علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، شماره دو، تابستان ۹۵

بررسی تراکم فلزات‌سنگین و تعیین همبستگی بین آن‌ها با ویژگی‌های خاک در توابع شهرستان هشترود، استان آذربایجان‌شرقی

آزیتا بهبهانی نیا [۱]*

azitabehbahani@yahoo.com

رامین سلماسی [۲]

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۸ **تاریخ پذیرش:۹۰/۹/۱۹**

چکیده

زمینه و هدف: مقادیر بالای فلزات سنگین در آب های سطحی و زیرزمینی روستاهای اطراف شهرستان هشترود، باعث می شود که خاک های پذیرنده این منابع آبی، با فلزات سنگین آلوده گردند. تعیین میزان کل فلزات سنگین در خاک‌های روستاهای آلوده اطراف شهرستان هشترود و تعیین رابطه احتمالی بین عناصر و نیز بین ویژگی های خاک و عناصر اهداف این مقاله را در بر می گیرند.

روش بررسی: پس از انجام بررسی‌های صحرایی و نمونه‌برداری از خاک های منطقه و تجزیه ویژگی های فیزیکی و شیمیایی و نیز فلزات سنگین در آن ها، تجزیه و تحلیل‌های لازم بر اساس تعیین ضرایب همبستگی بین عناصر و ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی نمونه‌های خاک و نیز آنالیزخوشه ای انجام گرفت.

یافته‌ها: مس با کربن آلی و آلومینیوم، کروم، منگنز با درصد رس نمونه های خاک همبستگی مثبت داشته اند. در طبقه‌بندی یافته های بدست آمده این پژوهش با استفاده از آنالیز خوشه ای، ۵ شاخه اصلی تشکیل شدند که با یافته های تعیین ضرایب همبستگی همخوانی نشان دادند.

بحث و نتیجه گیری: دامنه کم اسیدیته خاک های مورد آزمایش، باعث شد که ارتباط ضعیفی بین میزان فلزات سنگین خاک و اسیدیته بدست آید. جذب ترجیحی مس توسط جزء آلی خاک، علت همبستگی بالای این عنصر با مواد آلی خاک می باشد. همبستگی مثبت بین برخی فلزات و میزان رس و مواد آلی نمونه های خاک دلالت بر این می کنند که مواد آلی و رس خاک ها با تثبیت فلزات، خطر رها شدن آن ها را به محیط زیست کاهش می دهند. پژوهش های دیگری لازم است انجام گیرد تا منشا ناشی از فعالیت های زمین شناختی و انسانی فلزات اندازه گیری شده این طرح را تعیین نماید.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، آنالیز خوشه‌ای، محیط زیست ،ویژگی های خاک

۱- استادیار، گروه محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن *(مسوول مکاتبات)

۲- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، تبریز.

Archive of SID

www.SID.ir

J.Env. Sci. Tech., Vol 18, No.2, summer 2016

Investigation on Heavy Metals Concentrations and Determination of Their Relations with Soil Properties around Hashtrood Town, East Azerbaijan Province

Azita Behbahaninia[1]*
behbahani@riau.ac.ir
Ramin Salmasi [2]

Abstract

Background and Objective: Arsenic pollution in Hashtrood city was reported. Primary experiments of the stream water samples showed several times concentrations than standard. Total Contents of heavy metal in the soils of polluted villages of Hashtrood city and determining the relationships of these metals and soil properties are the goals of this research.

Method: After field investigations and the soil sampling and analysis of soil physic-chemical properties and heavy metals, correlation coefficients and cluster analysis of data were determined.

Findings: Cu with OC and Al, Cr, and Mn with clay percentages of soil samples had positive correlation. Five main clusters were determined with cluster analysis that were in agreement with correlation coefficients.

Discussion and Counclusion: Low range of the soil pHs causes low correlation between soil heavy metals and pH. Selective adsorption of Cu by soil organic component is the reason of high correlation of this metal with soil organic matter. Positive correlations between clay and OC of the soil samples with some metals indicate that these 2 soil components with metals fixing, reduce their release into environment. Other researches are necessary to determine geology and anthropogenic sources of these metals.

Keywords: Heavy metals, Cluster analysis, Environment, soil properties

1- Assistant Professor(Research member),Rodehen Islamic Azad University ,Environmental Department *(Corresponding Author)
2- Member of the Science Board, Agricultural and Natural Resource Centre, Tabriz, East Azerbaijan

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

آلودگی خاک ها و محیط های آبی یک مشکل جدی و در حال گسترش می باشد. فلزات سنگین زیست تخریب پذیر نیستند، بنابراین گیاهان رشد یافته در خاک های حاوی مقادیر بالای این فلزات، آن ها را در خود انباشت می کنند و علاوه بر کاهش محصول گیاهان، برای سلامتی انسان و حیوانات زیان آور می‌باشند (۱ و۲). همچنین اگر این فلزات حرکت سریعی در خاک داشته باشند، می توانند با الودگی آب های زیرزمینی – بویژه در مناطقی با سطح بالای آب زیرزمینی - زیان های دیگری را متوجه مصرف کنندگان شان نمایند (۳).

