

## مطالعه آلودگی های زیست محیطی و ژئوشیمی معدن سرب و روی لاریخانی جنوب سیاهکل

ناصر طالبی<sup>۱</sup>، شهروز حق نظر<sup>۲</sup>، محمدحسن بازوبندی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی دانشگاه آزاد واحد لاهیجان

۲- استادیار گروه زمین شناسی دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

۳- استادیار رشته زمین شناسی مرکز آموزش عالی شهید باهنر تهران. m\_bazoobandi@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۳/۷/۲۳ تاریخ تصویب: ۹۴/۳/۶

### چکیده

معدن سرب و روی لاریخانی یک معدن متروکه در جنوب شهرستان سیاهکل در استان گیلان و در دامنه شمالی البرز برونزد دارد. ویژگی های ژئوشیمی و زیست محیطی سنگ میزبان حکایت از آن دارد که سنگ های کربناته متعلق به کرتاسه است و کانی سازی آن شامل پیریت، آرسینوپیریت، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت، کولیت، پلاتنریت، سروزیت، اسمیتزویت و هیدورکسیدهای آهن است که به صورت رگه ای و رگچه و پرکننده فضاهای خالی دیده می شوند. سه کانی گالن، اسفالریت و پیریت از نوع اولیه و فراوان می باشند. بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی بر روی آب چشمه های منطقه هیچ گونه ناهنجاری های عنصری در سنگ های منطقه مشاهده نشده است. مطالعات ژئوشیمیایی بر روی خاک منطقه، بیانگر غلظت های بسیار بالا عناصر سرب، روی، کادمیم و آرسنیک بوده که از نظر آلودگی دام های منطقه که در محدوده کانسار به چرا می پردازند، بسیار حائز اهمیت است. در این پژوهش آلودگی های زیست محیطی معدن متروکه سرب و روی لاریخانی بر روی آب و خاک مناطق اطراف مورد بررسی قرار گرفت.

واژگان کلیدی: ژئوشیمی، زیست محیطی، لاریخانی، معدن سرب و روی.

### مقدمه

حاضر کنترل و اصلاح آلودگی خاک به فلزات سنگین به عنوان بخشی از استراتژی های مربوط به حفاظت منابع کشاورزی، محیط زیست، اکوسیستم و امنیت غذایی هر منطقه مورد توجه است از سوی دیگر، تصمیم گیری در مورد اجرای اقدامات پیش گیرانه یا اصلاحی همواره در گرو اطلاع اولیه از پراکنش و شدت آلودگی ها است (عبداللهی و همکاران ۱۳۹۱). در مورد اثرات زیست محیطی کانسارهای سرب - روی (گالن، اسفالریت، تتراهدريت) باید باید اشاره کرد که معدنکاری و فرآوری سرب - روی، از آلوده کننده های تاریخی مهمی به شمار می روند. اثرات فیزیولوژیکی که شناخته شده تر هستند به ترتیب با افزایش مقادیر سرب موجب سرگیجه، کم خونی، از دست دادن

محدوده مورد مطالعه بخشی از رشته کوه های البرز و در بخش غربی ناحیه البرز مرکزی قرار گرفته است. در سال های اخیر افزایش فعالیت استخراج و فرآوری فلزات سنگین زمینه تشدید آلودگی های محیطی را فراهم ساخته است. نظر به تهدیدهای بهداشتی و محیطی گسترده این نوع آلاینده ها، مطالعات متعددی در خصوص آلودگی خاک، گیاهان و آب ها توسط این فلزات در کشورهای مختلف صورت گرفته است. نخستین گام در راستای چاره اندیشی و نیز پیش گیری از گسترش این مشکل آگاهی از میزان و چگونگی پراکنش آلودگی شامل شناخت کانون (ها) و شدت گسترش آلودگی است که در طراحی برنامه ریزی های منطقه ای نقش اساسی دارد. در حال

فسیل‌های کرتاسه میانی تا بالایی می‌باشند



شکل ۱- نمایی از رخنمون دایک‌های منطقه در سنگ آهک

لذا سن این واحدهای آذرین با توجه به قرار گرفتن بین چینه‌ای، کرتاسه فوقانی تعیین می‌گردد. در نتیجه انجام مطالعات سنگ نگاری بر روی نمونه‌های سنگ میزبان و دایک‌های اطراف کانسار دو سری سنگ تشخیص داده شد:

۱- سنگ‌های رسوبی کربناته

۲- سنگ‌های آذرین (دایکهای تراکیتی و ریولیتی)

سنگ‌های کربناته در واقع سنگ میزبان کانی سازی سرب و روی هستند.

