Environ. Water Eng., 2022, 8(1), 233-250 DOI: 10.22034/JEWE.2021.287149.1570

EWE

Environment and Water Engineering

Homepage: www.jewe.ir

ISSN: 2476-3683

Review Paper

A Review on the Impact of Environmental Pollution from Municipal Waste Disposal on the Health of Marine Ecosystem of Kharchang Coast, Konarak, Chabahar Bay

Mohammad Ali Asefi[1] and Gilan Attaran-Fariman[2*]

[1]M.Sc. Student, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Chabahar University of Maritime and Marine Sciences, Chabahar, Iran
[2]Assoc. Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Chabahar University of Maritime and Marine Sciences, Chabahar, Iran

Article information

Received: May 20, 2021
Revised: September 19, 2021
Accepted: October 14, 2021

Keywords:
Algal Blooms
Mangrove Forests
Municipal Waste
Pollution
Waste Disposal

*Corresponding author**:**
g.attaran@cmu.ac.ir

Abstract

The entry of materials extracted from municipal, industrial and hospital waste into marine ecosystems is one of the serious environmental problems in coastal cities. One of the most important environmental challenges is the improper and unprincipled disposal of waste on the beaches. The Kharchang coast of Konarak city is one of these beaches that is subject to improper waste management in the country. In the present study, the possible environmental hazards of the landfill on the coast were investigated. According to the results, the traditional and inefficient waste disposal system on the shores of Konarak near the mangrove forests, has brought about the soil and air pollution, and with the entry of toxic leachates, plastics and microplastics, heavy metals and organic matter in the bed of sand, mud and also their entry into the sea has caused many health problems in these ecosystems and consequently the destruction of the marine environment of Chabahar Bay. Therefore, creating and organizing a fully standardized and mechanized system based on up-to-date methods seems to be essential in order to achieve the health of local ecologists. In addition, due to the proximity of the landfill to the aquatic ecosystems of the Oman Sea, the principle of choosing a suitable place for disposal and landfilling is effective in reducing potential environmental hazards in the region and will improve waste management.

© Authors, Published by **Environment and Water Engineering** journal. This is an open access article distributed under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Introduction

The entry of materials extracted from municipal, industrial, and hospital waste into the marine ecosystem is one of the serious environmental problems in coastal cities. The increase in waste due to the upward trend in human population growth has led to a significant accumulation of these pollutants in the sea. One of the most important environmental challenges is the improper and unprincipled disposal of waste on the coasts. The Kharchang Coast is one of these beaches that is subject to improper waste management disorders in Iran. In the present study, the possible environmental hazards of the landfill site on the mentioned coast were investigated.

Materials and Methods

The study area is located in the coastal strip of Konarak (25° 24 ' 58 " N: 60° 25 ' 57 " E) with a distance of 40 km from Chabahar and 5 km from Konarak. This research was based on field observations and visits during the years 2018 to 2021 from Kharchang Coast, as well as documentary and library studies with the aim of investigating environmental pollution at the location of the landfill on the coast of Konarak in the Oman Sea.

Results

It was noticed that the waste collection and disposal of system on this coast is completely inefficient and lacks a material recovery facility, so the landfill on the coast is full of polymer, plastic, glass, and metals, which are broken down into smaller pieces and enter the water streams due to high temperatures, wind, and weather. Kharchang Coast is a gathering place for many native and migratory birds, the abandoned plastics attract the birds' attention, and swallowing them causes digestive problems and eventually leads to their death. The region also has a variety of coral ecosystems that the accumulation of plastic and its entry into the water will endanger the health of ecosystems. The respiratory roots of mangrove shrubs have become accumulated with waste and macro-plastics, threatening the health of organisms living in mangrove habitats and the mangrove shrubs themselves. Moreover, the entry of organic matter and micronutrients into the seabed through the leachate of municipal waste and its subsequent mixing with seawater can provide the necessary nutrients for the growth and blooming of seaweed and phytoplankton. Fig. 1 shows different views of one of the landfills nearby the Kharchang Coast. Death of Green Sea Turtles is one of the common environmental tragedies in coasts due to plastic ingestion and fishing nets (Fig. 2)

Fig. 1 View of the landfill at one of the entrances to Kharchang Coast (mangrove vegetation side). (a) aerial image of the confluence of landfills (white line) and mangrove forests (black line), b) dispersal of waste due to wind and infiltration into mangrove areas, c and d) the volume of waste deposited at the entrance to Kharchang Coast, e) feeding waterfowl from waste and the possibility of mortality of these organisms and the spread of pollution in the region, f) trapping of incoming waste due to wind and sea tides in the respiratory roots (pneumatophores) of mangroves and g) a very short distance to the last section of the landfill and mangrove forest lines

Fig. 2 Mortality of Green Sea Turtles due to plastic ingestion and fishing nets, Oman Sea coast, 2020

Conclusions

The present study showed that the waste disposal system on the Kharchang Coast is non-standard and lacks mechanized systems and does not pay enough attention to the discussion of the principles of waste management and recycling system. This disrupts the health of the coastal region and aquatic ecosystems, pollutes the air, soil, and marine waters of the region, and consequently threatens the health of aquatic organisms and humans. Therefore, it is clear that the collection and disposal of municipal waste and the restoration of the environment and change the approach to municipal waste disposal in this area to reduce the risks is of great importance. Appropriate measures are taken to adopt appropriate scientific and practical management in order to reduce pollution sources and to support and protect the areas exposed to pollution in order to prevent further destruction of ecosystems, health risks, and soil and water pollution crisis in the region.

Acknowledgment

We would like to express our sincere gratitude and appreciation for the cooperation and assistance of the esteemed Head of the Department of Environmental of Konarak, Mr. Hassan Zaati Keykha. In addition, the authors would like to express their appreciation and thanks to Mr. Mohammad Shirani and Mr. Abdulrahman Azizi from the Avaye Ordibehesht Iranian Content Production Company of Chabahar Free Zone for their support and assistance in aerial photography of the study area.

Data Availability

The data used in this research are presented in the paper.

Conflict of Interests

The authors of this paper declare no conflict of interest regarding the authorship or publication of this article.

دوره ۸، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱ DOI: 10.22034/JEWE.2021.287149.1570

محیط‌زیست و مهندسی آب

Homepage: www.jewe.ir

ISSN: 2476-3683

مقاله مروری

مروری بر آلودگی محیط‌زیستی تخلیه پسماند شهری بر روی سلامت بوم‌سازگان دریایی در ساحل خرچنگ کنارک-خلیج چابهار

محمدعلی آصفی[۱] و گیلان عطاران فریمان[۲*]

[۱]کارشناسی‌ارشد، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

[۲]دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

چکیده

ورود مواد استخراجی از زباله‌های شهری، صنعتی و بیمارستانی به بوم‌سازگان دریایی یکی از معضلات جدی محیط‌زیستی در شهرهای ساحلی است. یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیط-زیستی، دفع نامناسب و غیراصولی پسماند در سواحل است. ساحل خرچنگ شهرستان کنارک یکی از این سواحل محسوب می‌شود که دستخوش نابسامانی‌های مدیریت نامناسب پسماند در کشور است. در مطالعه حاضر به بررسی مخاطرات محیط‌زیستی احتمالی محل دپوی زباله در ساحل مذکور پرداخته شد. با توجه به نتایج، سیستم سنتی و ناکارآمد دفع زباله در ساحل کنارک در جوار جنگل‌های مانگرو، باعث آلودگی خاک و هوا شده و با ورود شیرابه‌های سمی، پلاستیک و ریزپلاستیک، فلزات سنگین و مواد آلی در بستر ماسه‌ای، گلی و همچنین ورود به آب دریا مسبب مشکلات عدیده بهداشتی در این بوم‌سازگان و متعاقباً تخریب محیط‌زیست دریایی خلیج چابهار شده است. بنابراین، ایجاد و ساماندهی یک سیستم کاملاً استاندارد و مکانیزه بر اساس روش‌های به‌روز در راستای تحقق سلامت بوم‌سازگان منطقه امری ضروری به نظر می‌رسد. هم‌چنین با توجه به نزدیکی محل دپوی زباله با بوم‌سازگان آبی دریای عمان، انتخاب اصولی مکانی مناسب جهت دفع و دفن زباله در کاهش خطرات احتمالی محیط‌زیستی منطقه مؤثر بوده و باعث بهبود مدیریت پسماند خواهد شد.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: [۱۴۰۰/۰۲/۳۰]

تاریخ بازنگری: [۱۴۰۰/۰۶/۲۸]

تاریخ پذیرش: [۱۴۰۰/۰۷/۲۲]

واژه‌های کلیدی:

آلودگی

جنگل‌های مانگرو

دفع زباله

شکوفایی جلبکی

مواد زائد شهری

***نویسنده مسئول:**

g.attaran@cmu.ac.ir

۱- مقدمه

رشد سریع جمعیت با توجه به افزایش مواد مصرفی و درنتیجه ازدیاد مواد زائد جامد و مایع (زباله و فاضلاب) از مباحثی است که به‌تازگی چالش بزرگی را در جوامع بشری به وجود آورده است (LaGrega et al. 2001). از مهم‌ترین معضلات و مشکلات سواحل، نبود مدیریت مناسب پسماند است و شهرهای ساحلی ایران با مشکل جدی دفع پسماند مواجه هستند (Abduli et al. 2014). از مهم‌ترین آلودگی‌هایی که سلامت یک بوم‌سازگان را به خطر می‌اندازند، پسماندها هستند (Talaei and Heidari 2015b). در تعریف قانون مدیریت پسماندهای ایران مصوب ۱۳۸۳، پسماندها به مواد جامد، مایع و گاز (غیر از فاضلاب) گفته می‌شود که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم حاصل از فعالیت

