

ارتباط بین میزان فلزات سنگین و برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی خاک در حوزه‌ی آبخیز قرنقوچای

رامین سلماسی

استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، raminsalmasi@yahoo.com

چکیده

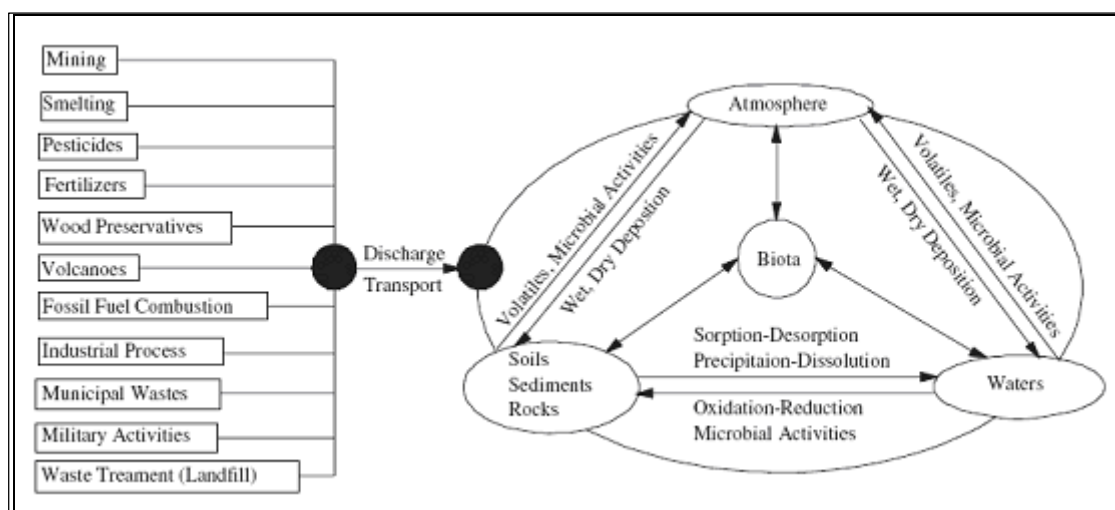
در حوزه‌ی آبخیز قرنقوچای واقع در استان آذربایجان شرقی، شواهد مربوط به آلودگی فلزات سنگین گزارش شده است. آزمایش‌های اولیه نمونه‌های آب چشمه‌های منطقه نیز مقادیر برخی از این فلزات را چندین برابر بالاتر از میزان مجاز آن را نشان داد. هدف پژوهش حاضر بررسی این موضوع است که با توجه به آلودگی آب‌های منطقه به فلزات سنگین، آیا خاک‌های منطقه نیز تحت تاثیر این آلودگی هستند یا خیر. در صورتی که پاسخ مثبت است میزان این فلزات/فلزات با کدام ویژگی‌های خاک ارتباط دارند. برای این منظور، پس از انجام بررسی‌های صحرائی و نمونه‌برداری از خاک‌های منطقه و تجزیه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و نیز فلزات سنگین در آن‌ها، تجزیه و تحلیل‌های لازم بر اساس تعیین ضرایب همبستگی بین عناصر و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک و نیز آنالیزخوشه‌ای انجام گرفت. یافته‌های این پژوهش نشان دادند که مس با کربن آلی و آلومینیوم، کروم، منگنز با درصد رس نمونه‌های خاک همبستگی مثبت داشته‌اند. در طبقه‌بندی یافته‌های بدست آمده این پژوهش با استفاده از آنالیز خوشه‌ای، ۵ شاخه اصلی تشکیل شدند که با یافته‌های تعیین ضرایب همبستگی همخوانی نشان دادند. همبستگی مثبت بین برخی فلزات و میزان رس و مواد آلی نمونه‌های خاک دلالت بر این می‌کنند که مواد آلی و رس خاک‌ها با تثبیت فلزات، خطر رها شدن آن‌ها را به محیط زیست کاهش می‌دهند. لازم است پژوهش‌های دیگری انجام گیرد تا منشأ ناشی از فعالیت‌های زمین‌شناختی و انسانی فلزات اندازه‌گیری شده این طرح را تعیین نماید.

