بررسی غلظت فلزات سنگین (کادمیوم، مس، سرب ونیکل) در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای بند، شمال خلیج فارس

مصطفی موذنی[۱]
سام حایری‌پور[۲*]
مهدی محمدی[۳]
حسن فولادی[٤]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، دانشجوی کارشناسی ارشد آلودگی محیط زیست، تنکابن، ایران
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تنکابن، گروه محیط زیست، تنکابن، ایران
۳. دانشگاه خلیج فارس، دانشکده علوم پایه، گروه زیست شناسی، بوشهر، ایران
۴. دانشگاه رشت، دانشجوی کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، رشت، ایران

*** نویسنده مسئول مکاتبات**
samhaeri@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۰۴

کد مقاله: ۱۳۹۲۱۹۵۱
این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی می‌باشد.

چکیده

در این مطالعه، به بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای‌بند (نخستین پارک ملی دریایی ایران) پرداخته شده است. نمونه‌برداری از رسوبات سطحی از تیرماه ۱۳۸۹ تا اسفند ۱۳۸۹ صورت پذیرفت. برای این منظور ۵ ایستگاه در اکوسیستم حرای پارک ملی نای بند انتخاب گردید. در هر ایستگاه نمونه‌برداری ۳ بار تکرار و رسوبات پس از خشک نمودن به وسیله اسید هضم شدند. میزان فلزات کادمیوم، مس، سرب و نیکل به وسیله Perkin Elmer Varian 200 اندازه‌گیری شد. دامنه غلظت فلزات سنگین برای کادمیوم به طور میانگین ۰/۰۷-۰/۴ (۰/۲)، سرب ۴۰/۲-۶۴/۶ (۵۲/۲۳)، نیکل ۱۴/۶-۹۴/۰۳ (۴۰/۱) و مس ۲/۸-۸/۰۱ (۵/۲) میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک رسوب به دست آمد. این غلظت در فصل گرم بیشتر از فصل سرد بود. داده‌های خام تولیدی با استفاده از نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد. نتایج شاخص‌های آلودگی ژئوشیمیایی مولر (Igeo) و آلودگی کرباسی (Ipoll) حاکی از آن بود که به جز سرب که درجه آلودگی خیلی شدید نشان می‌داد سایر فلزات در رسوبات سطحی در وضعیت غیر آلوده قرار داشتند. همچنین مقایسه نتایج با استاندارد کیفیت جهانی رسوبات (SQGs) نشان می‌دهد که رسوبات از نظر کادمیوم و مس در وضعیت غیر آلوده و نیکل و سرب در دامنه آلودگی متوسط قرار دارند.

واژگان کلیدی: خلیج فارس، نایبند، فلزات سنگین، رسوبات سطحی، زیستگاه حرا.

مقدمه

فلزات سنگین به‌دلیل سمیت، پایداری و خاصیت تجمع زیست از جمله آلودگی‌های جدی و خطرناک محیط زیست می‌باشند (MacFarline and Burchett, 2000; Defew and hector, 2005). فلزات سنگین پتانسیل آلوده نمودن خاک و آب را داشته و می‌توانند با پراکنده شدن و تجمع در گیاهان و جانوران بوسیله انسان مورد مصرف قرار گیرند (Wcislo *et al*., 2002) همچنین فلزات سنگین می‌توانند با تجمع زیستی در زنجیره غذایی به سمیت مزمن و شدید دامن زنند (Ahmad *et al*., 2010). رسوبات که هم نقش منبع و هم پذیرنده آلاینده‌ها را بازی می کند در ارزیابی آلودگی‌ها از لحاظ فلزات سنگین از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (Zhipeng *et al*., 2009; Al-juboury, 2009). فعالیت‌های زمین‌شناختی و انسانی دو منبع اصلی فلزات در محیط زیست می‌باشند. فعالیت‌های

