



מי פלט בריכות הדגים

סקירה ובחינה כלכלית ראשונית

הוכנה בהזמנת

עמותת "צלול"

עבור יום העיון

"נחלים ובריכות דגים"

6 במאי 2010

יום העיון משותף למשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות, ארגון מגדלי הדגים,
מכון שמואל נאמן בטכניון ועמותת "צלול".

הפצת העבודה: 17/05/2010

ע"י: אסף עופר

יועץ לעבודה: פרופ' משה גופן- מיג"ל

מספרנו: 2010/05-479

תוכן העניינים:

עמוד

4	עיקרי הדברים.....	
10	כללי.....	1
10	מבוא כללי לנושא פלט בריכות הדגים.....	1.1
11	ענף המדגה בישראל.....	1.2
15	הערכים המוספים של ענף המדגה בישראל.....	1.3
17	אפיון כללי של סוגיית מי הפלט.....	2
17	אפיון כללי של ממשק הוצאת מי הפלט מבריכת הדגים.....	2.1
18	אפיונים לאיכויות מי הפלט.....	2.2
20	הטיפול במי הפלט.....	3
20	ניסיון שנצבר בנושא הטיפול במי הפלט.....	3.1
23	תיאור אמצעי הטיפול במי הפלט.....	3.2
31	עלויות השקעה ותפעול של מערכות שהוצעו.....	3.3
35	ריכוז ואומדן עלויות מסכם לטיפול במי הפלט.....	4
35	נתוני מודל למשק מדגה.....	4.1
37	נתוני ענף.....	4.2

תודות

בהכנת העבודה נפגשנו ושוחחנו עם :

- דליה טל – עמותת צלול
- אנשי משרד החקלאות ופיתוח הכפר : חיים אנג'וני, ניר פרוימן ואמיתי גבע
- פרופ' יורם אבנימלך
- עקיבא אייגר – חקלאי
- יוסי יעיש – ארגון מגדלי דגים
- מוטקה קרין ורמון בן ארי – רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי
- ד"ר רענן אריאב – מנכ"ל חברת אקווא וט

תודה לכל מי שסייע בהכנת העבודה בחומר ובעצה.



עיקרי הדברים

1. ענף המדגה בישראל במים פנימיים, פועל ברובו בבריכות עפר ובמאגרים פתוחים, בהיקף ייצור שנתי של כ- 18 אלף טון, שהם כ- 77% מכלל ייצור הדגים בישראל, על שטח ייצור של כ- 27 אלף דונם. מגדלים בעיקר אמנונים (42% מהייצור) וקרפיונים (32%). ערך הייצור השנתי של הענף (מחיר בשער המשק) עומד על 250 מליון ש"ח לערך. האזורים הסמוכים זה לזה, גלבוע ובית שאן וירדן שווקו יחדיו 73% מהכמות הכוללת.
2. מספר המתפרנסים בענף, נאמד ב- 350 איש לערך. קיים מיעוט של עובדים זרים בענף. הענף מייצר גם תעסוקה במעגל רחב של מועסקים: בבתי אריזה, נהגים, פיקוח וכשרות, טכנאים ועוד. מעריכים כי עוד 1,000 – 1,500 מועסקים בשירותים לענף ובסה"כ התעסוקה בענף ובשירותים נאמדת בקרוב ל- 2,000 איש.
3. ענף המדגה בישראל מתמודד מול תחרות קשה עם היבוא, שחלקו היחסי עלה בשנים האחרונות ל- 65% מסך הצריכה. התחרות מביאה למתח רווחים נמוך ביותר למגדלי הדגים.
4. שילוב גופי המים בתוך רצף שטחים חקלאיים אחרים, יוצרים מגוון נופי וערך נופי מיוחד. בצמידות לבריכות הדגים מתפתחים בתי גידול יחודיים והן מהוות גורם משיכה לציפורים.
5. לבריכות הדגים ערכיות נופית ייחודית, התורמת לתיירות. התרומה החיצונית¹ העקיפה של בריכות הדגים לאזור הסובב נאמדת ב- 85 ₪ לדונם. יש גם תרומה ישירה: בעמק המעיינות לדוגמה, המצוי בנתיב נדידה עולמי של ציפורים, מתפתחת תיירות צפרות, על שפת בריכות הדגים.
6. מחקר חדש² שבחן את נכונות הדיבור לשלם עבור השימוש בגדות הנחלים לצרכי נופש ופנאי, מצא כי ניתן לאמוד את הרווחה הנובעת משימוש בנחלי ישראל, בסכום כולל של 400 מיליון ₪ בשנה.
7. **המכשול המרכזי לקידום מצב הנחל, נכון להיום במרבית הנחלים בישראל, הוא הביוב המוזרם אליו ממקורות ביתיים ותעשייתיים.** אישור תקנות ועדת ענבר בתחילת 2010, הגביר את הלחצים להסדרת נושא זה, כאשר רוב הנחלים נמצאים היום בהליך של הסדרה. נושא מי הפלט ממערכות המדגה מהווה אבן נגף נוספת בהסדרת הנחלים ונסקר בעבודתנו זו.

¹ חקלאות בת - קיימא, צנובר יועצים, מוסד שמואל נאמן, 2004
² כמה אנחנו מוכנים לשלם עבור נחל נקי? הערכה כלכלית....., ד"ר בועז ברק, עמותת צלול

8. אומדן ראשוני של נפח מאגרי המים והבריכות בענף המדגה היבשתי הינו כ - 90 מליון מ"ק לערך. השימוש במים כמשאב עיקרי לצורך ייצור הדגה, מצריך ניצול ותחלופה בין משאבי מים שונים לבריכות. מקורות המים העיקריים לבריכות הם מים מליחים ברמות שונות, אשר בדרך כלל מנועים מלהשתמש בהם לשתיה ולחקלאות ומקורם נביעות, קידוחים ומי נחלים, כולל מי שיטפונות שנתפסו.

9. למי הפלט של בריכות הדגים, איכויות שונות:

- נוכחות של נוטריינטים ברמה נמוכה תורמת חומרי מזון להתפתחות הצמחייה בנחל.
- ברוב המקרים היום, מי הפלט נושאים עימם שאריות חומרי הזנה ומזון מעוכל שהדגים מפרישים, תרופות וכימיקלים, חומרים אנאורגאניים, חנקן, זרחן וכמות נוספת של מוצקים מרחפים, העשויים לפגוע במערכות הצומח והחי בנחלים ולגרום להם לנזקים.

10. הטיפול בנושא מי פלט הדגים מתחלק בין מספר משרדי ממשלה: החקלאות ופיתוח הכפר, הגנת הסביבה והבריאות וכן רשויות ממשלתיות, ארגונים ועמותות. תמונת המצב בישראל היא שבאזורים שונים, נחלים נמצאים ברמות שונות של הסדרה לקראת יצירת מאזן חיים נורמטיבי, המבוסס על אפיונים ספציפיים של כל נחל ונחל. תהליך אפיון מרכיבי החיים בנחלים מלווים באיסוף ידע לאורך שנים, באמצעות סקרים ומחקרים מדעיים.

11. הוצאת מי פלט מבריכות הדגים מאופיינת על סקלה בין שתי קצוות של איכויות מים:

- מי פלט עם מליחות התחלתית נמוכה יחסית במאגרים שמגדלים בהם דגים, ממשיכים לאחר מכן את דרכם להשקיה בשדות.
- מי פלט של בריכות דגים שמליחותם ההתחלתית גבוהה, או שעלתה במהלך השהות במדגה ואינם מתאימים להשקיה בשדות, יועברו כברירת מחדל לנחל הסמוך. נדרש ממשק מתואם של העברת מי הפלט מהבריכות לסביבת הנחלים הקולטים. ממשק לא מוסדר יוצר קונפליקט אפשרי, בין החיים בערוץ הנחל לבין שורה של גורמים מזיקים שמי הפלט נושאים עימם.

12. מערך הבריכות של משק מדגה: כולל מספר בריכות, מסוגים וגדלים שונים, כאשר שלב הגידול העיקרי מתבצע במאגרי מים שעומקם 3 מ' לפחות וחלקם משמשים גם לאגירת מים להשקיה. בתום תקופת גידול משחררים ממאגר המים מנות מים גדולות בתוך פרק זמן קצר יחסית (12-7 ימים, מהלך שהינו חלק מממשק התפעול הקיים ונובע לעיתים מאילוצים שונים, בהתאם לסוג הדג. קצב שחרור המים במאגר עומד על 1,000 – 3,000 מ"ק לשעה.

13. נושא מרכזי שיהיה צורך להתייחס אליו במהלכי התכנון, הוא לקבוע את איכות המים שינוקו ובאיזה עיתוי הם יועברו לנחל. רצוי היה שתכנון פינוי מי הפלט ע"י החקלאים יתבצע בשיתוף פעולה עם הגורמים הממונים על ממשק החי והצומח בנחל, כאשר יש יותר מפתרון, או שילוב אחד במהלך זה.

14. מחיר המים לחקלאים היום כולל גם תשלום עבור ההפקה והשימוש לרשויות הממונות. מי הפלט שינוקו, בחלק מהמקרים, הם מים שיכולים להיות בעלי ערך לנחלים, ואף כתוספת ל"מים חיים" המתוכננים להזרמה לנחל לצורך החייאתו. באופן עקיף מי הפלט יכולים לשמש את רווחת הציבור כולו.

15. ביצוע מאזני מים תקופתיים למי הנחלים, בהתאם למקורותיהם, יאפשר לקבוע תג מחיר למים שהופקו ממקורות חיצוניים לנחל וינוקו ע"י החקלאים. תג המחיר יכול להיקבע כהשתתפות המדינה ביצירת התשתית הנדרשת וחיידוש המערכות, אחת לתקופה, או בקביעת תעריף שוטף למים המנוקים שיועברו לנחל.

16. על מנת לתת אומדן ראשוני של ההשקעות שידרשו וההוצאות השוטפות, הסתייענו במידע משלוש מערכות ניסוי והסדרה להלן:

- פיילוט טיפול בפלט בריכות דגים, קיבוץ מעגן מיכאל³
- תוכנית למערכות הסדרת מי הפלט באגן נחל חרוד⁴
- במוצא נחל הדן, מגדלים פורלים ונצבר שם ניסיון בטיפול במי הפלט, בהתאמה לאפיונים המיוחדים של המקום.

17. על מנת לתת פתרונות לצרכים המיוחדים של המדגה, כולל נושא מי הפלט, הוקם באגן נחל חרוד, שהוא חלק מאזור הגידול המרכזי של דגים בישראל, צוות היגוי, שניסח עקרונות ותוכנית לניהול משק מדגה אקולוגי. תפיסה זו גובשה על ידי הצוות בראשות פרופ' יורם אבנימלך ונטלו בה חלק נציגים של המגדלים, נציגים של משרדי הממשלה, רשויות וארגוני "הירוקים", במעטפת הארגונית של מנהלת נחל חרוד ברשות הניקוז ונחלים ירדן דרומי.

18. נציין שהפתרון שהתגבש ביחס לנחל חרוד הוא ספציפי לאפיונים המיוחדים של אגן חרוד, אך יכול להיות מודל לשיתוף פעולה של הגורמים השונים, המעורבים בקביעת תצורת ואיכות המים הנחל, בטיפול במי הנחל, בהיבט הכמותי והאיכותי.

