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 بررسی اطلاعات علمی

ICOPMAS

www.SID.ir
www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

نهمین همایش بین المللی سواحل، بنادر و سازه های دریایی
ICOPMAS 2010
10- 8 آذر ماه (تهران)

پهنه بندی آلودگی فلزات سنگین در مناطق حساس سواحل شمالی خلیج فارس
مطالعه نمونه: جنگل های مانگرو خور بیدخون در استان بوشهر

علی داوری ، دانشجو ، دانشگاه تهران ، adavarei@gmail.com
افشین دانه کار ، استادیار ، دانشگاه تهران ، a-danehkar@yahoo.com
نعمت الله خراسانی ، استاد، دانشگاه تهران ، Khorasan@ut.ac.ir
لقمان خداکرمی، دانشجو، دانشگاه صنعتی اصفهان، loghman.azad@gmail.com

واژه هـــای کلیـــدی: نقشـــه ســـازی، جنگـــل مـــانگرو، *Avicennia marina* ، فلـــزات ســـنگین، اســـتان بوشـــهر، خلـــیج نایبنـــد، زمین آمار، GIS

مقدمه

مانگرو در سواحل مناطق اقلیمی گرمسیری و نیمه گرمسیری و همچنین در مناطق معتدل دنیا پراکنده شده اند. در این مناطق مـانگرو هـا بـا تولیـد کالا ها و فراهم آوری خدمات زیاد مانند حفاظت از سواحل در برابر طوفان و فرسایش فایده مندی هایی را برای بشر ایجـاد مـی کننـد. واژه مـانگرو اشاره به گونه درختی یا درختچه ای بردبار به شوری دارد که در سواحل پناهگاهی و مصب ها در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری رشـد مـی‌کنـد. مانگروها به دلیل حضور در پهنه های بین جزر و مدی، شدیداً با اکوسیستم های دریایی و خشکی بالا دست رابطه متقابل دارنـد و از ایـن طریـق بـه تقویت یک مجموعه حیاتی جانوری و گیاهی متنوع در مناطق ساحلی – دریایی، آب های لب شور تا شیرین و گونه های خشکی زی کمک می کنند. مانگروها دارای بیوماس غنی می باشند که نسبت به سایر جوامع گیاهی از جهات مختلف پربارتر است. بنـابراین، بـه عنـوان منبـع غـذایی مهمـی در محدوده استقرار خود محسوب می شوند. رسوبات رویشگاه، غنی از مواد آلی و به طور متناوب از آب اشباع است که به علت کمبود اکسـیژن و تجزیـه بی‌هوازی بوی سولفید می دهد. در صورتی که روند بی هوازی در رسوبات سواحل مانگرو به دلیل افزایش بیش از حد مواد آلی (اغلب در اثـر آلاینـده ها) ادامه یابد، سولفید متصاعد شده با آب تشکیل اسید سولفوریک (H2So4) می دهد که با اسیدی شدن محیط اثر منفـی مسـتقیم بـر آبزیـان دارد [1].

آلودگی محیط زیست بوسیله فلزات سنگین تبدیل به یک مشکل جهانی شده است [2]. فلزات سنگین یکی از جـدی تـرین آلاینـده هـا در محـیط طبیعی به دلیل خاصیت سمیت، تجزیه ناپذیری و تجمع پذیری می باشند. به طوری که با ورود فلزات سنگین از منابع طبیعی و مصـنوعی بـه پیکـره موجودات، در بافت های موجودات تجمع می کنند که انباشت در بافت ها و بدن جانداران از خطر سمیت آن مهمتر است [3]. در سال های اخیـر بـه دلیل رشد با شتاب توسعه، مقادیر زیادی از فلزات سنگین به محیط های طبیعی وارد شده است. اکوسیستم های آبی به دلیـل اینکـه از قابلیـت هـای بالاتری از نظر توسعه برخوردار می باشند، در معرض خطرات جدی تری از فلزات سنگین قراردارند. از طرفی دیگر ریزش های جوی و جـاری شـدن رواناب ها به سمت دریا مقادیر زیادی از فلزات سنگین تولید شده در اکوسیستم های خشکی را که از فعالیت های انسانی و یا طبیعی ناشی مـی شـود به اکوسیستم های دریایی می رساند. وقتی که فلزات وارد اکوسیستم های دریایی می شوند، بیشتر آنها ته نشین می شـود و بـا رسـوبات، مـواد آلـی،

