Journal of Environment and Water Engineering
ISSN: 2476-3683

مجله محیط زیست و مهندسی آب
شابک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

تأثیرات سوء میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی (مطالعه مروری)

علی بحری، حسنیه قائمی، عزیز عبدالهی و محمد مهدی دعایی

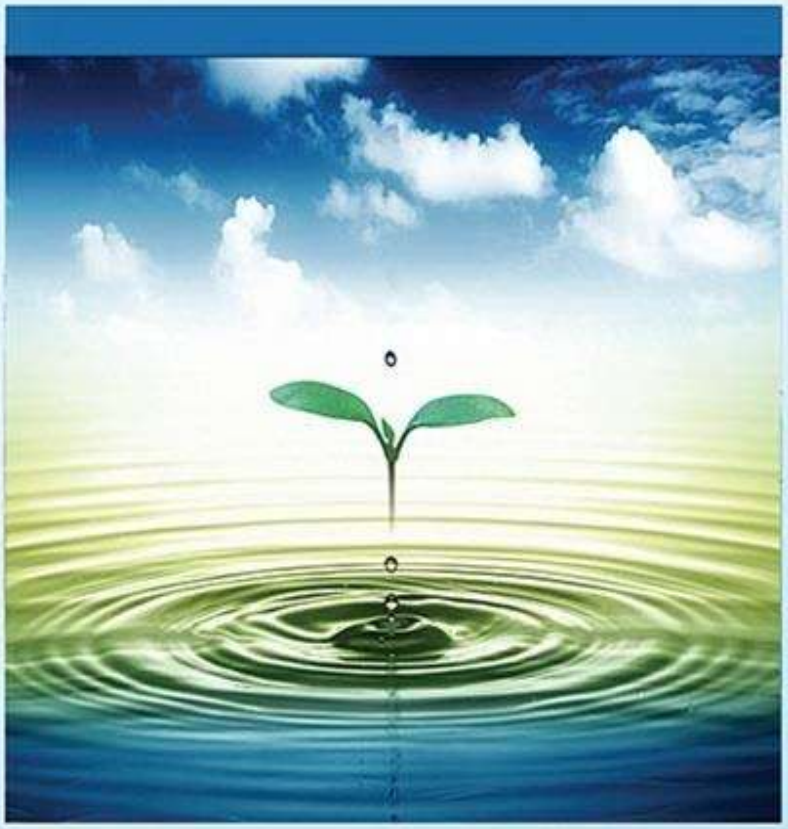
دوره۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، صفحات ۸۳ -۷۲

Vol. 4(1), Spring 2018, 72 – 83

DOI:10.22034/jewe.2018.63418

The Harmful Impacts of Microplastics in the Marine Environment- A Review

Bahri A., Ghaemi H., Abdolahi A. and Doaie M. M.



www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله: بحری ع.، قائمی ح.، عبداللهی ع.، ایمانی م. و دعایی م. م. (۱۳۹۷). تأثیرات سوء میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی (مطالعه مروری). محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۴، شماره ۱، صفحات: ۸۳ – ۷۲.

Citing this paper: Bahri A., Ghaemi H., Abdolahi A. and Doaie M. M. (2018). The harmful impacts of microplastics in the marine environment- A review. J. Environ. Water Eng., 4(1), 72 – 83. DOI: 10.22034/jewe.2018.63418

www.SID.ir

تأثیرات سوء میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی(مطالعه مروری)

علی بحری[۱*]، حسنیه قائمی[۲]، عزیز عبدالهی[۳] و محمدمهدی دعایی[۱]

[۱]کارشناسی ارشد، گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

[۲]کارشناسی ارشد، گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

[۳]کارشناسی‌ارشد، گروه فیزیک دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

[*]**نویسنده مسئول:** ali.bahri@znu.ac.ir

مقاله مروری

تاریخ دریافت: [۱۳۹۶/۰۵/۲۸] **تاریخ بازنگری:** [۱۳۹۶/۰۷/۱۷] **تاریخ پذیرش:** [۱۳۹۶/۱۲/۲۵]

چکیده

میکروپلاستیک‌ها به‌عنوان آلاینده‌های نوظهور و کمتر شناخته‌شده، طی چند دهه اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته‌اند. این آلاینده‌ها به قطعات پلاستیکی با قطر کمتر از ۵ mm گفته می‌شود که از راه‌های مختلفی به محیط‌های دریایی وارد شده و سلامت محیط و جانداران را به خطر می‌اندازد. در این پژوهش بر اساس مطالعات محققین مختلف این آلاینده معرفی و به برخی از اثرات آن در محیط‌های دریایی اشاره شد. بر اساس مطالعات، تأثیر میکروپلاستیک‌ها بر مهره‌داران و بی‌مهرگان دریایی از طریق بلعیدن مستقیم قطعات پلاستیکی است که منجر به آسیب‌های داخلی در جانداران می‌شود. همچنین این آلاینده‌ها بر پراکنش گونه‌های خاصی از جانداران دریایی که از سطح این مواد به‌عنوان مکان‌هایی برای تخم‌گذاری استفاده می‌کنند، دارای اثرات سوئی هستند. با این‌حال، بسیاری از پژوهشگران، مهم‌ترین اثر میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی را جذب آلاینده‌های شیمیایی بر روی آن‌ها برشمرده‌اند. به‌گونه‌ای که میکروپلاستیک‌ها علاوه بر انتقال این آلاینده‌ها، پایداری محیطی این مواد را نیز افزایش می‌دهند. بنابراین، پایش مستمر و دائمی این مواد و کشف نقاط داغ آلودگی‌های آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای در مباحث محیط‌زیستی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: آلاینده؛ جانداران دریایی؛ آب؛ میکروپلاستیک.

