

מחקר בנושא זיהום בפסולת מוצקה לחופי הים התיכון של ישראל - תוצאות ראשוניות

מחקר בנושא פסולת חופית וימית: גליה פסטרנק^{1,2}, אהוד שפניר^{2,3}, דב צביאלי^{3,4} וכריסטין ריביק⁶

מחקר בנושא מיקרו-פלסטיק: נעם ואן דר האל^{2,3}, דרור אנג'ל^{2,3}

עריכת הדוח: אסף אריאל⁵

¹ היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית, המשרד להגנת הסביבה

² החוג לציוויליזציות ימיות, ביה"ס למדעי הים ע"ש ליאון צירני, אוניברסיטת חיפה

³ המכון ללימודי ים ע"ש ליאון רקנאטי, אוניברסיטת חיפה

⁴ בית הספר למדעי הים, המרכז האקדמי רופין

⁵ עמותת אקוואשן

⁶ US Geological Survey, Wisconsin Cooperative Wildlife Research Unit, Department of Forest and Wildlife Ecology, University of Wisconsin, USA;

תקציר

פסולת ימית הוכרה כבעיה חמורה בעלת השפעה כלכלית ובריאותית משמעותית על בריאות הציבור ובריאות הסביבה הימית. אפיון הפסולת הימית באזורים שונים בעולם הראה שמרבית הפסולת מורכבת מסוגי פלסטיק שונים. חלק גדול מפסולת הפלסטיק הינו חלקיקי פלסטיק הקטנים מ-5 מ"מ המכונים 'מיקרופלסטיק'. חלקיקים אלה יכולים להדמות לפלנקטון ולכן עלולים להיות אטרקטיביים כמזון למגוון רחב של יצורים ימיים. בנוסף, כתוצאה מהתכונות הפיזיקאליות והכימיות של המיקרופלסטיק החלקיקים סופחים מגוון מזהמים ומעלים חשש שמהמים אלה יצטברו בגוף היצורים ובמארג המזון הימי.

בחוף הים התיכון של ישראל ישנה בעיית הצטברות פסולת ימית. אם זאת, מידע מדעי בנוגע למקורות והתפזרות הפסולת הימית, הנחוץ בין היתר ליצירת מדיניות לטיפול בבעיה זו, עדיין לוקה בחסר.

המחקרים המתוארים בדוח זה הינם תוצר שיתוף פעולה בין אוניברסיטת חיפה, עמותת אקוואשן והמשרד להגנת הסביבה, שהתקיים מאביב 2013 ועד אוגוסט 2015. בדוח זה מוצגות תוצאות ברות השוואה ומקיפות ראשוניות בנושא פסולת ימית וחופית באזור החוף של ישראל. התוצאות כוללות מידע על ריכוזי הפסולת הימית ומיקרופלסטיק, סוגי פסולת ימית ומקורותיו וכן תוצאות בדיקת הצטברות מזהמים על חלקיקי מיקרופלסטיק.

התוצאות מראות שכמות הפסולת בחופים נמוכה יחסית לממוצע העולמי וכן שהפסולת הימית בקרקעית הים נוטה להצטבר באזורים מסוימים בלבד, ובממוצע כמות הפסולת הימית השקועה אינה גדולה.

לעומת זאת, כמות הפסולת הצפה בים גבוהה יחסית לממוצע העולמי. צפיפות חלקיקי המיקרופלסטיק נמצאה גבוהה באופן מדאיג - בערך פי-10 מהצפיפות שנמצאה במערב הים התיכון ובערכים הדומים לצפיפות החלקיקים בצפון האוקיאנוס השקט. בנוסף, בחלקיקי הפלסטיק נמצאה כמות גדולה של מזהמים אורגניים, בייחוד בחלקיקים מאזור החלק הצפוני של מישור החוף.

עמותת Ecoocean טל. 073-7415480 פקס 073-7416480

מרכז 'מגלים' קיבוץ שדות ים, 37804 טל. 04-6364485 פקס 04-6364625

info@ecoocean.org www.ecoocean.org

הפסולת החופית מורכבת ברובה מפלסטיק ובה אחוז גבוה במיוחד של שקיות ניילון, כלים חד פעמיים ואריזות מזון. מקור הפסולת החופית הינו בעיקר פסולת המושארת על החוף על ידי נופשים, נחלים ומערכות ניקוז. בחלק מהחופים ובעיקר בחופי דרום ישראל ניכר אחוז גבוה יחסית של פסולת שמקורה מהים וממדינות אחרות. למרות שממצאים אלו מעוררים דאגה, הם גם מצביעים על פתרונות ברורים ושימים, אותם ניתן לתעל בהתאם לאופי ומקור הפסולת באזורי החוף השונים. פתרונות אלה כוללים טווח רחב של פעולות ובהן קידום פעולות וחקיקה להפחתת השימוש בשקיות ניילון וכלים חד פעמים, שיפור מערך המיחזור, חינוך, אכיפה מוגברת של איסור השלכת פסולת, הגברת תדירות ויעילות ניקויי החוף והים וכן מוצאי נחלים ונקזים והפעלת תכנית לאומית ואזורית לניטור פסולת ימית.