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

اکسیدهای آهن و منگنز، سولفید ها و رس ترکیب می شوند [4]. بنابراین رسوبات دریایی به عنوان جذب کننده فلزات سنگین محسوب شده و یکی از شاخص های ارزیابی میزان اثرات انسانی را در این اکوسیستم ها فراهم می آورند [5].

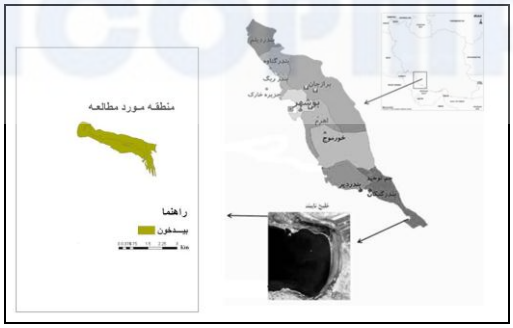
خلیج فارس یکی از قدیمی ترین گذرگاه های آبی در دنیا محسوب می شود. نام خلیج فارس به 500 سال قبل از میلاد بر می گردد. زمانی که اولین امپراطور پارس (کوروش) بر آسیای میانه و غربی حکومت می کرد. منابع شیلاتی خلیج فارس بسیار غنی است، همچنین دارای جزایر مرجانی بسیار زیبا می باشد. خلیج فارس به علت صدف های مروارید ساز گرانبها از هزاران سال قبل شهرت تاریخی داشت. فروشنده ها و تاجران عربی یک شبکه تجارتی درخلیج فارس راه انداخته بودند که حتی با دولت های بسیار دورتر از شرق چین ارتباط داشتند [6]. درحدود 57 تا 66 درصد منابع نفتی شناخته شده در دنیا و 45 درصد ذخایر گاز طبیعی دنیا در مجاور و یا زیر بستر دریایی خلیج فارس واقع شده است [7]. افزایش وابستگی جوامع امروزه به نفت و گاز طبیعی، باعث توسعه بالا در سواحل و مناطق مجاور آن شده است که احتمال اثرات منفی برای محیط زیست منطقه را افزایش داده است.

جنگل های مانگرو خلیج نایبند واقع در استان بوشهر از جمله مناطق حساس اکولوژیک می باشد که با تهدیدات بسیار بالایی مانند ورود آلاینده های صنعتی، پساب و پسماند های خانگی روبه رو می باشد. بر ای ارزیابی وضعیت آلودگی رسوبات به فلزات سنگین و تعیین مناطق آلوده، نمونه‌برداری امری ضروری است؛ اما به دلیل وسعت مکانی و مشکلات مرتبط با نمونه‌های جمع‌آوری شده برای تعیین مناطق آلوده و مناطق در معرض آلودگی، استفاده از روش‌های زمین آمار بسیار مفیدند [8,9]. روش‌های زمین‌آمار برای تعیین توزیع مکانی فلزات سنگین، پتانسیل بالایی دارند و همچنین به عنوان روش مناسبی برای درون‌یابی وتهیه‌ی نقشه‌های آلاینده‌ها پیشنهاد شده‌اند [10,11]. مطالعات متعددی در کشورهای مختلف برای درون‌یابی و تعیین توزیع مکانی غلظت فلزات سنگین در خاک وجود دارد0 [9,11,12,13,14]، اما در ایران تحقیقات کمی در این مورد انجام شده است. همچنین بررسی وضعیت آلودگی رسوبات به فلزات سنگین در مناطقی که بواسطه‌ی ساختار زمین شناسی ویژه، فعالیت‌های صنعتی و یا کشاورزی احتمال انباشت فلزات سنگین در خاک وجود دارد، ضروری است. هدف از این مطالعه، تعیین توزیع مکانی فلزات سنگین سرب، روی، مس، نیکل، وانادیوم، کادمیوم، آهن و آلومینیوم در رسوبات خلیج نایبند استان بوشهر با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در پهنه بندی آلودگی فلزات سنگین می باشد.

