پژوهش های آبخیزداری شماره ۹۸، بهار ۱۳۹۲
(پژوهش و سازندگی)

مقایسه روش های غنی شدگی عناصر سنگین فلزی در محیط های رسوبی جنوب خزر، مطالعه موردی تالاب انزلی

• **مریم زارع خوش اقبال** (نویسنده مسئول)
عضو هیئت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا
• **امیرحسین چرخابی**
عضو هیئت علمی، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران
تاریخ دریافت: مرداد ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۰
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۴۳۷۴۰۴
Email: m.zare@iau-astara.ac.ir

چکیده

به منظور ارزیابی آلودگی در محیط های رسوبی روش های متعددی وجود دارند و فاکتور غنی شدگی یکی از مفیدترین این روش هاست. در این تحقیق پس از تقسیم تالاب انزلی به چهار بخش آبکنار، سیاه کیشم، هندخاله و بخش شرقی(شیجان)، از رسوبات تالابی مغزه برداری صورت گرفت. سپس غلظت عناصراصلی و فرعی در هر نمونه بوسیله روش ICP-MS اندازه گیری شد و پس از آن حد زمینه فلزات سنگین Cd ,Cu ,Pb, Zn به روش های متفاوت تعیین گردید. این روش ها شامل استفاده از غلظت عناصر مورد نظر در لیتولوژی های موجود در منطقه، استفاده از غلظت میانگین در نمونه های برداشت شده، نرمالیز کردن توسط آلومینیم، انتخاب مقدار میانگین جهانی عناصر، استفاده از غلظت فلزات سنگین دراستاندارد EPA ۳۰۵۰ و استفاده از غلظت عناصر در خاک های حاشیه تالاب به عنوان حد زمینه می باشد. در مرحله بعدی فاکتور غنی شدگی برای هر یک از چهار عنصر Cd, Cu, Pb, Zn به وسیله تقسیم غلظت آنها بر حد زمینه تعیین گردید. نتیجه مقایسه بین روش های مختلف تعیین فاکتور غنی شدگی آلاینده ها نشان داد که روش نرمالیز کردن به وسیله عنصر آلومینیم به دلیل تحت تاثیر نبودن این عنصر با فعالیت های انسانی، مناسب ترین روش محاسبه فاکتور غنی شدگی برای رسوبات این تالاب بوده است. بنابراین، استفاده از این روش برای ارزیابی آلودگی های فلزات سنگین در محیط های رسوبی جنوب دریای خزر توصیه می شود.

کلمات کلیدی: آلودگی رسوب، حد زمینه، فلزات سنگین، تالاب انزلی، نرمالیز کردن، مغزه گیری

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 98 pp: 51-64

Comparison of enrichment methods of heavy metal pollution studies in south of the Caspian sea sedimentary environment: Case study of anzali wetland

By: Zare, Khosheghbal M. (Corresponding Author; Tel: +989122437404), Scientific Member of Islamic Azad University, Astara Branch, Charkhabi A.H. Associate Professor of Research Institute of Soil Conservation and Watershed Management.

Received: August 2010 **Accepted: May 2011**

In order to evaluate pollution of sedimentary environment, there are several different methods, among wich enrichment factor could be the most useful one. Therefore, in this research, the Anzali Wetland was divided into four different sections namely,Abkenar, Siakishom, Hendekhale and eastern section(Shijan) and then sediment corings were done for them. Afterward, concentration of main and subsidiary elements were determined using ICP-MS. Then the background levels of Cd ,Cu, Pb, Zn were determined with different analytical methods. These methods were, use of concentration of elements in their lithology background, use of concentration in the collected sampled cores, normalization by Aluminum content, use of world mean concentration, use of EPA3050 standard and use concentration of elements in the soils of the wetland as background level. In the next step, the enrichment factors of Cd, Cu, Pb, Zn elements calculated by diving into the background level concentration. The results showed that enrichment factor which is used Aluminum as the normalization factor was the most suitable for sediments of this wetland. Therefore, use of this method is recommended for future heavy metal pollution study of this and the similar sedimentary systems of the Caspian Sea coastal zones.

Keywords: Sediment pollution, Background levels, Heavy metals, Anzali wetland, Normalizing, Core sampling

Archive of SID

مقدمه

فلزات سنگین به علت اثرات سمی و تمرکز در بافت های زنده از مهم ترین آلاینده های محیط های طبیعی محسوب می شوند (Balachandran و همکاران ۲۰۰۵؛ Caeiro و همکاران ۲۰۰۵؛ Tam و Wong ۲۰۰۰). ورود این عناصر به محیط سبب افزایش غلظت آنها در خاک و در زنجیره غذایی خواهد شد (Grzebisz،۲۰۰۱؛ Moreno و همکاران ۱۹۹۴؛ Mcdowell، ۱۹۹۳).از بین فلزات سنگین، عناصری مانندCd،Cu،Pb،Zn در صورت افزایش بیش از حد در محیط زیست تاثیرات نامطلوب قابل توجهی بر سلامت انسان و سایر موجودات زنده باقی خواهند گذاشت (Cetin و همکاران ۲۰۰۸). بررسی صحیح مسئله آلودگی فلزات سنگین و طرح آن در یک منطقه مستلزم ارایه تعریفی درست از آن است. این تعریف در ملاک تشخیص آلودگی رسوبات یا خاک یک منطقه و تعیین تراز یا سطح مقایسه در آن نهفته است. از طرفی بالا بودن غلظت فلزات سنگین در یک منطقه لزوماً به معنی آلودگی غیر طبیعی و انسان زاد (Anthropogenice) در آن منطقه نیست چرا که این آلودگی می تواند منشاء طبیعی (Natrual) و زمین شناسی (Geogenice) نیز داشته باشد (Grzebisz، ۲۰۰۲) بنابراین ویژگی های ژئوشیمی هر منطقه ابزاری مناسب برای تعیین میزان آلودگی و حضور نا متعارف آلاینده های محیطی به شمار می رود. امروزه فاکتور غنی شدگی فلزات سنگین به عنوان یکی از شاخص های آلودگی خاک در نظر گرفته می شود. این فاکتور به روش های مختلفی محاسبه شده و یکی از این راه ها استفاده از مقادیر این عناصر در پوسته (Turekian و Wedepohl، ۱۹۶۱) ویا تقسیم غلظت فلزات سنگین در خاک سطحی به غلظت همین عناصر در خاک عمقی است (Tarvainen و Schmidt-Thome، ۲۰۰۳). استاندارد EPA نیز به عنوان یک حد زمینه و عاملی در جهت تعیین غنی شدگی، توسط محققان (دلیجانی و دیگران، ۱۳۸۸؛ Harikumar و همکاران ۲۰۰۹ در رسوبات به کار برده شد. Prudencio و همکاران (۲۰۰۷)از عنصر Al برای نرمالیز کردن و تعیین غنی شدگی فلزات سنگین در رسوبات استفاده کردند. همچنین عنصری مانند Fe برای این منظور در رسوب مورد استفاده قرار گرفته است (Basha و همکاران ۲۰۱۰). هدف روش های متفاوت، اطلاع از وضعیت آلودگی یک منطقه و ضرورتی برای اتخاذ تدابیر لازم واعمال عملیات پایش و یا حتی تصمیم گیری های مدیریتی مناسب برای پاک سازی رسوبات یا خاک های آلوده است و هدف این تحقیق انتخاب بهترین روش تعیین مقدار فاکتور غنی شدگی از بین روش های مرسوم، برای برخی از فلزات سنگین مانند Cd،Cu،Pb،Zn در رسوبات بخش های مختلف تالاب انزلی است.

مواد و روش ها

مشخصات تالاب

تالاب انزلی با وسعتی در حدود ۱۹۳ کیلومتر مربع تالاب بسیار

گسترده ای است که در حاشیه جنوب غربی دریای خزر در استان گیلان قرار دارد. طول متوسط تالاب در امتداد شرقی- غربی حدود ۳۰ کیلومتر و عرض متوسط آن در امتداد شمال و جنوب حدود۳ کیلومتر و عمق تالاب ۲/۵ متر در بخش غربی است (شکل ۱).

