

דו"ח התקדמות חצי שנתי לשנת 2018

דווח חצי שנתי מתוך 2 שנות מחקר

פיתוח טכנולוגיות מסתגלות לצורך הקטנת נזקי עופות במדגה

Developing an adaptive system for monitoring and deterring piscivorous birds in fish ponds

שמות השותפים למחקר: ד"ר חנוך גלסנר¹, פרופ' גדי קציר², פרופ' אילן הלחמי³
¹מו"פ עמק המעינות, ² החוג לביולוגיה אבולוציונית וסביבתית באוניברסיטת חיפה, ³
המעבדה לחקלאות מדייקת של חיות משק, המכון להנדסה חקלאית, מינהל המחקר
החקלאי מרכז וולקני.

הרצאות

- נושא: פיתוח טכנולוגיות רובוטיות מסתגלות לצורך הקטנת נזקי עופות במדגה,
פורום: יום העשרה לבסיס הדרכה בחיל הים, חיל הים בסיס החותרים, 1 למאי 2018.
מרצה: ד"ר חנוך גלסנר.
- נושא: פיתוח טכנולוגיות רובוטיות מסתגלות לצורך הקטנת נזקי עופות במדגה,
פורום: יום עיון חקלאות המים בישראל, משרד החקלאות מחוז העמקים, 5 למאי 2018.
מרצה: ד"ר חנוך גלסנר.

תקציר

עופות אוכלי דגים כגון, שקנאים וקורמורנים גורמים לנזקים כלכליים גבוהים למדגה בישראל. כיום קיים קושי ניכר להרחיק עופות אלו משטחי המדגה באמצעים הקיימים. בתקופת המחקר הנוכחית נמצא שרחפן וסירה הנן טכנולוגיות בעלות יעילות בהרחקת עופות אוכלי דגים במדגה. נבחרו אתרי מחקר ונבנה פרוטוקול ניסויים התחלתי לבחינת יעילות המערכת. נמצא שלשימוש בסירה יש יתרונות מבחינת יעילות הגירוש ויכולת הפעלה אוטונומית. נערך אפיון הנדסי ופונקציונלי למערכת הנדסית שתדע לזהות ציפורים ולשלט בסירה. פותחה סירה אוטונומית היכולה להתממשק עם מערכת הזיהוי.

כיום ישנה התקדמות בהטמעה של סירות בהפעלה ידנית כתחליף רובה להרחקת עופות אוכלי דגים במדגה.

רקע

ישראל מייצרת כ - 16000 טון לשנה דגי בריכות טריים במים פנימיים, כ - 80% מהגידול מתרכז במועצות אזוריות עמק המעיינות וגלבע. שלושה מיני עופות הנחשבים לאוכלי הדגים העיקריים בישראל הם השקנאי המצוי (*Pelecanus onocrotalus*), הקורמורן הגדול (*Phalacrocorax carbo*) והקורמורן הגמדי (*Phalacrocorax pygmeus*). שקנאים ניזונים על דגים גדולים (300 גר' ומעלה), וכמעט כל אוכלוסיות הפלאוארקטית של השקנאי המצוי (כ - 40-50 אלף פרטים) חולפים בארץ בנדידת הסתיו ובאביב. בעונת הסתיו (ספטמבר - דצמבר) מתבצע פירוק המאגרים לפני אחסון הדגים לחורף, גורם המעלה באופן ניכר את פוטנציאל הנזק של השקנאים. הקורמורן הגדול הינו מין חורף (אוקטובר - מרץ), הניזון מדגים בגודל 80-150 גר', ואילו הקורמורן הגמדי הינו מין יציב הניזון מדגיגים במשקל 10-30 גרם. קורמורנים (*Phalacrocorax spp.*) הפכו בעשורים האחרונים לאחת הבעיות הקשות ביותר לחקלאות המדגה ברחבי העולם (Cowx, 2013; Craig et al., 2016) ואוכלוסיית הקורמורן הגדול באירופה כיום הינה הגבוהה ביותר ב 150 השנים האחרונות.

