علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره چهار، تیرماه ۹۸

سهم منابع طبیعی و انسان ساخت در توزیع عناصرسنگین در خاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم

مریم رفعتی[۱]

آرمیتاتقوی[۲]*

armita.taghavi66@yahoo.com

عبدالرضا کرباسی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۰۸ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۱۱/۲۰**

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام این مطالعه بررسی آلودگی خاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم به فلزات سنگین منگنز ، نیکل ، سرب و مقایسه روش های مولر و کرباسی در تعیین شاخص آلودگی و تعیین سهم طبیعی و انسان ساخت عناصرمذکور درمنطقه مورد مطالعه است.

روش بررسی: جهت انجام این مطالعه ۳ نمونه به صورت سیستماتیک از عمق ۵- ۲۵ سانتی متری خاک برداشت و مخلوط شده و یک نمونه مرکب به آزمایشگاه منتقل گردید تا غلظت کل فلزات منگنز، نیکل و سرب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در نمونه مذکور اندازه گیری گردد. سپس شاخص های زمین انباشتگی مولر (Igeo) و کرباسی (Ipoll) جهت تعیین میزان آلودگی منطقه مورد استفاده قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که غلظت منگنزو نیکل، کم تر و غلظت سرب بیش تراز حداکثر میانگین غلظت قابل قبول در پوسته زمین و شیل بود. میزان Igeo برای همه فلزات بین ۰ تا۱ بود و میزان Ipoll بین ۱ تا ۲ بود،که نشان می دهد آلودگی خاک به ترتیب در رده غیرآلوده و کمی آلوده است.

بحث و نتیجه گیری : شاخص ژئوشیمیایی کرباسی درتعیین آلودگی منطقه کارآمدتر ازشاخص ژئوشیمیایی مولر بوده و سهم فاز انسان ساخت عناصر سنگین به صورت سرب(۱۶ درصد)> نیکل(۸ درصد)> منگنز(۵ درصد) محاسبه شد.

واژه‌های کلیدی: عناصرسنگین ، شاخص زمین انباشتگی، تفکیک شیمیایی تک مرحله ای، معدن منگنز ونارچ قم.

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- کارشناس بازرسی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استاد دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.4, June, 2019

Share of Natural and Anthropogenic Resources in Heavy Metals Distribution in the Soils arround Venarch Manganese Mine in Qom

Maryam Rafati [1]
Armita Taghavi [2*]
Armita.taghavi66@yahoo.com
Abdolreza Karbassi [3]

Admission Date: February 9, 2016 Date Received: September 30, 2015

Abstract

Background and Objective: The aim of this study was to evaluate contamination of the soils around Venarch manganese mine in Qom with heavy metals such as manganese, nickel and lead. It is also attempted to compare the Muller's and Karbassi's methods for determining the pollution index and the natural and anthropogenic share of the mentioned elements in the study area.

in of Geoaccumulation index (Igeo) and (Ipoll), heavy metals of natural and anthropotogenic fase contribution in the region.

Method: To perform this study, 3 samples were systematically collected from soil at the depths of 5 - 25 cm and mixed together to make a compound sample which was transferred to the laboratory. The concentrations of manganese, nickel and lead were measured using a spectrophotometer. Then the Muller's Geoaccumulation index (Igeo) and the Karbassi's Pollution Index (Ipoll) were employed to determine the intensity of pollution in the study area.

Findings: The results of bulk digestion showed that concentrations of Mn and Ni are lower and concentration of Pb is higher than the maximum average concentrations in the Earth's crust and shale. Igeo was in the range of 0-1 and Ipoll was in the range of 1-2 for all metals, respectively showing that soil pollution is classified as unpolluted and slightly polluted.

Discussion and Counclusion: Karbassi's Ipoll was found to be more efficient than Muller's Igeo in determining the amount of contamination in the region. The share of heavy metals in anthropogenic phase was determined as the following order: Pb (16%)> Ni (8%)> Mn (5%).

