فصلنامه زمین، سال هفتم، شماره ۲۴، تابستان ۱۳۹۱

سنجش میزان آلودگی‌های فلزات سنگین (Zn, Mn, Co, Cd) در رسوبات ساحلی خلیج فارس

اکبر الصاق[۱]

چکیده

در سال‌های اخیر فعالیت‌های اقتصادی متعددی نظیر پالایش نفت خام، تولیدات آلومینیوم و روی، تعمیر و ساخت کشتی، تخلیه و بارگیری انواع مواد معدنی و شیمیائی و غیره در بندرعباس بعنوان مرکز توسعه جنوب کشور ایران شکل گرفته که این موضوع موجب تشدید بار آلودگی و تخریب اکوسیستم حساس آب‌های ساحلی منطقه شده است. لذا شناسائی و اندازه‌گیری و ردیابی عناصر فلزات سنگین در رسوبات آب‌های ساحلی با توجه به اثرات زیانباری که بر اکوسیستم‌های دریائی و از جمله آبزیان و به تبع آن بر انسان اثر می‌گذارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بر این مبنا در این تحقیق میزان فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم در رسوبات ساحلی مناطق هدف بندرعباس توسط دستگاه طیف سنجی جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفت. کلیه مراحل نمونه برداری و هضم رسوب طبق روش استاندارد (MOOPAM) انجام شد. بدین ترتیب متوسط غلظت فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم در رسوبات به ترتیب ۰/۳± ۸۹/۱، ۱۹/۱± ۵۱۹/۳، ۳/۹± ۳۶/۴ و ۰/۲± ۲/۱ میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب به دست آمد. این مقادیر با متوسط غلظت عناصر فوق در رسوبات جهانی و دیگر مناطق داخلی و خارجی مقایسه و تجزیه و تحلیل شد. بررسی آماری (ANOVA: Single Factor) نشان داد که متوسط غلظت فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم موجود در رسوب گذرگاه‌ها اختلاف معنی داری دارند. دو عنصر کادمیوم و روی با ضریب هم بستگی ۰/۵۷۵ بیشترین هم بستگی را دارند و بعد از آن به ترتیب عناصر کبالت و منگنز با ضریب هم بستگی ۰/۵، روی و منگنز با ضریب هم بستگی ۰/۰۸۵، کبالت و کادمیوم با ضریب هم بستگی ۰/۰۱۶، روی و کبالت با ضریب هم بستگی ۰/۰۱ و در آخر منگنز و کادمیوم با ضریب هم بستگی ۰/۰۰۲ قرار دارند. با توجه به ضریب هم بستگی مثبت و معنی دار بین کادمیوم و روی، کبالت و کادمیوم و هم چنین روی و کبالت مشخص می‌شود که منشاء ایجاد فلزات سنگین کادمیوم، روی و کبالت در رسوبات یکسان است. ضریب هم بستگی روی با منگنز معنی دار نیست و هم چنین پایین بودن ضریب هم بستگی منگنز و کادمیوم نیز، نشان دهنده عدم یکسان بودن منبع منگنز با دیگر عناصر است.

کلیدواژه‌ها: فلزات سنگین، خلیج فارس، بندرعباس، رسوبات ساحلی

Determination of pollution caused by heavy metals Zn, Mn, Co and Cd in the Persian Gulf coastal sediments

Akbar Elsagh

Abstract

In recent years, many industries activities such as refining crude oil, aluminum and zinc production, ship repair and construction, loading and unloading of minerals and chemicals, etc. As a development center in Bandar Abbas, southern Iran, which formed the subject

۱ـ عضو هیات علمی تمام وقت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

Archive of SID

www.SID.ir

exacerbate pollution load destruction of sensitive ecosystems coastal waters region. Therefore, measures to identify and measure heavy metals and trace elements with regard to harmful effects on marine ecosystems including aquatic and consequently affects puts man in sediments of coastal waters is an important. Based on this in this study the amount of heavy metals Zn, Mn, Co and Cd in sediments in coastal areas target Bandar Abbas apparatus flame atomic absorption spectroscopy was measured. All stages of sample and digestion of sediment according to standard methods (MOOPAM) was. Thus, the average concentration of heavy metals Zn, Mn, Co and Cd in sediments, respectively 89.1± 0.3, 519.3± 19.1, 36.4± 3.9 and 2.1 ± 0.2 (µg g-1) dry weight sediment, respectively. This values with an average concentration of elements in sediments above and other global internal and external areas were analyzed and compared. Statistical analysis (ANOVA: Single Factor) showed that the average concentration of heavy metals Zn, Mn, Co and Cd in sediment are significant differences between the crossings. Two elements Cd and Zn with a correlation coefficient of 0.575 have the highest correlation and then the order of elements Co and Mn with the coefficient correlation 0.5, Zn and Mn with the coefficient correlation 0.085, Co and Cd coefficient correlation 0.016, Zn and Co coefficient correlation0.01 and Mn and Cd with the coefficient correlation 0.002 are. With coefficient significant and positive correlation between Cd and Zn, Co and Cd, Zn and Co and finally be determined that the source of pollution in the sediments of these elements is the same. The results show there are no statistically significant correlation for Cd, Mn coefficient.