מימד נוסף של קונפליקט הינו שמירת טבע, ומחקרים רחבים בעולם ממוקדים בלימוד הבעיה ופתרונה (Cowx, 2013; Steffens, 2010). הניסיונות להתמודד עם בעיית עופות אוכלי דגים הינם רבים ומגוונים, האמצעים כוללים נוכחות אנושית, צייני לייזר, תותחי גז, צופרים, ירי, מתיחת כבלים ורשתות מעל הברכות, הפרעה לציפורים באתרי לינת לילה והרס מושבות קינון (Cowx, 2013; בן צבי, 2014). ברוב המקרים שנבדקו השיטות נמצאו כבעלות יעילות נמוכה לטווח ארוך. ברור כי יש לשלב בין מספר שיטות. ולהתחשב בגורמים שונים. במיוחד, השימוש בירי הפך לאמצעי לא מקובל עקב התעוררות בדעת הקהל ונאסר לשימוש.

רבים מניסיונות ההטרדה והגירוש של העופות מתבססים על ניסוי וטעיה, ומסתמכים על מידע מועט באשר לביולוגית העופות.

טכנולוגיות עכשוויות של הדמיה, ניתוח ועיבוד תמונה מאפשרות איסוף מידע רב, פרטני, בזמן אמת וברזולוציה מתאימה. מידע זה מאפשר קבלת החלטות מושכלות בזמן אמת (real-time) לשיפור יעילות היצור ולמניעת הפסדים. חדירת מערכות כאלו לממשק 'עופות טורפים-מדגה' הינה איטית, בשל אתגרים ייחודיים ובשל הקושי בסיווג מהיר של מספר עצום של בעלי כנף אשר ידרשו לתיג (labeling). הרעיון בבסיס הוא שימוש במערכות עיבוד תמונה ומערכות רובוטיות אשר תחלפנה לפחות חלקית את המפעיל האנושי (Price & Steen & Karstoft, 2014; Hall, 2012).

מטרות המחקר

- בניית מערכת לניטור והרחקת עופות במדגה לצורך הקטנת ניזקי עופות אוכלי דגים בבריכות עפר.
- פיתוח מערכת קבלת החלטות, מבוססת ראייה ממוחשבת של תזמון והנחייה מושכל של אמצעי הרחקה (סירה, רחפן).
השיטות להשגת מטרות המחקר:
- בניית בסיס נתונים אקולוגי/התנהגותי של שיחור מזון במיני מוקד (קורמורנים, שקנאים). בסיס הנתונים יכלול תגובת מיני המוקד לאמצעי ההרחקה במרחב ובזמן כולל דעיכת האפקט
- השוואה בין יעילות הרחקה אוטומטית/רובוטית לעומת ההרחקה ידנית (קיימת כיום) מבחינה כלכלית.
- השוואת כמותית לאורך זמן של יעילות אמצעי הרחקה ויזואליים ואקוסטיים.

שיטות עבודה

הגדרת אזורי המחקר ובניית פרוטוקול תצפית

על בסיס סיורים בשטחי המדגה הוגדרו אתרי מחקר שמתאימים מבחינת המאפיינים לבחון את אמצעי הגירוש ואמצעי הזיהוי שמפותחים במסגרת התוכנית. בריכות המוקד הוערכו הן מבחינת רמת פעילות של עופות המוקד והן מבחינת האפשרות להניח תשתית תקשורת לאיסוף העברת המידע הממוחשב שייאסף לאורך הפרויקט.

אפיון מוסכם למערכת הזיהוי והרובוטיקה:

נתוני הביצועים כפי שנאספו בשלב המוקדם שימשו לביצוע אפיון הנדסי למערכת המוצעת. האפיון הנדסי כולל התייחסות לרכיבי המערכת ולדרך פעולתם בנוסף בוצע אפיון פונקציונלי שמגדיר את המאפיינים אותם כל רכיב במערכת יידרש לבצע. המאפיינים הטכניים ודרישות המערכת שהוגדרו משמשים להגדרות ייצרן בפיתוח של מערכת גירוש אוטונומית.