میزان فلزات موجود در خاک از دو منبع اصلی طبیعی یا زمین زاد ناشی از هوازدگی زمین شناختی سنگ ها در طی تشکیل خاک، و بشرزاد ناشی از آلودگی نقطه ای و پخش شده می باشد (۴ و ۵). میزان الودگی خاک توسط فلزات سنگین از هر دو منبع و بدنبال آن جذب توسط گیاهان به چند عامل بستگی دارد. اسیدیته، مواد آلی، نوع و غلظت سایر یون ها و میزان کانی های رسی خاک از جمله این عوامل بشمار می روند.

در سراسر جهان، پژوهش های زیادی بر روی الودگی خاک ها به فلزات سنگین انجام گرفته است:

حاجی زاده و همکاران (۶) به منظور ارزیابی میزان آلایندگی عناصر سنگین در خاک‌های منطقه فیروزآباد شاهرود، نمونه‌های خاک منطقه را مطالعه کردند. مقایسه غلظت عناصر سنگین نمونه‌های خاک منطقه با استانداردهای موجود در خاک‌های طبیعی نشان داد که در اغلب موارد غلظت عناصر سنگین از غلظت آن ها در خاک‌های طبیعی بیشتر و در مورد عناصر Cr و Ni درجه آلایندگی آن‌ها در بعضی نقاط در حد خیلی زیاد بود. طلائی (۷) نقش مناطق معدنی شمال مشگین شهر بر میزان آلودگی منابع آب و خاک به عنصر آرسنیک را بررسی نمود. مقایسه مقادیر به دست آمده از آب‌های منطقه با استانداردهای جهانی عناصر نشان گر افزایش چند ده برابری این عنصر در آب‌های سطحی و زیرسطحی منطقه بود. بررسی غلظت عناصر سنگ‌ها در این منطقه معدنی نشان داد که غلظت آرسنیک در اکثر نمونه‌ها از متوسط آن بالاتر است. با توجه به غلظت زیاد این عنصر در محیط های سنگی و خاکی منطقه آلوده بودن آن‌ها به این عنصر سمی، از منبع مواد معدنی و سنگ‌های دگرسان شده مورد توجه بوده و امکان ورود بیش از حد استاندارد آن را به چرخه زیست محیطی از جمله آب‌های سطحی و زیرزمینی می توان توجیه نمود. در پژوهش انجام گرفته توسط لاکاتسو (۸)، برروی خاک‌ها وسبزی های اطراف فعالیت‌های معدنکاری در منطقه‌ای از کشور رومانی، آلودگی خاک‌ها و سبزیجات منطقه توسط فلزات Pb,Cd,Cu,Zn مشخص شد و با توجه به مصرف اهالی منطقه از رستنی‌ها، مخاطراتی پیشگویی شد که با نتایج آزمایش بیماری آن منطقه همخوانی داشت. آزمایش‌های بعدی وجود ناراحتی‌های عصبی وکبدی را در بین اهالی اثبات کرد که ناشی از سمیت عناصر سنگین بوده است. چائوشنگ (۹)، طی مطالعه‌ای در ایرلند به شناسایی آلاینده‌ها و الگوی فاصله‌ای آن‌ها در خاک‌های منطقه گالوی پرداخته است. در این مطالعه روش‌های GIS و آمار چند متغیره برای طبقه‌بندی و شناسایی عناصری که توسط فعالیت‌های بشر تحت تأثیر قرار می‌گیرند، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. تجزیه خوشه‌ای (CA) و تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) عناصر را در دو گروه طبقه‌بندی کردند: گروه اول بطورغالب از منبع طبیعی منشاء گرفته‌اند، و گروه دوم تحت تأثیر فعالیت‌های بشر بودند. غلظت‌های نسبتاً بالای Cu, Pb و Zn تاثیرات مهم آلودگی ترافیک را نشان دادند و غنی شدگی عنصر As به سوختن زغال و تورب برای گرم کردن منزل نسبت داده شد. تائوچن و همکاران (۱۰)، میزان عناصر نادر موجود در خاک‌های ناحیه‌ای در چین را بررسی کرده و به روش آنالیز چند متغیره عناصر آلاینده (As، Cd، Cu، Hg، Pb و Zn) را از عناصر غیرآلاینده (Mn، Co، Cr و Ni) جداکردند. همبستگی قابل توجهی که بین عناصر غیرآلاینده با Al_2O_3 ,Fe_2O_3 و SiO_2 در کل خاک‌ها یافت شد، نشان داد منبع این عناصر توسط فاکتورهای تشکیل خاک کنترل می‌شوند. از طرفی همبستگی نسبتاً ضعیف عناصر آلوده کننده با یکدیگر و

