Archive of SID

اقیانوس‌شناسی/ سال یازدهم/ شماره ۴۳/ پاییز ۱۳۹۹/۹/۲۵-۱۷

بررسی وضعیت ذرات میکروپلاستیک در رسوبات خور موسی در خلیج فارس

احمدرضا لاهیجان‌زاده[1*]، مریم محمدی‌روزبهانی[2]، سیما سبزعلیپور[3]، سیدمحمدباقر نبوی[4]

۱- دانشجوی گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی،اهواز، ایران Lahijanzadeha@Gmail.com
۲- گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی،اهواز، ایران Mmohammadiroozbahani@yahoo.com
۳- گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی،اهواز، ایران shadi582@yahoo.com
٤- گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی،اهواز، ایران M.nabavi@kmsu.ac.ir

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۹/۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۱۰

چکیده

یکی از آلاینده‌هایی که اخیرا مورد توجه قرار گرفته است ذرات میکروپلاستیک می‌باشد. برای بررسی وضعیت این آلاینده ۱۵ نمونه رسوب از خور موسی برداشت شد. نمونه‌ها در کیسه‌های پلاستیکی ضخیم برای استخراج و شمارش ذرات میکروپلاستیک به آزمایشگاه منتقل شدند. حذف مواد آلی در نمونه‌ها با استفاده از H_2O_2 و جداسازی ذرات میکروپلاستیک از ذرات رسوب به روش جدایش چگالشی و شناسایی و شمارش با استفاده از میکروسکوپ نوری دو چشمی انجام شد. میانگین غلظت ذرات میکروپلاستیک در منطقه مورد مطالعه ۱۱/٦۷ عدد در ۲۵۰ گرم رسوب بود و بیشینه و کمینه غلظت آن به ترتیب ۲۲ و ۱ عدد بود. در این پژوهش حدود ٤۹ درصد از میکروپلاستیک‌های یافت شده رشته‌ای، ۳٦ درصد چند وجهی و ۱٤ درصد کروی بودند. رنگ غالب این ذرات سفید/شفاف و سیاه/خاکستری بود که به ترتیب ۳۲ و ۳٦ درصد از کل میکروپلاستیک‌ها را تشکیل می‌دادند. همچنین حدود ۱۳، ۱٤ و ۵ درصد از میکروپلاستیک‌ها به ترتیب زرد/نارنجی، قرمز/صورتی و آبی/سبز بود. به طور کلی حدود ۵۲، ۳۳، ۸، ۳ و ۳ درصد از میکروپلاستیک‌ها به ترتیب مربوط به ذرات میکروپلاستیک با اندازه‌های کمتر از ۱۰۰، از ۱۰۰ تا ۲۵۰، از ۲۵۰ تا ۵۰۰، از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ و از ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ میکرومتر بود. نتایج این پژوهش نشان داد که ذرات میکروپلاستیک در رسوبات خور موسی حضور دارند و اغلب این ذرات رشته‌ای و با اندازه‌هایی کمتر از ۱۰۰ میکرومتر هستند. این به معنای زیاد بودن ظرفیت جذب این ذرات برای آلاینده‌ها می‌باشد.

کلمات کلیدی: *میکروپلاستیک، رسوب، خور موسی، آلودگی.*

۱. مقدمه

حضور قطعات ریز پلاستیک در محیط زیست از جمله مشکلاتی می‌باشد که اخیرا به آن پی برده شده است. بررسی وضعیت میکروپلاستیک‌ها در اقیانوس‌ها برای اولین بار در سال ۱۹۷۰ مورد توجه قرار گرفت. این واژه نیز برای اولین بار در سال ۲۰۰٤، توسط R.C. Thompson و collaborators در مقاله‌ای به نام Lost at sea: Where is all the plastic? مورد استفاده قرار گرفت. میکروپلاستیک‌ها، ذرات پلاستیکی با اندازه‌ای کمتر از ۱ میلی متر هستند که از تخریب تیکه های پلاستیکی بزرگ‌تر ایجاد شده‌اند. میکروپلاستیک‌ها در ستون آب و رسوبات ساحلی سراسر دنیا طی ده‌ها سال تجمع پیدا کرده‌اند. منشا تمامی این

www.SID.ir

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

میکروپلاستیک‌ها در قاره‌ها است. در واقع ذرات میکروپلاستیک می‌توانند به هم بچسبند و تا مسافت‌های طولانی به صورت شناور از قاره‌ها دور شوند. در راستای کاهش این خطرات، هشدارهایی بین المللی ناشی از افزایش تولیدات مواد پلاستیکی داده شده است اما روند تولید همچنان رو به رشد است.