بر اساس مطالعات میکروسکوپی عمدتاً بیومیکرایت (شکل ۲) یا سنگ آهک پر فسیل بوده که از سنگ آهک‌های مارنی، نازک و منظم لایه پدید آمده است. ضخامت لایه‌ها بیشتر در حد چندین سانتیمتر است. از سنگ آهک‌های این واحد فسیل‌های زیر که مربوط به زمان سنومانین - ماستریشتین گزارش شده‌اند.

بر اساس مطالعات صورت گرفته (مرادی، ۱۳۹۱) در منطقه مورد مطالعه دو سری دایک در این منطقه از هم قابل تشخیص هستند.

الف: دایک‌هایی با ترکیب آلکالی تراکیت

ب: دایک‌هایی با ترکیب آلکالی ریولیت.

جهت‌یابی، اغماء و مرگ می‌باشد.

سرب از طریق جایگزینی آهن باعث کم خونی و از طریق جمع شدن در استخوان‌ها باعث کم شدن کلسیم در بدن می‌شود. خطر عمده سرب بیش‌تر مربوط به جذب در محصولات نظیر بنزین و رنگ است که مصرف گسترده‌ای در جامعه دارند. فلز روی نیز می‌تواند باعث کاهش رشد در انسان‌ها شود (علیزاده و همکاران ۱۳۹۳).

از طرفی زهاب‌های اسیدی معادن (AMD) یکی از منابع آلوده کننده محیط زیست هستند که در نتیجه اکسیداسیون کانی‌های سولفید آهن موجود در معدن و باطله‌های معدنی به وجود می‌آیند. پساب‌های اسیدی معادن زمانی تولید می‌شوند، که کانی‌های سولفیدی مانند پیریت، در معرض هوا و آب در محیط اکسیدی و غیرقلیایی معادن روباز یا زیرزمینی قرار بگیرند. هوازگی و اکسیداسیون و در نهایت انحلال کانی‌های سولفیدی در آب سبب ایجاد سولفوریک اسید و فلزات سنگین می‌شود که باعث کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد (خراسانی و همکاران ۱۳۹۱).

فعالیت‌های معدنکاری همواره باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی می‌گردد که می‌تواند اکوسیستم و سلامت انسان را به خطر بیندازد. در این تحقیق سعی نمودیم تا با مطالعات ژئوشیمیایی به تأثیرات زیست محیطی معدن سرب - روی لاریخانی بر روی آب و خاک محدوده معدنی و مناطق اطراف معدن پردازیم.

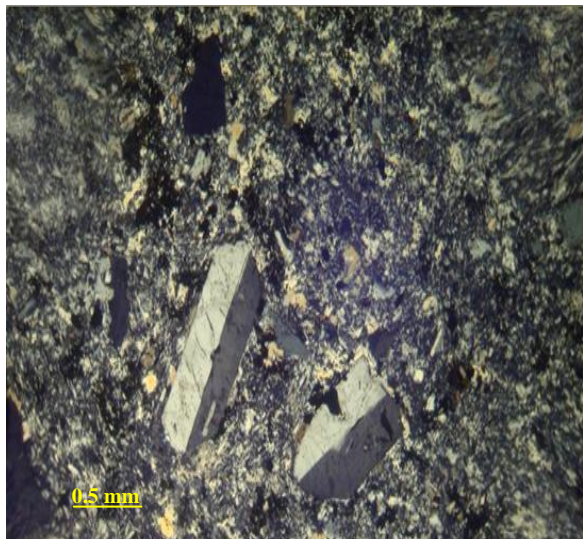
### زمین‌شناسی محدوده کانسار

کانسار سرب و روی لاریخانی در شهرستان جیرنده واقع شده است. سنگ میزبان کانی‌سازی سنگ‌های آهکی بوده که در نقشه با واحد  $k_2^L$  نشان داده شده است. در برخی نقاط این آهکها به وسیله واحدهای آذرین که بصورت توده‌های کوچک و یا دایک‌هایی با ترکیب آلکالی تراکیت و یا آلکالی ریولیتی قطع شده‌اند (شکل ۱).