این تالاب از شمال به دریای خزر از شرق به پیربازار و از غرب به کپورچال و آبکنار از جنوب به صومعه سرا و بخش های شهرستان رشت ارتباط دارد.

روش کار

ابتدا توسط لوله PVC هفت مغزه از چهار بخش متفاوت تالاب برداشته شد. مغزه های B۴,B۳,B۲,B۱ متعلق به بخش غربی تالاب (آبکنار)، مغزه های B۱۰, B۸, B۹ به ترتیب متعلق به بخش های سیاه کیشم (جنوب غربی)، هندخاله (مرکزی) و شیجان (شرقی) می باشد. هر مغزه به ۵ بخش ۰-۵-۱۰-۲۰ و ۵۰ تقسیم گردید. سپس از هر قسمت، بخشی از رسوب برداشته شد و پس از خشک و پودر کردن، به روشICP-MS در آزمایشگاه Alc-Chemex غلظت عناصر مختلف زمینی و کمیاب آن با حد آشکارسازی (Detection Limit) مشخص تعیین گردید (جدول ۱).

از بین غلظت عناصر تعیین شده غلظت فلزات سنگین Cd،Cu،Pb،Zn و همچنین عنصر Al به علت نقش این عنصردر نرمالیز کردن دارای اهمیت است.

پس از تعیین غلظت فلزات سنگین منتخب بر اساس آنالیز به روش ICP-MS، حد زمینه به روش های مختلف با استفاده از داده های زیر به دست خواهد آمد:

۱- داده های ژئوشیمیایی منطقه

۲- غلظت میانگین هر عنصر

۳- غلظت نرمالیز شده عناصر بر حسب AL

۴- میانگین جهانی عناصر در پوسته زمینه

۵- غلظت فلزات سنگین در استاندارد EPA ۳۰۵۰

۶- میانگین غلظت عناصر در خاک های حاشیه تالاب

سپس با قرار دادن غلظت عناصر مورد نظر در صورت کسر رابطه ۱ و هر یک از حدود زمینه بدست آمده از ۶ روش فوق در مخرج کسر، فاکتور غنی شدگی هر یک از فلزات سنگین Pb، Cu، Cd و Zn به روش های مذکور متعاقباً محاسبه خواهد شد.

$$\text{Factor M} = \text{ctMt} / \text{ctMs} \quad (۱)$$

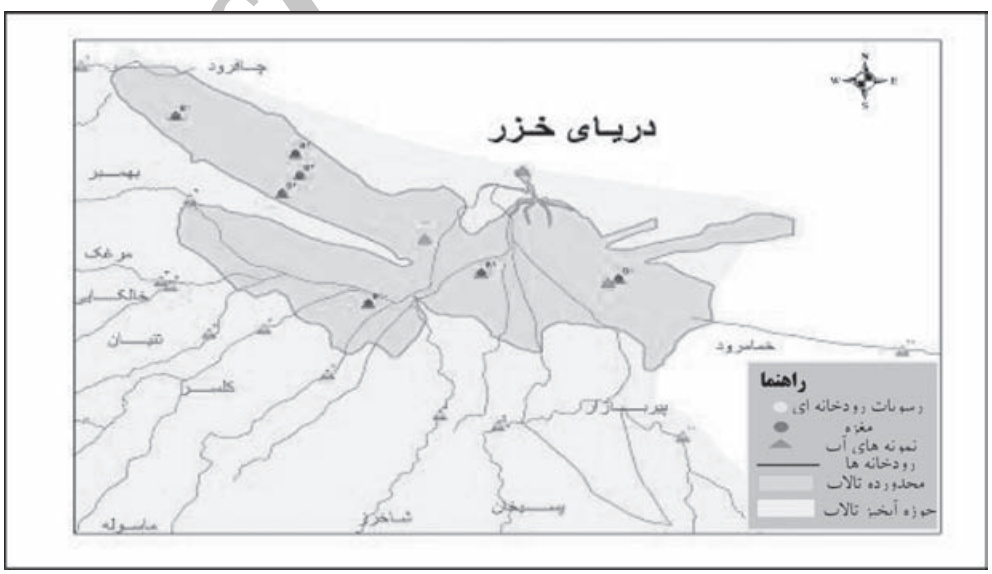
Factor M = فاکتور غنی شدگی برای عنصر M

ctMt= غلظت فلز ستگینM در رسوبات تالابی

ctMs = غلظت حد زمینه فلز سنگین M در منطقه مورد مطالعه

در روش ۱ سنگ های هر محدوده مطالعاتی از نظر زمین شناختی دارای غلظت خاصی از عناصر هستند، لذا با اندازه گیری غلظت عناصر دریک منطقه غیر آلوده به عنوان حدزمینه (Background) وتعیین غلظت کنونی عناصر در رسوبات می توان به مقدار آلودگی و غنی شدگی عناصر در منطقه پی برد.

برای به کارگیری این روش ابتدا با استفاده از نقشه زمین شناسی محدوده مطالعاتی و تلفیق سنگ شناسی های یکسان، نقشه ساده شده سنگ شناسی منطقه استخراج و سپس با کمک جداول تهیه شده توسط متخصصین مختلف (Faure، ۱۹۹۲؛ Turekian،Wedepohl، ۱۹۶۱) غلظت عناصر انتخابی در سنگ های مختلف پوسته بدست خواهد آمد.



شکل ۱- حوزه آبخیز تالاب انزلی و مکان های نمونه برداری از رسوبات

www.SID.ir

جدول ۱- حدود آشکار سازی بکار گرفته شده در عناصر انتخاب شده

عنصر	حد آشکار سازی	واحد
Cd	۰/۰۲	Ppm
Cu	۰/۲	Ppm
Pb	۰/۵	Ppm
Zn	۲	Ppm
Al	۰/۰۱	Al

در روش ۲ ناچار به تقسیم مغزه یا پروفیل به بخش های مختلف و تعیین میانگین غلظت عناصر در هر مغزه هستیم. البته اگر نمونه گیری فقط به صورت سطحی توسط گراب از خاک یا رسوب انجام شده باشد، میانگین گیری بسیار معقول تر بنظر می رسد. میانگین گیری از رسوبات یا خاک هایی با عمق یکسان در منطقه مورد بررسی ضعف این روش را رفع خواهد کرد. به طور مثال میانگین غلظت عناصر در اعماق ۰تا ۱۰ سانتی متری تمام مغزه ها ی برداشته شده به عنوان غلظت میانگین در آن عمق در نظر گرفته خواهد شدو برای سایر اعماق هم به همین ترتیب عمل می شود. روش نرمالیز کردن به عنوان سومین روش به کار رفته، روش موثری برای کمک به تفسیرهای ژئوشیمیایی است. برای این کار از عناصر مختلفی استفاده می شود (Prudencio، ۲۰۰۷). به کارگیری عناصر در روش نرمالیز کردن، نیازمند دارا بودن شرائط خاصی است که عنصری مانند آلومینیم دارای آن شرایط می باشد. آلومینیم به عنوان عنصر نرمالیز کننده در تحقیقات آلودگی(Baptista Neto و همکاران ۲۰۰۰؛ Mucha و همکاران ۲۰۰۳؛ Loring،۱۹۹۱) مورد استفاده گرفته است. این روش در دو مرحله تعیین نمونه مرجع و استفاده از نمونه مرجع برای محاسبه فاکتور غنی شدگی انجام خواهد شد.

