



מדיניות לשמירת טבע במפרץ אילת

ד"ר אסף זכולוני
אקולוג מפרץ אילת

רותי נשיץ
מתכנתת מחוז דרום

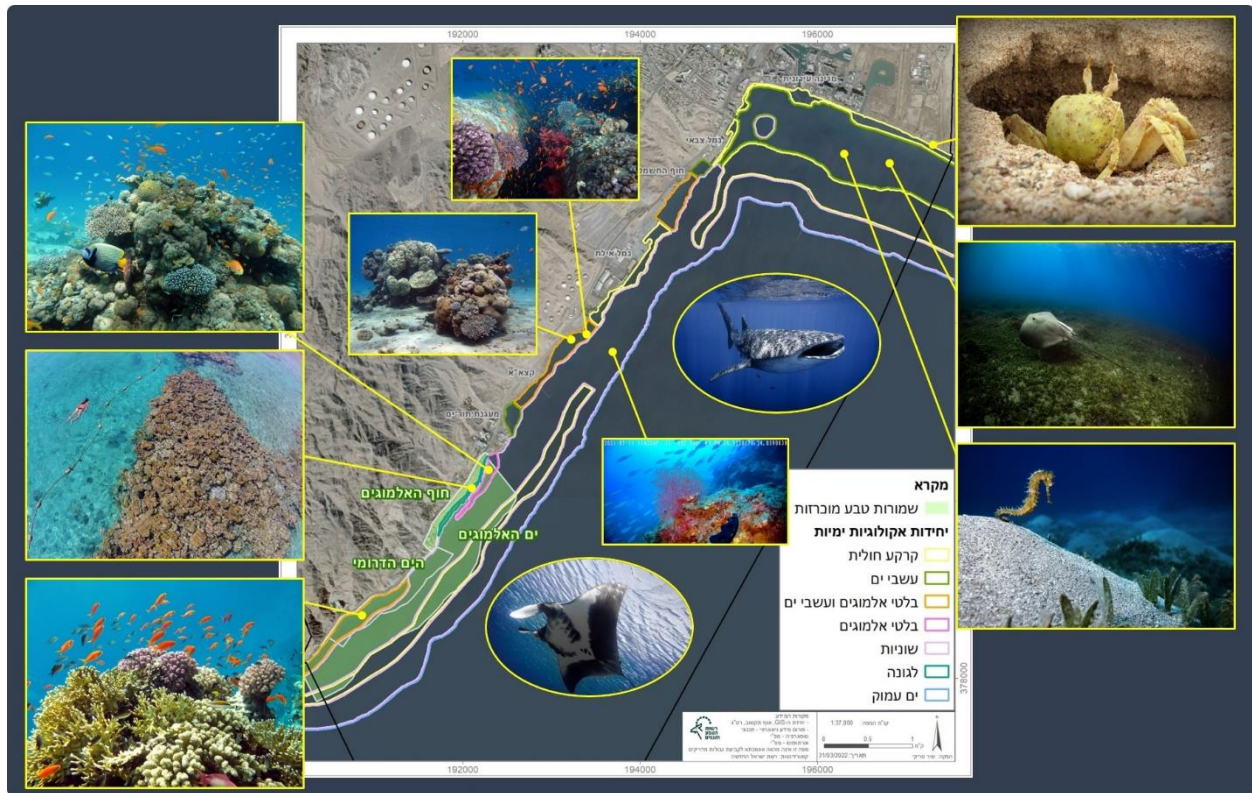
אסף הכרי
מנהל מרחב אילת

תקציר

מפרץ אילת מהווה משאב טבע ייחודי בעל חשיבות רבה בקנה מידה לאומי ובין-לאומי. זהו המקום היחיד בישראל שבו מתקיימות שוניות אלמוגים מהעשירות והמגוונות בעולם. בזכותן העיר אילת מהווה מוקד משיכה לתיירים וחובבי טבע רבים מהארץ ומרחבי העולם, תיירות המהווה משאב כלכלי חשוב לתושבי העיר ולמדינת ישראל. בשנת 2018, אילת נכנסה לרשימת ערי המפרץ היפות בעולם, דבר המחזק את מעמדה כעיר תיירות בין-לאומית וכיעד מועדף לחופשה.

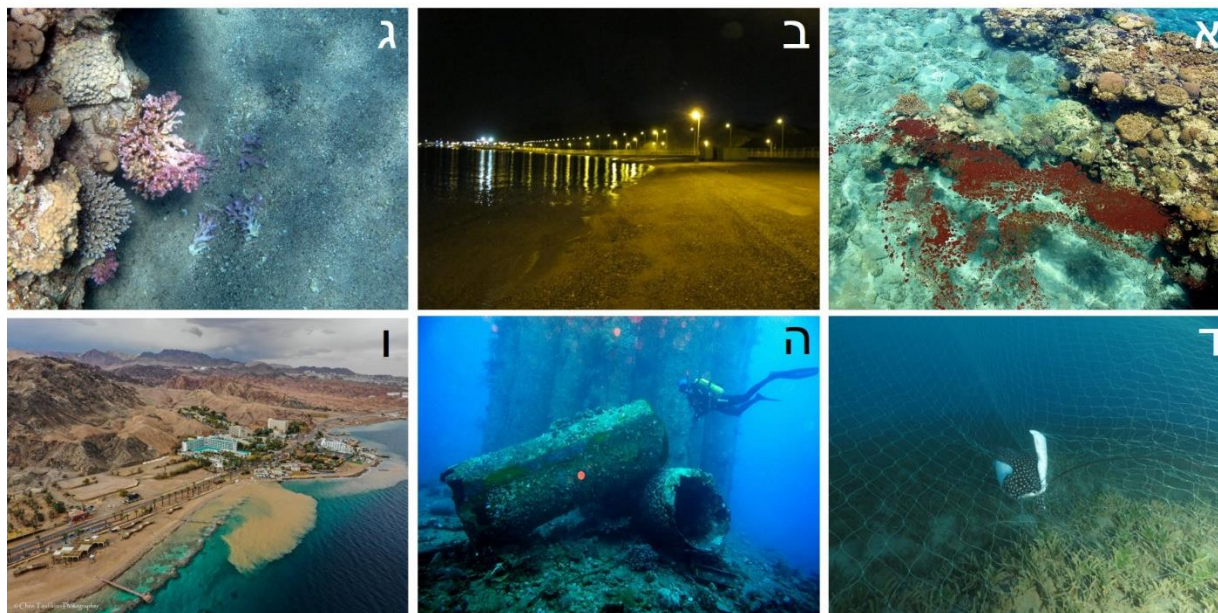
שוניות מפרץ אילת הן מהצפוניות ביותר בעולם והן מצליחות להתקיים בקצה גבול התפוצה העולמי בשל תנאים ייחודיים המאפיינים את המפרץ – משרעת טמפרטורה שנתית נמוכה ומים עניים בנוטריינטים ובחומר אורגני מרחף ולכן גם צלולים מאוד. חרף מיקומן הגיאוגרפי החרגי, שוניות מפרץ אילת עשירות ומגוונות ושיעור המינים האנדמיים בהן הוא מהגבוהים בעולם. ברמה הבין-לאומית, חשיבותו הרבה של מפרץ אילת נובעת מכך שהוא מהווה מפלט עולמי לשוניות אלמוגים בעידן הנוכחי. זאת, בזכות עמידותם הגבוהה של אלמוגי המפרץ לשינויים אקלימיים ולתופעת הלבנת האלמוגים (coral bleaching) הנלוות להתחממות מי הים ופוגעת בצורה קשה ובתדירות גבוהה ברבות משוניות העולם. ואכן, בעוד ששוניות רבות ברחבי העולם מתדרדרות בקצב מהיר כתוצאה מהתחממות מתמשכת של מי הים והלבנת אלמוגים, השוניות במפרץ אילת לא חוו עד כה אירועי הלבנה ונתוני הניטור הלאומי מצביעים על יציבותן של השוניות בצפון המפרץ ואף על שיפור קל בחלק מהמדדים המנוטרים. לפיכך, **למדינת ישראל יש הזדמנות נדירה להגן על שוניות האלמוגים, מערכות אקולוגיות שבמקומות רבים בעולם דועכות בקצב מהיר.**

לישראל יש במפרץ אילת כ-12 ק"מ חוף בלבד ומרחב ימי מצומצם מאוד שבו מתקיימים, זה לצד זה, בתי גידול שונים (איור א') המתאפיינים במגוון גומחות אקולוגיות. אלה יוצרים יחד מארג ביולוגי מורכב שמגוון המינים בו רב. שוניות האלמוגים, מרבדי עשב-הים, הקרקעית החולית והים הפתוח הם אזורי מחייה המקיימים ביניהם יחסי גומלין מורכבים ותלות הדדית. למשל, מרבדי עשב-הים מהווים בית גידול חשוב מאוד ומרכיב משמעותי בשמירה על איכות המים בצפון המפרץ. למרבדים אלה יש השפעה רבה על חיוניותם של שוניות האלמוגים, דגי השונית ודגי הים הפתוח. על כן, אם בעבר מאמצי השימור התמקדו בעיקר בשוניות האלמוגים, כיום ברור שהן אינן מתקיימות כיחידות אוטונומיות וכדי לשמור על חיוניותן, יש צורך להגן גם על שאר אזורי המחיה. נכון להיום, שמורות הטבע המוכרזות מעניקות הגנה חלקית בלבד לבתי הגידול הימיים והחופיים שמרכיבים את המערכות האקולוגיות במפרץ.



איור א'. יחידות אקולוגיות ימיות בצפון מפרץ אילת על רקע שמורות הטבע המוכרזות (צילומים: עמרי עומסי ואסף זבולוני).

הפעילות האנושית בצפון מפרץ אילת מגוונת ואינטנסיבית מאוד ומתבצעת במרחב הימי והחופי המצומצמים ובממשק ביניהם. חשוב לציין שעל אף היציבות המדווחת מנתוני הניטור הלאומי במפרץ אילת, לא לעולם חוסן! בדומה לאזורים ימיים רבים בעולם, המערכות האקולוגיות במפרץ נתונות לגורמי הפרעה רבים ומגוונים הפועלים על פני טווחים גאוגרפיים שונים – מקומיים, אזוריים ועולמיים. בקנה המידה המקומי והאזורי, פועלים, בין היתר, גורמי ההפרעה הבאים (איור ב'): (א) זיהומים שונים (כימיים, ביולוגיים, פסולת מוצקה, שמנים ודלקים, זיהום אור וזיהום אקוסטי); (ב) פגיעות פיזיות בשוניות האלמוגים ובעשבי־הים והרחפת סדימנטים (כתוצאה מנזקי מבקרים, צוללים וכלי שיט ועבודות תשתית במרחב הימי והחופי); (ג) דיג ושלייה של ערכי טבע מוגנים ו־(ד) פיתוח חופי יומי הפוגע במערכות האקולוגיות. גורמי הפרעה אלה פועלים בצל האיום המשמעותי ביותר על שוניות האלמוגים בעולם – שינויים אקלימיים עולמיים שגורמים לעקות תרמיות ומזג אוויר קיצוני המתבטא, בין היתר, באירועי הלבנת אלמוגים, שיטפונות וסערות קיצוניים. לצערנו, יכולתנו לטפל בבעיות העולמיות קטנה ביותר ועלולה להימשך זמן רב. לעומת זאת, באפשרותנו לטפל בגורמי ההפרעה המקומיים. מחקרים רבים מצביעים על קשר הדוק בין מזעור גורמי הפרעה מקומיים לבין יכולתן של השוניות להתמודד עם גורמי ההפרעה העולמיים. מאמצי שימור מקומיים מגדילים את חוסן של השוניות ועשויים לעזור לאלמוגי מפרץ אילת לנצל את יתרונם היחסי ולהמשיך להתמודד בצורה מוצלחת עם תופעות כמו התחממות מי הים.



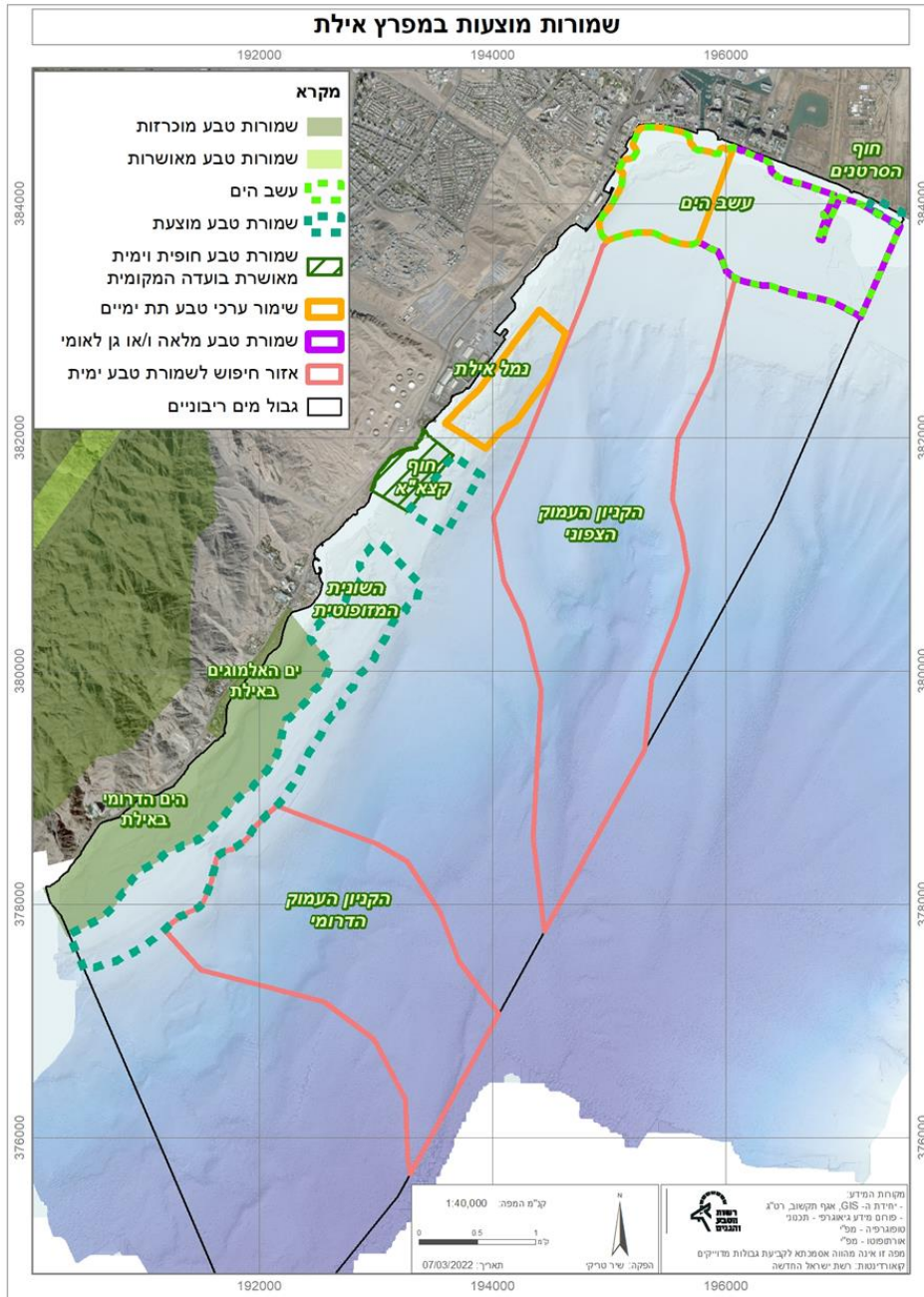
איור ב'. גורמי עקה בצפון מפרץ אילת. **א.** זיהום שמורת האלמוגים בנפט כתוצאה מדליפה מאונייה שעגנה בנמל אילת (צילום: אסף זבולוני); **ב.** זיהום אור, גורם הפרעה המשבש מערכות פיזיולוגיות חשובות בסביבה הימית (צילום: אסף זבולוני); **ג.** אלמוגים שנשברו כתוצאה מפגיעות צוללים (צילום: אסף זבולוני); **ד.** פגיעה בערכי טבע מוגנים כתוצאה מדיג (צילום: רואי לויזון); **ה.** פגיעה בערכי טבע מוגנים כתוצאה מעבודות תשתית בנמל הדלק של קצא"א (צילום: עמרי עומסי); **ו.** שיטפון מסיע כמויות אדירות של סדימנטים ומזהמים המכסים את השוניות הרדודות בשמורת ים האלמוגים (צילום: חן טופיקיאן).

סקירה נרחבת של תהליכי התכנון ומגמות הפיתוח במפרץ אילת מצביעה על האצת הפיתוח במפרץ ובסביבתו. נכון להיום, תכניות הפיתוח המוכרות כוללות, בין היתר: (א) גידול משמעותי של אוכלוסיית העיר והרחבת שטחי הבינוי והתשתיות במסגרת תכנית המתאר המקומית; (ב) הרחבת הפעילות הנמלית של קצא"א ושינוע דלקים וחומרים מסוכנים לנוכח הסכמים עם איחוד האמירויות; (ג) עיבוי הפיתוח בים, לאורך חופי המפרץ ובעורף היבשתי, בעיקר עבור פעילות תיירותית; (ד) יוזמות פיתוח לתשתיות לאומיות ובין-לאומיות (כגון מסילת רכבת לאילת ונמל תעלה) ו-(ה) תהליכי פיתוח מואצים במדינות השכנות. לפעולות אלה צפויות להיות השלכות ישירות ועקיפות על מפרץ אילת בהיבטים סביבתיים רבים.

מסמך מדיניות זה נכתב מתוך הכרה בחשיבותו של מפרץ אילת ובהינתן האיומים הרבים והמתגברים וגורמי העקה שפועלים על המערכות האקולוגיות הקיימות בו. הוא מאגד ידע רב שהצטבר על בתי הגידול השונים, גורמי ההפרעה, האיומים הכרוכים בפיתוח תשתיות, לצד מגמות התכנון והפיתוח המקודמים במרחב המפרץ. המסמך מציג ניתוח מרחבי של הערכיות האקולוגית והחשיבות לשימור יחידות אקולוגיות שונות במפרץ אילת לצד אפיון של הממשקים והפעילויות המתקיימים בתחומו. ניתוח זה מכווין את מאמצי הפיתוח והשימור בצפון מפרץ אילת ומהווה בסיס לגיבוש המלצות מרחביות וממשקיות לשמירת טבע במפרץ. המסמך מתווה גישה יישומית לשימור ופיתוח בר־קיימה במפרץ אילת. הוא מציע קווים מנחים ועקרונות פעולה לצורך הגברת התיאום בין המגזרים השונים וקידום ממשקים מקיימים במפרץ. בנוסף, דרך הגדרת אזורים ערכיים מבחינה אקולוגית וניתוח מצב השימור הקיים, הוא ממליץ לקדם הגנה מרחבית, לרבות שמורות טבע חופיות וימיות ואזורי חיפוש לשימור ("חוף הסרטנים", מרבדי עשבי־הים, קצא"א, השוניות

המזופוטיות וקניוני הים העמוק; איור ג'). כמו כן, מוצגות המלצות בנושאי ניטור, מחקר ובקרה על המערכות האקולוגיות במפרץ אילת.

מסמך זה נועד להוות בסיס לכל פעולה תכנונית באילת, תוך הקפדה על הכללים והעקרונות המנחים שנקבעו לשם שמירה על היציבות האקולוגית במפרץ.



איור ג'. שמורות טבע מוכרזות ואזורים שבהם יש צורך להגן על המערכות הטבעיות בצפון מפרץ אילת (לרבות שמורות טבע נוספות). אזורים אלה נועדו לתת ייצוגיות לבתי גידול וערכי טבע חשובים שאינם מקבלים, נכון להיום, הגנה מספקת במסגרת השמורות המוכרות.

Abstract

The Gulf of Eilat (Gulf of Aqaba; GoA) is a unique natural environment of great importance at a national and international scale. It is the only place in Israel where coral reefs exist and they are some of the richest and most diverse in the world. Thanks to them, the city of Eilat is a center of attraction for many tourists and nature lovers from Israel and around the world, providing an important economic resource for the residents of the city and the State of Israel. In 2018, Eilat was included in the list of the most beautiful bay cities in the world, which strengthens its position as an international vacation city and a favorite tourist destination.

The coral reefs in the GoA are among the northernmost in the world and they manage to exist at the edge of their global distribution due to the unique conditions that characterize the gulf - low annual temperature range and clear water with little nutrients and particulate organic matter. Despite their northern geographical location, coral reefs in the GoA are rich and diverse and the rate of endemism is among the highest in the world. At an international level, the great importance of the GoA derives from the fact that it is a global refuge for coral reefs in the current era. This is due to the high resilience of the Gulf's corals to climate change and the coral bleaching phenomenon that accompanies seawater warming and severely affects many of the world's reefs. Indeed, while many reefs around the world are deteriorating rapidly due to coral bleaching events, reefs in the GoA have, to date, not experienced bleaching events. Furthermore, data of the National Monitoring Program indicate stability of the reefs, and even slight improvement in some ecological indices. Thus, **the State of Israel has a rare opportunity to protect coral reefs and provide a global refuge for this endangered ecosystem in the GoA.**

Israel has only 12 km of coastline in the GoA and a very limited marine area in which different habitats (Fig. A), which are characterized by a variety of ecological niches, exist side by side. Together these niches form a complex biological network, hosting a great diversity of species. Coral reefs, seagrass meadows, sandy bottoms and the open sea are interdependent living areas that maintain complex interactions. For example, seagrass meadows are a very important habitat and a significant contributor to maintaining water quality in the northern GoA. These meadows have a great impact on the health of coral reefs, reef fish and open sea fish. Therefore, if in the past conservation efforts focused mainly on coral reefs, today it is clear that they do not exist as autonomous units and in order to maintain their vitality, it is necessary to protect other habitats as well. Currently, the declared nature reserves

provide only limited protection to the diversity of marine and coastal habitats that make up the ecosystems in the GoA.

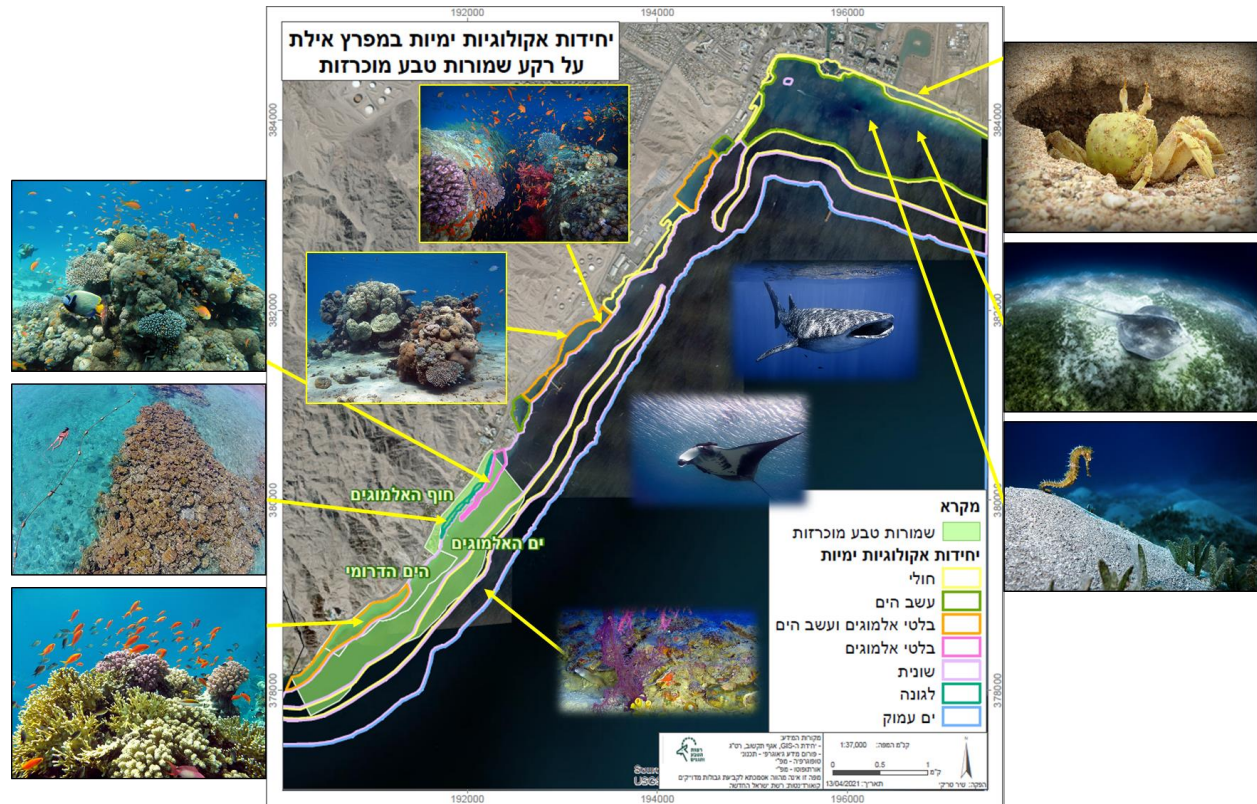


Fig. A. Marine ecological units in the northern Gulf of Eilat/Aqaba against the background of the declared nature reserves (Photos: Omri Omesi and Assaf Zvuloni).

Human activity in the northern GoA is very varied and intense and takes place in the limited maritime and coastal space and in the interface between them. It is important to note that despite the stability reported from the National Monitoring Program data for the GoA in recent years, resilience is not guaranteed! Like many marine areas in the world, the ecosystems in the GoA are subject to many and varied disturbances that operate across different geographical ranges - local, regional and global. At the local and regional scale the main disturbances are (Fig. B): (A) various pollutants (chemical, biological, marine debris, oil, light and sonic pollution); (B) physical damage to coral reefs and seagrasses and increased sedimentation (as a result of damage from visitors, divers and vessels, and infrastructure works in the maritime and coastal areas); (C) fishing and removal of protected species, and (D) coastal and marine development that harms the ecosystems. These disturbances act in the shadow of the most significant threat to coral reefs in the world - global climate changes that cause thermal stress and extreme weather. Unfortunately, our ability to address global

threats is very limited and can take too long. In contrast, we can address local disturbances, and many studies point to a close link between local disturbances and the ability of reefs to deal with global disturbances. Local conservation efforts increase the resilience of the reefs and could help corals in the GoA make good use of their resilience to successfully deal with phenomena such as seawater warming and bleaching.

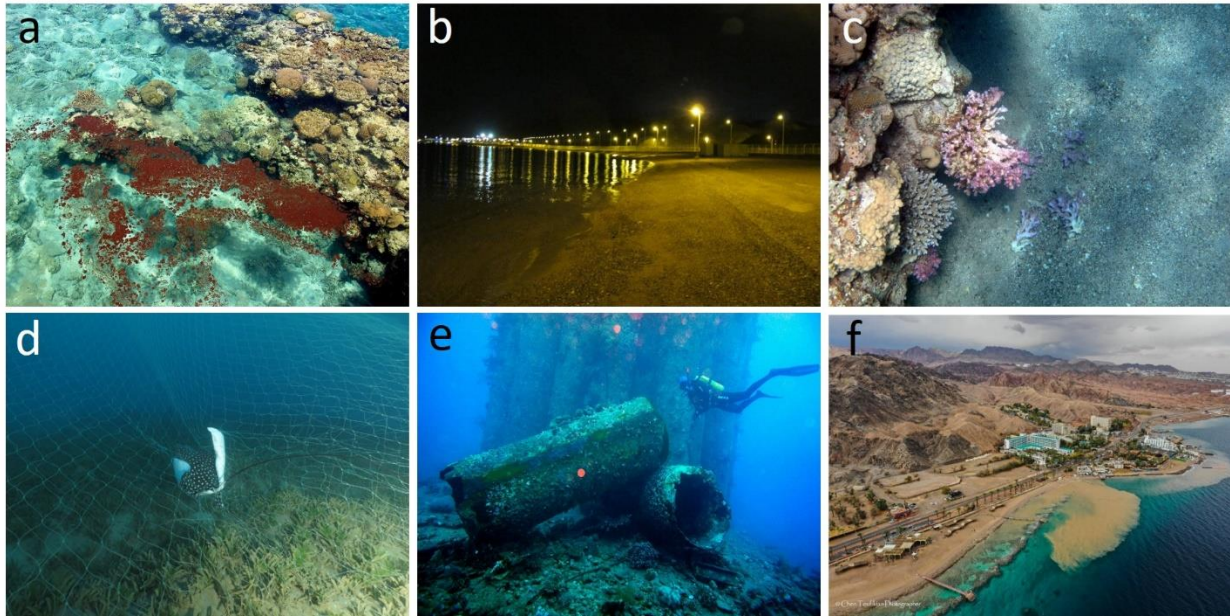


Fig. B. Stress factors in the northern Gulf of Eilat/Aqaba. **a.** Pollution of the coral reserve with oil that leaked from a ship moored in the port of Eilat (Photo: Assaf Zvuloni); **b.** Light pollution, a stress factor that disrupts important physiological systems in the marine environment (Photo: Assaf Zvuloni); **c.** Corals broken as a result of intense recreational diving (Photo: Assaf Zvuloni); **d.** Trapping of protected natural values as a result of fishing (Photo: Roy Levison); **e.** Damage to protected natural values as a result of infrastructure works at the EAPC oil port (Photo: Omri Omesi); **f.** A flood transports huge amounts of sediments and pollutants, covering the shallow reefs in the Coral Beach Marine Reserve (Photo: Chen Toufikian).

An extensive review of the planning processes and development trends in the GoA indicates the acceleration of development in the Gulf and its surroundings. Currently, among other things, development plans include: (A) significant increase in the city's population and expansion of private and infrastructure construction within the framework of the local master plan; (B) expansion of the port activity of the Europe Asia Pipeline Company (EAPC) and transportation of oils and hazardous materials in light of agreements with the United Arab Emirates; (C) enhanced development at sea, along the shores of the Gulf and inland, mainly for tourist activity; (D) development initiatives for national and international infrastructures (e.g., a railway to Eilat and a canal port), and (E) accelerated development

processes in neighboring countries. These actions are expected to have direct and indirect consequences for the GoA in many environmental aspects.

This policy document was written in recognition of the importance of the GoA and given the many and increasing threats and stressors that act on the existing ecosystems. It brings together the significant knowledge accumulated about the various habitats, stress factors and threats involved in infrastructure development, along with the trends of planning and development in the gulf region. The document presents a spatial analysis of the ecological values and the importance of preserving various ecological units in the GoA, together with the activities that take place in the gulf region. This analysis directs the development and conservation efforts in the northern GoA and forms the basis for formulating spatial recommendations for nature conservation in the Gulf. The document outlines an applicable approach to the preservation and sustainable development of the northern GoA. It offers guidelines and principles of operation for the purpose of increasing coordination between the various sectors and promoting sustainable management in the northern GoA. In addition, by defining ecological assets and analyzing the existing state of conservation, it recommends promoting spatial protection, including coastal and marine nature reserves and potential areas for future conservation (i.e., "the Crab Coast", the seagrass meadows, EAPC, the mesophotic reef and the deep sea canyons; Figure C). Recommendations regarding monitoring and research in the Gulf of Eilat are also presented.

This document is intended to form the basis of any planning action in Eilat, while adhering to the rules and guiding principles established in order to maintain ecological stability in the Gulf.

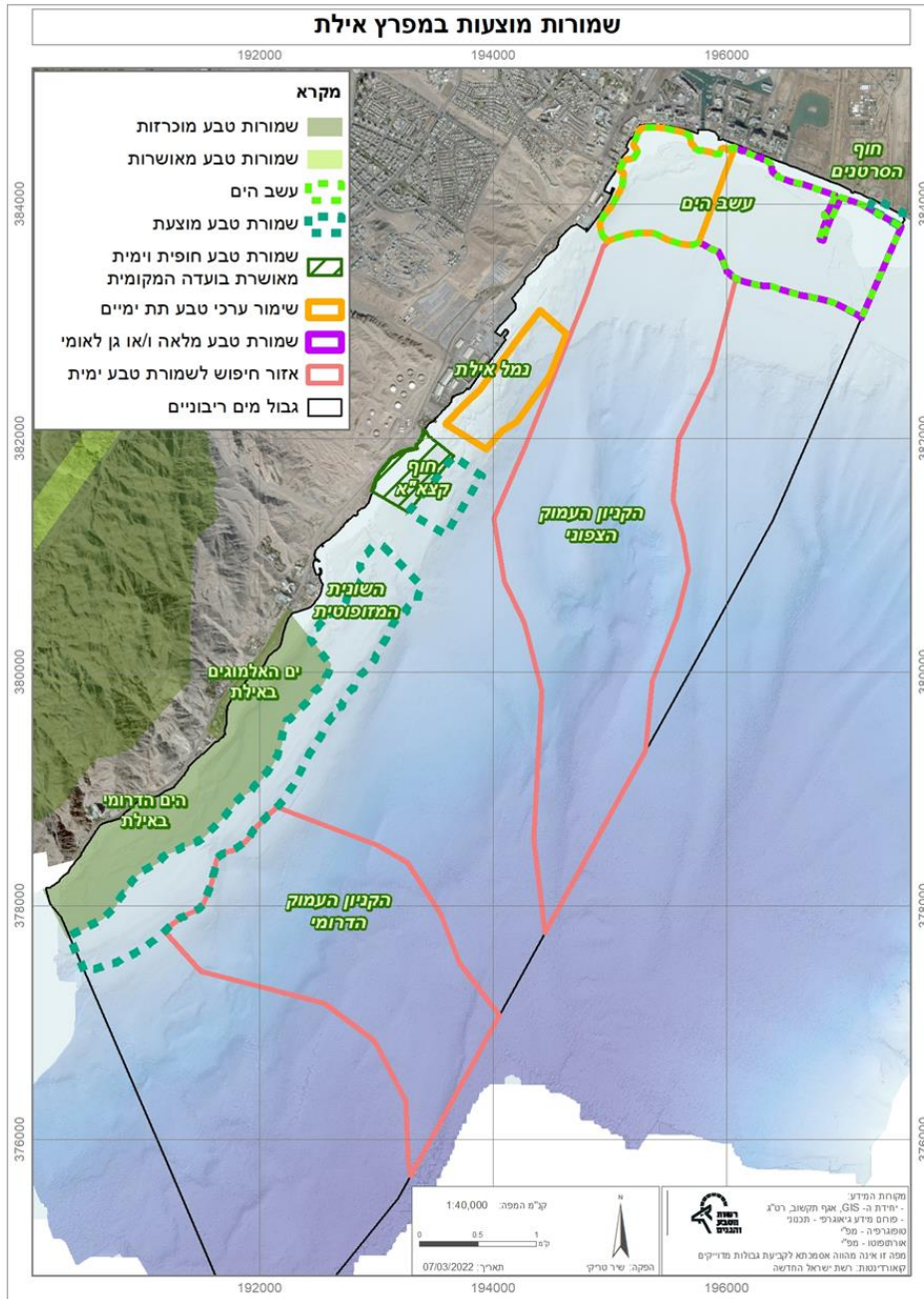


Fig. C. Declared nature reserves and areas where it is necessary to protect the natural systems in the northern Gulf of Eilat/Aqaba (including other nature reserves). These areas are intended to include important habitats and natural assets that do not receive adequate protection within the current declared reserves.

תוכן העניינים

2	תקציר
6	Abstract
15	הקדמה
18	תודות
19	מתודולוגיה
21	חלק א' – הערכת מצב שמירת הטבע במפרץ אילת
22	ערכיות מפרץ אילת וחשיבות ההגנה עליו
26	תיאור המערכות האקולוגיות בצפון מפרץ אילת
38	קישוריות בין אוכלוסיות
38	גורמי הפרעה במפרץ אילת
66	היבטים תכנוניים
76	חלק ב' – איתור אזורים לשימור ברמות שונות ולפיתוח בר־קיימה
76	הגדרת יחידות אקולוגיות ימיות וחופיות
79	הגדרת הערכיות של יחידות אקולוגיות ימיות וחופיות
84	אפיון ממשקים בין פעילויות שונות
85	סיווג אזורים ימיים וחופיים לרמות שונות של שימור ועד לפיתוח בר־קיימה
88	חלק ג' – מדיניות לשמירת טבע בצפון מפרץ אילת
88	קווים מנחים ועקרונות פעולה לשימור ולפיתוח בר־קיימה במפרץ אילת
114	המלצות מרחביות לשמירת טבע בצפון מפרץ אילת
117	המלצות לקידום שמורות טבע ואזורים מוגנים בצפון מפרץ אילת
132	המלצות ממשקיות־מרחביות
143	ניטור ומחקר
144	הגנה על תאי־שטח לעומת הגנה על מינים
147	סיכום
149	ספרות מצוטטת

רשימת איורים

- 19 איור 1. קווים כלליים של שלושת השלבים המתודולוגיים של מסמך המדיניות לשמירת טבע במפרץ אילת.
- 22 איור 2. רמת הידע האקולוגי הקיים באזורים הימיים בצפון מפרץ אילת.
- 23 איור 3. תפוצה עולמית של שוניות האלמוגים.
- איור 4. עושר מינים ושיעור אנדמיות גבוהים של אלמוגים, דגים ורכיכות בים האדום, ביחס לאזורים הימיים הסובבים אותו.
- 24 איור 5. הקשר בין מצב המערכת האקולוגית ויכולתה להתמודד עם הפרעות המתרחשות על פני סקאלה עולמית.
- 25 איור 6. מערכות אקולוגיות עיקריות המצויות בראש מפרץ אילת.
- 26 איור 7. ברקודה ענקית מגיע להתנקות בשונית האלמוגים על ידי הנקאי האילתי.
- 27 איור 8. חלקה הדרומי של השונית החוגרת באילת
- 28 איור 9. בלט שונית ססגוני מוקף בקרקעית חולית באתר קצא"א.
- 29 איור 10. שוניות מזופוטיות.
- 30 איור 11. "שונית תמר" – מבנה מלאכותי
- 31 איור 12. בעלי חיים, במרבדי עשב־הים בחוף הצפוני של אילת.
- 32 איור 13. בעלי חיים המצויים בקרקעית החולית.
- 34 איור 14. אורחים מזדמנים באזור הפלגי בראש מפרץ אילת.
- 35 איור 15. מפה בתימטרית של צפון מפרץ אילת ושני קניונים עמוקים בעלי מורכבות מורפולוגית גבוהה.
- 36 איור 16. סרטני חולון בחוף הצפוני באילת.
- 37 איור 17. סלע חוף.
- 37 איור 18. שוניות מקור ושוניות משקע.
- 38 איור 19. שפך תעלת הקינט בחוף הצפוני של העיר אילת.
- 40 איור 20. ריכוזי החנקן המחומצן בעמודת המים.
- 41 איור 21. אלמוגי שמורת חוף האלמוגים מכוסים במעטה של אצות.
- 41 איור 22. העשרה מקומית בנוטריינטים באזור שפך תעלת הקינט וכיסוי מרבדי עשב־הים במעטה של אצות.
- 42 איור 23. זיהום ים בדלק.
- 43 איור 24. שקית ניילון מכסה וחונקת אלמוג.
- 44 איור 25. אלמנטים מלאכותיים שהוצבו/הושלכו בראש מפרץ אילת.
- 46 איור 26. זיהום הים באור.
- 49 איור 27. קרינה חודרת אל תוך הים שנמדדה במפרץ אילת בעומקים 1, 5 ו-10 מ'.
- 50 איור 28. שברי אלמוגים על הקרקעית החולית באתר "המערות".
- 52 איור 29. עמודי מזח נפט שנחתכו במהלך עבודות תשתית באתר קצא"א ונפלו על שונית האלמוגים שנמצאת למרגלות המזח.
- 53 איור 30. דיג באילת ופגיעה בערכי טבע מוגנים.
- 54 איור 31. טמפרטורת מי הים.
- 56 איור 32. אירועי שיטפון באילת.
- 59 איור 33. רוחות דרומיות בראש מפרץ אילת.
- 60 איור 34. סערות דרומיות בראש מפרץ אילת.
- 61 איור 35. גדר ברזל שנשברה ונסחפה לשונית האלמוגים ליד למעבר הגבול עם סיני.
- 62 איור 36. אירוע שפל קיצוני בו מפלס המים ירד מתחת לגובה שולחן השונית החוגרת.
- 63 איור 37. טורפי אלמוגים בשוניות אילת.
- 64 איור 38. שמורת טבע חופית ושמורות טבע ימיות מוכרזות.
- 67 איור 39. תשריט ייעודי קרקע על פי תמ"א 13 לחופי מפרץ אילת.
- 68

- 69 איור 40. רצועת החוף של אילת בחלוקה לאזורי פיתוח עתידיים.
- 70 איור 41. תכנית המתאר החדשה לאילת.
- 71 איור 42. רצועת החוף של אילת וחלוקתה למקטעים.
- 77 איור 43. יחידות אקולוגיות ימיות בצפון מפרץ אילת.
- 79 איור 44. יחידות אקולוגיות חופיות בצפון מפרץ אילת.
- 81 איור 45. קיטוע המרחב הימי והחופי באילת על פי הערכיות האקולוגית.
- 83 איור 46. קיטוע המרחב הימי והחופי באילת על פי הערכיות האקולוגית המתחשבת בפעילות האדם.
- 84 איור 47. מטריצת אינטראקציות בין שימושים שונים בצפון מפרץ אילת.
- 85 איור 48. מטריצת אינטראקציות בין שימושים ובין יחידות אקולוגיות ימיות בצפון מפרץ אילת.
- 86 איור 49. ארבעת הרמות שבין שימור ופיתוח בר־קיימה.
- 87 איור 50. סיווג אזורי ימיים וחופיים לרמות שונות של שימור ועד לפיתוח בר־קיימה.
- 89 איור 51. הנחת העבודה בהגנה על המערכות הטבעיות במפרץ אילת.
- 93 איור 52. מכלית נפט נצמדת למזח הנפט של חברת קצא"א במרחק של כ־650 מ' בלבד משמורות הטבע.
- 98 איור 53. מערך חיבלולים.
- 100 איור 54. רשתות צל, קרוואנים, רכבים ואוהלים על חוף הים הדרומי באילת.
- 107 איור 55. פעילויות של חינוך והסברה באילת.
- 108 איור 56. פוסטר שנועד להסביר כיצד מתנהגים במהלך פגישה עם כריש לווייתני.
- 110 איור 57. כתבה על מבצע שהוביל למעצרו של חשודים בשלייה לא חוקית של ערכי טבע וסחר בהם.
- 111 איור 58. פקח הדיג של רשות הטבע והגנים מוציא מול החוף הצפוני של אילת מלכודת דגים לא חוקית.
- 112 איור 59. כתבה על מבצע להעתקת והצלת אלמוגים מבסיס חיל הים לפני ביצוע עבודות תשתית אינטנסיביות.
- 112 איור 60. מתקן שנבנה על ידי חיל הים במטרה להעתיק אליו ולהציל ערכי טבע.
- 117 איור 61. יחידות אקולוגיות ימיות בצפון מפרץ אילת על רקע שמורות הטבע המוכרזות.
- 119 איור 62. "חוף הסרטנים" שבחוף הצפוני של אילת.
- 120 איור 63. כתבה על אוכלוסיית סרטני החולון היחידה בארץ.
- 120 איור 64. השמורה המוצעת בחוף הצפוני – שמורת חוף הסרטנים.
- 123 איור 65. מיפוי עשבי־ים בחוף הצפוני של אילת.
- 124 איור 66. בעלי חיים נדירים בצפון מפרץ אילת, חלקם בסכנת הכחדה חמורה.
- 125 איור 67. השמורה המוצעת בחוף הצפוני – שמורת מרבדי עשבי־ים.
- 125 איור 68. שוניות אלמוגים מול חוף קצא"א שנפתח לציבור.
- 127 איור 69. נזק פיסית לבלטי שונית.
- 128 איור 70. השמורה המוצעת מול חוף קצא"א – שמורת המזח.
- 129 איור 71. שוניות אלמוגים מזופוטיות מול חופי אילת הדרומיים.
- 130 איור 72. השמורה המוצעת להגנה על השוניות המזופוטיות – שמורת השוניות המזופוטיות.
- 131 איור 73. שני הקניונים העמוקים שמופו בצפון מפרץ אילת מומלצים כאזורי חיפוש לשמורות טבע ימיות.
- 134 איור 74. ממשק השיט במפרץ אילת – מצב קיים.
- 134 איור 75. ממשק השיט במפרץ אילת – מצב מוצע.
- 135 איור 76. ממשק העגינה במפרץ אילת – מצב קיים.
- 136 איור 77. ממשק העגינה במפרץ אילת – מצב מוצע.
- 138 איור 78. ממשק הדיג במפרץ אילת – מצב קיים.
- 139 איור 79. ממשק הדיג במפרץ אילת – מצב מוצע.
- 141 איור 80. ממשק הצלילה במפרץ אילת – מצב קיים.
- 143 איור 81. ממשק הצלילה במפרץ אילת – מצב מוצע.

רשימת טבלאות

- 45 טבלה 1. דוגמאות לאלמנטים מלאכותיים שהוצבו לאורך חופי אילת למטרות שונות.
- 64 טבלה 2. סיכום גורמי הפרעה ואיומים שמקורם בפעילות האדם במפרץ אילת.
- 74 טבלה 3. סקירה תכנונית ומגמות התכנון בצפון מפרץ אילת, בסביבה הימית והחופית ובמרחב היבשה

מדיניות

הקדמה

לישראל יש במפרץ אילת כ-12 ק"מ חוף בלבד וכ-31 קמ"ר של מים טריטוריאליים. במרחב ימי מצומצם זה מצויות שוניות אלמוגים מהצפוניות ביותר בעולם. על אף מיקומן בקצה גבול התפוצה העולמי של שוניות האלמוגים, שוניות צפון מפרץ אילת מפותחות מאוד מבחינה ביולוגית, הן מהוות בית למינים אנדמיים רבים ולמגוון רב של דגים, אלמוגים וחסרי חוליות נוספים [1-3] – מגוון ביולוגי שאין שני לו במערכות אקולוגיות אחרות בישראל. לצד שוניות האלמוגים הייחודיות, מגוון מערכות אקולוגיות נוספות ובתי גידול, מתקיימים במפרץ אילת, אלו לצד אלו, ויוצרים יחד מארג ביולוגי מורכב המבוסס על יחסי גומלין ותלות הדדית על פני טווחים מרחביים שונים.

העיר אילת, עיר תיירות מהמובילות בישראל, שוכנת לחופי מפרץ אילת ונושקת למערכות אקולוגיות ערכיות ורגישות, לרבות שוניות האלמוגים ומרבדי עשב הים. כלכלת העיר נסמכת על מפרץ אילת ואוצרות הטבע שבו, למשיכת תיירים וחובבי טבע מהארץ ומרחבי העולם. תיירות זו מהווה משאב כלכלי חשוב לעיר אילת בפרט ולמדינת ישראל בכלל.

מפרץ אילת מאופיין בתנאים אקלימיים ואוקיינוגרפיים ייחודיים המאפשרים את קיומן של שוניות אלמוגים בקווי רוחב חריגים. תנאים אלה כוללים, בין היתר, משרעת טמפרטורה שנתית נמוכה ומים עניים בנוטריינטים ובחומר אורגני מרחף ולכן גם צלולים מאוד. בניגוד למקומות רבים בעולם, אלמוגי מפרץ אילת מראים עמידות גבוהה לעלייה בטמפרטורת מי הים הנובעת מהשינויים האקלימיים ותופעת הלבנת האלמוגים (coral bleaching) הנלוות לה [4-7], תופעה שמכה קשות בשוניות אלמוגים רבות ברחבי העולם. נתוני תכנית הניטור הלאומית של מפרץ אילת מראים שבעוד ששוניות רבות ברחבי העולם מתדרדרות בקצב מהיר כתוצאה מהשינויים האקלימיים, שוניות צפון מפרץ אילת מראות יציבות ואף שיפור קל בחלק מהמדדים המנטורים [8]. מחקרים שפורסמו במהלך השנים האחרונות טוענים שמפרץ אילת מהווה **מפלט עולמי לשוניות אלמוגים** בעידן הנוכחי המתאפיין בשינויים אקלימיים המאיימים על רוב שוניות האלמוגים בעולם [לדוגמה 4]. על כן, **למפרץ אילת חשיבות גבוהה לא רק ברמה הלאומית, אלא גם ברמה הבין-לאומית ולישראל יש הזדמנות נדירה להגן על מערכת אקולוגית רגישה שבמקומות רבים בעולם דועכת בקצב מהיר.**

יחד עם זאת, מפרץ אילת נתון לגורמי הפרעה רבים ומגוונים. לאזורים החופיים והימיים במפרץ מגוון רב של שימושים והם מהווים בסיס לפעילות אנושית אינטנסיבית ביותר – הים הוא נתיב תחבורה והובלת חומרי גלם וסחורות לישראל וממנה; במרחב הימי עוברים מקורות אנרגיה; מי הים מותפלים למי שתייה; במרחבים הימיים והחופיים מתקיימים פעילות ביטחונית, דיג ובעבר אף חקלאות ימית אשר כיום היא מתקיימת ביבשה בלבד (אך במערכות מים פתוחות לים). בנוסף, הים וחופיו הם הבסיס לקיומו של הענף הכלכלי המרכזי במפרץ אילת – ענף התיירות, שעליו מתבססת רוב ההתפתחות האורבנית. הים וחופיו הם אתרי תיירות אטרקטיביים לצרכי בילוי, נופש, ספורט ימי, לרבות צלילה ושיט, הזמינים לכלל האוכלוסייה בישראל ולתיירים המגיעים מחוץ לישראל.

בשנים האחרונות מקודמים תהליכי תכנון ופיתוח משמעותיים באילת, בין היתר, במרחב הימי והחופי של המפרץ (כגון תכנית המתאר של אילת, מסמך המדיניות לחופי אילת, מסמך המדיניות למרחב הימי של ישראל במפרץ אילת ותכנית המוצר הדרומי). תכנון והתאמת המרחב הימי והחופי למציאות בת ימינו, הוא תהליך חשוב אך טומן בחובו השפעות אפשריות ניכרות על בריאותן של המערכות האקולוגיות במפרץ. חלק מהתהליכים נועדו לתת מענה לגידול הצפוי באוכלוסיית העיר (כגון מגורים, תעסוקה ותשתיות עירוניות שונות). יחד עם זאת, מכיוון שאילת היא עיר בעלת מעמד תיירותי בין-לאומי, מקודמים גם פרויקטים רבים הקשורים לפיתוח התיירות החופית, כגון הסדרת חופי הרחצה ומתן פתרונות לינה, בדגש על מלונאות ומתחמי תיירות מדבריים. משמעות הדבר היא שיחד עם פתיחת שדה התעופה הבין-לאומי רמון והמהלך לעידוד ולפיתוח התיירות המדברית שמוביל משרד התיירות, מספר המבקרים באילת צפוי לגדול במידה משמעותית וכך גם היקף שטחי החוף המפותחים והתשתיות התיירותיות המשלימות בזיקה לחוף. במקביל, מקודמים מספר תהליכים לתכנון ולפיתוח תשתיות לאומיות ובין-לאומיות – פרויקטים אסטרטגיים נמליים ותחבורתיים (ובניהם רכבת לאילת ונמל תעלה), מובל השלום, חקלאות ימית והסכם לשינוע נפט של חברת קצא"א עם איחוד האמירויות. במקביל לפיתוח הצפוי באילת, גם במדינות השכנות סביב מפרץ אילת ישנה תנופת פיתוח אדירה, הן של מיזמי תיירות והן של בינוי עירוני ותשתיות שונות, כגון נמלים.

כל גורמי ההפרעה והאיומים המתוארים מעלה פועלים בצל האיום הכבד ביותר על שוניות האלמוגים בעולם – שינויים אקלימיים עולמיים ואירועי הלבנת אלמוגים הצפויים להכחיד חלק ניכר משוניות האלמוגים בעולם עד אמצע המאה הנוכחית^[9-15]. חשוב לציין שעד כה, ביחס לשוניות רבות בעולם, שוניות מפרץ אילת מראות עמידות גבוהה מאוד לשינויים האקלימיים. עם זאת, המשך עמידותן אינו מובטח (!) והוא תלוי מאוד במאמצי השימור. אמנם, אין ביכולתנו לבלום את ההתחממות הגלובאלית בזמן סביר, אך באפשרותנו לטפל בגורמי הפרעה מקומיים. ואכן, מחקרים רבים מצביעים על כך שמאמצי שימור מקומיים מגדילים את חוסן של השוניות ועשויים לעזור לאלמוגי מפרץ אילת לנצל את יתרונם היחסי ולהמשיך להתמודד בצורה מוצלחת עם תופעות כמו התחממות מי הים^[16].

בהינתן ערכיותו הרבה של מפרץ אילת ברמה הלאומית והבין-לאומית, ולנוכח גורמי ההפרעה והאיומים המתגברים שפועלים על המרחב החופי והימי המצומצם, **עולה צורך ברור לגיבוש מדיניות תכנון שתייצר מערכת כללים מאוזנת ומוגדרת שבבסיסה ההגנה על המערכות האקולוגיות במפרץ.**

על כן, מטרתו העיקרית של מסמך המדיניות הן:

- לרכז בסיס מידע על המערכות האקולוגיות ובתי הגידול בצפון מפרץ אילת, מורכבותם, ערכיותם, ורגישותם, לצד גורמי ההפרעה והאיומים שפועלים עליהם.
- לגבש קווים מנחים ועקרונות פעולה יישומיים שיאפשרו פיתוח בר-קיימה במרחב הימי והחופי ושימוש מושכל במשאבי הים, תוך מתן מענה לצרכי הפיתוח של העיר אילת.
- להגדיר אזורים חופיים וימיים ערכיים שבהם נדרש לחזק את ההגנה על המערכות הטבעיות, לרבות הכרזת שמורות טבע נוספות.

- לגבש קווים מנחים ועקרונות פעולה לצורך הגברת התיאום בין המגזרים השונים, מזעור השפעותיהם השליליות על המערכות האקולוגיות וקידום ממשקים מקיימים במפרץ אילת.
 - להצביע על פערי ידע קיימים ולהכווין מחקר, ניטור ואת רמת הבקרה על המערכות האקולוגיות במפרץ אילת.
- מסמך זה מיועד, בין היתר, למשרדי ממשלה, רשויות מקומיות, מתכננים, יזמים, גופים אקדמיים וגופי מחקר והוא נועד להוות בסיס לכל פעולה תכנונית שעשויה/עלולה להשפיע על מפרץ אילת.

מדיניות

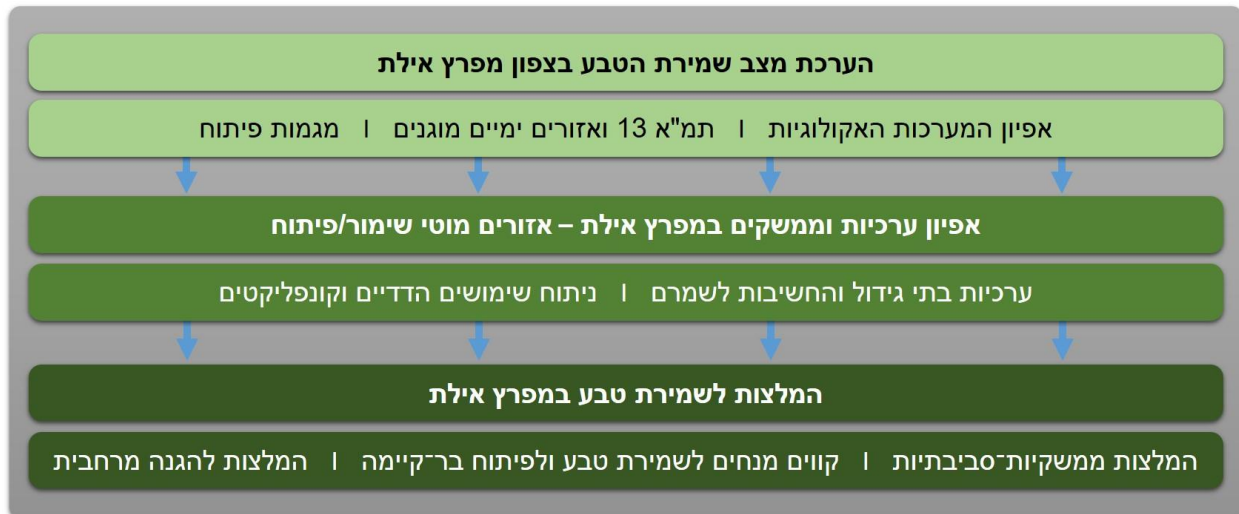
תודות

אנו מעוניינים להודות לד"ר יונתן שקד על העזרה בעריכה המדעית, לשיר טריקי על עבודת ה-GIS ועריכת המפות, לד"ר יהושע שקדי, גלעד גבאי, ניר אנגרט, ד"ר נעם לידר, ד"ר אסף צוער, ד"ר רותי יהל, יהודית מוסרי, ד"ר דרור צוראל, ליאורה גולוב, מתן לוינסון, פרופ' יונתן בלמקר, פרופ' אמציה גנין, פרופ' מעוז פיין, ד"ר רמי קליין ופרופ' רועי הולצמן על הדיונים והעצות הטובות בנושאים השונים. בנוסף, אנו מודים לעזרי אלון על שהגה את הרעיון וזרע את הזרעים להכנת המסמך. תודות לצלמים שתרמו את תמונותיהם למסמך.

תמונות

מתודולוגיה

המתודולוגיה עליה מושתת מסמך המדיניות כוללת שלושה שלבים אשר במהלכם גובשו העקרונות והמדיניות לשמירת טבע, כמו גם הקווים המנחים לפיתוח בר-קיימה בסביבה החופית והימית. **איור 1** מציג, באופן כללי, את המתודולוגיה על שלושת שלביה.



איור 1. קווים כלליים של שלושת השלבים המתודולוגיים של מסמך המדיניות לשמירת טבע במפרץ אילת.

להלן שלושת השלבים המתודולוגיים:

שלב א' – הערכת מצב שמירת הטבע במפרץ אילת – ניתוח מצב קיים

שלב א' מתמקד בהצגת המידע האקולוגי הקיים המהווה בסיס מקצועי להערכת מצב שמירת הטבע בצפון מפרץ אילת ובכלל זה – חשיבותו וייחודיותו של מפרץ אילת, אפיון בתי גידול וערכי טבע ייחודיים בתחום המפרץ, הצגת מורכבותו ותפקודן של המערכות האקולוגיות, גורמי עקה והפרעות ואיומים קיימים ועתידיים על המפרץ.

לצד אפיון המערכות האקולוגיות, מוצגת סקירה של היבטים תכנוניים והמשמעויות שלהם הנוגעות למפרץ אילת מבחינת ההגנה המוקנית לו מתוקף תכניות סטטוטוריות תקפות והערכת אזורים ימיים וחופיים מוגנים. בנוסף, ההתייחסות התכנונית כוללת סקירה וניתוח של מגמות התכנון וכיווני הפיתוח המקודמים בתחום אילת וסביבתה, כפי שידועים ומוכרים בשלב זה של הכנת המסמך, ובתוך כך ניתוח המשמעויות וההשפעות הצפויות על המערכות האקולוגיות במפרץ אילת, אם אכן ימומשו.

שלב ב' – אפיון ערכיות וממשקים בצפון מפרץ אילת

מטרת שלב זה היא לאפיין אזורים בעלי חשיבות גבוהה לשימור, לעומת אזורים בעלי רגישות נמוכה יותר, שאליהם רצוי להפנות את יוזמות הפיתוח. אפיון זה מתבצע על בסיס ניתוח הערכיות האקולוגית של בתי

הגידול בצפון מפרץ אילת, וכן על בסיס ניתוח הממשקים והפעילויות המתקיימות כיום בתחום הימי והחופי של צפון המפרץ.

על מנת להגדיר את הממשקים הרצויים במרחבים השונים, נערך ניתוח של הממשקים והפעילויות הקיימות בצפון מפרץ אילת באמצעות מטריצת שימושים הדדיים וקונפליקטים. ניתוח זה מסייע בהבנת השימושים והפעילויות אשר יכולים להתקיים במקביל (שימושים הדדיים) לעומת כאלה שלא יכולים להתקיים במקביל (קונפליקטים), כמו גם שימושים בהם צריך להחיל מגבלות מסוימות על מנת למנוע קונפליקטים. בנוסף, נערך ניתוח של הממשקים והפעילויות ביחס למאפייני היחידות האקולוגיות בצפון מפרץ אילת.

התוצר העיקרי של תהליך זה הוא מפה שמגדירה אזורים ימיים וחופיים ברמות הגנה/פיתוח שונות, כולל פירוט הרעיון שעליו מבוסס האיזור (zoning) והעקרונות המנחים לפיתוח ושימור של כל אזור. שלב ביניים זה סייע בהמשך לגבש את המלצות המרחביות לאזורים עבורם נדרש להגביר את ההגנה הסטטוטורית, אזורים בהם רצוי להחיל הנחיות ממשקיות סביבתיות בהיבטים שונים (כגון שיט ועגינה, ספורט ימי ודיג), וכן אזורים אליהם רצוי להפנות את עיקר יוזמות הפיתוח לצרכים הנדרשים.

שלב ג' – המלצות לשמירת טבע במפרץ אילת

שלב זה כולל ניתוח משוקלל של מכלול ההיבטים האקולוגיים והתכנוניים שהועלו בשלבים הקודמים אשר מהווים את המסד לגיבוש המדיניות לשמירת טבע בצפון המפרץ. מטרת שלב זה היא גיבוש קווים מנחים, עקרונות פעולה והמלצות מרחביות לשמירת טבע ופיתוח בר־קיימה במפרץ אילת. במסגרת זו, גובשו המלצות ממשקיות סביבתיות במספר נושאים אשר יהוו כלי מרחבי מנחה לפעילויות קיימות ועתידיות בתחום המפרץ באופן שימזער את השפעותיהן על הסביבה הטבעית. בנוסף, על בסיס האפיון וניתוח החשיבות והערכיות של בתי הגידול במפרץ אילת, אל מול מצב ההגנה הקיים, שלב זה נועד לגבש המלצות מרחביות הקשורות לצורך בהרחבה של שמורות טבע קיימות והוספת שמורות טבע חדשות בראש מפרץ אילת.

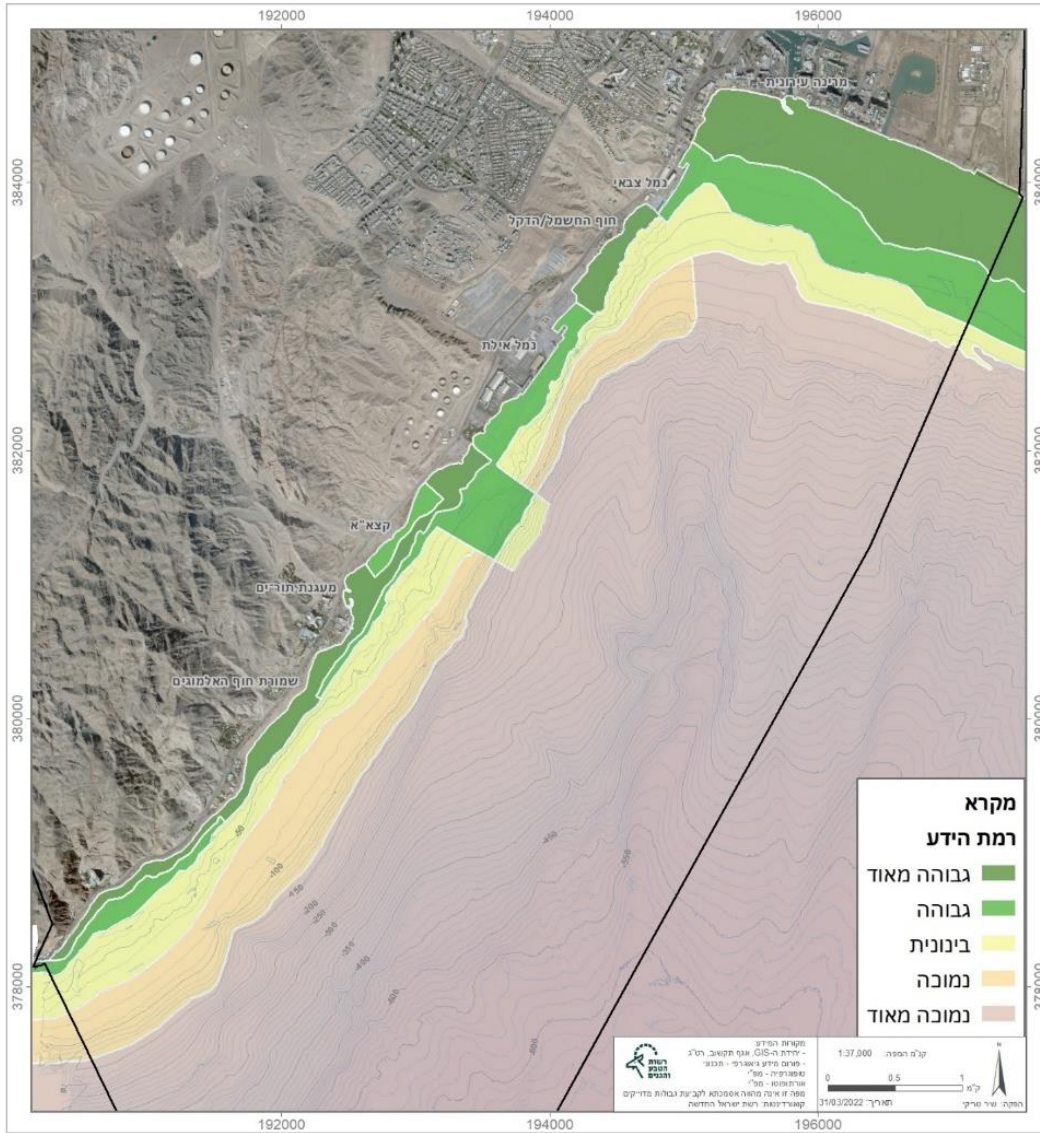
חלק א' – הערכת מצב שמירת הטבע במפרץ אילת

שלב זה מציג רקע אקולוגי על מפרץ אילת והמערכות האקולוגיות הטבעיות המצויות בו. מתוארת בו ערכיותו של מפרץ אילת ברמה הלאומית והבין-לאומית וחשיבות ההגנה עליו, המערכות האקולוגיות, בתי הגידול ומאפייניהם, ומכלול גורמי ההפרעה הקיימים שפועלים על מפרץ אילת וכן גורמי איום.

הרקע האקולוגי על מפרץ אילת שמוצג בחלק זה מבוסס על מאגרי נתונים וידע רב שהצטברו עם השנים במסגרת מחקרים וסקרים רבים שנערכו על המערכות האקולוגיות במפרץ. בנוסף, ידע רב וחשוב מאוד הצטבר מניטור אקולוגי שיטתי שמתקיים על ידי תכנית הניטור הלאומית של מפרץ אילת, מחנות אקולוגיים שעורכת רשות הטבע והגנים (רט"ג), בשיתוף מומחים מהאקדמיה בתחומים שונים, ותובנות שעלו במסגרת הניהול והממשק השוטף של רט"ג במפרץ אילת (כולל פיקוח וצלילות רבות).

יש לציין שבתחומי מפרץ אילת, נערכו סקרים ומחקרים רבים בנושא שוניות האלמוגים ובעיקר באלה הרדודות יחסית ועל כן רמת הידע הקיימת באזורים אלו גבוהה. לעומת זאת, ישנם אזורים בהם רמת הידע נמוכה יותר, בעיקר בשל עומק המים ומגבלות פיזיות נוספות וטרם עריכתו של מסמך זה נעשו מאמצים לצמצם את פערי הידע שקשורים לאזורים אלה. איור 2 מדרג את רמות הידע האקולוגי הקיימות באזורים השונים, כאשר אלו נקבעו על פי הקריטריונים הבאים:

- **גבוהה מאוד** – אזורים נגישים לצלילה ספורטיבית שנסקרים בצורה מייצגת על ידי תכניות ניטור או סקרים ייחודיים.
- **גבוהה** – אזורים נגישים לצלילה ספורטיבית שנסקרים, אך באופן לא שיטתי (במחקרים שונים, אך לא במסגרת ניטור).
- **בינונית** – אזורים נגישים לצלילה טכנית שנסקרים באופן לא שיטתי.
- **נמוכה** – אזורים נגישים ל-ROV (Remotely Operated underwater Vehicle); רכב תתימי בלתי מאויש) שנסקרים מעט יחסית ובאופן לא שיטתי.
- **נמוכה מאוד** – אזורים שכמעט ולא נאספים בהם נתונים מאזור הקרקעית, אך במקומות מסוימים נאספים נתונים הקשורים לכימיה של עמודת המים ונתונים אוקיינוגרפיים נוספים.



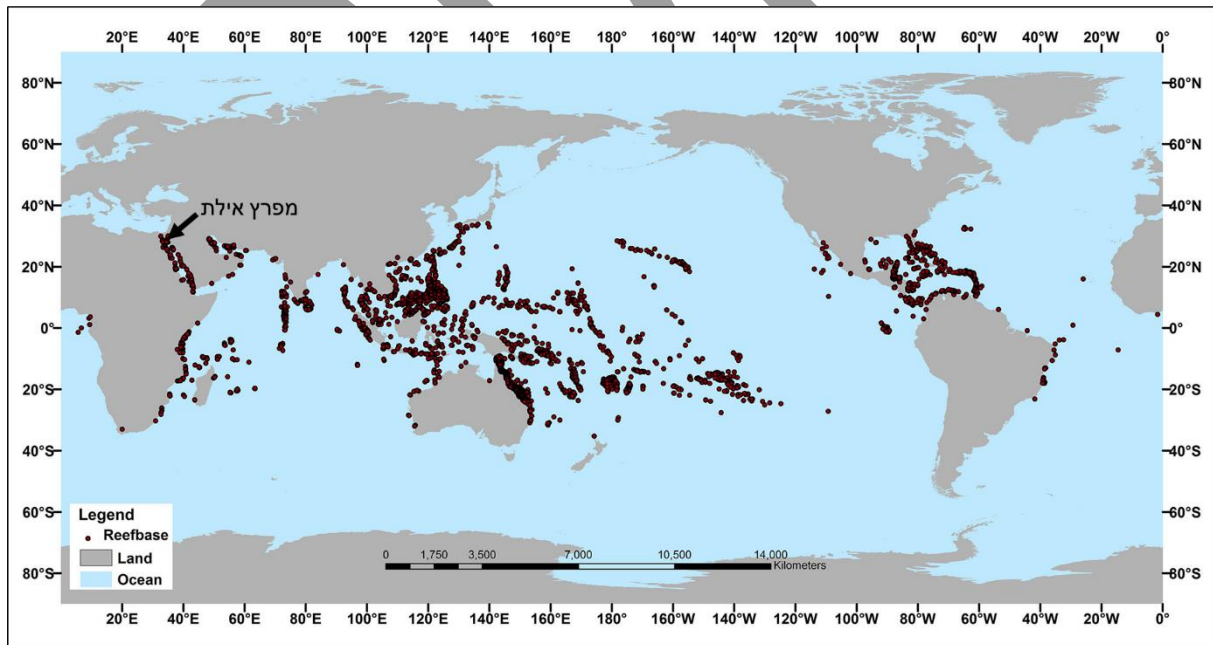
איור 2. רמת הידע האקולוגי הקיים באזורים הימיים בצפון מפרץ אילת. הקריטריונים לקביעת רמת הידע מפורטים מעלה.