واژگان کلیدی: ویژگی‌های خاک، فلزات سنگین، حوزه‌ی آبخیز قرنقوچای، آلودگی آب و خاک.

مقدمه

کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش فعالیت زیستی و دستیابی زیستی مواد مغذی خاک می‌شوند، بلکه تهدیدی جدی برای سلامتی انسان و امنیت زیست‌محیطی از طریق ورود به‌زنجیره‌ی غذایی و نفوذ به‌آب‌های زیرزمینی به‌شمار می‌روند. از این‌رو آلودگی خاک‌ها با فلزات سنگین تبدیل با توجه به‌اثرات آن در به‌خطر افتادن سلامتی انسان‌ها، سمیت گیاهان و اثرات طولانی‌مدت که بر حاصلخیزی خاک می‌گذارند، تبدیل به‌یک بحران جهانی شده است (Polemio, ۱۹۸۲). نمودار ساده شده‌ی چرخه‌ی فلزات سنگین در شکل ۱ نشان داده شده است.

فلزات سنگین، باران‌های اسیدی و مواد آلی مهم‌ترین آلاینده‌های خاک بشمار می‌روند که از این بین، فلزات سنگین در سالیان اخیر بدلیل ویژگی‌های آلاینده‌گی‌شان در خاک مورد توجه بسیار قرار گرفته‌اند (Patrick, Brannon, 1987). میزان فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی ممکن است تحت تاثیر مواد مادری خاک باشد، به‌عبارت دیگر این فلزات به‌طور طبیعی در خاک وجود دارند. از سوی دیگر در اثر فعالیت‌های انسانی نیز ممکن است به‌خاک افزوده شوند. در حقیقت فعالیت‌های انسانی می‌تواند به‌انباشت بیشتر فلزات در خاک منجر شوند. آلودگی فلزات سنگین نه‌تنها باعث کاهش



شکل ۱- نمودار ساده شده‌ی چرخه‌ی فلزات سنگین (Suiling et al., 2006)

و Zn در حد خاک‌های طبیعی هستند. (طلائی، ۱۳۸۶) به بررسی نقش مناطق معدنی شمال مشگین شهر بر میزان آلودگی منابع آب و خاک به عنصر آرسنیک پرداخته است. 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. مقایسه مقادیر این عنصر در نمونه‌های آب رودخانه‌ها، چشمه‌ها و چاه‌های منطقه نشان داد که تمام نمونه‌ها دارای غلظت بیش از حد استاندارد بودند. اگر مقادیر استاندارد این عنصر 0.1 ppm فرض شود مقدار آرسنیک نمونه‌ها از ۲۴ تا ۱۱۳۰ برابر افزایش نشان می‌دهند. بررسی غلظت عناصر سنگ‌ها در این منطقه معدنی نشان می‌دهد که غلظت آرسنیک در اکثر نمونه‌ها از متوسط آن بالاتر است. با توجه به غلظت زیاد این عنصر در محیط‌های سنگی و خاکی منطقه می‌توان آلوده بودن آن‌ها را به این عنصر بسیار سمی، از منبع مواد معدنی و سنگ‌های دگرسان شده مورد توجه قرار داده و امکان ورود بیش از حد استاندارد آن را در چرخه زیست محیطی از جمله آب‌های سطحی و زیرزمینی توجیه کرد. در پژوهش انجام گرفته توسط برروی خاک‌ها و سبزی‌های اطراف فعالیت‌های معدنکاری در منطقه‌ای از کشور رومانی، آلودگی خاک‌ها و سبزیجات منطقه توسط فلزات Zn, Cu, Cd, Pb مشخص شد و با توجه به مصرف

