

آلاینده‌های نوظهور میکروپلاستیک در اکوسیستم آبی خلیج فارس، دریای عمان و خزر

رضا کاظمی درسنگی^۱، سکینه علیجانپور^{۱*}

چکیده

افزایش پلاستیک در جهان به‌عنوان یک هشدار جدی برای محیط‌زیست و سلامت جانداران تلقی می‌شود. ذرات میکروپلاستیک در همه‌جای محیط، از هوایی که تنفس می‌کنیم تا غذایی که می‌خوریم، وجود دارند. میکروپلاستیک‌ها به قطعات پلاستیکی کوچک در شکل، رنگ، اندازه‌های متنوع و قطر کمتر از ۵ میلی‌متر اطلاق می‌شود که در اکوسیستم‌های آبی، به‌عنوان مواد غذایی به‌اشتباه توسط پرندگان دریایی، پستانداران، ماهی‌ها، خزندگان و سایر جانوران ممکن است بلعیده شود. گزارش‌های مربوط به میکروپلاستیک‌ها از نظر جغرافیایی، زیستگاه‌های دریایی و موجودات زنده‌ای که تحت تأثیر این مواد قرار گرفته‌اند، به‌سرعت در حال گسترش است. سازمان جهانی بهداشت به دلیل ماندگاری زیاد و خاصیت تجمعی زیستی این ذرات، آنها را آلاینده نوظهور نامیده است. مطالعات متنوعی در ایران و جهان در دهه اخیر روی آلودگی میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های آبی انجام شده است؛ طی این مطالعه مروری به فراوانی آلودگی نوظهور میکروپلاستیک در آبزیان، آب سطحی و رسوبات خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: میکروپلاستیک، رسوبات، آبزیان، آب سطحی، خلیج فارس، دریای عمان، دریای خزر

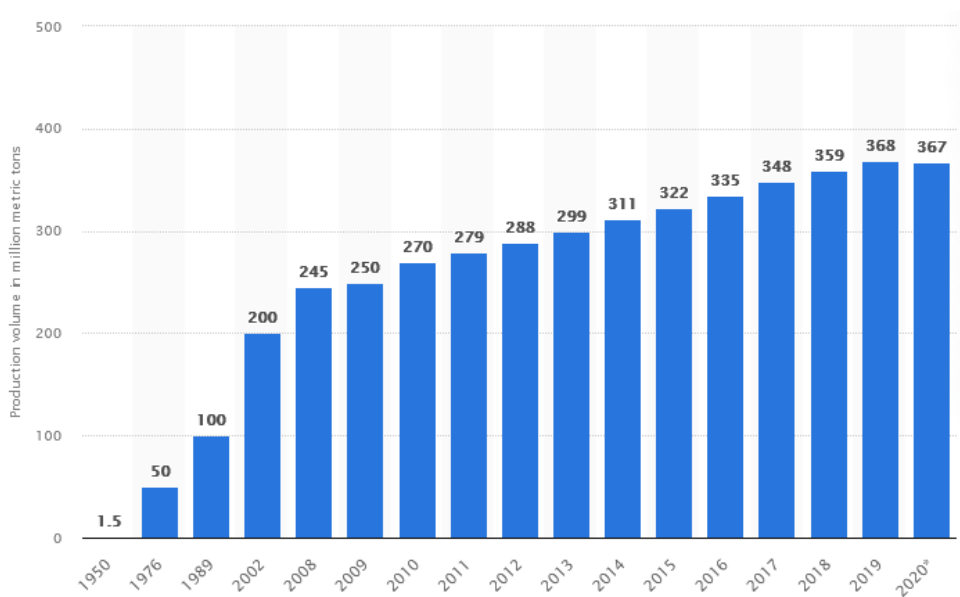
*عهده‌دار مکاتبات، دانشیار، تلفن ۰۹۱۱۳۷۵۱۸۶۰، آدرس الکترونیکی Salijanpour@gmail.com

^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی‌مهندسی، دانشگاه گنبدکاووس

مقدمه

افزایش یافته است. تولید جهانی پلاستیک در سال ۲۰۲۰، ۳۶۷ میلیون تن برآورد شد. تولید در سال ۲۰۲۰ تقریباً ۰/۳ درصد در مقایسه با سال قبل به دلیل تأثیرات بیماری کرونا و ویروس^۱ بر صنعت کاهش یافت. افزایش تولید پلاستیک در جهان به‌عنوان یک هشدار جدی برای محیط‌زیست و سلامت جانداران تلقی می‌شود [۱،۲] (نمودار شماره ۱).

پلاستیک به دسته‌ای از مواد نیمه مصنوعی یا مصنوعی گفته می‌شود که طی فرآیند پلیمریزه شدن به دست می‌آیند. این مواد به علت تنوع، استحکام، سبکی و شفافیت کاربردهای متنوعی دارند. امروزه تقاضا برای پلاستیک جهت کیفیت راحتی زندگی



نمودار ۱: روند تولید پلاستیک از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۲۰ به میلیون تن متریک [۳]

ماهی‌ها، پستانداران و خزندگان بلعیده می‌شوند. این موجودات در اثر بلعیدن پلاستیک‌ها خفه شده و می‌میرند (پلاستیک‌های بلعیده شده حتی پس از مرگ جانوران و تجزیه آنها نیز سالم باقی می‌مانند و مجدد در محیط پراکنده شده و سبب آسیب به دیگر جانداران می‌شوند) [۹و۸] و یا پس از مصرف، در دستگاه گوارش آنها باقی‌مانده و ایجاد خراشیدگی و آسیب می‌کنند. همچنین میکروپلاستیک‌ها در غلظت‌های بالا، می‌توانند وارد گردش خون شده و سبب انسداد و جلوگیری از تغذیه جانور شوند [۱۰]. میکروپلاستیک‌ها بر فرآیندهای بیولوژیکی مهم اثرگذارند و با ایجاد اختلال در غدد درون‌ریز، می‌توانند بر تحرک، تولیدمثل و رشد تأثیر بگذارند، همچنین نقش مهمی در ایجاد سرطان دارند [۱۱]. میکروپلاستیک‌ها طیف گسترده و

