بررسی ژئوشیمیایی عناصر سنگین در مغزه‌های رسوبات دریایی سواحل خلیج‌فارس و تأثیرات بیولوژیک آن‌ها

مریم اشقلی‌فراهانی[۱] ، مینا مکی‌آل‌آقا[۱]

چکیده

آلاینده‌هایی چون فلزهای سنگین می‌توانند بر روی رسوبات دریایی جذب شده و در دراز مدت اکولوژی این اکوسیستم‌ها را با آسیب‌های جدی رو به رو کنند. بنابراین تعیین مقدار این آلاینده‌ها در زمان‌های گوناگون برای حفظ بهداشت، سلامت و پاک‌سازی محیط‌های دریایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در این بررسی یک نمونه مغزه از رسوبات سواحل بوشهر خلیج‌فارس برای تعیین مقدار فلزهای سنگین Cu، Pb، Zn ، Ni، Mn، Fe و نیز Ca ، O.M (میزان ماده آلی) مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این امر و با توجه به این‌که هر چه رسوبات دانه ریزتر باشند، پتانسیل جذب آلودگی بیش‌تری دارند، ابتدا ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون با استفاده از الک مش ۲۳۰ جدا شدند. رسوبات توسط اون در دمای $70^{o}c$ به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند، سپس مقدار مشخصی از آن‌ها وزن شده و توسط اسیدهای HNO_3 , HCl و $HClO_4$ مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری فلزات سنگین نیز از دستگاه جذب اتمی استفاده شد و نتیجه زیر با توجه به آنالیزهای آماری و دیاگرام آنالیز خوشه‌ای به‌دست آمد.

میانگین غلظت عناصر Pb , Ni و Ca در نمونه بیش‌تر از رسوبات جهانی و پوسته زمین است. میانگین غلظت عناصر Cu، Zn و Mn ، Fe و Al کم‌تر از رسوبات جهانی و پوسته زمین است. بالا بودن غلظت Ca در رسوبات می‌تواند مربوط به ساختار زمین‌شناسی منطقه و هم‌چنین بالا بودن میزان باروری در این منطقه باشد.

غلظت بالای کلسیم در منطقه می‌تواند به عنوان یک عامل رقیق‌کننده عمل کرده و باعث کاهش غلظت برخی از عناصر بالا شود.

میزان مواد آلی(O.M) در منطقه از عدد بالایی برخوردار است و با توجه به نتیجه آنالیز خوشه‌ای، مواد آلی فقط تا حدود بسیارکمی منشاء زمینی دارند. نتیجه این بررسی نشان داد که رسوبات خلیج‌فارس در زمان نمونه‌برداری (آذرماه ۱۳۷۹) از حیث تجمع فلزات سنگین نسبت به عناصر Pb و Ni آلایندگی دارد.

کلمه‌های کلیدی: خلیج فارس - ژئوشیمی - Ca - Ni - Pb .

۱- عضو هیأت علمی گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن.
(E-Mail:M_farahani_5@yahoo.com) ; (E-Mail:Mackialeagha@yahoo.com)
تاریخ دریافت: زمستان۱۳۸٦ تاریخ پذیرش: بهار۱۳۸۷

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تردیدی نیست که هوا، آب و خاک از عوامل اساسی حیات در روی کره زمین محسوب می‌شوند. بدون هر یک از آن‌ها زندگی برای موجودات زنده غیرممکن است. روزگاری بود که انسان و سایر موجودات زنده از نعمت آب و هوای پاک برخوردار بودند، اما پدید آمدن انقلاب صنعتی در قرن نوزدهم و توسعه و تکامل آن در قرن بیستم موجب آلودگی تدریجی، هوا، آب و خاک شد. تا مدت‌های بسیار این تصور در ذهن بشر وجود داشت که آب دریاها و اقیانوس‌ها، آن‌قدر گسترده است که می‌توان از میزان مواد آلوده‌کننده آن چشم‌پوشی کرد. اما امروزه که اثرهای مستقیم و غیرمستقیم آلودگی آب دریاها بر زندگی انسان ثابت شده است، مسئله مبارزه و رفع این آلودگی‌ها به شکل بسیار جدی‌تری مطرح می‌باشد. مطالعه نمونه‌های رسوبات بسترهای دریایی در زمان‌های معین این موضوع را آشکارکرده است که می‌توان به اثرهای مختلف آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی دست یافت. جذب آلاینده‌ها بر روی ذرات، یک فاکتور اولیه در تعیین انتقال، جابجایی، فعالیت دوباره و میزان سمی بودن این مواد به‌شمار می‌آید. با توجه به تحقیق حاضر با بررسی میزان فلزات سنگین در رسوبات مغزه‌های دریایی سواحل بوشهر در خلیج‌فارس و همبستگی آن‌ها با شاخص‌های ژئوشیمیایی جمع‌شدن عناصر، شدت آلودگی در این زیست بوم را روشن می‌سازد.