פסולת ימית באזור הים התיכון של ישראל: סוגים, מקורות והתפזרות – תצפיות ראשונות

גליה פסטרנק¹, אהוד שפניר², דב צביאלי³ וכריסטין א. ריביק⁴

¹ מחקר זה מהווה חלק מעבודת הדוקטורט של גליה פסטרנק

היחידה הארצית להגנת הסביבה הימית של המשרד להגנת הסביבה, החוג לציוויליזציות ימיות, ביה"ס למדעי הים ע"ש ליאון צ'רני, אוניברסיטת חיפה

מנחי העבודה:

² פרופ' אהוד שפניר, החוג לציוויליזציות ימיות, והמכון ללימודי ים ע"ש ליאון רקנאטי, ביה"ס למדעי הים ע"ש ליאון צ'רני, אוניברסיטת חיפה.

³ ד"ר דב צביאלי, המכון ללימודי ים ע"ש ליאון רקנאטי, אוניברסיטת חיפה; וביה"ס למדעי הים, המרכז האקדמי רופין.

⁴ Professor Christine A. Ribic, US Geological Survey, Wisconsin Cooperative Wildlife Research Unit, Department of Forest and Wildlife Ecology, University of Wisconsin, USA;

מבוא

פסולת ימית הוכרה ברחבי העולם כבעיה סביבתית חמורה בעלת השפעות אקולוגיות, כלכליות ובריאותיות משמעותיות.

למרות שללא ספק בעיית הפסולת הימית משמעותית בחוף ישראל, סקר פסולת ימית מקיף לא נערך מעולם במזרח הים התיכון ולכן מידע השוואתי היה חסר¹.

על מנת להשלים מידע חיוני זה בנוגע לפסולת הימית יזמנו בשנת 2012 מחקר לאפיון סוגי פסולת ימית בחופי הים התיכון של ישראל, מקורותיה, והתפזרותה המרחבית ולאורך ציר הזמן. המחקר נערך במסגרת שיתוף פעולה בין אוניברסיטת חיפה, עמותת אקוואשן והמשרד להגנת סביבה. המטרות העיקריות של המחקר הן:

- א. זיהוי מקורות הפסולת הימית לאורך חופי ישראל
- ב. זיהוי המנגנונים ההידרודינמיים המשפיעים על התפזרות הפסולת הימית לאורך החוף
- ג. גיבוש המלצות מדיניות להפחתת עומסי הפסולת הימית בחופים ובים.

שיטות

סקרי פסולת חופית

שמונה קטעי חוף באורך 100 מ' לאורך חוף ישראל נסקרו על בסיס ההנחיות והקריטריונים של UNEP/IOC (איור 1א') (Cheshire et al., 2009). מקטעי החוף האלה מנוקים כבשגרה במהלך השנה וסקרי הפסולת נערכו לפחות

¹ צפיפות הפסולת הימית לאורך חופי ישראל נחקר בעבר ע"י Golik & Gertner (1992) ו-Bowman et al. (1998). בנוסף, רמת הניקיון של 60 חופים בלתי מוכרזים מנוטרת מאז 2005 במסגרת תכנית חוף נקי (Alkalay et al., 2007). הסעת חול לאורך החוף נחקרה באופן נרחב, אך לא קיים מידע לגבי על הסעת פסולת מוצקה בכלל ופסולת פלסטיק בפרט הנוטה להצטבר סמוך לפני הים.

ארבעה ימים לאחר ניקוי החוף. הסקרים נערכו מיוני 2012 ועד מרץ 2015 לאורך השנה, סה"כ 19 סקרים בכול חוף. פסולת על החוף מקו המים ועד לעורף החוף נאספה ונספרה ולאחר מכן קוטלגה לסוג (שימוש), הרכב (חומר) וכן מקור משוער (ימי/יבשתי).

סקרי פסולת צפה

סקרי הפסולת הצפה נערכו ב-17 אתרים ימיים (איור 1ב') מספינת המחקר של עמותת אקוואשן, ה-R/V Mediterranean Explorer, ומכלי שייט של המשרד להגנת הסביבה. בכל אתר נערך סקר בן 15 דקות בעומק של כ-10 מ' בהפלגה במהירות נמוכה (פחות מ-3 קשרים). בסקר נערך דיגום של פסולת צפה קטנה באמצעות רשת 'מנטה' (איור 2), ובמקביל נערך סקר ויזואלי של פסולת צפה גדולה מסיפון הספינה.

סקרי פסולת על הקרקעית

סקרי קרקעית נערכו בכול 17 האתרים הימיים באמצעות צלילת מכשירים (SCUBA) לאורך מקטעים של 100 מ' וברוחב 4 מ'. בשנה הראשונה, לפני שהחלו ההפלגות, נערכו סקרי הצלילה סמוך לחוף בעומק של כ-3 מ' בניצב לחוף. בשנה השנייה נערכו צלילות הסקר במהלך הפלגות המחקר בעומק של כ-10 מ' במקביל לחוף. בשנה השלישית נערכו צלילות הסקר באזורים שהוערכו כ'מלכודות פסולת', אזורים בהם קיימת זרימה וערבול חלשים וצבירת גבוהה של סדימנט ופסולת (איור 3).

