

סיכום מחקרי שמורות ימיות 2024

תכנון, ניהול, וניטור
מבוססי מדע
בים התיכון הישראלי





סיכום מחקרי שמורות ימיות 2024

תכנון, ניהול, וניטור
מבוססי מדע
ביום התיכון הישראלי

סיכום המחקרים | ד"ר אורי פריד לנדאו
הערות וייעוץ מדעי | ד"ר רותי יהל ועדנה גוק
עריכה גרפית | אביגיל שגיא
עריכת לשון | ענבר קמחי-אנגרט
מיפוי | עדנה גוק
צילום | שרה אוחיון, גיא לויאן, ברק עזריאלי



דבר מרכזת הוועדה

הימים והאוקיינוסים בעולם, ובמזרח הים התיכון בפרט, נתונים ללחצים אנושיים מתגברים. שמורות ימיות הן כלי חשוב בשימור ובשיקום של המערכות האקולוגיות בים. רשות שמורות הטבע והגנים, החברה להגנת הטבע וארגונים אזרחיים מקדמים הכרזה של שמורות טבע ימיות בים התיכון הישראלי כחלק מהמאמץ הבין-לאומי לשמר 30% משטחי הימים והאוקיינוסים. כחלק מהאסטרטגיה הרחבה פועלים מוסדות המחקר בארץ לחיזוק המחקר והידע המדעי הנחוץ לצורך הכרזתן וניהולן של השמורות הימיות. פעילות זו נתמכה בקרנות חיצוניות, וכוללת בחירת מחקרים שהקהילה המדעית יוזמת, מימון שלהם ותמיכה בהם בליווי ועדה מדעית מקצועית. במהלך חמש השנים האחרונות נערכו שמונה מחקרים בהיבטים שונים של הנושא על ידי שבע קבוצות מחקר. כל אחד מהמחקרים בחן את השמורות, את השפעתן ואת תפקודן בקנה מידה אחר. החוברת שלפניכם מציגה סיכום קצר ומונגש של כל אחד מהמחקרים שהתבצעו במסגרת זו.

לשם ריכוז המחקרים הוקמה, כאמור, ועדה מדעית. ניהול פעילותה של הוועדה הופקד בידי האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה. מטרת הוועדה הייתה לתמוך ביצירת בסיס מדעי לתפעול ולהערכה של השמורות הימיות. פעילות הוועדה כללה זיהוי של פערי הידע המדעיים הקיימים וקביעת סדרי עדיפויות, הוצאת קולות קוראים למחקרים, בחירת המחקרים, מעקב מדעי וליווי מנהלתי ותקציבי שלהם. מיפוי פערי הידע נערך באמצעות שאלונים וכן דרך דיונים עם הקהילה המדעית הימית. הקול הקורא הראשון שפורסם היה פתוח להצעות החוקרים בנושא. בקול קורא זה זכו למימון ארבע הצעות מחקר. שני קולות קוראים נוספים פורסמו בנושאים שהוגדרו מראש כפערי ידע חשובים. הראשון עסק בקישוריות, ובו נבחרו שתי הצעות מחקר המשלימות זו את זו. לאחר יום עיון שעסק באפיון נושא הניטור הימי, יצא הקול הקורא האחרון, שעסק בניטור השמורות הישראליות, וגם בו נבחרו שתי הצעות מחקר. בסופו של דבר נבחרו שמונה מחקרים בהיקפים ובתחומים שונים.

בוועדה ישבו שלושה חוקרים וחוקרות של מדעי הים במוסדות אקדמיים ישראלים, מומחה מהמשרד להגנת הסביבה, מומחיות ומומחים מרשות הטבע והגנים ומרכזת הוועדה מטעם האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה. במהלך העבודה נעזרה הוועדה גם במומחים נוספים בעלי שם מהארץ ומהעולם. לאחר תהליך בחירה קפדני של ההצעות שהוגשו, הוועדה הייתה מעורבת במחקרים גם לאורך הדרך, הכווינה והתאימה שינויים שנעשו בהתאם לצרכים ולמגבלות שצצו, כדוגמת משבר הקורונה שעיכב את המחקרים ושיבש את לוחות הזמנים המקוריים. המחקרים וההתקדמות שחלה בהם הוצגו מדי שנה ביום עיון. הדבר אפשר תקשורת ושיתוף פעולה לא רק בין חברי הוועדה והחוקרים, אלא גם בין החוקרים לבין עצמם.

שלא כמו בוועדות מדעיות רגילות, המתמקדות בבחירת קולות קוראים, ועדה זו הייתה אקטיבית הן בכתיבת הקולות הקוראים הן ברמת המעורבות במהלך המחקרים. בייחוד מסיבה זו אני רוצה להודות לחברות וחברי הוועדה, על שהשקיעו מזמנם ומניסיונם לצורך ביסוס שמירת טבע וקידום שמורות טבע ימיות מבוססות מדע בים התיכון. במהלך העבודה היה ברור שכל אחד ואחת מהם רואה חשיבות רבה בעבודה זו. חברי וחברות הוועדה הקדישו לנושא את מלוא תשומת הלב, ותרמו בכך רבות לקידום הניהול והניטור של השמורות הימיות בישראל.

בברכה,
מרכזת הוועדה המדעית,
ד"ר נגה סוקולובר

תוכן עניינים

9	דגמים מרחביים של דגים בתוך שמורות טבע ימיות וסביבן
10	תקציר
11	סיכום התובנות
12	תוצרי המחקר לניהול השמורות
13	המלצות אפליקטיביות
17	תפקידן של צדפות פולשות בדינמיקה הסביבתית המקומית
18	תקציר
19	סיכום התובנות
20	תוצרי המחקר לניהול השמורות
20	המלצות אפליקטיביות
	מיפוי יעיל של אזור השמורה הימית המתוכננת
23	ברכס בוסתן הגליל וקטלוג ראשוני של בתי גידול מנתוני AUV
24	תקציר
25	סיכום התובנות
26	תוצרי המחקר לניהול השמורות
27	המלצות אפליקטיביות
29	מיפוי "נקודות אקולוגיות חמות" לאורך חוף הים התיכון הישראלי, באמצעות ידע מקומי
30	תקציר
31	סיכום התובנות
32	תוצרי המחקר לניהול השמורות
33	המלצות אפליקטיביות
37	מודלים ביו-פיזיקליים לבחינת קישוריות בין שמורות טבע ימיות בים התיכון הישראלי
38	תקציר
39	סיכום התובנות
41	תוצרי המחקר לניהול השמורות
42	המלצות אפליקטיביות
45	תוכנית משולבת ליצירת בסיס מידע ופרוטוקול ניטור לשמורות ימיות בים התיכון הישראלי
46	תקציר
47	סיכום התובנות
48	תוצרי המחקר לניהול השמורות
49	המלצות אפליקטיביות
	סקר מצע סלעי וטורפי-על בשמורה המוצעת ים פולג, וסקר אזור אומנה
53	לגיטון האטלנטי בשמורת ים אבטח ובשמורה המוצעת ים פולג
54	תקציר
55	סיכום התובנות
56	תוצרי המחקר לניהול השמורות
56	המלצות אפליקטיביות

דגמים מרחביים של דגים בתוך שמורות טבע ימיות וסביבן

שרה אוחיון ויוני בלמקר

בית הספר לזואולוגיה, הפקולטה למדעי החיים
ומוזיאון הטבע על שם שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

שמורות טבע ימיות ידועות ככלי אפקטיבי להגנה על אוכלוסיות דגים בגבולותיהן כמו גם באספקה של פרטים בוגרים ולרוות לאזורים הסמוכים אליהן בתהליך הנקרא "זליגה" (spillover). עם זאת, המידע הנוגע לשונות בתפקוד המרחבי של השמורה בגבולותיה מוגבל. בחינת היעילות של שמורות טבע ימיות על ידי חלוקה דיכוטומית של שטח השמורה ל-'בתוך' ו-'מחוץ' (IN/OUT), איננה מספיקה כדי לתאר ולהבין את תפקוד השמורה בגבולותיה ואת תרומתה לשטחים הסמוכים לה. כדי להעריך את התהליכים האלה יש לתעד את אוכלוסיות הדגים בצורה רציפה.

במחקר מטה-אנליזה המתבסס על מחקרים אמפיריים בעלי רזולוציה מרחבית גבוהה ב-24 שמורות אל-געת ברחבי העולם, הראינו כי בשמורות ימיות, בדומה לשמורות יבשתיות, קיים אפקט שוליים (edge effect), כלומר ירידה משמעותית בביומסת הדגים בגבולות השמורה בהשוואה למרכז השמורה. תוצאות המודל מראות כי הטווח הממוצע של אפקט השוליים לתוך שטח השמורה הוא כ-1.5 ק"מ, וכי יש ירידה של כ-60% בביומסה מהליבה לגבול. אפקט השוליים הוא בעל השפעה קריטית על שמורות קטנות, שליבת השמורה בהן קטנה גם היא ביחס לשוליים.

נוסף על כך, בחנו את הדגמים המרחביים של אוכלוסיות הדגים בשמורת ים ראש הנקרה בצורה רציפה. המחקר התפרס על פני כ-10 ק"מ, 4 ק"מ לאורכה של השמורה מצפון לדרום, דרך גבולה הדרומי ועד למרחק של 6 ק"מ באזורי הדיג הסמוכים אליה. המחקר בחן את הדגמים המרחביים באמצעות שלוש שיטות דגימה שונות:

1. סקרים חזותיים
2. סקרים אקוסטיים
3. סקרים חזותיים בגרירת צולל (Towed-Diver Survey - TDS)

השוואה בין התוצאות בשמורת ים ראש הנקרה לתוצאות שהתקבלו במחקר המטה-אנליזה העולמי מאפשרת לכמת את העוצמה של תופעות כמו אפקט שוליים וזליגה. נוסף על כך, המחקר מאפשר לבחון כלים מיטביים לניטור השמורות, כך שיתאפשר מעקב אחר התפקוד המרחבי של השמורה.



