ارزیابی زیست محیطی معدن آهنگران در استان همدان

مهرداد چراغی[۱]، بهنام بلمکی[۲]، بهاره لرستانی[۳]، نفیسه یوسفی[۴]

چکیده

با پیدایش فرهنگ و تمدن و افزونی نیازهای بشری، صنعت معدن و معدنکاوی به عنوان یکی از اجزای لاینفک توسعه و پیشرفت با قدمت و سابقه‌ای قابل توجه پا به عرصه وجود نهاد. معدنکاری مواد لازم برای حیات و پیشرفت بشر را فراهم می‌کند و از طرفی با انتشار آلودگیها، امکان حیات و استفاده از محیط زیست سالم را از وی سلب می‌کند. با توجه به اینکه ایران یک کشور در حال توسعه است و برای پیشرفت خود ناچار به توسعه معادن است، بنابراین برای توسعه پایدار صنعت معدن کشور لازم است تا جنبه های محیط زیستی صنایع معدنی (با توجه به اقلیم) مورد شناسایی قرار گیرد. در این تحقیق اثرات زیست محیطی معدن سرب و روی آهنگران در استان همدان مورد پایش و بررسی قرار گرفته است. فعالیت معدن آهنگران از حدود سال ۱۳۳۵ شروع شده و در تمام طول مدت استخراج، عملیات اکتشافی ادامه داشته و استخراج معدن به طریقه زیرزمینی و کانه آرایی و به روش سنگ‌جوری بوده است. به منظور بررسی اثرات زیست محیطی فعالیت های استخراج و فراوری معدن، از بخش های مختلف آب، خاک و گیاهان مرتبط با رگه های معدنی، نخاله ها و پسابهای فراوری و حوضچه های ترسیب از ۸ ایستگاه نمونه برداری و میزان تراکم برخی فلزات سنگین، در نمونه ها سنجش و تعیین شد. سپس غلظت فلزات سنگین در نمونه های آب، و عصارهٔ نمونه های خاک و گیاهان با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه گیری و نتایج حاصله به کمک نرم افزار اکسل مورد مقایسه قرار گرفت.

نتیجه آنالیز نمونه های آب، خاک و گیاهان بیانگر این است که عناصر سرب، نیکل، کرم و مس در برخی از ایستگاهها، بیش از میزان استاندارد می باشد. همچنین یافته های حاصله بیانگر این است که وجود فعالیتهای معدن کاوی، خصوصاً باطله‌های موجود، اثرات را بر سیمای محیطی منطقه و پوشش گیاهی و جانوری آن در پی داشته است.

کلمات کلیدی: معدن سرب و روی، آلودگی، اثرات زیست محیطی و فلزات سنگین

[1] - دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران، Cheraghi_md@yahoo.com
[2] - دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران، balmakib@yahoo.com
[3] - دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران، lorestani_b@iauh.ac.ir
[4] - دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران، n.yoosefi2005@hotmail.com

