Journal of Marine Medicine
Winter 2024, Volume 5, Issue 4
Pages: 243-254
10.30491/5.4.243

Impact of Plastic Pollution on Sea Turtle Mortality, with a Focus on the Iranian Coast of the Sea of Oman

Rouhollah Zare [1]*, Mohammad Ali Asefi [1]

[1] *Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran*

Received: 21 April 2023 **Accepted:** 28 January 2024

Abstract

Plastic pollutants have emerged as a significant threat to the delicate ecological balance of marine ecosystems. Among the marine species profoundly impacted by these pollutants are sea turtles. Mistaking plastic for food, sea turtles ingest it, leading to blockages in their respiratory and digestive systems, ultimately resulting in their death. Research findings consistently highlight entanglement in fishing nets and suffocation due to oxygen deprivation as key contributors to sea turtle mortality.

Numerous studies have demonstrated that even small amounts of plastic waste can prove fatal to sea turtles. Plastic fragments can accumulate in their digestive tracts, causing obstructions that are often lethal. This study aims to assess the impact of marine pollutants, particularly plastics, on sea turtle survival by analyzing and synthesizing existing research on sea turtle mortality, focusing on the waters surrounding Iran.

The study is divided into two parts: the first part comprises a review of descriptive studies investigating the effects of plastic pollution on sea turtles, specifically those inhabiting Iranian marine regions near Oman, utilizing both domestic and international sources. The second part involves field and laboratory studies to identify turtle species and determine the causes of sea turtle mortality in the study area.

In November 2017, 35 sea turtle carcasses were discovered on the shores of the Darak region in southern Sistan and Baluchistan province. Subsequent field and laboratory analyses revealed that plastic ingestion was a significant factor contributing to their demise. Coastal areas along the Sea of Oman, particularly the Darek coastal region, witness high levels of plastic pollution due to increased tourist activities, coastal developments, and the improper disposal of fishing gear, notably fishing nets. Sea turtle populations along the northern shores of the Sea of Oman are consequently exposed to various forms of marine debris.

Given the destructive role of plastic pollution on turtles in the region, urgent measures are required to implement management programs aimed at reducing marine waste, with a specific focus on plastic pollutants stemming from fishing activities. Educating fishermen and local residents on sea turtle conservation practices and reviewing fishing equipment usage are crucial steps towards safeguarding these vulnerable marine creatures.

Keywords: Marine debris, Sea Turtle, Marine Environment, Oman Sea

*Corresponding author: Rouhollah Zare, **Email**: rzare59@gmail.com
Address: Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.

مجله طب دریا
دوره ۵، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲
صفحات: ۲۵۴-۲۴۳
10.30491/5.4.243

مروری بر اثر آلاینده‌های پلاستیکی بر مرگ‌ومیر لاک‌پشت‌های دریایی (با تأکید بر سواحل ایرانی دریای عمان)

روح‌اله زارع[1*]، محمدعلی آصفی[1]

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

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۲/۰۱ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۲/۱۱/۰۸

چکیده

آلاینده‌های پلاستیکی امروزه به‌عنوان یک تهدید جدی برای تعادل اکولوژیکی در اکوسیستم‌های دریایی محسوب می‌شوند. یکی از جانوران دریایی که به‌شدت تحت تأثیر این آلاینده‌های مخرب قرار دارند لاک‌پشت‌های دریایی می‌باشند. این آبزیان با اشتباه گرفتن پلاستیک با مواد غذایی، از آن‌ها تغذیه می‌کنند و این امر باعث انسداد در مجاری تنفسی و گوارشی موجود شده و نهایتاً مرگ جانور را در پی دارد. نتایج بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد، گیر افتادن در تورهای ماهیگیری و خفگی در اثر عدم اکسیژن، یک عامل مهم در مرگ‌ومیر لاک‌پشت‌های دریایی است. بررسی یافته‌های مطالعات پژوهشگران نشان می‌دهد پسماندهای پلاستیکی حتی در مقادیر بسیار ناچیز قادر به کشتن لاک‌پشت‌های دریایی هستند. قطعات پلاستیکی در هنگام مصرف می‌توانند در دستگاه گوارش موجود جمع شده و یا باعث انسداد مجاری تنفسی و گوارشی شوند که درهرصورت کشنده است. مطالعه حاضر تلاش می‌کند با بررسی، مرور شواهد و نتایج مطالعات پژوهشگران در رابطه با مرگ‌ومیر لاک‌پشت‌های دریایی به‌ویژه در آب‌های دریایی ایران، نقش آلاینده‌های دریایی به‌ویژه پلاستیک‌ها را در رابطه با حیات لاک‌پشت‌های دریایی ارزیابی کند. مطالعه حاضر در دو بخش انجام شده است؛ بخش اول شامل مطالعات مروری-توصیفی که سعی شده با استفاده از منابع داخلی و خارجی، به بررسی اثر مواد پلاستیک بر زندگی لاک‌پشت‌های دریایی و به‌ویژه گونه‌های نواحی ایرانی دریایی عمان پرداخته شود و مرحله دوم شامل مطالعات میدانی و آزمایشگاهی جهت شناسایی گونه‌های لاک‌پشت و علت مرگ‌ومیر لاک‌پشت‌های دریایی در منطقه موردمطالعه است. در آبان ۱۳۹۷ تعداد ۳۵ لاشه لاک‌پشت دریایی در سواحل منطقه دَرَک در جنوب استان سیستان و بلوچستان مشاهده شد. پس از بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی بلع پلاستیک توسط این موجودات یک عامل مؤثر در از بین رفتن آن‌ها تشخیص داده شد. در اکثر نقاط ساحلی دریای عمان به‌ویژه منطقه ساحلی درک، به دلیل افزایش تردد گردشگران و ساخت‌وسازهای ساحلی و همچنین دور ریختن ادوات صیادی مستعمل و بلا استفاده به‌خصوص تورهای ماهیگیری، مقادیر بسیار زیادی مواد پلاستیکی در دریا و سواحل رها می‌شود و دراین‌بین، جمعیت لاک‌پشت‌های دریایی در سواحل شمالی دریای عمان در معرض انواع پسماندهای دریایی قرار دارند. با توجه به نقش پلاستیک در نابودی لاک‌پشت‌های منطقه، اعمال و اجرای برنامه‌های مدیریتی جهت کاهش پسماندهای دریایی در منطقه با تأکید بر آلاینده‌های پلاستیکی ناشی از فعالیت‌های صیادی، آموزش صیادان و اهالی بومی جهت حفاظت از لاک‌پشت‌های دریایی و بازنگری در استفاده از ادوات صیادی ضروری می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: پسماندهای دریایی، لاک‌پشت دریایی، محیط‌زیست دریایی، دریای عمان.

*نویسنده مسئول: **روح‌اله زارع**. پست الکترونیک: rzare59@gmail.com
آدرس: گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران.

