

דוח לתכנית מחקר מספר 459-0265-08

פיתוח כלי ניהול לתפעול מיטבי של חוות דגי נוי מתועשות

Developing a simulation model for optimizing the design and management of re circulating
ornamental fish-farm

מוגש לקרן המדען הראשי במשרד החקלאות.

דוח מסכם שנה שלישית (אחרונה) - 2006-2008

אילן הלחמי - המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר החקלאי

יצחק סימון – ממ"ר מדגה, שה"מ, משרד החקלאות

ניר פרוימן – אגף הדיג, משרד החקלאות (החליף את עופר זקס ממשרד החקלאות, עופר עבר לבריסל)

אלון פלד – קיבוץ הזורע

Ilan Halachmi*, I.Simon+, Nir Fruiman++, Alon Peled[§]

* Agricultural Engineering Institution. Agricultural Research Organization A.R.O., The Volcani Center,
+ Agriculture ministry, extension service, Aquaculture department.

++ Agriculture ministry, Fish health lab, Kibbutz Nir David

[§] Hazorea Aquatics, Kibbutz Hazorea

הממצאים בדו"ח זה הינם תוצאות ניסויים.

הניסויים מהווים המלצות לחקלאים: לא



חתימת החוקר

*

תקציר:

המטרות שהושגו בפרויקט תלת שנתי 459-0265-06-08 זה: (1) מדידות בשטח של חקר עבודה (אנשים) מדידת התהליך הגידול הביולוגי (דגים), מדידות בתפעול ולוגיסטיקה של מדגה מתועש לגידול דגי נוי (2) פותח המודל ומומש בתוכנת סימולציה, (3) בוצע אימות המודל, על נתונים נוספים, שלא שימשו בבניית המודל (3) כרגע מתבצע יישום בשטח. יישום שנובע ישירות מהפרויקט הזה.

הפצת המידע לחקלאים. מבחינה מדעית, כתב העת (Aquaculture) המוביל בתחומו פרסם את תוצאות מחקר זה. מבחינת מערכת ההדרכה, מר יצחק סימון (שה"מ), אחראי על העברת המידע לחקלאים במחקר זה, עובד עם המחשב הנייד שלו, מריץ את המודל כאשר נדרש לאיתור כשלים בתפעול במתקנים קיימים. מר סימון הוא עורך כתב-העת דייג ומדגה ומארגן הכינוס השנתי של הדייגים לכן מידע ממחקר זה משובץ באופן תדיר במאמרי המערכת שלו, בקורסים ובכינוסים השונים הנערכים בענף. בנוסף לפתרון בעיות תפעול, יצחק סימון מצויד במודל במחשבו הנייד, בוחן גם בעזרת המודל מתקנים חדשים מתוכננים שמוגשים למנהלת ההשקעות. המודל עבר מבחני תקפות (validation), נערכו ניסוי סימולציה (הרצת תרחישים scenario). דוגמה לתשובות אמיתיות שהמודל נתן במערכת נתונה ובהתאם תוכנן המתקן או התבצע שינוי לתפעול: (א) אם נוסף הטלה אחת בשנה, העומס על הביופילטר ירד מ 8 טון ל 5 טון ביומסה. ואז אפשר להכניס למתקן עוד כ - 1 מליון דגיגים שיגדילו את היצור ב 60%. (ב) הקטנת אחוזי הפחת מ 80% ל 44% תאפשר הגדלת נפח מכירות פי 3. (ג) הפסקת גידול הדגים באורך 10" מאפשרת הכפלת כמות הדגים במתקן תוך שמירה על אותו עומס בביופילטר. (ד) ניתוח צווארי בקבוק – כמות מיכלים בכל גודל דג. חלק מתוצאות הסימולציה יישמו מיד במדגה חלקם נכנסו לתוכנית עבודה רב שנתית במשקים. הושגו מטרות המחקר שתוכננו לתקופת הדוח.

המשך המחקר הוא סיום כתיבת התיזה של הסטודנטית, הדס לוגסי, שהפרויקט הזה היה עבודת המסטר שלה, סטודנטית מצטיינת בפקולטה להנדסת תעשייה וניהול באוניברסיטת בן גוריון. כתיבת התיזה צפויה להסתיים בסמסטר הקרוב.

מבוא

רוב משקי גידול דגי נוי הם באזורי פריפריה ועיקר תוצרתם מיועדת ליצוא. מערכת סגורה אינטנסיבית מסוחררת RAS (Recirculating aquaculture system) לדגי נוי מהווה אופציה כלכלית באזורי פריפריה: בנגב (עוף חול, חוות טל מושב מסלול, איל קדמון - משואת יצחק, עינב - מושב שקף, סטרץ מושב שקף, אהרנוביץ מושב יכול משולב בחקלאות כפרית, מססנה, מושב תלמים ומתקנים נוספים), בערבה (רן אפשטיין - חצבה, רן שגב - עידן, גיא קפלן - עין חצבה, גדעון כנעני - עין יהב, טוביה - עין יהב, ומתקנים נוספים), העמק והצפון (קיבוץ הזורע, קיבוץ יזרעאל, ניר ממושב רם און, קיבוץ רשפים, קיבוץ דן, אורי זהרונני מושב כחל וכ"ו) והמרכז (מעגן מיכאל, קיבוץ מעברות, גן שמואל, משמר השרון, בית יצחק כ 3-4 מגדלים וכ"ו - הרישום נעשה בתחילת 2008 אולי מאז הצטרפו נוספים). הפריסה הרחבה מרמזת שהנושא מתאים למשק משפחתי במושב, נקודת משיכה לתיירות המרחב הכפרי. למנהל הפצת המידע לחקלאים בפרויקט זה, מר י.סימון מגיעות כשתי בקשות בשבוע להשקעות ב RAS בדגי נוי. הבעיה - ניהול רווחי של משק דגי - חשובה במרחב הכפרי. גם במערכות התומכות - מחקר והדרכה הנושא חשוב: נבחנת הכנסת מערך סימולציה ללימודי במכללה הימית במכמורת ולחלק מהמו"פים.

