

مطالعه تعیین غلظت و منشایابی فلزات سرب و کادمیوم در رسوبات سطحی سواحل بندرعباس با روش استخراج پی‌درپی

زهرا باقری^۱، علیرضا ریاحی بختیاری^{۲*}، حسین باقری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، شهرستان نور، پست الکترونیکی: bagheri.zahra@rocketmail.com

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، استان مازندران، شهرستان نور، پست الکترونیکی: riahi@modares.ac.ir

۳- پژوهشگاه ملی اقیانوس‌شناسی و علوم جوی، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: bagheri1@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۹

* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۱۲

© نشریه علمی - پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۲، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

در این تحقیق تعداد ۲۰ نمونه رسوبات سطحی از سواحل بندرعباس جهت تعیین غلظت کل و منشا فلزات سرب و کادمیوم مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفتند. برای انجام این تحقیق، نمونه‌برداری در بهار ۱۳۹۰ از دو ایستگاه پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو صورت گرفت و جهت تعیین غلظت کل فلزات رسوب از روش تیزاب سلطانی (Direct Aqua Regia) و جهت آنالیز غلظت‌های سرب و کادمیوم در بخش‌های ژئوشیمیایی رسوب از روش استخراج پی‌درپی استفاده شد. میزان غلظت فلزات سرب و کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه و تحلیل رسوبات نشان داد که میزان غلظت کل فلز سرب به‌میزان $593/72$ (ng/g) و $1206/25$ و کادمیوم $28/89$ (ng/g) و $30/55$ به‌ترتیب در ایستگاه پایانه و پارک جهانگردی سورو به‌دست آمدند و بخش پایدار نسبت به غلظت کل در حدود $62/51$ و $79/10$ درصد سرب و کادمیوم $73/40$ و $71/22$ درصد را در رسوبات ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌خود اختصاص داد. این نتایج نشان می‌دهند 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 آنتروپوژنیک در آلودگی فلزات در سواحل این دو ایستگاه نقش کمتری را داشته و افزایش غلظت فلزات در این بخش به‌دلیل وجود مقادیر بیشتر این دو فلز به‌طور طبیعی در پوسته زمین در محدوده‌ی مورد مطالعه است.

کلمات کلیدی: منشا فلزات، رسوبات، استخراج پی‌درپی، بندرعباس.

۱. مقدمه

در رسوبات یک بوم‌سامانه‌ی آبی از دو منشأ طبیعی^۱ و انسانی^۲ ناشی می‌شوند (Duyusen and Gorkem, 2008). منشأ طبیعی

رسوبات به‌عنوان حامل و منبع ذخیره برای آلودگی‌ها در بوم‌سامانه‌های آبی محسوب می‌شوند. آلاینده‌های فلزی موجود

