علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره دهم، شماره یک، بهار ۸۷

مقایسه شاخص های Igeo و EF در برآورد شدت آلودگی های زیست محیطی روخانه شیرود به منظور حفظ معیارهای توسعه پایدار

مرجانه خراط صادقی(مسئول مکاتبات)

عضو هیأت علمی گروه محیط زیست , دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر

marjanehsadeghi @ yahoo.com

عبدالرضا کرباسی

استادیار دانشکده محیط زیست , دانشگاه تهران

تاریخ دریافت:۸۶/۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۲۰

چکیده

در تحقیق حاضر شدت آلودگی های معدنی رودخانه شیرود واقع در غرب استان مازندران (۷ کیلومتری شهرستان تنکابن) از طریق مطالعات ژئوشیمی زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفته است تا از این طریق با تدوین شاخص های شدت آلودگی بتوان معیارهای توسعه پایدار را رعایت نمود. بدین منظور مجموعاً ۷ نمونه رسوبی از بالا دست رودخانه تا مصب جمع آوری گردید و غلظت کل عناصری چون مس، روی، سرب، وانادیوم، نیکل، منگنز و آهن توسط دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. جهت برآورد شدت آلودگی در رودخانه مذکور از شاخص ژئوشیمیایی (Igeo)[1] و فاکتور غنی سازی (EF)[2] استفاده به عمل آمد. در نهایت با مقایسه دو شاخص یاد شده و کمی نمودن شاخص EF و معادل سازی EF به Igeo نتایج تحقیق نشان می دهد که شدت آلودگی عناصر مذکور در دو ایستگاه مصب و سلیمان آباد (بالا دست رودخانه) به این شرح می باشد: عناصر آهن و منگنز در حد طبیعی قرار دارد که حاکی از جذب بسیار ضعیف (بدون آلودگی) در محیط می باشد و عناصر وانادیوم و نیکل در رده جذب ضعیف (بدون آلودگی تا آلودگی بسیار کم) قرار داشته و عناصری چون مس، روی و سرب در طبقه بندی جذب متوسط (آلودگی بسیار کم تا کم) تا جذب شدید (آلودگی زیاد تا شدید) قرار گرفته است. بنابراین از تلفیق دو شاخص یاد شده تدوین شاخص توسعه پایدار در شناخت آلودگی های زیست محیطی امکان پذیر است.

واژه های کلیدی: شدت آلودگی، رودخانه، شاخص ژئوشیمیایی، فاکتور غنی سازی، توسعه پایدار

1-Index geochemical
2- Enrichment Factor

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

حفظ محیط زیست در دهه های اخیر اهمیت بیشتری پیدا کرده است. توجه به جهانی شدن و منطقه ای شدن پیامدهای ناخوشایند زیست محیطی از جمله تغییرات آب و هوایی و آلودگی منابع آبی مشترک منجر به کنوانسیون های جهانی شده است که جمهوری اسلامی ایران نیز به برخی از آن ها پیوسته و تعهداتی را نیز بر عهده گرفته است. محیط زیست که محیط و بستر زندگی است باید سالم بماند تا توسعه انسانی تداوم یابد. آلوده شدن منابع آبی در برخی شهرها و مخازن سدها، مشکل دفع زباله و ... در برخی شهرهای شمالی کشور همه نشانه هایی است که چالش های مهمی را در مقابل راهبردهای توسعه بخش ها قرار داده است (۱) .

با توجه به اهمیتی که آب های داخلی از نظر تولید بخشی از مواد غذایی مورد نیاز جامعه داراست، لذا مدیریت آگاهانه ای را در راستای توسعه پایدار باید اعمال نمود. یعنی علاوه بر دور نگه داشتن منابع آبی از آلودگی ها در بهسازی و ایجاد محیط مناسب جهت زیستن و بهره برداری از انواع آب زیان نیز همت گمارد. برای این منظور به مدد شاخص های توسعه پایدار، می توان فعالیت های انسانی و پیامدهای ناشی از آن ها را در بخش محیط زیست مورد ارزیابی قرار داده و در نهایت با اجرای نظارت هایی که موجب اعتلای کیفیت محیط زیست می شود، به نتایج دل خواه رسید(۱) .

در سال های اخیر ا با بهره گیری از علم ژئوشیمی رسوبات به دلیل دقت بالا و اطمینان به نتایج آن، امکان برآورد میزان دقیق آلودگی ها فراهم شده است (۲ و ۳).

