مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره پانزدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۱، صفحات ۶۳۳ تا ۶۵۰

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

مقاله پژوهشی

آلودگی میکروپلاستیک در دستگاه گوارش میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei Boone*, 1931) در مزارع پرورشی استان‌های جنوبی ایران

مهدیه جعفری[۱]، ابوالفضل ناجی[۱،۲،۳*]، مسلم شریفی‌نیا[۴]، مسلم دلیری[۱،۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲- هسته پژوهشی مدیریت شیلات و توسعه پایدار اکوسیستم دریایی، معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۳- گروه علوم طبیعی و زیست محیطی، پژوهشکده جنگل‌های حرا، بندرعباس، دانشگاه هرمزگان، ایران
۴- گروه تکثیر و پرورش آبزیان، پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۱۸
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۱۲/۲۴

واژگان کلیدی: آلودگی میکروپلاستیک‌ها، آبزی‌پروری، میگوی وانامی، سلامت غذایی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
abolfazlnaji@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: میکروپلاستیک‌ها با ورود به زنجیره غذایی آبزیان سبب آسیب به دستگاه گوارش، اختلال در چرخه تولیدمثل و در نهایت مرگ آنها می‌شوند. تحقیق حاضر با هدف بررسی آلودگی میکروپلاستیک در دستگاه گوارش میگوهای وانامی پرورشی در برخی از مزارع پرورش میگو در استان‌های بوشهر، خوزستان و هرمزگان انجام شد.

روش بررسی: نمونه‌برداری از دو مزرعه پرورش میگو در هر بندر شامل بندر ریگ در استان بوشهر، بندر چوئبده در استان خوزستان و تیاب جنوبی واقع در استان هرمزگان انجام شد. تعداد ۹۰ نمونه میگو در طول ماه‌های خرداد تا مهر ۱۳۹۹ از هر مزرعه پرورشی در مجموع ۵۴۰ نمونه میگو به‌صورت تصادفی جمع‌آوری گردید. روش شناسایی میکروپلاستیک‌ها به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر FT-IR انجام شد.

یافته‌ها: بیشترین فراوانی میکروپلاستیک‌ها مربوط به میگوهای پرورشی در مزارع استان خوزستان با میزان ۴۱/۱۱ درصد بود و در استان‌های هرمزگان و بوشهر به‌ترتیب با ۲۸/۸۸ و ۱۷/۷۰ درصد میزان کمتری از آلودگی میکروپلاستیک مشاهده شد. میانگین میکروپلاستیک‌ها براساس تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA One-way) در دستگاه گوارش میگوی در ایستگاه‌های مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشت ($p < ۰/۰۵$). بیشترین نوع و رنگ میکروپلاستیک در دستگاه گوارش میگوهای مزارع پرورشی همه استان‌ها متعلق به فیبر و رنگ سیاه بود. پلی‌پروپیلن و پلی‌استایرن در میکروپلاستیک‌های یافت شده در دستگاه گوارش میگوها شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری: در دستگاه گوارش برخی از میگوهای مزارع پرورشی مورد بررسی در این پژوهش شامل هر سه استان بوشهر، خوزستان و هرمزگان میکروپلاستیک مشاهده شد، بیشترین فراوانی میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش میگوها مربوط به مزارع پرورش استان خوزستان بود و دستگاه گوارش میگوها در استان‌های هرمزگان و بوشهر به ترتیب از میزان کمتری میکروپلاستیک برخوردار بودند.

Please cite this article as: Jafari M, Naji A, Sharifinia M, Daliri M. Microplastic pollution in the digestive tract of western Pacific shrimp (Litopenaeus vannamei Boone, 1931) in farms in the southern provinces of Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;15(4):633-50.

Copyright © 2023 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

مقدمه

تولید پلاستیک به طور چشمگیری در حال افزایش است. پلاستیک‌ها اثرات منفی قابل توجهی بر عملکردهای اکولوژیکی زیستگاه‌های طبیعی، توسعه پایدار، تغییرات آب و هوایی و موجودات زنده دارند (۱). علی‌رغم دانش موجود در مورد اثرات آلودگی پلاستیک، مدیریت پسماندهای پلاستیکی در سطح ناگواری قرار دارد. همچنین تولید و انباشت پلاستیک در محیط طبیعی به‌دلیل استفاده بی‌رویه، بازیافت نامناسب و انباشت در محل‌های دفن زباله با سرعت بی‌سابقه‌ای اتفاق می‌افتد (۲)، به‌طوری که در سال ۲۰۱۹، تولید جهانی پلاستیک ۳۷۰ میلیون تن بود که تنها ۹ درصد آن بازیافت، ۱۲ درصد سوزانده شد و مابقی در محیط‌زیست یا دفن پسماندها باقی ماندند (۳). پلاستیک یک اصطلاح کلی برای طیف وسیعی از پلیمر است، این پلیمرها با مواد افزودنی مختلف برای تقویت استحکام ترکیب می‌شوند (۴). در سال ۱۹۵۰، برای اولین بار ذرات پلاستیکی در محیط‌های آبی شناسایی شدند (۵). آلودگی پلاستیکی به‌دلیل تجزیه‌پذیری پایین پسماندهای پلاستیکی یک نگرانی عمده است، حتی این آلودگی می‌تواند قرن‌ها در محیط‌زیست باقی بماند که یک نمونه هولناک آلودگی پلاستیکی، وجود ۷۹ هزار تن پلاستیک شناور در اقیانوس آرام است (۶). با توجه به نرخ رشد جمعیت فعلی، مصرف پلاستیک و تولید پسماندهای پلاستیکی پیش‌بینی می‌شود تولید پلاستیک تا سال ۲۰۵۰ بیش از سه برابر شود (۳). توانمندسازی و آموزش جوامع برای به حداقل رساندن آلودگی پلاستیکی و استفاده از جایگزین‌های پلاستیک باید ترویج و اجرا شود. آلودگی پلاستیک یک مشکل جهانی است که مدیریت آن باید در اولویت قرار گیرد (۳، ۷).

ذرات پلاستیکی براساس ابعاد فیزیکی طبقه‌بندی می‌شوند که میکروپلاستیک‌ها شامل ذرات کمتر از mm ۵ هستند (۸). میکروپلاستیک‌ها یکی از مخرب‌ترین عوامل آلودگی در منابع آبی هستند (۹). میکروپلاستیک‌ها قطعات کوچکی از پسماندهای پلاستیکی هستند که در مقیاس جهانی در محیط‌زیست انباشته شده‌اند. آنها از انتشار مستقیم ذرات پلاستیکی و در نتیجه تکه تکه شدن اقلام بزرگ‌تر منشأ می‌گیرند. میکروپلاستیک‌ها در زیستگاه‌های دریایی از قطب‌ها تا استوا از سطح دریا و خط ساحلی تا اعماق دریا پراکنش دارند. آنها توسط طیف وسیعی از موجودات زنده از جمله ماهیان، سخت‌پوستان و دوکفه‌ای‌های مهم و تجاری بلعیده می‌شوند (۱۰). فراوانی میکروپلاستیک‌ها در ساحل می‌تواند خواص فیزیکی رسوبات را با کاهش رسانایی گرما و افزایش اندازه دانه و نفوذپذیری آب تغییر دهد (۸). آمار جهانی نشان می‌دهد ورود میکروپلاستیک به زنجیره غذایی آبزیان، باعث آسیب رسیدن به دستگاه گوارش آبزیان و باعث مرگ آبزیان می‌شود (۱۱). انباشت میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش ماهیان، سبب انسداد روده آنها شده و بر فیزیولوژی رفتار آنها اثر منفی می‌گذارد (۱۲). علاوه بر این میکروپلاستیک‌ها باعث ایجاد سیری کاذب در ماهیان و درنهایت سبب کاهش رشد در ماهیان می‌شوند (۱۳). از جمله منابع انسانی آلودگی میکروپلاستیک‌ها می‌توان به فعالیت‌های گردشگری و ماهیگیری، انتشار فاضلاب حاصل از صنایع و فاضلاب‌های شهری و روستایی، حمل و نقل دریایی و فعالیت‌های بنادر اشاره کرد (۸، ۱۰). میکروپلاستیک‌ها به‌دلیل ساختارهای مولکولی و بیوشیمیایی خاص، جز آلاینده‌های مهم در نظر گرفته می‌شوند، آنها با واکنش و انتشار در غشای سلولی یک سلول زنده نفوذ می‌کنند. با این حال، اکثر میکروپلاستیک‌ها خالص نیستند و علاوه بر ساختار پلیمری، از مواد شیمیایی متعددی که به ویژگی خاصی از پلاستیک‌ها کمک می‌کنند، تشکیل شده‌اند (۱۴، ۱۵). میکروپلاستیک‌های موجود در آبزیان و به‌ویژه ماهیان و میگوها، نگرانی‌هایی را در مورد تأثیر آنها بر سلامت انسان ایجاد می‌کند. انسان با مصرف انواع آبزیان دارای آلودگی میکروپلاستیک، از جمله ماهی و میگو در رژیم غذایی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

خود، می‌تواند سلامتی خود را به شدت در خطر انداخته که درنهایت سبب آسیب به روده‌ها، اختلالات هورمونی، سرطان خون و تضعیف سیستم ایمنی بدن انسان می‌شود (۱۶). مصرف میکروپلاستیک‌ها توسط میگو منجر به آسیب اندام‌های گوارشی و همچنین کاهش رشد و تولیدمثل در آنها می‌شود. قبل از مصرف خوراکی، میگوها را معمولا پوست کنده می‌شوند تا سر و پوسته آنها جدا شود. با این حال، دستگاه گوارش این موجودات همیشه به‌طور کامل حذف نمی‌شود و از این‌رو میکروپلاستیک‌های موجود در روده میگو می‌توانند از طریق مصرف به انسان منتقل شوند (۱۱، ۱۳). این یک مسیر مواجهه انسان با میکروپلاستیک‌ها است که اغلب در رابطه با سلامت انسان و امنیت غذایی مورد بحث قرار می‌گیرد (۱۴، ۱۶).

