

נספח 1

מסמך הרקע לתכנית האב לשמורות במים הכלכליים

תכנית אב לשמורות טבע במים הכלכליים של ישראל בים התיכון

מסמך רקע לגיבוש התכנית

גרסה סופית לאחר הערות וועדת היגוי יולי 2022

כתיבה: עתרת שבתאי¹, אלון רוטשילד¹, יצחק מקובסקי², טל אידן³, סילוין גיאקומי⁴

¹ 'החצי הכחול', החברה להגנת הטבע

² בית הספר למדעי הים על שם ליאון צ'רני, אוניברסיטת חיפה

³ המחלקה למדעים ביומולקולרים, מכון ויצמן למדע

⁴ Stazione Zoologica Anton Dohrn, Italy

תודות: אנו מודים לד"ר **דרור צוראל** מהמשרד להגנת הסביבה, ד"ר **גדעון גל** וד"ר **איל אופיר** מהמעבדה לחקר הכנרת (חקר ימים ואגמים לישראל) על ההערות המועילות לגרסה המוקדמת של המסמך.

כמו כן, אנו מודים לחברי ועדת ההיגוי של המיזם על ההערות המועילות לגרסה המתקדמת של המסמך:

פרופ' יוני בלמקר וד"ר מנחם גורן - אוניברסיטת תל-אביב

אילן ניסים, ד"ר ערן ברוקוביץ', דורית הוכנר ומרב דפני - משרד האנרגיה

פרופ' ברק חירות, ד"ר ג'ק סילברמן וד"ר ניר שטרן - חקר ימים ואגמים לישראל

ד"ר רותי יהל וניר אנגרט – רשות הטבע והגנים

ד"ר דור אדליסט – יועץ לאגף הדיג, משרד החקלאות

ד"ר אסף אריאל - עמותת אקוואשן

יעל דורי – עמותת אדם טבע ודין

תקציר מנהלים

חשיבות הקמת שמורות טבע ימיות קיבלה הכרה נרחבת ותמיכה מצד מדינות רבות, כולל ישראל, אשר חתמו לאחרונה על יוזמות להגנה על 30% משטח הימי עד שנת 2030:2 תחת הכותרת 30X30. זאת, בין השאר, בהתבסס על פרסומים מדעיים ומסמכים של גופים בינלאומיים המעגנים את החשיבות של הגנה נרחבת כתנאי לשמירה על המגוון הביולוגי וחוסן המערכות הטבעיות הימיות.

בישראל, כמו בחלק ממדינות העולם האחרות, יעד זה הוא שאפתני ביחס לאחוז השטח המוכרז או המוצע כיום כשטח שמורה ימית. על מנת לעמוד ביעדי השימור של 30X30 עם מערך שמורות קיים ומנוהל בפועל, בעוד 9 שנים בלבד, יש להציע בהקדם תכנית אב מרחבית של שמורות טבע ימיות במים הכלכליים של ישראל, שתתפרש על פני 30% מהשטח לפחות. על התכנית לכלול את בתי הגידול הייחודיים והמייצגים בשטח זה, ותבטא את עקרונות העל של תכנון שמורות טבע: קישוריות, ייצוגיות, יתירות, היקף והגנה איכותית. זאת, בנוסף להתייחסות להשפעות שינויי האקלים ותוך שקלול היבטים תכנוניים וכלכליים.

תכנית זו תהווה עוגן להתייחסות עבור גורמי הממשלה, בבואם לתכנן את המים הכלכליים, ליזום בהם פעולות שימור מרחביות (במסגרת תכנון כולל המבוסס על הסדרה חקיקתית חדשה, או במסגרת מהלך שימור נקודתי המבוסס על החקיקה הקיימת), או ליזום פעולות פיתוח.

הים העמוק מהווה את מרבית גוף המים על פני כדור הארץ. שטח עצום זה סופג כמויות משמעותיות של פחמן דו-חמצני וחום ובכך מהווה חלק חשוב בוויסות אקלימי של האטמוספירה.

מבנה הקרקעית משפיע במידה רבה על דגם תפוצת בתי הגידול בקרקעית ואף בעמודת המים. בתי הגידול הקרקעיים והייחודיים הפרושים במרחב זה מרוכזים בעיקר באזורים בהם המורכבות המבנית של הקרקעית היא גבוהה יחסית.

במרחב המים הכלכליים של ישראל, בתי גידול אלה כוללים גני אלמוגי עומק, מערכות אקולוגיות מבוססות כימוסינטזה המתפתחות סביב נביעות גז, מבנים ביוגנים (הנוצרים על ידי בעלי חיים) ובריכות תמלחת. את דגם התפוצה של בתי גידול אלה, ניתן לדמות לאזורים של 'נווה מדבר' המשובצים במרחב גדול ואחיד עם שיעור נמוך של יצרנות.

החיים בעמודת המים מושפעים אף הם ממבנה הקרקעית ובמיוחד מתופעות גיאולוגיות כמו קניונים, מצוקים וגלישות קרקע (כמו לדוגמה מדרון היבשת ואזורים כמו 'הפרעת פלמחים' ו'גלישת דור' בתחום המים הכלכליים של ישראל). תצורות אלה משנות את משטר הזרמים סביבם ויכולות להשפיע על הסעה של חומרי הזנה ומכאן על שיעורי היצרנות. במקומות שונים בעולם נמצא באזורים מסוג אלו עושר מינים רב כולל יונקים ימיים, צבים, כרישים ודגים פלאגיים גדולים.

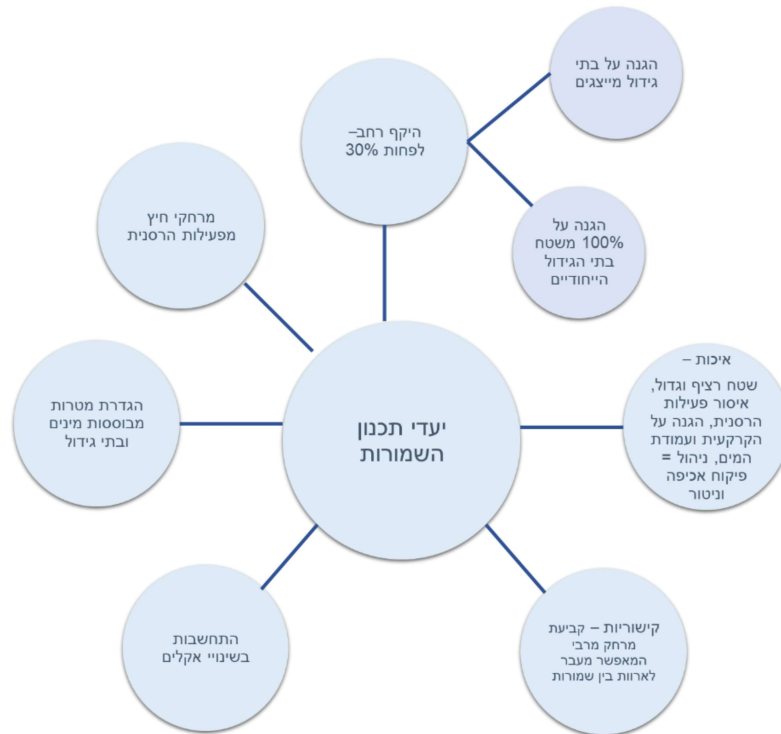
הדינמיקה הטבעית של המערכת האקולוגית של הים העמוק, הכוללת קצבי גדילה ושיעורי התחדשות נמוכים ביותר, הופכת אותן לרגישות במיוחד להפרעות אליהן הן חשופות. בתחום המים הכלכליים של ישראל, הפרעות אלו הן תוצר של פעילות כלכלית הולכת ומתרחבת הכוללת בין השאר ספנות, דיג וחיפוש, הפקה והולכה של דלקים פוסיליים. פעילויות אלו עלולות לגרום להרס פיזי של בתי הגידול בקרקעית, לזיהום של המים והקרקעית

¹ <https://www.hacfornatureandpeople.org/home>

² <https://www.gov.uk/government/topical-events/global-ocean-alliance-30by30-initiative>

ולדיג יתר של טורפי-על. ברור שבעתיד יתווספו שימושים אנושיים נוספים למרחב זה, ולכן הסדרת השימור היא גם ובעיקר צופה פני עתיד.

שמורות טבע ימיות הן הכלי המרכזי, המוכח והיעיל ביותר לשמירת הסביבה הימית והמגוון הביולוגי בה. לשמורות ימיות גם תועלות סוציאקונומיות נרחבות, מכיוון שמערכת אקולוגית בריאה ומתפקדת מספקת לחברה האנושית שירותים רבים. השמורות הימיות מונעות את הלחצים המקומיים על הטבע ובכך מאפשרות למערכת האקולוגית הטבעית להתמודד טוב יותר עם השינויים הגלובליים המאיימים עליה ואף למתן השפעות שליליות של שינויי אקלים.

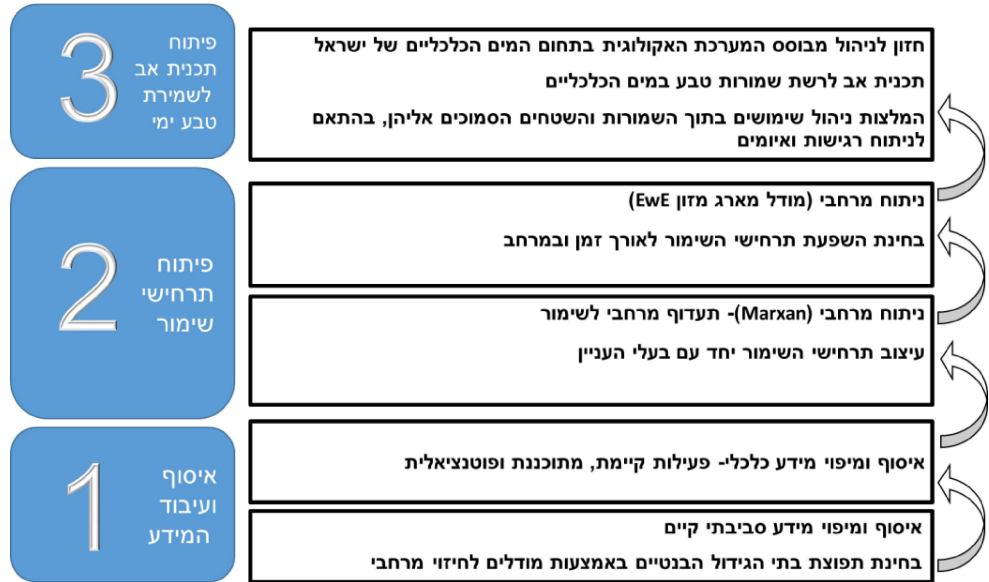


יעדי תכנון רשת שמורות טבע ימיות, בהתאם לנדרש באמנות בינלאומיות ובהתבסס על ידע מחקרי בנוגע למפתחות ההצלחה של תכנון שמורות טבע ימיות יעילות.

לשם גיבוש התכנית, יש צורך לזהות את האזורים הראויים לשימור במים הכלכליים, מתוך תפיסת תכנון של הגנה על מערכות אקולוגיות ייחודיות, הגנה על בתי גידול מייצגים, שמירה על תפקודים אקולוגיים, ובמידת האפשר – קישוריות, ומתן משקל להשפעות שינוי האקלים והצורך באיתור אזורי מפלט אקלימיים.

אופן התכנון של שמורות הטבע הימיות יקבע במידה רבה את היעילות של השמורות בהגנה על המערכת האקולוגית הימית הטבעית, בהתאם למדדי תפקוד, מגוון, וחוסן. יישום עקרונות יעדי התכנון עבור רשת שמורות בים העמוק הוא מאתגר נוכח מיעוט המידע לגבי תפוצת המינים ובתי הגידול במרחב, הדינמיקה המרחבית של המערכת האקולוגית ורגישותה למשתנים סביבתיים. כמו כן, המשילות החלשה בשטח המים הכלכליים מדגישה את הצורך בשיתוף בעלי עניין כדי להקטין את אי הוודאות הנובעת מחוסר הידע הקיצוני הקיים עבור שטח זה ובכדי לגבש מדיניות וחקיקה לשמירת טבע באזור.

תכנית האב לשמירת טבע במים הכלכליים של ישראל תשאף לשלב את תוצרי התכנון במהלכי תכנון מרחבי ימי למים הכלכליים, כשיתקיימו. עד שיתקיים תכנון ימי כולל (Marine spatial planning), תוצרי התכנית מיועדים להיות בסיס להתייחסות אל מול יוזמות פיתוח קיימות ועתידיות, וגם לשמש כעוגן למאמצי שימור נקודתיים שיקודמו עד שתחול חקיקה מסדירה כוללת באזור זה.



שלב הפרויקט העיקריים. השלב הראשון יעסוק באיסוף ועיבוד המידע הסביבתי והכלכלי הקיים על מנת לגבש תמונה של המאפיינים הסביבתיים והאיומים הקיימים. בשלב זה תבחן תפוצת בתי גידול במרחב באמצעות מודל לחיזוי מרחבי. השלב השני יעסוק בתכנון מרחבי של שמורות הטבע על פי תרחישי שימור ריאליים באמצעות כלי ה- Marxan ומודל מארג מזון EwE. השלב השלישי יעסוק בפיתוח תכנית אב לשמורות הכוללת המלצות מדעיות ותכנוניות לניהול השמורות.

שימוש במודלים לחיזוי מרחבי	
<p>שימוש במודל מזון לחיזוי מרחבי</p> <p>מחקר בסביבת המים העמוק הוא מורכב מבחינה לוגיסטית ויקר ביותר. כתוצאה מכך, קשה לחקור באופן ישיר שטח זה, ולמפות ולאפיין אותו בתצפית ישירה בהיקפי שטח משמעותיים. לכן, מיפוי תפוצת בתי גידול ומינים בים העמוק, נעשה כיום בעיקר באמצעות מודלים לחיזוי מרחבי של בתי גידול המתבססים על אינדיקטורים שונים, כדי לאתר אזורים בים העמוק בהן מתקיימות מערכות אקולוגיות ייחודיות.</p> <p>רוב המודלים הנמצאים היום בשימוש בחקר הים העמוק, מבוססים על מאפיינים גיאופיזיים של קרקעית הים, כאינדיקציה לנוכחות בתי גידול בנטיים שונים. מודלים מסוג זה, עוזרים לגשר על הפערים במידע באזורים שבהם קיים מידע על המאפיינים הגיאופיזיים של הקרקעית, אך שלא קיים מידע לגבי תפוצת מינים ובתי גידול בהם. יכולת החיזוי של המודלים הוכחה כאמינה ביותר עבור בתי גידול מסוימים ולכן מדינות רבות משתמשות במודלים מסוג אלו לתכנון וניהול שטחן הימי.</p>	<p>שימוש במודל מארג מזון לבחינת השפעת שינויי האקלים</p> <p>כדי לנסות ולהבין כיצד שינויי האקלים עתידים להשפיע על המערכת האקולוגית ולהתאים לכך את תכנון השמורות, ניתן להשתמש במודל מארג מזון שבו מיוצגים המינים השונים במערכת האקולוגית, הבימסה שלהם, שיעורי היצרנות והצריכה והאינטראקציה שלהם עם בעלי חיים אחרים. באמצעות מודלים אלו, ניתן לבחון לאורך זמן ומרחב את תגובת המערכת האקולוגית להשפעות מגוונות, אנתרופוגניות וסביבתיות.</p> <p>לדוגמה, ניתן לזהות כך אזורי מפלט אקלימי בהם קצב התחממות מי הים הוא איטי במיוחד ושאליהם צפויים לנדוד מינים עם סבילות נמוכה לטמפרטורה גבוהה. באותו אופן, ניתן לזהות אזורים שעלולים להיות מושפעים באופן קיצוני מעליית הטמפרטורה, בכדי להפחית לחצים על מינים אשר יתקשו להעתיק את מקום מחייתם כתגובה להתחממות.</p>
<p>תכנון שמירת טבע שיטתי</p> <p>כדי להגדיל את ההיתכנות לקידום התכנית ולהשיג תמיכה ציבורית נרחבת בה, התכנון צריך להעשות באופן המתכתב עם המציאות הכלכלית והקיימת והצפויה. לכן, תכנון שמירת טבע נעשה רוב תוך שימוש בכלים תומכים לקבלת החלטות המסייעים למתכננים להתעדף אזורים לשימור על פי ערכם הסביבתי והכלכלי ועל פי תרחישי פיתוח או שימור מציאותיים, המגובשים יחד עם בעלי העניין.</p> <p>הכלי הנמצא בשימוש הנרחב ביותר בעולם כיום לצורך תעדוף מרחבי של שטחים לשימור הוא ה- Marxan. כלי זה עושה שימוש במידע מרחבי של תפוצת מינים ובתי גידול כמו גם במידע מרחבי של פעילות כלכלית בשטח כדי לזהות אזורים מועדפים לשימור תוך שמירה על התועלות הסוקציאלקונומיות.</p>	<p>שימוש במודל זרמים לבחינת קישוריות</p> <p>התהליכים האקולוגיים החשובים להבנת הקישוריות ולייצוג בתהליך תכנון השמורות, כוללים אפיון של אזורי שחרור ביצים, אוכלוסיות מקור של לארוות ואוכלוסיות היעד, משטר זרמים, מאפיינים ומאפייני התפוצה של בעלי החיים השונים. ההבנה שלנו לגבי דגמי קישוריות פונקציונלית בים העמוק היא עמומה למדי. לכן, כיום הדרך המקובלת ביותר לאפיין קישוריות פונקציונלית בים העמוק היא באמצעות מודלים ביופיזיקליים והידרודינמיים שמנסים לחזות באופן מיטבי את דגם התפוצה של לארוות מיני הים העמוק בהתחשב במאפייניהם הביולוגיים הייחודיים, דגמי תפוצת קבוצות המינים והמאפיינים הסביבתיים בשטח התכנון.</p>
<p>תכנון שמורות תלת-ממדיות</p> <p>הצימוד הדו-כיווני בין המערכת הבנטית והפלאגית משמעותי כהשפעות שליליות בגוף המים העליון עוברות בצורה אנכית לכל מארג המזון ובאות לידי ביטוי גם בקרקעית.</p> <p>קישוריות אנכית זו בים העמוק חשובה לא רק לתהליכי הסעה של חומרי הזנה אלא גם לתהליכי נדידה של מינים בשלבי חיים שונים, כולל תנועה אנכית יומיומית. לכן, הגנה מרחבית צריכה לכלול את שטח הקרקעית יחד עם עמודת המים שמעליה בכדי להבטיח שמירה על תפקוד המערכת האקולוגית בשלמותה.</p>	

רכיבים מרכזיים נדרשים בתהליך תכנון השמורות בים העמוק כדי להתמודד עם אתגרי התכנון במידת האפשר

7 פתח דבר

9 הצורך בקידום רשת שמורות ימיות בתחום המים הכלכליים של ישראל – ולמה עכשיו? 1.

א. מה מייחד את הים העמוק? 9

ב. מה מאיים על הטבע בים העמוק, ומצדיק הגנה יזומה? 11.....

ג. התשתית המשפטית להקמת שמורות טבע במים הכלכליים 12.....

למה שמורות ימיות? 2. 13

א. הגנה על המגוון הביולוגי – היום ולדורות הבאים 13.....

ב. מיתון השפעות שינויי האקלים 13

ג. תרומת שמורות טבע ימיות לכלכלה כחולה 14.....

ד. מחויבות בינלאומית 14

16 עקרונות התכנון של רשת שמורות ימיות 3.

א. היקף – 30% לפחות 16

ב. מיקום/ פריסה מרחבית – הגנה על בתי גידול ייחודיים ומייצגים 17.....

ג. איכות – גודל, שימושים אסורים, ניהול 21

ד. שמירה על קישוריות – 23

ה. התחשבות בהשפעות אקלימיות אפשריות – 23

ו. מטרות הגנה מבוססות מינים ובתי גידול- 24.....

ז. קביעת מרחבי חיץ סביב השמורה – 24

26 יישום עקרונות ויעדי התכנון עבור רשת שמורות טבע בים העמוק 4.

א. תכנון שמורות טבע שיטתי (Systematic conservation planning) 26.....

ב. אתגר פערי הידע והצורך בשימוש במודלים לחיזוי מרחבי 26.....

ג. שימוש במודל זרמים לבחינת קישוריות בין בתי גידול 26.....

ד. שימוש במודל מארג מזון לבחינת השפעת תרחישי שינויי אקלים על המערכת האקולוגית 27.....

ה. ייצוג דינמיקה אנכית של המערכת האקולוגית בתכנון שמירת טבע- הגנה על הקרקעית ועמודת המים שמעליה 27.

ו. שיתוף בעלי עניין 28

ז. גיבוש מדיניות 28

31 דוגמה מהעולם- תהליך תכנון רשת שמורות טבע במים כלכליים של אוסטרליה 5.

פתח דבר

הים העמוק הוא המערכת האקולוגית הנרחבת ביותר בכדור הארץ, ועדיין מעט מאוד (יחסית) ידוע עליה כיום. בים העמוק יש מגוון אדיר של נופים, בתי גידול ייחודיים, מינים, ותפקודים אקולוגיים חשובים. למערכות אקולוגיות בריאות בים העמוק חשיבות אדירה להגנה על המגוון הביולוגי, כמבלע לפחמן וויסות שינויי האקלים, למציאת חומרי טבע לתעשייה ולמחקר ולאספקת מזון (Le and Sato 2016). כמו כן, רווחיות הכלכלה הכחולה, תלויה במידה רבה בבריאותן של המערכות האקולוגיות הטבעיות אשר מספקות משאבים ותוצרים עליהם מבוססים ענפי כלכלה רבים (OECD 2016).

למרות היותו אזור מרוחק ובלתי מוכר יחסית, טביעת הרגל האנושית כבר מגיעה אל הים העמוק.

מגמות הפיתוח בים העמוק מואצות, עם פיתוח הטכנולוגיה והיכולות האנושיות, בעולם וגם בישראל, קיימת דחיפות גדולה בקידום מהלכי שימור יעילים גם בתחומי הים העמוק. מאידך, חלק מהאזורים בים העמוק עדיין לא נפגעו מהשפעת הפיתוח, ובכך מהווים מרחב בתולי, לא נגוע, המהווה הזדמנות בלתי חוזרת לשימור טבע אמיתי. ואכן, מאמצים רבים מופנים בשנים האחרונות למחקר בים העמוק, ולקידום ההגנה עליו, בעולם בכלל וביים התיכון בפרט (IUCN 2019). במים הכלכליים של ישראל כבר נתגלו גני אלמוגים, מערכות אקולוגיות ייחודיות המייצרות אנרגיה מנביעות גז ללא תלות באנרגיית השמש, אתרי רבייה של כרישים, ותופעות מרתקות נוספות.

בתחומי המים הכלכליים של ישראל מבוצעת כיום פעילות ספנות, דיג, חיפוש, הפקה והולכה של דלקים פוסיליים, פעילות ביטחונית ועוד, אך פעילויות נוספות ימצאו כנראה את מקומן במרחב זה בעתיד.

מסמך המדיניות למרחב הימי של ישראל (מנהל התכנון, 2020) מיעט להתייחס לתחום המים הכלכליים, על רקע פערי מידע גבוהים ועל רקע היעדרו של חוק מסגרת מסדיר (שהתוצאה שלו היא משילות חלשה, למשל היעדר ממשק דיג, היעדר תכנון מרחבי כולל, היעדר אסדרה תכנונית של הנחת תשתיות כמו כבלי תקשורת, ועוד). המסמך הגדיר רק אזור אחד, בהיקף זעום של 2.5% מתחום המים הכלכליים, כ"מרחב שימור לבחינה", ועוד שבריר אחוז כ"שמורה ימית במים הכלכליים". כמו כן, פערי הידע בים העמוק תוארו בסקר האסטרטגי הסביבתי שנערך ביוזמת משרד האנרגיה, כגבוהים עד גבוהים מאוד עבור הים העמוק הישראלי (משרד האנרגיה 2016). בדומה, מחקרים מהעולם מצביעים על פערי ידע גבוהים בים העמוק והים הפתוח בעולם כולו ומתייחסים לא רק לתפוצת בתי הגידול, אלא בעיקר לתהליכים האקולוגיים המתרחשים באזורים אלו, הדינמיקה המרחבית של מערכות אקולוגיות בים העמוק והיבטים רבים של קישוריות.

האמצעי היעיל ביותר להגנה על מערכות אקולוגיות ימיות הוא באמצעות הגנה מרחבית של שטחים גדולים, קרי, הקמת שמורות טבע ימיות (OECD 2017, Sala and Giakoumi 2018, Grorud-Colvert et al. 2021).

אמנת המגוון הביולוגי, אמנת ברצלונה, ואמנת הים (שישראל לא חתומה עליה אך נוהגת על פיה) מחייבות כולן את מדינת החוף להגן על הטבע בתחומי הים, לרבות המים הכלכליים, לרבות קידום ההגנה מרחבית בדמות אזורים ימיים מוגנים (רוזנבלום 2020).

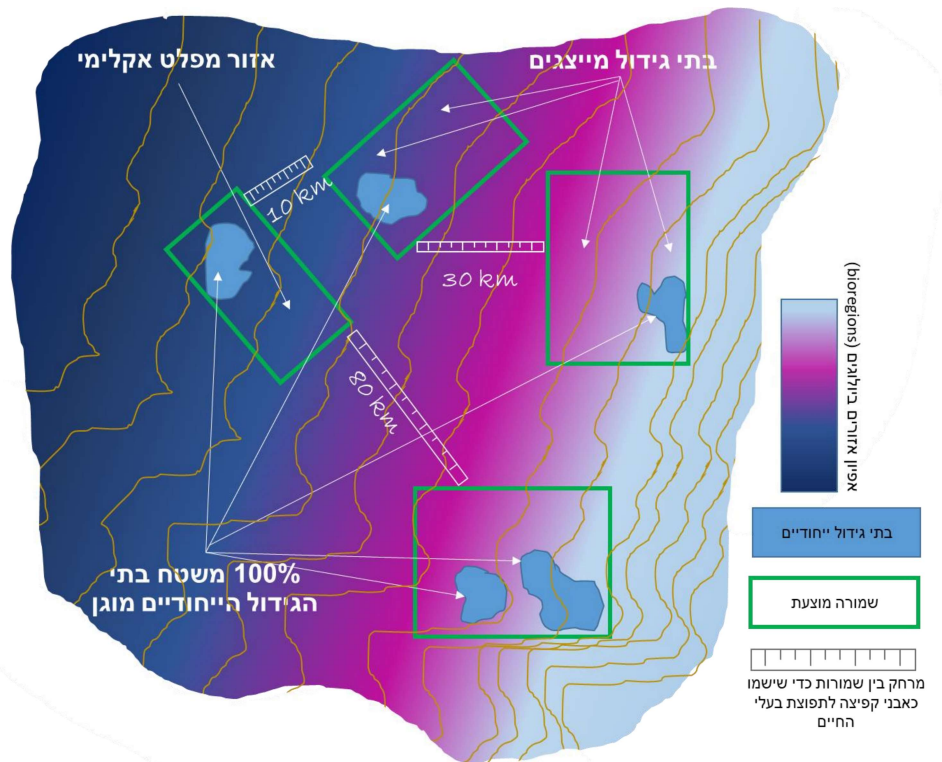
חשיבות הקמת שמורות טבע ימיות קיבלה הכרה נרחבת ותמיכה מצד מדינות רבות, כולל ישראל, אשר חתמו לאחרונה על יוזמות להגנה על 30% משטחן הימי עד שנת 2030 תחת הכותרת High Ambition - 30X30 Coalition ו-Global Ocean Alliance 4:3. בישראל, כמו בחלק ממדינות העולם האחרות, יעד זה הוא שאפתני ביחס לאחוז השטח המוכרז או המוצע כשטח שמורה ימית. בים התיכון הישראלי, 4% בלבד משטח המים

3 <https://www.hacfornatureandpeople.org/home>

4 <https://www.gov.uk/government/topical-events/global-ocean-alliance-30by30-initiative>

הריבוניים מוכרז כשמורת טבע ימית ועוד 5% נמצא בתהליכי אישור סטטוטורי. כמו כן, 9% נוספים משטח המים הריבוניים של ישראל מוגדר "אזור ימי מיוחד" (הגדרה עמומה שלא מספקת בשלב זה הגנה לבתי הגידול ולמינים, ולא מגדירה מנגנון ניהולי). בשטח המים הכלכליים של ישראל לא קיימות כיום שמורות ימיות כלל.

