مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی تغییرات تراکم پرتاران زیرجزر و مدی خلیج چابهار با تأکید بر نقش فلزات سنگین (مس و روی)

مهران لقمانی*

گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۱۰/۰۹
اصلاح: ۹۴/۱۲/۰۲
پذیرش: ۹۵/۰۲/۰۲

کلمات کلیدی:
پرتاران
فلزات سنگین
مانسون
مکران

چکیده

تغییرات تراکم پرتاران و فلزات سنگین مس و روی در رسوبات پهنه زیرجزرومدی خلیج چابهار در سه دوره پیش مانسون، مانسون و پس مانسون در ۲۲ ایستگاه بررسی شد. میانگین فراوانی پرتاران در دوره پیش مانسون ۳۸/۸۱±۱۲۶۱/۴۹ و مانسون ۶۵/۶±۵۱۳/۸۳ و پس مانسون ۷۳/۸۴±۶۳۰/۴۵ فرد در مترمربع بوده که میان ایستگاه ها و فصول اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($p<0/05$). میانگین غلظت فلزات برای سه دوره پیش مانسون و مانسون و پس مانسون برای مس به ترتیب ۳/۳۴±۱۹/۸۹، ۴/۴۷±۱۴/۴۲، ۳/۴±۱۲/۹ و برای فلز روی ۵/۵۱±۷۳/۴۲، ۶/۳۷±۶۶/۰۴ ، ۴/۸۶±۶۱/۷۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک بوده که فقط در سه ایستگاه و فقط در غلظت فلز مس، مقادیر از استاندارد ERL بالاتر بودند. اما میانگین کل خلیج از استانداردها پایین تر بودند. میان تراکم پرتاران و غلظت فلزات رسوب همبستگی معنی داری به جز برای فلز مس در پیش مانسون ($r=-0/51$) به دست نیامد ولی در تمام دوره‌ها همبستگی منفی به دست آمد. نتایج بررسی تغییرات در سه دوره نشان دهنده اثرگذاری جریانات مانسون بر الگوی پراکنش پرتاران و فلزات سنگین بود و از طرفی عدم ارتباط میان تغییرات معنی دار تراکم و غلظت فلزات که می تواند ناشی از پایین بودن غلظت فلزات از استانداردهای جهانی باشد، نشان دهنده تاثیر فاکتورهای محیطی دیگر بر تراکم پرتاران است.

مقدمــه

پرتاران با بیش از ۱۰۰۰۰ گونه، گروه غالب اجتماعات ماکروبنتیک بوده که حدود ۸۰٪ از اجتماعات کل جانوران درون بسترزی را تشکیل می‌دهند و از موجودات میکروسکوپیک (باکتری‌ها، جلبک‌های میکروسکوپی، آغازیان و قارچ‌ها)، مایوفونها و مواد آلی بستر تغذیه می‌کنند (Shou *et al*., 2009). شرایط مختلف اکولوژیکی مانند عمق، دما، فصل، دانه‌بندی رسوبات و مقدار مواد آلی در پراکنش آن‌ها مؤثرند (Giangrande *et al*., 2004)، که از این میان نوع بستر از اهمیت بالاتری برخوردار است (Sarda, 1991). مطالعات مختلف نشان داده است که پرتاران شاخص‌های خوبی از غنای گونه‌ای و الگوهای اجتماعی در بی‌مهرگان کف‌زی هستند (Van Hoey *et al*., 2004). کاهش تنوع گونه‌ای در این مناطق اغلب نشانه‌ای برای کاهش میزان تولید منابع با ارزش است (Snelgrove, 1998).

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: loghmani_mehran@yahoo.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

رسوبات دریایی به‌خصوص رسوبات گلی، محل دفن نهایی انواع آلاینده‌های واردشده به محیط‌زیست، از جمله فلزات سنگین به شمار می‌روند (Yu *et al*., 2001). ازآنجاکه پرتاران در تماس مستقیم با این رسوبات بوده (یا در میان آن ها زیست کرده و یا از آن ها تغذیه می‌کنند)، ازدیاد غلظت آلاینده‌ها در رسوبات، مستقیماً بر روی این جانوران و ساختار جمعیت آن ها تأثیرگذار است و بدین‌جهت تعیین تراکم و پراکنش ماکروبنتوزها و تغییرات زمانی و مکانی آن ها، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (Fleeger *et al*., 2003). اکوسیستم‌هایی مثل بندرها یا مناطق ساحلی صنعتی که همواره محل ریزش پساب هستند، دارای بیشترین رسوبات آلوده می‌باشند. لذا تغییرات اکولوژیکی زیادی به مرور زمان به علت تأثیرات سمی و قابلیت تجمع زیستی فلزات در اجتماعات زیستی ساکن در رسوبات حاصل می‌شود (Darbra *et al*., 2005). مهم‌ترین عواملی که اکوسیستم و ساختارهای زیست‌محیطی را در محدوده آبی خلیج چابهار دچار مشکل کرده، مربوط به فعالیت‌های انسانی است که بخشی از طریق تخریب و فرسایش ساحل (همانند تخریب آبسنگ‌های مرجانی براثر توسعه بندرگاه‌ها و اسکله‌ها) و بخش دیگر آلودگی‌های ناشی از تردد شناورها در محیط دریایی منطقه و آلودگی‌های نفتی ناشی از آن‌ها، تأسیسات بندری و ضایعات آن ها، آلودگی‌های ناشی از تخلیه و بارگیری کالا در اسکله‌های تجاری چابهار ایجاد می‌شود. علاوه بر این، منابع آلاینده دیگری که می‌تواند بر منطقه چابهار تأثیرگذار باشد آلودگی ناشی از فاضلاب کشتی‌ها، آلودگی ناشی از زباله کشتی‌ها، آلودگی ناشی از فاضلاب و پسماندهای تأسیسات صنعتی ساحل (کشتی‌سازی، لنج سازی و آب‌شیرین‌کن) و فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های شهری است (Hamzeh *et al*., 2011)، که برخی فلزات مثل مس و روی جزء فلزات رایج این مناطق می باشند (Athara and Vohora, 2001). از معدود مطالعات صورت گرفته در ارتباط با پرتاران در خلیج چابهار می توان به Miri و همکاران (2013)، Nikouian (1997)، Taheri و همکاران (۲۰۱۰) که بدون در نظر گرفتن اثر فلزات بوده اند و Amoozadeh و همکاران (۲۰۱۴) که تجمع فلزات سرب و کادمیوم را در پرتار *Perinereis* sp. بررسی نمودند.

هدف از این تحقیق، مطالعه ارتباط تغییرات تراکم پرتاران با نوسانات غلظت های فلزات سنگین در طی سه دوره پیش از مانسون، مانسون و پس از مانسون در پهنه زیرکشندی خلیج چابهار با توجه به اهمیت پرتاران در شبکه غذایی خلیج چابهار و وجود منابع آلاینده و شرایط اقلیمی خاص آن می باشد.