خلیج‌فارس بین ۲۴ تا ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ تا ۵۶ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است (مجتهدزاده، ۱۳۶۷). این خلیج به شکل بیضی در جنوب ایران گسترده شده است و از شمال‌غربی به عراق و کویت از جنوب‌غرب و غرب به بیابان عربستان سعودی و از جنوب به امارات متحده عربی، قطر، بحرین و عمان محدود می‌شود (فراهانی،۱۳۷۲). خلیج فارس منشعب از اقیانوس هند است و از طریق دریای‌عمان و تنگه هرمز به این اقیانوس راه دارد. مساحت آن تقریباً حدود ۲۳۲۸۵۰ کیلومترمربع می‌باشد (مستوفی،۱۳۷۰ ؛ اقتداری، ۱۳۷۲). عمق متوسط آن ۳۰ تا ۳۵ متر و ماگزیمم آن در قسمت تنگه هرمز، در مدخل اقیانوس می‌باشد که ۱۰۰ متر است (کوچکیان، ۱۳۶۸). بخش شمالی که متعلق به ایران است، دارای بیش‌ترین عمق می‌باشد. عمق آب در این قسمت به ۹۰ متر می‌رسد (میثمی، ۱۳۷۲).

دمای هوا بر روی دمای آب تأثیر دارد و در تابستان از ۳۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز نمی‌کند و متوسط پائین‌ترین دمای آب در حدود ۱۸ درجه سانتی‌گراد است (کوچکیان، ۱۳۶۸).

به طور کلی خلیج‌فارس به‌دلیل دارا بودن عمق کم، شوری آن از سایر قسمت‌های آب اقیانوس هند بیش‌تر است. میزان املاح آب بین ۲۷ pmm تا ۴۱ ppm است.

هرچه از شمال خلیج به سمت جنوب آن برویم، بر میزان شوری آب افزوده می‌شود که علت آن می‌تواند کم‌تر شدن عمق آب و نیز وجود گنبدهای نمکی باشد (فراهانی، ۱۳۷۲). براساس آخرین اطلاعات فائو از چهار میلیارد

Archive of SID

www.SID.ir

هکتار وسعت جنگل‌های دنیا فقط ۱۵ میلیون هکتار آن از جنگل‌های مانگرو تشکیل شده است که ۲۲ هزار هکتار آن مربوط به ایران است. در استان بوشهر گسترش درختان حرا همه در خلیج نایبند و حوالی بندر دیر است (فاطمی، ۱۳۸۲). این جنگل‌ها که به آن‌ها جنگل‌های جزر و مدی نیز می‌گویند از اکوسیستم‌های نادری هستند که بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی حیات وحش دنیا به آن‌ها وابسته است. ازکارکردهای زیست محیطی و اقتصادی اجتماعی مهم جنگل‌های مانگرو می‌توان به کنترل فرسایش ساحلی، تثبیت رسوب‌گذاری، زیستگاه بسیاری از آبزیان و پرندگان، حفاظت از آب‌سنگ‌های مرجانی و قابلیت‌های بالای آن‌ها برای گردشگری طبیعی و فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی اشاره کرد.

