مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸

ص ۵۲۶-۵۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۹
تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۰۵/۲۹

بررسی پراکنش سرب و شاخص‌های زیست محیطی آن در خاک‌های مجاور معدن سرب و روی کوشک – بافق

❖ **سادات فیض‌نیا*؛** استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **احمد رضا مختاری؛** استادیار دانشکدهٔ مهندسی معدن، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران.

❖ **محمد جعفری؛** استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **علی طویلی؛** دانشیار دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **محمد جواد قانعی بافقی؛** دانشجوی دکتری بیابان زدایی، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **زیبا خدائیان؛** کارشناس زمین‌شناسی پزشکی، سازمان زمین شناسی ایران.

چکیده

معدن‌کاری و مراحل مختلف آن از جمله عوامل گسترش آلودگی در محیط‌های طبیعی است. آلودگی‌های حاصل می‌تواند بر منابع خاک و آب و گیاه در یک منطقه تأثیرگذار باشد و با جذب توسط گیاهان عملاً در چرخهٔ غذایی وارد گردد. در بین عناصر معدنی، سرب به لحاظ اثرات سمی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به منظور بررسی نحوهٔ گسترش سرب در خاک پایین‌دست معدن سرب و روی کوشک بافق و تعیین بشرزاد (آنتروپوژنیک) یا زمین‌زاد (ژئوژنیک) بودن آن با استفاده از روش سیستماتیک تصادفی طبقه‌بندی شده به فاصلهٔ ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ متر از خاک سطحی در دو عمق ۵-۰ سانتی‌متری و ۳۰-۵ سانتی‌متری نمونه‌گیری انجام شد و در منطقه‌ای نزدیک و دارای خصوصیات زمین شناسی مشابه با منطقهٔ مورد مطالعه نیز نمونهٔ خاکی به‌عنوان شاهد تهیه شد و پس از آماده سازی، نمونه‌ها به روش ICP-MS آنالیز گردید و میزان سرب نمونه‌ها مشخص شد. با کمک شاخص‌های غنی شدگی و اندیس تجمع زمین میزان گسترش و شدت آلودگی مشخص و نقشه‌های مربوطه تهیه گردید. نتایج نشان می‌دهد که مقدار متوسط سرب در خاک سطحی، حدود چهار برابر مقدار آن در عمق است، همچنین تا حدود یک کیلومتری از منطقه، میزان سرب از ۲۹۰mg/kg فراتر می‌رود که بیش از حد مجاز است. به‌علاوه اختلاف میزان سرب در سطح و عمق، نشانگر آن است که آلودگی، عمدتاً نتیجه فعالیت انسان بوده و با افزایش فاصله از معدن میزان آلودگی کاسته می‌شود و بیشترین انتشار در حاشیهٔ مسیل اصلی حوزه می‌باشد.

کلید واژگان: آلودگی، بافق، خاک، سرب، شاخص تجمع زمین، شاخص غنی‌شدگی

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۹۸۲۶۳۲۲۲۳۰۴۴+
Email: sfeiz@ut.ac.ir

۱. مقدمه

آلودگی خاک به عناصر سنگین یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی در بسیاری از نقاط جهان می‌باشد [۱۲]. در این میان آلودگی خاک توسط سرب یک اهمیت جهانی دارد و می‌تواند اثرات منفی بر سلامت انسان و محیط داشته باشد[۸]. این عنصر تحرک کمی در خاک داشته، به نحوی که حد اکثر در ۳۰ سانتی‌متری سطح خاک باقی می‌ماند [۱] و به‌دلیل تحرک کم، به مرور در خاک انبا شته می شود و در نهایت باعث ورود آن به چرخهٔ غذایی و تهدید سلامت انسان و سایر موجودات می شود؛ لذا برر سی توزیع غلظت آن جهت پایش آلودگی خاک و حفظ کیفیت محیط زیست ضروری است [۷].

سرب ممکن است به صورت طبیعی (فرسایش سنگ‌های حاوی سرب) یا تحت تأثیر فعالیت‌های ان سان وارد خاک شود. مهم‌ترین عوامل انسانی ورود سرب به خاک، معدن کاری، سوخت‌های فسیلی، فعالیت‌های صنعتی، کودهای شیمیایی، سوزاندن پسماندها می‌با شد [۱، ۷،۹].

مادهٔ معدنی معمولاً همراه با عناصر و مواد دیگری است که باید از هم جدا شوند و باطلهٔ حاصل، معمولاً همراه با مقداری مادهٔ معدنی جدا نشده است که در اطراف معدن رها می‌شود. این پسماندها و باطله‌ها اغلب حاوی مواد و عناصر سمی و سنگین هستند [۲]. سرب یک عنصر بالقوهٔ سمی است که از منابع مختلفی همچون سوخت‌های سرب‌دار قدیمی، فعالیت‌های معدن‌کاری، افزودنی‌های رنگ، حشره‌کش‌ها و محصولات صنعتی فراوان دیگر منجر به وضعیت کنونی گسترش آن در محیط شده است [۳].

