

سنجش و اندازه گیری آلودگی های فلزات سنگین (Zn, Cr, Ni, Cd) در رسوبات ساحلی خلیج فارس

اکبر الصاق

مری گروه شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۲/۲۵ تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۶/۱۰

چکیده

در سال های اخیر فعالیت های 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 به عنوان مرکز توسعه جنوب کشور ایران شکل گرفته که این موضوع موجب تشدید بار آلودگی و تخریب اکوسیستم حساس آب های ساحلی منطقه شده است. لذا شناسائی و اندازه گیری و ردیابی عناصر فلزات سنگین در رسوبات آب های ساحلی با توجه به اثرات زیانباری که بر اکوسیستم های دریائی و از جمله آبزیان و به تبع آن بر انسان دارد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بر این مبنای در این تحقیق میزان فلزات سنگین روی، کروم، نیکل و کادمیوم در رسوبات ساحلی بندرعباس توسط دستگاه طیف سنجی جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفت. کلیه مراحل نمونه برداری و هضم رسوب طبق روش استاندارد مویام انجام شد. بدین ترتیب متوسط غلظت فلزات سنگین روی، کروم، نیکل و کادمیوم در رسوبات به ترتیب $۸۹/۱ \pm ۰/۳$ ، $۹۰/۴ \pm ۰/۳$ ، $۲۷/۹ \pm ۰/۳$ و $۲/۱ \pm ۰/۲$ میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب بدست 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، کروم، نیکل و کادمیوم موجود در رسوب گذرگاه ها اختلاف معنی داری دارند. دو عنصر کادمیوم و روی با ضریب هم بستگی $۰/۷۶۵۱$ بیشترین هم بستگی را دارند و بعد از آن به ترتیب عناصر نیکل و کروم با ضریب هم بستگی $۰/۷۴۱۰$ ، کادمیوم و کروم با ضریب هم بستگی $۰/۵۹۹$ ، روی و کروم با ضریب هم بستگی $۰/۵۶۰۳$ و نیکل و روی با ضریب هم بستگی $۰/۱۷۰۴$ قرار دارند. با توجه به ضریب هم بستگی مثبت و معنی دار بین کادمیوم و روی، کادمیوم و کروم و هم چنین روی و کروم مشخص می شود که منشاء ایجاد فلزات سنگین کادمیوم، روی و کروم در رسوبات یکسان است. ضریب هم بستگی کادمیوم با نیکل معنی دار نیست و هم چنین پایین بودن ضریب هم بستگی نیکل و روی نیز، نشان دهنده یکسان نبودن منبع نیکل با دیگر عناصر است.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، خلیج فارس، بندرعباس، رسوبات ساحلی

مقدمه

بندرعباس و گاز سرخون، آلومینیوم المهدی، فولاد هرمزگان، مجتمع کشتی سازی خلیج فارس و ... از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است.

خلیج فارس از جنبه های مختلف نظیر ذخایر عظیم نفت و گاز، منابع غذایی، تنوع زیستی و ذخایر عظیم کانی و همجواری با صنایع پالایشگاهی نفت

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 با طول تقریبی ۱۰۰۰ کیلومتر و عرض ۲۵۰ تا ۳۰۰ کیلومتر و مساحتی در حدود ۲۲۶۰۰۰ کیلومتر مربع و با عمق ۱۰۰-۹۰ متر عمده ترین آبراه حمل و نقل مواد نفتی جهان نیز محسوب می شود، بطوری که هر سال حدود ۲۰ تا ۳۰ هزار نفتکش با بور از آن قریب به ۳۰٪ حجم ترافیک نفتکش ها را به خود اختصاص داده است و نشت حدود ۱۵۰۰۰ تن در مقیاس متریک مواد نفتی در اثر تراکم رفت و آمد نفتکش های مذکور، این دریا را به صورت آلوده ترین 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 می کنند، نهایتاً ۹۰٪ این نیازها از طریق خلیج فارس و تنگه هرمز تأمین می شود [1]. این حجم نفت و عبور آن به وسیله نفتکش ها می تواند 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. در شمال تنگه هرمز نیز صنایع مستقر در ساحل و پساب های آنها و نیز ضلاب های شهری به خصوص شهرهای بزرگ مانند بندرعباس خطر آلودگی دریا را افزایش می دهند. همین طور در قسمت های دیگر خلیج فارس مانند بوشهر ب راه اندازی پروژه های مهم پارس جنوبی مشکلات زیست محیطی فراوانی را در آینده ایجاد می نماید. 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. بنابراین رسوبات آب های ساحلی به عنوان

ثبات میزان آلودگی ها می توانند در نظر گرفته شوند [2].

