

## ارزیابی آلودگی غیر متمرکز خاک‌های با سنگ بستر کواترنر در منطقه دوست بیگلو (شمال غرب استان اردبیل)

رضا طلائی<sup>۱\*</sup>، فرزانه عظیمی مطعم<sup>۲</sup>، حمیدرضا پیروان<sup>۳</sup> سعید صالحی<sup>۴</sup>

۱- عضو هیات علمی و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، اردبیل، صندوق پستی: ۵۴۵-۵۶۱۳۵

۳- حمیدرضا پیروان، عضو هیات علمی پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، تهران، صندوق پستی: ۱۱۳۶-۱۳۴۴۵

۴- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، اردبیل، صندوق پستی: ۵۶۱۳۵-۵۴۵

RZTALA@yahoo.com

### چکیده

آلودگی خاک از آلودگی محیط زیست مستثنی نیست، خاک آلوده می‌تواند آب‌های سطحی و زیر زمینی را نیز آلوده نماید. گیاهان نیز می‌توانند با جذب عناصر فلزی از خاک، آلوده شوند. فرآیند دگرسانی سنگ‌ها باعث غنی‌شدگی یا تهی‌شدگی برخی عناصر در سنگ مادر و زون‌های دگرسانی می‌شود. غلظت برخی عناصر مضر در خاک این مناطق نیز نسبت به میانگین خاک‌های مناطق غیر آلوده متفاوت است. غلظت برخی از عناصر کشنده و سمی نه تنها در خاک‌ها بلکه در آب‌های سطحی و زیر زمینی منطقه دوست بیگلو در شمال غرب شهر اردبیل و حتی برخی از گیاهان نیز بسته به شرایط زیستی آنها غیر عادی است. جهت بررسی میزان تمرکز عناصر فلزی سنگین و سمی تعداد ۷۲ نمونه از خاک سطحی روی رسوبات مربوط به کواترنر (عهد حاضر) جمع‌آوری و بعد از آنالیز به روش ICP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه مقادیر به دست آمده با استانداردهای جهانی عناصر نشان می‌دهد که در افق‌های سطحی خاک‌ها، عناصر طلا، گوگرد، آرسنیک، کبالت، مس، مولیبدن و سرب به شدت تمرکز یافته‌اند و غلظت برخی دیگر از عناصر از جمله استرانسیم، کلسیم، فسفر، جیوه، نقره، نیکل، روی، قلع، سزیم و سرب هر چند از مقادیر معمول بیشتر هستند. تمرکز بیش از حد استاندارد و مجاز این عناصر در منابع خاک، آب و گیاه این منطقه نگران کننده است، چرا که گسترش بیماری‌های مختلف مانند بیماری‌های پوستی و مسمومیت را در منطقه می‌توان با آلودگی‌های این عناصر در ارتباط باشد

**واژه‌های کلیدی: آلودگی خاک، نهشته کواترنر، عناصر سمی، زیست محیطی**

### ۱- مقدمه

یکی از مهمترین منابع آلوده کننده خاک می‌تواند عناصر فلزی سنگین و سمی از منشا غیر متمرکز طبیعی باشد که از سنگ‌ها و تخریب آنها سرچشمه می‌گیرد (Donald L.S., 1995). مینرالیزاسیون و دگرسانی‌ها یکی از فرایندهای طبیعی هستند که تغییرات ترکیبی و کانی شناسی مهمی در سنگ‌های اولیه بوجود می‌آورند و باعث آزاد سازی، تمرکز و یا تخلیه برخی از عناصر فلزی و غیر فلزی سمی و سنگین می‌شود. لذا در چنین مناطقی انتظار می‌رود گسترش و پراکندگی عناصر سمی در منابع خاک متفاوت بوده و آلودگی‌های طبیعی شدیدی را بوجود آورد. چون خاک روی نهشته‌های کواترنر که شامل رسوبات عهد حاضر است منبع اصلی عناصر غذائی گیاهان می‌باشد، لذا مطالعه میزان آلودگی این خاک‌ها می‌تواند پایه و اساس مطالعات محیط زیست باشد. از آنجا که زون قره‌داغ طارم بعنوان یک زون متالوژن (دارای مناطق مینرالیزه و دگرسانی‌های وسیع می‌باشد) مطرح بوده و بخشی از آذربایجان را نیز دربر می‌گیرد و در برخی از مناطق آن نیز فعالیت‌های معدنی وسیعی انجام گرفته و در حال انجام نیز می‌باشد بنابراین بررسی امکان آلودگی این گونه مناطق از دیدگاه محیطی زیست و محدودیت‌های بوجود آمده ضروری می‌باشد چرا که فلزات سنگین و سمی نهایتاً در خاک و ته نشست‌ها دفن می‌شوند و این فلزات غالباً در لایه‌های بالائی خاک تجمع یافته (Colin B., 1995) و از طریق گیاهان و یا آب وارد چرخه غذایی دام و انسان می‌شوند.

