Archive of SID

سنجش میزان آلایندگی حاصل از فرسایش سازندها و معدنکاری در منطقه شیخ لر شمالغرب استان زنجان (انگوران)

شهرام شریعتی*[۱]، سید علی آقانباتی[۲]، سیدرضا موسوی حرمی[۳]، سروش مدبری[۴]، محمدحسین آدابی[۵]

۱- دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران- ایران

۲- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واخد تهران شمال تهران- ایران

۳- عضو هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد- ایران

۴- سازمان محیط زیست ایران- دفتر آب و خاک-تهران- ایران

۵- عضو هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی تهران- ایران

*(*عهده دار مکاتبات - shariati@ayerma.ir)*

چکیده

در سالیان اخیر در بحث مطالعات زیست محیطی به فاکتوری اساسی توجه می‌شود که تحت عنوان ضریب پتانسیل آلایندگی سنگی (میزان عناصر موجود در سنگ‌ها و سازندها) موسوم است. با استفاده از این ضریب می‌توان آلاینده‌هایی را که در منطقه به صورت بالقوه موجودند ولی در سنجش آلایندگی و یا منبع الودگی کمتر مورد توجه قرار می گیرند را اندازه گیری نمود (Fergossen, 2004). ناحیه معدنی انگوران در منطقه کوهستانی شمال باختر ایران و در محل برخورد زون‌های‌ساختمانی البرز - آذربایجان، زاگرس و سنندج - سیرجان قرار دارد. قدیمی‌ترین سنگ‌های این ناحیه از ایران منسوب به پرکامبرین پسین و جوانترین آن سن پلیوسن را دارند (لطفی،۱۳۸۰). به منظور اندازه‌گیری میزان آلایندگی، نمونه‌هایی از سازندهای منطقه برداشت و مورد آنالیز قرار گرفت. این سنجش نشان داد که برخی سازندها نظیر سازند قم و سازند قرمز بالایی و سازند قرمز پایینی پتانسیل ایجاد آلودگی را در منطقه ندارند ولی در مقابل برخی دیگر توانایی آلایندگی بالایی را در خود نشان داده‌اند. یکی از سازندهای آلاینده کانسار سرب و روی انگوران به سن پرکامبرین می‌باشد که در ۲۵ کیلومتری شهر دندی قرار دارد که نظرات متفاوتی درباره سن واقعی این مجموعه وجود دارد. معهذا این سازند در سنگ بستر خود دارای مقادیر بالایی از عناصری است که وجود آنها تعادل زیست محیطی منطقه را تهدید می‌کند. این میزان در مورد عناصری نظیر سرب و روی (تا ppm۲۰۰۰۰) کادمیوم (ppm۴۰۰۰) و آرسنیک (ppm۱۰۰۰۰) در حد بسیار نگران کننده همچنین در مورد عناصری مانند منگنز، مس و قلع میزانی بالاتر از حد استانداردهای زیست محیطی است. به منظور اطمینان بیشتر نمونه‌هایی نیز از زمین‌های کشاورزی و زراعی همچنین منابع آبی حاشیه سازندها و رخنمون‌ها همچنین سایر مناطق مورد نظر اخذ و مورد آزمایش قرار گرفت. اندازه‌گیری‌ها نشان داد ارتباط معنی دار و مشخصی بین میزان عناصر موجود در خاک کشاورزی مجاور سازند و رخنمون‌های مورد نظر وجود دارد. این ارتباط معنی دار در مورد کانسار انگوران به صورتی مشخص‌تر قابل مشاهده بوده تا حدی که خاکهای کشاورزی حاشیه کانسار مذکور مقادیر متنابهی از این عناصر را در خود جای داده اند. با استفاده از این روش ضریب آلایندگی هر سازند تعیین و معرفی گردید. به طور کلی ضریب آلایندگی سازندهای منطقه پایین و متناسب است تنها استثناء موجود کانسار سرب و روی انگوران بوده که نسبت به کانسارهای مشابه به علت حجم و بهره برداری غیر اصولی دارای ضریب آلایندگی سنگی بالایی می‌باشد.

واژگان کلیدی: *آلودگی سازندها، فرسایش، سرب و روی، حد مجاز عناصر، آب و خاک.*

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

منطقه اصلی مطالعاتی محدوده روستای انگوران و شهر دندی بوده که به لحظ وجود صنایع مرتبط با سرب و روی و وجود معدن انگوران از اهمیت خاصی برخوردار است. معـدن مذکور در موقعیت ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه شمالی و ۴۷ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی واقع است.

حمدی (۱۳۷۴) به بررسی شواهد فسیل‌شناسی آن‌ها پرداخت و برخی از سنگ‌های منسوب به پرکامبرین را به جایگاهی بالاتر از سازند کهر نسبت داد و به عبارتی سنگ‌های بستر را منسوب به پروتروزوئیک بالا - کامبرین زیرین‌دانست (قربانی و همکاران، ۱۳۷۹).

قربانی (۱۳۷۸) به اصلاح تقسیمات مجموعه‌های سنگی ارائه شده توسط علوی نائینی و همکاران دست زد و آن‌ها را به عنوان یک کمپلکس بزرگ پرکامبرین - کامبرین تکاب نامید.

شروع معدنکاری در انگوران همانند سایر معادن ایران به زمان‌های دور و به لحاظ سنی نامعلوم بر می‌گردد و در اصطلاح کارهای شدادی خوانده شده است. چهارگوش ماه‌نشان (۱:۱۰۰۰۰۰) در قسمت شمال چهارگوش تکاب (۱:۲۵۰۰۰۰) واقع می‌شود. شهر ماه‌نشان بزرگترین شهر واقع در این چهارگوش است. این چهارگوش بین طول‌های جغرافیایی ۳۰ و ۴۷ تا ۴۸ درجه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۰ و ۳۶ تا ۳۷ درجه شمالی قرار می‌گیرد. این منطقه، به خصوص قسمت‌های غربی آن عمدتاً کوهستانی است (لطفی،۱۳۸۰). مهمترین رودخانه این گستره نیز، رودخانه قزل‌اوزن است که به دریای خزر می‌ریزد. سازندهای پرکامبرین تا عهد حاضر در این منطقه دیده می‌شوند و شامل سنگ‌های رسوبی، دگرگونی درونی و بیرونی مختلف می‌شود. سکانس رسوبی این ناحیه پیوسته نبوده و به وسیله نبودهای رسوبگذاری و ناپیوستگی‌هایی قطع شده است (لطفی،۱۳۸۰). کانسارهای زیادی در منطقه ماه‌نشان یافت شده‌اند و بعضی از آنها نیز اهمیت اقتصادی زیادی دارند.

در حال حاضر استخراج معدن انگوران به روش روباز و پله‌ای در محدوده‌ای به ابعاد ۳۰۰×۴۵۰ متر و عمق ۱۲۰ متر صورت می‌گیرد (تصویر ۱). و ماده معدنی با عیار ۳۰ درصد به نسبت از گسترش بیشتری برخوردار است (رضایی، ۱۳۸۴).