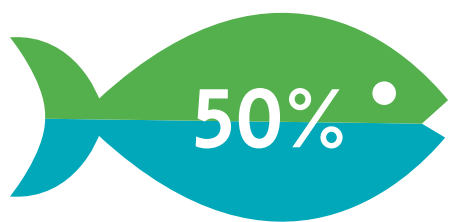
סיכום התובנות

תובנות אקולוגיות

- שמורת ראש הנקרה נפגעת בצורה משמעותית מאפקט שוליים המתפרס עד לחלקה הצפוני (כ-4 ק"מ). הסיבה לגריעה ביעילות השמורה נובעת בסבירות גבוהה מלחץ דיג על גבולות השמורה ואף מפעילות דיג לא חוקית בשטחה (איור 1).
- ליבת שמורת ראש הנקרה (האזור שנמדדה בו הביומסה הגבוהה ביותר) נמצאת **בחלק הצפוני ביותר של השמורה**, סמוך לראש הנקרה ולא במרכז השמורה. ככל הנראה, הסיבה לכך היא איסור פעילות דיג בגבול ישראל–לבנון מסיבות ביטחוניות, עובדה שהופכת את האזור הזה למרכז השטח המוגן אפקטיבית מדיג.
- מיני הדקרים היוו את עיקר הביומסה בדגם המרחבי הדומיננטי. כלומר, מינים אלה הם הנהנים העיקריים מההגנה המרחבית ששמורת ים ראש הנקרה מספקת.
- אפקט השוליים אינו שולל את קיומה של תופעת הזליגה, אך ממסך אותה, וקרוב לוודאי מוריד מיעילותה (איור 2).

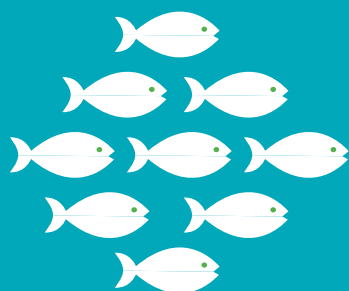
תובנות מתודולוגיות

- הדגימה הרציפה של שטח השמורה חשפה תופעות, כמו אפקט שוליים ולחץ דיג לאורך גבול השמורה (fishing the line), שלא ניתן היה לתאר בשיטות הדגימה הדיכוטומיות.
- למרות הבדלים מהותיים במיני המטרה שתועדו בכל אחת מהשיטות, שלושתן חשפו דגמים מרחביים דומים.
- שיטת הסקרים החזותיים (UVC) תיעדה את מיני הדקרים בצורה היעילה ביותר. אמינות השיטה גבוהה מאוד, ולכן ניתן לבצע פחות חזרות בכל אתר דגימה ולהרחיב את מרחב הדגימה.
- הסקרים האקוסטיים והסקרים החזותיים בגרירת צולל מאפשרים לזהות אזורים "חמים" של ביומסה הראויים לתשומת לב מיוחדת.
- השיטה האקוסטית מאפשרת איסוף מידע רב בזמן קצר על פני שטח גדול ועמוק, בעלויות נמוכות ובכוח אדם מינימלי, ולכן יכולה לתת מענה **משלים** לניטור פלאגי (עמודת המים) בשמורות הימיות הגדולות. שיטה זו מתאימה פחות לתיעוד דגים באזורים רדודים או סמוך לקרקעית.

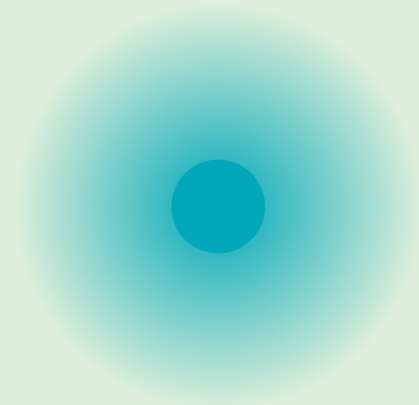


תועד אפקט שוליים של כ-4 ק"מ לתוך שטח השמורה. האפקט בא לידי ביטוי בירידה של כ-50% בביומסת הדגים ממרכז השמורה ועד לגבול.

תוצרי המחקר לניהול השמורות



אותרה נקודה חמה של ביומסת דגים גבוהה מול שבי ציון.



ליבת השמורה תועדה בגבול הצפוני סמוך לראש הנקרה.



נאספו נתונים מרחביים בשיטות הללו, הזמינים למחקרי המשך בנושא.



הוטמעו שיטות דגימה חדשות לניטור שמורות ימיות: סקרים אקוסטיים וסקרים חזותיים בגרירת צולל.

המלצות יישומיות

בהיבט האקולוגי

אפקט שוליים פוגע בשמורות ימיות ומוריד את יעילות הזליגה. כדי להקטין את אפקט השוליים ולהגביר את יעילות הזליגה יש צורך:



1. ליצור אזורי חיץ (buffer zones) של כ-1 ק"מ לפחות מסביב לשמורות, ולנהל בהם את ממשק הדיג בצורה שתפחית את הלחץ על הגבול (מכסות שלל, מספר רישיונות וכדומה).

2. ליצור שמורות גדולות ככל האפשר (רצוי גדולות יותר מ-10 קמ"ר).

3. להקטין את יחס היקף השמורה לשטח (להעדיף צורות כדוריות על פני מוארכות).

4. לבחון אמצעי סימון בולטים יותר לגבולות השמורה.

5. להגביר אכיפה בגבולות השמורה.

המלצות יישומיות

בהיבט המתודולוגי

יש להטמיע בתוכנית ניטור השמורות הימיות שיטות דגימה רציפות:



1. רצוי לשלב בין שיטות שונות המעניקות רזולוציה טקסונומית גבוהה (סקרים חזותיים בצלילה) לשיטות המתפרסות על פני שטח גדול (סקרים אקוסטיים וסקרים חזותיים בגרירת צולל).

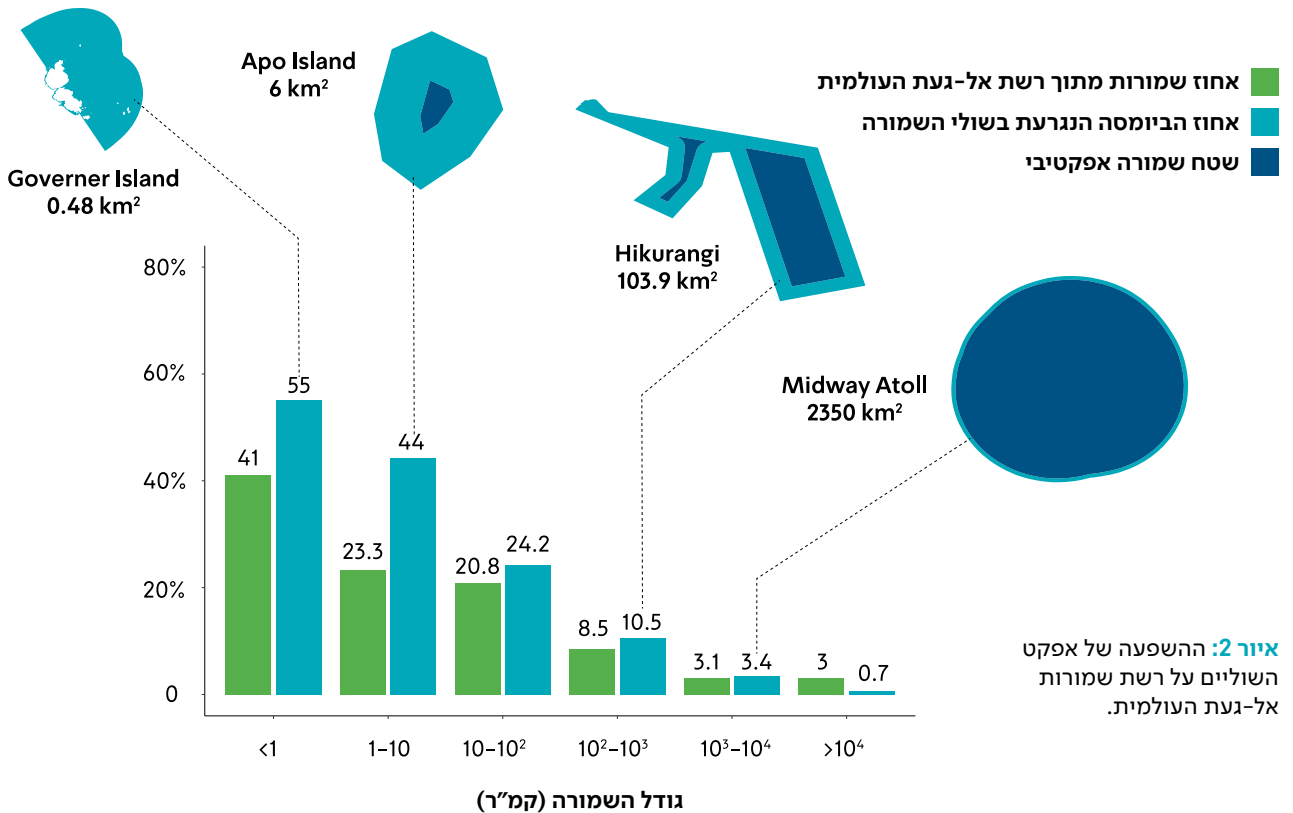
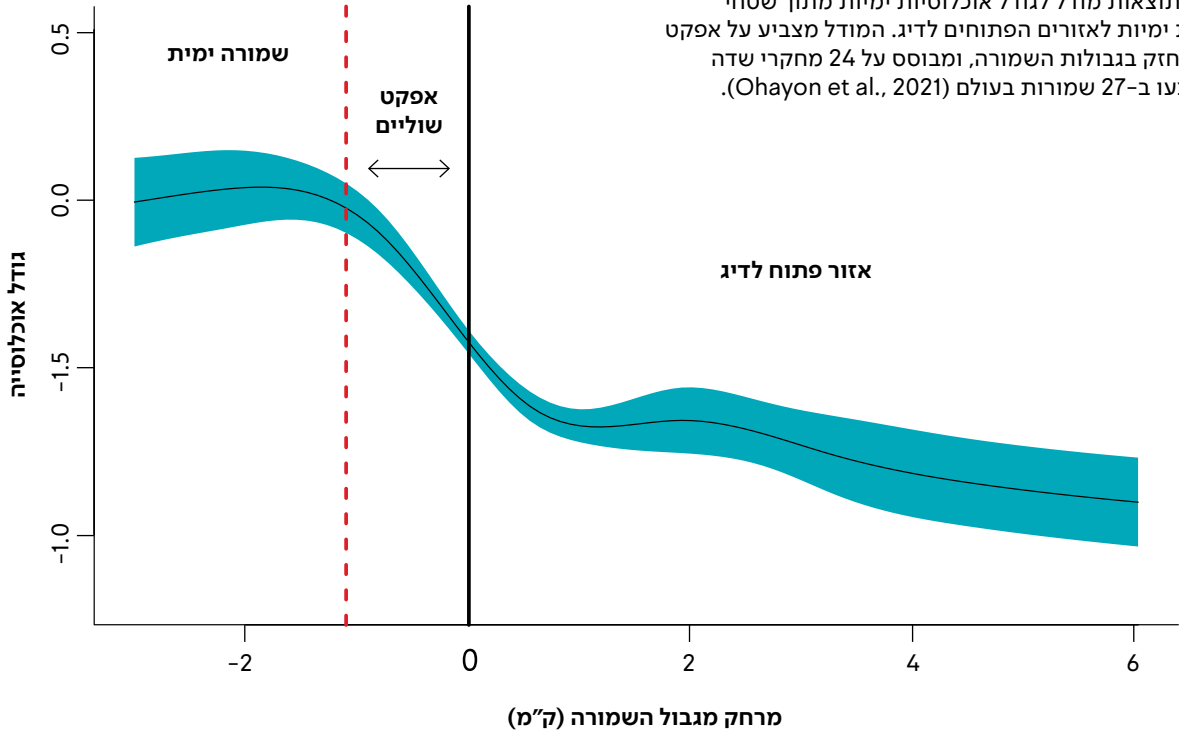
2. על פי מבחני רגישות שערכנו ניתן לפרוס את הסקרים החזותיים על פני שטח גדול יותר במחיר של פחות חזרות באותם אתרים (למשל שני חתכים במקום ארבעה באתר).

