

שמורת ים נביעות מרכז המדרון

באזור הכלכלי הבלעדי של ישראל

נובמבר 2025





כתיבה:

ד"ר עתרת שבתאי, החברה להגנת הטבע
אלון רוטשילד, החברה להגנת הטבע
ד"ר אורית ברנע, ד"ר אורית ברנע -ייעוץ ושירותים בביולוגיה ימית
פרופ' יצחק מקובסקי, אוניברסיטת חיפה
פרופ' תמר גיא-חיים, חקר ימים ואגמים לישראל
ד"ר מקסים רובין-בלום, חקר ימים ואגמים לישראל
ד"ר שי אורון, החברה להגנת הטבע
ד"ר עודד כץ, המכון הגיאולוגי לישראל
ד"ר אורית חיימס-קפצון, המכון הגיאולוגי לישראל

תודות:

ברצוננו להודות לקרן Oceanss ולשתי קרנות אנונימיות על תרומתן הנדיבה שאפשרה את הסקרים העומדים בבסיס מסמך זה ואת כתיבת המסמך.

אנו מודים לכל חברי ועדת ההיגוי ולכל מי שתרום לתהליך במידע, נתונים, הערות, ומשוב.
סקר הוידאו שהתבצע בחלקה הרדוד יותר של השמורה התבצע באמצעות ספינת הנאוטילוס בשנת 2010 אנו מודים לאוניברסיטת רוד-איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים על שיתוף הנתונים.

This research used data collected by E/V Nautilus expeditions NA009 and NA019, which was supported by NOAA Ocean Exploration, the Charney School of Marine Sciences, University of Haifa, and the Israel Oceanographic and Limnological Research. Special thanks to the captain and crew of E/V Nautilus, the scientific teams of the respective cruises, the Nautilus Corps of Exploration, the Ocean Exploration Trust, and all that supported the expedition from shore.

עיצוב: **weamor**

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

החצי הכחול: פרויקט הים התיכון של החברה להגנת הטבע. הפרויקט עוסק בקידום שמורות ימיות בשיתוף עם רשות הטבע והגנים, הטמעת שיקולים אקולוגיים בתכנון הימי, קידום חקיקה סביבתית לאזור הכלכלי הבלעדי וממשק דיג בר קיימא. הפרויקט מפעיל את מוקד sea watch לדיווח על מפגעים סביבתיים בים באמצעות יישומון (אפליקציה).

מיזם תכנון השמורות הימיות באזור הכלכלי הבלעדי: תכנית האב לשמורות טבע באזור הכלכלי הבלעדי של ישראל בים התיכון, מהווה את מפת הדרכים למימוש היעד הלאומי של הגנה על 30% מהשטח הימי עד שנת 2030, באמצעות רשת של 10 שמורות טבע חדשות במדרון היבשת ובים העמוק. בהכנת התכנית השתתפו למעלה מ-20 חוקרים מ-7 מוסדות אקדמיים שונים. בנוסף, לצורך גיבוש התכנית, כתשתית לניתוח המדעי, רוכזו ונותחו אלפי תצפיות מהים העמוק, ונעשה שימוש בכלים מחקרניים מתקדמים לניתוח מרחבי. הליך הכנת התכנית, שארך כשנתיים, כלל שיתוף של כלל בעלי העניין, במסגרת ועדת היגוי, בה נכחו נציגי ממשלה, אקדמיה, וארגונים לא ממשלתיים. כך, גובשה תכנית אב לשמורות שעוצבה על פי המלצות מבוססות ידע ותוך שקיפות בתהליך. לקריאה נוספת <https://bit.ly/3JRIMS6>

* באם לא צוין אחרת, התמונות במסמך צולמו במהלך סקר שבוצע על ידי החברה להגנת הטבע, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2025.

** הבתימטריה במפות המוצגות במסמך זה מבוססת על Kanari et al. 2020

תקציר

של מעל אלף מטרים. השמורה מציעה הגנה על בתי גידול מייצגים וייחודיים, ואף נדירים. כולם בעלי תפקוד אקולוגי ואקלימי חשוב. השמורה מהווה חוליה גיאומורפולוגית, אוקיינוגרפית ואקולוגית מקשרת, המחברת ומעבירה חומרי הזנה בין **מפתן היבשת** (שרובו נכלל במים הריבוניים) ובין **מישור הבתיאל בים העמוק**, הן בעמודת המים והן **בקרקעית**. בכך, מגנה השמורה על חלק ממדרון היבשת שבו מתקיימים תהליכים אקולוגיים חשובים, לרבות עושר ביולוגי בעמודת המים.

תכנית האב לשמורות ימיות באזור הכלכלי הבלעדי כבר הצביעה על חשיבות השמורה ובתי הגידול בה, על בסיס תצפיות קודמות מהאזור ואפיון בתי גידול באמצעות כלים סטטיסטיים שונים. לאחרונה, חשיבות השמורה **זוכה לחיזוק על סמך סקרים מדעיים עדכניים** שנערכו בשיתוף עם חוקרים מאוניברסיטת חיפה והמכון לחקר הימים והאגמים לישראל (הנספחים למסמך זה).

בחציה הצפון-מערבי של השמורה המוצעת, בבסיס מדרון היבשת, פרושים בתי גידול ייחודיים, בהם **נביעות מתאן** (Cold seeps) **בתצורת אבעבועים** (Pockmarks) - מערכות אקולוגיות המוגדרות במסגרות **בינלאומיות כרגישות וכיעד מרכזי לשימור** - Vulnerable Marine Ecosystems. מערכות אקולוגיות אלה מספקות שירות מערכת חיוני בעל ערך סביבתי

הים התיכון העמוק של ישראל הוא מרחב הטבע הגדול, הרציף והפתוח ביותר שיש לנו. הוא מספק לנו תועלות ציבוריות רבות, ומהווה משאב ציבורי חשוב.

מדינת ישראל מחויבת לעמוד ביעדי שימור המגוון הביולוגי, בהתאם לאמנת ברצלונה ואמנת המגוון הביולוגי, הכוללים הגנה על 30% מהמרחב הימי באמצעות שמורות טבע המנוהלות ביעילות. כיום, רק כ-2% מהאזור הכלכלי הבלעדי של ישראל מוגנים, במסגרת **אכרזת "גלישת פלמחים" כשטח מוגן (2022).**

האלמנט הגיאומורפולוגי הבולט ביותר בים העמוק הוא מדרון היבשת - האזור בו קרקעית הים משתפלת מערבה, ממדף היבשת, ועד למישור הבתיאל. תכנית האב לשמורות ימיות באזור הכלכלי הבלעדי (2023) זיהתה את מדרון היבשת כאלמנט אקולוגי מרכזי לשימור, עקב ריבוי בתי גידול ייחודיים בקרקעית, גרדיאנט עומקים, אלמנטים גיאומורפולוגיים מעניינים כמו גלישות והעתקים. עמודת המים מעל המדרון מאופיינת בעושר ביולוגי יחסי. לכן, איתרה תכנית האב חמש שמורות מוצעות לאורכו של מדרון היבשת. אחת משמורות אלה היא שמורת "נביעות מרכז המדרון" (להלן - "מרכז המדרון"), המצויה מול חופי חדרה, במרחק של כ-30 ק"מ מהחוף. השמורה **משתרעת ממרכזו של מדרון היבשת ודרך אגנים (שקעים רחבים) לאורך בסיסו עד עומק**

על האזור ומהווים בסיס מדעי מוצק להצעה להכריז על שמורה ימית בשטח של 258 קמ"ר. אכרזת השמורה (או "ערך טבע מוגן" ברמה המרחבית, באופן שנעשה בו שימוש ב"גלישת פלמחים"), תגדיל את היקף השטחים המוגנים באזור הכלכלי הבלעדי מ-2% ל-3.5% ותבטיח את שימורם של כ-100 קמ"ר נוספים של בתי גידול ייחודיים בעלי חשיבות בינלאומית.

וכלכלי גבוה, מכיוון שהן מנטרלות את גז המתאן המפעפע מתת - הקרקע. מתאן הוא גז חממה עוצמתי, והמערכות האקולוגיות מנצלות אותו ומונעות ממנו לפעפע לאטמוספירה ולהחריף את שינוי האקלים.

הסקרים בשטח הראו כי הרוב המכריע של האבעבועים שנסקרו כוללים נביעות גז פעילות המאופיינות בעושר ביולוגי יוצא דופן. סביב הנביעות תועדו תולעים כימוסינטטיות (שחלקן מאריכות חיים לעשרות ואף מאות שנים), סרטנים, קיפודים ודגים עמוק לרבות כרישים. הנביעות מהוות מעין "נווה מדבר" בים העמוק, ויש עדויות שהן מקור לתרומה קריטית לכלל הסביבה הימית באזור. מאידך, מודל לחיזוי תפוצת בתי גידול אלו, הראה כי הם מתפרסים על פני אחוזים בודדים, לכל היותר, משטח המרחב הימי בישראל, ולכן הנביעות לא רק עשירות וחשובות ביולוגית אלא גם נדירות במרחב הימי.

בחציה הדרום-מזרחי של השמורה, תועדו שתי יחידות אקולוגיות מייצגות של מצע רך בקרקעית מדרון היבשת, שהגנה עליהן באתר זה תאפשר ייצוג מינימלי שלהן בתוך שטחים מוגנים בישראל. הסקרים כללו גם אפיון החי בעמודת המים ותיעוד של ספינה טרופה בתחום השמורה, אשר הפכה למוקד עושר ביולוגי.

ממצאי הסקרים מדגישים את חשיבות ההגנה



פרופיל שמורת נביעות מרכז המדרון

שטח:
258 קמ"ר



טווח עומקי קרקעית:
400-1100 מ' מתחת לפני הים

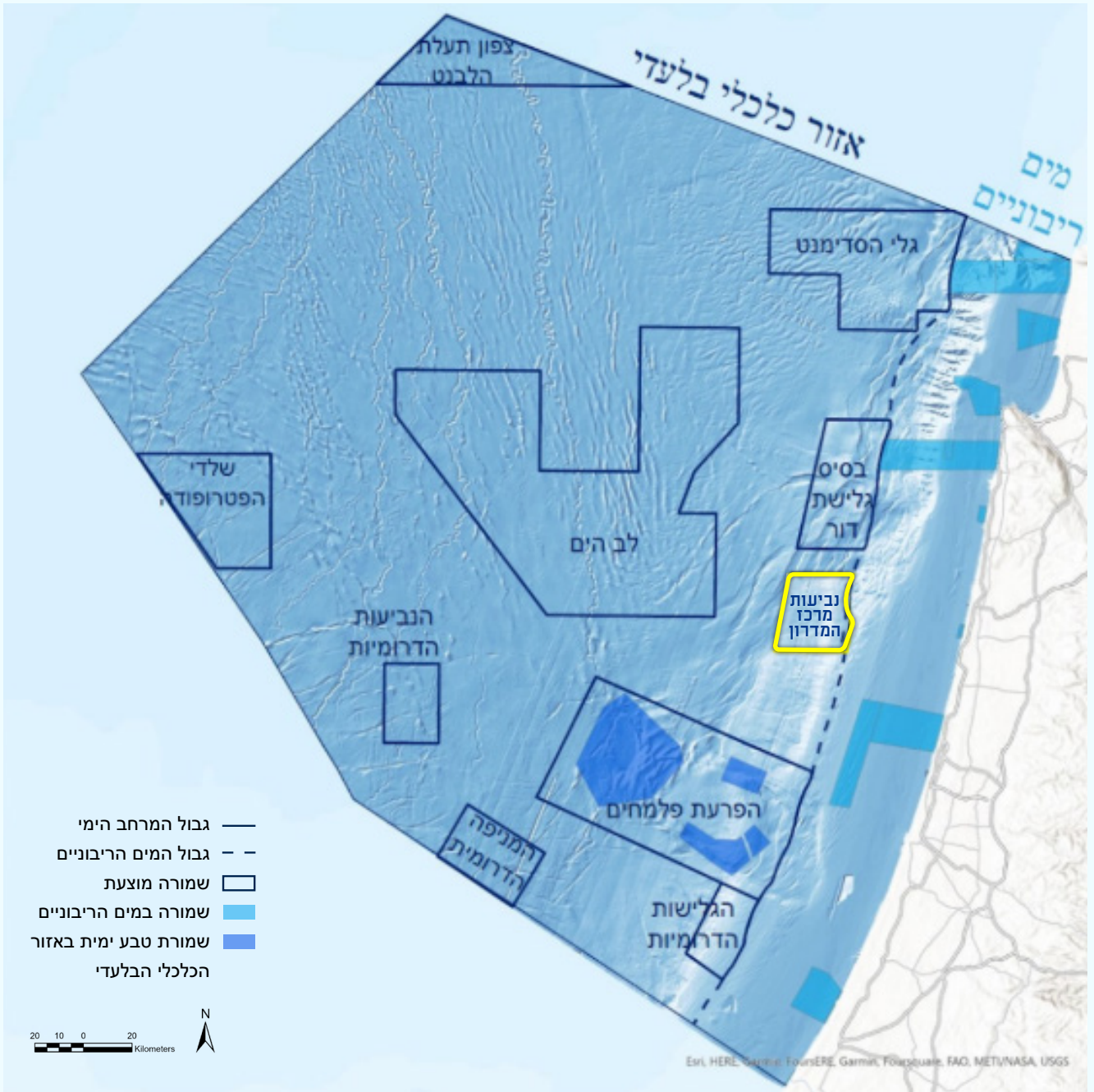


מיקום:
בתחום האזור הכלכלי הבלעדי, בסמוך לגבול המים הריבוניים, במרחק מ-23 ק"מ מקו החוף ועד כ-41 ק"מ מערבה מקו החוף (רוחב השמורה כ-18 ק"מ). גבולה הצפוני נמצא מול קיסריה וגבולה הדרומי מול הגן הלאומי חוף בית ינאי (אורכה כ-15 ק"מ).



בתי גידול:
מערכות אקולוגיות כימוסינטטיות סביב נביעות גז פעילות, יחידות אקולוגיות מייצגות של מדרון היבשת הן בקרקעית והן בעמודת המים שבשטחן ספינה טרופה עם חי ימי אופייני למצע קשה.





שמורת מרכז המדרון על רקע תכנית האב לשמורות ימיות באזור הכלכלי הבלעדי.

רקע

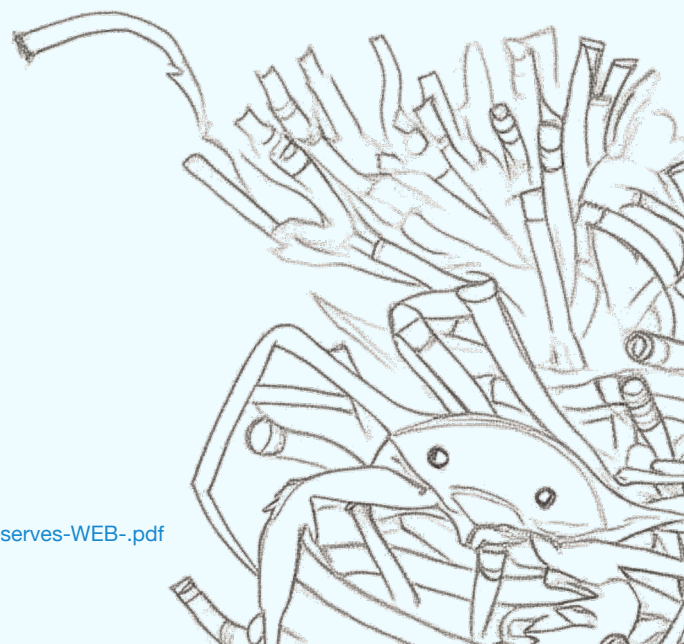
בשנת 2023 הושלמה תכנית אב לרשת שמורות באזור הכלכלי הבלעדי², בהתבסס על תהליך שהובילו 21 חוקרים ממוסדות אקדמיים מובילים בישראל ובעולם, ובליווי ועדת היגוי ממשרדי הממשלה, גורמי אקדמיה ונציגי ציבור. לתהליך התכנון, שנעשה ביוזמת החברה להגנת הטבע, היו שותפים המשרד להגנת הסביבה, רשות הטבע והגנים, רשות העתיקות, אוניברסיטת חיפה, חקר ימים ואגמים לישראל ואוניברסיטת תל אביב. תכנית האב מציעה לקדם 10 שמורות טבע ימיות בהיקף כולל של 30% מהמים הכלכליים, עד שנת 2030.

הים העמוק הוא שטח הטבע הנרחב ביותר באחריות מדינת ישראל. לאחרונה, ובעקבות קמפיין עולמי 30X30, אימצו מדינות העולם ובהן ישראל, במסגרת אמנת ברצלונה (2021) ואמנת המגוון הביולוגי (2022), יעד שאפתני להגנה על 30% משטחי הים עד שנת 2030, בדגש על שטחים בעלי חשיבות מיוחדת למגוון הביולוגי, במסגרת רשת של שטחים מוגנים שהם מייצגים, מקושרים, ומנוהלים בצורה יעילה (CBD 2022).

כצעד ראשון לקראת היעד השאפתני, בשנת 2022 הוכרז השטח המוגן הראשון באזור הכלכלי הבלעדי - גלישת פלמחים³, בעקבות יוזמה של החברה להגנת הטבע ואוניברסיטת חיפה והגשת הצעת שמורה בשטח זה. גבולות השטח המוגן באכרזה נקבעו על בסיס עדכון של פריסת בתי הגידול בסקר האסטרטגי של משרד האנרגיה (כנרי ותום, 2021) והצעת רשות הטבע והגנים, על ידי השרה להגנת הסביבה.

2. <https://bit.ly/3VnZbDe>

3. <http://mafish.org.il/wp-content/uploads/2023/06/Master-plan-for-nature-reserves-WEB-.pdf>



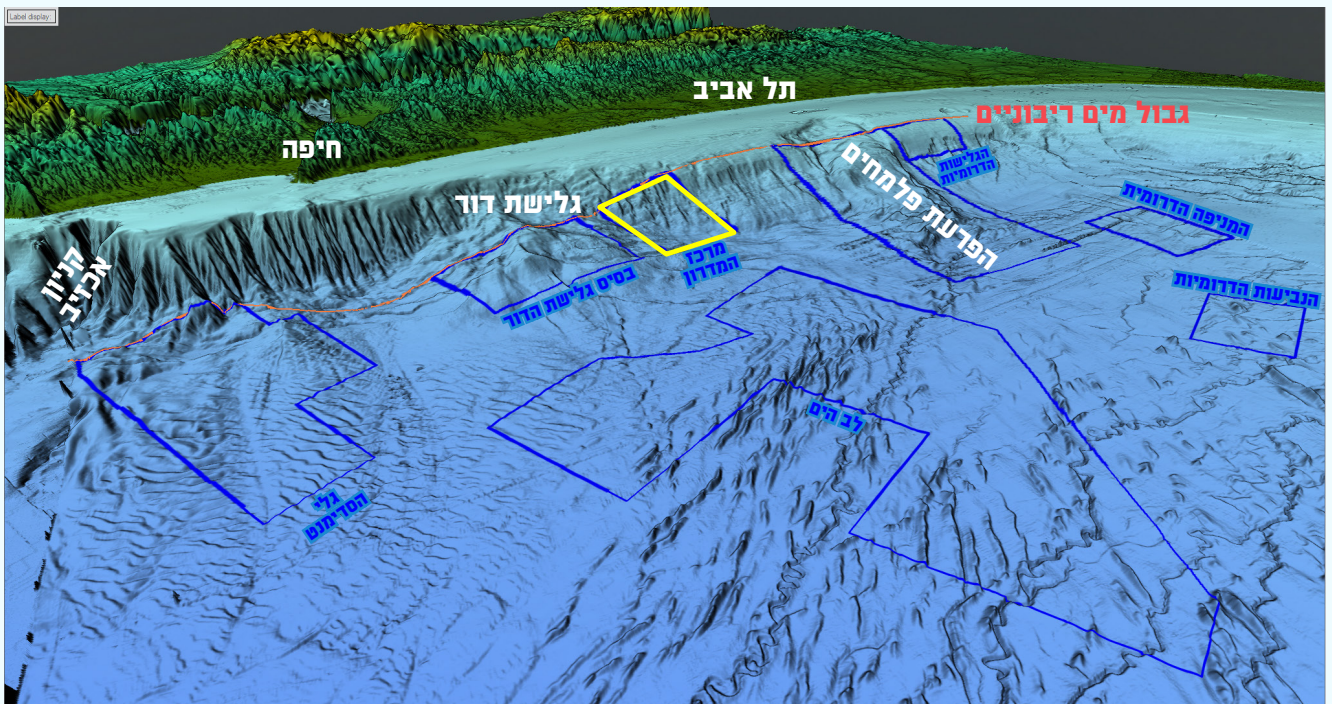
2. מגוון המינים והביומסה שבעמודת המים מעל המדרון הם גבוהים באופן יחסי. גוף המים שמעל המדרון מועשר בפעילות ביולוגית במפגש הים העמוק עם מפתן היבשת.
3. מדרון היבשת מהווה ציר להסעת חומרי הזנה ממדף היבשת לכיוון הים העמוק
4. מגוון העומקים שלאורך המדרון מהווה מקלט אקלימי פוטנציאלי נוכח שינוי האקלים.

שמורת "מרכז המדרון" ממוקמת במרכז ציד מדרון היבשת של ישראל ומשתרעת מחלקו המרכזי (בעומק 400 מ') של המדרון ועד בסיסו העמוק (בעומק 1100 מ').

