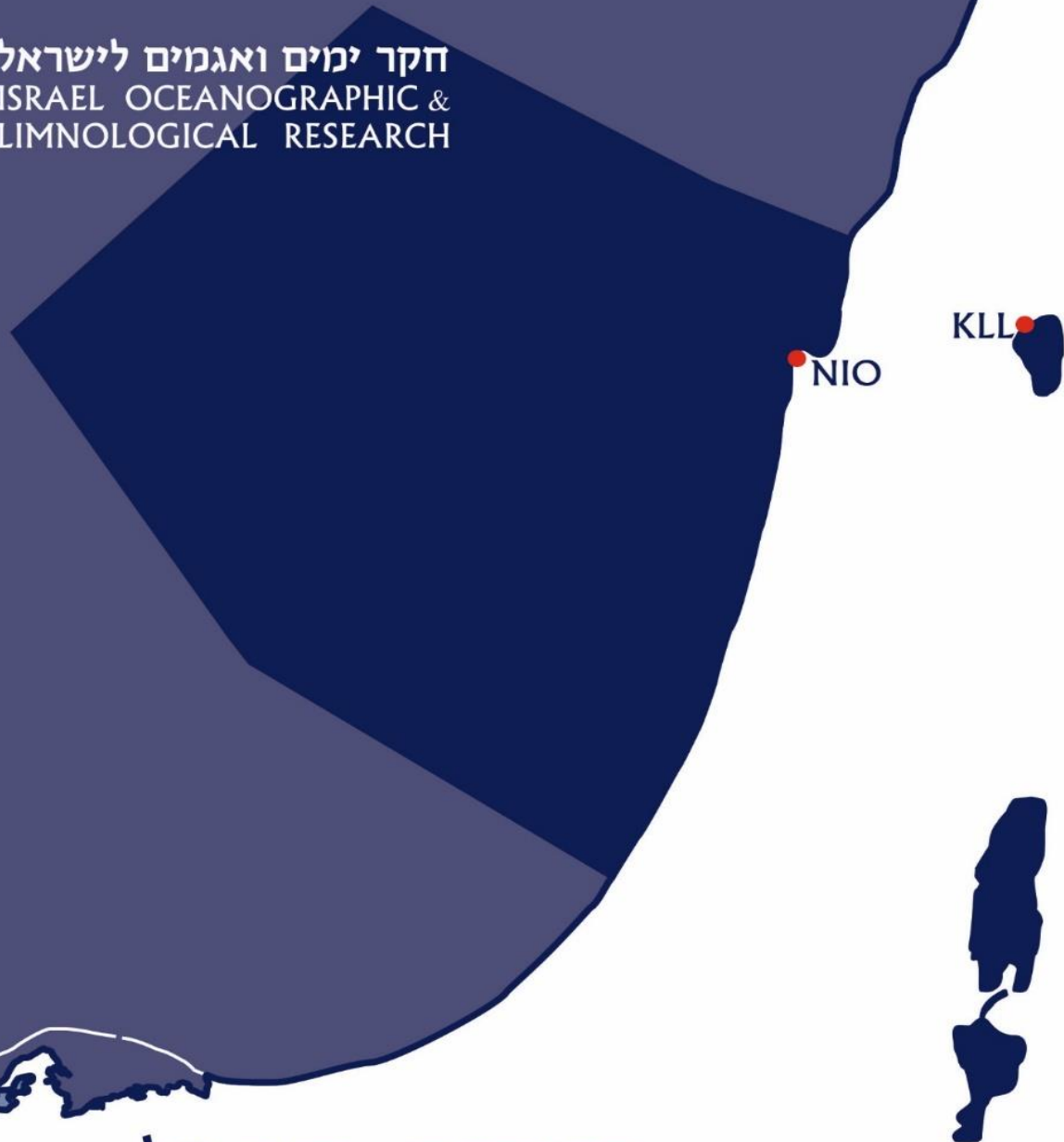




חקר ימים ואגמים לישראל
ISRAEL OCEANOGRAPHIC &
LIMNOLOGICAL RESEARCH

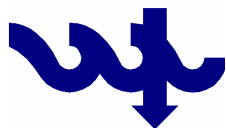


דו"חות חיא"ל IOLR REPORTS

תכנית הניטור הלאומית בים התיכון לשנת 2023
ניטור פסולת ימית (כולל מפרץ אילת)

דו"ח חיא"ל H19/2024





חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ (חל"צ) (PBC) Israel Oceanographic & Limnological Research Ltd.
Tel-Shikmona, P.O.B. 9753, Haifa 3109701, 9753 ת"ד ,
פקס : 972-4-8511911 Fax: 972-4-8565200 טלפון :
<http://www.ocean.org.il>

תכנית הניטור הלאומית בים התיכון לשנת 2023 ניטור פסולת ימית (כולל מפרץ אילת)

דו"ח חיא"ל H19/2024

כתיבת הדוח: דר' יעל סגל

דיגום בים: גיא סיסמה ונטורה, ירון גרטנר, ארסני מורוב, טניה ריבלין, צוות מדקס, צוות בת גלים, צוות "מוטי", צוות ים במכון הבין-אוניברסיטאי באילת.
אפיון פסולת חופים: ירון גרטנר, אביב שכנאי, הגר הווזר, דבורה בורד, צחי יעקבסון, אליאס מזרחי.
אפיון פסולת קרקעית: אולגה לאור, זויה גרבוזובה.
אפיון מיקרופלסטיק: עמר צור, אווה מזרחי, נעמי בן שושן.
צילומי ROV: אסף גלעדי ומור כנרי.

יולי 2024

שם הדו"ח לצורך ציטוט:

Segal Y. 2024. The National Monitoring Program of Israel's Mediterranean waters – Scientific Report on Marine litter for 2023, Israel Oceanographic and Limnological Research, IOLR Report H19/2024.

תוכן הדוח

4	פסולת חוף בים תיכון
4	ממצאים
5	המלצות
8	פסולת קרקעית בים תיכון
8	ממצאים
8	המלצות
11	מיקרופלסטיק בים תיכון
12	3.1 מיקרופלסטיק צף
12	ממצאים
13	המלצות
16	3.2 מיקרופלסטיק שקוע (קרקעית הים)
16	ממצאים
16	המלצות
17	3.3 מיקרופלסטיק בחוף
17	ממצאים
19	פרק 4: פסולת ימית בים סוף
19	ממצאים
19	המלצות
22	5. השפעת הפסולת הימית על צבי הים בחוף ים תיכון הישראלי
22	ממצאים
25	6. ביבליוגרפיה
27	נספח 1: ריכוזי פסולת חופים
28	נספח 2: ריכוזי מקרופלסטיק צף בים תיכון

1: פסולת חוף בים תיכון

ממצאים

- ניטור פסולת מאקרו (2.5 ס"מ) מבוצעת בארבעה חופים ישראליים בים התיכון: עכו, כפר גלים, פולג ואשדוד. ניטור הפסולת בחופים מתבצע החל משנת 2019. הניטור מבוצע בהתאם להנחיות האו"ם לניטור פסולת חופים, (United Nations Environment Program – UNEP) תוך התאמת רשימת פרטי הפסולת לנתונים בחופי הארץ.
- ממצאי הניטור מראים שחופי כפר גלים, פולג ואשדוד מוגדרים כחופים נקיים או נקיים מאוד, בהתאם לסקרי מדד חוף נקי של המשרד להגנת הסביבה, לאורך מרבית שנות הניטור, למעט מקרים חריגים נקודתיים (איור 1.1).
- בדצמבר 2023 נצפתה עליה בריכוזי הפסולת בכפר גלים, שהוגדר ברמת נקיון בינונית. ככל הנראה בשל ירידה בתדירות הנקיון בעקבות המלחמה. במרס 2024 רמת הנקיון בחוף חזרה לערכים המוכרים (נקי).
- ביוני 2023 נצפתה עליה בריכוז הפסולת בחוף אשדוד. בחוף זה היתה נגישות נמוכה מאוד לכלי רכב, מצב שהשתנה בדיגום יוני 2023 והוביל לכניסת מתרחצים לאזור הדיגום ובהתאמה לעליה בכמות פסולת המתרחצים בחוף. במרס 2024 רמת הנקיון שנצפתה בחוף ירדה, בשל פרויקטים של נקיון בחוף.
- חוף עכו, הנדגם צפונית לרפאל מוגדר במרבית הדיגומים ברמת נקיון בינונית. ככל הנראה בשל תדירות הנקיון הנמוכה בחוף זה (איור 1.1). חוף עכו בעל נגישות נמוכה לציבור ובהתאמה הפסולת מקורה מהים ולא מפסולת מתרחצים. מדצמבר 2023 הגישה לחוף הדיגום נחסמה, מטעמי בטיחות בימי המלחמה ולא נאספו נתונים.
- ממצאי ניטור הפסולת בחופים מדגישים את ההשפעה החיובית של תדירות הנקיון בחופים על כמות הפסולת הנמצאת בהם.
- מרבית הפסולת (מעל 80%) בחופי עכו, פולג וכפר גלים מורכבת מפלסטיק וקלקר (איור 1.2), בעוד בחוף אשדוד ניתן להבחין בתרומה של מרכיבים נוספים כגון מתכת (בעיקר שיירי תחמושת ישנה) ועץ מעובד. תרומת פסולת הנייר הופיעה בכל החופים, רובה מורכבת מבדלי סיגריות.
- בחופי עכו, כפר גלים ופולג חתיכות פלסטיק, שקיות פלסטיק, כוסות ופקקים מהווים מעל למחצית מכלל הפסולת שנמצאה בחוף (איור 1.3). ייתרה מכך, עשרת הפרטים הנפוצים ביותר בחוף (מתוך 107 פרטים שונים) מהווים קרוב ואף מעל ל 80% מכלל הפסולת.
- בחוף אשדוד הפסולת שונה ומגוונת יותר, בהשוואה לשאר החופים החוליים הנדגמים. מספר סיבות יכולות לתרום למגוון פרטי הפסולת. מבנה החוף הסלעי מאפשר לכידת פסולת כבדה וגדולה, שנלכדת בין הסלעים. הסמיכות לנמל מזמנת הופעת פסולת שמקורה בפעילותו כגון חבלים. לבסוף השיפוע הגבוה של קו החוף בשילוב אזורים חוליים מצומצמים מונעים הצטברות פסולת רבה בקו הגיאומטרי והשפל של החוף, שהם התרומה העיקרית לפסולת בחופים החוליים בעלי השיפוע הנמוך. בשנת 2023 נצפתה עליה בייצוג בקבוקי וכוסות

השתיה בחוף. העליה נובעת מפתחת הגישה לכלי רכב בחוף, שככל הנראה הוביל לעליה בפעילות מתרחצים בחוף.

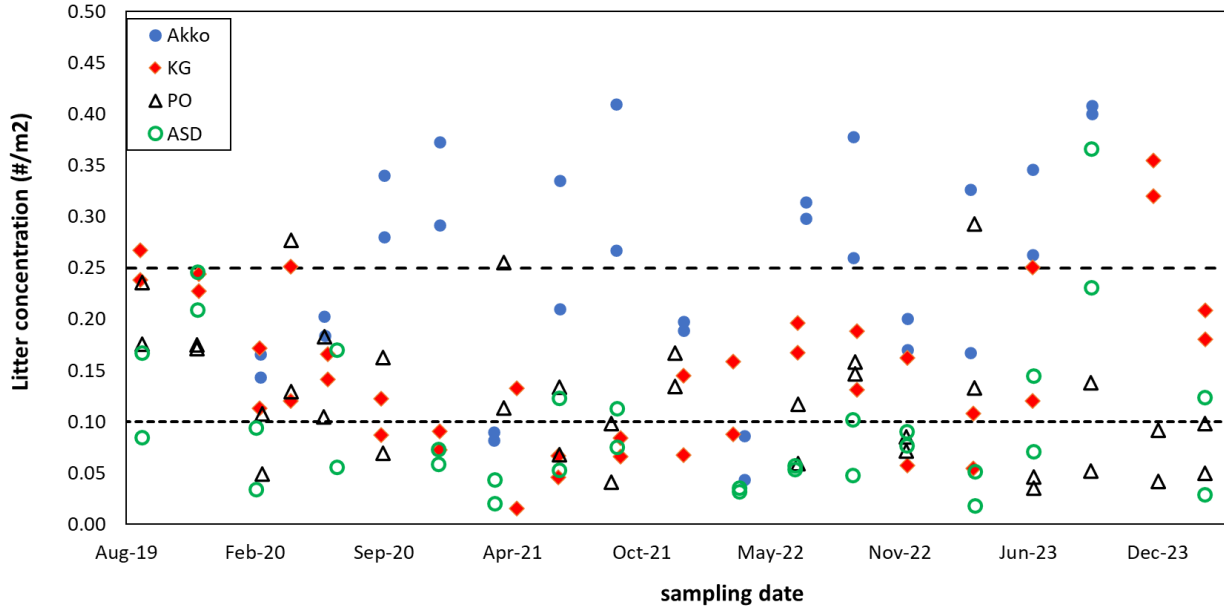
- בשנת 2023 הופיעו 18 כפפות ו 18 מסכות בחופים, ירידה בהשוואה לשנת 2022, בה נמצאו 60 פרטים. פסולת זו קשורה באופן ישיר למגפת הקורונה ומראה כי השפעת המגיפה על הפסולת הימית, כפי שנראה בשנים הקודמות, עדיין לא הסתיימה.