مقدمه

پسماندهای دریایی رهاشده در سواحل و دریاها و اثرات آن بر جانوران، به‌ویژه آبزیان دریایی به یکی از چالش‌های قابل‌توجه زیست‌محیطی در جهان بدل شده است (۱). اصلی‌ترین و عمده‌ترین نوع این پسماندها را پلاستیک‌ها تشکیل می‌دهند که از مهم‌ترین آلاینده‌های در حال ظهور در محیط‌های دریایی محسوب می‌شوند (۲). پلاستیک‌ها به دلیل هزینه‌های تولید پایین و ویژگی‌های خاصی مانند دوام و انعطاف‌پذیری، به بخشی ضروری از زندگی ما تبدیل‌شده‌اند (۳) سالانه در حدود ۳۵۰ میلیون تن پلاستیک در جهان تولید می‌شود (۴) که از این مقدار در حدود ۱۱ میلیون تن وارد دریاها می‌شود که این مقدار برابر با ۸۰ درصد کل پسماندهای دریایی است (۵، ۶) بااین‌حال تخمین زده می‌شود این مقدار تا سال ۲۰۴۰ به حدود ۲۹ میلیون تن برسد (۷). پلاستیک‌هایی که باقی می‌مانند، انباشته‌شده و توسط تابش اشعه UV خورشید، هوازدگی و تجزیه، امواج دریا و نیروهای مکانیکی به قطعات کوچک‌تر مانند میکروپلاستیک‌ها و نانوذرات تبدیل می‌شوند (۸) که در این صورت افزایش پتانسیل بلع توسط موجودات دریایی را در پی دارد (۹). نواحی ساحلی از مهم‌ترین مناطقی هستند که در مواجهه مستقیم با انواع آلاینده‌ها ازجمله پلاستیک‌ها قرار دارند و به همین علت جزء مناطق حساس و آسیب‌پذیر تلقی می‌شوند. نحوه ورود پلاستیک‌ها به محیط‌زیست دریایی را به دو صورت کلی می‌توان تعریف نمود، الف) ماکروپلاستیک‌ها که در اندازه‌های بزرگ‌تر به‌واسطه منابع زمینی و یا توسط کشتی‌ها وارد دریا می‌شوند (۱۰). ب) میکروپلاستیک‌ها که در اندازه‌های بسیار کوچک و ذره‌بینی هستند و می‌توانند به‌صورت میکروبید باشند؛ میکروپلاستیک‌ها عموماً در صنایع مختلف ازجمله تایرسازی، پزشکی و در الیاف خاص در لباس‌ها استفاده می‌شوند و یا از تجزیه پلاستیک‌های بزرگ در اثر فرسایش، تابش خورشیدی و امواج دریا به وجود می‌آیند (۱۱). قطر میکروپلاستیک‌ها معمولاً کمتر از موی سر انسان است و بسیاری از آن‌ها که به اشک‌های میرآمید مشهور هستند با چشم غیرمسلح قابل‌رؤیت نمی‌باشند، بااین‌حال، این قطعات بسیار کوچک نیز به‌آسانی در طبیعت تجزیه نمی‌شوند و تا مدت‌های طولانی به‌صورت معلق در آب‌های دریایی اقیانوسی سرگردان هستند تا نهایتاً توسط جانوران دریایی بلعیده شوند (۱۲). پلاستیک‌ها زیستگاه‌های مختلف جهان، از آب‌های کم‌عمق تا اعماق دریا و از قطب‌ها تا استوا را آلوده کرده‌اند. در خطوط ساحلی، در ستون آب، در بستر دریا و در رسوبات وجود دارند (۱۳، ۱۴) و به همین علت فراوان‌ترین دسته از پسماندها هستند که توسط موجودات دریایی بلعیده می‌شوند (۱۵–۱۷)؛ درنتیجه به‌سرعت به یکی از عوامل کلیدی تأثیرگذار بر تنوع زیستی دریایی در قرن بیست و یکم تبدیل‌شده‌اند. پلاستیک‌ها می‌توانند با معرفی گونه‌های بیگانه و مهاجم، ساختار جامعه آبزیان را تغییر داده، باعث پیدایش بیماری‌های جدید بشوند و احتمالاً ساده‌سازی و شبکه غذایی موجودات را دستخوش تحول کنند (۱۸). رنگ، چگالی، شکل، اندازه و فراوانی این ذرات پلاستیکی ممکن است بر در دسترس بودن بالقوه آن‌ها برای موجودات دریایی تأثیرگذار باشد (۱۹،۲۰).

گرفتار شدن موجودات آبزی در انواع پسماندهای دریایی (۲۱،۲۲)، بلع (۲۳) و آلودگی‌های شیمیایی (۲۴،۲۵) از جمله اصلی‌ترین پیامدهای این پسماندها بر تنوع زیستی آبزیانی مانند لاک‌پشت‌های دریایی هستند. طبق نتایج تحقیقات و گزارش‌ها حداقل ۷۰۰ گونه از موجودات آبزی، پلاستیک را در محیط‌های دریایی می‌بلعند (۲۶، ۲۷) که در میان آن‌ها، لاک‌پشت‌های دریایی در صدر فهرست هستند (۲۸–۳۰)؛ بنابراین این جانوران، در معرض خطر قابل‌توجهی از آلودگی‌های پلاستیکی رهاشده در بوم‌سازگان دریایی نسبت به سایر جانداران در تمام مراحل چرخه زندگی خود قرار دارند که آن‌ها را در مواجهه با پیامدهای بالقوه کشنده‌ای قرار می‌دهد (۱،۳۱). لاک‌پشت‌های دریایی به دلیل طول عمر، تحرک، موقعیت و جایگاهشان در شبکه غذایی شاخص‌های مناسبی برای سلامت محیط دریایی هستند (۳۲). همه‌ساله تعداد بسیار زیادی از لاک‌پشت‌های دریایی در همه مناطق دریایی جهان، به دلیل تغذیه از پلاستیک‌های شناور در دریاها جان خود را از دست می‌دهند. یکی از دلایل اصلی این موضوع در شباهت غذاهای موردعلاقه لاک‌پشت‌های دریایی (به عنوان مثال: عروس دریایی) با پلاستیک‌های رهاشده در آب است (۳۳) لاک‌پشت‌ها در اثر تغذیه از این پلاستیک‌ها دچار انسداد مجاری تنفسی و گوارشی شده و درنهایت از بین می‌روند. این جانوران به دو صورت به دام پسماندهای پلاستیکی رهاشده می‌افتند؛ مورد اول پسماندهای موجود در بخش ساحلی که مانعی برای لانه‌سازی و یا سدی در جهت حرکت مناسب و به‌موقع نوزادان دررسیدن به دریا است و مورد دوم پسماندهای شناور که عامل مهمی در گرفتگی مجاری تنفسی و یا ایجاد بیماری‌های گوارشی برای آن‌ها می‌شود (۳۴). مطالعات فراوانی در مورد بلعیدن پلاستیک توسط لاک‌پشت‌های دریایی در سراسر جهان انجام گرفته است (۴۶–۳۵).

روش‌ها

در پژوهش حاضر، اثر ماکرو و میکروپلاستیک‌های رهاسازی شده در دریا بر بقای لاک‌پشت‌های دریایی با مطالعه منابع اسنادی و کتابخانه‌ای با استفاده از اطلاعات مندرج در نشریات، مطالعات پژوهشی و پایگاه‌های علمی معتبر داخلی و خارجی شامل Science Direct, Pubmed, Springer, Civilica, SID با کلیدواژه‌های پسماندهای پلاستیکی، لاکپشت‌های دریایی ایران، خطرات محیط‌زیستی لاک‌پشت‌های دریایی، آلودگی دریایی، پسماندهای دپو شده در نوار ساحلی، آلودگی دریایی میکرو و ماکروپلاستیک‌ها، مرگ و میر لاک‌پشت‌های دریایی، رهاسازی پسماندها در دریا، آلودگی محیط‌زیستی دریای عمان و ... بررسی

گردید و سپس به‌مرور مطالعات انجام شده و نتایج کلی پرداخته شد. همچنین در کنار بررسی ادبیات پیشین، به بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی به عنوان مکمل این پژوهش پرداخته شده است به نحوی که دلایل مرگ‌ومیر لاک‌پشت‌های دریایی در سواحل دریای عمان که در آبان ماه ۱۳۹۷ رخ داد و مرگ‌ومیر تعداد زیادی از لاک‌پشت‌های دریایی در منطقه ساحلی درک واقع در شهرستان زرآباد در قسمت جنوبی استان سیستان و بلوچستان (شمال دریای عمان) (شکل-۱) در پی داشت، مورد تحقیق قرار گرفت تا به این ترتیب نتیجه مبسوط و شفاف‌تری از اثرات آلاینده‌های محیط‌زیستی به‌ویژه پلاستیک‌ها بر سلامت این آبزیان در خطر انقراض بدست آید.