השפעת זרמים על פיזור פסולת ימית

בדיקת השפעת הזרמים על פיזור הפסולת הימית נבחנה על ידי הטלה לים של 'מכתב בבקבוק' לאורך החוף הים תיכוני הישראלי. 300 בקבוקי פלסטיק משומשים מולאו באופן חלקי בחול על מנת שישקעו חלקית במים וכדי לבטל את השפעת הרוח. בכול בקבוק הוכנס מכתב עשוי נייר עמיד למים, מסומן בתווית צבע ממסופרת. במכתב היה הסבר קצר באנגלית, עברית וערבית על המחקר ובקשה לדווח על מציאת הבקבוק באמצעות כתובת דוא"ל ייעודית בציון המקום בו נמצא הבקבוק, צבע התווית ומספרה. הבקבוקים הושלכו לים מה-R/V Mediterranean Explorer במהלך סקר סתיו 2014 בעומקים 5, 10, 15, 20 ו-30 מ' מול נמל עכו, שקמונה, נחל פולג, פלמחים, ניצנים וזיקים. את הניסוי ליווה סיקור עיתונאי, מודעות 'דרושים' שהופצו באזורי פעילות ימית (מועדי צלילה ושייט, חופי רחצה וכו') ונפתח עמוד ייחודי באתר הפייסבוק לדיווח לציבור המתעניין. במהלך השבועות שלאחר השלכת הבקבוקים לים נסקר החוף לכל אורכו לאיתור בקבוקים שנשטפו לחוף. בנוסף, התחייבנו לאסוף מהחופים 3 בקבוקים על כל בקבוק שלא ימצא במהלך השנה.

תוצאות

כמויות והרכב הפסולת החופית

במהלך 3 שנות המחקר, נמצאו 71,045 פריטים בשטח כולל של 636,600 מ"ר- בממוצע 0.11 פריטים למ"ר. כמות זו נמוכה בהרבה מהממוצע העולמי של פריט אחד למ"ר שדווח על ידי Galagani et al. (2015) (טבלה 1). הכמות הקטנה של פסולת שנמצאה בחופי ישראל עשויה להיות תוצאה של הניקוי הקבוע (במסגרת תכנית 'חוף נקי') של רוב החופים שנסקרו במחקר. מרבית הפסולת (כ-90%) הינה פסולת פלסטיק (איור 4). ממצא זה תואם

לממצאי סקרים קודמים שנערכו בחוף ישראל (Alkalay et al., 2007), וגבוה מהממוצע העולמי לאחוז הפלסטיק בפסולת המגיע ל- 75% (Galgani et al., 2015; Ioakemidis et al., 2014).

5 הפריטים הנפוצים ביותר בסקר היו שונים מאלו שנמצאו בסקרים במדינות אחרות בים התיכון (UNEP/MAP, 2015) ובעולם (Ocean Conservancy, 2012-2014) (איור 5). הבדל בולט הינו באחוז שקיות הניילון בפסולת שהינו פי 3 מהממוצע העולמי וכפול מהממוצע בים התיכון! (Ocean Conservancy, 2012-2014; UNEP/MAP, 2015).

הבדל זה נובע כפי הנראה מהעדר חקיקה להפחתת או איסור שימוש בשקיות ניילון בישראל. עטיפות ואריזות מזון, סיגריות, פקקי בקבוקים וקשים נמצאו אף הם בכמויות גדולות בחופים לעומת זאת, אחוז הבקבוקים ופחיות המשקה בישראל הינו כ-1/3 מהממוצע העולמי- ממצא שמעיד על יעילות המיחזור של פריטים אלה (במסגרת "חוק הפיקדון"). כמות הפריטים שסווגו בקטגוריה 'אחר' בסקר הייתה כמחצית מהממוצע העולמי, ויתכן שהבדל זה נובע מכך שחופי הים התיכון אינם חשופים לפסולת מהאוקיאנוס ולכן הפסולת בים התיכון הומוגנית יחסית מבחינת הרכבה.

מקורות הפסולת

מעל 58% מהפסולת שנמצאה בחופי ישראל זוהתה כפסולת ממקורות יבשתיים. 5% ממקורות ימיים והשאר, 37% ממקורות לא ודאיים. בחופים הצפוניים בצת ונהריה כ-80% מהפסולת זוהתה כפסולת ממקורות יבשתיים (איור 6). אחוז הפסולת ממקורות יבשתיים פוחת בהדרגה מצפון לדרום ובמעגן מיכאל היא מהווה פחות מ-50%. בחוף פולג הפסולת ממקורות יבשתיים גבוהה יחסית ומהווה כ-75% והיא פוחתת שוב לפחות מ-50% בזיקים וניצנים הדרומיים (Pasternak et al., 2014).

פסולת ימית צפה

במהלך 8 סקרים ויזואליים ב-17 אתרים, שנערכו במהלך יולי 2013 ועד מאי 2015, נצפו סה"כ 1,107 פריטים בשטח כולל של כ-4 קמ"ר, כלומר 276.5 פריטים לקמ"ר בממוצע. ממוצע זה גבוה יחסית בטווח הממוצעים לפסולת צפה שנמצאו במקומות שונים בעולם ותוארו על ידי Galgani et al. (2015).

פסולת שקועה על קרקעית הים

הפסולת השקועה נמצאה ברובה באזורי הצטברות ספציפיים ולא באופן הומוגני לאורך החוף. מרבית הפסולת נמצאה סמוך לחוף רחצה פופולרי בהרצלייה צפונית למרינה, ובין הסלעים מול מכמורת. באזורים עמוקים יותר, מרבית הפסולת נמצאה בצפון מפרץ חיפה (אזור עכו) והייתה מורכבת בעיקר מפסולת בניין. אם זאת, מיפוי מלא ומקיף של אזורי הצטברות הפסולת טרם הושלם.

