



Investigating the presence of microplastics in the water and sediment of Qeshm mangrove ecosystem beach (Case study of Tabl mangrove forest)

Kiadokht Rezaei¹ | Arash Javanshir Khoei² | Ommolbanin Bazrafshan³

1. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: kia.rezaie@ut.ac.ir
2. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran. E-mail: arashjavanshir@ut.ac.ir
3. Corresponding Author, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources Engineering, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran. E-mail: o.bazrafshan@hormozgan.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 17 March 2023

Received in revised form 21

June 2023

Accepted 02 July 2023

Published online 27 January

2024

Keywords:

Mangroves,

Microplastics,

Persian Gulf,

Sediment.

ABSTRACT

The increasing production and consumption of plastic in the world has caused environmental problems. Monitoring of microplastics in natural ecosystems is needed. In the intertidal area of Qeshm mangrove forest beach, three sites were selected and water and runoff were sampled in 3 repetitions. The sediments were placed in an oven at 50 C° for 72 hours and passed through a 7 mm sieve. Then the sediment and water samples were first mixed with NaCl saturated solution and then with NaI saturated solution. The upper part of the saline solutions was filtered using Whatman filter paper (Cat No. 1442) and the filter paper was placed in an oven at 60 C° for 12 hours. Finally, the filters were examined by a stereoscope. Also, the amount of difference between the groups was investigated using variance analysis and F statistics. The highest and lowest number of microplastics in sediments were observed in site 1 with 54.67±19.14 MPs/Kg and in site 3 with 9.67±3.06 MPs/Kg, respectively. Also, the number of microplastics in water was the highest in site 1 with 17.33±6.51 MPs/L, and the lowest in site 3 with 3.33±1.53 MPs/L. A correlation was observed between microplastics in water and sediments ($R^2=0.96$). The similarity based on the presence of microplastics in water and sediment was observed in sites 2 and 3 ($p=0.95$). In general, it can be said that the number of microplastics in water and sediment was higher in areas with more human activity and presence.

Cite this article: Rezaei, K., Javanshir Khoei, A., & Bazrafshan, O. (2024). Investigating the presence of microplastics in the water and sediment of Qeshm mangrove ecosystem beach (Case study of Tabl mangrove forest). *Journal of Natural Environment*, 76 (Special Issue), 57-66. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.356873.2538>





بررسی حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوب ساحل اکوسیستم مانگرو قشم (مطالعه جنگل مانگروی طبل)

کیادخت رضایی^۱ | آرش جواشیرخوئی^۲ | ام‌البنین بذرافشان^۳

۱. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: kia.rezaie@ut.ac.ir

۲. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران. رایانامه: arashjavanshir@ut.ac.ir

۳. نویسنده مسئول، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران. رایانامه: o.bazrafshan@hormozgan.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۶	افزایش روزافزون تولید و مصرف پلاستیک در جهان، موجب بروز مشکلات محیط‌زیستی شده است. بنابراین پایش میکروپلاستیک‌ها در اکوسیستم‌های طبیعی، ضروری است. در ناحیه بین جزر و مدی ساحل جنگل مانگروی قشم، سه ایستگاه انتخاب و از آب و رسوب در سه تکرار نمونه‌برداری شد. رسوبات در دمای 50°C به مدت ۷۲ ساعت در آن قرار داده شدند سپس از الک با مش ۷ میلی‌متر گذرانده شدند. سپس نمونه‌های رسوب و آب، ابتدا با محلول اشباع NaCl و بعد با محلول اشباع NaI مخلوط شدند. بخش رویی محلول‌های نمکی، با استفاده از کاغذ صافی واتمن (Cat No. 1442) فیلتر و کاغذ صافی در دمای 60°C به مدت ۱۲ ساعت در آن قرار داده شد. در نهایت فیلترها توسط استریوسکوپ مورد بررسی قرار گرفتند. بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین تعداد میکروپلاستیک در رسوبات، به ترتیب در ایستگاه ۱ با $54/67 \pm 19/14$ و در ایستگاه ۳ با $9/67 \pm 3/06$ ذره بر کیلوگرم رسوب خشک مشاهده شد. همچنین میانگین تعداد میکروپلاستیک‌ها در آب در ایستگاه ۱ با $17/6 \pm 33/51$ بیش‌ترین و در ایستگاه ۳ با $3/23 \pm 1/53$ ذره بر لیتر کم‌ترین مقدار را داشت. بین حضور مقدار میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوبات همبستگی $(R^2=0/96)$ مشاهده شد. تشابه بر اساس میزان حضور میکروپلاستیک در آب و رسوب، در ایستگاه‌های ۲ و ۳ مشاهده شد $(p=0/95)$. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود، تعداد میکروپلاستیک در مناطقی که فعالیت و حضور انسانی بیشتر است، در آب و رسوب بیشتر بود.
کلیدواژه‌ها: خلیج فارس، رسوب، مانگرو، میکروپلاستیک.	