در روش ۴ غلظت میانگین جهانی هر عنصر به عنوان حد زمینه آن عنصردر نظر گرفته شده و فاکتور غنی شدگی در مکان ها و اعماق مختلف تالاب با تقسیم غلظت هر عنصر بر غلظت میانگین جهانی هر عنصر (جدول ۷) تعیین گردید. در روش ۵ مقادیر مشخصی از عناصر به عنوان حد زمینه در استاندارد EPA۳۰۵۰ مورد استفاده قرار گرفته و با استفاده از فرمول غنی شدگی و تقسیم غلظت عناصر در منطقه به غلظت حد زمینه، فاکتور غنی شدگی عناصر مختلف بدست خواهد آمد. رسوبات در مسیر خود از سنگ مادر در ارتفاعات حوزه تا تالاب مراحل مختلفی را پشت سرمی گذارند. برای انجام روش ۶ از انواع کاربری اراضی در خاک های حاشیه تالاب نمونه برداری شد. نمونه ها پس از برداشت، خشک و توسط ICP-MS غلظت عناصر مختلف سنجیده و به عنوان حد زمینه در نظر گرفته شد. سپس با تقسیم غلظت هر عنصر بر حد زمینه فاکتور غنی شدگی هر عنصر محاسبه گردید.

نتایج

نتیجه تعیین غلظت عناصر بررسی شده در رسوبات بخش های مختلف تالاب انزلی در جدول ۲ نشان داده شده است.

فاکتور غنی شدگی با حد زمینه حاصل از داده های ژئوشیمیایی منطقه

غلظت حد زمینه عناصر درمنطقه مورد مطالعه با استفاده از منابع موجود (Faure، ۱۹۹۲؛ Turekian و Wedpohl،۱۹۶۱) در جدول ۳ به دست آمده است.

در آخرین مرحله با استفاده از فرمول فاکتور غنی شدگی و تقسیم غلظت هر عنصر برحد زمینه، فاکتور غنی شدگی محاسبه شد (جدول ۴).

فاکتور غنی شدگی با حد زمینه حاصل از غلظت میانگین هر عنصر

پس از میانگین گیری با تقسیم غلظت حال حاضر هر عنصر بر غلظت میانگین آن عنصر می توان به فاکتور غنی شدگی برای هر عنصر دست یافت (جدول۵).

تعیین فاکتور غنی شدگی به روش نرمالیز کردن داده ها بر حسب عناصر

تعیین فاکتور غنی شدگی به روش نرمالیز کردن در دو مرحله صورت می گیرد. در مرحله اول ابتدا رسوبات در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متری به عنوان رسوبات سطحی و رسوبات ۲۰ تا ۵۰ سانتی متری به عنوان رسوبات عمقی در نظر گرفته شد و میانگین غلظت عناصر در سطح و عمق تعیین شد. در مرحله بعد نسبت هر عنصر به Al در سطح به عمق بدست آمد. با استفاده از این پارامتر، گراف های هر ایستگاه رسم و نمونه ای که کمترین تغییرات را داشت به عنوان نمونه مرجع در نظر گرفته شد(شکل ۲) و سپس با استفاده از رابطه ۲ مقادیر مختلف غنی شدگی بدست آمد.

$$\frac{(X/Al)\text{sample}}{(X/Al)\text{refrence}} \quad (۲)$$

در این رابطه X غلظت عنصر مورد نظر جهت محاسبه فاکتور غنی شدگی است. نتیجه تعیین فاکتور غنی شدگی به روش نرمالیز کردن توسط

Archive of SID

آلومینیم در جدول ۶ نشان داده شده است.

در این روش فلزاتی مانند سرب و روی دارای غنی شدگی بیش از یک هستند. انتخاب مقدار میانگین جهانی عناصر در پوسته زمین به عنوان حد زمینه نتایج انتخاب مقدار میانگین جهانی عناصر در پوسته زمین به عنوان حد زمینه در جدول ۷ نشـان داده شده است. بیشتر فلزات سنگین در این روش دارای فاکتور غنی شدگی بیشتر از یک هستند.

فاکتور غنی شدگی با حد زمینه حاصل از استاندارد EPA ۳۰۵۰

نتایج استفاده از استاندارد EPA ۳۰۵۰ به عنوان حد زمینه در جدول۸ آمده است. همان طور که در جدول مذکور دیده می شود.

تقریبـاً تمامی فلزات سـنگین بـه جز مس، در ایـن روش دارای غنی شدگی کمتر از یک هستند.

فاکتور غنی شدگی با حد زمینه حاصل از میانگین غلظت عناصر در خاک های حاشیه تالاب به عنوان حد زمینه

نتایج اسـتفاده از خاک های حاشیه تالاب به عنوان حد زمینه و تعیین فاکتور غنی شدگی با استفاده از این روش در جدول ۹ آمده است.

بحث و نتیجه گیری

غلظت بالای فلزات سنگین و غنی شدگی در هر منطقه می تواند ناشی از منشـاهای طبیعی و یا انسـان زاد باشـد (Tarvainen و Schmidt-Thome، ۲۰۰۳) و راه هـای مختلفـی بـرای تعییـن آن وجـود دارد. به منظور مشـخص کـردن بهترین روش تعییـن فاکتور غنی شـدگی برای منطقه مطالعاتی پس از تعیین غلظت فلزات سـنگین مورد نظر در منطقه روش های مختلف مورد بررسـی قرار گرفت. از بین روش های به کارگرفته شـده مشـخص گردید کـه روش تعیین حـد زمینه حاصـل از داده های

جدول۲- غلظت عناصر بررسی شده در رسوبات تالابی

مغزه	عمق (cm)	٪	Ppm					مغزه	عمق (cm)	٪	Ppm				
		AL	Cd	CU	Pb	Zn			AL	Cd	CU	Pb	Zn		
	۰	۷/۲۲	۰/۲۷	۵۱/۳	۲۳/۷	۹۹		B۸	۰	۷/۸۴	۰/۳	۵۹/۷	۳۰/۴	۱۲۲	
	۵	۸/۳۸	۰/۳۴	۶۶/۷	۲۸/۶	۱۲۹			۵	۸/۳۸	۰/۲۶	۵۸/۷	۲۳/۴	۱۲۹	
B۱	۱۰	۸/۲۱	۰/۳۷	۶۹/۴	۲۶/۶	۱۲۹			۱۰	۸/۶۴	۰/۲۷	۶۰/۴	۲۳/۴	۱۳۲	
	۲۰	۸/۰۵	۰/۳۲	۶۳/۱	۲۳/۳	۱۲۲			۲۰	۸/۰۵	۰/۲۷	۶۱/۳	۲۲/۲	۱۲۵	
	۵۰	۸/۱۳	۰/۲۵	۹۴/۷	۲۳/۵	۱۲۹			۵۰	۷/۸۱	۰/۲۱	۰/۲۱	۲۲/۷	۱۱۱	
	۰	۷/۷۳	۰/۲۹	۷۳/۳	۲۱/۵	۱۰۹		B۹	۰	۷/۶	۰/۳۹	۰/۳۹	۳۰/۲	۱۳۱	
	۵	۷/۴۹	۰/۲۵	۷۱/۵	۲۱/۸	۱۰۷			۵	۷/۱۳	۰/۳۹	۰/۳۹	۲۹/۶	۱۲۵	
B۲	۱۰	۷/۳۴	۰/۲۴	۸۷/۷	۲۰/۹	۱۰۹			۱۰	۷/۵۱	۰/۳۹	۰/۳۹	۲۹/۳	۱۳۲	
	۲۰	۸/۲۸	۰/۲۵	۶۵/۴	۱۹/۲	۱۱۴			۲۰	۷/۶	۰/۳۵	۰/۳۵	۲۹/۳	۱۱۷	
	۵۰	۷/۶۱	۰/۲۹	۷۳/۱	۱۹/۳	۱۰۴			۵۰	۷/۹۳	۰/۲۳	۰/۲۳	۲۴/۷	۱۱۸	
	۰	۸/۲۷	۰/۳۱	۶۲/۷	۲۲/۴	۱۲۲		B۱۰	۰	۸/۰۸	۰/۲۶	۰/۲۶	۲۶/۴	۱۳۰	
	۵	۸/۶۶	۰/۲۹	۶۶	۲۱/۵	۱۲۵			۵	۸/۰۱	۰/۲۹	۰/۲۹	۲۴/۹	۱۲۶	
B۳	۱۰	۸/۳۴	۰/۲۸	۶۲/۴	۲۲/۹	۱۲۵			۱۰	۸/۳۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۲۴/۲	۱۲۷	
	۲۰	۸/۳	۰/۲۶	۶۴/۱	۲۵	۱۲۰			۲۰	۷/۶۸	۰/۲۶	۰/۲۶	۲۲/۲	۱۰۹	
	۵۰	۷/۸۴	۰/۲۵	۶۷/۴	۲۳	۱۰۷			۵۰	۷/۳۲	۰/۱۸	۰/۱۸	۲۲/۱	۱۰۰	
	۰	۷/۵۹	۰/۳	۶۱/۲	۲۸/۲	۱۱۲		AVE		۷/۹۷	۰/۲۸	۰/۲۸	۲۳/۵۷	۱۱۶/۵	
	۵	۷/۸۷	۰/۲۸	۶۱/۱	۲۴	۱۲۰		MAX		۸/۶۶	۰/۳۷	۰/۳۷	۲۸/۶	۱۲۹	
B۴	۱۰	۷/۸۷	۰/۳۱	۶۶/۳	۲۶/۱	۱۱۹		MIN		۷/۲۲	۰/۲۳	۰/۲۳	۱۹/۲	۹۹	
	۲۰	۸/۴	۰/۲۹	۶۴/۱	۲۶/۲	۱۱۸		STDV		۰/۳۹	۰/۰۴	۰/۰۴	۲/۶۱	۸/۹۴	
	۵۰	۷/۸۶	۰/۲۳	۶۱/۶	۲۳/۷	۱۱۱									