^۱ Biogenic

^۲ Anthropogenic

بخش ژئوشیمیایی رسوبات تعیین نموده‌اند. نتایج مبین آن است که مقدار Zn و Pb در بخش‌های مختلف رسوبات در همه ایستگاه‌ها به صورت تبدلی > آلی > اکسیدهای آهن و منگنز > بخش پایدار است و همچنین برای Cu در بخش‌های مختلف رسوبات تبدلی > اکسیدهای آهن و منگنز > آلی > بخش پایدار است. نتیجه‌گیری کلی نشان داد که مقادیر بالای Cu در بخش‌های پایدار و آلی مشخص می‌کند که Cu در رسوبات تحرک کمتری از Zn و Pb دارد. Yap و همکاران (۲۰۰۲) غلظت فلزات سنگین Cu, Pb و Zn را در ۴ بخش ژئوشیمیایی رسوبات منطقه جزر ومدی در سواحل غربی مالزی بررسی و منشاء فلزات را تعیین نموده‌اند. نتایج مبین آن است که غلظت فلزات Cu, Pb و Zn در ایستگاه‌های مختلف همانند روند تجمع در تحقیق Li و همکاران (۲۰۰۱) بوده است. همچنین نتیجه‌گیری کلی نشان داد که مواد آلی به طور چشمگیری در جذب Cu موثر هستند. در مطالعه‌ی Karbassi و همکاران (۲۰۰۸)، غلظت فلزات سنگین Zn, Cd, Cu, Fe, Al, Ca و Pb در رودخانه شور به منظور تعیین منشا بررسی گردیده است. نتایج نشان داد که ترتیب فلزات در بخش تبدلی به صورت زیر است: $Cd > Zn > Al > Pb > Cu > Fe > Ca$. همچنین در بخش اکسیدهای آهن و منگنز به ترتیب: $Al > Fe > Cu > Pb > Zn > Ca > Cd$. در بخش آلی به ترتیب: $Al > Fe > Pb > Zn > Cu > Ca > Cd$ و برای بخش پایدار به ترتیب: $Al > Pb > Fe > Cu > Zn > Ca > Cd$ مشاهده می‌شوند. همچنین نتیجه‌گیری نهایی نشان داد که ۲ فلز Zn و Cd بیشترین غلظت را در بین فلزات دیگر داشتند. Ahmad و همکاران (۲۰۰۹) در رودخانه Sungaik Eelatan غلظت فلزات Cu, Pb و Zn را در ۴ بخش ژئوشیمیایی رسوبات اندازه‌گیری و منشایابی نمودند. نتایج مبین آن بود که در بخش پایدار و آلی میزان فلزات به ترتیب شامل $Pb > Zn > Cu$ ، در بخش تبدلی میزان فلزات به ترتیب $Zn > Pb > Cu$ در بخش اکسیدهای آهن و منگنز میزان فلزات به ترتیب $Zn > Cu > Pb$ است. بر طبق نتایج به دست آمده، مقدار هر ۳ فلز در بخش پایدار کمتر از بخش‌های ناپایدار بوده است. در بین بخش‌های ناپایدار هم بخش آلی بیشترین غلظت را در خصوص همه موارد به‌ویژه برای Pb نشان داده است.

در تحقیق حاضر تلاش می‌شود علاوه بر تعیین مقادیر کلی فلزات سرب و کادمیوم، با استفاده از روش استخراج پی‌درپی^۱ بخش‌های ناپایدار این فلزات از بخش پایدار آن تفکیک شود تا

فلزات در بوم‌سامانه‌های آبی ناشی از هوازدگی سنگ‌ها و فرسایش خاک‌ها است و از مهم‌ترین منسایابی انسانی، می‌توان به فعالیت‌های شهری و صنعتی و کشاورزی اشاره نمود (Singh, et al., 2005).

از آنجایی که اندازه‌گیری غلظت کلی عناصر نمی‌تواند تصویر واقعی از آلودگی یک محیط آبی را به دست دهد، این مساله لزوم انجام مطالعات تفکیک شیمیایی را به منظور دستیابی به منشاء و نوع پیوندها ضروری می‌سازد (باقری و همکاران، ۱۳۹۰). اجزای بخش‌های ناپایدار (تبدلی، اکسیدهای آهن و منگنز و مواد آلی) که حاصل از ورود فلزات در نتیجه فعالیت‌های انسانی است و بخش پایدار در نتیجه حضور طبیعی آن‌ها در پوسته زمین هستند (Zakir and Shikazono, 2008; Soares et al., 1999).