مقدمه

فعالیت های معدنی و معدنکاوی بی شک یکی از آسیب رسان ترین پروسه های صنعتی است که در صورت عدم مدیریت و هدایت صحیح زیست محیطی آثار قابل تاملی بر زیست بوم های طبیعی خواهد گذاشت. این آثار و پیامدهای غالبا جبران ناپذیر تمامی عناصر زنده و غیر زنده اکوسیستم از قبیل آب، خاک، هوا و فون و فلور را تحت الشعاع خود قرار داده و درجه خود پالایی این نظام های سایبرنتیکی را کاهش می دهند. به طور کلی خسارات وارده به زمینها بر اثر معدنکاری به طور عمده‌ای بستگی به شرایط توپوگرافی و خصوصیات خاک موجود قبل از شروع معدنکاری دارد. عموماً پتانسیل خاک برای رشد گیاهان پس از معدنکاری کاهش می‌یابد. خاکهایی که در معرض عملیات معدنی قرار می‌گیرند اغلب از نظر شیمیایی فعال شده و بنابراین منبعی برای آلودگی آب خواهند شد. همچنین اگر طبقات رویی از سنگهای توده‌ای فشرده تشکیل شده باشد، بلوکهای عظیم سنگ، مشکلات عمده‌ای در امر حمل و نقل و تردد در ناحیه، پس از اتمام معدنکاری ایجاد خواهند کرد. علاوه بر این فرآیند طبیعی فرسایش و رسوب‌گذاری در چنین مناطقی با شتاب بیشتر اعمال شده و حجمهای بزرگی از خاک به سوی رودخانه‌ها حرکت خواهند کرد. از سوی دیگر مواد باطله و فضولات و پس مانده‌های حاصل از عملیات مختلف معدنی سبب بروز عوارض مختلفی می‌شوند و در نهایت، شیب دیواره ها به اضافه امکان حرکت زمین به مرور زمان باعث ایجاد خطر برای همسایه های مجاور خواهد شد. هنگامی که قرار است آثار معدنکاری بر روی محیط بررسی شود، تاثیرات بر روی آب و هوا، جانوران وحشی و سایر موارد نیز، باید مورد نظر قرار گیرد. در واقع تمامی این آثار مانع از بروز دیگر موارد نمی‌شوند. برای مثال آلودگی هوا ممکن است باعث آلوده شدن آب شده و هر دو ممکن است باعث آلودگی زمین شوند. از نظر ترکیبات فلزات سنگین نیز معادن یکی از کانون های مهم انتشار آلودگی محسوب می گردند. از دیر باز، فلزات سنگین به دلیل غیر قابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیکی آنها بر جانداران در غلظت های کم و به عنوان عامل خطرناک و آلاینده محیط زیست مورد توجه و ارزیابی فراوان قرار گرفته اند. جیوه و کادمیوم در اولویت اول و کرم، نیکل، مس، سرب و روی در اولویت بعدی فلزاتی هستند که اثرات کوتاه مدت و بلند مدت خطرناکی در چرخه زیستی موجودات زنده ایجاد نموده و در نتیجه بهداشت انسان و حیات موجودات و گیاهان را به مخاطره می اندازند.

موقعیت منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق فعالیت‌های معدنی معدن سرب و روی آهنگران به عنوان یکی از بزرگترین و قدیمی ترین صنایع معدنی در استان همدان از دیدگاه زیست محیطی مورد بررسی قرار گرفته و تأثیرات حاصله بر سیمای محیطی و طبیعی منطقه مطالعه گردیده است. معدن آهنگران به صورت یک هجده ضلعی با مساحت تقریبی ۲۹/۲۵ کیلومتر مربع در قسمت غربی ایران و جنوب شرقی استان همدان در فاصله ۹۵ کیلومتری همدان و در۲۳ کیلومتری شرق شهرستان ملایر واقع گردیده است. این معدن سرب و روی در حال حاضر در محدوده مدیریتی منطقه حفاظت شده لشگردر، که یکی از ۲ منطقه تحت حفاظت محیط‌زیست در استان همدان می‌باشد، قرار دارد. لشگردر منطقه‌ای کوهستانی واقع در شرق و جنوب‌شرقی

ملایر است که متوسط ارتفاع آن از سطح دریا در نقاط کم ارتفاع ۱۷۵۰ متر و در نقاط مرتفع ۲۹۲۸ متر می‌باشد. لشگردر از دو رشته کوه نسبتاً بزرگ با رگه های سنگی تشکیل گردیده است. از ارتفاعات منطقه یکی سرد کوه یا کوه سرده با جهت تقریباً شمالی ـ جنوبی است که در شمال‌غربی منطقه واقع شده و بلندترین قله آن ۲۷۵۸ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. این کوه از شمال‌غربی به کوه کله بوره (گل بوره) متصل شده و در حاشیه شرقی کوهستان زاگرس جای دارد. رشته کوههای سرده و کله بوره و گرمه (غرب ملایر) امتداد سلسله جبال الوند می‌باشند که جهت شمال‌غربی ـ جنوب‌شرقی دارند. این ارتفاعات با عبور از شمال شهرستان ملایر به کوههای راسوند اراک متصل می شوند.

