Archive of SID

سازمان بنادر و دریانوردی به عنوان تنها مرجع حاکمیتی کشور در امور بندری، دریایی و کشتی‌رانی بازرگانی به منظور ایفای نقش مرجعیت دانشی خود و در راستای تحقق راهبردهای کلان نقشه جامع علمی کشور مبنی بر "حمایت از توسعه شبکه‌های تحقیقاتی و تسهیل انتقال و انتشار دانش و سامان‌دهی علمی" از طریق "استانداردسازی و اصلاح فرایندهای تولید، ثبت، داوری و سنجش و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه برای نشریات، اختراعات و اکتشافات پژوهشگران"، اقدام به ارایه این اثر در سایت SID می‌نماید.

سازمان بنادر و دریانوردی

مرکز تحقیقات و اطلاعات علمی ایران

www.SID.ir

بررسی آلودگی فلزات سنگین مس، سرب و کادمیوم در ساحل جنوبی دریای خزر (حدفاصل بندر نوشهر)

مائده واحدی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده علوم و فنون دریایی، گروه بیولوژی دریا
*mvahedi@pmo.ir
بابک مقدسی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد سواد کوه، گروه منابع طبیعی
سید محمد باقر نبوی؛ دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، دانشکده محیط زیست دریایی، گروه بیولوژی دریا
معصومه سهرابی ملا یوسفی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، گروه زمین شناسی

چکیده:

در تحقیق حاضر آلودگی فلزات سنگین مس، سرب و کادمیوم در ساحل جنوبی دریایی خزر (حدفاصل نوشهر تا عباس آباد) مورد بررسی قرار گرفته است. هدف از انجام این تحقیق سنجش عوامل محیطی (شامل دانه‌بندی رسوبات، مواد آلی، درجه حرارت، شوری، هدایت الکتریکی، پی- اچ و اکسیژن محلول) و هم چنین سنجش غلظت فلزات سنگین (مس، سرب و کادمیوم) در منطقه مورد مطالعه بوده است تا امکان شناخت بیش تر شرایط محیطی دریای

Archive of SID
www.SID.ir

خزر و وضعیت آلودگی در دریای خزر فراهم گردد. نمونه برداری از رسوبات بستر با استفاده از گرب ون وین ۰/۱ متر مربعی، در فصل بهار و از ۲۰ ایستگاه (در طول ۵ ترانسکت، هر یک شامل ۴ ایستگاه) از اعماق ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متری دریای خزر در حد فاصل نوشهر تا عباس آباد، انجام شد. مختصات جغرافیایی ایستگاه ها توسط دستگاه GPS تعیین و ثبت شد. عوامل محیطی شامل عمق، درجه حرارت، اکسیژن محلول، شوری، هدایت الکتریکی و پی- اچ با استفاده از دستگاه CTD در حین نمونه برداری، و غلظت فلز سنگین با استفاده از دستگاه جذب اتمی در آزمایشگاه سنجیده شد. میانگین دمای آب مجاور بستر (۲۲/۷ - ۲۱/۶) درجه سانتی گراد، اکسیژن محلول ۱۰/۴۱، شوری ۷/۰۵ قسمت در هزار، هدایت الکتریکی ۱۸/۵۹ و پی – اچ ۸/۴۱ بود. میانگین غلظت فلز مس در هر ۲۰ ایستگاه ۳/۸۲ میلی گرم بر کیلوگرم، میانگین غلظت فلز کادمیوم ۱/۸۱میلی گرم بر کیلوگرم و میانگین غلظت فلز سرب ۱۴/۴۹میلی گرم بر کیلوگرم محاسبه شد. غلظت هرسه فلز پایین‌تر از استانداردهای جهانی بود. میانگین درصد مواد آلی در ایستگاه‌های نمونه‌برداری متفاوت بوده و میانگین درصد مواد آلی کل ۹/۲۰ درصد اندازه‌گیری شد. آنالیز دانه بندی رسوبات، حاکی از دانه بندی ریز (رس و سیلت) بستر دریای خزر در ایستگاه های نمونه برداری بود.

Archive of SID

www.SID.ir

واژگان کلیدی:

مس، سرب، کادمیوم، نوشهر، عباس آباد، دریای خزر

۱- مقدمه:

محیط زیست ساحلی حد فاصل خشکی و دریا می باشد. این محیط نشانگر اکوسیستم پویا می باشد که به واسطه منابع، حاصل خیزی زیستگاه و تنوع گونه های آن نقش حیاتی در اقتصاد ملت ها ایفا می نماید. در طی سال‌های متمادی محل سکونت انسان ها و هم چنین صنایع مختلف در نزدیکی کمربند ساحلی متمرکز گردیده است. حدود ۳۸٪ از جمعیت جهان در ۱۰۰ کیلومتری سواحل زندگی می کنند. تمرکز فعالیت های توسعه‌ای در چنین مقیاسی، ثبات اکوسیستم ساحلی و منابع مربوط به آن را تهدید می‌نماید (Vickerman, 1992).

منشا آلودگی های ساحلی از طریق خشکی و یا دریا ایجاد می‌گردد. آلاینده‌های خشکی، بنادر و لنگرگاه ها، ترمینال های نفتی، کارخانه‌های ذوب فلزات، نیروگاه ها، کارخانه های کاغذ سازی و خمیر کاغذ سازی، فعالیت‌های شهرنشینی، فعالیت های توسعه ای تجاری و مسکونی، توریسم و

Archive of SID

www.SID.ir

تفریح‌گاه‌های ساحلی، صیادی، فعالیت های زراعی و فعالیت های پدافندی می‌باشند. منابع آلاینده دریایی نیز عبارتند از تاسیسات نفت و گاز درون دریا، معادن درون دریا، دریانوردی، نیروی دریایی، ورزش های آبی، صیادی، لایروبی و احیای اراضی. آلاینده های عمده که از منابع یاد شده ایجاد می‌شوند، عبارتند از نفت، پسماندها، زباله ها، آفت کش ها، مواد شیمیایی سمی، فلزات سنگین، زباله‌های رادیو اکتیو، خنک کننده ها، مواد غذایی و غیره می‌باشند. آلودگی‌های وسیع باعث تاثیرات زیان آور بر اکوسیستم دریایی می‌گردد، تاثیراتی از قبیل آسیب رساندن به جانداران، آسیب رساندن به سلامت انسان‌ها، اختلال در فعالیت های دریایی مانند ماهیگیری، کاهش کیفیت آب مورد استفاده از دریا و بنابراین تاثیرات نامطلوب و منفی بر برخی از منافع صنعتی‌سازی جوامع می گذارد. به همین علت یک هوشیاری در سراسر جهان برای کنترل آلودگی ساحلی وجود دارد. فلزات جزو آلاینده‌های پایدار می‌باشند. آلاینده های پایدار در معرض حمله باکتریایی ویا تجزیه زیستی قرار نمی‌گیرند. به عبارت دیگر فلزات به دلیل این که به فرم های غیر سمی تجزیه نمی‌شوند خانواده منحصر به فردی از مسمومیت زاها را تشکیل می‌دهند. هنگامی که اکوسیستم از سوی آن ها آلوده شود به صورت پتانسیلی تهدید کننده تا سال ها باقی می مانند (اطهر، ۱۳۸۶). محیط های دریایی از نظر