³ פיילוט טיפול בפלט בריכות דגים (מכרז 102/2005), סיכום תקופת הפעלה ראשונה (נובמבר 2006 – ינואר 2008) משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמשרד להגנת הסביבה / שותפים לעבודה: חברת אקו-סטרים וקיבוץ מעגן מיכאל

⁴ ע"י רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי

19. העקרונות שהוצעו ע"י צוות ההיגוי במנהלת נחל חרוד, כוללים התייחסות לשינויים במשטר גידול בנושאים כמו אכלוס, תזונה, תרופות וכימיקלים ופסדים של דגים. בתפעול השוטף הוצעו שינויים בנושאים כמו הגברת מחזור המים והוצאת מי הפלט בתקופת החורף בלבד, שיקוע מי ההרקה ובקרת איכות המים בבריכת השיקוע וויסותה.

עקרונות התכנית, כפי שנקבעו במנהלת הנחל, בהתאם לסדר הבא, הם:

1. הסדרת ניקוז הנחל
2. צמצום סחופת ונגר עילי משטחי אגן ההיקוות של הנחל
3. הפסקת כניסת שפכים ממקור ביתי ותעשייתי לנחל וטיהורם במט"ש
4. טיפול במי הפלט של המדגים והבאתם לרמה שתבטיח מינימום פגיעה בחי ובצומח שבתחום הנחל. משקי המדגה יפעלו כמדגה אקולוגי.
5. השבת "מים חיים" לנחל בתקופות בהם לא קיים מקור מים אחר.

20. נסקרו בעבודה זו האמצעים הבאים לטיפול בנושא מי הפלט:

- שינויים בממשקי גידול
- מערכות הוצאת המים והסינון
- מערכות לטיפול במי הפלט באמצעות שיקוע
- טיפול בסילוק הבוצה
- חלופת טיפול בשיטת "אגנים ירוקים"
- טיפול בזרחן ובחנקן
- חיטוי פתוגנים

דגש מרכזי הושם על המערכות המשולבות לטיפול במי הפלט באמצעות שיקוע וסינון.

מתקן המיועד למשק בודד, בגודל ממוצע, יכול להסתמך על בריכת שיקוע אחת ובריכת ריאה המשכית, בשטח כולל של כ-15 דונם. יש צורך לחשב את העומס התפעולי שיוטל על בריכת שיקוע אחת ולפי הצורך, לבנות מתקן הכולל שתי בריכות שיקוע (אחת פועלת ואחרת אליה מפנים את הבוצה היבשה), ששטחו נאמד ב-25 דונם.

21. בהצעות העולות מאומדני עלות של גורמי התכנון (ראו להלן) למערכות הטיפול במי הפלט, עולים דגשים שונים בשיטות העבודה, בספיקות המים ובפרמטרים נוספים, כפי שמוצג בטבלה הבאה:

תכנון מנהלת נחל חרוד	תכנון "פלגי מים" (עבור מנהלת נחל חרוד)	פיילוט מעגן מיכאל – שלב א'	פרמטרים השוואתיים באומדנים
שיקוע	שיקוע	בריכת ריאה בשילוב מצע ביוביד	שיטה
1,000	1,000	500	ספיקה (מק"ש) למודול
שעתיים	שעתיים	24 שעות +	זמן שהיית מים במערכת
מערכת למחזור ותיעול המים	סינון מיקרוני והפחתת ספיקות	ביוריאקטור	דגשים מיוחדים בהשקעה
2.0	1.92	1.76	השקעה במחירים נוכחיים (מיליוני ₪)

לאור מגבלות השיטה, שיושמה בפיילוט מעגן מיכאל, יש לערוך בחינה איכותית ובחינת עלות השוואתית מול מערכות אחרות.

מתוך נתוני התכנון והתפעול של המערכות המוצעות ובהתאם לשיטות הטיפול המוצעות, נערך אומדן ראשוני של ההשקעות הנדרשות במערכות לטיפול במי הפלט ומחזור מים במשק מדגה בודד, על סך כולל של 3.5 מליוני ₪.

22. עבור 35 מערכות, שעלות כל אחת נאמדת ב – 3.5 מליון ₪, האומדן הכולל, עומד במצב הזה על 121.5 מליון ₪. מאחר וניתן להעריך שחלק מהמערכות יהיו משותפות, האומדן הראשוני הכולל הוא לסדרי גודל של 100 – 120 מליון ₪ השקעה. את האומדן המדויק ניתן יהיה לקבל רק לאחר תכנון מפורט שיתבצע במשקי המדגה.

23. אומדן עלויות מפורט: יהיה צורך בהמשך בדיקות הנדסיות מפורטות, בהתאמה לגודל משקי המדגה ולאפיונים נוספים בפעולתם, על מנת להעריך את היקף ההשקעות הנדרשות.

יהיה צורך בסקירה מפורטת, ברמה של כל אזור, על מנת לבחון סדרי עדיפות ואפשרות של חיבור של יותר ממשק מדגה אחד למערכת לניקוי מי הפלט.

בחלק מהמקומות, ניתן יהיה לקבל חסכון חלקי בכך שתוקם מערכת משותפת לטיפול במי הפלט לשני משקים או יותר, אך מערכות השאיבה, מחזור ותיעול המים, יהיו נפרדות לכל מדגה.

על מנת לקדם את הנושא התכנוני במקביל, ברמה האזורית והמקומית של משקי המדגה, יש מקום להקצאת משאבים יעודית לנושא התכנוני.

24. מתוך האמדנים הכלכליים שנערכו למשק מדגה, הגורם החשוב ביותר הוא עד כמה ההשקעה תייקר את תהליך הייצור במדגים:

אומדן עלות החזר הון לטון:

- עלות החזר ההשקעה הכוללת למשק מדגה המייצר כ- 500 טון לשנה הינה 760 – 1,000 ₪ לטון, כאשר הוצאות המימון (7% ריבית) מוטלות על החקלאי ו- 460 – 700 ₪ לטון, ללא הוצאות מימון שוטפות. הערך הנמוך יותר מושג בהחזר הון שנתי הנפרש על פני 15 שנה והיקר להחזר ב- 10 שנים.

- העלות הכוללת למשק מדגה המייצר כ- 1,000 טון לשנה הינה 480 – 600 ₪ לטון, כאשר הוצאות המימון (7% מימון) מוטלות על החקלאי ו- 330 – 450 ₪ לטון, ללא הוצאות מימון שוטפות.

כנגד תשלום של 10 – 15 ₪ לק"ג דג בשער המשק, עם מתח רווחים נמוך ביותר (6% על פי תחשיבי משרד החקלאות ופיתוח הכפר), עלויות החזר הון של 0.5 – 1.0 ₪ לק"ג דג יקטינו מאוד את הרווח בענף.

25. **ההוצאות השוטפות:** נאמדות בשלב זה ב- 100 ₪ לטון. הקטנת כמויות מי הפלט והגברת החיסכון בשימוש במים יגביר את החיסכון הכספי השוטף. ברמת מחיר ממוצע למדגה של 0.5 ₪ למ"ק, בחסכון של 17% מהמים, מושג איזון בין העלות השוטפת לחסכון במים. נתון זה ישתנה בהתאמה למחיר המים המשוקלל למדגה.

26. **לסיכום:**

1. יש יסוד סביר להניח כי ההוצאה הנוספת במדגה לטיפול במי הפלט תקוּזָז כנגד החיסכון במים במדגים, שהוא יעד בר השגה. ניתן יהיה להתייחס אם כן להשקעת ההון כגורם המרכזי להפעלת הרפורמה.
2. במצב הזה של השקעות רבות שיידרשו, נדרשת התערבות ממשלתית, של הנהגת הרפורמה בענף, כדוגמת הרפורמה בענפי הרפת והלול, שעיקרה שינוי יסודי בטיפול במי הפלט.

1.1 מבוא כללי לנושא פלט בריכות הדגים

ענף המדגה בישראל במים פנימיים, פועל ברובו בבריכות עפר ובמאגרים פתוחים, בהיקף ייצור שנתי של כ- 18 אלף טון, על שטח של כ- 27 אלף דונם. מקורות המים העיקריים לבריכות הם מים מליחים ברמות שונות, אשר בדרך כלל מנועים מלהשתמש בהם לשתייה ולחקלאות ומקורם נביעות וקידוחים ומי שטפונות. מים עם מליחות התחלתית נמוכה יחסית במאגרים שמגדלים בהם דגים, ממשיכים לאחר מכן את דרכם להשקיה בשדות.

השימוש במים כמשאב עיקרי לצורך ייצור הדגה, מצריך תחלופה של המים בתהליך הייצור. כאן נדרש ממשק מוסדר של העברת מי הפלט מהבריכות לסביבת הנחלים הקולטים. ממשק לא מוסדר יוצר קונפליקט אפשרי, בין החיים בערוץ הנחל לבין שורה של גורמים מזיקים שמי הפלט מביאים עימם.

מי הפלט נושאים עימם שאריות חומרי הזנה ומזון מעוכל שהדגים מפרישים, תרופות וכימיקלים, חומרים אנאורגאניים, חנקן, זרחן וכמות נוספת של מוצקים מרחפים העשויים לפגוע במערכות הצומח והחי בנחלים ולגרום להם לנזקים.

הטיפול בנושא מי פלט הדגים מתחלק בין מספר משרדי ממשלה: החקלאות ופיתוח הכפר, הגנת הסביבה והבריאות וכן רשויות ממשלתיות, ארגונים ועמותות. תמונת המצב בישראל היא שבאזורים שונים, נחלים נמצאים ברמות שונות של הסדרה לקראת יצירת מאזן חיים נורמטיבי, המבוסס על אפיונים ספציפיים של כל נחל ונחל. תהליך אפיון מרכיבי החיים בנחלים מלווים באיסוף ידע לאורך שנים, באמצעות סקרים ומחקרים מדעיים.

המכשול המרכזי לקידום מצב הנחל, נכון להיום במרבית הנחלים בישראל, הוא הביוב המוזרם אליו ממקורות ביתיים ותעשייתיים. אישור תקנות ועדת ענבר בתחילת 2010, הגביר את הלחצים להסדרת נושא זה, כאשר רוב הנחלים נמצאים היום בהליך של הסדרה. נושא מי הפלט ממערכות המדגה מהווה אבן נגף נוספת בהסדרת הנחלים ונסקר בעבודתנו זו.

בנוסף למחקרים שונים שנערכו ע"י מוסדות אקדמיים וארגונים שונים, קודמו ע"י רשויות המדינה שתי מערכות נסוי והסדרה להלן:

1. פיילוט טיפול בפלט בריכות דגים, קיבוץ מעגן מיכאל⁵

2. תוכנית למערכות הסדרת מי הפלט באגן נחל חרוד⁶

⁵ פיילוט טיפול בפלט בריכות דגים (מכרז 102/2005), סיכום תקופת הפעלה ראשונה (נובמבר 2006 – ינואר 2008) משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמשרד להגנת הסביבה / שותפים לעבודה: חברת אקו-סטרים וקיבוץ מעגן מיכאל

במוצא נחל הדן, מגדלים פורלים ושם נצבר ניסיון בטיפול במי הפלט, בהתאמה לאפיונים המיוחדים שח המקום.