ارتفاع عمیق‌ترین نقطه ترانشه۲۹۲۰ متر است که در آن مواد معدنی قابل مشاهده است شیب پله‌های ترانشه ۷۴ عرض‌آن ۱۰ متر و شیب کلی پله‌ها ۴۵ می‌باشد.

تصویر ۱: عملیات استخراجی به روش پلکانی در معدن سرب و روی انگوران قبل از ریزش معدن

در این ناحیه گستردگی سری‌های دگرگونی پرکامبرین شامل: آمفیبولیـت‌هـا و آمفیبولوشیسـت‌هـا، سـنگ‌هـای آهکی متبلور، میکاشیست‌ها و فیلیـت‌هـا غالـب مـی‌باشـد و رخنمـونی از گنـیس‌هـا در حـد فاصـل آمفیبولیـت‌هـا و میکاشیست‌های جنوب ناحیه دیده می‌شود سری‌های جوانتر شامل رسوبات سنوزوئیک است که با کنگلومرای قاعده‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

و ماسه سنگ قرمز سازند سرخ زیرین مربوط به اواسط الیگوسن شروع می‌شود و رخنمون‌هائی هم از آهک‌ها، مارن‌ها و مارن‌های ماسه‌ای و سبز سازند قم به سن الیگوسن میانی و نیز رخنمون وسیعی از گدازه‌های آندزیتی میوسن و آهک ماسه‌ای و کنگلومرای اوایل پلیوسن (معادل کنگلومرای سازند هزار دره) دیده می‌شود بیرون‌زدگی یک سری سنگ‌های رسوبی - آتشفشانی اسیدی (عمدتاً توف ریولیتی) در مناطق‌شرقی معدن و در رخنمون‌های نسبتاً وسیع و پراکنده در فاصله هوائی از ۱ تا ۶ کیلومتر در داخل مارن‌های ماسه‌ای سبز رنگ سازند قم دیده می‌شود.

۲- روش کار

استانداردهای مورد استناد در این تحقیق مانند سایر بخش‌های علوم پایه، مبتنی بر استانداردهای جهانی مندرج در سازمان‌های بین المللی است. از آنجا که سازمان‌های بین المللی همگی میزان استاندارد مشخصی را به عنوان معیار تبیین نموده اند بنابراین استناد به هر یک از آن‌ها می تواند موثر باشد.

به طور مثال در بخش آب و خاک استناد به استانداردهای EPA، EEC, WHO مد نظر بوده است. بدیهی است که رعایت استانداردهای نمونه برداری و سمپلینگ سیالات نیز موازین متناسب با خود را داراست.

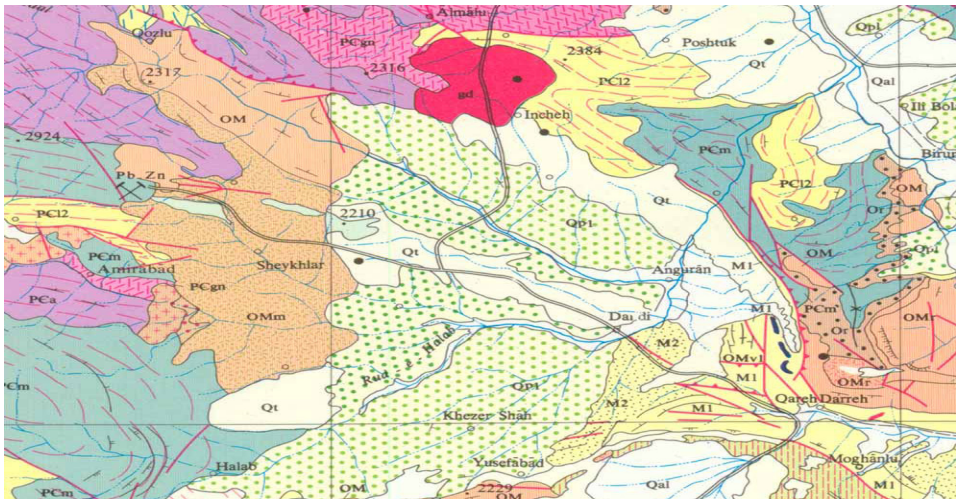
برای طراحی شبکه نمونه برداری برای اینگونه مطالعات آشنایی با آنومالی‌های بستر و ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی و زیست محیطی، همچنین نتایج مطالعات عناصر سنگین و سمی حائز اهمیت است.

در این تحقیق نمونه برداری به صورت شبکه‌ای و ذوزنقه‌ای انجام پذیرفت. نمونه‌ها از ۴ گوشه ذوزنقه و یک نمونه از وسط ذوزنقه برداشت شد. بعد از اخذ نمونه‌ها و آماده سازی آن‌ها، از روش ICP برای اندازه‌گیری میزان عناصر استفاده شد.

نمونه ها به دو روش ICP-OES & ICP mass مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه شیمیایی نمونه‌های جامد در آزمایشگاه ACME LAB کانادا و نمونه‌های مایع در LAB WEST استرالیا انجام پذیرفته است.

۳- بحث

همانگونه که بیان شد منطقه دارای سازندهایی به سن پرکامبرین تا پلیستوسن است ولی با وجود این بازه زمانی تعداد سازندها بسیار محدود می باشد نقشه ذیل پراکندگی سازندها را در منطقه نشان می دهد (نقشه۱).



نقشه ۱: برگرفته از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ ناحیه تکاب - موضوع: منطقه مورد مطالعه

سیستم اصلی رودخانه‌ها در منطقه، شامل رودخانه‌های قلعه چای، دندی چای و انگوران چای می‌باشد که در نهایت به قزل اوزن و دریای خزر ختم می شود. این در حالیست که نمی‌توان میزان آلاینده‌های موجود در این

www.SID.ir

Archive of SID

رودخانه‌ها را به سازندهای منطقه و حتی معدن نسبت داد چرا که در نزدیکی روستای انگوران و شهر دندی بزرگترین کارخانجات سرب و روی ایران قرار دارد به همین منظور تنها بخشی از آلایندگی قزل اوزن را می توان مربوط به معدن دانست که محاسبه دقیق آن بسیار دشوار است.