Archive of SID

www.SID.ir

آلودگی به فلزات با یکدیگر متفاوت اند. مقدار فلزات در آب دریا با مقدار آن در رسوبات متفاوت است و این مقدار در رسوبات بیش تر از آب است (کلارک، ۱۳۷۹). گیاهان و جانوران از نظر توانایی جذب و تنظیم محتوی فلزیشان از یکدیگر متمایز می شوند و اکثر ان ها تنها در محدوده خاصی قادر به عمل هستند (کلارک، ۱۳۷۹). فلزات سنگین فلزاتی هستند که جرم حجمی‌شان از ۴ الی ۵ گرم بر سانتی متر مکعب بیش تر باشد یا فلزاتی که دانسیته آن‌ها بیش از ۴ برابر دانسیته آب باشد و از عناصر سازنده پوسته زمین می‌باشند. فلزات سنگین چون دچار تخریب و فرسایش نمی شوند و هم چنین قادرند در بدن موجودات زنده تجمع زیستی ایجاد کنند، از آلاینده های بسیار خطرناک در محیط دریا محسوب می شوند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). فلزاتی مثل روی، نیکل، کروم، مس، سرب، کادمیوم، جیوه و وانادیم از جمله فلزات سنگین محسوب می شوند.

۱-۱- کادمیوم:

کادمیوم از آلاینده های مهم زیست محیطی بوده که درتمام اکوسیستم‌ها اعم از آب، هوا، غذا و گیاهان یافت می شود. کادمیوم نیم عمر بیولوژیکی طولانی مدتی دارد (بیش تر از ۱۰ سال) و غلظت آن در بدن موجود زنده با افزایش سن بالا می‌رود (اطهر، ۱۳۸۶). کادمیوم فلزی نرم به رنگ نقره ای براق با

Archive of SID

www.SID.ir

جرم اتمی ۱۱۲/۱۴ ، نقطه جوش۷۶۷ درجه سانتی گراد و نقطه ذوب ۳۲۰/۹ درجه سانتی گراد است. این عنصر به آسانی در اسید نیتریک محلول ولی در اسید کلریدریک و اسید سولفوریک به کندی حل می شود. کادمیوم به فراوانی در پوسته زمین یافت می شود اما معمولاً همراه با روی (Zn) بوده و به صورت تجاری تنها به عنوان یک محصول فرعی از ذوب روی به دست می‌آید (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). مقدار ورودی کادمیوم به اقیانوس های جهان حدود ۸۰۰۰ تن در سال است که نیمی از آن نتیجه فعالیت های انسانی بوده و باقیمانده منشا طبیعی دارد. حدود ۲۹۰۰ تن در سال از کادمیوم به رسوبات بستر آب ها وارد شده که قسمت اعظم آن در منطقه فلات قاره است، اما محاسبه باقیمانده آن بسیار مشکل است (رنجبر، ۱۳۸۹).کادمیوم از طریق فرسایش خاک و سنگ بستر، رسوبات آلوده اتمسفری ناشی از کارخانجات صنعتی ، پساب مناطق آلوده و استفاده از لجن و کود در کشاورزی وارد اکوسیستم‌های آبی می شود. سرنوشت‌های شناخته شده کادمیوم در دریا با ظرفیت‌های دریایی متوازن نیست و محتوای کادمیوم دریا به آهستگی در حال افزایش است (رنجبر، ۱۳۸۹).

Archive of SID

www.SID.ir

۱-۲- مس:

از نظر فراوانی، مس، سی و ششمین عنصر با غلظت ۵۵ppm در پوسته زمین است. مس و ترکیبات آن در همه جای محیط زیست وجود دارند. ماهیت مس در آب بستگی به pH، غلظت کربنات و دیگر آنیون های محلول در آب دارد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). ورودی طبیعی مس به محیط زیست دریایی ناشی از فرسایش صخره های معدنی شده در حدود ۳۲۵۰۰ تن در سال تخمین زده شده است. ورودی ناشی از فعالیت های انسانی، منطقه ای بوده و بسته به طبیعت‌شان متفاوت اند (گل محمدی، ۱۳۸۹). مس یک عنصر ضروری برای حیوانات است و بیش ترین غلظت ان در سخت پوستان ده پا، شکم پایان و سرپایان دیده می شود که رنگدانه تنفسی آن ها مس است (گل محمدی، ۱۳۸۹). حدود ۷/۵ میلیون تن در سال مس، برای استفاده در وسایل الکتریکی، در آلیاژها، به عنوان یک کاتالیزور شیمیایی، در ضد لکه کردن رنگ برای بدنه کشتی ها، به عنوان یک جلبک کش و به عنوان یک محافظ چوب، تولید می گردد. به ناچار در تعدادی از این کاربردها مس به محیط زیست منتقل می شود. فاضلاب شهری حاوی مقدار قابل توجهی مس بوده و این نشان دهنده افزایش غلظت مس در رسوبات مناطق دفع فاضلاب است (حلیمی جلودار، ۱۳۸۹).

Archive of SID

www.SID.ir

۱-۳- سرب:

سرب دارای ظاهری خاکستری رنگ و جرم اتمی ۲۰۷/۱۲ گرم می باشد. نقطه جوش و ذوب آن به ترتیب ۱۷۴۰ درجه سانتی گراد و ۳۲۷/۴ درجه سانتی‌گراد است. این عنصر تقریباً ۰/۰۰۲ درصد از پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. سرب گسترده ترین عنصر سنگین و سمی در محیط زیست است که از زمان تولید جهانی آن به شکل افزودنی های بنزین همانند تترا اتیل سرب به طور وسیعی در سطح جهان انتشار یافته است، به طوری که از یخ‌های قطبی تا رسوبات اعماق دریا ها اثرات ان را می توان یافت (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). ترکیبات سرب در محیط های دریایی بر حسب اندازه به صورت محلول، کلوئید و جامد یافت می شوند. ترکیبات غیر حلال سرب در سطح زمین جذب رسوبات می شوند، گیاهان آبزی نیز سرب را انباشته می کنند. از روش‌های حذف طبیعی عناصر سنگین و به ویژه سرب در محیط های دریایی تشکیل ندول های منگنز می باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

Archive of SID

www.SID.ir

۲- مواد و روش ها:

۲-۱- منطقه مورد بررسی:

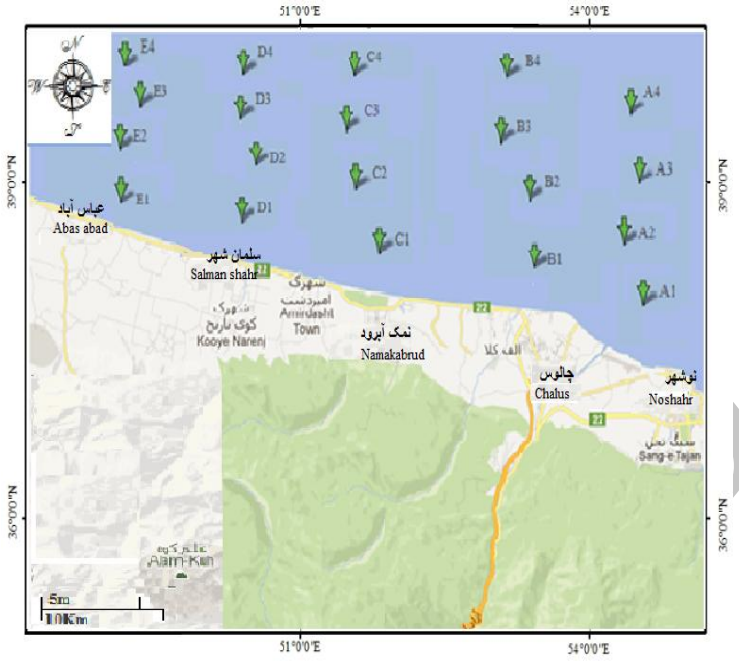
نمونه برداری در فصل بهار از ۲۰ ایستگاه در طول ۵ ترنسکت و هریک شامل ۴ ایستگاه در اعماق ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متری ساحل جنوبی دریای خزر (حدفاصل نوشهر تا عباس آباد) انجام شد. دسترسی به ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استفاده از یدک کش انجام شد، عمق منطقه نمونه برداری با استفاده از اکوساندر و مختصات جغرافیایی ایستگاه ها توسط دستگاه GPS تعیین و ثبت شد. (جدول ۱) مختصات جغرافیایی ایستگاه های نمونه‌برداری و (شکل ۱) موقعیت مکانی ایستگاه های نمونه برداری را در منطقه مورد بررسی در ساحل جنوبی دریای خزر نشان می دهد.

جدول۱ - مختصات جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری

ناحیه نمونه برداری	شماره ایستگاه	طول جغرافیایی (N)	عرض جغرافیایی (E)
غرب نوشهر (رودخانه کورکورسر)	A5	۵۱° : ۳۵ : ۰۰۳"	۳۶° : ۳۷ : ۹۹۹"
	A10	**۵۱° : ۳۵ : ۳۰۰"**	**۳۶° : ۳۸ : ۴۶۰"**
	A15	۵۱° : ۳۶ : ۳۵۱"	۳۶° : ۳۹ : ۳۷۶"
	A20	۵۱° : ۳۶ : ۶۸۰"	۳۶° : ۳۹ : ۷۱۷"
بعد از چالوس (رودخانه بهارسران)	B5	۵۱° : ۲۷ : ۳۹۳"	۳۶° : ۴۰ : ۶۸۵"
	B10	۵۱° : ۲۷ : ۸۰۳"	۳۶° : ۴۱ : ۰۴۷"
	B15	۵۱° : ۲۷ : ۷۶۴"	۳۶° : ۴۱ : ۴۹۸"
	B20	۵۱° : ۲۷ : ۵۲۲"	۳۶° : ۴۱ : ۷۴۰"
نمک آبرود	C5	۵۱° : ۱۷ : ۲۹۷"	۳۶° : ۴۲ :۱۶۸"
	C10	۵۱° : ۱۷ : ۳۳۳"	۳۶° : ۴۲ : ۶۲۸"
	C15	۵۱° : ۱۷ : ۵۱۸"	۳۶° : ۴۲ : ۹۰۴"
	C20	۵۱° : ۱۷ : ۳۶۰"	۳۶° : ۴۳ : ۱۷۴"
سلمان شهر (متل قو)	D5	۵۱° : ۱۳ : ۴۷۰"	۳۶° : ۴۲ : ۸۱۴"
	D10	۵۱° : ۱۳ : ۴۷۶"	۳۶° : ۴۳ : ۲۷۱"
	D15	۵۱° : ۱۳ : ۴۹۸"	۳۶° : ۴۳ : ۶۷۶"
	D20	۵۱° : ۱۳ : ۵۲۸"	۳۶° : ۴۳ : ۹۰۴"
شرق عباس آباد (اسپچین)	E5	۵۱° : ۰۹ : ۷۴۶"	۳۶° : ۴۳ :۱۶۹"
	E10	۵۱° : ۰۹ : ۸۵۶"	۳۶° : ۴۳ : ۹۲۵"
	E15	۵۱° : ۰۹ : ۷۵۶"	۳۶° : ۴۴ : ۳۷۷"
	E20	۵۱° : ۰۹ : ۸۱۹"	۳۶° : ۴۴ : ۷۷۷"

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ – موقعیت مکانی ایستگاه های نمونه برداری

۲-۲ نمونه برداری از رسوب:

نمونه برداری از رسوب توسط گرب ون وین انجام شد و سه نمونه رسوب از ایستگاه‌های مورد نظر جمع آوری شد.

۲-۲-۱ نمونه رسوب شماره ۱ (برای سنجش فلزات سنگین):

در حدود ۵۰۰گرم، توسط قاشق پلاستیکی در داخل کیسه پلاستیکی زیپدار، جمع آوری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۲-۲ نمونه رسوب شماره ۲ (برای دانه بندی رسوبات):

در حدود ۲۵۰ گرم، توسط قاشق پلاستیکی در داخل کیسه پلاستیکی زیپدار جمع آوری شد.

۲-۲-۳ نمونه رسوب شماره ۳ (برای سنجش مواد آلی):

در حدود ۲۵۰ گرم، توسط قاشق پلاستیکی در داخل کیسه پلاستیکی زیپدار، جمع آوری شد.در پایان نمونه برداری در هر ایستگاه، کیسه حاوی نمونه رسوب، پس از باز بینی و نصب برچسب مشخصات، درون فلاسک یخ قرار داده شد و برای انجام مراحل بعدی به آزمایشگاه منتقل شد.

۲-۳ نمونه برداری از آب:

نمونه برداری از آب برای بررسی پارامترهای فیزیکی آب مانند دما، شوری، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول و پی- اچ با استفاده از دستگاه روتنر انجام شد و فاکتور های مورد نظر در محل با استفاده از دستگاه CTD اندازه‌گیری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۴ بررسی های آزمایشگاهی :

۲-۴-۱ سنجش میزان فلزات سنگین:

با استفاده از دستگاه جذب اتمی می توان میزان وغلظت فلزات سنگین را مشخص نمود. نمونه جامد را خشک کرده وسپس در اسید کلریدریک یا اسید نیتریک یا حجم مشخصی از هر دو حل کرده تا محلول شفافی به دست آید، نمونه را به حجم می رسانیم وسپس محلول استاندارد و غلظت های مختلف تهیه کرده، سپس جذب آن ها را می خوانیم و منحنی استانداردهای غلظت را بر حسب جذب رسم می کنیم وبعد با خواندن جذب محلول غلظت مجهول را به دست می آوریم.

۲-۴-۲ آنالیز دانه بندی رسوبات:

- ابتدا مقدار مشخصی از رسوب (به اندازه تقریبی یک قاشق غذا خوری) به درون پتری دیش منتقل شد و به مدت هشت ساعت در دجه حرارت ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی گراد در داخل آون، کاملاً خشک شد.

