J. Oceanography (JOC). 12(48): 46-65, Winter 2022

Journal of Oceanography
Homepage: joc.inio.ac.ir

REVIEW PAPER (Marine Science)

Fate and Effect of Micro Plastic in the Aquatic Environment

Mohajeri, L.[1,*], Shayesteh, A.A.[2], Zahed, M.A.[3], Pakravan, M.[1]

[1] *Ostovan Kish Drilling Company (OKDC), Tehran, Iran*

[2] *School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran*

[3] *Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran*

ARTICLE INFO

Code: A-10-1588-1

Article History:
Received: 10/10/2020
Revised: 03/08/2021
Accepted: 26/07/2021

Keywords:
Micro plastic
Aquatic environment
Marine ecosystem
Food chain
Toxic

*Corresponding author:
mohajerileila@yahoo.com

ABSTRACT

Background and Objectives: Microplastics have become one of the major and emerging environmental challenges due to their ubiquity in the oceans and their ability to carry toxic chemicals. In recent decades, with increasing production and global demand for plastics, the entry of these materials into marine environments has increased dramatically. Therefore, due to the importance of the oceans and seas in terms of food supply and climate issues, the environmental consequences of such wastes have been considered more than ever. The distant transport, persistence and universal dynamic forces of plastic remains are key aspects to considerate the fate of this material and any potential impacts of plastic remains on marine ecosystems. A plastic remains accumulates chemical contaminants; it is accepted to the world how plastic remains are considered toxic. Because of their potential to bioaccumulation, ingestion of micro plastics can enter human food chains via several pathways. Strategy for control of micro plastics pollution should mostly focus on source reduction and afterward on the development of cost-effective clean up and remediation technologies.

Methods: The Discreaption Research Method has been implemented based on library resources, databases, and scientific reports. The hypothesis of this research is the existence of harmful effects of microplastics and its report by researchers.

Findings: Microplastics have become one of the major environmental challenges due to their ubiquity in the oceans and their ability to carry toxic chemicals. These pollutants pose a serious threat to the human food chain due to factors such as bioaccumulation and biomagnification. However, developing new methods to reduce the identified risks of bioplastics and microplastics is significant. Also, it should be assessed how intermediate plastic waste creates these key aspects for environmental chemical pollutants.

Conclusion: The term microplastic has only been widely used in the last two decades, although there are still many questions about the extent of their destructive effects. Therefore, due to the limitations of existing studies, further research on sample processing and analysis techniques to control and reduce the entry of microplastics into the water and food chain is needed until standardization and coordination for sampling and recognition of samples are carried out.

10.52547/joc.12.48.46

©2022 JOC. All rights reserved

NUMBER OF TABLES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF REFERENCES
1	1	38

مقاله مروری (علوم دریایی)

اثر و سرنوشت ریزپلاستیک‌ها در زیست بوم دریا

لیلا مهاجری [۱،*]، علی اکبر شایسته [۲]، محمد علی زاهد [۳]، مرتضی پاکروان [۱]

[۱] شرکت حفاری استوان کیش، تهران، ایران

[۲] گروه محیط زیست، دانشکده مهندسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۳] دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۱۹
تاریخ بازبینی: ۱۴۰۰/۰۵/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴

واژگان کلیدی:
ریزپلاستیک
زیست بوم
زنجیره غذایی
سمیت
تجمع

*نویسنده مسئول
mohajerileila@yahoo.com

چکیده

پیشینه و اهداف: ریز پلاستیک ها به دلیل فراگیر بودن در اقیانوس ها و توانایی حمل مواد شیمیایی سمی، به یکی از چالش های اساسی و نوظهور زیست محیطی تبدیل گردیده اند. در دهه های اخیر با افزایش تولید و تقاضای جهانی برای پلاستیک ها، ورود این مواد به محیط های دریایی به طور چشمگیری افزایش یافته است. از این رو با توجه به اهمیت اقیانوس‌ها و دریاها به لحاظ تامین مواد غذایی و همچنین مسائل آب و هوایی، پیامدهای زیست محیطی این گونه زباله ها بیش از هرزمانی مورد توجه قرار گرفته است. انتقال در مسافت های طولانی، پایداری و پویایی جهانی زباله های پلاستیکی جنبه های کلیدی از درک سرنوشت نهایی این مواد و هرگونه تأثیر احتمالی بقایای پلاستیکی بر روی اکوسیستم های دریایی است. اکنون در سطح جهانی پذیرفته شده است که بقایای پلاستیکی سمی بوده وسبب تجمع آلاینده های شیمیایی می شوند و می توانند از طریق چندین مسیر وارد زنجیره های غذایی انسان شوند. استراتژی کنترل آلودگی ریزپلاستیک ها در درجه اول باید در کاهش منبع و سپس بر توسعه فن آوری های ترمیم و پاک سازی مقرون به صرفه متمرکز شود.

روش‌ها: روش این پژوهش تحقیقی- توصیفی (Discreaption Research Method) بوده و از منابع کتابخانه ای، بانک های اطلاعاتی و گزارش های علمی استفاده شده است. فرضیه این پژوهش وجود اثرات زیانبار ریزپلاستیک ها در زسیت بوم دریا و گزارش آن توسط پژوهشگران بوده است.

یافته‌ها: ریز پلاستیک ها به دلیل فراگیر بودن در اقیانوس ها و توانایی حمل مواد شیمیایی سمی، به یکی از چالش های اساسی و نوظهور زیست محیطی تبدیل گردیده اند. این آلاینده ها بواسطه عواملی از قبیل تجمع زیستی و بزرگنمایی زیستی، زنجیره غذایی انسان را به طور جدی تهدید می نمایند. با این حال نیاز به بهبود و توسعه روش های جدید برای کاهش خطرات شناسایی شده از بایوپلاستیک ها و میکروپلاستیک ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. همچنین، این مسئله که چگونه باقی مانده های پلاستیکی واسطه، این جنبه های کلیدی را برای آلاینده های شیمیایی محیط زیست ایجاد می کند حائز اهمیت است.

نتیجه‌گیری: اصطلاح میکروپلاستیک تنها در دو دهه اخیر مورد استفاده عموم قرار گرفته است، این در حالیست که هنوزسوالات زیادی در مورد میزان تأثیرات مخرب آنها وجود دارد. لذا با توجه به محدودیت مطالعات موجود، تا زمانی که استاندارد سازی و هماهنگی برای نمونه برداری و شناخت نمونه ها اجرا شود ، تحقیقات بیشتر در مورد پردازش نمونه ها و تکنیک های تجزیه و تحلیل به منظور کنترل و کاهش ورود میکروپلاستیک ها به آب و چرخه غذایی لازم است.

مقدمه

آلودگی محیط زیست با ریزپلاستیک به عنوان یکی از گسترده ترین و پایدارترین تغییرات انسانی در سطح کره زمین شناخته می شود زیرا زباله های پلاستیکی می توانند تحت فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی قرار گیرند [۱]. نکته کلیدی در خصوص این مواد در مطالعات صورت گرفته، اهمیت بیشتر ویژگی های تجزیه پذیری آن ها نسبت به جنبه تخریب پذیری می باشد. با توجه به نوظهور بودن این چالش زیست محیطی و متعاقب آن محدودیت مطالعات صورت گرفته در این حوزه، تنها از اواخر قرن گذشته قطعات ریزپلاستیک، الیاف و گرانول، که به طور جمعی "ریزپلاستیک" خوانده می شوند، به عنوان آلاینده در نظر گرفته شده اند.