مجموعه‌های سنگی پرکامبرین شامل سری سنگ‌های دگرگونه از توالی آناتکتیکی و رخنمون‌های محدودی از سازند کهر می‌باشد. سری سنگ‌ها از توالی آناتکتیکی به ترتیب درجه دگرگونی، مجموعه‌ای از سنگ‌های دگرگونه درجه متوسط تا درجه بالا را تشکیل داده و شامل واحدهای سنگی زیر است:

الف - گنایس‌های پورفیرو بلاستیک تا گرانوبلاستیک

ب - واحد میکاشیست فلدسپاتیک گرونادار همراه با میان لایه‌هایی از آمفیبولیت و مرمر نواری

ج - واحدهای سنگی

د - واحد مرمر

ه - سازند کهر (لطفی، ۱۳۸۰)

آنالیز نمونه‌های فوق نتایج ذیل را در پی داشت:

جدول ۱: آنالیز نمونه های اخذ شده از سازندهای دگرگونی به سن پرکامبرین در منطقه مورد مطالعه

ردیف	کد نمونه اصلی	کد نمونه سیستمی	سازند یا واحد سنگی	محل نمونه برداری	سرب	روی	کادمیوم	آرسنیک
۱	A-SH-12	a-sh-11	دگرگونه های پر کامبرین	مجاور معدن	۵۴/۸	۱۱۷	۴/۹	۱۲
۲	A-SH-01	a-sh-16	دگرگونه های پر کامبرین	اینچه	۲۱/۶	۱۱۳	۲	۲
۳	K-SH-13	a-sh-17	دگرگونه های پر کامبرین	شیخ لر	۳۰/۵	۱۶۰	۵/۶	۵۳
۴	A-SH-17	a-sh-18	دگرگونه های پر کامبرین	امیرآباد	۴۱/۲	۱۲۲	۴/۶	۱۷
۵	A-SH-42	a-sh-19	دگرگونه های پر کامبرین	قزلو	۷/۷	۸۶	۰/۲	۴

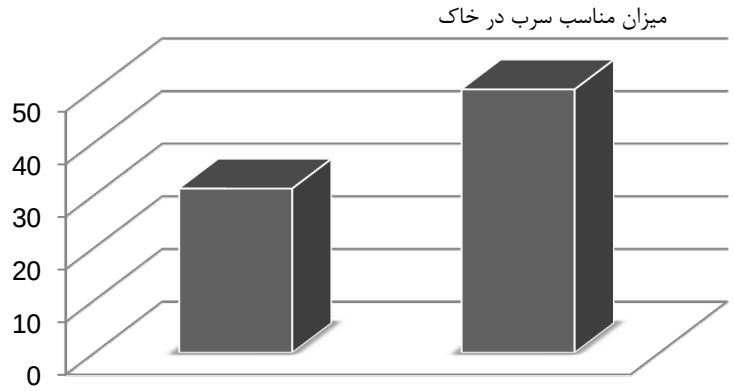
لازم به ذکر است که نمونه‌های فوق نتیجه ترکیب به ترتیب ۵، ۵، ۵، ۷و ۷ نمونه است. این بدان معنی است که هر کدام از ردیف‌های فوق حاصل تلفیق چند نمونه از واحدهای مشابه در منطقه می‌باشد (جدول ۱).

همچنین نتایج نشان می‌دهد که میزان منگنز موجود در این سازند حدود ۸۱۰ ppm همچنین میزان مس حدود ۳۲ ppm است بررسی‌ها نشان می‌دهد حتی اگر تمام میزان عناصر موجود در سنگ‌ها پر کامبرین منطقه به جز کانسار روی انگوران به آب یا خاک منطقه وارد شود مشکل اساسی برای محیط زیست منطقه در پی نخواهد داشت. این ادعا در نمودارهای ذیل به صورت شماتیک نشان داده شده اند.

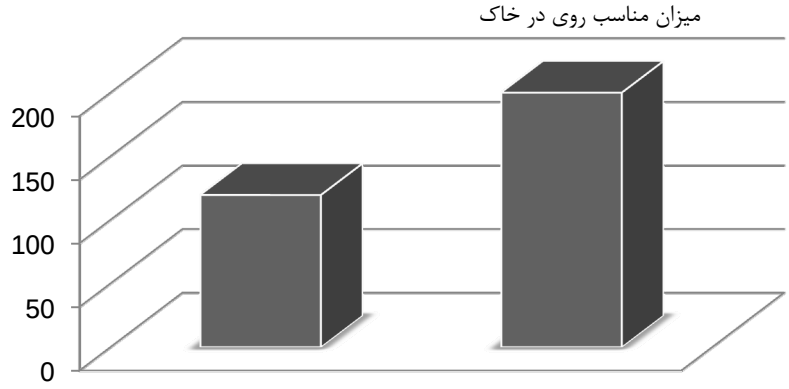
نتیجه نشان می‌دهد هر چند که میزان کادمیوم موجود در سازندهای منطقه کمی بالاتر از حد مناسب خاک است ولی میزان آن برای سلامتی انسان کاملاً بی خطر به شمار می‌آید. تأکید می‌شود که میزان اندکی از عناصر موجود در سنگ‌های موجود و سازندها می‌توانند وارد خاک و آب شوند.

www.SID.ir

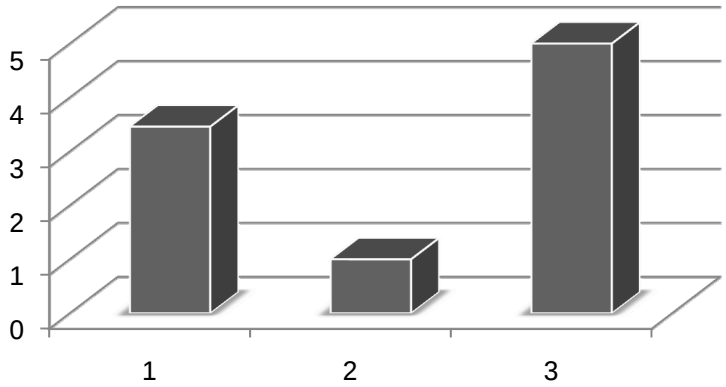
Archive of SID



نمودار۱: ستون سمت چپ میزان میانگین سرب در سازندهای پرکامبرین به جز کانسار انگوران و ستون سمت راست میزان مناسب سرب در خاک است. نتیجه نشان دهنده حد مجاز سرب در این گروه سازندها ست



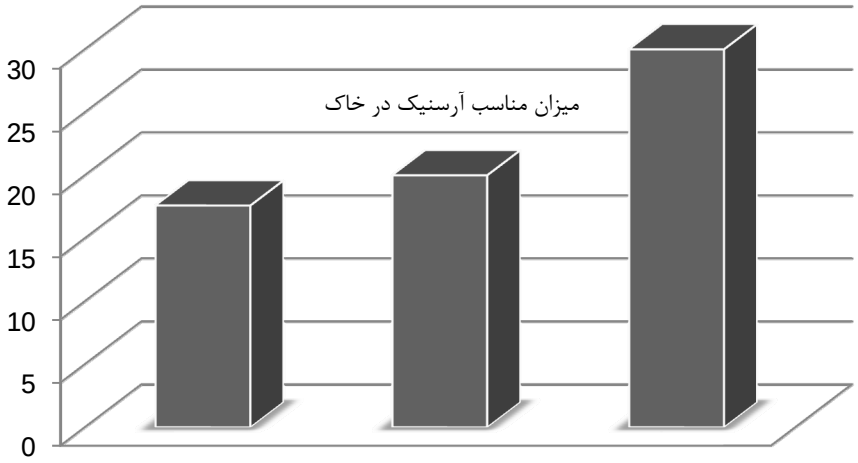
نمودار ۲: ستون سمت چپ میزان میانگین روی در سازندهای پرکامبرین به جز کانسار انگوران و ستون سمت راست میزان مناسب سرب در خاک است. نتیجه نشان دهنده حد مجاز روی در این گروه سازندها ست