استناد: رضایی، کیادخت؛ جواشیرخوئی، آرش؛ و بذرافشان، ام‌البنین (۱۴۰۲). بررسی حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوب ساحل اکوسیستم مانگرو قشم (مطالعه جنگل مانگروی طبل). *مجله زیست طبیعی*، ۷۶ (ویژه نامه)، ۶۶-۵۷.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2023.356873.2538>



مقدمه

بر اساس گزارشات، تولید جهانی میکروپلاستیک به ۳۶۹ میلیون تن رسیده است. همزمان با افزایش روز افزون تولید پلاستیک در جهان، میزان میکروذرات پلاستیکی موجود در محیط‌های آبی نیز در حال افزایش است (Plastics Europe, 2022). برخی ویژگی‌ها نظیر مقاومت در برابر خوردگی، هدایت حرارتی و الکتریکی کم، دوام و پایداری، قابلیت استفاده به‌منظور جابجایی سایر مواد و هزینه کم تولید باعث شده که پلاستیک برای استفاده در بسیاری از زمینه‌ها، از حوزه ساختمان گرفته تا پزشکی گزینه مناسبی باشند (Bockhorn *et al.*, 1999) و به‌خاطر ویژگی‌های ذکر شده، حضور این مواد پلاستیکی در محیط طبیعی مشکل ساز شده است. علاوه بر این در طی فرآیند تولید پلاستیک‌ها به‌منظور ایجاد یک ویژگی خاص در ساختار آن‌ها ممکن است مواد شیمیایی به آن‌ها اضافه شود (Andrady and Neal, 2009; Fries *et al.*, 2013) که ممکن است در صورت مصرف، ایجاد سمیت کنند. پلاستیک‌ها قادرند که مواد شیمیایی موجود در طبیعت را جذب کرده یا با آن‌ها ترکیب شوند (Zarfl and Matthies, 2014; Velzeboer *et al.*, 2010). ذرات میکروپلاستیک از نسبت سطح به حجم بالایی برخوردار هستند که این خصوصیت کمک می‌کند تا از پتانسیل بالایی برای ترکیب با آلاینده‌های محیطی از جمله هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) (Rios *et al.*, 2007) و یا فلزات (Betts, 2008; Ashton *et al.*, 2010) برخوردار باشند.

طیف وسیعی از پلیمرهای پلاستیکی که توسط بشر تولید می‌گردند، در طبیعت رها می‌شوند. بیشترین استفاده از پلیمرها در اروپا به ترتیب شامل پلی‌اتیلن (PE)، پلی‌پروپیلن (PP)، پلی‌وینیل کلراید (PVC) و پلی‌استایرن است (Plastics Europe, 2022). هر یک از انواع مختلف پلیمرهای پلاستیکی چگالی متفاوتی دارد (از ۱۶ تا ۲۲۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب) (Nizzetto *et al.*, 2016) که بر چگونگی رفتار ذره میکرو پلاستیک در محیط طبیعی اثرگذار است. علاوه بر این، ذرات میکرو پلاستیک در طیف وسیعی از شکل‌ها از قبیل کروی، الیاف، فیلم و شکل‌های نامنظم مشاهده می‌شوند (Lebreton *et al.*, 2018; Jambeck *et al.*, 2015). چگالی متفاوت و شکل‌های مختلف باعث شده تا ذرات میکرو پلاستیک به طرق متعدد در بخش‌های مختلف محیط‌های آبی نظیر سطح آب، ستون آب و رسوبات بستر پراکنده شده و بر روی موجودات زنده ساکن در سطوح مختلف تروفی و یا زیستگاه‌های متفاوت که در معرض آن‌ها قرار دارند اثراتی را به‌جا بگذارند (Betts, 2008; Thompson *et al.*, 2009; Cole *et al.*, 2011). به‌طور کلی موجودات ساکن منطقه پلاژیک نظیر فیتوپلانکتون‌ها (Long *et al.*, 2015)، سخت‌پوستان کوچک نظیر زئوپلانکتون‌ها (Desforjes *et al.*, 2015) با ذرات میکروپلاستیک شناور مواجه هستند، در حالی که موجودات ساکن منطقه بنتیک نظیر آمفی‌پودها (Thompson *et al.*, 2004)، کرم‌های پلی‌کت (Mathalon and Hill, 2014)، کرم‌های لجن (تویفکس‌ها) (Hurley *et al.*, 2017)، نرم‌تنان (Brilliant and MacDonald, 2002; Browne *et al.*, 2015) و خارپوستان (Hart, 1991; Graham and Thompson, 2009) در معرض ذرات میکرو پلاستیک ترسیب شده قرار دارند. در نهایت رسوبات محل انباشت زباله‌های پلاستیکی هستند و نسبت به بدنه آبی تعداد بیشتری ذرات میکروپلاستیک‌ها در خود ذخیره دارند (Jambeck *et al.*, 2015; Lebreton *et al.*, 2018).

امروزه مطالعات پیرامون میکروپلاستیک‌ها و اثرات آن‌ها در اتمسفر، خاک، آب و موجودات زنده، گسترش یافته است. در نتیجه مطالعه میکروپلاستیک‌ها در ایران؛ خصوصاً اکوسیستم‌های منحصراً به‌فرد سواحل جنوبی کشور ضروری می‌باشد. یکی از مهمترین اکوسیستم‌های نواحی جنوبی کشور، جنگل‌های مانگرو است. جنگل‌های مانگرو نقش مهمی در به دام انداختن رسوبات و مواد معلق موجود در ستون آب دارند (Kathiresan, 2003). رسوبات موجود در جنگل‌های مانگرو از طریق محتوای کربن آلی کل، شرایط بی‌هوازی، تغییر و تبدیل سریع آلاینده‌ها و دفن آن‌ها، به‌عنوان ذخیره‌گاهی برای آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی محسوب می‌شود (Vane *et al.*, 2009).