مواد و روش ها

محدوده مورد مطالعه

مانگروهای خلیج نایبند از اجتماعات گیاهی رویشگاه خلیجی از منطقه رویشی خلیج عمانی کشور می باشند که در بخش هایی از منطقه ساحلی شمال خلیج فارس پراکنش دارند. محدوده مورد مطالعه که از نظر موقعیت جغرافیایی بین مختصات جغرافیایی ´20 °51 تا ´22 °55 طول شرقی و ´35 °26 تا ´88 °28 عرض شمالی واقع شده است. دو رویشگاه در دو خور بساتین و بیدخون در خلیج نای بند قرار گرفته است، که در این مطالعه خور بیدخون به دلیل اهمیت ویژه آن از نظر فعایت های صنعتی مورد توجه قرار گرفته است. رویشگاه مورد بررسی از اجتماعات خالص نامنظم درختان حرا (*Avicennia marina*) پوشیده شده است [15]. شکل 1 موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد.



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

روش بررسی

این مطالعه با استفاده از نمونه برداری از رسوب و سنجش فلزات سنگین در آنها و سرانجام تجزیه و تحلیل آماری و زمین آماری یافته ها صورت گرفت. در رویشگاه مانگرو قطعات نمونه برداری به طور سیستماتیک (سیستماتیک هدفمند) توزیع شد. قطعات نمونه ابتدا بر روی نقشه رویشگاه و به گونه ای توزیع شد که بتواند فراهم کننده اطلاعات لازم از انتشار آلاینده ها در بخش های مختلف رویشگاه باشد. سپس مختصات هر نقطه از نقشه به سامانه موقعیت یاب جهانی منتقل و بر روی زمین شناسایی شد. از هر ایستگاه نمونه برداری 3 نمونه رسوب سطحی (0 تا 10 سانتی‌متر) به وزن حدود 700 گرم بوسیله اجسام پلاستیکی اسید شوره شده برداشته شد. نمونه‌های رسوب در درون کیسه‌های پلاستیکی پلی اتیلن قرارگرفت و در نهایت تمامی کیسه‌های نمونه رسوب در یخدان قرار داده شد و به آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شد.

نمونه‌ها در آزمایشگاه به طور کامل در هوای آزاد و سپس در دمای 105 درجه سانتی گراد آون به مدت 24 ساعت خشک شدند. نمونه‌ها پس از خشک شدن به طور کامل در هاون کوبیده شد و از الک 2 میلی‌متر عبور داده شد. برای تهیه عصاره از نمونه‌ها مطابق پروتکل 5030 سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا عمل شد. به منظور جداسازی رسوبات حاصل از فرایند عصاره گیری از فیلتر استفاده شد. آنالیز نمونه‌ها بوسیله دستگاه ICP انجام شد.

بسیاری از مطالعات همبستگی مثبت بین میزان رسوبات دانه ریز با آلودگی را نشان داده است. بنابراین تعیین صحیح دانه‌بندی و مواد معدنی برای آنالیزهای آلودگی ضروری می‌باشد. در بیشتر کارهای تجزیه و تحلیل آلودگی دانه‌بندی به عنوان نرمال کننده آلاینده‌ها به کار می‌رود. در این مطالعه برای تعیین بافت و دانه‌بندی رسوبات از روش هیدرومتری استفاده شد. همچنین برای تعیین کربن آلی از روش Walkley and Black بهره‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل های آماری