בהכנת תוכניות להסדרת מי הפלט באגן נחל חרוד, לקחו חלק נציגים של ענף המדגה וארגוני הגנת הסביבה, במודל של עבודה משותפת לצורך יצירת הסכמות בין הגורמים השונים לפתרון המועדף לטיפול במי הפלט.

1.2 ענף המדגה בישראל

הדגים מהווים מרכיב חשוב בתזונת האדם ובמדינות שונות התפתחו בעבר וגם היום, בתי גידול ושיטות שונות לייצור דגים, על מנת שיספקו את הביקוש במדינות אלו ומחוצה להן.

תחזיות עולמיות שונות צופות צורך בהגדלת היצע הדגה, בעיקר בתנאי גידול מבוקרים, בשנים הבאות, עקב גידול כולל באוכלוסיית העולם והעדפת הדגים כמזון בעל תכונות בריאות.

ההערכה הינה שהגידול בייצור יבוא ברובו מייצור בחוות גידול, בעיקרן יבשתיות, אף שפותחו גם מערכות גידול ימיות בכלובים. ככל הידוע, אוכלוסיות הדגים הנפוצות בימים, אינן יכולות לתרום יותר ממה שהן תורמות בהווה. מאידך, קיים קושי להגדיל את הייצור באמצעות חקלאות המים, עקב מגבלה משמעותית של מחסור במים ומחירי המים המאמירים ביבשה.

מרבית הגידול מתבצע היום ממקורות מים הנחשבים שוליים, כמו מקורות מים ברמת מליחות גבוהה ואף מים חמים, המתאימים לסוגי דגים שונים וניתן להגביר את הייצור באמצעות שימוש ביבשה בסוגי מים נוספים, כמו מי ים וכן עיי אמצעי חסכון ומחזור מים במערכות טיהור מתוחכמות.

ענף המדגה בישראל שהגיע להישגים נכבדים, עומד היום בפני תכנית לרפורמה אקולוגית, שתתאים את משקי הענף לתנאים הסביבתיים הקרובים.

2007			ענף הדיג וחקלאות המים
צריכה לנפש בק"ג	% מסה"כ	משקל פריקה בטון	מקור ⁷
0.4	3.6%	2,607	דיג ימי
0.3	3.1%	2,251	חקלאות ימית
0.1	1.2%	840	כנרת
2.6	26.6%	19,168	מדגה ביבשה
3.4	34.5%	24,866	סה"כ שוק מקומי
6.5	65.5%	47,224	יבוא
9.9	100.0%	72,090	סה"כ כללי

77% מהייצור המקומי, מקורם במדגה ביבשה.

⁶ ע"י רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי

⁷ הדיג וחקלאות המים בישראל, 2007 / משרד החקלאות ופיתוח הכפר, אגף הדיג וחקלאות המים

צריכת הדגים לנפש בעשור האחרון (10 ק"ג לנפש לשנה) היא יציבה וגידול כמותי שנרשם, נובע ברובו מגידול באוכלוסייה. הדגים מייצור מקומי (35% מצריכת הדגים), נצרכים רובם הגדול כדג טרי ובהם ייחודם מול היבוא, שרובו משווק כדג קפוא. בשנים האחרונות גדל מגוון דגי איכות מייצור מקומי, כתחליף יבוא.

להלן יוצגו נתונים עדכניים שהתקבלו מאגף הדיג וחקלאות המים, משרד החקלאות ופיתוח הכפר.

נתוני שוק דגים לשנים 2009 - 2009:

<u>שנה</u> <u>Year</u>	קרפיון Carp	אמנון Tilapia	בורי Grey Mullet	כסיף ואמור & Silver Grass Carps	פורל Trout	באס Bass	דרום Red drum	לברק Labrax	ברמונדי Barra mundi	דניס Sea Bream	אחרים Other	<u>סה"כ</u> <u>Total</u>
<u>2000</u>	6,281	7,059	1,661	744	605	302					532	<u>17,184</u>
<u>2001</u>	6,208	8,217	1,633	718	448	378	190	123	48		44	<u>18,007</u>
<u>2002</u>	7,748	7,819	1,824	616	374	495	107	39	66		17	<u>19,105</u>
<u>2003</u>	7,339	6,826	1,705	713	352	385	140	110			97	<u>17,667</u>
<u>2004</u>	5,765	9,270	1,792	903	331	292	323	180	15		78	<u>18,949</u>
<u>2005</u>	6,413	7,404	2,108	1,607	424	453	295	193	90	181	40	<u>19,208</u>
<u>2006</u>	6,560	8,235	2,087	1,102	449	290	350	122	115	72		<u>19,382</u>
<u>2007</u>	6,737	7,973	1,983	1,135	431	147	0	0	100	17	645	<u>19,168</u>
<u>2008</u>	6,448	6,751	2,121	1,022	428	182	387	186	67	139		<u>17,731</u>
<u>2009</u>	5,892	7,789	2,048	1,094	379						1,240	<u>18,442</u>

נתוני השוק, לפי אזור, במדגה היבשתי (מים פנימיים) בשנת 2009:

אחרים Other	פורל Trout	כסיף ואמור Silver carp & Grass carp	קיפון Grey Mullet	אמנון Tilapia	קרפיון Carp	סה"כ לאזור	% אזור	אזורים
	379	9	33	70	147	638	3.5%	גליל
22		123	221	1,145	496	2,007	10.9%	גלבע
250		831	1,322	5,488	3,515	11,406	61.8%	בית שאן וירדן
568		131	472	1,076	1,666	3,913	21.2%	חוף ומפרץ
400				10	68	478	2.6%	נגב
1,240	379	1,094	2,048	7,789	5,892	18,442	100.0%	סה"כ
6.7%	2.1%	5.9%	11.1%	42.2%	31.9%	100.0%		סה"כ %

שני המינים העיקריים הם האמנון והקרפיון, ביחד מהווים 74% מתפוקת המדגה היבשתי.

האזורים הסמוכים זה לזה, גלבע ובית שאן וירדן שווקו יחדיו 73% מהכמות הכוללת בשנת 2009.

להלן פירוט נוסף לשטח הבריכות והיבול לפי אזורים. שטח בריכות הדגים כולל מאגרי מים שבהם מגדלים דגים, בריכות בגדלים ובעומקים שונים, מהן המשמשות כבתי אימון, לגידול ולאחסנה, לתקופות שונות במחזור גידול הדגים.

שטח בריכות ויבול לפי אזורים						
ממוצע 2006-2008			2009			אזור
יבול לדונם	יבול	שטח (דונם)	יבול לדונם	יבול (טון)	שטח (דונם)	
371	1,198	3,230	319	638	2,000	גליל
404	1,777	4,400	456	2,007	4,400	גלבע
909	11,135	12,252	931	11,406	12,252	בית שאן וירדן
538	4,385	8,150	480	3,913	8,150	* חוף ומפרץ
5,896	265	45	3,764	478	127	נגב
668	18,760	28,077	685	18,442	26,929	סה"כ

באזור הגליל חלה יש ירידה מתמשכת בשטח הבריכות. באזור הנגב עלייה, תוך שימוש גובר במדגה אינטנסיבי, המביא לתפוקה גבוהה לדונם.

* פירוט לחוף ומפרץ: 1. אזור מפרץ עכו - 2,550 ד' 2. אזור חוף כרמל - 3,600 ד' 3. אזור חדרה - 2,000 ד'

נתונים של מדגה מים פנימיים בשנים 2000 – 2009:

<u>מחיר ממוצע</u> <u>מטון \$</u>	<u>ערר היבול (\$)</u>	<u>* יבול לדונם (ק"ג)</u>	<u>יבול</u> <u>בטונות</u>	<u>שטח</u> <u>(דונמים)</u>	<u>מס'</u> <u>משקים</u>	<u>שנה</u>
3,182	54,685	555	17,184	30,946	73	<u>2000</u>
3,191	57,944	587	18,157	30,946	73	<u>2001</u>
2,369	45,480	620	19,200	30,946	73	<u>2002</u>
2,418	42,725	572	17,667	30,904	73	<u>2003</u>
2,404	45,546	665	18,949	28,479	65	<u>2004</u>
2,805	53,875	684	19,208	28,077	55	<u>2005</u>
2,839	55,028	690	19,382	28,077	55	<u>2006</u>
3,206	61,458	683	19,168	28,077	55	<u>2007</u>
3,719	63,714	632	17,731	28,077	45	<u>2008</u>
3,307	60,986	685	18,442	26,929	45	<u>2009</u>

* נציין שהנתונים לעיל מתייחסים לכלל שטחי בריכות הדגים. יחסי התפוקה לשטחי גידול במאגרים (שם מתבצע מרבית פיטום הדגים) מגיעים ל - 2 טון לדונם.

ערך הייצור השנתי של הענף (מחיר בשער המשק) עומד על 250 מליון ש"ח לערך.

מול מגמות של תחרות עם היצף מיבוא, יש קושי בהתאמת מחירים מייצור מקומי, על מנת לשמור על רווחיות המדגה. יש לאמוד את המחירים גם מול שער חליפין משתנה. מגמות אלו של רווחיות נמוכה יחסית במדגה הישראלי, משפיעות גם על ההשקעות והתפעול במדגה ועל התארגנות המשקים בענף.

מספר המשקים קטן בעשור האחרון ל - 45, חלקם התאגדויות משקים. המשקים ברובם המכריע, מוחזקים ע"י הקיבוצים, כאשר במספר משקים בודד, שולבו גורמי הון חיצוניים.

מספר המתפרנסים בענף, נאמד ב - 350 איש לערך. קיים מיעוט של עובדים זרים בענף.

הענף מייצר תעסוקה במעגל רחב של מועסקים: בבתי אריזה, נהגים, פיקוח וכשרות, טכנאים ועוד. מעריכים כי עוד 1,500 - 1,000 מועסקים בשירותים לענף ובסה"כ התעסוקה בענף ובשירותים הנלווים נאמדת בקרוב ל - 2,000 איש.

לבריכות הדגים ערכיות נופית ייחודית, התורמת לתיירות. התרומה החיצונית⁸ העקיפה של בריכות הדגים לאזור הסובב נאמדת ב – 85 ש"ד לדונם. יש גם תרומה ישירה: בעמק המעיינות לדוגמה, המצוי בנתיב נדידה עולמי של ציפורים, מתפתחת תיירות צפרות, על שפת בריכות הדגים.

מחקר חדש⁹ שבחן את נכונות הדיבור לשלם עבור השימוש בגדות הנחלים לצרכי נופש ופנאי, מצא כי ניתן לאמוד את הרווחה הנובעת משימוש בנחלי ישראל, בסכום כולל של 400 מיליון ש"ד בשנה.

1.3.2 מים חומרי מזון לנחלים

חלק מהמים שנעשה בהם שימוש במדגים, מקורם במי נחלים וחלק מופקים ממקורות שונים ע"י החקלאים. הפקת המים ע"י החקלאים כרוכה בהקמת מתקנים שונים, כגון מערכות קידוח ושאיבת מים, צנרת להובלת המים, מאגרים לאיגום מים ועוד. מים אלו יועברו, על פי התכנית, לאחר ניקוי לחקלאות ו/או ובעיקר לנחלים, לטובת הציבור כולו.