3. באזור גבול השמורה, במקום שמתרחש המעבר הגדול ביותר מבחינת ממשק ניהול השטח (הגנה/דיג), רצוי למקם אתרי דגימה בצפיפות גבוהה.

צילום: שרה אחיון



אפקט שוליים חזק פוגע ביעילות שמורות ימיות



תפקידן של צדפות פולשות בדינמיקה הסביבתית המקומית

טל עמית, רעי דיגה, גיתי יהל
בית הספר למדעי הים, המרכז האקדמי רופין

תקציר

העוצמה והתדירות של פלישות ימיות מדגישות את הצורך בבחינת ההשפעה שיש למינים פולשים על בית הגידול החדש שהתבססו בו. מחקרים רבים מתעדים את הופעת המינים הפולשים החדשים, אבל הרבה פחות מאמץ מחקרי מושקע בהבנת ההשפעה האקולוגית של המינים האלה, ועוד פחות מחקר נעשה בצורה של ניסויים מבוקרים.

צדפות פולשות נפוצות מאוד בחופי הים התיכון הישראלי, וחסר מידע באשר לתפוצת צדפות מקומיות ופולשות בתוך שמורות ומחוז להן. גם מידע באשר לתפקיד האקולוגי של הצדפות הפולשות והאינטראקציה שלהן עם סביבתן חסר. למשל, מה אוכלות הצדפות וכמה? כיצד הן משפיעות על מאزני אנרגיה וחומרים במערכת? מי אוכל אותן? האם יש להן השפעה כמהנדסות סביבה? נוסף על כך, לא קיים מידע על תוצאות של פעולות ממשק שונות, כמו הסרה של צדפות פולשות.

המחקר הנוכחי התבצע בים ולא במעבדה, ונבחנה בו ההשפעה האקולוגית של חברת הצדפות הפולשות לאחר התבססותן.

סיכום התובנות

תוצאות המחקר הראו כי הצדפות הפולשות החליפו באופן כמעט מלא את המינים המקומיים על קרקעית סלעית. בכל תקופת המחקר לא נמצאו פרטים ממינים מקומיים.

הצדפות נמצאו בצפיפויות של עשרות עד מאות פרטים למטר רבוע. למעשה, הצדפות הפולשות הן הקבוצה הבולטת ביותר בין המינים הישיבים על מצע סלעי, ומהוות עד מחצית מכלל הכיסוי של היצורים הישיבים. נמצאו הבדלים עונתיים גדולים בשכיחות ובהתפלגות של גודל הצדפות, ולא נמצא הבדל בין חברת הצדפות בתוך השמורות ומחוץ להן.

עוד נמצא שהצדפות שניזונות מחלקיקים קטנטנים, מתבססות בעיקר על מיקרו-אצות, וכי הצדפות מפרישות חומר אורגני רב כצואה. הצדפות הפולשות פועלות כחוליה מרכזית המקשרת בין עמודת המים לקרקעית, היות שהן מסירות כמעט 100% מהאצות בעמודת המים, ומפרישות חזרה חומר אורגני לחברה הבנתית (הצמודה לקרקעית), שזמין ליצורים ישיבים אחרים שלא היו יכולים לנצל אותו בצורתו המקורית, כחלקיקים בעמודת המים.

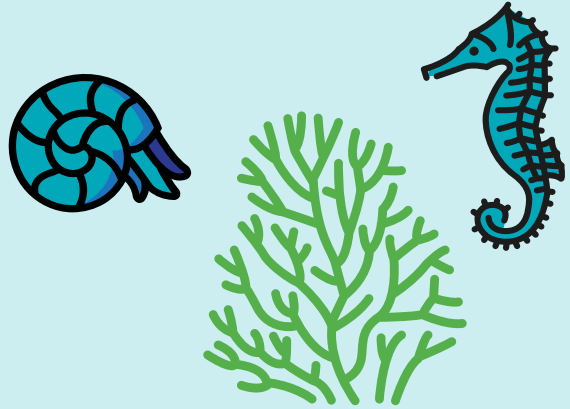
השכיחות הגבוהה של הצדפות, כושר הסינון הגבוה שלהן וקצב הפרשות שלהן מציעים שעשויה להיות להן השפעה חשובה על תפקוד החברה.

לעומת זאת, לא אותרו השפעות שליליות של נוכחות הצדפות בטווח קרוב (1 מטר):

- לסילוק הצדפות אין אפקט משמעותי בטווח הקצר על החברה הבנתית (אצות וחסרי חוליות) הקרובה להן.
- לא נראה שלקשוות יש תפקיד חשוב בהנדסת סביבה.
- נראה שלצדפות השפעה מסוימת על הרכב האצות וקצב גידולן.
- אותרה שיטה יעילה לסילוק צדפות גדולות.
- לא אותרו הטורפים המרכזיים.

תוצרי המחקר לניהול השמורות

נכון להיום אנו מבינים בצורה מוגבלת מאוד את התפקוד האקולוגי של הקבוצות המרכזיות (אצות בנתיות, מסננים, טורפים). ללא הבנה כזו יש קושי מובנה בקבלת החלטות ניהוליות וממשקיות.



המשך הגנה על האוכלוסיות

המלצות יישומיות

המלצות ראשוניות לניהול
הצדפות הפולשות:



סימון צדפות ומעקב אחריהן לאורך
זמן כדי לאתר את שיעור
הטריפה שלהן



עריכת בחינה ארוכת טווח של
האפקטים של התרת שליית צדפות
בשטחים מוגדרים וגדולים



מיפוי יעיל של אזור השמורה הימית המתוכננת ברכס בוסתן הגליל וקטלוג ראשוני של בתי גידול מנתוני AUV

יצחק מקובסקי¹, טלי טריבויץ², אביעד שיינין³, אור ביאליק¹, עדי נוימן¹, בן הרצברג¹, עמרי גדול¹, עמרי נחום¹, מתן יובל², אבינועם אבני², איתי ון-רין³, סטפן מרטינז³, חגי נתיב³, גלב פפיר¹, אולה סורנסן³

1 - המעבדה לחקר ימי יישומי

2 - המעבדה להדמיה ימית

3 - תחנת המחקר הימי ע"ש מוריס קאהן, בית הספר למדעי הים ע"ש צ'רני, אוניברסיטת חיפה

תקציר

אזורים סלעיים באזור המזופוטי ("אזור הדמדומים", בין האזורים המוארים למעמקים החשוכים, 60–150 מטר) הם בתי גידול ייחודיים, המספקים מפלט אקולוגי למינים רבים ומכילים מגוון ביולוגי עשיר. לכן, חשוב לשלב את האזורים האלה בתוך גבולות של שמורות טבע ימיות. דגים מושפעים מאוד ממורכבות בית הגידול. אינטראקציות בין מינים של דגים לבית הגידול, קישוריות או קיטוע מושפעים מאוד מהמאפיינים הפיזיים של השטח. יצירת בסיס נתונים ראשוני ואפיון השטח באזור המזופוטי הם אתגר יקר ולא פשוט מבחינה טכנית, ולכן חסרות מפות בתימטריות שהכרחיות להבנה של המאפיינים הפיזיים של השטח.

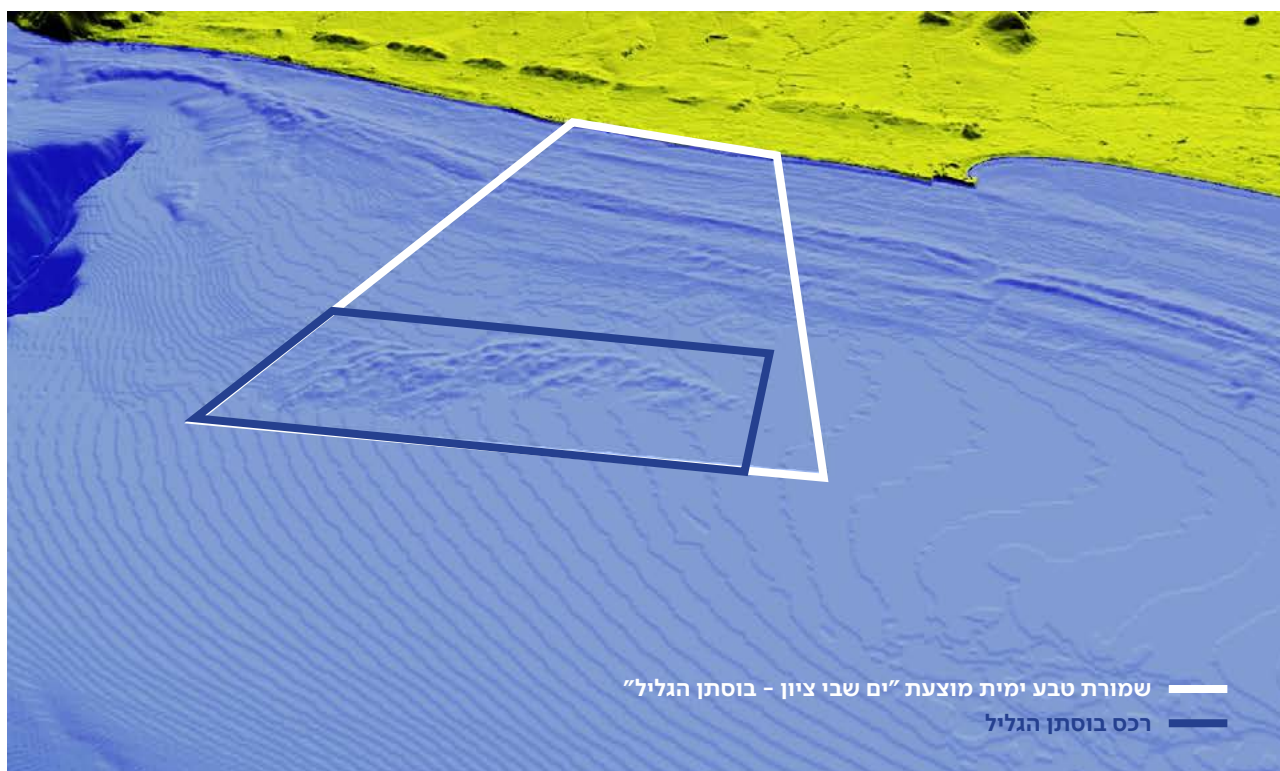
המחקר הנוכחי בא להציע דרכים ליצירת בסיס נתונים ולניטור בצורה יעילה מבחינה תקציבית ותפעולית.