تعیین توزیع داده‌ها اولین گام در مطالعات آماری است. اکثر روش های آماری (آمار پارامتریک) مستلزم داشتن داده‌هایی با توزیع نرمال می‌باشند. تعیین توزیع داده‌ها به روش های مختلف مانند جداول فراوانی و نمودارهای مربوطه (هیستوگرام و نمودار احتمال تجمعی) امکان پذیر است. در این مطالعه برای بررسی توزیع و تست نرمال بودن داده‌ها در سطح اطمینان 95 درصد، از آزمون کلموگرف اسمیرنوف استفاده شد. نرمال نبودن توزیع داده ها با استفاده از روش تبدیل لگاریتم بر طرف شد. و همچنین با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون، رابطه درونی بین پارامترها تعیین شد.

تجزیه و تحلیل های زمین آماری

برای بررسی تغییرات مکانی و برآورد فلزات سنگین مورد بررسی از روش میانیابی معکوس فاصله وزنی (IDW) در محیط نرم افزار ArcGIS 9.3 استفاده شده است. برای مطالعه تطبیقی و ارزیابی میزان دقت از تکنیک جک نایف و معیارهای MBE, MAE و RMSE که از روش های معتبر ارزیابی در این زمینه می باشند استفاده شد.

تخمین گر معکوس فاصله وزنی

یکی از راهکارهای تصحیح شیوه ی وزن دهی یکسان به نمونه ها، عبارت از توجه وزن دهی بیشتر به نزدیکترین نمونه و اختصاص وزن کوچکتر به نمونه هایی است که دارای فاصله ی بیش تری از محل تخمین هستند. بیان آماری چنین رویکرد وزن دهی، عبارت از وزن دهی بر اساس معکوس فاصله تا نقطه تخمین معادله این روش به صورت زیر می‌باشد [16].

d 1 عبارت از فاصله ی بین نقطه ی تخمین تا هر کدام از نمونه‌های واقع در همسایگی آن است.

z (x1) ، عبارت از مقادیر نمونه‌های واقع در همسایگی محل تخمین می‌باشند.

تخمین گر معکوس فاصله را می‌توان به گونه ای تعمیم داد که دامنه ی وسیع تری از خانواده ی تخمین گرهای معکوس فاصله را در برگیرد. بدین ترتیب به جای استفاده از اوزانی که با فاصله نسبتی معکوس دارند، بایستی به گونه ای عمل کرد که اوزان محاسبه شده به صورت معکوس متناسب با توانی از فاصله باشند. معادله روش به صورت زیر می‌باشد.

a ، عبارت از توان معکوس فاصله است..تغییرات کمیت مربوط به توان معکوس فاصله ، باعث قابلیت و انعطاف پذیری بسیار زیاد تخمین گرهای معکوس فاصله گردیده است . با نزدیک شدن مقدار a به صفر ، تخمین گر معکوس فاصله رفتاری شبیه به تخمین گر میانگین ساده (حسابی) از خود

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

نشان می‌دهد. از سوی دیگر هرگاه، a به سمت بی نهایت سوق پیدا کند؛ آن گاه تخمین گر معکوس فاصله رفتاری همانند تخمین گر چند ضلعی تیسن از خود نشان می‌دهد و تمام وزن آماری به نزدیکترین نمونه اختصاص داده می‌شود [16, 17].

نتایج

توصیف آماری داده ها

توصیف آماری غلظت عناصر سنگین و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک درنمونه‌های برداشت شده از منطقه مطالعاتی در جدول (1) ارائه شده است. نتایج آزمون کولوموگروف- اسمیرنوف نشان داد که غلظت بعضی از عناصر دارای توزیع نرمال نیست و در ادامه با تبدیل داده ها به توزیع نرمال دست پیدا کردیم. مشخصات آماری غلظت آلومینیوم (Al)، آهن (Fe)، کادمیوم (Cd)، مس (Cu)، نیکل (Ni)، سرب (Pb)، وانادیوم (V) و روی (Zn) در رسوبات سطحی رویشگاه بیدخون در جدول 1 نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می شود میانگین غلظت فلزات سنگین مذکور به ترتیب 18286، 378911، 2، 47/5، 68/5، 96/2، 287/9 و201/2 میکرو گرم بر گرم ماده خشک رسوب می باشد.

