

سال بیستم، شمارهٔ ۲، تابستان ۹۱، از صفحهٔ ۲۱۵ تا ۲۲۸



بررسی کانیشناسی، ژئوشیمی و ایزوتوپهای گوگرد در کانسار گلالی،غرب ایران

مهرداد براتی

گروه زمینشناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

(دریافت مقاله: ۸۹/۱۰/۲۳ ، نسخه نهایی: ۹۰/۲/۲۰)

چکیده: کانسار گلالی در غرب ایران، در زون سنندج سیرجان و در دامنه ی ارتفاعات کرمخانی کوه آلموقلاق واقع شده است. کانه اصلی این ذخیره، مگنتیت است، ولی مقادیری هماتیت، گوتیت، لیمونیت ثانویه، مالاکیت و پیریت در این کانسار دیده می شوند. این ذخیره در محل گسل شمالی گلالی واقع شده، و حرکتهای این گسل در طول تاریخ، در تشکیل این ذخیره نق ش تعیین کننده ای داشته است که در حقیقت آنچه امروز به عنوان کانسار گلالی شناخته می شود، مجموعهای است که در اثر حرکتهای گسلی و کانه-زایی متعاقب آن شکل گرفته است؛ به طوری که می توان مراحل کانهزایی زیر را در آن مشخص کرد: کانهزایی فاز ۱: شامل اکسیدها و مخصوصاً مگنتیت بسیار چگال و فشرده با مقادیر بسیار ناچیزی پیریت به عنوان یک کانهی سولفیدی است. کانهزایی فاز ۱: شامل اکسیدها و کانیزایی سیلیکاتی، اکسیدی و سولفیدی است که کانههای تشکیل شده ی فاز ۲ی کانهای سولفیدی است. کانهزایی فاز ۱: شامل اکسیدها و کانیزایی سیلیکاتی، اکسیدی و سولفیدی است که کانههای تشکیل شده ی فاز ۲ی کانهای سرکانی شدن، اپیدوتی شده دن. گانیزایی فاز ۳: شامل کانهزایی گوتیت با خاستگاه بسیار نادر گرمابی است. دگرسانی شامل اسکارنی شدن، اپیدوتی شده دولومیتی شدن به همراه رگههای آرژلیتی تا مونتموریونیتی. با اندازه گیریهای انجام شده می توان رسوبهای تبخیری را به عنوان خاستگاه گوگرد در این ذخیره معرفی کرد.

واژههای کلیدی: گلالی؛ آهن؛ اسکارن؛ ۳ فاز کانهزایی؛ حرکتهای گسلی؛ مگنتیت؛ بافت برشی؛ ایزوتوپهای گوگرد.

مقدمه

زون سنندج سیرجان در گسترهی ملایر – اصفهان بهعنوان منطقهی آهن دار در ایران شناخته شده است و دارای چندین ذخیرهی عدسی تا صفحهای شکل بزرگ آهندار است [۱]، که به سیستمهای پلوتونی – ولکانیکی منطقه وابسته است [۳،۲] که ذخایر آهن مهمترین ذخایر اقتصادی در این منطقه هستند. مهمترین معادن فعال آهن در این منطقه شامل معدن آهن باباعلی در شمال غرب همدان و شمس آباد نزدیک به اراک و شهرک نزدیک به زنجان و گلالی در ۲۸ کیلومتری شمال شرق شهر قروه در استان کردستان است [۴،۵]. منطقهی آهن-دار شهرک با دارا بودن ۱۰ نمایهی بزرگ آهن و دو معدن فعال، بزرگترین معدن آهن در این منطقه است، [۶–۸]. علاوه بر این ذخایر تعداد زیادی نمایهی آهن نیز در منطقه وجود

دارند که بعضی از آنها شناخته شدهاند در حالی که از وجود بعضی از آنها، متخصصین هنوز بیخبرند [۹] . معدن آهن گلالی در ۲۸ کیلومتری شمال شرق شهرستان قروه و در ۴۵ کیلومتری شمال غرب شهرستان همدان در زون زمین شناسی سنندج – سیرجان واقع شده است. معدن گلالی بزرگترین معدن اسکارن در منطقهی کردستان است [۵،۱۵]، بزرگترین معدن اسکارن در منطقهی کردستان است [۵،۱۰]، که در حوضهی پشت قوسی تشکیل شده است[۱۱] و از نظر ترکیب کانی شناسی و ژئوشیمی با معادن دیگر منطقه تفاوت دارد. ذخیرهی آهن گلالی در ارتباط با سیستمهای ماگمایی – دارد. ذخیرهی آهن گلالی در ارتباط با سیستمهای ماگمایی – پلوتونی وابسته به تودهی سینیتی – مونزونیتی الموقلاق است که در سطوح فوقانی پوستهی زمین تشکیل شده است. تودهی پلوتونی نیمه عمیق الموقلاق خاستگاه گرما، شارهها و فلز در

* نویسنده مسئول، تلفن - نمابر: ۸۲۵۳۴۶۷ (۰۸۱۱)، پست الکترونیکی: barati@basu.ac.ir

معدن کاری در این ذخیره در طول زمان ادامهدار، و در ۳۰ سال اخیر گاها فعال و زمانی نیز غیر فعال بوده است. میزان دقیق تولید این ذخیره در این مدت کاری بسیار دشوار است. با توجه به بازدیدهای مکرر از منطقه میتوان کل میزان استخراج شده از این معدن از سوی شرکتهای مختلف را حدود ۱۰ میلیون تن آهن با عیار ۵۰٪ مگنتیت برآورد کرد [۱۳–۱۵]. از سال ۱۳۸۶، با بالا رفتن ارزش جهانی آهن و افزایش تقاضا برای این محصول این معدن دوباره فعال شده است. تولیدهای این معدن بیشتر به ذوب آهن اصفهان ارسال شده یا از بنادر به خارج از کشور صادر میشود. مهمتارین خریدار خارجی محصولات این معدن چین است.

نزدیکترین نمایهی آهن به کانسار گلالی، نمایهی آهن مگنتیتی خسروآباد در فاصلهی ۵ کیلومتری جنوبغربی آن و در مسیر جادهی آسفالته همدان- سنقر است [۱۶،۲۱] .

در بررسیهای به عمل آمده مشخص شد که این ذخیره دآرای ۳ فاز کانهزایی است که از این میان فاز اول ذخیره با تولید مگنتیت تودهای با عیار ۶۰٪ بسیار مهم است. در این مقاله به بررسی زمینشناسی، ژئوشیمی و کانهنگاری این کانسار به منظور تعیین چگونگی تشکیل آن می پردازیم.