מתוך 10 השמורות המוצעות, חמש ממוקמות לאורך ציד מדרון היבשת עקב חשיבותו האקולוגית הרבה בקרקעית ובעמודת המים, וכאזור מקשר בין השמורות המתוכננות והקיימות במים הריבוניים (מדף היבשת) ובין הים העמוק.

חשיבותו האקולוגית והמרחבית של ציד המדרון ניכרת במספר היבטים:

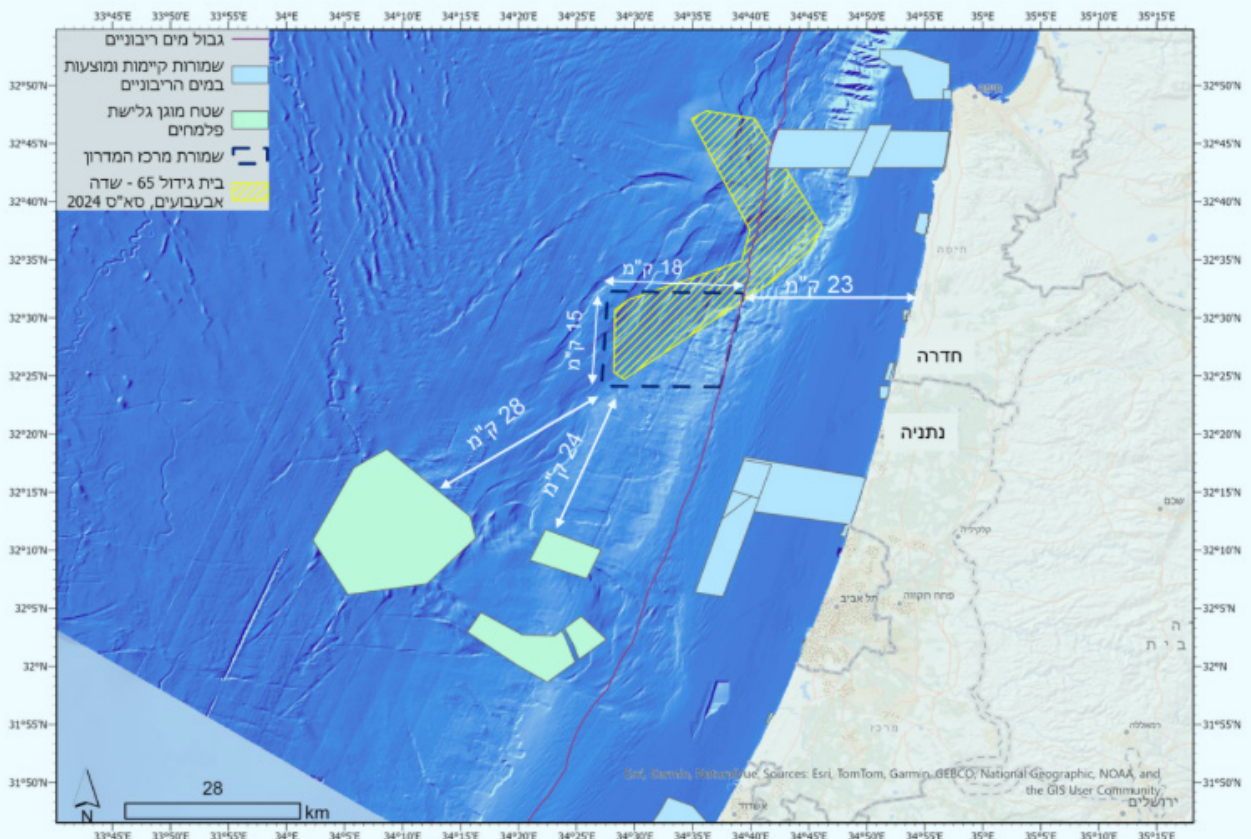
1. נוכחות של בתי גידול ייחודיים בקרקעית כגון: נביעות גז ואלמוגי עומק, ומיני דגל כמו נוצות ים, כרישים ובטאים.



הדמיה תלת מימדית של קרקעית הים, מכיוון צפון מערב. באיור ניתן לראות את מדרון היבשת, השמורות המוצעות לאורכו במסגרת תכנית האב, ואת שמורת מרכז המדרון (בפוליגון צהוב) כחוליה מרכזית במערך זה

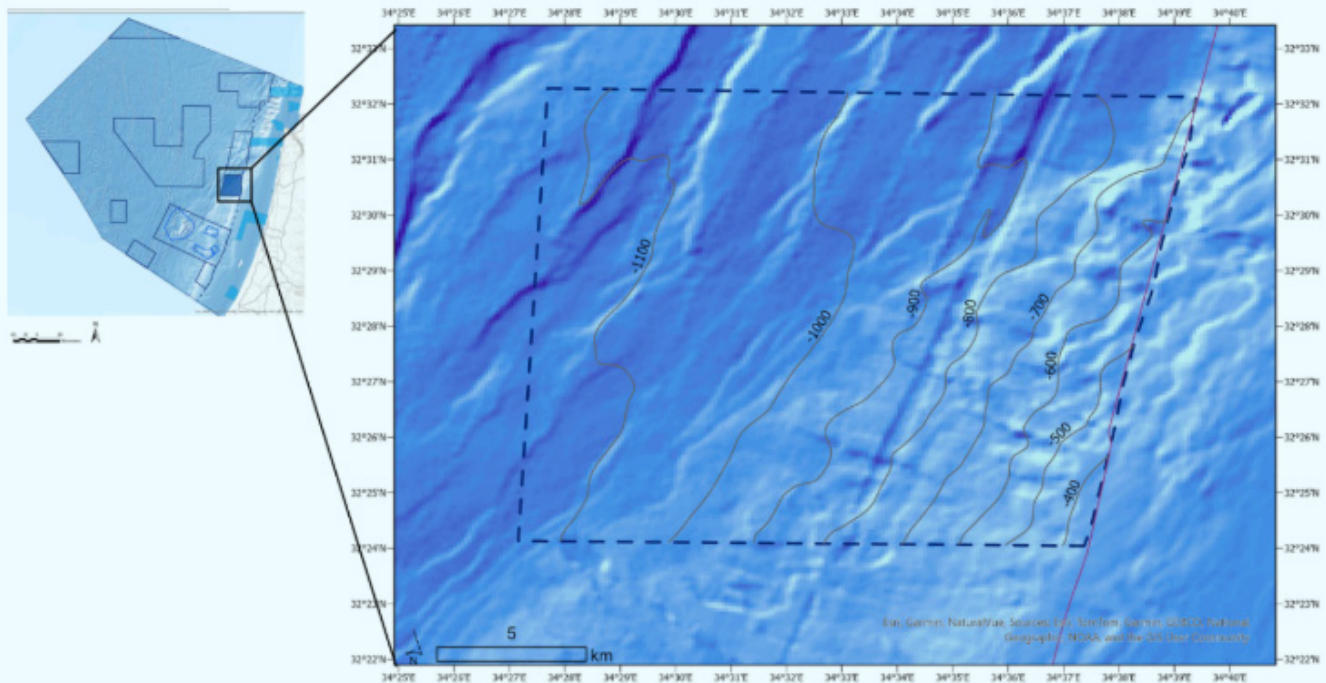
בו אבעבועים רבים (כנרי וחובי 2025). שמורת מרכז המדרון מציעה הגנה הן על חלק משדה האבעבועים והן על חלק מרכזי במדרון היבשת. לאור ממצאי הסקרים בשטח, תיעוד החי בשטח השמורה ואימות מודל התפוצה, שטח השמורה המוצע הינו 258 קמ"ר.

השמורה המוצעת בתכנית האב כללה אזורים בהם נצפו אבעבועים בקרקעית ושבהם הסתברות גבוהה לבתי גידול ייחודיים נוספים, כמו גני אלמוגי עומק. כמו כן, לאחרונה עודכנה מפת בתי הגידול בסקר האסטרטגי של משרד האנרגיה⁴ וסומן באזור זה של המדרון מרחב

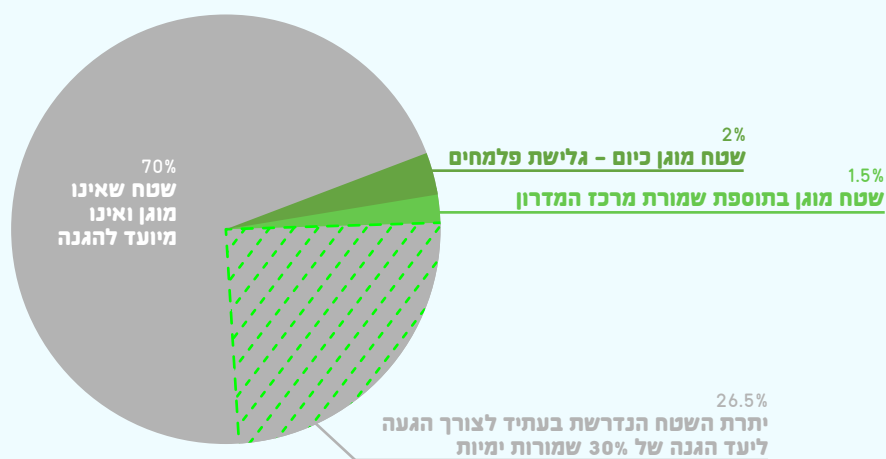


שמורת מרכז המדרון (בקו כחול מקוקו), בית גידול 65 (פוליגון צהוב) בסקר האסטרטגי הסביבתי שנעשה ביוזמת משרד האנרגיה (סא"ס), שטחים מוגנים קיימים ומצעים במים הריבוניים ובמים הכלכליים. מקור: רשות הטבע והגנים 2025, כנרי וחובי 2025.

4. <https://iolar.maps.arcgis.com/apps/dashboards/a47ed153ec6a4daeaba56f5ccd3351b1>

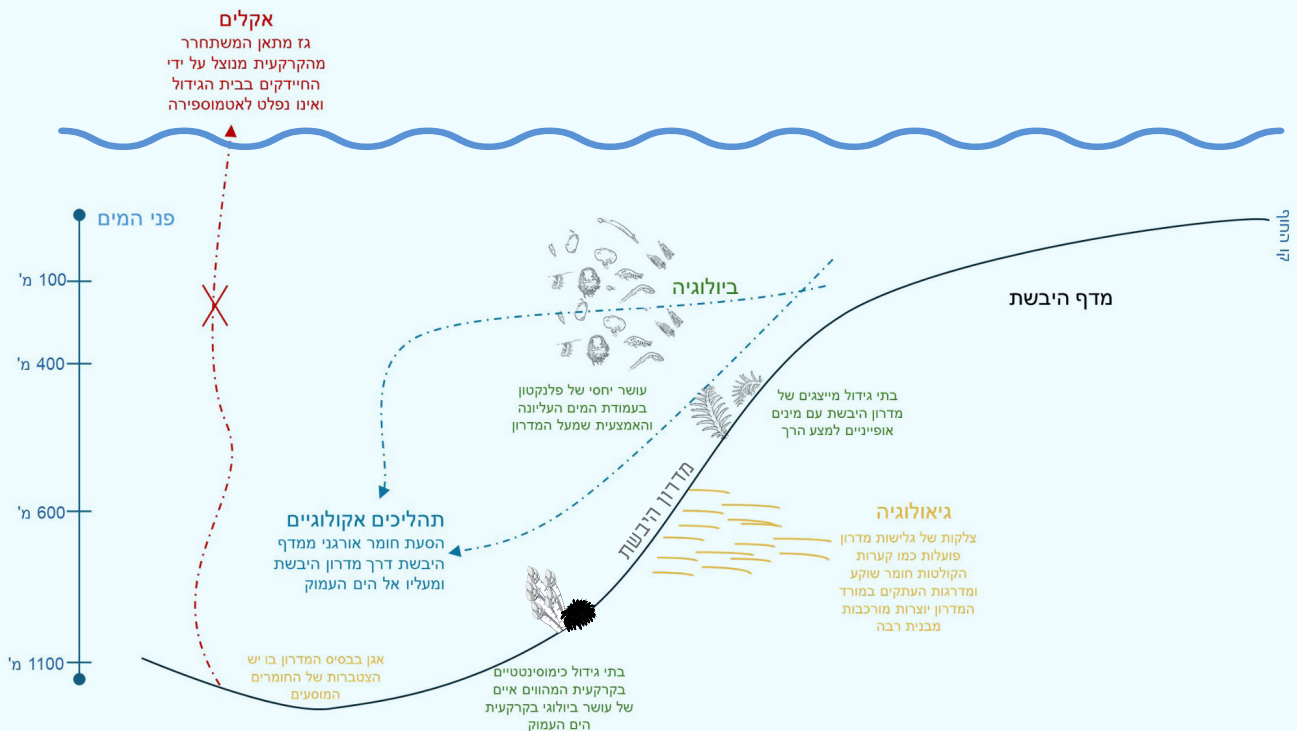


שמורת מרכז המדרון (בקו כחול מקוקו).

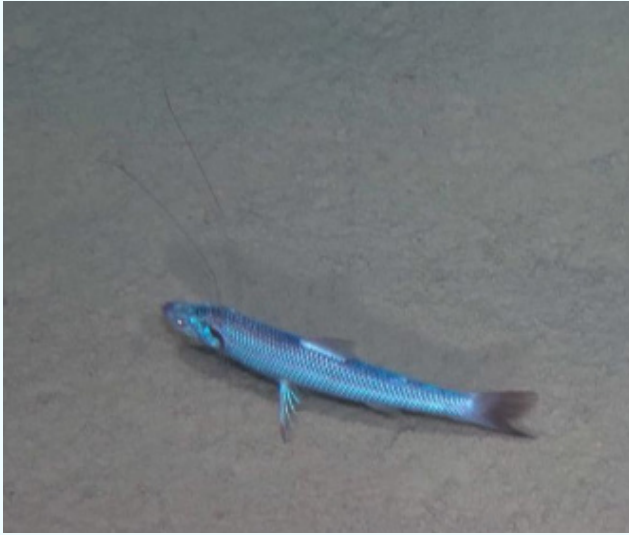


היקף השטחים המוגנים באזור הכלכלי הבלעדי של ישראל בים התיכון.

בשמורה המוצעת מרכז המדרון מתקיים מכלול ייחודי של ערכים סביבתיים אשר הופכים אותה לאתר מרכזי לשימור בים התיכון הישראלי. באזור זה מצויים בתי גידול כימוסינטיים סביב אבעבועים בהם נביעת גז, שבהם מתקיים ניצול של מתאן המשתחרר מהקרקעית, ובכך מתבצע תהליך אקולוגי חשוב המקטין פליטה של גז לאטמוספירה. המדרון עצמו מהווה ציד מרכזי להעברת חומרי הזנה ממדף היבשת אל הים העמוק, ומציג תצורות גיאולוגיות בולטות כגון העתקים וצלקות של גלישות קדומות. מעליו, בעמודת המים, מתקיים עושר יחסי של פלנקטון בשכבת המים העליונה ותהליכים אקולוגיים של שקיעה והסעת חומר אורגני, המעשירים את קרקעית הים העמוק ותורמים ליצירת מערכת אקולוגית מורכבת. השילוב בין תהליכים ביולוגיים, גיאולוגיים ואוקיאנוגרפיים הופך את שמורת מרכז המדרון לאתר בעל חשיבות רבה להבנה ולשימור של המערכת הימית כולה



תושבי הקבע בשמורה



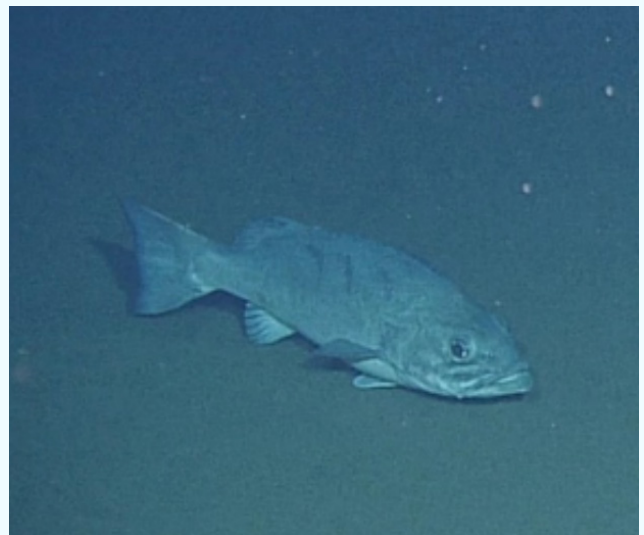
דג "חצובה" מהמין תלת-רגל ים-תיכוני [*Bathypterois mediterraneus*]. משתמש בסנפיריו המאורכים בכדי להשאר סטטי על הקרקעית ולהמתין למזון שנסחף עם הזרם.



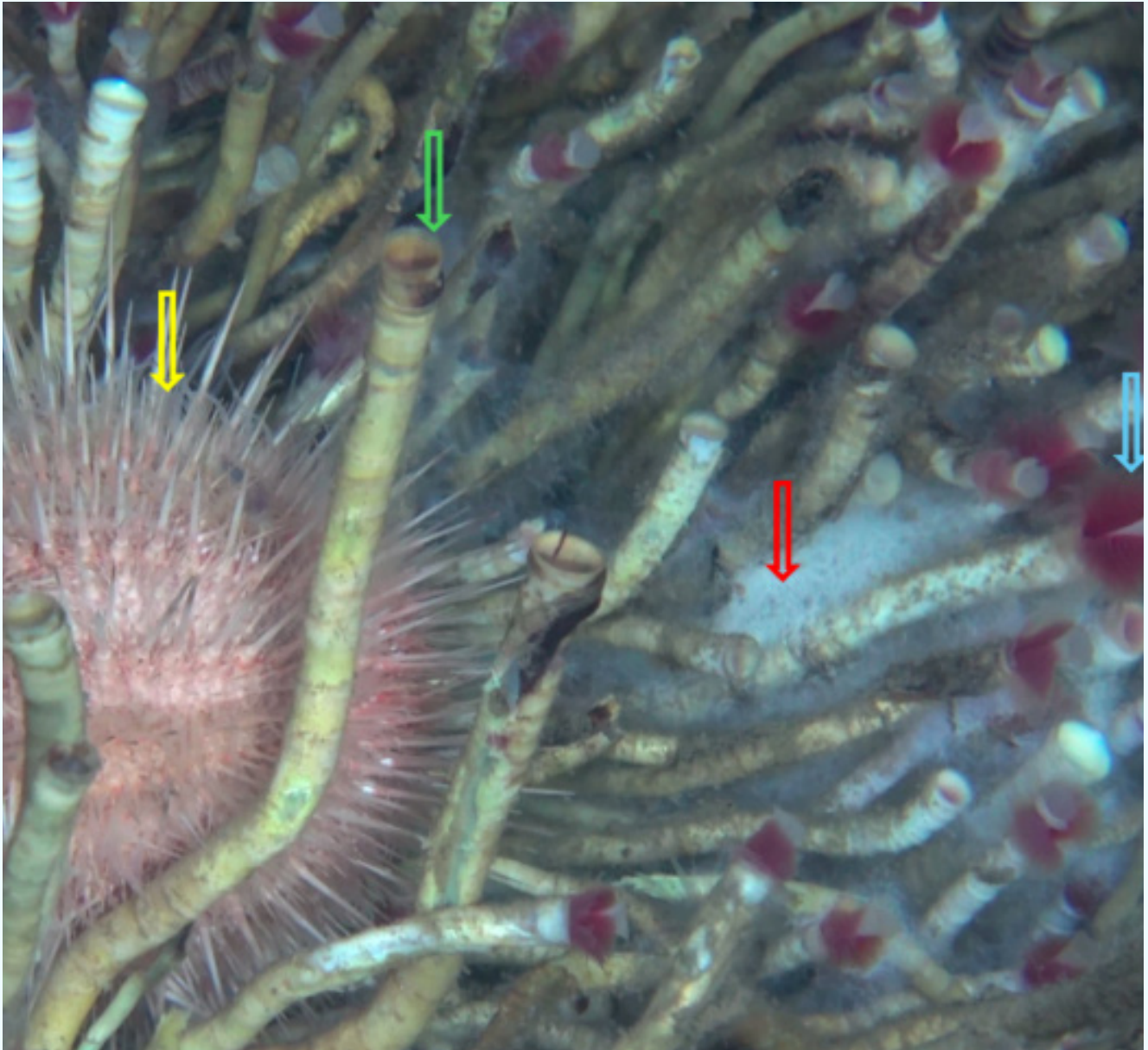
צלופח מהמין נטסטומה שחורה [*Nettastoma melanurum*] החי במחילות בקרקעית הבוצית של מדרון היבשת ונמנה עם הפאונה הקריפטית (החבויה) של הים העמוק, שלרוב אינה מתועדת.



שושנות ים מהסוג *Cerianthus* עם זרועות פרושות. מין מוגן



צינון אמריקאי [*Polyprion americanus*], דג טורף גדול, הנמצא לעיתים בקרבת ספינות טרופות



קיפוד ים מהמין *Gracilechinus elegans* (מין מוגן, מסומן בחץ צהוב) על צבר של תולעי *Lamellibrachia anaximandri* - תולעים ייחודיות החיות בשיתוף עם חיידקים כימוסינתטיים המנצלים את גז המתאן שסופגות התולעים לתוך גופן לצורך הפקת אנרגיה. חץ ירוק - צינור עשוי כיטין המהווה את דופן גוף התולעת; חץ תכלת - זר סינון המשמש לקליטת גז המתאן והחמצן מהסביבה; חץ אדום - מצע חיידקי (כתם בצבע לבן) בסביבת התולעים המורכב מחיידקים המנצלים גם הם את הגז המפעפע מהקרקעית.