مطالعات بسیاری در ارتباط با جنگل‌های مانگرو و میکروپلاستیک‌ها صورت گرفته است. از اولین مطالعاتی که در ارتباط با حضور میکروپلاستیک‌ها در ناحیه جزر و مدی مانگرو صورت گرفت، نشان داد که بیشتر شکل رشته‌ای میکروپلاستیک‌ها در رسوبات وجود دارد و ارتباطی بین فراوانی میکروپلاستیک‌ها و اندازه رسوبات وجود ندارد (Nor and Obbard, 2014). همچنین Dominguez و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه مانگروهای خلیج گایوکیل اکوادور به این نتیجه رسیدند که فراوانی میکروپلاستیک‌ها در رسوبات نواحی بین جزر و مدی و زیر جزر و مدی بیشتر است و شکل الیاف فراوان‌ترین شکل آن‌ها بوده است (Dominguez

Naji و همکاران (۲۰۱۹)، در بررسی اکوسیستم مانگروی خورخوران ایران، میانگین تعداد ذرات میکروپلاستیک‌ها را از ۱۹/۵ تا ۳۴/۵ MP/Kg گزارش نمودند که متداول‌ترین شکل موجود میکروالیاف و سپس قطعه بوده است (Naji *et al.*, 2019). Singare (۲۰۱۲) گزارش نمود ۷۱-۵۵٪ زباله‌های زیست‌تخریب‌ناپذیر در مانگروی ماهیم بمبئی را پلاستیک‌ها تشکیل می‌دهند که مانع از جریان منظم آب در این سواحل شده و از اصلی‌ترین دلایل سیل بمبئی در سال ۲۰۰۵ برشمرده شده‌اند (Singare, 2012). Debort و همکاران (۲۰۱۳) جنگل‌های مانگرو را به‌عنوان فیلتر زباله‌های پلاستیکی برشمرده به‌طوری که کیسه‌های پلاستیکی، بطری، طناب و غیره در ریشه‌ها به دام می‌افتند و زباله‌های کوچکتر به عمق نفوذ می‌کنند (Debort *et al.*, 2013). Martin و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود، جنگل‌های مانگرو را به‌عنوان چاه زباله‌های پلاستیکی معرفی نمودند و همچنین نتیجه گرفتند که فاصله تا مسیرهای اصلی حمل و نقل، به‌طور معنی‌دار، بر تراکم زباله‌های پلاستیکی در مانگروها تأثیر دارد (Martin *et al.*, 2019). Zhuo و همکاران (۲۰۲۰) فراوانی و توزیع میکروپلاستیک‌ها را در سواحل مانگرو واقع در شرق چین را بررسی نمودند و براساس مطالعات آن‌ها پنج شکل مختلف میکروپلاستیک با رنگ‌های متنوع در رسوبات حرا شناسایی شد که در میان آن‌ها فوم و الیاف از انواع غالب بودند. از لحاظ اندازه، میکروپلاستیک‌های مشاهده شده با محدوده اندازه کمتر از ۲ میلی‌متر، ۵۸/۶٪ از کل ذرات میکروپلاستیک را تشکیل داده بودند. فراوانی میکروپلاستیک‌ها تنوع قابل توجهی را در بین سایت‌های نمونه‌برداری نشان داد که در رسوب خشک از ۸/۳ تا ۵۷۳۸/۳ MP/Kg متغیر بوده است (Zhuo *et al.*, 2020). Zhang و همکاران (۲۰۲۰) توزیع و ویژگی‌های میکروپلاستیک‌ها را در جنگل‌های حرا در جنوب چین مطالعه نمودند. براساس گزارش آن‌ها، فراوانی میکروپلاستیک‌ها در رسوب خشک ۱۳۰۲ MP/Kg، با فرم غالب فوم و الیاف بوده است. آن‌ها نتیجه گرفتند که تفاوت در توزیع میکروپلاستیک‌ها در رسوبات حرا به فعالیت‌های انسان محور و تراکم پوشش گیاهی مربوط می‌شود (Zhang *et al.*, 2020). Dou و همکاران (۲۰۲۱) در نمونه‌برداری میکروپلاستیک از ۳۲ ایستگاه در امتداد خط ساحلی جنوب چین، فوم و الیاف پلی‌استایرن را فراوان‌ترین زباله‌های موجود در رسوبات، گزارش نمودند (Dou *et al.*, 2021). Khuyen و همکاران (۲۰۲۱) میکروپلاستیک موجود در سواحل مانگرو Can Gio را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که میکروپلاستیک‌ها در غلظت‌های ۳۱/۹۹ تا ۹۲/۵۶ MP/g در رسوبات انباشته بودند. همچنین آب دریا در ساحل Can Gio و دماغه Dong Tran به ترتیب حاوی ۳/۷۵ و ۶/۴۴ MP/L میکروپلاستیک بود (Khuyen *et al.*, 2021).