- בכל החופים נמצאה פסולת ממקורות שונים (בהתבסס על ברקוד): מישראל, ממדינות שכנות (הרשות הפלסטינית, מצריים, לבנון, סוריה), ממדינות מרוחקות יותר בים התיכון (יוון, קפריסין, טורקיה, לוב איטליה וספרד) וממקורות נוספים. הפסולת הישראלית מהווה כמחצית ממקור הפסולת בעכו ובכפר גלים בעוד בפולג מרבית הפסולת מקומית (איור 1.4). יש לסייג ולאמר כי בשנת 2023 ברקוד נמצא על 670 פרטים מתוך 9009 הפרטים שנמצאו בחופים, המהווים 7% בלבד, ולכן לא מהווים מדד יעיל לבחינה אמיתית של מקור הפסולת שנמצאת בחופנו. הסתייגות שניה היא שהברקוד נעלם מהמוצרים במהלך חשיפת הפסולת לשמש, לגלי הים, למי הים ולבליה ביולוגית. מכאן שבשימוש בברקוד קיימת הטייה של התוצאות לטובת פסולת "טריה" וכל שכן לפסולת מקומית או קרובה למקור. לסיום הברקוד מייצג את מדינת הייצור. במרבית המקרים המדינה בה המוצר נמכר מוסיפה את הברקוד המקומי, אך ייתכנו מקרים בהם הברקוד המקומי לא נשאר על גבי האריזה ומכאן שיש שגיאה בהערכת מקור הפסולת. היות ופרטים רבים בחופים נמצאים בקו הגיאות והשפל יש לשער כי רבים מהם מקורם בים והם מצטרבים בחוף בזמני סערה ובגיאות.

המלצות

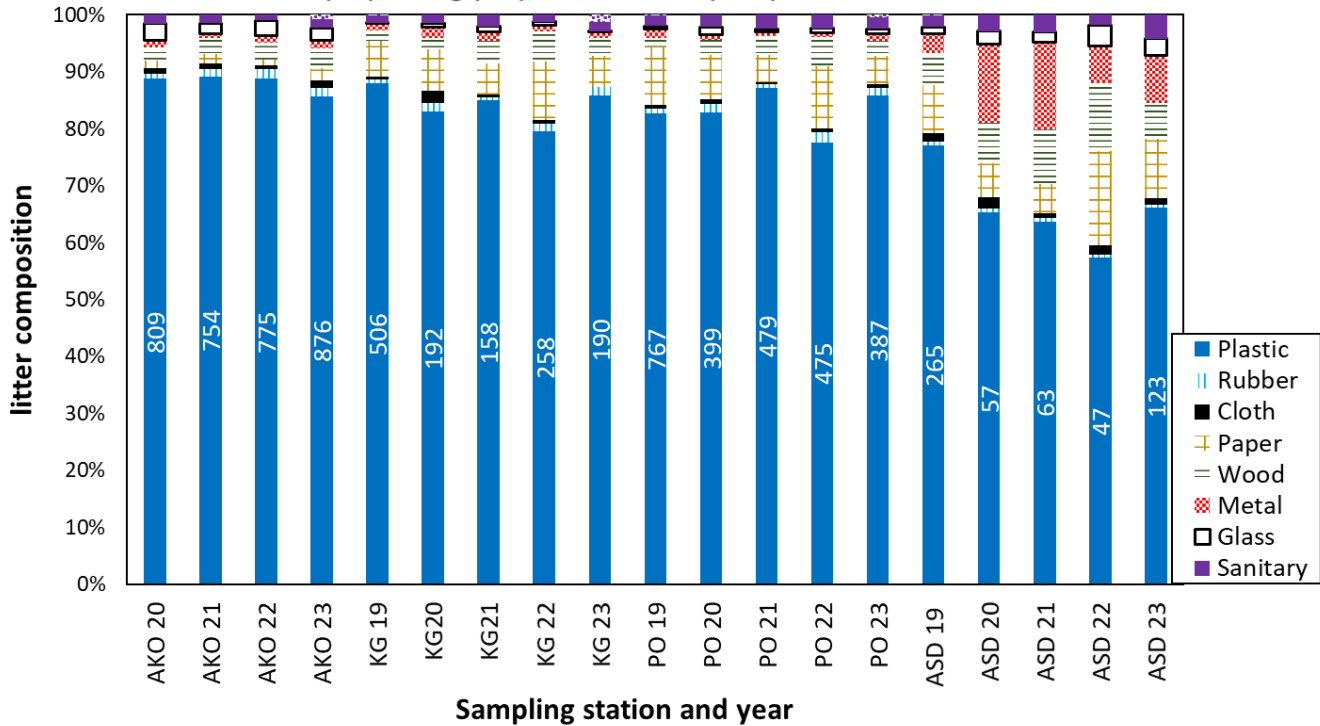
1. מומלץ להמשיך בנקיון החופים ואף להגביר את תדירות הנקיון בחופים בהם תדירות הנקיון נמוכה.
2. מומלץ להרחיב את מתכונת הניקוי הסדיר של החופים על ידי הוספת איסוף פרטים קטנים מ 2.5 ס"מ, במיוחד פקקים ובדלי סיגריות. זאת בצד הגברת החקיקה והאכיפה בנושא.
3. שפכי הנחלים והנקזים לאורך החוף משמשים וקטור משמעותי להעברת פסולת לחופים וליים הפתוח. יש לדאוג לניקוי הנקזים, הנחלים/אפיקי ואגני הנחלים לאורך השנה ובעיקר לפני עונת הגשמים.

Litter >2.5cm at Akko (AK), Hof Galim (KG), Poleg (PO), and Ashdod (ASD) beaches



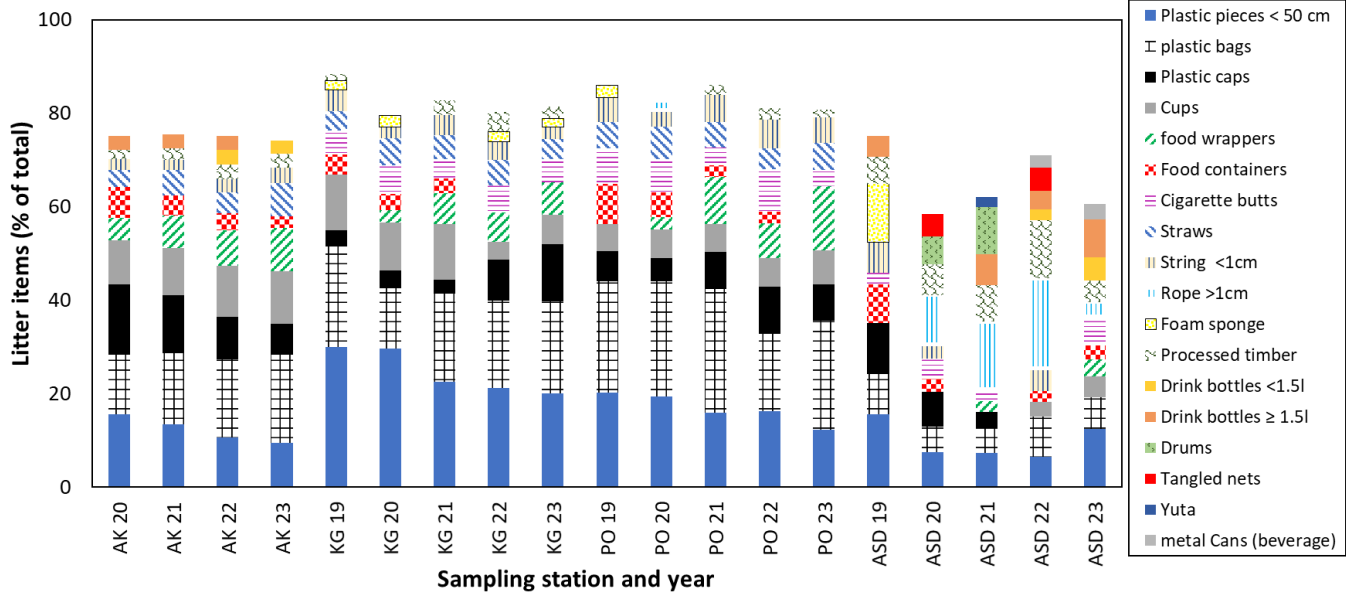
איור 1.1: ריכוז הפסולת בחופים עכו (AK), כפר גלים (KG), פולג (PO) ואשדוד (ASD) בשנים 2019-2023. הקווים מייצגים את הגדרות מדד חוף נקי (<0.1 נקי מאוד, $0.1-0.25$ נקי, $0.25-0.5$ בינוני).

Relative contribution of litter composition >2.5cm found at Akko (AK), Kfar Galim (KG), Poleg (PO), and Ashdod (ASD) beaches in 2019-2023



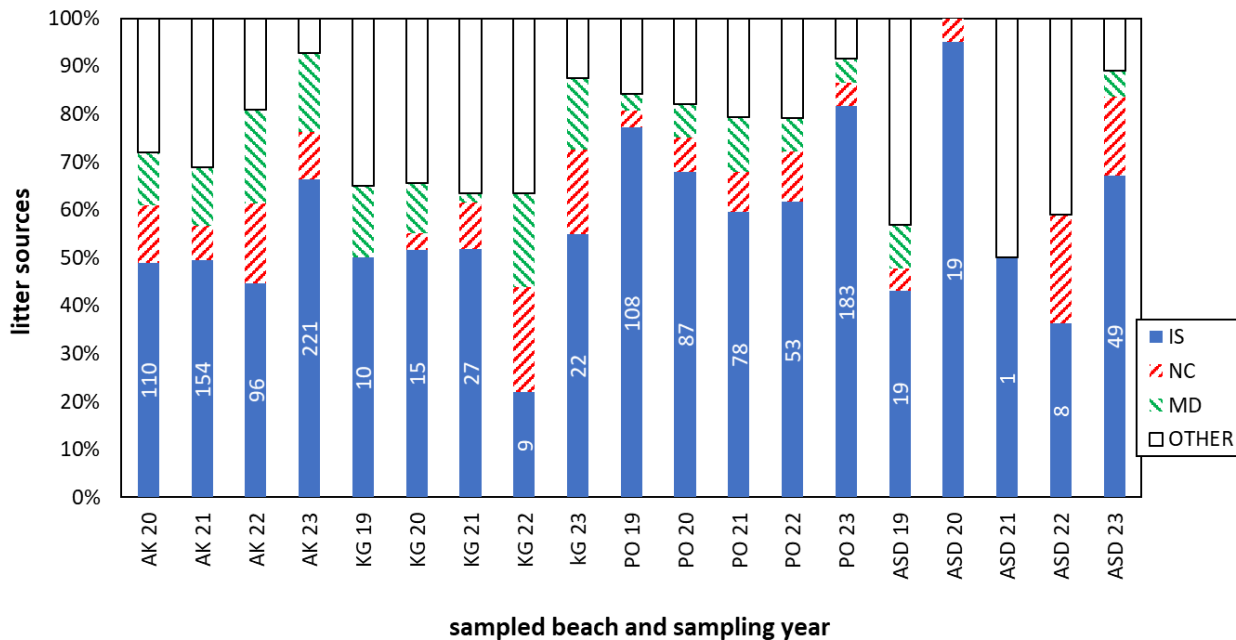
איור 1.2: הרכב הפסולת בחופים עכו (AK), כפר גלים (KG), פולג (PO) ואשדוד (ASD) בשנים 2019-2023. המספר, המופיע בעמודת הפלסטיק, מייצג את ריכוז הפרטים הממוצע (# ל 100 מ' חתר).

Relative contribution of top ten litter items >2.5cm found at Akko (AK), Kfar Galim (KG), Poleg (PO), and Ashdod (ASD) beaches in 2019-2023



איור 1.3: עשרת הפרטים הנפוצים שנאספו בחופי עכו (AK), כפר גלים (KG), פולג (PO) ואשדוד (ASD) בשנים 2019-2023.

Relative contribution of Israeli (IS) neighboring countries (NC) Mediterranean countries (MD) and others sources of Litter >2.5cm found at Akko (AK), Kfar Galim (KG), Poleg (PO), and Ashdod (ASD) beaches in 2019-2023



איור 1.4: אפיון מקורות הפסולת בחופי עכו (AK), כפר גלים (KG), פולג (PO) ואשדוד (ASD), בהתבסס על הברקוד בשנים 2019-2023 בחלוקה למקורות ישראליים (IS), מדינות שכנות (NC) מדינות בים תיכון (MD) ומדינות אחרות. המספרים בעמודת תוצרת ישראל מייצגים את כמות הפרטים שנמצאו.