על מנת לעמוד ביעדי השימור של 30X30, יש להציע בהקדם תכנית אב מרחבית של שמורות טבע ימיות במים הכלכליים של ישראל, שתתפרש על פני 30% מהשטח לפחות ותכלול את בתי הגידול הייחודיים, כמו גם המייצגים, בשטח זה, תוך שמירה על קישוריות בין בתי גידול ובין שטחים מוגנים, איתור אזורי מפלט אקלימיים, ותוך שקלול היבטים תכנוניים וכלכליים. תכנית זו תהווה עוגן להתייחסות עבור גורמי הממשלה, בבואם לתכנן את המים הכלכליים, ליזום בהם פעולות שימור מרחביות, או ליזום פעולות פיתוח.



דוגמה קונספטואלית של תכנית אב לשמורות ימיות-

רשת שמורות טבע ימיות גדולות שביניהן קישוריות ושמגינות ברמה המרבית על בתי הגידול הייחודיים בשטח התכנית, על מגוון סוגי בתי הגידול בשטח התכנית ועל אזורי מפלט אקלימי

מטרת מסמך זה היא לפרט את הצורך במיזם ולהציב עקרונות על לתכנון רשת שמורות טבע ימיות במים הכלכליים של ישראל. המסמך מורכב משישה פרקים עיקריים: 1. הצורך בקידום שמורות טבע במים הכלכליים של ישראל, 2. בחירת שמורות ככלי המתאים והיעיל ביותר להשגת מטרות של שמירת טבע ימית, 3. עקרונות ויעדי התכנון של שמורות טבע ימיות המתבססים על ידע מדעי ויישומי שנצבר בתחום, 4. יישום העקרונות והיעדים עבור תכנון שמורות בים העמוק במציאות של חוסר קיצוני במידע, 5. מקרה בוחן של תכנון שמורות טבע ימיות במים הכלכליים של אוסטרליה, 6. תהליך התכנון המוצע למיזם תכנון שמורות טבע במים הכלכליים של ישראל.

הצורך בקידום רשת שמורות ימיות בתחום המים הכלכליים של ישראל – ולמה עכשיו?

הים העמוק במים הכלכליים של ישראל – מערכת אקולוגית נרחבת הראויה לשימור

על אף שהים העמוק מהווה 78% משטח הים התיכון, המחקר בו צובר תאוצה רק בשנים האחרונות ועדיין מצריך טכנולוגיות מתקדמות, יקרות ומסובכות לביצוע. לכן, המידע הנאסף מהמחקרים ומהסקרים נצבר בקצב איטי ולעיתים זמינותו מוגבלת.

שטח המים הכלכליים של ישראל בים התיכון נפרש על פני 22 אלף קמ"ר, כמו שטחה היבשתי של מדינת ישראל, כולו מוגדר "ים עמוק". הים העמוק הישראלי, המורכב ברובו מקרקעית של מצע רך, כולל את מדרון היבשת, מעומק 200 עד 1000 מטרים, ומערבה ממנו את מישור הבתיאל המשתרע עד עומק של כ-2500 מטרים. למרות פערי הידע, כבר היום ידוע כי קיימים בו בתי גידול ייחודיים וחברות ביולוגיות המכילות מאות מינים המקיימים ביניהם יחסי גומלין מורכבים. העושר הביולוגי המוכר והעניין המחקרי התרכזו עד היום בעיקר בתצורות הקרקע הייחודיות במרחב, הכוללות קניונים תת ימיים, תעלות בוצ (במיוחד תעלת הלבנט הארוכה והרחבה) ואזורים ממדרון היבשת הכוללים גלישות קרקע עם טופוגרפיה מורכבת כגון הפרעת דור והפרעת פלמחים. זאת, מכיוון שהתנאים הגיאומורפולוגיים, יחד עם מאפיינים אוקינוגרפיים, הידרולוגיים וכימיים, מכתיבים את תפוצתן של מערכות אקולוגיות נדירות, ייחודיות ורגישות (ויסמן ורוטשילד 2018, Otero and Mytilineou 2022). הסקר האסטרטגי הסביבתי שנערך ב-2016 ביזמת משרד האנרגיה, הניב תמונה שבה שטח המים הכלכליים נראה יחסית אחיד מבחינת בתי הגידול בקרקעית (משרד האנרגיה 2016). אולם, הסקר לא נעשה במטרה לאפיין בתי גידול לשם הגנה על בתי גידול מייצגים והתמקד רק במינים ומבנים מאוד מסוימים אשר לא משקפים את כלל המורכבות בשטח. לפיכך, תוצאות הסקר אינן מספקות מידע שמאפשר תכנון שמורות במים הכלכליים.

א. מה מייחד את הים העמוק?

הים העמוק מהווה את מרבית גוף המים על פני כדור הארץ. שטח עצום זה סופג כמויות משמעותיות של פחמן דו-חמצני וחום ובכך מהווה חלק חשוב בוויסות אקלימי של האטמוספירה (Levin and Le Bris 2015).

קרקעית הים העמוק היא מערכת אקולוגית רגישה במיוחד לשינויים ולהפרעות אנושיות, ביחס לקרקעית הים באזורים רדודים יותר. אור השמש כמעט ואינו חודר למעמקי הים ולכן סביבה חשוכה זו מאופיינת, ככלל, ביצרנות ביולוגית נמוכה. מרבית היצורים בה ניזונים מחלקיקים הנושרים מעמודת המים הרדודים. לפיכך, שיעורי גדילה והתחדשות של יצורים ימיים בים העמוק הם נמוכים ביותר (Ramirez-Llodra et al. 2011), ולכן גם הרגישות הגבוהה של סביבה זו לפגיעה. הפגיעות הרבה של הים העמוק להפרעות נובעת גם מכך שקצב השקעת המצע (סדימנט) הוא איטי במיוחד לכן, כל פגיעה פיזית במצע עלולה להותיר צלקת שאינה מתחדשת (Simon-Lledó et al. 2019, Clark et al. 2019).

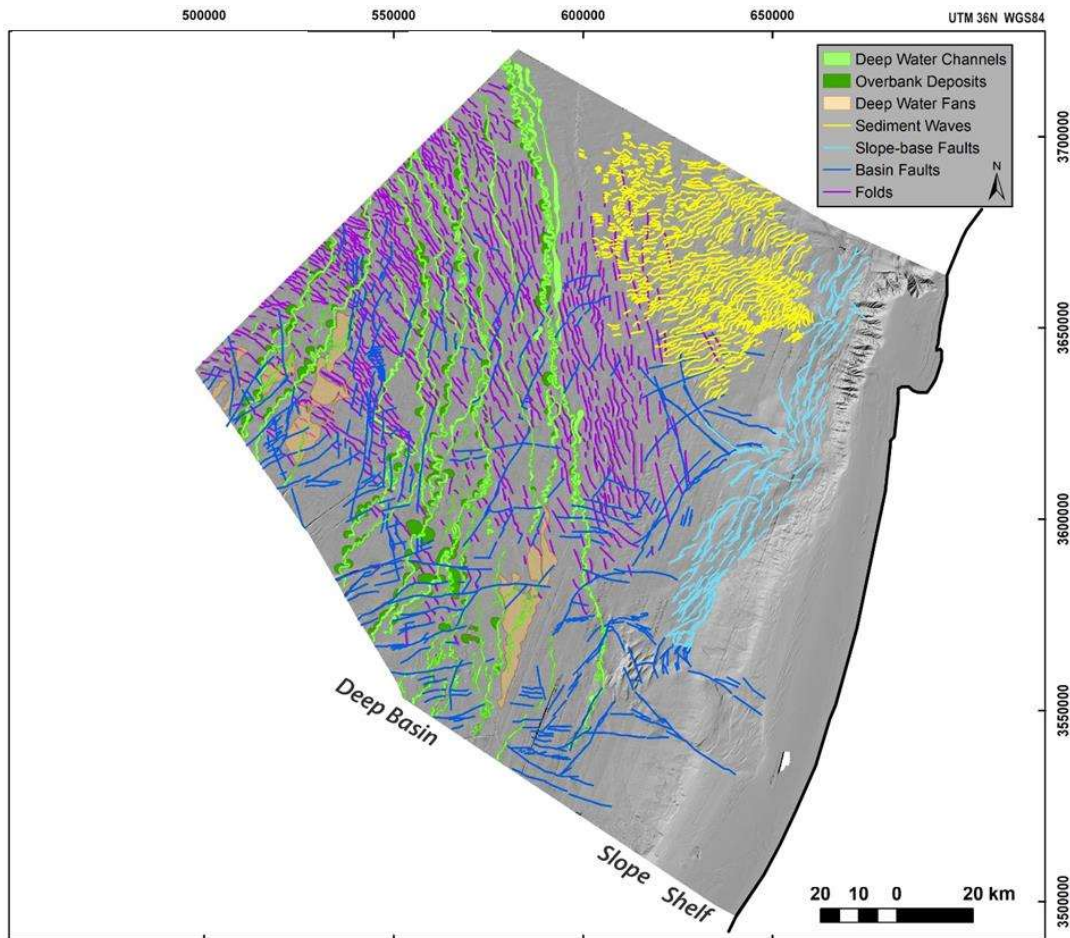
התנאים הקיצוניים השוררים בים העמוק (חושך, קור, לחץ גבוה, יצרנות נמוכה והתחדשות איטית של המצע) הביאו את בעלי החיים השוכנים בו לפתח התאמות ייחודיות לסביבה זו ולכן ככלל שיעור האנדמיות בסביבת הים העמוק הוא גבוה ביותר (IUCN 2019).

5 חריג לכך הם בתי גידול בהם יש מוקדי יצרנות ייחודיים - שאינה מבוססת על אור השמש אלא על אנרגיה כימית המופקת על ידי חיידקים מנביעות גז קרקעיות.

בקרקעית, קיים דגם אופייני של תפוצת בתי גידול ומינים המושפע בעיקר מתצורת הקרקע, סוג המצע, העומק ומאפיינים פיזיים נוספים. את דגם זה ניתן לדמות למעין מדבר (יצרנות הנמוכה ומורכבות דלה של הקרקעית בעלת המצע הרך), ובו משובצים אזורים של "נווה מדבר". אזורים אלה מאופיינים בעושר ביולוגי גדול, ופזורים ומשובצים בשטח רחב מאוד של קרקעית רכה ואחידה שבה המגוון ביולוגי יחסית נמוך. אותם איים של מגוון ביולוגי גבוה נוצרים בעיקר סביב תופעות ומבנים גיאולוגיים ייחודיים כדוגמת סלעי קרבונט, נביעות מתאן, אבעבועים (pockmarks) ובריכות תמלחת (IUCN 2019, Yücel et al. 2016). בנוסף, חלק מהמינים הישיבים השוכנים בים העמוק (אלמוגים, נוצות ים, ספוגים), מסוגלים ליצור צברים ושונות ביוגניות שסביבם מתפתחות מערכות אקולוגיות עם מורכבות מבנית ולכן מגוון ביולוגי גבוה, אך בו בזמן מאופיינות ברגישות גבוהה במיוחד להפרעות פיזיות (Otero and Mytilineou 2022).

החיים בעמודת המים מושפעים אף הם ממבנה הקרקעית ובמיוחד מתופעות גיאולוגיות כמו קניונים, מצוקים וגלישות קרקע. אלו משנים את משטר הזרמים סביבם וכתוצאה מתרחשת לעיתים עליה של חומרי הזנה מהקרקעית לעמודת המים, אשר יכולים להגביר את שיעור היצרנות ולמשוך אליהם עושר מינים רב כולל יונקים ימיים, צבים, כרישים ודגים פלאגיים גדולים (Lastras et al. 2016, IUCN 2019).

מאפייני הייחוד של הים העמוק מתבטאים גם בשטח המים הכלכליים של ישראל. לדוגמה, קצב השקעת הסדימנט מוערך בכ- 0.08 גרם לסמ"ר לשנה וההשערה היא שהאספקה הנמוכה של חומרי הזנה משפיעה על צפיפות החי במצע בצורה משמעותית (Schirone et al. 2014, Lubinevsky et al. 2017). יחד עם זאת, להבדיל מהידוע באזורי ים עמוק אחרים בעולם, בים העמוק הישראלי לא הודגמו עד כה שיעורי אנדמיות אזורית (להבדיל מים תיכונית) גבוהים במיוחד. כמו כן, הקשר שבין החיים בעמודת המים ומבנה הקרקעית מהווה מוקד עניין מחקרי. מחקרים שפורסמו לאחרונה מציעים כי תופעה של עליית חומרי הזנה מתרחשת באזור מדרון היבשת וכי קיימת הסעה לטרלית של חומרי הזנה מהמדף אל הבתי הגידול בקרקעית הים העמוק (IOLR 2016, Guy-Haim et al. 2022). לפיכך, ניתן להניח כי מבנה הקרקעית משפיע במידה מסוימת על החי בעמודת המים גם בישראל, אך אפיון מקיף של התופעה טרם נערך. מעבר לכך, מעל מרחב המים הכלכליים של ישראל מתקיימת חזית רחבה של נדידת ציפורים, בעיקר בשעות הלילה ובגובה תעופה יחסית נמוך, מה שעלול לגרום לחיכוך פוטנציאלי עם תשתיות מעל פני המים (אשל, 2022).



Reference:
 Kanari M, Tibor G, Hall JK, Ketter T, Lang G and Schattner U. 2020. Sediment transport mechanisms revealed by quantitative analyses of seafloor morphology: New evidence from multibeam bathymetry of the Israel Exclusive Economic Zone. *Journal of Marine and Petroleum Geology*, <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104224>.

מאפייני קרקע ומבנים בתימטריים בקרקעית בשטח המים הכלכליים של ישראל בין התיכון. אזורים אלו מהווים מוקדים לעניין מחקרי המתעדד לזהות בתי גידול בנטיים רגישים. מתוך: Kanari et al. 2020

ב. מה מאיים על הטבע בים העמוק, ומצדיק הגנה יזומה?

רגישות מערכות הים העמוק נובעת הן מהדינמיקה הטבעית של המערכת הכוללת קצבי גדילה והתחדשות איטיים והן מאופי ההפרעות אליהן חשופות המערכות הכוללות הרס פיזי של בתי הגידול, זיהום המים והקרקעית ודיג של טורפי על. איומים אלו הם תוצר של הפעילות הכלכלית המתרחבת בשטח המים הכלכליים של ישראל וכוללת (נכון להיום) בעיקר:

- **ספנות זיהום.** מהווה מקור אפשרי לזיהום כתוצאה מאבדן של מטען או תקלה שגורמת לתכולת מיכליות להתפזר במים (March et al. 2021, Culin et al. 2018). סקרי פסולת בים העמוק של ישראל מצביעים על ריכוזי פסולת גבוהים הנעים בין 1500-7000 פרטי פסולת לקמ"ר בעומקים של 500-1700 מטר בהתאמה. הרוב המוחץ של הפסולת היא פסולת פלסטיק ומקורה כפי הנראה בספינות מקומיות וזרות (סגל 2020). כמו כן, זיהום ממקורות נוספים כמו למשל שפכי שמן ואפר פחם, שכבר תועדו כבעלי השפעה על חברת החי בקרקעית והולכות ומצטברות עדויות מהעולם על השפעתה של פסולת פלסטיק על אוכלוסיות בקרקעית ובגוף המים (Chiba et al. 2018).
- **חיפוש, הפקה והולכה של דלקים פוסיליים.** אלו משפיעים באופן ניכר על המערכת אקולוגית בסביבתם בכל שלבי העבודה. לדוגמה, סקרים סיסמיים מסכנים בעלי חיים בעמודת המים בגלל

התנדודות והרעש שהם מייצרים (Vad et al. 2018, Weilgart 2018, Cordes et al. 2016). ניסוי מעבדה ושדה הראו כי רעש מהסוג שמופק בסקרים הסייסמיים עלול לסכן גם התפתחות תקינה של לארוות פלאגיות, בין השאר של בעלי חיים ישיבים בקרקעית, ובכך לאיים על אוכלוסיות רגישות אלו (Vad et al. 2018). קידוחים, הנחת צנרת ותשתיות פוגעים באופן ישיר בבתי גידול קרקעיים, ובאופן עקיף דרך הרחפת סדימנט הקוברת בתי גידול שלמים ופוגעת ביכולת הסינון וההזנה של בעלי חיים רבים (Vad et al. 2018, Ellis et al. 2012). בשלב ההפקה התשתית מזהמת בצורה כרונית את הסביבה הקרובה באור וקיימת סכנה ממשית לדליפה אשר ביכולתה לגרום לפגיעה אנושה וממושכת במגוון הביולוגי הן בקרקעית והן בעמודת המים, בהיקף מרחבי משמעותי (Cordes et al. 2016). פעילות כלכלית זו הולכת ומתרחבת ובנוסף לשטח שכבר היום מתבצעים בו חיפוש והפקה של גז, בכוננת משרד האנרגיה לשווק 10,000 קמ"ר נוספים לחיפוש גז ונפט בעתיד הקרוב (משרד האנרגיה 2021).

- **דיג** קרקעית כגון דיג מכמורת או דיג במערך קרסים שוקע גורם להרס פיזי כמעט בלתי הפיך של תלישה ושבירה של אותם בתי גידול רגישים או אורגניזמים פגיעים (בעלי חיים ישיבים, כרישים, בטאים ועוד) הנמצאים במסלולו. דיג המכמורת אף גורם להרחפת סדימנט המסכנת בעלי חיים ישיבים, כמו אלמוגים וספוגים, אך גם עלולה לשחרר חומרים רעילים שהצטברו בקרקע ושיכולים לפגוע בבעלי חיים מסננים (Ramalho et al. 2018, D'Onghia 2019, Bradshaw et al. 2012). ציוד דיג נטוש המגיע גם משיטות דיג אחרות, שוקע לקרקעית, נכרך סביב מושבות בעלי חיים קרקעיים ועלול עם הזמן לגרום לתלישה ושבירה שלהם (Mytilineou et al. 2014, Sampaio et al. 2012). כמו כן, דיג בלתי מבוקר של טורפי על במערכת האקולוגית, עלול להביא לחוסר איזון במערכת כולה ובכך לפגוע בתפקודה ויכולת השרידות שלה (Clark et al. 2016).
- על פעילויות אלה מתווספות האפשרויות לקדם בשטח זה אנרגיה מתחדשת, חקלאות ימית ושימושים עתידיים נוספים, את חלקם קשה אף לחזות. זאת לצד שינויים סביבתיים ואקלימיים כמו פלישת מינים והתחממות מואצת אשר באים לידי ביטוי באופן קיצוני במיוחד במזרח הים התיכון ואשר מסוגלים להשפיע באופן ניכר על תפקוד והרכב המערכת האקולוגית הימית (Corrales et al. 2018, Chaikin et al. 2021). היעדר מדיניות ברורה ויישומית בנוגע לשמירת טבע ופיתוח כלכלי בר קיימה, משמעותו גם היעדר יכולת להיערך להשפעות אלו.

ג. התשתית המשפטית להקמת שמורות טבע במים הכלכליים

הקמת שמורות ימיות במים הכלכליים הינה פרקטיקה משפטית מקובלת על פי הדין הבינלאומי, המטיל על המדינות חובה להגן על ערכי הטבע בתחום מרחב שיפוטן ומעודד הגדרת שטחים באזור הכלכלי הבלעדי שלהן כאזורים ללא דיג וללא ניצול משאבים (UNCLOS) 6. בישראל, מצטרפת לדין זה קביעת המשנה ליועץ המשפטי לממשלה כי דיני הגנת הסביבה חלים בשטח המים הכלכליים של ישראל (ליכט 2013). משמע- נדרש לפעול כעת לקידום שמורות טבע ימיות באמצעות הכלים הרגולטוריים הקיימים והזמינים.

בפועל, קיים כיום ואקום רגולטורי בתחום המים הכלכליים של ישראל הנובע מחוסר הבהירות לגבי תחולת הדין הישראלי מעבר למים הטריטוריאליים. מזה מספר שנים מקדמת ממשלת ישראל חקיקה אשר תקבע במפורש את המסגרת המשפטית באזורים הימיים שבתחומה, לרבות המים הכלכליים (הצעת חוק אזורים ימיים, התשע"ז – 2017). אולם חקיקה זו תקועה מזה שנים רבות ובינתיים מתקדם הפיתוח הכלכלי בשטח ולא נעשה איזון ראוי בין צרכי פיתוח ושימור. לכן, במקביל לקידום שמורות באמצעות הכלים הרגולטוריים הקיימים, יש לפעול במהרה להסדרת המסגרת המשפטית בתחום המים הכלכליים, לעגן בחקיקה המקומית את הסמכות להקמת שמורות טבע ולהרחיבה במסגרת חוקים יעודיים כדי לאפשר ניהול אפקטיבי של שטחים אלו ואכיפה בתחום (רוזנבלום 2020).

6 https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

למה שמורות ימיות?

שמורות טבע ימיות הן הכלי המרכזי, המוכח והיעיל ביותר לשמירת הסביבה הימית והמגוון הביולוגי בה ולהשגת מטרות שמירת טבע ימי. בעצם כך שהן מגינות על תפקודה ובריאותה של המערכת האקולוגית המספקת לחברה האנושית שירותים רבים, לשמורות ימיות גם תועלות סוציאקונומיות נרחבות. כמו כן, השמורות הימיות מונעות את הלחצים המקומיים על הטבע ובכך מאפשרות למערכת האקולוגית הטבעית להתמודד בהצלחה עם השינויים הגלובליים המאיימים עליה ואף למתן השפעות שליליות של שינויי אקלים, ביחס לשטחים לא מוגנים (Grorud-Clovert et al. 2021, Sala et al. 2021).

הגנה אפקטיבית על המגוון הביולוגי בים העמוק נעשית באמצעות הגנה מרחבית על שטחים טבעיים שעבורם מוגדרות מטרות להגנה על תפקוד המערכת האקולוגית והרכב המינים בה. שטחים אלו מנוהלים באופן ייעודי להשגת מטרות שמירת הטבע ובכך מתאפשרים בין השאר פיקוח ואכיפה בתחום השטחים המוגנים שיבטיחו הדרה של פעילות הרסנית מהם ומסביבתם (O'Leary et al. 2012).

השפעת האדם ניכרת גם באזורים מרוחקים שבהם כמעט ולא מתקיימת פעילות כלכלית ולכן יש להגן על שטחים נרחבים באזורים אלו. הפעילות הכלכלית בים, ובעיקר טווח השפעתה, נסתרים לרוב מעיני הציבור ומקבלי ההחלטות מעצם היותם של האזורים רחוקים ועמוקים ועצם המחקר המועט באזורים אלו (Ramirez-Llodra et al. 2011). לכן מתוך עיקרון זהירות מונעת, יש להקדים ולהכריז על שמורות ימיות במרחב הים העמוק, גם כדי להתמודד עם השפעות קיימות של פעילות כלכלית וגם כדי להקדים שימור לפיתוח שעתיד להתרחב באזור (O'Leary et al. 2019, Barbier et al. 2014, Wilhelm et al. 2014).

א. הגנה על המגוון הביולוגי – היום ולדורות הבאים

שמורות טבע מהוות את ההגנה הטובה ביותר והשיקום היעיל ביותר של המגוון הביולוגי בים. השמורות מאפשרות לשמר ולשקם בתי גידול על כלל מרכיבי מארג המזון המתקיים בהם, מיצרנים ועד טורפים, וכן את התפקוד האקולוגי של המערכת. התועלות האקולוגיות של שמורות תועדו היטב בספרות המדעית והמקצועית וכוללות עלייה בגודל בעלי החיים, בצפיפות וביומסה של בעלי חיים בעלי ערך מסחרי ובמיוחד של דגים טורפים, עלייה בפוטנציאל רבייה, בעושר מינים, בכיסוי מצע חי ובשיקום אינטראקציות בין קבוצות שונות של בעלי חיים (Giakoumi et al. 2017, Edgar et al. 2014, Guidetti and Sala 2007). שמורה מוצלחת מאופיינת גם בחוסן בפני עקות סביבתיות שונות כמו השפעות של שינויי אקלים מכיוון שהיא משמרת את התפקוד הבסיסי של המערכת האקולוגית ומאפשרת לה לפתח התאמות לתנאים משתנים ולהשתקם מפגיעה (Sala et al. 2021).

ב. מיתון השפעות שינויי האקלים

הגנה על שטחים טבעיים נרחבים ביבשה ובים שביכולתם להוות מבלע פחמן תביא לפחות פחמן דו-חמצני באטמוספירה ולהאט קצב ההתחממות הגלובלית (Dinerstein et al. 2019, Roberts et al. 2020). כמו כן, גז המתאן הנפלט מקרקעית הים ונחשב לאחד מגזי החממה המרכזיים הגורמים להתחממות גלובלית, מנוצל בים העמוק במהירות וביעילות על ידי אוכלוסיות החיידקים שהופכות אותו לפחמימנים לצורך הפקת אנרגיה ומונעות שחרור שלו לאטמוספירה (Knittel and Boetius 2009, Reeburgh 2007). האוקיינוסים והימים בעולם סופחים בין רבע-לשליש מכמות הפחמן הדו-חמצני הנפלטת לאטמוספירה בעיקר בתהליך פוטוסינטזה שתלוי בין השאר באספקת חומרי הזנה אל האזור הרדוד⁷. מחקרים רבים מצביעים על כך שהתחממות גלובלית של 1.5° צלזיוס בממוצע, הנגרמת כתוצאה מפליטת גזי חממה משימוש בדלקים פוסיליים, תהווה סכנה קיומית לכלל החיים על פני כדור הארץ (Intergovernmental Panel on Climate change 2018, Lovejoy and Hannah 2018). לכן, הגנה מרחבית לצרכי שימור תאפשר הגדלת השטחים שביכולתם ללכוד פחמן, הגנה על בתי גידול שביכולתם

⁷ <https://climate.nasa.gov/>

ללכוד ולפרק גז מתאן והגנה על תפקוד המערכת האקולוגית ההכרחי לקיום תהליך הפוטוסינתזה וקיבוע הפחמן (Thurber et al. 2014, Sala et al. 2021).