אזור השמורה הימית המוצעת ים שבי ציון–בוסתן הגליל, נבחר על ידי רשות הטבע והגנים כאתר מתאים לבחינת שיטות עבודה וניטור. האתר מתפרס על כ-14 קמ"ר, וכולל בתוכו מתחם של רכסים סלעיים בעומקים של בין 25–60 מטר. שטח הסקר הכולל נאמד בכ-5 קמ"ר בחציו הצפוני של האתר.



במחקר הזה נעשה שימוש במיפוי באמצעות מספר טכנולוגיות:

- טכנולוגיית SAS (Synthetic Aperture Sonar) ברזולוציה גבוהה של 3 ס"מ
- שיטת מולטיבים ברזולוציה של כ-1 מטר
- AUV (Autonomous Underwater Vehicle)



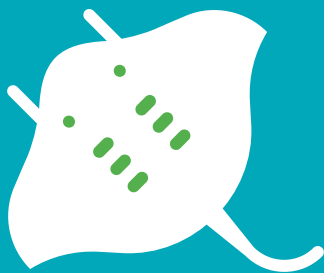
סיכום התובנות

- מיפוי בתי גידול בים העמוק מעמיד אתגרים טכנולוגיים ומדעיים – פרויקט זה מעניק לנו ניסיון משמעותי בהתמודדות עם אתגרים אלה.
- לשימוש בכלים תת-ימיים אוטונומיים ונשלטים מרחוק ובאמצעי חישה מודרניים (כמו ה-SAS) פוטנציאל רב למיפוי ולהרחבת הידע הקיים על המאפיינים הפיזיים של שמורות בים העמוק.
- עבודה בצוותים רב-תחומיים עוזרת לגשר על הפערים הקיימים בין צורכי הידע הביולוגי-אקולוגי והנתונים שניתן להשיג בכלים הטכנולוגיים (איור 3).
- בפרויקט זה פיתחנו בעיקר כלים לאפיון בתי הגידול הַבְּנִתִיִּים, אך קיים עדיין פער ביכולת למפות את אוכלוסיות הדגים (איור 4).

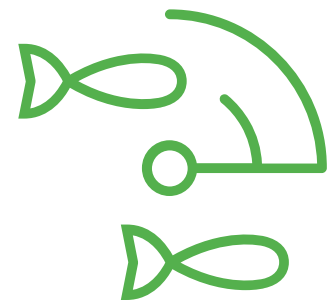
תוצרי המחקר לניהול השמורות



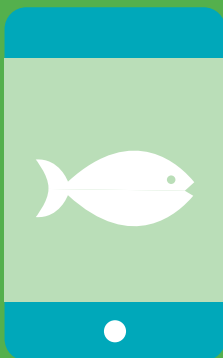
מפה בתימטרית ברזולוציה
של כ-1 מטר



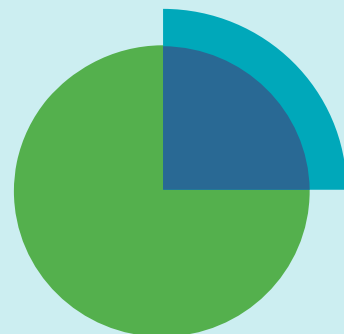
מיפוי מקוטלג
של בתי הגידול העיקריים



כיסוי SAS
ברזולוציה של 3 ס"מ



אפיון אפליקציית ניהול של
בסיס הנתונים המדובר



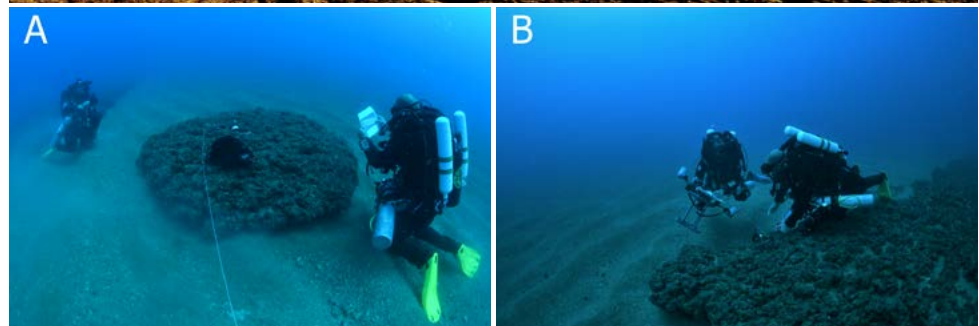
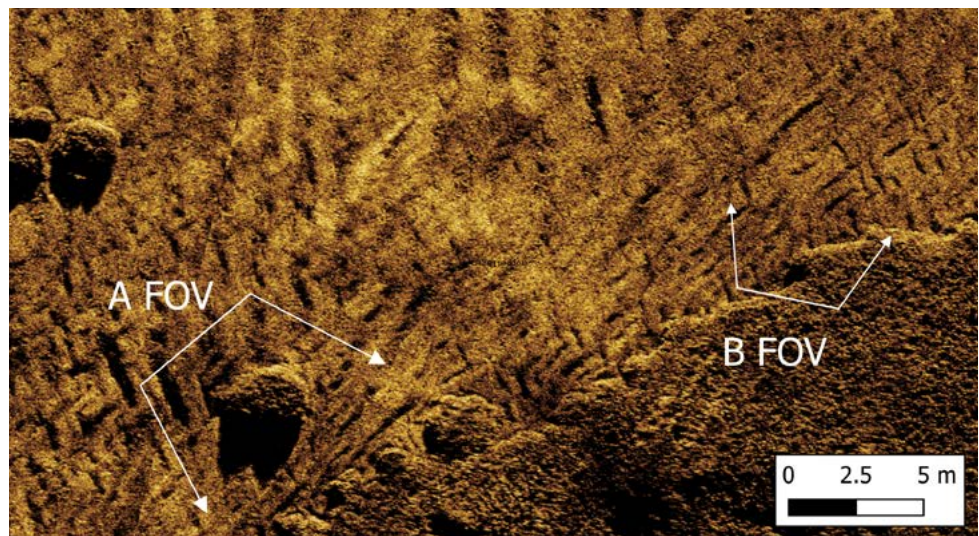
בסיס נתונים ראשוני
של אפיון בתי הגידול באזור

המלצות יישומיות

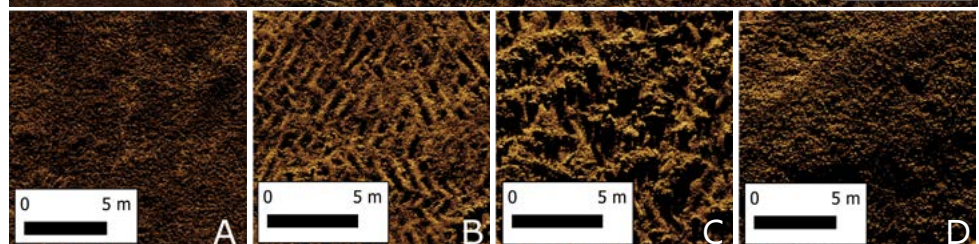
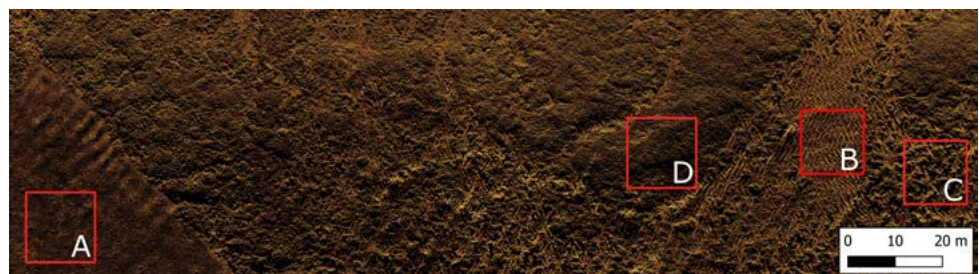
מיפוי באמצעות SAS ו-AUV נמצא ככלי יעיל לאפיון המאפיינים הפיזיים של שמורות באזור המזופוטי. מומלץ להמשיך את המיפוי בשיטות הללו גם לשמורות נוספות.



איור 3: איתור נקודות עניין באמצעות המיפוי של ה-SAS וסקרים של צוללים בשטח. A FOV הוא השטח המצולם בתמונה A, ו-B FOV את השטח המצולם בתמונה B. B FOV = Field of View



איור 4: סיווג בתי גידול על ידי אפיון הטקסטורה של הקרקע באמצעות צילומי ה-SAS. (A חרסית; B חול; C מעורבב; D סלע.)



מיפוי "נקודות אקולוגיות חמות" לאורך חוף הים התיכון הישראלי, באמצעות ידע מקומי



גיל רילוב, שי זילברמן, גיא רענן

המכון לחקר ימים ואגמים לישראל

תקציר

בשנים האחרונות השימוש במדע אזרחי הולך ונעשה לכלי חשוב ברחבי העולם בהעשרת הידע הסביבתי בכלל והידע האקולוגי בפרט. מדע אזרחי מאפשר לגייס את הציבור לאיסוף ידע אקולוגי רחב במרחב ובזמן, שקשה או בלתי אפשרי להשיגו בידי מדענים בלבד. הוא גם תורם לקשר בין המדענים לציבור, מעשיר את הידע הציבורי בנושאים חשובים, ויוצר "לובי" של אנשים בעלי מודעות סביבתית גבוהה שיכולים לתרום לשיפור הגנת הסביבה. מצד שני, פרויקטים של מדע אזרחי מאתגרים ביותר ברמת התכנון, הביצוע ובקרת האיכות, ותלויים מאוד בנכונות הציבור לשתף פעולה. הדבר נכון בייחוד בנושאים רגישים מבחינה סביבתית, כמו שמורות ימיות שבמהותן מטילות הגבלות מסוימות על חלק מהציבור שאנו רוצים לקבל ממנו את הידע.