- برای جدا سازی ذرات رسوب ۲۵ گرم از رسوب خشک، توزین و در داخل بشر به آن ۲۵۰ سانتی متر مکعب آب معمولی و ۱۰ سانتی متر مکعب محلول سدیم هگزا متا فسفات ۶/۲ گرم در لیتر اضافه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

- مخلوط فوق حدود ۱۵ دقیقه کاملاً به هم زده شد و پس از آن حدود ۸ ساعت در مکان آرامی، بی حرکت قرار داده شد تا مواد جامد آن ته نشین شوند. محتوای بشر دوباره به مدت ۱۵ دقیقه به هم زده شد وسپس در آون خشک شد.

- رسوب خشک شده توسط الک های استاندارد (۴، ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵، و ۰/۰۶۳ میلی متر) الک شد. رسوبات باقی مانده روی هر الک توزین شد و درصد وزنی هر گروه از کل نمونه اولیه ۲۵ گرمی محاسبه شد (اختلاف مجموع جرم رسوبات باقی مانده روی هر یک از الک ها با کل رسوب ۲۵ گرمی اولیه مربوط به ذرات سیلت و رس بوده که باید محاسبه گردد).

۲-۴-۳ سنجش درصد مواد آلی (TOM):

سه عدد بوته چینی خالی برای هر ایستگاه انتخاب و وزن شد. جرم بوته ها با نماد C1، C2 و C3 نشان داده شد. (شماره نمونه در زیر بوته ها با مداد معمولی به وضوح نوشته شد). در هر بوته حدود یک قاشق غذا خوری ریخته و به مدت هشت ساعت در درجه حرارت ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی گراد در داخل آون، کاملاً خشک شد. پس از خروج از آون، جرم بوته های واجد نمونه خشک، توزین و با نماد A1، A2 و A3 نشان داده شد. بوته های حاوی نمونه، به

Archive of SID

www.SID.ir

مدت هشت ساعت در کوره الکتریکی (۵۰۰ تا ۶۰۰) درجه سانتی گراد قرار داده شد. درصد مواد آلی کل برای هر سه تکرار، با استفاده از رابطه زیر محاسبه شده و میانگین به دست آمده از هر سه تکرار به عنوان درصد مواد آلی کل، برای نمونه های هر ایستگاه محاسبه شد:

$$TOM\ (\%) = 100\ (A - B) / (A - C)$$

۳- نتایج:

۳-۱ – فاکتور های محیطی:

در این بررسی عمق بستر در ایستگاه های نمونه برداری ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ متر (میانگین ۱۲/۵) بود. میانگین دمای آب مجاور بستر بین (۲۲/۷ - ۲۱/۶)، شوری آن ۷/۰۵ قسمت در هزار، غلظت اکسیژن محلول ۱۰/۴۱میلی گرم در لیتر، هدایت الکتریکی ۱۸/۵۹ و میانگین پی- اچ ۸/۴۱ اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

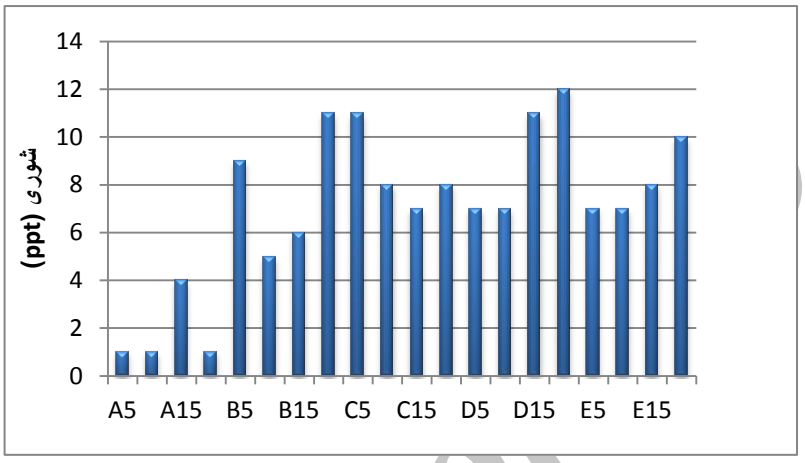
جدول۲ - عمق، دما، شوری، هدایت الکتریکی، اکسیژن محلول و پی اچ محیط بستر

ناحیه نمونه برداری	شماره ایستگاه	عمق (m)	شوری (ppt)	درجه حرارت (سانتی گراد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی Mz/cm^2	اکسیژن محلول (mg/1)
A غرب نوشهر (رودخانه کورکورسر)	A5	۵	۱	۲۹/۷	۸/۵۸	۱۸/۶۶	۸/۷
	A10	۱۰	۱	۲۸/۵	۸/۵۷	۱۸/۶۲	۹/۸
	A15	۱۵	۴	۲۱/۶۵	۸/۵۱	۱۸/۹۲	۱۰/۴
	A20	۲۰	۱	۱۸/۳۵	۸/۵	۱۸/۵۰	۱۱/۷
میانگین		۱۲/۵	۱/۷۵	۲۴/۵۵	۸/۵۴	۱۸/۶۷	۱۰/۱۵
B چالوس (رودخانه بهارسران)	B5	۵	۹	۲۶/۷۵	۸/۵۴	۱۸/۱۱	۹/۳
	B10	۱۰	۵	۲۷/۱	۸/۵۲	۱۸/۰۷	۹/۸
	B15	۱۵	۶	۱۹/۹۵	۸/۵۰	۱۸/۷۷	۱۲/۲
	B20	۲۰	۱۱	۱۸/۱	۸/۴۶	۱۹/۰۲	۱۰
میانگین		۱۲/۵	۷/۷۵	۲۲/۹۷	۸/۵۰	۱۸/۴۹	۱۰/۳۲
C نمک آبرود	C5	۵	۱۱	۲۷	۸/۴۰	۱۸/۱۱	۹/۹
	C10	۱۰	۸	۲۵	۸/۵۰	۱۸/۴۲	۱۰/۱
	C15	۱۵	۷	۱۹/۶	۸/۴۷	۱۸/۷۵	۱۱/۵
	C20	۲۰	۸	۱۷/۴۵	۸/۴۲	۱۸/۷۴	۱۱/۴
میانگین		۱۲/۵	۸/۵	۲۲/۲۶	۸/۴۴	۱۸/۵۰	۱۰/۷۲
D سلمان شهر (متل قو)	D5	۵	۷	۲۵/۰۵	۸/۱۲	۱۸/۴۳	۹/۶
	D10	۱۰	۷	۲۰/۹۵	۸/۲۸	۱۸/۹۲	۱۰/۵
	D15	۱۵	۱۱	۱۷/۱	۸/۲۴	۱۸/۴۱	۱۱/۲
	D20	۲۰	۱۲	۱۶/۹	۸/۳۱	۱۸/۸۹	۱۰/۷
میانگین		۱۲/۵	۹/۲۵	۲۰	۸/۲۳	۱۸/۶۶	۱۰/۵
E شرق عباس آباد (اسبچین)	E5	۵	۷	۲۷/۱	۸/۳۴	۱۸/۴۵	۱۰
	E10	۱۰	۷	۲۴/۶	۸/۴۱	۱۸/۴۶	۱۰
	E15	۱۵	۸	۱۷/۳۵	۸/۳۱	۱۸/۸۹	۱۰/۸
	E20	۲۰	۱۰	۱۵/۷۵	۸/۳۲	۱۸/۶۶	۱۰/۷
میانگین		۱۲/۵	۸	۲۱/۲	۸/۳۴	۱۸/۶۱	۱۰/۳۷
میانگین کل		۱۲/۵	۷/۰۵	۲۲/۱۹	۸/۴۱	۱۸/۵۹	۱۰/۴۱