مشکل پلاستیک در طبیعت با تجزیه آن ها نیز برطرف نمی شود و درصد بالایی از مواد شیمیایی آن ها برای مدت زمان طولانی در محیط های مختلف باقی خواهند ماند. آلودگی پلاستیک های بزرگ، ذراتی کوچکتر از ۵ میلی متر تولید می کند که به آن ریزپلاستیک گفته می شود، ریزپلاستیک نیز ذراتی با ابعاد کوچکتر از ۰,۱ میکرومتر بنام نانوپلاستیک تولید می کند [۲]. ریزپلاستیک ها در اندازه های مختلف با قطرهای <۱۰ میلی متر ، <۵ میلی متر، ۲-۶ میلی متر، < 2 میلی متر و <۱ میلی متر هستند .این ناهماهنگی به ویژه هنگام مقایسه داده های مربوط به ریز پلاستیک ها برای ایجاد یک استاندارد علمی از اهمیت بسزایی برخوردار است. این در حالیست که ذرات ریزپلاستیک با اندازه کمتر از ۵ میلی متر به خصوص در محیط های آبی مانند اقیانوس، نگرانیهای بیشتری را به خود معطوف داشته اند [۳]. به طور کلی، زباله های پلاستیکی دریایی مخلوط پیچیده ای از مواد شیمیایی هستند که از ترکیب مواد شیمیایی با عناصری از مواد پلاستیکی (مونومرها و مواد افزودنی)، فرآورده های میانی (مواد شیمیایی تشکیل شده در هنگام احتراق نفت خام) و آلاینده های شیمیایی موجود در اقیانوس که هنگام تبدیل شدن به زباله های دریایی روی پلاستیک جمع می شوند (آلاینده های آلی پایدار (POPs) و فلزات تشکیل می شوند [۴].

زباله های پلاستیکی می توانند در دسترس نهنگ ها، کوسه های درشت، پرندگان دریایی، آمفیپود ها، جیرجیرک ها، کرم های چوب از طریق مصرف و هضم قرار گیرد. این آلودگی نه تنها زندگی و سلامت جانوران دریایی، بلکه زندگی میلیون ها نفر از مردمی که برای تغذیه از ماهی و دیگر خوراک های دریایی تغذیه میکنند را تهدید می کند. با توجه به این مهم، سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA) در سال ۲۰۱۳ و اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۴ اسامی بسیاری از این مواد شیمیایی را بعلت پایداری و تجمع زیستی به عنوان آلاینده های اولویت دار شناسایی و ثبت نمودند. در واقع از بین مواد شیمیایی که توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا به عنوان آلاینده های اولویت دار ذکر شده، ۷۸٪ مرتبط به بقایای پلاستیک دریایی است [۵].

رفتار ریزپلاستیک ها از نظر آلودگی در محیط زیست دریایی به رفتارهای فیزیکی (مهاجرت، رسوبگذاری و انباشت)، رفتارهای شیمیایی (تخریب و جذب) و رفتارهای زیستی (مصرف و هضم، جابجایی و تجزیه و تخریب زیستی) طبقه بندی می شود [۶]. ماهیگیری گسترده، استفاده های تفریحی و دریایی از اقیانوس و همچنین تغییر جمعیتی به نفع مهاجرت به مناطق ساحلی، باعث افزایش ورود پلاستیک به اقیانوس ها می شود [۷].

در این پژوهش با بررسی جدیدترین مقالات به بررسی دقیق آلودگی های ناشی از ریزپلاستیک ها و تاثیرات بالقوه آنها بر محیط زیست پرداخته شده است. مطالعات اخیر به طور منظم شواهد جدیدی در خصوص سرنوشت ریز پلاستیک ها ارائه می دهند لذا در این پژوهش به جمع بندی و تجزیه و تحلیل سرنوشت این مواد در زیست بوم دریایی پرداخته شده است. در ادامه تاثیرات بالقوه پیدایش بیماری COVID-19 ، در گسترش این آلاینده ها و نقش ریزپلاستیک ها در انتقال آلاینده های شیمیابی دریا به طور دقیق مورد ارزیابی قرار گرفته است.

روش پژوهش

روش این پژوهش تحقیقی- توصیفی (Discreaption Research Method) بوده و از منابع کتابخانه ای، بانک های اطلاعاتی و گزارش های علمی استفاده شده است. فرضیه این پژوهش وجود اثرات زیانبار ریزپلاستیک ها در زسیت بوم دریا و گزارش آن توسط پژوهشگران بوده است.

۱-۱ ریزپلاستیک های اولیه

پلاستیک هایی که از نظر اندازه میکروسکوپی ساخته می شوند به عنوان ریزپلاستیک های اولیه تعریف می شوند. این پلاستیک ها به طور معمول در پاک کننده های صورت و مواد آرایشی یا به عنوان مواد ضد انفجاری مورد استفاده قرار می گیرند، در حالی که استفاده از آنها در پزشکی به عنوان مسیرهای (گذرگاه) دارویی به طور فزاینده ای گزارش می شود. تحت تعریف گستره اندازه ریزپلاستیک، تولید گلوله های پلاستیکی (به طور معمول با قطر ۲-۵ میلی متر) همچنین می تواند به عنوان ریزپلاستیک های اصلی در نظر گرفته شود، اگرچه درج آنها در این دسته مورد انتقاد قرار گرفته است [۸, ۹].

در طبقه بندی پلاستیک ها از طیف گسترده ای مانند پلی اتیلن (PE)، پلی پروپیلن (PP) ، پلی استایرن (PS) ، پلی (اتیلن ترفتالات) .(PET) و پلی وینیل کلرید(PVC) استفاده می شود

[۱۰]. انواع پلاستیک و منابع و نوع محصول تولیدی در جدول ۱ نمایش داده شده است [۱۱].

تمیز کننده های (scrubbers) ریزپلاستیکی که در لایه بردارهای تمیز کننده دست و تمیز کننده صورت مورد استفاده قرار می گیرند، جایگزین مواد طبیعی و سنتی از جمله بادام زمینی، جو دوسر و پودر سنگ شده اند. از زمان ثبت اختراع تمیز کننده های ریزپلاستیکی در مواد آرایشی در دهه ۱۹۸۰ استفاده از پاک کننده های ضد لک حاوی پلاستیک به طرز چشمگیری افزایش یافته است. این پلاستیک ها معمولاً به عنوان ریزدانه ها یا ریزلایه بردارها به بازار عرضه می شوند که می تواند بسته به نوع محصول از نظر شکل، اندازه و ترکیب آن متفاوت باشند. به عنوان مثال، از وجود دانه‌های پلی اتیلن و پلی پروپیلن (<۵ میلی متر) و پلی استایرن (<۲ میلی متر) در یک محصول آرایشی گزارش داده شده است. به تازگی گزارشی از فراوانی ریزپلاستیک های نامنظم (از نظر شکل)، به طور معمول به قطر ۰٫۵ میلی متر با اندازه حالت <۰٫۱ میلی متر ، در یک محصول آرایشی گزارش شده است.

ریزپلاستیک های اولیه همچنین برای استفاده در فناوری انفجار هوا تولید می شوند. این فرآیند شامل تمیزکننده های ریزپلاستیک انفجاری آکریلیک، ملامین یا پلی استر در ماشین آلات، موتورها و بدنه قایق ها، برای از بین بردن زنگ زدگی و رنگ است. این تمیزکننده ها بطور مکرر مورد استفاده قرار می گیرند تا اندازه آنها کاهش یابد و قدرت برش آنها از بین برود، بهمین علت آنها اغلب با فلزات سنگین مانند کادمیوم، کروم و سرب آلوده می شوند [۱۲].