گسترش عناصر سنگین در اطراف قطب‌های صنعتی از مع ضلات فعلی صنعت می‌با شد، به نحوی که در مطالعات انجام شده روی سرب و نیکل قابل جذب در زمین‌های اطراف دو قطب صنعتی ا صفهان به روش زمین آماری این نتیجه حاصل شده که میزان سرب در اطراف کارخانهٔ ذوب آهن نسبت به سایر نقاط بالاتر ا ست و میزان عنصر نیکل در اطراف هر دو کارخانه قابل ملاحظه است [۱].

در خاک‌های اطراف معادن نیز معمولاً وضعیت آلودگی نگران کننده است. در جنوب شرق نیجریه مطالعات بر روی معدن کاری با تجز یهٔ نمونه های خاک این منطقه نشان داده که عناصر سرب، روی، کادمیوم و کبالت در این خاک‌ها در حد سمی می‌باشند و معدن‌کاری رگه‌های سرب و روی موجود در این منطقه عامل اصلی ورود این عناصر به داخل خاک می‌باشد [۴]. همچنین در معادن جنوب کره نقش معدن در گسترش عناصر سنگین در خاک و گیاهان بررسی شده است. در این تحقیق با نمونه‌گیری از خاک سطحی و گیاهان منطقه و آنالیز آن مشخص شده که تحت تأثیر حرکت آب و توپوگرافی با فاصله از معدن از میزان عناصر سنگین کاسته شده و عواملی چون pH، ظرفیت تبادل کاتیونی، محتوای مواد آلی خاک، بافت خاک و اثر متقابل این عوامل با عنصر مورد نظر عامل فراهمی زیستی[1]می باشد. همچنین مجموع عناصر تجمع یافته در خاک مهم‌ترین عامل در تجمع عناصر سنگین در گیاه می‌باشند [۶].

در سارادینای ایتالیا ورود این عنا صر در خاک نا شی از معدنکاری فلزاتی نظیر سرب، روی، آهن و غیره تشخیص داده شده و از جمله عوامل تخر یب خاک های منطقه محسوب می‌گردد. در این بین، سدها و مخازن باطلهٔ رها شده در این معادن که بدون حفاظ در معرض فرسایش قرار می‌گیرد خصوصاً در معادن متروکه، عامل انتشار فلزات سنگین و سایر آلودگی‌ها در د شت‌های پایین‌د ست معدن می‌با شد. علاوه بر این در د شت‌های پایین‌د ست، خاک‌های حاصل‌خیز که قبلاً در آن کشاورزی می‌شده توسط پساب‌ها و باطله‌های فر سایش یافته پو شیده شده و ا سا ساً فلزات سنگین در خاک سطح الارض تجمع یافته و در برخی

[1] Bioavailability

موارد در خاک تحت الارض نیز نفوذ می‌یابد [۱۴].

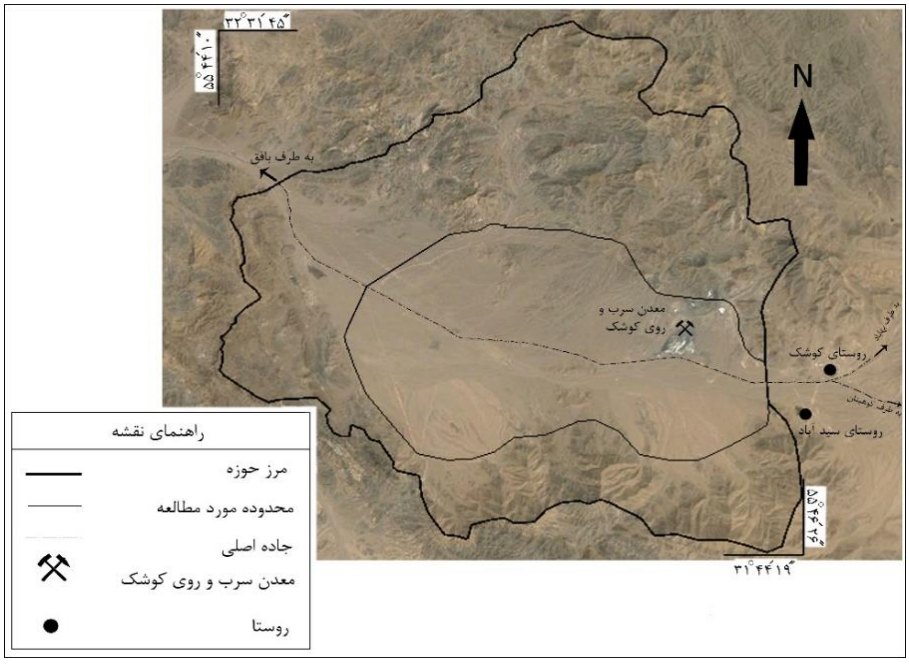
علاوه بر صـــنایع و معادن، حمل و نقل جاده‌ای نیز از جمله عوامل گســـترش ســـرب در خاک‌های اطراف جاده‌ها می‌باشد. در این زمینه مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که میزان سرب موجود در خاک سطح‌الارض حاشیهٔ جاده‌ها و خصوصاً بزرگ‌راه‌ها اختلاف معدنی‌داری با خاک منطقهٔ دور از بزرگ‌راه دارد [۱۱]. در هر حال فعالیت بشر و استفادهٔ بی رویه او از منابع، عامل گســـترش عناصـــر فلزی ســـنگین به عنوان مواد سمی و آلوده‌کننده در خاک‌ها شده و دلیل این امر اختلاف قابل ملاحظهٔ میزان عناصـــر ســـنگین در خاک سطح الارض نسبت به خاک تحت‌الارض می‌باشد [۱۶].

