

بررسی غلظت فلزات سنگین در خاک های محدوده معدن نیزه آب (درج)

شرفی کاظم^۱، مظاهری سید احمد^۲، عابدی علیرضا^۳، زهانی قائینی مهسا^{۴*}

۱- و ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیات علمی گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانشجوی دکتری زمین شناسی اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد

Mahsa.zohani@gmail.com

چکیده

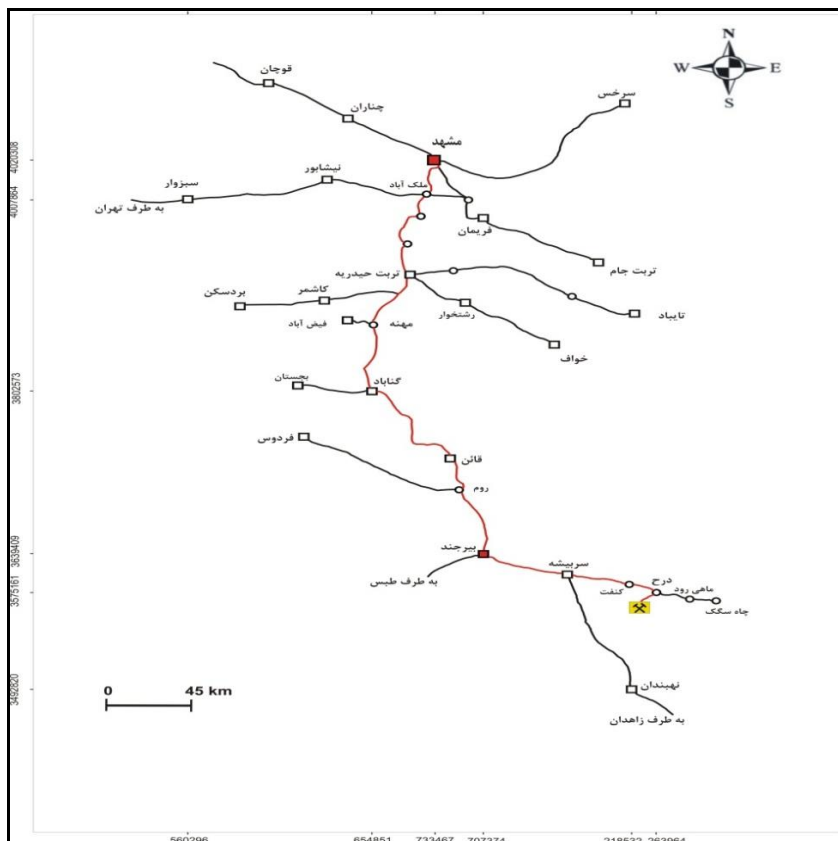
معدن مرمریت نیزه آب در فاصله ۳۰ کیلومتری شهر درج در شرق سریشه قرار دارد. در مطالعه حاضر غلظت عناصر سنگین As، Sb، Cd، Pb، Zn، Co، Cr، Ni و Mn در رسوبات آبراهه ای و خاک محدوده معدن نیزه آب مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور ۱۴ نمونه رسوب و خاک از محدوده مطالعاتی برداشت شد. با استفاده از نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده فاکتور غنی شدگی، شاخص زمین انباشت و ضریب همبستگی مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج بدست آمده از فاکتور غنی شدگی آرسنیک و کادمیوم در رده ی غنی شدگی بسیار ضعیف تا غنی شدگی بسیار شدید، سرب و کروم در رده ی غنی شدگی بسیار ضعیف تا غنی شدگی متوسط، بقیه عناصر در رده غنی شدگی بسیار ضعیف، و براساس شاخص زمین انباشت آرسنیک و کادمیوم در رده ی غیر آلوده تا به شدت آلوده و دیگر عناصر در رده ی غیر آلوده قرار دارند.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، فاکتور غنی شدگی، شاخص زمین انباشت، درج