در سطوح ملی و بین‌المللی شمار زیادی از پژوهش‌ها در زمینه بررسی وجود و منشأ فلزات سنگین در منابع آب و خاک و مطالعه بیماری‌های مرتبط با این فلزات انجام شده است. (حاجی زاده و همکاران، ۱۳۸۴). به منظور ارزیابی میزان آلاینده‌ی عناصر سنگین در خاک‌های منطقه افیولیتی 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 عناصر سنگین در خاک‌های طبیعی بیشتر و در مورد عناصر Cr و Ni درجه آلاینده‌ی آن‌ها در بعضی نقاط در حد خیلی زیاد بود. در این منطقه غنی شدگی بسیار شدیدی برای عناصر Cr, Mn, Fe, Ca, Mg, Co, Ni و Zn وجود داشت. این میزان بالای عناصر به غلظت بسیار بالای آن‌ها در سنگ‌های مناطق اولترامافیکی و آزاد شدن آنها در طی هوازدگی برمی‌گردد. البته به علت بارندگی کم منطقه، اثر آب‌شویی نیز ناچیز بوده که این امر می‌تواند در بالا بودن غلظت عناصر مذکور نقش داشته باشد. غلظت‌های بسیار پائین Pb, P و Al در سنگ‌های مناطق افیولیتی، باعث غنی شدگی ضعیف این عناصر در خاک‌های این منطقه شده است. در طبقه‌بندی صورت گرفته، اکثر نمونه‌های این منطقه از نظر میزان Cr و Ni در حد زیاد تا خیلی زیاد، برای Mn کم و برای Pb

Hg, Pb و Zn) را از عناصر غیرآلاینده (Cr, Co, Mn) و Ni) جدا کردند. 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 تغییرپذیری فاصله‌ای بیشتر عناصر آلوده کننده نشان داد که غنی شدگی و ناهمگنی فاصله‌ای‌شان توسط ورودی‌های ناشی از فعالیت های انسانی تحت تأثیر قرار گرفته است. (Marcus, 2007) تحرک آرسنیک را در آب‌های زیرزمینی منطقه‌ای در کشور سوئد بررسی نمود. در این مطالعه شرایط مناسب برای غلظت‌های افزایش یافته آرسنیک از طریق همبستگی بین شیمی آب زیرزمینی، زمین‌شناسی و غلظت آرسنیک تعیین شدند. غلظت آرسنیک بین حد تشخیص ($0.5 \mu\text{g/L}$) و $300 \mu\text{g/L}$ متغیر است. غلظت آرسنیک چاه‌ها با گروه سنگ بستر مخصوص خودشان ارتباط داشتند و داده‌های آماری برای غلظت آرسنیک در هر گروه محاسبه شدند. آنالیزهای آماری نشان دادند که آب زیرزمینی دارای میزان آرسنیک بالا با سنگ آتشفشانی قلیایی همبستگی دارند، در حالیکه غلظت پایین آرسنیک با سنگ‌های رسوبی ارتباط دارد. (Magalhaes, 2000) در پژوهشی میزان و گسترش آلودگی As 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. 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. توزیع آرسنیک در خاک‌ها و رسوبات توسط چرخش آب‌های کم عمق و