Archive of SID

www.SID.ir

تغییرپذیری فاصله‌ای بیشتر عناصر آلوده‌کننده نشان داد که غنی شدگی و ناهمگنی فاصله‌ای‌شان توسط ورودی‌های ناشی از فعالیت های انسانی تحت تأثیر قرار گرفته است. ماگالهائس (۱۱)، در پژوهشی میزان و گسترش آلودگی آرسنیک را در خاک‌ها و رسوبات حومه فعالیت‌های صنعتی در برزیل بررسی نمود. با توجه به نتایج به دست آمده، وی احتمال داد که ماهیان رودخانه و چهارپایان منطقه ممکن است به وسیله آرسنیک آلوده شده و بدین وسیله سلامتی ساکنین منطقه به مخاطره بیفتد. هانس و همکاران (۱۲)، توزیع و رفتار آرسنیک را در خاک‌ها و آب‌های مجاور معدن طلا-آرسنیک مطالعه کردند. نتایج نشان دادند که افزایش غلظت آرسنیک توسط pH قلیایی غالب در آب‌های سطحی و زیرزمینی و نیز حضور فازهای جامد ثانویه (اکسی-هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم، رس‌ها و کانی‌های کربناته) بوده است.

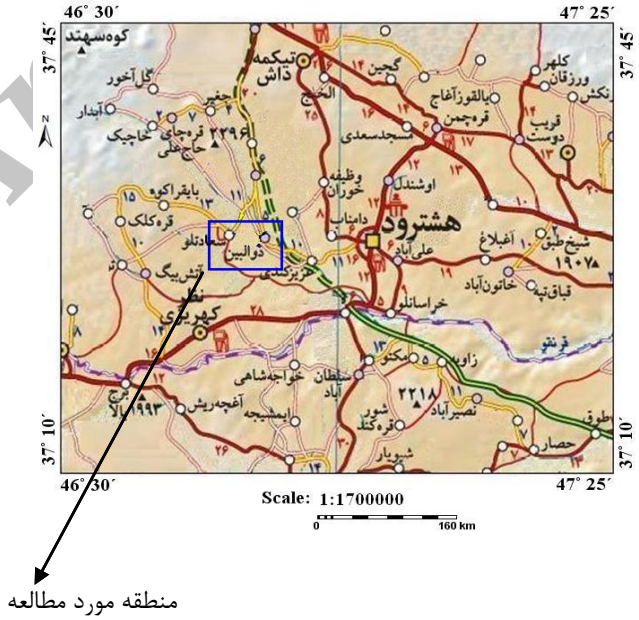
میزان بالای آرسنیک در روستاهای اطراف شهرستان هشترود واقع در استان آذربایجان شرقی گزارش شده است (۱۳). بر اساس این گزارش، در نمونه های مو و ناخن گرفته شده از ساکنین حوزه آبخیز این منطقه، میزان آرسنیک بالاتر از حد مجاز بوده به نحوی که بیشتر اهالی با معضل بیماری ناشی از افزایش این عنصر مواجه هستند. عوارض بیماری های عصبی نیز در منطقه بوفور دیده شده است. در رابطه با میزان آلودگی به آرسنیک و فلزات احتمالی همراه آن در خاک های این منطقه تا کنون کاری انجام نشده است. در این راستا مقاله حاضر با اهداف زیر تهیه شده است:

- تعیین میزان کل فلزات آرسنیک، سرب، نیکل، آنتیموان، باریم، بریلوم، روی، مس، آلومینیوم، آهن، کبالت و کروم در خاک های روستاهای آلوده اطراف شهرستان هشترود
- تعیین رابطه احتمالی بین عناصر و نیز بین ویژگی های خاک و عناصر

روش بررسی

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بین طول‌های″۰۰ ′۴۸ °۴۶ تا ″۰۰ ′۵۵ °۴۶ شرقی و عرض‌های ″۰۰ ′۲۵ °۳۷ تا ″۰۰ ′۳۰ °۳۷ شمالی در ۲۰ کیلومتری غرب هشترود در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی واقع شده است. این منطقه جزء شهرستان هشترود محسوب می‌شود. روستاهای ذوالبین، سعادتلو ، قوپوز و قزللو در محدوده مورد مطالعه قرار دارند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig 1- Situation of the study arae

Archive of SID

www.SID.ir

پس از مطالعات دفتری و جمع‌آوری اطلاعات پایه، کارهای انجام شده قبلی و تهیه نقشه‌های رقومی پایه، بررسی-های صحرایی و نمونه‌برداری از خاک های منطقه براساس وضعیت دسترسی انجام شد. در زیر به شرح مراحل نمونه‌برداری و چگونگی جمع‌آوری، حفاظت و ذخیره نمونه‌ها پرداخته شده است.

