

סיכונים סביבתיים לאורך מימי החופין של ישראל בים תיכון (ממצאי הניטור הלאומי)

פרופ' ברק חרות

חיא"ל, דקאן הפקולטה למדעי הים ברופין

על מה נדבר:

✓ תכנית הניטור הלאומית - פרופיל

✓ סיכונים ממקור ימי/גלובלי: זיהום שמן; שינויי אקלים

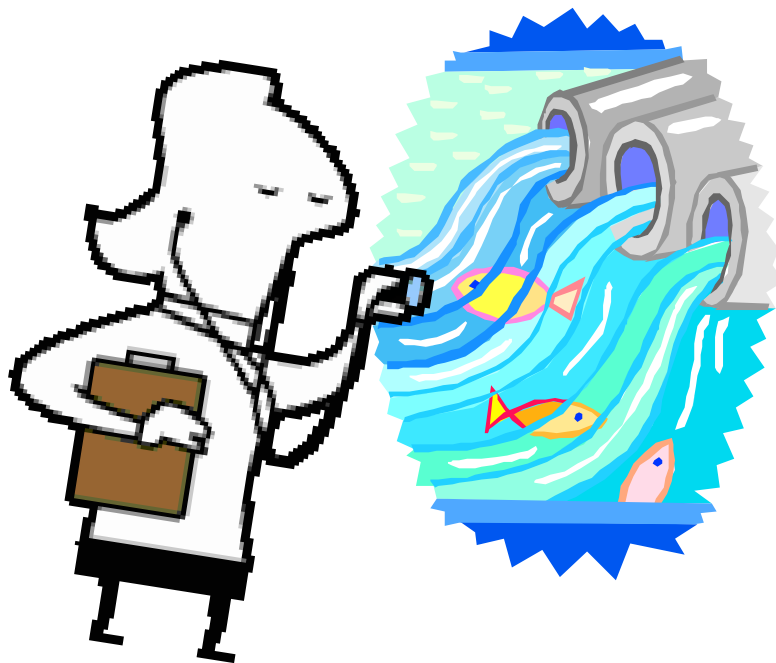
✓ סיכונים ממקור יבשתי בזיהום ים: הצגת case studies

■ כספית

■ חומרי דשן/ביוב בשפכי נחלים

■ ביוב מעזה

■ זיהום TBT בנמלים ומעגנות





50 מיליון ש"ח
2019 – 2029

החלטות ממשלה

אישור תכנית לאומית מורחבת לניטור הים התיכון

מספר החלטה: 4399

מאת: משרד ראש הממשלה

יחידה: מזכירות הממשלה

ממשלה: הממשלה ה-34, בנימין נתניהו

תאריך פרסום: 23.12.2018

נספח - תכנית הניטור הלאומית של ישראל
ביום התיכון הצעה מורחבת – 146 עמודים

רקע, חזון, מטרות ויעדים

**חזון - שמירה על הסביבה הימית לאור ניצול הפוטנציאל
הגלום בה לטובת אזרחי המדינה והדורות הבאים.**

EU-Marine Strategy Framework Directive (MSFD) and Mediterranean Action Plan-Ecosystem Approach Strategy (MAP-ECAP)

The UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030) "the science we need for the ocean we want"



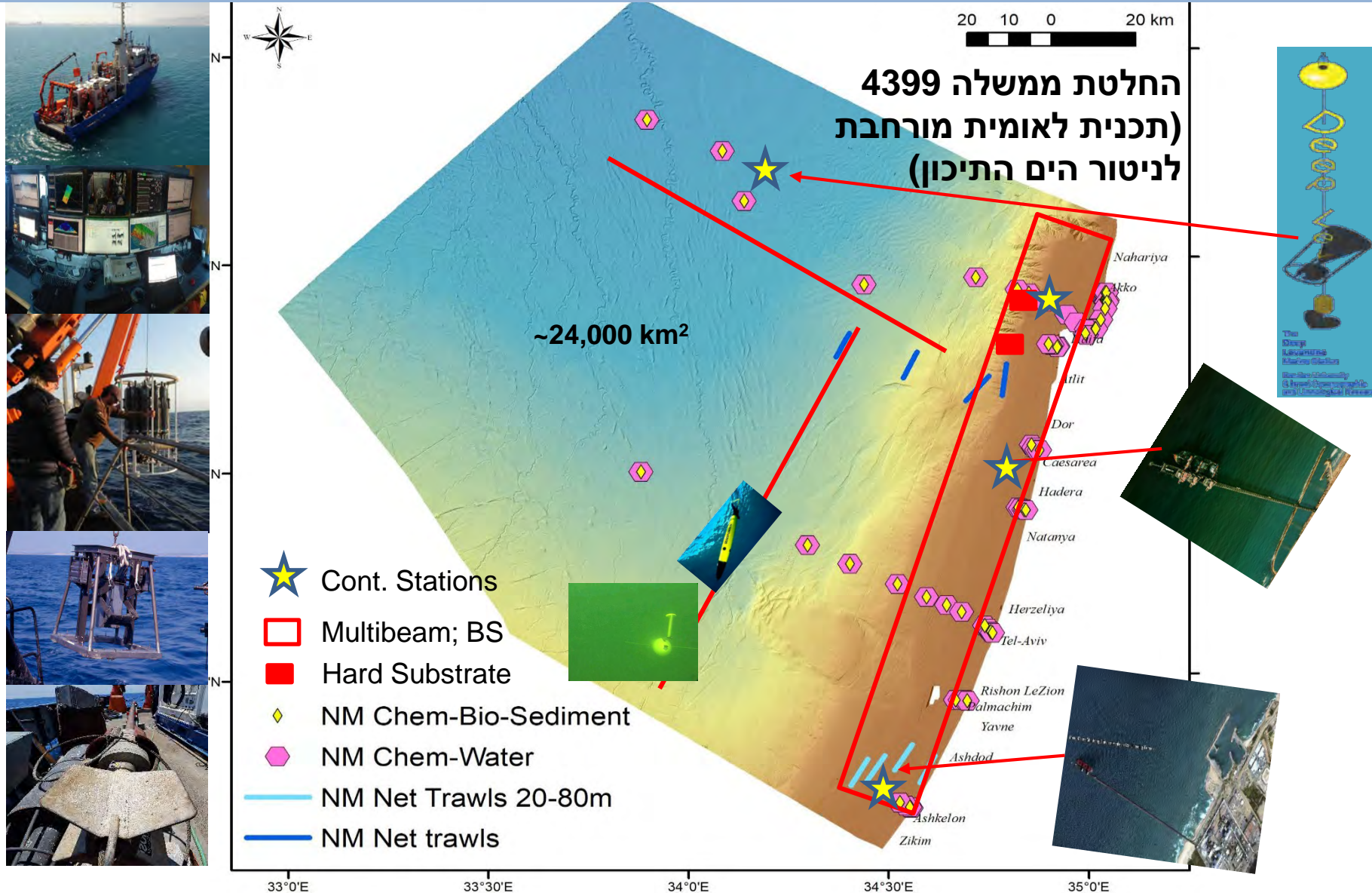
Table 3. Comparison between EU-Marine Strategy Framework Directive (MSFD) and Mediterranean Action Plan-Ecosystem Approach Strategy (MAP-ECAP) vision, strategic goals, and ecological objectives already defined. With the exception of MAP-ECAP Objective 8 they are almost identical

EU-MSFD	MAP-ECAP
Good Environmental Status (GENS)	VISION A healthy Mediterranean with marine and coastal ecosystems that are productive and biologically diverse for the benefit of present and future generations
(i) to protect more effectively the marine environment across Europe;	STRATEGIC GOALS (i) to protect, allow recovery and, where practicable, restore the structure and function of marine and coastal ecosystems thus also
(ii) to achieve by 2020 an economy	(ii) to prevent, reduce, and manage the vulnerability of the sea and the coasts to risk induced by human activities and natural events (UNEP-MAP 2008)
(iii) to constitute the vital environmental component of the Union's future maritime policy, designed to achieve the full economic potential of oceans and seas in harmony with the marine environment.	(iii) to prevent, reduce, and manage the vulnerability of the sea and the coasts to risk induced by human activities and natural events (UNEP-MAP 2008)
DESCRIPTOR / OBJECTIVES	ECOLOGICAL OBJECTIVES
1. Biological diversity is maintained. The quality and occurrence of habitats and the distribution of species	1. Biological diversity is maintained or enhanced. The quality and occurrence of coastal and marine habitats and the distribution and abundance of coastal and marine species are in line with prevailing physiographic, hydrographic, geographic, and climatic conditions.
2. Nonindigenous species introduced by human activities are at levels that do not adversely alter the ecosystems	2. Nonindigenous species introduced by human activities are at levels that do not adversely alter the ecosystem.
3. Populations of all commercially exploited fish and shellfish are within safe biological limits, exhibiting a population age and size distribution that is indicative of a healthy stock.	3. Populations of selected commercially exploited fish and shellfish are within biologically safe limits, exhibiting a population age and size distribution that is indicative of a healthy stock.
4. All elements of the marine food webs, to the extent that they are known, occur at normal abundance and diversity and levels capable of ensuring the long-term abundance of the species and the retention of their full reproductive capacity.	4. Alterations to components of marine food webs caused by resource extraction or human-induced environmental changes do not have long-term adverse effects on food web dynamics and related viability.
5. Human-induced eutrophication is minimized, especially adverse effects thereof, such as losses in biodiversity, ecosystem degradation, harmful algae blooms, and oxygen deficiency in bottom waters.	5. Human-induced eutrophication is prevented, especially adverse effects thereof, such as losses in biodiversity, ecosystem degradation, harmful algal blooms, and oxygen deficiency in bottom waters.
6. Sea-floor integrity is at a level that ensures that the structure and functions of the ecosystems are safeguarded and benthic ecosystems, in particular, are not adversely affected.	6. Sea-floor integrity is maintained, especially in priority benthic habitats.
7. Permanent alteration of hydrographical conditions does not adversely affect marine ecosystems.	7. Alteration of hydrographical conditions does not adversely affect coastal and marine ecosystems.
8. Concentrations of contaminants are at levels not giving rise to pollution effects.	8. The natural dynamics of coastal areas are maintained and coastal ecosystems and landscapes are preserved.
9. Contaminants in fish and other seafood for human consumption levels established by community legislation or other relevant standards.	9. Contaminants cause no significant impact on coastal and marine ecosystems and human health.
10. Properties and quantities of marine litter do not cause harm to the coastal and marine environment.	10. Marine and coastal litter does not adversely affect coastal and marine environments.
11. Introduction of energy, including underwater noise, is at levels that do not adversely affect the marine environment.	11. Noise from human activities causes no significant impact on marine and coastal ecosystems.

מטרות

- 1. הערכת מצב הסביבה הימית בים התיכון של ישראל ויצירת בסיס מדעי ארוך טווח לקבלת החלטות בהקשר להגנה על הסביבה הימית, ובכלל זה אכיפת ההוראות של החקיקה הלאומית בעניין מניעת זיהום הים, שמירה על המערכת האקולוגית, יישום האמנות הבינלאומיות הרלוונטיות, ותמיכה בקבלת החלטות על שימור, ניצול בר קיימא וניהול הסביבה הימית של ישראל ומשאביה.**
- 2. שיפור הידע הקיים על הסביבה החופית והימית בישראל בראיה אסטרטגית של מתן מענה למקבלי ההחלטות בנושאים הקשורים בניצולם לצורך פיתוח תשתיות לאומיות תוך הקפדה על ניצול בר-קיימא ושמירת הסביבה הימית**
- 3. ריכוז, תיעוד, שמירה והפצת נתונים על הסביבה הימית של ישראל באמצעות "מרכז המידע הימי הלאומי".**
- 4. יצירת בסיס מדעי וכלים אופרטיביים לצורך תמיכה בתהליכי קבלת החלטות בזמן אמת באירועי קיצון כדוגמת זיהומים או אירועי צונאמי.**

Monitoring sites at the SE Mediterranean Sea



דוחות שנתיים של תכנית הניטור הלאומית בים תיכון

החלטת ממשלה 4399 (תכנית
לאומית מורחבת לניטור הים התיכון)

- ✓ **Mediterranean Action
Plan Ecosystem
Approach Strategy –
MAP-ECAP (Ecological
Objectives & Indicators)
[~MSFD]**
- ✓ **Climate Change**

ניטור שינויי אקלים והמערכת ההידרוגרפית
ניטור שינויים תרמו-הליניים ונתוני מדידה רציפה
ניטור שינויי מפלס ים
ניטור שינויים רב-שנתיים ברמת החמצן המומס והנוטריינטים

ניטור זיהום ים

ניטור כימי של מזהמים במים ובסדימנטים
ניטור כימי של מזהמים במעגנות ונמלים
ניטור כימי של מזהמים בבעלי חיים ימיים