בחינת היעילות רחפן וסירה כמודל לאמצעי גירוש טכנולוגי:

בחינת יעילות הרחפן להרחקת שקנאים בוצעה בשני משקי מודל: נוה איתן ותל יוסף. הפעלת הרחפן בוצעה בידי חברת Optronics רחפנים. פעילות הרחפן נבחנה למשך חודש במהלך חודש אוקטובר 2017. במהלך החודש החברה התחייבה להפעיל את הרחפן מדי יום 7 בבוקר עד 5 אחר הצהריים, ששה ימים בשבוע. בחודש זה נערך מעקב אחרי עבודת הרחפן בידי מנהלי המדגה ונאספו נתונים של מס יעפים ביום והרחקה של השקנאים משטח הבריכות ובאוויר משטח המדגה.

בחינת יעילות הסירה להרחקת שקנאים בוצעה ע"י הפעלה ידנית של סירה באופן אקראי לפי זיהוי של להקות שקנאים בבריכות המדגה. לצורכי גירוש נקנתה סירה מיוחדת מדגם אמילי EMILY (חברת hydronalix). הסירה הופעלה מדי יום מאוקטובר עד ינואר לאורך כל עונת גירוש השקנאים. הסירה הופעלה ע"י עובד מחבר שנתן דיווח רציף ליעילות הגירוש ונחות ואמינות התפעול של הסירה.

תוצאות ומסקנות לתקופת הדו"ח

תצפיות התנהגותיות

על מנת לבנות מערכת יעילה ככל הניתן יש לערוך ניסויים הבודקים את תגובת העופות למצבי "איום" שונים. לצורך זה תתבצע עבודת תצפיות כמותיות על מנת לאפיין דגמי התנהגות של מיני המוקד. מבנה התצפיות יתבסס על שיטות אתולוגיות מקובלות הכוללות בניית אתוגרמות (Ethograms) וניתוח כמותי של סרטים. איסוף הנתונים ההתנהגותיים בפרקי זמן קצובים קודם להפעלת אמצעי ההברחה, תוך כדי ולאחריה.

התצפיות תכלולנה מין העוף, מספר הפריטים מכל מין, פיזורם בבריכה, פעילותם (שחיה, או אכילה ועוד).

במקביל יתועדו מיקום הסירה בעת יציאתה ביחס לבריכה, מהירותה ומסלולה, כמו כן תגובת העופות- תעופת עבור שקנאים וצלילה עבור קורמורנים.

לאחר שכל הפרמטרים יהיו זמינים ניתן יהיה לנתם בעזרת שיטות חישוביות מתקדמות.

אפיון מוסכם למערכת הזיהוי והרובוטיקה

אפיון הנדסי

רכיבי המערכת: מצלמות, מחשב, רחפן/סירה, אמצעים אקוסטיים/ויזואלים.

אופן פעולה:

1. המערכת תצלם את פני המים ותזהה את השקנאים והקורמורנים.
2. המערכת תרחיק את העופות לפי פרמטר מוגדר, לדוגמא מ 10 פריטים ומעלה יש להרחיק.
3. לאחר קבלת ההחלטה שיש להרחיק, ישלח רחפן או סירה במסלול מוגדר.
4. ניתן להוסיף אמצעי הברחה נוספים על גבי הסירה או הרחפן, כמו צופר או דגל.

5. על המערכת יהיה לגרש עופות ביום ובלילה, כאשר אמצעי ההברחה בלילה יכול להיות שימוש בציין לייזר.
6. לאחר ההרחקה המערכת תחליט האם העופות ברחו, לפי פרמטר מוגדר, לדוגמה הרחקה של 90% מהפריטים.
7. המערכת תבצעה בדיקה לאחר הרחקת העופות, ותחליט אם היא הייתה מוצלח, או שיש צורך בהרחקה נוספת.
8. האלגוריתם יתעד את תגובת העופות לאחר ההרחקה- פיזור הפריטים הנותרים, וזמן בין הרחקה להרחקה- נותן מידע על כמות העופות שחזרו לבריכה. מידע זה יכול לשמש לקבלת החלטות על אופן ההרחקות הבאות.