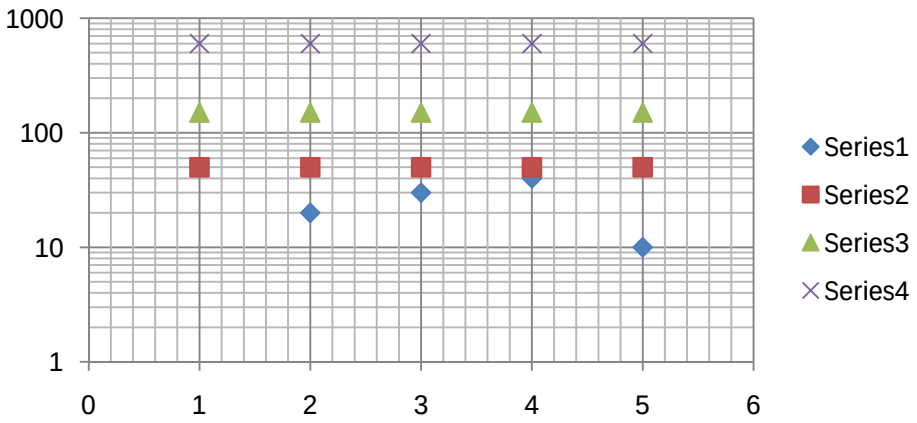
نمودار ۳: ستون سمت چپ میزان میانگین کادمیوم در سازندهای پرکامبرین به جز کانسار انگوران و ستون میانی میزان مناسب کادمیوم در خاک متضمن سلامت انسان و ستون سمت راست حد متناسب خاک است

www.SID.ir

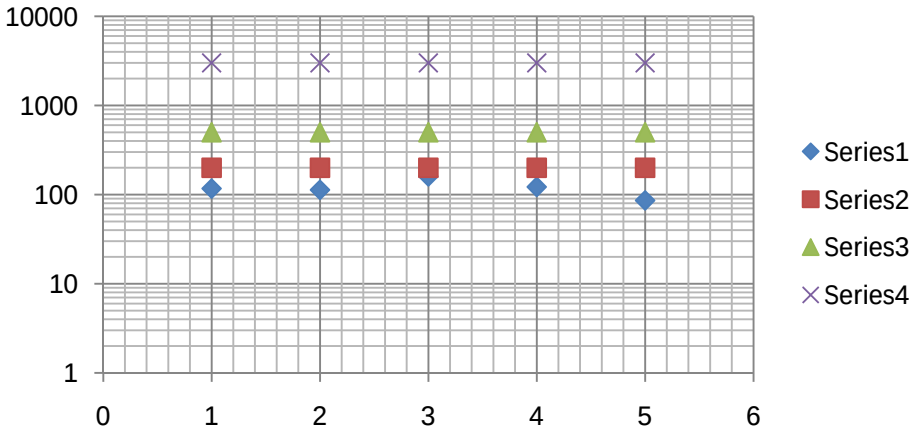
Archive of SID



نمودار ۴: ستون سمت چپ میزان میانگین آرسنیک در سازندهای پرکامبرین به جز کانسار انگوران و ستون میانی میزان مناسب آرسنیک در خاک متضمن سلامت انسان و ستون سمت راست حد متناسب خاک است. . نتیجه نشان دهنده حد مجاز روی در این گروه سازندها ست



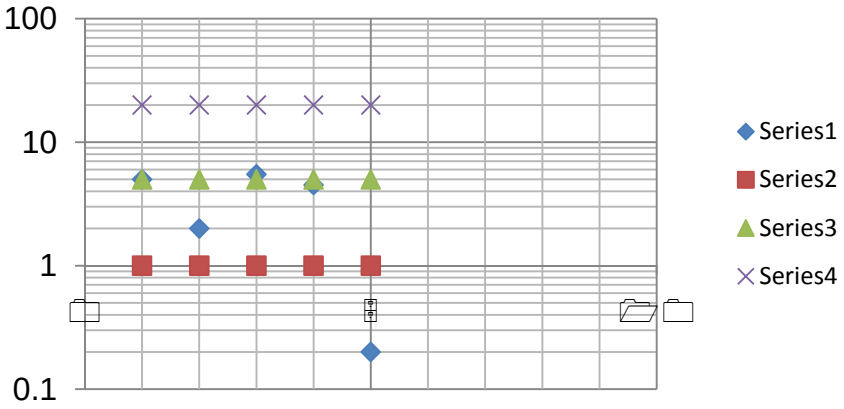
نمودار ۵: میزان سرب موجود در سازند های پرکامبرین ، سری ۲حد مجاز عنصر در خاک، سری ۳ حد مجاز عنصر برای سلامتی انسان و سری ۴ حدی که خاک باید بهبود یابد



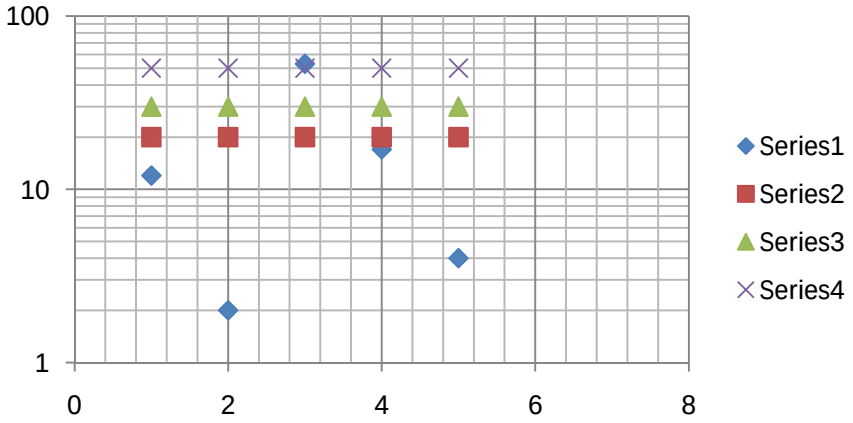
نمودار ۶: میزان روی موجود در سازند های پرکامبرین ، سری ۲حد مجاز عنصر در خاک، سری ۳ حد مجاز عنصر برای سلامتی انسان و سری ۴ حدی که خاک باید بهبود یابد

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۷: میزان کادمیوم موجود در سازند های پرکامبرین ، سری ۲حد مجاز عنصر در خاک، سری ۳ حد مجاز عنصر برای سلامتی انسان و سری ۴ حدی که خاک باید بهبود یابد



نمودار ۸: میزان آرسنیک موجود در سازندهای پرکامبرین ، سری ۲حد مجاز عنصر در خاک، سری ۳ حد مجاز عنصر برای سلامتی انسان و سری ۴ حدی که خاک باید بهبود یابد

میزان آرسنیک موجود در سازندهای مذکور نه تنها متضمن حد مجاز در سلامت انسان است بلکه حد مناسب خاک را نیز بر اساس استاندارد EPA تضمین می‌کند. همچنین میزان منگنز و مس نیز با استانداردهای سلامت EPA مطابقت دارند.