نمونه برداری از خاک‌های منطقه

در این پژوهش با توجه بـه در دسـت داشـتن نقشـه طبقه‌بندی خاک‌ها انتخاب محل نقاط نمونه‌برداری بـه صـورت هوشمندانه و در یک شبکه منظم انجام گرفت. با توجه به نقشه، موقعیت نقاط نمونه‌برداری تعیین و در دستگاه GPS وارد شد. براساس شبکه طراحی شده و نقاط نمونه‌برداری ثبـت شـده در دستگاه GPS، مسیر برداشت نمونـه و محـل دقیـق نمونـه هـا مشخص شد. در یکی ازایستگاه های نمونه برداری، سنگ مـادر طبقات قرمز نئوژن بود که روی آن خاک تشکیل نشده بـود در نتیجه دو نمونه از سنگ بستر (یک نمونه از بخش شیلی و یـک نمونه از بخش مارنی) آن برداشت شد. علاوه بر ۱۶ نمونه خاک که مطابق با شبکه طراحی شده نمونه‌برداری شدند، ۳ نمونه در اطراف روستای قوپوز و ۲ نمونه در نزدیکی روستای قزلار از افق خاک قهوه‌ای تشکیل شده برروی سنگ بسترهای نمونه‌بـرداری شده، برداشت شد.

نمونه‌های خاک بعد از هوا خشک و کوبیده شدن، از غربال ۲ میلی متری عبور داده شده، برای انجام آزمایش ها بـه آزمایشگاه ارسـال شـدند. آزمـایش هـای دانـه بنـدی و EC، CEC، pH، OC و $CaSO_4$ (بلـک ۱۹۶۵، یـج ۱۹۶۵) و فلزات سنگین با دستگاه ICP-OES بر روی نمونه‌های خاک انجام گرفت.

یافته ها

بر اساس گزارش مؤسسه تحقیقات خاک و آب (۱۶)، خاک‌های محدوده مورد مطالعه جزء واحد فیزیوگرافی فلات‌های پست و بلند طبقه‌بندی شده است.

محاسبات آماری

تعیین پارامترهای آماری

پارامترهای آماری مربوط به داده‌های خام غلظت فلزات سنگین در جـدول ۲ نشـان داده شـده‌انـد. کـاربرد آزمـون کولمـوگرو-اسمیرنوو نشـان داد کـه داده هـا از توزیـع نرمـال برخوردارنـد.

جدول ۱- پارامترهای آماری داده‌های خام (غلظت‌ها بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Table 1- Statistical parameters of raw data (concentrations in mg/kg)

عنصر	متوسط	میانه	انحاف استاندارد	چولگی	کشیدگی	کمینه	بیشینه
آلومینیوم	۶۷۱۹۰/۴۸	۶۷۰۰۰/۰۰	۷۷۸۸/۵۸	-۰/۵۸	۰/۳۸	۴۸۰۰۰/۰۰	۷۹۰۰۰/۰۰
آرسنیک	۱۲۷/۹۵	۳۷/۰۰	۲۷۸/۷۰	۳/۹۹	۱۶/۷۶	۱۲/۰۰	۱۲۸۷/۰۰
باریم	۴۸۷/۲۴	۴۸۶/۰۰	۷۵/۰۵	۰/۳۲	۴/۰۶	۳۰۱/۰۰	۱۱۳/۰۰
بریلیوم	۱/۸۰	۱/۸۰	۰/۱۷	۱/۴۸	۲/۷۴	۱/۶۰	۲/۳۰
کبالت	۲۰/۵۲	۲۱/۰۰	۳/۱۲	-۰/۶۰	-۰/۳۶	۱۴/۰۰	۲۵/۰۰
کروم	۸۵/۰۵	۹۰/۰۰	۳۲/۲۰	-۰/۸۳	۰/۹۵	۳۱/۰۰	۰/۱۱
مس	۴۹/۱۹	۴۸/۰۰	۱۲/۰۷	-۰/۵۳	۰/۳۲	۱۹/۰۰	۰/۷۳
آهن	۴۰۵۲۳/۸۱	۴۰۰۰۰/۰۰	۳۵۸۶/۳۵	۱/۱۳	۳/۵۵	۳۳/۰۰	۵۱/۰۰
منگنز	۷۲۶/۶۷	۷۷۰/۰۰	۲۱۲/۰۵	-۰/۷۳	۰/۱۰	۲۵۰/۰۰	۱۰۷۰/۰۰
نیکل	۶۰/۰۰	۶۷/۰۰	۱۷/۵۲	-۰/۴۰	-۱/۳۳	۳۰/۰۰	۸۵/۰۰
سرب	۳۴/۸۱	۱۷/۰۰	۵۹/۵۸	۳/۶۵	۱۳/۶۵	۱۳/۰۰	۲۷۱/۰۰
قلع	۵/۷۶	۵/۰۰	۴/۷۳	۴/۳۰	۱۹/۱۱	۳/۰۰	۲۶/۰۰
وانادیم	۱۱۶/۳۸	۱۱۵/۰۰	۱۱/۳۲	۰/۹۹	۱/۰۸	۹۹/۰	۱۴۴/۰
روی	۱۱۰/۵۲	۹۳/۰۰	۴۳/۵۸	۲/۹۰	۹/۸۹	۷۵/۰۰	۲۷۳/۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