هدف از تحقیق حاضر بررسی نحوهٔ پراکنش عنصر سرب به عنوان یک عنصـــر ســـنگین و آلاینده در خاک دشـــت پایین‌دست معدن سرب و روی و میزان آلودگی این منطقه و همچنین تعیین بشرزاد بودن یا زمین‌زاد بودن آن می‌باشد. با توجه به‌اینکه مراتع این منطقه محل چرای دام می‌باشـد و آلودگی آن می‌تواند تأثیر منفی در سلامت ساکنین داشته باشـــد، آگاهی از نحوهٔ پراکنش ســـرب می‌تواند در مدیریت منطقه از نظر کنترل آلودگی مورد استفاده قرار گیرد.

۲. روش شناسی

۲.۱. معرفی منطقهٔ مورد مطالعه

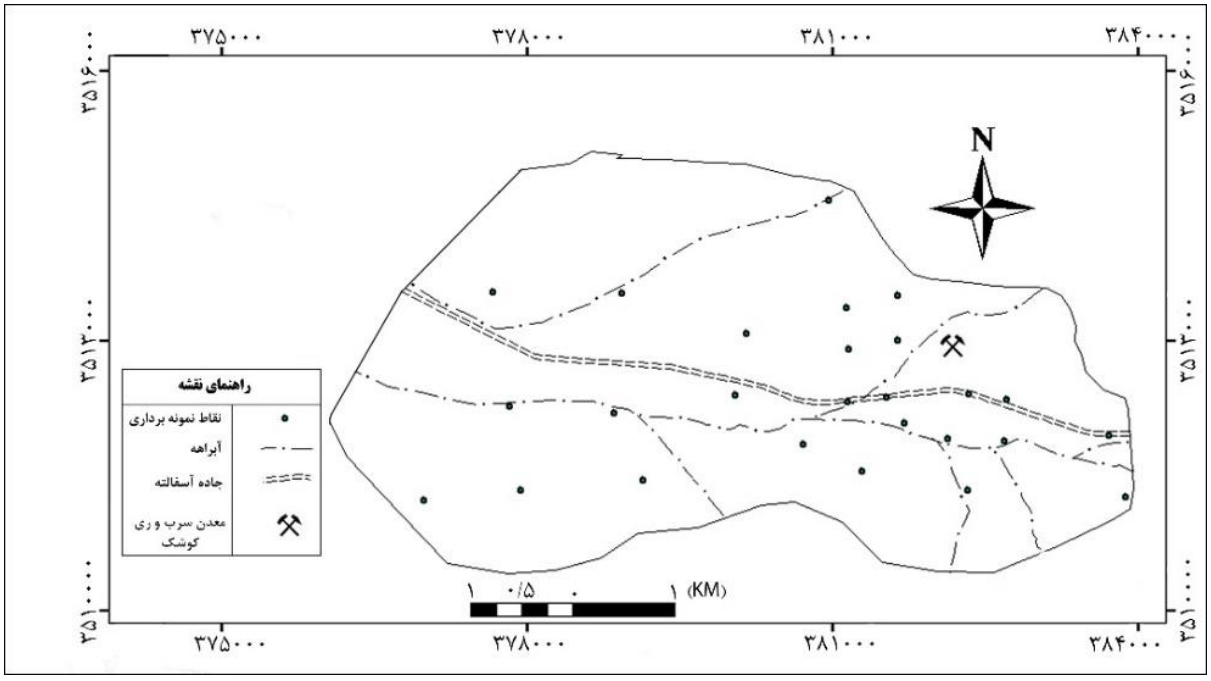
منطقهٔ مورد مطالعه دشت آبرفتی واقع در پایین‌دست معدن سرب و روی کوشک می‌باشد که در ۴۵ کیلومتری شرق شهرستان بافق در استان یزد قرار دارد و در محدوده ″۲۶ ′۴۶ °۵۵ تا ″۱۰ ′۴۴ °۵۵ درجهٔ طول شـــرقی و ″۱۹ ′۴۴ °۳۱ تا ″۳۲ ′۴۵ °۳۱ درجهٔ عرض شمالی واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه ۲۰۲۰ متر از سطح دریا می‌باشد و معدن در بخش شـــرقی این محدوده واقع شـــده و شـــیب عمومی منطقه شرقی غربی است و شمال و جنوب آن به دو رشته کوه محدود شده که بخش شرقی آن تپه ماهوری است. جادهٔ بافق – کوهبنان از وسط این محدوده می‌گذرد (شکل ۱). تیپ غالب گیاهی منطقه درمنه- قیچ است که بخشی از علوفه مورد نیاز دام‌های منطقه را در طول سال تأمین می‌کند.