مواد و روش‌ها

۱- نمونه‌برداری: در این بررسی از یک نمونه مغزه رسوبی به طول ۵۴ سانتی‌متر در عمق ۱۲ متری و موقعیت جغرافیایی ۲۵°۵۸َ شمالی و ۵۰°۴۳َ شرقی از سواحل بوشهر در خلیج‌فارس استفاده شده است. عملیات نمونه‌برداری فوق توسط کارشناسان سازمان محیط زیست بوشهر در آذرماه سال ۱۳۷۹ صورت گرفته است. برای این کار از نمونه‌بردار مغزه (core sampler) مدل phelger استفاده شده است. در آزمایشگاه نمونه رسوب توسط کاردک‌های پلاستیکی تا طول ۳۰ سانتی‌متر به لایه‌های یک سانتی‌متری و ۱۰ سانتی‌متر بعدی آن به لایه‌های ۲سانتی‌متری و مابقی آن به لایه‌های ۴ سانتی‌متری تقسیم شده و در داخل ظروف پلاستیکی قرار داده شد. برای بررسی روند آلودگی در اعماق مختلف رسوب ۵ نمونه از مغزه فوق انتخاب شد و همه آزمایش‌های زیر بر روی آن‌ها انجام شد. لازم به ذکر است، برای انجام همه مراحل نمونه برداری و آنالیزهای مربوطه بر روی نمونه ها، از دستورالعمل‌ها و روش‌های استاندارد توصیه شده از سوی سازمان منطقه‌ای حفاظت محیط زیست دریایی (راپمی) استفاده شده است (Unknown, 1992).

۲- آماده‌سازی و اندازه‌گیری فلزهای سنگین در نمونه‌ها: ذرات کوچک‌تر از ۶۳ میکرون با استفاده از الک مش ۲۳۰ جدا شده، رسوبات توسط اون در دمای ۷۰^{oc} به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. پس از خرد شدن نمونه‌ها در هاون عقیق، مقدار یک گرم از آن دقیق وزن شده و توسط اسیدهای HNO_3 , HCl و $HClO_4$ تجزیه کامل شد (کرباسی، ۱۹۸۹ ؛ Unknown, 1992).

اندازه‌گیری کمی عناصر سنگین توسط دستگاه جذب اتمی مدل ۶۸۰ - AAS ساخت شیماتشو ژاپن و پس از کالیبره کردن دستگاه توسط محلول‌های استاندارد مربوط به هر عنصر و نیز به‌کارگیری از مخلوط استاندارد و رسم

Archive of SID

www.SID.ir

منحنی کالیبراسیون توسط دستگاه انجام شد و غلظت Cu، Pb، Zn، Ni، Mc, Fe، Cu و Al برحسب ppm برای ۵ نمونه از مغزه مورد آزمایش و محلول‌های شاهد، دوبلیکیت (یکی از نمونه‌ها را دو بار توزین و دو بار تجزیه کرده تا بدین ترتیب میزان خطای موجود در آزمایش را کنترل کنیم) و MESS-1 (برای اطمینان از دقت کار و کالیبراسیون دستگاه از رسوب استاندارد MESS-1 محصول کشور کانادا استفاده شد) به‌دست آمد.

۳- اندازه‌گیری ماده آلی O.M (Organic Matter): برای اندازه‌گیری مواد آلی ۱ گرم از نمونه پودر شده و سپس در کوره الکتریکی در دمای ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ تا ۷ ساعت سوزانده شد. اختلاف وزن نمونه قبل و بعد از سوزاندن با به کارگیری از فرمول زیر میزان ماده آلی (O.M) را مشخص می‌کند (کرباسی، ۱۹۸۹ ؛ Unknown, 1992).

$$O.M = \frac{\text{وزن نمونه بعد از سوزاندن} - \text{وزن نمونه قبل از سوزاندن}}{\text{وزن نمونه قبل از سوزاندن}} \times ۱۰۰$$

نتایج

پس از نتیجه‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در رسوبات، که در جدول ۱ نشان داده شده است، بررسی آماری بر روی داده‌ها با استفاده از دو روش ضریب همبستگی (نرم‌افزارExplore) و آنالیز خوشه‌ای (نرم‌افزار Cluster) انجام شد. لازم به ذکر است آنالیز خوشه‌ای در واقع همان ضرایب همبستگی است که جهت راحت‌تر شدن تجزیه و تحلیل به صورت دندوگرام ارائه می‌شود. نتایج ضریب همبستگی در جدول ۲ و نمودار آنالیز خوشه‌ای عناصر سنگین در منطقه مورد مطالعه در نمودار ۱ نشان داده شده است.