השפעת זרמים על הצטברות פסולת ימית

109 בקבוקים מתוך 300 נמצאו ב-9 החודשים הראשונים של ניסוי הבקבוקים. מרבית הבקבוקים נמצאו במהלך השבוע הראשון ובעיקר באזור החוף הדרומי. בקבוקים אלו נמצאו סמוך יחסית לאזור ההטלה שלהם לים - עד כ-

14 ק"מ. שישה מהבקבוקים שהוטלו באזור עכו ושקמונה נמצאו בצפון קפריסין, יוון וטורקיה.

מסקנות עיקריות

צפיפות הפסולת בחופי הים התיכון של ישראל נמצאה נמוכה יחסית למוצע העולמי. לעומת זאת ממוצע הפסולת הצפה נמצא גבוה יחסית. הפסולת השקועה לא נמצאה בכמויות גדולות לאורך כול החוף וכפי הנראה היא נוטה להצטבר באזורים ספציפיים.

מרבית הפסולת שנמצאה על החופים היא ממקורות יבשתיים. 58% במוצע של הפסולת שנדגמה זוהתה כפסולת ממקור יבשתי מקומי שהושארה ע"י נופשים על החוף, והיא מורכבת באריזות וכלים עשויים פלסטיק. קיים הבדל בהרכב, כמות ומקור הפסולת באזורי החוף השונים. באזור בצת ונהריה כ-80% מהפסולת היא ממקורות יבשתיים. לעומת זאת בחופי הדרום זיקים וניצנים כ-10% מהפסולת הינה ממקורות ימיים ואנו מניחים שלפחות 50% מהפסולת שהוגדרה מ'מקור לא ודאי' (המרכיבה כ-50% מכלל הפסולת) מקורה אף הוא מהים, כפי הנראה מעזה ומצרים. אחוז הפסולת ממקורות יבשתיים בחופים אלו נמוך מ-50%.

בחופי עכו וקריית חיים כ-60% מהפסולת הינה ממקורות יבשתיים. חוף מעגן מיכאל נמצא כנקי ביותר מבין החופים. חוף זה נגיש פחות לציבור וכפי הנראה זו גם הסיבה לכך שרק כ-50% מהפסולת בחוף זה זוהו בוודאות כפסולת ממקורות יבשתיים.

ממצאים חדשים בנושא מיקרופלסטיק במזרח הים התיכון והשפעה על החי הימי המקומי

נועם ואן דר האל¹ ודרור אנג'ל²

¹מחקר זה נערך כחלק מעבודת הדוקטורט של נועם ואן דר האל, מכון ליאון רקנאטי ללימודי ים והחוג לציוויליזציות ימיות, ביה"ס למדעי הים ע"ש ליאון צירני, אוניברסיטת חיפה.

מנחה העבודה

² דר' דרור אנג'ל, מכון ליאון רקנאטי ללימודי ים והחוג לציוויליזציות ימיות, ביה"ס למדעי הים ע"ש ליאון צירני, אוניברסיטת חיפה.

מבוא

פסולת ימית הינה אחד מהבעיות שמשפיעות על בריאות ושלמות הסביבה הימית ועשויה לגרום להשפעה שלילית משמעותית במארג המזון הימי (Derraik, 2002; Thompson et al., 2004). חלק גדול מפסולת זו מורכבת מחלקיקי פלסטיק קטנים מ-5 מ"מ המכונים 'מיקרופלסטיק' (Barnes et al., 2009). עד לאחרונה פסולת מיקרופלסטיק לא נחשבה כמקור לזיהום ימי משמעותי ולכן התיעוד של כמותה והרכבה בעמודת המים ובקרקעית היה מועט. למרות שפריטי פסולת גדולים יותר בולטים ונראים, חשוב לציין שבסיכומו של דבר פסולת פלסטיק בים עוברת פירוק לחלקיקי מיקרופלסטיק המכונים 'מיקרופלסטיק שניוני' (Fendall and Sewell, 2009). אחד מהתופעות שמשכו תשומת לב רבה בשנים האחרונות הינו 'כתם הזבל הפסיפי הגדול' - ריכוז מאסיבי של פסולת צפה באזור צפון האוקיאנוס השקט. ניתוח מידע שנאסף מ-1972-1987 ובשנים 1999-2010 ממערב לצפון האוקיאנוס השקט, מצפון האטלנטי ומזהים הצפוני מעיד ששכיחות המיקרופלסטיק בים עולה (Thompson et al., 2004; Goldstein et al., 2012). במחקר שנערך לאחרונה במערב הים התיכון נמצאו חלקיקי מיקרופלסטיק ב-90% מהדוגמאות בשכיחות ממוצעת של 0.116 חלקיקים למ"ר (Collignon et al., 2012). מיקרופלסטיק עשוי להדמות ליצורים פלנקטוניים ולהיות אטרקטיביים ליצורים ימיים רבים הניזונים מפלנקטון, ביניהם יצורים המסננים מזון מתוך המים והקרקע, מלווייתנים ועד חסרי חוליות קטנים (Thompson et al., 2004; Murray and Cowie, 2011; Fossi et al., 2012). הנזק שנגרם ליצורים אלו באופן ישיר מחלקיקי המיקרופלסטיק אינו ברור כרגע, אך יש לציין כי מגוון רחב של מזהמים אורגניים, POP's (Persistent Organic Pollutants) בשמן הכולל, הכולל בתוכם מזהמים בעלי רעילות גבוהה כגון - PCBs (Polychlorinated Biphenyls), PAHs (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) נספחים לחלקיקי המיקרופלסטיק. כתוצאה מיכולת ספיחת המזהמים של החלקיקים, הנובעת משטח הפנים והתכונות הכימיות שלהם, חלק מהחלקיקים יכולים להכיל ריכוז מזהמים הגדול בסדרי גודל מריכוז המזהמים במים סביבם (Thompson et al., 2007; Teuten, 2007). הנזק הפוטנציאלי ממיקרופלסטיק לסביבה הימית וההשפעות הכלכליות והחברתיות הנלוות אליו עומדות

בבסיס הצורך לנטר ולנתח השפעות אלו.