קליפת ביצה של כריש גלדן שחור פה בקרבת נביעת גז שמשטחה בולטות תולעים ממשפחת ה-*Spionidae*. מערכות אקולוגיות של נביעות גז קרות מהוות אתרי רבייה ידועים לכרישי ים עמוק, ובכך יש להם תפקוד חשוב עבור המרחב כולו.



סרטן ארוך בטן מהסוג *Metapenaeus*. ניזון מחומר אורגני בקרקעית ומשמש כטרף למינים אחרים בים העמוק.



מלפפון ים (יתכן שמהסוג *Mesothuria*) המדביק לגופו חלקיקי סדימנט מהסביבה וחי בעומק 1000 מ'. ניזון מחומר אורגני בקרקעית, מין מוגן.



סרטן *Geryon longipes* מחופר באופן חלקי בסדימנט נביעת גז פעילה.



דג מהמין בקלה ים תיכונית (*Merluccius merluccius*). נמצא בקרבת הקרקעית במשך שעות היום ועולה למים רדודים יותר בשעות הלילה



כריש גלדן שחור פה (*Galeus melastomus*), כריש אופייני לקרקעית הים העמוק, מין מוגן.

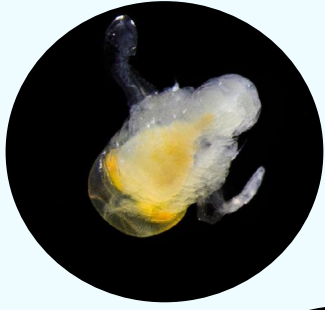


צברי תולעים כימוסינטטיות מהמין *Lamellibrachia anaximandri*



זאופלקטון

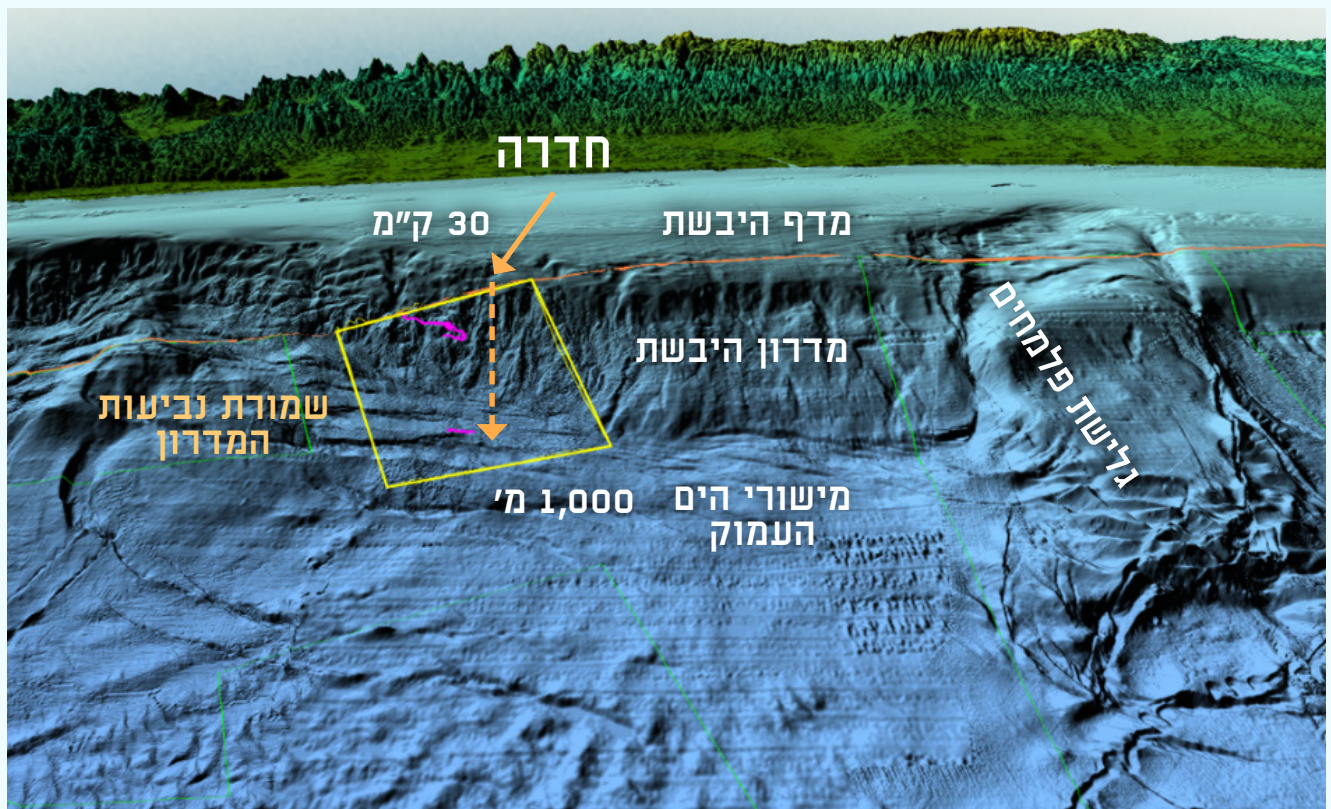
יצורים ימיים זעירים
החיים בעמודת המים
שבשטח השמורה.



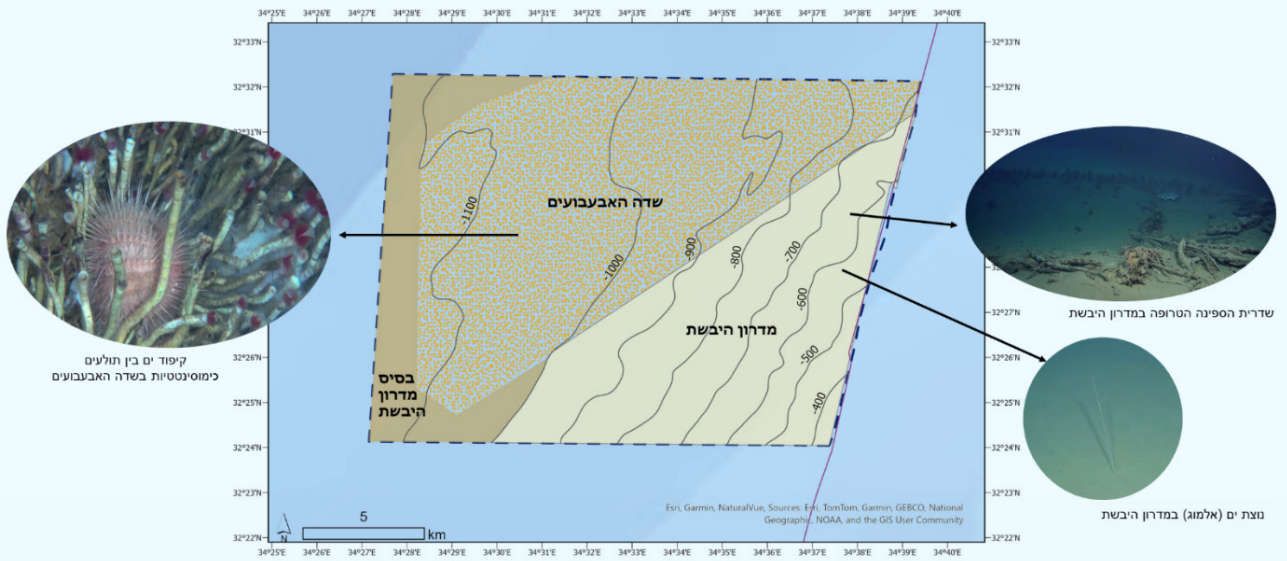
בתי הגידול בשמורה

מייצג של מצע רך במדרון היבשת מעומק 400 מ' ועד 1000 מ' (מחוץ לשדה האבטובועים), ושאר השטח (12%) הוא בית גידול מייצג של מצע רך בבסיס מדרון היבשת מתחת לעומק 1,000 מ' (מחוץ לשדה האבטובועים).

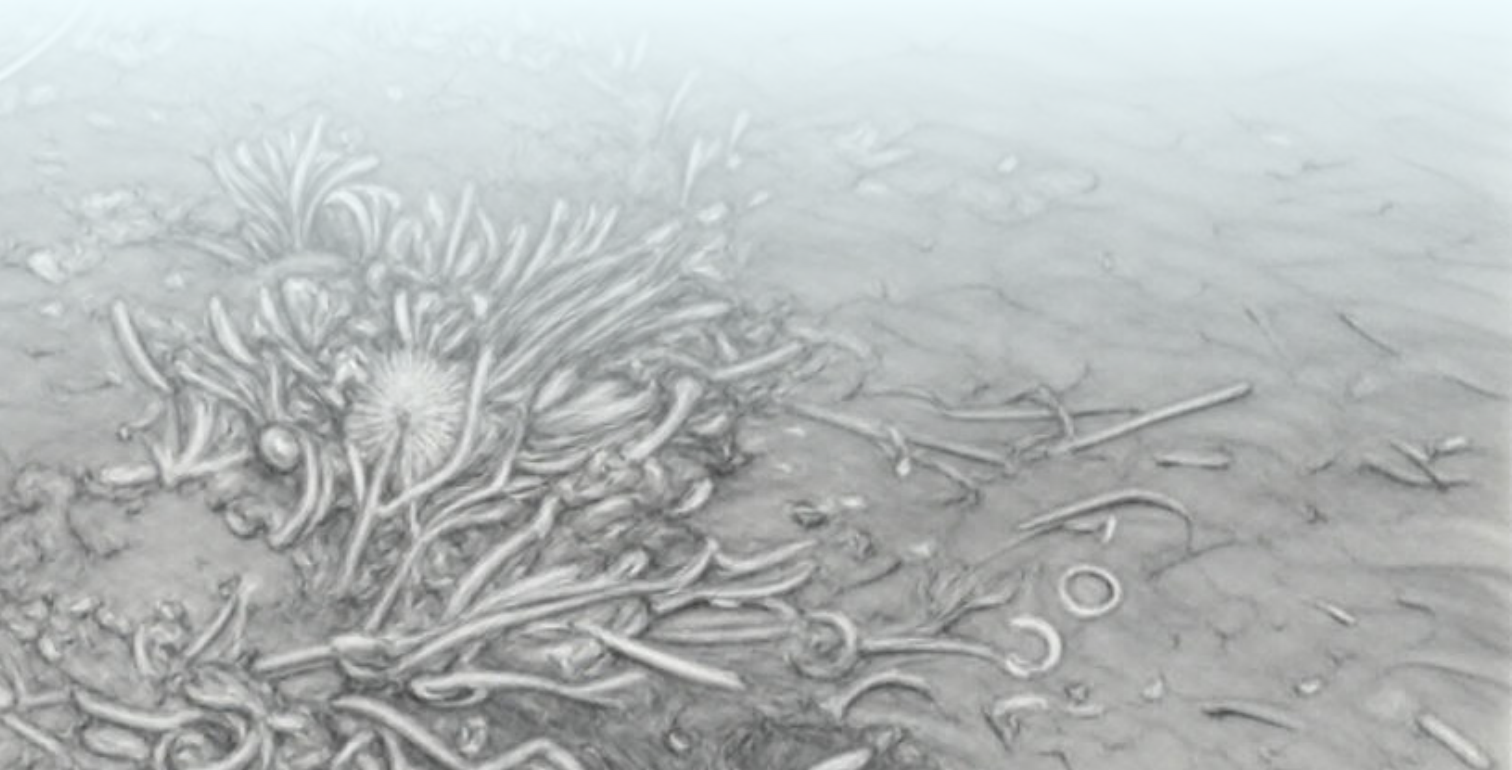
השמורה ממוקמת במדרון היבשת וכוללת חתך עומקים מחלקו המרכזי של מדרון היבשת - בעומק 400 מ' ודרך בסיס המדרון עד לעומק של 1100 מ' מתחת לפני הים. כמחצית (52%) משטח השמורה הוא שדה האבטובועים בבסיס המדרון. בנוסף, כ- 36% מהשטח הוא בית גידול

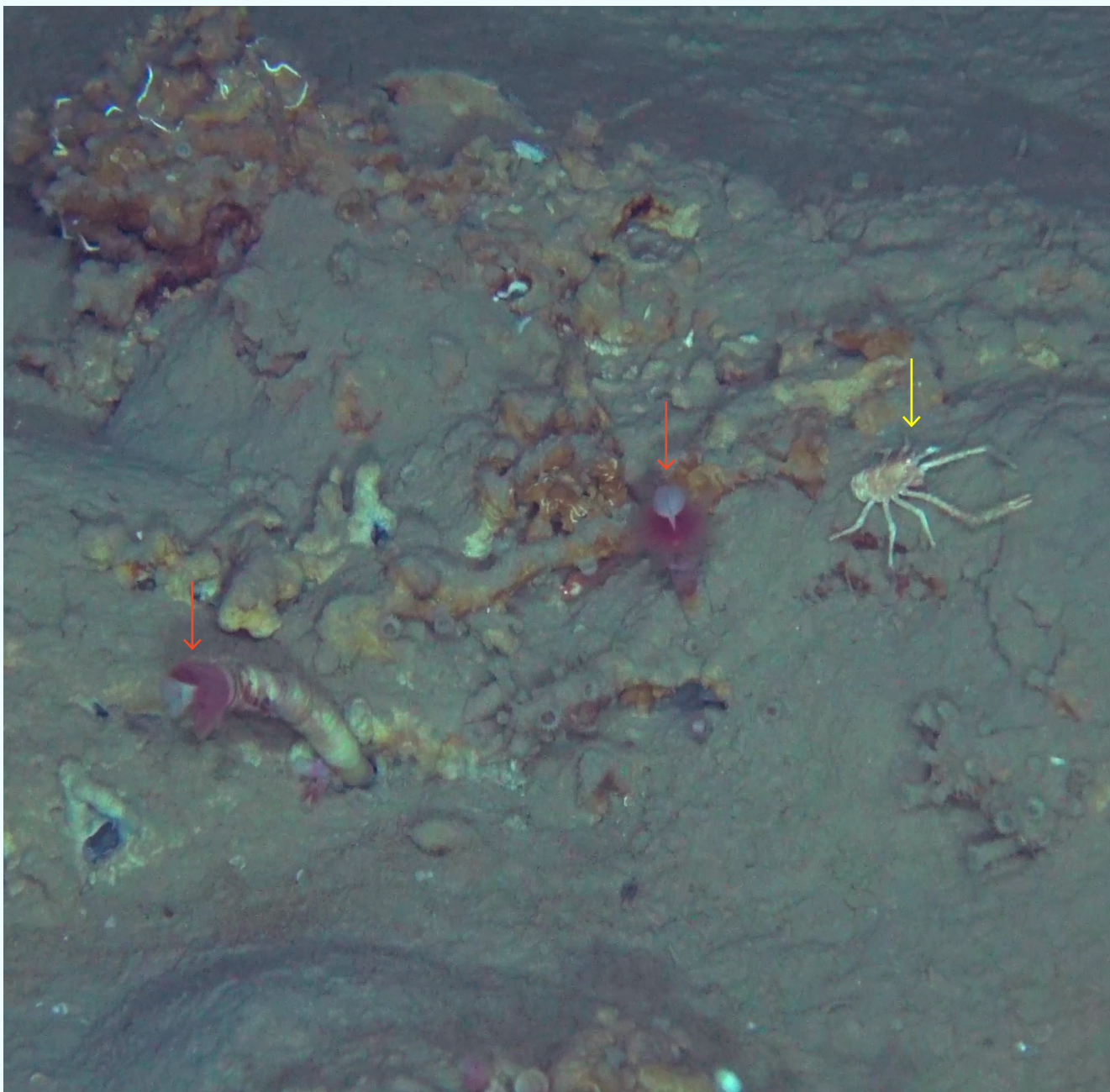


מיקום שמורת נביעות מרכז המדרון (בצהוב) ביחס למדרון היבשת. השמורה כוללת גרדיאנט בטווח עומקים מאמצע המדרון ועד בסיס העמוק.



בתי גידול בשמורה המוצעת נביעות מרכז המדרון.





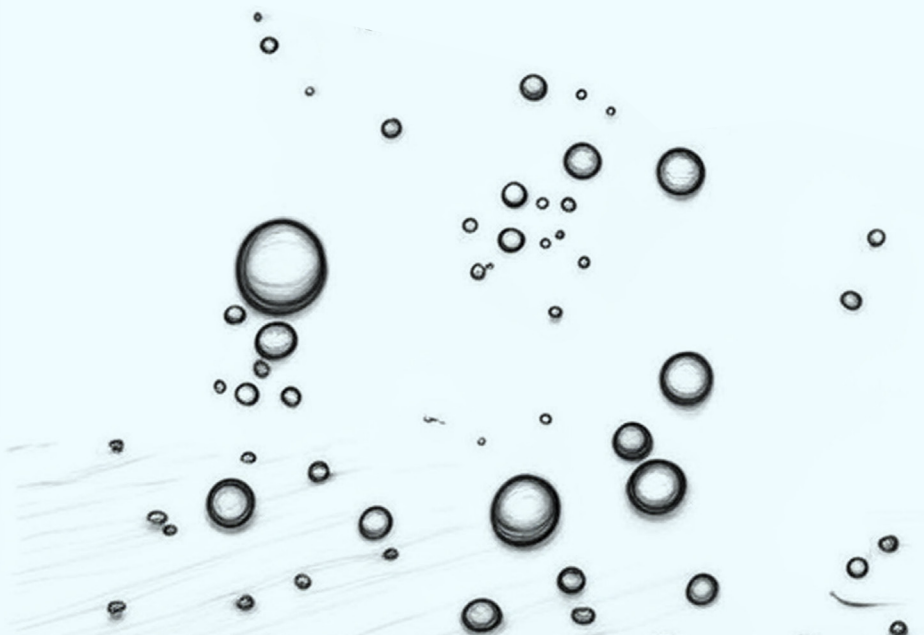
סרטן ממשפחת ה- *Gatheaidae* (חץ צהוב) בסמוך לצבר של תולעים כימוסינטטיות (חצים כתומים).

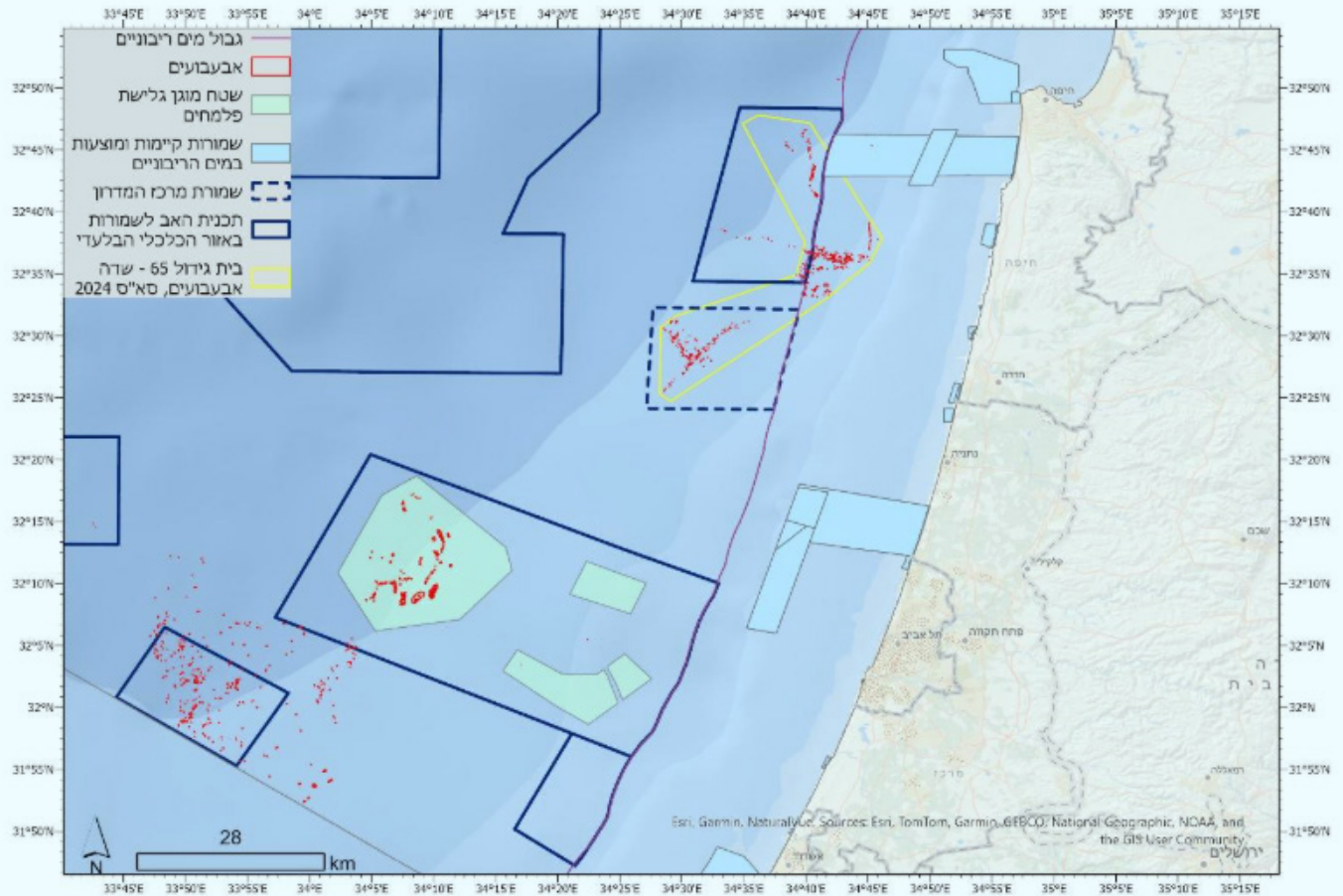
1. שדה האבעבועים בבסיס מדרון היבשת

סביב אבעבועים משגשגות לרוב חברות חי כימו-סינתטיות המתבססות על יצרנות ראשונית הנעשית על ידי חיידקים מיוחדים, המסוגלים להפיק אנרגיה מתרכובות מתאן. מעבר להיותן מקור לאנרגיה וחומר אורגני, הנביעות גם מייצרות לעיתים בסיס פיזי לבתי גידול אחרים - מצע קשה בסביבה של מצע רך. מצע קשה זה נוצר מכיוון שפעילות החיידקים בנביעות הגו יוצרת משקעים של סלעים פחמניים קשיחים (Authigenic carbonate). כלומר, החיידקים הכימוסינתטיים והתולעים מתפקדים כ"מהנדסי סביבה" והסלעים הנוצרים (כמו גם השלד החיצוני של חלק מהתולעים) מגדילים את המורכבות המבנית של הקרקעית ומאפשרים התיישבות של בעלי חיים נוספים. בנוסף, מרכזות חברות חיים אלה חומרי הזנה המגיעים מעמודת המים ובמורד המדרון, ובמקביל מעשירות את עמודת המים מעליהן.