2: פסולת קרקעית בים תיכון

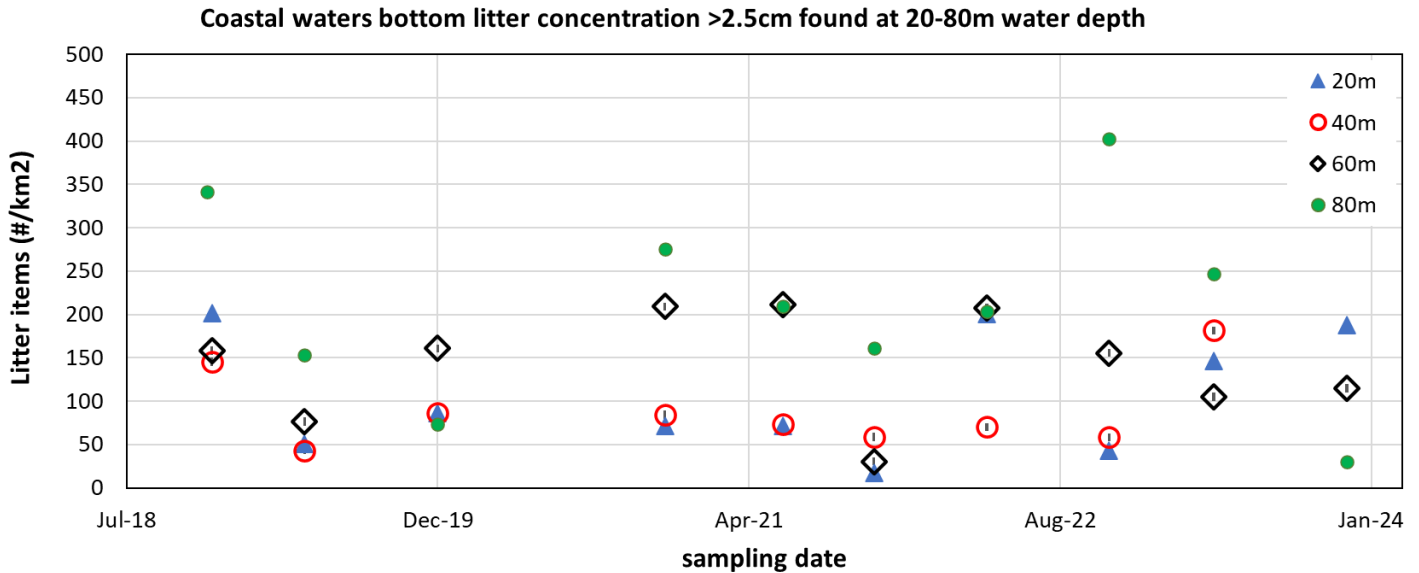
ממצאים

- פסולת קרקעית, גדולה מ 2.5 ס"מ, נאספה בשנת 2023 במדף היבשת (80-20 מ') במאי ובדצמבר. פרטי הפסולת הוגדרו להרכב וסוג ונשקלו.
- ריכוזי הפסולת בתחנות הרדודות לאורך המדף (20-40 מ' עומק מים, 2-8 ק"מ מהחוף) עלה בהשוואה לשנים קודמות, בעוד הריכוז בתחנות העמוקות יותר (60-80 מ' עומק מים, 12-16 ק"מ מהחוף) ירד (איור 2.1). בדצמבר 2023, בשל העדר מערכות ניווט בזמן המלחמה, שטחי החתכים חושב כממוצע החתכים שנדגמו במאי.
- עד לנובמבר 2022 ריכוז פסולת הקרקעית הייתה גבוהה יותר בתחנות העמוקות יותר במדף בהשוואה לתחנות הרדודות יותר. בשנת 2023 המגמה התהפכה ופסולת רבה יותר נמצאה בתחנות הרדודות יותר.
- הפלסטיק הוא הרכב הפסולת העיקרי שנצפה בקרקעית, על אף פוטנציאל הציפה שלו. במרבית המקרים הפלסטיק היווה מעל ל 80% מהפסולת שנמצאה בקרקעית (איור 2.2).
- פריט הפסולת הנפוץ ביותר שנמצא הוא שקיות ואריזות המהווה מעל ל 50% מכלל הפרטים שנמצאו (איור 2.3). בנוסף בכל שנות הדיגום נמצאה פסולת דייג (חבלים, חוטי דייג ורשתות) המהווה כ 10% מכלל הפסולת שנמצאה. ייצוג גבוהה בייחס לפעילות הדייג הצנועה המתקיימת בחופי הארץ. משנת 2020 מעל ל 2% מהפסולת שנמצאה הייתה מורכבת מחתיכות פלסטיק (פסולת שניונית- שברי פסולת פלסטיק גדולה יותר). בשנים 2022 ו 2023 הייתה עליה בייצוג חתיכות הפלסטיק ל 11% ו 6% בהתאמה, עם כי לא הייתה עליה כמותית.
- החל משנת 2021 נצפתה מגמת ירידה בתרומת השקיות והאריזות, אחוז מכלל הפסולת. הירידה ככל הנראה נובעת מפעולות מניעתיות שבוצעו בישראל ובמקביל במדינות הים התיכון כגון חוק השקיות, תפיסת פסולת בנקזים וכו'.
- בשנת 2023 לא נאספה פסולת קרקעית בתחנות העמוקות (1500-200 מ'), כחלק משינוי בתכנית הניטור. השינוי נועד לצמצם פגיעה באוכלוסיות הים העמוק המועטות הקיימות באזורינו (Rahav et al. 2023). עם זאת הנתונים בשנים האחרונות מראים כי ריכוזי הקרקעית גבוהים בסדרי גודל בתחנות העמוקות יותר בהשוואה לרדודות (איור 2.4).

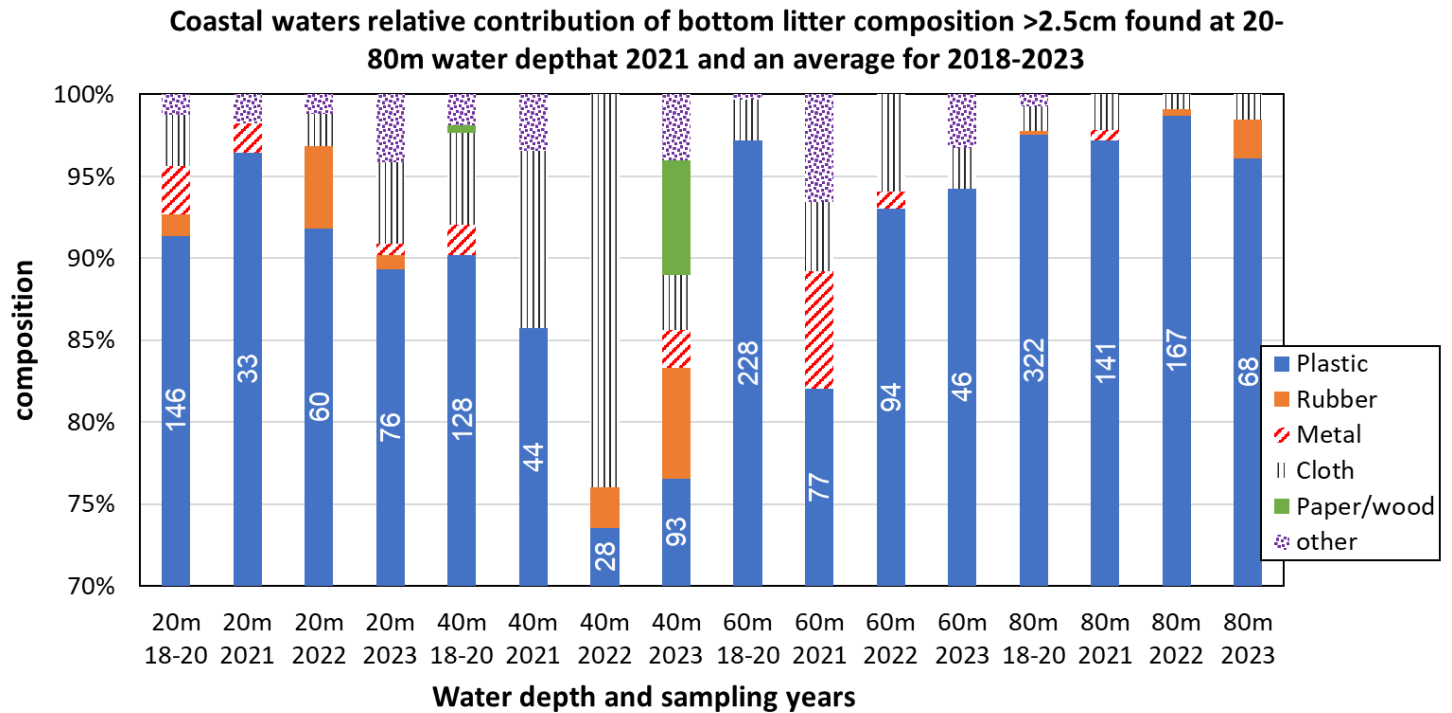
המלצות

1. מומלץ לפעול להפחתת השימוש באריזות מזון ובמוצרי פלסטיק, בייחוד לאור ההשפעה החיובית של חוק השקיות.

2. מומלץ להמשיך ולקדם איסוף פסולת בחופים, בנקזים העירוניים באירועי גשם וכן מגדות הנחלים, על מנת למזער הגעתם לים ובפרט לקרקעית הים.

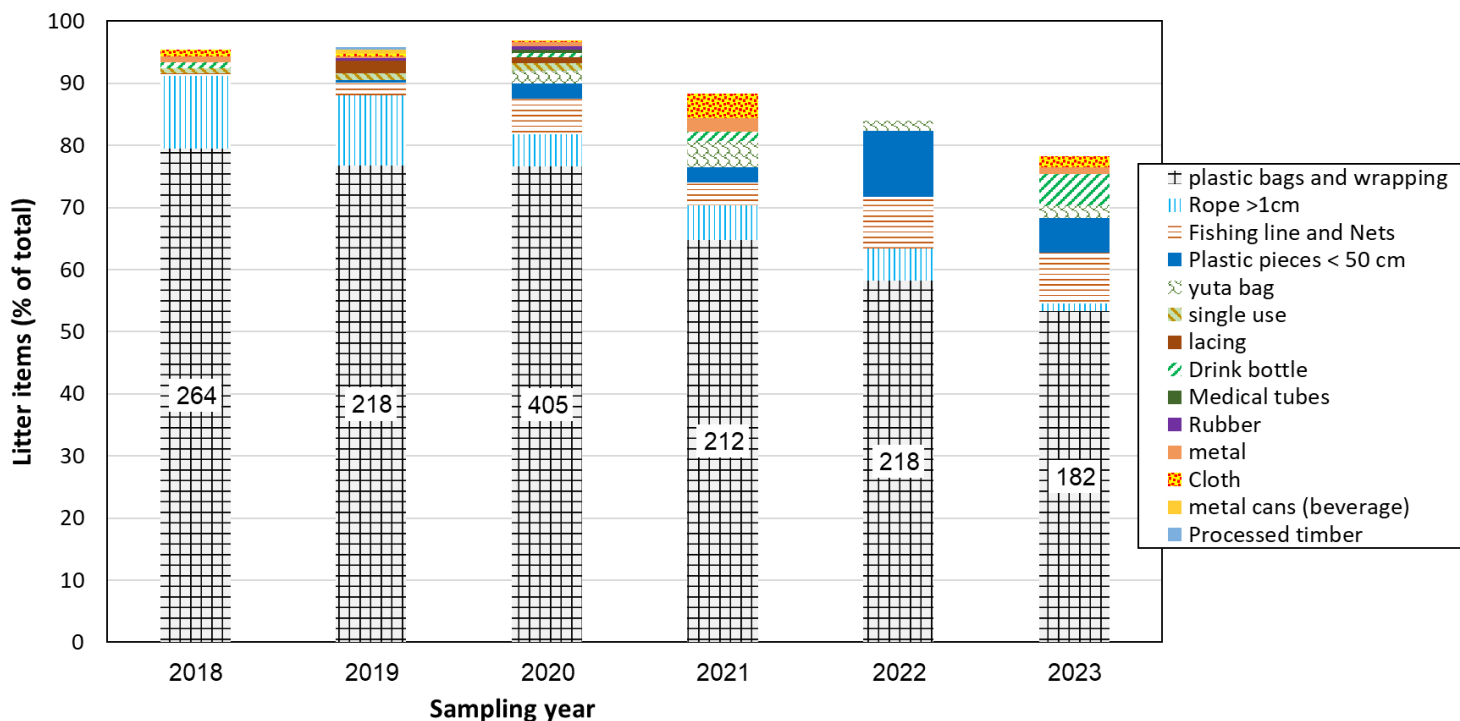


איור 2.1: ריכוז פסולת הקרקעית הממוצעת במדף היבשת בשנים 2018-2023, שנדגמה מול אשדוד בעומקי מים 20-80 מ' ובמרחק 2-16 ק"מ מהחוף.