בהקשר העולמי, בעיית ה – "גידול דגי נוי בשבי" חשובה לשמירת הדגים שנותרו באמזונס ויתר בתי הגידול הטבעיים. גידול דגי נוי הוא תחביב נפוץ במדינות מפותחות, סה"כ הסחר בדגי נוי במים קרים וטרופיים מגיע לכדי כמיליארד דולר. מקובל לחלק את דגי המים המתוקים למים קרים (קוי וזהב) ומים חמים – טרופים (גופי ואחרים). הואיל ובאירופה החורף יחסית קר ואירופה היא הצרכן העיקרי, רוב הסחר הוא בדגי מים קרים, כ- 90% מהסחר. אבל גם שוק דגי הנוי הטרופיים התפתח בשני העשורים האחרונים והגיע לכדי כ- 200 מיליון דולר. דגים טרופים שנלכדים בטבע הם בעיקר מברזיל (האמזונס), אבל בשנים האחרונות מקובל לאסוף גם משוניות אחרות. בארץ, ענף דגי הנוי התפתח מאוד, אבל עדיין קטן יחסית לענפי הירקות והפירות, ערך הייצוא עלה מ- 40 מיליון דולר ב- 1985 לכ- 200 מיליון דולר כיום. שנת השיא בשיווק הייתה ב- 1996. התחרות היא מכיוון המזרח – יותר ממחצית האספקה לאירופה מגיעה ממדינות אסיה. סינגפור (הגדולה ביותר 25% נתח ייצוא בעיקר בשל אקלים טרופי נח, 70 חוות, בעיות איכות ומרחק מאירופה), צ'יה (הגידול חלקו חובבני, חלקו משפחתי וחברות קטנות בין 3 ל- 6 עובדים), יפן (גידול מסורתי כתחביב, בשיטות העוברות מאב לבנו, בעלי מגוון מוצרים, בשנים האחרונות – בעיות בריאות). יבאניות עיקריות – מדינות האיחוד האירופי (47%), ארה"ב (24%) ויפן (15%). באירופה מדינות היבוא העיקריות הן גרמניה, צרפת ואנגליה. בנוסף לערכים הכלכליים, גידול דגי נוי במשקים מחליף לכידה בשבי – (1) מקטין הכחדת זנים מהטבע, (2) דייג בעזרת חומרי נפץ גורם נזק גם לסביבה וגם לזנים אחרים. יצחק סימון עובד על פיתוח עסקי עולמי (1) קישר חווה דומה בטייוואן שעובדת על אותו סוג דג, דג הליצן. (2) נתקבלה פנייה לתכנון מערכת לרביית סוסון ים לנוי. (3) התעניינות באוהיו, קרן נגב, בהקשר לפוטנציאל יצוא של הידע, סיורים עתידים והגשת מחקר משותף. הסקירה מרמזת שהנושא חשוב למרחב הכפרי, למחקר ולהדרכה ולעולם.

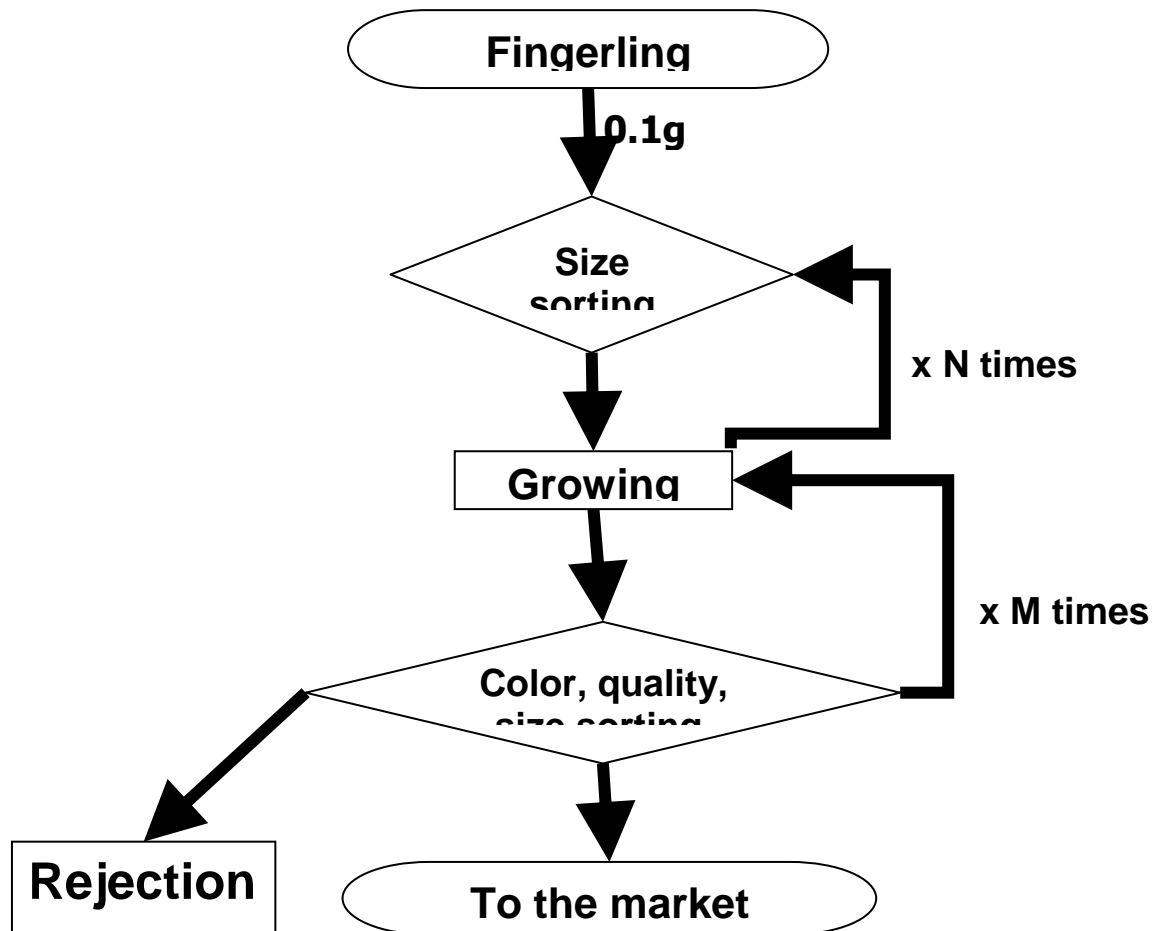
אולם, דגי נוי דורשים השגחה צמודה, שקילות ומיון בתדירות גבוהה וסביבה מימית מבוקרת היטב (חמצן, CO₂, TAN, מוצקים, טמפרטורה וכ"ו – קרי איכות מים על כל מרכיביה). מערכות לגידול תעשיית-אינטנסיבי של דגים, עם סחרור וטיפול במים (RAS) הם לרוב יקרות מגידול בבריכות עפר, כלובים בים או לכידה בטבע. ניהול – כשל תכנוני או תפעולי עלול לגרום להפסדים ניכרים. לכן **מטרת המחקר** הייתה שיפור הביצועים הכלכליים והתפוקות של מערכות RAS באמצעות פיתוח מודל סימולציה לניהול אופטימלי, תחת אילוצי איכות מוצר, תזמון השיווק לצרכי שוק עונתי ונצילות מרבית של המשאבים – מיכלי גידול, ביופילטרים וכוח אדם.