مطالعات قبلی انجام گرفته در منطقه بطور کلی جنبه اکتشافات معدنی داشته و از دیدگاه محیط زیست کنکاشی صورت نگرفته است ( سازمان صنایع و معادن استان اردبیل ۱۳۷۴ و ۱۳۸۱). در نقشه‌های زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ (اهر) و ۱:۱۰۰,۰۰۰ (لاهرود) علاوه بر ترکیب‌های سنگی، محدوده‌های زون‌های دگرسانی و وسعت زیاد آنها نشان داده شده است (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۵۵ و ۱۳۷۰). با این وجود در سایر نقاط کشورمان و بسیاری از نقاط معدنی دنیا اثرات منابع آلوده کننده غیر متمرکز بر محیط زیست مورد ارزیابی قرار گرفته است. از جمله می‌توان به مطالعات خراسانی پور م. و همکاران (۱۳۸۵) در خصوص ارزیابی عناصر مسمومیت‌زا در خاک‌های شهرک مسکونی مس سرچشمه اشاره کرد. Fergusson L., (1985) معتقد است که با تعیین مقادیر غلظت فلزات بصورت زمینه در خاک‌ها می‌توان مقادیر آلوده کننده این عناصر را تعیین کرد. همچنین با مقایسه مقادیر عناصر خاک با استانداردهای تعریف شده می‌توان محیط زیست را از دیدگاه میزان آلودگی ارزیابی کرد (Salminen R. and Tarvainen T., 1997). (Tack F.M.G. and et al., De Temmerman L.O. and et al., (1984) Klassen R.A., 1998 و al., (1997) معتقدند که مقادیر عناصر در خاک‌ها به نوع مواد اولیه سنگی و فرایندهای ثانویه موثر بر آنها بستگی دارد. محققین زیادی از جمله Barize D. and Sterckeman T., (2001) و Horckmans L. and et al., (2005) معتقد هستند که چون غلظت فلزات در خاک‌ها دارای تغییرات زیادی است لذا جهت تعیین مناطق آلوده باید از زمینه‌های محلی عناصر استفاده کرد، تا از حذف مقادیر بالای ناهنجاری‌ها جلوگیری شود. Miller J.R. and et al., (2004) آلودگی‌های خاک، آب و رسوبات را به عناصر کادمیوم، سرب و روی در مناطق مینرالیزه بولیوی مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیده‌اند که علاوه بر آب، آلودگی خاک‌ها سبب انتقال عناصر فلزی سمی به چرخه غذایی دام و انسان شده و در ایجاد بیماری‌ها دخالت می‌نمایند. در خصوص پالایش خاک‌ها راهکارهای عملی زیادی پیشنهاد شده است، پالایش به روش شستشوی خاک‌های آلوده بوسیله Kuo S. and et al., (2006) در مورد خاک‌های آلوده به کادمیوم، روی، نیکل، کروم، مس و سرب در تایوان مورد ارزیابی قرار گرفته است. کاهش آلودگی خاک‌ها با استفاده از گونه‌های گیاهی روش مناسبی جهت کاهش آلودگی خاک‌ها می‌باشد که در این خصوص مطالعات زیادی صورت گرفته است؛ در این خصوص می‌توان به نتایج Veerle M.J. and et al., (2006) در خصوص استفاده از نوعی کلم در کاهش غلظت عناصر کادمیم، روی و کلسیم، و Gisbert C. and et al., (2006) استفاده از گونه‌های تیره شب‌بو جهت پالایش عناصر کادمیم، روی، مس و سرب اشاره کرد. Yoon J. and et al., (2006) آب و خاک‌های آلوده به سلامتی انسان‌ها را مورد بررسی قرار داده و علاوه بر تعیین رابطه بین میزان عناصر خاک و ۱۷ گونه گیاهی، امکان انتقال عناصر از طریق خاک‌های آلوده را به چرخه زیستی ارزیابی نموده‌اند.