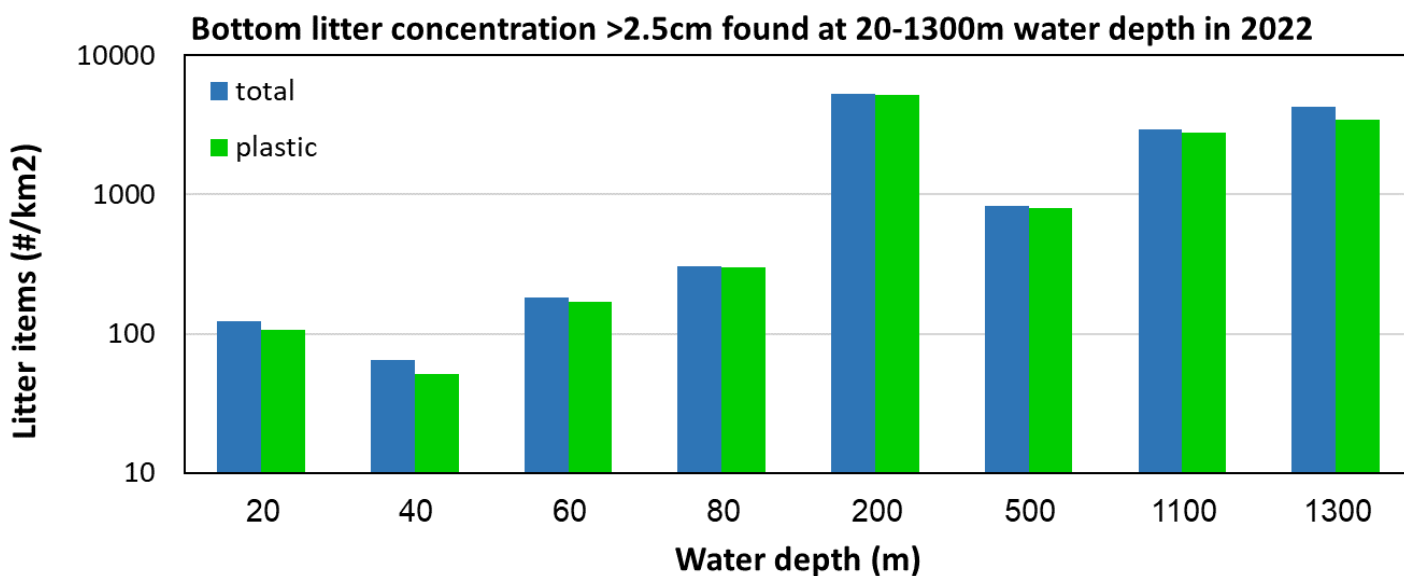


איור 2.2: הרכב הפסולת בדיגום קרקעית מדף היבשת בשנים 2018-2023. המספרים בעמודת הפלסטיק הם כמות פרטי הפלסטיק שנמצאו בשנת הדיגום.

Coastal waters relative contribution of top ten bottom litter types >2.5cm found at 20-80m water depth



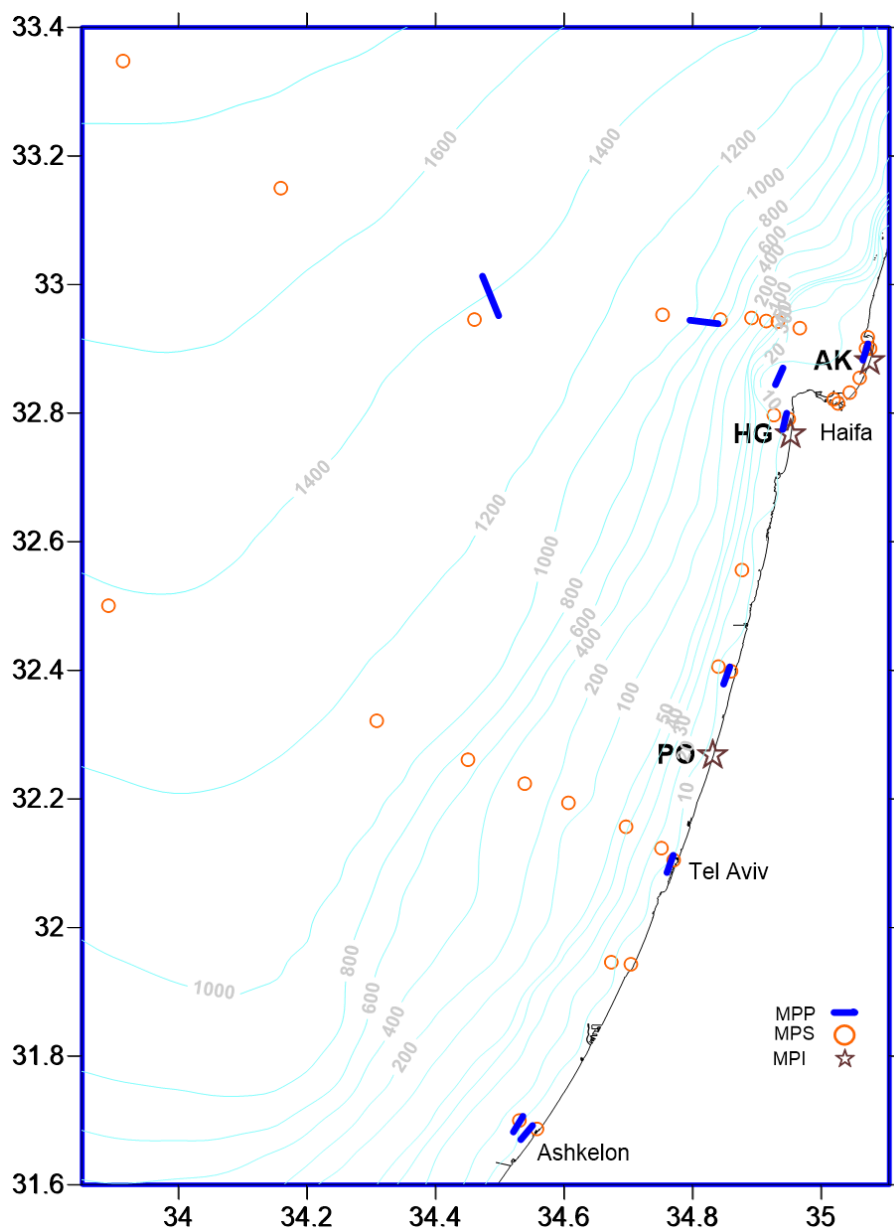
איור 2.3: עשרת הפרטים הנפוצים ביותר בקרקעית בשנים 2018-2023. המספר בעמודת השקיות מייצג את כמות הפרטים שנמצאו בשנת הדיגום בכל עומקי הדיגום 20-80 מ'.



איור 2.4: ריכוז הפסולת בקרקעית הים בשנת 2022 בעומקים 20-1300 מ' סך כל הפסולת שנאספה וריכוז פסולת הפלסטיק. צירי Y בסקלה לוגריתמית.

3: מיקרופלסטיק בים תיכון

דוגמאות מיקרופלסטיק נדגמו בשלשה אזורים: בפני שטח המים - מיקרופלסטיק צף (פרק 3.1), בקרקעית הים - מיקרופלסטיק ששקע (פרק 3.2) ובחופים בקו הגאות והשפל - מיקרופלסטיק בחוף (פרק 3.3). תחנות הדיגום מפורטות באיור 3.1. החלקיקים מויינו לצבע, צורה ושקיפות בהתאם להנחיות האו"ם לניטור מיקרופלסטיק. צורות הפלסטיק שהוגדרו הן רסיסים (fragment) - שברי פסולת פלסטיק קשיחה, יריעה (sheet) - חתיכות של שקיות ואריזות, סיבים (fiber) - חוטי דיג או סיבים סינטטיי מתעשיית הטקסטיל, קצף (foam) - שברי פסולת הקלקר והספוג, כדורי ופלט (pellet ו granule בהתאמה) - פלסטיק ראשוני שמקורו בקוסמטיקה ובתעשיית הפלסטיק בהתאמה.



איור 3.1 תחנות דיגום מיקרופלסטיק צף (MPP), בקרקעית הים (MPS) ובחופים בקו הגאות והשפל (MPI).

3.1 מיקרופלסטיק צף

ממצאים

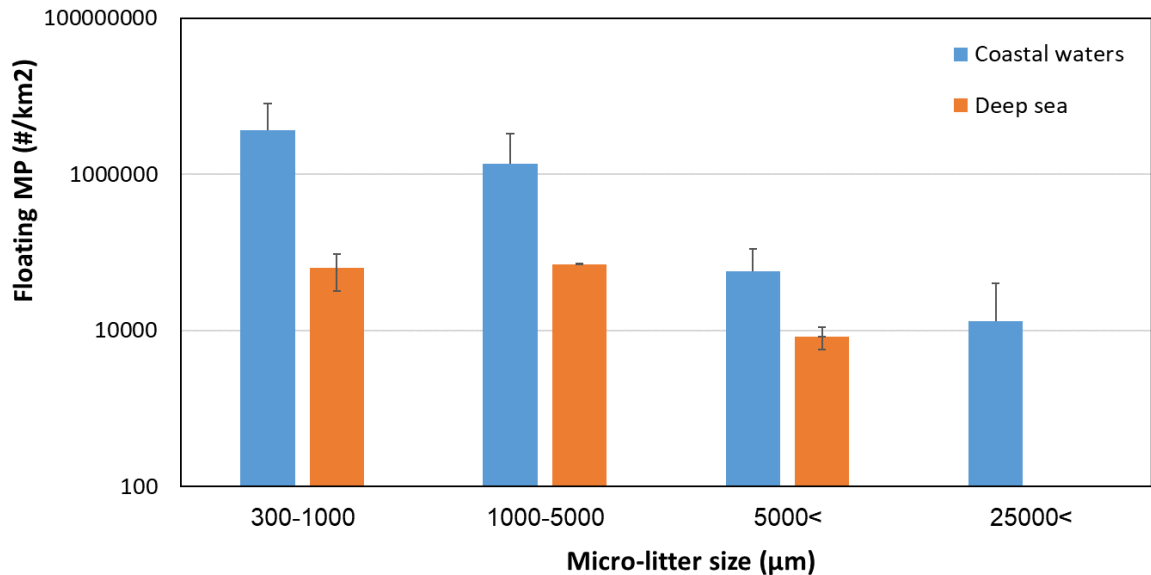
- בכל תחנות הדיגום ולאורך כל שנות הדיגום נמצאו חלקיקי פלסטיק צפים מגודל מיקרופלסטיק (-300 5000 מיקרון) ומזופלסטיק (25-5 מ"מ). בתחנות החופיות (עד 30 מ' עומק מים, קילומטרים בודדים מקו החוף) נמצאו אף חלקיקי מאקרופלסטיק (<2.5 ס"מ).
- בשנת 2023, בדומה לשנים קודמות, הריכוזים בתחנות הסמוכות לחוף היו גבוהים בסדרי גודל מהתחנות העמוקות עבור כל גדלי החלקיקים שנדגמו (איור 3.2). עובדה המלמדת על מקור חופי לזיהום המיקרופלסטיק בים התיכון הישראלי.
- בשנת 2023 הריכוז המאקסילמי של חלקיקי המיקרופלסטיק נמצא מול אשקלון בעומק מים 30 מ' (12 חלקיקים למ"ר). מקור חלקיקי המיקרופלסטיק הללו הוא ככל הנראה מהנילוס או ממדינות דרום הים התיכון. החלקיקים מוסעים בעזרת מערכת הזרמים של הים התיכון (Rosentraub and Brenner 2007) ובעיקר זרמי אורך החוף, שכיוונם בעיקר צפונה (Sharaf El-Din 1977; Nof 1978), לכיון חופי הארץ. הנילוס ידוע כמקור זיהום מרכזי בים תיכון ממספר מחקרים (Boucher and Bilard 2020; Soto-Navarro et al. 2020).
- מול מוצא הירקון (10 מ' עומק מים) נמצא גם כן ריכוז גבוה של מיקרופלסטיק (7.5 חלקיקים למ"ר), שככל הנראה מקורו מהירקון. הנחלים ידועים כמקור הסעה לפסולת ימית (למשל Schmidt et al. 2017; Ryan 2015).
- מול עכו (10 מ' עומק מים) נמצאו 4 חלקיקי מיקרופלסטיק למ"ר. מקור חלקיקים אלו יכול להיות מהעיר עכו, מהקישון, או מהצטברות חלקיקים במפרץ חיפה בשל זרימת המים האיטית בו.
- ריכוז המיקרופלסטיק בתחנות הרדודות של הים התיכון בחופי ישראל גבוה בהשוואה לריכוזים אחרים שהתקבלו במרכז ובמערב הים התיכון (נספח 2). עם זאת, ריכוזים דומים התקבלו במחקר קודם בחופי ישראל (Van der Hal et al. 2017) וריכוזים אף גבוהים יותר התקבלו לאחרונה בלבנון (Jemaa et al. 2021). הריכוזים בתחנות העמוקות דומים לריכוזים שהתקבלו במחקרים נוספים בים תיכון ובעולם.
- באזור רכס כרמל בוצע ניטור מיקרופלסטיק בעומקי מים שונים (איור 3.3). התוצאות מראות כי סמוך לחוף (10 מ' עומק מים 1 ק"מ מהחוף) נמצא ריכוז גבוה באופן משמעותי, בהשוואה לתחנות העמוקות יותר (30, 650 ו 1400 מ' עומק מים 4, 16 ו 19 ק"מ מהחוף בהתאמה). עובדה המרמזת על מקור זיהום חופי למיקרופלסטיק.
- בשנים 2021-2022 נצפתה ירידה בריכוז המיקרופלסטיק מול רכס כרמל בעומק מים 30 מ' ו 650 מ', שנעצרה בשנת 2023 (איור 3.3). לעומת זאת בעומקי מים 10 מ' ו 1500 מ' (1 ו 19 ק"מ מהחוף בהתאמה) נצפתה עליה שנעצרה בשנת 2023 (איור 3.3). בשנת 2021 הושפענו רבות ממגפת הקורונה, בין השאר בשנה זו חלה ירידה חדה בפעילות בחופים בישראל ובכל מדינות הים התיכון ובהתאמה הייתה ירידה בכמות הפסולת