צקרי הניסויים

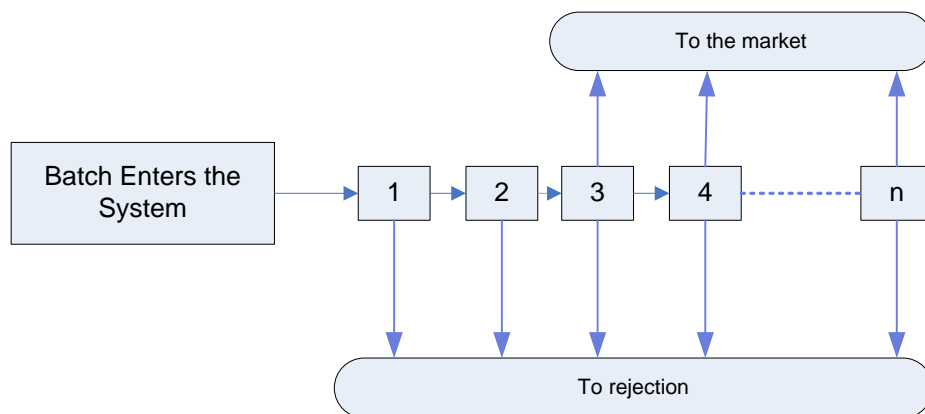
מהלך ושיטות עבודה – במחקר בוצע (א) לימוד תהליך הגידול בכל משק עבורו מפותח המודל, תפעול המערך במשק ודרישות השוק. (ב) פיתוח מודל פסיקלי-ביולוגי-תפעולי, עם דגשים תפעוליים הקשורים לעומס על הפילטר במועדי עומס לפי תחזית שיווק עונתי, (ג) אימות המודל בהשוואה לנתונים מדודים, (ג) הרצת תרחישים שונים במודל במטרה לתמוך בתהליך קבלת ההחלטות

מערכת הגידול

המערכת מורכבת מכ- 20 – 50 מיכלי גידול שמיועדים לקליטת כ 4-2 מיליון דגיגים (Fingerings) בשנה. הדגיגים נכנסים למערכת במשקל של כ – 0.1 גרם ועוברים מספר מיונים (לפי, צבע, גודל, צורה, עיוותים וכ"ו) עד הגיעם לגודל שיווק או לחילופין לפסילה (Rejection). באיור 1 מוצג תהליך הגידול כאשר מספר המיונים (M,N בציוור) יכול להגיע לכ – 15 מיונים לאצוות דגים אחת ואחוזי הפסילה למעל 85%.



איור 1. תהליך הגידול והמיון במדגה מתועש לדגי נוי



איור 2. תהליך תפעול מדגה מתועש לדגי נוי

מודל הסימולציה

נבנה מודל סימולציה ב-ARENA, המשלב תכנות ב-VB וקריאה וכתיבה לקבצי Excel. המודל מתאר את תהליך גידול הדגים במדגה מתועש וייחודיותו היא בהיותו כללי ומודולארי המאפשר התאמה לכל מדגה מתועש. בשלב ראשון ולצורך בחינתו הותאם המודל למדגה מתועש בקיבוץ הזורע המגדל דגי Koi. המודל מדמה את תהליך הגידול משלב הגעת הדגים למערכת ועד לשיווקם, וכולל מיון גודל ואיכות לדגים לכל אורך התהליך, תמותת דגים, עומס על משאבי המערכת וקיבולת הייצור ועוד. המודל עושה שימוש בנתוני אמת שנאספו במדגה הזורע כדי לבחון את תוצאותיו ביחס למציאות.

Operational and management decision making:

- Fish size range for each stage
- Stocking density at each stage/tank
- Marketing size
- Number of fingerlings in a raising cycle
- Number of tanks for each stage

נתונים:

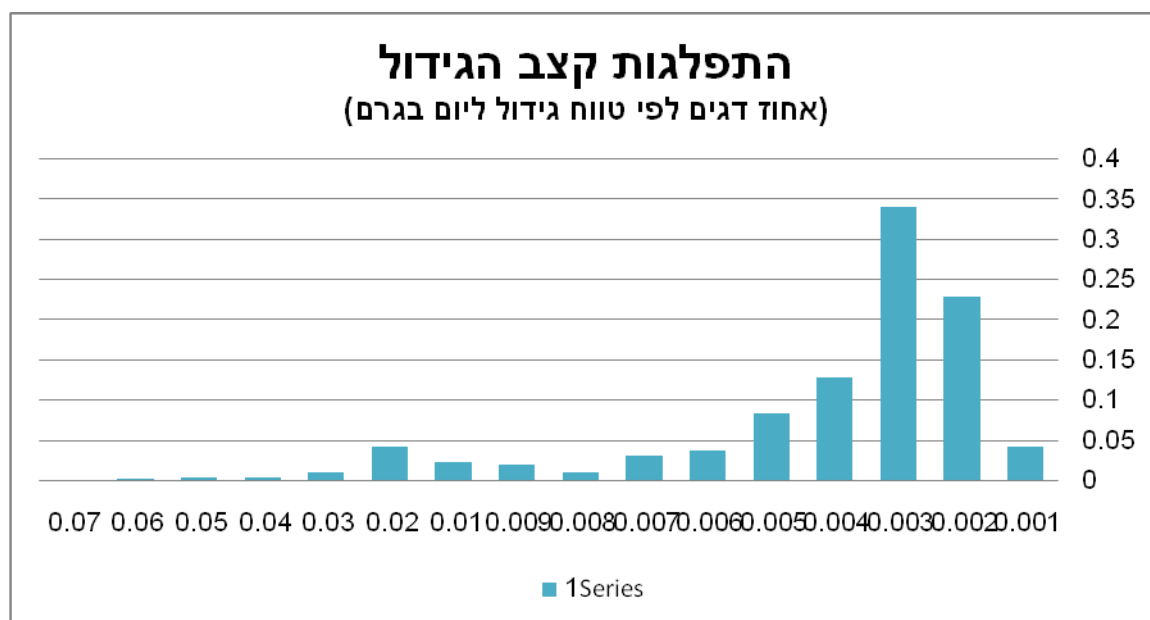
- עד משקל 6.5 מתבצע מיון גודל בלבד (למיון הגודל אין כלכך השפעה לפי צורת המידול הנוכחית, אם היתה נתונה התפלגות קצב גידול הדגים בכל אחד מהשלבים היתה יותר השפעה. לא בטוח עד כמה זה קריטי וגם אני לא רואה דרך למצוא את ההתפלגות)
- בגודל 6.5 לפני המעבר למערכת 4 מבצעים מיון איכות ראשוני
- במהלך מערכת 4 (בין 6.5 ל-25 מתבצע מיון איכות שניוני, בו מחליטים מי להמשך גידול ומי למכירה ומסווגים לרמות איכות A,B,G)
- החל מגודל 50 גרם מיון איכות שניוני ומיון גודל מתבצעים ביחד.

