Archive of SID

آلودگی فلزات (Ni، Zn و Pb) در رسوبات سطحی مصب رودخانه شور، شرق بندرعباس

مهرشاد بهادر[1*]
عباس مرادی[2]

۱. کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲. استادیار برنامه‌ریزی و مدیریت مناطق ساحلی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

*مسئول مکاتبات:
mehrshadbahador@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۳۱
کد مقاله: ۱۳۹۶۰۱۰۳۷۴
مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

فلزات سنگین به علت اثرات سمی در محیط، تجمع زیستی در آبزیان و ایجاد بزرگ‌نمایی زیستی در زنجیره‌های غذایی اهمیت ویژه‌ای دارند. در این مطالعه فلزات نیکل، روی و سرب در رسوبات سطحی مصب رودخانه شور به‌منظور تعیین غلظت و ارزیابی وضعیت آلودگی، بررسی‌شده‌اند. لذا، برای تعیین درجه آلودگی و کیفیت زیست‌محیطی رسوبات منطقه، نمونه‌های رسوب سطحی (۵-۰ سانتی‌متر) از ۳ ایستگاه در زمستان جمع‌آوری شدند. در هر ایستگاه، سه نمونه رسوب سطحی جمع‌آوری و غلظت فلزات سنگین با استفاده از اسپکتروفتومتر جذب اتمی شعله اندازه‌گیری شد. سپس شاخص تجمع ژئوشیمیایی برای هر یک از ایستگاه‌های نمونه‌برداری برآورد شده است. مقادیر Igeo نشان داد سطح آلودگی نیکل و سرب غیر آلوده است؛ درحالی‌که روی در دو ایستگاه نزدیک‌تر به شهر، وضعیت غیر آلوده تا آلودگی متوسط داشت. همچنین مقادیر متوسط فلزات سنگین مذکور با استانداردهای کیفیت رسوب و با مقادیر آن‌ها در اکوسیستم‌های آبی نقاط دیگر جهان مقایسه شدند. میانگین غلظت روی (۱۴۶/۴۲ میکروگرم بر گرم) بالاتر از استاندارد LAL و کمتر از استاندارد HAL بود؛ میانگین غلظت نیکل (۷۷/۶۳ میکروگرم بر گرم) بالاتر و میانگین غلظت سرب (۶/۱۲ میکروگرم بر گرم) پایین‌تر از استانداردهای کیفیت رسوب بود. مقادیر میانگین نیکل و روی در منطقه موردمطالعه، از اکثر مناطق دیگر، مقادیری بیشتر، درحالی‌که سرب، مقادیر کمتری از مقادیر اکثر این مناطق داشت. بااین‌وجود به دلیل توسعه سریع شهرنشینی و صنعتی بندرعباس، پایش آلودگی فلزات سنگین در منطقه مطالعاتی به سبب اهمیت اکولوژیکی آن به‌صورت مداوم ضروری می‌باشد.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، شاخص تجمع ژئوشیمیایی، مصب، رسوب.

مقدمه

با توجه به صنعتی شدن سریع و شهرنشینی کنترل نشده در اطراف بسیاری از شهرها و مناطق ساحلی، سطح ترسانندهای از آلاینده‌ها به این محیط‌های آبی سرایت کرده است (Naji *et al.*, 2010). از میان این آلاینده‌ها، فلزات سنگین به دلیل پایداری و خاصیت تجمع زیستی نگرانی عمده‌ای هستند (Kaushik *et al.*, 2009). فلزات سنگین می‌توانند به محیط آبی وارد شوند و در رسوبات از طریق دفع فاضلاب مایع، نشت شیمیایی و رواناب نشات گرفته از فعالیت‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی و همچنین نشست اتمسفری تجمع یابند (Mucha *et al.*, 2003). این فلزات می‌توانند از طریق فرآیندهای طبیعی یا انسانی از رسوبات به آب آزاد شوند، درنتیجه باعث خطر بالقوه برای اکوسیستم‌ها می‌شوند (McCready *et al.*, 2006; Chen *et al.*, 2007). رسوبات ظرفیت بسیار بالایی برای آلاینده‌ها دارند که در هر بخشی از چرخه آب، کمتر از ۱ درصد از آلاینده‌ها در آب حل‌شده و بیش از ۹۹ درصد در رسوبات ذخیره می‌شوند (Salomons and Stigliani, 1995). ازآنجایی‌که رسوبات می‌توانند به‌عنوان منابع نقطه‌ای آلودگی در طول فعالیت‌های انسانی عمل کنند، رسوبات ابزاری مناسب برای سنجش مقدار غنی‌سازی فلز با استفاده از شاخص‌های زیست‌محیطی می‌باشد. اثرات زیست‌محیطی زیان‌بار فلزات سنگین، آن‌ها را به یکی از مباحث اصلی موردبررسی در تحقیقات زیست‌محیطی تبدیل کرده است (Kabata-Pendias and Mukherjee, 2007). ازاین‌رو توجه بسیاری از محققین به بررسی اثرات نامطلوب فلزات سنگین بر روی اکوسیستم‌های گوناگون جلب شده است. در مطالعه Mashiatullah و همکاران در سال ۲۰۱۳، نتایج