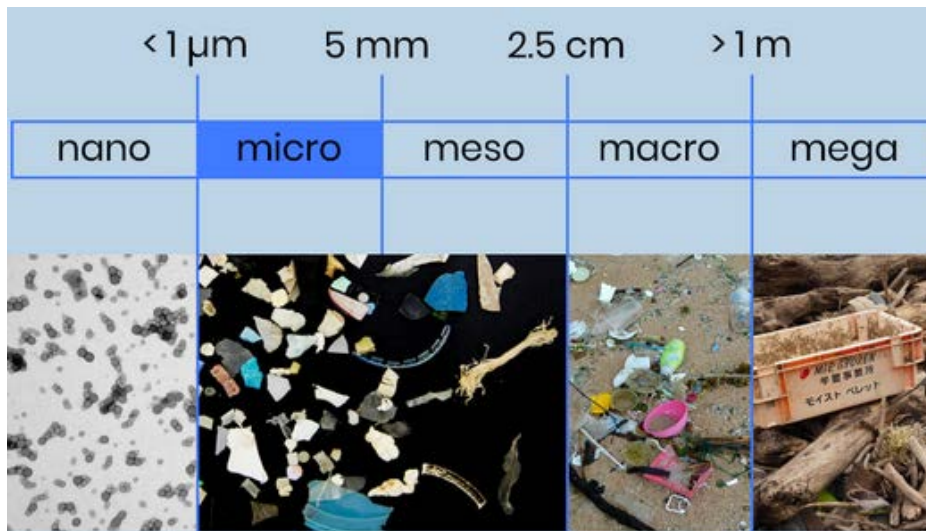
ذرات میکروپلاستیک^۲ در همه جا یافت می‌شوند. پلاستیک‌ها به‌عنوان متداول‌ترین زباله‌های دریایی، ۶۰-۸۰ درصد از کل زباله‌های دریایی و ۹۰ درصد کل ذرات شناور را تشکیل می‌دهند [۴و۵]. پلاستیک‌های وارد شده به اکوسیستم‌های آبی طی عوامل مختلف تخریب شده و به تکه‌های کوچک‌تر تبدیل می‌شوند. میکروپلاستیک‌ها به قطعات پلاستیکی کوچک در شکل، رنگ، اندازه‌های متنوع و قطر کمتر از ۵ میلی‌متر اطلاق می‌شوند [۶]. در شکل شماره ۱ انواع پلاستیک بر اساس اندازه نشان داده شده است.

میکروپلاستیک‌ها نسبت به بقایای پلاستیکی بزرگ‌تر، تهدید مهم‌تری برای اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند؛ این ذرات در آب به‌اشتباه به‌عنوان منابع غذایی توسط پرندگان دریایی،

¹ Coronaviruses- COVID-19

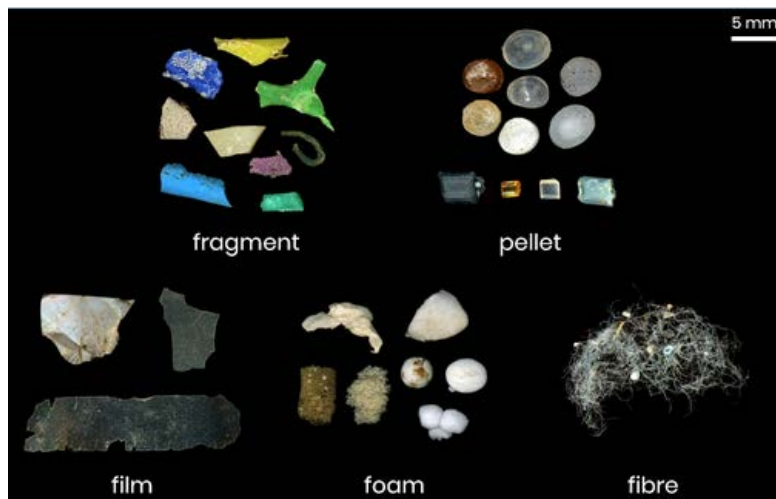
² Microplastic

آلاینده‌های نوظهور میکروپلاستیک در اکوسیستم آبی خلیج فارس، دریای عمان و خزر



شکل ۱: طبقه‌بندی اندازه پلاستیک‌ها (مگاپلاستیک: بزرگ‌تر از ۱ متر، ماکروپلاستیک: بین ۲۵ میلی‌متر تا ۱ متر. مزوپلاستیک: بین ۵ تا ۲۵ میلی‌متر، میکروپلاستیک: بین ۰.۰۰۱ تا ۵ میلی‌متر، نانوپلاستیک کمتر از ۰.۰۰۱ میلی‌متر)[۷].

