

آلاینده‌های نوظهور، نگرانی‌های زیادی را به وجود آورده‌اند. در این مقاله با استفاده از روش جمع‌آوری مطالب به شکل مروری سعی شده مطالب کاربردی و در عین حال مفید برای مخاطب ارائه شود. انسان برای مقابله با خطرات باید در اولین گام، آن‌ها را شناسایی کند. آلاینده‌های نوظهور با راه یافتن به چرخه‌های غذایی مختلف و در نهایت بدن انسان مشکلات بسیاری را ایجاد می‌کنند؛ ضروری است که راه حل‌هایی مناسب برای این مسئله بیابیم. ایده‌های مختلفی برای از بین بردن این مشکل مورد بررسی قرار گرفت؛ که استفاده دوباره و بازیافت پلاستیک‌ها از این قبیل بود. بازیافت پلاستیک، کیفیت آن را تغییر می‌داد و همچنان نیاز به تولید پلاستیک پابرجا بود؛ در خصوص این مورد، تصمیم گرفته شد که بر روی تجزیه زیستی پلاستیک‌ها تحقیق شود تا مواد تشکیل‌دهنده آن‌ها به‌طور مناسب و بدون ضرر دوباره به چرخه مواد محیط وارد شوند تا بتوان دوباره آن‌ها را به شکل پلاستیک مناسب و باکیفیت مورد استفاده قرار داد. هرچند که این تحقیقات در مراحل اولیه به سر می‌برد، اما امید است در آینده راهکارهای مفید و متنوعی برای این مهم ارائه شود.

واژگان کلیدی

میکروپلاستیک، نانوپلاستیک، تجزیه زیستی، محیط‌زیست، سلامت انسان

مقدمه

امروزه پلاستیک‌ها کاربردهای فراوانی در زندگی روزمره ما دارند و این به دلیل ویژگی‌هایی نظیر ارزان و مقرون به صرفه بودن، مقاومت بالا، عایق و محافظ بودن، کاربردهای بهداشتی و قابلیت استفاده خلاقانه‌ای است که جنس و نوع ساختاری آن‌ها به ما اجازه استفاده از آن‌ها را می‌دهد. پلاستیک‌ها جزو اصلی زباله‌ها به شمار می‌رود به حدی که گاهی تا ۹۵ درصد از زباله‌های تجمع یافته در سطح اقیانوس‌ها، رسوبات اعماق دریا، سواحل دریاچه‌ها و

آشنایی با میکروپلاستیک‌ها؛ مطالعه مروری

ویدا اسلامی

دانشجوی کارشناسی علوم و مهندسی محیط‌زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

Vidaeslamy@gmail.com

چکیده

میکروپلاستیک‌ها و نانوپلاستیک‌ها، تهدیدی نوظهور برای سلامت انسان و محیط‌زیست محسوب می‌شوند. پلاستیک‌ها به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردشان، از جمله ارزان بودن، مقاومت بالا، انعطاف‌پذیری و کاربردهای متنوع، جایگاه مهمی را در زندگی روزمره ما به خود اختصاص داده‌اند. با این حال انباشت و تجزیه ناقص این مواد، منجر به آلودگی گسترده محیط‌زیست و به خطر افتادن سلامت انسان شده‌است. میکروپلاستیک‌ها، ذرات پلاستیکی با قطر کمتر از ۵ میلی‌متر و نانوپلاستیک‌ها ذراتی با قطر کوچک‌تر از ۱۰۰ نانومتر تعریف می‌شوند. این مواد به عنوان

پلاستیک اصطلاحی است که به خانواده‌ای از پلیمرهای آلی که از منابع نفتی مشتق می‌شوند اطلاق می‌شود. منابع اصلی برای ورود پلاستیک‌ها به محیط‌های آبی علاوه بر زباله‌های ایجاد شده توسط ساکنین، سیستم تصفیه فاضلاب، الیاف ناشی از شستن پارچه‌ها، رواناب جاده‌ها، فعالیت‌های ماهیگیری، صنایع دریایی و فعالیت‌های گردشگری و... است (یگانه فرد، ۱۳۹۹).