### واحد $k_2^I$ در قسمت شمال غربی معدن

آهک‌های میزبان خوب لایه‌بندی شده و عمدتاً حاوی

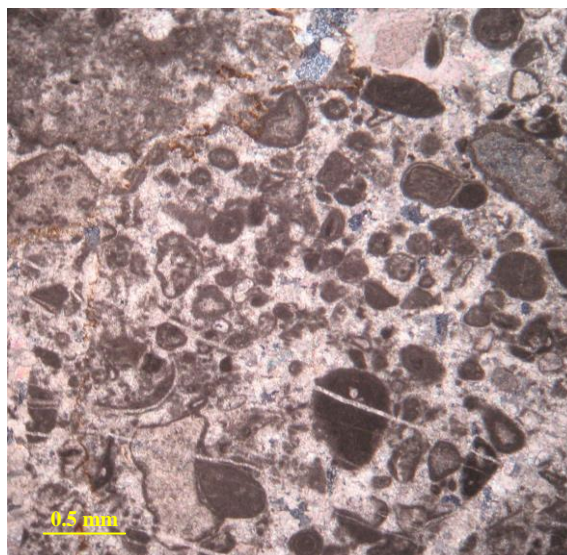
تشکیل یافته که بعضا شیشه فضای بین آنها را پر کرده است. کوارتز نیز در مقادیر بسیار کم مشاهده می شود. اما بافت غالب آکالی ریولیتها پورفیریک با خمیره میکرولیتی جریانی و پورفیریک با خمیره میکروگرانولار می باشد. فنوکریست های این سنگ ها به ترتیب فراوانی بلورهای کوارتز و فلدسپات های آکالن می باشد (شکل ۴).



شکل ۴- نمایی از آکالی ریولیت حاوی فنوکریست های سانیدین در نور PPL (بزرگنمایی ۲۰۰X)

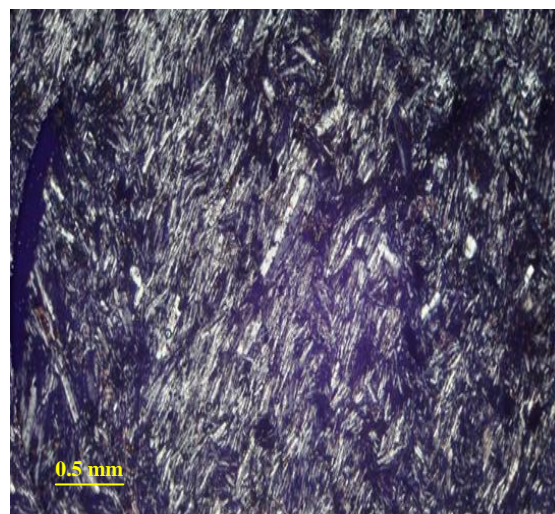
بلورهای فلدسپات آکالن با ماکل دوقلویی کاملا خود شکل و سالم بوده و بعضا به صورت پویی کیلیتیک دانه های کوچک کوارتز و کانی های اوپک در آنها دیده می شود. خمیره سنگ از بلورهای فلدسپات آکالی و دانه های کوارتز تشکیل شده است (مرادی، ۱۳۹۱).

معتقد است که سنگ میزبان به شدت برشی شده که نشان دهنده قرارگیری آن در یک زون گسلی است. بر اساس مطالعات منیرالوگرافی کانی های فلزی شامل: پیریت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت، گالن، اسفالریت، کولیت، پلاتریت، سروزیت، اسمیتزونیت و هیدروکسیدهای آهن می باشد. پیریت به صورت رگه و رگچه ای و پرکننده فضای خالی که درز و شکاف های سنگ میزبان را پر کرده است. علاوه بر آن کانی های اکسی هیدروکسیدی آهن حاصل از اکسیداسیون پیریت هم مشاهده می شود که نشان می دهد مربوط به زون اکسیدان و احتمالا یک زون



شکل ۲- نمایی از سنگ میزبان بیومیکرایت در نور PPL (بزرگنمایی ۲۰۰X)

بافت غالب آکالی تراکیت های منطقه پورفیریک با خمیره تراکیتی و همچنین پورفیریک با خمیره میکرولیتی شیشه ای و میکروپورفیریک با خمیره جریانی می باشد (شکل ۳).



