مجله علوم و فنون شیلات
نسخه ویژه خلیج فارس
دوره ۱۰ شماره ۲، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۱۵۱ تا ۱۶۳

ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات مناطق قشم، بندرخمیر و بندرلافت در خلیج فارس (استان هرمزگان)

ناصر کوسج[1*]، حجت الله جعفریان[2]، عبدالواحد رحمانی[1]، عبدالرحمن پاتیمار[2]، حسنی قلی پور[2]

۱- گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران

چکـــیده

در این تحقیق رسوبات سواحل مناطق قشم، بندرخمیر و بندرلافت در استان هرمزگان جهت تعیین میزان آلودگی فلزات سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و مس به‌وسیله فرایندهای طبیعی و یا فعالیت‌های انسانی مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور شناسایی آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از فلزات سنگین، نمونه برداری با بیلچه از رسوبات این مناطق جهت اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین و تعیین شاخص غنی‌شدگی قرار گرفت. موقعیت نمونه‌ها به کمک دستگاه GPS تعیین و نمونه برداری از رسوبات سطحی (منطقه جزر و مدی) در ۳۰ ایستگاه در مناطق مورد مطالعه انجام شد. جهت تعیین غلظت فلزات سنگین از دستگاه جذب اتمی شعله استفاده شد. نتایج نشان داد که میانگین غلظت عناصر سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و مس در تمام ایستگاه‌های نمونه برداری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P<0.05$). بطوریکه از لحاظ غلظت عناصر مورد مطالعه منطقه قشم (مس: ۱/۸۸± ۳۳/۷۶ ، روی: ۲/۷۵± ۸۵/۴۴ سرب: ۱/۲۳± ۳۱/۷۹ ، نیکل: ۲/۲۹± ۳۴/۱۷ و آهن: ۶۹۱/۲۱± ۳۸۰۰۰ میکروگرم بر گرم) نسبت به مناطق بندرخمیر (مس: ۲/۳۰± ۲۶/۸۴، روی: ۲/۱۲± ۷۷/۵۴، سرب: ۱/۳۷± ۲۴/۷۱، نیکل: ۱/۳۰± ۲۵/۸۲ و آهن: ۸۸۲/۴۸± ۳۶۸۱۰ میکروگرم بر گرم) و بندرلافت (مس: ۲/۴۲± ۲۲/۷۴ ، روی: ۲/۶۱± ۶۵/۲۲ ، سرب: ۱/۳۲± ۱۹/۹۳ ، نیکل: ۲/۰۶± ۲۱/۷۰ و آهن: ۱۰۱۴/۵۶± ۳۵۵۶۰ میکروگرم بر گرم) از آلودگی بالاتری برخوردار بود. همچنین نتایج نشان داد که فاکتور غنی‌شدگی فلزات در تمامی نمونه‌های رسوب کم می‌باشد و از لحاظ شاخص ژئوشیمیایی مولر، درجه آلودگی خاک در رده خاک های غیرآلوده می‌باشند. براساس نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد وضعیت آلودگی در مناطق مورد مطالعه (قشم، بندرخمیر و بندرلافت) برای فلزات مورد مطالعه کمتر از میزان استاندارد جهانی می‌باشد، اما از بین مناطق مورد مطالعه منطقه قشم نسبت به مناطق بندرخمیر و بندرلافت آلودگی بیشتری را نشان می‌دهد، که این آلودگی بیشتر مربوط به نزدیکی این منطقه (قشم) به کارخانه پتروشیمی کاوه قشم، کارخانه سیمان قشم و ورود پساب‌های صنعتی و شهری و کارخانه لنج سازی می‌باشد. همچنین بالابودن شاخص غنی‌شدگی فلز مس در منطقه قشم از تأثیر فعالیت‌های انسانی در آلودگی و انباشت این فلز در رسوبات این منطقه حکایت دارد.

کـــلید واژه‌ها: فلزات سنگین، آلودگی، خلیج فارس، رسوب، فاکتور غنی‌شدگی و شاخص ژئوشیمیایی مولر

نوع مقـاله

مقاله پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۳۰

تاریخ چاپ الکترونیکی: ۱۴۰۰/۳/۱۰

***نویسنده مسول:**

naserkooseg@yahoo.com

مقدمه

آلودگی اکوسیستم‌های آبی با فلزات سنگین یکی از مشکلات مهم محیط‌زیست است. سواحل و مصبها از مهمترین مناطق برای فرونشینی بسیاری از آلاینده‌ها می‌باشند. فلزات با ورود در بخش‌های مختلف اکوسیستم‌های آبی تنزل می‌یابند. در رسوبات جمع شده از آنجا وارد چندین چرخه شیمیایی و بیولوژیکی شده و در ستون آب و موجودات آن تاثیر می‌گذارند. از عواملی که باعث ورود فلزات به محیط زیست می‌شود، می‌توان به پساب‌های صنعتی، پساب‌های شهری، منابع غیرنقطه‌ای، رواناب‌ها و نزولات جوی اشاره کرد. اگرچه آلاینده‌ها برای مدت طولانی در رسوبات باقی می‌مانند، ولی در اثر فعالیت‌های زیست‌شناختی و تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی می‌توانند وارد آب‌های فوقانی شوند. لذا، اندازه‌گیری غلظت میانگین کل فلز سنگین می‌تواند تصویری واقعی از آلودگی یک محیط آبی را فراهم آورد [1]. خلیج‌فارس از جنبه‌های مختلف نظیر ذخایر