با توجه به تمایل ساکنین بومی منطقه طبل و برنامه سازمان شیلات استان هرمزگان جهت پرورش توأم اردک و ماهی در سواحل مانگرو، بررسی حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوب سواحل جنگل‌های مانگرو ضروری می‌نماید. زیرا محصول نهایی مستقیماً وارد چرخه غذایی انسان می‌گردد. بنابراین در این تحقیق به مطالعه حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوب سواحل جنگل‌های مانگرو طبل، واقع در سواحل جزیره قشم پرداخته شده است.

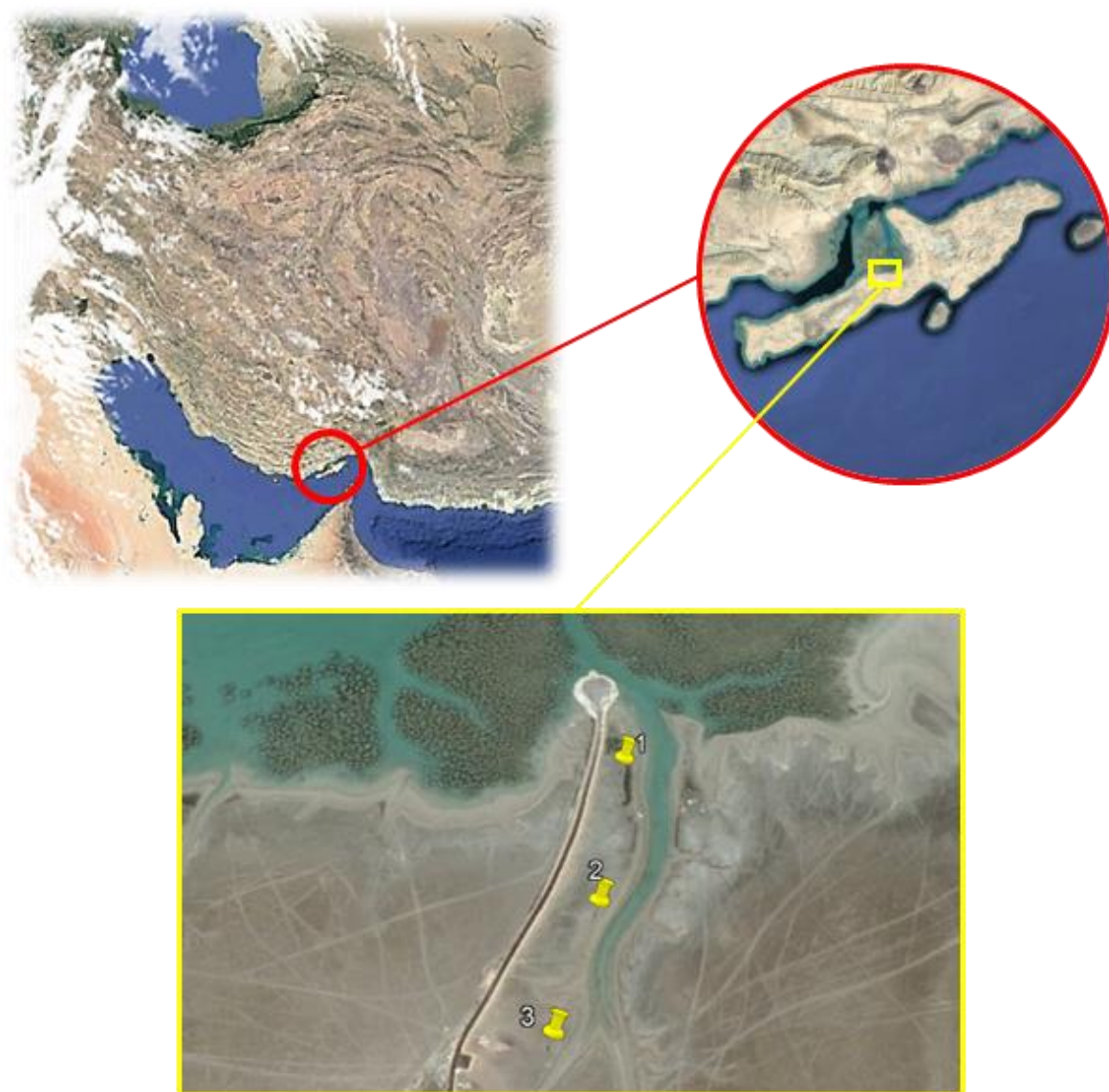
روش‌شناسی پژوهش

منطقه مورد مطالعه: جزیره قشم، یکی از جزایر خلیج فارس است که با مساحت ۱۴۹۱ کیلومترمربع، به‌عنوان بزرگترین جزیره ایران و خلیج فارس در استان هرمزگان قرار دارد. از مناطق مهم در کناره‌های شمالی و غربی جزیره قشم، جنگل‌های مانگرو یا حرا می‌باشند که مساحتی حدود ۲۰۰۰ کیلومترمربع را به‌خود اختصاص داده اند (The National System of Laws and Regulations of the Islamic Republic of Iran, 2017). در این مطالعه، سه ایستگاه در محل جزر و مدی حرای طبل، هر ایستگاه با ۱۰۰ متر فاصله به‌منظور پوشش دهی منطقه ورودی به اسکله صیادان، که در امتداد آن راه شوسه قرار دارد، مورد مطالعه قرار گرفته است (جدول ۱، شکل ۱).

