

An underwater photograph showing a diver in the bottom right corner, looking towards a large school of silver fish swimming in the blue water. The fish are of various sizes, with several large ones in the foreground and many smaller ones further back. The water is clear and blue, with some light reflections on the surface.

שמורות טבע ימיות

תיבות האוצר של הים התיכון

שמורות טבע ימיות

תיבות האוצר של הים התיכון

כתיבה ועריכה: אלון רוטשילד, מנהל תחום המגוון הביולוגי, החברה להגנת הטבע
תחקיר וכתיבת חומרים: ד"ר קרנית בכרטן, ענבר שורץ בלקין
תרמו במהלך הדרך: ד"ר רותי יהל, ד"ר אורית ברנע, אורי אורן, יגאל בן ארי, ניר אנגרט, ד"ר גיל רילוב
מנהל קריאייטיב: יגאל אמור, we amor
עיצוב: מיטל מנחם, we amor
תמונת השער: אנדרי אהרנוב, אבידג

החברה להגנת הטבע: ע"ר, הארגון הסביבתי הגדול והוותיק בישראל, עמית בישראל של הארגונים הבין-לאומיים IUCN ו- *Birdlife International*. החברה להגנת הטבע פועלת בכלים חינוכיים, תכנוניים, ציבוריים, מחקרניים ומשפטיים לשמירה על המגוון הביולוגי של ישראל ועל נגישותו לציבור.

רשות הטבע והגנים (רט"ג): רשות ממשלתית הפועלת למימוש המטרות של החוקים שמכוננים אותה: חוק גנים לאומיים, שמורות טבע ואתרי הנצחה וחוק הגנת חייית הבר. מטרות הרשות מתחלקות למחויבויות לשמור על הטבע ועל אתרי המורשת, לטפח אותם לרווחת הציבור ולחנכו בהתאם למטרות אלה. כגוף ציבורי מחזיקה הרשות בנאמנות, בשם הציבור, חלק מנכסי הכלל: שמורות טבע וגנים לאומיים. נכסים אלו אינם שייכים רק לדור הנוכחי והרשות מחויבת אליהם כאל פיקדון עליו יש להגן לטווח הארוך, גם בעבור הדורות הבאים.

© כל הזכויות שמורות לחברה להגנת הטבע (ע"ר) ולרשות הטבע והגנים, 2018.

מסמך זה נכתב כחלק מקידום תכנית השמורות הימיות של רשות הטבע והגנים, כחומר רקע לאישורן והכרזתן.

תודות:

תודתנו לצלמים שתמרו מתמונותיהם המרהיבות לפרסום זה, ולחוקרים שחלקו ידע חיוני שבא לידי ביטוי במסמך. עם זאת, כל טעות, אם נפלה בטקסט, היא באחריות עורכי המסמך בלבד.

www.mafish.org.il

על הפרק

26

הפיתרון: שמורות
ימיות

19

הצורך בשמורות
ימיות

08

הספארי הגדול
בישראל

75

איך נמנעים
מ"שמורה על
הנייר"?

70

חקרי מקרה

39

איך עושים את זה
נכון?

114

נספח ב':
ים של צרות

97

נספח א':
הים הנדיב

84

תכנית השמורות
הימיות של ישראל

תקציר מנהלים

שמורות טבע ימיות הן הכלי המרכזי, המוכח והיעיל ביותר לשמירת הסביבה הימית.

כיום רק 0.3% מהים התיכון מוכרז כשמורות טבע ימיות, בעוד על פי אמנות בינלאומיות ישראל התחייבה להכריז על 10% מהים כשמורות טבע עד שנת 2020, ובעוד מדינות כמו אנגליה או צ'ילה חצו כבר את סף ה-20% הגנה בים שלהן.

הים התיכון הוא ים בעל חשיבות אקולוגית רבה. כרבע מהיצורים החיים בו הם ייחודיים (אנדמיים).

מזרח ים תיכון הוא אזור מובחן וייחודי בפני עצמו, בהיותו מעין "מדבר ימי" של מים חמים, מלוחים ועניים בחומרי הזנה.

בים התיכון של ישראל יש עולם טבע הראוי לשימור, ואף "נאות מדבר" רבות שרק התחלנו לחקור את צפונותיהן: גני ספוגים, שוניות אלמוגים של מים קרים, ריכוזי כרישים, אזורי רבייה של טונה כחולת סנפיר, מרחבי רבייה והטלה של צבי ים, שוניות סלעיות, דולפינים, ודיונות חול ימיות שבתוכן מתחפר עולם חי שלם ומרתק.

הים התיכון הוא ים נדיב, שהטבע בו מאפשר לנו חיים על היבשה:

חמץ לנשימה, מיתון שינויי אקלים וקליטת גזי חממה, פוטנציאל אדיר לתיירות אקולוגית ימית וחינוך, דגה וחומרי טבע לתרופות חדשניות – תועלות שאנו נהנים מהם מהטבע הימי. לטבע הימי גם יכולת לסייע לנו בניהול סיכונים כמו התפרצות מדוזות, התמוטטות מצוקי החוף, וזיהום ים – אך גם ליכולת זו של הטבע יש גבולות.

הים התיכון נחשב לים המאזן ביותר בעולם.

הלחצים על הים מתחלקים ללחצים מקומיים, שבידינו היכולת לנהל אותם (הרס בית הגידול, דיג יתר וזיהום כתוצאה מפעילות תשתיות, ספינות דיג וכלובי דגים) וללחצים גלובליים אשר אנו יכולים בעיקר להסתגל אליהם (שינויי אקלים ומינים פולשים). עם זאת, מערכת אקולוגית מאוזנת ובריאה, אשר הלחצים המקומיים בה ממוזערם, היא מערכת עמידה יותר לשינויי הגלובליים, ובה אנו רואים פחות התפרצויות של מדוזות, לדוגמה.

שמורות הטבע הימיות מונעות את הלחצים המקומיים על הטבע, ובכך מאפשרות לו להתמודד ביתר הצלחה עם השינויים הגלובליים המאיימים עליו.

הצלחתן של שמורות טבע ימיות נמדדת במספר מדדים מרכזיים: כמות הדגה, גודל החיות, צפיפותן והמגוון שלהן. במחקרים מקיפים בעולם וגם בישראל, הוכח ששמורות טבע ימיות מצליחות לספק את המדדים האלה, בהינתן שלושה תנאים מרכזיים:

- שמורה גדולה ועמוקה.
- איסור דיג ושימושים פוגעניים אחרים.
- אכיפה וניהול.

בהינתן קיומם של תנאים אלה, השמורה לא רק שומרת על הטבע, אלא גם מספקת תועלות ציבוריות רבות: העשרת הדגה בשטחים הסמוכים לשמורה בשיעור של תוספת 10% בשלל, מוקד לתיירות אקולוגית ותוספת משרות והכנסה בקרב הקהילות הסמוכות, וכמובן תועלות אקולוגיות הנובעות מים מאוזן ובריא.

- **פיקוח ואכיפה** – ביצוע פיקוח בים מחייב יכולות שונות מאלה של היבשה, יכולות שבאות היום לידי ביטוי במסגרת היחידה הימית החדשה שהוקמה ברט"ג.
- **קהילה** – הקהילה היא הלב הפועם של השמורה, ציבור אנשים שמחד נהנים מהשמורה ומאידך תורמים לה בפעולות שוטפות כמו צלילות ניקיון, פעולות הסברה ודיווח על מפגעים.

ישראל נמצאת כיום בצומת דרכים משמעותי. **במשך שנים, החצי הכחול של המדינה – הים התיכון ששטחו גדול משטחה היבשתי של המדינה – לא היה מנוהל.**

עם הגידול בלחצים האנושיים: נמלים, תשתיות לחיפוש והפקת אנרגיה, כלובי דגים, דיג והתפלה, חשוב לשמור על תיבות האוצר הטבעיות של הים התיכון, כרשת שמורות ימיות בהיקף של 20% מהמים הריבוניים, והגנה על אתרים רגישים במים הכלכליים (למשל שוניות אלמוגים עמוקות).

מסמך זה נועד לספק תשתית ידע התומכת בקידום השמורות הימיות ובניהולן האפקטיבי, לרווחת הציבור הישראלי היום – ובעתיד. מימוש התכנית לרשת השמורות הימיות היא משימה לאומית בת השגה, המחייבת את הירתמות מוסדות התכנון והציבור כולו.

**הפנים נשואות מערבה,
מוזמנים לצלול פנימה...**

שמורות ימיות גדולות הן חיוניות כדי להגן על מלוא טווח החיים של יצורי הים, אשר למרביתם מחזור חיים מורכב. במהלך חייהם, חיות כמו דקר המכמורת, דיונונים ובטאים נעים בין המים הרדודים לעמוקים, ובין אזורי הסלע לאזורי החול. רק הגנה על מלוא בתי הגידול בהם חיים יצורים אלה תאפשר למעגל החיים שלהם להיות שלם.

דיג בשטחים מוגנים גורם לצניחה דרמטית בתועלות של השמורה, ובעיקר לפגיעה במיני הדגל – הדגים הטורפים, צבי הים והיונקים הימיים. מיני דגל אלה הם הבסיס לפעילות התיירותית והחינוכית בשמורה, ממנה נהנה הציבור כולו. בשמורות רבות בעולם הקהילה המקומית הגדילה בצורה משמעותית את כמות המשרות וההכנסות מהים עם ההסבה מכלכלה מבוססת דיג לכלכלה מבוססת תיירות ימית.

תכנית השמורות הימיות של רשות הטבע והגנים סימנה 7 שמורות טבע גדולות אשר נותנות הגנה לאתרים ייחודיים כמו ראש הכרמל, רכס בוסתן הגליל וגני הספוגים העמוקים בעומק 100 מ', כמו גם ייצוג הולם לבתי גידול של **קרקעית חולית ושוניות סלעיות**. שמורות אלה מתפקדות כרשת, שכל אחת מהחוליות בה מהווה **"אבן קפיצה" במסדרון האקולוגי הימי**, מסדרון המאפשר הפצת החיות והזנה הדדית בין השמורות. הניהול האפקטיבי של שמורות טבע ימיות נשען על שלושה נדבכים:

- **ניטור** – הסטטוסקופ של הים, מאפשר למנהלי השמורה להבין בצורה שוטפת את המצב האקולוגי, ולהגיב במקרה של בעיה.

האתגר: לשמור על החצי הכחול של המדינה

פלישות ביולוגיות (מאות מינים פולשים), דיג יתר (40% דעיכה בדגה בישראל בעשורים האחרונים) וסביבה מדברית ענייה בחומרי הזנה. אחד הסימנים לחולי של הים הוא התפרצויות גוברות והולכות של מדוזות, המשגשגות בים פגוע ומתחמם – ופוגעות בתיירות, בדגה, בתשתיות חופיות ובטבע.

זוהי גם סביבה טבעית מופלאה ועשירה בחיים שאת חלקם – כמו גני הספוגים ושוניות האלמוגים העמוקות – רק התחלנו לגלות. בחלקים נרחבים של הים שלנו, לא דרכה רגל אדם עדיין, והם נחו עד כה בעומק ובדממה במשך שנים אין ספור.

הלחצים על הסביבה הימית הולכים וגוברים: הקצאה נרחבת של זיכיונות חיפוש גז ונפט, שטחים לחקלאות ימית, וחיפוש אחר מקום חלופי לתשתיות יבשתיות, כמו גם דייגים המנסים לשמר את פעילותם במרחב – כולם מצויים בריצת אמוק לביסוס דריסת הרגל שלהם במרחב הימי. בימים אלה ממש "מחולקת העוגה" ומוכרע עתידו של הים התיכון הישראלי – עבור הדור הנוכחי והדורות הבאים. חוק האזורים הימיים שיקבע את התשתית החוקית במים הכלכליים, תכנית המרחב הימי, ושלל יוזמות – כולם מעצבים בימים אלה את פני החצי הכחול של מדינת ישראל.

האם נשכיל להימנע מטעויות שעשינו ביבשה? האם נדע לשמור על תיבות האוצר של הים התיכון, כשטחים שמורים ומנוהלים, תיבות נוח עבור הדורות הבאים? בידינו הדבר.

הים מכסה כ- 70% מפני כדור הארץ. הוא מגיע לתהומות בעומק למעלה מ- 10 קילומטרים, והוא המערכת האקולוגית הגדולה ביותר בכדור הארץ. שטח המים הכלכליים של ישראל גדול משטחה היבשתי של המדינה.

במשך ההיסטוריה, נתפס הים כמשאב טבע אינסופי, כזה שניתן לרדות ממנו את הדגה בלי שהיא תיגמר, ושניתן להזרים אליו את הפסולת והוא תמיד יכיל ללא תלונה. אך בדומה למשאבי טבע אחרים אשר האנושות המתפתחת הצליחה להביא אותם אל סף כלייה (אקלים יציב, מים מתוקים לשתייה, אדמה פורייה וקרקע זמינה), **גם הים הוא משאב סופי, אשר יש לנהלו רגע לפני שיהיה מאוחר מידי.**

כ- 90% מאוכלוסיות הדגים הגדולים נעלמו מהאוקיינוסים¹. שטח התפוצה של שליש מחיות הים הצטמצם בצורה משמעותית². קיימת דעיכה של כ- 40% בכמות הפלנקטון (בסיס החיים בים) בחמישים השנים האחרונות³. מינים רבים של בעלי חיים ימיים עדיין איתנו, אך בכמויות קטנות כל כך עד שבפועל אינם מהווים חלק מתפקד במערכת האקולוגית ("הכחדה תפקודית").

מדענים העריכו לאחרונה שהאוקיינוסים עומדים רגע לפני גל של הכחדת מינים, הדומה לגל ההכחדות ששטף את היבשה לאחר המהפכה התעשייתית². **הים התיכון נחשב לים בו הטבע הוא המאזן ביותר על פני כדור הארץ.**

מזרח הים התיכון הוא סביבה מאתגרת במיוחד, עם שיעורים קיצוניים של התחממות (עלייה של 3°C במשך 3 עשורים),

1. Myers R, Worm B. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. Nature 423 (280-283).

2. McCauly D, Pinsky M, Palumbi S, Estes J, Joyce F, Warner R. 2015. Marine defaunation: animal loss in the global ocean. Science 347 (6219).

3. Boyce D, Lewis M, Worm B. 2010. Global phytoplankton decline over the past century. Nature 446.

4. Coll M, Piroddi C, Steenbeek J, et al. 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. PLoS one, 5(8): e11842.



מה יש בים התיכון חוץ ממדוזות? דפדפו הלאה... | צילום: רוי גוילי.

הים התיכון

הספארי הגדול בישראל

הים התיכון - לא סתם ים!

למה הטבע של הים התיכון מיוחד?

טיפת מים שנכנסת לים התיכון דרך מצר גיברלטר מבלה כ-70 שנה בתוכו עד שהיא יוצאת חזרה לאוקיינוס האטלנטי¹⁵. המים מהאוקיינוס האטלנטי עוברים דרך שתי "מסננות", שמשנות את תכונות המים:

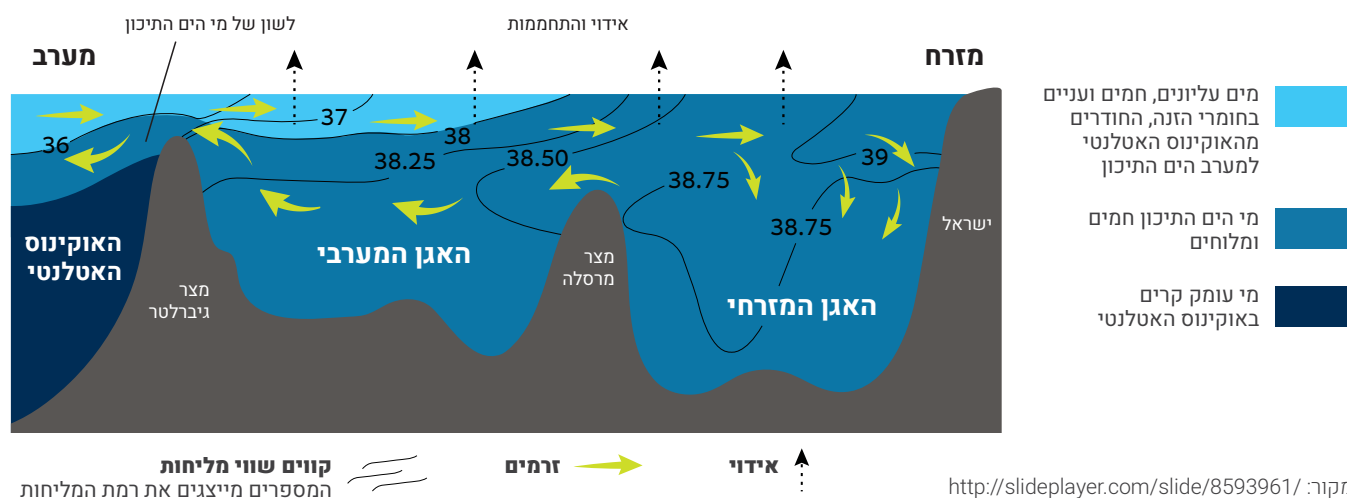
• **המסננת הראשונה:** מצר גיברלטר: לים התיכון נכנסת דרך מצר גיברלטר רק שכבת המים העליונה מהאוקיינוס האטלנטי - מים חמימים (יחסית לאוקיינוס) ופחות מלוחים. ככל שהמים זורמים מזרחה, אל תוך הים התיכון, הם מתאדים ומתחממים עוד יותר. בעקבות האידוי מליחות המים עולה.

• **המסננת השנייה:** מצר מרסלה, המחלק את אגן הים התיכון לשני אגנים: אגן מזרחי ואגן מערבי. גם דרך מצר מרסלה עוברת רק שכבת המים העליונה מהאגן המערבי לאגן המזרחי. שכבת מים זו מאופיינת במים חמים, מלוחים ועניים בחומרי הזנה.

שמו של הים התיכון בלטינית הוא "הים באמצע היבשה". זהו הים הסגור הגדול והעמוק ביותר בעולם, ואנו חולקים אותו עם 20 מדינות נוספות, ועם כ-200 מיליון תיירים כל שנה. התרגלנו לראות בו "סתם ים". אבל מה אנחנו באמת יודעים עליו?

האמת היא, שהים התיכון הוא ים מיוחד:

- הים התיכון הוא ים מיוחד, בו שיעור גבוה של אנדמיזם (בעלי חיים ייחודיים): עד כה תוארו בים התיכון למעלה מ-17,000 מינים, למעלה מרבע מהם ייחודיים לים התיכון (אנדמיים)⁸. בקבוצות מסוימות, למשל סרטני מים עמוקים מקבוצת השטצדים, כמחצית מהמינים הם אנדמיים לים התיכון!⁶. הים התיכון מכיל ייצוג נרחב לעולם החי הימי. למשל, כ-12% ממיני הספוגים בעולם נמצאים בים התיכון, ומחצית מהמינים בים התיכון - אנדמיים!⁸.
- **מזבח** הים התיכון הוא חלק מיוחד אפילו יותר, ומתאפיין במים חמים, מלוחים ועניים בחומרי הזנה, מעין "מדבר ימי".
- באזור זה התפתח חי ימי אופייני, הן ב"מדבר הימי" והן ב"נאות המדבר" המשובצות בו.



• כך, התנאים במזרח הים התיכון הם "מדבריים", ושונים מהתנאים במערב הים התיכון או באוקיאנוס האטלנטי. אומנם, ככל שמתקדמים מזרחה בים התיכון, יש ירידה בעושר המינים, הנובעת מהתנאים הקשים (מליחות, חום ומיעוט של חומרי הזנה), אך החי במזרח הים התיכון ראוי לשימור בגלל תכונותיו המאפיינות. למשל, הצדפה הנפוצה ביותר במזרח הים התיכון, *Yoldia micrometrica*, אינה מתועדת כלל ממערב הים התיכון. דוגמה נוספת היא השוואה בין מזרח הים התיכון, מערב הים התיכון, והאוקיאנוס האטלנטי, שמצאה הבדלים משמעותיים בחברת הנמטודות (תולעים נימיות) של הים העמוק⁸.

• מקור נוסף לגיוון בים התיכון, הוא התמהיל של בעלי חיים שהגיעו, אבולוציונית, מהאוקיאנוס האטלנטי, יחד עם מינים מתקופה קדומה בה ים תיכון היה מחובר לאוקיאנוס ההודי, ובתוספת מינים ששרדו מהתקופה שהים התיכון היה במפלס נמוך והיה אף חם ומלוח עוד יותר⁸.

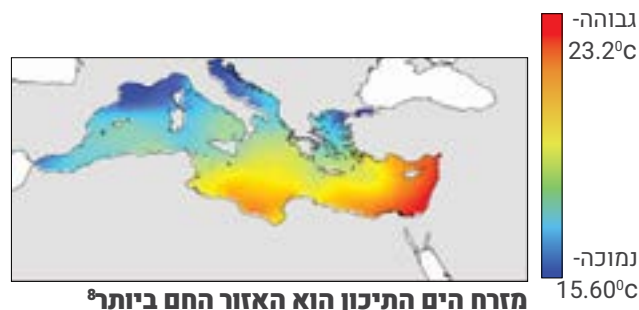
ומה מיוחד בים התיכון שלנו - הלבנט?

אגן הלבנט הוא החלק המזרחי ביותר של הים התיכון, ובו התכונות של מדבר ימי (מלוח יותר, חם יותר, עני יותר בחומרי הזנה) מגיעות לשיא. למרות זאת, זהו ים בעל מאפיינים ביולוגיים מיוחדים:

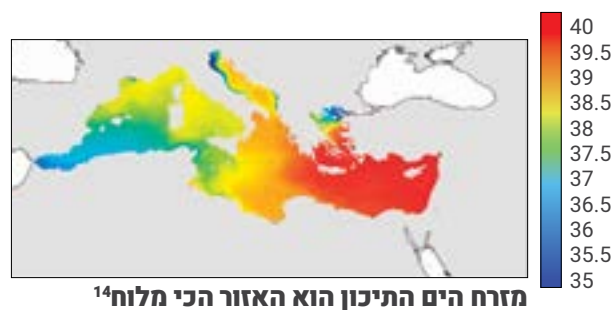
1. בתי גידול מגוונים:

מיפוי עדכני³ של הים גילה כ-50 בתי גידול שונים בים התיכון הישראלי, כל אחד מהם מאופיין בחברת חי שונה ממשנהו. הטופוגרפיה, המצע והעומק משתנים מאתר לאתר בים התיכון הישראלי. כך, ברכסים, בקניונים, ובשוניות יש חברה אקולוגית שונה מאשר באזורי המצע הרך, שאף הוא נבדל מאתר אחד למשנהו בגלל הבדלים בעומק, גודל הגרגר, הרכב המצע, עוצמת הזרמים ועוד. ניתן לציין מספר בתי גידול ייחודיים בסיכון, למשל:

טמפרטורת פני הים הממוצעת השנתית



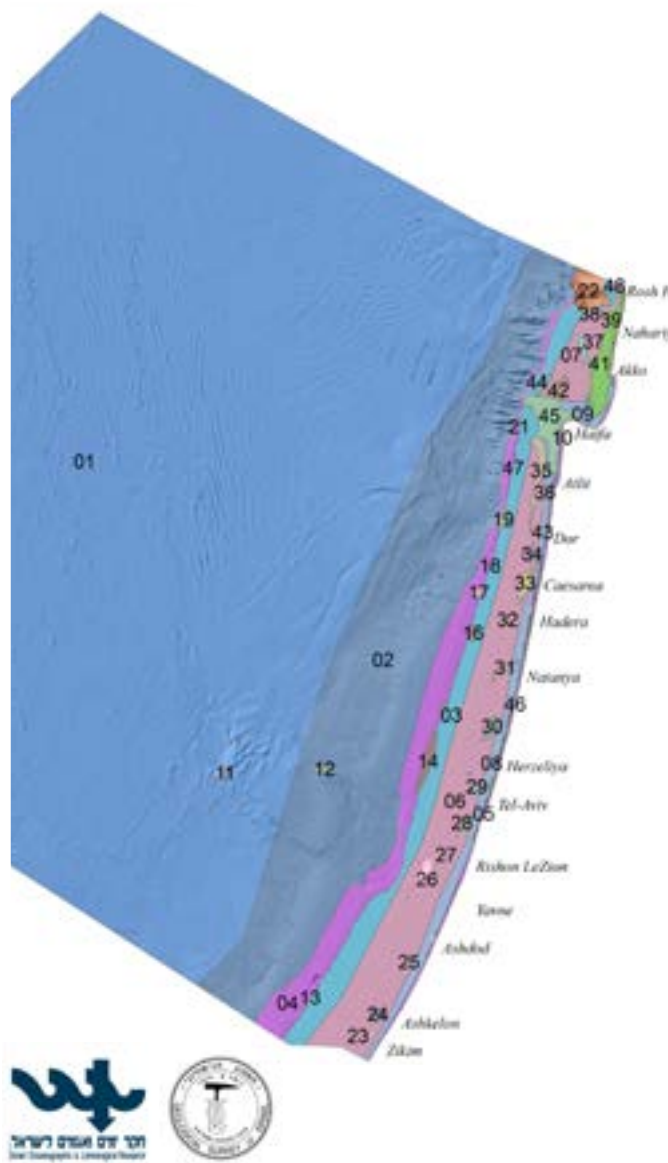
רמת מליחות פני הים הממוצעת השנתית



יצרנות ראשונית



הים התיכון הישראלי הוא יחיד ומיוחד. הוא ים אחר, שונה מיתר הימים בעולם. יש לשמור על הים התיכון באזורנו בכללותו – גם על השטחים "המדבריים" שבו (למשל שטחי המצע הרך) וגם על "נאות המדבר" של הקניונים, הרכסים ואזורי המצע הקשה.



• **טבלאות גידוד** – שוניות שטוחות הנוצרות בגובה פני הים בקרבת החוף על ידי חלזונות צינוריים. חלזונות אלו יוצרים מבנים ביולוגיים מורכבים באזור הגאות והשפל. התופעה מוכרת במספר אזורים בים התיכון ובפרט לאורך חופי ישראל⁴.

• **גני ספוגים**, כולל מינים חדשים למדע הן בים העמוק והן ברסס הכורכר בעומק 100 מטרים וב- "ראש הכרמל"^{16,10}.

• **שוניות אלמוגי מים קרים** בים העמוק²¹.

• **נביעות** מתאן של ים עמוק⁷.

2. טונה כחולת סנפיר:

בלבנט יש אזור תזונה ורבייה של טונה אטלנטית כחולת סנפיר - מין בסכנת הכחדה עולמית בשל דיג יתר⁹. אוכלוסיית טונות, המובחנת (כנראה) גנטית מאוכלוסיות אחרות בעולם¹³, מגיעה לשחר לטרף ולהתרבות לאורך חופיה הדרומיים של ישראל בחודשי האביב והקיץ¹².

3. כרישים ובטאים:

חופי ישראל מהווים "נקודה חמה" בה מתרכזים מיני כרישים ובטאים באזור חדרה, אשדוד ואשקלון במהלך חודשי החורף⁵.

4. צבי ים ודולפינים:

בחופי ישראל נקבות של צבי ים חום וצבי ים ירוק עולות לחופים החוליים לשם הטלת ביצים בחודשי הקיץ¹¹. להקות של דולפין מצוי משחרות לטרף מול חופי ישראל, בעיקר באזור ים אבטח והרצליה.

5. עופות:

מעל הים התיכון שלנו חולף אחד מצירי הנדידה החשובים ביותר בעולם, בו חולפות מיליוני ציפורים בתעופה (בדרך כלל בלילה) בדרך מאירופה לאפריקה ובחזרה. בחופי ישראל מקננות שחפיות נדירות אשר נסמכות על הדגה הימית כמקור מזון.



טחן עיטי | צילום: אנדרי אהרונוב.



גיטרן, דג סחוס המוגדר בסכנת הכחדה בים התיכון |
צילום: אנדרי אהרונוב.



טריגונים בשונית הסלעית | צילום: חגי נתיב.



טונה כחולת סנפיר - טורף על המגיע למרחב ים אבטח
בחדשי האביב. מוגדר בסכנת הכחדה בים התיכון.



דולפין מצוי | צילום: אביעד שיינין



שושנת ים אדומה | צילום: אמיר גור



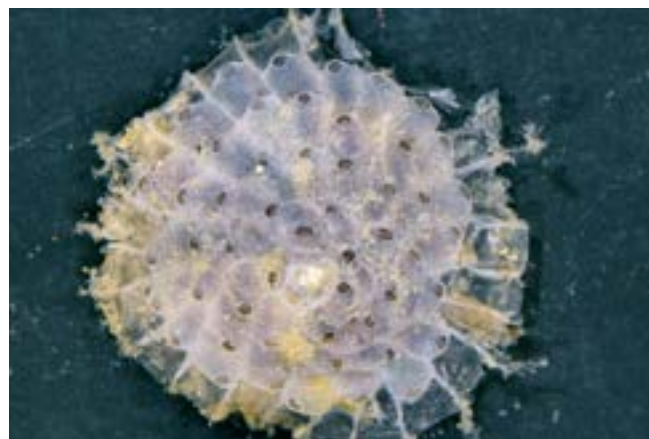
נחשון ים | צילום: גיל רילוב



חשופית האונות | צילום: שבי רוטמן



איצטלן - בעל חיים צמוד מצע המסנן את מזונו מהמים |
צילום: תמר פלדשטיין



חיטחב - בעל חיים צמוד מצע המסנן את מזונו מהמים |
צילום: גיל רילוב



כפן גושמני - לובסטר מוגן המהווה יעד לדיג לא חוקי |
צילום: אמיר גור



זרועות סינון של תולעת רב זיפית | צילום: גיל רילוב

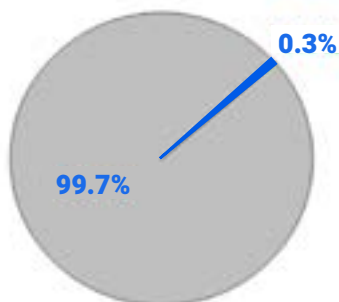
מצב נוכחי:

יבשה-ים

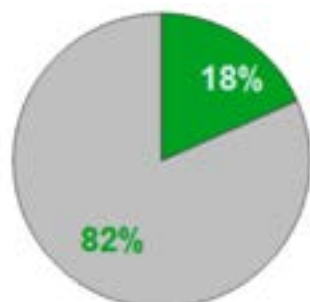
כ-20% משטחה היבשתי של המדינה הוכרז כשמורות טבע, כדי לשמר נתח משמעותי מהמורשת הטבעית של ישראל, ולספק שירותים אקולוגיים חיוניים לאדם.

שטח המים הכלכליים של ישראל הוא כ-26,000 קמ"ר, גדול משטחה היבשתי של המדינה. מתוכם, כ-4000 קמ"ר (כחמישית מהשטח היבשתי של המדינה) מוגדרים כמים הריבוניים, אך כיום רק 0.3% (!) משטחם הוכרז כשמורות טבע ימיות - מאית (!) משיעור השמורות המוכרזות ביבשה.

אחוז השמורות המוכרזות בים



אחוז השמורות המוכרזות ביבשה



מקרא

□ קו המים הטריטוריאליים

■ ישוב

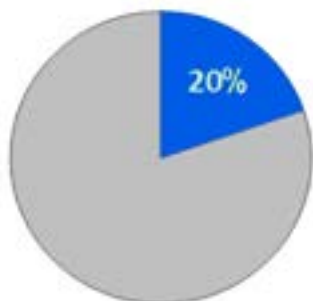
■ שמורת טבע / גן לאומי מוכרזים

ים-יבשה

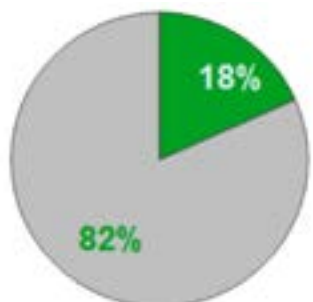
מצב עתידי מוצע בים:

תכנית האב לשמורות ימיות של רשות הטבע והגנים מציעה להכריז על כ-20% מהמים הריבוניים של ישראל כשמורות ימיות, אשר ישמרו על בתי הגידול הייחודיים, כמו גם על ייצוג הולם לבתי הגידול האחרים (למשל שטחי המצע הרך), במסגרת שמורות גדולות ועמוקות שיתפקדו כרשת שרכיביה מזינים זה את זה.

אחוז השמורות המוצעות בים



אחוז השמורות המוכרזות ביבשה



מקרא

□ קו המים הטריטוריאליים

■ ישוב

■ שמורת טבע / גן לאומי מוכרזים

■ שמורת טבע / גן לאומי מאושרים ומוצעים



דקר הסלעים (לוקוס). דג בסכנת הכחדה בים התיכון, נפגע במיוחד מדיג ומהרס בית הגידול | צילום: שחר מלמוד

מקורות:

1. דוח ממצאי ניטור ימי אזור רישיון 394/עוז קידוח עוז 1, 2016: https://www.gov.il/BlobFolder/generalpage/enviromental_info_file/he/EBS_2016_11_394_Oz.pdf
2. מסמך סביבתי מלווה לרישיון לצרכי חיפוש - קידוח חיפוש (ניסיון) ומבחני הפקה ברישיון עוז/ 394, 2017: https://www.gov.il/BlobFolder/generalpage/pdf.2017_03_394_enviromental_info_file/he/ES_Oz.pdf
3. סקר אסטרטגי סביבתי לחיפוש ולהפקה של נפט ושל גז טבעי בים-חלק ג'. 2015. איסוף וניתוח מידע סביבתי קיים, מיפוי בתי גידול והצעה למדדים לפגיעות אקולוגית בהקשר לפעילות הנדסית של חיפוש והפקת נפט וגז טבעי במרחב הימי של ישראל בים התיכון. דוח חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) IOLR Report H20/2015. דוח מכון גיאולוגי GSI/11/2015.
4. ערן ברוקוביץ', אביגדור אבלסון, אסף אריאל, ושות'. 2015. טבלאות הגידוד בישראל: תמונת מצב, חשיבות סביבתית ודרכי פעולה אפשריות לשיקום טרם היעלמות. סיכום ותובנות של ועדת מומחים. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה 32 עמודים.
5. Barash, A., Pickholtz, R., Pickholtz, et al. 2018. Seasonal aggregations of sharks near coastal power plants in Israel: An emerging phenomenon. *Marine Ecology Progress Series* **590**: 145–154.
6. Bouvier, L., and Borrel, M. 2004. The Mediterranean deep-sea ecosystems: an overview of their diversity, structure, functioning and anthropogenic impacts, with a proposal for their conservation. IUCN Center for Mediterranean cooperation, Malaga, Spain and WWF Mediterranean programme, rome, Italy.
7. Coleman, D. F., and Ballard, R. D. 2001. A highly concentrated region of cold hydrocarbon seeps in the Southeastern Mediterranean Sea. *Geo-Marine Letters* **21**(3): 162–167.
8. Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., et al. 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, patterns, and threats. *PLoS ONE* **5**(8).
9. Di Natale, A., Collette, B., Pollard, D., et al. 2011. Thunnus thynnus. The IUCN Red List of Threatened Species 2011: E.T21860A9330380. Downloaded on 19 June 2018.
10. Idan, T., Shefer, S., Feldstein, T., et al. 2018. Shedding light on an East-Mediterranean mesophotic sponge ground community and the regional sponge faunaitle. *Mediterranean Marine Science*, 106–84.
11. Mazor, T., Levin, N., Possingham, H. P., Levy, et al. 2013. Can satellite-based night lights be used for conservation? The case of nesting sea turtles in the Mediterranean. *Biological Conservation* **159**: 63–72.
12. Pew Environment Group. 2010. Conserving Atlantic Bluefin Tuna with Spawning Sanctuaries. *Ocean Science Series*, (October), 1–4.
13. Riccioni, G., Landi, M., Ferrara, G., et al. 2010. Spatio-temporal population structuring and genetic diversity retention in depleted Atlantic Bluefin tuna of the Mediterranean Sea. *PNAS* **107**(5):102-2107.
14. Soukissian, T. H., Denaxa, D., Karathanasi, F., et al. 2017. Marine renewable energy in the Mediterranean Sea: Status and perspectives. *Energies* **10**(10):1–55.
15. Talley, L. D. 2011. Descriptive Physical Oceanography: An Introduction (6th ed.). Academic Press.
16. Taylor, P., Street, M., Wt, L., et al. 2013. Small bathyal sponge species from east mediterranean revealed by a non-regular soft bottom sampling technique 41–37.

הצורך בשמורות ימיות

חשיבות הטבע בים והאיומים עליו

טבע ימי בריא – חיוני לאדם בישראל

הטבע הימי, כלומר המערכות האקולוגיות והיצורים החיים בהן, מספקים לנו תועלות רבות: שירותי הגנה חופית כ"שוברי גלים טבעיים", חמצן, מיתון שינויי אקלים, טיהור מים ושרותי תרבות למטרות נופש, מזון, תיירות ומורשת.

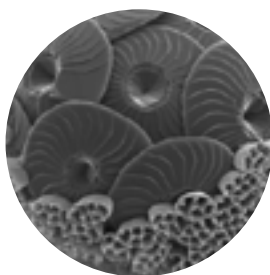
כל עוד נשמור על בריאות המערכות האקולוגיות הימיות, נוכל להמשיך ליהנות מהתועלות האקולוגיות החוסכות לנו כסף רב. השווי הכלכלי הגלובלי של שירותי המערכת האקולוגית הימית הוערך ב- 49.7 טריליון דולר בשנה³ – להשוואה, כלל התוצר המדינתי הגולמי (תמ"ג) של האיחוד האירופי הוערך בכ- 16.3 טריליון דולר^{4,5}.

להרחבה בנושא התועלות שהטבע הימי מעניק לאדם ולפירוט המקורות - ראו נספח א', בעמוד 97.

בעמדנו אל מול הים אי אפשר שלא להתפעם מיופיו, קסמו ואלף סודותיו הצפונים במעמקיו. אלא שתפקידו של הים בחיינו איננו מסתכם רק בהיותו תמונת נוף מרחיבת לב ונפש. **הים על כל אוצרות הטבע שבו חיוני לקיומנו ולרווחתנו.**

לציבור ידוע שישראל תלויה לחלוטין בים התיכון, לשינוע 96% מהסחורות דרכו אל הנמלים שלנו, לאספקת 80% מכמות המים לצרכים ביתיים ותעשייתיים באמצעות התפלה, וכעתודת מקור האנרגיה הגדולה ביותר בישראל, באמצעות מאגרי הגז הגדולים שהתגלו לאחרונה. אולם אוצרות הטבע של הים כוללים גם את הטבע הימי...





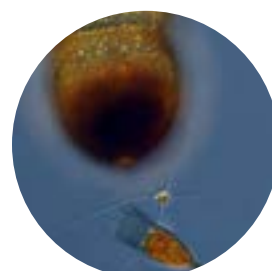
קיבוע גזי חממה ומיתון שינויי אקלים

ע"י אצות ויצורים הבונים שלד גירני, תועלת בשווי של 280 מיליון יורו בים התיכון כל שנה.



ניהול סיכונים:

ים נקי ומאוזן אקולוגית תומך בפעילות פנאי ונופש, מונע התפרצויות של מדוזות וחיות פולשות מסוכנות, וכך גם נמנע נזק לתשתיות חופיות.



50% מהחמצן שאנו נושמים

האצות בים פולטות חמצן שאותו אנו נושמים.



הים הנדיב

התועלות שהטבע בים מעניק לחיים ביבשה



הסטארט אפ הכחול:

חומרי טבע מיצורים ימיים מהווה מקור השראה לטכנולוגיות חדשניות ולתרופות הדור הבא: 65% מהחומרים הפעילים בתרופות מגיעים מהטבע. כשליש מחומרי הטבע מהים מקורם בספוגים – חיה ימית.



חלבון מן הים:

בישראל רק 2% מצריכת הדגה מסופק מדיג בים התיכון, אך פוטנציאל צמיחה משמעותי מצוי בחקלאות ימית בכלובי דגים. חקלאות ימית מסתמכת על המערכות האקולוגיות הימיות לניקוי המים ולמניעת התפרצות מחלות.



תיירות אקולוגית ימית וחינוך ימי:

ההכנסות הפוטנציאליות מצפייה בחיות בים ומתיירות צלילה, והתעסוקה הנלווית אליהן, עולות בהרבה על אלה הנובעות מדיג ותעבורה ימית.

הבעיה והאתגר -

מכלול הסכנות והאיומים על

עתידו של הים שלנו

בשל שינויים גלובליים ומקומיים, בריאות המערכת האקולוגית בים מדרדרת. מערכת אקולוגית לא יציבה אינה יכולה לספק את התועלות האקולוגיות שאנחנו כה נסמכים עליהם לרווחתנו. הפגיעה בסביבה הימית הגלובלית בשנים האחרונות הוערכה באובדן שרותים אקולוגיים בסכום של 10.9 טריליון דולר לשנה, סכום הדומה לכלל התמ"ג של סין!⁴

השפעה על שינויים גלובליים היא מעבר ליכולת מדינת ישראל ולכן חובה עלינו לעשות מה שביכולתנו כדי למתן את ההשפעות השליליות המקומיות שלנו על הסביבה הימית: הרס בתי גידול, דיג יתר וזיהום. שמורות ימיות הן כלי סטטוטורי יעיל להגנה על המערכות האקולוגיות וליצירת עמידות בפני ריבוי מפגעים.

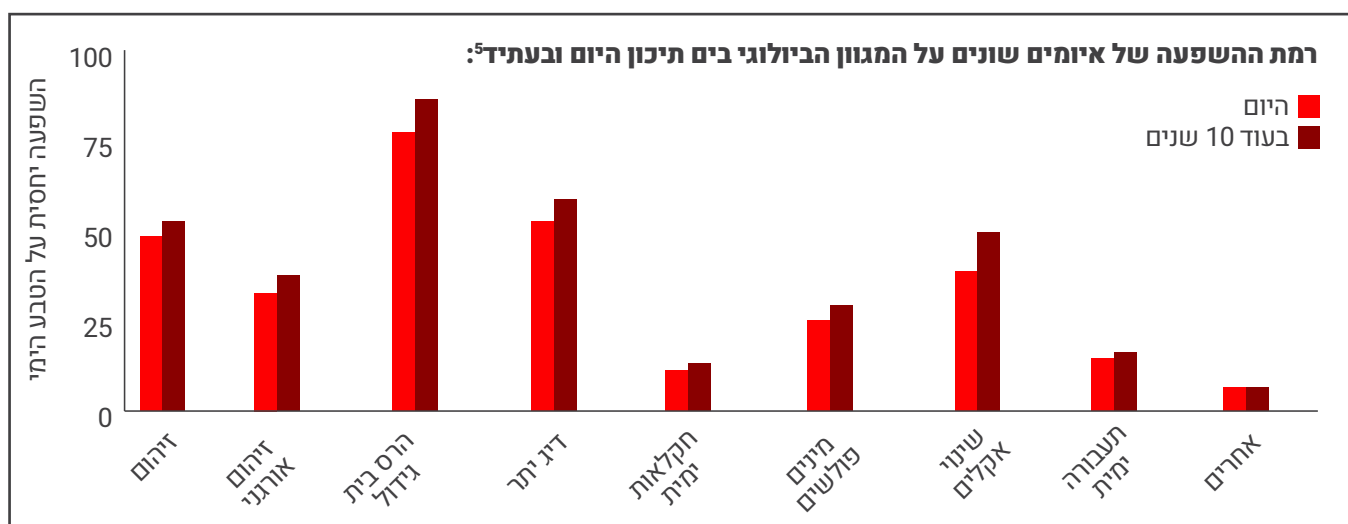
להרחבה בנושא האיומים על הטבע הימי ולפירוט המקורות - ראו נספח ב', בעמוד 114.

התלות שלנו בים מתחזקת בד בבד עם איומים גוברים על בריאות הסביבה הימית. הים התיכון נחשב כים המאיים ביותר בעולם¹. ניתן לחלק את הלחצים על הסביבה הימית למקומיים (הרס בית גידול, דיג יתר, זיהום) וגלובליים (שינויי אקלים, פלישה מאסיבית של מינים זרים).

שיטות דיג הרסניות ודיג יתר החלישו את יציבות המערכת האקולוגית בישראל, ופערו בה חללים אשר חלקם מולאו על ידי מינים זרים שפלשו לים תיכון מים סוף. בתי גידול נפגעו עקב דיג מכמורתנים, העברת קווי תשתית בקרקעית הים והרחפת חול מכרייה. בניה של מבניים חופיים וימיים שינו את מאזן זרימת החול לאורך החוף, ולכן חופים רבים עברו הצרה וגלי הים נוגסים ברגלי מצוקי החוף שלנו. למרות שיפור בהזרמת ביוב ושפכים תעשייתיים^{2,3}, אלה עדיין עושים את דרכם לים בו אנו מתרחצים עם ילדינו, כולל הזרמה חסרת תקדים של תמלחות ממפעלי התפלה - אשר קשה להעריך את השפעתה.

כולנו בסירה אחת. פגיעה בטבע הימי ובאיזון המערכת האקולוגית = פגיעה ברווחת האדם.





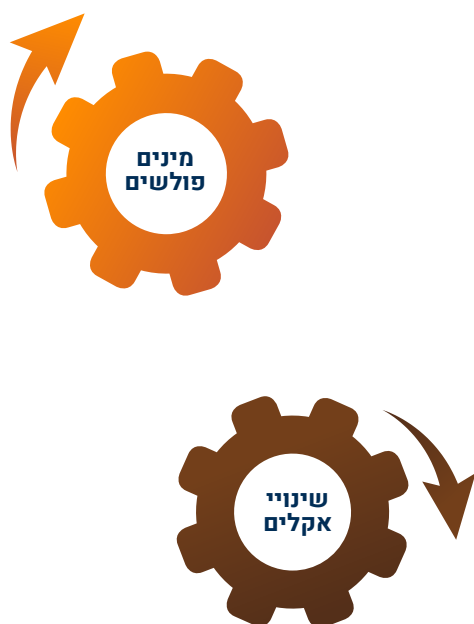
בטאי מוגן שנתפס בספינת מכמורת | צילום: אביעד שיינין

לחצים על הסביבה הימית

ניתן לחלק את הלחצים על הסביבה הימית **למקומיים** (הרס בית גידול, דיג, זיהום) ו**חיצוניים** (שינויי אקלים, פלישה מאסיבית של מינים זרים). שמורות טבע ימיות מונעות לחצים מקומיים, וכך מאפשרות למערכת האקולוגית להיות עמידה יותר בפני לחצים גלובליים, עליהם אין לנו שליטה.

עם שמורה ימית

הפחתת לחצים מקומיים מסייעת להגברת העמידות של המערכת האקולוגית ללחצים גלובליים.



ללא שמורה ימית

לחצים מקומיים וגלובליים פועלים בצורה סינרגית, ומגבירים את ההשפעה השלילית על המערכת האקולוגית.



עם שמורה ימית

שמורות ימיות שומרות על המערכת הימית מפני **לחצים מקומיים**, ולכן **משפרות את עמידותה בפני לחצים חיצוניים**.



ללא שמורה ימית

לחצים מקומיים מפחיתים את עמידות המערכת האקולוגית הימית **ללחצים חיצוניים**.



הפיתרון:
שמורות טבע
ימיות

שמורות טבע ימיות – הבסיס לשמירת הסביבה הימית

שמירת הסביבה הימית מבוססת על ארבעה עוגנים מרכזיים:
א. שמורות טבע ימיות
ב. ממשק דיג בר קיימא ואכרזת מינים כמוגנים
ג. תכנון מרחבי מושכל
ד. מניעת זיהום ים

כל ארבעת העוגנים חיוניים לשמירה על ים בריא ומשגשג, המעניק שירותים חיוניים לאדם, אולם שמורות טבע ימיות הן הכלי המוכח, המבוסס והחשוב ביותר להגנה על הטבע הימי. שטח מוגן ומנוהל הוא הדרך המוכחת ביותר להבטחת הבריאות והשגשוג של הטבע הימי, והתועלות הציבוריות שהוא מעניק לאדם.

שמורות ימיות הן "תיבות הנח" שלנו: יצירת שמורות להגנה על אזורים רגישים, ייחודיים ותוך ייצוג הולם של המערכות האקולוגיות השונות בישראל, היא הדרך הטובה ביותר העומדת לרשותנו להבטיח את קיום הטבע הימי שלנו לאורך זמן.

שמורות ימיות – עובדות!

שמורות ימיות הן הכלי המרכזי לשמירת הטבע הימי ותפקודי המערכות האקולוגיות בים. שמורות ימיות מחייבות השקעה ציבורית של משאב יקר ערך – השטח הימי, ולכן נדרשת תשובה על השאלה המתבקשת – האם השמורות הימיות הן כלי מוכח ומוצלח, המצדיק את ההשקעה?

אינספור מחקרים מעשרות השנים האחרונות, ובמיוחד מהתקופה האחרונה, הן בעולם והן בישראל, מצביעים בצורה ברורה על התשובה – **שמורות ימיות הן כלי מוכח הנושא תשואה ציבורית ותועלות ברורות.**

הצלחת השמורות הימיות – בעולם ובישראל

השאלה המרכזית לבחינת הצלחת שמורות ימיות היא: **כמה?**

או בשפה מדעית: כמה משקל? (ביומסה - משקל הדגים ליחידת שטח), כמה מינים? (מגוון מינים), כמה צפוף? (צפיפות בעלי החיים) וכמה גדול? (גודל הגוף של החיות).

הרציונל העומד מאחורי מדדים אלה הוא שבשמורות ימיות בהן מתקיים איסור דיג, בעלי החיים גדולים יותר. בעלי חיים גדולים יותר מתרבים בצורה יעילה יותר ומספרם עולה (צפיפות) וכפועל יוצא, גם הביומסה עולה. בזכות הסביבה המוגנת והחזרת האיזון האקולוגי, מיני בעלי חיים שנעלמו מהשמורה או התמעטו בה מאוד - ישובו אליה, וכך מספר המינים ביחידת שטח גדל (מגוון מינים).

