J Oceanography (JOC). 12(47): 84-92, Autumn 2021

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

ORIGINAL RESEARCH PAPER (Marine Science)

Investigation of microplastics in coastal sediments of the Caspian Sea (Guilan province, Iran)

Mohsen Mohammadi Galangash [1 *], Ali Echresh [2], Ali Mohammad Sanati [3]

[1] *Associate Professor, Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran*

[2] *Graduate of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran*

[3] *Assistant Professor, Persian Gulf Research Institute, Department of Environmental Science, Persian Gulf University, Bushehr, Iran*

ARTICLE INFO

Code: A-10-1105-2

Article History:
Received: 19/02/2021
Revised: 25/07/2021
Accepted: 13/07/2021

Keywords:
Microplastic
Caspian Sea
Sediments
Guilan province

*Corresponding author:
m_mohammadi@guilan.ac.ir
0000-0003-0863-3198

ABSTRACT

Background and Objectives: The abstract is one of the essential parts of a paper. The abstract must be presented on Plastic products have a growing trend due to ease of production, flexibility, strength, and economic efficiency. These products are used in various industries, including construction, automobiles, marine industries, aerospace, electricity and electronics, transportation, medicine and pharmaceuticals, cosmetics, paints, agriculture, home appliances, etc. It can be said that today, plastic has become a part of human life, and no one can claim that who doesn't relate to plastic daily. This is illustrated that our environment is facing a massive amount of plastic pollution in the air, soil, and water. Also, this concern is exacerbated by the slow rate of degradation of these compounds in nature. The presence of compounds such as phthalates and bisphenols in the structure of plastics, which their carcinogenic effects and hormonal disorders have been reported in humans, can also intensify human concerns in public health and environmental issues. Scientists attempt to control the unbridled expansion of plastics in the environment by changes in the chemical structure of them into biodegradable forms, finding alternative products, and categorizing the primary sources of contamination. The largest enclosed water body of the Caspian Sea, with its unique sturgeon fish species and fragile ecological conditions, is one of the most important habitats. Due to the growing development trend in the surrounding countries of the Caspian Sea, microplastic pollution is increasing in this ecosystem. The present study was conducted on the southwestern shores of the Caspian Sea in the province of Guilan owing to the ecological importance of this habitat

Methods: In this study, sampling of surface sediments from the southwestern coastlines of the Caspian Sea was performed at 13 stations in September and October 2016. About 3kg of Sediment samples were collected from the surface section of 0-5 cm at each station. After dewatering, the samples were dried at 60 ° C and then passed through a sieve with a 5 mm mesh for homogenization. A two-step extraction method based on density was done by two saturated solutions prepared from NaCl and NaI to separate the microplastics from the sediment samples. The number of fragments, shape, and color separation of microplastics was performed using the stereomicroscope. The Fourier transform infrared spectroscopy device was also used to identify the chemical structure of microplastics.

Findings: A total of 909 microplastic fragments were obtained from sediment samples of the region. The results showed more microplastics in tourist and commercial centers such as Astara, Bandar Anzali, Caspian free zone, and areas of Chamkhaleh were more than other stations. Studies have demonstrated that in terms of shape, microplastics are separated into three categories, including filaments, disintegrating fragments, and membranes. The consequences of spectroscopy showed that the microplastics in the study area are composed of 4 different types of polymers: polyethylene, polypropylene, polyester, and polystyrene. The outcomes also displayed that the region's average microplastic particle size is 1.43 ± 1.06 mm.

Conclusion: According to the results, commercial and tourist sectors have a significant role in spreading micro-plastics in the study area. The continued use of fishing nets and plastic ropes in the fishing industry are other sources of this type of pollution in the region. Among the collected samples, microplastics with polyethylene structure had the highest amount between polyester, polypropylene, and polystyrene groups. This illustrates the use of large amounts of plastic bags and bottles in tourist areas has an essential role in increasing this type of polymer. The small microplastics and their greater ability to be swallowed by aquatic animals also show their extraordinary potential as a substrate for the absorption of other pollutants.

10.52547/joc.12.47.84

©2021 JOC. All rights reserved

NUMBER OF REFERENCES	NUMBER OF FIGURES	NUMBER OF TABLES
30	3	1

مقاله پژوهشی (علوم دریایی)

بررسی میکروپلاستیک‌ها در رسوبات سواحل دریای خزر (منطقه مورد مطالعه، سواحل استان گیلان)

محسن محمدی گلنگش [۱*]، علی عجرش [۲]، علی محمد صنعتی [۳]

[۱*] دانشیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا

[۲] دانش آموخته کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

[۳] استادیار پژوهشکده خلیج فارس، گروه محیط زیست، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۰۱
تاریخ بازبینی: ۱۴۰۰/۰۵/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲

واژگان کلیدی:
میکروپلاستیک
دریای خزر
رسوبات
استان گیلان

*نویسنده مسئول
✉ m_mohammadi@guilan.ac.ir

چکیده

پیشینه و اهداف: محصولات پلاستیکی به دلیل سهولت در تولید، انعطاف‌پذیری، مقاومت و صرفه اقتصادی از روند رو به رشدی درجهان برخوردار می‌باشند. این محصولات در بخش‌های وسیعی از صنایع ازجمله: ساختمان، خودرو، صنایع دریایی، هوا و فضا، برق و الکترونیک، حمل و نقل، پزشکی و دارویی، آرایشی و بهداشتی، رنگ، کشاورزی، لوازم خانگی و... کاربرد دارند؛ به‌طوری‌که می‌توان گفت امروزه پلاستیک بخشی از زندگی بشر شده و کسی نمی‌تواند ادعا کند که روزانه با پلاستیک در ارتباط نیست. این موضوع به‌خوبی نشان می‌دهد محیط زیست کره زمین با حجم عظیمی از بار آلودگی پلاستیک در هوا، خاک و آب مواجه است و این نگرانی‌ها با تجزیه بسیار کند این ترکیبات در طبیعت نیز بیشتر می‌شود. وجود ترکیباتی مانند فتالات و بیس فنل‌ها در ساختار پلاستیک‌ها که اثرات سرطان‌زایی و اختلالات هورمونی آنها برای انسان گزارش شده است. این موضوع نیز نگرانی‌های بشر را علاوه بر محیط زیست در بخش سلامت عمومی نیز تشدید کرده است. دانشمندان با مطالعه در تغییر ساختار شیمیایی پلاستیک‌ها به اشکال زیست تخریب‌پذیر، معرفی محصولات چایگزین و شناسایی کانون‌های آلودگی سعی در کنترل رشد لجام گسیخته آنها در محیطزیست را دارند. بزرگ‌ترین پیگره آبی بسته دریای خزر با دارا بودن گونه‌های منحصر به‌فرد ماهیان خاویاری و شرایط اکولوژیک شکننده یکی از اکوسیستم‌هایی است که ورود پلاستیک در آن به دلیل روند رو به رشد توسعه در کشورهای پیرامون آن در حال افزایش است. نظر به اهمیت موضوع این تحقیق در سواحل جنوبی غربی دریای خزر در محدوده استان گیلان انجام شد.