انسان بوده و ازنظر تولیدکننده، زائد تلقی می‌شود. در ایران در اغلب موارد دفن مواد زائد اعم از شهری و غیرشهری به‌صورت کاملاً اصولی و بهداشتی صورت نمی‌گیرد (Talaei and Heidari 2015a). در میان زباله‌های مختلف تولیدی، زباله‌های بیمارستانی و عفونی نسبت به سایر مواد زائد سمی‌تر و خطرناک‌تر هستند چنانکه در بسیاری از کشورهای جهان، مکان‌های مخصوصی جهت دفن این مواد در نظر می‌گیرند ولی در ایران غالباً مکان دفن زباله‌های بیمارستانی همراه سایر زباله‌ها است (Hatami Manesh et al. 2015). زباله‌های بیمارستانی عمدتاً شامل موادی همچون لاستیک، پنبه، سرنگ، سوزن، قوطی‌های فلزی و وسایل شیشه‌ای هستند درحالی‌که ترکیبات مواد زائد شهری حاوی موادی همچون پلاستیک، کاغذ، مواد غذایی و زائدات شهری هستند (Zhao et al. 2009).

مواد زائد دپو شده در سواحل باعث آلودگی‌های دریایی شده و از طریق زنجیره غذایی به‌سلامت بوم‌سازگان و انسان آسیب می‌رساند. خلیج چابهار یکی از مناطقی است که اخیراً با ورود منابع آلوده‌کننده انسانی، دچار اثرات منفی شده است. دو نمونه از این اثرات مضر بر روی خلیج چابهار، ازدیاد میزان فلزات سنگین (Shakouri and Agheli 2014) و از بین رفتن قسمت‌های وسیعی از بوم‌سازگان مرجانی (Loghmani and Sadeghi 2016) است. به‌عنوان‌مثال، پلاستیک به‌عنوان یک خطر جدی برای محیط‌زیست دریا شناخته می‌شود. طوری‌که حدود ۶۰ تا ۸۰٪ کل زباله‌های دریایی را تشکیل می‌دهد (Zare Jeddi et al. 2015). ضایعات پلاستیکی حدود ۲۵-۱۵٪ ضایعات شهری را شامل می‌شوند. بیش‌ترین مقدار ضایعات پلاستیکی توسط دفن (۷۰-۶۵٪) و سوزاندن (۲۵-۲۰٪) دفع می‌شوند و تنها حدود ۱۰٪ آن بازیافت می‌شود (Rezvanipoor et al. 2012). پلاستیک‌ها در مقابل تجزیه بیولوژیکی به‌شدت مقاوم هستند و از طرفی سوزاندن آن‌ها، مشکلات جدی آلودگی هوا به سبب آزاد کردن ذرات و نشر گازهای گلخانه‌ای و سمی ازجمله COx (ترکیب اکسیدهای کربن)، SOx (ترکیب گازهای گوگرد دی‌اکسید و گوگرد تری‌اکسید) و NOx (ترکیب گازهای نیتریک اکسید و نیتریک دی‌اکسید) را باعث می‌شود (Saeed and Zevenhoven 2002).

شیرابه مواد زائد، به‌شدت سمی و دارای مواد خطرناک و باکتری‌های بیماری‌زای زیادی است که می‌تواند به‌طور مؤثری بر بوم‌سازگان مسیر خود تأثیر منفی داشته باشد. شیرابه پس از خروج از زباله، وارد خاک و یا گیاه شده و می‌تواند منجر به تغییرات زیادی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها شود و یا به‌صورت زهکش وارد مسیرهای اطراف خود گشته و آثار زیان‌باری مانند خشک نمودن گونه‌های گیاهی برجای بگذارد (Kazem Nezhad et al. 2011). مواد زائد شهری حاوی مواد شیمیایی و خطرناکی مانند فلزات سنگین و ترکیبات آلی خطرناک XOC[1] است (Slack et al. 2005). فلزات سنگین گروهی از آلاینده‌های پایدار هستند که مانند آلاینده‌های آلی از طریق فرایندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و افزایش آن‌ها در سطوح بالاتر زنجیره غذایی تا چندین برابر مقادیر موجود در آب، خاک و هوای اطراف باعث آسیب به گیاهان شده و درنهایت سلامت انسان و بوم‌سازگان را در معرض خطر قرار می‌دهند (Altındağ and Yiğit 2005; Dabiri 2008). ازجمله مکان‌هایی که فلزات سنگین به میزان چندین برابر مقدار معمول در خاک یافت می‌شوند؛ خاک مکان‌های دفن زباله‌ها است (Segura-Muñoz et al. 2004). فلز روی و مس از فلزات مهم هستند که به میزان فراوانی در خاک‌های محل دفن زباله (بالأخص زباله‌های شهری و بیمارستانی) یافت می‌شوند (Long et al. 2011). با گذشت زمان میزان این ترکیبات به‌ویژه فلزات سنگین در محیط‌های محل دفن زباله افزایش یافته و خواصی همچون سمیت زیاد، سرطان‌زایی و جهش‌زایی را از خود نشان می‌دهند (Kasassi et al. 2008).

بنابراین، پرواضح است در هر منطقه‌ای که دفن غیراصولی مواد زائد بیش‌تر باشد، مشکلات آلودگی‌های محیط‌زیستی آن منطقه نیز به‌مراتب بیش‌تر خواهد بود؛ که درنهایت زیان‌های ناشی از عدم مدیریت صحیح زباله‌ها، متوجه سلامتی انسان و سایر موجودات زنده می‌گردد (Prabpai et al. 2007). ساحل خرچنگ کنارک در نوار ساحلی خلیج چابهار در دریای عمان محل دفن حجم زیادی از زباله‌های شهری چابهار و کنارک و در چند سال گذشته نیز محل تخلیه فاضلاب شهرک صنعتی کنارک بوده است (Shakouri and Agheli 2014). تعداد زیادی از مطالعات، به بررسی اثرات محیط‌زیستی پسماند در سواحل پرداخته‌اند (Crawford and Quinn 2017; Gall and Thompson 2015; Downs et al. 2014; Nagi and Abubakr

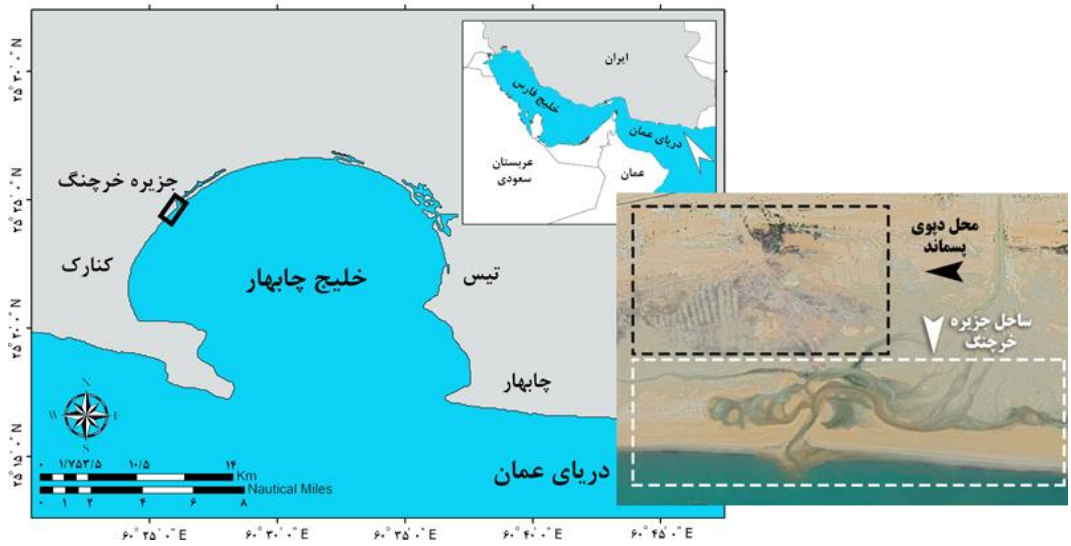
[1]Xenobiotic Organic Compounds

2013; Bayat 2002). از مطالعاتی که بر روی آلودگی در مناطق ساحلی انجام شده است می‌توان به Esmaili and Naji (2018) اشاره کرد، نتایج پژوهشگران این مطالعه که فراوانی و نوع ریزپلاستیک‌های رسوبات بالا و پایین مناطق جزر و مدی سواحل بندرعباس در خلیج‌فارس را بررسی کردند نشان می‌دهد تجمع ریزپلاستیک‌ها در نزدیکی خطوط بالای جزر و مدی مناطق مذکور بسیار زیاد است. در مطالعه‌ای دیگر توسط Abduli et al. (2014) نوار ساحلی استان مازندران ازلحاظ دپوی پسماند بررسی شد، نتایج آن نشان داد مدیریت غیراصولی پسماند در نوار ساحلی، این منطقه را در معرض تخریب و آسیب‌های محیط‌زیستی بسیاری قرار داده است. در منطقه ساحل خرچنگ کنارک در این خصوص مطالعاتی انجام نشده است. هدف از مطالعه پیش رو مروری بر ارزیابی اثرات مضر دپوی پسماندهای شهری کنارک و چابهار بر روی بوم‌سازگان دریایی و سلامت انسان در ساحل خرچنگ کنارک واقع در خلیج چابهار، بررسی وضعیت موجود و آثار محیط‌زیستی بالقوه دپوی پسماندها در این منطقه، بررسی اهمیت موضوع دفع اصولی پسماندها در محیط‌های مجاور بوم‌سازگان‌های آبی و درنهایت پیشنهادهایی درزمینه بهبود سیستم است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