מחקר ב- 124 שמורות ימיות ברחבי העולם מצא:

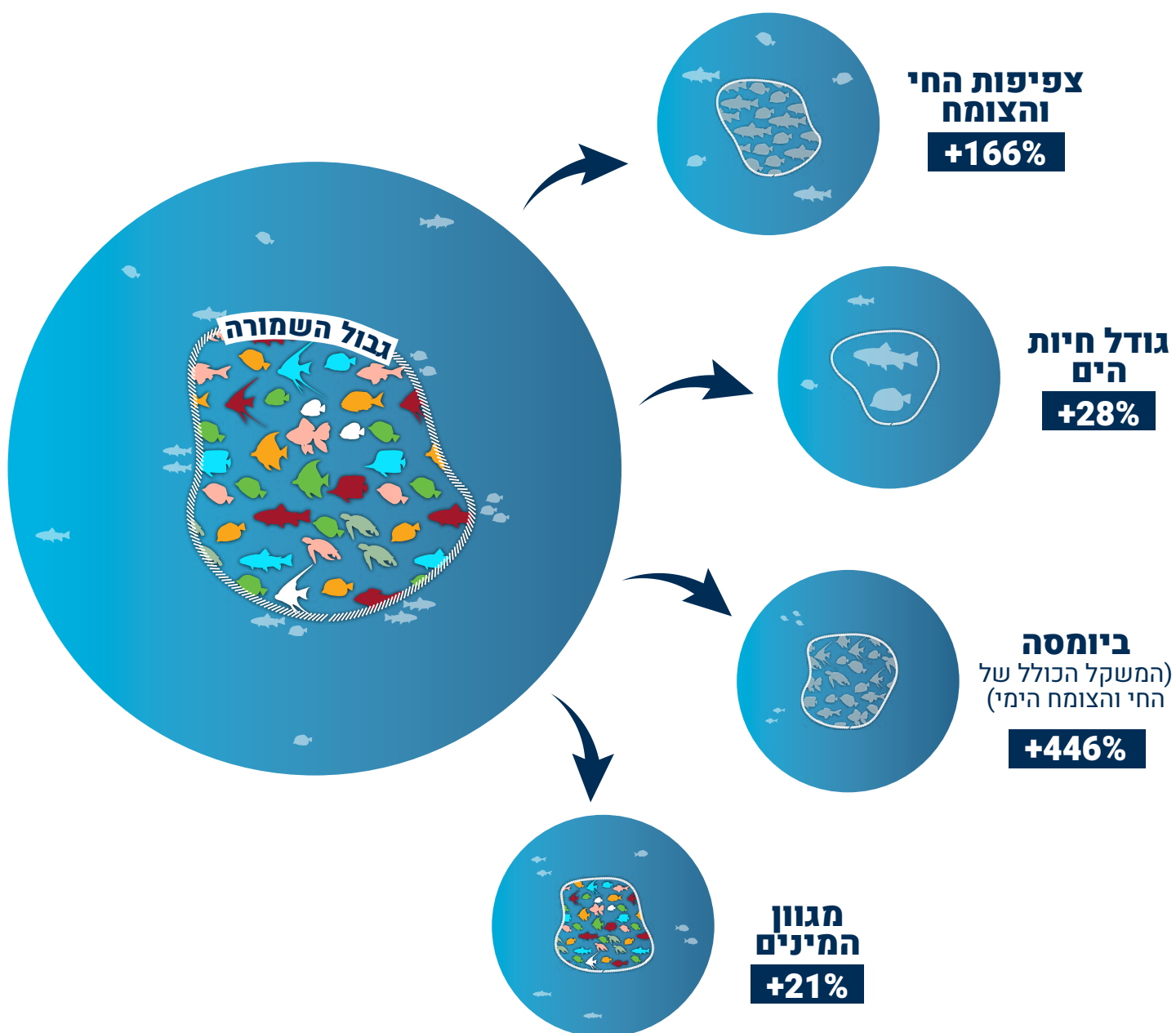
שמורות ימיות בהגנה מלאה נותנות יותר.

שמורות ימיות בהגנה מלאה עובדות:

- מחקר שבדק 124 שמורות ימיות ברחבי העולם, גילה כי תפוקת שמורות ימיות שנאסר בהן הדיג עולה משמעותית בכל מדדי השמורה שנבדקו, לעומת השטח שמחוץ לשמורה: צפיפות דגים, ביומסה (משקל ליחידת שטח), גודל דגים ומגוון המינים לאורך זמן²⁴.
- מחקר נוסף השווה את הביצועים של שטחים מוגנים ואזורים בהם מותר לדוג ב-87 אתרים ברחבי העולם. מההשוואה עולה כי מספר מיני הדגים הגדולים **כפול** בשטח המוגן לעומת שטחי דיג. כמו כן, הביומסה של דגים גדולים בכלל ושל כרישים בפרט גדולה (פי 5 ופי 14, בהתאמה) באזורים מוגנים לעומת אזורי דיג¹⁷.

העליה במדדי ההצלחה בתוך שמורות ימיות בהגנה

מלאה, לעומת השטח שמחוץ לשמורה²⁴



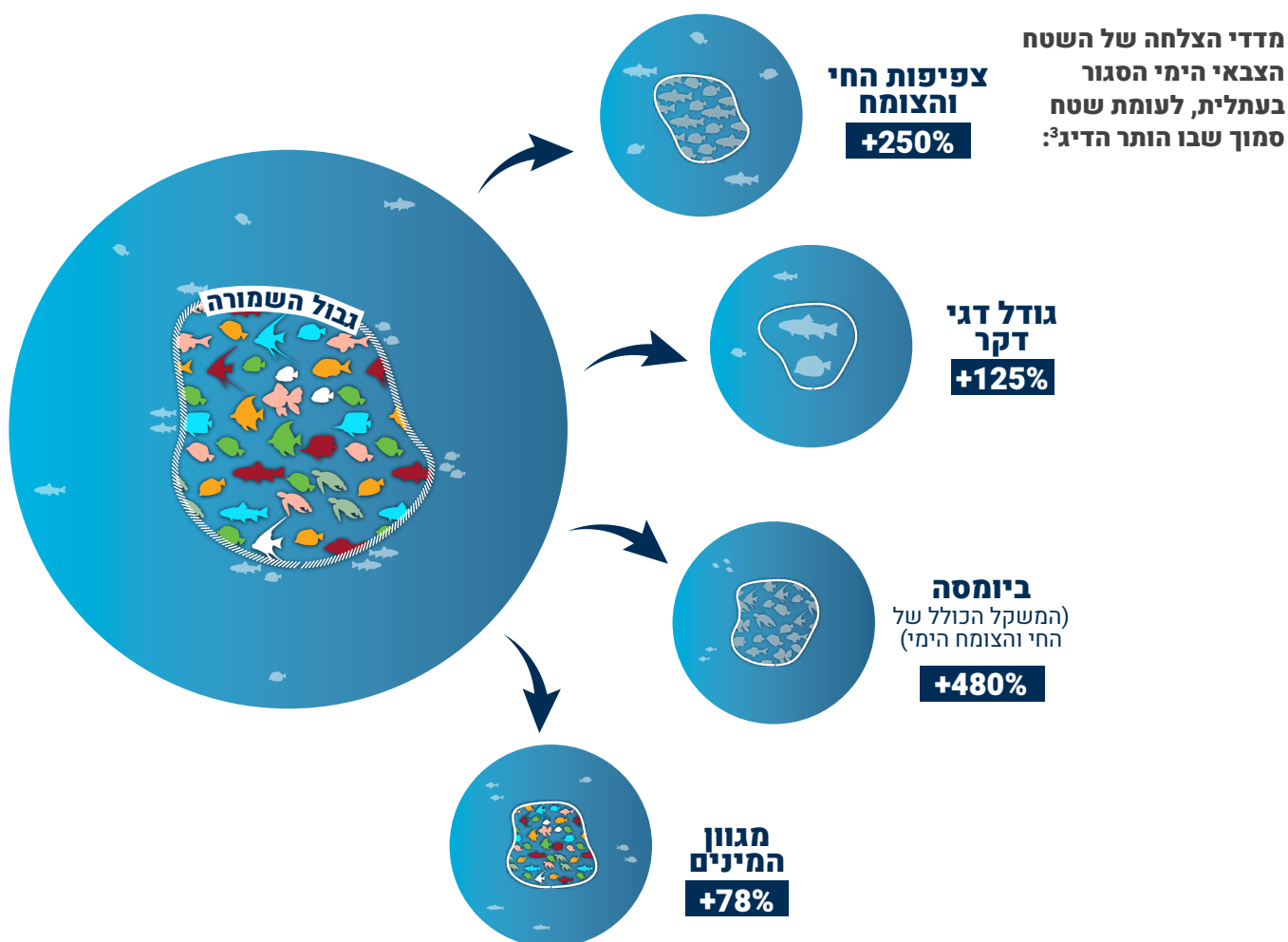


צילום: יעל לביא אפרת

גם בישראל: אזורים מוגנים מדיג נותנים יותר

גם בישראל, באזור עתלית, בו נאכף איסור דיג כבר שנים ארוכות, נצפתה עליה משמעותית בתפוקת האזור המוגן (צפיפות דגים, ביומסה, מגוון מינים וגודל דגים)³.

מחקר עדכני מצא כי בשמורה הימית ראש הנקרה שפע הדגים היה גדול ב-40% מאשר שטח מקביל מחוץ לשמורה, בו הותר הדיג. דגים ממינים מסחריים ממוצא מקומי היו נפוצים לפחות פי 4 בתוך השמורה מאשר בשטח הסמוך אליה. בתוך השמורה גם נצפה כיסוי משמעותי יותר של אצות חומיות ממוצא מקומי, בהשוואה לשטח שמחוץ לשמורה שהיה כמעט חשוף מאצות⁵⁸.



האם השקעה בשמורות ימיות היא השקעה משתלמת?

הכרזה על שמורות ימיות הינה השקעה ציבורית הדורשת הקצאת שטחים ומשאבים. אילו שמורות ימיות היו נסחרות בבורסה, היינו בוחנים את הצלחתן לפי מדד הקובע את ההצלחה או הכישלון של ההשקעה - התשואה השנתית.

כמעט מובילאיי וכפול מפועלים.

שמורות ימיות הן השקעה משתלמת!

איך מודדים הצלחה?

חייהם של אנשי שוק ההון סובבים סביב מדד מרכזי אחד – תשואה שנתית. זהו המדד הקובע את ההצלחה או הכישלון של ההשקעה.

איך מודדים הצלחה בים?

בים, הצלחת ההשקעה הציבורית בהקצאת שטח לשמורה ימית, יכולה להמדד ב"מנית השמורה" - התשואה השנתית של השמורה היא הגידול בביומסה (משקל הדגים ליחידת שטח). שמורות ימיות ללא דיג מראות תשואה (עליה בביומסה) לאורך זמן.

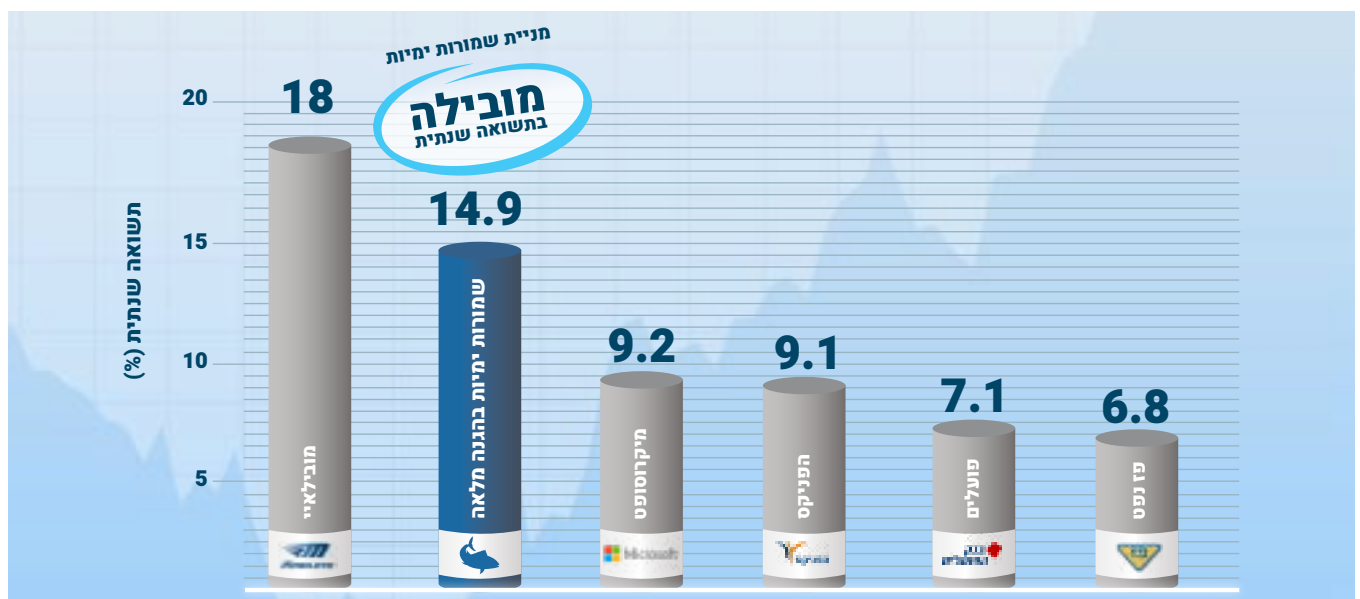
ניצד חישבנו את תשואת השמורה?

העלייה בביומסה²⁴ (446%) נמדדה על פני 30 שנים. בכדי לקבל שינוי שנתי בביומסה, חולק הערך המוצג ב-30, בהנחה שהשינוי הוא לינארי.

מניתוח התשואה השנתית הממוצעת לשנה ניתן לראות ששמורות ימיות ללא דיג^[1] רווחיות יותר ממניות מייקרוסופט, הפועלים, פז נפט והפניקס.

את המשקיע מעניינת השורה התחתונה:

שמורות טבע בהגנה מלאה מניבות תשואה ציבורית משמעותית ולכן הן השקעה משתלמת – השקעה שאף נושאת דיוידנדים.



[1] נתוני עליית המניות הנסחרות בבורסה נלקחו מהפורטל הפיננסי באתר גלובס ביום 5.2.2018. בטווח המקסימלי האפשרי באתר (10 שנים למניות מייקרוסופט, הפועלים, פז נפט, הפניקס ו-3.5 שנים למניית מובילאיי). העלייה בשווי המניה (אחוזים) בטווח השנים הנסקר חולקה למספר השנים לשם קבלת תשואה שנתית באחוזים תוך הנחה שהשינוי הוא לינארי.

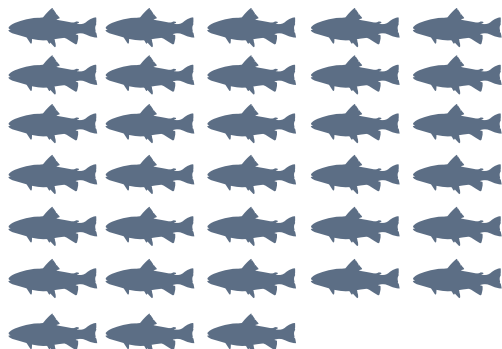
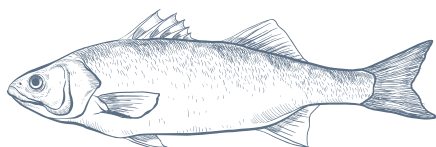
בשמורות ימיות - הדגים גדולים יותר.

דגים גדולים - מייצרים יותר צאצאים.

שמורות ימיות שומרות על בית הגידול ומונעות פגיעה בדגה, ולכן בשמורה הדגים גדולים יותר^{17,24}. דגים גדולים יותר מייצרים יותר דגיגים צעירים³⁰ ולכן מתקיימת העשרה של הים בדגה. כך יש יותר מזון לטורפים בתוך השמורה, ולדייגים מחוץ לשמורה.

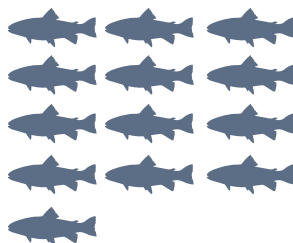
אורך הדג: 80 ס"מ
גיל הדג: מעל 14 שנים

כמות הצאצאים: 3.3 מיליון



אורך הדג: 60 ס"מ
גיל הדג: 9-14 שנים

כמות הצאצאים: 1.3 מיליון



אורך הדג: 40 ס"מ
גיל הדג: 4-6 שנים

כמות הצאצאים: 230,000



 = 100,000 צעירים

באיור מומחשים נתונים מדגי לברק בים התיכון (PISCO)³⁰

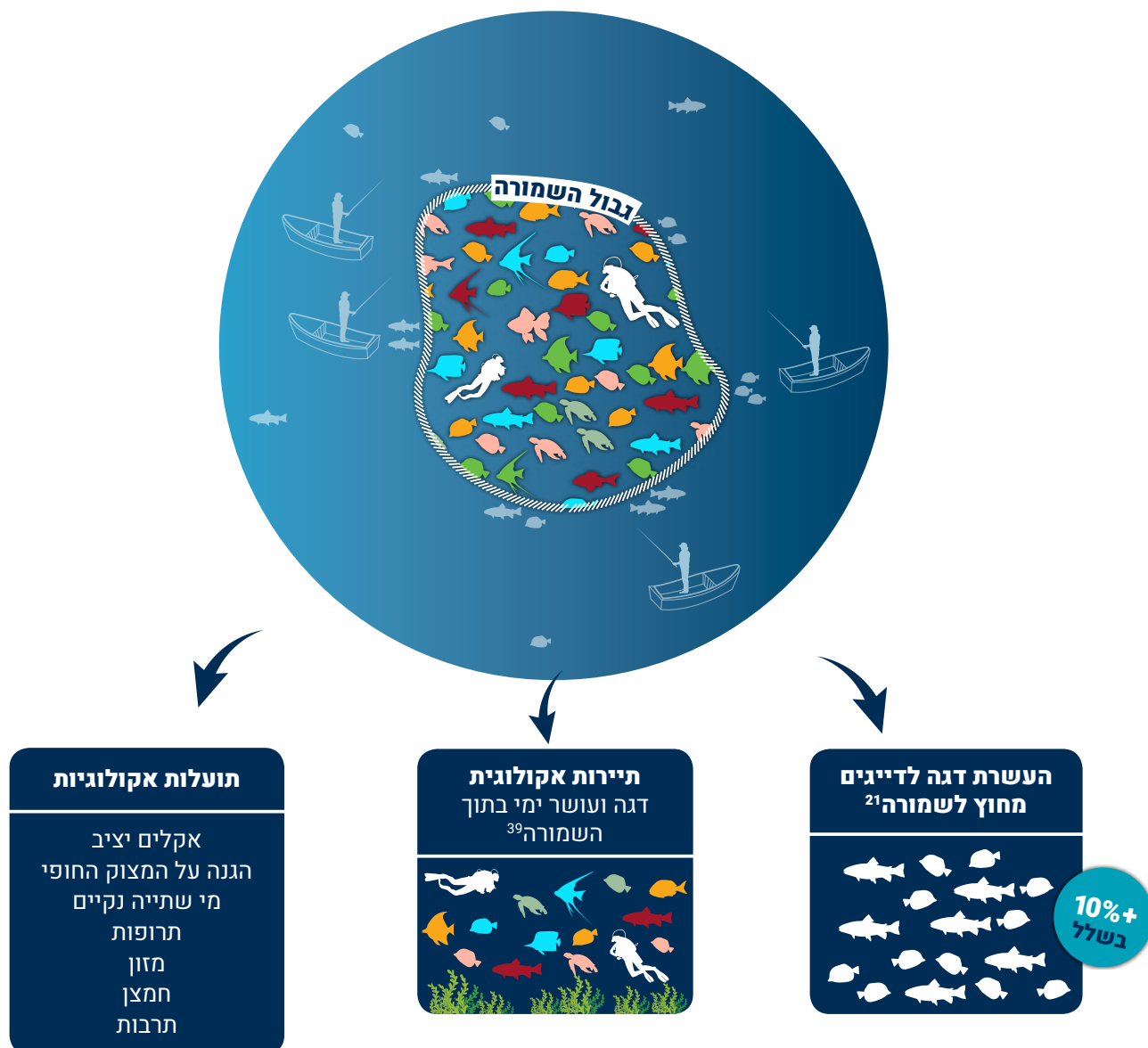
תפוקת שמורות ימיות

שמורות ימיות בהגנה מלאה (ללא שימושים פוגעניים כמו דיג) מאפשרות רבייה מוצלחת של דגים וחיות ים אחרות, וכך מעלה את תפוקת השמורה:

1. העשרת דגה מחוץ לשמורה לטובת הדייגים (אפקט ה-spillover)²¹.

2. העשרת דגה ובעלי חיים אחרים בתוך השמורה לטובת תיירות אקולוגית וחינוך ימי המבוסס על צפייה בטבע^{27,40,42,48}.

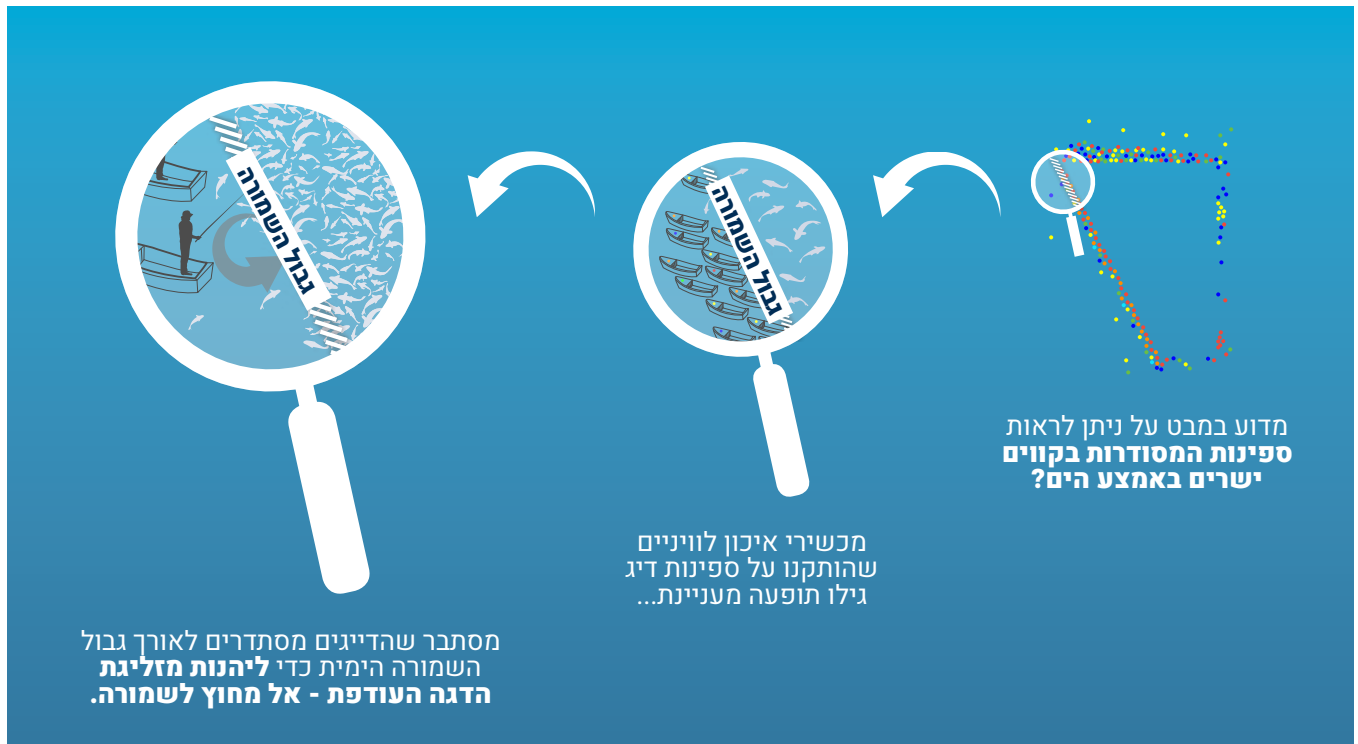
3. עליה בתפקודים אקולוגיים של המערכת הימית כגון: אספקת חמצן, מים נקיים להתפלה, מזון, הגנה על המצוק החופי, אקלים יציב ועוד.



שמורות ימיות מחלקות דיווידנדים:

זליגת דגה מחוץ לשמורה לטובת הדיוגים

(אפקט ה- spillover)



איך זה קורה?

א. שמורות ימיות בהגנה מלאה מהוות מקום בטוח לרבייה ולגדילה של דגים - כולל דגים גדולים בעלי חשיבות מסחרית²⁰. כתוצאה מכך, **בעלי חיים ימיים בשמורות ללא דיג גדולים יותר מאלו שחיים מחוץ לשמורה**^{20,37}, לדוגמה: **** אורך לובסטרים בשמורה ללא דיג גדול ב- 33% לעומת אורך לובסטרים מחוץ לשמורה**²¹.

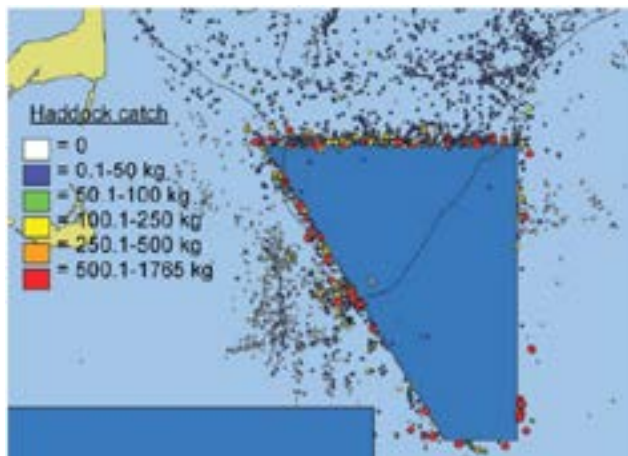
**** הביומסה (משקל ליחידת שטח) של דגי דניס בתוך שמורה ללא דיג גדולה עד פי 2.8 לעומת שטחים מחוץ לשמורה**²⁰.

**** צפיפות דגי דקר (לוקוס) גדולה פי 7 בתוך שמורה ללא דיג והביומסה גדולה פי 10.5 לעומת שטחים לא מוגנים**²⁰.

זליגת דגה (Spillover effect) משמורות ימיות בהגנה מלאה מעשירה אזורי דיג סמוכים ותורמת לפרנסת הדיוגים.

הדיווידנד שמחלקת שמורה ללא דיג: כ- 10% תוספת נטו למשקל שלל הדיג בשנה²¹. דגים שמקורם בשמורה מעשירים את אזורי הדיג שמסביבה (זליגת דגה) ובכך תורמים לענף הדיג.

הדייגים מצביעים ברגליים, ובוחרים להצטופף סביב גבול השמורה כדי ליהנות מזליגת הדגה. תוך מספר שנים זליגת הדגה מהשמורה מפצה על אבדן שטחי הדיג²¹.



תפוצת מאמץ דיג סביב אזורים אסורים לדיג מול חופי ניו-אינגלנד בשנת 2003, כפי שנקבע על ידי מערכת מעקב לוויינית (צבעים חמים מעידים על ריכוז גבוה יותר של מאמץ דיג, ניתן לראות שהצבעים החמים מרוכזים בעיקר על גבול השמורה).^{18,32}

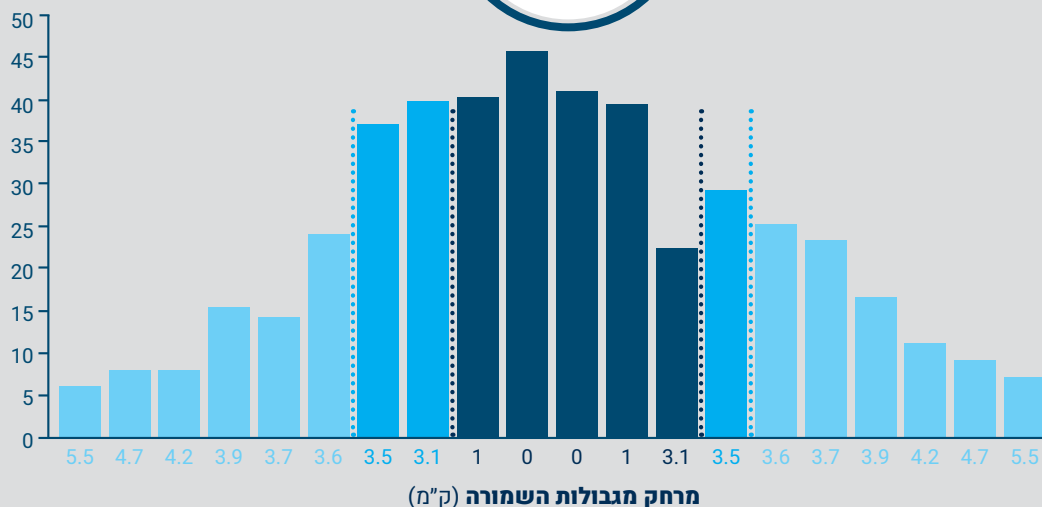
ב. חלק מהדגה המשגשגת בתוך השמורה - יוצאת אל מחוץ לשמורה, לשטחים לא מוגנים. מכיוון שחיות אלה גדולות יותר מהחיות שמחוץ לשמורה, ומספרן רב, הן מעשירות את שלל הדיג מחוץ לשמורה. דוגמאות: ** באוסטרליה נמצאו דגי לוקוס שמקורם בשמורה גם במרחק של 28 ק"מ ממנה.²² ** בספרד יותר מ-13% מלובסטרים שתויגו בתוך השמורה, נתפסו מחוץ לשמורה.²¹ ** דגי דניס שסומנו בשמורה נמצאו במרחק של לפחות 90 ק"מ ממנה.¹⁴

תרומתן של שמורות ימיות לזליגת דגה (Spillover) אל שטחי דיג סמוכים, והגדלת השלל בשטחי הדיג:²⁹

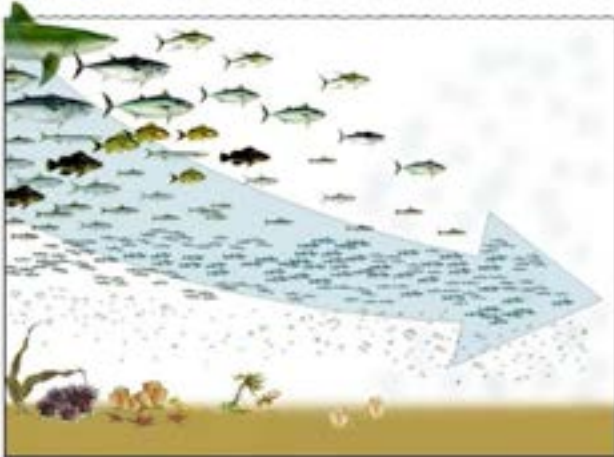
צפיפות
דגים
מסחריים
(כמות למאה
מטר רבוע)

שטחי דיג הסמוכים
לשמורה נהנו
משלל גדול פי 4
לעומת שטחי
דיג מרוחקים
מהשמורה

שמורה ימית
אזור ימי מוגן מותר לדיג
אזורים מותרים לדיג
גבול שמורה ימית
גבול איזור ימי מוגן



דיג במורד מארג המזון:



שמורות ימיות ללא דיג -

הדוגמה של פיג'י:

מחקר שנעשה בפיג'י בדק את התפלגות גודל הצדפות לפני הכרזת שמורה ואחרי הכרזת שמורה ללא דיג.

הצדפות משמשות כמזון עיקרי לאוכלוסייה המקומית.

3.5 שנים אחרי הכרזת שמורה מוגנת מדיג, יש עליה מסיבית במספר וגודל הצדפות בשטח השמורה וגיוס של צדפות צעירות מחוץ לשמורה¹⁹.

אחרי שנים בודדות של מניעת דיג, הצדפות הגיעו לגודל שלא נראה באזור מזה כשלושים שנים.

5 שנים אחרי הכרזת שמורה ללא דיג:

צפיפות הצדפות בתוך שמורה עלתה פי 19 (!)

באזור סמוך מחוץ לשמורה, צפיפות הצדפות עלתה פי 7 (!)

איך הכרזה על השמורה ללא דיג החזירה את הגלגל לאחור?

גודל וצפיפות המינים המסחריים בשמורה מוגנת מדיג דומים לגודלם וצפיפותם כפי שהיו לפני מספר עשורים.

התאוששות המערכת האקולוגית כולה - שיקום עשב ים וחזרת מינים של בעלי חיים שנעלמו, כגון: טריגונים, סרטנים וארנבונים (חלזונות עם קונכייה פנימית)^{15,19,36}.

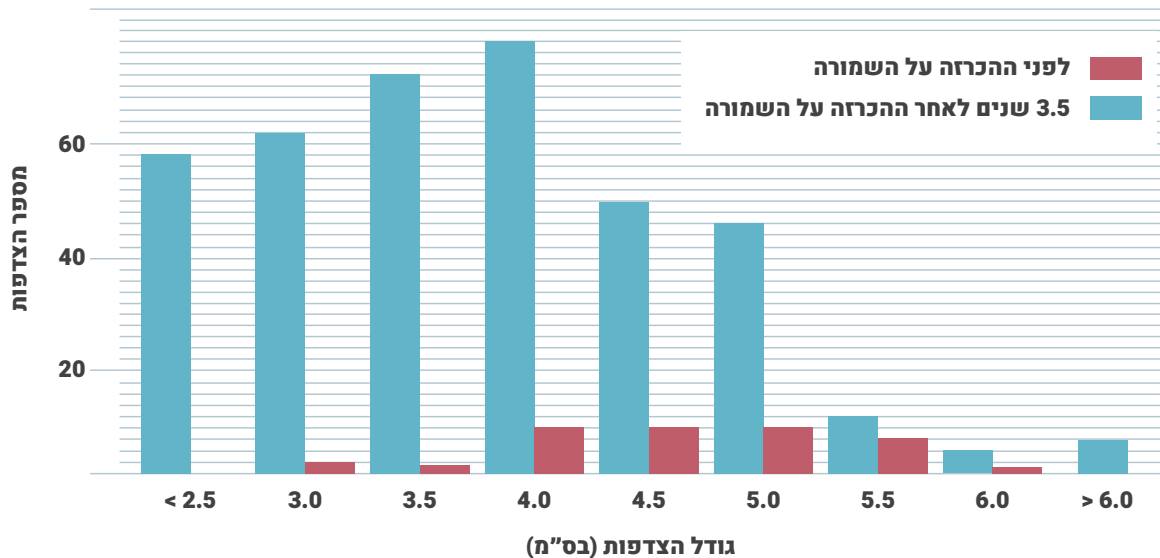
שמורות ימיות כמנהרת הזמן - הדרך להחזיר את הגלגל לאחור

הבעיה:

- דיג יתר, הרס בתי גידול, זיהום, גורם להיעלמות מינים ממערכות אקולוגיות.
- לפי הערכות אחרונות, אוכלוסיית הדגים הטורפים הגדולים הידלדלה ביותר מ-90% בטווח של 50-100 שנים אחרונות³³.
- כאשר מין מסוים מנוצל עד תום, יעברו הדייגים לדיג של מין אחר. כך מינים רבים נפגעים מדיג יתר, כל אחד בתורו.
- כאשר נעלמים הדגים הגדולים והטורפים, הדייגים עוברים לדוג דגים קטנים יותר (שבמקור היוו את המזון של הדגים הטורפים שנעלמו) - כלומר "דיג במורד מארג המזון"¹⁰.
- דיג יתר גורם לפגיעה במבנה ובתפקוד המערכת האקולוגית וכתוצאה מכך, המערכת האקולוגית פחות עמידה לשינויים ופחות טובה בהתמודדות עם הפרעות שונות כגון זיהום, מינים פולשים והתחממות מי הים^{13,43}.

הפתרון

שמורות ימיות מוגנות, בהן נאכף איסור דיג מוחלט הן דרך ל"סובב את הגלגל לאחור" ולהשיב למערכת האקולוגית, לפחות חלקית, את המבנה האקולוגי המקורי של מארג המזון, בו נשמר האיזון בין טורפים, נטרפים ואצות. בשמורות ימיות ללא דיג תועדה התאוששות של מגוון בעלי חיים לעיתים תוך פרק זמן קצר של 2-5 שנים מהכרזה על שמורה¹⁹.

מצב הצדפות בתוך שמורה מוגנת מדיג בפיג'י¹⁹:

גודל: גודל הדגים הטורפים כמעט כפול בתוך השמורה לעומת גודלם מחוץ לשמורה.

*** לובסטרים:**

צפיפות: פי 1.6-3.7 יותר לובסטרים בתוך השמורה לעומת לובסטרים מחוץ לשמורה.

גודל: אורך הלובסטרים בתוך השמורה גדול ב-15 ס"מ לעומת אורך לובסטרים מחוץ לשמורה.

ב. הקטנה של אוכלוסיית קיפודי הים ו"ערבות" הקיפודים
(שטחים שבעבר היו מכוסים ביער אצות והפכו משטחים חשופים בגלל רעיית הקיפודים): 14% בתוך השמורה לעומת 40% מחוץ לשמורה.

ג. שיקום יערות האצות

היערות מתאוששים כאשר צפיפות הקיפודים יורדת מ-4.9 קיפודים למ"ר⁶.

התוצאה:

דגים גדולים יותר, רבים יותר ופוריים יותר בתוך השמורות, מערכת אקולוגית בריאה, התומכת ביערות האצות ועמידה יותר לשינויים⁷.

שמורה ימית מאפשרת את החזרת הטורפים ושיקום המערכת האקולוגית כולה - הדוגמה של ניו-זילנד:

דגים טורפים ולובסטרים הם טורפים טבעיים של קיפודי ים. מחקרים שנערכו בשתי שמורות ותיקות ללא דיג בצפון מזרח ניו זילנד בחנו את יחסי הגומלין בין טורפים – לקיפודי הים – וליערות האצות. (יערות תת-ימיים של אצות "קלפ" – אצות ענק חומיות)^{6,44}.

דיג ארוך שנים פגע בטורפים של קיפודי הים (דגים ולובסטרים, שהם המינים המבוקשים על ידי הדייגים) ולכן, קיפודי הים התרבו ללא בקרה וגרמו להיעלמות של יערות האצות ולפגיעה בתפקוד המערכת האקולוגית כולה.

הקמת שמורות ימיות ללא דיג גרמה להחזרת הגלגל לאחר:

א. שיקום אוכלוסיית הטורפים

*** דגים טורפים:**

צפיפות: פי 5.7-8.7 יותר דגים טורפים בתוך השמורה לעומת צפיפותם מחוץ לשמורה.

ובישראל?

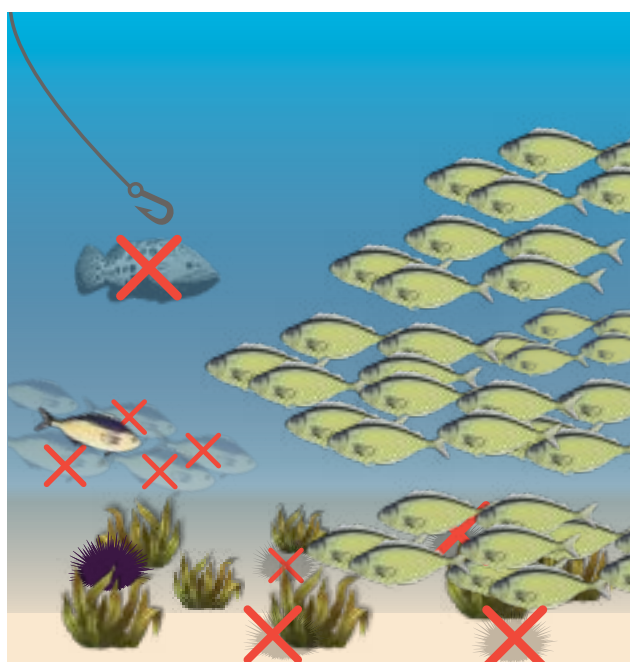
איך ניתן להשיב את הגלגל לאחור?



1. מודל עקרוני למערכת אקולוגית תקינה בים התיכון:

במערכת אקולוגית תקינה, יש מינים מקומיים צמחוניים (דגי סלפית וקיפודי ים סגולים), ודגים טורפים (למשל דקרים). הדקרים מסייעים לווסת את גודל האוכלוסייה של המינים הצמחוניים, וכך נשמר כיסוי האצות על השוניות הסלעיות, והמערכת מאוזנת.

פלישה של דגי סיכך, צמחוניים אגרסיביים, אומנם גורמת לתחרות עם הצמחוניים המקומיים, אך כמות הסיככים מווסתת ע"י הדגים הטורפים ובראשם הדקר.

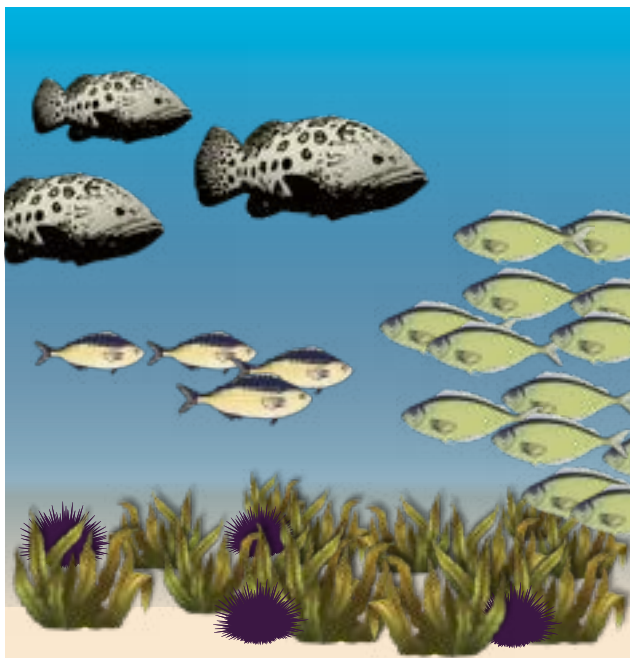


2. מערכת אקולוגית פגועה:

דיג דקרים מסלק את הטורף מהשטח, ומאפשר התפרצות של דגי סיכך פולשים.

בהיעדר דגי הדקר הטורפים, דגי הסיכך הפולשים **מתרבים ללא בקרה**, מחסלים את האצות, וכך פוגעים במקור המזון של הצמחוניים המקומיים: הסלפית וקיפודי הים.

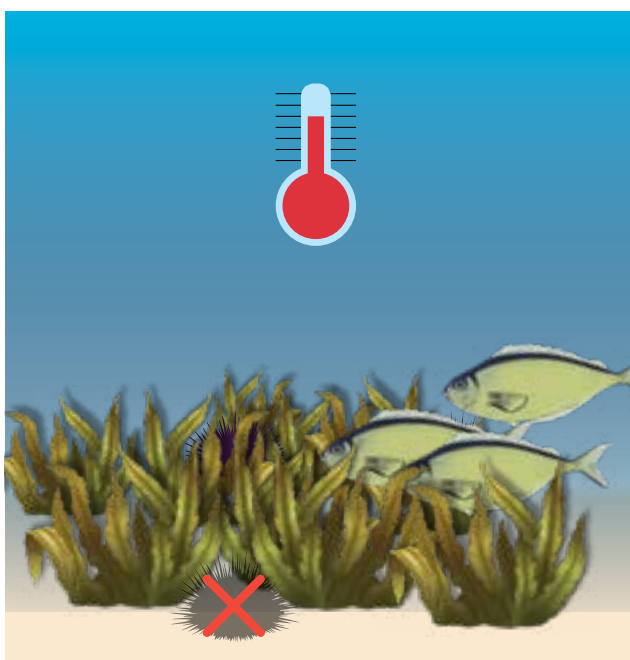
היעדרות הטורפים גרמה להתמעטות האצות ולהיעלמות כמעט מוחלטת של המינים המקומיים התלויים בהם: הסלפית וקיפודי הים הסגול.



3. שיקום המערכת האקולוגית:

בשמורות ימיות, איסור הדיג מאפשר לטורפים לשוב ולשגשג, ולווסת את כמות דגי הסיכן הפולשים.

האצות חוזרות למערכת, ובעקבותיהן - החיות הצמחוניות המקומיות (הסלפית וקיפוד הים הסגול) מקבלות הזדמנות שנייה....



4. התחממות הים:

במקביל -

התחממות הים פוגעת בקיפודים ומחלישה את האוכלוסייה.

כאשר הקיפודים צריכים להתמודד **גם** עם פלישת דגי הסיכן **וגם** עם ההתחממות הגלובלית - **הקיפודים בעקה משולבת**.

ויסות הסיכנים מגדיל את הסיכוי שקיפודי הים הסגולים יצליחו לעבור התאמה ולשרוד את התחממות הים.

שמורות טבע ימיות

איך עושים
את זה נכון?

3 המפתחות לשמורה מוצלחת

הניסיון העולמי מספק שפע דוגמאות לחשיבותם של שלושת מפתחות ההצלחה, למרות שבישראל קיימות היום רק מספר שמורות טבע קטנות, ניתן ללמוד גם מהן על התוקף של מפתחות ההצלחה. בשלוש שמורות נספרו² בשנת 2015 מיני הדגל של השמורה הימית – הדקרים (לוקוסים). לכל שמורה יש מאפיינים שונים ביחס לאיסור דיג, לאכיפה ולגודל השמורה:

1. **שמורת גדור** - שמורה קטנה מאוד (0.84 קמ"ר) בה הוגדר איסור דיג אך איסור זה לא נאכף בעת ביצוע הסקר².
2. **שמורת הבונים** - שמורה גדולה יחסית (5.19 קמ"ר) בה הדיג מותר לדייגים מסחריים מפראדיס².
3. **שמורת אכזיב** - שמורה גדולה יחסית (11 קמ"ר) בה מוגדר איסור דיג ומתבצעת אכיפה מזה כ-15 שנים.

שני מחקרים מקיפים^{17,24} בדקו כ-100 שטחים ימיים מוגנים ברחבי העולם, ברמות הגנה, גודל ומאפיינים פיזיים שונים. המחקרים מצאו כי **שלושת¹ המרכיבים המשמעותיים ביותר להצלחת השטח המוגן הם:**

1. גודל ועומק מספיקים
2. איסור דיג ושימושים פוגעניים אחרים
3. פיקוח, אכיפה וניהול

כלומר שמורה ימית בהגנה מלאה:



בהיעדר אחד המרכיבים – השמורה לא מצליחה!



דג פארידה קטן לעומת דג פארידה גדול | צילום: רוי גוילי

[נ]. המחקרים^{24,17} ציינו שני מרכיבים נוספים: 4. בידוד פיזי של השמורה בעזרת מכשול טבעי - מצב שאינו מתקיים בישראל. 5. הוותק של השמורה. מכיוון שבישראל עדיין אין שמורות טבע גדולות וותיקות מספיק, למעט שמורת ראש הנקרה אכזיב הקטנה, גם מדד זה אינו רלוונטי לשלב זה של קידום השמורות בישראל, אך ניתן לצפות שכללן של השמורות הימיות יהיו וותיקות יותר, התפוקות שלהן יהיו גבוהות יותר.

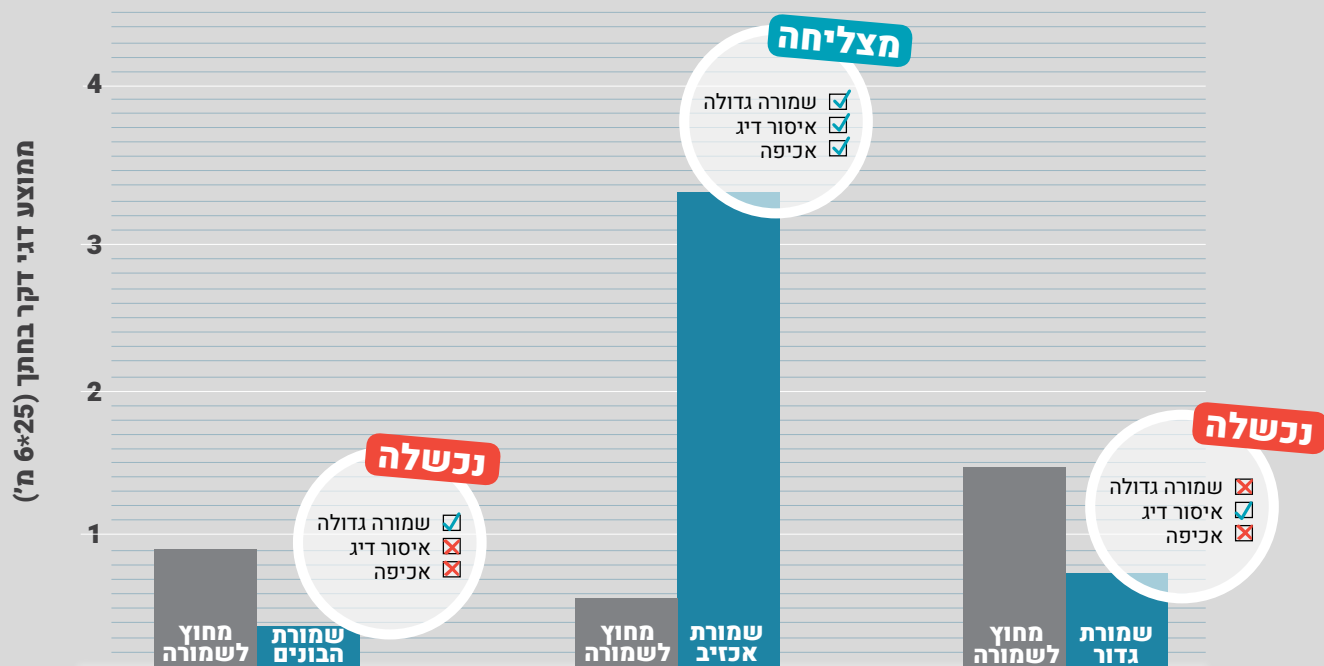
3 מרכיבים להצלחת שמורה ימית:

✓ שמורה גדולה

✓ איסור דיג

✓ אכיפה

בהיעדר אחד המרכיבים - השמורה לא מצליחה, כפי שניתן לראות משלושה חקרי מקרה בישראל בשנת 2015: מיני הדגל של השמורה הימית - הדקרים (לוקוסים) נספרו בכל אחת מהשמורות. רק בשמורת אכזיב, שהכילה את כל המרכיבים, מספר הדקרים היה גדול בתוך השמורה לעומת מחוץ לשמורה.