پرورش میگو جایگاه ویژه و مهمی در صنعت آبزی‌پروری و شیلات از دیدگاه تامین بخشی از پروتئین جانوری دارد. میگو یکی از منابع سرشار از عناصر ضروری، اسیدهای چرب غیراشباع و پروتئین بوده که طعم لذیذ و خاص آن باعث شده که در میان مردم مناطق ساحلی جنوب ایران طرفداران بسیاری پیدا کند، به‌طوری که در کشور پرورش میگو اهمیت بسیاری دارد و در سال ۱۳۹۹ میزان تولید میگو ۴۸۸۵۵ تن و تولید بچه میگو ۳۷۲۶۸۹۸ قطعه بوده است. میگوی وانامی *(Litopenaeus vannamei)* گونه غالب میگو پرورشی در سطح جهان و بومی سواحل غربی آمریکای جنوبی است. این میگو می‌تواند دامنه وسیعی از درجه حرارت و شوری آب را تحمل کند و در مقابل شرایط نامساعد محیطی و بیماری‌ها مقاوم است، از این‌رو جهت تکثیر و پرورش در اولویت نسبت به دیگر میگوها قرار دارد (۱۷، ۱۸).

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، هدف از این پژوهش، بررسی و شناسایی آلودگی میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش میگوی پرورشی وانامی مزارع پرورش میگوی استان‌های جنوبی کشور (بوشهر، خوزستان و هرمزگان) بود.

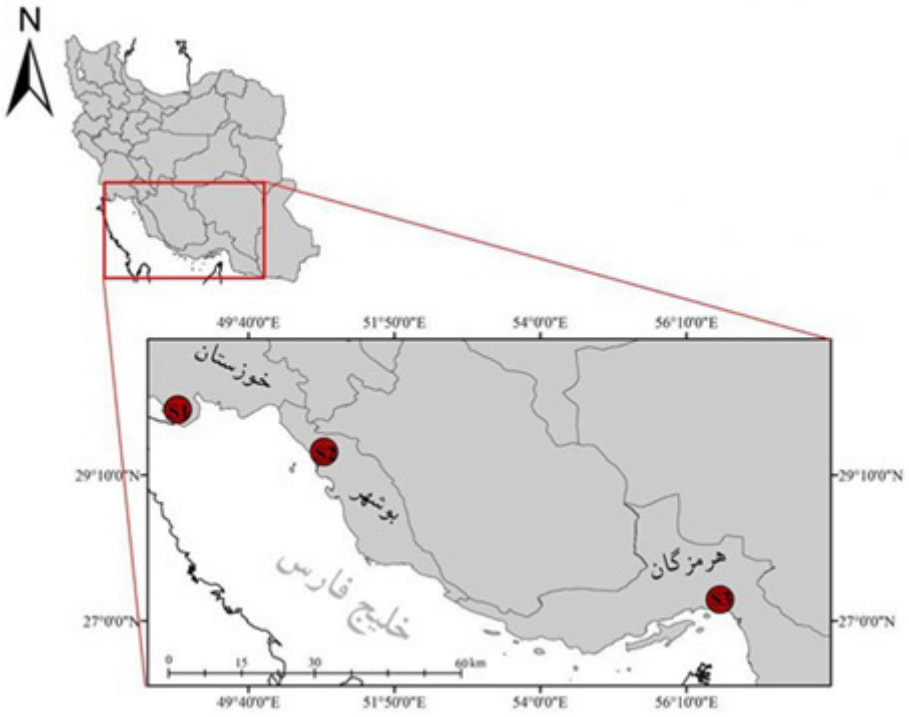
مواد و روش‌ها

_ منطقه مورد مطالعه و تهیه نمونه‌های میگو

به منظور انجام نمونه‌برداری، دو مزرعه پرورش میگو در بندر ریگ واقع در استان بوشهر (۲۹ درجه و ۳۱ دقیقه و ۴۴ ثانیه شمالی و ۵۰ درجه و ۳۶ دقیقه و ۵۶ ثانیه شرقی)، دو مزرعه پرورش میگو در بندر چوئبده واقع در استان خوزستان (۳۰ درجه و ۶ دقیقه و ۲۸ ثانیه شمالی و ۴۸ درجه و ۳۴ دقیقه و ۰ ثانیه شرقی) و دو مزرعه پرورش میگو از سایت تیاب جنوبی واقع در استان هرمزگان (۲۷ درجه و ۵ دقیقه و ۴۶ ثانیه شمالی و ۵۶ درجه و ۵۲ دقیقه و ۴ ثانیه) انتخاب گردید (شکل ۱).

به‌طور کلی ۵۴۰ قطعه میگوی وانامی از مزارع بندر ریگ، چوئبده و تیاب جنوبی برداشت گردید. تعداد ۹۰ نمونه میگو در طول ماه‌های خرداد تا مهر ۱۳۹۹ از هر مزرعه پرورشی به‌صورت تصادفی جمع‌آوری شد. بنابراین ۶ مزرعه در ۳ سایت پرورش میگو در استان‌های خوزستان، بوشهر و هرمزگان به‌صورت تصادفی انتخاب که از هر مزرعه ۱۵ قطعه میگو با سه تکرار در ماه‌های خرداد، مرداد و مهر تهیه شد. بلافاصله پس از نمونه‌برداری، میگوها درون فویل‌های آلومینیومی به آزمایشگاه انتقال داده شدند و در آزمایشگاه خصوصیات زیستی آنها شامل وزن کل، طول کل، طول کاراپاس و عرض کاراپاس به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت g ۰/۱ و خط‌کش بیومتری با دقت mm ۱ اندازه‌گیری و ثبت شدند (جدول ۱).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌برداری میگوی وانامی پرورشی

جدول ۱- خصوصیات زیستی نمونه‌های میگوی وانامی جمع‌آوری شده از مزارع پرورشی استان‌های خوزستان، بوشهر و هرمزگان

استان	مزرعه	طول کل (mm)	طول کاراپاس (mm)	عرض کاراپاس (mm)	وزن کل (g)
		SD±میانگین	SD±میانگین	SD±میانگین	SD±میانگین
خوزستان	KH1	۱۰/۷۸±۰/۵۵	۲±۰/۱۶	۱/۴۹±۰/۱۴	۷/۹۳±۱/۴۰
	KH2	۱۱/۰۵±۰/۶۷	۲/۰۲±۰/۲۲	۱/۵۵±۰/۲۱	۸/۵۴±۱/۵۶
بوشهر	B1	۱۴/۲۳±۰/۷۱	۲/۹۴±۰/۲۵	۱/۹۵±۰/۱۹	۱۸/۸۷±۲/۷۷
	B2	۱۴/۳۴±۰/۶۰	۲/۸۹±۰/۲۱	۱/۹۵±۰/۱۷	۱۸/۷۶±۲/۲۹
هرمزگان	H1	۱۲/۴۸±۰/۷۳	۲/۳۹±۰/۱۸	۱/۶۵±۰/۱۱	۱۱/۸۴±۲/۱۰
	H2	۱۲/۲۵±۰/۷۰	۲/۳۳±۰/۱۸	۱/۶۶±۰/۱۴	۱۱/۶۱±۲/۱۷

KH1: مزرعه شماره ۱ بندر چوئبده استان خوزستان، KH2: مزرعه شماره ۲ بندر چوئبده استان خوزستان، B1: مزرعه شماره ۱ بندر ریگ استان بوشهر، B2: مزرعه شماره ۲ بندر ریگ استان بوشهر، H1: مزرعه شماره ۱ بندر تیاب جنوبی استان هرمزگان، H2: مزرعه شماره ۲ بندر تیاب جنوبی استان هرمزگان