بخش ناپایدار شامل: ۱- بخش تبدلی: در این بخش فلزات به آسانی جذب سطحی ذرات رسوب می‌گردند؛ ۲- بخش وابسته به عناصر احیا: فلزات در این بخش با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز پیوند می‌یابند؛ ۳- بخش وابسته به مواد آلی بخشی است که در آن فلزات با مواد آلی کمپلکس تشکیل می‌دهند؛ ۴- بخش پایدار: فلزاتی که با شبکه مواد معدنی و رس پیوند مستحکمی دارند. در این بخش فلزات تحت شرایط طبیعی به محیط آبی وارد نمی‌شوند و در واقع غیرقابل دسترس هستند (Abu-Kukati et al., 2001). به‌طور کلی در این بخش دسترسی زیستی برای موجودات بسیار پایین است (Yap et al., 2002) و در نتیجه کمترین سمیت برای آن‌ها در محیط‌های آبی وجود دارد (Wang et al., 2010). فلزات در بخش تبدلی بیشترین و در بخش پایدار حداقل دسترسی زیستی را دارا هستند (Pempkowiak et al., 1999; Basaham, 2010). علاوه بر آن، عناصر در بخش‌های ناپایدار نسبت به تغییرات فیزیوشیمیایی مانند تغییرات شوری، pH، پتانسیل اکسیداسیون و احیا در بوم‌سامانه‌های آبی حساس بوده و با کمترین تغییرات از حالت غیرمحلول به حالت محلول تبدیل می‌شوند (Leleyter et al., 2005؛ کرباسی و ولوی، ۱۳۸۹). مشخص کردن بخش‌های ژئو-شیمیایی فلزات وابسته به رسوبات، گامی مهم در پیش‌بینی سرنوشت نهایی، دسترسی زیستی و میزان سمیت فلزات است (Adamo et al., 2005; Renying et al., 2007).

از مطالعاتی که در زمینه تحقیق حاضر صورت گرفته است می‌توان به تحقیق Li و همکاران (۲۰۰۱) در رودخانه Pearl چین اشاره نمود که غلظت فلزات سنگین Cu, Pb و Zn را در ۴

¹ Sequential Extraction Technique

خشک شده توسط ترکیبی از اسیدنیتريك (۶۹ درصد) و اسیدپرکلریدريك (۶۰ درصد) به نسبت ۴:۱ بر روی دستگاه هضم کننده (Hot block digester) ابتدا در دمای پایین (۴۰ درجه) به مدت ۱ ساعت و سپس در دمای ۱۴۰ درجه به مدت ۳ ساعت هضم گردید (Ismail, 1993; Ismail and Rosniza, 1997). سپس، نمونه‌های هضم شده تا حجم ۲۵ cc با آب دو بار تقطیر شده (DDW) رقیق و با کاغذ صافی Whatman شماره ۱ صاف گردیدند. محلول صاف شده در ظروف پلی اتیلنی مخصوص در یخچال نگهداری گردید.

جهت آنالیز غلظت‌های Pb و Cd در بخش‌های ژئوشیمیایی رسوب از روش اصلاح شده (SET)^۱ (Yap et al., 2001; Li et al., 2002) به شرح زیر استفاده گردید.

بخش‌های مورد بررسی شامل:

۱- بخش قابل تبادل: در حدود ۱۰ گرم از نمونه به‌طور متناوب به مدت ۳ ساعت با ۵۰ میلی‌لیتر از استات آمونیوم ۱ مولار (NH₄CH₃COO) و pH برابر ۷ در دمای اتاق توسط دستگاه شیکرتکان داده شد.

۲- بخش وابسته به عناصر احیا (اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز): ماده باقیمانده از بخش قبلی به‌طور متناوب برای ۳ ساعت با ۵۰ میلی‌لیتر هیدروکسیل آمونیوم کلرید (NH₂OH.HCl) اسیدی شده تا pH برابر ۲ با HCl در دمای اتاق بر روی دستگاه شیکرتکان داده شد.

۳- بخش وابسته به مواد آلی: ماده باقیمانده از مرحله قبل را ابتدا با H₂O₂ ۳۰ درصد در حمام آبی در دمای ۹۰ تا ۹۵ درجه سانتی‌گراد اکسیده نموده و بعد از سرد شدن به‌طور متناوب به مدت ۳ ساعت با استات آمونیوم ۱ مولار (NH₄CH₃COO) تا pH برابر ۲ با HCl در دمای اتاق بر روی دستگاه شیکرتکان داده شدند.