מספר דגי דקר (לוקוס) ממוצע לחתך בתוך ומחוץ לשמורות טבע ימיות²

בשמורת אכזיב חל איסור דיג עם אכיפה, בשמורת הבונים חל איסור דיג למעט דייגים מפארדיס בעלי היתר אישי, שמורת גדור היא קטנה ולמרות שחל בה איסור דיג, הוא לא נאכף מספיק בעת המחקר².

4 השאלות הקריטיות לתכנון וניהול שמורת טבע

A. מדוע דווקא כאן?

B. מה הגודל, העומק, וההיקף הנדרש לשמורה?

C. מהם השימושים המותרים והאסורים בשמורה?

D. מהו המנגנון הניהולי לשמורה?

A. מדוע דווקא כאן?

הקצאת שטח לשמורת טבע ימית צריך להיעשות תוך איזון עם צרכים ציבוריים אחרים בים, ולכן תכנית השמורות הימיות של ישראל תוכננה בקפידה על בסיס מיפוי ונתונים מחקרניים.

בישראל, הושלם בשנים האחרונות **מיפוי בתי הגידול הקרקעיים** של מדף היבשת הישראלי בים התיכון, בביצוע חיא"ל והמכון הגיאולוגי, במסגרת הסקר האסטרטגי הסביבתי (סא"ס) של משרד האנרגיה⁵⁷.

אמנם מיפוי הסא"ס נועד לייצר מדרג של רגישויות ודרגות פגיעות פוטנציאליות לפעולות של חיפוש והפקת גז ונפט, אך המתודולוגיה ששימשה אותו תקפה, במידה רבה, לשאר הפעולות הפוגעניות במרחב הימי (דיג, הנחת קווי תקשורת, בניית מתקני תשתית, זיהום ועוד).

לכן, מיפוי זה משמש היום כאחד העוגנים לתכנון סביבתי במרחב הימי של ישראל. בהתאם לכך, אותרו שטחים לשמורות טבע ימיות¹ בהתאם למספר קריטריונים על פיהם הוכנה תכנית השמורות הימיות של ישראל בים התיכון (מפה בעמוד 58):

1. בתי גידול ייחודיים

בתי גידול אלה מוגדרים **ייחודיים** במרחב הימי של ישראל ובמזרח ים תיכון, בגלל שלושה מאפיינים מרכזיים:

- נדירות (שטחם הכולל - קטן)

- היותם עשירים במיוחד במגוון ביולוגי
- הפוטנציאל להיותם נבדלים גנטית (כתמיות) - הבידוד הפיזי של בית הגידול משטחים דומים אחרים מעלה את הסיכוי לבידול גנטי של החברה האקולוגית באתר זה לעומת אתרים דומים מרחק מהווה גורם מגביל לנדידה מוצלחת של פגיות (דרגות צעירות של חיות ימיות השוחות במים), לאור זמן השרידות המוגבל שלהן במים.
- מבחינת יעדי שמירת הטבע הרואה בטבע הייחודי בים חלק מהמורשת הלאומית, השאיפה היא להגנה מקסימלית על השטח של בתי גידול אלה – 100% או קרוב לכך ככל הניתן, על מנת לא לפגוע בייחודיות שלהם כמכלול אקולוגי וגאוגרפי.

לשם המחשה, ברור לנו ששימורו של המכתש הקטן מחייב את שמירתו בכל שטחו, כמכלול אחד. היגיון דומה עומד בבסיס השמירה המלאה על אלמנטים אקולוגיים וגיאוגרפיים ימיים כמו קניון אכזיב, רכס הכרמל הימי, שוניות הספוגים בעומק 100 מ' ועוד.

2. בתי גידול מייצגים

בתי גידול שאינם ייחודיים, אך מכילים מגוון ביולוגי ימי שראוי להגן על חלק ממנו באופן יוזם (כשמורת טבע), בהתאם לאמנת המגוון הביולוגי.

לבתי גידול אלה ערך חשוב לשימור: יש בהם בעלי חיים ימיים שנמצאים רק בהם, גם אם עושר החיים בהם נמוך ביחס לשטחים הייחודיים (כפי שיש ערך בשמירת אזורי מדבר, שעושר המינים בו נמוך מעושר המינים בשטח יערות הגשם).

השטחים שכלולים בבתי הגידול המייצגים ממלאים תפקודים אקולוגיים חשובים למחזור החיים של אורגניזמים ימיים אחרים, המשתמשים בו כחלק מתנועתם במרחב (למשל אזורי רבייה, הזנה ושיחור של מינים שונים כמו צבי ים, כרישים, בטאים, דגי גרם, וחסרי חוליות), והם קריטיים לשימור המערכת האקולוגית הימית.

בהתאם לעקרונות הנ"ל תוכננה תכנית האב לשמורות טבע ימיות, המציעה לייעד כ-20% משטח המים הטריטוריאליים של ישראל כשמורות טבע (מפה בעמוד 58).

B. גודל ותכנון מרחבי נכון-מדוע צריך שמורות ימיות גדולות הכוללות מגוון בתי גידול, ברצף עומקים שונים ובמצעים שונים?

שמורות ימיות גדולות, הכוללות מגוון בתי גידול המאופיינים במצע שונה ובטווח עומקים גדול, נדרשות כדי לספק את המרחב הדרוש לבעלי חיים ימיים להשלמת מעגל החיים ולתמוך בהמשך קיומם. המחקרים העולמיים ממליצים על שמורות הגדולות מ-100 קמ"ר כדי שיהיו אפקטיביות בהשגת מערכת אקולוגית משגשגת¹⁷.

מינים שונים של בעלי חיים בסביבה הימית מבליים בבתי גידול שונים (עומקים שונים ומצעים שונים) בשלבי חיים שונים. בתי גידול אלה יכולים להיות מרוחקים זה מזה קילומטרים רבים, ובעל החיים נע ביניהם במהלך חייו: במהלך שלבי החיים השונים (צעיר/ בוגר), עונה (רבייה, תזונה) או אף ברמה היומית (תנועת יום/ לילה). כל אחד מבתי הגידול האלה נדרש לשם השלמת מעגל החיים של בעלי חיים ימיים, ואם חלק מהם לא יהיו מוגנים – לא יושלם מעגל החיים והרבייה. בנוסף, בבתי גידול שונים ובעומקים שונים חיים גם בעלי חיים ייחודיים, האופייניים רק לאזור מסוים בים (למשל עומק מסוים, מצע מסוים). אם לא תהיה הגנה על בית גידול זה – בעל החיים והחברה האקולוגית האופיינית לבית הגידול – לא ישמרו.

דוגמאות לדרישות האקולוגיות המרחביות של חיות ים שונות בישראל, ניתן למצוא בעמודים הבאים: דקר המכמורת, דיונון הרוקחים, צב ים חום, בטאים וקיפודי ים.

החשיבות לשמירת חלק מסוים ומשמעותי מתוך השטחים המייצגים נשענת על הנימוקים הבאים:

א. הים הוא לא משטח אחיד והומוגני - הבדלים במגוון הביולוגי בין בתי הגידול:

חשוב להבחין בהבדלים בין שטחים שונים אשר הם לכאורה בית גידול דומה, שכן הם נבדלים מבחינה ביולוגית בעקבות שינויים ב:

- עומק (מכתוב גודל גרגר, זרמים, עוצמת חדירת האור, כמות החמצן וכד').
- סוג המצע (ככל שיותר צפוני – יותר חול ביוגני ופחות חול קוורץ).
- כתמים (בדרום ישראל רכסי הכורכר מבצבים באופן נדיר יותר מעל פני השטח מאשר לאורך חופי צפון ישראל).

ב. יתירות ושכפול:

כמענה למקרה של פעולת פיתוח לא מבוקרת, או אסון לא מכוון כמו דליפת נפט, זיהום, פעילות ביטחונית לא צפויה או הטלת פסולת/ כרייה, אשר תוצאתם היא פגיעה קשה בשטח המייצג, חשוב לשמר חלקים משטח זה **במספר אזורים**, על משקל **"לא לשים את הביצים בסל אחד"**.

ג. קישוריות (קונקטיביות):

כל מסמכי המדיניות העוסקים בשמורות ימיות מדגישים את הצורך ביצירת רשת שמורות שיש בה קישוריות בין אתר שמור אחד למשנהו. יצירת שמורות שהן קרובות, יחסית, זו לזו, מאפשרת להן לתפקד כ"אבני קפיצה" (stepping stones) לבעלי חיים ימיים, בשלב הרבייה או כתוצרי רבייה (פגיות), וכך למנוע קיטוע אקולוגי של השטח הימי.

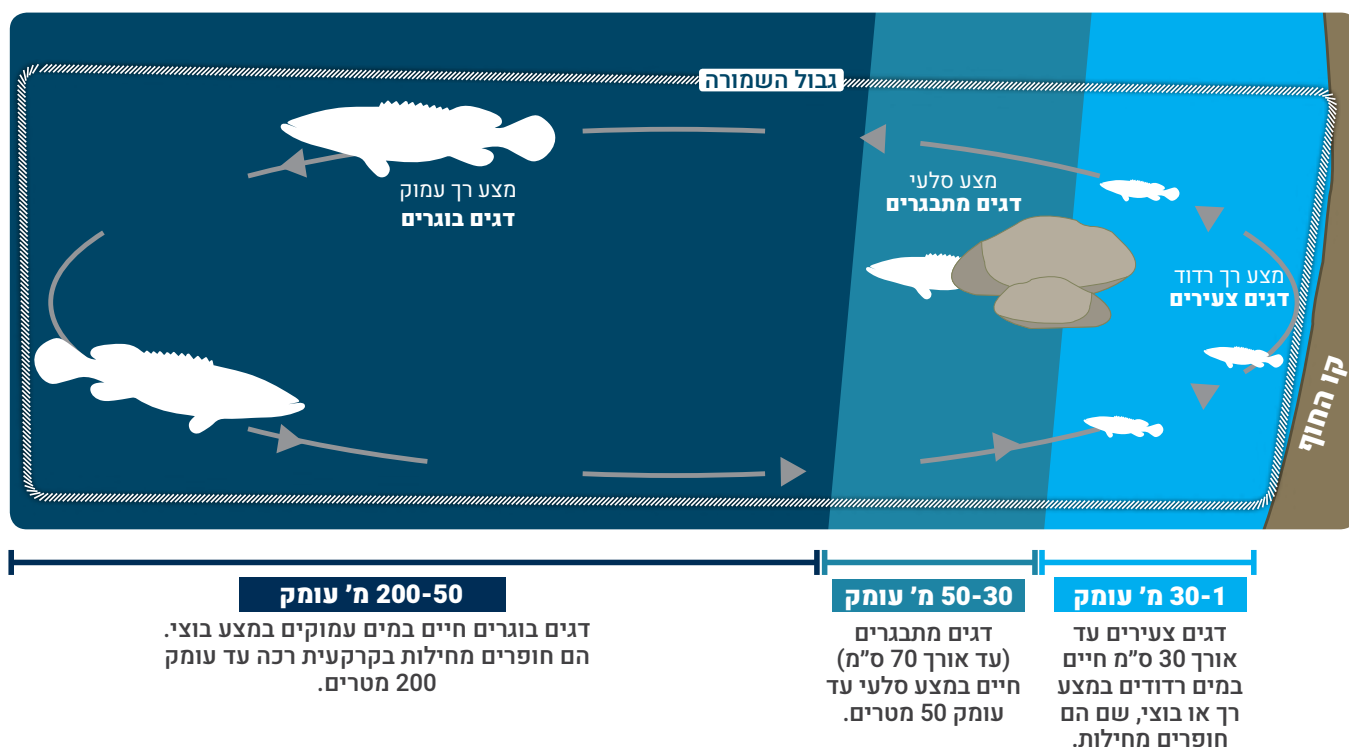
בתי הגידול המייצגים שייכים לשתי קבוצות: בתי גידול של מצע סלעי קשה, ובתי גידול של מצע רך.

3. המנעות, ככל הניתן, מתכנון שמורות טבע באזורים מוטי פיתוח (כמו מפרץ חיפה).

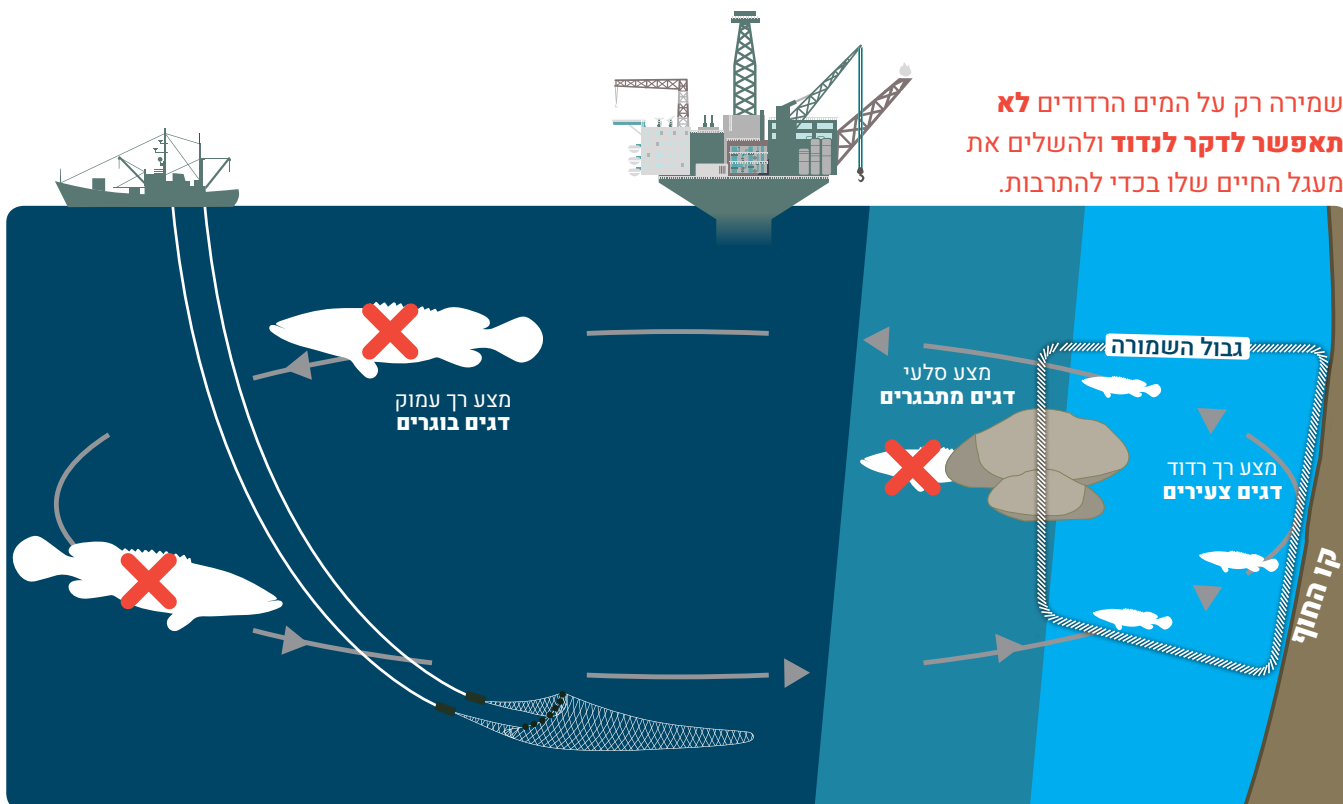
האם אפשר לשמור על אוכלוסייה של חצי לוקוס? החשיבות של הגנה על השטח הדרוש למעגל חיים מלא.

מחזור החיים של דקר המכמורת (לוקוס) דורש בתי גידול שונים: דגים צעירים עד אורך 30 ס"מ חיים במים רדודים במצע רך או בוצי. דגים גדולים יותר (עד 70 ס"מ) חיים על מצע סלעי עד עומק 50 מטרים. הבוגרים חיים במים פתוחים עד 200 מטרים במצע בוצי⁴⁵.

רק שמירה על מגוון בתי הגידול (מצע רך ומצע סלעי) במגוון עומקים תאפשר לאוכלוסיית הדקרים להשתקם ולהגיע לגודל משמעותי לרבייה ולהשלמת מעגל החיים שלהם.



מחזור החיים של דקר המכמורת נקטע במקרה של שמורה קטנה מידי:



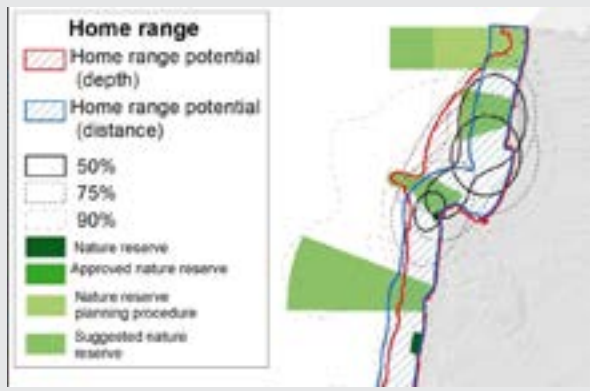
אי הכללת מצע רך עמוק כחלק מהשמורה לא שומר על הדקרים הבוגרים שהם האוכלוסייה המתרבה והמייצרת את דור הדגים הבא.



רק שמירה על הרכס הרדוד, הרכס העמוק המצע הרכ והמים הפתוחים ביניהם תאפשר לצבי הים לשחות בבטחה בין איזורי ההזנה החיוניים להם.

איפיון האזורים החשובים לתנועת צבי ים, בהתאם לנתוני משדר לוויני.

המודל מראה את החשיבות של מרחב שמורת שבי ציון, והקישוריות שלו לשמורת אכזיב מצפון ושמורת ראש כרמל מדרום²⁶.



פגר של צב ים חום בחוף מעגן מיכאל | צילום: אלון רוטשילד

איך עוזרים לצב ים לחצות את הכביש? החשיבות של שמירה על אזורי תנועה ומעבר לחיות הים.

• צבי הים הם מיני דגל לרכסי הכורכר הרדודים. צבי הים שוהים במרחב זה כל השנה, והם אטרקציה לשייטים וצוללים. **רק שמורה ימית גדולה ללא דיג שומרת על מרחב בטוח לצבי הים בין רכסי הכורכר עליהם ניזונים.**

• צב הים החום ניזון מחיות ימיות: ספוגים, מדוזות, סרטנים, רכיכות וחסרי חוליות אחרים.

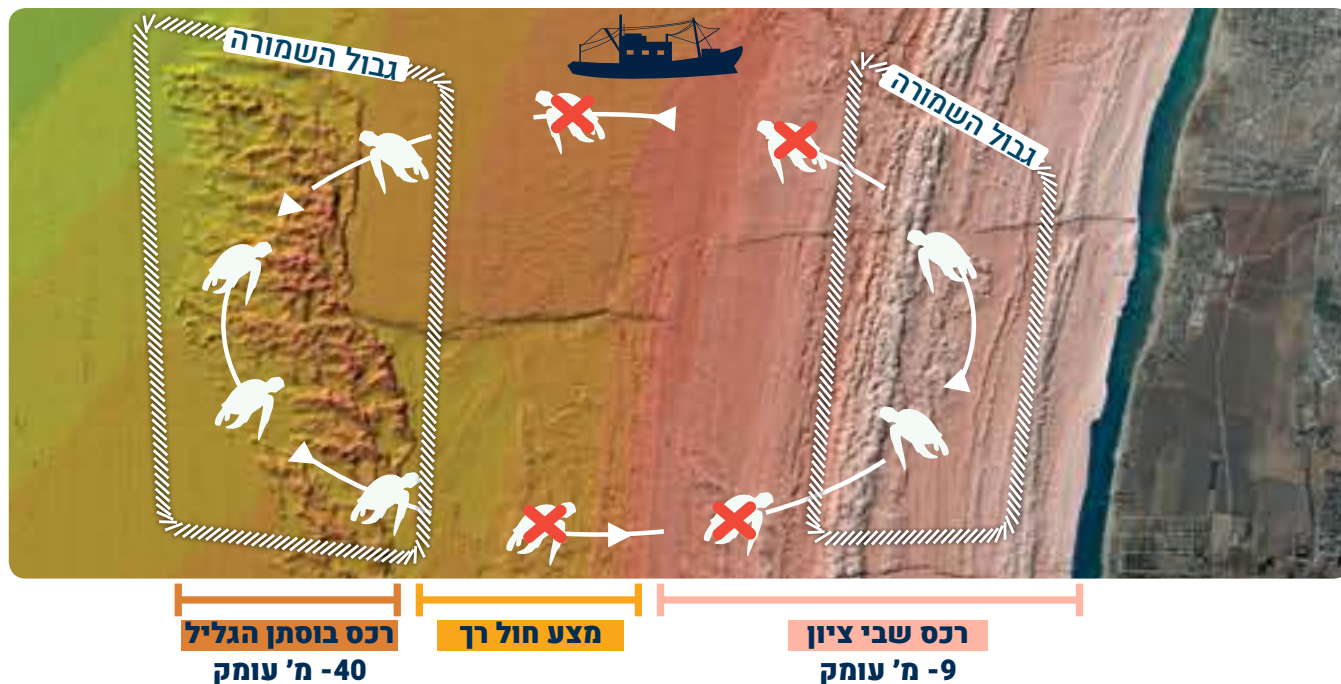
• הצב מוצא את מזונו בעיקר ברכסי הכורכר התת-ימיים, הפרוסים לאורכה של ישראל, בעומקים 9 מ', 30 מ' ו-40 מ'²⁵. צבי הים נעים בין הרכסים השונים למטרות הזנה.

• מרבית הפגיעה בצבי ים בחופי ישראל היא תוצאה של דיג לא מכוון, פגיעות כלי שייט ועוד²⁶.

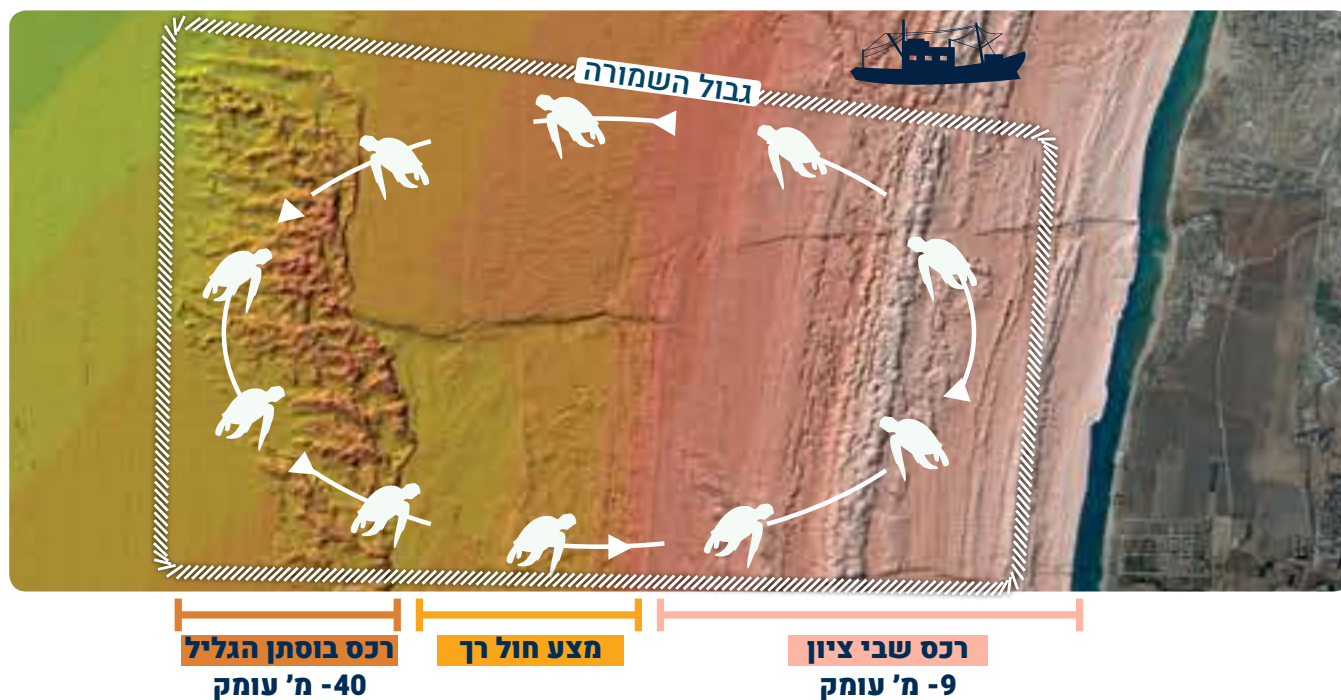
• צב הים צריך לחצות את אזורי הדיג והשייט בכדי להגיע לאזורי הזנה שונים. אזורים אלו מהווים "**כבישים אדומים**" עבורו, כלומר אזור סיכון מוגבר בו הצבים נפגעים ולא תמיד מגיעים לייעדם בבטחה.

• שמורות ימיות גדולות ללא דיג תומכות בשרידות צבי הים ושומרות על נתיבי התנועה ההכרחיים שלהם בין אזורי ההזנה החיוניים. דוגמה לכך היא שמורת שבי ציון. שמורה זו תוכננה כך שתגן גם על האזורים הערכיים של רכסי הכורכר התת ימיים, המשמשים כאזור תזונה לצבים, וגם על המרחב המקשר בין הרכסים הרדודים לבין רכס הכורכר העמוק (40 מ') – מרחב המהווה ציר תנועה הכרחי ורגיש עבורם.

מסלול התנועה של צבי הים בשמורת שבי ציון: שמירה על רכסי הכורכר בלבד, ללא המרחב הימי שביניהם, לא תאפשר הגנה מספקת על צבי הים
 בתי הגידול: רכס שבי ציון מצע סלעי (ורוד), רכס בוסתן הגליל בעומק 40 מטרים מצע סלעי (כתום), מצע חול רך ביניהם (כתום-צהוב).



רק שמירה על הרכס הרדוד, הרכס העמוק ומרחב החול ביניהם תאפשר לצבי הים לשחות בבטחה בין איזורי ההזנה החיוניים להם.





דיג הקפה (צ'ינצ'ולה) - דיג בעמודת המים | צילום: עידו מאירוביץ

האם אפשר לשמור על אוכלוסייה של חצי דיונון? החשיבות של שמירה על עמודת המים.

הדיונון הוא חיה קסומה המשתמשת בשינוי צבע ומרקם גופה (החלפת צבעים) לצרכים שונים: לטריפה, להימלטות מטורפים ולתקשורת עם דיונונים אחרים.

בשעת סכנה, פולט הדיונון זרם של חומר דמוי דיו המטשטש את נתיב הבריחה שלו ומבלבל את הטורף.

לדיונונים מספר דפוסי נדידה:^{8,47}

נדידה עונתית למטרות רבייה ונדידה יומית.

נדידה עונתית:

בעונות הסתיו והחורף, הדיונונים נמצאים במים העמוקים (עד 100 מטרים). באביב ובקיץ נודדים למים חמים ורדודים יותר ($10^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$, עד 50 מ' עומק). הנקבות מטילות ביצים בצברים על עצמים שונים כגון חבלים, קשוות של צדפות וסלעים. הצעירים שבוקעים חיים במים רדודים.

נדידה יומית:

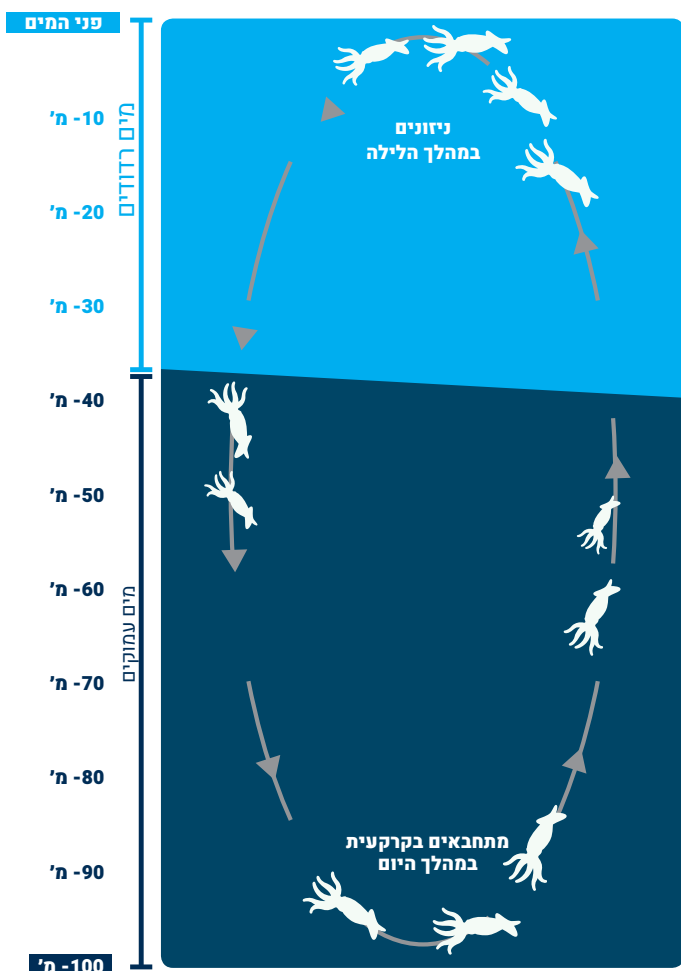
יוממות היא תופעה חברתית המתארת אנשים המתגוררים בישוב מסוים ונוסעים בכל יום למקום עבודתם בישוב אחר. גם הדיונון מבצע יוממות, הכוללת מנוחה ביום בקרקעית הים ושיחור לטרף בלילה בעמודת המים.

הדיונונים מוצאים מסתור בקרקעית הים, בתוך בוץ ומצע רך, במהלך היום (עד עומק 100 מטרים). בלילה הדיונונים יוצאים לשחר לטרף ופעילים בעמודת המים.

דפוס זה חושף אותם לפגיעה של דיג מכמורת ביום, ודיג רשתות הקפה וחכות בלילה.

בכדי לשמור על דיונון הרוקחים יש לאסור דיג בשמורות - גם בקרקעית וגם בעמודת המים.

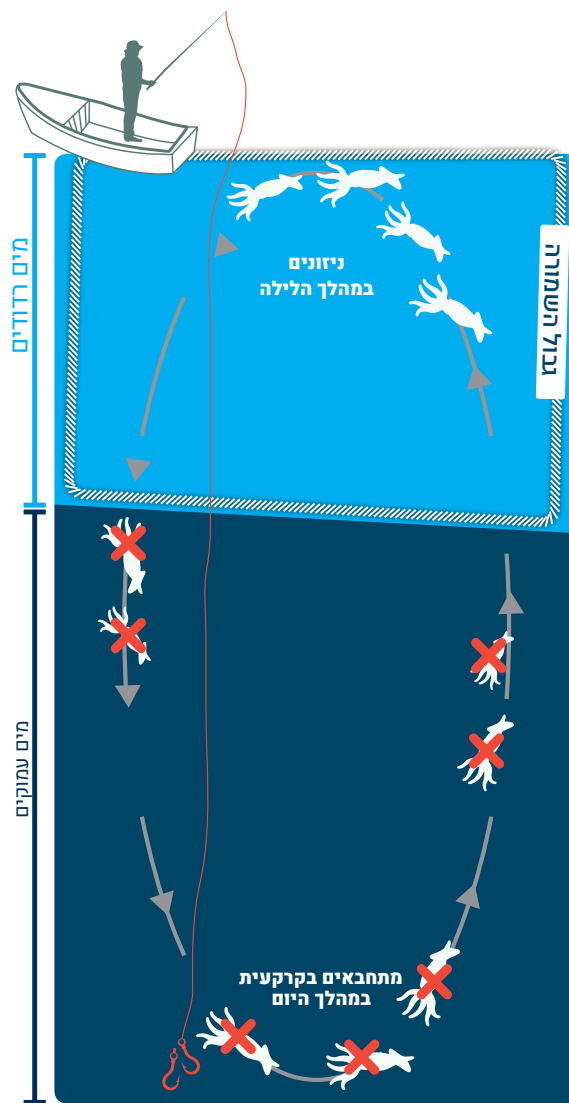
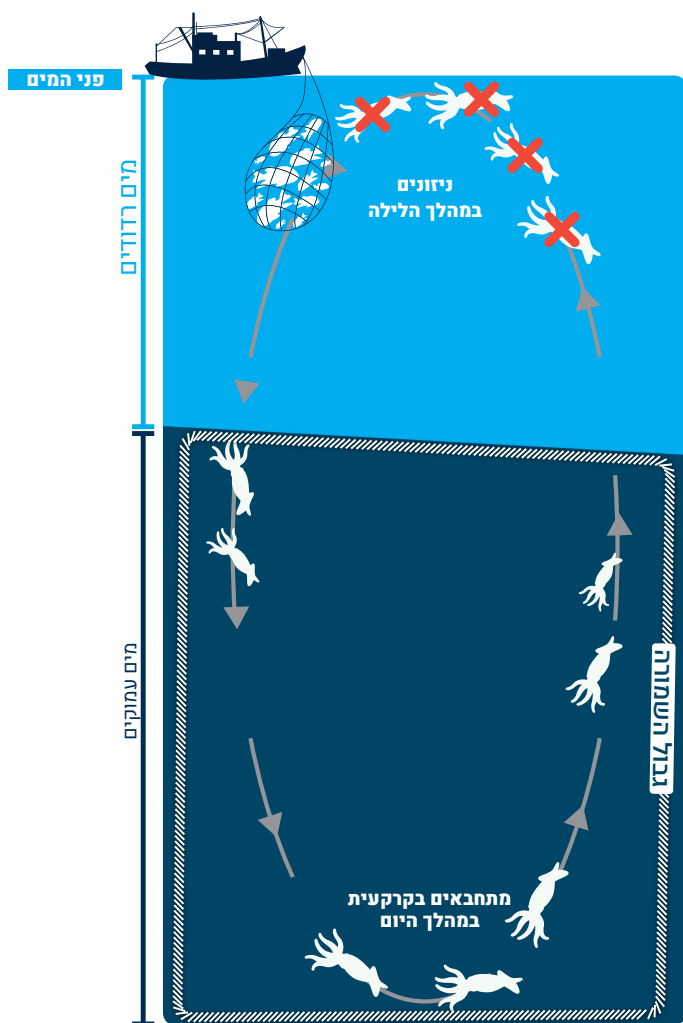
מחזור החיים של הדיונון:



מחזור החיים של הדיונון נקטע במקרה של שמורה קטנה מידי:

שמירה על הקרקעית בלבד, לא תאפשר לדיונונים לשהות בבטחה בעמודת המים בלילה, ותחשוף אותם לפגיעה מדיג רשתות הקפה וחכות.

שמירה על עמודת המים בלבד, לא תאפשר לדיונונים לשהות בבטחה בקרקעית ביום, ותחשוף אותם לפגיעה מדיג על הקרקעית (כמו מכמורת, שאראק וג'יג).



למעלה מ-250 מ'. בעומקים אלה נדגמו גם כרישים שונים שלא הופיעו כלל בדגימות של מים רדודים (למשל קוצן נקוד, קוצן מגובשש וגלדן כלבי).

תנועה עונתית - לאן שוחים הבטאים בחורף?

חלק מהבטאים אינם ססטיים בשטח, אלא מבצעים תנועה עונתית בין המים הרדודים למים העמוקים. מכאן, המסקנה כי רק שמורות ימיות גדולות השומרות על טווח עומקים נרחב של קרקעית חולית יאפשרו הגנה על הבטאים. שני מיני הגיטרנים של ישראל (גיטרן מובהק וגיטרן אטלנטי) הם אנדמיים לים התיכון ומוגדרים כמינים בסכנת הכחדה¹⁶. הגיטרן המובהק נצפה בישראל לאורך החוף, במים רדודים עד 30 מ' עומק ובסקרי המכמורת עד 100 מטרים. בחודשי הקיץ, נקבות הגיטרן האטלנטי מגיעות לחופים כדי להשריץ את הצעירים. סקרים מראים כי מאות גיטרנים צעירים נצפים בחופים שונים בארץ ובעיקר במעגן מיכאל. בשאר חודשי השנה אין מין זה נצפה כלל, ונראה כי הם נמצאים במקומות אחרים בים, במים עמוקים יותר. הגנה על המים הרדודים בלבד היא אמנם חשובה ביותר להגנה על הגיטרנים בעונת הרבייה, אך ללא הגנה על המים העמוקים, לא תתבצע הגנה על מחזור החיים המלא של הגיטרן⁵.

דוגמא נוספת היא התריסנית הקוצנית (*Raja clavata*) שנדגמה בחורף בעומקים עד 80 מ', אך בקיץ נדגמה רק בעומקים של כ-400 מ'⁴. כנראה שגם מין זה מבצע תנועה עונתית בין העומקים השונים של הקרקעית הרכה. לכן, הגנה על טווח רחב של עומקים של הקרקעית החולית הרכה היא חיונית להגנה על מחזור החיים המלא של מיני הבטאים.



גלדן כלבי, *Scyliorhinus canicula* | איור: Marc Dando

העומק כן קובע! חשיבות ההגנה על טווח עומקים רחב של הקרקעית החולית בים התיכון.

- הבטאים הם מיני הדגל של בתי הגידול של הקרקעית החולית/ הרכה בים התיכון
- בעומקים שונים חיים מיני בטאים שונים.
- יש מיני בטאים שמבצעים נדידה עונתית בין המים העמוקים והרדודים.
- כדי להגן על הבטאים אנו זקוקים לשמורות ימיות בשטח הרדוד והעמוק גם יחד.

דגי סחוס הם קבוצה הכוללת, בין השאר, את הכרישים ואת הבטאים (חתולי ים, מנטות וכד'). זוהי קבוצה קדומה של דגים, מהתקופה האבולוציונית בה דגים עדיין לא "המציאו" את שלפוחית הציפה.

דגי הסחוס הם מקבוצות הדגים המאוימות ביותר בים התיכון, כשלמעלה ממחצית מהמינים מוגדרים בסכנת הכחדה¹⁶, ואכן כל מיני הכרישים והבטאים מוגנים על פי החוק בישראל.

הבטאים הם מיני הדגל של אזורי הקרקעית החולית של הים. מדובר על דגים גדולים, מרהיבים ביופיים ובעלי צורה מיוחדת המושכת את עיני הצוללים וצלמי הטבע. הם בד"כ נוברים בקרקעית הרכה ומוצאים את מזונם בשלל התולעים, הצדפות וקיפודי הים המתחפרים בתוכה.

חלק ממיני הבטאים נמצאים בטווח עומקים רחב, אך חלקם מאפיינים רק את המים הרדודים, או רק את המים העמוקים. לדוג', ממצאי מחקר עדכני⁴ מלמדים כי המינים טריגון חד אף וטריגון אטלנטי נדגמו רק במים בעומק רדוד, עד 50 מ', אך לא בעומקים גדולים יותר.

המים העמוקים יותר נשלטים על ידי תריסניות: תריסנית הספיריים בין 30 ל-350 מטרים עומק (מעולם לא נצפתה בצלילה)⁴¹ ותריסנית קוצנית מ-50 מטרים עומק ומעלה. המין תריסנית חטמנית נדגם רק בעומקים גדולים במיוחד, של

רשת שמורות ימיות - המסדרון האקולוגי של הים

שמורה מבודדת, שאינה חלק מרשת של שמורות, היא פגיעה יותר ועלולה לקרוס.

הבעיה: קיטוע ובידוד מרחבי – אפילו בים!

הים נראה לנו כמו מרחב רציף, תלת ממדי, בו בעלי חיים יכולים לנוע בחופשיות וללא הפרעות. אולם עבור חלק מחיות הים, הים שלנו מקוטע: בשטחים שאינם מוגנים, קיימות הפרעות המקשות על בעלי חיים לצלוח אותם בשלום: דיג, זיהום, רעש, קידוחי נפט וגז טבעי, קווי תשתית, כריית חול, עבודות תשתית וכדומה.

מה הבעיה עם קיטוע מרחבי בין השמורות?

הבידוד והריחוק משמורות אחרות הוא גורם המאיים על שרידותה של השמורה. שמורה מבודדת, שתפגע כתוצאה מאירוע הרס (זיהום או אירוע קיצון אחר) ולא תקבל שטף של בעלי חיים שיגיעו ממקום אחר, לא תתחדש ותישאר פגועה. בנוסף, בשמורה מבודדת וקטנה, המוקפת בשטח מופר, מתרחשת רבייה בין קרובי משפחה, אשר גורמת לפגמים גנטיים, מגוון גנטי נמוך, ועמידות נמוכה לשינויים ולעקות.

האמנם יש קיטוע מרחבי בים? כיצד יתכן שחיות ים מתקשות לנוע ממקום למקום?

לצד חיות ימיות בעלות כושר תנועה מצוין, כמו דגי טונה ודולפינים, חלק ניכר מהיצורים הימיים הם צמודים לקרקעית, ובצורתם הבוגרת לא נעים כלל: ספוגים, אצטלנים, אצות צמודות מצע, ועוד.

חיות אחרות מסוגלות לנוע אך רק מרחקים קצרים, למשל: סרטנים, כוכבי ים וקיפודי ים. כמו כן, חלק ממיני הדגים ינועו לטווח קצר מאוד כל חייהם הבוגרים ואינם מסוגלים לדלג מרחק של עשרות קילומטרים בבת אחת.

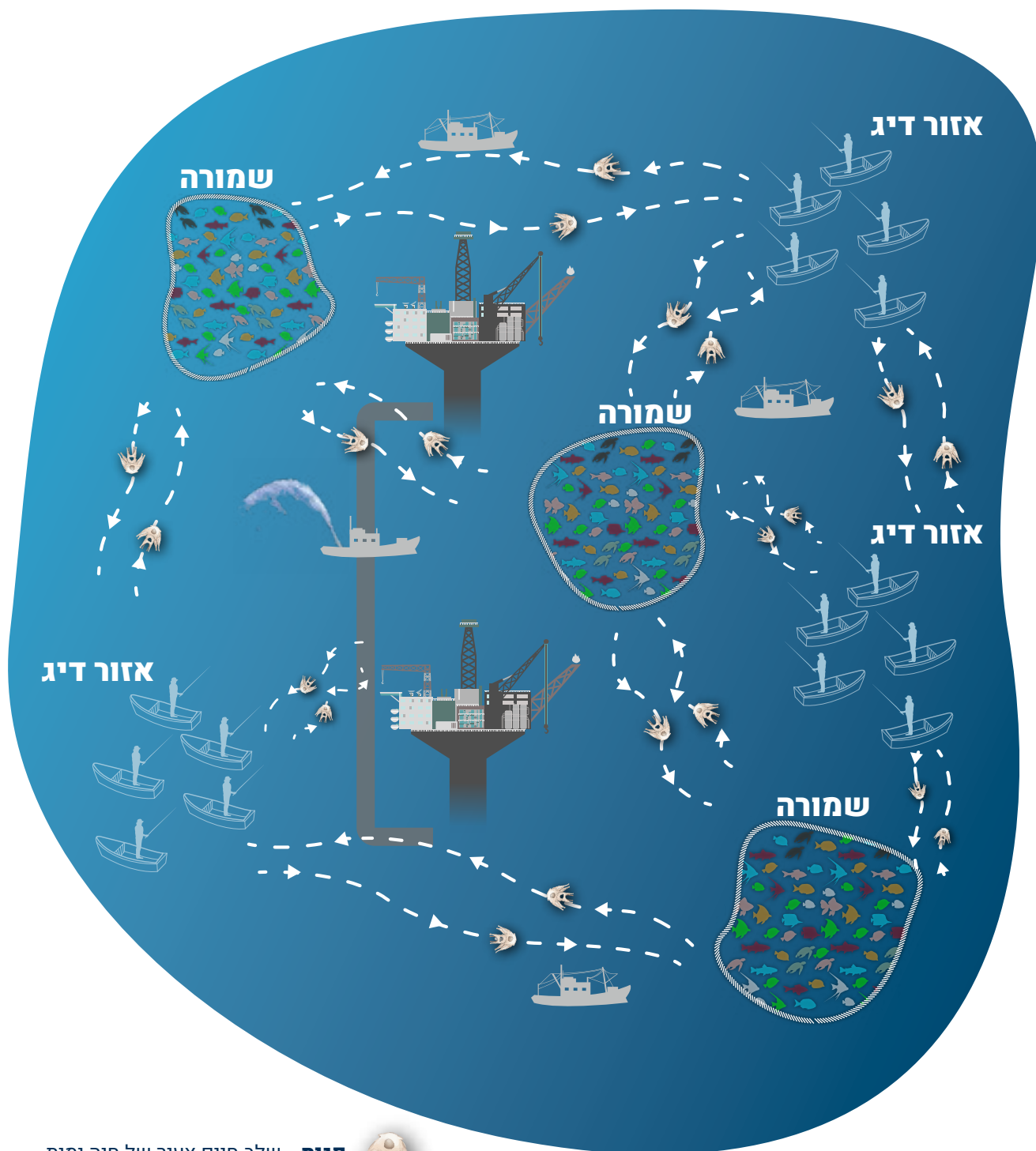
את מסע ההפצה של מרבית היצורים הימיים מבצעת דווקא הדרגה הצעירה, הנישאת בזרמי הים הפתוח – הפגית (פלנולה). תפקידה של הפגית הוא לשרוד בים הפתוח עד להגעתה לאתר מתאים, שבו היא "תתישב" ותשנה את צורתה לצורת הבוגר.

למה זקוקות הפגיות כדי לצלוח את המסע משמורה לשמורה?

יש פגיות שמסוגלות לשרוד בים הפתוח זמן רב וכך לעבור מרחקים אדירים בבת אחת (עשרות ומאות ק"מ³⁴). עבור יצורים אלה, צליחת המסע בין שמורות מרוחקות היא אפשרית, בדומה לאדם גבוה שחוצה נחל בקפיצה אחת ומגיע לגדה השנייה בבטחה. לעומתן, יש יצורים שהשרידות של הפגיות שלהם במים היא מוגבלת, ולטווח קצר.

פגיות אלה זקוקות ל"אבני קפיצה" המאפשרות להשלים את המסע בדילוגים מאתר מוגן אחד למשנהו, בדומה לילד עם צעדים קטנים, שזקוק לאבני מדרג כדי לחצות את המרחק בין שתי גדותיו של הנחל. בכל "אבן קפיצה" מוגנת הפגיות יתיישבו, יהפכו לבוגר, וייצרו פגיות חדשות שימשיכו את המסע הלאה, ל"אבן הקפיצה" הבאה.

קיסוע וקישוריות מרחבית בים:



פגית - שלב חיים צעיר של חיה ימית.



הפתרון – רשת שמורות ימיות כ"אבני קפיצה"

הפתרון לבעיית הקיטוע הוא רשת של שמורות ימיות, המתפקדות כ"ערי מקלט" המזינות זו את זו בפגיות כדי למנוע את הבידוד הגנטי והאקולוגי, ולהבטיח את הקישוריות.

ברשת שמורות יש העשרה גנטית של השמורה מבעלי חיים המגיעים משמורות סמוכות, המאכלסים מחדש בתי גידול שנהרסו, ומעשירים את המגוון הגנטי של האוכלוסייה. כך עולה המגוון הגנטי ועמו עולה החוסן והעמידות של השמורה.

מה המרחק המקסימלי בין שמורה לשמורה, כדי שתובטח הקישוריות האקולוגית?

מרחק ההפצה של הפגיות תלוי במשך הזמן שיכולה הפגית לשרוד בים, במשטר הזרמים, בתנאים הסביבתיים (כגון טמפ' ומליחות) ובמציאת מצע התיישבות בזמן המתאים.²³

יש מינים שהפגיות שלהם מסוגלות לנדוד מרחקים גדולים, ויש מינים שהפגיות שלהם נודדות מרחקים קצרים בלבד. **מרחק נדידה ממוצע של פגיות נמצא בטווח: 150-25 ק"מ³⁴, ולכן ההנחיות של ארגון JNCC בנוגע למרחק מקסימלי בין שמורות הוא 40-80 ק"מ²³.** חשוב להדגיש כי מדובר על מרחק בין בתי גידול דומים, המאפשרים התיישבות של בעלי החיים על מצע המתאים להם.



קיפוד ים סגול | צילום: יוסף סגל

פגיות של בעלי חיים שונים מבלות פרקי זמן שונים במים לפני השלמת מעגל החיים. בהתאם לכך, משתנה גם מרחק התפוצה הממוצע שלהן³⁸.