بحث

با توجه به جدول شماره ۱، میانگین غلظت عناصر در نمونه را با میانگین غلظت این عناصر در پوسته زمین و رسوبات اقیانوس‌ها مقایسه کرده و به این نتیجه می‌رسیم که سرب، نیکل و کلسیم میزان آن‌ها از میانگین پوسته زمین و رسوبات جهانی بیش‌تر است. در مورد عناصر مس، روی، منگنز، آهن و آلومینیم نیز اندازه‌های آن‌ها در نمونه مورد بررسی کم‌تر از میزان آن‌ها در رسوبات جهانی و پوسته زمین است.

با توجه به نتایج ضریب همبستگی (جدول ۲) می‌توان در مورد یافته‌های خود چنین قضاوت کرد:

Archive of SID

www.SID.ir

- از آنجایی که O.M با Zn دارای ضریب همبستگی ۰/۸۱۱ می‌باشد و با توجه به این‌که O.M شاخص مواد آلی است، می‌توان چنین قضاوت کرد که Zn می‌تواند منشاء آلی داشته باشد.

- هم‌چنین O.M با Fe دارای ضریب همبستگی ۰/۴۹۳ است که نشان‌دهنده همبستگی ضعیف بین این دو است. یعنی مواد آلی تا حدود بسیار کمی می‌توانند منشاء زمینی داشته باشند.

- Al با Ca دارای ضریب همبستگی ۰/۸۷۵ و Fe با Ca دارای ضریب همبستگی ۰/۹۰۱ است که همبستگی بالای بین آن‌ها را می‌رساند. و از آنجایی که Al شاخص رسوبات لیتوژنی و Fe شاخص زمینی و Ca شاخص بیوژنی می‌باشد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که رسوبات زمینی و بیوژنی در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگرند.

- Ni با Ca دارای ضریب همبستگی ۰/۴۷۸می‌باشند که نشان‌دهنده همبستگی ضعیف بین آن‌ها است و Ni با Fe دارای ضریب همبستگی ۰/۷۸۳ می‌باشد که نشان‌دهنده همبستگی بالای بین آن‌ها بوده و Ni می‌تواند منشاء زمینی و تا حدود بسیار کمی بیوژنی داشته باشد.

- Fe و Al نیز دارای ضریب همبستگی ۰/۷۰۷ می‌باشند که نشان‌دهنده همبستگی بالا بین آن‌ها است.

- Fe و Mn دارای ضریب همبستگی ۰/۵۰۰ هستند که نشان‌دهنده همبستگی متوسط بین آن دو است و Ni و Mn دارای ضریب همبستگی ۰/۹۲۹ هستند که نشان‌دهنده همبستگی بالای بین آن دو است و از آنجایی که چنین نتیجه‌گیری کردیم که Ni منشاء زمینی و تا حدود کمی بیوژنی دارد، Mn نیز که همبستگی بالایی با Ni دارد، می‌تواند منشاء زمینی داشته باشد. البته در مورد Mn چون عنصر بسیار سیاری است، با تغییرات جزئی وارد آب می‌شود.

- Cu و Pb دارای ضریب همبستگی ۰/۶۸۷ می‌باشند و Cu و Mn دارای ضریب همبستگی ۰/۵۶۳ می‌باشند که نشان‌دهنده همبستگی بین آن‌ها بوده و تا حدودی می‌توانند منشاء مشترک داشته باشند.

با توجه به دندوگرام آنالیز خوشه‌ای (نمودار ۱) که دارای ۴ شاخه A, B, C, D می‌باشد می‌توان منشاء واقعی عناصر را مشخص کرد.

- در شاخه A عناصر Pb و Cu را داریم که دارای ضریب تشابه ۰/۶۸۷ هستند که نشان‌دهنده ارتباط آن‌ها با یکدیگر است.

- در شاخه B عناصر Zn و O.M وجود دارند که دارای ضریب تشابه ۰/۸۱۱ هستند که نشان‌دهنده همبستگی خوب بین آن‌ها است و این‌که منشاء Zn می‌تواند مواد آلی باشد.