جدول 1- غلظت فلزات سنگین در رسوبات سطحی رویشگاه بیدخون (µg g-1)

آماره	درصد کل کربن آلی	ذرات کوچکتر از 63 میکرون	Al	Fe	Cd	Cu	Ni	Pb	V	Zn
میانگین	1/5	64	18286	37811	2	47/5	68/5	96/2	287/9	201/2
حداقل	0/3	21	4510	12820	1/8	37/5	14/1	76/6	65/4	148
حداکثر	2/4	85	30240	51530	2/6	83/7	204/5	119/1	825/3	280/7
انحراف معیار	0/7	24/6	7613/9	13884/7	0/2	13/5	53/9	14/3	232/8	40/3

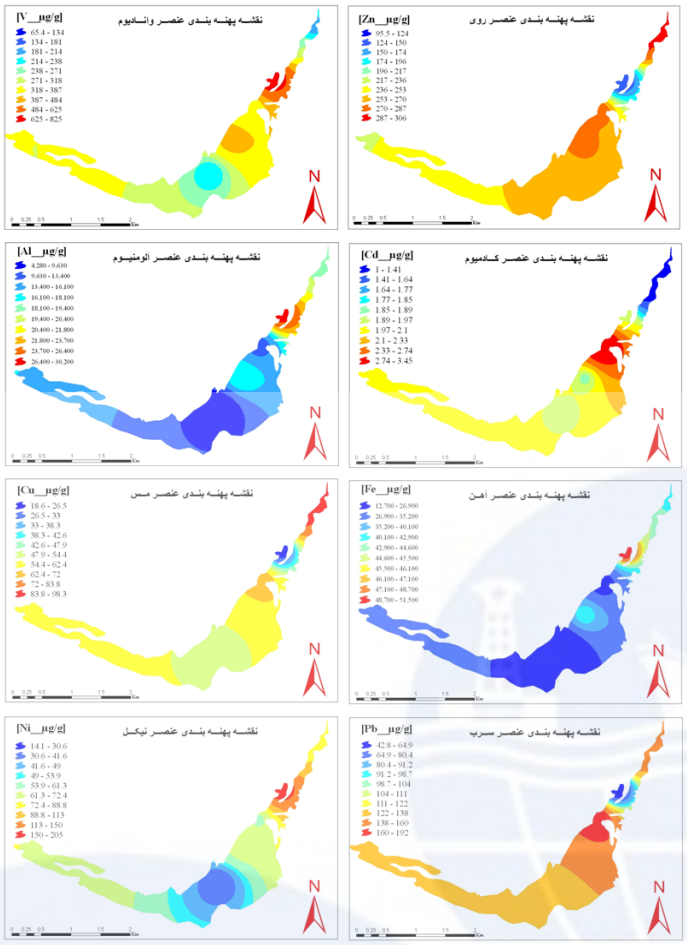
نقشه غلظت فلزات سنگین

پهنه بندی غلظت فلزات سنگین از روش معکوس فاصله وزنی با توان 2 نشان داد که توزیع غلظت عناصر مورد مطالعه در منطقه مورد بررسی پراکنش گسترده ای دارند (شکل 2). به طور کلی هر چه از دهانه خور به طرف درون پیش می رویم غلظت فلزات سنگین در غالب موارد افزایش می یابد. غلظت اکثر فلزات در بخش شمالی خور که مرتبط با خشکی است فلزات بالاتر از بخش جنوبی می باشد. همچنین در بخش شمالی نقاطی که از طریق پل های زیرگذر با مانگرو ارتباط دارد، غلظت فلزات به بالاترین میزان خود رسیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID



شکل 4 . نقشه توزیع غلظت فلزات سنگین وانادیوم، روی، آلومنیوم، کادمیوم ، مس ، آهن، سرب و نیکل درمنطقه بیدخون

جدول 3 ماتریس همبستگی پیرسون را برای فلزات سنگین و پارامتر های رسوب شناختی به نمایش مـی گـذارد. ذرات کـوچکتر از 63 میکـرون بـا فلزات آلومینیوم، آهن، نیکل، وانادیوم و روی روابط معنی داری دارند. کل کربن آلی با فلزات آهن، آلومینیوم، نیکل و وانادیوم رابطـه معنـی دار نشـان می دهد که به علت قدرت کمپلکس بالای مواد آلی با فلزات سنگین این اتفاق می افتد. نیکل و وانادیوم با آلومینیوم و روی، نیکل و وانادیوم با آهـن رابطه معنی داری را ارائه دادند که در بالا به آن پرداخته شد که دانه بندی ریز رسوبات که حاوی آهن و آلومینیوم نیز هستند، توانـایی ترکیـب فلـزات سنگین را دارند. فلز سنگین مس با فلزات سرب و روی روابط معنی داری را ارائه کرده است.

جدول 3. ضریب همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین و سایر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک

	fraction	TOC	Al	Fe	Cd	Cu	Ni	Pb	V	Zn
fraction	1									
TOC	.623**	1								
Al	.848**	.559**	1							
Fe	.862**	.580**	.964**	1						
Cd	.199	-.041	.221	.156	1					
Cu	.333	.350	.260	.374	.103	1				
Ni	.605**	.533*	.738**	.633**	.163	.183	1			
Pb	.363	.136	.229	.319	.415	.840**	.065	1		
V	.571**	.466*	.612**	.511*	.198	.007	.909**	-.066	1	
Zn	.442*	.237	.376	.479*	.394	.861**	.203	.907**	.055	1

** معنی داری در سطح 0/01 درصد

* معنی داری در سطح 0/05 درصد

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

بحث و نتیجه گیری

همانطور که در نتایج مشاهده شد هر چه از دهانه خورها به طرف درون پیش می رویم غلظت فلزات سنگین در غالب موارد افزایش می یابد، که این نشان دهنده تجمع فلزات در انتهای خور به دلیل شرایط آرام و ساکن آن و همچنین جریان برگشتی در انتهای خور فلزات را بر روی بستر به جا می گذارد. همچنین غلظت اکثر فلزات در بخش شمالی خور که مرتبط با خشکی است فلزات بالاتر از بخش جنوبی می باشد. همچنین در بخش شمالی نقاطی که از طریق پل های زیرگذر با مانگرو ارتباط دارد، غلظت فلزاتی مانند سرب، مس و روی به بالاترین میزان خود رسیده است. این به روشنی نشان می دهد که منشأ آلودگی در خور بیدخون از خشکی یا همان فعالیت های نفت و گاز پارس جنوبی می باشد. روابط پارامتر ها نشان داد که ذرات کوچکتر از 63 میکرون با فلزات آلومینیوم، آهن، نیکل، وانادیوم و روی روابط معنی داری دارند. همبستگی بالا بین عناصر می‌تواند ناشی از ورود این عناصر از طریق منابع مشترک مانند ورود از طریق مواد مادری خاک و آلاینده های انسان منشأ باشد. در مطالعه انجام شده توسط Yalcin و همکاران (2007) نیز همبستگی بین فلزات سنگین را از روش ضریب همبستگی پیرسون محاسبه و به این نتیجه رسیدند، فلزاتی که همبستگی قوی با هم دارند احتمالاً منابع آلاینده یکسانی دارند [17]. همچنین امینی (1383) در مطالعه خود همبستگی بین فلزات سنگین سرب،کادمیوم، مس و کبالت را از روش ضریب همبستگی پیرسون محاسبه و به این نتیجه رسید،که همبستگی بالای بین عناصر می‌تواند ناشی از ورود این عناصر از طریق منبع مشترک باشد **.Error! Reference source not found.**[18].