پژوهش حاضر پسماندهای شهری دپو شده در منطقه ساحل خرچنگ کنارک واقع در جنوب استان سیستان و بلوچستان را موردمطالعه قرار می‌دهد. بدین منظور منطقه موردمطالعه به شعاع ۱ km در نوار ساحلی کنارک با موقعیت طول جغرافیایی "۵۸ ' ۲۴ °۲۵ N و عرض جغرافیایی "۵۷ ' ۲۵ °۶۰ E واقع در ۴۰ km چابهار و ۵ km شهر کنارک انتخاب شد (شکل ۱). خلیج چابهار بزرگ‌ترین خلیج ایران در حاشیه سواحل دریای عمان و نزدیک‌ترین آبراه به اقیانوس هند است. این خلیج به علت شکل (Ω) حلقه‌ای خود در زمین‌شناسی از نوع خلیج‌های امگایی یا نعلی شکل نامیده می‌شود. عرض دهانه آن حدود ۲۰ km، فاصله شرق تا غرب آن حدود ۱۷ km و بیشینه عمق آن حدود ۲۰ m است (Shakouri and Agheli 2014).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

Fig. 1 Geographical location of the study area

۲-۲- جمع‌آوری داده‌ها

این پژوهش بر اساس مشاهدات و بازدیدهای میدانی طی سال‌های ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۰ از ساحل خرچنگ کنارک و همین‌طور مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای و استخراج و تحلیل نکات مهم از مقالات مرتبط است که حاصل جستجو در پایگاه‌های ایرانی و بین‌المللی (Science Direct, Pubmed, Springer, Civilica, SID) می‌باشد و به بررسی آلودگی محیط‌زیستی در مکان دپوی زباله در ساحل کنارک در دریای عمان پرداخته شده است. در ادامه دستورالعمل مدیریت پسماند در ایران تهیه، مرور و بررسی شد. همچنین راهکارهایی جهت مدیریت مناسب جابه‌جایی، تخلیه و دفع پسماند به‌منظور کم‌کردن اثرات مخرب محیط-زیستی پیشنهاد شد. شایان‌ذکر است به دلیل عدم زیرساخت‌های مناسب ثبت اطلاعات، آمار دقیقی از مقدار پسماند دپو شده در منطقه در دسترس نیست، علاوه بر آن از

طریق مصاحبه با مسئولان نیز هیچ‌گونه اطلاعاتی به‌دست نیامد.

۳- یافته‌ها و بحث

در این مطالعه پسماندهای دپو شده در خط ساحلی بندر کنارک، هم‌جوار با جنگل‌های مانگرو مورد بررسی قرار گرفت که می‌تواند تصویر واضحی از شرایط موجود مدیریت پسماند در این منطقه را ارائه داده و ضعف‌ها و قوت‌های سیستم‌های موجود را ارزیابی کند. دفع زباله در ساحل کنارک بر اساس یک سیستم سنتی به‌صورت تلنباری و سطحی انجام می‌گردد، به همین دلیل حجم انبوهی از زباله‌ها طی سال‌های متمادی باعث جلب‌توجه عموم شده است (شکل ۲).

شکل۲- نمایی از محل دپوی زباله در یکی از ورودی‌های ساحل خرچنگ کنارک (سمت پوشش گیاهی مانگرو). (الف) تصویر هوایی از محدوده تلاقی پسماندهای دپو شده (خط‌چین سفید) و جنگل‌های مانگرو (خط‌چین سیاه). (ب) پراکندگی پسماندها براثر وزش باد و نفوذ به محوطه جنگل‌های حرا. (ج و د) حجم پسماندهای دپو شده در مسیر ورودی به ساحل خرچنگ. (ه) تغذیه پرندگان آبزی از پسماندها و احتمال مرگ‌ومیر این موجودات و گسترش. (و) فیکس شدن زباله‌های ورودی در اثر وزش باد و ایجاد مد دریا، در ریشه‌های تنفسی (پنوماتوفور) مانگرو. آلودگی در منطقه. (ز) فاصله بسیار کم آخرین بخش دپوی پسماند و خطوط جنگلی حرا

Fig. 2 View of the landfill at one of the entrances to Kharchang Coast (mangrove vegetation side). (a) aerial image of the confluence of landfills (white line) and mangrove forests (black line), b) dispersal of waste due to wind and infiltration into mangrove areas, c and d) the volume of waste deposited at the entrance to Kharchang Coast, e) feeding waterfowl from waste and the possibility of mortality of these organisms and the spread of pollution in the region, f) trapping of incoming waste due to wind and sea tides in the respiratory roots (pneumatophores) of mangroves and g) a very short distance to the last section of the landfill and mangrove forest lines

بررسی‌ها نشان می‌دهد سیستم جمع‌آوری و دفع زباله در این ساحل کاملاً ناکارآمد بوده و فاقد سیستم بازیافت مواد است. بنابراین محل دپوی زباله در ساحل مذکور مملو از مواد پلیمری، پلاستیکی، شیشه و فلز است که در اثر گرمای بالای هوا، باد و هوازدگی، به تکه‌های کوچک‌تر تبدیل شده و وارد جریان‌های آبی می‌گردد. با توجه به اینکه ساحل خرچنگ کنارک محل تجمع پرندگان بومی و مهاجر زیادی است، پلاستیک‌های رها شده باعث جلب‌توجه پرندگان شده و با بلع آن ایجاد مشکلات گوارشی شامل می‌شود و درنهایت مرگ آن‌ها را در پی خواهد داشت. پلاستیک و ریزپلاستیک تهدید فزاینده‌ای برای دیگر موجودات آبزی نیز محسوب می‌شود. Zare et al. (2019) در مطالعه‌ای اثر پسماندهای پلاستیکی بر سلامت لاک‌پشت‌های دریایی در سواحل سیستان و بلوچستان ازجمله سواحل چابهار، کنارک و زرآباد را نشان دادند. دلیل مرگ‌ومیر تعداد بسیار زیادی از لاک‌پشت‌های دریایی، بلع پلاستیک و درنتیجه انسداد مجاری گوارشی بود؛ بنابراین، این موجودات در معرض خطر فزاینده زباله‌های پلاستیکی رهاشده در سواحل و دریاها قرار دارند (شکل ۳).

شکل ۳-مرگ‌ومیر لاک‌پشت‌های سبز دریایی در اثر بلع پلاستیک و تورهای ماهیگیری، سواحل دریای عمان ۱۳۹۸
Fig. 3 Mortality of Green Sea Turtles due to plastic ingestion and fishing nets, Oman Sea coast, 2020

همچنین این منطقه دارای بوم‌سازگان مرجانی متنوعی است که انباشت پلاستیک و ورود آن به آب، سلامت بوم‌سازگان را به خطر خواهد انداخت. مطالعات انجام شده در خلیج چابهار نشان می‌دهد که این قسمت از دریای عمان دارای گونه‌های متنوع مرجانی است (Amin Rad and Sanjani 2010). خلیج مذبور درمجموع دارای ۲۰ گونه مرجان سخت شامل ۹ خانواده و ۱۴ جنس است که وجود استرس‌های مختلف مانند آلودگی و ساخت‌وسازهای ساحلی، رشد و حیات این گونه‌های باارزش را در معرض خطر قرار داده است (Loghmani and Sadeghi 2016; Paparella et al. 2019). از طرفی زمانی که این زباله‌ها با مرجان‌ها تماس برقرار کنند، احتمال ابتلا به بیماری از ۴ به ۸۹٪ افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج تحقیق مذکور می‌توان نتیجه گرفت خطر بزرگی از سوی پسماندهای رهاسازی شده در منطقه، مرجان‌های خلیج چابهار را تهدید می‌کند.