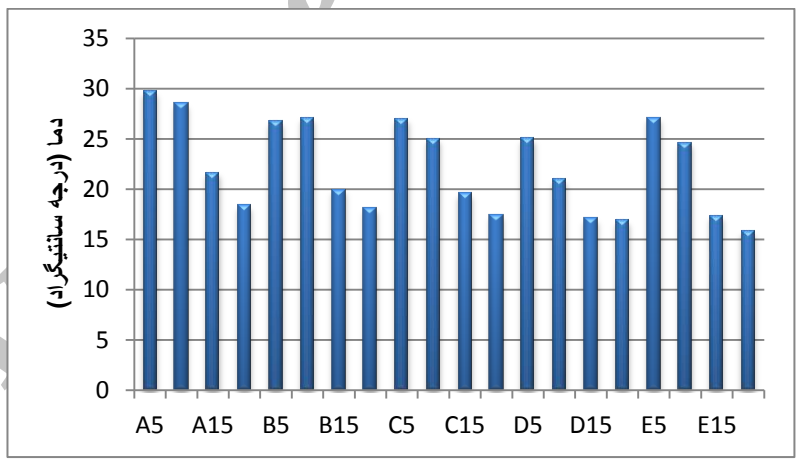
Archive of SID

www.SID.ir

مقادیر هر یک از فاکتور های محیطی شامل عمق بستر، دما، شوری، اکسیژن محلول، هدایت الکتریکی و پی- اچ آب مجاور بستر در ایستگاه های نمونه برداری در این تحقیق در (شکل های۲ الی ۶) مقایسه شده است.

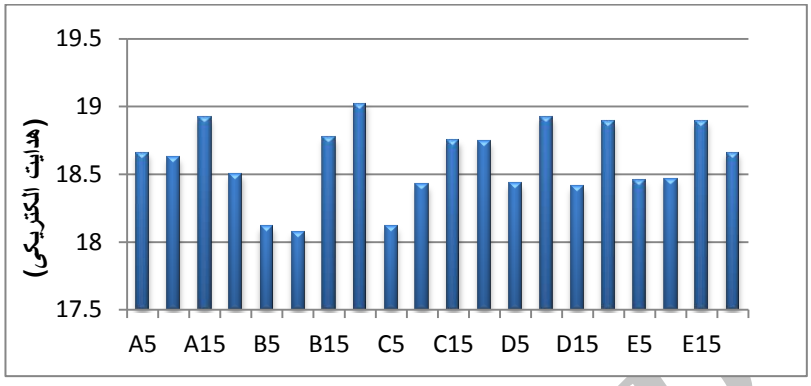


شکل ۲- مقایسه مقادیرشوری آب مجاور بستر در ایستگاه های نمونه برداری

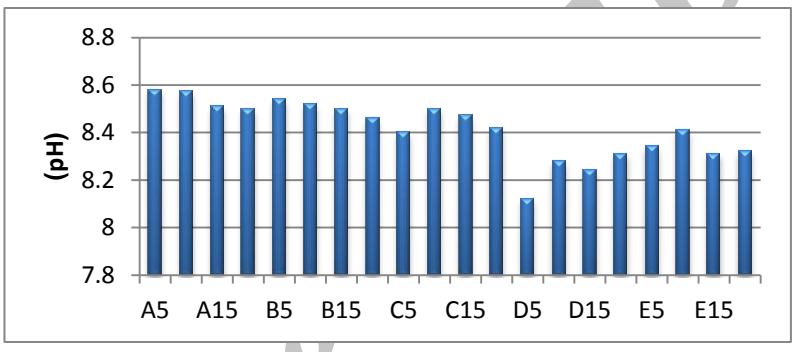


شکل ۳- مقایسه مقادیردرجه حرارت آب مجاور بستر در ایستگاه های نمونه برداری

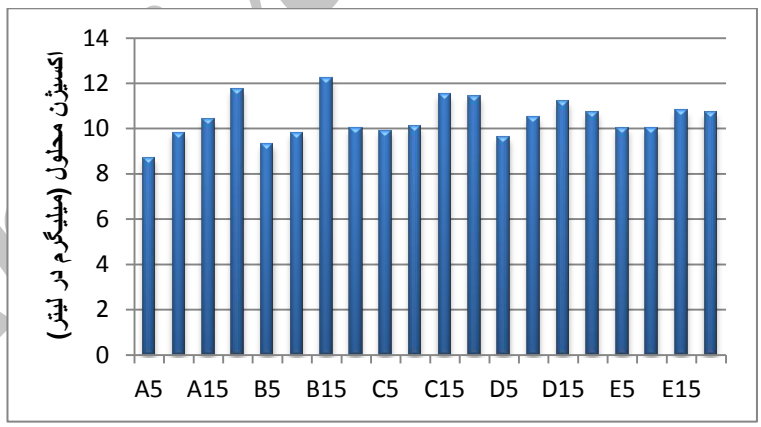
www.SID.ir



شکل ۴- مقایسه مقادیرهدایت الکتریکی آب مجاور بستر در ایستگاه های نمونه برداری



شکل ۵- مقایسه مقادیر اسیدیته آب مجاور بستر در ایستگاه های نمونه برداری



شکل ۶- مقایسه مقادیرغلظت اکسیژن محلول آب مجاور بستر در ایستگاه های نمونه برداری

www.SID.ir

۳-۲ - آنالیز دانه بندی رسوبات:

نتایج دانه بندی رسوبات، حاکی از دانه بندی ریز بافت رسوبی بستر دریای خزر بود. به طور کلی بیش از ۹۰ درصد رسوبات منطقه از جنس رس و سیلت بود که اندازه ای کم تر از ۶۳ میکرون را دارند.