- بین دو شاخه A و B ضریب تشابه ۰/۱۸۷ وجود دارد که نشان‌دهنده این مطلب است که ارتباطی بین آن‌ها وجود ندارد و منشاء Cu و Pb نمی‌تواند از مواد آلی باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

- در شاخه C عناصر Mn و Ni با یکدیگر ضریب تشابه ۰/۹۲۹ دارند که نشان‌دهنده همبستگی بالای بین آن‌ها است.

- در شاخه D عناصر Fe و Ca و Al وجود دارد که Fe و Ca با ضریب تشابه ۰/۹۰۱ از ارتباط بالایی با یکدیگر برخوردار می‌باشند، نشان‌دهنده این مطلب است که مواد زمینی و بیوژنی در ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر هستند. لازم به تذکر است اگرچه آهن تابع شاخص بیوژنی است ولی منشاء بیوژنی ندارد بلکه شرایط بیوژنیک باعث فراهم آمدن محیط مناسب جهت ترسیب آهن می‌شود.

- Fe و Ca نیز با Al دارای ضریب تشابه ۰/۷۹۱ هستند، که نشان‌دهنده این مطلب است که بین آن‌ها ارتباط خوبی وجود دارد.

- Mn و Ni در شاخه C با شاخه D با ضریب تشابه ۰/۳۱۴ مربوط می‌باشند که نشان‌دهنده همبستگی ضعیف بین آن‌ها بوده و مؤید این مطلب است که Mn و Ni منشاء زمینی و بیوژنی بسیار کمی دارند.

دو شاخه A و B با شاخه‌های C و D دارای ضریب تشابه ۰/۹۲۹- می‌باشند، که نشان‌دهنده عدم ارتباط بین آن‌ها بوده و این‌که مواد آلی نمی‌توانند منشاء زمینی داشته باشند.

با بررسی نتیجه‌های به‌دست آمده دیده می‌شود، که میانگین غلظت عناصر سنگین Pb و Ni در نمونه بیش از غلظت آن‌ها در رسوبات جهانی و پوسته زمین اندازه‌گیری شده است، که می‌تواند حاکی از آلودگی رسوبات منطقه به این عناصر خطرناک و سمی باشد. بالا بودن غلظت Ca در رسوبات که بیش‌تر از میزان آن در رسوبات جهانی و پوسته زمین اندازه‌گیری شده است، می‌تواند مربوط به ساختار زمین‌شناسی منطقه و نشانه‌ای از بالا بودن میزان باروری در منطقه باشد. این غلظت بالای کلسیم در منطقه می‌تواند به‌عنوان یک عامل رقیق کننده نیز عمل کند، آن‌چنان‌که در مورد عناصر مس، روی، منگنز، آهن و آلومینیوم، که مقادیر آن‌ها در نمونه مورد بررسی کم‌تر از رسوبات جهانی و پوسته زمین است؛ می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود، که غلظت بالای کربنات‌های‌کلسیم باعث کاهش غلظت این عناصر شده باشد.

با توجه به نتیجه مورد بررسی، مشخص شد، که مواد آلی فقط تا حدود بسیار کمی می‌توانند منشاء زمینی داشته باشند و از آن‌جایی‌که O.M در رسوبات منطقه دارای عدد بالایی است می‌توان علت آن را مربوط به ورود هیدروکربن‌های آلی در رسوبات از طریق نشت نفت در آب‌های خلیج‌فارس دانست.

با توجه به نتیجه‌های ضریب همبستگی و آنالیز خوشه‌ای ملاحظه می‌شود، که Ca و Fe از ضریب همبستگی بالایی برخوردار هستند که دلالت بر ارتباط تنگاتنگ رسوبات زمینی و بیوژنی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

یکی از مهم‌ترین اجتماعات گیاهی موجود در حاشیه خلیج‌فارس را جنگل‌های مانگرو تشکیل داده است که شامل دو گونه حرا و چندل است (کردوانی، ۱۳۷۴). جنگل‌های حرا، لاگون‌های ساحلی، علف‌زارهای دریایی و آب‌سنگ‌های مرجانی نماینده بخش‌های مهمی از سیستم‌های اکولوژیک در محدوده دریایی راپمی هستند که دست‌خوش تخریب‌های سریعی شده‌اند. به گزارش راپمی امروزه وسعت جنگل‌های حرا در محدوده خلیج‌فارس بسیار کم‌تر از قبل از زمان شکوفایی توسعه صنعتی منطقه می‌باشد (فاطمی، ۱۳۸۲). فلزهای سنگین به‌علت سمی بودن و مشکلات تجمع بیولوژیکی در بافت‌های این گیاهان می‌توانند خسارات طولانی مدتی را به این اجتماعات با ارزش وارد سازند، چنان چه افزایش غلظت فلزات سنگین در رسوبات جنگل‌های مانگرو و ریشه و اندام این گیاهان در سراسر دنیا به ثبت رسیده است (Lacerda & All, 1992 ; Harris & Santos, 2000 ; Perdomo & All, 1998 ; Tam & Wong, 2000 ; Lindsey & All, 2005).