جدول ۱: طبقه بندی پلاستیک های شناسایی شده در محیط زیست دریایی

Table 1: Classification of plastics identified in the marine environment

پلاستیک	نام اختصاری و تجاری	وزن مخصوص	منابع و انواع مصولات
چگالی کم پلی اتیلن polyethylene	LDPE LLDPE	0.91–0.93	کیف های پلاستیکی حلقه های شش تایی، بطری ها، تورها، نی های آشامیدنی
چگالی زیاد پلی اتیلنpolyethylene	HDPE	0.94	چارچ های شیر و آبمیوه
پلی پروپیلن Polypropylene	PP	0.85–0.83	طناب ، دربوش بطری ، توری
پلی استرن Polystyrene	PS	1.05	ظروف پلاستیکی ، ظروف غذا
کف های پلی استرنی			شناورها، جعبه های طعمه، فنجان های کف
نایلون Nylon	PA		تورها و تله ها
پلاستیک های گرمایی پلی استرنThermoplastic Polyester	PET	1.37	بطری های نوشیدنی پلاستیکی
Poly(vinyl chloride)	PVC	1.38	بطری، فنجان، فیلم پلاستیکی
استات سلولیCellulose Acetate	CA		فیلترهای سیگار

۱-۲ ریزپلاستیک های ثانویه

ریزپلاستیک های ثانویه، قطعات پلاستیکی ریز و درشت استخراجی از شکستن زباله های پلاستیکی بزرگتر، هم در دریا و هم در خشکی را شامل می شود. این ذرات بیشتر از پلی اتیلن (PE) ، پلی پروپیلن (PP) ، پلی استایرن (PS) ، پلی اتیلن ترفتالات (PET) و پلی استر ساخته می شوند [۳]. گذشت زمان و فرآیندهای فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی می تواند تمامیت و یکپارچگی ساختار زباله های پلاستیکی را کاهش داده و منجر به تکه تکه شدن پلاستیک شود. در طولانی مدت، قرار گرفتن در معرض نور خورشید نیز می تواند منجر به تخریب تابشی (photo-degradation) پلاستیک شود؛ اشعه ماوراء بنفش (UV) نور خورشید باعث اکسیداسیون ماتریس پلیمر و شکاف پیوند می شود. چنین تخریبی ممکن است به رها شدن پلاستیک از افزودنی هایی که به منظور تقویت دوام و مقاومت در برابر خوردگی و شستشوی آن ها افزوده می شود منجر گردد [۱۳]. شرایطی مانند سرما و شوری محیط زیست دریایی احتمالاً مانع از این اکسیداسیون می شود. با این وجود، زباله های پلاستیکی در سواحل، اکسیژن بالایی دارند و مستقیماً در معرض نور خورشید قرار گرفته، بنابراین به سرعت تخریب شده و به مرور زمان می شکنند، ترک های به وجود آمده بی دوام بوده و باعث زرد شدن می شوند. این پلاستیک ها به طور فزاینده ای در معرض تکه تکه شدن ناشی از فرسایش موج و تلاطم قرار گرفته و یکپارچگی ساختار آنها از بین می رود. در حالی که این فرایند در حال انجام است و قطعات با گذشت زمان کوچک تر می شوند تا اندازه آنها به اندازه ریزپلاستیک برسد. باید در نظر گرفت که با تخریب بیشتر ریزپلاستیک ها اندازه آنها ممکن است به نانوپلاستیک کاهش یابد، اگرچه کوچکترین ریز ذره ای که امروزه در اقیانوس ها مشاهده می شود قطر ۱/۶ میکرومتر دارد [۱۴]. احتمالاً وجود نانوپلاستیک ها در محیط زیست دریایی بخصوص در شبکه غذایی در سالهای آینده از اهمیت فزاینده ای برخوردار خواهد بود [۱۵, ۱۶].

توسعه پلاستیک های تخریب پذیر اغلب به عنوان جایگزینی مناسب برای پلاستیک های سنتی محسوب می شود. از طرفی ممکن است آنها منبع ریزپلاستیک ها نیز باشند. پلاستیک های تخریب پذیر به طور معمول مخلوطی از پلیمرهای مصنوعی و نشاسته، روغنهای گیاهی یا مواد شیمیایی مخصوص به عنوان مثال TDPA ™ هستند که برای تسریع زمان تخریب طراحی شده اند که اگر به درستی از بین بروند، در کارخانه های کمپوست صنعتی در شرایط گرم، مرطوب و به خوبی هوادهی شده تجزیه می شوند. با این حال، این تجزیه بسیار جزئی است: در حالی که اجزای نشاسته ای پلاستیک زیستی تجزیه می شود، مقدار زیادی از پلیمرهای مصنوعی را پشت سر خود باقی می گذارد. در محیط دریایی نسبتاً سرد، در صورت عدم وجود میکروب های زمینی، حتی زمان تجزیه اجزای قابل تخریب پلاستیک زیستی طولانی تر خواهد شد، در پی افزایش پلاستیک ها، نفوذ اشعه ماوراء بنفش که فرایند تخریب بر آن متکی است کاهش می یابد. پس از نهایی شدن تجزیه، میکروپلاستیک ها به محیط دریایی، آزاد می شوند [۱۴].

۱-۳ منابع انتقال ریزپلاستیک ها به محیط دریایی

زباله های دریایی حاصل دفع غیرقانونی زباله هایی که مستقیم یا غیرمستقیم به دریاها و اقیانوس ها منتقل می شوند است. زباله های

پلاستیکی با منشا زمینی تقریبا ۸۰٪ از پلاستیک های موجود در بستر دریایی را تشکیل می دهد [۱۷]. این پلاستیک ها شامل ریزپلاستیک های اولیه مورد استفاده در مواد آرایشی و انفجار هوا، پلاستیک های کاربر و محلول های پلاستیکی دفع شده از سایت ها، به روش های نادرست است. نزدیک به نیمی از جمعیت جهان در حدود پنجاه مایلی از ساحل زندگی می کنند، این نوع پلاستیک ها از پتانسیل بالایی برای ورود به محیط زیست دریایی از طریق رودخانه ها و سیستم های فاضلاب یا با استفاده از انفجارهای فراساحلی، دارا هستند. ریزپلاستیک هایی که هم در مواد آرایشی مورد استفاده قرار می گیرند و هم در مواد ضد انفجار هوا کاربرد دارند می توانند از طریق سیستم های فاضلاب خانگی یا صنعتی وارد آبراه ها شوند در حالی که کارخانه های تصفیه فاضلاب، ریزپلاستیک ها و برخی از بقایای پلاستیک کوچک را درون حوضچه های اکسیداسیون یا لجن فاضلاب به دام می اندازند، بخش بزرگی از ریزپلاستیک ها از چنین سیستم های تصفیه ای عبور می کنند. پلاستیک هایی که مستقیم در داخل جریان پساب یا در شیرابه زباله به رودخانه وارد می شوند از آنجا به آب دریا منتقل می شوند [۱۸].

جهانگردی ساحلی، ماهیگیری تفریحی و تجاری، کشتی های دریایی و صنایع دریایی (مانند آبزی پروری، دکل نفت) منابع مستقیم ورود پلاستیک به محیط دریایی هستند که برای زیست توده، هم به عنوان درشت پلاستیک و هم به عنوان ریز پلاستیک ثانویه درپی تخریب طولانی مدت، خطرناک بشمار می آیند [۱۸]. گردشگری و فعالیت های تفریحی مجموعه ای از پلاستیک هایی را که در کنار سواحل و استراحتگاه های ساحلی دور ریخته می شوند تشکیل می دهد، از طرفی زباله های دریایی مشاهده شده در سواحل می تواند ناشی از حمل مواد رسیده به ساحل توسط جریانهای درون ساحلی و اقیانوسی باشد [۱۹]. وسایل ماهیگیری یکی از موارد متداول در بین مانده های پلاستیکی با منشا دریایی است. وسایل ماهیگیری دور ریخته شده یا گمشده، از جمله رشته های پلاستیکی و تورهای نایلونی، به طور معمول شناور بوده بنابراین می تواند در اعماق متغیر در اقیانوس ها حرکت کند. این امر به ویژه به دلیل ظرفیت ذاتی آن در ایجاد گرفتاری برای توده های زیستی دریایی، به ماهیگیری شبح معروف است. کشتی های دریایی نقش مهمی از نظر تاریخی در زباله دریایی مانند مواد بسته بندی شده با پلاستیک دارند.