زمینشناسی ناحیهای

در غرب ایران در زون دگرگونه- آذرین، سنندج سیرجان و زون آتشفشانی اسفندقه مریوان که به موازات این زون قرار گرفته است، تعداد زیادی کانسنگ و نمایه آهن حد فاصل شهرستانهای اراک تا زنجان، در نواری به طول ۴۰۰ Km و عرض ۲۰۰Km قرار گرفتهاند [۷]، این کانسنگها و نمایهها عموماً مانند کانسارهای گلالی، همه کسی و خسروآباد عدسی تا لایهای شکل اند. ذخایر همه کسی و گلالی شیبی نزدیک به قائمه دارند [۲]. در حالی که ذخایری با شیب نزدیک به صفر درجه و افقی نیز در آنها یافت میشوند که مهمترین آنها کانسار شهرک است [۱۷]. این ذخایر معمولاً بهصورت مجموعهای از بیرون زدگیهای نزدیک به هم مانند ذخایر همهکسی و شهرک دیدہ می شوند [۱۰،۱۷]. ولی ذخایری کے دارای یک بیرون-زدگی هم باشند، در آنها وجود دارند که مهمترین آنها ذخیرهی گلالی است. سنگ دربر گیرنده ی این ذخایر نیز طیف گسترده-ای از سنگهای آذرین، رسوبی تا دگرگونه را در بر می-گیرند[۱۱]. تمامی این ذخایر اپیژنتیک هستند و تولید هاله-های دگرسان مختلفی نظیر اسکارنی شدن، پروپلتیک، دولوميتی شدن، اپيدوتی شدن، كلريتی شدن، سيليسی شدن و رگەھای آرژلیتی کردەاند [۵،۱۸] .

مگنتیت کانه اصلی این ذخایر است و کانه یهماتیت در آنها به مقدار کمی یافت می شود. سولفید این ذخایر پیریت است که به شکلها و ابعاد بسیار گوناگون در آنها دیده می شود. مقدار این کانی در این ذخایر بسیار متفاوت است و مقدار آن با عمق تغییر می کند. در کانسار شهرک، پیروتیت سولفید اصلی است که در اعماق به پیریت تبدیل می شود [۶]. علاوه بر این کانیها، مقادیر متفاوتی سولفیدهای دیگر مانند کالکوپیریت، بورنیت، کالکوزین و حتی کولیت در اعضای جنوبی تر این مجموعه مانند ذخیره یه مه کسی وجود دارد [۱۰]، در حالی که در اعضای شمالی تر این مجموعه پیروتیت و پیریت تنها سولفیدهای موجود را تشکیل می دهند. لازم به یادآوری است که پیریت در همه حال سولفید غالب است. کانیهای ثانویه که در این ذخایر عبارتند از لیمونیت، مالاکیت و سیدریت.

ذخیرهی آهن گلالی در میانه نوار یاد شده قرار گرفته و دارای ژنز اسکارنی است [۲۰،۱۹،۱۵،۷] و بیشتر از مگنتیت با بافت و ساخت برشی تشکیل شده است که حاکی از قرارگیری این ذخیره در زون گسلی است. حرکتهای این گسل (گسل گلالی) موجب تشکیل فازهای کانهزایی گوناگونی در محل این کانسار شده است.

روش بررسی

روش بررسی در این مقاله شامل: ۱) برررسی های صحرایی و نمونه برداری (تعداد ۴۰ نمونه) ۲) بررسی های آزمایشگاهی (XRF ,ICP-MS ،EPMA)

بحث و بررسی

موقعیت جغرافیایی و زمینشناسی

کانسار آهن گلالی در ۵۸ کیلومتری شمال غربی همدان و ۲ کیلومتری شمال روستای گلالی قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی این معدن عبارتند از: طول ۴۹٬۵۴ ۴۷٬ شرقی و عرض ۱۹۶٬۵۹ ۴۳٬ شمالی و ارتفاع متوسط بیرونزدگی آن ۱۹۰۰ متر است. این کانسار در دامنه ارتفاعات کرمخانی آلموقلاق قرار دارد (شکل ۱).

کانسار آهن گلالی از دو کانسار جداگانه تشکیل شده است. کانسار شماره ۱ در ارتفاع کمتر قرار دارد و در حال حاضر بهره برداری میشود و در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است. واحدهای لیتولوژیک گستره این ذخیره عبارتند از: ۱. سری آشکی _ شیستی ۲. سری آهکی _ شاهدان ۴. سری آهکی کرتاسه

۵. نهشتههای ترشیاری واحدهای سنگهای آذرین در منطقه گلالی عبارتند از سـنگ-های نیمـه عمیـق تـا آتشفـشانی ماننـد سـینیت، سـینوکوارتز مونزونیت، کوارتز مونزوسینیت، داسـیت پـورفیری، گرانیـت تـا دیوریت و سینوگرانیت قلیایی، همچنین سـنگهـای دگرگـونی

منطقه شامل: کردیریت شیست، فیلیت، متادیوریت، متاریولیت، ماسهسنگ خاکستری دگرگونه با رگچههای اپیدوتی و مرمر اسکارنی شده به صورت عدسی تا صفحات نازک مگنتیت است (شکل۱ب) [۱۱].



شکل ۱ الف) موقعیت جغرافیایی کانسار گلالی را همراه با راههای دسترسی به آن را نشان میدهد.



ب) نقشه زمین شناسی منطقه مورد بررسی.

بررسیهای میدانی دگرسانی از مهمترین دگرسانیهای تشکیل شده هماره با ذخیارهی گلالی، میتوان به دگرسانیهای اسکارنی، اپیدوتی، دولومیتی و تبلور دوباره آهکها و نیز دگرسانی پلیتی اشاره کرد. اسکارنی شدن: این زون ضخامتی بین ۵۰ تا ۱۰۰ متار دارد و به صورت منقطع به موازات محور طولی کانسار و در شاق آن قرار گرفته است. در مقاطع نازک تهیه شده از آن، کانیهای سرسیت، فلدسپات، کلریت، ترمولیت، انواع کوارتز و کلسیت با بافت گرانوبلاستی دیده می شوند.

اپیدوتی شدن: ضخامت این زون بین چند سانتیمتر تا یک متر است و از رگههای اپیدوتی سبزرنگ بهمـراه دانـههـای اپیـدوت

پراکنده در سنگ تشکیل شده است این زون در غرب ذخیره، در داخل سنگهای آذرین قرار دارد و بیشتر از زوئیزیت تشکیل شده است (شکل ۲). دولومیتی شدن و آهک بلورین: این زون ضخامتی متغیر داشته

و پهنای آن بین یک متر تا حدود ۱۰ متر تغییر میکند و پس از زون اسکارنی قرار گرفته است. در اثر دگرنهادی یون ⁺²Mg در درون سنگ آهک میزبان تشکیل شده است.

رگههای پلیتی: تشکیل این رگهها پیش از فاز کانهزایی اولیه بوده است و رگچههایی از هماتیت و مگنتیت با ضخامت کمتر از یک سانتیمتر در درون رگههای آرژلیتی با ضخامت حدود ۱ متر بوده و بیشتر در همجواری کانسار و سنگ دیوارهی شرقی دیده می شوند (شکل ۳).



شکل ۲ تهنشست اپیدوت (EPY) سبزرنگ در سطح درزها را در زون اپیدوتی شدن را نشان میدهد.