בנוסף, אזורים בים העמוק יכולים להוות מפלט אקלימי לבעלי חיים הרגישים לעליית הטמפרטורה ושלהם סבילות גבוהה למנעד עומקים, ובכך לתרום למיתון השפעות שינויי האקלים על המגוון הביולוגי (Chaikin et al. 2021).

ג. תרומת שמורות טבע ימיות לכלכלה כחולה

היכולת לפתח כלכלה רוחנית תלויה במערכת אקולוגית ימית בריאה ומתפקדת (OECD 2016). פעילויות כלכליות רבות תלויות באופן ישיר באספקה של משאבים מהים (דגה, וכדומה) או באופן עקיף בתוצרים של סביבה ימית מתפקדת (חקלאות ימית, התפלה ועוד). פגיעה ביכולת של המערכת האקולוגית הטבעית לספק תועלות אלו, תביא בהכרח להפסד כלכלי (Lillebø, Pita et al. 2017, Milon and Alvarez 2019). לעומת זאת, הרחבה של שמורות טבע לכדי 30% משטח כדור הארץ, יכולה להביא לתמורה כלכלית של עד 454 מיליארד דולר בשנה יותר מהתרומה שתתקבל ללא הרחבה של השמורות (Waldron et al. 2020). הערכות של הערך הכלכלי של המערכות האקולוגיות בים העמוק עדיין אינן מפותחות דיין אך נראה כי עומדות על אלפי דולרים לקמ"ר לשנה (Ressurreição et al. 2011 Folkersen et al. 2018, Armstrong et al. 2019). כך למשל, הערך הכלכלי של מיתון השפעות האקלים (ספיחת פחמן), באזור המים הכלכליים של ישראל ומתחת לעומק של 100 מ', עומד על כ 21 מיליון יורו בממוצע לשנה (Peled et al. 2018).

ד. מחויבות בינלאומית

מעצם היותן של שמורות טבע ימיות הכלי היעיל ביותר להגנה על המגוון הביולוגי ולהתמודדות עם שינויי האקלים, האמנות הבינלאומיות לשמירה על הסביבה מתמקדות בהצבת מטרות מרחביות לשמירת טבע. כך, אמנת המגוון הביולוגי, אמנת ברצלונה ואמנת הים מחייבות כולן את מדינת החוף להגן על הטבע בתחומי הים באמצעות הקמת שטחים מוגנים, לרבות בשטח המים הכלכליים (רוזנבלום 2020). כמו כן, שתי היוזמות הבינ-ממשלתיות המובילות כיום שמירת טבע ימית ואשר עליהן חתומות עשרות מדינות בכל יבשות העולם, חרטו על דגלן את המחויבות להגן על 30% משטח הימים והאוקיינוסים בעולם⁸. יוזמות אלו מחייבות השתתפות פעילה בתהליך גיבוש המהלכים להשגת יעדי השימור. שמורות טבע בתחום המים הכלכליים קיימות כבר היום במספר מדינות ברחבי העולם וכוללות אזורים של בתי גידול בנטיים יחודיים (לדוגמה, שמורת פרנק לוטנברג בארצות הברית⁹), אזורים חשובים למינים פלאגיים (לדוגמה שמורת פארק נלסון באוסטרליה¹⁰), ובתי גידול מייצגים, הכוללים גם אזורים נרחבים של קרקע בוצית וחולית (לדוגמה, שמורות Agulha Muds ו-Benguela mud בדרום אפריקה¹¹). גם ישראל מחויבת בהקמת שמורות טבע ימיות בשטחה הימי ואף הצטרפה בחודש אוגוסט 2021 ליוזמות הבינלאומיות הנ"ל לאחר שהשרה להגנת הסביבה חתמה על מכתבי התמיכה ביוזמות והתחייבה לקדם שמורות במים הכלכליים. לפיכך, ישראל מחויבת לקדם הכרזת שטחים כשמורות טבע ימיות במהלך העשור הקרוב גם מעצם מחויבות בינלאומית¹².

⁸ <https://www.hacfnatureandpeople.org/home>

⁹ <https://www.gov.uk/government/topical-events/global-ocean-alliance-30by30-initiative>

⁹ <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/map/frank-r-lautenberg-deep-sea-coral-protection-areas-map-gis>

¹⁰ <https://parksaustralia.gov.au/marine/parks/south-east/nelson/#map>

¹¹ <https://www.marineprotectedareas.org.za/agulhas-mud-mpa>

¹² <https://www.marineprotectedareas.org.za/benguela-mud-mpa>

עקרונות התכנון של רשת שמורות ימיות

טיוטת העדכון של סעיף השטחים המוגנים באמנת המגוון הביולוגי, שידון בחודש ינואר 2022, מנוסח כך: "לפחות 30% משטחי היבשה והים, במיוחד שטחים בעלי חשיבות למגוון הביולוגי ולתרומה לציבור, ישמרו באמצעות מערכות מייצגות ומקושרות היטב של שטחים מוגנים המנוהלים באופן אפקטיבי וצודק..."¹³. בדומה, יעדי השטחים המוגנים על פי אמנת ברצלונה לים התיכון כוללים גודל מספק של שטח מוגן בו מיוצגים מגוון מערכות אקולוגיות, בתי גידול הנמצאים בסכנה ובהידרדרות, בתי גידול החשובים לרבייה והישרדות של מינים בסכנת הכחדה ואזורים בעלי חשיבות מדעית, תרבותית או חינוכית (UNEP 2019, 1995). יעדים אלו משקפים את עקרונות העל של תכנון השמורות – היקף, ייצוגיות, קישוריות, הגנה אמיתית וניהול אפקטיבי. כמו כן, אמנת ברצלונה קובעת כי בים התיכון יש לפעול בהקדם להגנה מרחבית גם כאשר חסר ידע מדעי מקיף, מתוך עקרון הזהירות המונעת, ומעצם העובדה כי ההשפעה השלילית של פעילות האדם על הסביבה הימית בים התיכון היא משמעותית (UNEP 1995).

להלן יפורטו יעדי תכנון רשת שמורות ימיות, בהתאם לנדרש באמנות בינלאומיות ובהתבסס על ידע מחקרי בנוגע למפתחות ההצלחה של תכנון שמורות טבע ימיות יעילות.

א. היקף – 30% לפחות

המגמה העולמית כיום, הן בקרב החוקרים המובילים בתחום שמירת הטבע הימית, והן בקרב המוסדות הבינלאומיים וקובעי המדיניות הבכירים, היא כי יעד של הגנה מרחבית על לפחות 30% משטח הים, כרשת יעילה של שמורות מנוהלות, הוא היעד הנכון אל מול אתגרי השעה (Waldron et al. 2020).

מדוע 10% אינם מספיקים?

בשנת 2010, מדינות העולם, וישראל בתוכן, אימצו יעד של הגנה על 10% מהשטח הימי עד שנת 2020 במסגרת אמנת המגוון הביולוגי (CBD 2011). מאז, שורה של מחקרים הצביעה על כך שיעד זה נמוך בצורה קיצונית ולא יספק את התוצאות הרצויות. לדוגמה, הגנה של 10% תאפשר רק הגנה על בתי גידול עם מגוון ביולוגי גבוה אך לא בהכרח תספיק כדי לכסות מבחינה מרחבית גם בתי גידול להם תפקיד משמעותי בהגנה על שלבי חיים שונים של מינים בסכנת הכחדה או כאלו שקולטים פחמן מהאטמוספירה בצורה מוגברת (Roberts et al. 2020).

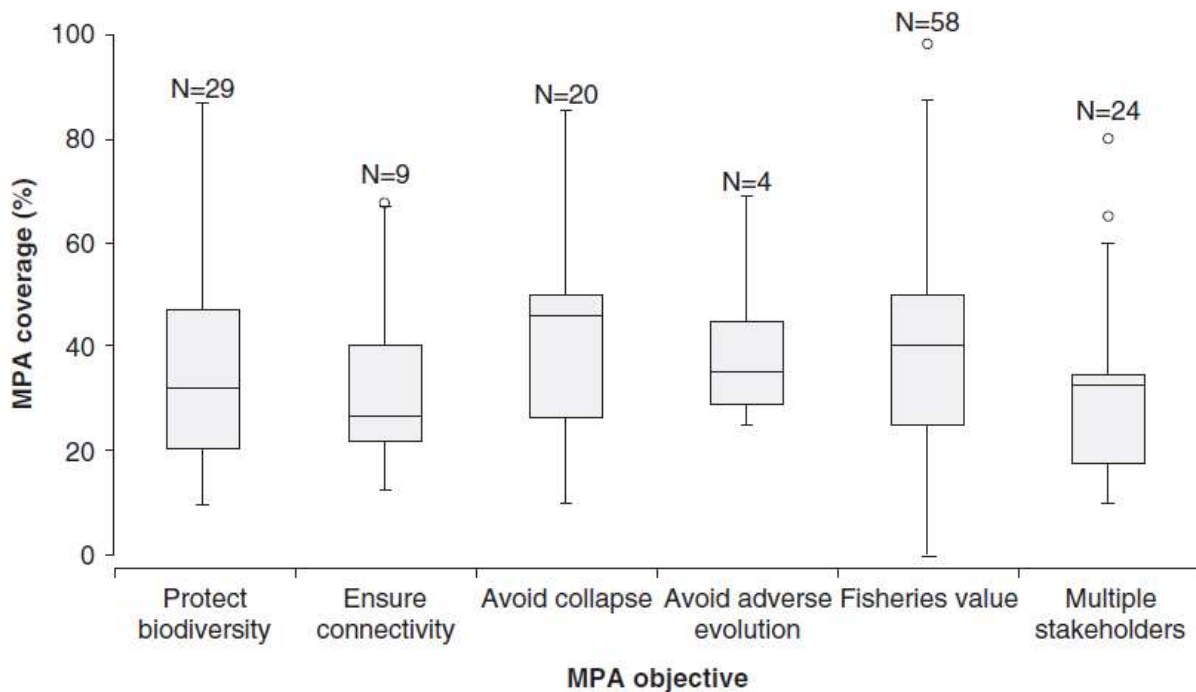
מדוע 30%?

המחקרים חייבו כי הגנה של 30% תאפשר מצד אחד שמירה יעילה על המערכת האקולוגית ותמתן את השפעות האקלים, ומצד שני גם תאפשר מימוש של מטרות סוציאקונומיות (O'Leary et al. 2016). ברמה הגלובלית, הגנה של לפחות 30% תאפשר הגנה על מגוון בתי הגידול בעלי החשיבות לתפקוד המערכת האקולוגית, שטח מספק לקליטה ואחסון של פחמן ותועלות כלכליות משמעותיות (Balbar and Metaxas 2019, Magris et al. 2018, Waldron et al. 2020, O'Leary et al. 2016).

יעד של 30% הוכרז לראשונה בשנת 2014, כאשר קונגרס הפארקים העולמי קרא להגן על לפחות 30% מהשטח הימי העולמי כדי לשמר את המגוון הביולוגי ואת שירותי המערכת האקולוגית וכדי למתן את ההשפעות השליליות של פעילות האדם (World Parks Congress 2014). מאז, 30% הפך להיות היעד המקובל בקרב קובעי מדיניות ברחבי העולם אשר חתמו לאחרונה על שתי יוזמות להגנה על 30% מהשטח הימי העולמי עד שנת 2030 וביניהם האיחוד האירופי, קנדה, בריטניה, ארצות הברית, אוסטרליה, יפן, מקסיקו, איחוד האמירויות, ישראל ועוד

13 "Ensure that at least 30 per cent globally of land areas and of sea areas, especially areas of particular importance for biodiversity and its contributions to people, 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 landscapes and seascapes"

עשרות מדינות נוספות 15:14. כמו כן, מטרה מרחבית זו כבר הוגדרה באסטרטגיה הרשמית של האיחוד האירופי למגוון ביולוגי עד שנת 2030 שבה הוצהר כי 30% מהשטח הימי של אירופה צריך להיות מוגן עד שנת 2030 ומתוכם לפחות 10% בהגנה מרבית (European Commission 2020).



אחוז השטח הנדרש להשגת מטרת שמורות ימיות. ממוצע של 144 מחקרים מרחבי העולם שסקרו סביבות שונות. במתן משקל שווה לכל המטרות, נמצא כי בממוצע 35% מהשטח הימי צריך להיות מוגן על מנת להשיג את אחוז המטרות הגבוה ביותר. מתוך: O'Leary et al. 2016. הקו שבמלבן האפור מייצג את החציון, שולי המלבן מייצגים את שגיאת התקן והקווים שמעל ומתחת למלבן מייצגים את טווח הנתונים.

ב. מיקום/ פריסה מרחבית – הגנה על בתי גידול ייחודיים ומייצגים

• הגנה על בתי גידול ייחודיים

מרבית שטח הקרקעית בים העמוק הוא מצע רך. אך בשטח זה משובצים אזורים שבהם תופעות גיאולוגיות ואוקינוגרפיות יצרו נישות המהוות בסיס לבתי גידול ייחודיים. כמו כן, מינים שונים השוכנים בקרקעית ובסביבתה בים העמוק, מסוגלים ליצור מבנים וסביבות ביוגניות (למשל צברים, שוניות) שסביבם מתפתחות מערכות אקולוגיות עם מגוון ביולוגי גבוה (IUCN 2019). לפיכך, בתי גידול ומינים אלו, נמצאים בלב מאמצי השימור של הים העמוק בעולם כולו. בתי גידול אלה מהווים מוקדים בהם עושר ביולוגי רב ומתפקדים כנווה מדבר בהיבט המורכבות המבנית והמשאבים. לאור נדירותם, מחד, והמורכבות שלהם מאידך, הם רגישים ביותר לפגיעה פיזית או לזיהום ולכן **השאיפה היא להגן על 100% משטחם** (IUCN 2019).

14 <https://www.gov.uk/government/topical-events/global-ocean-alliance-30by30-initiative>

15 <https://www.hacfornatureandpeople.org/home>

מערכות אקולוגיות ייחודיות אלו מכונות-16 (Vulnerable marine ecosystems או Deep-sea benthic communities, והן כוללות מבנים גיאופיזיים, בתי גידול ומינים אופייניים (FAO 2018, BOEM 2010, Otero and Mytilineou 2022). לדוגמה, נציבות הדיג של הים התיכון (GFCM) אשר פועלת להגנה על בתי גידול רגישים בים העמוק מפני נזקי דיג, הגדירה אינדיקטורים לנוכחות של מערכות אקולוגיות רגישות המחולקים לשלוש קטגוריות מרכזיות אשר כל אחת מהן בנפרד יכולה להוות בסיס להחלטה לאסור פעילות דיג בשטח:

- מאפיינים גיאופיזיים- תצורות קרקעית שיתכן ותומכות במערכות אקולוגיות רגישות. לדוגמה, קניונים תת ימיים, מדרונות תלולים, נביעות מתאן ועוד.
- בתי גידול- חברות אשר סביר כי עונות על הגדרת הנציבות למערכות אקולוגיות רגישות. לדוגמה, גני אלמוגים, גני ספוגים, חברות כימוסינטטיות ועוד.
- בעלי חיים אינדיקטורים- רמות טקסונומיות שונות של קבוצות בעלי חיים כמו תולעים, אלמוגים, צדפות ועוד.

להלן דוגמאות לתצורות גיאופיזיות ובתי גידול התומכים במערכות אקולוגיות רגישות בים העמוק, אשר נצפו בשטח המים הכלכליים של ישראל שיש לפעול להגן עליהן:

גני אלמוגי עומק-

אלמוגי עומק המותאמים לסביבת הים העמוק החשוכה, ניזונים בעיקר מזואופלנקטון וחומרי מזון המגיעים מעמודת המים ("שלג ימי"). אלמוגים אלו מייצרים מעין יער על קרקעית הים העמוק ומספקים בית גידול לבעלי חיים רבים נוספים כמו דגי קרקעית ולכן ידועים כאזורים עם עושר מינים רב (IUCN 2019). באזורים שונים בעולם, גני האלמוגים מהווים אזורי אומנה שבהם מתרבים ומתקיימים כרישים ודגים שונים בשלבי חייהם הראשונים (Henry et al. 2013). אוכלוסיות האלמוגים של הים העמוק נמצאות בדעיכה בים התיכון כפי הנראה בעקבות השפעות שינויי האקלים והרס בתי הגידול כתוצאה מדיג קרקעית ועבודות תשתית (Bo et al. 2014, D'Onghia et al. 2016). אלמוגי עומק נצפו בתחום המים הכלכליים של ישראל באזור הפרעת פלמחים בעומקים של 450-850 מ' (Coleman et al. 2012). תפוצתם נכללת בבתי גידול 12 ו-63 במסמך הסקר האסטרטגי הסביבתי (כנרי ותום 2021).

נביעות גז ואבעבועים-

נביעות גז הן מוקדים של דליפת גזים (בעיקר מתאן) מהקרקעית אל גוף המים. דליפות כאלה כוללות זרימה של הידרוקרבונים כמומסים, ולעיתים בעבוע של גז חפשי. אבעבועים (pockmarks) הם שקעים בקרקעית הים העמוק ומדרון היבשת הנוצרים בקרקע בוצית באזורי נביעות גז. שקעים אלו משתנים בגודלם, ממטרים בודדים ועד מאות מטרים. סביב חלק מנביעות גז בקרקעית הים, התפתחו חברות חיידקים המפיקים אנרגיה וחומר אורגני מתרכובות הגז הכימיות- תהליך הנקרא כימוסינטזה. יצרנות זאת מושכת אליה בעלי חיים הניזונים מהחומר האורגני וכך למעשה התפתחה בחלק מאזורי נביעות הגז מערכת אקולוגית ייחודית שבה מתקיים עושר ביולוגי. בעלי החיים מסויימים, כמו תולעים וצדפות, מקיימים סימביוזה עם החיידקים היצרנים, ונותנים להם מחסה פיזי בתוך הרקמות שלהם. אחרים, כמו סרטנים וקיפודי ים, ניזונים ישירות ממצע החיידקים. שאר בעלי החיים, כמו דגים שונים, ניזונים מבעלי החיים

16 ארגון המזון והחקלאות העולמי של האו"ם (FAO) הגדיר כי VME הן מערכות אקולוגיות בקרקעית הים אשר רגישות לנזקי דיג ולהן מאפיינים של ייחודיות או נדירות, מאפשרות תפקוד תקין של מארג המזון, רגישות, יכולת התחדשות נמוכה ומורכבות מבנית (<https://www.fao.org/fishery/en/topic/166303>).

הנ"ל. נביעות הגז, ביחד עם תהליך הכימוסינטזה, יוצרות משקעים של סלעים פחמניים וכך נוצרים אזורים נדירים של מצע קשה בקרקעית הים, המתקיימים גם לאחר שנביעת הגז נפסקת, ומהווים בפני עצמם אזור התיישבות מועדף לבעלי חיים רבים בים העמוק, למשל, לצדפות ותולעים קודחות ולאמוגי עומק (Tudela and Simard 2004, IUCN 2019). מערכות אקולוגיות כימוסינטטיות התגלו סביב נביעות מתאן באזור הפרעת פלמחים שבשטח המים הכלכליים של ישראל ונצפו מספר אזורים עם אבעבועים רבים (Rubin-Blum et al. 2014, Makovsky et al. 2020). מערכות אלו מתוארות במקבץ בתי הגידול מספר 11 בסקר האסטרטגי הסביבתי ובעדכונו ב-2021 (כנרי ותום 2021).

לאחרונה התגלו באזור נביעות המתאן שבים העמוק מול חופי ישראל, מוקדי רבייה של דגי סחוס (כנרי ותום 2021, Makovsky et al. 2021). בים העמוק חיים דגים שונים אשר פיתחו התאמות ייחודיות למחייה בסביבה זו המאופיינת בתנאים קיצוניים. בין דגים אלו, בולט שיעור גבוה במיוחד של דגי סחוס, פי 10 גדול יותר מאשר במים הרדודים. ידוע ממקומות אחרים בעולם כי בתי הגידול הקרקעיים בים העמוק הם בעלי חשיבות לרבייה וכאזורי אמנה עבור מיני דגי סחוס שונים (Etnoyer et al. 2018, Henry et al. 2013).

כמו כן, אזורי אבעבועים התגלו ברצועת העומקים 800-1200 מ' בסקרים שבוצעו על ידי חברות הגז הפועלות בשטח. כפי הנראה, יש עוד איזורים רבים עם אבעבועים לאורך החוף ברצועת עומקים זו. מסקירה פרטנית של מספר אבעבועים שנעשתה על ידי חברות הגז, נמצא כי 26% מהאבעבועים מאוכלסים על ידי תולעים רב זיפיות כימוסינטטיות 17. חשוב לציין כי תולעים אלו הן לא האינדיקטור היחיד לקיום המערכות הכימוסינטטיות המתפרסות על פני שטח שהוא כפי הנראה נרחב בהרבה משטח האבעבוע עצמו (Cordes et al. 2021).

בריכות תמלחת בקרקעית הים-

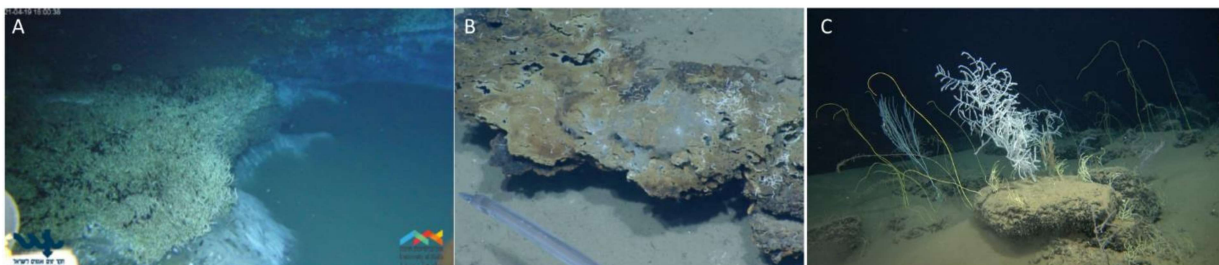
בתנאים גיאולוגיים מסוימים נובעות מהקרקעית תמלחות עשירות במתאן ומימן גופרי או פחמימנים אחרים. בשל צפיפותם הגבוהה, תמלחות אלו זורמות על הקרקעית ומצטברות למעין בריכות עם מליחות גבוהה במיוחד ומכילות ריכוזים גבוהים של חומרים נוספים (כמו למשל גפרית ומתאן). הפרש הריכוזים והצפיפות שבין מי הים ובריכות התמלחת, מביא לכך שכמעט ואין ערבול של נוזל התמלחת. בסביבות בריכות אלו יש התיישבות של תולעים, סרטנים וחוריריות (foraminifera) המקיימים סימביוזה עם חיידקים אשר עמידים במיוחד לריכוזי המלח הגבוהים. בריכות תמלחת נחשבות נדירות בים התיכון וההשערה היא שבעלי החיים בסביבתם ברובם עדיין לא נחקרו ולא ידועים למדע (Tudela and Simard 2004, IUCN 2019). בריכות תמלחת נמצאו עד כה בתחום המים הכלכליים של ישראל רק באזור הפרעת פלמחים בבית גידול 68 המהווה חלק ממקבץ בתי הגידול 11 בסקר האסטרטגי הסביבתי (Makovsky et al. 2021, כנרי ותום 2021).

קניונים תת ימיים-

מאפיינים בעיקר את אזורי מדרון היבשת ומהווים סביבה בעלת חשיבות אקולוגית רבה. המורכבות המבנית של קניונים יוצרת סביבה עם משטר זרמים ייחודי המערבל את שכבות המים ויוצר עושר של חומרי הזנה בסביבתם. לכן, קניונים תת ימיים ידועים כאזורי מחייה מועדפים עבור בעלי חיים רבים ביניהם דגים פלאגיים ויונקים ימיים (Roditi-Elasar et al. 2019, Würd 2012, IUCN 2019). בים התיכון הישראלי קיימים קניונים תת ימיים רק בתחום המים הריבוניים בחלק הצפוני של החוף, כאשר הקניון המשמעותי ביותר הוא קניון אכזיב הידוע בעושר ביולוגי יחסית רב (Roditi-Elasar et al. 2019, Elasar et al. 2013).

17 https://www.gov.il/BlobFolder/generalpage/enviromental_info_file3/he/Lev_Pipeline_habitats_2018.pdf

כמו כן, ידוע ככלל שמורכבות מבנית של קרקעית הים קשורה למגוון הביולוגי המתפתח באזורה. לפיכך, גם מבנים כמו תעלות קרקעיות וגלישות קרקע, הם אזורים בהם מתפתחים אותם בתי גידול ייחודיים ולכן מהווים בפני עצמם אזורים מועדפים לשימור (Zeppilli et al. 2016).



בתי גידול ייחודיים שנתגלו באזור הפרעת פלמחים במים הכלכליים של ישראל. A- בריכות תמלחת, B- נביעות גז מתאן וסלעים קרבונטיים, C- אלמוגי עומק. צילום: Makovsky Y, Weissmann A, Tchernov D, University of Haifa; Rubin-Blum M, IOLR; Antler G, Ben Gurion University & IU

בתי גידול מייצגים –

על פי עקרון זה, יש להגן על נתח של 20-30% מכל בית גידול שאינו בית גידול ייחודי (על בתי גידול ייחודיים יש להגן באופן מלא) (Ceccarelli et al. 2021). מתוך שאיפה לשמור על כלל המגוון הביולוגי לאורך זמן, יש לתכנן שמורות המגנות על מגוון רחב של בתי גידול מייצגים השונים זה מזה בהרכב החברות והמגוון הביולוגי בהם (Day and Roff 2000).

קרקעית של מצע רך מהווה את מרבית שטח הים העמוק. אולם, שטח זה אינו אחיד- סוג המצע הרך, גודל הגרגר, העומק והעושר התזונתי, משתנים מאזור לאזור וכך גם חברות המינים המאכלסות כל אזור. חשוב כמובן לזכור ששטחים מייצגים הם מלאי חיים, וקרקעית הים הרכה מלאה בדרך כלל במחילות, בעלי חיים המחופרים במצע הרך ובעולם חי נסתר מהעין. הצורך בשימוש בעיקרון הזהירות המונעת בתהליכי תכנון שמורות מתחדד אף יותר לאור חוסר הידע הקיצוני לגבי סביבת הים העמוק והשפעת שינויי האקלים על בתי גידול ימיים רבים. לכן, תכנון המשקלל ייצוגיות בתי גידול ברשת שמורות ימיות יכול לתרום במידה רבה לשרידות המערכת האקולוגית לאורך זמן ובתנאים משתנים (Fischer et al. 2019).