جدول ۳- درصد وزنی ذرات رسوب بر حسب قطر ذرات

رس و سیلت	ماسه					شن	بزرگ تر از ۴	عمق	ناحیه نمونه برداری
کمتر از ۰/۰۶۳	۰/۰۶۳ -۰/۱۲۵	۰/۱۲۵ -۰/۲۵	۰/۲۵-۰/۵	۰/۵-۱	۱-۲	۲-۴			
۱۰/۱۲	۶۳/۱۲	۳۵/۹۲	۰/۲۰	۰/۴۸	۰/۲۴	۰	۰	۵	A
۲۶/۶۸	۷۲/۶۰	۳/۹۲	۰/۴۰	۰/۳۰	۰/۲۰	۰	۰	۱۰	غرب نوشهر
۷۹/۸۰	۱۹/۷۶	۰/۲۴	۰/۰۸	۰/۱۲	۰	۰	۰	۱۵	(رودخانه کورکور سر)
۸۹/۹۶	۹/۲۸	۰/۶۰	۰/۱۲	۰/۰۴	۰	۰	۰	۲۰	
۵۱/۶۴	۹/۸۷					۰	۰	۱۲/۵	میانگین
۹۸/۶۴	۰/۹۲	۰/۲	۰/۰۴	۰	۰	۰	۰	۵	B
۳۶/۳۸	۵۹/۰۴	۴/۵۲	۰/۰۸	۰/۰۸	۰	۰	۰	۱۰	چالوس
۳۵/۳۶	۶۰/۹۲	۲/۲۴	۰/۲۰	۰/۳۲	۰/۵۲	۰/۴۴	۰	۱۵	(رودخانه بهارسران)
۵۹/۲۸	۲۱/۱۲	۱۷/۶۴	۰/۲۴	۰/۳۲	۰/۴۰	۰/۴۸	۰/۵۲	۲۰	
۵۵/۶۴	۸/۴۵					۰/۳۳	۰/۱۳	۱۲/۵	میانگین
۸/۸۴	۶۶/۳۶	۲۴/۳۲	۰/۲۴	۰/۱۲	۰/۱۲	۰	۰	۵	C
۲۳/۲	۷۲/۱۲	۴/۳۶	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۱۶	۰	۱۰	نمک آبرود
۳۸/۹۶	۵۷/۸۴	۷/۸	۰/۲	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۴۸	۱۵	
۳۸/۸۸	۵۶/۸	۳/۴۴	۰/۲	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۱۳	۰	۲۰	
۲۷/۴۷	۱۴/۴۵					۰/۱۳	۰/۱۲	۱۲/۵	میانگین
۹/۰۴	۲۹/۰۰	۶۰/۰۴	۷/۵۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰	۰/۲۸	۵	D
۲۹/۲	۶۶/۷۲	۳/۶۸	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۱۲	۰	۱۰	سلمان شهر
۳۶/۷۶	۶۱/۰۸	۱/۳۲	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۲۶	۰/۲۰	۰	۱۵	(متل قو)
۵۷/۶۴	۴۰/۵۶	۰/۸۴	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۵۲	۲۰	
۳۳/۱۶			۱۳/۳۰			۰/۱	۰/۲	۱۲/۵	میانگین
۱۰/۴۴	۶۸/۴۴	۲۰/۵۶	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۲۴	۰	۵	E
۲۲	۷۴/۲	۳/۵۲	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۰	۱۰	شرق عباس آباد
۳۹/۱۲	۵۸/۶۸	۲	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۰	۰	۱۵	(اسپچین)
۶۱/۴	۳۶/۶	۷/۱۶	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۳۶	۰	۲۰	
۳/۲۴			۱۳/۳۲			۰/۱۶	۰	۱۲/۵	میانگین
۴۰/۵۸	۴۹/۷۵	۹/۱۲	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۹	۱۲/۵	میانگین کل

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۳- درصد ماده آلی کل (T.O.M):

درصد مواد آلی کل در ایستگاه های نمونه برداری متفاوت بود. کم‌ترین مقدار درصد مواد آلی ۵/۴۶ و مربوط به ایستگاه E10 منطقه شرق عباس آباد و بیش ترین مقدار آن ۱۷/۵۹ درصد بعد از چالوس و درایستگاه B5 بود. میانگین درصد مواد آلی کل در رسوبات منطقه شرق عباس آباد (اسبچین) کم‌ترین و در رسوبات رودخانه بهار سران بیش ترین بود. به طور کلی در رسوبات منطقه نوشهر تا عباس آباد میانگین درصد مواد آلی کل ۹/۲۰ اندازه‌گیری شد.

جدول ۴- درصد ماده آلی کل موجود در رسوبات (T.O.M)

درصد وزنی مواد آلی کل موجود در رسوبات بستر	شماره ایستگاه	ناحیه نمونه برداری
۱۰/۵۳	A5	غرب نوشهر (رودخانه کورکورسر)
۹/۷۴	A10	
۱۰/۳۱	A15	
۱۱/۵۹	A20	
	۱۰/۵۴ = میانگین	
۱۷/۵۹	B5	بعد از چالوس (رودخانه بهارسران)
۹/۲۲	B10	
۱۱/۱۰	B15	
۱۰/۸۶	B20	
	۱۲/۱۹ = میانگین	
۶/۵۵	C5	نمک آبرود
۸/۸۱	C10	
۷/۷۸	C15	
۱۰/۶۳	C20	
	۸/۴۴ = میانگین	
۶/۴۲	D5	سلمان شهر (متل قو)
۶/۴۴	D10	
۹/۵۵	D15	
۸/۴۰	D20	
	۷/۷۰ = میانگین	
۶/۱۷	E5	شرق عباس آباد (اسبچین)
۵/۴۶	E10	
۸/۲۴	E15	
۸/۶۵	E20	
	۷/۱۳ = میانگین	
۹/۲۰	میانگین کل	

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۴- آنالیز فلزات سنگین:

میانگین غلظت فلز مس در هر ۲۰ ایستگاه ۳/۸۲ میلی گرم بر کیلوگرم میانگین غلظت فلز کادمیوم ۱/۸۱میلی گرم بر کیلوگرم و میانگین غلظت فلز سرب ۱۴/۴۹میلی گرم بر کیلوگرم محاسبه شد.

جدول ۵- آنالیز فلزات سنگین مس، سرب و کادمیوم

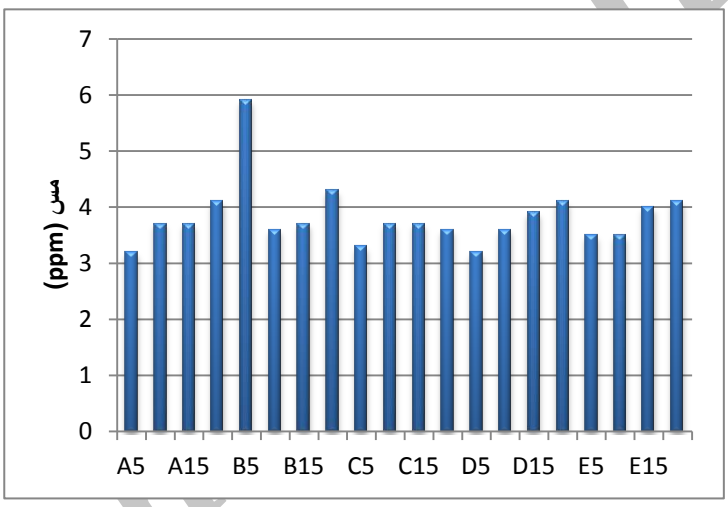
شماره ایستگاه	عمق (متر)	فلز سنگین مس (ppm)	فلز سنگین کادمیوم (ppm)	فلز سنگین سرب (ppm)
A5	۵	۳/۲	۲/۱	۱۴/۳
A10	۱۰	۳/۷	۱/۴	۱۳/۸
A15	۱۵	۳/۷	۱/۴	۱۵/۹
A20	۲۰	۴/۱	۱/۷	۱۳/۵
B5	۵	۵/۹	۲/۲	۱۸
B10	۱۰	۳/۶	۱/۸	۱۳/۸
B15	۱۵	۳/۷	۱/۹	۱۴/۶
B20	۲۰	۴/۳	۱/۸	۱۷/۷
C5	۵	۳/۳	۱/۹	۱۴/۹
C10	۱۰	۳/۷	۱/۷	۱۲/۹
C15	۱۵	۳/۷	۱/۸	۱۵
C20	۲۰	۳/۶	۲	۱۲/۸
D5	۵	۳/۲	۱/۸	۱۳
D10	۱۰	۳/۶	۱/۹	۱۴/۷
D15	۱۵	۳/۹	۲/۱	۱۵
D20	۲۰	۴/۱	۲	۱۵/۵
E5	۵	۳/۵	۲/۱	۱۳/۲
E10	۱۰	۳/۵	۱/۶	۱۳/۷
E15	۱۵	۴	۱/۴	۱۳/۴
E20	۲۰	۴/۱	۱/۶	۱۴/۱
میانگین		۳/۸۲	۱/۸۱	۱۴/۴۹