ניטור המגוון הביולוגי

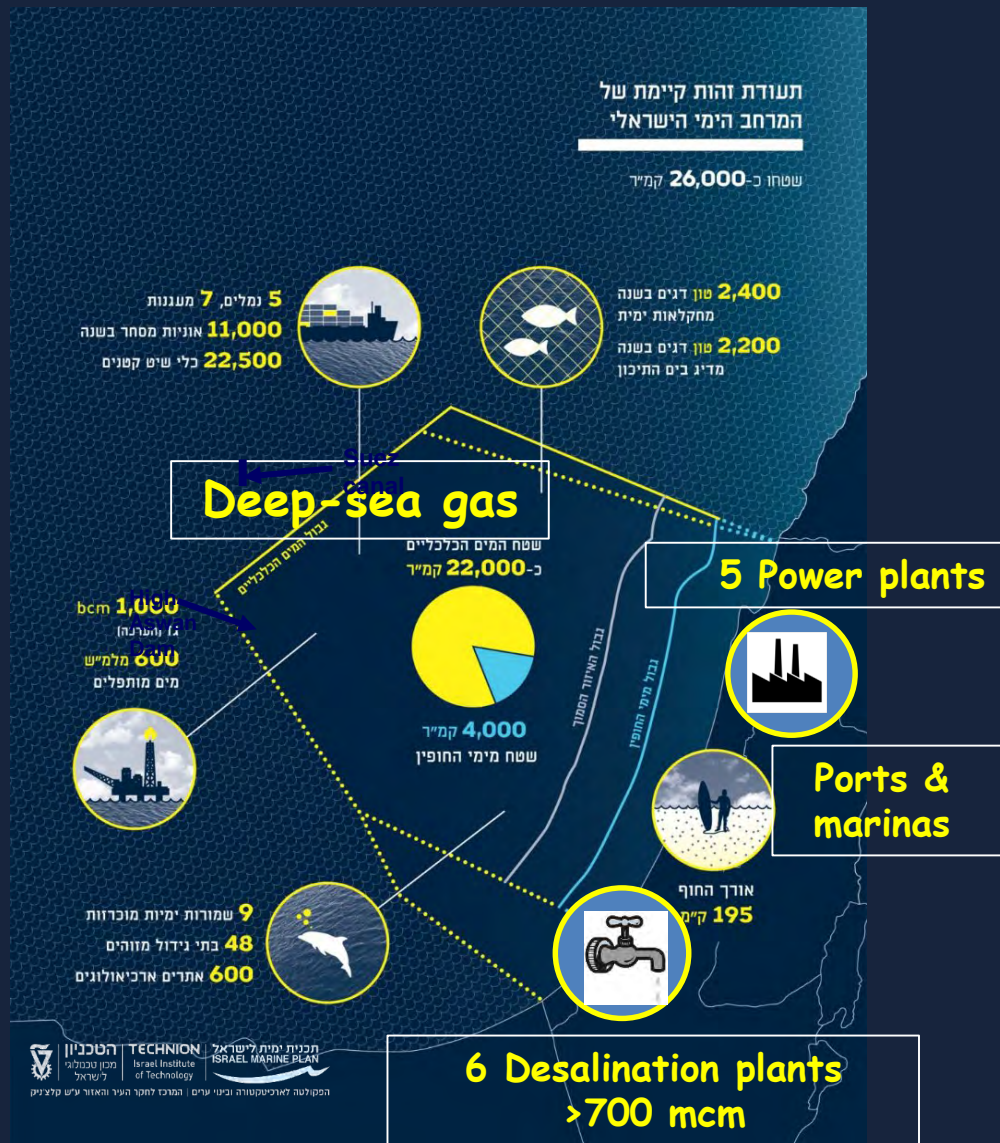
ניטור ביולוגי ואקולוגי של פיטופלנקטון ופיקופיטופלנקטון
ניטור ביולוגי ואקולוגי של המערכת הבקטריאלית
ניטור ביולוגי ואקולוגי של זואופלנקטון
ניטור ביולוגי ואקולוגי של חי תוך המצע
ניטור ביולוגי ואקולוגי של חי על המצע הרך
ניטור חברות אקולוגיות בחוף הסלעי ובמצע הקשה
טקסונומיה מולקולרית (barcoding) של המגוון הביולוגי

ניטור פסולת ימית

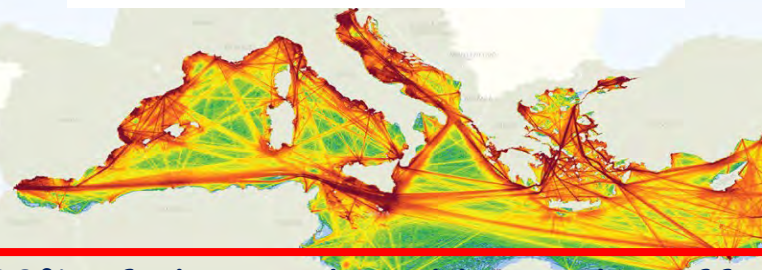
ניטור שלמות הקרקעית והיבטים סדימנטולוגיים

Dramatic change - main source of energy and drinking water

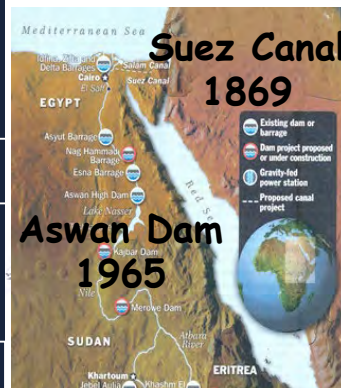
Basin scale/Global/Climate Changes



Density of maritime traffic

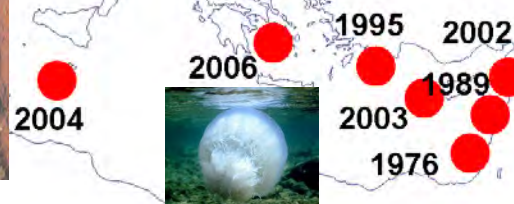


30% of the total world vessel traffic

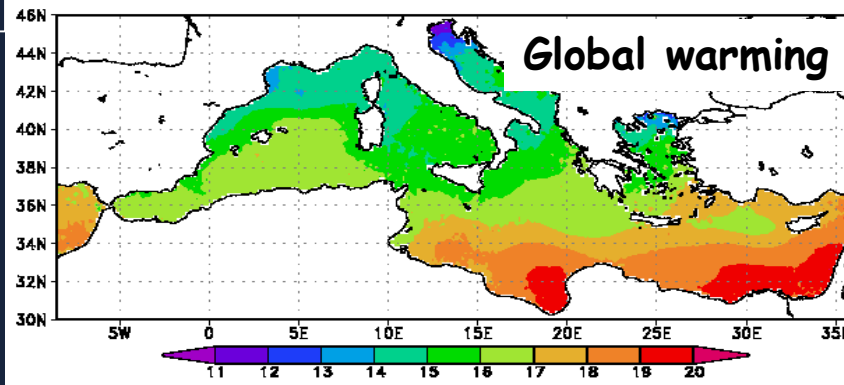


Invasive species

Rhopilema nomadica

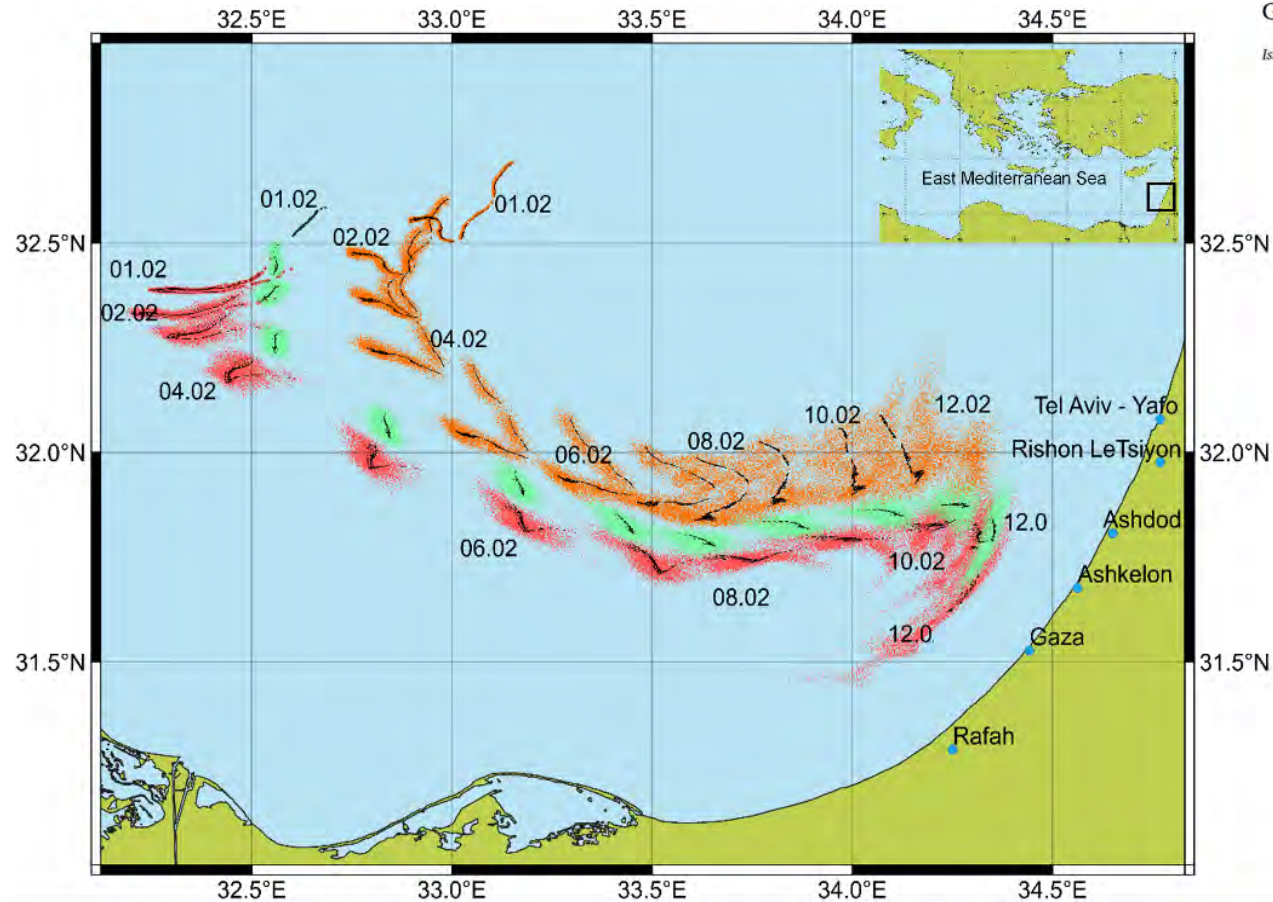


Global warming



High Risk of oil spill - intense traffic density & oil shipments

~18% of global seaborne crude oil shipments take place within or through the Mediterranean. (421 million tonnes in 2006)



Tar pollution event (2021) at the Southeastern Levantine oligotrophic basin, short-term impacts and operational oceanography perspectives

B. Herut^{*}, R. Goldman, T. Ozer, A. Lazar, E. Biton, I. Gertman, J. Silverman, Y. Segal, G. Sisma-Ventura, Y. Gertner, M. Rubin-Blum, N. Belkin, E. Rahav