فلزات سنگین به عنوان آلاینده، بر اثر عوامل طبیعی فرسایش خاک، سیلاب، چرخش آب اقیانوس و دریا، حریق چاه های نفتی یا عوامل مصنوعی فاضلاب های صنعتی و انسانی، نشت نفت و گاز، سوانح کشتی ها و تخلیه آب توازن می توانند وارد این اکوسیستم شوند [3]. فلزات سنگین در رسوبات کف تجمع می یابند. در نتیجه اکوسیستم هایی مثل بنادر سواحل صنعتی که با ورود مزمنی از فلزات روبرو هستند، دارای بیشترین رسوبات آلوده می باشند. این ویژگی ها در محیط های واجد رسوبات، بعلا تأثیرات سمی و قابلیت تجمع زیستی فلزات در نمونه های بیولوژیکی موجود در رسوبات، منجر به تأثیرات اکولوژیکی زیاد می شوند. اولین عامل اثرات آلودگی فلزات در یک اکوسیستم، وجود فلزات سنگین است که سلامت انسان را به مخاطره می اندازد [4]. برخی ویژگی ها و عوارض فلزات سنگین روی، کروم، نیکل و کادمیوم مورد نظر این تحقیق عبارتند از: در بدن انسان، روی در غلظت بالا، در پروستات، استخوان، عضله و کبد پیدا شده است [5]. بعضی از عوارض روی مسمومیت، تب، دل آشوبه، تهوع، استفراغ و اسهال می باشد [6].

کروم فلزی سمی است که افراد از طریق تنفس، خوردن، آشامیدن و تماس های پوستی آن را دریافت می کنند [7]. خطراتی که کروم برای سلامتی انسان ایجاد می کند، به حالت اکسیداسیونی آن بستگی دارد. عوارض نامطلوب حضور آن در بدن انسان می تواند آلرژی شدید مانند خارش پوستی، زخم معده، مشکلات دستگاه تنفسی، ضعیف شدن سیستم ایمنی بدن، آسیب های کلیوی و کبد، تغییر مواد ژنتیکی و سرطان ریه باشد [8].

جهت شیب منطقه مطالعاتی شمال به جنوب است و جهت غالب این شیب در بستر دریا نیز به همین شکل ادامه دارد، گذرگاه ها (ترانسکت ها) عمود بر ساحل انتخاب شد. ارائه نتایج به سازمان های ذیربط علاوه بر کمک به حفظ بهداشت و سلامت و توسعه پایدار جامعه، باعث پیشگیری از بروز برخی بیماری ها و مقدمه ای به منظور تحقیقات بعدی خواهد بود.

مواد و روش ها

مواد و محلول های استاندارد

کلیه مواد شیمیایی از نوع معرف های تجزیه ای از شرکت مرک آلمان استفاده شد. تمامی نمونه های این تحقیق با آب دو بار تقطیر تهیه شدند. محلول استاندارد یک گرم بر لیتر روی، کروم، نیکل و کادمیوم با $HNO_3(2\%) - HCl(1\%)$ و آب ساخته شد [15]. 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.

روش کار

مطابق نقشه ی محدوده مورد مطالعه (شکل ۱) و موقعیت گذرگاه ها (جدول ۱)، نمونه برداری در تابستان سال ۱۳۸۸ انجام شد.



شکل ۱ - خط ساحلی محدوده مورد مطالعه

نیکل می تواند در آبزیان تجمع یابد. نیکل در طولانی مدت می تواند باعث کاهش وزن بدن، صدماتی به قلب، کبد، تحریک و حساسیت بالا شود. سمیت نیکل به صورت آلرژی، سرطان و اختلالات تنفسی دیده می شود [9].