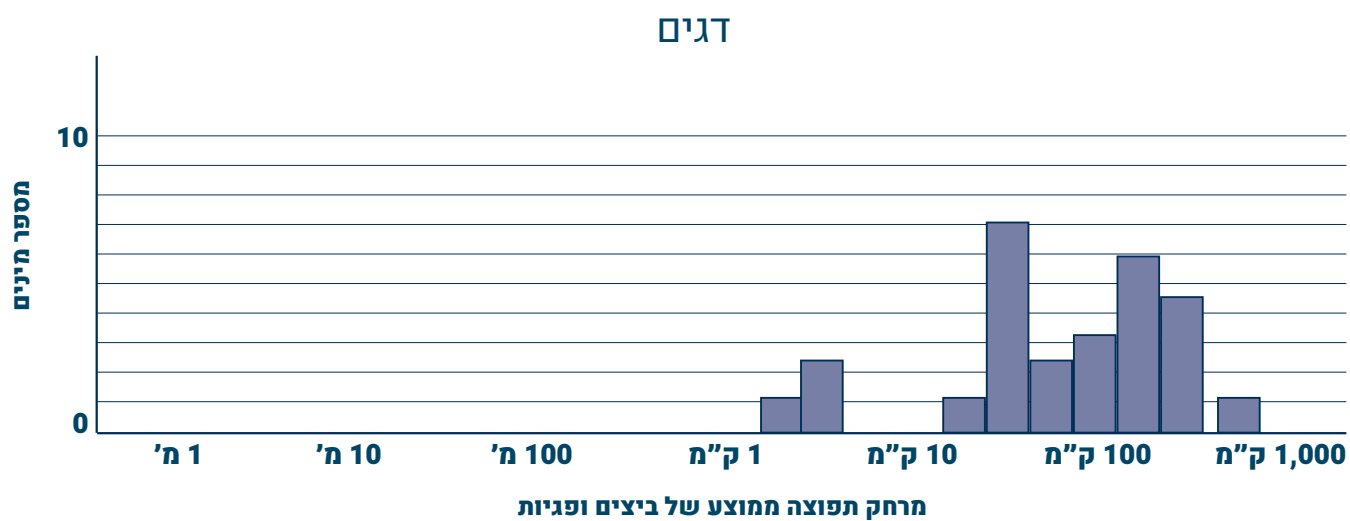
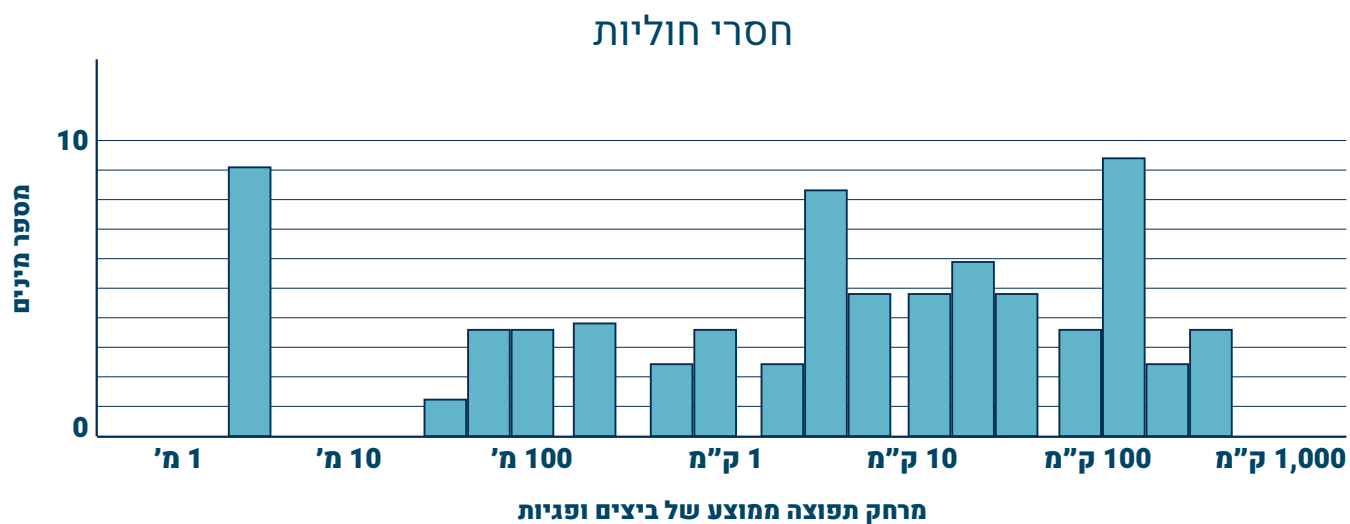
לדוגמה, לבעלי חיים הצמודים למצע כמו אלמוגים, ספוגים וצדפות (חסרי חוליות), מרחק תפוצה קטן (עד מאות מ') לעומת בעלי חיים ניידים (דגים), להם מרחק התפוצה מגיע לעשרות עד מאות ק"מ³⁸.

בעלי חיים בעלי מרחקי תפוצה קצרים זקוקים לאבני קפיצה קרובות יותר. אם יחסרו אבני קפיצה במרחק המתאים, מינים אלה לא יגיעו לאתרים מרוחקים ולא יוכלו לשקם אותם לאחר עקה או להעשיר את המגוון הגנטי שלהם.



אבני קפיצה – מאפשרות לנו להתקדם בבטחה במסע ולהגיע ליעדנו. **אם יהיו חסרות אבני קפיצה – יוצר קיטוע.**

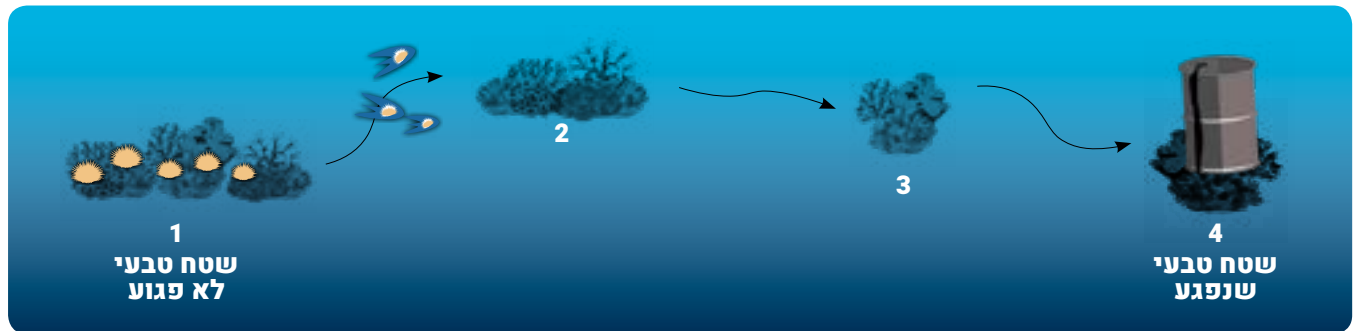
מרחק תפוצה ממוצע של ביצים ופגיות³⁸



חשיבות רשת השמורות: דוגמה

אבני הקפיצה של קיפוד הים בדרכו לשיקום שמורת טבע פגועה.

בדוגמה הבאה, שטח טבעי שנפגע (4), ושטח טבעי לא פגוע (1). תוצרי הרבייה הן פגיות, הנישאות עם הזרם, עד שבשלות לאכלס בתי גידול אחרים. בתי גידול אלו יכולים להיות בשמורות אחרות או שטחים מתאימים סביבן.

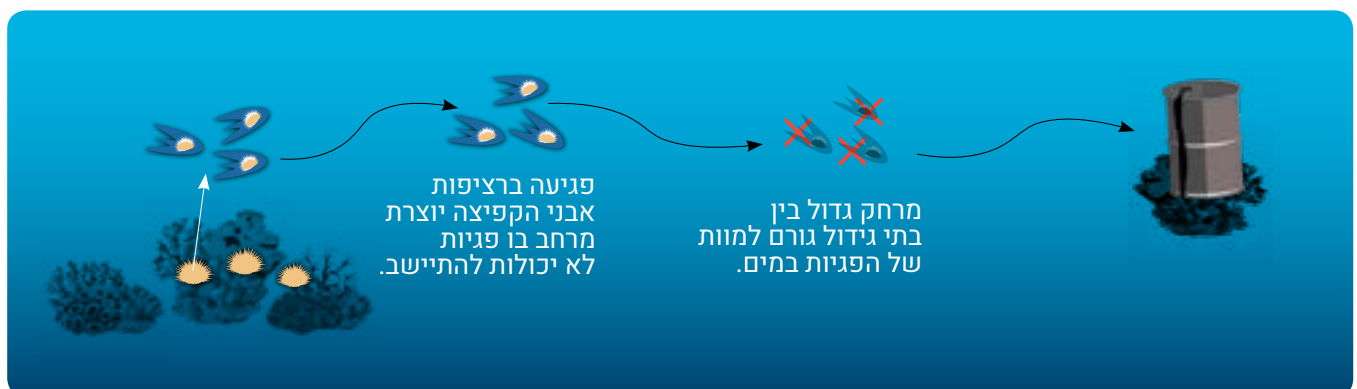


תרחיש 1 - כישלון

ללא רשת של שמורות ימיות, המרחק בין אתרים טבעיים מוגנים הוא גדול מידי – ובהיעדר אבני קפיצה, המרחק אותו צריכות פגיות לעבור לשם השלמת מעגל החיים, אף הוא גדול מדי.

כתוצאה מכך, הפגיות מתות במים לפני שהצליחו להתיישב ולהפוך לקיפוד בוגר, ולכן אין שיקום של קיפודי

ים בבתי גידול שנפגעו במורד הזרם. קטיעת מעגל החיים של קיפודי הים בגלל חוסר רציפות של אבני קפיצה פוגעת בפוטנציאל אכלוס בתי גידול הרוסים ושיקומם וכן פוגעת במגוון הגנטי של אוכלוסיות קיימות. **כאשר המרחק בין אבני הקפיצה גדול מידי - הקישוריות לא טובה - ביצים / פגיות לא יעברו בין בתי גידול שונים, לא יאכלסו מחדש בתי גידול שנפגעו ולא יעשירו את המגוון הגנטי.**



תרחיש 2 - הצלחה

רשת שמורות ימיות משמשת כ"אבני קפיצה" להתיישבות פגיות, המאפשרת שיקום של בתי גידול שנפגעו ואכלוסם מחדש בקיפודי ים.

כל עוד יש מעבר פגיות בין בתי הגידול, מרחב התפוצה של קיפודי הים יגדל. הדבר משמעותי לאכלוס בתי גידול הרוסים

ושיקומם וכן להעשרת המגוון הגנטי וחיזוק עמידות בעלי החיים למצבי קיצון.

כאשר יש רשת של שמורות קרובות - הקישוריות טובה - ביצים / פגיות יעברו בין בתי גידול שונים, יוכלו לאכלס מחדש בתי גידול שנפגעו ויעשירו את המגוון הגנטי.



אז מה קורה בישראל?

השמורות הימיות המוצעות הן אבני קפיצה חיוניות בחופי ישראל:

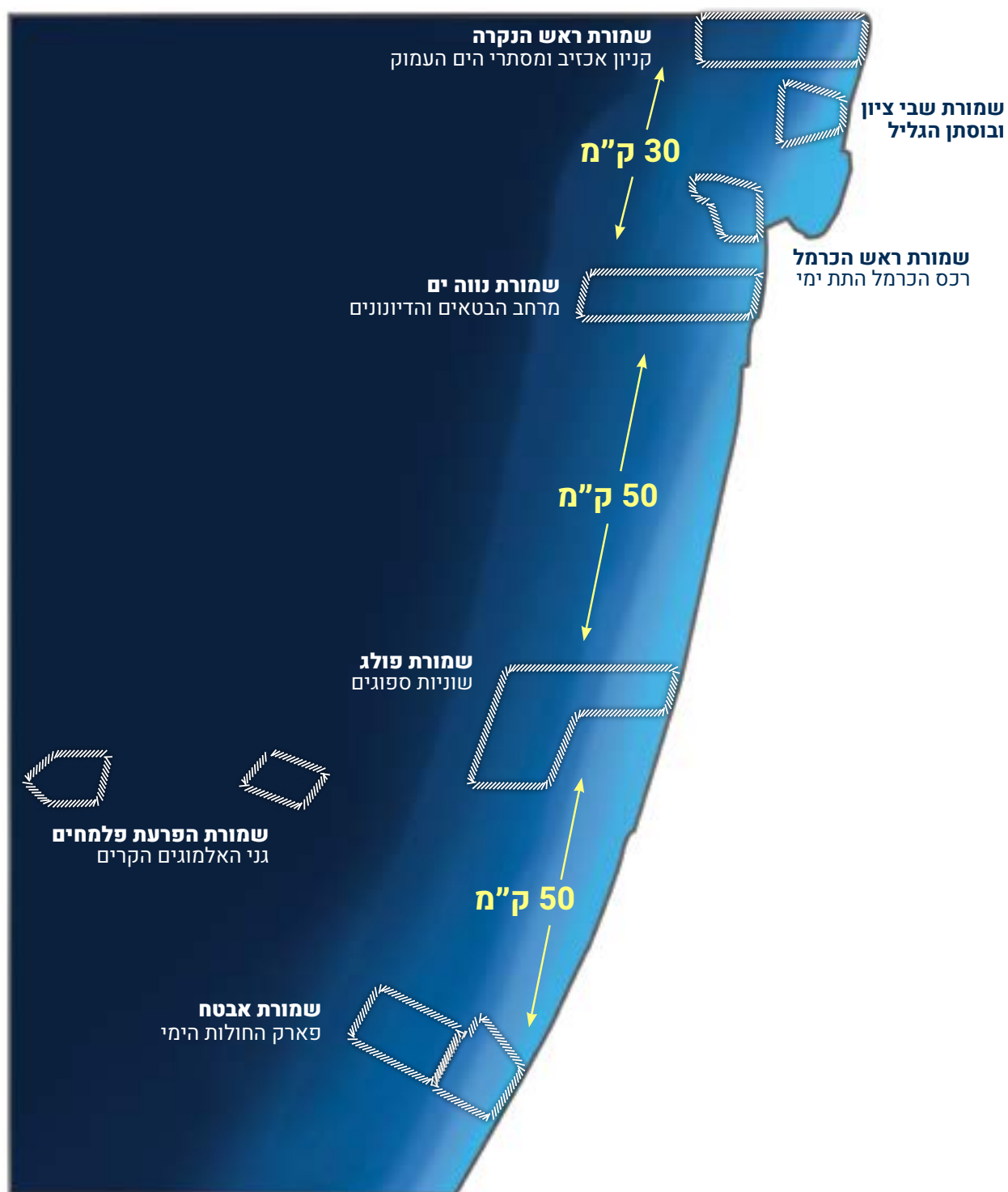
שמורות אבטח, פולג ונווה ים הינן חיוניות כאבני קפיצה למינים רבים הזקוקים למצע חולי. בלעדיהן, עלול להיווצר קיטוע ובידוד עבור חלק מחיות הים. בים העמוק, שמורת אכזיב מהווה אבן קפיצה המשכית לנווה ים.

קיום רשת של שמורות ימיות מוגנות מדיג והפרעות אחרות, בהן בתי גידול לא מופרים, היא חיונית לשמירת הקישוריות, להגברת הסיכוי לשיקום בתי גידול הרוסים, להעשרת אזורי דיג ולשמירת החוסן הגנטי של האוכלוסייה.

בשמורת ים אבטח יש מיני בעלי חיים המתחפרים בקרקעית הים, בעומק מים של 15 מטרים. לדוגמה - קיפוד הים "לבב מתחפר".

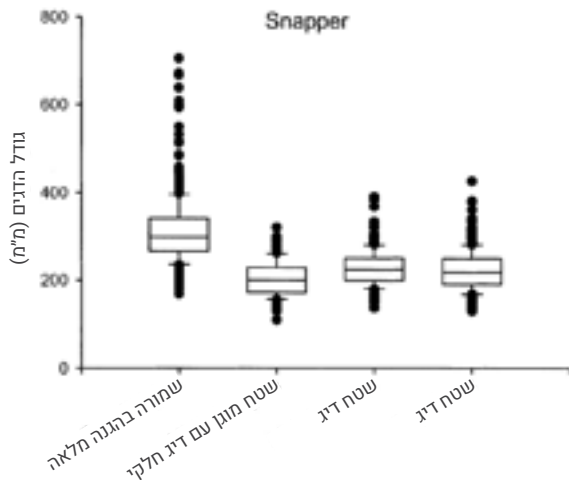
נניח שיכולת ההפצה המקסימלית של פגית של קיפוד ים זה בים הפתוח היא עד 70 ק"מ. פגית היוצאת משמורת אבטח, תנוע צפונה עם הזרם ותגיע למקום מוגן בשמורת פולג, שם תהפוך לקיפוד בוגר. כשיגיע הקיפוד בשמורת ים פולג לעונת הרבייה, תיווצר פגית חדשה, שתעשה דרכה אף היא, עם הזרם צפונה. כשהיא תגיע לחוף מבטחים בשמורת נווה ים, היא תוכל להשלים את גלגולה לצורת בוגר, וכך הלאה.

רשת שמורות הטבע הימיות המתוכננת בים התיכון



אולם, לא רק האינטואיציה מרמזת שהכנסת דיג לשמורה היא בעייתית: ממצאי מחקרים אינספור מראים כי שטחים מוגנים שהותר בהם דיג, גם אם מדובר על דיג במגבלות שונות, אינם שומרים על הטבע, ואינם מספקים את התועלות המצופות מהם כשטח ימי מוגן. **לכן, הכלל צריך להיות כי השמורה הימית היא אזור ללא דיג (No take), כאשר ניתן להותיר שיקול דעת בהיתר חריג לרט"ג לאשר דיג בשיטות מסוימות ובאזורים מסוימים, אולם זה צריך להיות היוצא מן הכלל, לצרכי ממשק השמורה בהנחה שיוכח שנדרש.**

במחקר שנערך בניו-זילנד, גודל דגי ה-snapper בתוך פארק שנאסר בו דיג מסחרי אך הותר דיג ספורטיבי היה קטן משטחים סמוכים בהם הותרו כל סוגי הדיג. לעומת זאת, בשטח שמורה שבה נאסר הדיג לחלוטין גודל הדגים היה הגדול ביותר מבין האתרים שהשוונו⁵³. מסקנת המחקר הייתה ששטח ללא דיג מסחרי, שהתיר דיג ספורטיבי עם מגבלות שונות, אינו יעיל ככלי לשמירת טבע.



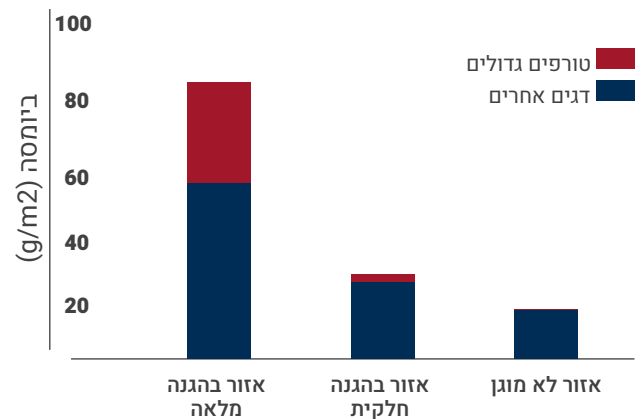
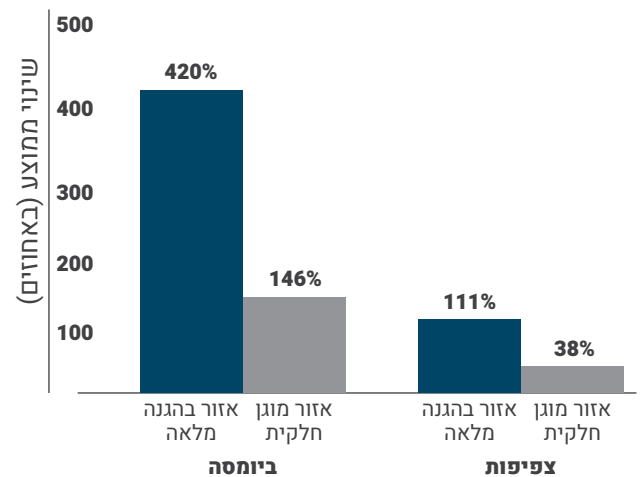
השוואת גודל הגוף של דגים בין שמורה בהגנה מלאה (No-Take), שטח בהגנה חלקית, ואתרי ביקורת ללא הגבלות דיג⁵³.

מעבר לתוצאה הצפויה שבשטח מוגן שהותר בו דיג – יש הרבה פחות דגים, מסתבר כי הקבוצה שנפגעת בצורה החמורה ביותר היא קבוצת הדגים הטורפים³⁰. החיות הטורפות (דקרים, טונה, לובסטרים, מוסר ואחרים) הם החיות המבוקשות ביותר ע"י דייגים.

C. השימושים המותרים והאסורים בשמורה

דיג

שמורת טבע היא אתר שנועד לשמור על הטבע הימי ולספק תועלות אקולוגיות הנגזרות ממנו, ולכן ברורה, אינטואיטיבית, הבעייתיות של התרת ציד (דיג הוא פעולת ציד בים) בשמורה.



ככל שהשמורה יותר מוגנת, ללא דיג ובאכיפה יעילה, עולה המסה של הדגים. באדום ניתן לראות ספציפית את המסה של הדגים הגדולים הטורפים, המהווים את מיני הדגל לתיירות, צלילה ושנירקול, אשר מושפעת לטובה בשמורות ללא דיג³⁰.

היכון, הכן, צא! מי מנצח בתחרות על הדגים הגדולים? דיג או תיירות?

• דגים גדולים ודגים טורפים הם משאב טבע מבוקש. בעוד ענף הצלילה נהנה ממשאב זה ללא פגיעה בו, ונוהג בו כמוצר ציבורי, הדיג מנצל את אותו משאב באופן חד פעמי – כמוצר מתכלה. כך, דג דקר או לובסטר שכ-100 צוללים יכולים ליהנות ממנו במשך תקופה קצובה, רק דייג אחד/סועד אחד יהנו ממנו אם יתפס כשלל דיג. בבחינת התועלות הציבוריות, נמצא שענף תיירות הצלילה רווחי יותר מענף הדיג^{27,42,48}.

• **הדוגמה של פלאו:** תיירות המתבססת על צלילות עם כרישים בפלאו (מדינת איים באוקיאנוס השקט) מהווה מקור הכנסה משמעותי לכלכלת המדינה: הכנסות מתיירות הצלילות מהוות כ-8% מהתמ"ג של פלאו. **לעומת זאת,** ניצול של אוכלוסיית כרישים מקבילה לצרכי דיג עומד על 0.06% מההכנסות השנתיות מתיירות הצלילה⁴⁸.

• תיירות צלילה קשורה בקשר הדוק לשמורות ימיות מוגנות מדיג, בשל העדפת צוללים לצלול בתוך שמורות ימיות. העדפה זו נובעת מציפייה ורצון לצלול היכן שיש סביבה ימית עשירה יותר⁴⁰.

• ניתוח עלות/תועלת בעזרת מודל כלכלי הצביע על החזרת אובדן ההכנסות מדיג ומעבר לרווחיות מתיירות כ-5 שנים בלבד מיום הקמת השמורה⁴⁰.

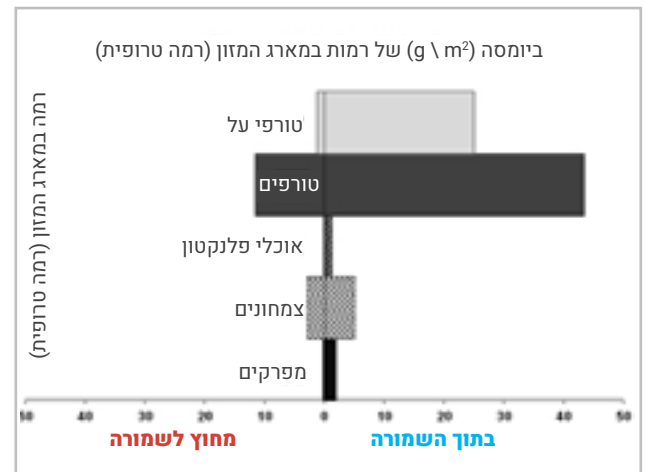
שורה תחתונה:

ענף תיירות הצלילה הנו שימוש בר קיימא במשאב הדגים הגדולים: שימוש המאפשר למשתמשים רבים מהציבור ליהנות מהמשאב הטבעי תוך שמירה על המערכת האקולוגית לאורך זמן. לעומתו, מדיג בשמורה נהנים משתמשים מעטים, תוך פגיעה במערכת האקולוגית. מבחינה כלכלית, **התועלת הציבורית מצפייה תיירותית בדגים הגדולים בשמורות ימיות עולה בהרבה על התועלת הכלכלית מדיג של אותם דגים.**

צמצום כמות ואיכות הטורפים בשטח מוגן הוא בעלת השלכות הרסניות:

א. שינוי מבנה החברה האקולוגית:

דיג מדלדל את כמות הטורפים בשמורה, תוך גרימת תוצאות מרחיקות לכת כמו שיבוש מארג המזון כולו⁵⁴. לדוגמה, היעלמות הטורפים גורמת לשינוי התנהגות של אוכלי אצות ("נוף הפחד"), ולפעילות מוגברת שלהם העלולה לגרום להיעלמות האצות ולשינוי דרמטי במארג המזון.



שינוי בהרכב חברת הדגים לפי רמות במארג המזון (רמות טרופיות) בתוך שמורת טבע ימית ומחוץ לשמורת הטבע (שטח בו מתבצע דיג). מתוך Guidetti et al. 2014⁵⁴.

ב. פגיעה בתיירות:

דגים הם גם משאב תיירותי. דייגים מכוונים לדיג של דגים גדולים, בדרך כלל דגים טורפים (דקרים, טונה, מוסר ועוד). דגים אלה הם גם הדגים האטרקטיביים ביותר בהיבטי פנאי ונופש עבור צוללים, כך שיש סתירה פוטנציאלית בין שני שימושים אלה בשמורה – דיג עלול לבוא על חשבון צלילה תיירותית⁴⁰. ניתן לראות כי דיג משפיע בראש ובראשונה על הדגים הטורפים הגדולים, ולכן מהווה פגיעה פוטנציאלית בתועלת הציבורית של השמורה עבור צוללים וחובבי ים. לפגיעה זו עלולות להיות גם השלכות כלכליות על תיירות הצלילה, שהיא מהאדנים המבטיחים ביותר לצמיחה כלכלית המבוססת על שמורות טבע ימיות.

לחוסר הסלקטיביות יש מספר תוצאות שאינן לגיטימיות בשמורת טבע:

• פגיעה בחיות שאינן שלל המטרה:

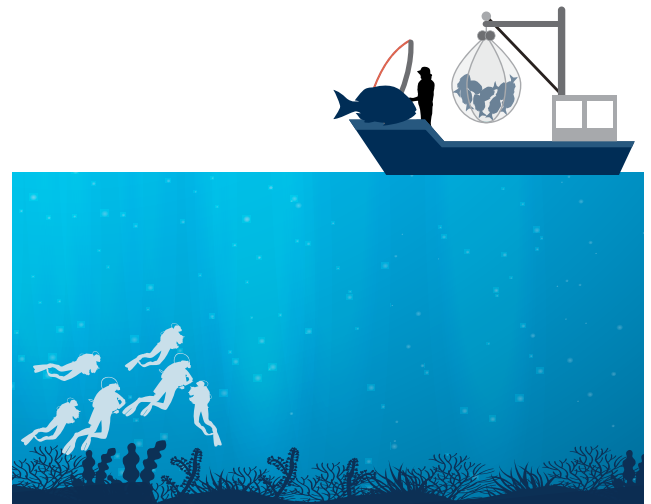
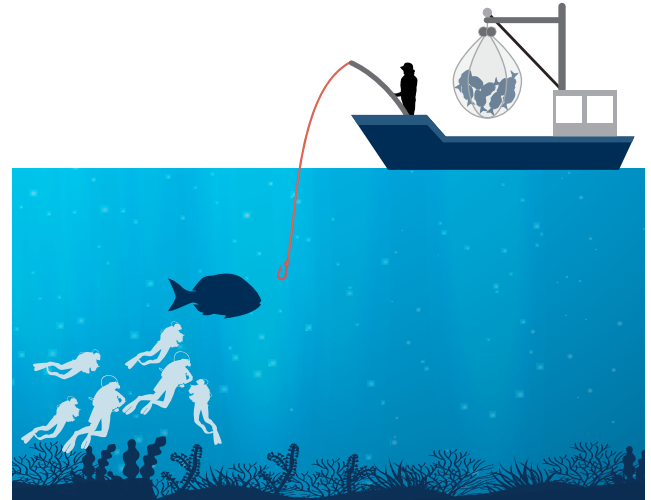
- **דגים:** דג שנלכד ומוחזר למים משום שהוא ממין או גודל שאסור לדיג או דג שאינו אטרקטיבי, יפצע ואולי אף ימות גם אם יוחזר למים. הפגיעה נגרמת כתוצאה מפגיעת הקרס, פגיעה פיזיולוגית בגלל הפרשי הלחצים בעת העלאת הדג מהעומק, חשיפה לטורפים עקב הילכדות ברשת ועוד. מחקרים מצביעים על שיעור תמותה ממוצע של 18% במקרים של catch and release⁵⁵, ולכן גם פעילות שמראש תוגדר כפעילות לכידה ושחרור – מקומה לא יכירה בשמורת טבע⁵⁵.

- **פגיעה במינים מוגנים ואדומים:** צבי ים, עופות ים, סרטנים ויונקים ימיים נמשכים לפיתיונות דיג (למשל בשאראק, לונגליין, בולוס ועוד) ונפגעים מבליעת הקרס או מהסתבכות בחוט הדיג, או עלולים להלכד ברשתות שהושארו ללילה. לדוג', לוי וחוברין²⁵ דיווחו על פגיעות רחבות היקף בצבי ים כתוצאה מדיג רשתות זימים, שאראק ולונגליין (הערכה של כ- 1800 בשנה בישראל). מיני דגל "אדומים" (המצויים בסכנת הכחדה) כמו דקר הסלעים עלולים להילכד ולמות כשלל לוואי (bycatch), וכל זאת בשמורת טבע בה הם אמורים להיות מוגנים.

• ציוד דיג נטוש:

ציוד דיג שמוכנס לים לא תמיד יוצא ממנו. רשתות וקרסים נשארים לעיתים בים, אם משום שננטשו על ידי בעליהם, או משום שתנאי מזג אוויר וסערות ניתקו אותם ממקומם. רשתות רפאים לוכדות בעלי חיים ימיים, כולל ערכי טבע מוגנים, ומהווים מלכודת מוות אשר לעיתים נשארות במקומן שנים רבות עד שנודע על קיומן וניתן להסיר אותן. תופעה זו חמורה במיוחד בשמורה ימית.

תחרות בין דיג לתיירות על משאב הדגים הגדולים:



ג. חוסר סלקטיביות ו"שלל לוואי" תוך פגיעה במינים מוגנים ומינים בסיכון:

מרבית שיטות הדיג אינן סלקטיביות. הדבר נכון לא רק למקרים המובהקים של דיג מכמורת ורשתות, אלא גם לדיג ספורטיבי בחכות, שגם בו לא ניתן לחזות מראש איזה דג יתפס.

השפעות של ציוד דיג שננטש:



שחפית כספית שהסתבכה בחוט דיג | צילום: נועם וייס



פגיעה בעופות ים כתוצאה מבליעת ציוד דיג | צילום באדיבות בית החולים לחיות בר בספארי

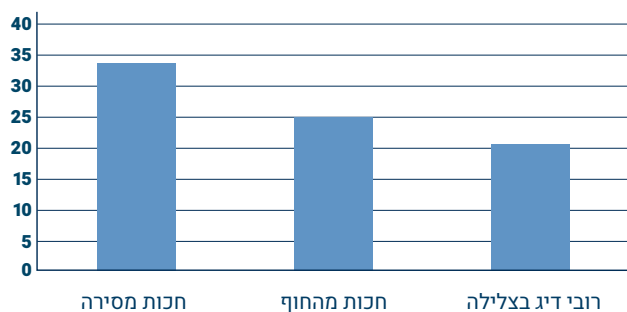


סולה שהסתבכה ברשת דיג, חוף מעגן מיכאל, 2018 | צילום: אוראל אורן



צב ים עם קרס בפה | צילום: מרכז ההצלה לצבי ים, רט"ג.

פילוח מינים בסיכון שנידוגו בשיטות דיג ספורטיבי - עפ"י שיטת דיג⁵⁶



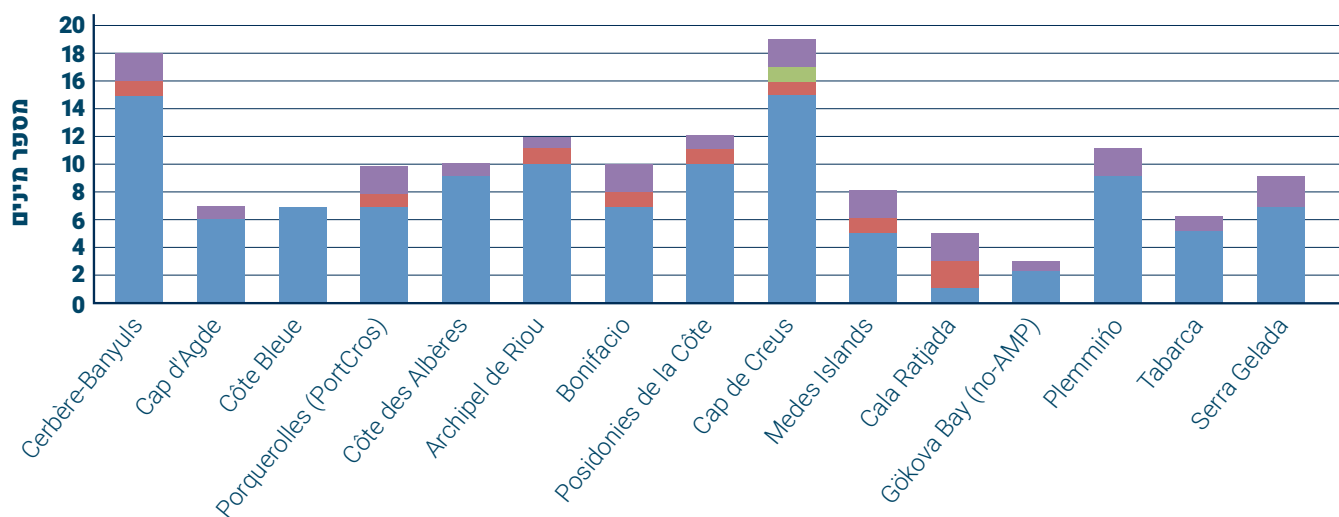
ד.דיג ספורטיבי:

כל השיקולים שנסקרו לעיל תקפים (אומנם בעוצמות שונות) לכל שיטות הדיג, לרבות דיג ספורטיבי על שיטותיו השונות, כולל בחכת מקל מהחוף ולרבות דיג רובים.

במחקר מקיף⁵⁶ שנערך באזורים ימיים מוגנים בים התיכון, נמצא כי לדיג הספורטיבי השפעות משמעותיות במספר היבטים:

- לחץ דיג על דגה, בדגש על מינים רגישים
- עגינה באתרים פגיעים
- ציוד דיג נטוש
- שימוש בפיתיונות אקזוטיים
- שימוש ב- Catch and release הגורם לפציעה של הדגים המוחזרים למים.

מס' מינים בפילוח קטגוריית סיכון שנתפסו בדיג ספורטיבי בשטחים ימיים מוגנים⁵⁶



תשתיות ופעילות ביטחונית

פוטנציאל הפגיעה של עבודות תשתית בטבע הימי, לרבות כרייה והרחפה של חול ימי, חיפוש והפקת גז ונפט, הנחת צנרת תשתית, הוא ברור (לסקירה מקיפה – ראו פרק "ים של צרות").

לכן, העקרונות המנחים פעילות של תשתיות בשטח שמורת טבע הן:

- א. בחינת חלופות תוך מתן עדיפות ברורה לביצוע התשתית מחוץ למרחב השמורה, והקפדה על זליגת ההשפעות השליליות אל תוך השמורה.
- ב. תיאום קפדני עם רשות הטבע והגנים לעניין התכנון המיטבי של התשתית, האמצעים למניעת ומזעור נזקים, ועוד.
- ג. הסדרת היחסים עם מערכת הביטחון ופעילותה בשמורה באמצעות אמנה והסדרים נוספים בין רט"ג לצה"ל.

כלובי דגים

כלובי דגים אינם שימוש לגיטימי בשמורת טבע ימית. כלובי הדגים מתאפיינים בהעשרה משמעותית של נוטריינטים בשמורה (בעקבות עודפי האכלה ופרש הדגים), וכך משנים ברמה המקומית את ההרכב של המים. בנוסף, פסדי דגים מושכים אליהם דגים טורפים כמו כרישים, ובכך מהווים שינוי של הסביבה הטבעית. כלובי דגים אף עלולים להפיץ טפילים ומחלות לסביבה הטבעית, וכמובן קיים גם סיכון של פריצת הכלובים בעקבות סערה או תקלה.

לכן, יש למקם את שימושי החקלאות הימית מחוץ לשמורות הטבע הימיות, תוך שמירת מרחב חיץ בין לבין השמורה.

שיט מנועי

שיט מנועי עלול לפגוע בעיקר בצבי ים, העולים לנשום על פני המים ונפגעים לעיתים קרובות מפגיעת כלי שיט. כניסת כלי שיט מנועי לשמורה צריכה להיעשות בצורה מושכלת, בהתאם להנחיות רט"ג, ותוך נקיטת אמצעים למניעת פגיעה בצבי ים (למשל שמירה על מסדרונות שיט והקפדה יתרה בעונות רגישות).

D. מי מנהל את השמורה?

אחת התופעות הבעייתיות בתכנון וניהול המרחב הימי היא שהרוב המכריע של האזורים הימיים המוגנים בעולם הם מוגנים "על הנייר" ("paper parks"), ובפועל אינם מוגנים כלל, ואינם מתפקדים ככאלה מבחינה אקולוגית (כמות הדגה, גודל הדגים, מגוון המינים, ותפקודים אקולוגיים נוספים). הוערך כי במדינות שונות אחוז השטחים שמוגנים רק על הנייר מגיע לכ-80% בגלל שחסר בהם אחד או יותר ממפתחות ההצלחה לשטח מוגן מוצלח: גודל מספק, איסור שימושים פוגעניים, ואכיפה יעילה!¹¹

בעולם קיימות הגדרות שונות לשטחים ימיים מוגנים, שעיקרם מבחין בין שמורת טבע ימית (Marine reserve) ובין אזור ימי מוגן (Marine protected area). להגדרות עצמן אין כמובן חשיבות, אלא למהות ולכלים שהם מעניקים למדינה כדי לממש את ההגנה על הטבע הימי באזור המיועד, והבטחת התועלות הציבוריות מהגנה זו.

תכנית האב של רשות הטבע והגנים איתרה שטחים לשימור בים התיכון, על סמך קריטריונים אקולוגיים וסקרי שטח. טיוטת תכנית המרחב הימי מציעה עבור שטחים אלה שני מודלים מרכזיים לייעודי שטח: שמורת טבע ימית ו"אזור ימי מיוחד/מוגן" אשר יוכל בהמשך להפוך לשמורת טבע. עוד הציעה טיוטת התכנית שטחים נוספים עם הגנה שאינה שמורת טבע (אזורים סלעיים, שפכי נחלים וכד').

בישראל קיים כיום רק כלי מעוגן אחד בחקיקה לניהול של שטח ימי כמוגן, ורק גוף ניהולי אחד שזו התמחותו ושיש לו את מלוא הכלים לבצע את המשימה – והוא **שמורת טבע ימית בניהול רשות הטבע והגנים. רק שטח ימי בניהול רט"ג, במסגרת שמורת טבע מוכרזת, יתן מענה ניהולי הולם שיבטיח את תועלות השמורה, וימנע ממנה להפוך ל"שמורה על הנייר".**

הצעת תכנית המרחב הימי הנוכחית ל"אזור ימי מיוחד" בפרט, ולאזורים מוגנים אחרים בכלל, נעדרת רכיבים מרכזיים החיוניים למימוש ההגנה על השטח, ולכן לא תאפשר את השגת מטרות השימור והתועלות הנגזרות מהן, **כפי שיפורט בטבלה הבאה:**

גוף מנהל שטח	אזור ימי מיוחד/מוגן	שמורת טבע
מבנה ארגוני המתאים למטרות ניהול השטח	בהיעדר גוף מנהל – אין מבנה ארגוני הנותן מענה לניהול השטח: • הכוונה מדעית – ניטור יכול להיות מבוצע בהכוונת המשרד להגנת הסביבה, אך מסקנות הניטור לא יקבלו מענה ניהולי בשטח • פיקוח – ? • ממשק עם תשתיות, צבא וגורמים אחרים – ? • ממשק עם משתמשי השטח – ?	רשות הטבע והגנים • הכוונה מדעית – חטיבת מדע באמצעות ביולוגית ימית ייעודית, ביולוג מחוזי ועוד. • פיקוח – באמצעות חטיבת פיקוח ויחידת אכיפה ימית. במקרה של העברת תשתיות, פיקוח ע"י פקחי תשתיות ייעודיים. • ממשק עם תשתיות, צבא וגורמים אחרים – באמצעות חטיבת תכנון ופיתוח, ובעיקר באמצעות הנהלת המחוז. טיפול בסוגיות תכנוניות בעלות ממשק לשמורה, לרבות תשתיות, פעילויות ביטחוניות (באמצעות אמנה רט"ג – צה"ל, לקצין שומר טבע ועוד). • ממשק עם משתמשי השטח – באמצעות חטיבת קהל וקהילה ויחידות החינוך
מקור תקציבי לניהול השטח	בהיעדר גוף מנהל, קיים סימן שאלה לגבי המקור התקציבי לפעולות ניטור, אכיפה וניהול השטח, לרבות חינוך וקשר למשתמשי השטח.	התקציבים לפעולות ניטור, אכיפה וניהול השטח מגובים במסגרת תקציב רט"ג, לרבות תקציב לחינוך וממשק עם ציבור משתמשי השטח.

שמות טבע	אזור ימי מיוחד/מוגן	
מקור סמכות אחד ומספק לכלל המפגעים הסביבתיים, לרבות חיות וצמחים שאינם מוגדרים ערכי טבע מוגנים: כל הסמכויות נשענות על חוק גנים לאומיים ושמות טבע, בהתאם לתכנית מפורטת לשמורת טבע. זיהום ים מטופל ע"י משרד הג"ס בסיוע רט"ג.	סמכויות מפוצלות ולא מספקות: • חוק תכנון ובניה – הפרה של הוראות התכנית. היכולת לאכוף חוק זה באפקטיביות – מוטלת בספק כשמדובר בשטח ימי. • תקנות הדיג – נדרש תיקון חדש לתקנות הדיג, שיאושר בכנסת, ויעגן איסור מוחלט של דיג בשטח השמורה. • פגיעה בערכי טבע מוגנים – חוק גנים ושמורות. • פגיעה בחיות וצמחים שאינם מוגנים – אין מקור סמכות. • זיהום ים – משרד הג"ס.	מקור הסמכות לאיסור שימושים פוגעניים
כלל הפיקוח, האכיפה וניהול תיק התביעה מבוצע ע"י גוף אחד – רט"ג, באמצעות יחידת אכיפה ימית ייעודית. בכל מקרה של צורך בתגובה והתערבות יש יכולת ריכוז מאמץ ע"י הארגון (מין פולש חדש, תמותת בעלי חיים, זיהום ים – סיוע למשרד הג"ס, וכד'). סמכויות פקחי הרשות בתוך שמורות הטבע נגזרות גם מתקנות סדרים והתנהגות שמאפשרות ביצוע אכיפה אפקטיבית ללא צורך בהליכים מורכבים	• הפיקוח על הבניה – זהו כלי מוגבל אשר מיועד לפיקוח על חריגות מהוראות התכנית, אין לו כלי פיקוח ימי וסמכויותיו מוגבלות. • תקנות הדיג – איסור דיג החורג מהתקנות הקיימות מחייב תיקון נוסף לתקנות הדיג לנושא איסור דיג בשמורות. גם אם יעבור תיקון כזה, והפיקוח והחקירה יבוצעו ע"י רט"ג, סמכות התביעה וניהול התיק עדיין נשארת במשרד החקלאות, ואינה אפקטיבית לצרכי מניעת דיג באזור שמבוקש לאסור בו דיג, ושיש לו ערכיות אקולוגית גבוהה. • פגיעה בערכי טבע מוגנים – רט"ג. • פגיעה בחיות וצמחים שאינם מוגנים – אין אכיפה בהיעדר מקור סמכות. • זיהום ים – משרד הג"ס. • תגובה במקרה של בעיה אקולוגית – לא ברור מי הגוף המגיב	ביצוע פיקוח ואכיפה, יכולת תגובה וממשק
ניטור ייעודי המכוון לצרכי בדיקת מצב השמורה, יבוצע ע"י רט"ג	הניטור הלאומי. לתכנית זו יש מטרות רבות ברמה הארצית והן אינן מכוונות באופן ייעודי לניטור המגוון הביולוגי בשמורות, ולכן ההתאמה של כלי זה לצרכי ניהול שטח פרטני היא התאמה נמוכה.	ניטור
תיירות צלילה, ספורט ימי, שיט, ועוד – הם תחומים שמכניסים לשטח אלפי אנשים מהציבור הרחב. מסביבם קיים מעגל רחב אף יותר של מתעניינים ותושבים שמהווים קהל יעד לחינוך. רט"ג כמנהלת השטח תבצע פעילות חינוך לקהלי היעד כמו גם תנהל את המשתמשים תוך שמירה על בטיחותם והנגשת מידע חיוני.	תיירות צלילה, ספורט ימי, שיט, ועוד – הם תחומים שמכניסים לשטח אלפי אנשים מהציבור הרחב. מסביבם קיים מעגל רחב אף יותר של מתעניינים ותושבים שמהווים קהל יעד לחינוך. בהיעדר גוף מנהל לשטח ישאר ציבור זה ללא גורם שיקח אחריות על חינוך, הנגשת מידע וניהול הקהל.	ממשק עם ציבור המשתמשים
בהיתן גוף מנהל ייעודי לשמירת הטבע הימי, יובטח התפקוד האקולוגי התקין וממשק משתמשים ראוי של השטח.	בהיעדר גוף מנהל, בהיתן סמכויות אכיפה שהן מפוצלות ולא מספקות (וספק אם חלקן יקודם, למשל תיקון נוסף לתקנות הדיג), וללא "אבא" אחד לשטח – התפקוד האקולוגי של השטח ידרדר, כמו גם הממשק של המשתמשים מהציבור עם השטח.	התוצאה - תפקוד ראוי של השטח לשימור הטבע הימי

שמורה ימית



one stop shop – רשות הטבע והגנים

• ניטור:

חטיבה מדעית ייעודית לשמירת טבע ואקולוגיה.

• **מקור סמכות למניעת פגיעה בטבע:**
חוק גנים לאומיים ושמורות טבע.

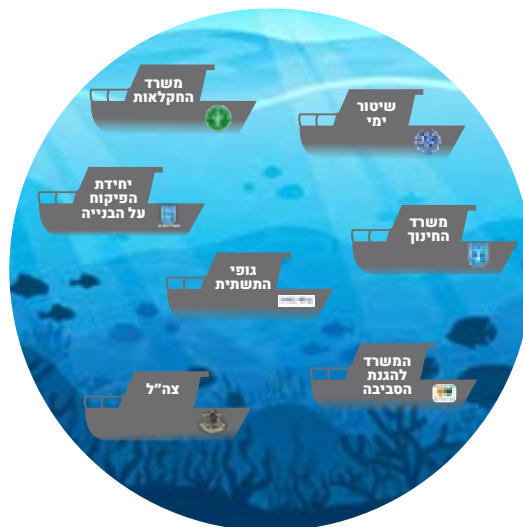
• פיקוח ואכיפה:

יחידה ימית ייעודית לפיקוח: מומחית בנושא ציד ימי (דיג), שמירת ערכי טבע, תשתיות. עובדת בצמוד לחקירות ולמחלקה משפטית לניהול תיקי התביעה.

• **ממשק עם תשתיות, צבא וגורמים אחרים:**
באמצעות חטיבת תכנון ופיתוח.

• **ניהול קהל מבקרים:**
חטיבת קהל וקהילה.

"אזור ימי מיוחד"



אין גוף מנהל לשטח - ריבוי גופים וחוקים

• ניטור:

ניטור במסגרת הניטור הלאומי, אינו ייעודי לניהול שטח בראייה אקולוגית, מבוצע ע"י המשרד להגנת הסביבה.

• **מקור סמכות למניעת פגיעה בטבע:**
- תקנות הדיג (בסמכות משרד החקלאות).
- הוראות התכנית לפי חוק תכנון ובניה (מנהל התכנון משרד האוצר).

• פיקוח ואכיפה:

- איסור דיג מכח תקנות הדיג – פיקוח רט"ג, ניהול התביעה במשרד החקלאות
- איסור דיג ושימושים פוגעניים מכח הוראות התכנית וחוק התכנון והבניה – אין כיום יחידת אכיפה העוסקת בנושא, חוק תכנון ובניה אינו מענה מתאים לאיסור דיני ציד, יחידת הפיקוח על הבנייה אינה יודעת לאכוף בים.