ناهمگنی از مواد با ترکیب شیمیایی، اشکال، رنگ‌ها، اندازه و تراکم‌های متفاوت را در برمی‌گیرند؛ این ویژگی‌ها، از مهم‌ترین عوامل جابجایی و توزیع میکروپلاستیک‌ها در محیط است و ممکن است سمیت، ردیابی و شناسایی این آلاینده‌ها را پیچیده‌تر کند. رایج‌ترین اشکال میکروپلاستیک‌ها در محیط به شکل فیبر^۱، فیلم^۲، قطعات^۳ و گلوله^۴ است [۱۲]. اشکال مختلف میکروپلاستیک در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: اشکال مختلف میکروپلاستیک (قطعه: ذراتی که از قطعات پلاستیکی بزرگ‌تر منشأ می‌گیرند. آنها در اشکال و رنگ‌های بسیار متنوعی وجود دارند، گلوله: ذراتی که از گلوله‌های رزین صنعتی منشأ می‌گیرند. بسته به وضعیت هوازگی آنها می‌توانند استوانه‌ای یا کروی باشند و معمولاً شفاف سفید بوده، اما می‌توانند در رنگ‌های متنوعی نیز دیده شوند. فیلم: پلاستیک‌های نازک، انعطاف‌پذیر و ورقه مانند. آنها معمولاً از کیسه‌های پلاستیکی، فویل‌های پلاستیکی یا سایر مواد بسته‌بندی منشأ می‌گیرند. فوم: هر نوع پلاستیک با ساختار فوم‌دار. الیاف: هر نوع پلاستیک فیبری را شامل شده و بخش بزرگی از الیاف مصنوعی از پوشاک حاصل می‌شوند [۷].

1 Fibre
2 Film

3 Fragment
4 Pellet

نتایج

میزان آلودگی میکروپلاستیک در آبریزان سواحل خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر

علاوه بر اثرات مخرب زیست‌محیطی میکروپلاستیک‌ها در اکوسیستم‌های آبی، آبریزان ممکن است ذرات پلاستیکی (میکروپلاستیک) را به عنوان منابع غذایی استفاده نمایند که می‌توانند اثرات مخربی بر این موجودات دریایی داشته باشند. میکروپلاستیک‌ها اغلب توسط ماهیان و نرم‌تنان دریایی بلعیده می‌شوند. آلودگی‌های دریای خزر باعث می‌شوند تا این آلاینده‌ها از طریق زنجیره غذایی به سلامت اکوسیستم و انسان آسیب برسانند [۱۴]. جدول شماره ۱ مطالعات صورت گرفته اخیر در خصوص میزان آلودگی میکروپلاستیک در آبریزان سواحل خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر را نشان می‌دهد. طی این مطالعات آلودگی میکروپلاستیک در ماهیان و نرم‌تنان مورد بررسی، بسیار مشهود بود. از لحاظ شکلی، نوع فیبر و از نظر ماهیت پلیمری، پلی‌اتیلن دارای بیشترین فراوانی در آبریزان مورد بررسی بود

روش کار

در مطالعه مروری حاضر با کلید واژه‌های «میکروپلاستیک»، «خلیج فارس»، «دریای عمان» «دریای خزر (کاسپین)» به جستجوی مطالعات در خصوص فراوانی میکروپلاستیک در آبریزان، آب‌های سطحی و رسوبات خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر در پایگاه‌های معتبر علمی نظیر Web, PubMed, Google Scholar, Scopus, of Science و جستجوگر SID پرداخته شد.

جدول ۱: میزان آلودگی میکروپلاستیک در آبریزان سواحل خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر

سال	مکان	آبری	نوع میکروپلاستیک (%)	ماهیت پلیمری	نتیجه نهایی	منبع
۱۳۹۸	دریای عمان-خلیج چابهار	<i>Epinephelus coioides</i> <i>Rastrelliger kanagurta</i> <i>Saurida tumbil</i> <i>Lutjanus johnii</i> <i>Nemipterus peronei</i>	فیبر ۵۵، قطعه ۲۶، گلوله ۱۸ و فیلم ۱	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی‌آمید (نایلون)	میکروپلاستیک‌ها در تمام ۵ گونه ماهی مورد مطالعه یافت شد و گونه <i>Epinephelus coioides</i> بیشترین میزان آلودگی را داشت.	[۱۴]
۱۳۹۸	دریای خزر	<i>Rutilus frisii kutum</i>	فیبر ۳۸/۷۵، قطعه ۳۱/۴۲ و فیلم ۳۰ و گلوله ۱۱/۴۲	-	از ۵۱ ماهی سفید مورد بررسی ۶۶/۶ درصد آلودگی داشتند.	[۱۵]
۱۳۹۸	خلیج فارس	<i>Pinctada radiata</i>	فیبر ۵۷، فیلم ۱۲، قطعه ۳۰ و گلوله ۱	پلی‌اتیلن، پلی‌اتیلن	از ۳۳ نمونه دوکفه‌ای مورد بررسی، همه دارای آلودگی بودند.	[۱۶]