از دیدگاه زمین شناختی، منطقه‌ی مورد بررسی در بخشی از پهنه‌ی ساختاری سنندج ـ سیرجان قرار دارد که بعضی از منابع با توجه به ویژگی‌ها و گسترش آن در نقاطی مانند مریوان و ارومیه، آنرا به نام‌های دیگری مانند، ارومیه ـ اسفندقه و مریوان ـ اسفندقه نیز نامیده‌اند. این پهنه که بلافاصله بعد از پهنه‌ی زاگرس بلند و در شمال شرقی آن قرار دارد، از پهنه‌های ساختاری بسیار مهم ایران زمین بوده که ویژگی‌های خاصی از دیدهای مختلف زمین‌شناسی (چینه‌شناسی، تکتونیک، دگرگونی، زمین‌ریخت‌شناسی و غیره) بر آن حکم فرماست. همچنین از دید زمین‌شناسی اقتصادی بویژه وجود کانسارهای فلزی مانند سرب، روی، طلا، نقره، مس و غیره، از غنی‌ترین پهنه‌های ساختاری ایران‌زمین به شمار می‌آید. تفاوت بین فعالیت‌های آتشفشانی در زمان‌های مختلف زمین‌شناسی نیز از جمله ویژگی‌های برجسته این پهنه است که با پهنه‌های دیگر تفاوت دارد. از جمله این که فعالیت‌های آتشفشانی این پهنه در اوایل سنوزوئیک کمتر از سایر نقاط ایران بوده و برعکس در سایر پهنه‌ها فعالیت‌های این دوران مثلا اوایل ائوسن بیشتر از این پهنه‌هاگزارش شده است.

از دیدگاه بیولوژیک و حیات وحش نیز منطقه حفاظت شده لشگردر با داشتن سیمای کوهستانی و تپه ماهوری یکی از غنی ترین زیستگاه های استان همدان است که دارای جمعیت های قابل توجهی از ۲ گونه علفخوار ارتفاعات ایران یعنی *Capra aegagrus* و *Ovis ommun* است. قوچ و میش‌ها از مهمترین پستاندارانی هستند که در ارتفاعات منطقه پراکنده اند و از نژاد دورگه قوچ و میش اصفهانی با قوچ و میش ارمنی پدید آمده اند. گروه هایی از قوچ و میش منطقه ملایر، اغلب تابستان ها از رودخانه خرم آباد ملایر گذشته و برای زاد و ولد به کوههای مقابل ارتفاعات آهنگران می‌روند.

بررسی ها نشان میدهد که وجود پوشش گیاهی مناسب از نظر تامین علوفه و همچنین منابع آب کافی از عوامل مثبت جهت رشد و تکثیر گونه‌های جانوری در این منطقه حفاظت شده، به حساب می‌آیند. *Canis lupus*، *Canis aureus*، *Hyaena hyaena* ، *Vulpes vulpes*، *Hystrix indica* و گونه *Lepus capensis* از دیگر پستاندارانی هستند که در این منطقه مشاهده شده اند. از نظر فون پرندگان نیز منطقه لشگردر، دارای موقعیت ممتازی است. با توجه به تیپ کوهستانی و دشتی منطقه، غالب پرندگان سازگار با اینگونه اکوسیستمها در غرب ایران در آن قابل مشاهده‌اند.