• **ממשק עם גופי תשתית בתכנון ובניהול בשטח:**
רשות הים?.. (לא ברור מכוח איזה חוק)

• **ניהול קהל ומבקרים:**
רשות הים?.. (לא ברור מכוח איזה חוק)

מקורות לפרק זה, לפרק "הפיתרון - שמורות ימיות", ולפרק "חקרי מקרה":

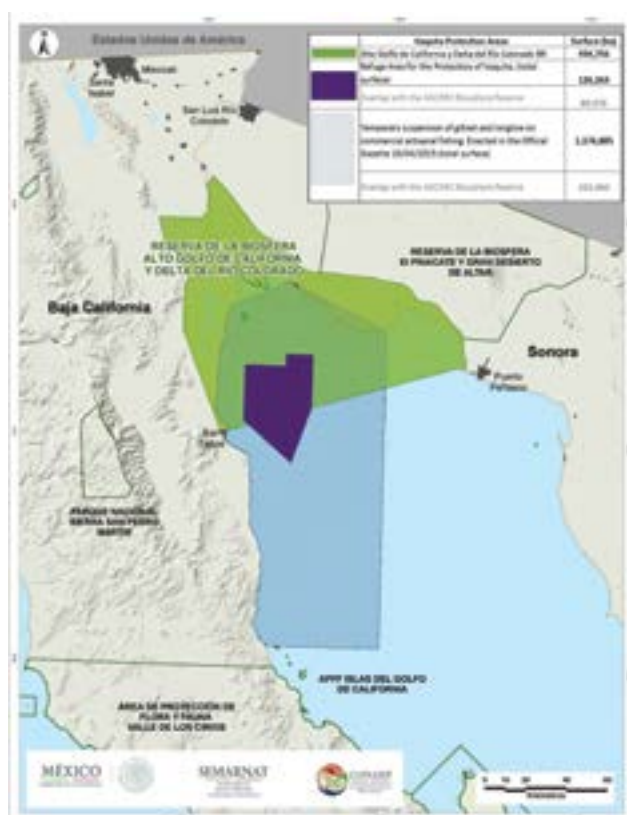
1. יהל ואגרט. 2012. מדיניות שמירת טבע בים התיכון: שמורות טבע ימיות ככלי לשימור הסביבה והמגוון בים התיכון, רשות הטבע והגנים.
2. פריד ויהל. 2015. סקר ביולוגי בשמורות טבע ימיות בים התיכון הישראלי.
3. שפיר וסונין. 2008. דו"ח סופי: מחקר שטחים ימיים מוגנים – עתלית, במימון רשות הטבע והגנים.
4. Barash, A., Van Rijn, I., Lubinesky, et al. 2017. Long-term bottom trawl fishery surveys of Elasmobranchs off the Israeli Mediterranean coast. *ABSTRACTS OF THE 2017 EUROPEAN ELASMOBRANCH ASSOCIATION ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE*.
5. Azrieli, B., Scheinin, A., Barash, A., and Tchernov, D. 2017. Preliminary Assessment of a Nearshore Nursery Ground for the common Guitarfish, *Rhinobatos rhinobatos* and the Blackchin guitarfish, *Glaucoctegus cemiculus*. *ABSTRACTS OF THE 2017 EUROPEAN ELASMOBRANCH ASSOCIATION ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE*.
6. Babcock, R. C., Kelly, S., Shears, et al. 1999. Changes in community structure in temperate marine reserves. *Marine Ecology Progress Series* **189**: 125–134.
7. Ballantine, B. 2014. Fifty years on : Lessons from marine reserves in New Zealand and principles for a worldwide network. *BIOLOGICAL CONSERVATION* **176**: 297–307.
8. Barratt, I., and Allcock, L. 2012. *Sepia officinalis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2012*: E.T162664A939991. <http://Dx.Doi.Org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T162664A939991.En>. Downloaded on 14 March 2018.
9. Buckley, L., Rotman, J., McCoubrey, B., Lerner, et al. 2007. *The End of the line? global threats to sharks*. (WildAid, Ed.) (2nd ed.).
10. Daully, D., Christensen, V., Dalsgaard, et al. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* **279** (February): 860–863.
11. Davis, J. B., and Others. 2001. Paper Parks: Why They Happen, and What Can Be Done to Change Them. *MPA News* **2** (11): 1–4.
12. Debonnet, G., World, U., Centre, et al. 2017. REPORT ON THE REACTIVE MONITORING MISSION TO ISLANDS AND PROTECTED AREAS OF THE GULF OF CALIFORNIA (Mexico) FROM 09 TO 15 APRIL 2017, (June), 1–42.
13. DeYoung, B., Barange, M., Beaugrand, et al. 2008. Regime shifts in marine ecosystems: detection, prediction and management. *Trends in Ecology and Evolution* **23** (7): 402–409.
14. Di Franco, A., Calò, A., Pennetta, et al. 2015. Dispersal of larval and juvenile seabream : Implications for Mediterranean marine protected areas. *Biological Conservation* **192**: 361–368.
15. Doroff, A., and Burdin, A. 2015. *Enhydra lutris*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2015*: E.T7750A21939518. <http://Dx.Doi.Org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T7750A21939518.En>. Downloaded on 16 April 2018.
16. Dulvy, N. K., Allen, D. J., Ralph, G. M., and Walls, R. H. L. 2016. The Conservation Status of Sharks , Rays and Chimaeras in the Mediterranean Sea [Brochure]. *IUCN*, Malaga, Spain, (December).
17. Edgar, G. J., Stuart-Smith, R. D., Willis, et al. 2014. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature* **506** (7487): 216–220.
18. Fogarty, M. J., and Botsford, L. W. 2007. Population Connectivity and Spatial Management of Marine Fisheries. *Oceanography* **20** (3): 112–123.
19. Gell, F. R., and Roberts, C. M. 2003. Benefits beyond boundaries: The fishery effects of marine reserves. *Trends in Ecology and Evolution* **18** (9): 448–455.
20. Giakoumi, S., Scianna, C., Plass-Johnson, et al. 2017. Ecological effects of full and partial protection in the crowded Mediterranean Sea: A regional meta-analysis. *Scientific Reports* **7** (1): 1–12.
21. Goñi, R., Hilborn, R., Díaz, et al. 2010. Net contribution of spillover from a marine reserve to fishery catches. *Marine Ecology Progress Series* **400**: 233–243.
22. Harrison, H. B., Williamson, D. H., Evans, et al. 2012. Larval export from marine reserves and the recruitment benefit for fish and fisheries. *Current Biology* **22** (11): 1023–1028.
23. Joint Nature Conservation Committee. 2010. Marine Conservation Zone Project: Ecological Network Guidance, (June), 144. Retrieved from
24. Lester, S. E., Halpern, B. S., Grorud-Colvert, et al. 2009. Biological effects within no-take marine reserves: A global synthesis. *Marine Ecology Progress Series* **384**: 33–46.
25. Levy, Y., Frid, O., Weinberger, et al. 2015. A small fishery with a high impact on sea turtle populations in the eastern Mediterranean. *Zoology in the Middle East* **61** (4): 300–317.
26. Levy, Y., Keren, T., Leader, et al. 2017. Spatiotemporal hotspots of habitat use by loggerhead (*Caretta caretta*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtles in the Levant basin as tools for conservation. *Marine Ecology Progress Series* **575**: 165–179.
27. Lopes, P. F. M., Pacheco, S., Clauzet, M., et al. 2015. Fisheries, tourism, and marine protected areas: Conflicting or synergistic interactions? *Ecosystem Services* **16**: 333–340.
28. Lotze, H. K., Coll, M., Magera, et al. 2011. Recovery of marine animal populations and ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution* **26** (11): 595–605.
29. Lubchenco, J., Gaines, S. D., Grorud-Colvert, et al. 2007. The Science of Marine Reserves (Second Edition : United States) 1–24.
30. Lubchenco, J., Guidetti, P., Grorud-Colvert, et al. 2016. The Science of Marine Protected Areas (3rd edition, Mediterranean) 1–24. Retrieved from www.PISCO.org
31. MPA News staff. 2012. Paper Parks Re-Examined : Building a Future for “MPAs-in-Waiting.” *MPA News* **13** (4): 1–8.
32. Murawski, S. A., Wigley, S. E., Fogarty, et al. 2005. Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate MPAs. *ICES Journal of Marine Sciences* **62** (March): 1150–1167.
33. Myers, R. A., and Worm, B. 2005. Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **360** (1453): 13–20.
34. Palumbi, S. (2003). Population Genetics , Demographic Connectivity , and the Design of Marine Reserves. *Ecological Applications* **13** (1): 146–158.

35. Parsons, E. C. M. 2018. "Dark times lie ahead of us and there will be a time when we must choose between what is easy and what is right"—the sad case of Vaquita, the Trump administration and the removal of protections for whales and dolphins. *Journal of Environmental Studies and Sciences*.
36. Programme, U. N. D. 2012. Fiji Locally-Managed Marine Area Network, Fiji. *Equator Initiative Case Study Series*. New York.
37. Rakitin, A., and Kramerl, D. L. 1996. Effect of a marine reserve on the distribution of coral reef fishes in Barbados. *Marine Ecology Progress Series* **131**: 97–113.
38. Roberts, C. M., Hawkins, J. P., Fletcher, et al. 2010. Guidance on the size and spacing of marine protected areas in England. *Environment Department, University of York* (May): 84.
39. Rumin-Caparros, A., Sanchez-Vidal, A., Calafat, A., Canals, M., Martín, J., Puig, P., & Pedrosa-Pamies, R. (2013). External forcings, oceanographic processes and particle flux dynamics in Cap de Creus submarine canyon, NW Mediterranean Sea. *Biogeosciences*, 10(6), 3493–3505.
40. Sala, E., Costello, C., Dougherty, et al. 2013. A General Business Model for Marine Reserves. *PLoS ONE* **8** (4): 1–9.
41. Salingré, S., and Barash, A. 2017. Seasonal distribution of Elasmobranchs in the Eastern Mediterranean using citizen science. *ABSTRACTS OF THE 2017 EUROPEAN ELASMOBRANCH ASSOCIATION ANNUAL SCIENTIFIC CONFERENCE*.
42. Samonte, G. P. B., Eisma-Osorio, R. L., Amolo, R., and White, A. 2016. Economic value of a large marine ecosystem: Danajon double barrier reef, Philippines. *Ocean and Coastal Management* **122** (March): 9–19.
43. Scheffer, M., Carpenter, S., and de Young, B. 2005. Cascading effects of overfishing marine systems. *Trends in Ecology and Evolution* **20** (11): 579–581.
44. Shears, N. T., and Babcock, R. C. 2002. International Association for Ecology Marine Reserves Demonstrate Top-down Control of Community Structure on Temperate Reefs Published by : Springer in cooperation with International Association for Ec. *Oecologia* **132** (1): 131–142.
45. Thierry, C., Sadovy, Y., Fennessy, et al. 2008. *Epinephelus aeneus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: E.T132722A3432379. <http://Dx.Doi.Org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T132722A3432379.En>. Downloaded on 16 June 2018.
46. (UNEP/MAP), U. N. E. P. / M. A. P. 2013. Fisheries in the Gulf of Lions, 1–77.
47. Valvanis, V., Georgakarakos, S., Koutsoubas, D., et al. 2002. DEVELOPMENT OF A MARINE INFORMATION SYSTEM FOR CEPHALOPOD FISHERIES IN EASTERN MEDITERRANEAN. *Bulletin of Marine Science* **71** (2): 867–882.
48. Vianna, G. M. S., Meekan, M. G., Pannell, et al. 2012. Socio-economic value and community benefits from shark-diving tourism in Palau: A sustainable use of reef shark populations. *Biological Conservation* **145** (1): 267–277.
49. Ward-Paige, C. A. 2017. A global overview of shark sanctuary regulations and their impact on shark fisheries. *Marine Policy* **82** (September 2016): 87–97.
50. Ward-Paige, C. A., and Worm, B. 2017. Global evaluation of shark sanctuaries. *Global Environmental Change* **47** (September): 174–189.
51. White, E. R., Myers, M. C., Flemming, J. M., and Baum, J. K. 2015. Shifting elasmobranch community assemblage at Cocos Island—an isolated marine protected area. *Conservation Biology* **29** (4): 1186–1197.
52. World Heritage Committee. 2017. Vanishing vaquita: saving the world's most endangered marine mammal. *New Scientist* 1–8.
53. Denny, C. and R. Babcock, Do partial marine reserves protect reef fish assemblages? *Biological conservation*, 2004. 116(1): p. 119-129
54. Guidetti P, Baiata P, Ballesteros E, Di Franco A, Hereu B, et al. (2014) Large-Scale Assessment of Mediterranean Marine Protected Areas Effects on Fish Assemblages. *PLoS ONE* 9(4): e91841.
55. Bartholomew, A. & Bohnsack, J.A. *Rev Fish Biol Fisheries* (2005) 15: 129.
56. Font, T., J. Lloret, and C. Pianté, Recreational fishing within marine protected areas in the Mediterranean. MedPAN North Project. WWF-France, 2012
57. סקר אסטרטגי סביבתי לחיפוש ולהפקה של נפט ושל גז טבעי בים-חלק ג'. 2015. איסוף וניתוח מידע סביבתי קיים, מיפוי בתי גידול והצעה למדדים לפגיעות אקולוגית בהקשר לפעילות הנדסית של חיפוש והפקת נפט וגז טבעי במרחב הימי של ישראל בים התיכון. דוח חקר ימים ואגמים לישראל (חיא"ל) IOLR Report (2015/H20). דוח מכון גיאולוגי GSI 2015/11. *עדכון שכבות – פברואר 2018. משרד האנרגיה.
58. Rilov G, Peleg O, Yeruham E, et al. 2017. Alien turf: Overfishing, overgrazing and invader domination in south-eastern Levant reef ecosystems. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28(2): 351–369.

מניסיונם של אחרים

חקרי מקרה

80% ממנו בשטח השמורה הביוספרית (שטח מסומן בכחול כהה באיור 1). באפריל 2015, הוכרז על איסור חירום זמני למשך שנתיים על כל ענפי הדיג המסחרי באמצעות רשתות זימים ומערך חכות (שארק) הפועלים בחלק נרחב ממפרץ קליפורניה (שטח מקווקו תכלת באיור 1)¹².



איור 1: תיחום האיסור הזמני על דיג באמצעות רשתות עמידה ומערך חכות במפרץ קליפורניה (תכלת מקווקו), אזור המקלט של הווקיטה (סגול) וגבולות השמורה הביוספרית הכוללת את החלק הצפוני של מפרץ קליפורניה והדלתא של נהר קולורדו (ירוק)¹².

הכישלון למנוע את הכחדת הווקיטה *Vaquita* – דיג בשמורת טבע ושטח מוגן קטן מידי

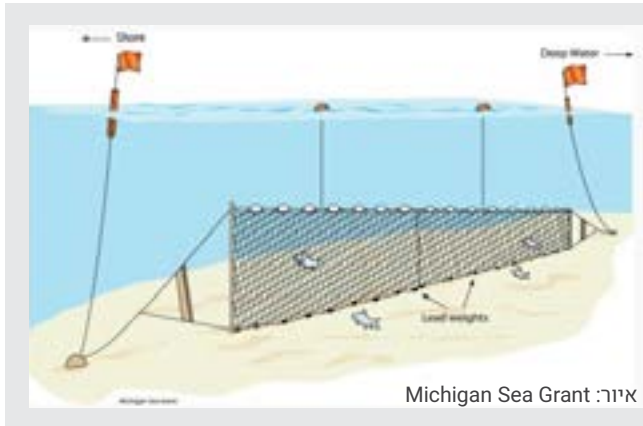
ווקיטה - היונק הימי הקטן בעולם (פחות מ-1.5 מ' אורך), מין נדיר החי רק בחלקו הצפוני של מפרץ קליפורניה (מקסיקו) במים רדודים יחסית, עד 50 מטרים עומק. שטח המחיה של הווקיטה מצומצם ועומד על 12,000 ק"מ בלבד¹².



אוכלוסיית הווקיטה מונה פחות מ-30 בעלי חיים נכון לשנת 2016. גודל אוכלוסיית הווקיטות הצטמצם ב-90% משנת 2011 ובשל גודל האוכלוסייה הקטן, רוב הסיכויים שהכחדתם בלתי נמנעת⁵².

למה? בגלל חוסר אכיפה של איסור דיג בתחומי שמורת הטבע ושטח ימי מוגן קטן מדי.

בשל הידרדרות דרמטית בגודל אוכלוסיית הווקיטות, בשנת 1993, צפון מפרץ קליפורניה והדלתא של נהר קולורדו הוכרזו כשמורה ביוספרית בה נאסרו כל פעילויות הדיג במרכז השמורה (שטח מסומן בירוק באיור 1). המטרה של הכרזת השמורה – להגן על הווקיטות ועל מינים נוספים שהוגדרו בסכנת הכחדה. בנוסף, בשנת 2005, הממשלה ייסדה אזור מקלט לווקיטות בשטח של 1,263 קמ"ר, אשר



יונקים ימיים צריכים לעלות לפני המים כדי לנשום. באזורים בהם מתקיים דיג באמצעות רשתות זימים, יונקים ימיים מסתבכים ברשתות וכתוצאה מכך, לא מצליחים לעלות לפני המים בכדי לנשום ומתים מחנק. הם פשוט טובעים.

באזור מודגמת פריסה של רשת זימים במים. הרשת תופסת דגים ויונקים ימיים בצורה לא סלקטיבית. לעיתים רשתות הזימים מעוגנות לקרקעית (כמו באזור) ולעיתים הן צפות ונסחפות עם הזרם או נגררות על ידי סירה.

במקרים בהם דייגים העוסקים בדיג לא חוקי עם רשתות זימים מרגישים מאוימים, הם נוטשים את רשתות הזימים במים. בכדי להבין את היקף התופעה, במשך 5 חודשים (דצמבר 2016 - אפריל 2017) הוצאו מהמים 115 רשתות זימים בשטח המוגן מדיג בצפון מפרץ קליפורניה³⁵.

במהלך עונת הדיג הלא חוקית האחרונה של הטוטואבה, בשנת 2017 (ינואר-מאי), נמצאו 6 ווקיטות מתות כתוצאה מפעילות הדיג.

לסיכום, למה הווקיטות ממשיכות למות?

1. חוסר אכיפת איסור דיג בשמורה וכתוצאה מכך, קיום תעשייה ענפה של דיג לא חוקי בתחום השטח המוגן.
2. הקמת מקלט מוגן מדיג - מרביתו בשטח השמורה בה מלכתחילה לא נאכף איסור הדיג ובשטח קטן מדי, הכולל כ- 10% משטח המחיה הטבעי של הווקיטות.
3. התרת פעילות דיג מסוימת למרות הוצאת צו חירום גורף האוסר דיג. פעילות חוקית זו מהווה הסוואה להמשך דיג לא חוקי בשטחי שמורה מוגנים.

מצבם העגום והמצער של הווקיטות יכול היה להימנע ע"י:

1. אכיפה חזקה, גורפת ובלתי מתפשרת של איסור דיג בשמורה.
2. הגדרת שטח מוגן אמיתי גדול דיו לצרכי המחיה של הווקיטות.

למרות מאמצי השימור הנרחבים, הווקיטות ממשיכות למות!

הסיפור העצוב של הווקיטה ממחיש את התוצאה הבלתי נמנעת של דיג לא חוקי בשמורת טבע ובעיות אכיפה גם בשטח המקלט הקטן מדי (כ- 10% משטח המחיה המקורי של הווקיטה).

בבסיס הכחדת הווקיטות עומד דיג לא חוקי של מין אחר: טוטואבה Totoaba. בועית הציפה של דג זה, הנחשבת למעדן בסין, נמכרת במחיר יוצא דופן של 15,000-50,000 דולר לאלוהי הסינית. גם מין זה מוגדר בסכנת הכחדה ומוגן בחוקים ותקנות שונות יחד עם הווקיטה, כולל איסור מסחר בינלאומי. אך בשל ערכו המסחרי יוצא הדופן, מתרחשת תעשייה ענפה של דיג לא חוקי המתבצע בלילה ושלל הדיג מוברח מחוץ לגבולות המדינה. בנוסף, קרטלי הסמים במקסיקו תומכים בפעילות זו וכך, אכיפת איסור הדיג נעשית קשה לביצוע ומסוכנת יותר³⁵.

בנוסף לפעילות דיג לא חוקי ולמרות איסור החירום בשימוש גורף ברשתות זימים ומערך חכות, אפשרה ממשלת מקסיקו פעילות דיג מוגבלת בזמן של מינים שונים באזור המחיה היחיד והמצומצם של הווקיטה. פעילות שבמסגרתה משתמשים במערך חכות, שאינו מסכן את הווקיטה, אך משמש כהסוואה לשימוש לא חוקי ברשתות זימים (ספינות דיג מחביאות את רשתות הזימים מתחת לצידוד מערך החכות).

כרישים ב"שמורות על הנייר" (Paper parks)

בכל שנה מתים בין 63 ל- 273 מיליון כרישים כתוצאה מדיג יתר חובק עולם, בעיקר בשל הדרישה לסנפירים שלהם, המשמשים למרק סנפיר^{9,31}. הסיבה לרגישותם לדיג יתר היא קצב גדילה איטי, הגעה לבגרות מינית בגיל מאוחר ומספר צאצאים נמוך בכל עונת רבייה.



כרישים נמכרים בשוק

ממחקר שנערך במשך 21 שנים (1993-2013) על תפוצת כרישים ובטאים בשטח השמורה עולה כי התפוצה של 8 מתוך 12 מיני כרישים ובטאים שנחקרו, ירדה משמעותית. מבין הכרישים שתפוצתם הידלדלה: פטישן כד-חרטום (-45%) וכריש לבן-סנפיר (-77%); ומבין הבטאים: מנטה ריי (-89%) וכנפתן (-78%)⁵¹.

הסיבה לירידה המסיבית בתפוצת מינים אלו היא חוסר אכיפה ודיג לא חוקי בשטח השמורה.

אמנם האי קוקוס מוגן עשרות שנים, אבל רק בשנת 1992 הוקמה בשטח תחנת פיקוח קבועה. למרות זאת, מימון הניטור ואכיפת איסור הדיג עדיין לוקים בחסר. התוצאה - שמורה ותיקה זו מאבדת מעושר ומגוון המינים שלה בגלל חוסר פיקוח ואכיפת איסור דיג.

המסקנה – אכיפה לא מתפשרת על איסור דיג היא גורם משמעותי, שיכול להפוך שמורות על הנייר לשמורות אמיתיות.

המונח "שמורות על הנייר" מתייחס לאזורים המיועדים לשימור או שהוכרזו כשמורות, מבלי שנעשו פעולות שימור מוצלחות בשטח. כלומר, התוצאה בשטח היא שאין הבדל מהותי בין לבין אזורים שאינם שמורת טבע. ברחבי העולם, כ- 80% מכל השמורות הן "שמורות על הנייר"¹¹.

במאמץ גלובלי, כ- 17 אומות ברחבי העולם הכריזו על שטחים נרחבים ומרוחקים מהחוף כשטחים מוגנים לכרישים³¹. אך ללא אכיפה אסרטיבית, אלו הן בעצם, "שמורות על הנייר"^{31,49,50}.

האי קוקוס, הוא אחת השמורות הימיות הוותיקות בעולם (הוכרזה בשנת 1978), במרחק של 550 ק"מ מחופיה של קוסטה-ריקה באוקיאנוס השקט. שמורה זו מהווה אתר צלילה נחשק בשל העושר הימי וצפיפות גדולה של מיני כרישים ובטאים.

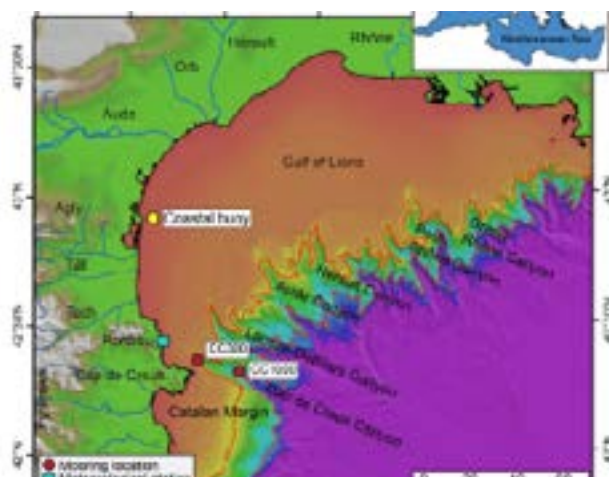
מצב אוכלוסיות הדגים המסחריים (בקלה, לברק, דניס, סולית, ברבניה ועוד) נבחן ונמצא כי על מרבית אוכלוסיות הדגים מופעל לחץ דיג גבוה והן נמצאות במצב של ניצול מלא או במצב של דיג יתר, לרבות פגיעה בדגים צעירים⁴⁶.

למרות לחץ הדיג המסיבי לאורך החוף, הפוגע הן בדגים בוגרים והן בדגים צעירים, שלל הדיג נותר יציב לאורך השנים⁴⁶.

איך זה קורה?

במדרון היבשת קיימים קניונים עמוקים אשר אינם נגישים לספינות דיג. בשל המבנה הפיזי של הקניונים נמנעת פעילות דיג מכל סוג ונוצרים **שטחים נרחבים מוגנים**. שטחים אלו הם אזורי ההתחדשות של הדגה - ממש כמו שמורת טבע מוגנת מדיג. בקניונים המוגנים, הדגים הבוגרים יכולים להתרבות ללא הפרעה והביצים המופרות והשלבים הצעירים של הדגים, נישאים עם הזרם וזולגים אל מחוץ לאזור המוגן. בצורה זאת, אזורי מוגנים מדיג מעשירים את שטחי הדיג הסמוכים⁴⁶.

מסקנה – שמורות ימיות מוגנות מדיג תומכות בענף הדיג ומאפשרות שלל יציב לאורך זמן.

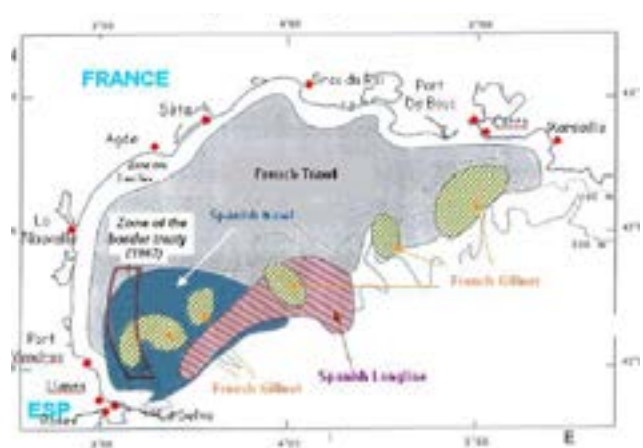


מפת מפרץ האריות. אזור הדיג מסומן באדום ואזורי ה"מקלט" הם הקניונים שבמדרון היבשת³⁹.

מפרץ האריות (Gulf of Lions) – ממשק דיג יעיל ושמירה על אזורי מוגנים מדיג מאפשרים קיימות של ענף הדיג

מפרץ האריות שוכן לחופי צרפת וספרד בצפון מערב הים התיכון. המפרץ מהווה אזור רביה חשוב למגוון גדול של מיני דגים וחסרי חוליות החיים בעמודת המים או הצמודים לקרקעית. עוד במפרץ, פעילות ענפה של דיג אינטנסיבי, הכולל שיטות דיג מגוונות.

במפרץ האריות מתקיים ממשק דיג משותף לצרפת ולספרד לכל אורך החוף, ממדף היבשת ועד עומק 200 מטרים בשטח של 14,000 קמ"ר הכולל שטחי חול נרחבים.



חלוקת שטחי הדיג במפרץ האריות ושיטות דיג שונות בין צרפת וספרד⁴⁶.

תכל'ס

איך נמנעים
מ"שמורה על
הנייר"?

ניטור בשמורות ימיות – הסטטוסקופ שבדק את הדופק של הים

• ניטור ימי הוא כלי ניהולי ממדרגה ראשונה בשמורות טבע ימיות, כפי שבדיקות דם תקופתיות באדם מאפשרות לנו לדעת על חריגה ממצב בריאותנו התקין.

• הטכנולוגיות הקיימות היום מאפשרות ניטור בכל טווח העומקים ובמגוון שיטות.

• המידע המתקבל מאפשר למנהלי השמורה להגיב ולשפר את ממשק השמורה תוך הסרת מפגעים, איתור מקורות להפרעה, ומעקב אחרי מאמצי שיקום.

הים הוא מערכת אקולוגית דינמית, זורמת ומשתנה. שמורת הטבע הימית שואפת לשמור על הטבע הימי כמערכת מתפקדת, תוך שמירה על בתי הגידול הטבעיים, ועל רמה נאותה של אוכלוסיות החי הימי. הרכיב הבסיסי ביותר בניהול מושכל של שמורות טבע ימיות הוא הניטור הימי.

הניטור הוא כמו ביקורת תקופתית אצל הרופא. ראשית יש לקבוע קריטריונים לבריאות המערכת האקולוגית: את מדדי לחץ הדם, רמת הכולסטרול וכמות הברזל בגוף האדם, מחליפים מדדים כמו מגוון המינים, נוכחות מינים פולשים, גודל הדגים ואחוז כיסוי של ספוגים.

לאחר קביעת המדדים, יש לקבוע את רמת הבסיס ממנה מתחילים את הניטור ("מצב קיים"). לאחר כמה שנות ניטור ולמידת המצב הנוכחי של המערכת, **בהשוואה לאתרי ייחוס**, ניתן לקבוע את רמות הסף, אשר חריגה מעליהן או מתחת להן מעידות על בעיה.

בשלב זה מבוצע ניטור שוטף, לפי תכנית עבודה וסדרי קדימויות (הנגזרים מערכיות המערכת האקולוגית), בכל השמורות הימיות, כשמטרתו לזהות חריגות מהמדדים הרצויים ולהגיב בזמן אמת בהתערבות ניהולית מתאימה.

התערבות ממשקית וניהולית של מנהלי השמורה הימית יכולים להיעשות במספר ערוצי פעולה:

א. ללא התערבות:

בהנחה שמדדי השמורה מעידים על כך שהיא עומדת ביעדיה ומתפקדת, יש מקום להמשיך ולנטר ללא התערבות. כך, למשל, זליגת דגה והעשרת שלל הדיג מחוץ לשמורה הוא מדד לתפקודה התקין של השמורה.

ב. זיהוי תופעה חריגה וטיפול במקורה:

במקרה של זיהוי חריגה מהמדדים התקינים, הפעולה החשובה ביותר היא התחקות אחר מקור החריגה, ומתן מענה ניהולי למיתון השפעות ממקור זה.

לדוגמה, זיהוי העשרה אורגנית חריגה או שינוי בחברת האורגניזמים יכול להביא לזיהוי מקור זיהום המשפיע על השמורה, ומכאן לטיפול במקור הזיהום (שלעיתים עלול להגיע משטח המצוי מחוץ לגבולות השמורה).

דוגמה נוספת היא מקרה שאירע בשנת 2012, בה זוהתה תמותה חריגה של צבי ים בחופי ישראל. ניתוח הצבים המתים הראה כי סיבת המוות הייתה פגיעות הדף פנימיות. אירועי התמותה הוצלבו עם תאריכי פעילות של חיפוש גז בים התיכון, והראו התאמה גבוהה. בתגובה, בוצע תהליך תיאום בין רט"ג לבין משרד האנרגיה, וסוכם נוהל שנועד להפחית את הפגיעה בצבי ים במהלך חיפושי נפט וגז.

ג. איתור מפגע – והסרתו:

ניטור יכול לזהות בצורה ישירה מפגע ימי (רשת רפאים, פסולת, השפעתו של קו תשתית או מין פולש בעל סיכון גבוה) ולהביא להפעלת התערבות מהירה להסרת המפגע.



סקר ויזואלי מהאוויר, באמצעות רחפן, המתעד את מספר הכרישים בשפך נחל חדרה | צילום: עידו מאירוביץ'

2. האזור העמוק – ניטור לא מאויש בעזרת רובוטים:

עומק הים מהווה אתגר לנוכחות אדם – לחץ אטמוספרי, קור עז, ומעומק מסוים – חושך מוחלט. בעבר בוצע דיגום של קרקעית הים בעזרת שיטות הרסניות כמו דיג מכמורת, אולם שיטה זו כרוכה לא רק בהרג מספר אדיר של אורגניזמים ימיים, אלא גם בהרס תשתית בית הגידול הימי. לכן, שיטת הניטור המקובלת בעומק היא בעזרת רכבי רובוט, המאפשרים דיגום לא הרסני, הן למטרות דיגום איכותני, והן למטרות דיגום כמותי (טרנסקטים לדוג'). הרובוט מספק ממצאים ויזואליים ומסוגל לאסוף דגימות של החי הימי לצרכי המשך ניתוח טקסונומי וגנטי.

א. רובוט הנשלט מרחוק- ROV

הרובוט המצויד (ROV (Remotely Operated Vehicle הוא רובוט המצויד במצלמה, זרוע איסוף דגימות, תאורה ועוד. הרובוט מחובר בכבל לספינת האם, ומשדר למסך בחדר הבקרה. הרובוט נשלט בזמן אמת על ידי המפעיל בחדר הבקרה, השולט על תנועתו ופעולותיו בזמן אמת. רובוט כזה נמצא בשימוש ספינת המחקר "בת גלים" העוגנת בחיפה, ורובוט נוסף שייך לעמותת אקוואשן ומצוי על ספינת המחקר MED EXPLORER.

ד. הערכת ההצלחה של מאמצי שיקום:

אם יוחלט על שיקום של אתר טבעי מופר, או אישוש אוכלוסיות שנפגעו (למשל אישוש אוכלוסיות החילזון צינוריר בונה בשוניות סלעיות, השבת נוצות ים לשטחים שהופרו על ידי ספינות מכמורת, או אף השבה של חיות ימיות גדולות לשטח השמורה), מאמצי הניטור הם תנאי הכרחי לליווי וניהול מאמצי השיקום.

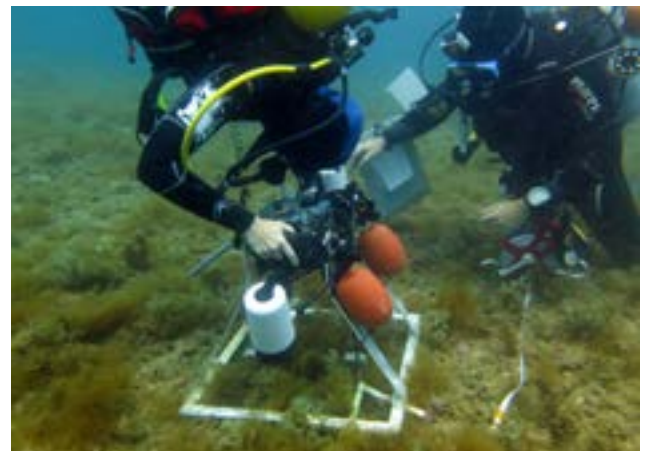
הניטור בים הוא אפשרי טכנולוגית, בעלת מגוון כלים ואפשרויות.

חשוב לזכור שזוהי משימה הכרוכה בעלויות לא מבוטלות, ולכן חשוב לבצע אותה בשיתוף פעולה ואיגום משאבים בין גורמי האקדמיה, הממשלה והתעשייה, בין השאר תוך שילוב משימת ניטור השמורות בהקשר של תכנית הניטור הלאומית לים התיכון, המקודמת על ידי המשרד להגנת הסביבה בהתאם לנדרש באמנת ברצלונה.

להלן מגוון אפשרויות הניטור בשמורות הימיות:

1. האזור הרדוד – סקרים ויזואליים:

עד עומק של כ-30 מ' שיטת הדיגום המקובלת היא סקר ויזואלי בצלילה. בשיטה זו מבוצע סקר ה-Bioblitz בשמורות הטבע הקרובות לחוף. ניתן אף להשתמש, במקרים מסוימים, בסקר ויזואלי מהאוויר, כפי שניתן לראות בתמונה בה נספרה כמות הכרישים בשפך נחל חדרה.



סקר ימי בצלילה | צילום: גיל רילוב



זרוע הרובוט מאפשרת לקחת דגימות חיות למטרות מחקר. ציין הלייזר מספק קנה מידה לגבי גודלם של הממצאים הנצפים במצלמה. נתוני המיקום והעומק מתועדים בצד השמאלי עליון של המסך בעת הסקר. צילום: טל אידן, מעבדת פרופ' מיכה אילן, אוניברסיטת תל אביב.

ב. רובוט בתכנות אוטומטי – AOV

AOV (Automatically Operated Vehicle) הוא רובוט שהשליטה עליו צריכה להיות מתוכנתת מראש על ידי המפעיל (מסלול הדיגום למשל).

* רכבים מאוישים:

חשוב לציין כי בעולם קיים גם שימוש בצוללות מאוישות לתיעוד החי מתחת למים, אולם ההסתמכות על ציוד יקר זה לביצוע ניטור עקבי וארוך שנים היא מסובכת יותר.



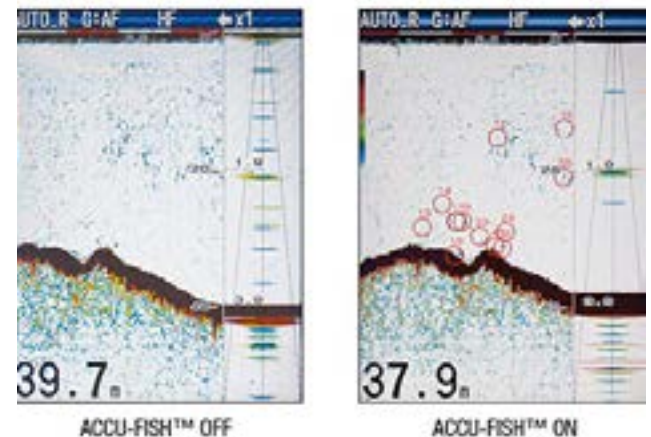
הורדת רובוט ROV לסקר תת ימי מספינה. צילום: רותי יהל.



צוללת מחקר מאוישת, המשמשת למחקר תת ימי ברחבי העולם.

3. סקרים אקוסטיים:

מכשירי סריקה אקוסטיים מותקנים על גבי ספינת המחקר, ומאפשרים לאתר להקות דגים ויונקים ימיים במים. המכשיר אף מאפשר לזהות את מיני הדגה בהתאם לדגם ההחזר הקולי. מכשירים אלה נמצאים בשימוש נרחב בעולם לצורך הערכת מצב הדגה, הן למטרות ממשק דיג והן לצרכי הערכת מצב הטבע בשטחים מוגנים, אך טרם נכנסו לשימוש בישראל. ניטור דגה בשטחי שמורות ימיות יוכל להתבצע בצורה יעילה ומדויקת תוך שימוש בכלי זה.



שימוש בסקר אקוסטי יכול לספק נתונים חיוניים ומפורטים באשר למצאי הדגה בשמורה. בתמונה המחשה של אופן הפעולה של ספינת סקר אקוסטי, והדגמה של אופן הצגת הנתונים.

4. תיוג ומעקב לווייני אחר חיות ימיות:

בעלי חיים ימיים נעים לעיתים על פני מרחבים גדולים. זיהוי האזורים החשובים לתפקודם, והצלבתם לממשק שמורות הטבע, הם כלי חשוב לשמירת מינים כמו צבי ים, טונה כחולת סנפיר וכרישים.

רשות הטבע והגנים עוקבת אחר תנועתם של צבי הים בעזרת התקנה של משדרים לווייניים על גבם. המידע המתקבל מאפשר להבין היכן האזורים החשובים לצבי הים בתקופת ההזנה, הרבייה וההטלה, ולאורך חיי הצב. כמובן שאזורים

אלא חורגים בתחום שמורות הטבע, ואף מתחום מדינת ישראל, אך מאפשרים לרט"ג לשפר את הממשק והניהול בתחום השמורות בהתאמה לצרכי צבי הים.

תיוג של טורפים ימיים גדולים כמו כרישים וטונה כחולת סנפיר מבוצע כיום במסגרת התוכנית לניטור טורפי העל במעבדה לחקר הים התיכון באוניברסיטת חיפה. המידע שיתקבל מתיוג זה צפוי גם הוא לאפשר שיפור הניהול של שמורות הטבע להבטחת קיומם של דגים אלה.

5. תחנות ניטור קבועות:

ברחבי הים התיכון בתחום ישראל מותקנות כיום מספר תחנות ניטור קבועות מקום, האוספות מדדים בסיסיים כמו טמפרטורה, זרמים, חומציות, חמצן, פיטופלנקטון ועוד. תחנות אלה מופעלות על ידי גורמים באקדמיה ובמכון לחקר ימים ואגמים לישראל, ומספקים תמונת מצב חשובה לגבי הים התיכון – מידע הרלוונטי גם להבנת תפקודן של שמורות הטבע.

אחת מתחנות הניטור שוכנת ממש בתחום שמורת הטבע ראש הנקרה, ויכולה לספק תמונת מצב חיונית באשר למדדים קריטיים להבנת בריאותה.

פיקוח בשמורות ימיות

הסביבה הימית אינה אזור ריק מפעילות אנושית.

בים פעילים גורמים שונים שלחלקם יש השפעה על המערכת האקולוגית הטבעית. דייגים שעלולים לפעול בניגוד להנחיות ולבצע דיג, גורמי תשתית, צבא, ואף ספינות ויאכטות שעלולות להשליך פסולת או לגרום לזיהום בשוגג.

לרובנו נתפס עומק הים כאזור שגם אם יקרה בו משהו – איש לא ידע ואיש לא ישמע. ואכן, פעילות פיקוח ואכיפה בים מחייבת מקצוענות ושימוש בכלים ייעודיים, אותם מפעילה רשות הטבע והגנים.

להלן חלק מהכלים שישמשו לפיקוח בשמורות הימיות – גם בעומק הים:

א. מכ"ם – שיתוף פעולה עם חיל הים:

חיל הים מנטר את פעילות הספינות ברחבי הים כחלק מהביטחון השוטף. כחלק משיתוף פעולה בין רשות הטבע והגנים לבין צה"ל, יכול הצבא לעדכן את הפקחים בדבר ספינות הנמצאות בתוך או בקרבת שמורות הטבע.

זהו שיתוף פעולה ממנו נהנים כל הצדדים:

הפקחים מקבלים את מיקומו המדויק של כל כלי שיט בתחום השמורה הימית, ולהגיע לשם בצורה מדויקת עם ספינת הפיקוח (ביום ובלילה). חיל הים, מצדו, מקבל מהפקח זיהוי מדויק לכלי השיט, לאחר שנוצר אתו מגע בשטח, וכך לאמת שלא מדובר באיום ביטחוני. המערכת עובדת בכל תנאי מזג אוויר, יום ולילה, עד לעומק הים.

ב. מערכות איכון לווייני:

כל כלי השיט הגדולים וספינות הנוסעים בכל גודל מחויבים בהתקנת מערכות איכון על בסיס GPS המשרתת בגלי רדיו בזמן אמת (AIS). ייעודה המקורי של המערכת הוא למנוע התנגשויות כלי שיט, אך המידע על מיקום הסירות הוא חופשי. מידע זה מאפשר לפקח לזהות תנועות כלי שיט

בתוך השמורה ובסמוך לה, ובעת הצורך ובמקרה של פעילות חשודה – להכווין למקום בעזרת ספינת הפיקוח.

למערכת AIS יש מגבלות על שימוש בהן ככלי אכיפתי בלעדי, מכיוון שהן נוחות למניפולציה וניתנות לכיבוי, וגם מכיוון שלא ניתן להשתמש בהן כראיה.

לשם כך, מדינות רבות בעולם (כולל ארצות הברית, האיחוד האירופי, ואיגוד הדיג של מדינות הים התיכון) מחייבות ספינות דיג בהתקנה של מערכת ייעודית – VMS (Vessel – Monitoring System). מערכת זאת משדרת למרכז ניטור בחוף, היא לא ניתנת לכיבוי, ומאפשרת לחדר הבקרה לבצע חיווי למרכז הפיקוח כשספינה מתקרבת לאזור אסור בדיג. מיקום הספינה באזור אסור על פי מערכת VMS מוכר ברחבי העולם כראייה קבילה בבית המשפט, אך בד"כ מחייב גם ראיות תומכות.

המערכת עובדת בכל תנאי מזג אוויר, יום ולילה, עד לעומק הים. התקנת המערכת בישראל מתבקשת על גבי ספינות מכמורת וספינות לדיג טונה. התקנה זו מחייבת תיקון חקיקה מתאים.



תיעוד בעזרת מסוק של דיג בשמורת טבע | צילום: יגאל בן-ארי

ג. ספינות טווח רחוק:

פיקוח קרוב לחוף מבוצע בקלות יחסית בעזרת סירות פיקוח, ובשילוב עם אמצעי תצפית מהחוף ומהאוויר.

פיקוח בעומק הים (מעבר לטווח של כ-5 קילומטרים מהחוף) מבוצע באמצעות ספינות טווח רחוק. ספינות אלה ערוכות למהירות תנועה גדולה, המאפשרת להגיע מהחוף אל גבול המים הטריטוריאליים בפחות משעה. הספינות מאפשרות נוכחות רציפה של מספר ימים בים, תוך ביצוע סיורים שוטפים מחד, והיענות לקריאות על בסיס מודיעין והכוונה מאידך.

ספינות פיקוח לטווח רחוק צפויות לשאת בעיקר הנטל של הפיקוח בים העמוק, תוך שילוב משימות שמירת הטבע עם משימות פיקוח נוספות (שמירה על שטחי אש ימיים, הגנה על קווי הגז מפגיעת ספינות מכמורת, ועוד). הפעלה אפקטיבית של ספינות אלה מבוצעת בשילוב עם אמצעי מכ"ם, לוויין (ראו לעיל) ומודיעין (ראו להלן).

ד. מודיעין:

פעילות ימית תמיד מתחילה ביבשה וחוזרת ליבשה. לכן, מודיעין מוקדם הוא כלי חיוני ביעול מאמצי פיקוח ימיים. ספינות דיג יוצאות מהנמל, ושם ניתן בקלות לזהות יציאה של ספינת דיג בשיטה אסורה או בעונה אסורה – ולהכווין מאמצי אכיפה בהתאם.

ניתן להיעזר גם במצלמות המותקנות דרך קבע במעגנות, הן לניטור יציאת ספינות והן לניטור חזרתן ופריקת השלל. בהתאם, גם מיקוד עונתי (למשל לעונה בה דגים מין מוגן) מסייע בריכוז מאמץ אכיפתי בצורה יעילה וחכמה.

ה. מהאוויר:

בטווח הקרוב לחוף ניתן לבצע מעקב יעיל ביותר אחר עבריינים, זיהום, ומפגעים נוספים, בעזרת שימוש ברחפנים ובמסוקים. הפיקוח מהאוויר מאפשר הכוונה יעילה של צוותי פיקוח לאתרי מפגעים ואירועי הפרת חוק.

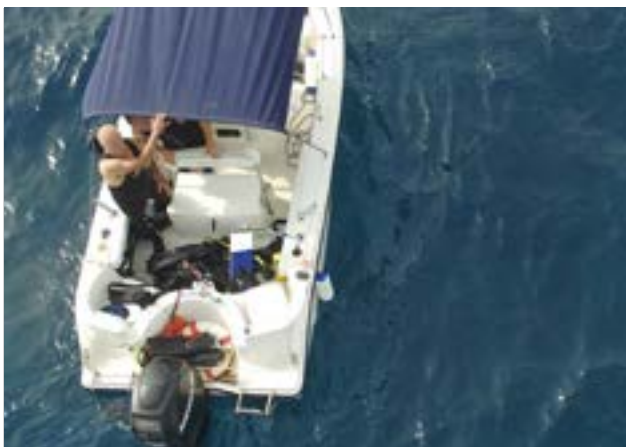
ו. שיתוף הציבור:

כפי שהים אינו ריק מגורמים העלולים לפגוע בטבע בשמורות הימיות, הים מלא באזרחים שומרי חוק. משיטי יאכטות, צוללים, קיאקיסטים וגולשים – הם כולם שותפים פוטנציאליים לשמירת השמורות הימיות.

אפליקציית Sea Watch היא אפליקציה סלולרית המאפשרת דיווח מבוסס מיקום בשלל מפגעים ימיים. האפליקציה מנתבת את הדיווח ישירות לגורם המפקח הרלוונטי, כולל תמונות ופרטים נדרשים, והמוקד האנושי המלווה אותה מבצע מעקב אחרי הטיפול במפגע.



מיקום תנועת ספינת דיג (הספינה בכתום, ציר התנועה בקו אדום) מול אשדוד, על פי שידור AIS מבוסס GPS. צילומי מסך מתוך אתר האינטרנט <https://www.marinetraffic.com>.



תיעוד של עבריין דיג (דיג בשיטה אסורה) במרחק של 1 קילומטר מהחוף בעזרת רחפן | צילום: מוקד Sea Watch.

קהילה ימית – הלב הפועם של השמורה

**אנשים הם חלק מהסביבה הימית, בעיקר במדינה ים
תיכונית כמו ישראל.**

הספורט הימי והתיירות והחינוך הימי נמצאים בנסיקה בשנים האחרונות, ופוטנציאל הצמיחה שלהם (בד בבד עם הצפיפות ביבשה והתמעטות השטחים הפתוחים בה) הוא עצום ומתבקש.

במדינות רבות בעולם, קהילות מקומיות הפנימו כי הפוטנציאל הכלכלי של תיירות הוא גדול בהרבה מזה של ניצול חיות הים כדגה. ממדגסקר, דרך אורגון בארצות הברית ועד מקסיקו, יוון וספרד, קהילות מקומיות יזמו הקמה של שמורות ימיות המבוססות על שמירת הטבע ותיירות אקולוגית, כשטח שמור ללא דיג ופעולות פוגעניות.

שמורה ימית שיש לה קהילה אנושית עוטפת, היא שמורה שמנוהלת טוב יותר, ומספקת תועלות גדולות יותר לציבור. קהילת השמורה, המורכבת בדרך כלל מחובבי ים מהישובים

הסמוכים, לוקחת חלק פעיל בפעילויות כמו הסברה, צלילות ניקיון, ניטור ומדע אזרחי.

הקהילה הימית מוסיפה מאות זוגות עיניים הנוכחות בשטח, ומחויבות לשמירתו. כך חברי הקהילה יכולים להעביר דיווחים בזמן אמת למנהלי השמורה אודות מפגעים כמו רשתות רפאים, פסולת, דיג לא חוקי, מינים פולשים וזיהום ים. למשל, בישראל מפעילה החברה להגנת הטבע מוקד דיווחים בעזרת יישומון סלולרי – Sea Watch המעביר דיווחים מהציבור – ישירות אל פקחי רשות הטבע והגנים.

הקהילה הימית המקומית גם מרוויחה מהשמורה. התאוששות החי הימי יכולה לתמוך בפעילות כלכלית אקולוגית של מועדוני צלילה, מפעילי סירות לצפייה ביונקים ימיים, פעילויות שנירקול וחינוך ימי – והכל תוך הוספת משרות לקהילה המקומית, חיזוק הכלכלה המקומית, והעצמת הזיקה והגאווה.