در این مطالعه رسوبات رودخانه شیرود که در غرب استان مازندران (۷ کیلومتری شهرستان تنکابن) در طول جغرافیایی ´۴۵ ^{0} ۵۰ و عرض جغرافیایی ´۴۵ ^{0} ۳۶ واقع شده است از طریق ژئوشیمیایی مورد آنالیز قرار گرفته است. رودخانه شیرود از لحاظ زیست محیطی و شیلاتی اهمیت به سزایی دارد به طوری که از نظر تنوع انواع ماهیان یکی از با ارزش ترین رودخانه های غرب استان مازندران محسوب گشته و در حال حاضر از مهم ترین جایگاه های مهاجرت ماهی سفید در ایام تخم ریزی به شمار می رود و به طور متوسط سالانه ۳ تن تخم ماهی سفید از این رودخانه با استفاده از روش تکثیر نیمه طبیعی استحصال می گردد که این مقدار معادل تولید ۸۰ ـ ۷۰ میلیون بچه ماهی یک گرمی است که تعداد ۱۰ الی ۱۵ میلیون قطعه از آن سالانه و در فصل رهاسازی (اوایل تیر تا اوایل مهر) در این رودخانه رها شده و بقیه در تمام رودخانه های مازندران رها می شود تا ذخایر ماهی سفید دریاچه خزر حفظ گردد (۴) .

مواد و روش ها

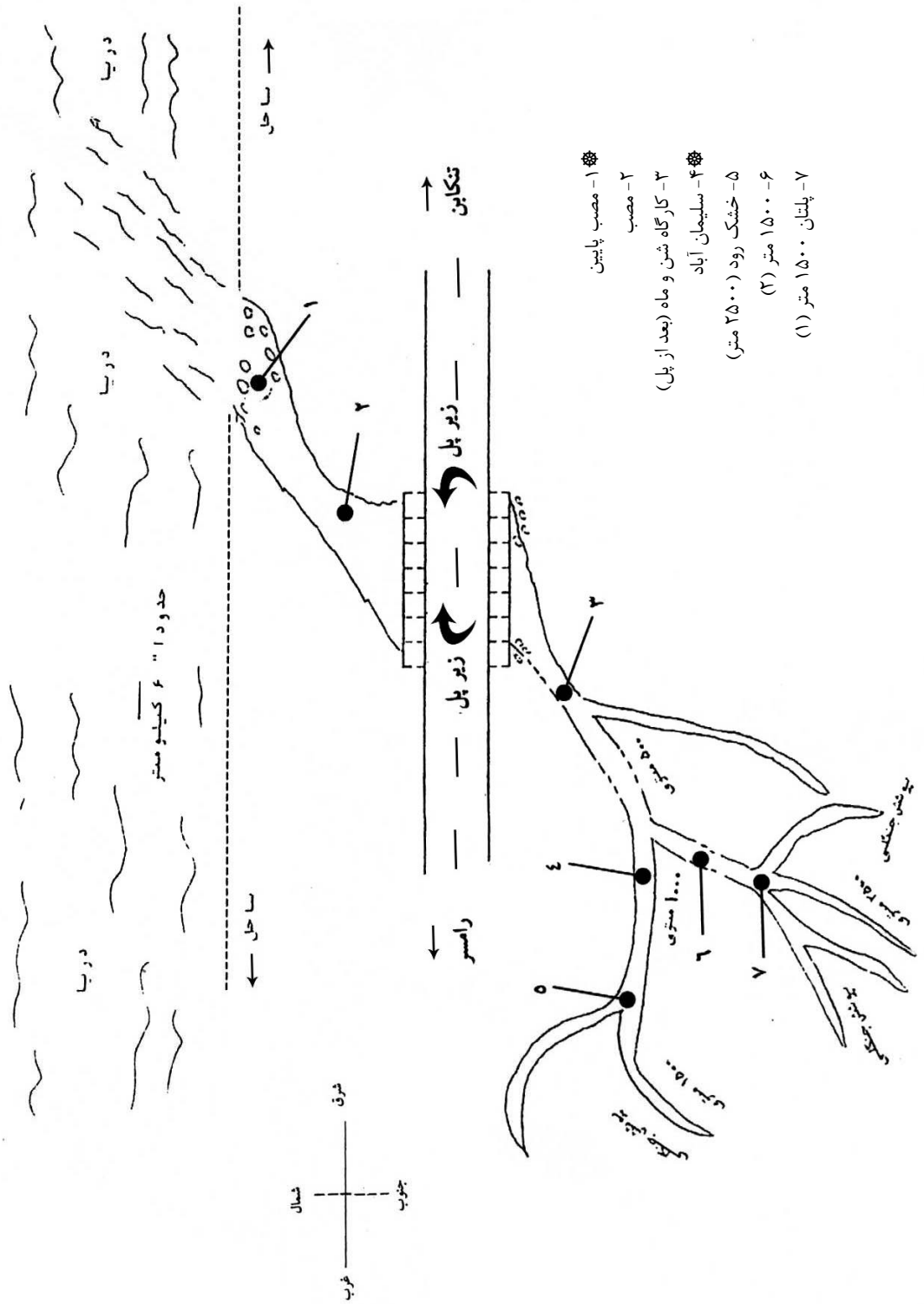
برای برآورد شدت آلودگی های زیست محیطی در منطقه ، نمونه برداری از رسوبات سطحی رودخانه شیرود در مهرماه ۱۳۸۰ انجام گرفت و مجموعا هفت نمونه رسوبی از بالا دست رودخانه تا مصب جمع آوری شد. موقعیت نقاط نمونه برداری در شکل شماره ۱ ارایه گردیده است. در این تحقیق، سعی شد تا ملاک نمونه برداری بر انواع فعالیت های اطراف رودخانه استوار شود. لذا نمونه ها از محل های نزدیک کارگاه شن و ماسه، دام داری، تعویض روغنی و مصب و در نهایت آخرین نمونه (پلتان) که به عنوان شاهد با کمترین مقدار آلودگی است، برداشت گردید.

