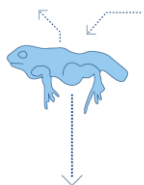




תכנית אב לשיקום ולטיפוח נהר הירדן הדרומי וסביבתו



תכנית המים



אחפ"בי
איכות סביבה ומשאבי מים

יולי 2016

אמפִּיבִּיו בע"מ – ייעוץ, תכנון וניהול פרויקטים בתחומי איכות הסביבה ומשאבי מים

בית זיוה, רחוב היסמין 1 (סמינר אפעל), ת.ד. 9108, רמת אפעל, ר"ג 5219002

טלפון: 03-7369972, פקס: 03-7252774, נייד: 050-5770577, e-mail: amit@amphibio.co.il

תכנית המים - פרק בתכנית האב לשיקום הירדן הדרומי, הוזמן על ידי רשות ניקוז – ירדן דרומי במימון והנחיית רשות המים.

הכנה:

עמית טל-	ניהול הפרויקט ועריכה
שי אלדד-	ריכוז נתונים וכתבה
גדי רוזנטל, חברת כיוון-	ניתוח עלות-תועלת וכלכלה

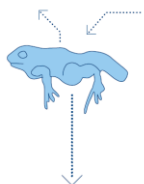
עזרה בעצה, נתונים ומידע:

אינג' ענבל אברהם-	מנהלת הפרויקט
אהוד קיטאי-	רשות המים
עליזה רפפורט-	עליזה רפפורט – רוטמן ראש צוות התכנון
אדר' דניאלה נוביס וטין-	עליזה רפפורט – רוטמן
דרור פבזנר-	המשרד להגנת הסביבה
פרופ' אביטל גזית	יועץ אקולוגיה
ד"ר אמיר פרלברג-	יועץ אקולוגיה
רם אבירם-	יועץ גיאופוליטי
אמיתי גבע ז"ל-	שירות הדרכה ומקצוע – משרד החקלאות
ניר פוירמן-	משרד החקלאות
רן בן נון-	אפיקי מים – אגודת המים האזורית עמק המעיינות
גדי דור-	אפיקי מים – אגודת המים האזורית עמק המעיינות

לכל השותפים והמסייעים תודה!

עמית טל

עבודה זו מוקדשת לזכרו של אמיתי גבע שקידם בכל מאודו את חזון המדגה בעמק המעיינות.



אמפִּיבִּיו
איכות סביבה ומשאבי מים

תקציר

רקע

לנהר הירדן חשיבות תרבותית ודתית עצומה, והוא אחד הנהרות המוכרים ביותר בעולם. נהר הירדן, מדרום לכנרת, כולל שלושה קטעים:

- הקטע הצפוני – מהכנרת עד נהריים – בו שני צידי הנהר בתחום ישראל – וכינויו: מורד הירדן.
- הקטע האמצעי – מנהריים עד נחל בזק – בו נהר הירדן הוא הגבול הבינלאומי בין ישראל לירדן – וכינויו: הירדן הדרומי.
- הקטע הדרומי – בין נחל בזק לבין ים המלח, וכינויו: ירדן תחתון.

בעבר הרחוק זרמו בירדן כ- 1,100 עד 1,200 מלמ"ק בשנה מים נקיים שמקורם בכנרת, בירמוך ובנחלי צד אחרים במליחות של 300 – 500 מג"ל. עם השנים ופעילות מתמשכת של שימוש במים על ידי ישראל, ירדן וסוריה, וכן שינויים אקלימיים, הצטמצמה כמות המים במורד הירדן לכדי- 20 מלמ"ש בלבד ואיכותם ירדה לכ- 1,500 מג"ל באזור נהריים וכ- 1,900 מג"ל באזור נחל בזק. השיקום יבוצע בשלבים, בהתאם לתוכניות האזוריות אותן מקדמת רשות המים, והמחויבות להקצאת מים לטבע. מסמך זה מתמקד בירדן הדרומי ומאחר והנהר הוא מערכת מימית ואקולוגית אחת ההתייחסות היא גם למעלה וגם למורד של אזור התכנון.

עיקרי התכנית

תכנית המים, עוסקת בנושאים הבאים:

1. שיפור בכמות ובאיכות של מי הירדן הדרומי באמצעות תוספת הזרמת מי כנרת לנהר והפחתת מליחות לרמה של פחות מ- 1000 מג"ל.
2. שחרור מעיינות אחוזים שאותרו כבעלי פוטנציאל אקולוגי/תיירותי.
3. שיפור איכות מי פלט המדגה.
4. עקרונות לתפעול, ניטור ובקרה.

1. שיפור בכמות ובאיכות מי הירדן הדרומי

על פי תכנית מאושרת של רשות המים לשיקום נהר הירדן שמדרום לכנרת מתוכננת תוספת הזרמה של 20 מלמ"ש מי כנרת, התפלת מי מעיינות מלוחים, והוצאת מזהמים (שפכים, קולחים, ומלחים). על פי תכנית זו תיווצר תערובת של תמהיל מלוח הכוללת את מי הרכז מההתפלה ומעיינות מליחים, במליחות משוקללת של כ- 5,500 מגכ"ל, ובנפח של כ- 8 מלמ"ש שתועבר לעמק המעיינות בצינור לטובת שימוש במדגה.

מוצעת תוספת מי כנרת (בנוסף ל- 20 מלמ"ש המאושרים) לשיקום אקולוגי של הנהר ולאספקת מים במורד לחקלאים בעמק המעיינות ובבקעת הירדן, וכן לצורך הורדת המליחות בירדן תחתון (במורד נחל בזק). ההקצאה המוצעת היא 20 מלמ"ש מי כנרת לירדן הדרומי, כך שסה"כ נפח מי כנרת שיוזרמו לירדן יהיה 40 מלמ"ש, וזאת בנוסף ל- 10 מלמ"ש מים מליחים. בסה"כ יזרמו בירדן בנקודת השחרור בסכר אלומות 50 מלמ"ש, במליחות של כ- 750 מגכ"ל באזור סכר אלומות וכ- 1,400 מגכ"ל מדרום לנחל בזק. **בנוסף לכמויות הנ"ל**, תוזרם לירדן כל כחמש שנים כמות נוספת של 1.5 מלמ"ק בספיקה ובמשך שייקבעו בהמשך, באופן המדמה שיטפון בנהר.

התוספת האמורה לעיל תוקצה במלואה במצב בו עתיד מפלס הכנרת להיות בסוף אותה שנה ב"קו הירוק" או מעל לו. רשות המים רשאית להפחית מכמות זו במצב בו צפוי מפלס הכנרת להיות נמוך יותר מקו זה לרבות אפשרות של אי מתן תוספת כלל כאשר מפלס הכנרת צפוי להיות ב"קו האדום" או נמוך ממנו. קווי התפעול האמורים לעיל נקבעו על ידי מנהל רשות המים. במצב של הפחתה ניכרת בכמות, תישמר רמת מליחות פחותה מ- 1,000 מגכ"ל במורד סכר אלומות. רוס הקו הירוק נכון להיום הינו 211.5. רוס הקו האדום נכון להיום הינו 213.-.

מי הכנרת שיוזרמו לירדן הדרומי יחולקו לשלושת הצרכנים במורד:

- טבע- מים לשיקום הנהר
- צרכנים חקלאיים בעמק המעיינות
- צרכנים חקלאיים בבקעת הירדן.

על פי החלוקה העקרונית הבאה:

חלוקת מי הכנרת לירדן בין הצרכנים במלמ"ש

הזרמת מי כנרת לנהר הירדן הדרומי	עמק המעיינות	בקעת הירדן	מים לשיקום הירדן בתחום התכנית ¹	מים לשיקום הירדן במורד התכנית ²
מצב מאושר (20 מלמ"ש מי כנרת)	3	4	17-20	13-17
תוספת של 20 מלמ"ש – סה"כ 40 מלמ"ש מי כנרת	9	12	31-40	19-31

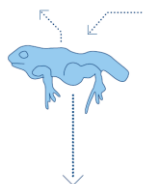
פתרון לתמהיל המלוח: מאחר ובשלב זה לא נמצאה היתכנות לשימוש במי התמהיל המלוח בבריכות

הדגים מוצע פתרון דו-שלבי:

שלב ראשון – הקמת גוף מים-מלחה-בריכת דגים בדרום, בתחום שטחים חקלאיים של קיבוץ מירב, הסמוכים לירדן ולנחל בזק (בהשקעה של כ- 5.6 מליון ₪).

. התכנון יבוצע על ידי משרד החקלאות ויאפשר ביצוע פילוט לגידול דגים במליחיות גבוהות.

שלב שני -הקמת מובל סגור לים המלח (בעלות השקעה של כ- 300 מליון ₪).



¹ מאחר ותחנות השאיבה בעמק המעיינות ממוקמות בחלק הדרומי של התכנית, ניתן להניח שרוב תוספת המים מהכנרת מוקצית גם לשיקום הירדן הדרומי שבתחום התכנית. הטווח ניתן כדי להדגיש את העובדה שחלק מהמים המוקצים לירדן ינוצלו לטובת חקלאות.

² הקצאת המים לירדן התחתון היא בניכוי המים המנוצלים באזור עמק המעיינות. הטווח ניתן כדי להדגיש את העובדה שחלק מהמים המוקצים לירדן ינוצלו לטובת חקלאות בקעת הירדן.

2. שחרור מעיינות לטבע

במרחב התכנית מעיינות רבים המנוצלים לחקלאות. בין מטרות התכנית החזרת מי מעיינות לטבע ולאדם תוך הקצאת תחליפי מים אקווילנטים לצרכנים (כמות ואיכות). בשלב ראשון של התכנית נסקרו המעיינות שמופו בסקר מעיינות שנערך על ידי מכון דש"א (63 מעיינות) שסווגו על פי מצבם לשלוש קטגוריות: נובע, נובע אחוז, יבש. בשלב שני נבחנו מעיינות אחוזים בתחום התכנית, מערבית לגדר המערכת ושאינם בשטחי שמורות טבע. מתוך מעיינות אלו מומלצים לתכנון מפורט המעיינות הבאים:

- **עין נזם**
- **עין פדות**
- **עין אברהם**
- **עינות רחוב, מרחב ונשב**
- **עין צמד**
- **עין טיון**

בחירת המעיינות נעשתה בתיאום עם נציגי רשות הטבע והגנים ואגודת המים המקומית "אפיקי מים", בהתאם לפוטנציאל התרומה לערכיות האקולוגית בדגש על תרומה לחיבוריות לנהר הירדן ו"אתרי מפלט" למגוון מינים, פוטנציאל תיירותי-נופשי וכן היתכנות מעשית.

שחרור מי המעיינות יתבצע במקביל לאספקת מקור מים חלופי בכמות ובאיכות הנדרשת, והוא יהיה בהתאם לתכנית האב האזורית של רשות המים ובכפוף לשיתוף המשתמשים הקיימים במעיינות.

3. שיפור איכות מי פלט המדגה

בתחום התכנית בריכות דגים רבות שאיכות מימיהם מושפעת ומשפיעה באופן ישיר על מערכת הירדן הדרומי. כמו כן, לבריכות הדגים ושוליהן יש השפעה חזותית ונופית ניכרת והן מוסיפות רבות לנוף האזור. בנוסף חשיבות אקולוגית גבוהה.

תכנית הרפורמה במדגה שמקדם אגף המדגה במשרד החקלאות, כוללת את המרכיבים הבאים:

- הנחיה לריקון מבוקר של הברכות לנהר במשך שלושה חודשים (מאמצע אוקטובר עד אמצע ינואר).
- טיפול במי הפלט הכולל גם בריכות שיקוע.

עלות ביצוע הכוללת של הרפורמה במדגה בתחום התכנית היא כ- 40 מליון ₪. מומלץ לקדם מיידית את בריכות השיקוע, בהשקעה מוערכת של כ-5 מליון ₪, במרחב התכנית, זאת על מנת לשפר את איכות מי הפלט המוזרמים לירדן, וביצוע כל הנדרש לרפורמה במרחב התכנית.

4. תפעול, ניטור ובקרה

א. אחריות תפעולית: ניהול ותפעול שחרור המים (מי הכנרת והמ"מ) באזור סכר אלומות ימשיך להיות באחריות חברת מקורות. העברת התמהיל המלוח למורד נחל בזק יהיה באחריות ובתפעול אגודת המים עמק הירדן.

ב. עיבוי מערך הניטור: מומלץ להוסיף שתי תחנות ניטור הידרומטריות בנוסף לתחנות הקיימות, לצורך ניטור איכות המים:

- סמוך לכניסה לתחום התכנית בגשר בית זרע.
- בעתיד, בחלק הדרומי של התכנית בגשר המתוכנן בפארק התעשייה המתוכנן "שער הירדן".

ג. ניהול תקלות: הגדלת נפח האיגום לתפעול שוטף ולחירוס בעת תקלה במט"שים במרחב התכנית (ביתניה, בית שאן) ל- 72 שעות לפחות. במקרה של תקלה במתקן ההתפלה המתוכנן באלומות, תופסק העברת מים מליחים מהכנרת.

תוכן עניינים

1	רקע	1
2	מצב קיים	1.1.
6	תכניות קיימות ומאשרות במרחב התכנון	1.2.
10	חזון ומטרות	2.
11	תכנית המים המוצעת	3.
11	שיפור בכמות ובאיכות מי הירדן הדרומי	3.1.
13	תוספת מי כנרת	3.1.1.
19	טיפול בתמהיל המלוח	3.1.2.
23	מעיינות	3.2.
34	שיפור איכות מי פלט המדגה	3.3.
40	עקרונות לתפעול, ניטור ובקרה	4.
40	תפעול הזרמת מים למורד הירדן בסכר אלומות	4.1.
40	מדידה ובקרה על איכות המים	4.2.
45	תפעול וממשק המערכות	4.3.
46	מדגה – תפעול, בקרה וטיפול במי הפלט	4.4.
	ניהול ופיתוח מעיינות	4.5.
	Error! Bookmark not defined.	
47	אומדן השקעות ועלויות	5.
47	טיפול בתמהיל המלוח	5.1.
49	מעיינות	5.2.
50	מדגה	5.3.

נספחים

- נספח 1** – תכנית המים במסגרת תכנית אב לשיקום הירדן הדרומי – הצגת חלופות וניתוחן. אמפיביו בע"מ, 2014. מצורף בנפרד
- נספח 2** – תכנון לקליטת מי תמהיל המוביל המלוח לגידול דגים בטרם שחרורם למלחה. ניר פרוימן, משרד החקלאות. יוני 2016.
- נספח 3** – חישוב גיאוכימי לשקיעת מלחים בצינור התמהיל המלוח. אמפיביו בע"מ.



1. רקע

תכנית האב לירדן הדרומי, מאזור נהריים ועד נחל בזק, עוסקת בתכנון מרחב כפרי-חקלאי-טבעי בו נשמרים, משוקמים ומטופחים ערכיו, נופיו הייחודיים ומורשת תרבות האדם. חזון התכנון מכוון להחייאת נהר הירדן וסביבתו הטבעית, טיפוח ושיקום מגוון בתי הגידול יחד עם חקלאות מקיימת כבסיס כלכלי ואמצעי לשמירה על שטחים פתוחים. יעדי התכנית כוללים, בין השאר, שיקום אקולוגי של נהר הירדן, הנחלים הזורמים אליו והמעיינות שבתחום המרחב, ותכנון נופי-תיירותי, תוך שימור וטיפוח החקלאות באזור.

לנהר הירדן חשיבות תרבותית ודתית עצומה, והוא אחד הנהרות המוכרים ביותר בעולם. עם זאת, קטע הנהר בתחום התכנית סובל במשך שנים רבות מהזנחה ומזיהום. בנהר הירדן זרמו בעבר הרחוק (טרם הקמת מפעלי המים של ישראל, ירדן וסוריה) כ- 1,100 עד 1,200 מלמ"ש של מים צלולים שמקורם במי כינרת, מי ירמוך ונחלי הצד. מליחות המים עמדה אז על כ- 300-500 מגכ"ל. כתוצאה מהפסקת הזרמת מי הכנרת, שינויים אקלימיים, הטיית מי המעיינות המלוחים לירדן הדרומי דרך המוביל המלוח, הקמת סכרים על הירמוך, חלה הרעה חמורה במצב המים בירדן. לכך נוספה גם פעילות חקלאית באזור, וכן הזרמת מי שפכים וקולחים לנהר (הן מהצד הירדני והן מהישראלי), ירידת מפלס מי התהום והמלחתם ותפיסת מרבית המעיינות שבעבר התנקזו לירדן. גורמים אלה הביאו לצמצום כמות המים לכמות מזערית של כ- 30 מלמ"ש ולכך שמליחות המים בנהר עומדת כיום על כ- 1,500 מגכ"ל באזור נהריים במעלה, וכ- 1,900 מגכ"ל באזור נחל בזק.

ברשות המים מקדמים תכניות לשיפור כמות ואיכות המים שיזרמו במורד הירדן באמצעות הקמת מפעל השבה: התפלת מים, שחרור מי כנרת, וכן השלמת מט"ש ביתניה וחיבורו לכל יישובי הסביבה לטיפול ברמה שלישונית (תכנית לבל וויינשטיין, 2012). תכנית זו הציגה מליחות יעד בירדן הדרומי של 1,000 מגכ"ל, ונפח של כ- 30 מלמ"ק בשנה. יעד זה הינו פשרה שנעשתה בין מקורות המים הזמינים כיום לבין צרכי השיקום האקולוגי – לפיהם יש להוריד ככל הניתן את רמת המליחות בנהר. בחוות דעת אקולוגית שהוכנה על ידי רשות הטבע והגנים לעניין זה (אבי אוזן, פברואר 2012), צוין כי מליחות של 1,000 מגכ"ל גבוהה מהרמה המביאה שינוי מהותי בהרכב הפאונה והפלורה בבתי גידול לחים, אך היא מציעה שיפור מהותי שצפוי להביא לשיקום חלקי של המערכת האקולוגית. בנוסף, בוצע בשנים האחרונות מהלך של הוצאת רוב השפכים מהירדן הדרומי, באמצעות חיבור מרבית יישובי עמק המעיינות, עמק הירדן וטבריה למט"שים אזוריים. עם זאת, הוצאת כל השפכים מנהר הירדן טרם הושלמה. טרם בוצע קו מאסף מתוכנן של יישובי צפון עמק המעיינות למט"ש בית שאן.



המטרה העיקרית של התכנית לשיקום הירדן הדרומי: שיפור כמות ואיכות המים בקטע הירדן הדרומי עד שפך נחל בזק באמצעות: תוספת הזרמת מי כנרת במורד סכר אלומות, והגדרת משטר זרימה רצוי בהתאם לצרכים האקולוגיים והחקלאיים, ובהתייחס למאזן הכניסות והיציאות של המים בירדן.

בנוסף, התמהיל המלוח העתיד להגיע מהמעיינות המלוחים בכנרת וממתקן ההתפלה העתידי מחייב מתן מענה מתאים בתכנית זו, מאחר והפתרון שהוצע במסגרת תכנית רשות המים מ-2012 (שימוש במדגה בעמק המעיינות), עדיין בשלבי פיתוח והוא אינו ישים כיום.