تصویر ۲: نقاط نمونه برداری شده از سازندها و واحدهای سنگی در محدوده طرح بر روی تصویر گوگل ۲۰۰۹

www.SID.ir

Archive of SID

با اندازه گیری میزان ۴ عنصر سرب، روی، آرسنیک و کادمیوم در آب‌های جاری روی سازندها یا آب‌های هم جوار سازندهای پر کامبرین (آب‌های بالا دست معدن) به این نتیجه ضمنی رسیدیم که رودخانه‌های منطقه هیچ تأثیر شاخصی از آلایندگی را در بالادست از خود نشان نمی‌دهند. تحقیقات مکمل بیانگر این نکته است که عبور این آب‌ها از محل معدن و یا کارخانجات به طور ناگهانی ترکیب عنصری را به سمت آلایندگی تغییر خواهد داد.

جدول ۲: میزان عناصر مورد نظر در آب‌های سطحی منطقه

ردیف	شماره نمونه	کد سیستمی	محل نمونه برداری	حجم نمونه (گرم)	نوع مصرف	Cd	Pb	Zn	As
۱	An-1	a-sh-15	انگوران چای	200cc	کشاورزی- شرب	2.05	0.8	12.7	2.8
۲	SH-15	a-sh-4	قشلاق جوق	200cc	کشاورزی- شرب	0.67	2.9	4.1	4.9
۳	SH-14	a-sh-5	قشلاق جوق	200cc	کشاورزی- شرب	0.34	< 0.1	2.4	4.7
۴	SH-21	a-sh-8	قزل اوزن	200cc	کشاورزی- شرب	3.35	< 0.1	7	16.1

منطقه مورد مطالعه شماری از رشته کوه‌های موازی را در بر می‌گیرد که به وسیله فلات‌های گسترده از یکدیگر جدا می‌شوند. این چنین روندهای ساختاری، میراث حرکات تکتونیکی زمان کرتاسه پایانی - پالئوسن بوده است. (قربانی، ۱۳۷۹) پس از اولیگوسن و میوسن پسین، تماس حوضه‌های فلات گونه یاد شده با دریای آزاد قطع، و به وسیله هزاران نهشته آواری از نوع پلایا (playa) و همچنین فرآورده‌های ولکانیکی و با ویژگی قاره‌ای پرشده‌اند. ویژگی نهشته‌های قاره‌ای نوع پلایا، با یک واحد کنگلومرائی - ماسه سنگی پیشرونده، با لایه بندی ضخیم و به رنگ قرمز متمایل به قهوه‌ای، که طبقات قدیمی‌تر را می‌پوشاند، توصیف می‌شود. این کنگلومرا از نوع چند منشائی (polygenetic) است و در بردارنده قطعات رسوبی نیمه گرد و با اندازه قلوه سنگ از واحدهای سنگی پالئوزوئیک و مزوزوئیک در یک سیمان ماسه‌ای است. در تناوب و همراهی با کنگلومرای یاد شده، که ستبرائی برابر با ۲۰۰ تا ۲۵۰ متر دارا می‌باشد، طبقاتی از ماسه سنگ و شیل قرمز وجود دارد. گاهی در این رسوبات قطعات تخریب شده از سازندهای قدیمی تر مخصوصاً سازندهای پر کامبرین و قطعاتی از سنگ‌های کانسار سرب و روی انگوران در آن دیده می‌شود (لطفی، ۱۳۸۱).

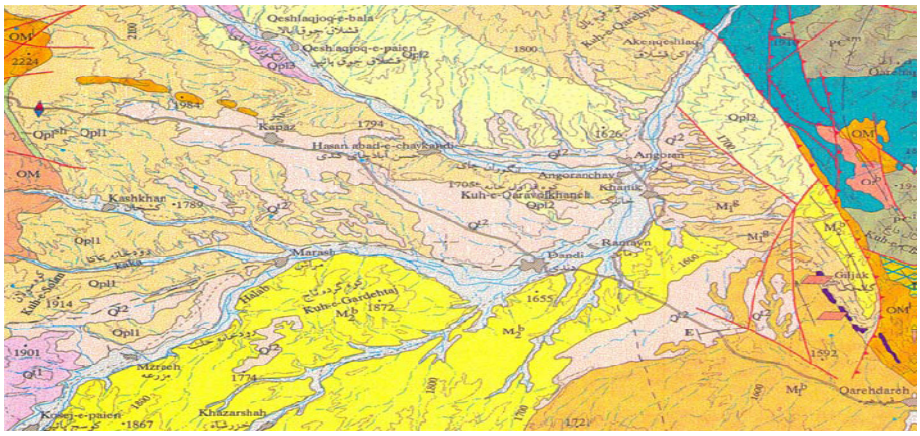
واحدهای سنگی میوسن، پوشاننده سازند قرمز زیرین (LRF) در منطقه مورد برداشت ماه نشان، نشان دهنده تغییرات سنگ رخساره‌ای (Lithofacies changes) گوناگون است.

به سوی شمال باختر منطقه ماه نشان، یک تغییر ناگهانی رخساره رخ داده و مارن‌های رنگارنگ از قهوه‌ای تا سبز (OM)، بر بالای سازند قرمز زیرین جای گرفته اند.

تصویر ۳: رخنمون سازند قم به سن الیگو میوسن – دارای بیشترین رخنمون در منطقه

www.SID.ir

Archive of SID



نقشه ۲: منطقه مورد مطالعه برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ تکاب

سازند قرمز بالائی بطور عمده از مارن‌های رنگارنگ گچ‌دار پدید آمده و به وسیله یک لایه نشانه گچ (gym)، از سازند دریایی قم جدا می‌شود. طبقات میکرو کنگلومرایی و ماسه سنگ درشت دانه، مارن‌های قرمز یکنواخت را همراهی می‌نمایند. بخش بالائی در برگیرنده مارن و شیل‌های قرمز تیره است که لایه‌های متناوب از ماسه سنگ سبز آنها را همراهی می‌نماید.

تصویر۴: رخنمون سازند قرمز بالایی در منطقه – مجاورت با سازندهای پالئوسن و ائوسن

بررسی نمونه‌های متعدد اخذ شده از ممبرها و لایه‌های مشخص در سازندهای سنوزوئیک منطقه نشان داد که میزان عناصر مد نظر تحقیق یعنی سرب، روی، کادمیوم و آرسنیک بسیار پایین‌تر از حد مجاز است پس بنابراین نمی‌توان آلایندگی منطقه را به این سازن‌ها نسبت داد. این در حالی است اگر تمام عناصر مورد سنجش به طور ناگهانی وارد خاک و آب منطقه شوند هیچ مشکلی برای ساکنان منطقه ایجاد نمی‌شود.