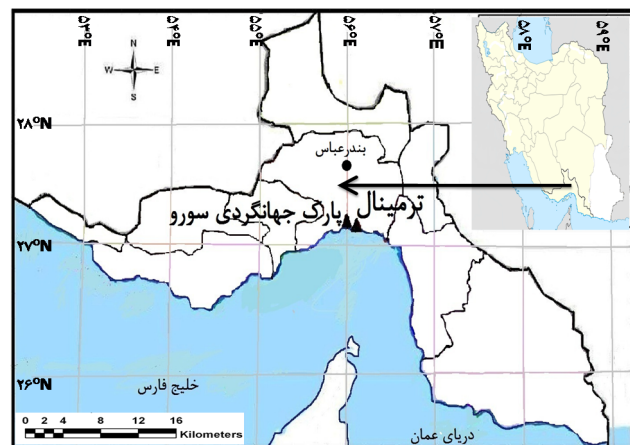
۴- بخش پایدار: ماده باقیمانده از مرحله سوم توسط ترکیبی از اسیدنیتريك (۶۹ درصد) و اسیدپرکلریدريك (۶۰ درصد) به نسبت ۴:۱ ابتدا در دمای پایین (۴۰ درجه) به مدت ۱ ساعت و سپس در دمای ۱۴۰ درجه به مدت ۳ ساعت با استفاده از دستگاه Hot block digester هضم گردید.

ماده باقیمانده از هر بخش قبل از انجام مرحله بعد وزن می‌شود. ماده باقیمانده تا حجم نهایی ۲۰ میلی‌لیتر با استفاده از آب دو بار

توان تصویری واقعی از وضعیت آلودگی سواحل نسبت به مقادیر قابل دسترس زیستی فلزات سرب و کادمیوم را نشان داد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور سنجش و تعیین منشأ فلزات سرب و کادمیوم در رسوبات منطقه جزر و مدی سواحل بندرعباس، نمونه‌برداری در بهار ۱۳۹۰ از رسوبات سطحی از ۲ ایستگاه پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو انجام پذیرفت. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها شامل "۲۷° ۰۹' ۱۳" شمالی و "۵۶° ۱۳' ۰۸" شرقی پارک جهانگردی و هم‌چنین ترمینال بندرعباس با مختصات جغرافیایی "۲۷° ۱۱' ۱۸" شمالی و "۵۶° ۲۱' ۰۹" شرقی که در شکل ۱ نشان داده شده است. در هر ایستگاه ۱۰ نمونه رسوب و هر نمونه رسوب با ۳ تکرار از لایه سطحی (۰-۳ سانتی متر) با بیلچه برداشت شد و پس از قرار دادن در یک ظرف پلاستیکی نمونه‌ها در یونولیت محتوی یخ با ثبت مشخصات به آزمایشگاه مرکزی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس (نور، مازندران) انتقال یافت و تا زمان بررسی در سردخانه‌ای با دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل بندرعباس

جهت آماده‌سازی، ابتدا نمونه‌های جمع‌آوری شده در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت حداقل ۱۶ ساعت در آن گذاشته شد تا به وزن ثابتی رسیدند (Tanner et al., 2000). برای تعیین غلظت کل فلزات در رسوب از روش تیزاب سلطانی (Direct Aqua Regia) استفاده شد و حدود ۱ گرم از هر نمونه

¹ Sequential Extraction Technique

بخش‌های انسان ساخت (آنتروپوژنیک) بیشتر به‌دست آمد، به‌طوری که این بخش در حدود (۶۲/۵۱ و ۷۹/۱۰) درصد سرب، (۷۳/۴۰ و ۷۱/۲۲) درصد کادمیوم را در رسوبات سواحل ترمینال و پارک جهانگردی سورو به خود اختصاص داد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر سعی شده است که علاوه بر میزان کل فلزات جهت دستیابی به اطلاعات جزئی‌تر راجع به تحرک، دسترسی زیستی و سمیت فلزات در رسوبات، میزان فلزات در هرکدام از بخش‌های مختلف ژئوشیمیایی نیز تعیین گردد. زیرا مقدار کل فلزات سنگین شاخص مناسبی برای تعیین آلاینده‌گی یک محیط محسوب نمی‌شود. اختلاف معنی‌داری در غلظت سرب و عدم اختلاف معنی‌داری در غلظت کادمیوم به وجود مقادیر بیشتر سرب در پوسته‌ی زمین در محدوده‌ی مورد مطالعه مربوط است.