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

پلاستیک‌ها موادی نرم و انعطاف‌پذیر به شمار می‌روند که قابلیت تبدیل شدن به هر شکلی را دارا می‌باشند (Moore, 2008). این مواد چند منظوره؛ ارزان، سبک، قوی و مقاوم در برابر خوردگی بوده و به‌عنوان عایق‌های حرارتی و الکتریکی با ارزش بالا، دارای کاربردهای فراوانی‌اند (Thompson et al. 2009). پلاستیک‌ها زنجیره‌ی طویلی از مولکول‌های پلیمری‌اند که از ترکیبات خام، مواد آلی و غیر آلی نظیر؛ کربن، سیلیکون، هیدروژن، اکسیژن و کلرید و اغلب از نفت، زغال‌سنگ و گاز طبیعی حاصل می‌شوند (Shah et al. 2008). در حال حاضر، اکثر پلاستیک‌های تولید شده از نوع پلی‌اتیلن(PE)، پلی‌پروپیلن(PP)، پلی ونیل کلرید(PVC)، پلی‌استرن(PS) و پلی‌اتیلن‌ترامتالیت(PET) با چگالی کم یا زیاد می‌باشند. در مجموع این مواد پلاستیکی، ۹۰درصد از کل تولیدات جهان را به خود اختصاص داده‌اند (Andrady and Meal 2009). جدول(۱) انواع پلاستیک‌های تولید شده و چگالی هرکدام در مقایسه با چگالی آب مقطر و آب دریا را نشان می‌دهد (Avio et al. 2016).

جدول۱- چگالی آب مقطر، آب دریا و انواع پلاستیک‌های پرکاربرد (Avio et al., 2016)

Table 1 Density of distilled water, seawater and all types of used plastics (Avio et al. 2016)

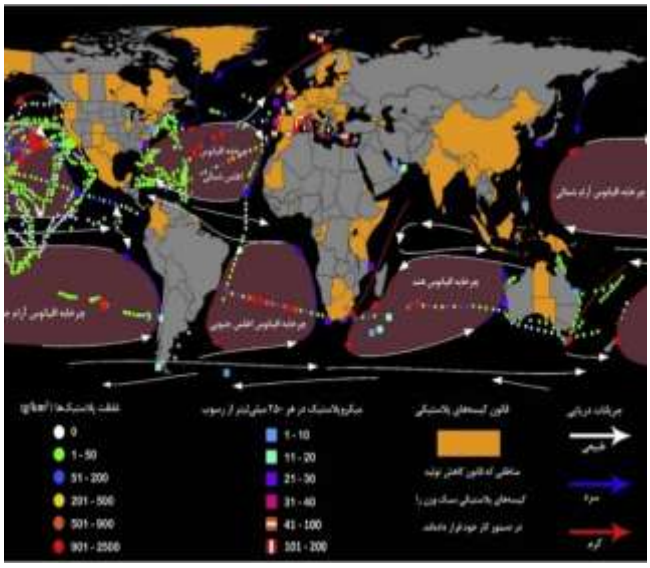
نام	چگالی (g/m^3)
آب مقطر	1
آب دریا	1.025
پلی‌اتیلن (PE)	0.98 - 0.93
پلی‌پروپیلن (PP)	0.89 - 0.91
پلی استرن (PS)	1.11 -1.04
پلی ونیل کلرید (PVC)	1.45 - 1.20
پلی آمید (PA)	1.5 -1.13
پلی‌اتیلن‌ترامتالیت (PET)	1.39 -1.38
پلی ونیل الکل (PVA)	1.35 -1.19

اختلافات فراوانی بر سر این موضع وجود دارد که کدام یک از مواد افزودنی رها شده از پلاستیک‌ها در محیط بر انسان و حیوانات اثر منفی دارد. پلاستیک‌های کوچک به‌صورت مستقیم وارد محیط می‌شوند، درحالی‌که پلاستیک‌های بزرگ‌تر به‌طور مداوم در حال ریزتر شدن هستند (Barnes et al. 2009). میکروپلاستیک‌های ناشی از منابع اولیه در فرم پلت‌های پلاستیکی[1] کوچک (µm) به‌صورت مستقیم وارد محیط‌های دریایی می‌شوند. این مواد به‌عنوان ساینده در صنعت و مصارف خانگی مورداستفاده قرار می‌گیرند (Gregory, 1996). همچنین این مواد از طریق ریختن پلت‌های پلاستیکی استفاده نشده در اندازه‌های میلی‌متری نیز در محیط منتشر می‌شوند (Thompson et al. 2009). شوینده‌های صورت که توسط میلیون‌ها نفر در سراسر جهان، به‌ویژه در کشورهای توسعه یافته مورداستفاده قرار می‌گیرند، حاوی تکه‌های پلی‌استرن با اندازه میکرومتر هستند که وارد سیستم فاضلاب و محیط ساحلی مجاور آن می‌شوند (Gregory, 1996). فاضلاب ناشی از رخت‌شویی‌های صنعتی و خانگی و تخریب قطعات پلاستیکی موجود در طبیعت نیز از جمله راه‌های ورود میکروپلاستیک‌ها به محیط‌های دریایی به شمار می‌روند (Auta et al. 2017). در مجموع میکروپلاستیک‌ها را قطعات پلاستیکی با قطر کمتر از ۵ mm تعریف می‌کنند (Arthur et al. 2009). میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی در حد فاصل قطبین از سطح تا بستر دریا وجود دارند و در این مناطق افزایش و انتقال یافته و انباشته می‌شوند. این مواد باقی‌مانده همچنین بر روی سواحل شهری و رسوبات طبیعی نیز ته‌نشین می‌شوند. این نوع آلودگی‌ها در همه اقیانوس‌های کره زمین به‌طور مداوم حضور دارند و به‌صورت آشکارا موجودات دریایی