شکل-۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

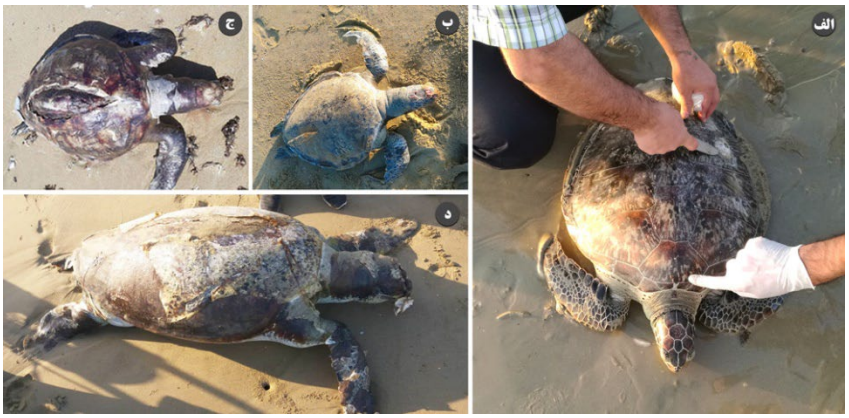
ماهیت پلاستیک و اثرات آن بر محیط‌زیست

پلاستیک‌ها در حال حاضر، شایع‌ترین شکل از پسماندهای دریایی هستند و رشد سریع اقتصاد جهانی و وابستگی انسان به این ماده، افزایش روزافزون تولید و استفاده از آن را بالا برده و نهایتاً منجر به افزایش رسوب پلاستیک در محیط‌های دریایی شده است (۴۷-۴۹). نسبت پلاستیک در بین پسماندهای دریایی بین ۶۰ تا ۸۰ درصد است، اگرچه در برخی مناطق به بیش از ۹۰ تا ۹۵ درصد رسیده است (۵۰). پلاستیک به دلیل سرعت پایین تخریب در طبیعت و بالطبع پراکندگی بالا به‌سرعت به یک تهدید جهانی برای اکوسیستم‌های دریایی تبدیل شده است (۵۱) که توسط انواع مختلفی از آبزیان، ازجمله پستانداران دریایی، ماهی‌ها، موجودات بنتیک، بی‌مهرگان و همچنین پرندگان دریایی مصرف می‌شود که بزرگ‌ترین خطر آن ممانعت از توانایی موجود در جذب مواد مغذی مورد نیازش است (۵۲، ۵۳). لاک‌پشت‌های دریایی ازجمله گروه‌های جانوری هستند که بیشترین تأثیر را از حضور پلاستیک‌ها در محیط زندگی‌شان می‌پذیرند (۲۶) و با توجه به اینکه در فهرست جانوران درخطر انقراض هستند بنابراین نسبت به سایر آبزیان بیشتر مورد تهدید آلاینده‌های پلاستیکی قرار دارند و این مواد، خطرات بسیار جبران‌ناپذیری برای آن‌ها به همراه دارد. اولین بلع پلاستیک توسط لاک‌پشت‌های دریایی در دهه ۱۹۸۰ گزارش شده است (۵۴، ۵۵). در میان لاک‌پشت‌های دریایی، تفاوت‌هایی بین گونه‌های مختلف در استراتژی‌های تغذیه، رژیم غذایی و استفاده از زیستگاه وجود دارد که می‌تواند منجر به تغییر در احتمال قرار گرفتن در معرض و پیامدهای مصرف پلاستیک شود. به‌عنوان‌مثال درصد بالایی از تنوع غذایی لاک‌پشت ریدلی‌کمپ (*Lepidochelys*)، لاک‌پشت زیتونی (*Lepidochelys olivacea*) و لاک‌پشت سرخ (*Caretta caretta*) از آبزیانی مانند خرچنگ، نرم‌تنان و همچنین جلبک‌ها تامین می‌شود، به همین جهت بلع پلاستیک‌هایی با اندازه بزرگ در آن‌ها کمتر صورت می‌گیرد با این وجود ممکن است میکروپلاستیک‌هایی که در اندام‌های گوارشی

موجودات آبزی مذکور تجمع یافته‌اند به دستگاه گوارش لاک‌پشت دریایی وارد شوند (۵۶)؛ نتایج مطالعات نشان می‌دهد مصرف لاک‌پشت‌های دریایی سبز از پسماندهای پلاستیکی بسیار بیشتر از سایر همنوعانشان است (۱) به‌طوری‌که نتایج یک پژوهش نشان داد بلعیدن پلاستیک‌ها توسط لاک‌پشت سبز از حدود ۳۰ درصد در سال ۱۹۸۵ به بیش از ۵۰ درصد در سال ۲۰۱۲ (حدود ۲ برابر) رسیده است (۱۰). بااین‌وجود استفاده از پلاستیک‌های رهاشده در محیط‌های دریایی فقط مختص به لاک‌پشت‌های سبز نیست بلکه سایر گونه‌های این آبزی را نیز مورد تهدید قرار داده است به‌عنوان‌مثال نتایج یک مطالعه توسط Nelms و Duncan در سواحل برزیل نشان داد که یک‌سوم از لاک‌پشت‌های دریایی پشت‌چرمی که در محدوده سال‌های ۱۹۶۸ الی ۲۰۰۷ بررسی شده‌اند حداقل یک‌بار از ضایعات پلاستیکی رهاشده در اقیانوس‌ها مصرف کرده‌اند (۵۶). مطالعات مشابه در آب‌های برزیل، بر روی لاک‌پشت دریایی ریدلی زیتونی (*Lepidochelys olivacea*) توسط Mascarenhas و Santos نیز نتایج پیشین را تائید می‌کند (۵۷).

پسماندهای پلاستیکی حتی در مقادیر بسیار ناچیز قادر به کشتن لاک‌پشت‌های دریایی هستند (۵۸). مهمترین اقلام پلاستیکی که از دستگاه گوارش لاک‌پشت‌ها استخراج شده است شامل نخ ماهیگیری، طناب، تور، حلقه‌های شش عددی نوشیدنی، فوم و کیسه های پلاستیکی بوده است. طی یک مطالعه Wilcox و Puckridge نشان دادند میزان مرگ‌ومیر لاک‌پشت‌هایی که فقط یک قطعه پلاستیک مصرف کرده بودند در حدود ۲۲ درصد، لاک‌پشت‌هایی که ۱۴ قطعه پلاستیکی و بیشتر مصرف کرده بودند۵۰ درصد و در لاک‌پشت‌هایی که بیش از ۲۰۰ قطعه پلاستیکی بلعیده بودند ۱۰۰درصد بود (۱). پژوهشگران این تحقیق گزارش کردند در مقایسه با مرگ یک‌به‌هفت لاک‌پشت‌های بزرگ‌سال، از هر ۱۰۰۰ مرگ بیش از نیمی از آن‌ها بچه‌لاک‌پشت بوده‌اند که با خوردن ضایعات پلاستیکی جان خود را ازدست‌داده‌اند. نتایج پژوهش مذکور با گزارش یک مطالعه دیگر از جنوب شرقی برزیل که نشان داد ۵۹ درصد از لاک‌پشت‌های سبز نابالغ، حداقل یک‌بار از ضایعات پلاستیکی و رشته‌های نایلونی در طول عمر خود مصرف کرده‌اند مطابقت دارد (۵۶). این مورد در علت‌یابی تلفات تعداد زیادی از لاک‌پشت‌های دریایی جنوب ایران نیز مشاهده شد، بطوریکه طی بررسی‌های میدانی از ساحل منطقه درک در آب‌های دریای عمان مجاور با خطوط ساحلی استان سیستان و بلوچستان، مرگ‌ومیر قابل‌ملاحظه‌ای از لاک‌پشت‌های دریایی مشاهده شد که به دلیل دمای بالای منطقه و اجتناب از پوسیدگی و گندیدگی، به‌سرعت اقدامات لازم جهت شناسایی، تشریح و نمونه‌برداری صورت گرفت.

بررسی نتایج پایش‌های میدانی و ریخت‌شناسی نشان داد ۳۵ لاک‌پشت تلف‌شده در منطقه دریایی «درک» از گونه سبز Green Sea Turtle با نام علمی *Chelonia mydas* بودند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های اولیه مشخص شد خفگی در اثر گیر افتادن در تورهای ماهیگیری و به دنبال آن برخورد لاک‌پشت‌ها با شناورهای ماهیگیری و بلعیدن پسماندهای پلاستیکی از دلایل اصلی مرگ‌ومیر لاک‌پشت‌ها در این منطقه است. نمونه محتویات گوارشی اجساد، بلع مواد و ضایعات پلاستیکی شامل تورهای مختلف صیادی، نایلون‌ها و الیاف پلاستیکی به‌کاررفته در کیسه‌های مخصوص حمل تور را نشان می‌دهد که این مواد باعث انسداد مجاری تنفسی و گوارشی شده و درنهایت مرگ این جانوران را در پی داشته است. در بررسی‌های میدانی انجام‌شده، جراحات عمیق متعدد در قسمت سر و کاراپاس برخی از لاک‌پشت‌ها مشاهده شد که پس از بررسی‌ها مشخص گردید عامل اصلی این جراحات برخورد با پروانه موتور و بدنه شناورهایی مانند قایق و لنج است (شکل-۲).



شکل-۲. اجساد لاک‌پشت‌های دریایی سبز تلف‌شده در ساحل درک-دریای عمان. (الف و ب) لاک‌پشت‌هایی که به علت انسداد مجاری تنفسی در براثر بلع مواد پلاستیکی و گیر افتادن در تورهای ماهیگیری از بین رفتند. (ج و د) لاک‌پشت‌هایی که براثر جراحات و صدمه از طریق برخورد با بدنه و پروانه موتور قایق و لنج از بین رفتند (عکس از نگارندگان)