شکل۴- پوشش گیاهی مانگرو در نزدیکی محل تخلیه پسماند در ساحل خرچنگ کنارک (تصویربرداری هوایی با استفاده از هلی‌شات DJI مدل Mavic 2 pro)
Fig. 4 Mangrove vegetation near a landfill on Kharchang Coast Aerial photography (using DJI Mavic 2 Pro Drone Quadcopter)

در نزدیکی محل دفع پسماند در منطقه ساحل خرچنگ در کنارک، رویشگاه درختچه‌های مانگرو از جنس *Avicennia marina* قرار دارد. زباله‌ها دقیقاً در محل این رویشگاه بافاصله کمتر از ۵ m دپو می‌شوند (شکل ۴). ریشه‌های تنفسی این درختچه‌ها، محل مناسبی برای تجمیع زباله و درشت‌پلاستیک‌ها شده و سلامت موجودات ساکن در بوم‌سازگان مانگرویی و خود درختچه‌های مانگرو را تهدید می‌کند. بر اساس نتایج مطالعات Esmaili and Naji (2018) مناطقی که به‌وسیله جنگل‌های مانگرو پوشیده شده‌اند، بیش‌تر در معرض آلودگی قرار دارند چراکه خاک و

ریشه این درختچه‌ها (خصوصاً در زمان مد و یا وزش باد) می‌تواند باعث به دام افتادن ضایعات و آلاینده‌ها شده و درنتیجه باعث تجمع آلودگی گسترده‌تر در این منطقه شود. علاوه بر این تهدیدات، شیرابه تولیدی حاصل از پسماندهای دپو شده در ساحل خرچنگ از یک‌سو به محیط دریایی نفوذ کرده و از طرفی دیگر وارد بسترهای گلی حاوی درختچه‌های مانگرو می‌شود. Naji et al. (2019) مطالعه‌ای بر روی ریزپلاستیک‌های کوچک‌تر از ۱ mm در رسوبات بوم‌سازگان مانگرو خورخوران در ایران انجام دادند میانگین تعداد ریزپلاستیک‌ها در پنج ایستگاه نمونه‌برداری شده ۳۴ ذره در کیلوگرم رسوب خشک در بندر گلکان و بندر لنگه گزارش شد. ازآنجایی‌که درختان مانگرو دارای کاربردهای محیط-زیستی فراوانی مانند قابلیت تصفیه‌کنندگی آب با استفاده از ریشه، حفاظت از خط ساحلی در برابر فرسایش خاک و طوفان و سیل، کنترل آلودگی توسط فیلتر کردن زباله‌های صنعتی و انسانی، ارائه غذا، لانه‌سازی و پرورشگاه برای ارگانیسم‌ها و غیره هستند (Badola and Hussain 2005; Ghasemi et al. 2010; Lee et al. 2014; Milani 2018; Naser 2014) محافظت از این منابع طبیعی منحصربه‌فرد جهت بهره‌برداری مفید از آن امری ضروری است.

ساحل خرچنگ کنارک با توجه به جاذبه‌های طبیعی خود، به‌عنوان یک مکان توریستی- تفریحی در منطقه شناخته می‌شود و به همین دلیل میزبان تعداد کثیری از افراد بومی و غیربومی است اما با توجه به گرم بودن این نقطه از استان در بیش‌تر ماه‌های سال به‌ویژه در فصول گرم و متعاقب آن آلودگی هوا و بوی نامساعد محل، ایمنی و سلامت عمومی منطقه را مورد تهدید قرار داده است. همچنین ورود دام‌های بومی به این مناطق و تغذیه از پسماندها به انتشار عوامل بیماری‌زا در منطقه کمک می‌کند و باعث شیوع بیماری‌های مشترک بین دام و انسان می‌شود.

وجود یا عدم وجود برخی از گونه‌های بنتیک مانند بعضی از پرتاران در برخی از آب‌ها و سواحل نشان‌دهنده کیفیت ساحل و آب ازنظر میزان آلودگی یا عدم آلودگی است. در مطالعه‌ای توسط Shakouri and Agheli (2014) در ساحل خرچنگ کنارک، با بررسی فراوانی پرتاران به‌عنوان شاخص آلودگی، نشان دادند که این منطقه که حجم زیادی از زباله‌های شهری کنارک و چابهار در آن مدفون شده در تمام فصول سال دارای آلودگی بالا و وضعیت بوم‌شناسی بسیار بدی است و به دلیل وجود مقدار زیادی از زباله‌های دفن شده در ساحل از حجم بالای مواد آلی برخوردار است. Bazrafshan and Kord-Mostafapoor (2008) به بررسی مقادیر کمی و کیفی زائدات صنایع مولد پسماندهای خطرناک استان سیستان و بلوچستان پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش‌های آن‌ها نشان داد که پسماندهای تولیدی از بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی و درمانی شهرستان چابهار و کنارک به مقدار ۵۱۰ kg/day به همراه زباله‌های شهری دفع می‌شود و همچنین در محل زباله‌سوزهای بیمارستانی در بین فلزات سنگین مورد بررسی فلز روی، مس و کروم به ترتیب بیش‌ترین مقدار را دارا بودند. علاوه بر نتایج مطالعه فوق، شهرستان کنارک دارای کارخانه‌های متعدد ازجمله کارخانه‌های تولید کنسرو تن ماهی، پودر ماهی، قوطی سازی و کارخانه ساخت، تعمیر و بازسازی انواع شناور، لنج و کشتی است که در ساحل خرچنگ و نزدیک به جنگل‌های مانگرو واقع شده است و منشأ آلودگی‌های بسیاری در این منطقه شده‌اند.

سواحل چابهار و کنارک دارای شرایط جغرافیایی و بوم‌شناسی خاصی است، چراکه از یک‌سو ارتباط مستقیم آن با آب‌های آزاد اقیانوس هند از طریق دریای عمان و از سوی دیگر وجود بادهای موسمی شبه‌قاره هند (مانسون)، باعث تبدیل این مناطق به بوم‌سازگان خاص دریایی گردیده و شرایط بیولوژیکی و محیطی خاصی را بر این محدوده آبی حاکم نموده است. جریان‌ها و بادهای موسمی اقیانوس هند که اصطلاحاً به آن مانسون[1] گفته می‌شود، در بخش شمالی اقیانوس هند رخ می‌دهد. بنابراین، بر روی دریای عمان و همچنین خلیج چابهار و کنارک نیز تغییرات آب و هوایی را باعث می‌شود.

در خلیج چابهار به‌صورت سالانه شکوفایی‌های متعدد ریزجلبک رخ می‌دهد که ازجمله ریزجلبک‌های مضر و سمی که در منطقه شناسایی و خالص‌سازی شده است می‌توان به *Amphidinium operculatum*، *Amphidinium carterae*، *Scrippsiella trochoidea*، *Gyrodinium instriatum*، *Tripos furca*، *Noctiluca scintillans*، *Prorocentrum micans* و *Cochlodinium polykrikoides* اشاره کرد (Asefi and Attaran-Fariman 2018). این شکوفایی‌ها در برخی مواقع باعث

[1]Monsoon

ایجاد آسیب به محیط‌زیست شده و سلامت انسان و زندگی آبزیان را تهدید می‌کند و درصورتی‌که شکوفایی حاصل از تراکم بیش‌ازاندازه گونه‌های سمی باشد. این سموم در ماهی‌ها و یا صدف‌هایی که تغذیه فیلتری دارند مصرف شده و به ارگانیسم‌هایی که در زنجیره غذایی بالاتر هستند؛ مانند پرندگان دریایی، پستانداران و همچنین انسان‌ها منتقل می‌شوند. ورود مواد آلی و مغذی‌ها از طریق شیرابه پسماندهای شهری به بستر دریا و متعاقباً اختلاط آن با آب دریا می‌تواند مواد مغذی لازم برای رشد و شکوفایی پلانکتون‌های گیاهی را مهیا کند. این موضوع زمانی اهمیت پیدا می‌کند که مقدار قابل‌توجهی از این شیرابه‌ها و مواد غذایی به بوم‌سازگان دریایی راه پیدا کند که احتمالاً در این صورت می‌توان شاهد شکوفایی قابل‌ملاحظه پلانکتونی بود. چنانچه در زمستان ۱۳۹۶ اطلاعات ماهواره‌ای سنجنده MODIS (ماهواره Aqua) شکوفایی جلبکی گسترده‌ای را در سواحل کنارک نشان داد. پس از ارزیابی سواحل و پایش میدانی تراکم بسیار بالای نوعی از جلبک‌های ماکروسکوپی رشته‌ای سبز در ساحل خرچنگ کنارک به‌وضوح مشاهده گردید. نمونه جلبک از آب منطقه جمع‌آوری و در کیسه‌های پلاستیکی جهت شناسایی و بررسی‌های لازم به آزمایشگاه منتقل گردید. گونه فوق که یک جلبک سبز ماکروسکوپی از جنس *Cladophora* است ازلحاظ ظاهری دارای رشته‌هایی سبزرنگ با شاخه‌های چند سلولی بلند و باریک با انتهای مو مانند بود(شکل ۵).

شکل ۵- شکوفایی جلبکی جلبک سبز ماکروسکوپی *Cladophora sp.* در ساحل خرچنگ کنارک، خلیج چابهار، اسفند ۱۳۹۶

Fig. 5 Algal blooms of macroscopic green algae *Cladophora sp.* on the Kharchang Coast, Chabahar Bay, March, 2018

مطالعه‌ای که در قسمتی از ساحل کنارک در خلیج چابهار انجام شد، حاکی از آن بود گونه‌هایی خود را با شرایط کمبود مواد غذایی وفق داده بودند (Attaran-Fariman et al. 2018). گونه‌هایی مانند *Cochlodinium polykrikoides* و *Gonyaulax* sp. که جزو گونه‌های مضر محسوب می‌شوند، بیش‌ترین غالبیت را داشتند (Iwataki et al. 2008; Tomas and Smayda 2008)؛ بنابراین، دور از ذهن نیست که با ورود مجدد مواد مغذی توسط شیرابه و یا بقایای پسماندها به آب‌های ساحلی، سیست گونه‌های خطرناک مجدداً شکوفا شده و تشکیل کشند سرخ دهند و به این صورت خسارات محیط‌زیستی و اقتصادی فراوانی را به منطقه تحمیل کنند.