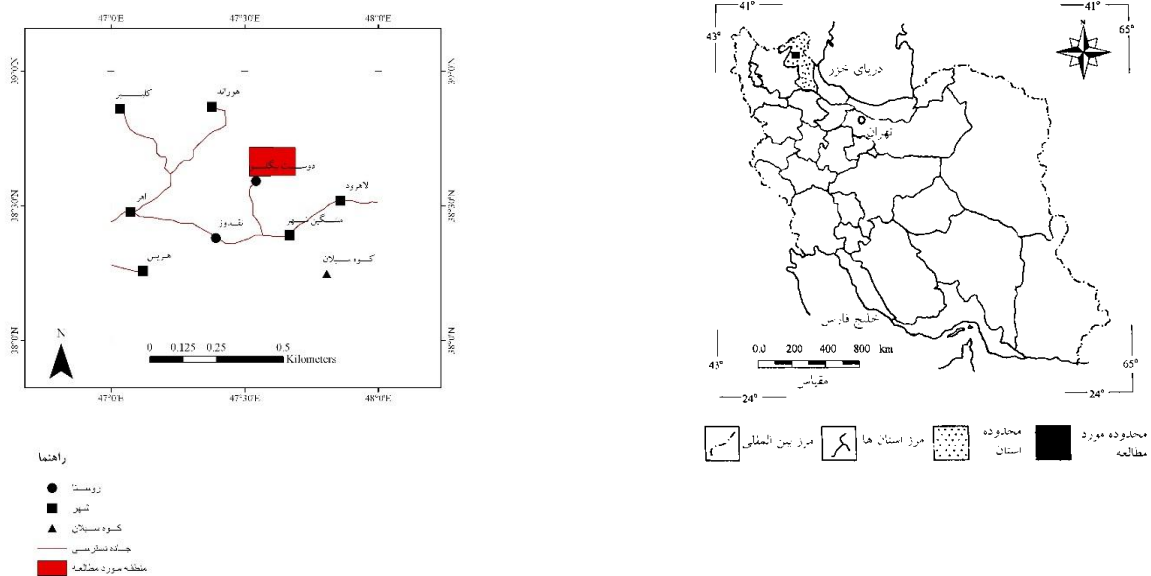
## ۲- مواد و روش‌ها

- ۱- تهیه نقشه‌های زمین شناسی با تاکید بر محدوده‌های زون‌های دگرسان در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰
- ۲- به منظور مطالعه نحوه و میزان اثرات منابع غیر متمرکز بر محیطی زیست بر کیفیت منابع خاک منطقه مورد مطالعه، تعداد ۷۲ نمونه خاک از افق‌های سطحی خاک (افق A و B) در مناطق دگرسان و غیر دگرسان جمع‌آوری گردید
- ۳- آنالیز خاک‌ها به روش ICP

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه غلظت آنها با مقادیر استاندارد، در این قسمت میزان عناصر فلزی و سنگین در ترکیب خاک مناطق دگرسان و مینرالیزه با استانداردهای موجود برای هر عنصر مقایسه شده، و غنی شدگی و یا تهی شدگی عنصری مشخص می‌گردد.

### ۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

محدوده دوست بیگلو در ۲۷ کیلومتری شمال غرب شهرستان مشگین شهر، بین طول‌های جغرافیایی "۱۲' ۳۲' ۴۷° تا "۹' ۳۵' ۴۷° و عرض‌های جغرافیایی "۴۶' ۳۲' ۳۸° تا "۲۵' ۳۴' ۳۸° واقع گردیده است (شکل ۱). این محدوده در یک ناحیه کوهستانی تا تپه ماهوری در شمال و شمال شرق روستای دوست بیگلو و نیز شرق-شمال شرق روستای زاخورد قشلاق قرار گرفته است. مناطق دگرسان شده (سیلیسی، آرژلیک و...) وسیعی که بعضاً دارای علایم کانی سازی نیز می‌باشند، در آن مشاهده می‌شود. این محدوده دارای آب و هوای سرد در زمستان و معتدل در تابستان است. متوسط میزان بارندگی منطقه بین ۳۵۰ تا ۴۵۰ میلیمتر در سال گزارش شده است. بلندترین نقطه‌ای که در منطقه دوست بیگلو و پیرامون آن وجود دارد مربوط به ارسق قلعه می‌باشد که حدود ۱۳۱۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و پست‌ترین نقطه نیز مربوط به مناطق پست پیرامون رودخانه قره سو و کف آبراه‌های منطقه می‌باشد که از سطح تراز دریا حدود ۸۰۰ متر ارتفاع دارند.