דוגמאות לקהילות ימיות פעילות בישראל ניתן למצוא ב"מפרץ הסיני" בשמורת גדור, בחיפה סביב שמורת שקמונה, ובמרחב אכזיב.

בימים אלה נבנות קהילות קטנות גם סביב השמורות הימיות המתוכננות, תחת השם "אנשי הים התיכון".





שחרור סרטן מוגן מהמין כפן גושמני שנלכד ברשת רפאים, בעקבות דיווח שהתקבל באפליקציית sea watch של החברה להגנת הטבע | צילום: יוסף סגל

תכנית השמורות הימיות של ישראל

השמורות הימיות בים התיכון – מטרות ויעדי תכנית השמורות של ישראל

מטרת העל:

שמירת המגוון הביולוגי של ים תיכון, לרבות בתי גידול ייחודיים, בתי גידול מייצגים, מיני דגל, ומערכת אקולוגית שלמה, רציפה ומתפקדת.

מפתחות להצלחה:

- שמורות טבע ימיות גדולות וללא שימושים פוגעניים
- רשת של שמורות ימיות המקיימות קישוריות אקולוגית
- הגנה מקסימלית על בתי גידול ייחודיים
- הגנה מעל סף מינימום על בתי גידול מייצגים



מטרות כלליות לרשת השמורות:

מפתחות להצלחת בשמורה	מטרה
• מנגנון ניהול ורישוי למפעילי תיירות (Tour operators). • שימור אתרי התזונה והרבייה, והבטחת מעבר בטוח אליהם ובינם. • איסור דיג באזורי השיחור והרבייה. • מזעור השפעות פעילות עם הדף ורעש. • שימור בית הגידול של המצע הרך בטווח עומקים משתנה, וקישוריות שלו לאזורי מצע קשה.	תרומה לפעילות פנאי ותיירות אקולוגית – מיני דגל במערכת האקולוגית הימית יהוו בסיס לתיירות צלילה, שנירקול ושייט לצפייה בחי הימי. • מיני הדגל לפעילות זו הם צבי ים, דקרים, דולפינים, בטאים, כרישים, דיונונים ותמנונים, שהם מהמינים הגדולים והמרשימים בים התיכון.
• ההסברה לדייגים ופיקוח יעיל • איסור דיג בשמורה • שמירה על שטח שמור רציף המכיל ומאפשר הגנה לכלל מחזור החיים של הדגים.	תרומה לשיקום הדגה – העשרת הדגה בשטחים הסמוכים לשמורות הימיות בשיעור שיגיע לכ-10% עלייה בשלל הדיג. • מינים מרכזיים: דגי סרגוס, ורדית שושנית, שישן מסורטט (מרמיר) ספרוסיים (פארידה), מוליות (ברבוניה) ועוד.
• הכללת בתי הגידול הרלוונטיים במסגרת השמורה. • מניעת השפעות חיצוניות (תמלחות, זיהום, תאורה, דיג וכד').	שמירה על מבני מפתח במערכת האקולוגית • בתי גידול סלעיים. • משטחי אצות מעונפות המשמשות כאזור תזונה ואזור אומנה לחיות ים צעירות. • שוניות ומבנים ביוגניים (צינוריר בונה הבונה את כרכוב טבלת הגידוד, צדפות הבונות מצע קשה כמו הספונדילוס, ועוד). • גני ספוגים המשמשים כבית גידול ייחודי, וכמקור לתרופות מבוססות חומרי טבע.
• איסור דיג מכמורת ומניעת פגיעה בקרקעית במסגרת השמורה. • מחקר וניטור לבחינת הצלחת השיקום.	שיקום בתי גידול ומיני מפתח • שיקום בית הגידול של המצע הרך. - מין מפתח - נוצות ים • שיקום משטחי עשב הים, המשמשים כמקור מזון לצבי ים, מוקד לקיבוע פחמן, ואזור אומנה לדגיגים.
שמורה נקייה מזיהום וללא דיג – שמירה על מבנה מאוזן של החברה האקולוגית.	שמירה על תפקודי מפתח אקולוגיים, כמו: • מניעת התמוטטות מצוקי החוף, באמצעות טבלאות הגידוד הטבעיות (מין מפתח – צינוריר בונה) • מחזור חנקות. • צמצום נוכחות טפילים ופתוגנים לצורך שמירה על חקלאות ימית ועל בריאות הציבור.

שמורות ימיות בהקשר של צמיחה כחולה

דגש מיוחד הושם על 5 סקטורים, כאשר שלושה מתוכם קשורים קשר הדוק לרשת מתפקדת של שמורות ימיות:

1. **חקלאות ימית ודיג**
2. **תיירות חוף**
3. **ביוטכנולוגיה ימית**
4. **אנרגיה**
5. **כריית מינרלים מהקרקעית**

האיחוד האירופי מקדם בשנים האחרונות תפישה של "צמיחה כחולה", שנועדה לקדם תעסוקה וערך כלכלי על בסיס פיתוח בר קיימא של הים ותוך שמירה על הסביבה הימית. האיחוד האירופי הגדיר 6 נושאי - על לצמיחה כחולה^[ii], מתוכם 4 נושאים קשורים קשר הדוק לרשת מתפקדת של שמורות ימיות:

1. **תעבורה ימית וספנות**
2. **מזון, הזנה, בריאות ושירותי מערכת**
3. **אנרגיה וחומרי גלם**
4. **פנאי, עבודה ומגורים**
5. **הגנה על חופים ומצוקים**
6. **ניטור, שימור ובקרה**

להלן פירוט של יעדי הצמיחה הכחולה, והקשר שלהם לשמורות טבע ימיות:

נושא	הקשר לשמורות ימיות
מזון, בריאות ושירותי מערכת; חקלאות ימית ודיג; ביוטכנולוגיה ימית	שמורות ימיות מאפשרות למערכת האקולוגית לתפקד בצורה בריאה, ובכך לייצר שירותים ותועלות אקולוגיות, ובהן: • אספקת דגה לשטחים סמוכים • מיחזור חומרים מזיקים כמו חנקות • סילוק פרטים חולים ומניעת התפרצות של טפילים ופתוגנים • ייצור חמצן וקיבוע פחמן דו חמצני • שמירה על מינים המהווים מקור ל"חומרי טבע" להפקת תרופות חדשניות.
פנאי, עבודה ומגורים; תיירות חוף	שמורות ימיות יעילות מהוות בית למיני דגל ימיים, בדך כלל החיות הגדולות והאטרקטיביות ביותר. בכך השמורה מהווה משאב משמעותי לתיירות פנאי – צלילה, שנירקול, צפייה בבעלי חיים וספורט ימי לא מוטורי. על בסיס משאב פנאי זה, נבנית גם תעשייה מקומית של תיירות, במסגרתה מפעילים בתחומי הצלילה, השייט וההדרכה האקולוגית הופכים את העניין הציבורי למשאב תעסוקתי וכלכלי. גם תופעת ה-spill over, במסגרתה דייגים הדגים על גבול השמורה נהנים מעלייה בשלל הדיג כתוצאה משגשוג הדגים בשמורה, מהווה תרומה כלכלית ותעסוקתית לענף הדיג.
הגנה על חופים ומצוקים	• הכללת בתי הגידול הרלוונטיים במסגרת השמורה. • מניעת השפעות חיצוניות (תמלחות, זיהום, תאורה, דיג וכד').

[ii], http://www.iplan.gov.il/Pages/Maritime_space/israel_economy.aspx

הקשר לשמורות ימיות	נושא
טבלאות גידוד ורכסי כורכר הם מבנים ימיים טבעיים השומרים על החופים ומצוקי החוף מפני בליה והתמוטטות. יציבותם של מבנים ימיים אלה תלויה בפעילות בנייה ביולוגית של יצורים חיים, ובעיקר חלזונות בוני שלד המשקמים את "שובר הגלים" הטבעי של השונית באמצעות גופיהם עוטי השלד הגירני. באתרים בהם נשמרת התשתית הטבעית של בית הגידול הטבעי, במסגרת שמורת טבע, לא נדרשת התערבות יקרה של המדינה להתקנת מבנים מלאכותיים, וכך מושגת המטרה תוך חיסכון כספי.	הגנה על חופים ומצוקים
שמורות ימיות מהוות אתר ייחוס (רפרנס), אשר ניטור שלו מלמד אותנו מבעוד מועד על בעיות סביבתיות לפני התפרצותן, כמו ה"קנרית במכרה".	ניטור, שימור ובקרה



ספוג בראש הכרמל | צילום: אדם ויסמן, מעבדת פרופסור דני צ'רנוב, בית הספר למדעי הים, אוניברסיטת חיפה.

7 שמורות הטבע הגדולות המתוכננות בים התיכון

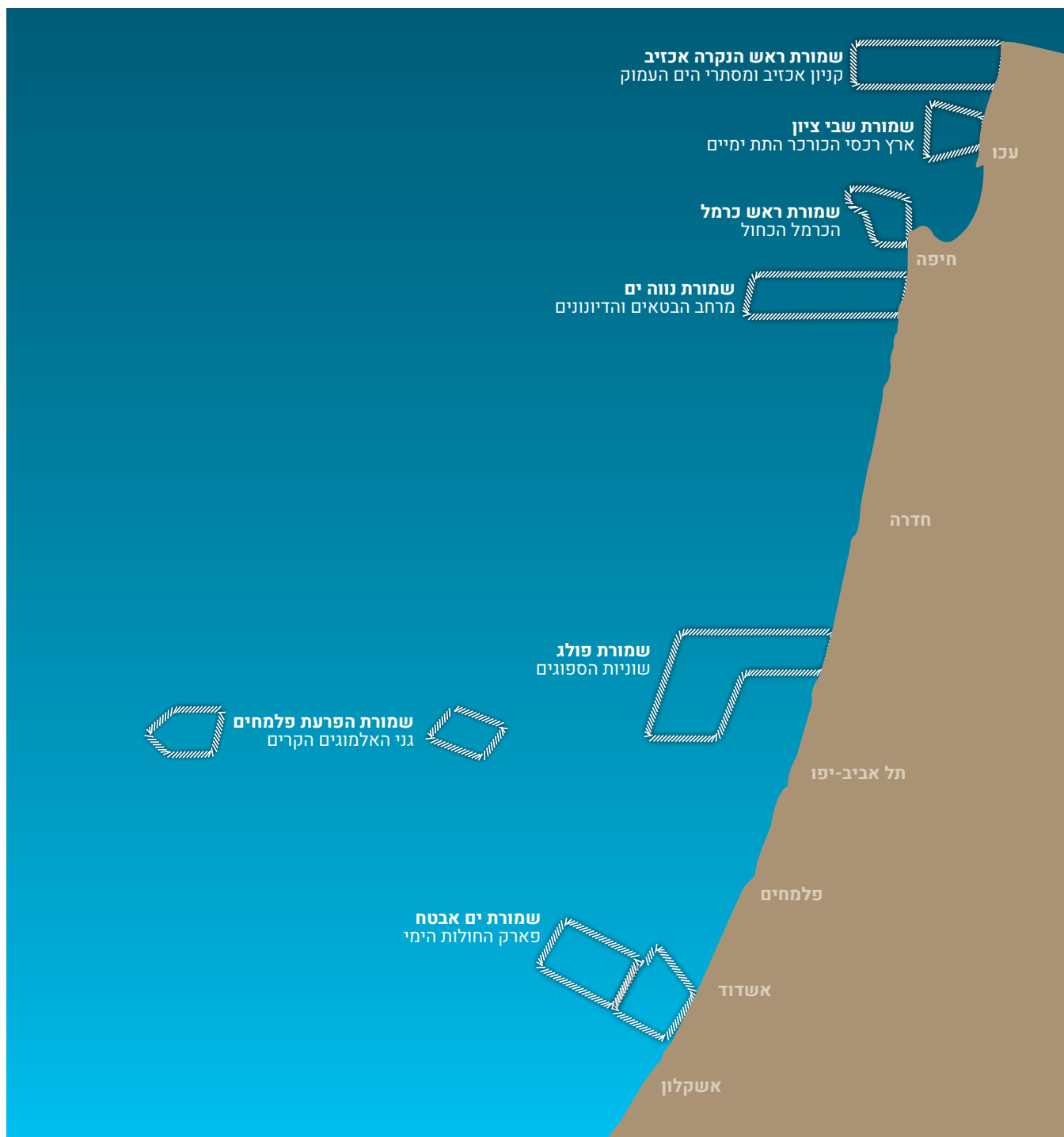
שמורה	הסיפור המיוחד
אכזיב – קניון אכזיב ומסתרי הים העמוק	• קניון ייחודי - קניון אכזיב. • ים בעומק גדול מ-1000 מ' ובו בעלי חיים ייחודיים לים העמוק. לבעלי חיים אלה תופעות מרתקות כמו יצירת אור (ביו-לומינסנס), התבססות על ליקוט מזון הנושר מפני המים, עמידות בלחצים אטמוספריים אדירים, ועוד. • בעמודת המים עצמה יש מיני דגים של גוף המים – דגים מהירים וטורפים כמו טונה כחולה, פלמידה ואחרים, החותכים את המים במהירות במרדף אחרי הטרף.
שבי ציון – ארץ הרכסים התת ימיים	• רכסי הכורכר התת ימיים הם בעצם קווי החוף העתיקים של היבשת, המסמנים תקופות קדומות בהן הים התיכון היה נמוך יותר, והיבשה השתרעה מערבה יותר. • בשמורת שבי ציון שורה צפופה של רכסי כורכר מקבילים לחוף, שבניהם "מרזבות" של מצע רך. הצירוף המיוחד של השוניות הסלעיות עם המצע הרך מצדדיהן יוצר הזדמנויות לבעלי חיים המחלקים את חייהם בין הסלע לחול. • בעומק השמורה נמצא רכס ייחודי – רכס בוסתן הגליל, השוכן בעומק 40 מ' ונבדל מעט מהרכסים הרדודים. • בין רכסי הכורכר נעים צבי ים חומים, הניזונים מחסרי חוליות הגדלים על סלעי הרכס, ו"מדלגים" מרכס לרכס לצרכי תזונה.
ראש כרמל – ההר הכחול כל ימות השנה	• רכס הכרמל ממשיך מתחת לים, שם הוא מהווה בית גידול ייחודי של שוניות סלעיות על תשתית גירנית. • הכרמל הימי מורכב מאזורים של במות סלעיות שטוחות, מדרונות תלולים ואף מצוקים – לכל אחד מהם מאפיינים ביולוגיים שונים בהתאם לטופוגרפיה ולעומק. • בכרמל הימי משוטטים צבי ים, דגי דקר, בטאים כמו מחבטן אפור המגיעים להתרבות, והם עשירים באצות באזור הרדוד, ובגני ספוגים באזור העמוק יותר.
נווה ים	• שמורת נווה ים מהווה "אבן קפיצה" חשובה, השומרת על היכולת של חיות הים לנוע בין שמורות הדרום לבין החלק הצפוני של ישראל. • השמורה שומרת על טווח נרחב של עומקים, מהרדוד והמואר (המתאפיין בקרקעית רכה עם גרגרי חול גדולים) ועד העמוק והחשוך (המתאפיין בקרקעית רכה עם גרגרי חול קטנים).
פולג – שונית הספוגים ומרחבי הדיונונים	• על רכס הכורכר, בעומק של 100 מ' וכ-10 קילומטרים ממערב להרצליה, שוכנת עיר מיוחדת – עיר הספוגים. • השונית מורכבת ועשירה בצבעים וצורות של שלל ספוגים. בין הספוגים ואף בתוכם חיים מיני רבים של בעלי חיים: סרטנים, כוכבי ים, חשופיות, דגים, ובניהם משחרים לטרף תמנונים ודיונונים. • הספוגים לא רק מהווים מוקד של עושר ביולוגי והתחדשות דגה, אלא גם מהווים מקור לחומרי טבע פעילים מהם מפיקים תרופות חדשניות. • משונית הספוגים ומזרחה לכיוון החוף נפרשים מרחבי הקרקעית הרכה, בה משחרים לטרף בטאים ודגי סולית, ובה נטועות נוצות ים על הקרקעית.

שמורה	הסיפור המיוחד
ים אבטח – פארק החולות הימי	• שמורת ים אבטח היא תמונת הראי הימית של שמורת חולות ניצנים: מרחבי דיונות תת מימיות בהן משחרים לטרף דקרי המכמורת, דגי גיטרן, ושלל יצורים נסתרים המתחפרים בתוך הקרקעית הרכה. • בגוף המים משתובבים דולפינים מצויים, שלהקה שלהם הפכה את השמורה לביתה. • בלב השמורה מתנוססת גבעה סלעית, המהווה עוגן של יציבות המאפשר לדגים וחיות ים להשלים את מחזור חייהם.
המים הכלכליים – הפרעת פלמחים	• הים העמוק מציב אתגרים מיוחדים לחיים, ובהתאם היצורים בו פיתחו התאמות מרתקות לסביבה קרקע, חשוכה, בלחצים אטמוספריים אדירים. • בים העמוק ניתן למצוא אלמוגי מים קרים, ספוגים, נביעות מתאן, דגי מים עמוקים בשלל צורות מוזרות, ועוד. • הפרעת פלמחים הוא בית גידול ייחודי ובו עושר של אלמוגים, נביעות מתאן, וחי ייחודי הנלווה אליהן.



חשופית בראש כרמל | צילום: אדם ויסמן, מעבדת פרופסור דני צ'רנוב, בית הספר למדעי הים, אוניברסיטת חיפה.

תכנית שמורות הטבע הימיות בים התיכון

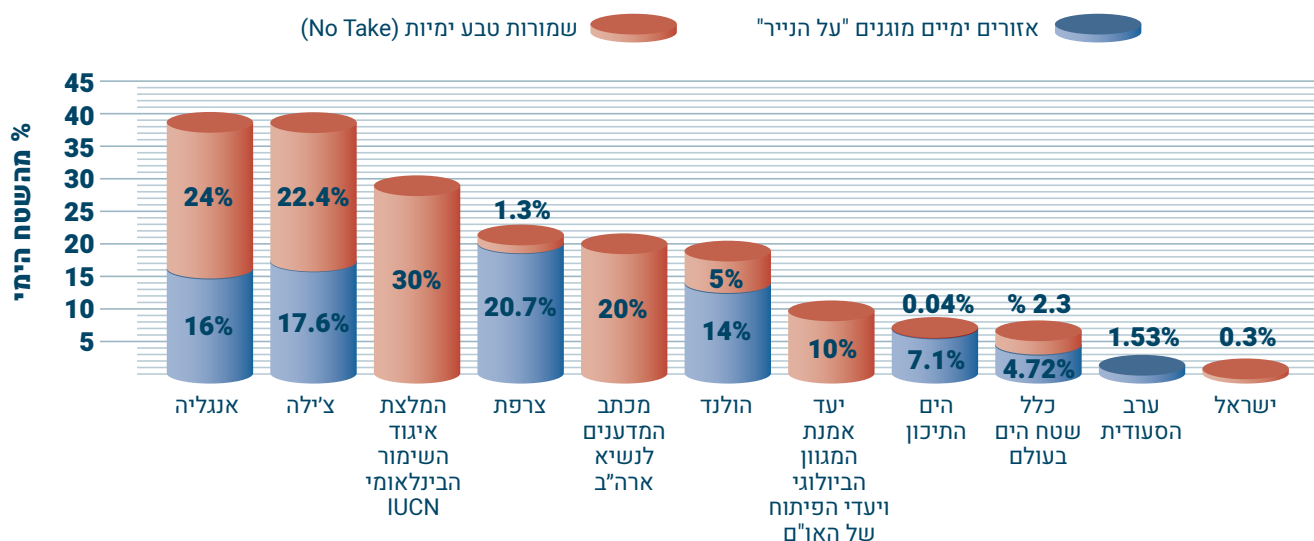


ומה קורה בעולם?

נתונים אלה נמצאים בפער משמעותי הן לסטנדרט שקבעו מסגרות בינלאומיות, והן לצורך האקולוגי של הגנה נאותה על שטחי הים^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12}. ישראל מחויבת, כחלק מחברותה באמנת המגוון הביולוגי, לקדם 10% משטח הים כשמורות טבע עד שנת 2020.

קידום שמורות ימיות הוא משימה שהעולם החל לקדם באיחור, הרבה אחרי קידום שמורות טבע ביבשה, ורק לאחר שהובן ששטחי הים מצויים תחת איום גדול. ברמה העולמית, 6.97% משטחי הים מוגדרים כמוגנים, אולם מתוכם רק 2.25% מוגדרים כשמורה בהגנה מלאה (שטח "No Take" – ללא דיג ושימושים פוגעניים). בים תיכון, 7.14% משטח הים מוגדרים כמוגנים. אולם, מתוכם, רק 0.04% (!) מוכרזים כשמורה.

בישראל, רק 0.3% משטח הים התיכון מוכרז כיום כשמורות טבע.



אחוז ההגנה על שטחים ימיים במדינות, אזורים וסטנדרטים בינלאומיים שונים^{13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24}

חשיבות הייצוגיות, היתירות ("שכפול") והקישוריות בקיודם שמורות ימיות בחקיקה בעולם

עיקרון הייצוגיות (Representativity) עומד על הצורך לתת ייצוג ברשת השמורות הימיות לכלל בתי הגידול והאזורים הביו-גיאוגרפיים.

עיקרון זה משלים לעקרון **השכפול**, העומד על הצורך לוודא שכל בתי הגידול ישמרו במספר אתרים נפרדים, כהגנה מפני אפשרות של נזק בלתי צפוי לאזור (דליפת חומרים מסוכנים, זיהום, או כל עקה בלתי צפויה).

לדוגמה, אנגליה הכריזה בשנת 2013 על 27 אזורים ימיים מוגנים, ולאחר 3 שנים הוסיפו 23 אזורים נוספים לאחר שנזכרו כי קיים מחסור בקישוריות, ייצוגיות או שכפול של האזורים המוגנים²⁵. כיום המדינה דנה בהוספה של 41 אזורים שימור נוספים על מנת להשלים את רישות האזורים המוגנים בשטחה²⁶.

עיקרון הייצוגיות בשטחים שמורים מעוגן באמנת המגוון הביולוגי²⁷, ואומץ במסגרת הדיקטיבה האירופית לאסטרטגיה ימית (MSFD - Marine Strategy Framework Directive). גם המדינות החברות באמנת ברצלונה הטמיעו את עיקרון הייצוגיות של אמנת המגוון הביולוגי, וערכו תכנית פעולה²⁸ לביסוס רשת של שמורות מייצגות בים התיכון.

עיקרון הייצוגיות הוטמע בעקרונות המנחים את תכנית השטחים הימיים המוגנים של מדינות שונות, למשל צרפת²⁹ ואנגליה³⁰.

אמנת המגוון הביולוגי מבקשת ליצור, מעבר לגודל סף לשימור, **רשת** של אזורים מייצגים ומנוהלים ברמה האזורית והלאומית³¹. מתוך ההבנה כי הטבע לא מבדיל בין גבולות במפה, קמו מספר גופים בינלאומיים אשר בונים יחדיו רשת של אזורים מוגנים על מנת להגן על הטבע הימי:

• **OSPAR איגוד של 15 מדינות בצפון מזרח האוקיינוס האטלנטי** – כ-17% מהמים החופיים של מדינות OSPAR (צפון מזרח אטלנטי) מוגנים, והמדינות עובדות יחד על מנת לבנות רשת של אזורים מוגנים בין השטחים שלהן, כולל מים כלכליים ובינלאומיים³².

• **Natura 2000 - גוף תחת האיחוד האירופי (EU)** - הרשת הבינלאומית הגדולה ביותר של אזורים מוגנים בשטחי האיחוד האירופי.

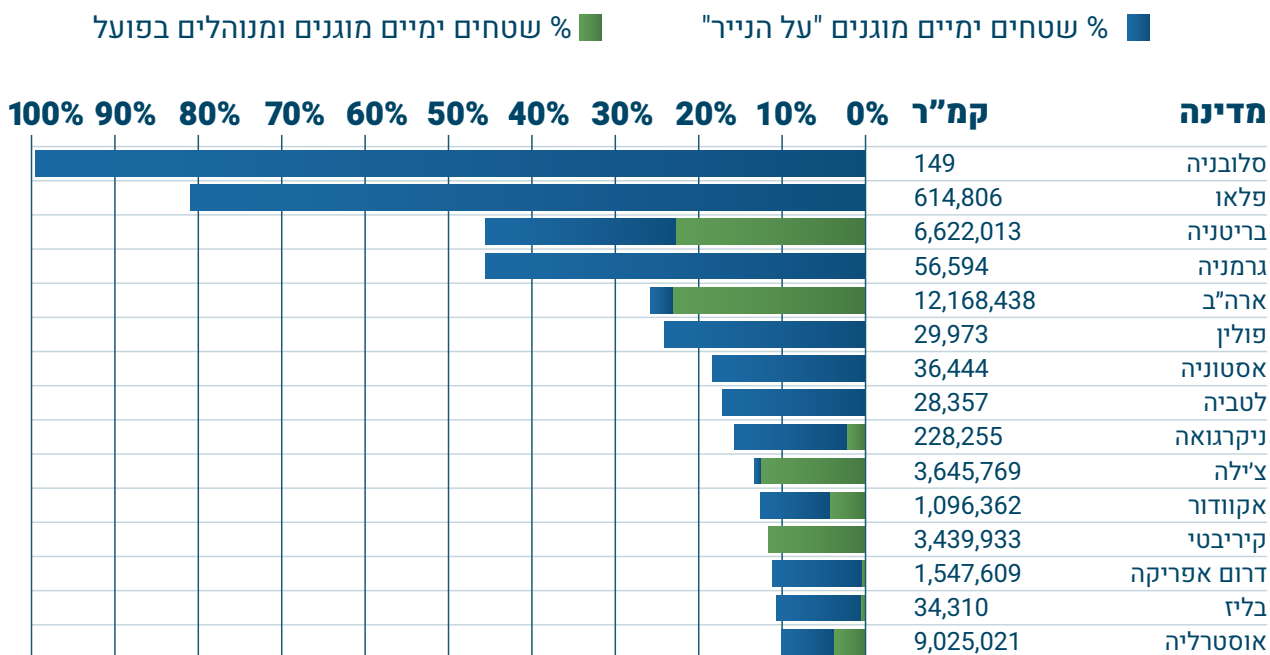
• **HELCOM - איגוד מדינות הים הבלטי שנוצר תחת אמנת הלסינקי**. אחוזי השימור המשותפים למדינות על שטח הים הבלטי עומד כיום על כ-12%.

שמורות ללא אכיפה ("על הנייר")

כלי ניהול אפקטיביים דרושים על מנת לממש את כלל היתרונות שמציעות שמורות ימיות לצרכי שימור טבע ימי אזורים רבים ברחבי העולם המוכרזים כמוגנים אינם מספקים בפועל הגנה על הסביבה הימית, מכיוון שהם סובלים מחוסר ניהול ואכיפה בשטח³³.

לדוגמה, ב-2009 צרפת הכריזה כי עד 2020 תגן על 20% משטח הים שלה, כשמחצית משטח זה יהיה אסור לדיג. כיום, 22% כבר הוכרזו כמוגנים, אך רק כ-1.3% מוגנים בחקיקה מפני דיג. בשאר השטחים פעילות פוגעניות מדווחות כנפוצות⁸.

המשמעות היא שלא רק הגודל קובע - הגנה על הטבע הימי דורשת יותר משרטוט שמורה על מפה - הדגש הוא על גודל וניהול נכון¹.



15 מהמדינות המובילות באחוז שטחים ימיים מוגנים מוכרזים מתוך כלל שטחן הימי (כולל מים כלכליים). בכחול- כלל השטח המוכרז. בירוק- אחוז מכלל השטחים המוכרזים בהם יש אכיפה אפקטיבית או אזורים שמוכרזים כשמורה (no-take). מרבית האזורים הימיים המוגדרים "מוגנים" בעולם – מוגנים על הנייר בלבד³⁴.

מקורות:

1. Sala E, Earle S, Safina C, et al. 2014. Scientists' letter supporting marine reserves. <https://marine-conservation.org/marine-reserve-statement/>
 2. Convention on Biological Diversity. 2010. Strategic plan for biodiversity 2011-2020. UNEP/CBD/COP/10/INF/12/Rev.1. <https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/information/cop-10-inf-12-rev1-en.pdf>
 3. IUCN World Parks Congress. 2014. A strategy of innovative approaches and recommendations to enhance implementation of marine conservation in the next decade. <https://www.worldparkscongress.org/wpc/sites/wpc/files/documents/docs/Cross%20Cutting%20Theme%20-%20Marine%20%28English%29.pdf>
 4. IUCN France. 2013. Protected Areas in France: a diversity of tools for the conservation of biodiversity, Paris, 44 pages.
 5. Schmidt AM and Smidt RA. 2017. Scientific analysis on the status of designated Natura 2000 areas and the need to protect ammonia-sensitive nature. Dutch contribution. Wageningen, Wageningen Environmental Research.
 6. JNCC. 2018. The MPA network. <http://jncc.defra.gov.uk/page-4549>
 7. European NSP Platform. 2017. Marine spatial planning country information profile Netherlands. EU Commission. <https://www.msp-platform.eu/countries/netherlands>
 8. Petit J. 2018. How France could become a world leader in ocean protection. Hoffpost. https://www.huffingtonpost.fr/jerome-petit/comment-la-france-pourrait-devenir-un-leader-mondial-de-la-protection-des-oceans_a_23453336/
 9. Wei-Haas M. 2018. Smithsonian.com. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/chile-protects-massive-swath-ocean-new-marine-parks-180968275/>
 10. Trading Economics. 2016. Saudi Arabia - Marine protected areas (% of total surface area). <https://tradingeconomics.com/saudi-arabia/marine-protected-areas-percent-of-total-surface-area-wb-data.html>
 11. Khalil MT. 2015. Designing local-scale marine protected area networks in the central Saudi Arabian Red Sea. Doctoral dissertation. <https://repository.kaust.edu.sa/handle/10754/583931>
 12. Vrooman, J, van Sluis C and van Hest F. 2018. Gebiedsbescherming op de Nederlandse Noordzee. De stand van zaken in relatie tot visserij. Stichting De Noordzee, Utrecht. <https://www.noordzee.nl/marine-protected-areas-in-the-dutch-north-sea/>
 13. Sala E, Earle S, Safina C, et al. 2014. Scientists' letter supporting marine reserves. <https://marine-conservation.org/marine-reserve-statement/>
 14. Convention on Biological Diversity. 2010. Strategic plan for biodiversity 2011-2020. UNEP/CBD/COP/10/INF/12/Rev.1. <https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/information/cop-10-inf-12-rev1-en.pdf>
 15. IUCN World Parks Congress. 2014. A strategy of innovative approaches and recommendations to enhance implementation of marine conservation in the next decade. <https://www.worldparkscongress.org/wpc/sites/wpc/files/documents/docs/Cross%20Cutting%20Theme%20-%20Marine%20%28English%29.pdf>
 16. IUCN France. 2013. Protected Areas in France: a diversity of tools for the conservation of biodiversity, Paris, 44 pages.
 17. Schmidt AM and Smidt RA. 2017. Scientific analysis on the status of designated Natura 2000 areas and the need to protect ammonia-sensitive nature. Dutch contribution. Wageningen, Wageningen Environmental Research.
 18. JNCC. 2018. The MPA network. <http://jncc.defra.gov.uk/page-4549>
 19. European NSP Platform. 2017. Marine spatial planning country information profile Netherlands. EU Commission. <https://www.msp-platform.eu/countries/netherlands>
 20. Petit J. 2018. How France could become a world leader in ocean protection. Hoffpost. https://www.huffingtonpost.fr/jerome-petit/comment-la-france-pourrait-devenir-un-leader-mondial-de-la-protection-des-oceans_a_23453336/
 21. Wei-Haas M. 2018. Smithsonian.com. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/chile-protects-massive-swath-ocean-new-marine-parks-180968275/>
 22. Trading Economics. 2016. Saudi Arabia - Marine protected areas (% of total surface area). <https://tradingeconomics.com/saudi-arabia/marine-protected-areas-percent-of-total-surface-area-wb-data.html>
 23. Khalil MT. 2015. Designing local-scale marine protected area networks in the central Saudi Arabian Red Sea. Doctoral dissertation. <https://repository.kaust.edu.sa/handle/10754/583931>
 24. Vrooman, J, van Sluis C and van Hest F. 2018. Gebiedsbescherming op de Nederlandse Noordzee. De stand van zaken in relatie tot visserij. Stichting De Noordzee, Utrecht. <https://www.noordzee.nl/marine-protected-areas-in-the-dutch-north-sea/>
 25. Department for Environment, Food & Rural Affairs. 2016. Marine Conservation Zones: January 2016 update. <https://www.gov.uk/government/publications/marine-conservation-zones-january-2016-update>
 26. The Wildlife Trusts. 2018. Marine protected areas in England. <https://www.wildlifetrusts.org/mcz>
27. במסגרת מטרה 11 של התכנית האסטרטגית של האמנה (Aichi targets), נכתב:
- Target 11: By 2020, at least 17 per cent of terrestrial and inland water areas and 10 per cent of coastal and marine areas, especially areas of particular importance for biodiversity and ecosystem services, are conserved through effectively and equitably managed, ecologically representative and well-connected systems of protected areas and other effective area-based conservation measures, and integrated into the wider landscape and seascape.
28. Regional Working Programme for the Coastal and Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea including the High Sea. 2009. UNEP, Mediterranean Action Plan, Regional Activity Centre for Specially Protected Areas. 34 p.
 29. National strategy for the creation and management of marine protected areas summary (France). November 2015
 30. Policy paper: 2010 to 2015 government policy: marine environment. Updates 8 may 2015. "Representativity – the MPA network should represent the range of marine habitats and species through protecting all major habitat types and associated biological communities present in our marine area."

-
31. Notarbartolo di Sciara G and RAIS C. 2009. Regional Working Programme for the Coastal and Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea including the High Sea Regional Activity. Centre for Specially Protected Areas (RAC/SPA)
 32. OSPAR Commission. 2016 .2017 Status report on the OSPAR network of marine protected areas. Biodiversity and Ecosystems Series. <https://www.ospar.org/documents?v=37521>
 33. Pieraccini M, Coppa, S and De Lucia GA. 2017. Beyond marine paper parks? Regulation theory to assess and address environmental non-compliance. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, .196-177 :(1)27
 34. Marine Conservation Institute. (2017). MPAtlas. Seattle, WA. <http://www.mpatlas.org/protection-dashboard/country-ranks/>

נספח א':

הים הנדיב

בזכות הטבע בים, אנחנו חיים ביבשה

טבע ימי בריא – חיוני לאדם בישראל

הטבע הימי, כלומר המערכות האקולוגיות והיצורים החיים בהן, מספקים לנו תועלות רבות: שירותי הגנה חופית כ"שוברי גלים טבעיים", חמצן, מיתון שינויי אקלים, טיהור מים ושרותי תרבות למטרות נופש, מזון, תיירות ומורשת.

כל עוד נשמור על בריאות המערכות האקולוגיות הימיות, נוכל להמשיך ליהנות מהתועלות האקולוגיות החוסכות לנו כסף רב. השווי הכלכלי הגלובלי של שירותי המערכת האקולוגית הימית הוערך ב- 49.7 טריליון דולר בשנה³ – להשוואה, כלל התוצר המדינתי הגולמי (תמ"ג) של האיחוד האירופי הוערך בכ- 16.3 טריליון דולר^{4,5}.

בעמדנו אל מול הים אי אפשר שלא להתפעם מיופיו, קסמו ואלף סודותיו הצפונים במעמקיו. אלא שתפקידו של הים בחיינו איננו מסתכם רק בהיותו תמונת נוף מרחיבת לב ונפש. **הים על כל אוצרות הטבע שבו חיוני לקיומנו ולרווחתנו.**

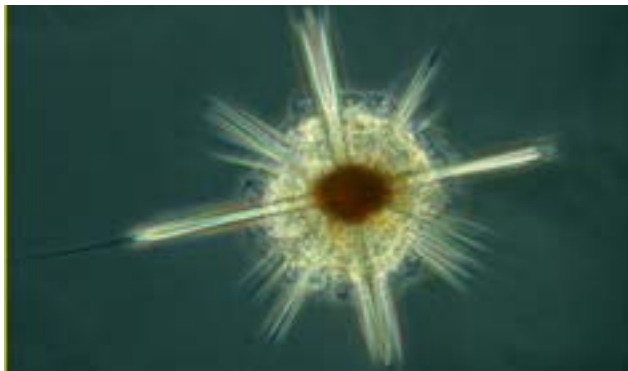
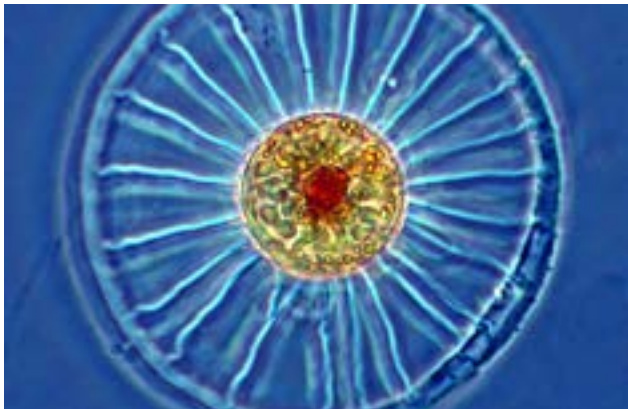
לציבור ידוע שישראל תלויה לחלוטין בים התיכון, לשינוע 96% מהסחורות דרכו אל הנמלים שלנו, לאספקת 80% מכמות המים לצרכים ביתיים ותעשייתיים באמצעות התפלה, וכתודת מקור האנרגיה הגדולה ביותר בישראל, באמצעות מאגרי הגז הגדולים שהתגלו לאחרונה. אולם אוצרות הטבע של הים כוללים גם את הטבע הימי...



פעילות שניקול | צילום: אנדרי אהרנוב



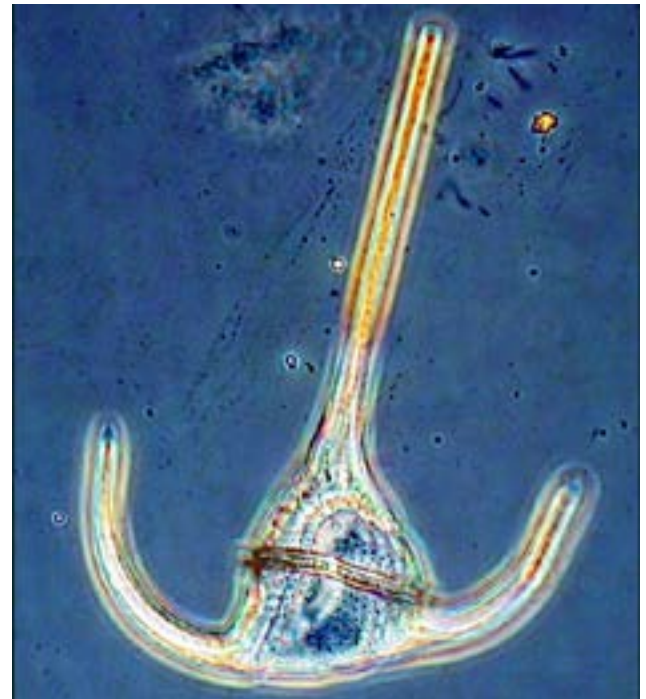
דוגמאות של פיטופלנקטון: שני הפרטים הקטנים הצהובים הם פיטופלנקטון ושלושת הפרטים החומים הגדולים יותר הם זואופלנקטון, חיות צמחוניות הניזונות מפיטופלנקטון.



אצות חשובות לא רק לסושי... אנחנו צריכים אותן כמו אויר לנשימה

מחצית מהחמצן בעולם מיוצר בים – על ידי יצורים חיים.

בים חיים יצורים שונים הנסחפים בזרם, ונקראים בשם כללי - פלנקטון. הפלנקטון מהווה 95% מכלל המסה של החי בים. מתוכו, **פיטופלנקטון**, ברובו אצות מיקרוסקופיות הקטנות בהרבה מהאצות המוכרות לנו מהסושי, מתפקדות כמו הצמחים ביבשה, כמפעלי אנרגיה זעירים, הממירים פחמן דו חמצני לחמצן בתהליך הפוטוסינתזה. כך הן מייצרות 50% מכלל החמצן שאנו נושמים. שגשוג הפיטופלנקטון תלוי בקיומו של טבע ימי בריא, מאוזן ונקי⁶. אולם, בחצי המאה האחרונה זוהתה מגמה גלובלית של ירידה בכמות הפיטופלנקטון, המתבטאת גם בירידה בכמות החמצן המיוצרת בים, עקב התחממות מי האוקיינוס וזיהום באזור החופים⁷.



אצות שונות מהפיטופלנקטון

צילום: National Oceanic and Atmospheric Administration/Department of Commerce (NOAA) Courtesy of Dr. John R. Dolan
Oceanographic Laboratory of Villefranche; Oceanological Observatory of Villefranche-sur-Mer ;NOAA MESA Project

הים הוא המזגן העולמי

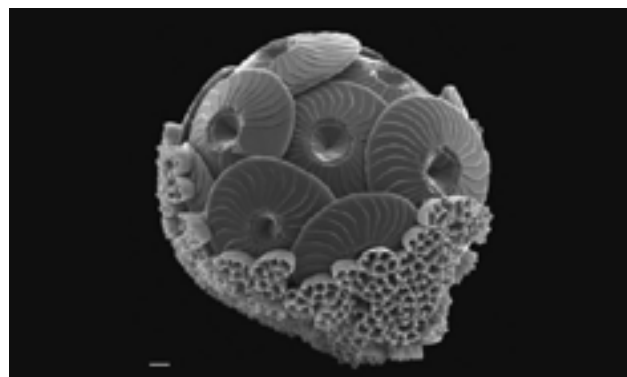
זכוכות הטבע הימי יש לנו אקלים יציב יותר.
יצורים ימיים מתפקדים כמפעל מיחזור ענק, המנטרל חלק מהפחמן הדו חמצני הגורם לשינויי האקלים.

שינויי האקלים מאיימים על עתיד האנושות. שינויי אקלים גורמים ליותר סערות ובצורות, התפשטות מחלות מדבקות, ועלייה בפני הים המאיימת על ערי החוף^{8,9}. שינויי אקלים אלה הם תוצאה של עודף גזי חממה באטמוספירה (בעיקר פחמן דו חמצני) - עודף הנגרם כתוצאה מפעילות האדם. הפחמן הדו חמצני הוא **פסולת מזיקה באטמוספירה שלנו**, והוא הגורם המרכזי לשינויי האקלים⁶.

הטבע בים מהווה מעין "מזגן עולמי" המנטרל חלק מההשפעות המזיקות של הפחמן הדו חמצני. **תודות לחי בים, קצב השינויים באקלים כדור הארץ מואט.** המזגן העולמי של הטבע הימי "עושה מהלימון לימונדה", ופועל בשתי דרכים מרכזיות:

א. הפיכת פחמן דו חמצני לסוכר:

האצות הימיות, הפיטופלנקטון, פועלות כ"מפעל מיחזור": הן ממירות חלק מהפחמן הדו חמצני המזיק לסוכר הבונה את גופן בתהליך הפוטוסינתזה (ופולטות "על הדרך" חמצן - אותו אנו נושמים).



שלדים של קוקוליטופורים (Coccolithophore) - אצות חד תאיות המייצרות חמצן וכולאות פחמן בשלד שלהן.
 צילום: ¹⁰Geisen Markus

ב. הפיכת פחמן דו חמצני לגיר:

גיר, או בשמו המדעי "סידן פחמתי", הוא החומר המרכיב קונכיות ואת השלד של אלמוגים. יצורים זעירים הנקראים קוקוליטופורים (Coccolithophore) וחוריריות (Foraminifera), שהם בעלי שלד מסידן פחמתי, קולטים פחמן דו חמצני מהמים, וממירים אותו לשלד גירני. כך "מתפנה מקום" בים לקליטת פחמן דו חמצני נוסף מהאטמוספירה. כשיצורים אלה מתים, השלד שלהם שוקע לקרקעית הים, עם הפחמן הכלוא בצורתו המנטרלת (שאינה מזיקה) בתוך השלד. הפחמן לא חוזר למי הים ולאטמוספירה^{6,10,11,12}.

מוערך כי הים התיכון קולט כ-18 מיליון טון פחמן דו חמצני בשנה. זהו שירות השווה ל-340 מיליון אירו בשנה. מתוך הסכום הזה, 280 מיליון אירו קשור ישירות לפעילות קליטת פחמן על ידי היצורים הימיים¹¹.



שלדים גירניים של חוריריות (Foraminifera) - פחמן דו חמצני בצורתו המנטרלת, שאינה גורמת לשינויי אקלים.
 צילום: אורית חיימס קפצן.

הבעיה: נשמטת לנו הקרקע מתחת לרגליים - המצוקים מתמוטטים

השיבוש במאזן החול הימי הטבעי, הנגרם בשל בניה חופית וכריית חול, מביא להצרת החוף ולכך שגלי הים נוגסים בבסיס מצוקי החוף. הבלייה הנוצרת גורמת לסכנת התמוטטות המצוקים ולפגיעה בנפש, ברכוש ובאתרי עתיקות.

• ההתמוטטות מצוקי החוף, בעיקר באזורים עירוניים, מהווה סכנה לפגיעה בבני אדם, רכוש ואתרי עתיקות. באם נסיגת המצוק וקו החוף תמשיך בקצב הנוכחי, הנזק הישיר והעקיף נאמד במאות מיליוני שקלים^{13,14,15}.

• תופעת התמוטטות המצוק מסכנת, בין השאר, את מצוקי אשקלון, תל אביב, הרצליה, נתניה, חוף השרון, חדרה, ובתי¹⁴.

• בכדי להתמודד עם הבעיה הוקמה החברה הממשלתית להגנות מצוקי חוף הים התיכון^{16,17,18} והוקצו בשלב ראשון 360 מיליון שקלים¹⁹.



התמוטטות מצוק באשקלון. צילום: אלבטרוס

[16] בהתאם להחלטת ממשלה 5053 (כח/ 290) מיום 09.08.2012.

בזכות הטבע הימי, המצוק החופי והבתים שלנו זוכים להגנה

כולנו מכירים את מראה משטחי הסלע עליהם עומדים דייגים בחוף הים, אך מעטים יודעים כי "סלעים" אלה הם למעשה תופעת טבע ייחודית שקיומה מבוסס על יצורים חיים. טבלאות הסלע האופקיות הללו הן טבלאות גידוד, אשר מהוות שובר גלים טבעי. למבנים טבעיים אלה חשיבות כלכלית אדירה בישראל, המתמודדת עם סכנת התמוטטות המצוקים החופיים וקריסת המבנים שעליהן.



טבלאות גידוד בשמורת דור הבונים. צילום: גיל רילוב



שונית סלעית. צילום: גיל רילוב

המותאמים לתנאים הדינמיים. על הסלע ובבריכות רדודות הניקוות בו שוכנים חלזונות ים, צדפות, שושנות ים, בלוטי ים, דגיגים, אצות ועוד²².

• שלמותן של טבלאות הגידוד בישראל מאוימת כיום בעקבות ירידה דרסטית בשכיחות החילזון ממשפחת הצינוריים (Vermetidae) הבונה אותן, עד כדי סכנת הכחדה מקומית. יתכן שהיעלמות הצינוריר קשורה לשינויי אקלים ותהליכים גלובליים אחרים המשפיעים על מזרח הים התיכון. עם זאת, גם גורמים מקומיים פוגעים בשוניות: דייגים החוצבים בטבלאות הגידוד כדי להציב חכות, ניצול של רכיכות כפיתיון ושבירת פני הטבלה לצורך כך, הזרמת שפכים, ועוד²⁰.

• שוניות הצינוריים אינן מיוצגות כיום בצורה מספקת בשמורות טבע מוכרזות²⁰.

• הגנה על טבלאות הגידוד במסגרת שמורות טבע תאפשר התאוששות של הצינוריים ובחינת האפשרות לאשש את האוכלוסיה בעזרת מחקר ותכנית התערבות ייעודית²⁰.

כיצד שמורות טבע מסייעות להגנה על המצוק החופי?

הגנה על טבלאות הגידוד והמשך תפקודן הביולוגי חיוני להגנה על האינטרסים הכלכליים והמורשתיים שעל המצוק החופי של ישראל, ולכן חשוב מאוד למנוע את ההרס הנגרם בעקבות רמיסה על ידי דייגים, הזרמת שפכים, ואיומים אחרים.

• כ-10% מהחוף הישראלי מוגן על ידי טבלאות גידוד - שובר גלים טבעי המחדש את עצמו באמצעות יצורים חיים הבונים אותו בעזרת השלדים הטבעיים שלהם^{20, 21}.

• טבלאות הגידוד נשחקות ממכות הגלים והחול. באותו זמן ובמהלך נגדי, כוחות בניה ביולוגיים משלימים את הטבלה שנשחקה על ידי יצירת שלדים גירניים של בעלי חיים, בעיקר אצות וחלזונות צמודי מצע. החלזונות יוצרים כיסוי קשיח המכסה את הטבלה ומונע את שחיקתה^{20, 22}.