شکل ۳ یک رگهی آرژلیتی (AR) را در سنگ دیوارهی (WR).

بررسی کانساری

کانسار در تمام پلهها شدیداً خردشده و دارای ساختی برشی است که نشانهی تشکیل ذخیره در راستای گسل گلالی است. خردشدگی شدید کانسار نشانهی حرکتهای مکرر گسل در طول زمان شکل گیری آن است. مرز ذخیره با دیوارهی سنگ-های آذرین آشکار است (شکل ۴)، به نظر میرسد که گسل فقط در کانسار اثر کرده، و در سنگ دیواره تأثیری نداشته است. ذخیره در مقیاس میدانی از ۳ بخش تشکیل شده است: الف) کانسنگ فاز ۱: این فاز از مگنتیت، چگال، فاقد تخلخل، قهوهای تا سیاه رنگ و شدیداً مغناطیسی تشکیل شده است.

تیره رنگ (آمفیبول، پیروکسن، بیوتیت، کلریت) همراه با مقادیر کمتری مگنتیت و هماتیت دیده می شود. کانسنگ موجود در ایـن فاز متخلخل بـوده و چگالی آن بـه طـور محـسوسی از کانسنگ فاز اول کمتر است. ویژگی این فاز وجود مقادیر زیادی کانی پیریت است. (شکل ۵). این فاز نیز پس از تشکیل دوباره، در اثر حرکات گسلی خردشده و سـاخت برشـی در آن حاصل شده است.

ج) کانسنگ فاز ۳: این فاز از تعداد معدودی رگههای گوتیتی به ضخامت ۵ تا ۲۰ سانتیمتر، تزریق شده در کانسنگهای مراحل قبلی و سنگ دیواره تشکیل شده است (شکل ۶).



شکل ۴ مرز غربی کانسار برشی گلالی با سنگ دیوارهی سالم و فاقد آثار برشی (WR) .(H = کانـسار پرعیـار فـاز BH = کانـسار برشـی فـاز ۱، L = ذخیره کم عیار فاز ۲).



شکل ۵ را بطه و ریختشناسی فازهای ۱ و۲ کانساری را همراه با سنگ دیواره (WR). دید به شرق.



شکل ۶ یک رگه گوتیتی(Go) فاز ۳ کانهزایی در سنگ دیوارهی (WR) کانسار گلالی.

بررسیهای کانهنگاری

به منظور بررسی میکروسکوپی کانههای موجود در کانسار نمونهبرداری صورت گرفت. در نمونههای انتخاب شده از فاز ۱ کانهزایی، مگنتیت یوهدرال تا سابهدرال کانه اصلی است که در آن تیغههای جدایشی تیتانو هماتیت دیده میشوند و دارای بافت جدایشی اکسیدی تا مارتیت گرمابی مطابق با تقسیم بندی (Mucke 2003) [۲۲،۲۲] میباشند. در هیچیک از نمونههای انتخاب شده از این فاز بافت مارتیت، بنابر آنچه که در ادبیات معدنی رایج است، دیده نشده است، این نمونهها فاقد بافت جدایشی احیایی هستند. با توجه به بافتهای مشاهده شده در مگنتیت های موجود در این نمونهها می توان آنها را سولفیدی در این نمونهها خیلی کم دیده میشوند. بافت نمونه-یی موزاییکی درشت دانه مطابق با تقسیم،ندی (۲۶،۲۹] ی، موزاییکی درشت دانه مطابق با تقسیم،ندی (۲۶،۲۹

نمونههای برداشت شده از فاز ۲ کانهزایی، ظاهری متفاوت با نمونههای فاز ۱ دارند. در این نمونهها مگنتیت نیمه شکلدار تا بی وجه ۵۰ تا ۶۰ ٪ سطح نمونه را می پوشاند و مشخصاً فاقد انواع بافتهای جدایشی تیتانوهماتیت است. پیریت درشت بلور و نیمه شکلدار با مرزهایی تیز تا سینوسی در این نمونهها به مقدار زیادی وجود دارد. گاهی در آنها بافت جانشینی دیده می شود. بیش از ۳۰٪ سطح نمونهها را دانههای باطله می-پوشانند (شکل ۷– ب).

مقاطع صیقلی تهیه شده از فاز ۳ کانهزایی این نمونه ها به طور کامل از گوتیت سفید رنگ که گاهی ترک خورده اند،

تشکیل شدهاند. گوتیت تعداد زیادی از کانی های قبلی را جانشین کرده است (شکل ۷- پ) .

تجزيه شيميايى

برای بررسی و مقایسهی ترکیب شیمیایی هر یک از فازهای کانهزایی با هم، تعدادی از نمونهها را مورد تجزیه شیمیایی با دستگاههای تجزیه مختلف نظیر XRF ,ICP-MS ،EPMA قرار دادیم. قرار دادیم.

تجزیه به روش (XRF اسلی موجود در نمونههای در این روش برای اندازه گیری عناصر اصلی موجود در نمونههای شامل عناصر Si- Al- Ti- Fe- Mg- Ca- Na- K- Mn- P: شامل عناصر کنونه انتخاب شدند و پودر آنها به روش XRF نخست تعداد ۸ نمونه انتخاب شدند و پودر آنها به روش XRF و و با دستگاه Shimadzu مدل Article و تجزیه شدند.

لازم به یادآوری است که سه نمونه از فاز ۱ کانهزایی 114G1, 15G1, ۲ (فاز ۲ (۲/۵۵۹) و سه نمونه از فاز ۲ (۲/۵۹۹) انتخاب 22G1) و یک نمونه از فاز سوم کانهزایی (61 54) انتخاب شدند و نمونهی با شماره 61 23 ترکیبی از فازهای کانهزایی ۱ و ۲ بوده است. نتایج آزمایشها در جدول ۱ درج شدهاند.

بررسی این جدول نشان می دهد که به طور مشخصی میانگین SiO₂ در فاز ۲ کانهسازی بیش از فاز ۱ بوده و به ۵٬۱۵ ٪ می رسد، در حالی که برای نمونه های برداشت شده از فاز ۱ این مقدار حدود ۱٬۱ ٪ است. افزایش این مقدار در فاز ۲ کانه سازی به سیلیکات های موجود در این فاز مربوط بوده است.