[1] Plastic Pellets

Archive of SID
www.SID.ir

را مورد تهدید قرار می‌دهند (Moore 2008; Thompson et al. 2009; Barnes et al. 2009; Ryan et al. 2009). در سال Smith and Carpenter (1972) اولین محققانی بودند که وجود میکروپلاستیک‌ها را در سطح اقیانوس اطلس شمالی هشدار دادند (Carpenter et al. 1972). پیش‌بینی آن‌ها بر اساس یافته‌های مطالعاتی جامعه علمی بود، که بر روی آلودگی‌های ذرات پلاستیک با اندازه ریز مطالعه می‌کردند. گزارش‌های مربوط به میکروپلاستیک‌ها از نظر جغرافیایی، زیستگاه‌های دریایی و موجودات زنده‌ای که تحت تأثیر این مواد قرارگرفته‌اند، به‌سرعت در حال گسترش است. فرض بر آن است که محل تجمع میکروپلاستیک‌ها در مراکز چرخاب‌های نیمه گرمسیری است، اما میانگین کلی حرکت و جابه‌جایی آن‌ها به‌ویژه در امتداد محور عمودی به‌صورت گسترده‌ای ناشناخته است (Raz et al. 2012). در پژوهشی که توسط Crawford and Quinn B (2017) صورت پذیرفت، محل تجمع و حضور میکروپلاستیک‌ها در سطح و رسوبات سراسر اقیانوس‌های جهان مشخص گردید که این نتایج در شکل(۱) قابل ملاحظه است. با توجه به این شکل به‌خوبی می‌توان ملاحظه نمود که چرخابه‌های اقیانوسی محل اصلی تجمع میکروپلاستیک‌ها هستند و در این بین اقیانوس اطلس شمالی و اقیانوس آرام شمالی و به‌ویژه آب‌های قسمت غربی قاره آمریکا درصد بالایی از میکروپلاستیک‌ها را در خود جای داده‌اند. حال اینکه این مناطق کمتر مسکونی بوده و این مواد پلاستیکی از کیلومترها دورتر توسط جریانات دریایی به این نواحی منتقل شده‌اند. این شکل همچنین نشان می‌دهد که رسوبات سواحل دریای مدیترانه میزان بالایی از مواد پلاستیکی را دارا است. مناطق زرد رنگ موجود در شکل نیز، مناطقی هستند که قانون کاهش تولید کیسه‌های پلاستیکی را در دستور کار خود قرار داده‌اند.



شکل ۱- پراکنش میکروپلاستیک‌ها در سراسر اقیانوس‌های جهان (Crawford and Quinn B 2017)

Fig. 1 Microfluidic dispersion across the oceans of the world (Crawford and Quinn B 2017)

شکل (۱) نشان می‌دهد که هم‌اکنون میکروپلاستیک‌ها تمامی محیط‌های آبی جهان را تحت تأثیر قرار داده‌اند. در این تحقیق به‌منظور آشناسازی محققین با روش‌های نمونه‌برداری و مطالعه‌ی میکروپلاستیک‌ها که توسط دانشمندان علوم محیطی در سایر نقاط جهان مورداستفاده قرار گرفته‌اند، مطالبی ذکر شده و پس از آن به برخی از مهم‌ترین اثرات میکروپلاستیک‌ها بر محیط‌های دریایی اشاره می‌شود.

۲- روش نمونه‌برداری و تعیین اندازه میکروپلاستیک‌ها

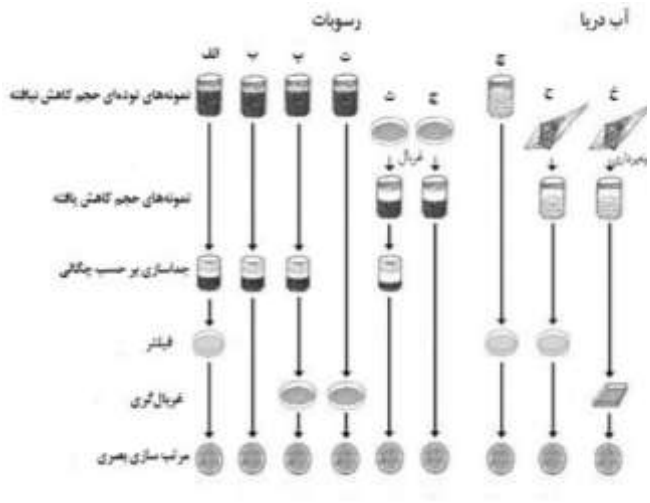
بر اساس مطالعات انجام شده توسط Ruz et al. (2012)، سه راهبرد اصلی برای نمونه‌برداری میکروپلاستیک‌ها شناسایی شده است. این سه راهبرد عبارت‌اند از؛ نمونه‌برداری‌های انتخابی، توده‌ای و حجم کاهش‌یافته[2].

[2] volume-reduced

Archive of SID

www.SID.ir

نمونه‌های رسوبی از حد بالای خط جزر و مدی در سواحل شنی و نمونه‌های آبی از سطح دریا به‌وسیله‌ی تورهای نئوستون نمونه‌برداری می‌شوند. برای پردازش نمونه‌ها چهار مرحله اصلی مشخص شده است، که عبارت‌اند از؛ جداسازی بر حسب چگالی، صاف‌سازی، غربال‌گری و مرتب‌سازی بصری[3] (شکل۲). شکل(۲) راهبردهای نمونه‌برداری میکروپلاستیک‌ها و مراحل پردازش نمونه‌هایی که از دو محیط رسوبی و سطح دریا، گردآوری شده‌اند، را نشان می‌دهد. این مراحل به شرح زیر می باشند: (الف): نمونه‌ی رسوبات توده‌ای، جداسازی به‌وسیله صافی‌ها و بر اساس اختلاف چگالی. (ب): نمونه‌ی رسوبات توده‌ای، جداسازی بر اساس اختلاف چگالی زمانی که میکروپلاستیک‌ها به‌صورت شناور روی محلول قرار دارند. (پ): نمونه‌ی رسوبات توده‌ای، جداسازی بر اساس اختلاف چگالی و غربال کردن. (ت): نمونه‌ی رسوبات توده‌ای به‌وسیله‌ی غربال کردن کاهش می-یابند. (ث): نمونه‌ی رسوبات حجم کاهش‌یافته، جداسازی به‌وسیله اختلاف چگالی، زمانی که میکروپلاستیک‌ها به‌صورت شناور روی محلول قرار دارند. (ج): نمونه‌ی رسوبات حجم کاهش‌یافته، زمانی که میکروپلاستیک‌های شناور از روی محلول جمع‌آوری می‌شوند. (چ): نمونه‌ی آب توده‌ای، جداسازی میکروپلاستیک‌ها از طریق صاف‌سازی. (ح): نمونه‌ی آب حجم کاهش‌یافته، جداسازی میکروپلاستیک‌ها از آن‌ها، از طریق صاف‌سازی. (خ): نمونه‌ی آب حجم کاهش‌یافته، از طریق غربال کردن. (د): نمونه‌ی آب حجم کاهش‌یافته، به‌صورت مستقیم به مرحله مرتب‌سازی بصری انتقال می‌یابد. در نهایت همه‌ی روش‌ها، دارای مرحله مرتب‌سازی بصری می‌باشند. هر کدام از این روش‌ها در مطالعات مختلفی توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Ruz et al. 2012).