روش‌ها: در این تحقیق نمونه‌برداری از رسوبات سواحل جنوب غربی دریای خزر از ۱۳ ایستگاه در ماه‌های شهریور و مهر ۱۳۹۷ انجام شد. نمونه‌های رسوب به مقدار ۳ کیلوگرم از هر ایستگاه از بخش سطحی ۰-۵ سانتیمتری برداشت گردید.. نمونه‌ها پس از آبگیری در دمای ۶۰ درجه خشک شدند و سپس به منظور همگن سازی از الک با مش ۵ میلیمتر عبور داده شدند.. بمنظور جداسازی میکروپلاستیک‌ها از نمونه‌های رسوب از روش استخراج دو مرحله‌ای بر اساس چگالی با استفاده از دو محلول اشباع تهیه شده از NaCl و NaI استفاده گردید. تفکیک تعداد قطعات، شکل و رنگ میکرو پلاستیک‌ها در رسوبات با استفاده از استریو میکروسکوپ انجام شد. به منظور شناسایی ساختار شیمیایی میکرو پلاستیک‌های جمع آوری شده از دستگاه طیف‌سنج تبدیل فوریه مادون قرمز استفاده شد.

یافته‌ها: در مجموع ۹۰۹ قطعه میکروپلاستیک در رسوبات منطقه شمارش شدند نتایج نشان داد که مقدارمیکروپلاستیک‌ها در مراکز توریستی و تجاری مانند آستارا، بندرانزلی، منطقه آزاد کاسپین و چمخاله نسبت به سایر ایستگاه‌ها از کمیت بیشتری برخوردار بودند. مطالعات فیزیکی و ظاهری میکرو پلاستیک‌های جدا شده از نمونه‌ها نشان داد که از لحاظ شکل، میکروپلاستیک‌ها در ۳ دسته رشته‌ای، قطعات متلاشی و غشایی قراردارند. آنالیز ساختار شیمیایی نمونه‌های به دست آمده بر اساس طیف سنجی نشان داد که میکرو پلاستیک‌های منطقه مورد مطالعه از ۴ نوع پلیمر مختلف پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌استر و پلی‌استایرن می‌باشند. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین اندازه ذرات میکروپلاستیک، ۱/۰۶ ± ۱/۴۳ میلی‌متر می‌باشند.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج به دست آمده، مراکز تجاری و توریستی نقش عمده‌ای در انتشار میکرو پلاستیک‌ها در منطقه مورد مطاله دارند استفاده مداوم از تورهای ماهیگیری و طناب‌های پلاستیک در صنعت صیادی از منابع دیگر این نوع از آلودگی در منطقه می‌باشند. بین نمونه‌های مورد مطالعه، میکرو پلاستیک‌های با ساختار پلی اتیلن بیشترین سهم را در بین گروه‌های پلی استر، پلی پروپیلن و پلی استایرن داشت که این موضوع گسترش استفاده از کیسه‌های پلاستیکی و بطری‌های پلاستیکی را در مناطق توریستی در افزایش این نوع پلیمر را به خوبی نشان می‌دهد. اندازه‌ی ریز میکروپلاستیک‌ها مورد مطالعه علاوه بر قدرت بلع بیشتر توسط آبزیان توانایی بالای آن‌ها به‌عنوان بستری مناسب برای جذب سایر آلاینده‌ها را نیز نشان می‌دهد.

مقدمه

در قرن بیست و یکم، پلاستیک از عوامل عمده آلودگی آب دریاها و اقیانوس‌ها محسوب می‌شود (مسعودنیک و همکاران، ۱۳۹۶). میکروپلاستیک‌ها اشیایی فوق‌العاده کوچک هستند که در نزدیکی سطح بستر یا بر روی ساحل دریاها و اقیانوس‌ها وجود دارند (۱) و به مجموعه‌ای ناهمگون از ذرات اطلاق می‌شود که از نظر اندازه از چند میکرون تا ۵ میلی‌متر (۵۰۰ میکرون) متفاوت هستند (۲) از نظر اندازه ذرات، دو نوع میکروپلاستیک وجود دارد: میکروپلاستیک‌های بزرگ (L-MPP) که تکه‌های پلاستیکی در محدوده‌ی ۱-۵ میلی‌متر بوده و میکروپلاستیک‌های کوچک (S-MPP) که شامل ذرات پلاستیکی کوچکتر از ۱ میلی‌متر می‌باشند (۳).