شکل ۳- نمایی از بافت تراکیتی در سنگ آکالی تراکیت در نور PPL (بزرگنمایی ۲۰۰X)

فنوکریست ها و میکروفنوکریست های غالب، بلورهای خودشکل تا نیمه خود شکل آکالی فلدسپات از نوع سانیدین با ماکل دوقلوی (کارلسباد) می باشد. در برخی نمونه ها، آکالی فلدسپات ها تا حدودی منظره بافت پرتیتی را نشان می دهند. در برخی از نمونه ها فنوکریست های کوارتز نیز به چشم می خورد اما مقادیر آن کمتر از ۲۰٪ می باشد. خمیره از دانه ها و تیغه های آکالی فلدسپات

اکسیداسیون تجزیه شده و از حاشیه‌ها تبدیل به کانی‌های اکسیدی و کربناتی شده‌اند که از آن جمله می‌توان به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن در اطراف پیریت، اکسید و کربنات سرب (پلاتنریت و سروزیت) در اطراف گالن و اسمیت زونیت در اطراف اسفالریت اشاره کرد. بافت کانی‌های مذکور جانشینی ثانویه می‌باشد.

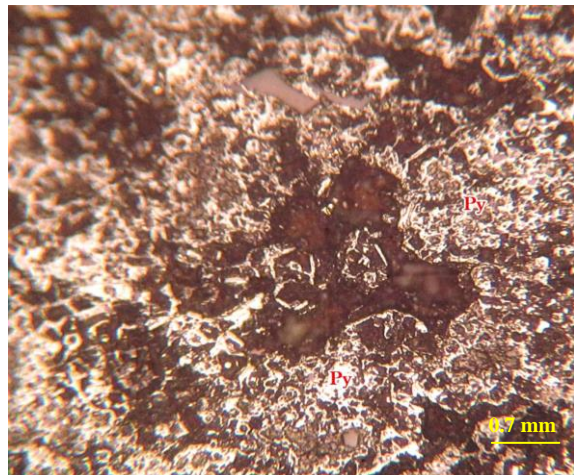
افزون بر آن در بعضی نقاط نمونه آرسنوپیریت نیز مشاهده می‌شود. پیریت اولیه پس از تشکیل دچار خردشدگی و برشی شدن شده است که این مسئله می‌تواند تحت تاثیر فشارهای تکتونیکی در امتداد یک رگه (گسل) و یا فشار هیدرواستاتیک سیالات گرمایی ایجاد شده باشد که متعاقب این برشی شدن کانی سازی سرب و روی انجام شده است.

#### نمونه برداری و روش مطالعه

به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین مانند سرب و روی ناشی از کانسار سرب و روی لاریخانی در آب و خاک منطقه لاریخانی، نمونه برداری به صورت اختیاری با رعایت فاصله انجام پذیرفت. این نمونه‌ها از محل‌های مذکور از آب چشمه‌ها و خاک سطحی در محل معدن و مناطق اطراف، توسط قوطی‌های پلاستیکی تمیز برداشته شد و بر روی هر یک از آن‌ها نام محل و کد صحرایی نمونه برداری و موقعیت جغرافیایی و ارتفاع محل ثبت گردید. مقدار نمونه‌ها برای آب حدود یک لیتر و برای خاک حدود ۳۰۰ گرم بود.

نمونه برداری در ماه‌های بهمن و اسفند و فروردین ماه در ساعت‌های حدود ۱۰ صبح تا ۱۲ ظهر انجام گرفت. به منظور تعیین غلظت عناصر در آب و خاک، نمونه‌ها به آزمایشگاه مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران (IMPRC) ارسال شدند و به روش ICP با استفاده از دستگاه THERMO مورد آنالیز قرار گرفتند که در پایان PH نمونه‌های آب نیز تعیین گردید.