به علت عمق کم رودخانه، کلیه نمونه های رسوبی بستر رودخانه، مستقیما توسط ظروف پلاستیکی جمع آوری شد.

بخش اول نمونه مورد تجزیه کامل (با استفاده از آب اکسیژنه، اسید کلریدریک، اسید نیتریک و $HClO_4$) قرار گرفت. پس از تعیین غلظت کل عناصر سنگین توسط دستگاه جذب اتمی مدل Perkin – Elmer ۲۱۰۰، از روش تفکیک شیمیایی سه مرحله ای برای تعیین سهم انسان ساخت و طبیعی عناصر استفاده گردید. در این سه مرحله از مواد شیمیایی نظیر اسید استیک، هیدروکسیل آمین هیدروکلراید و آب اکسیژنه به ترتیب برای جداکردن فازهای سست، سولفیدی و آلی استفاده شد. روش کار در شکل شماره ۲ به صورت شماتیک ارایه شده است.

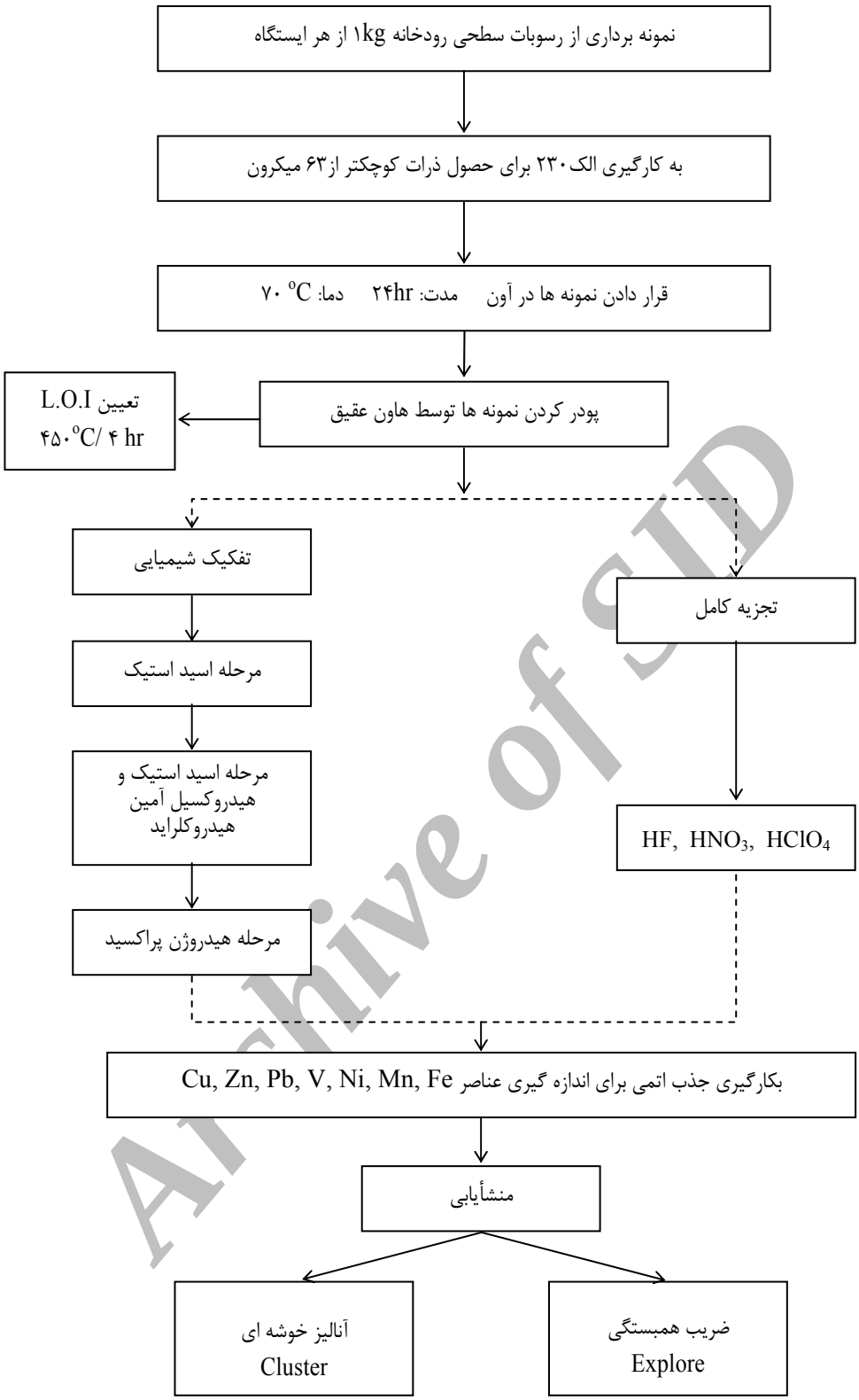
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- موقعیت نقاط نمونه برداری از بالا دست رودخانه شیرودتامصب