در سال ۱۹۸۸ توافق نامه بین المللی MARPOL 73/78 ضمیمه V با منع کشتی های دریایی از دفع زباله های پلاستیکی در دریا به اجرا گذاشته شد. با این حال، ضعف دراجرا و آموزش باعث شده است که حمل و نقل بعنوان منبع اصلی پلاستیک در محیط دریایی به طور گسترده ای باقی بماند. برآوردها حاکی از آن بود که در اوایل دهه ۱۹۹۰ حدود ۶,۵ میلیون تن پلاستیک به اقیانوس ها ریخته شده است. بقایای پلاستیکی ناشی از " nibs " که از آنها به عنوان مواد اولیه در تهیه گرانول ها و گلوله های رزینی کوچک استفاده می شود از دیگر منابع تولید زباله پلاستیکی هستند. ورود و ریزش تصادفی به هنگام حمل و نقل چه در زمین و چه در دریا، استفاده نامناسب به عنوان مواد بسته بندی و جریان خروجی مستقیم از کارخانجات فرآوری، از راه های ورود این مواد اولیه به اکوسیستم های آبی هستند. بقایای گلوله های رزینی در سیستم های دریایی در سراسر جهان، از جمله جزایر اقیانوسی بدون امکان محلی تولید پلاستیک، شناسایی شده اند [۲۰].

۱-۴ ارزیابی فراوانی ریزپلاستیک

در محیط زیست دریایی، پلاستیک به طور گسترده ای به عنوان ماده اصلی تشکیل دهنده زباله دریایی در نظر گرفته می شود [۲۱]. دسته ای که شامل زباله های انسان ساز (مثل شیشه، فلز، چوب) و همچنین محموله های شناور کشتی ها (کالاهای آب آورده) است. با این حال، بقایای پلاستیکی کوچک با قطر کمتر از ۰/۵ میلی متر به دلیل مشکلات موجود در ارزیابی فراوانی، چگالی و توزیع این آلاینده در محیط دریایی، کاملاً تحت بررسی هستند. تعین مقدار ورودی پلاستیک ها به محیط دریایی با توجه به مجموعه مسیرهایی که پلاستیک ها ممکن است از آن طریق وارد اقیانوس ها شوند و یا تعیین بازه زمانی دقیق باقی ماندن پلاستیک ها قبل از تخریب در دریا، غیر ممکن است. در همین حال، تعیین میزان زباله هایی که به محیط دریایی می رسند، در مقایسه با وسعت اقیانوس ها با ارزیابی اندازه پلاستیک ها، پیچیده است [۲۲]. تغییرات مکانی و زمانی به دلیل جریانهای اقیانوسی و الگوهای فصلی این مسئله را بیشتر پیچیده می نماید. با این وجود، توسعه مجموعه ای از تکنیک های نمونه برداری اجازه می دهد وجود بقایای پلاستیکی کوچک مشخص شود. این موارد عبارتند از: (۱) ساحل روبی (۲) نمونه گیری از رسوب (۳) ترال ماهیگیری (۴) بررسی مشاهدات دریایی. و (۵) نمونه گیری زیستی.

ساحل روبی ساده ترین تکنیک انجام کار، در نظر گرفته می شود که نیاز به برنامه ریزی لجستیکی اندک و هزینه های نسبتاً کم دارد. به طور معمول توسط محققان و گروه های آگاه از محیط زیست انجام می شود. این روش شامل جمع آوری و شناسایی کلیه اشغال ها، در یک روش منظم، در امتداد محدوده مشخص از خط ساحلی است. با تکرار فرایند ساحل روبی به طور منظم، می توان تجمع زباله های پلاستیکی را با گذشت زمان مورد بررسی قرار داد. این تکنیک به ویژه برای تعیین حضور ریزپلاستیک ها و گلوله های رزین پلاستیکی به نام "اشک های پری دریایی" توسط ساحل روبی ها، بسیار مفید است، اما ریزپلاستیک ها به خصوص آنهایی که بسیار کوچک بوده و به چشم دیده نمی شوند، احتمالاً با استفاده از چنین تکنیکی قابل مشاهده نیستند. علاوه بر این، در امتداد یک ساحل، زباله های پلاستیکی شامل اشغال های باقی مانده از کاربران تفریحی ساحل و اوار پلاستیک اورده شده توسط دریا است. باید در نظر داشت که داده های ساحل روبی ترکیبی از اشغال های زمینی و آوارهای دریایی را

تشکیل می دهد، بنابراین ممکن است ارائه دقیقی از شاخص بقایای پلاستیک در محیط زیست دریایی ندهد.

نمونه برداری از رسوب اجازه می دهد تا مواد موجود در سواحل، مصب ها و کف دریا برای حضور ریزپلاستیک ها ارزیابی شود. جهت جداسازی هرگونه پلاستیک از مواد در اعماق؛می توان به نمونه های رسوب، آب شور یا نمک های معدنی افزود تا چگالی آب افزایش یابد، این کار اجازه می دهد ریز پلاستیک هایی با چگالی کمتر، از طریق شناور شدن جدا شوند. قطعات پلاستیکی متراکم قابل مشاهده را می توان با دست زیر میکروسکوپ جدا کرد. سپس می توان از یک رنگ لیپوفیلیک (مثلاً آبی-قرمز) جهت رنگ آمیزی پلاستیک ها برای شناسایی طیف وسیعی از تکنیک های میکروسکوپی کمک گرفت. با استفاده از طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR) و با مقایسه طیف نمونه ها با پلیمرهای شناخته شده می توان پلاستیک مورد توجه را شناسایی و تایید کرد.

ریزپلاستیک ها در ستون آب می تواند با هدایت تور ترال با منافذ ریز در امتداد یک ترانسکت (به عنوان مثال تورهای ترال مانتا برای نمونه برداری از آب های سطحی، تورهای بونگو برای جمع آوری آبهای میان سطحی و تورهای ترال عمقی برای ارزیابی بستر دریا) جمع آوری شود. حضور ریزپلاستیک ها می تواند با بررسی نمونه ها در زیر میکروسکوپ، یا تبخیر آب دریا و بررسی باقیمانده مشخص شود. با وجود ماهیت ناهمگن پلاستیک ها در اقیانوس، ترانسکت های کافی و تکراری باعث می شود که الگوهای مکانی و زمانی فراوانی پلاستیک در انواع اکوسیستم های دریایی مشخص شود [۲۳, ۲۴].

۱-۵ روند مکانی و زمانی ریزپلاستیک ها در محیط دریایی

آشغال های پلاستیکی در تمامی اکوسیستم های دریایی نفوذ کرده و با جریانات اقیانوسی، بادها، جریان و رانش رودخانه ای جابجا می شوند. بقایای پلاستیکی می تواند به مسافت های دور و حتی بکر و دست نخورده از جمله جزایر وسط اقیانوسی، قطب ها و اعماق اقیانوس ها انتقال یابد. این در حالی است که در سراسر محیط دریایی اشغال پلاستیکی یافت می شود و توزیع این آوارها ناهمگن است [۸].

۱-۵-۱ تجمع ریزپلاستیک ها

خطوط ساحلی آشغال های پلاستیکی را از هر دو منبع زمینی و دریایی دریافت می کنند، منابع زمینی آشغال ها به طور معمول نزدیک به مناطق شهری، مناطق گردشگری و نزدیک رودخانه ها یافت می شوند، در حالی که توده زباله های دریایی در جریان های نزدیک به ساحل مشاهده می شوند. با استفاده از تجزیه و تحلیل رسوب، ریزپلاستیک ها در ۹ پلیمر مختلف در ۲۳ از ۳۰ نمونه مصب رودخانه، رودخانه و رسوبات جزر و مدی گرفته شده در اطراف پلیموت در انگلستان شامل الیاف میکروسکوپی و قطعاتی که به طور معمول نشات گرفته از لباس، بسته بندی و طناب هستند یافت شدند. تعداد زیادی ریزپلاستیک همچنین در اکوسیستم های ساحلی آلاسکا و کالیفرنیا یافت شده است، جایی که رشد مواد مغذی منجر به تراکم بالایی از موجودات پلانکتونی می شود [۲۵].