מחיר המים לחקלאים היום כולל גם תשלום עבור ההפקה והשימוש לרשויות הממונות. מאחר ומי הפלט שינוקו, במרבית המקרים, הם מים שיכולים להיות בעלי ערך לנחלים, ובאופן עקיף לשמש את רווחת הציבור כולו, ביצוע מאזני מים תקופתיים למי הנחלים, בהתאם למקורותיהם, יאפשר לקבוע תג מחיר למים שהופקו ממקורות חיצוניים לנחל וינוקו ע"י החקלאים. תג המחיר יכול להיקבע כהשתתפות המדינה ביצירת התשתית הנדרשת וחידוש המערכות, אחת לתקופה, או בקביעת תעריף שוטף של העברת המים המנוקים לנחל.

אלמנט נוסף, לתועלת הצמחייה בנחלים מתקיים, כאשר יש העברה של מי פלט מבריכות הדגים הכוללים העברת נוטריינטים ברמה נמוכה ובכך יש תרומה מבוקרת של חומרי מזון להתפתחות הצמחייה בנחל.

⁸ חקלאות בת - קיימא, צנובר יועצים, מוסד שמואל נאמן, 2004

⁹ כמה אנחנו מוכנים לשלם עבור נחל נקי? הערכה כלכלית של מוכנות הציבור לממן פעילות נופש ופנאי בנחלי ישראל, ד"ר בועז ברק, עמותת צלול, מרץ 2010

2 אפיון כללי של סוגיית מי הפלט

מקורות המים של משקי המדגה בישראל, הם ברובם מים מליחים ברמות אפיון שונות ממעינות וקידוחים וכן מי שטפונות שנתפסו ולאחר השימוש במים לצרכי המדגה, מועברים המים לנחל או לים. במים האלה יש מוצקים (בעיקר חומר צואתי ושרידי מזון), נוטריינטים (בעיקר זרחן וחנקות) וחומרים אחרים, העשויים לגרום (לאורך זמן) לזיהום סביבתי במערכות המים והסביבה הקולטות את המים החוזרים ממשק המדגה.

2.1 אפיון כללי של ממשק הוצאת מי הפלט מבריכת הדגים

ממשק גידול הדגים, קובע במידה רבה גם את איכות מי הפלט, בהתאם לסוג הדג. לא דין אמנונים כקרפיונים, או דגים אחרים. כך אמנונים הרגישים לירידה בחום המים ויש להעבירם למחסנים, לתקופת החורף, בתוך תקופת זמן קצובה. אל אף השוני, ההתייחסות לממשק של הוצאת מי הפלט מבריכות הדגים, היא למכנה המשותף הכללי של הממשק וכך גם נתייחס לאפיון של מי הפלט.

מערך הבריכות של משק מדגה כולל מספר בריכות, מסוגים וגדלים שונים, כאשר פרוטוקול הגידול¹⁰ מגדיר 3 סוגים עיקריים של גופי מים בממשק המדגה:

2.3. מאגר – אתר לאגירת מים מעומק של 3 מטר ומעלה וגודל של 100 דונם ומעלה המשמש לגידול דגים בכל השלבים.

2.4. בריכה – אתר המשמש לאיגום מים וגידול דגים בכל השלבים.

2.5. מחסן – אתר המשמש בד"כ לאחסון דגים ודגיגים, לאחסון לפני שיווק ובמרבית המקרים לאימון הראשוני של הדגיגים.

משק המדגה מקבל מים ממקור חיצוני ומעביר מים בין גופי המים, בהתאם לצרכי המדגה, תוך שמירה על איכותם והתאמתם לתנאי הגידול הספיציפיים של סוגי הדגים במדגה. ירידה באיכות המים ולחילופין צרכי ממשק גידול הדגים והשווק, מצריכים הוצאת מים מגופי המים, בעיקר מהמאגרים המשמשים לגידול הדגים. אלה הם מי הפלט.

הוצאת מי הפלט ממאגרי גידול מתבצעת הלכה למעשה באמצעות שחרור מנות מים גדולות בספיקות אשר עשויות להגיע, בחלק ממשקי הגידול, עד 3,000 מ"ק בשעה.

מהלך זה של ריקון מאגר מים ושחרור מנות מים גדולות בתוך פרק זמן קצר יחסית (7-12 ימים במשקי המודל המוצעים באגן נחל חרוד)¹¹, הינו חלק מממשק התפעול הקיים ואופן התפעול נובע לעיתים מאילוצים שונים, בממשק הגידול.

¹⁰ שירות ההדרכה והמקצוע, משרד החקלאות ופיתוח הכפר

להוצאת כמויות גדולות של מים בתוך פרק זמן קצר יחסית, משמעויות שונות הנוגעות לאופן הטיפול במי הפלט: בדרך כלל, המים בחלק העליון של מאגר הגידול הם באיכות גבוהה יחסית, עם ערכים נמוכים יחסית של זרחן וחנקן, ובאופן רגיל, לא היה צורך בטיפול מיוחד, לפני הזרמתם לנחל.

ההזרמה המהירה יוצרת ערבול נוסף עם שכבות מים נוספות במאגר, כך שאיכות המים נפגעת ולכן הנחת היסוד הנוכחית היא שהטיפול יהיה אחיד בכל סוגי המים המפונים מהמדגה, לפני הזרמתם לנחל.

לאחר ריקון מרבית המים במאגר, צפיפות הדגים בחלק התחתון של המאגר גבוהה בהרבה ושליית הדגים והוצאת יתרת המים מותירה בסופו של דבר בחומר השוקע בקרקעית הבריכה, ריכוזים גבוהים של חנקן וזרחן וחומר ביולוגי. למעשה נוצרת כאן בוצה ברמות רטיבות שונות.

סוגיית איכויות מי הפלט תיסקר בסעיף הבא.

2.2 אפיונים לאיכויות מי הפלט

למי הפלט איכויות בעייתיות, בבואנו להעבירם לגוף הקולט ונמיינם להלן:

<u>סוגי הבעיות</u>	<u>תיאור</u>
1. מוצקים מרחפים	שאריות מזון, הפרשולת דגים, חומר מרחף, הכולל אצות וחלקיקים אחרים, בטווח 20-300 מיקרון.
2. מוצקים מומסים	כולל גורם המליחות
3. זיהום בוצה	חומר ביולוגי הכולל הפרשות דגים, שאריות דגים, חומרי מזון ועוד
4. מעבר דגים חיים	סכנת אינטרודוקציה
5. זרחן וחנקות במים	גורמי הניטרופיקציה העיקריים
6. פתוגנים	מסוגים שונים

¹¹ אגן נחל חרוד, טיפול מרוכז בהרקת מי מידגים, ע"י "פלגי מים" / רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי

נציין כי בפייולט במעגן מיכאל נעשה שימוש מנחה בפרמטרים הבאים:

<u>מזהמים</u>	<u>ממוצע חודשי (מג"ל)</u>	<u>ערך מרבי (מג"ל)</u>
כלוריד*	1500	2000
צריכת חמצן ביוכימית	20	30
מוצקים מרחפים נדיפים – 550 מעלות	15	23
אמוניה N-NH4	1.5	2.5
חנקן כללי	10	15
זרחן כללי	1	2
נתרן	950	1300
קולי צואתי	50	200
חמצן מומס	3<	3<
ערך הגבה	8.5 – 7	8.5 – 7
כלור נותר	0.05	0.08
מתכות כבדות	מי הספקה לבריכות בתוספת 10%	

* יותאם לרכוז מי האספקה באזור ניסוי הפייולט

ניטריטים:

קיימים מדדים שונים לעמידות בעלי חיים לניטריטים: ריכוז ניטריטים עד 40 מג"ל (ppm) לדגי מים מתוקים הם ריכוזים קבילים. לניטריט במים יש השפעה אקולוגית, הוא מזרז התפתחות פיטופלנקטון המעלה את הסכנה לאיטרופיקציה ומחסור בחמצן בשעות הלילה בגוף המים.

מידת הרעילות של הניטריט עולה עם עלית הריכוז שלו במים ועם עליית זמן החשיפה. רעילות הניטריט יורדת עם עליה בגודל הגוף של דגים למשל, עליה במליחות המים או כתוצאה מתהליכי אדפטציה של דגים או בע"ח אחרים לניטריט. לריכוז של 10 מג"ל (מומלץ ע"י EPA למי שתייה) יש השפעה שלילית על אורגניזמים חסרי חוליות ועל דגים (נבדק בעיקר על מינים שונים של דגי סלמון) של מים מתוקים וגם על דו – חיים (צפרדעים, סלמנדרות וטריטונים).

3.1 ניסיון שנצבר בנושא הטיפול במי הפלט

בישראל, בנוסף למחקרים שונים שנערכו ע"י מוסדות אקדמיים וארגונים שונים, שמטרתם הסדרת נחלים, קודמו ע"י רשויות המדינה שתי מערכות נסוי ותכנון הסדרה להלן:

- פיילוט טיפול בפלט בריכות דגים, קיבוץ מעגן מיכאל¹²
 - תוכנית למערכות הסדרת מי הפלט באגן נחל חרוד¹³
- כמו כן נצבר ניסיון בתנאים היחודיים הקיימים בגידול דג הפורל בגליל¹⁴.

הפיילוט במעגן מיכאל שנערך בהנחיית משרד החקלאות ופיתוח הכפר ותכניות להסדרה באגן נחל חרוד, שהוכנו ע"י רשות ניקוז ירדן דרומי, שימשו אותנו כחומר רב ערך לצורך הצגת פתרונות לטיפול במי הפלט. הצגת הפתרונות להלן מבוססת על מקורות מידע שנאספו לצורך הכנת העבודה, כאשר בחלק מהפתרונות מוצג מידע מקדמי מוגבל, אך קיים מידע המאפשר הצגת עלויות והמוצג בפרק הבא.

התוכנית למערכות הסדרת מי הפלט באגן נחל חרוד: מביאה תפיסה מערכתית של הפעלת משקי מדגה אקולוגיים. תפיסה זו גובשה ע"י צוות בראשות פרופ' יורם אבנימלך ונטלו בה חלק נציגים של המגדלים, עם נציגים של משרדי הממשלה, רשויות וארגוני "הירוקים", במעטפת הארגונית של מנהלת נחל ברשות הניקוז ונחלים ירדן דרומי. נציין שהפתרון שהתגבש ביחס לנחל חרוד הוא ספיציפי לאפיונים המיוחדים של אגן חרוד, אך יכול להוות מודל לשיתוף פעולה של הגורמים השונים, המעורבים בקביעת תצורת ואיכות המים הנחל, בהיבט הכמותי והאיכותי.

קדמו לגיבוש ההצעה סקרים ודיונים של הגורמים המעורבים במנהלת הנחל וסקרים שנערכו במשך מספר שנים באגן הנחל. לאלה הצטרף אומדן עלויות שנערך עבור ההשקעה שתידרש במשק מודל. במקרה הזה מדובר בתוספת אמצעים לתשתיות קיימת במשק המדגה ולא בניית מערך ניקוי מן היסוד.

מאפיין את ההצעה שינוי ביחס למי הפלט והתייחסות לפרמטרים שונים של איכות של המים, על מנת להעביר לנחל מים באיכות המתאימה לנחל, לצד שינויים גם בממשק הגידול במדגה, כפי שיוצג להלן.