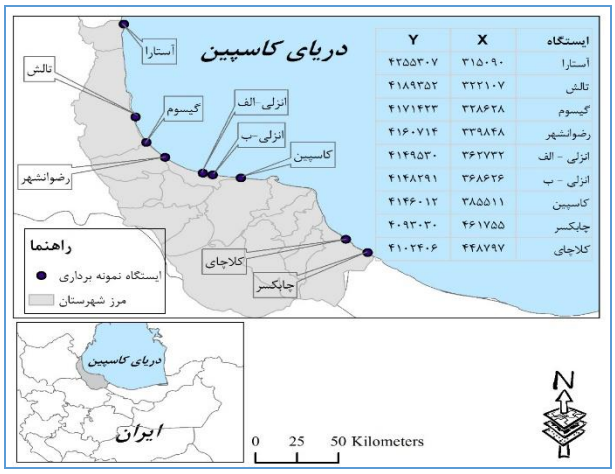
همچنین می‌توان میکروپلاستیک‌ها را در دو دسته طبقه‌بندی نمود: میکروپلاستیک‌های اولیه که با ابعاد میکروسکوپی مستقیماً به محیط‌زیست وارد می‌شوند و در لوازم آرایشی، صنایع شیمیایی و بعنوان حامل داروها در پزشکی استفاده می‌شوند (۴). دسته‌ی دیگر میکروپلاستیک‌های ثانویه هستند که از تجزیه شیمیایی و فیزیکی بقایای پلاستیکی بزرگ‌تر حاصل می‌شوند (۵). در محیط‌های دریایی بیشترین غلظت میکروپلاستیک و الیاف در مناطق ساحلی، بندرها و در نزدیکی واحدهای صنعتی مشاهده می‌شود (۶). در زمینه تجمع انواع میکروپلاستیک در محیط‌های دریایی از چند دهه گذشته مطالعات بسیاری در سراسر جهان صورت گرفته است که می‌توان به تحقیقات لاهیجان زاده و همکاران (۱۳۹۹) (۷) در خلیج فارس، He و همکاران (۲۰۲۰) (۸) در استرالیا، Dodson و همکاران (۲۰۲۰) (۹) در آمریکا، Mehdinia و همکاران (۲۰۲۰) (۱۰) در سواحل خزر و نیز Di و Wang (۲۰۱۸) (۴) در چین اشاره نمود.

با توجه به شناور بودن و دوام میکروپلاستیک‌ها، این ذرات در سراسر محیط آبی در جایی که زمان ماند آب طولانی است، تجمع می‌کنند (۱۱). این ترکیبات آبگریز، می‌توانند بستر مناسبی برای تجمع ترکیبات آلی مقاوم مانند PCB و فلزات سنگین باشند (۱۲). موجودات دریایی بر اساس نوع تغذیه و سطوح مختلف زنجیره غذایی، مقادیر متفاوتی از این ترکیبات را در خود جذب می‌کنند و در صورتی‌که این ترکیبات، بستر جذب آلاینده‌های محیط باشند، مقادیر زیادی از آلاینده‌ها به مصرف کننده منتقل می‌شوند (۱۳). دریای خزر به دلیل جنبه‌های اقتصادی و اجتماعی و همچنین وجود منابع آلی و معدنی و نیز ویژگی‌های اکولوژیکی خاص خود اهمیت ویژه‌ای دارد لیکن فعالیت‌های مختلف انسانی در دریا و ساحل، سلامت زیست محیطی این اکوسیستم منحصر بفرد را بشدت تحت تأثیر منابع آلاینده مختلف قرار داده است (۱۴). سواحل دریای خزر در استان گیلان نیز از تراکم جمعیتی بالایی برخوردار بوده و ورود آلاینده‌های مختلف در سواحل گیلان موجب صدمه به موجودات زنده دریایی شده است (۱۵). هدف از این مطالعه بررسی میزان فراوانی، توزیع و نوع میکروپلاستیک‌ها در رسوبات سواحل دریای خزر در ۱۳ ایستگاه نمونه‌برداری در شهرستان‌های مختلف استان گیلان با استفاده از روش جداسازی بر اساس اختلاف چگالی و شناورسازی دو مرحله‌ای است.

روش پژوهش

۱. موقعیت نقاط نمونه‌برداری و روش بررسی

استان گیلان با مساحت ۱۴۷۱۱ کیلومتر مربع، در شمال ایران و مابین ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی از نصف النهار مبداء (گرینویچ) قرار گرفته است (۱۶). به‌منظور بررسی میزان میکروپلاستیک‌ها در رسوبات ساحلی دریای خزر در محدوده استان گیلان، تعداد ۱۳ ایستگاه بر اساس کانون آلودگی طی ماه‌های شهریور و مهر ۱۳۹۷ تعیین و نمونه‌برداری انجام شد (شکل ۱). به‌منظور استخراج میکروپلاستیک‌ها در رسوبات بر اساس چگالی، از روش جداسازی دو مرحله‌ای با استفاده از دو محلول NaCl و NaI استفاده شد (۳). در ابتدا از هر ایستگاه، ۳ کیلوگرم رسوب از عمق حدود ۳ سانتی‌متری (۰-۵ cm) برداشت گردید و در بطری‌های شیشه‌ای از قبل تمیز شده، قرار داده و سپس نمونه‌ها نام‌گذاری شدند. پس از انتقال به آزمایشگاه، بطری‌ها تا زمان آنالیز در دمای اتاق قرار داده شدند (Nuelle et al., 2014).



ایستگاه	X	Y
آستارا	۳۱۵۰۹۰	۴۴۵۵۳۰۷
تالش	۳۲۲۱۰۷	۴۱۸۹۳۵۲
گیسوم	۳۲۸۶۲۸	۴۱۷۱۴۲۳
رضوانشهر	۳۳۹۸۴۸	۴۱۶۰۷۱۴
انزلی - الف	۳۶۲۷۳۲	۴۱۴۹۵۳۰
انزلی - ب	۳۶۸۶۲۶	۴۱۴۸۲۹۱
کاسپین	۳۸۵۵۱۱	۴۱۴۶۰۱۲
جابکسر	۴۶۱۷۵۵	۴۰۹۳۰۳۰
کلاچای	۴۴۸۷۹۷	۴۱۰۲۴۰۶

شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های موردمطالعه در سواحل خزر (استان گیلان)

Fig. 1: Sampling stations along the coastline of the Caspian Sea (Guilan province)