نتیجه‌گیری

بنابراین با توجه به مشاهده روند افزایش آلودگی رسوبات نسبت به بیش‌تر عناصر سنگین در بررسی بالا پیش‌بینی می‌شود، در صورت نبود نظارت مناسب بر منابع ورود عناصر سنگین به این خلیج، توسعه ناپایدار صنعتی می‌تواند تهدیدی جدی در کاهش بیش‌تر سطح جنگل‌های مانگرو و به دنبال آن صید و ماهی‌گیری در منطقه باشد. بازسازی اکوسیستم‌های آسیب دیده و معرفی دوباره گونه‌ها یا جمعیت‌های از دست رفته با همکاری بین مؤسسات تحقیقاتی، شیلات و مسئولین حفاظت محیط زیست گام‌های ضروری در جهت عقب راندن تخریب‌های شدید و حرکت به سوی بازسازی زیستگاه‌ها می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - غلظت عناصر و ماده آلی در رسوبات مغزه خلیج فارس

PPM ← → ٪ ← →

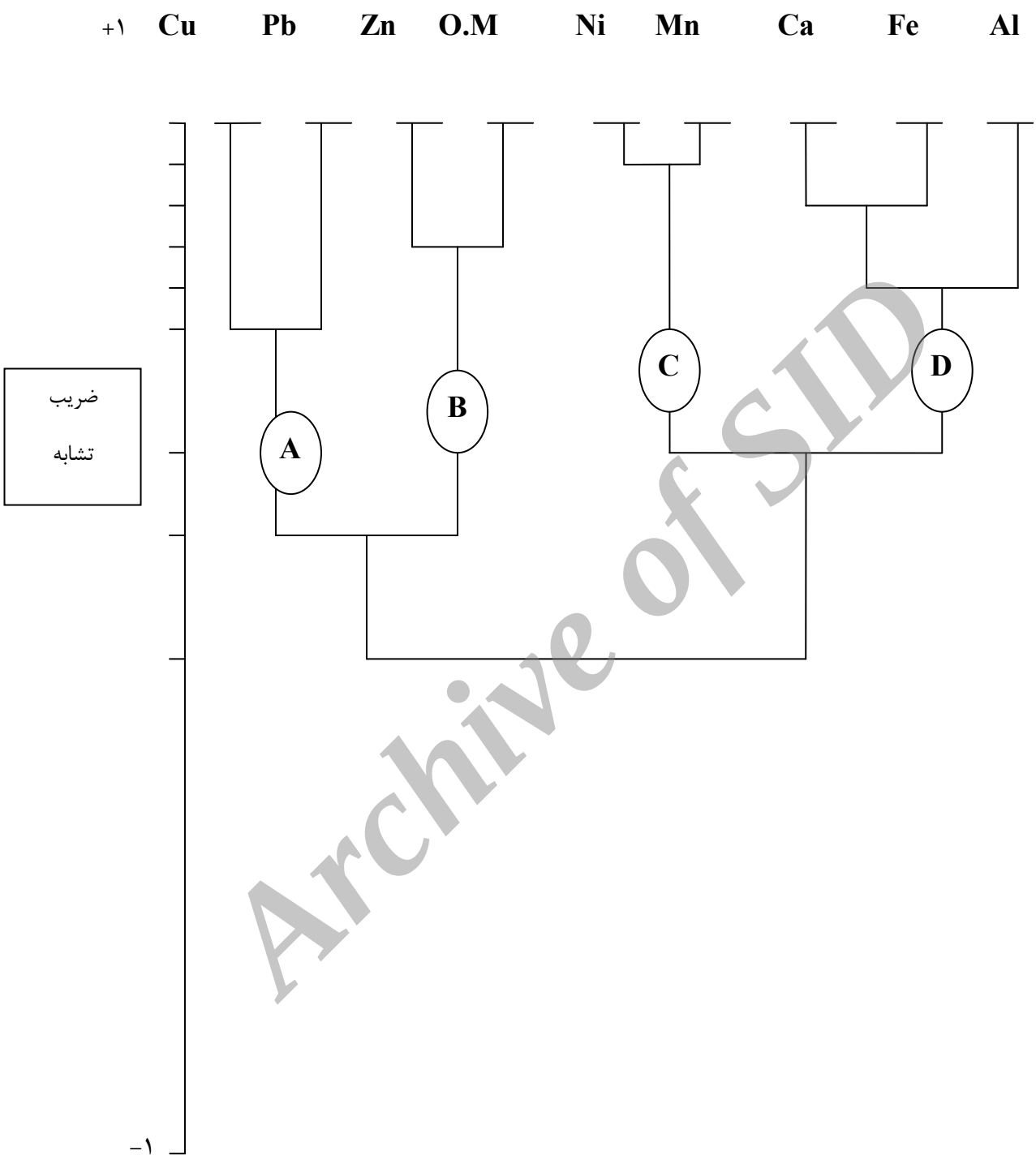
عمق cm	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	Al	Ca	O.M
۰ - ۱	۲۲/۴	۴۳/۹	۶۳	۱۰۸/۹	۴۵۸/۷	۲/۶	۴/۱۷	۱۴/۸۷	۲۵/۶
۱۴ - ۱۵	۲۰/۳	۳۳/۵	۵۲/۸	۱۰۳/۹	۴۴۱/۸	۲/۴	۴/۸۳	۱۳/۳	۲۴
۲۴ - ۲۵	۱۸/۳	۴۱/۸	۴۶	۹۷/۸	۴۰۲/۸	۲/۴	۴/۴	۱۴/۷	۲۴
۳۴ - ۳۶	۲۱/۲	۳۹/۹	۳۶/۳	۱۱۲/۲	۴۸۴/۴	۲/۶	۴/۵	۱۵/۵	۲۳/۹
۵۰ - ۵۴	۲۴/۱	۵۳/۳	۴۹/۱	۱۰۱/۱	۴۴۶/۶	۲/۲	۲/۰۷	۹/۳۵	۲۴
میانگین	۲۱/۲۶	۴۲/۴۸	۴۹/۴۴	۱۰۴/۷۸	۴۴۶/۸۶	۲/۴۴	۳/۹۹	۱۳/۵۴	۲۴/۳
انحراف استاندارد	۲/۱۸	۷/۱۹	۹/۷۴	۵/۸۱	۲۹/۶۵	۰/۱۶۷	۱/۱۰۱	۲/۴۸	۰/۷۲۸
حداقل	۱۸/۳	۳۳/۵	۳۶/۳	۹۷/۸	۴۰۲/۸	۲/۲	۲/۰۷	۹/۳۵	۲۳/۹
حداکثر	۲۴/۱	۵۳/۳	۶۳	۱۱۱/۲	۴۸۴/۴	۲/۶	۴/۸۳	۱۵/۵	۲۵/۶
پوسته زمین	۵۰	۱۴	۷۵	۸۰	۹۵۰	۴/۱	۸/۲	۴/۱	-
رسوبات جهانی	۳۳	۱۹	۹۵	۵۲	۷۷۰	۴/۱	۷/۲	۶/۶	-