زمین شناختی همان فرایندهای طبیعی مانند فرسایش صخره‌ها و فعالیت‌های آتشفشانی می‌باشد که نقش‌های قابل ملاحظه‌ای در غنی شدن منابع آبی دارند (Farkas *et al*., 2007). منابع انسانی وابسته به فعالیت‌های انسانی مانند صنایع، کشاورزی، معدنکاوی و زیرساخت‌های توسعه شهری می‌باشند که می‌توانند باعث انتقال آلاینده‌ها به آب‌ها از طریق رودخانه‌ها و دیگر خروجی‌ها شوند (Tavakoly Sany *et al*., 2011). بنابراین پایش رسوبات از نظر فلزات سنگین دارای اهمیت بوده و یکی از راه‌های بررسی وضعیت آلودگی رسوبات استفاده از استانداردهای کیفیت رسوبات (SQGs) بعنوان ابزاری مهم برای ارزیابی شیمیایی رسوبات جهت تشخیص سمیت و اثرات بیولوژیکی می‌باشد. در این بررسی غلظت‌های بدست آمده با چند گروه از این استانداردها مقایسه گردید.

نای‌بند نخستین پارک ملی دریایی ایران است که در کرانه‌های شمالی خلیج فارس در شهرستان کنگان و در ۳۲۰ کیلومتری جنوب شرقی بوشهر و در شرق و جنوب شرقی بندر عسلویه در موقعیت جغرافیایی " ۲۸ ' ۲۷ °۵۲ تا" ۲۰ ' ۵۲ ° ۵۲ طول شرقی و " ۲۵ ' ۹ °۲۷ تا " ۱۵ '۲۸°۲۷ عرض شمالی واقع شده است (مصوبه سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۸۲). منطقه نای‌بند از سال ۱۳۵۷، با وسعت ۲۲۵۰۰ هکتار در لیست مناطق حفاظت شده استان بوشهر قرار گرفته و سپس مطابق مصوبه مورخ ۱۳۸۲/۱۲/۲۸ شورای عالی حفاظت محیط زیست با وسعت ۴۸۰۰۰ هکتار بعنوان نخستین پارک ملی دریایی ایران ارتقاء حفاظت یافته است (درویش صفت، ۱۳۸۵) اما بدلیل توسعه شدید صنعتی و افزایش جمعیت جوامع انسانی همجوار بخش‌هایی از این پارک کاسته و وسعت آن به ۴۷۰۰۰ هکتار کاهش یافته است (موذنی، ۱۳۸۹). پارک ملی دریایی نای‌بند با در بر داشتن اکوسیستم‌های مهم و منحصر به فرد ساحلی و دریایی مانند جنگل‌های حرا، اجتماعات وسیع مرجانی، بسترهای علف‌های دریایی و انواع سواحل ماسه‌ای، گِلی و صخره‌ای و همچنین تنوع گونه‌ای وابسته به این زیستگاه‌ها مانند انواع آبزیان، لاکپشت‌های در معرض خطر (سبز و نوک عقابی) و محل زمستان‌گذرانی انواع پرندگان، یکی از مهم‌ترین مناطق دریایی شمال خلیج فارس می‌باشد (موذنی، ۱۳۸۹). به دلیل اهمیت زیستگاهی و معرفی خلیج نای‌بند بعنوان ذخیرگاه ژنتیکی و مجاورت این پارک با بزرگ‌ترین قطب صنعتی کشور (عسلویه)، می‌طلبد پایش‌های زیست محیطی مانند پایش فلزات سنگین جهت تعیین وضعیت سلامت زیستگاه‌ها صورت پذیرد.

مواد و روش‌ها

پارک ملی دریایی نای بند شامل دو بخش خشکی و دریایی می‌باشد که در بخش دریایی و ساحلی دو خور بزرگ بساتین و بیدخون که درختان مانگرو را در خود جای داده است و در مجموع خلیج بزرگی به نام نای‌بند را در بر می‌گیرد. منابع متعدد کانونی و یا بی کانون به این اکوسیستم مهم وارد می‌شوند که پتروشیمی (حدود ۸ واحد)، واحدهای پالایشگاهی گاز (۱۰ واحد فعال)، رواناب‌های شهری و سایر مناطق صنعتی از مهم‌ترین آن‌ها می‌باشند. شکل ۱ موقعیت پارک ملی دریایی نای‌بند در ایران و ایستگاه‌های نمونه‌برداری رسوبات در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

شکل ۱: موقعیت پارک ملی دریایی نای‌بند و ایستگاه‌های نمونه‌برداری رسوبات.