Keywords: heavy metals, Persian Gulf, Bandar Abbas, coastal sediment

مقدمه

خلیج فارس از جنبه‌های مختلف نظیر ذخایر 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 کشتی سازی خلیج فارس و... از اهمیت فوق العاده‌ای برخور دار است. خلیج فارس پیشرفتگی آب اقیانوس هند در ناحیه جنوبی فلات ایران در حاشیه‌ای از اقیانوس هند است که در شمال غربی دریای عمان واقع شده است. خلیج فارس باطول تقریبی ۱۰۰۰ کیلومتر و عرض ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلومتر و مساحتی در حدود ۲۲۶۰۰۰ کیلومتر مربع و با عمق ۱۰۰ـ۹۰ متر عمده‌ترین آبراه حمل و نقل مواد نفتی جهان نیز محسوب می‌شود، بطوری که هر سال حدود ۲۰ تا ۳۰ هزار نفتکش با عبور از آن قریب به ۳۰ ٪ حجم ترافیک نفتکش‌ها را به خود اختصاص داده است و نشت حدود ۱۵۰۰۰ تن در مقیاس متریک مواد نفتی در اثر تراکم رفت و آمد نفتکش‌های مذکور، این دریا را به صورت آلوده‌ترین منطقه دریایی در آورده است.ژاپن حدود دو سوم از نفت مورد نیاز خود و آمریکا حدود ۲۰ ٪ به همراه اروپا که ۵۰ ٪ نفت خود را از این منطقه تأمین می‌کنند، نهایتاً ۹۰ ٪ این نیازها از طریق خلیج فارس و تنگه هرمز تأمین می‌شود (Purse 1973). این حجم نفت و عبور آن به وسیله نفتکش‌ها می‌تواند آلودگی دریا را دو چندان کند. این در شرایطی است که به علت بسته بودن دریای خلیج فارس، حدود ۳ تا ۵ سال زمان لازم است که آب آن تعویض گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

در شمال تنگه هرمز نیز صنایع مستقر در ساحل و پساب‌های آنها و نیز فاضلاب‌های شهری به خصوص شهرهای بزرگ مانند بندرعباس خطر آلودگی دریا را افزایش می‌دهد. همین طور در مناطق دیگر خلیج فارس مانند بوشهر با راه‌اندازی پروژه‌های مهم پارس جنوبی مشکلات زیست محیطی فراوانی در آینده ایجاد می‌شود (Elsagh 2010a). رسوبات خلیج فارس به دلیل ماهیت رسی و داشتن بار الکتریکی زیاد و همچنین ظرفیت تبادل کاتیونی بالا قدرت زیادی در جذب عناصر آلاینده دارند. رسوبات آبهای ساحلی به عنوان ثبات میزان آلودگی‌ها می‌توانند در نظر گرفته شوند (Pourang *et al*. 2005). 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 می‌توانند وارد این اکوسیستم شوند (Sadiq 1992). فلزات سنگین در رسوبات کف تجمع می‌یابند. در نتیجه اکوسیستم‌هایی مثل بنادر سواحل صنعتی که با ورود مزمنی از فلزات روبرو هستند، دارای بیشترین رسوبات آلوده می‌باشند. این ویژگی‌ها در محیط‌های واجد رسوبات، به علت تاثیرات سمی و قابلیت تجمع زیستی فلزات در نمونه‌های بیولوژیکی موجود در رسوبات، منجر به تاثیرات اکولوژیکی زیاد می‌شوند. اولین عامل اثرات آلودگی فلزات در یک اکوسیستم، وجود فلزات سنگین در بیومس یک منطقه آلوده است که سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازد (Massaro 1997). برخی ویژگی‌ها و عوارض فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم مورد نظر این تحقیق عبارتند از: روی در بدن انسان، در غلظت بالا در پروستات، استخوان، عضله و کبد پیدا شده است (ATSDR 1999). بعضی از عوارض روی مسمومیت، تب، دل آشوبه، تهوع، استفراغ و اسهال می‌باشد (Bryan and Timothy 1999). منگنز، در بدن انسان نقش کوآنزیمی دارد و با اتصال به بعضی از آنزیم‌ها به عنوان فعال کننده در تسریع واکنش‌ها عمل می‌کند (Saracoglu and Soylak 2001). افزایش میزان منگنز آسیب‌های شدید مغزی همراه با اختلالات فیزیولوژیکی و نورولوژیکی مانند بیماری پارکینسون (سختی عضلات) را سبب می‌شود (Elsagh and Rabani 2010a). در مورد کبالت مهمترین عمل بیولوژیکی آن را می‌توان دخالت در ساخت کوآنزیم‌های وابسته به ویتامین B_{12} یا سیانوکبالامین دانست که Co^{+3} نقش مؤثری را در کبالامین ایفا می‌کند. هم چنین افزایش میزان کبالت بر رشد جنین آثار مضری دارد و در اعمال فیزیولوژیک فلزات دو ظرفیتی نظیر کلسیم، منیزیم، منگنز و اعمال بیولوژیکی ساخت کوآنزیم‌های وابسته به ویتامین‌ها ایجاد تداخل می‌کند (Elsagh and Rabani 2010b). کادمیوم در اکوسیستم‌های آبی در صدف، میگو، خرچنگ و ماهی‌ها تجمع می‌یابد (Elsagh 2010b). مسمومیت ناشی از کادمیوم تا حدودی مشابه آرسنیک است (Correia and Oliveirra 2000). به علاوه تماس بدن با کادمیوم، سبب افزایش دفع گلوکز، پروتئین و اسید اوریک می‌شود. کادمیوم با غلظت زیاد شرایط ایجاد ذات الریه حاد و مسمومیت همراه با تهوع، استفراغ،