میکروپلاستیک‌ها می‌توانند به اشکال کروی، چند وجهی، صفحه‌ای و رشته‌ای در محیط حضور داشته باشند. ذرات میکروپلاستیک به دو صورت اولیه و ثانویه تشکیل می‌شوند. میکروپلاستیک‌های اولیه، پلاستیک‌هایی هستند که در اندازه میکرو و برای هدفی خاص تولید شده و در نهایت به محیط زیست راه می‌یابند (Cole et al., 2011; Duis and Coors, 2016). میکروپلاستیک‌های اولیه در صنایع هوافضا، پزشکی (به عنوان حامل دارو)، لوازم آرایشی و بهداشتی، و پاک کننده‌ها استفاده می‌شوند (Alomar et al., 2016; Duis and Coors, 2016). میکروپلاستیک‌های ثانویه از خرد و ریز شدن پلاستیک‌های بزرگ به قطعات کوچکتر حاصل می‌شوند (Duis and Coors, 2016; Ryan et al., 2009). قطعه قطعه شدن پلاستیک‌ها در پاسخ به فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی که منجر به کاهش مقاومت ساختاری قطعات پلاستیک می‌شود، رخ می‌دهد (Alomar et al., 2016; Browne et al., 2007). هوازدگی مهم‌ترین فرایند مسبب خرد و ریزشدن پلاستیک‌ها است (Arthur et al., 2009).

از آنجا که بستر خورها در طول شبانه روز مدام تحت تاثیر جذر و مد آب است، ذرات پلاستیک مستعد خرد و ریز شدن هستند. همچنین، اشعه فرا بنفش خورشید باعث اکسید شدن بسپارها و در نتیجه شکستگی پیوند شیمیایی آنها می‌شود (Barnes et al., 2009). ذرات میکروپلاستیک در نهایت به محیط دریا راه یافته و می‌توانند با توجه به جریان های آبی مسیرهایی را طی کرده و در رسوبات ساحلی و بستر دریاها نهشته شوند. در مطالعه‌ای که توسط عباسی و همکاران (Abbasi, et al., 2019) در سواحل خلیج فارس صورت گرفت نشان داده شد که فعالیت‌های صنعتی، شهری، قایق‌ها و کشتی‌ها باعث آزادسازی ذرات میکروپلاستیک به محیط شده و در لنگرگاه‌ها و مسیرهای تردد قایق‌ها غلظت ذرات میکروپلاستیک به مراتب بیشتر از مناطق دیگر بود. همچنین بر اساس نتایج این مطالعات در اندام‌های مختلف چندین گونه ماهی کف‌زی، سطح‌زی و میگوهای خور موسی ذرات میکروپلاستیک یافت شد (Abbasi et al., 2018).

علاوه بر خطرات ناشی از حضور فیزیکی ذرات میکروپلاستیک، باید به این موضوع نیز اشاره کرد که این ذرات می‌توانند آلودگی‌هایی مانند PAHs، PCBs، POPs، DDT، و فلزات سنگین را به سطح خود جذب کرده و تا فاصله‌ای بسیار دورتر از منشا اصلی خود انتقال دهند. بر اساس پژوهش انجام شده توسط Carlo Giacomo Avio و همکاران در سال ۲۰۱۵، نشان داده شده است که حضور میکروپلاستیک‌ها می‌تواند باعث افزایش زیست دسترس‌پذیری آلودگی‌ها برای موجودات زنده شود به گونه‌ای که سلامت آنها را به خطر اندازد. میکروپلاستیک‌ها به دلیل اندازه کوچکشان توسط طیف وسیعی از گونه‌های زیستی از تک‌سلولی‌ها تا پستانداران دریایی بلعیده می‌شوند (Stolte et al., 2015). علاوه بر اندازه این ذرات، رنگ، وزن مخصوص و شکل آنها نیز بر نرخ بلعیده شدن آنها اثر می‌گذارد (de Carvalho and Baptista Neto, 2016). برای مثال، میکروپلاستیک‌های کم چگال، روی سطح آب شناور شده و توسط گونه‌های سطح‌زی و میکروپلاستیک‌های چگال‌تر توسط گونه‌های کف‌زی بلعیده می‌شوند (Duis and Coors, 2016). تحقیقات انجام شده در مورد اثر بلع میکروپلاستیک‌ها توسط اندامگان‌ها نشان داد که تجمع در اندام‌ها (Abbasi et al., 2018; Von Moos et al., 2012)، انسداد مجاری (Farrell and Nelson, 2013)، التهاب (Von Moos et al., 2012)، کاهش انرژی (Watts et al., 2015) و نقص تکاملی (Van Cauwenberghe et al., 2015; Van Cauwenberghe et al., 2013) از این گونه عوارض است. در نهایت این ذرات می‌تواند به آخرین زنجیره غذایی، یعنی انسان، برسد (Stolte et al., 2015). حتی ذرات میکروپلاستیک می‌توانند به صورت مستقیم توسط انسان بلعیده شود و یا از راه تنفس وارد ریه شده و پتانسیل اکسایشی ایجاد کند (Abbasi et al., 2019). این اثرات می‌تواند به دلیل ماهیت سمی پلاستیک‌ها، ترکیب شیمیایی افزودنی‌ها و واحدهای مونومری و توانایی در جذب سطحی، تغلیظ و آزادسازی آلودگی‌های محیطی و همچنین حضور فیزیکی میکروپلاستیک‌ها باشد. ورود میکروپلاستیک‌ها به موجودات زیستی و انباشت در طول زنجیره غذایی می‌تواند سلامت انسان را تحت تاثیر قرارداده و خسارت های جبران ناپذیری را در پی داشته باشند.