نمونه‌برداری از رسوبات سطحی در ۵ ایستگاه در زمان جزر کامل در سواحل بین جزر و مدی نواحی جنگل‌های مانگرو خلیج نای‌بند در تیر ماه تا اسفند سال ۱۳۸۹ انجام شد. برای جمع‌آوری نمونه‌ها از ظروف پلی اتیلنی برچسب‌گذاری شده که بر روی هر برچسب نام ایستگاه و تاریخ نمونه‌برداری ذکر شده بود استفاده شد. در هر یک از ایستگاه‌ها سه نمونه رسوب از ۵ سانتی‌متری سطح رسوبات بوسیله بیلچه با پوشش نایلونی برداشت شد. نمونه‌های رسوب در ظروف پلی اتیلنی درون یخدان حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شد (Delman *et al*., 2006; Yap *et al*., 2002). نمونه‌های رسوب در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت درون آون کاملاً خشک شدند. سپس از الک ۶۳ میکرون عبور داده شدند و با استفاده از هاون چینی پودر گردیدند و تا شروع مرحله هضم شیمیایی درون ظروف پلی اتیلنی نگهداری شدند (Delman *et al*., 2006). به منظور هضم نمونه‌های رسوب یک گرم از رسوب پودر شده را درون بالن ریخته و ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک (Merck ۶۵ درصد) و اسید پرکلریک به نسبت ۴:۱ به آن افزوده شد. سپس مرحله هضم با استفاده از Hot plate digester ابتدا به مدت ۱ ساعت و ۳ ساعت در دمای ۱۴۰ درجه انجام شد. پس از سرد شدن نمونه‌ها در زیر هود حجم نمونه‌ها با آب دو بار تقطیر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شدند و با استفاده از کاغذ واتمن ۴۲ صاف شدند (Yap *et al*., 2002). نمونه‌های به دست آمده تا زمان اندازه‌گیری فلزات در ظروف پلی اتیلنی درب‌دار در دمای یخچال نگه‌داری شدند. اندازه‌گیری فلزات بوسیله دستگاه جذب اتمی مدل (Perkin Elmer Varian 200) صورت پذیرفت.

آنالیزهای آماری با نرم افزار SPSS و جهت بررسی درجه آلودگی فلزات در رسوبات از استانداردهای کیفیت رسوبات و شاخص‌های ژئوشیمیایی مولر، شاخص آلودگی کرباسی و فاکتور غنی سازی استفاده شده است. شاخص تجمع زمینی (Igeo) برای اولین بار توسط مولر در سال ۱۹۷۹ تعریف گردید. شاخص مذکور برای اندازه‌گیری و تعریف آلودگی رسوبات توسط مقایسه غلظت‌های کنونی یک عنصر با میزان آن ماده قبل از آلوده شدن در رسوبات، محاسبه می‌گردد (Muler, 1979). این شاخص با استفاده از رابطه زیر، قابل محاسبه می‌باشد. مولر، هفت کلاس مختلف را برای طبقه‌بندی این شاخص عنوان کرد (جدول ۳).

$$Igeo = Log_2 (Cn / Bn \times 1.5)$$

Igeo = شاخص تجمع ژئوشیمیائی یا شاخص شدت آلودگی در رسوبات

Cn = غلظت ماده آلاینده در رسوبات سطحی

Bn = غلظت فلزات در شیل و ۱/۵ ضریب نرمال سازی پیشینه غلضت فلزات در شیل می‌باشد (Turekian and Wedepohl 1961).

جهت ارزیابی شدت آلودگی رسوبات از شاخص آلودگی (Karbassi *et al*., 2008) با فرمول زیر استفاده گردید:

$$IPOLL = Log_2 (Cn / Bn)$$

IPOLL= شاخص تجمع ژئوشیمیائی یا شاخص شدت آلودگی در رسوبات

Cn = غلظت ماده آلاینده در رسوبات سطحی

Bn = غلظت ماده آلاینده در پوسته زمین یا غلظت اولیه عناصر در زمانی که آلودگی وجود نداشته است (Karbassi, 2001).