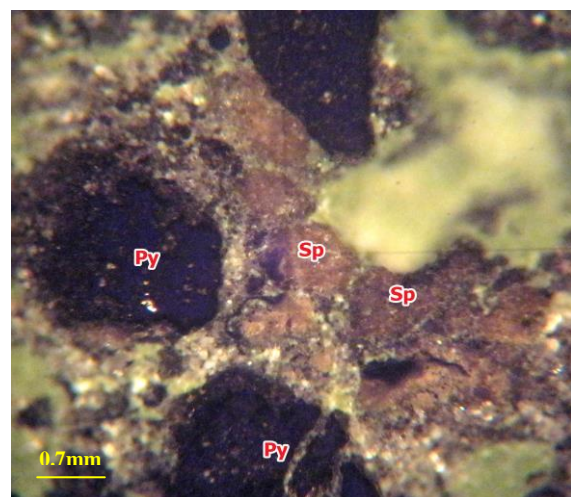
گوسان (کلاهِک آهنی) می‌باشد. بافت کلوئیدی در اکسی هیدروکسیدهای آهن مشاهده می‌شود (شکل ۵).



شکل ۵- اکسی هیدروکسیدهای آهن حاصل از اکسیداسیون

پیریت (Py) در نور PPL (بزرگنمایی ۲۰۰X)

کانی سازی گالن و اسفالریت به صورت پاراژنز با یکدیگر در فضا‌های خالی و درز و شکاف‌های سنگ میزبان مشاهده می‌شود که نشان دهنده رخداد کانی سازی آنها پس از خردشدگی و برشی شدن سنگ میزبان می‌باشد. بافت گالن و اسفالریت از نوع اولیه و پرکننده فضای خالی می‌باشد (شکل ۶).



شکل ۶- پیریت (Py)، اسفالریت (Sp) و به مقدار کمتر گالن

به ترتیب در نور PPL و XPL (بزرگنمایی ۱۰۰X)

علاوه بر گالن و اسفالریت، پیریت نیز به میزان قابل توجه در فضا‌های خالی و درز و شکاف‌های سنگ مشاهده می‌شود. گالن، اسفالریت و پیریت در نتیجه رخداد فرآیند

جدول ۱- نتایج حاصل از تجزیه آب چشمه های محدوده معدن سرب و روی لاریخانی به روش ICP

نمونه عنصر	TL-1	TL-2	TL-3	TL-4	TL-5	TL-6	TL-7	TL-9
Al(ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
AS(ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Cd(ppm)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Cu(ppm)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Fe(ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Hg(ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Mn(ppm)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Ni(ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Pb(ppm)	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Zn(ppm)	0.29	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه خاک سطحی محدوده معدنی سرب و روی لاریخانی به روش ICP

عنصر نمونه	Ag (ppm)	Al (%)	As (ppm)	Be (ppm)	Bi (ppm)	Ca (%)	Cd (ppm)	Ce (ppm)
TL - 10	2.07	4.37	810	<1	<10	16.96	64	53
عنصر نمونه	Co (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Fe (%)	K (%)	La (ppm)	Li (ppm)	Mg (%)
TL - 10	22	26	29	3.81	0.09	71	15	0.19
عنصر نمونه	Mn (ppm)	Mo (ppm)	Na (%)	Ni (ppm)	P (%)	Pb (ppm)	S (%)	Sb (ppm)
TL - 10	82	4	<0.1	34	0.77	677	2.26	328
عنصر نمونه	Sc (ppm)	Sr (ppm)	Ti (%)	V (ppm)	Y (ppm)	Zn (ppm)	-	-
TL - 10	6.27	332	0.54	98	52	3796	-	-

جدول ۳- نتایج حاصل از اندازه گیری PH آب چشمه های

محدوده معدن سرب و روی لاریخانی

شماره نمونه	PH
TL - 1	7.3
TL - 2	7.5
TL - 3	7.2
TL - 4	7
TL - 5	7.2
TL - 6	7.5
TL - 7	7.1
TL - 9	7.4