Keywords: Heavy metals, Geoaccumulation index, Single Phase Chemical Partitioning, Venarch Manganese Mine.

1 Young Researchers and Elite Club, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2 Expert of Inspection Department of Natural Resources, Tehran, Iran. **(Corresponding Author)*
3 Full Professor of Environment Faculty, Tehran University, Tehran, Iran.

مقدمه

خاک اساس هستی، تولید و انبار مواد خام است و نقش بسیار مهمی در زندگی انسان ایفا می‌کند. نقش عمومی خاک نسبت به آب و هوا از اهمیت بیش تری برخوردار است. حفاظت خاک به عنوان یک وظیفه زیست محیطی مانند آب و هوا واجب و ضروری می‌باشد. یکی از موارد مهم آلودگی خاک، فلزات سنگین و افزایش میزان آن ها در خاک است. این فلزات از جمله آلاینده هایی هستند که به طور طبیعی ، به مقدار کم در خاک ها وجود دارند، اما فعالیت های نظیر معدن کاری، خروجی های صنایع، استفاده از کودهای شیمیایی و آفت کش ها، آبیاری با فاضلاب های آلوده در کشاورزی و سوزانیدن سوخت های فسیلی و زباله موجب افزایش میزان آن ها در خاک می گردد(۱).

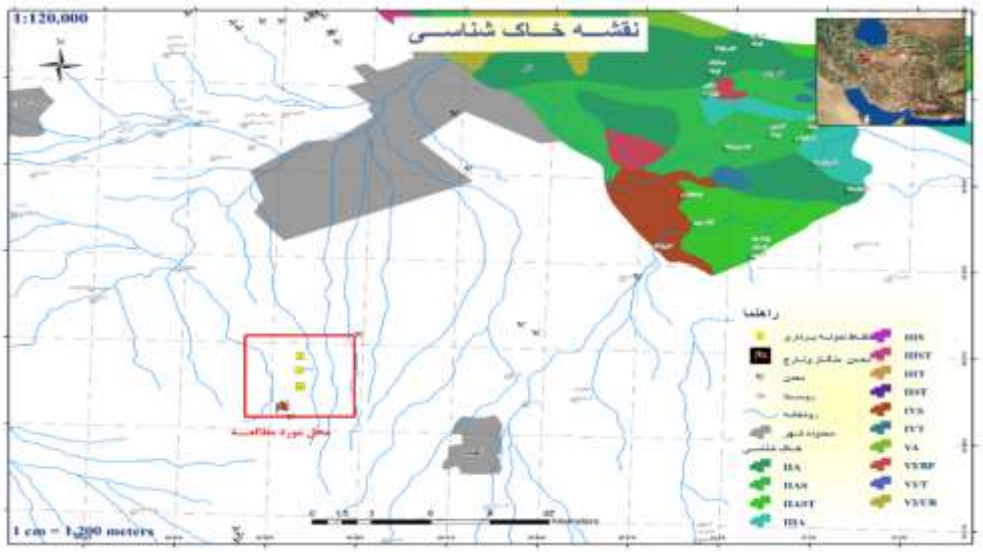
فلزات سنگین پس از اضافه شدن به خاک، روی سطوح کمپلکس جذب کننده خاک قرار گرفته، از طریق زنجیره غذایی وارد بدن جانوران و یا انسان ها شده و با اتصالشان به مولکول های آلی علاوه بر تخریب آن ها، در بدن انباشته می‌شوند. هم چنین سبب آسیب به ماده وراثتی، لیپیدهای غشاء و پروتیین‌ها شده و به واسطه توانایی جهش‌زایی‌شان می‌توانند اثرات سرطان‌زایی داشته باشند (۲). در کشورهای پیشرفته تحقیقات وسیعی بر روی خاک و فلزات سنگین همراه آن ها انجام گرفته است. در مورد معادن فلزی و آلودگی ناشی از آن ها نیز تحقیقات داخلی و خارجی زیادی صورت پذیرفته است (۳، ۴ ، ۵، ۶، ۷ ، ۸ ، ۹)