EF توسط محققان استرالیایی ابداع شده است (Sinex and Helz,1981) و فقط بیانگر محیط تجمعی یا دافعه می‌باشد. اگر میزان EF بالای ۱ باشد آن محیط تجمع عناصر را نشان می‌دهد و اگر زیر ۱ باشد حاکی از محیط دافعه می‌باشد و اگر ۱ باشد محیط کاملاً طبیعی خواهد بود (خراط صادقی و کرباسی، ۱۳۸۷) که از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$EF = \frac{\frac{Cn}{Fe}}{\frac{Bn}{Fe}}$$

EF: فاکتور تجمع (Enrichment Factor)

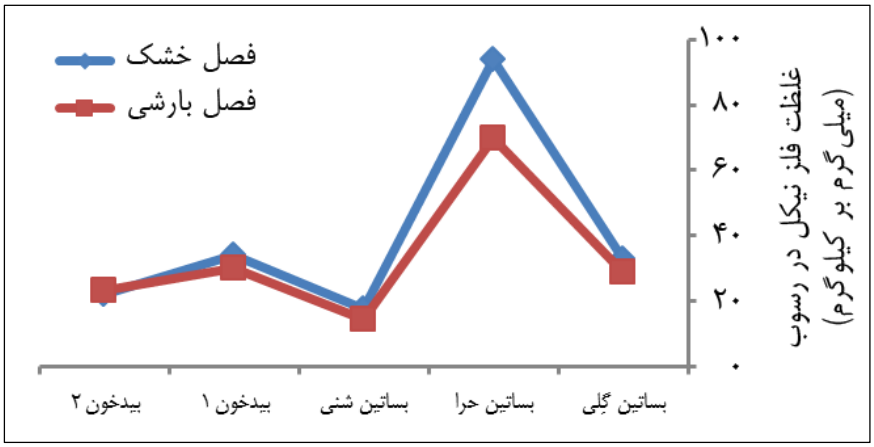
$\frac{Cn}{Fe}$: غلظت فعلی عنصر در نمونه تقسیم بر غلظت آهن در نمونه

$\frac{Bn}{Fe}$: غلظت عنصر به آهن در پوسته زمین

نتایج

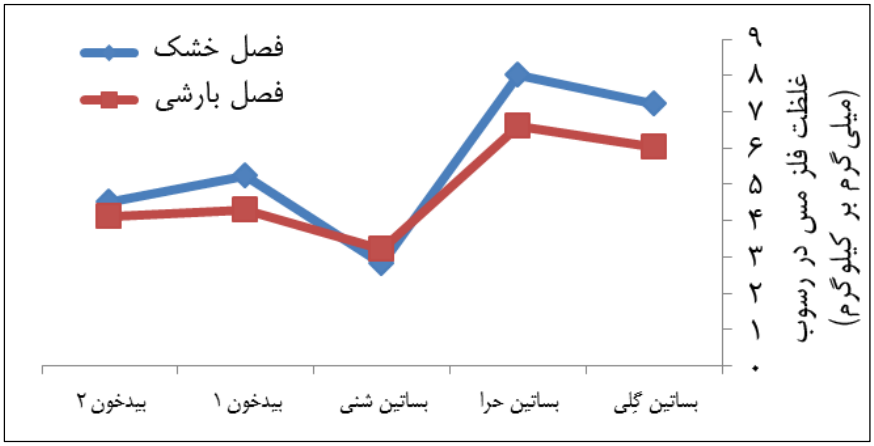
نتایج غلظت فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و مس در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای‌بند بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در جهت ارزیابی وضعیت محیط زیست و اثرات فعالیت‌های صنعتی و توسعه‌ای در اطراف پارک ملی دریایی نای‌بند محاسبه و در شکل‌های ۲ تا ۶ ارائه شده است. میانگین غلظت فلزات در دو فصل بارشی و خشک در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای‌بند بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم برای کادمیوم به طورمیانگین ۰/۰۷-۰/۴ (۰/۲)، سرب ۴۰/۲-۶۴/۶ (۵۲/۲۳)، نیکل ۱۴/۶-۹۴/۰۳ (۴۰/۱) و مس ۲/۸-۸/۰۱ (۵/۲) میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک رسوب به دست آمد. غلظت‌های بدست آمده از آنالیز رسوبات محدوده مطالعاتی با راهنمای کیفیت رسوبات مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. در جدول ۱ چندین راهنمای کیفیت رسوبات که در این مطالعه از آن‌ها بهره گرفته شده مانند معیارهای پیشنهادی رسوبات آژانس محیط زیست آمریکا ((CBSOG(WDN, 2003 ،EPA, 1997; USEPA,1991)، ضوابط فلزات در رسوبات نیویورک (۱۹۹۳) و راهنمای کیفیت رسوبات ایالتی (WDN,1995; Peddicord *et al*., 1998; ANZECC 2002) آورده شده است. نتایج شاخص‌های مختلف در جدول ۲، طبقه‌بندی شاخص ژئوشیمیایی در جدول ۳ و همبستگی فلزات در جدول ۴ ارایه شده است.