به منظور درک بهتر روابط و همبستگی بین عناصر و برخی ویژگی های فیزیکی- شیمیایی نمونه‌های خاک، ماتریس ضرایب همبستگی بین عناصر و این ویژگی ها به دست آمد که نتایج آن در جدول ۲ می باشد. براساس نتایج این جدول مقدار ۰/۴۳۵ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شد. عناصر با ضریب همبستگی بین ۰/۴۳۵ تا ۰/۵۴۹ که با علامت * در جدول۱۰ نشان داده شدند، به عنوان همبستگی متوسط و عناصر با ضریب همبستگی ۰/۵۵ به بالا که با علامت ** در جدول ۱۰ نشان داده شدند، به عنوان همبستگی شدید در نظر گرفته شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ – ماتریس ضرایب همبستگی بین عناصر و ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک به روش اسپیرمن

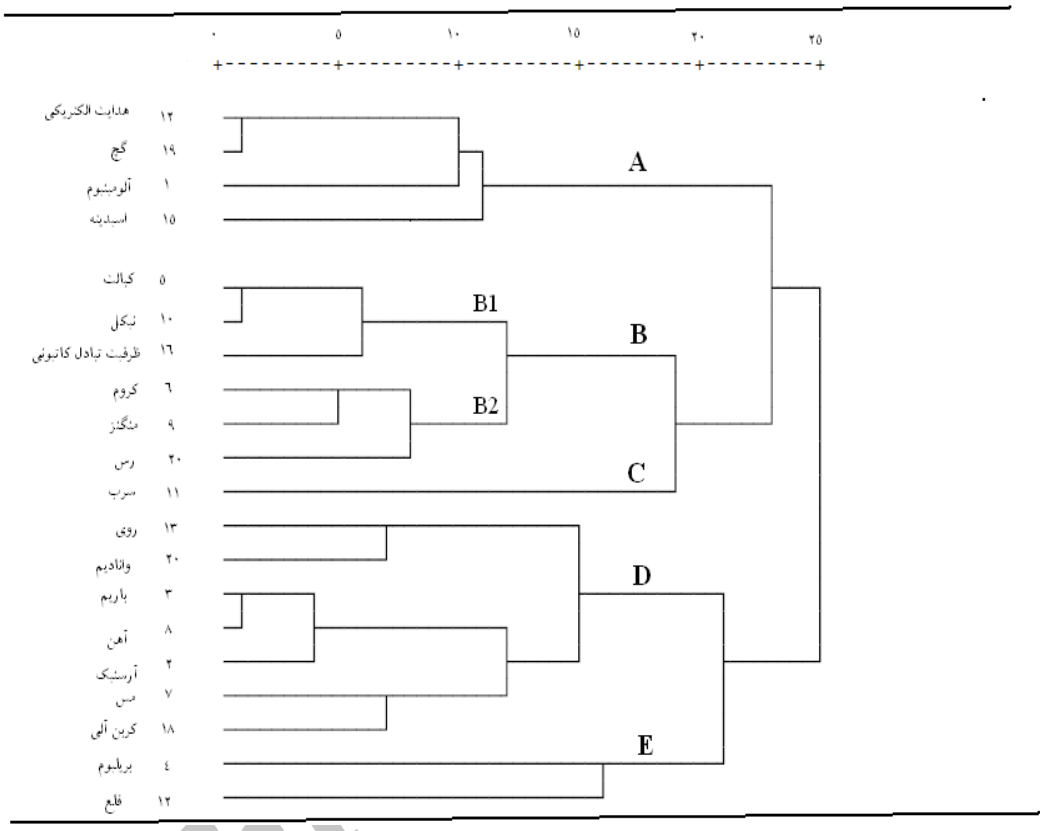
متغیر	آلومینیوم	آرسنیک	باریم	برلیوم	کبالت	کروم	مس	آهن	منگنز	نیکل	سرب	قلع	وانادیم	روی	هدایت الکتریکی	اسیدیته	ظرفیت تبادل کاتیونی	کربن آلی	گچ	رس
آلومینیوم	۱	۰/۴۳۸*	۰/۲۵۹	۰/۱۴۳	۰/۲۰۶	۰/۱۳۱	-۰/۱۵۰۷*	۰/۰۸۹	۰/۴۱۴	-۰/۱۰۸	-۰/۱۱۵	۰/۲۱۹	۰/۰۰۲	۰/۱۹۷	۰/۲۱۰	۰/۴۱۴	۰/۲۸۰	-۰/۴۹۴*	۰/۵۱۹*	۰/۴۳۷*
آرسنیک		۱	۰/۴۶۲	-۰/۱۵۰۸*	-۰/۳۸۵	-۰/۳۳۸	۰/۶۴۳**	-۰/۱۶۴	۰/۵۱۷	۰/۳۴۰	-۰/۱۳۸۹	۰/۰۴۶	-۰/۱۴۱	۰/۶۴۷۰	-۱/۵۲	۰/۶۷۳**	-۰/۲۲	-۰/۱۹۵	-۰/۱۴۳	-۰/۱۹۳۵	-۰/۱۴۱۳
باریم			۱	۰/۱۵۹	۰/۴۷۰*	۰/۲۷	۰/۴۲۸	۰/۶۵۱**	۰/۴۲	۰/۳۲۲	۰/۲۱۹	۰/۳۷۶	۰/۲۳۵	۰/۲۰۰	۰/۶۷۳**	۰/۳۱۸	۰/۵۷۳**	۰/۱۷۰	-۰/۲۶۹	۰/۲۷۴