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לאסוף מידע מהציבור על "אתרים אקולוגיים חמים" שיש בהם עניין אקולוגי כלשהו המתבטא באוכלוסיות גדולות של מינים רגישים לדיג או כאלה הנמצאים בסיכון. עיקר העניין היה באתרים מוכרים פחות, שנמצאים באזורים שמחוץ לשמורות הטבע המוכרזות כיום, ושאוכלי יש לתת עליהם את הדעת מבחינת שימור או כאתרי דיג פוטנציאליים.

לטובת המחקר פותחה בעזרת מומחים בנושא מדע אזרחי מפה מקוונת המבוססת על שאלונים לציבור הרחב של "אנשי ים", המשתפים את הידע שלהם לגבי נקודות ספציפיות לאורך החוף, שיש בהן ערכים אקולוגיים חשובים או אוכלוסיות גדולות של מינים בעלי עניין.

סיכום התובנות

בהתבסס על צילומים ופרסומים ברשתות החברתיות ניכר כי אזרחים רבים שהם "אנשי ים", מבקרים באזורים שיש בהם נוכחות גבוהה של פרטים גדולים של דגים בעלי ערך מסחרי. עם זאת, בניית קהילת מדווחים אמינה היא משימה מורכבת ודרשנית, המצריכה, למשל, יצירת עניין בנושא בקרב הציבור ובניית שאלון נגיש ופשוט על סמך משובים מהציבור, וכן קבלת מספר מספק של דיווחים אמינים. ה"מוצר" שפותח במסגרת המחקר היה כנראה מורכב מדי לאנשים רבים (חלק מהם ענו באופן חלקי בלבד על השאלון). ייתכן שבשל מורכבותו ויתרו משיבים פוטנציאליים רבים על המאמץ. ייתכן גם כי השיווק שנעשה לא הצליח לתפוס בצורה טובה מספיק את תשומת הלב הציבורית, ויש לחשוב על דרכים נוספות או אחרות לשיווק פרויקטים מסוג זה.

לנוכח השתתפותם הדלה של הדו"גים הספורטיביים במענה לסקרים אנו מסיקים כי רבים מהם אינם מעוניינים לשתף את החוקרים או הרשויות במידע. כדי להפוך את הסקר ליעיל יש צורך לשפר את היחסים עם הדו"גים בכלל ועם הדו"גים הספורטיביים בפרט, וליצור יחסים של אמון הדדי.



תוצרי המחקר לניהול השמורות

התוצר העיקרי של המחקר היה בניית פלטפורמה מקוונת לדיווחים מהציבור המיועדת ליצירת מפה של "אתרים אקולוגיים חמים". פלטפורמה זו מוכנה לשימוש ויכולה לעבור התאמות לשימושים שונים בהתאם לצורך.

www.rilovlab.com/copy-of-temp

מפה ראשונית של "אתרים אקולוגיים חמים" לאורך החוף הים תיכוני של ישראל כבר הופקה (איור 5). הנתונים זמינים ויכולים להיות מסופקים לפי דרישה. במידת האפשר (תלוי תקציב, כוח אדם ועזרה בשיווק) היא"ל מעוניינת להמשיך עם הפרויקט ולעדכן תקופתית את המפה בהתאם לדיווחים חדשים שנאספים, ולעדכן את רשות הטבע והגנים בכל ממצא מעניין שיעלה.

המלצות יישומיות

1.

ניתן להשתמש בפלטפורמה באמצעות התאמות נדרשות לכל מידע אקולוגי ימי שיש עניין לאסוף אותו מהציבור.

2.

חלק מהאתרים שקיבלו ניקוד אקולוגי גבוה, יכולים להתגלות כאתרים בעלי ערך, ונדרשת בחינה מעמיקה יותר על ידי הרשויות. כדאי להמשיך לעקוב אחר האתרים הללו לפחות שנה כדי לקבוע סופית אם הם אכן בעלי חשיבות אקולוגית גבוהה.

3.

הפלטפורמה שנבנתה במסגרת המחקר הנוכחי, יכולה להיות בשימוש קבוע על ידי אזרחים שעברו הכשרה מיוחדת להמשיך בתיעוד של אתרים בעלי עניין אקולוגי, ולהפוך לתוכנית ניטור אזרחית באזורים שחוקרים נמצאים בהם רק לעיתים רחוקות.

4.

אפשרות נוספת היא להתאים פלטפורמת מדע אזרחי שכבר קיימת בעולם לניטור מצב בתי הגידול הימיים במקומות שמדענים לא מגיעים אליהם באופן תדיר. פלטפורמה כזאת שכבר עובדת היא Reef Life Survey (reeflifesurvey.com).

הפלטפורמה מבוססת על מתנדבים צוללים שאינם חוקרים, שעוברים הכשרה לעבודה על פי שיטות מחקר אחידות. הפלטפורמה פותחה באוסטרליה, ומאז כבר אומצה באזורים נוספים בעולם. אנו ממליצים לשקול ולאמץ את הגישה והפלטפורמה, ולהכשיר מתנדבים. למעבדת רילוב בחיא"ל קשר עם מפתחי הכלי (והפלטפורמה), שהחל להיות מיושם לאחרונה גם במערב הים התיכון, ונשמח להוביל מהלך כזה כתלות בקיום תקציב מתאים.

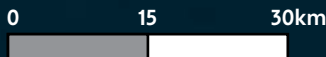
נקודות אקולוגיות חמות

- 1 ●
- 2 ●
- 3 ●
- 4 ●
- 5 ●

- שמורות טבע מוכרזות
- שמורות טבע מאושרות
- שמורות טבע מוצעות
- גנים לאומיים מאושרים
- גנים לאומיים מוצעים

איור 5: מפה המתארת את האתרים שדווחו בשאלון. התיאור ניתן על ידי אנשי ים בעלי היכרות מעמיקה עם האתר. הצבעים מציינים את עושר המינים באתר. עושר המינים הגבוה ביותר קיבל את הציון 5 (מעל 20 מינים), ועושר המינים הנמוך ביותר את הציון 1 (מתחת ל-4 מינים).

* שמות האתרים מופיעים במפה כפי שהופיעו במחקר (באנגלית).





צילום: גיא לויאן



צילום: שרה אחיון



צילום: שרה אחיון



צילום: דוד חלפון

מודלים ביו-פיזיקליים לבחינת קישוריות בין שמורות טבע ימיות בים התיכון הישראלי

יגאל ברנשטיין^{1,2}, ניר שטרן³, אבית תגר^{2,3}, קליר ב' פריס¹, עומרי לפידות²,
אריק פרדז'⁴, יעקוב זקן³, אלי ביטון³

- 1 - בית הספר רוזנסטיל למדעי הים והאטמוספירה, אוניברסיטת מיאמי
- 2 - המחלקה לביולוגיה ימית, בית הספר למדעי הים ע"ש צ'רני, אוניברסיטת חיפה
- 3 - חקר ימים ואגמים לישראל
- 4 - המחלקה למדעי המחשב, המרכז האקדמי לב בירושלים

תקציר

קישוריות אקולוגית בין שמורות טבע מאפשרת מעבר של פרטים בוגרים ולרות בין בתי גידול מקוטעים ומהווה רכיב חשוב בתכנון מרחבי רחב של שמורות טבע בים. עם זאת, מדידה ומידול של קישוריות הם משימות מאתגרות, ובמקרים רבים אינם חלק מתוכניות הניהול של השמורות.

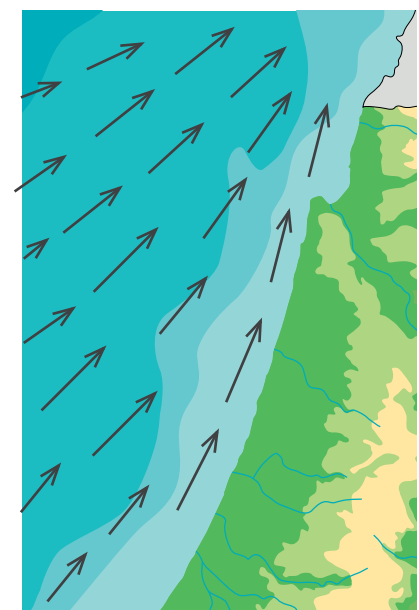
מטרת המחקר הנוכחי הייתה לכמת את דפוסי הקישוריות במזרח הים התיכון בכלל ובין שמורות הטבע הימיות המתוכננות לאורך החוף הישראלי בפרט. שאלת המחקר המרכזית הייתה אם התכנון הנוכחי של רשת שמורות הטבע הימיות בחוף הישראלי תומך בקישוריות מרחבית אזורית (ים תיכונית) ומקומית (החוף הישראלי) של שלבים צעירים של בעלי חיים ימיים (לרות).

תוכנית העבודה כללה פיתוח של מודלים המבוססים על ארבעה שלבים:

- פיתוח והרצה של מודלים אוקיינוגרפיים לחישוב המהירות והכיוון של הזרם בארבעה ממדים (בזמן ובמרחב, איור 6)
- דגימה של משתנים ביולוגיים, כמו לרות וביצים, בשטח וסקירה ספרותית מקיפה בנושא
- בחירת מיני מטרה
- הדמיות ביו-פיזיקליות המשלבות בין נתוני הזרמים לתכונות הביולוגיות של מיני המטרה.

כל המשתנים הללו חוברו ליצירת דפוסי קישוריות בין שמורות הטבע המוצעות.