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

محاسبه‌شده Igeo نشان داد که تنها روی و سرب به‌عنوان آلاینده‌های متوسط در برخی از ایستگاه‌های موردمطالعه بودند و فلزات دیگر وضعیت آلوده برای ایستگاه‌های دیگر را نشان دادند. در بررسی Naji و Ismail (۲۰۱۱)، متوسط Igeo نشان داد که رسوبات سطحی رودخانه کلانگ غیرآلوده تا متوسط آلوده به روی و سرب بودند. در مقابل، Igeo نیکل در تمام ایستگاه‌ها نشان‌دهنده وضعیت غیرآلوده این فلز بود. Wu و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند بسیاری از Igeo مربوط به فلزات اندازه‌گیری شده رسوب سطحی نزدیک یا زیر صفر بود که طبقه غیرآلوده را نشان می‌دهد. نتایج شاخص Igeo نشان داد که سطح آلودگی نیکل غیرآلوده است. این شاخص درمجموع منعکس‌کننده مقادیر کلی کم و سطح آلودگی کم بود. نتایج بررسی شایسته‌فر و رضایی (۱۳۹۲) نشان داد که بر اساس Igeo نیکل در محدوده غیرآلوده، روی غیرآلوده تاکمی آلوده و سرب در محدوده کمی آلوده قرار داشتند. بر اساس مطالعه کریمی و قاسمپور شیرازی (۱۳۹۱)، Igeo میانگین نیکل و سرب آلودگی کم و میانگین روی آلودگی متوسط داشتند. همچنین در مقایسه با SQGs، سرب و روی فاقد هرگونه اثر زیست‌محیطی منفی درحالی‌که نیکل دارای اثرات منفی زیست‌محیطی بود. نتایج مطالعه Liu و همکاران (۲۰۱۳) بر اساس SQGs نشان داد که غلظت‌های میانگین نیکل و روی، بین مقادیر طیف کم و مقادیر طیف بالابودند، اثرات منفی این فلزات گاهی اوقات ممکن است رخ دهد. اگرچه غلظت‌های سرب زیر مقادیر طیف کم بودند و به‌ندرت ممکن است سمیت ایجاد کند. در پژوهش Pekey و همکاران (۲۰۰۴)، با مقایسه غلظت‌های فلزات سنگین با SQGs، رسوبات به Zn به‌شدت آلوده بودند. سطح آلودگی Ni بین نسبت آلوده و به‌شدت آلوده بود. Pb در رسوبات در برخی ایستگاه‌ها غیر آلوده و در برخی دیگر به‌شدت آلوده بودند.

خلیج‌فارس به دلیل ویژگی‌های اکولوژیکی خاص خود و محدودیت‌های جغرافیایی حاکم بر آن و همچنین وجود فعالیت‌های گوناگون انسانی در دریا و ساحل، همواره تحت تأثیر منابع آلاینده گوناگون خصوصا عناصر سنگین قرار دارد (Agah *et al.*, 2010). آلودگی‌های حاصل از فعالیت‌های انسانی کشورهای مجاور به‌طور مستقیم وارد خلیج‌فارس می‌گردد و شدیدا محیط‌زیست دریایی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. منبع عظیم آلوده‌کننده دیگر اکوسیستم در خلیج‌فارس نفت می‌باشد حدود بیش از ۳۰ درصد تولید نفت جهان و بیش از ۶۰ درصد حمل‌ونقل نفت دنیا از طریق خلیج‌فارس صورت می‌گیرد (Reynolds, 1993). به‌طورکلی شناورها، نفت‌کش‌ها، اسکله‌های نفتی، اکتشافات نفتی و پساب‌های صنایع هم‌جوار با دریا و نیز رودخانه‌های منتهی به دریا، آلاینده‌های مربوط به مواد نفتی و فلزات سنگین را وارد دریا می‌کنند. از طرف دیگر فجایعی که در جنگ خلیج‌فارس اتفاق افتاده شوک‌های عظیم زیست‌محیطی بر این دریا تحمیل کرده است. در شمال تنگه هرمز نیز صنایع مستقر در ساحل و پساب‌های آن‌ها و نیز فاضلاب‌های شهری خطر آلودگی دریا را افزایش می‌دهد. در قسمت‌های دیگر خلیج‌فارس مانند بوشهر با راه‌اندازی پروژه‌های مهم پارس جنوبی مشکلات زیست‌محیطی فراوانی را در آینده باعث می‌شود.

از عمده‌ترین منابع آلاینده موجود در منطقه مورد مطالعاتی نیز می‌توان به آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های آبزی‌پروری اشاره کرد که در نزدیکی منطقه موردمطالعه و در محدوده تالاب بین‌المللی چندین استخر پرورش ماهی و میگو قرار دارد. کودهای غیرآلی که در آبزی‌پروری استفاده می‌شود، حاوی عناصر کمیابی از قبیل مس، روی، منگنز، آهن، بر و مولیبدن هستند (علیزاده، ۱۳۸۷). همچنین می‌توان به پارکینگ دریابانی نیروی انتظامی، تردد شناورها در منطقه، ورود افراد به درون منطقه (توریسم) و همچنین صید ماهی و میگو توسط لنج‌ها و قایق‌ها اشاره کرد. در این موارد نیز به دلیل استفاده از سوخت در شناورها و مواد روغنی که حاوی فلزات سنگین ازجمله نیکل و سرب هستند امکان آلودگی وجود دارد. به دلیل نزدیکی منطقه موردمطالعه به شهر بندرعباس، آلودگی‌های این شهر نیز می‌تواند روی منطقه اثرگذار باشد. در حوضه شهر بندرعباس چند خور و مسیرهای عبور فاضلاب شهری وجود دارد که آلاینده‌ها و فاضلاب‌های شهر بندرعباس را به دریا منتقل می‌کنند و باعث آلودگی دریا می‌شود. منابع آلاینده این خورها، زباله‌های جامد و پسماندهای خانگی و فاضلاب‌های ناشی از فعالیت‌های مختلف می‌باشد. همچنین به آلودگی ناشی از مصرف سوخت توسط اتومبیل‌ها و واحدهای صنعتی کوچک و آلودگی‌های ناشی از صنایع گسترده غرب بندرعباس مانند نیروگاه بندرعباس، کارخانه کشتی‌سازی، پالایشگاه هشتم بندرعباس، شرکت تولید سرب و روی قشم واقع در منطقه آزاد تجاری و ... هم می‌توان اشاره‌ای نمود. همچنین عمده‌ترین بنادر تجاری کشور (بندر شهید رجایی، بندر شهید باهنر و همچنین منطقه آزاد قشم) در استان هرمزگان قرار دارند. آلودگی‌های

www.SID.ir

Archive of SID

تولیدشده توسط منابع مختلف، می‌توانند توسط آب و جریانات آبی و یا حتی توسط نشست اتمسفری به منطقه موردمطالعه انتقال یابند و مشکلات زیست‌محیطی مطرح نمایند.