کانسار ونارچ در۲۷ کیلومتری جنوب غرب شهرستان قم قرار دارد. کانسارمذکور در موقعیت عرض ۳۴/۲۰ تا ۳۴/۳۸ و طول ۵۰/۳۵ تا ۵۰/۵۵ در ایران مرکزی واقع شده است. این ناحیه در بخش شمالی رشته کوه کرکس ، با روند شمال غربی- جنوب شرقی واقع است. حداکثر ارتفاع منطقه به طور مطلق ۱۷۰۰متر و ارتفاع آن از۱۵۰متر تجاوز نمی کند. این ارتفاع نسبی در معدن از ۷۰ متر بیش تر نیست. روستا نسبت به معدن در دشت قرار گرفته و طبق نمودارهای گل باد ایستگاه کهک که در فاصله ۲ کیلومتری از معدن قرار دارد، جهت غالب بادهای ناحیه به سمت شمال شرق است که با روند ارتفاعات منطقه نیز هم خوانی دارد. آب و هوای ناحیه نسبتاً خشک و کم باران بوده و تغییرات درجه حرارت از حدود ۴۵+ در تابستان تا حدود ۱۵- درجه سانتی‌گراد در زمستان متغیر است. هدف اصلی از انجام این مطالعه، بررسی آلودگی خاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم به فلزات سنگین منگنز، نیکل و سرب، به منظور تعیین سهم طبیعی و انسان ساخت آن ها در منطقه است. علاوه براین مقایسه غلظت های عناصرسنگین مذکور با پوسته زمین و شیل و مقایسه روش های مولر و کرباسی در تعیین شاخص آلودگی منطقه به منظور ارایه روش کارآمدتر، از دیگر موارد بررسی شده در این پژوهش می باشد.

مواد و روش ها

ابتدا یک نمونه خاک از فاصله یک کیلومتری از معدن منگنز ونارچ قم در جهت باد غالب این منطقه (جهت باد به سمت روستا است و روستای ونارچ در۲ کیلومتری از معدن قرار دارد)، سپس نمونه خاک دوم از داخل روستا و نمونه سوم از یک کیلومتری بعد از روستا از عمق ۵-۲۵ سانتی متری خاک توسط بیلچه برداشت شد. سپس نمونه های برداشت شده در کیسه نایلونی ریخته و برچسب گذاری (ثبت مشخصات محل نمونه برداری و مختصات جغرافیایی) گردیدند. نمونه های جمع آوری شده باهم مخلوط شده و جهت آماده سازی و انجام آزمایشات (تجزیه کامل نمونه ، تفکیک شیمیایی تک مرحله ای و تعیین بار آلی خاک) به آزمایش گاه منتقل گردیدند.

در روش تجزیه کامل نمونه های جمع آوری شده از الک ۲۳۰ (معادل ۶۳ میکرون) گذرانده شدند تا عوامل رقیق کننده (شن و سیلیت درشت) از نمونه حذف شود . سپس رسوبات به مدت ۲۴ ساعت، تحت دمای ۷۰ درجه سانتی گراد و توسط هاون عقیق پودر شدند تا نمونه به صورت یکنواخت درآمده و تجزیه توسط اسید راحت تر صورت پذیرد .



شکل۱ - محل های نمونه برداری ازخاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم درسه نقطه به فواصل یک کیلومتر (۱۰)

Figure 1- Sampling places from the Surrounding Soils of Venarch Manganese Mine in Qom in tree points.