اثر پلاستیک در اندام‌های داخلی لاک‌پشت‌های دریایی

قطعات پلاستیکی در هنگام مصرف می‌توانند در دستگاه گوارش موجود جمع شده و یا باعث انسداد مجاری تنفسی و گوارشی شوند که درهرصورت کشنده است. پلاستیک‌های سخت نیز می‌توانند باعث جراحت و آسیب جدی در اندام‌های داخلی شوند (۱). شایع‌ترین پلاستیک‌های بلعیده‌شده توسط لاک‌پشت‌های دریایی، شامل پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن است که هر دو در صنایع بسته‌بندی مواد غذایی کاربرد دارند. ذرات پلاستیکی مصرف‌شده معمولاً اندازه‌ای کوچک‌تر از ۵ نانومتر تا بیش از چند میلی‌متر دارند. تحقیقات اخیر نشان می‌دهد تعداد لاک‌پشت‌های دریایی جوانی که در اثر بلع پلاستیک می‌میرند در حال افزایش است و این موضوع می‌تواند بقای کل گونه‌های لاک‌پشت را تهدید کند (۵۲). در بررسی‌های انجام‌شده همچنین مشخص شد لاک‌پشت‌هایی که در سطح آب‌های نواحی ساحلی تغذیه می‌کنند امکان بلع مواد پلاستیکی بیشتری نسبت به لاک‌پشت‌هایی که در ستون آب اقدام به تغذیه می‌کنند را دارند؛ زیرا پلاستیک به علت خاصیت شناوری، معمولاً روی سطح آب باقی می‌ماند. پلاستیک‌های شناور دارای اثرات شیمیایی مضر بر روی اندام‌های داخلی جانور هستند به‌جز این به‌آسانی فلزات سنگین و سایر سموم را از اقیانوس جذب می‌کنند و می‌توانند پس از بلع، آن‌ها را در بافت‌های حیوانات آزاد کنند (۶۰). آلودگی فلزات کمیاب می‌تواند باعث اختلالات رشدی در تخم لاک‌پشت‌های دریایی شود و موفقیت هچ تخم‌ها را کاهش دهد (۶۱). به‌عنوان یک نتیجه کلی، پلاستیک می‌تواند به‌طورجدی کل جمعیت لاک‌پشت‌های دریایی را تهدید کند (۱). دلیل بلع مقادیر زیاد پاکت‌های پلاستیکی توسط لاک‌پشت‌های دریایی، شباهت بسیار زیاد آن با غذای اصلی این موجود، یعنی عروس‌های دریایی است (۱) بااین‌حال تحقیقات جدید نشان می‌دهد بوی پلاستیک‌هایی که روی سطح آن‌ها مملو از میکروارگانیسم است، شباهت بسیار زیادی به بوی غذای لاک‌پشت‌ها دارد و این عامل نیز در کنار شباهت ظاهری پلاستیک به غذای لاک‌پشت می‌تواند از پارامترهای مهم در جذب آن‌ها به این مواد پلاستیکی باشد (۶۲). وجود پسماندهای دریایی در دستگاه گوارش لاک‌پشت‌های دریایی سبز منجر به عوارض مرگباری ازجمله کاهش مصرف غذا، احساس سیری کاذب، تأخیر در بلوغ جنسی، اختلال در متابولیسم، کاهش رشد و تناسب‌اندام، کاهش سطح هورمون استروئید، کاهش محرک تغذیه و تأخیر در تولیدمثل (۶۳–۶۷)، رقیق شدن مواد غذایی در معده و سپس در روده، تولید آنزیم معده و درنتیجه تولید گاز روده می‌شود که این عامل آخر می‌تواند باعث اختلال در شناورسازی لاک‌پشت در آب شود که این اتفاق شانس گریز از دست شکارچیان را کاهش داده و احتمال برخورد با کشتی‌های ماهیگیری را افزایش می‌دهد (۶۸، ۶۹).

پلاستیک‌ها توسط لاک‌پشت‌های دریایی یا به‌طور تصادفی بلعیده می‌شوند، یا به‌طور فعال (با اشتباه گرفتن بقایای پلاستیک بجای غذا) و یا به‌طور غیرمستقیم (تغذیه از حیواناتی که قبلاً پلاستیک را بلعیده‌اند) (۵۶، ۷۰). لاک‌پشت‌های دریایی توانایی بازگرداندن مواد تغذیه‌شده از معده را ندارند بنابراین اقلام پلاستیکی که بلعیده‌شده‌اند در دستگاه گوارش جانور تجمع می‌یابند (۳۷، ۷۱). بلع پلاستیک‌ها، هم اثرات فیزیکی و هم فیزیولوژیکی بر موجودات دریایی دارد (۶۸). اثرات فیزیکی مانند انسداد دستگاه گوارش، ساییدگی‌های داخلی و انسداد روده، می‌تواند منجر به گرسنگی و سپس مرگ شود. در مقابل، جذب ترکیبات سمی، اثرات فیزیولوژیکی را به دنبال دارد که می‌تواند باعث سرطان‌زایی و اختلالات غدد درون‌ریز شود (۷۲). مطالعات نشان داده‌است که پسماندهای پلاستیکی دریایی توانایی جمع‌آوری مواد سمی را از طریق جذب دارند (۷۳، ۷۴) علاوه بر این، این مواد سمی جذب‌شده و موادی که بخشی از پلاستیک در طول تولید هستند، می‌توانند پس از قرار گرفتن در معرض سورفکتانت‌ها در روده حیوانات، از پلاستیک خارج شوند و آن را برای جذب در دسترس قرار دهند (۷۵). نتایج یک مطالعه که توسط Balasch Sala, بر روی بقایای لاشه ۴۴ لاک‌پشت دریایی در سواحل اسپانیا انجام شد نشان داد حجم بسیار بالایی از میکروپلاستیک‌ها به داخل عضلات این جانوران راه پیداکرده‌اند (۷۶). این مطالعه بیانگر تأثیر مخرب شیمیایی این مواد پلاستیکی که نوروتوکسیک و سرطان‌زا هستند بر روی اندام‌های لاک‌پشت است و غدد درون‌ریز را که وظیفه تنظیم هورمون بدن را بر عهده دارد، تحت تأثیر قرار می‌دهد. مطالعات متعدد ثابت کرده‌اند تجمع این مواد در بدن لاک‌پشت به دلیل ماهیت شیمیایی نه‌تنها سلامت موجود را تهدید کرده بلکه در تولیدمثل نیز اثرگذار هستند (۷۷). همچنین در تحقیقاتی که اخیراً بر مدفوع ۴۵ لاک‌پشت دریایی از گونه *Caretta caretta* در دریای آدریاتیک انجام شده است، تقریباً در کل آزمایش‌ها سطح بالایی از پلاستیک در مدفوع این جانوران مشاهده شده است. مواد پلاستیکی بیشتر از بزرگ‌سالان، بچه لاک‌پشت‌ها را مورد تهدید قرار می‌دهد. Özdilek و Yalçin-Özdilek طی یک مطالعه گزارش کردند انباشت پسماند جامد در سواحل در امتداد ساحل سمنداق ترکیه تأثیر منفی بر بچه لاک‌پشت‌هایی دارد که در تلاش برای رسیدن به دریا هستند (۷۸). پژوهشگران مشاهده کردند که پسماندها یک مانع مکانیکی برای بچه لاک‌پشت‌هایی هستند که بعد از هچ شدن سعی دارند خود را به دریا برسانند و پس از گیر افتادن در این موانع پلاستیکی به‌راحتی توسط خرچنگ‌های ارواح ساکن آنجا شکار می‌شوند. بااین‌حال مواد پلاستیکی تنها به‌عنوان یک مانع مزاحم برای بچه لاک‌پشت‌ها عمل نمی‌کند.

نتایج مطالعات متعدد نشان می‌دهند بچه لاک‌پشت‌ها نیز از مواد پلاستیکی تغذیه می‌کنند. به‌عنوان نمونه Eastman و Farrell در یک مطالعه در سواحل فلوریدا با بررسی ۴۲ بچه لاک‌پشت متوجه شدند تمامی آن‌ها مقادیر زیادی پلاستیک مصرف کرده‌اند (۷). همچنین نتایج یکی از بزرگ‌ترین مطالعات

بلع پلاستیک به‌وسیله لاک‌پشت‌های دریایی تا به امروز است که توسط Petry و Araujo بر روی ۴۶۴ لاک‌پشت دریایی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹ انجام شد نشان داد که لاک‌پشت‌های کوچک (کمتر از ۲۵ سانتی‌متر طول کاراپاس مستقیم) از پلاستیک بیشتر و در مقادیر بالاتری نسبت به لاک‌پشت‌های بزرگ‌تر تغذیه می‌کنند (۷۹). لاک‌پشت‌های کوچک همچنین پلاستیک‌های سخت‌تری را بلعیده‌اند درحالی‌که لاک‌پشت‌های بزرگ‌تر اکثراً پلاستیک‌های ورقه‌ای و نخ‌مانند را بلعیده‌اند. یکی از مهم‌ترین مناطق تجمع پسماندهای پلاستیکی سواحل ماسه‌ای هستند که همچنین مناطق مهمی برای تخم‌گذاری لاک‌پشت‌های دریایی به شمار می‌روند (۸۰). این سواحل اخیراً محل تخلیه پسماندهای پلاستیکی قرارگرفته‌اند که به‌مرورزمان انباشته‌شده و هرروز حجم آن افزایش میابد. برخی از این مواد پلاستیکی در اثر عوامل مختلفی مانند باد و امواج در زیر ماسه‌ها مدفون می‌شوند و در اعماق مختلف ساحل به دام می‌افتند (۸۱) به این صورت مواد پلاستیکی با انواع و اندازه‌های مختلف در سواحل لانه‌سازی لاک‌پشت‌های دریایی می‌تواند فعالیت‌های لانه‌سازی را بسیار دشوار کند (۸۲، ۸۳). یکی از اصلی‌ترین مواد پلاستیکی که یک تهدید جدی برای لاک‌پشت‌های دریایی در سواحل محسوب می‌شود تورهای ماهیگیری رهاشده هستند این تورها نه‌تنها باعث درگیر شدن لاک‌پشت مادر (که جهت تخم‌ریزی به ساحل آمده است) می‌شود بلکه یک خطر جدی برای بچه لاک‌پشت‌های تازه متولدشده می‌باشد (۸۴). لاک‌پشت‌های دریایی ماده فیلوپاتیست هستند و هرسال برای لانه‌سازی به سواحلی برمیگردند که در آن به دنیا آمده‌اند (۸۵، ۸۶) اما بستر ماسه‌ای مملو از پلاستیک می‌تواند عامل تعیین‌کننده‌ای در تصمیم‌گیری برای لانه‌سازی یا عدم لانه‌سازی باشد، اگر آن‌ها لانه‌سازی در ساحل محل تولد خود را انتخاب نکنند، ممکن است بدون تخم‌گذاری به دریا بازگردند (۸۷).