بنابراین نتیجه فلزات آلومینیوم و آهن از مهمترین سیلیکات های زمینی هستند که در رس و سیلت به میزان بیشتری نسبت به سایر اجزاء خاک یافت می شود که Clark و همکاران (1998) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند [19]. روابط سایر فلزات نیکل، وانادیوم و روی می تواند به علت قدرت ترکیب کنندگی دانه بندهای ریز رسوبات به علت داشتن سطح بیشتر نسبت به اجزاء درشت رسوبات باشد. Tam و Yao در سال 1998 به نتیجه مشابه ای دست یافتند که راهکار حل این مشکل را نرمال کردن غلظت تمام فلزات سنگین با ذرات ریزتر از 63 میکرون دانستند [20]. همچنین ذرات کوچکتر از 63 میکرون با کل کربن آلی نیز به علت قدرت ترکیب بخش ریز رسوب با مو اد آلی می باشد که به بالاتر بودن سطح تماس نسبت به حجم آنها مربوط می شود.

کل کربن آلی با فلزات آهن، آلومینیوم، نیکل و وانادیوم رابطه معنی دار نشان می دهد که به علت قدرت کمپلکس بالای مواد آلی با فلزات سنگین این اتفاق می افتد. Seidemann (1991) رابطه قوی را بین درصد مواد آلی و آلودگی فلزات سنگین در مصب شهری خلیج جامایکا نیویورک بدست آورد [21].

نیکل و وانادیوم با آلومینیوم و روی، نیکل و وانادیوم با آهن رابطه معنی داری را ارائه دادند که در بالا به آن پرداخته شد که دانه بندی ریز رسوبات که حاوی آهن و آلومینیوم نیز هستند، توانایی ترکیب فلزات سنگین را دارند. فلز سنگین مس با فلزات سرب و روی روابط معنی داری را ارائه کرده است. فلزات سنگین مس، سرب و روی در بسیاری از مطالعات به عنوان شاخص آلاینده های انسان منشأ معرفی شده اند [22]. همانطور که اشاره شد، عناصر سنگین از جمله آلاینده‌های غیر نقطه ای هستند که امروزه به دلیل اثرات نامطلوب بر انسان و محیط زیست به یک معضل زیست محیطی در جهان تبدیل شده و مورد توجه محققین زیادی قرار گرفته‌اند. مهمترین یافته‌های تحقیق حاضر با کاربرد GIS ، Geostatistic و Statistic در ارزیابی آلودگی‌های غیر نقطه ای بود که نتیجه گیری می شود فعالیت های نفت و گاز پارس جنوبی به شدت بر جنگل های مانگرو خلیج نایبند اثر گذاشته و با ادامه این روند احتمال نابودی کامل این اکوسیستم می رود.

تقدیر و تشکر

از شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی ایران به خاطر حمایت و پشتیبانی مالی این تحقیق تشکر می شود. از آزمایشگاه خاکشناسی دکتر حبیبی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران به خاطر آنالیز نمونه های رسوب تشکر می شود. و همچنین از کلیه اساتید گروه شیلات و محیط ز یست دانشگاه تهران به خاطر مساعدت های علمی آنها تشکر می شود.

www.SID.ir

www.SID.ir

Archive of SID

Archive of SID

منابع

[1] Macintosh, D. J., Ashton E. C., 2002. A Review of Mangrove Biodiversity Conservation and Management. Final Report. Centre for Tropical Ecosystems Research (Center Aarhus). 71pp

[2] Irabien M J, Velasco F, 1999. Heavy metals in Oka Rive sediments (Urdaibai National Biosphere Reserve, Northern Spain): Lithogenic and anthropogenic effects. Environ Geol, 37: 54–63

[3] Hoff, R., 2002. Oil Spills in Mangroves. National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA Ocean Service, Office of Response and Restoration, 70pp

[4] Wang F, Chen J S, 2000. Relation of sediment characteristics to trace metal concentration: a statistical study. Water Resource, 34:694–698.