برای هضم نمونه های خاک (تجزیه کامل)، نیم گرم ازنمونه الک شده و خشک شده را برداشته و به منظور جلوگیری از جوش و خروش کربنات ها، ابتدا ۰/۱ سی سی (معادل ۲ قطره خروجی از نوک پیپت) اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال روی نمونه در داخل بشرتفلونی ریخته و سپس برای تجزیه سیلیکات های خاک ۵ سی سی از فلوئوریک اسید اضافه گردید و روی حمام شن تا ۱۲۵ درجه سانتی گراد حرارت داده شد.

سپس به هر نمونه ۷ سی سی تیزاب سلطانی (ترکیب HCl, HNO_3 به نسبت ۳ : ۱) به منظور تجزیه نیترات ها و کربنات های خاک افزوده و روی حمام شن تا ۱۲۵ درجه سانتی گراد حرارت داده شد. پس از آن که حدود ۶/۵ سی سی از این ۷ سی سی اسید تبخیر گردید، نمونه از روی حمام شن برداشته می شود. پس از آن، برای درهم شکستن مواد آلی، ۳ سی سی اسید پرکلریک (برای تجزیه مواد آلی نمونه) اضافه و نمونه را تا مرز خشک شدن حرارت داده تا دمای آن با دمای اتاق آزمایش گاه متعادل گردد. نهایتاً توسط اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال حجم نمونه در بالن ژوژه به ۵۰ سی سی رسانده شد. غلظت عناصر با استفاده از دستگاه جذب اتمی (AAS) اندازه گیری گردید(۷).

در روش تفکیک شیمیایی تک مرحله ای۲ گرم از نمونه خشک شده برداشته و به آن ۱۵سی سی اسید کلریدریک ۰/۵۳ نرمال اضافه گردید. این ماده باعث شکست پیوند سست و سولفیدی خواهد شد. ارلن مایر به مدت ۳۰ دقیقه بر روی دستگاه تکان دهنده قرار گرفت. سپس فیلتر شد و به حجم ۵۰ سی سی رسید. غلظت قرائت شده توسط جذب اتمی منهای ۱۰ درصد غلظت کل، نشان دهنده میزان آلودگی خواهد بود. از تفاضل عدد تجزیه کامل و عدد تفکیک شیمیایی برای هر عنصر در نمونه می توان بخش زمینی و غیر آلوده را مشخص کرد و عدد تفکیک شیمیایی منهای ۱۰ درصد غلظت کل فاز سخت، برابر آلودگی خواهد بود (۱۱)

جهت تعیین شدت آلودگی عناصر مورد مطالعه از شاخص ژئوشیمیایی مولر(فرمول ۱) و کرباسی (فرمول ۲) استفاده شد که اساس محاسبات آن بر اساس فرمول های زیر استوار است:

$$I_{geo} = Log_2\left[\frac{Cn}{Bnx1/5}\right] \qquad (۱)$$

I_{geo} = شاخص شدت آلودگی در خاک

Cn = غلظت فلزسنگین در مطالعه حاضر

Bn = غلظت فلز سنگین در سنگ شیل

۱/۵ = عامل تصحیح شیل

$$I_{Poll} = Log_{۲}\ \frac{Cn}{Bn} \qquad (۲)$$

Bn = غلظت پیشین عنصر در خاک زمانی که آلودگی وجود نداشته است

Cn = غلظت فعلی عنصر در خاک

یافته ها

نتایج حاصل ازتجزیه کامل نمونه خاک اطراف معدن منگنز ونارچ قم و مقایسه آن با استانداردهای جهانی، درجدول (۱) ارایه شده است.