اثر مهم مواد پلاستیکی تولید شده جهت مصارف شیلاتی

یکی از آلاینده‌های مهم در سواحل و دریاها ادوات پلاستیکی ماهیگیری رهاشده هستند که یا گم‌شده یا دور انداخته‌شده‌اند (شکل-۳). تجهیزات ماهیگیری مدرن عمدتاً از مواد مصنوعی تشکیل‌شده است که برای مدت طولانی در محیط باقی می‌مانند (۸۸، ۸۹). این آلاینده‌ها منجر به مرگ‌ومیر طیف وسیعی از موجودات ازجمله گونه‌های محافظت‌شده و حساس می‌شوند (۹۰). تخمین زده می‌شود که سالانه تقریباً ۶۴۰ هزار تُن از وسایل ماهیگیری در محیط‌زیست دریایی رها می‌شوند (۹۱).

شکل-۳. برخی از آلاینده‌ها با جنس پلاستیک که بوم‌سازگان دریایی در نوار ایرانی دریای عمان راه تهدید می‌کنند. (الف) محتویات مجاری تنفسی و گوارشی لاک‌پشت‌هایی که براثر بلع این مواد از بین رفته بودند. (ب) تورهای ماهیگیری بلااستفاده که توسط ماهیگیران به دریا یا سواحل انداخته می‌شود. (ج ، د ، ه) برخی از آبزیان که در تورهای ماهیگیری گرفتار و تلف‌شده‌اند. (و ، ز) سایت‌های دفن غیراستاندارد پسماند و مواد پلاستیکی در سواحل دریای عمان (در این تصویر: خلیج چابهار، (عکس از نگارندگان))

یکی از این اقلام، پلاستیک‌های نخ‌مانند هستند که معمولاً یا به‌عنوان نخ ماهیگیری استفاده می‌شوند و یا در ساخت تورهای ماهیگیری کاربرد دارند و می‌توانند به‌واسطه پیچیده شدن دور بدن لاک‌پشت، جانور را کاملاً گرفتار کرده و از شیرجه رفتن آن برای تغذیه یا بیرون آمدن‌های سطحی برای تنفس جلوگیری کنند، همچنین می‌توانند اندام‌های لاک‌پشت را قطع کرده و زخم‌های باز باقی بگذارند که در این صورت شکارچیانی مانند کوسه‌ها را جذب می‌کنند (۷۹، ۹۲). لاک‌پشت‌ها همچنین عمدتاً از این پلاستیک‌های نخ مانند به‌اشتباه تغذیه می‌کنند. بلع این مواد پلاستیکی رنگارنگ ممکن است به عادات تغذیه‌ای جانور مربوط باشد (۹۳).

اثر پلاستیک بر لاک‌پشت‌های دریای عمان و خلیج فارس

در حال حاضر هشت گونه از لاک‌پشت‌های دریایی در دریاها و اقیانوس‌های جهان زیست می‌کنند که حضور پنج گونه از آن‌ها شامل لاک‌پشت منقار عقابی (*Eretmochelys imbricata*)، لاک‌پشت سبز (*Chelonia mydas*)، لاک‌پشت سرخ (*Caretta caretta*)، لاک‌پشت زیتونی (*Lepidochelys olivacea*) و لاک‌پشت پشت‌چرمی (*Dermochelys coriacea*) در آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان گزارش شده است (۹۴، ۹۵)؛ بنابراین لاک‌پشت‌های دریایی در تمامی نقاط خلیج‌فارس و دریای عمان پراکنش دارند به‌طوری‌که ۵۲ منطقه زیستگاه مناسبی برای آن‌ها محسوب می‌شود که از این تعداد حدود ۱۱ زیستگاه در دریای عمان ثبت شده است. گونه غالب در سواحل دریای عمان که از خلیج گواتر تا تنگه هرمز را شامل می‌شود لاک‌پشت سبز *C. mydas* است (۹۶). اولین گزارش در مورد وجود پلاستیک در محتویات گوارشی لاک‌پشت‌های دریایی در دریای عمان را Ferreira و Garcia ارائه کردند که درصد ناچیزی از وجود پلاستیک در دستگاه گوارش این جانوران را نشان می‌داد (۹۷)؛ اما مطالعات اخیر بیانگر افزایش تجمع به‌شدت بالای مواد پلاستیکی در بدن لاک‌پشت‌های دریایی است به‌طوری‌که زارع و سینایی طی یک مطالعه بر روی ۴۲ لاک‌پشت سبز دریایی در سواحل ایرانی دریای عمان نتیجه گرفتند مواد پلاستیکی بیشترین درصد پسماندهای دریایی بلعیده‌شده توسط این جانوران را تشکیل می‌دهد (۶۸). این مواد پلاستیکی عموماً متشکل از پلاستیک‌های ورقه‌ای و نخ‌مانند بودند که به ترتیب در روده، معده و مری لاک‌پشت تجمع یافته بودند. همچنین اطلاعات جدید در سواحل و آب‌های ایرانی دریای عمان و خلیج‌فارس نشان می‌دهد تعداد لاک‌پشت‌های دریایی در سال‌های گذشته بسیار کمتر شده است. این مسئله دلایل متعددی ازجمله: توسعه فعالیت‌های انسانی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در زیستگاه‌های این موجودات، آلودگی‌های مختلف دریایی، تخریب زیستگاه و دست‌کاری محل تخم‌گذاری را شامل می‌شود بااین‌حال وجود آلودگی بسیار در سواحل، گیر افتادن در تورهای ماهیگیری و برخورد با شناورهای صیادی از اصلی‌ترین دلایل کاهش جمعیت این جانوران طی سال‌های اخیر در آب‌های جنوبی ایران است (۹۸، ۹۹). به‌عنوان نمونه سواحل درک در زرآباد در یک دهه پیش‌ازاین جزو مناطق بکر و مستعد تخم‌گذاری لاک‌پشت‌های دریایی محسوب می‌شد ولی با توجه به جاذبه‌های طبیعی این منطقه و ورود به بیش‌ازحد گردشگران، مقادیر بسیار زیادی از پسماندهای پلاستیکی را می‌توان در این منطقه مشاهده کرد همچنین با توجه به عدم آگاهی صیادان بومی (که قشر وسیعی از مردم این مناطق ساحلی را در استان سیستان و بلوچستان تشکیل می‌دهد) از خطراتی که به‌واسطه رهاسازی و دور انداختن ادوات و تورهای ماهیگیری، موجودات دریایی را تهدید می‌کند و با توجه به روند افزایشی فعلی آلودگی پسماندهای دریایی در آب‌های دریای عمان، انتظار می‌رود سطح مصرف پسماندهای دریایی توسط لاک‌پشت سبز افزایش یابد.

لاک‌پشت‌هایی که در دریای عمان زندگی می‌کنند، در مقایسه با لاک‌پشت‌های سایر نقاط جهان، حاوی تعداد بسیار زیادی پسماندهای دریایی هستند (۶۸). نتایج مطالعات محتویات گوارشی لاک‌پشت‌های سبز در ساحل درک (قطعاتی از کیسه‌های پلاستیکی و ورق‌های پلاستیکی و همچنین پلاستیک‌های سخت و نخ‌مانند) با سایر مطالعات روی لاک‌پشت‌های دریایی در سراسر جهان مطابقت دارد (۷۹) (شکل-۳ الف). از دلایل مرگ‌ومیر گسترده لاک‌پشت‌ها در این منطقه می‌توان به آغاز فصل تخم‌گذاری آن‌ها در این سواحل اشاره کرد، به‌طوری‌که اوج تخم‌گذاری لاک‌پشت‌های دریایی سبز در سواحل دریای عمان در ماه‌های مهر و آبان می‌باشد. حجم بالایی از انواع پسماند و پسماندهای مصرفی و غیرمصرفی، تورهای غیرقابل استفاده و مواد پلاستیکی در ساحل درک و سواحل مجاور آن دیده می‌شود که علاوه بر ایجاد محیطی زننده موجب تلف شدن بسیاری از گونه‌های لاک‌پشت دریایی می‌شود (شکل-۳ ب-ز). افزایش بلع پلاستیک توسط لاک‌پشت‌های دریایی در سراسر اقیانوس‌های جهان یک تهدید جدی برای بقای این‌گونه جانوری است. با توجه به اینکه لاک‌پشت دریایی به‌عنوان جانور در معرض خطر طبقه‌بندی می‌شود، افزایش آگاهی و نگرانی در مورد تهدیدات آلودگی پلاستیک دریایی و اثرات مربوط به تنوع زیستی و ارزیابی خطری که گونه‌های کلیدی با آن مواجه هستند ضروری است. پسماندهای پلاستیکی موجود در دریا، لاک‌پشت‌های دریایی را در معرض خطر قرار داده و با روند فعلی فعالیت‌های گردشگری و توراندازی‌ها و استفاده از ادوات صیادی غیرمجاز، نیاز فوری به اقدامات پیشگیرانه و برنامه‌های آموزشی جهت محافظت از این گونه‌های با ارزش احساس می‌شود.