ערכיות מפרץ אילת וחשיבות ההגנה עליו

מפרץ אילת מהווה משאב טבע ייחודי בעל חשיבות רבה בקנה מידה לאומי ובין-לאומי. ברמה הלאומית, זהו המקום היחיד בישראל בו ישנן שוניות אלמוגים, ואלו בעלות עושר ומגוון מינים גבוה במיוחד שאין שני לו במערכות אקולוגיות אחרות בישראל. בנוסף, העיר אילת נסמכת על מפרץ אילת ובתי הגידול הנמצאים בו למשיכת תיירים וחובבי טבע מהארץ ומרחבי העולם. תיירות זו מהווה משאב כלכלי חשוב לעיר אילת בפרט ולמדינת ישראל בכלל. בתחילת שנת 2018 נכנסה אילת לרשימת ערי המפרץ היפות בעולם, דבר המחזק את מעמדה כעיר תיירות בין-לאומית וכיעד מועדף לחופשה.

שוניות מפרץ אילת הן מהשוניות הצפוניות ביותר בעולם (איור 3). הן מצליחות להתקיים בקצה גבול התפוצה העולמי של שוניות האלמוגים בזכות התנאים הייחודיים המאפיינים את מפרץ אילת. חרף מיקומן הגיאוגרפי החרוג, שוניות אלה הן מהעשירות והמגוונות בעולם ושיעור האנדמיות בהן גבוה (

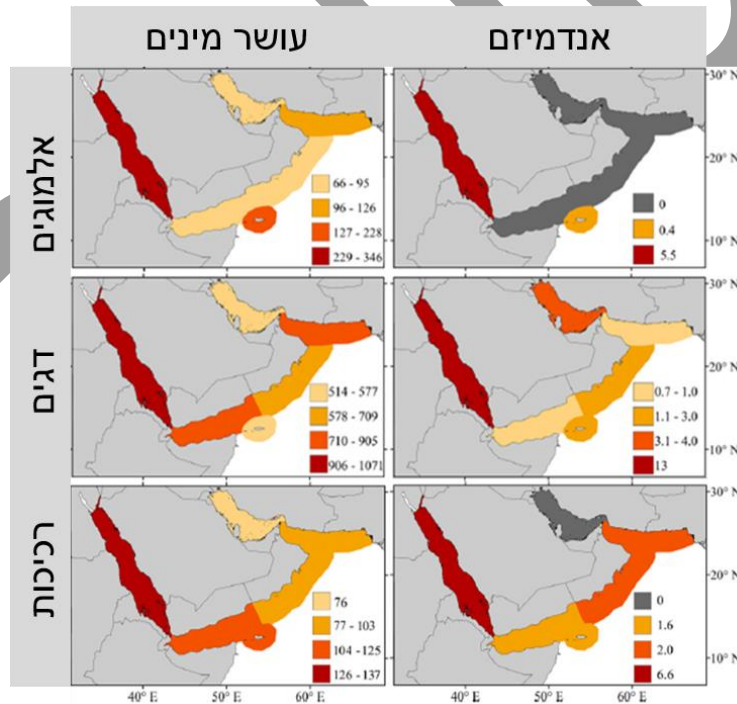
איור 4) [1-3].



איור 3. תפוצה עולמית של שוניות האלמוגים (באדום). שוניות מפרץ אילת (מסומנות בחץ) הן מהשוניות הצפוניות ביותר בעולם.

מקור - National Oceanic and Atmospheric Administration.

את מפרץ אילת סובב אזור מדברי צחיח מאוד, ללא נחלים או נהרות הזורמים באופן קבוע לים. זאת, והאובלוסייה האנושית הדלילה סביב המפרץ, גורמים לכך שכמות החומר האורגני והנוטריינטים (חומרי דשן) המוסעים מהיבשה למפרץ היא נמוכה ביותר. מאפיינים סביבתיים אלה תורמים מאוד לאיכות המים הגבוהה במפרץ ולצלילותם – הם גורמים למפרץ להיות דל מאוד בנוטריינטים (ים אוליגוטרופי) ובחומר אורגני חלקיקי. בנוסף, מיצרי טיראן (המחברים את מפרץ אילת לשאר ים סוף) ומיצרי באב אל־מנדב (המחברים בין ים סוף לאוקיינוס ההודי) אינם רק צרים, אלא גם רדודים מאוד (עומקם כ־270 ו־310 מטרים, בהתאמה). עובדה זו מאפשרת כניסה רק של מים הנמצאים בחלק העליון של עמודת המים אל תוך מפרץ אילת. שכבת מים עליונה זו מתאפיינת בטמפרטורה יחסית גבוהה (שאינה יורדת מ־21°C) ובריכוז נמוך מאוד של נוטריינטים. דלילות הנוטריינטים והחומר האורגני החלקיקי בעמודת המים, שבאים לידי ביטוי, בין היתר, בצלילותם של מי המפרץ, יחד עם הטמפרטורה היציבה יחסית של מי המפרץ, מהווים מאפיינים חשובים מאוד שאפשרו במשך השנים את התפתחותן של שוניות האלמוגים לאורך מפרץ אילת. בזכותם, שוניות האלמוגים במפרץ מרהיבות ביופיין ועשירות ומגוונות מבחינה ביולוגית, במידה שאינה מוכרת בקווי רחב דומים.



איור 4. עושר מינים ושיעור אנדמיזם גבוהים של אלמוגים, דגים ורכיכות בים האדום (כולל מפרץ אילת), ביחס לאזורים הימיים הסובבים אותו (צפון האוקיינוס ההודי, מפרץ עדן והמפרץ הפרסי). באדום – רמה גבוהה של עושר מינים/אנדמיזם. מקור – *Journal of Biogeography*,^[3] DiBattista et al. (2016).

שוניות אלמוגים רבות ברחבי העולם ניצבות בפני גורמי עקה (/גורמי הפרעה) ואיומים חמורים הנובעים מהשפעות האדם הבאות לידי ביטוי בקנה מידה מקומי, אזורי ועולמי. זיהום מי הים, ניצול יתר של משאביו (לרבות דגים), פגיעות פיסיות בשוניות ופליטת כמות גדולה של גזי חממה לאטמוספירה הביאו לכך ששוניות

אלמוגים רבות ברחבי העולם חוות התדרדרות מהירה [9-15]. האיום החמור ביותר כיום על שוניות האלמוגים הוא שינויי אקלים הנובעים מפליטת גזי חממה. איום זה פועל על פני סקאלה עולמית וצפוי לגרום להיעלמותן של רוב שוניות האלמוגים בעולם תוך 20–30 שנה כתוצאה מעליית טמפרטורת מי הים [17]. מאחר ששוניות אלמוגים רגישות מאוד לעלייה בטמפרטורת המים, מספיקה עליה של כמעלת צלזיוס אחת מעל לטמפרטורת המקסימום הממוצעת באזור מסוים שתימשך לאורך מספר שבועות, על מנת לגרום להלבנת אלמוגים (coral bleaching). זהו מצב בו האצות השיתופיות שמצויות בתוך רקמות האלמוגים נוטשות אותם. במצב רגיל, האצות מספקות לרוב מיני האלמוגים יותר מ-90% מתצרוכת האנרגיה שלהם, כך שבאירוע הלבנה האלמוגים נתונים למשבר אנרגטי חמור מכיוון שהם אינם מסוגלים להשלים את המחסור באנרגיה באמצעות לכידת מזון על ידי זרועות הציד שלהם [18-20]. אם ההלבנה מתמשכת, רוב האלמוגים מתים ואיתם עלולה להתמוטט המערכת האקולוגית העשירה המושתתת עליהם.

מחקרים שפורסמו בכתבי עת מדעיים מובילים [4-7] מראים שמפרץ אילת עשוי לשמש מפלט עולמי לשוניות אלמוגים בזכות עמידותם הגבוהה של אלמוגי המפרץ לעלייה בטמפרטורת המים. ואכן, בעוד ששוניות אלמוגים רבות ברחבי העולם מתדרדרות בקצב מהיר כתוצאה מהתחממות מתמשכת של מי הים ותופעת הלבנת האלמוגים [לדוגמה 12-14], שוניות מפרץ אילת לא חוו עד כה אירוע הלבנת אלמוגים ונמצאות במצב יציב ואף משגשגות בשנים האחרונות [8, 21].

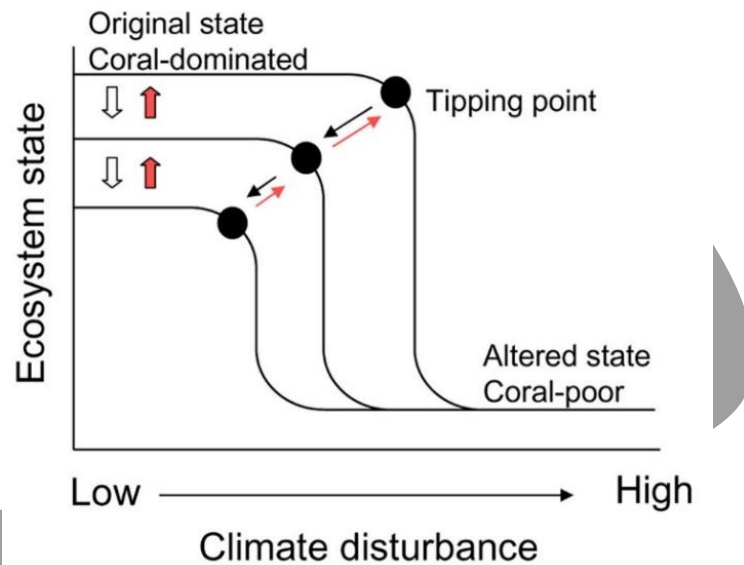
יחד עם זאת, שוניות האלמוגים רגישות מאוד לשינויים סביבתיים ורגישותן לתופעת הלבנת האלמוגים, הנגרמת בגלל משבר האקלים העולמי, מושפעת מאוד מהתנאים המקומיים והאזוריים שבהם נמצאות השוניות. ידוע כיום שרגישות האלמוגים להלבנה עולה, בין היתר, כתוצאה מ:

- זיהום מי הים בנוטריונטיים [22-25].
- זיהום מי הים בשמנים, דלקים ודטרגנטים [26].
- זיהום מי הים בקוטלי עשבים [27].
- סדימנטציה מוגברת [28].

בנוסף לגורמי הפרעה אלה, כל גורמי ההפרעה האחרים, המפורטים בהמשך מסמך זה, פוגעים במצבם הפיזיולוגי של האלמוגים ומורידים את יכולת ההתמודדות וההסתגלות שלהם לשינויים האקלימיים.

מכיוון שכך ולאור תכניות הפיתוח הרבות בראש מפרץ אילת, שוניות אילת נתונות לאיומים רבים, בנוסף להתחממות מי הים. יכולתן של שוניות אילת להתמודד עם מכלול הפרעות והאיומים הפועלים עליהן, לרבות אלה הפועלים על פני סקאלה עולמית, תלויה מאוד במאמצי השימור המקומיים (כגון שמירה על איכות המים ומניעה וצמצום של הפרעות מקומיות; ראה

איור 5).



איור 5. הקשר בין מצב המערכת האקולוגית ויכולתה להתמודד עם הפרעות המתרחשות על פני סקאלה עולמית, כגון התחממות מי הים. הפרעות מקומיות במערכות אקולוגיות פוגעות בעמידותן ויכולתן להתמודד עם הפרעות הפועלות על פני טווחים גאוגרפיים עולמיים, כלומר מקרבות את נקודת ה"קריסה" (tipping point) של המערכת, נקודה שבה שוניית אלמוגים עוברת שינוי שעלול להיות בלתי הפיך. מקור – Côté & Darling (2010) ^[16] *PLoS Biology*.

תיאור המערכות האקולוגיות בצפון מפרץ אילת

במפרץ אילת מגוון מערכות אקולוגיות ובתי גידול המקנים לו מגוון רחב של נישות אקולוגיות (איור 6). המורכבות המבנית הגבוהה של מפרץ אילת (בתוך כל מערכת אקולוגית וביניהן), היא הבסיס למורכבות הביולוגית ומגוון המינים הרב. בין המערכות האקולוגיות השונות (כגון שוניית האלמוגים, מרבדי עשבי־הים, הקרקעית החולית והים הפתוח) יחסי גומלין ותלות הדדית רבה. אם בעבר מאמצי השימור התמקדו בעיקר בשוניית האלמוגים, בגלל צבעוניותן ויופיהן, כיום ידוע ששוניית אלמוגים, אינן מתקיימות כיחידות מבודדות ואוטונומיות ועל מנת שהשוניית ימשיכו לתפקד כמערכות אקולוגיות חיוניות וערכיות, יש צורך ברור להגן

על המערכות האקולוגיות ובתי הגידול האחרים. לדוגמה, למרבדי עשב־הים השפעה רבה על חיוניותן של שוניות האלמוגים ודגי הים הפתוח [לדוגמה 29]. חשיבותן של כלל המערכות האקולוגיות לתפקודה התקין של המערכת הטבעית של המפרץ מפורטת בהמשך המסמך.



איור 6. מערכות אקולוגיות עיקריות המצויות בראש מפרץ אילת. המורכבות המבנית הגבוהה של מפרץ אילת (בתוך כל מערכת אקולוגית ובינן), היא הבסיס למורכבות הביולוגית ולמגוון המינים הרב. בין המערכות האקולוגיות ובתי הגידול השונים קיימים יחסי גומלין ותלות הדדית חזקה ומורכבת. **א-ו.ב.** האזור הפלגי והים הפתוח; **ג.** החופים ואזורי הכרית; **ד.** הקרקעית החולית; **ה.** מרבדי עשב־הים; **ו.** שוניות האלמוגים. (צילומים: אסף זבלוני).

שוניות האלמוגים

אבני היסוד של שוניות האלמוגים במפרץ אילת הם אלמוגי האבן המשקיעים במהלך חייהם שלד גירני. רב־גוניות היא מושג מפתח בעולם השוניות. צבעוניות, רב־צורניות ומגוון מינים גבוה של יצורים המקיימים ביניהם יחסי גומלין מורכבים, הופכים בית גידול זה למגוון ולמורכב ביותר על פני כדור הארץ. שוניות אלמוגים מתפתחות אך ורק בימים טרופיים, או סוב־טרופיים, בהם שוררים תנאים סביבתיים המאופיינים בשונות נמוכה של מדדים א־ביוטיים שונים (כגון טמפרטורה, מליחות, ריכוזי נוטריינטים וחומר אורגני במים, קרינה, צלילות/עכירות המים, סדימנטציה, עצמת גלים וזרמים).

לשוניות האלמוגים באילת שירותי מערכת (ecosystem services) רבים וחשובים והם כוללים, בין היתר:

- **מורכבות מבנית ומגוון ביולוגי** – בזכות מורכבותן המבנית הגבוהה, שוניות אילת מהוות hot-spot של עושר ומגוון מינים והן בית גידול המאכלס מאות מיני אלמוגי אבן ואלמוגים רכים [30], מאות מיני דגים [31] ואלפי מינים של חסרי חוליות שונים. שיעור האנדמיות במפרץ אילת גבוה במיוחד [3].
- **הגנה על החופים** – שוניות אלמוגים מהוות "שוברי גלים" טבעיים אשר מפחיתים בצורה משמעותית את עוצמת הגלים לפני הגעתם לחוף. חופים שאין לאורכם שוניות, חשופים יותר למפץ הגלים ונתונים

לשינויים חדים יותר במאזן הסדימנט.

- **מרכיב חשוב במחזור הפחמן** – שוניות אלמוגים מהוות מבלע לפחמן אטמוספרי בכך שהן מנצלות חומרים מומסים במי הים ליצירת שלדים קרבונטיים.

- **תמיכה באוכלוסיות בעלי החיים בים הפתוח** – שוניות האלמוגים תומכות באופן ישיר ובלתי ישיר באוכלוסיות בעלי החיים בים הפתוח בדרכים שונות, כגון אזורי שיחור שאליהם מגיעים בעלי חיים מהים הפתוח, לרבות מינים נודדים, אזורי מפגש לצרכי רבייה ואזורי התנקות מטפילים)

-
-

- **איור 7).**



איור 7. ברקודה ענקית (*Sphyraena barracuda*), דג טורף המצוי לרוב באזור הפלגי מגיע להתנקות בשוניות האלמוגים על ידי הנקאי האילתי (*Labroides dimidiatus*) – דג שונית המנקה דגים אחרים מטפילים ב"תחנות ניקוי" קבועות בשוניות האלמוגים. (צילום: אסף זבולוני).

- **מקור לחומרים המשמשים למחקר ביו-רפואי ולתעשיית התרופות** – בארץ ובעולם נעשה שימוש בחומרים המופקים מאצות ומבעלי חיים בשוניות האלמוגים בתעשיית התרופות ובפיתוח במחקר הרפואי [32].

- **מוקד משיכה לתיירים וחובבי טבע** – שוניות אילת מהוות מוקד משיכה לתיירים וחובבי טבע מהארץ ומרחבי העולם. תיירות זו היא משאב כלכלי חשוב ועיקרי לעיר אילת בפרט ולמדינת ישראל בכלל. המים הצלולים של מפרץ אילת, צבעוניותן ועושרן הביולוגי של שוניות האלמוגים והגישה הנוחה אליהן מהחוף, ללא צורך בשיט, הופכים את אילת ליעד אטרקטיבי במיוחד לתיירים בכלל ולתיירות צלילה בפרט.

באילת קיים מגוון רחב של סוגי שוניות אלמוגים, כאשר כל סוג מתאפיין במבנה ייחודי לו ובמורכבות שונה ולכן גם במגוון שונה של נישות אקולוגיות ומגוון ביולוגי:

- **שונית חוגרת (Reef Fringing)** – באילת קיים קטע אחד של שונית חוגרת באורך של כ-1 ק"מ שנמצא במקביל לקו החוף בתוך שמורת "ים האלמוגים" (מול שמורת "חוף האלמוגים"; ראה

-
-

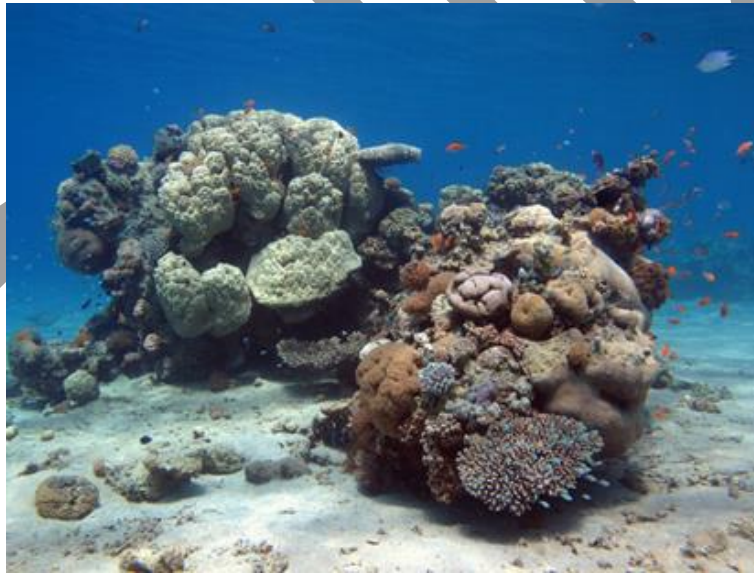
- **איור 8).**



איור 8. חלקה הדרומי של השונית החוגרת באילת שאורכה כ-1 ק"מ. השונית החוגרת מקבילה לקו החוף מול שמורת חוף האלמוגים, כאשר לגונה רדודה מפרידה בינה ובין קו החוף.

- **בלטי שונית (Knolls Reef)** – אלו הם קטעי שונית קטנים יחסית ומבודדים שגודלם יכול לנוע בין עשרות סנטימטרים (מקבץ של אלמוגים בודדים) ועד עשרות מטרים (אלפי אלמוגים). הם צפים בדרך כלל מהקרקעית החולית ונמצאים בעומקים שונים לאורך כל חופי אילת. המורכבות המבנית הרבה של בלטי השונית היא הסיבה למורכבות הביולוגית הגבוהה המאפיינת אותם (

איור 9).

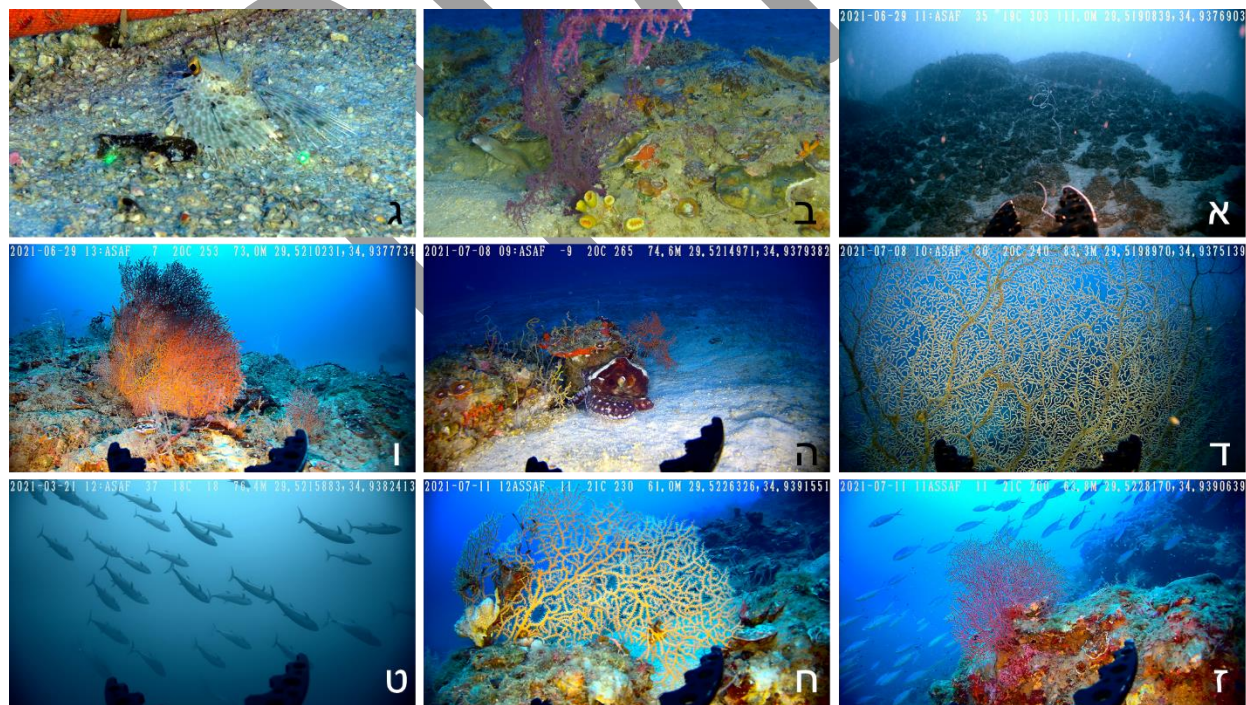


איור 9. בלט שונית ססגוני מוקף בקרקעית חולית בעומק של כ-7 מטרים באתר קצא"א. (צילום: אסף זבולוני).

- מדרון השונית (Reef Slope)** – זהו אזור רחב על מדף היבשת. במקומות בהם קיימת שונית חוגרת הוא מתחיל ממנה ונמשך עד לשוניות העמוקות. במקומות בהם אין שונית חוגרת מדרון השונית מתחיל, לעיתים, כמעט מקו החוף. במדרון השונית ניתן למצוא אזורים בהם השונית רציפה (Continuous Reef), לעומת אזורים בהם השונית כתמית/מקוטעת (Patchy Reef). באזורים בהם השונית כתמית, כיסוי האלמוגים דל מכיוון שחלק מהשטח חולי ואינו זמין להתיישבות אלמוגים, או שהוא מיושב על ידי עשבי-ים. לעומת זאת, דווקא באזורים אלה ניתן למצוא מגוון גבוה יחסית של בעלי חיים מכיוון שהשוניות הכתמיות יוצרות לעיתים מורכבות מבנית גדולה וכך גם מגוון רב של נישות אקולוגיות.

• **שוניות עמוקות** (שוניות מזופוטיות; Mesophotic Reefs) – אלו הן שוניות שהחלו להיחקר באופן אינטנסיבי רק במהלך העשור וחצי האחרונים. אחוז הכיסוי של האלמוגים בחלק מהאזורים המזופוטיים הוא רב [33] והרכב חברות האלמוגים והדגים שם שונה מאשר בשוניות הרדודות. התנאים בבית הגידול העמוק יציבים יותר מאשר בבתי הגידול הרדודים מכיוון שהוא פחות רגיש לשינויים עונתיים ויומיים וכן פחות מושפע מהפרעות אנתרופוגניות. בחלק מהעבודות המדעיות שפורסמו בנושא שוניות הים העמוק [לדוגמה 33], מניחים החוקרים שלשוניות אלה יש פוטנציאל לתמוך בשוניות הרדודות הסובלות יותר מהשינויים האקלימיים העולמיים. ההנחה היא שבמקרה של קטסטרופה אזורית במפרץ אילת, כגון אירוע מסיבי של הלבנת אלמוגים (mass coral bleaching event), אספקת צאצאים לשוניות הרדודות, החשופות יותר לאירוע כזה, יכולה להגיע משוניות הים העמוק ועם הזמן לשקם את השוניות הפגועות. לעומת זאת, קיימים מחקרים השוללים טענות אלו וסבורים כי השוניות המזופוטיות מאוימות גם הן במידה רבה על ידי עקות טבעיות ואנתרופוגניות (על אף היותן פחות נגישות לאדם), ולכן סביר שלא יוכלו לתמוך בשוניות הרדודות במקרה של קטסטרופה אזורית [34].

לצורך הרחבת מאגר הנתונים והידע המדעי בנושא השוניות המזופוטיות במפרץ אילת, במהלך ינואר 2019 ולאורך שנת 2021 (מרץ עד נובמבר) ערכה רט"ג סקרים רבים בשוניות המזופוטיות, ואף עמוק יותר, בעומקים 40–200 מ'. הסקרים נעשו באמצעות ROV (רכב תתיימי בלתי מאויש) ומטרתם היתה אפיון הקרקעית בעומקים המזופוטיים, שבמעט ואינם מוכרים לאדם. ממצאי הסקרים מלמדים על מבנה השוניות וחברות בעלי החיים בעומקים בלתי נגישים אלה. במהלך הסקרים התגלה מגוון גדול מאוד של בעלי חיים וכן כיסוי רב של שוניות גם באזורים העמוקים מאוד (עד 200 מ'). איור 10 מציג צילומים מאותם סקרים.



איור 10. שוניות מזופוטיות. א. כיסוי רב של שונית, כפי שצולם במצלמת ה-ROV (remotely operated underwater vehicle); רכב תתיימי בלתי מאויש) בעומק של כ-110 מ' מול קצא"א; ב. צלופח מגיח מקטע שונית עשיר וסגוני בעומק 70 מ' מול הגנים

היפניים; ג. דג נדיר מהמין *Dactyloptena orientalis* בעומק 73 מ' מול חוף הנסיכה; ד. אלמוג מניפה מהסוג *Gorgonia sp.* בעומק 83 מ' מול קצא"א; ה. תמנון בעומק 74 מ' מול קצא"א; ו-ח. אלמוגי מניפה גדולים; ט. להקת דגי טונה גדולה בעומק של כ-75 מ' מול קצא"א. (צילומי ROV: מארק בזנוב, עודד עזרא ואסף זבולוני).

- **שוניות מלאכותיות** – בנוסף למגוון השוניות הטבעיות המוזכרות מעלה, קיימים גם בתי גידול המכונים שוניות מלאכותיות – עצמים מלאכותיים שהוכנסו לים, במתכוון או שלא במתכוון. עצמים אלה, בהתאם לעומקם, מיקומם, החומר שמהם הם עשויים, מרחקם מהקרקעית ומורכבותם המבנית, התכנסו במשך הזמן, באופן חלקי, בבעלי חיים צמודי מצע (אלמוגים וחסרי חוליות אחרים) ומהווים מוקד משיכה גם לדגים.

- בין העצמים המלאכותיים הרבים שהוצבו במתכוון בצפון מפרץ אילת ניתן למנות את עמודי מזחי הנפט של קצא"א, כלי שיט שהוטבעו על מנת ליצור אטרקציה תיירותית (כדוגמת הסטי"ל, היתוש והסאן-בואט), ו"שונית תמר" (מבנה עשוי בטון שהוכנס כניסוי והושאר בים;

איור 11). מצד אחד, עצמים מלאכותיים אלה מעשירים את המגוון הביולוגי באזורים שבהם הם מוקמו. לעומת זאת, עלולה להיות להם השפעה שלילית ואף הרסנית על בתי הגידול הטבעיים [דוגמה 35]. הסכנות הכרוכות בהכנסת אלמנטים זרים למערכת האקולוגית הטבעית מפורטות בהמשך המסמך.



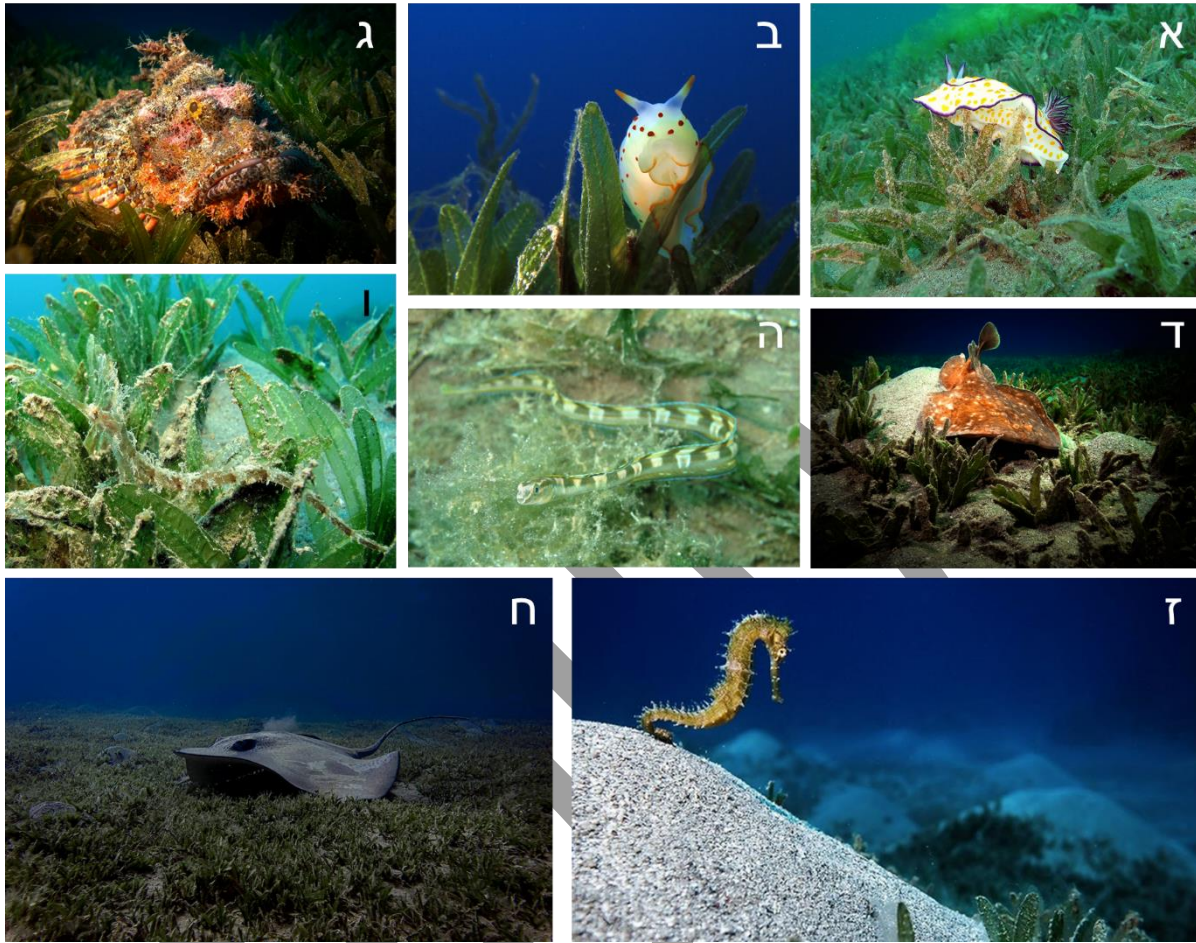
איור 11. "שונית תמר" – מבנה מלאכותי עשוי בטון וברזל שהוכנס לים בתחום שמורת טבע ומוקם באזור שבו הקרקעית חולית. על המבנה נשתלו אלמוגים רבים. (צילום: אסף זבולוני).

מרבדי עשביהים

עשביהים (Seagrasses) אינם אצות, אלא צמחי ים עילאיים בעלי פרחים הגדלים באזורים רדודים יחסית. כצמחים, לעשביהים כושר יצרנות ראשונית גבוה (כלומר יצירת חומר אורגני מחומרים אי־אורגנים באמצעות תהליך הפוטוסינתזה) וכמערכת אקולוגית, הם בעלי כושר נשיאה גבוה (כלומר יכולת תמיכה במגוון גדול של בעלי חיים). על כן, עשביהים נחשבים למיני מפתח (keystone species) המהנדסים ומשפיעים על סביבתם.

מעט מאוד מחקרים מדעיים נעשו על עשביהים באילת, על אף שההכרה בחשיבותם במקומות אחרים בעולם החלה להתגבש כבר בשנות ה־90 המוקדמות ומאז נעשים בעולם מאמצים רבים לשמור על מערכת אקולוגית חשובה זו. מחקרים מראים שקיימת תלות של מערכות אקולוגיות שכנות, כגון שוניות האלמוגים במרבדי עשביהים, ושלעשביהים שירותי מערכת רבים וחשובים^[36], כגון:

- מורכבות מבנית ומגוון ביולוגי** – בהיותם מינים "מהנדסי סביבה", עשביהים מגדילים באופן משמעותי את המורכבות המבנית של בית הגידול החולי בו הם צומחים. מתחת לפני הקרקעית, עשביהים יוצרים מערכת מסועפת של שורשים אשר מהווים בית גידול ליצורים שוכני קרקעית. מעל לפני הקרקעית, העלים מהווים מסתור ו/או מזון לבעלי חיים רבים (איור 12). במרבדי עשביהים ניתן להבחין בבעלי חיים ייחודיים לאזור זה אשר כמעט ואינם נראים בשוניות האלמוגים או במערכות אקולוגיות ימיות אחרות (איור 12ה'ז'), לרבות בטאים (איור 12ד'ו־ח'). מרבדי עשביהים נחשבים גם כבתי אמנה (nursery grounds) – אזורים בהם מיני בעלי חיים מעבירים את השלבים הראשוניים של חייהם ולאחר מכן נפוצים למערכות אקולוגיות שכנות, כגון הים הפתוח ושוניות האלמוגים.



איור 12. בעלי חיים, חלקם נדירים באילת, שנצפו במרבדי עשביהים בחוף הצפוני של אילת. א. ו.ב. חשופיות זוחלות על מרבד צפוף של עשביהים; ג. אבנון מגושם (*Synanceia verrucosa*); ד. חשמלן פרסי (*Torpedo sinuspersici*); ה. Snake Blenny; ו. *Xiphias setifer*; ז. סוסון ים על תלולית; ח. בטאי מהמין טריגון נקוד (*Himantura uarnak*) נובר במרבדי עשביהים שמול חוף הדתיים בחוף הצפוני של אילת. (צילומים: עמרי עומסי).

- **קיבוע פחמן** – בזכות תהליך הפוטוסינתזה, לוקחים עשביהים חלק משמעותי במחזור הפחמן באוקיאנוסים. הם סופחים כמויות אדירות של פחמן דו-חמצני (CO_2) ובכך תורמים לוויסות כמות הפחמן הדו-חמצני בים ובאטמוספירה ולוויסות חומציות מי הים. מכיון שהחמצת מי הים מהווה גורם המגביר את רגישות האלמוגים להלבנה, הרי שעשביהים, בכך שהם מווסתים את החומציות, תורמים לעמידותן של שוניות האלמוגים בעידן השינויים האקלימיים.
- **ספיחת נוטריינטים ושמירה על איכות וצלילות המים** – מרבדי עשביהים מהווים מבלע (sink) לנוטריינטים המגיעים לסביבה הימית. כאמור, מפרץ אילת הינו ים אוליגוטרופי (עני בנוטריינטים ובחומר אורגני חלקיקי). עלייה בכמות הנוטריינטים במפרץ עלולה לגרום לפריחות מסיביות של אצות ובכך לפגוע בשוניות האלמוגים ובצלילות המים. על כן, יכולת הספיחה הגבוהה של נוטריינטים על ידי עשביהים תורמת לאיכות המים ובכך מגינה על השוניות.
- **שמירה על סביבה בריאה יותר** – עשביהים מפחיתים את החשיפה לחיידקים מחוללי מחלות באדם,

בדגים ובחסרי חוליות [37].

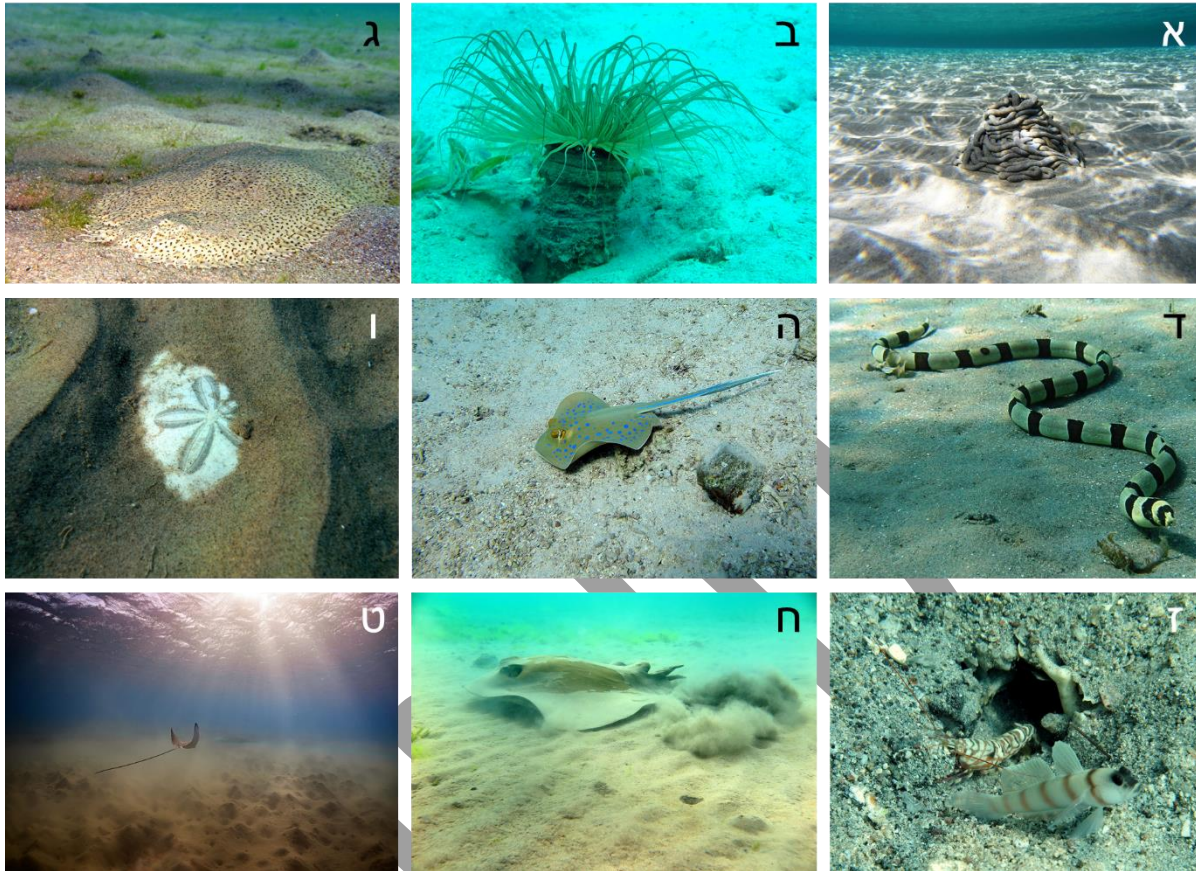
- **מקור לחומרים המשמשים לתעשיית התרופות ומחקר ביורפואי** – בעולם נעשה שימוש בחומרים המופקים מעשבי־ים בתעשיית התרופות ובפיתוח במחקר ביורפואי [לדוגמה 38].
- **תיירות** – במקומות רבים בעולם, כגון בים הקריבי, באוסטרליה ובפיליפינים, מועדוני הצלילה המקומיים מובילים צוללים ומשנורקלים לבקר ולהתרשם ממגוון מיני בעלי החיים המצויים במרבדי עשבי־ים.

עשבי־ים באילת נמצאים בעיקר במקומות בהם הקרקעית חולית ושיפוע המדרון מתון יחסית. אזור נרחב כזה מצוי בחוף הצפוני של אילת, אך קיימים גם אזורים בחוף הדרומי. מין עשבי־ים המצוי באזורנו הינו ימון הקשקשים (*Halophila stipulacea*). בחוף הצפוני ניתן למצוא מרבדים גדולים וצפופים כאשר הם מתחילים להופיע מעומקים של כ־4 מטרים, אך את האזורים המרשימים והצפופים יותר ניתן למצוא בעומקים הנעים בין 8 ועד 30 מטרים (איור 12א'). מרבדי עשבי־ים מול החוף הצפוני של אילת רחבים ועשירים יותר מאשר המרבדים הנמצאים בחופים הדרומיים של אילת. בשנים האחרונות מרבדי עשבי־ים באילת הולכים ומתרחבים ועשבי־ים נראה בהם בריא יותר מאשר בשנים עברו. בין היתר, עשבי־ים שבו וכיסו את הקרקעית במקומות בהם היו כלובי הדגים בחוף הצפוני עד 2008. כלובי הדגים גרמו להצטברות גדולה מאוד של חומר אורגני על קרקעית הים ויצרו שם סביבה אנוקסית [39]. עם הוצאת כלובי הדגים מהחוף הצפוני השתקמו עשבי־ים באזור.

לצורך הרחבת מאגר הנתונים והידע בנושא תפוצתו של ימון הקשקשים בחוף הצפוני, ערכה רט"ג בחודשים אוקטובר–דצמבר 2021 סקרים נרחבים בצלילה ובאמצעות ROV. בסקרים נראו מרבדים מרשימים מאוד לאורך רובו של החוף הצפוני עם קרחות סביב עצמים מלאכותיים (כגון ספינה ורכבים טבועים) וכן במוצא תעלת הקינט, שם ניכרת פריחה של אצות הדוחקות ותופסות את מיקומם של עשבי־ים.

הקרקעית החולית

אזורי הקרקעית החולית כוללים סביבות שבהן קרקעית הים מורכבת מסדימנט דק־גרגר ("קרקעית רכה"). המגוון הביולוגי באזורים אלה משתנה בהתאם לעומק, מידת החשיפה לקרינה שמושפעת בין היתר מצלילות/עכירות המים, טמפרטורה, גודל גרגרי הסדימנט והרכבם, ועומס הנוטריינטים והחומר האורגני החלקיקי בסביבתם. בתי גידול אלה מאוכלסים לרוב על ידי בעלי חיים המסוגלים להתחפר בחול, או לבנות שם את ביתם, כגון תולעים, חלזונות, צדפות, שושנות־ים, דגים ממינים שונים, קיפודי ים מתחפרים, כדוגמת ה־sand dollar, וסרטנים (איור 13).



איור 13. בעלי חיים המצויים בקרקעית החולית. א. סימני התחפרות של תולעת מהמין *Ptychodera flava* (צילום: אסף זבולוני); ב. שושנת ים מהסוג *Cerianthus* שוכנת בתוך צינור רירי הנעוץ בחול (צילום: אסף זבולוני); ג. דג ממשפחת הסנדליים (צילום: אסף זבולוני); ד. צלופח מהמין *Myrichthys colubrinus* (צילום: אסף זבולוני); ה. בטאי מהמין מחבטן הספירים (*Taeniura lymma*) (צילום: אסף זבולוני); ו. קיפוד ים אי-רגלרי (sand dollar) (צילום: אסף זבולוני); ז. דג מהמין *Amblyeleotris steinitzi* שחי בסימביוזה עם סרטן בתוך מחילה שנחפרת על ידי הסרטן (צילום: אסף זבולוני); ח. טריגון כנוף-זנב (*Pastinachus sephen*) נובר בקרקעית החולית שבחוף הצפוני (צילום: אסף זבולוני); ט. עטלף ים שוחה מעל הקרקעית החולית בחוף הצפוני (צילום: עמרי עומסי).

מכיוון שהמורכבות המבנית של אזורי הקרקעית החולית נמוכה יחסית, גם המגוון הביולוגי בבית גידול זה נמוך יחסית, נמוך מאשר בשוניות האלמוגים, או במקומות בהם התפתחו מרבדי עשבים, אך גבוה בהרבה מהנראה לעיין מאחר ורבים מהיצורים באזור זה מוסווים היטב, או מחופרים בקרקעית. לבית גידול זה חשיבות רבה בהיותו רכיב בתהליך מחזור החומר האורגני בכלל המערכת הטבעית. באזורי הקרקעית החולית מתקיים פירוק מיקרוביאלי של חומרים אורגניים אשר מושבים לאחר הפירוק לאזורי השוניות ואזורי הים הפתוח כמולקולות זמינות ליצרנים.

האזורים החוליים ידועים גם כאזורי שיחור של דגים, לרבות בטאים, הנוברים בחול על מנת לאתר בו חסרי חוליות המהווים את מזונם, כגון מחבטן הספירים (*Taeniura lymma*), עטלפי הים (*Aetobatus narinari*) ודגים בעלי יכולת הסוואה המותאמת לקרקעית החולית, כגון דגים ממשפחת הסולייטניים, או הסנדליים (איור 13).

האזור הפלגי והים הפתוח

האזור הפלגי כולל את כל עמודת המים (האזור שמעל לקרקעית הים). הוא מהווה בית גידול שבו מגוון בעלי החיים משתנה, בין היתר, בהתאם לעומק, תאורה, המרחק מקרקעית הים ופני המים, הקרבה לאזור החופי, כמות החומר האורגני החלקיקי וריכוזי הנוטריינטים המומסים. באזור הפלגי מצויים בעלי חיים ממגוון רב של מינים ומסקאלה רחבה מאוד של גדלים, החל מהיצורים הפלנקטונים המהווים את בסיס מארג המזון, דרך דיונונים, דגים טורפים, בטאים, צבים, יונקים ימיים וכרישים, לרבות כרישי הלווייתן המבקרים באילת באופן קבוע במהלך נדידתם (איור 14). עמודת המים בצפון מפרץ אילת מנוטרת מבחינת איכות המים והרכבם הכימי. לעומת זאת, מעט יחסית ידוע על הרכב בעלי החיים המאכלסים אזור זה.

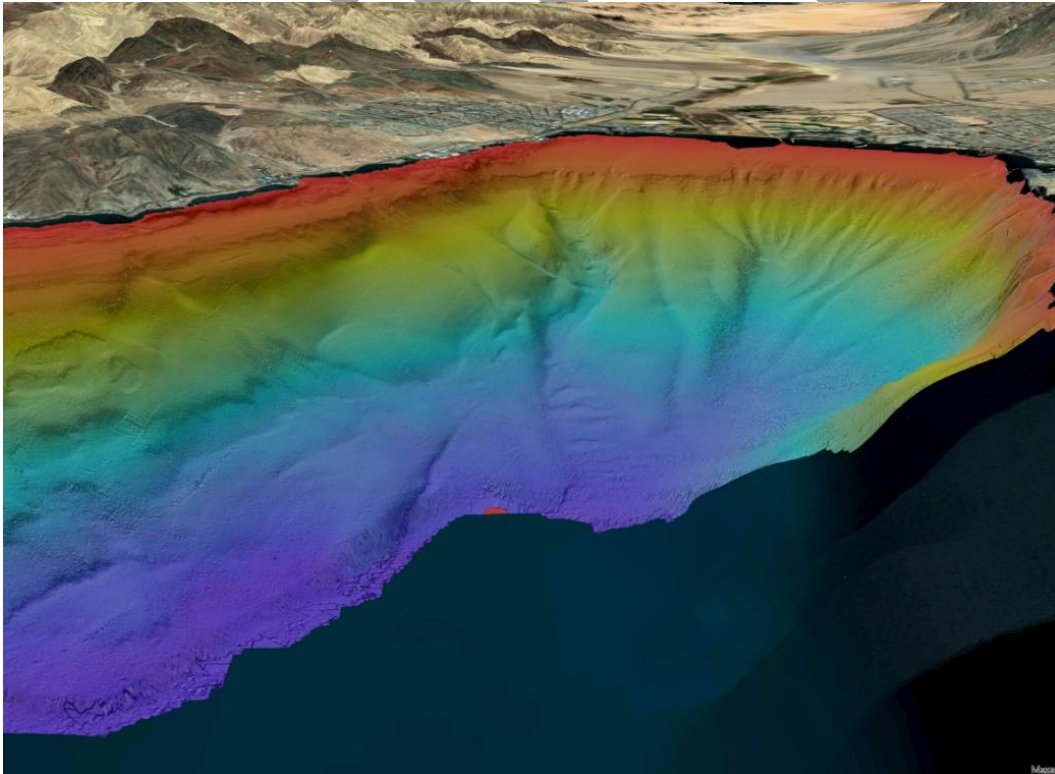


איור 14. אורחים מזדמנים באזור הפלגי בראש מפרץ אילת. א. כריש לווייתן; ב. מנטה ענקית (*Mobula birostris*). (צילומים: עמרי עומסי).

אזורי הקרקעית העמוקה

מעט מאוד ידוע על אזורי הקרקעית העמוקה במפרץ אילת. סקרים וויזואליים שנעשו עד כה באזורים העמוקים באמצעות ROV הגיעו עד לעומקים של כ-250 מ', על אף שקרקעית הים בתחום המים הריבוניים של מדינת ישראל מגיעה לעומק של כ-750 מ'. בסקרים שערכה רשות הטבע והגנים במהלך 2021, באמצעות ROV שמוגבל לעומקים של עד כ-250 מ', נמצאו שוניות מעבר לעומקים המזופוטיים. קטעי שונית משמעותיים נמצאו מול חוף קצא"א עד לעומק של כ-200 מ'. ייתכן מאוד שתשתית השונית בעומקים אלה אינה נסמכת על שלדי אלמוגי האבן (כפי שמוכר מהאזורים הרדודים) ושמדובר בשונית קדומה שנבנתה בעידני קרח, אז מפלס הים היה נמוך בכ-100-120 מ' מהמפלס כיום. המעט שידוע מהאזורים העמוקים הוא מרשתות דיג שהושלכו לאזורים אלה ומפריקט של מיפוי בתימטרי של קרקעית הים בראש מפרץ אילת שנעשה ב-2006 באמצעות סונאר רב-קרן (multibeam sonar) [?40?]. מחקרי דיג הראו שבאזורים אלה מצויה אוכלוסייה מרשימה של כרישי מעמקים מהמין *Iago omanensis* [?41?] והמיפוי הבתימטרי הראה שני קניונים עמוקים ומרשימים מבחינה מורפולוגית, אחד שמתחיל בפינה הצפון מערבית של המפרץ ומעמיק דרומה והשני מול חוף המגדלור שבחוף הדרומי שמעמיק מזרחה (

איור 15). קניונים תת ימיים, בזכות המורפולוגיה המורכבת ומשטרי הזרימה שמאפיינים אותם, נחשבים כ"מבני מפתח" שתומכים במגוון רב של אורגניזמים ומספקים שירותי מערכת רבים ומגוונים [?42?].



איור 15. מפה בתימטרית של צפון מפרץ אילת ובה מסומנים בתוך פוליגונים שחורים שני קניונים עמוקים בעלי מורכבות מורפולוגית גבוהה. מקור – Sade et al. (2006) [?40?] להוסיף שם מגזין.

אזור הקרית

נהוג לחלק את רצועת החוף לאזורי משנה, על פי מיקומה של חגורת החוף יחסית למי הים. האזור העליון נקרא על־כרית, משום שהוא נמצא גבוה, מחוץ לטווח השפעתן של תנודות הגאות והשפל. אזור זה אינו מתכסה או נשטף על ידי מי הים, מלבד בסערות. במיוחד באילת, הוא נתון לתנאים קיצוניים מכיוון שהוא נחשף לקרינת שמש חזקה, ליובש ולטמפרטורות קיצוניות.

האזור הגובל בו מתחתיו הוא אזור הכרית. אזור זה נתון להשפעת שינויי הגאות והשפל. בעת גאות הוא מתכסה במים, ואילו בעת שפל הוא נחשף לאוויר. גם באזור זה יש שינויים קיצוניים – אידיי מוגבר מעלה בצורה קיצונית את המליחות בבריכות שאריתיות ומשרעת הטמפרטורה שם גבוהה במיוחד גם בטווח זמן יממתי וגם בטווח זמן עונתי. במהלך שעות היום עולה הטמפרטורה ובלילה היא יורדת וההבדלים העונתיים בטמפרטורה יכולים להיות גדולים מאוד.

האזור התחתון ביותר נקרא אזור התת־כרית. בדומה לאזור העל־כרית, גם אזור זה אינו נמצא בטווח ההשפעה המידי של הגאות והשפל, אלא שהוא מכוסה במי הים כל ימות השנה, והתנאים בו יציבים יותר. בגלל החיגור המתואר מעלה, מגוון הנישות האקולוגיות באזור הכרית רב, דבר המאפשר מגוון רב של בעלי חיים אשר חלקם עברו במהלך האבולוציה התאמות הדרושות לחיים באזור קיצוני זה. מגוון בעלי החיים המצויים באזור הכרית שונה בצורה משמעותית בהתאם לסוג המצע. החוף הצפוני של אילת הוא חולי ולכן ניתן למצוא באזור העל־כרית, בסמוך לגבול עם ירדן, את סרטני החולון (איור 16). סרטנים אלה חיים במחילות אותן הם חופרים בחוף החולי, המגיעות עד לאזור הלח של החול. המחילות מעניקות להם הגנה מפני טורפים, קרינה חזקה, יובש וטמפרטורות גבוהות והם יוצאים לשחר מזון באזור המפגש בין הים והחוף. מין זה נדיר באילת בגלל שבכל החופים החוליים כמעט, מחילותיהם של החולונים נרמסים על ידי המבקרים בחוף. בסמוך לגבול עם ירדן, סרטני החולון מהמין *Ocypoda saratan* הצליחו לשרוד מכיוון שזהו שטח צבאי סגור שהציבור אינו יכול להיכנס אליו, אך גם בשטח זה, מתבצעת מידי פעם פעילות אינטנסיבית של חיל הים על החוף ופוגעת במחילות הסרטנים. באזור הכרית בחוף הצפוני ניתן למצוא את קווצי העור, לרבות קיפודי הקטפן ונחשוני הים, המשנים את מיקומם בהתאם למחזור הגאות.



איור 16. סרטני חולון מהמין *Ocypode saratan* בחוף הצפוני באילת. **א.** מחוץ למחילה, תר אחר מזון בחוף הצפוני של אילת; **ב.** מחילת הסרטן חפורה לעומק החוף החולי; **ג.** שטח צבאי סגור בחוף הצפוני של אילת, שטח המחיה האחרון של אוכלוסיית סרטן החולון בישראל. (צילומים: אסף זבולוני).

אזור הכרית בחופים הדרומיים של אילת מאופיין במצע סלעי שנקרא סלע־חוף (beachrock; איור 17). סלע החוף נוצר מליכוד של אבנים ושלדי בעלי חיים ימיים (בעיקר אלמוגים, צדפות וחלזונות). הוא מהווה בית

גידול מורכב יותר מהאזור החולי ובגלל מורכבותו המבנית ניתן למצוא בו מגוון רב של בעלי חיים שעברו התאמות לתנאים המשתנים באזור זה, כגון זנקן הסלעים (*Alticus kirkii magnusi*), דג ממשפחת הקרנוניים המסוגל לשהות מחוץ למים ולקפץ על פני האזור הסלעי, נחשוניים, סרטנים, מגוון רב של רכיכות, לרבות כיטונים, צלחיות ויסדוקים. חופים שלא היו נגישים לציבור במשך זמן רב נפתחים לאחרונה לקהל המבקרים (לדוגמה, חוף קצא"א), והפעילות המתחדשת בהם עלולה לסכן את בתי הגידול באזור הכרית.

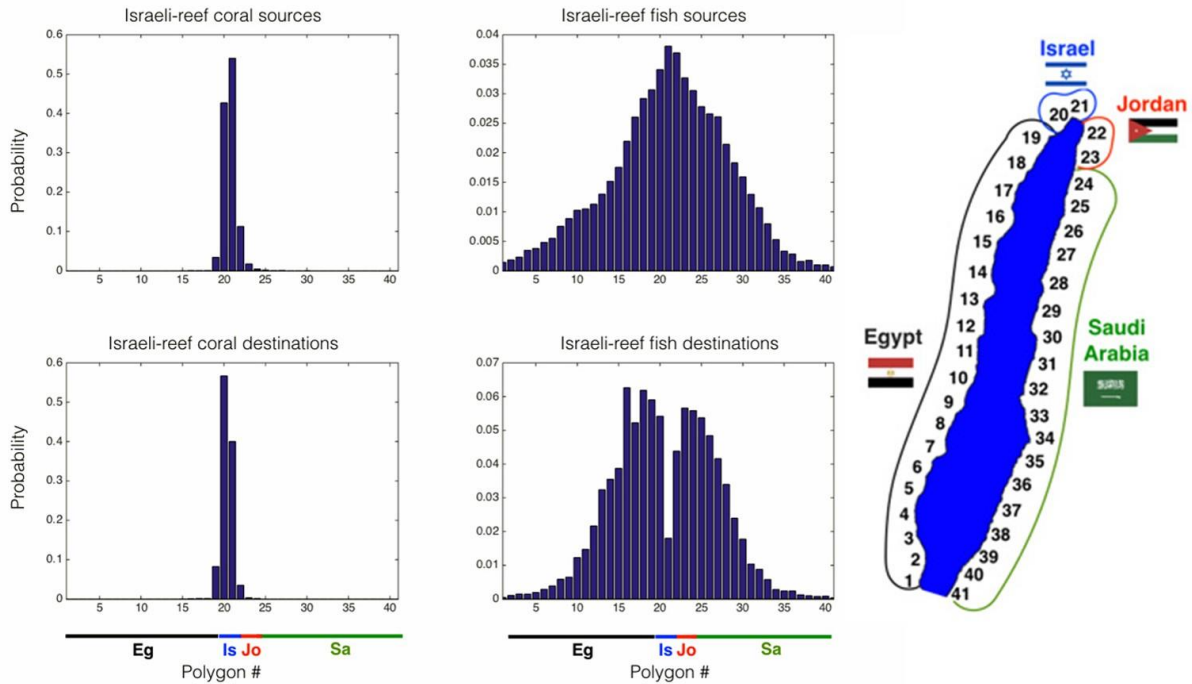


איור 17. סלע חוף (beachrock). א. סלע חוף רחב מול מזח נמל הנפט – קצא"א; ב. שלד של אלמוג שהתלכד בסלע החוף; ג. דג מהמין זנקן הסלעים (*Alticus kirkii magnusi*) משחר לטרף על סלע החוף; ד. רכיכה ממחלקת הכיטונאים (*Amphineura*) רועה אצות על סלע החוף. (צילומים: אסף זבולוני).

קישוריות בין אוכלוסיות

בנוסף ליחסי הגומלין בין המערכות האקולוגיות השונות המוזכרים מעלה, קישוריות (connectivity) הינה מילת מפתח באקולוגיה ימית, מאחר שבסביבה זו אוכלוסיות שונות תלויות זו בזו. קישוריות היא מידת הקישור בין אוכלוסיות הנמצאות באזורים שונים מבחינת תחלופת תוצרי רבייה.

"מודל ביופיזיקאלי לקישוריות והפצה לרוולית במפרץ עקבה/אילת" שפותח על ידי ברנשטיין ועמיתיו [40] בחן את הקישוריות בין פוליגונים (כלומר מקטעי שונית) אחידים בגודלם המתפרסים בצורה אחידה לאורך חופי מפרץ אילת (הפוליגונים ממוספרים ומפורטים באיור 18). תוצאות המודל מראות שהפצה לרוולית של דגים ואלמוגים נעשית למרחקים ארוכים יחסית (41 ± 28 ק"מ בממוצע ו- 9 ± 13 ק"מ בממוצע, בהתאמה). על כן, כל פגיעה שנעשית באתרי המקור (source), הנמצאים במעלה הזרם, תשפיע כמובן על אתרי המשקע (sink/destination) הנמצאים במורד הזרם. באופן דומה, הגנה על אתרי מקור תורמת בצורה עקיפה לאתרי המשקע.



איור 18. שוניות מקור ושוניות משקע (sources & destinations; שני גרפים עליונים ושני גרפים תחתונים, בהתאמה) של דגים ואלמוגים (שני גרפים ימניים ושני גרפים שמאליים, בהתאמה) עבור השוניות הישראליות במפרץ אילת (פוליגונים מספר 20 ו-21; ראה טקסט). (Eg); (Israel) Is; (Jordan) Jo; (Saudi Arabia) Sa. מקור – ברנשטיין ועמיתיו (2017) [40].

גורמי הפרעה במפרץ אילת

בתי גידול ימיים בעולם חשופים לגורמי הפרעה רבים ומגוונים. חלק מגורמי ההפרעה פועלים על פני סקאלה עולמית וחלקם פועלים על פני סקאלה אזורית, או מקומית. יש לציין שחלק מגורמי ההפרעה הם טבעיים (כגון אירועי שפל קיצוניים, סערות, שיטפונות וטמפרטורות חריגות) והמערכת האקולוגית במפרץ אילת מורגלת אליהם כבר אלפי שנים, אך עוצמתם עלולה להיות מושפעת בגלל שינויים אקלימיים עולמיים שמקורם באדם. בנוסף, חלק מגורמי ההפרעה הם ממקור אנתרופוגני (מעשה ידי האדם) מובהק, כגון זיהומים שונים, ועם אלה המערכת האקולוגית מתקשה יותר להתמודד. להלן פירוט גורמי ההפרעה העיקריים במפרץ אילת:

זיהום מי הים וירידה באיכות המים

מי הים מהווים מדיום שדרכו מוסעים חומרים באמצעות זרמי הים בין בתי הגידול השונים. בין היתר, מוסעים באמצעות מי הים צאצאים (לרות, פלנולות) וחומרי מזון, אך זהו גם מדיום שדרכו מוסעים מזהמים. על כן, שמירה על איכות המים חשובה מאוד על מנת להגן על בתי הגידול הימיים. בין גורמי הזיהום המגיעים אל מפרץ אילת ניתן למנות:

- העשרה/זיהום בנוטריינטים (אאוטריפיקציה) ובחומר אורגני – באופן טבעי, מפרץ אילת הוא ים עני מאוד בנוטריינטים (ים אוליגוטרופי) בזכות הסביבה המדברית המקיפה אותו ובה הסעה מועטה מאוד של

חומרים מהיבשה לים (בניגוד לאזורים טרופיים בהם נהרות ונחלים מסייעים כמויות גדולות של חומר אורגני ונוטריינטים אל הים). בנוסף, בזכות המייצרים הרדודים, המים הנכנסים למפרץ אילת מים־סוף ומהאוקיינוס ההודי הם מהחלק העליון של עמודת המים ולהם ריכוזים נמוכים מאוד של נוטריינטים (בניגוד למי העומק).

אופיו האולוגוטרופי של מפרץ אילת הוא תנאי הכרחי לקיומן של שוניות האלמוגים במפרץ, ובזכותו צלילותם יוצאת הדופן של מי מפרץ אילת. עם זאת, לנוכחות האנושית השפעה גדולה על מאזן הנוטריינטים במפרץ. בעבר, הביוב של העיר אילת הוזרם לים והעשיר את הים בנוטריינטים ובחומר אורגני ובנוסף, כלובי הדגים בחוף הצפוני היוו מקור משמעותי לנוטריינטים וחומר אורגני שהגיעו למערכות האקולוגיות באילת. כיום, הביוב כבר אינו מוזרם לים וכלובי הדגים הוצאו ממפרץ אילת, אך קיימים מקורות זיהום נוספים המזרימים מים עשירים בנוטריינטים למי המפרץ. המקור העיקרי כיום לאורך חופי אילת הוא תעלת הקינט המנקזת חמישה מפעלים ומזרימה לצפון המפרץ תמלחות באיכות נמוכה (איור 19) המתאפיינות, בין היתר, בריכוז גבוה של נוטריינטים, גבוה בהרבה מהריכוז הקיים בים. תעלת הקינט גם מנקזת שיטפונות מהאזורים החקלאיים בערבה, המהווים גם הם מקור להעשרה בנוטריינטים. בנוסף לתעלת הקינט, ישנן הזרמות ידועות נוספות, קטנות יותר, של מים עשירים בנוטריינטים למפרץ. למשל, הזרמות מהמצפה התת ימי המחזיר למפרץ אילת את המים ששימשו לתצוגות הימיות, או מים המגיעים מאזורים של גיבון ודישון אינטנסיבי לאורך החוף.



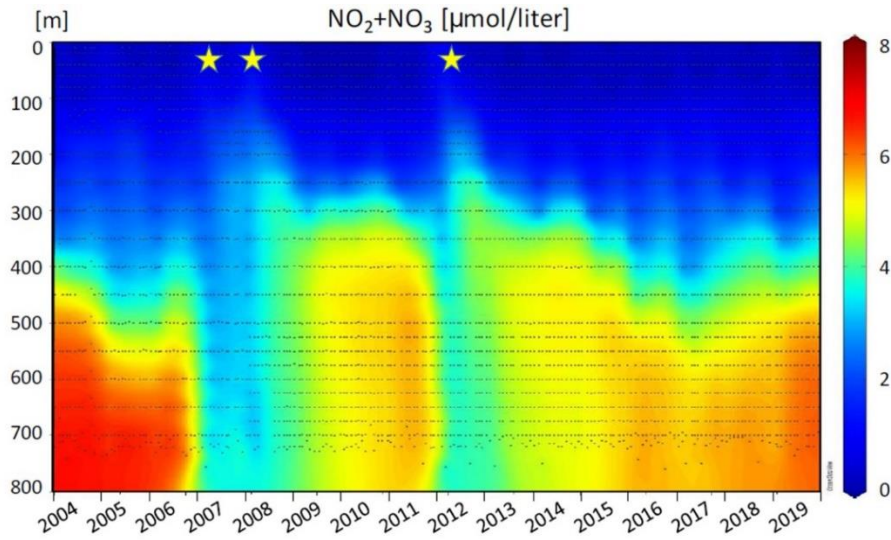
איור 19. שפך תעלת הקינט בחוף הצפוני של העיר אילת. תעלה זו מנקזת מי פלט מחמישה מפעלים בחוף הצפוני של אילת ומי שיטפונות העוברים דרך אזורים חקלאיים בערבה. **א.** אי צף של אצות במוצא הקינט שמוסעות לים. המים הזורמים לים עשירים בחומר אורגני ובנוטריינטים והתעלה מהווה בית גידול למיני אצות ודגים אשר אינם קיימים באופן טבעי במפרץ אילת (כגון דגי אמנון); **ב.** פריחות של אצות בשפך תעלת הקינט ממבט־על; **ג.** כיסוי חוף הים הסמוך לשפך הקינט באצות שנפלטו מהתעלה לים. (צילומים: אסף זבולוני).

- להעשרת מי המפרץ בנוטריינטים השפעה על האיזון העדין שבין אלמוגים ואצות. אחת התופעות המשמעותיות שמייחדות את מפרץ אילת היא ערבוב עונתי עמוק יחסית של עמודת המים. בכל חורף שכבת המים העליונה מתקררת, דבר המעלה את צפיפותה וגורם לערבוב עונתי של עמודת המים. עומק הערבוב תלוי במידת ההתקררות של השכבה העליונה, ואחת לכמה שנים, כאשר הטמפרטורות נמוכות מהרגיל, עומק הערבוב גדול במיוחד ויכול להגיע עד לקרקעית הים. ערבוב עמוק מעלה לשכבה העליונה, המוארת, מי עומק המכילים כמות גדולה של נוטריינטים אשר נצברו שם במשך הזמן עקב שקיעה ופירוק של חומר אורגני)

- **איור 20).** מחד, זהו אחד ה"מנועים" החשובים של היצרנות הראשונית במפרץ אילת, מאחר שהנוטריינטים העולים מעלה, לאזור המואר, הופכים זמינים להתפתחות אצות, המהוות את בסיס מארג המזון. מאידך, כאשר מצטברות כמויות גדולות של נוטריינטים במי העומק, בגלל תוספת של נוטריינטים ממקור אנתרופוגני, פריחת האצות יכולה להיות מאוד מסיבית ולאיים על קיומם של בתי הגידול השונים. שוניות האלמוגים רגישות במיוחד לפריחת מסיבית של אצות (ראו, לדוגמה,

- **איור 21).** כיסוי האצות עלול לחנוק את אלמוגי השונית ולגרום למותם ומכאן נובע הצורך למנוע מצב של העשרה בנוטריינטים אשר נותנת לאצות יתרון תחרותי על פני אלמוגים. יש לציין שהעשרה בנוטריינטים אינה רק בעיה מקומית, אלא בעיה מערכתית שפועלת על טווח גיאוגרפי אזורי. בנוסף, העשרה מקומית כרונית בנוטריינטים המוסעים לים דרך תעלת הקינט גורמת גם לפגיעה מקומית במרבדי עשבי־הים בחוף הצפוני. אמנם גם עשבי־הים צורכים נוטריינטים, אך כאשר ריכוז הנוטריינטים גבוה מריכוזו במערכת הטבעית, לאצות יש יתרון תחרותי גם על פני עשבי־הים והן גדלות על מרבדי עשבי־הים ודוחקות אותם מהאזור המועשר)

איור 22).

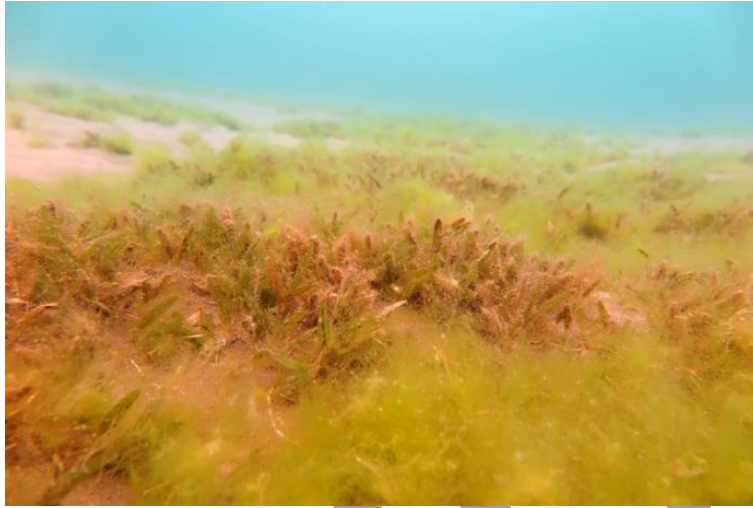


איור 20. ריכוזי החנקן המחומצן ($TON=NO_3+NO_2$) בעמודת המים. הציר האנכי מביטא את העומק והציר האופקי את הזמן (שנים 2019–2004). הצבעים החמים מייצגים ריכוזים גבוהים והצבעים הקרים ריכוזים נמוכים. השנים שבהן ערבוב עמודת המים היה עמוק במיוחד מסומנות בכוכב צהוב. ניתן לראות שמצבור הנוטריינטים במי העומק הולך ועולה עם הזמן עד לערבוב העמוק, אז הם מוסעים מעלה, לחלק העליון והמואר של עמודת המים (מעל לעומק הפוטי), ונצרכים על ידי האצות. מקור - דו"ח התכנית הלאומית לניטור מפרץ אילת^[8].