۲. آنالیز رسوبات در آزمایشگاه

ابتدا در دمای ۶۰ C° یک کیلوگرم رسوب خشک شده، وزن و توسط الک با مش ۵ میلی‌متر غربال شد (۱۷). در مرحله اول استخراج با NaCl، رسوب وزن شده در یک بشر ریخته و پس از آن در درون یک بشر بزرگتر قرار داده شدند. پس از آن NaCl اشباع به بشر حاوی رسوب اضافه گردید تا سرریز شود. مخلوط حاوی ذرات شناور و محلول NaCl در ظرف شیشه‌ای بیرونی جمع‌آوری شدند. سپس مایع رویی درون ظرف بیرونی با استفاده از یک ملاقه ضد زنگ از جنس استیل به یک الک استیل ضد زنگ با مش ۲۵ میکرومتر روی یک ظرف جمع‌آوری منتقل گردید (۱۸). مواد باقی مانده در الک، بار دیگر با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب در درون بشر شیشه‌ای دیگری شسته شدند. پس از آن فیلتر کاغذی با مش ۲۵ میکرومتر را روی قیف شیشه‌ای قرار داده و محلول درون یک بشر جدید صاف گردید. این فیلتر در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۲ ساعت قرار گرفت. پس از خشک شدن، بقایای روی فیلتر با یک قاشق استیل ضد زنگ به ظرف شیشه‌ای منتقل شدند (۱۷). رسوب باقی مانده به بالن حجمی ۱ لیتری اضافه گردید. محلول NaI ٪۶۰ (وزنی/ وزنی) در بالن ریخته و حدوداً ۲۰ ثانیه با دست تکان داده شد. سپس این محلول به یک بشر ۲۰۰ میلی‌لیتری منتقل گردید و دوباره چند ثانیه اجازه داده شد تا مواد ته‌نشین شوند. پس از پنج بار تکرار، مایع رویی جمع‌آوری شده در بشر ۲۰۰ میلی‌لیتری با استفاده از یک فیلتر نیتروسلولزی با مش ۰/۴۵ میکرومتر الک گردید (۱۹). تجزیه و تحلیل نوری فیلترها با استفاده از استریومیکروسکوپ NOVEL NSZ-810 متعلق به شرکت Ningbo Yongxin Opitics با بزرگنمایی ۶/۵ تا ۴۰ برابر بیشتر انجام گرفت وپلاستیک‌های بالقوه شناسایی وبا استفاده از پنس از یکدیگر جدا و شمارش شدند. از یک عدسی چشمی مدرج بمنظور بررسی اندازه میکروپلاستیک‌ها استفاده شد (۲۰). همچنین جهت تعیین ترکیبات پلیمری از دستگاه طیف‌سنج تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR)مدل نیکولت نکسوز ۴۷۰، ساخت شرکت ترمونیکولت آمریکا متصل به نرم افزار OMNIC استفاده شد. محدوده مورد بررسی (۱- cm ۶۰۰-۴۰۰۰) و طیف‌ها حاصل ۳۲ پیمایش با تفکیک‌پذیری ۱- cm ۴ بودند (۱۸).

۳. پردازش داده‌ها

محاسبات آمار توصیفی، تعیین میانگین و انحراف معیار میکروپلاستیک‌ها و همینطور بررسی نرمال بودن داده‌ها از روش آزمون شاپیرو ویلک با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام شد. همچنین برای رسم نمودار از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج و بحث

مطابق جدول شماره (۱) در مجموع تعداد ۹۰۹ قطعه میکروپلاستیک در رسوبات منطقه مورد مطالعه شمارش شدند و آلودگی ناشی از میکروپلاستیک در تمامی ایستگاه‌ها وجود داشت. بر اساس نتایج این تحقیق الگوی کمی توزیع تعداد میکروپلاستیک‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه به صورت آستارا > چمخاله > انزلی (قبل بندر) > گیسوم> انزلی (بعد بندر) می‌باشد. این روند تغییرات به خوبی نشان می‌دهد که شهرهای توریستی در تمام فصول سال از تمرکز نسبتاً بالای جوامع انسانی برخوردار می‌باشند. جهت جریان آب دریای خزر (از شمال غربی به جنوب شرقی) و ژرفای زیاد آب در کرانه‌های ایران باعث کندی جریان حرکت آلاینده‌ها شده و منجر به تجمع میکروپلاستیک‌ها بویژه در سواحل آستارا می‌شوند (کوپی، ۱۳۹۴). ابعاد میکروپلاستیک‌ها با استفاده از لنز چشمی مدرج استریومیکروسکوپ در محدوده ۴/۹۳-۰/۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند و مطابق جدول (شماره ۱) میانگین اندازه میکروپلاستیک‌ها ۰/۶۸ ± ۱/۴۳ میلی‌متر می‌باشد که علاوه بر اثرات مستقیم می‌توانند سطح گسترده‌ای را برای جذب سایر آلاینده‌ها فراهم نمایند.

درهمین راستا نتایج تحقیقات He و همکاران (۲۰۲۰) (۸) در استرالیا و Mehdinia و همکاران (۲۰۲۰) (۱۰) در رسوبات ساحلی خزر اندازه بخش عمده میکروپلاستیک‌ها کمتر از mm ۳ گزارش شده است همچنین به حضور میکروپلاستیک‌ها با این ابعاد به عنوان یک خطر جدی برای آبزیان سواحل استان گیلان اشاره شده است. مطالعات نشان می‌دهد که علاوه بر عوارض جانبی بالقوه ناشی از بلعیدن میکروپلاستیک‌ها، توسط آبزیان مانند آسب به دستگاه گوارش، زخم شدن اندام‌های مختلف و مسدود کردن مسیر تغذیه، خروج آلاینده‌های موجود در ساختار میکروپلاستیک‌ها و آلاینده‌های متصل به آنها، نیز می‌تواند تاثیرگذاری مخرب این آلاینده‌ها را بیشتر نماید (۲۱). اندازه کوچک میکروپلاستیک‌ها در مقایسه با اندازه‌های بزرگ‌تر آن‌ها موجب دریافت آسانتر و بیشتر این آلاینده‌ها نیز می‌شود بطوریکه میکروپلاستیک‌های با اندازه ۲ تا ۵ میلی‌متر می‌توانند مدت زمان زیادی در سیستم گوارش آبزیان باقی بمانند و این موضوع فرصت مناسبی را برای آزاد شدن آلاینده‌های ساختاری و غیر ساختاری را در دستگاه گوارش موجودات فراهم می‌نماید (۲۲)

نتایج مطابق جدول (۱) نشان می‌دهند که میکروپلاستیک ها در ۱۳ ایستگاه مورد مطالعه از لحاظ شکل در ۳ دسته رشته‌ای، قطعات متلاشی و غشایی قرار دارند. میکروپلاستیک‌های رشته‌ای و غشایی به ترتیب بیشترین وکمترین فراوانی را در تمامی ایستگاه‌ها داشتند. ایستگاه آستارا بیشترین فراوانی میکروپلاستیک‌های رشته‌ای و غشایی و ایستگاه کاسپین بیشترین فراوانی قطعات متلاشی را دارا می‌باشند.