תכנית המים היא חלק מתכנית האב הכוללת לשיקום ולטיפול נהר הירדן הדרומי וסביבתו. לתכנית המים קדמו המסמכים הבאים:

1. "תכנית המים במסגרת תכנית האב לירדן הדרומי – תיאור מצב קיים". 2013, אמפיביו בע"מ.
2. "תכנית המים במסגרת תכנית האב לירדן הדרומי – הצגת חלופות וניתוחן". 2014, אמפיביו בע"מ. מוצג בנספח 1.

1.1. מצב קיים

מאזן המים בנהר הירדן הדרומי ואיכותם

התפלגות תורמי המים לזרימת בסיס לירדן, הינם כדלקמן³:

- מי המעיינות המליחים המוטים – כ- 15 מלמ"ש עינות נור וכ- 0.75 מלמ"ש חמי טבריה.
- קולחי העיר טבריה ויישובי עמק הירדן – כ- 4 מלמ"ש.
- ניקוז תת קרקעי של מי תהום – כ- 20 מלמ"ש לאורך הנהר⁴.
- נחל יבנאל – 1.5 מלמ"ש זרימת בסיס + 1.2 מלמ"ש זרימות שטפונות.

³ מבוסס על הערכות השירות ההידרולוגי – "מאזני מים ומלח בירדן התחתון, עמיר גבעתי ודורון מרקל, ספטמבר 2013".
⁴ ערך זה התקבל על ידי הערכה על בסיס הולצמן וחוב'. ערך זה אינו מדויק והינו הערכה בלבד. יודגש כי על פי ההערכה של חברת אפיקי מים, נפח המים החוזרים לירדן כתוצאה מחלחול מבריכות דגים גבוה יותר. ניתן ומומלץ להעריך בעתיד את נפח המים המחלחלים על ידי ביצוע מאזן מסה למים בבריכות הדגים לאורך השנה, או/וגם מדידת הספיקות בנהר הירדן באזור שפך נחל בזק.



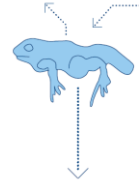
- נחל תבור – כ- 5 מלמ"ש, מתוכם 2 מלמ"ש זרימות שטפוניות המגיעות לירדן, והיתר נתפסים במורד.
- נחל חרוד – כ- 6-9 מלמ"ש.
- פלט בריכות דגים – סה"כ כ- 10-11 מלמ"ש אשר מרוקנים בחודשי הסתיו.

שימושים ושאיבות בנהר הירדן הדרומי

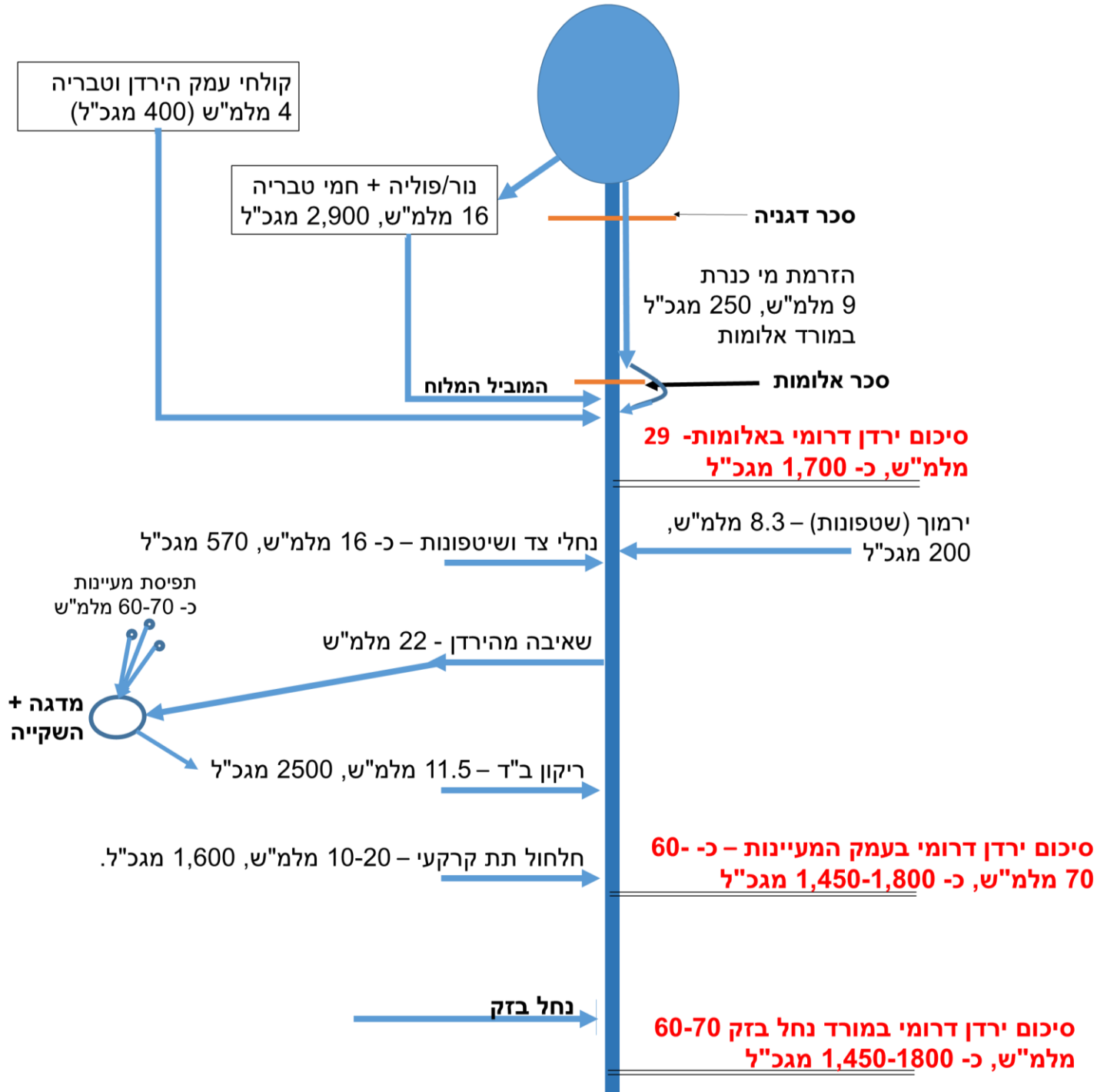
- 22-25 מלמ"ש על ידי אגודת אפיקי מים (בתחום התכנית) לצרכי חקלאות (בעיקר מדגה).
- 6-10 מלמ"ש על ידי אגודת בקעת הירדן לצרכי חקלאות (בעיקר תמרים) ותיירות (אתר הטבילה קאסר אל יהוד).
- שאיבות מקומיות ובלתי מוסדרות מנהר הירדן מחלקו המזרחי.

עד יוני 2013, בו החלה הזרמת כ- 9 מלמ"ש מי כנרת למורד הירדן, מליחות המים בנהר הירדן היתה 1500-2000 מגכ"ל. לאחר תחילת ההזרמה מליחות המים היא כ- 1,400 – 1,500 מגכ"ל במקטעים אלה. תורמי הזיהום העיקריים בירדן הדרומי הם מי מעיינות מלוחים המוטים מהכנרת (כ- 15 מלמ"ש), התורמים את רוב עומס המלח. קולחי העיר טבריה ויישובי מועצה אזורית עמק הירדן, מזרימים בכל שנה כ- 4 מלמ"ש של מים במליחות נמוכה יחסית (כ- 400 מגכ"ל), עם ריכוז גבוה של נוטריינטים וחיידקים.

בנוסף, לעיתים מוזרמים מים מזוהמים – שמקורם שפכים, מהצד המזרחי של הנהר (ממלכת ירדן). נצפתה כניסת זיהום נצפתה בעיקר מול קיבוץ נווה אור.



איור 1-1-1- תרשים סכימת מצב קיים





משקי המדגה

ענף המדגה בתחום התכנית כולל 13 משקים. הגידול העיקרי הוא גידול אמנונים, ובאופן מועט יותר דגי קרפיון ובורי. כל משק מכיל מספר בריכות ומאגרים, בריכות מחסן, בור מים תפעולי, ומערכת של משאבות ותעלות המאפשרות את סחרור המים בין הבריכות.

משקי המדגה מזרימים מים באיכות ירודה לירדן הדרומי. בנוסף, קיים חלחול מהבריכות היוצא דרך נביעות שונות לנהר הירדן. על פי מדידות שנערכו על ידי משרד החקלאות, נמצא כי מליחות מי בריכות הדגים בעונת הגידול הינה בסדר גודל של כ- 2,500 מגכ"ל בממוצע, וריכוז גבוה של נוטריינטים. על המשקים במדגה לא חלה כיום חובת דיווח, והנתונים הינם מוגבלים ולא רציפים. תקנות המים החדשות צפויות לשנות מצב זה כאשר הן תיכנסנה לתוקף, ותחול על המשקים חובת דיווח וקבלת היתרי הזרמה לנחל, בדומה ליצרני זיהום אחרים.

מעיינות ונחלים

סקר מעיינות בוצע על ידי מכון דש"א בתחום תכנית, ובו סומנו 63 מעיינות⁵. חלק מהם מופיע כנביעות טבעיות של מי תהום בתחום אגני הניקוז של נחלי הסביבה, חלקם כמעיינות העתקים וחלקם נביעות "מלאכותיות" שמקורם בחלחול ארטזי של בריכות דגים והשקיה במעלה המדרגה העליונה. המעיינות הינם מקור המים העיקרי לחקלאות באזור עמק בית שאן ("עמק המעיינות"), והיה גם מקור מים עיקרי במשך ההיסטוריה. נתונים היסטוריים מלמדים כי השפיעה ההיסטורית של המעיינות באזור עמדה על כ- 120 מלמ"ש (בהשוואה לכ- 60-70 מלמ"ש כיום).

חלקם הגדול של המעיינות המוכרים אחוז במקור בתת הקרקע, חלקם נתפס במורד ורק חלק קטן זורם באפיקים טבעיים אל בקע ים המלח. מתוך 63 המעיינות שנסקרו 24 מעיינות מצויים בתחום שמורת טבע מוכרזת או מאושרת, ו- 6 נוספים בתחום שמורת טבע בשלבי אישור: עין כפתור ועין טיון. מתוך 33 הנותרים, 11 מעיינות אחוזים בתת הקרקע על ידי אגודת המים האזורית, 13 מעיינות יבשים, 5 נובעים ותפוסים במורד או מתוך בריכה, והיתר מעיינות שנובעים ישירות לירדן או בינות לבריכות דגים.

משק המים

אספקת המים לצרכים חקלאיים (לרבות השקיה ובריכות דגים), התעשייתיים והביתיים, מתבססת על 4 מקורות מים: מעיינות (מקור עיקרי), שאיבה מהירדן הדרומי, קידוחים וקולחים. סך כל ההפקות בעמק המעיינות (כולל מקורות מים שאינם בתחום התכנית) עומד על כ- 100 עד 120 מלמ"ש.

⁵ סקר אקולוגי מלווה לתכנית אב. מכון דש"א, ינואר 2012.



אגודת המים האזורית עובדת בשיתוף עם חברת מקורות מסיבות היסטוריות של התפתחות עצמאית של משק המים באזור. מפעל המים האזורי פועל כמפעל עלות בניהול משותף ל"מקורות" ול"אפיקי מים". באופן כללי הפקת המים (קידוחים, מעיינות ושאיבה מהירדן) הם באמצעות מתקני "מקורות", אגירת המים, הפקת הקולחין והמכירה לחקלאים באמצעות "אפיקי מים".

המים מסווגים על פי איכותם (מליחות) והשימוש שלהם הם מיועדים. מים מליחים ממעינות ומהירדן (מעל 1,000 מג"ל) משמשים לרוב למדגה ולגידולים עמידים. מים באיכות בינונית ממעינות משמשים להשקיית גידולים רגישים ולדגי נוי. מים מתוקים (מי שתייה, עד 400 מג"ל) הינם רשת נפרדת של מים שמקורם בקידוחי מי תהום (קידוחי רוויה ושוקק) ומעינות מתוקים.

צרכני המים העיקריים באזור הינם ענפי החקלאות, כאשר ענף המדגה הינו הצרכן הגדול ביותר.

1.2. תכניות קיימות ומאשרות במרחב התכנון

בשנים האחרונות החלו פעולות לשיקום הירדן שמדרום לכנרת:

- הקמת מט"ש ביתניה לטיפול שניוני של שפכי עמק הירדן וטבריה והפסקת הזרמת השפכים לנחל (קולחים ברמת טיפול שניוני מוזרמים לנהר הירדן עד להשלמת מפעל ההשבה).
- חיבור יתרת יישובי עמק חרוד למט"ש בית שאן.
- הכנת טיוטת תקנות לנושא טיפול במי הפלט מענף המדגה ("הרפורמה בענף המדגה"), ביצוע פיילוט בשני משקי מדגה באגן חרוד להסדרת הטיפול במי הפלט.

המהלכים העיקריים, במסגרת השיקום של הירדן הדרומי, שעליהם נסמכת התוכנית המוצעת הם:

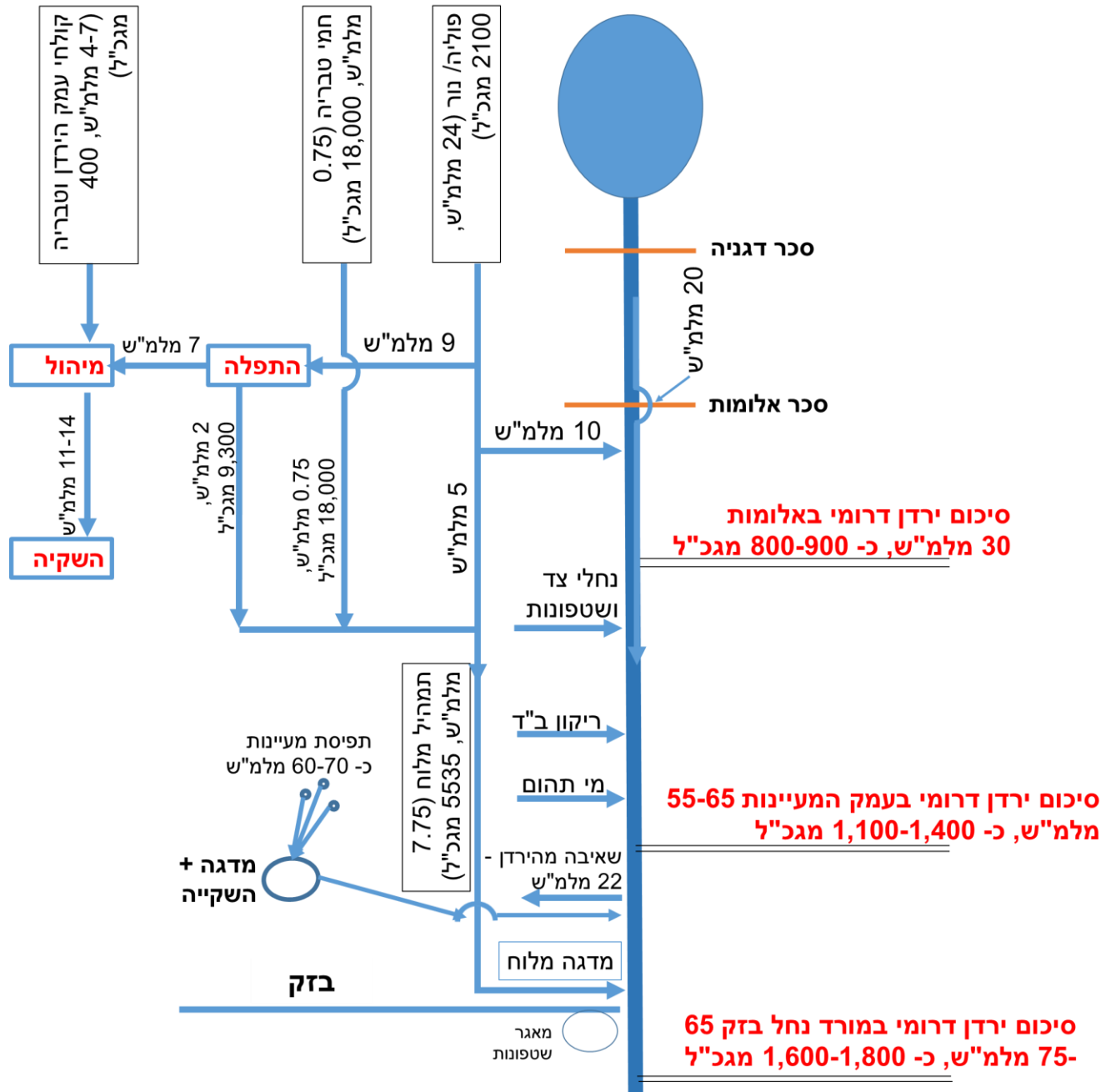
תכנית לבל ווינשטיין (2012) – תכנית רשות המים להתפלת חלק מהמעיינות המליחים לצורך מיהול קולחים להשקיה, והזרמת מי כנרת למורד הירדן. במסגרת זו, שוחררו 9 מלמ"ש מי כנרת כבר ב- 2013. תכנית זו מתייחסת בעיקר לחלקו הצפוני של נהר הירדן, אך אינה נותנת מענה שלם לאיכות המים בחלקו הדרומי (עמק המעינות ודרומה).



להלן מרכיבי תכנית לבל וויינשטיין :

- הגדלת הטיית מעיינות מלוחים פוליה ונור, כך שהכמות המוטת הכללית תעמוד על כ- 25 מלמ"ש, במליחות של כ- 2,000 מגכ"ל.
- תבוצע התפלת כ- 9 מלמ"ש מי מעיינות מלוחים (מתוכם יתקבלו 7 מלמ"ש תוצר) שישמשו למיהול עם כ- 7 מלמ"ק קולחי ביתניה להשקיה בעמק הירדן, ובתמורה שחרור מי כנרת לנהר הירדן הדרומי.
- על פי התכנית ייווצר תמהיל מלוח הכולל את מי הרכז מההתפלה (2 מלמ"ש במליחות 9,300 מגכ"ל), ומעיינות מליחים (כ- 5 מלמ"ש מי מעיינות נור ופוליה במליחות 2,000 מגכ"ל, וכ- 0.75 מלמ"ש מי חמי טבריה במליחות של כ- 18,000 מגכ"ל). תמהיל זה, במליחות כ- 5,500 מגכ"ל, יוזרם אל עמק המעיינות לשימוש במערכות המדגה.
- יתרת המעיינות המליחים, כ- 10 מלמ"ש (מליחות כ- 2000 מגכ"ל) יוזרמו בנהר הירדן במורד סכר אלומות, בתוספת 20 מלמ"ש מי כנרת (במליחות כ- 250 מגכ"ל), כך שהמליחות המשוקללת במורד סכר אלומות תהיה כ- 900 מגכ"ל, והנפח שנתי יעמוד על 30 מלמ"ש.
- כיום משמשים כ- 14 מלמ"ש מי כנרת להשקיה בעמק הירדן. אלו יוקצו כאמור לנהר הירדן הדרומי, ובמקומם תהיה השקיה בתערובת המים המותפלים והקולחים).
- **שדרוג מט"ש ביתניה לרמה שלישונית** - המט"ש מטפל כיום עד לרמה שניונית, מתוכנן שדרוגו לרמה שלישונית תוך שנים ספורות. שימוש חקלאי יתאפשר לאחר שידרוג המט"ש לרמה שלישונית ומיהול עם המים המותפלים.
- **השלמת חיבור שפכי יישובי מועצה אזורית עמק המעיינות** : מתוכנן ביצוע של קו מאסף ליישובי צפון עמק המעיינות למט"ש בית שאן, ובעקבותיו תופסק הזרמת שפכים ללירדן הדרומי.
- **תכנית אב לשיקום נחל חרוד** : במסגרת תכנית האב לשיקום נחל חרוד הוכנה תכנית מים הכוללת הזרמת מי מעיינות וקידוחים וסילוק מזהמים מהנחל, לרבות שפכים ביתיים ותעשייתיים, קולחי תנובה בית יוסף, ומי מדגים. התכנית אושרה ברשות המים.
- **תכנית אב לנחל תבור** : תכנית המים לנחל ("מפעל השבת המים לנחל") עוסקת בהקצאת מי מעיינותיו המקוריים, איסור הזרמה והוצאת כל השפכים והקולחים מהנחל, הבטחת זרימתם של מי שטפונות מחוץ להקצאה המאושרת (משמעות הדבר היא כניסה של מי שטפונות נוספים אל הירדן הדרומי). התכנית אושרה ברשות המים.