www.SID.ir



شکل ۲ـ فلوچارت روش مطالعه رسوب

Archive of SID

www.SID.ir

نتایـج

نتایج تحقیق حاضر در ایستگاه های مورد مطالعـه در جدول شماره ۱ و میانگین غلظت های به دست آمده با مقـادیر رسوبات جهانی و پوسته زمین (جهـت مقایـسه) در جـدول (۲) ارایه شده است.

جدول ۱ ـ نتایج اندازه گیری غلظت عناصر سنگین در رسوبات رودخانه شیرود (۱۳۸۱)

شماره ایستگاه		*PPm*						%		
		Cu	Zn	Pb	*V*	Ni	Mn	Ca	Fe	L.O.I
۱	مصب پایین	۳۵	۶۲	۲۲	۷۴	۴۹	۴۵۰	۱/۱	۲	۵/۱
۲	مصب بالا	۳۶	۶۰	۲۲	۷۳	۴۹	۴۶۰	۱/۳	۲	۵
۳	کارگاه شن و ماسه	۳۷	۶۰	۲۲	۶۵	۴۰	۵۰۰	۰/۷	۲/۷	۲/۲
۴	سلیمان آباد	۳۹	۵۸	۲۱	۶۴	۴۲	۵۲۳	۰/۷	۲/۶	۲/۳
۵	خشکرود شاخه ۲۵۰۰	۳۸	۵۶	۲۲	۶۴	۴۱	۵۴۰	۰/۷	۲/۷	۲/۲
۶	۱۵۰۰ متر (۲)	۳۷	۵۶	۲۱	۶۳	۴۱	۵۵۵	۰/۷	۲/۵	۲/۴
۷	پلتان ۱۵۰۰ متر (۱)	۳۷	۵۶	۲۱	۶۳	۴۰	۵۵۰	۰/۷	۲/۷	۲/۲

جدول ۲ ـ مقایسه نتایج آنالیز رسوبات رودخانه شیرود با مقادیر جهانی

	PPm						%		
	Cu	Zn	Pb	V	Ni	Mn	Ca	Fe	L.O.I
حداقل	۳۵	۵۶	۲۱	۶۳	۴۰	۴۵۰	۰/۷۰	۲	۲/۲۰
حداکثر	۳۹	۶۲	۲۲	۷۴	۴۹	۵۵۵	۱/۳۰	۲/۷۰	۵/۱۰
میانگین مطالعه حاضر	۳۷	۵۸	۲۱/۶	۶۶/۶	۴۳	۵۱۱	۰/۸۴	۲/۴۵	۳/۰۵
انحراف معیار(±)	۱/۳۰	۲/۴۰	۰/۵۰	۴/۸۰	۴/۱۰	۴۲/۶۰	۰/۲۵	۰/۳۲	۱/۳۶
پوسته زمین	۵۰	۵۷	۱۴	۱۳۰	۸۰	۸۵۰	۴/۱۰	۴/۱۰	—
رسوبات جهانی	۳۳	۹۵	۱۹	—	۵۲	۷۷۰	۶/۶۰	۴/۶۰	—
میانگین عناصر در خاک	۳۰	۹۰	—	۱۰۰	—	۱۰۰۰	۱/۵۰	۴	—

مقایسه غلظت های به دست آمده با مقادیر جهـانی نشان دهنده آلودگی رودخانه شیرود نیست. اما، نتـایج تفکیـک شیمیایی ثابت خواهد نمود که استفاده از مقـادیر جهـانی روش صحیحی نمی باشد.

