



## הצעה להשתלבות בתוכנית פיילוט להתקנת מערכת פוטו-וולטאית במדגה לוחמי

### הגטאות- מוגש לגיא רובנשטיין

דר' גדעון גל, המעבדה לחקר הכנרת, חיאל

#### רקע

אגף הדיג, משרד החקלאות, יקיים תוכנית פיילוט, עם חברה מסחרית, לצורך בחינת ההשלכות של כיסוי בריכות דגים במערכות פוטו-וולטאיות בהיקף נרחב מהתקן המאושר כיום. הפיילוט יתקיים במדגה של קיבוץ לוחמי הגטאות וייבחן על 12 בריכות בגדלים שבין 32-41 דונם המכילות דגי קרפיון ובורי. מטרת הפיילוט לבחון האם כיסוי של בריכות דגים עד 55% משטחן במערכת פוטו-וולטאיות משפיע על גידול ויבול הדגים בבריכות קרפיון ובורי. אחוזי הכיסוי של המערכות הפוטו-וולטאיות אשר יבדקו בפיילוט הינם 0%, 35%, 45%, 55%. על מנת לאמוד את ההשפעות האפשריות של אחוזי הכיסוי הנרחבים על הדגים והבריכות תיבדקנה שאלות כגון:

1. מה השפעת אחוז הכיסוי של המערכת על משטר הטמפ' והחמצן בבריכת הדגים.
2. מה השפעת אחוז הכיסוי של המערכת על הרכב האצות בבריכת הדגים.
3. מה השפעת המערכת על שרידות וקצב הגידול של הדגים.
4. מה ההשלכות של המערכת הנ"ל על ממשק התפעול של בריכת הדגים.

אגף הדיג פנה למעבדה לחקר הכנרת, חיאל בבקשה לבנות מודל אשר יסייע בהבנת התוצאות והדמיה של ההשלכות של טווח רחב של אחוזי כיסוי של בריכות המדגה ע"י מערכות הפוטו-וולטאיות. המודל יאפשר בחינה של ההשלכות של אחוזי כיסוי בטווח רחב ולזמן ארוך יותר מאלו שניתן לבדוק באופן מעשי במסגרת הפיילוט.

#### שיטות

נפתח מודל מתמטי דינמי אשר ידמה את ההשפעות של אחוזי כיסוי של בריכות המדגה בטווח רחב של אפשרויות. המודל ידמה את התהליכים הביוכימיים העיקריים בבריכות המדגה והשלכותיהם על דגי הבורי והקרפיון הגדלים בבריכות. המודל שנפתח יתבסס על הגישה שבה נקטו <sup>1</sup> Pierre-Alexandre Château et al. (2019) בפיתוח של מודל דומה.

שלבי הפרויקט המוצע (איור 1) יכללו איסוף נתונים, בניית המודל, כיול ואימות המודל ובחינת תרחישים. המודל, אשר ידמה את התהליכים המתרחשים במהלך העונות השונות יכלול מספר משתני מצב ביניהם אחוז הכיסוי, טמפרטורת המים, ריכוז החומר האורגני, ריכוז החנקן והזרחן, ריכוז החמצן המומס, ריכוז המזון במים, ריכוז הפיטופלנקטון (ו/או זואופלנקטון) בהתאם למקורות התזונה), וביומסה של הדגים. סדרה

<sup>1</sup> Château, P.-A., R. F. Wunderlich, T.-W. Wang, H.-T. Lai, C.-C. Chen, and F.-J. Chang. 2019. Mathematical modeling suggests high potential for the deployment of floating photovoltaic on fish ponds. *Sci Total Environ* **687**:654-666.

של משוואות דיפרנציאליות יתארו את התהליכים השונים המשפיעים על כל אחד ממשתני המצב. משוואות אלו יכללו מספר פרמטרים, בהתאם לצורך, שיכילו על בסיס הנתונים שיאספו מבריכות המדגה.



איור 1. שלבי בניית המודל לפיילוט בחינת השפעות להתקנת מערכת פוטו-וולטאית במדגה לוחמי הגטאות.