איור 21. אלמוגי שמורת חוף האלמוגים מכוסים במעטה של אצות כתוצאה מערבוב עמוק של עמודת המים והסעה של נוטריינטים ממי העומק לאזור המואר. עוצמת הפריחה תלויה, בין היתר, בכמות הנוטריינטים המצטברים במי העומק טרם

הערבוב אשר מועשרים בצפון מפרץ אילת גם ממקורות אנתרופוגניים. (צילום: גולן רידר).



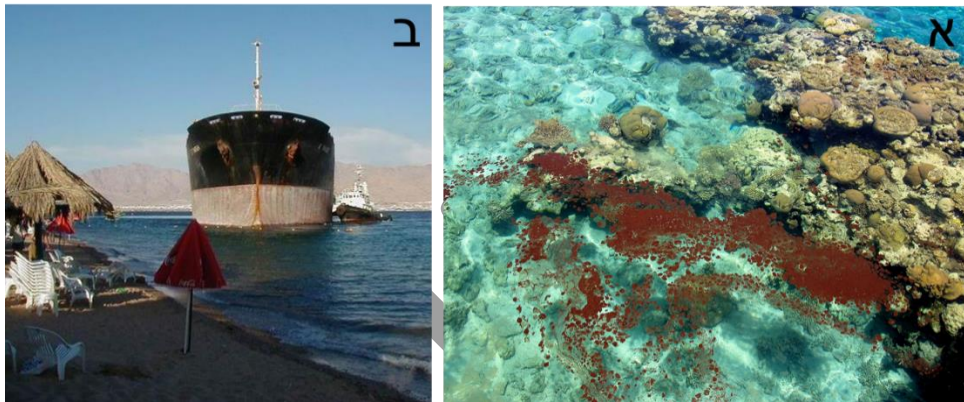
איור 22. העשרה מקומית בנוטריינטים באזור שפך תעלת הקינט וכיסוי מרבדי עשביהים במעטה של אצות כ-100 מטרים משפך התעלה. (צילום: אסף זבולוני).

- **זיהום כימי – שמנים ודלקים, חומרים מונעי צמדה (antifouling), דטרגנטים ותכשירי קוסמטיקה –** בחלקו הצפוני של מפרץ אילת תנועה ערה של כלי שיט, לרבות אונות מטען גדולות ומכליות דלק. אירועי זיהום ים מתרחשים מפעם לפעם ופוגעים במערכת האקולוגית. זיהום ים בדלקים ובשמנים ידוע כגורם הפוגע במערכות פיזיולוגיות רבות של בעלי חיים, לרבות דגים, חסרי חוליות שונים, ציפורים ובאלמוגים המהווים את אבני היסוד של השוניות באילת. מהספרות המדעית ידוע כי הפגיעה באלמוגים מתבטאת בנזק לרקמות האלמוגים, ביכולתם להיזון, להתרבות, להשקיע שלד גירני, ביכולתן של האצות הסימביונטיות הנמצאות בתוך רקמות האלמוגים לבצע פוטוסינתזה, לשחרור מוקדם מידי של תוצרי הרבייה של האלמוגים ("הפלה") וביכולת האלמוגים להתמודד עם סדימנטציה (שקיעה של גרגרי חול על שטח הפנים שלהם). אחת מהבעיות העיקריות של זיהומי ים בשמנים ודלקים במפרץ אילת היא שתוך זמן קצר מאוד, בגלל המבנה הצר והרוחות החזקות המאפיינות אזור זה ברוב ימות השנה, הזיהום מגיע לאזור החופי – לאזור שוניות האלמוגים)

- **איור 23א')**, או לאזור הכרית. אז, הופך הטיפול בזיהום להרבה יותר מסובך וכרוך בפגיעה קשה בבתי הגידול.

ככל שתנועת כלי השיט בראש המפרץ תהיה צפופה יותר, גובר הסיכוי לזיהום מסוג זה ואף לאסון אקולוגי

אזורי. בשנים האחרונות, זיהומי הים בדלק שתועדו באילת לא עלו על כמות של 20 טון דלק שדלפו מאוניות, לרוב בעקבות כשל טכני במערכות המכניות (תקשורת אישית עם אלי וורבור, מנהל היחידה למניעת זיהום ים באילת). אך בתרחיש שבו אונייה תעלה על שרטון, בגלל תמרון כושל (ראו איור 23ב' כדוגמה לאירוע שכמעט וקרה ב־2006, או אירוע של אבדן שליטה של אונייה ב־2014 שפגעה בריף הדולפינים), הנזק צפוי להיות אדיר, שהרי במכלי אוניות אגורים אלפי טונות של דלק. חשוב לקחת בחשבון שדי בתאונה ימית אחת על מנת שהנזק יהיה עצום, ללא כל יכולת לשקם את המערכת האקולוגית.



איור 23. זיהום ים בדלק. א. כתם נפט מעל לשוניית האלמוגים בשמורת ים האלמוגים ביוני 2011 כתוצאה מדליפה מאוניית מטען גדולה (צילום: אסף זבולוני); ב. "כמעט וקרה" – אוניית מטען גדולה נסחפה ב־2006 קרוב מאוד לחוף הים באילת וכמעט ופגעה בשוניית האלמוגים.

בנוסף לסכנת הדליפה כתוצאה מתקלה, הפעילות הנמלית ותנועת כלי השיט ותחזוקתם גורמים בשגרה לשחרור צבעים רעילים לסביבה הימית. כלי שיט צבועים בצבעי אנטיפאולינג (antifouling) – צבעים שנועדו למנוע התיישבות של בעלי חיים ימיים על תחתיות כלי השיט. צבעים אלה מתבלים עם הזמן, משתחררים לסביבה הימית ומרעילים אותה. בנוסף, צביעה מחודשת בצבעי אנטיפאולינג, שנעשית ללא בידוד מתאים מהסביבה, גורמת לזליגת רעלים אלה אל תוך הסביבה הימית. דטרגנטים (חומרים או תערובת של חומרים המשמשים לניקוי והמסת שומנים) מוסעים למערכת האקולוגית הימית במפרץ אילת דרך מקלחות חוף, או ברזיות לשטיפת כלים שאינן מנוקזות למערכת הביוב, אלא מוזרמות ישירות לים. בנוסף, באזורים בהם מותרת הלינה על חוף הים, משתמשים לעיתים השוהים על החוף במי הים לרחיצת כלים. דטרגנטים, גם בריכוזים מאוד נמוכים, ידועים כחומרים רעילים לבעלי חיים ימיים, לרבות אלמוגים. חומרים אלה, כמו גם חומרים שנמצאים בתכשירים קוסמטיים רבים שנועדו לסנן קרינת UV (כגון קרם הגנה מהשמש), ידועים כפוגעים ברביית אלמוגים, בשרידותם של אלמוגים צעירים, ביכולת עמידותם של אלמוגים בפני תופעת ההלבנה^[41], וכחומרים הפוגעים במגוון המינים ובמגוון הגנטי בשוניית^[42].

- **זיהום הים בפסולת מוצקה ובגרוטאות** – זיהום הים בפסולת מוצקה, בעיקר בפלסטיק, היא בעיה עולמית הפוגעת לא רק באזורים מיושבים, אלא גם במקומות מרוחקים בלב האוקיינוסים. האדם המודרני מייצר וצורך כמויות אדירות של פלסטיק. הבעיה היא שחלק ניכר מהפלסטיק המיוצר אינו ממוחזר ומגיע לאחר השימוש (במקרים רבים שימוש חד פעמי) כפסולת אל מערכות אקולוגיות רבות (יבשתיות וימיות). מפרץ

אילת מהווה מבלע לכמויות גדולות של פלסטיק שהרוח הצפונית החזקה, המאפיינת את אזורנו, מסיעה מהיבשה אל הים. במקרים רבים, משקלה הסגולי של הפסולת המוצקה קטן משל מי הים ולכן היא צפה ומוסעת עם זרמי הים. באילת פועלות מספר מסעדות חופיות המגישות מזון ומשקאות בכלים חד פעמיים לסועדים על החוף. כאשר כלי הפלסטיק מתרוקנים, הם הופכים קלים והרוח החזקה שמאפיינת את אזורנו רוב ימות השנה מסיעה פסולת אל הים. הדבר נכון גם לגבי נופשים המגיעים לחופים עם כלים חד פעמיים ושקיות ניילון ולכלים המשמשים בהפלגות במפרץ, לרבות הפלגות לתיירים הכוללות מזון ומשקאות. פסולת מוצקה המגיעה למי המפרץ גורמת לנזקים רבים הכוללים, בין היתר:

- הסתבכות פסולת בשונית – שקיות פלסטיק, למשל, נתפסות באלמוגים)

-

-

-

איור 24), מכסות אותם ובכך מונעות את שחלוף המים סביב האלמוגים, דבר הגורם להרעבה ולחנק של האלמוגים. אם השקית אינה שקופה, או שמדובר בכלים חד פעמיים הנלכדים בשונית, הרי שיש גם חסימה של הקרינה הנחוצה לתהליך הפוטוסינתזה המתרחש על ידי האצות השיתופיות החיות בתוך האלמוגים.



איור 24. שקית ניילון מכסה וחונקת אלמוג אש מהמין *Millepora dichotoma*. (צילום: אסף זבולוני).

- בליעה על ידי בעלי חיים ימיים – צבי ים ויונקים ימיים עלולים לבלוע שקיות ניילון וציפורי ים בולעות פיסות פלסטיק קשיחות, דבר הגורם לסתימות במערכות העיכול ומסתיים לרוב במוות אכזרי.
- ביו־אקומומציה של רעלנים – למעשה, הפלסטיק אינו נעלם מהמערכת האקולוגית, אלא מתפורר במשך השנים ונשחק והופך ל"מיקרו־פלסטיק" (חלקיקי פלסטיק זעירים) הנישא בעמודת המים. אותם חלקיקי פלסטיק "נטרפים" על ידי דגים ויצורי פלנקטון זעירים המהווים את בסיס מארג המזון ואלה נטרפים על ידי דגים ובעלי חיים גדולים יותר וככל שעולים במארג המזון נוצרת הצטברות של רעלנים הקיימים בפלסטיק. בסופו של דבר, הצטברות הפלסטיק עשויה לפגוע גם באדם, אשר ניזון מדגי הים.
- "רפסודות" למינים פולשים, או מלכודות מוות לדגים וחסרי חוליות – פלסטיק יכול לעבור מרחקים גדולים בים ולשאת עמו ממוקם למקום מיני בעלי חיים שהתיישבו עליו. במילים אחרות, כלי הפלסטיק עלולים לשמש מעין "רפסודות" המאפשרות למינים פולשים לעבור מרחק שלא היו מסוגלים לעבור בעצמם בים הפתוח. בנוסף, לפעמים בעלי חיים שונים, לרבות דגים, רואים בשקית ניילון, או כלי פלסטיק, מקום מסתור וכאשר הם מבחינים שמקום המסתור נע עם הזרם ומגיע לאמצע עמודת המים, כבר מאוחר או אי אפשר לנטוש אותו והם נלכדים בו, לעיתים עד שהוא נסחף אל החוף, שם הם מוצאים את מותם.
- בנוסף לפסולת מוצקה שמגיעה למפרץ אילת ללא כוונה, מידי פעם צצות יוזמות בעלות אופי תיירותי שמטרתן הכנסה מכוונת של גרוטאות ליצירת אטרקציות לצוללים, כגון הטבעת כלי שיט שיצאו משימוש, טנקים ישנים, צמיגים, מבני בטון ואלמנטים צפים שונים. הכנסת אלמנטים כאלה ללא מחשבה מעמיקה (כלומר הגדרת מטרות ברורות, בחינה מעמיקה של המיקום, החומרים והמבנה) עלולה להסב נזקים כבדים למערכת האקולוגית. הנזקים עלולים, בין היתר, להיות ברמה של זיהום כימי, פגיעה פיזית בתשתית הטבעית והפרה של בית הגידול והמאזן האקולוגי. בראש מפרץ אילת מצויים מתקנים

ואלמנטים מלאכותיים רבים. אנו מבחינים בין גרוטאות ובין "שוניות" מלאכותיות. שונית מלאכותית היא מבנה מלאכותי המוצב בכוונה על קרקעית הים לאחר מחשבה מעמיקה הכוללת הגדרת מטרות ברורות ותכנון מדוקדק. היא מהווה בית גידול הפועל כחלק מהמערכת האקולוגית הטבעית, מבלי לפגוע בה. ב

טבלה 1 וב

שוניות

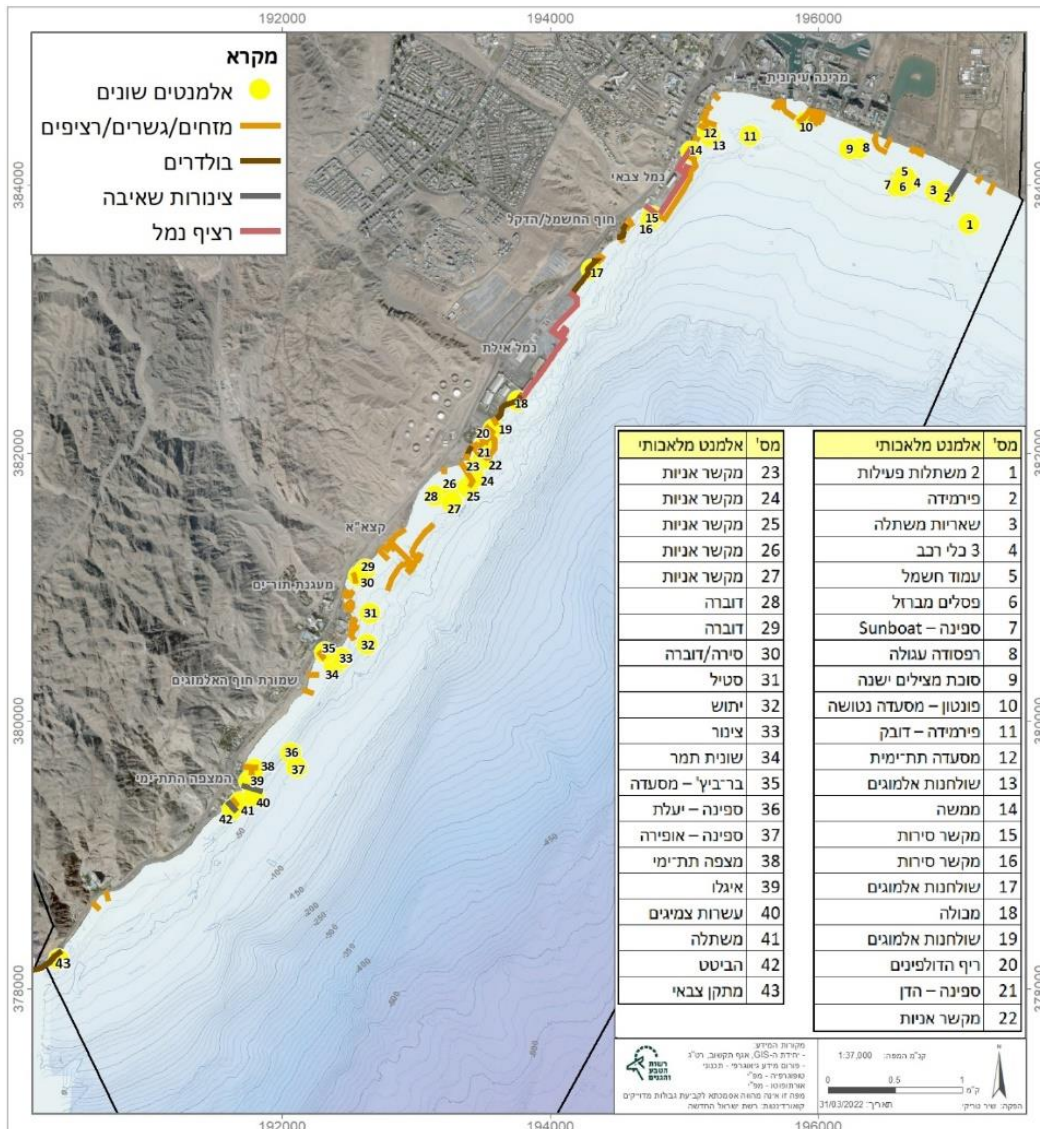
איור 25 מוצגים סוגים ודוגמאות של אלמנטים מלאכותיים ומיקומם בראש מפרץ אילת.

טבלה 1. דוגמאות לאלמנטים מלאכותיים שהוצבו לאורך חופי אילת למטרות שונות. מיקומם מוצג ב

איור 25.

סוג	מטרות שלשמן הוצבו	דוגמאות
מבנים ימיים	תיירות תחבורה ימית טיפול בזיהום ים	מסעדה תתי-ימית (בוכב הים)/על-ימית (פונטון) מצפה תתי-ימי מזחים (קצא"א, נמל, חיל הים, מעגנות) רציפים (נמל, חיל הים, מעגנות) מצופים (עגינה, רספ"נ, רט"ג, זיהום ים) גשרים (קיסוסקי, גולשים, שמורה, מצפה, נסיכה) שוברי גלים (לגונה מזרחית, מרינה אילת, מעגן תוריים)
שוניות מלאכותיות	אטרקציה תיירותית הורדת לחץ צוללים חינוך מחקר	כלי שיט עמודי חשמל רכבים אמפיביים צמיגים פסלים מבנים ייעודיים (שונית תמר)
משתלות אלמוגים	אגירת ערכי טבע לצרכי מחקר ומצע להעתקת ערכי טבע כתוצאה מעבודות תשתית	משתלת המכון הבינאוניברסיטאי משתלת מעבדת פרופ' ששר, אוניברסיטת בן גוריון משתלת מעבדת פרופ' רינקביץ, חקר ימים ואגמים
מתקני העתקה		שולחנות בנמל אילת

<p>שולחנות בקצא"א שולחנות בבסיס חיל הים ה"איגלו" שליד המצפה התתימי ה"כדור" הצף בריף הדולפינים (נהרס כליל בסערה)</p>	<p>מתקנים שאליהם מעתיקים ערכי טבע כתוצאה מעבודות תשתית, תחזוקה ימית ותאונות ימיות</p>	<p>(ערי מקלט")</p>
<p>מתקני מחקר רבים ממוקמים לאורך חופי אילת, בעיקר מול המכון הבינאוניברסיטאי. חלקם פעילים וחלקם הושארו בים לאחר סיום המחקר מכיוון שהתיישבו עליהם ערכי טבע רבים.</p>	<p>מחקר ימי</p>	<p>מתקני מחקר</p>



איור 25. אלמנטים מלאכותיים (עיקריים) שהוצבו/הושלכו בראש מפרץ אילת. ניתן לראות עומס גדול מאוד של אלמנטים מלאכותיים לאורך חוף שאורכו כ-12 ק"מ בלבד. לדוגמה, לאורך חופי אילת יש בממוצע כל 1.4 ק"מ כלי רכב טבוע (כלי שיט, רכבים, דוברות).

מבחינת המערכות האקולוגיות הטבעיות, עצמים אלה מהווים הפרה של המאזן הטבעי הקיים בבתי

הגידול. למשל, הטבעת הספינה Sunboat בחוף הצפוני של אילת פגעה באופן ישיר בעשביהים במקום. היא גם יצרה אפקט שוליים משמעותי שבא לידי ביטוי בקרחת גדולה מאוד במרבדי עשביהים ברדיוס המגיע לכ-20 מטרים סביב הספינה. בנוסף, נמצא כי אלמנטים מלאכותיים שמוטבעים בים פוגעים ומשפיעים בצורה ניכרת על בעלי חיים הנמצאים במערכות טבעיות שבקרבת האלמנטים המלאכותיים, כגון שוניות האלמוגים^[43].

בניגוד לשוניות הטבעיות הנבנות נדבך על נדבך במשך אלפי שנים על ידי יצורים המשקיעים שלד גירני (קלציום קרבונט) במהלך חייהם, אלמנטים מלאכותיים נבנים בפשטות על ידי האדם. הם עשויים מחומרים זרים למערכת הטבעית והמורכבות המבנית שלהם שונה ונדרש כלל פשוטה מהמורכבות הקיימת בטבע. אלמנטים אלה מאוכלסים בדרך כלל על ידי יצורים שונים מאלה שמאכלסים את השוניות הטבעיות ולעיתים אף במינים זרים לאזור בו הם נמצאים. כך, למשל, נמצאו אצטילנים מהמין *Ciona robusta* על מזחים צפים באילת. מין זה של אצטילן ידוע כמין פולשני שכבר גרם לנזקים קשים במקומות אחרים בעולם. אלמנטים מלאכותיים המוכנסים לים, או מועברים מאזור גיאוגרפי אחד לאזור אחר, ידועים כ"מקפצות" למינים פולשים, הסוללות לפולשים את מסלול הפלישה ועוזרות להם לבסס אוכלוסיות בסביבה הטבעית. בברזיל, למשל, נמצא כי אסדות לקידוח נפט תרמו לפלישתו של האלמוג *Tubastraea* שדחק מחופי ברזיל את המינים המקומיים^[44].

בעיה נוספת של חלק מהאלמנטים המלאכותיים המוכנסים לים היא עמידות נמוכה ושחיקה של החומרים שמהם הם עשויים. כלי שיט מברזל, למשל, יחלידו עם הזמן, דבר העלול לפגוע במבנה כלי השיט, בחוזק שלהם ואף לגרום לכך שבמשך הזמן, חלקים מהם יתנתקו ויתפזרו במהלך סערות חורפיות, עם בעלי החיים שהתיישבו עליהם. בנוסף, שחיקתם של החומרים הזרים עלולה לשנות את הרכב המים בסביבה, לשחרר רעלים ולשנות את האיזון האקולוגי באזור בצורה שקשה לחזות. לדוגמה, ב-Line Islands שבמרכז האוקיינוס השקט, הטבעת כלי שיט עשויים ברזל גרמה להעשרה אזורית של מי האוקיינוס בברזל, באזור שמטבעו הוא עני ברזל. הדבר הוביל לפריחה מסיבית של אצות שפגעה בצורה קשה בשוניות האלמוגים על פני שטח שוניית גדול מ-750,000 מ"ר^[35]. אחוז הכיסוי של האלמוגים החיים ירד באזור זה מ-40%-60 לפחות מ-10% תוך פחות מ-3 שנים מיום הטבעת הספינות. לבסוף, נאלצו הרשויות להוציא את הספינות מהים בעלות של 5.5 מיליון דולר!

לעומת החסרונות המתוארים מעלה, לשוניות מלאכותיות עשויים גם להיות יתרונות והן עשויות לתת מענה לחלק מהצרכים המתהווים שקשורים לשמירת טבע במפרץ אילת, למשל:

- בהינתן לחץ הצוללים הגבוה על שוניות אילת והתחזית לעלייתו בשנים הבאות, ניתן, בשילוב של ממשק צוללים מתאים (מתואר בהמשך המסמך), להפנות את הצוללים לשוניות המלאכותיות ולהוריד מלחץ המבקרים בשוניות הטבעיות.
- שוניות מלאכותיות עשויות להוות אתרי איסוף ערכי טבע למחקר ולתצוגה במצפה התתימי במקום איסופם מבתי הגידול הטבעיים.
- יש כיום צורך במצעים להעתקת ערכי טבע בעקבות עבודות תשתית ופגיעה במצעים טבעיים, כך ששוניות מלאכותיות עשויות להיות הפתרון לכך.

כיום, רט"ג מקדמת בחינה מקיפה של מכלול המשמעויות הנוגעות להקמת שוניות מלאכותיות באילת במסגרת מסמך מדיניות ייעודי לנושא. לאור חשיבותו וייחודיותו של מפרץ אילת, התנאי להקמת שוניות מלאכותיות הוא שהתועלות ברמה האקולוגית תגברנה על החסרונות, ללא קשר לפוטנציאל להפוך לאטרקציה תיירותית. חשוב שהשוניות שתוקמנה תשתלבנה בצורה נכונה מבחינה אקולוגית עם המערכת הטבעית, בניגוד לגרוטאות הרבות שהוטבעו בעבר ללא בקרה, ניטור וללא מטרות מוגדרות וברורות.

● **זיהום ביולוגי** – זיהום ביולוגי (זיהום באורגניזמים לא מקומיים, לרבות תוצרי רבייה, פתוגנים, טפילים ווירוסים) עלול להוביל לפלישות של בעלי חיים זרים ושל גורמי מחלה שונים אל תוך מערכות אקולוגיות. במספר מקומות בעולם פלישות ביולוגיות גרמו לנזקים אדירים למערכות אקולוגיות, כגון פלישתה של האצה *Caulerpa taxifolia* לים תיכון בשנת 1984 דרך האקווריום הלאומי של מונקו. למפרץ אילת מוזרמים מים ממערכות גידול של בעלי חיים ימיים שמקורם אינו במפרץ אילת (מחקלאות ימית, ממכוני מחקר ומאקווריום תיירותי). נכון להיום, המים המוזרמים מאותן מערכות אינם עוברים את הטיפול הנחוץ על מנת למנוע, או לפחות למזער בצורה מספיק טובה, את הסיכוי לחדירה של תוצרי רבייה של בעלי חיים זרים, טפילים ופתוגנים. בשנת 2017, לדוגמה, נרשמה תמותה חריגה של דגים באילת^[45]. אמנם, קשה להצביע באופן ברור על הגורם לכך, אך בבדיקות שנערכו לדגים שמתו, ניתן היה לזהות פתוגן המוכר מתחום החקלאות הימית (*Streptococcus iniae*). דגים ובעלי חיים אחרים המגודלים בתוך מערכות מים שבהן הצפיפות גבוהה (ביחס לצפיפות הטבעית) חשופים למגוון מחלות שאינן קיימות במערכות טבעיות. בנוסף, קצב ההתפשטות של מחלות מידבקות תלוי, במידה ניכרת, בצפיפות בעלי החיים.

מקור פוטנציאלי נוסף לזיהום ביולוגי במפרץ אילת הוא מי נטל של אוניות (ballast water) – מי ים המשמשים לייצוב אוניות בעת הפלגתן ללא מטען או עם מטען חלקי. מכלי מי הנטל הם מכלים ייעודיים בתחתית האוניות שניתן למלאם במי ים או לרוקנם באמצעות משאבות. מי הנטל נוספים לספינה לאחר פריקת מטענים בנמלים. כאשר האונייה מעמיסה על סיפונה מטען, היא נפטרת ממי הנטל העודפים, ומאחר שמדובר במים שנאספו באזור אחר בעולם, המים הנשפכים לים עלולים לכלול מגוון של אורגניזמים, לרבות צמחים, בעלי חיים ומיקרואורגניזמים, שאזור הריקון הוא אינו בית הגידול הטבעי שלהם. אלה עלולים לכלול מינים העלולים לגרום נזק אקולוגי רב למערכות אקולוגיות ימיות. מי נטל הם, ככל הנראה, הסיבה לפלישות ימיות ביולוגיות רבות ברחבי העולם. בעיה זו הביאה את ארגון הימאות הבינלאומי (IMO) להחליט ב-2004 על אימוץ אמנה בינלאומית הקובעת כי ספינות יידרשו להתקין מערכות לטיפול וסינון מי נטל.

● **זיהום אור** – אחד מגורמי הזיהום במפרץ אילת הוא תאורה מלאכותית (הפרעות תאורה);

●
●

איור 26 [46]. תאורה מלאכותית שחודרת לים ואל חופיו משבשת מנגנונים פיזיולוגיים רבים בסביבה הימית. היא ממסכת את האותות המגיעים מהתאורה הטבעית ובכך משבשת מנגנונים שבאופן טבעי מסונכרנים על פי התאורה הטבעית, כגון:

- רבייה באלמוגים ובחסרי חוליות שונים שמסונכרנת בהתאם למצב הירח [47-50].
- הגירה של פלנקטון, טריפה של פלנקטון, תחלופת חברת הדגים ביום ובלילה ופעילות הטריפה והרעייה של דגים וקיפודים [51, 46].
- איתור אזורי הטלה של צבי ים וניווט חזרה אל הים של צבים צעירים שבוקעים מקינים על חוף הים. צבים צעירים נעזרים בגורמי התאורה הטבעיים על מנת לאתר את כיוון הים לאחר בקיעתם [52].

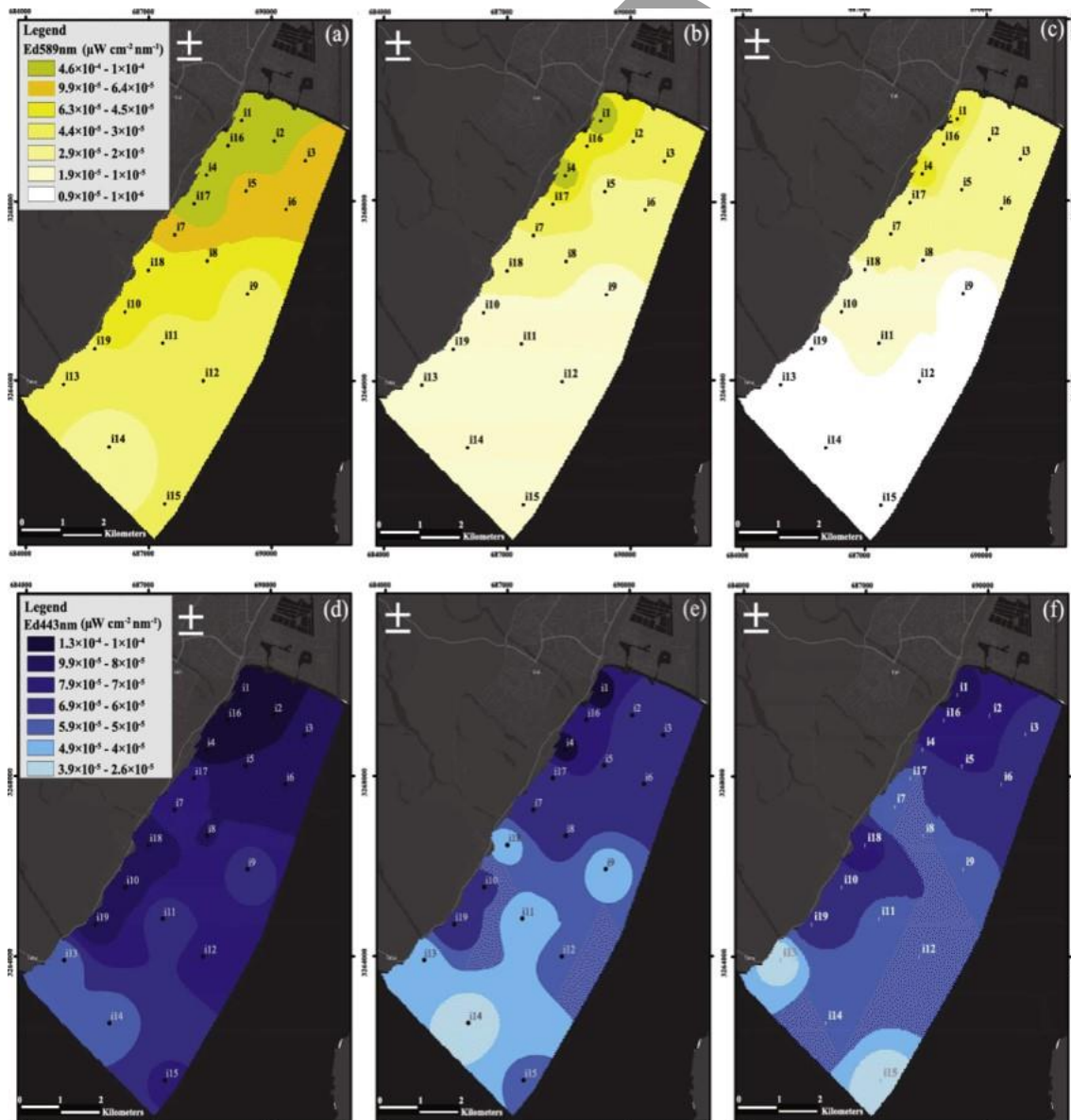


איור 26. זיהום הים באור (light pollution) שמקורו בפנסי התאורה של כביש 90, פנסי מתקן קצא"א ותאורת המסעדות החופיות והמלונות שנמצאים דרומית לחוף קצא"א. (צילום: אסף זבולוני).

עוצמת ההארה המירבית של הירח באזור אילת (בלילות ירח מלא), היא כ-0.27 לוקס. על כן, כל אור שמגיע לים ועוצמתו שווה, או עולה על 0.27 לוקס, מדמה מצב של ירח מלא באופן קבוע וממסך בכך את האות הטבעי והמחזוריות הטבעית של תאורת הירח. חשוב לציין שהשינוי הקטן באור בין מצבי הירח (בטווח שבין חשכה מוחלטת ובין מצב של ירח מלא) מהווה טריגר לשחרור תאי מין למים ומסנכרן את ההפריה באלמוגים. תאורה מלאכותית יכולה להפריע בשלוש צורות עיקריות:

- הארה של פנסים, או פיזור האור שלהם לכיוון הים, או החוף.

- הנראות של מקור ההארה (בוהק הנורה עצמה, עדשת הפנס, או הרפלקטור) אשר יכול להפוך למוקד אור דומיננטי יותר מגורמי התאורה הטבעיים.
 - הזוהר שחוזר מהשמיים לכיוון הים (sky glow). זוהר זה יכול גם להגיע מתאורה מרוחקת מקו המים, כגון תאורה שנמצאת ממש במרכז העיר אילת, או אפילו בעקבה.
- באילת, הפרעות תאורה בסביבה הימית נפוצות מאוד, כאשר נמל אילת ומזח הנפט של קצא"א מהווים גורמי הפרעה עיקריים (איור 27). בנוסף, זיהום אור משמעותי מגיע גם מתאורת כביש 90 במספר מקומות, כגון בקטע הכביש שנמצא מול מתקן קצא"א (איור 26) ובסמוך למעבר הגבול עם מצרים. מספר מסעדות חופיות מהוות גם הן מקור לזיהום אור בים.



איור 27. קרינה חודרת אל תוך הים (downwelling irradiance) שנמדדה במפרץ אילת בעומקים 1, 5 ו-10 מ' באורכי גל של

אור צהוב [589nm; a-c, בהתאמה] ואור כחול [443nm; d-f, בהתאמה] בלילה של ה-5 באוגוסט 2015 בשעה 22:00. נקודות שחורות/לבנות מייצגות את מיקום המדידות. מקור – Tamir et al. (2017), [47] *Scientific Reports*.

• **זיהום רעש (noise pollution)** – במערכות אקולוגיות ימיות, רעש מלאכותי יכול להיות מיוצר במכוון לצורך מחקר סיסמי ובפעולתם של סונרים, או שהוא תוצר לוואי של כלי שיט, עבודות תשתית ובינוי ימי (כגון החדרה וקיבוע כלונסאות לקרקעית הים) ופעילות צבאית [53]. כל מקורות הרעש האלה קיימים גם באילת. מחקרים שפורסמו לאחרונה הראו שלרעש תתימי ממקור אנתרופוגני יש טווח רחב של השפעות שליליות על בעלי חיים ימיים [54, 55], כגון:

- מיסוך קולות תת ימיים של יונקים המשמשים לתקשורת תוך-מינית [56, 57].
- הפרעות למערכות הסונר של יונקים ימיים המשמשות אותם לקבלת מידע חשוב על סביבתם, כגון איתור טרף, ניווט ואיתור מכשולים תת ימיים (echolocation) [58].
- רעש עוצמתי הנגרם כתוצאה מקידוחים תת ימיים, פיצוצים והחדרת כלונסאות יכול לפגוע בכל בעלי החיים אשר בגופם חללי גז, כגון במערכות השמיעה של יונקים ימיים, בשלפוחיות הציפה של דגים ובריאות של צבי ים. בשלבי חיים צעירים של חסרי חוליות, רעש עוצמתי יכול לפגוע בסטטוציסטים (statocysts; אברי שיווי המשקל והאוריינטציה) [59].
- מיסוך קולות תת ימיים של אותות המשמשים לרוות של דגים וחסרי חוליות ימיים לאתר אתרי התיישבות מתאימים [60].
- השפעה על האינטראקציה בין טורפים ונטרפים – דגים, למשל, משתמשים ברעשים חלשים הנוצרים על ידי טרפם על מנת לאתר אותו בצורה יעילה [61] ואילו הטרף יכול להגביר את הערכות שלו לטורפים על ידי הרעשים שהטורפים מייצרים [62].
- השפעה על המערכת ההורמונלית ועל מידת העקה (stress) בדגים [63] ויונקים ימיים [64], הגורמת בין היתר לפגיעה בהתפתחות, ברבייה ובמערכת החיסונית [65].

פגיעה פיזית בשוניית והרחפת סדימנטים

פגיעה פיזית בשוניית והרחפת סדימנטים יכולות להיגרם מסיבות רבות וביניהן סערות דרומיות שמכות בחוזקה בשוניות, כלי שיט שחורגים מגבולות השיט המותר ופוגעים בשוניות, בינוי תתימי, תשתיות ועבודות תחזוקה למתקנים תתימיים קיימים ותיירות (צוללים ומשנורקלים הפוגעים בשוניות עם סנפיריהם ומרחיפים סדימנט מהקרקעית החולית).

סערות דרומיות פקדו את מפרץ אילת מאז ומתמיד. במהלך סערות חזקות הפגיעה הפיזית בשוניות הרדודות וכמות הסדימנטים המורחפים במים יכולות להיות גדולות מאוד. לעומת זאת, סערות אלה הן אירועים בדידים המתרחשים לעיתים רחוקות. לעומתן, פגיעות פיזיות והרחפת סדימנטים כתוצאה מפעילות האדם הן הפרעות חדשות המתווספות להפרעות הטבעיות וחלקן מהוות הפרעות "כרוניות", כגון שבירת אלמוגים על ידי צוללים)

איור 28). העקות החדשות מקשות על המערכת האקולוגית להשתקם גם מהפגיעות הטבעיות.



איור 28. שברי אלמוגים על הקרקעית החולית באתר "המערות", אתר עמוס בצוללים ומשנורקלים בחוף הדרומי של אילת. (צילום: אסף זבולוני).

יכולות האיזון במים של צוללים (כלומר יכולתם לשלוט על מיקומם בממד האנכי) שרק סיימו קורס צלילה מוגבלת, שכן יכולת זו נרכשת עם הניסיון בצלילה. בהעדר איזון נכון, ישנו סיכוי גדול שהצוללים יפגעו בקרקעית או בשונית. נכון להיום, לא קיים ממשק צלילה המעוגן בחוק ובתקנות הימיות, וכך מתאפשר לכל אדם שסיים קורס צלילה לצלול בכל מקום, גם במקומות הרגישים והערכיים ביותר, ללא בקרה על יכולתו וניסיונו. עובדה זו גורמת לכך שאלמוגי שונית נשברים לא במתכוון על ידי צוללים בלתי מנוסים והמים באזורים שעומס הצלילה בהם גבוה עכורים בגלל סדימנטים המורחפים מהקרקעית.

יש לציין שקצב הגידול של אלמוגים הוא איטי מאוד (ממילימטרים ועד סנטימטרים בודדים בשנה), כך ששבירה של מקטע אלמוג יכולה להסתכם באובדן של עשרות שנות גדילה. בנוסף, סדימנטים המורחפים בגוף המים פוגעים לא רק באלמוגים אלא בכל יצורי השוניית המסננים את מזונם מגוף המים, מכיוון שהם סותמים את פתחי הסינון. לאלמוגים קשה מאוד להתמודד עם סדימנט מורחף מכמה סיבות: (א) הסדימנט המורחף שוקע על שטח הפנים של האלמוגים, מפריע לחילוף החומרים וסותם את פתחי התזונה שלהם, דבר הגורם למשבר אנרגטי; (ב) בתגובה, אלמוגים מפרישים ריר שנועד לעזור בפינוי הסדימנט. אלא שהפרשת הריר דורשת משאבים רבים מצד האלמוגים, דבר המחריף את המשבר האנרגטי. בנוסף, השכבה הרירית שנוצרת עלולה לעודד התיישבות של פתוגנים הפוגעים באלמוגים; (ג) סדימנט מורחף מוריד מכמות האור שחודר דרך המים ומגיע לאלמוגים ובכך פוגע במנגנוני הפוטוסינתזה של האצות השיתופיות החיות ברקמות האלמוגים. דבר זה מחריף עוד יותר את המשבר האנרגטי של האלמוגים מאחר שאלמוגי האבן שבונים את השוניות מקבלים את רוב האנרגיה שלהם מהאצות שיתופיות.

לאורך שמורות ים האלמוגים והים הדרומי קיים "קו חוצה", קו מצופים המסמן את האזור האסור לכניסת כלי שיט במטרה למנוע פגיעה בשוניות הרדודות בשמורה. כלי שיט מנועיים וגלשנים חוצים מידי פעם את הקו החוצה, לרוב כתוצאה מיכולות תמרון מוגבלות של המשיטים/גולשים. כלי השיט החוצים פוגעים לעיתים בשוניות ושוברים אלמוגים רבים. בתוך שמורת ים האלמוגים, סירות זכוכית שטות בצמוד לקו החוצה על מנת להראות לתיירים מבעד לרצפת הזכוכית את שוניות האלמוגים. בחלק הדרומי של מסלולם, ב"גנים היפניים", קטע השוניית הערכי ביותר באילת, הקו החוצה קרוב מאוד לשוניית החוגרת ומשיטי הסירות נצמדים אליו על מנת להראות את השוניית מקרוב. מידי פעם, הרוח החזקה דוחפת את כלי השיט אל עבר השוניית, דבר שעלול להסתיים בפגיעה בשוניית.

לבינוי תתימי ולעבודות תחזוקה של מתקנים ימיים (כגון עבודות תחזוקה של מזחים ושל מבנים המעוגנים לקרקעית) פוטנציאל נזק גדול לשוניות ולמערכת האקולוגית כולה (

איור 29). החדרה של כלונסאות לקרקעית הים, בניית מזחים, פעולות חפירה, ועבודה עם ציוד הנדסי גדול ומגושם בסביבה כל כך רגישה מהווים איום על המערכת האקולוגית. לחלק מהיזמות שעולות בשנים

האחרונות, כגון בניית נמל תעלה, פוטנציאל נזק אדיר למערכת האקולוגית, לא רק בזמן הבנייה/הקמה, אלא גם במהלך התפעול השוטף.

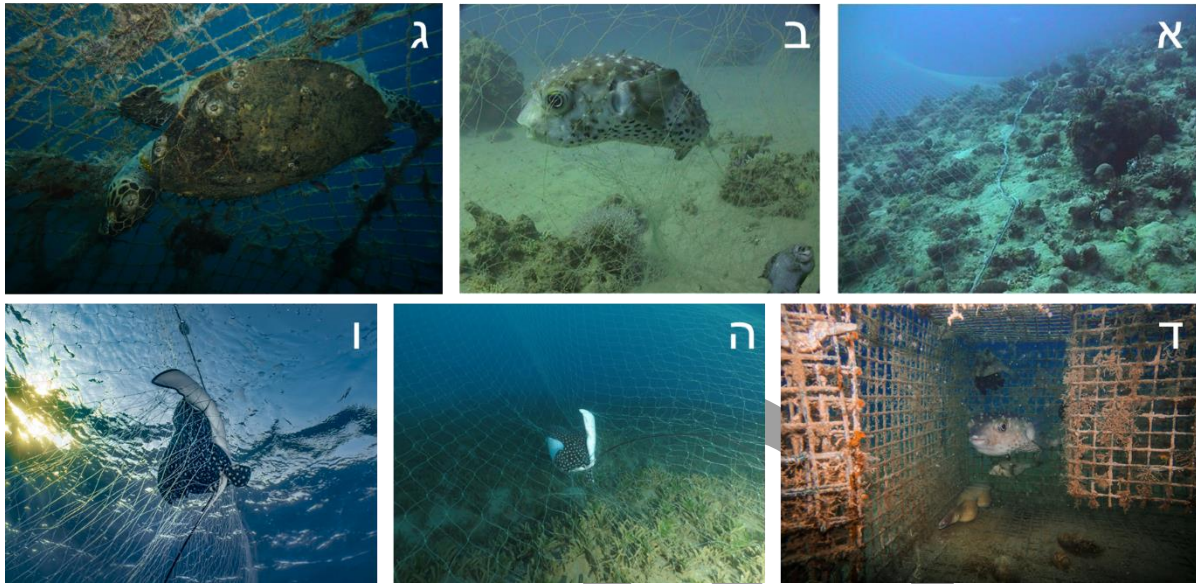


איור 29. עמודי מזח נפט שנחתכו במהלך עבודות תשתית באתר קצא"א ונפלו על שוניית האלמוגים שנמצאת למרגלות המזח. אירוע זה גרם לפגיעה מסיבית מאוד בערכי טבע באזור מזח הנפט ולכיסוי של אלמוגים רבים בחול ואבנים שהיו בתוך העמודים טרם חיתוכם. (צילום: עמרי עומסי).

דיג ושליית ערכי טבע

בעלי חיים נגרעים מהמערכות האקולוגיות לאורך חופי אילת במספר דרכים: (א) דיג מקצועי (לבעלי רישיונות דיג), חובבני וספורטיבי; (ב) שלייה לצרכי אקווריומים פרטיים; (ג) שלייה לצרכי אקווריומים ציבוריים ו-(ד) איסופים לצרכי מחקר ימי.

עד כה, לא בוצע ניטור של היקפי הדיג במפרץ אילת, אך מדיווחים שמגיעים לעיתים לרט"ג ומפעילותו של פקח הדיג, עולה שהפגיעה במינים מוגנים ובשלל הלוואי (by catch), בעקבות פריסת רשתות ומלכודות היא משמעותית ובמקרים רבים נפגעים מיני מפתח ומינים נדירים, כגון צביים, כרישים ובתים (איור 30). בהינתן השטחים הימיים המצומצמים לאורך חופי אילת, נראה שכל פעולת דיג (ובטח כשמדובר בפריסת רשתות שאורכן מאות מטרים וחוסמות נתיבי שחייה) מהווה פגיעה משמעותית במערכת האקולוגית. אחת הבעיות הקשורות בדיג היא הימצאותן של רשתות ומלכודות "רפאים" על קרקעית הים (ציוד דיג שנזנח על ידי דייגים לאחר שהסתבך בשוניות או אלמנטים אחרים על הקרקעית). ציוד זה ממשיך ללכוד בעלי חיים ימיים כל עוד הוא נמצא בים ולכן הנזק המצטבר שלו גדול מאוד.



איור 30. דיג באילת ופגיעה בערכי טבע מוגנים. **א.** רשת דייגים פרוסה מעל לשונית האלמוגים בחוף הדקל (צילום: נעם משי); **ב.** דגים מוגנים לכודים ברשת שנפרסה מעל לשונית האלמוגים (צילום: דודו זכאי); **ג.** צב ים נלכד ומת במלכודת דגים בחוף הצפוני של אילת (צילום: עמרי עומסי); **ד.** דגים מוגנים לכודים במלכודת דגים (צילום: עמרי עומסי); **ה.** וזו. עטלפי ים לכודים ברשת דייגים שנפרשה בחוף הצפוני של אילת (צילומים: רואי לויזון).

באילת, דגים גם דייגי חכה חובבים באזור שוברי הגלים של מרינות ומעגנות. כמו הרשתות והמלכודות, החכות אינן סלקטיביות ונראה שאחוז שלל הלוואי שלהן גבוה ומורכב ברובו מדגי שונית מוגנים שנלכדו. במקרים אלה, גם אם הדיג ממלא את חובתו ומחזיר את הדג המוגן לים, הרי שהפגיעה הכרוכה בהילכדותו עלולה לגרום למותו. השפעה נוספת של הדיג החובבני כרוכה בהכנסת חומרים זרים לים. שאריות של לחם ובצק המשמשים כפיתיונות מושלכים לים ומפירים את המאזן במארג המזון הטבעי.

דיג, מעבר לפגיעתו הספציפית במיני בעלי החיים שנגרעים מהמערכת הטבעית, עלול גם לפגוע במאזן העדין של מערכות אקולוגיות, אם הפגיעה היא במיני מפתח (מינים שההשפעה שלהם על המערכת האקולוגית גדולה ואינה פרופורציונאלית לגודל האוכלוסיות שלהם). אפילו פגיעה קטנה במינים אלה עלולה להוביל לחוסר יציבות במערכת האקולוגית. דוגמה לכך היא פגיעה במיני דגים צמחוניים שעלולה להוביל להשתלטות של מאקרואצות על שוניות האלמוגים ולהרס מוחלט של השוניות (phase shift) [67,66]. דוגמה נוספת היא פגיעה במיני טורפים שעלולה לגרום לעלייה בגודל האוכלוסיות שמהן ניזונים הטורפים, ובכך לגרום לתגובת שרשרת שבסופה אוכלוסיות מינים שלא נפגעו באופן ישיר יוצאות אף הן מבקרה והמערכת האקולוגית כולה יוצאת מהאיזון בו היתה.

בארץ קיימים שני אקווריומים ציבוריים גדולים, באילת ובירושלים, המציגים בפני הציבור את בעלי החיים הימיים. מצד אחד, אקווריומים אלה אוספים/גורעים בעלי חיים מהמערכת האקולוגית הטבעית לצרכי תצוגה. לעומת זאת, יש ביכולתם להציג לציבור הרחב, שברובו אינו צולל, את שוניות האלמוגים הייחודיות למפרץ אילת על שלל בעלי החיים הקיימים בהן, כמו גם מסרים חשובים בהסברה ובהגנה על המערכות האקולוגיות הימיות. רגולציה על אקווריומים אלה נועדה, בין היתר, למזער את הנזק הנגרם

למערכות האקולוגיות הטבעיות כתוצאה מאיסופי ערכי טבע ולמנוע נזק לערכי טבע נדירים, שהרי מקומם של אלה הוא בראש ובראשונה בטבע.

שוק האקווריומים הפרטיים גדל בצורה משמעותית בשנים האחרונות ויחד אתו גם הביקוש לדגי מים מלוחים וחסרי חוליות. נכון להיום, לא ניתן להעריך את היקפי הדיג, השלייה והסחר הלא חוקיים המתרחשים במפרץ אילת, שנועדו לספק בעלי חיים לשוק זה, אך מאירועים שנאכפו במהלך השנה האחרונות ומחקירות שנלוו להם נראה שלא מדובר בסדר גודל זניח. ברט"ג גובשה לאחרונה מדיניות יבוא המבוססת על הערכת סיכונים זהירה שמקלה על היבוא לישראל במטרה, בין היתר, לספק אלטרנטיבה חוקית ולהפחית את הפגיעה והשלייה הבלתי חוקיות במפרץ אילת. יעילותה של מדיניות זו עדיין נמצאת בשלבי בחינה.

קיימות תקנות האוסרות כל סוג של פגיעה במינים שונים של צמחים, בעלי חיים וערכי טבע דוממים המוגדרים כערכי טבע מוגנים. רשימת המינים המוגנים הנכללת בתקנות אלה עודכנה לאחרונה (בדצמבר 2020; נספח 1) ומעניקה רמת הגנה הרבה יותר טובה מזו שהיתה קיימת בעבר. ברשימה הקודמת מיני בעלי חיים רבים שהם נדירים במפרץ אילת והדיג או השלייה שלהם עלולים לסכן את האוכלוסיות הטבעיות באזורנו לא זכו כלל להגנה. בנוסף, הרשימה החדשה כוללת גם את עשבי־הים שהם מינים מהנדסי סביבה ומהווים את בסיס המערכת האקולוגית של מרבדי עשבי־הים.

מיזמים ותכניות פיתוח

בתחומי העיר אילת ובסביבתה, במרחב החופי והימי של מפרץ אילת, מקודמים בשנים האחרונות תהליכי תכנון ופיתוח משמעותיים. לתהליכים אלה פוטנציאל לפגוע באופן משמעותי בסביבה הטבעית במפרץ אילת, אם קידומם לא יעשה ללא הזהירות הנדרשת לנוכח הערכיות והרגישות הרבה של המערכות האקולוגיות במפרץ. ניתן לחלק את תהליכי התכנון והפיתוח לרמות שונות (תיאור מפורט יותר של התהליכים מופיע בהמשך המסמך):

- תהליכי תכנון אסטרטגיים שלהם משמעות רחבה על מרחב המפרץ ובכלל זה: מסמך מדיניות לחופי אילת, מסמך מדיניות למרחב הימי של ישראל במפרץ אילת, תכנית המוצר המדברי. עם השלמת גיבוש המדיניות והתפישה התכנונית במסגרת תהליכים אלו, תקודמנה תכניות מפורטות ומיזמים שונים במרחב מפרץ אילת.
- תכניות ויוזמות לפיתוח תשתיות לאומיות ובין־לאומיות, כגון חקלאות ימית, רכבת לאילת ונמל תעלה, מובל השלום, מתקן התפלה, תעלת הקינט, תשתיות אנרגיה במסגרת תכניות תמ"א 37/3 הלאילת ותת"ל 95 לתשתיות קצא"א.
- תכניות מתאר מפורטות לפיתוח והקמה של אזורי מגורים, אזורי תעסוקה, מסחר, תיירות וכיו"ב, בהתאם לצרכי הפיתוח המקומיים ולתהליכי ההתחדשות העירונית.

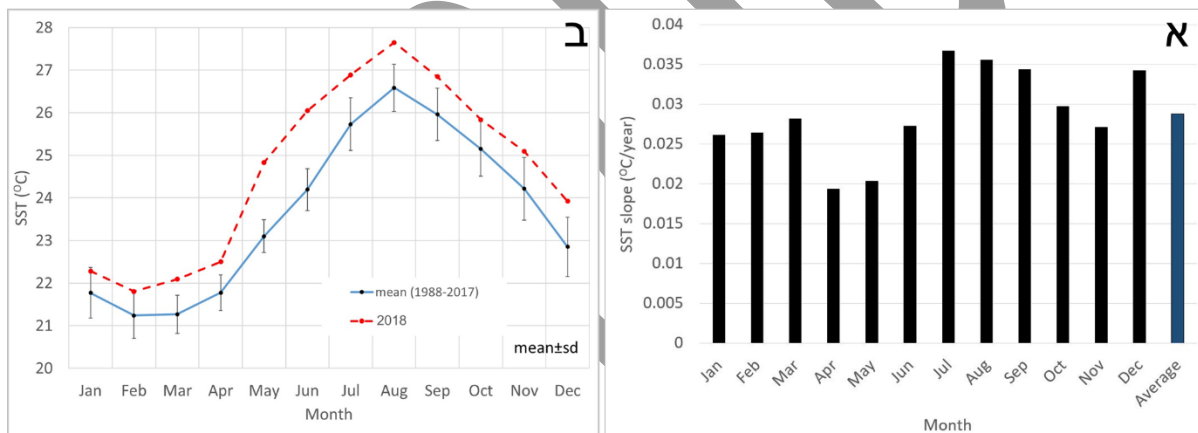
במקביל לפיתוח הצפוי באילת, גם במדינות השכנות, סביב מפרץ אילת, ישנה תנופת פיתוח אדירה, הן של מיזמי תיירות הן של בינוי עירוני ותשתיות שונות, כגון נאום (Neom) – תכנית סעודית, חסרת תקדים בגודלה, להקמת עיר חדשנית לאורך חופי מפרץ אילת. דוגמה נוספת היא איילה (Ayla) – לגונה שנחפרה

בחוף הצפוני של עקבה, בצמידות לגבול ישראל-ירדן שמוסיפה ל-27 הקילומטרים של קו החוף בעקבה עוד 17 קילומטרים של חוף מלאכותי בתוך הלגונה.

עד כה תוארו הפרעות ואיומים אנתרופוגניים מובהקים. להלן, פירוט של חלק מגורמי ההפרעה הטבעיים שנובעים משונות גדולה, לעיתים רב שנתית, בפרמטרים סביבתיים שונים. המערכת האקולוגית במפרץ אילת מורגלת אליהם כבר אלפי שנים, אך עוצמתם עלולה להיות חריגה ומושפעת משינויים עולמיים שמקורם בפעילות האדם:

טמפרטורות קיצוניות

קיים קונצנזוס רחב ששינויי מזג אוויר גלובליים בני זמננו אכן מתרחשים ושהם תוצאה ישירה של פעילות האדם על פני כדור הארץ [69, 68]. השינויים הגלובליים באים לידי ביטוי, בין היתר, בהתחממות מי הים גם במפרץ אילת בקצב של כ-2.9°C ב-100 שנה (מתוך נתוני תכנית הניטור הלאומית של מפרץ אילת ומדידות שנעשו במשך 31 שנה על ידי מעבדתו של פרופ' אמציה גנין במכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים באילת; איור 31).



איור 31. טמפרטורת מי הים. **א.** השינוי (שיפוע) במוצע החודשי של טמפרטורת מי הים (מ-1988 ועד היום) עבור כל חודש בנפרד. ניתן לראות שכל השיפועים הם חיוביים (גדולים בצורה מובהקת מ-0; $p < 0.01$), כאשר השיפוע הממוצע הוא 0.029°C בשנה (כלומר קצב עלייה של 2.9°C במאה שנה). העלייה הגדולה ביותר נמדדה בחודשי יולי; **ב.** ממוצע רב שנתי (1988-2017) ± סטיית התקן של טמפרטורת מי הים לאורך חודשי השנה לעומת שנת 2018. ניתן לראות בבירור ש-2018 היא שנה חריגה מבחינת הטמפרטורות הגבוהות שנמדדו. נתוני מקור – פרופ' אמציה גנין והתכנית הלאומית לניטור מפרץ אילת.

התחממות הים משפיעה על מנגנונים פיזיולוגיים של בעלי חיים רבים בסביבה הימית, לרבות אלמוגים, שרגישותם עולה למחלות ולהלבנת אלמוגים (coral bleaching). במקומות רבים בעולם, כמו, למשל, בשונית המחסום הגדולה באוסטרליה, העלייה בטמפרטורה גרמה לאירועי הלבנה מסיביים מאוד שתוך זמן קצר כילו חלקים גדולים מאוד של השוניות [12-15]. כפי שמוסבר בתחילת המסמך, בחלק המתאר את ערכיותו של מפרץ אילת וחשיבות ההגנה עליו, אלמוגי מפרץ אילת מראים עמידות גבוהה יחסית לעלייה הנמדדת בטמפרטורה. הם אינם מולבנים, כפי שקורה במקומות רבים בעולם [לדוגמה 4]. בנוסף, שכיחות מחלות אלמוגים, הנמצאות גם הן באסוציאציה חיובית עם הטמפרטורה, נמוכה יחסית באילת [71, 70]. עובדות אלה

מדגישות את ערכיותו של מפרץ אילת והופכות אותו לאזור חשוב בקנה מידה בין-לאומי. לעומת זאת, העמידות לטמפרטורות גבוהות אינה מובטחת והיא תלויה גם בעוצמתן של הפרעות סביבתיות אחרות הפועלות על פני סקאלה מקומית, או אזורית (איור 5). למשל, איכות המים, הבאה לידי ביטוי, בין היתר, בריכוז הנוטריינטים, משפיעה על רגישותם של אלמוגים להלבנה^[22-25]. על כן, השילוב בין התחממות מי הים וירידה באיכות המים (על ידי העשרה/זיהום בנוטריינטים, למשל) מסכן מאוד את מערכת השונית במפרץ אילת. בעוד שברמה המקומית איננו יכולים להתמודד עם ההתחממות הגלובלית המהווה את האיום החמור ביותר על שוניות האלמוגים^[לדוגמה 72], יש באפשרותנו להוריד את רמת האיום של ההתחממות על שוניות המפרץ, אם נמזער את ההפרעות המקומיות.

גם לטמפרטורות נמוכות עלולה להיות השפעה שלילית קשה על המערכת האקולוגית במפרץ אילת. כפי שמוסבר מעלה, בחלק המתאר את נושא העשרה בנוטריינטים (אאוטריפיקציה) ובחומר אורגני, אחד הדברים המייחדים את מפרץ אילת הוא הערבוב העונתי של עמודת המים (איור 20). גם כאן, השילוב בין טמפרטורות נמוכות הגורמות לערבוב עמוק של עמודת המים, והעשרה מלאכותית בנוטריינטים מהווה איום משמעותי על המערכת האקולוגית במפרץ אילת. שילוב זה עלול לגרום לפריחות מסיביות של אצות המתיישבות על השונית ו"חונקות" את האלמוגים ויצורי השונית האחרים (איור 21). בשני הקצוות של משרעת הטמפרטורה, צמצום ההפרעה המקומית (העשרה בנוטריינטים) יסייע למערכת להתגבר על האיום העולמי (טמפרטורת קיצונית).

שיטפונות

אירועי שיטפון המאפיינים אזורים מדבריים פוקדים בתדירות משתנה את אזור מפרץ אילת. חלק מהשיטפונות מגיעים לים ומסיעים איתם כמויות גדולה מאוד של סדימנטים וחומרים מהיבשה לים (איור 32). כמתואר מעלה בחלק שעוסק ב"פגיעה פיזית בשונית והרחפת סדימנטים", לסדימנט שמורחף בסביבה הימית השפעה שלילית ניכרת על המערכת האקולוגית.

בניגוד להפרעה כרונית וחלשה יחסית, כזו שנוצרת בעקבות פעילות של צוללים, הפרעה שנוצרת בעקבות שיטפון יכולה להיות עצומה ולהימשך זמן רב מכיוון שלסדימנט דק-גרגר (חרסיות) לוקח זמן רב לשקוע והוא נישא עם זרמי הים למרחקים גדולים. בנוסף, שיטפון יכול להסיע לים כמות כל כך גדולה של סדימנטים שעלולים לקבור באזורי השפך שוניות אלמוגים ומרבדי עשבים.

למרות ששיטפונות באזורים מדבריים זרמו לים עוד לפני התיישבות האדם באזורים אלה, לא ניתן להתייחס לשיטפונות בתקופתנו כגורם הפרעה טבעי. שיטפונות כיום מגיעים למפרץ אילת בעוצמה שונה ומסיעים אל המפרץ מים באיכות שונה מאשר בעבר, כך שהמערכות האקולוגיות שבמשך אלפי שנים התאימו את עצמן "לקלוט" שיטפונות באופן מסוים, נאלצות להתמודד עם הפרעה דומה, אך חמורה ועוצמתית יותר. שני הדברים העיקריים שהשתנו בין שיטפונות העבר (לפני התפתחות הסביבה העירונית) ושיטפונות ההווה הם:

- מערכת הכבישים והשטחים הבנויים של העיר אילת מקטינים בצורה משמעותית את חלחול המים

ומגדילים את כמות הנגר העילי שמגיע לים ולכן גם את כמות הסחף. בנוסף, מערכות הניקוז בעיר אילת (לרבות תעלת הקינט בחוף הצפוני) מכוונות את מי השיטפונות להיכנס לים ביעילות רבה במספר מצומצם של מקומות, בניגוד לעבר שהנחלים הסתעפו טרם הגעתם לים. עובדה זו יצרה מצב שהשיטפונות מגיעים למפרץ במספר מצומצם יותר של נקודות, אך בעוצמה גדולה יותר. שיטפונות בערבה, לדוגמה, הסתעפו בעבר לאפיקי פזרות על פני שטח מישורי מאוד גדול (מלחת עברונה ומלחת אילת) וסביר להניח שחלק גדול מהנגר חלחל לאדמה. על כן, גם כמות הסחף שהגיעה לים היתה קטנה יותר. כיום, תעלת הקינט מנקזת את מי השיטפונות ומסיעה לים ביעילות רבה כמות גדולה הרבה יותר של נגר וסחף.

- בניגוד לעבר, מי השיטפונות כיום עוברים דרך כבישים, סביבה עירונית ושטחים חקלאיים. על כן, בנוסף לסדימנט הרב שהם נושאים איתם, הם גם נושאים חומרים מזהמים רבים (איור 32 ג'ה'), כגון שמנים ודלקים מכבישי העיר (תשטיפי כבישים), פסולת רבה שנשטפת מהעיר, נוטריינטים וחומר אורגני (בעיקר מהחקלאות בערבה, אך גם מהגיבון העירוני) ובמקרים מסוימים גם מערכת הביוב מוצפת ומזרמת לים יחד עם מי השיטפונות.



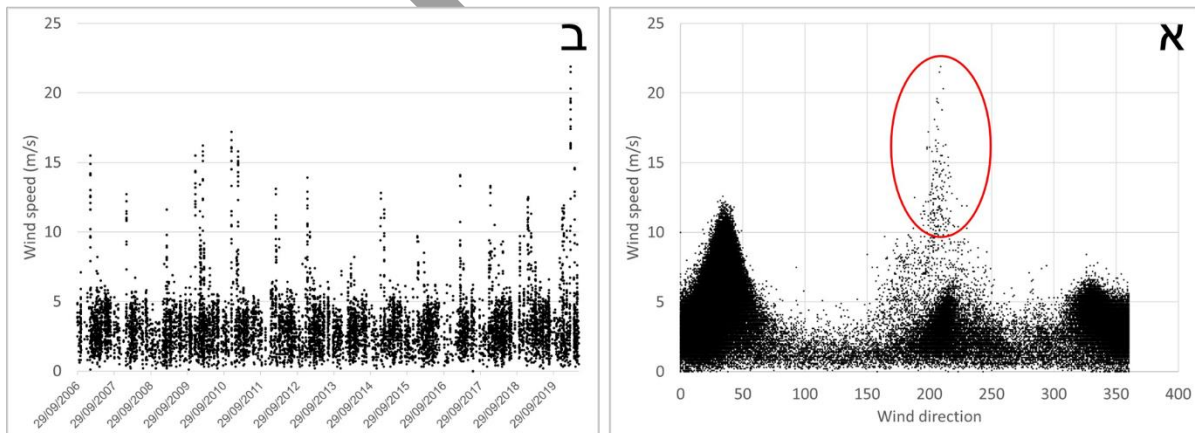
איור 32. אירועי שיטפון באילת. **א.** מי גשמים מתנקזים דרך תעלות ניקוז אל הלגונה בשמורת הים הדרומי (צילום: אסף זבולוני); **ב.** ברד מכסה את החוף בשמורת חוף האלמוגים והלגונה שבתוך הים עכורה מהסחף הרב שהגיע עם מי השיטפון (צילום: אסף זבולוני); **ג.** חדירת שיטפון אל שמורת הים הדרומי ממבט על – ניתן לראות כיצד נוצרת חזית חדה של מים עכורים המכסים את

הלגונה ושולחן השונית (צילום: חן טופיקיאן); ד. ציוד ייבול חקלאי (במות אדירה של בצלים) נשטפים מהחלקאות בערבה לחוף הצפוני של אילת (צילום: אסף זבולוני); ה. שיטפון שזורם לשמורת הים הדרומי מסיע אל תוך הלגונה כמויות גדולות של חומר אורגני ומזהמים שונים מהיבשה שיוצרים שכבה מוקצפת על פני המים (צילום: אסף זבולוני); ו. מי שיטפון שנקוו בחניון ליד מעבר הגבול עם מצרים וזוהמו בדלק זרמו אל השמורה הימית שממול (צילום: אסף זבולוני); ז. כביש 90 שמול שמורת חוף האלמוגים מוצף – מי שיטפון מזהמים בתשטיפי כביש (כגון שמנים ודלקים) זרמו דרך תעלות הניקוז אל תוך השמורה הימית שממול (צילום: אסף זבולוני).

סערות דרומיות

אירועי מזג אוויר חריגים פוקדים מידי פעם את אזור מפרץ אילת. התפתחות של סערה בים, בה הגלים גבוהים אינה תלויה רק במהירות הרוח, אלא גם במשך ומרחב הנשיבה. מכיוון שאילת היא העיר הצפונית ביותר במפרץ אילת, כאשר הרוח צפונית, מרחב הנשיבה על פני הים הוא קטן ביותר (אינו עולה על 9 ק"מ בחלקה הדרומי של אילת), כך שגם רוח צפונית חזקה, לא יכולה לפתח סערה באילת עם גלים גבוהים וחזקים. לעומת זאת, כאשר הרוח דרומית, מרחב הנשיבה על פני הים הוא גדול מאוד (לאורך כל מפרץ אילת), כך שאם עוצמת הרוח מספיק חזקה ומשך נשיבתה רב, עלולה להתפתח סערה דרומית שמייצרת גלים גבוהים וחזקים בצפון מפרץ אילת.