در جـداول شـماره ۳ و ۴ نتـایج حاصـل از تفکیـک شـیمیایی نمونـه هـای رسـوب در دو ایـستگاه مـصب پـایین و سلیمان آباد بر حـسب مقـدار عناصـر و درصـد کـل عناصـر در فازهای مختلف، ارایه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳ ـ نتایج تفکیک شیمیایی در ایستگاه مصب پایین

فازها / عناصر	فاز سست (ppm)	٪	فاز سولفیدی (ppm)	٪	فاز آلی (ppm)	٪	درصد انسان ساخت*	درصد طبیعی
Cu	۲/۵	۳۸	۰	۰	۴	۶۲	۹	۹۱
Zn	۴/۳	۳۵	۱	۸	۷	۵۷	۱۰	۹۰
Pb	۲	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۹	۹۱
V	۹/۲	۴۳	۰	۰	۱۲	۵۷	۱۹	۸۱
Ni	۶/۲	۵۱	۰	۰	۶	۴۹	۱۵	۸۵
Mn	۵۵	۶۱	۳۵	۳۹	۰	۰	۱۰	۹۰
Fe	۲۷۰	۳۵	۳۹۰	۵۰	۱۲۰	۱۵	۴	۹۶

* جمع فازهای سست ، سولفیدی ، آلی منهای ده درصد کل غلظت عنصر

جدول۴ ـ نتایج تفکیک شیمیایی در ایستگاه سلیمان آباد

فازها / عناصر	فاز سست (ppm)	٪	فاز سولفیدی (ppm)	٪	فاز آلی (ppm)	٪	درصد انسان ساخت*	درصد طبیعی
Cu	۲	۵۰	۰	۰	۲	۵۰	۰/۵	۹۹/۵
Zn	۴	۵۷	۰	۰	۳	۴۳	۲	۹۸
Pb	۱	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۵	۹۵
V	۵	۷۱	۰	۰	۲	۲۹	۱	۹۹
Ni	۳	۶۰	۰	۰	۲	۴۰	۲	۹۸
Mn	۲۵	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۵	۹۵
Fe	۲۹۵	۷۳	۰	۰	۱۱۰	۲۷	۲	۹۸

به طور کلی، عناصر سنگین بـا رسـوب در ۵ پیونـده عمده یافت می شود. مجموع پیوندهای سست ، سولفیدی و آلی نمایانگر بخش انسان ساخت عناصر در محیط زیـست اسـت. دو پیوند دیگر تحت عنـاوین پیونـد مقـاوم و پیونـد میـان بطـیء، نمایانگر بخش طبیعی عناصر سنگین در رسوبات است.

در این مطالعه از طریق تدوین شاخص های شدت آلـودگی، می خواهیم به معیارهای توسعه پایدار آن هم با ملاحظات زیست محیطی دست یابیم (۱). بنابراین مقادیر شاخص ژئوشیمیایی (Igeo) در دو ایستگاه مصب پایین و سلیمان آباد، بر طبق رابطه $\mathbf{Igeo} = \log_2 \left[\left(\frac{Cn}{1.5} \right) B_n \right]$ محاسبه شد و نتایج این محاسبات در دو ایستگاه سلیمان آباد و مصب پایین در جدول ۵ ارایه شده است.

Igeo، نخستین بار توسط مولر در سال ۱۹۷۹ (۵) برای غلظت های فلزات در ذرات کوچکتر از ۲ میکرون بیان شد. در این فرمول، Cn، غلظت عنصر در رسوبات تحت مطالعه، Bn غلظت پیشین عنصر و عامل ۱/۵ نیز، به علت گوناگونی اطلاعات پیشینه ناشی از متغیرهـــای سنگ شنـاسی بیان می شود (۶). در ادامه تحقیق، مقادیر عامل غنی سازی EF در دو ایستگاه مصب پایین و سلیمان آباد، بر طبق رابطه زیر محاسبه شد و نتایج این محاسبات در ایستگاه فوق در جدول ۶ ارایه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

X : عنصر مورد مطالعه

$$EF = \frac{\frac{X}{Fe}}{\frac{X}{Fe}}$$

(در رسوب مورد نظر)

(در پوسته زمین)

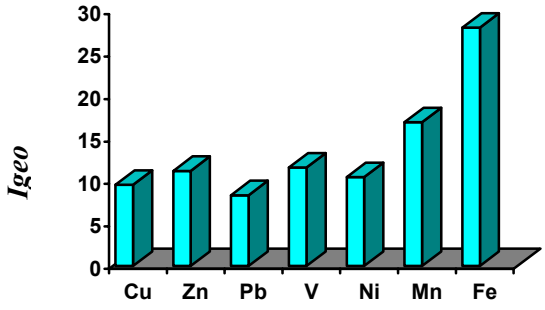
جدول ۵ ـ مقادیر Igeo در دو ایستگاه ۱ و ۴