نمونه‌برداری: نمونه‌برداری از رسوبات توسط قاب چهاروجهی با مساحت ۹۰۰ سانتی‌مترمربع و برداشت رسوب تا عمق ۵ سانتی‌متر به میزان حدود ۲ کیلوگرم و در سه تکرار مجزا صورت گرفت (Nuelle *et al.*, 2014). این رسوبات درون شیشه‌های نامگذاری شده به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه هرمزگان انتقال یافتند. رسوبات درون فویل آلومینیومی، در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت در آون قرار گرفتند. سپس رسوبات خشک‌شده با مش چشمه ۷ میلی‌متر الک شدند (Claessens *et al.*, 2013).

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

مختصات جغرافیایی	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
ایستگاه اول (S1)	۲۶°۴۶'۲۳"	۵۵°۴۴'۱۷"
ایستگاه دوم (S2)	۲۶°۴۶'۱۶"	۵۵°۴۴'۱۶"
ایستگاه سوم (S3)	۲۶°۴۶'۱۱"	۵۵°۴۴'۱۴"



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های منتخب

(Nuelle *et al.*, 2014). همچنین نمونه آب توسط بطری شیشه‌ای در عمق ۳۰ سانتی‌متر با سه تکرار، به صورت تصادفی، از هر ایستگاه برداشت و به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه هرمزگان منتقل شد. نمونه‌برداری‌ها در اسفندماه ۱۴۰۱ طی سه روز صورت گرفت. لازم به ذکر است در تمامی مراحل برای حفظ کنترل و تضمین کیفیت نمونه‌برداری‌ها و نتایج به دست آمده، به اجرای صحیح روش‌های نمونه‌برداری میدانی و انتقال به آزمایشگاه از جمله استفاده از وسایل غیرپلاستیکی (شیشه و فلز) در نمونه‌برداری، حفظ نمونه و انتقال به آزمایشگاه توجه شد. همچنین در آزمایشگاه در محیطی به دور از جریان شدید هوا و تردد افراد مراحل خشک کردن و فیلتراسیون صورت گرفت (Brander *et al.*, 2020).

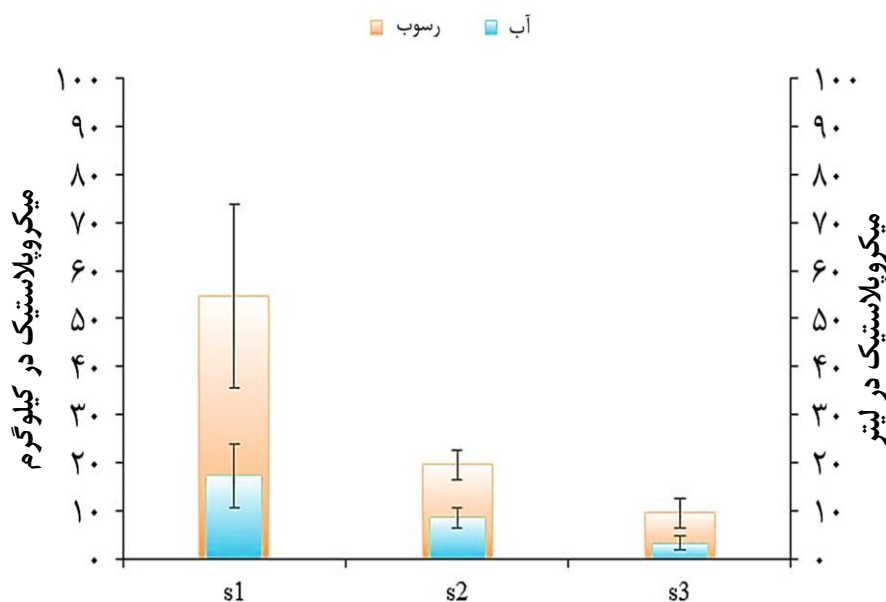
جداسازی میکروپلاستیک‌ها: جداسازی میکروپلاستیک بر اساس اختلاف چگالی و به روش دو مرحله‌ای انجام شد. در مرحله اول با استفاده از محلول اشباع NaCl ($1/2 \text{ g/cm}^2$) شرکت قطران شیمی تجهیز ایران و سپس با استفاده از محلول اشباع NaI ($1/6 \text{ g/cm}^2$) شرکت قطران شیمی تجهیز ایران، میکروپلاستیک‌ها شناور شد و از رسوبات جدا شدند. سپس با استفاده از کاغذ

صافی واتمن (Cat No. 1442) محلول نمکی فیلتر شد و کاغذ صافی در پتری دیش و به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در آن قرار گرفت تا کاملاً خشک گردد. سپس کاغذ صافی خشک شده جهت شمارش ذرات میکروپلاستیک‌ها توسط استریوسکوپ Novel NSZ-810 شرکت Ningbo Yongxin Optics با بزرگنمایی ۴۰ استفاده شد (Duis and Coors, 2016).