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر به بررسی علت‌یابی مرگ و میر لاک‌پشت‌های دریایی در سواحل جنوب استان سیستان و بلوچستان پرداخته و همچنین اثر آلاینده‌های پلاستیکی بر حیات این موجودات را با استفاده از منابع داخلی و خارجی مرور می‌کند. نتایج این تحقیق نشان داد که در اکثر نقاط ساحلی دریای عمان به‌ویژه منطقه ساحلی درک، به دلیل افزایش تردد گردشگران و ساخت‌وسازهای ساحلی و همچنین دور ریختن ادوات صیادی مستعمل و بلا استفاده به‌خصوص تورهای ماهیگیری، مقادیر بسیار زیادی مواد پلاستیکی در دریا و سواحل رها می‌شود و دراین‌بین، جمعیت لاک‌پشت‌های دریایی در سواحل شمالی دریای عمان در معرض انواع پسماندهای دریایی قرار دارند. با توجه به نقش پلاستیک در نابودی اکثر لاک‌پشت‌های منطقه، اعمال و اجرای برنامه‌های مدیریتی جهت

کاهش پسماندهای دریایی در منطقه با تأکید بر آلاینده‌های پلاستیکی ناشی از فعالیت‌های صیادی پیشنهاد می‌گردد. همچنین توصیه می‌شود تا ضمن آموزش صیادان و اهالی بومی جهت حفاظت از لاک‌پشت‌های دریایی، در استفاده از ادوات صیادی بازنگری انجام گیرد.

تشکر و قدردانی: نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از ریاست و کارکنان اداره محیطزیست چابهار جهت همکاری در نمونه‌برداری اعلام می‌دارد. همچنین از آقای دکتر محمود سینایی و آقای علیرضا دامنی به جهت همیاری در بررسی‌های میدانی و تصویربرداری از منطقه مورد مطالعه سپاسگزاری می‌شود.

نقش نویسندگان: نویسندگان با تائید نهایی مقاله‌ی حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Wilcox C., Puckridge M., Schuyler Q. A., Townsend K., & Hardesty B. D. A quantitative analysis linking sea turtle mortality and plastic debris ingestion. Scientific reports. 2018; 8(1). doi:10.1038/s41598-018-30038-z
2. Abdelradi A. Year Book 2014 emerging issues update. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya. UNEP. 2014.
3. Worm B., Lotze H. K., Jubinville I., Wilcox C., & Jambeck J. Plastic as a persistent marine pollutant. Annual Review of Environment and Resources. 2017; 42:1-26. doi:10.1146/annurev-environ-102016-060700
4. PlasticsEurope E. Plastics the Facts 2019. An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. 2016. 1-5.
5. Bourguignon D. Single-use plastics and fishing gear EU legislation in Progress: European Union Brussels. 2018.
6. Jambeck J. R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T. R., Perryman M., Andrady A., Narayan R., Law K. L. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science. 2015; 347(6223):768-771. doi:10.1126/science.1260352
7. Eastman C. B., Farrell J. A., Whitmore L., Rollinson Ramia D. R., Thomas R. S., Prine J., Eastman S. F., Osborne T. Z., Martindale M. Q., & Duffy D. J. Plastic ingestion in post-hatchling sea turtles: assessing a major threat in Florida near shore waters. Frontiers in Marine Science. 2020:693. doi:10.3389/fmars.2020.00693
8. Derraik J. G. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin. 2002; 44(9):842-852. doi:10.1016/S0025-326X(02)00220-5
9. Boerger C. M., Lattin G. L., Moore S. L., & Moore C. J. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. Marine Pollution Bulletin. 2010; 60(12):2275-2278. doi:10.1016/j.marpolbul.2010.08.007
10. Schuyler Q. Ingestion of marine debris by sea turtles. (Ph.D), the University of Queensland, Queensland, Australia. 2014.
11. Duncan E. M., Broderick A. C., Fuller W. J., Galloway T. S., Godfrey M. H., Hamann M., Limpus C. J., Lindeque P. K., Mayes A. G., Omeyer L. C., & Santillo D. Microplastic ingestion ubiquitous in marine turtles. Global Change Biology. 2019; 25(2):744-752. doi:10.1111/gcb.14519
12. Safaie M. Consequences of marine-oceanic plastic waste accumulation on cellular and/or organismal level. Quarterly Journal of Cultural-Political Studies of the Persian Gulf. 2016; 3(8):159-168.
13. Barnes D. K., Galgani F., Thompson R. C., & Barlaz M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2009; 364(1526):1985-1998. doi:10.1098/rstb.2008.0205
14. Law K. L., & Thompson R. C. Oceans. Microplastics in the seas. Science. 2014; 345(6193):144-145. doi:10.1126/science.1254065
15. Fossi M.C., Pedà C., Compa M., Tsangaris C., Alomar C., Claro F., Ioakeimidis C., Galgani F., Hema T., Deudero S., & Romeo T. Bioindicators for monitoring marine litter ingestion and its impacts on Mediterranean biodiversity. Environmental Pollution. 2018; 237: 1023-1040. doi:10.1016/j.envpol.2017.11.019
16. Anastasopoulou A., Mytilineou C., Smith C. J., & Papadopoulou K. N. Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers. 2013; 74:11-13. doi:10.1016/j.dsr.2012.12.008
17. Ryan P. G., Moore C. J., van Franeker J. A., & Moloney C. L. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2009; 364(1526):1999-2012. doi:10.1098/rstb.2008.0207
18. Pham C. K., Ramirez-Llodra E., Alt C. H., Amaro T., Bergmann M., Canals M., Company J. B., Davies J., Duineveld G., Galgani F., & Howell K. L. Marine litter distribution and density in European seas, from the shelves to deep basins. PloS one. 2014; 9(4):e95839. doi:10.1371/journal.pone.0095839
19. Wright S. L., Thompson R. C., & Galloway T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. Environmental Pollution. 2013; 178:483-492. doi:10.1016/j.envpol.2013.02.031
20. Van Cauwenberghe L., Claessens M., Vandegehuchte M. B., & Janssen C. R. Microplastics are taken up by mussels (Mytilus edulis) and lugworms (Arenicola marina) living in natural habitats. Environmental Pollution. 2015; 199:10-17. doi:10.1016/j.envpol.2015.01.008
21. Gregory M. R. Environmental implications of plastic debris in marine settings entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. Philosophical transactions of the royal society B: Biological Sciences. 2009; 364(1526):2013-2025. doi:10.1098/rstb.2008.0265
22. Wilcox C., Mallos N. J., Leonard G. H., Rodriguez A., & Hardesty B. D. Using expert elicitation to estimate the impacts of plastic pollution on marine wildlife. Marine Policy. 2016; 65:107-114.