۳-۱- آلودگی‌های پلاستیک و ریزپلاستیک

موضوع ورود پلاستیک‌ها به محیط دریایی و اثرات گسترده آن به یک چالش محیط‌زیستی در جهان بدل شده است (Wilcox et al. 2018). موجودات دریایی در هنگام برخورد با ضایعات پسماند و یا مصرف مواد غذایی آمیخته با زباله و حتی مصرف ریزپلاستیک‌ها، ممکن است در معرض آسیب‌های جسمی نظیر خراش و انسدادهای سیستم گوارش، زخمی شدن دستگاه گوارش، ایجاد سیری کاذب، کاهش ظرفیت غذایی، گرسنگی، ضعف، کاهش توان مقابله با شکارچیان بوده و درنهایت منجر به مرگ آن‌ها شود (Crawford and Quinn 2017; Gall and Thompson 2015). پلاستیک‌ها در محیط‌زیست از بین نمی‌روند بلکه به قطعات کوچک‌تری بنام ریزپلاستیک تبدیل می‌شوند (Duncan et al. 2019; Karami et al. 2018). ریزپلاستیک قطعات پلاستیکی کوچک، الیاف و گرانول است که از آغاز قرن بیستم، به‌عنوان آلاینده در نظر گرفته شدند (Ryan et al. 2009). تکه‌های پلاستیکی محدوده ۵- ۱ mm به‌عنوان ریزپلاستیک بزرگ (L-MPP) و ذرات کوچک‌تر از ۱ mm به‌عنوان ریزپلاستیک کوچک (S-MPP) در نظر گرفته می‌شوند (Vianello et al. 2013). پلاستیک‌هایی که به‌اندازه میکروسکوپی تولید شده‌اند، به‌عنوان ریزپلاستیک‌های اولیه معروف هستند که به‌طورمعمول در پاک‌کننده صورت و مواد آرایشی استفاده می‌شوند (Zitko and Hanlon 1991)؛ اما ریزپلاستیک‌های ثانویه توصیف‌کننده قطعات پلاستیکی کوچک به‌دست‌آمده از

تجزیه بقایای پلاستیکی بزرگ‌تر، در دریا و زمین یافت می‌شوند (Ryan et al. 2009). درواقع باگذشت زمان فرآیندهای فیزیکی (سایش، حرکت امواج و تلاطم) به‌صورت زیست‌شناختی و شیمیایی، انسجام ساختاری زباله‌های پلاستیکی را کاهش داده و درنتیجه قطعه‌قطعه می‌شوند (Browne et al. 2007). نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهند گروهی از ارگانیسم‌ها مانند پلانکتون‌های گیاهی قابلیت خوردن ریزپلاستیک‌ها را دارند (Mehrabadi et al. 2019). ازآنجاکه نقش گونه‌های پلانکتون در شبکه غذایی بسیار اساسی است، هرگونه تهدید برای آن‌ها می‌تواند آثار جدی و فراگیری برای اقیانوس‌های جهان به شمار رود (Piramoon-moghaddam and karkhane-yousefi 2012).

ریزپلاستیک می‌تواند بر موجودات تأثیر گذاشته و باعث تغییر قابلیت زیستی آن‌ها شود (Galloway et al. 2017) و توسط بسیاری از آبزیان، به‌ویژه ماهی‌ها مصرف می‌شود (Rochman et al. 2015). ماهی ممکن است ریزپلاستیک را به‌صورت مستقیم (از ستون آب یا رسوبات) و غیرمستقیم (از مصرف میکروارگانیسم‌هایی که قبلاً ریزپلاستیک مصرف کرده‌اند) استفاده کند (Campbell et al. 2017). Bahri et al. (2018) در مطالعه تأثیرات سوء ریزپلاستیک‌ها در محیط‌های دریایی نشان دادند که پلاستیک‌ها از مواد بسیار آب‌گریز ساخته شده‌اند و بر همین اساس آلاینده‌های شیمیایی بر روی سطوح آن‌ها متمرکز شده و ریزپلاستیک‌ها به‌عنوان مخزنی از مواد شیمیایی سمی در محیط‌زیست عمل می‌کنند. پلاستیک‌ها و ریزپلاستیک یکی از بزرگ‌ترین تهدیدات برای زندگی لاک‌پشت‌های دریایی به شمار می‌روند (Nelms et al. 2016; White et al. 2018).

Ghattavi et al. (2019) در مطالعه‌ای در دریای عمان گزارش دادند که در همه گونه‌های موردمطالعه مقادیری از ریزپلاستیک در دستگاه گوارش وجود دارد. مصرف متناوب آبزیان آلوده به ریزپلاستیک توسط انسان می‌تواند سبب بروز تغییرات شدید در کروموزوم‌ها شده و در ادامه اختلالاتی همچون ناباروری، چاقی و سرطان را به دنبال داشته باشد (Sharma and Chatterjee 2017). همچنین پژوهش‌هایی در رابطه با تأثیر ریزپلاستیک‌ها بر بی‌مهرگان دریایی صورت پذیرفته است که نشان می‌دهد گونه‌های ناجورپایان و کشتی‌چسب‌ها پس از چند روز از انتشار ریزپلاستیک‌ها آن‌ها را می‌بلعند (Browne et al. 2008; M. Long et al. 2015). برپایه این یافته‌ها، سطوح متفاوتی از سمیت در جلبک‌ها، پلانکتون‌های جانوری، دافنی‌ها و صدف‌ها گزارش شده است (Lovern and Klaper 2006; Usenko et al. 2008). گونه‌هایی از حشرات نیز از پلت‌های پلاستیکی به‌عنوان مکان‌هایی برای تخم‌گذاری استفاده می‌کنند که ممکن است بر فراوانی و پراکنش این گونه‌ها اثرگذار باشد (Goldstein et al. 2012; Majer et al. 2012).

۳-۲-اثرات منفی پسماند بر روی مرجان‌ها

طی یک مطالعه Lamb et al. (2018)، ۱۵۹ صخره مرجانی را در اندونزی، استرالیا، میانمار و تایلند مورد بررسی قرار دادند که نتایج آن پژوهش نشان داد اقلام پلاستیکی مانند درب‌های بطری و مسواک‌ها که معمولاً از پلی‌پروپیلن ساخته شده‌اند، به‌شدت دارای باکتری هستند و این مسئله با گروه ویرانگر بیماری‌های مرجانی در سطح جهان که به‌عنوان سندرم سفید شناخته شده، مرتبط است. همچنین پژوهش‌ها نشان می‌دهد بنزوفنون که یک آلاینده خروجی از شیرابه پسماندهای شهری است می‌تواند باعث اتوفاژی و مرگ سلولی شده و برای مرجان‌ها مرگ‌آفرین است (Downs et al. 2014).

۳-۳-تأثیر مخرب پسماند بر روی جنگل‌های مانگرو

یکی از بزرگ‌ترین تهدیدات بالقوه برای درختان مانگرو دفع زباله‌های جامد در این بوم‌سازگان است (Nagi and do Sul et (2014). Abubakr 2013; Tri et al. 1998) al. به بررسی اشیا پلاستیکی ردیابی شده در یک جنگل مانگرو در برزیل پرداختند و مشاهده کردند که توانایی نگهداری، بسته به هیدرودینامیک جسم متفاوت است. به‌عنوان مثال کیسه‌های پلاستیکی خیلی آسان‌تر از بطری‌های پلاستیکی نگه داشته می‌شوند. Li et al. (2019) در مطالعه‌ای در دریای نیمه بسته مائوئی[1] در شمال‌غربی دریای چین جنوبی به بررسی و تعیین حضور، فراوانی و اندازه ریزپلاستیک در رسوبات جنگل مانگرو پرداختند و نشان دادند ریزپلاستیک‌های غالب در رسوبات مانگرو ازنظر نوع: پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن و پلی‌استایرن، ازنظر رنگ: سفید-شفاف و ازنظر اندازه: کوچک‌تر از ۱ mm بود. پلاستیک‌های به دام افتاده توسط ریشه‌های این درختان می‌توانند از طریق جلوگیری از تبادل گازها و همچنین آزادسازی مواد شیمیایی

[1]Maowei

مضر جذب‌شده روی سطحشان در محیط اطراف، هم روی خود درخت و هم روی جانوران اطراف تأثیرات منفی بگذارند.

۳-۴-افزایش مواد آلی و فلزات سنگین

بر اساس مطالعات صورت گرفته تغییرات مقادیر فلزات سنگین در خاک‌های محل دفن زباله‌ها تا حدود زیادی به فعالیت‌های انسانی، حجم زباله‌های تولیدی و ترکیبات اصلی سازنده آن‌ها بستگی دارد (Lam et al. 2010). نتایج پژوهش‌ها در ایران نشان می‌دهد که فلزات سنگین مس، روی، کروم و سرب از سایر فلزات در محل‌های دفن به مقدار بیش‌تری یافت می‌شوند (Bayat 2002). فلزات سنگین به‌عنوان آلاینده‌های مهم محسوب می‌شوند که می‌توانند سلامت موجودات بوم‌سازگان و با انتقال در شبکه غذایی، سلامت انسان را نیز تحت تأثیر قرار دهند.