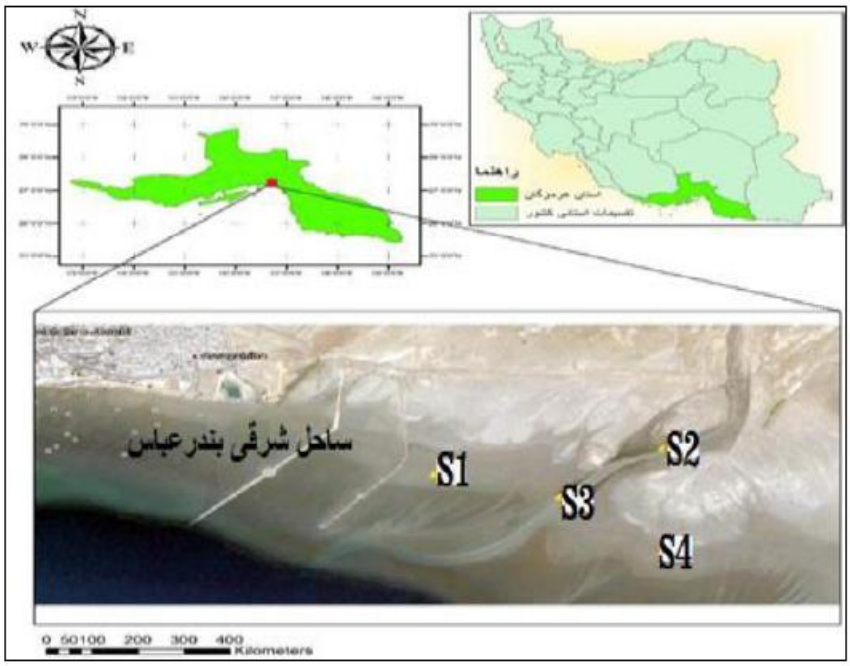
در این مطالعه نیز فلزات نیکل، روی و سرب در رسوبات سطحی مصب رودخانه شور به‌منظور تعیین وضعیت آلودگی و کیفیت زیست‌محیطی رسوبات منطقه موردبررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه، شرق شهر صنعتی بندرعباس در ساحل شمالی روبه‌روی جزیره هرمز در دهانه رود شور (در محدوده تالاب بین‌المللی مصب رودخانه‌های شور، شیرین و میناب) واقع‌شده است. در جدول ۱ و شکل ۱، موقعیت استان هرمزگان، منطقه موردمطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در مصب رودخانه شور نشان داده‌شده است.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ٤
۲۷° ۱۰′۳۲/۰۷″ N	۲۷° ۱۰′۵۶/۶۱″ N	۲۷° ۱۰′۲۶/۳۷″ N	۲۷° ۱۰′۱۶/۲۱″ N
۵۶° ۲۲′۲۵/۳۲″ E	۵۶° ۲۳′۳۹/۴۴″ E	۵۶° ۲۳′۲۰/۸۲″ E	۵۶° ۲۳′۳۹/۴۴″ E



شکل ۱: موقعیت منطقه مطالعاتی و ایستگاه‌های نمونه‌برداری رسوبات.

تالاب بین‌المللی مصب رودخانه‌های شور، شیرین و میناب (۵۶° ۴۵′ E و ۲۷° ۰۵′ N)، از مناطق مهم دارای جنگل‌های مانگرو در استان هرمزگان می‌باشد که در سال ۱۳۵۴ (۱۹۷۵ میلادی) به‌عنوان تالاب بین‌المللی در کنوانسیون رامسر به ثبت رسید و در سال ۱۳۸۰ به‌عنوان منطقه

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

حفاظت‌شده تیاب و میناب محسوب گردید. اقلیم منطقه حاره‌ای تا نیمه‌حاره‌ای بوده و درجه حرارت آن در تابستان به ۴۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. بارش سالانه ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر بین ماه‌های آبان تا فروردین می‌باشد. درختان حرا (*Avicennia marina*) و سواحل کم‌عمق، زیستگاه مناسبی برای پرندگان، تخم‌ریزی و پرورش نوزادان ماهیان تجاری، سخت‌پوستان، میگوها، صدف‌ها، دوکفه‌ای‌ها و سایر آبزیان بوده و ازنظر شیلاتی و صید ماهیان و سخت‌پوستان دارای اهمیت بسزایی می‌باشد (اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان هرمزگان، ۱۳۸۸).

برای بررسی آلودگی رسوبات، نمونه‌های رسوب سطحی (۵-۰ سانتی‌متر) از ۴ ایستگاه در بهمن‌ماه به‌صورت نمونه‌برداری منظم بافاصله ۱۰۰۰ متر بین ایستگاه‌ها، در مصب رودخانه شور جمع‌آوری شد. طول و عرض جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS) اندازه‌گیری شد. برای بالا بردن دقت اندازه‌گیری‌ها، در هر ایستگاه، سه نمونه رسوب سطحی، با تراشیدن لایه سطحی با استفاده از قاشق پلاستیکی تمیز جمع‌آوری شد. رسوبات سطحی هر نمونه در کیسه‌های پلاستیکی در یک جعبه یخ نگهداری می‌شدند. به‌محض این‌که کار میدانی به پایان رسید، نمونه‌ها به آزمایشگاه شیلات دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس منتقل و در فریزر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد برای مراحل هضم آینده ذخیره شد (Delman *et al.* 2006). برای سنجش، مقداری از نمونه‌ها با استفاده از آون هوای سیار در ۸۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس با الک با اندازه چشمه ۶۳ میکرومتر الک شدند. سپس نمونه‌ها در ظروفی که از قبل با اسید شسته شده بودند برای استفاده آینده نگهداری شدند.