השטחים הכלולים בבתי גידול מייצגים ושאינם ייחודיים, ממלאים תפקודים אקולוגיים חשובים למחזור החיים של אורגניזמים ימיים רבים, המשתמשים בשטח כחלק ממחזור חייהם והם הכרחיים לשימור המערכת האקולוגית הימית. ייצוגיות היא מרכיב חשוב שיש לבחון בתהליך התכנון כחלק מכלל השיקולים התכנוניים גם כדי להתמודד עם חוסר וודאות או חוסר ידע הקיים לגבי בתי גידול מסוימים (Fischer et al. 2019, Milla-Figueras et al. 2020).

מדרון היבשת-

בים התיכון הישראלי, מדרון היבשת משתרע בין העומקים 1000-200 מ' וכולל אזורים מגוונים הכוללים קניון תת ימי עמוק בצפון, גלישות קרקע גדולות בדור ופלמחים ובניהן גלישות קרקע קטנות. רוב המדרון מורכב ממצע בוצי וגודל הגרגר במצע הולך ויורד עם העומק. הצפיפות הכוללת של החי בתוך המצע יורדת גם היא עם העומק, אולם, דגם חברות החי בתוך המצע לאורך המדרון הוא מגוון ביותר לאורך ולרוחב מדרון היבשת. כלומר, המדרון עצמו מכיל מספר רב של בתי גידול בעומקים השונים עם חברות שונות (Lubinevsky et al. 2017). החי על המצע במדרון היבשת כולל בעיקר דגי גרם, דגי סחוס, סרטנים, רכיכות, קווצי עור, נוצות ים וספוגים. גם עבור קבוצות אלו נצפתה ירידה בצפיפות ובביומסה עם העומק לאורך המדרון

(לובינסקי ותום 2014, Goren et al. 2019). יחד עם זאת, נמצא כי מגוון המינים אינו יורד בהכרח עם העומק לאורך המדרון וכי מינים רבים שלא תועדו קודם באזור, מתגלים בכל סקר, מה שמצביע, בדומה לאזורי ים עמוק אחרים בעולם, על מחסור רב במידע ביולוגי מאזור זה (Goren et al. 2019).

מישור הבתיאל-

נמצא מעבר למדרון היבשת עד לעומק 2500 מטרים. הוא שטוח יחסית, מורכב רובו ממצע רך וחוצות אותו תעלות גדולות מכיוון דרום-מזרח לכיוון צפון-מערב. שטח זה מאופיין בצפיפות ומגוון נמוכים יחסית של חי בתוך המצע עם כתמיות, אך מחצית מהמינים בשטח זה הם מינים ספציפיים לבתי הגידול שבשטח ולא יכולים להתקיים בבתי גידול מסוג אחר (Lubinevsky et al. 2017). החי על המצע באזור זה כולל בעיקר דגים וסרטנים ומעט רכיכות (לובינסקי ותום 2014).

בתי גידול פלאגיים-

ייצוג של בתי הגידול הפלאגיים בתכנית השמורות, צריך לכלול הגנה על מגוון גופי המים בשטח התכנית ולכלול אזורים המייצגים את בתי הגידול האלו בעונות השונות (Ban et al. 2014). עמודת המים מורכבת מגופי מים הנבדלים זה מזה בדינמיקה, בטמפרטורה ובכימיה ולכן גם בהרכב המינים הנמצאים בהם (Puerta et al. 2020). תכונות גופי המים מוכתבות במידה רבה ממשטר הזרמים ומשתנות בזמן ובמרחב- בצורה אופקית, אנכית ועונתית. מעט ידוע על הרכב המינים והדינמיקה של המערכת האקולוגית בגופי המים שמעל הים העמוק כיוון שאזור זה נחקר עוד פחות מאשר אזור הקרקעית. אף על פי כן, באזור המים הכלכליים של ישראל ישנן תצפיות של יונקים ימיים 18, וכן נצפו במספר סקרים צבי ים וכרישים (Würtz 2010). כמו כן, בחלקים מסוימים זהו בתי גידול עונתיים לדגי טונה כחולת סנפיר (Druon et al. 2016).

• יתירות ושכפול –

עקרון זה עומד על הצורך לוודא כי בתי הגידול המייצגים ישמרו במספר אתרים נפרדים 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. פיזור הסיכונים ונקיטה באמצעי זהירות זה היא על משקל "לא לשים את כל הביצים בסל אחד" (Laffoley and kilarski 2008).

ג. איכות – גודל, שימושים אסורים, ניהול

איכות השמורות תקבע במידה רבה את יכולתן לספק תועלות אקולוגיות וחברתיות (Grorud-Clovert et al. 2021):

שטח נרחב- 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.

18 <https://www.marinemammalhabitat.org/imma-eatlas/>

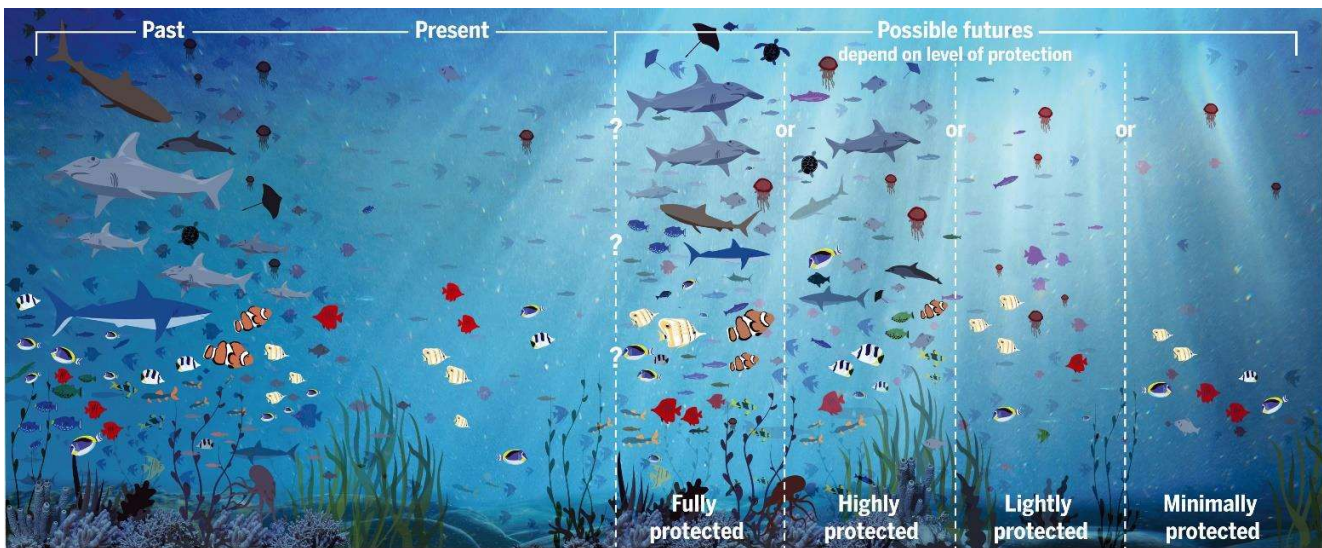
19 <https://accobams.org/>

המחקרים העולמיים ממליצים על שמורות הגדולות מ-100 קמ"ר כדי שיהיו אפקטיביות בהשגת מערכת אקולוגית משגשגת (Edgar et al. 2014).

הגנה תלת מימדית- הגנה על עמודת המים והקרקעית תבטיח הגנה על המערכת האקולוגית הימית הדינמית שבה תהליכי הזנה ותנועה מתרחשים במרחב תלת מימדי. באופן זה, תהליכים המתרחשים בעמודת המים, משפיעים על הקרקעית ומחקרים הראו כי קיים צימוד בין המערכות גם בעומק (Valls et al. 2014). לכן, הגנה תלת מימדית תבטיח את קיום כלל התהליכים ואת תפקוד המערכת האקולוגית (Agardy et al. 2016). החשיבות של הגנה תלת מימדית בים העמוק אף מתעצמת לנוכח השפעות שינויי האקלים שצפויות להשפיע בין השאר על התפוצה האנכית של בעלי חיים בגוף המים (Chaikin et al. 2021, Morales et al. 2021)

איסור פעילות הרסנית בשטח השמורה- פעילות הרסנית כמו דיג או קידוחי גז ונפט בשטח השמורה פוגעת אנושות במבנה ותפקוד המערכת האקולוגית. מחקרים ממאות שמורות ברחבי העולם הוכיחו כי רק שמורות שבהן נאסרת לחלוטין פעילות הרסנית, הן שמורות המביאות תועלות אקולוגיות וסוציאקונומיות משמעותיות (Sala and Giakoumi 2018, Sala et al. 2018, Grorud-Clovert et al. 2021, ירוחם 2019).

פיקוח ואכיפה- 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 בניהול ואכיפה בשטח. אכיפה של איסור שימושים היא מה שהופך את השטח מ"שמורה על הנייר" לשמורה בפועל שבה נאכף כראוי איסור הפעילות ההרסנית (Grorud-Clovert et al. 2021, Agardy et al. 2016).



האפקטיביות של שמורות ימיות ומכך גם עתיד האוקיינוסים נקבעים במידה רבה ממידת ההגנה הקיימת בשמורות. שמורות שבהן חל איסור מוחלט על ניצול משאבים מכל סוג, הן השמורות המניבות את התועלת הסביבתית הרבה ביותר. מתוך: Grorud-Clovet et al. 2021.

קיים חשש כי כחלק מהניסיון לעמוד ביעדי שימור שאפתניים, מדינות רבות יכריזו על רשת שמורות ימיות באזורים נרחבים מרוחקים בהן לא מתקיימת כמעט בכלל פעילות אדם וששמורות אלו יהוו למעשה "שמורות על הנייר" בלבד (paper parks). אולם, הגנה נרחבת על מערכות אקולוגיות בתוליות שלא נפגעו עדיין מפעילות אדם מהווה תרומה משמעותית להשגת מטרות שמירת טבע דווקא מכיוון שמתרחשת עוד לפני שמערכות אלו מגיעות למצב מדורדר, ששרידותן גבוהה יחסית ושטחן הגדול תורם רבות להשגת יעדי השימור העולמיים (O'Leary et al. 2019, Wilhelm et al. 2014). כמו כן, ניסיון העבר מראה כי צמיחת אוכלוסיית האדם בעולם והדרישה הגוברת למשאבים, לא מותירה אף שטח חף מהשפעה של פעילות

כלכלית, גם אם הפעילות עצמה אינה מתקיימת בו. לכן, הכרזת שמורות גדולות באזורים שטרם נפגעו, אפשרית בחלון זמן מוגבל ביותר שיש לנצל בהקדם (O'Leary et al. 2018).

ד. שמירה על קישוריות –

תכנית השמורות צריכה להתוות רשת של שמורות המחוברות ביניהן באמצעות תנועה של אורגניזמים-לארוות פלאגיות או יחידות הפצה אחרות המפוזרות באמצעות זרמי הים, או פרטים צעירים ובוגרים ממינים נודדים של בעלי חיים ימיים (Carr et al. 2017). תנועת אוכלוסיות, פרטים, גנים, תאי מין וגם חומרים, בין אוכלוסיות, חברות ומערכות אקולוגיות היא תהליך אקולוגי בסיסי. לכן, קישוריות בין בתי גידול תאפשר שמירה על המגוון הביולוגי ועל התהליכים האקולוגיים במערכת ותגביר את שרידות המערכת להפרעות (Cannizzo et al. 2021, Wilson et al. 2020). לשם כך, השמורות צריכות להיות מספיק קרובות זו לזו כדי שיתפקדו כ"אבני קפיצה" לפרטים ואוכלוסיות בשלבי החיים השונים ובמיוחד בשלב הלארוולי שבו יש חשיבות גבוהה ביותר ליכולת התפוצה של בעלי חיים ימיים רבים (מרחקים מומלצים נעים בין ק"מ ספורים ועד עשרות ק"מ בהתחשב בסוג המערכת האקולוגית 21-22). המרחק האפקטיבי כדי לאפשר קישוריות בין השמורות צריך להקבע גם על פי משטר הזרמים המקומי ומאפייני הלארוות של מיני המטרה.

כמו כן, בין השמורות צריך להתקיים מרחב נטול מחסומים או הפרעות ככל הניתן. באופן טבעי, קיימים מחסומים לתפוצה של לארוות שהם תוצאה של משטר זרמים, הבדלים בין גופי מים (למשל טמפרטורה ומליחות) או למשל אזורים של עליית מי עומק עשירים בחומרי הזנה ודלים בחמצן (Upwelling) (Teske et al. 2008, Bors et al. 2012). אולם, על אלו מתווספים מחסומים הקשורים בפעילות אדם בים אשר משנה מבנים ביוגנים בקרקעית הים (משל דיג מכמורת, קידוחי גז ונפט וכריית מינרלים) ועלולה להשפיע על הדינמיקה של שחרור לארוות התיישבות וגיוס (Baco et al. 2016). הידע הקיים היום לגבי קישוריות בים העמוק הוא מוגבל ביותר.

ה. התחשבות בהשפעות אקלימיות אפשריות –

השפעות שינויי האקלים על הסביבה הימית ניכרות בכל רחבי העולם והתחזיות צופות השפעות חמורות יותר בשנים הבאות שצפויות להיות הרסניות במיוחד לבתי הגידול בים העמוק (Johnson et al. 2018, Ramirez-Llodra et al. 2011, Turley et al. 2007). כמו כן, מזרח הים התיכון נחשב לאזור רגיש במיוחד להשפעות שינויי האקלים כיוון שאזור זה מתחמם בקצב מהיר יחסית וכבר היום שוררים בו תנאים שנחשבים לקיצוניים כגון עוני בנוטריאנטים, שיעור יצרנות נמוך, מליחות גבוהה וטמפרטורה גבוהה (Sisma-Ventura et al. 1992, Hecht et al. 2014, Sisma-Ventura et al. 2017). בעקבות תנאים אלו, מינים רבים באזור נמצאים קרוב לסף הסבילות שלהם לתנאים סביבתיים ולכן רגישים במיוחד להקצנה של התנאים אשר עלולה לדחוק אותם אל מחוץ למערכת האקולוגית ובכך לעודד התבססות של מינים פולשים (Rilov 2016).

המגמות החזיות של שינויי האקלים צפויות להחמיר אף יותר את ההשפעות המרכזיות שכבר נצפו בסביבה הימית (Bindoff et al. 2019):

- עלייה בטמפרטורה ובקצב התחממות מי הים ניכרים באופן קיצוני באזורי הים הרדודים ונמדדו גם בים העמוק. בעומק 2 ק"מ, הטמפרטורה צפויה לעלות בכ-1 מעלת צלזיוס עד שנת 2100 תחת תרחיש פליטות מינימליות.

20 <https://marineprotectedareas.noaa.gov/nationalsystem/mpa-networks.html>

21 Ceccarelli, D. M., K. Davey, G. P. Jones, P. T. Harris, S. V. Matoto, J. Raubani, and L. Fernandes. 2021. How to Meet New Global Targets in the Offshore Realms: Biophysical Guidelines for Offshore Networks of No-Take Marine Protected Areas. *Frontiers in Marine Science* 8

22 <https://jncc.gov.uk/advice/marine-protected-areas/>

- החמצה של מי הים נצפית כתוצאה מספיגה מוגברת של פחמן דו-חמצני שריכוזו עולה באטמוספירה. ירידה מתמשכת של עד 0.29 יחידות pH ביחס למצב כיום צפויה עד שנת 2100. החמצה של מי הים פוגעת בין השאר במושבות אלמוגי עומק אשר רקמות השלד שלהם מתמוססות ו/או לא נבנות היטב במי הים עם ירידת ה-pH.
- ירידה בריכוזי החמצן כתוצאה מעליית טמפרטורת המים ניכרת אף בעומק של 1000 מ' מתחת לפני הים וצפויה להמשיך ולרדת בכ- 3.7% עד שנת 2100 ביחס למצב הנוכחי. בים העמוק, השפעה זו עלולה להתבטא בפגיעה במערכות כימוסינטטיות אשר מתבססות על חיידקים סימביונטיים התלויים בחמצן לתהליך הכימוסינטטי.
- השפעה על שיעור היצרנות הראשונית בים נצפית כתוצאה משינוי במחזורי חומרי ההזנה בעקבות השייכוּב המוגבר בגוף המים הנגרם מעליית הטמפרטורה. שיעור היצרנות צפוי לרדת ב- 11%-4 עד שנת 2100 ביחס למצב הנוכחי. בים העמוק, שינוי במחזורי חומרי הזנה עלול להביא לפחות שקיעה של חומר אורגני מפני המים וכתוצאה מכך לירידה בביומסה של בעלי חיים בים העמוק ולגודל גוף קטן יותר.
- שינויים בתפוצה של מינים, החל מיצרנים ועד יונקים ימיים ושינוי בהרכב חברות ואינטראקציה בין בעלי חיים נצפית בתגובה לעליית הטמפרטורה. מגמה זו צפויה להחמיר בעשורים הקרובים ולגרום לירידה בביומסה הכללית של בעלי חיים ימיים בשיעור של עד 15%.

ביוזמות תכנון אשר מכוונות לשקלל את השפעות שינויי האקלים על הסביבה הימית, קיימות שתי גישות מנוגדות- האחת גורסת כי יש להגן על בתי הגידול הרגישים ביותר לשינויי האקלים כדי לנסות ולשפר את עמידותם בפני השפעות האקלים העתידות לבוא, והשנייה גורסת כי יש לקדם הגנה על אזורים בהם לא צפויים שינויים אקלימיים משמעותיים כדי שאזורים אלו יוכלו לתפקד כמפלט אקלימי ולהגן על המגוון הביולוגי הרחב ביותר לעומת אזורים שבהם ישרדו רק מינים שיפתחו התאמות ויסתגלו לשינויים האקלימיים (Wilson et al. 2020). יתכן כי יעילות הגישות תשתנה בהתאם לאזור, לבתי הגידול ולתרשיש האקלימי שיתרחש. שטח המים הכלכליים של ישראל, כחלק מאגן הלבנט, נחשב כאזור הרגיש במיוחד להשפעות שינויי האקלים מכיוון שקצב ההתחממות בו הוא מואץ (Rilov 2016, Ozer et al. 2017). כך, שבאזור זה יתכן שזיהוי והגנה על אזורים של מפלט אקלימי, תביא את התועלת הרבה ביותר.

1. מטרות הגנה מבוססות מינים ובתי גידול-

לכל מין ואוכלוסייה יש שטח מחייה הכולל את האזורים הנחוצים להזנה ורבייה. שטחים אלו יכולים להשתנות במיקומם ו/או בגודלם בשלבי החיים השונים שלהם וכמובן גם בתהליכי נדידה. הגדרת מטרות הגנה בתכנון שמורות ימיות, מבוססות לא רק על השטח הכולל הנקבע לתכנית (למשל 30%), אלא גם על השטח המינימלי הדרוש כדי להגן על יכולת אוכלוסייה או בית גידול על כל רכיביו הביולוגיים, לתפקד בשלבי חיים או אפילו עונות שונות. אלו חשובים במיוחד עבור מיני מטרה לשימור כמו מינים בסכנת הכחדה ומיני מפתח (Rilov et al. 2019).

מעבר לכך, מחקרים חדשים מצביעים על החשיבות שבהגנה על שטחים המקופים בתי גידול ייחודיים (ולא רק על בית הגידול הייחודי עצמו) כמו נביעות מתאן משום שבשטחים אלו מתקיימות אינטראקציות בין בעלי חיים האופייניים לאזורי נביעות עם בעלי חיים מהסביבה. שטחים אלו הם מעין שטחי מעבר שלהם חשיבות רבה למעבר חומרי הזנה בין אזורי יצרנות כימית לשטחים בהם אין יצרנות (Cordes et al. 2021). בנוסף, שינויים סביבתיים כמו שינויי אקלים צפויים אף לגרום לשינוי בטווחי התפוצה של בעלי חיים רבים ותכנון השמורה צריך לשאוף לייצג את טווחים משתנים אלו (Wilson et al. 2020).

2. קביעת מרחבי חיץ סביב השמורה—

נדרשים שטחי חיץ משמעותיים בין בתי גידול ייחודיים ובין פעילות אדם המאיימת על המערכת האקולוגית הימית בכדי להבטיח שהשפעה שלילית של הפעילות (דיג, זיהום, וכדומה) לא תפגע בבית הגידול. אפקט

הקצה (edge effect) הוא תופעה מוכרת בשמורות שבה נצפית השפעה שלילית של פעילות אדם מחוץ לשמורה על בעלי החיים בקצה השמורות. שטחי חיץ בין בתי גידול ייחודיים וקצה השמורה יכולים להקטין את הסיכוי לאפקט קצה שמשפיע באופן שלילי על בית הגידול. גודל החיץ נקבע בין השאר על פי גודל השמורה- ככל ששטח השמורה גדול יותר, כך יורד היחס בין היקף השמורה לשטח השמורה ואפקט הקצה יורד (Arias et al. 2021, Ohayon et al. 2016). לכן תכנון השמורה צריך לבטא גודל שמקטין את שטחו היחסי של אפקט הקצה ומיקום בתי גידול ייחודיים במרכז השמורה עד כמה שניתן. חשוב לציין כי איזור (zoning) בתוך השמורות מעורר ביקורת מדעית עולמית שמדגימה כיצד שמורות שמאפשרות פעילות הרסנית בשטחן (כגון דיג וקידוחי דלקים) אינן משיגות את יעדי שמירת הטבע שהוצבו. לכן, אין אזור החיץ בין בתי גידול ייחודיים לבין גבול השמורה להוות אזור המנהל בשונה משטחו של בית הגידול הייחודי.

יישום עקרונות ויעדי התכנון עבור רשת שמורות טבע בים העמוק

אופן התכנון של שמורות הטבע הימיות יקבע במידה רבה את היעילות של השמורות בהגנה על המערכת האקולוגית הימית הטבעית, על תפקודה ועל מגוון בתי הגידול והמינים בה. לכן, חשוב ביותר ששלב התכנון יהיה מבוסס מדע, יתכלל מגוון שיקולים סביבתיים וכלכליים ויתבצע כהליך אליו שותפים בעלי עניין מגוונים.

א. תכנון שמורות טבע שיטתי (Systematic conservation planning)

תכנון שמורות הטבע הוא אמנם תכנון סקטוריאלי, אך כדי להגדיל את ההיתכנות לקידום התכנית ולהשיג תמיכה ציבורית נרחבת בה, התכנון צריך להיעשות באופן המתכתב עם המציאות הכלכלית הקיימת והצפויה. לכן, תכנון שמירת טבע נעשה לרוב תוך שימוש בכלים תומכים לקבלת החלטות המסייעים למתכננים לתעדף אזורים לשימור על פי ערכם הסביבתי והכלכלי ועל פי תרחישי פיתוח או שימור מציאותיים, המגובשים ביחד עם בעלי העניין כדי להשיג את יעדי התכנון.

הכלי הנמצא בשימוש הנרחב ביותר בעולם כיום לצורך תעדוף מרחבי של שטחים לשימור הוא ה-Marxan. כלי זה עושה שימוש במידע מרחבי של תפוצת מינים ובתי גידול (המבוסס תצפיות או אינדיקציות) כמו גם במידע מרחבי של פעילות האדם בשטח התכנון כדי לזהות אזורים מועדפים לשימור תוך שמירה על התועלות הסוציאוקונומיות. לדוגמה, הכלי יתעדף גבוה אזורים לשימור כאשר קיימים בו בתי גידול ומיני מטרה לשימור ואשר ערכו לפעילות כלכלית הוא נמוך. לעומת זאת, הכלי יתעדף נמוך לשימור אזורים בו לא קיימים בתי גידול ומיני מטרה ואשר מתקיימת בו פעילות כלכלית ענפה. באמצעות כלי זה ניתן לבחון מספר תרחישי שימור עם מטרות מרחביות שונות ורמות הגנה משתנות. כמו כן, הכלי יכול לתת חשיבות להיבטי תכנון נוספים כמו קישוריות מבנית בין בתי גידול, קישוריות מבנית בין שמורות, ייצוגיות בתי גידול, גודל מינימלי של שמורה וכדומה. הכלי מספק מספר הצעות לתעדוף השטח לשימור על פי רמות משתנות של תועלת סביבתית וכלכלית²³ אשר מהוות את הבסיס לקבלת ההחלטות על ידי בעלי העניין²⁴.

ב. אתגר פערי הידע והצורך בשימוש במודלים לחיזוי מרחבי

מחקר בסביבת הים העמוק הוא מורכב מבחינה לוגיסטית ויקר ביותר. כתוצאה מכך, קשה לחקור באופן ישיר שטח זה, ולמפות ולאפיין אותו בתצפית ישירה בהיקפי שטח משמעותיים. לכן, מיפוי תפוצת בתי גידול ומינים בים העמוק, נעשה כיום בעיקר באמצעות מודלים לחיזוי מרחבי של בתי גידול המתבססים על אינדיקטורים שונים, כדי לאתר אזורים בים העמוק בהן מתקיימות מערכות אקולוגיות ייחודיות (Cordes et al. 2016, Manea et al. 2020, Lim et al. 2021).

מודל חיזוי מרחבי הוא למעשה תהליך של ניתוח מרחבי שבמהלכו מחושבת ההסתברות להמצאות בתי גידול בשטח מסוים. תהליך זה עושה שימוש בנתונים מאזורים בהם נצפו בתי גידול ייחודיים ונחקרו התנאים הסביבתיים בהם, כדי להשליך על הסיכוי להמצאות בתי גידול דומים באזורים עם מאפיינים דומים. כך, ניתן לחשב את מידת ההתאמה שבין מאפיין סביבתי מסוים להמצאות בית גידול מסוים. מידת התאמה זו נבדקת בתהליך הניתוח הסטטיסטי עבור שטח רחב יותר שעדיין לא נחקר ואשר התנאים הסביבתיים בו ידועים. כך, ניתן לייצר מפת חיזוי לבתי גידול בים העמוק שבה רמות וודאות משתנות בהתאם למידת הוודאות הסטטיסטית שנמצאה (להרחבה ראה נספח א).