אפיון פונקציונלי

המערכת המוצעת תיתן מענה לתופעה זו, תוך שימוש בראייה ממוחשבת, למידת תגובות השקנאים והקורמורנים, והרחקתם באמצעים שונים.

אופן הפעולה

המערכת תצלם את פני המים, תזהה את העופות, ותשלח באופן אוטומטי רחפן או סירה על מנת להבריח אותם. כל זאת יעשה באופן אוטומטי.

בחירת מצלמות

על מנת להבין איזו מצלמה נחוצה לטובת הפרויקט נעשה חישוב עבור כמות פיקסלים אשר ייצגו שקנאי או קורמורן ממרחקים שונים. כמו כן מפתח המצלמה נלקח בחשבון על מנת לוודא שהמצלמה תתפוס את כל או את רוב שטח הבריכה.

בחישוב נמצא שבעזרת המצלמה הנבחרת רוחב התמונה הוא 100 מטרים ממרחק של 60 מטרים, כמו כן שקנאי ברוחב של כ 40 סנטימטרים ייצוג במצלמה ברוחב של כ 15 פיקסלים ממרחק זה. גדלים אלה מתאימים לגודל הבריכות ולהמשך עבודה עם אלגוריתמים של עיבוד תמונה.

בחירת היעילות רחפן וסירה כמודל לאמצעי גירוש טכנולוגי

רחפן: פעילות הפעלת הרחפן נבחנה במספר היבטים, שביעות הרצון של המדגה מיעילות הרחקת השקנאים, תפעול רציף של המערכת לאורך זמן, ועלות כלכלית של השרות לתקופת זמן מוגדר (חודש). לאורך חודש הפעלה הייתה שביעות רצון של המדגה מיעילות ההרחקה של השקנאים מהשטח, הן משטח הבריכות והן הרחקה מהאוויר. נמצא שיעילות העבודה של הרחפן קטנה יותר בבריכות גדולות מאוד (מאגרים). לאחר מספר שבועות של הפעלה החלו בעיות תפעוליות ברמה הולכת וגדלה עד למצב שחייב הפסקת עבודה עם הרחפנים. העליה בעלויות התפעול הביאה גם לעליה בתמחור הכלכלי של המערכת לתקופת זמן נתונה (חודש).

סירה: הסירה הופעלה מדי יום לאורך 4 חודשי נדידת השקנאים מאוקטובר ועד ינואר. שיטת ההפעלה הייתה בביצוע אירועי הטרדה מזדמנים בהתאם לצורך נמצא שהשקנאים עזבו את הבריכה בכל אחד מעשרות הפעמים שבה הופעלה הסירה ושהרחקה ממוצעת לגירוש כל השקנאים מהבריכה היה בין 1 – 2 דקות בממוצע. עוד נמצא שהמערכת הייתה אמינה ב 100% ללא אף תקלה לאורך כל תקופת הבדיקה. ההרחקה עם הסירה הייתה יעילה לאורך כל העונה והצליחה להרחיק גם קבוצות שקנאים שלא הצליחו לגרשם מהבריכה בשיטות הקיימות כיום (כדורי נפץ, סירנות, שומרים וכו').