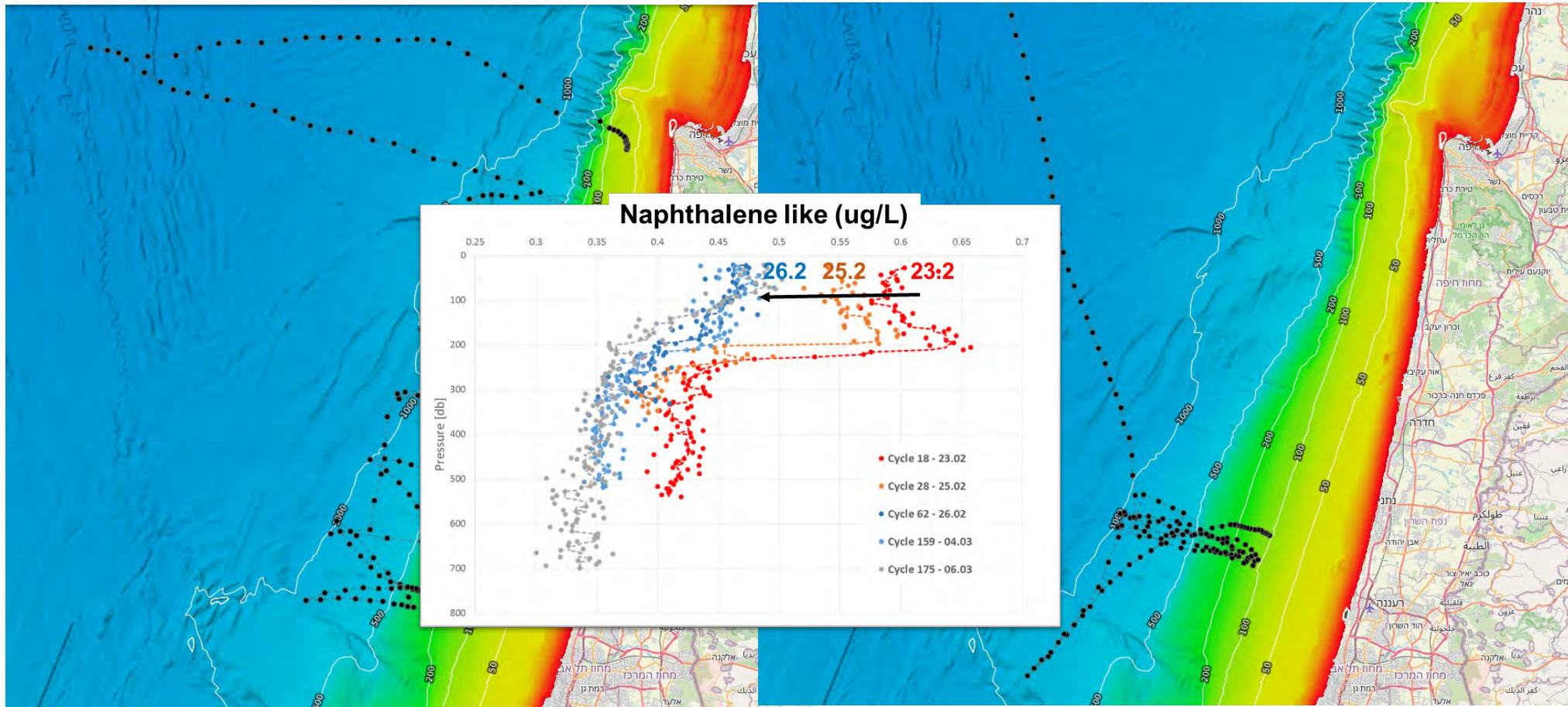
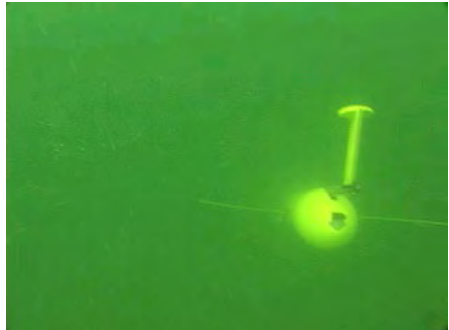
Israel Oceanographic and Limnological Research, National Institute of Oceanography, Haifa 310800, Israel



Tar Pollution Event - Related Glider Missions

Sea026 / M062 / 07.02–05.03 2021

Sea013 / M157 / 23.02–10.03 2021

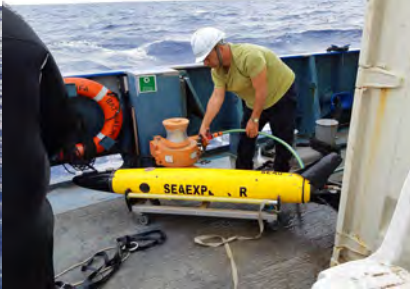



 מכון ויצמן למדע
 WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE


 חקר ימים ואגמים לישראל
 Israel Oceanographic & Limnological Research

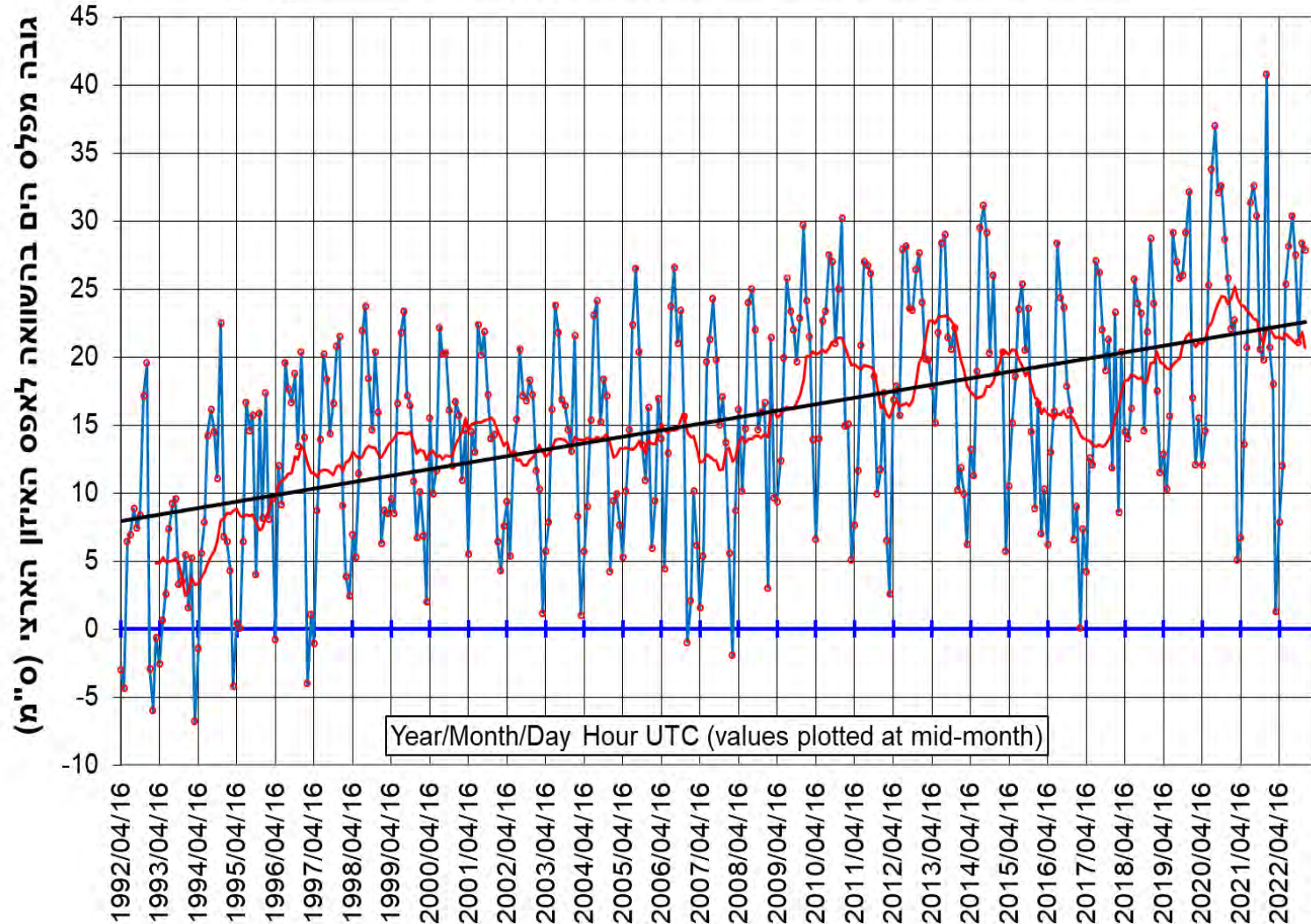

 האוניברסיטה העברית בירושלים
 The Hebrew University of Jerusalem


 MERCER
 Mediterranean Sea Research Center of Israel



ניטור שינויי אקלים והמערכת ההידרוגרפית – עלית מפלס הים

תחנת מדידת מפלס ים (GLOSS #80) מול חדרה כ- 2.2 ק"מ מהחוף

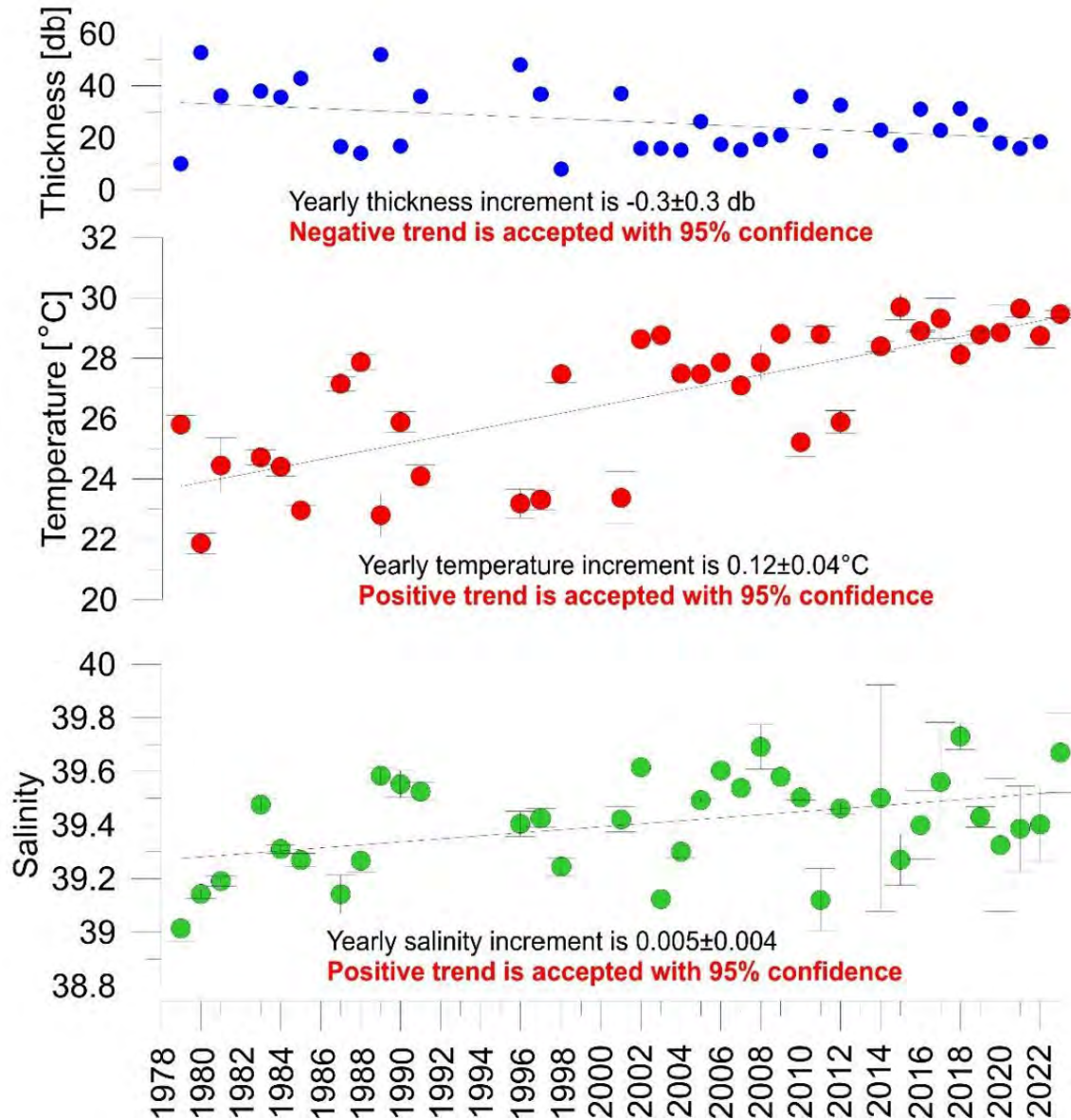


בשנים 1992 - 2023
נמדדה עלייה
ממוצעת של כ-4.7
מ"מ בשנה בתחנה
בחדרה בהשוואה ל
3.4 מ"מ בשנה
בממוצע גלובאלי
באותה התקופה.