1 Polyethylene
2 Polypropylene
3 Polyvinylchloride

4 Polystyrene
5 Polyethylene terephthalate
6 Polyurethane

آلاینده‌های نوظهور میکروپلاستیک در اکوسیستم آبی خلیج فارس، دریای عمان و خزر

		ترفالات و پلی آمید (نایلون)				
[17]	از ۳۸ گونه ماهی مورد بررسی تنها در گونه <i>Scomberomorus commerson</i> ذرات میکروپلاستیک شناسایی نشد.	-	فیبر: ۸۷ قطعه: ۱۱ فیلم: ۲	<i>Sillago sihama</i> <i>Diagramma pictum</i> <i>Otolithes ruber</i> <i>Epinephelus coioides</i> <i>Scomberomorus commerson</i> <i>Lutjanus johnii</i>	خلیج فارس	۱۳۹۸
[18]	از ۱۵۰ گونه نرم تن مورد بررسی همگی دارای آلودگی بودند.	پلی اتیلن و پلی اتیلن ترفتالات	فیبر ۸۴، گلوله ۱۵ و فیلم ۱	<i>Acmaea profunda</i> <i>Chiton lamyi</i>	دریای عمان	۱۳۹۸
[19]	آلودگی در همه گونه‌های مورد مطالعه یافت شدند؛ و بیشترین آلودگی در دو گونه <i>Rastrelliger kanagurta</i> و <i>Nemipterus japonicus</i> گزارش شد.	-	فیبر ۸۶، قطعه ۱۱ و گلوله ۳	<i>Rastrelliger kanagurta</i> <i>Nemipterus japonicus</i> <i>Paragaleus randalli</i> <i>Trichiurus lepturus</i> <i>Saurida tumbil</i>	دریای عمان	۱۳۹۸
[20]	از ۱۲۳ نرم تن مورد بررسی همه آلودگی میکروپلاستیکی داشتند.	پلی اتیلن، پلی اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	فیبر ۵۸، قطعه ۲۶، فیلم ۱۴ و گلوله ۲	<i>Cerithidea cingulata</i> <i>Thais mutabilis</i> <i>Amiantis umbonella</i> <i>Amiantis purpuratus</i> <i>Pinctada radiata</i>	خلیج فارس	۱۳۹۸
[21]	از ۱۰۰ گونه کفال طلایی مورد بررسی ۴۹ درصد آلودگی داشتند.	پلی پروپیلن و پلی استایرن	الیاف رشته‌ای	<i>Liza aurata</i>	دریای خزر	۱۳۹۹
[22]	از ۱۱۱ ماهی بررسی شده ۶۷/۵۶ درصد آلودگی به میکروپلاستیک شناسایی شد.	پلی آمید (نایلون)	فیبر ۵۰، قطعه ۳۰، فیلم و گلوله: ۲۰	<i>Chelon aurata</i> <i>Rutilus kutum</i>	دریای خزر	۱۳۹۹
[23]	از ۱۴۴ ماهی مورد بررسی ۵۱/۷ درصد آلوده بودند.	پلی پروپیلن، نایلون و پلی استایرن	فیبر < قطعه < گلوله < فیلم	<i>Cerastoderma lamarcki</i> <i>Mytilaster lineatus</i> <i>Litopenaeus vannamein</i> <i>Liza saliens</i> <i>Neogobius melanostomus</i> <i>Rutilus caspicus</i>	دریای خزر-خلیج گرگان	۱۳۹۹
[24]	از ۱۴۰ ماهی از ۹ گونه مورد بررسی، میکروپلاستیک در ۸۷ درصد ماهیان دیده شد.	-	فیبر ۵۵، قطعه ۴۰/۷۱ و گلوله ۴/۲۹	<i>Neogobius melanostomus</i> <i>Cyprinus carpio</i> <i>Vimba persa</i> <i>Rutilus kutum</i> <i>Barbus cyri</i> <i>Chelon spp.</i> <i>Carassius gibelio</i> <i>Gambusia holbrooki</i> <i>Rutilus caspicus</i>	دریای خزر- حوضه رودخانه قره‌سو، منتهی به خلیج گرگان	۱۴۰۰

آلاینده‌های نوظهور میکروپلاستیک در اکوسیستم آبی خلیج فارس، دریای عمان و خزر

[۲۵]	از ۴۴ ماهی سفید مورد بررسی، ۸۰ درصد آلوده بودند.	-	فیبر ۷۶، قطعه ۱۲ و گلوله ۱۲	<i>Rutilus frisii kutum</i>	دریای خزر	۱۴۰۰
[۲۶]	از ۱۹۳ نمونه از ۹ گونه ماهی مورد بررسی همه دارای آلودگی میکروپلاستیکی بودند.	پلی اتیلن	فیبر < قطعه < فیلم < گلوله	<i>Esox lucius</i> <i>Perca fluviatilis</i> <i>Sander lucioperca</i> <i>Carassius gibelio</i> <i>Cyprinus carpio</i> <i>Tinca tinca</i> <i>Abramis brama</i> <i>Vimba vimba</i> <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	دریای خزر-تالاب انزلی	۱۴۰۰
[۲۷]	۶۵ درصد آلودگی مشاهده شد.	پلی استایرن	فیبر < قطعه	<i>Periophthalmus waltoni</i>	خلیج فارس	۱۴۰۰
[۲۸]	۲۸۰ نمونه مورد بررسی از ۴ گونه ماهی آلوده بودند.	پلی اتیلن	فیبر ۶۵، قطعه ۲۵ و فیلم ۱۰	<i>Otolithes ruber</i> <i>Liza abu</i> <i>Sphyræna forsteri</i> <i>Cynoglossus arel</i>	خلیج فارس	۱۴۰۰

عمان و دریای خزر را نشان می‌دهد. مطالعات انجام شده آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی را تأیید می‌کنند. از لحاظ شکلی، نوع فیبر و از نظر ماهیت پلیمری، پلی اتیلن و پلی پروپیلن دارای بیشترین فراوانی بودند.

میزان آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی

سواحل خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر

جدول شماره ۲ مطالعات اخیر صورت گرفته در خصوص میزان آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی خلیج فارس، دریای