شکل ۲: غلظت فلز کادمیوم در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای‌بند (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در سال ۱۳۸۹.

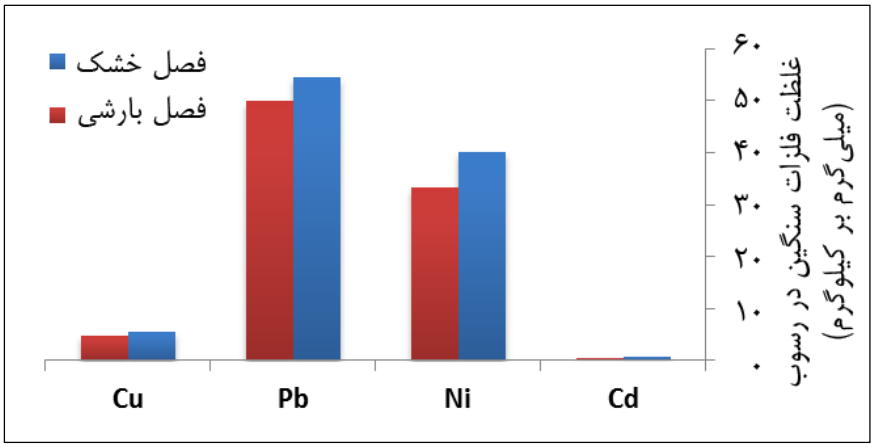


شکل ۳ : غلظت فلز نیکل در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای بند (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در سال ۱۳۸۹.

شکل ٤: غلظت فلز سرب در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای‌بند (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در سال ۱۳۸۹.



شکل ۵: غلظت فلز مس در رسوبات سطحی پارک ملی دریایی نای بند (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در سال ۱۳۸۹.



شکل ٦: مقایسه غلظت فلزات در فصل خشک و بارشی (میل‌گرم بر کیلوگرم) در سال ۱۳۸۹.

جدول ۱: مقایسه میانگین فلزات سنگین با راهنماهای کیفیت رسوبات در سال ۱۳۸۹.

استاندارد کیفیت رسوبات	Cd	Ni	Pb	Cu
مطالعه اخیر	۰/۲ ۰/۴-۰/۰۷	۳۶/۷۷ ۹۴/۰۳-۱۴/۶	۵۲/۲۸ ۶۴/۶-۴۰/۲	۸/۲ ۸/۰۱-۲/۸
کیفیت پیشنهادی رسوبات EPA				
غیرآلوده	----	۲۰>	۴۰>	۲۵>
آلودگی کم	----	۲۰-۵۰	۴۰-۶۰	۲۵-۵۰
آلودگی زیاد	۶<	۵۰<	۶۰<	۵۰<
CBSOG SQG(2003)				
غیرآلوده	۰/۹۹>	۲۳>	۴۰>	۹۰>
آلودگی متوسط	۰/۹۹-۳	۲۳-۳۶	۴۰-۷۰	۹۰ -۲۰۰
آلودگی سنگین	۳<	۳۶<	۷۰<	۲۰۰<
معیارهای رسوبات نیویورک				
دامنه تاثیرات پایین	۰/۶	۱۶	۳۲	۱۶
دامنه تاثیرات چندگانه	۹	۵۰	۱۱۰	۱۱۰
ضوابط کیفیت رسوبات(۱۹۹۲)				
دامنه تاثیرات کم	۰/۶	۱۶	۳۱	۱۶
دامنه تاثیرات بالا	۱۰	۷۵	۲۵۰	۱۱۰

جدول ۲: نتایج شاخص‌های ژئوشیمیایی و آلودگی.