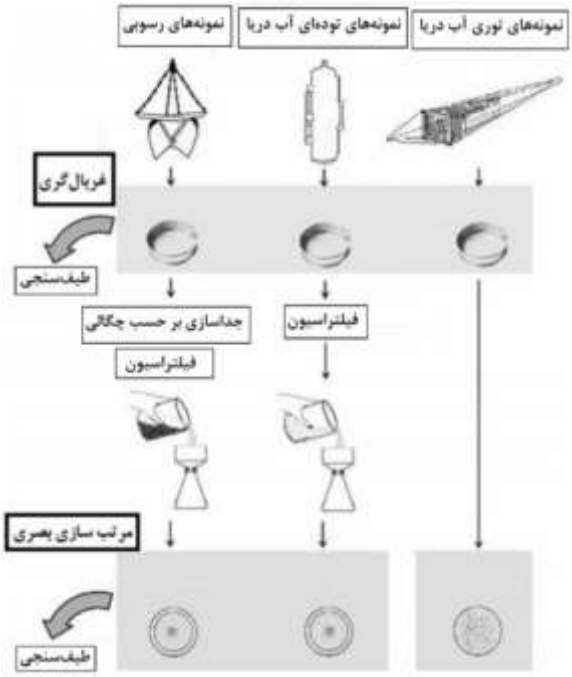
شکل ۲- راهبردهای نمونه‌برداری میکروپلاستیک‌ها و مراحل پردازش نمونه‌هایی که از دو محیط رسوبی و سطح دریا، گردآوری شده‌اند (Ruz et al. 2012)

Fig. 2 Microplastic sampling strategies and process steps for collecting samples from two sedimentary and sea-level environments (Ruz et al. 2012)

یکی از معمول‌ترین روش‌ها برای شناسایی میکروپلاستیک‌ها مرتب‌سازی بصری است. در این روش شکل، نوع، مرحله تخریب و رنگ میکروپلاستیک‌ها به‌عنوان معیارهایی برای شناسایی آن‌ها محسوب می‌گردد (Ruz et al. 2012). ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی به‌ویژه چگالی، نیز برای شناسایی میکروپلاستیک‌ها به کار برده می‌شود. جهت آشنایی بیشتر با روش جداسازی بر حسب چگالی می‌توان به پژوهش (Quinn et al. 2016) رجوع کرد. به هر حال استفاده از طیف‌سنجی مادون‌قرمز مطمئن‌ترین روش برای شناسایی ترکیبات شیمیایی میکروپلاستیک‌ها به شمار می‌رود (شکل۳).

[3] visual sorting

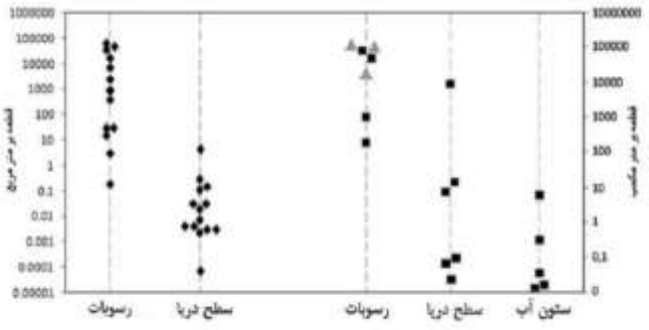
www.SID.ir
Archive of SID



شکل ۳- روش‌های مختلف نمونه‌برداری از میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های مختلف و مراحل پردازش نمونه‌ها (Ruz et al. 2012)

Fig. 3 Different methods of sampling microplasms in different environments and process stages of samples (Ruz et al. 2012)

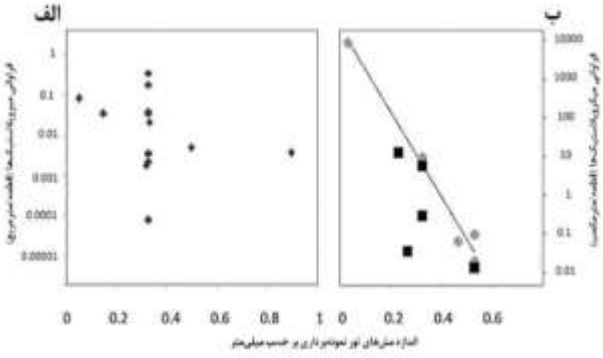
رایج‌ترین واحدهایی که برای تخمین فراوانی میکروپلاستیک‌ها به کار می‌روند عبارت‌اند از؛ قطعه بر مترمربع که برای نمونه‌های رسوبی و سطح آب و قطعه بر مترمکعب که برای نمونه‌های ستون آب استفاده می‌شود. شکل(۴) مقایسه فراوانی میکروپلاستیک‌ها را در رسوبات، سطح دریا و ستون آب نشان می‌دهد. در این شکل، واحدهای ذکر شده بر حسب قطعه بر مترمربع برای ستون سمت چپ و قطعه بر مترمکعب برای ستون سمت راست می‌باشد. همچنین ارزش‌های مربوط به رسوبات مناطق زیر جزر و مدی، با مثلث‌های خاکستری نشان داده شده است. ارزش‌ها برای نمونه‌ی رسوبی مقیاس بالاتری نسبت به ارزش‌های نمونه‌ی آب دریا دارند (Ruz et al. 2012). اندازه مش‌های غربال‌گری و فیلترهای برآورد شده که طی نمونه‌برداری یا پردازش میزان نفوذ نمونه‌ها استفاده می‌شوند، در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۴- مقایسه فراوانی میکروپلاستیک‌ها در رسوبات، سطح دریا و ستون آب (Ruz et al. 2012)