ג. שימוש במודל זרמים לבחינת קישוריות בין בתי גידול

התהליכים האקולוגיים החשובים להבנת הקישוריות ולייצוגה בתהליך תכנון השמורות, כוללים אפיון של אזורי שחרור ביצים, אוכלוסיות מקור של לארוות ואוכלוסיות היעד, משטר זרמים ומאפיינים טופוגרפיים כגון תעלות

²³ <https://marxansolutions.org/>

²⁴ <https://marxansolutions.org/community/>

ומאפייני התפוצה של בעלי החיים השונים (כגון יכולת ציפה ותנועה בשלב הלארוולי, משך חיי הלארות, משך זמן פלאגי של בעלי חיים ישיבים) (Roberts et al. 2003, Foley et al. 2010, Wilson et al. 2011). ההבנה שלנו לגבי דגמי קישוריות פונקציונלית בים העמוק היא עמומה למדי. זאת מכיוון שמרבית בעלי החיים בים העמוק לא נחקרו באופן מקיף ומשום שמחקרים הראו כי בים העמוק תפוצת הלארות ולכן גם הקישוריות, נקבעת במידה רבה גם מהתנועה האנכית של לארות בעלות יכולת שחייה או ציפה, מהעומק בו הן נודדות, ומגורמים רבים נוספים שקשה לחקור כמכלול באופן ישיר ומורכב למדל (Baco et al. 2016, Gary et al. 2020, Strömberg and Larsson 2017, McVeigh et al. 2017). כיום, הדרך המקובלת ביותר לאפיין קישוריות פונקציונלית בים העמוק היא באמצעות מודלים ביופיזיקליים והידרודינמיים שמנסים לחזות באופן מיטבי את דגם התפוצה של לארות מיני הים העמוק בהתחשב במאפייניהם הביולוגיים הייחודיים, דגמי תפוצת קבוצות המינים והמאפיינים הסביבתיים בשטח התכנון (McGillicuddy et al. 2010, Yearsley and Sigwart 2011, Gary et al. 2020).

ד. שימוש במודל מארג מזון לבחינת השפעת תרחישי שינויי אקלים על המערכת האקולוגית
 שינויי אקלים הם גורם מרכזי של אי וודאות בתכנון שמורות טבע בים העמוק מכיוון שהשפעת שינויי האקלים כמעט ולא נחקרה באזור זה והשינויים הצפויים מבוססים על תחזיות (Ceccarelli et al. 2021). כדי לנסות ולהבין כיצד שינויי האקלים עתידים להשפיע על המערכת האקולוגית ולהתאים לכך את תכנון השמורות, ניתן להשתמש במודל מארג מזון שבו מיוצגים המינים השונים במערכת האקולוגית, הביומסה שלהם, שיעורי היצרנות והצריכה והאינטראקציה שלהם עם בעלי חיים אחרים. באמצעות מודלים אלו, ניתן לבחון לאורך זמן ומרחב את תגובת המערכת האקולוגית להשפעות מגוונות, אנתרופוגניות וסביבתיות (Corrales et al. 2018). בין השפעות האקלים הוודאיות החזיות היא התחממות מי הים ולכן בחינה של השפעת התחממות באמצעות מודל מארג מזון, תתרום לעיצוב רשת השמורה בצורה שתספק הגנה מיטבית בהיותן:

- אזורי מפלט אקלימי בהם קצב ההתחממות הוא איטי במיוחד ושאליהם צפויים לנדוד מינים עם סבילות גבוהה למנעד עומקים וסבילות נמוכה לטמפרטורה גבוהה (Chaikin et al. 2021).
- אזורים שעלולים להיות מושפעים באופן קיצוני מעליית הטמפרטורה. זאת בכדי להפחית לחצים על מינים בעלי העדפות עומק ספציפיות אשר יתקשו להעתיק את מקום מחייתם כתגובה להתחממות (Chaikin et al. 2021, Wilson et al. 2020).
- מגינות על בתי גידול פלאגיים שבהם ידועים זרמים עונתיים המאופיינים בטמפרטורה נמוכה ועושר בנטריאנטים (Belkin et al. 2022)

ה. ייצוג דינמיקה אנכית של המערכת האקולוגית בתכנון שמירת טבע- הגנה על הקרקעית ועמודת המים שמעליה

חוסר קיצוני במידע לגבי הים העמוק ואי בהירות חקיקתית באזור, מקשים על קביעת מידת הפרעה של פעילות כלכלית בים למערכת האקולוגית. יחד עם זאת, ידוע כי הצימוד הדו-כיווני בין המערכת הבנטית והפלאגית משמעו כי השפעות שליליות בגוף המים העליון עוברות בצורה אנכית לכל מארג המזון ובאות לידי ביטוי גם בקרקעית (Pauly et al. 2020, Ceccarelli et al. 2021). הקישוריות האנכית בים העמוק חשובה לא רק לתהליכי הסעה של חומרי הזנה אלא גם לתהליכי נדידה של מינים בשלבי חיים שונים (כולל תנועה אנכית ברמה היומית) ולכן הגנה מרחבית צריכה לשאוף לשמורות גדולות, לכלול את שטח הקרקעית יחד עם עמודת המים שמעליה ולהתחשב בכיוון הזרמים עד כמה שניתן בכדי להבטיח שמירה על תפקוד המערכת האקולוגית בשלמותה (Papastamatiou et al. 2015, Ceccarelli et al. 2021).

1. שיתוף בעלי עניין

שקיפות ושיתוף בעלי עניין וציבור בתהליכי תכנון שמירת טבע בים העמוק, תגדיל את התמיכה הציבורית בתכנית ואת הסיכוי להטמעתה (Artis et al. 2020, Katsanevakis et al. 2020). בתכנון שמורות טבע בים העמוק, יש חשיבות גדולה במיוחד לשיתוף בעלי עניין ובעיקר אלו הפועלים בשטח, בין השאר כדי להקטין את אי הוודאות הנובעת מחוסר הידע הקיצוני הקיים עבור אזור זה (De Santo 2013, Katsanevakis et al. 2020). הסקטורים הפועלים בשטח, יכולים לתרום מידע רב לגבי המתרחש באזור הן מבחינה סביבתית והן מבחינה כלכלית ובכך לעצב תכנית מבוססת ידע ובעלת פוטנציאל נמוך לקונפליקט מרחבי עם סקטורים אחרים (De Santo 2013, Katsanevakis et al. 2020, Ceccarelli et al. 2021).

2. גיבוש מדיניות

במקביל לתכנון המרחבי, יש לגבש מדיניות ולקדם חקיקה לשמירת טבע בשטח התכנון. מדיניות זו, צריכה להתבסס על מדיניות בינלאומית ולאומית לשמירת טבע ימי ולהתייחס למאפיינים הייחודיים של שטח התכנון והאיומים הרלוונטים על המערכת האקולוגית בשטח זה. לפיכך, תכנית השמורות תכלול המלצות לניהול השימושים בתחומן, המתבססות על איומים קיימים ופוטנציאלים כגון ספנות, דיג, קידוחי גז טבעי ונפט, הקמת תשתיות, הטלת פסולת וכריית מחצבים (Grorud-Clover et al. 2021).

השגת יעדי תכנון השמורות- נקודות להתייחסות בתהליך התכנון

מקורות	יישום בתכנית	עקרון תכנוני
	100% משטח בתי גידול ייחודיים שנצפו וכן מאזורים בהם מודל החיזוי המרחבי מנבא הסתברות גבוהה 25 להמצאותם, הגדרת בית גידול ייחודי תעשה על פי קריטריונים מקובלים בעולם (לדוגמה סיווג של ה-IUCN ושל מכון NCOSS) יכלול בשטח השמורות המוצעות.	בתי גידול ייחודיים
Agardy et al. 2016 Abdulla et al. 2009	אחוז השטח עליו יש להגן מכל בית גידול מייצג ייקבע בתהליך התכנון רק לאחר אפיון כל בתי הגידול בשטח התכנית.	ייצוגיות
	בתי הגידול השונים מיוצגים ביותר משמורה אחת ברשת השמורות כדי להבטיח את תפקוד המערכת גם במקרה של אסון סביבתי	
	ייצוגיות השטחים המוגנים תיבחן גם ברמה אזורית ואף רחבה יותר כדי לקדם שימור של מינים אנדמיים ושל מינים נודדים	
JNCC26 Wilson et al. 2020	השמורות המגינות על בתי גידול דומים יהיו מספיק קרובות זו לזו כדי שיתפקדו כאבני קפיצה לפרטים ואוכלוסיות בשלבי החיים השונים ובמיוחד בשלב הלארוולי שבו יש חשיבות גבוהה ביותר ליכולת התפוצה של בעלי חיים ימיים רבים.	קישוריות

סף הסתברות גבוהה יקבע במהלך עבודת צוות הסביבה על בניית מודל החיזוי על פי הערכות שישקפו את 25 מידת הוודאות של התוצאות

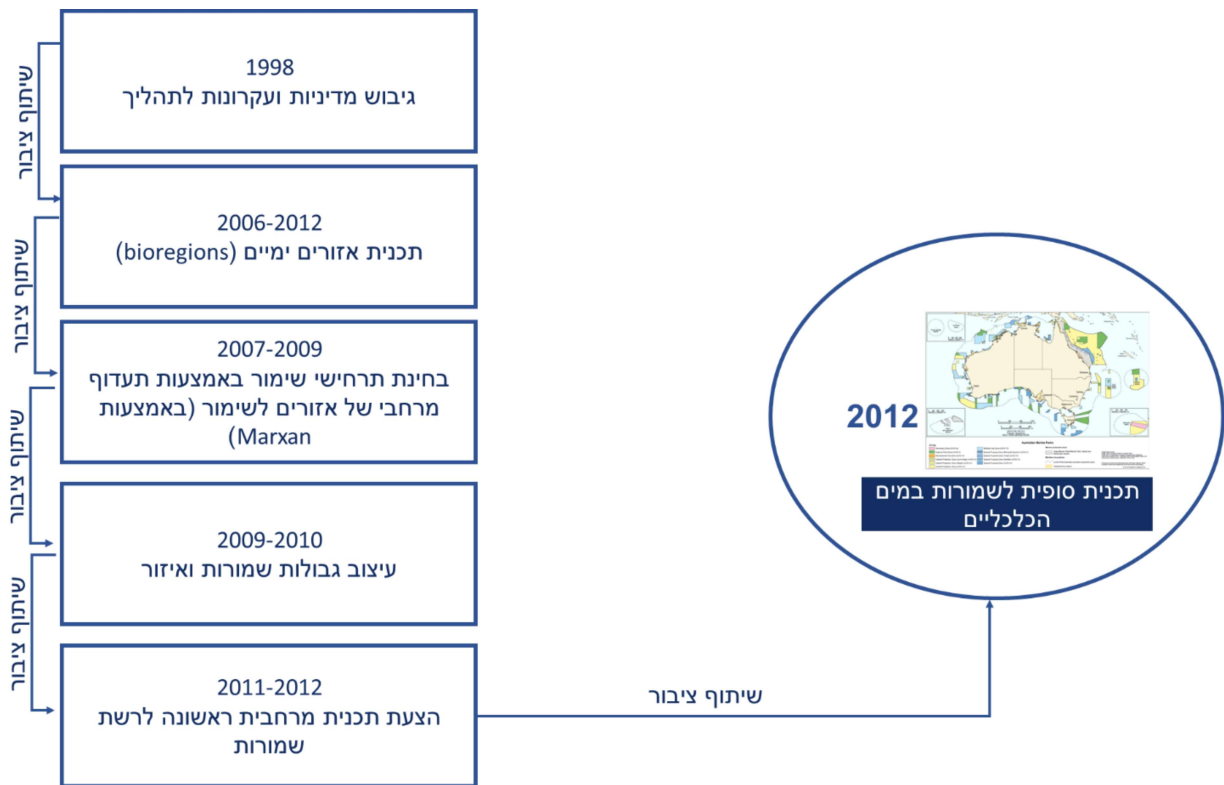
26 <https://jncc.gov.uk/advice/marine-protected-areas/>

	המרחק בין השמורות בתכנית ייקבע על פי משטר הזרמים המקומי ומאפייני הלאריות של מיני המטרה.		
Chaikin et al. 2021 Wilson et al. 2020	<p>- זיהוי והגנה על בתי גידול אופייניים למיני מטרה בעלי העדפות עומק ספציפיות. מינים אלו יתקשו להעתיק את מקום מחייתם כתגובה להתחממות ולכן יש להפחית לחצים עליהם בבתי הגידול הנוכחיים.</p> <p>- זיהוי והגנה על בתי גידול עמוקים אליהם צפויים לנדוד מיני מטרה עם סבילות גבוהה למנעד עומקים וסבילות נמוכה לטמפרטורה גבוהה.</p> <p>- יש לבחון שימוש בגישות חדשניות לתכנון שמורות שנעות בין אזורים בעקבות מיני מטרה כדי להגדיל את התועלות של שמורות ימיות תחת ההשפעות של שינויי האקלים הגורמים לשינוי תחומי התפוצה של מינים.</p>		שרידות בפני השפעות אקלימיות
Levin et al. 2015 Washburn et al. 2018 Maxwell et al. 2020	<p>- יש להגדיר את השטח הדרוש להגנה של מיני מטרה (למשל מינים בסכנת הכחדה, מינים אנדמיים וכדומה) ובתי גידול הזקוקים להגנה מרחבית ככל שניתן על פי מידע מהספרות המדעית ועל ידי עבודה ייעודית של צוות הסביבה של הפרוייקט על היבטים של פונקציונליות מרחבית של בתי גידול ייחודיים.</p> <p>- יש לאפיין את אוכלוסיות המטרה הקשורות לבתי גידול מסוימים על מנת להציע הגנה מרחבית שמכסה את כלל שטח בית הגידול הרגיש. לדוגמה, הגנה על חברות של חסרי חוליות החיות בתוך המצע סביב נביעות מתאן.</p> <p>- עבור מינים נודדים ובמיוחד מינים גדולים, יש לבחון שימוש בגישות לתכנון שמורות שנעות בין אזורים בעקבות מיני המטרה.</p>		מטרות הגנה מבוססות מינים ובתי גידול
מנהל התכנון 2020 IUCN 2019 Dulvy et al. 2016 Collette et al. 2011 Cordes et al. 2016 Carrol et al. 2017	<p>- בתוך השמורות יש לאסור שימושים שעלולים לפגוע בבתי הגידול הייחודיים והרגישים. שימושים אלו הכוללים:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. דיג מכל הסוגים- פעילות פוגענית לבעלי חיים ובתי גידול וגורם הסיכון החמור ביותר לבתי גידול קרקעיים ולדגה. מסיבות אלו דיג אסור בשמורות הימיות במים הריבוניים בישראל ויש לקיים איסור זה גם בשמורות במים הכלכליים. 2. קידוח והפקה של דלקים פוסיליים- פעילות המהווה איום מרכזי על בתי גידול בים העמוק בכל שלבי החיפוש וההפקה וביתר שאת במקרה של דליפה. 3. הנחת צנרת גז ונפט- מסכנת את בתי הגידול באזור הפריסה ואת השטח כולו במקרה של דליפה. 4. סקרים סיסמיים- פעילות הגורמת לזיהום רעש ומשפיעה על החי בעמודת המים. 5. כרייה תת ימית- פעילות הרסנית לבתי גידול קרקעיים בים העמוק כתוצאה מהשפעות הרס פיזי, הרחפת סדימנט, זיהום ורעש וכן לבעלי חיים בעמודת המים כתוצאה מרעש וזיהום. 6. כבלים תת ימיים- השפעה נקודתית על בתי גידול קרקעיים בעת הפריסה. 		ניהול שימושים בתוך השמורות
Fisher et al. 2014 Cordes et al. 2016 Ramalho et al. 2018	<p>- אזור החיץ בין פעילות כלכלית ולבין בתי גידול ייחודיים ייקבע לאחר ניתוח סיכון ספציפי מכל פעילות ועבור כל בית גידול.</p> <p>- ניתוח הסיכון יתייחס גם לשלבים שונים של הפעילות והסכנות המאפיינות כל שלב (לדוגמה, ניצול משאבי גז-</p>		אזורי חיץ

Mytilineou et al. 2014	סכנה מזיהום רעש בעת סקרים סייסמים ועד סכנה מדליפת דלקים בשלב ההפקה).	
Ohayon et al. 2021	- אזור החיץ ייקבע גם על פי פריסת השמורה במרחב ולפי מיקום בתי הגידול הקרקעיים הייחודיים בתחומה.	
Davies et al. 2016	- הפעילויות הכלכליות העיקריות שעבורן ייבחנו מרחקי החיץ הם:	
Picciulin et al. 2021	.6. חיפוש והפקה של דלקים פוסיליים- הרחפת סדימנט, זיהום סדימנט, זיהום רעש, זיהום עמודת המים	
Ludvigsen et al. 2018	.7. דיג- אפקט קצה (Edge effect), הרחפת סדימנט, ציוד דיג נטוש והסחפות ציוד דיג.	
Tougaard et al. 2009	.8. הקמת תשתיות קרקעיות או צפות- הרחפת סדימנט, זיהום אור, זיהום רעש, זיהום סדימנט, זיהום עמודת המים	
Hammerle and Mailstop 2018	.9. תעבורה ימית- זיהום רעש, זיהום עמודת המים, זיהום סדימנט.	
Davies et al. 2016		
Strbenac 2017		
March et al. 2021		
Culin et al. 2018		

5. דוגמה מהעולם- תהליך תכנון רשת שמורות טבע במים כלכליים של אוסטרליה

בשנת 1992 החל באוסטרליה תהליך של תכנון רשת שמורות טבע ימיות בתחום הימי שמעבר לתחום שיפוט המדינה (Commonwealth waters) המשתרעים מ-3 מייל ימי ועד קצה גבול המים הכלכליים של אוסטרליה). התהליך התרחש בשתי רמות משילות: 1. רמה לאומית- שבה הוגדרו המדיניות, החזון והיעדים וכן נעשתה חלוקה של תהליך התכנון למספר אזורים. 2. רמת המדינה או הטריטוריה- שבה נעשה סיווג של אזורים ביולוגיים בשטח ותכנון השמורות על פי המאפיינים הסביבתיים, הכלכליים והחברתיים בכל אזור.



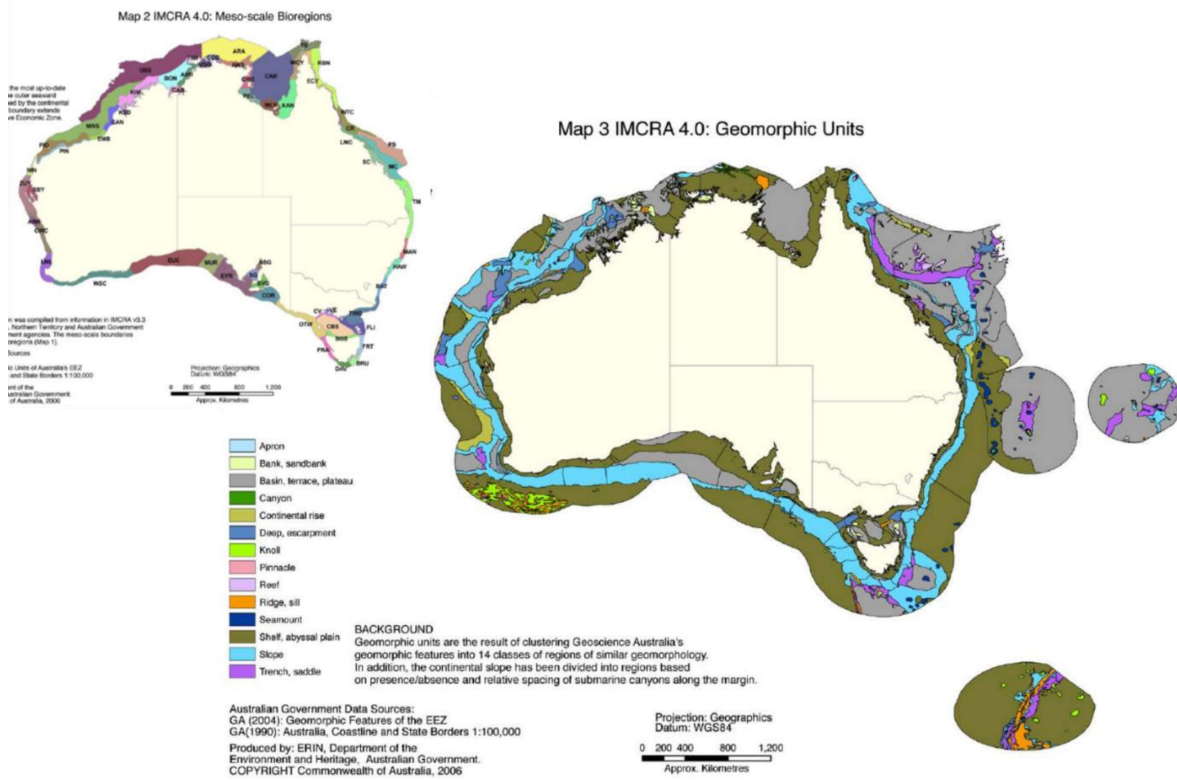
תהליך תכנון שמורות טבע ימיות במים הכלכליים (commonwealth waters) באוסטרליה. התהליך כלל עיצוב מדיניות, איפיון אזורים ביולוגיים, תעדוף אזורים לשימור, שיתוף רחב של ציבור ובעלי עניין וגיבוש תכנית לרשת שמורות טבע ימיות באזור אשר נמצאות בתהליכי הכרזה שונים מאז שנת 2012.

התהליך המדעי של תכנון השמורות כלל בעיקרו תהליך אפיון של אזורים ביולוגיים (Bioregions) ותעדוף אזורים לשימור:

איפיון אזורים ביולוגיים- יצירת פרופיל של המאפיינים האקולוגיים, הביופיזיקליים ואלמנטים לשימור בכל אזור. בתהליך זה נעשה שימוש באינדיקטורים כדי לאפיין אזורים רבים עבורם לא היה קיים מידע סביבתי²⁷. בייחוד

²⁷ "A key concept used in IMCRA, and widely applied in conservation planning where direct observations of biodiversity distribution are rarely available, is surrogacy. Surrogates of distribution of biodiversity in the marine environment are usually physical attributes, such as seabed geomorphology or depth, that provide a reasonable proxy for the distribution of biodiversity. Geological and oceanographic surrogates, combined with available data on the biota in some places, were used to underpin the development of

נעשה שימוש במאפיינים גיאופיזיים של הקרקעית כדי לזהות תפוצה של בתי גידול ייחודיים הזקוקים להגנה. (להרחבה על השימוש באינדיקטורים בתהליך התכנון, ראה Harris et al. 2008). שלב זה ארך כ-6 שנים שבסופן התוצרים היו נתונים להערות ציבור ובעלי עניין. התוצר הסופי התעדכן על פי ההערות ועל פי ממצאים חדשים מהשטח וממידול28.



סיווג לאזורים ביולוגים על פי מאפיינים גיאופיזיים כשלב מקדים לפני תעדוף האזורים לשימור. מתוך: Beeton et al., 2015.

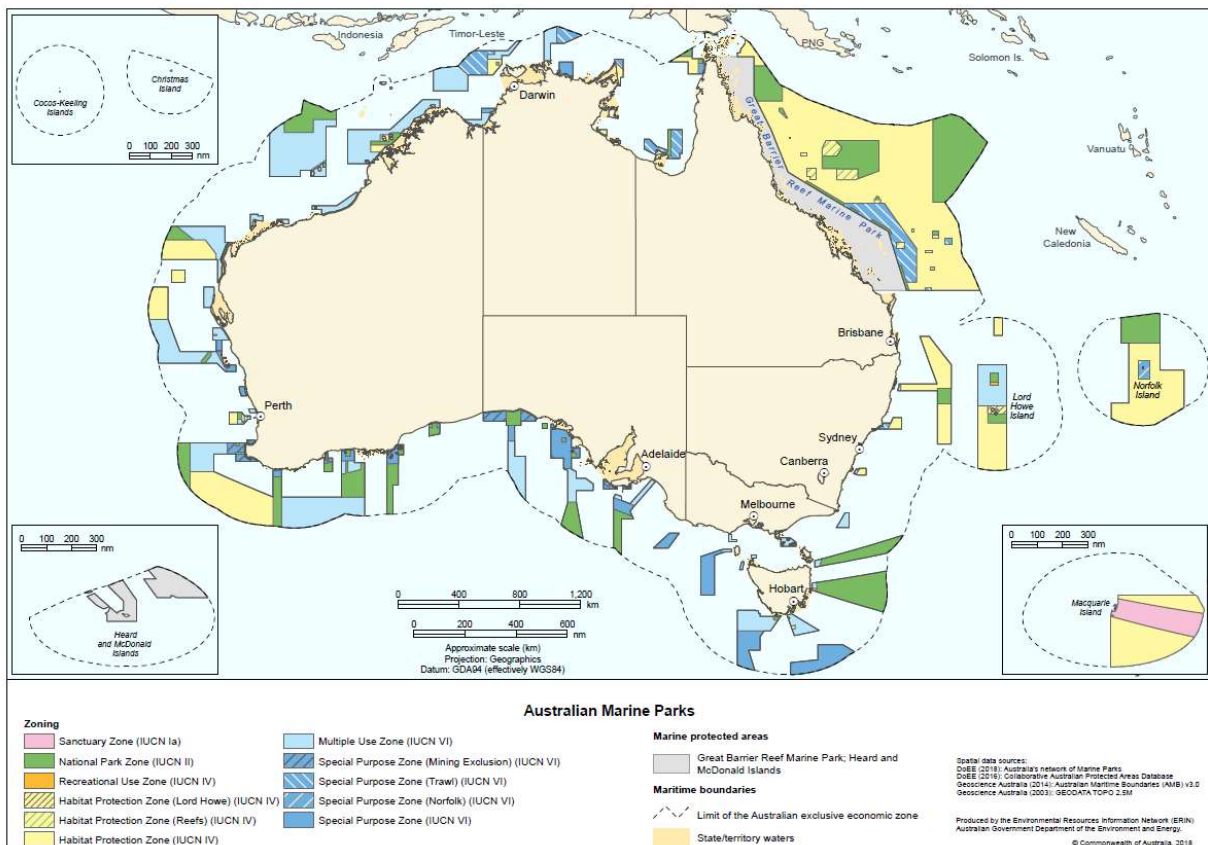
תעדוף אזורים לשימור - שקלול מפות האזורים הביולוגים עם מידע על פעילות כלכלית בכל אזור לתעדוף אזורים לשימור באמצעות הכלי Marxan ועל פי סיווג IUCN לשמורות. תוצרי התהליך היו נתונים גם הם להערות ציבור לפני עיצוב סופי של תכנית השמורות בכל אזור (ראה תרשים תהליך תכנון השמורות למטה).