کادمیوم در اکوسیستم های آبی در صدف، میگو، خرچنگ و ماهی ها تجمع می یابد. مسمومیت ناشی از کادمیوم تا حدودی مشابه آرسنیک است [10]. به علاوه تماس بدن با کادمیوم، سبب افزایش دفع گلوکز، پروتئین و اسید اوریک می شود. کادمیوم با غلظت زیاد شرایط ایجاد ذات الریه حاد و مسمومیت همراه با تهوع، استفراغ، اسهال، آسیب احتمالی به DNA و سرطان را باعث می شود [11]. 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 پرداخته اند [12-14]. 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 دریایی نظیر تالاب ها، جنگل های مانگرو، زیستگاه میگو، انواع ماهی، لاک پستان دریایی و سایر جوامع جانوری و گیاهی آبی که آسیب پذیر و شکننده می باشند، اهمیت شناسایی و بررسی آلودگی فلزات سنگین در رسوبات ساحلی را در این مناطق دو چندان می نماید، انجام شده است. بنابراین پس از انتخاب محدوده مطالعاتی بندرعباس براساس قانون آلودگی محیط، عمق، ایستگاه ها و گذرگاه های اسکله شهید باهنر، نیروگاه توانیر، اسکله فولاد، پالایشگاه نفت، اسکله شهید رجایی و مجتمع کشتی سازی خلیج فارس به منظور سنجش و اندازه گیری آلودگی های ناشی از فلزات سنگین روی، کروم، نیکل و کادمیوم در رسوبات ساحلی تعیین شدند. با توجه به اینکه

جدول ۱- موقعیت گذرگاه های نمونه برداری

ردیف	نام 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	مجتمع کشتی سازی	۵۵° ، ۵۹' ، ۰۱"	۲۷° ، ۰۲' ، ۱۶"

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 [16-17].

دستگاه

دستگاه طیف سنجی جذب اتمی Varian مدل AA-۲۴۰ ساخت کشور آمریکا جهت اندازه گیری مقادیر غلظت فلزات سنگین روی، کروم، نیکل و کادمیوم در رسوبات ساحلی مورد استفاده قرار گرفت. شاخص های عملیاتی طیف سنجی در جدول ۲ نشان داده شده است [18].

جدول ۲- شرایط دستگاه برای اندازه گیری عناصر

عناصر	طول موج (nm)	عرض شکافت (nm)	جریان (mA)	روش
Zn	۲۱۳/۰	۰/۷۰	۴/۰	FAAS
Cr	۳۵۷/۹	۰/۲۰	۷/۰	FAAS
Ni	۲۳۲/۰	۰/۲۰	۴/۰	FAAS
Cd	۲۲۸/۸	۰/۷۰	۴/۰	FAAS

نمونه برداری، آماده سازی و هضم کامل رسوبات منطبق بر دستورالعمل استاندارد مویام عمل شد [16-17]. با توجه به اینکه عمق منطقه مورد نظر غالباً کمتر از ۶ متر و یا ۱۰-۶ متر می باشد، بر روی هر گذرگاه سه ایستگاه در اعماق ۰-۳ ، ۳-۶ و ۶-۹ متر انتخاب و از هر ایستگاه دو نمونه رسوب سطحی جمع آوری گردید. نمونه برداری توسط نمونه بردار ایکمن گراپ (با سطح مقطع ۱۵×۱۵ سانتی متر مربع) صورت گرفت، پس از بالا آوردن رسوب آنرا در ظروف پلی اتیلنی (کد گذاری شده) ریخته و پس از انتقال به آزمایشگاه در دمای ۴۰- درجه سانتی گراد در فریزدرایر بمدت ۲۴ ساعت بصورت خشک درآمد. سپس رسوبات را الک کرده و نمونه های کمتر از ۶۳ میکرون را در هاون عقیق پودر کرده، بطوریکه از الک ۶۳ میکرون غربال گردد. (با این عمل نمونه ها یکنواخت شده و با افزایش سطح تماس عمل هضم آسان تر و سریع تر صورت می پذیرد) آنگاه نیم گرم رسوب خشک پودر

نتایج

متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه‌ها، متوسط غلظت فلزات سنگین در رسوبهای بعضی نقاط و سواحل خلیج فارس [1] و نواحی مختلف دنیا، متوسط غلظت برخی از عناصر در پوسته زمین و استاندارد رسوبات جهانی [20] و ضریب هم بستگی بین عناصر در نمونه‌ها به ترتیب در جداول ۳ تا ۸ آمده است.