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

_ فرآیند آزمایشگاهی

به‌منظور جلوگیری از هر گونه آلودگی تمام تجهیزات با آب مقطر دو بار تقطیر مورد شستشو قرار گرفتند و خشک گردیدند و مطابق استانداردهای موجود، با فویل آلومینیومی پوشانده شدند (۱۵، ۱۹). سپس پوسته میگوها جداسازی شد و روده میگوها استخراج و قبل از خشک کردن روده‌ها وزن تر آنها محاسبه و ثبت گردید، سپس روده‌ها درون بوته‌های چینی آزمایشگاهی قرار داده شدند و درب آنها بسته شد و درون آون در دمای ۶۰ $^{\circ}C$ به مدت ۲۴ h قرار داده شدند و بعد از آن وزن خشک روده‌ها نیز محاسبه و ثبت گردید و سپس نمونه‌ها به‌صورت جداگانه در بشرهای کوچک حاوی محلول هیدروکسید پتاسیم (W/V ۱۰ درصد) به‌منظور فرآیند هضم قرار داده شدند، در واقع به ازای هر یک گرم وزن روده میگوها mL ۱۰ محلول هیدروکسید پتاسیم ۱۰ درصد استفاده و بشرها با فویل آلومینیومی پوشانده شد و به مدت h ۲۴ درون آون با دمای ۶۰ $^{\circ}C$ قرار داده شدند. بعد از مدت h ۲۴ هضم زیستی صورت گرفت (۲۰). پس از هضم زیستی روده‌های میگو، جهت شناورسازی میکروپلاستیک‌ها از ترکیب کلرید روی استفاده شد (۲۳-۲۱). پس از شناورسازی میکروپلاستیک‌ها، جهت جداسازی محلول حاصل سانتریفیوژ و محلول حاصل توسط فیلتر واتمن ۰/۴۵ صاف گردید و بعد فیلترهای کاغذی جهت تشخیص میکروپلاستیک‌ها درون پتری‌دیش شیشه‌ای با درب‌پوش قرار داده شدند و سپس فیلترها زیر استریومیکروسکوپ نیکون مدل SMZ1000 مورد بررسی قرار گرفتند و توسط همین دستگاه تصویربرداری صورت پذیرفت (۲۴). به‌منظور تشخیص جنس پلیمر میکروپلاستیک‌های یافت شده از دستگاه اسپکتروفتومتر FT-IR مدل ۴۷۰۰ ساخت شرکت JASCO کشور ژاپن استفاده شد. به این منظور برخی از میکروپلاستیک‌ها به‌طور تصادفی انتخاب شد و بر روی آنها آنالیز FT-IR صورت پذیرفت.

_ کنترل کیفیت استخراج میکروپلاستیک‌ها

در مطالعات میکروپلاستیک‌ها، آلودگی با میکروفیبرهای موجود در هوا غیرقابل اجتناب و به‌صورت متعدد تکرار شده است، زیرا در محیط‌های مختلف و آزمایشگاه‌ها وجود دارند. برای جلوگیری از آلودگی‌های نامشخص، تجهیزات آزمایشگاهی و ظروف شیشه‌ای دو بار با آب مقطر شسته و در دمای اتاق خشک کرده و بلافاصله پس از خشک شدن با فویل آلومینیومی پوشانده شدند و برای اولین بار برای یک نمونه پس از هر مرحله پوشانده شدند و قبل از استفاده مجدد با استفاده از آب فیلتر شده تمیز شدند. پس از فیلتراسیون، نمونه‌های جمع‌آوری شده بلافاصله درون فویل آلومینیومی پیچیده می‌شوند. سطوح کار با الکل تمیز شد و دست‌ها و ساعدها برای جلوگیری از آلودگی پوست، مو و ذرات کثیفی تمیز شدند. محل کار برای تحلیل استریومیکروسکوپی قبل از باز کردن درب پتری‌دیش‌هایی که میکروپلاستیک‌ها در آن نگهداری می‌شدند، تمیز شد (۱۵).

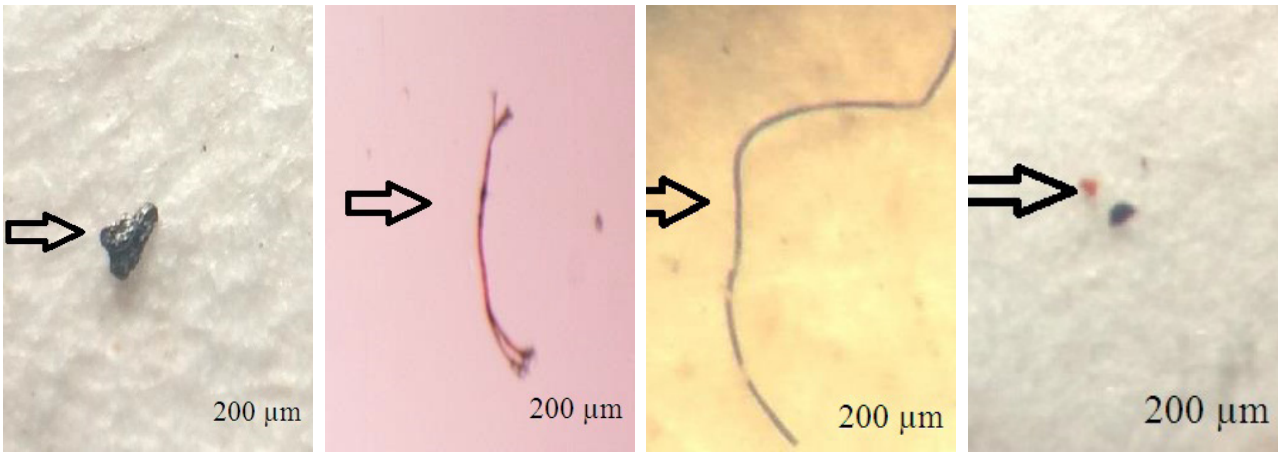
_ تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

جهت انجام تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ و برای رسم جداول و نمودارها از نرم‌افزار مایکروسافت اکسل ۲۰۱۶ استفاده شد. قبل از تجزیه و تحلیل از آماری، داده‌ها از نظر همگن و واریانس و نرمال بودن مورد آزمایش قرار گرفتند. جهت مقایسه آماری داده‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه از تجزیه و تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA One-way) با سطح اطمینان ۹۵ ($p<0/05$) و برای تحلیل آماری درون گروهی از آزمون t استفاده گردید.

یافته‌ها

در دستگاه گوارش برخی از میگوهای وانامی مزارع پرورشی مورد بررسی، آلودگی میکروپلاستیک مشاهده شد که برای نمونه تصاویر میکروپلاستیک‌های شناسایی شده در روده میگوها در شکل ۲ نشان داده شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]



شکل ۲- نمونه‌هایی از میکروپلاستیک‌های موجود در دستگاه گوارش میگوی وانامی

در این پژوهش بیشترین فراوانی میکروپلاستیک‌های موجود در دستگاه گوارش میگوها، مربوط به مزارع پرورش میگو استان خوزستان بود و مزارع استان‌های هرمزگان و بوشهر به‌ترتیب از میزان کمتری میکروپلاستیک برخوردار هستند. میانگین تعداد میکروپلاستیک‌های شناسایی شده در دستگاه گوارش میگوی از لحاظ آماری در استان خوزستان (p=۰/۰۲۵)، بوشهر (p=۰/۰۱۳) و هرمزگان (p=۰/۰) اختلاف معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵). همچنین بالاترین تعداد میکروپلاستیک‌ها بر واحد وزن میگو (N/W) و تعداد میکروپلاستیک‌های بلع شده توسط هر قطعه میگو (N/I) در مزارع پرورش میگوی استان خوزستان مشاهده شد (p<۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۲- فراوانی میکروپلاستیک‌های موجود در دستگاه گوارش میگوها در مزارع پرورشی مورد مطالعه

استان	مزرعه	فراوانی (درصد)	میانگین	انحراف معیار	p	تعداد میکروپلاستیک‌ها بر واحد وزن (N/W)	تعداد میکروپلاستیک‌های بلع شده (N/I)
خوزستان	KH1	۲۲/۲۲	۱٤/۵۰	٤/۹٦	۰/۰۲۵	۰/۱۲٦±۰/۰۰۲^{a}	۰/۵۵٦±۰/۰۸٤^{a}
	KH2	٤۱/۱۱				۰/۱۱۸±۰/۰۱۰^{a}	۰/٤۱۱±۰/۰۳۹^{b}
بوشهر	B1	۱۷/۷۰	۸/۵۰	۲/٦٦	۰/۰۱۳	۰/۰۵۳±۰/۰۰۱^{b}	۰/۱۷۸±۰/۰۰۲^{c}
	B2	۱۱/۱۱				۰/۰۵۳±۰/۰۰۲^{b}	۰/۱۱۱±۰/۰۰۹^{d}
هرمزگان	H1	۲۷/۷۷	٤/۳۳	۲/۲۵	۰/۰	۰/۰۸٤±۰/۰۰۳^{c}	۰/۲۷۸±۰/۰۷۷^{e}
	H2	۲۸/۸۸				۰/۰۸٦±۰/۰۰۲^{c}	۰/۲۸۹±۰/۰۱۷^{e}

KH1: مزرعه شماره ۱ بندر چوئبده استان خوزستان، KH2: مزرعه شماره ۲ بندر چوئبده استان خوزستان، B1: مزرعه شماره ۱ بندر ریگ استان بوشهر، B2: مزرعه شماره ۲ بندر ریگ استان بوشهر، H1: مزرعه شماره ۱ بندر تیاب جنوبی استان هرمزگان، H2: مزرعه شماره ۲ بندر تیاب جنوبی استان هرمزگان. حروف غیرهمنام (a، b، c، d، e) در هر ستون اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد (p<۰/۰۵).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

در جدول ۳ اندازه و ضخامت انواع میکروپلاستیک‌های شناسایی شده در میگوهای مورد بررسی به تفکیک مزارع پرورشی و استان ارائه شده است. نمونه‌های میکروپلاستیک فیبر در دستگاه گوارش میگوهای مزارع پرورشی خوزستان از نظر طول و ضخامت بزرگ‌تر از سایر نمونه‌ها بودند. در مورد نمونه‌های میکروپلاستیک قطعه و مهره بزرگ‌ترین اندازه طول و ضخامت و قطر در دستگاه گوارش میگوهای مزارع پرورشی استان هرمزگان مشاهده شد.