مواد و روشها

این طرح تحقیقاتی در دو فاز مجزا انجام پذیرفت. ابتدا به منظور بررسی اثرات زیست محیطی فعالیت های استخراج و فراوری معدن سرب و روی آهنگران، از عناصر مختلف زیستی و غیر زیستی شامل آب، خاک و گیاهان مرتبط با رگه های معدنی، نخاله‌ها و پسابهای فراوری و حوضچه های ترسیب نمونه برداری گردید و تراکم برخی فلزات سنگین از قبیل Fe, Cu, Pb, Ni, Cu, Zn, Cd در نمونه ها تعیین و با میزان متعارف و استاندارد، مورد مقایسه قرار گرفت. سپس با استفاده از روش مشاهده مستقیم و بررسی کیفی، اثرات قابل تامل استقرار معدن، فعالیت های کاوش و پی کنی، و همچنین رفت و آمد ماشین آلات و کارگران بر وضعیت زیستی حیات وحش جانوری در کوه آهنگران مطالعه گردید. به طور کلی راه های عمدهٔ انتشار محیطی ترکیبات فلزی درمحدوده معدن در ۳ دسته زیر شناسایی گردید.

انتشار طبیعی : در این نوع انتشار، وضعیت ماده معدنی به صورت لایه های با شیب حدود ۱۵ درجه و ضخامت ۵ الی ۱۵ متر می باشد. لذا به دلیل سطحی بودن رگه‌های معدنی، اختلاف ارتفاع و شیب زیاد زمین و همچنین وجود چشمه های متعدد بخشی از ترکیبات معدنی در دامنه ها پراکنده می شود.

انتشار آلودگی از طریق باطله ها : مهمترین روش استخراج روش روباز است که به ازای هر تن مادهٔ معدنی مقداری باطله برداری انجام می‌گیرد. باطله ها در حوالی محل استخراج تلنبار میشوند و توسط آب باران و سیلاب ها و باد پراکنده می شوند.

انتشار از طریق لجن و پساب فرآوری : فاضلاب کارگاه های تلخیص به حوضچه هایی هدایت می شوند که در ارتفاع بالا و مشرف به مراتع باغات و روستاها قرار دارند. در دامنه های این حوضچه ها نیز، زه آب هایی وجود دارد که ترکیبات فلزی را به نقاط پایین دست هدایت می نماید.

در طی سالهای طولانی بهره برداری از معدن سرب و روی آهنگران، در نقاطی که نشانه‌های ماده معدنی مشاهده گردیده و عملیات اکتشافی به نتایج قطعی منتهی شده است، اقدام به استخراج ماده معدنی در چند بخش مختلف گردیده و نظر به اینکه وضع ماده معدنی بصورت لایه با شیب ۱۵ درجه و ضخامت بین ۵-۱۵ متر می‌باشد، روش استخراج روباز مورد استفاده قرار گرفته است. در این معدن طی مدت بهره‌برداری مجموعاً ۳۶ دهانه تونل بطور ۲۲۰۰ متر حفر شده که جنبه اکتشافی داشته و بمنظور استخراج مورد استفاده قرار نگرفته است. جهت تعیین میزان فلزات سنگین دراین مجموعه معدنی، نمونه های آب از چشمه ها، زه آب ها و پساب های حاصل از فرایند های فراوری و یا محل های تخلیهٔ نخاله ها تهیه گردید. نمونه برداری های خاک از عمق های ۰ تا ۲۰ سانتیمتری خاک اطراف معدن و حوضچه های انباشت باطله ها با توجه به مشاهدات صحرایی، به طور تصادفی و مرکب انجام پذیرفت. نمونه های گیاهی نیز، از گونه هایی که در محیط های آلوده، تراکم و حضور بیشتری نشان داده اند تهیه گردید. نمونه های آب، جهت تعیین آلودگی در معدن، از ۸ ایستگاه زیر تهیه گردید.