מתוך סיכום וועדת המומחים: "IMCRA v4.0, which in turn underpins the design of the CMR networks". Commonwealth Marine Reserves Review Report of the Expert Scientific Panel

28 <https://parksaustralia.gov.au/marine/management/background/review-reports/>

CMR zone type	IUCN Category assigned	Assigned IUCN Category description
Sanctuary Zone	IUCN Ia—Strict nature reserve	Managed mainly for science
Marine National Park Zone	IUCN II—National Park	Managed mainly for ecosystem conservation and recreation
Habitat Protection Zone	IUCN IV—Habitat/species management area	Managed mainly for conservation through management intervention
Recreational Use Zone		
Multiple Use Zone	IUCN VI—Managed resource protected area	Managed mainly for the sustainable use of natural ecosystems
General Use Zone		
Special Purpose Zone		

סיווג השמורות בשטח התכנית האוסטרלית (CMR) שעוצבו בהתאם לקטגוריות השימור של ה-IUCN. מתוך: Beeton et al. 2015



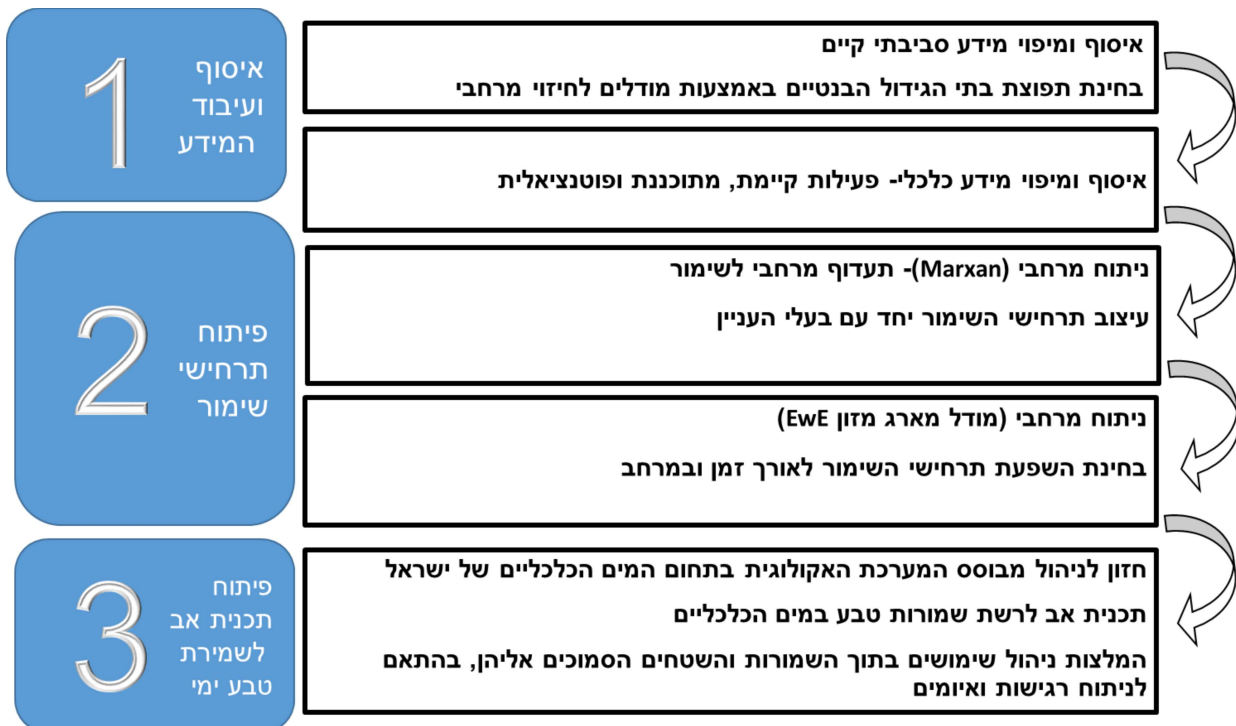
תכנית שמורות הטבע במים הכלכליים (commonwealth waters) באוסטרליה אשר הובאה לאישור בשנת 2012. השמורות מכסות שטח של 37% משטח הימי של אוסטרליה מעבר למים הטריטוריאליים. 58 שמורות כבר הוכרזו. מתוך: Beeton et al. 2015.

שמורות עם רמת הגנה מקסימלית (no-take) מהוות שטח של 16% משטח המים הכלכליים. העובדה כי שטח השמורות כולו אינו מוגן ברמת הגנה מקסימלית, עורר ביקורת מדעית לאור המידע המצטבר לגבי חוסר היכולת של שמורות עם הגנה חלקית לספק את התועלות הסביבתיות והחברתיות המצופות (Beeton et al. 2015,) (Turnbull et al. 2021).

6. תהליך גיבוש תכנית אב לשמורות טבע ימיות במים הכלכליים של ישראל

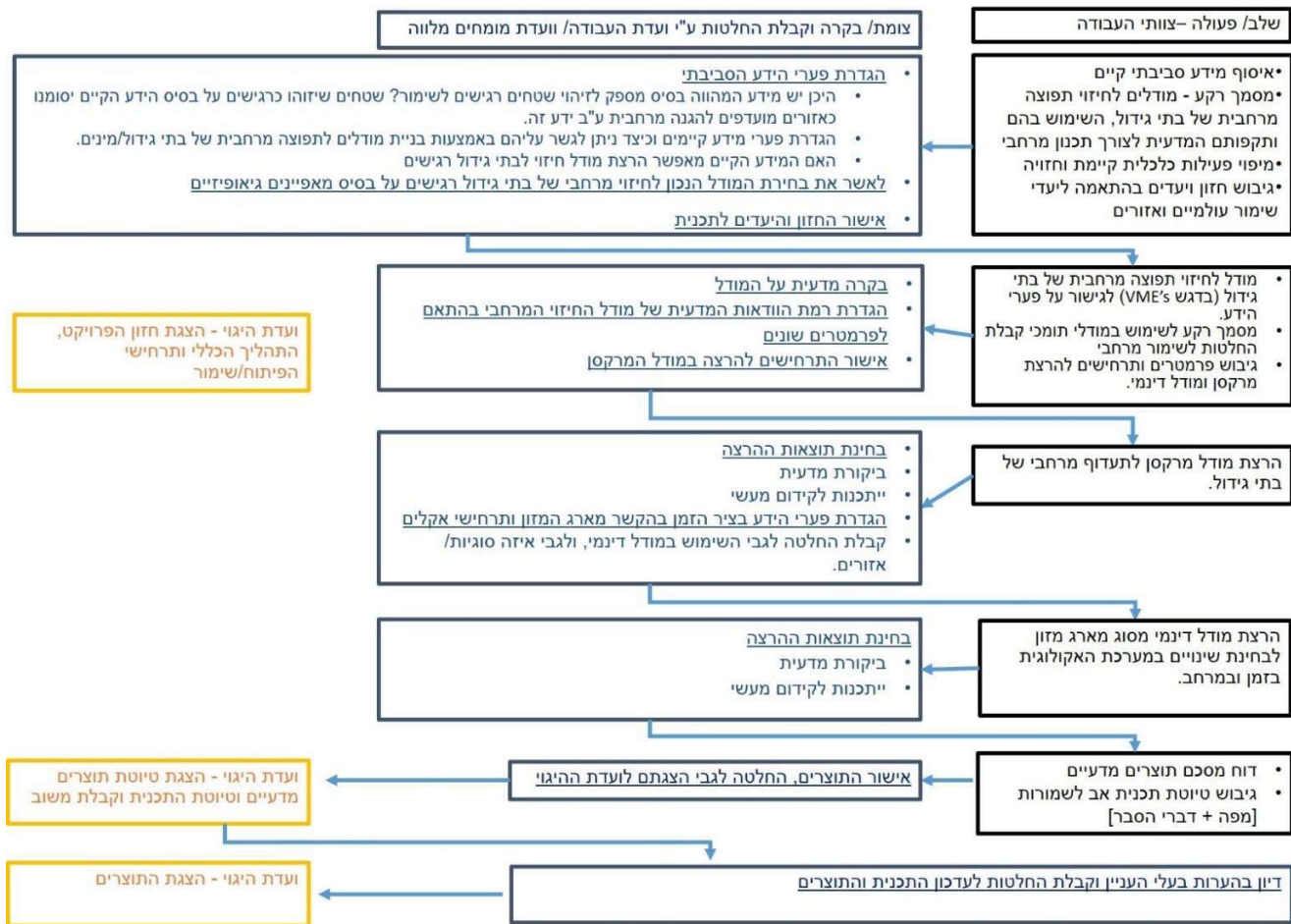
היוזמה לגיבוש תכנית אב לשמורות טבע במים הכלכליים של ישראל נעשית מתוך כוונה לשלב את תוצרי התכנון במהלכי תכנון מרחבי ימי למים הכלכליים, כשיתקיימו. עד שיתקיימו תכנון ימי כולל (Marine spatial planning), תוצרי התכנית מיועדים להיות בסיס להתייחסות אל מול יוזמות פיתוח קיימות ועתידיות, לשמש כעוגן למאמצי שימור נקודתיים עד שתחול חקיקה מסדירה כוללת באזור זה ולמקד מאמצי מחקר לאזורים בהם קיימים פערי ידע משמעותיים.

לשם גיבוש התכנית יש צורך לזהות את האזורים הראויים לשימור במים הכלכליים על פי תפיסת תכנון של הגנה על מערכות אקולוגיות ייחודיות, הגנה על בתי גידול מייצגים, שמירה על תפקודים אקולוגיים, ובמידת האפשר – קישוריות, ומתן משקל להשפעות שינוי האקלים והצורך באיתור אזורי מפלט אקלימיים.



שלבי הפרויקט העיקריים. השלב הראשון יעסוק באיסוף ועיבוד המידע הסביבתי והכלכלי הקיים על מנת לגבש תמונה של המאפיינים הסביבתיים והאיומים הקיימים. בשלב זה יגושרו פערי הידע לגבי תפוצת בתי גידול במרחב באמצעות מודל לחיזוי מרחבי של תפוצת בתי גידול. השלב השני יעסוק בתעדוף מרחבי של אזורים לשימור על פי תרחישי שימור ריאליים באמצעות כלי ה-Marxan ומודל מארג מזון EwE. השלב השלישי יעסוק בפיתוח תכנית אב לשמורות הכוללת המלצות מדעיות ותכנוניות לניהול השמורות.

כמו כן, כתהליך תכנוני ששואף לתמיכת הציבור ובעלי העניין, וכן כהליך מדעי השואף לדיוק ולתמיכת הקהילה המדעית, התהליך של גיבוש תכנית אב לשמירת טבע במים הכלכליים של ישראל, נתון לביקורת והערכה באופן שוטף מחברי וועדת העבודה שכוללת את שותפי הליבה של הפרויקט וחברי וועדת היגוי רחבה שבה חברים בעלי העניין השונים (ראה נספח ב'). הערכות אלו ישמשו אלו ישמשו גם לגיבוש המלצות וקבלת החלטות לגבי התקדמות התהליך כפי שמפורט בתרשים מטה. זאת, בנוסף לעדכון תקופתי בכל 5 שנים של התכנית על בסיס ממצאים חדשים, צרכי תכנון ואתגרי השעה.



צמתי קבלת החלטות בתהליך הפרויקט. תוצרי הפרויקט יהיו נתונים לביקורת ועדת העבודה, היועצים החיצוניים ועדת ההיגוי שבעקבותיה תתקבל החלטה לגבי אופן התקדמות התהליך.

נספח א' - שימוש במודלים לחיזוי מרחבי של בתי גידול רגישים בים העמוק כבסיס לתכנון וניהול שימושים

הים העמוק היא הסביבה שנחקרה הכי מעט על פני כדור הארץ ולעיתים אף נהוג לציין כי ברשות החברה האנושית יותר ידע לגבי החלל החיצון מאשר לגבי הים העמוק. בין הסיבות העיקריות למיעוט המידע הן המורכבות הלוגיסטית של המחקר בים העמוק, המוגבלות הטכנולוגית של אמצעי המחקר והעלות הגבוהה הנגזרת משתי סיבות אלו. לכן, פערי ידע לגבי סביבה זו הם אתגר איתו מתמודדות כל מדינות העולם אשר להם עניין כלכלי או סביבתי בים העמוק (Rengstorf et al. 2014).

ההכרה הגוברת בהשפעות ההרסניות של פעילות האדם על הסביבה הימית הטבעית, הביאה מדינות רבות לנסות ולקדם פיתוח פעילות ימית באופן מקיים. אולם, פערי הידע העצומים המאפיינים את סביבת הים העמוק, כוללים בין השאר גם חוסר קיצוני בנתונים לגבי האקולוגיה של הים העמוק- בתי הגידול השונים ותפוצתם, מגוון המינים, תפוצת המינים, הדינמיקה של המערכת האקולוגית, תהליכים סביבתיים המשפיעים עליה ורגישותה לפעילויות האדם השונות. לכן, פערי ידע אלו מהווים מכשול לפיתוח בר קיימה וכיום נעשים מאמצים רבים ברחבי העולם להתמודד עם פערי המידע. מאמצים אלו ניכרים בשני מישורים עיקריים (Jones et al. 2019):

1. גיבוש מדיניות פיתוח זהירה מתוך עיקרון הזהירות המונעת וההבנה כי עד אשר לא יצטמצמו פערי המידע באופן משמעותי, לא יתאפשר פיתוח בר קיימה. על כן יש לשאוף לפגיעה מינימלית באופן כללי כדי לא לגרום לנזק סביבתי רחב היקף ובלתי הפיך.
2. צמצום פערי המידע באמצעות מחקר- איסוף מידע מהשטח, פיתוח טכנולוגיות מחקר ופיתוח שיטות לזיהוי בתי גידול על פי מאפיינים סביבתיים נגישים יחסית.

בעוד שני אפיקים אלו דורשים משאבים רבים, מתפתח בשנים האחרונות אפיק שלישי של מיפוי בתי גידול על פי מאפיינים סביבתיים. האפיק צובר תאוצה רבה והשיטות בתחום הולכות ומתפתחות, בעיקר במחקרים אקדמיים (Lim et al. 2021). כמו כן, אפיק מחקר זה, נמצא בשימוש על ידי גופי תעשייה, ממשל ושמירת טבע לצרכי תכנון מרחבי וניהול שימושים באזור הים העמוק (Manea et al. 2020).

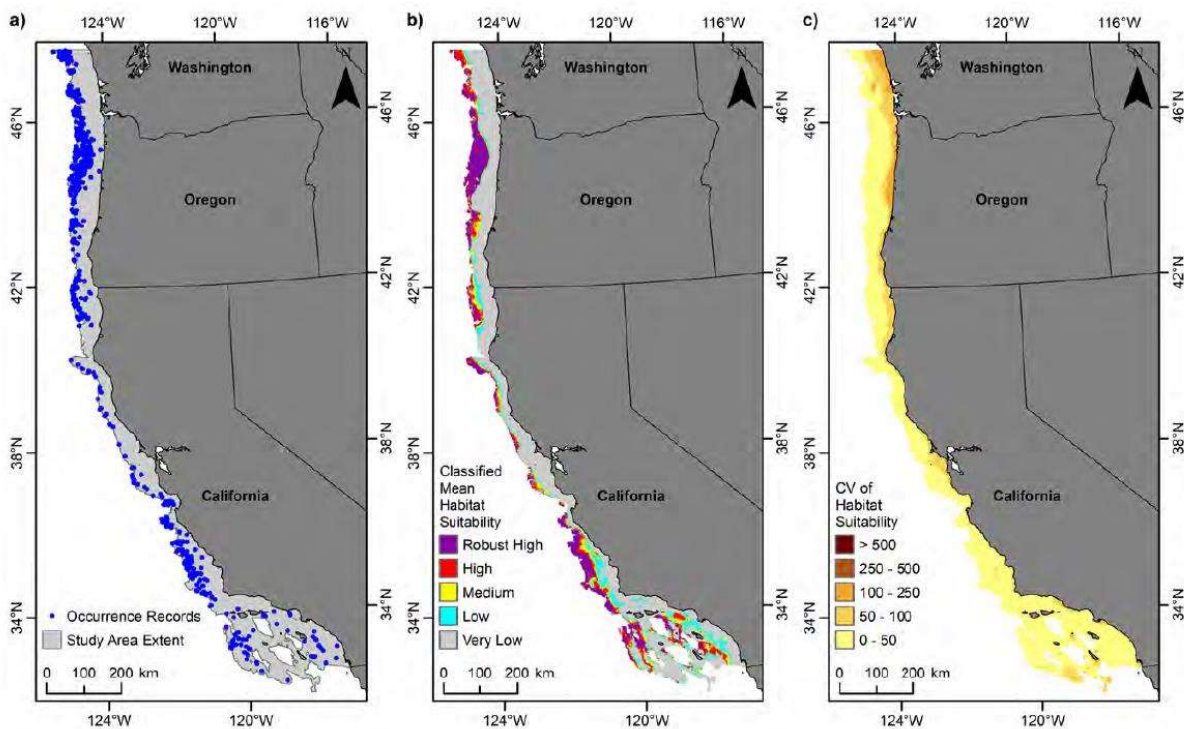
זיהוי בתי גידול על פי מאפיינים סביבתיים הוא למעשה תהליך של ניתוח מרחבי שבמהלכו מחושבת ההסתברות להמצאות בתי גידול בשטח מסוים. תהליך זה עושה שימוש בנתונים מאזורים בהם נמצאו כבר בתי גידול דומים ונחקרו התנאים הסביבתיים בהם. כך, ניתן לחשב את מידת ההתאמה שבין מאפיין סביבתי מסוים להמצאות בית גידול מסוים. מידת התאמה זו נבדקת בתהליך הניתוח הסטטיסטי עבור שטח רחב יותר שעדיין לא נחקר ואשר התנאים הסביבתיים בו ידועים. כך, ניתן לייצר מפת חיזוי לבתי גידול בים העמוק שבה רמות וודאות משתנות בהתאם למידת הוודאות הסטטיסטית שנמצאה.

תהליך הניתוח הסטטיסטי הקרוי גם מודל לחיזוי מרחבי של בתי גידול, נחקר רבות ומתפתח ללא הרף כדי לשפר את יכולת החיזוי ולדייק את תוצאותיו. כמו כן, מודלים נוספים מתפתחים עם תגליות חדשות לגבי בתי הגידול השונים והתנאים הסביבתיים הדרושים לקיומם. אולם, רוב המודלים הנמצאים היום בשימוש בחקר הים העמוק, מבוססים על מאפיינים גיאופיזיים של קרקעית הים אשר להם קשר מובהק עם נוכחות של בתי גידול בנטיים שונים. לדוגמה, ידוע כי סלעים קרבונטיים בשילוב עם משטר זרמים מסוים, מהווים בית גידול לאלמוגי עומק באירלנד ובמקומות אחרים בעולם (Rengstorf et al. 2012). אכן, מודלים מסוג זה, עוזרים לגשר על פערי מידע באזורים שבהם קיים מידע על המאפיינים הגיאופיזיים של הקרקעית, אך שלא קיים מידע לגבי תפוצת מינים ובתי גידול בהם.

יכולת החיזוי של המודלים הוכחה כאמינה ביותר עבור בתי גידול מסוימים ולכן מדינות רבות משתמשות במודלים מסוג אלו לתכנון וניהול שטחן הימי (Cordes et al. 2016). לדוגמה, המרכזים הלאומיים למדע

הים והחוף בארצות הברית (NCCOS²⁹), אשר נוסדו על ידי המנהל הלאומי לאוקיינוסים ואטמוספירה (NOAA), משתמשים במודלים לחיזוי מרחבי של המצאות בתי גידול של אלמוגי עומק. מודלים אלה מבוססים על מידע גיאופיזי של קרקעית הים, מאפייני הסדימנט ומאפיינים אוקיינוגרפיים כמו טמפרטורת העומק, רמת המליחות ואפילו שיעור היצרנות על פני המים. באמצעות מודלים אלו הם יצרו מפות חיזוי להמצאות בתי גידול של אלמוגי עומק בשלושה אזורים בארצות הברית: בצפון-מרכז האוקיינוס האטלנטי, בדרום האוקיינוס האטלנטי ובמפרץ מקסיקו³⁰. באזורים אלו, אלמוגי עומק נמצאים על מדף ומדרון היבשת בעומקים של 50 ועד יותר מ-2000 מ'. מפות החיזוי נמצאות בשימוש רציף לצרכי קבלת החלטות, עיצוב מדיניות, תכנון וניהול שימושים באזורים אלו. למשל, המועצה לניהול הדיג בארצות הברית החליטה לאסור דיג קרקעית בשטח של יותר מ-38,000 מייל רבוע במרכז האטלנטי כדי להגן על שטח שזוהה על ידי NCCOS, באמצעות מודל החיזוי, כשטח עם פוטנציאל גבוהה להוות בית גידול לאלמוגי עומק³¹.

שיטה זו נמצאת בשימוש בארצות הברית גם לתכנון וניהול של סקטור האנרגיה. לדוגמה, NCCOS פיתח יחד עם משרד האנרגיה האמריקאי (BOEM) מודלים לחיזוי בתי גידול רגישים בים העמוק שלאורך החוף המערבי של ארצות הברית כדי ליידיע ולתמוך בהחלטות תכנון של אנרגיה מתחדשת באזור (BOEM 2020).



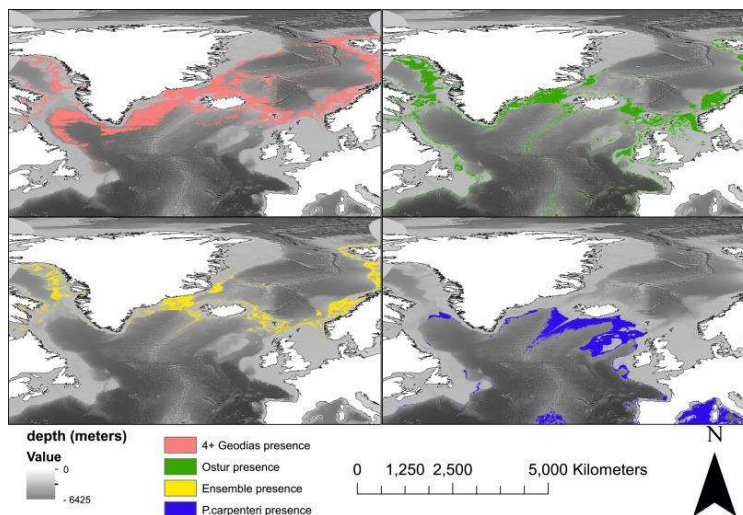
מודל חיזוי לבתי גידול של נוצת הים *Anthoptilum grandiflorum* לאורך חוף ארצות הברית המערבי מעומק 0 ועד 1200 מ'. המודל נעשה על ידי NCCOS ו-BOEM כדי ליידיע תהליך תכנון של אנרגיה מתחדשת. מתוך: BOEM (2020).

²⁹ <https://coastalscience.noaa.gov/about/>

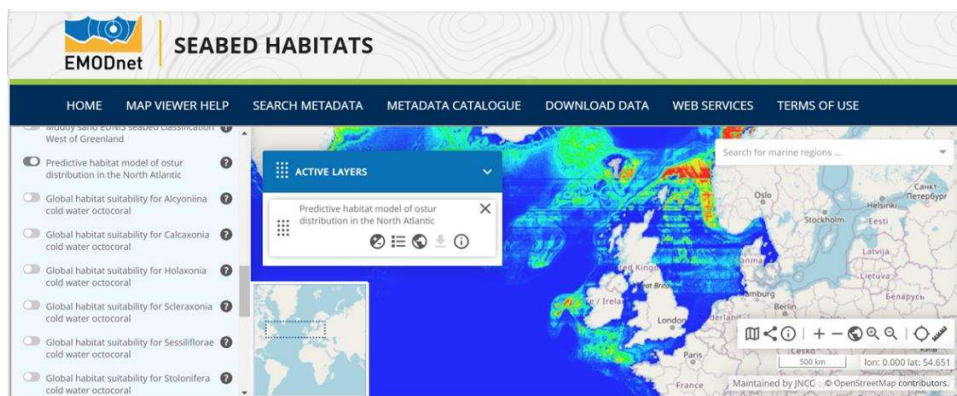
³⁰ <https://coastalscience.noaa.gov/project/deep-coral-habitat-modeling-atlantic-gulf-mexico/>

³¹ <https://oceanservice.noaa.gov/aaweb/archives/062515.html>

גם באירופה נעשה שימוש נרחב במודלים לחיזוי מרחבי של בתי גידול בים העמוק. כחלק מהדירקטיבה האירופאית לאסטרטגיה ימית (MSDF³²), מחויבות המדינות החברות לממש את חובתן לתכנן את הסביבה הימית שלהן תוך ייצוג של כלל בתי הגידול וערכי הטבע הנמצאים בסביבה זו. אפיון קרקעית הים וזיהוי בתי גידול בנטיים רגישים, מהווים חלק אינטגרלי בתהליך ולשם כך מאגר הנתונים של EMODnet³³ אוסף הן נתונים גולמיים של מאפיינים גיאופיזיים של הקרקעית והן נתונים מעובדים מתהליכי מידול לחיזוי המצאות בתי גידול רגישים. כך למשל, מודל לחיזוי מרחבי של בתי גידול לספוגי עומק שנעשה במסגרת מחקר מדעי (Howell et al. 2016), נמצא זמין במאגר הנתונים של EMODnet ותמך בתכנון שמירת טבע באירלנד ובריטניה³⁴ (Howell et al. 2010, Howell et al. 2016).



מודל לחיזוי מרחבי של בתי גידול לספוגי עומק שנעשה במסגרת מחקר אקדמי ואשר מהווה בסיס לתכנון שמירת טבע ותכנון מרחבי ימי באירופה. מתוך : Howell et al. (2016).



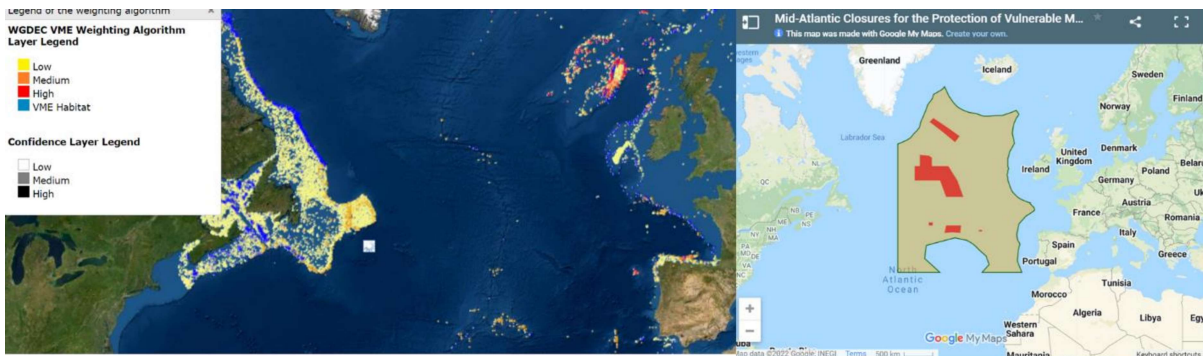
דוגמה למודל חיזוי לבתי גידול רגישים בים העמוק בצפון האוקיינוס האטלנטי שנמצא במאגר הנתונים של EMODnet כדי לתמוך בתכנון מרחבי ימי ותכנון שמירת טבע במדינות החברות באיחוד האירופי. מתוך: emodnet-seabedhabitats.eu

³² https://ec.europa.eu/environment/marine/eu-coast-and-marine-policy/marine-strategy-framework-directive/index_en.htm

³³ <https://www.emodnet-seabedhabitats.eu/access-data/launch-map-viewer/>

³⁴ <http://gis.ices.dk/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/D1296EC1-7D97-413E-B109-608EAC8DE798>

כמו במודלים מכל סוג שהוא, גם במודלים לחיזוי מרחבי נאמדת מידת הוודאות ומיוצגת לעיתים כחלק מתוצאות החיזוי. מכיוון שהשימוש במודלים לחיזוי מרחבי של בתי גידול רגישים בים העמוק נעשה לרוב כדי להבטיח שבתי גידול אלו לא יפגעו כתוצאה מפיתוח כלכלי בשטח, המלצות המדיניות נוסות להרחיק פעילות פיתוח מאזורים שזוהו כבתי גידול רגישים ברמת וודאות גבוהה אך לא דווקא ברמת וודאות מוחלטת. זאת מתוך עקרון הזהירות המונעת ומההכרה ביכולת המועטה של בתי גידול בים העמוק להשתקם לאחר פגיעה (IUCN 2019). כך למשל, הוועדה הבינלאומית לחקר הים (ICES) ממליצה להגן על שטחים שזוהו ע"י מודל ברמת וודאות גבוהה להכיל בתי גידול בנטיים רגישים (Vulnerable Marine Ecosystems-VME) באותה מידה כמו אזורים שבהם נצפו בוידאו או בצילום בתי גידול כאלו (Albrecht et al. 2020). המלצות ICES, אומצו על ידי מועצת הדיג בצפון מזרח האוקיינוס האטלנטי (NEAFC) אשר הכריזה על סגירת שטחים נרחבים לדיג קרקעית כדי להגן על בתי גידול אלו³⁵.