میزان کم فلزات کادمیوم (ng/g) ۰/۸۹ و ۰/۹۰ و سرب (ng/g) ۳۵/۲۱ و ۳۶/۱۹ به‌ترتیب در ایستگاه‌های پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو در بخش تبدلی دسترسی‌زیستی پایین این فلزات را برای موجودات زنده نشان می‌دهد. اگرچه مقدار این بخش در مقایسه با سایر بخش‌ها از درصد پایین‌تری برخوردار است، اما معمولاً فلزات موجود در آن قابل تبادل و بسیار سمی و به راحتی قابل دسترس برای موجودات زنده هستند و در نتیجه از اهمیت زیادی برخوردار هستند (Yap et al., 2002). در ایستگاه‌های پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو به‌ترتیب مقادیر فلزات کادمیوم (ng/g) ۲/۸۹ و ۲/۶۳ و سرب (ng/g) ۱۰۱/۵۵ و ۸۲/۷۶ در بخش وابسته به عناصر احیا پایین به‌دست آمد که نشان می‌دهد این فلزات وابستگی ضعیفی به این بخش دارند (جدول ۱). این بخش شامل پیوند فلزات با اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و منگنز باند بوده و به‌دلیل داشتن سطوح زیاد یکی از مهم‌ترین بخش‌های ژئوشیمیایی محسوب می‌گردد (Wang et al., 2010). اکسیدهای آهن و منگنز روی سطوح ذرات می‌توانند محل جذب مناسبی برای فلزات ایجاد کنند. اگرچه این بخش یک تاثیر پاک‌کنندگی دارد، با این حال فلزات تحت تغییر شرایط احیا ممکن است محلول و قابل دسترس شوند (Tokalioglu et al., 2000; Zerbe et al., 1999; Krupadam et al., 2006).

تقطیر شده رقیق و سپس با کاغذ صافی Whatman شماره ۱ صاف گردید، و محلول صاف شده در ظروف پلی‌اتیلنی مخصوص نگهداری شد. در انتها، غلظت فلزات سنگین Cd و Pb به‌وسیله‌ی دستگاه جذب اتمی (AAS)^۱ با کوره‌گرافیتی مدل (AA-670) مشخص شد. نتایج بر حسب نانوگرم بر گرم ماده خشک تعیین گردید. جهت کنترل کیفیت آنالیزها، سه نمونه blank نیز در کنار سایر نمونه‌ها همانند نمونه‌های مورد بررسی تهیه شد. همچنین دقت اندازه‌گیری میزان کادمیوم و سرب با استفاده از آنالیز ماده استاندارد SRM ۲۷۱۱ کنترل گردید. درصد بازیابی دارای دامنه‌ی بین ۸۲/۶۱-۸۸/۳۶ درصد تعیین گردید. پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها، نرمال بودن آن‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد و برای تعیین اختلاف معنی‌داری غلظت فلزات (Cd و Pb) در رسوبات سطحی بین دو ایستگاه از آزمون T-test استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 17 انجام شدند.

۳. نتایج

نتایج غلظت کلی فلزات در ایستگاه‌های پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو به‌ترتیب (ng/g) ۲۹/۹ و ۳۰/۵ برای کادمیوم و (ng/g) ۵۹۳/۷۲۵ و ۱۲۰۶/۲۵ برای سرب است. همچنین آزمون آماری نشان از عدم اختلاف معنی‌داری بین غلظت کل فلز کادمیوم در رسوبات سطحی دو ایستگاه و وجود اختلاف معنی‌داری ($p < 0/05$) برای فلز سرب بین دو ایستگاه است.