برای تعیین غلظت فلزات (نیکل، روی و سرب)، حدو ۰/۵ تا ۱ گرم رسوبات خشک‌شده در ۱۰ میلی‌لیتر محلول مخلوط اسید نیتریک غلیظ HNO3 (AnalaR grade, R&M 65%) و اسید پرکلریک HClO4 (AnalaR grade, R&M 70%) در نسبت ۴:۱ به درون لوله‌آزمایش ریخته شدند. برای هضم اولیه، نمونه‌ها در دمای پایین (۴۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱ ساعت و سپس برای هضم کامل، در ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ ساعت هضم شدند (Naji and Ismail, 2012; Ismail, 1993). نمونه‌های هضم شده با ۴۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر رقیق‌شده و از طریق کاغذ فیلتر Whatman NO.1 به درون بالن‌های حجمی ۵۰ میلی‌لیتری از قبل تمیز شده فیلتر شدند. عصاره نمونه‌ها برای اندازه‌گیری غلظت فلزات با استفاده از اسپکتروفتومتر جذب اتمی شعله (SpectrAA Model VARIAN240) ساخت کشور آمریکا استفاده شدند.

برای جلوگیری از آلودگی‌های نامشخص، تمام تجهیزات آزمایشگاهی مورداستفاده را دو بار با آب دو بار تقطیر (DDW) شستشو داده و در HNO3 ۱۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت گذشته شد. سپس تمام تجهیزات دو بار با آب دو بار تقطیر شسته و برای خشک شدن در دمای اتاق نیمه‌باز گذاشته شدند. برای اندازه‌گیری فلزات سنگین به‌وسیله جذب اتمی، ابتدا با استفاده از محلول‌های استاندارد آماده شرکت مرک آلمان دستگاه جذب اتمی کالیبره شد و دستگاه آماده معرفی نمونه‌های رسوب به دستگاه شد. برای بالا بردن دقت، اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در هر ایستگاه سه بار انجام شد.

در خصوص پراکنش مکانی آلاینده‌ها تأکید ویژه‌ای بر روی مطالعه و ارزیابی ریسک بر اساس فلزات سنگین در مناطق ساحلی وجود دارد (McGraph *et al.*, 2004; Steiger *et al.*, 1996). آنالیز تراز آلودگی و اثرات بیولوژیکی با مقایسه ساده آن‌ها بر اساس فلزات سنگین قابل انجام است (Kwon and Lee, 1998). در این مطالعه به بررسی اثرات فلزات سنگین (نیکل، روی و سرب) در رسوبات سطحی مصب رودخانه شور (شرق شهرستان بندرعباس) با استفاده از تحلیل‌های گوناگون پرداخته‌شده است.

شاخص آنباشت ژئوشیمیایی روشی معمول برای محاسبه میزان آنباشتگی فلزات سنگین در رسوبات بالاتر از مقادیر پایه و زمینه‌ای آن در منطقه است که توسط Müller (۱۹۶۹) ارائه‌شده است. این شاخص برای ارزیابی میزان آلودگی فلزات سنگین در رسوبات به‌کاربرده می‌شود (Audry *et al.*, 2004; Bermejo Santos *et al.*, 2003; Munendra *et al.*, 2002). در تحلیل‌های زیست‌محیطی، از شاخص زمین آنباشت به‌منظور مشخص کردن سطح آلودگی و میزان تأثیر عوامل انسان‌زاد از عوامل طبیعی استفاده می‌شود. این شاخص می‌تواند بیانگر شدت تأثیر عوامل خارجی (انسان‌زاد) باشد (Anagnostou *et al.*, 1997). بر اساس رابطه ارائه‌شده برای این

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

شاخص با در اختیار داشتن غلظت زمینه‌ای و غلظت زمان حال فلز سنگین در رسوبات، می‌توان نسبت به محاسبه شاخص انباشت ژئوشیمیایی، یا به عبارتی شاخص شدت آلودگی در رسوبات با معادله زیر اقدام کرد:

$$I_{geo} = \log_2\left(\frac{Cn}{1.5Bn}\right)$$

که در آن:

Igeo: شاخص انباشت ژئوشیمیایی فلز، یا شاخص شدت آلودگی؛

Cn: غلظت فلز سنگین در نمونه رسوب؛

Bn: غلظت زمینه فلز موردنظر (میانگین شیل) است.

ضریب ۱/۵ نیز برای حذف تغییرات احتمالی زمینه به علت تأثیرات زمین‌شناختی اعمال می‌شود (Chen *et al*., 2007; Ghrefat and Yusuf, 2006; Gonzales-Macias *et al*., 2006). از غلظت متوسط عنصر در شیل (جدول ۲) به‌عنوان غلظت زمینه استفاده می‌شود (Goorzadi *et al*., 2009; Abrahim and Parker, 2008). با توجه به افزایش مقدار کمی شاخص فوق، مولر ۱۹۶۹ هفت رده از میزان انباشتگی فلزات به شرح زیر برای آلودگی رسوبات از رده غیر آلوده تا آلودگی بسیار شدید پیشنهاد کرده است که در جدول ۳ ارائه‌شده است.

جدول ۲: مقادیر میانگین شیل فلزات سنگین موردنظر (میکروگرم بر گرم).

	نیکل (Ni)	روی (Zn)	سرب (Pb)	منبع
میانگین شیل	۶۸	۹۵	۲۰	Turekian and Wedepohl, 1961

جدول ۳: درجه‌بندی سطح آلودگی رسوبات بر اساس شاخص تجمع ژئوشیمیایی مولر (۱۹۶۹).