Archive of SID

www.SID.ir

اسهال، آسیب احتمالی به DNA و سرطان را باعث می‌شود (Elsagh *et al.* 2009). با توجه به اهمیت موضوع و عوارض و خطرات این چنانی فلزات سنگین، محققان بسیاری در سراسر دنیا به سنجش فلزات سنگین در رسوبات ساحلی و اکوسیستم دریایی پرداخته‌اند (Kirsh 1982)، (Andriano 1986)، (Huttoni and Wadgtz 1988). تحقیق حاضر نیز بر این مبنا که اکوسیستم منطقه به علت عمق کم آب و نیمه بسته بودن آن و محدودیت ورود منابع و تبخیر زیاد و وجود مناطق حساس دریائی نظیر تالاب‌ها، جنگل‌های مانگرو، زیستگاه میگو، انواع ماهی، لاک پشتان دریائی و سایر جوامع جانوری و گیاهی آبزی که آسیب‌پذیر و شکننده می‌باشند، اهمیت شناسائی و بررسی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات ساحلی را در این مناطق دو چندان می‌نماید، انجام شده است. بنابر این پس از انتخاب محدودهٔ مطالعاتی بندرعباس بر اساس کانون آلودگی محیط عمق، ایستگاه‌ها و گذرگاه‌های اسکله شهید باهنر، نیروگاه توانیر، اسکله فولاد، پالایشگاه نفت، اسکله شهید رجائی و مجتمع کشتی سازی خلیج فارس به منظور سنجش و اندازه‌گیری آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم در رسوبات ساحلی تعیین شدند. با توجه به اینکه جهت شیب منطقه مطالعاتی شمال به جنوب است و جهت غالب این شیب در بستر دریا نیز به همین شکل ادامه دارد، گذرگاه‌ها (ترانسکت‌ها) عمود بر ساحل انتخاب شد.

ارائه ی نتایج به سازمان‌های ذی ربط علاوه بر کمک به حفظ بهداشت و سلامت و توسعه پایدار جامعه، باعث پیشگیری از بروز برخی بیماری‌ها و مقدمه‌ای به منظور تحقیقات بعدی خواهد بود.

اندازه گیری/ مشاهده

کلیه مواد شیمیایی از نوع معرف‌های تجزیه‌ای از شرکت مرک آلمان استفاده شد. تمامی نمونه‌های این تحقیق با آب دی یونیزه تهیه شدند. محلول استاندارد یک گرم بر لیتر روی، منگنز، کبالت و کادمیوم با HNO_3(٪۲)، HCl(٪۱) و آب ساخته شد (Heinrich 1974). هم چنین به منظور رفع آلودگی احتمالی کلیه ظروف قبل از استفاده با نیتریک اسید ۱:۱ و آب مقطر شستشو و به مدت ۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک شدند. دستگاه طیف سنجی جذب اتمی Varian مدل AA-۲۴۰ ساخت کشور آمریکا- استرالیا جهت اندازه‌گیری مقادیر غلظت فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم در رسوبات ساحلی مورد استفاده قرار گرفت. پارامترهای عملیاتی طیف سنجی در جدول (۱) نشان داده شده است (Soylak and Peker 2008).