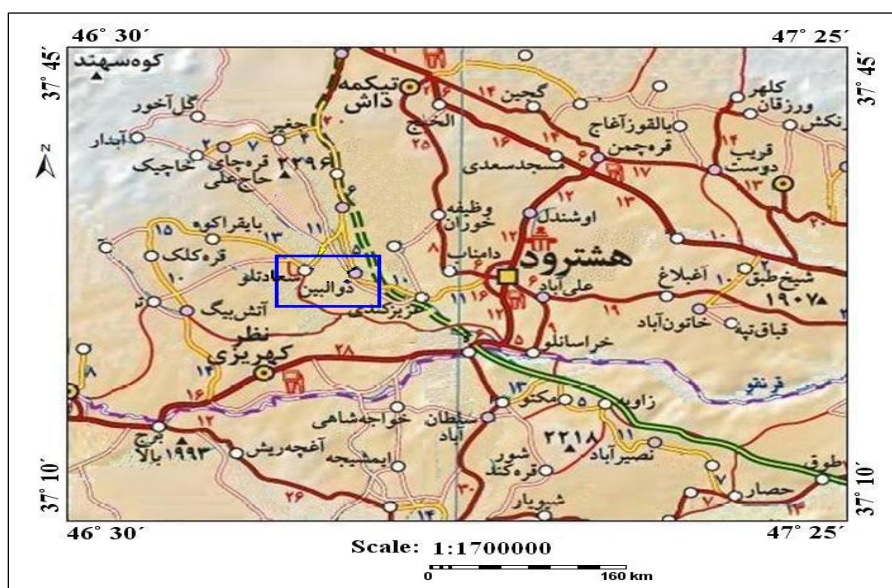
اهالی منطقه از رستنی‌ها، مخاطراتی پیشگویی شد که با نتایج آزمایش بیماری آن منطقه همخوانی داشت. آزمایش‌های بعدی وجود ناراحتی‌های عصبی و کبدی را در بین اهالی اثبات کرد که ناشی از سمیت عناصر سنگین بوده است. (Magalhaes, 2000) در پژوهشی میزان و گسترش آلودگی As را در خاک‌ها و رسوبات حومه فعالیت‌های صنعتی در برزیل بررسی کرده‌اند. با توجه به نتایج به دست آمده، این پژوهشگران احتمال دادند که ماهیان رودخانه و چهارپایان منطقه، ممکن است به وسیله آرسنیک آلوده شده و بدین وسیله سلامتی ساکنین منطقه به مخاطره بیفتد. (Chen, 2001) در ارزیابی غلظت‌های زمینه آرسنیک در خاک‌های فلوریدای آمریکا، همبستگی بالایی بین غلظت این عنصر و وجود سنگ آهک، مارن، پیت و رسوبات فسفاته در خاک مشاهده کردند. استفاده از آفت‌کش‌های حاوی آرسنیک مانند آرسنات سدیم و نیز مواد حفاظتی چوب مانند آرسنات کرومات مس از منابع انسانی آلودگی خاک‌های منطقه به این عنصر بشمار می‌روند. (Chaosheng, 2006) طی مطالعه‌ای در ایرلند به شناسایی آلاینده‌ها و الگوی فاصله‌ای آن‌ها در خاک‌های منطقه Galway 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. برای بیشتر عناصر مطالعه شده توزیع‌های کج شده مشاهده شد. تبدیل Box-Cox در نرمال کردن داده‌ها با مقادیر چولگی کوچک مؤثر بود. تجزیه خوشه‌ای و تجزیه مؤلفه‌های اصلی عناصر را در دو گروه طبقه‌بندی کردند: گروه اول بطور غالب 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. Tao میزان عناصر نادر موجود در خاک‌های ناحیه‌ای در چین را بررسی کرده و به روش آنالیز چند متغیره عناصر آلاینده (Cu, Cd, As).

نشده است. در این راستا مقاله حاضر تهیه شده است تا به بررسی این موضوع بپردازد که با توجه به آلودگی آب های منطقه به فلزات سنگین، آیا خاک های منطقه نیز تحت تاثیر این آلودگی هستند یا خیر. در صورتی که پاسخ مثبت است میزان این فلزات با کدام ویژگی های خاک همبستگی نشان می دهند.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد بین طول های $46^{\circ}48'00''$ تا $46^{\circ}55'00''$ شرقی و عرض های $37^{\circ}25'00''$ تا $37^{\circ}30'00''$ شمالی در ۲۰ کیلومتری غرب هشترو در جنوب شرقی استان آذربایجان شرقی واقع شده است. این منطقه جزء شهرستان هشترو محسوب می شود. روستاهای ذوالبین، سعادتلو، قوپوز و قزللو در محدوده مورد مطالعه قرار دارند (شکل ۱). پس از مطالعات دفتری و جمع آوری اطلاعات پایه، کارهای انجام شده قبلی و تهیه نقشه های رقومی پایه، بررسی های صحرائی و نمونه برداری از خاک های منطقه براساس وضعیت دسترسی انجام شد. در زیر به شرح مراحل نمونه برداری و چگونگی جمع آوری، حفاظت و ذخیره نمونه ها پرداخته شده است.