مقدار غلظت خوانده شده توسط دستگاه با استفاده از فرمول (۱)، به مقدار واقعی برحسب میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب تبدیل شد [19].

$$C_r = C_i \cdot V/m \quad (1)$$

C_r : غلظت واقعی، C_i : غلظت دستگاه
 V : حجم نهایی نمونه، m : وزن خشک انتخاب شده
 تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار (SPSS.۱۵) انجام شد.

جدول ۳- مناطق مطالعاتی و متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه های خشک رسوب سطحی از عمق ۰-۳، ۳-۶ و ۶-۹ متر برحسب

میکروگرم بر گرم

کادمیوم	نیکل	کروم	روی	نام ایستگاه	گذرگاه
۲/۲ ± ۰/۱	۶۰/۶ ± ۰/۳	۱۰۶/۴ ± ۰/۳	۸۲/۳ ± ۰/۲	اسکله شهید باهنر	۱
۱/۴ ± ۰/۳	۴۵/۳ ± ۰/۳	۹۰/۶ ± ۰/۲	۱۰۱/۹ ± ۰/۲	نیروگاه توانیر	۲
۴/۱ ± ۰/۲	۱۹/۸ ± ۰/۳	۱۰۰/۷ ± ۰/۲	۱۲۰/۸ ± ۰/۱	اسکله فولاد	۳
۲/۰ ± ۰/۱	۱۶/۴ ± ۰/۲	۸۵/۰ ± ۰/۴	۹۴/۱ ± ۰/۷	پالایشگاه نفت	۴
۲/۰ ± ۰/۳	۱۵/۱ ± ۰/۵	۸۰/۴ ± ۰/۴	۷۲/۱ ± ۰/۵	اسکله شهید رجائی	۵
۰/۸ ± ۰/۲	۱۰/۱ ± ۰/۵	۷۹/۲ ± ۰/۳	۶۳/۲ ± ۰/۴	مجتمع کشتی سازی	۶

(n=6 ، SE ± میانگین)

جدول ۴- متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه خشک رسوب سطحی نقاطی از خلیج فارس بر حسب

میکروگرم بر گرم

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

جدول ۵- متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه خشک رسوب سطحی بعضی سواحل خلیج فارس بر حسب

میکروگرم بر گرم

کادمیم	سرب	مس	روی	نیکل	عنصر ساحل
۱/۵	۲۳	۲۱	۴۵	۹۷	کویت
۱/۹	۲۷	۲۳	۵۷	۹۱	کویت
۵	۳۳	۳۱	۱۳۷	۴۴	جزیره خارک
-	-	۳۹/۱	۱۱۲	۱۸۵/۵	کویت
-	-	۹/۹	۲۶/۳	۴۱/۶	عربستان

جدول ۶- متوسط غلظت فلزات سنگین در نمونه خشک رسوب سطحی نواحی مختلف دنیا برحسب میکروگرم بر گرم

مکان عنصر	اسکاتلند	جنوب غربی انگلستان	رسوبات مناطق کم عمق ژاپن
Ag	۰/۲	۰/۱	-
Cd	۱/۶	۰/۱	۰/۲۲
Cr	۳۳	۹	۳۰
Cu	۱۶	۴۴	۲۷
Mn	۳۵۵	۲۹۰	۳۹۰
Ni	۳۰	۲۸	۱۴
Pb	۹/۲	۵۰	۵۵
Zn	۸۵	۱/۲	۵۱

جدول ۷- متوسط غلظت فلزات سنگین در پوسته زمین و استاندارد رسوبات جهانی بر حسب میکروگرم بر گرم