جدول ۱ـ شرایط دستگاه برای اندازه‌گیری عناصر

عناصر	طول موج(nm)	عرض شکاف (nm)	جریان (mA)	تکنیک
Zn	۲۱۳/۰	۰/۷۰	۴/۰	FAAS
Mn	۲۷۹/۵	۰/۲۰	۵/۰	FAAS
Co	۲۴۰/۷	۰/۲۰	۷/۰	FAAS
Cd	۲۲۸/۸	۰/۷۰	۴/۰	FAAS

Archive of SID

www.SID.ir

روش/ محاسبه

نمونه برداری در تابستان سال یکهزار و سیصد و هشتاد و هشت شمسی انجام شد. نمونه برداری، آماده سازی و هضم کامل رسوبات منطبق بر دستورالعمل استاندارد موپام عمل شد (Ropme 1991)، (1999 Ropme). با توجه به اینکه عمق منطقه مورد نظر غالباً کمتر از ۶ متر و یا ۱۰-۶ متر می‌باشد، بر روی هر گذرگاه سه ایستگاه در اعماق ۳-۰، ۶-۳ و ۹ -۶ متر انتخاب و از هر ایستگاه دو نمونه رسوب سطحی جمع آوری گردید. نمونه‌برداری توسط نمونه بردار ایکمن گراپ (با سطح مقطع ۱۵ × ۱۵سانتی متر مربع) صورت گرفت، پس از بالا آوردن رسوب آنرا در ظروف پلی‌اتیلنی (کد گذاری شده) ریخته و پس از انتقال به آزمایشگاه در دمای ۴۰- درجه سانتی‌گراد در فریزدرایر به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. سپس رسوبات را الک کرده و نمونه‌های کمتر از ۶۳ میکرون را درهاون عقیق پودر کرده، بطوری که از الک ۶۳ میکرون غربال گردد. (با این عمل نمونه‌ها یکنواخت شده و با افزایش سطح تماس عمل هضم آسانتر و سریع تر صورت می-پذیرد) آنگاه نیم گرم رسوب خشک پودر شده را داخل بشر تفلونی ریخته و ۱۵-۱۰ میلی لیتر نیتریک اسید غلیظ اضافه کرده و روی حمام شنی تا نزدیک خشک شدن حرارت داده، در مرحله بعد پس از رسیدن به دمای آزمایشگاه ۷ میلی لیتر HF اضافه نموده و مجدداً روی حمام شنی تا نزدیک خشک شدن حرارت داده شد. پس از رسیدن به دمای آزمایشگاه ۱۰ میلی لیتر مخلوط ۳ به ۱ کلریدریک اسید و نیتریک اسید به نمونه اضافه کرده و مجدداً تا نزدیک خشک شدن حرارت داده و پس از رسیدن به دمای آزمایشگاه نمونه را جهت تزریق به دستگاه طیف سنجی جذب اتمی در بالن حجمی ۵۰ میلی لیتری صاف کرده و به حجم رسانده شد. مقدار غلظت خوانده شده توسط دستگاه با استفاده از فرمول فوق، به مقدار واقعی برحسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب تبدیل شد (Berman 1990).

$$C_r = C_i.V/m$$

C_r: غلظت واقعی

C_i: غلظت دستگاه

V: حجم نهایی نمونه

m: وزن خشک انتخاب شده

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS/۱۵ انجام شد.

بحث

موقعیت گذرگاه‌های نمونه برداری، متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه‌ها، ضریب هم بستگی بین عناصر در نمونه‌ها، متوسط غلظت فلزات سنگین در رسوب‌های بعضی نقاط و سواحل خلیج فارس (Purse 1973) و نواحی مختلف دنیا و متوسط غلظت برخی از عناصر در پوسته زمین و استاندارد رسوبات جهانی (Leep 1998) به ترتیب در جداول (۲) تا (۸) آمده است.

جدول ۲ـ موقعیت گذرگاه‌های نمونه برداری

گذرگاه	ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	اسکله شهید باهنر	۵۶° ۱۲' ۱۶"	۲۷° ۰۸' ۱۸"
۲	نیروگاه توانیر	۵۶° ۰۸' ۲۶"	۲۷° ۰۷' ۳۶"
۳	اسکله فولاد	۵۶° ۰۷' ۰۶"	۲۷° ۰۶' ۱۰"
۴	پالایشگاه نفت	۵۶° ۰۶' ۱۱"	۲۷° ۰۵' ۴۱"
۵	اسکله شهید رجائی	۵۶° ۰۴' ۳۶"	۲۷° ۰۴' ۱۱"
۶	کشتی سازی	۵۵° ۵۹' ۰۱"	۲۷° ۰۲' ۱۶"

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ـ مناطق مطالعاتی و متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خشک رسوب سطحی از عمق ۳-، ۶-۳ و ۹ -۶ متر بر حسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب

گذرگاه	ایستگاه	روی	منگنز	کبالت	کادمیوم
۱	اسکله شهید باهنر	±۰/۲ ۸۲/۳	±۳/۷ ۶۰۴/۵	±۳/۱ ۴۵/۷	±۰/۱ ۲/۲
۲	نیروگاه توانیر	±۰/۲ ۱۰۱/۹	±۳/۷ ۴۷۸/۵	±۱/۱ ۳۵/۳	±۰/۳ ۱/۴
۳	اسکله فولاد	±۰/۱ ۱۲۰/۸	±۴/۷ ۴۸۸/۲	±۱/۰ ۲۵/۷	±۰/۲ ۴/۱
۴	پالایشگاه نفت	±۰/۷ ۹۴/۱	±۱۷/۳ ۵۲۷/۲	±۱/۴ ۴۸/۵	±۰/۱ ۲/۰
۵	اسکله شهید رجائی	±۰/۵ ۷۲/۱	±۱۶/۷ ۵۲۷/۸	±۰/۷ ۳۸/۰	±۰/۳ ۲/۰
۶	مجتمع کشتی‌سازی	±۰/۴ ۶۳/۲	±۲۱/۵ ۴۸۹/۷	±۱/۵ ۲۵/۵	±۰/۲ ۰/۸