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۴-۱- فلز مس:

میانگین فلز مس در ایستگاه A، منطقه غرب نوشهر (رودخانه کورکورسر) ۳/۶ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه B، یعنی رودخانه بهارسران، بعد از چالوس ۴/۳ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه C، منطقه نمک آبرود ۳/۵ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه D، منطقه سلمان شهر (متل قو) ۳/۷ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه E، منطقه شرق عباس آباد (اسبچین) ۳/۷ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد.



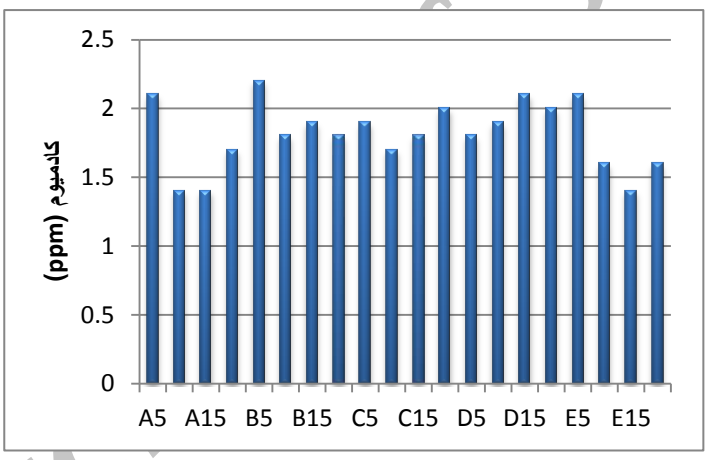
شکل ۷ - غلظت فلز مس در ایستگاه های مختلف

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۴-۲- فلز کادمیوم:

میانگین فلز کادمیوم در ایستگاه A، منطقه غرب نوشهر (رودخانه کورکورسر) ۱/۶ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه B، یعنی رودخانه بهارسران، بعد از چالوس ۱/۹ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه C، منطقه نمک آبرود ۱/۸ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه D، منطقه سلمان شهر (متل قو) ۱/۹ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه E، منطقه شرق عباس آباد (اسبچین) ۱/۶ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد.



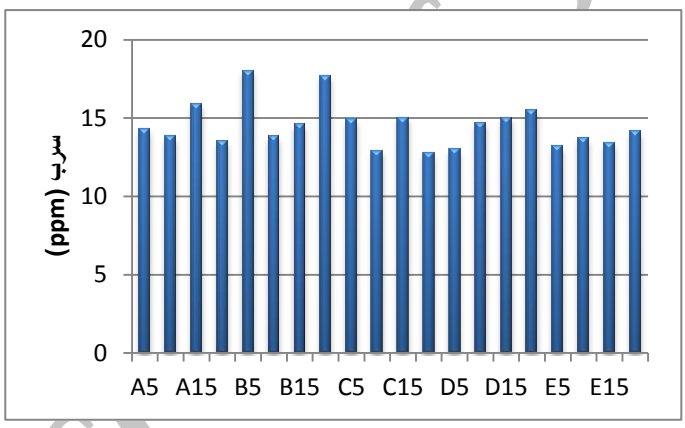
شکل۸- غلظت فلز کادمیوم در ایستگاه های مختلف

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۴-۳- فلز سرب:

میانگین فلز سرب در ایستگاه A، منطقه غرب نوشهر (رودخانه کورکورسر) ۱۴/۳ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه B، یعنی رودخانه بهارسران، بعد از چالوس ۱۶ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه C، منطقه نمک آبرود ۱۳/۹ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه D، منطقه سلمان شهر (متل قو) ۱۴/۵ میلی گرم بر کیلوگرم، در ایستگاه E، منطقه شرق عباس آباد (اسبچین) ۱۳/۶ میلی گرم بر لیتر اندازه گیری شد.



شکل۵- غلظت فلز سرب در ایستگاه های مختلف

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۵- مقایسه فلزات سنگین محدوده نمونه برداری با استاندارد جهانی:

نتایج حاصل از مقایسه فلزات مس، کادمیوم و سرب در محدوده مورد بررسی با برخی از استاندارد های کیفیت[۱] در جهان از جمله استاندارد کیفیت رسوب آمریکا (NOAA[۲]) و استاندارد کیفیت رسوب کانادا (ISQGs[۳]) در جدول ۴-۱۰ ارایه شده است. در کیفیت رسوب آمریکا دو سطح خطر برای آلودگی فلزات در رسوبات بیان شده است که به صورت ERL[۴] (حدی که کم‌تر از ۱۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند) و ERM[۵] (حدی که کمتر از ۵۰ درصد جوامع بیولوژیک در خطرند)، ارایه شده است. در استاندارد کیفیت رسوب کانادا نیز یک سطح خطر برای آلودگی فلزات در رسوبات مطرح شده که به صورت PEL[۶] (سطوحی که باعث اثرات زیان آور می شود) ارایه شده است. مقایسه میزان فلزات سنگین مس، سرب و کادمیوم در ایستگاه‌های نمونه‌برداری با استاندارد های کیفیت رسوب نشان داد که غلظت فلزات مذکور در رسوبات منطقه کم تر از استانداردهای بین المللی بوده و تهدید خاصی

[1] - Sediment Quality Guide Lines
[2] - National Oceanic of and Atmospheric Administration
[3] - Canadian interim marine sediment quality
[4] - Effect Range Low
[5] - Effect Range Medium
[6] - Probable effects level

Archive of SID

www.SID.ir

برای موجودات زنده ایجاد نمی کند.