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

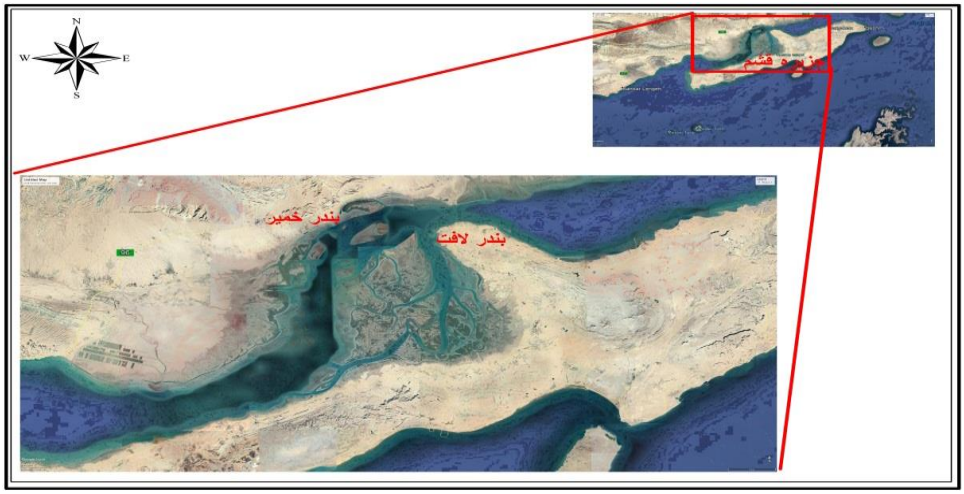
عظیم نفت و گاز، منابع غذایی، تنوع زیستی و ذخایر عظیم کانی و همجواری با صنایع پالایشگاهی نفت بندرعباس و گاز سرخون، آلومینیوم المهدی، فولاد هرمزگان، مجتمع کشتی‌سازی خلیج فارس و غیره از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است [۲]. ضریب غنی‌شدگی در تحلیل‌های زیست محیطی، یکی از عوامل مهم ارزیابی میزان تمرکز عناصر تحت تأثیر عوامل انسانی و طبیعی است [۳]. این شاخص با نشان دادن کمیت نرمال مقادیر مشاهده شده از غلظت فلز سنگین نسبت به غلظت فلز مرجع در نمونه رسوبات، ابزاری مناسب برای نشان دادن روند ژئوشیمیایی تغییر غلظت این فلزات در منطقه ای بزرگ و نیز میزان تجمع هریک در منطقه، در اختیار محققان قرار خواهد داد [۴]. با توجه به ماهیت شاخص غنی‌شدگی در مقادیر بالاتر از یک حاکی از اثر غنی‌شدگی فلزات سنگین در رسوبات ناحیه مورد مطالعه و مقادیر ضرایب غنی‌شدگی کمتر از یک بیانگر آن است که این فلزات عمدتاً از منابع طبیعی به منطقه وارد شده و اثر فعالیت‌های انسانی در تمرکز فلزات سنگین ناچیز است. رسوبات آب‌های ساحلی به عنوان ثبات میزان آلودگی‌ها می‌تواند در نظر گرفته شود. فلزات سنگین به عنوان آلاینده، بر اثر عوامل طبیعی فرسایش خاک، سیلاب، چرخش آب اقیانوس و دریا، حریق چاه‌های نفتی یا عوامل مصنوعی فاضلاب‌های صنعتی و انسانی، نشت نفت و گاز، سوانح کشتی‌ها و تخلیه آب توازن می‌تواند وارد این اکوسیستم شود[۵]. مهمترین منابع آلوده‌کننده سواحل، دفع تخلیه فضولات کشتی‌ها، تخلیه آب توازن و مواد نفتی از شناورهای کوچک و بزرگ و فاضلاب ناشی از صنایع هستند. پساب‌های مناطق روستایی و کشاورزی و آلودگی‌های ناشی از پسماندهای جامد که عمدتاً از طریق شناورهای صیادی و بعضاً مناطق روستایی وارد آب دریا می‌شوند، دیگر منابع آلوده‌کننده سواحل هستند. مطالعات مختلف نشان داده است که پسماندهای ناشی از فعالیت‌های انسانی در صورت ورود به اکوسیستم‌های آبی، می‌تواند غلظت مواد زائد بخصوص فلزات سنگین را در این محیطها افزایش دهند [۶]. فلزات سنگین به عنوان یکی از عوامل مهم تهدیدکننده اکوسیستم‌های آبی در بسیاری از مناطق جهان محسوب می‌شوند. فلزات سنگین با ورود به خاک، آب و هوا در نهایت از راه‌های مختلف وارد بدن انسان شده و سبب ایجاد بیماری‌های حاد و مزمن می‌شوند [۷]. انباشتگی فلزات‌سنگین می‌تواند تاثیرات مخربی بر تنوع گونه‌های دریایی و اکوسیستم‌های دریایی داشته باشد. گونه‌های کفزی و نیمه کفزی به شدت در معرض آلاینده‌های موجود در رسوبات و نیز آلاینده‌های محلول در آب می‌باشند [۸]. همچنین این گونه‌ها نقش سازنده‌ای در این زیستگاه‌ها دارند و بنابراین تغییرات جمعیتی آنها بر همه جوامع تاثیر گذار است و تعادل اکوسیستم را تهدید می‌کند [۹]. با توجه به فعالیت‌های انسانی در محدوده خلیج‌فارس و ورود آلاینده‌های مختلف به آن، جذب و تجمع فلزات‌سنگین در بخش‌های بنتیک دریاها می‌تواند یک تهدید جدی برای مصرف‌کنندگان آبزیان به شمار رود [۱۰]. با وجود اینکه فلزات‌سنگین از اجزاء تشکیل‌دهنده پوسته زمین هستند و به طور طبیعی در همه اکوسیستم‌ها حضور دارند، غلظتشان به طور قابل ملاحظه‌ای توسط فعالیت‌های انسانی افزایش می‌یابد. اثرات زیست محیطی زیان بار فلزات سنگین، آنها را به یکی از مباحث اصلی مورد بررسی در تحقیقات زیست محیطی تبدیل کرده است [۱۱]. از این رو توجه بسیاری از محققین در دو دهه اخیر به بررسی اثرات نامطلوب فلزات سنگین بر روی اکوسیستم‌های گوناگون جلب شده است. که از جمله می‌توان: به مطالعه بهادر و همکاران (۲۰۱۸) [۱۲] که به ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات سطحی مصب رودخانه شور، شرق بندرعباس با استفاده از شاخص های مختلف، حق شناس و همکاران (۲۰۱۷) [۱۳] که به سنجش و ارزیابی خطر اکولوژیکی فلزات سنگین در رسوبات سطحی منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس و غیره پرداختند اشاره نمود. لذا در این تحقیق غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل، روی، آهن و مس در رسوبات مناطق قشم، بندرخمیر و بندرلافت و همچنین تعیین فاکتور غنی‌شدگی و شاخص زمین انباشتگی مولر در رسوبات مناطق مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری از رسوبات سطحی (منطقه جزر و مدی) در زمستان ۱۳۹۸ از سه منطقه قشم، بندرخمیر و بندرلافت، استان هرمزگان صورت گرفت (شکل۱). در (جدول۱) مشخصات طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه ذکر شده است. در هریک از ایستگاه‌های مورد نظر از هر ایستگاه ۱۰ نمونه رسوب و هر نمونه رسوب با ۳ تکرار از لایه سطحی (۵-۰ سانتی متر) با بیلچه برداشته شد. در مجموع ۳۰ نمونه رسوب جهت آماده سازی و سنجش تهیه گردید. موقعیت نمونه‌ها به کمک دستگاه (GPS Map) مدل (78S GARMIN) تعیین گردید.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی مناطق مورد مطالعه(قشم، بندرخمیر و بندرلافت)

جدول ۱. مشخصات طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	جغرافیایی مختصات	
قشم	۲۶° ۸۵۴/۴۶′	۵۵° ۴۷۲/۴۳′
بندرخمیر	۲۶° ۲۳۳/۵۵′	۵۵° ۰۸۰/۳۵′
بندرلافت	۲۶° ۰۷۵/۵۹′	۵۵° ۳۵۰/۴۵′

در مرحله بعدی تمامی نمونه‌ها، پس از جمع‌آوری و کدگذاری در یخ قرارداده شدند، سپس نمو نه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و درون فریزر و در دمای ۲۰- سانتی‌گراد نگهداری گردید[۱۴]. جهت آماده سازی نمونه‌ها به منظور انجام عمل هضم ابتدا، نمونه‌های جمع‌آوری شده، در آون در دمای ۱۱۱ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. روش نمونه‌برداری، آماده‌سازی، هضم نمونه‌ها و آزادسازی عناصر بر اساس دستورالعمل موپام به دلیل هضم کامل رسوبات استفاده شد. مقدار ۰/۵ گرم از نمونه وزن شده را همراه با ۱ سی‌سی اسید نیتریک ۶۹ درصد و ۳ سی‌سی اسیدکلریدریک۳۷ درصد و ۶ سی‌سی اسید فلوریدریک ۴۰ درصد (لازم به ذکر است که کلیه اسیدها و سایر مواد شیمیایی مورد استفاده از نوع مرک آلمان با درجه خلوص بالا بوده) درون بمب تفلونی ریخته (اسید فلوریدریک باعث شکستن پیوندهای سیلیکاتی موجود در رسوب می‌شود) درون ماکروویو با قدرت ۱۰۰٪ به مدت ۱ دقیقه و ۵۰ ثانیه قرار داده شد. سرانجام پس از خنک شدن بمب تفلونی مقدار ۳/۷ گرم اسیدبوریک را در استوانه‌ای از جنس پلی‌پروپیلن ریخته و ۲۰ سی‌سی آب مقطر دیونایز به آن اضافه کرده و محتویات بمب را به آن اضافه گردید. حال حجم آن را با آب مقطر دیونایز به حجم ۵۰ سی‌سی رسانده و آن را به خوبی توسط دستگاه شیکر به هم زده تا اسیدبوریک در آن حل گردد. سپس آن را به مدت یک شبانه‌روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در یخچال نگهداری کردیم [۱۵]. پس از آماده‌سازی و انحلال رسوبات، محلول‌های حاصل توسط کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف و پس از به هم زدن کامل و یکنواخت شدن محلول هضم شده، جهت اندازه‌گیری عناصر سرب، نیکل، روی، مس و آهن به دستگاه جذب اتمی ساخت کارخانه آنالیتیک ینا کشور آلمان، مدل Contr AA۷۰۰ دارای شعله تزریق گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات در رسوبات با نرم افزارSPSS نسخه ۲۱ انجام پذیرفت. همچنین جهت رسم نمودارها و جداول از نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ استفاده شد. جهت تعیین دقیق وجود یا عدم وجود تفاوت معنی داری مقدار غلظت فلزات سنگین بین مناطق مختلف ، از پس آزمون Tukey در سطح آماری ۹۵ درصد استفاده شد. همچنین برای تفکیک سهم عوامل طبیعی از عوامل انسانی در تمرکز فلزات‌سنگین