مواد و روش‌ها

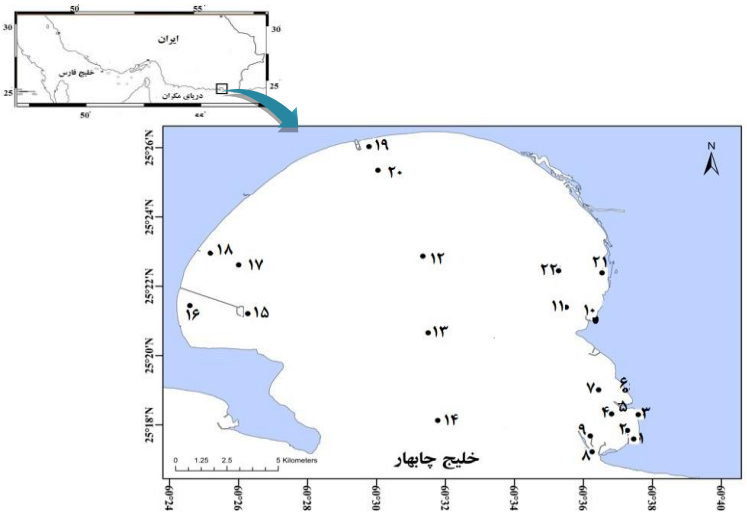
خلیج چابهار در جنوبی‌ترین بخش استان سیستان و بلوچستان قرار داشته که در شرق به بندر چابهار و از غرب به دماغه کنارک محدود می‌شود و دارای مساحتی حدود ۳۲۰ کیلومترمربع با میانگین عمق ۶ متر بوده که در عمیق‌ترین بخش آن در دهانه ۲۱-۱۵ متر است. این خلیج در محدوده طول جغرافیایی "۲۵ ´۳۰ °۶۰ و "۳۲ ´۴۵ °۶۰ و عرض جغرافیایی "۱۷ ´۱۵ °۲۵ و "۰۸´۲۶ °۲۵ واقع گردیده است. در این مطالعه ۲۲ ایستگاه انتخاب شد که در محدوده عمق ۴ تا ۱۵ متر قرار داشتند. موقعیت ایستگاهها در شکل ۱ مشخص گردیده است. نمونه‌برداری از رسوبات با استفاده از گرب ون- وین با سطح برداشت ۰/۰۲۵ مترمربع با سه تکرار در هر ایستگاه در سه دوره زمانی پیش مانسون (اسفند ۱۳۹۲) ، مانسون (مرداد ۱۳۹۳) و پس مانسون (آبان ۱۳۹۳) انجام گردید. فاکتورهای زیست‌محیطی (دما، شوری، اکسیژن، pH) هم با دستگاه پرتابل WTW اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای جداسازی پرتاران، نمونه‌های رسوب را پس از انتقال به آزمایشگاه با الک ۰/۵ میلی‌متر شسته و به آن‌ها فرمالین ۴ درصد رقیق‌شده با آب دریا و بوراکس ($Na_2B_4O_2$) اضافه شد و بعد از ۲۴ ساعت فرمالین نمونه‌ها خارج کرده و به آن اتیل الکل یا اتانول ۷۰٪ به‌عنوان تثبیت‌کننده نهایی اضافه گردید (Fauchald, 1977). برای شناسایی پرتاران از کلیدهای شناسایی (Fauchald, 1977; Fauval, 1953; Hutchings, 2000; Rous and Pleijel, 2001; Wehe and Fiege, 2002) استفاده شد.

سنجش فلزات طبق روش (Yap *et al*., 2002): براساس این روش ابتدا رسوبات در هاون چینی جهت هموژن شدن کوبیده شده سپس رسوبات از الک ۶۳ میکرون عبور داده شدند. یک گرم از رسوبات الک شده به داخل لوله‌های مخصوص هضم فلزات که قبلاً به‌طور کامل و به دقت اسید شویی (اسید نیتریک ۱۰٪) شده و در آون خشک شده بودند، منتقل گردید. به رسوب در داخل لوله های مخصوص ۱۰میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ (HNO_3) و اسید پرکلریک غلیظ ۶۰٪ ($HClO_4$) به نسبت ۴:۱

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

افزوده شد. لوله‌ها برای مدت یک ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس به هات پلیت منتقل و برای هضم کامل به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. محلول هضم شده بعد از خنک شدن به بالن ژوژه منتقل گردید و با آب دوبار تقطیر به حجم ۴۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در پایان محلول را از کاغذ واتمن ۴۲ عبور داده و محلول فیلتر شده برای سنجش به دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی شعله‌ای (AAS) مدل GBC-Savantta Σ انتقال داده شد (Yap *et al*., 2002).



شکل ۱. موقعیت ایستگاه‌ها در خلیج چابهار

جدول ۱. فهرست ایستگاههای انتخابی در خلیج چابهار

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	شماره ایستگاه	نام ایستگاه	شماره ایستگاه	نام ایستگاه
۱	اسکله هفت‌تیر (۱)	۹	اسکله بهشتی (۲)	۱۷	لنج سازی (۱)
۲	اسکله هفت‌تیر (۲)	۱۰	اسکله تیس (۱)	۱۸	لنج سازی (۲)
۳	دانشگاه (۱)	۱۱	اسکله تیس (۲)	۱۹	آب‌شیرین‌کن (۱)
۴	دانشگاه (۲)	۱۲	میانه خلیج (۱)	۲۰	آب‌شیرین‌کن (۲)
۵	اسکله کلانتری	۱۳	میانه خلیج (۱)	۲۱	کشتی‌سازی (۱)
۶	هتل لیپار (۱)	۱۴	دهانه خلیج	۲۲	کشتی‌سازی (۲)
۷	هتل لیپار (۲)	۱۵	اسکله کنارک (۱)		
۸	اسکله بهشتی (۱)	۱۶	اسکله کنارک (۲)		

نتایــج

در بررسی تغییرات تراکم پرتاران زیرجزرومدی (شکل ۲)، در فصل پیش مانسون، میانگین تراکم پرتاران در ۲۲ ایستگاه خلیج چابهار ۳۸/۸۱±۱۲۶۱/۴۹ فرد در مترمربع بود که بیشترین تراکم با ۱۳۶/۱±۲۳۶۰ فرد در مترمربع در ایستگاه ۳ و کمترین تراکم در ایستگاه ۵ با ۱۷/۱±۲۱۲ فرد در مترمربع ثبت شد. در فصل مانسون دامنه تغییرات تراکم پرتاران بین ۵۳ و ۱۲۸۰ فرد در مترمربع متغیر بود که به ترتیب در ایستگاه‌های ۵ و ۴ مشاهده گردید. در این فصل میانگین کل در خلیج چابهار ۶۵/۶± ۵۱۳/۸۳ فرد در مترمربع بود که از میانگین کل در دوره قبل کمتر بود. در فصل پس مانسون دامنه تغییرات تراکم از ۱۷۳ فرد در مترمربع در ایستگاه ۱۶ تا ۱۵۵۵ فرد در ایستگاه ۳ متغیر بوده است. میانگین کل تراکم در این فصل، از دوره مانسون بالاتر و از دوره پیش مانسون با ۷۳/۸۴± ۶۳۰/۴۵ فرد در مترمربع کمتر بوده است. آنالیز واریانس یک‌طرفه اختلاف معنی‌داری را در بین ایستگاه‌ها در هریک از فصول نشان داد ($p<0/05$). همچنین آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه برای مقایسه

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

میانگین‌ها در بین فصول نیز انجام گردید که اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که پس‌آزمون توکی بین فصل مانسون و پیش مانسون اختلاف معنی‌داری نشان داد و فصل پیش مانسون با دو دوره دیگر نیز اختلاف معنی‌داری نشان داد (p<۰/۰۵).
بررسی تغییرات غلظت فلزات در رسوبات (شکل ۲) :