בית הגידול החשוב ביותר בשמורה הוא אגן השקעה גיאומורפולוגי - מעין שקע רחב בבסיס המדרון, שמתהווה ושוקע בתגובה לתנועת שכבת מלח שנמצאת בעומק הקרקע שתחתיו, וכתוצאה מתהליכים אלה מאכלס אלפי צברי "אבעבועים" (Pockmarks) ובהם מערכות אקולוגיות יוצאות דופן של נביעות גז.

הים העמוק מאופיין אמנם במיעוט חומרי הזנה בקרקעית ובקצב נמוך של השקעת הסדימנט, אך צברי האבעבועים מהווים "איים" של עושר ביולוגי בסביבה ענייה זו. כמו מעיינות במדבר, גם נביעות אלה מהוות מקור חיים ייחודי שחשיבותו האקולוגית המרחבית גדולה בהרבה משטחו. ברחבי העולם מופנים מאמצי שימור לבתי גידול של אבעבועים ונביעות גז בים העמוק, מתוך הבנה של הייחודיות שלהם במרחב, הנדירות והחשיבות שלהם לתפקוד המערכת האקולוגית בים העמוק, כמו גם רגישותם להפרעה (FAO, 2018; IUCN, 2019, CBD 2022, Donavaro et al. 2020, Bravo 2025).





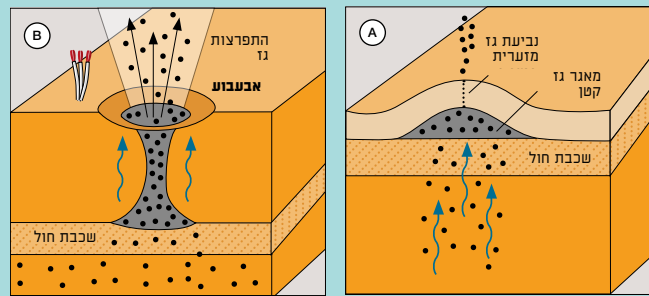
שמורת נביעות מרכז המדרון (בקו כחול מקווקו), אבעועים (באדום), בית גידול 65 בסא"ס (בקו צהוב), שטחים מוגנים קיימים ומוצעים במים הריבוניים ובמים הכלכליים. מקור: רשות הטבע והגנים 2025, כנרי וחובי 2025.

אבעבועים ונביעות גז בים העמוק



אבעבועים (נקראים באנגלית Pockmarks) הם שקעים טופוגרפיים, הנוצרים באזורים של קרקעית דקת גרגר של נביעות גז, מעל כסיס גז רדודים המאופיינים בלחץ יתר. השתחררות הגז בלחץ יוצרת את צורת השקע בקרקעית ולאחר מכן, נביעת הנוזל או הגז מרחיף את הסדימנט וכך משתמר שקע האבעבוע בקרקעית. טווח גדלי האבעבועים בעולם נע בין קוטר של 1 מ' למאות מטרים, ועומק 10-1 מ'.

תהליך היווצרות אבעבועים (Pockmarks). מתוך: IUCN 2019



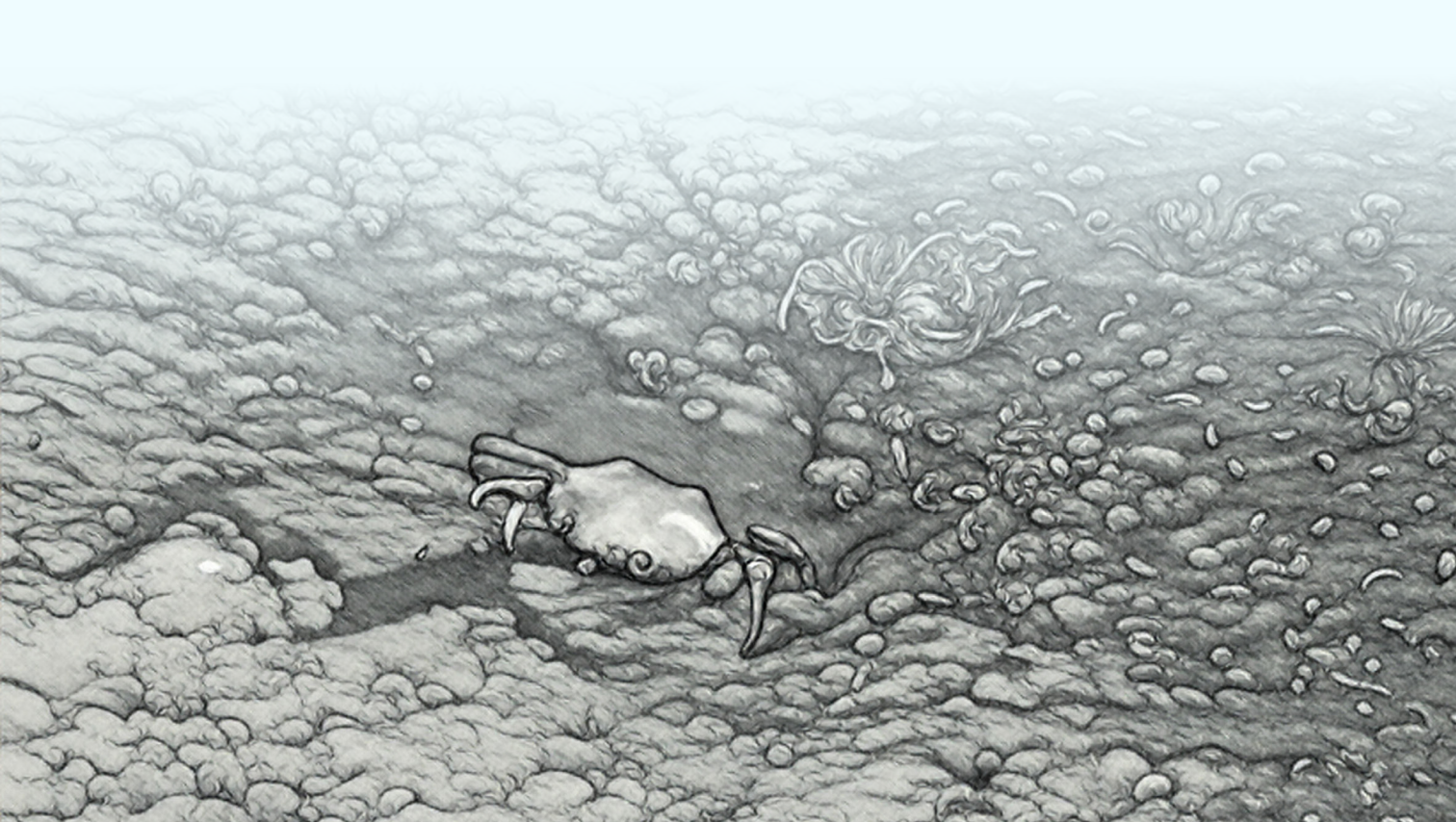
תהליך הסוקסציה מתחיל בנביעת הגז המומס מהקרקעית. הגז נמצא בבסיס קיומן של אוכלוסיות כימוסינטטיות שהיצרנים הראשוניים בהם הם חיידקים היוצרים מרבדים (Mats) בקרבת הנביעות. לאחר מכן בקרבת משטחי החיידקים מתפתחות אוכלוסיות עשירות באופן יוצא דופן של תולעים ובעלי חיים אחרים שחלקם מכילים בתוכם חיידקים סימביוטיים כימואוטוטרופים. פעולת החיידקים מייצרת אנרגיה וכחלק מהתהליך נוצר גם קלציום קרבוני שמושקע בקרקעית ויוצר מצע סלעי. במשך עשרות, מאות ואף אלפי שנים של פעילות הנביעה, גדל הסלע שכבה אחר שכבה ומושך אליו אורגניזמים נוספים המגדילים עוד יותר את מורכבות בית הגידול והעושר שבו. קצב נביעת הגז יכול להתרחש בקצבים שונים בזמן ובמרחב שבאותו אזור נביעה. כאשר במיקום מסוים קצב נביעת הגז קטן, מתחילים החיידקים למות וכך גם בעלי חיים נוספים שמתבססים על סימביוזה אובליגטורית. כאשר נעלמת גם חברת התולעים, נשאר אזור של מצע קשיח בעל מורכבות מבנית שפנוי להתיישבות בעלי חיים אחרים כדוגמת אלמוגי עומק. האוכלוסיות הכימוסינטטיות באזור הנביעה, יתבססו מחדש וישגשו בנקודות החדשות מהן נובע הגז. הגנה על בתי הגידול ובעלי החיים שבו תבטיח המשך קיום האוכלוסיות המסוגלות לנצל את גז המתאן הנפלט מהקרקעית ולמנוע את שחרורו לאטמוספירה.

תהליך הסוקסציה מתחיל בנביעת הגז המומס מהקרקעית. הגז נמצא בבסיס קיומן של אוכלוסיות כימוסינטטיות שהיצרנים הראשוניים בהם הם חיידקים היוצרים מרבדים (Mats) בקרבת הנביעות. לאחר מכן בקרבת משטחי החיידקים מתפתחות אוכלוסיות עשירות באופן יוצא דופן של תולעים ובעלי חיים אחרים שחלקם מכילים בתוכם חיידקים סימביונטיים כימואוטוטרופים.

פעולת החיידקים מייצרת אנרגיה וכחלק מהתהליך נוצר גם קלציום קרבונט שמושקע בקרקעית ויוצר מצע סלעי. במשך עשרות, מאות ואף אלפי שנים של פעילות הנביעה, גדל הסלע שכבה אחר שכבה ומושך אליו אורגניזמים נוספים המגדילים עוד יותר את מורכבות בית הגידול והעושר שבו.

קצב נביעת הגז יכול להתרחש בקצבים שונים בזמן ובמרחב שבאותו אזור נביעה. כאשר במיקום מסויים קצב נביעת הגז קטן, מתחילים החיידקים למות וכך גם בעלי חיים נוספים שמתבססים על סימביוזה אובליגטורית. כאשר נעלמת גם חברת התולעים, נשאר אזור של מצע קשיח בעל מורכבות מבנית שפנוי להתיישבות בעלי חיים אחרים כדוגמת אלמוגי עומק. האוכלוסיות הכימוסינטטיות באזור הנביעה, יתבססו מחדש וישגשגו בנקודות החדשות מהן נובע הגז.

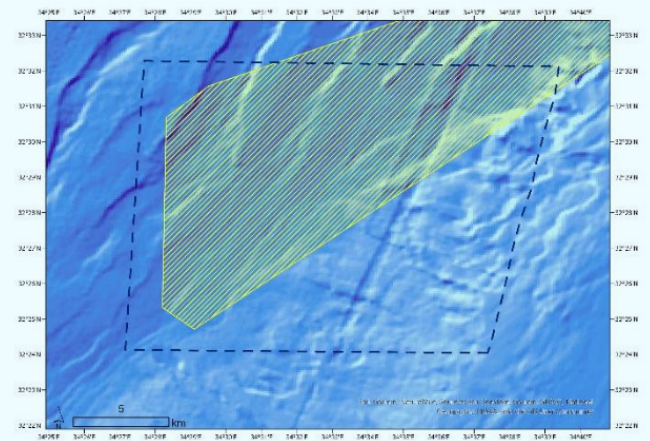
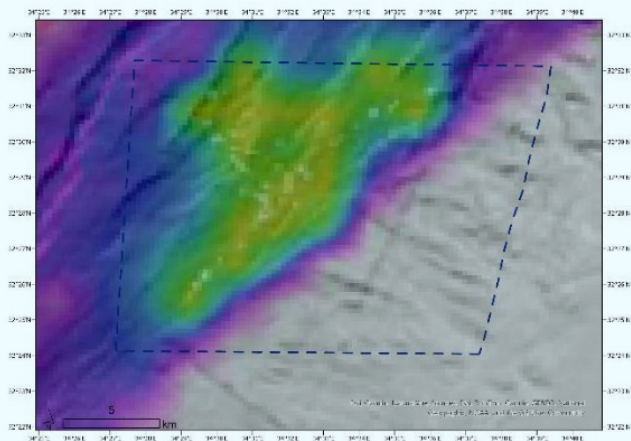
הגנה על בתי הגידול ובעלי החיים שבו, תבטיח המשך קיום האוכלוסיות המסוגלות לנצל את גז המתאן הנפלט מהקרקעית ולמנוע את שחרורו לאטמוספירה.



בסקר שנערך בשטח השמורה במהלך הפלגת ROV בינואר 2025, נצפו אבעבועים רבים, שבכולם נמצאה אינדיקציה לכך שנביעת הגז בהם פעילה ומלווה בחי אופייני ברמות מגוון שונות. בכ-15% מהאבעבועים נצפה גם מצע קשה, המעיד על כך שהנביעות האלו פעילות כבר שנים רבות. מצע זה עשוי להוות בסיס להתיישבות בעלי חיים נוספים, ובכללם פוטנציאל להתיישבות אלמוגי עומק.

אבעבועים התגלו בים התיכון הישראלי רק בעשור האחרון, בעיקר בבסיס מדרון היבשת, ומהווים רק שטח קטן (כ-3%–1) מהאזור הכלכלי הבלעדי של ישראל.

שמורת מרכז המדרון מציעה הגנה על כ-46% משטח שדה האבעבועים שבמרכז מדרון היבשת (בית הגידול 65 בסא"ם, כנרי וחוב' 2025) באזור הכלכלי הבלעדי.

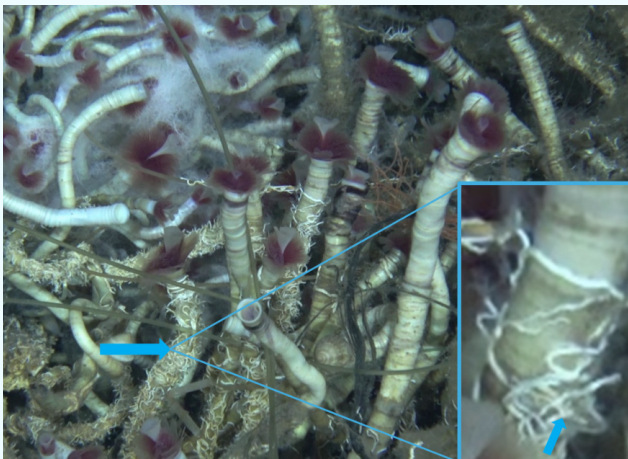


מימין - גבולות השמורה בכחול מקוקו על רקע בית גידול 65 בסא"ם (כנרי וחוב' 2025), בצהוב מפוספס. משמאל - גבולות השמורה בכחול מקוקו על רקע מודל תפוצת אבעבועים (Shabtabay et al. 2022) כאשר צבעים חמים יותר (חום וירוק) מצביעים על סכירות גבוהה יותר לנוכחות אבעבועים במרחב.

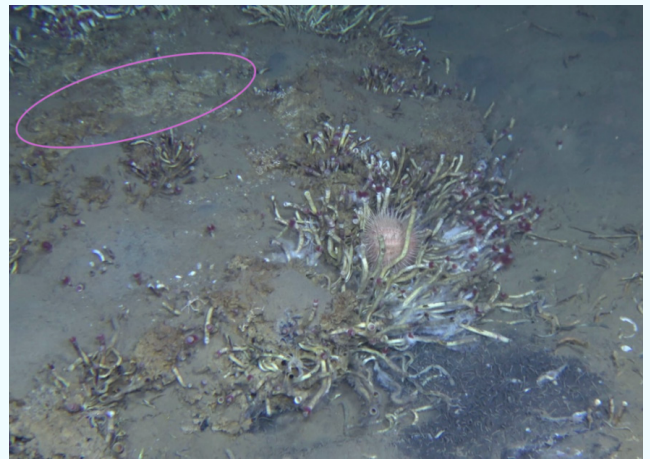
ג. נביעות בהן נוכחות של תולעים רב-זיפיות כימוסינטטיות מהמין *Lamellibrachia anaximandri*, בחלקן גם נמצא מצע קשיח - מין זה של תולעים נחשב למין אינדיקטורי למערכות אקולוגיות רגישות (VME) המבוססות על הסימביוזה שבין חיידקים המסוגלים לנצל גז לייצור אנרגיה, לבין בעלי חיים אחרים המאכלסים אותם ברקמות שלהם (IUCN 2019, FAO 2018). נוכחות *Lamellibrachia* אף מהווה אינדיקציה לפעילות ארוכת שנים של נביעת גז התומכת בחברות מגוונות המתפתחות בסביבות אלו בהן תנאים קיצוניים.

כ-52% משטח השמורה חופף לשטח שדה האבעבועים כפי שסומן בעדכון הסא"ס (כנרי וחובי, 2025). עם אכרזתה, השמורה תגן על כ-18% משטח בתי הגידול של האבעבועים הידועים כיום באזור הכלכלי הבלעדי.

בסקר וידאו שנערך בשטח השמורה בינואר 2025 (החברה להגנת הטבע, אוניברסיטת חיפה וחיא"ל, 2025; נספח 1) תועדו שלוש נישות אקולוגיות של אזורי נביעות, ושקורב לוודאי מייצגות שלבים בהתפתחות נביעות הגז והמערכת האקולוגית הקשורה להן:

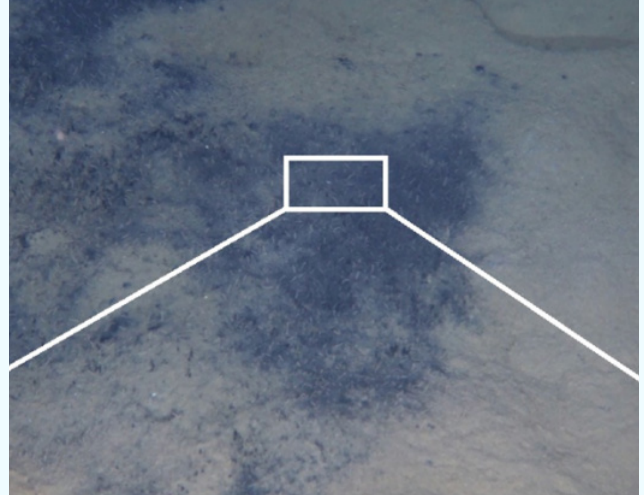


על גבי נרתיקי התולעים הגדולות, מהמין *Lamellibrachia anaximandri*, ניתן לראות גם נרתיקים לבנים גירניים קטנים יותר (מסומנים בחץ תכלת ובהגדלה בצד ימין). נרתיקים קטנים אלה, המצויים בצפיפות גבוהה, שייכים לתולעים רב-זיפיות קטנות, ככל הנראה ממשפחת ה- *Serpulidae*. רובד ביולוגי זה, במסגרתו נרתיקי התולעים הגדולות מהווים בעצמם מצע התיישבות, מגדיל עוד יותר את המורכבות המבנית.



צבר תולעי *Lamellibrachia anaximandri* וסביבן מצע קשה (מוקף בסגול).

2. נביעות גז בהן אזורי כתמי סדימנט כהים עם נוכחות של תולעים הבולטות מהקרקעית.



תמונה ימנית: אזור של סדימנט כהה מהווה אינדיקציה לפעילות חיידקית עם נוכחות של תולעים רב-זיפיות. בתמונה השמאלית: תמונת תקריב של נרתיקי התולעים הבולטים מהסדימנט הכהה (מסומנות בחצים כתומים), ככל הנראה ממשפחת ה- *Spionidae*.

זר סינון באמצעותו קולטת התולעת חומרי הזנה מהסביבה.

ראש התולעת בו עיניות ופתח פה.