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

منطقه، از اندیس غنی‌شدگی زمین استفاده شد. عامل غنی‌شدگی به عنوان شاخصی متداول، نسبت غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های سطحی منطقه به غلظت آنها در ماده مرجع بوده و میزان غنی‌شدگی رسوبات را در اثر عوامل انسانی بدست می‌دهد. بر این اساس جهت تعیین فاکتور غنی‌شدگی از رابطه زیر استفاده گردید[۱۶].

$$Ef = {Sc}/{Rc}$$

در این رابطه Ef فاکتور غنی‌شدگی،Sc غلظت عنصر در خاک و Rc غلظت عنصر در ماده مرجع می‌باشد. غلظت ماده مرجع، میانگین عناصر در رسوبات جهانی [۱۷] است که در جدول ۲ آمده است. با استفاده از نتایج فاکتور غنی‌شدگی، وضعیت آلودگی رسوبات بررسی شد. همچنین نتایج حاصل از مقایسه فلزات سنگین در محدوده مورد بررسی با استاندارد کیفیت رسوب کانادا [۱۸] در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول۲. فلزا ت مورد مطالعه از نظر حداقل، حداکثر، میانگین کل، میانگین جهانی ، انحراف معیار و استاندارد کیفیت رسوب کانادا (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

فلز	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین کل	میانگین جهانی	انحراف معیار	استاندارد کیفیت رسوب کانادا
سرب	۳۰	۱۸/۲	۳۳/۸	۲۵/۴۷	۱۹	۵/۱۱	۹۱/۳
روی	۳۰	۶۲/۳	۹۰/۳	۷۶/۰۶	۹۵	۸/۹۲	۳۱۵
نیکل	۳۰	۱۹/۱	۳۶/۶	۲۷/۲۳	۵۲	۵/۵۹	۷۵
آهن	۳۰	۳۱۶۰۰	۳۸۹۰۰	۳۵۴۱۰	۴۶۰۰۰	۲۴۵۷/۵۵	۴۸۰۰۰
مس	۳۰	۱۹/۹	۳۷/۵	۲۷/۷۸	۳۳	۵/۲۳	۱۹۷

به منظور برآورد شدت آلودگی رسوبات منطقه از شاخص زمین انباشتگی مولر استفاده گردید [۱۹]. روند محاسبات در رابطه زیر مشاهده می‌شود:

$$\mathrm{Igeo} = \log_2(Cn/1.5Bn)$$

که دراین رابطهIgeo شاخص انباشت ژئوشیمیایی فلز یا شاخص شدت‌آلودگی، log2، لگاریتم بر پایه۲، Cn غلظت فلز سنگین در رسوب یا خاک و Bnغلظت زمینه می‌باشد. غلظت زمینه، میانگین عناصر در رسوبات جهانی [۱۷] است (جدول ۲). شاخص ژئوشیمیایی مولر، رسوبات را از نظر درجه آلودگی به هفت گروه از رده غیرآلوده تا آلودگی بسیار شدید طبقه‌بندی نموده است. جدول ۳ طبقه بندی مذکور را نشان می‌دهد.

جدول۳. راهنمای برآورد شدت آلودگی رسوبات از شاخص Igeo

درجه آلودگی خاک	کلاس Igeo	شاخص زمین انباشتگی (Igeo) محاسبه شده
غیر آلوده	کلاس صفر	<۰
غیر آلوده تا آلودگی متوسط	کلاس یک	۰–۱
آلودگی متوسط	کلاس دو	۱–۲
آلودگی متوسط تا شدید	کلاس سه	۲–۳
آلودگی شدید	کلاس چهار	۳–۴
آلودگی شدید تا بسیار شدید	کلاس پنج	۴–۵
آلودگی بسیار شدید	کلاس شش	>۵

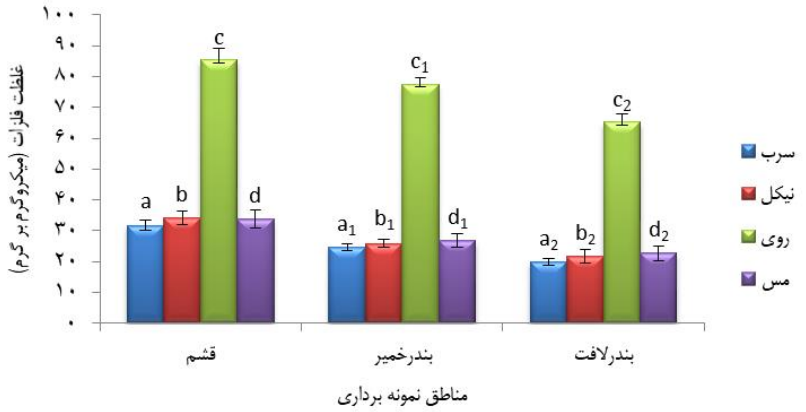
در ادامه با تعیین شاخص ژئوشیمیایی رسوبات در کلیه ایستگاه‌ها، درجه آلودگی هر ایستگاه تعیین گردید. همچنین برای ارزیابی صحت داده‌ها نیز از مواد استاندارد SRM (Standard Reference Material., TORT- 2) استفاده گردید. ریکاوری فلزات سرب، نیکل، آهن، مس و روی به ترتیب: ۹۴، ۱۰۳/۵، ۹۹/۵، ۹۸ و ۱۰۰/۵ درصد به دست آمد.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

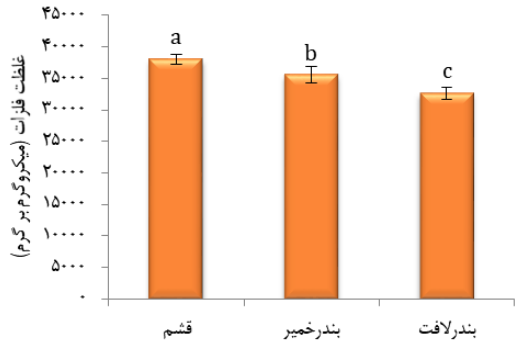
[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس یک طرفه نشان داد که از لحاظ غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس در رسوبات، سه منطقه قشم، بندرخمیر و بندرلافت از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود دارد (P-value<0.05). همچنین مقایسه میانگین مناطق مورد مطالعه از نظر غلظت عناصر سرب، نیکل، روی، آهن و مس با یکدیگر بوسیله‌ی آزمون تعقیبی توکی نشان می‌دهد که میانگین غلظت سرب، نیکل، روی، آهن و مس در رسوبات منطقه قشم از منطقه بندرخمیر و بندرلافت به طور معنی‌داری بیشتر است (P-value<0.05). همچنین بین غلظت سرب، نیکل، روی، آهن و مس در رسوبات منطقه بندرخمیر و بندرلافت تفاوت معنی‌داری وجود دارد بطوریکه منطقه بندرخمیر از منطقه بندرلافت بیشتر است (P-value<0.05). نتایج تفصیلی در شکل‌های ۱ و ۲ ارائه شده است.



شکل۲. مقایسه عناصر سرب، نیکل، روی و مس در در رسوبات، سه منطقه قشم، بندرخمیر و بندرلافت. حروف نامشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) است.



شکل ۳. مقایسه عناصر آهن در رسوبات، سه منطقه قشم، بندرخمیر و بندرلافت. حروف نامشابه در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی دار ($p < 0.05$) است.

