بررسی غلظت سرب و روی و عوامل موثر بر تغییرات آنها در رسوبات سطحی رودخانه زاینده رود

عاطفه علیزاده[1]*، دکتر سروش مدبری[2]، دکتر سید رضا موسوی حرمی[3]

چکیده:

رودخانه زاینده رود تنها رودخانه دائمی در ایران مرکزی است و منبع اصلی تغذیه کننده آبخوان‌های منطقه است که در تأمین آب شرب استان اصفهان نقش اساسی دارد. به لحاظ اهمیت این رودخانه از نظر کاربردهای متعدد آن و همینطور قرارگرفتن رودخانه در مسیر تخلیه پساب‌های کارخانه‌های صنایع سنگین مانند ذوب آهن، فولاد مبارکه، پلی اکریل وصنایع شیمیایی دیگر، نیروگاه‌ها، پالایشگاه و صنایع نظامی شالوده تحقیق انجام شده را بررسی این رودخانه از نظر آلودگی به عناصری مانند (Pb, Zn) و مطالعات ژئوشیمیایی بر روی آن تشکیل می‌دهد.

به منظور بررسی چگونگی تغییر روند تحرک عناصر بالقوه سمی سرب و روی و عوامل موثر بر تحرک آن در رودخانه زاینده رود، نمونه برداری از ۱۱ ایستگاه از رسوبات رودخانه (ازبالادست به پایین دست) انجام شد و نمونه ها توسط دستگاه ICP-OES مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های رسوبی دانه ریز (ذرات کوچکتر از ۶۳ µ میکرون) حاکی از غلظت بالای عنصر سرب و روی در چندین ایستگاه نمونه برداری است. غلظت به دست آمده برای عنصر روی ۴۹۴/۳ ppm و برای سربppm ۴۰/۴۵ بوده است. تفکیک اثر عوامل انسانی از عوامل طبیعی با مقایسه غلظت سرب و روی در ایستگاه پل زمان خان (به عنوان نمونه زمین مرجع) با سایر ایستگاه-های نمونه برداری و از طریق به دست آوردن ضریب غنی شدگی صورت گرفت. با توجه به نتایج و ضرایب به دست آمده و مقایسه آنها با استانداردهای معتبر بین المللی، به نظر می‌رسد که عنصر روی و سرب در برخی از ایستگاه‌ها منشأ غیر طبیعی دارند.

به منظور مطالعه غلظت سرب و روی در طول رودخانه زاینده رود ۱۱ نمونه از رسوبات سطحی آن برداشت گردید و از بخش ریز دانه آن (ذرات کوچکتر از ۶۳ µ میکرون) برای تعیین غلظت این فلزات بالقوه سمی استفاده شد. علاوه بر آن غلظت فلزات بالقوه سمی در نمونه‌های رسوبی دانه ریز و بخش حلشده توسط دستگاه ICP-OES مورد بررسی قرار گرفت.

حداکثر غلظت برای عنصر روی و به میزان ۴۹۴/۳ ppm به دست آمد. غلظت بخش حلشده این دو عنصر بالقوه سمی از ۲/۵ برای سرب تا ۱۴۱/۴۱ برای روی در تغییر است. مقادیر کم به دست آمده برای حلالیت فلزات بالقوه سمی مورد مطالعه می‌تواند نشان دهنده حضور این عناصر در ساختار کانی‌ها باشد. تفکیک اثر عوامل انسانی از عوامل طبیعی با مقایسه غلظت سرب و روی در ایستگاه پل زمان خان (به عنوان نمونه زمین مرجع) با سایر ایستگاه-های نمونه برداری تحت عنوان ضریب غنی شدگی صورت گرفت. ضرایب غنی شدگی و حلالیت بالای این عناصر بیانگر تأمین این عناصر از منشأ غیر طبیعی است.