وضعیت آلودگی رسوب	رده I_{geo}	عدد بدست آمده برای I_{geo}
غیر آلوده	۰	≤۰
غیر آلوده تا آلودگی متوسط	۱	۰–۱
آلودگی متوسط	۲	۱–۲
آلودگی متوسط تا شدید	۳	۲–۳
آلودگی شدید	۴	۳–۴
آلودگی شدید تا بسیار شدید	۵	۴–۵
آلودگی بسیار شدید	۶	>۵

یکی از راه‌های ارزیابی کیفی رسوبات دریایی استفاده از دستورالعمل‌های راهنمای کیفیت رسوب می‌باشد که در آن داده‌های به‌دست‌آمده از منطقه با مقادیر SQGs مقایسه می‌شود و معیارهای مورداستفاده در آن بر اساس پاسخ‌های بیولوژیک موجودات به شرایط آلاینده می‌باشد. یکی از اهداف کلیدی توسعه راهنماهای کیفیت رسوبات، پیشگویی و به حداقل رساندن خطر ناشی از آلاینده‌ها برای جانداران می‌باشد؛ بنابراین فهمیدن ارتباط بین غلظت فلز در رسوبات و میزان آلودگی ناشی از آلاینده‌ها برای جانداران موجود در یک اکوسیستم، لازم و ضروری می‌باشد (Spencer and Macleod, 2002). در این پژوهش غلظت‌های متوسط فلزات سنگین مدنظر در منطقه موردمطالعه با استاندارد کیفیت رسوب ارائه‌شده توسط USEPA در دو سطح کمترین سطح هشدار (LAL) و بالاترین سطح هشدار (HAL) مقایسه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

یکی دیگر از راه‌های بررسی میزان آلودگی فلزات سنگین، مقایسه مقادیر محاسبه‌شده در یک منطقه با سایر مطالعات انجام‌شده می‌باشد. در این مطالعه، مقایسه‌ای بین میانگین غلظت فلزات سنگین مطالعات انجام‌شده در اکوسیستم‌های آبی نقاط دیگر جهان با میانگین مقادیر به‌دست‌آمده برای هر فلز از این پژوهش ارائه شد.

نتایج

مقادیر محاسبه‌شده شاخص تجمع زمین‌انباشتگی فلزات نیکل، روی و سرب در ایستگاه‌های مطالعاتی مصب رودخانه شور در جدول ۳ آورده شده است. با توجه به این مقادیر و رده‌بندی مولر در جدول ۴، مقادیر شاخص زمین‌انباشتگی فلز نیکل در همه ایستگاه‌ها از صفر کمتر است و در رده صفر قرار دارند (۰≥) که نشان‌دهنده این است که طبق این شاخص منطقه موردمطالعه به فلز نیکل آلوده نمی‌باشد. کمترین مقدار شاخص زمین‌انباشت نیکل مربوط به ایستگاه ۳ و بیشترین مقدار آن مربوط به ایستگاه ۴ می‌باشد.

جدول ٤: مقادیر I_{geo} مربوط به عناصر موردنظر در منطقه موردمطالعه.

	نیکل (Ni)	روی (Zn)	سرب (Pb)
ایستگاه ۱	-۰/۳۸	۰/۳۸	-۲/۲۵
ایستگاه ۲	-۰/۳۸	-۰/۳۴	-۱/۹۴
ایستگاه ۳	-۰/۸۹	۰/۳۱	-۳/۸۳
ایستگاه ۴	-۰/۱۰	-۰/۳۶	-۱/۹۳
بیشینه	-۰/۱۰	۰/۳۸	-۱/۹۴
کمینه	-۰/۸۹	-۰/۳۶	-۳/۸۴
میانگین	-۰/۴۱۲۵	-۰/۰۰۲۵	-۲/۴۳۲۵

مقادیر شاخص زمین‌انباشت فلز روی در ایستگاه‌های ۲ و ۴ کمتر از صفر است و در رده صفر (۰≥) قرار دارند که نشان‌دهنده این است که طبق این شاخص این ایستگاه‌ها به فلز روی آلوده نمی‌باشد و در ایستگاه‌های ۱ و ۳ مقادیر این شاخص در رده ۱ (۱-۰) قرار دارند و وضعیت غیرآلوده تا آلودگی متوسط دارند. کمترین مقدار شاخص زمین‌انباشت روی مربوط به ایستگاه ۴ و بیشترین مقدار آن مربوط به ایستگاه ۱ می‌باشد. مقادیر شاخص زمین‌انباشت فلز سرب در همه ایستگاه‌ها کمتر از صفر است و در رده صفر (۰≥) قرار دارند که نشان‌دهنده این است که طبق این شاخص منطقه موردمطالعه به فلز سرب آلوده نمی‌باشد. کمترین مقدار شاخص زمین‌انباشت روی مربوط به ایستگاه ۳ و بیشترین مقدار آن مربوط به ایستگاه ۴ می‌باشد.

در جدول ۵ مقایسه‌ای بین میانگین غلظت فلزات سنگین مطالعات انجام‌شده در اکوسیستم‌های آبی نقاط دیگر جهان با میانگین مقادیر به‌دست‌آمده برای هر فلز از این پژوهش ارائه شد. در این جدول، مقادیر نیکل در منطقه موردمطالعه به جزء از مقادیر این فلز در تالاب انزلی، از مناطق دیگر مقادیر بیشتری دارد. مقادیر فلز روی از دو منطقه بندر کلانگ در مالزی و خلیج گوانژو چین کمتر و از مناطق دیگر مقادیر بیشتری دارد. مقادیر فلز سرب از مقادیر آن در تالاب طبیعی در آمریکا مقادیر بیشتر و از مناطق دیگر مقایسه شده در این پژوهش کمتر است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

جدول ۵: مقایسه میانگین مقادیر فلزات سنگین در رسوبات سطحی مصب رودخانه شور با سایر اکوسیستم‌های آبی نقاط دیگر جهان و استانداردهای کیفیت رسوب (غلظت: میکروگرم بر گرم).