www.SID.ir

جدول ۳- حد زمینه غلظت عناصر با استفاده از داده های مختلف زمین شناختی

غلظت عناصر	شیل	ماسه سنگ	سنگ های کربناته	میانگین پوسته	سنگ های آتشفشانی
AL٪ *	۸	۵/۲	۴۲/۰	۸/۴	
Al (ppm) **	۸۰۰۰۰	۲۵۰۰۰	۴۲۰۰		۸۱۳۰۰
Cd (ppm) **	۳/۰	_	۰۳۵/۰		۲/۰
Cu (ppm) *	۴۵	_	۴	۷۵	
Cu (ppm) **	۴۵	_	۴		۵۵
Pb (ppm) **	۲۰	۷	۹		۱۳
Zn (ppm) *	۹۵	۱۶	۲۰	۸۰	
Zn (ppm) **	۹۵	۱۶	۲۰		۷۰
Zr (ppm) **	۱۶۰	۲۲۰	۱۹		۱۶۵

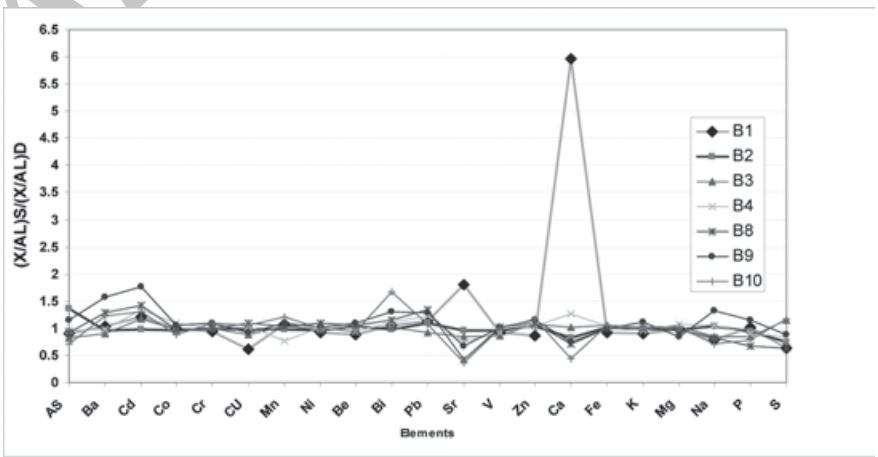
Faure-۱۹۹۲ ** Turekian and Wedpohl, ۱۹۶۱

جدول ۴- تعیین فاکتور غنی شدگی عناصر به دو روش استفاده از داده های ژئوشیمیایی

مغزه	عمق (cm)	X/back Cd	X/back CU	X/back Pb	X/back Zn	مغزه	عمق (cm)	X/back Cd	X/back CU	X/back Pb	X/back Zn
B۱	۰	۰/۲۷	۰/۹	۱/۱۹	۱/۱۱	B۸	۰	۰/۳	۱/۰۵	۱/۵۲	۱/۳۷
	۵	۰/۳۴	۱/۱۷	۱/۴۳	۱/۴۵		۵	۰/۲۶	۱/۰۳	۱/۱۷	۱/۴۵
	۱۰	۰/۳۷	۱/۲۲	۱/۳۳	۱/۴۵		۱۰	۰/۲۷	۱/۰۶	۱/۱۷	۱/۴۸
	۲۰	۰/۳۲	۱/۱۱	۱/۱۷	۱/۳۷		۲۰	۰/۲۷	۱/۰۸	۱/۱۱	۱/۴
	۵۰	۰/۲۵	۱/۶۶	۱/۱۸	۱/۴۵		۵۰	۰/۲۱	۰/۹۵	۱/۱۴	۱/۲۵
B۲	۰	۰/۲۹	۱/۲۹	۱/۰۸	۱/۲۲	B۹	۰	۰/۳۹	۰/۸۶	۱/۵۱	۱/۴۷
	۵	۰/۲۵	۱/۲۵	۱/۰۹	۱/۲		۵	۰/۳۹	۰/۸۳	۱/۴۸	۱/۴
	۱۰	۰/۲۴	۱/۵۴	۱/۰۵	۱/۲۲		۱۰	۰/۳۹	۰/۸۸	۱/۴۷	۱/۴۸
	۲۰	۰/۲۵	۱/۱۵	۰/۹۶	۱/۲۸		۲۰	۰/۳۵	۰/۹۱	۱/۴۹	۱/۳۱
	۵۰	۰/۲۹	۱/۲۸	۰/۹۷	۱/۱۷		۵۰	۰/۲۳	۰/۹۸	۱/۲۴	۱/۳۳
B۳	۰	۰/۳۱	۱/۱	۱/۱۲	۱/۳۷	B۱۰	۰	۰/۲۶	۰/۹۹	۱/۳۲	۱/۴۶
	۵	۰/۲۹	۱/۱۶	۱/۰۸	۱/۴		۵	۰/۲۹	۱/۰۷	۱/۲۵	۱/۴۲
	۱۰	۰/۲۸	۱/۰۹	۱/۱۵	۱/۴		۱۰	۰/۲۵	۱/۰۳	۱/۲۱	۱/۴۳
	۲۰	۰/۲۶	۱/۱۲	۱/۲۵	۱/۳۵		۲۰	۰/۲۶	۰/۹۹	۱/۱۱	۱/۲۲
	۵۰	۰/۲۵	۱/۱۸	۱/۱۵	۱/۲		۵۰	۰/۱۸	۰/۸۴	۱/۱۱	۱/۱۲
B۵	۰	۰/۳	۱/۰۷	۱/۴۱	۱/۲۶						
	۵	۰/۲۸	۱/۰۷	۱/۲	۱/۳۵						
	۱۰	۰/۳۱	۱/۱۶	۱/۳۱	۱/۳۴						
	۲۰	۰/۲۹	۱/۱۲	۱/۳۱	۱/۳۳						
	۵۰	۰/۲۳	۱/۰۸	۱/۱۹	۱/۲۵						