מפלס
ים



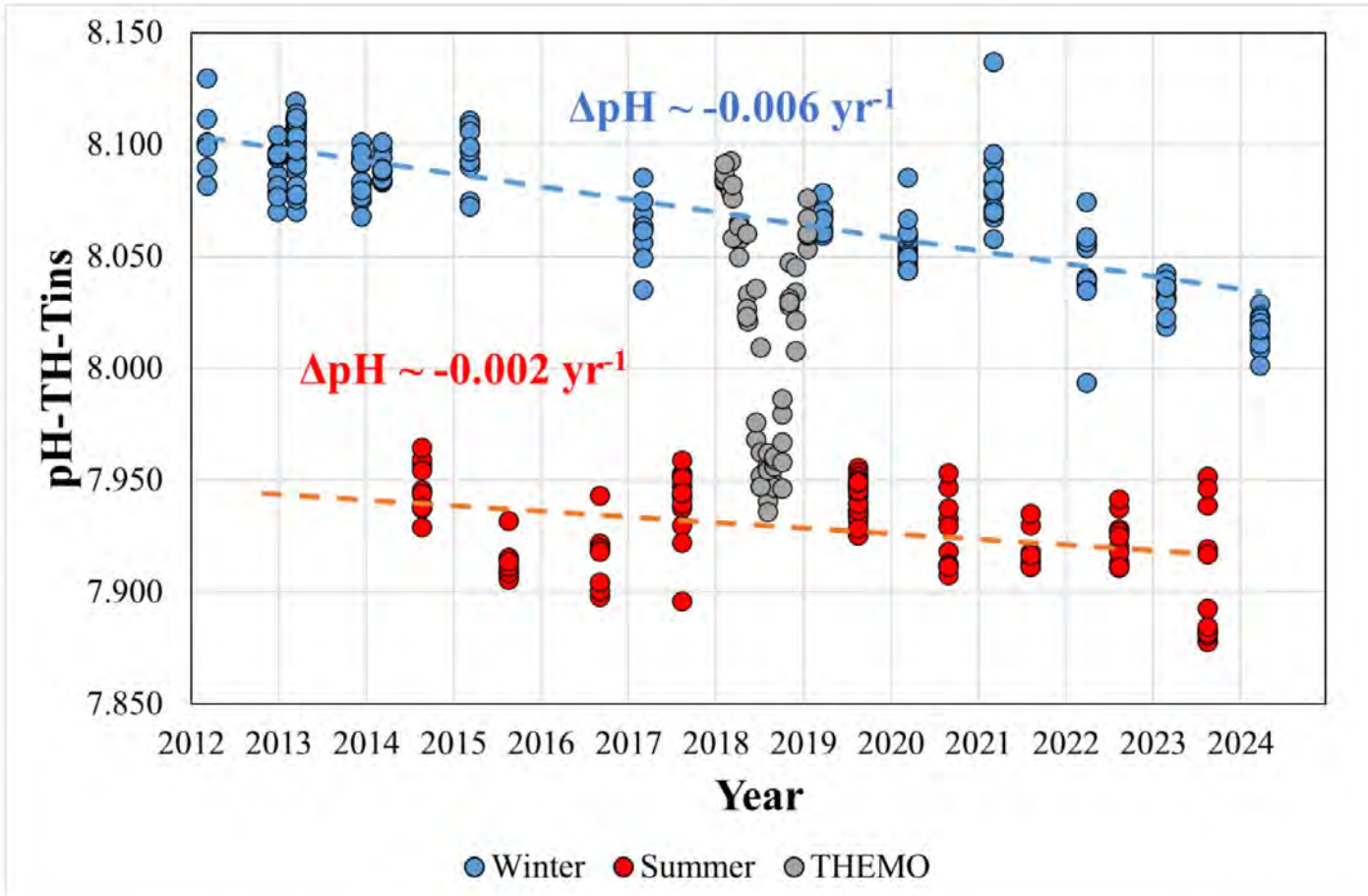
ניטור שינויי אקלים והמערכת ההידרוגרפית – התחממות והמלחה



<p>• נמשכת מגמת עלייה בקצב שנתי של 0.04 ± 0.12 °C בים הפתוח ובין 0.054 ל-0.061 במים החופיים בדומה לתחזית IPCC לשינויי בין 0.055 °C ל-0.069 °C לשנה</p>	<p>טמפרטורת מי שטח בים הפתוח ומים חופיים</p>
<p>• נמשכת מגמת התמלחות בקצב שנתי של 0.005 ± 0.004 בים הפתוח. לא נמצא קשר בין המשקעים השנתיים למגמת המליחות הרב שנתית</p>	<p>מליחות ים פתוח ומים חופיים</p>



ניטור שינויי אקלים והמערכת ההידרוגרפית – החמצת מי הים



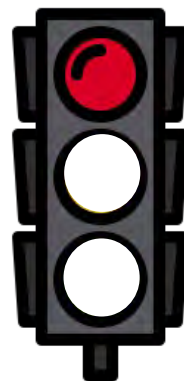
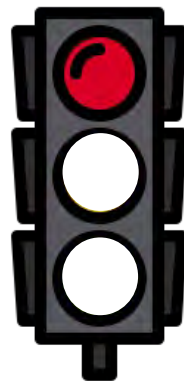
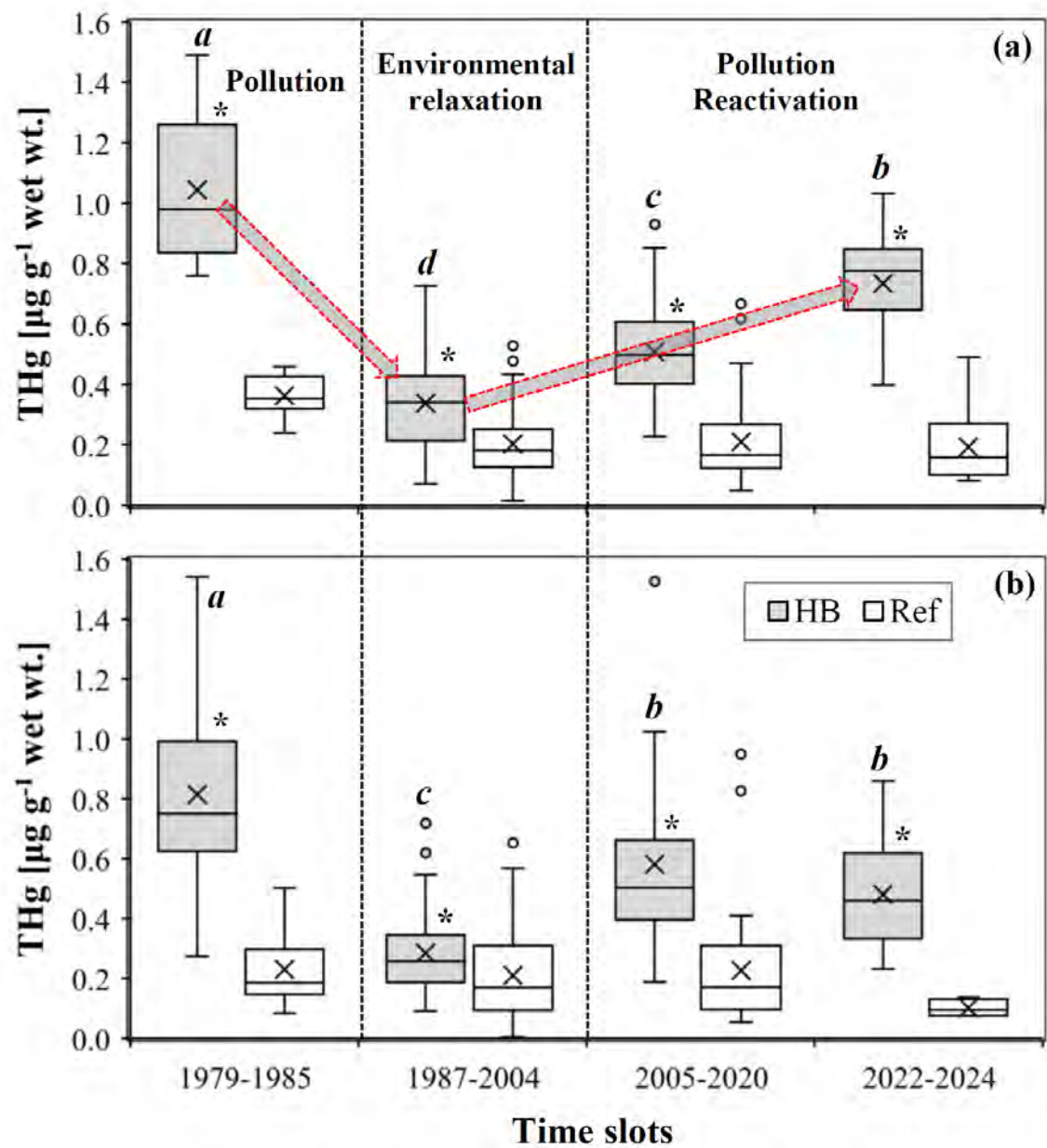
קצב השינוי של pH בתקופת החורף הינו - 0.006 לשנה, קצב הגבוה בפקטור של 3 מהמוצע במי השטח של האוקיינוסים

החמצת מי הים במים הפתוחים

<https://www.eea.europa.eu/ims/ofs/cean-acidification>



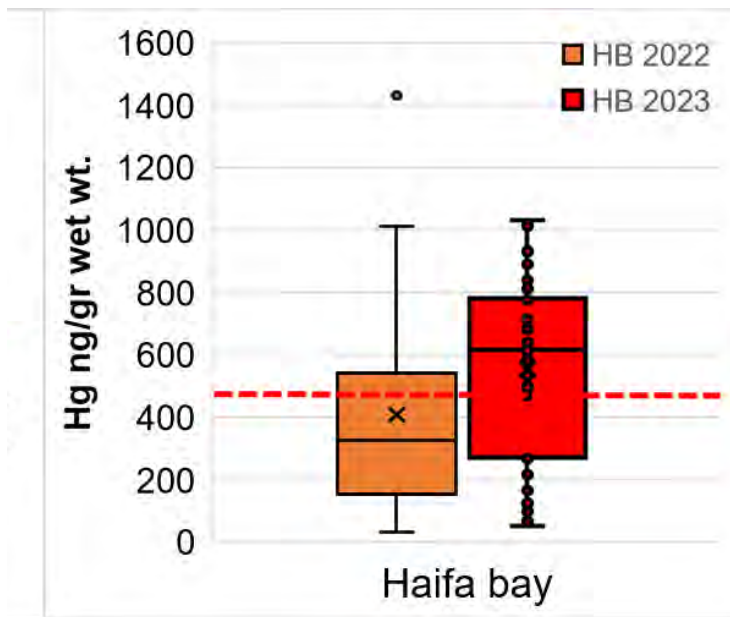
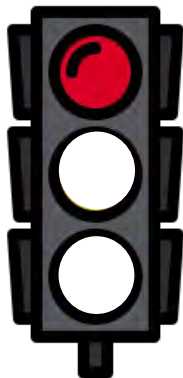
ניטור זיהום ים – זיהום כספית



אזהרת כספית



ניטור זיהום ים – זיהום כספית



Choose a variety of fish that are lower in mercury.
 While it is important to limit mercury in the diets of those who are pregnant or breastfeeding and children, many types of fish are both nutritious and lower in mercury.
 This chart can help you choose which fish to eat, and how often to eat them, based on their mercury levels.

What is a serving? As a guide, use the palm of your hand.

Pregnancy and breastfeeding: 1 serving is 4 ounces
Eat 2 to 3 servings a week from the "Best Choices" list (OR 1 serving from the "Good Choices" list).

Childhood: On average, a serving is about:
 1 ounce at age 1 to 3
 2 ounces at age 4 to 7
 3 ounces at age 8 to 10
 4 ounces at age 11
Eat 2 servings a week from the "Best Choices" list.

Best Choices			Good Choices		
Anchovy	Herring	Scallop	Bluefish	Monkfish	Tilefish (Atlantic Ocean)
Atlantic croaker	Lobster	Shad	Buffalofish	Rockfish	Tuna, albacore/white tuna, canned and fresh/frozen
Atlantic mackerel	American and spiny	Shrimp	Carp	Sablefish	Tuna, yellowfin
Black sea bass	Mullet	Skate	Chilean sea bass/Patagonian toothfish	Sheepshead	Weakfish/seatrout
Butterfish	Oyster	Smelt	Grouper	Snapper	White croaker/Pacific croaker
Catfish	Pacific chub mackerel	Sole	Halibut	Spanish mackerel	
Clam	Perch, freshwater and ocean	Squid	Mahi mahi/dolphinfish	Striped bass (ocean)	
Cod		Tilapia			
Crab	Pickering	Trout, freshwater			
Crawfish	Plaice	Tuna, canned light (includes skipjack)			
Flounder	Pollock	Whitefish			
Haddock	Salmon	Whiting			
Hake	Sardine				

Choices to Avoid HIGHEST MERCURY LEVELS

King mackerel	Shark	Tilefish (Gulf of Mexico)
Marlin	Swordfish	Tuna, bigeye
Orange roughy		

What about fish caught by family or friends? Check for fish and shellfish advisories to tell you how often you can safely eat those fish. If there is no advisory, eat only one serving and no other fish that week. Some fish caught by family and friends, such as larger carp, catfish, trout and perch, are more likely to have fish advisories due to mercury or other contaminants.