بحث

بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی صورت گرفته بر روی ۸ نمونه از آب چشمه های داخلی و اطراف معدن نشان از آن دارد که کلیه عناصر مورد اندازه گیری پایین تر از حد اندازه گیری دستگاه بوده و هیچ گونه آنومالی خاصی را نشان نمی دهد تنها یک نمونه (TL-1) دارای مقدار ۰/۲۹ ppm روی می باشد و همین طور بر اساس نتایج جدول ۲ در مورد خاک سطحی منطقه معدنی نشان از آنومالی بالای بعضی از عناصر سنگین در خاک منطقه را دارد. غلظت روی در زیست محیط خاک ها ۳۰-۱۰۰۰ ppm و در پوسته ۷۵ ppm و حد مجاز روی در خاک (NIOSH) ۵۰ ppm و (استاندارد توصیه شده در هلند (2000) ۳۰-۵۰ ppm)

در جدول (۷) داده‌های حاصل از مقادیر MAD با مقادیر موجود در رسوبات معدن سرب و روی لاریخانی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. همانطور که ملاحظه می‌شود غلظت عناصر سنگین و خطرناک کادمیم، آرسنیک و سرب و هم چنین غلظت عنصر روی بسیار بالاتر از حد مجاز استانداردهای موجود در رسوبات است و از نظر زیست محیطی، منطقه محدوده معدن، از حیث این عناصر خطرناک می‌باشد.

جدول ۴- مقادیر MAD بر اساس استاندارد وزارت آب و

محیط زیست مجارستان

عناصر نمونه	Cd	As	Zn	Cu	Ni	Pb
MAD	۱	۱۵	۲۰۰	۷۵	۴۰	۱۰۰
معدن سرب و روی لاریخانی	۶۴	۸۱۰	۳۷۹۶	۲۹	۳۴	۶۷۷

فرایند AMD فرایندی است که در محل‌های استخراج باعث تحرک مجدد فلزات سنگین در امتداد نهرها و رودخانه‌ها می‌شود مهم‌ترین عامل که به فرایند AMD کمک می‌کند هوازگی و تخریب پیریت‌های اکسید شده می‌باشد که فرایندی است که طی تخریب و هوازگی پیریت‌های اکسید شده است که منجر به کاهش PH شده و قابلیت حل شدن مواد معدنی حاوی فلزات سنگین را افزایش می‌دهد. مقدار PH موجود در آب چشمه‌های منطقه بین ۷ تا ۷/۵ متغیر می‌باشد با توجه به اینکه آب‌های منطقه از سنگ مادر آهک کراتاسه نشأت گرفته‌اند بایستی انتظار داشت که PH آب‌های منطقه بازی باشد اما از طرفی با توجه به آنکه در سنگ میزبان کانی‌سازی، کانه‌های اصلی شامل گالن، اسفالریت و پیریت بوده، بایستی انتظار داشته باشیم که فرایند AMD موجب اسیدی شدن آب‌های منطقه و PH پایین در آن‌ها شده باشد اما به نظر می‌رسد PH بالای آب، منشأ از سنگ آهکی در اثر برهم‌کنشی با رگه‌های کانی سازی شده یک نوع تعادل برقرار شده در منطقه است.

می‌باشد. بر اساس تجزیه صورت گرفته در خاک محدوده معدنی میانگین غلظت روی حدود ۳۷۹۶ppm می‌باشد غلظت روی موجود در خاک منطقه بیش از ۴ برابر حداکثر غلظت موجود در میانگین خاک می‌باشد که این عیار بالای روی با حضور کانی‌های اسفالریت در کانسار قابل توجیه است. سرب رایج‌ترین عنصر فلزات سنگین سمی است که یک گوگرد دوست قوی است و به طور عادی در سولفیدها یافت می‌شود منبع اصلی سرب، کانی گالن (PbS) می‌باشد مسمومیت زایی سرب در منابع آب به عنوان جزئی از لعاب شیشه و مواد به کار رفته در ظروف آشامیدنی به طور گسترده‌ای به کار می‌رود. در نمونه‌های ژئوشیمیایی که از ورقه سیاهکل برداشت شد، بالاترین غلظت سرب در بخش‌های جنوب در حوالی لونک و به مقدار ۱۱۹-۱۱۳ ppm و بالاتراز حد استاندارد آن (۱۰۰ppm) است که در دراز مدت، باعث خطرانی برای سلامتی ساکنان این مناطق به همراه داشته باشد(فرهادی و همکاران، ۱۳۹۱).