غلظت و درصد فلزات سرب و کادمیوم در هر یک از بخش‌های مختلف ژئوشیمیایی رسوبات ناحیه بین جزرومدی پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج مبین آنست که مقادیر فلزات سرب و کادمیوم در بخش‌های مختلف رسوبات در ایستگاه‌های مورد مطالعه بطور کلی به صورت تبدلی > اکسیدهای آهن و منگنز > آلی > پایدار است. در میان بخش‌های انسان ساخت، بخش تبدلی کمترین درصد از غلظت کلی فلزات کادمیوم و سرب و بخش وابسته به مواد آلی بیشترین درصد از غلظت کلی فلزات مورد نظر را به خود اختصاص داده است. مقادیر فلزات در بخش پایدار نسبت به کل

¹ Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

جدول ۱- درصد و میانگین غلظت سرب و کادمیوم برحسب (ng/g dw) در بخش‌های ژئوشیمیایی وابسته به رسوبات در ناحیه بین جزرومدی پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو

نام ایستگاه	بخش تبادل		بخش وابسته به عناصر احیا		بخش وابسته به مواد آلی		بخش پایدار		غلظت کل	
	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
ترمینال	۲۵/۲۱	۰/۸۹	۲/۸۹	۱۰/۱۵۵	۶۶/۲۵	۳/۰۱	۳۷۱/۱۷	۲۱/۹۴	۲۹/۸۹	۵۹۳/۷۲
	(۵/۹۳٪)	(۲/۹۷٪)	(۹/۶۶٪)	(۱۷/۱۰)	(۱۱/۱۵)	(۱۰/۰۷٪)	(۶۲/۵۱)	(۳/۴۰٪)	(۱۰۰٪)	(۱۰۰٪)
پارک جهانگردی سورو	۳۶/۱۹	۰/۹۰	۲/۶۳	۸۲/۸۶	۸۲/۸۹	۴/۱۱	۹۵۴/۱۸	۲۱/۷۶	۳۰/۵۵	۱۲۰۶/۲۵
	(۳/۱۰٪)	(۲/۹۴٪)	(۸/۶٪)	(۶/۸۶٪)	(۶/۸۷٪)	(۱۳/۴۵٪)	(۷۹/۱۰٪)	(۷/۲۲٪)	(۱۰۰٪)	(۱۰۰٪)

افزایش غلظت فلزات در بخش وابسته به مواد معدنی نشان می‌دهد که فلزات در این رسوبات به دلیل ورودی‌های طبیعی بوده و از سمیت کمی برخوردار می‌باشند. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که بخش قابل دسترس فلزات در سواحل هرمزگان نسبت کمتری از غلظت کلی فلزات سرب و کادمیوم را به خود اختصاص می‌دهند، لذا در مدیریت فلزات سرب و کادمیوم در سواحل استان هرمزگان تنها نگرانی مربوط به غلظت‌های اندک فلزات سرب و کادمیوم در اثر برخی فعالیت‌های انسانی در منطقه مورد مطالعه شامل قایقرانی، کشتیرانی، لنج‌سازی و پساب‌های شهری و همچنین وجود صنایع مهم و مختلفی نظیر پالایشگاه هشتم نفت بندرعباس، مجتمع آلومینیوم المهدی (عج)، فولاد هرمزگان، اسکله‌های شهید رجایی و باهنر در مناطق بالادست ایستگاه‌های و یا ناشی از آلودگی سواحل به نفت می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از تعیین منشا فلزات در سواحل شمالی جزیره قشم نیز در توافق با نتایج این تحقیق، نشان‌دهنده‌ی منشا غالب طبیعی و سهم کمتر منشا آنتروپوژنیک برای فلزات سرب و کادمیوم است (Shirnesan et al., 2012).