شکل ۱- موقعیت و راه‌های دسترسی به محدوده مطالعاتی

### ۳- نتایج

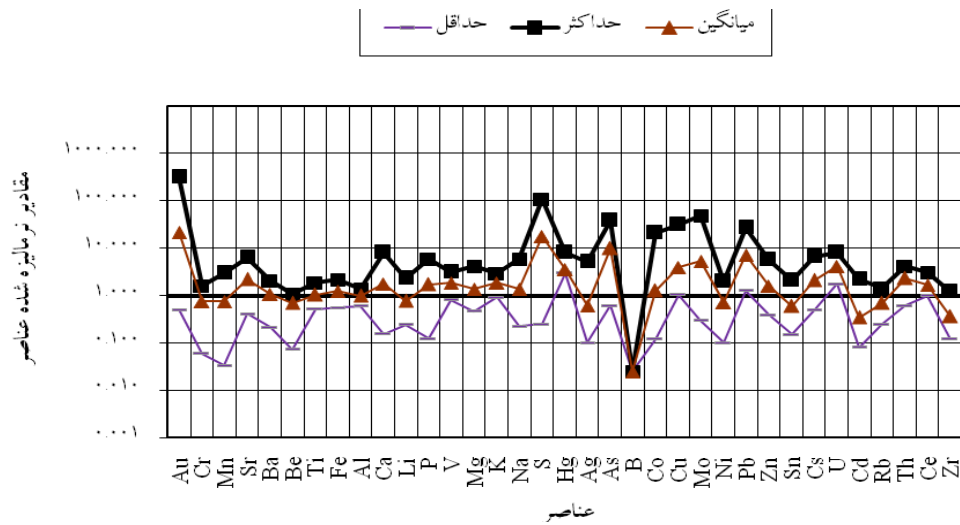
این گروه از خاک‌ها بر روی تراس‌های آبرفتی (قدیمی و جوان) و آبرفت‌های جوان بستر رودخانه (Qal) تشکیل شده‌اند. تراس‌های آبرفتی قدیمی و رسوبات مخروط افکنه شامل واریزه‌های زاویه‌دار تا گرد شده هستند که ابعاد قطعات آنها بسیار متنوع و منفصل (Unconsolidate) می‌باشد. از نظر زمانی قدیمی‌ترین رسوبات مربوط به کواترنر هستند. تراس‌های جوان‌تر بر اثر حمل قطعات از

واحدهای سنگی اطراف در ابعاد مختلف از چند سانتی متر تا چنددسی متر تشکیل شده و توسط سیمانی از جنس اکسید آهن به هم چسبیده‌اند. شیب این واحد کم و تقریباً افقی است. واحد اخیر گسترش محدودی داشته و بیرونزدگی‌های آن بصورت پوشش‌های پراکنده در دره قلعه دره‌سی و لایه‌های نیز در شمال غرب محدوده مشاهده می‌شود. با توجه به وجود پیریت فراوان در این واحدها و اکسید شدن آنها، آب‌های دارای ترکیبات آهن از محیط خارج و رسوب اکسید آهن در میان قطعات واریزه‌ای و آبرفتی باعث سیمانی شدن آنها شده است (شکل ۲).