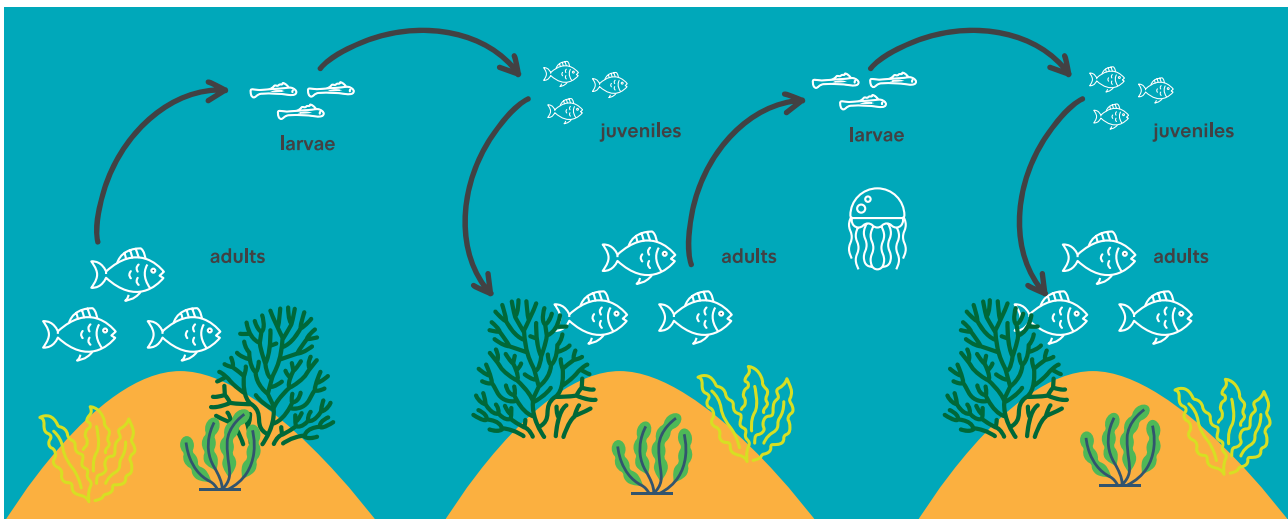
תוצאות המחקר מספקות מידע על האפקטיביות של השמורות המוצעות בתמיכה בקישוריות של לרות בסקלה המקומית והאזורית. נוסף על כך, המחקר מספק פלטפורמה לבחינת שאלות אקולוגיות נוספות הנוגעות להשפעה של משתנים אנתרופוגניים, כמו זיהום ימי, ויתמוך במאמצי תכנון וניהול מרחבי.



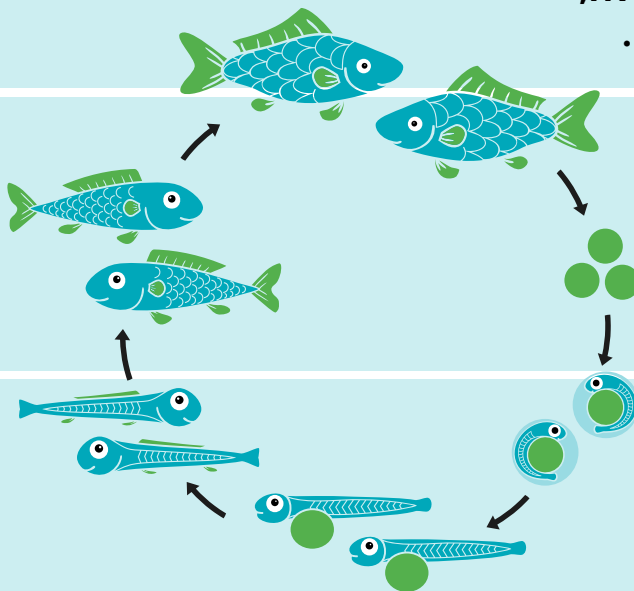
איור 6: הדגמה תיאורטית לחישוב כיוון הזרם.

סיכום התובנות

נמצא מערכת שמורות הטבע המוצעות תומכת בקישוריות בסקלה המקומית והאזורית עבור מיני המטרה שנבחנו.



ככלל, כ-20% מתוצרי הרבייה שמקורם בשטח המים הטריטוריאליים של ישראל, מתגייסים באותו השטח (גיוס עצמי).








מבין השמורות המוצעות, פולג ונווה-ים נמצאו כבעלות התרומה החשובה ביותר לקישוריות המקומית מבחינת אבן מִדְרָךְ (betweenness centrality).

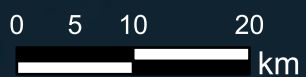
עוד בסקלה המקומית, שמורת ים אבטח סיפקה את המספר הגבוה ביותר של לרוות, בעוד אכזיב קלטה את מספר הלרוות הגבוה ביותר.

תוצאות המחקר גם מצביעות על כך שניהול אפקטיבי של רשת השמורות המוצעות צפוי להגדיל את תוצרי הרבייה הכלליים של מינים רבים, ובעקבות זאת יגדיל את הגיוס לחופי ישראל ב- $38\% \pm 12\%$ בהינתן תקופה משמעותית של הגנה אפקטיבית על שטחי השמורות.



- שמורות טבע מוכרזות 
- שמורות טבע מאושרות 
- שמורות טבע מוצעות 
- גנים לאומיים מאושרים 
- גנים לאומיים מוצעים 

השמורות המוצעות
מהוות מאגר חירום חשוב
של לרוות למקרים של
תמותה מעקות סביבתיות
ואנתרופוגניות באזורים
אחרים שאינם מוגנים.



תוצרי המחקר לניהול השמורות

1. בוצעו הדמיות עבור חמישה מינים נבחרים. נערכה השוואה בין תרחישים שונים.

2. הוצגו ניתוחים של דפוסי קישוריות בהפצה של לרוות על פי מאפיינים, כמו: אורך השלב הירוולי הפלאגי (PLD), תמותה, מהירות שחייה, כיווניות של השחייה ונדידה אנכית.

3. שני הניתוחים הללו מסוכמים בפלטפורמה גרפית נוחה לשימוש.

4. ניתוח ספציפי לשמורות המוצעות מציג את התרומה של כל שמורה לקליטה של לרוות, אספקה של לרוות וקישוריות לאזורים הסמוכים אליה.

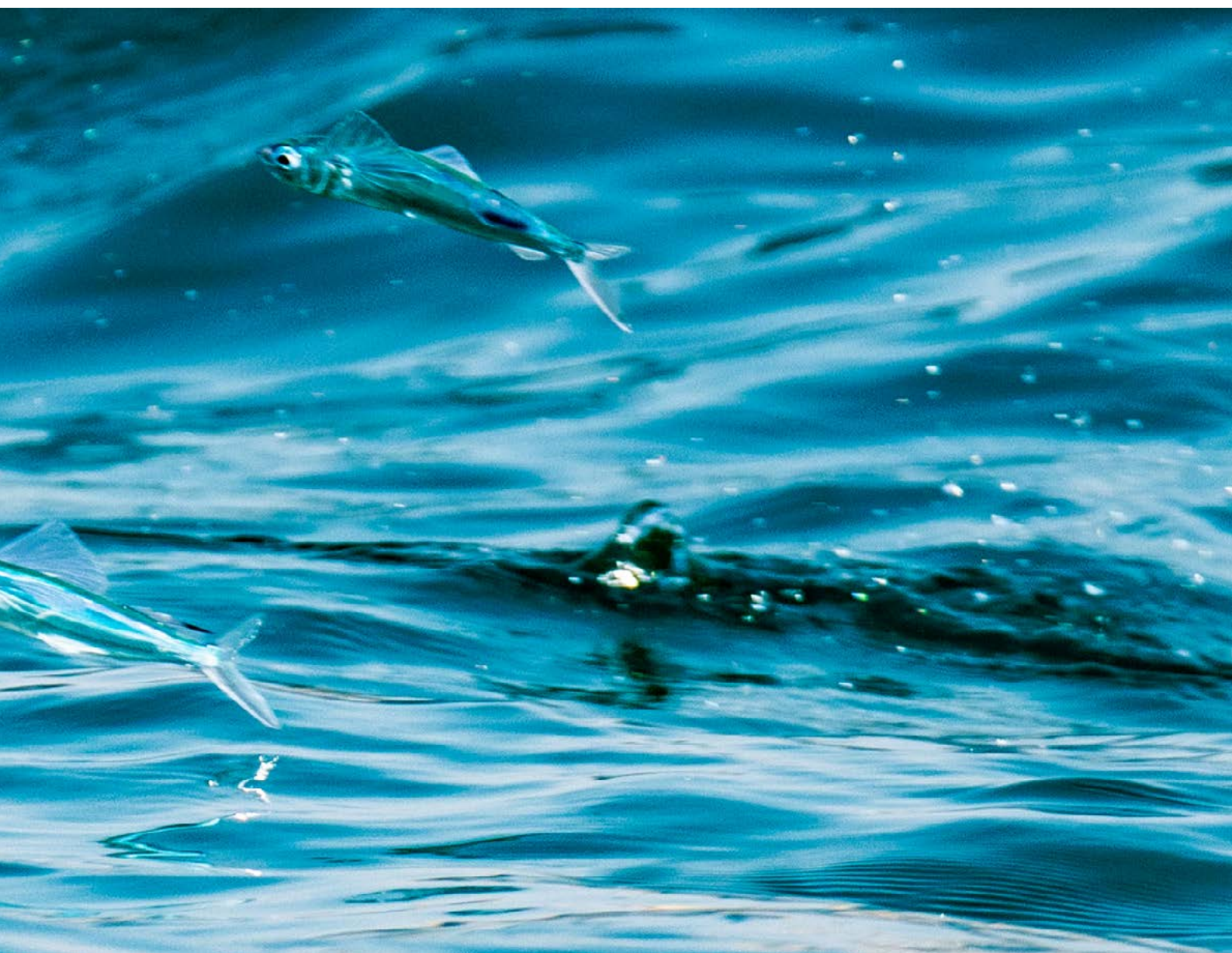
המלצות יישומיות

.1

מחקרים אמפיריים הכוללים בחינה מולקולרית של אוטוליתים ושיטות מיקרו-כימיות נחוצים כדי לאמת את הדפוסים שהתקבלו בהדמיות הביו-פיזיקליות של המחקר הנוכחי.

.2

יש לבנות תוכנית לניטור ארוך טווח לבחינת השונות בחברת לרוות הדגים בדומה למקומות אחרים בעולם.



3.

לזיהומים, לשינוי האקלים ולהשפעות אנתרופוגניות נוספות יכולה להיות השפעה מכרעת על חברת החרוה. לכן, כחלק מהניטור הקבוע יש לבנות מודלים דינמיים הכוללים התייחסות גם לנושא של זיהומים כרוניים, כמו למשל בנתיבי שיט, כדי לבחון את החפיפה והאינטראקציה שלהם עם הדפוסים המוצעים לתנועת החרוה. מודלים דינמיים כאלה הבנויים גם לבחינת תרחישים אקלימיים וניהוליים שונים, צריכים להוות חלק מתוכנית ניטור אסטרטגית ארוכת טווח.

4.