איור 1-1.2 – תרשים מצב מאושר (תכנית לבל ווינשטיין)⁶



⁶ עד שדרוג כל המט"שים לרמה שניונית וחיבור כל יישובי הסביבה אליהם, וכן הזרמת כ- 9 מלמ"ש מי כנרת למורד הירדן.

איור 2-1.2 – חיבור מי כנרת לירדן הדרומי באזור סכר אלומות (צולם ע"י הלל גלזמן, יוני 2013)



2. חזון ומטרות

חזון השיקום של הנהר הוא שישוב להזרים מים בכמות ובאיכות שיאפשרו את שיקום בתי הגידול ואת התפקוד האקולוגי התקינים. השיקום יבוצע בשלבים, בהתאם לתוכניות האזוריות אותן מקדמת רשות המים, והמחויבות להקצאת מים לטבע.

בהתאם לחזון, הוגדרו מטרות בנושא המים, בתכנית האב, כדלקמן:

- ניצול מיטבי של הקצאת המים לנהר הירדן, כשלב א', ובחינת תוספת מים בשלבים נוספים.
- קביעת יעדי כמויות ואיכות המים שיזרמו בנהר הירדן ובנחלים והמלצות לניטורם.
- הסדרה והבטחה של זרימות המים (כמות ואיכות) בנהר הירדן ובנחלים הזורמים אליו.
- שחרור מים ממעיינות אחוזים לטובת הטבע והאדם.
- שיפור דרמטי באיכות ובחזות המופע של נהר הירדן – המים, הגדות והצמחייה, וריכוך המופע של מערכות ומתקנים הנדסיים בסביבתו.
- אי פגיעה בהקצאת מים לחקלאות כך שתשמר חקלאות השטחים הפתוחים.
- שימור וטיפול החקלאות באזור התכנית.
- קידום ממשקים לצמצום זיהום מי הירדן כולל שיפור איכות מי פלט ממשקי המדגה
- בקרת שאיבת מים מנהר הירדן ומהמעיינות
- תשתית לשימור, שיקום וטיפול של בתי גידול לחים במרחב כבסיס לשימור המגוון הביולוגי.
- תשתית לפיתוח אפשרויות "נגיעה במים" בקרבת מעיינות ונחלים תוך שימור, שיקום וטיפול בתי הגידול הטבעיים.



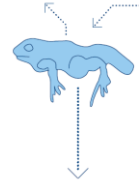
3. תכנית המים המוצעת

מרכיבי התכנית:

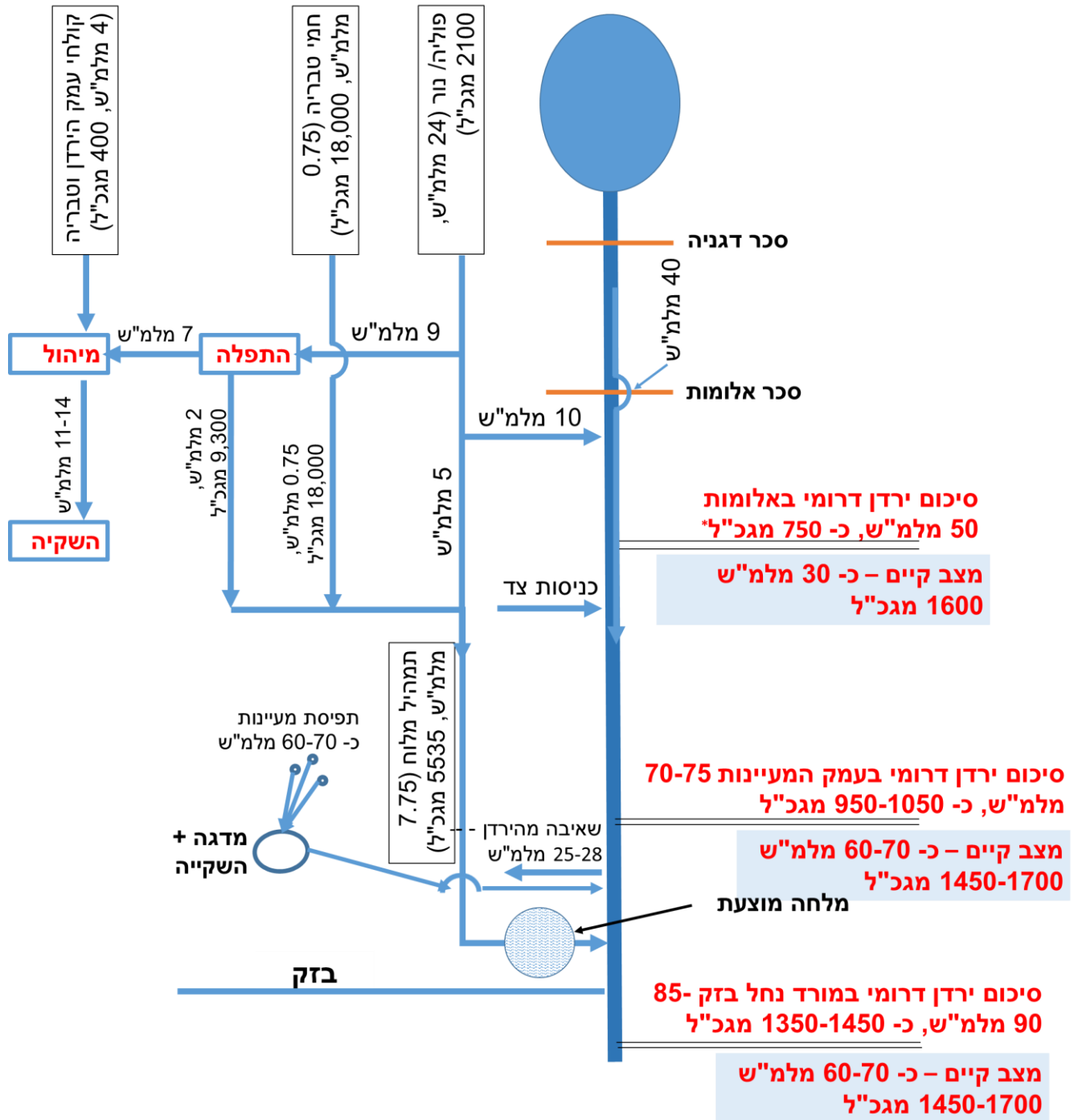
1. שיפור בכמות ובאיכות מי הירדן הדרומי באמצעות תוספת הזרמת מי כנרת לנהר, וטיפול בתמהיל המלוח, שיביאו להפחתת המליחות לרמה של פחות מ- 1000 מגב"ל בתחום התכנית.
2. שחרור מעיינות אחוזים שאותרו כבעלי פוטנציאל אקולוגי/תיירותי
3. שיפור איכות מי פלט המדגה ("הרפורמה במדגה")
4. עקרונות לתפעול, ניטור ובקרה

3.1. שיפור בכמות ובאיכות מי הירדן הדרומי

באיור 3.1-1 להלן מוצגת סכימת המצב המוצע ובהמשך פירוט התכנית המוצעת לשיפור כמות ואיכות מי הירדן הדרומי.



איור 1-3.1 – תכנית המים: סכימת כניסות ויציאות



* כתלות בכמות ומליחות מי המעינות המלוחים

3.1.1. תוספת מי כנרת

ממצאי ניתוח הידרולוגי⁷ הראו שלאחר תחילת ההפעלה של מפעל ההשבה, צפוי שיפור משמעותי באיכות המים במקטע הירדן שבין אזור אלומות לעמק המעינות. אך צפויה הרעה מסוימת באיכות המים בקטע שמדרום לנחל בזק. קיימות לכך שתי סיבות עיקריות: האחת היא הפסקת הזרמת קולחי טבריה ועמק הירדן והשניה היא העובדה שהשאיבות מהירדן יוציאו כמות קטנה יותר של מלח מהמערכת (בגלל הירידה במליחות בקטע הצפוני של הירדן), בעוד שסך כל נפח המים במורד לא ישתנה מהותית. כלומר, שיפור המים במעלה בא חלקית על חשבון שיפור המים במורד.

מוצעת תוספת מי כנרת (בנוסף ל- 20 מלמ"ש המאושרים) לשיקום אקולוגי של הנהר ולאספקת מים במורד לחקלאים בעמק המעינות ובבקעת הירדן, וכן לצורך הורדת המליחות בירדן במורד נחל בזק. ההקצאה המוצעת היא 20 מלמ"ש מי כנרת לירדן הדרומי, כך שסה"כ נפח מי כנרת שיוזרמו לירדן יהיה 40 מלמ"ש, וזאת בנוסף ל- 10 מלמ"ש מים מליחים. בסה"כ יזרמו בירדן בנקודת השחרור בסכר אלומות 50 מלמ"ש, במליחות של כ- 750 מגכ"ל באזור סכר אלומות וכ- 1350-1450 מגכ"ל מדרום לנחל בזק. בנוסף לכמויות הנ"ל, תוזרם לירדן כל כחמש שנים כמות נוספת של 1.5 מלמ"ק בספיקה ובמשך שייקבעו בהמשך, באופן המדמה שיטפון בנהר

התוספת האמורה לעיל תוקצה במלואה במצב בו עתיד מפלס הכנרת להיות בסוף אותה שנה ב"קו הירוק" או מעל לו. רשות המים רשאית להפחית מכמות זו במצב בו צפוי מפלס הכנרת להיות נמוך יותר מקו זה לרבות אפשרות של אי מתן תוספת כלל כאשר מפלס הכנרת צפוי להיות ב"קו האדום" או נמוך ממנו. קווי התפעול האמורים לעיל נקבעו על ידי מנהל רשות המים. במצב של הפחתה ניכרת בכמות, תישמר רמת מליחות פחותה מ- 1,000 מגכ"ל במורד סכר אלומות. רום הקו הירוק נכון להיום הינו 211.5- . רום הקו האדום נכון להיום הינו 213-.

⁷ ראה נספח 1 - "תכנית המים במסגרת תכנית האב לירדן הדרומי – הצגת חלופות וניתוחן". 2014, אמפיביו בע"מ.

תוספות המים לירדן וחלוקתן הסכימטית בין הצרכנים במרחב התכנון הם כדלקמן:

טבלה 1-3.1.1 – חלוקת מי הכנרת לירדן בין הצרכנים במלמ"ש⁸

הזרמת מי כנרת לנהר הירדן הדרומי	עמק המעיינות	בקעת הירדן	מים לשיקום הירדן בתחום התכנית ⁹	מים לשיקום הירדן במורד התכנית ¹⁰
מצב מאושר (20 מלמ"ש מי כנרת)	3	4	17-20	13-17
תוספת של 20 מלמ"ש – סה"כ 40 מלמ"ש מי כנרת	9	12	31-40	19-31

משטר ההזרמה של תוספת מי הכנרת לירדן הדרומי

תוספת מי הכנרת לירדן הדרומי תוזרם במשטר הזרמה אופטימלי המאפשר שמירה על רמת מליחות קבועה ככל הניתן, באמצעות הזרמה מוגברת במועדים בהם מתבצע ריקון בריכות דגים, ו/או כאשר ספיקת המקורות הטבעיים לירדן נמוכה.

בטבלה 1-3.1.1 ובאזור 1-3.1.1-3 – להלן, מוצג משטר הזרמת מי הכנרת לירדן המוצע עבור שנה ממוצעת. פילוג הזרמת מי הכנרת מתוכנן להורדת המליחות בחודשי ההשקיה בבקעת הירדן – ממאי עד ספטמבר, ובחודשים בהם מתוכנן ריקון בריכות דגים על פי הרפורמה במדגה (אוקטובר – דצמבר). חישוב זה לוקח בחשבון זרימות שטפוניות, כך שהזרמת המים בחודשי החורף תהיה קטנה יותר. בטבלאות 1-3.1.1-2 – 1-3.1.1-4, מוצגים איכות וספיקת המים המחוברים בירדן הדרומי במצבי ההזרמה השונים (לפי מצבים הידרולוגיים) בהתאם למשטר ההזרמה המוצע.

פילוג ההזרמה יהיה ניתן גם לשליטה כתלות בתנאים מקומיים (כגון חורף גשום או שחון) וכפונקציה של מדידת איכות מים – דהיינו, ניתן יהיה לשחרר מים על מנת למהול את המים במידת הצורך (ראה פירוט בפרק תפעול ובקרה).

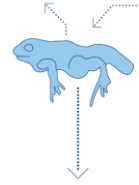
טבלה 1-3.1.2 – משטר מוצע להזרמת מי כנרת לירדן

אוקטובר	נובמבר	דצמבר	ינואר	פברואר	מרץ	אפריל	מאי	יוני	יולי	אוגוסט	ספטמבר	ממוצע שנתי
8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	8.30%	100%
1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	20
9%	9%	9%	7%	7%	7%	7%	9%	9%	9%	9%	9%	100%
3.67	3.67	3.67	2.67	2.67	2.67	2.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	40

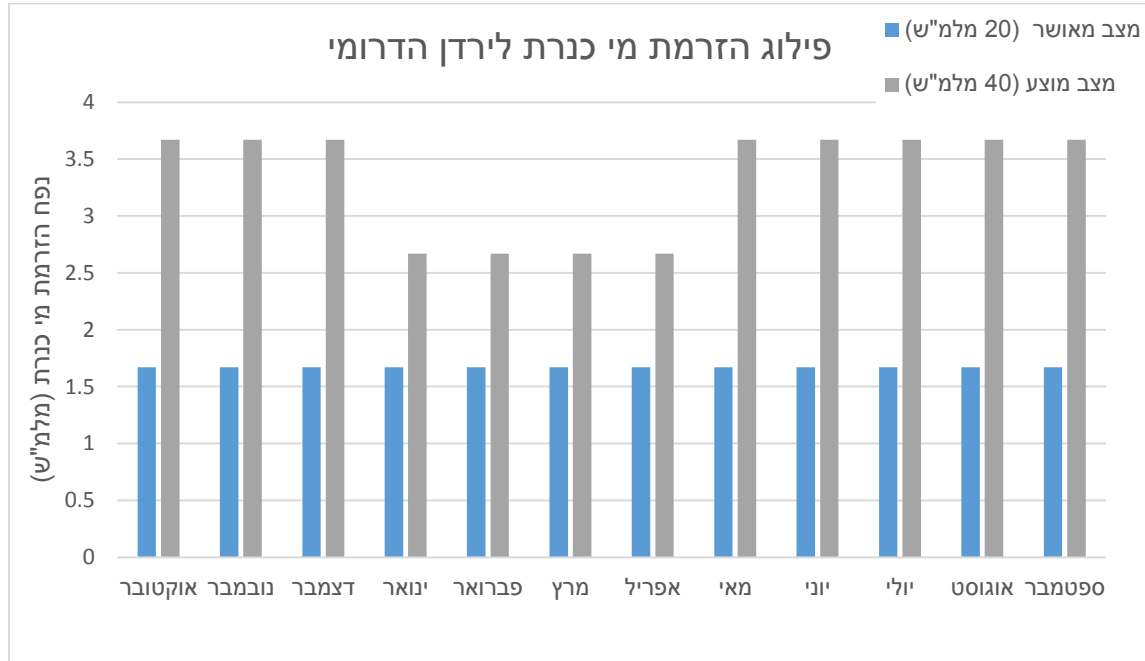
⁸ הקצאת המים בפועל נקבעת על ידי אגף ההקצאות ברשות המים

⁹ מאחר ותחנות השאיבה בעמק המעיינות ממוקמות בחלק הדרומי של התכנית, ניתן להניח שרוב תוספת המים מהכנרת מוקצית גם לשיקום הירדן הדרומי שבתחום התכנית. הטווח ניתן כדי להדגיש את העובדה שחלק מהמים המוקצים לירדן ינוצלו לטובת חקלאות.

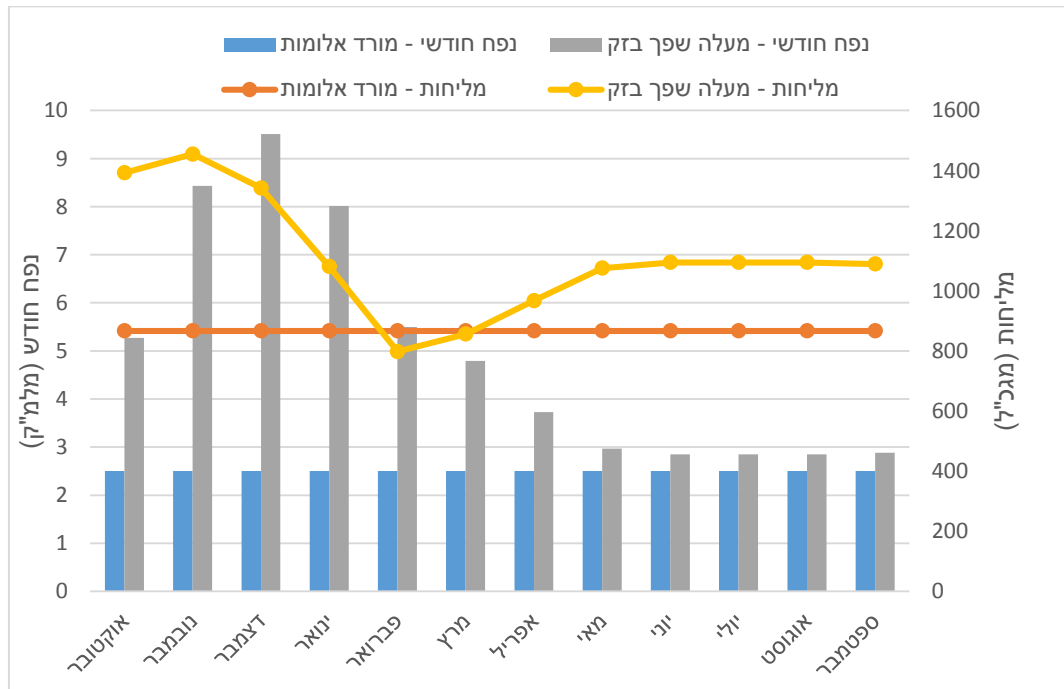
¹⁰ הקצאת המים לירדן התחתון היא בניכוי המים המנוצלים באזור עמק המעיינות. הטווח ניתן כדי להדגיש את העובדה שחלק מהמים המוקצים לירדן ינוצלו לטובת חקלאות בקעת הירדן.