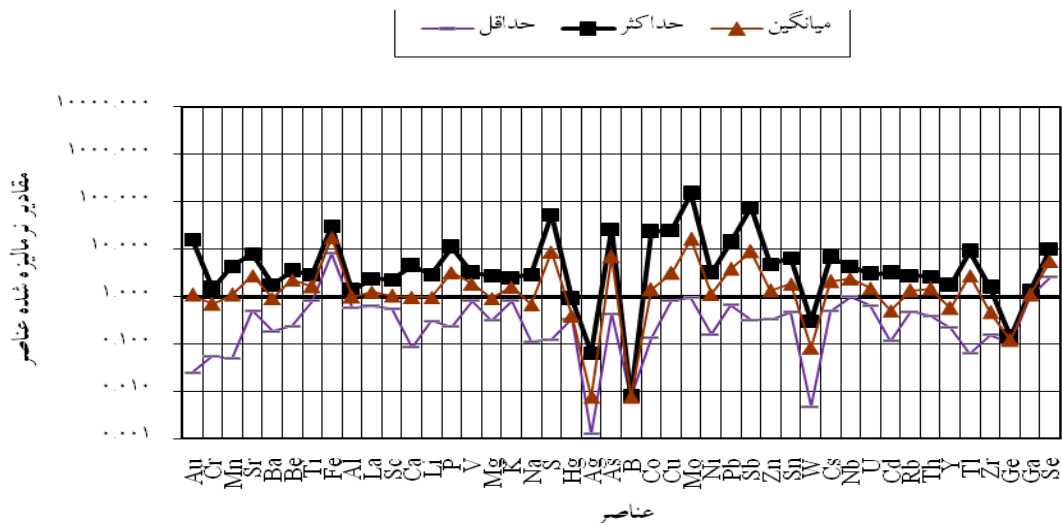


شکل ۲- نهشته‌های کواترنر با زمینه اکسید آهن

آبرفت‌های بستر رودخانه‌ها شامل رسوبات جوان کف بستر رودخانه می‌باشند و نسبت به سایر رسوبات کواترنر جوانتر هستند که واریزه‌هایی از تمام واحدهای منطقه در آنها دیده می‌شود. براساس استاندارد Vinogradov در Yagodin B.A., 1984 عناصر طلا، گوگرد، آرسنیک، کبالت، مس، مولیبدن و سرب بشدت در خاک‌های روی نهشته‌های آبرفتی کواترنر تمرکز یافته‌اند و برخی دیگر از عناصر نظیر استرانسیم، کلسیم، فسفر، جیوه، نقره، نیک، روی، قلع، سزیم و سرب هرچند از مقادیر معمول بیشتر هستند ولی غلظت آنها از چند برابر تجاوز نمی‌کند. مقایسه عناصر با استانداردهای Bowen H.J.M., (1979) و Donald L.S., (1995) نیز نشان می‌دهد که عناصر طلا، آهن، فسفر، گوگرد، آرسنیک، کبالت، مس، مولیبدن، سرب، آنتیموان، تالیم و سلنیم نسبت به مقادیر استاندارد تغلیظ شده‌اند (شکل ۳ و ۴). در خاک‌های روی آبرفت‌های منطقه علاوه بر این که بین مقادیر حداکثر و حداقل فاصله زیاد دیده می‌شود بلکه الگوی تغییرات عناصر نیز نشان دهنده تمرکز و تهی شدگی شدید برخی از عناصر است. تغلیظ بیش از حد عناصری مانند طلا، گوگرد، مولیبدن و آنتیموان در مقابل تهی شدگی نقره، بر، تنگستن و زیرکونیم قابل توجه می‌باشد.



شکل ۳- فراوانی عناصر مهم در خاک‌های روی نهشته‌های آبرفتی مربوط به کواترنو که نسبت به مقادیر میانگین عناصر (Vinogradov) در (Yagodin B.A., 1984) نرمالیزه شده‌اند.



شکل ۴- فراوانی عناصر مهم در خاک‌های روی نهشته‌های کواترنو که نسبت به مقادیر میانگین عناصر (عناصر طلا، نقره، تنگستن، کادمیم، سزیم و تالیوم براساس Bowen H.J.M., 1979 و بقیه عناصر براساس Donald L.S., 1995 نرمالیزه شده‌اند).

#### ۴- بحث و نتیجه گیری

در نهشته‌های کواترنو که واریزه‌هایی از تمام واحدهای سنگی منطقه در آنها دیده می‌شود عناصر طلا، گوگرد، آرسنیک، کبالت، مس، مولیبدن و سرب بشدت تمرکز یافته‌اند. نفوذ محلول‌های هیدروترمال و تشکیل کانی‌های سولفیدی و تاثیر فرایندهای جوی بعدی سبب تشکیل سولفات و گوگرد خالص گردیده و در نتیجه باعث افزایش غلظت این عنصر در خاک‌های مناطق مینرالیزه و