ایستگاه شمارهٔ ۱	زهکش محل تجمع باطله ها	ایستگاه شمارهٔ ۵	چشمهٔ مجاور درب ورودی معدن
ایستگاه شمارهٔ ۲	چشمهٔ پایین محل تجمع باطله ها	ایستگاه شمارهٔ ۶	چشمهٔ سمت چپ درب ورودی معدن
ایستگاه شمارهٔ ۳	حوضچهٔ ترسیب پساب خروجی گارگاه فرآوری	ایستگاه شمارهٔ ۷	آب آشامیدنی داخل معدن
ایستگاه شمارهٔ ۴	آخرین زهکش حوضچه های ترسیب	ایستگاه شمارهٔ ۸	آب مصرفی در خط تولید

نمونه های خاک، با توجه به استقرار قسمتهای مختلف فعالیت های معدنکاوی از ۸ ایستگاه زیر تهیه گردید.

ایستگاه شمارهٔ ۱	زهکش محل تجمع باطله ها	ایستگاه شمارهٔ ۵	داخل زهکش حوضچه ترسیب
ایستگاه شمارهٔ ۲	چشمهٔ پایین محل تجمع باطله ها	ایستگاه شمارهٔ ۶	پایین دیواره حوضچه ترسیب

ایستگاه شمارهٔ ۳	حاشیه حوضچهٔ ترسیب	ایستگاه شمارهٔ ۷	به صورت انتخابی از فضای داخلی
ایستگاه شمارهٔ ۴	آخرین زهکش حوضچه های ترسیب	ایستگاه شمارهٔ ۸	درب ورودی معدن

تعدادی از گونه های گیاهی نیز به طور تصادفی از محل های نمونه برداری خاک جمع آوری و پس از شناسایی، میزان تجمع فلزات سنگین در اندامهای هوایی آنها تعیین گردید.

نتایج و بحث

نوع استخراج در معدن آهنگران روباز است و ضمناً بعضی از تونل‌ها بعلت گسترش ترانشه‌های استخراج و باطله‌برداری در داخل ترانشه مستهلک شده و از بین رفته‌اند. اثرات حاصله از روش استخراج روباز بر محیط زیست منطقه در جدول شماره ۱ براورد شده است.

در نقاط مختلف ترانشه‌ها مجموعاً در حدود ۳ میلیون متر مکعب حفاری برای باطله‌برداری و استخراج ماده معدنی انجام گرفته که این رقم تقریبی است و بطور کلی میتوان گفت این رقم به نسبت ۱ بر ۵ ماده معدنی و باطله‌برداری بوده است. طول منطقه‌ای که آثار کانی سازی سرب در آن دیده می‌شود حدود ۱۲ کیلومتر است که از دره زرشک شروع می‌شود و به طرف غرب ادامه می‌یابد. عرض این منطقه در هر دو طرف کوه گاو مرده حدود ۴ کیلومتر است. البته کانی‌سازی در نقاط مختلف این ناحیه شدت و ضعف دارد، به طوریکه ناحیه‌ای که فعلاً مورد عملکرد عملیات معدنی و اکتشافی است، در جنوب کوه نامبرده است و وسعتی برابر با ۲۲۰۰ متر طول و ۲۰۰۰ متر عرض (حدود ۳۰۰ هکتار) دارد.

داده های حاصله از میزان فلزات سنگین بدست آمده در نمونه های آب، خاک و گیاهان بیانگر این است که عناصر سرب، نیکل، کرم و مس در برخی از ایستگاه ها، بیش از میزان استاندارد می باشد. جدول شماره ۲ نشان می دهد که در نمونه های آب تهیه شده ایستگاه های شماره ۱، ۲ ، ۳ و ۷ غلظت عنصر کادمیوم بسیار بالاتر از استاندارد تعیین شده برای مصارف آبیاری و کشاورزی است. نمونه برداریهای گیاهی نیز بیانگر مقادیری از عناصر سرب، روی و نیکل در بافتهای گیاهان شناسایی شده در محوطه معدن است که نشان دهنده پراکندگی محیطی در سطح وسیعی می باشد (جدول شماره ۶).