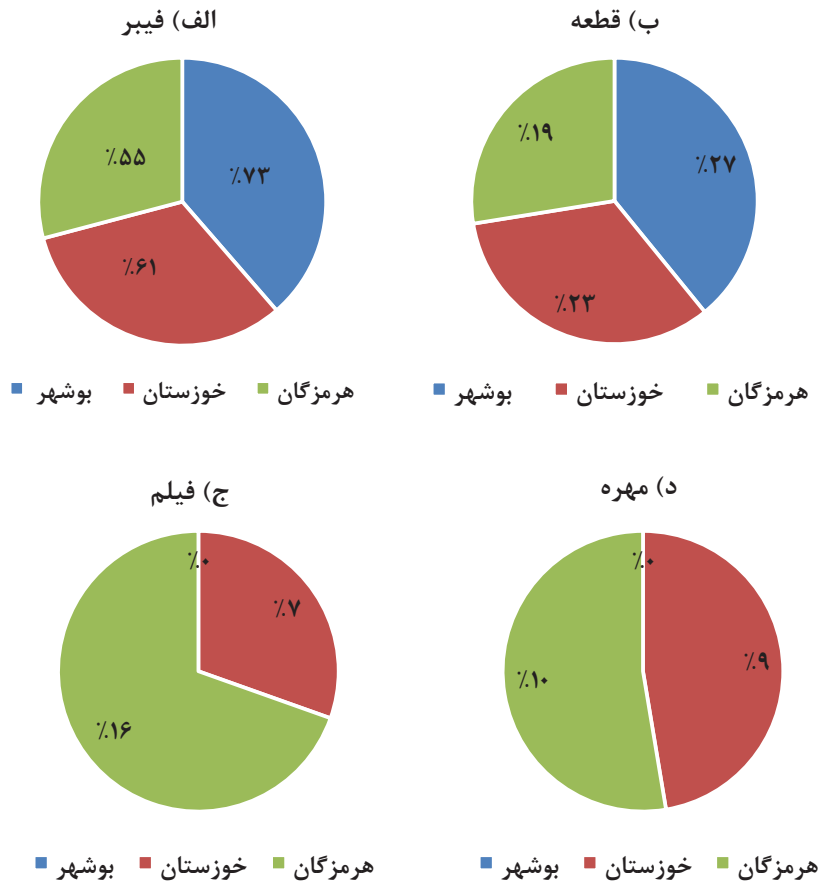
جدول ۳- میانگین اندازه انواع میکروپلاستیک‌های شناسایی شده در دستگاه گوارش میگوهای وانامی

نوع	پارامترها (mm)	خوزستان		بوشهر		هرمزگان	
		KH1	KH2	B1	B2	H1	H2
فیبر	طول	۹٤/۹٦±۱۱/۷۵	٤۵/۱۷±۰/۵۵	۳۷/۰۵±۰/۵۹	٦۱/۱۱±۰/۳۷۵	۳۱/۳۱±۰/۲۰۵	٤۰/٦۲±۰/۳۹۸
	ضخامت	۱/۳٦±۰/۱۰	۰/۸۰±۰/٤۱	۱/۱٤±۰/۰۸٤	۱/٤۱±۰/۰۵٤	۰/٦٤±۰/۰۲۱	۰/۷٦±۰/۰۵۲
قطعه	طول	۳/٦٤±۰/۱۵	–	٤/۹۳±۰/٤۵۹	٦/۵۳±۰/۲٤۵	۵/۰٦±۰/۳٦۱	٤/٦۵±۰/۲۳۲
	ضخامت	۲/۹٤±۰/۱۱	۳/۱۹	۳/۰۱±۰/۱۲۸	۳/٦۷±۰/۱۱۲	٦/٦۰±۰/٦۹٤	۲/۸٦
فیلم	طول	–	۹٤/۹۰±۰/٦۹	–	–	۹۷/۵۳±۰/۱۵۱	۲۲/۳۳±۰/۱٦۵
	ضخامت	–	۳/۵٦±۰/٤۳	–	–	۲/٦۸±۰/۲۲۳	۱/۳٤±۰/۰۸۰
مهره	قطر	۲/۲۱±۰/۱٦۰	۰/۷٦±۰/۰۱۷	–	–	۳/۱۹±۰/۱۵۱	۳/۹۹±۰/۳۳٦

KH1: مزرعه شماره ۱ بندر چوئبده استان خوزستان، KH2: مزرعه شماره ۲ بندر چوئبده استان خوزستان، B1: مزرعه شماره ۱ بندر ریگ استان بوشهر، B2: مزرعه شماره ۲ بندر ریگ استان بوشهر، H1: مزرعه شماره ۱ بندر تیاب جنوبی استان هرمزگان، H2: مزرعه شماره ۲ بندر تیاب جنوبی استان هرمزگان

بالاترین نوع میکروپلاستیک شناسایی شده مربوط به فیبر در دستگاه گوارش میگوهای مزارع استان خوزستان، هرمزگان و بوشهر بود. مهره و فیلم در دستگاه گوارش میگوهای مزارع استان بوشهر مشاهده نشد. در استان بوشهر توزیع میکروپلاستیک‌ها شامل ۷۳ درصد فیبر و ۲۷ درصد قطعه، در استان هرمزگان شامل ۵۵ درصد فیبر، ۱۹ درصد قطعه، ۱۶ درصد فیلم، ۱۰ درصد مهره و در استان خوزستان شامل ۶۱ درصد فیبر، ۲۳ درصد قطعه، ۹ درصد مهره و ۷ درصد فیلم بود. براساس این بررسی مشخص شد که بیشترین نوع میکروپلاستیک در همه استان‌ها متعلق به فیبر و کمترین نوع میکروپلاستیک‌ها شامل مهره بود (نمودار ۱).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

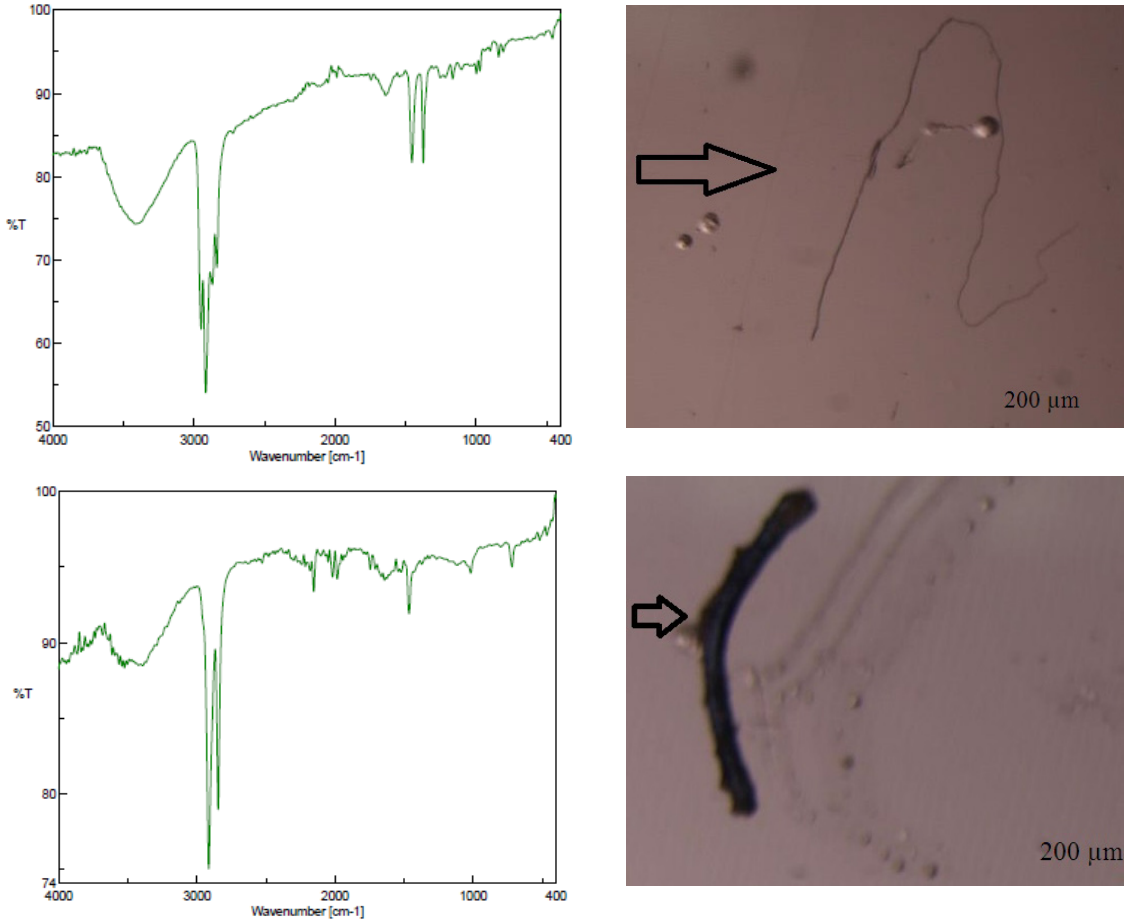


نمودار ۱- درصد فراوانی انواع میکروپلاستیک‌های موجود در دستگاه گوارش میگوهای وانامی در مزارع پرورشی