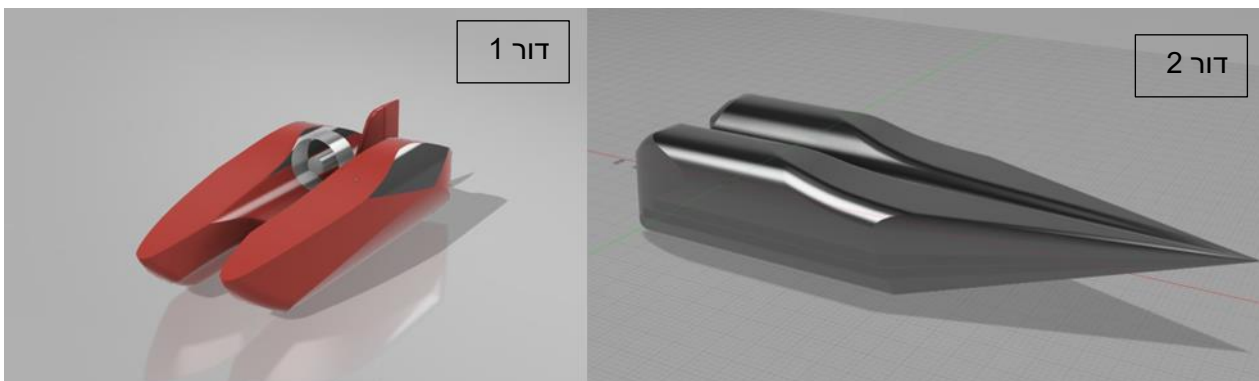
נמצא שלמערכת הסירה שהופעלה 3 חסרונות עיקריים: 1. מחיר, 2. זמן סוללה, 3. חוסר במערכת שליטה אוטונומית.

פיתוח מערכת סירה אוטונומית

בהתאם לדרישות הבאות פותחה בשיתוף עם חברת טרהסקאן סירה בעלת יכולות אוטונומית הניתנת להפעלה מרחוק ע"י מחשב. כיום נמצא בידינו הדגם ראשון של סירה אוטונומית וכעת נבנים דגמים חדשים לאור הלקחים שנצפו בבחינה של הדגם הראשון

דרישות המערכת: גוף פיברגלס בנוי בהתאמה אישית במימדים של כ – 100X40 ס"מ ~, זמן שהיה של כשעה, 2 סטים של סוללות. (ארבע סוללות סה"כ), מטען כפול להטענת 2 סוללות ב"ז, החלפת סוללות ידנית, יכולת שליטה ידנית בסירה באמצעות שלט, GPS קביעת מיקום עצמי של הסירה, יכולת שליטה אוטונומית בסירה באמצעות תחנת שליטה קרקעית (מחשב שליטה), יכולת שיוט לפי תוכנית מוגדרת מראש, יכולת שיוט לנקודת ציון. יכולת חזרה הביתה אוטונומית, מערכת הינע חזקה מקוררת מים.

דגמי סירות בפיתוח לפרויקט



סיורים

עד כה בוצעו לפחות 3 סיורים בבריכות הדגים .

20.12.17 הסיור הראשון התקיים בתאריך

בסיור זה נערכה הכרות של צוות המעבדה עם מו"פ עמק המעיינות, והוסבר גודל הבעיה. בהמשך נערכה תצפית בבריכות הדגים כאשר שקנאים נצפו אוכלים דגים. כמו כן נצפו מאמצי ההרחקה שכללו ירי באוויר, השטת סירה על פני המיים, וחתירה אל העופות על גבי קיאק.

בסיור נערך מפגש עם מגדל דגים שהסביר את אופן פעולת השקנאים- תעופת בתרמיקות ונחיתה בבריכות, כמו כן הוסבר מתי קל ומתי קשה להרחיק את העופות, תלוי ברמת הרעב שלהם וכמה הם מוכנים להסתכן. לארח מכן נלקחו חומרים רבים ממצלמות האבטחה של המגדל, הכוללים סרטונים של שקנאים אוכלים דגים בבריכות.

17.4.18 הסיור השני התקיים בתאריך

בסיור זה נערכה הדגמה של חברת Terrascan אשר פיתחה סירה לטובת הפרויקט. לאחר מכן נערך סיור בבריכות הדגים למציאת מיקום מתאים להתקנת מצלמה לטובת הפרויקט.

הסירה וההתממשקות איתה הם חלק חשוב בפרויקט מפני שזה אמצעי ההרחקה. לסירה שפותחה יתרונות רבים: בעלת יכולת לעקוב אחרי מסלול מוגדר על ידי מחשב, זמן עבודה ארוך, כ- 8 שעות, לסירה מנוע עילי מוגן מפני לכלוכים במים, כמו כן יש לה יכולת לעבור מעל מכשולים כמו חבלים, ויציבות גבוהה. חסרונה הוא מהירות שיוט איטית. כמו כן זהו לא הדגם האחרון של הסירה. החברה עובדת על סירה עם מנוע Jet, שיבחן בהמשך.