عنصر	Zn	Cr	Ni	Cd
پوسته زمین	۷۵	۱۰۰	۸۰	۰/۲
استاندارد رسوبات جهانی	۹۵	۹۸	۵۲	۰/۱۹

جدول ۸- ضریب همبستگی بین عناصر

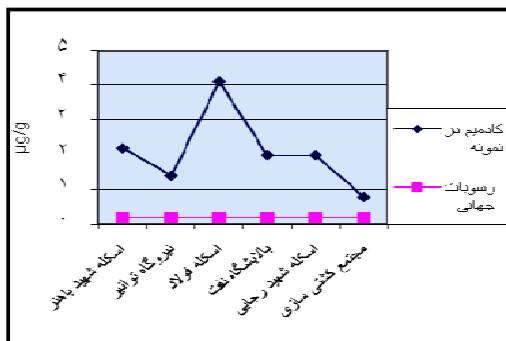
عنصر	Cr	Zn	Ni	Cd
Cr	۱	۰/۵۶۰۳	۰/۷۴۱۰	۰/۵۹۹
Zn		۱	۰/۱۷۰۴	۰/۷۶۵۱
Ni			۱	- ۰/۰۱۳۰
Cd				۱

نتیجه گیری

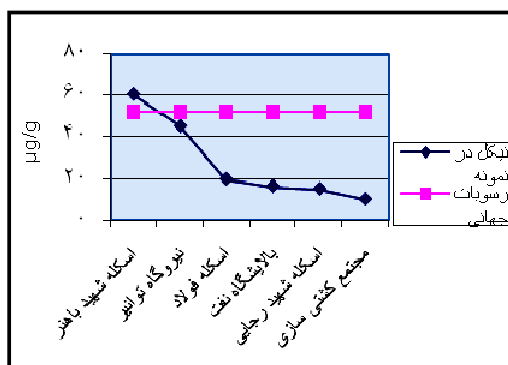
متوسط غلظت فلزات سنگین روی، کروم، نیکل و کادمیوم در رسوبات به ترتیب $0.3 \pm 0.89/1$ ، $0.3 \pm 0.90/4$ و $0.2 \pm 0.27/9$ میکرو گرم بر گرم وزن خشک رسوب بدست آمد. بررسی آماری (ANOVA : Single Factor) نشان داد که متوسط غلظت فلزات سنگین روی، کروم، نیکل و کادمیوم در رسوب گذرگاهها اختلاف معنی داری دارند. با توجه به جدول ۷ و شکل های ۲ تا ۵ و تجزیه و تحلیل داده ها و مقایسه با حدود استاندارد فلزات سنگین در رسوبات جهانی می توان 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 می باشد. در خصوص کروم نیز مقدار آن در رسوبات مناطق مورد سنجش، تقریباً در حد استاندارد جهانی می باشد. میزان نیکل بجز رسوبات اسکله شهید باهنر، در مناطق دیگر کمتر از استاندارد جهانی بود و آلودگی محسوب نمی شود. متأسفانه در کلیه مناطق مورد مطالعه، مقدار کادمیوم بسیار بالاتر از حد استاندارد رسوبات جهانی (حدود ۱۱ برابر) بدست آمد که آلودگی بالای مناطق را نسبت به این فلز سنگین پر خطر می رساند و نشانگر تجمع بار آلودگی این عنصر در محدوده مطالعاتی است. همان گونه که شکل ۶ مشخص می کند، در مورد روی، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه اسکله فولاد، که می تواند ناشی از تخلیه و بارگیری مواد معدنی بویژه روی باشد و کمترین در گذرگاه مجتمع کشتی سازی بدست آمده.