محیط خور با توجه به ویژگی‌هایی که دارد بسیار مستعد آلودگی می‌باشد. بر اساس مطالعاتی که تا کنون در خور موسی صورت گرفته، غلظت آلاینده‌های آلی و غیرآلی، به خصوص

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

جیوه، در آب، پساب، رسوب و حتی موجودات زنده این منطقه به شدت زیاد است (Lahijanzadeh, et al., 2019; Keshavarzi et a., 2018). با توجه به اینکه ذرات میکروپلاستیک می‌توانند نقش یک حامل را برای انتقال آلاینده‌ها ایجاد کنند، بررسی این ذرات در محیط رسوب، به عنوان بستری مناسب برای تجمع این ذرات، ضروری به نظر می‌رسد. به همین دلیل در این مطالعه، غلظت ذرات میکروپلاستیک در رسوبات خور موسی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱ ویژگی‌های جغرافیایی استان خوزستان

استان خوزستان با وسعت ۶۳۶۳۳/۶ کیلومتر مربع بین ۴۷ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۳ درجه عرض شمالی از خط استوا در جنوب غرب ایران واقع شده است. این استان از شمال و شمال غرب به ترتیب با استان‌های ایلام و لرستان، از شمال شرق و شرق با استان‌های چهارمحال بختیاری و کهگیلویه و بویر احمد، از جنوب شرق با استان بوشهر، از جنوب با خلیج فارس و از غرب با کشور عراق هم مرز است. از آنجا که تمرکز جمعیت بر تولید ذرات پلاستیکی اثر مستقیم دارد، بررسی وسعت و جمعیت منطقه مورد مطالعه بسیار حائز اهمیت است. به طور کلی مساحت بندر ماهشهر ۲۷۱۳ کیلومتر مربع و جمعیت آن ۲۹۶۲۷۱ نفر می‌باشد (سالنامه آماری ۱۳۹۵).

استان خوزستان با توجه به تنوع ارتفاعی و گستره ساحل خلیج فارس اقلیم بسیار متنوعی دارد. متوسط بارندگی در استان سالانه حدود ۲۶۶ میلی‌متر و بارندگی نیز معمولاً بین ماه‌های مهر تا اردیبهشت هر سال رخ می‌دهد. از نظر دمایی نیز استان خوزستان منطقه‌ای گرم است که میانگین دمای آن در تیر ماه ۳۰ و در دی ماه ۱۰ درجه سانتیگراد است. بیشینه و کمینه دما در همین ماه‌ها به ترتیب ۵۳ و ۹- درجه سانتیگراد است.

با توجه به وضعیت جغرافیایی طبیعی و به لحاظ قابلیت‌ها و توانمندی‌های بالقوه استان خوزستان، بستر مناسبی برای استقرار واحدهای کوچک و بزرگ صنعتی به ویژه صنعت نفت فراهم شده است. وجود صنایع نفت، گاز، پتروشیمی، شیمیایی، فلزی، کانی غیرفلزی، برق-سلولزی، غذایی و سایر موارد سبب توسعه سریع صنایع مادر و در کنار آن‌ها، صنایع جانبی گردیده است. فعالیت اقتصادی شهرستان بندر ماهشهر، بیشتر متکی به قابلیت بندرگاهی و مجاورت با سواحل و همچنین نزدیکی به منابع نفت و گاز جلگهٔ خوزستان و فعالیت‌های وابسته به آن است. اهمیت اقتصادی این شهرستان از یک سو به سبب دو بندرمهم امام خمینی و ماهشهر است و از سوی دیگر وجود پالایشگاه گاز طبیعی مایع و همچنین منطقه ویژه بندر امام خمینی است.

۲-۲ نمونه‌برداری و تجزیه نمونه‌ها

نمونه‌برداری از رسوب بستر خورموسی در خرداد ماه سال ۱۳۹۶ انجام شد. نقاط در ابتدا با توجه به محل قرارگیری اسکله-ها، مسیرهای پر ترافیک دریایی، خروجی‌های پساب‌های صنعتی به عنوان نقاط با بیشینه پتانسیل آلودگی، و در ادامه جهت بررسی دامنه انتقال آلودگی و تاثیر فاصله گرفتن از صنایع، در طول کانال خورموسی انتخاب شدند. درمجموع تعداد ۱۵ ایستگاه برای رسوب انتخاب و جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری از رسوبات با استفاده از بیلچه پلاستیکی و چنگک فولادی ضد زنگ ون وین (Van Veen Grab) انجام شد. نمونه‌های برداشت شده جهت بررسی میکروپلاستیک به آزمایشگاه مرکز زمین پزشکی دانشگاه شیراز منتقل شد. نمونه‌ها در دمای اتاق خشک و توسط هاون چینی همگن شدند. بخشی از نمونه‌ها برای تعیین غلظت میکروپلاستیک‌ها از الک ۵ میلیمتر عبور داده شد.