عناصر / Igeo	Cu	Zn	Pb	V	Ni	Mn	Fe
مصب (۱)	۹/۵۷	۱۱/۲	۸/۳۳	۱۱/۵۸	۱۰/۴۵	۱۶/۹۵	۲۸/۰۸
سلیمان آباد (۴)	۱۰	۱۱/۱۴	۸/۳۶	۱۱/۴۴	۱۰/۲	۱۷/۵۴	۲۸/۸۵

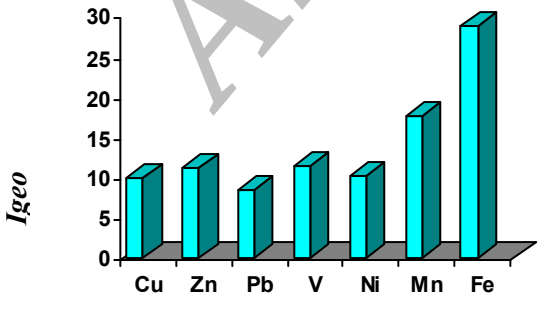
جدول ۶ ـ مقادیر EF در دو ایستگاه ۱ و ۴

عناصر / EF	Cu	Zn	Pb	V	Ni	Mn	Fe
مصب (۱)	۱/۴۴	۲/۲۳	۳/۲۲	۱/۱۶	۱/۲۵	۱/۰۹	۱
سلیمان آباد (۴)	۱/۲۳	۱/۶۰	۲/۳۶	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۹۷	۱

EF توسط محققان استرالیایی ابداع شده است (Sinex & Helz،۱۹۸۱) و فقط بیانگر محیط تجمعی یا دافعه می باشد. اگر میزان EF بالای ۱ باشد آن محیط تجمع عناصر را نشان می دهد و اگر زیر ۱ باشد حاکی از محیط دافعه می باشد و اگر ۱ باشد محیط کاملاً طبیعی خواهد بود. نمودار شدت آلودگی (Igeo) عناصر سنگین در دو ایستگاه مصب پایین و سلیمان آباد در نمودار های شماره ۳و ۴ و همچنین نمودار عامل غنی سازی (EF) عناصر سنگین در دو ایستگاه یاد شده در نمودارهای ۵ و ۶ ارایه شده است.



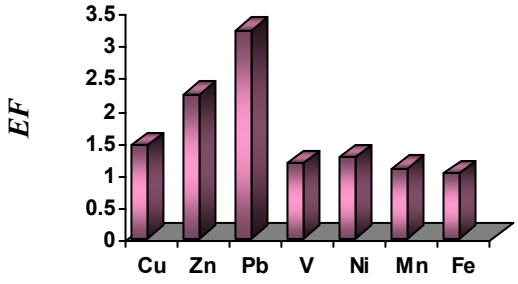
نمودار۳ ـ شدت آلودگی (Igeo) عناصر سنگین در ایستگاه مصب (۱) رودخانه شیرود



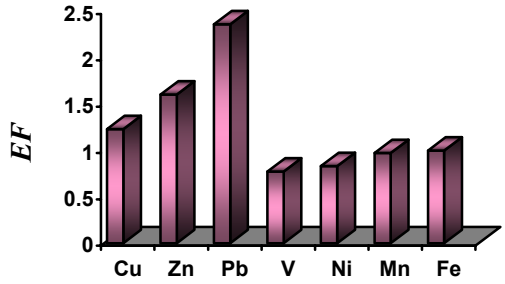
نمودار ۴ ـ شدت آلودگی (Igeo) عناصر سنگین در ایستگاه سلیمان آباد (۴) رودخانه شیرود

Archive of SID

www.SID.ir

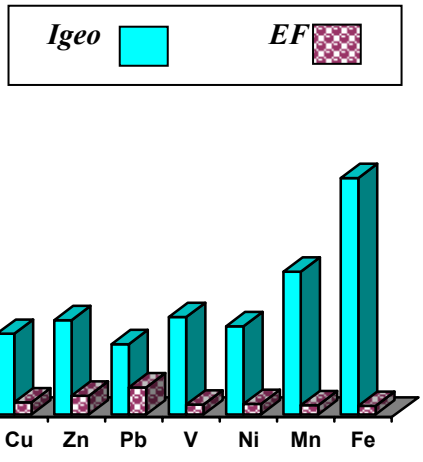


نمودار ۵ ـ فاکتور غنی سازی (EF) عناصر سنگین در ایستگاه مصب (۱) رودخانه شیرود

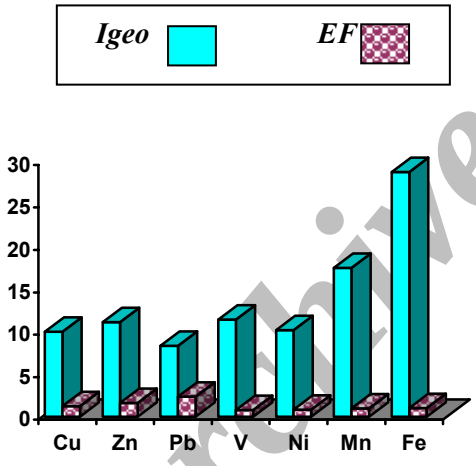


نمودار ۶ ـ فاکتور غنی سازی (EF) عناصر سنگین در ایستگاه سلیمان آباد (۴) رودخانه شیرود

سپس نمودار مقایسه EF و Igeo عناصر سنگین در دو ایستگاه مورد نظر در نمودار های ۷ و ۸ نمایش داده شده است.