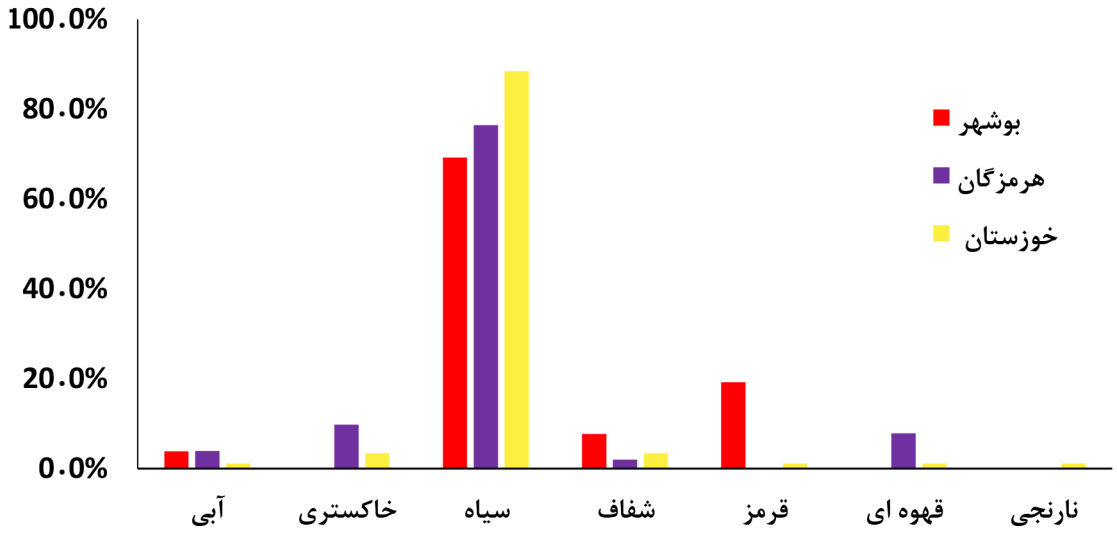
به منظور تشخیص جنس پلیمر میکروپلاستیک‌های یافت شده برخی از آنها به‌طور تصادفی انتخاب و آنالیز FT-IR انجام شد. نتایج تشخیص جنس پلیمر میکروپلاستیک‌ها به‌وسیله دستگاه FT-IR نشان داد که درصد فراوانی جنس میکروپلاستیک‌های یافت شده در ایستگاه‌های استان بوشهر شامل ۵۰ درصد پلی‌پروپیلن و ۵۰ درصد پلی‌استایرن و همچنین درصد فراوانی جنس میکروپلاستیک‌های یافت شده در مزارع پرورشی استان خوزستان شامل ۳۳ درصد پلی‌پروپیلن، ۶۷ درصد پلی‌استایرن و درصد فراوانی جنس میکروپلاستیک‌های یافت شده در ایستگاه‌های استان هرمزگان شامل ۱۰۰ درصد پلی‌استایرن بود. طیف برخی از پلیمرهای شناسایی شده در شکل ۳ نشان داده شده است.

درصد فراوانی رنگ‌های مختلف از میکروپلاستیک‌های استخراج شده در هر سه استان بوشهر، خوزستان و هرمزگان در نمودار ۲ نشان داده شده است که براساس آن در استان بوشهر بیشترین و کمترین میکروپلاستیک‌های استخراج شده به تفکیک رنگ شامل ۶۹/۲ درصد سیاه و ۳/۸ درصد رنگ آبی، در استان خوزستان درصد فراوانی رنگ‌های میکروپلاستیک‌های استخراج شده شامل ۱/۱ درصد آبی، ۳/۴ درصد خاکستری، ۸۸/۵ درصد سیاه، ۳/۴ درصد شفاف، ۱/۱ درصد قرمز، ۱/۱ درصد قهوه‌ای، نارنجی ۱/۱ درصد و در استان هرمزگان درصد فراوانی رنگ‌های میکروپلاستیک‌های استخراج شده شامل ۳/۹ درصد آبی، ۹/۸ درصد خاکستری، ۷۶/۵ درصد سیاه، شفاف ۲ درصد و قهوه‌ای ۷/۸ درصد به‌دست آمد. براساس این بررسی مشخص شد که بیشترین فراوانی رنگ میکروپلاستیک در همه استان‌ها مربوط به رنگ سیاه بود.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]



شکل ۳- طیف FTIR شناسایی شده پلی‌پروپیلن دستگاه گوارش میگوی وانامی



نمودار ۲- درصد فراوانی رنگ‌های مختلف از میکروپلاستیک‌های استخراج شده از دستگاه گوارش میگوهای وانامی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

بحث

در این تحقیق ۵۴۰ نمونه میگوی وانامی پرورشی مورد بررسی قرار گرفت و در دستگاه گوارش برخی از میگوها در ایستگاه‌های استان‌های بوشهر، خوزستان و هرمزگان میکروپلاستیک مشاهده شد. در مطالعه‌ای بر روی ۳۰۰ نمونه میگوی آب شیرین *(Macrobrachium rosenbergii)* و ۱۵۰ نمونه میگوی وانامی *(Litopenaeus vannamei)* مزارع پرورشی کشور تایلند وجود میکروپلاستیک در دستگاه گوارش همه نمونه‌ها گزارش شده است. همچنین وجود قطعات میکروپلاستیک در دستگاه گوارش ۹۳ نمونه میگوی وانامی *(Litopenaeus vannamei)*، میگو قرمز آرژانتینی *(Pleoticus muelleri)* و میگوی سفید هندی *(Fenneropenaeus indicus)* در کشور سنگاپور تایید گردید (۲۵). علاوه بر این در مطالعه دیگری در خلیج‌فارس، اشکال مختلف میکروپلاستیک در دستگاه گوارش تمامی نمونه‌های میگوی ببری سبز *(Penaeussemisulcatus)* شناسایی شده است (۲۶). مطالعه‌ای که شامل بررسی میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش میگوی قهوه‌ای *(Crangon crangon)* در جنوب دریای شمال بود، نیز یافته‌های مشابهی را گزارش کرد (۲۷). در تحقیق دیگری حضور نمونه‌های میکروپلاستیک در دستگاه گوارش میگوهای شیشه‌ای استرالیایی *(Paratya australiensis)*، که در آب‌های شیرین در شرق استرالیا یافت می‌شود، تایید شد (۲۸). میگوها که ساکن ستون‌های پایین آب هستند از سخت‌پوستان کوچک، گل‌ولای، مواد گیاهی و دیاتومه‌ها تغذیه می‌کنند (۱۷). با توجه به اینکه میکروپلاستیک‌ها از نظر اندازه در مقایسه با رسوبات و انواع پلانکتون‌های که غذای میگوها کوچک‌تر هستند، احتمال اینکه توسط آنها بلعیده شوند، با توجه به رفتارهای تغذیه‌ای متنوع، با افزایش تراکم میکروپلاستیک‌ها در آب افزایش می‌یابد (۲۹). علاوه بر این، حضور میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش میگوها در مناطق مختلف جغرافیایی جهان در مطالعات و تحقیقات متعددی گزارش شده است (۲۶-۲۸، ۳۰، ۳۱).