دگرسانی شده است. بدلیل حضور سولفید آهن (پیریت) فراوان در منطقه و اکسیداسیون آنها سولفات آهن سه ظرفیتی و اسید سولفوریک تشکیل می شود. سولفات آهن سه ظرفیتی با اسید سولفوریک ترکیب شده و به سولفات آهن دو ظرفیتی تبدیل می شود که در اثر آن گوگرد خالص نیز آزاد شده و وارد محیط می شود. غلظت بالای گوگرد در نمونه های آب منطقه بصورت سولفات (۶۴ تا بیش از ۲۴۰۰ میلی گرم در لیتر - بخش شیمی آب) نشان دهنده تاثیر شدید مینرالیزاسیون و زون های دگرسانی بر منابع آب است. هرچند وجود گوگرد در خاک جهت افزایش بازده محصولات کشاورزی و باغی مثبت ارزیابی می شود ولی افزایش بیش از حد آن در مناطق معدنی مضر تلقی می شود، لذا احتمال گسترش بیماری های مختلف مرتبط با گیاهان آلوده به گوگرد (سولفیدها و سولفات ها) در منطقه دور از انتظار نیست. با توجه به غلظت زیاد این عنصر در محیط های سنگی و خاکی منطقه می توان آلوده بودن آنها را به این عنصر بسیار سمی از منبع مواد معدنی و سنگ های دگرسان شده مورد توجه قرار داده و امکان ورود بیش از حد استاندارد آن را در چرخه زیست محیطی از جمله آب های سطحی و زیر زمینی توجیه کرد. عنصر آرسنیک سمی بوده و مقدار متوسط آن در خاک های آلوده نشده بین ۵ تا ۱۰ میکروگرم در گرم در نظر گرفته شده است، ولی یک دهم گرم تری اکسید آرسنیک می تواند موجب مرگ انسان شده و سرطان پوست و بسیاری از سرطان های اعضاء داخلی نظیر مثانه، ریه و یا کلیه به علت آثار آرسنیک در محیط است (غضبان ف.، ۱۳۸۱؛ Colin B., 1995 و مسافری م. و یونسیان م.، ۱۳۸۵). همچنین می تواند موجب بیماری سیاهی و تباهی پا گشته و در نهایت منجر به مرگ شود. میزان سمی بودن آرسنیک، به شکل شیمیائی آن و یا به عبارت دیگر، به درجه اکسایش و شکل های آلی و غیر آلی آن بستگی دارد. آرسنیک به حالت احیاء بسیار مضرتر و خطرناک تر از حالت های دیگر آن از جمله حالت اکسایشی است. میزان ورود آرسنیک به بدن انسان از طریق غذا بسیار بیشتر از آب آشامیدنی است ولی چون آرسنیک موجود در غذا به صورت آلی است لذا اگر آب آشامیدنی دارای آرسنیک باشد خطرات جدی تری را برای انسان و حیوان خواهد داشت. منشاء اصلی آرسنیک در منابع خاک و آب منطقه مورد مطالعه کانی های فلزی مختلف از جمله پیریت، کالکوپیریت، گالن و اسفالریت بوده و از طریق آب آشامیدنی و گیاهان وارد چرخه غذایی دام ها و انسان ها می شود.

فرض بر این است که نباید میزان جذب سرب از طریق غذای جامد در انسان ها بیش از ۶۰۰ میکروگرم باشد (Beek J. and et al., 1976)، و این موضوع مقدار سرب گیاهان و جذب آن بوسیله گیاهان را از لحاظ سلامت انسان با اهمیت ساخته است. خاک های آلوده به سرب در منطقه، علاوه بر افزایش غلظت آن در گونه های گیاهی منطقه و آب های سطحی و زیر زمینی، بصورت ذرات گرد و غبار چسبیده به گیاهان مورد تغذیه دام و انسان قرار گرفته و احتمالاً میزان سرب وارد شده به بدن اهالی منطقه و استفاده کنندگان از محصولات تولیدی را افزایش می دهند. بزرگسالان تقریباً در مقابل اثرات سرب مقاوم ترند و تنها در صورت مصرف بالا دچار بیماری اعصاب خارجی می شوند اما در کودکان مصارف نسبتاً کم می تواند تاثیرات زیانبارتری داشته باشد. مصرف بالای سرب در کودکان باعث بروز آنسفالیت حاد سربی می شود که یک بیماری کاملاً خطرناک است و در آن شخص دچار تورم مغزی می شود (Needleman H.L., 1988). سرب در مقادیر کم نیز می تواند فعالیت آنزیم پورفوبیلینوژن سنتاز (Porphobilinogen synthase) را کاهش دهد. از طرفی به دلیل تمایل سرب در اتصال به میتوکندری مزاحمت هایی در رابطه با تنفس سلولی و تولید انرژی به وجود خواهد آمد. لذا احتمال گسترش بیماری های مختلف مرتبط با گیاهان آلوده به سرب در منطقه دور از انتظار نیست. آزاد سازی مس از مناطق معدنی و زون های دگرسان آن سبب آلوده شدن خاک و در نهایت آب می شود. میزان این آلودگی علاوه بر اینکه در خاک های منطقه از حد استاندارد بسیار بالاتر است بلکه میزان غلظت آن در آب های سطحی و زیر سطحی نیز چندین برابر مقدار مجاز اعلام شده می باشد. لذا احتمال گسترش بیماری های مختلف مرتبط با آب های آلوده به مس در منطقه دور از انتظار نیست.