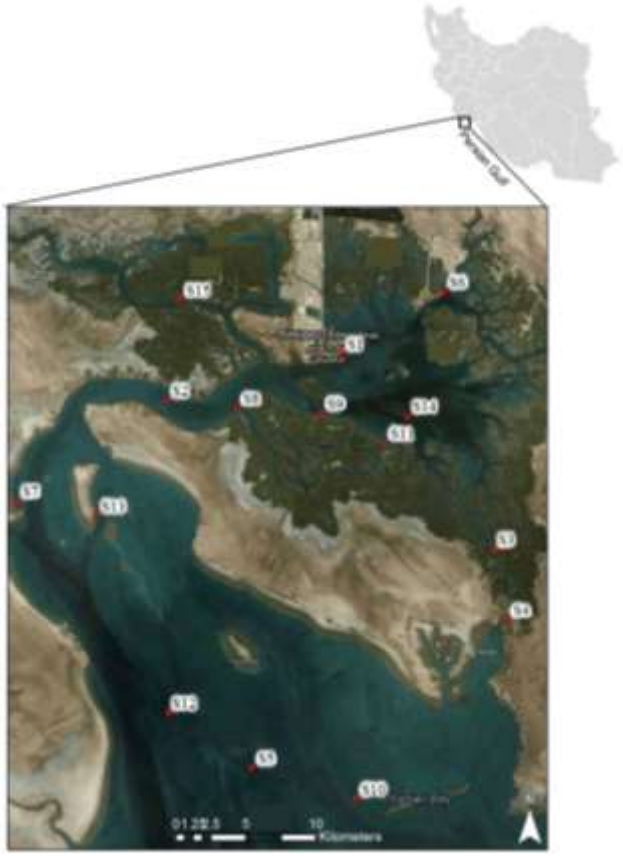
برای شناسایی و شمارش ذرات میکروپلاستیک ابتدا لازم است که این ذرات از نمونه‌های رسوب استخراج شوند. از آنجا که وزن مخصوص ذرات میکروپلاستیک موجود در نمونه‌ها بیشتر از چگالی آب دریا (۱/۰۲ گرم بر سانتی متر مکعب) و کمتر از ذرات رسوب (۲/۴۵-۲/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب) است (Alomar et al., 2016; Stolte et al., 2015)، برای جداسازی آنها از ذرات رسوب معمولا از روش جدایش چگالشی استفاده می‌شود. برای استخراج میکروپلاستیک حدود ۲۰۰ گرم رسوب جدا شد. سپس از هیدروژن پراکسید برای حذف مواد آلی رسوب استفاده شد. پس از گذشت حدود ۱۰ شبانه روز و از بین رفتن مواد آلی رسوب می‌توان وارد مرحله بعد شد. وزن مخصوص محلول NaI برای جدا کردن بیشتر پلاستیک‌ها کافی است. در مرحله اول، ۲۰۰ گرم نمونه رسوب با ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول NaI با چگالی ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب پوشانده شد. مخلوط به

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

دست آمده ابتدا ۲۰ ثانیه با دست و سپس ۵ دقیقه با لرزاننده (Shaker) با سرعت ۳۵۰ rpm همزده می‌شود. پس از ۱/۵ ساعت استراحت و ته نشین شدن رسوبات، محلول شفاف بالای آن به مدت سه دقیقه و با دور ٤۰۰۰ rpm سانتریفیوژ می‌شود. محلول به دست آمده، از کاغذ فیلتر S&S با اندازه کوچکتر از ۲ میکرومتر عبور داده می‌شود. تمام مراحل دستور کار دو بار دیگر تکرار شده و در پایان کاغذ فیلتر با آب مقطر شسته می‌شود. کاغذ فیلتر حاوی میکروپلاستیک‌ها در دمای اتاق خشک شد و در نهایت به پتری‌دیش منتقل می‌گردند.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری از رسوبات خور موسی

پس از استخراج میکروپلاستیک با روش‌های ذکر شده، در ابتدا برای شمارش میکروپلاستیک‌ها از میکروسکوپ دوچشمی نوری استفاده می‌شود. میکروپلاستیک‌ها زیر میکروسکوپ ویژگی‌هایی دارند که عبارتند از رنگ مات، زیر سوزن نباید بشکند یا پودر شود، رنگ یکنواخت و همگن داشته باشد، اندازه آن‌ها به صورت یکنواخت باشد، پیچ‌خوردگی و تاب‌خوردگی نداشته باشند و بسیاری موارد دیگر. حال برای اطمینان بیشتر از اینکه این قطعات شناسایی شده واقعا پلاستیک هستند از میکروسکوپ پلاریزان، میکروسکوپ فلورسانس، SEM/EDX استفاده می‌کنند. بسیاری از میکروپلاستیک ها از خود خاصیت فلورسانس و پلاریزان نشان می‌دهند و به راحتی می‌توان ذراتی که به اشتباه به عنوان میکروپلاستیک انتخاب شده‌اند از لیست شمارش شده‌ها حذف کرد. با استفاده از EDX نیز می‌توان به پلاستیک بودن قطعات مورد بررسی تا حدودی اطمینان حاصل کرد. به عنوان مثال وقتی عنصر کربن در این قطعات زیاد باشد، می‌تواند گویای این قضیه باشد که به احتمال زیاد این قطعه میکروپلاستیک است. همچنین برای شناسایی ترکیب شیمیایی قطعات میکروپلاستیک از میکرو FTIR و میکرو رامان نیز استفاده می‌شود که نشان می‌دهد این قطعات مثلا پلی اتیل، پلی استایرن، PVC یا موارد دیگر است. جزئیات کامل استخراج و شناسایی این ذرات در مطالعات استولت و همکاران و عباسی و همکاران آورده شده است (Stolte et al., 2015; Abbasi et al., 2017; 2018; 2019).