شکل ۷ نتایج بررسی کانهنگاری: الف) مقطع میکروسکوپی از کانتن فاز ۱، تشکیل شده است تیتانوهماتیت(Them) جداشده از تیتانو مگنتیت سفید رنگ(TMt) . (Ga) گانگ. ب) یک مقطع میکروسکوپی از کانسار فاز ۲، مگنتیت(Mt)، پیریت (Py) و کانیهای کانگ(Ga)، مشخصاً در این نمونه پیریت زیاد است و مگنتیت فاقد بافت اکسلوشن است. پ) یک مقطع میکروسکوپی از گوتیت (Go) سفید رنگ فاز ۳ کانهسازی که جانشین تعدادی از کانیها شده است.



| | 0 | 0,, , | | 3. 3. | | - , C | | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|--------------------|----------------|----------------------|-------------------|
| | ١ | ٢ | ٣ | ۴ | ۵ | ۶ | ٧ | ٨ |
| sample | ۸۶G۱ | ۷۷G۱ | GII | ۲۳G۱ | 11 F G1 | ۱۵G۱ | ۵۲G۱ | ۵۴G۱ |
| SiOr | ۱/۲۴ | •/44 | ۱/۱۱ | ١,۶٢ | ٩,٢٠ | ۱٫۱۸ | $\Delta_{/} \cdot V$ | ۵/۵۲ |
| Al ₇ O ₇ | ۶ _۱ ۶ | •/49 | ١,١٨ | •,۴۴ | <i>ع</i> ار • | ۴۳ ا | •,۴١ | ٠٫٣ |
| TiO۲ | ۰,۰۶ | • / • ١ | •,•۴ | ۰,۰۹ | • , • A | • / • V | • / • Y | - |
| FerOr | 94,84 | ٩٨/٠٨ | ٩۵٫۱۰ | ٩۴٫۵٩ | ۸۳٬۹۶ | ٩۴,٧٠ | ٩١,۶١ | ٨۴,۱۵ |
| MgO | ٠٫٢ | •,77 | ۰٫۹۷ | ۰,۱۶ | ۲٫۷ | ١/٣٣ | ۲/۰ | •/11 |
| CaO | ۳۷ . | • ۲۸ | ۰,۵۸ | ۶۳٫۰ | ۲٬۲۸ | ٠٫٣١ | ٠٫۴ | •/49 |
| NarO | •/11 | - | - | • /•) | - | - | •,•٣ | - |
| К _т О | - | - | - | - | • , • Y | • / • A | • / •) | - |
| MnO | ۰ _/ ۰۶ | ۰,۰۵ | • , • ۵ | • , • Y | •,•Y | ۰,۰۵ | •,• ۴ | ۰,۰۵ |
| P۲O۵ | • /•) | • ، • ١ | • / • • | • / • • | • / • • | •,• ٢ | - | ۰ _/ ۰۱ |
| LOI | ۱٫۵۳ | • / • ۲ | • /۳۳ | ۲٫۷۹ | ۰,۹۲ | ۰,۲۶ | ۲٫۱۹ | ٩٫٣۴ |
| total | ۹۹ _/ ۳۳ | ۹۹ _/ ۶۵ | ٩٩,٣۵ | ۱۰۰٬۱۵ | १९ _/ ८९ | 99,44 | ۲۰۰٬۰۴ | १९ /१۶ |

| شدماند | تضمين | (;; ,), o | | مقاديد برجي | XRF | شيميار به | . cas: | حدما ١ : : ا |
|---------|--------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|--------------|
| سدهاند. | تصميني | صد وربي) | ىب ١/٥ (در | مقادير برحس | روس אואא מ | سيميايي به | يج تجريهي | جدول اس |

مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران

در مورد عنصر Al تصمیم گیری دقیقی نمی توان ارائه کرد، زیرا این عنصر هم میتواند در ترکیبهای اکسیدی آهاندار نظیر مگنتیت جانشین آهن شود، هـم یـک عنـصر بنیـادی در ترکیبهای سیلیکاتی است. میزان تیتانیم نمونههای گرفته شده از فازهای ۱ و ۲ ناچیز و کمتر از ۰٫۱ ٪ بوده است. به نظر میرسد که فاز ۲ کانهسازی سریعتر از فاز ۱ سرد شده است که در مگنتیت موجود در آن تیغههای اکسلوشنی تیتانو هماتیت تشکیل نشده است. در نمونه انتخاب شده از گوتیت فاز ۳ کانه-سازی، مقادیر تیتانیم زیر حد حساسیت دستگاه بوده است. جـز یک مورد، میزان آهن کلیهی نمونههای انتخاب شده از فازهای ۱و ۲ بیش از ۹۱٪ بوده است در حالی که نمونه ی گوتیتی ۸۴ ٪ آهـن در ترکيـب خـود داشـت. متوسـط MgO در نمونـههـاي مگنتیتی فاز ۱ کانهسازی برابر ۰٬۴۸٪ بوده است، در حالی که این مقدار در نمونههای فاز ۲ به مقدار ۱٬۴۸ ٪ میرسید و این تفاوت معنی دار به دلیل حضور این عنصر در سیلیکات های موجود در فاز ۲ است. برای نمونه گوتیت مقدار این عنصر ۰٬۱۱ ٪ ثبت شده. این روند کمابیش برای CaO نیز حفظ شده است. کل میزان Na₂O نمونهها ناچیز بوده است ولی میزان K₂O در نمونههای فاز ۲ بیش از نمونههای فاز ۱ کانهسازی بود و این به دلیل حضور سیلیکاتها در این فاز است و طبیعتاً این عنصر در فاز ۳ کانهسازی نمی تواند حضور داشته باشد. میزان MnO کلیهی نمونهها تقریباً برابر و حدود ۰٬۰۵ ٪ بود. منگنز ویژگی-های ژئوشیمیایی مشابه آهن داشت و همراهی این عنصر با ترکیبهای آهندار اکسیدی و هیدروکسیدی طبیعی است.

مهرداد براتی

در یک جمعبندی کلی میتوان گفت که ترکیب شیمیایی نمونههای گرفته شده از فازهای ۱ و ۲ از بعضی جهات مشابه و از جهات دیگر متفاوتند، در حالیکه نتایج وابسته به نمونهی گوتیتی فاز ۳ به طور کلی با نمونههای گرفته شده از دو فاز دیگر متفاوت بوده است.

تجزیه به روش پلاسمای جفت شدهی القایی (ICP-MS) Inductivity coupled plasma mass spectrometry برای اندازه گیری عناصر فرعی و جزئی، از روش ICP-MS استفاده شد، و برای تولید پرتو پلاسمای آرگون (Argon ELAN مدل Perkin-Elmer SCIEX مدل (Plasma 6100 مورد استفاده قرار گرفت . منبع تولید اشعه آرگون پلاسما ۶۰۰۰ K و قدرت جدایش جرمی در نمونهها برابر ۳/۰-