[1] - کارشناسی ارشد رسوب شناسی دانشگاه فردوسی مشهد tf_alizade@yahoo.com

[2] - دفتر بررسی آلودگی آب و خاک، سازمان حفاظت محیط زیست

[3] - گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد

مقدمه

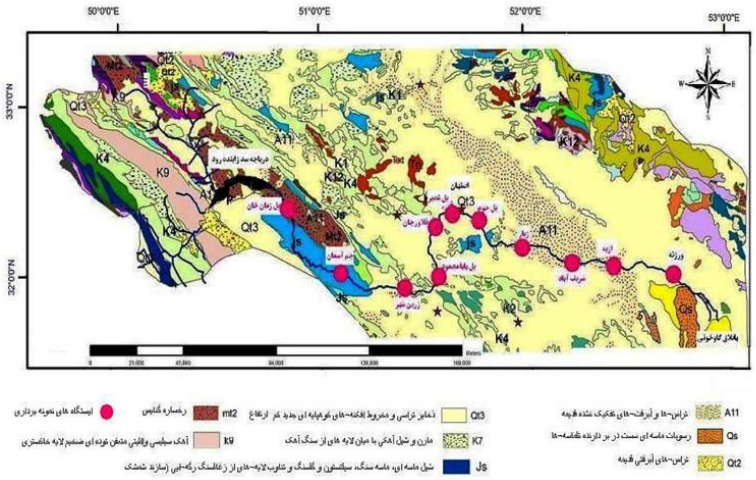
با توجه به رشد روز افزون جمعیت و نیاز به منابع مختلف آب، غذا، انرژی و غیره، و افزایش فعالیت-های صنعتی و کشاورزی، خطر آلودگی این منابع، به خصوص منابع سطحی به آلاینده‌های مختلف روز به روز بیشتر می‌شود. در این میان فلزات سنگین از مهمترین آلاینده ها محسوب می شوند . سرب یکی از شناخته شده ترین آلاینده های محیط زیست است و به دلیل ماندگاری بالایی که در میان آلاینده های زیست محیطی دارد برای حیات انسان و اکوسیستم خطرناک است. این عنصر ابتدا در خاکهای سطحی تجمع می یابد. روی نیز در طول فرآیندهای هوازدگی بسیار متحرک است و پتانسیل بالایی برای ترکیب شدن با گروه های آلی و غیر آلی دارد و انجام فعل و انفعالات بیولوژیکی و تجزیه کربوهیدراتها را تنظیم می کند.

رسوبات در طی زمان در اثر فرآیندهای رسوبگذاری رفته رفته بر روی هم انباشته می شوند و در نهایت می توانند به عنوان شاهدی برای میزان آلودگی در نظر گرفته شوند. مقدار فلزات سنگین در لایه و طبقات مختلف رسوبات نمایانگر میزان این فلزات و مقدار آلودگی اکوسیستم در زمان رسوبگذاری آن لایه هاست.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

از دیدگاه زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه شامل سه زون اصلی زمین‌شناسی زاگرس، سنندج– سیرجان و ایران مرکزی است که عملاً هر یک از این زون‌ها با توجه به خصوصیات خاص خود، این حوضه را تحت تأثیر قرار داده اند (آقانباتی، ۱۳۸۳). سنگ‌های رسوبی و دگرگونی ژوراسیک و آبرفت های جدید کواترنر، فراوان‌ترین سنگ‌های تشکیل دهنده بستر رودخانه در محدوده مورد مطالعه هستند که از این میان، سنگ‌های دانه ریز (سنگ‌های رسوبی و دگرگونی) در افزایش غلظت عناصر مورد مطالعه، به طور طبیعی در رودخانه زاینده رود، نقش دارند. بعلاوه به علت فرسایش پذیری بالا در سازندهای مذکور، میزان ذرات دانه ریز در طول رودخانه افزایش می یابد (Forstner, 2004) .

حوضه آبریز رودخانه زاینده رود در بخش میانی فلات مرکزی ایران و در مختصات جغرافیایی َ۰۲و ْ۵۰ تا َ ۲۴ و ْ۵۳ طول شرقی و َ ۱۱ وْ۳۱ تا َ۴۲ وْ۳۳ عرض شمالی قرار گرفته است .مساحت این حوضه حدود ۴۱۵۵۰ کیلومتر مربع و ارتفاع متوسط آن ۲۵۱۴ متر است. رودخانه زاینده رود تنها رودخانه دایمی این حوضه آبریز است که از دامنه‌های شرقی زرد کوه بختیاری در زاگرس میانی سرچشمه گرفته و در جهت جنوب غربی – شمال شرقی تا محل سد زاینده رود جریان می‌یابد. از این نقطه به بعد رودخانه به سمت جنوب شرقی تغییر مسیر داده و پس از طی مسافتی در حدود ۴۳۵ کیلومتر وعبور از شمال استان چهارمحال بختیاری و دشت اصفهان، در حدود ۲۰ کیلومتری روستای ورزنه به باتلاق گاوخونی می‌ریزد (جعفری، ۱۳۷۶).شکل(۱).