¹² ע"י משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמשרד להגנת הסביבה, בביצוע חברת אקו-סטרים וקיבוץ מעגן מיכאל

¹³ ע"י רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי

¹⁴ גידול דגים אינטנסיבי בגליל באילוצי איכות הסביבה, ד"ר אבשלום הורביץ – קיבוץ דן / הכנס ה-16 של חקלאות המים

בישראל, משרד החקלאות ופיתוח הכפר, שרות ההדרכה והמקצוע, האגף לבעלי חיים ענף המדגה / פבר. 2010

עקרונות התכנית, כפי שנקבעו במנהלת הנחל, בהתאם לסדר הבא:

6. הסדרת ניקוז הנחל
7. צמצום סחופת ונגר עילי משטחי אגן ההיקוות של הנחל
8. הפסקת כניסת שפכים ממקור ביתי ותעשייתי לנחל וטיהורם במט"ש
9. טיפול במי הרקה של המדגים והבאתם לרמה שתבטיח מינימום פגיעה בחי ובצומח שבתחום הנחל. משקי המדגה יפעלו כמדגה אקולוגי.
10. השבת "מים חיים" לנחל בתקופות בהם לא קיים מקור מים אחר.

להלן עקרונות ניהול משק מדגה אקולוגי, כפי שנוסחו באגן נחל חרוד:

משק מדגה אקולוגי – משק מודל

[הצעת פרופ' אבנימלך וצוות ההיגוי שליד מינהלת הנחל]

תקציר

המטרה

גיבוש נוהל גידול דגים בבריכות ובמאגרים אשר באגן הנחל ללא פגיעה סביבתית בנחל ובסביבתו.

עקרונות הגידול

איכלוס

1. מניעת עומסי יתר של דגים במי הבריכות והמאגרים.
2. איכלוס אך ורק בסוגי דגים שיאושרו על ידי ועדת האנטרודוקציה שליד אגף חדייג.

הזנה

1. ההזנה תהא מבוקרת לאורך תקופת הגידול, כך שימנעו עודפי מזון וריכוזים גבוהים של חומרי דישון וחומרים אורגניים במים [מייגבלות – ריכוזי אמוניה וחמצן במים].
2. יועדף מזון שאינו מכיל זרחן ברמות גבוהות [דרוש מאמץ מחקרי מיוחד].

תרופות וכימיקלים

יוקפד על שימוש בהתאם לתקנות ולהנחיות בשירותים הווטרינריים ומשרד הבריאות ותוך בקרה

רציפה

פסדים

דגים חולים ומתים ירוכזו באתר מתאים בתחום הבריכות ויפנו ממנו בהתאם לפקודת השירותים הווטרינריים.

עיקרי התפעול

1. מיחזור המים

מיחזור המים בתוך שטח המידגה ייעשה תוך בקרת מליחותם וויסותה לתקרה של 4,000 מג"כ [או מוליכות חשמלית שו"ע]. הוויסות ייעשה על ידי מהילת המים במים טריים יותר בשלבים הראשונים של המיחזור, והרקת בריכות מלוחות לנחל בתקופת החורף [שלושה חודשים] לפי תוכנית שנתית; ביתר חודשי השנה לא יורקו מים מהמידגה לנחל.

2. שיקוע מי ההרקה

מי המדגה יורקו לנחל לאחר שהייה בבריכת שיקוע שתשמש גם כבריכת תפעול. משך השהייה הרצוי יבחן בניסוי שייערך במדגה בית אלפא ובהסתמך על תוצאות ניסוי – השיקוע בפילוט מעגן מיכאל.

3. בקרת איכות המים בבריכת השיקוע וויסותה באמצעות הגברת הניטרפיקציה בעת ההרקה

[חמצניות] ומעקב אחר תהלים השיקוע ואיכות מי ההרקה [רמת המוצקים המרחפים].

נציין שתכנית הסדרת נחל חרוד תאפשר הזרמת כמויות גדולות של מים בערוץ הנחל, עקב שיפוע טוב של הנחל (כוון מערב למזרח) והתאמתו למצבים שטפוניים, המתרחשים באזור זה. מי הפלט מועברים בנחל בתקופת החורף, בה הפעילות הביולוגית בנחל נמצאת ברמה נמוכה ולכן ישנה סבילות גבוהה של החיים בנחל לאיכויות שונות של המים.

עקרונות טיפול שהותו במנהלת אגן נחל חרוד, ייושמו באמצעים השונים שיוצגו להלן.

3.2 תיאור אמצעי הטיפול במי הפלט

להלן סוגי אמצעים לטיפול במי הפלט שייסקרו להלן בתמצית:

1. שינויים בממשקי גידול
 2. מערכות הוצאת המים והסינון
 3. מערכות לטיפול במי הפלט באמצעות שיקוע
 4. טיפול בסילוק הבוצה
 5. טיפול בשיטת "אגנים ירוקים"
 6. טיפול חנקן ובזרחן
 7. חיטוי פתוגנים
- להלן יוצג תיאור של כל אחד מהגורמים לעיל.

3.2.1 שינויים בממשקי גידול

עיקר השינוי אפשרי באמצעות ניהול ממשק הזנה, אשר יקטין משמעותית היווצרות של מזהמים מיותרים במערכת הייצור.

עם זאת, ניתן לומר (באופן כללי) כי כל התוצרים הנזכרים כאן תלויים (קודם כל) באיכות המזון ובאופן ההגשה של המזון לאוכלוסיית הדגים במשק המדגה.

במסגרת חשיבה כללית של "טיפול מונע" במוצקים ונוטרינטים ניתן לצמצם באופן משמעותי את ייצור המזהמים במים החוזרים ע"י התייחסות לאלמנטים הבאים:

1. שימוש במזונות אקסטרוזיה איכותיים (בלבד) המאופיינים ברמות נמוכות של אבקה.
2. מניעה של הזנת יתר.
3. התאמה אופטימלית בין גודל הכופתיות המוגשות ואוכלוסיית הדגים
4. התאמה אופטימלית של הרכב תזונתי של הכופתיות המוגשות לאוכלוסיות הדגים בהתייחס לעונות השנה (טמפרטורת המים) וגודל/גיל הדגים.

פרוטוקול הזנה של אוכלוסיות הדגים יותאם לגודל הדג ולתנאי הסביבה ויתבסס על טבלאות גידול מוגדרות היטב. שימוש בפרוטוקול, תוך קיום משטר קבוע של שקילות ימנע מצבים של הזנת יתר וזיהום סביבתי מיותר.

פרוטוקול זה יתבסס על תדירות גבוהה יחסית של אירועי הזנה (ארוחות) ליום, אשר יאופיינו בנפח קטן (יחסית) של מזון. פרוטוקול מסוג זה יביא ליעילות משטר ההזנה ולצמצום הזיהומים במים.

הקפדה על אופטימיזציה של כל הפרמטרים יכולה לתביא לצמצום ניכר במוצקים המיוצרים והמוצאים מהמדגה.

3.2.2 מערכות הוצאת המים והסינון

מערכות הסינון הן השער וגם המאסף של מערכות טיפול אחרות. יש רמות שונות ודרגות טיפות שונות, כאשר רמת הפתרון מותאמת לאפשרות לשלב מערכות נוספות לטיפול במים ולעלותן הכוללת של המערכות המוצעות. למוצא המים מבריכות הפיטום, יש חשיבות בתהליך, כפי שיוסבר להלן.

מערכות אלו מאפשרות לנהל מערכת (נפרדת), אשר מטרתה טיפול במי הפלט, קודם למיהולם במי הנחל או הים.

3.2.2.1 מערכות הפרדה של מוצא המים מהבריכה

פעולת ההפרדה הראשונה של מים ומוצקים תתבצע ביציאת המים מבריכות הגידול. בנקודה זו ניתן יהיה להפריד בין נפח מים גדול המאופיין בנוכחות נמוכה של מזהמים מוצקים ומוצאו מהחלק העליון של גוף המים ובין נפח מים קטן אשר מוצאו מתחתית הבריכה (מי שטיפות) והמאופיין בריכוז גבוה של מוצקים.

הפרדה ראשונה זו תייצר 2 מערכות זרימה (יציאה) של מים מהמדגה:

- מערכת מים בשיעור 80% - 90% מנפח המים הכללי והמאופיינת בריכוז נמוך של מוצקים (מוצקים קלים גדולים, בעיקר שאריות מזון)
- מערכת מים בשיעור 10% - 20% מנפח המים הכללי והמאופיינת בריכוז גבוה (יחסית) של מוצקים.

3.2.2.2 מערכות סינון המים

ע"פ תהליכי הייצור המתוכננים של מוצקים במשק המדגה ובהתאם לסטנדרטים המקובלים לטיפול במים היוצאים ממערכות המדגה, תתכן דרישה של סינון נוסף של המים המטופלים היוצאים מתא היציאה (Outlet Chamber) של המשקע.

המים אשר יצאו מתא זה של המשקי יאופיינו בתכולה נמוכה ביותר של מוצקים הקטנים (ברובם) מ – 40 מיקרון. סינון אפקטיבי של מוצקים בטווח גדלים זה מתבצע באמצעות מפרידי מוצקים. יעילותם של מפרידי מוצקים אינה תלויה במשקלו הסגולי של החלקיק המוסע ממערכת הייצור ולפיכך המסנן יטפל בחלקיקים צפים באותה מידת יעילות של טיפול כמו במוצקים השוקעים.

מפרידי המוצקים מתוכננים לטיפול בחלקיקים מגודל מסוים (ע"פ תכנון מראש) ודורשים שטיפה קבועה במשאבות לחץ (אנרגיה) לצורך מניעת סתימה.

3 אלמנטים יקבעו את יעילות הטיפול של מפריד המוצקים:

1. יעילות הסינון

2. מידת ה"סתימה" של חרירי הסינון

3. יעילות וקלות הניקוי

ניתן להתאים מסננים במגוון רחב של מידות ובהתאם לגודל החלקיקים הצפוי.

מקובל שמדיה של 40 מיקרון תספק סינון אפקטיבי אשר יעמוד הרבה מעבר לסטנדרטים בינ"ל מחמירים ביותר. עיקר הבעיות הצפויות במערכת מסוג זה הצפויה לפעול גם בטווחי טמפרטורות גבוהות (עד 31 °C באוגוסט) היא גידול של פטריות, בקטריות ואצות ע"פ המסנן. (בעיקר בחודשי הקיץ)

הצללה יעילה ומשטר שטיפות (Back Wash) יעיל יבטיחו את הפעלת המערכת גם בתנאים של עומס ביולוגי קיצוני. נפח המים הנדרש לשטיפות מוערך (בתיפעול תקין של המסנן) בטוח שבין 0.2 – 0.5% מנפח המים הנכנסים.

3.2.3 מערכות משולבות לטיפול במי הפלט באמצעות שיקוע וסינון

פעולת מערכת לטיפול במי הפלט באמצעות שיקוע, דומה באופן עקרוני למערכות טיפול דומות בתחום הטיפול בביוב, כאשר יש מגוון וריאציות בשיטת הפעלת מערך השיקוע, גודל המערכות, בחומרים שמשמשים בהם, בזמן השהייה של מי הפלט ובאפיונים אחרים.

המערכת לטיפול במים היוצאים תתבסס על 3 שלבים:

1. איסוף מוצקים בנקי היציאה של מע' המים המרכזית.
2. שיקוע מוצקים בנקי היציאה של מערכת השטיפות
3. סינון רציף של המים קודם להעברתם לגורם הקולט

מערכת השיקוע העיקרית למי השטיפות מתוכננת במפלס נמוך יותר מבריכות הייצור. במערכת זו אפשר למקם גוף מים נוסף אשר ממנו יוזרמו המים (באופן רציף) אל מע' השיקוע.