۳. نتایج و بحث

تصاویر مربوط به میکروپلاستیک‌های یافت شده در رسوبات خورموسی در شکل‌های ۲ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که حدود ٤۹ درصد از میکروپلاستیک‌های یافت شده رشته‌ای، ۳٦ درصد چند وجهی و ١٤ درصد کروی هستند (شکل ۳). یکی از دلایل بیشتر بودن ذرات میکروپلاستیک رشته‌ای می‌تواند استفاده از تورهای ماهی‌گیری و طناب‌ها باشد (Gallagher et al, 2016). بر اساس مطالعات صورت گرفته نشان داده شده است که اغلب ذرات رشته‌ای در مناطق شهری به محیط آزاد می‌شوند، در حالی که ذرات کروی و چندوجهی بیشتر در مناطق صنعتی می‌توانند تولید شوند (Abbasi et al., 2019). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که با هر بار شستشوی پوشاک‌هایی که با الیاف پلاستیکی تولید شده‌اند حدود ۲۰۰۰ قطعه میکروپلاستیک رشته‌ای به محیط آزاد می‌شود (Duis and Coors, 2016; Frias et al., 2016; Zalasiewicz et al., 2016). با توجه به اینکه در خورموسی چندین واحد صنعتی وجود دارد احتمال آزادسازی این ذرات در این صنایع نیز وجود دارد. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که در رسوبات، آب و پساب خور موسی آلاینده‌هایی از جمله عنصر جیوه با غلظت‌هایی بسیار زیاد وجود دارد (Lahijanzadeh

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

et al., 2019). حضور طولانی مدت آلاینده‌های آلی و غیرآلی در این منطقه باعث نفوذ این آلاینده‌ها در موجودات زنده از جمله گونه‌های مختلف (کف‌زی و سطح‌زی) ماهی‌ها و دوکفه‌ای‌ها شده است (Keshavarzi et al., 2018; Lahijanzadeh et al., 2019). این به خوبی نشان می‌دهد که آلاینده‌ها به احتمال زیاد وارد چرخه غذایی انسان‌های بومی آن منطقه شده است. باید توجه داشت که خاصیت جذب و واجذب ذرات میکروپلاستیک به آلاینده‌های آلی و غیر آلی می‌تواند زیست دسترس‌پذیری آلاینده‌ها را به موجودات زنده افزایش دهد و حتی این آلاینده‌ها را تا مسافت‌هایی طولانی انتقال دهند (Adil Bakir., 2012). ضمن اینکه در مطالعه‌ای که عباسی و همکاران در سال ۲۰۱۸ انجام دادند، ذرات میکروپلاستیک را در اندام‌ها مختلف گونه‌های مختلف ماهی و میگو مشاهده کردند (Abbasi et al., 2018). بنابراین حضور ذرات میکروپلاستیک در خور موسی، با توجه به تاثیر شدید جزر و مد بر حرکت آب دریا و انتقال آلاینده‌ها به دریای آزاد (خلیج فارس)، بسیار حائز اهمیت است.

شکل ۲: تصاویر مربوط به ذرات میکروپلاستیک موجود در رسوبات خور موسی با استفاده از میکروسکوپ دوچشمی نوری

رنگ غالب میکروپلاستیک‌های یافت شده سفید/شفاف و سیاه/خاکستری است که به ترتیب ۳۲ و ۳۶ درصد از کل میکروپلاستیک‌ها را تشکیل می‌دهند. همچنین حدود ۱۳، ۱۴ و ۵ درصد از میکروپلاستیک‌ها به ترتیب زرد/نارنجی، قرمز/صورتی و آبی/سبز است. با توجه به اینکه اغلب پلاستیک‌های تولید شده توسط بشر اغلب سفید و سیاه هستند، مشاهده چنین نتایجی مبنی بر غالب بودن این دو رنگ در هر محیطی دور از انتظار نیست (شکل ۳). به طورکلی تنوع رنگ‌ها نشان دهنده منابع مختلف آزادسازی میکروپلاستیک‌ها به محیط زیست است (Gallagher et al., 2016). رنگی بودن ذرات میکروپلاستیک خطری بالقوه برای موجودات زنده هستند، چرا که میکروپلاستیک‌های کوچک و رنگی ممکن است توسط آبزیان و پرندگان به عنوان غذا خورده شود و سلامت آنها را به خطر بیندازد (Costa et al., 2010).