فلــز روی

در پیش مانسون میانگین کل فلز روی ۵/۵۱± ۷۳/۴۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک با دامنه تغییرات روی بین ۲۳/۰۱ تا ۱۳۴/۰۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک متغیر بوده که کمترین مقدار در ایستگاه ۲۲ (کشتی‌سازی ۲) و بیشترین در ایستگاه ۹ (اسکله شهید بهشتی۲) به دست آمد (شکل ۲). آزمون آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی‌داری را میان ایستگاه‌ها نشان داد (p<۰/۰۵). در پس‌آزمون توکی مشخص گردید که به‌غیراز ایستگاه‌های (۴و ۱۸)-(۲،۱۰،۱۷ و ۱۱)- (۲۰و ۱۶) -(۵ و۸)که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (p>۰/۰۵)، در سایر موارد بین ایستگاهها اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. به طورکلی در فصل پیش مانسون تجمع این فلز اغلب در نقاط کم‌عمق اسکله‌ای بیشتر از سایر نقاط بوده است. همچنین در مقایسه مقادیر فلز روی در ایستگاهها با مقدار استاندارد ERL (شکل۲)، تمام ایستگاهها از حد استاندارد پایین تر بودند.
جریانات مانسون سبب تغییراتی در الگوی تجمعی فلز روی در خلیج چابهار شده است، به‌طوری که نتایج اندازه‌گیری این فلز در رسوبات در زمان مانسون دامنه تغییری بین ۳۱/۱۲ تا ۱۳۲/۶۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک را به ترتیب در ایستگاه‌های ۲۲(کشتی‌سازی ۲) و ایستگاه ۱ (داخل اسکله هفت‌تیر) نشان داد و میانگین کل در این فصل ۶/۳۷±۶۶/۰۴ میکروگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد (شکل ۲). آزمون آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی‌داری را میان ایستگاه‌ها نشان داد که به‌غیر از ایستگاه‌های (۱۵و۱۶)- (۱۴،۲۲،۲۱و۱۹)-(۱۳و۱۰) -(۴،۷،۲۰،۱۲)-(۴،۷و۱۸) که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (p>۰/۰۵)، در سایر موارد اختلاف بین ایستگاه‌ها معنی‌دار بوده است. همچنین در مقایسه مقادیر فلز روی در ایستگاهها با مقدار استاندارد ERL (شکل۲)، تمام ایستگاهها از حد استاندارد پایین تر بودند.
در فصل پس مانسون میانگین غلظت روی ۴/۸۶±۶۱/۷۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک که دارای دامنه تغییرات بین ۲۲/۶۴ تا ۱۱۲/۲۸ میکروگرم بر گرم وزن خشک به ترتیب در ایستگاه ۲۲ و ایستگاه ۱ متغیر بوده است. همان‌طور که از مقایسه سه دوره مشخص است بیشترین مقدار تجمعات این فلز در اسکله‌ها که جریانات کمتر و محل گذر و توقفگاه کشتی‌ها و قایق‌ها هستند، دیده می‌شود. آزمون آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی‌داری را میان ایستگاه‌ها در سطح اطمینان ۹۵٪ نشان داد. که به‌غیر از ایستگاه‌های (۱۸ و ۱۱-۱۴ و ۱۹)-(۴،۷،۱۰- ۶،۹ و ۱۰)-(۶،۹ و ۱۳) که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، در سایر موارد اختلاف معنی داری بین ایستگاه‌ها وجود داشت. آزمون آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری را میان میانگین کل فلز روی در بین سه فصل نشان نداد (p>۰/۰۵). همچنین در مقایسه مقادیر فلز روی در ایستگاهها با مقدار استاندارد ERL (شکل۲)، تمام ایستگاهها از حد استاندارد پایین تر بودند.

فلــز مس

سنجش میزان فلز مس رسوبات در دوره پیش مانسون میانگین ۳/۳۴±۱۹/۸۹ و دامنه تغییر بین ۲/۵۶ و۵۹/۱۹ میکروگرم بر گرم وزن خشک را نشان داد که ایستگاه ۲۲ (کشتی‌سازی۲) کمترین و ایستگاه ۱ (داخل اسکله هفت‌تیر، بخش کم‌عمق) بیشترین میزان فلز را دارا بودند. ایستگاه‌های ۱،۵،۹،۱۵ که ایستگاه‌های نزدیک ساحل و داخل اسکله‌ها هستند، مقادیر بالایی از تجمع این فلز را دارا بودند (شکل ۲). آنالیز واریانس اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاه‌ها نشان داد، طبق پس‌آزمون توکی به‌جز ایستگاه‌های (۲۱ و۲۲) -(۱۲و۲۰) -(۷،۱۳،۴،۱۰،۱۶) -(۸ و۲)-۱۵و۵) -(۱۶،۱۰،۶و۳) که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، در سایر ایستگاه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده گردید. همچنین مقایسه مقادیر فلز مس در ایستگاهها با مقدار استاندارد ERL (شکل۲) نشان داد که ایستگاه‌های ۱۴،۱،۵ و ۱۵ از حد استاندارد بالاتر بوده اند.
در دوره مانسون که همراه با تغییرات مختلف زیست‌محیطی بوده در الگوی تجمعی فلز مس نیز تغییراتی مشاهده شد. میانگین این فلز در کل خلیج چابهار در این دوره برابر با ۴/۴۷± ۱۴/۴۲ میکروگرم بر گرم بود که نسبت به میانگین کلی فصل پیش مانسون کمتر بوده است. دامنه تغییرات مس از ۰/۵۶ در ایستگاه ۲۰ (آب‌شیرین‌کن ۲، دور از ساحل) تا ۸۰/۳۴

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

میکروگرم بر گرم وزن خشک در ایستگاه ۱ نوسان داشته است (شکل ۲). همانند دوره قبل، ایستگاه‌های نزدیک ساحل داخل اسکله ۱،۵،۹،۱۵ نسبت به سایر ایستگاه‌ها در این فصل مقادیر بالای فلز مس را دارا بودند. آنالیز آماری واریانس یک طرفه اختلاف معنی‌داری را بین ایستگاه‌ها نشان داد و پس‌آزمون توکی نشان داد که به‌جز ایستگاه‌های (۲۱ و ۲۰،۱۹)- (۱۰،۱۹،۲۱،۱۳،۱۴،۲۲)- (۱۸و ۱۰)-(۷،۱۷ و ۱۲) که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند ،بین سایر ایستگاه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده گردید. همچنین مقایسه مقادیر فلز مس در ایستگاهها با مقدار استاندارد ERL (شکل۲)، ایستگاههای ۱ و ۵ از حد استاندارد بالاتر بوده اند.

در فصل پس مانسون میانگین فلز مس ۳/۴± ۱۲/۹ میکروگرم برگرم وزن خشک بوده که کمترین میزان تجمع در ایستگاه ۱۸ با ۱/۲۱ و بیشترین مقدار این فلز در رسوبات ایستگاه ۱ با ۶۹ میکروگرم بر گرم مشاهده گردید. ایستگاه‌های ۱ و ۵ دارای مقادیر بسیار بالایی نسبت به سایر ایستگاه‌ها بوده و در آزمون آنالیز واریانس نیز این اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($p<۰/۰۵$). پس‌آزمون توکی معنی‌داری بین سایر ایستگاه‌ها را نیز مشخص نمود، طبق این آزمون به‌جز ایستگاه‌های (۲۰،۲۲و ۱۸) -(۱۰،۲۱،۱۹،۱۴،۱۷) -(۱۳،۱۴،۱۷ و ۸)- (۱۱،۱۲،۹ و ۶)-(۱۵،۱۶،۳،۴) که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ولی بین سایر ایستگاه‌ها اختلاف آماری معنی‌داری وجود داشته است. همچنین مقایسه مقادیر فلز مس در ایستگاه ها با مقدار استاندارد ERL (شکل۲)، ایستگاههای ۱و۵ از حد استاندارد بالاتر بوده اند. آنالیز واریانس یک طرفه، اختلاف معنی‌داری را در میانگین کل این فلز در میان فصول مختلف نشان نداد ($p>۰/۰۵$).