- שהצטברה בחופי ישראל (Segal et al. 2022) ובחופי הים התיכון. הציפיה היא כי תהייה השפעה בהתאמה גם על חלקיקי המיקרופלסטיק הצפים. השונות בהתנהגות המיקרופלסטיק באזורי הדיגום השונים מלמדת כי אזורים שונים מושפעים ממקורות זיהום שונים ובאופן שונה. הנושא דורש המשך חקירה והעמקה.
- לאורך כל שנות הניטור (2019-2023) וכן בכל עומקי הניטור מעל למחצית מחלקיקי המיקרופלסטיק שנאספו הם בצבע לבן או חסר צבע (איור 3.4). חלקיקים אלו בעל פוטנציאל גבוה להכנס למארג המזון בשל הדמיון שלהם לפלנגטון (Shaw & Day 1994). חלקיקים שחורים וכחולים, שהופיעו אף הם בכל המקרים, עלולים אף הם להיכנס למארג המזון עקב בליעתם ע"י חיות ימיות (למשל Botterell et al 2019).
 - רסיסי הפלסטיק (fragments) הם צורת הפלסטיק הנפוצה ביותר (איור 3.4). בשנת 2023 הם היוו 58% ו 60% מכלל החלקיקים שנמצאו בתחנות הרדודות והעמוקות בהתאמה. חלקיקים אלו הם פסולת שניונית שמקורה בשברי פרטי פלסטיק קשיח. היריעות (sheet) המהוות כ-30% מכלל הפסולת מקורן בשקיות ואריזות שעברו בליה. בשנים 2020 עד 2022 נצפתה ירידה בייצוג היריעות שנעצרה בשנת 2023. חלקיקי מיקרופלסטיק מהתעשייה והקוסמטיקה (pellet ו granule בהתאמה) הופיעו במקרים בודדים בלבד (בשנת 2023 לא הופיעו כלל).

המלצות

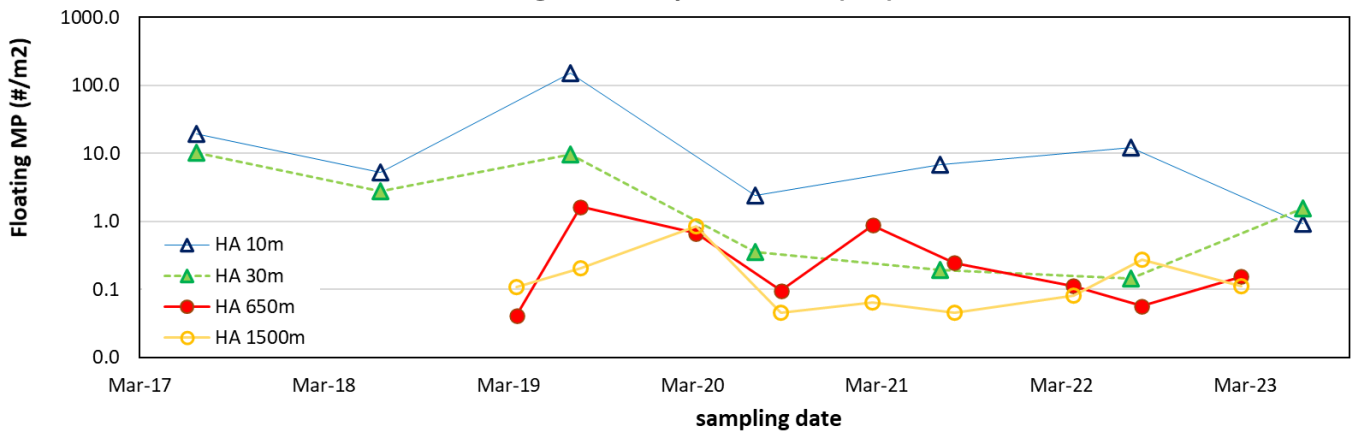
1. מומלץ לפעול להפחתת השימוש במוצרי פלסטיק בחוף וכן להמשיך ולקדם את נקיון החופים, למניעת בליה ע"י קרינת השמש וייצור מיקרופלסטיק שעלול להסחף לים.
2. יש להבין את מקור חלקיקי המיקרופלסטיק בירקון על מנת לגדוע את מקורם.
3. יש להבין את מקור המיקרופלסטיק במפרץ חיפה ולגדוע את מקורו.

Floating MP concentration >300µm found at coastal waters, deep sea, and Gulf of Eilat in 2022

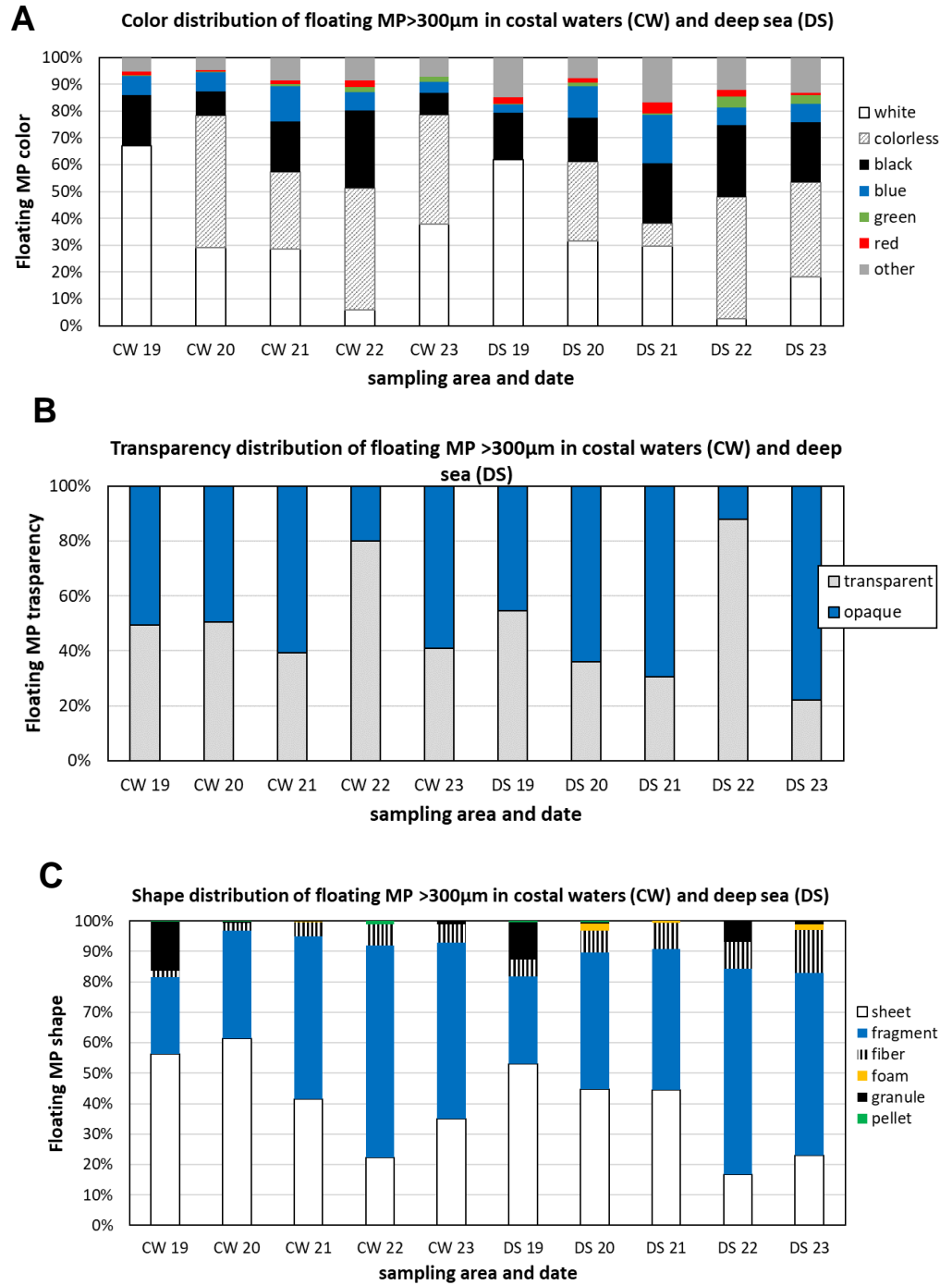


איור 3.2: פילוח הפסולת הצפה (300 מיקרון ומעלה) בשנת 2023 על פי אזורי דיגום וגדלי חלקיקי המיקרופלסטיק. הנתונים מייצגים ממוצע של חתכי הדיגום בכל אזור. הקווים מייצגים את סטיית התקן. ציר Y בסקלה לוגריתמית.

Floating MP >300µm at Haifa (HA)



איור 3.3: ריכוז המיקרופלסטיק הצף (300-5000 מיקרון) מול רכס כרמל (עומקי מים 10-1500 מ') בשנים 2017-2023, ציר Y בסקלה לוגריתמית.



איור 3.4: אפיון המיקרופלסטיק הצף (300-5000 מיקרון) בשנים 2019-2023 בתחנות חופיות (CW) ובתחנות בים העמוק (DS). על פי צבע (A), בשנת 2019 הפרטים חסרי הצבע והלבנים נספרו יחד), שקיפות (B), וצורה (C).

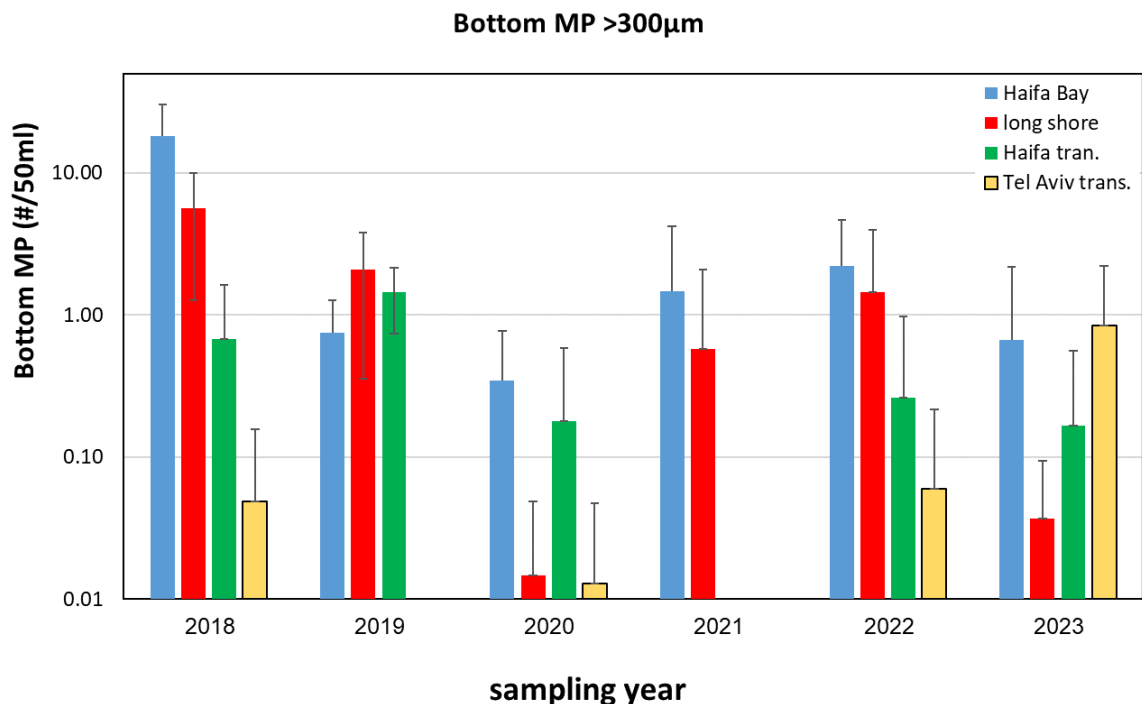
3.2 מיקרופלסטיק שקוע (קרקעית הים)

ממצאים

- בשנת 2023 נמצאו 43 חלקיקי מיקרופלסטיק בחמש מתוך 33 תחנות הדיגום. מרבית חלקיקי המיקרופלסטיק (30 מתוך 43, 70% מכלל המיקרופלסטיק) נאספו בתחנת כרמלית, במוצא הקישון. בתחנה זו נמצאו בנוסף חלקיקי פחם וזפת. חלקיקי פחם נמצאו בשלש תחנות נוספות בים העמוק (1700-800 מ' עומק מים). גם בשנים קודמות נמצאו פריטים בודדים, אם בכלל, במרבית התחנות.
- לא ניתן להבחין במגמה מרחבית בריכוזי המיקרופלסטיק בקרקעית הן מבחינת אזור הדיגום והן לאורך זמן, למעט ריכוזים גבוהים במפרץ חיפה, שנובעים מתחנה בודדת בכרמלית (איור 3.5).
- בשנת 2023 נמצאו חמישה סוגי מיקרופלסטיק בלבד: סיב אדום (1), יריעה חסרת צבע (7 פרטים בחתך ת"א 1400 מ' עומק מים) רסיסים חסרי צבע (1) וכתום (4 בחתך חיפה 1700 מ' עומק מים) וכדורים חסרי צבע (30 יחידות בכרמלית). גם בשנים קודמות מגוון חלקיקי המיקרופלסטיק היה קטן. הכדורים שנמצאו בכרמלית מקורם ככל הנראה בתעשיית הקוסמטיקה ודורשים המשך מעקב.