نمودار ۷ ـ مقایسه EF و Igeo عناصر سنگین در ایستگاه مصب (۱) رودخانه شیرود



نمودار ۸ ـ مقایسه EF و Igeo عناصر سنگین در ایستگاه سلیمان آباد (۴) رودخانه شیرود

در ادامه تحقیق ، ضریب تبدیل عدد EF با استفاده از ارقام Igeo همراه با میانگین برای هر عنصر در جدول (۷) گزارش شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷ ـ تعیین ضریب تبدیل اعداد EF با استفاده از ارقام Igeo و میانگین آن ها

عناصر / ضریب تبدیل	Cu	Zn	Pb	V	Ni	Mn	Fe	میانگین
ایستگاه مصب (۱)	۶/۶۵	۵/۰۲	۲/۵۸	۹/۹۸	۸/۳۶	۱۵/۵۵	۲۸/۰۸	۱۰/۸۸
ایستگاه سلیمان آباد (۴)	۸/۱۳	۶/۹۷	۳/۵۴	۱۴/۸۶	۱۲/۲۹	۱۸/۰۸	۲۸/۸۵	۱۳/۲۴
میانگین	۷/۳۹	۵/۹۹	۳/۰۶	۱۲/۴۲	۱۰/۳۲	۱۶/۸۱	۲۸/۴۶	

تاکنون EF فقط به اصطلاح تجمع و عدم تجمع عناصر سنگین را نشان می داد و حال برای اولین بار سعی گردیده اعداد EF کمی سازی شده و شدت آلودگی از این طریق قابل محاسبه باشد بر این اساس جداول ۸ و ۹ ارایه می شود.

جدول ۸ ـ معادل سازی EF به Igeo در ایستگاه مصب (۱)

عناصر	Cu	Zn	Pb	V	Ni	Mn	Fe
EF	۱/۴۴	۲/۲۳	۳/۲۲	۱/۱۶	۱/۲۵	۱/۰۹	۱
میانگین ضریب تبدیل	۷/۳۹	۵/۹۹	۳/۰۶	۱۲/۴۲	۱۰/۳۲	۱۶/۸۱	۲۸/۴۶
معادل سازی EF به Igeo	۱۰/۶۴	۱۳/۳۶	۹/۸۵	۱۴/۴۰	۱۲/۹	۱۸/۳۲	۲۸/۴۶

جدول ۹ ـ معادل سازی EF به Igeo در ایستگاه سلیمان آباد (۴)

عناصر	Cu	Zn	Pb	V	Ni	Mn	Fe
EF	۱/۲۳	۱/۶۰	۲/۳۶	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۹۷	۱
میانگین ضریب تبدیل	۷/۳۹	۵/۹۹	۳/۰۶	۱۲/۴۲	۱۰/۳۲	۱۶/۸۱	۲۸/۴۶
معادل سازی EF به Igeo	۹/۰۹	۹/۵۸	۷/۲۲	۹/۵۶	۸/۵۶	۱۶/۳۰	۲۸/۴۶

Archive of SID

www.SID.ir

در ادامه مطالعه ، شدت آلودگی برحسب EF طبق جدول ۱۰ ارایه شده است.

جدول ۱۰ ـ شدت آلودگی بر حسب EF

EF	شدت آلودگی
۰	دفع بسیار شدید (محیط احیا)
۰/۲۵	دفع قوی
۰/۵	دفع ضعیف
۰/۷۵	طبیعی (محیط پاکیزه)
۱	جذب بسیار ضعیف (بدون آلودگی)
۱/۲۵	جذب ضعیف (بدون آلودگی تا آلودگی بسیار کم)
۱/۵	جذب متوسط (آلودگی بسیار کم تا کم)
۱/۷۵	جذب زیاد (آلودگی کم تا متوسط)
۲	جذب بسیار زیاد (آلودگی متوسط تا زیاد)
> ۲	جذب شدید (آلودگی زیاد تا شدید)

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، مقایسه نتایج به دست آمده با پوسته زمین و رسوبات جهانی، نشان دهنده عدم آلودگی در این رودخانه است، لیکن ذکر این نکته حایز اهمیت است که، مقایسه با مقادیر جهانی نمی تواند از صحت کافی برخوردار باشد چرا که، زمین شناسی هر منطقه با منطقه دیگر متفاوت است و این امر می تواند غلظت کل عناصر را شدیداً تحت تأثیر قرار دهد.