جدول ۱ : تاثیر روش استخراج روباز (Open Pit Mining) بر محیط زیست منطقه حفاظت شده لشگردر و ارائه راهکار جهت کاهش این اثرات

نوع آلودگی زیست محیطی

آلودگی هوا ناشی از معدنکاری	آلودگی هوای ناشی از این روش متوجه عملیات حفاری، انفجار و بارگیری مواد و تخلیهٔ آنها می‌باشد. در مورد حفاری می‌توان با بهره‌گیری از ماشینهای حفاری مجهز به سیستم تغذیهٔ آب داخلی و خارجی، میزان گرد و غبار را کاهش داد و در مورد انفجار، توسط عملیات کنترل شده می‌توان از میزان آلودگی کاست. در ضمن استفاده از چاشنیهای تاخیری در کاهش میزان آلودگی موثر خواهد بود. در زمان حمل و تخلیه نیز پاشیدن آب امری ضروری است. برای جلوگیری از آلودگی هوا می‌توان مسیر جاده را نیز توسط کلرور کلسیم یا آب مرتباً مرطوب نگهداشت تا هوا آلوده نشود.
آلودگی آب ناشی از عملیات معدنکاری	به علت عمق زیاد معدن و برخورد با سطح ایستابی آب منطقه، لطماتی را به آبهای زیرزمینی وارد کرده است. همچنین باطله‌های حاصل از معدنکاری در داخل حوضچه ها یا آبراهه های اطراف معدن، موجب آلودگی آب منطقه می گردد. ضمناً در صورتی که این گودال بزرگ بازسازی نشود باعث می‌شود که ریزشهای جوی به داخل آن جمع شده و حوضچه‌ای اسیدی (بسته به نوع ماده معدنی) ایجاد کند. مراقبت و ساماندهی این حوضچه ها ضروری به نظر می رسد.
تخریب زمین ناشی از عملیات معدنکاری	از بزرگترین مشکلات زیست محیطی معدن آهنگران، تخریب زمین در حد وسیع می‌باشد و باید به وسیلهٔ عملیات بازسازی آن را به حالت اول درآورد از بین رفتن سیمای طبیعی لشگردر جلوگیری نمود.
صدمه به حیات وحش	از آنجا که باطله های معدن به حال خود رها شده اند، خاکهای منطقه را مسموم می کنند که این امر زندگی گونه های بزرگ علفخوار منطقه را به مخاطره انداخته است و در زمانهایی که گودالهالی بزرگ از آب پر می شوند به عنوان آبشخور مورد استفاده پرندگان و پستانداران قرار می گیرند که صدمات حاصله را صد چندان می کند. مدیریت و عایق بندی سدهای باطله موجود و جلوگیری از ایجاد سد های باطله جدید باید مد نظر قرار گیرد.
آلودگی صوت ناشی از عملیات معدنکاری	در معدن آهنگران به علت استفاده از مواد منفجرهٔ قوی و حفاریهای زیاد، همچنین رفت و آمد مکرر ماشین های سنگین، آلودگی صوتی بالایی ایجاد میشود که می‌توان توسط انفجار کنترل شده از میزان آلودگی صوتی کاست.

جدول ۲ : غلظت فلزات سنگین در نمونه های آب معدن آهنگران، ۱۳۸۲ (mg/l)

ایستگاههای نمونه‌برداری	Fe	Pb	Ni	Cu	Zn	Cd
۱	۰/۰۴	--	۰/۱۵	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۰۱
۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۹	۰/۰۴	--	۰/۱۹
۳	۰/۰۳	--	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۱
۴	۰/۰۳	۰/۰۰۲	۰/۴۰	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰۲
۵	--	--	۰/۳۸	۰/۰۲	۰/۰۷	--
۶	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۱	۰/۵۲	۰/۰۲	۰/۰۲
۷	۰/۰۳	--	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۰۱

۸	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۰۴	--	--
میانگین	۰/۰۲۶	۰/۰۱۶	۰/۲۰۵	۰/۱۳	۰/۰۶۱	۰/۰۴۶
آب آشامیدنی	۰/۳	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۵	۰/۰۰۳
اب آبیاری	۱	۵	۰/۲	۰/۲	۲	۰/۰۱
آب آشامیدنی دام اهلی	۰/۳	۰/۱	۰/۲	۰/۰۵	۰/۷	۰/۰۵