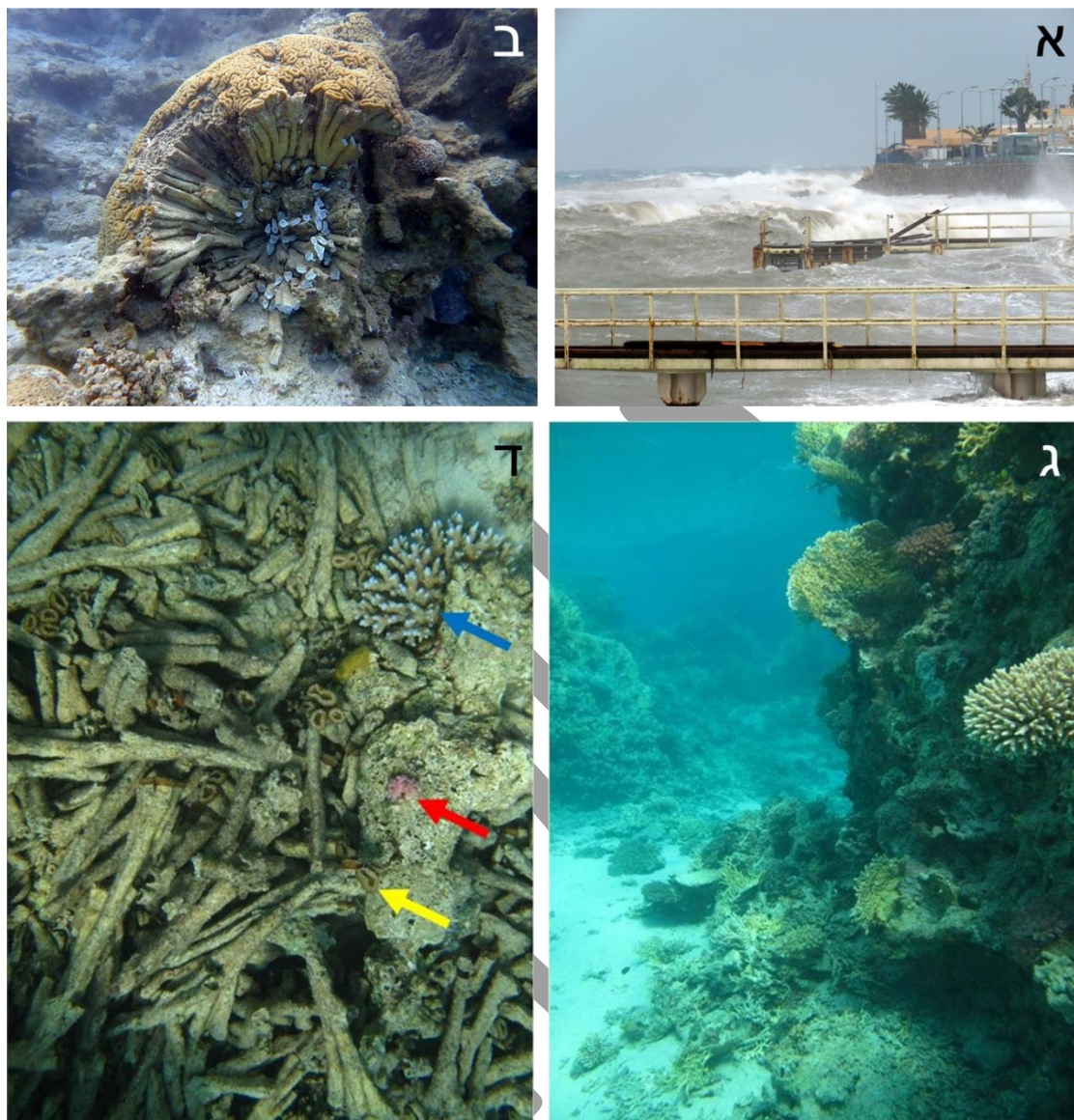
תכנית הניטור הלאומית של מפרץ אילת מבצעת מדידות רציפות של מהירות הרוח החל משנת 2006. נתונים מאזור צפון מפרץ אילת מלפני 2006 נאספים על ידי השירות המטאורולוגי, אך מדי הרוח נמצאים במקומות עם הפרעות/הסתרות משמעותיות ולכן אינם מספקים נתונים אמינים. באיור 33 מוצגים נתוני הרוח באילת שנאספים על ידי הניטור הלאומי. ניתן לראות שרוב ימות השנה הרוחות הן צפוניות. מפני שביוונו של ציר האורך של מפרץ אילת הוא כ-195 מעלות (מדרום לצפון), רק הרוחות שכיווןן הוא סביב 195 מעלות (מדידותיהן מסומנות באליפסה אדומה באיור 33א') רלוונטיות ליצירת סערות דרומיות. ניתן גם לראות שמאז 2006, כמעט בכל שנה יש לפחות אירוע אחד שבו מתפתחת רוח דרומית חזקה (איור 33ב'). אירועים קיצוניים יחסית תועדו בשנים 2010 ו-2020. האירוע שתועד בשנת 2020 היה חזק במיוחד וגרם לנזקים קשים, אך בעיקר באזורים הרדודים שעליהם הגלים מתנפצים. בהינתן שנתונים אמינים החלו להיאסף רק לאחרונה (2006) על ידי הניטור הלאומי, קשה לדעת עד כמה האירוע שתועד בשנת 2020 הוא אכן חריג וקשה לקבוע אם עצמתן של הסערות הדרומיות משתנה עם השנים בגלל שינויים אקלימיים.



איור 33. רוחות דרומיות בראש מפרץ אילת. א. מהירות הרוחות וכיווןן. כל נקודה מייצגת מדידה. האליפסה האדומה מסמנת

מדידות של רוחות חזקות יחסית שכיוון כ־195 מעלות. רוחות אלה מגיעות מדרום ונעות על ציר האורך של מפרץ אילת ולכן הן רלוונטיות ליצירת סערות דרומיות במפרץ אילת; ב. רוחות דרומיות בלבד שכיוון 195 ± 30 מעלות [סביב ציר האורך של מפרץ אילת (195 מעלות)]. רוחות אלה הן הרוחות הרלוונטיות ליצירת סערות דרומיות במפרץ אילת. מהירויות הרוח מוצגות במטר לשנייה ויש להכפיל פי 3.6 על מנת להמיר לקמ"ש. נתוני מקור – התכנית הלאומית לניטור מפרץ אילת.

בטווח הקצר סערות דרומיות מייצרות נזק רב באזורים הרדודים, בעיקר בשוניות האלמוגים ובמרבדי עשב־הים. אלמוגים רבים באזורים הרדודים נשברים וכמות מאוד גדולה של סדימנטים מורחפת מהקרקעית ועלולה לקבור קטעי שונית ומרבדי עשב־ים. בנוסף, יחד עם הזרמים החזקים שנוצרים, החול המורחף גורם לבלייה פיזית משמעותית בשונית (בדומה לניקוי בחול). לעומת זאת, בעקבות סערות דרומיות ניתן גם לראות מנגנוני שיקום והתחדשות – חלק משברי האלמוגים מצליחים לשרוד ולייסד מושבות חדשות הרחק ממושבות האם (הפצה באמצעות פרגמנטציה). קיימים סוגי אלמוגים, כגון האבוקן (*Lobophyllia*), שבהם מנגנון רבייה זה מהווה מנגנון חשוב שקובע את תפוצתם המרחבית. בנוסף, אלמוגים שנשברים ונופלים למרגלות השונית, על הקרקעית החולית, חלקם מצליח לשרוד ואלה שלא מהווים מצע קשיח זמין להתיישבות של אלמוגים צעירים באזור שקודם לכן היה חולי ולרוות של אלמוגים לא יכלו להתיישב עליו.



איור 34. סערות דרומיות בראש מפרץ אילת. **א.** סערה דרומית חזקה במיוחד מכה בגשרים שמול מלון הנסיכה ובמעבר הגבול לסיני במרץ 2020; **ב.** אלמוג מהסוג אבוקן (*Lobophyllia*) שנשבר מעוצמת הגלים שהכו בו; **ג.** שברי אלמוגים שנשברו מהשונית החוגרת באילת בסערה דרומית ונפלו למרגלותיה על הקרקעית החולית מהווים מצע פוטנציאלי להתיישבות של אלמוגים צעירים; **ד.** שברי אלמוגים חיים ומתים על הקרקעית החולית למרגלות השונית החוגרת באילת מספר חודשים לאחר הסערה הדרומית שפקדה את אילת בדצמבר 2010. ניתן לראות שברי אלמוגים רבים ששרדו, כגון אלמוג מעונף מהסוג שיטית (*Acropora*) ששרד את שבירתו מהשונית וממשיך לגדול על הקרקעית (חץ כחול), מתיישב צעיר של אלמוג מהסוג *Pocillopora* על שלד אלמוג מת שמונח על הקרקעית החולית (חץ אדום) ופוליפ גדול של אבוקן שממשיך לגדול ולהתפתח על המצע הקשיח (חץ צהוב). (צילומים: אסף זבולוני).

בנוסף לנזקים הפיזיים הקשים שסערות דרומיות יכולות לגרום וכיסוי שוניות האלמוגים ומרבדי עשב־הים בסדימנט, הן יכולות לפגוע בתשתיות ימיות וחופיות ולסחוף מהחוף כמות גדולה של פסולת ושברי מבנים. לאחר הסערה שפקדה את אילת במרץ 2020, פקחי רט"ג אספו מהשוניות כמויות אדירות של פסולת, לרבות

שמשיות, כלי פלסטיק, שקיות ניילון, חוטים, גדרות, שטיחי חוף, כריות וצמר מילוי של כריות ומזרנים שהגיעו מאתרי הקמפינג בסיני (

איור 35). גשר המבקרים בשמורת חוף האלמוגים נשבר. אותו גשר שנועד להגיש את ציבור המבקרים לים בבטחה ומבלי לפגוע בשוניית הפך בעצמו למפגע בשוניית והוצא מהים במהלך מורכב.



איור 35. גדר ברזל שנשברה ונסחפה לשוניית האלמוגים ליד למעבר הגבול עם סיני. (צילום: אסף זבולוני).

אירועי שפל קיצוניים

משרעת הגאות והשפל במפרץ אילת אינה גדולה במיוחד. לעומת זאת, מידי כמה שנים, כתלות במיקום הירח והשמש ביחס לכדור הארץ וכתלות במשב הרוחות באוקיינוס ההודי ובים האדום, פוקד את מפרץ אילת אירוע שפל קיצוני – מצב בו מפלס הים יורד אל מתחת לגובה השוניית הרדודות (איור 36). מידת הנזק שנוצר לשוניות תלוי במספר גורמים, כגון משך החשיפה של השוניות לאטמוספירה, טמפרטורת האוויר, עוצמת הקרינה וגובה הגלים. במקרים מסוימים, בעקבות חשיפה ממושכת של השוניות לאטמוספירה בימים חמים, עלול להיגרם נזק חמור לשוניות הרדודות ובמיוחד לשולחן השוניית.

בעבר, היה נהוג להרטיב את השוניות שנחשפות באירועים אלה בצורה מלאכותית, באמצעות סירה ששטה לאורך השוניות במהירות גבוהה ויוצרת גל ירכתיים ששוטף את השוניות. התערבות זו הופסקה מכיוון שהובן שאירועים אלה מהווים מנגנון חשוב שמצד אחד גורם לתמותה בשוניית, אך מנגד, יש לו תפקיד משמעותי בעיצוב מבנה השוניות והרכב המינים בהן. למעשה, אירועים אלה קובעים את גובה השוניות הרדודות ביחס

למפלס הים והפגיעה נוצרת לרוב במינים הדומיננטיים ביותר בשוניות, דבר המאפשר למינים הפחות דומיננטיים לגדול ולהתפתח ובכך, בטווח הרחוק, להגדיל את מגוון המינים.

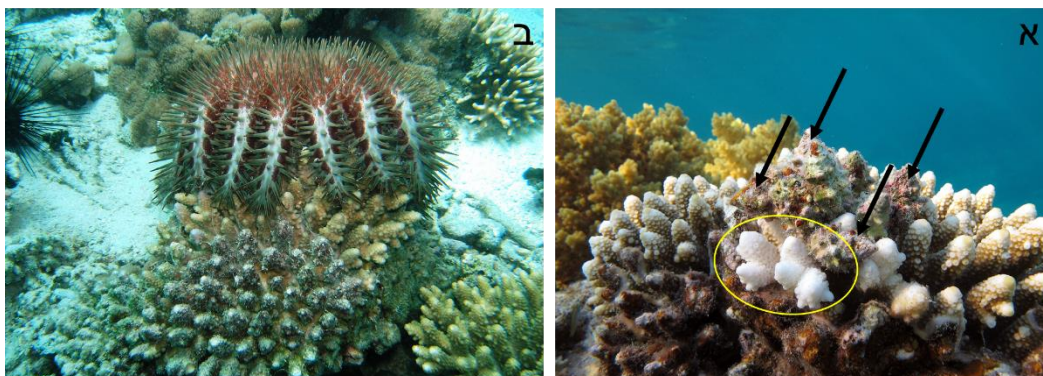


איור 36. אירוע שפל קיצוני בו מפלס המים ירד מתחת לגובה שולחן השונית החוגרת. האלמוגים הגדלים על שולחן השונית חשופים להתייבשות. (צילום: אסף זבולוני).

התפרצויות של טורפי אלמוגים

התפרצויות של מיני בעלי חיים וצמחים הן תגובה לשינויים בשינוי המשקל העדין הקיים בטבע (למשל, פגיעה בטורפי המינים המתפרצים, או עלייה בשכיחות מזונם/טרפם). התפרצויות של טורפי אלמוגים באזורי שונית תועדו עוד מתקופות שקדמו להשפעות האדם ונבעו מתנודות טבעיות. לעומת זאת, כיום, חלק מההתפרצויות הן תגובה להפרעות מעשי ידי אדם שהעניקו יתרון (לעיתים זמני) למינים המתפרצים. באילת, מצויים טורפי אלמוגים הידועים כמינים הנוטים להתפרץ כתוצאה מהיחלשות השונית ולהסב לה נזקים קשים – החילזון הטורף *Drupella cornus* וכובב הים הקוצני *Acantaster planci* (איור 37).

מדי כמה שנים ניתן להבחין בעלייה משמעותית בגודל האוכלוסיות של טורפי אלמוגים אלו, במיוחד של החילזון. בעבר, היה נהוג לסלק את החילזון הטורף ואת כובב הים הקוצני מהשוניות כאשר אובחנה עלייה בגודל האוכלוסיות שלהם. מחקר שערכה רט"ג שהתבסס על ניסויים (בים ובמעבדה) ועל סקרים שנמשכו כשנתיים מאז אירוע של התפרצות החילזון הטורף בשנת 2011^[73], הראו שבטווח הקצר, להתפרצויות כאלה יש השפעה שלילית על השוניות (ירידה משמעותית באחוז הכיסוי של אלמוגי האבן). לעומת זאת, בטווח הארוך, ההשפעה היא חיובית – השונית משתקמת וכיסוי האלמוגים חוזר להיות כפי שהיה קודם לכן, אך בהרכב שונה ומגוון יותר של מיני אלמוגים. הסיבה לכך היא שהחילזון נוטה לטרוף את הסוג הדומיננטי ביותר של האלמוגים (אלמוגי שיטית; *Acropora*) ובכך הוא מאפשר למינים פחות דומיננטיים לגדול ולהתפתח בשוניות. בנוסף, החילזון טורף את האלמוגים החלשים יותר, כך שנוצרת סלקציה חשובה לטובת האלמוגים העמידים בפני החילזון. מאידך, בעולם (באזור האינדו-פסיפי אליו שייך גם הים האדום) תועדו גם מקרים בהם שוניות שלמות נהרסו כתוצאה מהתפרצות כובב הים הקוצני. יש לציין שמנגנוני ההתפרצות והשפעת האדם על התפרצויות עדיין לא לגמרי ברורים^[74-76].



איור 37. טורפי אלמוגים בשוניות אילת. **א.** החילזון *Drupella cornus* ניזון בעיקר מאלמוגי *Acropora*. ארבעת החצים השחורים מורים על ארבעה פרטים של החילזון והאזור המוקף באליפסה צהובה מראה אזור שניטרף ונשאר רק השלד הקרבונטי הצחור של האלמוג; **ב.** כוכב הים הקוצני *Acantaster planci* טורף אלמוג מהסוג *Acropora*. (צילומים: אסף זבולוני).

טבלה 2 מסכמת את גורמי ההפרעה האנתרופוגניים המובהקים שפועלים על המערכות האקולוגיות במפרץ אילת. היא מציגה את המצב הקיים ואת האיום, נכון להיום, על המערכת הטבעית במפרץ. בטבלה יש גם התייחסות להתחממות מי הים כתוצאה משינויים אקלימיים שכיום יש קונצנזוס רחב לגבי חלקו הניכר של האדם בהתחממות זו ולגבי הקשר בין מאמצי שימור מקומיים ואזוריים ליכולתן של שוניות האלמוגים להתמודד עם התחממות זו (איור 5) [16].

טבלה 2. סיכום גורמי הפרעה ואיומים שמקורם בפעילות האדם – תיאור המצב הקיים והאיום על המערכת הטבעית במפרץ אילת.

גורם הפרעה/איום	מצב קיים	איום
זיהום בדלק	מאז הזיהומים התדירים שאירעו בשנות השבעים, המצב השתפר בצורה ניכרת, אך עדיין, אחת לשנה-שנתיים ישנו אירוע של זיהום.	גבוה מאוד – קיים ועלול להתגבר – נמל דלק בצד הירדני, תכניות לנמל תעלה בישראל, הגברת נפח התעבורה הימית ושינוע נפט מאיחוד האמירויות לאירופה דרך נמל אילת. אירוע אחד משמעותי (כגון עלייה של כלי שיט על שרטון והתבקעותו) עלול לגרום לקטסטרופה אזורית.
זיהום בחומר אורגני ונוטריינטים	השתפר בצורה ניכרת – כלובי הדגים הוצאו מהים והביוב מטופל ואינו מזרם לים. לעומת זאת, תעלת הקינט ממשיכה לזהם את הים בחומר אורגני ובנוטריינטים.	גבוה מאוד – קיימות תכניות לחוות לחקלאות ימית שיזרימו את מי הפלט שלהן לים. קיימות תכניות להגדלת נפח התפלת המים.
זיהום בפלסטיק ופסולת מוצקה	קיימת החמרה ארוכת שנים. כמויות הפלסטיק שמגיעות למפרץ אילת מהעיר, החופים וכלי השיט גבוהה מאוד.	גבוה – השימוש בפלסטיק אינו מופחת בצורה ניכרת וחוקי עזר עירוניים לא נאכפים, כמו גם חוק הניקיון. הפלסטיק אינו נעלם מהמערכת הטבעית, אלא ממשיך להצטבר, הופך למיקרו-פלסטיק ופוגע במגוון דרכים בבעלי החיים ובבתי הגידול הטבעיים.

בינוני - שיתוף הפעולה עם משרד החקלאות אינו מספק והדיג באילת ממשיך לפגוע בערכי טבע מוגנים, לרבות במיני מפתח. לעומת זאת, חל שיפור ניכר בהסברה ובאכיפה, דבר שמגביר את המודעות בקרב העוסקים בדיג.

השתפר עם השנים ורשימת ערכי הטבע המוגנים עודכנה לאחרונה, אך יש עדיין מה לשפר. דיג מקצועי וספורטיבי שמתבצעים על פני סקאלה מרחבית כה קטנה פוגעים עדיין בצורה בלתי סבירה במערכות הטבעיות. נמצא שיש לא מעט סחר לא חוקי בערכי טבע מוגנים מצפון מפרץ אילת.

דיג, שליית ערכי טבע וסחר לא חוקי בערכי טבע

<p>בינוני – בהינתן התכניות להרחבת התיירות באילת, עומס התיירים צפוי לגדול בצורה משמעותית ויש לשפר בצורה ניכרת את ממשק הצוללים.</p>	<p>השתפר בצורה ניכרת בזכות הסברה ואכיפה שהעלו את המודעות בקרב הציבור.</p>	<p>פגיעה פיזית בשוניות על ידי צוללים, משנורקלים וכלי שיט</p>
<p>בינוני – מצד אחד יש עלייה במודעות בזכות מאמצי הסברה, אך מצד שני פיתוח מואץ עלול להגביר את זיהום האור במידה שלא יתבצע עם הבקרה הנחוצה.</p>	<p>זיהום רב והזנחה ארוכת שנים, בין היתר, בגלל מודעות נמוכה.</p>	<p>זיהום אור</p>
<p>בינוני – עלול לגדול אם התעבורה הימית באזור תגדל.</p>	<p>זיהום רב, בין היתר, בגלל מודעות נמוכה</p>	<p>זיהום רעש</p>
<p>גבוה – אם הפיקוח והרגולציה לא יוגברו בצורה משמעותית, מפרץ אילת נתון לסכנת אינטרודוקציה של מינים זרים וגורמי מחלה. הזרמה מחוות דגים יבשתיות מתוכננות ללא טיפול מתאים וזהיר במי הפלט תגדיל בצורה ניכרת את הסיכוי להתפשטות גורמי מחלה במפרץ. הצלחת הפלישה של מינים זרים אינה תמיד צפויה, לא ניתן למגרם לאחר שהצליחו לפלוש ולכן חשוב להתמקד במניעה.</p>	<p>קיימת הזנחה רבת שנים שהגיעה לשיאה בתקופת כלובי הדגים וקידום החקלאות הימית באילת. תעלת הקינט מהווה כיום מקור מסוכן לזיהום ביולוגי.</p>	<p>זיהום ביולוגי ומינים פולשים</p>
<p>גבוה מאוד – רכבת לאילת ונמל תעלה, חקלאות ימית, פיתוח מלונאי ותיירות (לרבות מלון תת ימי) ותנופת פיתוח אדירה בירדן וסעודיה צפויים להשפיע בצורה ניכרת על המערכות האקולוגיות במפרץ ועל איכות המים.</p>	<p>מקודמים בימים אלה פרויקטים רבים ותכניות פיתוח, חלקן גדולות מאוד עם פוטנציאל השפעה משמעותי על הסביבה הטבעית במפרץ אילת.</p>	<p>גידול אורבני ותכניות פיתוח</p>
<p>גבוה מאוד – זהו האיום המשמעותי ביותר על רוב שוניות האלמוגים בעולם. המשך עמידותם של אלמוגי אילת להתחממות מי הים, שהיא מהירה מאוד באזורנו, אינו מובטח ותלוי מאוד במאמצי השימור המקומיים והאזוריים וביכולתנו לצמצם את גורמי ההפרעה המוזכרים למעלה.</p>	<p>עד כה מפרץ אילת נפגע פחות משוניות אחרות בעולם. נראה שאלמוגי מפרץ אילת עמידים יותר מאלמוגים באזורים אחרים בעולם.</p>	<p>שינויים אקלימיים והתחממות מי הים</p>

היבטים תכנוניים

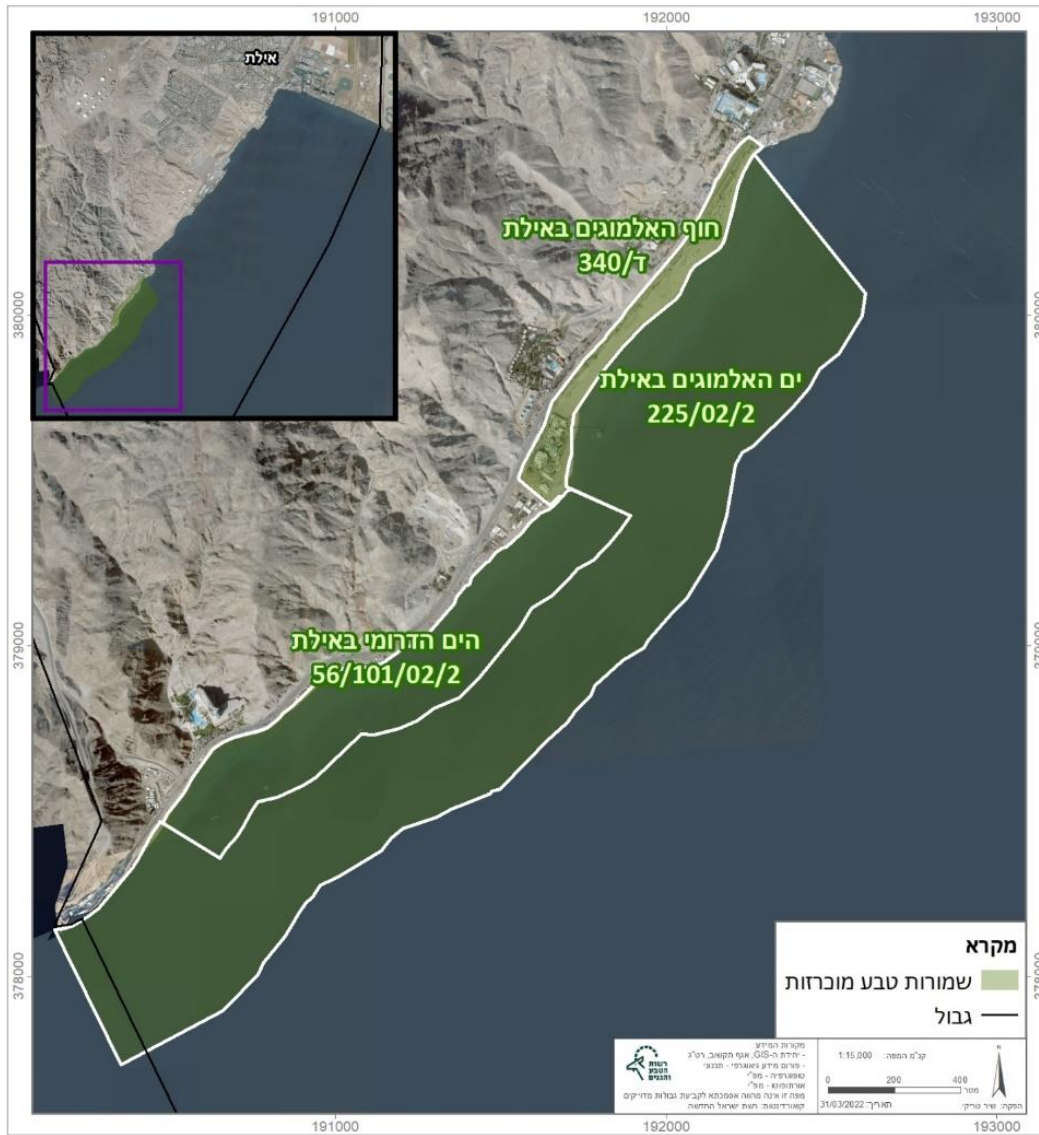
לצד הרקע האקולוגי של מפרץ אילת, חשוב להתייחס במסמך זה גם לרקע הסטטוטורי ולתהליכי התכנון המקודמים במפרץ אילת. ההתייחסות התכנונית למצב הקיים כוללת סקירה ומיפוי של האזורים החופיים והימיים המוגנים בפועל וכן התייחסות מפורטת לתמ"א 13 – תכנית מתאר ארצית לחופי מפרץ אילת המעגנת תפישה תכנונית מרחבית כוללת למרחב מפרץ אילת ועיקרה קביעת מערך השימושים וייעודי הקרקע בתחום הסביבה החופית והימית. בנוסף, נכללת הצגה של מגמות התכנון וכיווני הפיתוח במרחב העיר אילת ובסביבתה.

בתחום מפרץ אילת מצויות שלוש שמורות טבע מאושרות ומוכרזות מתוקף תכניות סטטוטוריות:

- **חוף האלמוגים** – תכנית מס' ד/340 מאושרת משנת 1962 ומוכרזת מ-1964 – שמורה חופית הכוללת אזור חולי הנמצא בעורף החוף ואזור סלעי (סלע חוף/beachrock) באזור הכרית והתת-כרית. השמורה נושקת ברובה ללגונה שבשמורת ים האלמוגים ובחלקה הדרומי גם לשמורת הים הדרומי. שטח השמורה הוא 0.14 קמ"ר, רוחבה המרבי הוא 155 מטרים ואורכה 1.2 ק"מ.
- **הים הדרומי** – תכנית מס' 56/101/02/2 מאושרת משנת 1995 ומוכרזת מ-2002 – שמורה ימית הכוללת שוניות אלמוגים מרהיבות, מרבדי עשבים ואזורים חוליים שמהם מזדקרים בלטי שונות ססגוניים. באזור הנושק לחוף, באזור הכרית ובתת-כרית, מצוי סלע חוף מרשים. שטח השמורה הוא 0.34 קמ"ר, רוחבה המרבי הוא 230 מטרים ואורכה 1.6 ק"מ. עומק המים בשמורה נע בין 0 ל-65 מ'.
- **ים האלמוגים** – תכנית מס' 225/02/2 מאושרת משנת 2007 ומוכרזת מ-2009 – שמורה ימית הכוללת לגונה חולית עם בלטי שונות, שונות חוגרת יחידה באילת שאורכה כ-1 ק"מ (איור 8), שוניות אלמוגים מרהיבות, מרבדי עשבים ואזורים חוליים שמהם מזדקרים בלטי שונות ססגוניים. באזור הנושק לחוף, באזור הכרית ובתת-כרית, מצוי סלע חוף מרשים. שטח השמורה הוא 1.3 קמ"ר, רוחבה המרבי הוא 580 מטרים ואורכה 3.1 ק"מ. עומק המים בשמורה נע בין 0 ל-85 מ'.

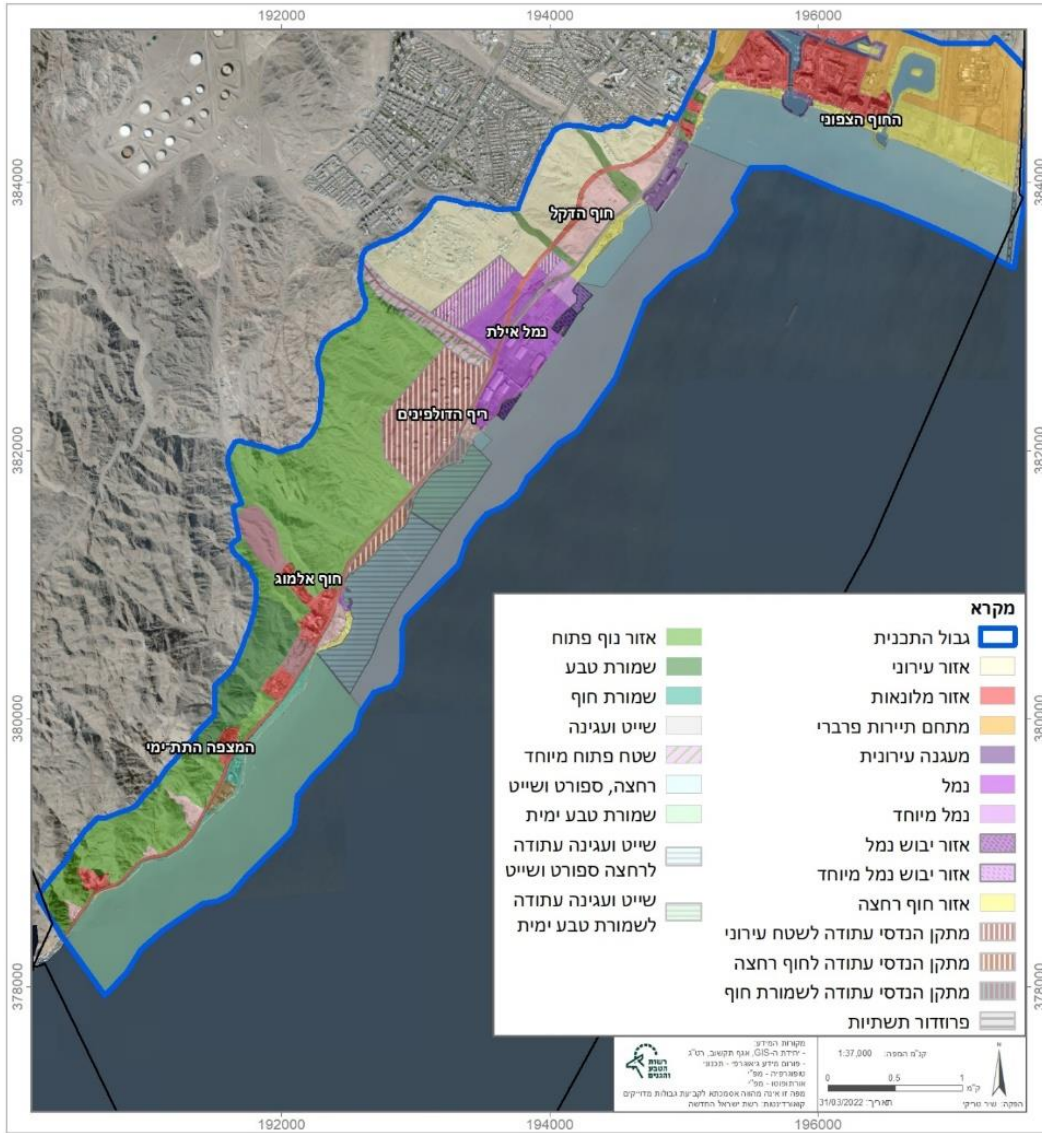
שמורות טבע אלה מרוכזות כולן בשלושת הקילומטרים הדרומיים של חופי אילת)

איור 38 ומקנות הגנה רק לחלק מבתי הגידול החיוניים לתפקודן התקין של המערכות האקולוגיות במפרץ.



איור 38. שמורת טבע מוכרזת חופית ("חוף האלמוגים באילת") ושמורות טבע מוכרזות ימיות ("ים האלמוגים באילת" ו"ים הדרומי באילת") בתחום ישראל בצפון מפרץ אילת.

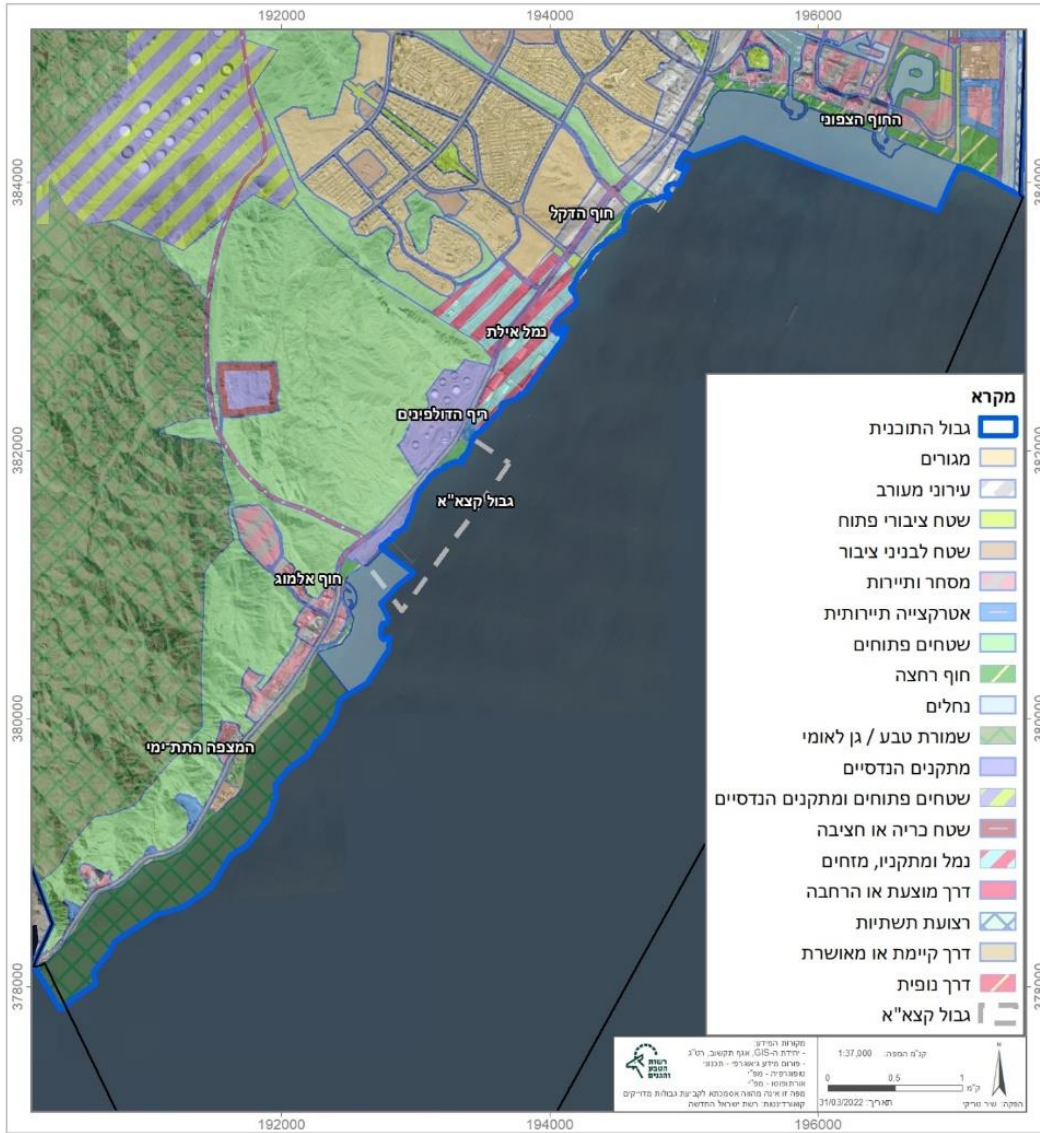
התכנית העיקרית שחלה על חופי אילת, ובאופן חלקי על האזורים הימיים בתחומי המפרץ, היא תמ"א 13 (איור 39). מדיניות תמ"א 13 לחופי מפרץ אילת התוותה את הראייה הכוללת והמפורטת לשימור ולפיתוח לחופי המפרץ. מבחינה מרחבית, התכנית התבססה על אפיון מרחבי לשלושה אזורים עיקריים – האזור הימי, האזור החופי ועורף הפיתוח היבשתי המהווה את עיקר שטחי הפיתוח במסגרת התכנית.



איור 39. תשריט ייעודי קרקע על פי תמ"א 13 לחופי מפרץ אילת.

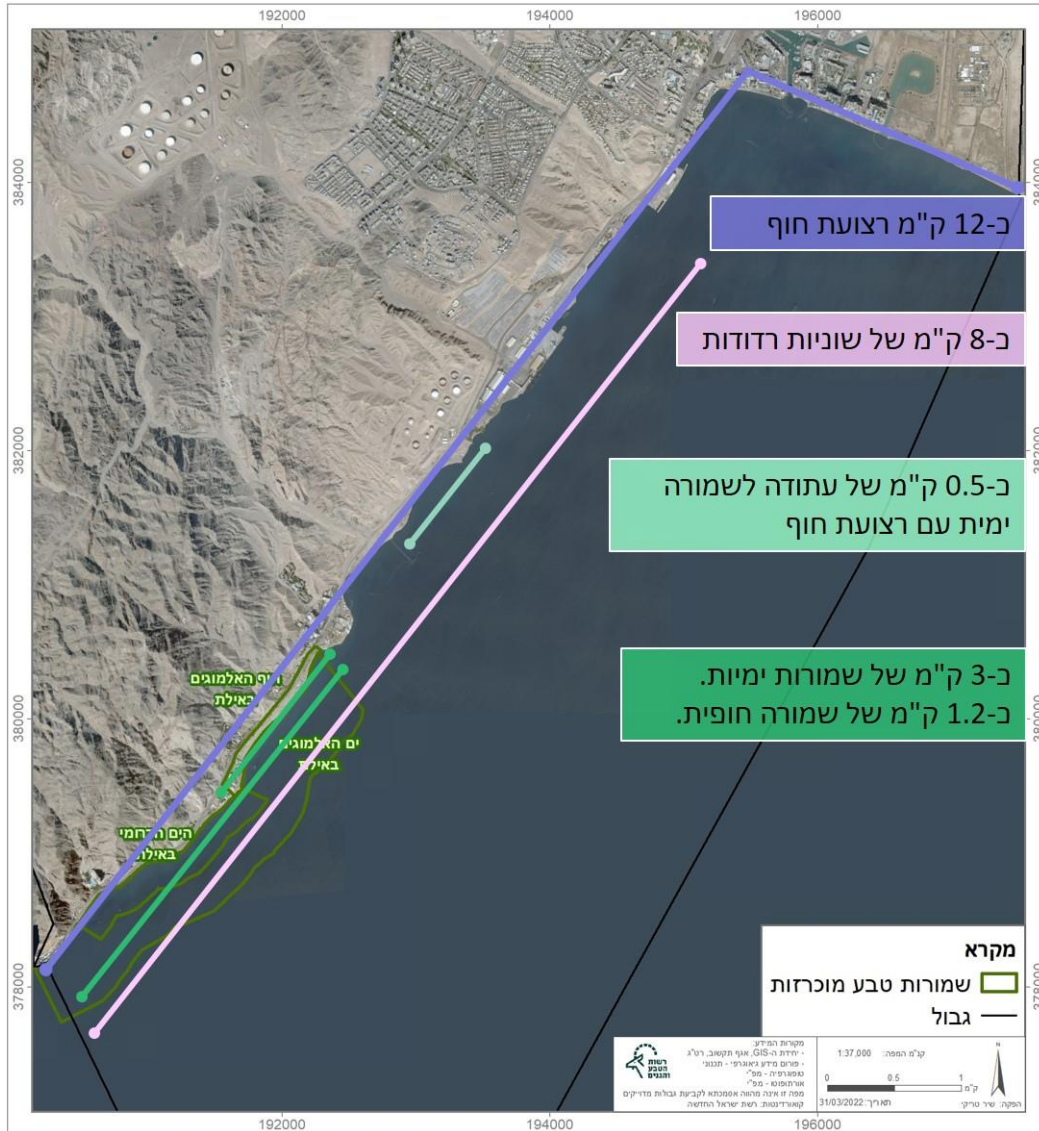
תמ"א 13 הגדירה ועיגנה את הרגישויות הסביבתיות הן מבחינה נופית הן מבחינה אקולוגית ובהתאם להן קבעה את ייעודי הקרקע ומגמות הפיתוח של העיר אילת והתשתיות הלאומיות במפרץ אילת. תכנית זו מכוונת את הפיתוח התיירותי והעירוני לחלקה הצפוני של העיר, ומותירה את האזורים הדרומיים עם זכויות פיתוח מוגבלות. בנוסף, התכנית מותירה אזורים מוגנים באמצעות קביעת ייעודי קרקע לשמורות חוף (הכוללים את אזורי הכרית ומהווים גם אזורי חיץ מהאזורים הימיים הרגישים), שמורות טבע בים וביבשה, וכן עתודות לשמורות טבע.

תמ"א 13 עיגנה את שמורות הטבע הימיות המאושרות מתוקף התכנית המפורטות המאושרות לעיל, אשר אינן נכללות בתמ"א 8 (תכנית מתאר ארצית לגנים לאומיים, שמורות טבע ושמורות נוף) על שינויה. היא



איור 41. תכנית המתאר החדשה לאילת. תכנית שמניחה תשתית תכנונית ועקרונות שטמונים בחובם השפעה ממשית על מפרץ אילת, כגון הכפלת האוכלוסייה של העיר אילת, עיבוי הפיתוח לאורך חופי מפרץ אילת והעורף היבשתי וקידום חופי רחצה בשמורות החוף שהגדירה תמ"א 13.

לסיכום המצב התכנוני הקיים, האזורים הימיים והחופיים המוגנים בתחומי צפון מפרץ אילת הם האזורים הנכללים בתכניות מתאר מאושרות ומוכרזות לשמורות טבע (איור 42). מתוך רצועת חוף באורך כולל של כ-12 ק"מ, ישנן שמורות טבע ימיות באורך כולל של כ-3 ק"מ בלבד ושמורת טבע חופית צרה באורך של כ-1.2 ק"מ (חוף האלמוגים). יחד עם זאת, בהתאם לתמ"א 13, מקודמת כיום תכנית מפורטת משותפת לעיריית אילת ורט"ג לחוף קצא"א. תכנית זו כוללת שמורת טבע ימית ושמורה חופית מצומצמת (בתחום הכרית), ובנוסף חוף רחצה. רצועת החוף שתעוגן בתכנית זו כשמורת טבע עוגנה במסגרת היתר הבניה לחוף האקולוגי אשר אושר במליאת הועדה המחוזית בדיון ביולי 2018. בפועל, האזורים המוגנים בתחום הסביבה החופית והימית של צפון מפרץ אילת מייצגים רק חלק מצומצם מבתי הגידול בעלי חשיבות לשימור (ראו התייחסות לכך בחלק ג').



איור 42. רצועת החוף של אילת וחלוקתה למקטעים – שוניות האלמוגים הרדודות, השמורות הימיות, השמורה החופית ועתודה לשמורת טבע ימית על פי תמ"א 13 עם רצועת חוף.

תהליכי תכנון ומגמות הפיתוח

בתחומי העיר אילת ובסביבתה, במרחב החופי והימי של מפרץ אילת, מקודמים בשנים האחרונות תהליכי תכנון ופיתוח משמעותיים. לתהליכים אלה פוטנציאל לפגוע באופן משמעותי בסביבה הטבעית במפרץ אילת, במידה וקידומם לא יעשה ללא הזהירות הנדרשת לנוכח הערכיות והרגישות הרבה של המערכות האקולוגיות במפרץ. ניתן לחלק את תהליכי התכנון והפיתוח לרמות שונות:

- **תהליכי תכנון אסטרטגיים במרחב מפרץ אילת** – מקודמים שני תהליכי תכנון משמעותיים על ידי מנהל התכנון ומשרד התיירות באמצעות החברה להגנות ים המלח (חל"י):

○ **מסמך המדיניות לחופי אילת** – תכנית כוללת למרחב רצועת החוף של אילת המקודמת בהובלת מנהל התכנון ומשרד התיירות באמצעות חל"י. מטרת התכנית היא להתוות מדיניות עדכנית לחופי אילת, אשר תותאם למגמות ולשינויים הרצויים והצפויים בעשורים הבאים בתחומי התיירות, מלונאות, תעסוקה וצרכי הקהילה המקומית, תוך שמירה על איזון בין פיתוח לשימור מבחינה מרחבית בין החופים הצפוניים והדרומיים, בהתאמה. תכנית זו מהווה המשך של התכנית האסטרטגית לחופי אילת שנערכה ביוזמת עיריית אילת על ידי משרד אדריכלים מייזליץ כסיף. תכנית זו מהווה תכנית אב וכוללת פרויקטים רבים להסדרת רצועת החוף, אשר חלקם מקודמים כבר בימים אלו (**איור 40**).

○ **מסמך המדיניות למרחב הימי של ישראל במפרץ אילת** – תכנית כוללת למרחב הימי של מפרץ אילת המקודמת בהובלה של מנהל התכנון ומשרד התיירות. תכנון המרחב הימי ינתח וישלים את החזון המוצע לרצועת החוף, כנקודת פתיחה לתכנון שיאפשר פיתוח ושימור מושכלים של רצועת החוף והמרחב הימי יחדיו כמרחב אחד, תוך שילוב ואיזון בין השיקולים הסביבתיים, התיירותיים והכלכליים.

התוצר המצרפי של שני תהליכי פיתוח אלו יהווה את הבסיס לגיבוש ראייה תכנונית כוללת למרחב מפרץ אילת שבתחום ישראל – יבשה-חוף-ים. תהליך תכנוני זה מקודם על בסיס החלטת המועצה הארצית מיום ה-1 בינואר 2019 לעדכון תמ"א 13 לחופי אילת ויטמיע את השינויים הנדרשים והמותאמים לצרכי הפיתוח המקומיים ובתוך כך פעילות התיירות בתחומי אילת.

תכנון והתאמת המרחב הימי והחופי למציאות המשתנה, הוא תהליך חשוב, אך הוא טומן בחובו השפעות אפשריות ניכרות על בריאותן של המערכות האקולוגיות במפרץ. חלק מהתהליכים נועדו לתת מענה לגידול הצפוי באוכלוסיית העיר (כגון מגורים, תעסוקה ותשתיות עירוניות שונות). נוסף לכך, מכיוון שאילת היא עיר בעלת מעמד תיירותי בין-לאומי, מקודם מהלך לעידוד ולפיתוח התיירות המדברית שמוביל משרד התיירות, אשר יחד עם פתיחתו של שדה התעופה הבין-לאומי רמון, סביר מאוד שמספר המבקרים באילת צפוי לגדול במידה משמעותית. במסגרת זו, מקודמת:

○ **תכנית המוצר המדברי** – תכנית לפיתוח תיירות המדבר בישראל והפיכתה למוצר תיירותי בין-לאומי, אשר ישתלב במערך השיווק הבין-לאומי של מדינת ישראל, לצד המוצרים הבין-לאומיים הקיימים. התכנית מקודמת על ידי משרד התיירות באמצעות חל"י. במרחב מפרץ אילת, התכנית כוללת, בין היתר, פיתוח של מיזמי אחסון תיירותי ברצועת החוף והסדרה ושדרוג של טיילת לאורך המפרץ.

● **תכניות ויוזמות לפיתוח תשתיות לאומיות ובין-לאומיות:**

○ **רכבת לאילת ונמל תעלה** – תכנית שהחלה להתגבש עוד בשנות ה-60 בעקבות סגירת תעלת סואץ למעבר אוניות לאחר מלחמת ששת הימים. הרעיון מאחורי התכנית הוא שניתן ליצור גשר יבשתי לסחורות, כאלטרנטיבה לתעלת סואץ, באמצעות מסילות רכבת שיחברו את אילת עם נמל אשדוד. בשנת 2012 קיבלה הממשלה את החלטה 4223 שעניינה סלילת מסילת הברזל לאילת. התכנית למסילת הרכבת לאילת מקודמת כיום כתכנית מתאר מחוזית במחוז דרום. בשלב זה לא תוכנן פתרון החיבור של המסילה למפרץ אילת. במקביל, מקודמת בשנים האחרונות "תכנית השער הדרומי" שנועדה להעביר את הפעילות הנמלית מחופי אילת לערבה באמצעות נמל תעלה שיחדור אל תוך הערבה ומרכז תחבורתי לוגיסטי שיחבר את הנמל עם רכבת המטענים.

◦ **מובל השלום** – תכנית שהיא פלטפורמה לשיתוף פעולה בין-לאומי לחיבור בין מפרץ אילת עם ים המלח. התכנית נועדה לייצב את מפלס ים המלח, לספק מים מותפלים לממלכת ירדן, לרשות הפלסטינית ולישראל ולספק חשמל הידרואלקטרי שיספק חלק מהאנרגיה הנדרשת להתפלה ולהובלת המים המותפלים.

◦ **שינוע נפט דרך מפרץ אילת** – באוקטובר 2020 חברת קצא"א חתמה על מזכר הבנות עם חברת MED-RED Land Bridge Ltd. לשינוע נפט מאזור המפרץ הפרסי לישראל ואספקתו ללקוחות שונים באגן הים התיכון. הקו הימי צפוי להוביל מוצרי נפט מאיחוד האמירויות ושווקים אסיאתיים אחרים לשווקים מערביים באמצעות תשתית ההובלה והאחסון של חברת קצא"א. לצד ההסכם, מקודמת בימים אלו תת"ל 95 – תכנית תשתית לאומית לכלל תשתיות קצא"א ובכלל זה רצועות ההולכה וכן מכלולי קצא"א באילת – חוות יותם ונמל קצא"א.

◦ **תמ"א 37** – תכנית מתאר ארצית לרצועת תשתיות אנרגיה משולבת. בימים אלו נבחנת נקודת הקצה של רצועת התשתיות כולל חלופה בחוף קצא"א.

◦ **תת"ל 115** – תכנית לתשתית לאומית למתקן הסבחה – מתקן התפלה של מקורות המתבסס על התפלה של מי ים וכולל הקמת מערך שאיבה וסניקה משמעותי בתחום הימי והחופי.

◦ **תעלת הקינט** – תכנית למפעל ניקוז שנועד לנקז חלק משמעותי ממרחב הרי אילת והערבה הדרומית. בימים אלו נבחנות חלופות שונות לחיבור תעלת הניקוז לים.

◦ **חקלאות ימית** – בהתאם להחלטת הממשלה מס' 4848 לנושא פיתוח החקלאות הימית באילת משנת 2012 והחלטת ממשלה מס' 4662 משנת 2019 (תכנית רב-שנתית לפיתוח העיר אילת וחבל אילות ותיקון החלטת ממשלה), מקודמות מספר תכניות להקמת מיזמי חקלאות ימית במרחב אילת והערבה הדרומית, בתחום היבשתי. פרויקטים אלה תלויים בשאיבת מי ים ממפרץ אילת, ובשלב זה, הזרמת מי פלט בחזרה למפרץ.

בנוסף, לאחרונה נערכה בחינה להרחבת תחום השיפוט של העיר אילת במרחב הימי במפרץ. בחינה זו היא חלק ממהלך ארצי כולל אותו מקדם משרד הפנים בכל הרשויות המקומיות הגובלות במרחבים ימיים. לגבי אילת, נערך דיון ייעודי ונבחנה הרחבה זו לאור הגורמים הרבים הפועלים בתחומי המפרץ והפעילויות השונות, כמו גם על רקע הרגישות והייחודיות של מפרץ אילת.

תהליכי התכנון המקודמים בימים אלה דנים בפיתוח משמעותי מאוד בתחומי העיר אילת ובסביבתה, ובפרט בסביבה החופית והימית של מפרץ אילת ובכל מרחב העורף היבשתי הסמוך והמדבר. חשוב להבהיר שלהרחבת הפיתוח במרחב המדברי הסמוך למפרץ ולחופיו עלולה להיות משמעות רבה מבחינת בריאות ויציבות המערכות האקולוגיות במפרץ. פיתוח לא זהיר בשטחים אלה צפוי, למשל, להשפיע על הנגר העילי ונתיבי השיטפונות למפרץ, זיהום הים בחומרים שמקורם באזורי הפיתוח (כגון תשטיפי כבישים, פסולת מוצקה וחומר אורגני ונוטריינטים מאזורים מגוננים), זיהום אור ורעש. על כן, נדרש בתהליכי התכנון לזהות מראש את המשמעותיות הסביבתיות של הפיתוח ולהביא לצמצומן במסגרת התהליך התכנוני והגדרת הממשקים.

במקביל לפיתוח הצפוי באילת, גם במדינות השכנות, סביב מפרץ אילת, ישנה תנופת פיתוח אדירה, הן של מיזמי תיירות הן של בינוי עירוני ותשתיות שונות, כגון:

- נאום (Neom) – תכנית סעודית, חסר תקדים בגודלה, המקודמת על ידי נסיך הכתר של ערב הסעודית (מוחמד בן סלמאן) להקמת עיר חדשנית לאורך חופי מפרץ אילת. העיר מתוכננת להתפרש על שטח של 26,500 קמ"ר (!) ולהיבנות לאורך מרבית הגדה המזרחית של מפרץ אילת. בדרומו של מפרץ אילת, באזור מיצרי טיראן, היא צפויה להיות מחוברת לחצי האי סיני באמצעות גשר.
- איילה (Ayla) – לגונה חפורה בחוף הצפוני של עקבה, ממש בצמידות לגבול ישראל-ירדן שמוסיפה ל-27 הקילומטרים של קו החוף בעקבה עוד 17 קילומטרים של חוף בתוך הלגונה. איילה נועדה לספק מגורים לצד תיירות, מסחר ובידור.

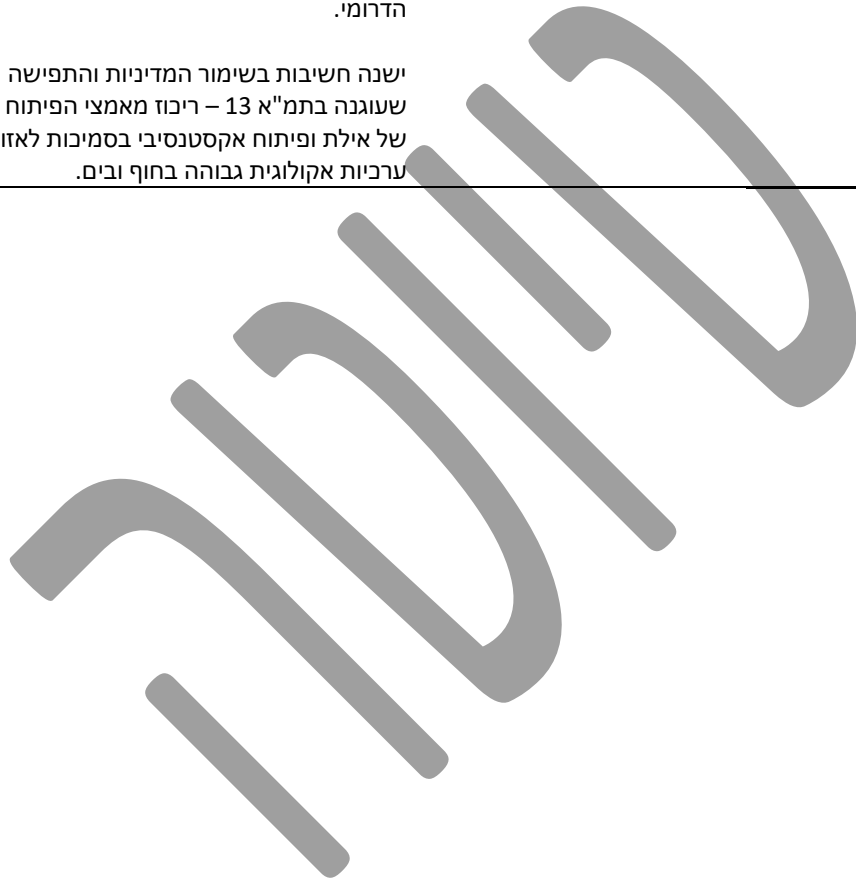
לנוכח מגמות הפיתוח בתחומי אילת ובסביבתה ובהינתן רגישותן של המערכות האקולוגיות במפרץ אילת לפיתוח זה, נדרש לחזק את ההגנה על האזורים הימיים והחופיים בעלי ערכיות וחשיבות למערכות האקולוגיות במפרץ אילת. בכלל זה יש גם להגדיר אזורי חיץ וממשקים מנחים לפעילויות ולפיתוח באזורים אלו ובסמוך להם.

ההתייחסות התכנונית מתמקדת בתהליכי תכנון המקודמים בתחומי ישראל, אך קיימות תכניות משמעותיות המקודמות מחוץ לישראל. על כן, מלבד צמצום השפעות תהליכי התכנון בקנה מידה מקומי, חשוב לקדם מהלך אזורי שיתחשב במכלול ההשפעות הקיימות והמתוכננות במפרץ אילת במסגרות בין-לאומיות. סיכום המצב הקיים, כמו גם תובנות לצורך גיבוש מדיניות תכנונית עתידית, מוצגים בטבלה 3.

טבלה 3. סקירה תכנונית ומגמות התכנון בצפון מפרץ אילת, בסביבה הימית והחופית ובמרחב היבשה (עורף יבשתי).

סביבה	תכניות להגנה	אזורים מוגנים בפועל	תובנות
ימית	תמ"א 13 ושמורות טבע מוכרזות (קצא"א ושמורות ימיות דרומיות)	ההגנה על הסביבה הימית הינה מתוקף תכניות מוכרזות בלבד. שמורות הטבע הימיות המוכרזות הן הים הדרומי (תכנית מס' 56/101/02/2) וים האלמוגים באילת (תכנית מס' 225/02/2).	המצב התכנוני כיום מקנה הגנה לחלק מצומצם מבתי הגידול החיוניים לתפקודן של המערכות האקולוגיות במפרץ אילת. לא מובטחת הגנה מספקת לאזורים ימיים בעלי ערכיות גבוהה וחשיבות לשימור לנוכח המגמות המקומיות, האזוריות והגלובליות.
חופית	תמ"א 13 ושמורות טבע מוכרזות (קצא"א ושמורה חופית דרומית)	ההגנה על הסביבה החופית הינה מתוקף תכנית מוכרזת בלבד. שמורת הטבע החופית המוכרזת היא חוף האלמוגים באילת (תכנית מס' ד/340).	ניכרת מגמת הרחבת מרכיבי הפיתוח לאורך החופים. יש חשיבות לשמר איזון בין חופי רחצה לאזורי חוף מוגנים לפי מדיניות תמ"א 13, תוך התאמת המדיניות בין צפון העיר לאזורים הדרומיים.

<p>החוף מהווה אזור חיץ חיוני ועל כן יש צורך בגיבוש קווים מנחים ודרכי פעולה שיכוונו את תהליכי התכנון והפיתוח באופן המתחשב בערכיות האקולוגית החופית והימית.</p> <p>קיים צורך להגדיר ולקדם הגנה לבתי גידול ייחודיים בעלי חשיבות לשימור המצויים בתחום רצועת החוף.</p>	<p>מרבית שמורות החוף בתמ"א 13 מתקיימות ומיועדות לחופי רחצה, למעט בתחום חוף קצא"א. כיום מקודמת תכנית מפורטת משותפת עם עיריית אילת לשמורת טבע בתחום רצועה חופית מצומצמת בלבד במסגרת התכנון לחוף קצא"א.</p>	
<p>במסגרת תהליכי התכנון מקודמים הרחבה ועיבוי הפיתוח בעורף היבשתי ובמרחב הרי אילת. בחלק הצפוני של העיר הפיתוח הוא לצרכי מגורים, תעסוקה, תיירות ונגזרותיה ובחלק הדרומי בעיקר לצרכי אכסון תיירותי, במקביל לחוף הדרומי.</p> <p>ישנה חשיבות בשימור המדיניות והתפישה התכנונית שעוגנה בתמ"א 13 – ריכוז מאמצי הפיתוח באזור הצפוני של אילת ופיתוח אקסטנסיבי בסמיכות לאזורים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה בחוף ובים.</p>	<p>הגנה מתוקף שמורות טבע מוכרזות (מסיב אילת- תכנית מס' 224/02/2).</p>	<p>עורף יבשתי</p> <p>שמורות טבע מתוקף תמ"א 13 ותמ"א 1/תמ"א 8 ושמורות מוכרזות מתכניות מפורטות</p>



חלק ב' - איתור אזורים לשימור ברמות שונות ולפיתוח בר־קיימה

מטרת שלב זה היא לאתר, על בסיס ניתוח הערכיות האקולוגית של בתי הגידול במפרץ אילת, אזורים בעלי חשיבות גבוהה לשימור, לעומת אזורים בעלי רגישות נמוכה יותר שניתן להפנות אליהם את יוזמות הפיתוח. לצורך הבהרה, **כאשר מדובר במסמך זה על פיתוח, הכוונה היא לפיתוח בר־קיימה**, כלומר פיתוח שבא לענות על צורכי ההווה מבלי להתפשר על יכולתם של הדורות הבאים ליהנות מייחודיותו ויופיו של מפרץ אילת, מבלי לפגוע בשירותי המערכות האקולוגיות שבמפרץ, בערכיותן ובחוסנן (יכולתן להתמודד עם אתגרים סביבתיים עכשוויים ועתידיים). ברור שפיתוח בסביבה רגישה, במקרים רבים, מלווה בפגיעה כלשהי במערכות הטבעיות, אך חשוב שהפיתוח לא יפגע במנגנונים חשובים בטבע ויאפשר למערכות האקולוגיות במפרץ אילת להגיע, לאחר תהליך הפיתוח, לנקודת שיווי משקל יציבה וראויה מבחינה סביבתית. גישה זו אינה נגזרת רק מהרעיון להגן על הטבע באשר הוא טבע (ערך אקולוגי טהור), אלא גם מתוך הבנה שהעיר אילת וכלכלתה תלויים במידה ניכרת באוצרות הטבע שבמפרץ אילת.

על מנת להגדיר את הממשקים הרצויים בכל אזור, נערך אפיון והגדרה של יחידות אקולוגיות ימיות וחופיות אשר היוו את הבסיס לניתוח הערכיות האקולוגית של אזורים שונים. אז, נערך ניתוח מצב קיים של ממשקים ופעילויות במפרץ אילת באמצעות מטריצת שימושים הדדיים, שיטה המקובלת בפרקטיקה של תכנון במרחבים ימיים. ניתוח זה מסייע בהבנת השימושים והפעילויות אשר יכולים להתקיים במקביל, לעומת כאלה שמתנגשים, או כאלה שיכולים להתקיים במקביל, אך בתנאי שמחילים מגבלות מסוימות.

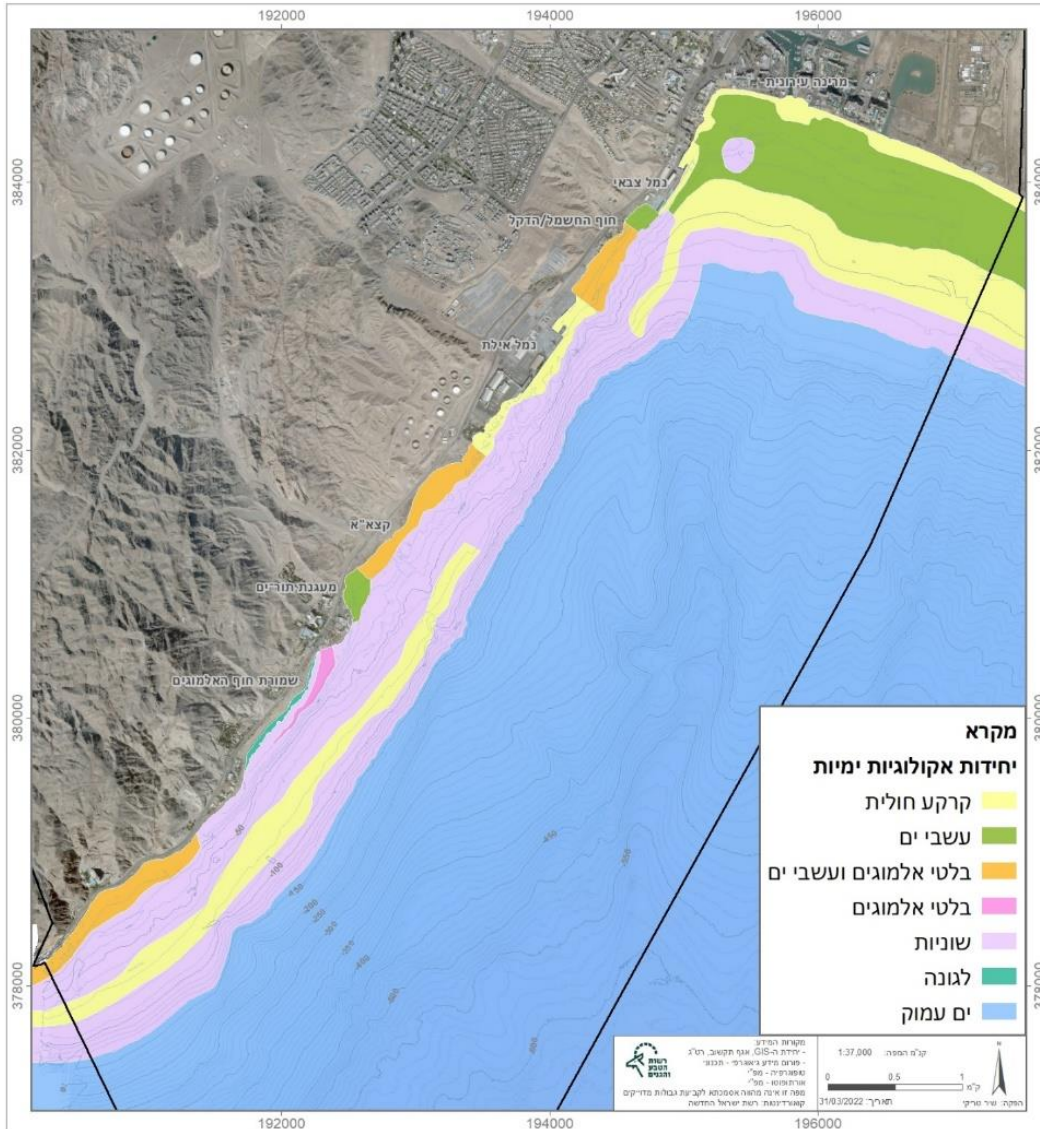
התוצר של שלב זה הוא גיבוש מפה משולבת המגדירה אזורים ימיים וחופיים ברמות הגנה/פיתוח שונות וכוללת פירוט של תפישה מרכזית ועקרונות מנחים לפיתוח ולשימור של כל אזור. שלב ביניים זה יסייע לגבש בהמשך את ההמלצות המרחביות באשר לאזורים עבורם יש להגביר את ההגנה הסטטוטורית, אזורים בהם יש חשיבות להחיל הנחיות ממשקיות סביבתיות (בנוגע לפעילויות כגון שיט ועגינה, ספורט ימי ודיג), וכן אזורים אליהם רצוי להפנות את עיקר יוזמות הפיתוח בהתאם לצורך.

הגדרת יחידות אקולוגיות ימיות וחופיות

בהמשך לתיאור המערכות האקולוגיות ובתי הגידול שהוצגו בחלק א' של המסמך, בחלק זה אנו מציגים אפיון מרחבי של יחידות אקולוגיות באזורים הימיים והחופיים של צפון מפרץ אילת (איור 43 ו-איור 44). המפה המוצגת מבוססת על סקרים ומחקרים, תצלומי אוויר ודעת מומחים שחוקרים את מפרץ אילת זמן רב ומכירים אותו היטב. אפיון היחידות האקולוגיות מבוסס על משתנים שונים המוצגים בנספח 2. להלן היחידות האקולוגיות שהוגדרו ותיאור כללי שלהן:

- **קרקעית חולית** – אזור שהמצע הדומיננטי בו הוא קרקעית חולית (יכול להיות עם כיסוי יחסית דליל של עשביינים, או כתמי שונית דלילים).
- **עשביינים** – אזור שכיסוי עשביינים בו גבוה יחסית. במקרה של מרבד אחד גדול, כמו בחוף הצפוני, גם שולי המרבד, שכיסוי עשביינים בהם דליל יותר, נכלל.

- **בלטי שונית ועשביים** – אזור המכוסה בעשביים ומהקרקעית מזדקרים בלטי שונית.
- **בלטי שונית** – אזור חולי ובו מזדקרים מהקרקעית בלטי שונית.
- **שוניות** – אזור המכוסה ברובו בשוניות רציפות או כתמיות.
- **לגונה** – אזור הנתחם בין חוף הים במערב ושונית חוגרת במזרח.
- **ים עמוק** – אזור שעומק המים בו גדול מ-140 מ'.

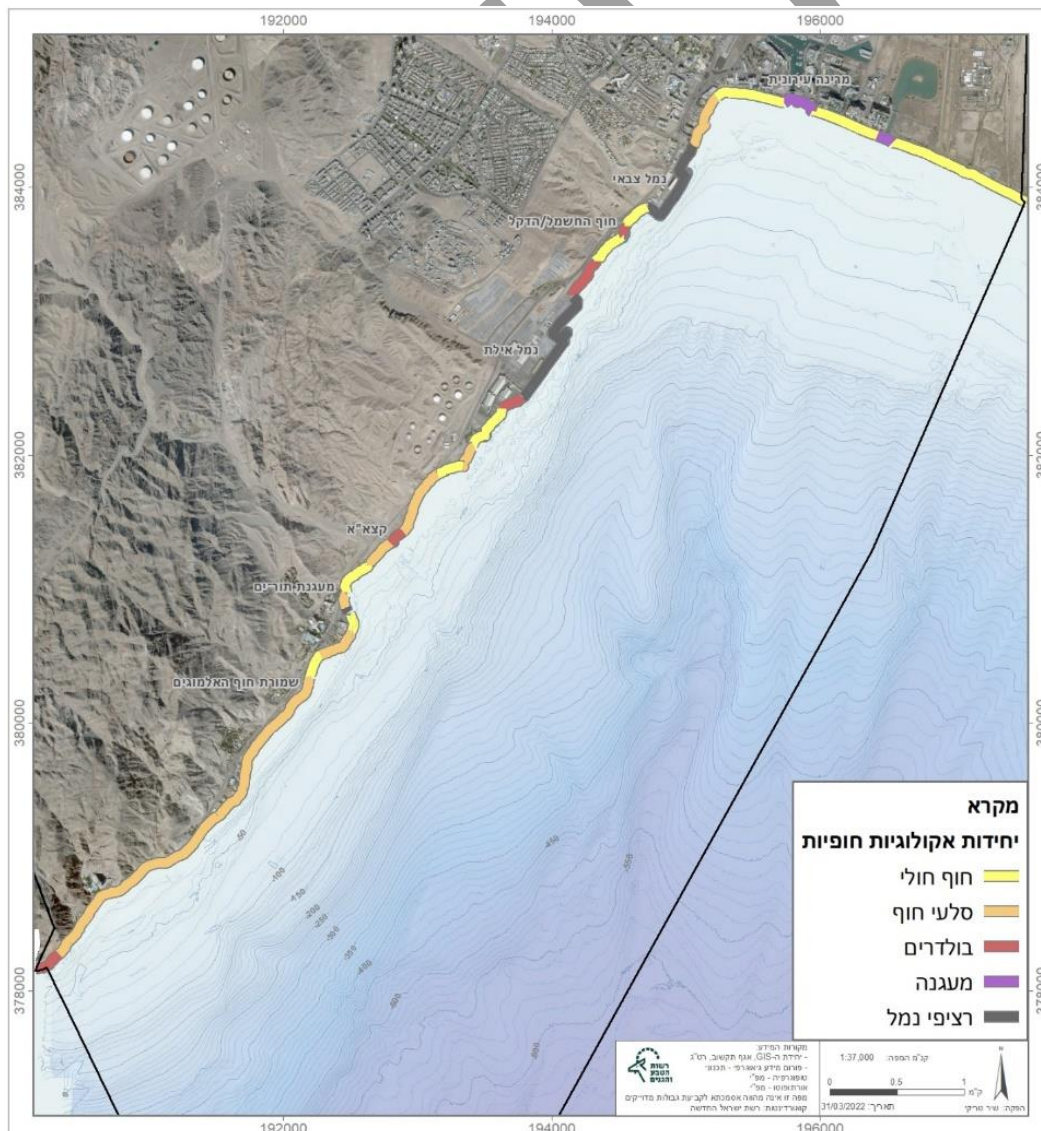


איור 43. יחידות אקולוגיות ימיות בצפון מפרץ אילת.