(SE ± میانگین ... n=۶)

جدول ۴ـ ضریب هم بستگی بین عناصر

عنصر	Zn	Mn	Co	Cd
Zn	۱	۰/۰۸۵	۰/۰۱	۰/۵۷۵
Mn		۱	۰/۵	۰/۰۰۲
Co			۱	۰/۰۱۶
Cd				۱

جدول ۵ـ متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه خشک رسوب سطحی نقاطی از خلیج فارس بر حسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب

عنصر ایستگاه	کروم	کادمیم	مس	نیکل	سرب	روی
رودخانه ی کل(شور)	۹۴	۲/۹۷	۱۳/۳۵	۸۴/۵	۳۴/۹۸	۳۱/۵۳
تنگه خوران(پل خلیج‌فارس)	۹۹/۸۷	۲/۵۳	۱۳/۴۵	۸۶/۶	۳۷/۸۷	۳۰/۴۸
روبروی تنگه خوران(غرب تنگه)	۸۷/۱	۳/۵۵	۶/۷۶	۵۴/۳۵	۳۶/۷۸	۲۰/۹۸
روبروی بندر لافت	۶۲/۱	۲/۵۵	۵/۶	۴۰	۲۵	۱۴/۴۴
گورزین	۸۰	۳/۷۹	۱۷/۵۴	۱۰۲/۸۲	۳۴/۵۲	۳۹/۱۷
بندر خمیر	۹۱/۴۲	۳	۱۷/۵۴	۸۲/۶۱	۳۹/۶۴	۳۱
ترعه خوران	۵۳/۵۳	۲/۷۲	۱۴/۹۱	۸۲	۴۵/۸۵	۳۴/۸۴
روبروی بندر گوران	۶۴/۲۷	۳	۱۰/۵۷	۵۴/۱	۲۶/۹۱	۳۶/۲۷

جدول ۶ـ متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه خشک رسوب سطحی بعضی سواحل خلیج فارس بر حسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب

عنصر ساحل	سال تحقیق	نیکل	روی	مس	سرب	کادمیم	کبالت
کویت	۱۹۷۶	۹۷	۴۵	۲۱	۲۳	۱/۵	–
کویت	۱۹۸۲	۹۱	۵۷	۲۳	۲۷	۱/۹	–
جزیره خارک	۱۹۹۰	۴۴	۱۳۷	۳۱	۳۳	۵	–
کویت	۱۹۹۲	۱۸۵/۵	۱۱۲	۳۹/۱	–	–	۳۲/۲
عربستان	۱۹۹۲	۴۱/۶	۲۶/۳	۹/۹	–	–	۶

جدول ۷ـ متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه خشک رسوب سطحی نواحی مختلف دنیا بر حسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب

مکان عنصر	اسکاتلند	جنوب‌غربی انگلستان	رسوبات مناطق کم عمق ژاپن	خلیج یمن
Ag	۰/۲	۰/۱	–	–
Cd	۱/۶	۰/۱	۰/۲۲	–
Cr	۳۳	۹	۳۰	–
Cu	۱۶	۴۴	۲۷	۲۰
Mn	۳۵۵	۲۹۰	۳۹۰	–
Ni	۳۰	۲۸	۱۴	۳۸
Pb	۹/۲	۵۰	۵۵	۲۰
Zn	۸۵	۱۲	۵۱	۷۰
Co	–	–	–	۱۳

جدول ۸ـ متوسط غلظت فلزات سنگین در پوسته زمین و استاندارد رسوبات جهانی بر حسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب

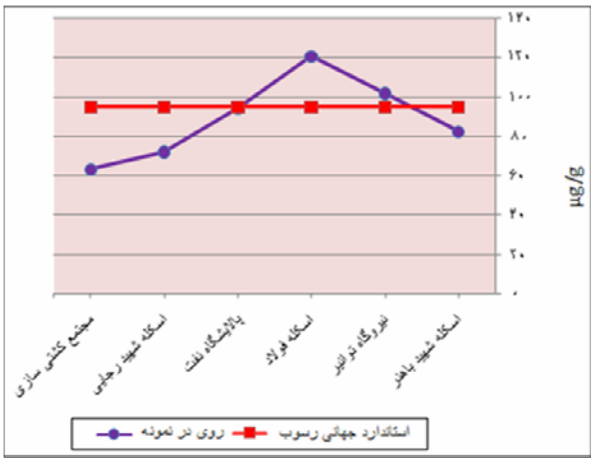
عنصر	Cd	Co	Mn	Zn
پوسته زمین	۰/۲۰	۲۰	۹۵۰	۷۵
استاندارد رسوبات جهانی	۰/۱۹	۱۴	۷۷۰	۹۵