• טבלאות הגידוד לאורך החוף המזרחי של הים התיכון נחשבות בית גידול ייחודי. הן מתכסות בגאות ונחשפות בשפל, ועליהן נמצא מגוון גדול של בעלי חיים ואצות



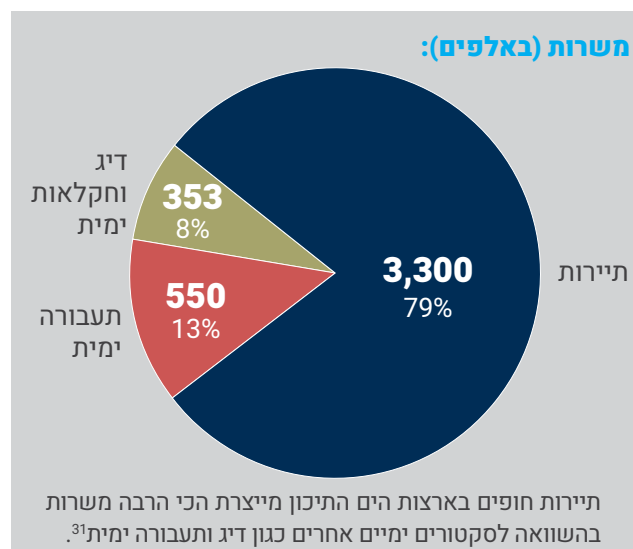
טבלת גידוד | צילום: גיל רילוב

צלילה ותיירות אקולוגית בים התיכון

למרות הפוטנציאל התיירותי הגבוה של ישראל, ישראל מצויה מתחת לממוצע העולמי בתרומת התיירות לתוצר המקומי הגולמי ולתעסוקה. תיירות בישראל מהווה 2.6% מהתמ"ג³⁰ בהשוואה למעל 11% בממוצע בארצות ים תיכון²³. על פי הערכות, ישראל מיצתה את המודל הנוכחי לצמיחה תיירותית ועליה "למציא עצמה מחדש" על מנת לחזק את התחום^{25,24}.

הפוטנציאל התיירותי בים התיכון הינו גבוה במיוחד לנוכח העובדה שגם בחורף מי הים התיכון מאפשרים פעילות צלילה בתנאים טובים ונוחים לצלילה ומרבית האתרים מצויים בקרבה לחוף²⁶. תחום הצלילה ממשיך להתפתח, ופוטנציאל הצמיחה הכלכלית המבוססת על צפייה בטבע הימי הוא גדול.

מדינות הים התיכון מרכזות שליש (!) מכלל התיירות הבין לאומית, עם הכנסות מפעילות ימית המוערכת ב-110 מיליארד דולר בשנה²⁷. פעילויות פופולריות כוללות תיירות המבוססת על הטבע, כגון צפייה ביונקים ימיים, צלילה ושנירקול^{28,29}. לישראל, מדינה בה כ-220,000 איש מועסקים (באופן ישיר ועקיף)³⁰ בתחום התיירות, יש הרבה לאן להתפתח בהיבט תיירות הטבע הימי, תוך אפשרות להוספת משרות לענף.



ים של נופש ופנאי - הטבע הימי כמשאב תיירות

בארצנו החמה שימש הים מאז ומתמיד כמקום אליו נוהרים בימי הקיץ, "לונה פארק" לכולם המגלים בתוכו שפע של פעילויות וחוויות. ישראל בורכה בגישה לים לכל אורכה, ים המשמש כמקור להנאה, למידה ומחקר, פנאי ונופש, אך גם כמשאב כלכלי ותעסוקתי בעל פוטנציאל גדול לתיירות.

• תיירות בישראל מיצתה את מודל הצמיחה הנוכחי שלה. בהתבסס על נתוני מדינות ים תיכון אחרות, תיירות אקולוגית כולל תיירות צלילה מהות מוקד עניין לתיירים ופוטנציאל ההכנסה מהן הוא רב.

• שמירה על הטבע הימי, על בתי הגידול ועל חיות הדגל הגדולות החיות בו הוא תנאי הכרחי לקידום "תיירות כחולה".

• שמורות ימיות יהוו פוטנציאל משיכה חדש ומרתק לתיירות חוף ובו בזמן ישמשו כאטרקציות טבעיות קסומות גם לתושבי הארץ, ועל בסיסן – מקור למשרות חדשות ולצמיחה כלכלית בת קיימה.



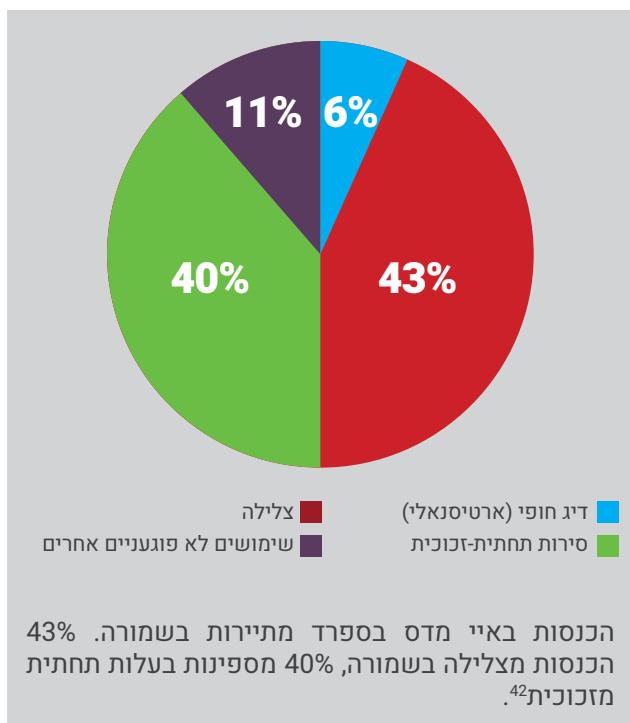
צולל מצלם את הדג אגפית משוישת. צילום: שבי רוטמן.

שמורות ימיות – מוקד לצמיחה תיירותית כחולה

לשמורות ימיות תועלות כלכליות חיצוניות מתיירים אשר מגיעים לשמורות. מקור הכנסות אלה מלינה, תחבורה, מסעדות, ואטרקציות נוספות⁴¹. שמורות ימיות יכולות לחזק את תחום התיירות ובכך לקדם את ההכנסות הכלכליות והתעסוקה, כחלק מתפיסת הצמיחה הכחולה. בשמורות שנחקרו בים תיכון (ספרד, מרוקו, איטליה, יוון ותורכיה) נמצא שככל שהשמורה הייתה מוגנת יותר, היו בה יותר דגים, והדגים היו יותר גדולים⁴².

• ממחקר שנערך ב-25 שמורות בים תיכון, עלה כי באזורים שהיו מוגנים לחלוטין מפני דיג עלתה המסה של כלל הדגים ב-42%!⁴²

• מסת הדגים מהווה מוקד משיכה לתיירים, ואכן רוב ההכנסות בשמורת איי מדס בספרד (83%) מקורן בצלילה ושיט ספינות בעלות תחתית מזכוכית (בדומה לסירות המופעלות לתיירות במפרץ אילת)⁴².



• תחום הצלילה בישראל צומח במהירות, עם כ-200,000^{32,33} מוסמכי צלילה, וקצב הסמכות שנתי שהכפיל עצמו בין 2008 ל-2014.

• הטבע הימי מהווה "מנוע צמיחה" לתיירות בישראל, אך הוא תלוי בשמירה על מיני הדגל של חיות הים: תיירים המעוניינים בצלילה, שנירקול, או בשיט לצפייה בחיות ימיות, מבקשים בדרך כלל ליהנות ממיני הדגל הימיים³⁴: החיות הגדולות והמרשימות כמו דולפינים, צבי ים, דקרים ובטאים³⁵. דיג פוגע במיני דגל אלה, וגורם להיעלמותם או לכך שהם הופכים לקשים יותר לצפייה. עקב כך נשמט הבסיס עבור תיירות המבוססת על הטבע הימי ונפגע הפוטנציאל התיירותי.

• שמורות ימיות מהוות מוקד משיכה מרכזי לצוללים,

המעדיפים לצלול בהן וליהנות מטבע ימי משגשג:

* ממוצע ההכנסות מצלילה ב-12 אזורים מוגנים (11 מהן בים תיכון) היה 551,000 אירו לכל אתר בשנה³⁶.

* נמצא כי ב-75% מהפעמים, צוללים בים תיכון יעדיפו לצלול בשמורה ימית מאשר באזור שאינו מוגן³⁶.

* באיטליה תעשיית הצפייה ביונקים ימיים (דולפינים, לווייתנים) הכניסה כ-2,676,000 דולר בשנת 2008. ביוון, ההכנסות השנתיות מצפייה בחיות בר ימיות (כגון דולפינים) היו מעל 705 אלף דולר בשנת 2008³⁷.

* בישראל, חיות להקות קבועות של דולפינים מצויים לאורך כל השנה, בקבוצות המונות עד 25 פרטים^{38,39}. לכן, קיים פוטנציאל של פיתוח שיט תיירותי המבוסס על צפייה בדולפינים בשטחים מוגנים בים התיכון של ישראל.

• שמורות טבע ימיות השומרות על הדגה יהוו מוקד משיכה ליונקים הימיים כמקור מזון משגשג⁴⁰.

הטבע הימי כמשאב חינוכי

הפעילות החינוכית העוסקת בטבע הימי היא ענף המתעצם בהיקפו בישראל. כשמרבית אוכלוסיית המדינה מתרכזת לחוף הים התיכון, ועם התמעטות השטחים הפתוחים על היבשה באזורי החוף, ברור הפוטנציאל של צפייה בטבע הימי הפראי הצמוד למרכזי האוכלוסייה: צבי ים מול חיפה, תמנונים מול בת ים, בטאים ודולפינים מול אשדוד, ועוד.

• 10 בתי ספר ימיים פועלים כיום תחת משרד החינוך בים תיכון, ובנוסף קיימת פעילות חינוך בלתי פורמלית, לדוג' קורסי צלילה לנוער בסיכון מטעם ההתאחדות הישראלית לצלילה²⁶ ותכנית חינוך של המשרד להגנת הסביבה ורט"ג "חוף מעשה במחשבה תחילה" לכיתות ד'-ו' המעלה מודעות לשמירת הסביבה הימית והחופית.

• המכון לחקר ימים ואגמים לישראל מעביר כ-4,000 תלמידים בשנה ימי עיון בנושא מדעי הים⁴⁸. ימי העיון כוללים סיורים וניסויים במעבדה ובחוף שקמונה.



הדג הפולש שפמית ארסית מכונה ע"י הדייגים "נסראללה" עקב פגיעתו הרעה בצידוד הדיג ובשלל הדיג | צילום: שחר מלמוד.

טבע ימי בריא = תיירות חופים בטוחה

מערכות אקולוגיות פגועות גורמות לסיכון ולמטרד לנופשים הימיים:

במערכות אקולוגיות פגועות, בהן השטח הימי אינו מוגן, משגשגים מינים מזיקים ופולשים. מינים פולשים מים סוף כגון דג הזהרון הארסי ומדוזות החוטית הנודדת מהווים מפגע לנופשים ותיירים בים. לדוגמה, עצם הימצאותן של מדוזות בים בשיא עונת הרחצה גורמות לירידה של 3% - 10% בתיירות החופית בתקופה זו⁴³.

התפרצויות של מדוזות צפויות להמשיך ולהתעצם, בגלל שינויי האקלים ודיג היתר. בסביבה מאוזנת כמו שמורה ימית, בה אין דיג יתר ונשמר האיזון האקולוגי, קיים סיכוי קטן יותר להתפרצות של מינים מזיקים^{44,45,46}. בשמורות מנוהלות ומנוטרות היטב, מינים חדשים מזיקים, אשר עדיין לא התבססו, יאותרו במהירות, ואמצעי ממשק לבקרה עליהם יוכלו להיקבע בהתאם. בשמורה מנוהלת ומנוטרת היטב, למדוזות יהיו מתחרים על המזון והן לא יוכלו להתרבות בעשרות מיליונים כמו היום ולהוות מטרד לרוחצים⁴⁷.



צולל צופה בתמנון | צילום: אמיר גור



משנרקל בפעילות חינוכית בים התיכון | צילום: אנדרי אהרונוב



פעילות שנירקול לכל המשפחה - משאב חינוכי בים התיכון | צילום: אנדרי אהרונוב

הים כמקור השראה לאדם – הסטארט אפ הנחול

הטבע הימי משמש כהשראה לאומנות, ארכיטקטורה ומחקר³³. "ביו-מימיקרי" ("חיקוי החיים") הוא תחום עיצוב המבוסס על השראה מהטבע⁴⁹.

• **הנדסה ביו-טכנולוגית** שואבת השראה מהטבע הימי בארץ ובעולם.

- בטכניון שוקדים על פיתוח חומרים חכמים בהשראת הטבע. לדוגמא, פיתוח ישראלי של דבק לחיבור רקמות, כתחליף לתפרים בניתוח – בהשראת החומר בו משתמשות **צדפות** להיצמד בחוזקה לסלעים מתחת למים⁵⁰.

- באוניברסיטת הרווארד עובדים על הדפסות תלת ממדית של מבנה עור **כריש**, להגברת היעילות של כלי שיט וכלי טיס^{51,52}.
- במכון הטכנולוגי במסצ'וסטס (MIT) המבנה של קונכיית **חילזון**, המותאם לתנאי לחץ במעמקי הים, שימש השראה לשריון מחוזק לחיילים⁵³.



ספוג הזכוכית ממנו שאבו האדריכלים השראה | צילום: Randolph Femmer

• **בתחום הארכיטקטורה** ישנם מבנים המבוססים על מבנה ותפקוד של בעלי חיים ימיים, כדוגמת מגדל ה-30 St Mary Axe ("Gherkin") בלונדון המבוסס על **ספוג הזכוכית** במבנהו ובמערכת האיוורור הפנימית שלו⁵⁴.



חילזון ימי החי המשמש השראה לעיצוב שריון לצרכים צבאיים. החילזון בעל שריון ייחודי מצופה ברזל גופריתי המאפשר לו לפזר לחץ מכאני המופעל עליו⁵⁴.



מבנה 30 St Mary Axe ("Gherkin") בלונדון

הים - בית המרקחת הגדול בעולם

רוב התרופות מבוססות על חומרים שנמצאו בטבע. עם התבונה כי הים מכסה כ-75% מפני כדור הארץ, מפנים מדענים פניהם אל הים לחיפוש תרופות חדשות, והים אינו מאכזב. חומרים רבים הפעילים כנגד סרטן ומחלות נוספות מתגלים כל שנה בים.

• ישראל ממוקמת מיד אחרי צרפת ואיטליה מתוך מדינות ים התיכון בכמות הפטנטים המבוססים על חומרים שהתגלו בים³¹.

• שמורות ימיות מהוות "ספריית פטנטים" המחכה שיגלו אותם, ומספקות הגנה ליצורים הימיים שבגופם חומרים יקרי ערך.

כ- 65% מכלל החומרים הפעילים בתרופות מבוססים על חומרים שנמצאו בטבע⁵⁷. Cytarabine, Adcetris®, Vidarabine, Omega 3-acid ethyl esters, Adcetris®, ו-Halaven® ו-Yondelis® הן תרופות מאושרות לשימוש שמקורן בבעלי חיים ימיים. התרופות משמשות לטיפול כנגד סרטן, וירוסים, כאב ועודף שומנים בדם. כ- 35 תרופות פוטנציאליות נוספות מהים נמצאות כעת במבחנים פרה-קליניים וקליניים (ניסויים של התרופה על בני אדם)⁵⁸.

כשליש מתוך כ- 30,000 חומרי טבע שנתגלו בים - מקורם בחיה ימית - הספוג (Porifera)^{58,59,61}.

סוד הגן הנעלם:

חצי ממיני הספוגים בים תיכון קיימים אך ורק בו. מול חופי הרצליה נמצאו בעומק של כ- 100 מטר על גבי רכסי הכורכר התת ימיים גני ספוגים מרהיבים, חלקם אינם מוכרים למדע!^{60,61} גני ספוגים נוספים נמצאו גם באזור ראש כרמל ועתלית, אך ספוגים נמצאים כמעט בכל עומק בישראל, בדרך כלל על גבי מצע סלעי^{60,62}. בשל התחממות מי הים,

חלק המינים של בעלי חיים שהיו נפוצים במים רדודים מוצאים מקלט במים עמוקים וקרים יותר⁶⁰.

מקור התרופות שלנו בסכנה

המדענים רק התחילו לתאר את חברת הספוגים באתרים הייחודיים שנמצאו מול חופי ישראל. ייקח עוד זמן ומחקר כדי לאפיין את חומרי הטבע שלהם, ואת הפוטנציאל שלהם לסיוע לבריאות האדם.

גני הספוגים שנתגלו מול חופי ישראל אינם מוגדרים כיום כשמורות ימיות ולכן אין הבטחה שלא יפגעו מציד דג, העברת צינורות תשתית, השלכת פסולת וחול ימי או זיהום.

שמורות ימיות כגני מקלט

שמורות גדולות יאפשרו הגנה על בתי הגידול של הספוגים, והגנה על שלבי ההתפתחות הצעירים שלהם (השוחים בעמודת המים). שמירה על מגוון אתרים היא חיונית כדי להגן על מגוון המינים הגדול של הספוגים. לדוגמה, בשמורה המוצעת בראש הכרמל, נמצאו כ-60 מיני ספוגים בעומקים 95-130 מ', אך מינים אלה חופפים רק בחלקם למיני הספוגים הנמצאים בעומק רדוד או עמוק יותר⁶³. לכן, הגנה על כלל המשאבים הגנטיים של הספוגים, על שלל התרופות הפוטנציאליות שבהם, תתאפשר רק אם נשמור על כל טווח העומקים בשמורת ראש כרמל - ואתו על כלל מיני הספוגים באתר.



גן ספוגים שנתגלה בעומק של כ- 100 מטרים מול חופי הרצליה. צילום: טל אידן, מעבדת פרופ' מיכה אילן, אוניברסיטת ת"א. סקר בשיתוף רשות הטבע והגנים.

דגה כמקור למזון, תעסוקה נופש ופנאי^{64,26,65,66}

- טבע ימי מהווה מקור לדגה המשמשת למזון, פרנסה לדייגים מסחריים וכפעילות פנאי לכ- 70,000 דייגים חובבים.
- מלאי הדגה המקומי והעולמי מצטמצם בצורה קיצונית עקב דיג לא מקיים.
- שמורות ימיות הן כלי הכרחי לשמירה על "גרעין" בריא ומוגן המאפשר את חידוש מלאי הדגה.

צריכת הדגים בארץ ובעולם נמצאת במגמת עלייה בשנים האחרונות, עקב הגידול באוכלוסיית העולם וההכרה בערך החלבון האיכותי שמספקים הדגים. כשישית מאוכלוסיית העולם מסתמכת על הים כמקור העיקרי לחלבון. הדגה מהים התיכון של ישראל מספקת כיום כ- 2,300 טון דגים בשנה ומהווה רק כ- 3% מכלל הצריכת הדגים המקומית²⁶. אולם הערך הכלכלי והציבורי המרכזי של הענף הוא בהיותו משאב פנאי וספורט ימי לעשרות אלפי דייגים החובבים⁶⁷.

דיג יתר

מלאי הדגה העולמי והמקומי הולך ומדלדל בצורה קיצונית. שלל הדגה היום הוא שריד קטן לעושר הדגה של תחילת המאה העשרים. חמור מכך, גם ביחס למצב הנוכחי, מעריכים כי תוך 30 שנה יעלם כ- 90% ממלאי הדגה המסחרית⁶⁸. בישראל שלל הדיג בישראל ירד ב- 40% בשני העשורים האחרונים וחלק ניכר מדגי הים התיכון בסכנת הכחדה⁶⁵. ללא ניהול נכון ענף הדיג עלול לקרוס. אזורים מוגנים האסורים בדיג מהווים חלק מרכזי בכל תכנית לניהול בר קיימא של הדגה^{69,70,71}.

במצב של דיג יתר מתבצע ניצול של "הקרן" במקום של "הריבית", ויש פגיעה בהתחדשות משאב הדגה. בהיעדר אזורים מוגנים ללא דיג, מתקשים חלק ממיני הדגים לשרוד ולהתרבות, והאוכלוסייה מדלדלת משנה לשנה. מחקר עדכני העריך את הנזק הכלכלי שמסב דיג היתר של

ספינות המכמורת בישראל לענף הדיג בכ-860 מיליון ש"ח, עקב פגיעה בדיגים צעירים המהווים דגי מטרה (בבגרותם) לשיטות הדיג האחרות⁶⁶.

דיג יתר יוצר "חלל" במארג המזון, מכיוון שהוא מוציא מהמערכת האקולוגית חלק ממיני הדגים, ואף פוגע בבתי הגידול הימיים. כתוצאה מכך, אנחנו חווים ריבוי מדוזות ומינים מזיקים אחרים בשל הרחקה של הטורפים שלהם מהמערכת האקולוגית והורדת התחרות על מזון. המדוזות גם ניזונות מביצי דגים וכך פוגעות בהתחדשות הדגה^{47,72}.

איך שמורות ימיות יעזרו?

• רכיב מרכזי בניהול בר קיימא של הדגה הוא שטחים מוגנים האסורים לחלוטין לדיג: שמורות ימיות מאפשרות לשמר את אזורי המחיה הן של השלבים הצעירים והן של הבוגרים המתרבים של הדגה המסחרית^{70,73,74}.

• בשמורה הדגים יכולים להגיע לשיא גודלם ושיא יכולת הרבייה שלהם. דג גדול יותר הוא בעל פוטנציאל התרבות גדול יותר באופן משמעותי מפרט צעיר⁴².

• דגים שמקורם בשמורה מעשירים את אזורי הדיג שמסביבה (זליגת דגה) ובכך תורמים לענף הדיג^{34,75,76}.



שלל דיג בים התיכון | צילום: רוי גוילי

מה הבעיה?

פעם בכמה שנים חלה התפרצות מדוזות, הגורמת לסתימת המסננים של תחנות הכוח וההתפלה ובכך פוגעת בפעילות המתקנים הללו⁷⁹.

התפרצות המדוזות היא סימפטום של ים לא בריא ולא מאוזן. דיג יתר ושיבוש המאזן האקולוגי בים התיכון גורמים לכך שאין מספיק דגים המתחרים על מזון עם המדוזות⁷², והן פורחות בעשרות מיליונים וגורמות לנזקים בעקבות שיבוש שאיבת מי הים. במקרים קיצוניים נפגעת אספקת מים לקירור הטורבינות של חברת החשמל וצריך להוריד את כמות ייצור החשמל או להפסיקה לחלוטין. העיתוי של אירועים אלה הוא בד"כ בשיא הקיץ, כאשר צריכת החשמל גבוהה, ולכן פוטנציאל הנזק הכלכלי הוא גדול⁸⁰.

איך שמורות ימיות יעזרו

הגנה על הדגה באמצעות שמורות ימיות תעלה את כמות הדגים המתחרים על מזון עם המדוזות, ותסייע לאיזון למערכת האקולוגית. בכך צפויה לפחות כמות המדוזות הפוגעת בתשתיות חיוניות⁴⁷.

יציבות המערכת האקולוגית – חיונית לתשתיות, לקיום חקלאות ימית, להתפלת מים, לדגה ולתיירות

• מי הים חיוניים לתהליך הפקת חשמל והתפלת מים בישראל.

• בשל שיבוש באיזון המערכת האקולוגית מתרחשת לעיתים התפרצות באוכלוסיית המדוזות, הגורמת לסתימה במסננים של תחנות הכוח וההתפלה ולפגיעה בפעילותן השוטפת⁷⁷.

• גם כלובי דגים בלב ים נסמכים על מים נקיים מפתוגנים ועל מערכת אקולוגית ימית הממחזרת את הפסולת שנפלטת מהם. ללא מערכת אקולוגית תקינה – גם כלובי הדגים בסכנה.

• התפרצות מדוזות גורמת גם לפגיעה במתרחצים ובתיירות ומפחיתה את כמות הדגה.

תחנות כוח בישראל ממוקמות על קו החוף לצורך שאיבת מים לקירור טורבינות החשמל. נפח מי הקירור הנשאבים מהים על ידי תחנות הכח בארץ הוא כמיליון טון בשעה. מתקני ההתפלה מפיקים כ- 582 מיליון מ"ק בשנה, נתון שצפוי לעלות^{26,78}.



פינוי מדוזות ממסנני משאבות מי קירור של חברת החשמל | צילומים באדיבות חברת החשמל לישראל.

מקורות:

1. רשות הספנות והנמלים. 2017. שנתון סטטיסטי ספנות ונמלים 2017. חיפה: אגף תכנון כלכלה וקשרי חוץ.
2. רשות המים. 2016. התפלה. <http://www.water.gov.il/Hebrew/WaterResources/Desalination/Pages/default.aspx>.
3. Costanza R, de Groot R, Sutton P, et al. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change* 26: 152-158.
4. ערך הדולר תואם לערכו בשנה בה חושבו הנתונים עבור הפניה מספר 2
5. The World Bank. 2011. GDP (current US\$). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=EU>
6. Bussi-Copin C, Capet X, Delorme B, et al. 2016. Ocean and Climate, 2016 – Fact sheets, Second Edition. Ocean & climate platform. <http://www.ocean-climate.org/>
7. Breitburg D, Levin LA, Oschlies A, et al. 2018. Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359(6371): eaam7240.
8. IPCC. 2013. Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
9. אילון א, קותיאל ח קליאט נ ואחרים. 2013. מתווה להיערכות הרשויות המקומיות. מרכז ידע להיערכות לשינוי אקלים בישראל.
10. Tyrrell T and Young JR. 2009. Coccolithophores. *Encyclopedia of Ocean Sciences* 2nd ed. Oxford, UK: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012374473-9.00662-7>
11. Canu DM, Ghermandi A, Nunes PA, et al. 2015. Estimating the value of carbon sequestration ecosystem services in the Mediterranean Sea: An ecological economics approach. *Global Environmental Change*, 32: 87-95.
12. רילוב ג וטרבס ח. 2010. השפעות שינוי אקלים גלובלי על מערכות אקולוגיות ימיות: תמונת מצב עולמית והשלכות על הסביבה הימית בישראל. אקולוגיה וסביבה, 1: 57-65.
13. מעריכים כי קצב התמוטטות של 0.5-1 מ' לשנה יגרום לנזק למבנים קיימים בשווי 90-290 מיליון ש"ח (בהתאמה). באשקלון קצב הנסיגה הוא 1 מ' לשנה. בנתניה נסיגה של כ 0.5 מ' לשנה, הוערכה בעלויות של 250 מיליון ש"ח לייצוב המצוק והרחבת החוף. בהכללת שווי השוק של הנכסים אומדן הנזק עולה ל 136-500 מיליון ש"ח לנסיגה של 0.5-1 מ' בשנה (בהתאמה).
14. ביינ ע, אידלמן ע וכרך ג. 2010. התמוטטות המצוק בחופי ישראל הציבוריות והסביבתיות דרכים להתמודדות, והמשמעויות הכלכליות, מסמך מדיניות.
15. קוק דבידוביץ' פ. 2015. נסיגת המצוקים לאורך חוף הים של ישראל: הגורמים לתופעה והתמודדות הרשויות עמה. <https://www.knesset.gov.il/mmm/data/pdf/pd02268.pdf>
16. בהתאם להחלטת ממשלה 5053 (כח/290) מיום 09.08.2012.
17. פרקול פינקל ש, סלע ע, הדרי ת ואחרים. 2017. החברה הממשלתית להגנות מצוקי חוף הים התיכון בע"מ-מדריך ניהולי לעבודות הגנה על המצוק החופי. החברה הממשלתית להגנות מצוקי חוף הים התיכון בע"מ, החברה להגנת הטבע, והמשרד להגנת הסביבה.
18. המשרד להגנת הסביבה. 2017. החברה הממשלתית להגנות מצוקי חוף הים התיכון בע"מ. <http://www.sviva.gov.il/AboutOffice/authorities-minister/Pages/CoastalCliffs-GovernmentCompany.aspx>
19. המשרד להגנת הסביבה. 2015. ההגנה על מצוקי הים יוצאת לדרך. <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Pages/CoastalCliff-Protection.aspx/July2015>
20. ברוקוביץ ע, אבסלון א, אריאל א ואחרים. 2015. טבלאות הגידוד בישראל: תמונת מצב, חשיבות סביבתית ודרכי פעולה אפשריות לשיקום טרם היעלמות. סיכום ותובנות של ועדת מומחים. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה.
21. רילוב ג. 2014. תמורות אקולוגיות בים התיכון לחופי ישראל. אקולוגיה וסביבה. 1(5): 44-51.
22. יהל ר ואנגרט נ. 2012. מדיניות שמירת הטבע בים התיכון- שמורות טבע ימיות ככלי לשימור הסביבה והמגוון בים התיכון.
23. World Travel & Tourism Council. 2015. Travel & tourism economic impact 2015 Mediterranean.
24. Aston University. 2012. Sustainable Tourism in the Mediterranean. doi:10.2863/69472.
25. Lanquar R. (2011). Tourism in the Mediterranean: Scenarios up to 2030.
26. מנהל התכנון. 2015. מסמך מדיניות למרחב הימי של ישראל – דו"ח שלב א': סקירה וניתוח מצב קיים.
27. Randone, Mauro. Reviving the Economy of the Mediterranean Sea: Actions for a Sustainable Future. 2017, http://awsassets.wwffr.panda.org/downloads/170927_rapport_reviving_mediterranean_sea_economy.pdf
28. Russi D, Pantzar M, Kettunen M, et al. 2016. Socio-economic benefits of the EU marine protected areas. London: Institute for European Environmental Policy (IEEP).
29. Lloret J. 2010. Human health benefits supplied by Mediterranean marine biodiversity. *Marine pollution bulletin*, 60(10): 1640-1646.
30. משרד התיירות. 2017. תיירות- מנוע הצמיחה הכלכלי של ישראל. <https://campaign.goisrael.com/cbatayarut>
31. Petrick K, Fosse J, Lammens H, et al. 2015. Blue economy in the Mediterranean. Union for the Mediterranean. http://ufmsecretariat.org/wp-content/uploads/2017/12/UfMS_Blue-Economy_Report.pdf
32. רוזנברג קנדל ר. 2011. חופשת הקיץ האולימפית: קורס צלילה. דה מרקר. <https://www.themarker.com/consumer>
33. רם י, לחמן א, ניר מ ואחרים. 2017. שרותי תרבות. מערכות אקולוגיות ורווחת האדם - הערכה לאומית. דו"ח ביניים. המארג - התכנית הלאומית להערכת מצב הטבע. 81-87.
34. Sala E, Costello C, Dougherty D, et al. 2013. A General Business Model for Marine Reserves. *PLoS One*, 8(4): e58799.
36. Roncin N, Alban F, Charbonnel E, et al. 2008. Uses of ecosystem services provided by MPAs: How much do they impact the local economy? A southern Europe perspective. *Journal for Nature Conservation*, 16(4): 256-270.
37. O'Connor S, Campbell R, Cortez H, et al. 2009. Whale Watching Worldwide: Tourism Numbers, expenditures and Expanding Economic Benefits. A Special Report from the International Fund for Animal Welfare. Yarmouth MA, USA, prepared by Economists at Large, 228.
38. Bearzi G. 2017. Action Plan for Marine Mammals in Israel, 2017–2022. Israel Marine Mammal Research & Assistance Center (IMMRAC). 103 pp. (Hebrew translation).
39. מחמלי - מרכז חקר מידע וסיוע ליונקים ימיים. את. מגדיר מינים. <http://immrac.haifa.ac.il/hebrew/observationlist.html>
40. Abate RS. 2009. Marine protected areas as a mechanism to promote marine mammal conservation: international and comparative law lessons for the

- United States. *Or. L. Rev.*, 88: 255.
41. World Travel & Tourism Council. 2015. Travel & tourism economic impact 2015 Mediterranean.
 42. Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans and University of Nice Sophia Antipolis. 2016. The Science of Marine Protected Areas 3rd edition, Mediterranean.
 43. אדליסט, ד. ודיסני, ד. 2017. המערכות האקולוגיות הימיות. מערכות אקולוגיות ורווחת האדם - הערכה לאומית. ד"ח ביניים. 47-41.
 44. Ardura A, Juanes F, Planes S, et al. 2016. Rate of biological invasions is lower in coastal marine protected areas. *Scientific reports*, 6: 33013.
 45. Stachowicz JJ, Fried H, Osman RW, et al. 2002. Biodiversity, invasion resistance, and marine ecosystem function: reconciling pattern and process. *Ecology*, 83(9): 2575-2590.
 46. Stamoulis KA, Friedlander AM, Meyer CG, et al. 2017. Coral reef grazer-benthos dynamics complicated by invasive algae in a small marine reserve. *Scientific reports*, 7: 43819.
 47. Boero F, Bouillon J, Gravili C. et al. 2008. Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). *Marine Ecology Progress Series* 356: 299-310.
 48. חקר ימים ואגמים לישראל. 2013. יחידה לנוער שוחר מדע.
 49. ארגון הביומימיקרי הישראלי. ביומימיקרי. 2484=<http://www.biomimicry.org.il/index.aspx?id>
 50. הטכניון מכון טכנולוגי לישראל. א.ת. אקטיבי הוא האינרטי החדש. <https://www.technion.ac.il> /אקטיבי-הוא-האינרטי-החדש
 51. Domel AG, Saadat M, Weaver JC, et al. 2018. Shark skin-inspired designs that improve aerodynamic performance. *Journal of The Royal Society Interface* 15(139): 20170828.
 52. Thompson H. 2014. Why Are Scientists Trying To Make Fake Shark Skin? *Smithsonian*. <https://www.smithsonianmag.com/innovation/why-are-scientists-trying-to-make-fake-shark-skin-180951514/>.
 53. Trafton A. 2010. Iron-plated Snail Could Inspire New Armor. *MIT News*. <http://news.mit.edu/2010/snail-shell>
 54. Douglass M. 2015. Nine incredible buildings inspired by nature. *BCC*. <http://www.bbc.com/earth/story/20150913-nine-incredible-buildings-inspired-by-nature>
 55. Chen C, Uematsu K., Linse K, et al. 2017. By more ways than one: Rapid convergence at hydrothermal vents shown by 3D anatomical reconstruction of *Gigantopelta* (Mollusca: Neomphalina). *BMC evolutionary biology*, 17(1): 62.
 56. Statista. 2016. Global Pharmaceutical Industry - Statistics & Facts. <https://www.statista.com/topics/1764/global-pharmaceutical-industry/>
 57. Cragg GM and David JN. 2013. Natural products: a continuing source of novel drug leads. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects* 1830(6): 3670-3695.
 58. Malve H. 2016. Exploring the Ocean for New Drug Developments: Marine Pharmacology. *Journal of pharmacy & bioallied sciences* 8(2):83-91.
 59. Lindequist, U. (2016). Marine-derived pharmaceuticals—challenges and opportunities. *Biomolecules & therapeutics*, 24(6), 561.
 60. Idan t, Shefer S, Feldstein T, et al. 2018. Shedding light on an East-Mediterranean mesophotic sponge ground community and the regional sponge fauna. *Mediterranean Marine Science*. [In press].
 61. Gerwick WH and Moore BS. 2012. Lessons from the past and charting the future of marine natural products drug discovery and chemical biology. *Chemistry & biology* 19(1): 85-98.
 62. Ilan, M, Gugel J, Galil BS, et al. 2003. Small bathyal sponge species from East Mediterranean revealed by a non-regular soft bottom sampling technique. *Ophelia* 57(3): 145-160.
 63. אידן ט, שפר ס ואילן מ. 2017. ד"ח סקר בתי הגידול המזופוטיים בים התיכון. הוכן עבור רשות הטבע והגנים. תל אביב: אוניברסיטת תל אביב.
 64. Tidwell JH and Geoff LA. 2001. Fish as Food: Aquaculture's Contribution. *Ecological and Economic Impacts and Contributions of Fish Farming and Capture Fisheries*. *EMBO Reports*, 2(11): 958-963. doi:10.1093/embo-reports/kve236.
 65. מבקר המדינה. 2011. ניהול ענף הדיג. דוח שנתי 61 לשנת 2010 ולחשבונות שנת הכספים 2009. 1129-1097.
 66. רוטשילד א, שולץ ד, זסר ואחרים. 2014. מפסיקים לכרות את הענף שאנו יושבים עליו - הרפורמה הנחוצה בניהול הדיג בים התיכון. אקולוגיה וסביבה, 5(1): 98-105.
 67. אדליסט ד ורילוב ג. 2014. מגמות בדיג הישראלי בים תיכון. אקולוגיה וסביבה 5(1): 97-90.
 68. Worm B, Barbier EB, Beaumont ND, et al. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *science*, 314(5800): 787-790.
 69. OECD. 2009. Reducing fishing capacity: best practices for decommissioning schemes. <https://www.oecd.org/tad/fisheries/42134047.pdf>
 70. FAO. 2011. Fisheries management, v. 4: Marine protected areas and fisheries. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries* 4 suppl. 4. Rome, Italy: FAO.
 71. Zupan M, Bulleri F, Evans J, et al. 2018. How good is your marine protected area at curbing threats?. *Biological Conservation*, 221: 237-245.
 72. Purcell JE. 2012. Jellyfish and Ctenophore Blooms Coincide with Human Proliferations and Environmental Perturbations. *Annual Review of Marine Science*, 4(1): 209-235.
 73. Guidetti P. 2007. Potential of marine reserves to cause community-wide changes beyond their boundaries. *Conservation Biology*, 21(2): 540-545.
 74. Sánchez P, Sartor P, Recasens L, et al. 2007. Trawl catch composition during different fishing intensity periods in two Mediterranean demersal fishing grounds. *Scientia Marina*, 71(4): 765-773.
 75. Di Franco A, Calò A, Pennetta A, et al. 2015. Dispersal of larval and juvenile seabream: Implications for Mediterranean marine protected areas. *Biological Conservation*, 192: 361-368.
 76. Alcala AC, Russ GR, Maypa AP, et al. 2005. A long-term, spatially replicated experimental test of the effect of marine reserves on local fish yields. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62(1): 98-108.
 77. Nakar N, Disegni DM and ANGEL D. 2011. Economic evaluation of jellyfish effects on the fishery sector—Case study from the eastern Mediterranean. In *Proceedings of the Thirteenth Annual BIOECON Conference* (pp 13-11).
 78. רשות המים. מתקני התפלה בישראל. <http://www.water.gov.il/Hebrew/Planning-and-Development/Desalination/Pages/desalination>
 79. Purcell JE, Uye SI and Lo WT. 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. *Marine Ecology Progress Series*, 350: 153-174.
 80. לוי ג. 2018. אגף תפ"ט, חברת החשמל לישראל. התכתבות אישית.

נספח ב':

ים של צרות

סכנות לטבע הימי = סכנות לאדם

האיומים על הטבע הימי – לחצים מקומיים

הרס בתי גידול

• פגיעה בבית הגידול הטבעי נחשבת לגורם החמור ביותר המאיים על מערכות אקולוגיות טבעיות, מכיוון שהוא מסלק את התשתית הטבעית עליה נסמכים בעלי החיים והצמחים – הבית שלהם.⁷

• בים התיכון מספר פעילויות אנושיות הגורמות להרס בתי גידול, ביניהן:
- כריית חול
- גרירת רשתות דיג מכמורת
- החלפת מצע חולי טבעי במצע קשיח מלאכותי (תשתיות, שוברי גלים וכד').

• תפקידן הבסיסי ביותר של שמורות טבע ימיות הוא לשמור על השטח, וכך להגן על בית הגידול הימי מפני הרס ופגיעה ישירה. בכך השמורות הימיות מגינות על הבסיס למערכת האקולוגית – התשתית הטבעית של הקרקעית וגוף המים.

כריית חול⁸:

החול הימי בישראל הוא משאב טבע מתכלה המנוצל באינטנסיביות לשימושי בנייה שונים. החול נמצא כיום במחסור רב ביחס לצורכי המשק, דבר שצפוי להתפתח לבעיה לאומית לאור הגידול הצפוי בצריכתו, למשל לצורך בניית הנמלים העתידיים, שתצרוך חול רב לייבוש קרקע.⁹

כריית חול בישראל בעבר, בהיקף של כ-10 מיליון מ"ק חול, כבר גרמה לגירעון במאזן החול בקטעי חוף רבים, דבר שגרם לנסיגת קו החוף מזרחה וצמצום רצועת החוף החולית. לצורכי בניה ימית עתידית יהיה צורך בכריית כ-24 מיליון מ"ק נוספים של חול. השפעת הכרייה יכולה להיות ניכרת גם למרחק של קילומטרים מאתר הכרייה¹⁰:

• כריית חול גורמת להרס קרקעית הים ופגיעה ביצורים החיים בה כתוצאה ישירה מהחפירה. בנוסף, עקב היווצרות ענני תרחיף של חלקיקים קטנים כתוצאה מפעולת המחפרים הימיים, ישנן פגיעות היקפיות נוספות^{8,9,10}:

- ענני החול נישאים בזרם, פוגעים בביצים ובפגיות של דגים ויצורים ימיים נוספים, ומזיקים ליצורים המסננים מזון מגוף המים, כצדפות וספוגים. החול גם עלול להצטבר ולחסום זימים (איברי הנשימה) של דגים ולגרום להם לחנק.
- הרחפת החול מעכירה את המים ופוגעת ביעילות הפוטוסינתזה, תהליך יצור החמצן באצות, הדורש אור שמש. בנוסף, כושר הטריפה של דגים המשתמשים בחוש הראיה עלול להפגע.

• הכרייה עלולה לשחרר לגוף המים ולמארג המזון חומר אורגני וחומרים רעילים מהקרקעית^{8,9}.

איך שמורות יעזרו?

שמורות גדולות מספיק יכולות להוות אזור חציצה ומפלט בין בע"ח הימיים לאזורים המורשים לכרייה.

דיג מכמורת:

דיג מכמורת מתבצע על ידי חריש אגרסיבי של הקרקע הרכה בים, בהיקף של אלפי קמ"ר בישראל. שיטת דיג זו היא מהאיומים העיקריים על בתי גידול של מצע רך בישראל בשל ההפרעה הפיזית (חרישת הקרקעית) הכרונית בטווח גיאוגרפי נרחב. דיג המכמורת הוא שיטת דיג לא סלקטיבית המשנה את המורפולוגיה והמורכבות של הקרקעית, פוגעת ביצרנות ובתפקוד של בעלי החיים שוכני הקרקעית, וגורמת לקטילתם של מגוון רחב של בעלי חיים – בעלי ערך מסחרי, חסרי ערך מסחרי ומינים מוגנים כגון בטאים ונוצות ים¹¹.



***Pennatula rubra* נוצת ים:** אלמוג רך בקרקע החולית | צילום: מעוז פיין



חשכלן עינוני (*Torpedo torpedo*). דג סחוס שטוח מהבטאים החי על קרקעית הים החולית | צילום: Roberto Pillion.

גרירת הרשת גורמת נזק לאתרי הרבייה והאומנה של מיני דגים וחסרי חוליות רבים. ענן גדול של סדימנט עולה ומפריע לכל בעלי החיים שנותרו, ובעיקר לאלו שניזונים בסינון. עולים בשלל גם פרטים קטנים רבים שטרם הגיעו לבגרות מיני כל שנוצרת פגיעה בהתחדשות המינים^{12,13}. כ- 50% משלל המכמורת (משקלית) הוא שלל לוואי ללא ערך מסחרי, ומתוך השלל המסחרי הנותר כ- 70% הוא של פרטים קטנים מהתקן ושטרם הספיקו להתרבות.

ההשפעה השלילית של גרירת המכמורת על הקרקעית הרכה הינה לטווח של חודשים עד שנים (תלוי במין בעל החיים). בעלי חיים פחות ניידים, כמו ספוגים, כוכבי ים והאלמוג נוצת הים הם מינים רגישים הרבה יותר להפרעה והם כמעט ונעלמו מאזורי הגרירה של המכמורת²¹. נוצת הים מתקיימת רק בקרקע חולית בים העמוק ולכן היא מאד רגישה לפגיעת גרירת רשת המכמורת על פני הקרקעית¹⁴.

איך שמורות יעזרו?

שמורות יהוו אזור אסור לדיג וימנעו מהמכמורתנים להרוס את בית הגידול החולי בשטחן.



מצע רך: לפני גרירת רשת (מימין) ואחרי (משמאל). גם בעין בלתי מיומנת ניתן להבחין בנזק שנוצר עקב גרירת רשתות המכמורת על הקרקעית. סימנים המעידים על חיים, בורות ומחילות מימין לעומת מדבר משוטח משמאל | צילום: אורית ברנע ורמי צדוק.



בתי הגידול של המצע הרך ובעלי החיים המייצגים בהם. באיור ניתן לראות את המיקום של בעל החיים ביחס למצע (בתוכו, עליו או מעליו)¹⁴ | איור: אלכסיי מליק-אדמוב.

מבנים מלאכותיים משנים את בית הגידול הטבעי:

פגיעה בבתי גידול של מצע רך:

פיתוח מבנים מלאכותיים (מרינות, טיילות ובנייה חופית אחרת) החוסמים את תנועת החול וגורמים לבליה מואצת של חול מהחוף, גרם לגריעת חול מהחופים החוליים¹⁵, ובתגובה – להצבת מתקנים לייצוב החוף. כך נוצרת המרת בית גידול חולי למצע מלאכותי קשה מבטון, כלומר שינוי בית הגידול ושינוי אופי החי שבו¹⁶.

הצבה של שוברי גלים, אסדות קידוח, וצנרת בתוך הים (לצרכי העברת גז, כבלי תקשורת, צינורות של מתקני התפלה ופתחי זרימת שפכים) באזור של מצע רך וחולי, משנים את אופי בית הגידול הטבעי – ממצע רך למצע קשה מלאכותי. על המצע המלאכותי מתיישבים בעלי חיים שלא היו יכולים להתיישב באזור קודם, וכך משתנה הרכב חברת החי במקום. בהשוואה למצע קשה טבעי, כגון שוניות סלעיות, המצע המלאכותי הוא בעל מורכבות מבנית נמוכה ולכן תומך בחי ימי השונה מהמגוון הטבעי¹⁶. הצבת תשתיות בים כרוכה אף בהרחפת חול מזיקה.

פגיעה בבתי גידול של מצע קשה:

פגיעה במצע סלעי קשה בשל קידוחים, הנחת צנרת והטמנתה, עיגון מבנים או כלי שיט לקרקעית וכו' מהווה פגיעה אף חמורה יותר בשל המגוון הגדול והצפיפות הרבה של החי על השונית שנפגע ישירות וכן מכיוון שהנזק למצע הסלעי הטבעי הינו בלתי הפיך^{16,17}.

איך שמורות יעזרו?

שמורות טבע ימיות יגנו מפני שינוי ופגיעה בבתי הגידול הטבעיים בתחומן.

דיג יתר

כמו כן, מבוצע דיג מאסיבי של דגים מקבוצות הרגישות לדיג, כמו דקרים. דקר המכמורת ("לוקוס לבן") הוא דג שהמלאי שלו כמעט ונגמר והשלל שלו מועט מאד ביחס לעבר, דבר המיוחס לדיג יתר ולפגיעה ביכולת הרבייה וההתחדשות²¹. צבי ים רבים נתפסים ברשתות דיג, כ-3000 פרטים בשנה²²!

בישראל הדיג אינו בר קיימא לא מבחינה כלכלית ולא מבחינה סביבתית^{18,21}.

איך שמורות יעזרו?

שמורות הן כלי יעיל לאישוש הדגה וניתן לראות תוך 1-3 שנים עליה במסה, בצפיפות, בגודל גוף ובמגוון הביולוגי של החי בשמורה^{23,24,25,26}, ואף זליגה של הדגה אל מחוץ לשמורה^{27,28,29}.

דיג יתר מוציא את המערכת האקולוגית מאיזון. בשרשרת המזון יש לכל "שחקן" תפקיד והרחקתו גורמת לפגיעה בטורפים שלו וכן בהשפעה על היצורים מהם הוא ניזון. עוצמת הדיג בישראל וכן במרבית שדות הדיג בעולם היא גדולה מידי ולא מאפשרת התאוששות טבעית של המערכת¹⁸. 90% ממלאי הדגה בים תיכון נמצא תחת ניצול יתר והדיג שלו מבוצע באופן לא מקיים¹⁹. הפגיעה המתמשכת מחלישה את יציבותה של המערכת האקולוגית ואת יכולתה להתאושש מפגיעות נוספות. דיג יתר בישראל מתאפיין, למשל, בעליה ביחס בין מאמץ הדיג במכמורת לבין השלל, ובעליה משמעותית בשלל המושלך^{20,21}.



שלל מכמורת באשדוד. בתמונה נראה הדיג מחזיק דג בטאי, דג מוגן החי על הקרקע החולית | צילום: אביעד שיינין.

זיהום

רגישותו הקיצונית של מזרח הים התיכון לזיהום:

הים התיכון הוא אגן חצי סגור, מוקף יבשה. אגן צר וארוך עם פתח יחיד לאוקיאנוס האטלנטי במצר גיברלטר. טיפת מים שנכנסה לים התיכון דרך מצר גיברלטר שווה בו כ- 70 שנים³⁰, הזמן שעבר מקום המדינה ועד היום.

מסע של 70 שנה הוא מסע ארוך. בזמן הזה הטיפה חשופה לזיהומים שונים. אם תזדהם, הזיהום ילווה אותה מאותו רגע עגום ואילך, עד חזרתה לאוקיאנוס האטלנטי.

התחלופה האיטית של המים בים התיכון מעלה את הסיכון מאירועי זיהום, בעיקר במזרח הים התיכון. אירוע זיהום לא ימהל במהירות, ותוצאותיו עלולות להשאר עימנו לזמן רב במיוחד, בניגוד למשל לאירועי זיהום באוקיאנוס הפתוח.