שיטות

נערך מחקר הבוחן את הכמות והרעילות הפוטנציאלית של מיקרופלסטיק לאורך חופי הים התיכון של ישראל. בעבודה זו אפינו את החלקיקים מבחינת סוג החומר, גודל, צורה וצבע על מנת לשפר את הבנתנו את הפוטנציאל שלהם להיאכל ע"י יצורים ימיים. דיגום מיקרופלסטיק צף נעשה באמצעות רשת 'מנטה' ב-17 תחנות דיגום לאורך החוף הישראלי (איורים 1 ו-2). בנוסף, נדגמו סדימנטים בקרקעית בעומק של 10 מ' ב-8 אתרים באמצעות צוללנים. הצוללנים דגמו את 10 הסנטימטרים העליונים של הסדימנט באמצעות גליל (Core) ידני וחלקיקי הפלסטיק הופרדו מהסדימנט באמצעות הרחפה. בנוסף, נערכו בדיקות לנוכחות וריכוז מזהמים אורגניים מקבוצת הPOPS הספוחים חלקיקי המיקרופלסטיק.

תוצאות

תוצאות ראשוניות מדיגום פסולת ימית מעידות שמיקרופלסטיק מופיע בכול הדגימות בשכיחות הגדולה בסדר גודל של פי 10 (!) בממוצע לעומת הממוצע שנמצא במערב הים התיכון וגבוה מהממוצע העולמי של 1.3 חלקיקים למ"ק. לעומת זאת, שכיחות החלקיקים בסדימנטים החופיים הייתה נמוכה בהרבה. בבדיקת ריכוזי מזהמים אורגניים על חלקיקים נמצאו ריכוזים גבוהים של שני סוגי PAH ושני סוגי PCB. בהמשך יבדקו ריכוזי מזהמים אורגניים ע"ג החלקיקים בהשוואה לריכוז המזהמים במי הים הסובבים.

דיון:

המלצות למדיניות וניהול בעיית הפסולת הימית בישראל

בדוח זה מוצגות התוצאות הראשוניות של מחקר מקיף על פסולת ימית ומיקרופלסטיק בחופי הים התיכון של ישראל. התוצאות, המסכמות שלוש שנות מחקר מצביעות על מספר ממצאים חדשים משמעותיים.

א. בממוצע, כמות הפסולת בחוף הישראלי נמוכה משמעותית מהממוצע העולמי, כנראה מכיוון שהחופים מנוקים בקביעות. אם זאת, כמות גדולה של אשפה מצטברת בחופים בעיקר בחגים ובחופשים וחלק ממנה נשטף לים.

ב. כמות חלקיקי המיקרופלסטיק במי החופין גבוהה מאוד. הסיבות לכך הינן כפי הנראה האחוז הגבוה של פלסטיק בפסולת החופית, הנשטפת לים. מקור נוסף עשוי להיות חלקיקי פלסטיק הנסחפים לאזורינו מכיוון מערב.

ג. פסולת על קרקעית הים נוטה להצטבר בכמות גדולה בצברים במקומות ספציפיים ובאופן כללי בממוצע כמותה אינה גדולה, יחסית לממוצע העולמי.

ד. כמות הפסולת הימית הצפה גבוהה יחסית.

ה. הפסולת מורכבת ברובה (90%) מפלסטיק, כשמרביתה שקיות ניילון, אריזות, קשים וכלים חד פעמיים.

ו. מקור הפסולת הינו בעיקר נופשים בחוף

ז. פסולת רבה מגיעה גם מקורות יבשתיים אחרים כגון נחלי החוף ונקזים

ח. בחופי הדרום מגיעה גם כמות גדולה של פסולת מהים לחוף מעזה ומצרים.

ט. נמצא ריכוז גבוה של מזהמים אורגניים ספוחים לחלקיקי הפלסטיק, בעיקר באזור עכו.

למרות שהממצאים מעוררים דאגה, הם גם מצביעים על פתרונות אפשריים לבעיה. הממצאים מצביעים על הצורך בקידום חקיקה לאומית ובין לאומית על מנת לבסס פתרונות לטיפול במקורות הפסולת וכן פתרונות 'קצה-הצינור', לאחר הגעת הפסולת לסביבה החופית והימית. אלו כוללים, בין השאר, חקיקה להפחתת השימוש בשקיות ניילון, כלים חד פעמיים וקשים. יש לעודד את מיחזור שקיות הניילון וכלי הפלסטיק באמצעות עיצוב מוצר ואריזה בצורה שתקל על הפרדה ומיחזור של פריטים אלו ושיפור מערך המיחזור שלהם. כך, לדוגמא, ניתן לייצר את הבקבוקים כך שהפקקים שלהם יהיו מחוברים אליהם.