منابع

باقری، ح.؛ شارمد، ت.؛ خیرآبادی، و.؛ درویش بسطامی، ک.؛ باقری ز، ۱۳۹۰. سنجش و ارزیابی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات رودخانه گرگان‌رود. اقیانوس‌شناسی، سال ۲، شماره ۵، صفحات ۳۵-۳۹.

Abu-Kukati, Y. 2001. Heavy metals distribution and speciation in sediments from Ziqlab Dam-Jordan. *Jeafaß Mühendisliđi*, 25(1): 33-40.

Adamo, P.; Arienzo, M.; Imperato, M.; Naimo, D.; Nardi, G.; Stanzione, D., 2005. Distribution and partition of

مقادیر دو فلز سرب برابر با (ng/g) ۶۶/۲۵ و ۸۲/۸۹ و کادمیوم (ng/g) ۳/۰۱ و ۴/۱۱ به‌ترتیب در ایستگاه‌های پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو در بخش وابسته به مواد آلی تعیین شدند. به‌طور کلی بخش آلی نقش مهمی را در نگهداری فلزات در رسوبات بازی می‌کند (Yap et al., 2002). دلیل آن وابستگی شدید فلزات به ویژه مس به مواد هوموسی بوده که فلزات سنگین با آنها تشکیل کمپلکس‌های پیچیده‌ای را می‌دهند (Pempkowiak, 1999). نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با نتایج تحقیق انجام شده توسط Yap و همکاران (۲۰۰۲) در کشور مالزی مطابقت داشته که مقدار غلظت فلزات به‌صورت $Pb > Cd$ بود. بخش پایدار مربوط به اتصال پایدار فلزات با شبکه مواد معدنی بوده و مقدار فلزات در آن می‌تواند به‌عنوان شناساگر در تشخیص منشا طبیعی فلزات از منشا انسان‌ساخت آنها باشد (Abu-Kukati, 2001). مقدار فلزات در این بخش نسبت به کل بخش -های انسان ساخت (آنتروپوژنیک) بیشتر به‌دست آمد، به‌طوری که غلظت فلزات در این بخش در حدود (ng/g) ۳۷۱/۱۷ و ۹۵۴/۱۸ برای سرب و (ng/g) ۲۱/۹۴ و ۲۱/۷۶ برای کادمیوم به‌ترتیب در ایستگاه‌های پایانه‌ی بندرعباس و پارک جهانگردی سورو در رسوبات تعیین گردید. نتایج نشان دادند که منشا طبیعی به‌عنوان منشا غالب برای فلزات سرب و کادمیوم در رسوبات دو ایستگاه مورد مطالعه است. نسبت زیاد این بخش در رسوبات نشان داد که منابع آنتروپوژنیک در آلودگی فلزات در سواحل این دو ایستگاه نقش کمتری را داشته‌اند، چون هرچه درصد فلزات در این بخش بیشتر باشد، آلودگی با منشا انسانی کمتر است (Singh et al., 2005). فلزات در این بخش شدیداً وابسته به شبکه‌های معدنی هستند (Abu-Kukati, 2001). به‌طوری‌که آن‌ها به‌طور شیمیایی پایدار و از دسترسی زیستی ضعیفی برخوردار و در نتیجه از سمیت بسیار کمی برای ارگانیسم‌ها در محیط‌های آبی برخوردار هستند (Wang et al., 2010; Basaham et al., 2010). در کل