میکروپلاستیک‌ها آلاینده‌های نوپدید هستند که به‌عنوان ذرات پلاستیکی مصنوعی با قطر کمتر از ۵ میلی‌متر و بیشتر از یک میکرومتر تعریف می‌شوند (شریفی و موحدیان، ۱۴۰۰). نانوپلاستیک‌ها نیز ذرات پلاستیکی کوچک‌تر از ۱۰۰ نانومتر می‌باشند (نادیان، ۱۴۰۱). در شکل ۱، به مقایسه اندازه برخی

رودخانه‌های آب شیرین را به خود اختصاص می‌دهند (بهمنش و همکاران، ۱۴۰۱). برآورد شده‌است از ۳۵۹ میلیون تن پلاستیک تولید شده در سراسر جهان، ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلیون تن در محل دفن زباله یا محیط طبیعی انباشته می‌شود (نادیان، ۱۴۰۱). پلیمرهای پلاستیکی انواع مختلفی دارند. این مواد به روش‌های مختلفی وارد محیط‌زیست می‌شوند و تحت تأثیر عوامل شیمیایی یا مکانیکی (اکسیداتیو و حرارتی) تخریب و تجزیه می‌شوند.

پراکندگی این ذرات در تمام زیست‌بوم‌ها وجود دارد، ولی در محیط‌های آبی و دریایی و اقیانوس‌ها برای اولین بار دیده شده‌اند و این باعث شده‌است که تمرکز مطالعات میکروپلاستیک‌ها بر محیط‌های دریایی صورت گیرد؛ بر اساس برخی گزارشات، در



شکل ۱. نسبت اندازه برخی آلاینده‌های پلاستیکی به انگشت انسان

آلاینده‌های پلاستیکی نسبت به انگشت انسان اشاره شده‌است. میکروپلاستیک‌ها دارای خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاصی از جمله اندازه کوچک، تراکم زیاد، دارای رنگ و تعدادی‌شان نیز نسبت کم طول به عرض هستند. ویژگی‌های مذکور، منجر به جذب آلاینده‌های دیگر و افزایش دسترسی موجودات زنده به این نوع از آلاینده‌ها خواهند شد. این مواد به دلیل ماهیت آب‌گریز بودن، تمایل به جذب داروها، محصولات مراقبت شخصی و آلاینده‌های آلی پایدار مانند PAH، PBDE و PCB را دارند (شریفی و موحدیان، ۱۴۰۰).

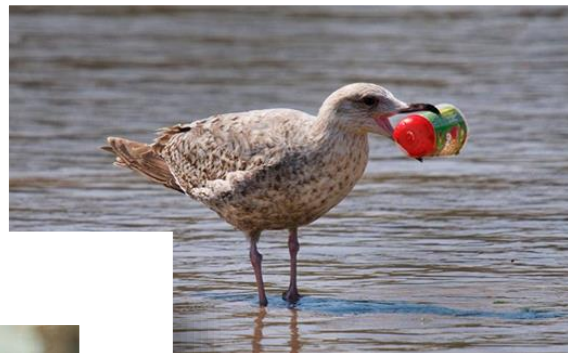
بیش از ۶۹۰ گونه دریایی، پلیمرهای پلاستیک یافت شده‌است (نادیان، ۱۴۰۱). زمین‌های کشاورزی از طریق استفاده از منابع مختلف نظیر لجن فاضلاب و مواد پلاستیکی در عملیات مختلف کشاورزی، مواد پوشاننده بذرها و استفاده از آب آبیاری، میزان زیادی از ذرات نانو و میکروپلاستیک‌ها را دریافت می‌کنند.

پلیمرهای پلاستیکی بر حسب نوع، میزان و ویژگی‌هایی که دارند، تأثیر متفاوتی بر اندازه و ثبات خاکدانه‌ها می‌گذارند؛ این تأثیرات در اکثر موارد، منفی بوده اما در مواردی دیده شده که اثرات مثبت هم می‌گذارند (نادیان، ۱۴۰۱).

تشخیص طعمه، امری محتمل است که این موضوع منجر به احساس سیری در حیوانات و کاهش جذب مواد غذایی توسط آن‌ها می‌شود (شکل ۲).