جدول ۶ – مقایسه مقادیر فلزات موجود در رسوبات منطقه نوشهر تا عباس آباد با مقادیر استاندارد کیفیت رسوب آمریکا و محیط زیست کانادا

(میلیگرم بر کیلوگرم وزن خشک)

فلزات سنگین	کیفیت رسوب آمریکا NOAA (Long *et al*., 1995)		استاندارد محیط زیست کانادا (CCME, 1999) ISQGs	رسوب نوشهر تا عباس آباد
	ERM	ERL	PEL	
Cu	۲۷۰	۳٤	۵/۲	۳/۸۲
Cd	۹/٦	۱/٦۰	٤/۲۰	۱/۸۱
Pb	۲۱۸	٤٦/۷	۱۱۲	۱٤/٤۹

۴- بحث:

آنالیز رسوبات نقش مهمی در ارزیابی شرایط آلودگی محیط های دریایی دارد (Pekey, 2006). امروزه آلودگی رسوبات به عنوان یکی از وخیم ترین مشکلات اکوسیستم های مصبی مطرح شده است، هم چنین شرایط فیزیکی در این محیط ها، ارزیابی اثرات انسانی را بر منابع آبی مصب ها پیچیده می‌سازد (Dhaz and Rosenberg, 1996). به علت قدرت تجمع فلزات در رسوبات میزان فلزات سنگین در رسوبات بیش تر از آب می باشد، هم چنین میزان زیادی از فلزاتی که جذب سطحی رسوبات شده اند در اثر رسوب‌گذاری شدید ته نشین می شوند (Clark, 1992).

Archive of SID

www.SID.ir

با بررسی نتایج حاصل از این مطالعه، اختلاف زیادی از نظر تراکم فلزات سنگین در میان ایستگاه های مختلف مشاهده شد. وجود این اختلافات می‌تواند در اثر مجاورت با بنادر و اسکله ها، نرخ رسوب گذاری، ریزش مواد مختلف به دریا و فراوانی تردد کشتی ها و صنایع مختلف به وجود آید.

رسوبات منطقه، دانه ریز و بیش‌تر از جنس رس و سیلت بودند. رسوبات دانه‌ریز با توجه به زیاد بودن نسبت سطح به حجم و قطر کم تر از ۶۳ میکرون، پتانسیل بیش تری برای جذب آلاینده های آلی و غیر آلی و از جمله فلزات سنگین رادارند، لذا رسوبات بستر های نرم و گلی، آلاینده های بیش تری را نسبت به بستر های شنی- ماسه ای در خود نگه می دارند (Brayan and Langston, 1992). توالی غلظت فلزات سنگین در رسوب ایستگاه های مختلف به صورت Pb >Cu >Cd به دست آمد. غلظت فلز مس، کادمیوم و به خصوص سرب در ایستگاه B، یعنی روخانه بهار سران (بعد از چالوس)، بیش‌تر از ایستگاه های دیگر بود. دلایل مختلفی را می توان برای این امر ذکر کرد.

در ایستگاه B نمونه برداری در مصب رودخانه انجام شد و در زمان نمونه‌برداری آب کاملاً کدر و گل آلود بود. بنابراین با توجه به نرخ

Archive of SID

www.SID.ir

رسوب‌گذاری بالا و ریزش مواد مختلف به دریا فلزات بیش تری به دام ذرات رسوب افتاده و ته نشین شدند. ازطرفی فاضلاب های شهری و صنعتی نیز در بالا بودن غلظت فلزات سنگین در این ایستگاه نقش داشتند.

ایستگاه A غرب نوشهر سرب غلظت بالایی را نشان داد. مجتمع بندری، اسکله، تجمع و تردد کشتی و شناورها می تواند دلیلی برای افزایش سرب در این ایستگاه باشد. سرب به عنوان عامل ضد ضربه در سوخت هایی مانند بنزین و گازوییل استفاده می شود (Thompson, 2005). سوخت مصرفی در این شناورها، هم چنین رنگ هایی که در بدنه این شناورها استفاده می‌شود می‌تواند حاوی سرب باشد. شستشوی شناور ها نیز می تواند در افزایش سرب در این منطقه نقش داشته باشد.

افزایش مواد غذایی به همراه افزایش دما و افزایش جزیی pH باعث رشد و شکوفایی فیتوپلانکتون ها شده و میزان مواد آلی افزایش می یابد (Lee *et al.*, 2008). فلزات به ذرات معلق موجود در ستون آب متصل شده و از طریق جذب سطحی ویا بلع توسط موجودات جذب می شوند (Martin *et al.*, 1981). بقایای بدن موجودات پس از مرگ تجزیه می شود و باعث افزایش غلظت فلزات در رسوبات می گردد. بنابراین عملیات تخلیه و بارگیری مواد

Archive of SID

www.SID.ir

غذایی به صورت فله در این بندر نیز می تواند در بالا بودن غلظت فلزات سنگین در این ناحیه نقش داشته باشد. به طور کلی در منطقه مورد بررسی در تمام ایستگاه ها غلظت هرسه فلز بالاتر از استاندارد های جهانی بود و این امر نشان می دهد که منطقه، آلوده به فلزات مس، سرب و کادمیوم است.

۵- پیشنهادها :

۱. اندازه گیری و پایش سایر فلزات سنگین در ساحل جنوبی دریای خزر.
۲. بررسی و تعیین منابع طبیعی ورود فلزات سنگین در منطقه دریای خزر.
۳. تعیین، اجرا و رعایت قوانین و مقررات در زمینه حفاظت از محیط زیست دریایی به منظور جلوگیری از وارد شدن آلودگی های ناشی از صنایع، کارخانجات و حمل و نقل دریایی.
۴. انجام پژوهش های دوره ای در فصول مختلف و بررسی تغییرات غلظت فلزات سنگین.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- منابع و مراجع

۱. اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و محیط زیست. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

۲. دبیری، م.، ۱۳۸۵. آلودگی محیط زیست (آب- خاک- هوا- صوت). نشر اتحاد، چاپ چهارم، ۳۹۹ص.

۳. سبز علیزاده، س. ۱۳۸۷. بررسی میزان فلزات سنگین (Cd، Zn، Co، Ni، Hg، Cu، Pb) و تعیین آلودگی آن ها در رسوبات منطقه لیفه- بوسیف. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۱۹ص.

۴. معتمد، ا.، ۱۳۶۸. رسوب شناسی ۱ روش های مطالعه، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۵۹ص.

۵. موسوی حرمی، ر.، ۱۳۷۷. رسوب شناسی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۴۷۴ص.

Archive of SID

www.SID.ir

1. American Society for Testing and Materials (ASTM)., 1991. Standard Guide for Collection, Storage, Characterization and Manipulatin of Sediment for toxicological testing. Philadelphia, 1391- 90.
2. Aksu, A.E., Ysar, D., and uslu, o., 1997. Assessment of Marine Pollution in Izmir Bay: Heavy Metal and Organic Componund Concentratione in Surfical Sediment. Turkish Journal of Engineering and Environmental Science 22, 387-415.
3. Australia Environment Protection Authority (PA)., 1997. Sediment quality monitoring of the port River Estuary, Water Monitoring Report, Report No 1.
4. Basile, A., Sorbo, S., aprile, G., Conte, B., Castaldo Cobianchi, R., Pisani, T. and Loppi, S., 2009. Heavy metal deposition in the Italian "triangle of death" determined With the moss Scorpium Circinatum. Environmental Pollution 157, 2255- 2260.
5. Blackmore, G., 2001. Interspecific Variation in heavy metal body concentrations in Hong Kong marine invertebrates. Environmental Pollution 114, 303- 311.
6. Bowen, H.J.M., 1979. Environmental Chemistry of the Element. Academic Press. London. 217p.
7. Clarck, R.B., 1992. Marine Pollution. Third Edition. Clarendon Press. Oxford. 172P.

Archive of SID

www.SID.ir