۱-۵-۲ ریزپلاستیک ها در ستون آب

پلاستیک ها از پلیمرهای مختلفی تشکیل شده اند و بسته به ترکیب، چگالی و شکل آنها، می توانند شناور، غوطه ور و یا مغروق باشند. به این ترتیب، ریزپلاستیک در سراسر ستون آب یافت می شود. ریزپلاستیک ها با چگالی کم، غالباً در لایه های نازک سطحی دریا یافت می شوند. با این وجود شواهدی وجود دارد که نشان می دهد موقعیت آنها در ستون آب می تواند متفاوت باشد: در زیستگاه های مصب رودخانه ای، پلاستیک هایی با چگالی کم مانند پلی پروپیلن و پلی اتیلن در صورت مواجهه با جبهه ی آب، غوطه ور می شوند. علاوه بر این، شواهدی وجود دارد که چسبندگی ارگانیسم های رسوب دهنده می تواند باعث غرق شدن ریزپلاستیک های شناور شود. زباله های پلاستیکی در محیط دریایی می توانند به سرعت بیوفیلمهای میکروبی را تجمیع کرده و بیشتر باعث تشکیل کلونی جلبک ها و بی مهرگان در سطح پلاستیک ها شده، بنابراین تراکم ذره را افزایش دهند. سرعتی که در آن ممکن است رسوب زیستی رخ دهد اخیراً با استفاده از کیسه های پلاستیکی پلی اتیلن مغروق در آب دریا نشان داده شده است؛ شناوری پلاستیک با گذشت زمان کم تر و در پایان آزمایش پلاستیک از سطح دور شده و به صورت غوطه ور ظاهر می شود.

ریزپلاستیک ها با چگالی بالا از جمله پلی وینیل کلرید، پلی استر و پلی آمید به احتمال زیاد در بیشترین مقدار خود در کف زی ها (Benthos) یافت می شوند. مشکلات نمونه برداری و هزینه مانع از تعیین بزرگی باقی مانده های ریزپلاستیک در کف دریا می شود. مقدار ریزپلاستیک ها در کف زی ها با استفاده از نمونه بردار رسوبی چنگکی و تورهایی با اندازه سوراخ ریز اندازه گیری می شود. در یک مطالعه بالاترین غلظت ریزپلاستیک در رسوبات تاکنون یافت شده مشاهده شده است. ریز پلاستیک هایی به قطر کوچک تر از ۱ میلی متر متشکل از الیاف، ریزدانه ها، گلوله ها و لایه ها، در کلیه نمونه های رسوب ساحل، بندر و رسوبات جزر و مدی سواحل بلژیک یافت شد. بالاترین غلظت ریزپلاستیک (تقریبا ۳۹۱ گرم ریزپلاستیک در هر کیلو گرم رسوب خشک) در نمونه رسوب بندراحتمالاً به دلیل فعالیت های انسانی در محل، ته نشینی رسوبات و رواناب رودخانه ثبت شده است. ریزپلاستیک با چگالی بالا را می توان به طور موقت در ستون آب و در تعداد کمتری از تلاطم به حالت تعلیق درآورد. ریزپلاستیک با چگالی بالا در هنگام ورود به دریا از طریق مصب

رودخانه به دلیل جبهه های جزر و مدی، سرعت بالای جریان یا به دلیل داشتن یک منطقه با سطح بزرگ می تواند به حالت تعلیق باقی بماند. این پلیمرهای متراکم تنها با از دست دادن حرکت، به ناچار فرو رفته و غرق می شوند. ریزپلاستیک در بستر دریا همچنین ممکن است به دلیل تلاطم مجددا به حالت تعلیق درآید [۲۵].

۱-۶ تغییرات موقتی در فراوانی ریزپلاستیک در محیط دریایی

از دهه ۱۹۴۰، هنگامی که تولید انبوه پلاستیک ها به طور جدی آغاز شد، حجم پلاستیک های تولید شده به سرعت افزایش یافت. به موازات افزایش نرخ تولید پلاستیک، در این مدت ورود این مواد به محیط دریایی نیز افزایش یافت. تخریب مداوم زباله های پلاستیکی بزرگتر و محبوبیت روز افزون تمییز کننده های پلاستیکی باعث افزایش حجم زباله ریزپلاستیکی در اقیانوس ها شده و در نتیجه باعث کاهش متوسط اندازه حجمی زباله پلاستیکی و افزایش مقدار آن در طول زمان شد.

۱-۷ اثر ریزپلاستیک ها در محیط زیست دریایی

ریزپلاستیک ها بسیار گسترده و فراگیر شده اند، اطلاعاتی در مورد اثر زیستی این آلاینده بر موجودات محیط دریایی در حال پدیدار شدن است. این احتمال وجود دارد که ریزپلاستیک ها تهدیدی برای زیست توده باشند، اندازه کوچک آنها سبب دسترسی گسترده برای موجودات دریایی است و باعث افزایش نگرانی ها شده است. علاوه بر اثرات منفی احتمالی ناشی از مصرف خود ریزپلاستیک ها، پاسخهای سمی نیز می تواند ناشی از (الف) آلاینده های ذاتی باشد که از ریزپلاستیک خارج می شود و (ب) آلاینده های فرعی چسبیده به ریزپلاستیک ها که جدا می شوند.

۱-۸ مصرف و بلع ریزپلاستیک

ریزپلاستیک ها به دلیل کوچکی و حضورشان در اکوسیستم های ساحلی و کف زی، این پتانسیل را دارند که توسط مجموعه ای از موجودات دریایی مصرف شوند. مشاهده مصرف ریزپلاستیک در طبیعت از نظر روش شناختی چالش برانگیز است، اما مطالعات مصرف ریزپلاستیک در سراسر زنجیره غذایی را گزارش می کند [۲۶, ۲۷].

مطالعه آزمایشگاهی مصرف ریزپلاستیک توسط موجودات دریایی شامل زئوپلانکتون، بی مهرگان و لارو اکینودرم را گزارش می دهد. موجودات در سطوح پایین هرم غذایی به ویژه در مصرف ریزپلاستیک حساس هستند زیرا بسیاری از آنها تغذیه کنندگان غیر قابل تفکیک با توانایی محدود در تمایز بین ذرات پلاستیکی و مواد غذایی هستند. مطالعه ای پیرامون توزیع رنگ و اندازه ریزپلاستیک ها در اقیانوس آرام شمالی نشان داد که موجودات پلانکتونی معمولاً قطعات پلاستیکی با رنگ سفید تا ملایم را با طعمه اشتباه می گیرند. پلاستیک های کاربردی با چگالی کم (به عنوان مثال پلی اتیلن و پلی استایرن) شناور هستند، ریزپلاستیک ها در نزدیکی سطح دریا فراوان یافت می شوند. بنابراین، ریزپلاستیک ها به طور گسترده در دسترس بسیاری از موجودات پلانکتونی قرار خواهند گرفت [۲۸].