המלצות

מומלץ להבין לעומק את מקורות המיקרופלסטיק במפרץ ובפרט במוצא הקישון על מנת לגדוע את המקור.

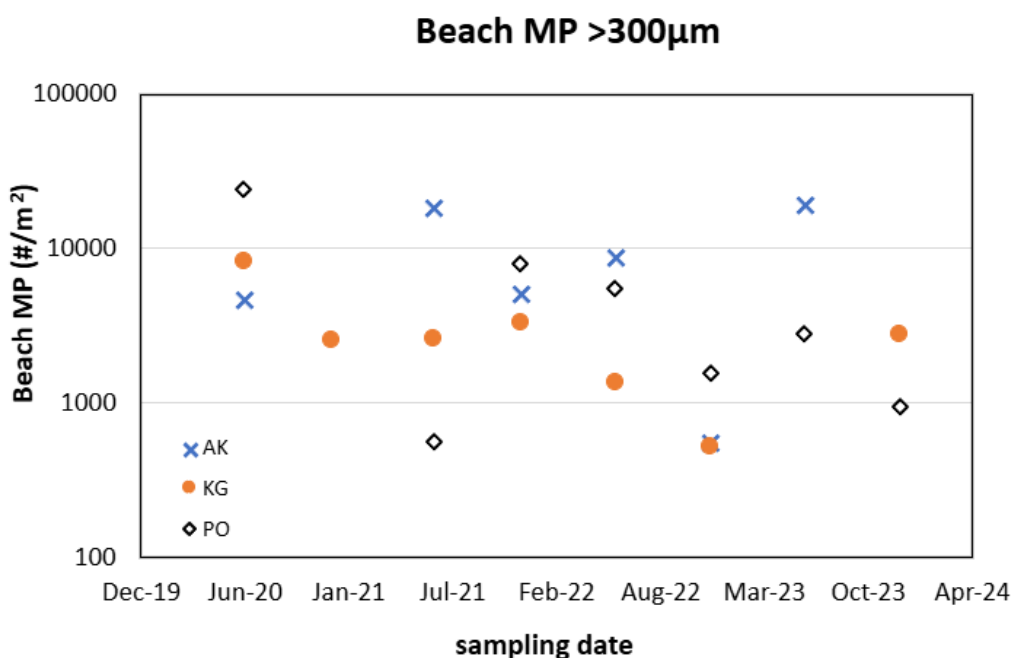


איור 3.5: ריכוז מיקרופלסטיק בקרקעית בשנים 2018-2023 בתחנות החופיות (מפרץ חיפה ואורך החוף) ובתחנות העמוקות (חתך חיפה וחתך תל אביב). ציר Y בסקאלה לוגריטמית.

3.3: מיקרופלסטיק בחוף

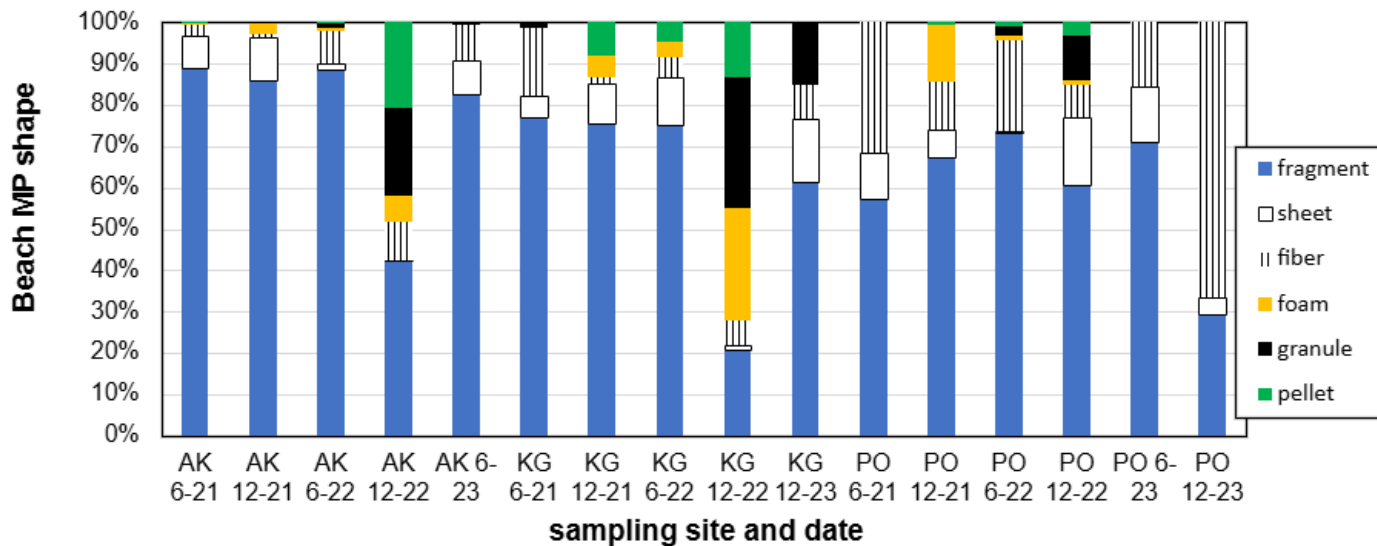
ממצאים

- בכל חופי הדיגום לאורך כל שנות הדיגום נמצאו חלקיקי מיקרופלסטיק באזור הגיאות והשפל.
- בשנת 2023 המשיכה מגמת הירידה בריכוז המיקרופלסטיק בחוף פולג, בעוד בכפר גלים המגמה נעצרה ונצפתה עליה (איור 3.6). בחוף עכו אין מגמה ברורה.
- בכל החופים נמצאו חלקיקי פחם. זפת נמצאה בכל התחנות בשנת 2023, בדומה לשנים קודמות, למעט בפולג בחורף.
- רסיסי פלסטיק (fragment) הם הנפוצים ביותר בחופים לאורך כל השנים (איור 3.7) ומהווים לרוב מעל ל-70% מכלל החלקיקים שנדגמו. שלש חריגות נצפו לאורך השנים, שלשתן בחורף. שתי חריגות נצפו בשנת 2022 בעכו וכפר גלים בהן הופיעו חלקיקים רבים מתעשיית הפלסטיק והקוסמטיקה והשלישית בשנת 2023 בחוף פולג, כשהסיבים היוו את עיקר חלקיקי המיקרופלסטיק שנצפו. הסיבים היוו 67% מכלל החלקיקים שנצפו ומקורם מתעשיית הטקסטיל, פסולת שייטכן ומקורה משפכים ביתיים המכילים סיבים המגיעים ממכונות הכביסה והמייבשים. בניגוד לממצאי הפסולת הימית שנמצאה בקרקעית ובחופים ולממצאי המיקרופלסטיק הצף, ייצוג היריעות (תוצרי בליית השקיות והאריזות) בחופים נמוך.
- בדומה למיקרופלסטיק הצף, גם בחופים מרבית החלקיקים שנמצאו בצבעי לבן, חסרי צבע ושחור (איור 3.7).

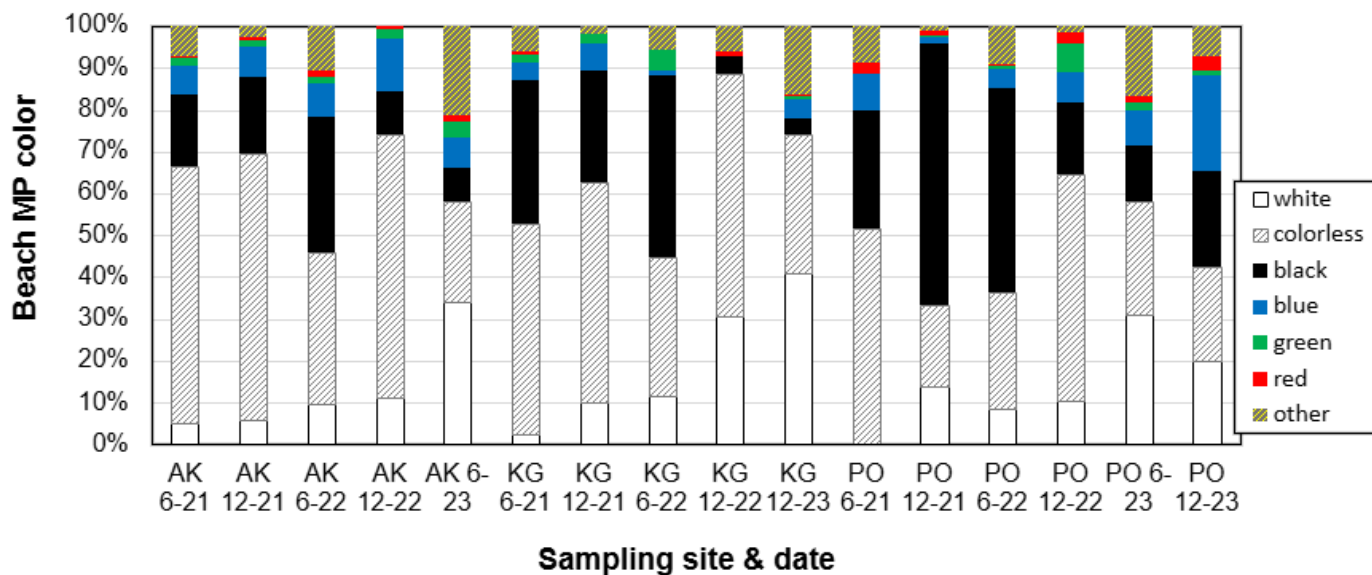


איור 3.6 ריכוז מיקרופלסטיק בחופי עכו, כפר גלים (AK), ופולג (KG) בשנים 2020-2023. ציר Y בסקאלה לוגריטמית.

Shape distribution of beach MP >300µm



Color distribution of beach MP >300µm



איור 3.7: פילוח מיקרופלסטיק בחופי עכו (AK), כפר גלים (KG) ופולג (PO) בשנים 2021-2023 לפי צורה (איור עליון) וצבע (איור תחתון).

פרק 4: פסולת ימית בים סוף

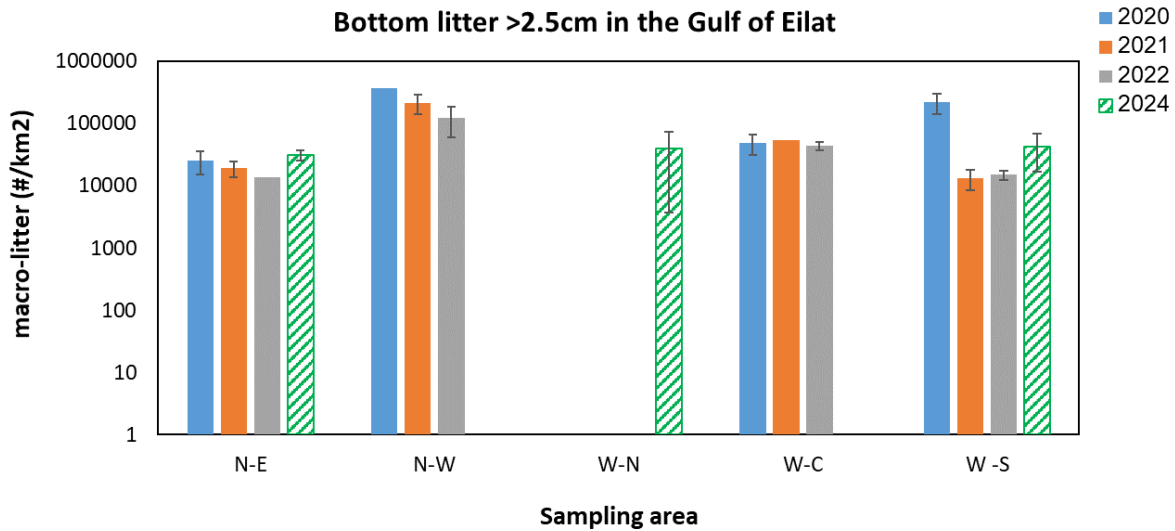
בשל בעיות טכניות והשפעת המלחמה דיגום הפסולת באילת בוצע בינואר 2024 עבור מאקרו-פסולת בקרקעית בלבד. ניטור הפסולת בוצע בעזרת רובוט תת ימי וניתוח סרטוני הפסולת שהתקבלו. בשל שיבושי GPS בצל המלחמה, חישובי ריכוז הפסולת בקרקעית בוצעו ע"י הערכת אורך החתך על פי אורך הכבל ובהתאמה חישובי הריכוז פחות מדויקים בהשוואה לשנים קודמות.