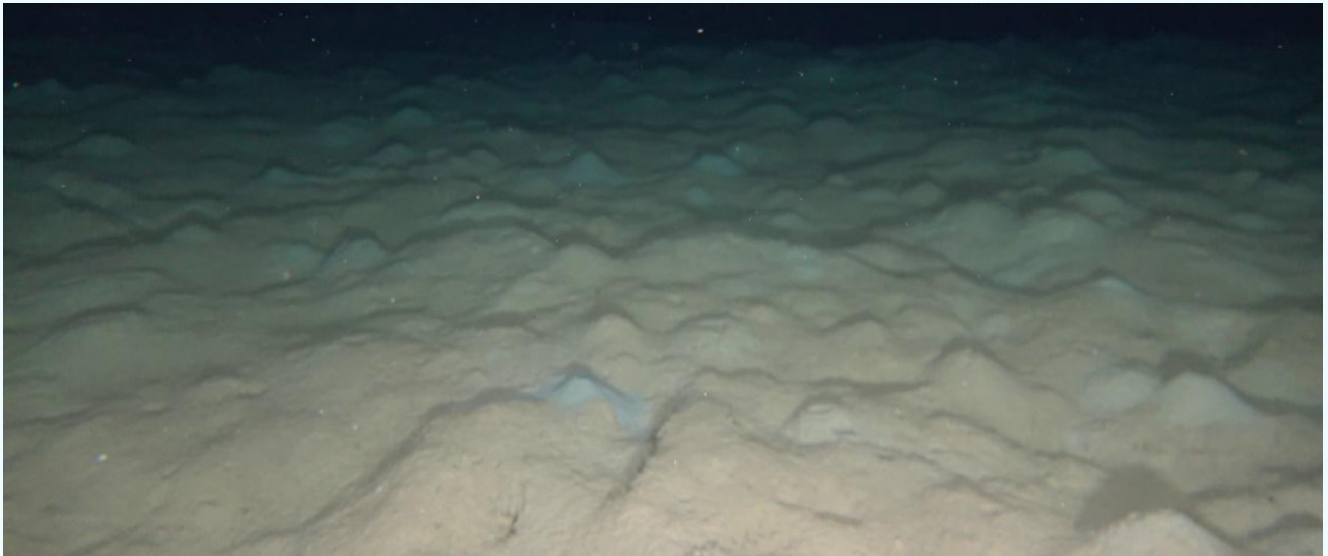
זוג "אברי חישה" (palps) בהם התולעת מנפנת בצורה אופיינית למשפחה. כפי הנראה בכדי ליעל את קליטת חומרי הזנה מהסביבה.

תולעת רב זיפית ממשפחת ה- *Spionidae* בצילום בינוקולר אחר שנשלפה מהשלד החיצוני. צילום: מקסים רובין-בלום, חקר ימים ואגמים לישראל.

החיידקים בדומה לסרטנים אחרים מקבוצת ה-Ghost shrimps בים העמוק וגם במים רדודים (Rubin-Blum et al. 2025). אחת ממסקנות המחקר היא שפעילות הסרטנים והאוכלוסיות המיקרוביאליות הקשורות להם, מגדילים את טווח ההשפעה של הנביעות עד כדי סדר גודל אחד מעל שטחן בפועל. בחלק מאזורים אלה נצפו גם אזורי כתמי סדימנט כהים קטנים שלא נראים על פני שטחם אורגניזמים כלשהם. כתמים אלה אולי מייצגים נביעות שפעפוע הגז בהן נחלש, או רק מתגבר.

ראויים לציון ריכוזים גדולים של מחילות מסוגים שונים באזור זה גם מחוץ לתחומי ההשפעה של הנביעות, המעידים על העשרה יחסית של כלל האזור ביחס לאזורים אחרים בים העמוק.

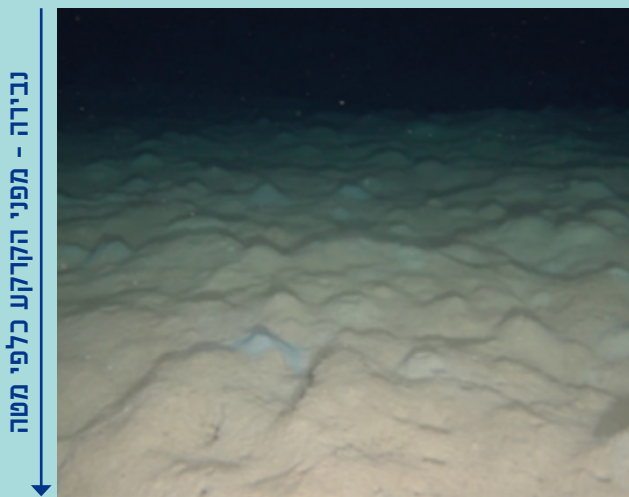
3. אזורים של קרקעית גבשושית בשל מחילות ונבירות צפופות - האזור הסובב כל אבעבוע (Pockmark) מתאפיין בנוכחות תלוליות צפופות שמשוות לקרקעית מראה גבשושי. התלוליות הינן תוצאה של פעילות ביולוגית בתת הקרקע. מחקר חדש מצביע על כך שהתלוליות הן למעשה אזור של מחילות צפופות של סרטן מהמין *Calliax lobata* שלו תפקיד מרכזי במערכת האקולוגית של נביעות פעילות. המחקר מצביע על קיומן של אוכלוסיות מיקרוביאליות ייחודיות שנמצאות בדפנות המחילות של *C. Lobata*, שלהן תפקיד במגוון תהליכים ביו-גיאוכימיים. במיוחד מצוינת החשיבות של חיידקים המבצעים מחזור של חנקן בהקשר של הסביבה הענייה (אוליגוטרופית) באזור הדרומי של האגן המזרחי של הים התיכון (Rubin-Blum et al. 2025). החוקרים משערים כי הסרטן *C. Lobata* "מגונן" (gardening) את



מופע גבשושי של הקרקעית בפריפריה שמסביב לאתר של נביעת גז פעילה, כפי שנצפה בסקר בשדה האבעבועים בינואר 2025. מופע זה הינו עדות לפעילות ביולוגית בתת-הקרקע, השונה מאזור קרקעית ים עמוק המרוחקת מנביעה.

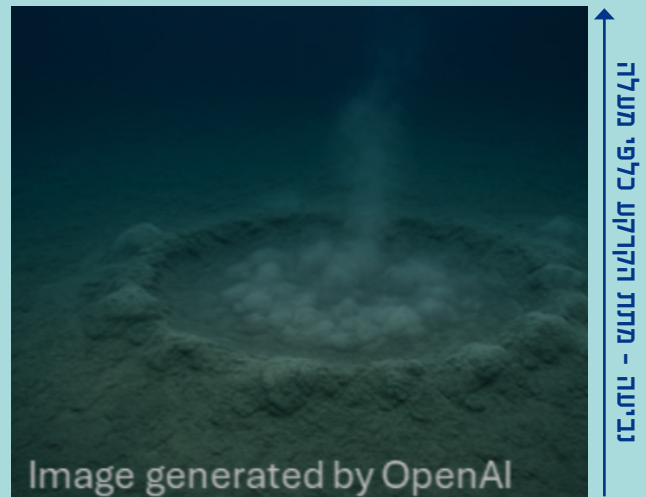


נביעה או נבירה? מילים דומות שמתייחסות לשני דברים שונים במערכת הכימוסינטטית.



נבירה

פעילות ביולוגית המתרחשת מפני השטח כלפי מטה לתת-הקרקע. בעלי חיים נוברים בקרקעית ויוצרים שקעים, בורות, תלוליות, מחילות ומבנים אחרים לצרכים שונים. בשולי האבעבועים ניתן לראות נבירות רבות.



נביעה

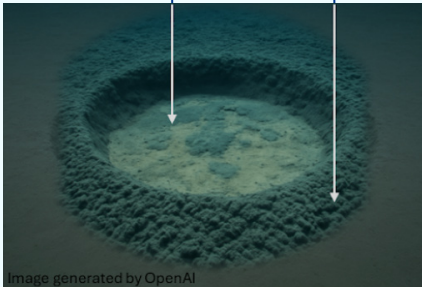
פעילות של פעפוע גז או נוזל מתת-הקרקע כלפי פני השטח. יציאת הגז או הנוזל מייצרת את המבנה הטופוגרפי האופייני של אבעבוע (Pockmark). שפיעת המתאן נמוכה יחסית בשולי האבעבוע באזור הנבירות וגבוהה יותר במרכזו.

נביעת גז בצורת בועות היא דבר נדיר יחסית באזורנו. הגז הכלוא בבועות למעשה אינו זמין לשימוש על ידי הסביבה אלא רק לאחר התמוססות הגז במים. באזורנו, רוב הנביעות הן בצורה של שפיעת מתאן בקרקעית באופן שבו הגז מתמוסס בזמן שהוא נשאר כלוא בין חלקיקי הסדימנט. כך למעשה לא ניתן לראות בעין בלתי מזויינת את הגז הנובע מהקרקעית.

מופעים שונים של אבעבועים שנצפו במהלך הסקר בשמורת מרכז המדרון:

מופע ג':

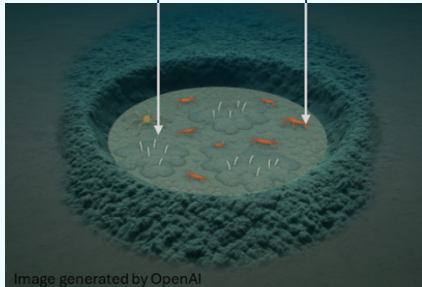
קרקעית גבשושית
כתמי סדימנט כהים
בתוך האבעבוע



מופע ב':

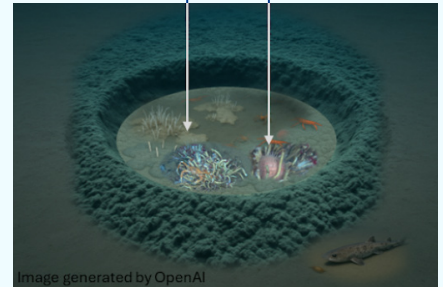
תולעים מסננות
הבולטות מכתמי
סדימנט כהים

סרטנים ממינים
שונים בקרבת כתמי
הסדימנט הכהים



מופע א':

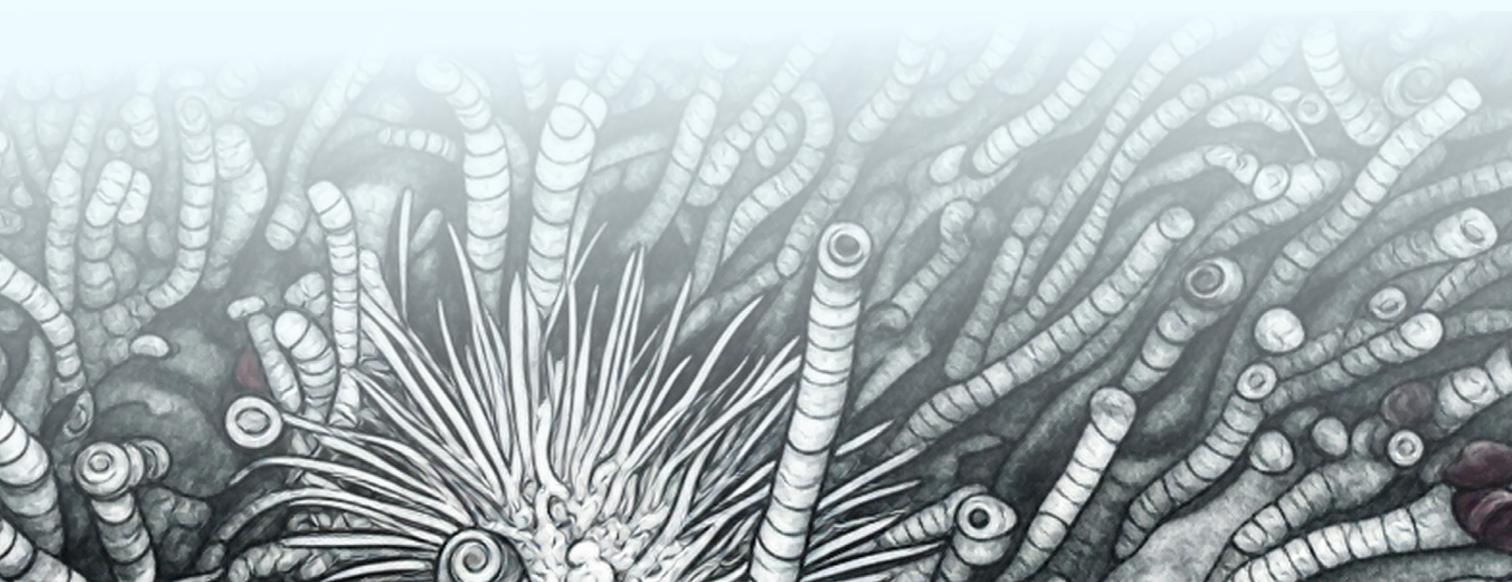
תולעים כימוסינטטיות
ועושר רב יחסית של
בעלי חיים
מצע קשיח

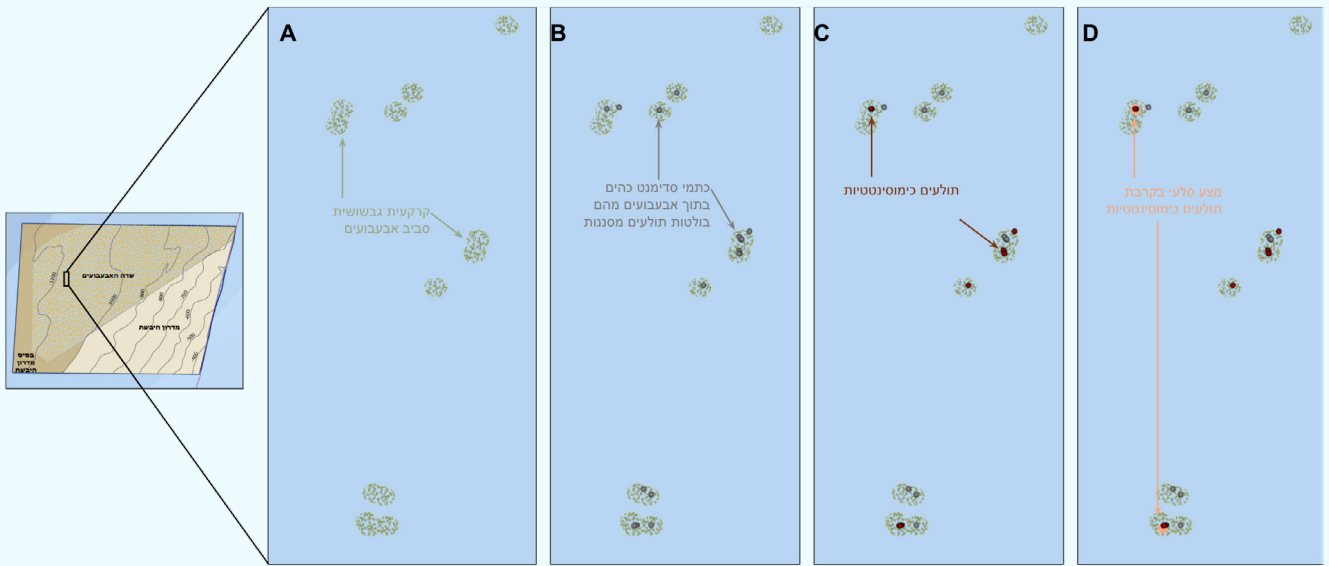


אזורים של קרקעית גבשושית בשל מחילות צפופות בשולי האבעבוע, בחלקם נצפו גם אזורי **כתמי סדימנט כהים** קטנים שלא נראים על פני שטחם אורגניזמים כלשהם ואולי מייצגים נביעות שנחלשו או עדיין רק מתגברות.

אזורים של קרקעית גבשושית בשל מחילות צפופות בשולי האבעבוע, שבתחומם אזורי כתמי סדימנט כהים עם נוכחות של תולעים ממשפחת ה- **Spionidae** הבולטות מהקרקעית. באזורים אלו נצפו לרוב גם סרטנים. בחלקן נצפו ביצים של כריש מהמין גלדן שחור פה.

אזורים של קרקעית גבשושית בשל מחילות צפופות בשולי האבעבוע, שבתחומם אזורי כתמי סדימנט כהים, נוכחות של תולעים רב-זיפיות כימוסינטטיות מהמין **Lamellibrachia anaximandri** ובחלקן גם נמצא **מצע קשיח**. באזורים אלו נמצא עושר רב של בעלי חיים כגון סרטנים, רכיכות, קיפודי ים וכרישי עומק.





תקריב של מקטע ממפת תוואי סקר הוידאו שנערך בינואר 2025 בשדה האבעבועים שבשטח השמורה. מופו אזורי הנבירות שנצפו מסביב לאבעבועים לאורך תוואי הסקר (A). ברוב האבעבועים נצפו כתמי סדימנט אפורים מהם בולטות תולעים מסננות ממשפחת ה-*Spionidae* (B). בכמחצית מהאבעבועים נצפו תולעים כימוסינטטיות מהמין *Lamellibrachia anaximandri* (C), וב-15% מהאבעבועים נצפה מצע קשה בנוסף לנוכחות התולעים הכימוסינטטיות (D).

2. המצע הרך במדרון היבשת (מאמצע המדרון, ועד עומק 1000 מ')

באזורים רבים נצפו כתמים צהובים עד שחורים על הקרקעית, שהן תוצר של פעילות חיידקית המתבססת על פירוק ברזל (Rubin-Blum et al. 2014). על גבי הקרקעית נצפו נוצות ים (קרובות משפחה של האלמוגים, מקבוצת הצורבים) מהסוג *Funiculina* וכפי הנראה מהמין *Funiculina quadrangularis* המוגדר כפגיע (VU) בים התיכון, וכמוגן בישראל. כמו כן, נצפו מספר מינים של דגים, סרטנים ובעלי חיים נוספים האופייניים לים העמוק.

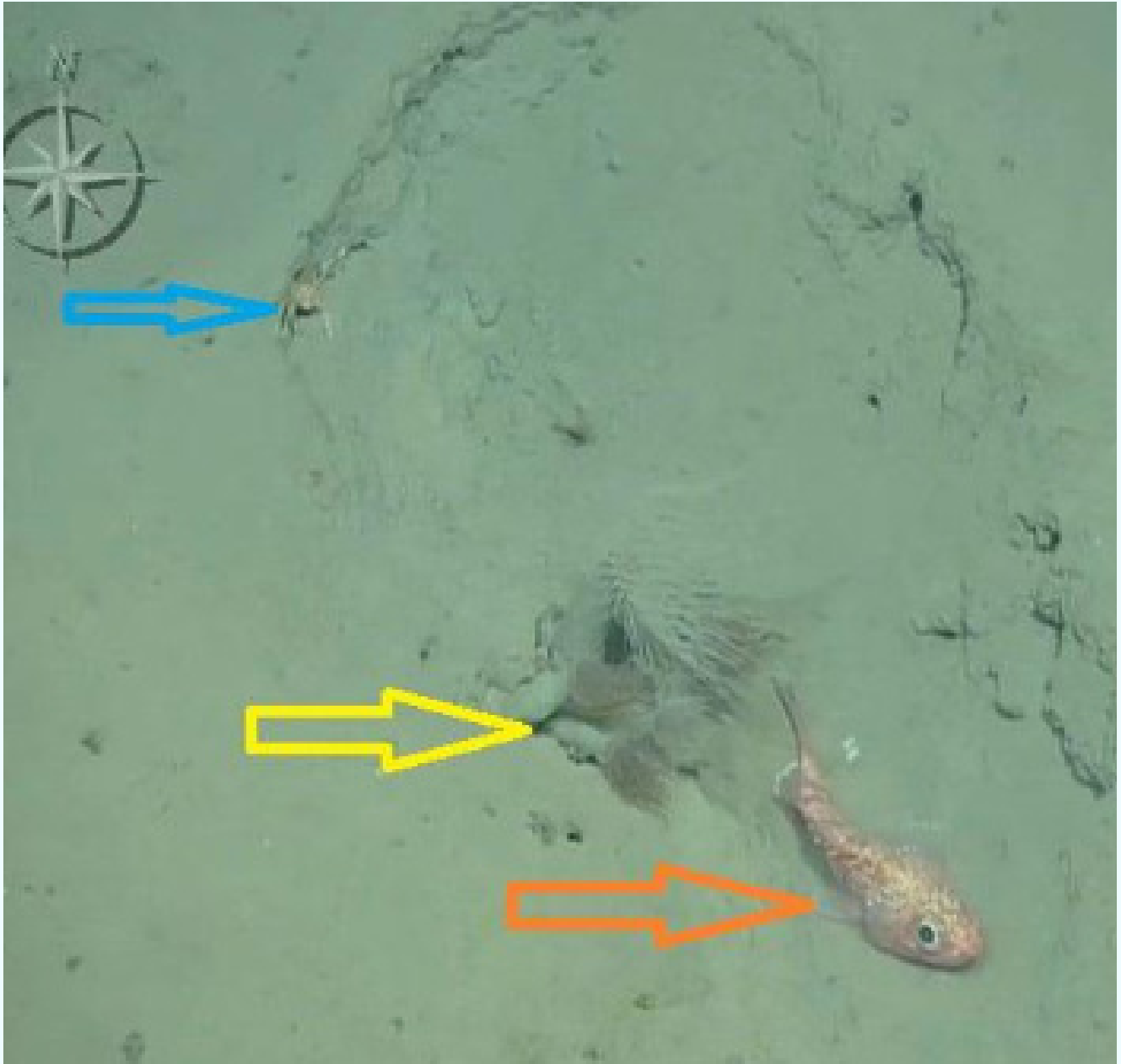
חלקה המזרחי של השמורה מאופיין בקרקעית בוצית-טינית, שנראית בסקר היוזואלי כבעלת מורכבות מבנית נמוכה יחסית. ברם, בסקאלות שטח שגדולות מטווח הראייה של המצלמה, קיימת מורכבות מבנית גיאולוגית רבה הכוללת העתקים (שברים גיאולוגיים) שלאורכם 'מדרגות הסטה' (מעין קפיצות בקו ההעתק) של עשרות מטרים, מבני גלישת מדרון ותעלות הולכה של סדימנטים. במרבית השטח פזורות תלוליות ומחילות בצפיפות נמוכה עד בינונית, לעיתים במקבצים, המלמדות על פעילות משמעותית של חי הנובר בתוך המצע (Infauna). בנוסף,



דיונון בעמודת המים בקרבת הקרקעית (אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2010).