جدول ۵- تعیین فاکتور غنی شدگی عناصر به روش میانگین در مغزه ها

مغزه	عمق (cm)	X/back Cd	X/back CU	X/back Pb	X/Ave Zn	مغزه	عمق (cm)	X/Ave Cd	X/Ave CU	X/Ave Pb	X/Ave Zn
	۰	۰/۲۷	۰/۹	۱/۱۹	۱/۱۱		۰	۰/۳	۱/۰۵	۱/۵۲	۱/۳۷
	۵	۰/۳۴	۱/۱۷	۱/۴۳	۱/۴۵		۵	۰/۲۶	۱/۰۳	۱/۱۷	۱/۴۵
B۱	۱۰	۰/۳۷	۱/۲۲	۱/۳۳	۱/۴۵	B۸	۱۰	۰/۲۷	۱/۰۶	۱/۱۷	۱/۴۸
	۲۰	۰/۳۲	۱/۱۱	۱/۱۷	۱/۳۷		۲۰	۰/۲۷	۱/۰۸	۱/۱۱	۱/۴
	۵۰	۰/۲۵	۱/۶۶	۱/۱۸	۱/۴۵		۵۰	۰/۲۱	۰/۹۵	۱/۱۴	۱/۲۵
	۰	۰/۲۹	۱/۲۹	۱/۰۸	۱/۲۲		۰	۰/۳۹	۰/۸۶	۱/۵۱	۱/۴۷
	۵	۰/۲۵	۱/۲۵	۱/۰۹	۱/۲		۵	۰/۳۹	۰/۸۳	۱/۴۸	۱/۴
B۲	۱۰	۰/۲۴	۱/۵۴	۱/۰۵	۱/۲۲	B۹	۱۰	۰/۳۹	۰/۸۸	۱/۴۷	۱/۴۸
	۲۰	۰/۲۵	۱/۱۵	۰/۹۶	۱/۲۸		۲۰	۰/۳۵	۰/۹۱	۱/۴۹	۱/۳۱
	۵۰	۰/۲۹	۱/۲۸	۰/۹۷	۱/۱۷		۵۰	۰/۲۳	۰/۹۸	۱/۲۴	۱/۳۳
	۰	۰/۳۱	۱/۱	۱/۱۲	۱/۳۷		۰	۰/۲۶	۰/۹۹	۱/۳۲	۱/۴۶
	۵	۰/۲۹	۱/۱۶	۱/۰۸	۱/۴		۵	۰/۲۹	۱/۰۷	۱/۲۵	۱/۴۲
B۳	۱۰	۰/۲۸	۱/۰۹	۱/۱۵	۱/۴	B۱۰	۱۰	۰/۲۵	۱/۰۳	۱/۲۱	۱/۴۳
	۲۰	۰/۲۶	۱/۱۲	۱/۲۵	۱/۳۵		۲۰	۰/۲۶	۰/۹۹	۱/۱۱	۱/۲۲
	۵۰	۰/۲۵	۱/۱۸	۱/۱۵	۱/۲		۵۰	۰/۱۸	۰/۸۴	۱/۱۱	۱/۱۲
	۰	۰/۳	۱/۰۷	۱/۴۱	۱/۲۶						
	۵	۰/۲۸	۱/۰۷	۱/۲	۱/۳۵						
B۴	۱۰	۰/۳۱	۱/۱۶	۱/۳۱	۱/۳۴						
	۲۰	۰/۲۹	۱/۱۲	۱/۳۱	۱/۳۳						
	۵۰	۰/۲۳	۱/۰۸	۱/۱۹	۱/۲۵						



جدول۲- غلظت عناصر بررسی شده در رسوبات تالابی

www.SID.ir

جدول ۶-تعیین فاکتور غنی شدگی حاصل از نرمالیز کردن توسط آلومینیم

مغزه	عمق (cm)	(X/AL) S/ (X/AL)R	(X/AL) S/ (X/AL)R	(X/AL) S/ (X/AL)R	(X/AL) S/ (X/AL)R	مغزه	عمق (cm)	(X/AL) S/ (X/AL)R	(X/AL) S/ (X/AL)R	(X/AL) S/ (X/AL)R	(X/AL) S/ (X/AL)R
		Cd	CU	Pb	Zn			Cd	CU	Pb	Zn
	۰	۱/۱۷	۰/۸۳	۱/۱۲	۱		۰	۱/۲	۰/۸۹	۱/۳۲	۱/۱۴
	۵	۱/۲۷	۰/۹۳	۱/۱۶	۱/۱۳		۵	۰/۹۷	۰/۸۱	۰/۹۵	۱/۱۳
B۱	۱۰	۱/۴۱	۰/۹۸	۱/۱	۱/۱۵	B۸	۱۰	۰/۹۸	۰/۸۱	۰/۹۲	۱/۱۲
	۲۰	۱/۲۵	۰/۹۱	۰/۹۹	۱/۱۱		۲۰	۱/۰۵	۰/۸۹	۰/۹۴	۱/۱۴
	۵۰	۰/۹۶	۱/۳۵	۰/۹۹	۱/۱۶		۵۰	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۹۹	۱/۰۴
	۰	۱/۱۸	۱/۱	۰/۹۵	۱/۰۳		۰	۱/۶۱	۰/۷۵	۱/۳۵	۱/۲۶
	۵	۱/۰۵	۱/۱۱	۰/۹۹	۱/۰۵		۵	۱/۷۲	۰/۷۷	۱/۴۲	۱/۲۸
B۲	۱۰	۱/۰۳	۱/۳۹	۰/۹۷	۱/۰۹	B۹	۱۰	۱/۶۳	۰/۷۸	۱/۳۳	۱/۲۹
	۲۰	۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۷۹	۱/۰۱		۲۰	۱/۴۴	۰/۷۹	۱/۳۴	۱/۱۳
	۵۰	۱/۲	۱/۱۲	۰/۸۶	۱		۵۰	۰/۹۱	۰/۸۲	۱/۰۶	۱/۰۹
	۰	۱/۱۸	۰/۸۸	۰/۹۲	۱/۰۸		۰	۱/۰۱	۰/۸۱	۱/۱۱	۱/۱۸
	۵	۱/۰۵	۰/۸۹	۰/۸۵	۱/۰۶		۵	۱/۱۴	۰/۸۸	۱/۰۶	۱/۱۵
B۳	۱۰	۱/۰۵	۰/۸۷	۰/۹۴	۱/۱	B۱۰	۱۰	۰/۹۴	۰/۸۲	۰/۹۹	۱/۱۲
	۲۰	۰/۹۸	۰/۹	۱/۰۳	۱/۰۶		۲۰	۱/۰۶	۰/۸۶	۰/۹۹	۱/۰۴
	۵۰	۱	۱	۱	۱		۵۰	۰/۷۷	۰/۷۶	۱/۰۳	۱
	۰	۱/۲۴	۰/۹۴	۱/۲۷	۱/۰۸						
	۵	۱/۱۲	۰/۹	۱/۰۴	۱/۱۲						
B۴	۱۰	۱/۲۴	۰/۹۸	۱/۱۳	۱/۱۱						
	۲۰	۱/۰۸	۰/۸۹	۱/۰۶	۱/۰۳						
	۵۰	۰/۹۲	۰/۹۱	۱/۰۳	۱/۰۳						