Archive of SID

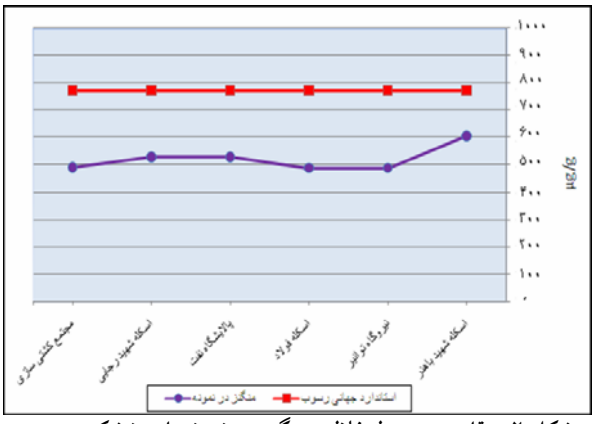
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

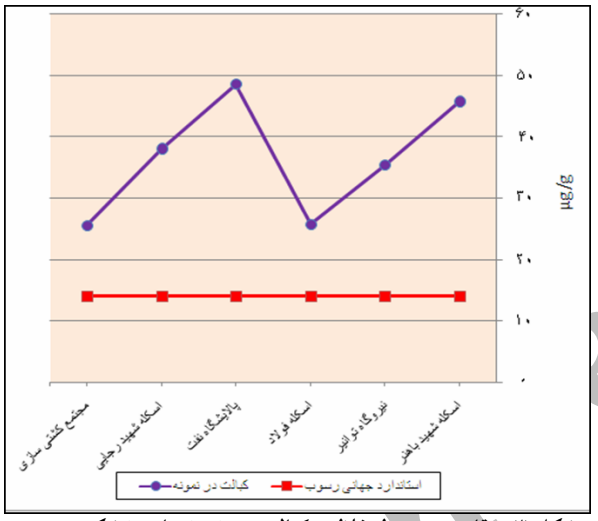
متوسط غلظت فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم در رسوبات به ترتیب ۰/۳± ۸۹/۱، ۱۹/۱± ۵۱۹/۳، ۳/۹± ۳۶/۴ و ۰/۲± ۲/۱ میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب به دست آمد. بررسی آماری (ANOVA: Single Factor) نشان داد که متوسط غلظت فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم در رسوب گذرگاه‌ها اختلاف معنی داری دارند. با توجه به جدول (۸) و شکل‌های (۱) تا (۴) و تجزیه و تحلیل داده‌ها و در مقایسه با حدود استاندارد فلزات سنگین در رسوبات جهانی می‌توان نتیجه گرفت که روی در رسوبات مناطق هدف تقریباً در حدود استاندارد جهانی بوده و بجز دو مورد آلودگی نیروگاه توانیر و اسکله فولاد، مناطق دیگر نسبت به این فلز سنگین در آستانه آلودگی می‌باشد.



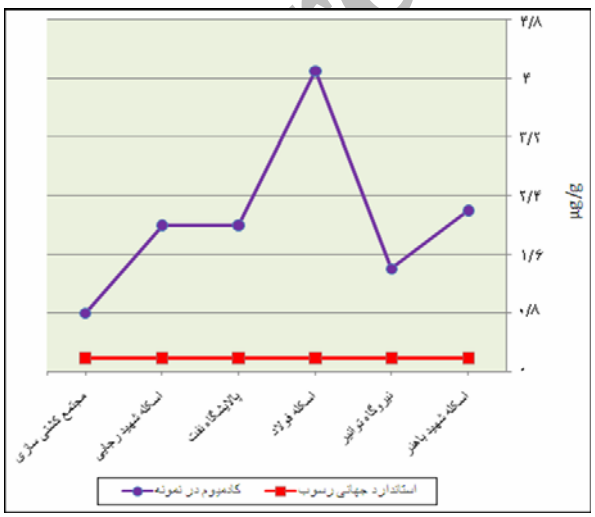
شکل ۱ـ مقایسه متوسط غلظت روی در نمونه‌های خشک رسوب سطحی با حد رسوبات جهانی