در تحقیقات Di و Wang (۲۰۱۸) (۴) در منطقه سد سه دره در کشور چین، یگانه فر و همکاران (۱۳۹۹) (۲۳) بر روی رسوبات سد طالقان، لاهیجان زاده و همکاران (۱۳۹۹) (۷) در رسوبات خلیج فارس و Dodson و همکاران (۲۰۲۰) (۹) در سواحل ویرجینیا و کارولینای شمالی نیز ذرات رشته‌ای میلی‌متری، ذرات پلاستیکی غالب بوده‌اند. به عقیده Browne و همکاران (۲۰۱۱) (۲)، دفع پسماندهای شهری آلوده با الیاف لباس‌های شسته شده، یک منبع عمده برای پلاستیک‌های رشته‌ای در انگلستان، ونکوور، ویکتوریا و سیاتل به‌عنوان مراکز عمده شهری گزارش شده است. از طرفی دیگر بندرگاه‌ها و کشتی‌ها نیز به عنوان منابع ذرات پلاستیکی رشته‌ای معرفی شده‌اند. به منظور تجزیه و تحلیل انواع میکروپلاستیک‌ها، تعداد ۵۰ میکروپلاستیک بر اساس بیشترین میزان فراوانی در هر ایستگاه، در کاغذ فیلتر به‌طور تصادفی با استفاده از پنس برداشته شد و ۴ نوع پلیمر پلی‌اتیلن (PE)، پلی‌پروپیلن (PP)، پلی‌استر (PES) و پلی‌استایرن (PS) با استفاده از دستگاه FTIR-ATR شناسایی شدند (شکل ۲). بر اساس نمودار شکل (۳) فراوانی پلیمرهای یافت شده در ایستگاه‌های مختلف به‌ترتیب صعودی شامل پلی‌اتیلن با ۲۳ قطعه > پلی‌پروپیلن با ۱۳ قطعه > پلی‌استر با ۱۰ قطعه > پلی‌استایرن با ۴ قطعه بودند. بنابراین رایج‌ترین پلاستیک یافت شده در تحقیق حاضر پلی‌اتیلن می‌باشد که این نتایج با مشاهدات اسماعیلی و ناجی (۱۳۹۶) (۳) در سواحل بندرعباس،Mehdinia و همکاران (۲۰۲۰) (۱۰) در رسوبات سواحل خزر،He و همکاران (۲۰۲۰) (۸) در استرالیا و *Castillo* و همکاران (۲۰۱۶) (۲۴) در قطر مطابقت دارد.

در ادامه اشاره شده است که یک منبع مهم برای میکروپلاستیک‌ها، فاضلاب آلوده به الیاف ناشی از شستشوی لباس‌هاست زیرا بررسی‌ها نشان می‌دهد که نسبت پلی‌استر به‌کار رفته در لباس‌ها شبیه نسبت پلی‌استر آنالیز شده در محیط‌های دریافت کننده فاضلاب‌هایی است که تحت تأثیر فرایندهای شستشوی منسوجات بوده‌اند.

جدول ۱: فراوانی میکروپلاستیک‌ها به لحاظ اندازه (mm) و شکل در ایستگاه‌های نمونه‌برداری

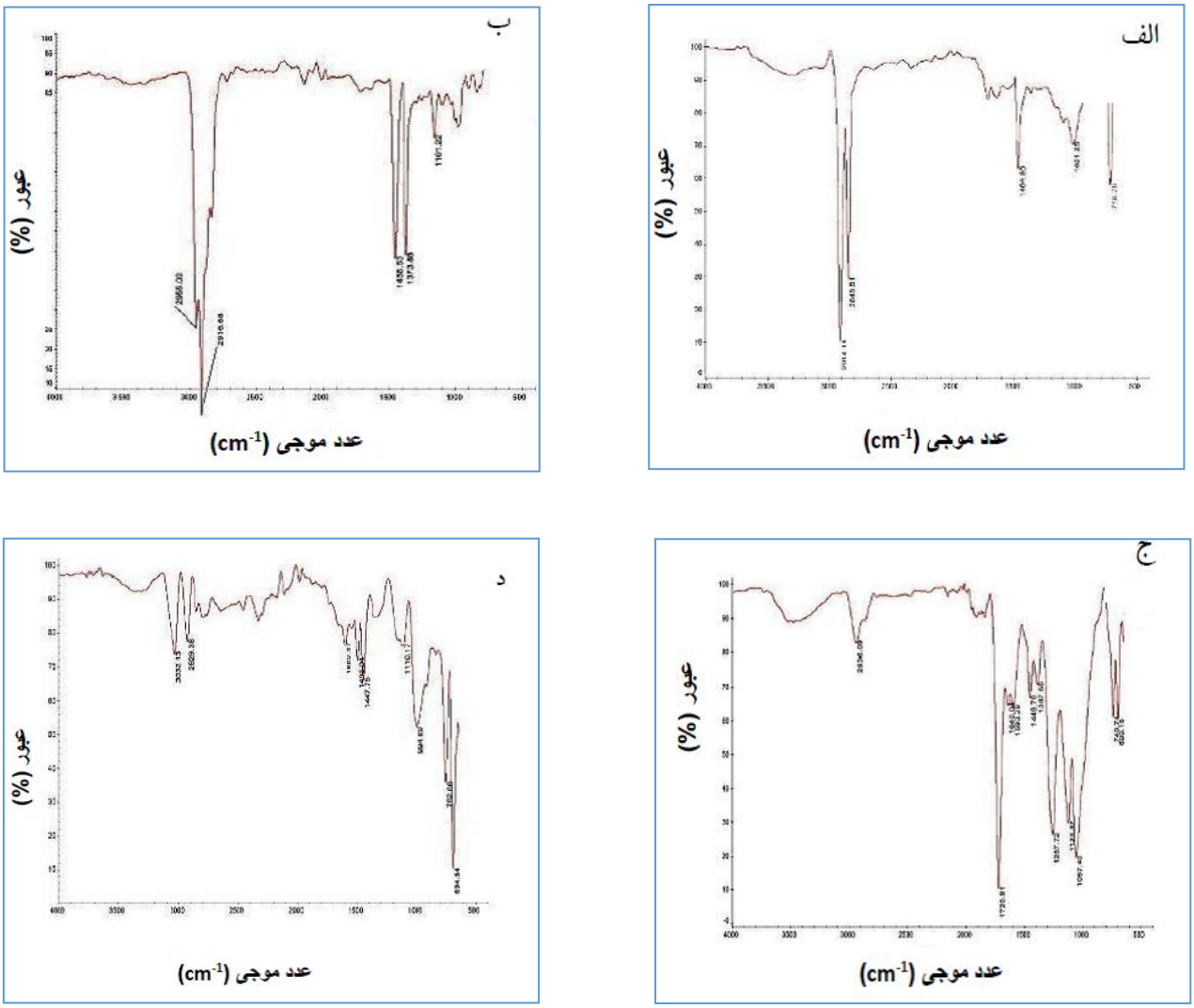
Table 1: Frequency of microplastics in terms of size (mm) and shape in sampling stations