הנחות:

- המידול הנוכחי מבוסס על 3 קצבי גדילה שנקבעים בהתחלה ונכונים עד הסוף.
- מכך שהסבב הוא שבועיים ניתן להעריך כי כל אחת מישויות הבדיקה בודקת בכל פעם 2 שלבים (תחת הנחה שישויות הבדיקה עוסקות 4 ימים בשבוע במיונים ויש 17 שלבי גידול).

נקודות פתוחות:

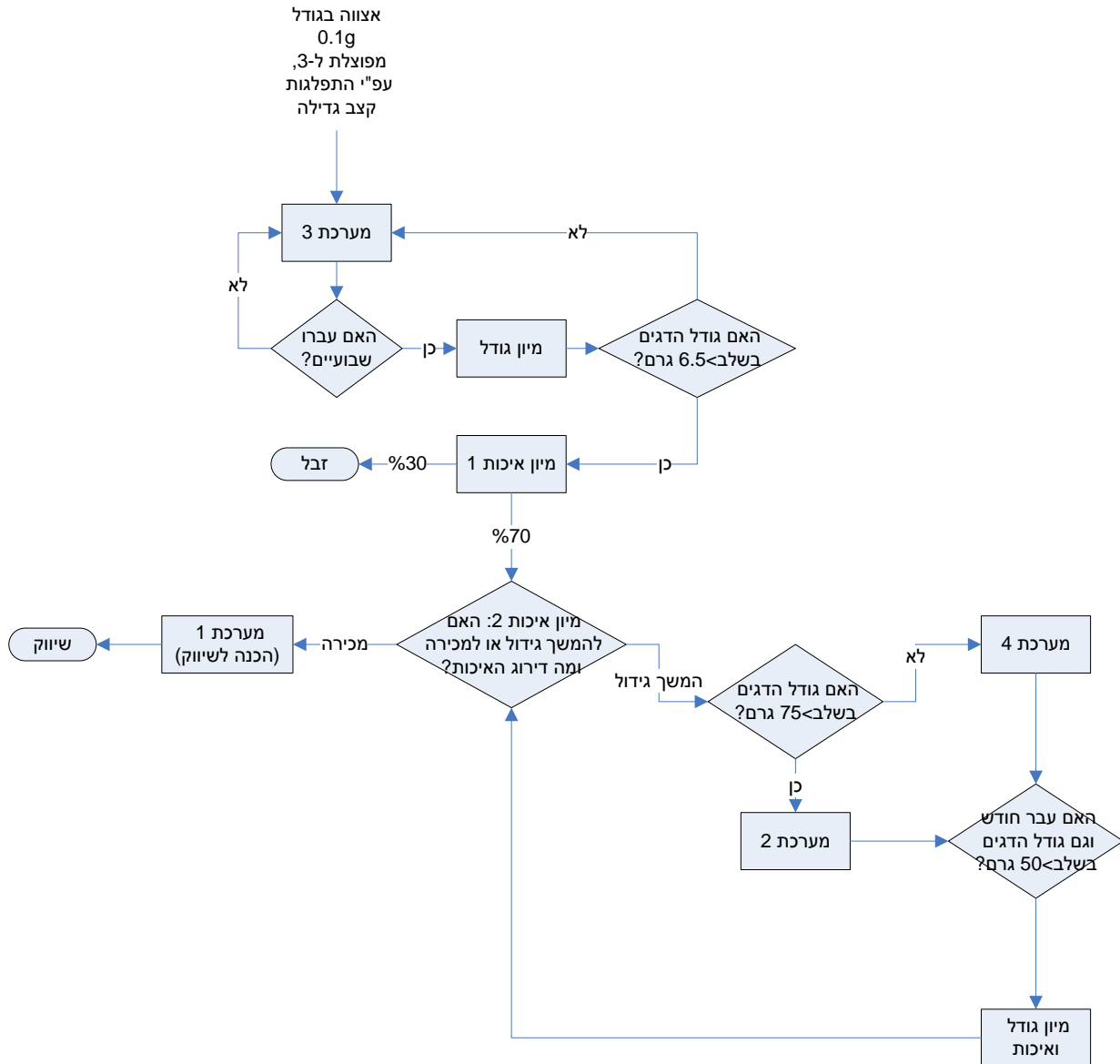
- התפלגות קצב גדילת הדגים באצווה. להלן גרף המתאר את התפלגות קצב הגידול היומי (שיעור הדגים בכל טווח קצב גדילה יומי). גרף זה יש להתאים בכל מדגה.



מכאן, יש להחליט על 3 קצבי גידול, תחת ההנחה שדגים שגדלו מהר בהתחלה ימשיכו במגמה זו גם בהמשך.