۱-۹ سرنوشت ریزپلاستیک ها

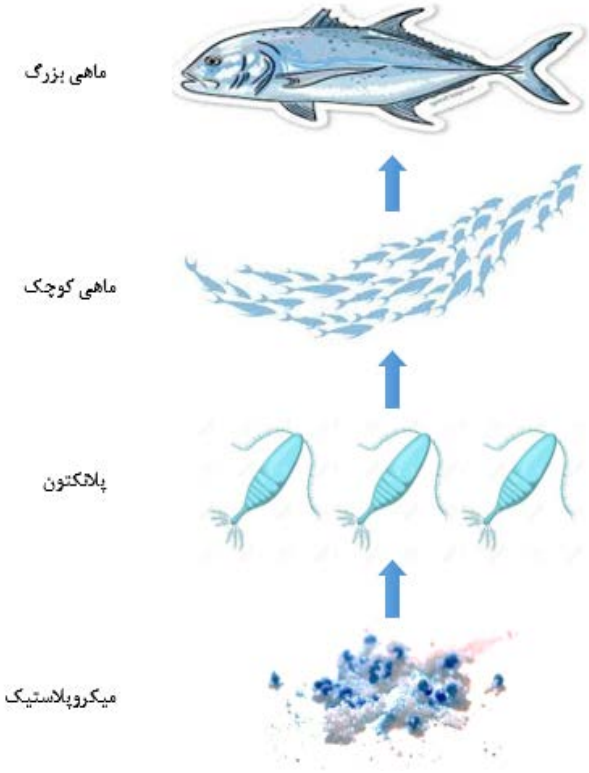
طیف وسیعی از موجودات دریایی، از جمله پرندگان دریایی، سخت پوستان و ماهی می توانند ریزپلاستیک ها را مصرف کنند. قطعات پلاستیکی برای اولین بار در دهان پرندگان دریایی در دهه ۱۹۶۰ مشاهده شد، هنگامی که تولید پلاستیک جهانی کمتر از ۲۵ میلیون تن در سال بود. اندازه الیاف پلاستیکی موجود در محیط می تواند به قطر ۱ میکرومتر و طول ۱۵ میکرومتر برسد و آنها را برای گونه های پلانکتونی بسیار کوچک در دسترس قرار دهد. چنین الیافی به ویژه خطرناک هستند زیرا ممکن است جمع شده و گره خورده و مانع از هضم شوند. در تمام این مثالها حیوانات ریزپلاستیک ها را به طور اشتباهی بعنوان طعمه مصرف میکنند. از طرف دیگر، مصرف ریزپلاستیک ممکن است ناشی از خوردن موجودات پایین تر هرم غذایی باشد که خود آنها ریزپلاستیک را مصرف کرده اند [۲۹].

در شکل، تخریب زیستی مواد شیمیایی موجود در زنجیره غذایی نشان داده شده است. نمودار سناریویی را نشان می دهد که به موجب آن مواد آلی پلاستیک (PAHs) ممکن است از طریق بلع به موجودات سطح پایین تر غذایی (زئوپلانکتون) منتقل شود و در غلظت های خیلی بیشتر از طریق بزرگنمایی زیستی در موجودات سطح بالاتر غذایی (ماهی های کوچک و کوسه ها) تجمع یابد. درنهایت آلودگی پلاستیک در شبکه غذاهای دریایی منجر به آلودگی غذاهای دریایی برای انسان می شود [۵].

ریزپلاستیک ها در بسیاری از موجودات دریایی به دلیل افزایش آلودگی پلاستیک در محیط های دریایی یافت شده اند. با این حال نمایش ارتباط بین وجود ریزپلاستیک در موجودات زنده و محیط زندگی آنها هنوز نسبتاً ضعیف است. در مطالعه ۲۵ منطقه در امتداد آبهای ساحلی چین، آلودگی صدف (Mytilus edulis) و (Perna viridis) در معرض ریزپلاستیک در آب بررسی شد. یک رابطه خطی مثبت قوی بین مقدار ریزپلاستیک در آب و صدف مشاهده شد که الیاف ریزپلاستیک ها غالب بودند. اندازه ریزپلاستیک ها در صدف نسبت به ریزپلاستیک های وجود در آب کوچکتر بود. در طول آزمایشات در معرض گذاری، فراوانی ریزمهره‌های پلاستیکی (Microbead) به طور قابل توجهی بیشتر از الیاف بود، حتی در شرایطی که فراوانی اسمی الیاف هشت برابر بیشتر از ریزمهره‌های پلاستیکی بود. نتایج از همبستگی کمی و مثبت ریزپلاستیک ها در صدف و آبهای اطراف پشتیبانی می کردند و به احتمال زیاد صدف ها، ریزپلاستیک های کوچکتر را مصرف می کردند [۲۱]. وجود

ریزپلاستیک ها در غذاهای دریایی تنشی اکولوژیک با پیامد هایی برای اکوسیستم و سلامتی انسان است ببار می اورند. آزمایش دو نوع صدف از ۱۵ منطقه ارگون امریکا نشان می دهد تمامی مناطق الوده بوده و بقایای ریزپلاستیک ها در صدف دو کفه ای اقیانوس آرام (Crassostrea gigas) بیشتر از صدف های تیغی (Siliqua patula) بود [۳۰].

بقایای ریزپلاستیک با چگالی کم در بی مهرگان ساکن مناطق پلاژیک از طریق هضم و بلع آنها ممکن است تجمع یابد. علاوه بر این کف زی ها به احتمال زیاد می توانند ریزپلاستیک ها با چگالی بالا را تجمیع نمایند. بعضی از موجودات ممکن است توانایی تجمیع ریزپلاستیک های قدیمی تر را داشته باشند که احتمالاً منجر به ترکیب آنها در مصالح دریایی می شود. بنابراین، کف زی های معلق و گندخواران به احتمال زیاد ریزپلاستیک های در حال غرق شدن و رسوبی را مصرف می کنند. الیاف رایج ترین شکل ریزپلاستیک ها در محیط دریایی است. علاوه بر این شکل نیز در بلع ریزپلاستیک های سمی مهم می باشد نانوذرات بلند و میله ای شکل سمی تر از نانوذرات کره ای شکل هستند و این موجودات می توانند نسبت به سمیت فیزیکی بالقوه ریز پلاستیک ها حساس باشند [۲۸, ۳۱]. در تحقیقات بسیاری وجود ریزپلاستیک ها در آب و رسوب شناسایی شده است [۱۸, ۲۶, ۳۲].



شکل ۱: تخریب زیستی مواد شیمیایی موجود در زنجیره غذایی

Fig. 1: Biodegradation of chemicals in the food chain

۱-۱۰ ریزپلاستیک و آلاینده های چسبنده

زباله های پلاستیکی دریایی، به ویژه ریزپلاستیک ها با سطح نسبتا وسیع نسبت به حجم، در معرض آلودگی با برخی از آلاینده های موجود در آب از جمله فلزات آبی قرار دارند، این پلاستیک ها بعنوان آلاینده های آلی آبگریز (HOCs) مواد شیمیایی و آلاینده های آلی پایدار (POPs) را در خود حل می نمایند [۲۷]. چنین مواد شیمیایی به طور معمول در بالاترین غلظت خود در لایه های نازک سطح دریا یافت می شوند، جایی که ریزپلاستیک ها با چگالی کم نیز فراوان هستند. آلاینده های آلی پایدار شامل پلی کلرو بی فنیل ها (PCBs)، PAHs و سموم آلی کلردار به عنوان مثال DDT، DDE)، مواد شیمیایی پایدار و چربی دوستی هستند که بر روی سطح آبگریز پلاستیک ها چسبیده و تغلیظ می شوند (غلظت های محیطی ثبت شده در حد ng/g و µg/g است). فنانترن به آسانی جذب پلاستیک های کوچک می شود، ترجیحاً به پلی اتیلن و احتمالاً به دلیل حفره های مولکولی بزرگتر به این پلیمر می چسبد. در شرایط مناسب محیط زیستی احتمال چسبندگی فنانترن به پلاستیک ها از رسوبات بیشتر است. با این حال، اگر ریزپلاستیک های به شدت آلوده با رسوبات غیر آلوده در تماس باشند، شیب غلظت سبب جذب فنانترن به مواد آلی موجود در رسوب می شود [۳۳].