جدول۳: میزان عناصر مورد بحث در سازندهای الیگوسن منطقه

ردیف	کد نمونه اصلی	کد نمونه	سازند یا واحد سنگی	تعداد نمونه برداشتی	محل نمونه برداری	سرب	روی	کادمیوم	آرسنیک
۱	K-SH-7	a-sh-12	قم	۳	قلعه جوق	۱۷/۶	۶۷	۶/۶	۴
۲	A-SH-9	a-sh-13	قم	۴	روستای انگوران	۱۶/۱	۸۸	۲	۴
۳	A-SH-10	a-sh-14	قرمز بالایی	۷	کپز	۱۰/۳	۷۴	۲	۲
۴	A-SH-46	a-sh-15	قرمز پایینی	۴	قلعه جوق	۹/۸	۲۸	۰/۲	۸

www.SID.ir

Archive of SID

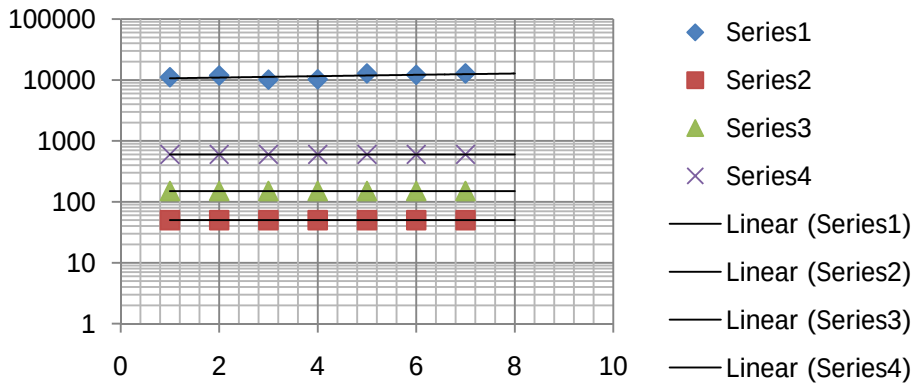
تصویر ۵: تصویر ارسالی از گوگل ارت – ۲۰۰۹ معدن سرب و روی انگوران

۴- کانسار انگوران

بررسی‌ها در مورد کانسار انگوران همچنین خاک کشاورزی و آب‌های جاری منطقه نشان می‌دهد میزان عناصر سنگین و سمی مورد پژوهش در آن‌ها بسیار بالاست و از آنجا که تقریباً هیچ تمهید موثری برای کاهش آلاینده‌ها صورت نمی‌پذیرد بنابراین ریسک آلودگی در منطقه ملموس است. جدول زیر که نتیجه آنالیز خاک معدن انگوران است نشان می‌دهد که:

جدول ۴: میزان عناصر موجود در خاک معدن انگوران

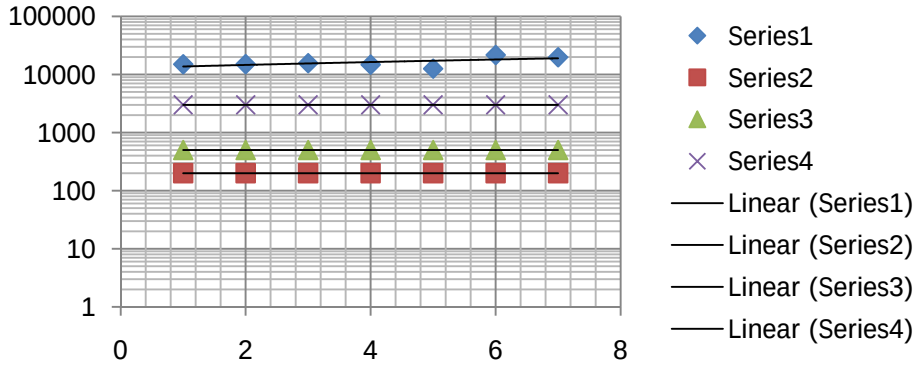
ردیف	محل برداشت نمونه	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	As	Cd
نمونه شماره ۱	بخش شمالی کانسار	11076	14981	56	533	370	1351	9780	2566
نمونه شماره ۲	بخش شمالی کانسار	11823	15067	76	487	398	1325	8770	2591
نمونه شماره ۳	بخش جنوبی کانسار	10087	15643	43	655	401	1489	8122	2360
نمونه شماره ۴	بخش جنوبی کانسار	10221	14755	48	460	403	1267	6711	3011
نمونه شماره ۵	بخش مرکزی کانسار	12756	12566	73	531	541	1382	8902	2895
نمونه شماره ۶	بخش مرکزی کانسار	12119	21654	32	622	478	1309	9981	2341
نمونه شماره ۷	بخش مرکزی کانسار	12801	19809	70	490	490	1508	9002	2499



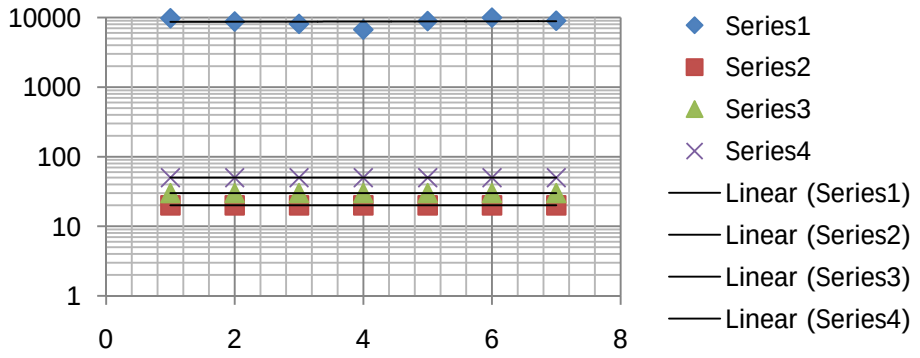
نمودار ۹: میزان سرب موجود در معدن ، سری ۲حد مجاز عنصر در خاک، سری ۳ حد مجاز عنصر برای سلامتی انسان و سری ۴ حدی که خاک باید بهبود یابد

www.SID.ir

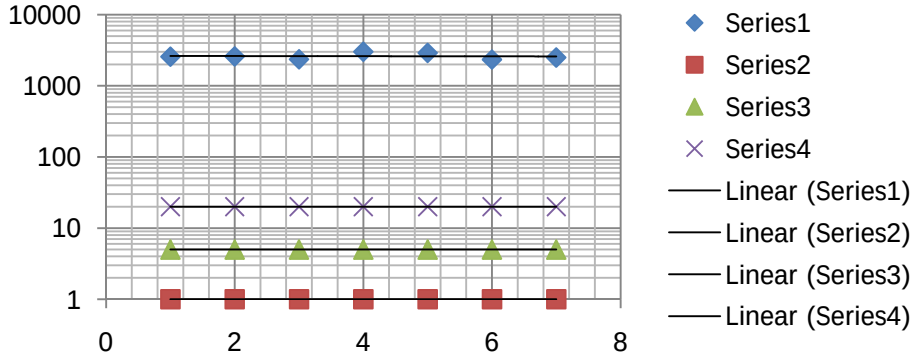
Archive of SID



نمودار ۱۰: میزان روی موجود در معدن ، سری ۲حد مجاز عنصر در خاک، سری ۳ حد مجاز عنصر برای سلامتی انسان و سری ۴ حدی که خاک باید بهبود یابد



نمودار ۱۱: میزان آرسنیک موجود در معدن ، سری ۲حد مجاز عنصر در خاک، سری ۳ حد مجاز عنصر برای سلامتی انسان و سری ۴ حدی که خاک باید بهبود یابد



نمودار ۱۲: میزان کادمیوم موجود در معدن ، سری ۲حد مجاز عنصر در خاک، سری ۳ حد مجاز عنصر برای سلامتی انسان و سری ۴ حدی که خاک باید بهبود یابد.