- תיקוף המערכת – יש למדוד בכל מדגה
- אחוזי תמותה – יש למדוד בכל מדגה

אופן המידול: תרשים זרימה כללי לתהליך:



איור 3. מימוש תהליך הגידול והתפעול במודל סימולציה

הסבר אופן המידול:

הסבר הנחה 1: ישות מגיעה לסימולציה כל זמן מסוים: כל ישות היא אצווה של דגים

הישות מתפצלת עם הגעתה למערכת ל- 3:

1. קצב גידול איטי
2. קצב גידול רגיל
3. קצב גידול מהיר

לאחר הפיצול ל 3 ישויות, לא יהיו פיצולים נוספים עד המכירה

תכונות הישויות:

לכל אחת מהישויות התכונות הבאות:

- זמן הגעה
- קצב גידול: בין 1 ל- 3

- שלב : בין 1 ל- 17
- איכות: בין 1 ל- 3
- מערכת: בין 1 ל- 4
- משקל או מספר דגים באצווה

מיונים:

במערכת ניצור 3 ישויות עזר למיון הדגים:

ישות מיון גודל:

בכל בדיקה הישות בודקת 2 שלבי גידול בהתאם להנחה 2.

1. $stage=1$

2. צור ישות בזמן $t1$ (הבדיקה הראשונה)

3. בדוק כל אחת מהאצוות בשלבים: $stage, stage+1$. (אם $stage=15$ בדוק גם $stage+2$) לכל אחת מהאצוות בדוק

בהתאם לגיל האצווה וקצב הגידול האם האצווה נשארת שלב או עוברת לשלב הבא. אם האצווה עוברת לשלב

הבא עדכן באצווה את התכונות: שלב, מערכת

4. $stage=stage+2$

5. אם $stage=17$ אז $stage=1$

6. המתן זמן מסוים (delay)

7. חזור ל 3

מימוש אופן ההעברה ב – 3:

שני בלוקים רצופים של HOLD הראשון: לפי תנאי, יעברו את ה"מחסום" רק ישויות שמתאימות מבחינת הגיל וקצב

הגידול לעבור לשלב הבא. השני: wait for signal, ה"אות" תגיע עם הגעת ישות המיון לשלב.

ישות מיון ראשוני:

ישות שפועלת בצורה זהה לישות מיון גודל. הפעולה ב 3 שונה: הפחתת כמות הדגים בכל אצווה (התכונה) בהתאם לאחוז

הפגומים הצפוי.

ישות מיון שניוני:

1. $stage=5$

2. צור ישות בזמן $t1$ (הבדיקה הראשונה)

3. בדוק כל אחת מהאצוות בשלבים: $stage, stage+1$ לכל אחת מהאצוות פצל את הישות ל-4. 3 ישויות עוברות

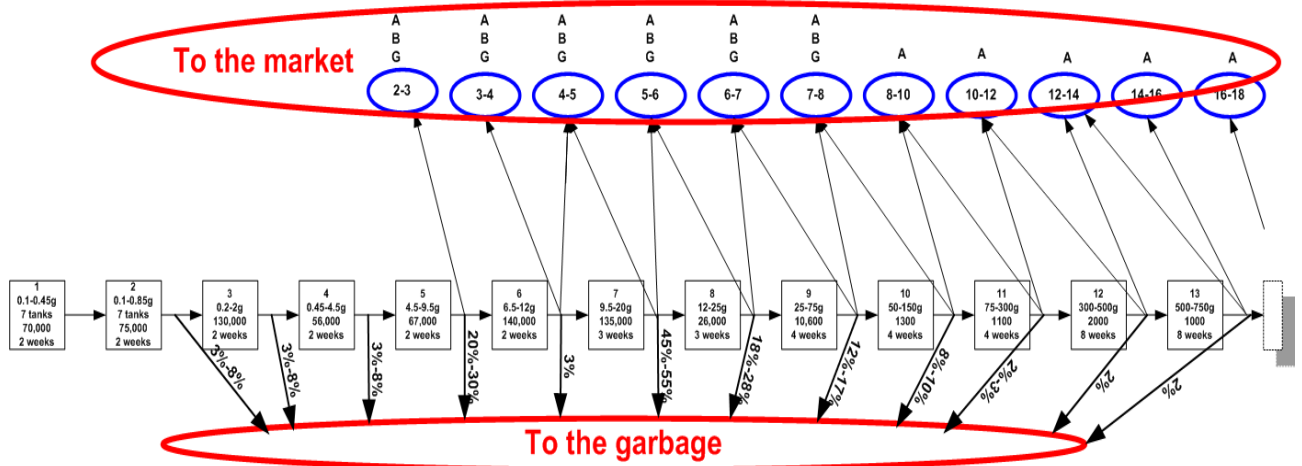
למערכת המכירה (הכנה לשיווק, מערכת מס' 1) ולכל אחת תכונת איכות שונה בין 1 ל-3 (A,B,G), הישות

הרביעית נשארת וממשיכה בתהליך. לכל ישות יש תכונה: מספר דגים באצווה. סכום התכונה "מספר הדגים