תכנון מערכת שיקוע אפקטיבית מאפשרת גם הפרדה שניה בהתאם לאפיונים ספציפיים של החלקיקים המרחפים והשוקעים הצפויים במערכת הגידול ומתייחס בעיקר לגדלם של החלקיקים (הצפויים) ומשקלם הסגולי.

במערכת השיקוע תתבצע האטה בקצב זרימת המים היוצאים מתוך מערכת הגידול באמצעות מעבר לנפח מים גדול (בריכת השיקוע). מערכת השיקוע מתוכננת בהתייחס לזמן השהיה (במערכת) מהירות הזרימה ואופי הזרם, צפיפות החלקיקים במים (גודל ומשקל סגולי) ועומק המים.

מערכת תורכב מ – 4 תאים שונים, כאשר כל תא במערכת השיקוע המרכזית מאופיין במערכת דרישות ספציפיות:

1. תא כניסת מים
2. תא שיקוע
3. תא איסוף הבוצה
4. תא יציאה

תא השיקוע (Settling Zone) מתוכנן ע"פ מהירות השיקוע (Settling Velocity) של החלקיקים הקטנים ביותר במערכת.

מהירות השקוע (Settling Velocity) של חלקיק בשלב זה תלויה במשקלו, צפיפותו, (משקל/נפח), גודלו ומהירות זרימת המים, כאשר יש לצפות לחלקיקים קטנים ביותר (40 – 80 מיקרון). מהירות השיקוע (Settling Velocity) של רוב החלקים אשר ימצאו במים אלו תהיה בטווחים של 0.02-0.05 מטר/שניה אולם ימצאו גם חלקיקים קטנים יותר אשר יוצאו מגוף המים בשלב הבא של מערכת הטיפול (סינון).

מערכת השיקוע המוצגת כאן פועלת ע"פ הגדרה של "Full Flow Settling" אשר תטפל בכל נפח המים במערכת שיקוע אחת. המערכת תתוכנן ע"פ מהירות זרימה אשר תבטיח שיקוע של למעלה מ – 70% מהמוצקים.

בתא הכניסה (Inlet Zone) יש לתעל את זרם המים הנכנס למערכת השיקוע דרך מערכת פיזור (Diffuser) אשר ייצר זרימה למינרית ואחידה בחלק הראשון של מערכת השיקוע. כאמור, מערכת תיעול המים למשקע תבטיח זרימה אחידה בכל עומד המים של תא הכניסה. בנוסף, מערכת כניסת המים תמנע ערבול (Turbulence) וערבוב של המים הנכנסים.

מחיצה טבולה בתא הכניסה (Inlet Chamber) אשר תגיע ל – 85% מגובה המים בתא הכניסה תבטיח תנאי שיקוע אופטימליים בשלב הבא של התהליך. מחיצה נוספת מסוג זה תמצא בתא היציאה (Outlet Zone) של יציאת המים מהמשקע.

תופעל מערכת שאיבה, אשר תאסוף את כל המוצקים בתא השיקוע אל מערכת איסוף חיצונית נוספת כל פרק זמן קבוע. איסוף הבוצה באמצעות שאיבה הינה דרך יעילה ביותר לסילוק המוצקים ולמניעה של היווצרות בעיות סביבתיות ואסתטיות במערכת השיקוע. מערכת האיסוף החיצונית תתוכנן כ – 2 מיכלים נפרדים ע"מ לאפשר ייבוש כללי של אחת מהמערכות בעוד השניה נמצאת בעבודה.

מוצקים אשר יאגרו במתקן זה (בריכת בטון, או בריכת עפר המכוסה ביריעות) ילקחו לאתר רישמי לפינוי פסולת אחת לחודש, או כל פתרון אחר לפינוי בוצה.

במערכות המטפלות בהיקף גדול יחסית של בוצה, יש יתרון למערכת כפולה של תא שיקוע, אשר אוספים ממנו את הבוצה לאחר שהתייבשה, כאשר מפנים את המים לתא אחר בפעילות מחזורית.

להלן דוגמה כמותית (לצורך הדמיית תהליך) למערכת כזו:

- מאגרי מים לגידול דגים במשק במדגה בהיקף של 500 דונם.
- יחס יבול במאגרים של 2 טון לדונם, סה"כ 1,000 טון יבול כולל.
- נגזר מכך שימוש ב - 2,000 טון מזון.
- פינוי מי המאגרים : כ - 1 מליון קוב פינוי מלא.
- 50% פינוי למיחזור, פינוי מי פלט של 0.5 מליון מ"ק.
- קצב הוצאה : 3,000 מ"ק לשעה, 72,000 מ"ק ליום, פינוי למערך השיקוע במשך 7 ימים.
- בור שיקוע שגובהו 1.8 מ'. הזרימה מתרחשת בגובה של 1.5 מ'.
- זמן הזרימה בבור, כשעה וחצי, כאשר יידרשו שיפועים המתאימים לזרימה איטית.
- נדרש נפח של 4,800 מ"ק בור שיקוע. שטח כולל שיידרש, כ - 5 דונם.
- גודל בריכת ריאה נוספת, שם המים יהיו כשעתיים, 6 דונם.

מתקן המיועד למשק בודד בגודל ממוצע, יכול להסתמך על בריכת שיקוע אחת ובריכת ריאה. במקרה זה יידרש שטח של כ - 15 דונם. יהיה צורך לחשב מהו העומס התפעולי שיוטל על בריכת שיקוע אחת ולפי הצורך, לבנות מתקן הכולל שתי בריכות שיקוע (אחת פועלת ובאחרת מפנים את הבוצה היבשה). יהיה שם צורך ב - 25 דונם שטח כולל.

בריכת השיקוע תיבנה מחומר המאפשר זרימה רציפה, כגון בטון, ולחילופין בריכות עפר עם יריעות.

אפשרות חלופית ל - 2 בריכות מקבילות, הינה בור שיקוע ושאיבה ממנו.

חשבון כמותי לכמויות הבוצה :

30 גרם מוצקים במ"ק = 90 ק"ג בוצה לשעה. חומר יבש : 12%.

7 ימים * 24 שעות * 90 ק"ג * 12% = 1,800 ק"ג. סה"כ כ- 2 טון חומר יבש בקירוב, בריקון מאגר, לפי הנתונים לעיל.

מתוך הנתונים עולה השימוש המוגבל בזמן הנעשה במערכת כזו לצורך ניקוי המים והאפשרות להשתמש בבריכות בפרקי זמן נוספים, לשימושים אחרים של המדגה.

הערות נוספות : הקטנת קצב הוצאת המים במחצית, ל - 1,500 מ"ק לשעה, תאפשר הקטנת בריכת השיקוע למחצית מהמצויין לעיל והקטנת ההשקעה בהתאמה.

3.2.4 טיפול בבוצה

לנושא זה יש מגוון פתרונות ויש לקדם פתרון שיותאם לבוצה המצטברת בבריכות הדגים. התהליך המתבקש הוא ייבוש הבוצה, כאשר החומר היבש יהווה 12% ממשקל הבוצה בבריכה. להלן חלק מהפתרונות האפשריים, כאשר יהיה צורך לברר את ההיתכנות התפעולית והכלכלית לטיפול בבוצה :

1. פינוי הבוצה לשטחים חקלאיים, באם יסתבר כי יש התאמה לצרכי הקרקע החקלאית, לא נוצרים מפגעים שונים וקיים ביקוש לסוג זה של חומר טיוב לקרקע.
2. פינוי הבוצה למטמנת פסולת.
3. פינוי הבוצה לגורם המרכז את הטיפול בבוצה, כגון השפד"ן.
4. הפקת גז באמצעות מתקן טיפול בבוצה.
5. מתקן נייד לשריפת הבוצה: למערכות בגדלים שונים, מטיפול ב – 8 טון בוצה גולמית לשעה ועד 1.3 טון בוצה גולמית לשעה. מתקן זה יכול לשרת אזור של משקי מגדה.

עלויות הטיפול השוטף לסילוק הבוצה מתחום המדגה נכללו בהוצאות השוטפות כאומדן ראשוני בלבד ויש לערוך בחינת התאמה לענף המדגה ולחשב את העלות בהתאמה.

3.2.5 טיפול באגנים ירוקים

אגנים ירוקים (CW), (Constructed Wetlands), בהם נקלטים הניטריטים על ידי צמחים ומסולקים מהמים. לשיטה זו יתרונות סביבתיים של יצירת נופי מים לתיירות ונופש.

יש שלושה סוגים עיקריים של CW:

- צמחייה צפה, צמחי מים צפים (עדשת המים, חסת המים, יקינטון המים ועוד) על פני המים המטופלים;
- (HF Horizontal Flow) משולב שבו הזרימה היא מעל התשתית (SF) ובתוכה (SSF);
- (VF Vertical Flow) שבו הזרימה היא אנכית דרך התשתית. הצמחים (קנה, סוף, אגמון, ועוד) שתולים בתוך התשתית עם נוף (עלים וגבעולים) בולט מתוך המים.

במערכות אגנים הירוקים לטיהור מים מטפלים בדרך כלל במים בהם ריכוזי הניטריטים הם למטה מ – 40 .ppm

3.2.6 טיפול בחנקן וזרחן

עודפי חנקן ובעיקר הזרחן הם הגורמים העיקריים לניטרופיקציה בנחלים. החומרים החשובים ביותר אותם יש לסלק (להוריד ריכוז) ממי בריכות דגים לפני הזרמתם לנחלים הן הצורות השונות של חנקן וזרחן ובעיקר הפרקציות המומסות שלהם. החנקן בדרך כלל מצוי בשפע והשפעה מזיקה על החיים הביולוגיים בנחל מקורה ברעילות. הזרחן לעומת זאת הוא גורם מגביל (בגלל שפע החנקן) ואותו יש לסלק ביעילות.

קיימות שיטות שונות לסילוק יעיל של צורות חנקן רעילות ויש חוסר בשיטות יעילות לסילוק זרחן.

הזרחן הוא מרכיב חיוני בגדילת הדגים ובעולם החי בכללותו, אך והגענו לנחלים, תוך היווצרות עודפים של החומר במים, כפי שאכן קורה, הופך את הזרחן במצב זה לגורם המהווה מעמסה אפשרית על עולם החי והצומח בנחל, כאשר בתנאים מסויימים הזרחן מתקבע לקרקע ואינו מהווה סכנה לחיים בנחל.

קיימת אפשרות שימוש בחומר מיוחד המשקיע את הזרחן והופך אותו לאינרטי, **פוסלוק** שהוא תכשיר המורכב מבנטוניט ולנטנום. נוצר תרחיף בעל מסיסות זניחה ששוקע מהר (0.5 – 1.5 שעה) אל קרקעית גוף המים. נמצא שככל שריכוז הזרחן במים גבוה יותר, כן יעילות סילוקו גבוהה יותר. בנוכחות פוסלוק מעוכבת משמעותית פעילות בקטריאלית.