- bioaccumulation by mussels. *Chemospher*, 39(2): 313-321.
- Renying, L.; Hao, Y.; Zhi-Gaol, Z.; Jun-Jiel, L.; Xiao-Hua, S.; Feng, J., 2007. Fractionation of heavy metals in sediments from dianchi lake, China. *Pedosphere*, 17: 265-272.
- Shirneshan, G.; Riyahi Bakhtiyari, A.; Seifabadi, J.; Mortazavi, S., 2012. Environmental geochemistry of Cu, Zn and Pb in sediment from Qeshm island-Persian Gulf, Iran: A comparison between northern and southern coast and ecological risk. *Geochemistry international*.
- Singh, K. P.; Mohan, D.; Singh, V.K.; Malik, A., 2005. Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments a tributary of the Ganges, India. *Journal of Hydrology*, 312 (1-4): 14-27.
- Soares, H.M.V.M.; Boaventura, R.A.R.; Machado, A.A.S. C.; Esteves dasilva, J.C.G., 1999. Sediments as monitors of heavy metals contamination in the Ave river basin (Portugal). Multivariate analysis of data. *Environmental Pollution*, 105(3): 311-323.
- Tanner, P.; Leong, L.S.; Pan, S.M., 2000. Contamination of heavy metals in marine sediment cores from Victoria Harbour, Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, 40:769-79.
- Tokalioglu, S.; Kartal, S.; Elçi, L., 2000. Determination of heavy metals and their speciation in lake sediments by flame atomic absorption spectrometry after a four-stage sequential extraction procedure. *Analytica Chimica Acta*, 413(1-2): 33-40.
- Wang, S.; Jia, Y.; Wang, S.; Wang, X.; Wang, H.; Zhao, Z.; Liu, B., 2010. Fractionation of heavy metals in shallow marine sediments from Jinzhou Bay, China. *Journal of Environmental Sciences*, 22(1): 23-31.
- Yap, C.K.; Ismail, A.; Tan, S.G.; 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 heavy metals in surface and sub-surface sediments of Naples city port. *Chemosphere*, 61: 800-809.
- Ahmad, A.K.; Mushrifah, I.; Othman, M., 2009. Water quality and heavy metal conservations in sediment of Sungai elantan, Kelantan, Malaysia: A Baseline study. *Sains Malaysiana*, 38: 435-442.
- Basaham, A.S., 2010. Distribution and partitioning of heavy metals in subtidal sediments of the Persian Gulf coast of Saudi Arabia. *Journal of King Abdulaziz University. Earth Sciences*, 21(1): 201-222.
- Duyusen, G.; Gorkem, A., 2008. Heavy metals partitioning in the sediments of Izmir Inner Bay. *Journal of environmental Sciences*, 35(4): 413-418.
- Ismail, A., 1993. Heavy metal concentration in sediments off Bintulu, Malaysia. *Marine Pollution Bulletin*, 26:706-7.
- Ismail, A.; Rosniza, R., 1997. Trace metals in sediments and molluscs from an estuary receiving pig farms effluent. *Environmental Technology*, 18: 509-15.
- Karbassi, A.R.; Monavari, S.M.; Nabi Bidhendi, Gh.R.; Nouri, J.; Nematpour, K., 2000. Metal pollution assessment of sediment and water in the Shur River. *Environmental Monitoring Assessment*, 147:107-116.
- Krupadam, R.J.; Smita, P.; Wate, S.R., 2006. Geochemical fractionation of heavy metals in sediments of the Tapi estuary. *Geochemical Journal*, 40: 513-522.
- Leleyter, L.; Biree, L.; Baraud, F., 2005. Heavy metals partitioning into residual and non-residual fractions in river sediments of the Vire and Orne drainage basins (Normandy, France). *Difpolmine Conference*, 12-14 december, Le Corum, Montpellier, France. 1-5.
- Li, X.; Shen, Z.; Wai, O.W.H.; Li, Y.S., 2001. Chemical fraction of Pb, Zn and Cu in the Sediment profiles of the Pearl River Estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 42: 215-223.
- Pempkowiak, J.; Sikora, A.; Biernacka, E., 1999. Speciation of heavy metals in marine sediments vs their

- for Sustainable Society, 2: 1-12.
- Zerbe, J.; Sobczyński, T.; Elbanowska, H.; Siepak, J., 1999. Speciation of heavy metals in bottom sediments of Lakes. *Journal of Environmental Studies*, 8: 331-339.
- coast of Peninsular Malaysia. *Environment International*, 28: 117-126.
- Zakir, H.M.; Shikazono, N., 2008. Metal fractionation in sediment: a comparative assessment of four sequential extraction schemes. *Journal of environmental Science*