www.FDA.gov/fishadvice
 www.EPA.gov/fishadvice

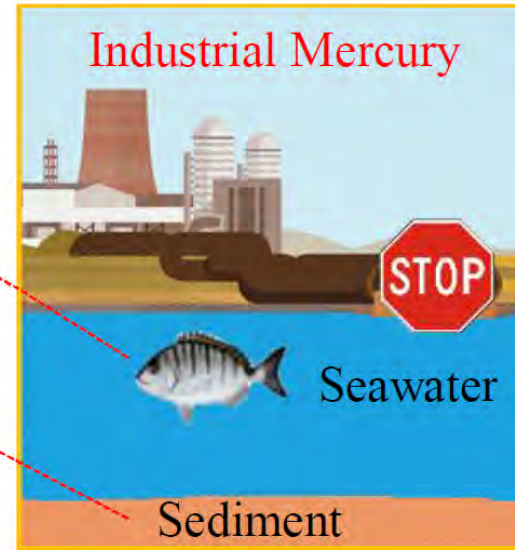
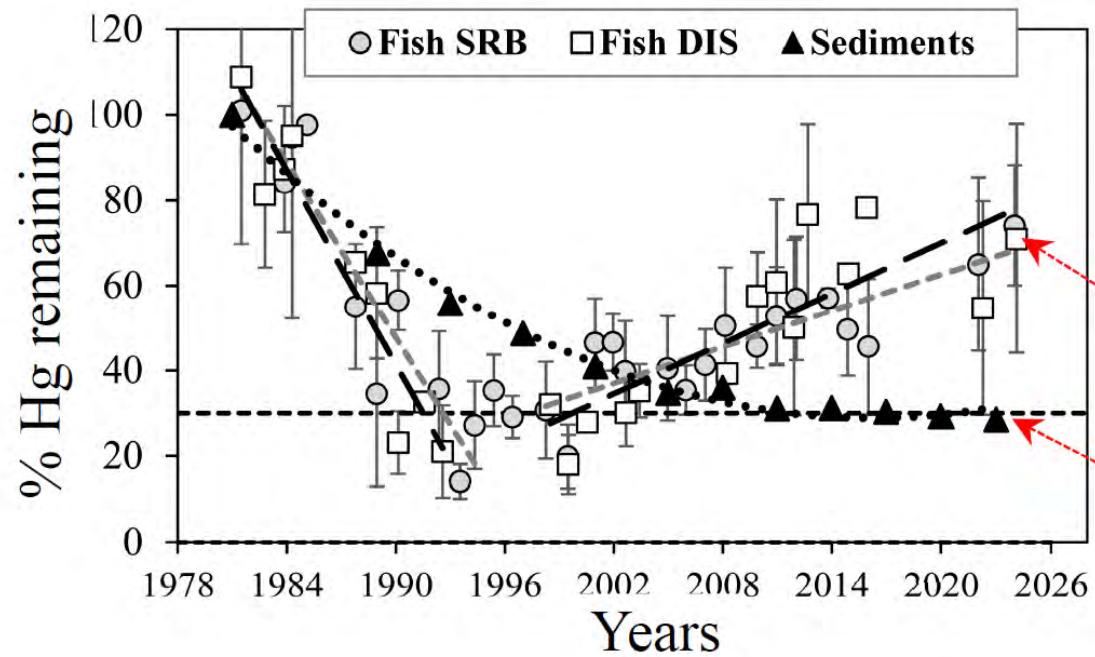
† This advice refers to fish and shellfish collectively as "fish" / Advice revised October 2021

חריגות בריכוזי הכספית של דגים ממפרץ חיפה בכ- 50% מהדגים שנדגמו. הומלץ לשקול הפסקת השיווק של דגים אלה.

מומלץ לפרסם המלצות תזונתיות לכמות מקסימאלית מומלצת של צריכת דגים לפי אוכלוסיות (נשים בהריון, ילדים לפי גיל) ולפי קבוצות של מיני דגים, כמקובל בארה"ב.

מזהמים בדגים חופיים

ניטור זיהום ים – זיהום כספית





Journal of Hazardous Materials 490 (2025) 137760

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Journal of Hazardous Materials

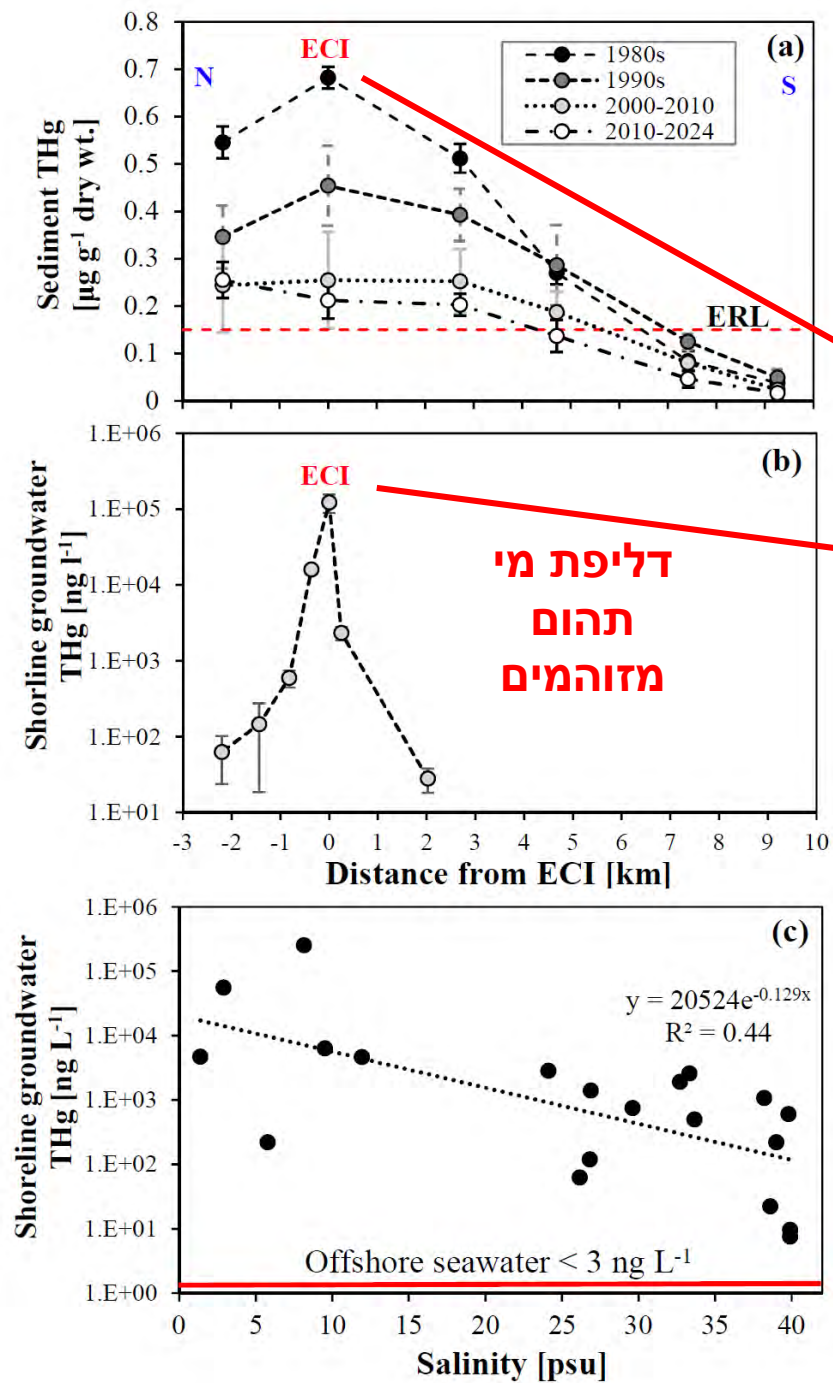
journal homepage: www.elsevier.com/locate/jhazmat



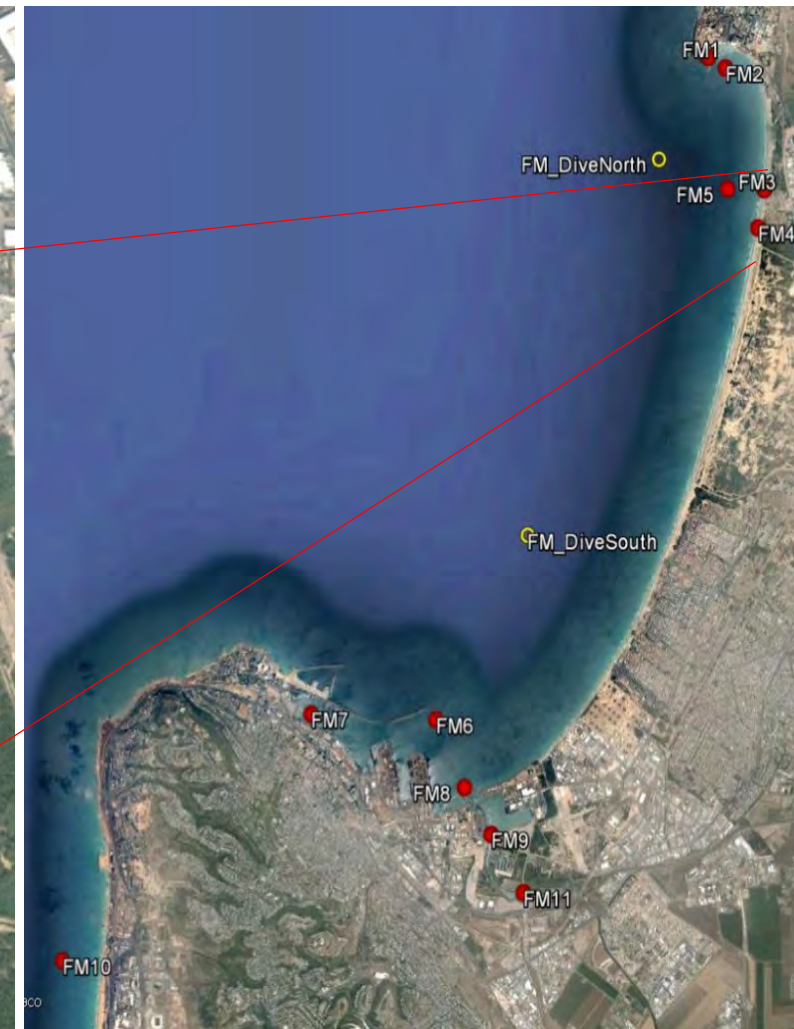
Long-term (1979–2024) trends and remobilization process of mercury pollution, the case study of Haifa Bay, Southeast Mediterranean Sea

Guy Sisma-Ventura ^{*}, Yael Segal, Yaron Gertner, Maya Mar Mori, Maria Abu Hadra, Eli Biton ^{*}, Aviv Shachnai, Barak Herut ^{*,1}

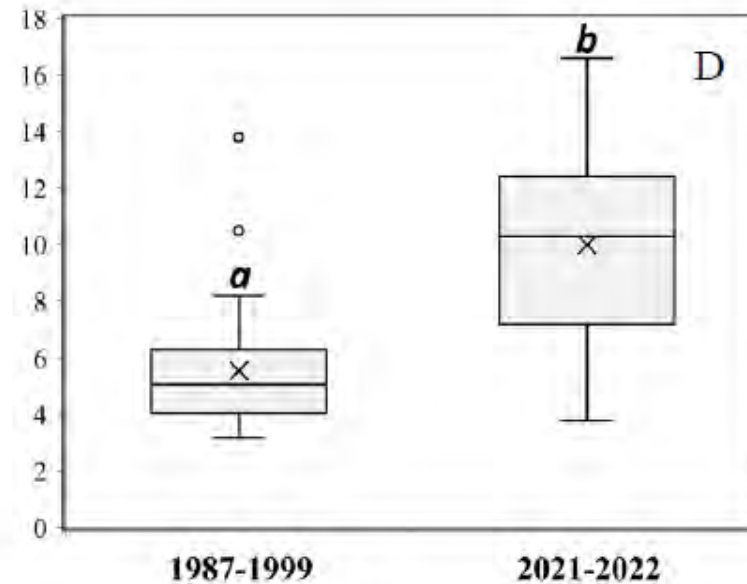
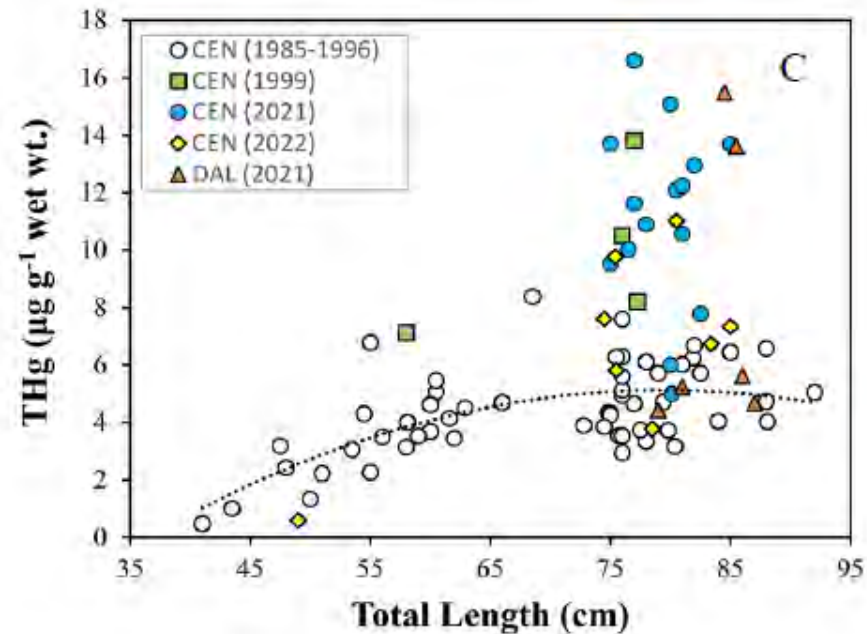
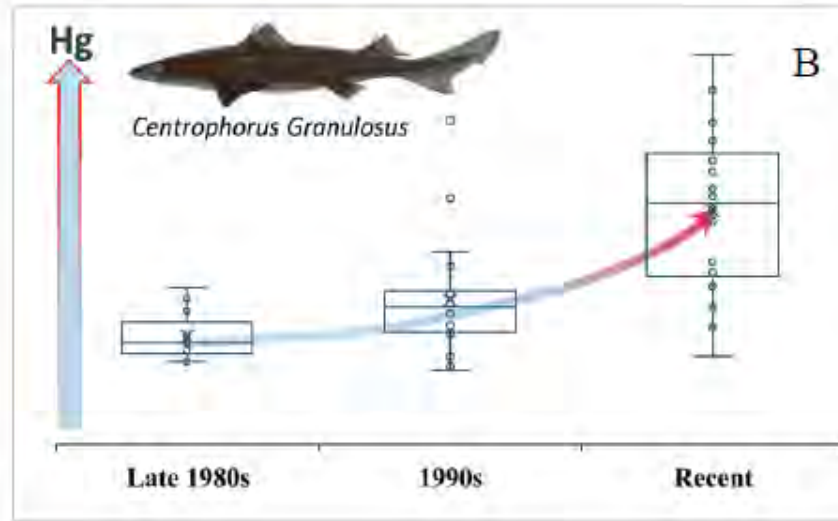
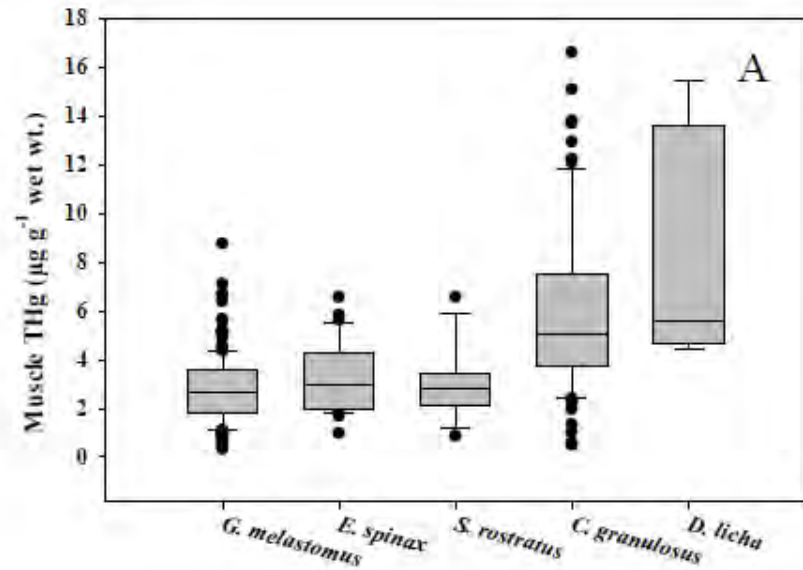
ניטור זיהום ים – זיהום כספית