آنالیز خوشه‌ای بر اساس شاخص تشابه بری-کورتیس و میانگین تراکم پرتاران در کل سال نشان می‌دهد که ایستگاه‌ها بر اساس تشابه ۷۵-۶۵ درصد در سه دسته و بر اساس تشابه ۸۰ تا ۸۵ درصدی در ۷ دسته تقسیم‌بندی می‌گردند که بیشتر ایستگاه‌ها در دسته ۵ و ۷ قرارگرفته و تشابه حدود ۹۵ درصدی را دارا هستند (شکل ۳). در این تقسیم‌بندی ایستگاه‌های ۱۳ و ۱۴ که در بخش‌های عمیق منطقه بوده و ایستگاه ۵ که داخل اسکله و از پرترددترین اسکله‌ها محسوب می‌شود، کم تراکم‌ترین ایستگاه‌ها بوده و در خوشه‌ای جداگانه قرار دارند.

همبستگی تراکم پرتاران با فلزات سنگین

در جدول ۲ آزمون ارتباط همبستگی پیرسون و ضریب همبستگی فاکتورهای غلظت فلزات کادمیوم، مس و روی در رسوبات (میکروگرم برگرم وزن خشک) و تراکم پرتاران (فرد در مترمربع) در ۲۲ ایستگاه و در سه فصل پیش مانسون و مانسون و پس مانسون نشان داده‌شده است (شکل ۴). در تمام فصول و تمام فلزات همواره دارای همبستگی منفی با تراکم پرتاران هستند که فقط در فصل پیش مانسون فلز روی دارای همبستگی منفی معنی‌دار بوده ($p<۰/۰۵$) و در سایر فصول هیچ‌یک از فلزات معنی‌داری را نشان ندادند، عدم ارتباط قوی میان فلزات سنگین و تراکم پرتاران می‌تواند نشان‌دهنده تأثیرگذاری فاکتورهای دیگری به غیر از فلزات در کاهش یا افزایش تراکم پرتاران در فصول مختلف باشد.

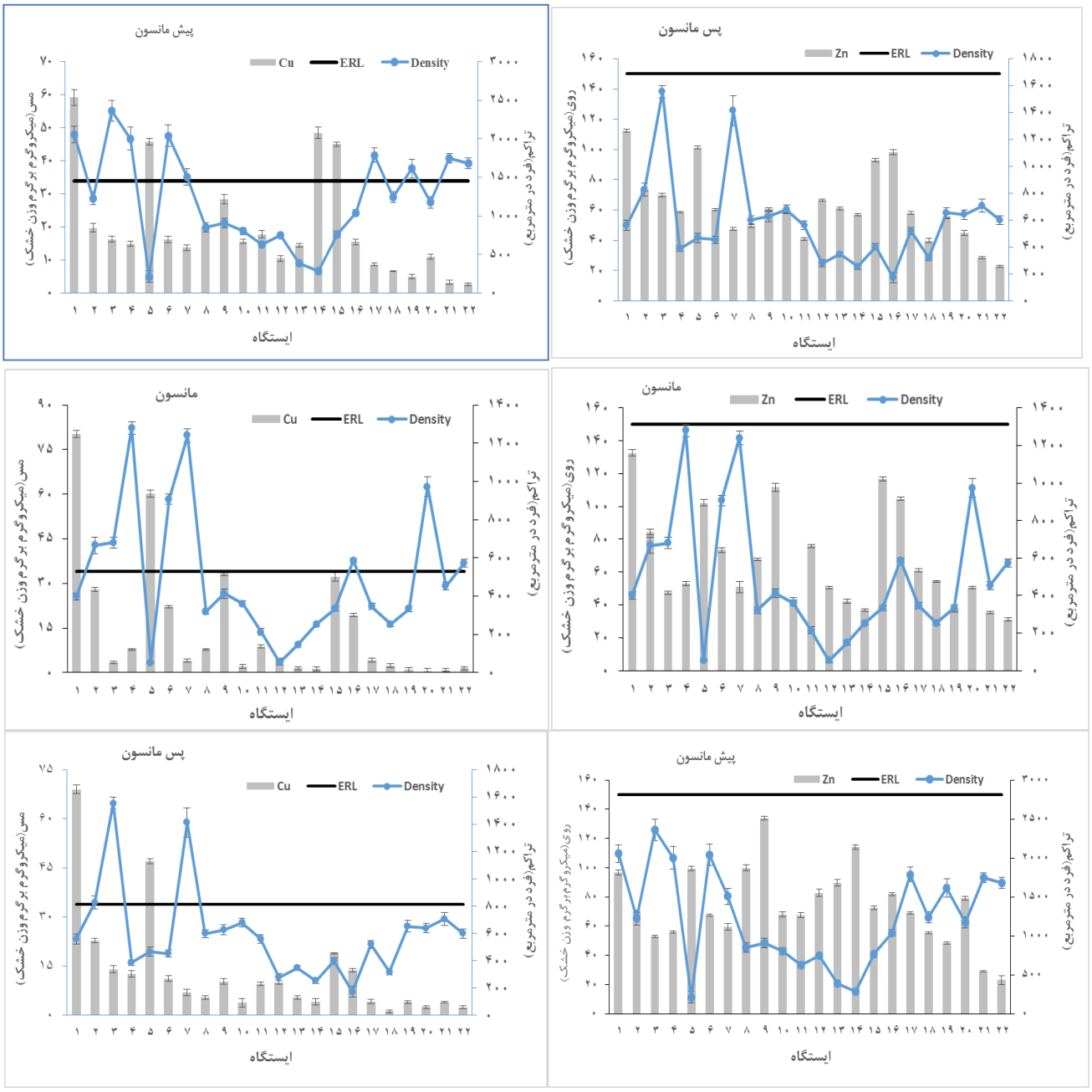
جدول ۲. همبستگی تراکم پرتاران و غلظت فلزات سنگین(میکروگرم بر گرم) رسوبات در فصول مختلف

	پیش مانسون		مانسون		پس مانسون	
	R	**P**	**R**	**P**	**R**	**P**
Zn	-۰/۵۱۵*	۰/۰۱۴	-۰/۲۰۴	۰/۳۱۴	-۰/۱۵۱	۰/۵۰۱
Cu	-۰/۳۱۶	۰/۱۵۱	-۰/۲۲۹	۰/۳۰۸	-۰/۲۵۵	۰/۲۵۳

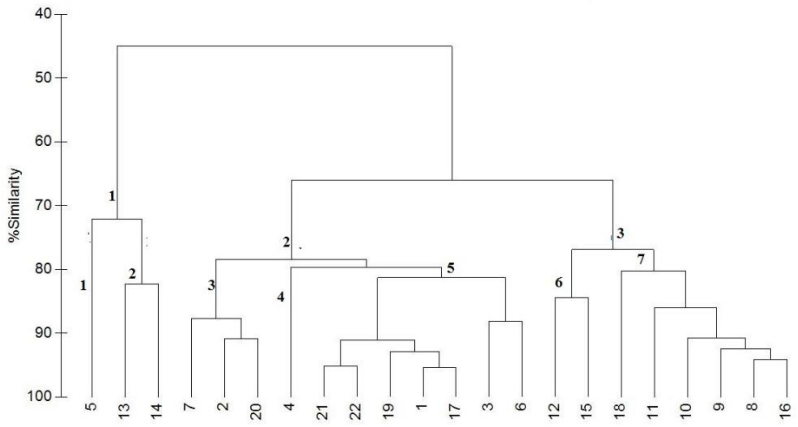
*معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]