יש לבחון את ההשפעה של גורמי עקה אקלימיים ואנתרופוגניים גם בצורה של ניסויים אמפיריים. תוצאות של ניסויים אמפיריים יכולות להיות משולבות במודלים תאורטיים כמו אלה שפותחו במחקר המתואר, ולשפר אותם.



תכנית משולבת ליצירת בסיס מידע ופרוטוקול ניטור לשמורות ימיות בים התיכון הישראלי

עמרי ברונשטיין^{1,2}, טלי טרייביץ³, רזי הופמן², שבי רוטמן^{1,2}, מיכה אילון¹

1 - בית הספר לזואולוגיה, אוניברסיטת תל אביב

2 - מוזיאון הטבע על שם שטיינהרדט, אוניברסיטת תל אביב

3 - בית הספר למדעי הים, אוניברסיטת חיפה

תקציר

הערכה מדויקת של המגוון הביולוגי הכרחית כדי לשמור על משאבים ימיים ועל התפקוד הפונקציונלי של מערכות אקולוגיות ימיות. יצירת בסיס נתונים על מצב השמורות הימיות הקיימות והמוצעות לאורך החוף הישראלי הכרחי כדי לסייע בבניית תוכנית ניטור בת-קיימא, שתוכל לתמוך בניהול יעיל של השמורות.

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לפתח ולבחון שיטות דגימה משולבות למגוון רחב של טקסונים בו-זמנית, וליצור בסיס נתונים טקסונומי איתן בשמורות המוכרזות והמוצעות לאורך הים התיכון הישראלי.

תוכנית העבודה התחלקה לשבעה חלקים מודולריים:

1. סקר סרטנים ממין חולן לאורך החוף החולי של ישראל
2. הפעלה של כלי ניטור אוטונומי של המצע הקשה בעומק 10 מטר בשישה אתרי שמורות וביקורת (ARMS – Autonomous Reef Monitoring Systems) (איור 7).
3. סקרים חזותיים של ספוגים באמצעות צילום ודגימה בעומקים 10 ו-25 מטר
4. סקרים חזותיים של אצות באמצעות צילום ודגימה בעומקים 10 ו-25 מטר
5. התאמת אלגוריתם ייעודי לשיפור ניתוח התמונות מסקרים תת-ימיים
6. סקרי דגים בצלילה על ידי מומחים ומתנדבים במסגרת מדע אזרחי (בנייה ובחינה של פרוטוקול ניטור מותאם למדע אזרחי)
7. שימוש במצלמות פיתיון לניטור מרחוק של דגים בקרקע חולית (BRUV – Baited Remote Underwater Video).



סיכום התובנות

מבין השיטות שנבחנו, שתי שיטות הן המומלצות ביותר לניטור ארוך טווח:

1. סקרי החוף לניטור הסרטן חולון החוף נמצאו כשיטה יעילה וקלה לביצוע. כמו כן, השיטה נותנת אינדיקציה טובה למצב הבריאותי של החוף ולהשפעת עומס המבקרים בו.
2. למרות שמערכת ARMS נמצאה כשיטה דרשנית למדי מבחינת ניתוח נתונים, היא עדיין המומלצת ביותר לשימוש בניטור ארוך טווח של חסרי חוליות ישיבים בשמורות סלעיות וחוליות.

המשך פירוט על כל שיטה בסעיף המלצות אפליקטיביות.

תוצרי המחקר לניהול השמורות

כל אחת מהשיטות המצוינות בסעיף הסיכום הקודם, מספקת בסיס נתונים ברמה טקסונומית בינונית עד גבוהה. הנתונים שנאספו תואמים סקרי עבר או משלימים מידע חסר בנוגע לחברת חסרי חוליות והדגים בשמורות.

בדו"ח המלא ניתן למצוא סיכום מפורט לגבי היתרונות והחסרונות של כל אחת מהשיטות לניטור ארוך טווח.

המלצות יישומיות

1. חולון החוף נמצא כמין המעיד על פגיעה בחוף. מומלץ להמשיך ולעקוב אחר החולונים לאורך זמן כדי לאבחן פגיעה ושינוי במצב החופים.



2. ARMS היא מערכת שנותנת את הרזולוציה הטקסונומית הגבוהה ביותר, מכסה את מספר הקבוצות הטקסונומיות הגבוה ביותר, ומאפשרת איתור של מינים פולשים בשלבים מוקדמים ביותר. מומלץ להמשיך עם הניטור באמצעות מערכת ARMS בשמורות הסלעיות, ובייחוד בשמורת ים אבטח, שהיא השמורה הדרומית ביותר, ועל כן היא השער הראשון למינים מהגרים ופולשים. יתרונות נוספים של השיטה הם שניתן ליישמה בשמורות מוכרזות מבלי לפגוע בבית הגידול לצורך דגימה, וכן ניתן למקם מערכות בעומקים שאינם נגישים בצלילה (איור 8).

3. סקרים חזותיים של ספוגים הם שיטה זולה ונוחה ברמה הביצועית בשטח. השיטה דורשת רמה גבוהה עד בינונית בזיהוי הטקסונומי במעבדה, מייצגת בצורה מדויקת ומשלימה ל-ARMS את המצע הטבעי, ומציגה דינמיקה רב-שנתית של המצע.



סקרים חזותיים של אצות מהווים נדבך חשוב כבית גידול ייחודי המספק מידע על שינוי בסקלת זמן עונתית. המגבלה העיקרית לביצוע כיום היא מחסור בכוח אדם מתאים.

4.



צילום: שרה אוחיון

עיבוד תמונה אוטומטי הניב שיפור באיכות הצילומים, אך באתרים מאתגרים, כמו שמורת ים אבטח, לא נתן מענה מספק בשל עומס חלקיקי גבוה. השיטה זקוקה לפיתוחים נוספים.

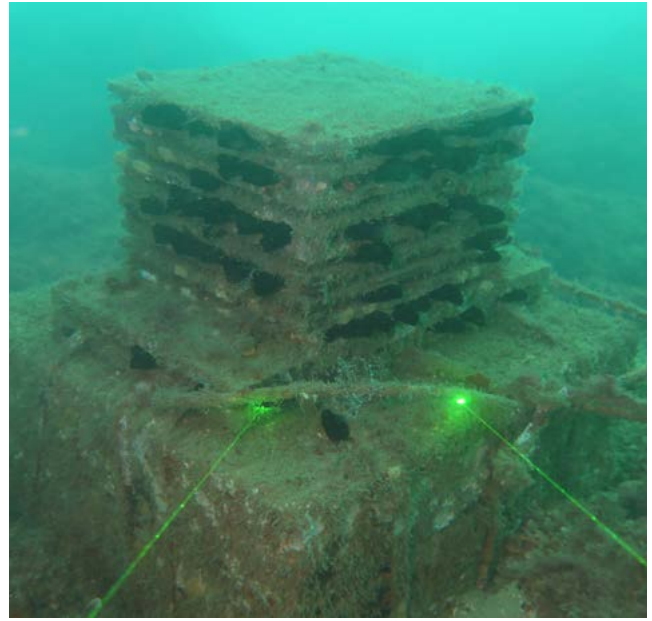
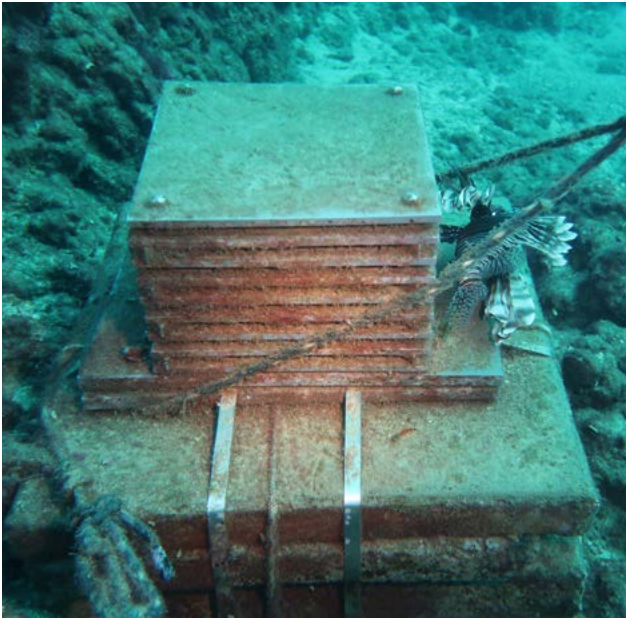
5.

סקרי דגים:

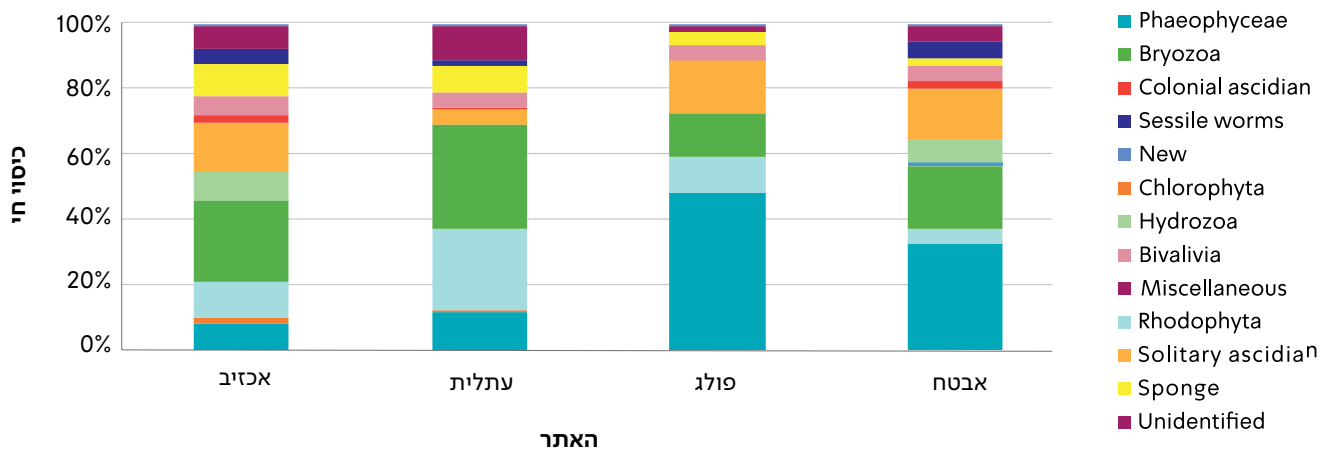
א. עבור קבוצות טקסונומיות נבחרות מומלץ לשלב מדע אזרחי בסקרים חזותיים של דגים, ויש לו גם ערך הסברתי בשילוב הציבור במחקר. הוא מחייב עבודה וליווי צמוד של מומחים.