**דליפת מי
תהום
מזוהמים**



ניטור זיהום ים – זיהום כספית בכרישי עומק



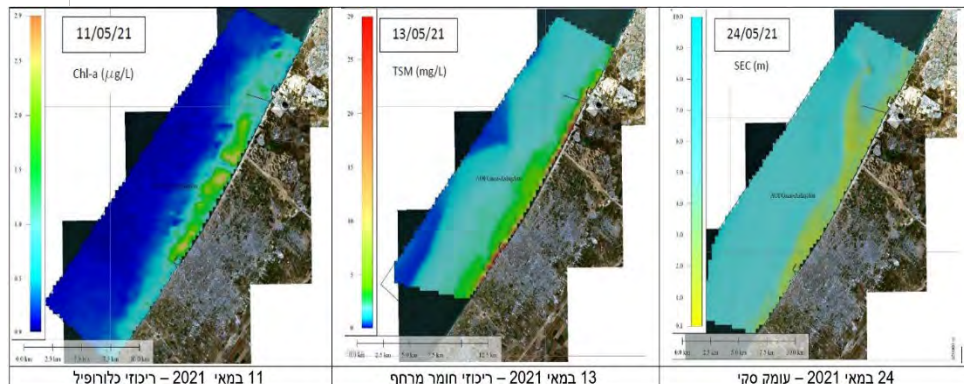
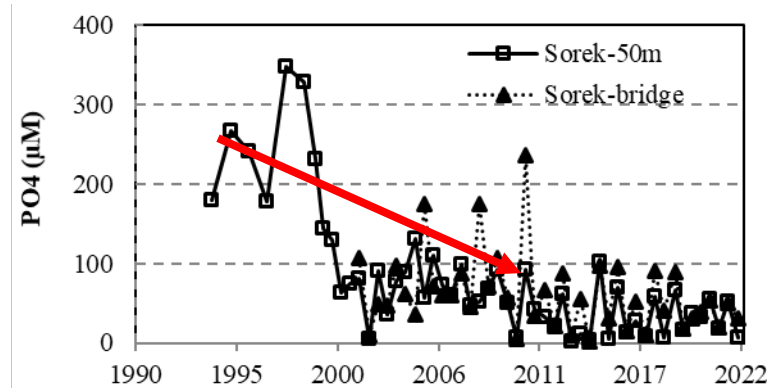
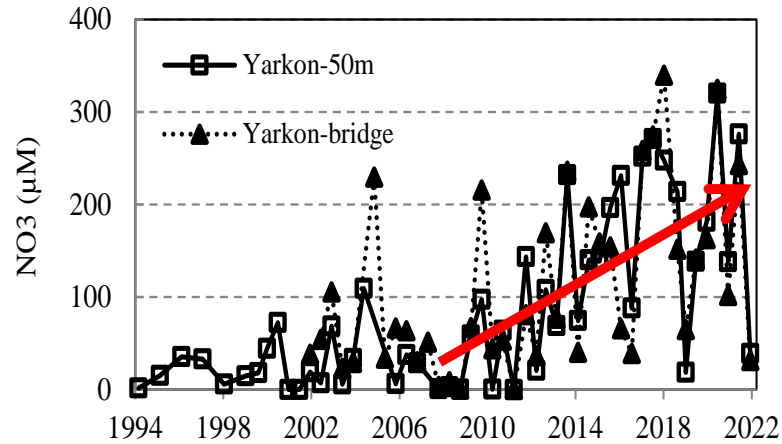
Full length article

Exceptionally high levels of total mercury in deep-sea sharks of the Southeastern Mediterranean sea over the last ~ 40 years

Guy Sisma-Ventura^{*}, Jacob Silverman, Yael Segal, Hagar Hauzer, Maria Abu Khadra, Nir Stern, Tamar Guy-Haim, Barak Herut^{*}

^{*}Israel Oceanographic and Limnological Research, National Institute of Oceanography, Haifa 31080, Israel

ניטור זיהום ים – שפכי נחלים / ים רדוד

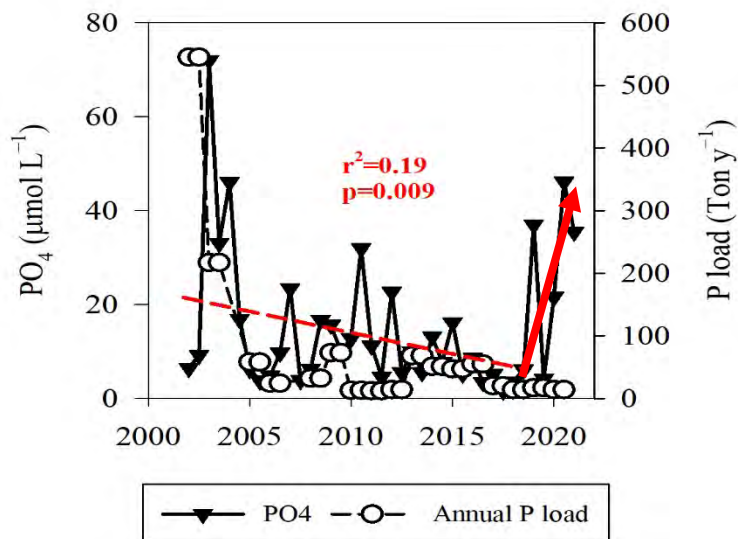
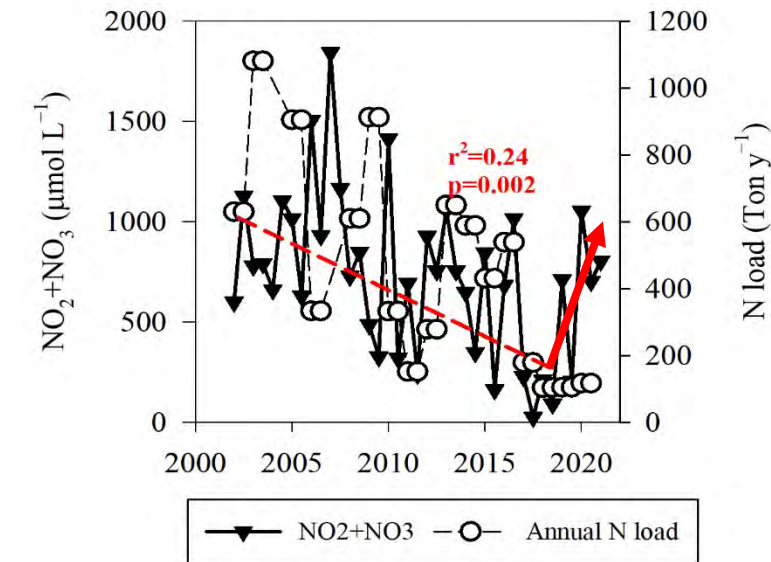


1. נצפית מגמת עליה בריכוזי הניטראט בנחלים: ירקון (2011 – 2022); תנינים (2000 – 2023) ונעמן (2017 – 2023) ובמידה מסוימת גם בשפך נחל אלכסנדר. נצפית מגמת עליה בריכוזי אמוניום בנחלי אלכסנדר (2012 – 2021), ככל הנראה מהגברת הזרמות קולחים/ביוב. בהתאם נצפית בנחל אלכסנדר גם עליה מסוימת בריכוזי הפוספט.

3. מעקב אחר ריכוזי הכלורופיל באמצעות צילומי לוויין מראה השפעה אפשרית של הדלתא של הנילוס, ובנוסף הזרמת ביוב מעזה על החופים הדרומיים, ובכלל זה באזור היניקה של מתקן ההתפלה באשקלון.

**נוטריינטים
וכלורופיל
בנחלי
החוף
ובמדף
הרדוד**

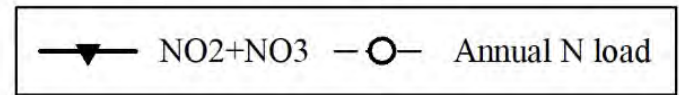
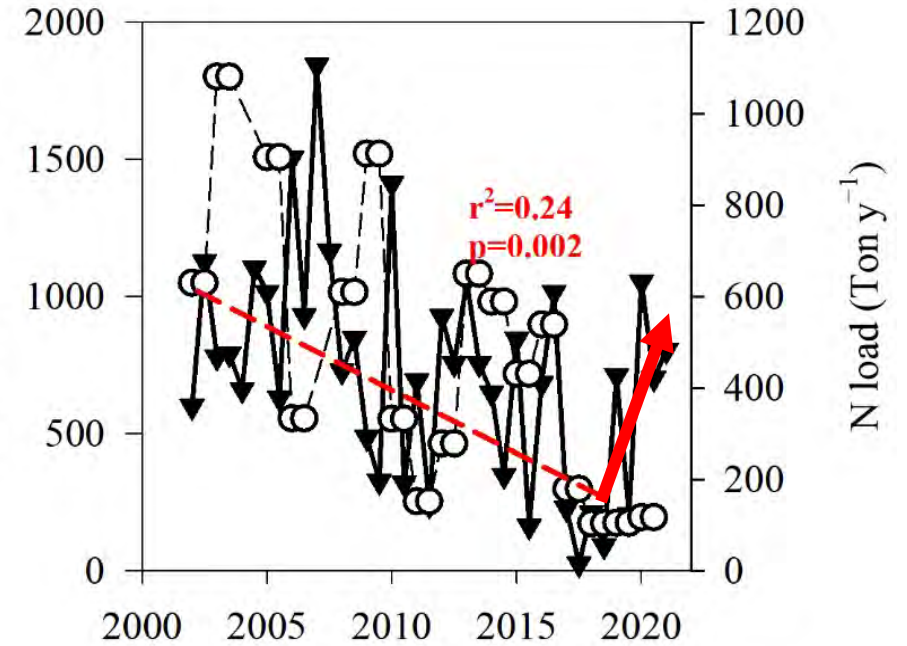
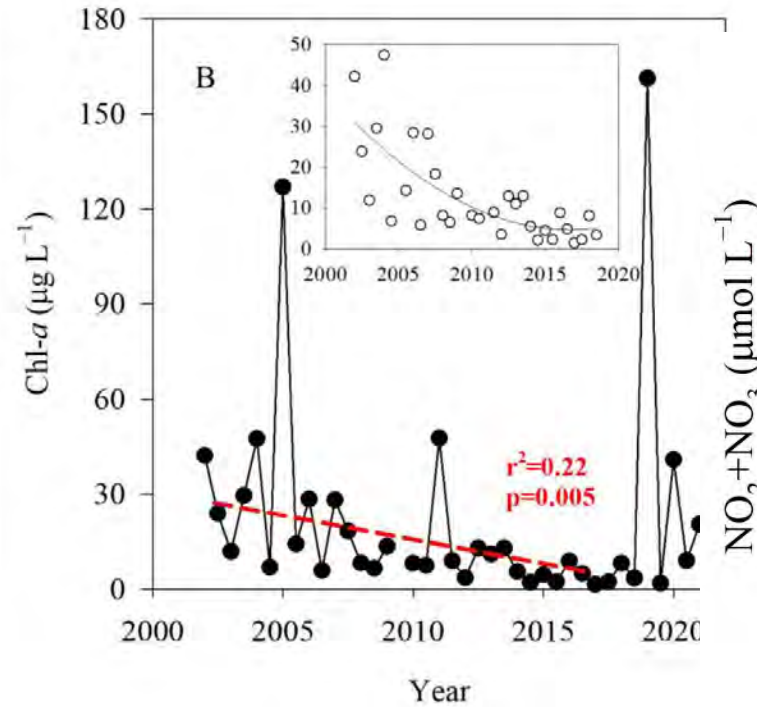
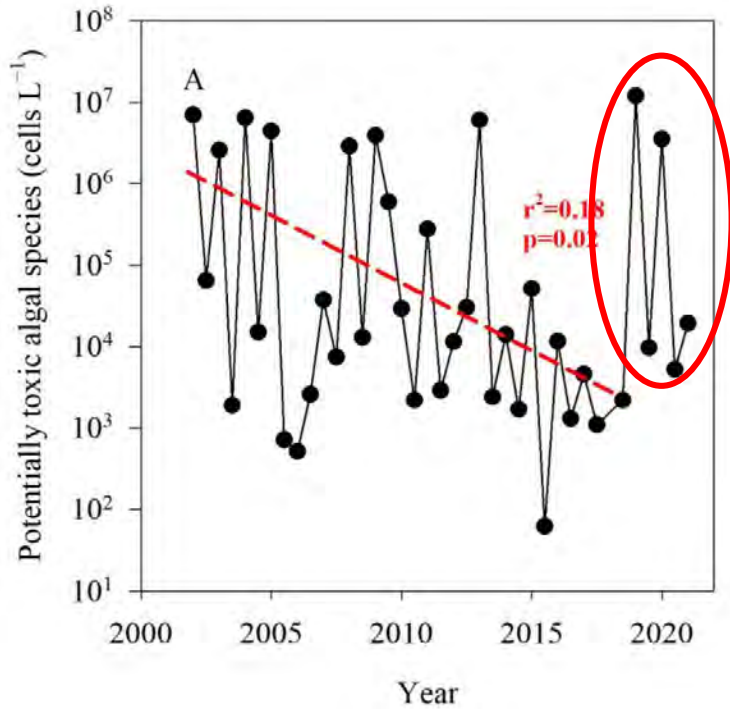
ניטור זיהום ים – חומרי דשן בשפך הקישון