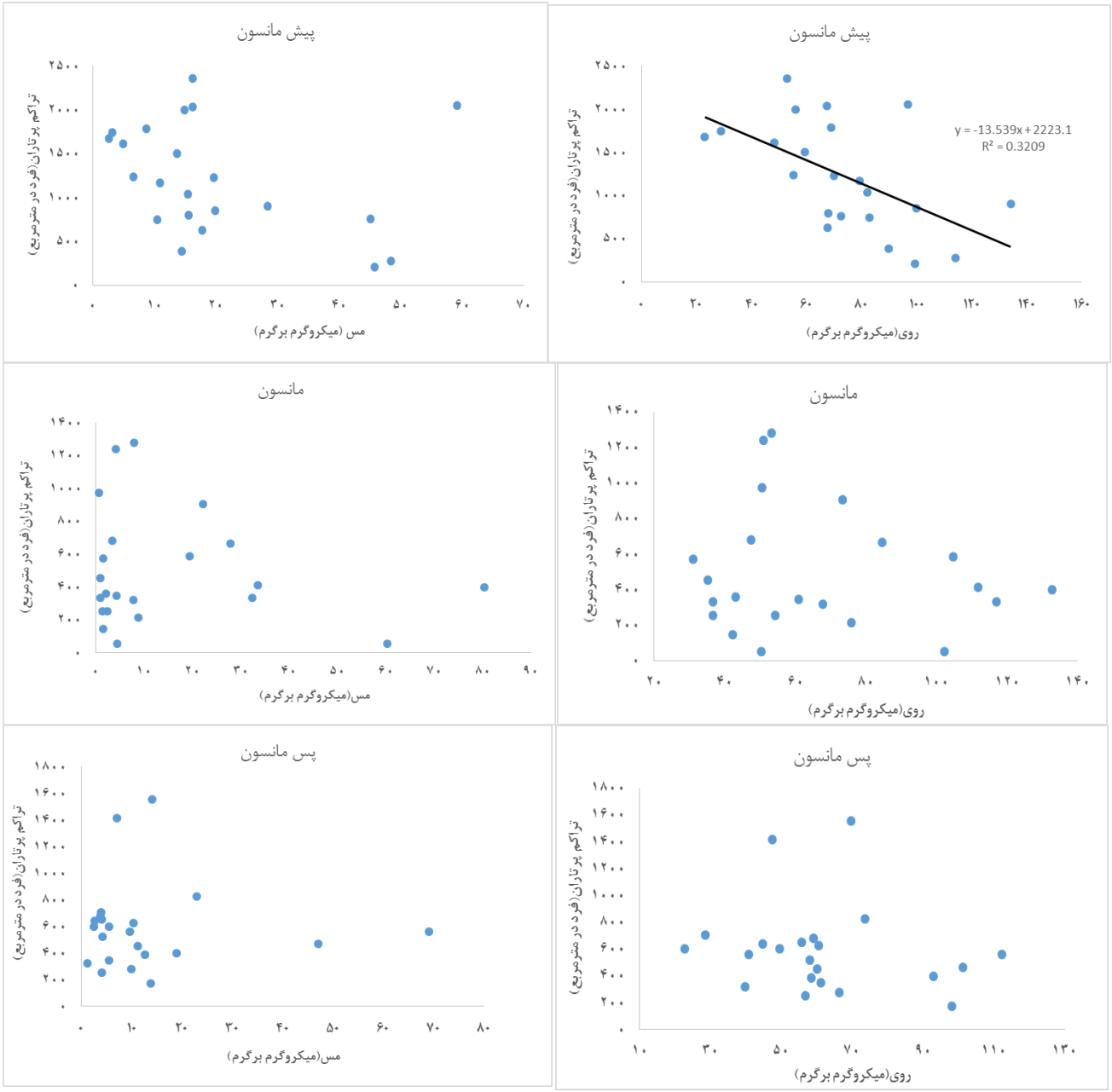
شکل۲. مقایسه میانگین تغییرات تراکم پرتاران و فلزات سنگین مس و روی در رسوبات زیرجزرومدی ایستگاه های مختلف در خلیج چابهار (میانگین±انحراف معیار، ERL= حد استاندارد غلظت فلزات تعریف شده NOAA).



شکل ۳. نمودار خوشه‌ای شاخص تشابه بری-کورتیس ایستگاه‌ها بر اساس میانگین تراکم پرتاران در کل فصول

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]



شکل ۴. نمودارهای پراکنش همبستگی فلزات سنگین و تراکم پرتاران در ایستگاه های مختلف در کل فصول در خلیج چابهار

بحث

فلــز روی

نتایج حاصل از بررسی فلز روی در ۲۲ ایستگاه خلیج چابهار اختلافات معنی‌داری را در بین فصول مختلف از نظر میانگین غلظت کل نشان نداد. تجمع این فلز به‌ترتیب در فصل پیش مانسون> مانسون>پس مانسون بوده است و آزمون تحلیل واریانس نشان می‌دهد که منابع آلاینده فلز روی در طول سال تغییرات شدیدی را در خلیج ایجاد نمی‌کنند. نتایج فوق، مشابه گزارش Udayakumar و همکاران (۲۰۱۱) از سواحل جنوب غربی هند بود که در این مطالعه نیز در فصل پیش مانسون بیشترین مقادیر برای این فلز ثبت شد. در مطالعه Pakzad Tochaii و همکاران (۲۰۱۲)، در رسوبات مناطق بین جزرومدی نتایج متفاوتی در ارتباط با این فلز به دست آمد، به طوری که مقادیر میانگین این فلز در فصل مانسون در ایستگاه تیس و شهید بهشتی نسبت به پیش مانسون بالاتر بوده ولی اختلاف معنی‌داری بین فصول مشاهده نگردید که در مقایسه ایستگاهی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