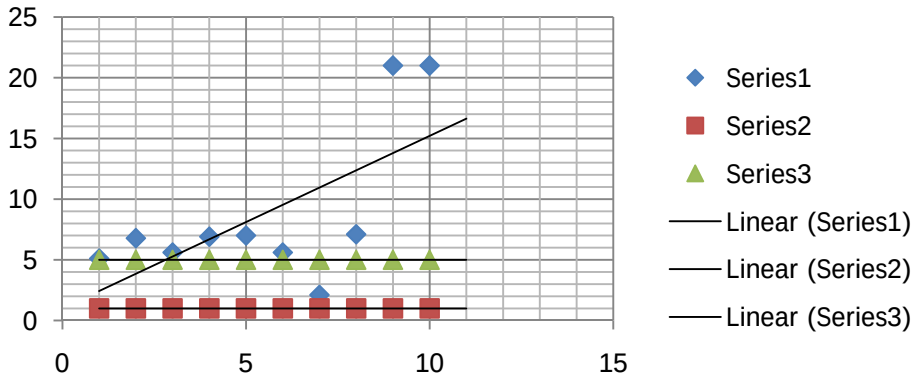
نمودارها و آمار نشان می‌دهد که میزان عناصر مورد بحث بسیار بالاتر از حد مجاز موجود در خاک است و اگر به هر دلیلی این عناصر وارد آب و خاک شوند مشکلات عدیده‌ای را برای ساکنان و محیط زیست ایجاد می‌نمایند. برای اثبات این موضوع نمونه برداری از خاک کشاورزی در محدوده ۱۰ کیلومتری معدن مذکور انجام پذیرفت و نشان داد با وجود بعد فاصله آلایندگی بالایی را می‌توان برای عملیات معدنی و مواد معدنی استخراج شده در خاک کشاورزی تصور نمود.

www.SID.ir

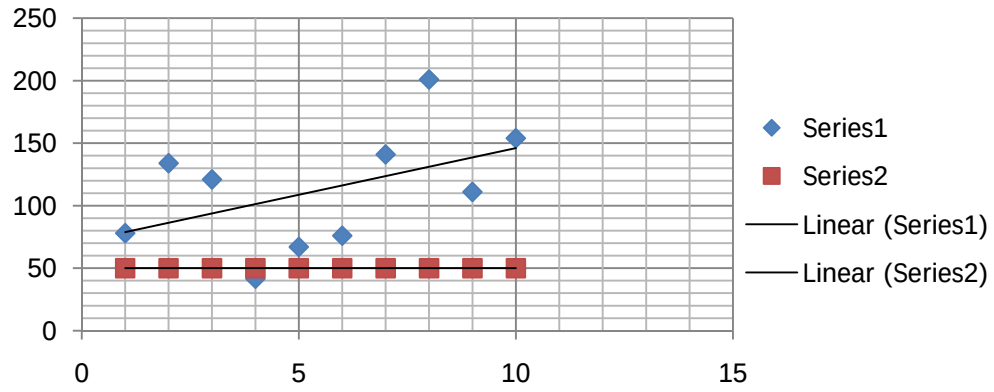
Archive of SID

جدول ۵: میزان برخی عناصر اندازه‌گیری شده در خاک کشاورزی منطقه مورد مطالعه

ردیف	شماره نمونه	کد سیستمی	محل نمونه برداری	نوع محصول کشاورزی	Co	Cd	Pb	Ni	Zn	As	Ag
۱	A-F-11	2822	شیخ لر	علوفه دامی (یونجه)	20	5.1	78	27	130.1	52.1	0.2
۲	A-F-12	2823	شیخ لر	علوفه دامی (یونجه)	13.1	6.78	134	29	70.1	54.1	0.2
۳	A-F-13	2824	شیخ لر	گندم	12.9	5.6	121	18	227.1	65.7	0.7
۴	A-F-14	2825	شیخ لر	علوفه دامی (یونجه)	15.9	6.9	41.5	21	138.	65.1	0.1
۵	A-F-15	2826	کپز	گندم	16.1	7	67	26	65.8	31.1	0.1
۶	A-F-16	2827	کپز	گندم	11.2	5.6	76	16	43.9	32.1	0.2
۷	A-F-17	2828	کپز	گندم	17.2	2.1	141	14	20.1	70.1	0.1
۸	A-F-18	2829	کپز	گندم	11	7.1	201	15	26.7	21	0.1
۹	A-F-25	2836	قلعه جوق	گندم	2.1	21	111	12	151	0.1	0.1
۱۰	A-F-26	2837	آق کند	علوفه دامی (یونجه)	1.2	21	154	11	39	0.2	0.2



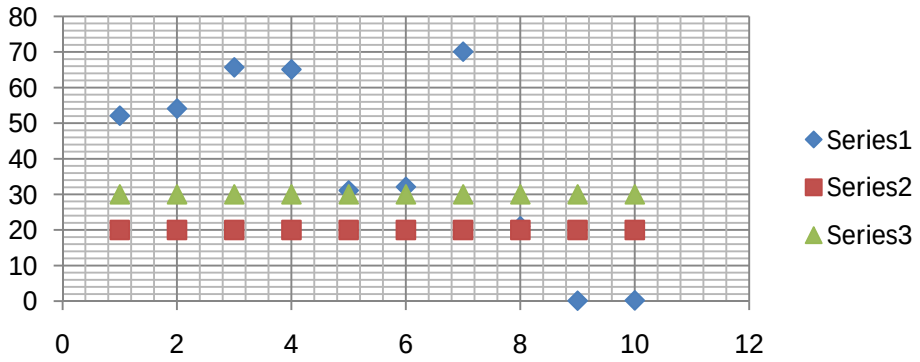
نمودار ۱۳: مقایسه میزان میانگین کادمیوم خاک سطحی کشاورزی در شعاع ۱۰ کیلومتری معدن با استاندارد EPA سری۱- نتیجه آنالیز شیمیایی کادمیوم موجود در خاک منطقه و سری۲ حد مناسب کادمیوم در استاندارد خاک و سری ۳ حد مناسب برای سلامتی انسان و دام