سطحی غنی از آرسنیک توسط خزش ثقلی مواد باطله یا انتقال به صورت اجزاء معلق در آب بیشتر تحت تاثیر قرار می گیرد. در ایران نیز میزان بالای فلزات سنگین در برخی از روستاهای استان های کشور از جمله کردستان و آذربایجان شرقی (شهرستان هشترو) گزارش شده است (درویش زاده، ۱۳۸۵؛ قربانی، ۱۳۷۴؛ مسافری، ۱۳۸۳). بر اساس گزارش شبکه بهداشت روستای گوپوز از توابع شهرستان هشترو (حسین پور فیضی، ۱۳۸۵)، در نمونه های گرفته شده از ساکنین حوزه آبخیز این منطقه (قرنقوچای)، میزان برخی فلزات سنگین بالاتر از حد مجاز بوده به نحوی که بیشتر اهالی با معضل بیماری ناشی از افزایش این عناصر مواجه هستند. آزمایشات اولیه نمونه های آب چشمه های منطقه نیز مقادیر برخی فلزات را چندین برابر بالاتر از میزان مجاز آن را نشان داد. همچنین این آلودگی ممکن است کاهش محصولات کشاورزی و یا ایجاد عوارض خاصی در دامها را در پی داشته باشد، که به دلیل نبود آگاهی، علت آن تشخیص داده نشده باشد با این وجود مربوط به همین آلودگی با فلزات سنگین باشد. در رابطه با میزان آلودگی به فلزات سنگین در خاک های این حوضه تا کنون پژوهشی انجام



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

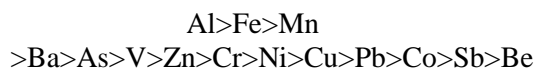
نمونه برداری از خاک‌های منطقه

در این پژوهش با توجه به در دست داشتن نقشه طبقه‌بندی خاک‌ها انتخاب محل نقاط نمونه‌برداری به صورت 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 ثبت شده در دستگاه GPS، مسیر برداشت نمونه و محل دقیق نمونه‌ها مشخص شد. در یکی از ایستگاه‌های نمونه برداری، سنگ مادر طبقات قرمز نئوژن بود که روی آن خاک تشکیل نشده بود در نتیجه دو نمونه از سنگ بستر (یک نمونه از بخش شیلی و یک نمونه از بخش مارنی) آن برداشت شد. علاوه بر ۱۶ نمونه خاک که مطابق با شبکه طراحی شده نمونه-برداری شدند، ۳ نمونه در اطراف روستای قوپوز و ۲ نمونه در نزدیکی روستای قزلار از افق خاک قهوه‌ای تشکیل شده بر روی سنگ بسترهای نمونه‌برداری شده، برداشت شد. نمونه‌های خاک بعد از هوا خشک و کوبیده شدن، از غربال ۲ میلی متری عبور داده شده، برای انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه ارسال شدند. آزمایش‌های دانه بندی و EC، CEC، pH، OC و $CaSO_4$ (بلک ۱۹۶۵، بیچ ۱۹۶۵) و فلزات سنگین با دستگاه ICP-OES بر روی نمونه‌های خاک انجام گرفت.

بحث و نتایج

نتایج تجزیه‌ی نمونه‌های خاک برای عناصر آلومینیوم، آرسنیک، باریم، برلیوم، کبالت، کروم، مس، آهن، منگنز، نیکل، سرب، قلع، وانادیم و روی اندازه‌های میانگین آن‌ها را به ترتیب ۶۷۱۹۰/۴۸، ۱۲۷/۹۵، ۴۸۷/۲۴، ۱/۸۰، ۲۰/۵۲، ۸۵/۰۵، ۴۹/۱۹، ۴۰۵۲۳/۸۱، ۷۲۶/۶۷، ۶۰/۰۰، ۳۴/۸۱، ۵/۷۶، ۱۱۶/۳۸ و ۱۱۰/۵۲ میلی‌گرم بر لیتر نشان داد. کاربرد آزمون کولموگرو-اسمیرنوو نشان داد که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردارند. بر پایه‌ی این یافته‌ها، میانگین

فراوانی عناصر از روند زیر پیروی می‌کند:



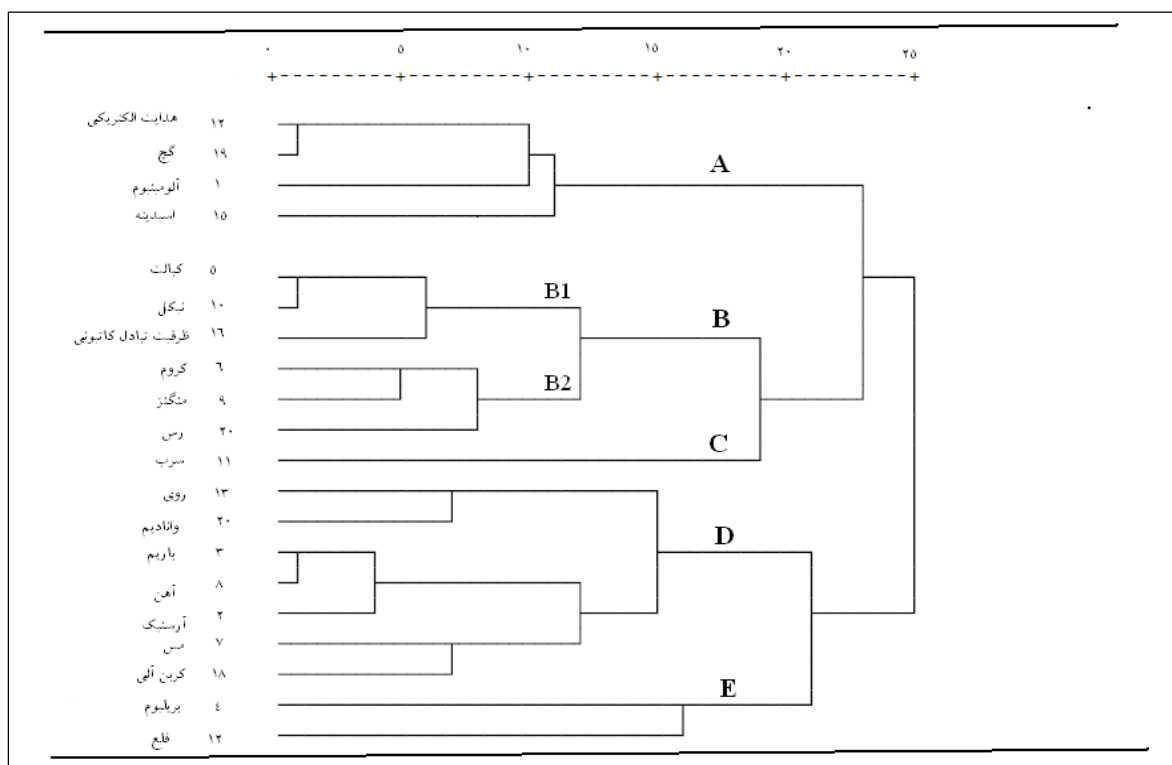
بالا بودن مقدار عنصر آلومینیوم با نتایج آزمایشات اشعه ایکس سازمان زمین شناسی همخوانی دارد. این نتایج وجود مقادیر بالای کانی‌های آلومینوسیلیکاته را در خاک‌های منطقه نشان دادند. وجود معادن آهن و منگنز در اطراف منطقه اجرای طرح، بالابودن میزان این دو عنصر را در منطقه تایید می‌نماید. به منظور درک بهتر روابط و همبستگی بین عناصر و برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی نمونه‌های خاک، ماتریس ضرایب همبستگی بین عناصر و این ویژگی‌ها بدست آمد که نتایج آن در جدول ۱ می‌باشد. 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 جدول ۱۰ 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. برای تعیین همبستگی بین ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و میزان فلزات نمونه‌های 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 یافته‌های بدست آمده این پژوهش ۵ شاخه اصلی تشکیل شدند (شکل ۲). براساس نتایج جدول ۱ عناصر باریم و کبالت همبستگی منفی شدید، و آهن و نیکل و آنتیموان همبستگی منفی متوسطی با هدایت الکتریکی خاک دارند. یافته‌های نیز همبستگی منفی معنی‌دار بین هدایت الکتریکی خاک و عناصر کبالت، آهن و نیکل را نشان داد.

جدول ۱- ماتریس ضرایب همبستگی بین عناصر و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به روش اسپیرمن