این جدول نشان می دهد که میانگین غلظت منگنز و نیکل (۴۳۲ و۱۳ میلی گرم در کیلوگرم) از میانگین غلظت های پوسته ی زمین و شیل پایین تر و میانگین غلظت سرب (۲۱ میلی گرم در کیلوگرم) از میانگین غلظت های پوسته ی زمین و شیل بالاتر قرار گرفته است. علت این امر آن است که محدوده ی مورد مطالعه از نظر زمین شناسی به صورت زمین ساخت دارای این فلزات است. از طرفی میزان منگنز بسیار بیش تر از مقدار میانگین آن در خاک ها است. چرا که در محدوده معدن منگنز، نمونه برداری از خاک منطقه صورت پذیرفته است. بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که غلظت های عناصر سنگین در واحدهای مختلف زمین شناسی بسیار متفاوت بوده و مقایسه غلظت ها با میانگین های پوسته زمین وخاک نتیجه-ی خاصی را در اختیار نمی گذارد.

جدول۱- نتایج آنالیز هضم کامل در خاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم و مقایسه آن با استانداردهای جهانی (12)(mg/kg)

Table1- The results of bulk digestion in the Surrounding Soils of Venarch Manganese Mine in Qom and comparision with global standards (mg / kg).

نوع عنصر	منگنز	نیکل	سرب
غلظت عنصردر منطقه	۴۳۲	۱۳	۲۱
میانگین پوسته زمین	۹۵۰	۸۰	۱۴
خاک‌ها	۱	۵۰	۳۵
شیل	۸۵۰	۶۸	۲۰

نتایج تفکیک شیمیایی تک مرحله ای خاک اطراف معدن منگنز و نارچ قم در جدول ۲ و مقایسه سهم آلودگی فازهای انسان ساخت و طبیعی آن ها در نمودار (۱) آورده شده است.

جدول۲- نتایج تفکیک شیمیایی تک مرحله ای خاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم (mg/kg)

Table 2- The results of chemical separation in the Surrounding Soils of Venarch Manganese Mine in Qom (mg / kg).

عنصر / غلظت	منگنز	نیکل	سرب
فاز زمینی	۴۱۰	۱۲	۱۷/۵
فاز انسان ساخت	۲۲	۱	۳/۵
	۲۲	۱	۳/۵

نمودار۱- مقایسه سهم آلودگی انسان ساخت و طبیعی فلزات سنگین در خاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم

Chart 1- Comparision between antropogenic and nautral pollution share of heavy metals in the Surrounding Soils of Venarch Manganese Mine in Qom.

نتایج مربوط به این دو نشان می دهد که ترتیب کنترل زمین شناسی یا درصدی که عناصر در فازهای زمینی و انسان ساخت قرار دارند به شرح زیر است:

فاز زمینی $Mn(۹۵\%) > Ni(۹۲\%) > Pb(۸۴\%)$

فاز انسان ساخت $Pb(۱۶\%) > Ni(۸\%) > Mn(۵\%)$

هم چنین با استفاده از فرمول شاخص ژئوشیمیایی مولر(I_{geo}) و شاخص ژئوشیمیایی کرباسی (I_{pol})

جدول ۳- شدت آلودگی شاخص ژئوشیمیایی مولر (I_{geo})و کرباسی (I_{poll})

Table 3- Pollution intensity for (Igeo) and (Ipoll) Geoaccumulation indexs.

فاقد آلودگی	$0 \le I_{geo}, I_{poll} < 1$
آلودگی کم	$۱ \le I_{geo}, I_{poll} < ۲$
آلودگی متوسط	$۲ \le I_{geo}, I_{poll} < ۳$
آلودگی زیاد	$۳ \le I_{geo}, I_{poll} < ۴$
آلودگی شدید	$۴ \le I_{geo}, I_{poll} < ۵$
آلودگی بسیار شدید	$I_{geo}, I_{poll} \ge ۵$

جدول ۴-میزان آلودگی خاک های محدوده اطراف معدن منگنز ونارچ قم بر اساس شاخص ژئوشیمیایی مولر(Igeo) **و کرباسی** (Ipoll)

Table 4- Pollution amount of Surrounding Soils of Venarch Manganese Mine in Qom based on (Igeo) and (Ipoll) Geoaccumulation indexs.