غلظت برابر با ۰/۱ میلی گرم در لیتر برای در آب برای اکثر گیاهان سمی است، بطور کلی مسمومیت ناشی از کبالت تابع نوع گیاه و خصوصیات شیمیایی خاک می باشد (Tanji K.K., 1990). کبالت در طبقه بندی (Fergusson L., 1985) سرطانزا محسوب می شود و بیماری های قلبی ناشی از مسمومیت کبالت نیز به اثبات رسیده است (Centeno J.A. and et al., 1996). در سنگ های مادر اسیدی منطقه مولیبدن زیاد است و خاک های که از تخریب این سنگ ها و زون های دگرسانی آنها بوجود می آید مقدار زیادی مولیبدن قابل جذب گیاه را دارا هستند، بطوریکه گیاهان این نوع خاک ها در دام ها ایجاد مسمومیت می کنند (National academy of sciences, 1972 and National academy of engineering). برخلاف سایر فلزات کم مصرف مولیبدن می تواند به مقدار زیادی توسط گیاه جذب شود، بطوریکه در ماده خشک برخی از گیاهان (مانند برگ گیاه پنبه) تا بیش از ۱۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نیز تجمع می یابد (حق پرست م. ر.، ۱۳۶۹). علائم مسمومیت ناشی از مولیبدن در گیاه هنگامی بروز می کند که مقدار این عنصر از ۲۰۰-۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم در وزن خشک تجاوز کند، و این مقدار از خاک هایی با مولیبدن ۱-۵ میلی گرم در کیلوگرم قابل جذب است (J. and Beeket al., 1976). مولیبدن در میزان های کم برای تغذیه حیوانات ضروری است، اما چنانچه میزان آن زیاد باشد، بسیار سمی است. احشامی که در چراگاه هایی که میزان مولیبدن آنها بیش از ۱۰ تا ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم است، چرا می کنند، به بیماری مولیبدنوسس مبتلا می شوند (غضبان ف.، ۱۳۸۱). متاسفانه آمار و اطلاعات مستند و دقیق از بیماری های شایع در مراکز درمانی و بهداشتی وجود ندارد. ولی بنا به اظهارات شفاهی اهالی و پزشکان منطقه گسترش بیماری های مختلف از جمله مسمومیت ها و بیماری های صعب الاعلاج نسبت به مناطق دیگر شایع تر است. لذا پیشنهاد می شود در ادامه این تحقیق مطالعات بیشتری در زمینه رابطه گیاه، آب و خاک با بیماری ها صورت گیرد.

## منابع

- حق پرست م. ر.، (۱۳۶۹). "فیزیولوژی گیاهی"، انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۵۹ ص.
- خراسانی پور م.، آفتابی ع.، اسماعیل زاده ع. و نکوئی م.، (۱۳۸۵). "بررسی ژئوشیمیایی و تحلیل زیست محیطی عناصر مسمومیت زا در اقله های خاک (شهرک مسکونی معدن مس سرچشمه، کرمان)"، دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، ۱۳ تا ۱۵ شهریور. چکیده مقالات، صفحه ۲۷۰.
- سازمان زمین شناسی کشور و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۵۵). "نقشه زمین شناسی اهر ۱:۲۵۰۰۰۰"، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- سازمان زمین شناسی کشور و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۷۰). "نقشه زمین شناسی لاهرود ۱:۱۰۰۰۰۰"، زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- سازمان صنایع و معادن استان اردبیل (۱۳۷۴). "پی جوئی و آثار یابی مقدماتی مواد معدنی در شمال مشکین شهر"، ۹۶ صفحه.
- سازمان صنایع و معادن استان اردبیل (۱۳۸۱). "اکتشاف عمومی عناصر فلزی شمال غرب کشور"، ۱۳۹ صفحه.
- غضبان ف.، (۱۳۸۱). "زمین شناسی زیست محیطی"، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۶ صفحه.
- مسافری م. و یونسیان م.، (۱۳۸۵). "خطر سرطان ناشی از آرسنیک در آب شرب"، اولین کنگره ملی محیط زیست، شغل و سرطان، تیرماه ۱۳۸۵. بیمارستان امام خمینی تهران، مرکز تحقیقات سرطان.
- Barize, D. and Sterckeman, T., (2001). "Of the necessity of knowledge of the natural pedo-geochemical background content in the evaluation of the contamination of soils by trace elements", Sci. total environ. Vol. 264, pp. 127-139.
- Beek, J., Bolt, G.H., Bruggenwert, M.G.M., De Haan, F.A.M., Kamphorst, A., Novozamsky, I., Van Bremen, N., Brinkman, R. and Zwerman, P.J., (1976). "Soil chemistry, Basic elements", Elsevier Scientific Publishing Company, Vol. I.
- Bowen, H.J.M., (1979). Environmental chemistry of the elements, Academic Press, London.
- Centeno, J.A., Pestaner, J.P., Muillick, F.G. and Virman, R., (1996). "An analytical comparison of Cobalt cardiomyopathy and idiopathic dilated cardiomyopathy", Biol. Trace Element Res., Vol. 55, pp.21-30.
- Colin, B., (1995). Environmental chemistry, Freeman and Company.