	نیکل (Ni)	روی (Zn)	سرب (Pb)	منبع
بندر کلانک، مازی	۷۴/۵۶	۳۹۲/۳۹	۱۲۸/۹۸	Tavakoly Sany *et al.*, 2013
Peninsular، مازی	۲۰/۱	۳۴/۲	۳۷/۳	Rezaee Ebrahim Saraee *et al.*, 2011
خلیج Quanzhou، چین	۲۳/۳	۱۸۰	۶۷/۷	Yu *et al.*, 2008
Malacca Straits	۲۶/۹	۷۲/۹	۳۹/۲	Al-Zahrany and Saion, 2007
خلیج western Xiamen، چین	۳۷/۴	۱۳۹	۵۰	Zhang *et al.*, 2007
سنگاپور	۱۱/۶۵	۱۲۰/۲۳	۳۰/۹۸	Cuong *et al.*, 2005
خلیج Punta Mala، پاناما	۲۷/۲	۱۰۵	۷۸/۲	Defew *et al.*, 2005
جزیره Pinang	۲۳/۶	۶۰/۱	۲۷/۳	Wood *et al.*, 2004
تالاب طبیعی، آمریکا	۰/۵	۱/۶	۲/۵	Mays and Edwards, 2001
تالاب انزلی	۸۱/۳۲	۱۲۳/۵۱	۲۷/۶۱	جمشیدی، زنجانی و سعیدی، ۱۳۹۲
LAL	۳	۵	۲	USEPA, 1996; Bowen, 1979
HAL	۵۰	۳۱۰	۲۱۸	USEPA, 1996; Bowen, 1979
مصب رودخانه شور (شرق بندرعباس)	۷۷/۶۳	۱۳۶/۳۲	۶/۱۲	مطالعه حاضر

در کشور ما، به دلیل عدم وجود استانداردی خاص برای درجه آلودگی رسوب، از استانداردهای، موجود در دیگر کشورها و یا استانداردهای جهانی استفاده می‌شود. با مراجعه به استانداردهای موجود در جدول ۵ و میانگین غلظت‌های فلزات سنگین در منطقه موردمطالعه در همین جدول، میانگین غلظت نیکل بالاتر از استانداردهای LAL (۳ پی پی ام) و HAL (۵۰ پی پی ام) است؛ میانگین غلظت روی بالاتر از استاندارد LAL (۵ پی پی ام) و کمتر از استاندارد HAL (۴۱۰ پی پی ام) است؛ و میانگین غلظت سرب پایین‌تر از استانداردهای LAL (۲ پی پی ام) و HAL (۲۱۸ پی پی ام) است.

بحث و نتیجه‌گیری

این شاخص که نشان‌دهنده درجه آلودگی رسوبات به فلزات سنگین است و طبق درجه‌بندی مولر در سال ۱۹۶۹ اگر مقادیری کمتر یا برابر صفر داشته باشد، نشان‌دهنده محیطی پاک و غیرآلوده در منطقه است. در همه ایستگاه‌های منطقه موردمطالعه، این شاخص برای فلزات نیکل و سرب کمیتی کمتر از صفر داشت که این موضوع نشان‌دهنده محیطی پاک و غیرآلوده در منطقه به این دو فلز است. در مورد فلز روی تا حدودی متفاوت می‌باشد و اگرچه در ایستگاه‌های ۲ و ۴ مقادیر Igeo کمتر از صفر می‌باشند و هیچ‌گونه آلودگی‌ای را نشان نمی‌دهند ولی در ایستگاه‌های ۱ و ۳ منطقه موردمطالعه مقادیر شاخص Igeo محاسبه‌شده برای روی بالاتر از صفر و بین صفر تا یک است که این موضوع با توجه به برآورد شدت آلودگی رسوبات برمبنای شاخص Müller (۱۹۶۹) گویای وضعیت غیرآلوده تا آلودگی متوسط این دو ایستگاه به فلز روی است. این دو ایستگاه نسبت به ایستگاه‌های ۲ و ۴ به شهر بندرعباس نزدیک‌ترند که احتمالا بالاتر بودن مقادیر Igeo برای روی در این دو ایستگاه متأثر از آلودگی‌های شهر بندرعباس باشد. نتایج حاصل از محاسبه شاخص زمین‌انباشتگی برای نمونه‌های رسوب حاکی از آن است که عناصر نیکل و سرب در محدوده غیرآلوده و عنصر روی در دو ایستگاه ۱ و ۳ دارای وضعیت غیرآلوده تا آلودگی متوسط است و در ایستگاه‌های ۲ و ۴ وضعیت غیرآلوده داشتند، ولی میانگین این شاخص برای همه فلزات دارای وضعیت غیرآلوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

بنابراین براساس شاخص زمین انباشتگی برآورد شده، منطقه موردمطالعه ازنظر کیفیت زیست‌محیطی، درمجموع غیرآلوده است و مبین عدم‌انباشتگی جدی عمده این فلزات سنگین در رسوبات بالاتر از مقادیر پایه و زمینه‌ای آن در منطقه است و صرفاً میزان اندکی آلودگی در ارتباط با روی در مواردی مرتبط با آلودگی ناشی از فاضلاب شهری و یا حتی صنعتی شهر بندرعباس دیده‌شده است.

با توجه به سمیت فلزات سنگین و اثرات آن‌ها بر موجودات زنده، جهت تعیین میزان آلایندگی رسوب به عناصر سنگین در یک منطقه، بایستی غلظت عناصر در آن منطقه با یک استاندارد شناخته‌شده مقایسه شود. شاخص‌های کیفیت زیست‌محیطی و استانداردهای تعیین‌شده مشخص می‌نمایند که غلظت بیش‌ازحد آلاینده موردنظر مضر است. میانگین غلظت نیکل بالاتر از استانداردهای LAL و HAL است. ازآنجایی‌که مقادیر نیکل از حد معمول این استانداردها در هر دو سطح تجاوز نموده است، اثرات مضر زیادی برای آبزیان و جوامع بیولوژیک دارد و می‌تواند تهدید جدی برای سلامت محیط‌زیست و موجودات منطقه را به دنبال داشته باشد و نیازمند نظارت بیشتری در منطقه می‌باشد. میانگین غلظت روی بالاتر از استاندارد LAL و کمتر از استاندارد HAL است. میانگین غلظت فلز روی بین دو سطح بالا و پایین استاندارد قرارگرفته است و امکان دارد اثرات مضری را برای برخی از آبزیان به وجود آورند، ازاین‌رو نیز باید مقادیر این فلز موردتوجه قرار گیرد. میانگین غلظت سرب پایین‌تر از استانداردهای LAL و HAL است؛ بنابراین می‌توان گفت که غلظت این فلز در رسوبات منطقه موردمطالعه تهدید خاصی را برای موجودات مختلف ایجاد نمی‌کند.