۳-۵-افزایش مواد مغذی موردنیاز جلبک‌های مضر

جلبک‌های میکروسکوپی و ماکروسکوپی از تولیدکنندگان اولیه مهم بوم‌سازگان اقیانوسی محسوب شده و پایه هرم انرژی هستند و بدین‌جهت مطالعه خصوصیات آن‌ها به‌منظور شناسایی حلقه اول شبکه غذایی، پایه حیات و تولید در محیط‌های دریایی ضرورت دارد (Gilan Attaran-Fariman et al. 2014; McHugh 1987; Pagliara and Caroppo 2012; Sale et al. 2011). تراکم بالا و تکثیر بسیار زیاد جلبک‌ها را شکوفایی جلبکی یا کشند سرخ می‌نامند (Anderson et al. 2017). بااینکه شکوفایی پلانکتون‌های گیاهی از پدیده‌های طبیعی در دریاها است که به‌صورت لکه‌های قهوه‌ای، قرمز، نارنجی و سبز هرچند وقت یک‌بار ظاهر می‌شود بااین‌حال در صورت افزایش بیش‌ازاندازه مواد مغذی موردنیاز پلانکتون‌های گیاهی مضر و یا شکوفایی سیست این میکروجلبک‌ها، شکوفایی مضر جلبکی که به‌اختصار HABs[1] خوانده می‌شود (Cortés-Altamirano et al. 2019)، رخ خواهد داد که از مهم‌ترین معضلات مرتبط با محیط دریایی است؛ همان‌طور که گفته شد حاصل تراکم و تکثیر بسیار بالای گونه‌های جلبکی مضر است (Assadi et al. 2015; Attaran-Fariman et al. 2020; Hallegraeff et al. 2004; Matsuoka and Iwataki 2004; Peyghan et al. 2019). اکثر گونه‌های مضر با تراکم زیاد به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم به موجودات آبزی آسیب می‌رسانند ولی برخی از این گونه‌ها توانایی تولید سم نیز دارند (Gilan Attaran-Fariman et al. 2020; Bolch and de Salas 2007; Friedman et al. 2008; Nayak and Karunasagar 1997; Triki et al. 2014).

این سموم برای سلامت انسان عامل تهدیدکننده تلقی می‌شود طوری‌که باعث مسمومیت، سوزش چشم و بینی، گلودرد و خارش و ایجاد علائمی مانند فراموشی، درد عضلانی، فلج شدن و ایجاد اختلال در دستگاه گوارش می‌شود (Kirkpatrick et al. 2004). بسیاری از ریزجلبک‌ها طی چرخه زندگی خود وارد مرحله‌ای نسبتاً طولانی و مقاوم به شرایط نامطلوب محیطی می‌شوند که به آن سیست گفته می‌شود (Attaran-Fariman and Bolch 2012). توانایی تولید سیست از اهمیت ویژه‌ای برای گونه‌های ریزجلبک، جهت تضمین بقا، تسهیل شکوفایی مجدد و پراکنش آن‌ها برخوردار است (Dale 1977; Mertens et al. 2015; Orlova and Morozova 2009; Sprangers et al. 2004; Srivilai et al. 2012). سیست‌ها در بستر دریا مانند بذرهایی هستند که با شکوفا شدن در سطح وسیع و پرتراکم، توانایی ایجاد کشند سرخ را دارند (Attaran-Fariman and Raisi 2015; Mohamed and Al-Shehri 2011; Pospelova et al. 2005; Sonneman and Hill 1997; Wang et al. 2004). بنابراین، ارزیابی حضور، تنوع و پراکنش سیست به‌عنوان بذر در رسوبات ساحلی به همراه نمونه‌های شکوفاشده در مطالعات محیط‌زیستی حائز اهمیت است و می‌تواند اطلاعات مفیدی درباره پتانسیل گونه‌های سمی بدهد (Anderson and McCarthy 2012; Attaran-Fariman 2007; Wang et al. 2004). علاوه بر این، شکوفایی‌های جلبکی گاهی می‌توانند اثرات زیان‌بار دیگری مانند خسارت به منابع اقتصادی و طبیعی، تعلیق عملیات آب‌شیرین‌کن و آسیب به صنعت توریسم و گردشگری در بوم‌سازگان آبی ایجاد کنند (Grattan et al. 2016; Zhou et al. 2007).

۴- نتیجه‌گیری

در این مطالعه که با مرور بیش از ۱۰۰ مقاله علمی از مجلات معتبر داخلی و جهانی و نیز مشاهدات میدانی در خصوص مدیریت پسماند در مناطق ساحلی استفاده شد، اهم نتایج زیر حاصل شد.

۱- سیستم دفع زباله در ساحل خرچنگ کنارک به‌صورت غیراستاندارد و فاقد سامانه‌های مکانیزه است و به بحث

[1]Harmful Algeal Blooms

مدیریت اصولی پسماند و سیستم بازیافت توجه کافی نمی‌شود،

۲- عدم مدیریت صحیح پسماند در ساحل کنارک باعث خلل در سلامت منطقه ساحلی و بوم‌سازگان آبی شده، هوا، خاک و آب‌های دریایی منطقه را آلوده کرده و متعاقباً سلامت موجودات آبزی و انسان را نیز تهدید می‌کند.

۳- جمع‌آوری و دفع اصولی پسماندهای شهری و احیای محیط و تغییر رویکرد در دفع پسماندهای شهری در منطقه مذکور جهت کاستن از خطرات ناشی از آن از اهمیت بالایی برخوردار است.

پیشنهاد می‌شود اقدامات مقتضی جهت اتخاذ مدیریت علمی و عملی مناسب در راستای کاهش منابع آلوده‌کننده و حمایت و حفاظت از مناطق در معرض آلودگی فوراً در دستور کار مسئولین زیربط قرار گیرد تا از تخریب بیشتر بوم‌سازگان، مخاطرات بهداشتی و بحران آلودگی آب و خاک در منطقه جلوگیری به‌عمل آید.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از همکاری و مساعدت ریاست محترم اداره حفاظت محیط‌زیست شهرستان کنارک، جناب آقای مهندس حسن ذاتی کیخا صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین نویسندگان مقاله، مراتب تقدیر و تشکر خود را از آقایان محمد شیرانی و عبدالرحمن عزیزی از شرکت تولید محتوای آوای اردیبهشت ایرانیان منطقه آزاد چابهار جهت همراهی و کمک در تصویربرداری هوایی از منطقه مورد مطالعه تقدیم می‌نماید.

دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده شده در این پژوهش در متن مقاله ارائه شده است.

تضاد منافع نویسندگان

نویسندگان این مقاله اعلام می دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

References

Abduli, M. A., Mehrdadi, N. and Rezazadeh, M. (2014). Coastal solid waste management in Mazandaran Province. J. Environ. Stud., 40(4), 861-873. DOI:10.22059/jes.2014.53003

Altındağ, A. and Yiğit, S. (2005). Assessment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. Chemosphere, 60(4), 552-556.

Amin Rad, T. and Sanjani, M. (2010). Status of coral reef species at Chabahar Bay, Sistan and Baluchistan, Iran. Pak. J. Bio. Sci., 13, 369-374.

Anderson, D. M., Boerlage, S. F. and Dixon, M. B. (2017). Harmful algal blooms (HABs) and desalination: a guide to impacts, monitoring and management.

Anderson, D. M. and McCarthy, S. (2012). Red tides and harmful algal blooms: impacts on desalination operations. Middle East Desalination Research Center, Muscat, Oman. Online:www.medrc.org/download/habs and desaliantion workshop report final. pdf.

Asefi, M. A. and Attaran-Fariman, G. (2018). An overview of the impact of climate change and acidification of the oceans on the growth and bloom of marine algae with emphasis on harmful algae blooms (HABs). J. Persian Gulf., 9(33).

Assadi, H., Attaran-Fariman, G. and Dehghani, R. (2015). A study on existence of dinoflagellates cysts and detection harmful kind of them in marine sediments of Hormozgan province. J. Marine Sci. Technol. Res., 10(3), 1-21.

Attaran-Fariman, G. (2007). Dinoflagellate Cysts and Chattonella resting stages from recent sediments of the South Coast of Iran. PhD Thesis. University of Tasmania.

Attaran-Fariman, G. and Bolch, C. (2012). Morphology and phylogeny of scrippsiella trochoidea (dinophyceae) a potentially harmful bloom forming species isolated from the sediments of iran's south coast. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 11(2), 252-270.

Attaran-Fariman, G., Dolat-Abadi, F. and Loghmani, M. (2020). phylogenic study of dinoflagellate Gyrodinium instriatum simultaneous occurrences during redtide of Gonyaulax polygramma isolated from the coastal waters of Ramin (Makoran Sea). Journal of Oceanography, 11(41), 73-81. [In Persian].

Attaran-Fariman, G., Loghmani, M. and Mirkazehi-Rigi, A. (2018). The Effect of Environmental Factors on the abundance of Dinoflagellate Cysts in Sediments of the Southeastern Coast of Iran in Hot and Cold Seasons. Journal of Oceanography, 9(34), 59-67. [In Persian].

Attaran-Fariman, G., Noorzayi, S. and Jafari, H. (2014). The role of sediment properties on the frequency and diversity of dinoflagellate cysts in Chabahar Bay. Journal of Marine Biology, Islamic Azad University, Ahvaz Branch, 5(20). [In Persian].