بر اساس آنالیز صورت گرفته در خاک محدوده معدنی لاریخانی، میانگین غلظت سرب حدود ۶۶۷ppm می‌باشد که حدود ۲۰ برابر غلظت آن در خاک‌های آلوده می‌باشد این مقدار بالا، غلظت سرب بالاتر از حد مجاز استاندارد را در مناطق اطراف لونک نشان می‌دهد (اقتباس از فرهادی و همکاران، ۱۳۹۱). علت میزان غیرعادی سرب در کانسار لاریخانی را می‌توان به حضور کانی‌های سولفیدی و کربناته سرب مثل گالن و سروزیت نسبت داد.

همانطور که بیان گردید آب‌های منطقه هیچ گونه آنومالی خاصی از فلزات سنگین را نشان نمی‌دهند اما خاک‌های منطقه در بسیاری از عناصر سنگین مقادیر چندین برابر بالاتر از حد کلارک این عناصر در پوسته حتی خاک‌های آلوده را نشان می‌دهد.

استاندارد MAD عبارت است از حداکثر مقدار رسوبات بر اساس استاندارد وزارت آب و محیط زیست مجارستان بوده که داده‌ها بایستی با مقادیر MAD در محیط زمین شناختی مقایسه شود (Kovacs et al, 2012).

## نتیجه گیری

کانسار سرب و روی لاریخانی یک معدن متروکه می باشد. مطالعات ژئوشیمیایی بر روی چشمه آب های منطقه نشانگر آن است که این چشمه ها از نظر عناصر فرعی هیچ آنومالی نشان نداده و مقادیر آن ها کم تر از حد اندازه گیری دستگاه ICP می باشد. مطالعات ما نشان می دهد که کیفیت آب چشمه های منطقه تحت تأثیر محل استخراج معدن به استثنای مقدار کمی روی قرار ندارد. غلظت عناصر سمی چون سرب، کادمیم، آرسنیک بالاتر از حد مجاز استانداردهای موجود در رسوبات و محیط زیست می باشد. چون سنگ میزبان، سنگ های کربناته است و کانی های کربناته تأثیر زیادی در PH خاک داشته و محدوده PH خاک را بین ۷ تا ۸ حفظ می کند با توجه به اینکه، این نوع خاک ها قادر به جذب آنیون ها و کاتیون ها می باشند، لذا بخش اعظم عناصر خطرناک جذب سطحی کانی های کربناته شده و در دسترس ریشه گیاهان قرار نمی گیرد به نظر می رسد فرایند AMD بر روی ترکیب آب های منطقه و PH آن اثر گذاشته اما بر همکنش آب با سنگ میزبان کربناته و PH بالا با آب هایی که از سنگ میزبان حاوی کانی سازی گالن، اسفالریت و پیریت نشأت گرفته اند باعث ایجاد PH نزدیک به خنثی در آب های منطقه شده است.

## منابع

آنلز، رن، آرتورتون، ر. آ. دیویس، ر. ج. (۱۹۷۵)، چهار گوش برگه زمین شناسی ۲۵۰۰۰۰: ۱ رشت - قزوین، سازمان زمین شناسی کشور.

- پورعیسی، م. (۱۳۸۵)، "اکتشاف تکمیلی و حفاری های اکتشافی کانسار سرب و روی اسپیلی"، پایان نامه کارشناسی رشته معدن گرایش اکتشاف دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۱۰۹ص.

- تاکی، س. (۱۳۸۷)، پترولوژی سنگ های آذرین جنوب دیلمان واقع در البرز مرکزی"، رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۴۱۲ص.

- جمال امید، ر. (۱۳۹۰)، "پترولوژی و پتروگرافی و ژئوشیمی سنگ های آذرین شرق کوه ڈرفک (استان گیلان)"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۱۲۲ص.

- حاج علیلو، ب.، وثوق، ب. (۱۳۹۰)، "زمین شناسی پزشکی"، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۵۶ص.

- درویش زاده، ع. (۱۳۷۰)، "زمین شناسی ایران"، انتشارات امیرکبیر، جلد اول، ۹۰۱ص.