جدول۲- ضریب همبستگی عناصر در رسوبات مغزه خلیج فارس

عنصر	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	Al	Ca	O.M
Cu	۱/۰۰۰								
Pb	۰/۶۸۲	۱/۰۰۰							
Zn	۰/۲۶۱	۰/۰۷۷	۱/۰۰۰						
Ni	۰/۳۰۲	۲۴۲/۰	-۰/۰۸۵	۱/۰۰۰					
Mn	۰/۵۶۳	-۰/۰۰۹	-۰/۱۷۱	۰/۹۲۹	۱/۰۰۰				
Fe	-۰/۲۴۱	-۰/۴۹۸	۰/۰۲۳	۰/۷۸۳	۰/۵۰۰	۱/۰۰۰			
Al	-۰/۷۵۹	-۰/۹۳۶	-۰/۰۵۱	۰/۳۱۲	-۰/۰۰۴	۰/۷۰۷	۱/۰۰۰		
Ca	-۰/۶۳۳	-۰/۶۶۱	-۰/۱۱۵	۰/۴۷۸	۰/۱۳۸	۰/۹۰۱	۰/۸۷۵	۱/۰۰۰	
O.M	۰/۲۸۸	۰/۱۲۱	۰/۸۱۱	۰/۳۴۶	۰/۱۷۶	۰/۴۹۳	۰/۰۷۲	۰/۲۶۷	۱/۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار۱- دندوگرام آنالیز خوشه‌ای عناصر سنگین در رسوبات خلیج‌فارس

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اقتداری،ا. ۱۳۷۲. خلیج‌فارس. انتشارات فرانکلین.

فاطمی،م.ر. ۱۳۸۲. وضعیت محیط‌زیست خلیج‌فارس (محدوده دریایی راپمی). سازمان حفاظت محیط زیست. دفتر محیط‌زیست دریایی.

فراهانی،ح. ۱۳۷۲. ژئومرفولوژی، کلیماتولوژی- هیدرولوژی خلیج‌فارس. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد جغرافیایی طبیعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران.

کرباسی،ع ؛ شانکر،راجاشخارا. ۱۹۸۹ . تشخیص آلودگی دریایی توسط جداسازی شیمیایی (مثالی از دریای عرب).

کردوانی،پ. ۱۳۷۴ . کوسیستم‌های آبی ایران (خلیج‌فارس و دریای عمان). نشر قومس.

کوچکیان،ا. ۱۳۶۸. ماهی و شیلات ایران.

مجتهدزاده،پ. ۱۳۶۷ . شیخ‌نشین‌های خلیج‌فارس. چاپخانه محمدعلی علمی.

مستوفی،ا. ۱۳۷۰ . خلیج‌فارس، ساختمان و پیدایش آن. جلد اول مجموعه سخنرانی‌های سمینار خلیج‌فارس. اداره کل انتشارات و رادیو.

میثمی،ع. ۱۳۷۲. پالئوژئوگرافی و پالئواکولوژی جلبک‌های اتروماتولیت در خلیج‌فارس و نقش آن در تغذیه آبزیان این حوضه. دومین کنگره علوم فنون دریایی و جوی ایران.

Harris,R.R, Santos, M.C.F., 2000. Heavy metal contamination and physiological variability in the Brazilian mangrove crabs, *Ucides cordatus* and *Callinectes danoe* (Crustacea: Decapoda). Marine Biology 137, 691–703.

Lacerda, I.D., Fernandez, M.A., Calazans, C.F., Tanizaki, K.F., 1992. Bioavailability of Heavy metals in sediments of two coastal lagoons in Rio de Janeiro, Brazil. Hydrobiologia 228, 65–70.

Lindsey H. Defew, James M. Mair, Hector M. Guzman ., 2005. An assessment metal contamination in mangrove sediments and leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. Marine Pollution Bulletin 50, 547-552

Archive of SID

www.SID.ir

Unknown., 1992. Manual 0f Oceanographic Observations and Pollutant Analyses Methods (MOOPAM),Third Edition.The Reginal Organization for the Protection of the Marine Environment (ROPME). Kuwait

Perdomo, L., Ensminger, I., Espinos, L.F., Elsters, C., Wallner- Kersanach, M., Schnetters, M.L., 1998. The mangrove ecosystem of the Ciénaga Grande de Santa Marta (Colombia): Observations on regeneration and trace metals in sediment. Marine Pollution Bulletin 37, 393–403.

Purser, B.II:, 1982, Persian Gulf Holocene carbonate sedimentation and Diayenesis in a Epicontinentalsen, Berlin Heidelberge, New York.

Shanker, R. Karbassi, A.R., 1995. Geochemistery and magnetic
susceptibility of surficial sediments of the New Mangalore part 1, Journal Geological Society of India, Vol 38.

Tam, N.F.Y., Wong, W.S., 2000. Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps. Environmental Pollution 110, 195–205.

Archive of SID

www.SID.ir