Attaran-Fariman, G. and Raisi, A. (2015). The Distribution and Diversity of Dinoflagellate Cysts in Sediments of Gwatar Bay (Northeast Gulf of Oman). Iranian Scientific Fisheries Journal, 24(3), 151-163. DOI:10.22092/isfj.2017.110200, [In Persian].

Badola, R. and Hussain, S. A. (2005). Valuing ecosystem functions: an empirical study on the storm protection function of Bhitarkanika mangrove ecosystem, India. Environmental Conservation, 85-92.

Bahri, A., Ghaemi, H., Abdolahi, A. and Doaie, M. M. (2018). The Harmful Impacts of Microplastics in the Marine Environment- A Review. Environment and Water Engineering, 4(1), 72-83. DOI:10.22034/jewe.2018.63418, [In Persian].

Bayat, B. (2002). Comparative study of adsorption properties of Turkish fly ashes: I. The case of nickel (II), copper (II) and zinc (II). Journal of hazardous materials, 95(3), 251-273.

Bazrafshan, E. and Kord-Mostafapoor, F. (2008). Survey of quantity and quality of hazardous wastes produced in Sistan and Baluchestan in 1386. Zahedan Journal of Research in Medical Sciences, 10(4), 305-.

Bolch, C. J. and de Salas, M. F. (2007). A review of the molecular evidence for ballast water introduction of the toxic dinoflagellates Gymnodinium catenatum and the Alexandrium “tamarensis complex” to Australasia. Harmful algae, 6(4), 465-485.

Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M. and Thompson, R. C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, Mytilus edulis (L.). Environmental science & technology, 42(13), 5026-5031.

Browne, M. A., Galloway, T. and Thompson, R. (2007). Microplastic—an emerging contaminant of potential concern? Integrated Environmental Assessment and Management: An International Journal, 3(4), 559-561.

Campbell, S. H., Williamson, P. R. and Hall, B. D. (2017). Microplastics in the gastrointestinal tracts of fish and the water from an urban prairie creek. Facets, 2(1), 395-409.

Cortés-Altamirano, R., Alonso-Rodríguez, R. and Salas-de-León, D. A. (2019). Historical observations of algal blooms in Mazatlan Bay, Sinaloa, Mexico (1979-2014). PloS one, 14(1), e0210631.

Crawford, C. and Quinn, B. (2017). The interactions of microplastics and chemical pollutants. Microplastic Pollutants, 131-157.

Dabiri, M. (2008). Environmental pollution (air, water, soil, noise). Vol. I, 102-133.

Dale, B. (1977). Cysts of the toxic red-tide dinoflagellate Gonyaulax excavata (Braarud) Balech from Oslofjorden, Norway. Sarsia, 63(1), 29-34.

Do Sul, J. A. I., Costa, M. F., Silva-Cavalcanti, J. S. and Araújo, M. C. B. (2014). Plastic debris retention and exportation by a mangrove forest patch. Marine pollution bulletin, 78(1-2), 252-257.

Downs, C., Kramarsky-Winter, E., Fauth, J. E., Segal, R., Bronstein, O., Jeger, R., . . . Kushmaro, A. (2014). Toxicological effects of the sunscreen UV filter, benzophenone-2, on planulae and in vitro cells of the coral, Stylophora pistillata. Ecotoxicology, 23(2), 175-191.

Duncan, E. M., Broderick, A. C., Fuller, W. J., Galloway, T. S., Godfrey, M. H., Hamann, M., . . . Omeyer, L. C. (2019). Microplastic ingestion ubiquitous in marine turtles. Global change biology, 25(2), 744-752.

Esmaili, Z. and 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, 8(32), 53-61. DOI:10.29252/joc.8.32.53, [In Persian].

Friedman, M. A., Fleming, L. E., Fernandez, M., Bienfang, P., Schrank, K., Dickey, R., . . . Weisman, R. (2008). Ciguatera fish poisoning: treatment, prevention and management. Marine drugs, 6(3), 456-479.

Gall, S. C. and Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. Marine pollution bulletin, 92(1-2), 170-179.

Galloway, T. S., Cole, M. and Lewis, C. (2017). Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. Nature Ecology & Evolution, 1(5), 1-8.

Ghasemi, S., Zakaria, M., Abdul-Hamid, H., Yusof, E., Danehkar, A. and Rajpar, M. N. (2010). A review of mangrove value and conservation strategy by local communities in Hormozgan province, Iran. Journal of American Science, 6(10), 329-338.

Ghattavi, K., Naji, A. and 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), 141-150.

Goldstein, M. C., Rosenberg, M. and Cheng, L. (2012). Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in an endemic pelagic insect. Biology letters, 8(5), 817-820.

Grattan, L. M., Holobaugh, S. and Morris Jr, J. G. (2016). Harmful algal blooms and public health. Harmful algae, 57, 2-8.

Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M., Cembella, A. D. and Enevoldsen, H. (2004). Manual on harmful marine microalgae: Unesco.

Hatami Manesh, M., Mirzaei, M., Gholamali Fard, M., Riyahi Bakhtiyari, A. R. and Sadeghi, M. (2015). Evaluation of copper, zinc, and chromium concentration in landfill soil and hospital waste ash of Shahrekord municipal solid waste landfill. Iranian Journal of Health and Environment, 8(1), 57-66, [In Persian].

Iwataki, M., Kawami, H., Mizushima, K., Mikulski, C. M., Doucette, G. J., Relox Jr, J. R., . . . Matsuoka, K. (2008). Phylogenetic relationships in the harmful dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides (Gymnodiniales, Dinophyceae) inferred from LSU rDNA sequences. Harmful algae, 7(3), 271-277.

Karami, B., Shahsavari, D. and Janghorban, M. (2018). Wave propagation analysis in functionally graded (FG) nanoplates under in-plane magnetic field based on nonlocal strain gradient theory and four variable refined plate theory. Mechanics of Advanced Materials and Structures, 25(12), 1047-1057.

Kasassi, A., Rakimbei, P., Karagiannidis, A., Zabaniotou, A., Tsiouvaras, K., Nastis, A. and Tzafeiropoulou, K. (2008). Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill. Bioresource Technology, 99(18), 8578-8584.

Kazem Nezhad, F., Ahmadi, T., Shykholeslami, A., Zal Nezhad, H. and Behjoo, A. (2011). Investigation on the Effect of Wastewater on Forest Trees (Case Study: Forest Palhamkooti). Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources, 6(3), 43-52, [In Persian].

Kirkpatrick, B., Fleming, L. E., Squicciarini, D., Backer, L. C., Clark, R., Abraham, W., . . . Pierce, R. (2004). Literature review of Florida red tide: implications for human health effects. Harmful algae, 3(2), 99-115.

LaGrega, M., Buckingham, P. and Evans, J. (2001). Hazard waste management, 2nd edn. McGraw-Hall. Inc., New York.

Lam, C. H., Ip, A. W., Barford, J. P. and McKay, G. (2010). Use of incineration MSW ash: a review. Sustainability, 2(7), 1943-1968.

Lamb, J. B., Willis, B. L., Fiorenza, E. A., Couch, C. S., Howard, R., Rader, D. N., . . . Jompa, J. (2018). Plastic waste associated with disease on coral reefs. Science, 359(6374), 460-462.

Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S., . . . Marchand, C. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. Global ecology and biogeography, 23(7), 726-743.

Li, R., Zhang, L., Xue, B. and Wang, Y. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in the mangrove sediment of the semi-enclosed Maowei Sea of the south China sea: New implications for location, rhizosphere, and sediment compositions. Environmental pollution, 244, 685-692.

Loghmani, M. and Sadeghi, P. (2016). Distribution and Diversity of Hard Corals in Chabahar bay (Oman sea). Journal of Animal Environment, 7(4), 105-116, [In Persian].

Long, M., Moriceau, B., Gallinari, M., Lambert, C., Huvet, A., Raffray, J. and Soudant, P. (2015). Interactions between microplastics and phytoplankton aggregates: Impact on their respective fates. Marine Chemistry, 175, 39-46.

Long, Y.-Y., Shen, D.-S., Wang, H.-T., Lu, W.-J. and Zhao, Y. (2011). Heavy metal source analysis in municipal solid waste (MSW): case study on Cu and Zn. Journal of hazardous materials, 186(2-3), 1082-1087.

Lovern, S. B. and Klaper, R. (2006). Daphnia magna mortality when exposed to titanium dioxide and fullerene (C60) nanoparticles. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal, 25(4), 1132-1137.

Majer, A. P., Vedolin, M. C. and Turra, A. (2012). Plastic pellets as oviposition site and means of dispersal for the ocean-skater insect Halobates. Marine pollution bulletin, 64(6), 1143-1147.

Matsuoka, K. and Iwataki, M. (2004). Present status in study on a harmful unarmored dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides Margalef. Bull Plankton Soc Japan, 51, 38-45.

McHugh, D. J. (1987). Production, properties and uses of alginates. Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds. FAO. Fish. Tech. Pap, 288, 58-115.

Mehrabadi, A. R., Kazemi, M. J., Haghighat, G. A. and Shakeri, H. (2019). Effects of Micro-Plastics in the Environment and Aqueous. Journal of Jiroft University of Medical Sciences, 5(2), 1-14, [In Persian].