נוצת ים מהסוג *Funiculina* (אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2010).



דג מהמין *Helicolenus dactylopterus* בתוך גומה בקרקעית (חץ כתום). ניתן לראות 3 פרטים של שושנות ים מהסוג *Cerianthus* (חץ צהוב) ופרט של סרטן קצר בטן מהסוג *Bathynectes* (חץ תכלת). (אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2010).

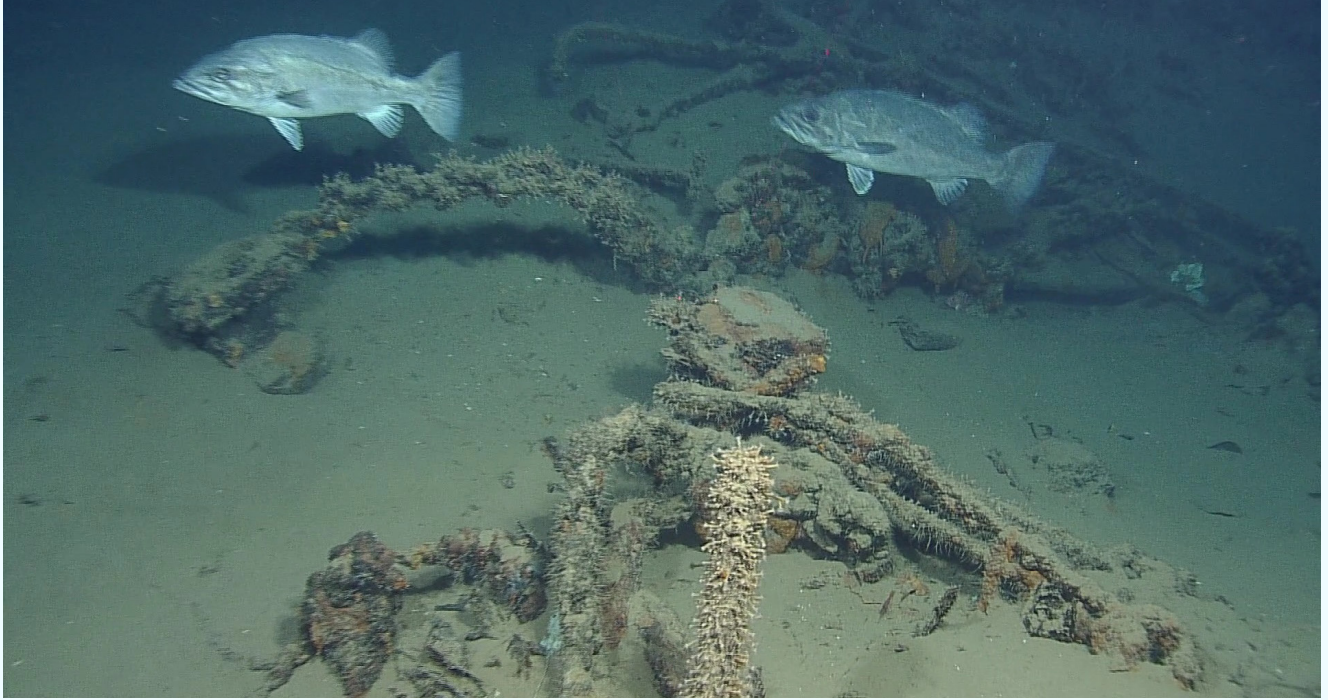
הספינה הטרופה

מוקד עניין בבית הגידול המייצג של המצע הרך בשטח השמורה, נמצא על גבי מבנה של ספינה טרופה בעומק של כ-640 מ'. הספינה הטרופה אמנם לא מהווה שיקול בהצעת גבולות השמורה, אך שרידי הספינה מהווים מצע קשיח עליו התפתחה לאורך השנים חברת חי ייחודית המהווה בפועל "אי" ומוקד של עושר ביולוגי. המבנה כולל שדרית עשויה ברזל, שקצותיה בולטים מן המצע הרך, ושני עוגני ברזל מטיפוס "אדמירלי". על גבי שדרית הספינה והאלמנטים המתכתיים השונים, מופיע כיסוי צפוף של זואנטידים (בעלי חיים הדומים לשושנות ים ושייכים למחלקת אלמוגי האבן).

בסמוך לשרידי הספינה נצפו מספר מיני סרטנים ודגים וכן פרטים גדולים מאוד, באורך 100-70 ס"מ, מהדג צינור אמריקאי *Polyprion americanus* הידוע גם בכינוי "דג הספינות הטרופות". בשטח הספינה ובסביבתה נראו גם נרתיקים של תולעים רב זיפיות, שושנות ים מהסוג *Cerianthus* וכן אלמוגים רכים מהסוג *Alcyonium* על חלקים מהספינה.



שדרית הספינה הטרופה. (אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2010).



זוג פרטים של המין צינן אמריקאי על רקע שרידי הספינה (אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2010).



זואנטידים על עמוד מתכת (אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2010).



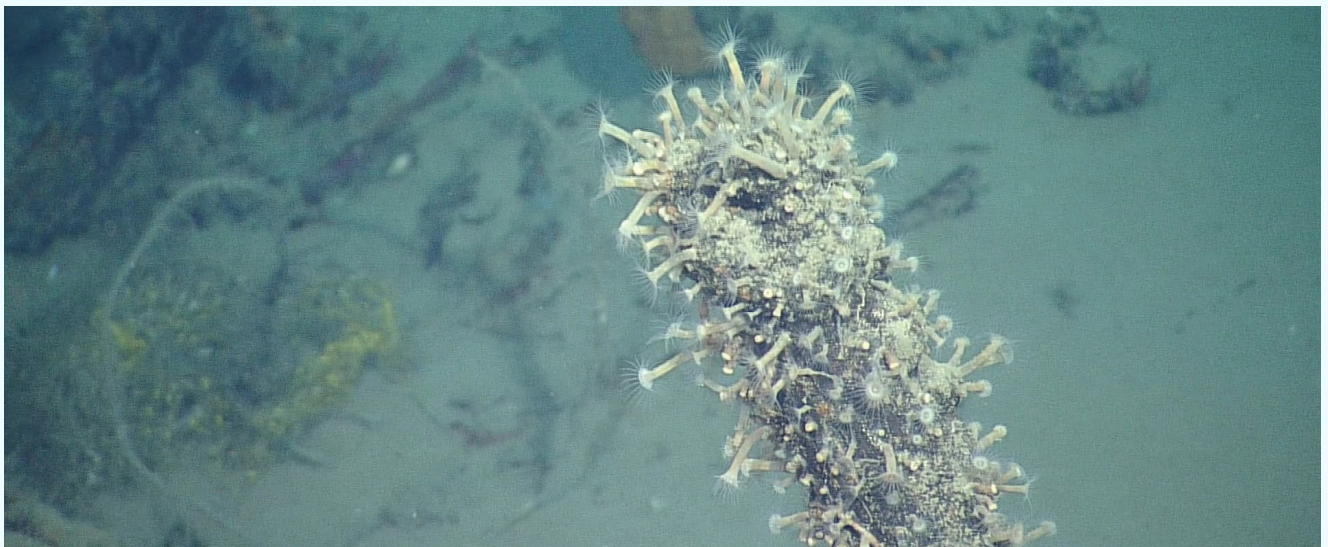
שושנות ים מהסוג *Cerianthus* עם זרועות פרושות [אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2010].



הדג *Lophius budegassa* מוסווה היטב על הקרקעית
 [אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים
 ואגמים לישראל, 2010].



אלמוגים רכים מהסוג *Alcyonium* על רשת פלסטיק
 [אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים
 ואגמים לישראל, 2010].



זואנטידים על עמוד מתכת [אוניברסיטת רוד איילנד, אוניברסיטת חיפה וחקר ימים ואגמים לישראל, 2010].



SS Hero (+1942)



מאיסוף והצלבת מידע לגבי ספינות טרופות באזור זה, עולה כי הספינה הטרופה שבשמורת מרכז המדרון היא ספינת מסחר נורווגית שהייתה במסע מביירות לפורט סעיד. SS Hero הייתה ספינת קיטור שנבנתה בשנת 1918 ואורכה כ-74 מטרים. הספינה הייתה חלק מצי הסוחר הנורווגי שפעל במלחמת העולם השנייה תחת שליטת בעלות הברית והעביר אספקה חיונית לאירופה. הצי ספג אבדות כבדות במהלך המלחמה, בעיקר על ידי צוללות גרמניות. ב-6 ביולי 1942 טורפדה הספינה על ידי הצוללת הגרמנית U-375 וטבעה מיד. מתוך 43 אנשי הצוות, רק 13 שהיו על הסיפון שרדו לאחר שקפצו למים. הניצולים נאספו על ידי ספינת ליווי שהביאה אותם לבית חולים ביפו. קפטן הספינה נמשה מהמים מחוסר הכרה ומותו נקבע בבית החולים. ארבעה נורווגים, שני בריטים ו-24 סינים נספו בטביעה.



Erling Andres Nielsen
Captain



Frank Arnolt Hansen
2nd Mate



Johannes Jørgensen
2nd Engineer



Bjarne Asbjørn Arntzen
Able Seaman

Erling Andres Nielsen

BIRTH 27 Nov 1893
Norway

DEATH 6 Jul 1942 (aged 48)

BURIAL Ramleh War Cemetery
Ramla, Central District, Israel [Add to Map](#)

PLOT Plot R Grave 46.

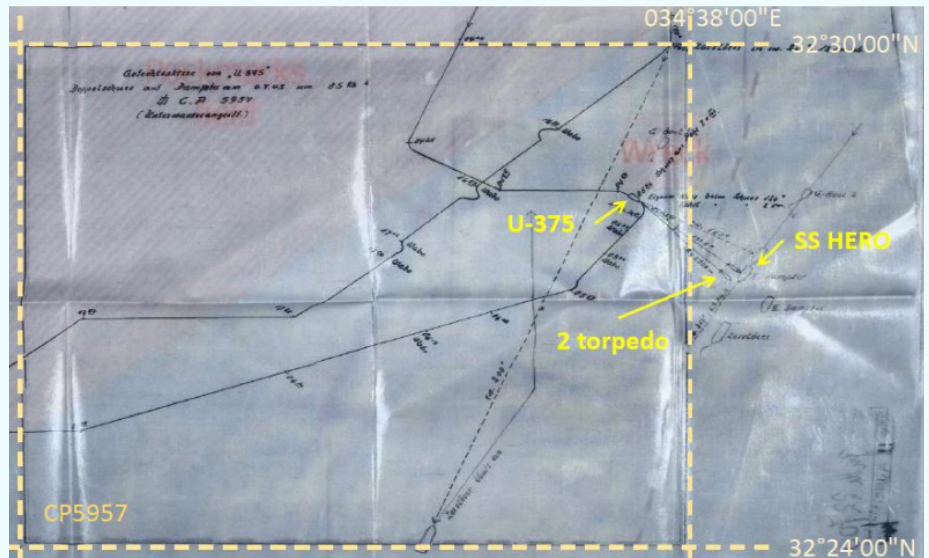
MEMORIAL ID 87231766 · [View Source](#)

Casualties:					
† Captain Erling Nielsen	† 2nd Mate Frank A. Hansen	† Able Seaman Bjarne A. Arntzen	† Able Seaman Lee Nam Pian (Chinese)	† Able Seaman Yip Eng (Chinese)	† Able Seaman Ho Choy (Chinese)
† Able Seaman Wang Cheong (Chinese)	† Helmsman Choo Hian Tow (Chinese)	† Helmsman Lim Busk Chye (Chinese)	† 2nd Engineer Johannes Jørgensen	† Repairman Lee Choo Seng (Chinese)	† Stoker Chim Fook (Chinese)
† Stoker Tang Cheong (Chinese)	† Stoker Long Foo (Chinese)	† Stoker You Chrom (Chinese)	† Stoker Wai Hing (Chinese)	† Stoker Yip Mui (Chinese)	† Trimmer Song Yag Tang (Chinese)
† Trimmer Tai Kai Han (Chinese)	† Steward Ng Ching Yam (Chinese)	† Cook Kho Sang Hee (Chinese)	† Cook Ah Khong (Chinese)	† Cook Lee Whoo Kin (Chinese)	† Cook Tai Si Wan (Chinese)
† Pantry Boy Lim Hing Siang (Chinese)	† Mess Boy Yiam Hee Teck (Chinese)	† Mess Boy Choo Oy (Chinese)	† Saloon Boy Lee Chai Thong (Chinese)	† Gunner ? Newwel (British)	† Gunner ? Breaun (British)

רשימת אנשי הצוות שנספו בטביעת הספינה. הקפטן, ארלינג אנדרסן, נילסן נפטר בבית החולים ביפו והובא למנוחות בבית הקברות ברמלה.



הספינה האחות Hydra II מאותו דגם של הספינה הטרופה, 1919.



מיקום תקיפת וטביעת הספינה מתוך סריקת המפות של הצוללת הגרמנית.

המידע הוצלב ממספר מקורות:

www.wrecksite.eu | <https://skipshistorie.net> | <https://www.krigsseilerregisteret.no> | <https://www.warsailors.com> | <https://www.warsailors.com/singleships/hero.html> | <https://uboatarchive.net/KTB/KTBList.htm> מתוך:

החי בעמודת המים

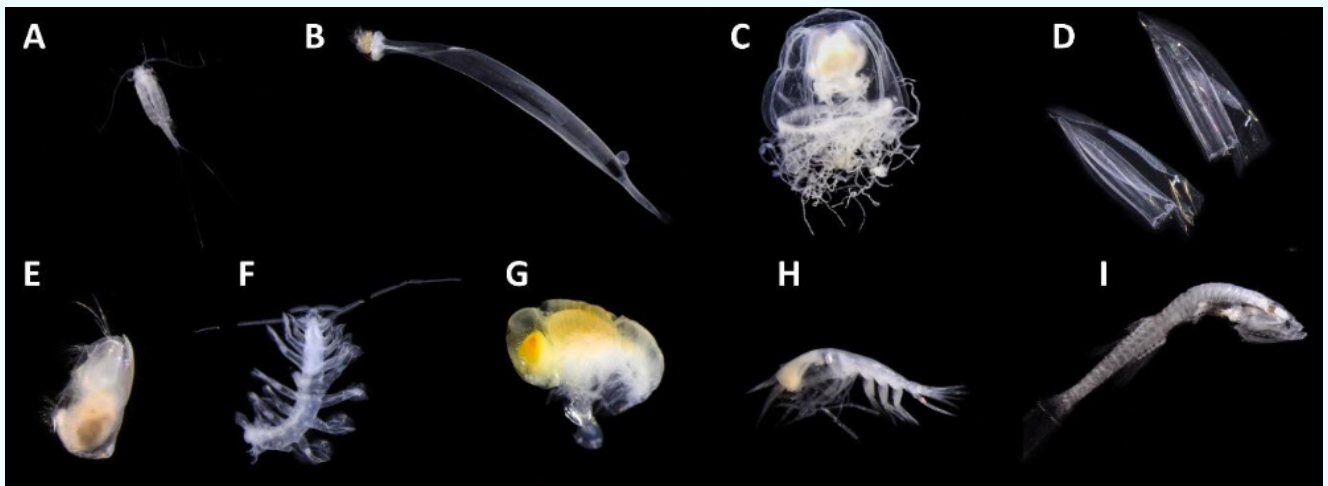
בדוגמה של מי העומק שמעל הקרקעית בשדה האבעבועים ובמרכז השמורה (מחוץ לשטח שדה האבעבועים) נצפה ריכוז ביומסה גבוה יותר או שווה לביומסה בשכבה האפיפלאגית הקרובה לפני המים. אך שכיחות הפלנקטון דומה לזו שבמי הביניים. הבדל זה קשור כפי הנראה לריכוז הגבוה של הדטריטוס בשכבת המים שמעל הקרקעית, יתכן כתוצאה מתהליכי הסעה של חומר אורגני ממדף היבשת.

ממצאים אלו מחזקים את הצורך בקידום הגנה תלת ממדית על שטח השמורה, בה נמצא עושר פלנקטון באזור העליון של עמודת המים, ובה מתקיימים תהליכי אקולוגים חשובים של הסעה בקרבת הקרקעית.

בנוסף לסקרים אלו נאספה דוגמת סדימנט ובעלי חיים באמצעות scoop - כף רשת בהפעלת ROV. פירוט ותוצאות בנספח 2.

במהלך הפלגת הסקר שנערכה בשטח השמורה בינואר 2025 (החברה להגנת הטבע, אוניברסיטת חיפה וחיא"ל, 2025; נספח 2) נדגמו שלוש תחנות באזור מרכז המדרון באמצעות רשת מולטי-נט. נערכו מדידות ביומסה, שפע ומגוון קבוצות פונקציונליות כמו גם אנליזות ברקודינג, מטא-ברקודינג ודנ"א סביבתי.

ביומסת הזואופלנקטון באזור האפיפלאגי (0-200 מ') מעל המדרון הראתה דפוס דומה לזו שנצפתה בחתכי הדיגום של הניטור הלאומי כאשר נראתה מגמת ירידה בביומסה עם המרחק מהמדף. ביומסת הזואופלנקטון במי הביניים (200-500 מ') היתה נמוכה פי-5 מאשר בשכבה האפיפלאגית (העליונה), למעט בתחנה הרדודה, בדומה לממצאים מחתך חיפה (פירוט בנספח 2), ככל הנראה בשל השפעה גבוהה של תהליכי הסעה ממדף היבשת באזור המדרון הרדוד (Katz et al. 2020, Guy-Haim et al. 2022).

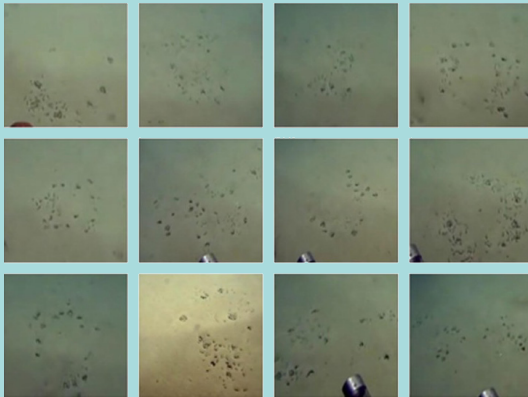


מבחר זואופלנקטון שנאסף בגרירות הרשת בעמודת המים של שמורת מרכז המדרון. A. קופפוד קלנואיד מהמין *Euchaeta acuta*. **B.** תולעת חץ מהמין *Flaccisagitta hexaptera*. **C.** הידרומדוזה ממין *Oceania armata*. **D.** סיפונופורה מסוג *Chelophyes*. **E.** צדפונית (אוסטרקודה) מהמחלקה Halocyprida. **F.** תולעת רב-זיפית (פוליכטה) מהסוג *Tomopteris*. **G.** אמפיפוד ממשפחת Hyperiididae. **H.** אמפיפוד ממשפחת *Gammaridae*. **I.** דג פלנקטוני מזופלאגי מהמין *Cyclothone braueri*. צולם במעבדתה של פרופ' תמר גיא-חיים, חקר ימים ואגמים, מתוך הדגימות שנאספו בסקר ינואר 2025 (החברה להגנת הטבע, אוניברסיטת חיפה וחוקר ימים ואגמים).





מסתורין בשמורה יש עוד מה לגלות



בחלקה המזרחי של השמורה, במעלה מדרון היבשת, נצפו מחילות במקבץ שצורתו עגולה. באזור המחילות לא נצפו בעלי חיים ולא ברור מה טיבן ומדוע הצורה הרדיאלית.

בים העמוק רב הנסתר על הגלוי! בכל פעם שבני האדם מצליחים לראות חלק מהים העמוק, מתגלות עוד ועוד תופעות וצורות חיים מסקרנות. סקרי הוידאו שנערכו בשטח השמורה הוסיפו שאלות לגבי הדיירים בים העמוק הישראלי.