6.

ב. BRUV הוא כלי יעיל מבחינה אופרטיבית, אך בעל העדפה למינים מסוימים, כמו מינים אופורטוניסטים ופולשים. הוא מומלץ לשימוש בבתי גידול שפחות נגישים בצלילה, למשל בעומקים גדולים. הוא אינו מתאים לניטור של בית גידול חולי ועכור (כמו שמורת ים אבטח). דרוש מחקר נוסף לבדיקת יעילות השיטה בעומקים הרדודים.

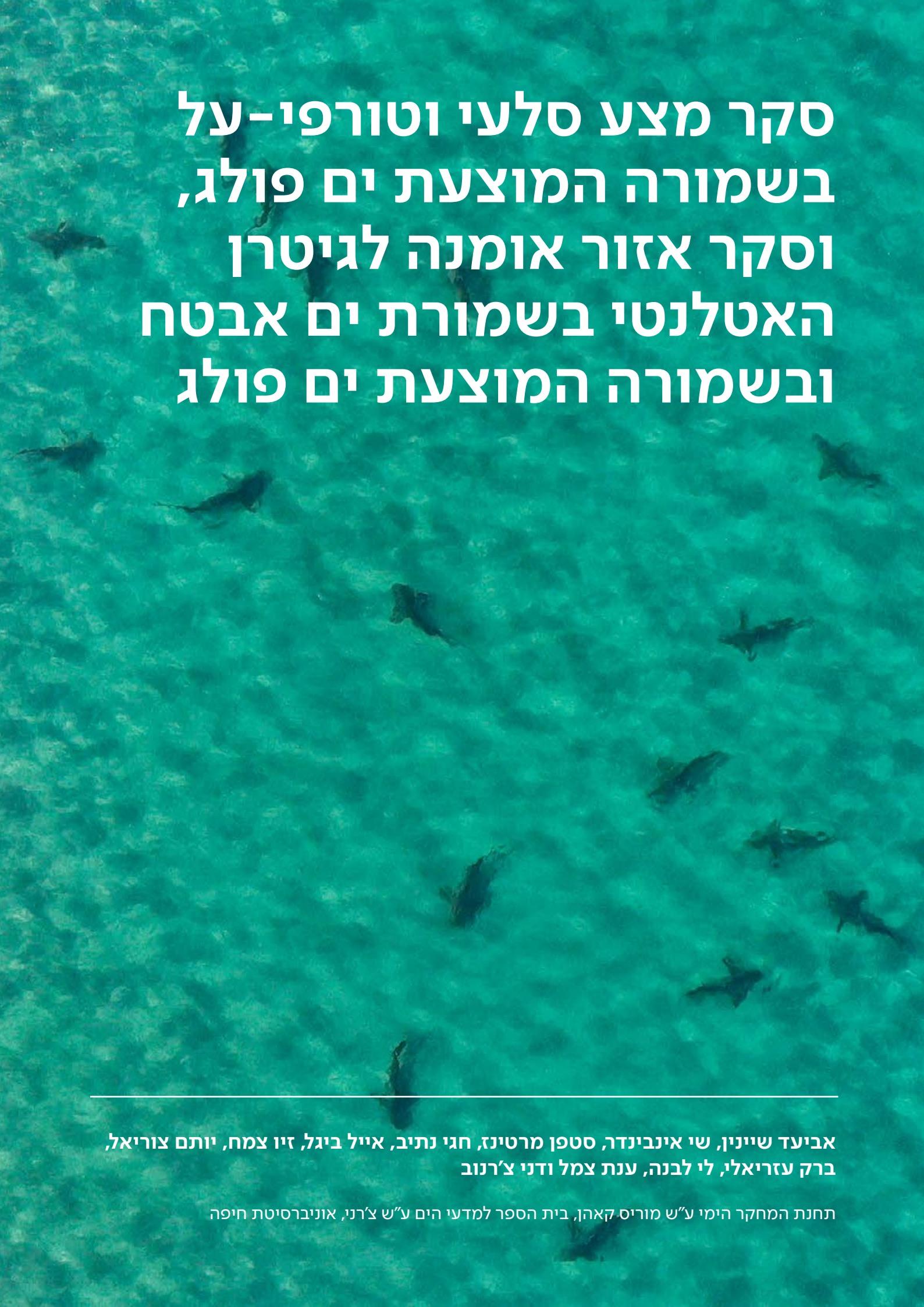


איור 7: מערכות ARMS המונחות בשטח. ימין: שמורת ים אבטח, שמאל: שמורת ים כרמל – נווה ים.



איור 8: אחוז הכיסוי של הקבוצות הטקסונומיות המרכזיות בכל אחד מהאתרים.





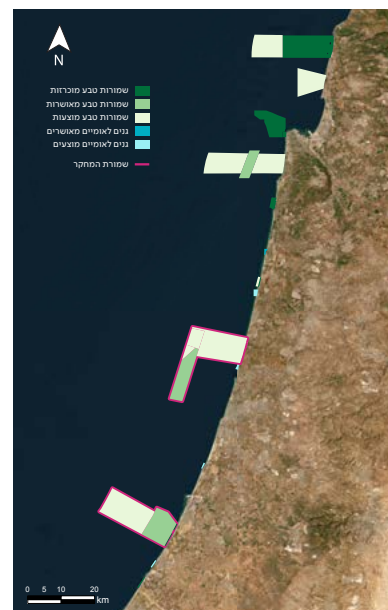
סקר מצע סלעי וטורפי-על בשמורה המוצעת ים פולג, וסקר אזור אומנה לגיטרן האטלנטי בשמורת ים אבטח ובשמורה המוצעת ים פולג

אביעד שיינין, שי אינבינדר, סטפן מרטינז, חגי נתיב, אייל ביגל, זיו צמח, יותם צוריאל,
ברק עזריאלי, לי לבנה, ענת צמל ודני צ'רנוב

תחנת המחקר הימי ע"ש מוריס קאהן, בית הספר למדעי הים ע"ש צ'רני, אוניברסיטת חיפה

תקציר

מטרות המחקר היו: (1) לבצע סקרי דגים, חסרי חוליות ואצות על המצע הקשה, כמו גם לבחון נוכחות של מינים מוגנים, כמו כרישים ודולפינים, בשמורה המוצעת ים פולג. (2) לבחון אם האתרים שמורה מוצעת ים פולג ושמורת ים אבטח משמשים אתרי אומנה לגיטרנים (איור 9).



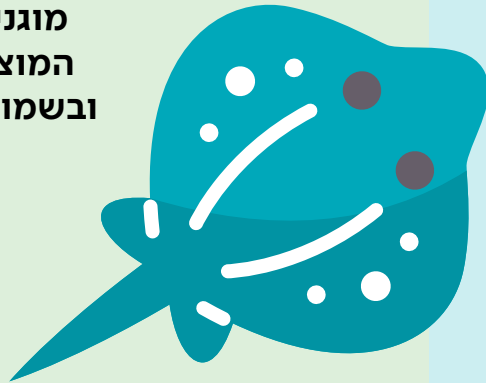
איור 9: פרטים מהמין גיטרן אטלנטי.



סיכום התובנות

- חברת הדגים בשמורה המוצעת ים פולג נמצאה דלה בהשוואה לשוניות אחרות במזרח הים התיכון.
- נמצא מספר נמוך עד אפסי של מינים צמחוניים (סיכנים).
- המקלטים האקוסטיים בשמורה המוצעת ים פולג תיעדו פעילות דולפינים כמעט בכל חודשי הסקר, עם עלייה בפעילות בשעות הלילה.
- לא תועדה נוכחות של הכרישים המתויגים בשמורה המוצעת ים פולג, אך ייתכן שהסיבה לכך היא בעיות טכניות במקלטים.
- לא נצפו גיטרנים בשמורה המוצעת ים פולג במהלך תקופת הסקר.
- שמורת ים אבטח מסתמנת כאתר רבייה חשוב עבור המין גיטרן אטלנטי.

יצירת מאגר נתונים
ראשוני עבור מינים
מוגנים בשמורה
המוצעת ים פולג
ובשמורת ים אבטח.



תוצרי המחקר לניהול השמורות

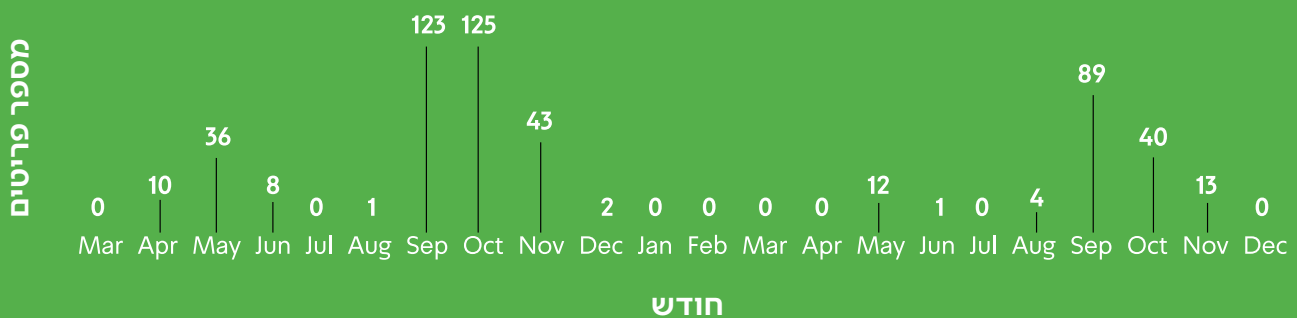
המלצות יישומיות

הממצאים בשמורת ים אבטח מעידים שהאתר הוא אזור אומנה חשוב עבור המין גיטרן אטלנטי. נדרש מחקר משלים למעקב אחר נוכחות המין בשמורה (איור 10).

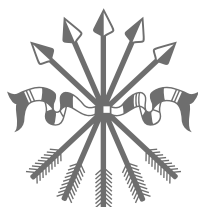


בשל תיעוד רב של דולפינים בשמורה המוצעת ים פולג יש להמשיך ולעקוב אחר נוכחותם באזור השמורה.

איור 10: גיטרנים שנצפו ותועדו בחוף שמורת ים אבטח בין השנים 2020–2021.







יד הנדיב
Yad Hanadiv
ياد هَنديف





יד הנדיב
Yad Hanadiv
ياد هَنَدِيْف

אילום שער: נוג לויאן