اثر میکروپلاستیک‌ها بر زنجیره غذایی

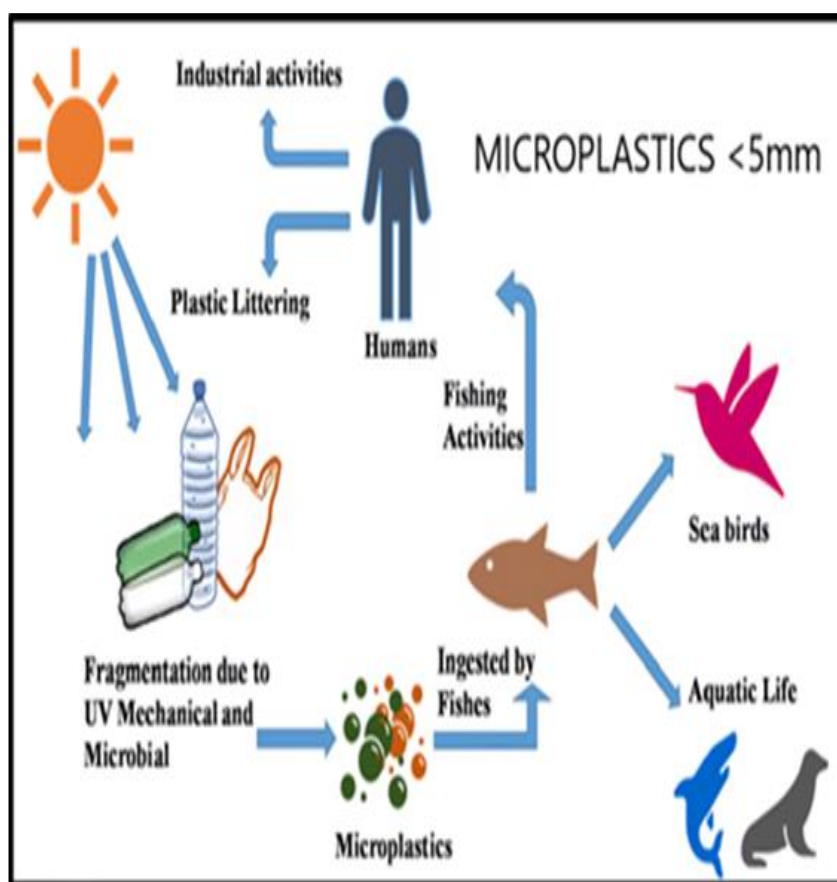
بلع میکروپلاستیک‌ها توسط جانوران آبی به دلیل اشتباه در



شکل ۲. خوردن پلاستیک توسط حیوانات

در شکل ۳ به این نکته اشاره شده‌است. تمام مواردی که بیان شد، باعث به خطر افتادن سلامتی انسان و از بین رفتن اکوسیستم می‌شود.

این اتفاق بر رشد، بقا، باروری و میزان تولیدمثل آن موجودات تأثیرگذار خواهد بود. علاوه بر این، حضور میکروپلاستیک‌ها در بدن آن‌ها باعث می‌شود که توسط زنجیره غذایی به سطوح بالاتر منتقل شده و به انسان نیز برسد (بهمنش و همکاران، ۱۴۰۱).