شکل ۳: غلظت و خصوصیات ظاهری ذرات میکروپلاستیک یافت شده در رسوبات خور موسی

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است بیشترین درصد میکروپلاستیک‌ها به ذرات میکروپلاستیک‌ها با اندازه کمتر از ۱۰۰ میکرومتر مربوط است. ذرات میکروپلاستیک با اندازه‌های بسیار کوچک را می‌توان بسیار بیشتر از مقدار گزارش شده درنظر گرفت. زیرا تشخیص این ذرات بسیار سخت و گاها غیرقابل شمارش هستند. به طور کلی حدود ۵۲، ۳۳، ۸، ۳ و ۳ درصد از میکروپلاستیک‌ها به ترتیب مربوط به ذرات میکروپلاستیک با اندازه‌های کمتر ۱۰۰، از ۱۰۰ تا ۲۵۰، از ۲۵۰ تا ۵۰۰، از ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ و از ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ میکرومتر است. بدیهی است که هر چه اندازه ذرات میکروپلاستیک کوچک‌تر باشد، سطح ویژه آنها افزایش یافته و قدرت جذب زیادتری خواهد داشت. بنابراین، با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه، ذرات میکروپلاستیک کوچکتر از ۱۰۰ میکرومتر غالب هستند، پتانسیل جذب آلاینده‌ها و افزایش زیست دسترس‌پذیری وجود دارد. همچنین با توجه به اثر شدید جزر و مد به جریانات آبی خور موسی، انتقال آلاینده‌ها به دریای آزاد بسیار محتمل است.

میانگین غلظت ذرات میکروپلاستیک در منطقه مورد مطالعه ۱۱/٦۷ عدد در ۲۵۰ گرم رسوب است. بیشینه غلظت آن ۲۲ عدد در ایستگاه S9 و کمینه آن ۱ عدد در ایستگاه S12 است. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، به طور کلی این گستره از غلظت ذرات میکروپلاستیک در خور موسی بیشتر از برخی از ایستگاه‌های رسوب دریای برینگ شمالی و کوکچی در چین (Northern Bering and Chukchi Seas) است (از ۰ تا ٦۸ عدد میکروپلاستیک) (Mu et al., 2019). در صورتی که غلظت ذرات میکروپلاستیک در خور موسی از بسیاری از مناطق کمتر می‌باشد. برای نمونه می‌توان به رسوبات سواحل تامیل نادو (Tamil Nadu) در هند (از ۳۳ تا ٤۳۹ عدد)، سواحل بندعباس در ایران (۳۳ تا ٤۳۹ عدد)، خلیج تامپا (Tampa Bay) در فلوریدا (۲۸۰ تا ۲۹۰ عدد)، سواحل لبانیز (Lebanese coast) (حدود ۲۰۰۰ عدد) در لبنان و بسیاری مناطق دیگر می‌باشد (Sathish et al., 2019; McEachern et al., 2019; Yazdani Foshtomia et al., 2019; Kazour et al., 2019). بر اساس مطالعه عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2019) نشان داده شده است که غلظت ذرات میکروپلاستیک در خلیج فارس از ۲ تا ۱٤۲ عدد می‌باشد که نشان دهنده غلظت تقریبا مشابه آن در خور موسی است. لازم به ذکر است که غلظت میکروپلاستیک‌ها در ایستگاه‌های S1, S2, S3, S4, S6, S9, S11, S13, S14 و S15 بیشتر از ایستگاه‌های دیگر است. در صورتی که ایستگاه‌های S5, S10 و S12 کمترین غلظت را از میان دیگر ایستگاه‌ها دارند. با توجه به این نتایج و موقعیت نقاط نمونه برداری در شکل ۱ می‌توان دریافت که هر چه نقاط نمونه برداری به سواحل و مناطق شهری و صنعتی نزدیکتر می‌شود، غلظت این آلاینده افزایش می‌یابد و برعکس، با فاصله گرفتن از این مناطق غلظت‌ها کاهش می‌یابد. همانطور که مشاهده می‌شود ایستگاه‌های S5, S10 و S12 دورترین نقاط نمونه بردای هستند و در واقع وارد دریای آزاد (خلیج فارس) شده‌اند و در نتیجه باعث کم شدن غلظت این ذرات می‌شود. گرچه باید توجه داشت که مسیرهایی که حمل و نقل دریایی توسط قایق‌ها و کشتی‌ها صورت می‌گیرد معمولا ذرات میکروپلاستیک زیادی دارند که دراین پژوهش نیز این نتایج قابل مشاهده است.