شکل۱- خروجی GIS نقشه زمین شناسی حوضه آبریز زاینده رود تهیه شده از نقشه های ۱:۲۵۰۰۰۰ اصفهان، شهرکرد، نائین، کاشان و گلپایگان به همراه موقعیت ایستگاه های نمونه برداری در رودخانه زاینده رود

مواد و روش ها

نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه زاینده رود در فروردین ۱۳۸۷ و در ده ایستگاه به منظور تعیین میزان غلظت عناصر سرب و روی و عوامل کنترل کننده تحرک و حمل آنها به سمت پایین دست رودخانه انجام شد. با توجه به هیدرولوژی غیر یکنواخت زاینده رود، نمونه ها از عرض رودخانه به صورت مخلوط و از جدیدترین کانال ایجاد شده برداشت شدند. نمونه های رسوب سطحی توسط دستگاه نمونه گیر سطحی برداشت و در پاکت های پلی اتیلن قرار داده شد. درهر ایستگاه سه نمونه برداشت و در مجموع میانگین نمونه ها برای آنالیز انتخاب شد. همچنین به منظور به دست آوردن ضریب غنی شدگی و تعیین شدت آلودگی،سه نمونه رسوب از مناطق غیر آلوده (بالادست رودخانه) نیز برداشت شد. جهت آماده سازی، نمونه-های رسوب برداشت شده در دمای ۲۵- ۳۰ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس پودر شدند و ذرات دانه ریز کوچک تر از ۶۳ /. میکرون در آزمایشگاه مرکز تحقیقات علمی و کاربردی سازمان زمین شناسی کشور توسط دستگاه ICP-OES مورد تجزیه قرار گرفتند.

نتایج

از بین ۱۰ نمونه مورد بررسی غلظت Pbو Zn بر اساس نمونه رسوب برداشت شده از نقاط بدون آلودگی (نمونه مرجع ژئوشیمیایی منطقه) افزودگی مشخصی نشان می‌دهند (جدول ۱). میزان غنی شدگی و درصد تأثیر عوامل غیر طبیعی در توزیع عناصر آلاینده در رسوبات بر پایه مقایسه غلظت این عناصر با نمونه های غیر آلوده برداشت شده از بالادست صورت گرفته است.. بر این اساس عنصرPb در ایستگاه پل چوم و زرین شهر به ترتیب بیشترین غلظت را نشان می‌دهد و Zn فقط در ایستگاه پل چوم مقادیر غیرعادی و بالای حد استاندارد دارد. شکل ۲ روند تغییرات عناصر مورد مطالعه را در رسوبات رودخانه زاینده رود نشان

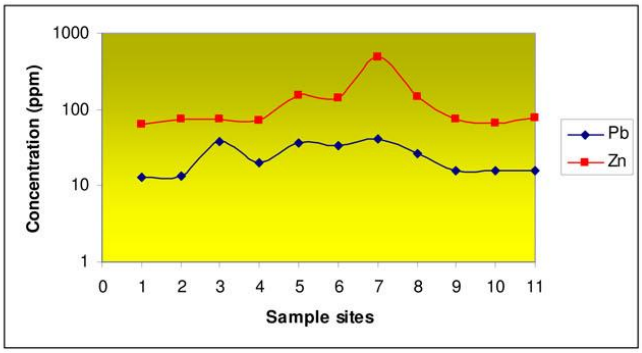
می‌دهد. افزایش غلظت Pb (۴۰ppm), Zn(۶۳۴/۴ ppm) در رسوبات رودخانه زاینـده رود (بـر اسـاس زمینه آماری) و افزایش ضریب غنی شدگی (Eby, 2004; Miller, 2008) آن با نزدیک شدن بـه محـل ورود پساب‌های مراکز صنعتی و شهری به رودخانه (به‌خصوص در ایستگاه‌های پل چوم و زرین شهر) همگـی نشان دهنده تأثیر عوامل انسان زاد بر آلودگی‌های موجود در رسوبات رودخانـه زاینـده رود اسـت. جـدول ۲ ضرایب غنی شدگی به دست آمده برای عناصر مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- غلظت, Zn و Pb در رسوبات رودخانه زاینده رود (ppm)

sample site		Pb	Zn
زمان خان	نمونه شاهد	13.1	63.25
چم اسمان	1	13.45	76.09
زرین شهر	2	38.37	74.91
بابا محمود	3	19.66	73.09
فلاورجان	4	36.83	151.5
غدیر	5	33.46	141.9
چوم	6	40.46	494.3
زیار	7	26.13	149.4
شریف آباد	8	15.6	75.73
ازیه	9	15.98	65.59
ورزنه	10	15.66	78.7

جدول ۳ همبستگی ژئوشیمیایی بین عناصر آلاینده مورد مطالعه در این نوشتار را نشان می‌دهد.

همبستگی مثبت عناصر با یکدیگر نشاندهنده آزادسازی، انتقال و رسوب این عناصـر تحـت شـرایط مشابه است و همبستگی بسیار کم آنها با عنصر Al نیز می‌تواند نشاندهنده عدم وابستگی این عناصر به مواد مادری و مقدار زمینه ژئوشیمیایی منطقه باشد.