לאחר הדגמת הסירה נערך סיור במדגה מירב ובחוות עדן למציאת מיקום להתקנת מצלמה. על מנת להתקדם עם כתיבת התוכנה יש צורך בהתממשקות עם מצלמה ייעודית, וקבלת תמונות ממנה. לבסוף הוחלט להתקין 2 מצלמות אחת במדגה מירב והשניה בחוות עדן. המצלמות יחברו למחשב וישלטו מרחוק, ממחשב שנמצא במכון ולקני.

10.5.18 הסיור השלישי התקיים בתאריך

בסיור זה נפגש הצוות המיועד לעבוד על ההיבטים התנהגותיים אקולוגיים. במהלך הסיור סוכם מתווה התצפיות ההתנהגותיות ותורגלה תצפית שטח בבריכות הדגים של בית אלפא

תוכנית המחקר

העבודה שנעשתה בחצי השנה הראשונה תואמת את תוכנית המחקר מבחינת היעדים שהוגדרו. נבחנו 2 פלטפורמות אפשריות כמערכות גירוש רחפן/סירה ומערכת הסירה נבחרה לאור המידע שהתקבל בבחינת 2 האמצעים. לאור המידע שנאסף התחלנו בתהליכי פיתוח של סירה אוטונומית שנמצאת בשלבים מתקדמים מאוד. אפיון הנדסי ופונקציונלי של

המערכת בוצע והוזמנו הרכיבים הנדרשים לבנייתה. נערכו מספר סיורים שבהם הוגדרו אזורי המחקר ונבנה פרוטוקול התצפית. לביצוע הפיתוח ההנדסי נקלט סטודנט במחלקה להנדסה חקלאית בבית דגן. לצורך ביצוע תצפיות השטח ובנית פרוטוקול התצפית נערכה התקשרות עם צפר מקומי בעל ניסיון רב בעבודת שטח.

תוצרים בהתאם לאבני דרך בתקופת המחקר

מועד בדיקה מתוכנן (חודשים)	תיאור אבן הדרך ואופן בדיקת העמידה בה	אבן הדרך
6 חודש	איפיון מוסכם	1
6 חודש	הגדרת אזורי המחקר ובניית פרוטוקול תצפית	2
6 חודש	סיום בדיקת יעילות הסירה והרחפן כאמצעי הרחקת מיני	.2
18 חודש	פיתוח מודל ותוכנת זיהוי ויזואלי ממוחשב לזיהוי סוגי	.3
18 חודש	פיתוח תוכנה מערכת קבלת החלטות	.5
18 חודש	חישוב כלכלי	
24 חודש	Validation לרכיבים	
24 חודש	Validation למערכת	

רשימת ספרות מצוטטת.

גלעד בן צבי (2014). רשתות נגד נזקי עופות בבריכות דגים: הערכת התועלת למדגה לעומת הנזק - לעופות. תזה לתואר מסמך M.Sc, אוניברסיטת תל אביב.

Cowx I.G. (2013) Between Fisheries and Bird Conservation: The Cormorant Conflict Report to European Parliament Directorate General for Internal Policies Policy Department B: Structural and Cohesion Policies, Fisheries.

Craig, E. C., King, D. T., Sparks, J. P., & Curtis, P. D. 2016. Aquaculture depredation by double-crested cormorants breeding in Eastern North America. The Journal of Wildlife Management, 80(1), 57-62.

Price, R. R., & Hall, S. G. 2012. Design, Development, and Testing of an Autonomous Boat to Reduce Predatory Birds on Aquaculture Ponds. Biological Engineering Transactions, 5(2), 61-70.

Steen, K. A., & Karstoft, H. 2014. The acoustic adaptive frightening device-framework and algorithms. In Signal and Information Processing (GlobalSIP), 2014 IEEE Global Conference on (pp. 1117-1121). IEEE.

Steffens W 2010 Great Cormorant – substantial danger to fish populations and fishery in Europe. Bulg J Agric Sci 16: 322–331.