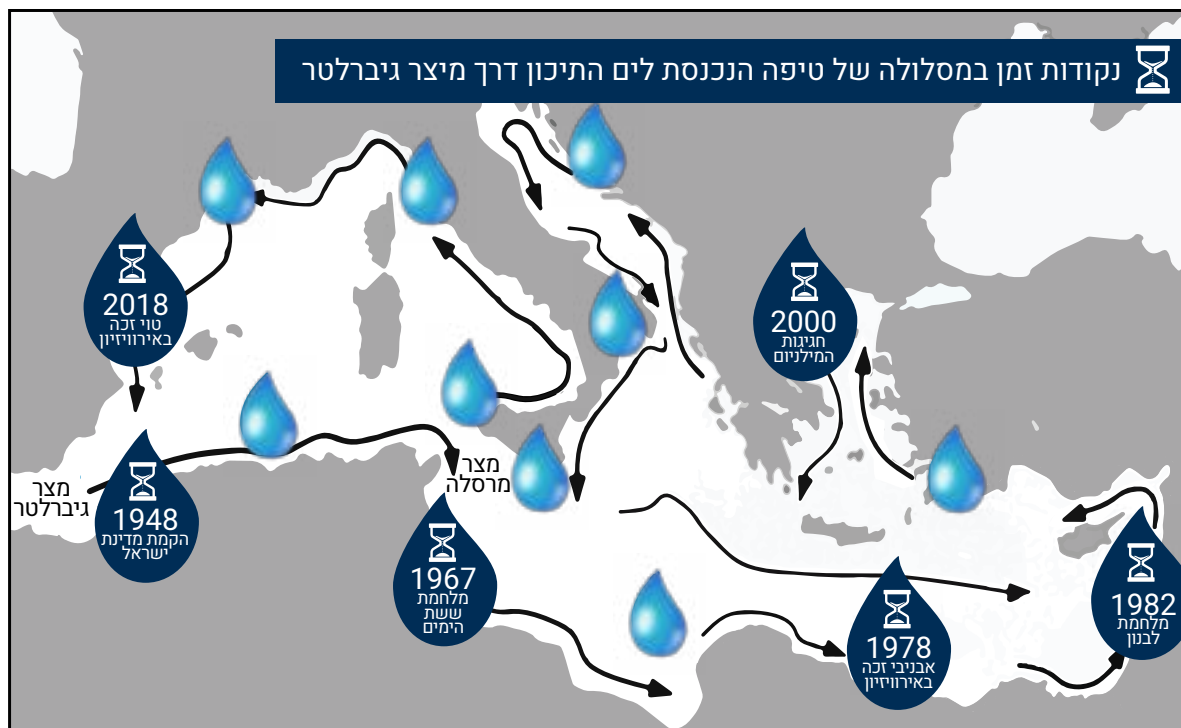
זיהום ים נגרם מחומרים או אנרגיה (רעש, אור מלאכותי) שהוכנסו לסביבה הימית על ידי האדם. הסיכון מזיהום ים הוא גרימת נזק למשאבי הטבע, לדגה, לבריאות האדם, פגיעה באיכות המים ובהנאה מהסביבה הימית. החשיפה לזיהומים ולעקות שמקורם אנושי עלולה לגרום שינויים מרחיקי לכת על חברות בעלי החיים (תהליכים ביולוגיים ופיזיקליים) ולפגוע באיזון ובמגוון המינים הטבעיים⁴².

• בין הזיהומים העיקריים בים תיכון:

זיהום מהזרמות מהיבשה לים, או מתשתיות ימיות | זיהום אור | פלסטיק | רעש

• שמורות ימיות גדולות יוכלו להוות אזור מוגן וחיץ מפני השפעות חיצוניות של חלק מסוגי הזיהום.

• שמורות יקנו לחי בגבולן עמידות גבוהה יותר בפני כלל לחצי הזיהום על ידי כך שיקטינו השפעת גורמי לחץ אחרים.



הזרמות מהיבשה לים או מתשתיות ימיות:

הזרמת חומרים מזהמים לים פוגעת במערכת האקולוגית הימית ומסכנות את בריאות האדם. מקורות הזיהום הם מפעלים תעשייתיים, חקלאות ימית, מתקני התפלה, תחנות כוח, מכוני טיהור שפכים, ועוד.^{31,32} הזרמות באישור מבוקרות על ידי המשרד להגנת הסביבה.

שפיכת מזהמים לים:

בעשור האחרון וביחוד בשנה האחרונה, מאז שהשפד"ן אינו מזרים שפכים לים, השתפר מצב זיהום הים מהזרמות ממקור יבשתי. למרות השיפור הניכר, כמויות הכספית שנמצאו בדגים באזור מפרץ חיפה חורגות מהתקן. חומרים שעדיין מוזרמים משפכים, תמלחות וקולחים כוללים חומרים אורגנים, מוצקים מרחפים, שמנים ושומנים (oil and grease) חנקן וזרחן, ומתכות כבדות. בנוסף, כאשר יש עומס של חי במים הנשאבים מבוצעת הכלרה של מי הקירור של טורבינות החשמל בתחנות הכוח למנוע היצמדות וסתימת מובילי המים. אותו כלור חוזר לים, חלקו מתנדף וחלקו מתפרק בים. לכלל החומרים הללו השפעה על החי בסביבה הימית.^{31,32,33,34}

אירועים לא מנוטרם של זיהום ים:

- בשנת 2017 דווחו 11 אירועים שונים שגרמו לסגירת חופים, בעיקר בשל גלישת שפכים.³⁵
- בראשית ינואר 2017 דלף שמן מצינור ימי של תחנת הכוח באשדוד וגרם לזיהום חופים מאשדוד ועד לבת-ים. שאריות הזיהום נדדו עם גלי הים עד צפונית לחוף הרצליה וגרמו לפגיעה בחי והצומח הימי.³⁶
- אירועי דליפה אקראיים באסדות הקידוח בים הן איום פוטנציאלי ממשי שיש להתגונן מפניו.¹⁷

איך שמורות ימיות יעזרו?

מערכת אקולוגית בריאה, כפי שמתקיימת בשמורות ימיות, היא מערכת מאוזנת ועמידה יותר ללחצים חיצוניים כגון זיהום והעשרה בחומרי דשן. יצורים ימים רבים יודעים לסנן מהמים חומרי מזון ובכך מנקים את המים בסביבתם. בנוסף למזון, עקב הסינון, מתכות כבדות נטמעות בגופם ובתוך

החול.³⁷ ספוגים, לדוגמא, הם "פילטר" טבעי בים ויכולים לסנן נפח מים הגדול עד פי 50,000 מנפח גופם ביום.^{38,39,40}

זיהום תרמי:

חמש תחנות כוח בישראל ממוקמות על קו החוף לצורך שאיבת מים מן הים לקירור טורבינות החשמל. נפח מי הקירור החוזרים אל הים על ידי תחנות הכח הוא כמיליון טון בשעה.⁴¹ מי הקירור חוזרים לים לאחר שקירורו את טורבינות החשמל חמים ב 1-10 מעלות מהטמפרטורה בה נשאבו.

ברמה המקומית של מוצא המים חזרה לים, החשש הוא שחימום המים פוגע במינים מקומיים רגישים לחום, ומעודד התיישבות מינים פולשים טרופיים מים סוף.^{10,42,43,44} מאידך, נקבות כרישים נמשכות למוצא המים בחדרה,⁴⁵ כנראה בגלל טמפרטורת המים הגבוהה, וכך יתכן שמדובר על מוקד חשוב לשמירת טבע עבור מינים מוגנים אלה.

השפעת מתקני ההתפלה:

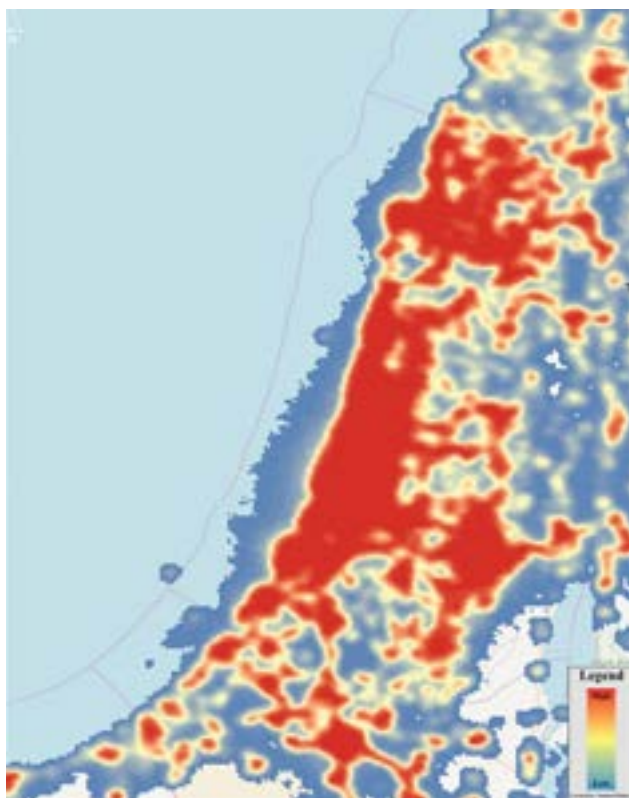
ישראל היא ממובילות התפלת מי ים בעולם. בישראל 5 מתקני התפלה. עד שנת 2020 צפוי נפח המים המסונן לעלות ל 750 מלמ"ק בשנה, נפח חסר תקדים שקשה לצפות את ההשלכות שלו על המערכת האקולוגית הימית. ההשפעות האפשריות של מתקני ההתפלה:

• **פגיעה בחי ימי הנשאב להתפלה** - נפח מים גדול זה מוציא מהמים בע"ח צעירים בשלבי התפתחות ראשוניים שלהם ואצות קטנות המהווים יחד את הבסיס למארג המזון בים. קשה להעריך את השפעת ההתפלה על המערכת האקולוגית כתוצאה מסיון כמות גדולה של בעלי חיים צעירים (לארוות).^{10,46}

• **החזרת התמלחות לים** - חשש מהעלאת מליחות מי הים סביב מוצא מתקני ההתפלה עד לפגיעה בבעלי החיים המקומיים מחד, ועידוד התיישבות מינים פולשים (הרגילים במליחות גבוהה) מנגד.^{10,47} (בים סוף המליחות גבוהה מבים התיכון). במוצא רכז התמלחת באשקלון בישראל התגלתה ירידה ביעילות הפוטוסינתטית של אצות מיקרוסקופיות, יחד עם עלייה בעכירות ובריכוז הברזל במים בזמן הזרמת מי השטיפה של מסנני החול.⁴⁸

זיהום אור הוא תאורה מלאכותית החורגת מהמצב הטבעי-בזמן, במקום או בעוצמה. זיהום האור בים נובע מתאורת ישובים ומתקני תשתית גדולים לאורך החוף, מנמלים, אסדות קידוח, ומכלי שיט המאירים את המים בלילה.

הארה מלאכותית משבשת מגוון תהליכים ותפקודים בעולם החי הימי, כמו השעון הביולוגי, מחזורי רבייה ויכולת ניווט. התאורה חושפת יצורים הפעילים בחושך לטורפים, ואף עלול לפגוע בחוש הראיה שלהם. הנפגעים העיקריים הם צבי ים, דגים וחסרי חוליות שמחזורי הרבייה והנדידה שלהם משתנים^{51,54}.



כמעט מלוא קו החוף של ישראל מואר באופן רצוף, והתאורה זולגת לים | מפה: סמיון פולינוב, הטכניון.

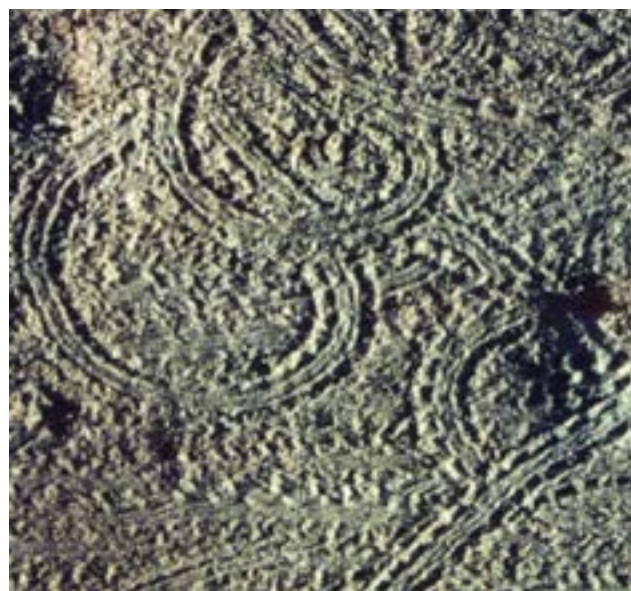
כיצד שמורות יגנו מנזקי התפלה ומי קירור?

שמורות מהוות אזור יציב יותר אקולוגית ועמיד יותר ללחצים סביבתיים⁴⁹. הקצאה של שמורות באזורים המייצגים מערכות אקולוגיות שונות יאפשרו שמירה על מרחב מוגן להתחדשות של בעלי החיים והצמחים, כפיצוי מסוים על פגיעות הנגרמות כתוצאה מפעילות ההתפלה והזיהום התרמי.

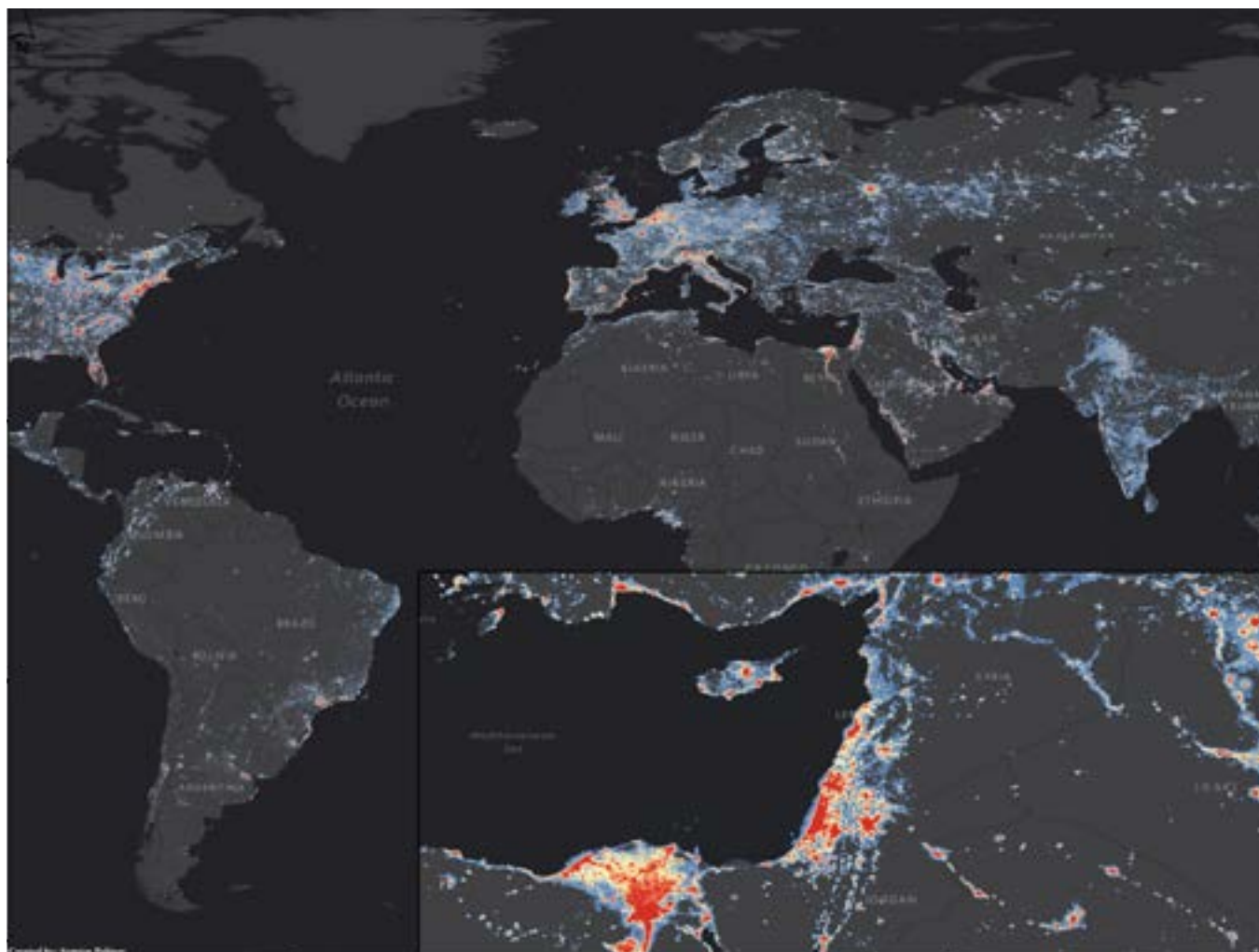
זיהום אור:

אור הוא אחד הסייגנלים החשובים ביותר לסנכרון מעגלי החיים בים. זהו האות לנדידה יומית של יצורים מהחלק העמוק לחלק הרדוד, בזמן המעבר מהיום ללילה. הארה מלאכותית של הים מבלבלת חלק מהחיות הימיות ופוגעת בהם, ולכן נחשבת כזיהום.

צבי ים, לדוגמא, מטילים ביצים בקינים בחוף. כשצב קטן בוקע מהביצה בחסות החשכה, הוא מתוכנת ללכת לכיוון הים, אשר מואר באור הירח. אור מלאכותי בצד היבשה המושך אותו לכיוון ההפוך, יביא למותו^{50,51,52}.



עקבות של צבי ים לאחר בקיעתם מהביצה. העקבות מצביעים על בלבול ולא על הליכה ישירה לים כפי שמתקיים בטבע בלתי מופרע | צילום: Blair E. Witherington



ישראל היא מהמדינות המוארות בעולם. אין הרבה מפות עולמיות שקל לזהות בהן את ישראל בקלות, אבל בזיהום אור אנחנו מהמובילים⁵⁵ | מפה: סימיון פולינוב, הטכניון.

איך שמורות ימיות יעזרו?

יצירת שמורות חופיות וכן שמורות גדולות בעומק הים, יאפשרו הגנה על מאזן התאורה הטבעי, ויצמצמו את השפעתה של תאורה מלאכותית מזיקה, כגון גופי תאורה בחוף ואסדות קידוח בים⁵¹. תקנון השמורה יכול גם לקבוע כללים ברורים לגבי אופן ההארה, למשל שימוש בגופי

תאורה עם סוכך למניעת זליגת אור, הגדרת אורך גל בטוח מבחינה ביולוגית, ועוד. ככל שהשמורה תהיה גדולה יותר, אזור החיץ בינה לבין מקורות אור שמחוץ לשמורה יהיה יעיל יותר.

פלסטיק:

של חלקיקי פלסטיק. דג הטורף מספר דגים מלאי פלסטיק, אוגר בגופו כמות גדולה אף יותר. התוצאות הן הרסניות לטורפי העל. ובל נשכח כי בסופה של השרשרת גם האדם ניזון מדגים מלאי פלסטיק^{56,58}.

כיצד שמורות יעזרו?

הורדת איומים שיש לנו שליטה עליהם כגון דיג יתר, זיהום, והרס בתי גידול יקל על הטבע הימי בהתמודדות מול גורם מזהם זה. רוב הפסולת מקורה בחופים⁵⁶. שמורות חופיות מנוטרות המנוקות באופן קבוע יעזרו להפחת כמות הפלסטיק בים.

זיהום רעש:

הסביבה הימית אומנם מצטיירת לנו, בני האדם, כסביבה שקטה ומונוטונית, אך במרחבי הים קול משמש את בעלי החיים לתקשורת, רבייה, איתור מזון ובריחה מטורפים^{59,60}. כיום, הים כבר אינו רק קונצרט של צלילי הטבע: רעש רב הכרוך בתהליך חיפושי גז ונפט יוצר מיסוך של התקשורת הטבעית בין החיות, ובמקרים מסוימים אף גורם הרג ופגיעה פיזית^{61,62}.

• חיפושי גז ונפט בסביבה הימית מסתמכים על סקרים סיסמיים שנערכים תוך שימוש במקורות אנרגיה חזקים, המופעלים בעמודת המים במטרה למפות את תת הקרקע¹⁰.

• **רעש כרוני** משבש התנהגות בע"ח - רעש הנובע מפעילות של מחוללי אנרגיה (air guns) שמשמשים לסקירת מבנה קרקעית הים כחלק מחיפוש מאגרי גז ונפט, מעלה את רמת הרעש בתווך המימי מעל רמת הרקע. הפעילות הנמשכת לאורך פרקי זמן ממושכים עד כדי שבועות ואף חודשים, משבשת את ההתנהגות הטבעית של בעלי חיים (דגים, סרטנים, יונקים ימים, צבי ים). צבי ים יצללו ויחששו לעלות לנשום אויר, ותקשורת לצורכי ציד ורבייה של יונקים ימיים נפגעת ובמקרים רבים הם לא יחזרו לאזור במשך תקופה^{59,63}.

פסולת מוצקה הנסחפת לים, מקורה לרוב בפסולת שמשאירים הנופשים בחופים, ובעיקר פריטי פלסטיק שאינם מתכלים. הפסולת גורמת לפגיעה בבעלי חיים ובאדם המבקש ליהנות מרחצה בים נקי. שקיות ניילון, ציוד דיג זנוח ושאר סוגי הפסולת פוגעים בטבע הימי. הפסולת לוכדת, חונקת וגורמת לבעיות עיכול אצל יונקים ימיים, כרישים, צבי ים, עופות ים, דגים, סרטנים, רכיכות ועוד. נתוני פסולת הפלסטיק בחופי ישראל הם גרועים ביותר בהשוואה לנתונים העולמיים: בעוד שהממוצע העולמי עומד על 75% פלסטיק בחופים, הרי שבשראל היווה הפלסטיק 90% מהפסולת בחופים⁵⁶. למרכז להצלת צבי ים במחמורת מובאים בכל שנה עשרות צבים שהסתבכו בחוטי דיג או שבלעו שקיות פלסטיק שטעו בהן במחשבה שהן מדוזות (צבי ים ניזונים גם ממדוזות)⁵⁷.



צב ים שנלכד בפסולת ימית ומת | צילום: אלון רוטשילד

פלסטיק במזון שלנו

מיקרופלסטיק הוא פלסטיק שהתפרק לחלקיקים קטנים מאד בים. הגודל הקטן של החלקיקים גורם לבעלי חיים קטנים מאד, כגון סרטנים או אצטלנים המסננים מזון מהמים, לאגור חלקיקי פלסטיק בגופם. ככל שעולים בשרשרת המזון מצטבר הפלסטיק בכמויות גדולות והולכות בגוף החיות: דג הניזון מסרטנים קטנים רבים, בעצם אוגר בגופו כמות גדולה

• **רעש אקוטי ופגיעה ישירה בבעלי חיים** – בעלי חיים שונים פיתחו במהלך האבולוציה מערכות שמע עדינות ורגישות לצלילים מרוחקים. חשיפה לרעש שמקורו במחוללי אנרגיה (air guns) עלול לגרום לפגיעות פתולוגיות במערכת השמע של יונקים ימיים וצביים בטווח של עשרות עד מאות קילומטרים ממקור הרעש⁶³. לעיתים אף נגרמות פגיעות הדף באיברים פנימיים, הגורמות למות החיה⁶⁴.

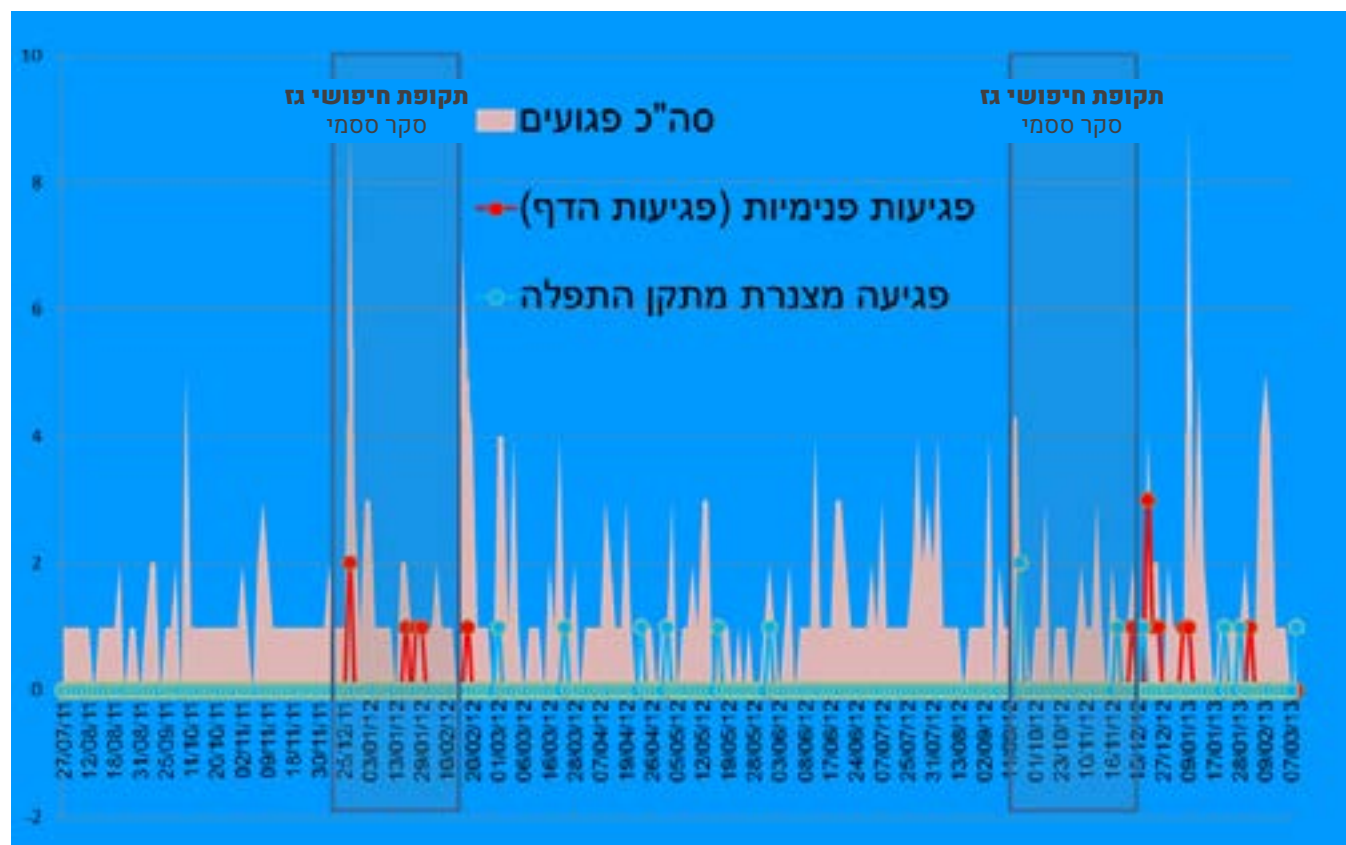
• צביים ודולפינים מהווים מיני דגל לתיירות ימית, ופגיעה בהם והרחקתם מהאזור יכולה לפגוע בפוטנציאל תיירות הצלילה והתיירות האקולוגית.

• מקורות נוספים לזיהום רעש בים הם:^{65,10}

- תובלה ימית, הגורמת לזיהום רעש עקב תנועת ופעילות המנועים והמדחפים של הספינות.
- פעילות צבאית ימית, הכוללת גם שימוש בסונר אקטיבי של מערכות להגנה מפני צוללות.
- בניית נמלים ומבנים ימיים אחרים, הכוללת החדרת קירות שיגומים וצינורות בהלימות פטישים.

איך שמורות יעזרו?

שמורות גדולות מספיק יכולות להוות אזור חציצה ומפלט בין בע"ח הימיים למקורות הרעש, וכך להקטין את השפעתו השלילית⁶⁶. בנוסף, בעלי חיים בתוך השמורה שיהיו בעקה בעקבות הרעש (שמקורו חיצוני לשמורה), יהיו בעלי סיכויי שרידות גבוהים יותר, כאזור המוגן מלחצים אחרים כמו דיג.



נתונים על פגיעות בצבים והקבלה לתקופות של סקרים סיסמיים לחיפושי גז ונפט. התקופות בהן אותרו צבים עם פגיעות פנימיות כתוצאה מהדף בים (אדום) תואמות לתקופות החיפוש (מוקף במסגרת) | נתונים גרפי: יניב לוי, ד"ר יריב מליחי, ד"ר נועם לידר, רשות הטבע והגנים.

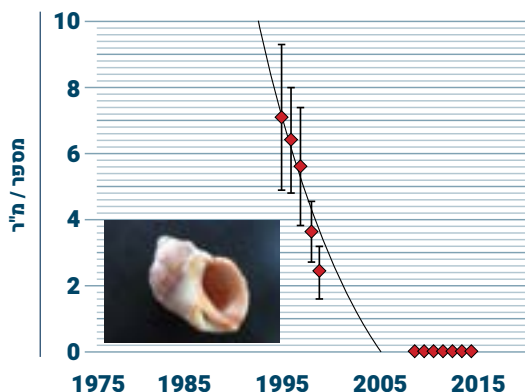
האיומים על הטבע הימי – לחצים גלובליים

פעילות האדם גרמה לנזקים רבים לסביבה הימית ברמה המקומית ועולמית. פליטה מוגברת של גזי חממה לאטמוספירה גרמה להחמצה של מי הים, להתחממות הים ולהמסת הקרחונים בקטבים. חיבור ים תיכון עם ים סוף על ידי תעלת סואץ שינה את האקולוגיה של ים תיכון ללא הכר.

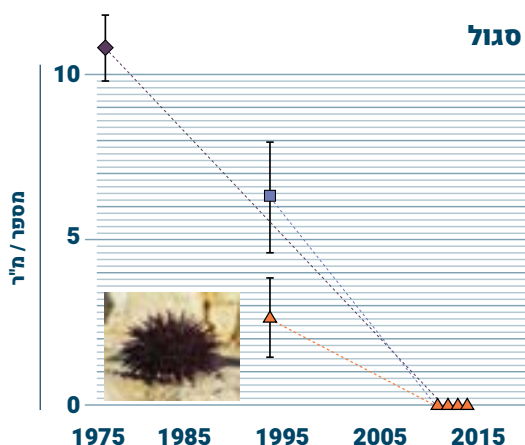
חם, חם, מתחמם...

מזרח הים התיכון התחמם בכשלוש מעלות במהלך 30 השנים האחרונות, בעקבות פליטה מוגברת של גזי חממה שמקורה בפעילות האדם⁶⁷. עקב עודף קליטת חום נפגע מנגנון ויסות החום של הים והים מתחמם יותר ויותר^{68,69}. חשבו מה קורה לגוף שלנו בחום של 40 מעלות, בסך הכל שלוש מעלות מעל הטמפרטורה הרגילה, ומכאן נסו לדמיין את המשמעות לטבע בים. על פי ההערכות, מינים ים תיכוניים שונים, למשל קיפוד הים הסגול, לא מצליחים להתמודד עם התחממות הים המואצת, והם נעלמים מחופינו⁷⁰. במקביל, מתבססים באזורינו יותר מינים פולשים מים סוף, המורגלים בטמפרטורות גבוהות יותר ומפעילים על המינים המקומיים לחץ נוסף^{71,72}.

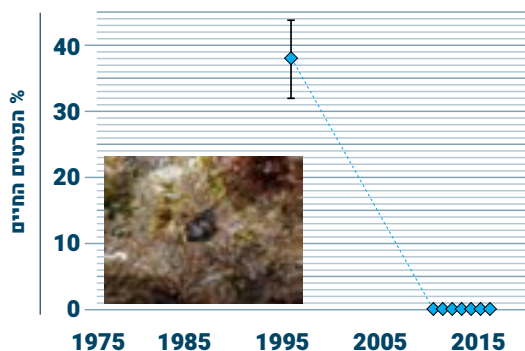
ארגמנית אדומת פה



קיפוד ים סגול



צינוריר בונה



◆ אכזיב
■ קיסריה
▲ מכמורת

בגרפים משמאל: העלמות מינים מקומיים במים הרדודים של הים התיכון. העלמות המינים הללו מקושרת להתחממות מי הים⁷⁰ | גרף ונתונים: גיל רילוב; צילומים: חן רבי, Frederic Ducarme

חמוץ: עלייה בחומציות מי הים

עקב עליה בכמות הפחמן הדו חמצני באטמוספירה, יותר פחמן דו חמצני מהאוויר נקלט ומתמוסס לתוך הים, ומעלה את חומציות הים.

כשחומציות הים עולה, מתמוססים שלדים גירניים של יצורים ימיים העשויים מהסידן הפחמתי, והפחמן חוזר למי הים ומשם אף משתחרר חזרה לאטמוספירה ומגביר את שינויי האקלים עוד יותר. בין היצורים שעלולים להפגע מתופעה זו, נמצאים צדפות, חלזונות, וסרטנים המנצלים את הקונכיות הריקות למסתור. חמור מכך, גם יצורים מיקרוסקופיים בעלי חשיבות עצומה נפגעים מתופעה זו – אצות בעלות שלד גירני, המהוות את בסיס מארג המזון הימי, המזין את כל המערכת האקולוגית ואף מייצר לנו חמצן^{69,73,74}.



הבית שלו בסכנה... סרטן נזיר בתוך קונכיה של חילזון | צילום: לירון גורן

מים חמוצים עלולים גם לפרק את קווי ההגנה של החוף: בחופי ישראל, שהמצע הסלעי העיקרי שלהם הינו גירני, עלולה העלייה בחומציות לגרום לבליה מואצת של סלעי החוף ושוניות הכורכר⁷¹. ללא הגנה מצוקי החוף שלנו חשופים לבליה וסכנת התמוטטות מואצת⁷⁵.

הטבע הימי עוזר לנו!

רמת הקליטה של הפחמן בים תיכון יורדת ועודף פחמן אף נפלט מן הים לאטמוספירה. במזרח ים תיכון קליטה ביולוגית של פחמן ע"י החי הימי היא רבה יותר לעומת מערב הים התיכון. פעילות זו של הטבע הימי ממתנת ההשפעה שלילית של הפחמן⁶⁸.

לאן נעלם החוף? עלית פני הים:

בשל התחממות גלובלית נמסים הקרחונים בקטבים ונוספים מים מתוקים לים, הגורמים לעלייה בפני הים⁶⁹. תופעה זו צפויה להתעצם ולסכן את ערי החוף והתשתיות החופיות – גם בישראל⁷⁶.

עליית פני הים תכסה את טבלאות הגידוד החופיות. הטבלאות הינן בית הגידול ייחודי המתקיים באזור הגאות והשפל ועליו חיות וצמחים רבים המתמחים במחיה באזור זה. אין משטחים סלעיים גבוהים יותר מאשר טבלאות הגידוד בחופי ישראל ולכן לא יהיה תחליף עבור בית גידול זה⁷¹.

פלישת החייזרים

מעל 450 מינים של בעלי חיים ימיים עשו דרכם מים סוף אל ים תיכון מאז פתיחת תעלת סואץ ב-1869. פלישה בלתי הפיכה זו שינתה את המבנה של מערכות אקולוגיות בים תיכון, בעיקר במים הרדודים הסמוכים לחוף. התעלה, המחברת באופן מלאכותי את ים סוף לים התיכון, הובילה לתהליך מואץ של הגירת מינים בכיוון אחד. הגירה זו אל ים תיכון מוכרת בשמה "הגירה לספסית" והשפעתה על המערכות האקולוגיות היא דרמטית, בעיקר במים הרדודים^{77,78}.

שינוי בסטטוס קוו:

ישראל מהווה נקודת הנחיתה הראשונה למהגרים דרך תעלת סואץ. מינים רבים שהגיעו מים סוף התבססו היטב לאורך חופינו משום שבסביבה חדשה זו היו להם פחות טורפים ופחות מתחרים על מזון. בנוסף, במזרח ים תיכון המים חמים ומלוחים יותר מאשר במערבו, תנאים הדומים לתנאים בים סוף^{72,79,80}. כתוצאה מהתבססות המינים הזרים, שונה אופי בית הגידול ומינים מקומיים נדחקו.



במזרח ים תיכון יש את מספר הדגים הפולשים הגבוה ביותר (באדום). מקור הפלישה מוצג משמאל מטה: סגול- ים סוף, כחול- מי נטל של ספינות, ירוק- חקלאות ימית, אפור- מקור אחר. פלישת מינים לים תיכון מתבצעת גם מהאוקיינוס האטלנטי, במי נטל של ספינות הנושאות בהם יצורים ממקומות רחוקים, כתוצאה של שחרור מינים מאקווריומים ועוד. נתיב הפלישה העיקרי הוא מים סוף⁷⁹.



זהרון הדור, פולש בעל פוטנציאל נזק גדול, שחדר לים תיכון מהאוקיינוס ההודי | צילום: שחר מלמוד

מינים פולשים הם אחד מהאיומים המרכזיים לשמירה על מגוון הביולוגי בים תיכון. השתלטות ודומיננטיות של מעט מינים וכן פגיעה במבנה בתי הגידול מורידה את המגוון ועמידות המערכת האקולוגית ותפקודה.

חלק מהמינים הפולשים הם בעלי ערך מסחרי ועוזרים לענף הדיג, מינים אחרים הם ארסיים ומסוכנים, כגון הזהרון ההדור והשפמית הארסית (*Plotosus lineatus*), התופסת חלק משמעותי משלל המכמורת אך אינה בעל ערך מסחרי. לשפמיות קוצים ארסיים הגורמים לפגיעה קשה. הן שוחות לרוב בלהקות מלוכדות באזורים רדודים, חוליים וסלעיים, ומסכנות מתרחצים ודייגים. בגלל הנזקים שהדג גורם לדייגים, הוא זכה לכינוי 'נשראללה'^{18,81}.

השפעות סינרגיסטיות: 1+1+1 לא תמיד שווה 3

מוכרת לנו התופעה בה כשאנו חלשים ועייפים, אנו נוטים לחלות יותר. הסיבה היא שבעת חולשה, המערכת פגיעה יותר לחדירה של פתוגנים (מחוללי מחלות) מבחוץ. גם בים, איומים וגורמי לחץ משולבים מחלישים את עמידות הטבע. נוצרת ירידה במגוון ביולוגי ואיזון המערכת משתבש מבפנים, דבר המקשה על התמודדות עם לחצים מבחוץ. גורמי לחץ מרובים על מערכת אקולוגית מקטינים את האיכות והיציבות של כלל השירותים שהיא מספקת לאדם^{87,88}.

לשמורות ימיות חשיבות עצומה בהגברת חוסן של מערכות אקולוגיות ימיות בפני איומים רבים הפועלים עליהם בן זמנית^{49,89,74,70,90}.

כיצד שמורות יעזרו להתמודד עם לחצים גלובליים?

מערכת אקולוגית טבעית, כפי שמתקיימת בשמורות מנוהלת היטב, היא יציבה, מאוזנת ומגוונת. מערכת מגוונת עמידה יותר בפני לחצים חיצוניים כגון מינים פולשים או שינויי אקלים. בשמורה קיימים פחות "חללים" הפתוחים לפלישה^{82,83} ויש יותר טורפים גדולים המווסתים את גודל האוכלוסייה (דקרים לדוגמא, הניזונים בעיקר מדגי סיכין⁸⁴). בשמורה מנוהלת ומנטרת ניתן יהיה לעקוב באופן מיידי אחר כניסה של מינים פולשים מזיקים חדשים ולבחור דרך התמודדת מתאימה. התמודדות מוקדמת כשהנזקים קטנים הוא זול ויעיל. טיפול מאוחר כשהנזקים גדולים, הוא יקר והרבה פחות יעיל⁸⁹.

מה צופן העתיד?

בעתיד הקרוב צפויה מדינת ישראל להידרש להרחבת תשתיות בים, הן ביטחוניות והן כלכליות. על פי מנהל התכנון, ספנות, משאבי גז, צרכי ביטחון ונפט מהווים ויהוו את השימושים המשמעותיים של האדם בים וישמשו כעוגנים בכל תכנון של המרחב תכנון והימי⁸⁶.

צפי הוספת תשתיות בחוף ובים:

- הרחבת נמל אשדוד וחיפה והקמת מעגנות נוספות.
- הרחבת חיפושי וקידוחי גז ונפט, והנחת קווי תשתית תת ימים נוספים.
- איים מלאכותיים לצרכי העברת מתקני תשתית, נמל תעופה ואחרים לים.
- הרחבה מאסיבית של כלובי הדגים לחקלאות ימית.
- מתקני מו"פ.

מקורות:

1. Costello MJ, Coll M, Danovaro R, et al. 2010. A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *PloS one*, 5(8): e12110. https://www.iec.co.il/environment/Documents/Air/abstract_hazrama_2014.
2. חברת החשמל. 2014. תקציר דו"ח הזרמות לים לתקופה: ינואר – דצמבר 2014. pdf.2014-layam
3. יהל ר ואנגרט נ. 2012. מדיניות שמירת הטבע בים התיכון- שמורות טבע ימיות ככלי לשימור הסביבה והמגוון בים התיכון. <https://www.parks.org.il/wp-content/mediniyutYamTichon.pdf-2/01/2018/uploads>
4. Costanza R, de Groot R, Sutton P, et al. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change* 26: 152-158.
5. Coll M, Piroddi C, Steenbeek J, et al. 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PloS one*, 5(8): e11842.
6. Zeppilli D, Sarrazin J, Leduc D, et al. 2015. Is the meiofauna a good indicator for climate change and anthropogenic impacts?. *Marine Biodiversity*, 45(3): 505-535.
7. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis*, World Resources Institute, Island Press, Washington, DC.
8. ברקוביץ' ע וצמל ע. 2013. כריית חול ימי והשפעתה על מערכות אקולוגיות ועל הסביבה החופית. האגודה הישראלית לאקולוגיה ומדעי הסביבה.
9. ברקוביץ' ע וסימוביץ' מ. 2015. כריית חול ימי בישראל תמונת מצב, השלכות סביבתיות והמלצות. האגודה הישראלית לאקולוגיה ומדעי סביבה.
10. מנהל התכנון. 2015. מסמך מדיניות למרחב הימי של ישראל – דו"ח שלב א': סקירה וניתוח מצב קיים.
11. רוטשילד א, שולץ ד, זס ר ואחרים. 2014. מפסיקים לכרות את הענף שאנו יושבים עליו - הרפורמה הנחוצה בניהול הדיג בים התיכון. אקולוגיה וסביבה, 1(5): 98-105.
12. ברנע א וצמל ע. היבטים ביולוגיים התכנית הימית לישראל. הטכניון- מכון טכנולוגי לישראל.
13. Steele J. et al., (2002). Effects of Trawling and dredging on seafloor habitat committee on ecosystem effects of fishing. NATIONAL ACADEMY PRESS Washington, D.C. 126 pp.
14. ברנע א. 2016. עולם חבוי בין גרגרי החול המצטבר בים התיכון. החברה להגנת הטבע ורשות הטבע והגנים.
15. אלמגור ג ופרת א. 2012. חוף הים התיכון של ישראל. מהדורה שלישית מורחבת 2010. ירושלים: משרד האנרגיה והמים המכון הגיאולוגי (דו"ח מספר 28/GSI/2012).
16. צביאלי ד, ברסלר ג, חיים מ ואחרים. 2014. השפעת תהליכים טבעיים ופעילות האדם על חופי הרחצה החוליים של ישראל בים התיכון. אקולוגיה וסביבה 1(5): 85-84.
17. גיאופרוספקט בע"מ וחקר ימים ואגמים לישראל. 2016. סקר אסטרטגי סביבתי לחיפוש ולהפקה של נפט ושל גז טבעי בים. משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים.
18. אדליסט ד ורילוב ג. 2014. מגמות בדיג הישראלי בים התיכון. אקולוגיה וסביבה 1(5): 97-90.
19. European Commission. 2016. Putting an end to overfishing in the Mediterranean. https://ec.europa.eu/fisheries/putting-end-overfishing-mediterranean_en
20. Pauly D, Christensen V, Dalsgaard J, et al. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*, 279(5352): 860-863.
21. שפניר א, אדליסט ד וגולני ד. 2013. אינדיקטורים אקולוגיים לדיג יתר בדיג המסורת בישראל. המשרד להגנת הסביבה. <http://www.sviva.gov.il/InfoServices/R0323SecondYear.pdf/R0400-R0301/ReservoirInfo/DocLib4>
22. Levy Y, Frid O, Weinberger A, et al. 2015. A small fishery with a high impact on sea turtle populations in the eastern Mediterranean. *Zoology in the Middle East*, 61(4): 300-317.
23. Nieto A, Ralph GM, Comeros-Raynal MT, et al. 2015. European Red List of marine fishes. Luxembourg: Publications Office of the European Union. http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European_marine_fishes.pdf
24. Alder J, Zeller D, Pitcher T, et al. 2002. A method for evaluating marine protected area management. *Coastal Management*, 30(2): 121-131.
25. Lester SE, Halpern BS, Grorud-Colvert K, et al. 2009. Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology Progress Series*, 384: 33-46.
26. Halpern BS and Warner RR. 2002. Marine reserves have rapid and lasting effects. *Ecology letters*, 5(3): 361-366.
27. Alcala AC, Russ GR, Maypa AP, et al. 2005. A long-term, spatially replicated experimental test of the effect of marine reserves on local fish yields. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62(1): 98-108.
28. Di Franco A, Calò A, Pennetta A, et al. 2015. Dispersal of larval and juvenile seabream: Implications for Mediterranean marine protected areas. *Biological Conservation*, 192: 361-368.
29. Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans and University of Nice Sophia Antipolis. 2016. *The Science of Marine Protected Areas 3rd edition, Mediterranean*.
30. Talley LD. 2011. *Descriptive physical oceanography: an introduction*. 6th ed. Academic press.
31. סליאח סח ומלסטר א. 2017. מאזן מזהמים לים. היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית במשרד להגנת הסביבה. <http://www.sviva.gov.il/infoservices/pdf.p0864/p0900-publications/p0801/reservoirinfo/doclib2>
32. Herut B, Segal Y, et al. 2017. The National Monitoring Program of Israel's Mediterranean waters – Scientific Report for 2016, Israel Oceanographic and Limnological research, IOLR Report H48c/2017.
33. Abarnou A and Miossec L. 1992. Chlorinated waters discharged to the marine environment chemistry and environmental impact. An overview. *Science of the Total environment*, 126(1-2): 173-197.
34. מלסטר א. 2016. חברת חשמל לישראל, ת"כ אשדוד – היתר להזרמה לים. המשרד להגנת הסביבה. <https://www.iec.co.il/environment/Documents/pdf.heterhazramalayamashdod2016>
35. עמותת צלול. 2017. דו"ח 2017: 77 ימי סגירת חופים. <http://www.zalul.org.il/?p=11834>
36. עמותת צלול. 2017. חורף 2016-17 – 310 ימי זיהום במצטבר בהם נאסרה הרחצה בים התיכון. <http://www.zalul.org.il/?p=11373>
37. Prather, Chelse M., et al. "Invertebrates, ecosystem services and climate change." *Biological Reviews* 88.2 (2013): 327-348.
38. Ledda FD, Pronzato R and Manconi R. (2014). Mariculture for bacterial and organic waste removal: a field study of sponge filtering activity in experimental farming. *Aquaculture research*, 45(8): 1389-1401.
39. Ostroumov, S. A. "Biomachinery for maintaining water quality and natural water self-purification in marine and estuarine systems: elements of a qualitative theory." *International Journal of Oceans and Oceanography* 1.1 (2006): 111-118.

75. ברוקוביץ ע, אבולסון א, אריאל א ואחרים. 2015. טבלאות הגידוד בישראל: תמונת מצב, חשיבות סביבתית ודרכי פעולה אפשריות לשיקום טרם היעלמות. סיכום ותובנות של ועדת מומחים. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה.
76. המשרד להגנת הסביבה. 2013. דוח מיוחד של המשרד להגנת הסביבה: שינויי האקלים עלולים לגרום לעליית מפלס הים ולסכן מיליוני ישראלים. <http://www.sviva.gov.il/ClimateChangeReport.aspx/november2013/2013/InfoServices/NewsAndEvents/MessageDoverAndNews/Pages>
77. חורב ש וגונן א. 2018. הערכה אסטרטגית ימית רבתי לישראל 2018/2017. מרכז חיפה למחקרי מדיניות ואסטרטגיה ימית. חיפה: אוניברסיטת חיפה.
78. Galil B. 2017. Eyes Wide Shut: Managing Bio-Invasions in Mediterranean Marine Protected Areas. In: Goriup PD (Ed). Management of Marine Protected Areas: A Network Perspective. John Wiley & Sons Ltd.
79. Katsanevakis S, Coll M, Piroddi C, et al. 2014. Invading the Mediterranean Sea: biodiversity patterns shaped by human activities. *Frontiers in Marine Science*, 1: 32.
80. רילוב ג. 2014. שוניות סלעיות בים התיכון -אוצרות הטבע החבויים של הים. חקר ימים ואגמים לישראל והחברה להגנת הטבע.
81. שטרן נ. דגי ים. שער לביולוגיה סביבתית, אוניברסיטת תל אביב. <http://earthweb.tau.ac.il/content/dgy-ym>
82. Gallardo, B., D.C. Aldridge, P. González-Moreno, et al. (2017). Protected areas offer refuge from invasive species spreading under climate change. *Global Change Biology*. 23(12): 5331-5343.
83. Byers JE and Noonburg EG. 2003. Scale dependent effects of biotic resistance to biological invasion. *Ecology*, 84(6): 1428-1433.
84. Aronov A and Goren M. 2008. Ecology of the mottled grouper (*Mycteroperca rubra*) in the eastern Mediterranean. *Electronic Journal of Ichthyology*, 2: 43-55.
85. רוטשילד א ופדרמן ר. 2012. מינים פולשים בישראל - תיאור הסיכונים והמלצות למדיניות מונעת. החברה להגנת הטבע.
86. מנהל התכנון. 2017. מסמך מדיניות למרחב הימי של ישראל - דוח שלב ב': מדיניות למרחב הימי של ישראל. אוקטובר 2017 - טיוטה ראשונית להערות. <http://www.iplan.pdf.4.gov.il/Documents/Report>
87. Worm B, Barbier EB, Beaumont N, et al. 2006. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *science*, 314(5800): 787-790.
88. Adams SM. 2005. Assessing cause and effect of multiple stressors on marine systems. *Marine Pollution Bulletin*, 51(8-12): 649-657.
89. Sandifer PA and Sutton-Grier AE. 2014. Connecting stressors, ocean ecosystem services, and human health. In *Natural Resources Forum* 38(3): 157-167.
90. Hewitt JE, Ellis JI and Thrush SF. 2016. Multiple stressors, nonlinear effects and the implications of climate change impacts on marine coastal ecosystems. *Global change biology*, 22(8): 2665-2675.