בנספח 3 ניתן לראות הפרדה מפורטת יותר בין המאפיינים וחלוקת היחידות האקולוגיות לתתי-יחידות, וכן תיאור מפורט של המאפיינים בתתי-היחידות.

גם את האזור החופי ניתן לחלק ליחידות אקולוגיות על פי מאפיינים שונים של קטעי חוף (איור 44). להלן היחידות האקולוגיות שהוגדרו ותיאור כללי שלהן:

- **חוף חולי** – חוף המאופיין ברובו במצע רך (סדימנט דק גרגר).
- **סלעי חוף** (beachrock) – חוף המאופיין בסלע חוף, גם אם הוא מכוסה, באזורי חוף שונים, בשכבה דקה של חול.
- **בולדרים** (סלעים) – חוף שהונחו לאורכו בולדרים במטרה להגן על החוף ומתקנים שנמצאים עליו ממפץ הגלים.
- **מעגנה** – חוף המהווה כניסה למעגנה החוזרת אל תוך היבשה.
- **רציפי נמל** – חוף שעליו נבנה רציף של נמל או מעגנה.



איור 44. יחידות אקולוגיות חופיות בצפון מפרץ אילת.

הגדרת הערכיות של יחידות אקולוגיות ימיות וחופיות

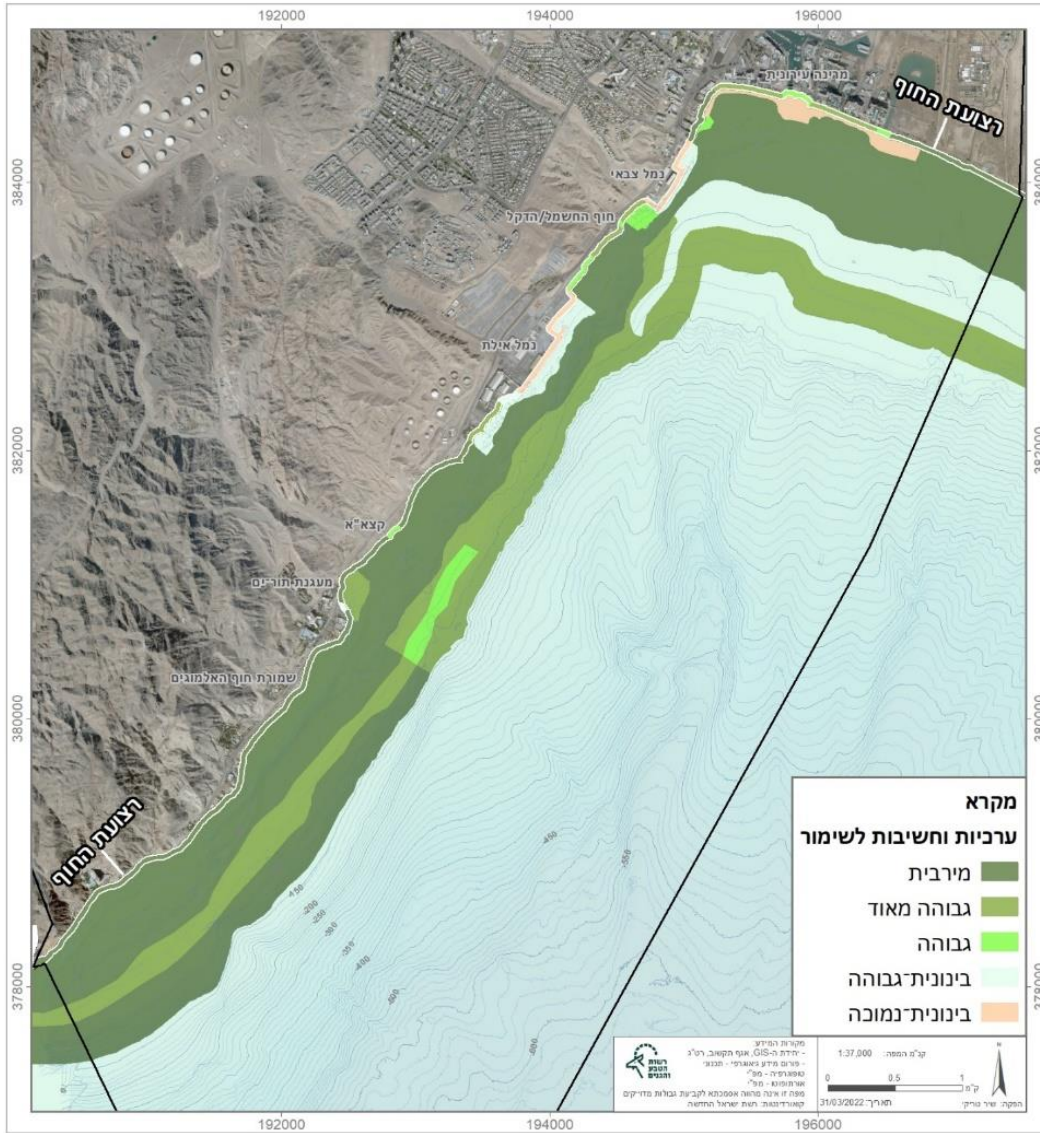
בהמשך, בעזרת חוות דעת מומחים, נערך ניתוח ערכיות של היחידות האקולוגיות וחשיבותן לשימור (איור 45). ניתוח הערכיות נעשה ביחס לבתי גידול ימיים וחופיים באופן כללי ואינו מייצג ערך יחסי בין בתי הגידול בתוך צפון מפרץ אילת. יוצא שהערכיות ברוב היחידות האקולוגיות מקבלת ערכים גבוהים מאוד, מכיוון שהמערכות האקולוגיות במפרץ אילת ייחודיות ובעלות ערכיות גבוהה מאוד באופן יוצא דופן, ביחס לבתי גידול ימיים וחופיים בעולם.

להלן תיאור של רמת הערכיות באזורים הימיים (החלוקה לרמות השונות, בשלב זה, אינה לוקחת בחשבון פעילות אנתרופוגנית):

- **מירבית** – אזורים ערכיים ביותר – שטחים שברובם מכוסים בעשביים ו/או בשוניות אלמוגים (לרבות בלטי שונית), בעלי נתונים ביוטיים/אקולוגיים/מורפולוגיים מרשימים (כגון כיסוי גבוה של אלמוגים, מגוון מינים גבוה ומורכבות מבנית גבוהה המספקת מגוון רחב של נישות אקולוגיות). האזורים בקטגוריה זו כוללים גם תת-אזורים קטנים אשר לעיתים חורגים מהגדרה זו (כגון אזורים חוליים, או אזורים כתמיים של שוניות ועשביים), אך הם מקשרים במרחב בין המאפיין הבינטי העיקרי של האזור המוגדר ותורמים למורכבות המבנית הכללית של תא השטח ולכן גם למגוון המינים.
- **גבוהה מאוד** – אזורים ערכיים מאוד, כגון מרבדי עשביים ושוניות אלמוגים (לרבות בלטי שונית) שהנתונים הבינטיים/אקולוגיים/מורפולוגיים שלהם נמוכים במעט מאלה המופיעים בהגדרה של "ערכיות מירבית". הם יכולים, במקרים מסוימים, להוות אזור המקשר בין יחידות אקולוגיות המדורגות גבוה יותר ובכך לתרום למורכבות המבנית בקנה מידה גדול יותר ולכן גם למורכבות הביולוגית.
- **גבוהה** – אזורים שהקרקעית בהם בעיקר חולית (אם כי יכולים להיות מרבדים קטנים של עשביים, או אלמוגים בודדים). במקרים מסוימים, אזורים אלה מקשרים בין יחידות אקולוגיות המדורגות גבוה יותר ובכך הם תורמים למורכבות המבנית בקנה מידה גדול יותר ולכן גם למורכבות הביולוגית. באזורים אלה מתבצעת פעילות מיקרוביולוגית חשובה, לרבות פירוק חומר אורגני, הממחזרת חומרים לכלל המערכת האקולוגית.
- **בינונית-גבוהה** – אזורים שהקרקעית בהם בעיקר חולית עם מיעוט ערכי טבע הגדלים על מצעים טבעיים (יכולים להיות בהם מצעים מלאכותיים, כגון גרוטאות, שעליהם התיישבו ערכי טבע). באזורים אלה מתבצעת פעילות מיקרוביולוגית חשובה, לרבות פירוק חומר אורגני, הממחזרת חומרים לכלל המערכת האקולוגית.
- **בינונית-נמוכה** – אזורים התומכים במגוון ביולוגי נמוך יחסית ובביומסה נמוכה, אך הם מהווים אזורי מעבר בין תאי שטח אחרים.

להלן תיאור של רמת הערכיות באזורים החופיים (החלוקה לרמות השונות, בשלב זה, אינה לוקחת בחשבון פעילות אנתרופוגנית):

- **מירבית** – חופים ערכיים ביותר המהווים בית גידול למינים ייחודיים (כגון סרטני החולון בחוף הצפוני), או שבהיעדר נוכחות האדם יש להם את הפוטנציאל לאכלס מינים ייחודיים, או שהם מהווים בית למגוון רב של מינים (כגון סלעי החוף), או שהם נושקים לתאי שטח ימיים ערכיים ביותר ורגישים (כגון החוף הדרומי) ופעולות הנעשות בהם עלולות להשפיע על תאי השטח הימיים (ולכן ערכם רב בהגנה על הסביבה הימית).
- **גבוהה מאוד** – חופים ערכיים מבחינת סוג המצע המהווה בית גידול למגוון רב של מינים, או שיש להם פוטנציאל לאכלס מינים ייחודיים (בהיעדר הפרעות אנתרופוגניות), אך הם אינם נושקים לאזורים ימיים הנמצאים תחת ההגדרה "מירבית".
- **גבוהה** – חופים שיש להם פוטנציאל לאכלס מינים ייחודיים (בהיעדר הפרעות אנתרופוגניות), או שעברו שינוי משמעותי בעקבות בינוי (כגון כיסוי קו החוף בבולדרים), אך המצע המלאכותי מהווה בית גידול מורכב מבחינה מבנית ולכן גם ברמה הביולוגית.
- **בינונית-גבוהה** – חופים המכוסים במצעים מלאכותיים (בטון או בולדרים) שהמגוון הביולוגי על המצע המלאכותי יכול להיות גבוה (בולדרים), או שהם נושקים לאזור ימי עם ערכיות גבוהה (למשל, מזח בטון במעגן תור-ים).
- **בינונית-נמוכה** – חופים מאוד מופרים כתוצאה מהפעילות המתרחשת בהם (רציפי נמלים מבוטנים) ושמבחינה מורפולוגית כבר אינם מסוגלים לחזור להיות כפי שהיו בצורתם הטבעית, גם אם פעילות האדם תיפסק.



איור 45. חלקת המרחב הימי והחופי באילת על פי הערכיות האקולוגית.

החלוקה המתוארת למעלה לוקחת בחשבון בעיקר את הפוטנציאל של המקטעים השונים לתמוך במגוון ביולוגי גבוה, או באורגניזמים ערכיים למערכות האקולוגיות השונות בצפון מפרץ אילת. ברוב המקרים, היא מתעלמת מפעילות האדם והשפעתו ארוכת הטווח על בתי הגידול והשינוי שהם עברו בעקבות פעילות זו. להלן חלוקה דומה, אך כזו שלוקחת בחשבון את פעילות האדם. כלומר חלוקה שבה הערכיות יורדת במקומות שבהם פעילות האדם אינטנסיבית באופן שפגע בעבר ועדיין פוגע בערכיות האקולוגית (איור 46).

להלן תיאור של רמת הערכיות באזורים הימיים שלוקחת בחשבון את פעילות האדם:

- **מירבית** – אזורים ערכיים ביותר – שטחים שברובם מכוסים בעשביים ו/או בשוניות אלמוגים (לרבות בלטי שונית), בעלי נתונים ביוטיים/אקולוגיים/מורפולוגיים מרשימים (כגון כיסוי גבוה של אלמוגים, מגוון מינים גבוה ומורכבות מבנית גבוהה המספקת מגוון רחב של נישות אקולוגיות). האזורים בחלוקה זו

כוללים גם תת־אזורים קטנים אשר לעיתים חורגים מהגדרה זו (כגון אזורים חוליים, או אזורים כתמיים של שוניות ועשביים), אך הם מקשרים במרחב בין המאפיין הביזיטי העיקרי של האזור המוגדר ותורמים למורכבות המבנית הכללית של תא השטח ולכן גם למגוון המינים.

- **גבוהה מאוד** – אזורים ערכיים מאוד, כגון מרבדי עשביים ושוניות אלמוגים (לרבות בלטי שונית) שהנתונים הביזיטיים/אקולוגיים/מורפולוגיים שלהם נמוכים במעט מאלה המופיעים בהגדרה של "ערכיות מירבית". הם יכולים, במקרים מסוימים, להוות אזור המקשר בין יחידות אקולוגיות המדורגות גבוה יותר ובכך לתרום למורכבות המבנית בקנה מידה גדול יותר ולכן גם למורכבות הביולוגית.

- **גבוהה** – אזורים שהקרקעית בהם בעיקר חולית (אם כי יכולים להיות מרבדים קטנים של עשביים, או אלמוגים בודדים). במקרים מסוימים, אזורים אלה מקשרים בין יחידות אקולוגיות המדורגות גבוה יותר ובכך הם תורמים למורכבות המבנית בקנה מידה גדול יותר ולכן גם למורכבות הביולוגית. באזורים אלה מתבצעת פעילות מיקרוביולוגית חשובה, לרבות פירוק חומר אורגני, הממחזרת חומרים לכלל המערכת האקולוגית. אזורים אלה יכולים להיות נתונים לפעילות אנושית אינטנסיבית, אך כזו שאינה פוגעת בהם באופן משמעותי.

- **בינונית גבוהה** – אזורים שהקרקעית בהם בעיקר חולית עם מיעוט ערכי טבע הגדלים על מצעים טבעיים (יכולים להיות בהם מצעים מלאכותיים, כגון גרוטאות, שעליהם התיישבו ערכי טבע). באזורים אלה מתבצעת פעילות מיקרוביולוגית חשובה, לרבות פירוק חומר אורגני, הממחזרת חומרים לכלל המערכת האקולוגית. גם אזורים ממדרג גבוה יותר יכולים להיכנס להגדרה זו במידה והפרעות אנתרופוגניות מונעות או מפריעות להתפתחות הטבעית בהם (כגון כיסוי מרבדי עשביים).

- **בינונית נמוכה** – אזורים התומכים במגוון ביולוגי נמוך יחסית ובביומסה נמוכה, או שהם נתונים לפעילות אנתרופוגנית אינטנסיבית (נושקים לחופי רחצה עמוסים או לרציפי נמלים).

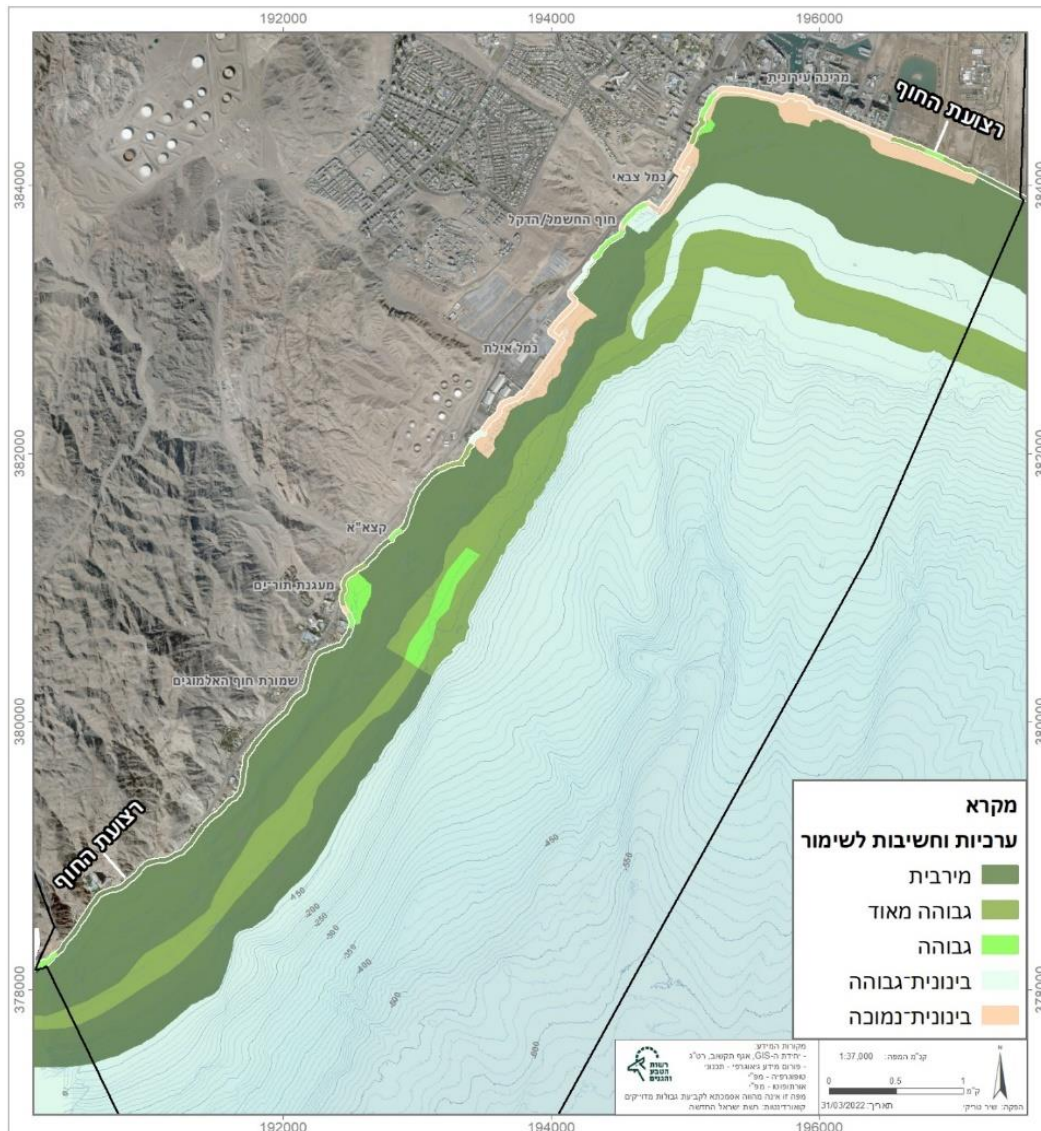
להלן תיאור של רמת הערכיות באזורים החופיים שלוקחת בחשבון את פעילות האדם:

- **מירבית** – חופים ערכיים ביותר המהווים בית גידול למינים ייחודיים (כגון סרטני החולון בחוף הצפוני), או שהם מהווים בית למגוון רב של מינים (כגון סלעי החוף), או שהם נושקים לתאי שטח ימיים ערכיים ביותר ורגישים (כגון החוף הדרומי) ופעולות הנעשות בהם עלולות לפגוע בתאי השטח הימיים (ולכן ערכם רב בהגנה על הסביבה הימית).

- **גבוהה מאוד** – חופים ערכיים מבחינת סוג המצע המהווה בית גידול למגוון רב של מינים, או שיש להם פוטנציאל לאכלס מינים ייחודיים (בהיעדר הפרעות אנתרופוגניות), אך הם אינם נושקים לאזורים ימיים הנמצאים תחת ההגדרה "מירבית".

- **גבוהה** – חופים שיש להם פוטנציאל לאכלס מינים ייחודיים (בהיעדר הפרעות אנתרופוגניות), או שעברו שינוי משמעותי בעקבות בינוי (כגון כיסוי קו החוף בבולדרים), אך המצע המלאכותי מהווה בית גידול מורכב מבחינה מבנית ולכן גם ברמה הביולוגית. אזורים אלה יכולים להיות נתונים לפעילות אנושית אינטנסיבית, אך כזו שאינה פוגעת בהם באופן משמעותי.

- **בינונית-גבוהה** – חופים המכוסים במצעים מלאכותיים (בטון או בולדרים) שהמגוון הביולוגי על המצע המלאכותי יכול להיות גבוה (בולדרים), או שהם נושקים לאזור ימי עם ערכיות גבוהה (למשל, מזח בטון במעגן תור-ים). גם אזורים ממדרג גבוה יותר יכולים להיכנס להגדרה זו במידה והפרעות אנתרופוגניות מונעות או מפריעות להתפתחות הטבעית בהם (כגון כיסוי מרבדי עשבי-ים).
- **בינונית-נמוכה** – חופים מאוד מופרים כתוצאה מהפעילות המתרחשת בהם (רציפי נמלים מבוטנים) ושמבחינה מורפולוגית כבר אינם מסוגלים לחזור להיות כפי שהיו לצורתם הטבעית, גם אם פעילות האדם תיפסק.



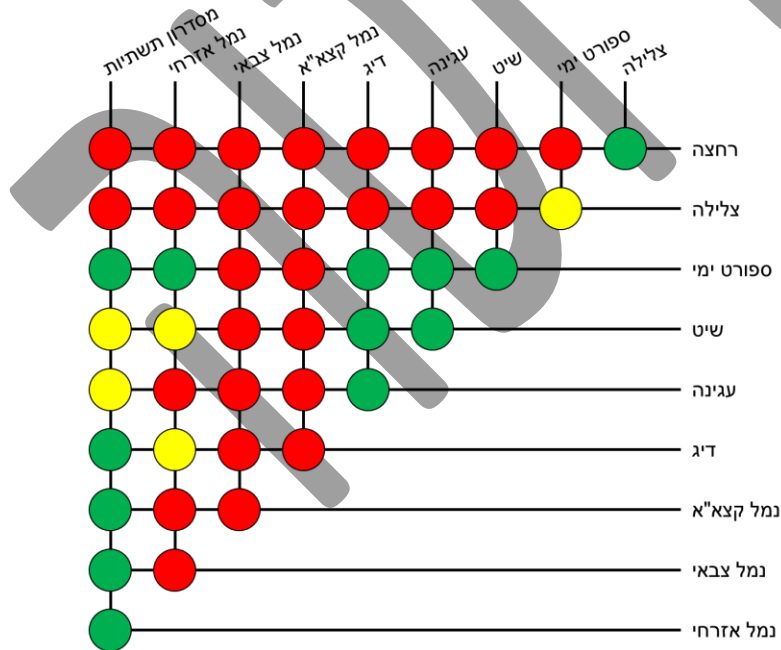
איור 46. חלוקת המרחב הימי והחופי באילת על פי הערכיות האקולוגית המתחשבת בפעילות האדם.

אפיון ממשקים בין פעילויות שונות

לצד הניתוח האקולוגי, יש צורך לקבל תמונת מצב של הגורמים השונים הפועלים בצפון מפרץ אילת והממשקים ביניהם. צפון המפרץ הוא שטח מצומצם מאוד (כ־12 ק"מ חוף וכ־31 קמ"ר של מרחב ימי) שבתחומו פועלים מגזרים שונים ומתקיימות פעילויות רבות, כגון שיט ואזורי עגינה, נמלים (לצרכים אזרחיים וצבאיים), תשתיות שונות (לדוגמה, מתקני נפט והתפלה), חופי רחצה, פעילות ספורט ימי ודיג. כפי שמתואר מעלה, ב"היבטים תכנוניים" שבסוף חלק א', בצפון המפרץ ישנן שלוש שמורות טבע מוכרזות שמפאת רגישותן חלות בתחומן מגבלות לגבי סוג ואופי הפעילויות.

בהינתן ריבוי הפעילויות והממשקים שמתקיימים על פני מרחב מאוד מצומצם, נערך ניתוח של האינטראקציות ביניהם (איור 47). ניתוח זה מאפשר להבין אילו ממשקים ושימושים יכולים להתקיים במקביל, אילו אינם יכולים ואילו יכולים להתקיים במקביל, אך תוך החלת מגבלות מסוימות.

מלבד זיהוי קונפליקטים ברורים, המטריצה שבאיור 47 מסייעת לזהות הזדמנויות לממשקים משולבים, אשר לאודווקא מתקיימים כיום. ניתוח זה נערך גם בהתייחס למדיניות והתפישה התכנונית שעוגנה במסגרת תמ"א 13 לחופי מפרץ אילת.

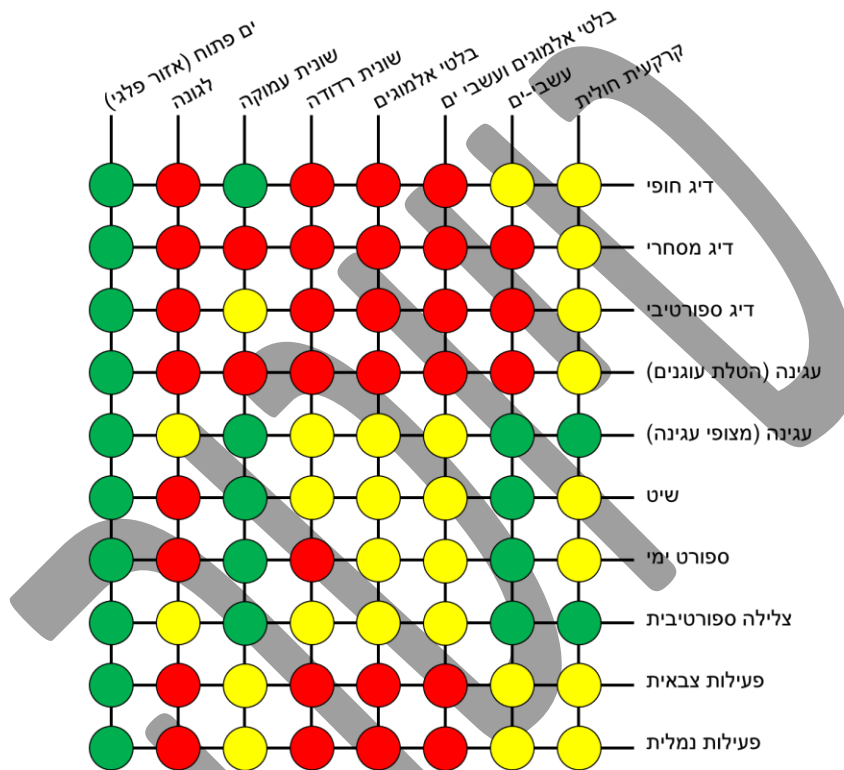


איור 47. מטריצת אינטראקציות בין שימושים שונים בצפון מפרץ אילת. אדום – קונפליקט (הפרעה/סכנה); ירוק – היעדר קונפליקט; צהוב – היעדר קונפליקט בהינתן מגבלות מסוימות.

בנוסף לניתוח האינטראקציות בין השימושים והפעילויות השונות, נעשה ניתוח של הממשקים והפעילויות ביחס ליחידות האקולוגיות הימיות (איור 48). ניתוח זה נעשה במטרה לזהות הזדמנויות לממשקים משולבים בהתאם למאפיינים הייחודיים של כל יחידה (כגון סוג בית הגידול, טווח העומקים שלו ומיקומו בעמודת

המים), כמו גם לזהות אילו יחידות אקולוגיות רגישות יותר מבחינת השימושים והפעילויות ועל כן יש צורך בממשק מנחה לפעילות בתחום אזורים אלו.

ניתוח זה מראה, לדוגמה, שביחידה האקולוגית עשב-הים ניתן לאפשר ממשקים ופעילויות מגוונות אשר אינן עלולות לגרום לפגיעה באזור הקרקעית שעליה נמצאים מרבדי עשב-הים. לעומת זאת, שוניות האלמוגים הרדודות מוגבלות יותר מבחינת הפעילויות שניתן לקיים בסביבתן. בפעילויות הצבאיות והנמליות, ההתייחסות תלויה מאוד בסוג הפעילות ועל כן יש לבחון כל מקרה לגופו.



איור 48. מטריצת אינטראקציות בין שימושים ובין יחידות אקולוגיות ימיות בצפון מפרץ אילת. אדום – קונפליקט (הפרעה/סכנה); ירוק – היעדר קונפליקט; צהוב – היעדר קונפליקט בהינתן מגבלות מסוימות.

סיווג אזורים ימיים וחופיים לרמות שונות של שימור ועד לפיתוח בר-קיימה

על סמך שלושת השלבים שתוארו [א) ניתוח הערכיות של בתי הגידול בצפון מפרץ אילת, רגישותם וחשיבותם לשימור; ב) ניתוח הממשקים הקיימים והפוטנציאל לשלב ביניהם ו-ג) הסתכלות על מגמות הפיתוח באזור המפרץ], סווגו אזורים ימיים וחופיים לארבע רמות, בטווח שבין שימור לפיתוח בר-קיימה, פיתוח שאינו צפוי לגרום לפגיעות מערכתיות בסביבה הטבעית או לפגיעות בתאי שטח וערכי טבע בעלי ערכיות גבוהה (איור 49).

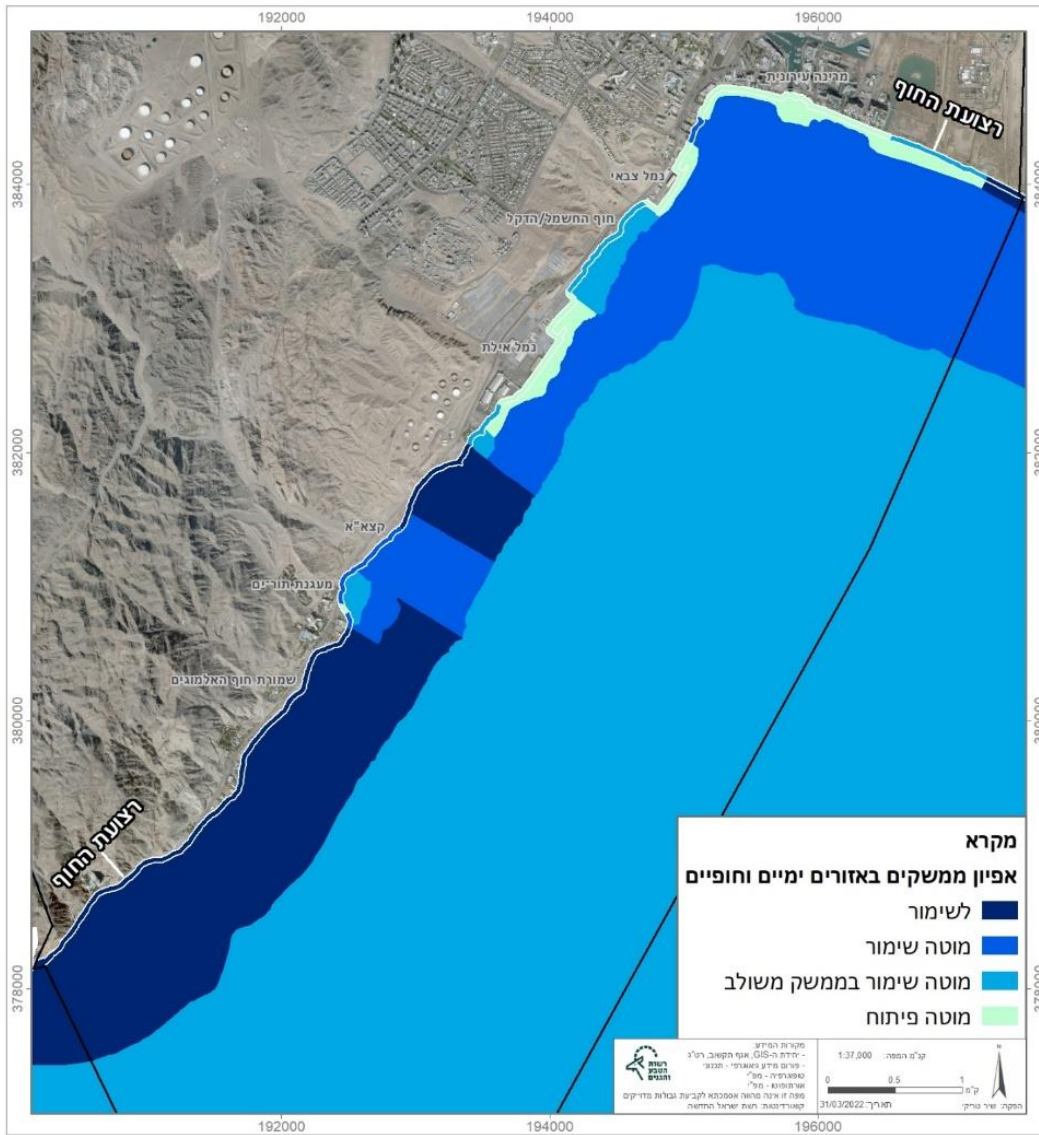


איור 49. ארבעת הרמות שבין שימור ופיתוח בר־קיימה שנקבעו על סמך ערכיות אקולוגית, רגישות וחשיבות לשימור, ממשקים קיימים והפוטנציאל לשלב ביניהם, ומגמות הפיתוח בסביבה הימית והחופית בראש מפרץ אילת.

לכל רמה, מבין ארבעת הרמות שבין שימור ופיתוח, מוצעים קווים מנחים וממשקים רצויים כמפורט להלן:

- **אזור לשימור** – אזור בעל ערכיות אקולוגית רבה ורגישות גבוהה המיועד לשימור קפדני ולהגנה מפני גורמי הפרעה שונים. ניתן לאפשר שימושים נוספים (כגון רחצה, צלילה ושיט) באינטנסיביות מוגבלת ובתנאי שלא יפגעו או יסכנו את בתי הגידול הטבעיים ובפעילויות השימור.
- **אזור מוטה שימור** – אזור בעל ערכיות אקולוגית רבה המיועד לשימור ולהגנה נוספים למצב הקיים מפני גורמי הפרעה שונים. ניתן לאפשר שימושים נוספים (כגון רחצה, צלילה ושיט) ובתנאי שלא יפגעו או יסכנו את בתי הגידול הטבעיים.
- **אזור מוטה שימור בממשק משולב** – אזורים שהקרקעית בהם היא בעיקר חולית והם פחות רגישים לפעילות האדם. באזורים אלו תינתן עדיפות לשימושים ופעילות אדם בשילוב מאמצי שימור – מניעת פגיעה בבתי גידול טבעיים וערכי טבע ומזעור הפרעות באזורי החיץ.
- **אזור מוטה פיתוח** – אזורים שרגישותם לפעילות האדם בים נמוכה יחסית ובמצבם הנוכחי הם כבר חשופים להפרעות אנתרופוגניות רבות. אזור מוטה פיתוח הוא אזור חיפוש עיקרי לשימושים ולפעילות אדם בכפוף לבחינה סביבתית.

מפת האזורים הימיים והחופיים מסווגים לארבע רמות שבין שימור ופיתוח בר־קיימה מוצגת באיור 50. על בסיס סיווג עקרוני זה, מובאים בחלק ג' של המסמך קווים מנחים, עקרונות פעולה והמלצות מרחביות לשמירת טבע בצפון מפרץ אילת.



איור 50. סיווג אזורים ימיים וחופיים לרמות שונות של שימור ועד לפיתוח ברקיימה.

חלק ג' – מדיניות לשמירת טבע בצפון מפרץ אילת

לאור ייחודיותו וחשיבותו של מפרץ אילת ברמה הלאומית והבין-לאומית ומכלול הפרעות והאיומים הפועלים עליו, לרבות יוזמות פיתוח, עולה צורך לגבש מדיניות ועקרונות תכנון מנחים לשימור ולפיתוח בר-קיימה. חשוב להבטיח שהפיתוח בצפון מפרץ אילת יאפשר גם לדורות הבאים ליהנות מהטבע במפרץ ולעיר אילת ולמדינת ישראל להמשיך להוות מוקד תיירותי בזכות משאבי הטבע הייחודיים שבמפרץ אילת ובחופיו. חשוב גם להתנהל באופן אחראי ברמה הבין-לאומית – בעידן הנוכחי בו שוניות אלמוגים מתדרדרות בקצב מדאיג בגלל שינויים אקלימיים עולמיים^[12-14], מפרץ אילת מהווה "מפלט עולמי לשוניות האלמוגים"^[4,5]. על כן, בנקודת הזמן הנוכחית, קיימת הזדמנות פז להגן על שוניות האלמוגים, מערכות אקולוגיות שבמקומות רבים בעולם דועכות בקצב מהיר בהינתן גורמי העקה הפועלים על פני טווחים גאוגרפיים עולמיים.

בהתאם לכך, גובשו להלן מספר קווים מנחים ועקרונות פעולה לשימור ולפיתוח בר-קיימה במפרץ אילת. הכוונה בשימור ובפיתוח בר-קיימה היא לאפשר פעילויות המתקיימות בתחום המרחב הימי והחופי, ולתת מענה לצרכי הפיתוח השונים של העיר אילת, אך מבלי לפגוע במערכות האקולוגיות הקיימות במפרץ. הקווים והעקרונות המנחים כוללים המלצות מרחביות לשימור בתי גידול וערכים ייחודיים בעלי חשיבות במפרץ אילת, המלצות ממשקיות סביבתיות, המלצות בנושא חינוך, הסברה ואכיפה והמלצות בנושאי ניטור ומחקר. קווים מנחים אלה צריכים להוות בסיס לתיקון מפגעים סביבתיים קיימים ובסיס לכל פעולה תכנונית ופיתוח עתידי במרחב הימי והחופי, וכן בעורף החוף.

קווים מנחים ועקרונות פעולה לשימור ולפיתוח בר-קיימה במפרץ אילת

הקווים המנחים שמוצגים להלן מתייחסים לחלק משמעותי מגורמי הפרעה והאיומים שפועלים על מפרץ אילת ומציגים פעולות שיש לנקוט על מנת לבטל או לפחות למזער, את גורמי הפרעה והאיומים. איור 51 מציג בקווים כלליים את הנחת העבודה בהגנה על מפרץ אילת - הגנה מפני גורמי הפרעה ואיומים מקומיים/אזוריים (שימור מקומי/אזורי) תגביר, בין היתר, את חוסן (resilience) של המערכות האקולוגיות במפרץ מפני האיום המשמעותי ביותר על מערכות אקולוגיות ימיות בכלל ועל שוניות האלמוגים בפרט – שינויים אקלימיים והתחממות מי הים. יכולתנו להתמודד באופן ישיר עם איומים הפועלים על פני טווחים מרחביים עולמיים (כגון הפסקת מגמת התחממות מי הים) מוגבלת למדי^[77] ולכן הדרך הנכונה היא להתמודד איתם באופן בלתי ישיר, על ידי שמירה על חוסן של המערכות האקולוגיות בצפון מפרץ אילת (מאמצי שימור מקומי/אזורי)^[16,78,79].



איור 51. הנחת העבודה בהגנה על המערכות הטבעיות במפרץ אילת – מעטפת שימור מקומי/אזורי (מלבן ירוק) נועדה להגן (חצים ירוקים) מפני גורמי הפרעה מקומיים/אזוריים (חצים אפורים) ולהגביר את חוסן של המערכות הטבעיות במפרץ, כך שתהיינה עמידות יותר בפני גורמי הפרעה ואיומים גלובליים (בגון מזג אוויר קיצוני, שינויים אקלימיים והתחממות מי הים; מעטפת כתומה). החיצים העבים בצבע כתום-שחור מייצגים את ההשפעה האפשרית של גורמים אלה על המערכת הטבעית בצפון המפרץ. החצים העבים המפוספסים בצבע ירוק-אפור מייצגים את ההתמודדות הבלתי-ישירה של המערכת הטבעית עם גורמים אלה שנובעת משימור מקומי שידוע ככזה שמגביר את החוסן (resilience) של המערכת הטבעית.

מזעור השפעתם של שינויים אקלימיים וטמפרטורות קיצוניות

השינויים האקלימיים שפוגעים בשוניות אלמוגים רבות ברחבי העולם באים לידי ביטוי גם במפרץ אילת. טמפרטורת מי הים בצפון המפרץ עולה בהתמדה לאורך השנים בקצב של כ-3°C ל-100 שנה (**איור 31**א') ויחד איתה העקה התרמית שפועלת על אלמוגי השונות. בנוסף, מדי מספר שנים נרשמות במפרץ טמפרטורות קיצוניות שחורגות מהממוצע הרב שנתי, למשל בשנת 2018 (**איור 31**ב'). אירועי קיצון כגון אלה, באזורים רבים בעולם, מובילים לאירועי הלבנת אלמוגים מסיבית ולהרס משמעותי של השוניות. במפרץ אילת, הודות לעמידותם הגבוהה של האלמוגים לעלייה בטמפרטורת מי הים^[4-6], עד כה לא נרשמו אירועי הלבנה כאלה.

למרבה הצער, בלימת התחממות מי הים אינה מתאפשרת באופן מיידי. למעשה, גם אם פליטת גזי החממה לאטמוספירה תופסק באופן מיידי, עצירת התופעות העולמיות שנגזרות מהשינויים האקלימיים עלולה לקחת זמן רב מדי^[77]. לעומת זאת, קיים קשר הדוק בין שימור מקומי ועמידות שוניות האלמוגים בפני שינויים אקלימיים עולמיים^[78, 79], כך שיש באפשרותנו למזער את גורמי ההפרעה שמגבירים את רגישותם של

אלמוגי מפרץ אילת להלבנה, ובכך להרחיק במידה ניכרת את נקודת ה"קריסה" (tipping point; ראו איור 5) של המערכות האקולוגיות במפרץ. על כן:

- יש למנוע העשרה מלאכותית בנוטריינטים [22-25] ולשמור על בתי הגידול המהווים מבלע לנוטריינטים, כגון מרבדי עשב-הים [29].
- יש למנוע זיהומי ים בשמנים ובדלקים [28], בדטרגנטים וברעלנים המצויים בתכשירי קוסמטיקה [41] וברעלנים המצויים בקוטלי עשבים [27].
- יש למנוע/למזער את כל גורמי העקה הידועים כגורמים להיחלשות של אלמוגי השונית, כגון הרחפת סדימנטים [26].
- יש להגן על מיני המפתח בשוניות האלמוגים, בדגש על בעלי החיים הצמחוניים שמווסתים את גודל אוכלוסיות המקור-אצות שמאיימות להשתלט על שוניות האלמוגים באירועי תמותת אלמוגים [66].
- יש להמשיך ולנסות לפתח שיטות יצירתיות למזעור ההשפעות של התחממות מי הים והגברת המוכנות להתמודדות עם אירועי הלבנת אלמוגים מסיבית (mass coral bleaching) במפרץ אילת, כדוגמת ניסיון מוצלח להצללת השונית שנערך בליבת שמורת האלמוגים ("ב"גנים היפניים") בקיץ 2016. ניסיון זה הינו יחיד מסוגו בעולם שמטרתו לקדם פרוטוקול לשיטה יישומית למזעור תופעת הלבנת האלמוגים באזורי שונית נבחרים.

מניעת זיהום מי הים ושמירה על איכות המים

אם בעבר סברו שהים יכול להוות פתרון לזיהומים בגלל אפקט המהילה ("The solution to pollution is dilution"; או בעברית – "הפתרון לזיהום הוא דילול/מהילה"), הרי שהיום, לאחר שהימים והאוקיינוסים זוהמו בצורה כל כך אינטנסיבית, ברור שגישה זו מוטעית מיסודה. ראשית, כמות המזהמים המיוצרים על ידי האדם כל כך גדולה שגם הימים והאוקיינוסים אינם מצליחים למהול אותם באופן מספיק יעיל. בנוסף, רבים מהחומרים המזהמים מתפרקים רק לאחר זמן רב ובמהלך שהותם במערכות הטבעיות הם גורמים בהן לשינויים מהותיים ולהפרה משמעותית של האיזון. גם אותם מזהמים הנצרכים על ידי בעלי חיים וצמחים גורמים להפרה משמעותית של האיזון הקיים בטבע. להלן התייחסות למזהמים שונים:

- **נוטריינטים וחומר אורגני** – יש למנוע העשרה מלאכותית של מפרץ אילת בנוטריינטים ובחומר אורגני ("העתרה"). בזכות תנאים ייחודיים הקשורים למבנה מפרץ אילת, מיקומו הגאוגרפי וחיבורו לאוקיינוס, מפרץ אילת הוא ים עני מאוד בנוטריינטים ובחומר אורגני חלקיקי והמים בו מאוד צלולים. חשוב לציין שתנאים אלה הכרחיים לקיומן של שוניות האלמוגים בקצה גבול תפוצתן העולמי. אמנם, לא ניתן למנוע משיטפונות להסיע נוטריינטים וחומר אורגני מהיבשה לים, אך קיימות דרכים למזער העשרה המלאכותית:

- **תמלחות** – אין להזרים למפרץ אילת מים עשירים בנוטריינטים ובחומר אורגני. יש לחייב את כל המפעלים המזרימים מים למפרץ לטפל במים במפעלם ולהשיב לים מים באיכות גבוהה, הדומה לאיכות מי הים. יש לצמצם ככל שניתן את הזיהום ממקורות אלו באמצעות החמרת התנאים בהיתרי

ההזרמה של המשרד להגנת הסביבה ולוודא ביצוע ניטור באיכות ובתדירות מספיק גבוהה של המזרימים במוצא מפעלים לים. יש לקדם במהרה מערכות סגורות לטיפול בתמלחות במפעלים המזרימים, כך שההזרמה לים תפסיק להוות פתרון זול וזמין לעומס הנוטריינטים והחומר האורגני המצטברים במפעלים אלו. לגבי פיתוח של חקלאות ימית בחוות יבשתיות, ראו מטה, תחת חקלאות ימית.

○ **גיבון ודישון בקרבת המפרץ** – חופי מפרץ אילת, באופן טבעי ובדומה להרי אילת, מאופיינים באקלים צחיח קיצוני המקיים בעיקר חברות צומח מדברי וכמעט רק בערוצי נחלי האכזב והמלחות. גיבון לאורך רצועת החוף, הנובע מתוך כוונה ליצור הצללות ונוי, עלול לפגוע במפרץ אילת במספר דרכים. למשל, פיתוח שקשור לגיבון (כגון הכנסת חול זר לחוף, שינוי מפלס הקרקע, חפירות, יצירת מסלעות/טרסות והטמנת קווי השקיה) מהווה הפרה ופגיעה במרקם הטבעי של החוף ובהסעת הסדימנט לאורך החוף ובין הים והחוף. דוגמה נוספת קשורה לכך שבמקרים רבים מוכנסים מיני צומח זרים. ברוב האזורים החופיים, באופן טבעי, אין צמחיה, וזו מוכנסת, באופן מלאכותי, לבית גידול שלא בהכרח יכול לתמוך בה. לכן, יש צורך בהשקיה ודישון. במקרה זה, מי ההשקיה מסייעים את חומרי הדשן לתת-הקרקע ומשם הם מגיעים דרך הפן הביני אל מי הים ומעיתרים אותם. כפי שמוסבר בחלק א' של המסמך, העשרה בחומרי דשן מזיקה למערכת הימית. גם אם לתוספת שמגיעה מגיבון אין השפעה משמעותית באופן מערכתי על מאזן הנוטריינטים בצפון מפרץ אילת, העשרה מקומית עלולה לייצר נזק מקומי. בנוסף, בהינתן הרוחות הצפוניות החזקות, נשר של עלים ופרחים, ימצא את דרכו לים ויעשיר את הסביבה הימית בחומר אורגני. בנספח 4 מוצגים קווים מנחים בנושא גיבון בקרבת מפרץ אילת, לרבות התייחסות למיני הצומח ולמרחק מקו החוף, בהתאם לרגישות של המערכות האקולוגיות שלאורך החופים.

○ **ביוב** – מערכת הביוב באילת שודרגה בצורה משמעותית בשנים האחרונות והביוב מטופל במכון לטיהור שפכים. יחד עם זאת, חשוב למנוע אירועים, גם אם חריגים, שבהם הביוב זורם לים ולשדרג מערכות גיבוי למקרי תקלה בקווי סניקה ו/או סתימות. בנוסף, יש להתאים את מערכת הביוב לאירועי שיטפון, כך שהביוב לא יוצף ויזרום לים יחד עם מי השיטפונות.

○ **פעילות נמלית** – בנמל אילת מועמסים פוספטים על אניות. העמסת הפוספטים צריכה להתבצע באופן בו אבקת הפוספטים לא תגיע לים ותזהם אותו.

○ **חקלאות ימית** – הוצאת כלובי הדגים מראש מפרץ אילת לפני כעשור, לימדה רבות על השפעות החקלאות הימית על המערכות האקולוגיות במפרץ. סימני ההתאוששות של עשבי-הים בחוף הצפוני ניכרים לעין וקצב הצטברות הנוטריינטים במי העומק ירד מאז הוצאת כלובי הדגים (איור 20)^[8]. אמנם קשה להצביע ישירות על הקשר בין זה ובין מצבן של שוניות האלמוגים בראש המפרץ, אך חשוב להתבונן במצבן אל מול המצב העולמי של שוניות האלמוגים (מצב יציב עם עלייה קלה בכיסוי האלמוגים ובמגוון המינים)^[8], לעומת התדרדרות מהירה^[11-15], בהתאמה).

לאור השפעתה השלילית של החקלאות הימית על מפרץ אילת ובהינתן שמפרץ אילת, באופן טבעי, מהווה סביבה דלה מאוד בנוטריינטים ובחומר אורגני חלקיקי, אין לאפשר השבה של החקלאות הימית לתוך מפרץ אילת. בנוסף, אין להזרים מי פלט למפרץ מחוות לחקלאות ימית הממוקמות ביבשה מבלי

לטפל במים המוזרמים ברמה הגבוהה ביותר שנדרשת. על הטיפול להפחית בצורה משמעותית את תוספת הנוטריינטים. יש לציין שגם אם מי הפלט יטופלו ברמה גבוהה, כך שתרומתם למאזן הכללי של הנוטריינטים במפרץ תהיה זניחה, עלולה להיות להם השפעה משמעותית על המערכת האקולוגית בקנה מידה מקומי (ראו, לדוגמה, איור 19 איור 22). כמו כן, אחת הסכנות המשמעותיות בהזרמות למפרץ מחוות יבשתיות לחקלאות ימית היא זיהום ביולוגי (מפורט בהמשך).

- **זיהום כימי** (שמנים, דלקים, חומרי אנטיפאולינג) – יש למנוע, ככל הניתן, הגעה ו/או דליפה של שמנים, דלקים, חומרי אנטיפאולינג ושאר כימיקלים למפרץ אילת. זיהום ים בדלק (לדוגמה, אונייה שעולה על שרטון וממנה דולפים מאות או אלפי טון דלק למפרץ) מהווה איום חמור על המערכות האקולוגיות במפרץ. תרחיש כזה, שכבר כמעט וקרה (איור 23 ב'), עלול להתרחש בכל רגע נתון, ללא הכנה או סימנים מוקדמים ובסדר גודל שיגרום לקטסטרופה אזורית ולנזקים בלתי הפיכים למערכות האקולוגיות. סביר שאירוע בסדר גודל כזה יפגע אנושות גם בעיר אילת ובכלכלת תושביה.

- **תעבורה ימית** – מפרץ אילת הוא מפרץ צר מאוד שמרווח הטעות בו הוא אפסי – תוך זמן קצר, כלי שיט שמנועו נדום, לדוגמה, יגיע לחוף. חשוב לנהל בצורה זהירה את התעבורה הימית בראש מפרץ אילת על מנת למזער את הסיכוי לתאונה ימית ולקחת בחשבון שהסיכוי לתאונות ימיות נגזר, בין היתר, מצפיפות כלי השיט. חשוב לחזק את מערך התיאום בין הגופים המאסדרים וגורמי האכיפה בנושא (רספ"ן, נמל אילת, שיטור ימי, המשרד להגנת הסביבה), כמו גם לגבש קווים מנחים לגבי היקף ומאפייני פעילות התעבורה הימית במפרץ אילת. קיימת גם חשיבות גבוהה למצב התחזוקתי של כלי השיט. מכיוון שהסיכוי לתאונות ימיות ולכשלים טכניים בכלי שיט תלוי מאוד גם במצב התחזוקה שלהם, יש למנוע מראש הגעתם של כלי שיט שתחזוקתם לקויה לעגינה בנמל אילת או במרינות.

- **שינוע נפט והיערכות לטיפול בזיהומי ים** – באוקטובר 2020 חברת קצא"א חתמה על מזכר הבנות עם חברת MED-RED Land Bridge Ltd לשינוע נפט מאזור המפרץ הפרסי לישראל ואספקתו ללקוחות שונים באגן הים התיכון^[80]. הקו הימי החל להוביל מוצרי נפט מאיחוד האמירויות לשווקים מערביים וזאת באמצעות תשתית ההובלה והאחסון של חברת קצא"א, תשתית שכשלה מספר פעמים באזורים שונים וגרמה בעבר הרחוק והקרוב לנזקים סביבתיים חמורים מאוד (למשל, דליפות נפט בעברונה בשנות השבעים וב-2014, בנחל צין ב-2011 ובמפרץ אילת בשנות השבעים). מספר מכליות הנפט שפוקדות את מזח הנפט של חברת קצא"א וצפויות לפקוד אותו בעתיד עלה באופן משמעותי ממכליות בודדת לעשרות מכליות בשנה. נמל הנפט של חברת קצא"א באילת, שם פורקות/מעמיסות המכליות את הנפט, ממוקם בלב אזור בעל ערכיות גבוהה מאוד ובצמוד לשמורות הטבע הימיות והשמורה החופית של ישראל במפרץ (איור 52).



איור 52. מכלית נפט נצמדת למזח הנפט של חברת קצא"א לקראת פריקת כמויות גדולות של נפט אל מתקני החברה דרך מערך של צינורות שאיבה הממוקמים בקצה מזח הנפט. נמל הנפט ממוקם בלב אזור בעל ערכיות גבוהה מאוד ובמרחק של כ-650 מ' בלבד משמורות הטבע הימיות והשמורה החופית של ישראל במפרץ (צילום: אסף זבולוני).

על כן, עולה צורך ברור לבחון באמצעות הגופים הציבוריים הרלוונטיים אם מהלך זה של חברת קצא"א אינו מסכן בצורה בלתי סבירה את מפרץ אילת ומבלי שיש את האמצעים הדרושים למניעה ולטיפול באירועי זיהום ים. בנוסף, בהינתן השינוי שחל בכמות מכליות הנפט שפוקדות את מפרץ אילת, היערכות כוללת ומדוקדקת של הגופים המאסדרים לעניין זיהום ים ולעניין משק האנרגיה, הינה קריטית. חשוב להמשיך ולקיים תרגולים תקופתיים של הצוותים והגופים העוסקים בטיפול בזיהומי ים בדלק (המשרד להגנת הסביבה, רט"ג, קצא"א ונמל אילת) ולהקצות משאבים נוספים וטכנולוגיות חדשות לשדרוג הציוד והתכניות המפעליות להתמודדות עם אירועים אלו. בין היתר, מומלץ להוסיף אמצעים טכנולוגיים בים ובכלי השיט לשם זיהוי תקלות, דליפות וזיהומים בשלבים המוקדמים להתרחשותם. חשוב גם לתרגל אירועי זיהום ים עם מדינות שכנות במפרץ אילת.

לגבי מקורות זיהום אחרים בצפון המפרץ, יש לקיים רגולציה ובקרה הולמת על מתקני טיפול בכלי שיט ומניעת זיהום משטחם (כגון דלקים, שמנים ואנטיביוטיקה), כדוגמת הממשה שבנמל אילת, נמל אילת, הנמל הצבאי והמרינות.

○ **דטרגנטים ותכשירי קוסמטיקה** – חשוב להגביר את ההסברה לגבי תכשירי קוסמטיקה מזהמים (כגון שמנים ותכשירים מסוימים להגנה מהשמש) ולהנגיש לציבור את האלטרנטיבות הידידותיות יותר לסביבה הימית (כגון שימוש בלייקרה ולבוש אחר שמקנה למתרחצים יותר הגנה מהקרינה, או תכשירי הגנה המכילים חומרים פחות רעילים). יש לקשור בהסברה בין הפגיעה בסביבה ובין פגיעה בריאותית למשתמש כתוצאה משימוש בחומרים רעילים ומזהמים. דרך נוספת להגעת דטרגנטים ותכשירי קוסמטיקה לים היא באמצעות מקלחות חוף שמנוקזות לים (ראו התייחסות לכך בהמשך –

ניקוז מקלחות חוף).

● **פסולת מוצקה וגרוטאות** – בשל רגישותן של המערכות האקולוגיות הימיות במפרץ אילת לזיהום מחד, וקרבתן לעיר התיירות אילת מאידך, יש לשים דגש על השפעות השוליים של העיר הקשורות בזליגת פסולת מוצקה לים. ריבוי מבצעי הניקיון הנערכים בקרקעית המפרץ ע"י רשות הטבע והגנים (רט"ג) וגופים נוספים, כמו גם הכמויות הגדולות של הפסולת שנאספת מהים במבצעים אלה, הם עדות לכמויות הפסולת המוצקה הנכנסת למפרץ בכל רגע נתון. יש לשים דגש על:

○ **כלים חד-פעמיים** – יש לצמצם, ככל שניתן, את צריכת שקיות הניילון ומוצרי הפלסטיק החד-פעמיים בעיר באמצעות הסברה אינטנסיבית ופיקוח. בדצמבר 2020 תוקן "חוק עזר לאילת (רחצה על שפת הים)" והוכנס בו איסור על שימוש, הכנסה ומכירה של מוצרי פלסטיק, ניילון, מוצרים חד-פעמיים וכדומה ברצועת החוף. יש חשיבות גבוהה למימוש התיקון בחוק ולאכיפתו באופן מושכל, תוך ליווי ותמיכה בעסקים הפועלים בחופים בתחליפים הולמים. חשוב להחיל חוק זה גם על כלי שיט במפרץ אילת.

○ **פחי אשפה בחופי הים** – חשוב להקפיד על פחי אשפה בחופי הים. יש צורך לרוקנם לעיתים קרובות כך שכמות האשפה בהם לא תעלה על יכולת הקיבול שלהם. חשוב שהפחים יהיו סגורים על מנת למנוע מצב שבעלי חיים (כגון עורבים וחתולים) יפזרו את האשפה על חופי הים.

○ **ניקיון קרקעית המפרץ** – יש להמשיך ולפעול לניקוי קרקעית הים במפרץ. יש להקצות תקציבים ייעודיים לכך ולקיים מבצעים משולבים עם המשדד להגנת הסביבה ועיריית אילת. יש למנוע הטבעה והשלכה של פסולת/גרוטאות לים. עד כה, גרוטאות רבות מוקמו על קרקעית הים במטרה להוות אטרקציה לצוללים, אך רבות מהן לא השיגו את מטרתן וגרמו ליותר נזק מתועלת. בניגוד לגרוטאות, ההתייחסות להצבת שוניות מלאכותיות היא שונה ומוצגת בהמשך המסמך.

● **זיהום ביולוגי** – מאחר שזיהום ביולוגי (כלומר זיהום באורגניזמים לא מקומיים, לרבות תוצרי רבייה של בעלי חיים לא מקומיים, פתוגנים, טפילים, וירוסים ואצות) עלול להוביל לנזקים אדירים ובלתי הפיכים למערכות אקולוגיות [לדוגמה, 81], חשוב להימנע ככל שניתן מגידול מינים זרים במערכות פתוחות לים, או חצי סגורות. במידה וגידול כזה בלתי נמנע, יש לנקוט באמצעים הטובים ביותר שקיימים (מערכות סינון וחיטוי) על מנת למנוע זיהום ביולוגי. כאשר מדובר בזיהום ביולוגי, אפקט המהילה הופך להיות הרבה פחות רלוונטי (שלא כמו בזיהומים כימיים). גורם מחלה, למשל, שיחדור לתוך המערכת הטבעית בנקודה מסוימת עלול להיות מופץ לטווחים ארוכים מאוד על ידי נשאים (כגון דגים). על כן, יש להתייחס לכל מפרץ אילת כיחידה אחת בעלת ערכיות מירבית, כך שהמרחק של ערכי טבע מנקודת ההזרמה, או של נקודת ההזרמה מאזורים ערכיים (כגון שמורות טבע), אינו משמעותי.

○ **הזרמת תמלחות לים** – יש לשאוף להימנע מחיבורן לים של מערכות בהן מגודלים בעלי חיים שמקורם מחוץ למפרץ אילת (כגון חוות לחקלאות ימית, אקווריומים ציבוריים ובמסגרת מחקר ימי ומיזמים בתחום הביוטכנולוגיה). יש לשאוף שמי הפלט של מערכות כאלה יטופלו במערכות סגורות. במידה שישנן מערכות שמחוברות לים, יש לנטרל, או לפחות למזער, את הסיכוי לזיהום ביולוגי באמצעות מיטב הטכנולוגיה הקיימת. יש לדרוש מהמזרימים לים טיפול במים, לא רק ברמה הכימית (כגון טיפול

בנוטריינטים), אלא גם ברמה הביולוגית (שימוש במערכות סינון וחיטוי הטובות ביותר שקיימות בשוק). יש לנקוט באמצעי זהירות מתאימים גם כאשר מדובר במערכות בהן מגודלים/מוצגים אורגניזמים שמקורם במפרץ אילת, אך בצפיפות גבוהה ביחס לצפיפותם בטבע. זאת, מכיוון שמחלות מידבקות מתפתחות ומופצות, בין היתר, כתלות בצפיפות ובגודל בית הגידול^[71] ומערכות מלאכותיות צפופות עלולות ליצור אפקט הגברה של גורמי מחלה מקומיים.

◦ **מי נטל** – מכיוון שמי נטל עלולים להכיל אורגניזמים זרים בעלי פוטנציאל לגרום לפלישות ביולוגיות ולנזק רב למערכות אקולוגיות ימיות, יש להתקין תקנה בנושא ולפקח על יישום האמנה שאומצה על ידי ארגון הימאות הבינלאומי (IMO) לטיפול ולסינון מי נטל לפני הזרמתם לים.

• **זיהום אור** – החשיבות למניעת זיהום אור והשפעותיו על מערכות טבעיות, כמו גם על האדם, ברורה כיום, נתמכת על ידי מחקרים מדעיים רבים ומוסברת בקצרה במסמך זה (ראו *זיהום אור* בחלק א'). בגלל רגישותה הרבה של המערכת האקולוגית הימית במפרץ אילת לזיהומי אור, מומלץ למתג את העיר אילת כעיר ללא זיהום אור שניתן לצפות בה בגרמי שמיים. על מנת למזער את זיהום האור, חשוב לתכנן את התאורה בטווח של עד 200 מטרים מקו המים על פי מספר עקרונות מנחים:

◦ **כיוונית** – תאורת החוצות תופנה תמיד לכיוון היבשה ולא לכיוון הים, כך שמקו המים לא יהיה קשר עין עם עדשת גוף התאורה (גם לא ע"י זליגה אחורית של אור). אם לא ניתן להימנע מכך באמצעות הטייתו של הפנס לכיוון היבשה (tilt), יש להוסיף לגופי התאורה מצחיות שימנעו נראות של עדשת הפנס מקו המים.

◦ **אורך גל** – התאורה ששיינשה בה שימוש תהיה "תאורה חמה" (לא יותר מ-2,700 קלווין), בכדי להימנע מאורכי גל המסוגלים לחדור לעומק הים. בתאורה אדריכלית (מלונות, מסעדות, מקומות בילוי) המגבלה היא 2,200 קלווין.

◦ **עוצמה** – עוצמת האור בקו המים (קו גאות עליון) שגייע מתוספת תאורת החוצות לא תעבור 0.05 לוקס ברצועת החוף הדרומי (מהגדר הדרומית של ריף הדולפינים ועד גבול ישראל-מצרים) ובחוף הסרטנים (ממוצב צבייה ועד גבול ירדן) ולא תעבור 0.1 לוקס ברצועת החוף הצפוני (מהגדר הדרומית בריף הדולפינים ועד מעבר גבול ישראל-ירדן). עמידה בערכים אלה, תסייע בהפחתת המיסוך וההפרעה של התאורה המלאכותית לסינגל המגיע מהירח.

◦ **עמעום** – ברצועת החוף הדרומי האור יעומעם החל מחצות ועד עלות השחר.

◦ **חתך הארה** – גופי התאורה ששיינשה בהם שימוש הם מטיפוס full-cutoff בלבד, עם אפס זליגה מעל לאופק.

◦ **אישור תכניות** – טרם התקנת גופי התאורה יש להגיש לרט"ג מיפוי פוטומטרי ומפרט מלא של גופי התאורה והנורות כתנאי לאישור התכנון. אישור הביצוע בפועל יהיה בהתאם לתכניות שאושרו.

מעבר לטווח 200 מטרים מקו החוף, יש לאמץ את "המלצות לתקנות תאורת חוצות" שנכתבו ונערכו ע"י עמותת "אור מכוון"^[82]. המלצות אלה יצמצמו את האור שגייע למערכות הטבעיות במפרץ כזהר של העיר אילת (skyglow).

בנוסף למתן הנחיות מוקפדות להקמת תאורה חדשה, יש צורך בהסדרה מיידית של תאורת החוץ במתקני תשתית (כגון קצא"א, נמל אילת, נמל חיל הים ובביש 90). יש לדרוש הסדרה בליווי מקצועי על בסיס הדרישות לתאורה ביטחונית/בטיחותית/תפעולית ועל בסיס התקנים המקצועיים הרלוונטיים בלבד.

בנושא הסברה, יש למקם לאורך החופים שלטים המסבירים לציבור מה הוא זיהום אור, כיצד הוא פוגע במערכת האקולוגית והיתרונות של הארה "חכמה" (פחות סנזור, יכולת הבחנה בכוכבים וצמצום פגיעה במערכת הטבעית).

• **זיהום רעש (noise pollution)** – יש למנוע, ככל שניתן, יצירת רעש בסביבה הימית והחופית. רעש בסביבה החופית משפיע בעיקר על בעלי חיים המצויים באזורי הכרית מכיוון שלגלי הקול קשה לחדור אל תוך התווך הימי, אם כי רעש חזק (כגון מוסיקה חזקה) יכול לחדור גם אל תוך הים. לעומת זאת, רעש תתימי (שנוצר מתחת למים) מגיע למרחקים גדולים בסביבה הימית.

○ יש להימנע מפיצוצים תתימיים.

○ יש להשתמש באמצעי מיסוך (כגון "וילון בועות") בעת ביצוע קידוחים, או עבודות תשתית הכרוכות ביצירת רעש תתימי.

○ יש להמעיט, ככל שניתן, במחקר סייסי ובפעולתם של סוברים.

○ יש למנוע שימוש בכלי שיט רועשים במיוחד.

○ יש למנוע רעש באזור החופי ולא רק בגלל המטרד לנופשי החוף, אלא גם בגלל הפגיעה ביצורי הכרית. יש לקחת בחשבון שרעש חזק בתווך היבשתי יכול גם לחדור אל תוך התווך הימי ודבר זה רלוונטי גם לכלי שיט שעל סיפונם מושמעת מוזיקה חזקה.

○ יש להימנע מיצירת רעש בתוך מבנים ימיים קיימים (כגון המצפה התתימי, או המסעדה התתימית).

• **עבודות תשתית** – יש לפקח בצורה הדוקה על עבודות תשתית ובכלל זה פיקוח על החומרים והגופים המוכנסים לים. לדוגמה, יש לקדם שימוש בשיטות עיגון בעלות טביעת רגל מזערית על קרקעית הים, כגון שימוש ביתדות בקרקעית, במקום סינקרים (משקולות בטון גדולות). יש להימנע מלהכניס לים גופים אשר מורכבותם המבנית והחומרים שמהם הם עשויים יזהמו את הים, או שיעודדו התיישבות של בעלי חיים זרים (כגון האיצטלן הפולש *Ciona robusta* שנצפה על משטחים מלאכותיים צפים באילת). חשוב להשתמש בשיטות שתמזערנה את ההשפעות השליליות של העבודות על הסביבה הימית והחופית, לרבות זליגה של חומרים מזהמים (למשל, במהלך יציקות בטון), רעש (למשל, במהלך החדרת כלונסאות לקרקעית הים), תאורה והרחפת סדימנט (למשל, במהלך עבודות חפירה).

מניעת פגיעה פיזית בשוניות והרחפת סדימנט

סערות דרומיות פוקדות את מפרץ אילת בתדירות משתנה, בעיקר בעונות המעבר. סערות חזקות גורמות לנזקים משמעותיים, בעיקר בשוניות הרדודות, בהן אלמוגים רבים נשברים ומתכסים בסדימנט שמורחף

מקרקעית הים. בעוד שסערות גורמות להפרעה בתדירות נמוכה יחסית, פעילות האדם, במקרים מסוימים, גורמת להפרעה "כרונית" שניתן למזער:

- **צלילה** – יש להתאים את רמת הצלילה של הצוללים לרגישותו ולערכיותו של אתר הצלילה באמצעות ממשק צלילה. ממשק כזה ימנע מצוללים חסרי ניסיון ובעלי יכולות צלילה נמוכות לצלול באזורים רגישים. יש להקטין את מספר הצלילות שנעשות ללא הובלה מקצועית באזורים הרגישים. חשוב לשלב גם התמחות מקצועית, בדגש על שמירת טבע, למדריכים ולמובילי קבוצות הצוללים. על כן, נעשים כבר ניסיונות לרתום את מכלול הגופים בעלי ההשפעה בנושא לטובת גיבוש הבנות וקידום ממשק הולם (כגון משרד התרבות והספורט, התאחדות הצלילה, עיריית אילת והגופים הירוקים).

ממשק צלילה יכול להיות משולב בהצבת שוניות מלאכותיות, כאשר אלה מתוכננות בצורה יסודית על מנת להשיג את מטרתן ועל מנת למזער את ההשלכות השליליות הנלוות להכנסת אלמנטים מלאכותיים לסביבה רגישה (כפי שמוסבר בחלק א' תחת הסעיף שעוסק בזיהום הים בפסולת מוצקה ובגרואטאות). הרעיון הוא ליצור אתרי צלילה אלטרנטיביים שיהיו אטרקטיביים עבור ציבור הצוללים. על כן, רט"ג רואה כיום צורך לבחון בצורה מעמיקה הקמת שוניות מלאכותיות בראש מפרץ אילת, כאשר המטרה העיקרית היא הפחתת לחץ צוללים ומשנורקלים על השוניות הטבעיות. כיום, ברור שמטרה זו לא הושגה בעבר על אף הכמות הגדולה של גופים מלאכותיים שהוצבו על קרקעית הים באילת (איור 25) ושבתמקרים רבים אף יצרו יותר נזק מתועלת. על כן, אין לחזור על טעויות העבר וברור לנו שהמטרה להסיט את לחץ הצלילה מהשוניות הטבעיות תושג אך ורק אם השוניות המלאכותיות תתוכננה בקפידה רבה ואם הצבתן תהיה מלווה בממשק צלילה שיכווין את לחץ הצלילה באופן יזום אל השוניות המלאכותיות. בנספח 5 מוצגים עקרונות מנחים להצבת שוניות מלאכותיות בצפון מפרץ אילת שנכתבו על סמך סקר ספרות מקיף בתחום זה שבחן גופים מלאכותיים רבים בארץ ובעולם. נספח זה מציג בצורה מפורטת את הצורך בשוניות מלאכותיות באילת ומגדיר מטרות חשובות נוספות שיש להשיגן. העקרונות המנחים מתייחסים לחומרים המתאימים, למבנה ולמיקום על מנת למקסם את התועלות ולמזער את החסרונות. בנוסף, הם מתייחסים לניהול, מימון וניטור הולמים לטווח ארוך ולשילוב הכרחי של ממשק הצוללים.