۱- مقدمه

محیط زیست از ارکان توسعه پایدار در هر کشوری است و بدون توجه به مسئله محیط زیست، منابع طبیعی و انسانی دچار نقصان شده و پیامد های ناگواری را بر کره خاکی و حتی جوامع انسانی خواهد گذاشت (شهووری، و همکاران ۱۳۸۸). خاک به عنوان بخشی از اکوسیستم طبیعی وظایفی از قبیل ذخیره سازی، خنثی سازی، پاکسازی و انتقال عناصر را بر عهده دارد. یکی از اجزاء مهم خاک عناصر سنگین می باشند که نقش بسیار مهمی در فعالیت های زیستی و حاصلخیزی خاک ایفا می کنند. وجود این عناصر برای زنجیر های غذایی و موجودات زنده ضروری می باشد، اما افزایش این عناصر در خاک حتی به مقادیر بسیار کم اثرات زیانبار به دنبال دارد (Ahdy H. and Khaled A., 2009). وجود این عناصر در خاک به دو صورت طبیعی و بشر زاد می باشد. در حالت طبیعی وجود این عناصر در خاک ناشی از سازندهای زمین شناسی، چشمه های معدنی، معادن، فوران آتشفشانی و منابع آبهای شور و لب شور می باشد که اگر از حد مجاز فراتر رود به عنوان آلودگی نام برده می شود (Misra S.G. and Dinesh M., 2009).

معدن مرمریت نیزه آب در گستره ای بین طولهای جغرافیایی $33^{\circ} 12' 43''$ تا $33^{\circ} 13' 45''$ شرقی و عرضهای جغرافیایی $33^{\circ} 10' 03''$ تا $33^{\circ} 10' 43''$ شمالی واقع شده است. برای رسیدن به این منطقه بایستی ابتدا مسیر آسفالتی بیرجند به سریشه (۶۰ کیلومتر) و سپس سریشه به روستای درج (۷۰ کیلومتر) طی و سپس در مسیر خاکی جاده عشایری و جاده خاکی اختصاصی معدن (۳۰ کیلومتر) طی طریق نمائیم (شکل ۱).



شکل ۱-۱) راه های دسترسی به منطقه

منطقه ی مورد مطالعه تقریبا در مرکز نقشه ی ۱:۱۰۰۰۰۰ پرنگ قرار دارد. این منطقه در زون ساختاری نهبندان - خاش یا حوضه ی فیلیشی شرق ایران قرار دارد. که از دیدگاه های مختلف زمین شناسی بویژه تکتونیک ، یکی از پر تکاپو ترین پهنه های ساختاری ایران است. وجود زون های فیلیشی و افیولیتی که خاستگاه های تکتونیک فعال مانند راندگی ها و روراندها، کافتی شدن و نهستگی های همزمان با کوهزایی ها که با تشکیل توریدایت ها و رسوبات فیلیشی همراه است، از ویژگی های این زون محسوب می شود (نبوی م ح،، ۱۳۵۵). منطقه ی مورد نظر در قسمت شرقی یال ناودیس موسم به باران قرار دارد و در شرق منطقه آمیزه های رنگی مشاهده می شود. بررسی بخش های مختلف این ذخیره معدنی بیانگر وجود رگه های قرمز و زرد رنگی است که رآلگار و اورپیمنت می باشند. در این میان با توجه به آنکه یکی از شکل های تشکیل این کانی در محیط های آب گرم دمای پایین می باشد ، شرایط منطقه موجود منطبق با شکل گیری کانی فوق محسوب می گردد. لیتولوژی غالب منطقه در قسمت غربی عمدتا از کنگلومرا، ماسه سنگ، مارن، سیلتستون، گچ و سنگ آهک های نومولیت دار با سن پالئوژن است. توده ی معدنی مورد نظر نیز در قسمت شرقی با توده های مارنی کنتاکت دارد که مرز بین آنها را گسل تشکیل می دهد. در قسمت شرقی منطقه سنگ های فوق مافیک عمدتا هارزبورژیت و لرزولیت دیده می شود. در بعضی از نقاط هم توده های آندزیت و آندزیت بازالت رخنمون دارند. فعالیت های ماگمایی قسمت شرقی منطقه باعث ایجاد دگرگونی در ذخیره ی معدنی شده است. وبعد از گسلش سیالات حاصل از این فعالیت ها رگه های زرنیخ را تشکیل داده است.