بالاترین نوع میکروپلاستیک شناسایی شده مربوط به فیبر در دستگاه گوارش میگوهای مزارع استان‌های خوزستان، هرمزگان و بوشهر بود. مهره و فیلم در دستگاه گوارش میگوهای مزارع استان بوشهر مشاهده نشد. میکروپلاستیک قطعه در دستگاه گوارش میگوهای مزارع استان بوشهر بالاترین فراوانی را نسبت به مزارع استان‌های خوزستان و هرمزگان داشتند. در تحقیقی بالاترین درصد فراوانی فیبر در میگوی آب شیرین *(Macrobrachium rosenbergii)* (۸۳/۳ درصد) و میگوی وانامی *(Litopenaeus vannamei)* (۴۶/۰۶ درصد) مزارع پرورشی کشور تایلند گزارش شده است. در دستگاه گوارش میگوی آب شیرین فیلم مشاهده نشده است (۲۹). در دستگاه گوارش میگوی قهوه‌ای *(Crangon crangon)* (۲۷)، میگوهای شیشه‌ای استرالیایی *(Paratya australiensis)* (۲۸)، میگوی مونودون *(Penaeus monodon)* و *Metapenaeus monocerous* (۳۰) نیز غالب بودن فراوانی فیبر گزارش شده است که نتایج گزارش شده با نتایج این تحقیق همخوانی دارند. Carreras-Colom و همکاران (۲۰۱۸) عدم حضور میکروپلاستیک از نوع فیلم در دستگاه گوارش میگوی *Aristeus antennatus* را گزارش کردند (۳۱) که نتایج این تحقیق را تایید می‌کند. فیبرها حاصل از پساب ماشین‌های لباسشویی هستند که همان میکروپلاستیک‌های اولیه را تشکیل می‌دهند (۳). با توجه به اندازه کوچک این ذرات، میکروپلاستیک‌ها از تصفیه پساب فرار می‌کنند و مستقیماً از طریق پساب به اکوسیستم‌های آبی تخلیه می‌شوند (۷). فیبرها احتمالا از تجزیه و تکه تکه شدن ذرات پلاستیکی بزرگ‌تر مانند تجهیزات صیادی و ماهیگیری، ظروف بسته‌بندی پلاستیکی و کیسه‌های پلاستیکی در اثر فرآیندهای فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی به‌وجود می‌آیند (۲۱، ۳۲). علاوه بر این، سطوح انواع میکروپلاستیک‌ها حاوی فلزات سنگینی مانند مس

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

و روی هستند که مضر هستند و می‌توانند در بافت‌های آبزیان تجمع کنند (۱۰، ۲۳). شیرابه‌های حاصل از این پلاستیک‌ها حاوی مواد افزودنی زیادی هستند و به‌طور حاد برای موجودات آبزی نظیر جلبک‌ها و نرم‌تنان سمی هستند (۲۵). میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های آبی برای بسیاری از موجودات آب شیرین و دریایی خطرناک هستند و به سخت‌پوستان، ماهیان و پستانداران دریایی آسیب می‌رسانند و حتی می‌توانند منجر به مرگ‌ومیر شوند (۳۲). براساس این بررسی مشخص شد که میکروپلاستیک‌های موجود در دستگاه گوارش میگوی وانامی دارای رنگ‌های مختلفی نظیر سیاه، آبی، شفاف، قرمز، قهوه‌ای، خاکستری و نارنجی به‌دست آمد که بیشترین فراوانی رنگ میکروپلاستیک در دستگاه گوارش میگو در همه استان‌ها مربوط به رنگ سیاه بود. میکروپلاستیک‌های رنگ خاکستری، قهوه‌ای و نارنجی در دستگاه گوارش میگوی وانامی مزارع استان بوشهر مشاهده نشد و در مزارع استان هرمزگان در دستگاه گوارش میگوی وانامی میکروپلاستیک‌های رنگ قرمز و نارنجی شناسایی نشد. الگوهای رنگ میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش میگوهای وانامی در استخرهای پرورش استان‌های خوزستان، بوشهر و هرمزگان متفاوت بود. این واقعیت که این چهار نوع شکل میکروپلاستیک‌ها دارای چنین رنگ‌های متنوعی بودند، نشان می‌دهد که منابع و مسیرهای ورود آنها به دستگاه گوارش میگوهای وانامی نیز احتمالاً بسیار متنوع بوده است (۲۷). به‌نظر می‌رسد بیشتر ذرات میکروپلاستیک از تکه تکه شدن پسماندهای پلاستیکی دست نخورده با رنگ‌های متفاوت از ۴ نوع رنگ ساده تا ۳۲ رنگ پیچیده سرچشمه می‌گیرند که پس از تغذیه میگوهای وانامی وارد دستگاه گوارش می‌شوند (۶)، با این حال رویه‌های استاندارد و مشخص برای دسته‌بندی رنگ‌ها تاکنون وجود ندارد. در حال حاضر، فرآیند طبقه‌بندی رنگ‌ها بسیار ذهنی است و از جمله به قابلیت‌های بصری و تجربه ناظر بستگی دارد. فقدان روش‌های استاندارد، مشکلات قابل توجهی را برای مقایسه مطالعات و دستیابی به نتایج مطمئن ایجاد می‌کند (۹، ۲۹). در تحقیقی بر روی میگوی وانامی میکروپلاستیک‌های رنگی سفید (شفاف)، سیاه، زرد، آبی، قرمز و سبز در دستگاه گوارش همه نمونه‌ها گزارش شده است که میکروپلاستیک سفید (شفاف) غالب بود (۲۹). در میگوی قهوه‌ای *(Crangon crangon)* و میگوی ببری *(Penaeus monodon)* نیز رنگ شفاف و سیاه میکروپلاستیک‌های غالب بودند (۳۰). همچنین در میگوی استرالیایی *(Paratya australiensis)* رنگ آبی بالاترین فراوانی میکروپلاستیک را داشت (۲۸). علاوه بر این، در میگوی *Aristeus antennatus* پنج رنگ شفاف، آبی، سیاه، قرمز و سبز مشاهده شده است که هیچ رنگ خاصی نشان دهنده برتری نیست (۳۱). به‌طور کلی، میگوها ذرات میکروپلاستیک را می‌توانند به طور مستقیم به‌دلیل شباهت مورفولوژیکی آنها به مواد غذایی طبیعی یا به‌طور غیرمستقیم به‌دلیل چسبیدن به ذرات غذا مصرف کنند و با توجه به اینکه از نظر بصری مشابه غذاهای طبیعی و طعمه میگو است، فراهمی‌زیستی آنها برای این موجودات نسبتاً بالا است (۳۳). احتمالاً میکروپلاستیک‌های نیمه شفاف و شفاف از الیاف رنگی به‌دلیل قرار گرفتن در معرض اسیدها در طول فرآیند اسیدپاشی به‌وجود می‌آیند (۲۹). مشابه یافته‌های این تحقیق، وجود میکروپلاستیک‌ها با رنگ‌های مختلف در ماهیان مختلف دریایی سطح‌زی و کف‌زی نیز تایید شده است (۲۰، ۳۲، ۳۶-۳۴).

در این تحقیق اندازه میکروپلاستیک از نوع فیبر در دستگاه گوارش میگوی وانامی در استخرهای پرورشی استان خوزستان از نظر طول و ضخامت بزرگ‌تر از سایر نمونه‌ها بودند، اما در مورد انواع دیگر میکروپلاستیک‌ها (قطعه و مهره) در دستگاه گوارش میگوهای استخر شماره ۱ استان هرمزگان اندازه بزرگ‌تری مشاهده شد. میکروپلاستیک‌های فیلم موجود در دستگاه گوارش میگوی وانامی استخرهای شماره ۱ استان‌های خوزستان و هرمزگان بزرگ‌تر بودند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

میکروپلاستیک‌های مشاهده شده در دستگاه گوارش میگوی وانامی از کمتر از mm ۱ تا mm ۹۵ اندازه طولی داشتند. در مطالعات دیگر بر روی میکروپلاستیک‌های دستگاه گوارش میگوی وانامی، میگوی قهوه‌ای (۲۷)، میگوی ببری مونودون (۳۰) نیز محدوده اندازه میکروپلاستیک‌ها حداکثر mm ۱۰۰ گزارش شده است. با توجه به اینکه میگوهای خانواده پنایید دارای دهان کوچکی هستند، به‌همین دلیل اندازه میکروپلاستیک‌های موجود در دستگاه گوارش آنها بسیار کوچک هستند (۳۱). در مطالعات دیگر اندازه‌های متفاوت میکروپلاستیک در دستگاه گوارش میگوی آب شیرین (۲۹)، میگوهای شیشه‌ای استرالیایی *(Paratya australiensis)* (۲۸) و میگوی *Aristeus antennatus* (۳۱) مشاهده شده است. بنابراین اندازه میکروپلاستیک بلعیده شده توسط میگوها بسته به نوع گونه، محل نمونه‌برداری، زمان نمونه‌برداری و میزان آلودگی موجود در محیط می‌تواند متفاوت باشد (۳۷، ۳۸). ذرات میکروپلاستیک می‌توانند از منابع مستقر در خشکی به رودخانه‌ها وارد شده و در مسیر رودخانه‌ها حرکت کنند که دلیل آن باد، باران، جریان پساب و دفع نامناسب پسماندهای پلاستیکی است (۷). بنابراین به‌دلیل اندازه کوچک خود، به‌طور گسترده در محیط پخش می‌شوند و می‌توانند از طریق بلع و استنشاق وارد بدن انسان و همچنین سایر موجودات شده و اثرات منفی ایجاد کنند. علاوه بر این، اندازه کوچک آنها به میکروپلاستیک‌ها اجازه می‌دهد تا برای بلعیدن توسط موجودات آبزی در دسترس باشند که فراهمی زیستی آنها با کاهش اندازه میکروپلاستیک‌ها افزایش می‌یابد (۳۲، ۳۸). وجود ذرات میکروپلاستیک‌ها در تمام سطوح ستون آب، فراهمی زیستی آنها را برای همه گونه‌های موجودات زنده آبزی، از مصرف کنندگان اولیه کوچک مانند زئوپلانکتون‌ها تا شکارچیان مانند کوسه‌ها افزایش می‌دهد (۳۵). بنابراین بلع و گوارش میکروپلاستیک‌ها می‌تواند مستقیماً از آب رخ دهد و از طریق انتقال به آبزیان نظیر ماهیان و میگوها وارد زنجیره‌های غذایی شوند (۲۴). انباشت میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش موجودات زنده باعث ایجاد زخم‌های داخلی و همچنین مسدود شدن دستگاه گوارش این موجودات می‌شود و احساس کاذب سیری ایجاد می‌کند (۱۳، ۲۸) که درنهایت این مسئله اغلب منجر به کاهش مصرف غذا و در نتیجه سوء تغذیه و متعاقباً مرگ می‌شود (۶).