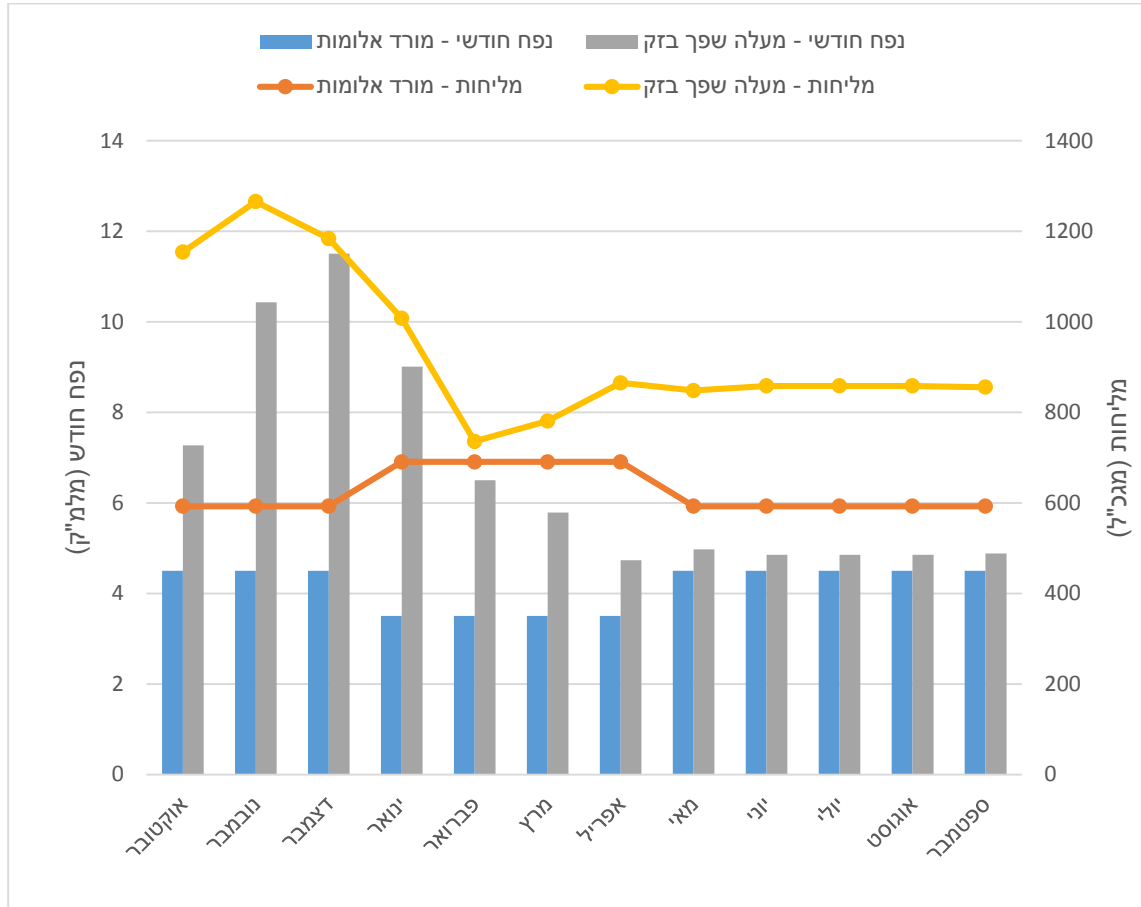
איור 1-3.1.1 – משטר מוצע להזרמת מי כנרת למורד הירדן



איור 2-3.1.1 – מליחות ונפחי מים בירדן הדרומי במצב מאושר



איור 3-1.1-3- מליחות ונפחי מים בירדן הדרומי במשטר הזרמה מוצע



טבלה 2-3.1.2- לוח מים להזרמת מי כנרת לירדן, מליחיות וספיקות במקטעים בירדן – מצב מאושר

ריכוז (מג"ל)	שנתי (מלמ"ש)	ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	פברואר	ינואר	דצמבר	נובמבר	אוקטובר		
2100	10.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	המ"מ	עד אלומות
18000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	חמי טבריה	
250	20.00	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	כנרת	
250	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	תוספת כנרת	
400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	קולחים	
	30.00	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	סיכום ביניים - מורד אלומות - נפח	
	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	866.67	סיכום ביניים - מורד אלומות - ריכוז	
260	1.5	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	יבנאל	עד נחל בזק
200	8.3	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.52	1.15	1.58	1.93	1.68	1.04	0.30	ירמוך	
650	3	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	תבור	
1000	7.35	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	חרוד	
250	5.6	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.35	0.78	1.06	1.30	1.14	0.70	0.20	שיטפונות	
2500	11.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92	3.83	3.83	1.92	בריכות דגים	
1600	20	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	ניקוז תת"ק	
5535	7.75	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	תמהיל	
1140.40	-22	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	שאיבה	
	65.25	3.35	3.32	3.32	3.32	3.44	4.20	5.25	5.96	8.47	9.97	8.90	5.74	סיכום ביניים - מעלה בזק - נפח - כולל שאיבה (מלמ"ק)	מורד נחל בזק
	1150.11	1089.27	1094.42	1094.42	1094.42	1075.15	967.13	855.89	798.06	1081.30	1341.91	1454.61	1392.64	סיכום ביניים - מעלה בזק - ריכוז - כולל שאיבה (מג"ל)	
	73.00	4.00	3.97	3.97	3.97	4.08	4.84	5.90	6.61	9.12	10.62	9.54	6.38	סיכום ביניים - מורד בזק - נפח - כולל שאיבה	מורד נחל בזק
	1615.63	1807.56	1817.42	1817.42	1817.42	1780.63	1576.03	1368.03	1260.91	1396.71	1596.89	1730.77	1811.79	סיכום ביניים - מורד בזק - ריכוז - כולל שאיבה	

טבלה 4-3.1.2 - לוח מים להזרמת מי כנרת לירדן, מליחיות וספיקות במקטעים בירדן – מצב מוצע

ריכוז (מגכ"ל)	שנתי (מלמ"ש)	ספטמבר	אוגוסט	יולי	יוני	מאי	אפריל	מרץ	פברואר	ינואר	דצמבר	נובמבר	אוקטובר		
2100	10.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	המ"מ	עד אלומות
18000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	חמי טבריה	
250	20.00	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	כנרת	
250	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	תוספת כנרת	
400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	קולחים	
	50.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	סיכום ביניים - מורד אלומות - נפח	
	620.0	592.6	592.6	592.6	592.6	592.6	690.5	690.5	690.5	690.5	592.6	592.6	592.6	סיכום ביניים - מורד אלומות - ריכוז	
260	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	יבנאל	עד נחל בזק
200	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.2	1.6	1.9	1.7	1.0	0.3	ירמוך	
650	3.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	תבור	
1000	7.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	חרוד	
250	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	1.1	1.3	1.1	0.7	0.2	שיטפונות	
2500	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	3.8	3.8	1.9	בריכות דגים	
1600	20.0	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	ניקוז תת"ק	
5535	7.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	תמהיל	
974.36	-27.6	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	-2.3	שאיבה	
	79.7	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0	4.7	5.8	6.5	9.0	11.5	10.4	7.3	סיכום ביניים - מעלה בזק - נפח - כולל שאיבה (מלמ"ק)	
	986.5	855.6	858.4	858.4	858.4	848.2	865.2	781.0	735.8	1007.8	1183.8	1265.4	1153.8	סיכום ביניים - מעלה בזק - ריכוז - כולל שאיבה (מגכ"ל)	
															מורד נחל בזק
	87.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	5.4	6.4	7.1	9.7	12.2	11.1	7.9	סיכום ביניים - מורד בזק - נפח - כולל שאיבה	
	1389.8	1402.1	1407.5	1407.5	1407.5	1387.1	1425.9	1258.2	1169.7	1310.7	1415.0	1514.3	1511.3	סיכום ביניים - מורד בזק - ריכוז - כולל שאיבה	

3.1.2. טיפול בתמהיל המלוח

לצורך הטיפול בתמהיל המלוח, נבחנו החלופות הבאות:

- חלופת האפס – העברת התמהיל לאזור עמק המעינות לשימוש במערכות המדגה
- הובלת התמהיל לאזור עמק המעינות למאגר תפעולי – מלחה, לשחרור מבוקר אל הנהר
- הובלת התמהיל במובל סגור עד לים המלח

להלן מוצגת טבלה המסכמת את היתרונות והחסרונות בחלופות שנבחנו:

טבלה 1-3.1.2 – סיכום יתרונות וחלופות בחלופות שנבחנו

שם החלופה	תיאור החלופה	יתרונות	חסרונות
חלופת האפס (התכנית המאושרת)	העברת התמהיל לעמק המעינות לשימוש במערכות המדגה.	- שימוש משני במים מושבים. - תועלת כלכלית מסוימת	- טרם הוכחה היתכנות לשימוש במים אלה לגידול דגים - יוצר פגיעה באיכות מי הירדן מדרום לנחל בזק – ובפרט בחודשי הסתיו בהם מתבצע ריקון ב"ד - נדרשת השקעה גדולה ביצירת תשתית לבריכות דגים
גוף מים/ מלחה / בריכות דגים	העברת התמהיל אל משבצת חקלאית של קיבוץ מירב על גדת הירדן. מי התמהיל ישמשו בחלקם כמליחה אקולוגית ומאגר חלחול לירדן; ובחלקם כמאגרי גידול דגים לבחינת ההיתכנות לגידול דגים בהרכב מים זה.	- עלות נמוכה - מאפשר גמישות תפעולית בהזרמת התמהיל לירדן - מאפשר יישום מיידי - מאפשר שימוש משני במים מושבים.	- לא פותר את בעיית המליחות מדרום לנחל בזק.
הובלה לים המלח	הובלת התמהיל המלוח בצינור עד לים המלח	- מהווה פתרון מלא לירדן הדרומי לכל אורכו – גם מדרום לנחל בזק - מאפשר הרחבת ייצור חקלאי בבקעת הירדן	- עלות גבוהה מאוד - יישום מורכב מבחינה סטטוטורית וביצועית



החלופה שנבחרה על ידי צוות התכנון, הנותנת **פתרון מלא** לתמהיל המלוח, היא חלופת סילוקו באמצעות צינור עד לים המלח (אורכו מאזור נחל בזק ועד ים המלח כ-110 ק"מ ועלותו המשווערת כ-300 מליון ₪). **כפתרון מיידי** הומלץ על הזרמת התמהיל המלוח אל גוף מים רדוד – מליחה – במורד נחל בזק, וממנו לירדן. הכוונה שמלחה זו תהווה גם חלק מהפתרון של פלט בריכות הדגים בעמק המעינות לפני הזרמתם לנהר. בנוסף ישמש השטח פיילוט לבחינת גידול דגים במים מלוחים.

3.1.2.1 פתרון מיידי

כפתרון מיידי הומלץ על הזרמת התמהיל המלוח אל גוף מים רדוד – מליחה – במורד נחל בזק, וממנו לירדן. השטח שנבחר הוא בחלק הדרומי של התכנית בתחום אדמות חקלאיות של קיבוץ מירב סמוך לנחל בזק.

באיור 3.1-1 מצורף תכנון סכמטי של השטח המוצע. תכנון מפורט של השטח יבוצע בתיאום בין משרד החקלאות, המשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים, רשות ניקוז ירדן דרומי רשות המים ומחזיקי השטח.

הנחיות ראשוניות לתכנון גוף המים הרדוד – מליחה – בריכות דגים:

- **גוף המים/ מלחה** יספק זמן שהייה של כשבוע. ספיקת התמהיל המלוח כ- 900 מ"ק/שעה. תתאפשר חלוקת השטח למאגר לבריכות דגים/מיהול ומאגר שיקוע לפני הזרמת המים לירדן.
- המלחה תתוכנן כך שתכלול חלק עמוק יותר במרכזה (עומק של כ- 2-3 מ') וחלק רדוד יותר ושיפוע מתון בדפנות – (עומק ממוצע של כ- 1 מ').

תכנון מאגר ההשהיה יכלול גם עקרונות אקולוגיים:

- יצירת מפלסים רדודים על מנת להבטיח פעילות חי וצומח במקווי מים בעלי אופי ברכתי (כולל אגמים ומאגרים). העומק הרדוד יהיה עד כמה עשרות סנטימטרים.
- יצירת מורכבות פיזית, לרבות תכנון צמחיה ומצעי התיישבות לבע"ח כגון סלעים ובולדרים, המספקים מצע יציב להתיישבות והטלה, מאפשרים מסתור וכו'. יש חשיבות לנוכחות צמחי מים, אשר מעבר לתפקודם הביולוגי בהטמעה ובתוספת חומר אורגאני, גם מספקים מצע להתיישבות בעלי חיים. מוצע לשלב אלמנט של מפל מים משולב עם תשתית סלעית להצנעת צינור המים הנכנס ולצורך החדרת חמצן לגוף המים.

תכנון עקרוני לבריכות דגים במים מלוחים:

התכנון העקרוני, שהוכן על ידי ניר פרוימן ממשרד החקלאות (ראה נספח 2 – תכנית ראשונית למערכת גידול דגים לצד מאגר חלחול), כולל הקמת מערכות הגידול בשני שלבים, כאשר בשלב הראשון יבנו חלק מהבריכות כך שניתן יהיה לבחון את ביצועי הגדילה של מיני הדגים השונים, והמערכת תוכל לקלוט את כל כמות המים אשר יש לטפל בהם. היה ותוצאות הגידול יעידו על היתכנות כלכלית, תושלם בניית מערכות הבריכות בשלב שני.

במסגרת התכנון המפורט תיבחן אפשרות לגידול הדגים באתרים קיימים או בצמוד אליהם.

כמו כן, בשלב התכנון המפורט תהיה התייחסות למניעת זליגת דגים לירדן ולכנרת ואישור של ועדת האינטרדוקציה במשרד החקלאות, שתפקידה מניעת יצירת בעיות אקולוגיות בגופי מים כתוצאה מהעברת מיני דגים לגידול בין אתרים שונים

איור 1-3.1.2 – תכנון סכמטי של השטח





3.1.2.2 פתרון מלא – הזרמת התמהיל המלוח בצינור לים המלח

הארכת הצינור של מי התמהיל המלוח (קו 710 מ"מ) מאזור עמק המעיינות עד לים המלח. תוספת מרחק ההולכה הוא כ- 110 ק"מ. מאחר ומרחק ההולכה גדול, ומדובר בריכוזים גבוהים יחסית של מלחים, נבחן נושא שקיעת מלחים בצינור, ונקיטת אמצעים במידת הצורך.

ראה נספח 3 – בחינה של שקיעת מלחים בצינור הולכת התמהיל המלוח.

התכנית תכלול:

- קו תמהיל מלוח שיחבר בין אזור טירת צבי עד לאזור ים המלח (מרחק בקו אווירי כ- 75 ק"מ). לצורך הערכת אורך התוואי, נלקח אורך של 150% מהמרחק האווירי (פיתוליות וכיו"ב) – אורך הקו מוערך בכ- 110 ק"מ. הפרש גבהים של כ- 185 מ'. כמות מתוכננת להובלה – כ- 7.75 מלמ"ש.

3.2. מעיינות

הקריטריונים שהנחו את בחינת המעיינות האחוזים המומלצים לשחרור היו :

- אפשרות לשיקום אקולוגי- החייאת בתי גידול ערכיים
- פוטנציאל פנאי ונופש
- שמירה על כמות ואיכות המים המסופקים למשק המים באזור התכנית, לרבות צרכים תפעוליים.

בתחום התכנית מעיינות רבים המנוצלים לחקלאות. בין מטרות התכנית בחינת החזרת מי מעיינות לטבע ולאדם תוך הקצאת תחליפי מים אקוויוולנטיים לצרכנים (כמות ואיכות). בשלב ראשון של התכנית נסקרו כל המעיינות שסומנו בסקר המעיינות של מכון דש"א¹¹ (63) הקיימים בתחום התכנית וסווגו כ- נובע/ נובע אחוז או מעיין אשר יבש. בשלב שני נבחנו מעיינות אחוזים, מערבית לגדר המערכת ושאינם בשטחי שמורות טבע (14) ומתוכם נמצאו ראויים לבחינת מפורטת המעיינות: עין נזם, עין פדות, עין אברהם, עינות רחוב, מרחב, נשב, עין צמד, ועין טיון. אלו נבחרו בתיאום עם נציגי רשות הטבע והגנים ואגודת המים המקומית "אפיקי מים" בהתאם לפוטנציאל התרומה לערכיות האקולוגית, בדגש על תרומה לחיבוריות לנהר הירדן ו"אתרי מפלט" למגוון מינים, פוטנציאל תיירותי-נופשי וכן היתכנות מעשית.

מאחר ותכנית האב לשיקום נהר הירדן הדרומי וסביבתו, מציעה הקמה של "מינהלת הירדן הדרומי", שתחומי עיסוקה, בין השאר, דיון בנושאים מהותיים המחייבים התייעצות בפורום רחב וקבלת הכרעות בסוגיות מרכזיות או קונפליקטים שלא נמצא להם פתרון; יזום תכניות התורמות לקיום ממשק ראוי בין פיתוח ושימור בתחום השטחים הפתוחים; מתן התייחסויות וחוות דעת למוסדות התכנון, ועוד, **מוצע כי המינהלת תעסוק גם בפיתוח ושחרור המעיינות, בהתאם להתפתחות הצרכים ושפיעת המעיינות.**

שחרור מי המעיינות יתבצע במקביל לאספקת מקור מים חלופי בכמות ובאיכות הנדרשת. מקור המים החלופי יהיה בהתאם לתכנית האב האזורית של רשות המים ובביצוע מערכת האספקה המתאימה על ידי אגודת המים האזורית.