Var.	Al	AS	Ba	Be	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Sb	V	Zn	EC	pH	CEC	OC	CaSO4	Clay
Al	1	-.438*	-.259	.143	-.206	.131	-.507*	.089	.414	-.108	-.115	-.219	-.002	-.197	.210	.414	-.280	-.494*	.519*	.437*
AS		1	.262	-.508*	-.385	-.338	.643**	.164	-.517*	-.340	.389	.046	.141	.620**	.152	-.195	-.022	.143	-.145	-.413
Ba			1	-.139	.470*	.027	.428	.651**	-.042	.322	.219	.376	.235	.200	-.672**	-.572**	.318	.170	-.269	-.374
Be				1	.219	.173	-.205	-.160	.340	.173	.000	.263	.134	-.110	-.043	-.198	.123	-.144	.009	.205
Co					1	.595**	-.150	.350	.463*	.859**	.147	.400	.094	-.253	-.640**	-.288	.585**	.096	-.375	.086
Cr						1	-.430	.057	-.584**	.672**	.417	.259	-.199	-.439*	-.426	.188	.556**	-.096	-.267	.547*
Cu							1	.231	-.324	-.248	.030	.327	.229	.621**	-.036	-.650**	-.146	.479*	-.310	-.647**
Fe								1	.187	.257	.145	.319	.550**	.105	-.451*	-.318	.168	-.131	.068	-.190
Mn									1	.598**	.239	.005	.054	-.482*	-.077	-.038	.267	-.045	-.034	.567**
Ni										1	.189	.161	-.125	-.477*	-.467*	-.193	.760**	.134	-.247	.262
Pb											1	.241	.191	.186	-.187	-.224	.278	-.075	-.470*	.092
Sb												1	.489*	.347	-.490*	-.465*	-.050	-.153	-.355	-.402
V													1	.531*	-.059	-.434*	-.379	-.380	.045	-.232
Zn														1	.200	-.362	-.443*	-.076	-.196	-.446*
EC															1	.328	-.477*	-.059	.263	.226
pH																1	-.068	-.324	.370	.495*
CEC																	1	.280	-.257	.242
OC																		1	-.358	-.260
CaSO4																			1	.104
Clay																				1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



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

نتیجه‌گیری

توسط ذرات رس می‌شود. یافته‌های این پژوهش نشان دادند که میزان رس خاک فقط همبستگی مثبت با عناصر آلومینیوم، کروم و منگنز دارد و همبستگی این ویژگی با سایر عناصر پایین و در برخی موارد منفی می‌باشد. این همبستگی پایین و منفی بدست آمده می‌تواند به ناهمگنی نمونه‌های خاک مربوط باشد که دارای مقادیر گوناگون رس و فلزات می‌باشند. و جذب کروم توسط کانی‌های رسی در پژوهش خود را گزارش کردند. تمایل زیاد عنصر روی برای جذب بر روی رس‌ها و سطوح سزکویی اکسیدها توسط گزارش شده است. یافته‌های بدست آمده از آنالیز خوشه‌ای این پژوهش (شکل ۲) با یافته‌های آنالیز همبستگی میزان فلزات سنگین و ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی (جدول ۱) نمونه‌های خاک همخوانی دارد.

منابع

-حاجی زاده، ه.، کرمی، غ.، سعادت، س.، (۱۳۸۴)، "ارزیابی میزان آلاینده‌های عناصر سنگین در خاکهای منطقه افیولیتی فیروزآباد شاهرود"، سازمان زمین‌شناسی کشور، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین‌شناسی، سازمان زمین‌شناسی کشور.

-طلایی، ع.، (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.

-مسافری، م.، تقی‌پور، ح.، (۱۳۸۸)، "بررسی میزان آرسنیک در آب آشامیدنی، یک مثال موردی". مجله سلامت و محیط. جلد ۱، ص. ۲۸-۱۹.

-موسسه حفاظت خاک و آب، (۱۳۷۹)، "مطالعات خاک‌شناسی و طبقه‌بندی هشترده، استان آذربایجان شرقی".

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

-Brannon, J. M. and W. H. Patrick. (1987), "Fixation, transformation, and mobilization in