Fig. 4 Comparison of the frequency of microplasma in sediments, sea level and water column (Ruz et al. 2012)

در این شکل بخش (الف) رابطه بین اندازه مش‌های تور نمونه‌برداری و فراوانی میکروپلاستیک‌ها در سطح دریا را بر حسب قطعه بر مترمربع را نشان می‌دهد. در بخش (ب) ارتباط بین اندازه‌ی مش‌های تور نمونه‌برداری و فراوانی میکروپلاستیک‌ها در سطح دریا (لوزی‌های خاکستری) و ستون آب (مربع‌های مشکی) بر حسب قطعه بر مترمکعب نشان می‌دهد. خط رسم شده، ارتباط معناداری را برای نمونه‌های سطح آب نشان می‌دهد. هر کدام از نقطه‌ها، بیانگر یک مورد مطالعاتی هستند (Ruz et al. 2012). در اغلب مطالعات دو بازه اصلی را برای اندازه‌ی میکروپلاستیک‌ها بیان کرده‌اند، به‌گونه‌ای که بازه اول، از ۵۰۰µm تا ۵ mm و بازه دوم، از ۱ تا ۵۰۰µm است.



شکل ۵- اندازه مش‌های غربال‌گری و فیلترهای برآورد شده طی نمونه‌برداری یا پردازش میزان نفوذ نمونه‌ها

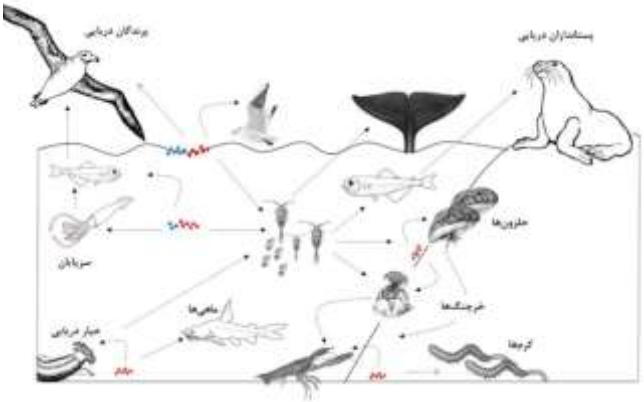
Fig 5. The size of the screening mesh and the estimated filters when sampling or processing the sample penetration rate

www.SID.ir

بر اساس پژوهش‌هایی که تا کنون صورت گرفته است، اثرات میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی را می‌توان در دو دسته‌ی؛ اثر میکروپلاستیک‌ها بر جانداران دریایی و برهم کنش میکروپلاستیک‌ها با آلاینده‌های موجود در دریا دسته‌بندی کرد. در ادامه به هریک از این اثرات بر اساس مطالعات صورت گرفته پرداخته می‌شود.

۳-۱- اثر میکروپلاستیک‌ها بر جانداران دریایی

میکروپلاستیک‌های موجود در محیط دریایی، برای هر سطحی از شبکه غذایی در دسترس هستند (شکل۶)، از تولیدکنندگان اولیه گرفته تا موجوداتی که سطح غذایی بالاتری دارند (Oliveira et al. 2012; Dehaut et al. 2016). در شکل۶ نقاط آبی معرف میکروپلاستیک‌هایی با چگالی کمتر از آب دریا، و نقاط قرمز میکروپلاستیک‌های با چگالی بیشتر از آب دریا است (Ivar do sul and Costa 2013). این موجودات در هنگام مصرف میکروپلاستیک‌ها، ممکن است در معرض آسیب‌های جسمی نظیر، خراش و انسدادهای داخلی قرار گیرند (Wright et al. 2013; Sun et al. 2016; Crawford and Quinn B 2017). اثرات میکروپلاستیک‌ها بر روی سطوح جمعیت نیز محتمل است اما به‌صورت گسترده‌ای ناشناخته است (Wright et al. 2013). میکروپلاستیک‌ها به‌واسطه‌ی اندازه کوچکشان در دسترس طیف گسترده‌ای از آبزیان قرار می‌گیرند و علاوه بر انباشت در بافت‌های این جانداران در نهایت به چرخه غذایی وارد می‌شوند. در نتیجه مصرف متناوب آبزیان آلوده به میکروپلاستیک‌ها توسط انسان می‌تواند سبب بروز تغییرات شدید در کروموزوم‌ها شده و در ادامه اختلالاتی همچون؛ ناباروری، بیماری چاقی، و سرطان را برای انسان به دنبال داشته باشد (Sharma and Chatterjee 2017). در ادامه به برخی از گزارش‌ها و مطالعات صورت پذیرفته در زمینه مصرف میکروپلاستیک‌ها و اثرات آن‌ها بر جانداران دریایی اشاره می‌شود.



شکل ۶- وضعیت دسترسی به میکروپلاستیک‌ها در شبکه غذایی مهره‌داران و بی‌مهرگان دریایی (Ivar do sul and Costa 2013)

Fig. 6 Availability of microplasms in the vertebrate and marine insecticide food chain (Ivar do sul and Costa 2013)

در ابتدای دهه ۱۹۷۰ میلادی گزارش‌هایی از وجود میکروپلاستیک‌ها در گونه‌های نوجوان و لارو کفشک ماهی در نواحی اقیانوس اطلس شمالی، ارائه شد (Carpenter et al. 1972). در گونه‌های بزرگ‌سال ماهی Morone america و Pronotus evolans پلت‌های پلاستیکی بلعیده شده، نیز مشاهده گشت. علاوه بر این، آزمایش‌های کنترل شده نشان داد که ۶ گونه مختلف از ماهیان در مراحل ابتدایی زندگی‌شان، از پلت‌هایی با اندازه ۱۰۰ تا ۵۰۰ µm تغذیه کرده بودند (Hoss and Settle 1990). در اقیانوس اطلس، ماهیان *مزوپلاژیکی* مانند فانوس ماهیان[4] به‌وسیله قطعات میکروپلاستیک با اندازه ۲ mm و فیبرهای پلاستیکی آلوده شده بودند (Davidson and Asch 2011). در آب‌های جزیره ماریانا در دریای فیلیپین، فانوس ماهی‌هایی یافت شدند که محتویات شکمی‌شان حاوی میکروپلاستیک‌ها بود (Van Noord, 2013). محیط‌زیست مصب‌ها در سراسر دنیا، تحت تأثیر آلودگی‌های ناشی از میکروپلاستیک‌ها قرارگرفته‌اند (Browne et al. 2011). از این‌رو ماهیان ساکن در این مناطق نیز در معرض خطر این آلودگی‌ها قرار