با مطالعه حاضر، ایستگاه تیس (ایستگاه۱۱) نتایج مشابهی مشاهده شد. همچنین بررسی سایر ایستگاه‌ها توسط این محققین در مقایسه تغییرات فصلی در ایستگاه‌های رمین و گواتر نیز نتایج مشابه مطالعه حاضر را نشان دادند. یکی از منابع آلاینده در خلیج چابهار قایق‌ها و کشتی‌ها می‌باشند و افزایش تردد آن‌ها و افزایش فعالیت‌های صید و صیادی در فصل پیش مانسون می‌تواند از دلایل بالا بودن مقادیر تجمع فلزات در خلیج در این دوره باشد. از سوی دیگر، تجمع فلزات در رسوبات با مکانیسم‌های جذبی فیزیکی و شیمیایی صورت گرفته که با طبیعت پیچیده رسوبات وابسته است. یعنی با تغییر شرایط محیطی (تلاطم آب و آشفتگی بستر)، فلزات از سطح رسوبات جدا شده و در ستون آب یا در زنجیره غذایی باز چرخش می‌کنند (Sudhanandh *et al*., 2011). این امر می‌تواند از دلایل کاهش غلظت فلزات در فصل مانسون باشد. در بررسی و مقایسه بین ایستگاه‌ها در هر فصل در بسیاری از ایستگاه‌ها تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد که این امر نشان‌دهنده وجود منابع آلاینده نقطه‌ای در منطقه خلیج چابهار می‌باشد. ایستگاه‌هایی که در داخل اسکله‌ها قرار داشته، ایستگاه ۱ (هفت تیر)، ۵ (کلانتری)، ۹ (شهید بهشتی)، ۱۵ (کنارک) ۱۶ (خارج از اسکله کنارک)، به‌دلیل نیمه بسته بودن و همچنین محل تردد کشتی‌ها و قایق‌ها و ورود فاضلاب‌ها، نسبت به سایر ایستگاه‌ها از مقادیر بالاتری فلز در هر سه دوره برخوردار بودند و ایستگاه ۹ در فصل پیش مانسون به‌دلیل تردد کشتی‌های نفتکش و اقیانوس‌پیما بیشترین مقدار فلز روی (بیش از ۱۲۰ میکروگرم بر گرم وزن خشک) را دارا بوده است. یکی از دلایل پایین بودن غلظت فلز در فصل پس مانسون به خاطر لایروبی‌هایی بوده که در این ایستگاه بعد از مانسون صورت گرفته است. ایستگاه‌های ۱ و ۲، ۱۵ و ۱۶ بالاترین مقادیر را در فصل مانسون داشتند. لنج‌های صیادی و غیرصیادی، قایق‌های صیادی که به‌دلیل شرایط نامساعد فصل مانسون قادر به حرکت نیستند در این ایستگاه‌ها تا پایان فصل مانسون پهلو گرفته و به تعمیر و رنگ‌آمیزی می‌پردازند که با توجه به حجم بالای تعداد لنج‌ها و قایق‌ها و ورودی فاضلاب میزان غلظت فلز افزایش می‌یابد. رنگ‌هایی که جهت پوشش بخش آبخور شناورها برای محافظت در برابر جانداران خورنده مانند برخی جلبکها و کشتی چسبها به کارمی‌رود، حاوی حلالهای آلی مخلوط با مقادیر زیادی فلزات سمی به خصوص مس و روی هستند (Orlic and Tang, 1999). رسوبات به خصوص در نواحی ساحلی و محیط‌های نیمه بسته (اسکله‌ها) که در آن‌ها امکان جریان آب کمتری وجود دارد، مخزن مهمی برای انباشت فلزات آلاینده ورودی به این محیط‌ها به‌شمار می‌روند (Wang *et al*., 2007). ایستگاه‌های ۱۲، ۱۳ و ۱۴ که در بخش‌های عمیق و نزدیک دهانه خلیج واقع شده‌اند، اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین فصل پیش مانسون و مانسون در آن‌ها دیده می‌شود که به‌دلیل جریانات شدید دریایی و برهم خوردن لایه های بستر و بازچرخش آلاینده‌ها در مانسون، غلظت‌هایی کمتر به ثبت رسید. کمترین مقادیر فلز روی هم در هر سه دوره در ایستگاه‌های ۲۱ و ۲۲ نزدیک کارگاه غیرفعال کشتی‌سازی بوده است. به طور کلی میانگین سالانه فلز روی در خلیج چابهار ۶۷/۲۲ میکرو گرم بر وزن خشک بوده که در فصل پیش مانسون ۷۳/۴۲، مانسون ۶۶/۵، پس مانسون ۶۱/۷۲ ثبت گردید. در جدول ۳ مقایسه بین مقادیر فلز روی با سایر نقاط دنیا و مقایسه با مقادیر استاندارد NOAA (ERL=۱۵۰) میانگین پایین‌تری دارند.

فلــز مس

تغییرات غلظت فلز مس در خلیج چابهار در فصول مختلف نیز همانند فلز روی بوده و فصل پیش مانسون>مانسون>پس مانسون به‌ترتیب بیشترین مقادیر را دارا بودند. همانطورکه ذکر شد شرایط هیدرودینامیکی بستر و جریانات شدید آب در فصل مانسون سبب برهم‌خوردن و بازچرخش آلاینده می‌گردد. Chakraborty و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی رسوبات خلیج بنگال روان‌آب ناشی از مانسون و همچنین آب‌شویی ساحل را از عوامل مؤثر در افزایش غلظت فلزات مس و روی گزارش کرده‌اند. علاوه بر این حمل و نقل و تردد کشتی‌ها همراه با ریزش انوع پساب‌های صنعتی و خانگی به خلیج، سبب افزایش تجمع فلز مس در دوره پیش مانسون گردیده است. به‌دلیل افزایش جوامع انسانی، نواحی ساحلی در حال حاضر از آسیب‌پذیرترین محیط‌های دریایی به‌شمار می‌روند (David, 2003). از این رو شرایط انسانی مهم‌ترین عامل ایجاد آلودگی محسوب می‌شود. Pakzad Tochaii و همکاران (۲۰۱۲) نتایج مشابهی را در فصول مختلف در ایستگاه‌های شهیدبهشتی و تیس در خلیج چابهار گزارش نمودند و همچنین از ایستگاه‌های گواتر، بریس و رمین در خارج از خلیج نیز در فصول مختلف نتایج مشابهی گزارش کردند. Udayakumar و همکاران (۲۰۱۱) نیز نتایج مشابهی را از جنوب غربی سواحل هند به دست آوردند، که در پیش

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

مانسون بالاترین مقادیر فلزات را گزارش نمودند. عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در فصول نشان دهنده عدم تغییرات شدید است. ولی مقایسه بین ایستگاه‌ها در هر فصل تفاوت‌های معنی‌داری را نشان داد، غالباً ایستگاه‌هایی که در داخل اسکله بودند، شامل ایستگاه‌های ۱ (هفت تیر)، ۵ (کلانتری)، ۹ (شهید بهشتی)، ۱۵ (کنارک) که بالاترین مقادیر را در هر دوره داشتند، اختلافات معنی‌داری را با سایر ایستگاه‌ها نشان دادند. به‌دلیل ترددهای زیاد در اسکله‌ها، شکل و ساختار اسکله‌ها و جریان آرام در آن‌ها تجمع فلز در رسوبات این مناطق زیاد بوده و در مانسون به‌دلیل تراکم لنج‌ها و کشتی‌ها و تعمیر و رنگ‌کاری آن‌ها برای حذف موجودات مزاحم (کشتی چسب‌ها) این مقادیر بالاتر بوده است. در ایستگاه ۱۵ریزش پساب‌های صنعتی و خانگی که مقادیر بالایی از فلز را دارند و فعالیت بیشتر آن‌ها در فصل پیش مانسون، می‌تواند دلیل غلظت بیشتر فلز مس در این فصل باشد. از سوی دیگر بافت گلی رسی نیز در این امر اثرگذار است. زیرا باند شدن فلزات با ذرات رس بیشتر است (Macleod and Helidoniotis, 2006). به‌دلیل اثرات جریان مانسون و آشفتگیهای شدید بستر در دهانه تفاوت زیادی بین مقادیر فلز در فصل پیش مانسون نسبت به فصل مانسون در ایستگاه‌هایی که در اعماق نمونه‌برداری شدند، وجود داشته است. مقایسه میانگین فصول (۱۹/۹ و ۱۴/۸ و ۱۲/۹ میکروگرم بر گرم به‌ترتیب فصول) با مقدار استاندارد کیفیت رسوب NOAA (ERL=۳۴)، نشان‌دهنده پایین بودن میانگین کل از استاندارد جهانی است. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، فلزات سنگین در خلیج چابهار در مقایسه با نقاط مختلف تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند. برای مثال مقادیر فلز مس از میانگین پوسته زمین کمتر بوده ولی در فصل پیش مانسون از مقادیر استاندارد محیطی کانادا (ISQG) بالاتر بوده و در مقابل از مقادیر مضر برای موجودات زنده در استاندارد NOAA پایین‌تر بوده است. اما فصول مانسون و پس مانسون نسبت به این دو استاندارد و سایر نقاط میانگین کمتری دارند.