جدول ۲: میزان آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر

منبع	نتیجه نهایی	ماهیت پلیمری	نوع میکروپلاستیک (%)	مکان	سال
[۲۹]	از ۲۱ نمونه مورد بررسی در ۷ ایستگاه همگی به میکروپلاستیک آلوده بودند.	پلی اتیلن و پلی پروپیلن	فیبر ۳۲/۷، قطعه ۲۶/۷، پوسته ۲۵/۸، گلوله ۱۴/۸۷	دریای عمان	۱۳۹۸
[۳۰]	از ۱۵ ایستگاه مورد بررسی، ۸۹۹ عدد میکروپلاستیک شناسایی شد.	پلی اتیلن و پلی پروپیلن	فیبر ۴۴/۱، قطعه ۲۹، فیلم ۱۴/۷، گلوله ۱۲/۲	خلیج فارس	۱۳۹۹
[۳۱]	از ۵۰ نمونه مورد بررسی، میانگین ۲۱۸ ذره در لیتر آلودگی به میکروپلاستیک وجود داشت.	پلی اتیلن، پلی اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	فیبر ۴۲/۵۴، قطعه ۲۸/۶۶، فیلم ۱۸/۲۴، گلوله ۱۰/۵۷	دریای عمان	۱۳۹۹
[۳۲]	از ۱۰ نمونه مورد بررسی، ۷۱۰۰ ذره میکروپلاستیک شناسایی شد.	پلی اتیلن ترفتالات، پلی استایرن و نایلون	فیبر ۹۷ و قطعه ۳	دریای خزر	۱۳۹۹
[۳۳]	تمام نمونه‌ها سه ایستگاه مورد بررسی آلوده به میکروپلاستیک بودند.	پلی پروپیلن	فیبر ۸۶، قطعه ۱۳، فیلم ۱	دریای خزر	۱۴۰۰

میزان آلودگی میکروپلاستیک در رسوبات سواحل خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر

آلودگی میکروپلاستیک در رسوبات سواحل خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر را نشان می‌دهد. در این مطالعات آلودگی میکروپلاستیک در رسوبات، بسیار مشهود بود. از لحاظ شکلی، نوع فیبر و از نظر ماهیت پلیمری، پلی اتیلن و پلی استایرن دارای بیشترین فراوانی در رسوبات مورد بررسی بودند.

میکروپلاستیک‌ها در رسوبات ساحلی و بستر دریاها انباشته می‌شوند. جدول شماره ۳ مطالعات اخیر در خصوص میزان

جدول ۳: میزان آلودگی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر

سال	مکان	نوع میکروپلاستیک (%)	ماهیت پلیمری	نتیجه نهایی	منبع
۱۳۹۶	خلیج فارس	فیبر ۸۳، فیلم ۱۱، قطعه ۶	پلی اتیلن، پلی اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	میکروپلاستیک‌ها با میانگین ۸۲/۲۶ درصد در ناحیه بالای جزر و مدی و میانگین و ۱۷/۷۳ ناحیه پایین جزر و مدی شناسایی شدند.	[۳۴]
۱۳۹۸	خلیج فارس	فیبر ۶۶/۶۷، فیلم ۵/۷۹، قطعه ۲۴/۶۴ و گلوله ۲/۹۰	پلی اتیلن، پلی اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	تعداد میکروپلاستیک‌ها ۳۴/۰±۵/۷۱ در کیلوگرم رسوب اندازه‌گیری شد.	[۱۶]
۱۳۹۹	دریای خزر- تالاب انزلی	فیبر	پلی استایرن، پلی پروپیلن، پلی استر، پلی اتیلن و پلی اکریلونیتریل	میکروپلاستیک در تمام ۱۱ ایستگاه مورد بررسی شناسایی شد. (۱۴۰-۲۸۲۰ قطعه در کیلوگرم رسوب خشک)	[۲۵]
۱۳۹۹	خلیج فارس- خور موسی	فیبر ۴۹، قطعه ۳۶، گلوله ۱۵	-	میانگین غلظت ذرات میکروپلاستیک ۱۱/۶۷ عدد در ۲۵۰ گرم رسوب بود.	[۳۶]
۱۳۹۹	دریای خزر	فوم <قطعه> گلوله <فیلم> فیبر	پلی وینیل کلراید، پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی آمید (نایلون) و پلی استایرن	۱۰۴۶ قطعه میکروپلاستیک طی این مطالعه شناسایی شد.	[۳۷]
۱۳۹۹	دریای خزر-خلیج گرگان	فیبر <قطعه> فیلم گلوله	پلی پروپیلن، پلی استر، نایلون و پلی استایرن	از ۲۱ ایستگاه مورد بررسی، آلودگی بالای میکروپلاستیک گزارش شد.	[۲۳]
۱۳۹۹	دریای عمان	فیبر و قطعه ۶۲/۸، گلوله ۱۰/۴، فیلم ۲۶/۸	پلی اتیلن، پلی پروپیلن و نایلون	۸ ایستگاه مورد بررسی آلوده به میکروپلاستیک بودند	[۳۸]
۱۳۹۹	خلیج فارس	فوم ۶۴/۰۱، قطعه ۳۰/۹۶، گلوله ۵/۳۳	پلی استایرن، پلی اتیلن ترفتالات، پلی پروپیلن و پلی اتیلن	میانگین آلودگی خطوط ساحلی بندرعباس ۳۲۵۲ ذره در هر مترمربع گزارش شد.	[۳۹]
۱۳۹۹	دریای عمان	قطعه ۳۲/۲۲، گلوله ۲۷/۳۷، فیبر ۲۶/۲۶، فیلم ۱۴/۱۵	پلی اتیلن، پلی اتیلن ترفتالات و پلی آمید (نایلون)	از ۵۰ نمونه مورد بررسی، میانگین ۲۶۲ ذره در لیتر، آلودگی به میکروپلاستیک وجود داشت.	[۳۱]