מחיר החומר: 3000 יורו לטון. יש להוסיף 0.250 עד 1.0 ק"ג למע"ק, תוך התאמה לנפח המים העוברים בבור השיקוע. בבריכות דגים הושג סילוק של 97% של "זרחן כללי מומס" (TDP), ירידה של הריכוז מ – 0.087 מיליגרם לליטר עד ל – 0.005 מג"ל. בניסיונות שבוצעו בארץ ירד זרחן כללי וזרחן כללי מומס ממי ניקוז בעמק החולה ומאגרי קולחין ב – 90% וזרחן פעיל מומס (SRP) ירד ב – 100%.

3.2.7 חיטוי במדגים

3.2.7.1 חיטוי באמצעות UV¹⁵

המערכת המתוארת לעיל ומערכות אחרות, יודעות להתמודד עם הפתוגנים, נותנת מענה לצרכי המדגה ולמעשה פותרת גם את מי הפלט מחשש של קיום פתוגנים.

להלן התיאור בחוברת של כנס המגדלים 02/2010: "הצורך להגן על מדגים מפני התפשטותן של מחלות זיהומיות גובר במצבים בהם ישנו גידול אינטנסיבי והצפיפות גבוהה, כגון במדגים מתועשים, או כאשר מים כנסים למדגה ממקור חיצוני וטבעי, ועלולים להעביר איתם גם מזהמים כגון חיידקים וירוסים או

¹⁵ ניטור רציף למניעת תחלואה ונזקים כלכליים במדגים, יפעת גת / הכנס ה-16 של חקלאות המים בישראל, משרד החקלאות ופתוח הכפר, שרות ההדרכה והמקצוע, האגף לבעלי חיים ענף המדגה / פבר. 2010.

מיקרואורגניזמים פתוגנים אחרים. במצב מסוג זה יש צורך לשבור את מעגל הזיהום ולטפל במי ההזנה או במים המסוחררים.

מדובר במערכת מסוג Medium pressure, המונעת פוטוריאקטיבציה. ומאפשרת עבודה בספיקות גבוהות במיוחד, הן במים מתוקים והן במים מלוחים. למערכת יכולת קטילה של כל סוגי החיידקים והוירוסים הידועים במדגים. המערכת יכולה לטפל במי הכניסה או במי הסחרור, מאפשרת גמישות בצורת ההתקנה והן החזר מהיר של ההשקעה- (ROI) למגדלי הדגים. "

3.2.7.2 חיטוי באמצעות אוזון

שימוש בגז אוזון (O_3) בשלבי הגידול והשיווק של דגי מאכל, משפר את איכות הדגים, מוריד את רמת החיידקים באופן משמעותי ומאריך את חיי המדף בכ- 10 ימים נוספים. מדובר בגז החמצן O_2 המועשר בחמצן נוסף ההופך אותו לפעיל נגד חיידקים. לחומר יכולת לתקיפת חיידקים או גורמי מחלה אחרים, ללא גרימת כל נזק לדגים.

3.2.7.3 חיטוי בשיטת אולטראסאונד

נמצא בפיתוח.

3.3 עלויות השקעה ותפעול של מערכות שהוצעו

נציג להלן נתונים הנוגעים לנתונים שחושבו בפיילוט במעגן מיכאל ונתוני תכנון באגן חרוד.

3.3.1 פיילוט במעגן מיכאל¹⁶

אפיון פעולת המתקן במעגן מיכאל: מערך הפיילוט (פועל החל מחודש נובמבר 2006) כולל שילוב של טיפול בבריכת ריאה, הכוללת שיקוע ושימוש בחומרים מפתיתים (פלוקולנטים), טיפול ביולוגי באמצעות מצע ביוביד, מסנן תוף עם רשת במפתח של 60 מיקרון.

להלן טבלת ריכוז נתונים לפעולת המתקן במעגן מיכאל:

		פיילוט מעגן מיכאל
	500	ספיקה (מק"ש) למודול
	24 שעות +	זמן שהיית מים במערכת
	348	*גודל בריכות הפיטום (דונם)
	200 טון	כושר ייצור מדגה
	18 דונם	גודל בריכת השיקוע
	36,000	נפח מירבי (מ"ק)
	מי חמצן	חיטוי
	1,653,000 ₪	* השקעה בפיילוט (₪)
	1,735,650 ₪	עדכון מדד 5%
החזר הון ל - 10 שנים, 1 מלמ"ק		
	0% ריבית	7% ריבית שנתית
	173,565 ₪	247,118 ₪
	0.174 ₪	0.247 ₪
	0.10 ₪	0.10 ₪
	0.274 ₪	0.347 ₪
* עלות תפעול שוטפת:		
חשמל, כימיקלים, מי חמצן, ימי עב., תחזוקה ובלאי		
במתקן זה לא נכללה עלות פינוי בוצה		

¹⁶ פיילוט טיפול בפלט בריכות דגים (מכרז 102/2005), סיכום תקופת הפעלה ראשונה (נובמבר 2006 – ינואר 2008) משרד החקלאות ופיתוח הכפר והמשרד להגנת הסביבה / שותפים לעבודה: חברת אקו-סטרים וקיבוץ מעגן מיכאל

• פירוט ההשקעה:

אמדן ההשקעה הנדרש למתקן טיפול בספיקה של 500 מק"ש:

מחיר (₪)	כמות	מרכיב
60,000	משתנה	תשתית (קרקע וחשמל)
150,000	24,000 מ"ק (יומיים שהייה)	בריכת שיקוע
60,000	לא בהכרח נחוץ	משאבה 500 מק"ש + התקנה
100,000	משתנה	צנרת ומגופים
700,000	300 מ"ר (בטון)	ריאקטור שיקוע
80,000		מסנן תוף
20,000	500 מ"ק עפר + צנרת	בריכת בוצה
289,500	25%	בצ"מ
215,500	15%	תכנון ופקוח
1,675,000		סה"כ השקעה

המרכיב היקר ביותר במערך זה הוא ריאקטור שיקוע (700,000 ₪), 42% מכלל עלות המערכת.

לאור מגבלות השיטה, יש לערוך בחינה השוואתית מול מערכות אחרות ולבחון בפרמטרים שונים, האם שיטה זו עדיפה, או נחותה מול שיטות אחרות!

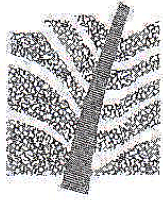
3.3.2 תכנון באגן נחל חרוד

התכנון ההנדסי הכמותי, הכולל הערכת עלויות, נערך באגן נחל חרוד בשני אופנים שונים ונביא את מאפייני הטכנולוגיות וניתוח העלויות להלן.

3.3.2.1 תכנון באגן נחל חרוד, ע"י פלגי מים¹⁷

אומדן השקעה למתקן טיפול נערך במסגרת תכנית כוללת לטיפול מרוכז בהרקת מי המדגים באזור. גודל מתקן הטיפול, יכול לשרת מערכת של מדגה בודד, או לחילופין גם מערך אזורי ובתנאי שיוסדרו מתקני העזר, כגון צנרת הולכה ובריכת ויסות.

¹⁷ אגן נחל חרוד, טיפול מרוכז בהרקת מי מידגים, ע"י "פלגי מים" / רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי



פלני מים

3.3 טיפול בבוצה במתקן הטיפול

הבוצה הנאספת כמשקע באגן השיקוע תטופל ותסולק לאחר הקטנת מליחותה, ייבושה ופיזור (לאחר קבלת אישורים) כחומר דשן בשדות החקלאיים הסמוכים.

3.3.1 אומדן השקעה למתקן טיפול:

תחשיב לאגן שיקוע (מודול ל - 1,000 מק"ש)	מחיר (ש"ח)	סה"כ (ש"ח)
שטח יריעות מ"ר 3000	30	900,000
משטח בטון מ"ר 500	100	50,000
מגלשים יח' 20	2,000	40,000
עבודות בטון כניסה מ"ק 30	1,500	45,000
קיר בטון ותעלה מ"ק 40	1,500	60,000
עבודות צנרת קומפי' 1	20,000	20,000
עבודות ריתוך HDPE קומפי' 1	10,000	10,000
מערכת סינון מיקרוני והפתחה לספיקה 1000 מק"ש קומפי' 1	800,000	800,000
סה"כ		1,920,000

בעבודה זו פריסת יריעות בבריכה המשתרעת על פני 3 דונם, תעלה כ - 900 אלף ש"ח, 47% מהעלות כולה.

מערכת סינון מיקרוני והפתחה לספיקה של 1,000 מק"ש תעלה 800 אלף ש"ח, 42% מהמערכת כולה.

	מאפייני תכנון אגן חרוד - תכנון פלגי מים
1,000	ספיקה (מק"ש) למודול. לאחר הקטנת ספיקה
שעתיים	זמן שהיית מים במערכת
לא מוגבל	גודל בריכות הפיטום (דונם)
לא מוגבל	כושר ייצור
3000 מ"ר	גודל בריכת השיקוע

3.3.2.2 תכנון באגן נחל חרוד, אומדן מנהלת נחל חרוד¹⁸

המערכת המוצעת ע"י מנהלת אגן נחל חרוד, יש בה את התפיסה הכוללת של משק אקולוגי עם דגש מיחוד על מחזור ותיעול מים בים הבריכות. מרכיבים מרכזיים של ההשקעה בתכנית הם למעשה מערכת העברת מים בין הבריכות, כך שיתאפשר מחזור המים במשך 9 חודשים.

להלן פירוט:

רשות ניקוז ונחלים ירדן דרומי
 קיבוץ בית השוטה 10801
 טל': 04-6532854, פקס: 04-6532896
 E-mail: yardend@yardend.org.il
 www.yardend.org.il



פרק ב' - תכנון, ביצוע, מימון ול"ז

1. מאפיינים טכניים

מס'	המאפיין	מדגה בית אלפא	מדגה עין חרוד א.
1	שטח מים (דונם)	718	495
2	נפח מים (מלמ"ק)	2,190	1,800
3	מס' מאגרים	5	4
4	מס' בריכות	27	19
5	פתחי הרקה לנחל	10	4

2. כתב-כמויות ואומדן המתכנן

סעיף	תיאור	אומדן ש (לפני מע"מ)	בית אלפא	עין חרוד א
1	בריכות שיקוע ומיחזור ¹	350,000	260,000	200,000
2	מערכת שאיבה (כולל חשמל)	260,000	700,000	140,000
3	מערכת צנרת למיחזור	900,000	180,000	1,300,000
4	הוצאות הנדסיות 12%	180,000	1,690,000	

3. לוח זמנים

סעיף	תיאור	התחלה	סיום
1	תכנון כללי	07/09	11/09
2	דגימות מי הרקה חורפיים	10/09	12/09
3	תכנון מפורט לביצוע	12/09	04/10
4	ביצוע ²	05/10	08/10

¹ גפחי בריכות השיקוע יקבעו על בסיס סיכום פיילוט מעגן מיכאל
² מועד מוכתב על ידי רכזי מידגים

אומדן המחירים התבצע בשנת 2004 ועל כן בהתאם למדדים, צפוי שהתוספת למחירים בטבלה לעיל תהיה 20%. אי לכך העלות במשק המודל הראשון המוצע בבית אלפא תסתכם ב - 2.028 מליון ₪ ובעין חרוד איחוד ב - 1.56 מליון ₪. מרכיב מערכת הצנרת למיחזור עומדת על 53% מכלל הפרויקט. עלות מערכת בריכות השיקוע והמיחזור הן נמוכות יחסית למערכות האחרות, ללא ציפוי יריעות וללא מערכי סינון יקרים.