جدول ۳. مقایسه غلظت‌های فلزات سنگین رسوبات خلیج چابهار مطالعه حاضر با سایر نقاط دنیا

منطقه	Cu ($\mu g.g^{-1}$)	Zn ($\mu g.g^{-1}$)	منبع
چابهار- پیش مانسون	۱۹/۸۸	۷۳/۴۲	مطالعه حاضر
چابهار- مانسون	۱۴/۸۷	۶۶/۴۹	مطالعه حاضر
چابهار- پس مانسون	۱۲/۸۹	۶۱/۷۲	مطالعه حاضر
خلیج فارس- مرکزی	۳۸	۹۵	کرباسی، ۱۳۷۹
خلیج فارس- عمان	۲/۱-۲۲/۳۷	۴۰/۶-۵۸/۰۴	ROPME, 2004
خلیج فارس، بحرین	۴-۶۰	۲۹-۳/۶	ROPME, 2004
محدوده راپمی*	۱۰-۳۳	۵۰-۲۲۰۰	ROPME, 2004
جنوب شرقی هند	۵۰۶/۲۱	۱۲۶/۸۳	Raj *et al*., 2013
آریا، گوآم	۳-۱۳۳	۸۲-۳۵۲۴	Belt Collins Hawaii, 1994
خلیج مانار- هند	۵۷	۷۳	Jonathan *et al*., 2003
بندربوستون، آمریکا	۷-۱۴۲	۳۹-۴۱۴	Mostafa *et al*., 2004
NOAA(ERL)*	۳۴	۱۵۰	Long and Moregan, 1990
ISQG*	۱۸/۷	۱۲۴	Persaud *et al*., 1993
میانگین پوسته زمین	۵۵	۷۰	Taylor, 1964

*محدوده راپمی: سواحل و آبهای ایران، عراق، کویت، بحرین، قطر، امارات، عربستان و عمان

ISQG: Canadian interim marine sediment quality

NOAA :National Oceanic and Atmospheric Administration

ERL: Effects Range Low

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

بررسی تراکم پرتاران

از نظر تراکم پرتاران به ترتیب در فصول پیش مانسون> پس مانسون> مانسون بوده است. فراوانی افراد در فصل پیش مانسون در مجموع در کل ایستگاه‌ها ۲۶۴۵۳/۳۳ فرد در مترمربع بوده که میانگین ۳۸/۸۱±۱۲۶۱/۴۹ برای هر ایستگاه به دست آمد. در فصل مانسون مجموع افراد در کل خلیج ۱۱۳۰۵/۲۶ و میانگین آن برابر با ۷۶/۰۹ ± ۵۱۳/۸۷ فرد در متر مربع بوده و در فصل پس مانسون مجموع افراد در کل ایستگاه‌ها ۱۳۰۲۶/۶۳ و میانگین ۷۳/۸۴± ۶۳۰/۴۵ فرد در متر مربع ثبت گردید. Nikouian (1997) در مطالعات خود تراکم پرتاران در خلیج چابهار را در فصل پیش مانسون ۱۳۰۰۰ فرد در مترمربع و در فصل مانسون ۴۶۰۰ فرد در مترمربع گزارش نمودند که تفاوت زیادی را با نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر نشان می‌دهد. در مطالعه Miri و همکاران (2013) در ۷ ایستگاه در اطراف آب‌شیرین‌کن خلیج چابهار در دو فصل پیش مانسون و پس مانسون فراوانی کل پرتاران ۱۵۹۰۵ فرد در مترمربع بوده که بیشترین تعداد افراد در فصل اول (۳۶۹۳/۳۳ فرد در مترمربع) بوده است. در فصل پس مانسون در مطالعه حاضر میانگین کمتری به دست آمد که می‌تواند به‌دلیل تغییر شرایط زیست‌محیطی و افزایش استرس‌های محیطی بوده باشد. به‌طوری که در مطالعات Taheri و همکاران (۲۰۱۰) و Miri و همکاران (2013) پرتاران خلیج چابهار در فصل پس مانسون نسبت به پیش مانسون از میانگین فراوانی پایین‌تری برخوردار بوده‌اند. همچنین Soleimanirad و همکاران (2012)، از خور جاسک شرقی در فصل پیش مانسون ۲۰۰۰، پس مانسون ۱۷۰۰ و مانسون ۵۰۰ (اعداد تقریبی و بر اساس نمودار در مقاله مذکور) فرد در مترمربع گزارش کرده‌اند. Ibrahim و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای در جزیره Karah مالزی بیشترین فراوانی پرتاران را در پیش مانسون با ۲۵۸۳۶ و کمترین را در مانسون با ۲۱۵۷۳ فرد در مترمربع و در دو مطالعه Kundu و همکاران (۲۰۱۰)، در دوره مانسون کمترین و در پیش مانسون بیشترین تراکم اجتماعات ماکروبنتیک گزارش شده است. شدت باد و امواج و ناپایداری بستر از عوامل اصلی کاهش فراوانی پرتاران در خلیج چابهار به‌شمار می‌رود.

ارتباط فلزات سنگین با تراکم پرتاران

بررسی ارتباط فلزات سنگین مس و روی با تراکم در آزمون همبستگی نشان داد (جدول ۲) که در تمام فصول فلزات همواره با تراکم پرتاران همبستگی منفی را دارا بوده‌اند و فقط فلز روی در فصل پیش از مانسون همبستگی معنی‌داری را نشان داد، ولی ارتباط فلزات سنگین با تراکم در مانسون به طور میانگین نسبت به دو دوره دیگر کمتر بوده است. هر چند بیشترین همبستگی مربوط به فلز روی در پیش مانسون با r=-۰/۵۱ بوده ولی این ارتباط همبستگی متوسطی محسوب می‌شود. به‌طور کلی آلاینده‌های رسوبات ارتباط قوی با تراکم نشان ندادند که این امر نوسانات بالای مقادیر غلظت‌های فلزات سنگین و میزان تراکم پرتاران را در میان ایستگاه‌ها نشان می‌دهد و از طرفی می‌تواند به‌دلیل پایین بودن مقادیر آلاینده در اغلب ایستگاه‌ها از استانداردهای جهانی باشد. تغییر جهت و شدت جریان در طول سال به خصوص در دوره مانسون در تغییر الگوی پراکنش فلزات تأثیرگذار است. Safahieh and Mohammadi (2010)، همبستگی معنی‌داری میان تراکم پرتاران و فلزات مس، کادمیوم و سرب در منطقه بحرکان به دست نیاوردند، ولی همبستگی در تمام فلزات منفی بوده است. Chen و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه خود در بندر هنگ‌کنگ همبستگی منفی میان غلظت‌های فلزات سنگین کادمیوم، روی و مس با تراکم اجتماعات ماکروبنتیک با غالبیت پرتاران گزارش کردند که فلز مس با r= -۰/۶۶ معنی‌دار بوده است. ورود انواع آلاینده‌های صنعتی را سبب تجمع فلز مس در بنادر ذکر کرده‌اند. نتایج مشابهی توسط Lindegarth و Hoskin (۲۰۰۱) از خورهای استرالیا و Stark و همکاران (۲۰۰۳) گزارش شده است. در خلیج چابهار ایستگاه‌های ۱، ۵ و ۱۵ که در داخل اسکله قرار گرفته‌اند معمولاً دارای مقادیر بالاتری فلزات سنگین نسبت به سایر ایستگاه‌ها هستند که تراکم پایین‌تری را به نسبت مقایسه‌ای ایستگاهی دارا بودند.

به طور کلی مقادیر فلزات مس و روی در خلیج چابهار از میانگین جهانی پایین تر بوده و الگوی پراکنش آنها متاثر از مانسون بوده است به طوری که پایین ترین مقادیر فلزات در زمان مانسون ثبت گردید. مانسون بر تراکم پرتاران اثر گذاشته و سبب کاهش تراکم در آنها شده و از طرفی عدم وجود همبستگی میان فلزات و تراکم پرتاران نشان دهنده تاثیر بالای شرایط محیطی و فصلی بر پارامتر تراکم است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

منابـع

Athara, M., Vohora, S.B. 2001. Heavy Metals and Environment. New Delhi, New Age International Publisher. pp. 3-40.