doi:10.1016/j.marpol.2015.10.014
23. Pierce K. E., Harris R. J., Larned L. S., & Pokras M. A. Obstruction and starvation associated with plastic ingestion in a Northern Gannet Morus bassanus and a Greater Shearwater Puffinus gravis. Marine Ornithology. 2004; 32:187-189.
24. Rochman C. M., Hoh E., Kurobe T., & Teh S. J. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. Scientific reports. 2013; 3(1):3263. doi:10.1038/srep03263
25. Koelmans A. A. Modeling the role of microplastics in bioaccumulation of organic chemicals to marine aquatic organisms. A critical review. Marine anthropogenic litter. 2015:309-324. doi:10.1007/978-3-319-16510-3_11
26. Gall S. C., & Thompson R. C. The impact of debris on marine life. Marine Pollution Bulletin,. 2015; 92(1-2):170-179. doi:10.1016/j.marpolbul.2014.12.041
27. Lusher A., Hollman P., & Mendoza-Hill J. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. Rome, Italy: FAO. 2017.
28. Kühn S., Bravo Rebolledo E. L., & Franeker J. A. v. Deleterious effects of litter on marine life. Marine anthropogenic litter,. 2015:75-116. doi:10.1007/978-3-319-16510-3_4
29. López-Jurado L. F., Varo-Cruz N., & López P. Incidental capture of loggerhead turtles (Caretta caretta) on Boa Vista (Cape Verde Islands). Marine Turtle Newsletter. 2003.
30. Casale P., Affronte M., Insacco G., Freggi D., Vallini C., Pino d'Astore P., Basso R., Paolillo G., Abbate G., & Argano R. Sea turtle strandings reveal high anthropogenic mortality in Italian waters. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2010; 20(6):611-620. doi:10.1002/aqc.1133
31. Casale P., Abbate G., Freggi D., Conte N., Oliverio M., & Argano R. Foraging ecology of loggerhead sea turtles Caretta caretta in the central Mediterranean Sea: evidence for a relaxed life history model. Marine Ecology Progress Series. 2008; 372:2. doi:10.3354/meps07702
32. Camacho M., Boada L. D., Oros J., Lopez P., Zumbado M., Almeida-Gonzalez M., & Luzardo O. P. Monitoring organic and inorganic pollutants in juvenile live sea turtles: results from a study of Chelonia mydas and Eretmochelys imbricata in Cape Verde. Science of the Total Environment. 2014; 481:303-310. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.02.051
33. Kamoon Poori, H. Protecting sea turtles, Oman government's environmental priorities (Translation). Bandarvadarya. 2009; 24(28).
34. Askari Hesni M., & Sinaei M. Guide to conservation, rehabilitation and reconstruction of sea turtle spawning grounds. Chabahar, Iran: Mahmoud Sinaei. 2015.
35. Revelles M., Cardona L., Aguilar A., & Fernández G. The diet of pelagic loggerhead sea turtles (Caretta caretta) off the Balearic archipelago (western Mediterranean): relevance of long-line baits. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 2007; 87(3):805-813. doi:10.1017/S0025315407054707
36. Camedda A., Marra S., Matiddi M., Massaro G., Coppa S., Perilli A., Ruiu A., Briguglio P., & de Lucia G. A. Interaction between loggerhead sea turtles (Caretta caretta) and marine litter in Sardinia (Western Mediterranean Sea). Marine Environmental Research. 2014; 100:25-32. doi:10.1016/j.marenvres.2013.12.004
37. Matiddi M., Hochsheid S., Camedda A., Baini M., Cocumelli C., Serena F., Tomassetti P., Travaglini A., Marra S., Campani T., & Scholl F. Loggerhead sea turtles (Caretta caretta): A target species for monitoring litter ingested by marine organisms in the Mediterranean Sea. Environmental Pollution. 2017; 230:199-209. doi:10.1016/j.envpol.2017.06.054
38. Domènech F., Aznar F., Raga J., & Tomás J. Two decades of monitoring in marine debris ingestion in loggerhead sea turtle, Caretta caretta, from the western Mediterranean. Environmental Pollution. 2019; 244:367-378. doi:10.1016/j.envpol.2018.10.047
39. Blasi M. F., & Mattei D. Seasonal encounter rate, life stages and main threats to the loggerhead sea turtle (Caretta caretta) in the Aeolian Archipelago (southern Thyrrenian Sea). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2017; 27(3):617-630. doi:10.1002/aqc.2723
40. Sönmez B. Sixteen year (2002-2017) record of sea turtle strandings on Samandağ Beach, the eastern Mediterranean coast of Turkey. Zoological studies. 2018; 57.
41. Tomás J., Guitart R., Mateo R., & Raga J. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, Caretta caretta, from the Western Mediterranean. Marine Pollution Bulletin. 2002; 44(3):211-216. doi:10.1016/S0025-326X(01)00236-3
42. Russo G., Di Bella C., Loria G., Insacco G., Palazzo P., Violani C., & Zava B. Notes on the influence of human activities on sea chelonians in Sicilian waters. Ibex Journal of Mountain Studies. 2003; 7:37-41.
43. Campani T., Baini M., Giannetti M., Cancelli F., Mancusi C., Serena F., Marsili L., Casini ., & Fossi M. C. Presence of plastic debris in loggerhead turtle stranded along the Tuscany coasts of the Pelagos Sanctuary for Mediterranean Marine Mammals (Italy). Marine Pollution Bulletin. 2013; 74(1):225-230. doi:10.1016/j.marpolbul.2013.06.053
44. Awabdi D. R., Siciliano S., & Di Beneditto A. P. M. Ingestão de resíduos sólidos por tartarugas-verdes juvenis, Chelonia mydas (L. 1758), na costa leste do estado do Rio de Janeiro, Brasil. Biotemas. 2013; 26(1):197-200. doi:10.5007/2175-7925.2013v26n1p197
45. Guimarães L. S. F., Yves A., da Silva Mendes S., Maia I. M., Altomari L. N., de Carvalho R. H., & de Sousa B. M. Plastic debris ingestion by the green sea turtle (Chelonia mydas) in Espírito Santo state, southeastern Brazil. Herpetology Notes. 2020; 13:391-392.
46. Montes A. D. N., Reyes G. E., Ramírez R. F., & Romero P. R. Persistent organic pollutants in Kemp's Ridley sea turtle Lepidochelys kempii in Playa Rancho Nuevo Sanctuary, Tamaulipas, Mexico. Science of the Total Environment. 2020; 739:140176. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.140176
47. Andrady A. L., & Neal M. A. Applications and societal benefits of plastics. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2009; 364(1526):1977-1984. doi:10.1098/rstb.2008.0304
48. Lebreton L.-M., Greer S., & Borrero J. C. Numerical modelling of floating debris in the world's oceans.

Marine Pollution Bulletin. 2012; 64(3):653-661. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.10.027
49. Van Sebille E., England M. H., & Froyland G. Origin, dynamics and evolution of ocean garbage patches from observed surface drifters. Environmental Research Letters. 2012; 7(4). doi:10.1088/1748-9326/7/4/044040
50. Moore C. J. Synthetic polymers in the marine environment: a rapidly increasing, long-term threat. Environmental Research. 2008; 108(2):131-139. doi:10.1016/j.envres.2008.07.025
51. Bergmann M., Gutow L., & Klages M. Marine anthropogenic litter. Switzerland: Springer Nature. 2015. doi:10.1007/978-3-319-16510-3
52. White E. M., Clark S., Manire C. A., Crawford B., Wang S., Locklin, J., & Ritchie B. W. Ingested micronizing plastic particle compositions and size distributions within stranded post-hatchling sea turtles. Environmental science & technology. 2018; 52(18):10307-10316. doi:10.1021/acs.est.8b02776
53. Lazar B., & Gracan R. Ingestion of marine debris by loggerhead sea turtles, Caretta caretta, in the Adriatic Sea. Marine Pollution Bulletin. 2011; 62(1):43-47. doi:10.1016/j.marpolbul.2010.09.013
54. Carr A. Impact of nondegradable marine debris on the ecology and survival outlook of sea turtles. Marine Pollution Bulletin. 1987; 18(6):352-356. doi:10.1016/S0025-326X(87)80025-5
55. Balazs G. H. Impact of ocean debris on marine turtles: entanglement and ingestion. Paper presented at the Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris. 1984.
56. Nelms S. E., Duncan E. M., Broderick A. C., Galloway T. S., Godfrey M. H., Hamann M., Lindeque P. K., & Godley B. J. Plastic and marine turtles: a review and call for research. ICES Journal of Marine Science. 2016; 73(2):165-181. doi:10.1093/icesjms/fsv165
57. Mascarenhas R., Santos R., & Zeppelini D. Plastic debris ingestion by sea turtle in Paraíba, Brazil. Marine pollution bulletin. 2004; 49(4):354-355. doi:10.1016/j.marpolbul.2004.05.006
58. Santos R. G., Andrades R., Boldrini M. A., & Martins A. S. Debris ingestion by juvenile marine turtles: an underestimated problem. Marine Pollution Bulletin. 2015; 93(1-2):37-43. doi:10.1016/j.marpolbul.2015.02.022
59. Radkhah A. R., Eagderi S., Poorbagher H., & Sadeghinejad Masouleh E. Methods for Removing Microplastics from Aqueous Media. Journal of Water and Sustainable Development. 2022; 9(2):95-108. (In Persian)
60. Teuten E. L., Saquing J. M., Knappe DR, Barlaz M. A., Jonsson S., Björn A., et al. Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. Phil Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences. 2009; 364(1526):2027-2045. doi:10.1098/rstb.2008.0284
61. Sinaei M., & Bolouki M. Metals in Blood and Eggs of Green Sea Turtles (Chelonia mydas) from Nesting Colonies of the Northern Coast of the Sea of Oman. Archives of environmental contamination and toxicology. 2017; 73(4):552-561. doi:10.1007/s00244-017-0421-x
62. Pfaller J. B., Goforth K. M., Gil M. A., Savoca M. S., & Lohmann K. J. Odors from marine plastic debris elicit foraging behavior in sea turtles. Current Biology. 2020; 30(5):R213-R214. doi:10.1016/j.cub.2020.01.071
63. Colferai A. S., Silva-Filho R. P., Martins A. M., & Bugoni L. Distribution pattern of anthropogenic marine debris along the gastrointestinal tract of green turtles (Chelonia mydas) as implications for rehabilitation. Marine Pollution Bulletin. 2017; 119(1):231-237. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.03.053
64. Nicolau L., Marcalo A., Ferreira M., Sa, S., Vingada J., & Eira C. Ingestion of marine litter by loggerhead sea turtles, Caretta caretta, in Portuguese continental waters. Marine Pollution Bulletin. 2016; 103(1-2):179-185. doi:10.1016/j.marpolbul.2015.12.021
65. Oehlmann J., Schulte-Oehlmann U., Kloas W., Jagnytsch O., Lutz I., Kusk K. O., et al. A critical analysis of the biological impacts of plasticizers on wildlife. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 2009; 364(1526):2047-2062. doi:10.1098/rstb.2008.0242
66. Yaghmour F., Al Bousi M., Whittington-Jones B., Pereira J., Garcia-Nunez S., & Budd J. Marine debris ingestion of green sea turtles, Chelonia mydas, (Linnaeus, 1758) from the eastern coast of the United Arab Emirates. Marine Pollution Bulletin. 2018;135:55-61. doi:10.1016/j.marpolbul.2018.07.013
67. Katsanevakis S. Marine Debris, a Growing Problem: Sources. Distribution, Composition, and Impacts in: Hofer, Tobias N. (Hg.), Marine Pollution New Research, New York. 2008:53-100.
68. Sinaei M., Zare R., Talebi Matin M., & Ghasemzadeh J. Marine Debris and Trace Metal (Cu, Cd, Pb, and Zn) Pollution in the Stranded Green Sea Turtles (Chelonia mydas). Archives of environmental contamination and toxicology. 2021; 80(3):634-644. doi:10.1007/s00244-021-00829-z
69. Ryan P. G. Ingestion of plastics by marine organisms Hazardous chemicals associated with plastics in the marine environment, Springer. 2016:235-266. doi:10.1007/698_2016_21
70. Schuyler Q. A., Wilcox C., Townsend K. A., Wedemeyer-Strombel K. R., Balazs G., van Sebille E., & Hardesty B. D. Risk analysis reveals global hotspots for marine debris ingestion by sea turtles. Global Change Biology. 2016; 22(2):567-576. doi:10.1111/gcb.13078
71. Santos R. G., Andrades R., Demetrio G. R., Kuwai G. M., Sobral M. F., Vieira J. S., & Machovsky-Capuska G. E. Exploring plastic-induced satiety in foraging green turtles. Environmental Polluttion. 2020; 265. doi:10.1016/j.envpol.2020.114918
72. Agamuthu P., Mehran S. B., Norkhairah A., & Norkhairiyah A. Marine debris: A review of impacts and global initiatives. Waste Management & Research. 2019; 37(10):987-1002. doi:10.1177/0734242X19845041
73. Rochman C. M., Hentschel B. T., Teh S. J. Long-term sorption of metals is similar among plastic types: implications for plastic debris in aquatic environments. PloS one. 2014; 9(1):e85433. doi:10.1371/journal.pone.0085433
74. Hirai H., Takada H., Ogata Y., Yamashita R., Mizukawa K., Saha M., Kwan C., Moore C., Gray H., Laursen D., & Zettler E. R. Organic micropollutants in marine plastics debris from the open ocean and remote and urban beaches. Marine Pollution Bulletin. 2011; 62(8):1683-1692. doi:10.1016/j.marpolbul.2011.06.004