شکل ۱. نمای کلی منطقهٔ مورد مطالعه

۲،۲. روش تحقیق

به منظور تعیین میزان آلودگی خاک به عنصر سرب، در یک شبکهٔ سیستماتیک تصادفی طبقه‌بندی شده به فاصلهٔ ۵۰۰ متر تا ۱۰۰۰ متر از خاک سطحی نمونه‌گیری صورت گرفت. در مجموع از ۲۸ نقطه، در دشت پایین دست معدن بر روی رسوبات کواترنر از عمق ۵-۰ و ۳۰-۵ سانتی‌متر نمونه تهیه شد، به نحوی‌که فاصلهٔ نمونه‌ها در حاشیهٔ معدن نزدیک به هم و با افزایش فا صله از معدن دورتر بود (شکل ۲). نمونه‌ها پس از خشک شدن در سایه و دمای اتاق با الک دو میلی‌متری الک شد و سپس با الک ۸۰ مش (۱۷۷ میکرومتر) [۱۵] الک گردید و جهت ارسال به آزمایشگاه در پاکت‌های پلاستیکی درب‌دار نگه‌داری شد.



شکل ۲. موقعیت معدن و نقاط نمونه‌برداری

یک نمونهٔ شاهد نیز از منطقه‌ای در مجاورت منطقهٔ مورد مطالعه با زمین شناسی مشابه و به دور از تأثیر رسوبات بادی و آبی منطقهٔ مورد مطالعه واقع در زیر حوزهٔ مجاور، تهیه شد. نمونه‌ها توسط دستگاه ICP-MS متعلق به سازمان زمین شناسی، آنالیز گردیدند و میزان سرب آن اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین شاخص آلودگی و مقایسهٔ آلاینده‌های موجود با مقدار زمینه از شاخص غنی شدگی و اندیس تجمع زمین استفاده گردید.

در روش شاخص غنی شدگی از عنا صری چون آهن، آلومینیم و یا سیلیسیم به عنوان مرجع در فرمول زیر استفاده می‌شود [۱۰،۱۳].

$$EF = \frac{M_x/A_x}{M_b/A_b}$$ معادلهٔ ۱

که در آن M_x و M_b به ترتیب میزان فلز در نمو نهٔ مورد مطالعه و مقدار آن در زمینه است و A_x و A_b به ترتیب عبارتند از مقادیر عناصر مبنا (آهن، آلومینیم یا سیلی سیم) در نمونهٔ مورد مطالعه و مقادیر زمینه ا ست و نتایج با توجه به جدول شمارهٔ ۱ تعبیر می‌گردد.

اندیس تجمع زمین نیز سطح آلودگی نمونه‌ها برای فلزات مختلف را محاسبه و کلاس‌بندی می‌کند. این اندیس طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود [۱۰، ۱۳].

معادلهٔ ۲ $$I_{geo} = \log_{۲}\left(\frac{C_n}{۱.۵\times B_n}\right)$$

در این معادله C_n مقدار عنصر در نمونهٔ مورد مطالعه و B_n مقدار عنصر مورد نظر در زمینه است. بر اساس نتایج حاصل از اندیس تجمع زمین هفت ردهٔ آلودگی را می‌توان در نظر گرفت که در جدول شمارهٔ ۲ آمده است.

جدول ۱. پنج ردهٔ آلودگی با توجه به شاخص غنی شدگی (EF) [۱۳]

سطح آلودگی	شاخص غنی شدگی
تهی یا کمی غنی شده	<۲
نسبتاً غنی شده	۵-۲
غنی شدگی قابل توجه	۲۰-۵
شدیداً غنی شده	۴۰-۲۰

جدول ۲. کلاس‌های آلودگی در اندیس تجمع زمین [۱۳]

وضعیت آلودگی	کلاس اندیس I_{geo}	دامنهٔ I_{geo}
بی نهایت آلوده	۶	۵<
بی نهایت آلوده تا به‌شدت آلوده	۵	۵-۴
به‌شدت آلوده	۴	۴-۳
آلودگی متوسط تا شدید	۳	۳-۲
نسبتاً آلوده	۲	۲-۱
غیر آلوده تا نسبتاً آلوده	۱	۱-۰
غیر آلوده	۰	۰