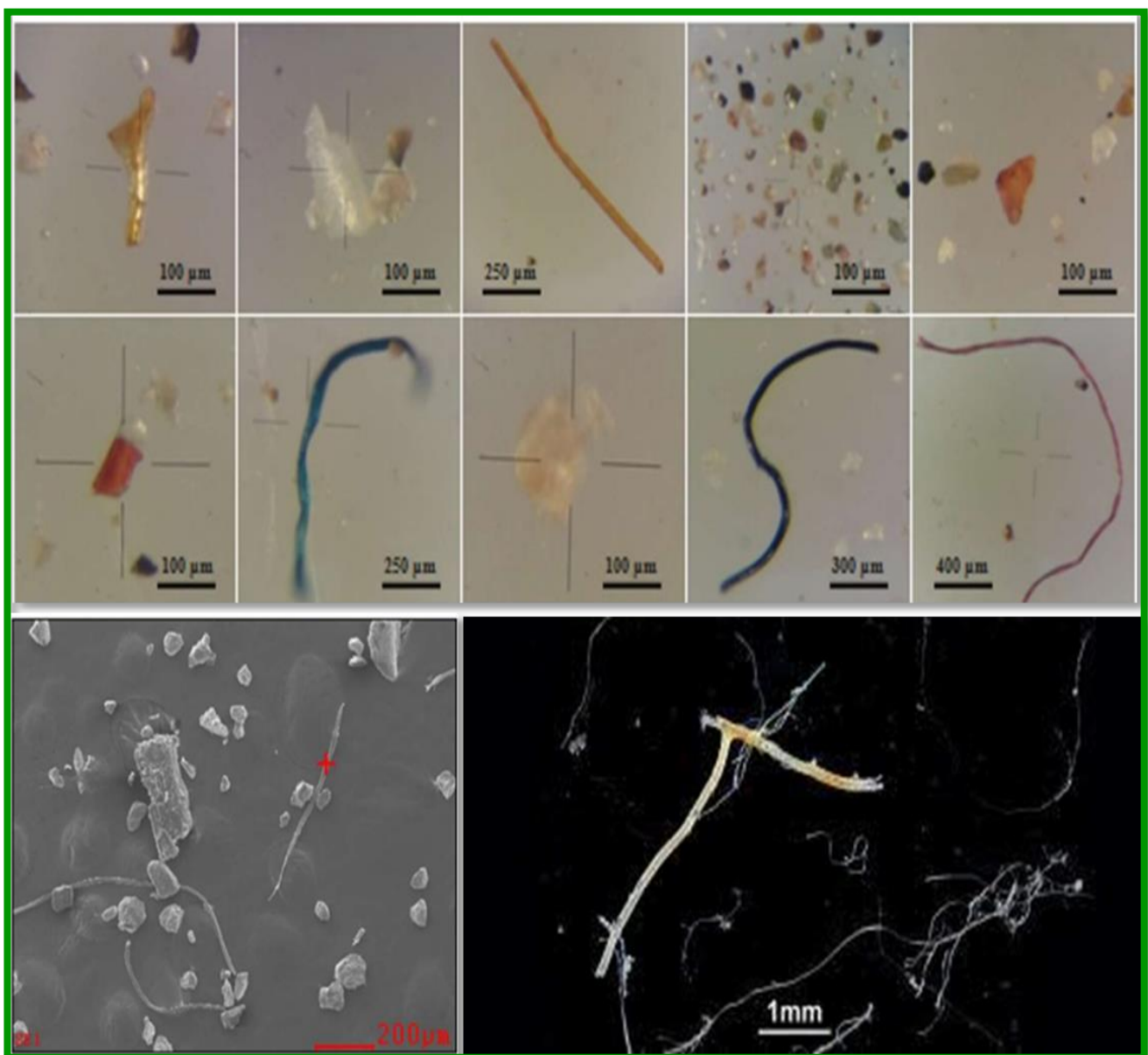


شکل ۳. چرخه مصرف پلاستیک‌ها و در نتیجه رسیدن مواد به بدن انسان

شدن ممکن است که در حین استفاده از موادی مانند منسوجات پلاستیکی رنگی و لاستیک یا بعد از رها شدن پلاستیک‌ها در طبیعت، عمدتاً از طریق هوازدگی، نورکافت، سایش مکانیکی، اشعه فرابنفش خورشید، عوامل محیطی، فیزیکی و شیمیایی اتفاق بیفتد. همانطور که در شکل ۴ نیز اشاره شده‌است، میکروپلاستیک‌ها از نظر ریخت‌شناسی به ۵ دسته مختلف تقسیم می‌شوند؛ که شامل الیاف، فوم، گلوله، فیلم و قطعات هستند (شریفی و موحدیان، ۱۴۰۰).

میکروپلاستیک‌ها از نظر منشأ تولید به دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند. میکروپلاستیک‌های اولیه به‌طور عمده در اندازه‌های کوچک مانند ریزدانه‌های موجود در محصولات مراقبت شخصی، لوازم آرایشی و بهداشتی، لوسیون‌ها، صابون‌ها، لایه‌بردارهای صورت و بدن، خمیردندان، مواد تمیزکننده و الیاف لباس وجود دارند.

میکروپلاستیک‌های ثانویه به‌طور ناخواسته در نتیجه تخریب قطعات پلاستیکی بزرگتر تولید می‌شوند. این تخریب و تکه تکه



شکل ۴. برخی شکل‌های دیده شده میکروپلاستیک با میکروسکوپ

نتیجه‌گیری

میکروپلاستیک‌ها به عنوان چالشی نوظهور، نیازمند توجه و اقدام فوری هستند. توسعه روش‌های کارآمد برای تجزیه زیستی این آلاینده‌ها، در کنار کاهش مصرف پلاستیک و مدیریت صحیح زباله‌ها، از جمله گام‌های ضروری در راستای حفظ سلامت انسان و محیط‌زیست به‌شمار می‌روند.