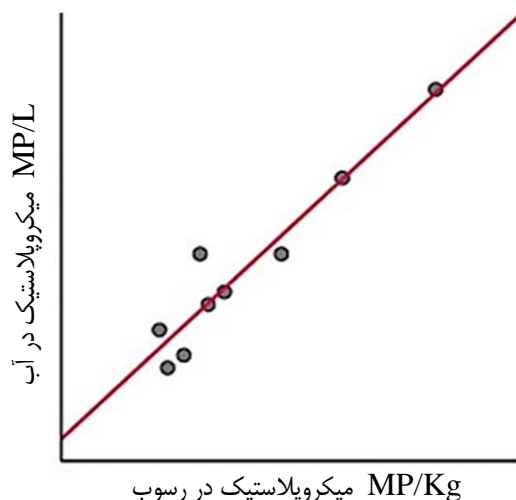
تجزیه و تحلیل آماری: میانگین داده‌های مربوط به هر سنجش به صورت مقادیر میانگین \pm انحراف معیار گزارش شد. پردازش آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد. در ابتدا، نرمال بودن داده‌ها بر اساس آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف تأیید شد، سپس با آزمون تحلیل واریانس ANOVA همبستگی بین حضور میکروپلاستیک در آب و رسوب در سطح معنی‌داری ۹۵٪ بررسی شد. همچنین تشابه ایستگاه‌ها با خوشه‌بندی تعیین گردید (Zare chahouki and Bihamta, 2013).

یافته‌های پژوهش

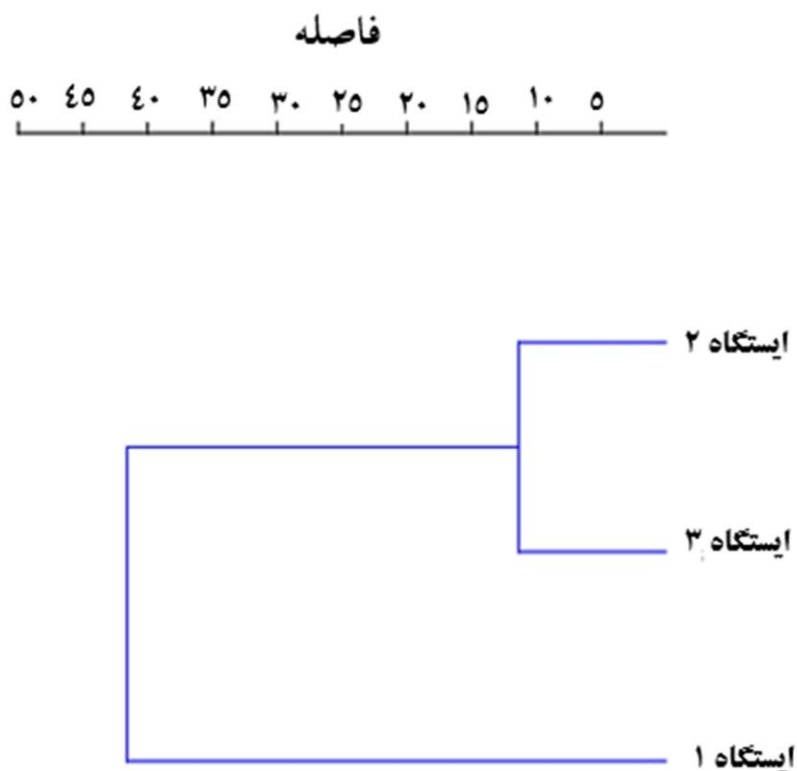
براساس داده‌های به‌دست آمده در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، میزان میکروپلاستیک در رسوبات در ایستگاه اول با میانگین تعداد $54/19 \pm 67/14$ MPs/Kg بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص داد در حالی که در ایستگاه سوم با میانگین تعداد $9/67 \pm 3/06$ MPs/Kg کمترین مقدار را داشته است. همچنین مقدار میکروپلاستیک شمارش شده در رسوبات هر ایستگاه با دیگر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار ($P=0/007, F=13/05$) نشان داد (شکل ۲). همچنین در ایستگاه‌های نمونه‌برداری، میزان میکروپلاستیک در آب در ایستگاه اول با میانگین تعداد $17/33 \pm 6/51$ MPs/L بیشترین مقدار را به‌خود اختصاص داد در حالی که در ایستگاه سوم با میانگین تعداد $3/33 \pm 1/53$ MPs/L کمترین مقدار را داشته است. مقدار میکروپلاستیک شمارش شده در آب هر ایستگاه با دیگر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار ($P=0/015, F=9/17$) نشان داد (شکل ۲). ارتباط و همبستگی بین حضور مقدار میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوبات، به‌صورت مستقیم و مثبت تأیید می‌گردد ($R^2=0/96$) (شکل ۳). از طرف دیگر با توجه به شکل ۴، براساس شاخص Euclidean، ایستگاه اول متمایز از دو ایستگاه دیگر بوده و بیشترین تشابه بین ایستگاه‌های دوم و سوم مشاهده شد ($p=0/95$).