[5] Guevara R, Rizzo A, Sanchez R, 2005. Heavy metal inputs in northern Patagonia lakes from short sediment core analysis. J Radioanal Nucl Chem, 265(3): 481–493.

[6] Price, A.R.G., Downing, N., Fowler, S.W., Hardy, J.T., Le Tissier, M., Mathews, C.P. 1994. The 1991 Gulf War: environmental assessments of IUCN and collaborators, IUCN Marine and Coastal Area Programme, Switzerland, 1994. p 49.

[7] US-DOE. EIA country analysis brief, Persian Gulf oil and gas exports fact sheet, <www.eia.doe.gov>; 2004. Site visited on 10.01.08.

[8] Sengupta, A. K. 2002. *Environmental separation of heavy metals.* Lewis Publisher.

[9] Jiachun, S., W. Haizhen, X. Jianming, W. Jianjun, L. Xingmei and Z. Haiping. 2007. Spatial distribution of heavy metal in soil: A case study of changing, China. Environ Geol. 52:1-10.

[10] Webster, R. and T. M. Burges. 2002. Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties III-changing drift and universal kriging. *J. Soil Sci.* 31:505-524.

[11] Juang, K. W., D. Y. Lee and T. R. Ellsworth. 2001. Using rank-order geostatistics for spatial interpolation of highly skewed data in heavy metal contaminated site. *J. Environ. Qual*. 30:894-903.

[12] Brus, D. J., J. J. de Gruijter, D. J. J. Walvoort, F. de Vries, J. J. B. Bronswijk, P. F. A. M. Romkens and W. de Vries. 2002. Mapping the probability of exceeding critical thresholds for cadmium concentrations in soils in the Netherlands. *J. Environ. Qual*. 31:1875-1884.

[13] Lado, L. R., T. Hengl and H. I. Reuter. 2008. Heavy metals in European soils: A geostatistical analysis of the FOREGS Geochemical database. *Geoderma*. 148:189-199.

[14] Rodriguez, L., E. Ruiz, J. A. Azcarate and J. Rincon. 2009. Heavy metal distribution and chemical speciation in tailing and soils around a Pb-Zn mine in Spain. *Journal of Environmental Management*. 90:1106-1116.

[15] Danehkar, A., 2006. Status of Mangrove Forest of Iran. Iran Department of the Environment project. Project No.20061190. pp210.

[16] Mohammadi, j. 2006. Geostatistic. Pelk press. 262-279

[17] Yalcin, M. G., R. Battaloglu and S. Ilhan. 2007. Heavy metal sources in Sultan Marsh and its neighborhood, Kayseri, Turkey. *Environ Geol*. 53:399-415.

[18] Amini, M., Afyoni, M., Khademi, H. 2006. Mass balance modeling cadmium and lead in the farms area of Esfahan. Jurnal of Oloum va fonoune keshavarzi na manabe tabiee. 10 (4), 77-89

[19] Clark, M.W., McConchie, D., Lewis, D.W., Saenger, P., 1998. Redox stratification and heavy metal partitioning in Avicennia-dominated mangrove sediments: a geochemical model. Chemical Geology 149, 147–171.

[20] Tam, N.F.Y., Yao, M.W.Y., 1998. Normalisation and heavy metal contamination in mangrove sediments. The Science of the Total Environment 216, 33-39.

[21] Seidemann, D.E. 1991. Metal pollution in sediments of Jamaica Bay, New York, USA. an urban estuary. Environ Manage 15, 73-81.

[22]Reid, M.K., Spencer, K.L. 2009. Use of principal components analysis (PCA) on estuarine sediment datasets: The effect of data pre-treatment. Environmental Pollution 157, 2275–2281.

www.SID.ir

www.SID.ir