آلاینده‌های نوظهور میکروپلاستیک در اکوسیستم آبی خلیج فارس، دریای عمان و خزر

[۳۲]	از ۳۲ نمونه مورد بررسی، ۴۸۰ ذره میکروپلاستیک شناسایی شد.	پلی اتیلن ترفتالات، پلی استایرن و نایلون	فیبر ۹۷ قطعه ۲ گلوله ۱	دریای خزر	۱۳۹۹
[۴۰]	۱۸۳۰ ذره میکروپلاستیک از ۱۷ ایستگاه مورد بررسی، شناسایی شد.	پلی استایرن و پلی اتیلن	قطعه ۵۴/۷۵، فیبر ۴۰/۳۰، فیلم ۱/۶۸، کروی ۰/۲۸	دریای خزر	۱۳۹۹
[۲۷]	۲۱۶۹ ذره میکروپلاستیک از ۵ ایستگاه مورد بررسی؛ شناسایی شد.	پلی استایرن	فیبر ۶۰، قطعه ۲۷، فیلم ۱۱ و گلوله ۲	خلیج فارس	۱۴۰۰
[۴۱]	از ۱۳ ایستگاه مورد بررسی؛ ۹۰۹ ذره میکروپلاستیک شناسایی شد.	پلی استایرن، پلی پروپیلن و پلی استر	فیبر <قطعه> غشایی	دریای خزر	۱۴۰۰
[۴۲]	میزان آلودگی ۲۰±۳۴۰ الی ۱۵۶/۶۶±۷۵/۷۱ ذره در کیلوگرم رسوب خشک متغیر بود.	سلفون، پلی اتیلن، پلی پروپیلن و پلی وینیل استات	فیبر ۹۳/۰۹، قطعه ۵/۷، فیلم ۱/۲۱	دریای خزر	۱۴۰۰
[۴۳]	ایستگاه‌های مورد بررسی دارای فراوانی بالای میکروپلاستیکی بودند.	پلی پروپیلن، پلی اتیلن، نایلون و پلی استایرن	فیبر ۷۲، قطعه ۲۶ و فیلم ۲	دریای خزر- خلیج گرگان- خور قره‌سو	۱۴۰۱

بحث و نتیجه گیری

عالی و معدنی از اهمیت بالایی برخوردارند. شناسایی و توزیع آلودگی نوظهور میکروپلاستیک‌ها در آب‌های ساحلی کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از معمول‌ترین روش‌ها برای شناسایی میکروپلاستیک‌ها، شناسایی بصری است. در این روش، اندازه، اشکال و رنگ‌های مختلف شناسایی می‌شوند و رایج‌ترین راه برای تعیین ترکیب پلیمری میکروپلاستیک‌ها، طیف‌سنجی^۱ است. طی ۳۵ مطالعه بررسی شده در دهه اخیر در خصوص فراوانی میکروپلاستیک در آب‌های سطحی و رسوبات سواحل ایران، فیبر دارای بیشترین فراوانی و تکنیک FTIR پرکاربردترین تکنیک برای سنجش ماهیت پلیمری میکروپلاستیک‌ها بود. پلی اتیلن، پلی آمید (نایلون)، پلی پروپیلن، پلی استایرن و پلی اتیلن ترفتالات بیشترین فراوانی پلیمری را به خود اختصاص دادند. نمودارهای شماره ۲ و ۳ پراکندگی مکانی و نوع نمونه‌های بررسی شده را نشان می‌دهد. بر این اساس

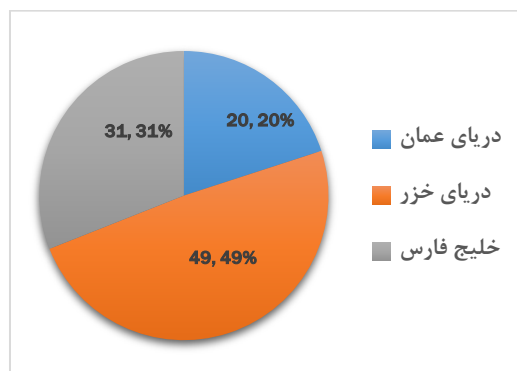
محصولات پلاستیکی به دلیل آسانی تولید، استحکام و صرفه اقتصادی، در جوامع انسانی در حال رشد هستند. پلاستیک‌ها در صنایع مختلف دریایی، هوایی، ساختمان، خودرو، برق و الکترونیک، حمل و نقل، پزشکی، دارویی آرایشی، بهداشتی، کشاورزی و لوازم خانگی کاربرد دارند و بخش جدایی‌ناپذیری از زندگی بشر هستند [۴۱]. میکروپلاستیک‌ها برای دوره‌های طولانی در محیط زیست باقی می‌مانند و به راحتی تخریب زیستی نمی‌شوند. تردد وسایل نقلیه در جاده‌ها که با فاصله کمی از رودخانه احداث شده‌اند، فعالیت‌های کشاورزی، شونده‌های مختلف، فاضلاب‌ها، بطری‌های نوشیدنی‌ها و کیسه‌های پلاستیکی از جمله راه‌های ورود میکروپلاستیک‌ها به محیط‌های دریایی به شمار می‌روند [۱۳]. خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر به دلیل جنبه‌های مختلف اقتصادی و وجود منابع زیستی،