המעיינות המומלצים לפיתוח הם :

¹¹ סקר אקולוגי מלווה לתכנית אב. מכון דש"א, ינואר 2012

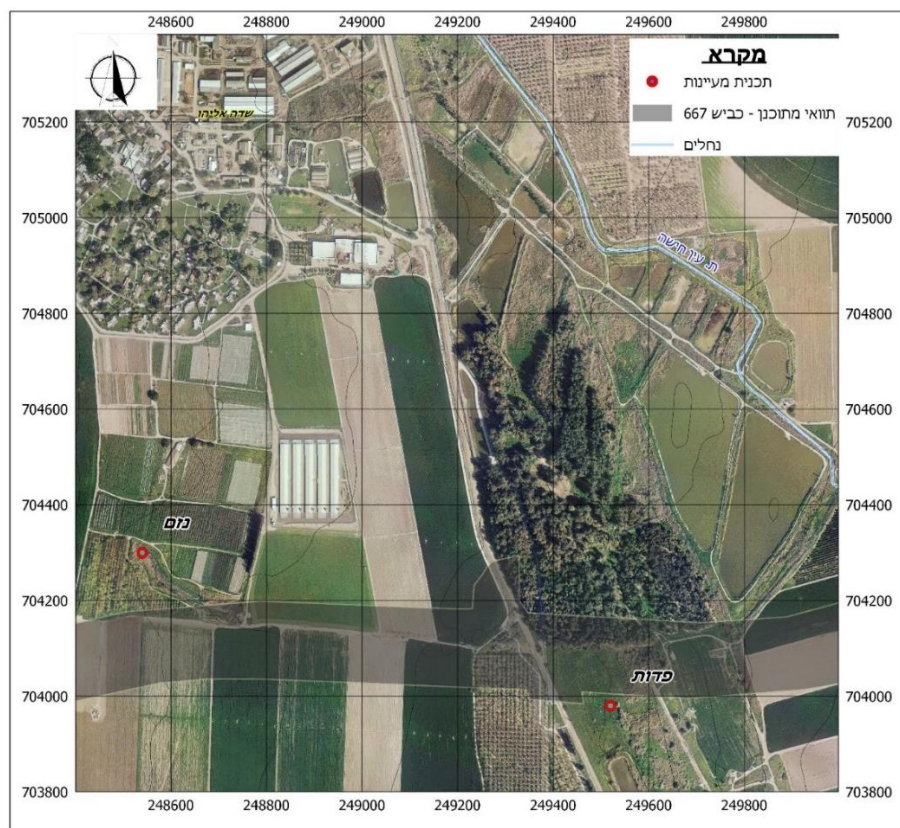
עין נזם

המעין נובע ומימיו נתפסים במורד זרימה של כ-200 מטר. במורד קיימת בריכה שמושכת תיירים. הערכיות האקולוגית של המעין – גבוהה. הספיקה – כ-100 מ"ק/שעה והמליחות כ-850 מג"ל. המעין נתפס וזורם בצינור תת קרקעי. המים משמשים לבריכות דגים והשקיה. המעין נובע קרוב יחסית לעין חישה, פדות, ורועה, ולכן עלתה הצעה לשחרר אותם לתעלת חישה. עם זאת, בגלל הספיקה הנמוכה יחסית, יתכן שמי המעין יחלחלו טרם הגעתם לתעלת חישה.

המלצה

מוצע כי בשלב ראשון יוזרמו מי המעין בצינור תת קרקעי עד מעבר לכביש 667 המתוכנן על מנת שלא לפגוע בשטחים החקלאיים בהם עבר הערוץ המקורי של עין נזם. משם המים יוזרמו לתעלה העוברת מדרום לחורשה, ועד תעלת חישה. בשלב השני, תיבחן אפשרות להזרים את המים בתעלה פתוחה בצמוד לכביש 667 המתוכנן, עד מעבר הכביש, ומשם לתעלת חישה.

איור 1-3.2 – עין נזם ועין פדות



עין פדות

המעין נמצא דרומית-מזרחית לקיבוץ שדה אליהו, בסמוך לחורבות "בית קופ" (חוה טמפלרית בעבר). המעין אחוז בתת הקרקע ומימיו מובלים בצינור, לבריכת מים הממוקמת מעט דרומה ממקום הנביעה המקורי (הבריכה מסומנת במפות כעין פדות), ומשמים להשקיה. למעין ערך נופי תיירותי גבוה, כחלק ממתחם תיירותי מוצע מזרחית לשדה אליהו. ספיקת המעין – כ- 20 מ"ק/שעה ומליחותו כ- 1,100 מגכ"ל. בגלל מיקומו באתר מוצע לתיירות, ובגלל קרבתו לתעלת חישה, הוצע לשחרר את המים על מנת להחיות את התעלה וליצור מופע מים. יצוין כי המעין ממוקם בסמיכות לכביש מתוכנן 667 (על פי תכנית מתאר מאושרת), הכביש עלול להוות מכשול להזרמת המים צפונה לכיוון התעלה.

המלצה:

מוצע כי המים ישוחררו חלקית לטובת נופש ותיירות. מקור המים יהיה מהצינור המוזן על ידי עין נזם או עין פדות. תיבחן אפשרות של פיתוח בריכות שכשוד. במסגרת התכנון המפורט תבחן אפשרות של איגום המים המבצבצים, ככל שהדבר יתכן, באזור החורשה ושכיום אינם נאספים, על מנת ליצור מופע מים. בפרק פירוט הפרויקטים בתכנית האב מוצעת תכנית רעיונית לאזור עין פדות וסביבתו.





עין חישה

מעיין מאוחז בעל איכות מים מהטובות שבתחום התכנית. המעיין נובע בכיכר הירדן, מצפון לשדה אליהו. ספיקת המעיין : כ- 190 מ"ק/שעה, מליחותו : כ- 500 מגכ"ל. למרות היות התעלה מלאכותית, ערכיותו האקולוגית של עין חישה והתעלה המוזנת על ידו, אם נביעתו תשוחזר – תהיה מהגבוהות בתחום התכנית – בעיקר בשל מליחותו הנמוכה, ותשפר את איכות המים בתעלת עין חישה כבר במעלה התעלה.

המעיין משמש כיום מקור מים בלעדי לגידול דגי נוי בכפר רופין – ענף בעל רגישות גבוהה מאוד להרכב המים, ובלעדיו אין יכולת קיום לענף (לדברי אגודת "אפיקי מים"). כמו כן, המים משמשים לחימום דגים.

מסיבות דומות המעיין מוגדר כבעל ערכיות אקולוגית גבוהה מאוד, שישמש מקום מפלט לאורגניזמים, ויוכל לסייע בהחייאת תעלת חישה.

המלצה :

בשלב זה המים ישארו לטובת משק דגי הנוי. תיבדק האפשרות של השבת חלק מהמים לטבע. במידה ובעתיד המים לא ישמשו את משק דגי הנוי, יבחן שחרור המעיין לטבע, בתיאום עם אגודת המים.

עין אברהם

ממוקם למרגלות תל שלם ובסמוך לבריכות הדגים של קיבוץ מעלה גלבע. הנביעה מזינה ישירות את בריכות הדגים. מקום הנביעה מאוגם ומשמש כבריכת דגים. ספיקתו כ- 50 מ"ק/שעה, והמליחות כ- 700 מגכ"ל.

המלצה:

מוצע כי תבוצע הסדרה של מופע מים ולהקים בריכת שכשוך כחלק מפיתוח נופי-נופשי. לאחר מכן לבצע תפיסה של המים במורד ולהזרימם לבריכות הדגים. ההסדרה תבוצע בתיאום עם קיבוץ מעלה גלבע, ועם אגודת המים. בפרק פירוט הפרויקטים בתכנית האב מוצעת תכנית רעיונית לאזור עין אברהם וסביבתו.



עינות רחוב, מרחב ונשב - תעלת חישה

המעיינות לא התייבשו, בניגוד למעיינות אחרים סמוכים, כנראה שמוזנים על ידי מקור עצמאי עמוק יותר. המעיינות אחוזים עם איכות מים טובה ומשמשים להשקיה. תוואי כביש 90 העתידי עולה עליהם (או קרוב אליהם).

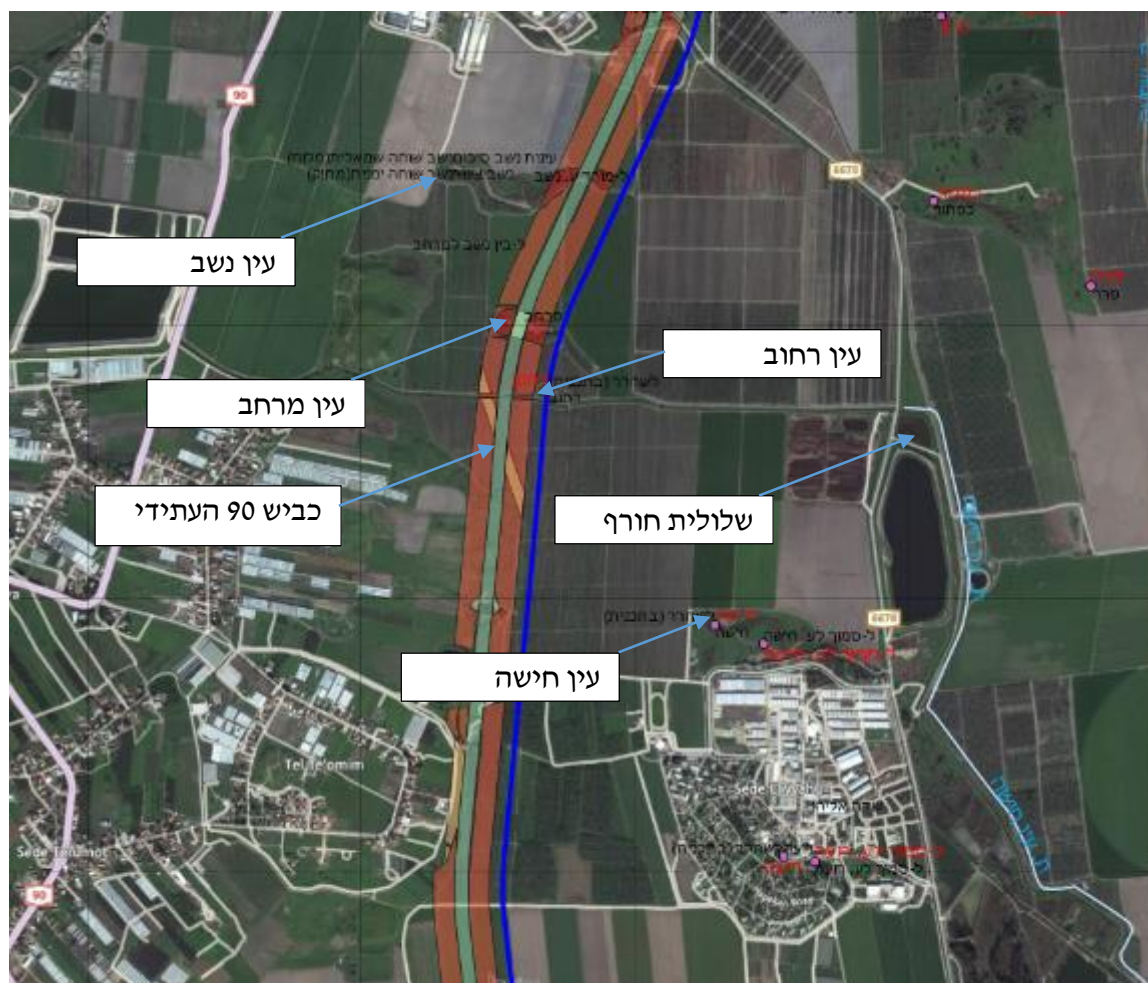
תעלת חישה עוברת בסמיכות למעיינות אלה. למרות היותה תעלה מלאכותית, יש בה זרימה חלק מהשנה וחשיבותה האקולוגית רבה – בית גידול לח ערכי מאוד מבחינת צומח ובעלי חיים.

במורד ערוץ הזרימה, המתחבר לתעלת חישה, קיימת שלולית חורף. בגלל החיבור לתעלת חישה, הועלתה הצעה להסיר את האיחוז ולאפשר זרימה לטובת החייאת תעלת עין חישה, או לחילופין להסיר את האיחוז ולתפוס את המים במורד (ליד שלולית החורף). יצוין כי לדברי אגודת המים, מאחר והתעלה יבשה במשך רוב חודשי השנה, ישנה סבירות גבוהה לכך שהמים יחלחלו ולא יצליחו ליצור זרימה משמעותית.

בתעלת עין חישה 2 קטעים משמעותיים לבחינה – קטע עליון סמוך לעין חישה וקטע תחתון בין בריכות הדגים. בתי הגידול בהם שונים.

המלצה:

מוצע כי יתוכנן ניסוי שחרור מבוקר של מים בשני מקטעים לבחינת היתכנות הזרמה ובחינת התועלת בין המקטעים, ובהתאם לתוצאות הניסוי יוחלט אם וכיצד לשחרר את המעיינות.





עין צמד

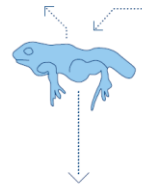
נובע במעלה נחל אבוקה ומזין אותו. המעיין מושפע כנראה מאוד מהמאגר שנמצא מעליו אבל יש לו ככל הנראה זרימת בסיס. במעלה הנחל קיים קטע של זרימה טבעית. במורד המעיין, כ- 500 מטר, נשאבים המים מספר חודשים בשנה. ממורד נקודה זו ישנה זרימה טבעית עד לבריכת עין צמד – שם נסכרים ונשאבים מרבית המים. ממערב לכפר רופין קיימת נקודת תפיסה נוספת וממנה אין זרימת מים. מנקודה זו יש פיצול – ערוץ גלישה לשטפונות מצפון לכפר רופין המגיע לירדן, ומדרום יש תעלה ובה מים מועטים.

הזרמת מים בערוץ שמצפון לכפר רופין יוכל ליצור חיבור לירדן ויאפשר מופע מים ארוך יותר.

המלצה:

תבחן מול כפר רופין האפשרות לקדם תכנית להשגת מופע מים והזרמתם בתוואי נחל בצפון הקיבוץ לצורך חיבור נחל אבוקה עד לירדן, שלא דרך בריכות הדגים, עם אפשרות לשילוב גדה תיירותית וגדה טבעית. יבחן שחרור חלקי או מלא של נקודת תפיסת המים והשאיבות.



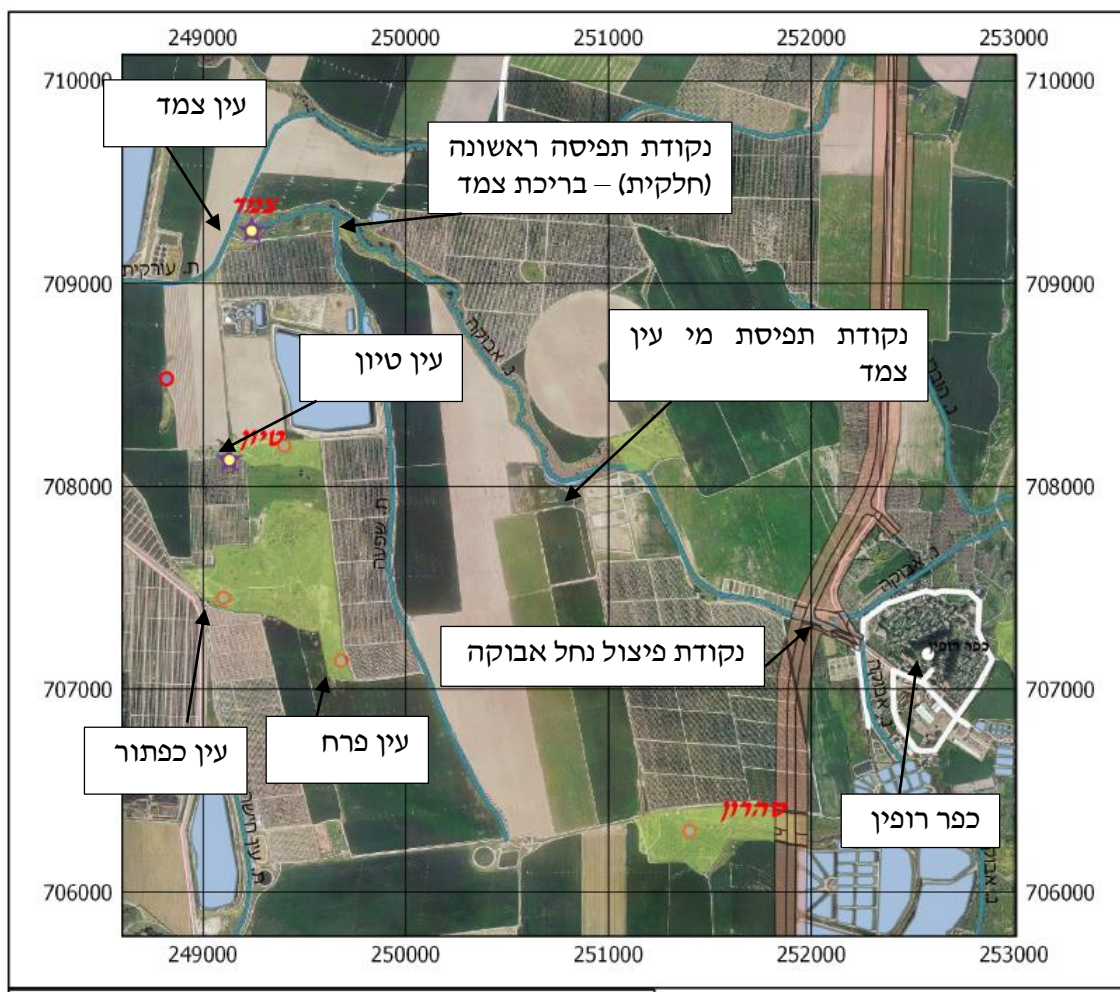


עין טיון

המעין בתחום שמורת טבע בהליכי תכנון. קיים קטע של פלג קצר בו מינים אדומים. הערוץ נתפס במורד השמורה המוצעת ומימיו נלקחים ומשמשים להשקיה.

המלצה:

מוצע לבחון את הארכת תוואי הזרימה על ידי יצירת פיתוליות בערוץ, ותפיסת המים בפינה הצפונית מזרחית של השמורה המוצעת.





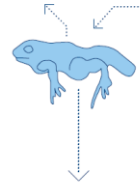
נמרוד (עין בלה)

הנביעות מתחילות בין מעוז חיים לנווה איתן. המעיין זורם בערוץ ועובר דרך קיבוץ מעוז חיים ומתחבר לנחל איתן. הנחל נסכר ממזרח למעוז חיים ומזרחם לבריכות דגים. מזרחה מנקודת התפסה נחל איתן לח בשל חלחול מהבריכות.