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	شکل			تعداد کل میکروپلاستیک	میانگین ± انحراف معیار
		رشته‌ای	قطعات	غشایی		
۱	آستارا	۹۱	۲۵	۹	۱۲۵	۱/۵۷ ± ۱/۰۶
۲	تالش	۳۵	۷	۵	۴۷	۱/۳۷ ± ۱/۰۲
۲	گیسوم	۷۹	۲۳	۴	۱۰۶	۱/۴۴ ± ۰/۱۱
۴	رضوانشهر	۳۲	۱۵	۶	۵۳	۱/۴۱ ± ۱/۰۷
۵	انزلی-الف (قبل از بندر)	۸۳	۲۷	۳	۱۱۳	۱/۵۳ ± ۰/۰۹
۶	انزلی-ب (بعد از بندر)	۷۶	۲۵	۲	۱۰۳	۱/۵۲ ± ۱/۰۳
۷	کاسپین	۵۶	۴۰	۱	۹۷	۱/۴۷ ± ۱/۰۱
۸	چابکسر	۹	۲۹	۱	۳۹	۱/۳۵ ± ۰/۱۴
۹	کلاچای	۵	۱۱	۱	۱۷	۱/۳۵ ± ۰/۰۱
۱۰	رودسر	۲۰	۱۱	۱	۳۲	۱/۴۰ ± ۰/۰۸
۱۱	چمخاله	۸۹	۲۷	۳	۱۱۹	۱/۴۶ ± ۱/۰۵
۱۲	امین آباد	۱۳	۹	۰	۲۲	۱/۳۲ ± ۰/۱۲
۱۳	کیاشهر	۱۷	۱۷	۲	۳۶	۱/۴۱ ± ۱/۰۷
	مجموع	۶۰۵	۲۶۶	۳۸	۹۰۹	۱/۴۳ ± ۰/۶۸

همچنین به عقیده Wessel و همکاران (۲۰۱۶) (۲۰) جریان‌های دریایی و جزر و مدها در پراکنش میکروپلاستیک‌ها نقش بسیار مهمی دارند. پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن، در کیسه پلاستیکی، بطری، درب بطری، فیلم، ظروف و نیز محصولات آرایشی و بهداشتی به‌کار می‌روند. این پلیمرها به دلیل هزینه نسبتاً پایین و مقاومت در دماهای بالا جزء پرمصرف‌ترین محصولات پلیمری هستند. پلی‌استرها نیز بیشتر در صنایع نساجی، کشتی‌سازی، پالل‌های ساختمانی و تجهیزات حمل ونقل کاربرد دارند.

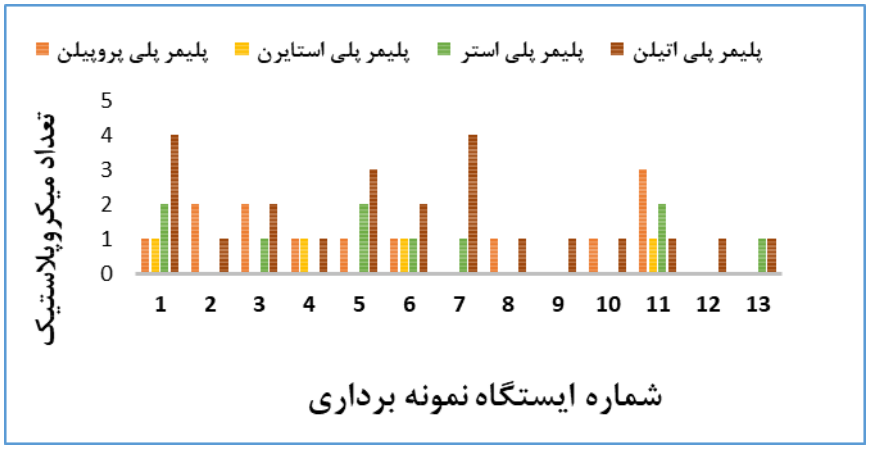
پلی‌استایرن به‌طور گسترده‌ای در بسته‌بندی و ظروف یکبار مصرف مورد استفاده قرارمی‌گیرد (۱۲، ۲۵، ۲۶). این محصولات در اثر فرآیندهای مختلف فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در محیط دریایی خزر تخریب شده و به قطعات کوچک‌تر شکسته می‌شوند و بیشتر در

اندازه‌های بین ۰-۵ میلی‌متر، مورد تغذیه آبزیان قرار می‌گیرند. این ترکیبات می‌توانند سبب اختلال غدد درون‌ریز گردند که به‌نوبه خود می‌تواند بر تحرک، تولید مثل، رشد و ایجاد سرطان تأثیرگذار باشند (۱۲). همچنین ترکیباتی مانند بیس فنل و فتالات که در ساختار میکروپلاستیک‌ها وجود دارند به دلیل اثرات هورمونی و سرطان‌زایی، تهدیدی جدی در زنجیره غذایی خواهند بود (۲۷).