در این تحقیق جنس پلیمری میکروپلاستیک‌های مشاهده شده در دستگاه گوارش میگوی وانامی از نوع پلی‌پروپیلن و پلی‌استایرن بود که درصد فراوانی جنس میکروپلاستیک‌های یافت شده در بیشتر نمونه‌های میکروپلاستیک در دستگاه گوارش میگوی وانامی مزارع پروشی از نوع پلی‌استایرن بود. در تحقیقی بر روی میگوی وانامی و میگوی آب شیرین چهار نوع پلیمر پلی‌اتیلن، پلی کاپرولاکتون، پلی‌وینیل الکل و استایرن در دستگاه گوارش نمونه‌های بررسی شده گزارش شده است (۲۹). Gurjar و همکاران (۲۰۲۱) وجود پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، پلی‌آمید، نایلون، پلی‌استر و پلی‌اتیلن ترفتالات را در دستگاه گوارش سه گونه میگوی *Fenneropenaeus indicus*، *Metapenaeus monocerous* و *Penaeus stylize* گزارش کردند (۳۷). علاوه بر این، در نمونه‌های میگوهای شیشه‌ای استرالیایی *(Paratya australiensis)* جمع‌آوری شده در استرالیا، ۱۱ نوع مختلف از پلیمرهای میکروپلاستیک مشاهده شد که ریون و پلی‌استر غالب بودند (۲۸). علت تفاوت جنس پلیمرهای میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش میگوها این است که این پلیمرها به‌طور گسترده در ساخت تجهیزات ماهیگیری و طناب‌ها و همچنین بسته‌بندی مواد غذایی و پوشاک استفاده می‌شوند و می‌توانند به منابع آبی وارد شوند (۳۹، ۴۰). همچنین پساب‌های شهری و روستایی، مواد سازنده بسته‌بندی پلاستیکی مواد غذایی می‌توانند منبع اصلی آلودگی میکروپلاستیک باشند که پلیمرهای

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

آنها متفاوت است (۳۷). به‌نظر می‌رسد میکروپلاستیک‌های موجود در دستگاه گوارش نمونه‌های میگوی وانامی پرورشی از غذای میگو، آب، رسوبات یا ابزار صید میگو منشا شده باشند (۹، ۴۱).

درنهایت ذرات میکروپلاستیک باعث ایجاد عدم توازن در اکوسیستم‌های آبی می‌شود و علت آن عدم مدیریت پسماندهای پلاستیکی است که باید هرچه سریع‌تر در سراسر دنیا، یک روش مدیریتی کارآمد برای جلوگیری و پیشگیری از آلودگی پلاستیک‌ها اعمال شود (۱۱، ۱۲).

یکی از محدودیت‌های این پژوهش گرفتن مجوز نمونه‌برداری از مزارع پرورشی میگو بود، بسیاری از صاحبان این مزارع همکاری نکردند و برخی پرورش دهندگان مشروط به امانت‌داری در مورد مکان دقیق مزرعه پرورش میگو، اجازه نمونه‌برداری دادند. مسافت و رفت و آمد به مزارع پرورش میگو به‌دلیل اینکه در سه استان مختلف شامل استان‌های بوشهر و خوزستان و هرمزگان واقع شده بودند، با هزینه‌های بالا و زمان‌بر بود. همچنین هزینه مواد آزمایشگاهی این پژوهش جهت مراحل شناسایی میکروپلاستیک‌ها بسیار گران بود.

نتیجه‌گیری

در تحقیق انجام شده به بررسی فراوانی، رنگ، نوع و جنس پلیمر میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش ۵۴۰ نمونه میگوهای وانامی پرورشی در بعضی از مزارع پرورش میگو در استان‌های بوشهر، خوزستان و هرمزگان با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی، هضم و شناورسازی میکروپلاستیک‌ها پرداخته شد. میگوها نقش مهمی در زنجیره غذایی انسان دارند و برای موجودات آبزی مختلف نظیر ماهیان و انسان غذای مناسبی هستند. در دستگاه گوارش برخی از میگوهای مزارع پرورشی مورد بررسی در این پژوهش در هر سه استان بوشهر، خوزستان و هرمزگان میکروپلاستیک‌های فیبر، فیلم، قطعه و مهره با رنگ‌های متنوع و متعدد مشاهده شد. نتایج این مطالعه شواهد جدیدی مبنی بر وجود میکروپلاستیک‌ها در میگوهای پرورشی ارائه می‌دهد. بلع این میگوها مسیری برای قرار گرفتن انسان در معرض میکروپلاستیک‌ها است، زیرا این موجودات اغلب به‌طور کامل بدون حذف روده خورده می‌شوند. بررسی‌های جامع و تکمیلی از غذاهای دریایی دیگر و سایر آبزیان پرورشی برای ارزیابی مسیرهای اضافی قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک در انسان بسیار مهم است. یافته‌های این مطالعه فراگیر شدن آلودگی میکروپلاستیک در غذاهای دریایی تجاری موجود را برجسته می‌کند و اطلاعات مهمی را برای صنایع شیلاتی و صنعت آبزی‌پروری ارائه می‌کند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد میکروپلاستیک‌های موجود در سایر آبزیان دریایی، آب شیرین و ماهیان پرورشی مناطق مورد مطالعه در جنوب کشور نیز مورد بررسی قرار گیرند. همچنین تاثیر پارامترهای فصل، جهت باد، جریان‌های دریایی و منشا و منابع پلاستیک‌ها بر فراوانی میکروپلاستیک‌ها در سواحل و مناطق دوردست خلیج‌فارس نیز مطالعه گردد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. کد اخلاق IR.HUMS.REC.1401.260 است.

تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه مقطع دکتری تخصصی با عنوان "آلودگی میکروپلاستیک‌ها در بعضی از مزارع پرورش میگو در استان‌های هرمزگان، بوشهر و خوزستان" دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه هرمزگان استخراج شده است. نویسندگان مقاله مراتب تشکر و قدردانی خود را از ریاست محترم دانشگاه هرمزگان و معاونت پژوهشی این دانشگاه اعلام می‌دارند.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]
[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

References

1. Kumar R, Sharma P, Manna C, Jain M. Abundance, interaction, ingestion, ecological concerns, and mitigation policies of microplastic pollution in riverine ecosystem: A review. Science of The Total Environment. 2021;782:146695.

2. Van Raamsdonk L, van der Zande M, Koelmans A, Hoogenboom R, Peters R, Groot M. Peijnenburg., ACM, & Weesepoel, YJ (2020). Current Insights into Monitoring, Bioaccumulation, and Potential Health Effects of Microplastics Present in the Food Chain. Foods.

3. Kumar R, Verma A, Shome A, Sinha R, Sinha S, Jha PK, et al. Impacts of plastic pollution on ecosystem services, sustainable development goals, and need to focus on circular economy and policy interventions. Sustainability. 2021;13(17):9963.

4. Hollman P, Lusher A, Mendoza-Hill J. Microplastics in fisheries and aquaculture. Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Available on: https://www.fao.org/3/ca3540en/ca3540en.pdf.

5. Marsden P, Koelmans A, Bourdon-Lacombe J, Gouin T, D'Anglada L, Cunliffe D, et al. Microplastics in drinking water. World Health Organization; 2019. Report No.: 9241516194.

6. Toussaint B, Raffael B, Angers-Loustau A, Gilliland D, Kestens V, Petrillo M, et al. Review of micro-and nanoplastic contamination in the food chain. Food Additives & Contaminants: Part A. 2019;36(5):639-73.

7. van Emmerik T, Schwarz A. Plastic debris in rivers. Wiley Interdisciplinary Reviews: Water. 2020;7(1):e1398.

8. Viršek MK, Palatinus A, Koren Š, Peterlin M, Horvat P, Kržan A. Protocol for microplastics sampling on the sea surface and sample analysis. JoVE (Journal of Visualized Experiments). 2016(118):e55161.

9. Rochman CM, Browne MA, Halpern BS, Hentschel BT, Hoh E, Karapanagioti HK, et al. Classify plastic waste as hazardous. Nature. 2013;494(7436):169-71.

10. Velayatzadeh M. A Review of the Sources and Origins of Microplastics in the Marine Environment and Their Effects on Aquatic Life. Journal of Marine Medicine. 2022;4(2):79-87.

11. Katzenberger T, Thorpe K. Assessing the impact of exposure to microplastics in fish. 497. Environment AgencyReport–SC120056. 2015;498.