اثرات مخرب میکروپلاستیک‌ها بر محیط‌زیست و سلامت انسان به طور کامل شناخته شده نیست، اما شواهد نشان از این دارند که این ذرات می‌توانند اثرات منفی متعددی داشته باشند. میکروپلاستیک‌ها می‌توانند در زنجیره غذایی تجمع یافته و به انسان منتقل شوند. این ذرات همچنین می‌توانند باعث آسیب به جانوران دریایی، مختل کردن عملکرد اکوسیستم‌ها و آلودگی آب و خاک شوند. با توجه به خطرات فزاینده میکروپلاستیک‌ها، اقدام فوری برای مقابله با این مشکل ضروری است.

منابع

- بهمنش، م. و همکاران. (۱۴۰۱). بررسی اثرات میکروپلاستیک‌ها بر سلامت انسان و محیط‌زیست. مجله علوم بهداشتی، ۲۵(۱)، ۱-۱۲.
- شریفی، موحیدیان، م. (۱۴۰۰). میکروپلاستیک‌ها: منشأ، پایش و اثرات بر محیط‌زیست و سلامت انسان. مجله علوم و مهندسی پلیمر، ۳۱(۱۲)، ۹۱۲-۸۹۳.
- نادیان، م. (۱۴۰۱). میکروپلاستیک‌ها: چالش‌ها و راه‌حل‌ها. فصلنامه پژوهش در علوم و مهندسی محیط‌زیست، ۱۰(۱)، ۱۶-۱.
- یگانه فرد، ب. (۱۳۹۹). بررسی منابع و مسیرهای ورود میکروپلاستیک‌ها به محیط‌های آبی و رسوبات. مجله پژوهش‌های علوم دریایی، ۲۰(۱)، ۱-۱۲.

بیشتر میکروپلاستیک‌هایی که مورد مصرف قرار می‌گیرند، از نوع پلی‌اتیلن تروفثالات، پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌استایرن و پلی‌ونیل کلراید می‌باشد. اما در بین این‌ها پر استفاده‌ترین پلیمر، پلی‌اتیلن تروفثالات (PET) است؛ که سالانه تقریباً به میزان ۷۰ میلیون تن در سراسر جهان جهت تهیه ظروف یکبار مصرف، بسته‌بندی و منسوجات استفاده می‌شوند. فرایند اصلی بازیافت پلی‌اتیلن تروفثالات از طریق ابزارهای ترمومکانیکی صورت می‌گیرد، که منجر به از دست دادن خواص مکانیکی پلیمر می‌شود. لذا ترجیح داده می‌شود پلاستیک‌ها به جای بازیافت، مجدداً سنتز شوند که بدین ترتیب انباشت پلاستیک‌ها در طبیعت افزایش می‌یابد و این منجر به بروز خطرات زیستی بزرگ می‌شود. بنابراین، تصمیم گرفته‌شد که تمرکز مطالعاتی بر روی تجزیه زیستی ذرات نانو یا میکروپلاستیک‌ها افزایش یابد. اساس تجزیه زیستی ذرات نانو یا میکروپلاستیک‌ها مبتنی بر هیدروآنزیم‌هاست. ویژگی‌های کلیدی ذرات پلاستیکی که شامل ماهیت آبگریز بودن، وزن مولکولی بالا و طول زنجیره پلیمری بلند است، باعث مقاومت آن‌ها در برابر تجزیه زیستی خواهد شد.

افزایش دما یک ابزار کلیدی در تسریع تجزیه زیستی پلیمرها محسوب می‌شود. این درحالی است که افزایش دما باعث ناپایداری ساختار آنزیم‌های هیدرولتیک و غیرفعال شدن آن‌ها می‌گردد. یعنی در درجات مختلف دماهای بالا، آنزیم‌های مختلف دچار انعقاد یا اگریگاسیون می‌شوند که این باعث توقف یا کاهش فعالیت‌های آنزیمی خواهد شد. برای تسریع تجزیه عوامل مختلفی مانند باکتری‌های ابرگرمادوست که مقاومت بیشتری به دما نسبت به آنزیم‌های باکتری‌های معمولی دارند، قابل استفاده هستند. به‌کارگیری ابزارهای نوین در تجزیه زیستی مانند استفاده از کنسرسیوم‌های میکروبی، حضور سورفاکتانت‌ها، تقویت اتصال بستر باعث افزایش کارایی تجزیه میکروپلاستیک‌ها خواهد شد (نادیان، ۱۴۰۱).