شکل ۲: طیف FTIR-ATR میکروپلاستیک‌ها شامل (الف) پلی‌اتیلن، (ب) پلی‌پروپیلن، (ج) پلی‌استر، (د) پلی‌استایرن

Fig. 2: Microplastic FTIR-ATR spectra: (a) polyethylene, (b) polypropylene, (c) polyester, (d) polystyrene



شکل ۳: نوع و تعداد پلیمرها در رسوب ایستگاه‌ها

Fig. 3: Type and number of polymers in the sediment of sampling stations

علاوه بر این، پلیمرها بستری برای جذب ترکیبات خطرناکی مانند PCBs، انواع سموم و عناصری نظیر سرب و روی می‌باشند که خود نوعی از بزرگ‌نمایی آلاینده‌ها بوده و اثرات آلودگی این مواد را تشدید می‌کند (۲۸). به‌طور کلی سواحل خزر به سبب موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های طبیعی، تنوع زیستی و تأثیرپذیری توأم از خشکی و دریا، منطقه‌ای حساس و شکننده محسوب می‌شود. ورود انواع میکروپلاستیک‌ها به این سواحل از طریق زباله‌های شهری، توریستی و صنعتی، می‌تواند خطرات بالقوه‌ای را برای زیست‌مندان این اکوسیستم با ارزش ایجاد نماید (۱۰).

نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه، بررسی فراوانی و ویژگی‌های میکروپلاستیک‌ها در رسوبات ساحلی استان گیلان می‌باشد. باتوجه به اینکه پلیمرهای عمده شناسایی شده در این تحقیق مربوط پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و پلی‌استایرن می‌باشند بنابراین وجود کیسه‌های پلاستیکی و بطری‌ها برای پلی‌اتیلن و قطعات طناب و درب بطری‌ها که عمدتاً دارای ساختار پلی‌پروپیلنی هستند و نیز تکه‌های منسوجات و بطری‌های آب معدنی دارای ساختمان پلی‌استرگرمافرم می‌باشند و همچنین بسیاری از ظروف و لوازم پلاستیکی از انواع پلی‌استایرنساخته شده‌اند، بنابراین اثرات منابع شهری، تجاری، توریستی بر افزایش میکروپلاستیک‌ها در سواحل گیلان به خوبی در محیط زیست منطقه در اشکال و اندازه‌های مختلف قابل مشاهده هستند. وجود ترکیبات سرطان‌زایی مانند بیس فنل و فتالات در ساختار میکروپلاستیک‌ها و جذب فلزات سنگین در سطح این مواد باعث می‌شود تا این آلاینده‌ها بصورت مستقیم و غیر مستقیم سلامت اکوسیستم ساحلی دریای خزر را مورد تهدید قرار دهند.

بنابراین می‌بایست نظارت مستمر بر روند تغییرات کمی و کیفی میکروپلاستیک‌ها در نوار ساحلی دریای خزر به ویژه در استان گیلان که از تراکم جمعیتی بالایی برخوردار هستند به امری ضروری تبدیل شود. از این‌رو، براساس نتایج این تحقیق، پیشنهاد می‌شود به‌منظور توجه به سلامت و بهداشت عمومی و همین‌طور حفاظت از گونه‌های منحصر به‌فرد اکوسیستم دریای خزر، مطالعات پیوسته در راستای تعیین میزان و نوع میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش آبزیان این اکوسیستم در دستور کار و اولویت‌های پژوهشی سازمان‌های ذیربط قرار گیرد. (۲۹, ۳۰)

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله نویسنده مسئول ۴۰ درصد و نویسندگان دوم و سوم هرکدام ۳۰ درصد نقش داشته‌اند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.»

References

1. Gregory MR. Environmental implications of plastic debris in marine settings--entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009;**364**(1526):2013-2025. **doi:** 10.1098/rstb.2008.0265 **pmid:** 19528053
2. Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, et al. Accumulation of microplastic on shorelines woldwide: sources and sinks. *Environ Sci Technol*. 2011;**45**(21):9175-9179. **doi:** 10.1021/es201811s **pmid:** 21894925
3. Esmaili Z, Naji A. Comparison of the Frequency, Type and Shape of Microplastics in the Low and