در مطالعات مختلف برای اندازه گیری غلظت ذرات میکروپلاستیک از مقادیر مختلفی رسوب استفاده می‌شود و در نتیجه، مقایسه پژوهش‌های مختلف به دلیل نبود واحدی استاندارد برای اندازه‌گیری و بیان فراوانی میکروپلاستیک‌ها دشوار می‌باشد (Duis and Coors, 2016). بنابراین در این مطالعه برای این منظور واحدهای هر مطالعه ذکر شد. به طور کلی توزیع گسترده‌ای از آلودگی ذرات میکروپلاستیک در رسوبات دریایی گزارش شده است. به عنوان مثال در مطالعه ناجی و همکاران غلظت میکروپلاستیک در رسوبات خلیج فارس از ۳٦ تا ۱۲۵ عدد در یک کیلوگرم رسوب گزارش شده است (Naji et al., 2017). همچنین در مطالعه‌ای که عباسی و همکاران بر عناصر بالقوه سمناک، هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای و میکروپلاستیک‌ها در رسوبات حاشیه خلیج فارس انجام دادند نشان داده شد به صورت میانگین غلظت میکروپلاستیک‌ها ٤۷/۲۵ عدد در ۲۰۰ گرم رسوب است. گرچه در این مطالعه کمینه و بیشینه غلظت میکروپلاستیک‌ها از ۲ تا ۱٤۲ عدد در ۲۰۰ گرم رسوب است و غلظت ذرات میکروپلاستیک در نزدیکی خور موسی ۲۵ عدد در ۲۰۰ گرم رسوب گزارش شده است (Abbasi et al., 2019). کمینه و بیشینه تعداد میکروپلاستیک‌های گزارش شده در رسوبات بلژیک (Claessens et al., 2011)، دریای مدیترانه (Alomar et al., 2016)، آلمان (Dekiff et al., 2014)، جزایر فریسین هلند (Liebezeit and Dubaish, 2012)، پرتغال (Frias et al., 2016)، و چین (Yu et al., 2016) به ترتیب شامل ۵۲/۸ تا ۲۱۳/٤ عدد در یک کیلوگرم رسوب، ۰/۱ تا ۰/۹ عدد در

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

یک گرم رسوب، ۲۸ تا ۲۴۱ عدد در یک کیلوگرم رسوب، ۱ تا ۶۳۵ عدد در ده گرم رسوب، ۰ تا ۰/۲۷ عدد در یک گرم رسوب و ۱۰۳ تا ۱۱۸ عدد در یک کیلوگرم رسوب است. همانطور که مشاهده می‌شود غلظت ذرات میکروپلاستیک در خور موسی در برخی از مناطق بیشتر، کمتر و یا تقریبا برابر است.

۴. نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که ذرات میکروپلاستیک در رسوبات خور موسی حضور دارند و اغلب این ذرات رشته‌ای و با اندازه‌هایی کمتر از ۱۰۰ میکرومتر هستند. این به معنای زیاد بودن ظرفیت جذب این ذرات برای آلاینده‌ها می‌باشد. از طرفی غلظت ذرات میکروپلاستیک در نزدیکی مناطق شهری و صنعتی و مسیرهای حمل و نقل دریایی زیاد بوده و با نزدیک شدن به دریای آزاد (خلیج فارس) غلظت‌ها کاهش می‌یابد. باید توجه داشت که آلاینده‌ها می‌توانند توسط این ذرات جذب سطحی شده و به محیط دریا انتقال پیدا کنند. همچنین رنگ‌های مختلف ذرات میکروپلاستیک باعث می‌شود که توسط آبزیان به اشتباه به عنوان غذا مصرف شوند و علاوه بر خود ذرات میکروپلاستیک، آلاینده-های بسیاری را نیز وارد بدن جانداران کنند.

منابع

Abbasi, S., Keshavarzi, B., Moore, F., Delshab, H., Soltani, N., Sorooshian, A., 2017. Investigation of microrubbers, microplastics and heavy metals in street dust: a study in Bushehr City, Iran. Envir. Earth Sci. 76, 798. https://doi.org/10.1007/s12665-017-7137-0

Abbasi, S., Keshavarzi, B., Moore, F., Shojaei, N., Sorooshian, A., Soltani, N. and Delshab, H., 2019. Geochemistry and environmental effects of potentially toxic elements, polycyclic aromatic hydrocarbons and microplastics in coastal sediments of the Persian Gulf. Environmental Earth Sciences, 78(15), p.492.

Abbasi, S., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., Kelly, F. J., Dominguez, A. O., et al. (2019). Distribution and potential health impacts of microplastics and microrubbers in air and street dusts from Asaluyeh County, Iran. Environmental Pollution, 244, 153–164.

Abbasi, S., Soltani, N., Keshavarzi, B., Moore, F., Turner, A., Hassanaghaei, M., 2018. Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa estuary, Persian Gulf. Chemosphere 205, 80-87.

Ahmadreza Lahijanzadeh, Maryam Mohammadi Rouzbahani, Sima Sabzalipour, Seyed Mohammad Bagher Nabavi., 2019. Ecological risk of potentially toxic elements (PTEs) in sediments, seawater, wastewater, and benthic macroinvertebrates, Persian Gulf. Mar. Pollut. Bull.

Alomar, C., Estarellas, F., & Deudero, S. (2016). Microplastics in the Mediterranean Sea: deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. Marine environmental research, 115, 1-10.

Alomar, C., Estarellas, F., & Deudero, S. (2016). Microplastics in the Mediterranean Sea: deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. Marine environmental research, 115, 1-10.

Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, September 9-11, 2008.

Barnes, D. K., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 364(1526), 1985-1998.

Browne, M. A., Galloway, T., & Thompson, R. (2007). Microplastic- an emerging contaminant of potential concern?. Integrated environmental assessment and Management, 3(4), 559-561.

Claessens, M., De Meester, S., Van Landuyt, L., De Clerck, K., Janssen, C.R. (2011). Occurrence and

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

(2016). Microplastics in the Solent estuarine complex, UK: An initial assessment. Marine pollution bulletin, 102, 243-249.