برلیوم				۱	۰/۲۱۹	۰/۱۷۳	-۰/۲۰۵	-۰/۱۶۰	-۰/۳۴۰	۰/۱۷۳	۰/۰۰۰	۰/۲۶۳	۰/۱۳۴	۰/۱۱۰	۰/۰۴۳	۰/۱۹۸	۰/۱۲۳	-۰/۱۴۴	۰/۰۰۹	۰/۲۰۵
کبالت					۱	۰/۵۹۵**	۰/۱۵۰	۰/۳۵۰	۰/۴۶۳*	۰/۸۵۹**	۰/۱۴۷	۰/۴۰۰	۰/۹۴	۰/۱۲۵۳	-۰/۶۴۰**	۰/۴۸۸	۰/۵۸۵**	۰/۹۶	-۰/۳۷۵	۰/۰۸۶
کروم						۱	۰/۴۳۰	۰/۰۵۷	۰/۵۸۴**	۰/۶۷۲**	۰/۴۱۷	۰/۲۵۹	۰/۱۹۹	۰/۴۳۹*	۰/۴۲۶	۰/۱۸۸	۰/۵۵۶**	۰/۹۶	۰/۴۶۷	۰/۵۴۷*
مس							۱	۰/۲۴۱	۰/۳۲۴	۰/۰۲۴۸	۰/۰۳۰	۰/۳۵۷	۰/۲۲۹	۰/۶۲۱**	۰/۰۳۶	۰/۱۹۵۰	۰/۱۴۶	۰/۴۷۹	۰/۳۱۰	-۰/۶۴۷**
آهن								۱	۰/۱۸۷	۰/۲۵۷	۰/۱۴۵	۰/۳۱۹	۰/۵۵۰**	۰/۱۰۵	-۰/۴۵۱*	۰/۳۱۸	۰/۱۶۸	۰/۱۳۱	۰/۰۶۸	۰/۱۹۰
منگنز									۱	۰/۵۹۸**	۰/۲۳۹	۰/۰۰۵	۰/۵۴	۰/۴۸۲*	۰/۷۷	۰/۳۸	۰/۲۶۷	۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۵۶۷**
نیکل										۱	۰/۱۸۹	۰/۱۶۱	۰/۱۲۵	-۰/۴۷۷*	-۰/۴۶۶۷*	-۰/۱۹۳	۰/۱۷۶۰**	۰/۱۳۴	۰/۲۴۷	۰/۲۶۲
سرب											۱	۰/۲۴۱	۰/۱۹۱	۰/۱۸۶	-۰/۱۸۷	-۰/۲۲۴	۰/۲۷۸	-۰/۷۵	۰/۴۷۰*	۰/۹۴
قلع												۱	۰/۴۸۹*	۰/۳۴۷	۰/۴۹۰*	۰/۴۶۵*	۰/۵۰	-۰/۱۵۳	-۰/۳۵۵	-۰/۱۴۰۲
وانادیم													۱	۰/۵۳۱*	-۰/۰۵۹	۰/۴۳۴*	۰/۳۷۹	۰/۳۸۰	۰/۰۴۵	-۰/۱۳۳۲
روی														۱	۰/۲۰۰	-۰/۳۶۲	-۰/۴۴۳*	-۰/۰۷۶	-۰/۱۹۶	۰/۴۴۶*
هدایت الکتریکی															۱	۰/۳۲۸	-۰/۴۷۷*	-۰/۰۵۹	۰/۲۶۳	۰/۲۲۶
اسیدیته																۱	-۰/۰۶۸	-۰/۳۲۴	-۰/۳۲۰	۰/۴۹۵
ظرفیت تبادل کاتیونی																	۱	۰/۲۸۰	۰/۲۵۷	۰/۲۴۲
کربن آلی																		۱	۰/۳۵۸	۰/۱۲۶۰
گچ																			۱	۰/۱۰۴
رس																				۱