مقادیر غنی‌شدگی عناصر مختلف (مقدار عناصر نسبت به میانگین آنها در رسوبات جهانی) برای هر ایستگاه طبق رابطه $Ef=Sc/Rc$ ، محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۴ آمده است. همچنین بر اساس رابطه $Igeo = \log_2 (Cn/1.5\ Bn)$ و با در اختیار داشتن میانگین عناصر در رسوبات جهانی و غلظت فلزات سنگین در مناطق مورد مطالعه، شاخص انباشت ژئوشیمیایی تمامی ایستگاه‌ها تعیین گردید که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

جدول۴. مقادیر غنی سازی فلزات سنگین و شاخص انباشت ژئوشیمیایی در نمونه‌های رسوب مناطق بندرلافت، بندرخمیر و قشم

مناطق و ایستگاه‌های مورد مطالعه		انباشت ژئوشیمیایی مقادیر شاخص						مقادیر غنی سازی فلزات سنگین					
منطقه	شماره ایستگاه	سرب µg/g	روی µg/g	نیکل µg/g	آهن µg/g	مس µg/g	سرب µg/g	روی µg/g	نیکل µg/g	آهن µg/g	مس µg/g
بندرلافت	۱	-۰/۶۵	-۱/۱۹	-۱/۹۷	-۱/۱۳	-۱/۲۸	۰/۹۶	۰/۶۵	۰/۳۸	۰/۶۹	۰/۶۱
	۲	-۰/۵۷	-۱/۱۷	-۱/۹۵	-۱/۱۱	-۱/۲۵	۱/۰۱	۰/۶۶	۰/۳۹	۰/۶۹	۰/۶۳
	۳	-۰/۶۰	-۱/۱۹	-۱/۹۵	-۱/۱۲	-۱/۲۶	۰/۹۹	۰/۶۶	۰/۳۹	۰/۶۹	۰/۶۲
	۴	-۰/۵۶	-۱/۱۶	-۱/۹۴	-۱/۱۱	-۱/۲۴	۱/۰۱	۰/۶۷	۰/۳۹	۰/۶۹	۰/۶۳
	۵	-۰/۶۵	-۱/۱۹	-۲/۰۳	-۱/۱۲	-۱/۳۱	۰/۹۶	۰/۶۵	۰/۳۷	۰/۶۹	۰/۶۰
	۶	-۰/۴۷	-۱/۰۹	-۱/۸۲	-۱/۰۵	-۱/۰۳	۱/۰۷	۰/۷۰	۰/۴۲	۰/۷۲	۰/۷۳
	۷	-۰/۴۵	-۱/۰۸	-۱/۸۰	-۱/۰۴	-۱/۰۳	۱/۰۹	۰/۷۰	۰/۴۳	۰/۷۳	۰/۷۴
	۸	-۰/۳۹	-۱/۰۵	-۱/۶۲	-۱/۰۳	-۰/۹۴	۱/۴۲	۰/۷۲	۰/۴۹	۰/۷۳	۰/۷۸
	۹	-۰/۴۱	-۱/۰۷	-۱/۷۱	-۱/۰۴	-۰/۹۶	۱/۱۳	۰/۷۱	۰/۴۶	۰/۷۳	۰/۷۷
	۱۰	-۰/۴۳	-۱/۰۸	-۱/۷۲	-۱/۰۴	-۰/۹۷	۱/۱۱	۰/۷۱	۰/۴۵	۰/۷۳	۰/۷۶
بندرخمیر	۱۱	-۰/۳۰	-۰/۹۳	-۱/۶۹	-۱/۰۲	-۱/۰۶	۱/۲۲	۰/۷۹	۰/۴۶	۰/۷۴	۰/۷۲
	۱۲	-۰/۲۷	-۰/۹۱	-۱/۶۵	-۱/۰۰	-۰/۹۶	۱/۲۵	۰/۸۰	۰/۴۸	۰/۷۵	۰/۷۷
	۱۳	-۰/۲۹	۰/۹۱	-۱/۶۸	-۱/۰۱	-۱/۰۳	۱/۲۳	۰/۷۹	۰/۴۷	۰/۷۴	۰/۷۳
	۱۴	-۰/۲۷	-۰/۹۱	-۱/۶۱	-۱/۰۰	-۰/۹۶	۱/۲۵	۰/۸۰	۰/۴۹	۰/۷۵	۰/۷۷
	۱۵	-۰/۲۸	-۰/۹۱	-۱/۶۶	-۱/۰۰	-۰/۹۹	۱/۲۴	۰/۷۹	۰/۴۷	۰/۷۴	۰/۷۵
	۱۶	-۰/۱۰	-۰/۸۴	-۱/۵۰	-۰/۹۰	-۰/۷۶	۱/۳۹	۰/۸۴	۰/۵۳	۰/۸۰	۰/۸۹
	۱۷	-۰/۱۸	-۰/۸۴	-۱/۵۷	-۰/۹۱	-۰/۸۱	۱/۳۳	۰/۸۳	۰/۵۰	۰/۷۹	۰/۸۵
	۱۸	-۰/۱۲	-۰/۸۴	-۱/۵۲	-۰/۹۱	-۰/۷۶	۱/۳۸	۰/۸۳	۰/۵۳	۰/۸۰	۰/۸۹
	۱۹	-۰/۱۰	-۰/۸۳	-۱/۵۰	-۰/۹۰	-۰/۷۵	۱/۳۹	۰/۸۴	۰/۵۳	۰/۸۰	۰/۸۹
	۲۰	-۰/۱۷	-۰/۸۴	-۱/۵۷	-۰/۹۱	-۰/۸۰	۱/۳۳	۰/۸۳	۰/۵۰	۰/۸۰	۰/۸۶
قشم	۲۱	۰/۰۹	-۰/۸۲	-۱/۳۲	-۰/۸۹	-۰/۷۱	۱/۶	۰/۸۵	۰/۶۰	۰/۸۱	۰/۹۱
	۲۲	۰/۱۳	-۰/۷۸	-۱/۲۵	-۰/۸۷	-۰/۶۳	۱/۶۵	۰/۸۷	۰/۶۳	۰/۸۲	۰/۹۷
	۲۳	۰/۱۰	-۰/۷۹	-۱/۲۶	-۰/۸۹	-۰/۶۶	۱/۶۱	۰/۸۶	۰/۶۲	۰/۸۱	۰/۹۵
	۲۴	۰/۱۱	-۰/۷۹	-۱/۲۶	-۰/۸۸	-۰/۶۴	۱/۶۱	۰/۸۷	۰/۶۳	۰/۸۱	۰/۹۶
	۲۵	۰/۱۰	-۰/۸۰	-۱/۳۲	-۰/۸۹	-۰/۶۹	۱/۶۰	۰/۸۶	۰/۶۰	۰/۸۱	۰/۹۳
	۲۶	۰/۲۵	-۰/۶۶	-۱/۰۹	-۰/۸۳	-۰/۴۰	۱/۷۸	۰/۹۵	۰/۷۰	۰/۸۴	۱/۱۴
	۲۷	۰/۱۹	-۰/۶۹	-۱/۱۱	-۰/۸۳	-۰/۴۷	۱/۷۱	۰/۹۳	۰/۶۹	۰/۸۴	۱/۰۸
	۲۸	۰/۲۱	-۰/۶۷	-۱/۰۹	-۰/۸۳	-۰/۴۰	۱/۷۴	۰/۹۴	۰/۷۰	۰/۸۴	۱/۳۳
	۲۹	۰/۱۹	-۰/۶۷	-۱/۱۰	-۰/۸۳	-۰/۴۵	۱/۷۱	۰/۹۴	۰/۷۰	۰/۸۴	۱/۰۹
	۳۰	۰/۱۸	-۰/۷۰	-۱/۱۲	-۰/۸۴	-۰/۴۹	۱/۷۰	۰/۹۲	۰/۶۹	۰/۸۴	۱/۰۷

بحث

اگرچه آلاینده‌ها برای مدت طولانی در رسوبات باقی می‌مانند، ولی در اثر فعالیتهای زیست شناختی و تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی می‌توانند وارد آبهای فوقانی شوند. لذا، اندازه‌گیری غلظت میانگین کل فلز سنگین میتواند تصویری واقعی از آلودگی یک محیط آبی را فراهم آورد [۲۰]. نتایج این مطالعه، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار میانگین غلظت تجمع یافته عناصر آهن، سرب، نیکل، روی و مس مابین منطقه قشم با مناطق بندرخمیر و بندرلافت به دلیل فعالیت کارخانه پتروشیمی کاوه قشم، کارخانه سیمان قشم و ورود پساب آب‌های صنعتی و شهری و کارخانه لنج‌سازی در محدوده‌ای از منطقه مورد مطالعه، فراوانی حمل و نقل کشتیها در اسکله‌های مختلف، مجاورت با محل تعمیر و نگهداری کشتیها و نیز تخلیه و