Kazour, M., Jemaa, S., Issa, C., Khalaf, G., & Amara, R. (2019). Microplastics pollution along the Lebanese coast (Eastern Mediterranean Basin): Occurrence in surface water, sediments and biota samples. Science of the Total Environment, 696, 133933.

Keshavarzi, B., Hassanaghaei, M., Moore, F., Mehr, M.R., Soltanian, S., Lahijanzadeh, A.R., Sorooshian, A., 2018. Heavy metal contamination and health risk assessment in three commercial fish species in the Persian Gulf. Mar. Pollut. Bull. 129, 245–252.

Liebezeit, G., Dubaish, F. (2012). Microplastics in beaches of the East Frisian islands Spiekeroog and Kachelotplate. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 89, 213-217.

Martellini, T., Guerranti, C., Scopetani, C., Ugolini, A., Chelazzi, D., & Cincinelli, A. (2018). A snapshot of microplastics in the coastal areas of the Mediterranean Sea. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 109, 173-179.

McEachern, K., Alegria, H., Kalagher, A. L., Hansen, C., Morrison, S., & Hastings, D. (2019). Microplastics in Tampa Bay, Florida: Abundance and variability in estuarine waters and sediments. Marine pollution bulletin, 148, 97-106.

Mu, J., Qu, L., Jin, F., Zhang, S., Fang, C., Ma, X., ... & Wang, J. (2019). Abundance and distribution of microplastics in the surface sediments from the northern Bering and Chukchi Seas. Environmental Pollution, 245, 122-130.

Naji, A., Esmaili, Z., Mason, S.A. and Vethaak, A.D., 2017. The occurrence of microplastic contamination in littoral sediments of the Persian Gulf, Iran. Environmental Science and Pollution Research, 24(25), pp.20459-20468.

distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. Marine pollution bulletin, 62, 2199-2204.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, T.S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. Marine pollution bulletin, 62, 2588-2597.

Costa, M.F., Ivar do Sul, J.A., Silva-Cavalcanti, J.S., Araujo, M.C., Spengler, A., Tourinho, P.S. (2010). On the importance of size of plastic fragments and pellets on the strandline: a snapshot of a Brazilian beach. Environmental monitoring and assessment, 168, 299-304.

de Carvalho, D.G., Baptista Neto, J.A. (2016). Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay, Southeast Brazil. Ocean & Coastal Management, 128, 10-17.

Dekiff, J.H., Remy, D., Klasmeier, J., Fries, E. (2014). Occurrence and spatial distribution of microplastics in sediments from Norderney. Environmental pollution, 186, 248-256.

Duis, K., & Coors, A. (2016). Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. Environmental Sciences Europe, 28(1), 2.

Farrell, P., Nelson, K. (2013). Trophic level transfer of microplastic: Mytilus edulis (L.) to Carcinus maenas (L.). Environmental pollution, 177, 1-3.

Frias, J.P., Gago, J., Otero, V., Sobral, P. (2016). Microplastics in coastal sediments from Southern Portuguese shelf waters. Marine environmental research, 114, 24-30.

Frias, J.P., Gago, J., Otero, V., Sobral, P. (2016). Microplastics in coastal sediments from Southern Portuguese shelf waters. Marine environmental research, 114, 24-30.

Gallagher, A., Rees, A., Rowe, R., Stevens, J., Wright, P.

www.SID.ir

Archive of SID

of the blue mussel Mytilus edulis L. after an experimental exposure. Environmental science & technology, 46, 11327-11335.

Watts, A.J., Urbina, M.A., Corr, S., Lewis, C., Galloway, T.S. (2015). Ingestion of plastic microfibers by the crab Carcinus maenas and its effect on food consumption and energy balance. Environmental science & technology, 49, 14597-14604.

Yu, X., Peng, J., Wang, J., Wang, K., Bao, S. (2016). Occurrence of microplastics in the beach sand of the Chinese inner sea: the Bohai Sea. Environmental pollution, 214, 722-730.

Zalasiewicz, J., Waters, C. N., do Sul, J. A. I., Corcoran, P. L., Barnosky, A. D., Cearreta, A., ... & McNeill, J. R. (2016). The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. Anthropocene, 13, 4-17.

Ryan, P.G., Moore, C.J., van Franeker, J.A., Moloney, C.L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 364, 1999-2012.

Stolte, A., Forster, S., Gerdts, G., Schubert, H. (2015). Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast. Marine pollution bulletin, 99, 216-229.

Van Cauwenberghe, L., Devriese, L., Galgani, F., Robbens, J., Janssen, C.R. (2015). Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. Marine environmental research, 111, 5-17.

Van Cauwenberghe, L., Vanreusel, A., Mees, J., Janssen, C.R. (2013). Microplastic pollution in deep-sea sediments. Environmental pollution, 182, 495-499.

Von Moos, N., Burkhardt-Holm, P., Köhler, A. (2012). Uptake and effects of microplastics on cells and tissue

Downloaded from joc.inio.ac.ir at 9:57 IRST on Tuesday March 9th 2021

www.SID.ir