[4] Lanternfish

www.SID.ir

دارند. در یک مصب کوچک در نواحی غربی اقیانوس اطلس جنوبی، گزارش‌هایی از وجود پلیمرهای مصنوعی در دستگاه گوارش ماهیانی همچون گربه‌ماهیان، شوریده ماهیان و چغوک ماهیان ارائه شد (Possato et al. 2011). علاوه بر پژوهش‌های ذکر شده در رابطه با تأثیرات میکروپلاستیک‌ها بر ماهیان، می‌توان مطالعات (Jabeen et al. 2016; Ferreira et al. 2016) را نیز به این بخش اضافه نمود. حشرات Halobates micans و Halobates sericeus نیز از پلت‌های پلاستیکی به‌عنوان مکان‌هایی برای تخم‌گذاری استفاده می‌کنند که ممکن است بر فراوانی و پراکنش این گونه‌ها اثرگذار باشد (Majer et al. 2012; Goldstein et al. 2012). در غرب اقیانوس اطلس، سطح حدود ۲۴درصد از پلت‌های پلاستیکی را تخم‌های حشرات که اغلب جنین‌های زنده را در برداشتند، پوشانده بودند. همچنین در اقیانوس آرام شمالی، تعداد گونه‌های بزرگ‌سال، نوجوان و تخم‌های حشره Halobates sericeus با فراوانی میکروپلاستیک رابطه معناداری داشت (Barnes et al. 2009). پس از شناسایی پلاستیک‌ها در نمونه‌های پلانکتونی و زیستگاه‌های رسوبی، تحقیقاتی در زمینه مصرف میکروپلاستیک‌ها توسط بی‌مهرگان در محیط‌زیست صورت گرفت (Thompson et al. 2004). پژوهشگران مشاهده کردند که گونه‌های آمفیپدا، کرم شنی[5] و کشتی چسپ‌ها پس از چند روز از انتشار میکروپلاستیک‌ها آن‌ها را می‌بلعند (Browne et al. 2008). در همین راستا پژوهش‌هایی توسط (Long et al. 2015; Vancauwenberghe et al. 2015) نیز در رابطه با تأثیرات میکروپلاستیک‌ها بر بی‌مهرگان دریایی صورت پذیرفته است. در سال‌های اخیر و با افزایش دانش بشر درباره میکروپلاستیک‌ها مطالعاتی در مورد اثر این مواد بر درختان مانگرو (Nor and Obbar. 2016) نیز انجام شده است.

۳-۲- برهم‌کنش میکروپلاستیک‌ها با آلاینده‌های دریا

آلاینده‌های آب‌گریز موجود در آب دریا، ممکن است بر روی زباله‌های پلاستیکی، در شرایط معمول محیطی جذب شوند (Thompson et al. 2009; Cole et al. 2011). بسیاری از این آلاینده‌ها دارای قابلیت تجمعی و سمی هستند، در نتیجه نگرانی و توجه خاصی را نسبت به‌سلامت انسان و محیط ایجاد می‌کنند (Engler 2012). پلاستیک‌ها نه‌تنها قادر به انتقال آلودگی‌ها می‌باشند، بلکه می‌توانند پایداری محیط آن‌ها را نیز افزایش دهند. این جمله نشانگر اهمیت پلاستیک‌ها به‌عنوان وسیله‌ای برای انتقال آلودگی‌ها به موجودات دریایی و انسان می‌باشد (Teuten et al. 2009). برای کسب اطلاعات بیشتر در این باره می‌توان به پژوهش جامع (Crawford and Quinn B 2017) رجوع کرد. در ادامه به بررسی چند تحقیق در زمینه برهمکنش میکروپلاستیک‌ها با آلاینده‌های دریایی پرداخته می‌شود.

در امتداد سواحل پرتغال، در نزدیکی لیسبون، پلت‌های سیاه، سفید، رنگی و پلت‌های قدیمی به‌منظور میزان جذب PCB[6]، PAH[7] و DDT[8] بر روی آن‌ها به‌صورت جداگانه آنالیز شدند. پلت‌های سیاه غلظت بالاتری از PCBها را به نسبت پلت‌های قدیمی دارا بودند، احتمالاً به این دلیل که آن‌ها از نرخ جذب بالاتری برخوردار هستند (Frias et al. 2010).

بررسی‌هایی که بر اساس عرض جغرافیایی در امتداد سواحل پرتغال صورت گرفت، نشان داد که آلاینده‌های آلی شیمیایی در سراسر خط ساحلی پرتغال وجود دارند. غلظت PCBهایی که بر روی پلت‌ها جذب شده بودند در اطراف شهرهای مهمی همچون پرتو و لیسبون به دلیل تخلیه مواد صنعتی و شهری به میزان قابل توجهی بالاتر بود. در مناطق کمتر صنعتی شده منشأ اصلی PCBها به‌احتمال زیاد ذرات هوایی بودند که از مناطق صنعتی منتقل شدند (Mizukawa et al. 2013). از جمله سایر آلاینده‌های موجود در محیط‌های دریایی می‌توان به فلزات سنگین اشاره کرد، در این زمینه نیز می‌توان به پژوهش‌های (Brennecke et al. 2015; Massos and Turner 2017) اشاره کرد.