برای بررسی این‌که غلظت آلاینده‌های اندازه‌گیری شده در این مطالعه مقادیر زیادی را نشان می‌دهد یا خیر، مقایسه‌ای بین غلظت فلزات سنگین مطالعات انجام‌شده در اکوسیستم‌های آبی نقاط دیگر جهان با میانگین مقادیر به‌دست‌آمده از این پژوهش ارائه شد. با این مقایسه مشخص شد، مقادیر نیکل در منطقه موردمطالعه به جزء از یک منطقه، از مقادیر این فلز در مناطق دیگر بیشتر است که مبین وضعیت آلوده رسوبات منطقه به نیکل نسبت به بقیه مناطق است؛ مقادیر فلز روی از برخی مناطق مقادیر بیشتری دارد و از برخی دیگر مقادیر این فلز کمتر است. در این صورت باید توجهات بیشتری به آلودگی این فلزات در منطقه موردمطالعه شود. درحالی‌که مقادیر فلز سرب به جزء از یک منطقه، از مناطق دیگر مقایسه شده در این پژوهش کمتر است. با این تفسیر سرب آلودگی چندانی نسبت به بقیه مناطق ایجاد نمی‌کند؛ بااین‌حال نباید نسبت به افزایش غلظت و آلودگی‌های احتمالی فلز سرب در آینده غافل شد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از مسئولین آزمایشگاه‌های دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس به دلیل فراهم کردن امکانات آزمایشگاهی جهت انجام این پژوهش کمال تشکر را داشته باشند.

منابع

اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان هرمزگان، ۱۳۸۸. معرفی تالاب‌های شرق استان هرمزگان، ۱۵ ص.

جمشیدی زنجانی، ا. و سعیدی، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی آلودگی و پهنه‌بندی کیفی رسوبات سطحی تالاب انزلی بر اساس نتایج شاخص‌های سنجش آلودگی فلزات سنگین. مجله محیط‌شناسی، دوره ۳۹، شماره ۴، صفحات ۱۷۰-۱۵۷.

شایسته‌فر، م.، و رضایی، ع.، ۱۳۹۲. بررسی رفتار زیست‌محیطی و مطالعه توزیع عناصر سنگین در خاک‌های محدوده معدن مس سرچشمه کرمان. نشریه علمی-پژوهشی مهندسی معدن، دوره ۸، شماره ۱۸، صفحات ۲۱-۱۳.

علیزاده، م.، ۱۳۸۷. (ترجمه). ایزی‌بروری و محیط‌زیست. چاپ اول، انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ۳۱۳ ص.

کریمی، م. و قاسمپور شیرازی، می.، م.، ۱۳۹۱. توزیع ژئوشیمیایی و میزان آلودگی فلزات سنگین (سرب، روی، نیکل، کروم و آرسنیک) در رسوبات رودخانه کر(جنوب مرودشت). فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی، سال ۸، شماره ۲: ۱۲۵-۱۳۳.

www.SID.ir

Archive of SID

Abrahim, G. M. S. and Parker, R. J., 2008. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. Environmental Monitoring and Assessment, 136(1-3): 227–238.

Agah, H., Leermakers, M., Gao, Y., Fatemi, S. M. R., Mohseni Katal, M., Baeyens, W. and Elskens, M., 2010. Mercury accumulation in fish species from the Persian Gulf and in human hair from fishermen. Environmental Monitoring and Assessment, 169(1-4): 203–216.

Al-Zahrany, A. A. and Saion, E., 2007. Elemental distributions in marine sediments in the straits of Malacca using neutron activation analysis and mass spectroscopic analysis. Ph. D Thesis., Malaysia: Univercity Putra Malaysia.

Anagnostou, Ch., Kaberi, H. and Karageorgis, A., 1997. Environmental impact on the surface sediments of the bay and the gulf of Thessaloniki (Greece) according to the geoaccumulation index classification. International Conference on Water Pollution, pp. 269–275.

Audry, S., Schafer, J., Blanc, G. and Jouanneau, J. M., 2004. Fifty- year sedimentary record of heavy metal pollution (Cd, Zn, Cu, Pb) in the Lot River reservoirs (France). Environmental Pollution, 132(3): 413- 426.

Bermejo Santos, J. C., Beltran, R. and Gomez Ariza, J. L., 2003. Spatial variations of heavy metals contamination in sediments from Odiel River (Southwest Spain). Environment International, 29(1): 69-77.

Bowen, H. J. M., 1979. Environmental chemistry of the element. Academic press, London, 217p.

Chen, C. W., Kao, C. M., Chen, C. F. and Dong, C. D., 2007. Distribution and accumulation of heavy metals in sediments of Kaohsiung Harbor, Taiwan. Chemosphere, 66(8); 1431–1440.

Cuong, D. T., Bayen, S., Wurl, O., Subramanian, K., Wong, K. K. S., Sivasothi, N. and Obbard, G. Ph., 2005. Heavy metal contamination in mangrove habitats of Singapore. Marine Pollution Bulletin, 50: 1713–1744.

Defew, L. H., Mair, J. M. and Guzman, H. M., 2005. An assessment of metal contamination in mangrove sediments and leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. Marine Pollution Bulletin, 50(5): 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 southeast ern Aegean sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. Food Chemistry, 95(1): 157-162.

Ghrefat, H. and Yusuf, N., 2006. Assessing Mn, Fe, Cu, Zn and Cd pollution in bottom sediments of Wadi Al-Arab Dam, Jordan. Chemosphere, 65(11): 2114-2121.

Gonzales-Macias, C., Schifter, I., Liuch-Cota, D. B., Mendez-Rodriguez, L. and Hernandez-Vazquez, S., 2006. Distribution, enrichment and accumulation of heavy metals in coastal sediments of Salina Cruz Bay, Mexico. Environmental Monitioring and Assessment, 118(1-3): 211- 230.

Goorzadi, M., Vahabzadeh, G., Ghanbarpour, M. R. and Karbassi, A. R., 2009. Assessment of heavy metal pollution in Tilehbon river sediment, Iran. Journal of applied sciences, 9(6): 1190-1193.