	Cd	Ni	Pb	Cu
مطالعه اخیر	۰/۲	۳۶/۷۷	۵۲/۲۸	۵/۲۰
IPOLL = Log2 (Cn / Bn)	-۳/۶۴	-۱/۲۲	۳/۵۳	-۲/۶۶
Igeo = Log2 (Cn / Bn x 1.5)	۰	-۰/۳	۱/۹۷	-۲/۵۲
EF(Enrichment factor)	۰/۰۶۳	۰/۳۹	۳/۲۰۱	۰/۰۸۹

جدول ۳: طبقه بندی رسوبات براساس شاخص تجمع ژئوشیمیایی.

وضعیت آلودگی	درجه آلودگی	مقادیر Igeo
آلودگی شدید	۶	۵< Igeo
از آلودگی زیاد تا آلودگی شدید	۵	۴< Igeo≤ ۵
آلودگی زیاد	۴	۳< Igeo≤ ۴
از آلودگی متوسط تا آلودگی زیاد	۳	۲< Igeo≤ ۳
آلودگی متوسط	۲	۱< Igeo≤ ۲
از غیر آلوده تا آلودگی متوسط	۱	۰< Igeo≤ ۱
غیر آلوده	۰	Igeo≤ ۰

جدول٤: همبستگی فلزات در رسوبات پارک ملی دریایی نای‌بند.

فلزات	Cd	Ni	Pb	Cu
Cd	۱	-۰/۳۷۷	۰/۲۳۸	-۰/۳۷۲
Ni		۱	۰/۴۴۸	۰/۵۹۲*
Pb			۱	۰/۵۶۷*
Cu				۱

بحث و نتیجه‌گیری

میانگین غلظت فلزات مورد بررسی (مس، کادمیوم، نیکل و سرب) در نمونه‌های رسوبات پارک ملی دریایی نای‌بند بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک در شکل ۱ آمده است. غلظت فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و مس در بین ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بودند (P<۰/۰۵) این امر می‌تواند حاکی از این باشد که منابع آلودگی بصورت نقطه‌ای در این منقطه وجود دارد. اما بین دو فصل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. میانگین غلظت فلزات کادمیوم، نیکل، سرب و مس در فصل گرم (خشک) نسبت به فصل سرد (بارشی) بالاتر بود که احتمالاً بارش‌های سنگین در این فصل باعث رقیق سازی و تحرک فلزات سنگین در رسوبات و محیط آبی شده است (Tavakoly Sany *et al*., 2011). میزان بارش منطقه در دی ماه ۱۳۸۹ بر اساس آمار هواشناسی فرودگاه خلیج فارس ۱۱۰ میلی‌متر ثبت شده که نسبت به ده سال گذشته بالاترین مقدار بوده است و با توجه به این که حوزه جنگل‌های حرا محل تخلیه تمام سیلاب‌های حوزه آبریز عسلویه و پارسیان می‌باشد یکی از کم سابقه‌ترین سیلاب‌ها در فصل بارشی رخ داد.

با توجه به نتایج دانه‌بندی، رسوبات منطقه از جنس سیلتی – رسی بوده و اندازه بسیار ریزی دارند. با افزایش نسبت سطح به حجم در رسوبات و در نتیجه احتمال جذب سطحی بیشتر آلاینده‌ها بر رسوبات، پتانسیل آن‌ها برای به دام انداختن آلاینده‌های آلی و غیر آلی بیشتر خواهد شد، لذا رسوبات بسترهای نرم و گِلی آلاینده‌های بیشتری را نسبت به بسترهای شنی – ماسه‌ای در خود نگه می‌دارند. (Mora and Sheikholeslami, 2002)

ارزیابی شرایط زیست محیطی و ژئوشیمیایی فلزات در رسوبات بوسیله مقایسه با چندین استاندارد کیفیت جهانی رسوبات (SQGs) نشان می‌دهد که این رسوبات به لحاظ کادمیوم و مس غیر آلوده بوده، و از نظر نیکل و سرب در دامنه آلودگی متوسط قرار می‌گیرد. در استانداردهای کیفیت رسوبات نیویورک و دیگر استانداردهای ایالتی در آمریکا سه سطح اثر برای رسوبات در نظر گرفته شده است. دامنه اثرات کم (ISQG-L) و دامنه اثرات شدید (ISQG-H). دامنه اثر کم (ISQG-L) بیانگر میزان آلودگی است که بر روی ارگانیسم‌های موجود در رسوبات نمی‌تواند اثری داشته باشد. دامنه اثرات شدید (ISQG-H) بیانگر میزان آلودگی در رسوبات می‌باشد که می‌تواند بر روی ارگانیسم‌های موجود در رسوبات اثرات مضر داشته باشد. همچنین مقادیر مابین این دو حد نشان می‌دهد که آلاینده‌ها امکان ایجاد اثرات مختلف را دارا می‌باشند.