* در سطح ۰/۰۵، معنی دار

** در سطح ۰/۰۱، معنی دار

www.SID.ir

برای تعیین همبستگی بین ویژگی های فیزیکی- شیمیایی و میزان فلزات نمونه های خاک و طبقه‌بندی آن‌ها از روش آنالیز خوشه‌ای استفاده شده است. با توجه به این فرض که تعداد خوشه‌های مورد نیاز جهت گروه‌بندی مشاهدات خاک‌های منطقه مشخص نیست، از فرمان خوشه‌بندی سلسله مراتبی استفاده شده است. در طبقه‌بندی یافته های بدست امده این پژوهش ۵ شاخه اصلی تشکیل شدند (شکل ۲).



شکل ۲ - نمودار آنالیز خوشه‌ای براساس داده‌های عنصری و ویژگی‌های نمونه های خاک

Fig 2- Cluster analysis diagram with basis of elemental data and properties of soil samples

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که میانگین فراوانی عناصر از روند زیر تبعیت می‌کند:

Al>Fe>Mn
>Ba>As>V>Zn>Cr>Ni>Cu>Pb>Co>Sb>Be

بالا بودن مقدار عنصر آلومینیوم با نتایج آزمایشات اشعه ایکس سازمان زمین شناسی تبریز همخوانی دارد. این نتایج وجود مقادیر بالای کانی های آلومینوسیلیکاته را در خاک های منطقه نشان دادند. وجود معادن آهن و منگنز دار در اطراف منطقه اجرای طرح، بالابودن میزان این دو عنصر را در منطقه تایید می نماید. یافته های این پژوهش نیز نشانگر بالا بودن آرسنیک در خاک های منطقه می باشند.

براساس نتایج جدول ۲ (جدول ماتریس ضرایب همبستگی) عناصر باریم و کبالت همبستگی منفی شدید، و آهن و نیکل و آنتیموان همبستگی منفی متوسطی با هدایت الکتریکی خاک دارند. یافته های مایکو و همکاران (۱۷) نیز همبستگی منفی معنی دار بین هدایت الکتریکی خاک و عناصر کبالت، آهن و نیکل را نشان داد. در مجموع ارتباط ضعیفی بین میزان فلزات سنگین خاک و اسیدیته بدست آمد (بجز برای عناصر باریم و مس). این نتایج با نتایج تیوم و همکاران (۱۸) برای خاک های کاتالونیادر اسپانیا و مانتا و همکاران (۱۹) برای خاک های

Archive of SID

www.SID.ir

سیسیلی همخوانی دارد کـه علـت آن را دامنـه کـم اسیـدیته خاک های مورد آزمایش خود ابراز داشته اند. نمونه های خـاک پژوهش حاضر نیز دامنه کمی از اسیدیته داشتند. عناصر کبالت، کروم و نیکل همبستگی مثبت بالا و روی همبسـتگی منفـی بـا CEC دارند. آلومینیوم همبسـتگی منفـی و مـس همبسـتگی مثبت با کربن آلی داشت. همبسـتگی مـس بـا کـربن آلـی، نشان گر پیوند قوی مس با مواد آلی مـی باشـد. مـک لارن و همکاران (۲۰) نشان دادند مس فلزی است که بطـور ترجیحـی جذب جزء آلی خاک می گردد. نتایج اسپکترمتری ایکس ری و رزونانس اسپین الکترون نشان داده است (۲۱) که مس، سرب و روی کمـپلکس هـای داخـل صـفحه ای (Inner sphere surface complexes) با مواد آلی خاک تشکیل می دهنـد. آلومینیـوم همبسـتگی مثبـت و سـرب همبسـتگی منفـی بـا $CaSO_4$ نشان می‌دهند. طبق گفته برادل، همبسـتگی بـالای فلزات و درصد رس خـاک بـه ریـزی مسـاحت ایـن ذره و در نتیجه سطح ویژه بالای آن مربوط می شود که باعث بالا رفتن جذب سطحی یون های فلـزی توسـط ذرات رس مـی شـود. یافته های این پژوهش نشان دادند که میـزان رس خـاک فقـط همبستگی مثبت بـا عناصـر آلومینیـوم، کـروم و منگنـز دارد و همبستگی این ویژگی با سایر عناصر پـایین و در برخـی مـوارد منفی می باشد. این همبستگی پایین و منفـی بـدست آمـده می تواند به ناهمگنی نمونه های خاک مربـوط باشـد کـه دارای مقادیر گوناگون رس و فلزات مـی باشـند. زایـد و تـری (۲۲) و کویولو و همکاران (۲۳) جذب کروم توسط کانی های رسـی در پژوهش خود را گزارش کردنـد. تمایـل زیـاد عنصـر روی بـرای جذب بر روی رس ها و سطوح سزکویی اکسید ها توسط لینزی (۲۴) گزارش شده است. یافته های بدست آمده از آنالیز خوشـه ای این پژوهش (شکل ۲) با یافته های انالیز همبستگی میـزان فلزات سنگین و ویژگـی هـای فیزیکـی- شـیمیایی (جـدول ۴) نمونه های خاک همخوانی دارد. همبستگی مثبـت بـین برخـی فلزات و میزان رس و مواد آلی نمونه های خاک دلالت بـر ایـن می کنند که غلظت های فلز توسط ویژگی هـای خـاک کنتـرل می شوند. همچنین این یافته ها نشان می دهند که مواد آلی و رس خاک ها، فلزات را تثبیت می کنند و خطر رها شدن آن ها را به محیط زیست کاهش می دهند.