عنصر	منگنز (Mn)	سرب (Pb)	نیکل (Ni)
Ipoll	۱/۰۰۸	۰۶۳/۱	۰۳۲/۱
Igeo	۰	۰	۰
شدت آلودگی(Ipoll)	کمی آلوده	کمی آلوده	کمی آلوده
شدت آلودگی(Igeo)	غیرآلوده	غیرآلوده	غیرآلوده

با مقایسه اعداد به دست آمده از هر شاخص با جدول(۴)، می-توان نتیجه گرفت که شدت آلودگی عناصر سنگین در خاک-های اطراف معدن منگنز ونارچ با استفاده از شاخص ژئوشیمیایی مولر، در محدوده ۰-۱ و در رده غیرآلوده (با درجه آلودگی۱ برای منگنز، نیکل وسرب) قرارمی گیرد. هم چنین میزان Ipoll برای همه فلزات مورد مطالعه بین ۱ تا ۲ به دست آمد و بدان معناست که خاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم در رده کمی آلوده قرار دارد.

بحث و نتیجه گیری

با انجام آزمایشات تفکیک شیمیایی می توان علاوه بر مشخص نمودن منشأ و نوع پیوند عناصر، میزان حضور آن‌ها را در بخش های مربوط به فازهای ضعیف معدنی، سولفیدی و آلی (این پیوندها از لحاظ ظرفیت تبادل کاتیونی در حالت اشباع، غیر اشباع و نیز جذب سطحی عناصر با کلوییدهای آلی و معدنی رسوبات اهمیت دارند) تعیین کرد که از لحاظ زیست محیطی حایز اهمیت بوده و ممکن است به عنوان آلودگی درنظرگرفته شود. ولی عناصر موجود در فاز سخت معدنی جزء آلودگی نبوده و به عنوان حد مجاز قابل قبول در نظر گرفته می شوند.

با توجه به آزمایش های انجام شده بر روی خاک های اطراف معدن منگنز ونارچ قم که شامل تجزیه کامل و تفکیک شیمیایی تک مرحله ای است و با محاسبه درصد حضور عناصرسنگین در فاز طبیعی و انسان ساخت ، می توان به این نتیجه رسید که در فاز زمینی میزان منگنز بیش تر از نیکل و سرب است، ولی در فاز انسان ساخت، میزان سرب از نیکل و منگنز بالاتر است. علت این است که میزان منگنز و نیکل بصورت طبیعی در ترکیب پوسته زمین بسیار بیش تر از سرب است. سرب از جمله عناصر سمی است که به صورت طبیعی به مقدار بسیار کم در پوسته زمین وجود داشته و علت زیاد بودن آن در منطقه مرتبط با فعالیت های انسانی یعنی همان فاز انسان ساخت است. در مطالعه ای که بر روی اندازه‌گیری میزان فلزات سنگین در خاک های اطراف نیروگاه‌های حرارتی انجام شد، مشخص گردید که در اکثر نمونه‌های خاک ، میزان فلزات اندازه گیری شده مطابق با مقدار طبیعی آن ها در خاک بود (۷) . تحقیق حاضر درمقایسه با تحقیق Popescu دارای نتایج مشابه بوده و دراین مطالعه تنها غلظت سرب بالاتر از پوسته زمین اندازه گیری گردید. هم چنین درسال ۲۰۰۷ بررسی غلظت عناصر سنگین در خاک های پارک ملت نشان داد که غلظت فلز سرب در منطقه بسیار بالاتر از سایر عناصر مورد بررسی می‌باشد (۸) که نتیجه این مطالعه نیز با تحقیق حاضر هم خوانی دارد.