۲- مواد و روش ها

به منظور تعیین غلظت عناصر سنگین در خاک و رسوبات آبراهه ای محدوده معدن مرمریت نیزه آب در آبان ۱۳۹۱ تعداد ۱۴ نمونه از نقاط مختلف محدوده مطالعاتی برداشت شد. برای این منظور از محیط شیمیایی خاک و از افق صفر تا ۳۰ سانتی متری نمونه برداری انجام شد. نمونه ها در داخل پاکت های پلاستیکی جمع آوری و به محیط آزمایشگاه انتقال یافتند. سپس به مدت ۴۸ ساعت در محیط آزمایشگاه خشک شده و از الک ۱۲۰ مش (Wei C.Y. and Chen T.B., 2006) عبور داده شدند و برای انجام آنالیز شیمیایی به روش ICP-MS به شرکت کانساران بینالود تهران انتقال یافتند. در این مطالعه غلظت عناصر سنگین As, Sb, Cd, Mn و Pb, Zn, Co, Cr, Ni در خاک های محدوده معدن مرمریت نیزه آب مورد بررسی قرار گرفت.

۳- بحث و بررسی

۳-۱- ارزیابی زیست محیطی و توزیع عناصر

به منظور تعیین میزان آلودگی خاک به فلزات سنگین در یک منطقه باید میزان غلظت عناصر در آن منطقه با یک استاندارد شناخته شده مقایسه شود. نتایج حاصل از تجزیه نمونه های خاک و رسوب منطقه و میانگین غلظت شیل جهانی (Turekian K.K. and Wedepohl K.H., 1961) در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین تمرکز عناصر در رسوبات و مقایسه با میانگین غلظت در شیل جهانی (برحسب میلیگرم در کیلوگرم)

S.ID	As	Sb	Cd	Cr	Pb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe
NS1	۱۱۰/۱	۰/۹۴	۰/۸	۴۹	۱۷	۷۴	۴۴	۱۳	۶۵۲	۲۸۵۱۷
NS2	۱۳/۵	۰/۹۹	۰/۲۶	۹۳	۱۹	۵۶	۴۱	۱۱	۵۸۸	۲۶۷۹۷
NS3	۲/۲	۰/۹۵	۰/۲۶	۱/۰۳	۱۴	۵۶	۵۵	۱۲	۶۳۵	۲۸۱۷۸
NS4	۲۰/۲	۰/۹۸	۰/۶	۸۳	۱۷	۵۶	۴۱	۱۱	۵۹۵	۲۶۱۳۸
NS5	۱۴/۵	۱	۰/۲۷	۱/۰۲	۲۱	۵۴	۴۳	۱۱	۵۸۴	۲۴۳۹۸
NS6	۲	۱/۰۳	۰/۲۶	۹۹	۱۸	۵۰	۴۵	۱۰	۵۶۱	۲۵۵۰۰
NS7	۲	۱	۰/۲۵	۹۱	۱۵	۵۳	۴۷	۱۲	۵۸۷	۲۷۰۳۵
NS8	۲/۱	۰/۹۷	۰/۲۴	۸۶	۱۶	۵۳	۴۲	۱۱	۵۵۳	۲۵۹۳۳
NS9	۱۹/۳	۰/۹	۰/۲۶	۷۷	۱۶	۴۹	۴۶	۱۰	۴۹۰	۲۴۴۷۰
NS10	۸۹۲۰	۰/۹۶	۴۸/۶	۴۶	۹	۴۹	۳۵	۹	۵۷۷	۱۹۵۷۲
NS11	۵۳۲۴۴	۰/۹۷	۳۰/۱۹	۲۶	۱۲	۴۷	۳۶	۱۲	۶۳۸	۱۷۱۸۶
NS12	۱۶۲/۱	۰/۹۴	۱/۱	۶۶	۱۷	۵۱	۴۱	۱۲	۵۸۶	۲۴۴۵۸
NS13	۸/۳	۱/۰۳	۰/۵	۷۲	۱۵	۵۱	۴۳	۱۱	۵۲۵	۲۴۷۴۴
NS14	۱۰۰/۵	۰/۹۷	۰/۶	۶۷	۱۶	۵۴	۴۳	۱۱	۶۰۰	۲۵۶۸۰
میانگین شیل جهانی	۱۳	۱/۵	۰/۳	۹۰	۲۰	۹۵	۶۸	۱۹	۸۵۰	۴۷۲۰۰

۳-۲- فاکتور غنی شدگی

فاکتور غنی شدگی جهت ارزیابی آلودگی خاک و رسوبات استفاده می شود که توسط بات - منارد و چیسلت در سال ۱۹۷۹ ارائه شد (Nikolaidis C. and Zafiriadis I., 2010).