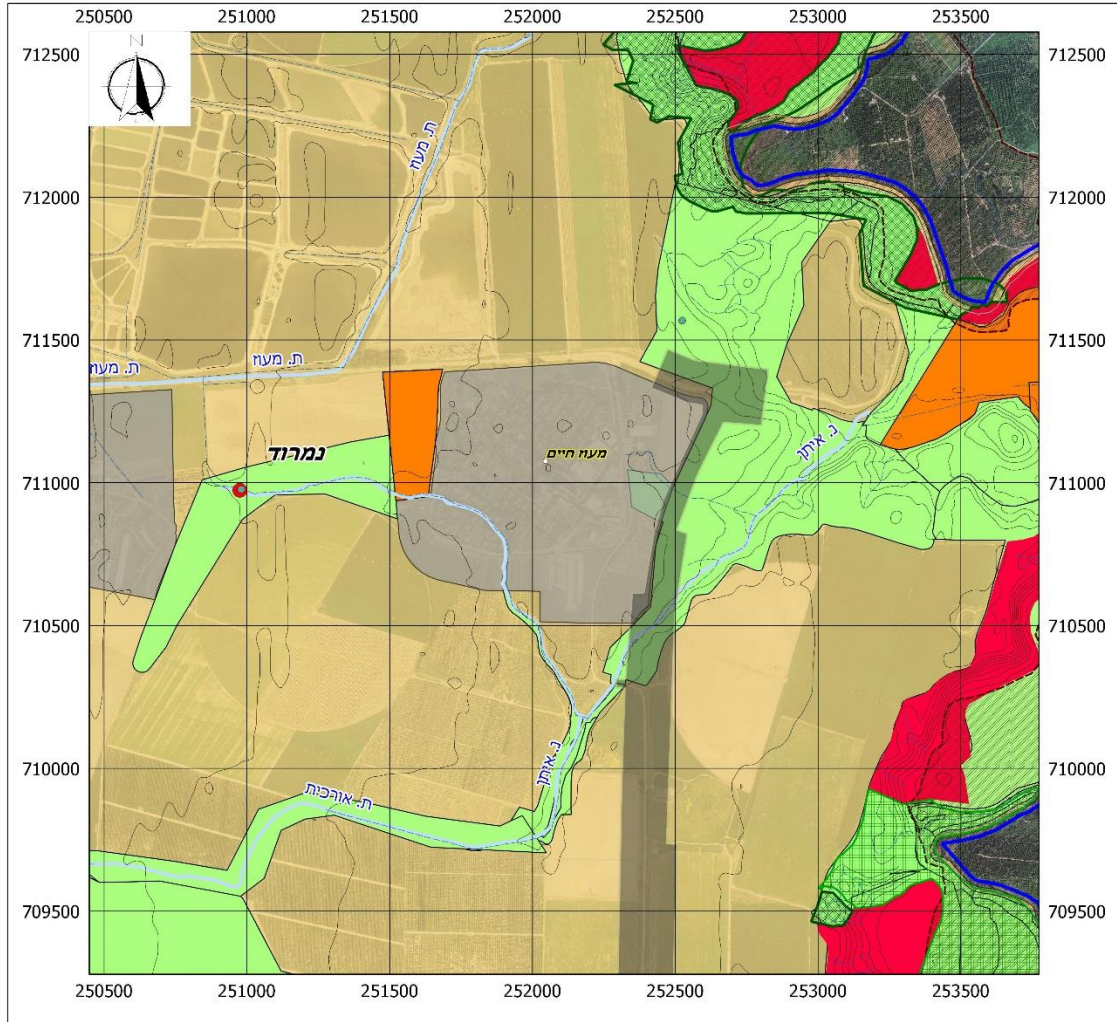
נחל איתן פתוח לרוב אורכו, בקטע האחרון קיימת זרימה של מים שמקורם חלחול מהמאגר. המעיין בעל ערכים אקולוגיים ייחודיים (שיטה מלבינה), למעט בקטעים המופרים (היבשים). הנביעה לא מופרת. עם זאת, יש חשיבות ליצור רצף זרימה משמעותי עד לירדן ולכן הועלתה האפשרות לשחרר את תפסת המים. לדברי נציגי אגודת המים- אפיקי מים, היה בעבר ניסיון להחיות את נחל איתן במעלה. הופנו אליו 35-40 מ"ק/שעה, והמים נעלמו בתחתית האפיק (חלחלו).

המלצה:

מאחר ונחל איתן פתוח לרוב אורכו, ובקטע האחרון קיימת זרימה של מים שמקורם חלחול מהמאגר, ישמר המצב הקיים, ויש לוודא הגנה על ידי סימון נחל איתן בקטעו המזרחי בתכנית כשטח שימור מקיים.



אחפ"ביו
איכות סביבה ומשאבי מים



יידון דרומי - פרק המים

עין נמרוד ונחל איתן

מקרא

- גבול התכנית
- תכנית מעיינות
- כביש 667
- נחלים
- תכנית עליזה רפפורט**
 - שמורות מוכרזות או בהליכי תכנון
 - שמורות מוצעות
 - פשטי הצפה 2003
 - שטחי פיתוח תיירותי
 - הצעת רט"ג לשמורות
 - ישובים
 - שטחי שימור מקיימים
 - שטחים חקלאיים פתוחים

עליזה רפפורט - רוטמן, תכנון סביבה ונוף
ינד, ד.ג. משב 20155. טל: 04-9909887, פקס: 04-9909887
office@alizarr.co.il





3.3. שיפור איכות מי פלט המדגה

המדגה במרחב התוכנית הינה מערכת מורכבת ומפותחת המספקת את עיקר דגי המאכל (שאינם מיובאים) בארץ, והינה אחד מענפי החקלאות המובילים באזור. בתחום התכנית ישנן בריכות דגים רבות, שלהן השפעה חזותית ניכרת וחשיבות אקולוגית כמקור מזון ומנוחה עבור ציפורים חולפות בעת הנדידה.

בענף המדגה קיים שימוש במים מליחים שאינם ניתנים לשימוש בענפי חקלאות אחרים. מאחר ולא ניתן להשתמש במים מושבים בענף זה, כפי שנעשה בענפי חקלאות אחרים, ענף המדגה תלוי לגמרי באספקת מי מקור (מליחים, כאמור). מקור המים הוא בחלקו ממעינות (אשר הינם בטמפ' גבוהה יחסית) ובחלקו מנהר הירדן (המשמשים לשלבים מאוחרים יותר בעונת הגידול כאשר רגישות הדגים פוחתת ובהתאם לעונות השנה).

מי הפלט מבריכות הדגים מכילים אצות, הפרשות הדגים, נוטריינטים כמו זרחן, חנקן ומוצקים מרחפים העלולים לגרום נזק למערכות החי והצומח בנחלים אליהם הם מוזרמים. הוצאתם של מי הפלט ממאגרי הגידול נעשית על ידי שחרור מנות מים גדולות, עד לכ- 3,000 מ"ק בשעה.

מי בריכות הדגים מרוקנים כיום לנהר הירדן בתקופות שונות לאורך תקופת הגידול. רובם בתום עונת הגידול לאחר שליית הדגים, אך יש ניקוז של חלק מהבריכות גם בשלבים אחרים לאורך הגידול, כאשר הדגים מועברים לבריכות אחסון או בריכות אימון, לדוגמא.

תכנית הרפורמה במדגה שמוביל אגף המדגה במשרד החקלאות, שעיקריה מוסכמים על ידי הגורמים המעורבים בנושא, כוללת הנחיה למניעת ריקון הבריכות לנחל במשך תשעה חודשים. בחודשים אלה המים צריכים להיות ממוחזרים במערכת המדגה של כל משק דיג. בשלושת החודשים הנותרים (חודשי החורף) ירוקנו המים לנחל בנוהל מבוקר שיכלול **טיפול קדם של שיקוע בבריכה מיוחדת, לכל משק ועמידה בערכים הנדרשים ברשיון העסק.**

במסגרת גיבוש הרפורמה, בוצע פיילוט במעגן מיכאל לבחינת טכנולוגיית הטיפול המתאימה, וכן הוקמו שני משקי מודל באגן חרוד (בית אלפא ועין חרוד איחוד).

הפיילוט לניושא טיפול במי הפלט

פיילוט מעגן מיכאל

מטרת הפיילוט במעגן מיכאל היתה לבחון את טכנולוגיית הטיפול המתאימה ביותר לטיפול במי הפלט בבריכות הדגים. נבחנו, בין היתר, טיפול על ידי אחו-לח (אגנים ירוקים), שימוש בקואגולנטים, וכן שיקוע בשיטות שונות. משיקולי עלות ותועלת, התגבשה הסכמה שהטיפול העתידי במי הפלט יכלול הקמת מערך בריכת שיקוע בלבד למשך 24 שעות (היות ומעבר לזמן שיקוע של 24 שעות אין שינוי מהותי ברמת ההרחקה של הפרמטרים הנבחרים, על פי נתוני הפיילוט שסוכמו על ידי משרד החקלאות).



השיקוע יכול להיעשות בבריכות עם "וילונות" (הפרדה למספר בריכות ליצירת פיתוליות בזרימה), או בריכה מלבנית רגילה (טרם הסתיים המחקר בנושא).

משקי מודל באגן חרוד

משקי המודל באגן חרוד כללו את בית אלפא ועין חרוד איחוד. תכנון המשק נעשה על ידי חברת פלגי מים. התכנון כלל הסבת בריכת איגום קיימת לבריכה דו שימושית כבריכה תפעולית וכבריכת שיקוע, וכן שדרוג מערך צנרת הניקוז והסניקה, והמשאבות לצורך כך.

המלצות

עקרונות הטיפול במי הפלט במדגה באגן הירדן הדרומי

- הטיפול במי הפלט יהיה בהתאם לתוצאות ולמסקנות הפיילוט ומשקי המודל שנערכו לצורך נושא זה, דהיינו שימוש בבריכות שיקוע, או כל טכנולוגיה אחרת שתבחר, ויתוכן לעמידה בפרמטרים המפורטים בטיטות תנאי המסגרת לרשיון עסק, העוסקת בטיפול במי הרקת מדגים.
- מועדי ההזרמה לנחל יהיו בחורף במהלך שלושה חודשים. ניתן שמערך בריכות השיקוע ישמש גם כבריכה תפעולית לצורך השבת המים הנותרים בבור הדיג לאחר שליית הדגים ממנו, ואז המים המנוקזים בשלב של ריקון הבריכות) לשימוש חוזר במשק, ובלבד שנפח מינימלי על פי המפורט בטבלה 3.3-1 ישאר פנוי לצורך טיפול במי הפלט בתקופת ריקון בריכות הדגים.

הנחת היסוד בנוגע לבריכות השיקוע היא שיש להקים בריכה חדשה עבור כל מתחם בריכות במשקי המדגה. יתכן וניתן להסב חלק מהבריכות הקיימות לבריכות שיקוע, בהתאם לעקרונות שיצוינו להלן, אך בחינה פרטנית של כל משק תיעשה בשלב התכנון המפורט.

- ספיקה אופיינית נקבעה על פי זמן ריקון אופייני של הבריכות – לכל היותר זמן ריקון אופייני של הבריכות בתום העונה – כשבוע עד שלושה שבועות. לצורך תכנון נלקח ערך של 7 ימים עבור כל מוצא ניקוז.
- הונח שהספיקה במוצאי ניקוז בריכות הדגים תהיה כ- 2,500 מ"ק/שעה.
- הונח שבריכות השיקוע תהיינה בעומק של כ- 3 מ'.



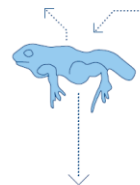
בטבלה 3.3-1 שלהלן מפורטים הנתונים הבסיסיים לתכנון וההנחות המבוססות על שיקוע חלקיקים לפי חוק סטוקס. בטבלה 3.3-2 מפורטים נתוני משקי המדגה בתחום התכנית, וחישוב של נפח ושטח של בריכות השיקוע. באיור 3.3-1 מצורפות מפות של משקי המדגה הדרומי.

טבלה 3.3-1 – נתוני בסיס והנחות לחישוב מהירות שיקוע חלקיקים

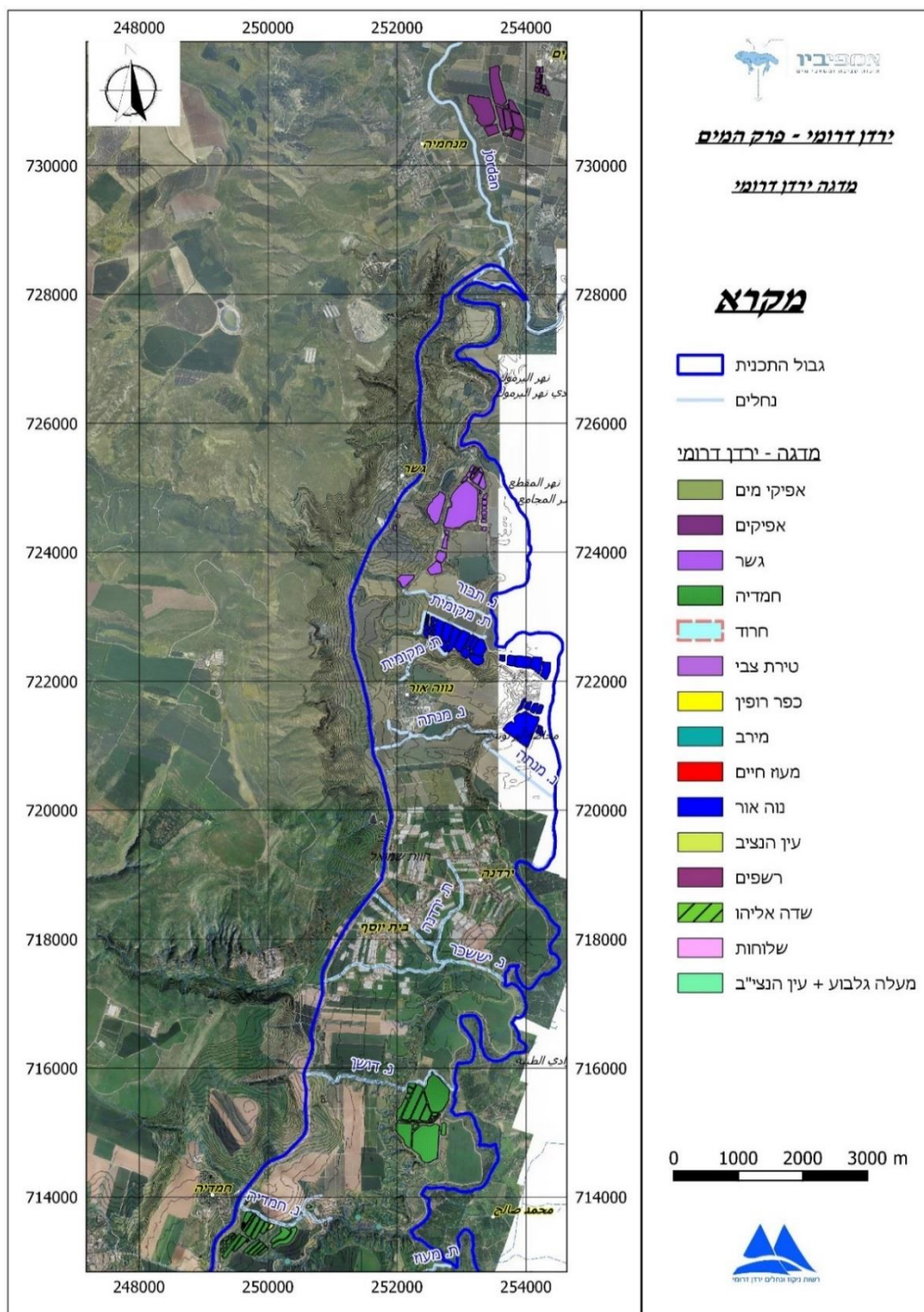
<u>נתוני בסיס</u>		
יחידות	ערך	
kg/m ³	1200	צפיפות חלקיקים (הנחה)
kg/m ³	1000	צפיפות המים
m	4.00E-05	רדיוס חלקיק מרבי להסרה (הנחה)
N*S*m ⁻²	8.90E-04	u (dynamic viscosity)
m/s	7.8E-04	מהירות שיקוע החלקיק הרצוי
m/h	2.8	מהירות שיקוע החלקיק הרצוי
h	24	זמן שיקוע רצוי (לפי פיילוט חרוד)

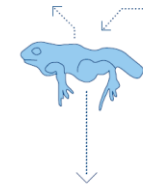
טבלה 2-3.3 – חישוב נפח שיקוע דרוש לבריכות הדגים

משק	אלפי מ"ק מזורמים בשנה	מספר מוצאים	שטח פני מים (דונם)	נפח (אלמ"ק) הערכה	משך ריקון הבריכות (ימים)	ספיקה ממוצעת בכל מוצא (מ"ק/שעה) (הערכה)	נפח כולל דרוש של בריכות שיקוע (מ"ק)	שטח בריכות שיקוע (בהנחה של עומק 3 מ')
אפיקים	500	1	454	1,000	8	2500	60,000	20
גשר	500	1	560	2,500	8	2500	60,000	20
נוה אור	1600	3	650	1,500	9	2500	180,000	60
חמדיה	1700	2	570	2,000	14	2500	120,000	40
מעוז חיים	1500	2	1,120	5,000	13	2500	120,000	40
כפר רופין	2500	3	1,350	5,000	21	2500	180,000	60
דגיי נוי		1	200	300			-	
נווה איתן *(אינטרפולציה מנתוני המדגים האחרים)	1395	2	930	2,790	12	2500	120,000	40
ניר דוד+ ש.נחום *(אינטרפולציה מנתוני המדגים האחרים)	2175	3	1450	4,350	12	2500	180,000	60
מסילות *(אינטרפולציה מנתוני המדגים האחרים)	825	1	550	1,650	14	2500	60,000	20
רשפים	200	2	805	4,000	2	2500	120,000	40
מירב	150	1	222	700	3	2500	60,000	20
שלוחות	500	-	535	2,500				
שדה אליהו	-	1	350	1,000				
טירת צבי	600	2	1,450	4,500	5	2500	120,000	40
מעלה גלבוע	400	1		0	7	2500	60,000	20
עין הנציב	1400	2	654	2,500	12	2500	120,000	40
סה"כ	15945	28	11850	34,150			1,560,000	520

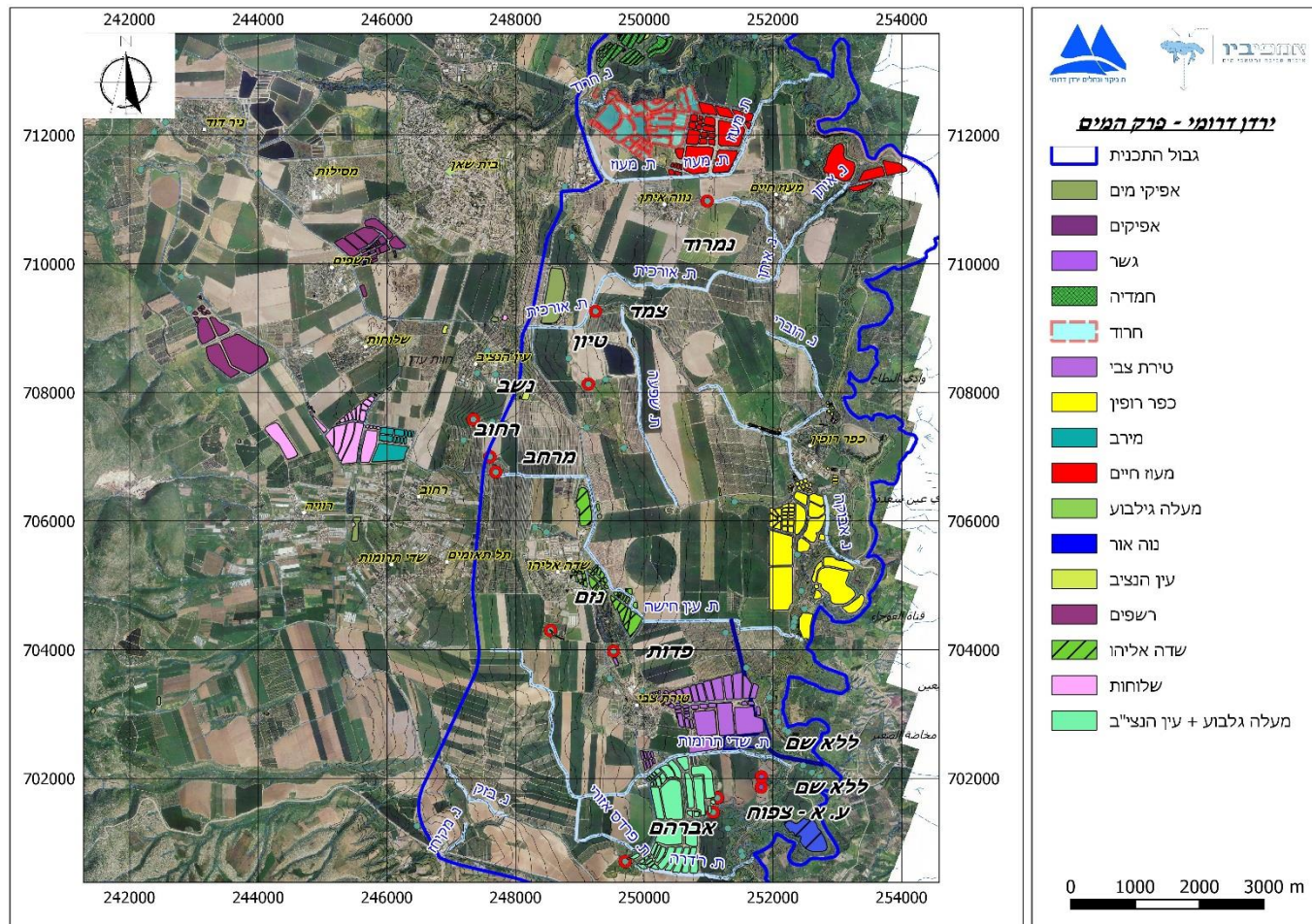


איור 1-3.3 – משקי ירדן דרומי – גליון צפוני (ראה מצורף בנפרד)





איור 2.3-2 – משקי מדגה ירדן דרומי – גליון דרומי





4. עקרונות לתפעול, ניטור ובקרה

4.1. תפעול הזרמת מים למורד הירדן בסכר אלומות

כיום מוזרמים מי הכנרת לירדן באמצעות צינור במורד סכר אלומות. קיימת תכנית לשידרוג הסכר שיקל על ניהול זרימות למורד הירדן הדרומי. זאת במקום סוללת העפר - סכר אלומות, כיום. שחרור המים וניטורם (מי הכנרת והמ"מ) באזור סכר אלומות יהיה באחריות חברת מקורות בהתאם לתכנית של רשות המים. בסכר תשולב מערכת מדידה רציפה של ספיקה, ומליחות של כל מקור מים.