شواهد آلودگی ریزپلاستیک توسط PCBs، nonylphenol و DDE روی گلوله های رزین پلی پروپیلن جمع آوری شده از آبهای ژاپن در غلظت های مشابه یا بالاتر از آنها در رسوبات، یافت شده است. در آزمایشی دیگر مشاهده شد گلوله های رزین در طی یک دوره ۶ روزه در معرض قرار گیری، آلاینده های آب دریا را جذب می نمایند. اگرچه جذب ثابت بود، حداکثر غلظت در این زمان به دست نیامد، این موضوع نشان می دهد که جذب یک فرایند سریع نیست. زباله های ریزپلاستیکی پوشش داده شده با POPs در اقیانوس ها منتقل شده و اکوسیستم های بکر و دست نخورده را نیز آلوده می سازد و یا از طریق مصرف موجودات دریایی، سموم را از محیط به موجودات منتقل می نماید (اثر "اسب تروا"). بسیاری از POP ها سمی تلقی شده و باعث اختلال غدد درون ریز، جهش زایی و / یا سرطان زایی می شوند و ممکن است در سطوح بالاتر هرم غذایی بزرگ نمایی زیستی یابند. برای تعیین میزان جذب آلاینده های چسبیده به ریزپلاستیک ها و آسیب به موجودات از یک مدل جداسازی برای ارزیابی تفکیک فنانترن از ریزپلاستیک ها استفاده شد. این مدل نشان داد که ریزپلاستیک های آلوده، توسط Arenicola marina (یک کرم پرتار ساکن رسوب) مصرف شده و بخشی از آلاینده های جذب شده در موجود جدا و دفع می شود. با این حال، در یک زیستگاه تمیز و رسوب غنی از مواد آلی، پیش بینی می شد بخش عمده ای از آلاینده ها به جای اینکه توسط خود پرتاران جذب شود به رسوب چسبیده باشد. انتقال آلاینده ها از پلاستیک به موجودات زنده به اثبات رسیده است [۵].

انتقال در مسافت های طولانی، پایداری و پویایی جهانی زباله های پلاستیکی جنبه های کلیدی از درک سرنوشت نهایی این مواد و هرگونه تأثیر احتمالی بقایای پلاستیکی بر روی اکوسیستم های دریایی است. از آنجا که اکنون در سطح جهانی پذیرفته شده است که بقایای پلاستیکی آلاینده های شیمیایی را تجمیع می نمایند،جداسازی آلاینده های شیمیایی در محیط های مختلف زیستی، فرایندی است که به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی هر ماده شیمیایی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محیط زیست (مثلاً رسوب، آب، مواد آلی، زیست توده زنده) وابسته است. این فرایندها به همراه تخریب شیمیایی، فیزیکی و زیستی هر آلاینده شیمیایی، سرنوشت محیطی آنها در سطح جهان را تعیین می کند. افزودن پلاستیک به محیط زیست دریایی، یک ماده جدید را برای تعامل با آلاینده های شیمیایی اضافه می کند، بنابراین درک این نکته ضروری است که چگونه بقایای پلاستیک را باید در مدل های سرنوشت محیط زیست آینده در نظر گرفت [۲۸, ۳۱].

با پیدایش بیماری COVID-19 و اعلام آن به عنوان یک بیماری همه گیر توسط سازمان بهداشت جهانی WHO [۳۴]، اقدامات مختلفی در کشورهای مختلف جهان برای مهار ویروس و شیوع آن صورت گرفت که استفاده از ماسک های صورت، موثرترین اقدام پیشگیرانه در این زمینه به حساب می آید [۳۵, ۳۶]. به همین منظور تولید ماسک های صورت با افزایش موارد مثبت بیماری به طور قابل توجهی در حال افزایش است. لذا علاوه بر آلودگی های میکروپلاستیک که قبلاً شناسایی گردیدند، حجم قابل توجهی از منابع میکروپلاستیک جدید به محیط های آبی اضافه گردیده و سبب تشدید آلودگی های پلاستیکی گردیدند که نیاز به برنامه ریزی و مدیریت در این حوزه را بیش از هر زمان دیگری نشان می دهد.

یافته‌ها

ریز پلاستیک ها به دلیل فراگیر بودن در اقیانوس ها و توانایی حمل مواد شیمیایی سمی، به یکی از چالش های اساسی و نوظهور زیست محیطی تبدیل گردیده اند. این آلاینده ها بواسطه عواملی از قبیل تجمع زیستی و بزرگنمایی زیستی، زنجیره غذایی انسان را به طور جدی تهدید می نمایند. با این حال نیاز به بهبود و توسعه روش های جدید برای کاهش خطرات شناسایی شده از بایوپلاستیک ها و میکروپلاستیک ها از اهمیت بسزایی برخوردار است. همچنین، این مسئله که چگونه باقی مانده های پلاستیکی واسطه، این جنبه های کلیدی را برای آلاینده های شیمیایی محیط زیست ایجاد می کند حائز اهمیت است. لذا با توجه به این مهم سؤالاتی مطرح می شود. (۱) چگونه باقی مانده های پلاستیکی برای توزیع آلاینده های شیمیایی، مناسب مدل های سرنوشت محیطی هستند و (۲) اهمیت میزان ضایعات پلاستیکی در سایر محیط ها (به عنوان مثال آب، رسوب، موجودات) در فرآیندهای توزیع مواد شیمیایی در اقیانوس های جهان چقدر است. به طور کلی شناسایی منابع اصلی آلودگی میکروپلاستیک در محیط و ایجاد آگاهی از طریق آموزش در بخشهای دولتی ، خصوصی و دولتی کمک زیادی به کاهش ورود میکروپلاستیکها به محیط خواهد کرد.

نتیجه‌گیری و چشم‌اندازهای آینده

اصطلاح میکروپلاستیک تنها در دو دهه اخیر مورد استفاده عموم قرار گرفته است، این در حالیست که هنوزسوالات زیادی در مورد میزان تأثیرات مخرب آنها وجود دارد. لذا با توجه به محدودیت مطالعات موجود، تا زمانی که استاندارد سازی و هماهنگی برای نمونه برداری و شناخت نمونه ها اجرا شود ، تحقیقات بیشتر در مورد پردازش نمونه ها و تکنیک های تجزیه و تحلیل به منظور کنترل و کاهش ورود میکروپلاستیک ها به آب و چرخه غذایی لازم است.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله نویسندگان سهم یکسانی داشتند.

تشکر و قدردانی

شایسته است مراتب قدردانی خود را از سردبیر و مدیر داخلی محترم نشریه اقیانوس‌شناسی جناب آقای دکتر اکبرپور و تیم ایشان اعلام دارم.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

References

1. Sturm MT, Herbort AF, Horn H, Schuhen K. Comparative study of the influence of linear and branched alkyltrichlorosilanes on the removal efficiency of polyethylene and polypropylene-based microplastic particles from water. Environ Sci Pollut Res Int. 2020;27(10):10888-98. **doi:** 10.1007/s11356-020-07712-9 **pmid:** 31953766
2. de Souza Machado AA, Kloas W, Zarfl C, Hempel S, Rillig MC. Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. Glob Chang Biol. 2018;24(4):1405-16. **doi:** 10.1111/gcb.14020 **pmid:** 29245177
3. Wu WM, Yang J, Criddle CS. Microplastics pollution and reduction strategies. Frontiers Environ Sci Engineer. 2017;11(1):1-4. **doi:** 10.1007/s11783-017-0897-7