شکل ۲- روند تغییرات عناصر مورد مطالعه در رسوبات رودخانه زاینده رود را نشان می‌دهد. در این نمودار Cr, V روند بسیار مشابهی در طول رودخانه نشان می‌دهند اما مقادیر آنها از حد استاندارد پایین‌تر است.

جدول ۲- ضریب غنی شدگی محاسبه شده برای عناصر مورد مطالعه در رسوبات رودخانه زاینده رود (ppm)

(Ef) Sample sites	Pb	Zn
چم اسمان	1.03	1.2
زرین شهر	3.93	3.18
بابا محمود	1.5	1.16
فلاورجان	2.81	2.4
غدیر	2.56	2.24
چوم	3.09	7.82
زیار	2	2.36
شریف آباد	1.19	1.2
اژیه	1.22	1.04
ورزنه	1.2	1.24

جدول ۳- ضریب همبستگی عناصر مورد مطالعه در رسوبات رودخانه زاینده رود

	Pb	Zn	Al
Pb	1		
Zn	0.21	1	
Al	-0.22	-0.43	1

به طور کلی در تحلیل‌های زیست محیطی به منظور مشخص ساختن میزان تأثیرات عوامل انسان زاد از عوامل طبیعی در یک حوضه از ضریب غنی شدگی استفاده می‌شود که می‌تواند بیانگر شدت تأثیر عوامل خارجی (انسان زاد) باشد. در این مطالعات عنصر Al به عنوان مرجع (Eby, 2004) در نظر گرفته شده است (به دلیل ماهیت ژئوشیمیایی و تغییرات بسیار ناچیزی که در محیط ژئوشیمیایی از خود نشان می‌دهد).

نتیجه گیری

روند تغییرات غلظت عناصر در رودخانه زاینده رود (از سد زاینده رود تا باتلاق گاوخونی) در درجه اول تحت تأثیر دوری و نزدیکی نقاط نمونه برداری از منابع آلاینده (ورود پساب‌های صنعتی، کشاورزی و یا شهری) است و سپس توسط واحدهای زمین شناسی (سنگ‌های دانه ریز شیلی) تشکیل دهنده این حوضه آبریز (به خصوص بستر رودخانه) و میزان رسوبات دانه ریز کنترل می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه نمونه های برداشت شده از مناطق صنعتی به خصوص مقادیر بالای عناصر Zn (ppm 494/3) و Cu (ppm 40/46) در ایستگاه پل چوم و زرین شهر و ضریب غنی شدگی بالای به دست آمده برای این عناصر به خوبی گواهی بر این مدعاست. این غنی شدگی‌ها بخصوص بعد از وارد شدن پساب تصفیه خانه جنوب اصفهان و پساب‌های مختلف صنعتی، کشاورزی و شهری بعد از زرین شهر افزایش چشمگیری نشان می‌دهند. ضریب غنی شدگی در مقادیر >۱می‌تواند نشاندهنده میزان تأثیر فعالیت‌های انسان زاد بر رودخانه زاینده رود باشد.

تبادل عناصر بالقوه سمی در رسوبات به مراتب بیشتر از محیط‌های آبی است و به دلیل ماندگاری طولانی این مواد، به آسانی نمی‌توان خاک‌های آلوده را از کمند آلودگی‌ها رها ساخت و ممکن است پاک-

سازی و از بین بردن آنها صدها و شاید هزاران سال طول بکشد. به همین دلیل و با توجه به ارتباط مستقیم انسان و موجودات به آب و رسوبات رودخانه زاینده رود، برنامه‌های مدیریتی ویژه به منظور کاهش آلودگی‌ها بسیار حایز اهمیت است.

منابع:

- آقانباتی، س. ع، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، چاپ اول، ۵۸۶ صفحه.

- جعفری، ع.، ۱۳۷۶. گیتا شناسی ایران، رودها و رودنامه ایران ، جلد دوم چاپ اول، ۵۵۴ صفحه.

- Eby, G.N , 2004, Principle of environmental Geochemistry., Thompson, 515 P.

- Farkas, A; Erratico, C; Vigano, L., 2007, Assessment of the environmental significance of heavy metal pollution in surficial sediments of river Po, Chemosghere, Vol 68, N 4, 761-768 P.

- Forstner, U., 2004. Sediment dynamics and pollutant mobility in river: An interdisciplinary approach, lake and reservoirs: Research and management , vol 9, 25-40 P.

- Kabata pendias,A; Mukherjee A.B, 2007, Trace elements from soil to human, Springer Verlag, 561.

- Miller,J (2007), contaminated rivers, Speringer verlag, 418P.

- Owens.PN,Batalla.R.J, 2005, Fine-Grained sediment in River systems:Environmental significance and management issues,River Res.Applic.21:693-717.