شکل ۲- نمودار مقدار میکروپلاستیک شمارش شده در یک کیلوگرم رسوب خشک و یک لیتر آب در هر ایستگاه



شکل ۳- نمایش همبستگی بین حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوبات



شکل ۴- نمودار تحلیل خوشه‌ای و تعیین تشابه ایستگاه‌های مورد مطالعه

بحث

هدف از این تحقیق، بررسی حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوب سواحل جنگل‌های مانگرو بود. زیرا محصول نهایی این منطقه، به‌عنوان اکوسیستمی حاصلخیز با قابلیت تولید بالا، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، وارد چرخه غذایی انسان می‌گردد. براساس نتایج به‌دست آمده، میانگین کلی تعداد میکروپلاستیک‌ها در رسوب $28/00 \pm 9/29$ MP/Kg به‌دست آمد که با مطالعات Najji و

همکاران (۲۰۱۹) که در آن تعداد ذره میکروپلاستیک در رسوب را در محدوده ۱۹/۵ تا ۳۴/۵ MPs/Kg گزارش کرده بودند، مطابقت دارد. میزان میکروپلاستیک در آب و رسوبات، در نواحی نزدیک به اسکله بیشتر از سایر نقاط و ایستگاه‌های نزدیک به راه شوسه بوده است که می‌تواند ناشی از فعالیت صیادان و استفاده ابزار و ادوات صیادی و رفع نیازهای انسانی همچون مصرف آب و خوراک باشد که منجر به انباشت تکه‌های تور، طناب، بطری، نایلون، ظروف بسته‌بندی و غیره در محیط نزدیک به اسکله شده است که با مطالعات Debort و همکاران (۲۰۱۳) و Martin و همکاران (۲۰۱۹)، Zhang و همکاران (۲۰۲۰) که سواحل مانگرو را به‌عنوان فیلتر و چاه‌های زباله‌های انسانی معرفی نمودند، هم‌راستا است. همچنین کمترین مقدار میکروپلاستیک مشاهده شده در ایستگاه نزدیک به ورود راه شوسه بوده که انشعاب کوچکی از آب به آن راه دارد. در این ایستگاه حضور انسانی کمتر بوده و همچنین دور از استفاده صیادان است. از طرفی، حرکت آب در آن زیاد نبوده، آن‌چنان که در تحقیق Martin و همکاران (۲۰۱۹) نیز به تأثیر حرکت آب در انباشت و یا زدایش زباله‌های پلاستیکی اشاره شده است. همچنین تعداد ذرات میکروپلاستیک در نمونه‌های آب کمتر از نمونه‌های رسوب بوده است که با گزارش‌های Jambeck و همکاران (۲۰۱۵)، Lebreton و همکاران (۲۰۱۸) و Khuyen و همکاران (۲۰۲۱)، در ارتباط با نسبت مقدار میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوبات، مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به استفاده روزافزون از پلاستیک در زندگی روزمره انسان‌ها، معضل ورود این مواد به‌عنوان آلاینده‌های محیط‌زیست فراگیر شده است. از این‌رو، پایش پلاستیک‌ها و میکروپلاستیک‌ها در محیط خصوصاً منابع آبی، می‌تواند در مدیریت و احیای این منابع مؤثر باشد. در این مطالعه با توجه به اکوسیستم با ارزش حرا، میزان حضور میکروپلاستیک‌ها در آب و رسوبات ساحلی در منطقه طبل قشم مورد ارزیابی قرار گرفت. به‌طور کلی با توجه به آمار ارائه شده در تحقیقات پیشین، میزان پلاستیک برداشت‌شده از آب و رسوب سواحل مانگروی طبل واقع در جزیره قشم در سطوح پایین بوده، اما بهتر است در کاهش این آلاینده در اکوسیستم مانگرو تلاش مضاعف گردد تا پایداری و سلامت هرچه بیشتر اکوسیستم‌های مانگرو تأمین گردد.

References

- Andrady, A.L., 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 62, 1596-1605.
- Ashton, K., Holmes, L., Turner, A., 2010. Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 60, 2050-2055.
- Betts, K., 2008. Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans. *Environmental Science and Technology* 42(24), 8995-8995.
- Bockhorn, H., Hornung, A., Hornung, U., Schawaller, D., 1999. Kinetic study on the thermal degradation of polypropylene and polyethylene. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 48, 93-109.
- Brander, S.M., Renick, V.C., Foley, M.M., Steele, C., Woo, M., Lusher, A., Rochman, C., 2020. EXPRESS: sampling and QA/QC: a guide for scientists investigating the occurrence of microplastics across matrices. *Applied Spectroscopy*.
- Brillant, M.G.S., MacDonald, B.A., 2002. Postingestive selection in the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) on the basis of chemical properties of particles. *Marine Biology* 141, 457-465.
- Browne, M.A., Niven, S.J., Galloway, T.S., Rowland, S.J., Thompson, R.C., 2013. Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Current Biology* 23(23), 2388-2392.
- Claessens, M., Van Cauwenberghe, L., Vandegehuchte, M.B., Janssen, C.R., 2013. New techniques for the detection of microplastics in sediments and field-collected organisms. *Marine Pollution Bulletin* 70(1), 227-233.
- 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.
- Debrot A.O., Meesters H.W.G., Bron P.S., de León R., 2013. Marine Debris in Mangroves and on the Seabed: Largely-Neglected Litter Problems. *Marine Pollution Bulletin* 72(1), 1-1.