למרות שלא נמצאו הבדלים עונתיים בצפיפות הפסולת, ברור שנקזים ונחלים מביאים כמויות גדולות של פסולת לחופים וליים לאחר גשמים חזקים. הוצאת פסולת גדולה לפני זרימתה לים והפעלת מבצעי ניקיון לפני הגשמים לאורך נחלים ונקזים יכולים להפחית את כמות הפסולת שמגיעה לים בדרך זו.

בחופים אליהם מגיעים מבקרים רבים (כגון בצת, נהריה ופולג) הדרך הטובה ביותר למנוע הגעת הפסולת לים היא באמצעות מניעה מהמבקרים להשליך פסולת - באמצעות הגברת האכיפה והסברה. בחופים כזיקים וניצנים, אליהם מגיעה פסולת רבה ממקורות ימיים, הדגש צריך להיות על הגברת התדירות והאפקטיביות של ניקויי החוף.

עמותת Ecoocean טל. 073-7415480 פקס 073-7416480

מרכז 'מגלים' קיבוץ שדות ים, 37804 טל. 04-6364485 פקס 04-6364625

www.ecoocean.org info@ecoocean.org

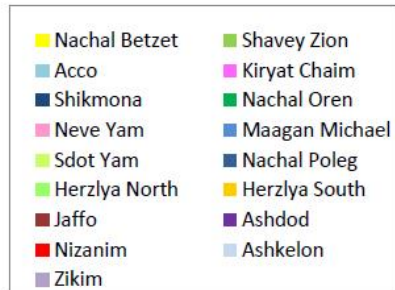
ולבסוף, מכיוון שפסולת ימית הינה בעיה 'ללא גבולות', חשוב למסד תכניות לאומיות ואזוריות לניטור הפסולת הימית, אשר יופעלו במתודות אחידות ותוצאות ברות השוואה.