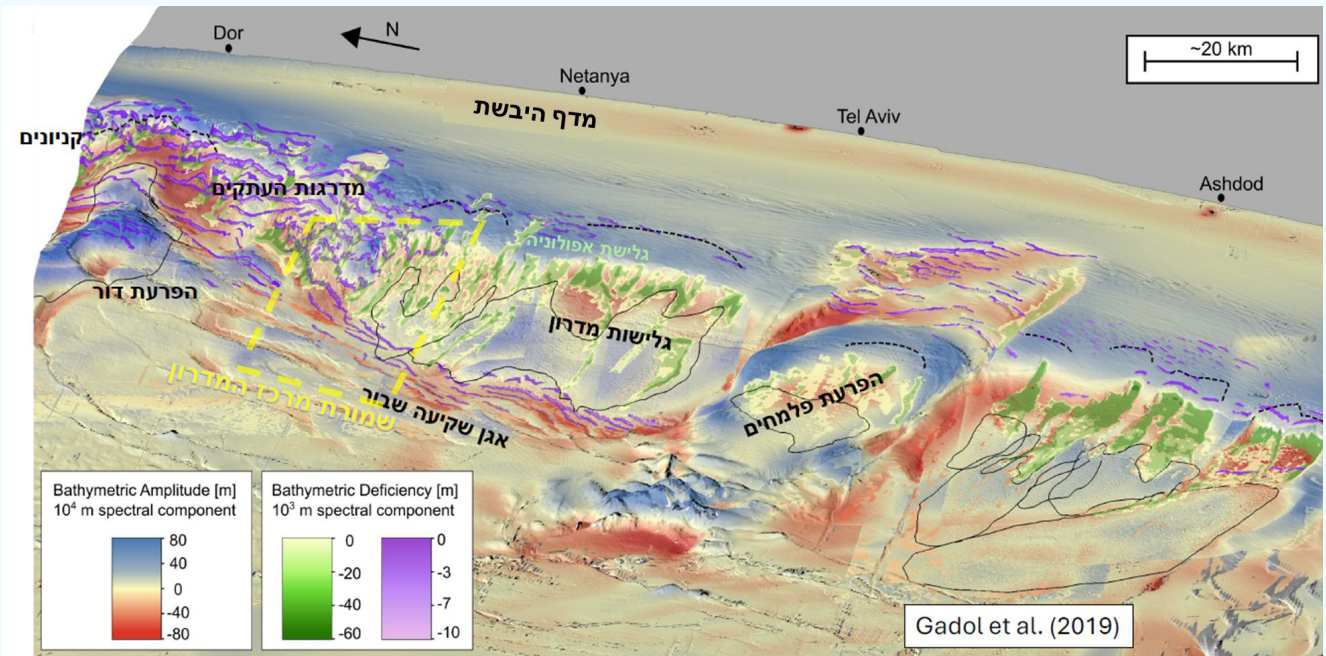


שאלות נוספות עלו בעקבות תיעוד מקבץ של יצורים בלתי מזהים שנראים כיצור בעל גבעול והסתעפויות בקרבת אחת הנביעות. מומחים מהארץ ומהעולם שראו את הוידאו משערים כי על אף שגודלו כ-5 ס"מ, מדובר במין של יצור חד(!)-תאי, פורמיניפדה (Foraminifera), דומה לסוג *Pelosina* החי בים העמוק ומשתמש בסדימנט הבוצי של קרקעית הים ליצירת מעטפת גופו (שלד חיצוני). תיעוד זה הוא הראשון מסוגו בים התיכון הישראלי וכשיתברר באיזה סוג מדובר והאם ישנם מספר מינים, נדע אם זהו התיעוד הראשון ממזרח הים התיכון.



מחילות מסתוריות נוספות התגלו בצפיפות גבוהה בשטח האבעבועים. מחילות אלו גדולות וקוטרן מעל 10 ס"מ ברוב המקרים. אמנם באחת המחילות נצפה הסרטן *Bathynectes maravigna*, אך לא ברור אם הוא מייצר אותן.

שכבות הזמן בקרקעית הים העמוק



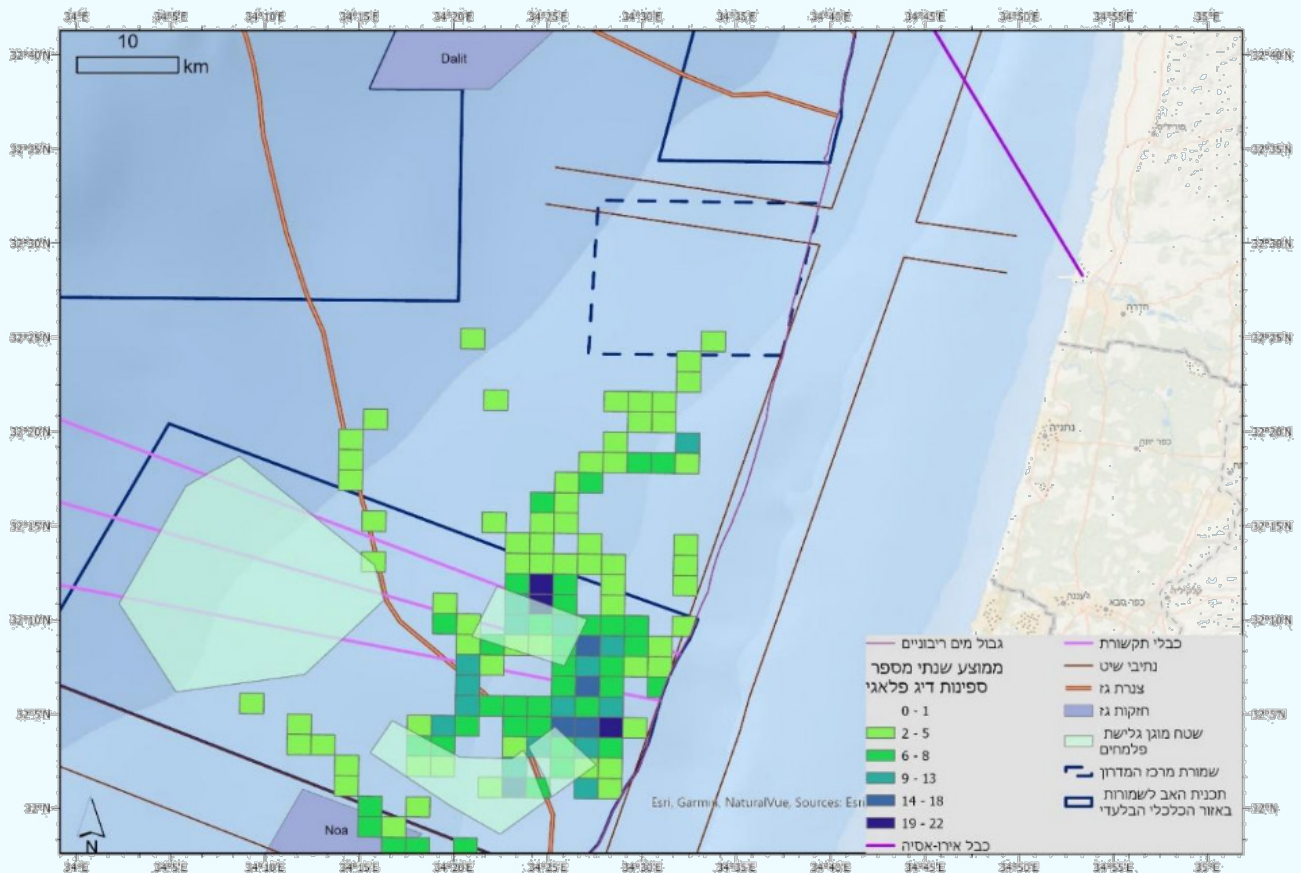
שמורת מרכז המדרון משתרעת על מורד מדרון היבשת המחובר בין מדף היבשת לעומק הים. בשטח השמורה אפשר לראות גם צלקות של גלישות מדרון הנגרמות מתהליכים של שינוי ותזוזה של קרקעית הים הגורמים לחלקים ממדרון היבשת להתנתק מסביבתם ולצנוח מפה ומערבה. הסדימנט באזור השמורה נערם בקצב שונה באזורים שונים של השמורה. מדידות שבוצעו באמצעות קידוחי קרקעית מלמדות שבחלק התחתון של המדרון, בעומק של כ-1,100 מטר, הסדימנט מצטבר לאט מאוד - רק כ-13 ס"מ במשך אלף שנה. לעומת זאת, במרכז המדרון הקצב גבוה בהרבה, ובאזורים דומים בדרום ישראל נמדדו קצבים של עד מטר של סדימנט באלף שנה. באזורים שבהם קרקעית הים שקועה - כמו הצלקות של גלישות המדרון - קצב הצטברות מהיר עוד יותר, מפני שהן פועלות כמו קערות קליטה לחומר השוקע. לדוגמה, בצלקת של גלישת אפולוניה שנמצאת מדרום לשמורה נמדד קצב של יותר מ-1.5 מטר באלף שנה, ובצלקת של גלישת הינשוף מצפון להפרעת דור - אפילו כמה מטרים באלף שנה. בדיקות הראו שחלק גדול מהסדימנט שמצטבר בצלקות במרכז מדרון היבשת מגיע מאזורים רדודים יותר במדף היבשת, סמוך לחוף. הסדימנט נסחף במורד המדרון באמצעות זרמי עכירות מהירים יחסית הנושאים איתם בוץ וחול מקצה מדף היבשת.

מתוך: Almogi-Labin et al. 2009, Ashkenazi et al. 2022, Elad et al. 2022, Gadol et al. 2019, Gadol et al. 2025, Hennekam et al. 2014, Katz et al. 2015, Katz et al. 2020, Schilman et al. 2001

פעילות אנושית בשטח השמורה

חלקה הדרומי של השמורה חופף לקצהו של אזור בו מתקיים לעיתים דיג פלאגי, בעיקר בעונת האביב, אולם מדובר על פעילות מינורית בה עוסקות פחות מ-10 סירות דיג מסחרי בכל ישראל, כשתחום הדיג החופף לשמורה הוא מזערי.

גבולה המזרחי של השמורה הינו גבול המים הריבוניים של מדינת ישראל. בשטח השמורה אין פעילות אנושית משמעותית. חלקה הצפוני של השמורה חופף מסדרון שיט משני, המשמש בעיקר את תחנת הכח אורות רבין בחדרה.



פעילות סוציאקונומית קיימת ומתוכננת באזור שמורת מרכז המדרון וסביבתה. הנתונים נאספו במסגרת הכנת תכנית האב לשמורות טבע ימיות באזור הכלכלי הבלעדי של ישראל בים התיכון.

חזון השמורה

השמורה הימית "מרכז מדרון היבשת" תגן על בתי גידול ייחודיים ובתי גידול מייצגים בקרקעית ובעמודת המים של מדרון היבשת ובים העמוק שלחופי ישראל, לרבות מערכות אקולוגיות נדירות שרק לאחרונה החל האדם לגלות ולהבין את חשיבותן.

כחלק מרשת שמורות קיימות ומתוכננות במים הריבוניים והכלכליים של ישראל, השמורה תהווה חוליה מוגנת התורמת לרצף הגנה בין בתי גידול ושטחים מוגנים במדף היבשת ובין הים העמוק (בציד מזרח - מערב) וכן בין בתי גידול בדרום ובצפון מדרון היבשת (בין אזור "גלישת פלמחים" בדרום, וגלישת דור וקניון אכזיב בצפון).

שמירה על מרחבים רגישים אלו תסייע להבטיח את תפקודה התקין של המערכת הימית - לרבות תפקוד של מיתון שינוי האקלים באמצעות פעילות ביולוגית לניטרול גזי חממה - לטובת הדורות הבאים ולמען שגשוג החיים בים.

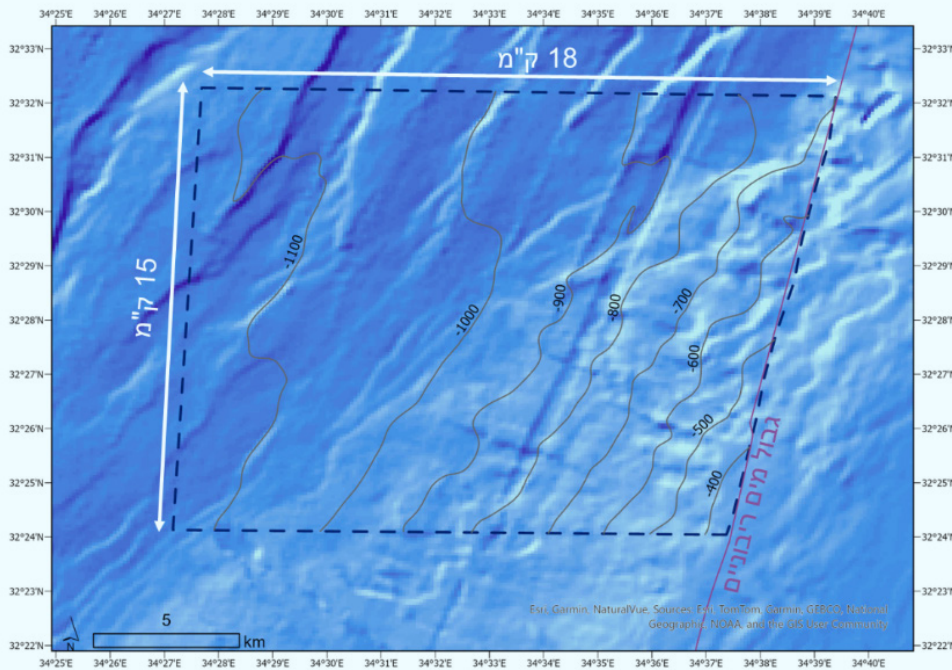


גבולות השמורה

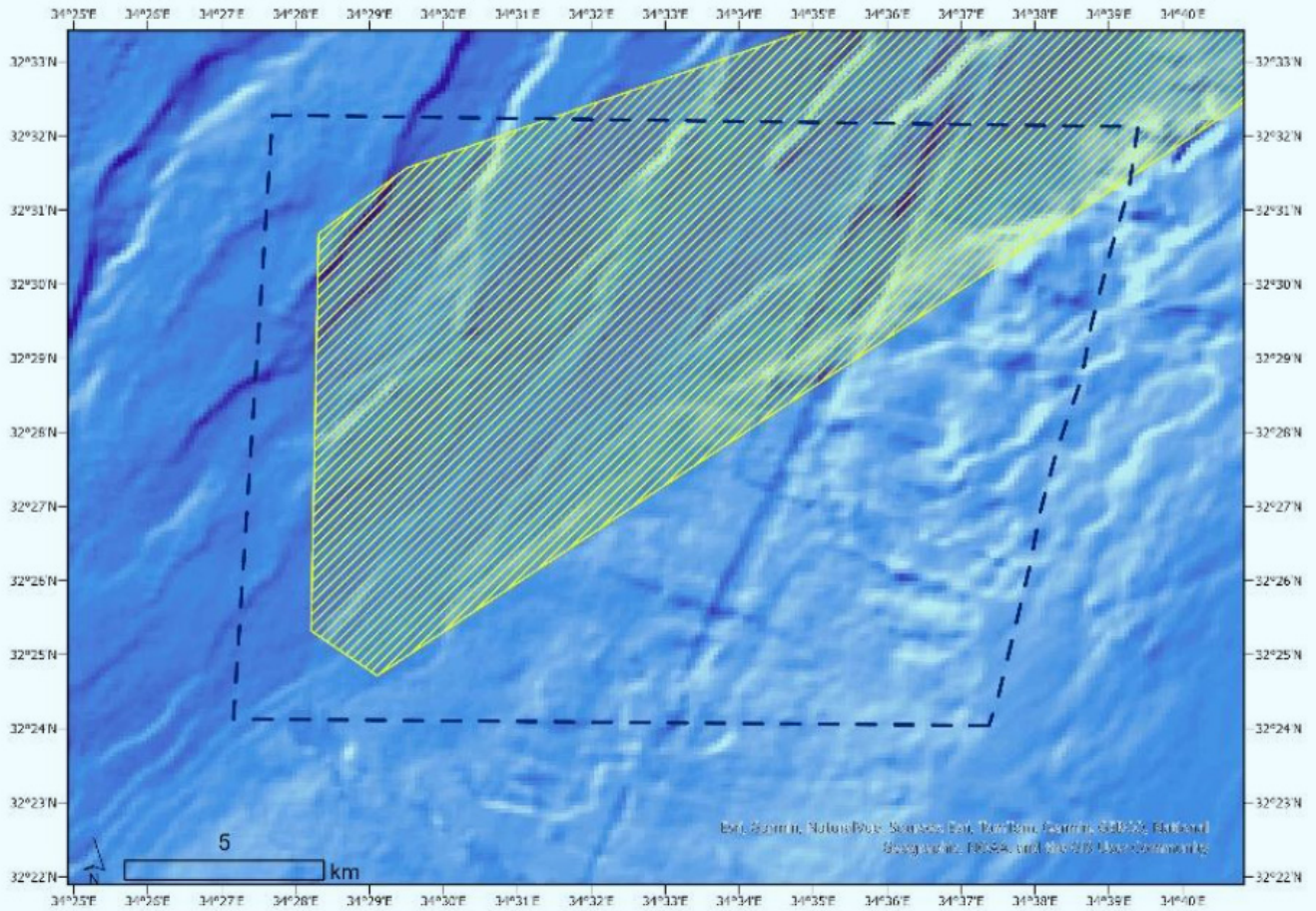
הסקר האסטרטגי של משרד האנרגיה (כנרי וחוב' 2025) ובתוספת של 1 ק"מ מערבה בכדי לייצר אזור חיץ בין שדה האבעבועים וכל פעילות אנושית שאולי תתפתח באזור. שאר גבולות השמורה תואמים את פריסת היחידות האקולוגיות המייצגות בקרקעית מדרון היבשת ובאופן שיכלול את אזור הספינה הטרופה, בסמוך לגבולה המזרחי של השמורה, בכדי להגן על ערך מורשת היסטורי זה (אשר מהווה גם מוקד של עושר ביולוגי). השמורה תגן על הקרקעית ועל עמודת המים שבתחום גבולות אלו, כנדרש על פי אמנות בינלאומיות.

גבולות השמורה המוצעת תואמים את פריסת בתי הגידול בשטח, הפעילות הסוציאקונומית והקישוריות עם שטחים מוגנים נוספים שהוצעו בתכנית האב לשמורות טבע ימיות באזור הכלכלי הבלעדי. במיוחד, תואמים גבולות השמורה את הקישוריות הנדרשת בין אזורי אבעבועים ונביעות קרות הפרוסים לאורך בסיס מדרון היבשת, מגבול מצרים בדרום ועד צפונית לגלישת דור.

גבולה המערבי של השמורה תואם את גבול בית הגידול של האבעבועים, כפי שהוא מופיע בגרסה העדכנית של



גבולות השמורה (בכחול מקווקוו) ומימדיה המוצעים.

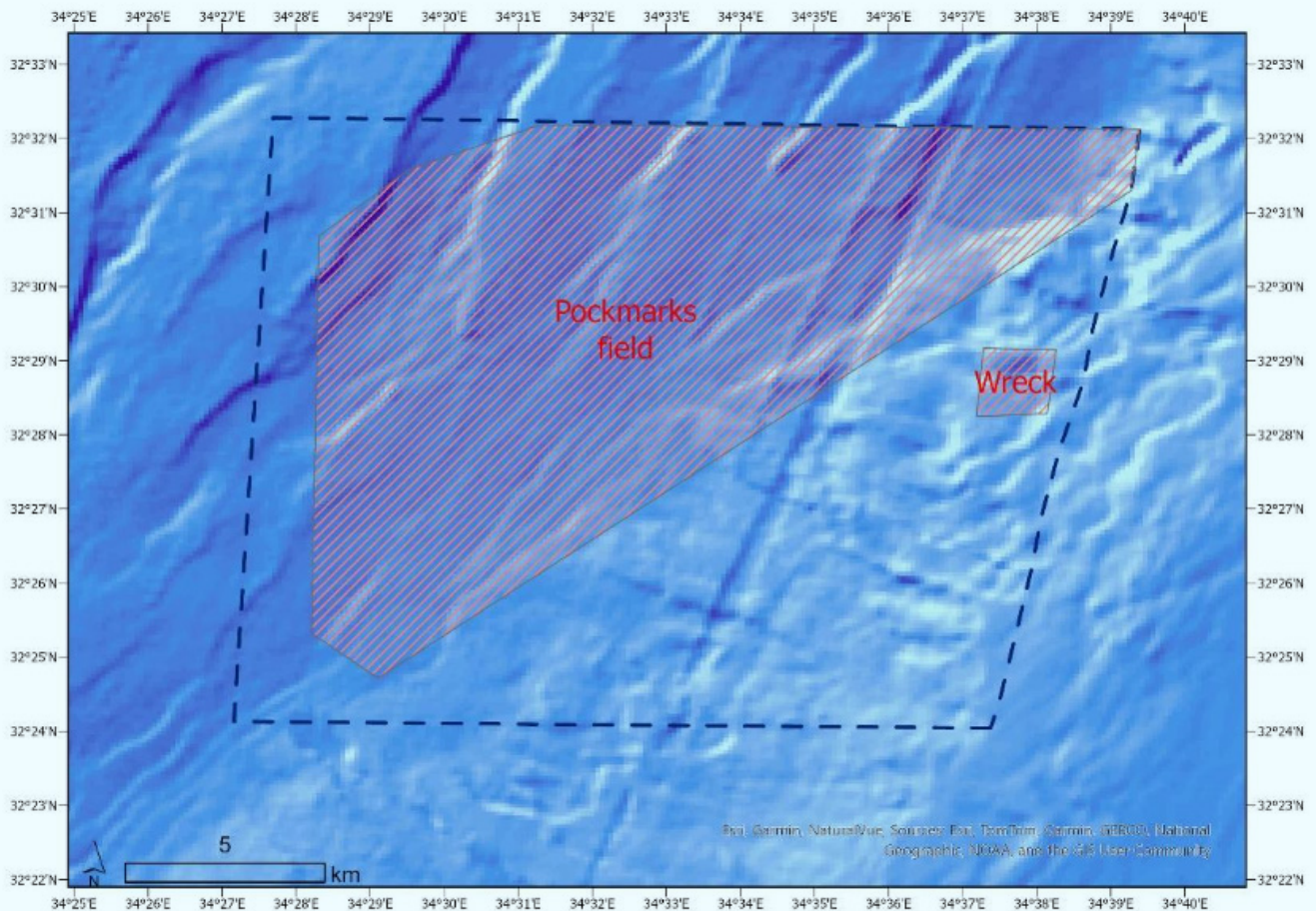


גבולות השמורה (כחול מקווקו) על רקע בית גידול 65 בסא"ס (צהוב מפוספס)

תאי שטח בשמורה ושימושים שונים

באזור שדה האבעבועים ובאזור הספינה הטרופה יינקט מאמץ מיוחד למנוע פעילויות הכרוכות במגע או בקרבה לקרקעית. פעילויות כאמור יותרו אך ורק כאשר אין חלופה אחרת,

ולאחר שתיערך להן הערכה סביבתית קדדנית, שתבחן את השפעתן הפוטנציאלית על ערכי הטבע המיועדים לשימור, ותכלול מנגנונים למניעת פגיעה בהם ככל הניתן.