[5] Lugworm or Sandworm

[6] Poly Chlorinated Biphenyls
[7] Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
[8] Dichloro Diphenyl Trichloroethane

Archive of SID

www.SID.ir

۴- نتیجه‌گیری

طبق نتایج حاصل از پژوهش‌های مختلف که در این تحقیق مورد استناد قرار گرفتند، می‌توان به این نتیجه رسید که:

۱- بر میزان میکروپلاستیک‌ها در سراسر دریاها و اقیانوس‌های جهان به‌عنوان آلاینده‌هایی نوظهور و کمتر شناخته شده افزوده می‌شود، این آلاینده‌ها از طرق مختلفی همچون ورود مستقیم از طریق صنایع و فعالیت‌های شهری، فاضلاب‌های صنعتی و خانگی، نشت و ریزش از کشتی‌ها، تصادم کشتی‌ها و حمل و نقل دریایی و غیره وارد محیط‌های دریایی می‌شوند.

۲- از آنجا که پلاستیک‌ها از مواد بسیار آب‌گریز ساخته شده‌اند، آلاینده‌های شیمیایی بر روی سطوح آن‌ها متمرکز می‌شوند و میکروپلاستیک‌ها به‌عنوان مخزنی از مواد شیمیایی سمی در محیط‌زیست عمل می‌کنند.

۳- اثرات این آلاینده‌ها بر روی جانوران دریایی می‌تواند شامل مصرف مستقیم میکروپلاستیک‌ها به‌وسیله جانوران بوده که خود می‌تواند آسیب‌های داخلی به‌ویژه بر سیستم گوارش این جانوران وارد کنند. با توجه به جذب آلاینده‌های آب‌گریز بر روی آن‌ها، باعث تجمع مواد سمی و خطرناک در بدن این موجودات شوند.

۴- آلاینده‌های میکروپلاستیکی با پراکنش گونه‌های خاصی از حشرات دریایی ارتباط معناداری داشته و این جانوران از میکروپلاستیک‌ها به‌عنوان سایت‌های تخم‌گذاری خود استفاده می‌کنند.

پایش و نظارت مستمر بر وضعیت میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی امری ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا پلت‌های پلاستیکی تحت برنامه‌ای به نام مشاهدات جهانی پلت‌ها، مورد پایش قرار می‌گیرند. با استفاده از داده‌های حاصل از این پایش احتمال می‌رود بتوان نقاط داغ جغرافیایی آلاینده‌ها را تشخیص داد. مهم‌تر از آن، دانشمندان می‌توانند به‌طور مداوم و منظم بر پلت‌های آلوده نظارت کرده و الگوهای زمانی آلاینده‌های مختلف را تعیین کنند. این امر به‌صورت مؤثری به تصمیم گیرندگان کمک می‌کند.

۵- سپاسگزاری

در اینجا از اساتید بزرگوار خود؛ جناب آقای دکتر یونس خسروی و سرکار خانم دکتر آزاده توکلی و خواهر عزیزم خانم سهیلا بحری جهت راهنمایی و کمک‌هایی که در نگارش این مقاله به این‌جانب نموده‌اند کمال تشکر را دارم و از خداوند منان برای این بزرگواران طول عمر با عزت را خواستارم.

Reference

Andrady A. L. and Neal M.A. (2009). Applications and societal benefits of plastic. Phil. Trans. R. Soc. B 364, 1977-1984.

Arthur C., Baker J. and Bamford H. (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30.

Auta H.S., Emenike C.U. and Fauziah S.H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate effects and potential solutions. Environ. Int., 102, 165-176.

Avio C. G., Gorbi S. and Regoli F. (2016). Plastics and microplastics in the oceans: from emerging pollutants to emerged threat. Mar. Environ. Res., 128, 2-11.

Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C. and Barlaz M. (2009). Environmental accumulation and fragmentation of plastic debris in global. Phil. Trans. R. Soc. B 364, 1985-1998.

Brennecke D., Duarte B., Paiva F., Caçador I. and Canning-Clode J. (2015). Microplastics as

www.SID.ir

vector for heavy metal contamination from the marine environment. Estuarine, Coast. Shelf Sci., 178, 189-195.

Browne M. A., Crump P., Niven S. J., Teuten E. L., Tonkin A., Galloway T. and Thompson R. C. (2011). Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. Environ. Sci. Technol. 45, 9175-9179.

Browne M.A., Dissanayake A., Galloway T. S., Lowe D.M. and Thompson R.C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, Mytilus edulis (L. Environ. Sci. Technol. 42, 5026-5031.

Carpenter E.J., Anderson S.J., Harvey G.R., Miklas H.P., Peck B.B. (1972). Polystyrene spherules in coastal waters. Sci., 175, 749-750.

Cole M., Lindeque P., Halsband C. and Galloway S.C. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Mar. Pollut. Bull., 62, 2588-2597.

Crawford C. B. and Quinn B. (2017). The interactions of microplastics and chemical pollutants. In: Microplastic Pollutants. 131-157, Elsevier Sciences.

Davison P. and Asch R.G. (2011). Plastic ingestion by mesopelagic fishes in the North Pacific Subtropical Gyre. Mar. Ecol. Prog. Ser., 432, 173-180.

Dehaut A., Cassone A. L., Frere L., et al. (2016). Microplastics in seafood: Benchmark protocol for their extraction and characterization. Environ. Pollut., 215, 223-233.

Ferreira P., Fonte E., Soares M.E., Carvalho F. and Guilhermino, L. (2016). Effects of multi-stressors on juveniles of the marine fish Pomatoschistus microps: Gold nanoparticles, microplastics and temperature. Aquatic Toxicol., 170, 89-103.

Fok L. and Cheung P. K. (2015). Hong Kong at the Pearl River Estuary: A hotspot of microplastic pollution, Marine Pollut. Bull., 199(1-2), 112-118.

Frias J.P.G.L., Sobral P. and Ferreira A.M. (2010). Organic pollutants in microplastics from two beaches of the Portuguese coast. Mar. Pollut. Bull., 60, 1988-1992.

Goldstein M.C., Rosenberg M., Cheng L. (2012). Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect. Biol. Lett., 8, 817-820.

Gregory M.R. (1996). Plastic 'scrubbers' in hand cleansers: a further (and minor) source for marine pollution identified. Mar. Pollut. Bull., 32, 867-871.