- Desforges, J.P.W., Galbraith, M., Ross, P.S., 2015. Ingestion of microplastics by zooplankton in the Northeast Pacific Ocean. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 69, 320-330.
- Domínguez G., Calle M., Tirape A., Calle P., Noel M., Ross P., Alava J., 2017. Occurrence of Microplastics in the Mangrove Ecosystem of the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Latin America 12th Biennial Meeting, Santos, São Paulo, Brazil, 7-10 September 2017.
- Dou, P.-C., Mai, L., Bao, L.-J., Zeng, E.Y., 2021. Microplastics on beaches and mangrove sediments along the coast of South China. *Marine Pollution Bulletin* 172, 112806.
- 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.
- Fries, E., Dekiff, J.H., Willmeyer, J., Nuelle, M.-T., Ebert, M., Remy, D., 2013. Identification of polymer types and additives in marine microplastic particles using pyrolysis-GC/MS and scanning electron microscopy. *Environmental Science: Processes Impacts* 15, 1949-1956.
- Graham, E.R., Thompson, J.T., 2009. Deposit- and suspension-feeding sea cucumbers (Echinodermata) ingest plastic fragments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 368, 22-29.
- Hart, M.W., 1991. Particle capture and the method of suspension feeding by echinoderm larvae. *Biology Bulletin* 180, 12-27.
- Hurley, R.R., Woodward, J.C., Rothwell, J.J., 2017. Ingestion of microplastics by freshwater tubifex worms. *Environmental Science & Technology* 51(21), 12844-12851.
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean, *Science* 347, 768-771.
- Kathiresan, K., 2003. How do mangrove forests induce sedimentation? *Revista de Biologia Tropical* 51(2), 355-360
- Khuyen, V.T.K., Le, D.V., Fischer, A.R., Dornack, C., 2021. Comparison of Microplastic Pollution in Beach Sediment and Seawater at UNESCO Can Gio Mangrove Biosphere Reserve. *Global Challenges* 5, 2100044.
- Lebreton L., Slat B., Ferrari F., Sainte-Rose B., Aitken J., Marthouse R., Hajbane S., Cunsolo S., Schwarz A., Levivier A., Noble K., 2018. Evidence That the Great Pacific Garbage Patch Is Rapidly Accumulating Plastic, *Scientific Reports* 8.
- Long, M., Moriceau, B., Gallinari, M., Lambert, C., Huvet, A., Raffray, J., Soudant, P., 2015. Interactions between microplastics and phytoplankton aggregates: impact on their respective fates. *Marine Chemistry* 175, 39-46.
- Martin C., Almahasheer H., and Duarte C.M., 2019. Mangrove Forests as Traps for Marine Litter, *Environmental Pollution*. 247, 409-508.
- Mathalon, A., Hill, P., 2014. Microplastic fibers in the intertidal ecosystem surrounding Halifax Harbor, Nova Scotia. *Marine Pollution Bulletin* 81(1), 69-79.
- Naji A., Nuri M., Amiri P., Nyogi S., 2019. Small Microplastic Particles (S-Mpps) In Sediments of Mangrove Ecosystem on the Northern Coast of the Persian Gulf, *Marine Pollution Bulletin* 146, 305-311.
- Nizzetto, L., Bussi, G., Futter, M.N., Butterfield, D., Whitehead, P.G., 2016. A theoretical assessment of microplastic transport in river catchments and their retention by soils and river sediments. *Environmental Science: Processes Impacts* 18(8), 1050-1059.
- Nor N.H.M., Obbard J.P., 2014. Microplastics in Singapore's Coastal Mangrove Ecosystems, *Marine Pollution Bulletin* 79, 278-283.
- Plastics Europe, 2022. Plastics –. Plastics Europe, Brussels. plasticseurope.org
- Rios, L.M., Moore, C., Jones, P.R., 2007. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin* 54(8), 1230-1237.
- Singare P.U., 2012. Quantification Study of Non-Biodegradable Solid Waste Materials Accumulated in the Mangroves of Mahim Creek, Mumbai. *Marine Science* 2, 1-5.
- The National System of Laws and Regulations of the Islamic Republic of Iran, 2017. The letter of approval regarding the creation of a mangrove section in the citizenship of Qeshm city, Hormozgan province, was approved on 2018/14/08. <https://qavanin.ir>. (In Persian)
- Thompson, R.C., Moore, C.J., VomSaal, F.S., Swan, S.H., 2009. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 364, 2153-2166.

- Vane, C.H., Harrison, I., Kim, A., Moss-Hayes, V., Vickers, B., Hong, K., 2009. Organic and metal contamination in surface mangrove sediments of South China. *Marine Pollution Bulletin* 58(1), 134-144.
- Velzeboer, I., Kwadijk, C.J.A.F., Koelmans, A.A., 2014. Strong sorption of PCBs to nanoplastics, microplastics, carbon nanotubes, and fullerenes. *Environmental Science and Technology* 48, 4869-4876.
- Zare Chahouki, M.A., Bihanta, M.R., 2013. Experimental designs in natural resources. Tehran: University of Tehran Press. (In Persian)
- Zarfl, C., Matthies, M., 2010. Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the Arctic? *Marine Pollution Bulletin* 60(10), 1810-1814.
- Zhang, H., Zhou, Q., Waniek, J.J., Luo, Y., 2020. The Distribution and Characteristics of Microplastics in Coastal Beaches and Mangrove Wetlands. In: He, D., Luo, Y. (eds) *Microplastics in Terrestrial Environments. The Handbook of Environmental Chemistry*, vol 95. Springer.
- Zhou, Q., Tu, C., Fu, C., Li, Y., Zhang, H., Xiong, K., Zhao, X., Li, L., Waniek, J. J., Luo, Y., 2020. Characteristics and distribution of microplastics in the coastal mangrove sediments of China. *Science of The Total Environment* 703, 134807.