مطالعه عناصر بالقوه سمی در رسوبات رودخانه زاینده رود

سروش مدبری [۱]، سید رضا موسوی حرمی [۲]، عاطفه علی‌زاده [۳]، دکتر اسدا... محبوبی [۲]
۱- دفتر بررسی آلودگی آب و خاک، سازمان حفاظت محیط زیست ۲-گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد ۳- کارشناسی ارشد رسوب شناسی دانشگاه فردوسی مشهد tf_alizade@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی چگونگی تغییر روند تحرک عناصر بالقوه سمی و عوامل موثر بر آن در رودخانه زاینده رود (اصفهان)، نمونه برداری از ۱۱ ایستگاه در طول رودخانه انجام شد و نمونه ها توسط دستگاه ICP-OES تجزیه شیمیایی شدند. نتایج حاصل از تجزیه نمونه‌های رسوبی دانه ریز (ذرات کوچک تر از ۶۳ /. میکرون) حاکی از غلظت بالای مس و نقره در تعدادی از ایستگاه های مورد مطالعه است و سایر عناصر مانند سرب، وانادیم و کروم مقادیری کمتر از حد استاندارد دارند.

تفکیک اثر عوامل انسانی از عوامل طبیعی با مقایسه غلظت های به دست آمده از ایستگاه‌های مختلف با نمونه های غیر آلوده منطقه به عنوان زمینه طبیعی و مقایسه نتایج با استانداردهای معتبر بین المللی محاسبه شد. ضرایب همبستگی به دست آمده بین عناصر آلاینده نشان می‌دهد که عناصر مس و نقره با یکدیگر همبستگی مثبت و بالا دارند که ناشی از منشأ یکسان، آزاد سازی و رسوب مشابه این عناصر تحت شرایط سطحی در طول مسیر رودخانه است.

Abstract

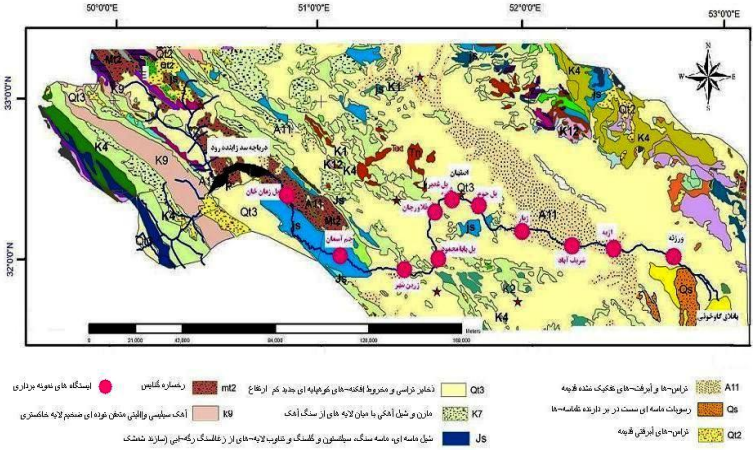
In order to examine the trend of heavy metals mobility and the factors that controls this motion along Zayande Rud river, 11 smples from sediments are taken from this river (upstream to downstream) and the samples are analysed by ICP-OES. The results show that the fine grains (<0.63 μ) sediments have high concentration of some elements such as Cu and Ag in some samples. Other elements concentration such as Pb, V and Cr are below standard level. For separation between anthropogenic and natural sources of heavy metals.The results have been calculated on the basis of uncontaminated sediments as a local background and compared with international standard level. Correlation coefficient between some contaminant elements in sediments are positive and show the same source and condition of release, transport and sedimentation of toxic elements along the river.

مقدمه

رسوبات مهم‌ترین بخش سنگ کره از نظر ژئوشیمی زیست محیطی هستند زیرا محل نهایی تجمع عناصر بالقوه سمی در محیط آبی‌اند و در شرایط خاصی می‌توانند خود به عنوان منبع آلودگی در آب عمل کنند. رودخانه‌ها نیز به دلیل اینکه به عنوان زهکش کلیه آب‌های ورودی به حوضه‌های آبریز و منتقل کننده آن به خارج حوضه عمل می‌کنند، از دیدگاه زیست محیطی اهمیت ویژه‌ای دارند. ذرات دانه ریز (بخصوص ذرات در حد رس و سیلت) از نظر شیمیایی بسیار فعال هستند. به علاوه این ذرات متحرک ترین بخش رسوبی هستند که درون

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) از دو جنبه اهمیت فوق العاده‌ای دارند. نخست این که از نظر ژئوشیمی، این سنگ‌ها تا حدی در افزایش غلظت عناصر مورد مطالعه، به طور طبیعی در رودخانه زاینده رود، نقش دارند دوم اینکه به علت فرسایش پذیری بالا، در افزایش ذرات دانه ریز در طول رودخانه نقش مهمی دارند. به طور کلی ذرات دانه ریز به دلیل قابلیت جذب سطحی بالایی که دارند، خود عاملی برای جذب و تجمع عناصر بالقوه سمی در رسوبات بستر رودخانه به شمار می‌روند (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 و۳۱ تا ´۴۲ و۳۳ 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