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

بارگیری انواع مواد سوختی، کالاهای نفتی، مواد معدنی، غذایی و غیره و ریزش مواد آلاینده در اسکله‌های مختلف بود، که با دستاورد الصاق و برمکی (۲۰۱۹) [۲۱] که به سنجش و اندازه‌گیری آلودگی‌های فلزات سنگین در رسوبات ساحلی خلیج فارس پرداختند، بررسی آماری نشان داد که متوسط غلظت فلزات سنگین مس، سرب و آهن موجود در رسوب گذرگاه‌ها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. در خصوص مس، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه نیروگاه توانیر و کم‌ترین درگذرگاه اسکله فولاد به دست آمد، آلودگی سرب، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه اسکله شهید باهنر، که می‌تواند به طور کلی ناشی از ترکیبات نفتی، تخلیه آب توازن کشتی‌ها، فاضلاب‌های صنعتی و شهری باشد و کم ترین در گذرگاه مجتمع کشتی‌سازی اندازه‌گیری شد. در مورد آهن، بیشترین مقدار آهن را در ایستگاه مجتمع کشتی سازی مشاهده شد که می‌تواند به سبب حمل و نقل نفت خام و رنگ آمیزی شناورها و کشتی‌ها باشد و کم ترین در اسکله شهید رجائی به دست آمد. موذنی و همکاران (۲۰۱۰) [۲۲] بررسی غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، مس، سرب ونیکل) در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای بند، شمال خلیج فارس پرداختند. نتایج نشان داد که غلظت فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و مس در بین ایستگاههای مختلف دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد این امر می‌تواند حاکی از این باشد که منابع آلودگی بصورت نقطه‌ای در این منقطه وجود دارد. بزی (۲۰۱۵) [۲۳] به بررسی و تعیین سطح آلودگی رسوبات سطحی خلیج چابهار به فلزات سنگین پرداخت، نتایج بیانگر این بود که در بین ایستگاه‌های مختلف، ایستگاه‌های نزدیک و مرتبط با بنادر ماهی‌گیری غلظت بالاتری از فلزات را نشان می‌دهند. از نظر تفاوت بین ایستگاه‌های مختلف نسبت به هر هشت فلز مورد مطالعه، مقدار میانگین غلظت فلزات در ایستگاه‌های ۲ و ۳ تفاوت معناداری را با سایر ایستگاهها به نمایش می‌گذارد. دلیل اصلی افزایش غلظت فلزات مس، سرب و روی در ایستگاه۲ آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی است و افزایش غلظت فلزات آهن، نیکل، کروم و منگنز در ایستگاه ۳ به عوامل طبیعی ارتباط دارد. دخت بندری و رضایی (۲۰۱۳) [۲۴] به مطالعه آلودگی فلزات سنگین رسوبات ساحلی جزیره هرمز و شناسایی منشا آن‌ها پرداختند. نتایج نشان داد رسوبات نمونه برداری شده، به فلزات سنگین سرب، روی، مس، وانادیوم، کروم، نیکل و آرسنیک آلوده می‌باشند که به طور کلی عمده ترین منابع آلوده کننده منطقه مورد مطالعه وجود واحدهای بزرگ تولیدی و صنعتی از جمله نیروگاه، مجتمع فولاد و پالایشگاه بندرعباس، کارخانه تولید سرب و روی قشم، کشتی سازی که در غرب منطقه تجمع یافته اند، که بخش زیادی از آلاینده‌ها و پساب‌های آلوده آن‌ها از طریق سواحل به دریا منتقل می‌گردد. علاوه براین، می‌توان آلودگی‌های شهری بندرعباس (فاضلاب شهری) و نیز آلودگی‌های ایجاد شده در اثر تخلیه و بارگیری عناصر کروم، سرب و روی در اسکله‌های شهید باهنر و رجایی را نیز اضافه نمود، که از طریق آب‌های ساحلی و خورها به درون خلیج فارس سرازیر گشته و توسط جریانهای دریایی به طرف منطقه مطالعاتی انتقال می‌یابند، مطابقت داشت. همچنین نتایج حاصل از مقایسه فلزات سنگین در محدوده مورد بررسی با برخی از استانداردهای کیفیت در جهان از جمله استاندارد کیفیت رسوب کانادا که در جدول ۲ ارائه شده است نشان می‌دهد غلظت عناصر مورد مطالعه در همه ایستگاهها از حد مجاز کمتر است. سرب در محدوده مورد مطالعه ۲۵/۴۷ mg/kg می‌باشد که از میانگین جهانی ۱۹mg/kg بیشتر است. هم چنین با توجه به جدول۴ بیشترین مقدار سرب مربوط به ایستگاه‌های (۲۱–۳۰) در منطقه قشم می‌باشد و مقدار آن در بقیه ایستگاه‌ها نیز تا حدودی بالاتر از میانگین جهانی است. مس با میانگین۲۷/۷۸ mg/kg در منطقه، پایین‌تر از مقدار میانگین جهانی ۳۳mg/kg است و به غیر از ایستگاه‌های ۲۶ تا ۳۰ (سواحل قشم)، در بقیه ایستگاه‌ها آلودگی محسوب نمی‌شود. عناصر مس و سرب در ترکیبات رنگها از جمله رنگهای مورد استفاده برای کشتیها و شناورها وجود دارد. این دو عنصر در پسابهای شهری و خانگی نیز وجود دارند [۲۵]. عناصر مس و سرب در صنایع پتروشیمی کاربردهای زیادی دارند و به میزان زیادی استفاده می‌شوند [۲۶]. به همین دلیل مقادیر بالای فلزات سرب و مس در مجتمع پتروشیمی کاوه متان قشم که پساب کارخانه پتروشیمی در این محل تخلیه می‌شود و همچنین به دلیل نزدیکی ایستگاه‌های فوق به بندرپهل که محل ساخت، تعمیر و نگهداری لنج‌ها است، به دست آمد. سرب در ترکیبات نفتی یافت می‌شود و از آنجا که عمده منبع ورودی سرب به محیط زیست می‌تواند ناشی از فعالیت‌های انسانی وفاضلابهای شهری، صنعتی و کشاورزی از ساحل و ورودی آب رودخانه‌ها به محیط دریا باشد، لذا سواحل قشم که محل ورود آلاینده‌ها به دریاست و هم چنین بعلت توقف و تردد کشتی‌ها و شناورها و نشت مواد نفتی، از میانگین بالاتری برخوردار است. در مجموع میزان سرب از طرف ساحل به دریا کاهش می‌یابد که نشان دهنده وابستگی این عنصر به منابع آلاینده در ساحل و ورود فاضلاب شهری و کشاورزی به منطقه