¹ Fourier-transform infrared spectroscopy-FTIR

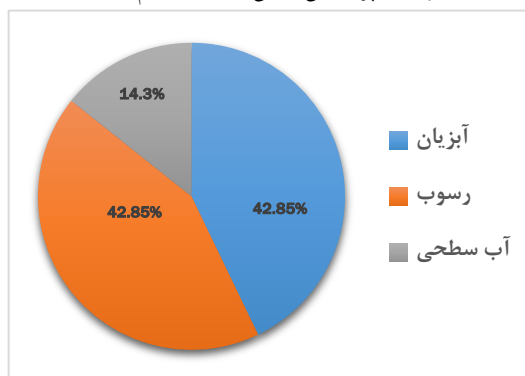
منابع و مؤاخذ

- [1]. Jiang, Y., Yang, F., Kazmi, S.S. U.H., Zhao, Y., Chen, M., & Wang, J. (2022). A review of microplastic pollution in seawater, sediments and organisms of the Chinese coastal and marginal seas. *Chemosphere*, 286; 131677.
- [2]. Ribic, C.A., Sheavly, S.B., Rugg, D.J., Erdmann, E.S. (2010). Trends and drivers of marine debris on the Atlantic coast of the United States 1997–2007. *Marine pollution bulletin*, 60(8): 1231-1242.
- [3]. <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>
- [4]. Koelmans, A.A., Redondo-Hasselerharm, P.E., Nor, N.H.M., de Ruijter, V.N., Mintenig, S.M., Kooi, M. (2022). Risk assessment of microplastic particles. *Nature Reviews Materials*, 1-15.
- [5]. Gordon, M., (2006). Eliminating Land-based Discharges of Marine Debris In: California: a Plan of Action from the Plastic Debris Project, Sacramento, CA: California State Water Resources Control Board.
- [6]. Frias, J. P. G. L., & Nash, R. (2019). Microplastics: finding a consensus on the definition. *Marine pollution bulletin*, 138: 145-147.
- [7]. <http://microplasticresearch.wordpress.com/>
- [8]. Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., Edwards, W., Amato, S. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin*, 77(1-2); 177-182.
- [9]. Castaneda, R.A., Avlijas, S., Simard, M.A., Ricciardi, A. (2014). Microplastic pollution in St. Lawrence river sediments. *Can J Fish Aquat Sci*, 71; 1767-71.
- [10]. Avio, C.G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., d'Errico, G., Regoli, F. (2015). Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environmental Pollution*, 198; 211-222.
- [11]. Lithner, D., Larsson, Å., Dave, G. (2011). Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment*, 409(18); 3309-3324.
- [12]. Kishipour A, Mostafaloo R, Arast Y, Asadi-Ghalhari M. (2020). Micro-plastics as a new challenge in water resource management; various forms and removal methods, (A review study). *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Spring 6 (1):34-44.
- [13]. 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
- [14]. Naji, A., & Kord, S. (2019). Study of Microplastic contamination in five species of prevailing fishes of Chabahar Bay, (Sistan and Baluchestan Province).

بیشترین مطالعات در حوضه آبی دریای خزر و روی رسوبات و آبزیان گزارش شده است.



نمودار ۲: پراکنندگی مکانی مطالعات انجام شده



نمودار ۳: تنوع نوع نمونه‌های مورد بررسی

آلاینده‌های آبریز محیط‌های آبی، ممکن است بر روی ذرات پلاستیکی، در شرایط معمول محیطی جذب و منتقل شوند. به طور کلی، پلاستیک‌هایی با دانسیته کم (پلی اتیلن و پلی پروپیلن) که تراکم کمتری از آب دارند، بر روی آب شناور می‌شوند، در حالی که پلاستیک‌های متراکم‌تر (پلی اتیلن ترفتالات، پلی آمید (نایلون) و پلی استایرن) تمایل به غرق شدن در آب دارند [۱۲]. رایج‌ترین واحدهایی که برای تخمین فراوانی میکروپلاستیک‌ها به کار می‌روند شامل قطعه بر مترمربع (برای نمونه‌های رسوبی و سطح آب) و قطعه بر مترمکعب (برای نمونه‌های ستون آب) است [۱۳]. با توجه به نتایج مطالعات، میزان میکروپلاستیک در نمونه‌های مورد بررسی بسیار نگران کننده است. پایش و بررسی مستمر جهت شناسایی و ردیابی میکروپلاستیک‌ها و منابع این آلودگی‌ها در محیط‌های آبی، پیشنهاد می‌شود؛ ضمن فرهنگ‌سازی درخصوص استفاده کمتر از مواد پلاستیکی در زندگی روزمره، فرآیند بازیافت و مدیریت پسماند نیز به صورتی جدی مورد توجه قرار گیرد.