איורים, ציורים וטבלאות

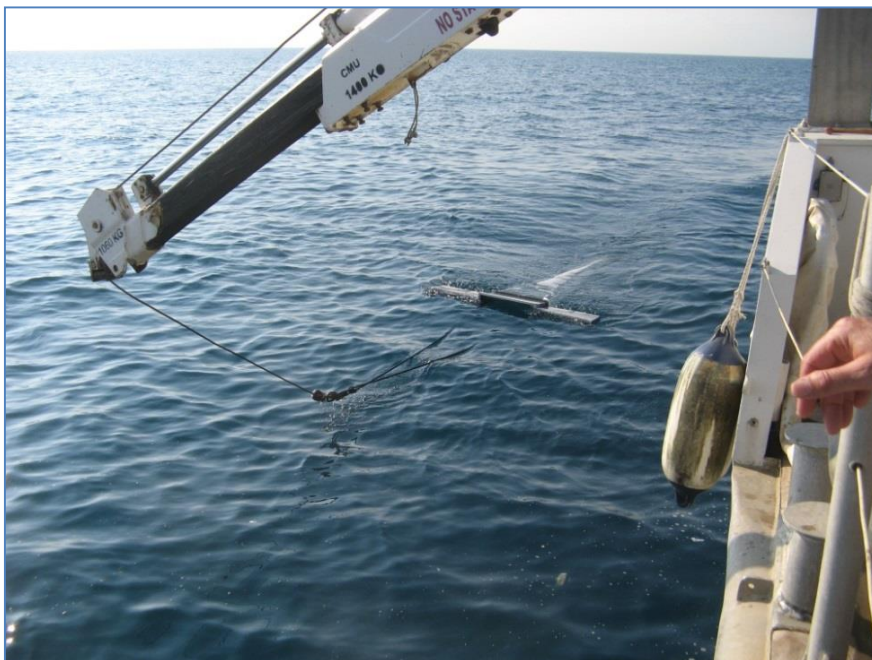


איור 1א- אתרי סקר חופיים

Figure 1b. Marine Surveys Sites



איור 1ב- אתרי סקר ימיים

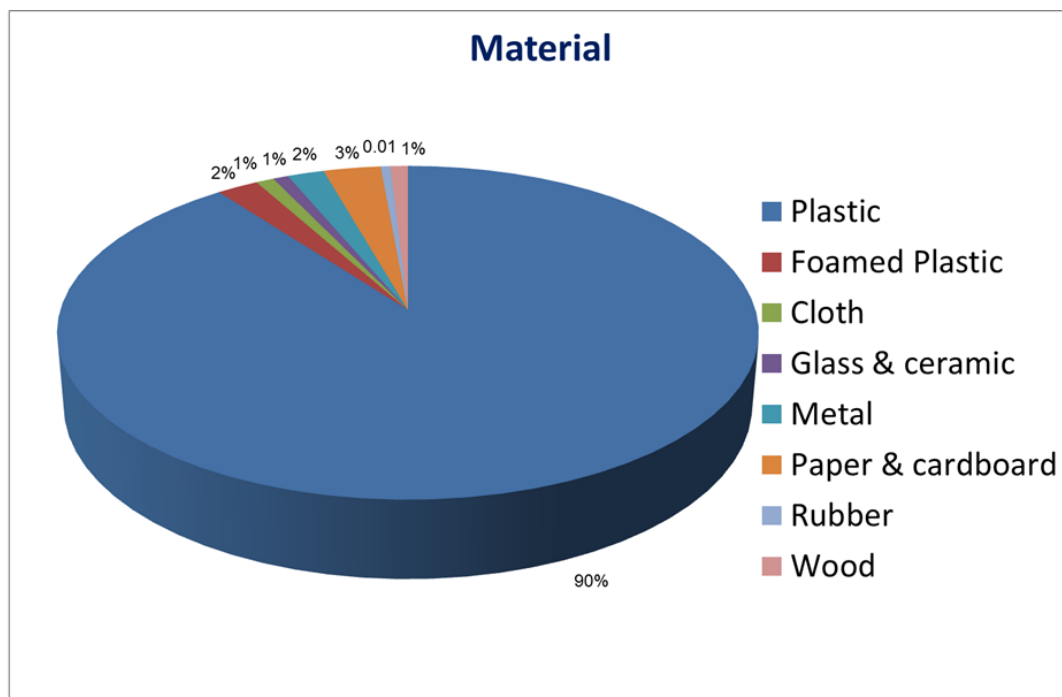


תמונה 2 : סקרים ויזואליים ודיגום ברשת 'מנטה' (צילום : גליה פסטרנק)



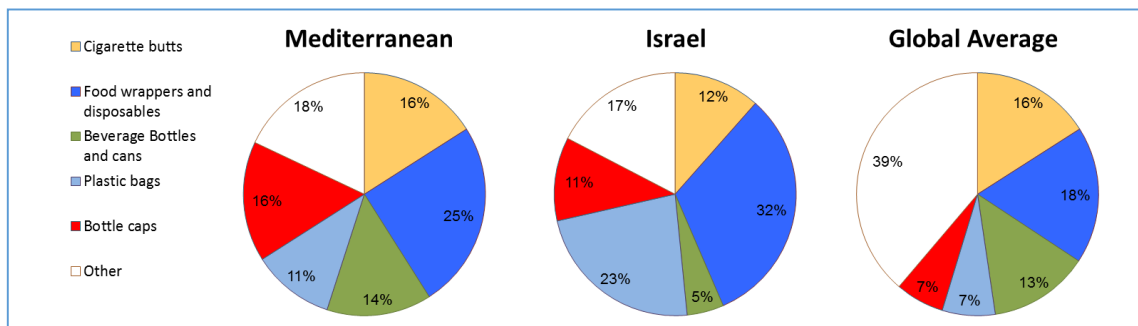
תמונה 3 : 'מלכודות פסולת' - אזורים בעלי זרימה חלשה וצבירת סדימנט (צילום : גליה פסטרנק)

עמותת Ecoocean טל. 073-7415480 פקס 073-7416480
מרכז 'מגלים' קיבוץ שדות ים, 37804 טל. 04-6364485 פקס 04-6364625
info@ecoocean.org www.ecoocean.org



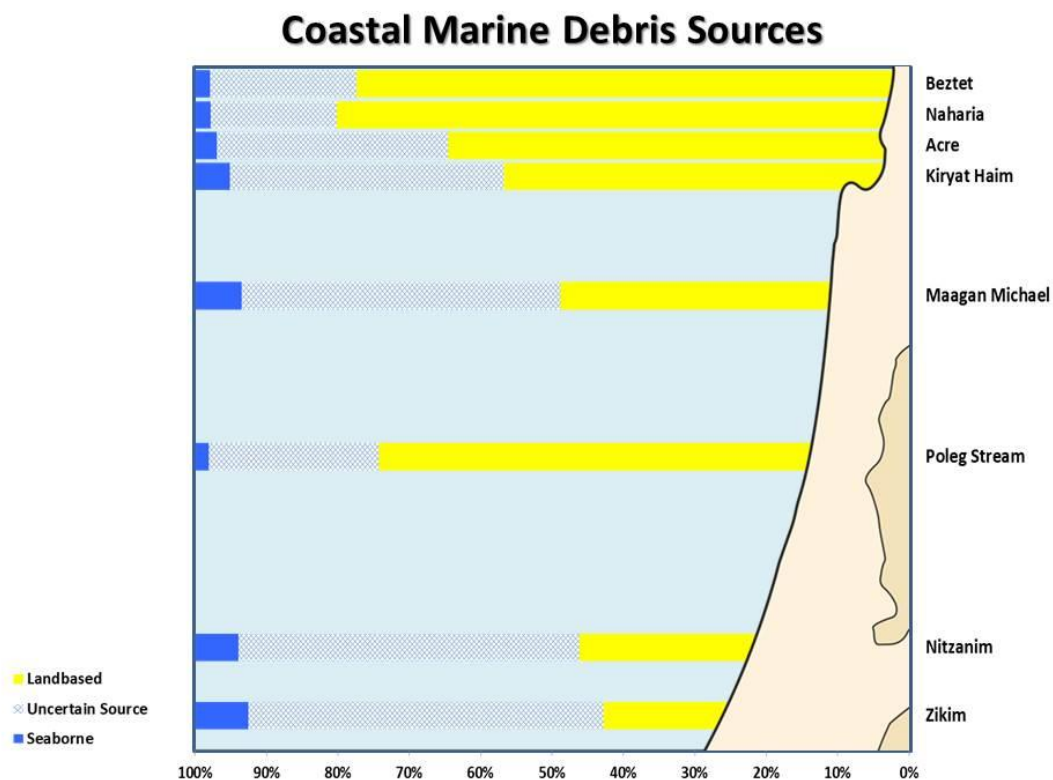
איור 4: פסולת חופית עפ"י סוג החומר

- (החלוקה מבוססת על UNEP/IOC Guidelines categories)