לאחר מגמת שיפור רב-שנתית, נראה שבשנים האחרונות (מאז 2019) חלה החמרה בסטטוס האקולוגי של שפך נחל הקישון (ובכלל זה בריכוזי תאי הפיטופלנקטון בעלי פוטנציאל רעילות, ראה כרך מגוון ביולוגי), שקשורה ככל הנראה להאטת תחלופת המים (הגדלת זמן השהות) בגלל בניית נמל המפרץ.

שפך נחל הקישון

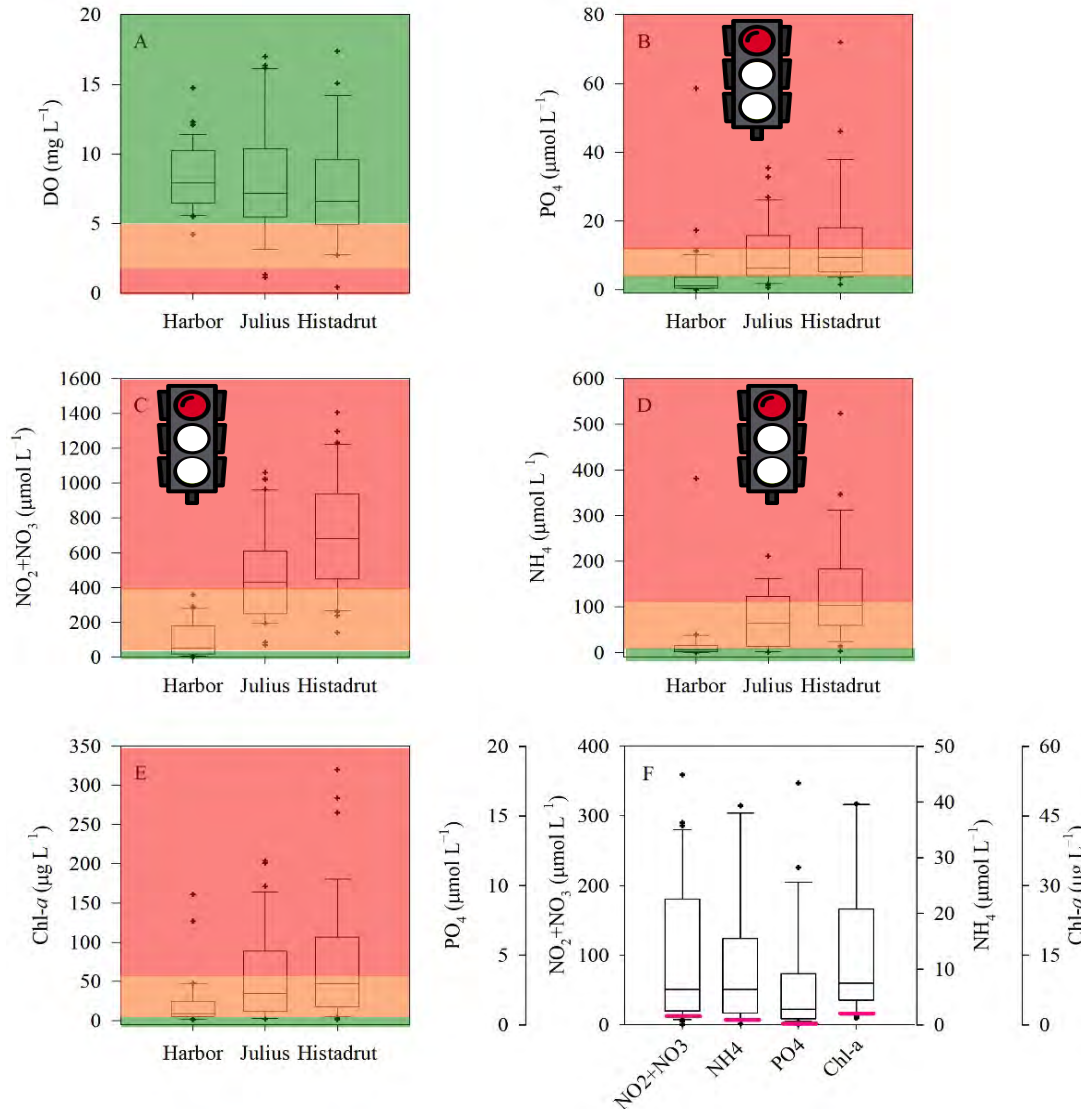
ניטור זיהום ים – ריכוז מיקרואצות רעילות בשפך הקישון



לאחר מגמת שיפור רב-שנתית, נראה שבשנים האחרונות (מאז 2019) חלה החמרה בסטטוס האקולוגי של שפך נחל הקישון (ובכלל זה בריכוזי תאי הפיטופלנקטון בעלי פוטנציאל רעילות, ראה כרך מגוון ביולוגי), שקשורה ככל הנראה להאטת תחלופת המים (הגדלת זמן השהות) בגלל בניית נמל המפרץ.

שפך נחל הקישון

ניטור זיהום ים – חומרי דשן/ביוב בשפכי נחלים

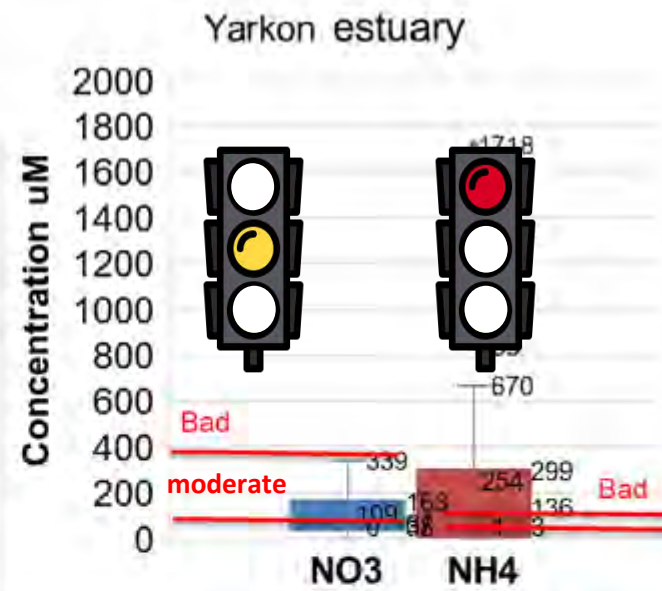
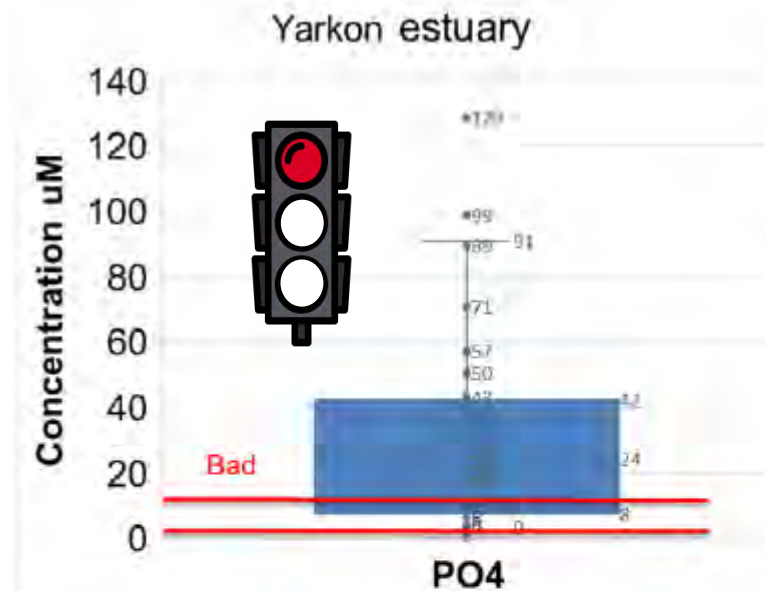


מצב שפך הקישון ביחס להצעה ראשונית של ערכי סף אקולוגיים לאיכות מי שפכי הנחלים. מתבססת על הצעות לערכי סף של גורמים שונים כמפורט ב-Herut et al (2023).

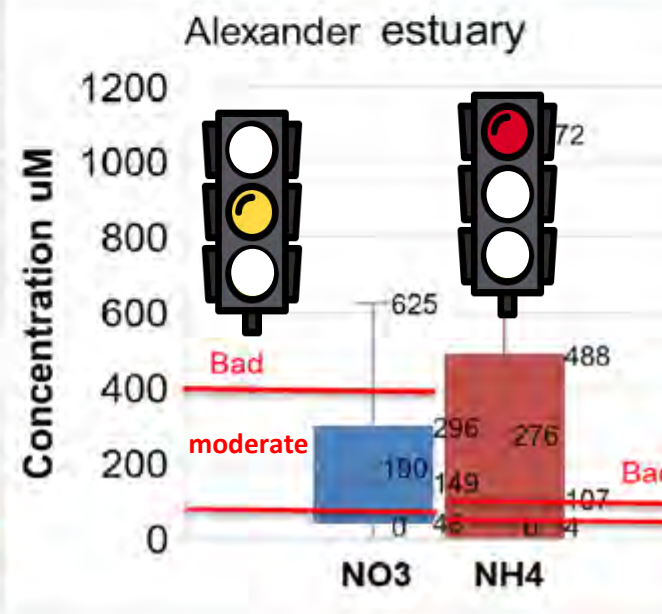
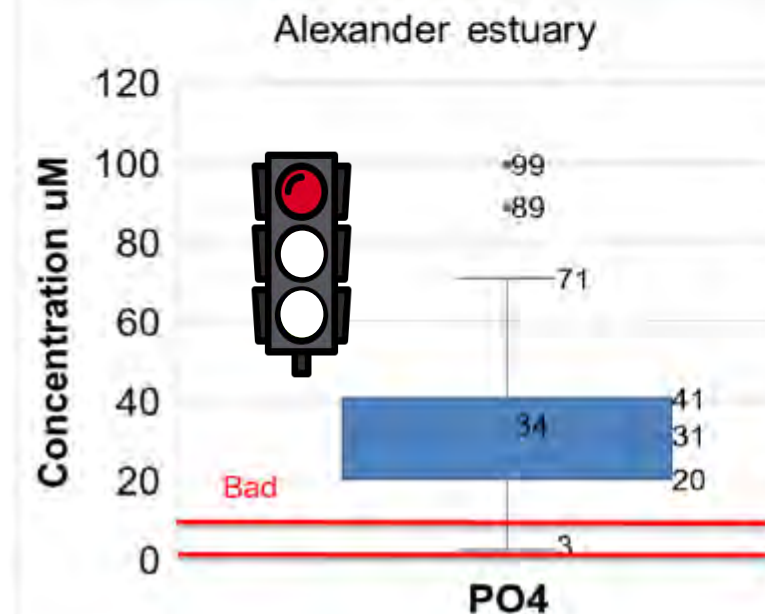
שפכי נחלי החוף