با توجه به استانداردهای فوق کادمیوم و مس پایین‌تر از سطح ISQG-L و نیکل و سرب دارای مقادیری بالاتر از ISQG-L و کم-تر ازسطح ISQG-H می‌باشند که نشان می‌دهد این فلزات احتمالاً قابلیت ایجاد اثرات مضر برای جانداران موجود در رسوبات را دارند.

مقادیر شاخص‌های ژئوشیمیایی (Igeo)، آلودگی (Ipoll) و غنی‌سازی (EF) بیانگر عدم آلودگی اکوسیستم‌های مانگروی نای‌بند به فلزات سنگین به جز سرب می‌باشد. فلز سرب از نظر شاخص ژئوشیمیایی دارای آلودگی شدید می‌باشد که علاوه بر منشاء انسانی وضعیت زمین شناختی نیز در این آلودگی سهیم می‌باشند (پروین نیا، ۱۳۸۷). نشت ۴۰۰۰۰ لیتر مواد نفتی در این منطقه که باعث مرگ و میر برخی موجودات کفزی و ایجاد اثرات خفیف تا شدید بر روی درختان مانگرو گردیده بود (موذنی و زارعی، ۱۳۹۰) می‌تواند بر مقادیر نیکل که شاخص آلودگی‌های نفتی می‌باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱) تاثیر گذاشته باشد.

سپاسگزاری

بر خود لازم می‌دانیم که از پرسنل آزمایشگاه مرکز مطالعات دانشگاه خلیج فارس بوشهر، مامورین اجرایی پارک ملی دریایی نای‌بند و سایر دوستانی که ما را در مراحل مختلف این تحقیق یاری رسانده‌اند سپاسگزاری نماییم.

منابع

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱ . آلاینده‌ها بهداشت و استاندارد در محیط زیست, انتشارات نقش مهر

پروین نیا، م.، فخرالدین، غ.، رخشنده، ر.، اعزازی، م.، ۱۳۸۷. آلودگی آب‌های ساحلی، آبزیان و رسوبات ناشی از فعالیت فازهای مختلف منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس. دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست.

کرباسی، ع.، ۱۳۷۹. غلظت استاندارد و منشاء Fe، V، Cd، Co، Cu، Zn، Ni، Mnو Pb در رسوبات سطحی خلیج فارس. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۵، ۶۶-۵۳.

خراط صادقی، م. و کرباسی، ع.، ۱۳۸۷. مقایسه شاخص‌های Igeo وEF در براورد شدت آلودگی‌های زیسا محیطی رودخانه شیرود به منظور حفظ معیارهای توسعه پایدار. مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۱۰، ۳۸-۲۹.

درویش صفت، ع. ا.، ۱۳۸۵. اطلس مناطق حفاظت شده ایران.سازمان حفاظت محیط زیست.

موذنی، م.، ۱۳۸۹.جایگاه پارک ملی دریایی نای‌بند در توسعه منطقه عسلویه. دومین همایش توسعه پایدار، دانایی محور و یکپارچه عسلویه.

موذنی، م. و زارعی، م.، ۱۳۹۰. بررسی اثرات نشت مازوت در پارک ملی دریایی نای‌بند. همایش منطقه‌ای جنگل‌ها و توسعه پایدار بوشهر.

Ahmad, k., Mehdi, Y., Haque, R. and Mondol, P., 2010. Heavy metal concentrations in some macrobenthic fauna of the Sundarbans mangrove forest, south west coast of Bangladesh.

Al-Juboury, A. I., 2009. Natural Pollution by Some Heavy Metals in the Tigris River, Northern Iraq. Int. J. Environ. Res. 3(2): 189-198.

Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC), Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, 1999. In: Preda, M., Cox, M. E., 2002. Trace Metal Occurrence and Distribution in Sediments and Mangroves, Pumicestone Region, Southeast Quuensland, Austalia. Environ. Int., 28: 433-449.