Hoss D.E. and Settle L.R. (1990). Ingestion of plastic by teleost fishes. In: Shomura, R.S., Godrey, M.L. (Eds.), Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris 2e7 April 1989, Honolulu, Hawaii. U.S. Department of Commerce, pp. 693-709. NOAA Tech. Memo. NMFS, NOAA-TM-NMFS-SWFC-154.

Isobe A., Uchida K., Tokai T. and Iwasaki S. (2015). East Asian seas: A hot spot of pelagic microplastics, Mar. Pollut. Bull., 101 (2), 618-623.

Ivar do Sul J.A. and Costa M.F. (2013). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. Environ. Pollut., 185, 352-364.

Long M., Moriceau B., Gallinari M., Lambert C., Huvet A., Raffray J. and Soudant C. (2015). Interactions between microplastics and phytoplankton aggregates: Impact on their respective fates. Mar. Chem., 175, 39-46.

Majer A. P., Vedolin M. C. and Turra A. (2012). Plastic pellets as oviposition site and means of dispersal for the ocean-skater insect Halobates. Mar. Pollut. Bull., 64, 1143-1147.

Archive of SID

www.SID.ir

Massos A. and Turner A. (2017). Cadmium, lead and bromine in beached microplastics. Environ. Pollut., 227, 139-145.

Mizukawa K., Takada H., Ito M., Geok Y.B., et al. (2013). Monitoring of a wide range of organic micropollutants on the Portuguese coast using plastic resin pellets. Mar. Pollut. Bull., 70, 296-302.

Moore C.J. (2008). Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. Environ. Res., 108, 131-139.

Nor N.H.M. and Obbard J.P. (2016). Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems, fate and impact of microplastics in marine ecosystems from the coastline to the open sea. Micro, 10.

Ogata Y., Takada H., Mizukawa K., et al. (2009). International Pellet Watch: global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. Mar. Pollut. Bull., 58, 1437-1446.

Oliveira M., Ribeiro A., Guilhermino L. (2012). Effects of exposure to microplastics and PAHs on microalgae Rhodomonas baltica and Tetraselmis chuii. Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol., 163, S19-S20.

Possatto F.E., Barletta M., Costa M.F., Ivar do Sul J.A. and Dantas D.V. (2011). Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. Mar. Pollut. Bull., 62, 1098-1102.

Quinn B., Murphy F. and Ewins C. (2016). Validation of a density separation technique for the recovery of microplastics and its use on marine freshwater sediments, fate and impact of microplastics in marine ecosystems from the coastline to the open sea, Micro 2016. Brian Quinn, 10.1016/B978-0-12-812271-6.00008-9.

Ruz H.V., Gutow L., Thompson R.C. and Thiel M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of methods used for identification and quantification. Environ. Sci. Technol. 46, 3060-3075.

Ryan P.G., Moore C.J., van Franeker J.A. and Moloney C.L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Phil. Trans. R. Soc. B, 364, 1999-2012.

Shah A.A., Hasan F., Hameed A. and Ahmed S. (2008). Biological degradation of plastics: a comprehensive review. Biotechnol. Adv., 26, 246-265.

Sharma S. and Chatterjee S. (2017). Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. Environ. Sci. Pollut. Res., 24 (27): 21530-21547.

Sun X., Li Q., Zhu M., Liang J., Zheng S. and Zhao Y. (2016). Ingestion of microplastics by natural zooplankton groups in the northern South China Sea. Mar. Pollut. Bull., 115, 1-2, 217-224.

Teuten E. L., Saquing J. M., Knappe et al. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. Phil. Trans. R. Soc. B., 364, 2027-2045.

Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S. J., John A. W. G., McGonigle D. and Russell A.E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic?. Sci., 304, 838.

Thompson R.C., Swan S.H., Moore C.J. and vom Saal F.S. (2009). Our plastic age. Phil. Trans. R. Soc. B., 364, 1973-1976.

Van Cauwenberghe L., Claessens M., Vandegehuchte M.B. and Janssen C.R. (2015). Microplastics are taken up by mussels (Mytilus edulis) and lugworms (Arenicola

Archive of SID
www.SID.ir

marina) living in natural habitats. Environ. Pollut., 199, 10-17.

Van Noord J. E. (2013). Diet of five species of the family Myctophidae caught off the Mariana Islands. Ichthyol. Res., 60, 89-92.

Wright S. L., Thompson R. C. and Galloway T.S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. Environ. Pollut., 178, 483-492.

Archive of SID

www.SID.ir

The Harmful Impacts of Microplastics in the Marine Environment- A Review

Ali Bahri[1*], Hosnie Ghaemi[2], Aziz Abdolahi[3] and Mohammad Mehdi Doaie[1]
[1] M.Sc., Department of Environmental Sciences, Faculty of Sciences, University of Zanjan, Zanjan, Iran
[2] M.Sc., Department of Physical Oceanography, Faculty of Marine Science and Technology, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran
[3] M.Sc., Department of Physical Oceanography, Faculty of Marine Science and Technology, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
***Corresponding author:** ali.bahri@znu.ac.ir

Review Paper
Received: August 19, 2017 **Revsied:** October 9, 2017 **Accepted:** March 16, 2018

Abstract
Microplastics as emerging and unfamiliar contaminants have been considered by researchers during the last decades. These small particles and fragments, typically have a size less than 5 mm and could penetrate into the marine environments by different ways, threatening the environment and animal health. Therefore, in this study, according to the studies by different researchers, this pollutant is introduced and some of its effects are mentioned in marine environments. One impacts of microplastics on marine organisms, such as marine vertebrates and invertebrates, arise from direct ingestion of plastic fragmentS by the marine biota leading into internal injuries. They also can have negative effects on the distribution of certain species of marine organisms, which they oviposit on the surface of these contaminants. Chemical adsorption is the most important impact of microplastics in marine environments, which not only transfers pollution, but also increases environmental resistance of these contaminants. Recent research works on the effects of microplastics pollution in the marine environment emphesis that permanent and continous monitoring of these materials and discovery of the pollution hotspots is crucial in environmental issues.

Keywords: Pollutant; Marine Biota; Water; Microplastic.

Archive of SID
www.SID.ir