75. Engler R. E. The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. Environmental science & technology. 2012; 46(22):12302-12315. doi:10.1021/es3027105
76. Sala B., Balasch A., Eljarrat E., & Cardona L. First study on the presence of plastic additives in loggerhead sea turtles (Caretta caretta) from the Mediterranean Sea. Environmental Polluttion. 2021; 283: 117108. doi:10.1016/j.envpol.2021.117108
77. Franzellitti S., Canesi L., Auguste M., Wathsala R., & Fabbri E. Microplastic exposure and effects in aquatic organisms: A physiological perspective. Environmental toxicology and pharmacology. 2019; 68:37-51. doi:10.1016/j.etap.2019.03.009
78. Özdilek H. G. Yalçin-Özdilek S., Ozaner F. S., & Sönmez B. Impact of accumulated beach litter on Chelonia mydas L. 1758 (Green turtle) Hatchlings of the Samandag Coast, Hatay, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin. 2006; 15(2):95-103.
79. Petry M. V., Araujo L. D., Brum A. C., Benemann V. R. F., & Finger J. V. G. Plastic ingestion by juvenile green turtles (Chelonia mydas) off the coast of Southern Brazil. Marine Pollution Bulletin. 2021; 167:112337. doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112337
80. Gündoğdu S., Yeşilyurt İ. N., & Erbaş C. Potential interaction between plastic litter and green turtle Chelonia mydas during nesting in an extremely polluted beach. Marine Pollution Bulletin. 2019; 140: 138-145. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.01.032
81. Poeta G., Battisti C., & Acosta A. T. R. Marine litter in Mediterranean sandy littorals: Spatial distribution patterns along central Italy coastal dunes. Marine Pollution Bulletin. 2014; 89(1-2):168-173. doi:10.1016/j.marpolbul.2014.10.011
82. Ivar do Sul J. A., Santos I. R., Friedrich A. C., Matthiensen A., & Fillmann G. Plastic pollution at a sea turtle conservation area in NE Brazil: contrasting developed and undeveloped beaches. Estuaries Coasts. 2011; 34(4):814-823. doi:10.1007/s12237-011-9392-8
83. Turra A., Manzano A. B., Dias R. J., Mahiques M. M., Barbosa L., Balthazar-Silva D., et al. Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. Scientific reports. 2014; 4(1):4435. doi:10.1038/srep04435
84. Triessnig P., Roetzer A., & Stachowitsch M. Beach condition and marine debris: new hurdles for sea turtle hatchling survival. Chelonian Conservation and Biology. 2012; 11(1):68-77. doi:10.2744/CCB-0899.1
85. Lee P. L., Luschi P., & Hays G. C. Detecting female precise natal philopatry in green turtles using assignment methods. Molecular ecology. 2007; 16(1),:61-74. doi:10.1111/j.1365-294X.2006.03115.x
86. Nishizawa H., Abe O., Okuyama J., Kobayashi M., & Arai N. Population genetic structure and implications for natal philopatry of nesting green turtles Chelonia mydas in the Yaeyama Islands, Japan. Endangered Species Research. 2011; 14(2):141-148. doi:10.3354/esr00355
87. Chacón-Chaverri D., Eckert K. L. Leatherback sea turtle nesting at Gandoca Beach in Caribbean Costa Rica: management recommendations from fifteen years of conservation. Chelonian Conservation and Biology. 2007; 6(1):101-110. doi:10.2744/1071-8443(2007)6[101:LSTNAG]2.0.CO;2
88. Brown J., & Macfadyen G. Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses. Marine Policy. 2007; 31(4):488-504. doi:10.1016/j.marpol.2006.10.007
89. Welden N. A. 'Chapter 8 - The environmental impacts of plastic pollution', in T.M. Letcher (ed.) Plastic Waste and Recycling. Elsevier Academic Press. 2020:195-222. doi:10.1016/B978-0-12-817880-5.00008-6
90. Matsuoka T., Nakashima T., & Nagasawa N. A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. Fisheries Science. 2005; 71(4):691-702. doi:10.1111/j.1444-2906.2005.01019.x
91. Macfadyen G., Huntington T., & Cappell R. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. Rome, Italy: UNEP. 2009.
92. Fiedler F. N., Sales G., Giffoni B. B., Monteiro-Filho E. L., Secchi E. R., & Bugoni L. Driftnet fishery threats sea turtles in the Atlantic Ocean. Biodiversity and Conservation. 2012; 21(4):915-931. doi:10.1007/s10531-012-0227-0
93. Bugoni L., Krause L., & Petry M. V. Diet of sea turtles in southern Brazil. Chelonian Conservation and Biology. 2003; 4(3):685-687.
94. Zare R., Vaghefi M. E., & Kamel S. J. Nest location and clutch success of the hawksbill sea turtle (Eretmochelys imbricata) at Shidvar Island, Iran. Chelonian Conservation and Biology. 2012; 11(2): 229-234. doi:10.2744/CCB-1003.1
95. Tollab M. A., Dakhteh M. H., Zaferani G. G., Hesni M. A., Ahmadi F., Langari M. S., et al. The Olive Ridley Turtle, Lepidochelys olivacea, in the Persian Gulf: A review of the observations, including the first nesting of the species in the area. Chelonian Conservation Biol. 2015; 14(2):192-196. doi:10.2744/CCB-1148.1
96. Saeed pour B. Investigation into the sea turtles distribution in north of Persian Gulf and sea of Oman. Pajouhesh & Sazandegi. 2004; 17(2):41-46.
97. Ferreira B., Garcia M., Jupp B., & Al-Kiyumi A. Diet of the green turtle (Chelonia mydas) at Ra's Al Hadd, Sultanate of Oman. Chelonian Conservation and Biology. 2006; 5(1):141-146. doi:10.2744/1071-8443(2006)5[141:DOTGTC]2.0.CO;2
98. Sinaei M., & Zare R. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and some biomarkers in the green sea turtles (Chelonia mydas). Marine Pollution Bulletin. 2019; 146:336-342. doi:10.1016/j.marpolbul.2019.06.024
99. Zare R., Nabavi S. M. B., & Eftekhar Vaghefi M. Effective factors on nest site location in the hawksbill turtle (Eretmochelys Imbricata) in Shidvar Island. J Marine Sci Technol. 2013; 12(1):49-53.
100. Sigler M. The effects of plastic pollution on aquatic wildlife: current situations and future solutions. Water, Air, & Soil Pollution. 2014; 225:1-9. doi:10.1007/s11270-014-2184-6