جدول ۳ : مشخصات فیزیکوشیمیایی نمونه های خاک، معدن آهنگران، ۱۳۸۲

ایستگاههای نمونه‌برداری	PH	EC	CEC	موادآلی	آهک	بافت خاک
۱	۷/۵	۳/۲	۲۰	۰/۶۰	۲/۴۵	Loam
۲	۷/۷	۰/۷۸	۲۲	۱/۴۹	۱/۸۸	Sandy Clay
۳	۷/۵	۱/۰	۱۷/۵	۰/۳۸	۱	Sandy loam
۴	۷/۶	۱/۴	۱۶	۰/۳	۱/۶۸	Sandy loam
۵	۷/۵	۰/۳۳	۲۱/۱	۰/۵۶	۱/۹۸	Silt loam
۶	۷/۵	۳/۹	۱۹/۲	۰/۵۵	۲/۳۵	Silt loam
۷	۷/۶	۴/۸	۲۰/۸	۰/۵۲	۲/۶۳	Silt loam
۸	۷/۸	۱/۸	۱۶/۹	۰/۶۹	۱/۳۸	Loam
میانگین	۷/۵۸	۲/۱۵	۱۹/۱۸	۰/۶۳	۱/۹۱	

جدول شماره ۴ : غلظت کل فلزات سنگین در نمونه های خاک معدن آهنگران، ۱۳۸۲ (ppm)

ایستگاههای نمونه‌برداری	Fe	Cu	Ni	Pb	Zn	Cd
۱	5488	107.2	71.6	5340	1580	19.4
۲	>5488	203.2	88.4	1360	742.4	12.1
۳	>5488	777.6	84.4	7700	1400	19.9
۴	>5488	494.4	92	7320	1560	19.8
۵	>5488	374.4	95.2	11860	1280	26.8
۶	>5488	364.4	67.6	7760	539.2	13.4
۷	>5488	351.2	75.2	8960	500	10.6
۸	>5488	283.2	60.8	10260	2260	7.7

جدول ۵ : غلظت فلزات سنگین قابل جذب در نمونه های خاک معدن آهنگران، ۱۳۸۲

Cd	Zn	Pb	Ni	Cu	Fe	ایستگاههای نمونه‌برداری
1.25	73.75	1177.5	0.175	13.75	18.73	۱
1.25	76.25	1190	0.350	21.25	19.48	۲
2.50	150.00	2175	0.225	37.50	24.00	۳
2.50	343.75	1140	0.175	37.50	6.13	۴
2.50	78.75	2250	0.100	18.75	25.83	۵
1.25	10.00	1325	0.125	16.25	30.23	۶
2.50	17.50	1185	0.125	15.00	14.10	۷
1.25	16.25	1055	0.100	13.75	51.80	۸
1/87	95/78	1437/18	0/171	21/71	23/78	**میانگین**

جدول ۶ : غلظت فلزات سنگین در اندام هوایی نمونه های گیاهی معدن آهنگران، ۱۳۸۲

Pb	Zn	Cd	Cu	Ni	Fe	نام گونه گیاهی	ایستگاه
316	1160	2.0	14.8	5.2	19.8	*Centaurea virgata lam.*	۱
			26.0			*Tamarix ramosisma*	۲
552	1632	0.8	22.4	6.4	220.0	*Salix excelsa*	۲
288	1472	1.4	24.4	7.2	268.0	*Cydonia oblonga*	۶
336	1580	2.6	23.2	8.6	796.0	*Cydonia oblonga*	۶
308	1232	1.4	21.2	6.4	316.0	*Cydonia oblonga*	۷
460	948	0.6	13.8	7.0	632.0	*Juglans regia*	۶
136	800	1.2	15.8	7.8	148.0	*Juglans regia*	۸
			17.0			*Cirsium congestum*	۳
1756	2720	4.4	44.4	14.8	1820.0	*Euphorbia cheiradenia*	۴
832	1916	2.2	19.2	7.6	264.0	*Euphorbia cheiradenia*	۴
884	1468	2.6	43.4	8.6	1000.0	*Scariola orientalis*	۲
			34.6			*Reseda lutea*	۵
			44.8			*Tamarix ramosisma*	۵
1180	1200	1.8	31.6	11.4	1600.0	*Euphorbia cheiradenia*	۶