ניטור זיהום ים – חומרי דשן/ביוב בשפכי נחלים



שפך הירקון

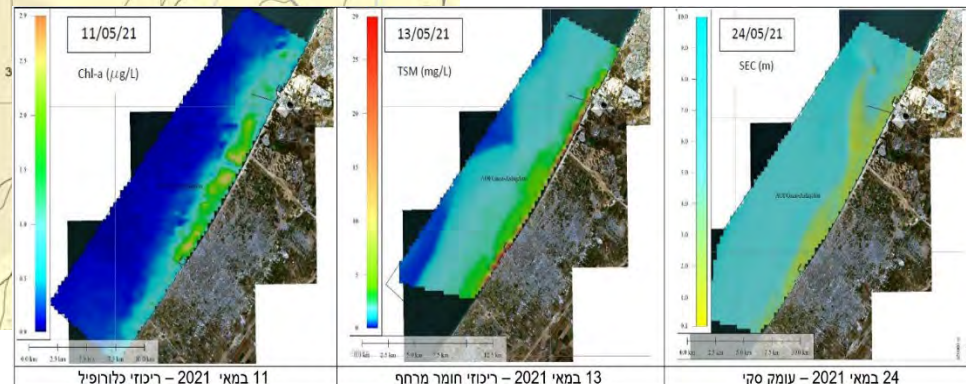
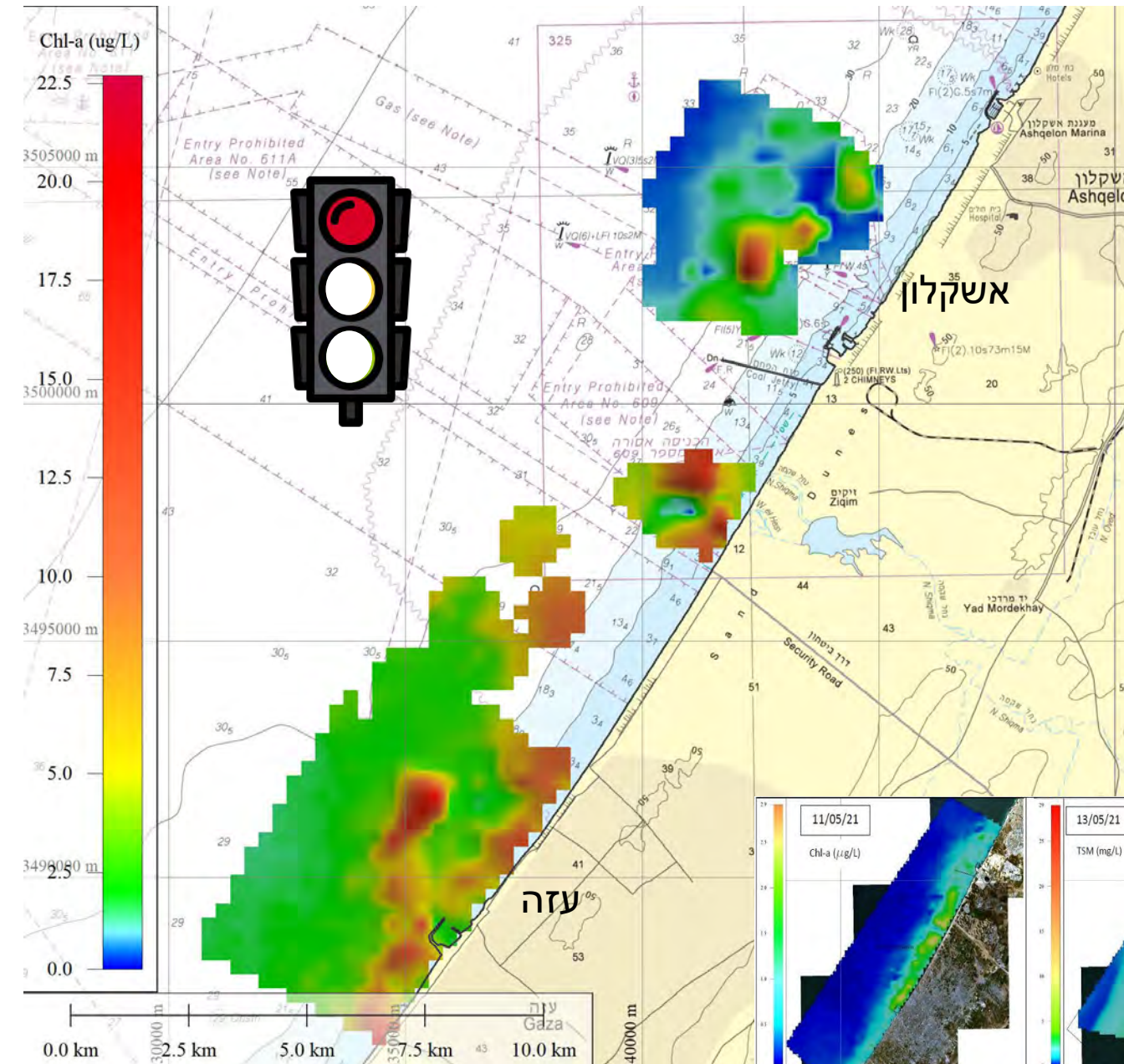


שפך אלכסנדר

אינדיקציה להזרמת ביוב מעזה אל החופים הדרומיים, ובכלל זה באזור היניקה של מתקן ההתפלה באשקלון

מעקב יומי אחר ריכוזי הכלורופיל ופרמטרים נוספים באמצעות הלוויין Sentinel-3, ופותרה אפליקציה לציבור הרחב לעקוב אחר השינויים באזור:

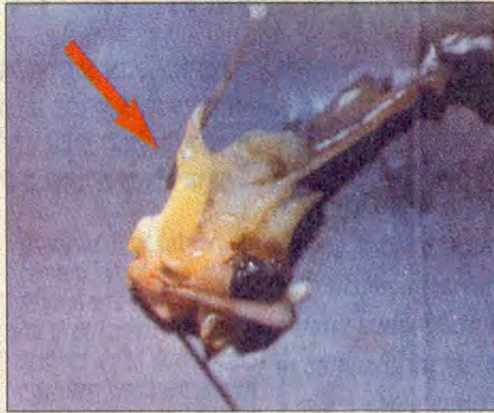
<https://iolr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=7aa4671d338746c38f33f22023c796d9>



סביבה / חשיפה ל-TBT, המשמש לצביעת אניות, פוגעת קשות בחלזונות וצדפות – וכעת בודקים אם גם באדם; החל הליך לאסור ייבואו לישראל

הספינה שטה, ולנקבות החלזונות באזור נמל חיפה צומח איבר זכרי

נכחדו כתוצאה מכך אוכלוסיות שלמות של חלזונות. בישראל הרצליה, תל אביב, אשדוד ואשק



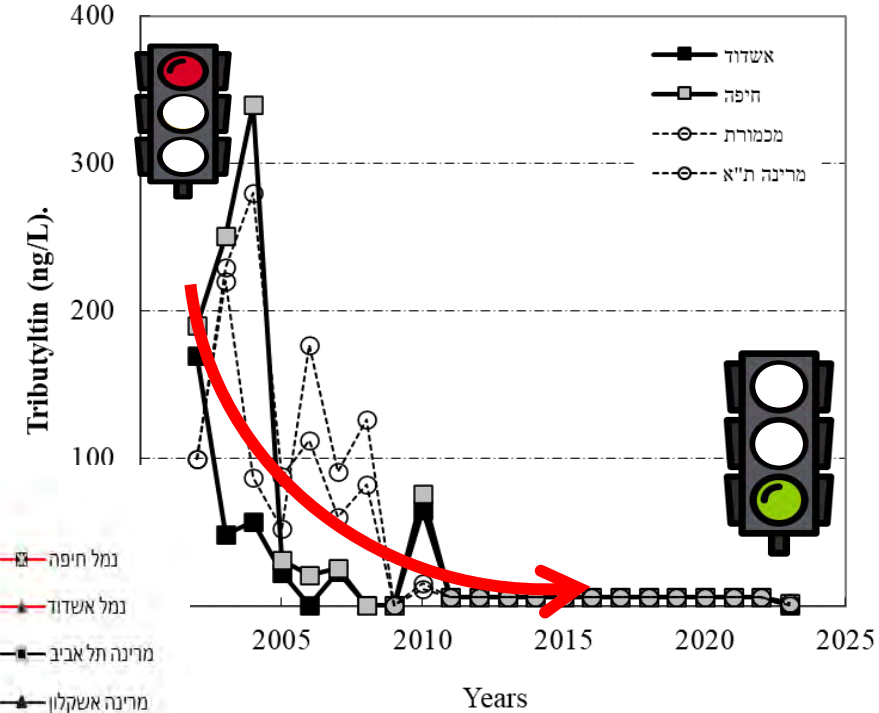
מאת צפירי רינת
 לים אף לגרום להשבתתן. בימים אלה מפרסם המכון המראה שהתגלה בשנה האחרונה וזו ממצאים המורים על ימות ויהום גבוהות בחומר זה כנמלים ובמרינות בישראל. על יקע הממצאים קודא מנהל המכון, ד"ר יובל כהן – שחיבר את המחקר יחד עם ד"ר ברק חרות – לפעול במהירות להסדרת חקיקה שתאסור על השימוש בצבעים המכילים טריבוטיליין. לדברי חשניים, עד אז יש לבצע פעולות הסברה אצל בעלי כלי שיט, כדי שיפסיקו את השימוש בחומר. לפני 25 שנים החל להתברר שטריבוטיליין גורם נזקים בקנה שגם לתופעה היה חומר רעיל מידה עולמי. בתחילה התגלתה



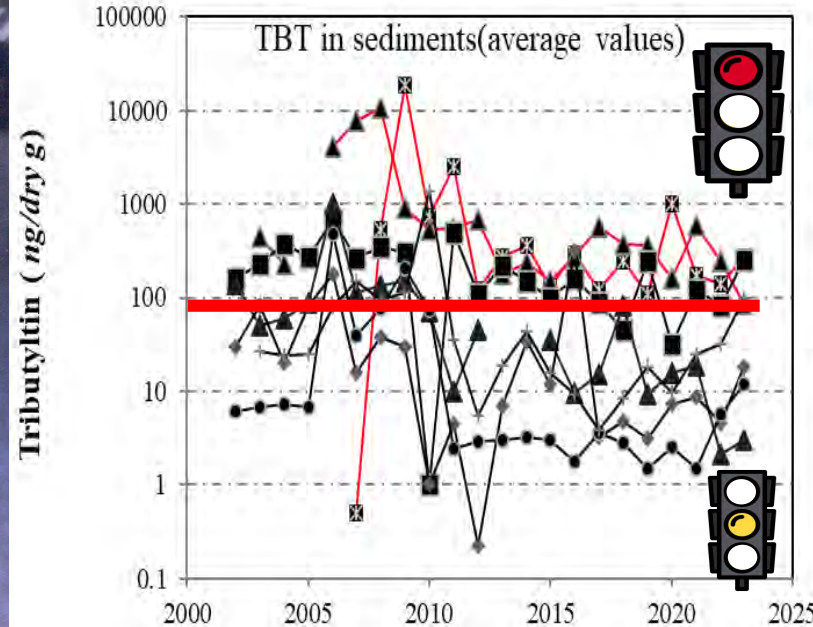
תצלום: בלה נילי, המכון לחקר ימים ואגמים
 איבר מין זכרי בגוף חלזון ממין נקבה, שנמצאה בנמל חיפה

זיהום בדיל אורגני TBT

TBT in water (average values)



אבר מין זכרי



נקודות עיקריות שהוצגו

- השפעה משמעותית של שינויי אקלים (התחממות, המלחה, מפלס ים, החמצה)
- שימוש אופרטיבי של מודלים וכלי ניטור בזמן אמת בעת אירועי זיהום. צורך בפיתוח יכולות התראה וגילוי מוקדם.
- גילוי מקור זיהום מתחדש - כ- 50% מהדגים החופיים המסחריים שנדגמו במפרץ חיפה מזוהמים בכספית וחורגים מהקו המנחה לבריאות הציבור.
- בריאות ציבור - רב שפכי נחלי החוף מזוהמים בחומרי דשן ועומס אורגני/ביוב.
- הזרמת ביוב גולמי לים ברצועת עזה גורמת לירידה באיכות מי הים בחלקו הדרומי של מדף היבשת הרדוד.