- **פגיעת כלי שיט** – חשוב להגביר את ההסברה והאכיפה בדגש על תקנות השיט (רספ"ן ושיטור ימי) והתקנה לאיסור מעבר הקו החוצה בשמורות הימיות. לגבי הטלת עוגנים, יש להרחיב איסור הטלת עוגנים לאזורים רגישים שלמרות שאינם נכללים בתחום שמורות טבע, דורשים הגנה זו (כגון מרבדי עשב־הים). כאלטרנטיבה, יש לקדם מצופי עגינה באותם אזורים רגישים.

- **ספורט ימי** – חשוב להגביל ולנהל את שטחי פעילות הספורט הימי על ידי כלל הגורמים הרלוונטיים בחוק. מלבד היבט שמירת הטבע, יש חשיבות גם לפן הבטיחותי. דוגמה בולטת לכך היא הסמיכות של חוף הגולשים באילת, לשמורת האלמוגים (לשונית ולמתקני השמורה). כיום אין נהלים או ממשק ברור של גורמים אחרים בנושא מלבד לרט"ג (כגון עיריית אילת או רספ"ן או רב חובל הנמל).

- **פיזור חול על חופי הים** ("ריפוד" חופים) – הצורך לפזר חול על חלק מחופי אילת במטרה להפוך את האזורים הסלעיים בחופים לחוליים ונעימים יותר למבקרים עולה לעיתים על ידי מפעילי החופים. פעולה זו גורמת לפגיעה בסביבה הימית הסמוכה (ראו התייחסות לנושא זה בהמשך, תחת מניעת נזקים

הקשורים לניהול ותחזוקת חופי הים).

מניעת נזקים הקשורים לפעילות הציבור בחופי הים

חופי אילת מהווים מוקד משיכה לנופשים רבים הבאים ליהנות מהשילוב הנפלא של הסביבה המדברית החמה והמים הקרירים שבתוכם מצויים ערכי טבע מרשימים וייחודיים בצמידות לקו החוף. לפעילות על חוף הים, בצמוד לסביבה כה ערכית ורגישה, עלולות להיות השלכות רבות על ערכי הטבע, כגון פגיעה פיזית, זיהום בחומרים שונים, זיהום אור ורעש. להלן התייחסות לפעילויות השונות וכיצד יש למזער את פוטנציאל הפגיעה שלהן בערכי הטבע:

- כניסות לים** – בגלל קרבתן של שוניות האלמוגים לחופים באילת, הכניסה לים באופן בטוח (לאדם ולטבע) אינה מתאפשרת בכל מקום. חלק משוניות אילת ממש נושקות לקו החוף, בעיקר בחופים הדרומיים, ובמקומות אחרים יש ריבז גבוה של ערכי טבע בסמוך לקו החוף. על כן, רט"ג בנתה בשמורת חוף האלמוגים גשרים שמנגישים את ציבור המבקרים לים הפתוח מעבר לאזורים הרגישים (הלגונה והשונית החוגרת; איור 8). גשרים דומים נמצאים גם במצפה התתימי (גשר המאפשר גישה אל תוך המצפה שבים) ומול מלון הנסיכה. בנוסף, לאורך החוף הדרומי סימנה רט"ג באמצעות חיבלולים (חבל עם מצופים קטנים) למעלה מ-20 נתיבי כניסה בטוחים לים (איור 53א'). נתיבי הכניסה נבחרו בקפידה, כך שיש בהם מיעוט יחסי של ערכי טבע ושוניות. כניסת המבקרים דרך מסלולים אלה מונעת פגיעה בשוניות האלמוגים ובערכי טבע, ובנוסף היא מקטינה את הסיכוי לפגיעה של המבקרים (כגון החלקה על סלעי החוף, חתכים משוניות האלמוגים החדות ופגיעות מבעלי חיים ארסיים). בין אותם נתיבי כניסה נוחים יש חבלים שחוסמים גישה אל תוך הים באזורים הרגישים, עם שלטים המורים על אזור שאין להיכנס בו לים (איור 53ב'). מחוץ לשמורת הטבע, בחוף הדקל וב"חוף של מוש" מסומנים נתיבי כניסה לים. בחוף הדקל הם אף מרופדים באמצעות שטיח עמיד על מנת למנוע מפגש בין המתרחצים וקיפודי הים המצויים באזור.



איור 53. מערך חיבלולים – חבלים עם מצופים צהובים שנועדו להכווין את הציבור לסביבה הימית בביטחה, מבלי לפגוע בסביבה ומבלי להיפצע. **א.** מסלול כניסה אל תוך הים באזור שיש בו מיעוט ערכי טבע על הקרקעית; **ב.** בין מסלולי הכניסה הותקנו חבלים שעליהם שלט שנועד למנוע כניסה של הציבור לאזורים רגישים (צילום: ערן גיסיס).

- הליכה על חופי הים** – בנוסף לאזורים הימיים הרגישים (אזור התת-כרית), גם בחופי הים, אזורי סלע

החוף הם בית לערכי טבע רבים (ראו הכרית בחלק א'). הליכה לא מבוקרת על אזורים אלה עלולה להסב להם נזקים ולשנות את אופיים. על כן, בשמורת חוף האלמוגים ובחוף הדרומי קו חיבלולים מגן גם על אזורים ערכיים אלה. בחוף קצא"א, שנפתח לציבור לאחר 50 שנה, קיים סלע חוף רחב ומרשים. הליכה לא מבוקרת על סלע החוף תפגע בו בצורה משמעותית ועל כן יש למנוע הליכה של ציבור המבקרים על סלעי החוף באזור זה. אזור נוסף שיש לאסור בו הליכה בלתי מבוקרת הינו "חוף הסרטנים" שבסמוך לגבול עם ירדן (ראו הכרית בחלק א'). כרגע חוף זה הוא שטח צבאי סגור והוא במעמד של הצעה לשימור. מצויה בו האוכלוסייה האחרונה בארצנו של סרטן החולון הים סופי (*Ocyroda saratan*; איור 16א'). סרטנים אלה חופרים את מחילותיהם בחופי ים חוליים והליכה של הציבור על חוף זה תרמוס את מחילותיהם, כפי שקרה בחוף הצפוני באזורים הפתוחים לקהל. חשוב גם להגביר את המודעות לסרטנים אלה בקרב חיילי מוצב צבייה וקורסי חובלים הפעילים בחוף זה לאורך השנה.

מסיבות בטיחותיות, הליכה של הציבור בחופים בשעות החשיכה דורשת הארה של הדרך, למשל באתר קצא"א שנפתח לציבור ובו מתוכננת שלוחה של הטיילת שיוודת לחוף. הארה בקרבת הים באתר זה תפגע בערכי הטבע הרבים שמצויים במקום (ראו זיהום אור) ולכן אין לאפשר אותה, כך שפועל יוצא של איסור זה הוא איסור הליכה באזור זה של הטיילת בשעות החשיכה.

- שהייה ולינה על חופי הים בשעות הלילה** – שהייה בלילה ולינה בחופים מלווה, במקרים רבים, בהפרעות נוספות, כמו למשל תאורה, רעש ופסולת. לצד הפרעות פוטנציאליות אלו קיימת, באופן טבעי, מידה הרבה יותר נמוכה של בקרה ופיקוח אפשריים. החוף הדרומי באילת סבל שנים רבות מלחץ מסיבי ביותר של לינה על החוף ברוב ימות השנה (בדגש על הקיץ והחגים). עיקר המשתמשים היו בעלי קרוואנים או קהל ששוכר אותם, ומבקרים המקימים אוהלים וסככות צל ("זולות") ולעיתים אף מורידים לחוף ציוד כבד, כגון מקררים, ספות, גנרטורים, מערכות הגברה, תאורה וכדומה. החוף הדרומי מנוהל על ידי עיריית אילת ושמורת הטבע הימיות (הים הדרומי וים האלמוגים), מתחילות רק מקו המים מזרחה. אחד המאפיינים הבולטים של שוניות מפרץ אילת, הוא קרבתן לחוף. מקו המים ובמרחק מטרים בודדים ממנו, ניתן לפגוש בים ערכי טבע רבים ובלטי שוניות מרשימים וערכיים מאוד. אמנם, זהו יתרון גדול למבקרים שאינם נדרשים לשוט בסירה על מנת להגיע למוקדי העניין, אך חסרון משמעותי מאוד למאמצי שמירת הטבע. הקלות בה ניתן להגיע לערכי הטבע, היא גם הקלות בה ניתן להזיק להם בכל פעילות המתרחשת על חוף הים. חשוב לציין שבחוף הדרומי מדובר על רצועת חוף צרה ביותר (מטרים ספורים ועד עשרות מטרים בודדים) שהיתה עמוסה עד אפס מקום בקרוואנים ובאוהלים במשך חודשים רבים ללא הפסקה (איור 54), עם כל המשתמע מכך – אשפה, מים מזוהמים מרחצה (דטרגנטים ושאריות מזון), זיהום מגנרטורים ומכלי רכב (שמנים ודלקים), ביוב, זיהום אור, זיהום רעש וכדומה. במהלך שנת 2018, ולאחר שנים רבות שהחוף הדרומי היה נתון ללחץ של אלפי שוהים על החוף 24 שעות ביממה, עיריית אילת נקטה צעד חשוב בדרך להסדרת החוף הדרומי ורצועת החוף בכלל (בהתאם לתכנית אסטרטגית). אחד המהלכים הראשונים שטרם הושלם הוא צמצום משמעותי של אזורי הלינה בחוף הדרומי, ובמקביל הקמת מתחמי לינה חלופיים (כגון חניוני לילה מסודרים לאוהלים ולקרוואנים). רט"ג תומכת במדיניות זו מתוך הבנה כי רצועת חוף כה צרה, שנושקת למערכת אקולוגית כה ערכית ורגישה, דורשת ממשקי ניהול מוקפדים.

על כן, יש למנוע לינה בשעות הלילה בחופים הדרומיים ובצמוד לאזורים ערכיים ורגישים בים (כגון חוף

קצא"א וחוף הדקל), ובמקביל לתת מענה לצורך זה באמצעות אתרי מחנאות (קמפינג) מוסדרים הנמצאים בעורף החופים (בצד המערבי של כביש 90). איסור לינה בחוף באזורים אלה ימנע גם מצבים של השתלטות על מקטעי חוף על ידי ציבור מבקרים שמקים "זולות" וחוסם את החוף ואת הגישה הנוחה לים לרוב המבקרים (איור 54). בחופים הצפוניים, ניתן לאפשר לינה באוהלים באזור החוף, תוך הסדרת השהות בחוף והצבת מגבלות ותנאים ברורים שיגנו על החוף והמערכת הטבעית (כגון קביעת מרחק מינימאלי מקו המים ומאזורים חופיים רגישים, איסור על הקמת "זולות", מגבלה על צפיפות האוהלים והקפדה, פיקוח ואכיפה של עיריית אילת על הניקיון).

את הקמת חניוני הקרוואנים יש לאפשר אך ורק במתחמים סגורים ובעורף החופים. חשוב שהחניונים יספקו תשתיות לרווחת המשתמשים ולהגנה על הסביבה, כדוגמת המתחם הנמצא בשלבי תכנון בסמוך לתעלת הקינט. יש למקם מתחמי קרוואנים במרחק של לפחות 100 מטרים מקו המים. חשוב שעיריית אילת תספק בהקדם ותתחזק באופן מיטבי את החלופות והמתחמים הראויים לפעילות זו של לינה בחוף או בקרבתו, לשלט את אזורי הלינה, ואת האזורים האסורים ללינה, ולאכוף את חוקי העזר העירוניים בנושא זה.



איור 54. רשתות צל ("זולות"), קרוואנים, רכבים ואוהלים על חוף הים הדרומי באילת משתלטים על חלקים ניכרים מהחוף וחוסמים את הגישה לים לרוב ציבור המבקרים בחוף (צילום: אסף זבולוני).

מניעת נזקים הקשורים לניהול ותחזוקת חופי הים

לאופן ניהול ותחזוקת החופים השלכות על המערכות הטבעיות שבחוף, בים ובממשק ביניהם. ממשקים רבים שמתוארים למעלה רלוונטיים גם לניהול המבקרים בחופי הים (ראו למעלה גינון ודישון בקרבת המפרץ, דטרגנטים ותכשירי קוסמטיקה, כלים חד-פעמיים, פחי אשפה בחופי הים, זיהום אור, זיהום רעש, כניסות לים, הליכה על חופי הים, שהייה ולינה על חופי הים בשעות הלילה). בנוסף, יש להתייחס גם לממשקים הבאים:

- **פיזור חול על חופי הים** ("ריפוד" חופים) – הצורך לפזר חול על חלק מחופי אילת במטרה להפוך את

האזורים הסלעיים בחופים (לרוב, מדובר בסלע חוף/beachrock) לחוליים ונעימים יותר למבקרים עולה לעיתים על ידי מפעילי החופים. הבעיה העיקרית עם פעולה זו היא שבמקומות שבהם מוסיפים חול באופן מלאכותי, החול ייגרע מהחוף על ידי כוחות טבעיים (בעיקר גלים במהלך סערות דרומיות, אירועי שיטפון ורוחות). רוב הדיווחים של מפעילי החופים על היעלמות חול מחוף הים מגיעים לאחר סערות דרומיות ובדרך כלל באותם חופים. המורפולוגיה החופית מעוצבת על ידי כוחות טבעיים חזקים יחסית, כך שבסופו של דבר חול שמתווסף באופן מלאכותי יגיע למערכות האקולוגיות הימיות, יעביר את המים, ישקע על השוניות ויפגע באלמוגים ובבעלי החיים המסננים מים לצורכי תזונה ונשימה. בחופים שבהם הוספת חול נעשית כממשק קבוע, קיימת פגיעה כרונית במערכת הימית ולכן ממשק זה אינו ממשק מקיים.

על כן, יש להימנע, ככל שניתן מפיזור חול על חופי הים ולאשר אותו רק מחוץ לשמורות הטבע ובמקרים קיצוניים שבהם הסלע החשוף עלול להוות מפגע בטיחותי לפעילות בסיסית של נופש על חופי הים. בנוסף, חשוב להבין שמאזן הסדימנט לאורך חופי הים תלוי מאוד בקו החוף, כך שבמקומות שבהם קו החוף מופר, בגלל בינוי, או גופים מלאכותיים שבולטים מהחוף לכיוון הים (כגון מזחים, ממשים ושוברי גלים), תיווצר הערמות של סדימנט במעלה הזרם וגריעה שלו במורד הזרם. על כן, יש למנוע בינוי שישבש את מאזן הסדימנט לאורך החופים. חשוב גם לקחת בחשבון שקיימת דינאמיקה עונתית של הסדימנט, כך שבחופים מסוימים רואים הבדלים בכמות החול בין עונות שונות. כל הפרה של הדינאמיקה הטבעית תגרום לכך שחול שהתווסף באופן מלאכותי יגיע לסביבה הימית הרגישה.

במקרים חריגים שבהם פיזור החול הכרחי, יש ליישמו אך ורק לפי נוהל המשותף לרט"ג, המשרד להגנת הסביבה וליחידה הסביבתית אילת-אילות ועיקרו מתן הנחיות מפורטות באשר לסוג החול, גודל הגרגר, רמת הניקיון של החול, אופן פיזורו, אזורים מותרים/אסורים לפיזור וקרבה לקו גאות עליון (נספח 6).

- **אירועים בחופי הים** – מומלץ למנוע או למזער, ככל שניתן, את הרחבת הפעילות בחופים להסעדה, קיום מסיבות ואירועים שונים, ובמיוחד בשעות החשיכה. חשוב להתייחס לאופי ולרמת הרגישות של החוף ובית הגידול הסמוך. בשמורות טבע, כדוגמת חוף האלמוגים, חל איסור על קיום אירועים ומסיבות. ניתן לקיים פעילויות שונות, תלוי באופיין וככל שהותרו בהיתר כתוב ובתנאים על פי חוק. הסוגיה מורכבת מכך בשמורות הטבע הימיות הדרומיות (ים האלמוגים והים הדרומי). שמורות אלה נושקות לחוף הדרומי שאינו מוכרז כשמורה, כך שלא ניתן למנוע פעילות בחוף מתוקף חוק גנים ושמורות, אלא מתוך פוטנציאל הפגיעה בשמורה הנושקת לחוף ובערכי הטבע.

לפעילויות בחופים הכוללות אירועים ומסיבות השפעות כגון רעש ופסולת ואם הן מתקיימות בשעות החשיכה, הרי שקיים גם פוטנציאל לזיהום אור (הפרעות אלה נדונו מעלה). מדובר בהשפעות שוליים מיידיות על ערכי הטבע ובתי הגידול בחוף, בים ובממשק ביניהם. על כן, יש לאסור אירועים ומסיבות הכוללים תאורה והגשת מזון ומשקאות בכל החופים הדרומיים, מגבול מצרים ועד חוף קצא"א, וכן בחוף הסרטנים (שבחוף הצפוני). באזורים הצפוניים (למעט חוף הסרטנים), ניתן לאפשר פעילויות ואירועים במידה שיש הקפדה על הפרעה מינימלית לסביבה הטבעית – הקפדה רבה על ניקיון, רעש סביר והארה חלשה ולא לכיוון הים (תאורת התמצאות ותאורת אווירה).

- **הצללות** – האקלים המדברי במפרץ אילת מחייב הגנה מקרינת השמש החזקה ברוב ימות השנה, דבר הדורש יצירה ותחזוקה של אזורים מוצלים רבים. יחד עם זאת, במטרה שלא תיווצר הפרעה נופית

משמעותית והסתרת הנוף לעבר הים והרי אדום, חשוב להגביל את אחוז השטח המוצל. יש להימנע מלהצל אזורים שבהם יש פעילות ביולוגית משמעותית, כגון אזור קו המים, אזורי סלע החוף ואזורים חוליים שבהם יש פעילות של סרטני החולון מהמין *Ocypoda saratan* (איור 15). יש ליצור הצללות שמצד אחד הן חזקות ועמידות בתנאי מזג אוויר קיצוני, אך מצד שני החתימה הנופית שלהן קטנה. יש להימנע משימוש בצומח חי ליצירת הצללות. צומח חי נותן צל חלקי בלבד וביעילות קטנה בהרבה מהצללות בנויות ויש לו השפעות שליליות על הסביבה הטבעית (ראו למעלה גיבוי ודישון בקרבת המפרץ). לעומת זאת, ניתן להשתמש בחומר טבעי ומטופל שאינו חי (כגון כפות תמרים ובמבוק). על ההצללות להיות נמוכות ככל האפשר, לטובת הקטנת החתימה הנופית. יש להקפיד על הקמת הצללות במרחק שלא יקטן מ-30 מטרים מקו המים (בהתאם להוראות תמ"א 13). יש לדרג את המגבלות בנושא זה וליצור הבחנה בין רצועת החופים הדרומיים (מגבול מצרים ועד חוף קצא"א) לבין החופים הצפוניים שבהם ניתן לאפשר יותר הצללות (למעט בחוף הסרטנים). לגבי הצללות פרטיות, ניתן לאפשר לציבור להקים הצללות קלות וזמניות (כגון שמשיות ובדי ליקרה נמתחים, אך לא רשתות צל גדולות).

- **ניקוז מקלחות חוף** – נכון להיום, חלק ממקלחות החוף לאורך חופי אילת (בעיקר בחוף הצפוני) אינן מנוקזות למערכת הביוב העירונית, אלא לים, ללא כל טיפול מקדים במים. הבעיה הכרוכה בכך היא הזרמה של מזהמים שונים ושל חומרים רעילים לסביבה הימית, כגון דטרגנטים ובנזנים הנמצאים בסבונים ובתכשירי הגנה מפני השמש, וכן שמקלחות אלה משמשות בפועל גם לשיטיפת כלי מזון. גם למים המתוקים השפעה שלילית על בעלי חיים ימיים (הפרעה אוסמוטית), אך סביר להניח שהפגיעה היא מאוד מקומית מאחר שהמיהול מהיר. על כן, יש לדרוש ממפעילי החופים להימנע מניקוז מקלחות החוף למפרץ ולחברן למערכת הביוב העירונית. לעיתים, הדבר דורש מתקן שאיבה וסניקה בשל הפרשי גבהים, אולם מדובר במערכות פשוטות ואמינות.

- **גישת כלי שיט לחופי הים** – גישת כלי שיט לחופים היא בכפוף לתקנות הנמלים (בטיחות השיט) של משרד התחבורה המגדירות אזורים מותרים ואסורים לשיט. לכלי שיט יש אזורי שיט מותרים ואסורים על פי התקנות, ישנן מרינות מוסדרות לעגינה וכן ממשים – נקודות הכנסה ומשיית כלי שיט מהים לחוף. בשמורות הטבע הדרומיות המוכרזות, אסורה החפה של כלי שיט גם מסיבות בטיחותיות (הגנה על המתרחצים) וגם בכדי למנוע פגיעה בערכי הטבע הרבים בשוניות הרדודות. איסור זה מצוין בתקנות ובשטח מסומן "הקו החוצה", אותו קו מצופים בצבע אדום-לבן שאותו אין לעבור מהים לכיוון החוף. כך גם מומלץ לגבי שאר הרצועה החופית הדרומית, עד לחוף קצא"א (כולל) וכן לגבי "חוף הסרטנים". יחד עם זאת ניתן לבחון מספר מצומצם של נקודות כניסה ויציאה של כלי שיט קלים בחתירה (קיאק/סאפ) באזורים אלו. בחופים הצפוניים, למעט בחופים המוכרזים לרחצה, המציאות כיום מאפשרת עגינה והחפה של כלי שיט. בכל הנוגע לערכי טבע, אין מניעה להמשיך ולאפשר זאת, אם כי מומלץ לנקוט אמצעי בטיחות נוספים בעניין זה, עבור המתרחצים. באשר לספורט הימי המתנהל באזור חוף הגולשים (קיט, גלשני רוח וכו'), ישנו ממשק קבוע ומוסדר אל מול הרשות המקומית, המגדיר אזורי כניסה ויציאה אל הים. בתחום שמורות טבע, חל איסור מוחלט על מעבר הקו החוצה והחפה בגלל הסיכון למתרחצים ולערכי הטבע.

- **מעמד סטטוטורי של חוף הים** - על פי הגדרת משרד הפנים, חופים בישראל מתחלקים לשלושה סוגים – 'חוף מוכרז לרחצה', 'חוף אסור לרחצה' ו'חוף שאינו מוכרז לרחצה'. בחופים מוכרזים לרחצה יש שירותי

חוף רבים, כגון עמדות הצלה, עזרה ראשונה ושירותים שונים למבקרים. חופים אלה בדרך כלל עמוסים ובעלי השפעות שוליים גדולות על הסביבה הימית. באילת, רוב החופים מוגדרים כחופים שאינם מוכרזים לרחצה, כולל שמורת חוף האלמוגים (אתר קולט קהל של רט"ג) וכל החופים הדרומיים. הגדרה זו אינה מחייבת לעמוד בתקנים נוקשים של חופי רחצה, לרבות כניסה נקייה ממכשולים אל הים, כאשר שונית אלמוגים רדודה מהווה סוג של מכשול. על כן, יש להשאיר את החופים הנושקים לשמורות הימיות ולאזורים ימיים ערכיים כחופים שאינם מוכרזים לרחצה. מעמד זה אינו אוסר כניסה לים ומאפשר לציבור ליהנות מאוצרות הטבע הנושקים לחופי אילת, ואינו דורש פיתוח, מתקני חוף והתאמת הסביבה הימית לכניסת מתרחצים - פעולות שעוללות להסב נזקים משמעותיים לסביבה הימית.

צמצום נזקי דיג ושלילת ערכי טבע

ערכיותן הגבוהה של המערכות האקולוגיות בצפון מפרץ אילת, מעמידה בסימן שאלה את סוגיית הדיג במפרץ. רט"ג שואפת למזער ולהקטין את פעילות הדיג במפרץ, עד כדי בחינת הפסקתו המוחלטת. החל מינואר 2018 רט"ג ממונה על אכיפת תקנות פקודת הדיג של משרד החקלאות. מלבד הגברת ההסברה והאכיפה, יש להמשיך לפעול מול אגף הדיג במשרד החקלאות לטובת הכנסת שינויים ומגבלות נוספות בפקודה בכל הקשור לשיטות הדיג המותרות, אזורי דיג, שלל דיג, עונות דיג, וכן לגבי נוהל מתן רישיונות. בנוסף, יש לנקוט בפעולות הבאות:

- **קווים אדומים לפגיעה** – יש לקבוע ערכי סף לאיסוף בעלי חיים במפרץ אילת לצרכי מחקר ותצוגה על בסיס הנתונים הטובים והמעודכנים ביותר שקיימים ולהימנע ככל שניתן מניהול שרירותי או אינטואיטיבי, של איסוף ערכי הטבע. על כן, יש לקבוע את ערכי הסף על פי מודל ייעודי שפותח^[83].
- **סקרים ומחקרים** – חשוב להמשיך לבצע סקרים ומחקרים שיכולים לתרום לבחינת השפעות הדיג ושלילת ערכי הטבע על המערכות האקולוגיות במפרץ.
- **רשימת ערכי טבע מוגנים** – על אף העדכון שחל לאחרונה ברשימת ערכי הטבע המוגנים, יש עדיין להרחיב את הרשימה ככלי להגנה על מינים רגישים נוספים של בעלי חיים מפני דיג ואיסוף במפרץ אילת.
- **הסברה ואכיפה** – יש להמשיך את ההסברה ולהגביר את האכיפה בכל הקשור לשלילת ערכי טבע וסחר בבעלי חיים שנאספו במפרץ אילת.

מזעור נזקי שיטפונות

למרות ששיטפונות הם אירועים טבעיים, השפעתם על המפרץ השתנתה והתגברה בעשורים האחרונים מאחר שהנגר זורם באזורים מפותחים, בהם הזרימה מוסטת ומתועלת והופכת למזוהמת ובעלת ספיקות גבוהות (ראו פירוט בשיטפונות בחלק א'). בנוסף, בשנים האחרונות נראית מגמה לפיה אירועי גשם וזרימות נעשים קיצוניים ותדירים יותר. מזעור השפעותיהם השליליות של אירועי שיטפון על מפרץ אילת יכלול, בין היתר, את הפעולות הבאות:

- **הסדרת הניקוזים באזורים רגישים** – יש להמשיך לפעול מול הרשות המקומית לבחינת אפשרויות

להסדרה של נושא ניקוז הנגר העילי בדגש על החופים הדרומיים שנושקים לשוניות האלמוגים הערכיות והרגישות לסחף השיטפונות. במסגרת זו, יש לנתח את אגני הניקוז הטבעיים, לחשב ספיקות וללמוד את אופי הזרימות וההצפות. יש לאתר את הנתיבים והמוצאים לים המתאימים ביותר במרחב ולנתב את מי השיטפונות לים באופן בו השפעתם על תשתיות החוף (לרבות סחיפת סדימנט מהחוף עצמו) ועל המערכות האקולוגיות בים תהיה מזערית. חשוב לשלב מדיניות זו במסגרת תכנית האב לחופים המקודמת על ידי עיריית אילת ובפרויקטים המפורטים המקודמים לפיה. בנוסף, יש לדאוג לניקיון התעלות ותוואי הזרימות לפני עונות השיטפונות בכדי למזער הגעת מזהמים ופסולת לים עם הנגר העילי.

- **הסדרת תעלת הקינט** – במסגרת שדרוג תעלת הקינט בחוף הצפוני של אילת על ידי רשות ניקוז ערבה, נבחנת בימים אלו החלופה המיטבית לחיבור תעלת הקינט לים. יש לקחת בחשבון משתנים רבים ומורכבים, כגון אופן החיבור לים ורמת הפגיעה במערכת האקולוגית הסמוכה כתוצאה ממנו וכיצד ישפיע התפעול השוטף של התעלה על המערכת החופית והימית בהינתן החלופות השונות של חיבור התעלה לים. חשוב לבחון באופן זהיר ומחמיר את רמת סחרור המים הנדרשת בתעלה על מנת למנוע שכוב במי התעלה ויצירת שכבה אנוקסית בקרבת הקרקעית שמתחלפת בקצב איטי מידי (בדומה למצב הקיים בלגונה המזרחית, "לגונת השלום").
- **מניעת הצפת מתקני ביוב** – יש לוודא ניתוק מוחלט בין תשתיות ניקוז הנגר העילי לבין תשתיות ביוב בכדי למנוע הצפת מתקני הולכה או איגום ביוב, במי שיטפונות והסעתם לים.

אירועי שפל קיצוניים

מדי מספר שנים, פוקד את מפרץ אילת אירוע שפל קיצוני – מצב בו מפלס הים יורד אל מתחת לגובה השוניות הרדודות (איור 36). בעבר, היה נהוג להרטיב את השוניות שנחשפות באירועים אלה בצורה מלאכותית, באמצעות סירה ששטה לאורך השוניות במהירות גבוהה ויוצרת גל ירכתיים ששוטף את השוניות. אין לחזור על התערבות זו מכיוון שאירועי שפל קיצוניים מהווים מנגנון חשוב שבטווח המידי אמנם גורם לתמותה בשוניות הרדודות, אך יש לו תפקיד חשוב בעיצוב מבנה השוניות, בקביעת גובהן ובהרכב המינים בהן. התערבות כזו, סביר שלאורך זמן, תגרום לשוניות הרדודות להתפתח גבוה מדי, כך שאירועים קיצוניים יהפכו לתדירים יותר.

התפרצויות של טורפי אלמוגים

באילת מצויים טורפי אלמוגים הידועים כמינים הנוטים להתפרץ כתוצאה מירידה בעמידותם של האלמוגים וכך להסב נזקים קשים לשוניות – החילזון הטורף *Drupella cornus* וכוכב הים הקוצני *Acantaster planci* (איור 37). בעבר, היה נהוג לסלק את החילזון הטורף ואת כוכב הים הקוצני מהשוניות כאשר אובחנה עלייה בגודל האוכלוסיות שלהם. לגבי החילזון, בטווח הקצר, להתפרצויות כאלה יש השפעה שלילית על השוניות (ירידה משמעותית באחוז הכיסוי של אלמוגי האבן). לעומת זאת, בטווח הרחוק, ההשפעה היא חיובית – השונית משתקמת וכיסוי האלמוגים חוזר להיות כפי שהיה קודם לכן, אך בהרכב שונה ומגוון יותר של מיני אלמוגים. השינוי החיובי במגוון המינים נובע מכך שחילזון זה ניזון לרוב מאלמוגים מהסוג *Acropora*, שהם לרוב הדומיננטיים ביותר בקטעי השונית שבהם הוא מתפרץ, והפגיעה במינים הדומיננטיים מאפשרת

למינים פחות נפוצים להרחיב את תפוצתם. על כן, ברירת המחדל במקרה של התפרצויות צריכה להיות אי-התערבות, למעט מקרים קיצוניים שבהם הנזק נראה כבלתי הפיך. לגבי כוכב הים הקוצני, מחקרים שנעשו בשונית המחסום הגדולה באוסטרליה מראים שהוא בררן לגבי מיני האלמוגים שאותם הוא טורף (בעיקר מינים השייכים לסוג *Acropora*) [לדוגמה, 84]. לעומת זאת, סקרים שנעשו על ידי רט"ג באילת מראים שאינו בררן ולכן לא ברור אם השפעת טריפתו תורמת בדרך כלשהי לשוניות האלמוגים (בטווח הקצר או הארוך). יש לציין שעד כה לא נרשמו התפרצויות שלו בשוניות אילת, אלא עליות קלות בצפיפותו, ונראה שנוכחותו במספרים נמוכים אינה מאיימת על השוניות ושאינו צורך להתערב. מצד אחד, כוכב ים טורף זה אינו פולש למפרץ אילת ומהווה חלק ממגוון המינים המקומי. לעומת זאת, מכיוון שהשפעתו ברמה המקומית לעיתים צורמת לעין, ניתן במקרים מסוימים להרחיקו מאזורים ערכיים מאוד של השוניות וכאלה המהווים מוקדי משיכה לצוללים ולמשנורקלים. במקרים של התפרצויות טורפי אלמוגים, יש לבצע מעקב עד לדעיכתה של ההתפרצות על מנת לוודא שהנזק אינו הופך לבלתי הפיך.

בקה על מיזמים ופיתוח

בימים אלה מקודמים תהליכי תכנון ומיזמי פיתוח רבים בתחום המרחב הימי והחופי של צפון מפרץ אילת. חלק מהפרויקטים מהווים מענה לצרכי הפיתוח המקומיים של העיר אילת ובכלל זה – גידול אורבני, תכניות בינוי ופיתוח, לרבות בינוי תתימי. תכנית המתאר של אילת מס' 270/02/2 שאושרה לאחרונה הינה תכנית משמעותית מבחינת כיווני הפיתוח העתידיים של העיר אילת. היא קובעת הגדלת האוכלוסייה לשנת 2030 לכדי 100,000 תושבים (לעומת כ-55,000 כיום) והרחבה ניכרת של שטחי הפיתוח והתשתיות בעיר ובסביבתה.

לנוכח מעמדה התיירותי הבין-לאומי של אילת, מקודמים גם פרויקטים רבים המהווים תשתית לפיתוח התיירות החופית – הסדרה של חופי הרחצה, אחסון תיירותי בדגש מלונאות ונופש ומתחמי תיירות מדבריים המיועדים הן לתיירות פנים הן לתיירות שמחוץ לישראל. רבים מהפרויקטים המוצעים נכללים במסגרת התכנית האסטרטגית לפיתוח חופי אילת. משמעות הדבר היא שיחד עם פתיחת שדה התעופה רמון והמהלך לעידוד ולפיתוח התיירות המדברית שמקדם משרד התיירות, אילת עתידה להגדיל במידה משמעותית את מספר המבקרים בתחומה וכן את היקף שטחי החוף המפותחים והתשתית התיירותית המשלימה בזיקה לחוף. בתוך כך גלום שינוי תפישתי באשר לקביעה של תמ"א 13 לעניין שמורות חופיות ובנוסף לזה, מוצעים מספר מיזמי פיתוח בתחום הימי.

בנוסף, מקודמות מספר תכניות לתשתיות לאומיות ובין-לאומיות – פרויקטים אסטרטגיים, נמליים, תחבורתיים וביניהם – רכבת לאילת ונמל התעלה, מובל השלום וחקלאות ימית. במקביל, גם ירדן וערב הסעודית מצויות בתנופת פיתוח אדירה הן של מיזמי תיירות הן של תשתיות, בינוי אורבני ופעילות נמלית. מגמות התכנון ומיזמי הפיתוח הללו עלולים ליצור עומס ניכר על המערכות האקולוגיות במפרץ אילת. על כן, חשוב שכל תכנית פיתוח בסביבה החופית והימית ואף בסמיכות להן, החל משלבי התכנון המקודמים, תבוסס על העקרונות והקווים המנחים המוצגים לעיל באופן שיצמצם את הפגיעה במערכות האקולוגיות במפרץ במכלול ההיבטים. לגבי מיזמי פיתוח בעלי השלכות ניכרות על המערכות האקולוגיות במפרץ, נדרש

לבחון ראשית את ההשפעות הצפויות אל מול הנחיצות והתרומה הכוללת של המיזם, במטרה להבטיח שלא יקודמו מיזמים שמימושם יגרום לפגיעה מערכתית במפרץ אילת.

מעבר לכך, ראוי כי בכלל תהליכי התכנון המקומיים, האזוריים והלאומיים, תוטמע תפישה מרחבית המבוססת על הערכיות האקולוגית של מפרץ אילת הכוללת את האזורים הימיים והחופיים, וכן את מאפייני הפיתוח בעורף היבשתי – מרחב המדבר. בהתאם לכך, בסמיכות לאזורים בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה עד מירבית, יש לדאוג שהפיתוח יהיה אקסטנסיבי, בעל השפעה מצומצמת ביותר על הסביבה החופית והימית. חשוב לבחון בקפידה את היקפי הפיתוח והקרבה לקו המים, בנוסף לאמצעים תכנוניים וממשקיים לצמצום ההשפעות השליליות.

חשוב להימנע מכל פיתוח בים ובסביבה החופית שמסכן את בריאות ותפקוד המערכות האקולוגיות בשל הקמתו ו/או הפעלתו השוטפת. הכוונה לכל מתקן ימי שאינו נדרש ומחויב לצרכים ציבוריים, ביטחוניים ובטיחותיים, בדגש על פיתוח לשם תיירות. יש כמובן צורך לקדם תהליכי פיתוח הכרחיים על פי מדרג הערכיות והרגישות של בתי הגידול במפרץ, אך חשוב לשקול בכובד ראש פיתוח ביחס לפגיעה הישירה בבתי הגידול, כמו גם השפעות השוליים שיכולות להיות מהמתקן על בתי הגידול במפרץ. פיתוח שאינו בר-קיימה יפגע בסביבה הטבעית, היא התשתית התיירותית של העיר אילת, ולכן יש להימנע ממנו.

חינוך והסברה

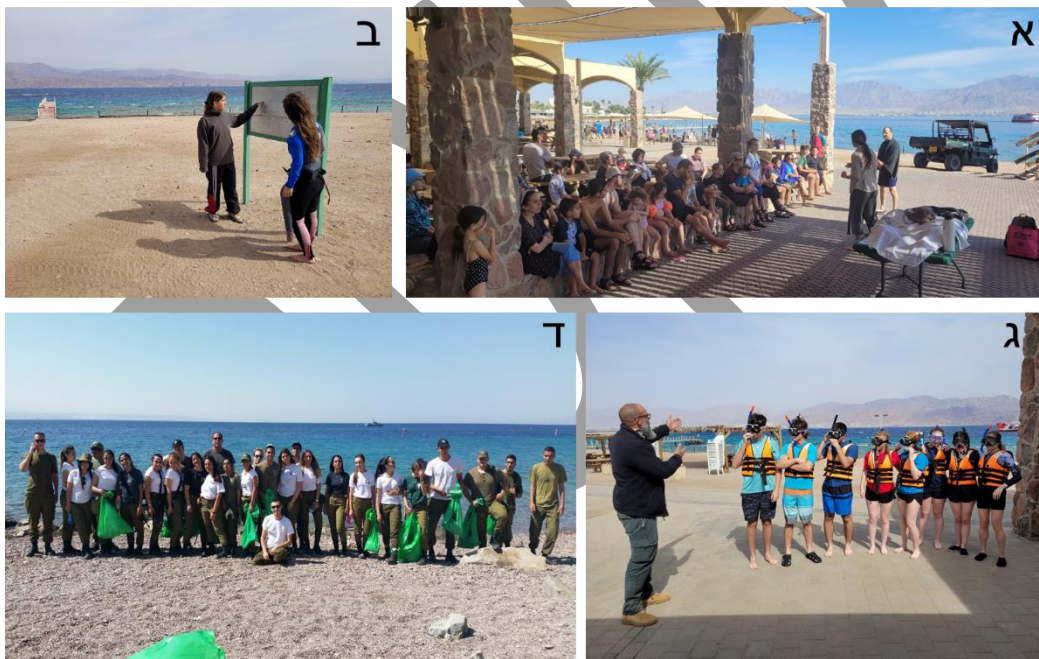
רט"ג פועלת מתוקף חוק אשר קובע כי אחד מתפקידיה הוא ליזום, לקיים ולעודד פעולות חינוך, הסברה והדרכה בקרב הציבור. החוק מוסיף ומסמך אותה לעשות כל פעולה הדרושה למילוי תפקידיה, לרבות כל הנדרש לשם מתן שירותים למבקרים ולמטיילים באתרים ובשטחים הפתוחים. בהתאם לכך, קיים מערך שלם הכולל מענה רחב לנושאים הנוגעים לקהל ולקהילה ובכלל זה שדרוג ופיתוח אתרים קולטי קהל, מרכזי שירות, שיווק ומכירות, חינוך והדרכה, הסברה ודוברות.

כחלק מהתפישה הכוללת לקידום הגנה ושמירה על המערכת הטבעית בצפון במפרץ אילת, לפעילות החינוך וההסברה יש תפקיד מרכזי והיא משתלבת ומוטמעת הן בעשייה השוטפת הן בתהליכי התכנון והפיתוח שמובילה רט"ג במרחב מפרץ אילת. בתוך כך, מערך החינוך וההסברה פועל במגזרים שונים ובאמצעים מגוונים במטרה לטפל ולצמצם את ההשפעות הסביבתיות הנובעות מגורמי הפרעה השונים המפורטים במסמך זה.

פעילות חינוכית זו מקבלת ביטוי גם ברמה המרחבית וגם בממשקים הקיימים במערך ניהול שמורות הטבע בצפון המפרץ, כאשר עוגן הפעילות מתקיים בתחום שמורת חוף האלמוגים, לצד פעילויות הדרכה והסברה מגוונות בכלל שמורות הטבע הימיות. מרכז החינוך וההדרכה (מחו"ה) הממוקם בשמורת חוף האלמוגים מעסיק בני ובנות שנת שירות של התק"מ, מורות חיילות המשרתות בצה"ל (לעיתים גם בני ובנות שירות לאומי) וסטודנטים לתארים מתקדמים בתחום הביולוגיה והאקולוגיה הימית. מערך זה נותן הדרכות לכ־ 10,000 עד 15,000 מודרכים בשנה מבתי ספר, סטודנטים, מורי דרך, יחידות צה"ל, משטרה, גופים ציבוריים שונים (כגון גופי תכנון ואכיפה מקומית), מכינות, תנועות נוער, נוער מחו"ל, קורסי צלילה, מבקרי אתרי

רט"ג והקהילה המקומית. הדרכות אלה תורמות להעלאת המודעות לחשיבות שמירת הטבע והסביבה. מרכז החינוך וההדרכה מהווה גשר לקהילה בעיר אילת ולתושבי הערבה הדרומית ליצירת מרקם משותף לשימור הסביבה החופית, הימית והמדברית שסביב צפון המפרץ. עבור המבקרים בשמורות, ההדרכות מעצימות את חוויית הביקור ומחברות בין האדם והטבע.

הפעילות החינוכית וההסברתית מגוונת מאוד וכוללת, בין היתר, הדרכות שנרקול, הרצאות לחניכי קורסי צלילה, הרצאות לסטודנטים לתארים מתקדמים במסגרת קורסים הנערכים באילת, פעילויות ארוכות טווח עם גנים ובתי ספר, פעילויות חקר במגמות ביולוגיה, הדרכות לילדים ונוער, הרצאות למורים, למדריכים ולרכזי טיולים, העשרות בהשתלמויות מורי דרך, פעילות לנוער מחו"ל במסגרת מחנות קיץ וכן הדרכות ומבצעי ניקיון בים ובחופים עם חיילי צה"ל (פרויקט "חוף נקי"). בחגי ובמועדי ישראל וכן באירועי סביבה שנתיים (למשל, יום החופים הבינלאומי) ההתגייסות והמענה ההדרכתי וההסברתי רב יותר מאשר בשגרה. נעשה מאמץ לפגוש את המוני המבקרים והמטיילים וזוהי הזדמנות לגעת ולחנך בנושאים החשובים לשימור מפרץ אילת.



איור 55. פעילויות של חינוך והסברה באילת. **א.** הדרכה של אורחי שמורת חוף האלמוגים בחג הסוכות על ידי צוות מרכז חינוך והדרכה (מחו"ה) של רשות הטבע והגנים (צילום: יורם חמו); **ב.** צוללת מקבלת הסבר על אתר הצלילה, לפני כניסתה לים (צילום: אסף זבולוני); **ג.** בני נוער מארה"ב שהגיעו לביקור בארץ מקבלים הסבר על מפרץ אילת, ערכיות וכיצד להימנע מפגיעה בערכי הטבע שבו טרם כניסתם לשנרקול מודרך (צילום: אסף זבולוני); **ד.** פעילות ניקיון חופים (פרויקט "חוף נקי") עם צוערי בה"ד 1 (צילום: מאיה שמאין).

מיזמי פיתוח וקידום שמורות חדשות במפרץ אילת מהווה הזדמנות נוספת לשיתופי פעולה חינוכיים של רט"ג עם רשויות נוספות. דוגמה עכשווית היא פתיחת חוף קצא"א לציבור על ידי עיריית אילת וקידום משותף של התכנית לשמורת טבע בתווך הימי והחופי של חוף זה. עיריית אילת, המובילה את פיתוח החוף ומתקניו,

תקבל מרט"ג כל סיוע והכוונה אפשריים בכל הקשור למרכז חינוכי שיוקם בחוף לחינוך הקהילה המקומית הצעירה לשמירה על ערכי הטבע.

רט"ג מייצרת חומרי הסברה לציבור הרחב ולקהילה כדוגמת כרזות ופוסטרים בעלי תוכן חינוכי-הסברתי בתחומים השונים של שמירת הטבע והגנה על ערכי הטבע במפרץ אילת (לדוגמה פוסטר על הכריש הלווייתני באילת; איור 56). בשמורת האלמוגים מקודם בימים אלה פרויקט המחשה ושילוט חדש, שמהותו יצירת סביבה לימודית אטרקטיבית המשלבת את נושאי ההסברה כחלק מחוויית הביקור של באי השמורה ובכלל זה הוספת מיצגים "חיים" (כגון שלדי אלמוגים וקונכיות) במרחב השמורה, באזור המבואה והחוף, לאורך מסלול לימודי וחוויית. בנוסף, רט"ג מעורבת בשילוב אמצעי הסברה והדרכה בסביבה החופית ובשטחים הפתוחים.



איור 56. פוסטר שנועד להסביר כיצד מתנהגים במהלך פגישה עם כריש לווייתני. הוא הופץ בקרב מועדוני הצלילה ובחופי הרחצה.

כחלק מהפעילות עם הקהילה, רט"ג שמה לה ליעד הקמה וטיפול של "קהילה ימית התנדבותית". במסגרת זו הוצע לתושבי אילת והאזור להתנדב ולקחת חלק פעיל בהקמה, בניהול ובתפעול מערך הסברה וחינוך

ייחודי באילת. המטרה היא להגיע למגוון רב של אנשים בקהילה המקומית ולרתום את המתנדבים לפעילות לקידום נושאי שמירת הטבע ועל ידי כך, להפכם ל"שגרירים" של הטבע בקהילה. כמו כן, המהלך פתוח לארגונים, למוסדות ולעסקים מקומיים המביעים עניין ונכונות להצטרף לשמירה ולהגנה על מפרץ אילת. בראייה לטווח הרחוק, לרט"ג תפקיד מרכזי בהובלת העשייה והפעילות החינוכית וההסברתית, יחד עם שותפים במרחב מפרץ אילת, כאשר שמורת חוף האלמוגים מהווה מקום מרכזי בפעילות זו.

פיקוח ואכיפה

• **סמכויות רשות הטבע והגנים** – רט"ג הינה הגוף האמון מטעם החוק על שמירת ערכי הטבע, הנוף והמורשת בישראל. היא אחראית על ניהול שמורות הטבע והגנים הלאומיים בכל רחבי הארץ ועל אכיפת החוקים הרלוונטיים לשמירת ערכים אלה. מתוך הכרה בחשיבותו של מפרץ אילת והמערכת הטבעית הייחודית המצויה בו, לאורך חופי אילת הוכרזו עד כה שתי שמורות טבע ימיות ושמורה חופית אחת. שמורות אלה זוכות להגנה מתוקף החוק של מדינת ישראל (חוק גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה, התשנ"ח-1998). החוק אוסר על כל פגיעה, או פעולה העלולה לגרום לפגיעה בשמורות אלה. בנוסף, קיימות גם תקנות האוסרות כל סוג של פגיעה במינים שונים של צמחים, בעלי חיים וערכי טבע דוממים המוגדרים כערכי טבע מוגנים [תקנות גנים לאומיים, שמורות טבע ואתרי הלאום (איסור פגיעה בערכי טבע מוגנים), התשמ"ד-1983 וכן תקנות גנים לאומיים ושמורות טבע (איסור פגיעה בערכי טבע מוגנים וההגנה עליהם) תשכ"ח-1968]. ערכי טבע אלה מוגנים בכל מקום, גם מחוץ לשמורות הטבע.

רט"ג מעסיקה במרחב מפרץ אילת בממוצע כ-10 בעלי תפקידים שונים אשר להם סמכויות אכיפה. פקחי ועובדי רט"ג במפרץ אילת עוסקים במגוון רחב של תחומים. כל פעולות הפיקוח קשורות ברמה זו או אחרת לשימור ערכי הטבע ולהגנה על שלמות ובריאות המערכת הטבעית בצפון מפרץ אילת.

בנוסף לחיקוקים הרחבים והשונים תחת חוק גנים לאומיים ושמורות טבע והחוק להגנת חיית הבר, רט"ג עוסקת בתחום מרחב מפרץ אילת גם באכיפת תקנות הדיג (תחת משרד החקלאות) וחוקי המשרד להגנת הסביבה, כגון חוק איסור נהיגה בחופים וחוק הניקיון. לפקחי רט"ג מוענקות סמכויות המסורות לשוטרי ולקציני משטרה. בתחום מפרץ אילת, פעילות האכיפה מתקיימת בשיתוף פעולה הדוק עם כלל גורמי האכיפה המקומיים (ואף הארציים) בשגרה ובמצעים מתוכננים (כגון שיטור ימי, מג"ב, שיטור עירוני, צה"ל, המשרד להגנת הסביבה, אגף תיירות ואכיפה בעיריית אילת, היחידה לאכיפה במקרקעין, ורשות המיסים; איור 57).



איור 57. כתבה שפורסמה במקומו האילתי "ערב ערב" על מבצע משותף של רשות הטבע והגנים ומשטרת ישראל שהוביל למעצרו של חשודים בשלייה לא חוקית של ערכי טבע ממפרץ אילת וסחר בהם.

- **פיקוח ואכיפה בסביבה הימית** – פעילות הפיקוח והאכיפה בתווך הימי מאתגרת מאוד. מרבית ערכי הטבע שעליהם שומרים מצויים מתחת לפני הים ולעיתים אף בעומק הים. שדה הראייה, יכולת התקשורת, יכולת התיעוד וזמן הפיקוח מוגבלים מאוד בגלל מגבלות פיזיות ופיזיולוגיות שונות. על כן, מאמצי הפיקוח והאכיפה הנדרשים על פני סקאלה מרחבית נתונה, גדולים בהרבה מאשר בסביבה היבשתית.
- **סימון, שילוט, הכוונה והנגשה** – במסגרת ניהול השמורות והנגשתן למבקרים, מתקיימת פעילות נרחבת של פקחי רט"ג להקמה ולתחזוקה של מערך קליטת מבקרים בים וביבשה, בין היתר, הקמה ותחזוקה שוטפת של מתקני הנגשה, סימון, מיצוף, שילוט וחבלול. עיקר המתקנים מהווים חסימות או כניסות/יציאות של מסלולים מהיבשה לים (איור 53) או הפרדה בין שחיינים לכלי שיט, גשרים ומזחים. הצבת מתקנים אלו נועדו לקליטת המבקרים תוך שהם מאפשרים הנגשה והכוונה ברורה ובטוחה למבקרים בשמורות, לצד זאת שהם מהווים כלי ממשקי ותשתית חיונית לצמצום הפגיעה בערכי הטבע ובתי הגידול הנכללים בתחום השמורות.
- **עבירות שכיחות שנאכפות** – העבירות העיקריות המטופלות על ידי פקחי רט"ג במפרץ אילת הן פגיעה בערכי טבע מוגנים והחזקתם, פגיעה בשמורות הטבע, הכנסת כלי שיט לתחום אסור בשמורות טבע, האכלת דגים, עבירות על תקנות הדיג (כגון דיג ללא רישיון, שימוש בשיטות אסורות, ודיג באזורים אסורים; איור 58) ונהיגה בחופים. עבירות מורכבות יותר שמטופלות באופן נוקשה ודורשות לעיתים מאמץ מודיעיני מקדים לאיתור הן סחר לא חוקי בערכי טבע מוגנים וזיהום הים. בשנים האחרונות ניכר

כי פעילות האכיפה בתחום מפרץ אילת היא משמעותית מאוד. הדבר מלמד, בין היתר, על רמת האינטנסיביות הגבוהה של הפעילות השונה במפרץ אילת (כגון פעילות ציבורית ותשתיות) ובמורכבות הרבה בהגנה על ערכי הטבע בתווך הימי בכלל ובניהול השמורות הימיות בפרט. לפיכך, לצד פעילות הפיקוח ואכיפה, עולה הצורך להגביר את התיאום בין הפעילויות השונות והמגזרים השונים ולייצר ממשקים ברורים במפרץ בשילוב עם תכנית הסברה משלימה.



איור 58. פקח הדיג של רשות הטבע והגנים מוציא מול החוף הצפוני של אילת מלכודת דגים לא חוקית (צילום: מחו"ה אילת)

- פיקוח על עבודות תשתית – פיקוח על עבודות תשתית** הינו מרכיב משמעותי מאוד בשמירת טבע. במפרץ אילת מתבצעות עבודות פיתוח רבות שמטרתן לרוב הן תיירותיות או תחזוקתיות. תכניות פיתוח ושיקום חופים דורשות מעורבות גבוהה של רט"ג החל בשלבי התכנון וכלה בביצוע. בימים אלו מקודמים מיזמי פיתוח רבים ברצועת החוף באילת, חלקם לשיקום ולשדרוג חופים שנפגעו בסערה שפקדה את אילת במרץ 2020 וחלקם חדשים במסגרת התכנית האסטרטגית לפיתוח חופי אילת. מערך הליווי והפיקוח המקצועי של רט"ג במסגרת פרויקטים של פיתוח בסביבה החופית והימית הכרחי אף יותר לאור מורכבות הפרויקטים בסביבה רגישה, וכן הצורך במיומנות ומקצועיות גבוהה בביצוע ובבקרה בתווך הימי.

סוגיות מרכזיות בהן ניתנות הנחיות רט"ג לשמירה על הסביבה הימית במסגרת עבודות פיתוח, בדגש תיירותי, הן תאורה ידיוותית לסביבה, הנחיות לגינון בקרבת חופי הים, מזעור פגיעה פיזית בתשתיות הטבעיות של החופים והימנעות מזיהום הים והרחפת סדימנטים במהלך העבודות. פיקוח בזמן אמת על העבודות הינו קריטי בדגש על קבלנים ואנשי מקצוע שהסביבה הימית זרה להם ויש להנחותם באופן מפורט, כולל הדרכה על שיטות העבודה.

במיזמי פיתוח רבים ובעבודות תחזוקה של תשתיות ימיות נדרשים לבצע לעיתים קרובות מבצעי הצלה והעתקה של ערכי טבע טרם תחילת ביצוע העבודות (איור 59). בשנים האחרונות, בשל עומס רב של עבודות תשתית בסביבה הימית, מועתקים מידי שנה אלפי ערכי טבע מוגנים (בעיקר אלמוגים). חלקם מועתקים למשתלות ולמתקנים מלאכותיים בים (איור 60), חלקם לתצוגות באקווריומים ציבוריים

(למצפה התתימי ולאקווריום ישראל בגן החיות התנ"כי) וחלקם לצרכי מחקר. מתקני תשתית משמעותיים שבהם מתבצעות עבודות באופן קבוע הם מזח קצא"א, נמל אילת, הנמל הצבאי, מרינת אילת ומעגנת תוריים.

מגזין

מבצע ימי מיוחד הצילו את האלמוגים

מאת: ניר אמיתי • 14:07 12/11/2020 • ערב ערב 2991

זה לא חדש שבבסיס חיל הים באילת מקדישים רבות לשימור הסביבה, אבל פרויקט כמו זה שהתקיים במפרץ במהלך החודש האחרון לא ידעו אפילו כאן • לוחמים מיחידות סנפיר, בשיתוף יחידת יל"ם (היחידה למשימות תת מימיות) וחיילי בסיס חיל הים בכלל, עסקו במשך שעות ארוכות במרוכז, בהצלת מושבת האלמוגים שהתפחה במרוצת השנים מעל גבי הגדר הימית שהקיפה את הבסיס ונפגעה בסערה הגדולה במרץ האחרון • "זו החלטת פיקוד מאוד יפה ומשמעותית שמעבירה לציבור ולחיילים מסר מאוד ברור- שעם כל הכבוד לפעילות מבצעית, יש את הסביבה וצריך לשמור ולהעריך אותה", מסכם השבוע את המבצע שמסתיים היום רס"ן אודי יעקובוביץ, מפקד פלגת אגף המבצעים בזירת ים סוף

איור 59. כתבה שפורסמה במקומון האילתי "ערב ערב" על מבצע משותף של רשות הטבע והגנים וחיל הים להעתקת והצלת אלמוגים מבסיס חיל הים לפני ביצוע עבודות תשתית אינטנסיביות.



איור 60. מתקן שנבנה על ידי חיל הים בהנחיה ובפיקוח של רשות הטבע והגנים במטרה להעתיק אליו ולהציל ערכי טבע בגלל עבודות תשתית בבסיס חיל הים. כל האלמוגים וערכי הטבע שעל המתקן הועתקו מכלונסאות שנגדמו וממתקנים תתימיים

ישנים שהוצאו מהים

- פיקוח על זיהום ים** – סביב מפרץ אילת קיימים מספר מפעלים המזרימים מים למפרץ. נושא זה נמצא בעיקר תחת הרגולציה של היחידה להגנה על הסביבה הימית במשרד להגנת הסביבה, אך רט"ג שותפה בקביעת הנחיות עבור המזרימים השונים, בדגש על מזעור הסכנות הביולוגיות הקשורות לתמלחות שמזרמות לים. בתחום השמורות הימיות, רט"ג פועלת במסגרת סמכויותיה בכל מקרה של זיהום הים.

בנוסף, לרט"ג תכנית מפעלית לטיפול באירועי זיהום ים בדלק. התכנית הינה חלק מתכנית לאומית שבאחריות המשרד להגנת הסביבה. פקחי מרחב מפרץ אילת לוקחים חלק ניכר בתרגול אירועי זיהום ים ובטיפול באירועים כאלה. נושא זה מקבל משקל רב בימים אלו, לאחר הסכמי השלום עם איחוד האמירויות ומזכר ההבנות עליו חתמה חברת קצא"א עם חברת Med-Red להגדלה משמעותית של שינוע דלק באמצעות התשתיות הימיות והיבשתיות של חברת קצא"א.
- תמיכה מדעית מקצועית בפיקוח ובאכיפה** – אקולוג מפרץ אילת של רט"ג (בעל תואר ד"ר באקולוגיה ימית) עורך חוות דעת מקצועיות בנושא אכיפה ומייצג את רט"ג בדיונים שנערכים בבתי המשפט. בנוסף, הוא עורך חוות דעת מקצועיות בנושאי פיתוח ומיזמים שונים בעלי פוטנציאל להשפיע על המערכות האקולוגיות של מפרץ אילת. בנושא היתרי מחקר ואיסוף ערכי טבע מוגנים ממפרץ אילת, אקולוג מפרץ אילת ממליץ לחטיבת פיקוח ואכיפה בכל הקשור לפגיעה בערכי טבע למטרות מחקר שניתן להתיר, או איסוף לצרכי תצוגה באקווריומים ציבוריים. קווים אדומים לפגיעה בערכי טבע מוגנים למטרות אלו נקבעים במטרה לשמור על המאזן הנדרש בין צרכי מחקר וצרכי תצוגה באקווריומים ציבוריים (והתועלות הנלוות להם) ובין מידת הפגיעה הסבירה במערכות האקולוגיות. עבודות ניטור ומחקר רבות (כגון "המחנה האקולוגי במפרץ אילת"; הרחבה בהמשך בניטור ומחקר) מובלות על ידי אקולוג מפרץ אילת בשמורות הטבע ומחוצה להן בכדי לקבוע באופן מדעי את הקווים האדומים ^[לדוגמה 83] ובכדי לכתוב חוות דעת המבוססות על מדע ונתונים והבנה מעמיקה, ככל שניתן, של המערכות האקולוגיות. בנוסף, האקולוג הימי מהווה חולייה מקשרת בין אנשי המדע והידע החדש שמצטבר באקדמיה ובין יישומו של ידע זה בממשקים שונים לצורך ייעול מדיניות שמירת הטבע במפרץ אילת.

ניטור ומחקר

שוניות האלמוגים באילת הן מהשוניות הנחקרות ביותר בעולם. הן מהוות מוקד משיכה לא רק לתיירים, אלא גם לחוקרי שוניות אלמוגים מהארץ ומרחבי העולם. המבנה הפיזיוגרפי המיוחד של מפרץ אילת (צר ועמוק עם שיפוע תלול של הקרקעית) מנגיש לחוקרים בקלות רבה את בתי הגידול הימיים. בעוד שבאזורים רבים בעולם יש צורך בהפלגה ארוכה על מנת להגיע לאזורי מחקר, במפרץ אילת מגוון רב של בתי גידול מצוי במרחק קטן מאוד מהחוף (לרבות הים העמוק). לחוקרים במפרץ אילת יש אפשרות להציב מכשירי מדידה בבתי גידול שונים ולהזרים נתונים ישירות למעבדות המחקר באמצעות כבלי חשמל ותקשורת, דבר המאפשר מעקב רציף בזמן אמת אחר תהליכים בים. בנוסף, ניתן לשאוב מים מהמפרץ אל תוך מבלי מחקר במעבדות, וכך לערוך ניסויים במי ים אמיתיים מהמערכת האקולוגית הנחקרת.

הגישה הנוחה של מכוני המחקר אל שוניות האלמוגים והים העמוק הופכת את ראש המפרץ לאזור נוח ומבוקש לביצוע מחקרים ימיים. בנוסף, תחום המחקר הימי בישראל הוא מהמפותחים בעולם ובמכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים הוכשרו במשך השנים חוקרי ים מהטובים בעולם. בעיר אילת פועלים שני מכונים למחקר ימי:

- המכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים באילת – מכון המנוהל על ידי האוניברסיטה העברית בירושלים, אך הוא מהווה מושב לחוקרים מהאוניברסיטאות השונות בארץ. מכון זה ממוקם על חוף הים מדרום למצפה התתימי.
- המרכז הלאומי לחקלאות ימית בישראל – מכון מחקר המקדם בעיקר מחקרים וטכנולוגיות הקשורים בחקלאות ימית. מכון זה ממוקם בחופו הצפוני של המפרץ, במרחק המאפשר שאיבת מים מהים אל מכלי המחקר במכון.

בנוסף למחקר הימי המפותח בראש מפרץ אילת, פועלת מאז 2004 **תכנית לאומית לניטור מפרץ אילת**, הממומנת על ידי המשרד להגנת הסביבה מכספי הקרן למניעת זיהום ים. תכנית ניטור זו מלווה על ידי צוות מדענים וועד מנהל בהובלת המדענית הראשית במשרד להגנת הסביבה. בניגוד למחקר, שנועד לענות על שאלות מדעיות ספציפיות, תכנית הניטור סוקרת באופן שיטתי את בתי הגידול השונים במפרץ. היא מהווה נדבך חשוב מאוד בהבנת מגמות ושינויים במערכת האקולוגית של המפרץ והדו"חות של תכנית הניטור [לדוגמה 8] משמשים בסיס לקבלת החלטות ולקביעת מדיניות שמירת הטבע במפרץ.

נדבך נוסף וחשוב בהבנת המערכת האקולוגית במפרץ אילת הוא "המחנה האקולוגי במפרץ אילת", אותו ייסדה רט"ג בשנת 2015. המחנה האקולוגי, בדומה לתכנית הניטור, סוקר בצורה שיטתית את שוניות האלמוגים באילת, אך הוא מתמקד רק בשוניות הבלט הרדודות הנגישות מאוד לציבור ואינו סוקר את בתי הגידול האחרים במפרץ. סקרי המחנה האקולוגי נועדו לבחון בעיקר את השפעות הציבור על שוניות האלמוגים ועל הרכב בעלי החיים המאכלסים אותם. למחנה האקולוגי ולסקרים שהתלוו אליו יש תרומה משמעותית בתחום אוכלוסיות הדגים בבתי הגידול השונים במפרץ אילת והדינמיקה שלהם במרחב ובזמן.

המחקר והניטור בים מייצרים עבור רט"ג וגופים מאסדרים נוספים בסיס סטטיסטי חשוב מאוד לקבלת החלטות מושכלות. הם מהווים את "האצבע על הדופק" של המערכות האקולוגיות במפרץ אילת. חשוב מאוד להמשיך לתמוך בתכניות הניטור, לשכללן ולעדכן בהתאם לטכנולוגיות המתחדשות, ולכוון להשלמת הפערים הנחוצה לצורך קבלת החלטות, כגון סקרים בים העמוק ובשוניות המזופוטיות הנגישות פחות לציבור ואף לחוקרים הימיים. חשוב גם לעודד ולתמוך במחקרים אד-הוק ("לצורך כך"), כאלה שנועדו לתת מענה נקודתי ומוגדר לשאלות אקטואליות הקשורות בשמירת טבע במפרץ אילת.

המלצות מרחביות לשמירת טבע בצפון מפרץ אילת

בבסיס המדיניות לשמירת טבע במפרץ אילת, עומדת ההבנה כי ראש המפרץ, על שלל בתי הגידול הקיימים בו, מהווה מערכת 'רב-רכיבית', כאשר בין הרכיבים השונים, על פני טווחים מרחביים שונים, יחסי גומלין ותלות הדדית רבה. על כן, פגיעה ברכיב אחד מתוך המערכת, תלווה בפגיעות משניות ובערעור יציבותה של

המערכת הטבעית, כמו גם ביכולתה להתמודד עם הפרעות וקטסטרופות אזוריות. אם בעבר מאמצי השימור התמקדו בעיקר בשוניות האלמוגים, בגלל צבעוניותן ויופין, כיום ידוע ששוניות האלמוגים, אינן מתקיימות כיחידות מבודדות ואוטונומיות ועל מנת שהשוניות ימשיכו לתפקד כמערכות אקולוגיות חיוניות וערכיות, יש צורך ברור להגן על המערכות האקולוגיות ובתי הגידול האחרים. לדוגמה, למרבדי עשב־הים השפעה רבה על חיוניותן של שוניות האלמוגים ודגי הים הפתוח.^[לדוגמה 29]

שמורות טבע בעולם, לרבות השמורות הימיות, ידועות ככלי יעיל וחשוב לשמירת טבע, המאפשר לשמר ואף לשחזר ביומסה ומגוון ביולוגי שנפגעו כתוצאה מלחצים שונים שמקורם בפעילות האדם.^[86,85] תפקידן של שמורות הטבע הוא להגן על תאי שטח טבעיים שנתונים לאיומים, או כאלה שלא קיימים הרבה מסוגם (מבחינת התשתית הפיזית, תופעות טבע והמרכיבים הביולוגיים/אקולוגיים). מדובר על שטחים המהווים סביבות טבעיות החיוניות להישרדות, לרבייה ולשיקום של מינים שונים ושל מינים מאוימים או אנדמיים של צומח וחי. בנוסף, שמורות מגנות גם על אתרים בעלי חשיבות מיוחדת בגלל העניין המדעי, האסתטי, התרבותי או החינוכי שלהם.

העקרונות המנחים המרכזיים בתכנון שמורות ימיות מצביעים על הצורך להכריז על שמורות גדולות המאפשרות הגנה על מערכות אקולוגיות שלמות. קישוריות (connectivity); כלומר מידת הקישור בין אוכלוסיות הנמצאות באזורים שונים עלידי תחלופת תוצרי רבייה; ראו קישוריות בחלק א') הינה מילת מפתח בתכנון שמורות טבע ימיות, מאחר שאוכלוסיות שונות בסביבה הימית תלויות מאוד זו בזו, ובהתאם גם בתי הגידול השונים. בנוסף, על מנת לייעל את ההגנה על בעלי חיים ימיים שטוח המחיה שלהם רחב (כגון יונקים ימיים, כרישים, בטאים וצבי־ים), אין די בהגנה על שטחים קטנים. שיקולים מנחים נוספים כוללים הגנה חזקה וממוקדת יותר על בתי גידול נדירים, לעומת בתי גידול נפוצים.

על כן, מאחר ששמירת טבע ימית צריכה להתנהל בראייה רחבה, שמתחשבת במורכבות המערכות האקולוגיות ויחסי הגומלין בין בתי הגידול השונים, חשוב להקנות הגנה לא רק לאזורים המוגדרים כשמורות טבע, אלא לכלל המערכות הטבעיות של צפון מפרץ אילת. חשוב להבין שבקנה מידה עולמי, כאשר מדובר על שמורות טבע ועל אזורים ימים מוגנים (Marine Protected Area), כל צפון מפרץ אילת, מבחינת גודלו, היה יכול להיחשב כשמורת טבע ימית אחת ואף קטנה יחסית.

באילת, שמורות הטבע הימיות המוכרזות פרושות לאורך של כ־3 הקילומטרים הדרומיים של חופי העיר (איור 38 איור 40), כאשר לחץ המבקרים באזורים אלה מווסת, במידה מסוימת, באמצעים שונים, בהתאם לערכיות ולרגישות בתי הגידול. ליבת השמורה היא אזור המכונה "הגנים היפניים" – רצועת שונית עשירה ומגוונת במיוחד לאורך של כ־400 מטרים צפונית מפארק המצפה התתי־ימי. רט"ג משקיעה מאמצים רבים בהגנה על הגנים היפניים מתוך הכרה כי הגנה על אזור ערכי זה תומכת גם באזורים נוספים בתוך ומחוץ לשמורות המוכרזות. הגישה לגנים היפניים מהחוף אינה מתאפשרת בגלל הלגונה ושולחן השונית הרדודים הנמצאים בין החוף ושוניות הגנים היפניים. על כן, רצועת החוף המקבילה לגנים היפניים סגורה למבקרים וכך אזור זה זוכה להגנה רבה מפני פעילות האדם. הגישה לאזור זה מתאפשרת כיום רק לצוללים באופן מבוקר מכלי שיט בלבד המגיעים מהים הפתוח למצופי עגינה.

אסטרטגיית שמירת טבע שבה ממקדים את ההגנה על שוניות אלמוגים על פני טווח מרחבי מצומצם, מבלי להתייחס למערכות האקולוגיות השכנות, הינה אסטרטגיה מיושנת. היא אינה תואמת את ההבנה המעמיקה והראייה ההוליסטית של המערכת הטבעית השופעת יחסי גומלין ותלות הדדית בין המערכות האקולוגיות ובתי הגידול השונים. אמנם שוניות האלמוגים הן גולת הכותרת של מפרץ אילת וחשוב מאוד להגן עליהן לנוכח מגמת ההתדרדרות העולמית, אך ברור כיום שחיוניותן תלויה מאוד גם במערכות האקולוגיות השכנות והן אינן מתפקדות כמערכות אוטונומיות בתוך מכלול המערכת הטבעית. על כן, חשוב להרחיב את ההגנה על שטחים ובתי גידול המהווים "רכיבי מפתח" במערכת הטבעית בצפון מפרץ אילת.