۳. نتایج

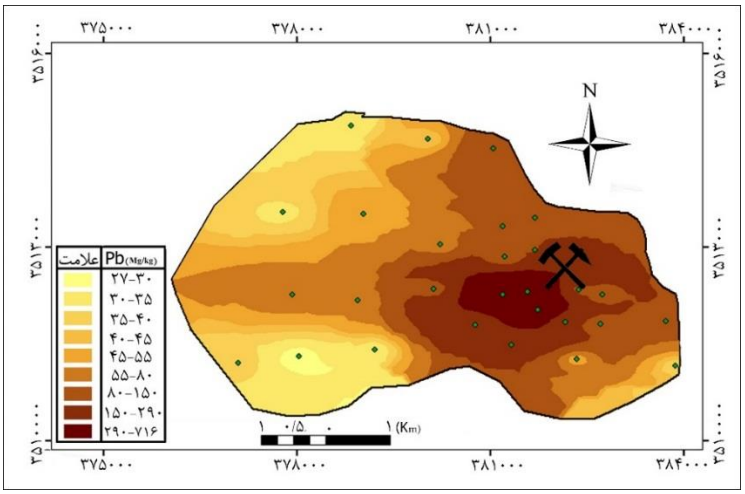
با کمک نرم افزار Arc GIS 9.3 نقشه‌های مربوط به میزان گسترش سرب و شاخص‌های آلودگی خاک تهیه گردید.

مشخصات کلی سرب نمونه‌ها در جدول شمارهٔ ۳ ارائه شده است.

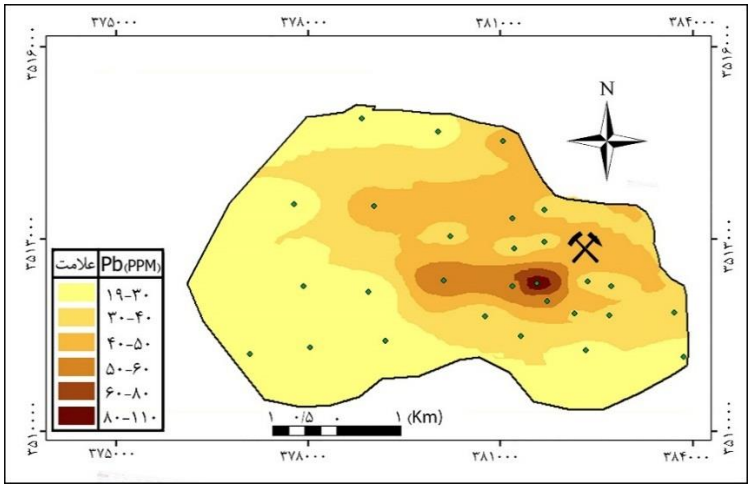
جدول ۳. مشخصات کلی سرب موجود در نمونه‌ها

پارامتر اندازه‌گیری شده	عمق ۵-۰ سانتی‌متر	عمق ۳۰-۵ سانتی‌متر
حد اقل سرب (mg/kg)	۲۷/۹	۱۹/۸
حداکثر سرب (mg/kg)	۷۱۵/۸	۱۰۶/۷
میانگین سرب (mg/kg)	۱۴۰/۸	۳۶/۹
انحراف معیار(mg/kg)	۱۹۶/۹	۱۶/۸

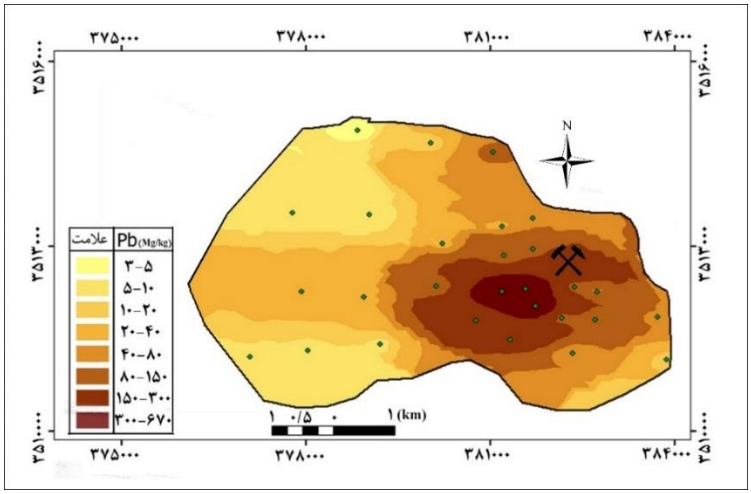
نقشهٔ پراکنش سرب در عمق ۵-۰ و ۳۰-۵ و اختلاف سرب در این دو عمق در منطقه در شکل‌های شمارهٔ ۳ تا ۵ ارائه شده است.