نتایج حاصل از اندازه گیری در جدول ۲ دیده می شوند. بنابراین جدول، تقریباً کلیه نمونههای برداشت شده از فاز ۱ و ۲ کانهسازی، مقادیر تیتانیم (Ti) بیشتری نسبت به عناصر فرعی و نادر دیگر داشتند و بیشینه آن تا ۴۸۰ ppm نیز می-رسید. ولی تیتانیم در گوتیت فاز ۳ بسیار پایین بوده و دلیل آن نیز توانایی پایین شبکهی بلوری گوتیت در نگهداری این عنصر بوده است. هـمچنـین اگـر از نمونـهی شـمارهی 77G1 چـشم پوشی شود، حداقل میزان عنصر (V) در نمونههای برداشت شده از فاز ۱ برابر ppm۱۱۵ است، در حالی که بیـشینه یایـن عنصر در نمونههای گرفته شده از فاز ۲ برابر ppm ۹۷ به دست آمده و در گوتیت فاز ۳ نیز به ppm۱۸ می سید. میزان عنصر کرم (Cr) در تمامی نمونههای برداشت شده از فازهای مختلف یایین و بین ۱۸ تا ppm ۵۲ بوده است. اصولاً ترکیبهای اکسیدی آهن، دارای مقادیر پایینی از عنصر کرم هستند. برخلاف عنصر کرم، میزان عنصر منگنز (Mn) در تمامی نمونه-ها بالاست و دامنهی تغییرات آن بین ۲۵۶ تـا ppm ۴۸۲ قـرار داشت. این امر به دلیل تشابه خواص ژئوشیمیایی عناصر آهن و منگنز است و این دو عنصر قادرند در ترکیبات اکسیدی جانشین یکدیگر شوند. ژئوشیمی عناصر کبالت (Co) و نیکل (Ni) نیز شبیه هماند و چنانچه از نمونه ی شماره 86G1 چشمپوشی شود، مقدار این دو عنصر در کلیهی نمونهها پایین و روندی کاملاً مشابه با نمونههای دیگر دارند. مس (Cu) میانگینی برابر با ppm۲۲۳ در نمونه های انتخاب شده فاز ۱ کانه سازی داشت در حالی که این مقدار برای نمونههای برداشت شده از فاز ۲ تا ppm۱۹۵ میرسید و تفاوتی تـا ppm ۳۰ داشتند که قابل توجه است. مقدار مس در گوتیت فاز ۳ تا ۱۱۱ ppm است که تفاوت معنی داری با نمونه های دیگر دارد. طلا (Au) و پلاتین (Pt) نیز در نمونهها اندازه گیری شدند و در کلیه نمونهها مقدار این عناصر کمتر از ppm۱ بوده است. بنابر جدول ۲ همهی نمونههایی که داری طلا بودند، فاقد پلاتیناند و برعکس. مقادیر عناصر Y, La, Ce, Pr, Nd نیز در نمونهها اندازه گیری شدند. نمونهها یا فاقد این عناصر بودند یا مقادیری کمتر از ppm ۲ داشتند که قابل چشمپوشی هستند.

می توان گفت که ژئوشیمی عناصر فرعی و جزئی نمونه های انتخاب شده از فاز ۱ و ۲ کانه ساز در مورد عناصر Ti, Cu, V متفاوتی ولی در موارد دیگر مشابه بوده اند. فاز ۳ کانه سازی به دلیل تفاوت کانی شناسی، ژئوشیمی متفاوتی دارد.

| | ١ | ٢ | ٣ | ۴ | ۵ | ۶ | γ | ٨ |
|--------|--------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| sample | ۸۶G۱ | ۷۷G۱ | G | 22G1 | 11fG1 | ۱۵G۱ | ۵۲G۱ | ۵۴G۱ |
| Ti | 300/9V | ۹۳٬۵۹ | 10.141 | 41.14 | 414,08 | ۳۸۳٬۱ | 362,77 | 11,11 |
| V | 119,08 | 84,05 | 110,14 | 49,09 | ۶٩ | 97,97 | ۸۲٬۰۵ | 14,87 |
| Cr | ۲۸,۲ | 74,94 | 5.41 | 44,09 | 14,17 | 59,80 | 57,41 | T1,FV |
| Mn | 37,013 | 8.179 | 849,09 | 429,09 | 477,10 | 511/14 | 208,24 | mm,tv |
| Со | 117/79 | ۳۰٬۵۷ | 14/14 | 81,87 | ۷٬۱۳ | 181.5 | ۱۵,۵ | 22,42 |
| Ni | 1.4,97 | 24,40 | ND | 4,99 | ND | 9,54 | ۶ | ٨,٢۵ |
| Cu | 77.77 | 97,79 | ۳۰۷,۲ | 140,18 | 1.9,27 | 208,3 | 221/91 | 111/41 |
| Au | • ,٧۶ | ND | ND | ND | ND | • ,87 | ۰٬۶۵ | ۰٬۶۵ |
| Pt | ND | • ,YA | • ,87 | ٠,٧٣ | • / Y) | ND | ND | ND |
| Y | 1,77 | ND | ND | ND | ND | ۰٬۵۲ | ND | 1,18 |
| La | 5/15 | ND | ۰,۵۴ | ٠,٧٨ | ۰٬۵۵ | ٠,٨٢ | ND | ۱,۸ |
| Ce | ND | ۰٬۵۸ | .94 | 1,84 | • ٨۴ | ND | ND | ND |
| Pr | ۰٬۵۶ | ND | ND | ND | ND | ND | ND | . 84 |
| Nd | ND | ND | ND | . 87 | ND | ND | ND | ND |

جدول۲ مقادیر اندازه گیری شدهی عناصر فرعی و جزئی موجود در نمونه را نشان میدهد. مقادیر بر حسبppm تعیین شدهاند.

ND= اندازه گیری نشد

تجزیه شیمیایی به روش باریکه الکترونـی Electron Probe (Micro Analysis(EPMA)

برای بررسی تغییرات شیمیایی در بلورها در واحدهای کوچک مقیاس، از تجزیه به روش EPMA استفاده شد. نمونههای مورد استفاده در این بررسیها بلوکهای صیقلی بودند. کلیه SHIMATZU ما دستگاه EPMA ساخت کارخانهی SHIMATZU ژاپن مدل ۱۶۱۰ مورد بررسی قرار گرفتند. ولتاژ شتابدهندهی الکترونی KV 35، زمان تجزیه جهت عناصر مختلف تفاوت می کند. معمولاً برای عناصر اصلی حدود ۱۰ ثانیه در حالی که برای عناصر فرعی تا به ۱۰۰ ثانیه نیز می سید. برای تصحیح دادهها دستورالعمل POP گرفته شد. به واسطهی اکسیدی بودن نمونهها، برای استاندارد کردن دستگاه، از نمونههای فلزی خالص ساخته شدهی کارخانهی سازنده دستگاه استفاده شد. آشکارساز دستگاه (Li) بود.

بررسی نتایج حاصل از بررسیهای EPMA

در مجموع از ۷ اندازه گیری صورت گرفته، از نمونه شمارهی G11 وابسته به مگنتیت فاز ۱، تعداد ۴ مورد تجزیه شدند و ۳ مورد روی مگنتیت موجود در فاز ۲ نمونه ی شمارهی 17G1 صورت گرفت که نتایج در جدول ۳ دیده می شوند. از آنجاکه ترکیب کانی شناسی گوتیت فاز ۳ کانه سازی با مگنتیت موجود در فازهای ۱ و ۲ قابل قیاس نیست، از ذکر مقادیر اندازه گیری شده برای این فاز خودداری می شود.

نمونهی مگنتیت فاز ۱

محل و مقادیر اندازه گیری شدهی نمونه ی شماره G11 چهار

ستون اول جدول ۳ و شکل ۸ دیده می شوند.