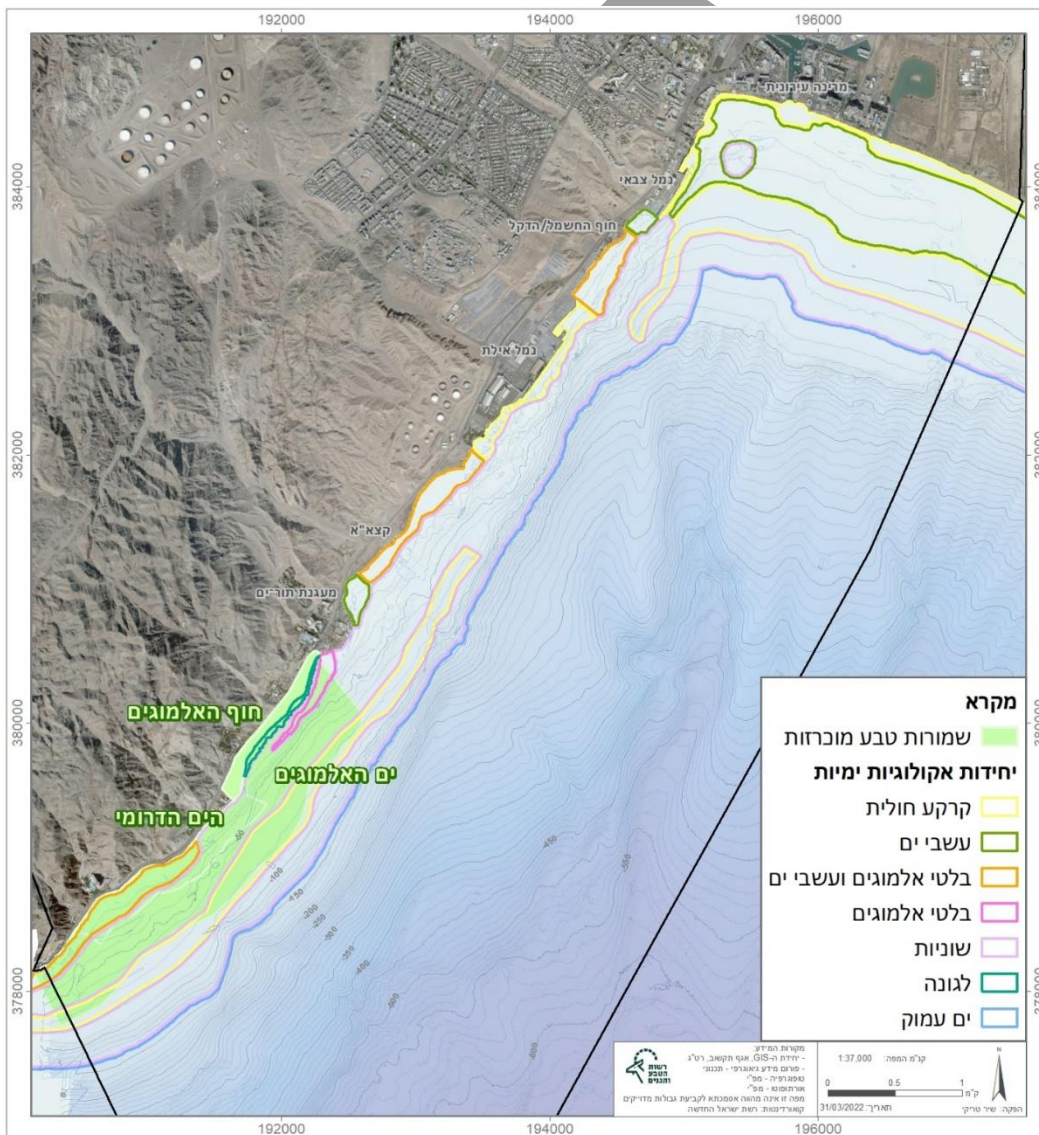
המדיניות להגנה מרחבית על צפון מפרץ אילת גובשה על בסיס מתודולוגיה ייעודית למפרץ ועקרונותיה המרכזיים הם:

- מתן ייצוג למגוון מערכות אקולוגיות ובתי גידול שלא זוכים להגנה מספקת כיום.
- הגנה על מערכות אקולוגיות ובתי גידול בעלי חשיבות, לא רק מקומית, אלא גם אזורית. מתוך ראייה הוליסטית, חשוב להגן על מערכות אקולוגיות ובתי גידול שתומכים בצורות שונות ברכיבים אחרים במערכות האקולוגיות במפרץ. למשל, ישנם כאלה שתפקודם התקין משפר את איכות המים או מסייע בפירוק של חומר אורגני. ישנם כאלה המשמשים כאזורי מקלט, אזורי שיחור, בתי אמנה/מדרגות (nursery grounds) למינים שבשלבם אחרים של חייהם עוברים לסביבות מחייה אחרות, וכן כאלה המהווים מקור (source) לצאצאים הנפוצים לאזורים אחרים.
- הגנה על בתי גידול עם מאפיינים ייחודיים ואזורים עם מגוון ביולוגי גבוה.
- הגנה על מיני מפתח, מינים נדירים וערכים ייחודיים – חשוב לשמר בתי גידול המהווים בית למינים נדירים וייחודיים אשר אינם מצויים בבתי גידול אחרים בראש מפרץ אילת ולמיני מפתח (מינים שהשפעתם על המערכת האקולוגית גדולה ואינה פרופורציונאלית לגודל האוכלוסיות שלהם, כך שכל פגיעה בהם, אפילו פגיעה קטנה, עלולה להוביל לחוסר יציבות של המערכת האקולוגית). בנוסף, חשוב להגן על אזורים בעלי ערכים ייחודיים בזכות מאפיינים אסתטיים, חינוכיים, תרבותיים, היסטוריים וגיאולוגיים.
- הגנה על אזורים שעשויים לתמוך במערכת הטבעית במקרה של קטסטרופה אזורית – יש לשמר אזורים העשויים להוות מקור לאספקת צאצאים וחומרים מטבוליים לאזורים הנתונים לאיומים משמעותיים, בעיקר בשל גורמי הפרעה הפועלים על פני סקאלה עולמית.
- הגנה מיטבית ברמה האזורית – מכיוון שמדובר במערכת טבעית המשותפת לארבע מדינות (ישראל, ירדן, מצרים וסעודיה), על כל אחת מהמדינות מוטלת החובה לשמור על המערכת בתחומה, אך ברור שלשימור המקומי יש גם השלכות אזוריות. על כן, ההגנה על המערכות האקולוגיות שבשליטת מדינת ישראל מקבלת חשיבות אזורית ולא רק מקומית. למשל, שמירה על אוכלוסיות הדגים בשטח הימי של ישראל עשויה לתמוך באוכלוסיות הדגים במדינות השכנות (spillover). על כן, חשוב מאוד לקדם שיתופי פעולה אזוריים עם שכנו למען שימור אזורי אפקטיבי במפרץ אילת.
- מאמצי שימור מותאמים לערכיות תאי השטח – המדיניות לשמירת טבע מרחבית במפרץ אילת מציעה מספר הגדרות מרחביות – המלצות לאזורים ימיים לשימור ולהגנה ברמות שונות, כאשר הקריטריונים

שנלקחים בחשבון הם – רמת הערכיות והחשיבות של בתי הגידול בתא השטח הנדון, תפקידם במערכת האקולוגית של מפרץ אילת, ייצוגם בשמורות טבע מוכרזות, מידת הפרעות והאיזומים הפועלים עליהם וכן בהתייחס לממשקים עם המגזרים השונים במרחב הימי והחופי.

המלצות לקידום שמורות טבע ואזורים מוגנים בצפון מפרץ אילת

בהינתן העקרונות המוזכרים למעלה והייצוגיות הנמוכה שיש לבתי הגידול השונים בשמורות המוכרזות שמרוכזות בחוף הדרומי של אילת (איור 61), קיימת חשיבות רבה להגביר את ההגנה המרחבית באמצעות קידום שמורות טבע ואזורים מוגנים בים ובחופים.



איור 61. יחידות אקולוגיות ימיות בצפון מפרץ אילת על רקע שמורות הטבע המוכרזות בחוף הדרומי של אילת.

להלן האזורים שחשוב לקדם בהם את ההגנה המרחבית:

שמורת חוף הסרטנים – חוף חולי הנמצא באזור הכרית (אזור המושפע ממחזור הגאות והשפל), אחרון מסוגו בארץ, עם נוף פסטורלי של גלוני חול (תופעה שבה גלי הים מפסלים בחול צורות של גלים קטנים; איור 16). חוף זה שומר על מגוון בעלי חיים ייחודי (איור 62) בזכות היותו שטח צבאי סגור ומאפייניו המורפולוגיים – חוף חולי דק־גרגר הממשיך אל תוך הים בשיפוע מאוד מתון (המאפיין ומייחד את החוף הצפוני של אילת), כך ששטחים גדולים מהחוף נחשפים בעת שפל ומתכסים בגאות. באזור העל־כרית (האזור שאינו נרטב) נמצאים סרטני החולון (חולון ים־סופי; *Ocypoda saratan*; איור 62א'). סרטנים אלה הם בעלי חיים ימיים (בעלי זימים) החיים במחילות אותן הם חופרים בחוף החולי (איור 62ג'). מחילות אלה מגיעות עד לאזור הלח שבחול והן מעניקות להם הגנה מפני טורפים, קרינה חזקה, יובש וטמפרטורות גבוהות. הם יוצאים לשחר מזון באזור המפגש בין הים והחוף ובעת סכנה, אם מחילתם רחוקה מהם, הם נכנסים אל תוך הים (איור 62ד'). מין זה נדיר באילת מפני שכמעט בכל החופים מחילתיהם של החולונים נרמסים על ידי המבקרים בחוף. בסמוך לגבול עם ירדן, סרטנים אלה הצליחו לשרוד מכיוון שזהו שטח צבאי סגור שהציבור אינו יכול להיכנס אליו, כך שמדובר באוכלוסייה האחרונה בארצנו של סרטן ממין זה. יחד עם זאת, שטח זה מופרע מידי פעם על ידי פעילות חיל הים על החוף. הפרעות אלה הן תקופתיות ובין הפרעה להפרעה נאלצת אוכלוסיית החולונים לשקם את עצמה.

בנוסף לכך, אזורי הכרית והתת־כרית החוליים והרדודים מהווים בית גידול לקווצי העור, לרבות קיפודי הקטפן ששכיחותם נמוכה מאוד לאורך חופי אילת ונחשונים הים המצויים גם בבתי גידול סלעיים רדודים (סלע החוף), אך בשכיחות נמוכה. בעלי חיים אלה משנים את מיקומם בהתאם למחזור הגאות. קיפודים אי־רגולריים, כדוגמת ה־san dollar (איור 62ה') מתחפרים בקרקעית, כמו גם שושנות ים ייחודיות המבצבצות מתוך צינור ירי הנעוץ בקרקעית החולית (איור 62ז') ותולעים הניזונות מהחומר האורגני המצוי בין גרגרי החול (איור 62ו'). על פני הקרקעית החולית ניתן להבחין בדגים ממשפחת הסנדליים (איור 62ח') ובצלופחים התרים אחר מזון (איור 62ט').



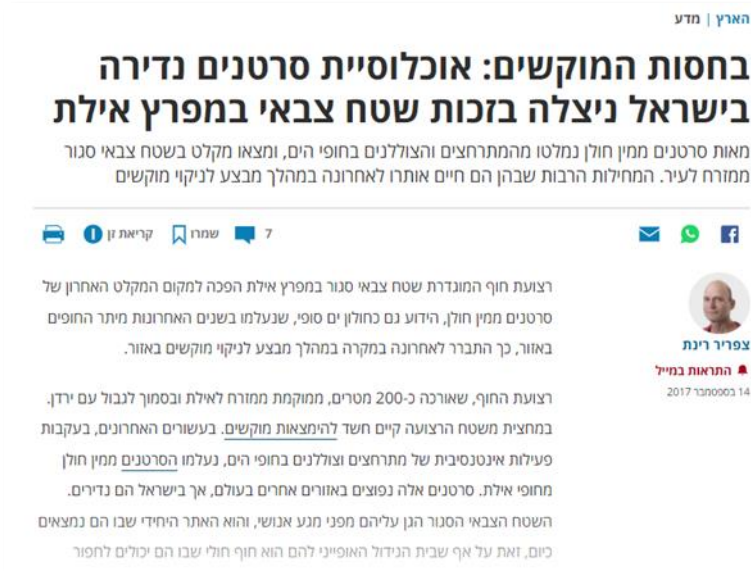
איור 62. "חוף הסרטנים" שבחוף הצפוני של אילת. **א.** סרטן מהמין חולון ים-סופי (*Ocypode saratan*) בפתח המחילה; **ב.** מספר סרטנים תרים אחר מזון כשברקע להקת ציפורים נחה על החוף; **ג.** מחילת סרטן חפורה לעומק החוף החולי ותלולית חול צמודה לפתח המחילה; **ד.** סרטן נמלט אל הים בעת סכנה; **ה.** קיפוד ים אי-רגולרי (*sand dollar*) על קרקעית הים באזור התת-כרית; **ו.** גלוני חול באזור הכרית ועליהם סימני התחפרות של תולעת מהמין *Ptychodera flava* (Acorn-worm); **ז.** שושנת ים מהסוג *Cerianthus* שוכנת בתוך צינור רירי הנעוץ בחול; **ח.** דג ממשפחת הסנדליים מסתווה בקרקעית החולית; **ט.** צלופח מהמין *Myrichthys colubrinus* תר אחר מזון.

• הצורך להגן על תא שטח זה

סוג ההגנה הנחוץ – שמורת טבע ימית וחופית.

האזור מוגן היום באופן חלקי הודות להיותו שטח צבאי סגור (איור 63). חופי הרחצה הסמוכים לשטח זה, על אף המורפולוגיה והמאפיינים הסביבתיים הדומים, אינם מאפשרים את המשך קיומם של ערכי טבע ייחודיים אלה בגלל פעילות אינטנסיבית של האדם. אם השטח ייפתח בעתיד, חשוב שלצד אזורי הרחצה הנמצאים ממערב לחוף זה, רצועת חוף זו תישמר ופעילות האדם בו תהיה מבוקרת על מנת שבית גידול ייחודי זה ישמר באילת על כל ערכי הטבע הנדירים המתקיימים בו, לרבות אוכלוסיית סרטני החולון האחרונה בארצנו. גם אם החוף לא ייפתח לציבור מסיבות ביטחוניות, חשוב למזער את הפגיעה בו כתוצאה מפעילות חיל הים (קורסי חובלים) שמזיקה גם היא בצורה ניכרת לאוכלוסיית הסרטנים. נכון להיום, רט"ג, יחד עם עיריית אילת, הגיעו להבנות עם חיל הים שפעילות חיל הים על החוף תוגבל לחלקו המערבי שאורכו כ-30 מ'. בתקופות שחיל הים לא יתאמן שם, קטע חוף זה ייפתח לציבור. שאר החוף (כ-330 מ' מערבית לגדר הגבול) יישאר שטח ביטחוני סגור שבו תותר פעילות ביטחון שוטף בלבד, ללא

אימונים.



איור 63. כתבה שהתפרסמה בעיתון הארץ על אוכלוסיית סרטני החולון (*Ocypoda saratan*) היחידה בארץ שמצליחה להתקיים בחוף הצפוני של אילת בחסות שטח צבאי סגור שחלקו היה ממוקש.

כאמור, קו המים בחוף הצפוני של אילת משתנה בצורה ניכרת בהתאם לגאות ולשפל וקיימים יחסי גומלין בין אזורי העל-כרית, הכרית והתת-כרית הבוללים, בין היתר, אספקת מזון והפצת צאצאים. על כן, חשוב להגן על רצועת החוף ועל השטח הימי שממול עד לעומק של כ-3 מטרים (איור 64).



איור 64. השמורה המוצעת בחוף הצפוני – שמורת חוף הסרטנים.

שמורת מרבדי עשביהים – כפי שמוסבר בחלק א' תחת **מרבדי עשביהים**, עשביהים (seagrasses) אינם אצות, אלא צמחי ים עילאיים בעלי פרחים הגדלים באזורים רדודים יחסית (עד כ־45 מ'). יש להם כושר יצרנות ראשונית גבוה (כלומר יצירת חומר אורגני מחומרים אי־אורגנים באמצעות תהליך הפוטוסינתזה) והם בעלי כושר נשיאה גבוה (כלומר יכולת תמיכה במגוון גדול של בעלי חיים). על כן, עשביהים נחשבים למיני מפתח (keystone species) המהנדסים ומשפיעים על סביבתם.

מרבדי עשביהים מול החוף הצפוני של אילת רחבים ועשירים יותר מאשר המרבדים הקטנים והכתמיים שנמצאים בחופים הדרומיים של אילת. בשנים האחרונות מרבדים אלה התרחבו ועשביהים נראה בהם בריא יותר מאשר בשנים עברו. הסיבה לכך קשורה לפינויים של כלובי הדגים שהיו באזור זה עד לפני יותר מעשור וגרמו להצטברות אדירה של חומר אורגני בקרקעית הים ולסביבה אנוקסית שלא אפשרה את גדילתם של עשביהים. מחקר שנעשה באזור בו היו כלובי הדגים מצביע על התאוששות ברורה של מרבדי עשביהים ושל בעלי חיים המאכלסים מרבדים אלה לאחר הוצאת הכלובים מהים [39].

מעט מאוד מחקרים מדעיים נעשו על עשביהים באילת, על אף שההכרה בחשיבותם במקומות אחרים בעולם, החלה להתגבש כבר בשנות ה־90 המוקדמות ומאז נעשים מאמצים רבים לשמור על מערכות אקולוגיות חשובות אלה. הקהילה המדעית מבינה שקיימת תלות של מערכות אקולוגיות שכנות, כגון שוניות האלמוגים, במרבדי עשביהים ושלעשביהים שירותי מערכת (ecosystem services) רבים וחשובים [36], כגון:

- יצירת מורכבות מבנית של בית הגידול מתחת לקרקעית ומעליה (מינים "מהנדסי סביבה").
- תמיכה במגוון רב של אורגניזמים (איור 12).
- בתי אמנה (nursery grounds) לבעלי חיים שבשלבם מתקדמים יותר של חייהם נפוצים למערכות אקולוגיות שכנות.
- קיבוע הסדימנט לקרקעית הים והגנה על קו החוף.
- קיבוע כמויות גדולות של פחמן ותרומה לוויסות כמות הפחמן הדו־חמצני בים ובאטמוספירה ולוויסות חומציות מי הים.
- ספיחת נוטריינטים ושמירה על איכות וצלילות המים.
- הפחתת החשיפה לחיידקים מחוללי מחלות באדם, בדגים ובחסרי חוליות [37].
- מקור לחומרים המשמשים לתעשיית התרופות ומחקר ביו־רפואי [לדוגמה 38].
- מהווים אטרקציה תיירותית לצוללים וחובבי טבע.

מין עשביהים המצוי באילת הנו ימון הקשקשים (*Halophila stipulacea*). בחוף הצפוני ניתן למצוא מרבדים גדולים וצפופים כאשר הם מתחילים להופיע מעומקים של כ־4 מטרים, אך את האזורים המרשימים והצפופים יותר ניתן למצוא בעומקים הנעים בין 8 ועד 30 מטרים. מרבדי עשביהים מול החוף הצפוני של

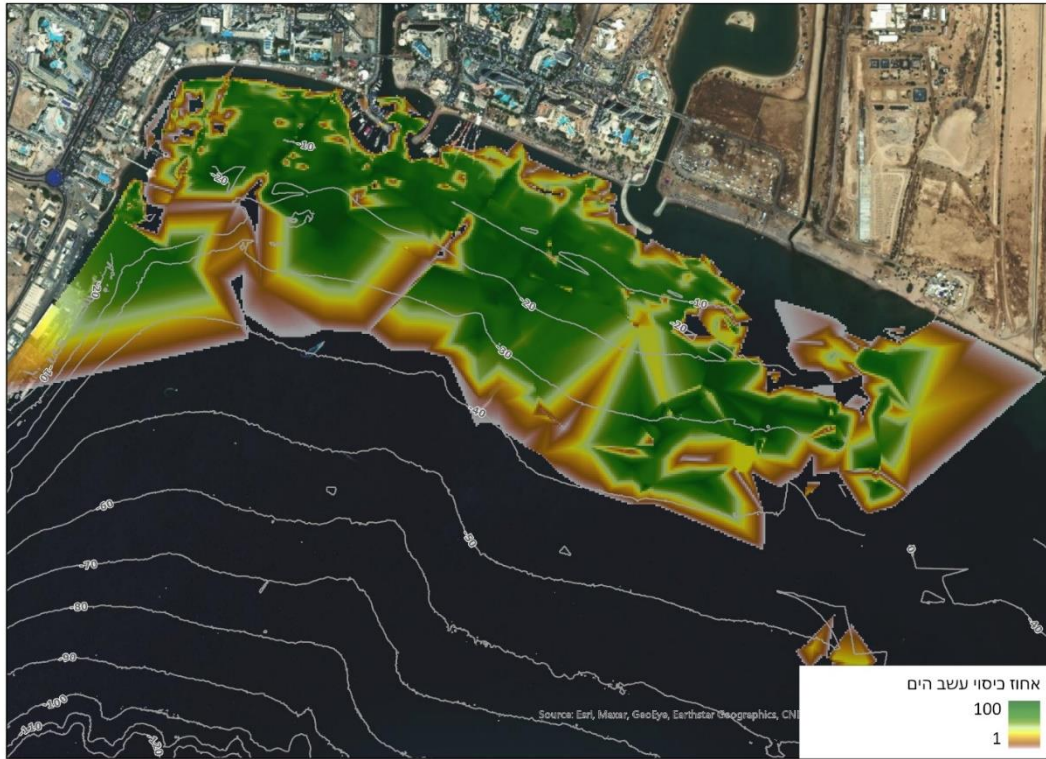
אילת רחבים ועשירים יותר מאשר המרבדים הנמצאים בחופים הדרומיים של אילת והם מהווים בית למגוון רב של בעלי חיים. חלק מבעלי החיים המוכרים לנו משוניות האלמוגים ומהים הפתוח מבלי שם את שלבי חייהם הראשונים.

• הצורך להגן על תא שטח זה

סוג ההגנה הנחוץ – שמורת טבע ימית ו/או גן לאומי בממשק משולב עם תכנית כוללת לאזור בה יקבעו יעודים ושימושים לרבות רב־שכבתיים.

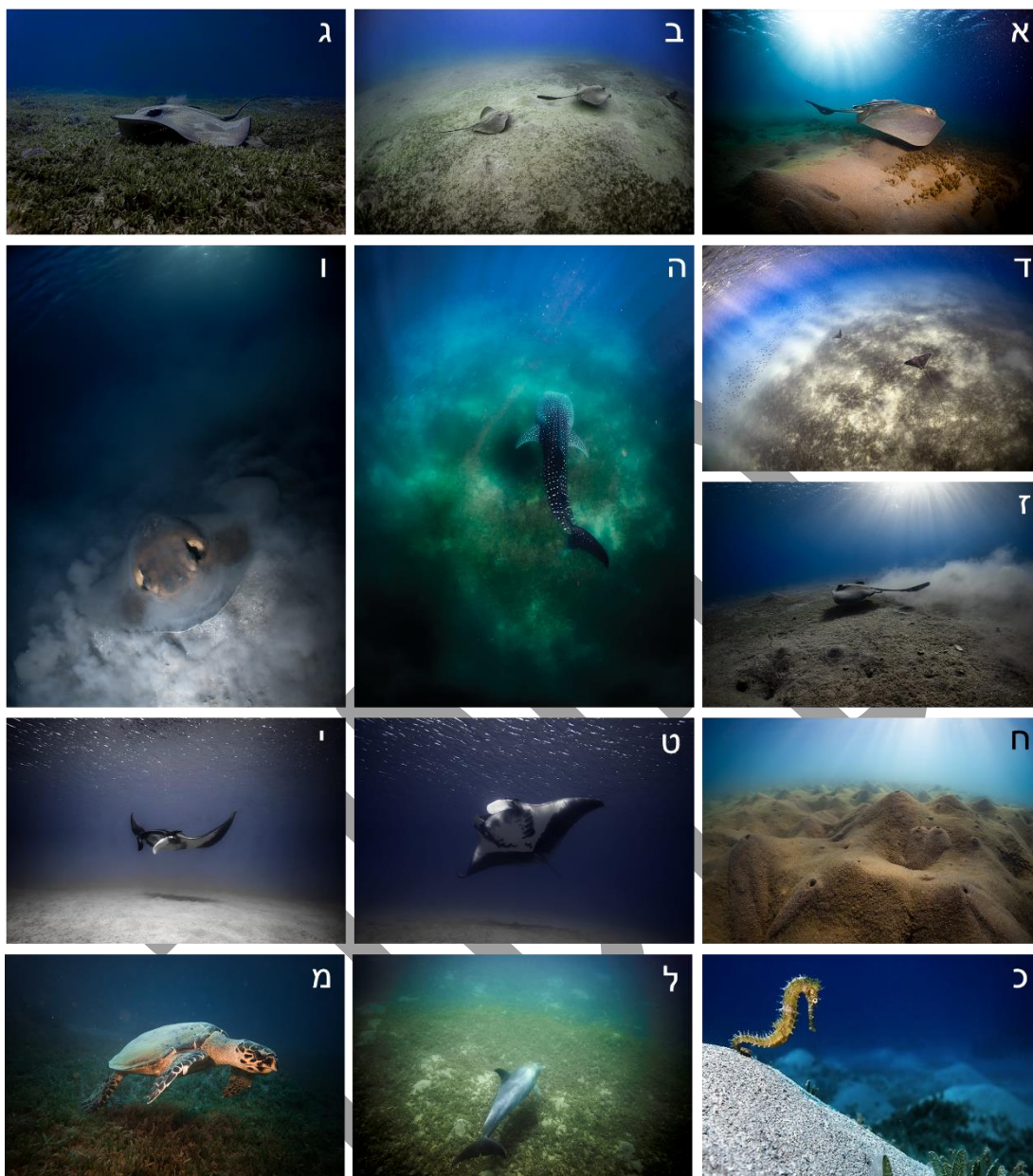
מרבדי עשב־הים בחוף הצפוני הם הגדולים והמרשימים ביותר באילת. להגנה עליהם יש חשיבות אזורית רבה בשמירת איכות המים בצפון המפרץ ובתמיכה במערכות אקולוגיות אחרות. הם מהווים בית־אמנה/מדגרה (nursery ground) למינים שבשלבם מאוחרים יותר של חייהם מהגרים למערכות שכנות (לרבות, שוניות האלמוגים). בזכות הביומסה הגדולה שלהם, מרבדי החוף הצפוני מהווים רכיב חשוב מאוד המשפר את איכות המים בצפון מפרץ אילת ומפחית את הסיכוי להתפשטות מחלות [29]. שטחם עולה על סכום כל מקטעי עשב־הים הנמצאים בחוף הדרומי והם נבדלים מהם בגלל שיפוע הקרקעית המתון והרכב הסדימנט האופייני לחוף הצפוני. כתוצאה מכך, מידת הכיסוי והביומסה של מרבדי עשב־הים הצפוניים גדולים בהרבה מאשר המרבדים הדרומיים והרכב בעלי החיים הנמצאים בהם שונה מזה הנמצא באלה הדרומיים. כיום, עשב־הים באילת זוכים להגנה מינימלית של שטחים קטנים וכתמיים בעלי כיסוי וביומסה נמוכים יחסית בחופים הדרומיים בתחום שמורות הטבע המוכרות. מרבד זה אינו זוכה להגנה והוא נתון לגורמי הפרעה ואיומים רבים. אזור החוף הצפוני נתון ללחץ דיג ופגיעה פיסית מרשתות, בין היתר, "רשתות רפאים" שהושלכו שם בעבר ונשארו תקופות זמן ארוכות ולכן גרמו לנזקים מתמשכים. כלובי הדגים שגרמו, בין היתר, להעשרה מקומית בנוטריינטים ובחומר אורגני, פגעו קשות בעשב־הים וכיום אינם נמצאים שם יותר, אך זיהומים שמגיעים מתעלת הקינט ממשיכים לפגוע בעשב־הים באזור של מוצא התעלה לים. בין מרבדי עשב־הים שבחוף הצפוני מספר גרוטאות שהושלכו לים על מנת להוות אטרקציית צלילה. גרוטאות אלה פגעו בעשב־הים באזור ואינם מהווים אטרקציה לצוללים.

לאחרונה, רט"ג ביצעה סקרים נרחבים בחוף הצפוני באמצעות ROV (רכב תת־ימי בלתי מאויש) ובצלילה לצורך מיפוי הקרקעית במטרה להרחיב את הידע בנושא ואת טווח המיפוי שנעשה בעבר על ידי וינטרס ועמיתיו [87]. איור 65 מציג את טווח הכיסוי של עשב־הים בחוף הצפוני של אילת.



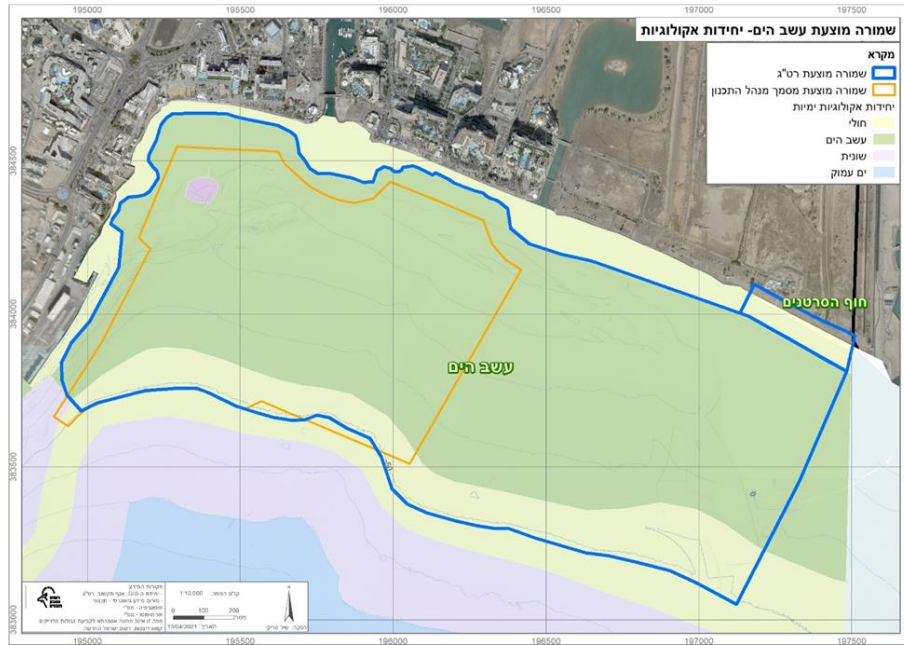
איור 65. מיפוי עשביים בחוף הצפוני של אילת. נתוני מקור – סקרי ROV (בצד המזרחי של החוף הצפוני) וסקרי צלילה (בצד המערבי של החוף הצפוני) שנעשו על ידי רשות הטבע והגנים.

בנוסף, סקרי כרישים ובטאים שנעשו באילת על ידי 'עמותת כרישים בישראל' (עמותה שמרכזת תצפיות על כרישים ובטאים; נספח 7) ותצפיות שנערכו על ידי פקחי רט"ג הראו כי החוף הצפוני מהווה בית ואזור שיחור למגוון גדול של בעלי חיים ימיים ששכיחותם יחסית נמוכה, כגון דולפינים, צבים וכרישים (איור 66) וכן בטאים רבים. בטאים בחוף הצפוני נצפו כאשר הם נוברים בקרקעית החולית בחיפושם אחר מזון ונצפו כאלה הנעים בעמודת המים ומצויים באזור הפלגי (למשל, עטלפי ים, כריש לווייתני ומנטה ענקית; איור 66ד, ה, ט' וז'). חשוב לציין שמרבדי עשב הים בחוף הצפוני דינמיים מאוד מבחינת הכיסוי שלהם ואזורים קרחים (חוליים) המצויים בלב מרבדי עשב הים יכולים להתכסות בעשבים בעונות מסוימות. באזורים אלה מתרחשת פעילות ביולוגית רבה, הן בקרקעית הים הן מעליה, לרבות פירוק של חומר אורגני ומחזורו ופעילות בעלי חיים המצויים בתוך הסדימנט, מתחת לקרקעית הים (ראו איור 66ח) גומחות ותלוליות על אזורים קרחים בחוף הצפוני).



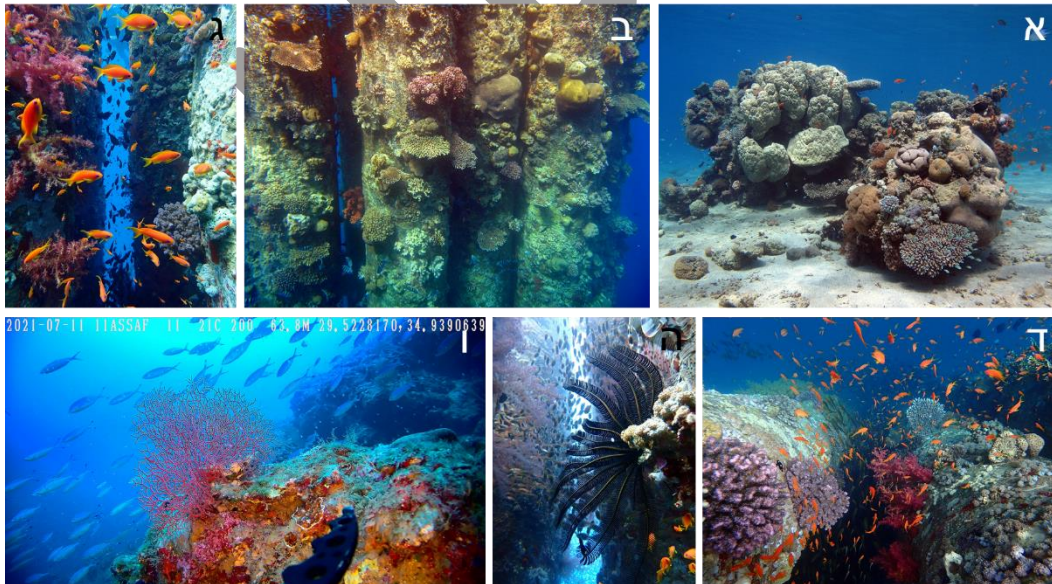
איור 66. בטאים, כרישים, צבי ים ודולפינים (בעלי חיים נדירים בצפון מפרץ אילת, חלקם בסכנת הכחדה חמורה) צולמו על ידי פקח הדיג של רשות הטבע והגנים בחוף הצפוני של אילת. **א.** טריגון כנוף־זנב (*Pastinachus sephen*); **ב.** טריגון כנוף־זנב (*Pastinachus sephen*) וטריגון נקוד (*Himantura uarnak*); **ג.** טריגון נקוד (*Himantura uarnak*); **ד.** טחן עיבוני (*Aetobatus ocellatus*); **ה.** כריש לווייתני (*Rhincodon typus*); **ו.** מין בלתי מזוהה של בטאי נובר בקרקעית החולית; **ז.** טריגון כנוף־זנב (*Pastinachus sephen*); **ח.** אזור קרח מעשבי־ים, אך שופע בתלוליות וגומחות אשר מעידות על הפעילות הביולוגית הרבה המתרחשת מתחת לפני הקרקעית. אזורים אלה מהווים אזורי שיחור לבטאים רבים שנוברים בקרקעית (ראו ו'); **ט ו־יא.** מנטה ענקית (*Mobula birostris*); **ב.** סוסון ים מהסוג *Hippocampus sp.*; **ל.** דולפינן אנקולי (*Tursiops aduncus*); **מ.** צב־ים קרני (*Eretmochelys imbricata*). צילומים: עמרי עומסי.

איור 67 מציג את השטח המוצע כשמורת טבע ימית ו/או גן לאומי בממשק משולב בחוף הצפוני.



איור 67. השמורה המוצעת בחוף הצפוני – שמורת מרבדי עשב הים.

שמורת המזח – אתר קצא"א היה סגור לציבור במשך כחמישים שנה לפני שנפתח בחלקו בקיץ 2017. באתר מגוון גדול של שוניות אלמוגים (איור 68), החל מבלטי אלמוגים בגדלים שונים שנמצאים לרוב באזורים הרדודים והרדודים מאוד (ממש נושקים לקו החוף), שוניות רציפות החל מעומק של כ-10 מטרים, שוניות מזופוטיות ושוניות מלאכותיות שהתפתחו על מתקני קצא"א (בעיקר על עמודי המזחים). בנוסף, באזור הכרית (intertidal zone) קיים סלע חוף (beachrock) מרשים שמהווה בית גידול לבעלי חיים ששכיחותם באתרים הפתוחים לקהל נמוכה ביותר (איור 17).



איור 68. שוניות אלמוגים מול חוף קצא"א שנפתח לציבור. **א.** בלט שונית מרהיב בעומק של כ-7 מטרים (צילום: אסף זבולוני); **ב-ה.** אלמוגים, דגים וחסרי חוליות על עמודי מזח הנפט הישן (המזח הצפוני) ועל מקשרי האניות (צילומים: אסף זבולוני); **ו.**

אלמוגים ולהקות גדולות של דגים בשונית המזופוטית בעומק של 64 מטרים (צילום: מארק בזנוב ואסף זבולוני).

נתוני תכנית הניטור הלאומית של מפרץ אילת מראים אחוזי כיסוי גבוהים של אלמוגים בשוניות קצא"א ביחס לאתרים אחרים באילת (כ-45% ב-10 מטרים וכ-50% ב-20 מטרים). נתוני המחנה האקולוגי שמתנהל מאז 2015 על יד רט"ג, בשיתוף חוקרי שוניות אלמוגים ומומחי דגים, מראים כי כיסוי האלמוגים בבלטי השונית הרדודים בקצא"א הינו גבוה (כ-52%) וכי מגוון מיני האלמוגים והדגים גבוה מבכל האתרים האחרים באילת. נמצא גם שבאתר זה שוני רב (גדול יותר מבכל האתרים האחרים) במגוון מיני האלמוגים בין בלטי השונית השונים (כלומר ערך גבוה של β -diversity).

• הצורך להגן על תא שטח זה

סוג ההגנה הנחוץ – שמורת טבע ימית הכוללת רצועת חוף צרה שבעורפה חוף חינוכי מצפון למזח הנפט הישן ("מזח 1", המזח הצפוני).

מדובר באזור בעל ערכיות גבוהה שהיה סגור לקהל במשך 50 שנה. הוא מאופיין בבתי גידול עשירים ומגוונים. סלע החוף מאכלס מיני בעלי חיים נדירים באילת. מגוון מיני האלמוגים והדגים באתר קצא"א מעל הממוצע באילת, בלטי האלמוגים מרהיבים ביופיים ועמודי המזחים והמקשרים מאוכלסים על ידי מגוון רב של בעלי חיים ומהווים אזור צלילה אטרקטיבי. מתקני קצא"א הנטושים מהווים תשתית מעולה להתפתחות ביולוגית על היבטיה התיירותיים והאקולוגיים.

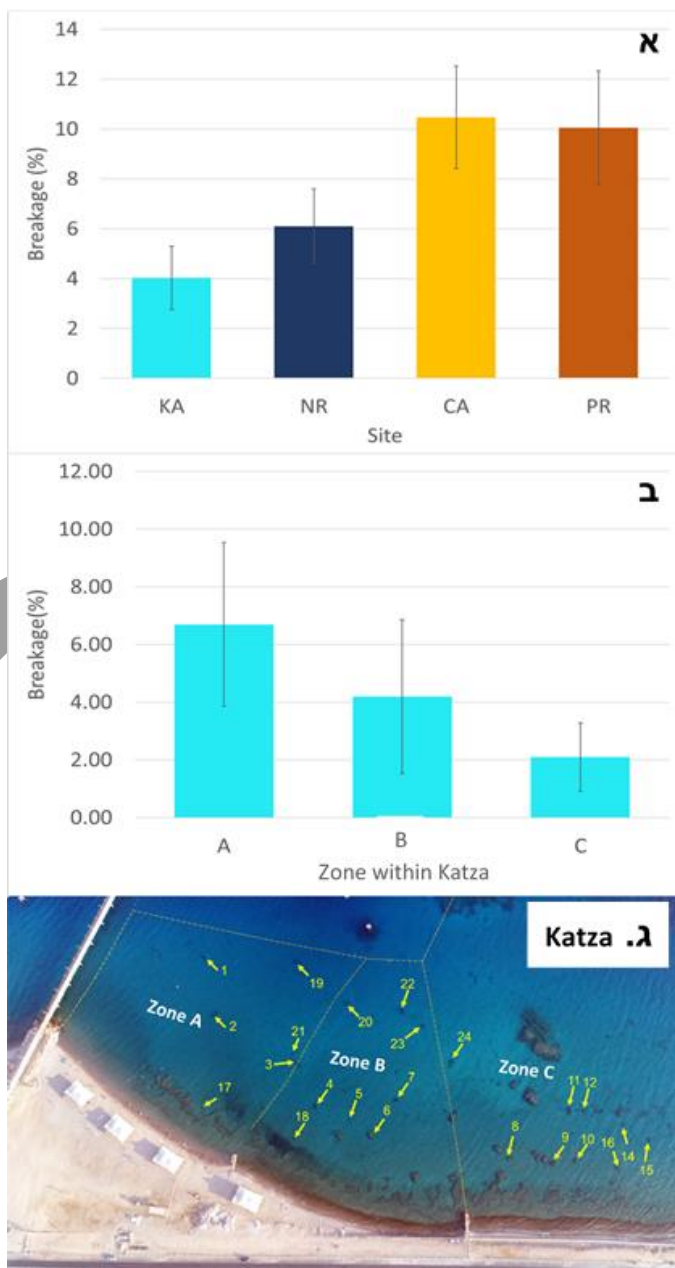
בחלק הצפוני של אזור זה ("החוף האקולוגי"; מגדר ריף הדולפינים ועד מזח 1) סלע חוף מרשים מאוד שכוסה בחלקו על ידי בולדרים שאותם עומדים לפנות. גם בחלק הדרומי, החל מ-60 מטרים דרומית למזח 1 ועד מזח 2 (המזח הדרומי של קצא"א), סלע חוף מרשים מאוד וחשוף (איור 17) המאכלס מגוון רב של בעלי חיים ייחודיים (כגון כיטונים ונחשוני ים). חשוב למנוע הליכה של המבקרים על סלע החוף. ממזרח לו, אל תוך התת-כרית, שונית רדודה מאוד ועשירה שנושקת לקו החוף. חשוב להגן על שונית זו באמצעות קווי חיבלולים. בעומק הים, מאזור הקרקעית החולית צצים בלתי שונית מרהיבים והחל מעומק של כ-10 מ' מתחילה שונית אלמוגים רציפה יותר ועשירה. עמודי מזח 1 והמקשרים הנלווים לו מאוכלסים במגוון רב של אלמוגים ודגי שונית מרהיבים ביופיים.

בשוניות אלמוגים קישוריות (connectivity; ראו קישוריות בחלק א') מהווה מנגנון חשוב ביותר לשגשוגן והתחדשותן של השוניות. על כן, קיימת חשיבות רבה להגנה על שוניות ערכיות המספקות צאצאים לשוניות אחרות המצויות במורד הזרם. נתוני זרימת הנטו השנתית מראים כי שוניות קצא"א, מלבד היותן ערכיות מאוד בפני עצמן, מהוות כלל הנראה מקור לשוניות מדרום לאתר קצא"א באילת וביניהן אף שמורות הטבע המוכרזות.

חשוב מאוד להסדיר את ממשק הצלילה באזור כולו מכיוון שהנזקים הפיזיים לשוניות הם משמעותיים מאוד באזורים הפתוחים. לציבור המתרחצים והצלולים השפעות שליליות על שוניות האלמוגים – שבירת אלמוגים (איור 28), הרחפת חול מהקרקעית, הטרדת בעלי חיים, האכלת דגים והשפעות שונות על איכות המים. נתוני המחנה האקולוגי של רט"ג מראים כי בשוניות קצא"א, שחלקן עדיין אינן נגישות לציבור, או סגורות לחלוטין, יש פחות שבירה של אלמוגים ביחס לאתרים אחרים באילת (איור 69א). בנוסף לכך,

בתוך אתר קצא"א רואים קשר ברור בין רמת הנגישות לקהל ובין השבירה (איור 69ב'). כלומר פתיחת החוף לציבור הגבירה שם את הפגיעה הפיסית בשוניות לאחר שהאתר היה סגור במשך 50 שנה.

כיום, עיריית אילת ורט"ג מקדמות במשותף תכנית לשמורת טבע ימית עם רצועה חופית צרה בשטח שבין הגדר הדרומית של ריף הדולפינים ועד האזור התפעולי של קצא"א, קצהו הצפוני ביותר של מזח 2 (איור 70). בנוסף, יש הבנות עקרוניות עם קצא"א לגבי הכרזת שמורת טבע בשטח הדרומי שמשמש כשטח תפעולי של קצא"א ואינו פתוח לציבור תוך שמירת המשך הפעילות התפעולית.



איור 69. נזק פיזי לבלטי שונית המוערך בשנת 2018 על פי אחוזי השבירה של אלמוגים מעונפים מהסוגים *Stylophora*, *Pocillopora* ו-*Acropora*. **א.** אחוזי שבירה בארבעת אתרי הדיגום (KA – קצא"א; NR – מול שמורת חוף האלמוגים; CA – אתר המערות שבחוף הדרומי; PR – אתר הנסיכה שבחוף הדרומי); **ב.** אחוזי שבירה באזורים שונים באתר קצא"א; **ג.** תצלום אוויר

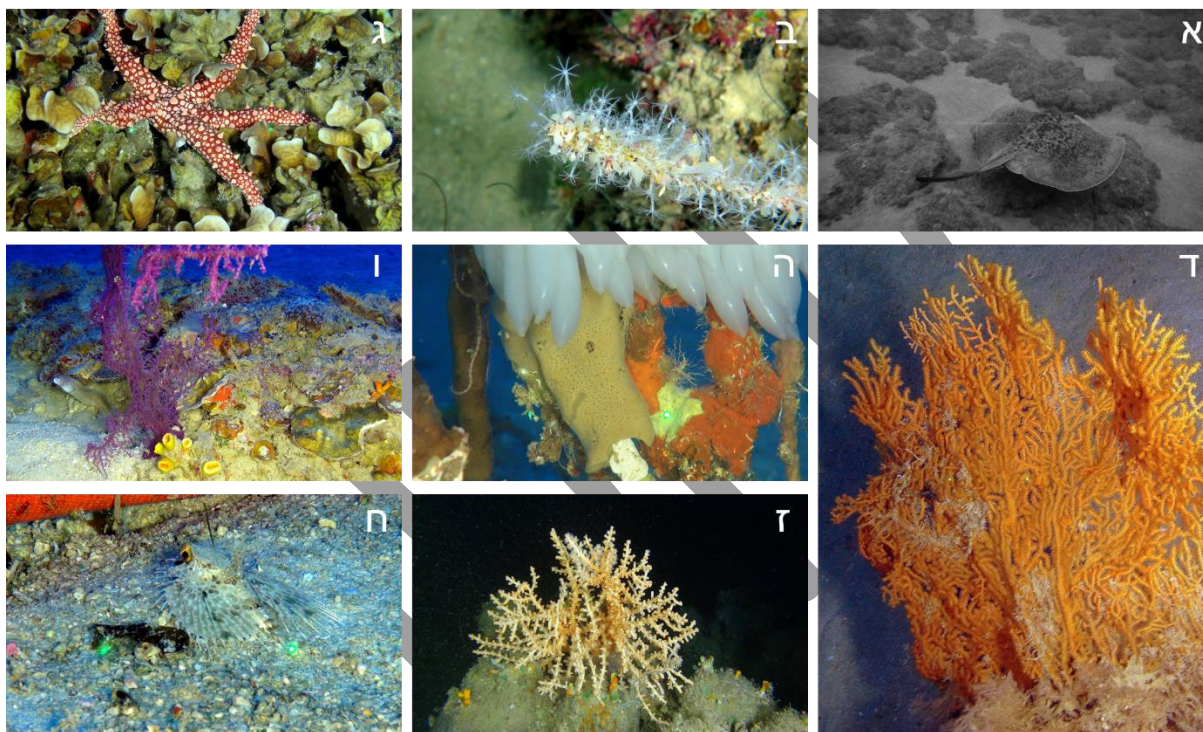
של שלושת האזורים, A, B ו-C, הנתונים לרמת לחץ צוללים/משנורקלים גבוהה, בינונית ונמוכה (בהתאמה). נתוני מקור – המחנה האקולוגי במפרץ אילת, שנת 2018.



איור 70. השמורה המוצעת מול חוף קצא"א – שמורת המזח.

שמורת השוניות המזופוטיות – השוניות המזופוטיות החלו להיחקר באופן אינטנסיבי רק במהלך העשור וחצי האחרונים. אחוז הכיסוי של האלמוגים בחלק מהאזורים המזופוטיים הוא רב [88] והרכב חברות האלמוגים והדגים שם שונה מאשר בשוניות הרדודות. התנאים בבית הגידול העמוק יציבים יותר מאשר בבתי הגידול הרדודים מכיוון שהוא פחות רגיש לשינויים עונתיים ויומיים וכן פחות מושפע מהפרעות אנתרופוגניות. בחלק מהעבודות המדעיות שפורסמו בנושא שוניות הים העמוק [לדוגמה 89], מניחים החוקרים שלשוניות אלה יש פוטנציאל לתמוך בשוניות הרדודות הסובלות יותר מהשינויים הגלובליים. ההנחה היא שבמקרה של קטסטרופה אזורית במפרץ אילת, כגון אירוע מסיבי של הלבנת אלמוגים (mass coral bleaching event), או אירוע של סערה מסיבית שמכה באזורים הרדודים (כפי שקרה במרץ 2020), אספקת צאצאים לשוניות הרדודות, החשופות יותר לאירועים כאלה, יכולה להגיע מהשוניות העמוקות ועם הזמן לשקם את השוניות הפגועות. לעומת זאת, קיימים מחקרים השוללים טענות אלו וסבורים כי השוניות המזופוטיות מאוימות גם הן במידה רבה על ידי עקות טבעיות ואנתרופוגניות (על אף היותן פחות נגישות לאדם), ולכן סביר שלא תוכלנה לתמוך בשוניות הרדודות במקרה של קטסטרופה אזורית [90].

לצורך הרחבת הנתונים והידע המדעי בנושא השוניות המזופוטיות במפרץ אילת, במהלך ינואר 2019 ערכה רט"ג סקר שוניות מזופוטיות בעומקים 40–140 מ'. הסקר נעשה באמצעות ROV (רכב תת-ימי בלתי מאויש) בארבעה אתרים ומטרתו היתה אפיון הקרקעית בעומקים המזופוטיים, שכמעט ואינם מוכרים לאדם. נתוני הסקר מלמדים על מבנה השונית וחברות בעלי החיים בעומקים בלתי נגישים אלה. במהלך הסקר, מול החופים הדרומיים של אילת, בקטע שבין הגבול הדרומי של קצא"א ועד גבול ישראל-מצרים, התגלה מגוון גדול מאוד של בעלי חיים וכן כיסויי רב של שונית גם באזורים העמוקים מאוד (100–135 מ'). יחד עם זאת, נתגלתה פסולת רבה וגרוטאות שהושלכו במשך השנים אל אזור שהיה פחות נגיש עבור הציבור.



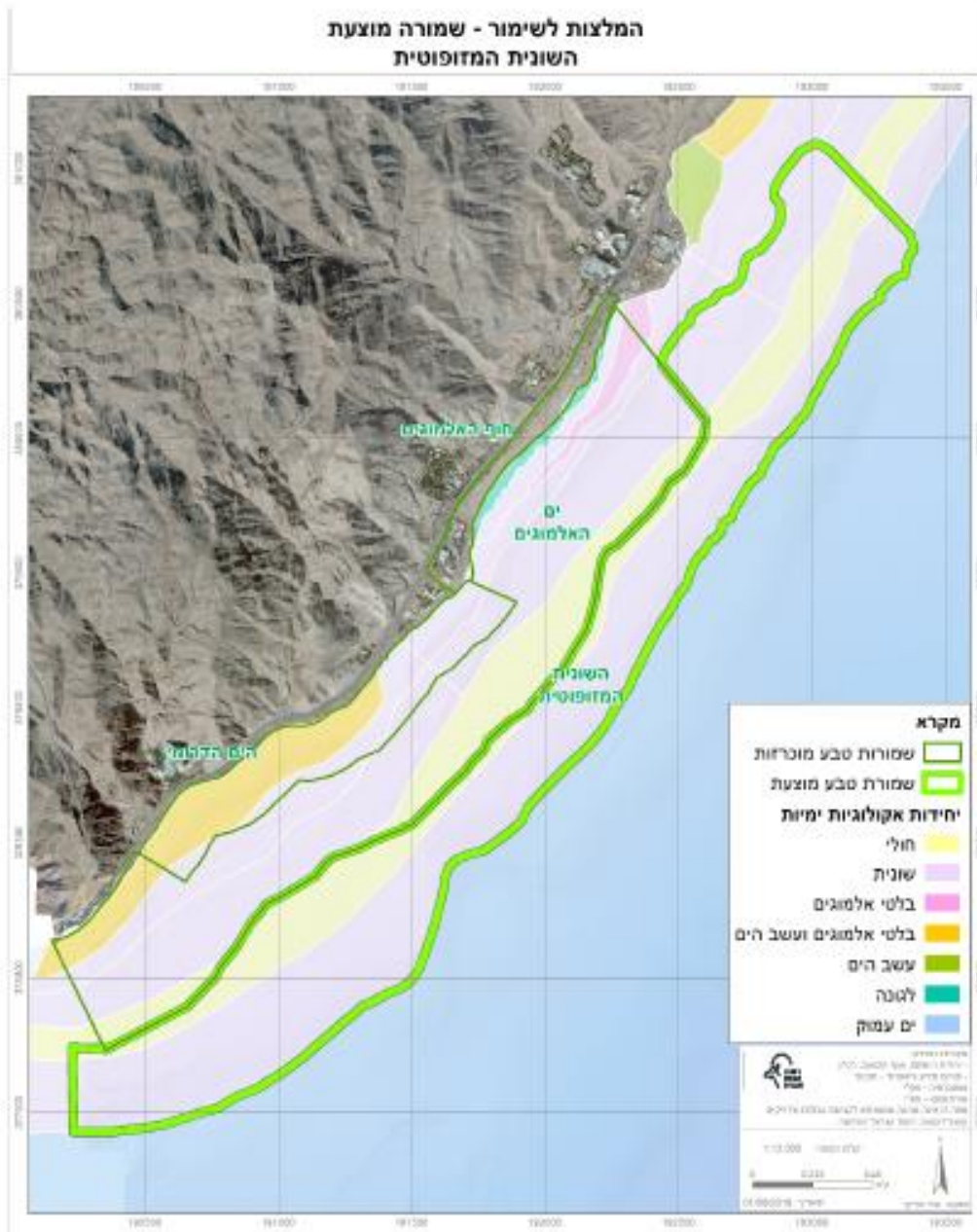
איור 71. שוניות אלמוגים מזופוטיות מול חופי אילת הדרומיים. א. טריגון כנוף־זנב (*Pastinachus sephen*) שצולם במצלמת הניווט של ה-ROV בעומק של כ-90 מ' מעל לשונית אלמוגים כתמית; ב. אלמוג רך בלתי מזוהה בעומק של כ-100 מ'; ג. כוכב ים מהמין *Gomophia egyptiaca* על פני אלמוג מהסוג *Pavona* בעומק של כ-40 מ'; ד. אלמוג כתום מהסוג *Gorgonia* בעומק של כ-65 מ'; ה. תטולה של דיונון בעומק של כ-85 מ'; ו. צלופח אפור מגיח מתוך שונית ססגונית ומגוונת בעומק של כ-70 מ'; ז. אלמוג אבן, ככל הנראה, מהסוג *Solenosmilia* בעומק של כ-140 מ'; ח. דג נדיר מהמין *Dactyloptena orientalis* בעומק של כ-75 מ'. (צילומים: עודד עזרא ואסף זבולוני).

• הצורך להגן על תא שטח זה

סוג ההגנה הנחוץ – שמורת טבע ימית.

מדובר באזור בעל ערכיות גבוהה. הוא מאופיין בבתי גידול עשירים ומגוונים שפחות מושפעים משינויי האקלים ועשויים להוות מקור לאספקת צאצאים לשוניות הרדודות במקרה של קטסטרופה אזורית. כיום ניכרת בו פגיעה בעיקר בגלל השלכת פסולת ודיג. לשוניות המזופוטיות, נכון להיום, יש ייצוגיות נמוכה מאוד בשמורות המוכרזות ומומלץ להרחיב את ההגנה המרחבית מהשמורות המוכרזות (הרדודות יחסית) לכיוון הים העמוק יותר אל עבר השוניות המזופוטיות (40–140 מ') מגבול טאבה בדרום ועד השטח

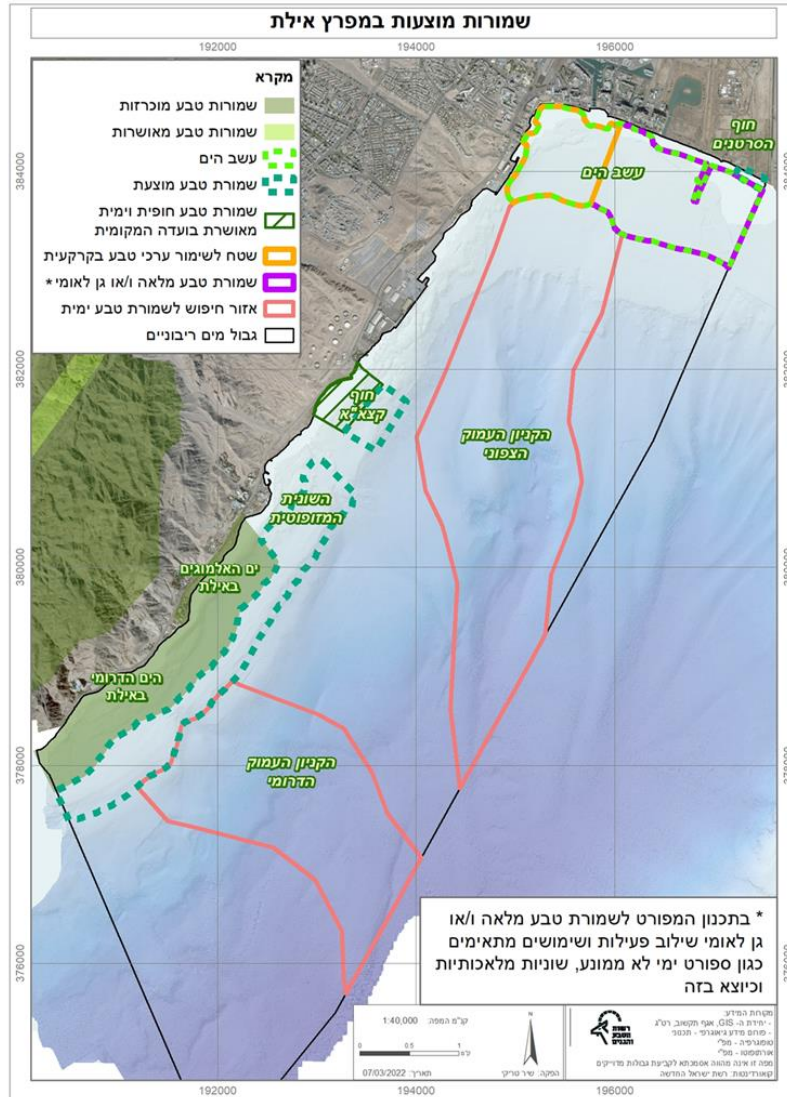
התפעולי של קצא"א בצפון (איור 72).



איור 72. השמורה המוצעת להגנה על השוניות המזופוטיות – שמורת השוניות המזופוטיות.

קניוני הים העמוק (אזור חיפוש לשמורות טבע ימיות) – קניונים תת ימיים, בזכות המורפולוגיה המורכבת ומשטרי הזרימה שמאפיינים אותם, נחשבים כ"מבני מפתח" שתומכים במגוון רב של אורגניזמים ומספקים שירותי מערכת רבים ומגוונים [242?]. מעט מאוד ידוע על אזורי הקרקעית העמוקה במפרץ אילת וסקרים וויזואליים שנעשו עד כה באזורים העמוקים באמצעות ROV הגיעו עד לעומקים של כ-250 מ' בלבד. קרקעית הים בתחום המים הריבוניים של מדינת ישראל מגיעה לעומק של כ-750 מ' ומיפויו בתימטרי שנעשה ב-

באמצעות סונאר רב-קרן (multibeam sonar) [?40?] גילה שני קניונים עמוקים ומרשימים מבחינה מורפולוגית, אחד שמתחיל בפינה הצפון מערבית של המפרץ ומעמיק דרומה והשני מול חוף המגדלור שבחוף הדרומי שמעמיק מזרחה (איור 73). מחקרי דיג שנעשו הראו שבעומקים אלה מצויה אוכלוסייה מרשימה של כרישי מעמקים מהמין *lago omanensis* [?41?].



איור 73. שני הקניונים העמוקים שמופו בצפון מפרץ אילת מומלצים כאזורי חיפוש לשמורות טבע ימיות.

• הצורך להגן על תאי שטח אלה

סוג ההגנה הנחוץ – חיפוש אזורים לשמורות טבע ימיות עמוקות.

מדובר באזורים שבהם ישנם קניונים עמוקים שעל פי המורפולוגיה המורכבת שלהם מהווים, בסבירות גבוהה, מבני מפתח שתומכים במגוון רב של אורגניזמים, כאלה שאינם מוכרים מהאזורים הרדודים, כגון כרישי מעמקים, צלופחים ודגים המוכרים מאזורים עמוקים. מבחינה מחקרית, אזורים אלה עשויים להיות

בעלי ערך רב וללמד אותנו על תהליכים גאולוגיים שעיצבו ועדיין מעצבים את אזור מפרץ אילת והים האדום.

בנוסף, באוגוסט 2021, ישראל הצטרפה ליוזמה בינלאומית להגנה על כ-30% מהשטחים הימיים במטרה להגן על המגוון הביולוגי, לשמר את שירותי המערכת האקולוגית ולהשיג מטרות סוציו-אקונומיות חשובות [91]. כיום, ההגנה המרחבית המתקבלת מהשמורות המוכרזות מסתכמת ב-5.2% בלבד. אזורי החיפוש המוצעים בקניונים העמוקים עשויים לקדם אותנו לקראת מטרה זו.

המלצות ממשקיות מרחביות

על בסיס הקווים המנחים לשמירת טבע ופיתוח בר-קיימה, כמו גם ניתוח הערכיות והממשקים ביחס ליחידות האקולוגיות, מובאות להלן המלצות מרחביות נוספות העוסקות בתחומי הפעילות העיקריים בתחום מפרץ אילת – שיט ועגינה, ספורט ימי, צלילה ספורטיבית ודיג. במסגרת זו מושם דגש על הכוונת הפעילויות לאזורים בהם ניתן לקיים ממשקים משולבים ו/או לצמצם את ההשפעה על בתי הגידול בעלי הערכיות הגבוהה והחשיבות לשימור. ההמלצות לגבי הממשקים השונים מוצגות ביחס למצב הקיים.

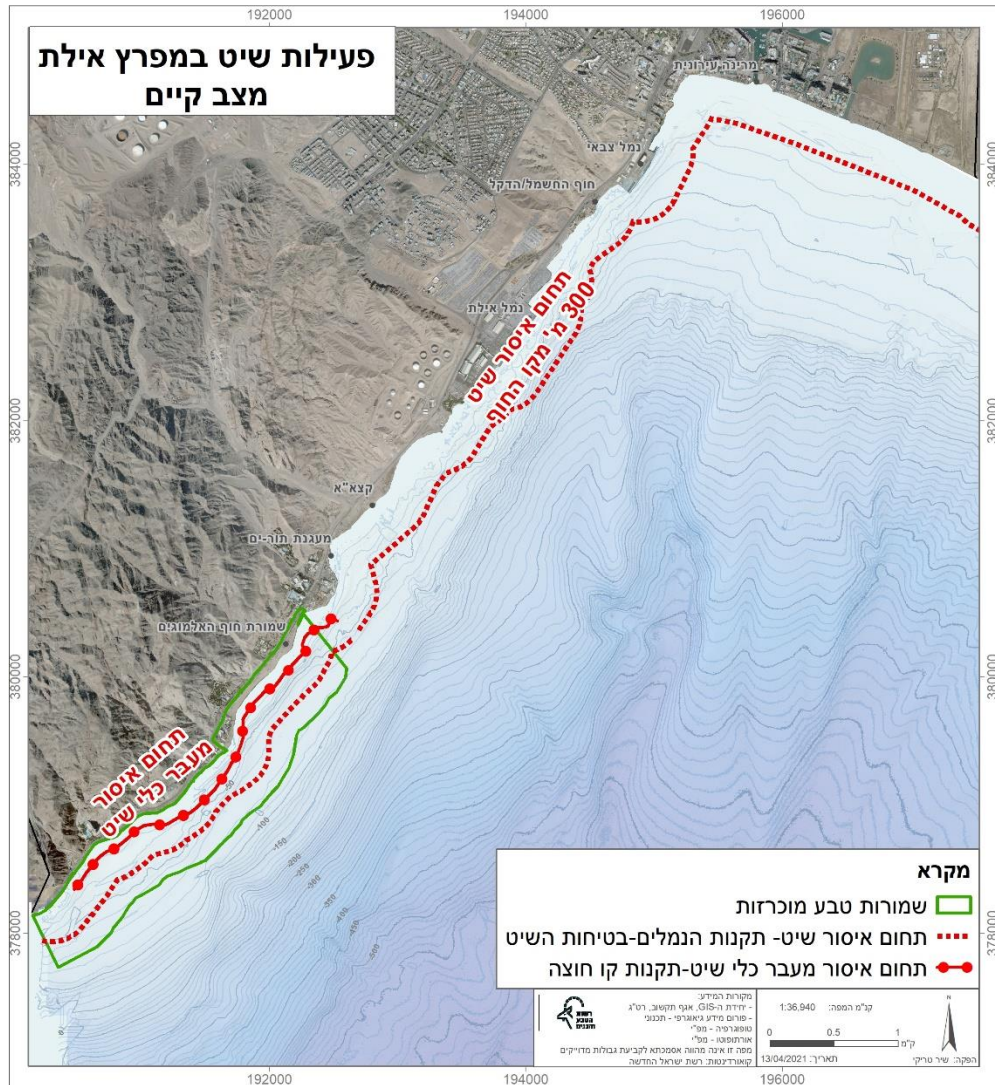
שיט (ממונע ושיט ממונע)

מגבלות השיט במפרץ אילת נקבעות לפי תקנות השיט המגבילות את תנועת כלי השיט למרחק של יותר מ-300 מ' מקו החוף. בתחום שמורות הטבע המוכרזות, על מנת לאפשר פעילות צלילה ושנרקול לקבוצות המגיעות דרך הים, נקבע קו חוצה המקביל לקו השונית הרדודה. במקרים אלו, מתאפשרת גישת כלי שיט מעבר לקו ה-300 מ', אולם באופן מוגבל ומוסדר, ובכל מקרה, מבלי לעבור את הקו החוצה לכוון החוף.

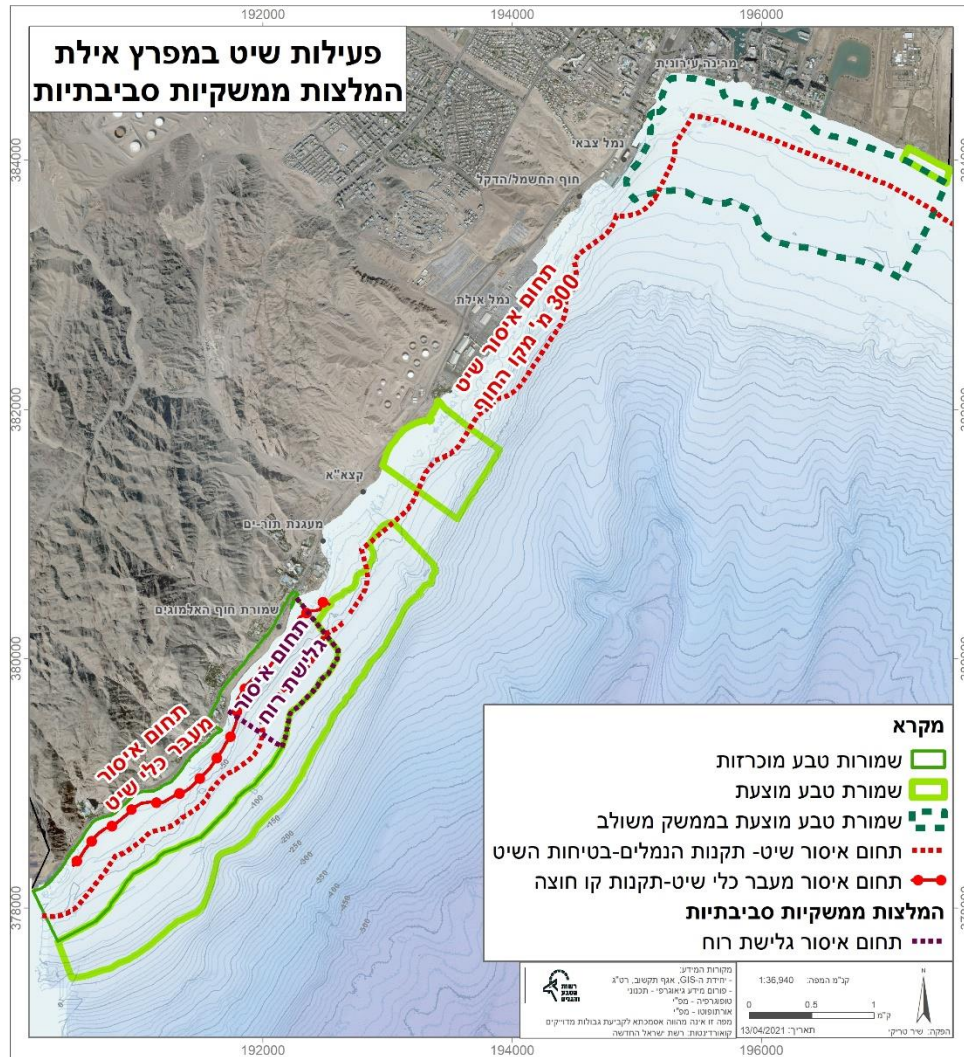
לגבי גלישת רוח [גלשני רוח וגלשני עפיפונים (kite surfing)], נכון למצב הקיים, לא קיימת כל מגבלה שנאכפת למעט הקו החוצה. במצב זה, גולשי רוח מגיעים למצבים מסוכנים ומסכנים בשטח השמורות הימיות. בגלל אופי ספורט זה והאפשרות להתקרר לקו החוצה, הם מרבים לחצות אותו ונוצר מפגש מסוכן בין גולשים ובין כלי שיט אחרים, רוחצים ופגיעה פיזית בשונית החוגרת. על מנת למנוע מצבים מסוכנים אלה, מומלץ להרחיק את קו פעילות גלישת הרוח מזרחה אל מחוץ לתחום שמורות הטבע המוכרזות, בקטע שבין הגבול הצפוני של שמורת ים האלמוגים ועד לכ-50 מטרים דרומית למצפה התת ימי (אזור שבו מתאפשרת החפה במקרה חירום).