شکل ۳. نقشهٔ پراکنش سرب در محدودهٔ مورد مطالعه در عمق ۵-۰ سانتی‌متر

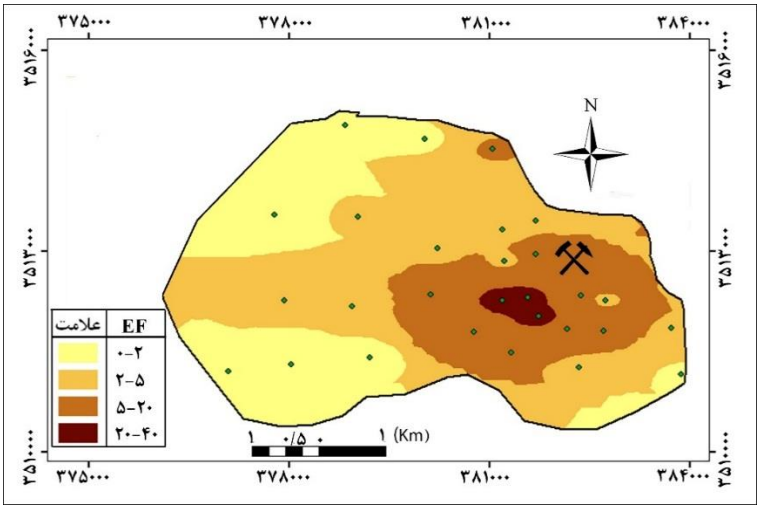


شکل ۴. نقشهٔ پراکنش سرب در محدودهٔ مورد مطالعه در عمق ۳۰-۵ سانتی متر

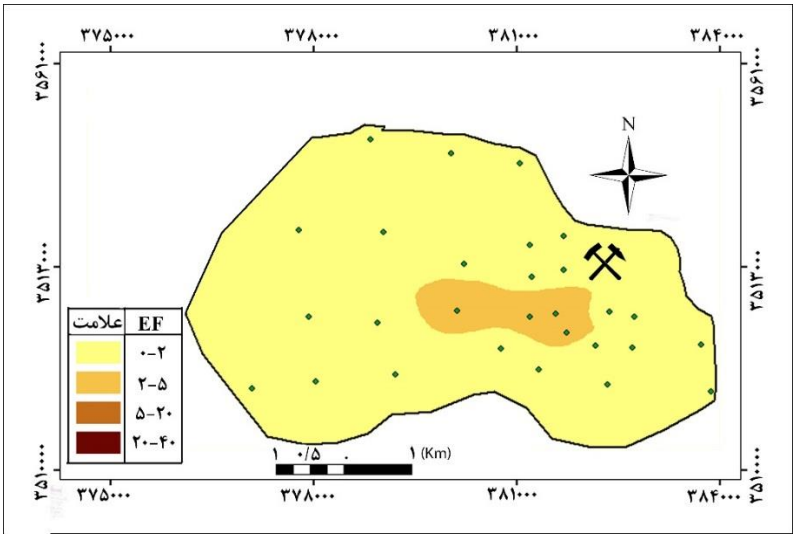


شکل ۵. نقشهٔ اختلاف میزان سرب و روی در دو عمق ۵-۰ و ۳۰-۵ سانتی‌متر

شاخص غنی شدگی از طریق فرمول شمارهٔ ۱ محاسبه شد. مقدار سرب در نمونهٔ شاخص در رسوبات سطحی ۲۳/۶۱۳ mg/kg و در رسوبات عمقی ۲۲/۱۶ mg/kg بود و عنصر مبنا، آلومینیم درنظر گرفته شد که مقدار آن در رسوبات سطحی و عمقی در نمونهٔ شاهد به ترتیب، ۵/۹ و ۵/۸۲ mg/kg به‌دست آمد. نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص غنی شدگی رسوبات سطحی و عمق منطقه در شکل‌های شمارهٔ ۶ و ۷ ارائه شده است.

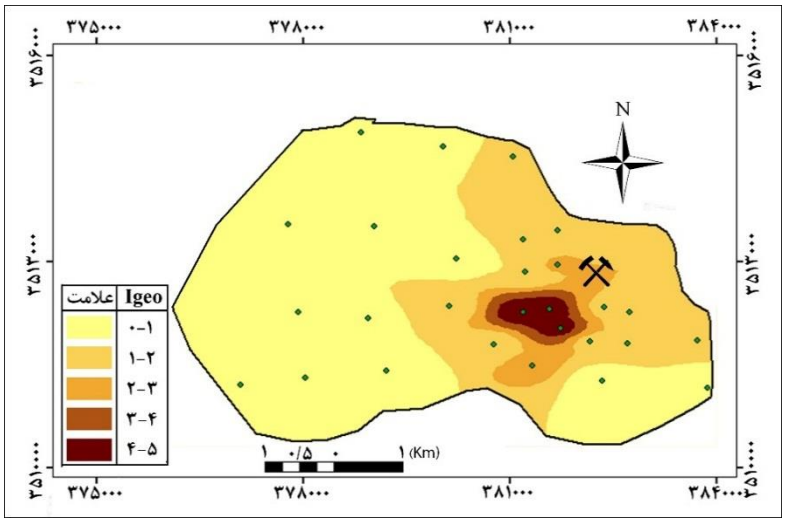


شکل ۶. نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص غنی شدگی رسوبات ۵-۰ سانتی‌متر