Ismail, A., 1993. Heavy metal concentration in sediments of Bintulu, Malaysia. Marine Pollution Bulletin, 26: 706–707.

Kabata-Pendias, A. and Mukherjee, A. B., 2007. Trace Elements from Soil to Human.Springer Berlin Heidelberg New York.

Kaushik, A., Kansal, A., Santosh, M., Kumari, S. and Kaushik, C.P., 2009. Heavy metal contamination of river Yamuna, Haryana, India: Assessment by Metal Enrichment Factor of the Sediment. Journal of Hazardous Materials, 164: 265–70.

Kwon, Y. T. and Lee, C. W., 1998. Application of multiple ecological risk indices for the evaluation of heavy metal contamination in a coastal dredging area. Science of the Total Environment, 214: 203-210.

Liu, M., Yang, Y., Yun, X., Zhang, M., Li, Q. X. and Wang, J., 2013. Distribution and ecological assessment of heavy metals in surface sediments of the East Lake, China. Ecotoxicology, 23:92-101.

Mashiatullah, A., Chaudhary, M. Z., Ahmad, N., Javed, T. and Ghaffar, A., 2013. Metal pollution and ecological risk assessment in marine sediments of Karachi Coast, Pakistan. Environmental Monitoring Assessment, 185:1555–1565.

Mays, P. A. and Edwards, G. S., 2001. Comparison of heavy metal accumulation in a natural wetland and constructed wetlands receiving acid mine drainage. Ecological Engineering, 16(4): 487–500.

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from jweb.iauahvaz.ac.ir at 17:54 +0330 on Saturday November 25th 2017

McCready, S., Brich, G. F. and Long, E. R., 2006. Metallic and organic contaminations in sediments of Sydney Harbour. Australia and Vicinity. A chemical dataset for evaluating sediment quality guidelines. Environment International, 32: 455-65.

McGraph, D., Zhang, C. S. and Carton, O., 2004. Geostatistical analyses and hazard assessment on soil lead in Silvermines, area Ireland. Environmental Pollution, 127: 239-248.

Mucha, A. P., Vasconcelos, M. T. S. D. and Bordalo, A. A., 2003. Macrobenthic community in the Douroestuary: relations with trace metals and natural sediment characteristics. Environmental Pollution, 121: 169 - 80.

Müller, G., 1969. Index of geoaccumulation in the sediments of the Rhine River. Geojournal, 2(3): 108–118.

Munendra, S., Muller, G. and Sinhg, B., 2002. Heavy metals in freshly deposited stream sediments of rivers associated with urbanization of the Ganga plain, India. Water, Air and Soil Pollution, 141: 35- 54.

Naji, A., Ismail, A. and Ismail, A. R., 2010. Chemical speciation and contamination assessment of Zn and Cd by sequential extraction in surface sediment of Klang River, Malaysia, Microchemical Journal, 95: 285-92.

Naji, A. and Ismail, A., 2011. Assessment of Metals Contamination in Klang River Surface Sediments by using Different Indexes. Environment Asia, 4(1): 30-38.

Naji, A. and Ismail, A., 2012. Sediment quality assessment of Klang Estuary, Malaysia. Aquatic Ecosystem Health and Management, 15(3): 287–293.

Pekey, H., Karakas, D., Ayberk, S., Tolun, L., and Bakoglu, M., 2004. Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of Izmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. Marine Pollution Bulletin, 48: 946–953.

Reynolds, R. M., 1993. Physical Oceanograghy of the Gulf, Strait of Hormuz and the Gulf of Oman- Results from Mt Mitchell Expedition. Marine pollution Bulletin, 27: 35-59.

Rezaee Ebrahim Saraee, Kh., Abdi, M. R., Naghavi, K., Saion, E., Shafaei, M. A. and Soltani, N., 2011. Distribution of heavy metals in surface sediments from the South China Sea ecosystem, Malaysia. Environmental Monitoring and Assessment, 183(1-4): 545–554.

Salomons, W. and Stigliani, W., 1995. Biogeodynamic of pollutants in soils and sediments. Heidelberg: Springer-Verlag, Germany, 352 pp.

Spencer, K.L. and Macleod, C.L., 2002. Distribution and Partitioning of Heavy Metals in Estuarine Sediment Cores and Implications for the Use of Sediment Quality Standards. Hydrology and Earth System Science, 6: 989-998.

Steiger, B., Webster, R., Schulin, R. and Lehmann, R., 1996. Mapping heavy metals in polluted soil by disjunctive kriging. Environmental Pollution, 94: 205-215.

Tavakoly Sany, S. B., Salleh, A., Rezayi, M., Saadati, N., Narimany, L. and Monazami Tehrani, G., 2013. Distribution and Contamination of Heavy Metal in the Coastal Sediments of Port Klang, Selangor, Malaysia. Water, Air and Soil Pollution, 224:1476.

Turekian, K. K. and Wedepohl, K. H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Geological Society of America Bulletin, 72(2): 175–92.

USEPA, 1996. Technical Guidance for Screening contaminated Sediments. New York State Department of Environmental Conservation. 32p.

Wood, A. Kh. H., Ahmed, Z., Shazili, N. A. Md., Yaakob, R. and Carpenter, R., 2004. Metal digestions and transport in coastal sediments around Penang Island, Malaysia. Journal of Nuclear and Related Technologies, 1(1):1–30.

Wu, Z., He, M., Lin, C. and Fan, Y., 2011. Distribution and speciation of four heavy metals (Cd, Cr, Mn and Ni) in the surficial sediments from estuary in daliao river and yingkou bay. Environmental Earth Science, 63: 163–175.

Yu, R., Yuan, X., Zhao, Y., Hu, G. and Tu, X., 2008. Heavy metal pollution in intertidal sediments from Quanzhou Bay, China. Journal of Environmental Sciences, 20(6): 664–669.

Zhang, L., Ye, X., Feng, H., Jing, Y., Ouyang, T., Yu, X., Liang, R., Gao, C. and Chen, W., 2007. Heavy metal contamination in western Xiamen Bay sediments and its vicinity, China. Marine Pollution Bulletin, 54(7): 974 982.

www.SID.ir