شکل ۲ـ مقایسه متوسط غلظت منگنز در نمونه‌های خشک رسوب سطحی با حد رسوبات جهانی



شکل ۳ـ مقایسه متوسط غلظت کبالت در نمونه‌های خشک رسوب سطحی با حد رسوبات جهانی

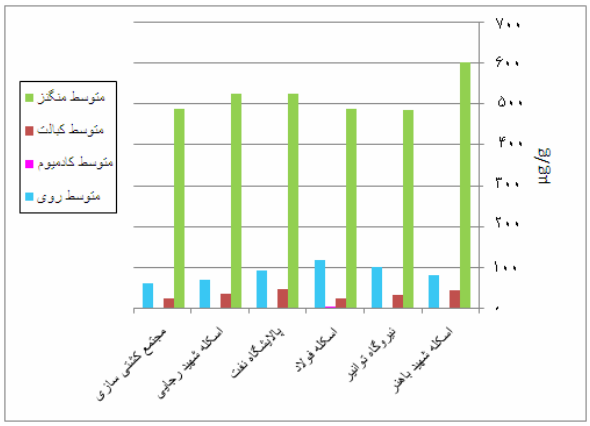


شکل ۴ـ مقایسه متوسط غلظت کادمیوم در نمونه‌های خشک رسوب سطحی با حد رسوبات جهانی

Archive of SID

www.SID.ir

در خصوص منگنز، مقدار آن در رسوبات مناطق مورد سنجش کمتر از حد استاندارد جهانی می‌باشد. میزان کبالت در رسوبات کلیه مناطق بیشتر از استاندارد جهانی بوده و آلودگی محسوب می‌شود. متاسفانه مقدار کادمیوم در مناطق مورد مطالعه، بسیار بالاتر از حد استاندارد رسوبات جهانی (حدود ۱۱ برابر) به دست آمد که آلودگی بالای مناطق را نسبت به این فلز سنگین پر خطر می‌رساند و نشانگر تجمع بار آلودگی این عنصر در محدودهٔ مطالعاتی است. همان گونه که شکل (۵) مشخص می‌کند، در مورد روی، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه اسکله فولاد، که می‌تواند ناشی از تخلیه و بارگیری مواد معدنی بویژه روی باشد و کمترین در گذرگاه مجتمع کشتی سازی به دست آمد. در خصوص منگنز، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه اسکله شهید باهنر و کمترین درگذرگاه نیروگاه توانیر به دست آمد که با توجه به مقادیر به دست آمده و متوسط غلظت منگنز در پوسته زمین (جدول ۸) و آزمون آماری ضریب هم بستگی، می‌تواند به سبب ماهیت و جنس زمین باشد. برای کبالت، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه پالایشگاه نفت که می‌تواند به سبب ترکیبات نفتی و مشتقات آن باشد و کمترین درگذرگاه مجتمع کشتی سازی به دست آمد. آلودگی کادمیوم، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه اسکله فولاد، که می‌تواند بطور کلی ناشی از ترکیبات نفتی خام، تخلیه آب توازن کشتی‌ها، فاضلاب‌های صنعتی و شهری باشد و کمترین در گذرگاه مجتمع کشتی سازی اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب اسکله شهید باهنر بیشترین آلودگی و مجتمع کشتی سازی کمترین آلودگی را نسبت به فلزات سنگین روی، منگنز، کبالت و کادمیوم دارا می‌باشند.



شکل ۵ـ مقایسه متوسط غلظت عناصر در نمونه‌های خشک رسوب سطحی در گذرگاه‌ها

هم چنین با عنایت به جداول (۵) تا (۷)، با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در دیگر نقاط خلیج فارس و سواحل خارجی خلیج فارس و برخی نقاط جهان و نتایج حاصل از این تحقیق در می‌یابیم که متوسط غلظت فلز سنگین روی در رسوبات سواحل مورد تحقیق از رسوبات سواحل نقاط دیگر خلیج فارس (جدول ۵) بیشتر و با رسوبات سواحل خارجی خلیج فارس (جدول ۶) در یک حدود و از رسوبات سواحل برخی نقاط دیگر جهان (جدول ۷) بیشتر می‌باشد. متوسط غلظت فلز سنگین منگنز در رسوبات سواحل مورد تحقیق از رسوبات سواحل برخی نقاط دیگر جهان (جدول ۷) به مراتب بیشتر می‌باشد. متوسط غلظت فلز سنگین کبالت در رسوبات سواحل مورد تحقیق از رسوبات سواحل نقاط خارجی خلیج فارس (جدول ۶) و رسوبات