متأسفانه در ایستگاه مصب ۱۹ ٪ از کل غلظت وانادیوم و ۱۵ ٪ از کل غلظت نیکل در فاز انسان ساخت قرار گرفته است. این دو عنصر نمایانگر آلودگی های نفتی می باشد. علت آلودگی نفتی در مصب می تواند به دلیل انتشار نفت در دریاچه خزر و تا حدی فعالیت های غیرقانونی در اطراف رودخانه باشد . خوشبختانه در فاز سولفیدی عنصری قرار نگرفته است و این حاکی از شرایط اکسایش در محیط است ولی، براساس آمار موجود در جدول های شماره ۳ و ۴ مشاهده می شود که فاز سست در هر دو ایستگاه حاوی مقادیر متنابهی از دو عنصر نیکل و وانادیوم است که، در اثر تغییرات جزئی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب های فوقانی می تواند آزاد شود. نگرانی زیادی راجع به فاز آلی وجود ندارد چرا که این نوع پیوند از پایداری قوی تری در محیط های آبی برخوردار است (۷، ۸ و ۹) .

شاخص ژئوشیمیایی (Igeo) شدت آلودگی را از صفر تا ۵ به بالا طبقه بندی می کند (۴) و فاکتور غنی سازی (EF) نیز فقط بیانگر محیط تجمعی یا دافعه می باشد اگر میزان EF بالای ۱ باشد آن محیط تجمع عناصر را نشان می دهد و اگر زیر ۱ باشد حاکی از محیط دافعه می باشد و اگر ۱ باشد محیط کاملاً طبیعی خواهد بود. نتایج به دست آمده در برآورد شدت آلودگی رودخانه شیرود پس از مقایسه دو شاخص یاد شده و کمی نمودن شاخص EF و معادل سازی EF به Igeo نشان می دهد که شدت آلودگی عناصر در دو ایستگاه مصب پایین و سلیمان آباد (بالا دست رودخانه) به گونه ای است که عناصر آهن و منگنز در حد طبیعی قرار دارد که حاکی از جذب بسیار ضعیف (بدون آلودگی) در محیط می باشد و عناصر وانادیوم و نیکل در رده جذب ضعیف (بدون آلودگی تا آلودگی بسیار کم) قرار داشته و عناصری چون مس، روی و سرب در طبقه بندی جذب متوسط (آلودگی بسیار کم تا کم) تا جذب شدید (آلودگی زیاد تا شدید) قرار گرفته است. بنابراین از تلفیق دو شاخص یاد شده امکان تدوین شاخص توسعه پایدار در شناخت آلودگی های زیست محیطی امکان پذیر است.

منابع

۱. کریمی ، داریوش و عطری ، شیده . ۱۳۸۲ . همایش راهبردهای توسعه پایدار در بخش های اجرایی کشور . سازمان حفاظت محیط زیست ، تابستان .

2. Forstner، U.، Wittman، G.1981. Metal pollution in the aquatic environment. Springer verlag، N.Y.
3. Alloway، B.J. 1990. The origin of heavy metals in soils. Springer verlag، N.Y.

۴. نجف پور، شعبان، فرایند لخته سازی (Flocculation) در مصب رودخانه شیرود (غرب مازندران) و اهمیت آن در چرخه ژئوشیمیایی و بیولوژیکی، پایان نامه کارشناسی ارشد ، ۱۳۷۲، ص ۱۰ .

Archive of SID

www.SID.ir

5. Muller، v. 1979. Geochemical index for pollution assessment in aquatic environment. Springer verlag، N.Y.

۶. سامانی، نادر و کرباسی، عبدالرضا. ۱۳۷۴. محیط زیست و شاخص آلودگی رسوبات. ماهنامه آب زیان، شماره ۳ و ۴، صفحات ۵۹ الی ۶۱.

۷. کرباسی، عبدالرضا و جعفری زاده، مژگان .۱۳۷۶ . تفکیک شیمیایی عناصر سنگین در رسوبات بخش مرکزی خلیج فارس. اولین همایش زمین شناسی دریایی ایران، چابهار، اردیبهشت ۱۷ ـ ۱۹ .

۸. کرباسی، عبدالرضا. ۱۳۷۲. مختصات نفت خام و اهمیت آن در اهداف زیست محیطی، مجله نفت و اقتصاد، شماره ۱۴۸، صفحات ۷۷ الی ۸۹.

9. RUBIO، B. 2000. Geochemistry of Major and Trace Elements in Sediments of the Ria de Vigo (NW Spain)، Marine Pollution BulletinVol. 40، No. 11، pp. 968-980.

Archive of SID

www.SID.ir