גבולות השמורה (כחול מקוקו) ואזורי הנחיות מיוחדות (באדום מפוספס) שמטרתן למנוע פגיעה בקרקעית.

הוראות לשמירת הים, הצומח והדומם

מדיניות השימושים המוצעת תואמת, ככלל, את המדיניות שאומצה במסמך המדיניות למרחב הימי עבור שמורות ימיות, המהוות "no take zones" בהגנה תלת מימדית, הכוללת את הקרקעית ואת עמודת המים שמעליה. זאת, תוך אימוץ הידע המדעי העדכני ביותר מהעולם ומישראל לגבי האפקטיביות של שמורות בהגנה מירבית, לעומת חוסר היעילות של שמורות בהגנה חלקית. עם זאת, נוכח הדינמיות של התפתחות טכנולוגית במרחב הימי, יש לבחון שימושים חדשניים עתידיים לגופם.

שימושים מותרים בשמורה:

- **חופש השיט** ישמר בתחום השמורה.
- **פעילות שיט פנאי וספורטיבי, מחקר מדעי, תצפית בטבע** וכד' הן פעילויות רצויות בשמורה, כמובן תוך עמידה בכללי הניהול שיקבעו למזעור השפעות שליליות, ככל שקיימות (לדוגמה - איסור השלכת פסולת מכלי שיט).
- **קווי תשתית** - תשתיות קוויות מפרות את הסביבה בה הן מונחות, בדרך כלל בתוואי מצומצם ותחום. לכן, ולאור חשיבותן הלאומית, אין מניעה להעברה של קווי תשתית בתוך שמורות, בתנאי של בחינת חלופות ותוך העדפה להתוויה מחוץ לשמורה, ודיוק ההתוויה למניעת פגיעה באזורי ההנחיות המיוחדות, בהם בתי גידול רגישים ואתר מורשת היסטורי, במקרה של מעבר בתוך השמורה. עם זאת, קווי תשתית בעלי פוטנציאל דליפה וזיהום, כמו קווי הולכה של דלקים פוסיליים, מהווים סיכון בעל פוטנציאל פגיעה מרחבי, ולכן יש עדיפות ברורה להתוויה שלהם מחוץ לשטח השמורה ותוך שימת לב לכיווני הזרמים, במידת האפשר. כמו כן, מוצע כי לקווי תשתית בעלי פוטנציאל לדליפה וזיהום המונחים בתחום שמורה או בקרבתה, תתלווה מערכת ניטור והתראה למקרה של דליפות, בהתאם לטכנולוגיה המתקדמת ביותר.

- **ערכי תרבות ומורשת** - כל השרידים והעדויות לפעילות אדם, הנמצאים על קרקעית הים והם בעלי מאפיינים תרבותיים, היסטוריים וארכיאולוגיים מוגדרים על פי אונסק"ו כערכי תרבות ומורשת. שימור הספינה הטרופה שנמצאה בשטח השמורה יעשה על פי הנחיות רשות העתיקות, בהתאם לכללים הנהוגים ולאמנות בינלאומיות של אונסק"ו.

- **חופש הפעולה למערכת הביטחון** ישמר, ופעילות ביטחונית בשטחי השמורות הימיות תותר, כמקובל, במסגרת "סעיף מערכת הביטחון" בתכניות, אך ראוי להסדרה ותיאום במסגרת אמנה בין רשות הטבע והגנים ובין חיל הים, בהתאם למוצע במסמך המדיניות למרחב הימי של מנהל התכנון. במקרה של חפיפה בין שטח השמורה ושטח אש או שטח בטחוני (חפיפה זו אינה מוכרת כיום בשמורת מרכז המדרון), יותר כל שימוש או פעולה מטעם מערכת הביטחון או שלוחותיה אף אם הוא בניגוד למטרת ההכרזה על השטח לרבות שיט, אימונים, ידי וכיוצ"ב ובהתאם לאמנה שתחתם בין רשות הטבע והגנים ובין צה"ל. חופש ההנחיה של צה"ל יישמר ובמקרה של הקמת מתקן באזור השמורה המונחה על ידי צה"ל כדוגמת מתקן ימי המונחה מכוח החוק להסדרת הביטחון וגופים ציבוריים, וצה"ל יוכל לתת כל הנחיה הנדרשת לשם מימוש אחריותו כמנחה ביטחוני למתקן זה בהיבטי אבטחה ימית. אם הוקם מתקן ימי בשמורה, תשמר האפשרות מצד שר התחבורה לאיסור שיט סביב האסדה לבקשת צה"ל בהתאם לסמכויותיו על פי דין.

• **חקלאות ימית - חקלאות ימית עלולה להוות מקור לזיהום והעשרה מלאכותית בנטוריאנטים אשר השפעתם על המערכת האקולוגית ניכרת במיוחד בסביבה דלת חומרי הזנה כמו מזרח הים התיכון ובמיוחד הים העמוק. החקלאות אף עלולה להיות מקור לטפילים ומחלות ומקור להסתבכות דגים, עופות ויונקים ברשתות הכלובים. ההשפעות הסביבתיות של החקלאות משתנות באופיין ותדירותן לפי סוג החוות, המינים הגדלים בהן, המיקום ופרוטוקול הגידול, אך בכל זאת נוכחות של חוות חקלאות בשטח השמורה עלולה לסכן את התפקוד האקולוגי בשמורה.**

• **תשתיות ומתקנים הבולטים מעל פני המים - תרנים, טורבינות, אסדות ומתקנים אחרים הבולטים מעל פני המים עלולים להוות סיכון משמעותי להתנגשות עופות ולגרום לזיהום אור, במיוחד במזרח הים התיכון המהווה ציד נדידה משמעותי בין אירופה ואסיה לבין אפריקה. לפיכך, הצבתן בשטח שמורות עלול להוות קונפליקט עם יעדי ניהול השטח.**

שימושים לא רצויים בשמורה:

בספרות המדעית קיימת הסכמה רחבה כי פעילות כלכלית הכוללת ניצול משאבים כמו כריית מחצבים, קידוחי גז ונפט או דיג מהווה פגיעה חמורה ומתמשכת בסביבה הימית ועל כן לא צריכה להתקיים בשטח שמורות טבע ימיות.

• **חיפוש והפקה של דלקי מאובנים - פעילות זו משפיעה באופן ניכר על המערכת האקולוגית בסביבתה בכל שלבי העבודה, הן בקרקעית והן בעמודת המים. הפעילות בעלת פוטנציאל לפגיעה ישירה או עקיפה בבתי הגידול והמינים בשטח השמורה ובמקרה של דליפה היא עלולה לגרום לפגיעה אנושה וממושכת במגוון הביולוגי בהיקף מרחבי משמעותי.**

• **דיג - שיטות דיג הכוללת מגע בקרקעית כמו דיג מכמורת עלולות לגרום לתלישה ושבירה של בתי הגידול הרגישים ובעלי החיים הישיבים, כולל על גבי המצע הרך. דיג בעמודת המים⁵ כמו מערך קרסים צף פוגע קשות במיני דגל רבים כגון כרישים, יונקים ימיים וצבי ים אשר נלכדים כשלל לוואי. בנוסף, ציוד דיג נטוש השוקע לקרקעית, נכרך סביב בעלי חיים ועלול עם הזמן לגרום לתלישה ושבירה שלהם. עדויות לציוד דיג נטוש נמצאו בסקרי הוידאו שנערכו בשמורה ומכאן שחשוב במיוחד למנוע הגעה של ציוד דיג נוסף לקרקעית.**

• **כריית מחצבים - כרייה גורמת להרס ושינוי מבני של הקרקעית וכתוצאה מכך גם לאבדן בתי גידול בקרקעית. הרחפת סדימנט, שחרור מתכות כבדות ונטוריינטים בתהליך הכרייה הוכחו כגורמים לשינויים פיזיולוגיים בחסרי חוליות ודגים ולשינויים ביצרנות ראשונית בטווח של קילומטרים מאזורי הכרייה.**

5. <https://mafish.org.il/wp-content/uploads/2022/09/%D7%93%D7%99%D7%92-%D7%A4%D7%9C%D7%90%D7%92%D7%99-%D7%91%D7%A9%D7%9E%D7%95%D7%A8%D7%95%D7%AA-%D7%99%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%AA-%D7%A2%D7%9E%D7%95%D7%A7%D7%95%D7%AA-%D7%A1%D7%A4%D7%98%D7%9E%D7%91%D7%A8-%D7%A1%D7%95%D7%A4%D7%99-2022.pdf>

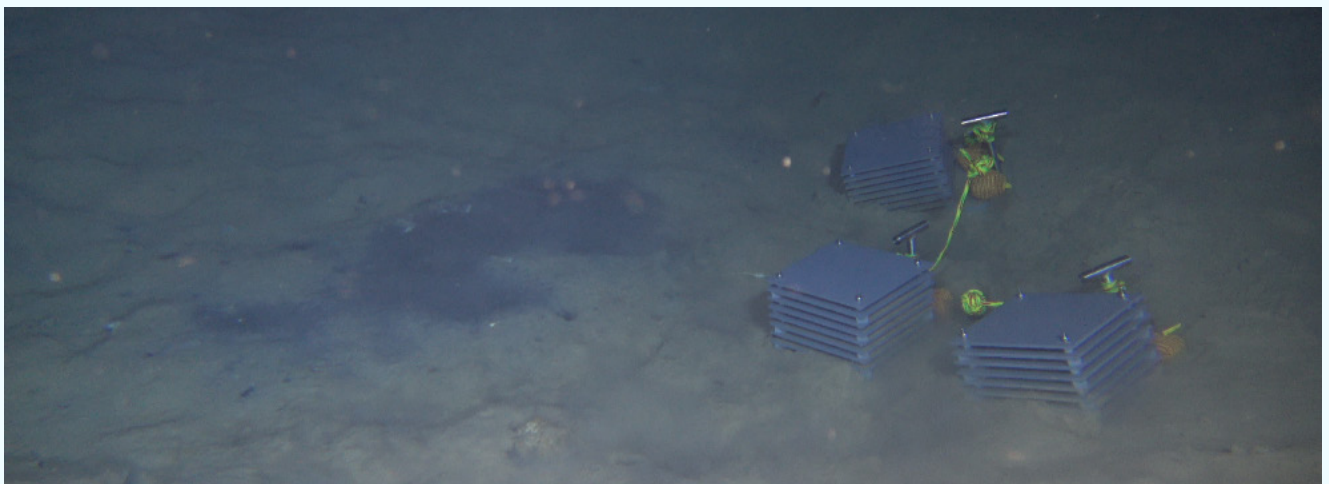
הערכות לניהול השמורה

ניהול אפקטיבי נדרש על מנת לממש את כלל היתרונות שמציעה השמורה לצרכי שמירת טבע. לכן, ניהול בפועל של הפעילות, אכיפה של איסורי השימושים וניטור מדדים של בריאות ותפקוד השמורה הכרחיים על מנת להבטיח את יעילות השמורה.

- **ניטור** - תכנית ניטור שתגבש בהובלת רשות הטבע והגנים ביחד עם חוקרים ואנשי מקצוע בכדי לקבוע מדדים כמותיים, אינפורמטיביים וריאליים לבריאות ותפקוד השמורה. הניטור יתבצע בשיטות שאינן הרסניות ויספק מידע לגבי תפוצה של מינים ובתי גידול, מדדי מגוון, ביומסה, יצרנות ותהליכים אקולוגיים בסיסיים כמו התיישבות וגיוס שיכולים להעיד על תפקוד המערכת האקולוגית. חשוב לציין כי במהלך הסקר הויזואלי שהתבצע בינואר 2025, הונחו בשדה האבעבועים שלושה מתקני התיישבות מסוג ARMS (כחלק ממחקרה של פרופ' תמר גיא-חיים מחקר ימים ואגמים) וניתן יהיה בשנים הקרובות לבדוק את המתקנים וללמוד על תהליכי ההתיישבות בסביבה זו.

מומלץ לחדש את הנחת המתקנים בכל פרק זמן של 1-3 שנים בכדי לייצר ניטור מתמשך.

- **הסברה** - טרם התחלת הפיקוח בשמורה יתבצע דיאלוג בנושא כללי הפעילות בשמורה מול בעלי עניין רלוונטים כגון גופי תשתית, ספנות, חיל הים ודייגים. זאת בכדי לקדם שיתוף פעולה וציות לכללי השמורה. כמו כן, תהליך ההסברה יכלול הנגשה של ערכי השימור בשטח באמצעים דיגיטליים שיהיה זמינים לציבור ובכך יסייעו לתמיכה הציבורית ושל בעלי העניין בשמורה.
- **פיקוח** - ניהול אפקטיבי של שטח השמורה מחייב פיקוח. כיום, יש לרשות הטבע והגנים יכולות פיקוח באזור רחוק ועמוק זה, הכוללות כלי שיט מותאמים ויחידה ימית שביכולתה לבצע פיקוח איכותי. אולם, לשם כך, יידרש תקצוב של פיקוח באזור המרוחק הדורש השקעת ימי ים בהיערכות מיוחדת. בנוסף, מכיוון שפיקוח באזור גדול ומרוחק זה מהווה אתגר משמעותי, יש לבחון לטווח הרחוק שימוש בטכנולוגיות מתקדמות במערך הפיקוח, הכוללות שימוש באמצעי איכון לוויני, מכשירי האזנה אקוסטיים וכלי טיס ייעודיים.



מתקני התיישבות מסוג ARMS שהוצבו בסמוך לנביעת גז פעילה בשדה האבעבועים שבשטח השמורה על ידי פרופ' תמר גיא-חיים. מהמתקנים ניתן יהיה ללמוד על תהליכי ההתיישבות בסביבה זו.

מקורות

- Almogi-Labin, A., M. Bar-Matthews, D. Shriki, E. Kolosovsky, M. Paterne, B. Schilman, A. Ayalon, Z. Aizenshtat, and A. Matthews. 2009. Climatic variability during the last~ 90 ka of the southern and northern Levantine Basin as evident from marine records and speleothems. *Quaternary Science Reviews* 28:2882-2896.
- Ashkenazi, L., O. Katz, S. Abramovich, A. Almogi-Labin, Y. Makovsky, O. Gadol, M. Kanari, P. Masque, and O. Hyams-Kaphzan. 2022. Benthic foraminifera as indicators of recent mixed turbidite-contourite sediment transport system in the Eastern Mediterranean upper continental slope, offshore Israel. *Marine Geology* 445:106756.
- Bravo, M. E. 2025. Report on the Conservation Value of Pockmark Fields within the Exclusive Economic Zone of Israel in the Mediterranean Sea. Expert report submitted to the Society for the Protection of Nature in Israel, May 2025.
- CBD. 2022. Kunming-Montreal Global biodiversity framework Draft decision submitted by the President.in Conference of the parties to the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.
- Danovaro, R., E. Fanelli, M. Canals, T. Ciuffardi, M.-C. Fabri, M. Taviani, M. Argyrou, E. Azzurro, S. Bianchelli, and A. Cantafaro. 2020. Towards a marine strategy for the deep Mediterranean Sea: Analysis of current ecological status. *Marine Policy* 112:103781.
- Elad, M., O. Gadol, Y. Makovsky, A. Almogi-Labin, E. Boaretto, and R. Bookman. 2022. When did Goliath collapse? Dating the recent events of a major submarine slide complex, Southeastern Mediterranean margin. *Sedimentary Geology* 433:106123.
- FAO. 2018. Technical elements for the protection of VMEs in the GFCM area of application Mediterranean. VME indicator features, habitats and taxa. FAO, Rome, Italy.
- Gadol, O., M. Kanari, O. Katz, and Y. Makovsky. 2019. High-resolution seismic imaging and preliminary geohazard estimation across the three bathymetric archetypes present along the Israeli continental slope.in AAPG Geoscience Technology Workshop.
- Gadol, O., O. Katz, M. Kanari, and Y. Makovsky. 2025. Millennial -scale episodic retrogressive collapse: high-resolution geophysical observations from the Owl slide complex. *Geomorphology*:109973.
- Guy-Haim, T., N. Stern, and G. Sisma-Ventura. 2022. Trophic ecology of deep-sea megafauna in the ultra-oligotrophic Southeastern Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science* 9.
- Hennekam, R., T. Jilbert, B. Schnetger, and G. J. De Lange. 2014. Solar forcing of Nile discharge and sapropel S1 formation in the early to middle Holocene eastern Mediterranean. *Paleoceanography* 29:343-356.
- IUCN. 2019. Thematic Report – Conservation Overview of Mediterranean Deep-Sea Biodiversity: A Strategic Assessment. IUCN Gland, Switzerland and Malaga, Spain.
- Katz, O., L. Ashkenazi, S. Sultan-Levi, S. Abramovich, A. Almogi-Labin, and O. Hyams-Kaphzan. 2020a. Characterization of recent deep-sea debrites in the eastern Mediterranean based on foraminiferal taphonomy.
- Katz, O., E. Reuven, and E. Aharonov. 2015. Submarine landslides and fault scarps along the eastern Mediterranean Israeli continental-slope. *Marine Geology* 369:100-115.

- Katz, T., Y. Weinstein, R. Alkalay, E. Biton, Y. Toledo, A. Lazar, O. Zlatkin, R. Soffer, E. Rahav, and G. Sisma-Ventura. 2020b. The first deep-sea mooring station in the eastern Levantine basin (DeepLev), outline and insights into regional sedimentological processes. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 171:104663.
- Rubin-Blum, M., G. Antler, R. Tsadok, E. Shemesh, J. A. Austin Jr, D. F. Coleman, B. N. Goodman-Tchernov, Z. Ben-Avraham, and D. Tchernov. 2014. First evidence for the presence of iron oxidizing Zetaproteobacteria at the Levantine continental margins. *PLOS ONE* 9:e91456.
- Rubin-Blum, M., E. Rahav, G. Sisma-Ventura, Y. Yudkovski, Z. Harbuzov, O. M. Bialik, O. Ezra, A. Foubert, B. Herut, and Y. Makovsky. 2025. Animal burrowing at cold seep ecotones boosts productivity by linking macromolecule turnover with chemosynthesis and nutrient cycling. *Biogeosciences* 22:1321-1340.
- Schilman, B., M. Bar-Matthews, A. Almogi-Labin, and B. Luz. 2001. Global climate instability reflected by Eastern Mediterranean marine records during the late Holocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 176:157-176.
- כנרי, מ., ומ. תום. 2021. עדכון בתי גידול רגישים בהפרעת פלמחים ובסביבתה- עדכון מפת בתי הגידול - דצמבר 2021, הוגש למשרד האנרגיה. חקר ימים ואגמים לישראל.
- כנרי, מ., מ. תום, ה. לובינסקי, ומ. רובין-בלום. 2025. עדכון מפת בתי הגידול והסקר האסטרטגי הסביבתי (סא"ס) - עדכון המערכת האינטגרטיבית - אבעבועים ובית גידול 65. דו"ח חיא"ל, הוגש למשרד האנרגיה.



נספחים

לחצו למעבר לנספחים <



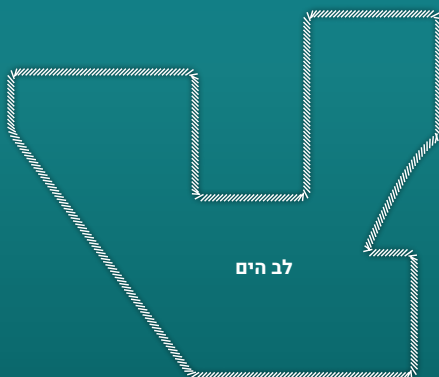
תכנית השמורות הימיות



צפון תעלת הלבנט



שלדי הפטרופודה

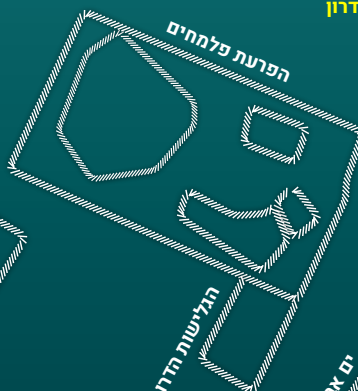


לב הים

הנביעות הדרומיות



המניפה הדרומית



הפרעת פלמחים

הגלישות הדרומיות