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

است. سرب در فاضلابهای شهری، کشاورزی و خانگی یکی از عوامل اصلی آلاینده محسوب می‌شود[۲۵].De Astudillo و همکاران (۲۰۰۵) [۲۷] غلظت فلزات سنگین سرب، نیکل، جیوه، کادمیوم و مس را در رسوبات سواحل خلیج Paria که به وسیله دو کشور ترینیداد و ونزوئلا احاطه شده است را اندازه‌گیری کردند و دریافتند که رسوبات، دارای غلظتهای بالایی از این فلزات سنگین هستند که علت آن را ورود این آلاینده‌ها از طریق فاضلابهای شهری و صنعتی به منطقه عنوان کردند. عنصر مس نیز در ترکیب رنگ‌های مورد استفاده برای کشتی‌ها و شناورها وجود دارد که این رنگ‌ها، تمامی مس خود را به دریا رها می‌کنند. هم چنین عنصر مس در پساب‌های شهری و کشاورزی نیز وجود دارد که بالاتر بودن مقادیر این عنصر در سواحل قشم، احتمالاً به این دلیل است. در نتیجه به نظر می‌رسد تخلیه فاضلابهای انسانی و صنعتی به آبهای منطقه و نیز تردد قایقها و شناورها موجب ناپاکی منطقه به عناصر سرب و مس شده است. مقدار فلز روی با میانگین ۷۶/۰۶mg/kg، حداقل۶۲/۳ mg/kg و حد اکثر۹۰/۳ mg/kg، در تمامی ایستگاه‌ها، پایین تر از مقدار میانگین جهانی ۹۵mg/kg می‌باشد. عنصر روی در ترکیب رنگ بدنه قایق‌ها و لنج‌ها بکار می‌رود که احتمال جدا شدن عنصر مذکور و ورود به محیط منطقه وجود دارد. وجود روی در آب و رسوبات دریایی می‌تواند ناشی از تجزیه سنگهای معدنی موجود در بستر دریا باشد. میانگین آهن در منطقه ۳۵۴۱۰ mg/kg است. آهن در رسوبات هیچ یک از ایستگاه‌ها آلودگی به حساب نمی‌آید و غلظت آن همواره کمتراز میانگین رسوبات جهانی ۴۶۰۰۰mg/kg است. نیکل با میانگین ۲۷/۲۳ mg/kg، کمتر از میانگین رسوبات جهانی ۵۲ mg/kg قرار دارد. مطالعات بسیاری از محققین، آلودگی رسوبات به نیکل را اصولاً ناشی از منابع انسانی می‌دانند. این منابع شامل فاضلابهای شهری و صنعتی، تردد کشتیها، قایقها و نفتکشها و نفت خام است [۲۷و ۲۸]. از آنجا که نیکل یکی از عمومی‌ترین فلزات در آب‌های سطحی می‌باشد، در نتیجه آلودگی به نیکل، احتمالاً به علت ورود منابع آلوده شهری و پساب‌های صنعتی اعم از مواد شوینده، سموم، آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی و نهایتاً فاضلابها به منطقه باشد. هم چنین شستشو و ریزش سوخت و مواد روغنی توسط شناورها و قایق‌های موتوری و تفریحی منطقه نیز می‌تواند در بالا رفتن میانگین نیکل در منطقه موثر باشد. در شمال جنگل‌های حرا صنایع مختلفی از قبیل کارخانه سیمان، پایانه بار، شهرک صنعتی ۱و۲، گمرک، مجتمع گازی گورزین و کارخانه گچ و سیمان وجود دارد. Pourang و همکاران (۲۰۰۵) [۲۹] با مطالعه رسوبات سواحل ایرانی خلیج فارس، بیشترین غلظت وانادیم و نیکل را در رسوبات سواحل قشم و بندرلنگه گزارش کردند. از نظر آنها، منابع احتمالی آلودگی این دو فلز، نشت نفت و تخلیه آب توازن از تانکرهای نفتکش و سکوهای حفاری نفت در منطقه است. همینطور Beg و همکاران (۲۰۰۱) [۳۰] در بررسی رسوبات سواحل کویت بیان کردند وانادیم و نیکل فلزات مرتبط با نفت بوده و نشان دهنده وجود آلودگی نفتی در منطقه هستند. با توجه به ماهیت شاخص غنی‌شدگی در مقادیر بالاتر از یک حاکی از اثر غنی‌شدگی فلزات سنگین در رسوبات ناحیه مورد مطالعه و مقادیر ضرایب غنی‌شدگی کمتر از یک بیانگر آن است که این فلزات عمدتًا از منابع طبیعی به منطقه وارد شده و اثر فعالیت‌های انسانی در تمرکز فلزات سنگین ناچیز است. مقادیر غنی شدگی محاسبه شده برای فلزات مورد مطالعه، نشان دهنده تجمع پایین عمده این عناصر در رسوبات سطحی ناحیه مورد تحقیق می‌باشند. در میان فلزات سنگین مورد بررسی، سرب تقریباً در تمامی ایستگاه‌ها روند سریع تری نسبت به سایر فلزات برای غنی شدن در رسوبات طی می‌کنند و غنی شدگی آنها در نمونه‌های خاک نسبت به باقی عناصر بیشتر می‌باشد. این امر میتواند بر تاثیر سوء فعالیت‌های انسانی در غنی‌شدگی فلز سنگین سرب در این مناطق همچون فاضلاب‌های شهری، پساب‌های کشاورزی و صنعتی، وجود صنایع مختلف نظیر گاز گورزین، کارخانه سیمان، لنج سازی و مجتمع پتروشیمی ناشی از آن دلالت داشته باشند. همچنین عنصر مس در ایستگاه‌های ۲۶-۳۰ (منطقه قشم) ضرایب غنی شدگی بالاتری نسبت به بقیه عناصر نشان می‌دهند که احتمالاً به علت ورود پسابهای کشاورزی و صنعتی و رنگ آمیزی لنج‌ها و قایق‌ها به منطقه مورد مطالعه می‌باشد. فلزات نیکل، روی و آهن، از کمترین مقادیر غنی شدن در همه ایستگاهها برخوردار بوده و بدون غنی‌شدگی قرار داشتند، از اینرو مقادیر این فلزات منشأ زمین زاد در مناطق مورد مطالعه دارد و خوشبختانه نیکل، آهن و روی هیچگونه آلودگی‌ای را برای مناطق مورد مطالعه ایجاد نمی‌کند. این نتایج با دستاوردهای الصاق و برمکی (۲۰۱۳) [۲۰] که به سنجش و اندازه‌گیری آلودگی‌های فلزات سنگین در رسوبات ساحلی خلیج فارس پرداختند، نتایج نشان داد که بر اساس شاخص ژئوشیمیایی پیشنهادی مولر، کیفیت رسوبات مناطق از نظر میزان عنصر سرب در کلاس دو و برای عناصر مس و آهن در کلاس صفر طبقه بندی می‌شوند. موذنی و همکاران (۲۰۱۰) [۲۱] به بررسی غلظت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

فلزات سنگین (کادمیوم، مس، سرب ونیکل) در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای بند، شمال خلیج فارس پرداختند. مقادیر شاخصهای ژئوشیمیایی و غنی سازی بیانگر عدم آلودگی اکوسیستمهای مانگروی نایبند به فلزات سنگین به جز سرب می‌باشد. فلز سرب از نظر شاخص ژئوشیمیایی دارای آلودگی متوسط می‌باشد که علاوه بر منشاء انسانی وضعیت زمین شناختی نیز در این آلودگی سهیم می‌باشند.Naji و Ismail (۲۰۱۱) [۳۱] به مطالعه درجه آلودگی‌های رسوب با استفاده از ضریب غنی‌شدگی (EF) و شاخص تجمع ژئوشیمیایی(Igeo) در رودخانه کلانگ پرداختند. نتایج نشان داد که ضریب غنی‌شدگی و مقادیر تجمع ژئوشیمیایی سرب وکادمیوم در میان فلزات مورد مطالعه بالاترین بودند. این مطالعه نشان داد که بر اساس شاخص‌های محاسبه شده، این رودخانه به عنوان رودخانه متوسط آلوده طبقه‌بندی شده است. دخت بندری و رضایی (۲۰۱۳) [۲۳] به مطالعه آلودگی فلزات سنگین در رسوبات ساحلی جزیره هرمز و شناسایی منشأ آنها پرداختند. با توجه به نتایج محاسبه شده ضریب غنی شدگی برای عناصر، در ایستگاه‌های مختلف نسبت به عناصر مس، روی، نیکل، وانادیوم، سرب و آرسنیک از میزان غنی شدگی کمی برخوردار بودند. عنصر سرب فقط در ایستگاه ۹ از ضریب آلودگی متوسطی برخوردار بود. که می‌توان غنی شدگی این عنصر را در این ایستگاه به فعالیت‌های انسان زاد نسبت داد، زیرا عنصر سرب در بقیه ایستگاهها فاقد غنی شدگی است. و تنها غنی شدگی مشاهده شده در ایستگاه ۹ بعلت نزدیکی به محل اسکله است، مطابقت دارد. با توجه به مقادیر بدست آمده از شاخص ژئوشیمیایی مولر در مناطق مورد مطالعه (جدول ۴) و تطبیق داده‌ها با جدول ۳ مشاهده می‌شود که سرب در منطقه قشم (ایستگاه ۲۱ تا ۳۰)، تا حدودی خاک را آلوده نموده است و از نظر درجه آلودگی در رده خاک های غیرآلوده تا آلودگی متوسط (کلاس یک) قرار می‌گیرند. سرب در ترکیبات نفتی یافت میشود و مقدار بالای سرب در ناحیه اسکله قشم می‌تواند ناشی از عملیات احداث اسکله‌ها، ورود و خروج کشتی‌ها و هم چنین ریزش ناخواسته سوخت و مواد روغنی از قایق‌ها و نهایتاً ورود فاضلاب شهری و کشاورزی به ساحل باشد. نتایج محاسبه شدت آلودگی رسوبات مناطق مورد مطالعه با استفاده از شاخص مولر بیانگر آن بود که رسوبات از نظر متوسط شدت آلودگی به عناصر نیکل، روی، آهن و مس در طبقه غیرآلوده (کلاس صفر) قرار گرفته‌اند (منفی بودن داده‌ها در جدول ۴ بیانگر این مطلب است که عناصر نیکل، روی، آهن و مس آلودگی خاصی در منطقه ایجاد نکرده و در رده خاک‌های غیرآلوده قرار می‌گیرند). این نتایج با دستاورد پژوهش باقری و همکاران که نسبت به ارزیابی پراکنش آلودگی فلزات سنگین در خلیج گرگان توسط شاخص ژئوشیمیایی مولر اقدام نموده و نتیجه گرفتند که رسوبات از نظر متوسط شدت آلودگی به عنصر آهن به علت برداشت نمونه‌ها از عمق و ناچیز بودن فعالیتهای انسانی در زمان نهشته شدن رسوبات عمیق، در رده غیرآلوده طبقه‌بندی می‌شوند؛ با دستاورد پژوهش کرباسی و همکاران (۲۰۰۶) [۳۲] که نسبت به ارزیابی شدت آلودگی عناصر سنگین در رسوبات رودخانه شفارود با محاسبه شاخص ژئوشیمیایی مولر اقدام نموده و نتیجه گرفتند که شدت آلودگی رسوبات به فلزات سنگین در رده غیرآلوده می‌باشد، با دستاورد پژوهش بیاتی و همکاران (۲۰۱۲) [۳۳] که نسبت به ارزیابی زیست محیطی فلزات بالقوه سمی در رسوبات بستر شمال غرب خلیج فارس (محدوده استان بوشهر) با محاسبه شاخص ژئوشیمیایی مولر اقدام نموده و نتیجه گرفتند که رسوبات از نظر کیفیت آلودگی برای اکثر عناصر مورد مطالعه در رده غیرآلوده قرار می‌گیرند، با دستاورد باقری و همکاران (۲۰۱۳) [۳۴] به مطالعه تعیین غلظت و منشایابی فلزات سرب و کادمیوم در رسوبات سطحی سواحل بندرعباس با روش استخراج پی درپی پرداختند. نتایج نشان داد که بیش از نیمی از کل سرب و کادمیوم در رسوبات سواحل پایانه و پارک جهانگردی سورو در واقع منشأ طبیعی دارند. نسبت زیاد این بخش در رسوبات نشان دهنده‌ی آن است که منابع غیر انسانی در آلودگی فلزات در سواحل این دو ایستگاه نقش کمتری را داشته و افزایش غلظت فلزات در این بخش به دلیل وجود مقادیر بیشتر این دو فلز به طور طبیعی در پوسته زمین در محدوده ی مورد مطالعه است، با دستاورد پژوهش Alagarsamy و همکاران(۲۰۰۸) [۳۵] که توسط شاخص تجمع زمینی مولر به ارزیابی شدت آلودگی عناصر سرب و مس در رسوبات مصب مانداوی هندوستان پرداخته و عنوان نمودند که مقادیر شاخص برای این عناصر در طبقه غیرآلوده می‌باشد، و با دستاورد پژوهش Buccolieri و همکاران(۲۰۰۸) [۳۶] که توسط شاخص تجمع زمینی مولر نسبت به ارزیابی غلظت عنصر مس در رسوبات خلیج تارانتو ایتالیا اقدام و نتیجه گرفتند که مقادیر محاسبه شده شاخص کمتر از صفر و در طبقه غیرآلوده بوده است، مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری نهایی