جدول ۷- نتایج تعیین فاکتور غنی شدگی توسط مقدار میانگین جهانی عنصر

مغزه	عمق (cm)	X/ globe Cd	X/ globe CU	X/ globe Pb	X/ globe Zn	مغزه	عمق (cm)	X/ globe Cd	X/ globe CU	X/ globe Pb	X/ globe Zn
	۰	۱/۳۵	۱/۶	۱/۴۸	۰/۷۸		۰	۱/۵	۱/۸۷	۱/۹	۰/۹۶
	۵	۱/۷	۲/۰۸	۱/۷۹	۱/۰۲		۵	۱/۳	۱/۸۳	۱/۴۶	۱/۰۲
B۱	۱۰	۱/۸۵	۲/۱۷	۱/۶۶	۱/۰۲	B۸	۱۰	۱/۳۵	۱/۸۹	۱/۴۶	۱/۰۴
	۲۰	۱/۶	۱/۹۷	۱/۴۶	۰/۹۶		۲۰	۱/۳۵	۱/۹۲	۱/۳۹	۰/۹۸
	۵۰	۱/۲۵	۲/۹۶	۱/۴۷	۱/۰۲		۵۰	۱/۰۵	۱/۶۹	۱/۴۲	۰/۸۷
	۰	۱/۴۵	۲/۲۹	۱/۳۴	۰/۸۶		۰	۱/۹۵	۱/۵۴	۱/۸۹	۱/۰۳
	۵	۱/۲۵	۲/۲۳	۱/۳۶	۰/۸۴		۵	۱/۹۵	۱/۴۸	۱/۸۵	۰/۹۸
B۲	۱۰	۱/۲	۲/۷۴	۱/۳۱	۰/۸۶	B۹	۱۰	۱/۹۵	۱/۵۷	۱/۸۳	۱/۰۴
	۲۰	۱/۲۵	۲/۰۴	۱/۲	۰/۹		۲۰	۱/۷۵	۱/۶۲	۱/۸۶	۰/۹۲
	۵۰	۱/۴۵	۲/۲۸	۱/۲۱	۰/۸۲		۵۰	۱/۱۵	۱/۷۵	۱/۵۴	۰/۹۳
	۰	۱/۵۵	۱/۹۶	۱/۴	۰/۹۶		۰	۱/۳	۱/۷۶	۱/۶۵	۱/۰۲
	۵	۱/۴۵	۲/۰۶	۱/۳۴	۰/۹۸		۵	۱/۴۵	۱/۹	۱/۵۶	۰/۹۹
B۳	۱۰	۱/۴	۱/۹۵	۱/۴۳	۰/۹۸	B۱۰	۱۰	۱/۲۵	۱/۸۳	۱/۵۱	۱
	۲۰	۱/۳	۲	۱/۵۶	۰/۹۴		۲۰	۱/۳	۱/۷۷	۱/۳۹	۰/۸۶
	۵۰	۱/۲۵	۲/۱۱	۱/۴۴	۰/۸۴		۵۰	۰/۹	۱/۵	۱/۳۸	۰/۷۹
	۰	۱/۵	۱/۹۱	۱/۷۶	۰/۸۸						
	۵	۱/۴	۱/۹۱	۱/۵	۰/۹۴						
B۴	۱۰	۱/۵۵	۲/۰۷	۱/۶۳	۰/۹۴						
	۲۰	۱/۴۵	۲	۱/۶۴	۰/۹۳						
	۵۰	۱/۱۵	۱/۹۳	۱/۴۸	۰/۸۷						

www.SID.ir

جدول ۸-تعیین فاکتور غنی شدگی توسط استاندارد EPA۳۰۵۰

مغزه	عمق (cm)	استاندارد/X EPA۳۰۵ Cd	استاندارد/X EPA۳۰۵ CU	استاندارد/X EPA۳۰۵ Pb	استاندارد/X EPA۳۰۵ Zn	مغزه	عمق (cm)	استاندارد/X EPA۳۰۵ Cd	استاندارد/X EPA۳۰۵ CU	استاندارد/X EPA۳۰۵ Pb	استاندارد/X EPA۳۰۵ Zn
	۰	۰/۲۷	۱/۶	۰/۶۶	۰/۸۲		۰	۰/۳	۱/۸۷	۰/۸۴	۱/۰۱
	۵	۰/۳۴	۲/۰۸	۰/۷۹	۱/۰۷		۵	۰/۲۶	۱/۸۳	۰/۶۵	۱/۰۷
B۱	۱۰	۰/۳۷	۲/۱۷	۰/۷۴	۱/۰۷	B۸	۱۰	۰/۲۷	۱/۸۹	۰/۶۵	۱/۰۹
	۲۰	۰/۳۲	۱/۹۷	۰/۶۵	۱/۰۱		۲۰	۰/۲۷	۱/۹۲	۰/۶۲	۱/۰۳
	۵۰	۰/۲۵	۲/۹۶	۰/۶۵	۱/۰۷		۵۰	۰/۲۱	۱/۶۹	۰/۶۳	۰/۹۲
	۰	۰/۲۹	۲/۲۹	۰/۶	۰/۹		۰	۰/۳۹	۱/۵۴	۰/۸۴	۱/۰۸
	۵	۰/۲۵	۲/۲۳	۰/۶۱	۰/۸۸		۵	۰/۳۹	۱/۴۸	۰/۸۲	۱/۰۳
B۲	۱۰	۰/۲۴	۲/۷۴	۰/۵۸	۰/۹	B۹	۱۰	۰/۳۹	۱/۵۷	۰/۸۱	۱/۰۹
	۲۰	۰/۲۵	۲/۰۴	۰/۵۳	۰/۹۴		۲۰	۰/۳۵	۱/۶۲	۰/۸۳	۰/۹۷
	۵۰	۰/۲۹	۲/۲۸	۰/۵۴	۰/۸۶		۵۰	۰/۲۳	۱/۷۵	۰/۶۹	۰/۹۸
	۰	۰/۳۱	۱/۹۶	۰/۶۲	۱/۰۱		۰	۰/۲۶	۱/۷۶	۰/۷۳	۱/۰۷
	۵	۰/۲۹	۲/۰۶	۰/۶	۱/۰۳		۵	۰/۲۹	۱/۹	۰/۶۹	۱/۰۴
B۳	۱۰	۰/۲۸	۱/۹۵	۰/۶۴	۱/۰۳	B۱۰	۱۰	۰/۲۵	۱/۸۳	۰/۶۷	۱/۰۵
	۲۰	۰/۲۶	۲	۰/۶۹	۰/۹۹		۲۰	۰/۲۶	۱/۷۷	۰/۶۲	۰/۹
	۵۰	۰/۲۵	۲/۱۱	۰/۶۴	۰/۸۸		۵۰	۰/۱۸	۱/۵	۰/۶۱	۰/۸۳
	۰	۰/۳	۱/۹۱	۲۸/۴۴	۰/۹۳						
	۵	۰/۲۸	۱/۹۱	۰/۶۷	۰/۹۹						
B۴	۱۰	۰/۳۱	۲/۰۷	۰/۷۳	۰/۹۸						
	۲۰	۰/۲۹	۲	۰/۷۳	۰/۹۸						
	۵۰	۰/۲۳	۱/۹۳	۰/۶۶	۰/۹۲						