באשר לפעילות השיט הרגילה, תחום איסור השיט בשמורות הימיות יהיה בתחום ה-300 מ' מהחוף ולא על פי הקו החוצה, בדומה לכל מרחב אילת. ההתייחסות לקו ה-300 מ' בתחום שמורות הטבע הימיות צריכה להיות כפי שהיא במקומות האחרים וכפי שמצוין בתקנות השיט. ניתן לחצות קו זה בכדי להגיע למעגנה, מזח או מצוף היקשרות רק בתנאי ששטים בניצב לקו החוף ובמהירות של עד 5 קשרים. בכל מקרה, אין לעבור את הקו החוצה. ישנה חשיבות רבה לנוהל סדור לכניסת כלי שיט לתחום שמורת טבע ימית וזאת באמצעות מתן היתר כללי ביחד עם חידוש "כושר שיט". פעילות שיט ייחודית נוספת היא ספינות הזכוכית אשר להן היתר מיוחד לשוט לאורך הקו החוצה (במקביל לקו החוף), לשם צפייה מקרוב בשוניות האלמוגים הרדודות. בחוף קצא"א תיבחן אפשרות לכניסת כלי שיט מעבר לקו ה-300 מ' במידה ויימצא שפעילות זו לא

תפגע בערכי הטבע ובבטיחות המבקרים בשמורה. איור 74 איור 75 מציגים את המצב הקיים ואת ההמלצות הממשקיות (בהתאמה) לממשק השיט בצפון מפרץ אילת.



איור 74. ממשק השיט במפרץ אילת – מצב קיים.



איור 75. ממשק השיט במפרץ אילת – מצב מוצע.

עגינה

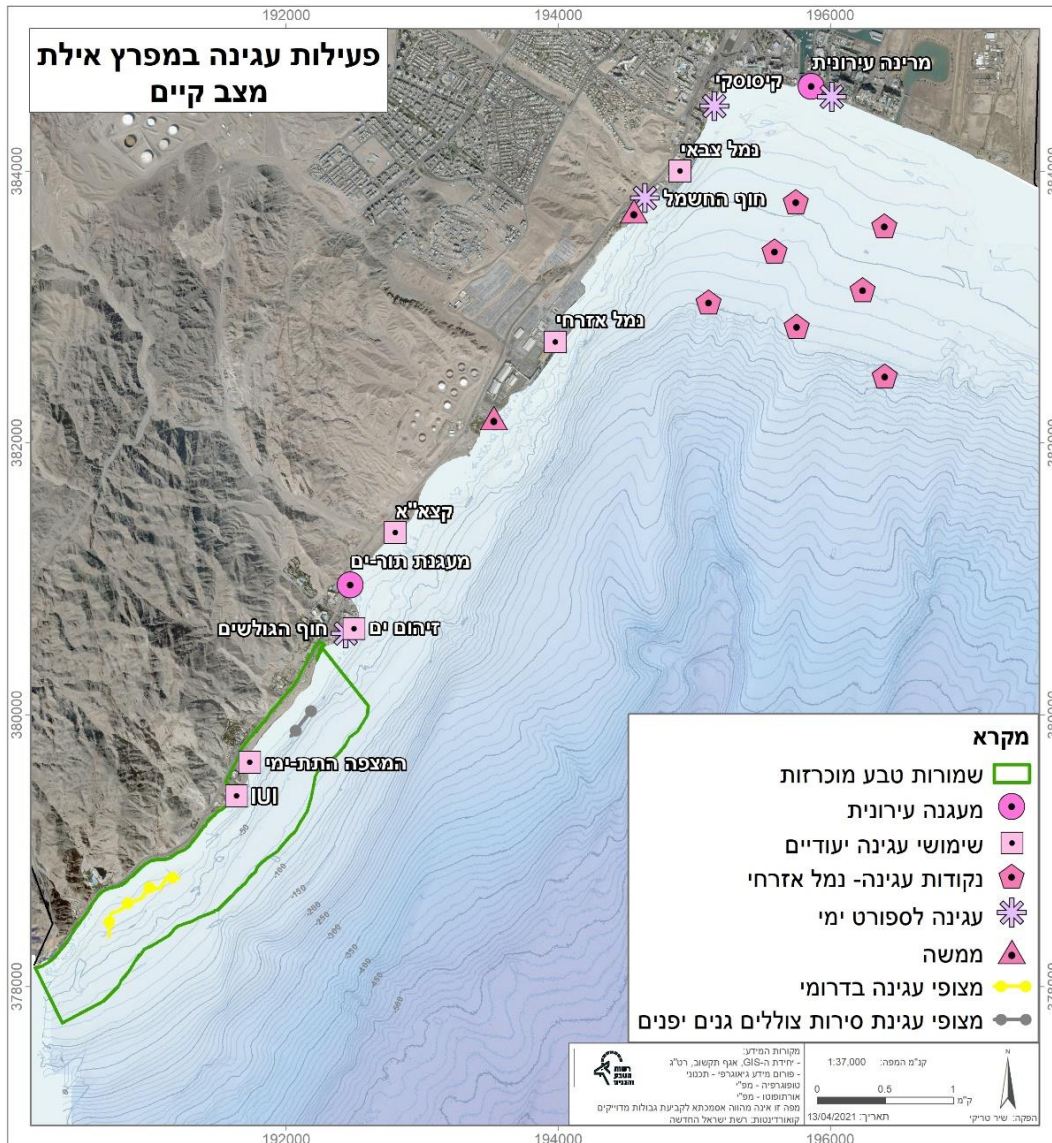
עגינה נעשית בצפון מפרץ אילת באמצעים שונים ובמקומות רבים: נמלים – נמל אזרחי, צבאי ונמל הנפט (קצא"א), מעגנות ציבוריות – מרינה עירונית ומרינה דרומית (תור"ים), מזחים שונים (מקובעים וצפים) וכן מצופי עגינה בתחום שמורת הטבע ובאזורים נוספים)

איור 76). בנוסף, קיימות נקודות עגינה שמשומנות במפות הימיות מול החוף הצפוני של אילת. נקודות אלה מיועדות בעיקר לאניות בהמתנה, לפני כניסתם לנמל אילת.

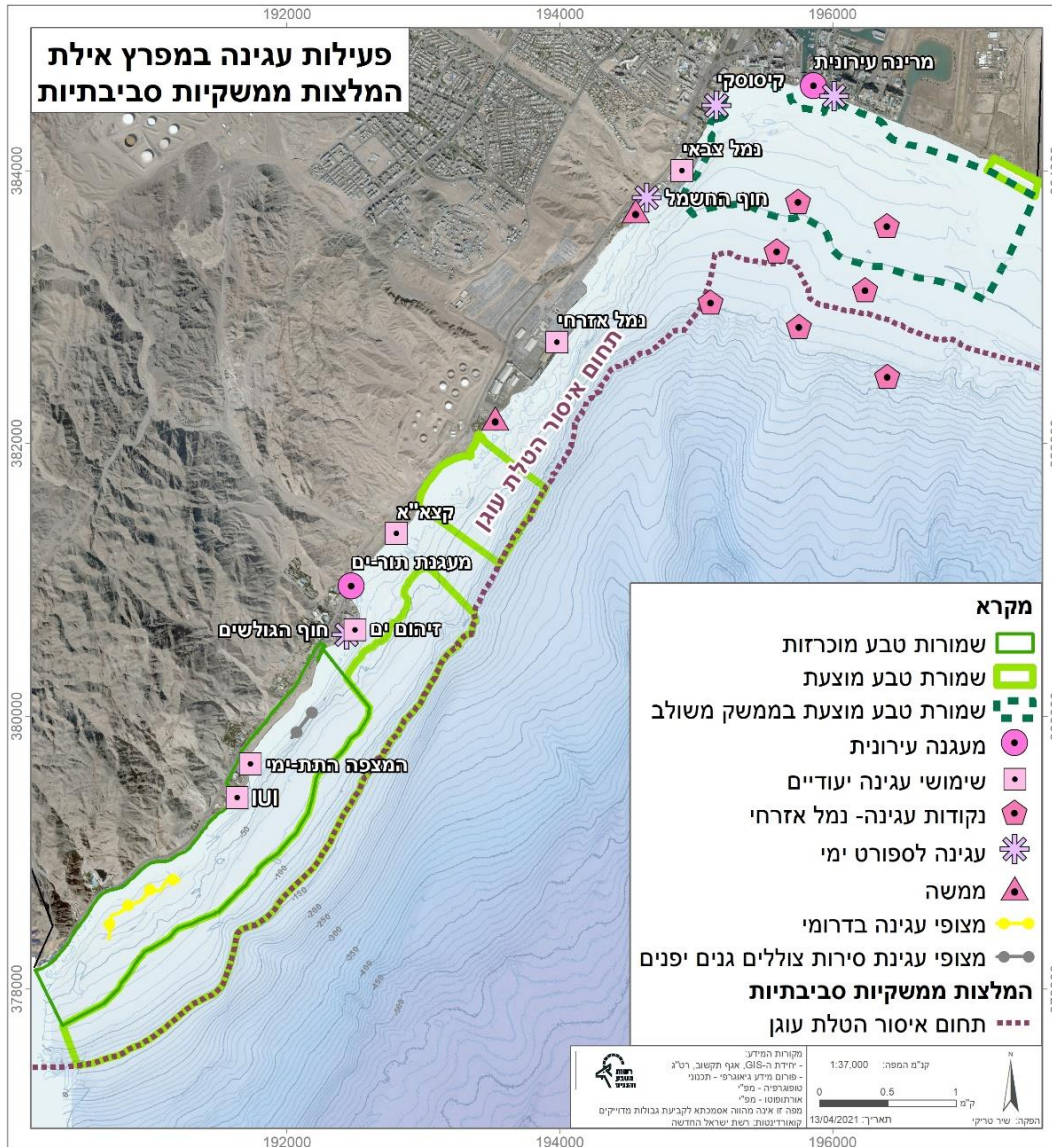
מוצע כי ככל שיהיה צורך בחיזוק תשתית העגינה בסמוך לקו החוף היא תתקיים בצמידות למתקנים קיימים באזורים שאינם בעלי ערכיות אקולוגית גבוהה.

מאחר שהטלת עוגנים פוגעת משמעותית בבתי הגידול המצויים בקרקעית המפרץ (כגון מרבדי עשב־הים, אזורי הקרקעית החולית ושוניות האלמוגים), יש להרחיק את קו הטלת העוגנים אל מחוץ לשוניות העמוקות ולמרבדי עשב־הים; בחוף הצפוני בעומקים של למעלה מ-80 מ' (מעבר לשונית הקדומה) ובשאר החופים למעלה מ-200 מ' (בהתאם לממצאים האחרונים שלנו מסקרי ה-ROV). בשאר האזורים יש לאפשר הצבת מצופי עגינה על מנת למנוע את הנזקים המצטברים כתוצאה מהטלת עוגנים ולאפשר עגינה למטרות שונות.

איור 76 איור 77 מציגים את המצב הקיים ואת ההמלצות הממשקיות (בהתאמה) לממשק העגינה בצפון מפרץ אילת.



איור 76. ממשק העגינה במפרץ אילת – מצב קיים.



איור 77. ממשק העגינה במפרץ אילת – מצב מוצע.

דיג

על פי תקנות הדיג של אגף הדיג במשרד החקלאות, הדיג במפרץ אילת מסווג לשתי קטגוריות עיקריות:

1. **דיג ספורטיבי** – דיג למטרות פנאי שמתבצע מהחוף או מכלי שיט באמצעות חכות בלבד:

- **דיג מהחוף** – דיג מהחוף שמתבצע באמצעות חכה בלבד [כאשר גלגלת ("רולר") נחשבים כחלק מהחכה] אינו דורש רישיון דיג. לעומת זאת, כאשר נעשה שימוש באמצעי עזר (כגון רחפן או בלון) יש צורך ברישיון דיג ספורטיבי. הדיג בתחום שמורות הטבע הימיות המוכרזות אסור, לרבות אזור שנמצא צפונית לגדר הצפונית של שמורת חוף האלמוגים (מול "חוף אלמוג");

• איור 78).

• **דיג מכלי שיט** – כאשר מתבצע באמצעות שלוש חכות, או פחות, יש צורך ברישיון דיג ספורטיבי לדיג בלבד. כאשר מתבצע באמצעות יותר משלוש חכות (פעילות), יש צורך גם ברישיון דיג ספורטיבי לכלי השיט. דיג ספורטיבי מכלי שיט אסור בטווח 300 מ' מהחוף, בשמורות הטבע הימיות המוכרזות ובאזור הסגור לדיג שנמצא מול קצא"א (

• איור 78).

2. **דיג מסחרי (מקצועי)** – דיג על ידי דייגים מקצועיים. לעיסוק בדיג מקצועי נדרש רישיון דיג אישי מקצועי ורישיון מקצועי לסירת הדיג. שיטות הדיג המסחרי המותרות במפרץ אילת הן: רשת עמידה, רשת הקפה, מערך קרסים ומלכודות דגים. דיג מסחרי אסור באזור הסגור לדיג שנמצא מול קצא"א ובתחום שמורות הטבע המוכרזות, לרבות אזור אסור שנמצא צפונית לגדר הצפונית של שמורת חוף האלמוגים (מול "חוף אלמוג");

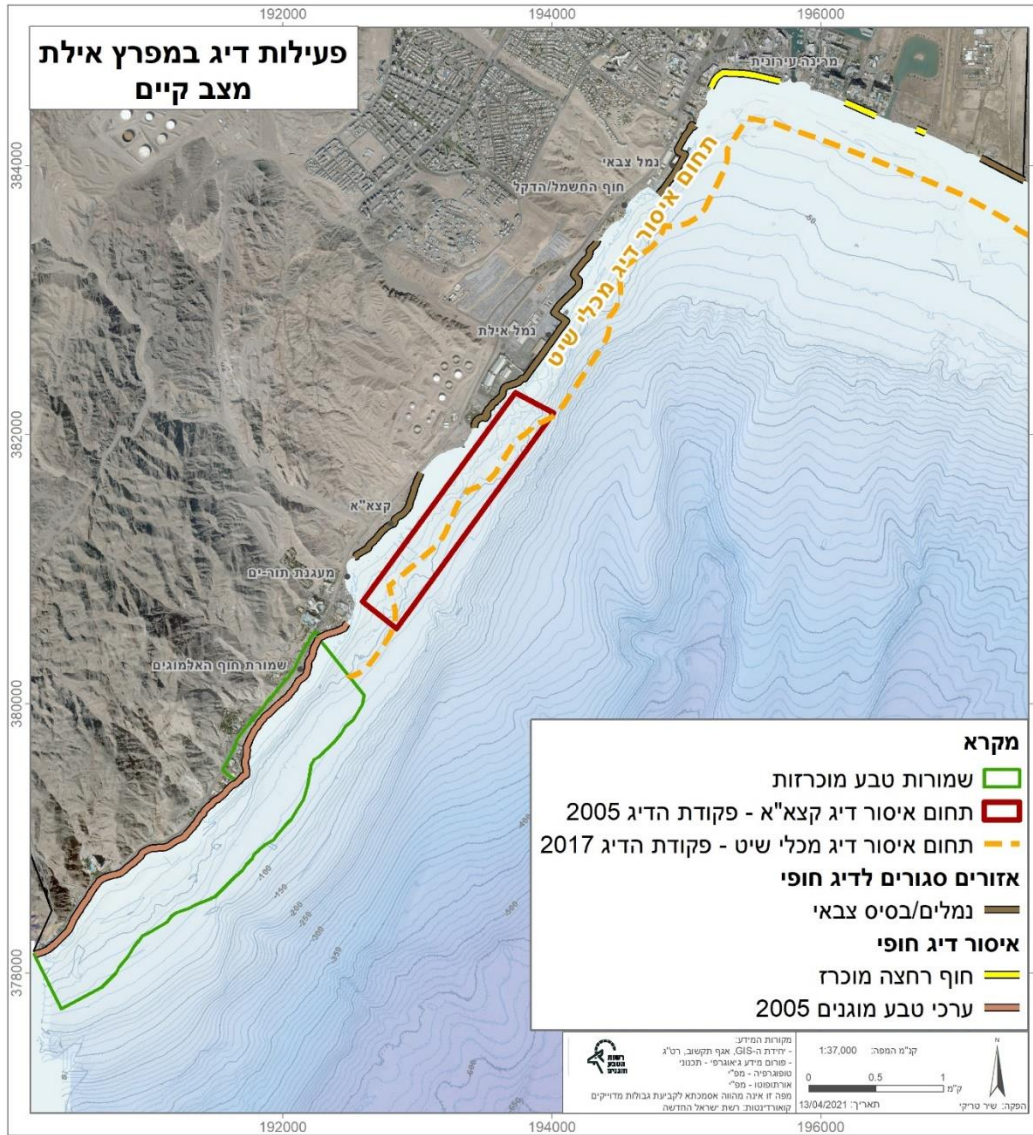
3. איור 78). יחד עם המגבלות המרחביות המתוארות מעלה, קיימות החרגות ותנאים מיוחדים המאפשרים דיג גם באזורים האסורים לשיט/דיג, בהתאם לאישור פרטני מפקיד הדיג.

בנוסף למגבלות שבתקנות הדיג, כל סוגי הדיג בחופי רחצה ובנמלים/מעגנות אסור מתוקף **להשלים**.

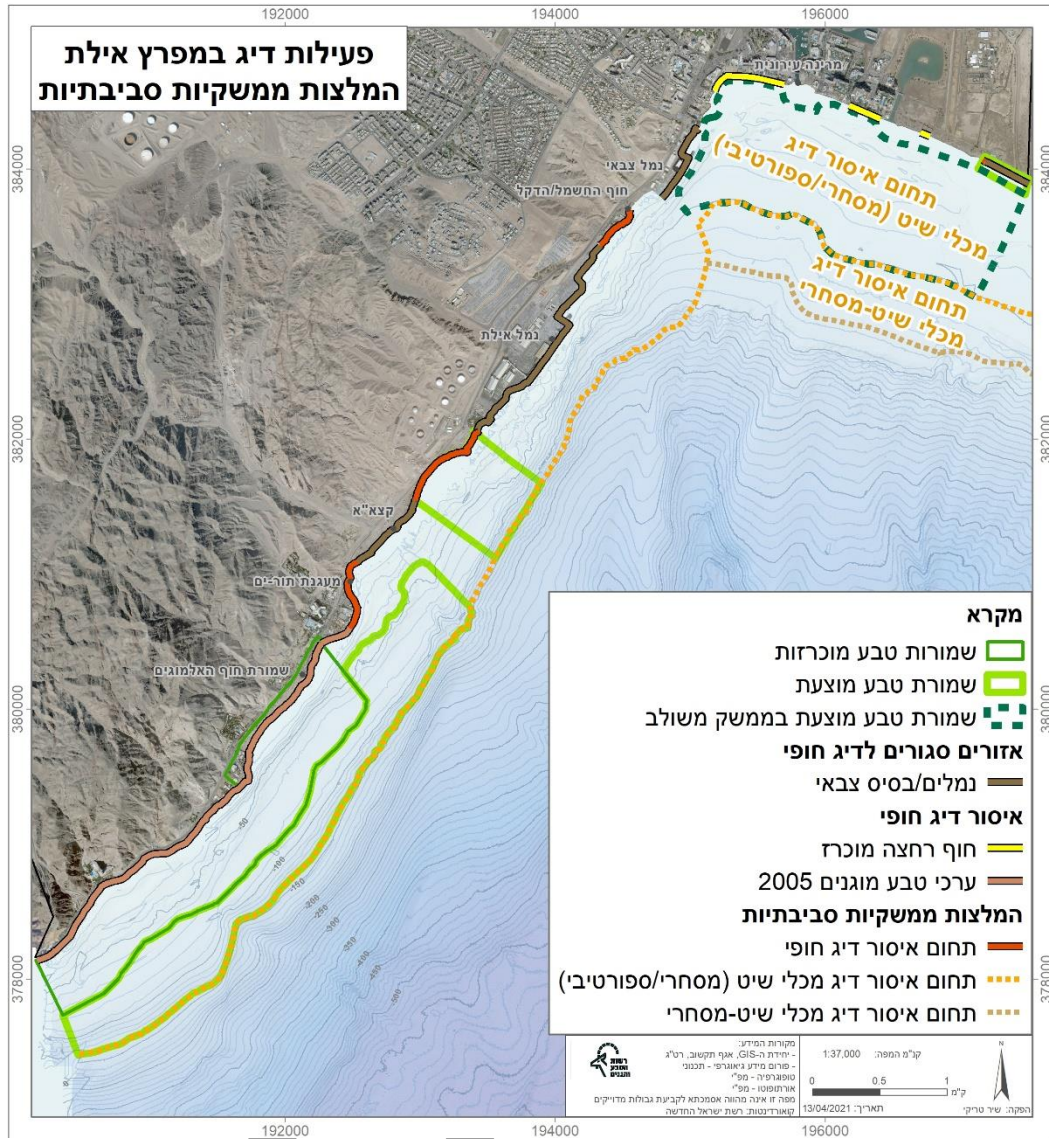
מבחינת שלל הדיג היומי, בדיג מסחרי אין מגבלה. בדיג ספורטיבי קיימת מגבלה רק מכלי שיט (עד 5 ק"ג ליום, או שני דגים גדולים ביום, גם אם משקל כל אחד מהם מעל 5 ק"ג), אך לא בדיג מהחוף, שם הדיג יכול להציב חכות ללא מגבלה ויכול לדוג ללא מגבלה על כמות הדגים, או משקלם.

מבחינת ערכי טבע מוגנים, חל איסור על דייגים (מסחריים וספורטיביים) לפגוע/לדוג ערכי טבע מוגנים. במידה וערך טבע מוגן נלכד באמצעי הדיג, על הדיג לשחררו חזרה לים במהירות האפשרית, תוך יצירת נזק מינימלי.

מכיוון שפעילות הדיג פוגעת, במקרים רבים, בערכי טבע מוגנים ובבתי גידול בעלי חשיבות לשימור (איור 50), מומלץ להרחיק את פעילות הדיג המסחרי והספורטיבי אל מחוץ לאזורים החופיים הרגישים שפעילות הדיג בהם עלולה לפגוע בצורה משמעותית במינים אסורים לדיג ואף בתשתית הטבעית (כגון שוניות האלמוגים ועשבייהים; איור 79). בחוף הצפוני, יש לאסור דיג מסחרי בתחום השוניות הקדומה המצויה בעומק של כ-60 מ'. לאורך קו החוף, יש למנוע דיג בחכות לאורך כל האזורים הרגישים שבהם שלל הלוואי של הדיג צפוי להיות גדול (פגיעה מיותרת במינים מוגנים), ולאפשר בעיקר בחלק הצפוני של חופי אילת (איור 79). בטווח הארוך יותר, מומלץ לקדם תכנית הדרגתית להפסקת הדיג באילת, תוך פיצוי הדייגים המקצועיים, ומתוך שיקולים הקשורים לאינטרס הציבורי הרחב יותר.



איור 78. ממשק הדיג במפרץ אילת – מצב קיים.



איור 79. ממשק הדיג במפרץ אילת – מצב מוצע.

צלילה

באילת פועלים כיום יותר מ־20 מועדוני צלילה, כאשר 12 מהם נמצאים לאורך חופי אילת ו־9 נמצאים בעיר ("מועדוני וילה") ומגיעים לאתרי הצלילה באמצעות רכבים וכלי שיט. ההערכה היא שמידי שנה מתבצעות כ־900 אלף צלילות לאורך חופי אילת (לא קיימים רישום ומעקב מסודרים, אך נתון זה הוצג על ידי פרופ' נדב ששר מאוניברסיטת בן גוריון ביום עיון בנושא שוניות מלאכותיות), כאשר רובן מתרכזות בחלק הדרומי של חופי אילת, מאתר הסטי"ל (שנמצא מול מעגן תור-ים) ועד הגבול עם מצרים (כ־3.6 ק"מ בלבד), שם גם מרוכזים מועדוני הצלילה החופיים. כמות הצלילות באתרי הצלילה שבחוף הצפוני נמוכה מאוד ונראה שהוא הרבה פחות אטרקטיבי עבור רוב הצוללים.

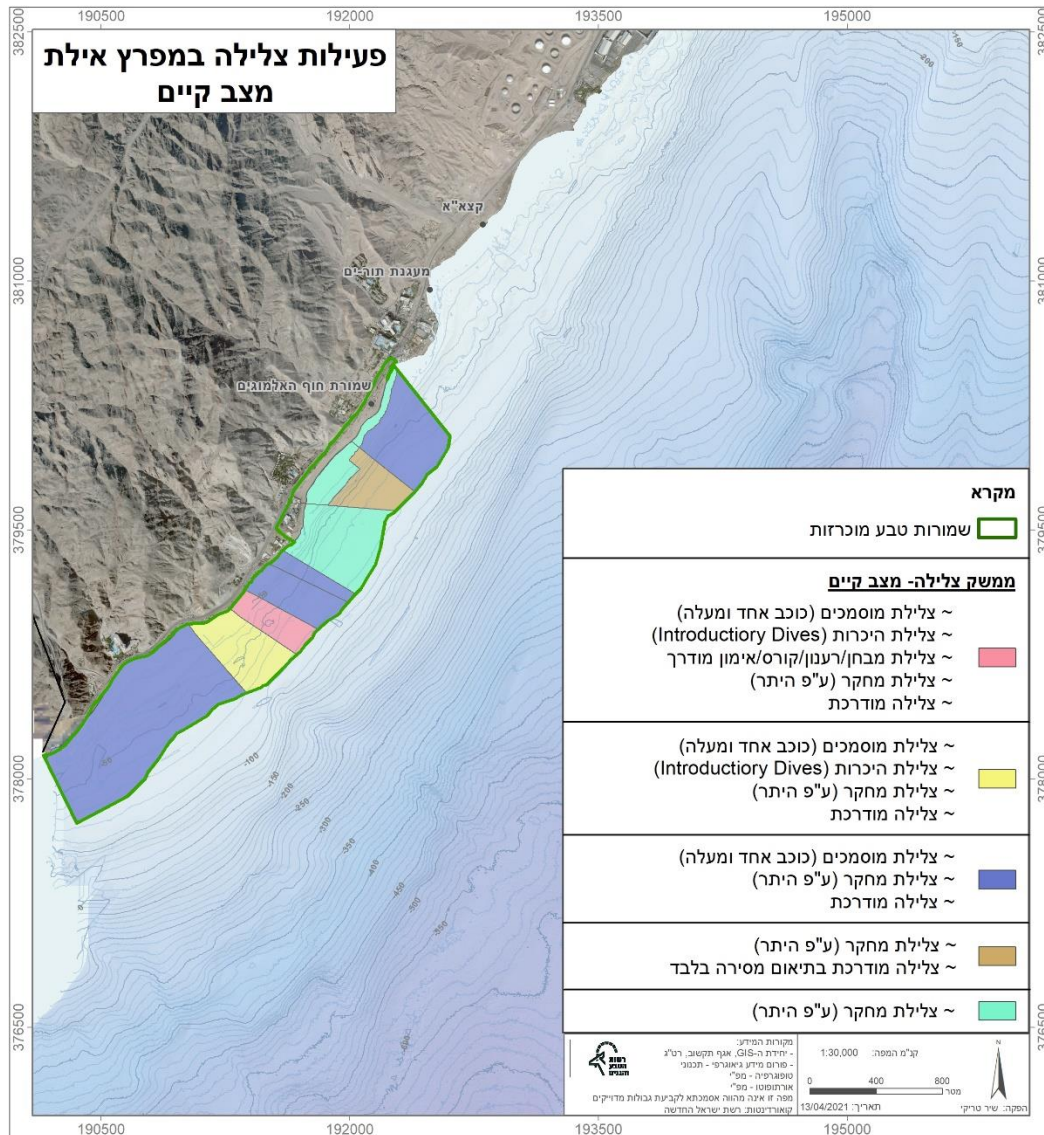
סוגי הצלילות המתבצעות לאורך חופי אילת הם:

- **צלילות קורס** – החל מקורסים בסיסיים, כגון קורס כוכב אחד וקורס שני כוכבים ועד קורסים מתקדמים (דייב־מאסטר, עוזר מדריך, מדריך וצלילה טכנית ושימוש בתערובות שונות).
- **צלילות היכרות** – צלילות שנעשות בהדרכה אישית ומיועדות לצוללים שמעולם לא הוכשרו לצלול.
- **צלילות ריענון/מבחן** – צלילות שנועדו לצוללים מוסמכים שלא ביצעו צלילה כבר זמן רב (יותר מ־6 חודשים) ולפני חזרתם לעולם הצלילה צריכים להיבחן ולהתרענן.
- **צלילות מודרכות** – צלילות שבהן צוללים מוסמכים (כוכב אחד ומעלה) מובלים על ידי מובילי קבוצות המכירים את אתרי הצלילה.
- **צלילות מחקר** – צלילות המתבצעות על ידי חוקרים וסטודנטים (צוללים מוסמכים) במטרה לבצע מחקר ימי.

נזקי צוללים לשוניות האלמוגים באילת ניכרים לעין, בתוך שמורות הטבע המוכרזות, שם מרוכז חלק ניכר מפעילות הצלילה (למשל, איור 28). נזקים אלה נגרמים בעיקר על ידי צוללים בלתי מנוסים ושאינם זהירים, או על ידי כאלה שבמהלך הכשרתם כצוללים לא הוכשרו להימנע מפגיעה בסביבה בה הם צוללים. נזקים שביחים הם שבירת אלמוגים על ידי סנפירי הצוללים, או מיכל הצלילה, והרחפת חול מקרקעית הים הפוגעת באלמוגים ובבעלי החיים המסננים המצויים לרוב בשוניות אילת. בנוסף לאלה, קיימים גם צוללים שהמודעות שלהם לשמירת טבע נמוכה ביותר וחלק מחוויית הצלילה שלהם כוללת נגיעה, הזזה, הטרדת בעלי חיים, האכלתם ואף איסוף מזכרות.

במדינות רבות בעולם, לרבות שכנותינו במפרץ אילת, ירדן ומצרים, צוללים מוסמכים אינם רשאים לצלול ללא מדריך מלווה הדואג להובלת הצוללים, משגיח על בטיחותם ובין היתר גם מונע פגיעה בסביבה הטבעית. לעומת זאת, בישראל, כל צולל, גם כזה שזה עתה סיים קורס צלילה ויכולת השמירה על האיזון שלו נמוכה ביותר, רשאי לצלול בשוניות אילת, גם בתוך שמורות הטבע המוכרזות ובאזורים הערכיים והרגישים ביותר.

נכון להיום ממשק הצלילה באילת הוא בסיסי ביותר ומבוסס על הבנות בלבד בין רט"ג ובין מועדוני הצלילה ולא על תקנות, או הצהרה ברורה של רט"ג בנושא (איור 80).



איור 80. ממשק הצלילה במפרץ אילת – מצב קיים.

לאור פוטנציאל הפגיעה של צוללים בשוניות האלמוגים וכן הפגיעה הניכרת לעין באתרים החשופים לעומס גבוה של צוללים (איור 69), מוצע להחיל גם בשוניות אילת ממשק צלילה (איור 81) המעוגן בתקנות במטרה למזער את הנזקים הנוצרים על ידי צוללים לא מנוסים/זהירים לשוניות. ממשק צוללים עשוי לשפר את בטיחות הצלילה, חווית הצלילה ולתרום לשמירת הטבע.

ממשק הצלילה המוצע לוקח בחשבון שני עקרונות עיקריים: (1) רגישות תא השטח, ומתוך כך וויסות לחץ הצוללים ו-(2) המיומנות של הצולל - התאמת רמת הצולל לרגישות אתר הצלילה. הממשק מפריד בין צלילות של צוללים מוסמכים (כאלה שסיימו קורס צלילה) ובין צלילות קורס, או צלילות תרגול/ריענון.

● צוללים מוסמכים

בתוך שמורות הטבע הימיות צוללים יוכלו לצלול אך ורק בליווי של צולל ברמה של 3 כוכבים ומעלה שעבר הכשרה מסודרת ברט"ג להובלת קבוצות בשמורות (מפורט למטה*), למעט במקרים הבאים:

- הצוללים הם ברמת 3 כוכבים ומעלה ועברו הכשרה של צלילה ידידותית לסביבה (מפורט למטה**).
- הצוללים הם צוללי מחקר שעברו הכשרה של צלילה ידידותית לסביבה.

*הכשרה של רט"ג להובלת קבוצות צוללים בשמורות – הכשרה של מספר ימים שבהם מובילי הקבוצות ילמדו בקצרה על הביולוגיה והאקולוגיה של ראש מפרץ אילת, לרבות הייחודיות של אזור זה, וכן הכשרה להובלת קבוצות מבלי לפגוע בסביבה הימית. ההכשרה תכלול חומר תאורטי וכן תרגול בים. בתום ההכשרה, מוביל הקבוצה יקבל תעודה מאת רט"ג שמאפשרת לו להוביל צלילות בשמורות הימיות באילת.

**הכשרה של צלילה ידידותית לסביבה – הכשרה של כיום אחד שבו המשתתפים ילמדו בקצרה על הייחודיות של מפרץ אילת וכיצד להימנע מפגיעה בסביבה במהלך צלילה. ההכשרה תכלול חומר תאורטי וכן תרגול בים. בתום ההכשרה, הצולל יקבל תעודה מאת רט"ג שמאפשרת לו לצלול בשמורות הימיות באילת ללא מדריך מוביל. הבהרה – צולל שעבר הכשרה זו אינו רשאי להוביל קבוצות, אלא לצלול בשמורות ללא מדריך מוביל.

• קורסים ואזורי תרגול

בתוך שמורות הטבע הימיות, השלבים בקורסי הצלילה, או בצלילות המבחן, שבהם הצוללים מתרגלים תרגילי צלילה תוך מגע עם הקרקעית, או תרגילי איזון בקרבת הקרקעית, ייעשו אך ורק באזורים חוליים ובמרחק ביטחון משוניות האלמוגים. בנוסף, במהלך קורסי צלילה המתבצעים בתוך השמורות הימיות, הצוללים יעברו השתלמות קצרה הקשורה לשמירת טבע שתיערך עוד ביום הראשון של הקורס.

בנוסף להתאמה של רמת הצוללים לרגישות תא השטח, יש גם לווסת את כמות הצלילות באתרי הצלילה העמוסים. לשם כך, ניתן לעשות זאת במקביל ליצירת אתרי צלילה "אלטרנטיביים". כלומר באמצעות מבנים מלאכותיים (שוניות מלאכותיות) ניתן ליצור אתרי צלילה אטרקטיביים עבור ציבור הצוללים ולווסת בצורה יזומה את כמות הצוללים המגיעים לאתרים הטבעיים, כפי שקורה בשמורות רבות ברחבי העולם שכמות המבקרים בהן מווסתת.

הגישה הנוחה של מכוני המחקר אל שוניות האלמוגים והים העמוק הופכת את ראש המפרץ לאזור נוח ומבוקש לביצוע מחקרים ימיים. בנוסף, תחום המחקר הימי בישראל הוא מהמפותחים בעולם ובמכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים הוכשרו במשך השנים חוקרי ים מהטובים בעולם. בעיר אילת פועלים שני מכוני מחקר ימי:

- המכון הבינאוניברסיטאי למדעי הים באילת – מכון המנוהל על ידי האוניברסיטה העברית בירושלים, אך הוא מהווה מושב לחוקרים מהאוניברסיטאות השונות בארץ. מכון זה ממוקם על חוף הים מדרום למצפה התת ימי.
- המרכז הלאומי לחקלאות ימית בישראל – מכון מחקר המקדם בעיקר מחקרים וטכנולוגיות הקשורים בחקלאות ימית. מכון זה ממוקם בחופו הצפוני של המפרץ, במרחק המאפשר שאיבת מים מהים אל מכלי המחקר במכון.

בנוסף למחקר הימי המפותח בראש מפרץ אילת, פועלת מאז 2004 תכנית לאומית לניטור מפרץ אילת, הממומנת על ידי המשרד להגנת הסביבה מכספי הקרן למניעת זיהום ים. תכנית ניטור זו מלווה על ידי צוות מדענים וועד מנהל בהובלת המדענית הראשית במשרד להגנת הסביבה. בניגוד למחקר, שנועד לענות על שאלות מדעיות ספציפיות, תכנית הניטור סוקרת באופן שיטתי את בתי הגידול השונים במפרץ. היא מהווה נדבך חשוב מאוד בהבנת מגמות ושינויים במערכת האקולוגית של המפרץ והדוחות של תכנית הניטור ^[לדוגמה] משמשים בסיס לקבלת החלטות ולקביעת מדיניות שמירת הטבע במפרץ.

נדבך נוסף בהבנת המערכת האקולוגית במפרץ אילת הוא "המחנה האקולוגי במפרץ אילת", אותו ייסדה רט"ג בשנת 2015. המחנה האקולוגי, בדומה לתכנית הניטור, סוקר בצורה שיטתית את שוניות האלמוגים באילת, אך הוא מתמקד רק בשוניות הבלט הרדודות הנגישות מאוד לציבור ואינו סוקר את בתי הגידול האחרים במפרץ. סקרי המחנה האקולוגי נועדו לבחון בעיקר את השפעות הציבור על שוניות האלמוגים ועל הרכב בעלי החיים המאכלסים אותם. למחנה האקולוגי ולסקרים שהתלוו אליו יש תרומה משמעותית בתחום אוכלוסיות הדגים בבתי הגידול השונים במפרץ אילת והדינמיקה שלהם במרחב ובזמן.

בהינתן הצורך הברור לבסס את מדיניות שמירת הטבע על מדע ונתונים מהימנים, יש חשיבות לעידוד המחקר במפרץ אילת ובקיומן הרציף והמתמשך של תכניות הניטור המתוארות מעלה.

הגנה על תאי-שטח לעומת הגנה על מינים

שמורות טבע נועדו להגן על תאי שטח ערכיים מפני תהליכים אשר עלולים לשנות את אופי החי, הצומח והדומם בהם. מטרת השמורות היא לשמור על המאזן האקולוגי ולהגן מפני פגיעה, לרוב של בני האדם, כגון דיג, שלייה, בנייה וזיהום. במקרים רבים, אזורים מסוימים מוכרזים כשמורות טבע בגלל ייחודיות בתי הגידול הקיימים בהם, עושר ומגוון מינים גבוה, הימצאותם של מיני אורגניזמים שקשה מאוד להגן עליהם מחוץ לשמורות והימצאותם של מיני אורגניזמים נדירים. להגנה על שמורות טבע יש גם השפעה רחבה יותר, שהרי כלל האוכלוסיות של אורגניזמים בשמורות עשויות לשגשג ו"לזלוג" (spillover effect) אל מחוץ לשמורות ולהעשיר ולתמוך באזורים אחרים שאינם מוגנים ^[92-94]. נכון להיום, תאי השטח המוכרזים כשמורות טבע

בראש מפרץ אילת אינם כוללים את כלל מגוון בתי הגידול המצויים במערכת הטבעית בצפון המפרץ, או שהם מעניקים ייצוגיות נמוכה מאוד לבתי גידול אלה. חלק מבתי הגידול שלא נכללים בשמורות הקיימות מהווים רכיבים חשובים המשפיעים על חיוניותה ותפקודה התקין של כלל המערכת הטבעית במפרץ.

בנוסף לרעיון ההגנה על תאי שטח, קיימת גם הגנה על אורגניזמים חשובים – 'ערכי טבע מוגנים'. ערכי טבע אלה מוגנים, לא רק בשמורות, אלא בכל מקום [אכרזת גנים לאומיים, שמורות טבע, אתרים לאומיים ואתרי הנצחה (ערכי טבע מוגנים) התשס"ה–2005: "ערכי הטבע המפורטים בתוספת מוכרזים בזה ערכי טבע מוגנים בכל הארץ, אלא אם כן צוין לצדם אחרת"]. חשיבות ההגנה עליהם נובעת ממספר סיבות וביניהן: מינים אלה נמצאים בסכנת הכחדה עולמית, או שהם נדירים באזורנו, או שלפגיעה במינים אלה תהיה השפעה לא רק מקומית אלא גם רחבה יותר, או שלפגיעה במינים אלה תהיה השפעה על המורכבות המבנית של בית הגידול, או שפיזורם אינו מאפשר להעניק להם הגנה מקומית. למשל, מיני מפתח הם מינים שההשפעה שלהם על המערכת האקולוגית אינה פרופורציונלית לגודל האוכלוסיות שלהם ולכן פגיעה בהם, אפילו פגיעה קטנה, עלולה להוביל לחוסר יציבות במערכת האקולוגית. דוגמה לכך היא פגיעה באלמוגים המהווים את אבני היסוד של שוניות האלמוגים. אלמוגי האבן משקיעים עם גדילתם שלד גירני שהוא הרכיב העיקרי בבניית שוניות האלמוגים של ימינו. המבנה המורכב הנוצר על ידי האלמוגים – שוניות האלמוגים – מהווה בית גידול חשוב המאכלס בתוכו אלפי מיני אורגניזמים שונים. על כן, פגיעה באלמוגים תגרור אחריה פגיעה נרחבת במערכת האקולוגית. בנוסף, פגיעה במיני דגים צמחוניים עלולה להוביל להשתלטות של מקרו־אצות על שוניות האלמוגים ולהרס מוחלט של השוניות (Phase shift), דבר שכבר תועד ממקומות שונים בעולם^[66, 67]. גם מיני טורפים רבים נחשבים כמיני מפתח בגלל מספרם הנמוך והשפעתם הגדולה על המערכת. פגיעה במיני טורפים עלולה לגרום לעלייה בגודל האוכלוסיות שמהן ניזונים הטורפים, ובכך לגרום לתגובת שרשרת שבסופה אוכלוסיות גדולות מעבר לכושר הנשיאה הטבעי ומערערות את האיזון העדין של המערכת האקולוגית כולה.

לאחרונה, בינואר 2020, עודכנה רשימת ערכי הטבע המוגנים, כך שהרשימה החדשה מעניקה הגנה רחבה יותר לערכי הטבע במפרץ אילת. היא נותנת הגנה למינים נדירים רבים (כגון מיני דגים רבים וסרטנים) ומיני מפתח שונים (כגון עשבייים ודגים טורפים). בהמלצות לעדכון הרשימה נעשה שימוש בנתונים קיימים ובכלים סטטיסטיים שעזרו לדרג את מיני האורגניזמים בהתאם לפרמטרים שונים הקובעים את ערכיותם ורגישותם היחסית (כגון שכיחות יחסית, שיוך לקבוצה פונקציונלית, שיעור גדילה, שיעור רבייה וביומסה)^[83].

בניגוד לרשימה הישנה שהיא רשימה "שחורה", כלומר כזו שמפרטת את רשימת המינים המוגנים שאין לפגוע בהם, הרשימה החדשה היא רשימה "לבנה", רשימה שלפיה כל המינים מוגנים למעט אלה המפורטים ברשימה. הסיבה למעבר מרשימה שחורה לרשימה לבנה היא יכולת הפירוט ברמת המין – נראה שרמת ההגנה הנמוכה שהיתה קיימת היא תוצאה של אי היכולת לפרט את המינים המוגנים עד לרמת המין וכאשר הרשימה היא רשימה לבנה, ניתן בפשטות יחסית להכניס אליה את כל אלה שמצד אחד ערכיותם למערכת האקולוגית נמוכה יחסית ומצד שני יש להם ערך כלכלי לדייגים. חשוב לציין שקיימים פערים בין הרשימה שהוצעה ובין זו שנחתמה על ידי השר להגנת הסביבה בגלל מכלול לחצים שהופעלו מצד הדייגים ומצד משרד החקלאות. על פי נתונים שיש בידנו וחוות דעת של מומחים, מומלץ שמשפחות דגים נוספים,

כגון הספרוסיים, הלוטניים והסיכניים, וכן מערכת הסרטניים, יהיו מוגנים ולשם יש לשאוף בעתיד כצעד נוסף לשיפור ההגנה על ערכי הטבע במפרץ אילת.

מסונו

סיכום

המערכת הטבעית בצפון מפרץ אילת היא לא רק אוצר טבע לאומי, אלא גם בין-לאומי. היא מהווה תשתית משמעותית לפעילות התיירותית הענפה באילת ובסביבתה ולכן יש לה חשיבות רבה מבחינה כלכלית לעיר אילת ולמדינת ישראל. ברמה הבין-לאומית, מפרץ אילת מהווה מפלט עולמי לשוניות אלמוגים; אלמוגי מפרץ אילת מפגינים חוסן גבוה (high resilience) להתחממות המתמשכת של מי הים ולתופעת הלבנת האלמוגים (coral bleaching) אשר פוגעת קשה בשוניות רבות ברחבי העולם. לפיכך, **למדינת ישראל יש הזדמנות נדירה להגן על מערכות אקולוגיות ערכיות מאוד שבמקומות רבים בעולם דועכות בקצב מהיר – שוניות האלמוגים.**

יחד עם זאת, **לא לעולם חוסן!** המערכות האקולוגיות במפרץ אילת נתונות לגורמי הפרעה רבים ומגוונים ואם לא נדע לשמור על החוסן של אלמוגי המפרץ, אנו עלולים לאבד את ההזדמנות שנפלה בידנו. לצערנו, יכולתנו לטפל בבעיות העולמיות קטנה ביותר, אך באפשרותנו לטפל בגורמי הפרעה מקומיים ולנסות ליצור שיתופי פעולה עם שכנו על מנת לטפל גם בגורמים אזוריים. מחקרים רבים מצביעים על כך שמאמצי שימור מקומיים מגדילים את חוסן של השוניות ועשויים לעזור לאלמוגי מפרץ אילת לנצל את יתרונם היחסי ולהמשיך להתמודד בצורה מוצלחת עם תופעות כמו התחממות מי הים.

סקירה נרחבת של תהליכי התכנון ומגמות הפיתוח במפרץ אילת מצביעה על האצה משמעותית של הפיתוח במפרץ ובסביבתו, פיתוח שצפויות להיות לו השלכות ישירות ועקיפות על מפרץ אילת בהיבטים סביבתיים רבים. על כן, בהינתן ערכות הרבה של מפרץ אילת, חשוב להכווין את הפיתוח באזור, כך שהוא יהיה מקיים ויאפשר למערכות האקולוגיות החיוניות של מפרץ אילת להמשיך ולהתקיים לצד הפיתוח.

מסמך מדיניות זה נכתב מתוך הכרה בחשיבותו של מפרץ אילת ובהינתן האיומים הרבים והמתגברים וגורמי העקה שפועלים על המערכות האקולוגיות הקיימות בו. הוא מאגד ידע רב שהצטבר על בתי הגידול השונים, גורמי הפרעה, איומים הכרוכים בפיתוח תשתיות, לצד מגמות התכנון והפיתוח המקודמים במרחב המפרץ. ניתוח מרחבי של הערכות האקולוגיות והחשיבות לשימור יחידות אקולוגיות שונות במפרץ מכווין את מאמצי הפיתוח לצד השימור הנדרש בצפון מפרץ אילת ומהווה בסיס לגיבוש המלצות מרחביות וממשקיות לשמירת טבע במפרץ.

חלק ג' של המסמך מתווה גישה יישומית לשימור ולפיתוח בר-קיימה במפרץ אילת שעיקרה קביעת קווים מנחים ועקרונות פעולה לצורך הגברת התיאום בין המגזרים השונים וקידום ממשקים מקיימים במפרץ, יחד עם קידום ההגנה המרחבית על הסביבה הימית והחופית באמצעות הגדרת אזורים ימיים בעלי חשיבות לשימור והגנה, לרבות שמורות טבע ואזורי חיפוש לשמורות טבע. מוצגות גם המלצות בנושאי ניטור, מחקר ובקרה על המערכות האקולוגיות במפרץ אילת.

יישום המדיניות לשמירת טבע באמצעות הכלים המוצעים במסגרת מסמך זה, יאפשר פיתוח בר-קיימה במרחב הימי והחופי ושימוש מושכל במשאבי הים, תוך שמירה והגנה על הסביבה הטבעית הערכית של

מפרץ אילת. מסמך זה נועד להוות בסיס לכל פעולה תכנונית באילת, תוך הקפדה על הכללים והעקרונות המנחים שנקבעו לשם שמירה על היציבות האקולוגית במפרץ.

מסמך

ספרות מצוטטת

1. Loya, Y. (1972) Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Marine Biology*, 13, 100-123. doi:10.1007/BF00366561
2. Loya, Y. (1974) Possible effects of water pollution on the community structure of Red Sea corals. *Marine Biology* 29:177-185.
3. DiBattista JD, Roberts MB, Bouwmeester J, Bowen BW, Coker DJ, Lozano-Cortes DF, Choat JH, Gaither MR, Hobbs JPA, Khalil MT, Kochzius M, Myers RF, Paulay G, Robizch VSN, Saenz-Agudelo P, Salas E, Sinclair-Taylor TH, Toonen RJ, Westneat MW, Williams ST, Berumen ML. (2016) A review of contemporary patterns of endemism for shallow water reef fauna in the Red Sea. *Journal of Biogeography*. 2016;43(3):423–439. doi: 10.1111/jbi.12649.
4. Fine M, Gildor H, Genin A (2013) A coral reef refuge in the Red Sea. *Glob Chang Biol* 12:3640–3647
5. Krueger, T., Horwitz, N., Bodin, J., Giovani, M.-E., Escrig, S., Meibom, A., et al. (2017). Common reef-building coral in the Northern Red Sea resistant to elevated temperature and acidification. *R. Soc. Open Sci.* 4:170038. doi: 10.1098/rsos.170038
6. Osman EO, Smith DJ, Ziegler M, et al. (2018) Thermal refugia against coral bleaching throughout the northern Red Sea. *Glob Change Biol.* 24:e474–e484. <https://doi.org/10.1111/gcb.13895>
7. Hall ER, Muller EM, Goulet T, Bellworthy J, Ritchie KB, Fine M (2018) Eutrophication may compromise the resilience of the Red Sea coral *Stylophora pistillata* to global change. *Marine Pollution Bulletin*. 131: 701-711.
8. Shaked Y, Genin A (2019) Scientific report of the Israel National Monitoring Program at the Gulf of Eilat. <http://iui-eilat.ac.il/Research/NMP>
9. Jackson, J. B., Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjorndal, K. A., Botsford, L. W., Bourque, B. J., et al. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293, 629–637. doi: 10.1126/science.1059199
10. Pandolfi, J. M., Bradbury, R. H., Sala, E., Hughes, T. P., Bjorndal, K. A., Cooke, R. G., et al. (2003). Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science* 301, 955–958. doi: 10.1126/science.1085706
11. Hoegh-Guldberg, O. (2014). Coral reefs in the Anthropocene: persistence or the end of the line? *Geol. Soc. Spec. Publ.* 395, 167–183. doi: 10.1144/SP395.17
12. Heron SF, et al. (2016a) Validation of reef-scale thermal stress satellite products for coral bleaching monitoring. *Remote Sensing* 8:59, doi:10.3390/rs8010059.
13. Heron, S. F., Maynard, J. A., van Hooidonk, R. & Eakin, C. M. (2016b) Warming trends and bleaching stress of the World's coral reefs 1985–2012. *Sci. Rep.* 6, 38402
14. Hughes, T. P. et al. (2017) Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature* 543, 373–377.
15. Heron et al. (2017) Impacts of Climate Change on World Heritage Coral Reefs : A First Global Scientific Assessment. Paris, UNESCO World Heritage Centre
16. Côté IM, Darling ES. (2010) Rethinking Ecosystem Resilience in the Face of Climate Change. *PLoS Biology*. 2010;8(7):e1000438. doi:10.1371/journal.pbio.1000438.
17. Hoegh-Guldberg O, Poloczanska ES, Skirving W and Dove S (2017) Coral Reef Ecosystems under Climate Change and Ocean Acidification. *Front. Mar. Sci.* 4:158. doi: 10.3389/fmars.2017.0015.
18. Trench RK (1993) Microalgal-invertebrate symbioses: a review, *Endocytobiosis Cell Res.* 9: 135–175.
19. Sumich JL (1996) An Introduction to the Biology of Marine Life, sixth edition. Dubuque, IA: Wm. C. Brown. pp. 255-269.

20. Yellowlees D, Rees TA, Leggat W (2008) Metabolic interactions between algal symbionts and invertebrate hosts. *Plant. Cell. Environ.*, 31: 679–694.
21. Shlesinger T, Loya Y (2016) Recruitment, mortality, and resilience potential of scleractinian corals at Eilat, Red Sea. *Coral Reefs* 35:1357–1368 doi:10.1007/s00338-016-1468-2.
22. J. Wiedenmann, C. D'Angelo, E.G. Smith, A.N. Hunt, F.-E. Legiret, A.D. Postle, E.P. Achterberg (2013) Nutrient enrichment can increase the susceptibility of reef corals to bleaching. *Nat Clim Change*, 3: 160-164.
23. D'Angelo C., Wiedenmann J. (2014) Impacts of nutrient enrichment on coral reefs: new perspectives and implications for coastal management and reef survival. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 7: 82-93.
24. Vega Thurber R, Burkepille DE, Fuchs C, Shantz AA, McMinds R, Zaneveld JR. (2014). Chronic nutrient enrichment increases prevalence and severity of coral disease and bleaching. *Glob Chang Biol* 20: 544–554.
25. Tanaka Y, Inoue M, Nakamura T, Suzuki A, Sakai K (2014) Loss of zooxanthellae in a coral under high seawater temperature and nutrient enrichment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 457: 220-225.
26. Meehan WJ, Ostrander GK (1997) Coral bleaching: A potential biomarker of environmental stress, *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 50:6, 529-552, DOI: 10.1080/15287399709532053
27. Jones RJ (2005) Testing the Photoinhibition model of coral bleaching using chemical inhibitors. *Mar Ecol Prog Ser* 284:133–145.
28. Meehan, W. J. & G. K. Ostrander, 1997. Coral bleaching: a potential biomarker of environmental stress. *J. Toxicol. Envir. Health* 50:529–552.
29. Lamb, JB, van de Water, JAJM, Bourne, DG, Altier, C, Hein, MY, Fiorenza, EA, Abu, N, Jompa, J, Harvell, CD (2017). Seagrass ecosystems reduce exposure to bacterial pathogens of humans, fishes and invertebrates. *Science* 355(6326): 731-733. doi: 10.1126/science.aal1956
30. Veron JEN (2000). *Corals of the World*, Vol. 1-3. Townsville: Australian Institute of Marine Science.
31. Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2022. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (02/2022)
32. Green DW, Ben-Nissan B, Yoon KS, Milthorpe B, Jung HS (2017) Natural and Synthetic Coral Biomineralization for Human Bone Revitalization. *Trends in Biotechnology*. 35: 43-54.
33. Loya Y, Eyal G, Treibitz T, Lesser MP, Appeldoorn R (2016) Theme section on mesophotic coral ecosystems: advances in knowledge and future perspectives. *Coral Reefs*. 35: 1. <https://doi.org/10.1007/s00338-016-1410-7>
34. Rocha LA, Pinheiro HT, Shepherd B, Papastamatiou YP, Luiz OJ, Pyle RL, Bongaerts P (2018) Mesophotic coral ecosystems are threatened and ecologically distinct from shallow water reefs. *Science* 361: 281–284.
35. Kelly, L. W., Barott, K. L., Dinsdale, E., Friedlander, A. M., Nosrat, B., Obura, D., Rohwer, F. et al. (2012). Black reefs: iron-induced phase shifts on coral reefs. *The ISME Journal*, 6(3), 638–649. <http://doi.org/10.1038/ismej.2011.114>
36. Costanza R, de Groot R, Sutton P, van der Ploeg S, Anderson SJ, Kubiszewski I, Farber S, Turner RK (2014) Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change* 26:152-158
37. Lamb et al. 2017 מופיע כבר ב-29
38. Sathyanathan CV, Jyothirmayi B, Sundaram LR, Abhinand PA, Eswaramoorthy R, Gnanambal KME (2016) Pheophytin *a* isolated from the seagrass *Syringodium isoetifolium* plausibly blocks umuC proteins of select bacterial pathogens, in silico. *J Appl Microbiol*. 121(6):1592-1602. doi: 10.1111/jam.13312

39. Oron S, Angel D, Goodman-Tchernov B, Merkado G, Kiflawi M, Abramovich S (2014) Benthic foraminiferal response to the removal of aquaculture fish cages in the Gulf of Aqaba-Eilat, Red Sea. *Mar Micropaleontol* 107:8–17
40. יגאל ברנשטיין, חזי גילדור, אריק פרדז', יעל אמיתי, הדר ברמן, משה כפלאוי (2017) מודל ביופיסיקאלי לקישוריות והפצה לרווילית במפרץ עקבה\אילת – דו"ח מסכם. עבודת מחקר עבור רשות הטבע והגנים.
41. Downs CA, Kramarsky-Winter E, Fauth JE, Segal R, Bronstein O, Jeger R, Lichtenfeld Y, Woodley CM, Pennington P, Kushmaro A, Loya Y. (2014) Toxicological effects of the sunscreen UV filter, benzophenone-2, on planulae and in vitro cells of the coral, *Stylophora pistillata*. *Ecotoxicology*. 23(2):175-91. doi: 10.1007/s10646-013-1161-y.
42. Shafir S, Halperin I, Rinkevich B. (2014) Toxicology of household detergents to reef corals. *Water Air Soil Pollut.* 225: 1890–1900.
43. Einbinder S, Perelberg A, Ben-Shaprut O, et al. (2006). Effects of artificial reefs on fish grazing in their vicinity: Evidence from algae presentation experiments. *Marine Environmental Research*. 61: 110-119.
44. Creed JC, Fenner D, Sammarco P, Cairns S, Capel K, Junqueira A, Cruz I, Miranda R, Junior L, Mantelatto M, Oigman-Pszczol SS (2016) The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions* 19: 283–305
45. Genin A, Levy L, Sharon G, Raitsos DE, Diamant A (2020) Rapid onset of warming events trigger mass mortality of coral reef fish. *Proc Nat Acad Sci USA* 117:25378–25385
46. Tamir R, Lerner A, Haspel C, Dubinsky Z, Iluz D (2017) The spectral and spatial distribution of light pollution in the waters of the northern Gulf of Aqaba (Eilat). *Scientific Reports*. 7:42329 DOI: 10.1038/srep42329
47. Longcore T, Rich C (2004) Ecological light pollution. *Front. Ecol. Environ.* 2, 191–198.
48. Rich C, Longcore T (2006) *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. (Island Press, 2006)
49. Navara KJ, Nelson R J. (2007) The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. *J. Pineal Res.* 43, 215–224.
50. Holker F, Wolter C, Perkin EK, Tockner, K (2010) Light pollution as a biodiversity threat. *Trends Ecol. Evol.* 25, 681–682.
51. Last KS, Hobbs L, Berge J, Brierley AS, Cottier F (2016) Moonlight Drives Ocean-Scale Mass Vertical Migration of Zooplankton during the Arctic Winter. *Curr Biol*. 25: 26(2):244-251.
52. Kamrowski RL, Limpus C, Moloney J, Hamann M (2012) Coastal light pollution and marine turtles: assessing the magnitude of the problem. *Endanger Species Res.* 19, 85–98.
53. Hildebrand JA (2009) Anthropogenic and natural sources of ambient noise in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 395, 5–20.
54. Williams R et al. 2015. Impacts of anthropogenic noise on marine life: publication patterns, new discoveries, and future directions in research and management. *Ocean Coast. Manage.* 115, 17–24.
55. Hansjoerg P. Kunc, Kirsty Elizabeth McLaughlin, Rouven Schmidt (2016) Aquatic noise pollution: implications for individuals, populations, and ecosystems. *Proc. R. Soc. B* 2016 283 20160839; DOI: 10.1098/rspb.2016.0839.
56. Soto NA, Johnson M, Madsen PT, Tyack PL, Bocconcelli A, Borsani JF. 2006. Does intense ship noise disrupt foraging in deep-diving Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*)? *Mar. Mamm. Sci.* 22, 690–699. (doi:10.1111/j.1748-7692.2006.00044.x)
57. Miller PJO, Bain DE (2000) Within-pod variation in the sound production of a pod of killer whales, *Orcinus orca*. *Anim. Behav.* 60, 617–628. (doi:10.1006/anbe.2000.1503)
58. Au WWL (1993) *The sonar of dolphins*. New York, NY: Springer.

59. Andre M et al. (2011) Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. *Front. Ecol. Environ.* 9, 489–493. (doi:10.1890/100124)
60. Lillis A, Eggleston DB, Bohnenstiehl DR (2014) Soundscape variation from a larval perspective: the case for habitat-associated sound as a settlement cue for weakly swimming estuarine larvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 509, 57–70.
61. Holt DE, Johnston CE (2011) Can you hear the dinner bell? Response of cyprinid fishes to environmental acoustic cues. *Anim. Behav.* 82, 529–534.
62. Mann DA, Lu ZM, Popper AN (1997) A clupeid fish can detect ultrasound. *Nature* 389, 341. (doi:10.1038/38636)
63. Smith ME, Kane AS, Popper AN (2004) Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). *J. Exp. Biol.* 207, 427–435. (doi:10.1242/jeb.00755)
64. Rolland RM, Parks SE, Hunt KE, Castellote M, Corkeron PJ, Nowacek DP, Wasser SK, Kraus SD (2012) Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proc. R. Soc. B* 279, 2363–2368. (doi:10.1098/rspb.2011.2429)
65. Huntingford FA, Adams C, Braithwaite VA, Kadri S, Pottinger TG, Sandoe P, Turnbull JF (2006) Current issues in fish welfare. *J. Fish Biol.* 68, 332–372.
66. Hughes TP, Rodrigues MJ, Bellwood DR, Ceccarelli D and others (2007) Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Curr Biol* 17:360–365.
67. Hoey, Andrew S., and Bellwood, David R. (2011) Suppression of herbivory by macroalgal density: a critical feedback on coral reefs? *Ecology Letters*, 14 (3). pp. 267-273.
68. IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp
69. Hansen, J., M. Sato, R. Ruedy, P. Kharecha, A. Lacis, R.L. Miller, L. Nazarenko, K. Lo, G.A. Schmidt, G. Russell, I. Aleinov, S. Bauer, E. Baum, B. Cairns, V. Canuto, M. Chandler, Y. Cheng, A. Cohen, A. Del Genio, G. Faluvegi, E. Fleming, A. Friend, T. Hall, C. Jackman, J. Jonas, M. Kelley, N.Y. Kiang, D. Koch, G. Labow, J. Lerner, S. Menon, T. Novakov, V. Oinas, J.P. Perlwitz, J. Perlwitz, D. Rind, A. Romanou, R. Schmunk, D. Shindell, P. Stone, S. Sun, D. Streets, N. Tausnev, D. Thresher, N. Unger, M. Yao, Zhang S (2007) Dangerous human-made interference with climate: A GISS modelE study. *Atmos. Chem. Phys.*, 7, 2287-2312, doi:10.5194/acp-7-2287-2007.
70. Zvuloni, A., Artzy-Randrup, Y., Stone, L., et al., 2009. Spatio-temporal transmission patterns of black-band disease in a coral community. *PLoS ONE* 4, e4993. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0004993>.
71. Zvuloni, A., Artzy-Randrup, Y., Katriel, G., Loya, Y., and Stone, L. (2015). Modeling the impact of white-plague coral disease in climate change scenarios. *PLoS Comput. Biol.* 11:e1004151. doi: 10.1371/journal.pcbi.1004151
72. Harvell D, Jordán-Dahlgren E, Merkel S et al. (2007) Coral Disease, Environmental Drivers, and the Balance Between Coral and Microbial Associates. *Oceanography* 20: 172–95.
73. Zvuloni et al. Treating an outbreak of the coralivorous snail *Drupella cornus* in the Red Sea – a case study of active management. In prep.
74. Kayal M, Vercelloni J, Lison De Loma T, Bosserelle P, Chancerelle Y, Geoffroy S, Stievenart C, Michonneau F, Penin L, Planes S, Adjeroud M (2012) Predator crown-of-thorns starfish (*Acanthaster planci*) outbreak, mass mortality of corals, and cascading effects on reef fish and benthic communities. *PLoS One.* 7: e47363-10.1371/journal.pone.0047363.
75. Reichelt RE, Bradbury RH, Moran PJ (1990) Distribution of *Acanthaster planci* outbreaks on the Great Barrier Reef between 1966 and 1989. *Coral Reefs* 9: 97-103.

76. Fabricius KE, Okaji K, De'ath B (2010) Three lines of evidence to link outbreaks of the crown-of-thorns seastar *Acanthaster planci* to the release of larval food limitation. *Coral Reefs* 29:593–605.
77. Frölicher, T., Winton, M. & Sarmiento, J. Continued global warming after CO2 emissions stoppage. *Nature Clim Change* 4, 40–44 (2014). <https://doi.org/10.1038/nclimate2060>
78. M.K. Donovan, D.E. Burkepile, C. Kratochwill, T. Shlesinger, S. Sully, T.A. Oliver, G. Hodgson, J. Freiwald, R. van Woiesik (2021) Local conditions magnify coral loss after marine heatwaves. *Science*, 372, pp. 977-980
79. Knowlton, N. (2021a). Local management matters for coral reefs. *Science* 372, 908–909. doi: 10.1126/science.abi7286
80. Israel's EAPC internet site - <https://www.eapc.co.il/blog/%d7%a7%d7%a6%d7%90%d7%90-%d7%97%d7%aa%d7%9e%d7%94-%d7%a2%d7%9c-%d7%9e%d7%96%d7%9b%d7%a8-%d7%94%d7%91%d7%a0%d7%95%d7%aa-%d7%9e%d7%97%d7%99%d7%99%d7%91-%d7%9c%d7%a9%d7%99%d7%a0%d7%95%d7%a2-%d7%a0/>
81. De Poorter, M., Darby, C., Mackay, J. (2009) Marine Menace - Alien invasive species in the marine environment. In: IUCNs (Ed.). IUCN.
82. צליל לבין, אביב אבישר, שרית ברנד-קליבנסקי, ענת ברנע, גלעד גוזני, אלכס גולדן, אודי גלושניידר, אנה טרכטברוט, יוסי כהן, נעם לוין, נעם לידר, אינה ניסנבאום, בלה סביצקי, נגה סטמבלר, טליה פונצ'ק, שירי צמח שמיר, נגה קרונפלד-שור, אלון רוטשילד, אושרי רינת וערן ברוקוביץ'. 2017. זיהום אור וצמצום. רקע מדעי, תמונת מצב ודרכי פעולה אפשריות. סיכום ותובנות של ועדת מומחים. האגודה הישראלית לאקולוגיה ולמדעי הסביבה. עמודים 74
83. זבולוני א, לוי ל, קינה ו והולצמן ר. 2019. מודל ערכיות של ערכי טבע – קווים אדומים לאיסוף דגים ממפרץ אילת כחקר מקרה. אקולוגיה וסביבה 10(3).
84. De'ath G., Moran P.J (1998) Factors affecting the behaviour of crown-of-thorns starfish (*Acanthaster planci* L.) on the Great Barrier Reef: 1: Patterns of activity, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 220 (1998) 83–106, [doi:10.1016/S0022-0981\(97\)00085-3](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(97)00085-3)
85. Guidetti P, Baiata P, Ballesteros E, Di Franco A, Hereu B, Macpherson E, et al. (2014) Large-Scale Assessment of Mediterranean Marine Protected Areas Effects on Fish Assemblages. *PLoS ONE* 9(4): e91841.
86. Edgar et al 2014. Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506: 216-220.
87. וינטרס ג., אברמוביץ ס., רילוב ג. (2015) מיפוי המרבדים של עשבי הים לאורך חופי ראש מפרץ אילת – מהן ההשלכות הסביבתיות של שימורם של בתי גידול ייחודיים אלו והאם הם יכולים לשמש כביואינדיקטורים לשרותי מערכת ימית?
88. Loya, Y., Eyal, G., Treibitz, T. et al. Theme section on mesophotic coral ecosystems: advances in knowledge and future perspectives. *Coral Reefs* 35, 1–9 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00338-016-1410-7>
89. Hughes TP, Tanner JE (2000) Recruitment failure, life histories, and long-term decline of Caribbean corals. *Ecology* 81:2250–2263
90. Rocha, L. A., H. T. Pinheiro, B. Shepherd, Y. P. Papastamatiou, O. J. Luiz, R. L. Pyle, and P. Bongaerts. 2018. Mesophotic coral ecosystems are threatened and ecologically distinct from shallow water reefs. *Science* 361: 281– 284.
91. Bethan C. O'Leary et al., "Effective Coverage Targets for Ocean Protection," *Conservation Letters* (April 21, 2016).
92. Roberts, C. M., J. A. Bohnsack, F. Gell, J. P. Hawkins, and R. Goodridge (2001) Effects of marine reserves on adjacent fisheries. *Science* 294:1920–1923.
93. Russ, G. R., A. C. Alcala, A. P. Maypa, H. P. Calumpong, and A. T. White. 2004. Marine reserve benefits local fisheries. *Ecological Applications* 14:597–606.

94. Abesamis, Rene A., and Russ, Garry R. (2005) Density-dependent spillover from a marine reserve: long-term evidence. *Ecological Applications*, 15 (5). pp. 1798-1812.

740? Sade, A., Hall, J. K., Tibor, G., Niemi, T. M., Ben-Avraham, Z., Al-Zoubi, A. A., Hartman, G., Akawwi, E., Abueladas, A. R., & Amit, G. (2008). The Israel National Bathymetric Survey: Northern Gulf of 'Aqaba/Elat poster. *Israel Journal of Earth Sciences*, 57(2), 139-144.

741? Fishelson L, Baranes A. Observations on the Oman Shark, *Iago omanensis* (Triakidae), with emphasis on the morphological and cytological changes of the oviduct and yolk sac during gestation. *J Morphol.* 1998 Jun;236(3):151-165.

742? Fernandez-Arcaya U, Ramirez-Llodra E, Aguzzi J, Allcock AL, Davies JS, Dissanayake A, Harris P, Howell K, Huvenne VAI, Macmillan-Lawler M, Martín J, Menot L, Nizinski M, Puig P, Rowden AA, Sanchez F and Van den Beld IMJ (2017) Ecological Role of Submarine Canyons and Need for Canyon Conservation: A Review. *Front. Mar. Sci.* 4:5. doi: 10.3389/fmars.2017.00005

נספחים

להלן קישורים לנספחים:

נספח 1 - רשימת המינים המוגנים

נספח 2 - קריטריונים לאפיון יחידות אקולוגיות

נספח 3 - חלוקה לתת-יחידות אקולוגיות

נספח 4 - קווים מנחים בנושא גינון בקרבת מפרץ אילת

נספח 5 - עקרונות מנחים להצבת שוניות מלאכותיות בצפון מפרץ אילת

נספח 6 - הנחיות בנושא פיזור חול בחופי אילת

נספח 7 - סקרי כרישים ובטאים באילת