- De Temmerman, L.O., Hoenig, M. and Scokart, P.O., (1984). "Determination of " Normal" levels and upper limit values of trace elements in soils", *Zig. Pflanz. Bodenkunde*, Vol. 147, pp. 687-694.
- Donald, L.S., (1995). "Environmental soil chemistry", Academic Press, 267pp.
- Fergusson, L., (1985). "The heavy elements: Chemistry, environmental impact and health effects", Pergamon Press, Oxford, 614 pp.
- Gisbert, C., Clemente, R., Navarro-Avino, J., Baixauli, C., Giner, A., Serrano, R., Walker, D.J. and Bernal, P., (2006). "Tolerance and accumulation of heavy metal by Brassicaceae species grown in contaminated soils from Mediterranean regions of Spain", *Environmental and Experimental Botany*, Vol. 56(1), pp. 19-27.
- Horckmans, L., Swennen, R., Deckers, J. and Maquil, R., (2005). "Local background concentrations of trace elements in soils: a case study in the Grand Duchy of Luxembourg", *Catena*, Vol. 59, pp. 279-304.
- Klassen, R.A., (1998). "Geological factors affecting the distribution of trace metals in glacial sediments of central Newfoundland", *Environ. Geol.*, Vol. 33(2/3), pp. 154-169.
- Kuo, S., Lai, M.S. and Lin C.W., (2006). "Influence of solution acidity and CaCl<sub>2</sub> concentration on the removal of heavy metals from metal-contaminated rice soils", *Environmental Pollution*, Vol. 144(3), pp. 918-925.
- Miller, J.R., Hudson-Edwards, K.A., Lechler, P.J., Preston, D. and Macklin, M.G., (2004). "Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Rio Plicomayo basin, Bolivia", *Science of the total Environment*, Vol. 320(2-3), 29 March.
- National academy of sciences and National academy of engineering, (1972). "Water quality criteria", United States environmental protection agency, Washington DC. Report No. EPA-R373-033. 592 p.
- Needleman, H.L., (1988). "The persistent threat of lead: Medical and sociological issues", *Curr. Probl. Pediatr.*, Vol. 18, pp. 697-744.
- Salminen, R. and Tarvainen, T., (1997). "The problem of defining geochemical baselines. A case study of selected elements and geological materials in Finland", *J. Geochem. Exploration*, Vol. 60, pp. 91-98.
- Tack, F.M.G., Verloo, M.G., Vanmechelen, L. and Van Ranst, E., (1997). "Baseline concentration levels of trace elements as a function of clay and organic carbon content in soils in Flanders (Belgium)", *Sci. Total Environ.*, Vol. 201, pp. 113-123.
- Tanji, K.K., (1990). "Agricultural salinity assessment and management", ASCE manuals and reports on engineering practice No. 71, USA.
- Veerle, M.J. Grispen, Hans, J.M. Nelissen and Joes, A.C. Verkleij, (2006). "Phytoextraction with *Brassica napus* L.: A tool for sustainable management of heavy metal contaminated soils", *Environmental Pollution*, Vol. 144(1), pp. 77-83.
- Yagodin, B.A., (1984). "Agricultural chemistry", Mir Publishers, Moscow, Vol. 1, 2. Translated from the Russian by Vopyan V.G.
- Yoon, J., Cao, X., Zhou, Q. and Ma, L.Q., (2006). "Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site", *Science of the total environment*, Vol. 368(2-3), pp. 456-464.