תפעול מי התמהיל המלווה למורד נחל בזק (בצינור) הכוללים את מי חמי טבריה, רכז ממתקן ההתפלה לכשיוקם, וחלק ממי המעיינות המליחים באחריות ותפעול אגודת המים עמק הירדן.

לצורך תפעול ובקרה על הזרמת מי כנרת לנהר הירדן, ייערך מפגש של צוות מים ייעודי לנושא התפעולי, אשר יגבש את המלצותיו למשטר הזרימות הרצוי, בכל שנה ושנה. צוות המים יכלול נציגים מרשות ניקוז ירדן דרומי, רשות הטבע והגנים, אגודות המים הרלוונטיות, החברה להגנת הטבע, המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות ורשות המים. צוות זה יתכנס אחת לשנה, בסוף פברואר, וכינוסו יהיה באחריות רשות ניקוז ירדן דרומי. הצוות יגיש את המלצותיו לרשות המים.

4.2. מדידה ובקרה על איכות המים

תחנות ההידרומטריות

התחנות ההידרומטריות יאפשרו בקרה על מאזן המים בירדן, ובכלל זה על אפשרות הגברה של שאיבה מהירדן, כתוצאה משיפור באיכות המים. המעקב על מאזן המים בירדן יבוצע באמצעות מנגנון הבקרה של השירות ההידרולוגי.

קיימות תחנות ניטור לאורך הירדן שמדרום לכנרת המנטרות כמות (ספיקה) ואיכות.

התחנות הקיימות:

סכר דגניה – מספר תחנה 31198

בסכר דגניה קיימת תחנת מדידה שתפקידה למדוד ולנטר את אספקת מי הכנרת לירדן שמדרום לכנרת וכן לנטר גלישות מהסכר כאשר מפלס הכנרת גבוה והסכר נפתח.



ירמוך - שער 121 במורד ובמעלה (תחנות 34160 ו-34159, בהתאמה)

בשער 121 ישנה הטיה של מי ירמוך לכנרת לצורך "אחסון" לפני העברה לממלכת ירדן, במסגרת הסכם השלום. ישנן 2 תחנות מדידה, אחת במעלה ההטיה ואחת במורד, שתפקידה למדוד את ספיקת הבסיס וספיקות שטפוניות המגיעות אל הירדן הדרומי.

גשר הישנה

התחנה חדשה יחסית (מדידות החלו בפברואר 2013) והיא כוללת מדידת ספיקה ומליחות. מוצע לשפר את המדידה בתחנת המדידה הקיימת על ידי התקנת עמוד בגדה המזרחית שבממלכת ירדן לצורך חיבור כבל קבוע בין הגדות.

גשר שיית חוסיין (תחנה של רשות הניקוז)

התחנה כוללת מדידה online של גובה המים אך לא של מהירות זרימה וספיקות.

תבור (תחנה מספר 35150)

המדידה של תחום הניקוז הרלוונטי הזורם אל הירדן החלה רק לאחרונה בחורף 2010/11. הניטור בתחנה כולל מדידת יונים ראשיים ומדידת ספיקה.

חרוד (תחנה מספר 38175)

המדידה של תחום הניקוז הרלוונטי הזורם אל הירדן החלה 1995/96. הניטור בתחנה כולל מדידת יונים ראשיים וספיקה.

על מנת לבצע ניטור משופר של הירדן בתחום התכנית מומלץ להוסיף שתי תחנות ניטור הידרומטריות:

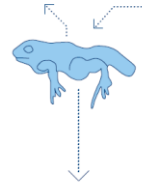
1. בגשר בית זרע

התחנה תמוקם על נהר הירדן לפני הכניסה לתחום התכנית, והיא תכלול את הזרמים של ההמ"מ, נחל יבנאל ומי כנרת. מוצע שהניטור בתחנה יכלול מדידת ספיקה רציפה, מדידת מוליכות חשמלית רציפה, ומדידת יונים ראשיים חודשית כמו כן, בגלל ההיתכנות להזרמת שפכים/קולחים (ממט"ש ביתניה, ו/או מט"ש שדה אילן), מוצע שיבוצע גם ניטור של נוטריינטים ומדדים לאיכות מי קולחים :
NH₄, NO₃, NO₂, TSS, P_{tot}, TKN, TOC, Fcoli, N_{tot}, COD, BOD, DO : מדידה חודשית של :

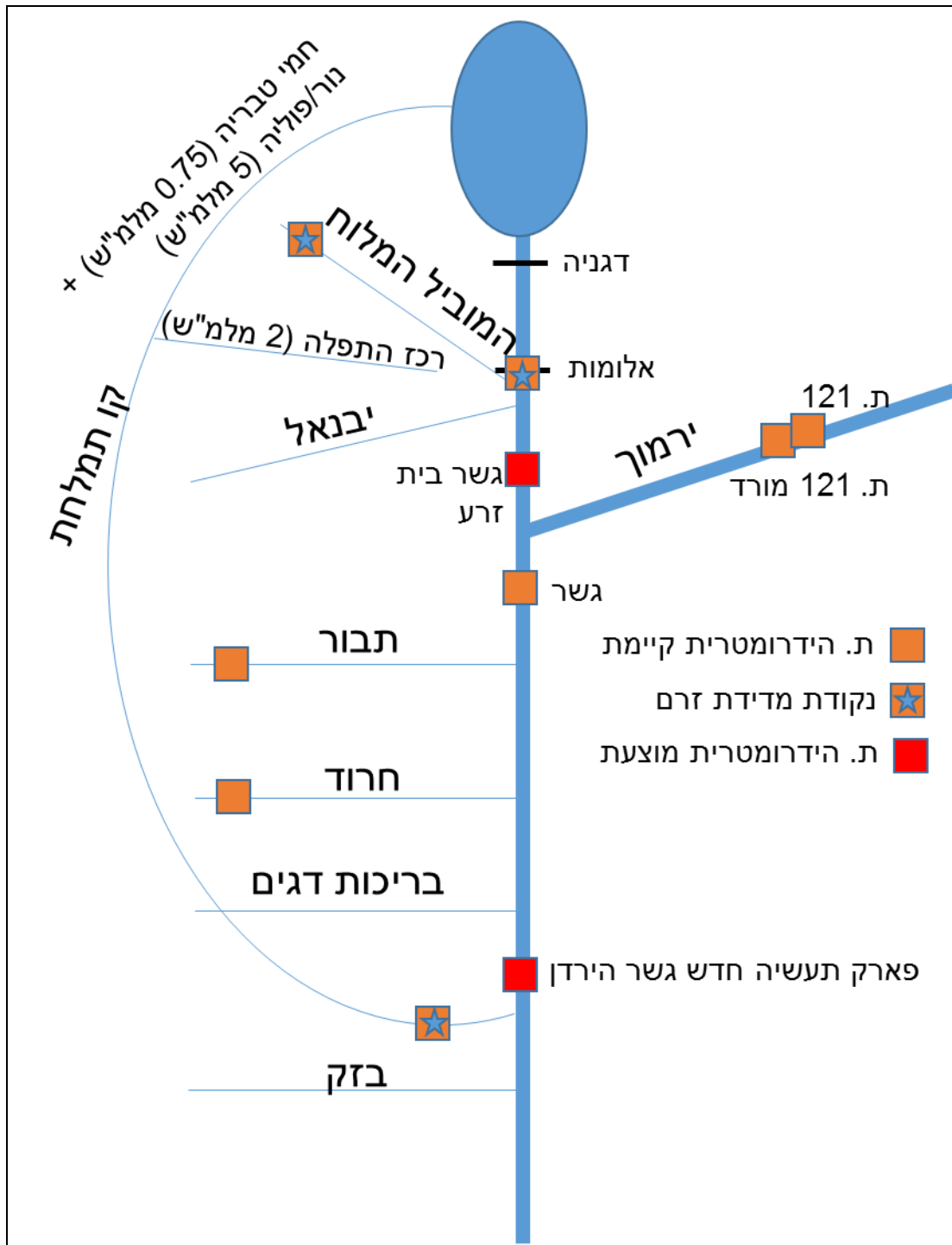


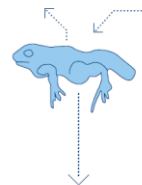
2. תחנה בגשר הירדן המתוכנן (ליד טירת צבי)

התחנה תמוקם בחלק הדרומי של תחום התכנית, והיא תכלול את הזרמים המגיעים אל הירדן הדרומי, למעט מספר מצומצם יחסית של בריכות דגים ומי תהום תת קרקעיים. המיקום המוצע לתחנה הוא, באזור הגשר המתוכנן על הירדן במסגרת פארק התעשייה הישראלי-ירדני המתוכנן "שער הירדן". התחנה תכלול מדידת ספיקה רציפה ומדידת מוליכות חשמלית רציפה. מוצעת מדידה חודשית של: NH_4 , NO_3 , NO_2 , TSS, Ptot , TKN, TOC, Fcoli, N_{tot} , COD, BOD, DO

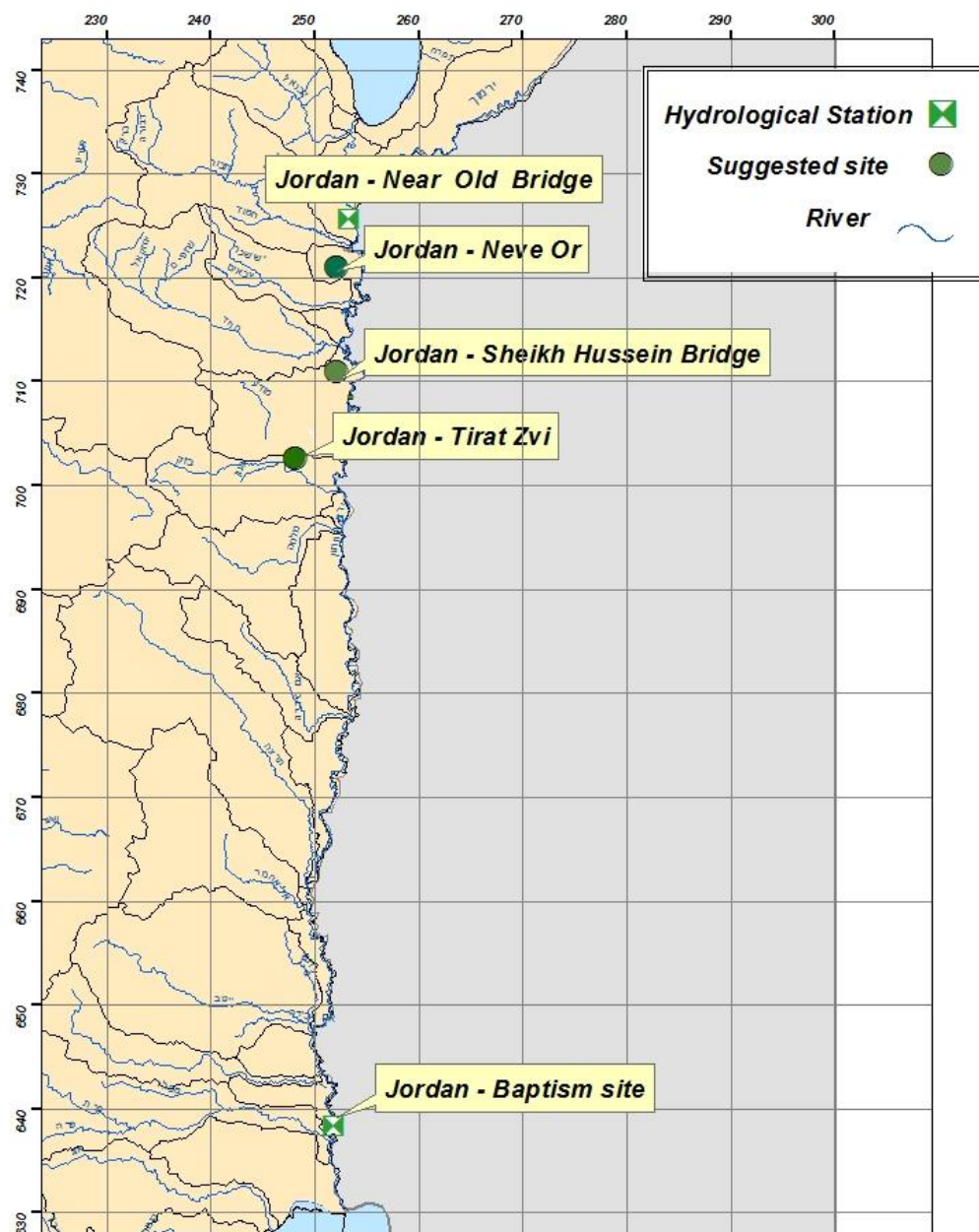


איור 1-4.2 – תרשים תכנית ניטור זרמים נכנסים לירדן הדרומי





איור 2-4.2 – תכנית השירות ההידרולוגי להוספת תחנות ניטור





4.3. תפעול וממשק המערכות

מט"ש ביתניה

מט"ש ביתניה מטפל ברמה שניונית בקולחי עמק הירדן וטבריה וובתהליך שידרוג לרמת טיפול שלישונית. תקלות אפשריות כוללות תקלה במערכת ההובלה (תחנות שאיבה או צנרת), הצפה בעת סופת גשם, עומס שפכים חריג, או תקלה במערכת החמצון עצמה. המט"ש עתיד לטפל בכמות של כ- 16-20 אלמ"ק ליום. מתוכננת בו בריכת חירום בנפח של כ- 24 אלמ"ק, שתיתן מענה למקרה של סופות גשם ו/או תקלה למשך כ- 24 שעות. בנוסף, על פי תכנית מפעל ההשבה, מתוכנן גם גיבוי למערכת השאיבה והגנרטור, הקמת נקזים ומגופים חוצצים על מנת לאפשר טיפול בתקלות בלוי"ז קצר ככל הניתן, וכן קיום סיורים קבועים פעמיים בשבוע לאורך הקו לאיתור תקלות מבעוד מועד.

עבור תקלה אפשרית בתהליך הטיפול במט"ש אשר תיקונה אורך מספר ימים מוצע: הגדלת איגום החרום במט"ש ל- 72 שעות. מובהר שבכל מקרה של תקלה במט"ש, או בתחנות השאיבה, לא יוזרמו שפכים ו/או קולחים לירדן הדרומי.

מט"ש יבנאל

מט"ש יבנאל הינו מט"ש קומפקטי וקטן יחסית המטפל בשפכי העיירה יבנאל בכמות של כ- 1,000 מק"י. המט"ש מטפל ברמה שניונית, וקולחיו משמשים להשקיית שדה סמוך. לעיתים הקולחים מוזרמים לנחל יבנאל ומגיעים לירדן הדרומי, אך בקרוב יוקם קו שיזרים את הקולחים לאגודה החקלאית מי גת בגליל התחתון, כך שלא תהיה הזרמה לנחל יבנאל, למעט בעת תקלות חריגות.

נדרש איגום חירום ל- 48 שעות – למקרה של תקלה במתקן הטיפול, ו/או מערכת ההולכה. במקרה של תקלה תבוצע הערכת מצב בשיתוף המשרד להגנת הסביבה ורשות המים.

מתקן ההתפלה באלומות

מתקן ההתפלה מתוכנן לטיפול בכ- 9 מלמ"ש מי מעיינות פוליה ונור (כ- 1,000 מ"ק/שעה, מליחות של כ- 2,000 מגכ"ל). תיתכנה תקלות במערכת ההובלה (משאבות או צנרת) או במתקן עצמו, שיחייבו פתרון למוצא מי המעיינות.

במקרה של תקלה במתקן ההתפלה או בתחנות השאיבה, תופסק השאיבה במקור של המעיינות פוליה ונור אל מתקן ההתפלה. כמו כן, הקמת נפח אגירת חירום למספר ימים, עבור מי חמי טבריה ורכז מתקן ההתפלה, גיבוי למערכת החשמל והשאיבה.

במידה ותהיה תקלה ממושכת, תבוצע הערכת מצב בתיאום עם רשות המים, המשרד להגנת הסביבה ורשות הטבע והגנים.



מט"ש בית שאן

טרם חוברו למט"ש כל יישובי הסביבה, וחלקם עדיין מזרימים קולחים ברמת טיפול ראשונית לנחל חרוד ולירדן. תקלות אפשריות כוללות כאמור לעיל, תקלה במערכת ההובלה (משאבות או צנרת), הצפה בעת סופת גשם, עומס שפכים חריג, או תקלה במערכת החמצון עצמה. יש לקדם מיידיית את חיבור כל היישובים למט"ש. כמו כן, יש לקדם אוגר חירום עבור תקלה הנמשכת 72 שעות לכל הפחות (על ידי אגירה או פתרון הנדסי אחר שיתואם עם המשרד להגנת הסביבה ורשות המים).

זרימות מים מזוהמים מהצד המזרחי של הנהר (ממלכת ירדן)

בכל מקרה של זיהוי זרימת שפכים, הן באופן חזותי, והן על ידי אמצעי ניטור (בעיקר אמוניה, באמצעות מדידה בתחנות הניטור), הנושא ידווח לרשות המים ויטופל על ידי הגורם המוסמך ב"ועדת המים המשותפת" לישראל ולירדן.

4.4. מדגה – תפעול, בקרה וטיפול במי הפלט

תפעול

תפעול המדגים יהיה בהתאם לטיוטה העדכנית של תנאי המסגרת לרישיון עסק לענף המדגה.