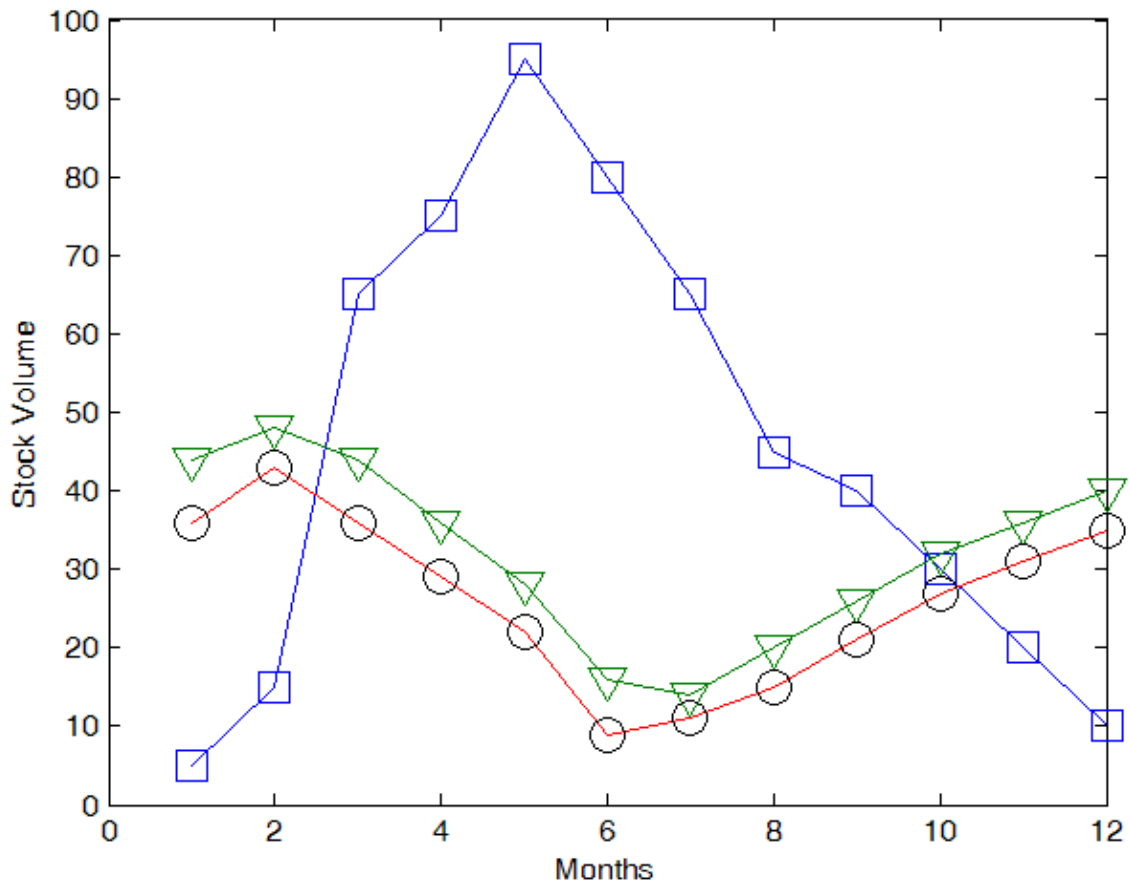
באצווה" של 4 הישויות החדשות שווה לישות המקורית.

4. $stage=stage+2$, אם $stage=17$ אז $stage=1$

5. המתן זמן מסוים (delay)



איור 4. התמינות הדגים למוצרים. לדוגמא 2-3A אינץ זה מוצר אחד ו-2-3B זה מוצר אחר. כל שבועיים הדגים גדלים ומתאימים להיות מוצר גדול יותר הפודה מחיר גבוה יותר. הסיווג A,B,G הוא לפי איכות – צבע וצורה.



איור 5. אופיין השיווק כנגד המלאי במערכת. כאשר השיווק עולה (חודשים 3-7, גרף ריבועים) המלאי יורד. מלאי 2006 – משולשים ומלאי 2005 – עיגולים התנהגו באותה מגמה.

מטרות המודל

□ יכולת חיזוי כמות מוצרים עתידית לשיווק

□ שיפור התפוקה

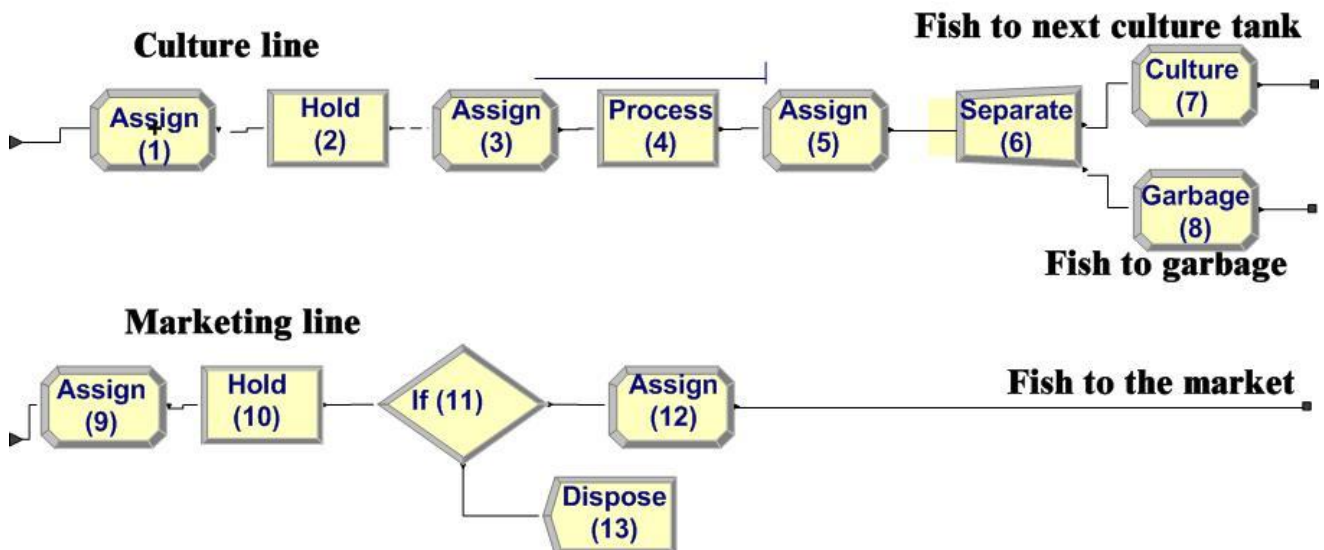
- ניהול המלאי
- הרצת תרחישים ושינוי פרמטרים במערכת
- התראה מוקדמת על סכנת חריגה מהמגבלות
- לימוד והכרת המערכת

קלט המודל

- קצב ההטלות
- כמות הדגיגים והתפלגות הגדלים בכל הטלה
- הצפיפות של כל גודל דג במיכל
- העומס המכסימאלי על הפילטר
- נקודות המעבר בין המערכות השונות
- קצבי הגידול
- אחוזי הפסולת בכל גודל
- מועדי המיונים
- אפיון הביקוש

פלט המודל

- כמות הדגים בכל מערכת בכל רגע נתון
- הביומסה הכוללת שהפילטר מרגיש בכל מערכת
- כמות מזון שכל פילטר "מרגיש"
- ביומסה של כל גודל דג בכל רגע נתון
- כמות אריזות שנשלחה לשוק בכל מוצר וגודל בתקופת ההרצה



איור 4. רכיבי המודל בתוכנת הסימולציה של מיכל גידול אחד. הדג נכנס למיכל דרך מודול (1) ומקבל תכונות גודל, משקל וגיל, משם עובר לבלוקים של החזקה בתהליך הגידול (2-5), התמיינות לגידול או לפסילה (6) מנתב את הדגים להמשך גידול – 7 או לחילופין לפסילה (8). קוו השיווק (9-12) מדמה דרישה שיווקית למספר אריזות מסוים, תלוי בתאריך, דגים שילוקטו במיכל הגידול (4). באיור 4 מוצג רק מיכל אחד, עיקרון המידול דומה לכל יתר המיכלים והמעבר בין המיכלים מתוזמן על ידי סט חוקים קבוע מראש.