4 ריכוז ואומדן עלויות מסכם לטיפול במי הפלט

יוצג אומדן עלויות מסכם למשק מדגה, על בסיס הנתונים שהוצגו ומזה יגזר אומדן עלויות מסכם.

4.1 נתוני מודל למשק מדגה

בהצעות העולות מאומדני העלות של מערכות הטיפול במי הפלט עולים דגשים שונים וגם קיים שוני בספיקות. להלן טבלה כללית הנותנת דגשים עיקריים:

תכנון מנהלת הנחל	תכנון פלגי מים (עבור מנהלת נחל חרוד)	פיילוט מעגן מיכאל – שלב א'	פרמטרים השוואתיים באומדני הפיילוט והתכנון
שיקוע	שיקוע	ברכת ריאה בשילוב מצע ביוביד	שיטה
1,000	1,000	500	ספיקה (מק"ש) למודול
שעתיים	שעתיים	24 שעות +	זמן שהיית מים במערכת
מערכת למחזור ותיעול המים	סינון מיקרוני והפחתת ספיקות	ביוריאקטור	דגשים מיוחדים בהשקעה
2.0	1.92	1.76	השקעה במחירים נוכחיים (מיליוני ₪)

לאור מגבלות השיטה, בפילוט במעגן מיכאל, מוצע להתקדם על פי העקרונות התכנון של מתקן טיפול, כפי שהתווה בתכנון שנערך ע"י פלגי מים.

נתוני ההשקעה של המודלים השונים שהוצגו לעיל, ישמשו אותנו להפיק אומדן עלויות ראשוני למשק מודל:

סעיפים	מקור הנתון	תיאור – אומדן עלויות ראשוני	אומדן עלות
1	פלגי מים	אומדן השקעות במתקן טיפול (לפני הפחתת ספיקות וסינון), כולל תוספת 25% תכנון ופיקוח ובצ"מ	₪1,400,000
2	אומדן ראשוני	מע' סינון	₪400,000
3	מנהלת הנחל	מע' שאיבה וחשמל	₪312,000
4	מנהלת הנחל	מע' מיחזור מים וצנרת	₪1,080,000
5	מנהלת הנחל	הוצ' הנדסיות ובצ"מ לסע' 3 + 4, 25%	₪278,400
		סה"כ למדגה	₪3,470,400

תחשיב עלות לטון מיוצר :

התחשיב כולל את הפרמטרים הבאים, כאשר כל אחד מהם מייצג שני קצוות על סקלה של אפשרויות חישוב :

- **תקופת החזר הון :** שתי חלופות – ל - 15 שנה, או 10 שנה ממוצעים לציוד ולבנייה במתקן.
- **ריבית :** אפס אחוז ריבית ללא עלויות מימון מול וכנגד 7% כהשקעה יזמית.
- **גודל מדגה :** בשני גדלים, 500 ו - 1,000 טון מדגה לשנה
- **כמות מי פלט :** נוגע להוצאות התפעול השוטף של ניקוי מי הפלט, חלופות של 500 ו - 1,000 מליון מ"ק לשנה.

החזר הון ל - 10 שנים		החזר הון ל - 15 שנים		תחשיב עלות לטון מיוצר במדגה
7% ריבית שנתית	0% ריבית	7% ריבית שנתית	0% ריבית	
₪ 494,107	₪ 347,040	₪ 381,031	₪ 231,360	החזר הון שנתי
				פינוי 500 אלף מ"ק מים, יבול 500 טון
₪ 50,000	₪ 50,000	₪ 50,000	₪ 50,000	*עלות תפעול שוטפת
₪ 544,107	₪ 397,040	₪ 431,031	₪ 281,360	עלות שנתית, כולל החזר הון
₪ 988	₪ 694	₪ 762	₪ 463	עלות הון ההשקעה לטון (לפי 500 טון למדגה)
₪ 988	₪ 694	₪ 812	₪ 513	עלות כוללת לשנה לטון
				פינוי 1,000 אלף מ"ק מים, יבול 1,000 טון
₪ 100,000	₪ 100,000	₪ 100,000	₪ 100,000	*עלות תפעול שוטפת
₪ 594,107	₪ 447,040	₪ 481,031	₪ 331,360	עלות שנתית, כולל החזר הון
₪ 594	₪ 447	₪ 481	₪ 331	עלות הון ההשקעה לטון (לפי 1,000 טון למדגה)
₪ 694	₪ 547	₪ 581	₪ 431	עלות כוללת לשנה לטון
		₪ 0.10	₪ 0.10	• עלות תפעול שוטפת למ"ק במתקן

יוצא מתוך הטבלאות לעיל:

- עלות החזר ההשקעה הכוללת למשק מדגה המייצר כ – 500 טון לשנה הינה 760 – 1,000 ₪ לטון, כאשר הוצאות המימון (7% ריבית) מוטלות על החקלאי ו – 460 – 700 ₪ לטון, ללא הוצאות מימון שוטפות. הערך הנמוך יותר מושג בהחזר הון שנתי הנפרש על פני 15 שנה והיקר להחזר ב – 10 שנים.
- העלות הכוללת למשק מדגה המייצר כ – 1,000 טון לשנה הינה 480 – 600 ₪ לטון, כאשר הוצאות המימון (7% מימון) מוטלות על החקלאי ו – 330 – 450 ₪ לטון, ללא הוצאות מימון שוטפות.

כנגד תשלום של 10 – 15 ₪ לק"ג דג בשער המשק, עם מתח רווחים נמוך ביותר (6% על פי תחשיבי משרד החקלאות ופיתוח הכפר), עלויות השקעה המקבלות ביטוי של 0.5 – 1.0 ₪ לק"ג דג, יבטלו לחלוטין את הרווח בענף.

4.2 נתוני ענף

4.2.1 אומדן עלות הקמת התשתית החדשה (השקעות)

כפי שעולה מחומר הרקע, יש היום 45 משקי מדגה יבשתי, כאשר יהיה צורך בסקירה מפורטת, ברמה של כל אזור, על מנת לבחון סדרי עדיפות ואפשרות של חיבור של יותר ממשק מדגה אחד למערכת לניקוי מי הפלט. יש מקום להניח כי בחלק מהמקומות, ניתן יהיה לקבל חסכון חלקי בכך שתוקם מערכת משותפת לטיפול במי הפלט. חסכון חלקי, מאחר ומערכות השאיבה, מחזור ותיעול המים, הן נפרדות לכל מדגה.

נעריך כי יהיה צורך בהקמת 35 מערכות, כאשר האומדן הכולל עומד במצב הזה על 121.5 מליון ₪.

יש מקום להניח כי בחלק מהמקומות, ניתן יהיה לקבל חסכון חלקי בכך שתוקם מערכת משותפת לטיפול במי הפלט. חסכון חלקי, מאחר ומערכות השאיבה, מחזור ותיעול המים, הן נפרדות לכל מדגה.

את האומדן המדוייק ניתן יהיה לקבל רק לאחר תכנון מפורט. אנו נעריך את האומדן הכולל בסדרי גודל של 100 – 120 מליון ₪ השקעה.

4.2.2 אומדן עלות התפעול השוטף

המערכות שיוקמו יצריכו תפעול שוטף (העלות השוטפות בפילוט במעגן מיכאל נאמדת ב – 10 אג' למ"ק). להערכתנו המערך המוצע בנחל חרוד פשוט יותר באופיניו ובתפעול השוטף. מאחר ואין בידינו נתונים נוספים מטעמי זהירות נמשיך ונערוך את העלות השוטפת ב10 אג' לכל מ"ק.

אם נעשה שימוש בנתוני המדגה באגן נחל חרוד, כאמצעי על מנת להעריך את סך נפח מי בריכות הדגים והמאגרים, נקבל אומדן נפח כולל של כ- 90 מליון מ"ק. יש קושי להעריך בשלב זה מהו היקף מי הפלט הכולל שיווצרו בממשק הגידול שיכלול את השינויים המוצעים.

נציג להלן טבלת חלופות לכמויות הטיפול במי הפלט וכנגד חלופות חסכון במים.

מיליוני מ"ק מי פלט	עלות טיפול שוטפת, מיליוני ₪
90	9.0
75	7.5
60	6.0
45	4.5
30	3.0

להלן נתוני חסכון במים (על בסיס אומדן שימוש ב- 90 מליון מ"ק לשנה):

חסכון בשימוש במים	כמות חסכון במים, מיליוני מ"ק	חסכון כספי, מיליוני מ"ק ברכישת מים
5%	4.5	2.3
10%	9	4.5
15%	13.5	6.8
20%	18	9.0
25%	22.5	11.3
30%	27	13.5
35%	31.5	15.8
40%	36	18.0

* 0.5 ₪ עלות ממוצעת למ"ק, לצורך התחשיב.

מחיבור הטבלאות לעיל, ניתן לחשב את נקודות איזון בין העלות לטיפול במי הפלט, לחסכון במים הנובע ממחזור. השוני בין נקודות האיזון, הוא המצב ההתחלתי, של כמות מי הפלט.

חישוב נקודת איזון לדוגמה למצב התחלתי של מי פלט למלוא נפח המים במאגרי ובריכות הדגים (החלפת כל נפח המים בשנה נתונה):

מיליוני מ"ק מי פלט	עלות טיפול, מיליוני ₪	חסכון בשימוש במים	כמות חסכון במים, מיליוני מ"ק	חסכון כספי, מיליוני מ"ק ברכישת מים*
90	9.0		מצב התחלתי	
75	7.5	17%	15	7.5

במצב המתואר לעיל, ברמת מחיר ממוצע למדגה של 0.5 ₪ למ"ק, בחסכון של 17% מהמים, מושג איזון בין העלות השוטפת לחסכון במים. הקטנת כמויות מי הפלט והגברת החסכון בשימוש במים יגביר את החסכון הכספי. טבלה זו תשתנה בהתאמה למחיר המים המשוקלל למדגה.

חישוב נקודת איזון נוספת לדוגמה למצב התחלתי של מי פלט כשליש פחות מנפח המים במאגרי ובריכות הדגים (החלפת שני שלישי מנפח המים בשנה נתונה):

מיליוני מ"ק כספי, מיליוני מ"ק ברכישת מים*	כמות חסכון במים, מיליוני מ"ק	חסכון בשימוש במים	עלות טיפול, מיליוני ₪	מיליוני מ"ק מי פלט
מצב התחלתי			6.0	60
5	10	17%	5.0	50

גם בדוגמה זו, ברמת מחיר ממוצע למדגה של 0.5 ₪ למ"ק, בחסכון של 17% מהמים, מושג איזון בין העלות השוטפת לחסכון במים.

לסיכום:

יש לראות את הפחתת כמויות מי הפלט והחסכון במים הנגזר מכך במשקי במדגה, כיעד בר השגה ועם השגתו, ניתן יהיה להתייחס להשקעת ההון, ללא ההוצאה השוטפת, כגורם המרכזי בהפעלת הרפורמה. במצב הזה של השקעות שיידרשו, נדרשת התערבות ממשלתית, של הנהגת הרפורמה בענף, כדוגמת הרפורמה בענפי הרפת והלול, שעיקרה שינוי יסודי בטיפול במי הפלט.