علاوه بر این، بر اساس مقایسه بین شاخص های مولر و کرباسی در تعیین میزان آلودگی، خاک های منطقه مورد مطالعه به ترتیب غیر آلوده و کمی آلوده است که با توجه به نتایج آزمایشات مطالعه حاضر، می‌توان عنوان کرد که شاخص ژئوشیمیایی کرباسی کارآمدتر از شاخص ژئوشیمیایی مولر در تعیین شاخص آلودگی منطقه است. این نتایج با یافته های حاصل از بررسی Papafilippaki در سال ۲۰۰۸ مغایرت دارد . این محقق در بررسی خود که بر روی خاک های اطراف منطقه صنعتی هراکلیون - کرت یونان صورت پذیرفت، نشان داد که خاک برای فلزات مس، روی و سرب غیرآلوده و برای فلزات کادمیوم و نیکل دارای آلودگی متوسط است.

در ایران نیز درسال ۲۰۱۳ مطالعاتی درخصوص معدن منگنز رباط کریم صورت گرفت که نتایج آن مشابه تحقیق حاضر است. در این مطالعه که توسط کاشی پور صورت پذیرفت، خاک‌های اطراف معدن منگنز رباط کریم ، طبق شاخص ژئوشیمیایی مولر و کرباسی نسبت به فلزات سنگین منگنز، سرب و نیکل در رده خاک های غیرآلوده تا کمی آلوده قرار گرفت (۵).

Reference

1. Clik A., Kartal, A. and Kaska, Y. (2005). Determining the heavy metal pollution in Denizil (Turkey) by using Robinia pseudo-acacia L., environmental enternational, 31, 105-112.
2. Yang, X.E. Long, X.X. Ye, H.B. He, Z.L. Calvert, D.V. Stoffella, P.J. (2005) Cadmium tolerance and hyperaccumulation in a new Zn-hyperaccumulating plant species

(Sedum alfredii Hance), Plant Soil, 259, 181–189

3. Mwegoha, W.J.S. and Kihampa, C. 2010. Heavy metal contamination in agricultural soils and water in Dar es Salaam city, Tanzania.African Journal of Environmental Science and Technology. 4(11), 763-769.
4. Jankiewicz, B., Adamczyk, D. 2010. Assessing heavy metal content in soils surrounding a power, Plant.Polish J. of Environ. Stud.849-853
5. Khasipoor, A. 2013. Pollution risk assessment of heavy metals (Pb, Mn, Ni) in the soils around Robat Karim manganese mine, Master thesis of environment, Islamic Azad university, Science and research branch of Tehran (In persian).
6. Papafilippaki, A., Velegraki, D., Vlachaki, C., and Stavroulakis, G. 2008. Levelas of heavy metal and bioavailability in soils from the induseial area of Heraklion- Crete, Greece.Laboratory of Water & Soil Resources Quality Control, Technological Educational Institute of Crete, 73133 Chanina, Greece.
7. Popescu, L. and Stanca. A. 2008. Monitoring of heavy metal soil contents in the area of thermal power plants in Romania. World Academy of Science, Engineering and Technoligy .44:2008.
8. Mosayyebizadeh, S. S. 2007. Investigation on elements concentration in Mellat park soils, Master thesis of environment, Islamic Azad university, Science and research branch of Tehran (In persian).
9. Barzegari, Z. 2007. Investigation on Heavy metals distribution in Science and research branch in Tehran, Master thesis of environment, Islamic Azad university, Science and research branch of Tehran (In persian).
10. http://moe.gov.ir/Sites-of-Water-Electricity/Specialized-holding-companies.
11. Karbassi, A. R. Bayati, A. 2007. Environmental Geochemistry, Kavosh Galam press, Tehran, Iran, 258 p (In persian).
12. Bowen, H. J. M., 1979," Environmental Geochemistry of the Elements" Academic Press, London, England, 333p.
13. Karbassi, A. R. 1996, "Geochmistry of Ni, Zn, Cu, Pb, Co, Cd, V, Mn, Fe, Al, and Ca in Sediments of North Western part of the Persian Gulf “ntl. J. Env. Studies, v. 54, pp. 205 – 212.