جدول ۹- تعیین فاکتور غنی شدگی با استفاده از غلظت عناصردر خاک های حاشیه تاالاب

مغزه	عمق (cm)	X/ soil Cd	X/ soil CU	X/ soil Pb	X/ soil Zn	مغزه	عمق (cm)	X/ soil Cd	X/ soil CU	X/ soil Pb	X/ soil Zn
	۰	۱/۳۵	۱/۲۸	۰/۹۶	۰/۹۶		۰	۱/۵	۱/۴۹	۱/۲۳	۱/۱۹
	۵	۱/۷	۱/۶۶	۱/۱۵	۱/۲۶		۵	۱/۳	۱/۴۶	۰/۹۴	۱/۲۶
B۱	۱۰	۱/۸۵	۱/۷۳	۱/۰۷	۱/۲۶	B۸	۱۰	۱/۳۵	۱/۵	۰/۹۴	۱/۲۹
	۲۰	۱/۶	۱/۵۷	۰/۹۴	۱/۱۹		۲۰	۱/۳۵	۱/۵۲	۰/۹	۱/۲۲
	۵۰	۱/۲۵	۲/۳۶	۰/۹۵	۱/۲۶		۵۰	۱/۰۵	۱/۳۵	۰/۹۲	۱/۰۸
	۰	۱/۴۵	۱/۸۲	۰/۸۷	۱/۰۶		۰	۱/۹۵	۱/۲۲	۱/۲۲	۱/۲۸
	۵	۱/۲۵	۱/۷۸	۰/۸۸	۱/۰۴		۵	۱/۹۵	۱/۱۸	۱/۱۹	۱/۲۲
B۲	۱۰	۱/۲	۲/۱۸	۰/۸۴	۱/۰۶	B۹	۱۰	۱/۹۵	۱/۲۵	۱/۱۸	۱/۲۹
	۲۰	۱/۲۵	۱/۶۳	۰/۷۷	۱/۱۱		۲۰	۱/۷۵	۱/۲۹	۱/۲	۱/۱۴
	۵۰	۱/۴۵	۱/۸۲	۰/۷۸	۱/۰۱		۵۰	۱/۱۵	۱/۳۹	۱	۱/۱۵
	۰	۱/۵۵	۱/۵۶	۰/۹	۱/۱۹		۰	۱/۳	۱/۴	۱/۰۶	۱/۲۷
	۵	۱/۴۵	۱/۶۴	۰/۸۷	۱/۲۲		۵	۱/۴۵	۱/۵۱	۱	۱/۲۳
B۳	۱۰	۱/۴	۱/۵۵	۰/۹۲	۱/۲۲	B۱۰	۱۰	۱/۲۵	۱/۴۶	۰/۹۸	۱/۲۴
	۲۰	۱/۳	۱/۵۹	۱/۰۱	۱/۱۷		۲۰	۱/۳	۱/۴۱	۰/۹	۱/۰۶
	۵۰	۱/۲۵	۱/۶۸	۰/۹۳	۱/۰۴		۵۰	۰/۹	۱/۱۹	۰/۸۹	۰/۹۷
	۰	۱/۵	۱/۵۲	۱/۱۴	۱/۰۹						
	۵	۱/۴	۱/۵۲	۰/۹۷	۱/۱۷						
B۴	۱۰	۱/۵۵	۱/۶۵	۱/۰۵	۱/۱۶						
	۲۰	۱/۴۵	۱/۵۹	۱/۰۶	۱/۱۵						
	۵۰	۱/۱۵	۱/۵۳	۰/۹۶	۱/۰۸						

www.SID.ir

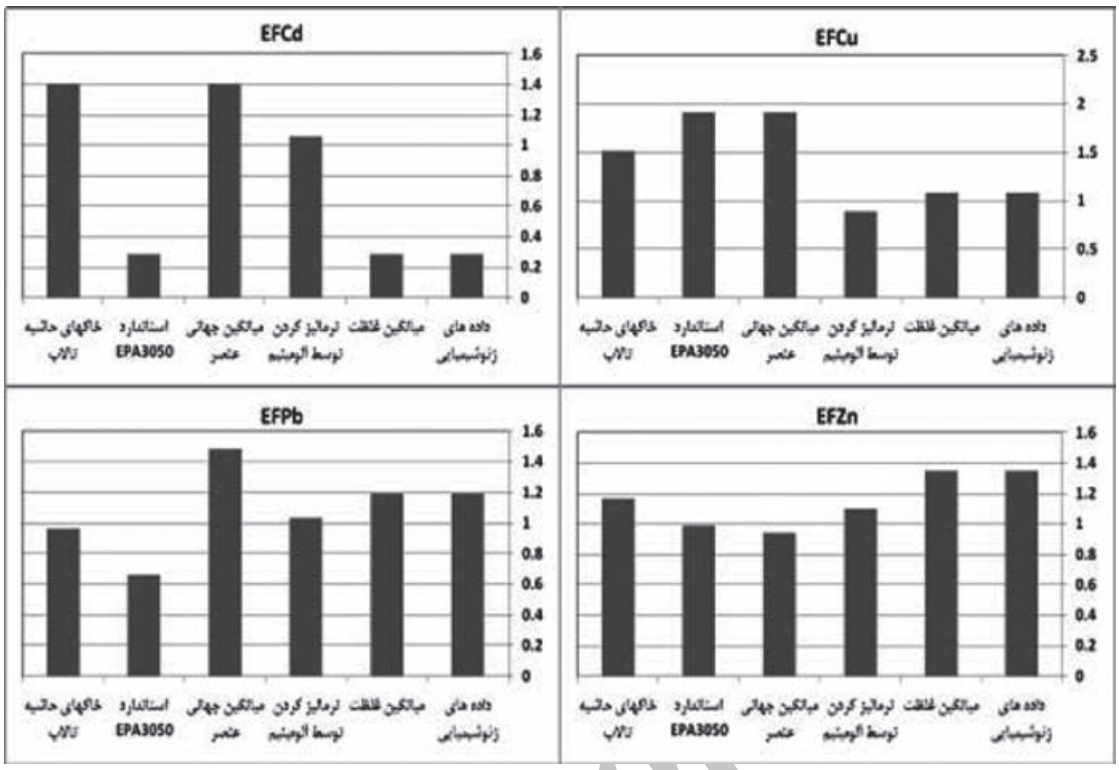
ژئوشـیمیایی البته درصورت انجام نمونه برداری سیستماتیک و هدف مند از سازندهای موجود در طول مسیر رودخانه های منتهی به محدوده تالاب، دقت بسـیار بالایی داشته و فاکتور غنی شـدگی حاصل از این روش بسیار دقیـق ولی پرهزینه اسـت. اسـتفاده از میانگین در هر مغـزه برای تعیین حد زمینـه باعث حذف اثر موثر تحرک پذیری عناصـر، تمرکز آلودگی در سـطح و تاثیـر خصوصیات فیزیکی و شـیمیایی مانند دانـه بندی، درصد کانی های رسـی و درصد ماده آلی کل, pH, EC رسـوبات خواهد شد که در تحقیقـات زیادی (Bech و همکـاران ۲۰۰۸؛ Anazawa و همکاران ۲۰۰۹؛ Begum و همکاران ۲۰۰۴) به ارزش آنها در تعیین رفتار عناصر اشـاره شده است ولی اشکال روش فوق در این است که اعماق مشخصی از رسـوبات زمان خاصی را نشان می دهد و به این دلیل میانگین گیری قابل اتکا نیست. استاندارد EPA هر چند که توسط محققان (دلیجانی و دیگران، ۱۳۸۸؛ Harikumar و همکاران ۲۰۰۹) اسـتفاده شده است، قابل قبول نیسـت. زیرا اسـتانداردها باید طبق شـرائط هر منطقه کالیبره شوند. حال آن کـه در ایـن روش یک عدد ثابت در تمام مناطـق بدون در نظر گرفتن شـرائط زمین شناسـی منطقه (که در غلظت زمینه آن منطقه موثر است) مورد اسـتفاده قرار می گیرد. هر چند روش فاکتور غنی شـدگی با استفاده از مقدار میانگین جهانی عناصر در پوسـته زمین به عنوان حد زمینه برای اکتشـاف های ژئوشیمیایی روش مناسبی است و می تواند به طور موضعی برای آلاینده های غیر عادی به کار رود. اما آلودگی رسـوبات آلوده منطقه مورد مطالعه در این تحقیق بسـیار بالاتر از مقداری اسـت که بتوان با این روش آن را اندازه گیری نمود. مقایسـه رسـوبات حاشـیه تالاب با رسوبات تالاب روش مناسبی برای بررسی آلودگی ها فقط نسبت به حاشیه آن است ودر باره کل حوزه آبخیز تالاب روش قابل استنادی نیست.