- A. Sorial. (2021). Microplastics accumulation in sediments and *Periophthalmus waltoni* fish, mangrove forests in southern Iran. *Chemosphere* 264: 128543.
- [28]. Agharokh, A., Taleshi, M., Bibak, M., Rasta, M., Jafroudi, H., & Armesto, B. (2021). Contamination, Identification and Distribution of Microplastic in Sediments, Surface Seawater and Four Species of Fish on the Northern Shores of the Persian Gulf, south of Iran. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-172750/v1>
- [29]. Aliabad, Mojgan Khamarzadeh, Mahmoud Nassiri, and Kamalodin Kor. (2019). Microplastics in the surface seawaters of Chabahar Bay, Gulf of Oman (Makran coasts). *Marine pollution bulletin* 143: 125-133.
- [30]. Kor, Kamalodin, and Ali Mehdiinia. (2020). Neustonic microplastic pollution in the Persian Gulf." *Marine Pollution Bulletin* 150: 110665.
- [31]. Hosseini, R., Sayadi, M. H., Aazami, J., & Savabieasfehiani, M. (2020). Accumulation and distribution of microplastics in the sediment and coastal water samples of Chabahar Bay in the Oman Sea, Iran. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111682.
- [32]. Nematollahi, Mohammad Javad, Farid Moore, Behnam Keshavarzi, Rolf David Vogt, Hassan Nasrollahzadeh Saravi, and Rosa Busquets. (2020). Microplastic particles in sediments and waters, south of Caspian Sea: Frequency, distribution, characteristics, and chemical composition. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 206: 111137.
- [33]. Rasta, M., Rahimibashar, M. R., Ershad, A., Jafroudi, H. T., & Kouhbane, S. T. (2021). Characteristics and seasonal distribution of microplastics in the surface waters of Southwest coast of the Caspian Sea (Guilan Province, Iran). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 107(4), 671-676.
- [34]. Esmaili Z, Naji A. (2018). Comparison of the Frequency, Type and Shape of Microplastics in the Low and High Tidal of the Coastline of Bandar Abbas. *Journal of Oceanography*. 2018; 8 (32) :53-61
- [35]. Rasta, M., Sattari, M., Taleshi, M. S., & Namin, J. I. (2020). Identification and distribution of microplastics in the sediments and surface waters of Anzali Wetland in the Southwest Caspian Sea, Northern Iran. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111541.
- [36]. Lahijan zadeh A, Mohammadi roozbahani M, Sabzalipour S, Nabavi M. (2020). The Investigation of Microplastic Particles in Khor-e-Musa in Persian Gulf Sediments. *joc*. 2020; 11 (43) :17-25
- [37]. Sharifi Kiasari, F., Talaeian, M., & Nasrollahzadeh Saravi, H. (2020). Study on The Presence of Microplastics in the Surface Sediments of the Caspian coast (A case study of Farahabad coast in Sari). *Journal of Environmental Science Studies*, 5(2), 2644-2650.
- [38]. Kor, K., Ghazilou, A., & Ershadifar, H. (2020). Microplastic pollution in the littoral sediments of the
- [15]. Zakeri, M., Akbarzadeh, A., Naji, A. (2019). Microplastic pollution in Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) on southern shores of the Caspian Sea. *Journal of Animal Environment*, 11(1), 175-180.
- [16]. Nouri, M., Amiri, P., Naji, A. (2019). Distribution and frequency of microplastics in Bivalve of *Pinctada radiata* and sediments of Bandar Lengehe. *Journal of Animal Environment*, 11(4), 337-344.
- [17]. Ghattavi Kh, Naji A. (2019). Assessment of microplastics in the gastrointestinal tract of some fish caught for human consumption in Bandar Abbas, the Persian Gulf. *Iranian Journal of Health and Environment*. 12(3):449-60.
- [18]. Kord S, Amiri P, Naji. (2019). Evaluation of MPS pollution in Soft Tissue *Chiton lamyi* and *Acmaea profunda*. *J. Aqu. Eco* ; 8 (4) :1-10
- [19]. Ghattavi Kh, Naji A, Kord S. (2019). Investigation of microplastic contamination in the gastrointestinal tract of some species of caught fish from Oman Sea. *Iranian Journal of Health and Environment*.12(1):141-50.
- [20]. Naji, Abolfazl, Marzieh Nuri, and A. Dick Vethaak. (2018). Microplastics contamination in molluscs from the northern part of the Persian Gulf. (*Environmental Pollution* 235): 113-120.
- [21]. Fallah Bagherine Jad Nico, Mostafa, and Mohammad Reza Rahimibashar. (2020). Abundance, size, color and polymer composition of microplastics in the gastrointestinal tract of Golden grey mullet (*Liza aurata*) on the coast of Gilan province. *Journal of Marine Biology* 12, no. 2: 25-40.
- [22]. Zakeri, M., Naji, A., Akbarzadeh, A. and Uddin, S., (2020). Microplastic ingestion in important commercial fish in the southern Caspian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 160, p.111598.
- [23]. Bagheri, Tahereh, Mohammad Gholizadeh, Safoura Abarghouei, Mohammad Zakeri, Aliakbar Hedayati, Mahnaz Rabaniha, Abasali Aghaeimoghadam, and Mahmoud Hafezieh. (2020). Microplastics distribution, abundance and composition in sediment, fishes and benthic organisms of the Gorgan Bay, Caspian Sea." *Chemosphere* 257: 127201.
- [24]. Masoudi et al., (2021). Microplastic contamination in fishes of Gharasoo River basin, Golestan Province. *Journal of Aquaculture Sciences*. 6; 16.
- [25]. Abadi, Z. Taghizadeh Rahmat, B. Abtahi, H-P. Grossart, and S. Khodabandeh. (2021). Microplastic content of Kutum fish, *Rutilus frisii kutum* in the southern Caspian Sea." *Science of The Total Environment* 752: 141542.
- [26]. Rasta, Majid, Masoud Sattari, Mojtaba S. Taleshi, and Javid Imanpour Namin. (2021) Microplastics in different tissues of some commercially important fish species from Anzali Wetland in the Southwest Caspian Sea, Northern Iran." *Marine Pollution Bulletin* 169: 112479.
- [27]. Maghsodian, Zeinab, Ali Mohamad Sanati, Bahman Ramavandi, Ahmad Ghasemi, and George

- in coastal sediments of the Caspian Sea (Guilan province, Iran). *Journal of Oceanography*, 12(47), 84-92.
- [42]. Mohiti, M., Imanpoor Namin, J., Satari, M., & Shokrolahzadeh Taleshi, M. (2022). Investigation of microplastic pollution in the Southern Caspian Sea coastal sediments. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 30(6), 97-110.
- [43]. Gholizadeh, M., Cera, A. (2022). Microplastic contamination in the sediments of Qarasu estuary in Gorgan Bay, south-east of Caspian Sea, Iran. *Science of The Total Environment*, 155913.
- northern part of the Oman Sea. *Marine pollution bulletin*, 155, 111166.
- [39]. Nabizadeh, R., Sajadi, M., Rastkari, N., & Yaghmaeian, K. (2019). Microplastic pollution on the Persian Gulf shoreline: A case study of Bandar Abbas city, Hormozgan Province, Iran. *Marine pollution bulletin*, 145, 536-546.
- [40]. Mehdinia, A., Dehbandi, R., Hamzehpour, A., & Rahnama, R. (2020). Identification of microplastics in the sediments of southern coasts of the Caspian Sea, north of Iran. *Environmental Pollution*, 258, 113738.
- [41]. Mohammadi Galangash, M., Echresh, A., & Sanati, A.M. (2021). Investigation of microplastics