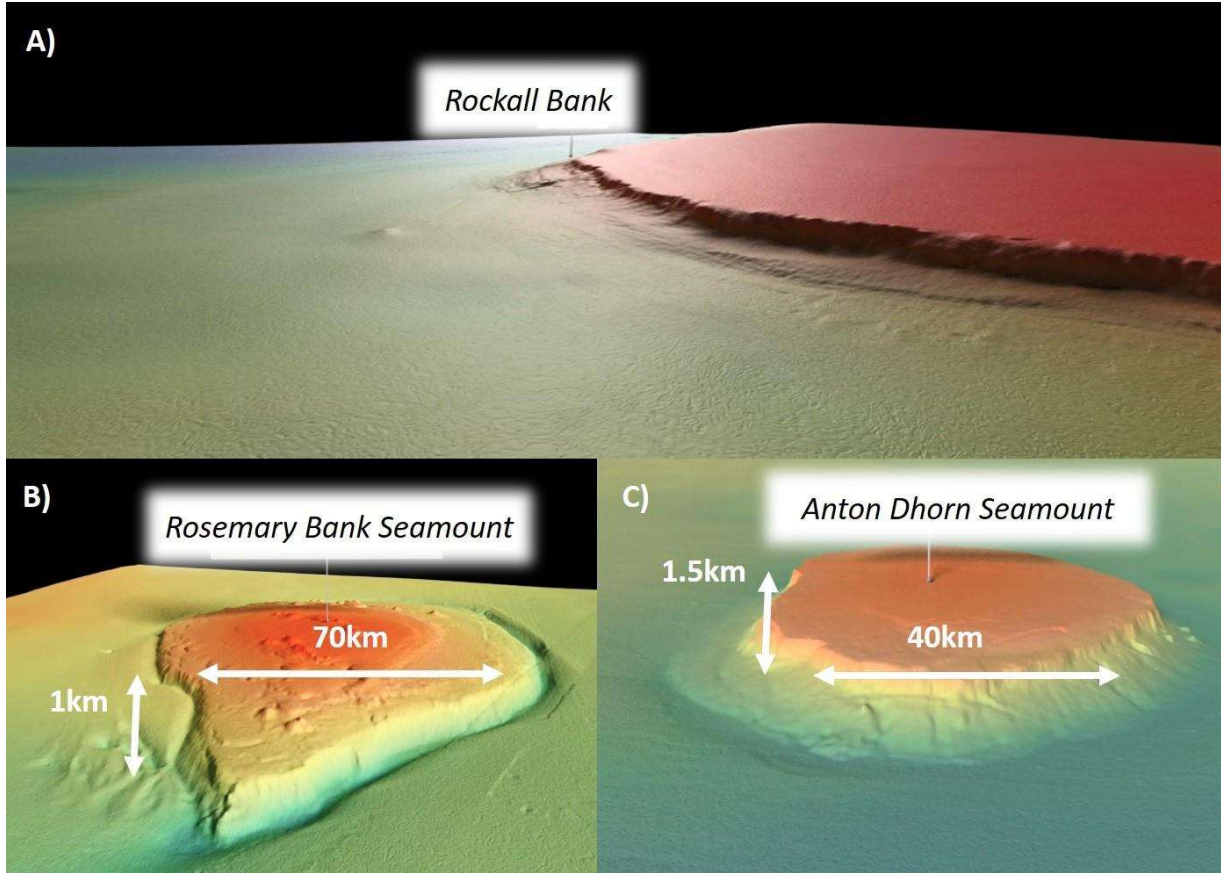


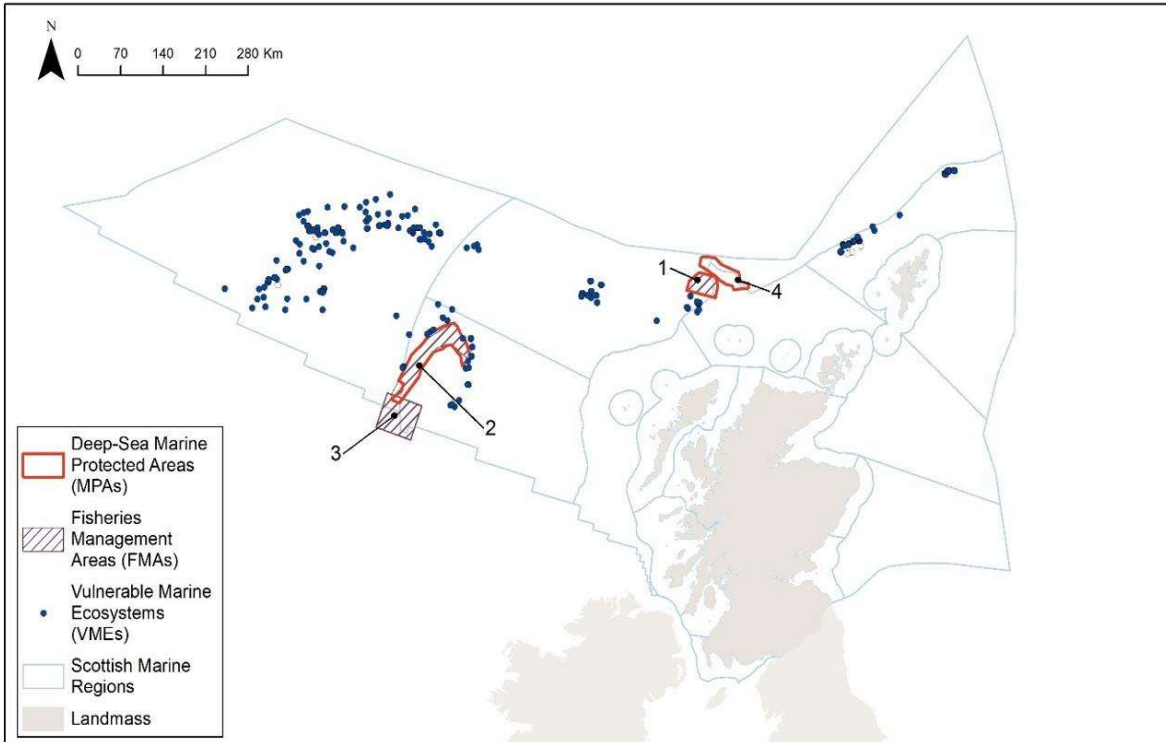
מודל לאיתור VME בצפון האוקיינוס האטלנטי של ICES (משמאל) והחלטות מועצת הדיג NEAFC לסגירת שטחים לדיג קרקעית בהתבסס על מודל זה (מימין). מתוך Albrecht et al. (2020) ו- <https://www.neafc.org/closures/mid-atlantic>

גם בסקוטלנד יותר ויותר שטחים ימיים זוכים להגנה מרחבית לאחר שזוהו כאזורים בעלי פוטנציאל להכיל בתי גידול רגישים ברמת וודאות גבוהה. בין השנים 2011 ו-2018, חל זינוק באחוז השטח הימי המוגן של סקוטלנד כתוצאה בשימוש במודלים והבנה טובה יותר של הקשר שבין מאפיינים גיאופיזיים ונוכחות של בתי גידול רגישים³⁶.

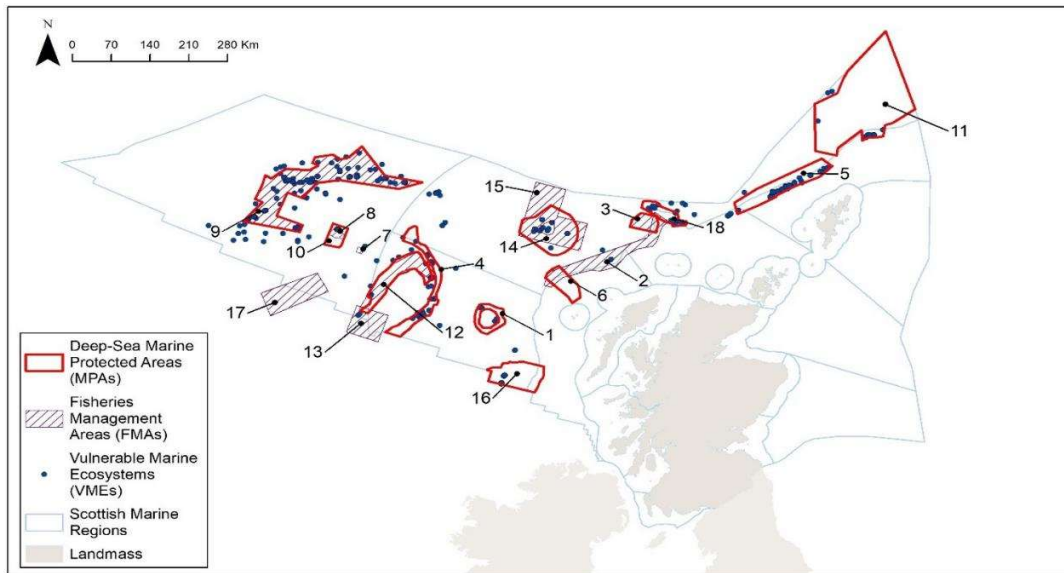
³⁵ <https://www.neafc.org/closures/mid-atlantic>

³⁶ <http://marine.gov.scot/sma/assessment/case-study-deep-sea-vulnerable-marine-ecosystems?page=1>





- 1 Darwin Mounds MPA / FMA 3 Rockall Haddock Box FMA
- 2 North-West Rockall Bank MPA / FMA 4 Wyville Thomson Ridge MPA



- 1 Anton Dohrn Seamount MPA 7 Hatton-Rockall Basin 1 FMA 13 Rockall Haddock Box FMA
- 2 Blue Ling West of Scotland FMA 8 Hatton-Rockall Basin 2 FMA 14 Rosemary Bank Seamount MPA
- 3 Darwin Mounds MPA / FMA 9 Hatton Bank MPA / FMA 15 Rosemary Bank Seamount Blue Ling FMA
- 4 East Rockall Bank MPA 10 Hatton-Rockall Basin MPA 16 The Barra Fan and Hebridean Terrace MPA
- 5 Faroe-Shetland Sponge Belt MPA 11 North-East Faroe-Shetland Channel MPA 17 West Rockall Mound FMA
- 6 Geikie Slide & Hebridean Slope MPA 12 North-West Rockall Bank MPA / FMA 18 Wyville Thomson Ridge MPA

מאפיינים גיאופיזיים יחודיים שמופנו היוו אינדיקציה ראשונית להמצאות בתי גידול רגישים בשטחה הימי של סקוטלנד (למעלה). לאחר סקרים ראשוניים הוכרזו אזורים לשימור בשנת 2011 באופן יחסית מצומצם (במרכז) ולאחר שפותחו המודלים לחיזוי בתי גידול רגישים על בסיס מאפיינים גיאופיזיים, הוכרזו עוד שטחים רבים כמוגנים בשנת 2018 (למטה). מתוך: <http://marine.gov.scot> 37.

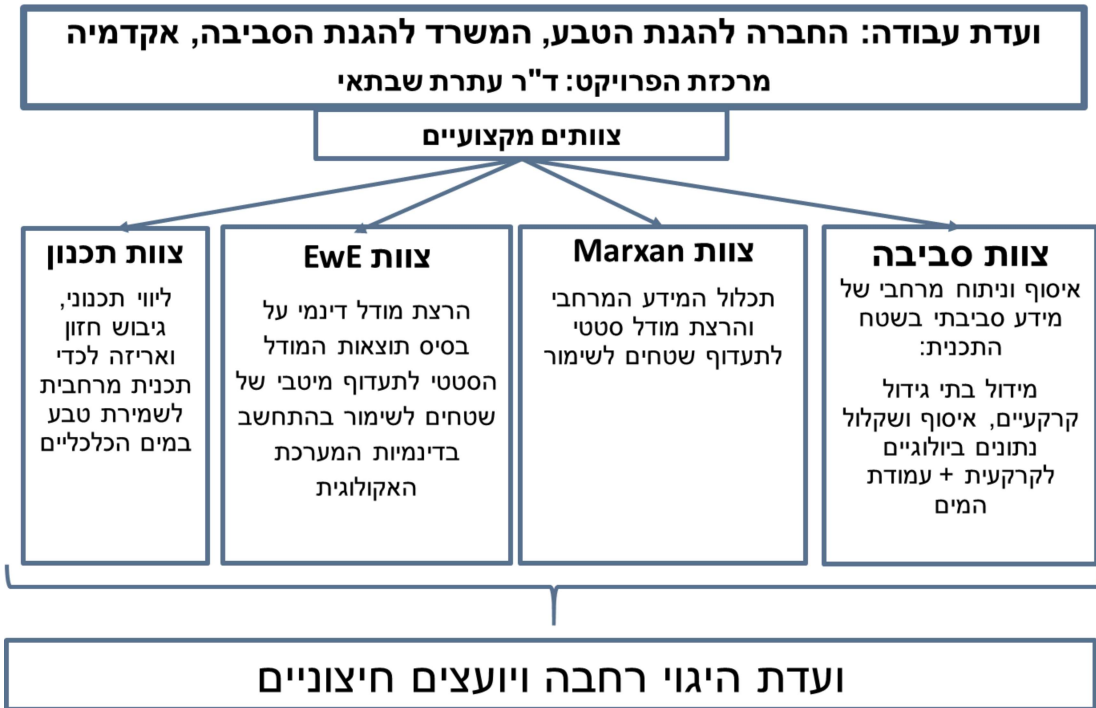
תהליך אימות המודל וביקורת התוצרים

תהליך אימות המודל הינו חלק אינטגרלי ביצירת מודל חיזוי לבתי גידול בנטיים. מטרת תהליך האימות הוא לקבוע את מידת הוודאות של תוצאות מודל החיזוי. ניתן לאמת את המודלים או באמצעות נתונים אמפיריים הזמינים משטח התכנית שלא נעשה בהם שימוש ליצירת המודל, או באמצעות נתונים חדשים שנאספים מהשטח. באופן אידיאלי, נתונים לאימות המודל צריכים להיאסף בצורה ייעודית על פי פרוטוקול שייקבע לאימות המודל. אולם, תהליך זה הוא לרוב יקר ומורכב מבחינה לוגיסטית ולכן במקרים רבים האימות נעשה על ידי שימוש בנתונים שלא נכללו ביצירת המודל והצלבה של פרמטרים שונים במודל (BOEM 2020).

השיטה המקובלת היום כדי להגדיל את וודאות המודלים היא להשתמש בשיטה שנקראת ensemble modeling שבה נעשה שימוש בסט של מודלים שונים אותם מריצים על אותו סט של נתונים. כל מודל עובד על פי אלגוריתם אחר וכך חולשה של מודל אחד מקבלת פיצוי על ידי חוזקה של מודל אחר וההפיך. כך מתקבל בסוף התהליך סט תוצרים שעל בסיסו ניתן לייצר שכבה סופית עם מידת שגיאה מינימלית (Georgian et al. 2019, Winship et al. 2020). בסקירה זו, לא נמצאה דוגמה להליך סדור שבמהלכו מודלים לחיזוי מרחבי של בתי גידול רגישים עוברים תהליך ביקורת חיזוי לפני שנעשה בהם שימוש לתכנון ועיצוב מדיניות. בדוגמאות שבהן מודלים לחיזוי מרחבי נוצרו על ידי רשויות התכנון עצמן, כמו במקרה של BOEM (2020), תהליך הביקורת נגזר כפי הנראה מהשותפות הרחבה של גופי המחקר והרשויות בתהליך יצירת המודל ואיסוף המידע. במקרים אחרים בהם המודלים נעשים במסגרת מחקר אקדמי, כמו למשל Howell et al. (2016), מפורסם מאמר מדעי שעובר ביקורת עמיתים על ידי כתב העת אך במקביל ולא בתלוי בזאת, הנתונים מופיעים במאגר הנתונים האירופאי EMODnet38 וזמינים לשימוש על ידי כל מי שחפץ בכך.

37 <https://marine.gov.scot/sma/assessment/case-study-deep-sea-vulnerable-marine-ecosystems>

38 הנתונים הנקלטים ב- EMODnet עוברים ולידציה על פי התהליך המפורט ב: <https://www.emodnet-ingestion.eu/data-submission>



8. מקורות

- Abdulla, A., M. Gomei, D. Hyrenbach, G. Notarbartolo-di-Sciara, and T. Agardy. 2009. Challenges facing a network of representative marine protected areas in the Mediterranean: prioritizing the protection of underrepresented habitats. *ICES Journal of Marine Science* **66**:22-28.
- Agardy, T., J. Claudet, and J. C. Day. 2016. 'Dangerous Targets' revisited: Old dangers in new contexts plague marine protected areas. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **26**:7-23.
- Albrecht, J., L. Beazley, A. Braga-Henriques, P. Cardenas, M. Carreiro-Silva, A. Colaço, K. Fomin, N. Golding, K. Howell, and J. Ingels. 2020. ICES/NAFO JOINT WORKING GROUP ON DEEP-WATER ECOLOGY (WGDEC).
- Arias, A., R. L. Pressey, R. E. Jones, J. G. Álvarez-Romero, and J. E. Cinner. 2016. Optimizing enforcement and compliance in offshore marine protected areas: a case study from Cocos Island, Costa Rica. *Oryx* **50**:18-26.
- Armstrong, C. W., M. Aanesen, T. M. van Rensburg, and E. D. Sandorf. 2019. Willingness to pay to protect cold water corals. *Conservation Biology* **33**:1329-1337.
- Baco, A. R., R. J. Etter, P. A. Ribeiro, S. Von der Heyden, P. Beerli, and B. P. Kinlan. 2016. A synthesis of genetic connectivity in deep-sea fauna and implications for marine reserve design. *Molecular Ecology* **25**:3276-3.298
- Balbar, A. C., and A. Metaxas. 2019. The current application of ecological connectivity in the design of marine protected areas. *Global Ecology and Conservation* **17**:e00569.
- Ban, N. C., S. M. Maxwell, D. C. Dunn, A. J. Hobday, N. J. Bax, J. Ardron, K. M. Gjerde, E. T. Game, R. Devillers, D. M. Kaplan, P. K. Dunstan, P. N. Halpin, and R. L. Pressey. 2014. Better integration of sectoral planning and management approaches for the interlinked ecology of the open oceans. *Marine Policy* **49**:127-136.
- Barbier, E. B., D. Moreno-Mateos, A. D. Rogers, J. Aronson, L. Pendleton, R. Danovaro, L.-A. Henry, T. Morato, J. Ardron, and C. L. Van Dover. 2014. Ecology: Protect the deep sea. *Nature* **505**:475-477.
- Beeton, R., C. D. Buxton, P. Cochrane, S. Dittmann, and J. G. Pepperell. 2015. Commonwealth marine reserves review: report of the expert scientific panel.
- Belkin, N., T. Guy-Haim, M. Rubin-Blum, A. Lazar, G. Sisma-Ventura, R. Kiko, A. R. Morov, T. Ozer, I. Gertman, and B. Herut. 2022. Influence of cyclonic and anti-cyclonic eddies on plankton biomass, activity and diversity in the southeastern Mediterranean Sea. *Ocean Science Discussions*:1-56.
- Bindoff, N. L., W. W. Cheung, J. G. Kairo, J. Aristegui, V. A. Guinder, R. Hallberg, N. J. M. Hilmi, N. Jiao, M. S. Karim, and L. Levin. 2019. Changing ocean, marine ecosystems, and dependent communities. IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate:477-587.
- Bo, M., S. Bava, S. Canese, M. Angiolillo, R. Cattaneo-Vietti, and G. Bavestrello. 2014. Fishing impact on deep Mediterranean rocky habitats as revealed by ROV investigation. *Biological Conservation* **171**:167-176.
- BOEM. 2020. Cross-Shelf Habitat Suitability Modeling: Characterizing Potential Distributions of Deep-Sea Corals, Sponges, and Macrofauna Offshore of the US West Coast. US Department of the Interior Bureau of Ocean Energy Management Pacific OCS Region.
- Bors, E. K., A. A. Rowden, E. W. Maas, M. R. Clark, and T. M. Shank. 2012. Patterns of Deep-Sea Genetic Connectivity in the New Zealand Region: Implications for Management of Benthic Ecosystems. *PLOS ONE* **7**:e49474.

- Bradshaw, C., I. Tjensvoll, M. Sköld, I. Allan, J. Molvaer, J. Magnusson, K. Naes, and H. Nilsson. 2012. Bottom trawling resuspends sediment and releases bioavailable contaminants in a polluted fjord. *Environmental Pollution* **170**:232-241.
- Cannizzo, Z. J., B. Lausche, and L. Wenzel. 2021. Advancing marine conservation through ecological connectivity: Building better connections for better protection. *in* Parks Stewardship Forum.
- Carr, M. H., S. P. Robinson, C. Wahle, G. Davis, S. Kroll, S. Murray, E. J. Schumacker, and M. Williams. 2017. The central importance of ecological spatial connectivity to effective coastal marine protected areas and to meeting the challenges of climate change in the marine environment. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **27**:6-29.
- CBD. 2011. Aichi Target 11. Decision X/2. Convention on Biological Diversity.
- Ceccarelli, D. M., K. Davey, G. P. Jones, P. T. Harris, S. V. Matoto, J. Raubani, and L. Fernandes. 2021. How to Meet New Global Targets in the Offshore Realms: Biophysical Guidelines for Offshore Networks of No-Take Marine Protected Areas. *Frontiers in Marine Science* **8**.
- Chaikin, S., S. Dubiner, and J. Belmaker. 2021. Cold-water species deepen to escape warm water temperatures. *Global Ecology and Biogeography*.
- Chiba, S., H. Saito, R. Fletcher, T. Yogi, M. Kayo, S. Miyagi, M. Ogido, and K. Fujikura. 2018. Human footprint in the abyss: 30 year records of deep-sea plastic debris. *Marine Policy* **96**:204-212
- Clark, M. R., F. Althaus, T. A. Schlacher, A. Williams, D. A. Bowden, and A. A. Rowden. 2016. The impacts of deep-sea fisheries on benthic communities: a review. *ICES Journal of Marine Science* **73**:i51-i69.
- Clark, M. R., D. A. Bowden, A. A. Rowden, and R. Stewart. 2019. Little evidence of benthic community resilience to bottom trawling on seamounts after 15 years. *Frontiers in Marine Science* **6**:63.
- Coleman, D. F., J. A. Austin Jr, Z. Ben-Avraham, Y. Makovsky, and D. Tchernov. 2012. Seafloor pockmarks, deepwater corals, and cold seeps along the continental margin of Israel. Pages 40-41. OCEANOGRAPHY SOC PO BOX 1931, ROCKVILLE, MD USA.
- Cordes, E. E., D. O. B. Jones, T. A. Schlacher, D. J. Amon, A. F. Bernardino, S. Brooke, R. Carney, D. M. DeLeo, K. M. Dunlop, E. G. Escobar-Briones, A. R. Gates, L. Génio, J. Gobin, L.-A. Henry, S. Herrera, S. Hoyt, M. Joye, S. Kark, N. C. Mestre, A. Metaxas, S. Pfeifer, K. Sink, A. K. Sweetman, and U. Witte. 2016. Environmental Impacts of the Deep-Water Oil and Gas Industry: A Review to Guide Management Strategies. *Frontiers in Environmental Science* **4**.
- Cordes, E. E., L. Levin, A. R. Thurber, A. Metaxas, M. E. Bravo, and M. Baker. 2021. Redefining the Influence of Chemosynthetic Ecosystems for Effective Management. *DOSI Policy Brief*:6.
- Corrales, X., M. Coll, E. Ofir, J. J. Heymans, J. Steenbeek, M. Goren, D. Edelist, and G. Gal. 2018. Future scenarios of marine resources and ecosystem conditions in the Eastern Mediterranean under the impacts of fishing, alien species and sea warming. *Scientific reports* **8**:1-16.
- Čulin, J., L. Grbić, and T. Bielić. 2018. SUBSTANDARD SHIPS AS A THREAT TO THE ADRIATIC SEA BIODIVERSITY. *JOURNAL OF MARITIME TRANSPORT AND ENGINEERING*:23.
- D'Onghia, G., C. Calculli, F. Capezzuto, R. Carlucci, A. Carluccio, P. Maiorano, A. Pollice, P. Ricci, L. Sion, and A. Tursi. 2016. New records of cold-water coral sites and fish fauna characterization of a potential network existing in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology* **37**:1398-1422.
- D'Onghia, G. 2019. 30 Cold-Water Corals as Shelter, Feeding and Life-History Critical Habitats for Fish Species: Ecological Interactions and Fishing Impact. Pages 335-356 *Mediterranean Cold-Water Corals: Past, Present and Future*. Springer.
- Davies, T. W., J. P. Duffy, J. Bennie, and K. J. Gaston. 2016. Stemming the tide of light pollution encroaching into marine protected areas. *Conservation Letters* **9**:164-171.
- Day, J. C., and J. Roff. 2000. Planning for representative marine protected areas: a framework for Canada's oceans. World Wildlife Fund Canada Toronto.