مقایسـه میانه یافته های حاصل از روش های مختلف جدول ۱۰ نشان می دهد که فاکتور غنی شـدگی به دسـت آمده تقریباً بـرای همه عناصر انتخاب شده بالاتر از یک است. ولی در هیچ موردی این مقدار به یک نمی رسـد. در روش های دیگر (غیر از روش چهـارم و پنجم) چون حد زمینه مستقیم یا غیر مستقیم توسط زمین شناسی و رسوبات خود منطقه تعیین شـده اسـت، عبور از عدد ۱ برای فاکتور غنی شدگی به عنوان حد آلودگی در نظر گرفته شد. بنابراین منطقه مورد مطالعه نسبت به چهار فلز سنگین انتخاب شده نسبتاً آلوده است. ولی مقدار این آلودگی زیاد نیست. علت این مسـئله را می توان به قدرت خود پالایی تالاب نسـبت داد. در تمام فلزات سـنگین روش نرمالیز کردن توسط آلومینیم بین حداقل و حداکثر مقادیر میانه قرار می گیرد(شکل۳).

آلومینیم تحت تاثیر فعالیت های انسـان زاد قـرار نمی گیرد. بنابراین بالا بودن آن دریک محیط منشاء طبیعی دارد. همچنین فراوان ترین عنصر پوسـته محسـوب می شـود و ارتباط ثابتی با دیگر عناصر طبیعی پوسـته برقرار می کنـد (Turekian و Wedepohl، ۱۹۶۱). آلومینیم عنصری مقاوم در رسوبات محسوب شده (Ryan and Windom,۱۹۸۸) ونشانه روشـنی برای ورود ذرات تخریبی اسـت (De Mora، ۲۰۰۴) و استفاده ازآن در نرمالیز کردن و تشـخیص حد زمینه به دلایل فوق مناسـب بوده و برای ارائه نتایج مورد اطمینان در تعیین حد آلودگی مناطق مختلف مناسب است.پیشـنهاد می گردد برای افزایش دقت و جلوگیری از انجام روش های غیر مطمئن برای تعیین وضعیت آلودگی در محیط های رسـوبی مشابه از روش نرمالیزکردن توسط آلومینیم استفاده شود.

جدول ۱۰- مقایسه میانه روش های مختلف

ردیف	روش	EFCd	EFCu	EF Pb	EFZn
۱	داده های ژئوشیمیایی	۰/۲۸	۱/۰۸	۱/۱۹	۱/۳۵
۲	میانگین غلظت	۰/۲۸	۱/۰۸	۱/۱۹	۱/۳۵
۳	نرمالیز کردن توسط آلومینیم	۱/۰۶	۰/۸۹	۱/۰۳	۱/۱
۴	میانگین جهانی عنصر	۱/۴	۱/۹۲	۱/۴۸	۰/۹۴
۵	استاندارد EPA۳۰۵۰	۰/۲۸	۱/۹۲	۰/۶۶	۰/۹۹
۶	خاکهای حاشیه تالاب	۱/۴	۱/۵۲	۰/۹۶	۱/۱۷



شکل ۳- مقایسه میانه عناصر به روشهای مختلف

منابع مورد استفاده

۱- دلیجانی، فرزام و همکاران (۱۳۸۸) غنی شدگی و توزیع فلزات سنگین در خاک های منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی(عسلویه)، هشتمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، شیراز، ۲۱-۲۳ اردیبهشت ۱۳۸۸

2- Anazawa, K. Kaida,Y. Shinomura,Y. Tomiyasu,T and Sakamoto, H. (2004) Heavy-metal distribution in river waters and sediments aound a firefly village, Shikoku, Japan: Application of Multivariate Analysis, *Analytical Sciences*, Vol. 20 , No. 1 :79.

3- Balachandran, K. K., Lalu Raj,C. M., Nair M., Joseph T., Sheeba P. & Venugopal P. (2005) Heavy metal accumulation in a flow restricted, tropical estuary. Estuarine, *Coastal and Shelf Science* 65: 361-370.

4- Baptista Neto, J.A., Smith, B.J., and McAllister, J.J. (2000) Heavy metal concentrations in surface sediments in a nearshore environment, Jurujuba Sound, Southeast Brazil. *Environ. Pollut*. 109, 1–9.

5- Basha, S., Jhala, J. et al. (2010) Assessment of heavy metal content in suspended particulate matter of coastal industrial town, Mithapur, Gujarat, India, *Atmospheric Research* 97(1-2): 257-265.

6- Bech, J. ,Tume, P. et al. (2008) Concentration of Cd, Cu, Pb, Zn, Al, and Fe in soils of Manresa, NE Spain. Environmental monitoring and assessment 145(1): 257-266.

7- Begum, A. Harikrishna, S and Irfanulla, I. (2009) Analysis of heavy metals in water, sediments and fish samples of madivala lakes of Bangalore, Karnataka. *International Journal of Chemtech Research*, Vol.1, No.2, 245-249.

8- Caeiro, S. Costa, M.H. Ramos, T.B. Fernandes, F. Silveria, N. Coimbra, A. Medeiros, G. & Painho M (2005) Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: An index analysis approach. *Ecological Indicators* 5: 151-169.

9- Cetin, D., Donmez, S. et al. (2008) The treatment of textile wastewater including chromium (VI) and reactive dye by sulfate-reducing bacterial enrichment, *Journal of Environmental Management* 88(1): 76-82.

10- De Mora, S. Sheikholeslam, M. Wyse, E. and Azemard, S. (2004) An Assessment of Metal Contamination in Coastal Sediments of the Caspian Sea, *Marine Pollution Bulletin* 48 : 61–77.

11- EPA Water Quality Sampling Manual 3Rd Edition, 1999.

12- Faure, G (1992) *Principles and applications of inorganic geochemistry*. Maxwell-Macmillan, New York.

13- Grzebisz, W. Ciesla, L. Diatta, J.B. (2001) Spatial distribution

Archive of SID

www.SID.ir

of copper in arable soils and in non-consumable Crops (flax, oil-seed rape) cultivated near a copper smelter. *Polish J. of Environ. Studies*, 10, (4), 269.

14- Grzebisz,W. Ciesla, L. Komisarek, J.& Potarzycki1, J.(2002) Geochemical assessment of heavy metals pollution of urban soils, *Polish Journal of Environmental Studies* Vol. 11, No. 5, 493-499.

15- Harikumar ,P. S. Nasir,U. P& Mujeebu Rahman, M. P. (2009) Distribution of heavy metals in the core sediments of a tropical wetland system, *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 6 (2), 225-232, ISSN: 1735-1472.

16- Loring ,D.H. (1991) Normalization of heavy-metal data from estuarine and coastal sediments, *ICES J. Mar. Sci*. (1991) 48(1): 101-115 .

17- Mcdowell, L.R. (1993) *Soil, plant, animal and environmental as pects of trace elements.* In: Trace Elements in Man and Ani mals. Anke M., Meissner. Mills C.F. eds. Tema , 413.

18- Moreno, A.M. Perez, L and Gonzales, J. (1994) Soil par ameters contributing to heavy metal dynamics in perimetropolitan farmland areas. *Geomicrobiology* J. 11, 325.

19- Mucha, A.P., Vasconcelos, M.T.S.D., Bordalo, A.A. (2003) Macrobenthic community in the Doura estuary: relations with trace metals and natural sediment characteristics. *Environ. Pollut.* 121, 169– 180.

20- Prudencio, M.I. Gonzalez,M.I. Dia, M.I.Galan, E and Ruiz,F. (2007) Geochemistary of Sediments From El Melah Lagoon (Ne Tunisia): A contribution for the evaluation of anthroupogenenic Input, *Journal of Arid Environments* 69 :285-298.

21- Ryan, J.D and Windom, H.L. (1988) *Geochemical and statical approach for assessing metal pollution in coastal sediments*, Florida Department of Environmental Regulation.

22- Tam, N.F.Y. and Wong, Y.S. (2000) Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps. *Environmental Pollution* 110: 195-205.

23- Tarvainen,T. and Schmidt-Thom,P. (2003) *Heavy Metal Enrichment Factors for Different Analytical Method, Geological Survey of Finland*, Special Paper 36, 61.

24- Turekian, K and Wedepohl, K. H. (1961) Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geol. Soc. Amer. Bull*. 72: 175-192.

Archive of SID