איור 5: חמשת הפריטים הנפוצים ביותר בחופי ישראל, לעומת הים התיכון והעולם

מקור: UNEP/MAP (2015); Ocean Conservancy (2013, 2014, 2015)



איור 6: פסולת חופית- פיזור ומקורות

Region	Density (m ²)	Reference
SW Black Sea	0.88	Topçu et al. (2013)
Gulf of Aqaba	2	Al-Najjar and Al Sheyabet (2011)
Monterey, USA	1	Rosvelt et al. (2013)
South Caribbean, Bonaire	1.4	DEbrot et al. (2013)
Bootless Bay, Papua New Guinea	15.3	Smith (2012)
Nakdong, South Korea	0.97-1.03	Lee et al. (2013)
Kaosiung, Taiwan	0.9	Liu et al. (2013)
Tasmania	0.016-2.03	Slavin et al. (2012)

טבלה 1: השוואה של צפיפות פסולת חופית במקומות שונים בעולם

(Galgani et al., 2015)

עמותת Ecoocean טל. 073-7415480 פקס 073-7416480
מרכז 'מגלים' קיבוץ שדות ים, 37804 טל. 04-6364485 פקס 04-6364625
info@ecoocean.org www.ecoocean.org

מקורות

פסטרנק ג, שפניר א, צביאלי ד, מוהר-ארליך ד, אריאל א, עמיר ר. 2014. הפסולת הימית בחופי הים התיכון של ישראל – מאפיינים, מקורות ודרכי ההתמודדות. אקולוגיה וסביבה 15(1): 25-31.

- Alkalay R., Pasternak G., and Zask A. (2007). Clean-Coast Index - A new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean & Coastal Management*, 50, 352–362, 2007.
- Barnes D. K. A., Galgani F., Thompson R. C. and Barlaz M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transaction of the Royal Society*, B 364, 1985-1998.
- Bowman D., Manor-Samsonov N. and Golik A. (1998). Dynamics of Litter Pollution on Israeli Mediterranean Beaches: A Budgetary, Litter Flux Approach. *Journal of Coastal Research*, 14 (2), 418-432.
- Cheshire A. C., Adler E., Barbieri J. et al. (2009). UNEP/IOC guidelines on survey and monitoring of marine litter. UNEP Regional Seas Reports and Studies, no. 186; IOC Technical Series no. 83.
- Collignon A., Hecq J., Galgani F., Voisin P., Collard F., Goffart A. (2012). Neustonic micro-plastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea, *Marine Pollution Bulletin* 64, 861-864.
- Derraik J. G. B. (2002). The pollution of marine environment by plastic debris: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 842-852.
- Fendall L. S. and Sewell M. A. (2009). Contributing to marine pollution by washing your face: Micro-plastic in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1225-1228.
- Fossi M. C., Panti C., Gurranti C., Coppola D., Giannetti M., Marsili L. and Minutoli R. (2012). Are baleen whales exposed to the threat of micro-plastics? A case study of the Mediterranean fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Marine Pollution Bulletin* 64, pp. 2374-2379.
- Galgani F., Hanke G. and Maes T. (2015). Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine anthropogenic litter* (pp. 29–56). Berlin: Springer.
- Galil B. S., Golik A. and Türkay M. (1995). Litter at the bottom of the sea: a sea bed survey in the eastern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 30(1), 22-24.
- Goldstein M. C., Rosenberg M. and Cheng, L. (2012). Increased oceanic micro-plastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect. *Biology Letters*, 8, 817-820.

- Golik A. and Gertner Y. (1992). Litter in the Israeli coastline. *Marine Environmental Research*, 33, 1–15.
- Ioakeimidis C., Zeri C., Kaberi H., Galatchi M., Antoniadis K., Streftaris N., Galgani F., Papatheodorou E. and Papatheodorou G. (2014). A comparative study of marine litter on the seafloor of coastal areas in the Eastern Mediterranean and Black Seas. *Marine Pollution Bulletin*, 89, 296–304.
- Murray F. and Cowie P. R. (2011). Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1207–1217.
- Ocean Conservancy. (2013). International coastal cleanup 2012: Ocean trash index. 15 pp.
- Ocean Conservancy. (2014). Turning the tide of trash. 28 pp.
- Ocean Conservancy. (2015). Every piece every person...2015 Report. 25 pp.
- Ribic C. A., Dixon T. R. and Vining I. (1992). Marine Debris Survey Manual. NOAA Technical Report NMFS 108, pp. 100.
- Teuten E. L., Rowland S. J., Galloway T. S. and Thompson R. C. (2007). Potential for Plastic to Transport Hydrophobic Contaminants. *Environmental Science and Technology*, 41 (22), 7759–7764.
- Thompson R. C., Olsen Y., Mitchell R. P., Davis A., Rowland S. J., John A. W. G., McGonigle D. and Russel A. E. (2004). Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304, 838–838.
- Thompson R. C., Brown M. A. and Galloway T. (2007). Micro-plastic – an emerging contaminant of potential concern? *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3(4), 559–561.
- UNEP/MAP. (2015). Report of the online groups on eutrophication, contaminants and marine litter. UNEP (DEPI)/MED WG. 417/15 Part 2.