ממצאים

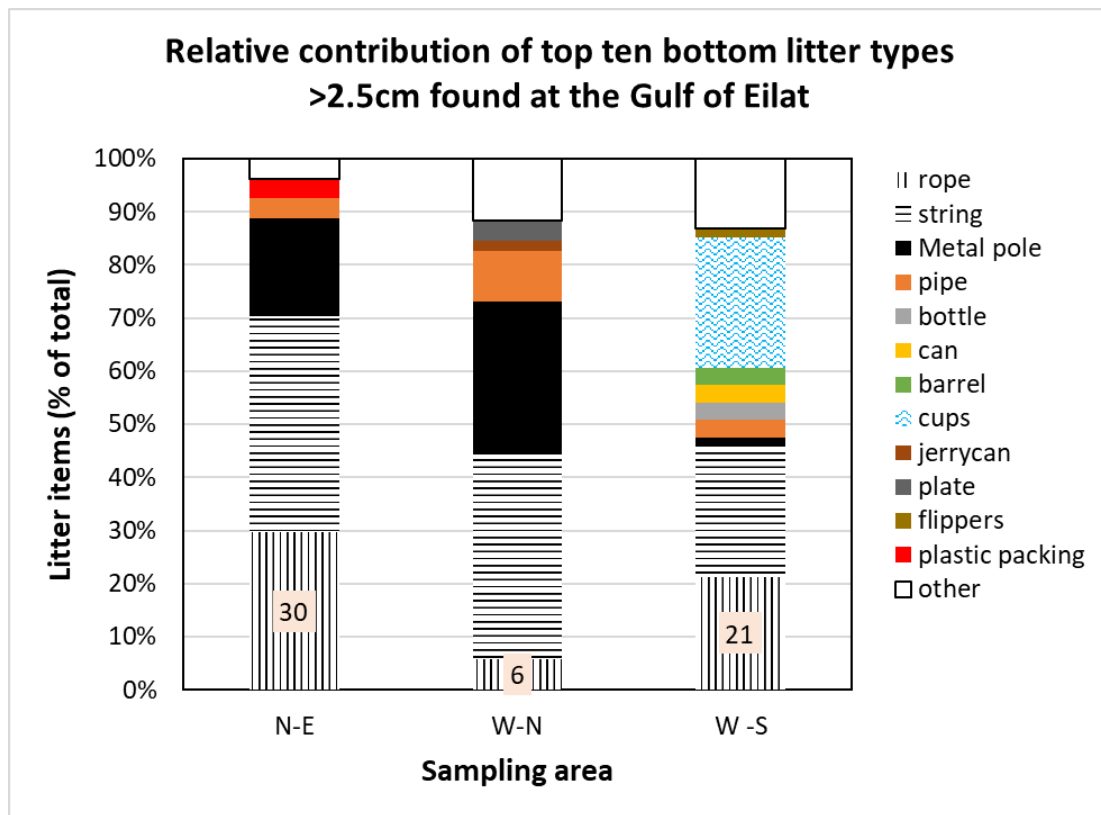
- פסולת קרקעית נצפתה בכל חתכי הדיגום ובכל אזורי הדיגום לאורך מפרץ אילת בשנת הדיגום הנוכחית וכן בשנים קודמות. ריכוז הפסולת בקרקעית גדול בסדרי גודל מהערכים שנמצאו בתחנות בים תיכון הרדודות והעמוקות כאחד (איור 4.1). יש לציין ולהדגיש כי ייתכן והמצב אף עגום יותר היות ושיטת הדיגום מאפשרת זיהוי פרטי פסולת גדולים וקשה לזהות פרטי פסולת קטנים בצילומי הוידאו.
- הריכוזים המקסימליים של הפסולת נצפו מול חוף החשמל (W-N 64 אלף פרטי פסולת לקמ"ר) וסמוך לגבול מצריים (W-S 61 אלף פרטי פסולת לקמ"ר). בשנים קודמות האזור הסמוך למסעדה מתחת למים היה המזוהם ביותר (NW), בשנה הנוכחית לא הייתה גישה לאזור.
- מגמת הירידה שהופיעה בשנים 2021 ו 2022 בחוף הצפוני מערבי ובגבול הדרומי לא הופיעה השנה. הירידה נבעה ככל הנראה מהסופה שפקדה את אילת בשנת 2021 וקברה פרטי פסולת רבים.
- סה"כ נצפו 140 פרטים בקרקעית, חציים קשורים בפעילות ימית כגון חבלים וחוטים (איורים 4.3, 4.2). בחוף המערבי כ 40% מהפסולת מורכבת מחבלים וחוטים בעוד בחוף הצפוני כ 70%. מוטות מתכת הופיעו בחלק הצפוני של המפרץ. נראה כי אלו שברים ממבנים ימיים (אולי מלכודות דגים, בסיסי אלמוגים, או שברים מפסולת גדולה אחרת, איור 4.3). בגבול מצריים נצפו כוסות רבות (איורים 4.2, 4.3)
- הרכב הפסולת במפרץ אילת שונה לחלוטין מההרכב שנצפה בים תיכון, שם עיקר הפסולת מפלסטיק ובפרט שקיות ניילון. עם זאת יש להדגיש שבבחינת הפסולת בעזרת ROV יש מגבלה של זיהוי מדויק של הפסולת בשל ניתוח וידאו בניגוד לאיסוף הפסולת והתבוננות ישירה בים תיכון. כמו כן חתכי הדיגום במפרץ אילת קצרים משמעותית בהשוואה לחתכי הדיגום בים תיכון (מאות מטרים בהשוואה לקילומטרים), אך היחסים בין אורכי החתכים סבירים בהתחשב ביחסים בין אורך קווי החוף.

המלצות

מומלץ לפעול לניקוי הקרקעית במפרץ אילת ככל שניתן ובייחוד לפני סערות.



איור 4.1: ריכוז פסולת הקרקעית באילת בשנים 2020-2024. החתכים מסודרים לאורך ציר X מצפון מזרח לדרום מערב. ציר Y בסקלה לוגריטמית.



איור 4.2: עשרת הפרטים הנפוצים בפסולת הקרקעית באילת בשנת 2024, בחלוקה על פי אזורי הדיגום מול חוף ההפרדה (NE), מול חוף החשמל (WV) וסמוך לגבול מצריים (WS). המספר בעמודת החבלים מייצג את כמות החבלים שנצפו.

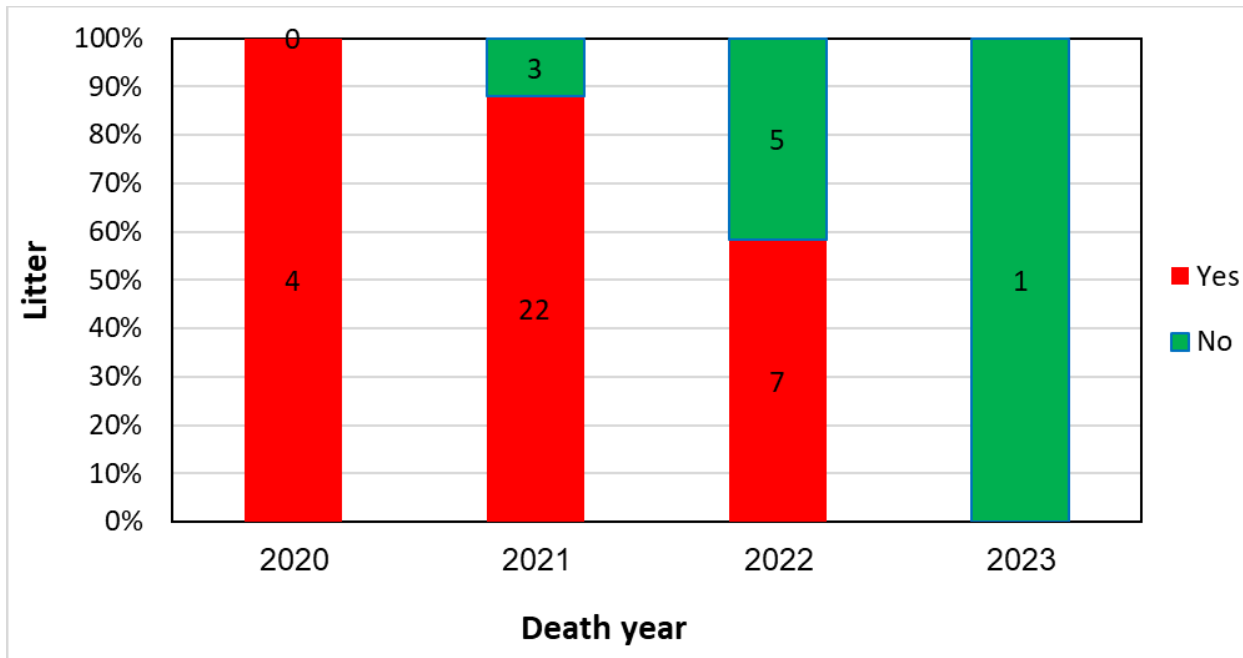


איור 4.3 צילומי פסולת קרקעית ממפרץ
אילת 2024.

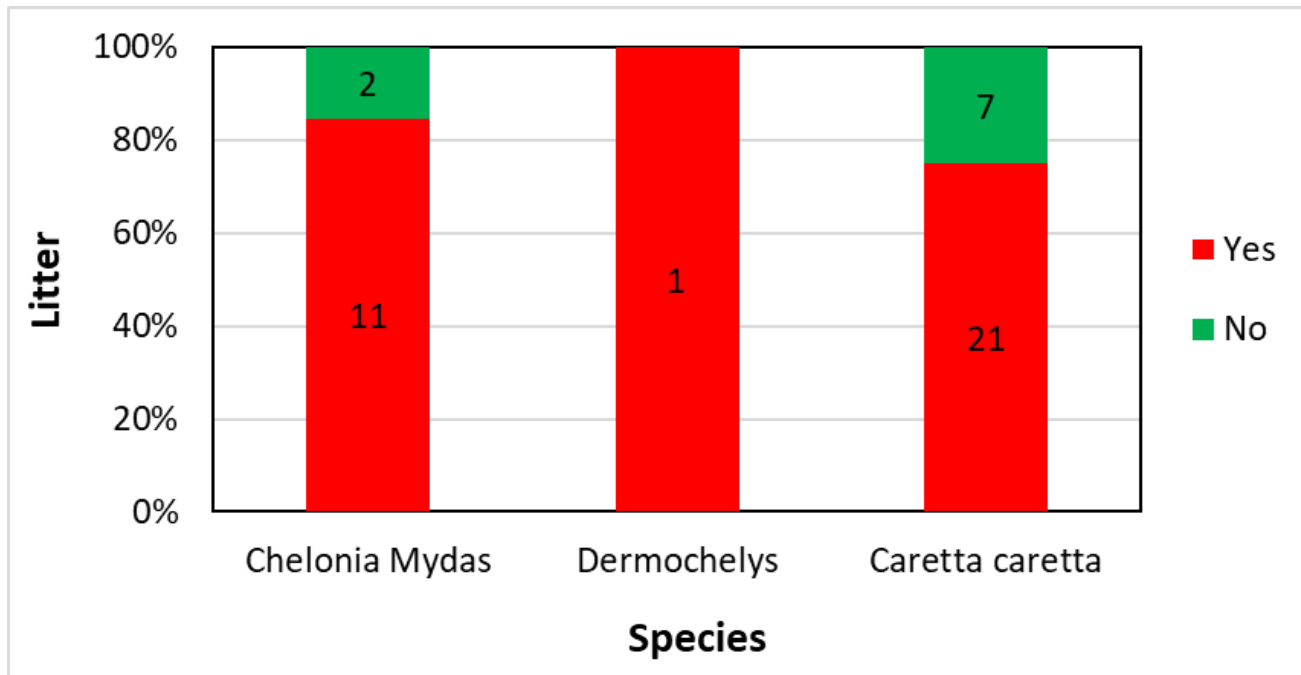
5. השפעת הפסולת הימית על צבי הים בחוף ים תיכון הישראלי