نمودار ۱۴: مقایسه میزان میانگین سرب خاک سطحی کشاورزی در شعاع ۱۰ کیلومتری معدن با استاندارد EPA سری ۱ میزان سرب موجود در خاک منطقه و سری ۲ حد مناسب سرب در استاندارد خاک

www.SID.ir

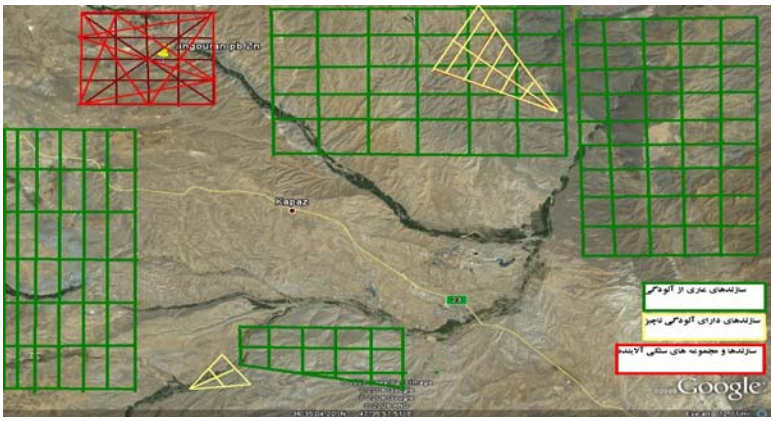
Archive of SID



نمودار ۱۵: مقایسه میزان میانگین آرسنیک خاک سطحی کشاورزی در شعاع ۱۰ کیلومتری معدن با استاندارد EPA سری۱- نتیجه آنالیز شیمیایی آرسنیک موجود در خاک منطقه و سری۲ حد مناسب آرسنیک در استاندارد خاک و سری ۳ حد مناسب برای سلامتی

۵- نتیجه گیری

بررسی‌ها نشان داد که میزان آلایندگی سازندها به جز کانسار سرب و روی انگوران در منطقه بسیار پایین و به جز ایجاد آلایندگی ناچیز در کیفیت آب رودخانه‌ها نمی‌توان نقش حائز اهمیت دیگری برای آن برشمرد. بر عکس میزان کادمیوم، ارسنیک، سرب و روی بالا در معدن که به لحاظ اقتصادی بسیار حائز اهمیت است در اثر عدم توجه کامل به مبانی معدنکاری زیست محیطی باعث آلودگی نسبی در خاک و آب این منطقه شده است. با توجه به توسعه صنایع سرب و روی در منطقه تنها بخشی از آلودگی را می‌توان به معدن نسبت داد و قطعا مابقی در ارتباط مستقیم با صنایع فلزی موجود خواهد بود.



تصویر۶: نقشه مناطق مورد مطالعه بر اساس آلایندگی ناشی از فرسایش سازندها

۶- منابع

۱. رضایی، س.ح.؛ علیجانی، ن. و معمار تدبیری، م.، ۱۳۸۴، گزارش بازدید معادن روی و سرب انگوران، کارخانجات تغلیظ و فرآوری دندی و معدن سرب و روی لک - سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۲. کریمی، ع. و همکاران، ۱۳۸۴، گزارش بازدید کانسارهای انگوران آقدره و زرشوران- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۳. لطفی، م.، ۱۳۸۰، بررسی زمین شناسی و ذخایر معدنی در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چهار گوش ماهنشان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
۴. قربانی، م.، ۱۳۷۹، ذخایر سرب و روی در ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۴۸۰ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

5. Massaro, Edward J. Handbook of Human Toxicology, National Health and Environmental Effets Research Laboratory, CRC Press, Boca Raton, New York, 1997, 38-54, 118-119, 135-136, 150-151, 163-176, 429-433.
6. Berlin M. et al., 1985. Editors. Handbook of the Toxicology of Metals, V.2, 2nd ed. London, Elsevier Science Publishers B.V., 376-405.
7. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) 1999. Toxicological Profile for Mercury. Atlanta, GA: U.S. Deparment of Health and Human Services, Public Health Service, 1999.
8. U.S.Environmental Protection Agency (EPA), Ground water & Drinking water Contaminants and MCLs, 2003
9. Association of Official Analytical Chemists. Offical Methods Analysis of the AOAC, 1995, 16th. ed. Ch.49.
10. Standard Methods for the Examination of water and wastewater 20th Edition.
11. Kenawy, I. M. M. Hafez, M. A. H. Akl, M. A. and Lashein, R. R. Determination by AAS of Some Trace Heavy Metal Ions in Some Natural and Biological Samples after Their Preconcentration Using Newly Chemically Modified Chloromethylated Polystyrene-PAN Ion- Exchanger, Analytical Scinces, 2000, Vol. 16, 493-500.
12. V.S.Environmental Protection Agency (EPA), Standard Method,1999.
13. Tsustum C.; Koisumi H. and Yoshikawa S., 1985, Atomic Absorption Spectrophtomeric Determination of Lead, Cadmium, and Copper in Foods by Simultaneous Extraction of the Iodides with Methylisobutyl Keton, Analyst, 94,1153.
14. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, EPA-/4-82-055, December 1982, Method 218.4, Method 245.1
15. FAO/WHO (1998) Committee on Food Additives and Contaminants. 31st Season, Poison Paper on Arsenic. CX/FAC 99/22, Alimentarius Commission, Food Standard Programme. Rome
16. FAO/WHO (2002) Codex Alimenatry Commission. CX/FAC 04/36/16
17. FAO/WHO (2003) Codex Alimenatry Commission. CX/FAC 04/36/16
18. Niu C /Yan H/ Yu T et al. Studies on treatment of APL with arsenic trioxide: remission induction / follow – up / and molecular monitoring in 11 newly diagnosed and 47 reapsed APL patients. Blood 1999; 94 : 333324.
19. Selinus, O. et al., 2005, Essentials of Medical Geology: Elsevier Academic Press U.S. Department of Human Health and Services, ASTDR, 2005, Toxocological Profile for Zinc
20. Spierenburg, T.J.; De Graaf G.J.; Baars, A.J.; Brus, D.H.J.; Tielen, M.J.M. and Arts, B.J., 1988, Cadmium, zinc, lead and copper in livers and kidneys of cattle in the neighborhood of zinc refineries. Environ Monitor Assess;11:107] 114.
21. Tahvonen, R. and Kumpulainen, J., 1994, Lead and cadmium contents in pork, beef and chicken and in pig and cow liver in Finland during 1991. Food Addit Contam;11:415]426.
22. Bennett, P.C.; Hiebert, F.K. and Rogers, J.R., 2000, Microbial control of mineral- groundwater equilibria: macroscale to microscale. Hydrogeol. J. 8:47–62
23. Fergossen, M.M., 2004, Medical Geology: Effects of Geological Environments on Human Health. Vol. 2. Amsterdam: Elsevier. 488 pp.

www.SID.ir