چنانکه در این شکل دیده می شود، در راستای یک نیم رخ در یک بلور مگنتیت، در ۴ نقط ه به روش EPMA تجزیهی شیمیایی صورت گرفت و نتایج در جدول ۳ آورده شده اند. با بررسی این جدول می توان نتیجه گرفت که بلور مورد بررسی نسبت به مقادیر MnO,MgO,Al₂O₃ دارای منطقه بندی بوده نسبت به مقادیر آنها از خارج بلور به سمت مرکز زیاد شده است و در مرکز بلور به بیشترین مقدار نسبت به این ترکیبات می رسند. در حالی که برای ترکیبهای TiO₂,ZnO منطقه بندی، عکس حالت بالاست و از داخل به خارج بلور این عناصر افزایش می-یابند. همچنین داده ها نشان می دهند که مقادیر ترکیبهای یابند. همچنین داده ها نشان می دهند که مقادیر ترکیبهای

به نظر می رسد که شاره ی سازای این کانسار در نخست از ترکیبهای Mn, Mg و Al غنی بوده است، در حالی که با سرد شدن تدریجی ماگمای سازنده، مقدار این ترکیبهای در آن کاهش یافته و برعکس، ماگما از عناصر Zn و Ti به طور نسبی کاهش یافته و برعکس، ماگما از عناصر Ni, V و Ni, V غنی شده است. درطول زمان سرد شدن، مقادیر عناصر Ni, V, م نی شده است. درطول زمان سرد شدن، مقادیر بالای عناصر Mg و Al دراین اندازه گیریها قابل توجه است. به نظر می رسد که این دو عنصر شرایط متفاوتی با هم دارند. یون ²⁺²M در که این دو عنصر شرایط متفاوتی با هم دارند. در محل ²⁺³ قرار که این دو محل ²⁺²Fe یون ²⁺¹A یون⁵ Fe² را جانشین کرده است. دارد در حالی که یون ²⁺¹A یون⁵ Fe² را جانشین کرده است. نکتهی قابل توجه همروندی این دو عنصر با یکدیگر است که از خارج بلور به سمت داخل آن زیاد شدهاند[۳۸].

| | G11-+1 | G11-+7 | G11-03 | G11-04 | ۱۷G-01 | 14G-•4 | ۱۷G-۰۳ |
|---------------------------------|----------------|--------|----------------|---------|---------|----------------|--------|
| MgO | ١,١ | ۲,۰۰۹ | ۱,۸۸۲ | 1,708 | ۱۰٬۰۹۶ | ۵٫۶۳۰ | ۶,۰۰۸ |
| $\mathrm{Al}_{r}\mathrm{O}_{r}$ | ٠٫۴٠٣ | ۱٬۰۸ | ۸۸۸٬ ۰ | ۰ ،۵۲ ۰ | •,418 | •,٣٢۴ | ۰,۲۹۶ |
| ${\rm SiO}_{r}$ | • / • | ٠,١٩١ | ۵۳۳٫ | ۱,۲۵۶ | ND | ND | ND |
| CaO | ۰, · · ۵ | ۰,۰۱۷ | •,••¥ | ۰,۱۰۹ | ۰,۰۹ | ۰,۰۲۹ | •,• |
| TiO۲ | ۰, • ۹۲ | •,•YY | ۰,۰ ۸ ۱ | ۰,۱۰۲ | ۰,۰ ۴۸ | ٠٫١٠٣ | •,•۴١ |
| $V_{\tau}O_{\Delta}$ | • / • | • / • | •,• ٣٢ | ۰,۰۳۸ | ND | ND | ND |
| $Cr_{\gamma}O_{\gamma}$ | ٠,٠١٩ | • / • | •,• ٣٣ | • / • | ۰, • ۱۱ | •,• \ Y | •,• |
| MnO | •,• ٢٢ | •,• ۴ | ۰,۰۶۹ | • / • | ۶ ۱٬۰ | ۸۱ ۲ ۱ ۸ | ۱,۱۸ |
| FerOr | ۹۸,۲۵۲ | ٩۶٫۵٨٩ | ٩۶,۶۵٨ | ٩۶٫٢١٩ | ۸۸٫۲۷۹ | ۹۲,۶۸ | 97,478 |
| NiO | • / • | • / • | • / • | • / • | • / • | • / • | •,• |
| ZnO | ۰,۱ ۰ ۲ | •,••٣ | ۰,۰۲۵ | • / • | ND | ND | ND |
| total | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

جدول۳ مقادیر اندازه گیری شده در ۷ نمونه از ۲ نسل مختلف کانهسازی در معدن گلالی را نشان میدهد. (بر حسب درصد مولی)



شماره ۸ الف) تصویر گرفته شده با دستگاه EPMA از دانهی مورد آنالیز در نمونهی شمارهG11، همراه با محل نقاط اندازه گیری شده ب) همان تصویر با پردازش کامپیوتری که ناهمواریهای سطحی را همراه با تیغههای اکسلوشنی نشان میدهد (بدون مقیاس).

نمونهی مگنتیت فاز ۲

از یک بلور مگنتیت در نمونه ی 17G1 نیز تعداد ۳ آنالیز نقطهای به عمل آمد و نتایج در جدول (۳) دیده می شوند. تصویر پردازش شده ی دانه همراه با نقاط مورد آزمایش و مقادیر مربوطه در شکل ۹ دیده می شود. بنابراین شکل، نقطه ی شماره۲ روی تیغه ناشی از اکسلوشن قرار گرفته و به صورت چشمگیری دارای مقدار بالاتری تیتانیوم است که نشانه ی جدایش تیغههای تیتانوهماتیت از تیتانومگنتیت است. مقدار مدان تیغههای تیتانوهماتیت از تیتانومگنتیت است. مقدار منطقه بندی است، در حالی که مقدار افزایش یافته که نشانه ی مست داخل آن کم شده و تا حدودی طبیعی است. زیرا یون²⁺Mg جانشین یون²⁺Fe در ساختار مگنتیت می شود و چون آنالیز دوم روی تیغه یاکسلوشنی بوده است، طبیعی است که مقدار این یون در آن کاهش نشان دهد. مقادیر پایین

ترکیبهای,CaO,NiO و Cr₂O₃ از خصوصیات کلیه نمونههای گرفته شده از معدن گلالی است.

نتایج مقایسه یآنالیزهای شیمیایی به روش EPMA در مورد دو نمونه یمورد بررسی بر حسب درصد مولی، در جدول ۳ دیده می شود. چنانکه در این جدول مشاهده می شود، میزان CaO, MgO و MnO نمونه های اندازه گیری شده از گونه ی ۲ به طور مشخصی از نمونه های گونه ی ۱ بالاتر است، در حالی که به طور مشخصی مقدار Fe₂O₃ مگنتیت گونه ی ۱ از مگنتیت به طور مشخصی مقدار Fe₂O₃ مگنتیت گونه ی ۱ از مگنتیت گونه ی ۲ بین ۴ تا ۵ ٪ بیشتر است. مقادیر دیگر اندازه گیری شده شامل Al₂O₃, Cr₂O₃, NiO در هر دو نمونه ی مورد آزمایش در حد ثابتی بوده و تغییر مشخصی را نشان نمی دهند.