- De Santo, E. M. 2013. The Darwin Mounds special area of conservation: Implications for offshore marine governance. *Marine Policy* **41**:25-32.
- Dinerstein, E., C. Vynne, E. Sala, A. R. Joshi, S. Fernando, T. E. Lovejoy, J. Mayorga, D. Olson, G. P. Asner, and J. E. Baillie. 2019. A global deal for nature: guiding principles, milestones, and targets. *Science advances* **5**:eaaw2869.
- Druon, J.-N., J.-M. Fromentin, A. R. Hanke, H. Arrizabalaga, D. Damalas, V. Tičina, G. Quílez-Badia, K. Ramirez, I. Arregui, and G. Tserpes. 2016. Habitat suitability of the Atlantic bluefin tuna by size class: An ecological niche approach. *Progress in Oceanography* **142**:30-46.
- Edgar, G. J., R. D. Stuart-Smith, T. J. Willis, S. Kininmonth, S. C. Baker, S. Banks, N. S. Barrett, M. A. Becerro, A. T. Bernard, and J. Berkhout. 2014. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature* **506**:216-220.
- Elasar, M., D. Kerem, D. Angel, L. Steindler, B. Herut, E. Shoham-Frider, O. Barnea, and A. Almogi. 2013. Achziv submarine canyon: an oasis in the warming oligotrophic levantine Basin? *Rapp. Comm. int. Mer Médit* **40**:2013.
- Ellis, J., G. Fraser, and J. Russell. 2012. Discharged drilling waste from oil and gas platforms and its effects on benthic communities. *Marine Ecology Progress Series* **456**:285-302.
- Etnoyer, P. J., D. Wagner, H. A. Fowle, M. Poti, B. Kinlan, S. E. Georgian, and E. E. Cordes. 2018. Models of habitat suitability, size, and age-class structure for the deep-sea black coral *Leiopathes glaberrima* in the Gulf of Mexico. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **150**:218-228.
- European Commission. 2020. EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives. Page p 25 Communication for the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions, Brussels.
- Fischer, A., D. Bhakta, M. Macmillan-Lawler, and P. Harris. 2019. Existing global marine protected area network is not representative or comprehensive measured against seafloor geomorphic features and benthic habitats. *Ocean & Coastal Management* **167**:176-187.
- Fisher, C. R., P.-Y. Hsing, C. L. Kaiser, D. R. Yoerger, H. H. Roberts, W. W. Shedd, E. E. Cordes, T. M. Shank, S. P. Berlet, and M. G. Saunders. 2014. Footprint of Deepwater Horizon blowout impact to deep-water coral communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **111**:11744-11749.
- Foley, M. M., B. S. Halpern, F. Micheli, M. H. Armsby, M. R. Caldwell, C. M. Crain, E. Prahler, N. Rohr, D. Sivas, M. W. Beck, M. H. Carr, L. B. Crowder, J. Emmett Duffy, S. D. Hacker, K. L. McLeod, S. R. Palumbi, C. H. Peterson, H. M. Regan, M. H. Ruckelshaus, P. A. Sandifer, and R. S. Steneck. 2010. Guiding ecological principles for marine spatial planning. *Marine Policy* **34**:955-966.
- Folkersen, M. V., C. M. Fleming, and S. Hasan. 2018. The economic value of the deep sea: A systematic review and meta-analysis. *Marine Policy* **94**:71-80.
- Gary, S. F., A. D. Fox, A. Biastoch, J. M. Roberts, and S. A. Cunningham. 2020. Larval behaviour, dispersal and population connectivity in the deep sea. *Scientific reports* **10**:10675.
- Georgian, S. E., O. F. Anderson, and A. A. Rowden. 2019. Ensemble habitat suitability modeling of vulnerable marine ecosystem indicator taxa to inform deep-sea fisheries management in the South Pacific Ocean. *Fisheries Research* **211**:256-274.
- Giakoumi, S., C. Scianna, J. Plass-Johnson, F. Micheli, K. Grorud-Colvert, P. Thiriet, J. Claudet, G. Di Carlo, A. Di Franco, S. D. Gaines, J. A. García-Charton, J. Lubchenco, J. Reimer, E. Sala, and P. Guidetti. 2017. Ecological effects of full and partial protection in the crowded Mediterranean Sea: a regional meta-analysis. *Scientific reports* **7**:8940.

- Goren, M., R. Danovaro, S. Rothman, H. Mienis, and B. Galil. 2019. Snapshot of the upper slope macro- and megafauna of the southeastern mediterranean sea: Ecological diversity and protection. *VIE ET MILIEU-LIFE AND ENVIRONMENT* **69**:233-248.
- Grorud-Colvert, K., J. Sullivan-Stack, C. Roberts, V. Constant, B. Horta e Costa, E. P. Pike, N. Kingston, D. Laffoley, E. Sala, and J. Claudet. 2021. The MPA Guide: A framework to achieve global goals for the ocean. *Science* **373**:eabf0861.
- Guidetti, P., and E. Sala. 2007. Community-wide effects of marine reserves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series* **335**:43-56.
- Guy-Haim, T., N. Stern, and G. Sisma-Ventura. 2022. Trophic ecology of deep-sea megafauna in the ultra-oligotrophic Southeastern Mediterranean Sea. *bioRxiv*.
- Hammerle, K., and V. Mailstop. 2018. RE: Comments for the 2019-2024 Draft Proposed OCS Oil & Gas Leasing Program, BOEM-2017-0074.
- Harris, P. T., A. D. Heap, T. Whiteway, and A. Post. 2008. Application of biophysical information to support Australia's representative marine protected area program. *Ocean & Coastal Management* **51**:701-711.
- Hecht, A. 1992. Abrupt changes in the characteristics of Atlantic and Levantine intermediate waters in the Southeastern Levantine Basin. *Oceanologica acta* **15**:25-42.
- Henry, L.-A., J. M. Navas, S. J. Hennige, L. C. Wicks, J. Vad, and J. M. Roberts. 2013. Cold-water coral reef habitats benefit recreationally valuable sharks. *Biological Conservation* **161**:67-70.
- Howell, K.-L., N. Piechaud, A.-L. Downie, and A. Kenny. 2016. The distribution of deep-sea sponge aggregations in the North Atlantic and implications for their effective spatial management. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **115**:309-320.
- Howell, K. L., J. S. Davies, and B. E. Narayanaswamy. 2010. Identifying deep-sea megafaunal epibenthic assemblages for use in habitat mapping and marine protected area network design. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **90**:33-68.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2018. Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate.
- IOLR. 2016. *אומאפיינים פיסיקליים של עמודת המים*. IOLR.
- IUCN. 2019. Thematic Report – Conservation Overview of Mediterranean Deep-Sea Biodiversity: A Strategic Assessment. IUCN Gland, Switzerland and Malaga, Spain.
- Johnson, D., M. A. Ferreira, and E. Kenchington. 2018. Climate change is likely to severely limit the effectiveness of deep-sea ABMTs in the North Atlantic. *Marine Policy* **87**:111-122.
- Jones, D. O. B., J. M. Durden, K. Murphy, K. M. Gjerde, A. Gebicka, A. Colaço, T. Morato, D. Cuvelier, and D. S. M. Billett. 2019. Existing environmental management approaches relevant to deep-sea mining. *Marine Policy* **103**:172-181.
- Kanari, M., G. Tibor, J. Hall, T. Ketter, G. Lang, and U. Schattner. 2020. Sediment transport mechanisms revealed by quantitative analyses of seafloor morphology. New evidence from multibeam bathymetry of the Israel Exclusive Economic Zone. *Journal of Marine and Petroleum Geology*.
- Knittel, K., and A. Boetius. 2009. Anaerobic oxidation of methane: progress with an unknown process. *Annual review of microbiology* **63**:311-334.
- Laffoley, D., and S. Kilarski. 2008. Establishing resilient marine protected area networks-making it happen.
- Lastras, G., M. Canals, E. Ballesteros, J.-M. Gili, and A. Sanchez-Vidal. 2016. Cold-water corals and anthropogenic impacts in La Fonera submarine canyon head, Northwestern Mediterranean Sea. *PLOS ONE* **11**:e0155729.

- Le, J. T., and K. Sato. 2016. Ecosystem Services of the Deep Ocean. *ocean-climate. org*:49.
- Levin, L. A., and N. L. Bris. 2015. The deep ocean under climate change. *Science* **350**:766-768.
- Levin, N., T. Mazor, E. Brokovich, P.-E. Jablon, and S. Kark. 2015. Sensitivity analysis of conservation targets in systematic conservation planning. *Ecological Applications* **25**:1997-2010.
- Lillebø, A. I., C. Pita, J. Garcia Rodrigues, S. Ramos, and S. Villasante. 2017. How can marine ecosystem services support the Blue Growth agenda? *Marine Policy* **81**:132-142.
- Lim, A., A. J. Wheeler, and L. Conti. 2021. Cold-Water Coral Habitat Mapping: Trends and Developments in Acquisition and Processing Methods. *Geosciences* **11**:9.
- Lovejoy, T. E., and L. Hannah. 2018. Avoiding the climate failsafe point. *American Association for the Advancement of Science*.
- Lubinevsky, H., O. Hyams-Kaphzan, A. Almogi-Labin, J. Silverman, Y. Harlavan, O. Crouvi, B. Herut, M. Kanari, and M. Tom. 2017. Deep-sea soft bottom infaunal communities of the Levantine Basin (SE Mediterranean) and their shaping factors. *Marine Biology* **164**:1-12.
- Ludvigsen, M., J. Berge, M. Geoffroy, J. H. Cohen, P. R. D. L. Torre, S. M. Nornes, H. Singh, A. J. Sørensen, M. Daase, and G. Johnsen. 2018. Use of an Autonomous Surface Vehicle reveals small-scale diel vertical migrations of zooplankton and susceptibility to light pollution under low solar irradiance. *Science advances* **4**:eaap9887.
- Magris, R. A., M. Andrello, R. L. Pressey, D. Mouillot, A. Dalongeville, M. N. Jacobi, and S. Manel. 2018. Biologically representative and well-connected marine reserves enhance biodiversity persistence in conservation planning. *Conservation Letters* **11**:e12439.
- Makovsky, Y., O. Bialik, A. Neuman, L. Muhedeen, G. Antler, M. Kanari, A. Giladi, and M. Rubin-Blum. 2021. Auv surveying of seepage edifice at the seafloor of western palmahim disturbance and its implications. University of Haifa, IOLR,.
- Makovsky, Y., O. Bialik, A. Neuman, and M. Rubin-Blum. 2020. Rare habitats at the seafloor of Palmahim disturbance – Mapping and characterization for the purpose of conservation. University of Haifa, IOLR,.
- Makovsky, Y., and M. Rubin-Blum. 2021. Preliminary update on AUV survey findings of pockmarks and related habitats in western Palmahim disturbance. Letter submitted to the INPA, IOLR and Israeli Ministry of Energy.
- Manea, E., S. Bianchelli, E. Fanelli, R. Danovaro, and E. Gissi. 2020. Towards an Ecosystem-Based Marine Spatial Planning in the deep Mediterranean Sea. *Science of The Total Environment* **715**:136884.
- March, D., K. Metcalfe, J. Tintoré, and B. J. Godley. 2021. Tracking the global reduction of marine traffic during the COVID-19 pandemic. *Nature communications* **12**:1-12.
- Maxwell, S. M., K. M. Gjerde, M. G. Conners, and L. B. Crowder. 2020. Mobile protected areas for biodiversity on the high seas. *Science* **367**:252-254.
- McGillicuddy, D. J., J. W. Lavelle, A. M. Thurnherr, V. K. Kosnyrev, and L. S. Mullineaux. 2010. Larval dispersion along an axially symmetric mid-ocean ridge. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **57**:880-892.
- McVeigh, D. M., D. B. Eggleston, A. C. Todd, C. M. Young, and R. He. 2017. The influence of larval migration and dispersal depth on potential larval trajectories of a deep-sea bivalve. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **127**:57-64.
- Milla-Figueras, D., M. Schmiing, P. Amorim, B. H. e Costa, P. Afonso, and F. Tempera. 2020. Evaluating seabed habitat representativeness across a diverse set of marine protected areas on the Mid-Atlantic Ridge. *Biodiversity and Conservation* **29**:1153-1175.
- Milon, J. W., and S. Alvarez. 2019. The elusive quest for valuation of coastal and marine ecosystem services. *Water* **11**:1518.

- Morales, I. B., D. Schoeman, C. Klein, D. Dunn, J. Everett, J. G. Molinos, M. T. Burrows, R. M. Dominguez, H. Possingham, and A. Richardson. 2021. Climate-smart, 3-D protected areas in the high seas.
- Mytilineou, C., C. Smith, A. Anastasopoulou, K. Papadopoulou, G. Christidis, P. Bekas, S. Kavadas, and J. Dokos. 2014. New cold-water coral occurrences in the Eastern Ionian Sea: Results from experimental long line fishing. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **99**:146-157.
- O'Leary, B., H. Allen, K. Yates, R. Page, A. Tudhope, C. McClean, and C. Roberts. 2019. 30× 30: A blueprint for ocean protection—How we can protect 30% of our oceans by 2030. London, UK: Greenpeace UK.[Google Scholar].
- O'Leary, B. C., N. C. Ban, M. Fernandez, A. M. Friedlander, P. García-Borboroglu, Y. Golbuu, P. Guidetti, J. M. Harris, J. P. Hawkins, T. Langlois, D. J. McCauley, E. K. Pikitch, R. H. Richmond, and C. M. Roberts. 2018. Addressing Criticisms of Large-Scale Marine Protected Areas. *BioScience* **68**:359-370.
- O'Leary, B. C., R. L. Brown, D. E. Johnson, H. von Nordheim, J. Ardron, T. Packeiser, and C. M. Roberts. 2012. The first network of marine protected areas (MPAs) in the high seas: The process, the challenges and where next. *Marine Policy* **36**:598-605.
- O'Leary, B. C., M. Winther-Janson, J. M. Bainbridge, J. Aitken, J. P. Hawkins, and C. M. Roberts. 2016. Effective coverage targets for ocean protection. *Conservation Letters* **9**:398-404.
- OECD. 2016. The Ocean Economy in 2030.
- OECD. 2017. Marine Protected Areas- Economics, Management and Effective Policy Mixes.
- Ohayon, S., I. Granot, and J. Belmaker. 2021. A meta-analysis reveals edge effects within marine protected areas. *Nature ecology & evolution* **5**:1301-1308.
- Otero, M. d. M., and C. Mytilineou. 2022. Deep-sea Atlas of the Eastern Mediterranean Sea. IUCN Gland, , Malaga.
- Ozer, T., I. Gertman, N. Kress, J. Silverman, and B. Herut. 2017. Interannual thermohaline (1979–2014) and nutrient (2002–2014) dynamics in the Levantine surface and intermediate water masses, SE Mediterranean Sea. *Global and Planetary Change* **151**:60-67.
- Peled, Y., S. Zemah Shamir, M. Shechter, E. Rahav, and A. Israel. 2018. A new perspective on valuating marine climate regulation: The Israeli Mediterranean as a case study. *Ecosystem Services* **29**:83-90.
- Puerta, P., C. Johnson, M. Carreiro-Silva, L.-A. Henry, E. Kenchington, T. Morato, G. Kazanidis, J. L. Rueda, J. Urra, and S. Ross. 2020. Influence of water masses on the biodiversity and biogeography of deep-sea benthic ecosystems in the North Atlantic. *Frontiers in Marine Science* **7**:239.
- Ramalho, S. P., M. Almeida, P. Esquete, L. Génio, A. Ravara, C. F. Rodrigues, N. Lampadariou, A. Vanreusel, and M. R. Cunha. 2018. Bottom-trawling fisheries influence on standing stocks, composition, diversity and trophic redundancy of macrofaunal assemblages from the West Iberian Margin. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **138**:131-145.
- Ramirez-Llodra, E., P. A. Tyler, M. C. Baker, O. A. Bergstad, M. R. Clark, E. Escobar, L. A. Levin, L. Menot, A. A. Rowden, and C. R. Smith. .2011 Man and the last great wilderness: human impact on the deep sea. *PLOS ONE* **6**:e22588.
- Reeburgh, W. S. 2007. Oceanic methane biogeochemistry. *Chemical reviews* **107**:486-513.
- Rengstorf, A. M., A. Grehan, C. Yesson, and C. Brown. 2012. Towards high-resolution habitat suitability modeling of vulnerable marine ecosystems in the deep-sea: resolving terrain attribute dependencies. *Marine Geodesy* **35**:343-361.
- Rengstorf, A. M., C. Mohn, C. Brown, M. S. Wisz, and A. J. Grehan. 2014. Predicting the distribution of deep-sea vulnerable marine ecosystems using high-resolution data: Considerations and novel approaches. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **93**:72-82.

- Ressurreição, A., J. Gibbons, T. P. Dentinho, M. Kaiser, R. S. Santos, and G. Edwards-Jones. 2011. Economic valuation of species loss in the open sea. *Ecological Economics* **70**:729-739.
- Rilov, G. 2016. Multi-species collapses at the warm edge of a warming sea. *Scientific reports* **6**:1-14.
- Rilov, G., A. D. Mazaris, V. Stelzenmüller, B. Helmuth, M. Wahl, T. Guy-Haim, N. Mieszkowska, J.-B. Ledoux, and S. Katsanevakis. 2019. Adaptive marine conservation planning in the face of climate change: What can we learn from physiological, ecological and genetic studies? *Global Ecology and Conservation* **17**:e00566.
- Roberts, C. M., S. Andelman, G. Branch, R. H. Bustamante, J. Carlos Castilla, J. Dugan, B. S. Halpern, K. D. Lafferty, H. Leslie, and J. Lubchenco. 2003. Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecological Applications* **13**:199-214.
- Roberts, C. M., B. C. O'Leary, and J. P. Hawkins. 2020. Climate change mitigation and nature conservation both require higher protected area targets. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* **375**:20190121.
- Roditi-Elasar, M. I. A., D. A. N. Kerem, M. Lazar, O. Barneah, A. Almogi-Labin, and D. L. Angel. 2019. Benthic macro-faunal abundance and diversity and sediment distribution in Akhziv submarine canyon and the adjacent slope (eastern Levant Basin, Mediterranean Sea). *Mediterranean Marine Science* **20**:521-531.
- Rubin-Blum, M., E. Shemesh, B. Goodman-Tchernov, D. F. Coleman, Z. Ben-Avraham, and D. Tchernov. 2014. Cold seep biogenic carbonate crust in the Levantine basin is inhabited by burrowing *Phascolosoma* aff. *turnerae*, a sipunculan worm hosting a distinctive microbiota. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **90**:17-26.
- Sala, E., and S. Giakoumi. 2018. No-take marine reserves are the most effective protected areas in the ocean. *ICES Journal of Marine Science* **75**:1166-1168.
- Sala, E., J. Lubchenco, K. Grorud-Colvert, C. Novelli, C. Roberts, and U. R. Sumaila. 2018. Assessing real progress towards effective ocean protection. *Marine Policy* **91**:11-13.
- Sala, E., J. Mayorga, D. Bradley, R. B. Cabral, T. B. Atwood, A. Auber, W. Cheung, C. Costello, F. Ferretti, and A. M. Friedlander. 2021. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature* **592**:397-402.
- Sampaio, I., A. Braga-Henriques, C. Pham, O. Ocaña, V. De Matos, T. Morato, and F. Porteiro. 2012. Cold-water corals landed by bottom longline fisheries in the Azores (north-eastern Atlantic). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **92**:1547-1555.
- Schiron, A., B. Herut, I. Delbono, M. Barasanti, and R. Delfanti. 2014. Sedimentation and mixing rates in the Levantine Sea. *in* PERSEUS, Marrakesh, Morocco.
- Simon-Lledó, E., B. J. Bett, V. A. I. Huvenne, K. Köser, T. Schoening, J. Greinert, and D. O. B. Jones. 2019. Biological effects 26 years after simulated deep-sea mining. *Scientific reports* **9**:8040.
- Sisma-Ventura, G., O. M. Bialik, R. Yam, B. Herut, and J. Silverman. 2017. pCO₂ variability in the surface waters of the ultra-oligotrophic Levantine Sea: Exploring the air–sea CO₂ fluxes in a fast warming region. *Marine Chemistry* **196**:13-23.
- Sisma-Ventura, G., R. Yam, and A. Shemesh. 2014. Recent unprecedented warming and oligotrophy of the eastern Mediterranean Sea within the last millennium. *Geophysical Research Letters* **41**:5158-5166.
- Štrbenac, A. 2017. Overview of underwater anthropogenic noise, impacts on marine biodiversity and mitigation measures in the south-eastern European part of the Mediterranean, focussing on seismic surveys.
- Strömberg, S. M., and A. I. Larsson. 2017. Larval Behavior and Longevity in the Cold-Water Coral *Lophelia pertusa* Indicate Potential for Long Distance Dispersal. *Frontiers in Marine Science* **4**.

- Teske, P. R., I. Papadopoulos, B. K. Newman, P. C. Dworschak, C. D. McQuaid, and N. P. Barker. 2008. Oceanic dispersal barriers, adaptation and larval retention: an interdisciplinary assessment of potential factors maintaining a phylogeographic break between sister lineages of an African prawn. *BMC Evolutionary Biology* **8**:341.
- Thurber, A. R., A. K. Sweetman, B. E. Narayanaswamy, D. O. Jones, J. Ingels, and R. Hansman. 2014. Ecosystem function and services provided by the deep sea. *Biogeosciences* **11**:3941-3963.
- Tudela, S., and F. Simard. 2004. *The Mediterranean Deep-sea Ecosystems: An Overview of Their Diversity, Structure, Functioning and Anthropogenic Impacts, with a Proposal for Their Conservation*.
- Turley, C., J. M. Roberts, and J. Guinotte. 2007. Corals in deep-water: will the unseen hand of ocean acidification destroy cold-water ecosystems? *Coral reefs* **26**:445-448.
- Turnbull, J. W., E. L. Johnston, and G. F. Clark. 2021. Evaluating the social and ecological effectiveness of partially protected marine areas. *Conservation Biology* **35**:921-932.
- UNEP. 2019. *Proposal for a new Marine and Coastal Strategy of UN Environment Programme for 2020-2030*. Nairobi.
- UNEP, S. 1995. *Protocol concerning specially protected areas and biological diversity in the Mediterranean*. UNEP. Barcelona, Spain:9-10.
- Vad, J., G. Kazanidis, L.-A. Henry, D. O. Jones, O. S. Tendal, S. Christiansen, T. B. Henry, and J. M. Roberts. 2018. Potential impacts of offshore oil and gas activities on deep-sea sponges and the habitats they form. *Advances in marine biology* **79**:33-60.
- Valls, M., C. J. Sweeting, M. P. Olivar, M. L. Fernández de Puelles, C. Pasqual, N. V. C. Polunin, and A. Quetglas. 2014. Structure and dynamics of food webs in the water column on shelf and slope grounds of the western Mediterranean. *Journal of Marine Systems* **138**:171-181.
- Waldron, A., V. Adams, J. Allan, A. Arnell, G. Asner, S. Atkinson, A. Baccini, J. Baillie, A. Balmford, and J. A. Beau. 2020. Protecting 30% of the planet for nature: costs, benefits and economic implications.
- Washburn, T. W., A. W. Demopoulos, and P. A. Montagna. 2018. Macrobenthic infaunal communities associated with deep-sea hydrocarbon seeps in the northern Gulf of Mexico. *Marine Ecology* **39**:e12508.
- Weilgart, L. 2018. *The impact of ocean noise pollution on fish and invertebrates*. Report for OceanCare, Switzerland.
- Wilhelm, T. A., C. R. Sheppard, A. L. Sheppard, C. F. Gaymer, J. Parks, D. Wagner, and N. a. Lewis. 2014. Large marine protected areas—advantages and challenges of going big. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **24**:24-30.
- Wilson, J., A. Darmawan, J. Subijanto, A. Green, and S. t. Sheppard. 2011. *Scientific Design of a Resilient Network of Marine Protected Areas. Lesser Sunda Ecoregion, Coral Triangle*. Report No 2/11, The Nature Conservancy.
- Wilson, K. L., D. P. Tittensor, B. Worm, and H. K. Lotze. 2020. Incorporating climate change adaptation into marine protected area planning. *Global Change Biology* **26**:3251-3267.
- Winship, A. J., J. T. Thorson, M. E. Clarke, H. M. Coleman, B. Costa, S. E. Georgian, D. Gillett, A. Grüss, M. J. Henderson, T. F. Hourigan, D. D. Huff, N. Kreidler, J. L. Pirtle, J. V. Olson, M. Poti, C. N. Rooper, M. F. Sigler, S. Viehman, and C. E. Whitmire. 2020. Good Practices for Species Distribution Modeling of Deep-Sea Corals and Sponges for Resource Management: Data Collection, Analysis, Validation, and Communication. *Frontiers in Marine Science* **7**.
- World Parks Congress. 2014. *A strategy of innovative approaches and recommendations to enhance implementation of marine conservation in the next decade*.
- Würtz, M. 2010. *Mediterranean pelagic habitat: oceanographic and biological processes, an overview*. 28317124 ,24IUCN.

- Würtz, M. 2012. 1.1. Submarine canyons and their role in the Mediterranean ecosystem. *Mediterranean Submarine Canyons*:11.
- Yearsley, J. M., and J. D. Sigwart. 2011. Larval transport modeling of deep-sea invertebrates can aid the search for undiscovered populations. *PLOS ONE* 6:e23063.
- Yücel, M., K. Özkan, and D. Tezcan. 2016. Deep-sea ecosystems of the Eastern Mediterranean. *THE TURKISH PART OF THE MEDITERRANEAN SEA*:366.
- Zeppilli, D., A. Pusceddu, F. Trincardi, and R. Danovaro. 2016. Seafloor heterogeneity influences the biodiversity–ecosystem functioning relationships in the deep sea. *Scientific reports* 6:26352.
<https://mafish.org.il/marine-planning/clash/>
- אשל, א. 2022. ניתוח סיכונים ל בעלי כנף ממתקנים ימיים. החברה להגנת הטבע, <https://mafish.org.il/marine-planning/clash/>
- האנרגיה, מ. 2021. החלטת מועצת הנפט- המלצת מועצה ראשונה 2021 מיום 5 בינואר 2021. *in*. מ. א. הטבע, editor.
- ויסמן, א., and א. רוטשילד. 2018. הים התיכון העמוק- חשך קר ומיוחד: חשיבות שמירת הים העמוק וקידום שמורת טבע "הפרעת פלמחים". החברה להגנת הטבע.
- ירוחם, א. 2019. דיג בשטחים ימיים מוגנים: האם ניתן לאכול את העוגה ולהשאיר אותה שלמה? , החברה להגנת הטבע.
- כנרי, מ., and מ. תום. 2021. עדכון מפת בתי הגידול דצמבר 2021-עדכון בתי גידול רגישים בהפרעת פלמחים ובסביבתה חקר ימים ואגמים לישראל.
- לובינסקי, ה., and מ. תום. 2014. הרכב אוכלוסיות חי תוך המצע בקרקעית הים העמוק חקר ימים ואגמים לישראל.
- ליכט, א. 2013. הדין החל במים הכלכליים. חוות דעת מיום 15.1.2013. *in* Page 7. מ. המשפטים, editor.
- משרד האנרגיה. 2016. סקר אסטרטגי סביבתי לחיפוש ולהפקה של נפט ושל גז טבעי בים. 259.
- סגל, י. 2020. תכנית הניטור הלאומית בים התיכון לשנת 2019- ניטור פסולת ימית. חקר ימים ואגמים לישראל.
- רוזנבלום, א. 2020. שמורות טבע ימיות במים הכלכליים- סקירה השוואתית של חקיקה ורגולציה, והמלצות ליישום בישראל. החברה להגנת הטבע.