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

براساس نتایج به دست آمده از شاخص انباشت ژئوشیمیایی مولر می‌توان نتیجه گرفت که رسوبات در مناطق مورد مطالعه از نظر شدت آلودگی به عناصر نیکل، روی، آهن و مس در طبقه غیرآلوده (کلاس صفر) و از لحاظ عنصر سرب در منطقه قشم در رده خاک‌های غیرآلوده تا آلودگی متوسط (کلاس یک) قرار می‌گیرند. همچنین از بین مناطق مورد مطالعه منطقه قشم نسبت به مناطق بندرخمیر و بندرلافت آلودگی بیشتری را نشان می‌دهد، که این آلودگی بیشتر مربوط به نزدیکی این منطقه (قشم) به کارخانه پتروشیمی کاوه قشم، کارخانه سیمان قشم و ورود پساب آب‌های صنعتی و شهری و کارخانه لنج سازی می‌باشد. همچنین بالابودن شاخص غنی‌شدگی فلز مس در منطقه قشم از تأثیر فعالیت‌های انسانی در آلودگی و انباشت این فلز در رسوبات این منطقه حکایت دارد.

تشکر و قدردانی: بدینوسیله از سرکارخانم ماندانا علی‌نیا که در انجام این پژوهش ما را یاری کردند صمیمانه سپاسگزاری می‌نماییم.

تاییدیه اخلاقی: کلیه مراحل انجام این مطالعه با رعایت مسایل اخلاقی انجام شد.

تعارض منافع: در مطالعه حاضر هیچگونه تعارض منافعی وجود ندارد.

سهم نویسندگان: ناصر کوسج (نویسنده اول) نگارنده نتایج و بحث (۳۵٪)، حجت الله جعفریان (نویسنده دوم) نگارنده تحلیل آماری و مقدمه (۲۵٪)، عبدالواحد رحمانی (نویسنده سوم) نگارنده روش کار و مقدمه (۲۰٪)، عبدالرحمن پاتیمار (نویسنده چهارم) نگارنده مقدمه و بحث (۱۰٪) و حسنی قلی پور (نویسنده پنجم) نگارنده مقدمه (۱۰٪)

منابع مالی: موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

1-Kooshafar A, Savari A, Sakhaei N, Archengi B, Karimi Organi F. Evaluation of carcinogenic and non-carcinogenic factors of heavy metals in the muscle of the predominant fish of Bahmanshir river. Journal of Animal Environment. 2019; 11(4):155-162. (in Persian).

2-Elsagh A, Rabani M. Determination of heavy metals in salt from filtration with water washing method and comparing with standard. Iranian Congress for Trace Elements. 2010;1-55.

3-Lu X, Wang L, Lei K, Huang J, Zhai Y. Contamination assessment of copper, lead, zinc, manganese and nickel in street dust of Baoji, NW China. Journal of Hazardous Material. 2009;161: 1058- 1562.

4- Ravichandran M, Baskaran M, Santschi PH, Bianchi TS. History of trace metal pollution in Sabine-Neches, Beaumont, Texas. Environmental Science Technology. 1995;29(6): 1495-1503.

5-Karbasi A, Volvi Sh. Determination of heavy metal contamination in Bamdaj wetland sediments using Müller geochemical index. Journal of Environmental Quarterly. 2010; 36(54):1-10. (in Persian).

6-Morillo J, Usero G, Gracia I. Heavy metal distribution in marine sediments from the southwest of Spain.Journal of Chemosphere. 2010; 55(3): 431-42.

7-Sari GL, Trihadiningrum Y, Suci FC, Fashanah Hadining A. Identification of Total Petroleum Hydrocarbon and Heavy Metals Levels in Crude Oil Contaminated Soil at Wonocolo Public Mining.The International Journal by the Thai Society of Higher Education Institutes on Environment.2018;11(2):109-117.

8-Cogun HY, Yuzereroglu TA, Firat O, Gok G, Kargin F. Metal concentrations in fish species from the Northeast Mediterranean Sea. Journal of Environmental Monitoring and Assessment.2008; 121(4): 431- 438.

9-Doyle CJ, Pablo F, Lim RP, Hyne RV. Assesment of metal toxicity in sediment pore water from Lake Macquarie, Australia.Journal of Environmental Contamination Toxicology. 2009; 44(3):343-350.

10-Janadeleh H, Kameli MA. Metals contamination in sediment and their bioaccumulation in plants and three fish species from freshwater cosystem. Toxin Reviews.2017; 18[31]: 1-9. (in Persian).