Fe- براساس جدول ۳، نمودارهای همبستگی دو متغیرهی Microsoft با استفاده از برنامه Mg, Fe-Ca, Fe-Mn

Excel 2003 رسم شدهانـد، (شـکل ۱۰). در هـر سـه نمـودار نمونههای آنالیز شده از گونهی ۱ کانهسازی با نمونههای آنـالیز شده از گونهی ۲ کانهسازی دیده مـیشـوند کـه منـاطق کـاملاً

جدایی از یکدیگر را اشغال کردهاند و نشان میدهند که مگنتیت مورد بررسی در هر دو گونه ی کانهسازی در این یارامترها کاملاً متفاوتاند.



شکل ۹ نمونهی مگنتیت مورد آزمایش در نمونهی شماره 17G1. بدون مقیاس (مقادیر بر حسب درصد وزنی هستند).



شکل ۱۰ نمودارهای مختلف رسم شده براساس آنالیز بـه روش EPMA : (الـف) نمـودار Fe-Mg ، (ب) نمـودار Fe-Ca، (پ) نمـودار Fe-Mn. مقادیر ترکیبهای بر حسب درصد مولی هستند.

بررسی ایزوتوپهای گوگرد

بنابر با شواهد موجود کانسار گلالی در گروه کانسارهای با ژنز اسکارنی تقسیم بندی می شود، این نوع ذخایر، خود در گروه بزرگتری به نام ذخایر اکسید آهن دارای طلا و مس یا Iron می مناز می گیرند، این oxide copper gold deposits (IOCG) سیستم های کانهزا می تواند با سیستم های مس پرفیری در ار تباط می باشند [۲۷] از نظر زمین ساختی ذخایر تیپ IOCG هم در سیستم های کششی و هم در سیستم های فشارشی تشکیل می شوند. در حقیقت تنش وارد شده در حاشیه ی صفحه های عامل اصلی تشکیل کانسارهای درونزاد با عیار بالا، و عیار پایین این ذخایر است [۲۹،۲۸].

در این سیستمها تعداد زیادی پلوتون تشکیل میشوند که هر یک از آنها خود میتواند دارای تعدادی استوک مجزا باشد، که هراستوک میتواند خاستگاهی برای تولید گرمابیهای ماگمایی برای تشکیل ذخایر گونهی IOCG باشد [۳۰]. نتایج آنالیز ایزوتوپی گوگرد در ذخایر DOCG وابسته به سیستمهای پورفیری در دامنهی باریکی در اطراف 0 % (نسبت در هزار) قرار میگیرند [۳۱–۳۳] که نشان دهندهی خاستگاه ماگمایی برای ایزوتوپهای گوگرد در ذخایر IOCG است ولی این خاستگاه را به طور قاطع برای کلیه ذخایر این گونه کانساری نمیتوان پیشنهاد کرد. در تعدادی از ذخایر این گونه مانند زخیرهی Teresa de Colmo خاستگاه گوگرد، شسته شدن از رسوبهای تبخیری مزوزوئیک است.[۳۴]. مقادیر مثبت بالا و نیز مقادیر منفی پایین 3⁴⁸ در این ذخایر را میتوان با زیستزایی ربط داد [۳۵،۳۶].

تعداد ۸ نمونه از کانیهای سولفیدی گونههای ۱ و ۲ کانه-زایی در معدن گلالی که شامل کانی پیریت بود، برای اندازه گیری مقدار ³⁴³⁴ انتخاب شدند و نتایج مقایسهای آن با Ernest Henry,Osborne,Olympic . – Dam,Candelaria – Punta del Cobre, Raul مقادر ماده در شکل ۱۱ دیده می-مقادیر مثبت بالا قرار گرفته است و از نظر این مقدار با ذخیره-مقادیر مثبت بالا قرار گرفته است و از نظر این مقدار با ذخیره-ینییرات Olympic Dam کاملا تفاوت دارد، در حالی که در دامنهی تغییرات ³⁴ ذخایر دیگر قرار می گیرد. بنابر این شکل، خاستگاه گوگرد می تواند رسوبهای تبخیری باشد [۳۶،۳۵] .



شکل ۱۱ مقایسهی مقادیر ۵ ۳۴ S برای ذخایر گلالی با تعدادی از ذخایر مشهور گونهی IOCG داده ها از [۳۷] .

برداشت

معدن آهن گلالی یک کانسار اسکارنی با تمایل به اسکارن کلسیمی است. گرچه حجم و مقدار ذخیرهی این کانسار محدود است ولی مجموع بررسیهای صحرایی، میکروسکوپی و شیمیایی نشان میدهند که این کانسار از ۳ کانسار متفاوت ساخته شده است. فاز ۱ شامل مگنتیت با عیار بالا و فشرده با بافت موزاییکی و اکسلوشن [جدایشی] تیتانوهماتیت و خواص ژوشیمیایی مشخص است. فاز ۲ کانساری از اکسیدهای آهن و سیلیکاتهای تیره رنگ آهن همراه با مقدار زیادی پیریت تشکیل شده، حضور فاز سیلیکاتی در این فاز سبب کاهش عیار ذخیره شده است. فاز ۳ کانساری، ارزش اقتصادی ندارد و فقط شامل تعدادی رگهی گوتیتی است. ویژگیهای این فازها در مواردی که مورد بررسی قرار گرفته است، تفاوت زیادی با یکدیگر دارند به طوریکه میتوان آنها را به راحتی از یکدیگر جدا کرد.

اندازه گیری مقدار S³⁴S خاستگاه گوگرد را رسوبهای تبخیری نشان میدهد، این خاستگاه گرچه برای ذخایر اسکارنی تا حدودی غریب است ولی با توجه به جایگاه زمین-ساختی این کانسار و قرار گیری آن در گونهی بزرگتر ذخایر IOCG خاستگاه قابل قبولی برای آن است.

قدردانی

در خاتمـه لازم مـىدانـم از همكـارى پرفـسور اينـسونگ لـى (Insung Lee) استاد تمام وقت دانـشگاه ملـى سـئول Seoul (National University) كه همهى بررسىهاى ميكروسكوپى و آزمايشهاى شيميايى در آزمايشگاه ايشان صورت گرفته است

تشکر کنیم. همچنین از آقای جانهانسو (Jung hun Seo) همکار آزمایشگاه مواد معدنی دانشگاه ملی سئول بهخاطر هماهنگیهای انجام داده، نهایت تشکر و قدردانی را دارم. از آقای مهندس پیمان تومک مسئول فنی معدن آهن گلالی و آقای مهندس مرادی مدیر محترم شرکت صبانور، بهرهبردار معدن گلالی بهخاطر کلیه همکاریهایشان تشکر و قدردارنی مینمایم.