לצורך בניית המודל, הרצתו וכיולו יש צורך במגוון של נתונים שיש למדוד בבריכות המדגה ובסביבתם. נתונים אלו כוללים:

1. נתונים מטאורולוגיים (קרינה, מהירות רוח, טמפרטורת אויר, לחות יחסית)- בתדירות גבוהה. ככל שאלו ימדדו קרוב יותר לבריכות, כך התוצאות צפויות להיות טובות יותר. רצוי גם מדידה של משתנים אלו מתחת לכיסוי של המערכות הפוטו-וולטאיות. מדידה זאת יכולה להתבצע בתדירות נמוכה.
2. טמפרטורת המים, תדירות דיגום גבוה (רצוי מדידה רציפה)
3. ריכוז חמצן מומס, במים תדירות דיגום גבוה (רצוי מדידה רציפה)
4. ריכוז החנקן והזרחן במים, רצוי ריכוזי הפרקציות הזמינות לאצות. מדידות כל שבועיים.
5. ריכוז החומר האורגני (דטריטוס). מדידות כל שבועיים.
6. כלורפיל. מדידות כל שבועיים.
7. כמות המזון המסופק לבריכה כל יום, והרכב המזון.
8. BOD או ריכוז הפחמן החלקיקי. מדידות כל שבועיים.
9. שינויים בביומסה (גודל, משקל, מספר) של הדגים. תדירות נתונים ככל שניתן.

שלבי הפרויקט יכללו איסוף נתונים, בניית המודל, כיוול ואימות המודל ובחינת תרחישים. המודל יבנה ויבדק על בסיס נתונים שיאספו במשך 12-18 חודש. עם תום בניית המודל יתבצעו בדיקות תרחישים שבהם תיבדקנה ההשפעה של אחוזי כיסוי שונים של הבריכות על יבול הדגים. טווח אחוזי הכיסוי שייבדק ייקבע בתיאום עם נציגי משרד החקלאות. המשתנים שיבדקו בהרצת התרחישים כוללים את השינויים בביומסה של הדגים, איכות המים ומשתנים נוספים עפ"י הצורך.

אנו מציעים להיות אחראים על ארגון הנתונים הנמדדים ונאספים וביצוע בקרת האיכות של הנתונים. מטרת בקרת האיכות הינה להבטיח שהנתונים ישמשו כנתונים מאלצים ונתוני אימות למודל ולזהות תקלות באיסוף הנתונים מבעוד מועד. בקרת האיכות הינה קריטית בפרויקט קצר כדוגמת הפיילוט על מנת להבטיח שהנתונים יהיו זמינים ואיכותיים לצרכי המחקר.

### לוח זמנים

איסוף הנתונים הסביבתיים יתחיל עם תחילת הפיילוט. לצורך בניית המודל, כיוול וביצוע האימות נדרשים לכל הפחות איסוף נתונים ל-12 חודשים. שלושה חודשים לאחר תחילת איסוף הנתונים נתחיל בארגון למסד נתונים שיקל על שימושם בפרויקט וכן נתחיל בביקורת איכות הנתונים.

לאחר 6 חודשי איסוף נתונים נתחיל בבניית מודל קונספטואלי ותרגום מודל זה למודל מתימטי דינמי. בניית המודל תסתיים עד תום השנה הראשונה. תיזמון זה נועד לאפשר תחילת כיוול ובדיקת המודל לאחר תום שנה שלמה של איסוף נתונים סביבתיים. במהלך חודשים 13-18 יימשכו כיוול ואימות המודל ובחצי השנה האחרונה של המודל יתבצעו במקביל כיוון סופי של המודל והרצת תרחישים. פירוט לוח הזמנים ניתן בטבלת הגאנט.

משימה	תוצר	חודשים 1-6	חודשים 7-12	חודשים 13-18	חודשים 19-24
ארגון הנתונים, בקרת איכות	מסד נתונים				
בניית מודל קונספטואלי	מודל ראשוני				
בניית מודל מתמטי דינמי	מודל דינמי				
כיוול ואימות המודל	מודל מאומת				
בחינת תרחישי כיסוי	דוח תוצאות תרחישים				

### עלויות (לשנתיים)

כח אדם	שם	חלקיות משרה	עלות לשנתיים (₪)
תפקיד	דר' גדעון גל	5%	ללא עלות
ניהול הפרויקט, הנחיה מקצועית	נעם שחר	25%	98,750
ארגון הנתונים, בקרת איכות, בניית מודל, הרצת תרחישים			14,813
תקורה (15%)			113,563
סה"כ			