Bowen, H. J. M., 1979. Environmental chemistry of the elements. London, England: Academic. p. 333.

Defew, L. H., James, M. M. and Hector M., P., 2005. An assessment of metal contamination in mangrove sediments and leaves from Punta Mala Bay,Pacific Panama.Marine Pollution Bulletin 50:547-552.

Delman, O., Demirak, A. and Balci, A., 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the southeastern Aegean sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. Food Chemistry 26: 157-162.

Farkas, A., Claudio E. and Luigi, V., 2007. Assessment of the environmental significance of heavy metal pollution in sediments of the River Po. Chemosphere, 68: 761-768. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2006.12.099.

EPA (U.S. Environmental Protection Agency), 1997. Toxicological Benchmarks for Screening Contaminants of Potential Concern for Effects on Sediment-Associated Biota, Report of the Sediment Criteria Subcommittee, Science Advisory Board. ES/ER/TM-95/R4.

Jain, V. K., (1978). Studies on effect of cadmium on the growth pattern of phaseolus aurius varieties, Absi, I. Bot. Conf. JIBS.,57-84.

Karbassi, A. (2001). Standard concentrations and origin of Pb, Mn, Ni, Zn, Cu, Co, Cd, V and Fe in surface sediment of Persian Gulf. Journal of Science and Technology of Environment, Iran, 5(6), 53–66.

Karbassi A. R., Monavari, S. M., Nabi Bidhendi, G. H. R., Nouri, J and Nematpour, K., 2008. Metal pollution assessment of sediment and water in the Shur River. Environ. Monit. Assess. 147: 107-116.

MacFarlane, G. R. and Burchett, M. D., 2000. Cellular distribution of Cu, Pb and Zn in the Grey Mangrove Avicennia marina (Forsk.) Vierh. Aquatic Botany 68: 45-59.

Muller, G., 1979. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. Geological Journal 2: 109-118.

Mora, S. and Sheikleslami, M. R., 2002. Contaminant screening program. Final report Interpretation Of Caspian Sea Sediment Data. 27p.

New York State Department of Environmental Conservation Division of Fish, Wildlife and Marine Resources. 1993. Technical Guidance for Screening Contaminated Sediments. Pekey.

Peddicord, R. K., Lee, C. R. and Engler, R. M., 1998. Use of sediment quality Guideline (SQG) in dredged material management. Dredge Research Technical Note EEDP-04-29. Long-Term Effects of Dredging Operations Program. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

Sadiqe, M., 1992. Toxic metal chemistry in marine environment Emirlmant In Tematloml 389p.

Tavakoly Sany, B., Sulaiman, A. H., Monazami G. H. and Saleh, A., 2011. Assessment of Sediment Quality According To Heavy Metal Status in the West Port of Malaysia.

Teitzel, M. and Mathew, R., 2003. Heavy metal resistance of biofilm and planktonic Psalovours aerbginoser. Appl. Environ. Microbiol. 69:2313-2319.

Turekian, K. K. and Wedepohl, K. H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Geol. Soc.Am. Bull., 72, 175 – 192 (16 pages).

U.S. EPA. 1991. Sediment quality guidelines. Draft report. EPA Region V Chicago IL.

Washington Department of Ecology, 1995. Sediment Management Standards. Chapter 173204, Washington Administrative Code, amended December, 1995. In Long E. R., MacDonald, D. D., (1998). Recommended Uses of Empirically Derived, Sediment Quality Guidelines for Marine and Estuarine Ecosystems. HERA., 4: 1019-1039.

Wcislo, E., Ioven, D., Kucharski, R. and Szdzuj, J., 2002. Human health risk assessment case study: an abandoned metal smelter site in Poland. Chemosphere, 47: 507-515

Wisconsing Department of Natural Resources, 2003. Cncensus based sediment quality guideline. Recommendation for use and application. Department of interior, Washington D.C.20240 PP 17.

Yap, C. K., Ismail, A. Tan, S. G. and Omar, H., 2002. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia. *Environment International 28:117–128.*

Zhipeng, H., Jinming S., Naixing, Z., Peng, Z. and Yayan, X., 2009. Variation characteristics and ecological risk of heavy metals in the south Yellow Sea surface sediments. Environ. Monit. Assess. 157: 515- 528.