למי הפלט של בריכות הדגים השפעה ניכרת על איכות מי נהר הירדן לפיכך מומלץ לקדם תכנון, מימון וביצוע של רפורמת המדגה בכל המשקים בתחום התכנית.

5. אומדן השקעות ועלויות

בפרק זה מוצג אומדן ההשקעות והעלויות של טיפול בתמהיל המלוח בשני השלבים כפי שהוצגו לעיל וכן אומדן ההשקעות בטיפול מי הפלט של המדגה.

5.1 טיפול בתמהיל המלוח

שלב ראשון – הזרמת התמהיל המלוח לירדן דרך בריכות שהייה - מלחה

נתונים והנחות

- בשלב הנוכחי מוצע המשך ביצוע פיילוט לבחינת ההיתכנות הטכנולוגית לגידול דגים בתמלחת.
- אוגר של כ- 200 אלמ"ק
- העלות: 10 ש"ח/מ"ק (הנתון נתמך גם ע"י נתוני קק"ל)
- תכנון בצ"מ ושונות: 30% מההשקעה
- התאמות לפונקציות שונות כגון מדגה (מוערך בכ-2-3 מיליון ש"ח)
- תחזוקה: 2% בשנה
- שטח הבריכות/מאגרים: 150 דונם, שטח ברוטו: 200 דונם.
- שנות חיים: 35
- מחיר הון: 7%

טבלה 5.1-1 – עלות שלב ראשון – מאגר השהייה -מלחה

רכיבי עלות	שלב ראשון
עלות הקמת מאגר 200 אלמ"ק (ש"ח)	2,000,000
30% בצ"מ ושונות (ש"ח)	600,000
התאמה לשימושים נוספים	3,000,000
סה"כ השקעה (ש"ח)	5,600,000
החזר הון (ש"ח לשנה)	432,510
תחזוקה (ש"ח לשנה)	112,000
סה"כ (ש"ח לשנה)	544,510

שלב שני – הזרמת התמהיל המלוח לים המלח

הנחות בסיס :

- עלות : 1,900 ₪/מ' לצינור בקוטר 710 מ"מ (ע"פ מחירון רשות המים והתייעצות עם המהנדס צפריר וינשטיין).
- תכנון, שונות, בצ"מ : 30%.
- עלות אנרגיה : כ- 8,000 שעות עבודה בשנה להובלת 8 מלמ"ש * 112 קילוואט * 0.5 ₪/קווט"ש = 450,000 ₪.
- עלויות שנתיות שוטפות (תחזוקה וטיפול אנטיסקלנטי למים) : 2% מההשקעה.
- אורך חיים טכנולוגי : 35 שנה לצינור HDPE.
- הצינור מביתניה לעין חישה אינו חלק מהתחשיב ועליו כבר הוחלט .
- מחיר הון : 7%.

טבלה 2-5.1 – עלות שלב שני – צינור תמלחת לים המלח

שלב שני	רכיבי עלות
209,000,000	עלות צינור הולכה (₪)
4,000,000	תחנת שאיבה (₪)
500,000	אנרגיה (₪ לשנה)
62,700,000	30% בצ"מ ושונות (₪)
275,700,000	סה"כ השקעה (₪)
21,293,403	החזר הון (₪ לשנה)
5,514,000	תחזוקה (₪ לשנה)
26,807,403	סה"כ (₪ לשנה)

5.2. מעיינות

העלות המוערכת לפיתוח והסדרת שחרור המעיינות מפורטת בטבלה 5.2-1 להלן.

טבלה 5.2-1 – הערכת רכיבי עלות פיתוח והסדרת מעיינות לשחרור

שם המעיין	המלצה	רכיבי עלות
עין נזם	שלב א' - הזרמת המעיין בצינור תת קרקע עד מעבר לכביש 667 - לתעלה העוברת מדרום לת. חישה; שלב ב' - הזרמה בתעלה פתוחה בצמוד לכביש 667 עד לתעלת חישה.	• צנרת • הסדרת תעלה • מתקן גלישה לתעלה • פיתוח נופי כולל בריכת שכשוך • תכנון + בצ"מ <u>סה"כ: ס"ג של 100,000-200,000 ₪</u>
עין פדות	שחרור המים לתעלת חישה (ביחד עם עין נזם). הקמת בריכת שכשוך הכוללת גם במידת האפשר את המים המבצבים בבית קופ; פיתוח נופי השארת המצב הקיים. בחינה עתידית בהתייחס למצב משק דגי הנוי של כפר רופין, בתיאום עם אגודת המים ומנהלת הירדן הדרומי.	ראה פרק 6 בתכנית האב – פרויקטים ציבוריים ותיירותיים
עין חישה	השארת המצב הקיים. בחינה עתידית בהתייחס למצב משק דגי הנוי של כפר רופין, בתיאום עם אגודת המים ומנהלת הירדן הדרומי.	ללא עלות
עין אברהם	הקמת בריכת שכשוך ופיתוח נופי.	ראה פרק 6 בתכנית האב – פרויקטים ציבוריים ותיירותיים
עין רחוב, מרחב ונשב	ביצוע ניסוי מבוקר לשחרור המים לתעלת חישה.	• הסדרת תעלה • מתקן גלישה לתעלה • פיתוח נופי • תכנון + בצ"מ <u>סה"כ: ס"ג של 100,000-200,000 ₪</u>
עין צמד	בחינת שחרור המים לתוואי נחל אבוקה מצפון לקיבוץ כפר רופין. בכפוף להסכמה ולעניין של כפר רופין, שבשטחו עובר ערוץ הנחל.	לא לביצוע בשלב זה
עין טיון	אפשרות לפיתוח אקולוגי-נופי של השמורה. למשל - הארכת הערוץ על ידי יצירת פיתוליות בתחום השמורה המוצעת.	• הסדרת תעלה • פיתוח נופי <u>סה"כ: כ- 50,000 ש"ח</u>
נחל איתן	סימון תוואי הנחל כ"שטח שימור מקיים".	• עלויות תכנון ושירותים הנדסיים

5.3. מדגה

בטבלה שלהלן מפורטת הערכת העלויות הדרושות (באלפי ₪) לצורך שדרוג משקי המדגה בירדן הדרומי וחרוד לצורך עמידה ברפורמה במדגה. לכך יש להוסיף השקעה במו"פ – הנאמדת בכ- 170,000 ₪. מומלץ לקדם באופן מיידי תקציב בסך של כ- 65,000 אלש"ח) לטובת יישום הרפורמה במדגה במרחב התכנית, על מנת להביא לשיפור איכות מי הירדן הדרומי ולשמר את המדגה בעמק המעיינות

טבלה 5.3-1 – אומדן השקעות דרושות לרפורמה במדגה ירדן דרומי וחרוד (אלש"ח) (על פי החטיבה למחקר, כלכלה ואסטרטגיה של משרד החקלאות, ספטמבר 2011)

אזור	בריכות מחזור	משאבות	צנרת	חשמל	העמקת בריכות	תכנון	טיפול משני
חרוד ¹²	2,000	3,100	5,500	3,000	5,500	1,146	3,820
ירדן דרומי	5,200	3,000	5,500	6,500	11,500	1,902	6,340
סה"כ	7,200	6,100	11,000	9,500	17,000	3,048	10,160

¹² אינו בתחום התכנית אך ממוקם באגן ההיקוות של נהר הירדן בתחום התכנית

נספחים

נספח 1 –

**תכנית המים במסגרת תכנית האב לירדן הדרומי –
הצגת חלופות וניתוחן.
אמפיביו בע"מ, 2014.**

מצורף בנפרד

נספח 2 –

**תכנון לקליטת מי תמהיל המוביל המלוח לגידול דגים
בטרם שחרורם למלחה**

תכנון לקליטת מי תמהיל המוביל המלוח לגידול דגים בטרם שחרורם למלחה

תמהיל של מי תמלחת מכון ההתפלה, מהולים במי מוביל מלוח לא מותפלים, ומי חמי טבריה ביחסים שונים (כפי שמפורט בטבלה 1), עתיד לזרום בצינור סגור עד לאזור בית שאן, ומשם יוזרמו לנחל הירדן הדרומי ע"י החדרתם לקרקע. תוכנית זו מציגה תכנון לשימוש מקדים במי התמהיל לגידול דגים בטרם שחרורם.

טבלה 1 - מקורות הרכב המים הצפויים להיות זמינים למדגה:

מליחות (ppt)	כמות מים שנתית (מ"ק)	
18	1,000,000	חמי טבריה
2	5,000,000	מי מוביל (נור) לא מטופלים
12	2,000,000	מי תמלחת
	8,000,000	סה"כ

כמות המים השנתית אשר צפויה להיות זמינה מוערכת ב כ 8,000,000 קוב, אשר מתורגמת ל כ 900 קוב שעה, כאשר טמפ' המים בנקודת המוצא צפויה להיות 23°C . נתונים אלו מעידים על היתכנות לגידול דגי איכות עם פוטנציאל כלכלי גבוה יותר כדוגמת: לברק, דניס, באס, וברמונדי, לצד דגי האמנון והבורי. הרכב היונים של המים הוא ייחודי ויש לבחון את השפעתו על ביצועי הגדילה של מיני הדגים השונים לאורך זמן. לצורך בחינת ההיתכנות לגידול מיני דגים שונים במי התמהיל יש צורך לגדלם לתקופה של שנתיים בכדי ללמוד את הנושא, במשך תקופת הבחינה יערך ניטור רציף של הרכב המים ומעקב אחר ביצועי הגדילה של הדגים (באמצעות עובדי מקצועיים של אגף הדג).

התוכנית מציעה חלוקת הקמת מערכות הגידול לשני שלבים, כאשר בשלב הראשון יבנו חלק מהבריכות כך שניתן יהיה לבחון את ביצועי הגדילה של מיני הדגים השונים, והמערכת תוכל לקלוט את כל כמות המים אשר יש לטפל בהם. היה ותוצאות הגידול יעידו על היתכנות כלכלית, תושלם בניית מערכות הבריכות בשטח בשלב שני.

תיאור מערכת הגידול:

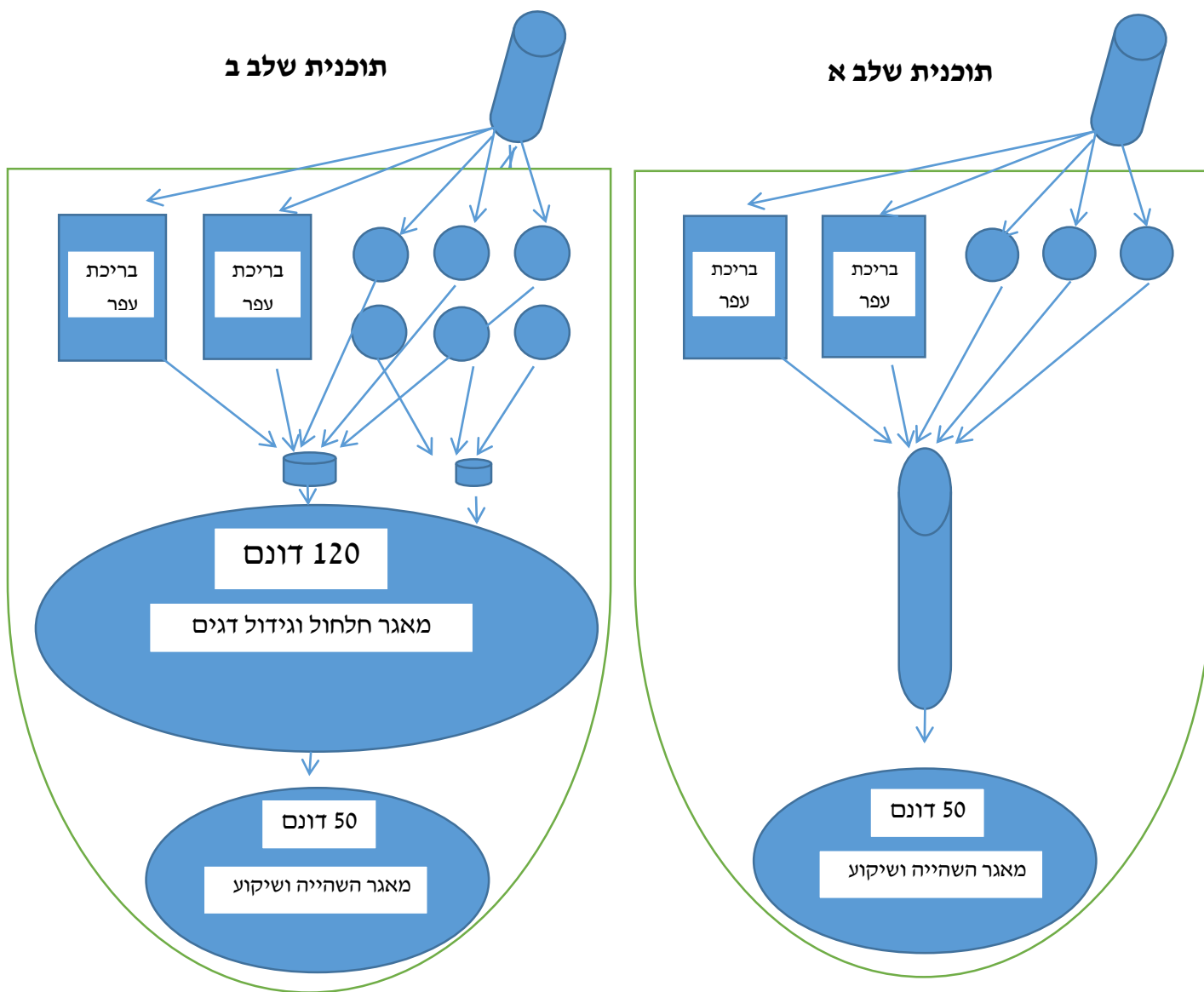
מערכת הגידול תכלול מעבר מים בין מערכות אינטנסיביות המתאימות לגידול דגי איכות, ומשם יוזרמו המים למאגר חלחול שבו גם יתבצע גידול דגים, ולאחריו יוזרמו המים למאגר שיקוע שבו לא יתקיים ממשק של גידול דגים מסחרי.

מבנה הבריכות האינטנסיביות וגודלם תלוי בסוג הדג המגודל, וממשק הגידול כאשר כברירת מחדל נתייחס לבריכות בטון בנפח 250 מ"ק.

בשלב א' יבנו שלוש בריכות בטון, שתי בריכות עפר, ומאגר בגודל 50 דונם.

בשלב ב' יתווספו עוד שלוש בריכות בטון לחלק האינטנסיבי, ויבנה מאגר נוסף בנפח 120 דונם, והמאגר המקורי יוסב לשימוש כבריכת שיקוע כפי שמפורט באיור 1.

איור 1 - תיאור סכמתי של מבנה מערכות הגידול בשני השלבים



פרוט עלויות ההקמה בשני השלבים השונים מפורטים בטבלה מספר 2

טבלה 2 – פרוט עלויות ההקמה בשני שלבי הביצוע.*

שלב א	נפח	כמות	עלות יחידה (₪)	עלות כוללת (₪)
מאגר	50 דונם	1	1,500,000	1,500,000
בריכות בטון	250 מ"ק	3	200,000	600,000
בריכות עפר	1 דונם	2	75,000	150,000
צנרת וחשמל		1	200,000	200,000
סה"כ				2,450,000

שלב ב	נפח	כמות	עלות יחידה (₪)	עלות כוללת (₪)
מאגר	120 דונם	1	3,600,000	3,600,000
בריכות בטון	250 מ"ק	3	200,000	600,000
צנרת וחשמל		1	500,000	500,000
סה"כ עלות				4,700,000

*עלויות בניית מערכות הגידול מתבססות על תחשיב של עלות של 30,000 ₪ לדונם בבניית מאגר, ועלות של 800 ₪ למ"ק בבניית בריכת בטון.

תוכנית הזרמת המים ונפח הייצור

מי התמהיל יוזרמו לשטח הגידול האינטנסיבי ויחולקו בין הבריכות, ומשם יוזרמו אל המאגרים ע"פ המפורט בטבלה מספר 3

טבלה מספר 3 – תוכנית הזרמת המים

שלב א	נפח (דונם)	כמות	כמות מים לשעה (מ"ק)	נפח ייצור (טון)**
בריכות עפר	1	2	100	3
בריכות בטון	0.250	3	400	15
מאגר	50	1	500 + 400 *	75
סה"כ				93
שלב ב	נפח (דונם)	כמות	כמות מים לשעה (קוב)	נפח ייצור (טון)**
בריכות עפר	1	2	100	3
בריכות בטון	0.250	6	800	30
מאגר	120	1	900	180
סה"כ				213

* בשלב א – יוזרמו למאגר 400 מ"ק מי תמהיל ראשוניים + 500 מ"ק מים מהשטח האינטנסיבי.
 **נפח הייצור מתבסס על ייצור של 1.5 טון לדונם במאגר, וייצור של 20 קילו למ"ק בבריכות הבטון.

נספח 3 –

**חישוב גיאוכימי לשקיעת מלחים בצינור התמהיל
המלוח**

נערכה בחינה ראשונית של אפשרות שקיעת מלחים בצינור להלן, בטבלה 1, מוצגים ריכוזי היונים הראשיים במעיינות המלוחים שיהוו את תערובת מי התמהיל המלוח להובלה בצינור. כבוצעה הרצה ראשונית בתוכנה גיאוכימית – chemEQL, הבודקת מסיסות מלחים ומינרלים נפוצים במים, ואת ריכוזם לאחר הגעה לשיווי משקל (כולל שקיעת מלחים). בוצעה הנחה שה- pH של המים קבוע ועומד על 7.

על פי ההרצה, נמצא שעלולה להתרחש שקיעה של אבנית בצינור. לפיכך, יש להביא בחשבון נושא זה בשלבי התכנון הבאים. פתרון יכול לבוא בדמות טיפול מקדים למים (כגון הוספת אנטי-סקלנט ו/או החמצה). אלה עלולים להגדיל את עלויות ההולכה בצינור עד לים המלח.

טבלה 1 – ריכוז מלחים במרכיבי התמהיל המלוח וריכוז התערובת המחושב

יון ראשי	משקל מולרי (גר/מול)	חמי טבריה (מג"ל)	נור + פוליה (מג"ל)	רכוז התפלה (מג"ל)	ריכוז משוקלל של תמלחת (להזרמה בצינור) (מג"ל)	ריכוז תמלחת במול לליטר (mol/L)
SO4	97.078	744	164.58	735.74	368.05	0.004
NO3	62.0049	2.310545	10.24	45.78	18.64	0.000
Na	22.99	6827.021	927.27	4145.18	2328.64	0.101
MG	24.3	588.13	96.49	431.35	230.49	0.009
K	39.098	336.48	39.80	177.94	104.16	0.003
HCO3	61.0168	163	279.80	1250.79	519.08	0.009
Cl	35.453	17913.66	2080.39	9300.00	5475.77	0.154
CA	40.078	3352.29	362.68	1621.28	976.79	0.024
BR	79.9	227	20.04	89.58	58.02	0.001
B	10.811		0.53	2.35	0.95	8.75E-05

לצורך ניתוח המרכיבים הדרושים לביצוע התכנית, הונח שהפתרון למניעת שקיעה יהיה על ידי הוספת אנטי סקלנט בנקודות לאורך הצינור, ובמידת הצורך תיקוני pH.