4. Andrady AL. The plastic in microplastics: A review. Mar Pollut Bull. 2017;119(1):12-22. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2017.01.082 **pmid:** 28449819
5. Lusher A. Microplastics in the marine environment: distribution, interactions and effects. In Marine anthropogenic litter. Springer, Cham. 2015:245-307. **doi:** 10.1007/978-3-319-16510-3_10
6. Wang J, Tan Z, Peng J, Qiu Q, Li M. The behaviors of microplastics in the marine environment. Mar Environ Res. 2016;113:7-17. **doi:** 10.1016/j.marenvres.2015.10.014 **pmid:** 26559150
7. Yang H, Chen G, Wang J. Microplastics in the Marine Environment: Sources, Fates, Impacts and Microbial Degradation. Toxics. 2021;9(2). **doi:** 10.3390/toxics9020041 **pmid:** 33671786
8. Auta HS, Emenike CU, Fauziah SH. Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. Environ Int. 2017;102:165-76. **doi:** 10.1016/j.envint.2017.02.013 **pmid:** 28284818
9. Sharma S, Chatterjee S. Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. Environ Sci Pollut Res Int. 2017;24(27):21530-47. **doi:** 10.1007/s11356-017-9910-8 **pmid:** 28815367
10. Kashiwabara LM, Kahane-Rapport SR, King C, DeVogelaere M, Goldbogen JA, Savoca MS. Microplastics and microfibers in surface waters of Monterey Bay National Marine Sanctuary, California. Mar Pollut Bull. 2021;165:112148. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2021.112148 **pmid:** 33610108
11. Andrady AL. Microplastics in the marine environment. Mar Pollut Bull. 2011;62(8):1596-605. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030 **pmid:** 21742351
12. Selvam S, Jesuraja K, Venkatramanan S, Roy PD, Jeyanthi Kumari V. Hazardous microplastic characteristics and its role as a vector of heavy metal in groundwater and surface water of coastal south India. J Hazard Mater. 2021;402:123786. **doi:** 10.1016/j.jhazmat.2020.123786 **pmid:** 33254795
13. Clunies-Ross PJ, Smith GPS, Gordon KC, Gaw S. Synthetic shorelines in New Zealand? Quantification and characterisation of microplastic pollution on Canterbury's coastlines. New Zealand J Marine Freshwater Res. 2016;50(2):317-25. **doi:** 10.1080/00288330.2015.1132747
14. Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Mar Pollut Bull. 2011;62(12):2588-97. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025 **pmid:** 22001295
15. Avio CG, Pittura L, d'Errico G, Abel S, Amorello S, Marino G, et al. Distribution and characterization of microplastic particles and textile microfibers in Adriatic food webs: General insights for biomonitoring strategies. Environ Pollut. 2020;258:113766. **doi:** 10.1016/j.envpol.2019.113766 **pmid:** 31855672
16. Seltenrich N. New link in the food chain? Marine plastic pollution and seafood safety. 2015. **doi:** 10.1289/ehp.123-A34
17. Loughlin C, Marques Mendes AR, Morrison L, Morley A. The role of oceanographic processes and sedimentological settings on the deposition of microplastics in marine sediment: Icelandic waters. Mar Pollut Bull. 2021;164:111976. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2021.111976 **pmid:** 33517089
18. Sutton R, Mason SA, Stanek SK, Willis-Norton E, Wren IF, Box C. Microplastic contamination in the San Francisco Bay, California, USA. Mar Pollut Bull. 2016;109(1):230-5. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2016.05.077 **pmid:** 27289280
19. Mani T, Primpke S, Lorenz C, Gerdts G, Burkhardt-Holm P. Microplastic Pollution in Benthic Midstream Sediments of the Rhine River. Environ Sci Technol. 2019;53(10):6053-62. **doi:** 10.1021/acs.est.9b01363 **pmid:** 31021624
20. Zarfl C, Fleet D, Fries E, Galgani F, Gerdts G, Hanke G, et al. Microplastics in oceans. Mar Pollut Bull. 2011;62(8):1589-91. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2011.02.040 **pmid:** 21440270
21. Qu X, Su L, Li H, Liang M, Shi H. Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels. Sci Total Environ. 2018;621:679-86. **doi:** 10.1016/j.scitotenv.2017.11.284 **pmid:** 29197287
22. Van Cauwenberghe L, Vanreusel A, Mees J, Janssen CR. Microplastic pollution in deep-sea sediments. Environ Pollut. 2013;182:495-9. **doi:** 10.1016/j.envpol.2013.08.013 **pmid:** 24035457
23. Prata JC, da Costa JP, Duarte AC, Rocha-Santos T. Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: A critical review. TrAC Trend Anal Chemist. 2019;110:150-9. **doi:** 10.1016/j.trac.2018.10.029
24. Jang M, Shim WJ, Cho Y, Han GM, Song YK, Hong SH. A close relationship between microplastic contamination and coastal area use pattern. Water Res. 2020;171:115400. **doi:** 10.1016/j.watres.2019.115400 **pmid:** 31874389
25. Doyle MJ, Watson W, Bowlin NM, Sheavly SB. Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific ocean. Mar Environ Res. 2011;71(1):41-52. **doi:** 10.1016/j.marenvres.2010.10.001 **pmid:** 21093039
26. Liu LY, Mai L, Zeng EY. Plastic and Microplastic Pollution: From Ocean Smog to Planetary Boundary Threats. In A New Paradigm for Environmental Chemistry and Toxicology. Springer, Singapore. 2020:229-40. **doi:** 10.1007/978-981-13-9447-8_14
27. Hidalgo-Ruz V, Gutow L, Thompson RC, Thiel M. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. Environ Sci Technol. 2012;46(6):3060-75. **doi:** 10.1021/es2031505 **pmid:** 22321064
28. Wright SL, Thompson RC, Galloway TS. The physical impacts of microplastics on marine

organisms: a review. Environ Pollut. 2013;178:483-92. **doi:** 10.1016/j.envpol.2013.02.031 **pmid:** 23545014
29. Barboza LGA, Dick Vethaak A, Lavorante B, Lundebye AK, Guilhermino L. Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health. Mar Pollut Bull. 2018;133:336-48. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2018.05.047 **pmid:** 30041323
30. Baechler BR, Granek EF, Hunter MV, Conn KE. Microplastic concentrations in two Oregon bivalve species: Spatial, temporal, and species variability. Limnol Oceanograph Letter. 2020;5(1):54-65. **doi:** 10.1002/lol2.10124
31. Corinaldesi C, Canensi S, Dell'Anno A, Tangherlini M, Di Capua I, Varrella S, et al. Multiple impacts of microplastics can threaten marine habitat-forming species. Commun Biol. 2021;4(1):431. **doi:** 10.1038/s42003-021-01961-1 **pmid:** 33785849
32. Deng H, Wei R, Luo W, Hu L, Li B, Di Y, et al. Microplastic pollution in water and sediment in a textile industrial area. Environ Pollut. 2020;258:113658. **doi:** 10.1016/j.envpol.2019.113658 **pmid:** 31838382
33. Foshtomi MY, Oryan S, Taheri M, Bastami KD, Zahed MA. Composition and abundance of microplastics in surface sediments and their interaction with sedimentary heavy metals, PAHs and TPH (total petroleum hydrocarbons). Marine Pollut Bullet. 2019;149:110655. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2019.110655
34. Murray OM, Bisset JM, Gilligan PJ, Hannan MM, Murray JG. Respirators and surgical facemasks for COVID-19: implications for MRI. Clin Radiol. 2020;75(6):405-7. **doi:** 10.1016/j.crad.2020.03.029 **pmid:** 32299617
35. Chintalapudi N, Battineni G, Amenta F. COVID-19 virus outbreak forecasting of registered and recovered cases after sixty day lockdown in Italy: A data driven model approach. J Microbiol Immunol Infect. 2020;53(3):396-403. **doi:** 10.1016/j.jmii.2020.04.004 **pmid:** 32305271
36. Lin YH, Liu CH, Chiu YC. Google searches for the keywords of "wash hands" predict the speed of national spread of COVID-19 outbreak among 21 countries. Brain Behav Immun. 2020;87:30-2. **doi:** 10.1016/j.bbi.2020.04.020 **pmid:** 32283286

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Mohajeri, L., Ostovan Kish Drilling Company (OKDC), Tehran, Iran

✉ *Mohajerileila@yahoo.com*

Shayesteh, A A ., School of Environment, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

✉ *shayesteh.ali@ut.ac.ir*

Zahed, MA., Assisstant Professor, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

✉ *zahed51@yahoo.com*

Pakravan, M., Ostovan Kish Drilling Company (OKDC), Tehran, Iran

✉ *pakravan.mp@gmail.com*

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Citation (Vancouver) *Mohajeri L, Shayesteh AA, Zahed MA, Pakravan M. Fate and Effect of Micro Plastic in the Aquatic Environment. J Oceanography. 2022; 12(48): 46-56.*

http://doi.org/10.52547/joc.12.48.46

http://joc.inio.ac.ir/article-1-1594-fa.html

https://orcid.org/0000-0002-8311-5238

COPYRIGHTS

©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.