۷	*Centaurea virgata lam.*	2464.0	8.2	42.6	50.4	712	1204
۸	*Euphorbia cheiradenia*	476.0	23.2	8.6	1.0	1656	784
۸	*Centaurea virgata lam.*	880.0	6.8	70.0	1.8	1196	520
۸	*Cardaria draba*	1324.0	8.4	26.4	2.4	1600	776
۸	*Gundelia tournefortii*	1952.0	7.8	23.0	1.6	820	652
۱	*Centaurea virgata lam.*	412.0	5.0	19.2	2.8	1980	320
۳	*Euphorbia macroclada*	3924.0	23.0	104.8	9.0	920	132
۳	*Eleagnus angustifolia*	148.0	5.2	9.6	0.8	980	404
مقدار طبیعی فلزات سنگین در گیاهان (ppm)			1	4 -15	0.2-0.8	15-200	0.1-10

منابع

۱ ـ وزارت معادن و فلزات، ۱۳۶۳. مجموعه قوانین معادن ایران، تهران، ۳۰ ـ ۳۶ ص.

۲ ـ دفتر حقوقی سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۵، قوانین و مقررات حفاظت محیط زیست، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ۲۹۰ ص.

۳ ـ شکوفه، ن. ۱۳۸۲، حفاظت محیط‌زیست در معادن، انتشارات سازمان حفاظت محیط‌زیست، تهران، ۵۱۳ ص.

۴ ـ زادیوسفی، ی. ۱۳۶۴، ایمنی در معادن زیرزمینی، انتشارات وزارت کار و امور اجتماعی، تهران، ۱۵۰ ص.

۵ ـ بلمکی، ب. ۱۳۸۳. طرح تحقیقاتی ارزیابی و پایش زیست محیطی معدن سرب و روی آهنگران، شرکت معادن سرمک تهران، ۳۰۷ ص.

۶ ـ عشقی ملایری، ب. ۱۳۸۲. گزارش طرح بررسی اثرات زیست محیطی معدن سرب و روی آهنگران. طرح بین دانشگاهی

۷ ـ عباسپور، م. ۱۳۷۱. مهندسی محیط‌زیست، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۲ جلد.

۸ – فرهودی،ر. ۱۳۷۵. شناسنامه منطقه حفاظت شده لشگردر، موسسه جغرافیا، معاونت پژوهشی دانشگاه تهران، تهران، ۹۳ ص.

9 - Cuthill, I. Witter, M. Luka, K. 1992. The function of Bill- Wiping. Animal Behavior, Vol 43,103-115 p.

10 - Hycocks, K. 1992. Risk Assessment & Management Issues in the Environment Planning of Mine.SME,USA, 3-7 p.

11 – Skousen, J.G. 1991. An Evaluation of Acid Mine Drainage Treatment Systems and Costs. Environmental management for the SME, Colorado,USA, 173 – 179 p.

12 – Atomore, M. 1972. Mining and the Environment. Optima, 141 – 145 p.

13 – Bell,F. 1983. mining Subsidence Engineering. Springer, Verily Berlin Heidelberg, New York, 130 p.

14 – Stocks,H. 1977. Environmental impact of Mining Applied Science Publishers. London, 158p.

15 - Burrough P. A., 1986. Principle Of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford Science Publication. 210 p.

16 – William, A. Leaasure, J. 1979. Constriction Equipment, chapter 31. Hand book of Noise Control. Grow Hill. 132 p.