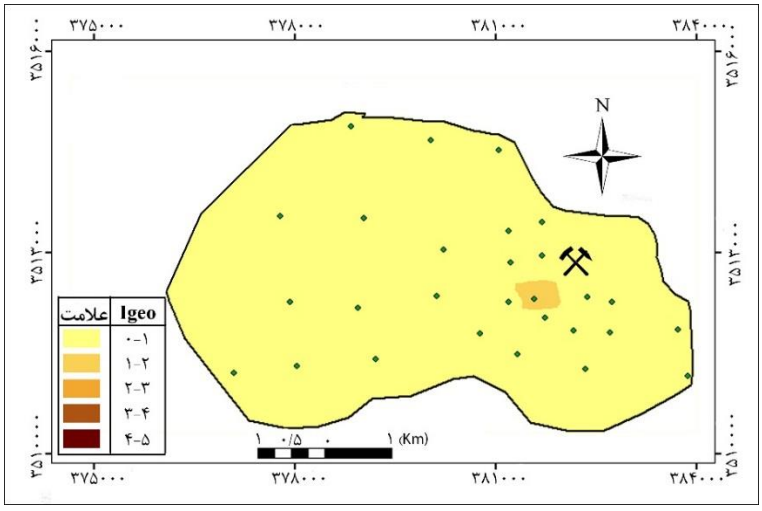


شکل ۷. نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص غنی شدگی رسوبات ۳۰-۵ سانتی‌متر

شاخص تجمع زمین از طریق فرمول شمارهٔ ۲ محاسبه شد. نقشهٔ پهنه‌بندی این شاخص در دو عمق نمونه‌گیری در شکل‌های شمارهٔ ۸ و ۹ ارائه شده است.



شکل ۸. نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص تجمع زمین رسوبات ۵-۰ سانتی‌متر



شکل ۹. نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص تجمع زمین رسوبات ۳۰-۵ سانتی‌متر

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس آخرین استاندارد تهیه شده در ایران، توسط دفتر آب و خاک سازمان حفاظت محیط زیست، برای خاک‌های مرتعی و جنگلی، حداکثر میزان مجاز سرب ۲۹۰ mg/kg تعیین شده است [۵]، بر این اساس همان‌گونه که در شکل شمارهٔ ۳ (عمق ۵-۰) مشخص است، مقدار سرب تا فاصلهٔ حدود یک کیلومتری معدن غلظت سرب بیش از این حد مجاز بوده و تا حدود دو و نیم برابر آن یعنی به ۷۱۶ mg/kg می‌رسد. این وضعیت در خاک عمقی بسیار متفاوت بوده و مقدار سرب در عمق ۳۰-۵ سانتی‌متر (شکل ۴) حتی در نزدیکی معدن نیز از ۱۱۰mg/kg تجاوز نمی‌کند، بنابراین بر اساس این استاندارد خاک سطحی تا فاصلهٔ یک کیلومتری از معدن دارای سرب بیش از حد مجاز بوده و هنوز آلودگی به خاک عمقی نفوذ نکرده است.

با توجه به نقشه‌های تهیه شده، به خوبی تفاوت در

میزان گسترش سرب در عمق ۵-۰ و ۳۰-۵ سانتی‌متر مشخص است. این نتیجه با مقایسهٔ نسبت مقدار سرب در دو عمق نیز به وضوح به‌دست می‌آید، به نحوی‌که مقدار متوسط سرب در سطح، حدود چهار برابر مقدار آن در عمق است (جدول ۳). این اختلاف با نزدیک شدن به معدن، شدت می‌یابد به گونه‌ای که تا فاصلهٔ حدود ۲ کیلومتری غرب معدن (در راستای شیب و جهت آبراههٔ اصلی) تا mg/kg ۱۰۰ می‌رسد (شکل ۵). این موارد حاکی از اختلاف شدید میزان سرب در عمق ۵-۰ سانتی‌متری با عمق ۳۰-۵ سانتی‌متری است که می‌توان نتیجه گرفت که در گسترش آلودگی در اطراف معدن، علاوه بر فعالیت‌های زمین شناسی، فعالیت‌های انسانی نیز تأثیر به سزایی داشته است. در صورتی که عامل انتشار سرب فقط ساختار زمین شناسی منطقه می‌بود قطعاً این اختلاف مشاهده نمی‌شد. بنابراین عامل اصلی پراکنش سرب در منطقه فعالیت‌های انسانی و مشخصاً معدن‌کاری و استخراج سرب می‌باشد.

در شکل شمارهٔ ۵ نقشهٔ پهنه‌بندی طبقات مختلف شاخص غنی شدگی در عمق ۵-۰ سانتی‌متر ارائه شده است. بر اساس این نقشه و جدول شمارهٔ ۱ تا فاصلهٔ حدود ۲ کیلومتری از معدن، وضعیت نسبتاً غنی شده و تا حدود ۱/۵ کیلومتری از آن، وضعیت غنی‌شدگی قابل توجه و تا حدود ۷۰۰ متری در جنوب شرق معدن، شدیداً غنی شده طبقه‌بندی شده است. انتشار آلودگی با توجه به این نقشه در راستای آبراههٔ اصلی حوضه می‌باشد. شکل شمارهٔ ۶، همین پهنه‌بندی را برای عمق ۵-۳۰ سانتی‌متری سطح خاک نشان می‌دهد. در این نقشه فقط دو طبقهٔ حد پایین شاخص غنی شدگی مشاهده می‌شود. طبقهٔ نسبتاً غنی شده تا حدود ۱۲۰۰ متر از معدن به سمت شرق گسترش یافته است.