در خصوص کروم، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه اسکله شهید باهنر، که احتمالاً بعلت بارگیری و حمل و نقل مواد معدنی بویژه کرومیت می باشد و کمترین در گذرگاه مجتمع کشتی سازی بدست آمد. برای نیکل، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه اسکله شهید باهنر و کمترین در گذرگاه مجتمع کشتی سازی بدست آمد، که با توجه به مقدار بدست آمده و متوسط غلظت نیکل در پوسته زمین (جدول ۷) و آزمون آماری ضریب هم بستگی، می تواند به سبب ماهیت و جنس زمین باشد. آلودگی کادمیوم، بیشترین مقدار در رسوبات گذرگاه اسکله فولاد، که می تواند بطور کلی ناشی از ترکیبات نفتی خام، تخلیه آب توازن کشتی ها، فاضلاب های صنعتی و شهری باشد و کمترین در گذرگاه مجتمع کشتی سازی اندازه گیری شد. بدین ترتیب اسکله شهید باهنر بیشترین آلودگی و مجتمع کشتی سازی کمترین آلودگی را نسبت به فلزات سنگین روی، کروم، نیکل و کادمیوم دارا می باشند. هم چنین با عنایت به جداول ۴ تا ۶، با توجه به اندازه گیری های انجام شده در دیگر نقاط خلیج فارس و سواحل خارجی خلیج فارس و برخی نقاط جهان و نتایج حاصل از این تحقیق در می یابیم که متوسط غلظت فلز سنگین روی در رسوبات سواحل مورد تحقیق از رسوبات سواحل نقاط دیگر خلیج فارس (جدول ۴) بیشتر و با رسوبات سواحل خارجی خلیج فارس (جدول ۵) در یک حدود و از رسوبات سواحل برخی نقاط دیگر جهان (جدول ۶) بیشتر می باشد. متوسط غلظت فلز سنگین کروم در رسوبات سواحل مورد تحقیق با رسوبات سواحل نقاط دیگر خلیج فارس (جدول ۴) تقریباً در یک

رابطه و با عنایت به مسلم بودن نقش صنایع در آلوده کردن سواحل بندر عباس و با توجه به نتیجه گیری های بدست آمده در این تحقیق رعایت ضوابط و استانداردهای ملی حفاظت از محیط زیست و اعمال این ضوابط در صنایع همجوار ضروری می باشد. در نهایت انجام پژوهش هایی در زمینه سنجش توان خودپالایی منطقه با توجه به وضعیت محدوده خلیج فارس و تعیین میزان فلزات سنگین آبرسانی، که در سفره غذایی خانوار جای می گیرند، پیشنهاد می شود.



شکل ۲- مقایسه متوسط غلظت کادمیوم در نمونه های خشک رسوب سطحی با حد رسوبات جهانی



شکل ۳- مقایسه متوسط غلظت نیکل در نمونه های خشک رسوب سطحی با حد رسوبات جهانی

حدود و از رسوبات سواحل برخی نقاط دیگر جهان (جدول ۶) به مراتب بیشتر می باشد.

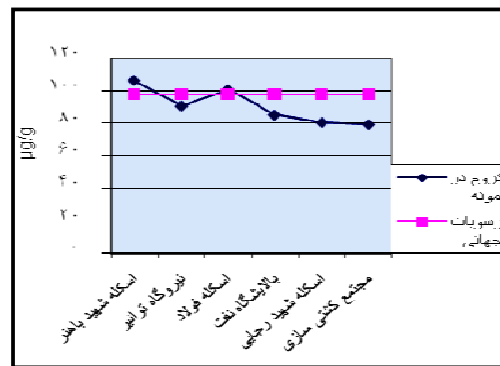
متوسط غلظت فلز سنگین نیکل در رسوبات سواحل مورد تحقیق از رسوبات سواحل نقاط دیگر خلیج فارس (جدول ۴) و رسوبات سواحل خارجی خلیج فارس (جدول ۵) کمتر و با رسوبات سواحل برخی نقاط دیگر جهان (جدول ۶) در یک حدود می باشد. متوسط غلظت فلز سنگین کادمیوم در رسوبات سواحل مورد تحقیق از رسوبات سواحل نقاط دیگر خلیج فارس (جدول ۴) کمتر و از رسوبات سواحل خارجی خلیج فارس (جدول ۵)، جز یک مورد بیشتر می باشد، هم چنین از رسوبات سواحل برخی نقاط دیگر جهان (جدول ۶) بسیار بیشتر می باشد. در آزمون آماری با توجه به جدول ۸ دو عنصر کادمیوم و روی با ضریب همبستگی ۰/۷۶۵۱ بیشترین همبستگی را دارند و بعد از آن به ترتیب عناصر نیکل و کروم با ضریب همبستگی ۰/۷۴۱۰، کادمیوم و کروم با ضریب همبستگی ۰/۵۹۹، روی و کروم با ضریب همبستگی ۰/۵۶۰۳ و نیکل و روی با ضریب همبستگی ۰/۱۷۰۴ قرار دارند. با توجه به ضریب همبستگی مثبت و معنی دار بین کادمیوم و روی، کادمیوم و کروم و هم چنین روی و کروم مشخص می شود که منشاء ایجاد فلزات سنگین کادمیوم، روی و کروم در رسوبات یکسان است. ضریب همبستگی کادمیوم با نیکل معنی دار نیست و هم چنین پایین بودن ضریب همبستگی نیکل و روی نیز، نشان دهنده عدم یکسان بودن منبع نیکل با دیگر عناصر است. با توجه به موقعیت شهر بندرعباس و نظر به توسعه منطقه مذکور و پروژه های متعدد در دست اجرا در این محدوده و بار آلودگی ناشی از فعالیت های فعلی صنایع، اتخاذ راهکارهای مناسبی که بتواند در جهت کاهش آلاینده ها کمک کند، ضروری است. در این