ממצאים

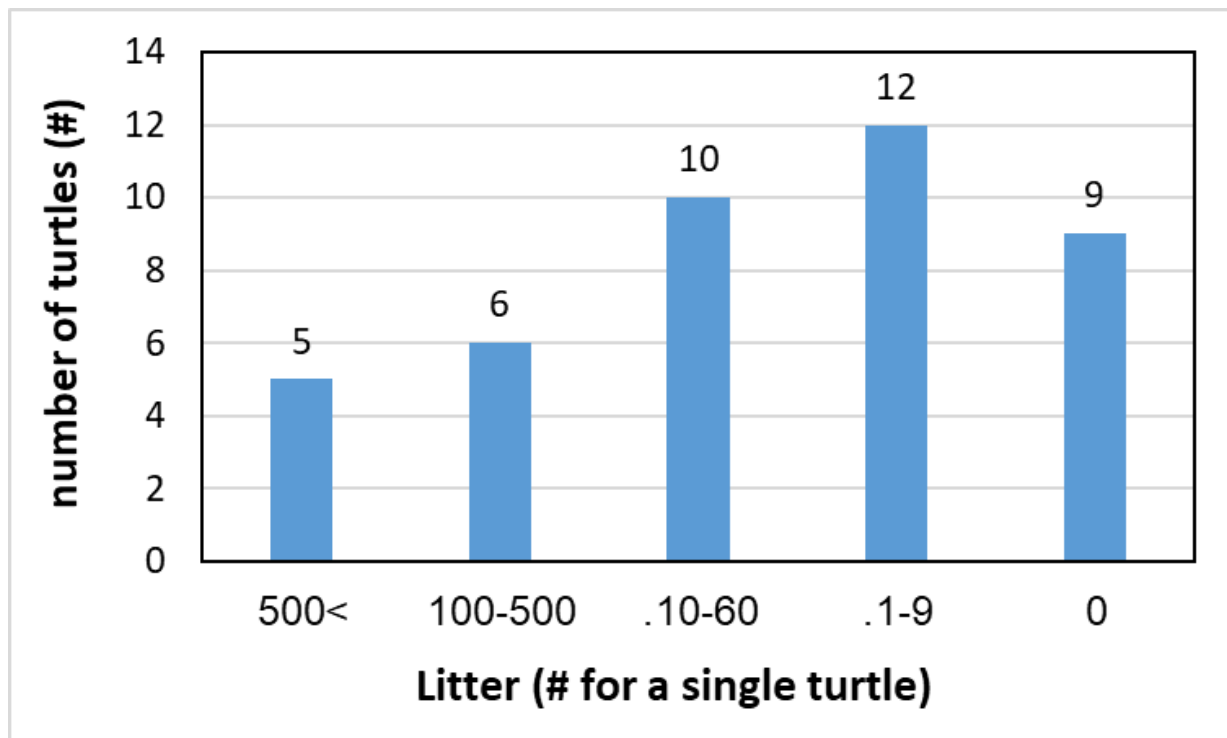
- תכולת פסולת במערכת העיכול של צבים מתים נבחנה לאורך השנים 2020-2023. סה"כ נותחו 42 צבים שנמצאו מתים או שמתו במרכז להצלת צבים במכמורת ימים ספורם מהצלתם. מערכת העיכול חולקה לושט, כיבה ומעי. עבור כל חלק הפסולת מויינה לגדלים (1, 5 ו 25 מ"מ) ואופיינה לצבע צורה ושקיפות, בדומה למיקרופלסטיק בים ובחוף.
- במרבית הצבים (79%, 33 מכלל הצבים) נמצאה פסולת במערכת העיכול (איור 5.1 בחלוקה לשנים ואיור 5.2 בחלוקה למינים).
- עבור 12 צבים נמצאו עד 9 פרטי פסולת במערכת העיכול, עבור 11 צבים נמצאו מעל למאה פריטים במערכת העיכול (איור 5.3). הכמות המקסימאלית של פסולת שנמצאה במערכות העיכול של הצבים עומדת על 12 אלף ו2800 פריטים בשני צבים ירוקים שמתו באוגוסט 2021.
- סך הכל מעל 19 אלף חלקיקי פסולת נמצאו במערכות העיכול של 42 הצבים שנותחו. מרביתם יריעות או רסיסים בצבע לבן או חסרי צבע (טבלה 5.1).



איור 5.1 נוכחות פסולת במערכת העיכול של צבי הים בחלוקה לשנים. המספרים מייצגים את מספר הצבים.



איור 5.2: נוכחות פסולת במערכת העיכול של צבי הים בחלוקה למין הצב: צב ירוק (*Chelonia*), צב חום (*Caretta caretta*) וצבי גילדי (*Dermochelys*). המספרים מייצגים את מספר הצבים.



איור 5.3: כמות הפסולת שנמצאה במערכות העיכול של הצבים. המספרים מייצגים את מספר הצבים.

טבלה 5.1 אפיון צבע, צורה ושקיפות עבור פרטי הפסולת הנפוצים ביותר שנמצאו במערכות העיכול של הצבים בשנים 2020-2023.

הערות	צורה	שקיפות	צבע	כמות (#)
	יריעה	שקוף	חסר צבע	7922
	רסיס	אטום	חסר צבע	3692
	רסיס	אטום	לבן	1497
	יריעה	אטום	לבן	1092
פחם	רסיס	אטום	שחור	858
	סיב	שקוף	חסר צבע	556
	רסיס	אטום	שחור	484
	יריעה	אטום	כחול	407
	רסיס	אטום	כחול	278
	קצף	אטום	לבן	240
	רסיס	אטום	צהוב	194
	85 שילובי צבע צורה ושקיפות נוספים			2037
סה"כ 19257 פרטים				

6. ביבליוגרפיה

- Adamopoulou, A., Zeri, C., Garaventa, F., Gambardella, C., Ioakeimidis, C. and Pitta, E., 2021. Distribution patterns of floating microplastics in open and coastal waters of the eastern Mediterranean Sea (Ionian, Aegean, and Levantine seas). *Frontiers in Marine Science*, 8, p.699000.
- Aytan, U., Sahin, F.B.E. and Karacan, F., 2019. Beach litter on Sarayköy Beach (SE Black Sea): density, composition, possible sources and associated organisms. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(2), pp.137-145.
- Boucher J. & Bilard G., 2020. *The Mediterranean: Mare plasticum*. Gland, Switzerland: IUCN. x+62 pp
- Botterell Z.L.R., Nicola Beaumont, Tarquin Dorrington, Michael Steinke, Richard C. Thompson, Penelope K. Lindeque, 2019. Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review. *Environmental Pollution* 245 (2019) 98e110
- Ertaş, A., 2021. Assessment of origin and abundance of beach litter in Homa Lagoon coast, West Mediterranean Sea of Turkey. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 249, p.107114.
- Grelaud, M. and Ziveri, P., 2020. The generation of marine litter in Mediterranean island beaches as an effect of tourism and its mitigation. *Scientific reports*, 10(1), pp.1-11
- Hardesty, B.D., Lawson, T.J., van der Velde, T., Lansdell, M. and Wilcox, C., 2017. Estimating quantities and sources of marine debris at a continental scale. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(1), pp.18-25.
- Jemaa, S., Mahfouz, C., Kazour, M., Lteif, M., Hassoun, A.E.R., Ghsoub, M., Amara, R., Khalaf, G. and Fakhri, M., 2021. Floating Marine Litter in Eastern Mediterranean From Macro to Microplastics: The Lebanese Coastal Area as a Case Study. *Frontiers in Environmental Science*, 9, p.699343.
- Joint Research Centre of the European Commission, 2013. *Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas*. MSFD Technical Subgroup on Marine Litter. Report EUR 26113 EN.
- Nof, D., 1978. On geostrophic adjustment in sea straits and wide estuaries: theory and laboratory experiments. Part II—two-layer system. *J. Phys. Oceanogr.* 8, 861–872. [https://doi.org/10.1175/15200485\(1978\)008b0861:OGAISSN2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/15200485(1978)008b0861:OGAISSN2.0.CO;2).
- Okuku, E., Kiteresi, L., Owato, G., Otieno, K., Mwalugha, C., Mbuhe, M., Gwada, B., Nelson, A., Chepkemboi, P., Achieng, Q. and Wanjeri, V., 2021. The impacts of COVID-19 pandemic on marine litter pollution along the Kenyan Coast: A synthesis after 100 days following the first reported case in Kenya. *Marine Pollution Bulletin*, 162, p.111840.

- Rahav E., Herut B., Rubin-Blum M., Guy-Haim T., Gordon N., Lubinevsky H., Katav-Naim S., Stern N., Rilov G., Paz G. Rinkevich B. (2023)*. The National Monitoring Program of Israel's Mediterranean waters – Scientific Report on Biodiversity for 2022; Israel Oceanographic and Limnological Research, IOLR Report H27/2023.
- Rosentraub Z. and Brenner S., 2007. Circulation over the southeastern continental shelf and slope of the Mediterranean Sea: direct current measurements, winds, and numerical model simulations. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 112(C11).
- Ryan, P.G., 2015. A brief history of marine litter research. In *Marine anthropogenic litter* (pp. 1-25). Springer, Cham.
- Schmidt C, Krauth T, Wagner S. Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environ Sci Technol*. 2017 Nov 7; 51(21):12246-12253. doi: 10.1021/acs.est.7b02368. Epub 2017 Oct 11. PMID: 29019247.
- Segal Yael, Yaron Gertner, Guy Sisma-Ventura, Dror Zurel, Barak Herut, 2022. The State of Beach Litter Pollution during the COVID-19 Pandemic: a case study of the Israeli coasts, *Coastal Management*, V50, p. 372-384.
- Sharaf El Din, S.H., 1977. Effect of the Aswan high dam on the Nile flood and on the estuarine and coastal circulation pattern along the Mediterranean egyptian coast. *Limnol. Oceanogr.* 22 (2), 194–207.
- Shaw, D.G., Day, R.H., 1994. Colour- and form- dependent loss of plastic microdebris from the North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin* 28 (1), 39e43
- Soto-Navarro, J., Jordá, G., Deudero, S., Alomar, C., Amores, Á. and Compa, M., 2020. 3D hotspots of marine litter in the Mediterranean: A modeling study. *Marine Pollution Bulletin*, 155, p.111159.
- Tsiaras, K., Costa, E., Morgana, S., Gambardella, C., Piazza, V., Faimali, M., Minetti, R., Zeri, C., Thyssen, M., Ben Ismail, S. and Hatzonikolakis, Y., 2022. Microplastics in the Mediterranean: variability from observations and model analysis. *Frontiers in Marine Science*, 9, p.288.
- UNEP/MAP Athens, Greece, 2016. Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea and Coast and related assessment criteria.
- Van der Hal Noam, Ariel Asaf, Angel Dror L., 2017. Exceptionally high abundances of microplastics in the oligotrophic Israeli Mediterranean coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 116,151-155.

נספח 1: ריכוזי פסולת חופים

ריכוזי פסולת בחופים ממחקרים שונים בים תיכון ובאזורים אחרים

reference	place	Sampling method	litter (#/m ²)
Asensio-Montesinos et al. 2019	Spain	100m long twice	Spring 0.062 summer 0.116
OSPAR 2020	Spain & Portugal	100m	0.003-1.62 AVE 0.16±0.24
Ertaş 2021	Turkey	100m long	380-775 seasonal AVE 581±60
Aytan et al. 2019	Turkey	OSPAR protocol	1.22-4.17
Grelaud and Ziveri 2020	Mediterranean islands	100m	0.13±0.20
Hardesty 2017	Estuaries	100m	AVE 0.147
Okuku et al. 2021	Kenia	50-300m long	0-3.8 0-0.056 remote beaches
Turrell 2018	Scotland		0.5-6140

נספח 2: ריכוזי מיקרופלסטיק צף בים תיכון

ריכוזי מיקרופלסטיק צף ממחקרים שונים בים תיכון

מאמר	אזור דיגום	ריכוז מיקרופלסטיק צף (#/m ²)
Adamopoulou ¹ et. al. 2021	Eastern Mediterranean	0.012 to 1.62
Banini et al.,2018	Italy	0.069±0.083
Gajst 16	Adriatic	0.47±0.2
Guven 17	Aegean Levantine	0.14±0.12
Jemaa et. Al. 2021	Lebanese	77±84,15±20 spring and fall
Ruiz 16	MD whole	0.06
Schmidt 18	Western MD	0.1
Tsiaras et. al. 2022	Gabes Gulf	0.073–0.310
	Ligurian Sea	0.061–0.134
	Saronikos Gulf,	0.047–0.080
	Gulf of Lion	0.029–0.032
Van der Hal et.al. 2017	Israel	1.5