فاکتور غنی شدگی از رابطه ی (۱) محاسبه می شود:

$$EF = [C_n (\text{sample}) / C_{ref} (\text{sample})] / [B_n (\text{background}) / B_{ref} (\text{background})] \quad (1)$$

که در آن C_n غلظت عنصر مورد نظر در نمونه؛ C_{ref} غلظت عنصر مرجع در نمونه و B_n غلظت عنصر مورد نظر در زمینه و B_{ref} غلظت عنصر مرجع در زمینه است. عنصر مرجع می تواند Si، Fe و Al باشد، که در بسیاری از مطالعات از عنصر آهن استفاده می شود (Zhang W. et al., 2009). در این مطالعه نیز از عنصر آهن به عنوان عنصر مرجع استفاده شده است. بر اساس فاکتور غنی شدگی، خاک ها از نظر آلودگی به پنج رده تقسیم می شوند (Loska K. et al., 2003) که با A، B، C، D و E کدگذاری شده اند و در جدول ۲ نشان داده شده است. مقادیر کمتر از ۲ غنی شدگی بسیار ضعیف، ۲ تا ۵ غنی شدگی متوسط، ۵ تا ۲۰ غنی شدگی قابل توجه، ۲۰ تا ۴۰ غنی شدگی شدید و بیشتر از ۴۰ غنی شدگی بسیار شدید را نشان می دهد.

جدول ۲- رده بندی فاکتور غنی شدگی

کد	فاکتور غنی شدگی	درجه غنی شدگی
A	$2 >$	غنی شدگی بسیار ضعیف
B	$2 - 5$	غنی شدگی متوسط
C	$5 - 20$	غنی شدگی قابل توجه
D	$20 - 40$	غنی شدگی شدید
E	$40 <$	غنی شدگی بسیار شدید

فاکتور غنی شدگی برای عناصر حاصل از آنالیز با استفاده از غلظت میانگین عناصر در شیل و بر اساس جدول ۲ کد گذاری شدند که نتایج آن در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- کد گذاری فاکتور غنی شدگی در نمونه های خاک و رسوب محدوده ی مطالعاتی

S.ID	As	Sb	Cd	Pb	Zn	Co	Cr	Ni	Mn
NS1	C	A	B	A	A	A	A	A	A
NS2	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS3	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS4	B	A	B	A	A	A	A	A	A
NS5	B	A	A	B	A	A	A	A	A
NS6	A	A	A	A	A	A	B	A	A
NS7	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS8	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS9	B	A	A	A	A	A	A	A	A
NS10	E	A	E	A	A	A	A	A	A
NS11	E	A	E	A	A	A	A	A	A
NS12	D	A	C	A	A	A	A	A	A
NS13	A	A	B	A	A	A	A	A	A
NS14	C	A	B	A	A	A	A	A	A

بررسی فاکتور غنی شدگی مطابق جدول ۳ نشان می دهد که آرسنیک و کادمیوم در رده ی غنی شدگی بسیار ضعیف تا غنی شدگی بسیار شدید، سرب و کروم در رده ی غنی شدگی بسیار ضعیف تا غنی شدگی متوسط، و بقیه عناصر در رده ی غنی شدگی بسیار ضعیف قرار دارند.

۳-۳ شاخص زمین انباشت (Igeo)

شاخص زمین انباشت (Geoaccumulation) که ابتدا توسط مولر (Muller V., 1979) معرفی شده است، شاخص دیگری است که می تواند درجه آلاینده‌گی خاک و رسوب را تعیین نماید. این شاخص از رابطه (۲) بدست می آید.

$$I_{geo} = \text{Log}_2 [C_n / 1.5B_n] \quad (2)$$

در این رابطه I_{geo} شاخص زمین انباشت، C_n غلظت عنصر مورد نظر در نمونه خاک و رسوب، B_n غلظت عنصر مورد نظر در زمینه و ضریب ۱/۵ نیز برای تصحیح لیتولوژی اعمال می شود (Solomons W. and Forster U.M., 1984). براساس شاخص زمین انباشت خاک ها از نظر آلودگی به هفت رده تقسیم می شوند که در جدول ۴ نشان داده شده است. در جات آلودگی از A تا G کد گذاری شده اند.