بحث

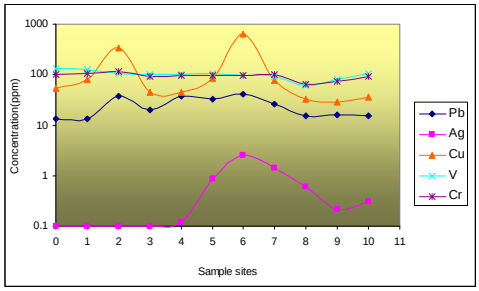
نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه زاینده رود در فروردین ۱۳۸۷ و در ده ایستگاه به منظور تعیین میزان غلظت عناصر بالقوه سمی و عوامل کنترل کننده تحرک و حمل آنها به سمت پایین دست رودخانه انجام شد. با توجه به هیدرولوژی غیر یکنواخت زاینده رود، نمونه ها از عرض رودخانه به صورت مخلوط و از جدیدترین کانال ایجاد شده برداشت شدند. همچنین به منظور به دست آوردن ضریب غنی شدگی و تعیین شدت آلودگی، یک نمونه رسوب از مناطق غیر آلوده (بالادست رودخانه) نیز برداشت شد. جهت آماده سازی، نمونه‌های 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.

از بین ۱۰ نمونه مورد بررسی غلظت Cuو Ag 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 عنصر Cu در ایستگاه پل چوم و زرین شهر به ترتیب بیشترین غلظت را نشان می‌دهد و نقره 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 Ag (۲/۵۴ ppm)، Cu (۶۳۴/۴ ppm) در رسوبات رودخانه زاینده رود (بر اساس زمینه آماری) و افزایش ضریب غنی شدگی (Eby, 2004; Miller, 2008) آن با نزدیک شدن به محل ورود پساب‌های مراکز صنعتی و شهری به رودخانه (به‌خصوص در ایستگاه‌های پل چوم و زرین شهر) همگی نشان دهنده تأثیر عوامل انسان زاد بر آلودگی‌های موجود در رسوبات رودخانه زاینده رود است. جدول ۲ ضرایب غنی شدگی به دست آمده برای عناصر مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱- غلظت Ag, , V, Cr, Cu و Pb در رسوبات رودخانه زاینده رود (ppm)

Cr	V	Pb	Ag	Cu	ایستگاه های نمونه برداری
100.1	134	13.1	0.1	52.91	زمان خان
104.1	127	13.45	0.1	81.08	چم اسمان
116.2	104	38.37	0.1	342.5	زرین شهر
92.32	101	19.66	0.1	44.39	بابا محمود
95.78	99.1	36.83	0.117	44.19	فلاورجان
95.37	105	33.46	0.88	85.9	غدیر
97.77	96	40.46	2.543	634.4	چوم
101.5	91.4	26.13	1.437	78.3	زیار
63.49	62.6	15.6	0.595	33.5	شریف آباد
72.95	80.5	15.98	0.219	29.39	ازیه
93.51	103	15.66	0.307	35.73	ورزنه
93.92	100	24.43	0.591	132.9	میانگین
63.49	62.6	13.1	0.1	29.39	حداقل
116.2	134	40.46	2.543	634.4	حداکثر
14.43	19.4	10.9	0.776	188.5	انحراف معیار
120	120	100	0.2	40-60	حد استاندارد (Kabata pendias, 2007)
185	60	14	0.08	25-37	میانگین در پوسته زمین

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 عناصر تحت شرایط 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)

Pb	Ag	V	Cr	Cu	(Ef)
					ایستگاه های نمونه برداری
1.03	1	0.95	1.04	1.53	چم اسمان
2.93	1	0.78	1.16	6.47	زرین شهر
1.5	1	0.75	0.92	0.84	بابا محمود
2.81	1.17	0.74	0.96	0.84	فلاورجان
2.56	8.8	0.78	0.95	1.62	غدیر
3.09	25.4	0.72	0.98	12	چوم
2	14.4	0.68	1.01	1.48	زیار
1.19	5.95	0.47	0.63	0.63	شریف آباد
1.22	2.19	0.6	0.73	0.56	ارپه
1.2	3.07	0.77	0.93	0.68	ورزنه
1.95	6.4	0.72	0.93	2.66	Mean
1.03	1	0.47	0.63	0.56	Min
3.09	25.4	0.95	1.16	12	Max

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

	Pb	Ag	V	Cr	Al	Cu
Pb	1					
Ag	0.81	1				
V	0.22	0.33	1			
Cr	0.18	0.16	**0.9**	1		
Al	-0.22	-0.59	0.03	0.16	1	
Cu	-0.52	-0.59	-0.22	0.16	0.41	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). نتایج به دست آمده نشان دهنده ضرایب غنی شدگی نسبتاً بالا برای عناصر Pb, Ag و Cu هستند.

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) 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 Ag (۲/۵۴ ppm) و Cu (۶۳۴/۴ ppm) 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 بعد از زرین شهر افزایش چشمگیری نشان می‌دهند. غنی شدگی‌های مذکور می‌توانند نشاندهنده میزان تأثیر فعالیت‌های انسان زاد بر رودخانه زاینده رود باشند.

به علاوه ضریب همبستگی محاسبه شده در رسوبات رودخانه زاینده رود حاکی از آزاد سازی، انتقال و رسوب یکسان عناصر Cu و Ag در شرایط نسبتاً مشابه در طول مسیر رودخانه است. تبادل عناصر بالقوه سمی در رسوبات به مراتب بیشتر از محیط‌های آبی است و به دلیل ماندگاری طولانی این مواد، به آسانی نمی‌توان خاک-های آلوده را از کمند آلودگی‌ها رها ساخت و ممکن است پاک‌سازی 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.