پژوهش های دیگری لازم است تا بین منشا زمین زاد و بشـرزاد فلزات اندازه گیری شده این طرح تفکیک صورت گیرد. بـه ایـن جهت که این موضوع در مواقعی که تصـمیم گیـری روی پـاک سازی خاک یا آگاهی از محدودیت های خاک آلوده مـورد نیـاز است، اهمیت ویژه ای در ارزیابی خطر این فلزات دارد.

منابع

1. Brooks R, 1983. Biological methods of prospecting for minerals. Wiley, New York.
2. Gil C Boluda, R., Ramos J, 2004. Determination and evaluation of Cd, Pb, and Ni in greenhouse soils of Almeria (Spain). chemosphere, 55: 1027- 1034.
3. Chen M Lena Q M Harris W G, 1999. Baseline concentrations of 15 trace elements in Florida surface soils. J. Env. Quail., 28: 1173-1181.
4. Merian, E., Anke M., Inhat M., and Stoeppler, M., 2004. Elements and their compounds in the environment. Wiley VCH, Weinheim, Germany.
5. Smedley P, 2004. Arsenic occurrence in groundwater in South and East Asia – Scale, causes and mitigation. Technical Report, Vol. II, The World Bank, Report no. 31303.
۶. حاجی زاده، هادی؛ کرمی، غلامحسین؛ سعادت، سعید؛ ۱۳۸۴. ارزیابی میزان آلایندگی عناصر سنگین در خاکهای منطقه افیولیتی فیروزآباد شاهرود، سازمان زمین شناسی کشور، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین شناسی، سازمان زمین‌شناسی کشور.

Archive of SID

www.SID.ir

۷. طلایی، علیرضا؛ ۱۳۸۶. بررسی نقش مناطق معدنی شمال مشگین‌شهر بر میزان آلودگی خاک‌ها به عنصر آرسنیک، دهمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه تهران، قطب علمی و گروه مهندسی علوم خاک.

8. Lacatusu, R.,. Soil-plant-man relationship in heavy metal polluted areas in Romania.App Geochemistry, 1996; 11:105-107.

9. Chaosheng Zhang, 2006, Using multivariate analyses and GIS to identify pollutants and their spatial patterns in urban soils in Galway, Ireland, Environmental Pollution 142, 501-511.

10. Tao Chen, Xingmei Liu, Muzhi Zhu, Keli Zhao, Jianjun Wu, Jianming Xu, Panming Huang, 2008. Identification of trace element sources and associated risk assessment in vegetable soils of the urban-rural transitional area of Hangzhou, China. Environmental Pollution 151, 67-78.

11. Magalhaes, V.F. 2007. As concentration and distribution in Engenho Inlet,Sepetiba Bay, Brazil, Water, Air and Soil pollution,18:83-91.

12. Hans-Rudolf Pfeifer, Anne Häussermann Jean-Claude Lavanchy, Werner Halter, 2007, Distribution and behavior of arsenic in soils and waters in the vicinity of the former gold-arsenic mine of Salanfe, Western Switzerland, Journal of Geochemical Exploration 93, 121–134.

۱۳. مسافری، محمد، تقی پور، حسن، ۱۳۸۸. بررسی میزان ارسنیک در آب آشامیدنی، یک مثال موردی. مجله سلامت و محیط. جلد ۱، ص. ۲۸-۱۹.

14. Black C A, 1965. Methods of soil analysis, Part 2, 2ed edition, Agronomy Mono. 9, SA., Madison WI.

15. Page A L, 1965. Methods of soil analysis, Part 1, 2ed edition, Agronomy Mono. 9, SA., Madison WI.

۱۶. موسسه حفاظت خاک و آب، ۱۳۷۹. مطالعات خاک شناسی و طبقه بندی هشترد، استان آذربایجان شرقی.

17. Mico, C., Recatala, L., Peris, M., Sanchez, J., 2006. Assessing heavy metal sources in agricultural sources of an European Mediterranean area by multivariate analysis. Chemosphere 65, 863-872.

18. Tume P, Bech J, and Logan, L. 2006. Trace elements in natural surface soils in Sant client. Ecol. Eng., 27: 145-152.

19. Manta, D. S., Angelone, M., Bellanca, A., Neri, r., sprovieri, m., 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from a city of Palermo (Sicily), Italy. Sci. Tot. Environ. 30, 229-243.

20. Mclaren, R. G., Williams, J. g. Swift, R. S., 1983. The adsorption of Cu by soil samples from Scotland at low equilibrium concentrations. Geoderma, 31: 97-106.

21. Lund l J, Betty E E, Page A L, Elliot R A, 1981. Occurrence of high Cd levels in soil and its accumulation by vegetation. J. Environ. Qual. 10: 551-556.

22. Zayed A M, & Terry N. 2003. Chromium in the environment: factors affecting biological remediation. Plant Soil, 249: 139-156.

23. Covelo E F Vega F A Andrade M L, 2007. Simultaneous sorption and

Archive of SID

www.SID.ir

desorption of Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, and Zn in acid soils. J. Hazardous mat. 147: 862-870. 24- Lindsay W L, 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley and sons, NewYork, United States.

Archive of SID

www.SID.ir