جدول ۴- رده بندی شاخص زمین انباشت

کد	شاخص زمین انباشت	درجه آلودگی
A	۰ <	غیر آلوده
B	۰-۱	غیر آلوده تا متوسط آلوده
C	۱-۲	متوسط آلوده
D	۲-۳	متوسط آلوده تا بالا آلوده
E	۳-۴	بالا آلوده
F	۴-۵	بالا آلوده تا بشدت آلوده
G	۵ <	بشدت آلوده

شاخص زمین انباشت برای عناصر حاصل از آنالیز نمونه های خاک و رسوب با استفاده از غلظت میانگین عناصر در شیل محاسبه و بر اساس جدول ۴ کد گذاری شدند که نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- کد گذاری شاخص زمین انباشت نمونه های خاک و رسوب محدوده ی مطالعاتی

S.ID	As	Sb	Cd	Pb	Zn	Co	Cr	Ni	Mn
NS1	D	A	B	A	A	A	A	A	A
NS2	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS3	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS4	B	A	B	A	A	A	A	A	A
NS5	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS6	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS7	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS8	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS9	A	A	A	A	A	A	A	A	A
NS10	G	A	G	A	A	A	A	A	A
NS11	G	A	G	A	A	A	A	A	A
NS12	E	A	C	A	A	A	A	A	A
NS13	A	A	B	A	A	A	A	A	A
NS14	D	A	B	A	A	A	A	A	A

بر اساس جدول ۵ بررسی شاخص زمین انباشت نشان می دهد که آرسنیک و کادمیوم در رده ی غیر آلوده تا به شدت آلوده و بقیه ی عناصر در رده ی غیر آلوده قرار دارند.

۳-۴- بررسی ماتریکس همبستگی بعضی از عناصر با پارامترهای اندازه گیری شده در خاک و رسوب محدوده ی مطالعاتی

به منظور بررسی رابطه همبستگی بین برخی عناصر و پارامترهای مورد ارزیابی در نمونه های خاک و رسوب از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد (جدول ۴-۷). به طور کلی عناصری که رابطه همبستگی مثبتی را با یکدیگر نشان می دهند دارای ویژگی های ژئوشیمیایی مشابه بوده و تجمع و پراکندگی مشابهی را نشان می دهند. بررسی ماتریکس همبستگی در جدول نشان می دهد که همبستگی مثبت و بسیار قوی با ضریب قطعیت ۹۹ درصد بین پارامترهای آرسنیک و کادمیم احتمالاً نشان دهنده ی منشا مشترک بین این دو عنصر باشد. اکثر فلزات سنگین با pH همبستگی منفی دارند. آرسنیک و کادمیم با pH همبستگی مثبت دارند که نشان دهنده ی نقش مثبت pH در آزاد سازی این دو پارامتر در خاک دارد. همبستگی مثبت کروم و نیکل به خاطر خصوصیات شیمیایی و منشا مشترک آن ها می باشد.