Mertens, K. N., Aydin, H., Uzar, S., Takano, Y., Yamaguchi, A. and Matsuoka, K. (2015). Relationship between the dinoflagellate cyst Spiniferites pachydermus and Gonyaulax ellegaardiae sp. nov. from Izmir Bay, Turkey, and molecular characterization. Journal of phycology, 51(3), 560-573.

Milani, A. S. (2018). Mangrove forests of the Persian Gulf and the Gulf of Oman. In *Threats to Mangrove Forests* (pp. 53-75): Springer.

Mohamed, Z. A. and Al-Shehri, A. M. (2011). Occurrence and germination of dinoflagellate cysts in surface sediments from the Red Sea off the coasts of Saudi Arabia. Oceanologia, 53(1), 121-136.

Nagi, H. M. and Abubakr, M. M. (2013). Threats status to the mangrove ecosystem along the coastal zone of Yemen. Journal of King Abdulaziz University, 24(1), 101.

Naji, A., Nuri, M., Amiri, P. and Niyogi, 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.

Naser, H. A. (2014). Marine ecosystem diversity in the Arabian Gulf: threats and conservation. Biodiversity–The Dynamic Balance of the Planet, 297-328.

Nayak, B. and Karunasagar, I. (1997). Influence of bacteria on growth and hemolysin production by the marine dinoflagellate Amphidinium carterae. Marine Biology, 130(1), 35-39.

Nelms, S. E., Duncan, E. M., Broderick, A. C., Galloway, T. S., Godfrey, M. H., Hamann, M., . . . Godley, B. J. (2016). Plastic and marine turtles: a review and call for research. ICES Journal of Marine Science, 73(2), 165-181.

Orlova, T. Y. and Morozova, T. (2009). Resting stages of microalgae in recent marine sediments of Peter the Great Bay, Sea of Japan. Russian journal of marine biology, 35(4), 313-322.

Pagliara, P. and Caroppo, C. (2012). Toxicity assessment of Amphidinium carterae, Coolia cfr. monotis and Ostreopsis cfr. ovata (Dinophyta) isolated from the northern Ionian Sea (Mediterranean Sea). Toxicon, 60(6), 1203-1214.

Paparella, F., Xu, C., Vaughan, G. O. and Burt, J. A. (2019). Coral bleaching in the Persian/Arabian Gulf is modulated by summer winds. Frontiers in Marine Science, 6, 205.

Peyghan, R., Rezaei, A., Dezfuly, Z. T. and Halimi, M. (2019). Gill lesions and mortality in common carp (Cyprinus carpio) with a dense bloom of Heterosigma-like algae in Khuzestan province. Iranian journal of veterinary research, 20(1), 64.

Piramoon moghaddam, S. and karkhane yousefi, m. (2012). Microplastics in the Marine Environment. Basparesh, 2(1), 42-51. DOI:10.22063/basparesh.2012.935

Pospelova, V., Chmura, G. L., Boothman, W. S. and Latimer, J. S. (2005). Spatial distribution of modern dinoflagellate cysts in polluted estuarine sediments from Buzzards Bay (Massachusetts, USA) embayments. Marine Ecology Progress Series, 292, 23-40.

Prabpai, S., Charerntanyarak, L., Siri, B. and Moore, M. R. (2007). Agronomic Properties and Heavy Metals Content in Soil Reclaimed from Municipal Solid Waste Landfill Development of A Knowledge-Based System for Foundry Waste Recycling. Journal of Solid Waste Technology & Management, 33(2).

Rezvanipoor, M., Alikhani, F. and Pazooki, M. (2012). Management of biodegradable plastic waste and reduction of environmental problems caused by their conversion into useful hydrocarbon fuels. Paper presented at the National Conference on Makran Coastal Development and Maritime Authority of the Islamic Republic of Iran.

Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., . . . Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. Scientific reports, 5, 14340.

Ryan, P. G., Moore, C. J., van Franeker, J. A. and Moloney, C. L. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 1999-2012.

Saeed, L. and Zevenhoven, R. (2002). Comparison between two-stage waste combustion with HCl recovery and conventional incineration plants. Energy Sources, 24(1), 41-57.

Sale, P. F., Feary, D. A., Burt, J. A., Bauman, A. G., Cavalcante, G. H., Drouillard, K. G., . . . Usseglio, P. (2011). The growing need for sustainable ecological management of marine communities of the Persian Gulf. Ambio, 40(1), 4-17.

Segura-Muñoz, S., Takayanagui, A., Trevilato, T., Santos, C. and Hering, S. (2004). Trace metal distribution in surface soil in the area of a municipal solid waste landfill and a medical waste incinerator. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 72(1), 157-164.

Shakouri, A. and Agheli, E. (2014). Distribution, abundance and diversity of Polychaetes in the Intertidal Zone of Konarak crab Island. Marine Biology, 6(1), 59-72, [In Persian].

Sharma, S. and Chatterjee, S. (2017). Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and human health: a short review. Environmental Science and Pollution Research, 24(27), 21530-21547.

Slack, R., Gronow, J. and Voulvoulis, N. (2005). Household hazardous waste in municipal landfills: contaminants in leachate. Science of the total environment, 337(1-3), 119-137.

Sonneman, J. and Hill, D. (1997). A taxonomic survey of cyst-producing dinoflagellates from recent sediments of Victorian coastal waters, Australia. Botanica Marina, 40(1-6), 149-178.

Sprangers, M., Dammers, N., Brinkhuis, H., van Weering, T. C. and Lotter, A. F. (2004). Modern organic-walled dinoflagellate cyst distribution offshore NW Iberia; tracing the upwelling system. Review of Palaeobotany and Palynology, 128(1-2), 97-106.

Srivilai, D., Lirdwitayaprasit, T. and Fukuyo, Y. (2012). Distribution of dinoflagellate cysts in the surface sediment of the coastal areas in Chonburi Province, Thailand. Coastal marine science, 35(1), 11-19.

Talaei, F. and Heidari, E. (2015a). Obligations and Responsibility of States in the Protection and Conservation of Environment against Wastes, With an Emphasis on Hazardous Wastes. Public Law Researsh, 16(45), 165-200, [In Persian].

Talaei, F. and Heidari, E. (2015b). The Role of International Organizations in Combating Environmental Pollution Resulting from Wastes. Journal of Legal Studies, 7(2), 123-171. DOI:10.22099/jls.2015.3215, [In Persian].

Tomas, C. R. and Smayda, T. J. (2008). Red tide blooms of Cochlodinium polykrikoides in a coastal cove. Harmful algae, 7(3), 308-317.

Tri, N. H., Adger, W. N. and Kelly, P. (1998). Natural resource management in mitigating climate impacts: the example of mangrove restoration in Vietnam. Global Environmental Change, 8(1), 49-61.

Triki, H. Z., Daly-Yahia, O. K., Malouche, D., Komiha, Y., Deidun, A. and Brahim, M.

(2014). Distribution of resting cysts of the potentially toxic dinoflagellate Alexandrium pseudogonyaulax in recently-deposited sediment within Bizerte Lagoon (Mediterranean coast, Tunisia). Marine pollution bulletin, 84(1-2), 172-181.

Usenko, C. Y., Harper, S. L. and Tanguay, R. L. (2008). Fullerene C60 exposure elicits an oxidative stress response in embryonic zebrafish. Toxicology and applied pharmacology, 229(1), 44-55.

Vianello, A., Boldrin, A., Guerriero, P., Moschino, V., Rella, R., Sturaro, A. and Da Ros, L. (2013). Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 130, 54-61.

Wang, Z., Matsuoka, K., Qi, Y. and Chen, J. (2004). Dinoflagellate cysts in recent sediments from Chinese coastal waters. Marine Ecology, 25(4), 289-311.

White, E. M., Clark, S., Manire, C. A., Crawford, B., Wang, S., Locklin, J. and Ritchie, B. W. (2018). Ingested micronizing plastic particle compositions and size distributions within stranded post-hatchling sea turtles. Environmental science & technology, 52(18), 10307-10316.

Wilcox, C., Puckridge, M., Schuyler, Q. A., Townsend, K. and Hardesty, B. D. (2018). A quantitative analysis linking sea turtle mortality and plastic debris ingestion. Scientific reports, 8(1), 1-11.

Zare Jeddi, M., Rastkari, N., Ahmadkhaniha, R., Alimohammadi, M. and Yunesian, M. (2015). Carcinogenic and non-carcinogenic assessment of phthalates exposure through consumption of bottled water during the storage time. Iranian Journal of Health and Environment, 8(1), 97-108.

Zare, R. Asefi, M. Ali and Sinaei, M. (2019). Plastic wastes and their effects on sea turtles on the Iranian coast of the Oman Sea. Paper presented at the 1sd conference of Enviromental Challengs with emphasis on plastics waste, Iran, [In Persian].

Zhao, L., Zhang, F.-S., Wang, K. and Zhu, J. (2009). Chemical properties of heavy metals in typical hospital waste incinerator ashes in China. Waste Management, 29(3), 1114-1121.

Zhou, L., Zheng, T., Wang, X., Ye, J., Tian, Y. and Hong, H. (2007). Effect of five Chinese traditional medicines on the biological activity of a red-tide causing alga—Alexandrium tamarense. Harmful algae, 6(3), 354-360.

Zitko, V. and Hanlon, M. (1991). Another source of pollution by plastics: skin cleaners with plastic scrubbers. Marine pollution bulletin, 22(1), 41-42.