Amoozadeh, E., Malek, M., Rashidinejad, R., Nabavi, S.M.B., Karbassi, M., Ghayoumi, R., Ghorbanzadeh-Zafarani, G., Salehi, H., Sures, B. 2014. Marine organisms as heavy metal bioindicators in the Persian Gulf and the Gulf of Oman. Environmental Science Pollution Research. 21: 2386-2395.

Chakraborty, R., Zaman, S., Mukhopadhyay, N., Banerjee, K., Mitra, A. 2009. Seasonal variation of Zn, Cu and Pb in the estuarine stretch of West Bengal. Indian Journal of Marine Science. 38(1): 104-109.

Chen, K., Tian, Sh., Timmy, J., Jiao, J. 2010. Macrobenthic community in Tolo harbour, Hong Kong and its relations with heavy metals. Estuaries and Coasts. 33(3): 600-608.

Darbra, R.M., Ronza, A., Stojanovic, T.A., Wooldridge, C., Casal, J. 2005. A procedure for identifying significant environmental aspects in sea ports. Marine Pollution Bulletin. 50: 866-874.

David, C.P. 2003. Heavy metal concentrations in growth bands of corals: a record of mine tailings input through time (Marinduque Island, Philippines). Marine Pollution Bulletin. 46: 187-196.

Fleeger, J.W., Carman, K.R., Nisbet, R.M. 2003. Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystem. The Science of the Total Environment. 317: 207-233.

Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms, Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles Country. 1-188.

Fauval, P. 1953. The fauna of India including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya. Indian Press, LTD. 507 p.

Giangrande, A., Delos, A.L., Musco, L., Licciano, M., Pierre, C. 2004. Polychaetes assemblages of rocky shores along South Adriatic coast (Mediterranean Sea). Cahiers De Marine Biology. 45: 85-95.

Hamzeh, M.A., Beskeleh, G.H., Habibi, P. 2011. Sediments geochemistry study of Oman Sea coasts with GIS. Office project in Institute in National Institute of Oceanography and Atmospheric Science. 171 p. (in Persian)

Hutchings, P.A. 2000. An illustrated guide to estuarine polychaete worms of The New South Wales. Australian Museum, Sydny NSW. pp: 120-125.

Ibrahim, S., Wan Hussin, W.M., Kassim, Z., Joni, Z.M., Zakaria, M.Z, Hajisamae, S. 2006. Seasonal abundance of benthic communities in coral areas of Karah Island, Terengganu, Malaysia. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 6: 129-136.

Kundu, S., Mondal, N., Lyla, P.S., Ajmal Khan, S. 2010. Biodiversity and seasonal variation of macro-benthic infaunal community in the inshore waters of Parangipettai Coast. Environmental Monitoring and Assessment. 163: 63-79.

Lindegarth, M., Hoskin, M. 2001. Patterns of distribution of macro-fauna in different types of estuarine, soft sediment habitats adjacent to urban and non-urban areas. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 52: 237-242.

Macleod, C., Helidoniotis, F. 2006. Biological status of the Derwent and Huon Estuaries. Marine Research Laboratories.Tasmanian Aquaculture and Fisheries Institute. Tasmanian. 109 p.

Miri, M., Nabavi, M.B., Doustshenas, B., Safahieh, A., Loghmani, M. 2014. Effect of salinity and temprature chenges from brine discharged of desalination plant on polychaeta assemblage in Chabahar Bay. Journal of Marine Science and Technology. 13(3): 41-50. (in Persian)

Nikouian, A.R. 1997. Benthic fishing potential estimated by calculating the secondary production of macrobenthos in Chabahar Bay. Iranian Scientific Fisheries Journal. 2(10): 77-102. (in Persian)

Orlic, I., Tang, S.M. 1999. Elemental depth profiles in marine sediments of Singapore coastal waters. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 150: 291-297.

Pakzad, Tochaii, S., Safahieh, A., Ronagh, T., Archangi, B., Hamzeh, M.A. 2012. Heavy metals accumulation in Oyster shell of *Saccostrea cucullata* during monsoon in Iranian coasts of Makoran sea. Journal of Animal Enviroment. 4(4): 15-24. (in Persian)

Rouse, G.W., Pleijel, F. 2001. Polychaetes. Oxford University Press, Oxford. pp. 1-35.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]

Shou, L., Huang, Y., Zeng, J., Gao, A., Liao, Y., Chen, Q. 2009. Seasonal changes of macrobenthos distribution and diversity in Zhoushan sea area. Aquatic Ecosystem Health and Management. 12(1): 110-115.

Sarda, R. 1991. Polychaete communities related to plant covering in the midlittoral and lnfralittoral zones of the Balearic lslands (Western Mediterranean). Marine Ecology. 12(4): 341-360.

Safahieh, A., Mohammadi, M. 2010. Study of Polychaete community structure and its relationship with heavy metal concentration in winter in Bahrakan zone sediments. Journal of Oceanography. 3(1): 17-26. (in Persian)

Soleimanirad, A., Kamrani, E., Keshavarz, M., Bahremand, M.,Vazirizade, A. 2014. Comparison of diversity and distribution of polychaetes in the Western and Eastern Jask Protected Areas in Jask Port (Gulf of Oman). Journal of Oceanography. 4(16): 44-53. (in Persian)

Snelgrove, P.V.R. 1998. The biodiversity of macro-faunal organisms in marine sediments. Biodiversity and Conservation. 7: 1123-1132.

Stark, J.S., Snape, I., Riddle, M.J. 2003. The effects of petroleum hydrocarbon and heavy metal contamination of marine sediments on recruitment Antarctic soft-sediment assemblages: a field experimental investigation. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 283: 21-50.

Sudhanandh, V.S., Udayakumar, P., Ouseph, P.P., Amaldev, S., Narendra Babu, K. 2011. Dispersion and accumulation trend of heavy metals in coastal and estuarine sediments and its textural characteristics, a case study in India. Journal of Human Ecology. 36: 85-90.

Taheri, M., Yazdani Foshtomi, M., Bagheri, H. 2010. Community structure and biodiversity of intertidal sandy beach macrofauna in Chabahar Bay (northeast of Oman gulf, IR Iran). Journal of the Persian Gulf (Marine Science). 1(1): 17-25.

Udayakumar, P., Chandran, A., Jean Jose, J., Prasanthan, V., Deepak, M.P., Narendra Babu, K. 2011. Heavy metals in the polychaete *Glycera longipinnis* from the southwest of India. Chemistry and Ecology. 4(27): 327-336.

Van Hoey, G., Degraer, S., Vincx, M. 2004. Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 59: 599-613.

Wang, X.C., Feng, H., Ma, H.Q. 2007. Assessment of metal contamination in surface sediments of Jiaozhou Bay, Qingdao, China. Clean. 35(1): 62-70.

Wehe, T., Fiege, D. 2002. Annotated checklist of the polychaete species of the sea surrounding Arabian Peninsula: Red sea, Gulf of Aden, Arabian Sea, Gulf of Oman, Persian Gulf. Fauna of Arabian. 19: 7-235.

Yu, K.C., Tsal, L.J., Chen, S.H., Ho, S.T. 2001. Chemical binding of heavy metal in anionic river sediments. Water Research. 35: 4086-4096.

Yap, C.K., Ismail, A., Tan, S.G. 2002. Condition index of green-lipped mussel *Perna viridis* (Linnaeus) as a potential physiological indicator of ecotoxicological effects of heavy metals (Cd and Pb). Malaysian Applied Biology. 31(2): 37-45.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1395.6.3.2.4]