12. Jovanović B. Ingestion of microplastics by fish and its potential consequences from a physical perspective. Integrated Environmental Assessment and Management. 2017;13(3):510-5.

13. Critchell K, Hoogenboom MO. Effects of microplastic exposure on the body condition and behaviour of planktivorous reef fish (Acanthochromis polyacanthus). PloS One. 2018;13(3):e0193308.

14. Velayatzadeh M. The Health effects of plastic waste in the environment. The first conference on environmental challenges with an emphasis on plastic waste2018. p. 7.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

15. Naji A, Esmaili Z, Khan FR. Plastic debris and microplastics along the beaches of the Strait of Hormuz, Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin. 2017;114(2):1057-62.

16. Smith M, Love DC, Rochman CM, Neff RA. Microplastics in seafood and the implications for human health. Current Environmental Health Reports. 2018;5(3):375-86.

17. Dugassa H, Gaetan DG. Biology of white leg shrimp, Penaeus vannamei: Review. World Journal of Fish and Marine Sciences. 2018;10(2):5-17.

18. FAO E. Meeting the sustainable development goals. FAO Rome, Italy; 2018.

19. Naji A, Esmaili Z, Mason SA, Dick Vethaak A. The occurrence of microplastic contamination in littoral sediments of the Persian Gulf, Iran. Environmental Science and Pollution Research. 2017;24(25):20459-68.

20. Karami A, Romano N, Galloway T, Hamzah H. Virgin microplastics cause toxicity and modulate the impacts of phenanthrene on biomarker responses in African catfish (Clarias gariepinus). Environmental Research. 2016;151:58-70.

21. Lu H-C, Ziajahromi S, Neale PA, Leusch FD. A systematic review of freshwater microplastics in water and sediments: Recommendations for harmonisation to enhance future study comparisons. Science of The Total Environment. 2021;781:146693.

22. Rodrigues M, Gonçalves A, Gonçalves F, Abrantes N. Improving cost-efficiency for MPs density separation by zinc chloride reuse. MethodsX. 2020;7:100785.

23. Kor K, Mehdinia A. Neustonic microplastic pollution in the Persian Gulf. Marine Pollution Bulletin. 2020;150:110665.

24. Adeogun AO, Ibor OR, Khan EA, Chukwuka AV, Omogbemi ED, Arukwe A. Detection and occurrence of microplastics in the stomach of commercial fish species from a municipal water supply lake in southwestern Nigeria. Environmental Science and Pollution Research. 2020;27(25):31035-45.

25. Curren E, Leaw CP, Lim PT, Leong SCY. Evidence of marine microplastics in commercially harvested seafood. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2020;8:562760.

26. Abbasi S, Soltani N, Keshavarzi B, Moore F, Turner A, Hassanaghaei M. Microplastics in different tissues of fish and prawn from the Musa Estuary, Persian Gulf. Chemosphere. 2018;205:80-7.

27. Devriese LI, Van der Meulen MD, Maes T, Bekaert K, Paul-Pont I, Frère L, et al. Microplastic contamination in brown shrimp (Crangon crangon, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. Marine Pollution Bulletin. 2015;98(1-2):179-87.

28. Nan B, Su L, Kellar C, Craig NJ, Keough MJ, Pettigrove V. Identification of microplastics in surface water and Australian freshwater shrimp Paratya australiensis in Victoria, Australia. Environmental Pollution. 2020;259:113865.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

29. Reunura T, Prommi TO. Detection of microplastics in Litopenaeus vannamei (Penaeidae) and Macrobrachium rosenbergii (Palaemonidae) in cultured pond. PeerJ. 2022;10:e12916.

30. Hossain MS, Rahman MS, Uddin MN, Sharifuzzaman S, Chowdhury SR, Sarker S, et al. Microplastic contamination in Penaeid shrimp from the Northern Bay of Bengal. Chemosphere. 2020;238:124688.

31. Carreras-Colom E, Constenla M, Soler-Membrives A, Cartes JE, Baeza M, Padrós F, et al. Spatial occurrence and effects of microplastic ingestion on the deep-water shrimp Aristeus antennatus. Marine Pollution Bulletin. 2018;133:44-52.

32. Bour A, Avio CG, Gorbi S, Regoli F, Hylland K. Presence of microplastics in benthic and epibenthic organisms: Influence of habitat, feeding mode and trophic level. Environmental Pollution. 2018;243:1217-25.

33. Ory NC, Sobral P, Ferreira JL, Thiel M. Amberstripe scad Decapterus muroadsi (Carangidae) fish ingest blue microplastics resembling their copepod prey along the coast of Rapa Nui (Easter Island) in the South Pacific subtropical gyre. Science of The Total Environment. 2017;586:430-7.

34. De Sá LC, Oliveira M, Ribeiro F, Rocha TL, Futter MN. Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: what do we know and where should we focus our efforts in the future? Science of The Total Environment. 2018;645:1029-39.

35. Lusher AL, Mchugh M, Thompson RC. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. Marine Pollution Bulletin. 2013;67(1-2):94-9.

36. Lusher AL, O'Donnell C, Officer R, O'Connor I. Microplastic interactions with North Atlantic mesopelagic fish. ICES Journal of Marine Science. 2016;73(4):1214-25.

37. Gurjar UR, Xavier M, Nayak BB, Ramteke K, Deshmukhe G, Jaiswar AK, et al. Microplastics in shrimps: a study from the trawling grounds of north eastern part of Arabian Sea. Environmental Science and Pollution Research. 2021;28(35):48494-504.

38. Daniel DB, Ashraf PM, Thomas SN. Abundance, characteristics and seasonal variation of microplastics in Indian white shrimps (Fenneropenaeus indicus) from coastal waters off Cochin, Kerala, India. Science of The Total Environment. 2020;737:139839.

39. Cheung LT, Lui CY, Fok L. Microplastic contamination of wild and captive flathead grey mullet (Mugil cephalus). International Journal of Environmental Research and Public Health. 2018;15(4):597.

40. Wang W, Gao H, Jin S, Li R, Na G. The ecotoxicological effects of microplastics on aquatic food web, from primary producer to human: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety. 2019;173:110-7.

41. Hanachi P, Karbalaei S, Walker TR, Cole M, Hosseini SV. Abundance and properties of microplastics found in commercial fish meal and cultured common carp (Cyprinus carpio).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

Environmental Science and Pollution Research. 2019;26(23):23777-87.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Microplastic pollution in the digestive tract of western Pacific shrimp (*Litopenaeus vannamei Boone,* 1931) in farms in the southern provinces of Iran

Mahdieh Jafari[1], Abolfazl Naji[1,2,3,*], Moslem Sharifinia[4], Moslem Daliri[1,2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Marine Sciences and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
2- Research Department of Fisheries Management and Sustainable Development of Marine Ecosystem, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
3- Mangrove Forest Research Centre, University of Hormozgan, Bandar Abbas, P.O. Box No. 3995, Iran
4- Shrimp Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bushehr, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 09 November 2022
Revised: 17 January 2023
Accepted: 21 January 2023
Published: 15 March 2023

Keywords: Microplastic pollution, Aquaculture, Litopenaeus vannamei, Food health

***Corresponding Author:**
abolfazlnaji@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: Microplastics enter the food chain of aquatic animals; they cause damage to the digestive system, disruption of the reproductive cycle, and finally their death. The present study was conducted to investigate the microplastic pollution in the digestive system of Vanami shrimps cultivated in some shrimp farms in Bushehr, Khuzestan, and Hormozgan provinces.

Materials and Methods: Sampling was done from two shrimp farms in each port including Bandar Rig in Bushehr province, Bandar Choebdeh in Khuzestan province, and South Tiab located in Hormozgan province. 90 shrimp samples were randomly collected from each breeding farm from June to October 2019. The identification method of microplastics was done by FT-IR spectrophotometer.

Results: The highest frequency of microplastics related to farmed shrimps was 41.11% in the fields of Khuzestan province, and a lower amount of microplastic pollution was observed in Hormozgan and Bushehr provinces with 28.88% and 17.70%, respectively. According to one-way ANOVA, the mean of microplastics in the digestive tract of shrimp had a significant difference in the studied stations ($p<0.05$). The most type and colors of microplastics in the digestive system of shrimps in the farms of all provinces belonged to fiber and black color. Polypropylene and polystyrene were detected in microplastics found in the digestive system of shrimps.

Conclusion: Microplastics were observed in some of digestive tracts of the shrimps of the breeding farms examined in this research in all three provinces of Bushehr, Khuzestan, and Hormozgan. The highest frequency of microplastics in the digestive tract of shrimps is related to the breeding farms of Khuzestan province, and Hormozgan and Bushehr respectively have a lower amount.

Please cite this article as: Jafari M, Naji A, Sharifinia M, Daliri M. Microplastic pollution in the digestive tract of western Pacific shrimp (Litopenaeus vannamei Boone, 1931) in farms in the southern provinces of Iran. Iranian Journal of Health and Environment. 2023;15(4):633-50.

Copyright © 2023 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

[DOR: 20.1001.1.20082029.1401.15.4.3.8]