شکل‌های شمارهٔ ۸ و ۹ پهنه‌بندی طبقات مختلف شاخص تجمع زمین را در عمق‌های ۵-۰ و ۳۰-۵ سانتی‌متر نشان می‌دهد. در شکل شمارهٔ ۸ با توجه به جدول شمارهٔ ۲، بیشتر محدودهٔ مورد مطالعه در طبقهٔ نسبتاً آلوده قرار گرفته است و تا فاصلهٔ دو و نیم کیلومتری از معدن خاک سطح‌الارض دارای آلودگی متوسط تا شدید است. آلودگی شدید تا فاصلهٔ حدود یک کیلومتری منتشر شده است و در نزدیکی معدن وضعیت به شدت تا بی‌نهایت آلوده است. در این نقشه نیز گسترش آلودگی، در جهت آبراههٔ اصلی منطقه می‌باشد و جریانات سطحی آلودگی را از اطراف معدن به دوردست منتقل می‌کند.

از مجموع مطالب بالا و همچنین با استناد به تحقیقات [۱۶ و ۱۱] می‌توان چنین نتیجه گرفت که گسترش آلودگی در پایین دست معدن سرب و روی کوشک بشر زاد (آنتروپوژنیک) بوده و مهم‌ترین عامل آن معدن‌کاری سرب می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه جهت انتشار آلودگی انطباق خوبی با آبراههٔ اصلی حوزه دارد، رواناب‌های منطقه مهم‌ترین عامل انتشار این آلودگی در پایین دست معدن بوده است.

References

[1] Baghaie, A.H., Khademi, H. and Mohammadi, J. (2007). Geostatistical analysis of spatial variability of Lead and Nickel around two industrial factories in Isfahan province. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14(2).

[2] Blacksmith Institute and green cross. (2011). The World's Worst Toxic Pollution Problems, The Top Ten of the Toxic Twenty.

[3] Elless, M.P., Bray, C.A., Blaylock, M.J. (2007). Chemical behavior of residential lead in urban yards in the United States. Environ. Pollut. 148 (1), 291–300. In E. Coppola a, G.F. Capra b,∗, P. Odierna , S. Vacca , A. Buondonno Geoderma 159. 342–349.

[4] Enzeh, H. N.and Chukwu E. (2001). Small scale mining and heavy metals pollution of agricultural soils: The case of Ishiagu Mining District, South Eastern Nigeria. Journal of Geology and Mining Research Vol. 3(4) pp. 87-104, April ۲۰۱۱.

[5] Iranian Department of Environment. (2013). Soil resources quality standards and it's guidelines.

[6] Jung M. C. (2008). Heavy metal concentrations in soils and factors affecting metal uptake by plants in the vicinity of a korean Cu-W Mine. Sensors, 8, 2413-2423.

[7] Khodakarami, L., Sofyanian, a.r., Mirghaffari, N., Afyuni, M. and Golshahi, A. (2011). Zoning of concentration of chromium, cobalt and nickel in soils of three sub-catchments of the Hamadan Province by using GIS technology and geostatistics. Agricultural and Natural Recourses Science and Technology. 58, 243-254

[8] Markus, J. T., McBratney, A. B. (2001). A review of the contamination of soil with lead II. Spatial distribution and risk assessment of soil lead. Environment International. 27, 399– 411

[9] Mirghaffari, N. (2005) Lead concentration in some natural plant species around irankouh lead and zinc mine in isfahan. Iranian J. Natural Res. 58(3), 636- 644.

[10] Mmolawa1 K. B. Likuku A. S. and Gaboutloeloe G. K. (2011). Assessment of heavy metal pollution in soils along major roadside areas in Botswana. African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 5(3), pp. 186-196

[11] Nadya T., Yigal E., Ludwik H., Amos B. (2001). Distribution of natural and anthropogenic lead in Mediterranean soils. Geochimica et Cosmochimica Acta. 65, No (17) 2853–2864

[12] Parsa doost, F., Bahreini Nejad, B., Safari Sanjani, A. K. and Kaboli, M. M. (2007). Phytoremediation of lead with native rangeland plants in Irankoh polluted soils. Pajouhesh & Sazandegi, 75, 54-63

[13] Shahdadi, S. and Moslampur, M.A. (2011). The study of sediment contamination with toxic elements in South East of Tehran using principal component analysis for determine the pollution index. Mohitshenasi, 60, 137-148.

[14] Vacca, A., Loddo, S., Serra G., and Aru A. (2001). Soil degradation in sardinia (italy): Main factors and processes.

[15] Vivo B., Belkin H. E. and Lima A. (2008). Environmental geochemistry site characterization, data analysis and case histories. Elsevier. 429,373

[16] Xizngdong L., Zhenguo S., Onix W. H. W.and Yok-Sheung L. (2001). Chemical forms if Pb, Zn and Cu in the sediment profiles of Pearl River Estuary. Marine pollution Bulletin Vol. 42(3), 215-223