תוצאות ומסקנות עיקריות לשלב זה

בשנה א' – נלמד תהליך הגידול, אופיין המודל וזיהינו נתונים חסרים שצריך למדוד אותם בשטח,

בשנה ב' - אומת המודל בהשוואה לנתונים מדודים בשטח.

בשנה ג' – הורצו תרחישים, התקבלו החלטות על סמך מודל הסימולציה. ומר סימון (שה"מ) מרחיב את השימוש במשקים

נוספים, לפי פניות מהמשקים. כרגע (אוקטובר 2009) הוא מבצע מידול סימולציה של מדגה חדש ברם-און.

רשימת פרסומים מהמחקר. הפצת המידע לחקלאים, לחוקרים ולאקדמיה

בפרויקט זה בוצע (1) אפיון מודל לתכנון וניהול מדגה מתועש לדגי נוי, (2) לימוד תהליך הגידול לימוד מרכיבי התפעול ומדידות בשטח, (3) פותח המודל ומומש בתוכנת סימולציה, (3) בוצע אימות המודל, (3) כרגע אנו בשלב היישום בשטח. הפרויקט מתוקצב משנת – 2006. גיבוש הרעיון, ועקרונות המודל הוצגו ב- 2006 בכנסים. כתב העת (Aquaculture) מהמובילים בתחומו קיבל את המודל לפרסום ב- 2007. בנוסף, מר יצחק סימון, האחראי על העברת המידע לחקלאים בצוות מחקר זה, הוא עורך כתב-העת דייג ומדגה ומארגן הכינוס השנתי של הדייגים משבץ מידע ממחקר זה באופן תדיר במאמרי המערכת שלו, בקורסים ובכינוסים השונים הנערכים בענף. יצחק סימון מצויד במודל המתקוקן על גבי מחשבו הנייד, בוחן גם בעזרת המודל מתקנים חדשים מתוכננים ומאתר כשלים בתפעול במתקנים קיימים. ליצחק סימון כ – שתי פניות בשבוע (I.Simon, personal communication, July 1, 2008) להשקעה בדגי נוי במערכת סגורה חלקן נבחנים בעזרת המודל.

Peer reviewed journals

Halachmi I (2006) Systems engineering for ornamental fish production in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture* 259(1-4): 300-314

Halachmi I. (2007). Biomass management in re-circulating aquaculture systems using queuing networks. *Aquaculture* 262: 514-520

Lugasi H. 2007 Management & Operations of Recirculating Aquaculture System for Ornamental Fish. Thesis Proposal For M.Sc Degree. By: Hadas Lugasi, Ben-Gurion university of the Negev. Faculty of engineering sciences. Department of industrial engineering. Supervised by: Prof. Moshe Kaspi, Dr. Ilan Halachmi. To be completed at the beginning of 2009.

Seginer I, Halachmi I 2008 Optimal stocking in intensive aquaculture under sinusoidal temperature, price and marketing conditions *Aquacultural Engineering* 39 (2-3):103-112

Scientific conferences

Halachmi I;, Peled A; (2006). Optimal management of ornamental re-circulating aquaculture system. I. Proceedings of the Annual Meeting and an International Conference in Collaboration with the "Agritech 2006" Exhibition. Advances in agricultural technologies and their economic and ecological impacts, CD published by ISAE - The Israeli Society of Agricultural Engineers. Tel Aviv, Israel, May 8-10, 2006.

Halachmi I; Peled A (2006) A Simulation model of recirculating aquaculture system growing ornamental fish Proceedings of The Sixth International Conference on Recirculating Aquaculture, July 21 - 23, 2006 in Roanoke, Virginia USA. Edited by Terry T. Rakestraw,

Laura S. Douglas and George J. Flick. Published by Virginia Polytechnic Institute and State University. p 410-417

Halachmi I; Simon Y; Edan Y (2006) Simulation model for finding the optimal layout and management regime for growing hybrid striped bass in recirculating aquaculture system Proceedings of The Sixth International Conference on Recirculating Aquaculture, July 21 - 23, 2006 in Roanoke, Virginia USA. Edited by Terry T. Rakestraw, Laura S. Douglas and George J. Flick. Published by Virginia Polytechnic Institute and State University. p 479-483

Halachmi I; Peled A; (2006) Design the rearing process of ornamental fish in recirculating aquaculture system; Hazorea case study. Proceedings of the 12th annual conference of the Israeli association for aquaculture. March 7-8 2006 in Nir Ezion, Israel edit by I.Simon. Published by the Israeli extension service, Pages 15-16.

The Sixth international conference on Recirculating Aquaculture. Roanoke, Virginia USA. Lecture and paper titled: A simulation model of recirculating aquaculture system growing ornamental fish (page 410 in the conference proceedings). Poster and paper titled: Simulation model for finding the optimal layout and management regime for growing in a recirculation aquaculture system (page 479 in the conference proceedings)

Ben David M; Tabibian S; Caspi M; Halachmi I (2006); Developing a simulation model of recirculation aquaculture system rearing edible fish. Proceedings of the 14th industrial engineering and management conference IE&M 2006. March 20-21, 2006 in David Intercontinental Hotel, Tel Aviv. Edit by Prof. Shaul Ladany published by Ortra, Tel Aviv, Israel. Page 74

Invited lectures

The 12th annual conference of the Israeli association for aquaculture. Nir Ezion Hotel, Nir Ezion. March 7-8 Invited lecture and paper titled: Design the rearing process of ornamental fish in recirculating aquaculture system

14th industrial engineering and management conference IE&M 2006. March 20-21 in David Intercontinental Hotel, Tel Aviv. Lecture and paper titled: Developing a simulation model of recirculation aquaculture system.

Ohio Centre for Aquaculture Development, The Ohio State University (OSU) Extension and Ohio Sea Grant, OSU-South Centers, Piketon. Invited lecture titled: Design and management of re-circulating aquaculture systems using computer simulation

Fourth Workshop on Smart Sensors in Livestock Monitoring, 22-23 September 2006, Brescia, Italy.