همبستگی مثبت بین برخی فلزات و میزان رس و مواد آلی نمونه‌های خاک دلالت بر این می‌کنند که غلظت فلزات به‌وسیله‌ی ویژگی‌های خاک کنترل می‌شوند. همچنین این یافته‌ها نشان می‌دهند که مواد آلی و رس خاک‌ها، فلزات را تثبیت می‌کنند و خطر رها شدن آن‌ها را به محیط زیست کاهش می‌دهند. لازم است پژوهش‌های دیگری انجام گیرد تا بین منشا زمین‌زاد و بشرزاد فلزات اندازه‌گیری شده این طرح تفکیک صورت گیرد. از این جهت که این موضوع در مواقعی که تصمیم‌گیری روی پاک‌سازی خاک یا آگاهی از محدودیت‌های خاک آلوده مورد نیاز است، اهمیت ویژه‌ای در ارزیابی خطر این فلزات دارد در مجموع ارتباط ضعیفی بین میزان فلزات سنگین خاک و اسیدپتت بدست آمد (بجز برای عناصر باریم و مس). این نتایج با نتایج Tume برای خاک‌های Katolonia در اسپانیا و Manta برای خاک‌های Sicily همخوانی دارد که علت آن را دامنه کم اسیدپتت خاک‌های مورد آزمایش خود ابراز داشته‌اند. نمونه‌های خاک پژوهش حاضر نیز دامنه کمی از اسیدپتت داشتند. عناصر کبالت، کروم و نیکل همبستگی مثبت بالا و روی همبستگی منفی با CEC دارند. آلومینیوم همبستگی منفی و مس همبستگی مثبت با کربن آلی داشت. همبستگی مس با کربن آلی، نشان‌گر پیوند قوی مس با مواد آلی می‌باشد. نتایج اسپکترتری X-ray و رزونانس اسپین الکترون نشان داده است که مس، سرب و روی کمپلکس‌های داخل صفحه‌ای (Inner sphere surface complexes) با مواد آلی خاک تشکیل می‌دهند. آلومینیوم همبستگی مثبت و سرب همبستگی منفی با CaSO_4 نشان دادند. طبق گفته Brannon (۱۹۸۷)، همبستگی بالای فلزات و درصد رس خاک به ریزی مساحت این ذره و در نتیجه سطح ویژه بالای آن مربوط می‌شود که باعث بالا رفتن جذب سطحی یون‌های فلزی

- 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.
- 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.
- Page, A., L., (1965)**, "Methods of soil analysis, Part 1", 2ed edition, *Agronomy Mono.*, 9, SA., Madison WI.
- Polemio, M., N., (1982)**, "Soil contamination by metals. A survey in industrial and rural areas of Sonthem Italy", *The Scince of Total Environment* 25: 71-79.
- 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.
- Tao, C., Xingmei, L., Muzhi, Z., Keli, Z., J., W., J., X., Panming, H., (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.
- Tume, P., Bech, J., Logan, L., (2006)**, "Trace elements in natural surface soils in Sant client", *Ecol. Eng.*, 27: 145-152.
- sediments", *Environmental Science and Technology*. 21(5): 450-459.
- Brooks, R., (1983)**, "Biological methods of prospecting for minerals", Wiley, New York.
- Chaosheng, Z., (2006)**, "Using multivariate analyses and GIS to identify pollutants and their spatial patterns in urban soils in Galway, Ireland", *Environmental Pollution* 142, 501-511.
- 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.
- Lacatusu, R., (1996)**, "Soil-plant-man relationship in heavy metal polluted areas in Romania", *App Geochemistry*, 11:105-107.
- **Lindsay, W., L., (1979)**, "Chemical equilibria in soils", John Wiley and sons, NewYork, United States.
- Lund., I., 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.
- 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.
- Hans-Rudolf, P., Anne Häussermann L., Werner, H., (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.
- Magalhaes, V., F., (2007)**, "As concentration and distribution in Engenho Inlet, Sepetiba Bay, Brazil", *Water, Air and Soil pollution*, 18: 83-91.

Relationship Between Heavy Metals and Some Soil Physico-Chemical Properties in Garangochay Watershed

Ramin Salmasi

Research assistant professor of Agricultural and natural research center, east Azarbayjan,

Abstract

Heavy Metal contamination in Garangochay watershed was reported. Primary experiments of the stream water samples showed Heavy Metal concentrations were several times higher than standard ones. The purpose of this research is that with attention to Heavy Metal pollution of the water samples, are the soils polluted with these metals. If answer is positive, which soil properties are related to these metals? For this purpose, after field investigations and the soil sampling and analyses of soil physico-chemical properties and heavy metals, correlation coefficients and cluster analyses of data were determined. Results showed that 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 was in agreement with correlation coefficients. 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.

Key words: Soil properties, Heavy metals, Garangochay Watershed , Soil and water pollution.