- غضبان، ف. (۱۳۹۰)، "زمین شناسی زیست محیطی"، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم، ۴۴۰ص.

- فرهادی، ع.، جعفری، م.، ر. رضوی، م. ح. (۱۳۹۱)، "بررسی زمین شناسی زیست محیطی برگه ۵۰۰۰۰: سیاهکل، مجله علوم زمین، سازمان زمین شناسی، سال ۲۱، شماره ۸۴، ص ۷۵-۸۸.

- قلمقاش، ج.، رشید، ح. (۱۳۸۱)، "نقشه و گزارش زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جیرنده"، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

- کرباسی، ع. ر. و بیاتی، ا. (۱۳۸۶)، "ژئوشیمی زیست محیطی"، انتشارات کاوش قلم، ۲۵۶ص.

- مرادی حیدرلو، ف. (۱۳۹۱)، "مطالعه کانی شناسی، ژئوشیمی و زایش کانسار سرب و روی لاریخانی در جنوب سیاهکل"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان. ۴۱ص.

Anonymous (2005), "silicosis, Learn the fast", National instatute for occupational safety and health (NIOSH), Cincinnati, Oh, 20pp.

- Cappuyns. V, Swennen. R, Vand amme. A, Niclaes. M (2006), "Environmental impact of the former Pb-Zn mining and smelting in East Belgium".

- Cox, P.A., (1995), "the elements on earth: inorganic chemistry in the environment", Oxford, 287p.

- Garcia, C, Ballester, A., Gonzalez, Blazquez, M.L. and Acosta, M. (1996), "Chemical and microbiological transformations in a pyretic tailing pond". Minerals Engineering. 9 (11), 1127-1142.

- Kovacs, E., Tamas, J., Fran ciskovic-Bilinski. S., omanovic. D, Bilinski. H., and Pizeta, I., (2012), "geochemical study of surface water and sediment at the abandoned Pb-Zn

mining site at Gyong yosoroszi", hungary, Fre senius Environmental Bulletin, 2012, 5a, 21.

- **Lacal, J., Silva, M.P., Garcia, R., Sevilla, M.T., Procopio, J.R., and Hernandez, L. (2003)**, "Study of fractionation and potential mobility of metal in sludge from pyrite mining and affected river sediments", changes in mobility over time and use of artificial ageing as a tool in environmental impact assessment. Environmental Pollution. 124, 291-305p.

- **Schlesinger, W.H. (1991)**, "Biogeochemistry an analysis of global change", Academic press, San Diego.

- **Stocklin, J., (1974)**, "possible ancient continental margine in Iran. In: Bruk CA", Drake C<sub>1</sub> (eds) the Geology of Continental margins. Springer, Berlin Hei delberg, New york 873-889p.



## **The study of environmental and geochemical contamination of Lead and zinc mine of Larikhani in the south of Siahkal**

**Naser Talebi<sup>1</sup>, Shahrooze Haghazadeh<sup>2</sup>, Mohammad Hassan Bazoobandi<sup>3</sup>**

1-Master science in, Lahigan branch, Islamic Azad University.

2-Assistant Professor in Faculty of science ,Lahigan branch, Islamic Azad University.

3-Assistant Professor in Faculty of Shahid Bahonar ,University of Farhangian.

### **Abstract**

Lead and zinc mine of Larikhani is an abandoned mine which is located in the northern slopes of Alborz mountains in the south of Siahkal city of Gilan province. Geochemical and environmental characteristics of the host rocks indicate that the carbonate rocks were deposited during Cretaceous. The mineralization consists of pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite, galena, sphalerite, coltite, plattnerite, cerussite, smithsonite, and iron hydroxides. The minerals can be seen as veins and veinlets which have filled the pore spaces. Galena, sphalerite and pyrite are primary and most frequent. Based on geochemical studies on the springs of hot water in the studied area, there is no indication of element anomalies. Geochemical studies show high concentrations of lead, zinc, cadmium and arsenic. The high concentration may result in contamination which is important for the animals living and feeding in the area. In this study, the environmental contamination of the abandoned lead-zinc mine was investigated.

**Key words:** geochemical, environmental, Larikhani, lead-zinc mine