Partial coverage of expenses. Poster and paper titled: Using fish responses to environmental conditions (page 38-39 in the conference proceedings)

Wageningen University, The Netherlands, 29 March, Prof. Jos Metz farewell symposium . Invited

Lecture: Precision livestock farming; simulation from cows to fish Full reimbursement of expenses.

How to manage an aquaculture farm?. Farmers' course held in Afula at 9 May organized by the

Israeli Extension Service (SHA'HAM). Invited Lecture: Behavioral based Simulation in Aquaculture

Arenasphere 2007. Simulation conference in Kfar Hamakabia conference centre, Ramat Gan,

20/6/07 Invited Lecture: Optimization and validation of simulation models

'Hands-on-training' - half day in the Fishery department course seminar. Agri Ministry Bet Dagan 8

January 2008. Invited Lecture: Aquaculture production management by using computer simulation

Teaching experience

Six BSc students in their final projects were guided in the field of re-circulating aquaculture. Two students finished cum laude

One MSc student (Hadas Lugasi)

תודות

לקרן המדען הראשי על מימון המחקר, לדר' מיקי קפלן על ההכוונה המקצועית בעת בדיקת הדוח בשנה שעברה. למנחה האקדמי – פרופ' משה כספי מאוניברסיטת בן גוריון על העזרה בהנחיית הסטודנטית העובדת על פרויקט זה. למשקים שביקרנו בהם - על שיתוף הפעולה והנתונים. לאגף הדייג, המעבדה בניר דוד והמערכות התומכות על העזרה בניהול, עצה ועידוד.

מטרות המחקר תוך התייחסות לתוכנית העבודה

הושגו המטרות של פיתוח מודל תקף - פותח מודל סימולציה ממוחשב, המודל מדמה גדילת דגי נוי במדגה מתועש תחת אילוצי מקום, מועד וכמות שיווק, טיפול במים, מחיר, כוח אדם, איכות סביבה, איכות המוצר שיטות תפעול. לדוגמה תיקוף המודל (validation) שנערך בהשוואה לנתונים מדודים בקיבוץ הזורע לא נדחה ברמת מובהקות של 95%. הנתונים נאספים בקיבוץ הזורע במשך 24 חודש מהמערכת החדשות שכבר תוכננו בעזרת המודל.

עקרי הניסויים והתוצאות שהושגו בתקופה אליה מתייחס הדוח

המודל עבר מבחני תקפות (validation), נערכו ניסוי סימולציה (הרצת תרחישים scenario). דוגמה לתשובות אמיתיות שהמודל נתן במערכת נתונה ובהתאם תוכנן המתקן או התבצע שינוי לתפעול: (א) אם נוסף הטלה אחת בשנה, העומס על הביופילטר ירד מ 8 טון ל 5 טון ביומסה. ואז אפשר להכניס למתקן עוד כ - 1 מליון דגיגים שיגדילו את היצור ב 60%. (ב) הקטנת אחוזי הפחת מ 80% ל 44% תאפשר הגדלת נפח מכירות פי 3. (ג) הפסקת גידול הדגים באורך 10" מאפשרת הכפלת כמות הדגים במתקן תוך שמירה על אותו עומס בביופילטר. (ד) ניתוח צווארי בקבוק - כמות מיכלים בכל גודל דג. חלק מתוצאות הסימולציה יושמו מיד במדגה חלקם נכנסו לתוכנית עבודה רב שנתית.

מסקנות מדעיות והשלכות לגבי יישום המחקר והמשכו:

הושגו מטרות המחקר שתוכננו לתקופת הדוח (פיתוח המודל, מבחני תקפות הכנת תשתית ליישום במשקים). תועלת ממחקר זה נבחנת בשני מישורים. במישור האישי - אותם משקים שינהלו את המדגה באופן יעיל יותר כתוצאה מסימולציה - ישרדו בעולם תחרותי. במישור הלאומי - מדובר בענף יצוא המכניס דולרים לקופת המדינה ועוזר לחקלאים להתפרנס באזורי פריפריה.

הבעיות שנותרו לפתרון ו/או השינויים שחלו במהלך העבודה (טכנולוגיים, שיווקיים ואחרים) -

במישור המדעי, נשאר לכתוב את התיזה ולפרסם את החלק של פיתוח המודל האנליטי בכתב עת בתחום תעשייה וניהול (עיתון בתחום המדגה כבר קיבל לפרסום את היישום). במישור העברת המידע לחקלאים, מומלץ שיותר אנשים משה"מ וממערכת ההדרכה ישתמשו במודל מידי יום, בנוסף למר סימון. וכמובן שהמודל יועתק על ידי חברות יועצים למיניהם (יעוץ כלכלי, תזונתי, תכנון ובנייה, ווטרינארי וכו'). (עברת המידע מהמחקר לכל החקלאים אינו נכלל במטרות המחקר של מינהל המחקר החקלאי, זה תפקידו של שה"מ או גופים אחרים במשרד החקלאות וכמובן יעשה על ידי כוחות השוק).

הפצת הידע שנוצר בתקופת הדו"ח -

ניתנה הרצאה מוזמנת בכינוס השנתי ה 13 של מדעי חקלאות המים בישראל, ירושלים, 20-22 פברואר 2007, מלון רנסנס - ירושלים.

ניתנה הרצאה מוזמנת קורס מנהלי מדגה 9 מאי 2007 משרד החקלאות - עפולה

ניתנה הראה - חצי יום סמינר - בקורס מנהלי מדגה במשרד החקלאות 2009

המודל התקבל לפרסום בעיתונות מבוקרת:

Halachmi I (2006) Systems engineering for ornamental fish production in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture* 259(1-4): 300-314

Halachmi I. (2007). Biomass management in re-circulating aquaculture systems using queuing networks. *Aquaculture* 262: 514-520

בגוף הדוח נמצאת רשימה מלאה של פרסומים הנובעים ממחקר זה

פרסום הדוח. אין מגבלת פרסום – אפשר לפרסם באינטרנט, בסיסי נתונים וספריות.

הגשת תוכנית המשך: הצוות שוקל להגיש תוכנית על הנושא של לימוד שיטות הדרכה יעילות להעברת המידע מהמחקר לחקלאים.