Archive of SID

www.SID.ir

سواحل برخی نقاط دیگر جهان (جدول ۷) بیشتر می‌باشد. متوسط غلظت فلز سنگین کادمیوم در رسوبات سواحل مورد تحقیق از رسوبات سواحل نقاط دیگر خلیج فارس (جدول ۵) کمتر و از رسوبات سواحل خارجی خلیج فارس(جدول ۶)، جز یک مورد بیشتر می‌باشد، هم چنین از رسوبات سواحل برخی نقاط دیگر جهان (جدول ۷) بسیار بیشتر می‌باشد. در آزمون آماری با توجه به جدول (۴) دو عنصر کادمیوم و روی با ضریب هم بستگی ۰/۵۷۵ بیشترین هم بستگی را دارند و بعد از آن به ترتیب عناصر کبالت و منگنز با ضریب هم بستگی ۰/۵، روی و منگنز با ضریب هم بستگی ۰/۰۸۵، کبالت و کادمیوم با ضریب هم بستگی ۰/۰۱۶، روی و کبالت با ضریب هم بستگی ۰/۰۱ و در آخر منگنز و کادمیوم با ضریب هم بستگی ۰/۰۰۲ قرار دارند. با توجه به ضریب هم بستگی مثبت و معنی دار بین کادمیوم و روی، کبالت و کادمیوم و هم چنین روی و کبالت مشخص می‌شود که منشاء ایجاد فلزات سنگین کادمیوم، روی و کبالت در رسوبات یکسان است. ضریب هم بستگی روی با منگنز معنی دار نیست و هم چنین پایین بودن ضریب هم بستگی منگنز و کادمیوم نیز، نشان دهنده عدم یکسان بودن منبع منگنز با دیگر عناصر است. با توجه به موقعیت شهر بندرعباس و نظر به توسعه منطقه مذکور و پروژه‌های متعدد در دست اجرا در این محدوده و بار آلودگی ناشی از فعالیت‌های فعلی صنایع، اتخاذ راه کارهای مناسبی که بتواند در جهت کاهش آلاینده‌ها کمک کند، ضروری است.در این رابطه و با عنایت به مسلم بودن نقش صنایع در آلوده کردن سواحل بندر عباس و با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق رعایت ضوابط و استانداردهای ملی حفاظت از محیط زیست و اعمال این ضوابط در صنایع همجوار ضروری می‌باشد. در نهایت انجام پژوهش‌هایی در زمینه سنجش توان خودپالایی منطقه با توجه به وضعیت محدوده خلیج فارس و تعیین میزان فلزات سنگین آبزیانی، که در سفره غذایی خانوار جای می‌گیرند، پیشنهاد می‌شود.

References

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (ATSDR). 1999. Toxicological Profile for Mercury. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

Andriano, D.C. 1986. Trace elements in the terrestrial, Berlin, Heidelbery, New York, Springer-Verlag, 533.

Berman, S. 1990. Fourth Round Intercomparison for Trace Metals in Marine Sediments and Biological Tissues (NOAA/BT[4]).

Bryan, B., Timothy, C. 1999. General and Applied Toxicology, Second Edition, Macmillan Publishers, 3, 2052-2062, 2145-2155.

Correia, P.R.M., Oliveirra, E. 2000. Determination of Cd and pb in Food Stuffs by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry, Analytical Chemical Acta, 405, 205-211.

Elsagh, A. 2010a. Determination of heavy metals in *Rutilus frisii kutum* and *Cyprinus carpio* Fishes of Caspian Sea. Journal of Marine Science and Technology research, 5, 69-77.

Elsagh, A. 2010b. Determination of pollution caused by heavy metals Zn, Cr, Ni and Cd in the Persian Gulf coastal sediments.

Archive of SID

www.SID.ir

Ropme. 1991. Manual of Oceanographic Observations and pollutant Analysis Methods (MOPAM), Kuwait.

Ropme. 1999. Regional Report of State of the Marine Environment, Kuwait.

Sadiq, M. 1992. Toxic metal chemistry in Marin environments marcel Dekker, Inc, Us, 250-303.

Saracoglu, S., Soylak, M. 2001. Enrichment and separation of traces of cadmium, chromium, lead and manganese ions in urine by using magnesium hydroxide coprecipitation method. Trace Elements and Electrolytes, 18, 129-133.

Soylak, M., Peker, D. 2008. Heavy metals contents of refined and unrefined table salts from Turkey, Egypt and Greece. Environ Monit Assess, 143, 267-272.

Journal of Geological and Environmental, 4, 15-26.

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

Elsagh, A., Rabani, M. 2010b. Determination of heavy metals like Ni, Cr, Mn and Co in salt that getting from infiltration with water washing method and comparing with impure salt. The National Chemistry Conference, Islamic Azad University, Shahreza Branch.

Elsagh, A. Mollaie, M., Messbah, A. 2009. Cadmium pollution study on the surface in the Bandar Abbas shore line. The 4th National conference of Geology and Environment, Islamic Azad University, Eslamshahr Branch.

Heinrich, K.F.J. 1974. Adv.in A.A.S Analysis, 17, 309.

Hutton, M., Wadgtz, A. 1988. Environmental Levels of cadmium and Lead in the vicinity of a major refuse incinerator, Atoms. Environ.

Kirsh, H. 1982. Cadmium emission from coal-fired power plant, In: proceeding of the 3rd International cadmium conference, Miami, Florida, February, London, 64-68.

Leep, N.W. 1998. Effect of heavy metal pollution on plants. Applica science publication London, 1.

Massaro, E. J. 1997. Handbook of Human Toxicology, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, CRC Press, Boca Raton, New York, 38-54, 118-119, 135-136, 150-151, 163-176, 429-433.

Pourang, N. Nikouyan, A., Dennis, J.H. 2005. Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment, 109, 293- 316.

Purse, B.H. 1973. The Persian Gulf.

Archive of SID

www.SID.ir