جدول ۶- مقادیر ضریب همبستگی پیرسون بین متغیرهای مورد بررسی

	As	Cd	Sb	Pb	Zn	Cr	Co	Mn	Ni	OM	CCE	pH	EC
As	<i>I</i>												
Cd	۱/۰۰۰**	۱											
Sb	-۰/۰۴۹	۰/۰۴۷	۱										
Pb	-۰/۴۹۰	۰/۴۸۶	۰/۲۲۶	۱									
Zn	-۰/۳۳۵	-۰/۳۳۴	-۰/۱۷۶	۰/۳۲۲	۱								
Cr	-۰/۶۸۳**	-۰/۶۸۱**	۰/۳۳۶	۰/۶۱۶*	-۰/۰۱۰	۱							
Co	۰/۱۴۱	۰/۱۴۵	-۰/۱۲۰	۰/۲۱۲	۰/۵۸۳*	-۰/۱۱۵	۱						
Mn	۰/۳۵۵	۰/۳۵۵	-۰/۰۵۴	-۰/۱۰۱	۰/۵۲۳	-۰/۲۷۹	۰/۶۵۳*	۱					
Ni	-۰/۵۰۰	۰/۴۹۷	-۰/۰۷۲	۰/۲۷۹	۰/۲۵۹	۰/۶۵۵**	۰/۳۱۲	۰/۰۱۴	۱				
OM	-۰/۰۹۰	-۰/۰۸۹	-۰/۲۵۸	۰/۱۷۵	۰/۸۷۹**	-۰/۲۲۷	۰/۵۴۰*	۰/۴۵۲	۰/۱۹۹	۱			
CCE	۰/۴۷۶	۰/۴۷۱	-۰/۰۹۴	-۰/۵۳۳*	-۰/۵۲۵	-۰/۴۰۰	-۰/۵۸۱*	-۰/۱۱۰	-۰/۷۰۳**	-۰/۴۲۶	۱		
pH	۰/۶۵۱*	۰/۶۵۳*	-۰/۱۸۲	-۰/۰۵۰	۰/۲۶۰	-۰/۵۶۳*	۰/۵۳۱	۰/۵۶۹*	-۰/۱۷۸	۰/۳۹۸	-۰/۱۶۸	۱	
EC	۰/۴۷۱	۰/۴۷۱	-۰/۲۴۳	-۰/۲۳۱	-۰/۲۵۹	-۰/۴۶۰	-۰/۰۴۰	۰/۰۸۳	-۰/۲۱۲	-۰/۱۴۹	۰/۰۳۷	۰/۶۷۸**	۱

۳- نتیجه گیری

بررسی رسوبات و خاک محدود معدن نیزه آب نشان می دهد که عناصر آرسنیک و کادمیوم دارای غلظت بیشتر از غلظت میانگین این عناصر در شیل جهانی دارد. براساس فاکتور غنی شدگی آرسنیک و کادمیوم در رده ی غنی شدگی بسیار ضعیف تا غنی شدگی بسار شدید، سرب و کروم در رده ی غنی شدگی بسیار ضعیف تا غنی شدگی متوسط، و بقیه عناصر در رده ی غنی شدگی بسیار ضعیف جاری دارند. بررسی شاخص زمین انباشت نشان داد که آرسنیک و کادمیوم در رده ی غیر آلوده تا به شدت آلوده و بقیه ی عناصر در رده ی غیر آلوده قرار دارند. نمونه های NS10، NS11 و NS12 که نزدیک محدوده ی معدن هستند دارای آلودگی شدیداند که نشان دهنده ی آلودگی بشر زاد می باشند.

منابع

شهورزی ر، شکری زاده ق، باغستانی پ، (۱۳۸۸). "ارزیابی مخاطرات زیست محیطی معادن سنگ آهن به روش EFMEA"، دومین کنفرانس بین المللی سلامت، ایمنی و محیط زیست، تهران.

نبوی م ح، (۱۳۵۵). "دیاچه ای بر زمین شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۱۰۹ص.

- Coburn, A. and Spence, R., (2002). "Earthquake Protection", John Wiley & Sons, Ltd, England.
- Loska K., Wiechual D., Barska B., Cebula E., Chojnecka A., (2003). "Assessment of arsenic enrichment of cultivated soils in southern Poland", Journal of environmental studies, 12(2), pp. 187-192.
- Muller V., (1979). "Geochemical index for pollution assessment in aquatic environment", Springer verlag, N. Y.
- Nikolaidis C., Zafiriadis I., (2010). "metal pollution associated with an abandoned lead – zinc mine in the kirki region", NE, Greece, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, DOI.
- Solomons W., Forster U,m (1984). "Metals in the Hydrocycle", New York, Springer – Verlag. P. 349.
- Turkian K.K., Wedephol K.h., (1964). "Distribution of the elements in major units of the earth crust", Geological Society of America Bulletin, 72, pp. 175 – 192.
- Wei, C. Y. and Chen, T. B. (2006) "Arsenic accumulation by two brake ferns growing on an arsenic mine and their potential in phytoremediation", Chemosphere, 63, pp. 1084-1053.
- Zhang W., Feng H., Chang J., Qu J., Xie H., Yu L., (2009). "Heavy metal contamination in surface sediments of yongtze river intertidal zone: An assessment from different indexes", Environmental pollution, 157, p. 1533-1543.