High Tidal of the Coastline of Bandar Abbas. joc. (Persian). 2018;**8**(32):53-61. **doi:** 10.29252/joc.8.32.53
4. Di M, Wang J. Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Sci Total Environ*. 2018;**616-617**:1620-1627. **doi:** 10.1016/j.scitotenv.2017.10.150 **pmid:** 29050832
5. Mason SA, Garneau D, Sutton R, Chu Y, Ehmann K, Barnes J, et al. Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. *Environ Pollut*. 2016;**218**:1045-1054. **doi:** 10.1016/j.envpol.2016.08.056 **pmid:** 27574803
6. 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
7. Lahijan zadeh A, Mohammadi roozbahani M, Sabzalipour S, Nabavi M. The Investigation of Microplastic Particles in Khor-e-Musa in Persian Gulf Sediments. joc. (Persian). 2020;**11**(43):17-25. **doi:** 10.52547/joc.11.43.17
8. He B, Goonetilleke A, Ayoko GA, Rintoul L. Abundance, distribution patterns, and identification of microplastics in Brisbane River sediments, Australia. *Sci Total Environ*. 2020;**700**:134467. **doi:** 10.1016/j.scitotenv.2019.134467 **pmid:** 31629260
9. Dodson GZ, Shotorban AK, Hatcher PG, Waggoner DC, Ghosal S, Noffke N. Microplastic fragment and fiber contamination of beach sediments from selected sites in Virginia and North Carolina, USA. *Mar Pollut Bull*. 2020;**151**:110869. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2019.110869 **pmid:** 32056649
10. Mehdinia A, Dehbandi R, Hamzehpour A, Rahnama R. Identification of microplastics in the sediments of southern coasts of the Caspian Sea, north of Iran. *Environ Pollut*. 2020;**258**:113738. **doi:** 10.1016/j.envpol.2019.113738 **pmid:** 31838395
11. Desforges JP, Galbraith M, Dangerfield N, Ross PS. Widespread distribution of microplastics in subsurface seawater in the NE Pacific Ocean. *Mar Pollut Bull*. 2014;**79**(1-2):94-99. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2013.12.035 **pmid:** 24398418
12. Li HX, Ma LS, Lin L, Ni ZX, Xu XR, Shi HH, et al. Microplastics in oysters Saccostrea cucullata along the Pearl River Estuary, China. *Environ Pollut*. 2018;**236**:619-625. **doi:** 10.1016/j.envpol.2018.01.083 **pmid:** 29433102
13. Horton AA, Dixon SJ. Microplastics: An introduction to environmental transport processes. *Wiley Interdiscipl Rev Water*. 2018;**5**(2):52-68. **doi:** 10.1002/wat2.1268
14. Pishgahi fard Z, Nosrati S, Bazdar S. Develop and prioritize appropriate strategies for managing the Caspian geopolitical area. (Persian). *Centr Eurasia Stud*. 2015;**9**(2):193-212.
15. Mohammadi Galangash M, Koopi M, Bani A. Heavy metal accumulation capability in the shells of Cerastoderma lamarcki in the south west coast of the Caspian sea; Guilan province. (Persian). *J Animal Res*. 2019;**32**(2):240-253.
16. Binesh Barahmand M, Nabizadeh R, Nadafi K, Medzaghi nia A. Qualitative Analysis of Coastal Waters in the Caspian Sea in Guilan Province: Determining the Environmental Health Indicators in Swimming Areas. (Persian). *J Mazandaran Univ Med Sci*. 2012;**22**(88):41-52.
17. Claessens M, De Meester S, Van Landuyt L, De Clerck K, Janssen CR. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Mar Pollut Bull*. 2011;**62**(10):2199-2204. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2011.06.030 **pmid:** 21802098
18. Nuelle MT, Dekiff JH, Remy D, Fries E. A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments. *Environ Pollut*. 2014;**184**:161-169. **doi:** 10.1016/j.envpol.2013.07.027 **pmid:** 24051349
19. 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):3060-3075. **doi:** 10.1021/es2031505 **pmid:** 22321064
20. Wessel CC, Lockridge GR, Battiste D, Cebrian J. Abundance and characteristics of microplastics in beach sediments: Insights into microplastic accumulation in northern Gulf of Mexico estuaries. *Mar Pollut Bull*. 2016;**109**(1):178-183. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2016.06.002 **pmid:** 27287867
21. Rochman CM, Hoh E, Kurobe T, Teh SJ. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Sci Rep*. 2013;**3**:3263. **doi:** 10.1038/srep03263 **pmid:** 24263561
22. Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Mar Pollut Bull*. 2011;**62**(12):2588-2597. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025 **pmid:** 22001295
23. Yeganeh Far M, Shakeri A, Rastegari Mehr M, Lahijani O. Investigating abundance and characteristics of microplastics as emerging pollutants in sediments of Taleqan dam and upstream river in Alborz province. ijhe. (Persian). 2020;**13**(1):65-76.
24. Castillo AB, Al-Maslamani I, Obbard JP. Prevalence of microplastics in the marine waters of Qatar. *Mar Pollut Bull*. 2016;**111**(1-2):260-267. **doi:** 10.1016/j.marpolbul.2016.06.108 **pmid:** 27389452
25. Derraik JGB. The pollution of the marineenvironment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bullet*. 2002;**44**:842-852. **doi:** 10.1016/S0025-326X(02)00220-5
26. Thompson RC, Moore CJ, vom Saal FS, Swan SH. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009;**364**(1526):2153-2166. **doi:** 10.1098/rstb.2009.0053 **pmid:** 19528062

27. Teuten EL, Saquing JM, Knappe DR, Barlaz MA, Jonsson S, Bjorn A, et al. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009;**364**(1526):2027-2045. **doi:** 10.1098/rstb.2008.0284 **pmid:** 19528054
28. Galloway TS, Cole M, Lewis C. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. *Nat Ecol Evol*. 2017;**1**(5):116. **doi:** 10.1038/s41559-017-0116 **pmid:** 28812686
29. Mohammedi Galangash M, Solgi E, Bozorgpanah Z. An Assessment of Heavy Metals in Coastal Sediments of the Caspian Sea, Guilan Province . joc. (Persian). 2017;**8**(31):27-34. **doi:** 10.29252/joc.8.31.27
30. Masoudnik M, Riyahi Bakhtiari A, Abdollahi M. Investigating Abundance, Distribution and Accumulation of Plastic Resin Pellets and Fragments in the Caspian Sea: A Case Study of Noor Shores . joc. (perisan). 2017;**8**(29):43-53. **doi:** 10.18869/acadpub.joc.8.29.43

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

Mohammadi Galangash, M., Associate Professor, Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.

(*m_mohammadi@guilan.ac.ir*

0000-0003-0863-3198

Echrsh, A., Graduate of Environmental Pollution, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.

(*a.echresh71@yahoo.com*

0000-0003-3149-8692

Sanati, A, M., Assistant Professor, Persian Gulf Research Institute. Department of Environmental Science, Persian Gulf University, Bushehr, Iran.

(*sanati@pgu.ac.ir*

0000-0001-6068-7439

HOW TO CITE THIS ARTICLE

Citation (Vancouver) *Mohammadi Galangash M, Echresh A, Sanati A M. Investigation of microplastics in coastal sediments of the Caspian Sea (Guilan province, Iran). joc. 2021; 12 (47):105-114.*

http://doi.org/10.52547/joc.12.45.73

http://joc.inio.ac.ir/article-1-1638-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.