11- Coulibaly S, Celestin Atse B, Mathias Koffi K, Sylla S, Justin Konan K, Joel Kouassi N. Seasonal Accumulations of Some Heavy Metal in Water, Sediment and Tissues of Black-Chinned Tilapia Sarotherodon melanotheron

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

from Bietri Bay in Ebrie Lagoon, Ivory Coast. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.2012; 88 (3): 571-576.
12- Bahador M, Moradi A, Naji A. Evaluation of heavy metal pollution in surface sediments of the estuary of the Shoor River, east of Bandar Abbas using various indicators. Journal of Marine Science and Technology.2018; 16(3): 56-71. (in Persian).
13- Haghshenas A, Hatami M, Mirzaei M, Mirsanjari M, Hossein Khezri P. Assessment and assessment of ecological risk of heavy metals in surface sediments of Pars Energy Special Economic Zone. Bimonthly Journal of Southern Medicine. Persian Gulf Biomedical Research Institute. Bushehr University of Medical Sciences and Health Services.2017; 20(5): 448-469. (in Persian).
14- Ruangsomboom S, Wongrat L. 2006. Bioaccumulation of cadmium in an experimental aquatic food chain involving pHytoplankton (*Chlorella vulgaris*), zooplankton (*Moina macrocopa*), and the predatory catfish Clarias macrocepHalus and C. gariepinus. Aquatic Toxicol.2006; 78(1): 15-18.
15- Moopam. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods . 3rd ed, Kuwait.1999; 321.
16-Sinex S , Helz G. Regional Geochemistry of Trace Elements in Chesapeak Bay Sediments. Environmental Geology. 1981; 3: 315-323.
17-Leep NW., 1998. Effect of heavy metal pollution on plansts. Applical Science Publication London. 1998; 1.
18-CCREM (Canadian Council of Resource and Environment Ministers). Canadian water quality prepared by the task force on water quality guidelines. 1987.
19-Muller G. Index of Geoaccumulation in Sediments of the Rhine River. Geology Journal. 1969; 2: 108-118.
20-Bagheri H, Darvish Bastami K, Sharmand T, Bagheri Z. Evaluation of heavy metal pollution distribution in Gorgan Bay. Journal of Oceanography.2012; 3(11):65-72. (in Persian).
21-Elsagh A, Baramaki M. Measurement of heavy metal pollution in the coastal sediments of the Persian Gulf. Environmental Science and Technology.2019; 15(3): 1-11. (in Persian).
22- Moazani M, Hairipour S, Mohammadi M, Fooladi H. Investigation of concentrations of heavy metals (cadmium, copper, lead and nickel) in the surface sediments of Nayband National Marine Park, north of the Persian Gulf. Quarterly Journal of Wetland Ecology - Islamic Azad University, Ahvaz Branch. 2013; 15 (5): 32-23. (in Persian).
23-Bazi A. Investigation and determination of the level of contamination of surface sediments of Chabahar Bay with heavy metals. Journal of Health and Environment. 1394; 8(1): 45-56. (in Persian).
24-Dokht Bandari GM, Rezaei P. Study of heavy metal pollution of coastal sediments of Hormoz Island and their origin. Journal of Oceanography. 2013; 6(22): 97-106. (in Persian).
25-Luoma SN, Rainbow PS. Metal contamination in aquatic environments: science and lateral Heavy metals mobility in harbor contaminated sediments: The case of Port-en-Bessin. Journal of Marine Pollution Bulletin.2008; 50: 504-516.
26-Firoozshahian N, Payendeh Kh, Sabz Alipour S. Evaluation of heavy metal pollution (nickel, cadmium and vanadium) in water and sediments of Horalazim wetland in Khuzestan province. Journal of Animal Environment.2019; 11(4): 359 - 368. (in Persian).
27-De Astudillo LR, Yen IC, Berkele I. Heavy metals in sediments mussels and oysters from TrinidadCd, Zn and Pb) in sediments of Anzali Wetland. Iranian Journal of Natural Resources. 2015;58: 623-634.
28-El Tokhi M, Abdelgawad E, Lotfy M. Impact of Heavy metals and Petroleum hydrocarbons contamination of the East Port Said Port area, Egypt. Applied Sciences Research. 2008; 4(1): 1788-1798.
29-Pourrang N, Nikouyan A, Dennis J H. Trace element concenteration in fish, sediments and water from northern part of the Persian Gulf.Environmental Monitoring and Assessment.2005; 109: 293-316. (in Persian).
30-Beg MU, Al-Muzaini S, Saeed T, Jacob PG, Beg KR, Al-Bahloul M, Al-Matrouk K, Al-Obaid T, Kurian A. Chemical contamination and toxicity of sediment from a coastal area receiving industrial effluents in Kuwait. Archives of Environmental Contamination and Toxicology.2001; 41: 289– 297.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

31-Naji A, Ismail A. Assessment of Metals Contamination in Klang River Surface Sediments by using Different Indexes. Journal of Environment Asia. 2011; 4(1): 30-38.
32-Karbasi A, Bayati A, Nabi Bidehandi Gh. Investigation of the severity of heavy element pollution in Shafarood river sediments. Journal of Environmental Studies. 2006;32(39):41-48. (in Persian).
33-Bayati F, Mudbari S, Lak R, Saeedi M. Environmental assessment of potentially toxic metals in sediments of the northwestern bed of the Persian Gulf (Bushehr province), 31st Earth Sciences Conference. Geological Survey and Mineral Exploration. 2012;10. (in Persian).
34-Bagheri Z, Riahi Bakhtiari A, Bagheri H. Study of Determination of Concentration and Origin of Lead and Cadmium Metals in Surface Sediments of Bandar Abbas Coasts by Sequential Extraction Method. Journal of Oceanography.2013; 14: 27-33. (in Persian).
35-Alagarsamy R. Distribution and seasonal variation of trace metals in surface sediments of the Mandovi Estuary. West Coast of India. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2008; 67 (1-2): 333-339.
36-Buccolieri A, Buccolieri G, Cardellicchio N, Dell Atti A, Di Leo A, Maci A. Heavy metals in marine sediments of Taranto Gulf, Ionian Sea, Southern Italy. Journal of Marine Chemistry. 2006;99(2): 227-235.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]

Journal of Fisheries Science and Technology
Special issue on Persian Gulf ecosystem
Volume10, Issue 2, Spring 2021
Pages: 151-163

Evaluation of heavy metal pollution of sediments in Qeshm, Bandar Khamir and Bandar Laft in the Persian Gulf (Hormozgan province)

Naser Koosej*[1], Hojatollah Jafarian[2], Abdolvahed Rahmani[1], Abdolrahman Patimar[2], Hosna Gholipour[2]

1- Department of Chemistry, Faculty of Basic Sciences, Hormozgan University, Bandar Abbas, Iran

2- Department of Fisheries, Faculty of Basic Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

A B S T R A C T

In this study, coastal sediments of Qeshm, Bandar Khamir and Bandar Laft regions in Hormozgan province were studied to determine the level of contamination of heavy metals lead, nickel, zinc, iron and copper by natural processes or human activities. In order to identify environmental pollutants caused by heavy metals, shovel sampling was performed from the sediments of these areas to measure the concentration of heavy metals and determine the enrichment index. The location of the samples was determined using a GPS device and sampling of surface sediments (tidal zone) was performed at 30 stations in the study areas. Atomic absorption of flame spectrometry was used to determine the concentration of heavy metals. The results showed that the mean concentrations of heavy elements lead, nickel, zinc, iron and copper in all sampling stations showed a significant difference ($p<0.05$). In terms of concentration of studied elements in Qeshm region (copper: 33.76±1.88, zinc: 85.44±2.75, lead: 31.79±1.23, nickel: 34.17± 2.29 and Iron: 38000±691.21 µg/g) compared to Bandar Khamir (copper: 26.84±2.30, zinc: 77.54±2.12, lead: 24.71±1.37, nickel:25.82±1.30 and iron: 36810± 482.882 µg/g) and Bandar Laft (copper: 22.74± 2.42, zinc: 65.22±2.61, lead: 19.93±1.32, nickel: 21.70±2.06 and iron: 35560±1014.56 µg/g) had higher contamination. The results also showed that the metal enrichment factor is low in all sediment samples and in terms of Müller geochemical index, the degree of soil contamination is in the category of non-contaminated soils. Based on the results, it can be stated that the pollution situation in the study areas (Qeshm, Bandar Khamir and Bandar Laft) for the studied metals is less than the world standard, but among the studied areas, Qeshm region compared to Bandar Khumir and Bandar Raft It shows more pollution, which is mostly related to the proximity of this area (Qeshm) to Kaveh Qeshm Petrochemical Plant, Qeshm Cement Plant and the entry of industrial and municipal water effluent and launcher plant. Also, the high index of copper metal enrichment in Qeshm region indicates the effect of human activities on pollution and accumulation of this metal in the sediments of this region.

KEYWORDS: Heavy Metals, Pollution, Persian Gulf, Sediment, Enrichment factor, Müller Geochemical Index

ARTICLE TYPE

Original Research

ARTICLE HISTORY

Received: 8 Feburary 2021

Accepted: 20 May 2021

ePublished: 31 May 2021

* Corresponding Author:
Email address: naserkooseg@yahoo.com
Tel: +(98)9179540801
© Published by Tarbiat Modares University
eISSN:2476-6887 pISSN:2322-5513

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-26]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1400.10.2.9.1]