تشکر و قدردانی

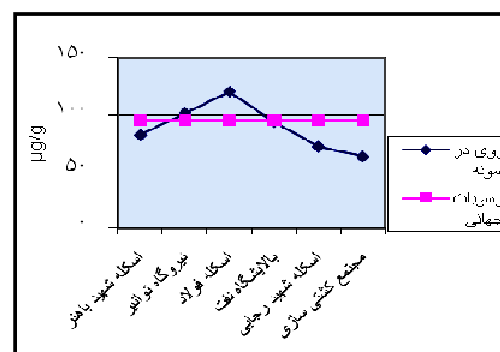
بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از راهنمایی‌ها و مساعدت استاد فرهیخته‌ام، جناب آقای دکتر محمد ربانی در سازمان انرژی اتمی ایران و دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال را اعلام می‌دارم.

منابع

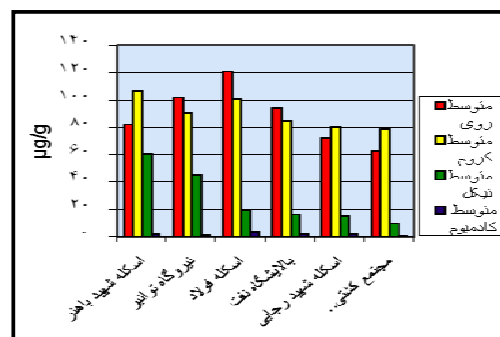
- 1-Purse, B.H., 1973; The Persian Gulf, holocene carbonate sedimentation and diagenesis in a shallow epicontinental sea, Springer-Verlag, New York, Berlin, 471.
- 2-Pourang, N., Nikouyan, A., Dennis, J.H., 2005; Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from northern part of the Persian Gulf. Environmental Monitoring and Assessment, 109:293- 316.
- 3-Sadiq, M., 1992; Toxic metal chemistry in marine environments marcel Dkker, Inc, Us, 250-303.
- 5-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.
- 6-Bryan, B., Timothy, C., 1999; General and Applied Toxicology, Second Edition, Macmillan Publishers. No, 3:2052 –2062, 2145-2155.
- 7-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.
- 8-Elsagh, A., Rabani, M., 2010; Determination of heavy metals in salt from filtration with water washing method and comparing with standard. 2nd Iranian Congress for Trace Elements.
- 9-Elsagh, A., Rabani, M., 2010; 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.
- 10-Correia, P.R.M., Oliveira, E., 2000; Determination of Cd and Pb in Food Stuffs by Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry, Analytical Chimica Acta, 405, 205-211.



شکل ۴- مقایسه متوسط غلظت کروم در نمونه های خشک رسوب سطحی با حد رسوبات جهانی



شکل ۵- مقایسه متوسط غلظت روی در نمونه های خشک رسوب سطحی با حد رسوب جهانی



شکل ۶- مقایسه متوسط غلظت عناصر در نمونه های خشک رسوب سطحی در گذرگاه ها

11-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.

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

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

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

15-Heinrich, K.F.J., 1974; Adv. in A.A.S Analysis, 17: 309.

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

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

18-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.

19-Berman, S., 1990; Fourth Round Intercomparison for Trace Metals in Marine Sediments and Biological Tissues (NOAA/BT⁴).

20-Leep, N.W., 1998; Effect of heavy metal pollution on plants. Applicable science publication London, 1.