مراجع

 درویشزاده ع.، *زمین شناسی ایران ،* نشر دانش امروز، (۱۳۷۰)، ۶۳۵ صفحه. [۲] براتی م.، "بررسی ژنز احتمالی کانسار آهن همه کسی همدان»، مجموعه مقالات پنجمين همايش علمي انجمن زمینشناسی ایران، (۱۳۸۰). [۳] توکلی ح.، گانی شناسی، ژئوشیمی و خاستگاه کانسارهای *آهن شمال غرب همدان"،* پایان نامه کارشناسی ارشد، دانـشگاه تربیت مدرس (۱۳۸۳)، ۱۵۶ صفحه. [۴] غضنفری ب.، *"اطلس زمین شناسی ایران"*، سازمان نقـشه-برداری کشور، (۱۳۸۲)، ۹۸ صفحه. [۵] قربانی م.، مرادی ی.، *"گزارش برآورد پتانسیل سنگآهن در* شمال غرب ایران ، (۱۳۸۰)، ۶۵ صفحه. [۶] عزیزی ح.، "پتروگرافی و پتروژنز کانسار سنگ آهن شهرک تکاب "، پایاننامه کار شناسی ارشد، دانشگاه اصفهان (۱۳۷۰) ۱۹۲ صفحه. [۷] هوشمندزاده ع.، *"زمین شناسی ایران (کانسارهای آهـن) "،* سازمان زمین شناسی کشور، (۱۳۷۴)، ۱۴۲ صفحه. [۸] مصطفوی ف.، "خلاصه گزارش پیجویی کانسارهای سنگ-آهن شمال غرب ايران ، (١٣٧٨) ١٣٢ صفحه. [۹] براتی م.، امیری م.، "بررسی پتروگرافی و پترولوژی سنگ-هاى آذرين درونى منطقه آلماقولاق همدان، مجموعه مقالات نوزدهمین گردهمایی علوم زمین (۱۳۷۹). [۱۰] "گزارش زمین شناسی- معدنی کانسار سنگ آهن بابا على برداشت ١/۵۰۰۰ و ١/١/١٠٣ . شركت تامين مواد اوليه فولاد صبا نور. (۱۳۸۰) [۱۱] امیری م.، *"بررسی پتروگرافی، پترولوژی و مواد معدنی* شمال اسدآباد (آلموقلاق- همدان) "، دانشگاه تربيت معلم، پایان نامه کارشناسی ارشد، (۱۳۷۴)،۲۱۲ صفحه.

[۱۲] براتی م.، *"مطالعه تطبیقی نحوه تشکیل کانـسارهای آهـن* در بخشهایی از استانهای همدان-کرمانشاه و کردستان"، پایان نامه دکتری. دانشگاه شهید بهشتی (۱۳۸۷) ۳۷۸ صفحه. [۱۳] مصطفوی ف.، "خلاصه گزارش پیجویی کانسارهای سـنگ آهن شمال غرب ايران ً، (١٣٧٧). [۱۴] "گزارش مطالعات ژئوفیزیکی به روش مغناطیس سنجی و ثقل سنجی در منطقه خسرو آباد سنقر ، سازمان زمین شناسی کشور (۱۳۷۵) ۵۶ صفحه. [۱۵] مظفری م.، "پتروگرافی و ژئوشیمی و پتروژنز سنگهای آذرین و دگرگونی محور معادن آهن گلالی- باباعلی"، دانشگاه شهید به شتی، پایان نام و کارشناسی ارشد، (۱۳۸۲)، ۱۹۵ صفحه. [۱۶] متولی ک.، قادری م.، رشید نژاد عمران ن.، *کانی* شناسی، ژئوشیمی و ژنز کانسار آهن خسرو آباد شـمال خـاوری *کرمانشاه"،* بیست و سومین گردهمایی علوم زمین (۱۳۸۳). [۱۷] همتی م.، *"بررسی پتروژنـز و ژئوشـیمی سـنگهای آزریـن* منطقه شهرک (شرق تکاب) ، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی (۱۳۷۸) ۲۵۰ صفحه. [۱۸] پروژه اکتشاف و پی جویی معادن همه کسی همدان. مرکز اکتشاف یزد. شرکت سنگ آهن مرکزی ایران. (۱۳۷۰) . [۱۹] شهاب پور ج.، "زمین شناسی اقتصادی"، انتشارات دانه گاه شهید باهنر کرمان (۱۳۷۹) ۷۴۵ صفحه. [۲۰] فرخندی سرخابی ک.، *"بررسی پراکندگی عناصر نادر* خاکی (آر ایبی ایبی) و نیوبیوم (ان ببی) در کانسارهای آهن *آپاتیتی منطقه بافق ،* پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی، (۲۳۵ صفحه). [۲۱] شرکت مهندسین مشاور زریابان اکتشاف، "گزارش زمین-شناسی- معدنی کانسار سنگ آهن گلالے برداشت ۱/۵۰۰۰ و ۱/۱۰۰۰ ، (۱۳۸۰)، ۹۵ صفحه. [22] Mucke Aron, "Chamasite, siderite and the

[22] Mucke Aron, "Chamasite, staerite and the environmental conditions of their formation in chamosite-type phanerozoic ooidal ironstones", Ore Geology Reviews 28.235-249. (2006).

[23] Mucke A., "Mgnetite, ilmenite and ulvite in rocks and ore deposits: petrography, microprobe, analyses and genetic implications", mineralogy and petrology,77:215-235.(2003).

[24] Mucke A., Younessi, "Magnetite-apatite deposits(Kiruna-Type)along the sanandaj- sirjan zone and in the Bafg area,Iran,associated with ultramafic and calcalkalin rocks and Thesis, Colorado School of Mines, Colorado, 141 pp. (2000).

[32] Hopper D, Correa A., "The Panulcillo and Teresa de Colmo copper deposits: two contrasting examples of Fe-ox-Cu-Au mineralisation from the Coastal Cordillera of Chile. In: Porter TM (ed) Hydrothermal iron oxide copper-gold and related deposits: A global perspective", Australian Mineral Foundation, Adelaide, pp 177–189(2000).

[33] Marschik R, *"Fontboté L The Punta del Cobre Formation, Punta del Cobre-Candelaria area"*, northern Chile. J S Am Earth Sci 14:401–433(2001a).

[34] Correa A Geología del yacimiento de Fe-Cu Teresa de Colmo, Región de Antofagasta, Chile. Actas 9th Congr Geol Chileno 2:102–106. (2000)

[35] Ripley EM, Ohmoto H Mineralogic, sulfur isotope, and fluid inclusion studies of the stratabound copper deposits at the Raul mine, Peru. Econ Geol 72:1017–1041(1977).

[36] De Haller A, Zúñiga A. J, Corfu F, Fontboté L The iron oxide-Cu-Au deposit of Raúl-Condestable, Mala, Lima, Peru. Resúmen 11th Congr Geol Peruano. (2002)

[37] Simard. M, Beaudoin. G, Bernard.J and Hupé. A, Metallogeny of the Mont-de-l'Aigle IOCG deposit, Gaspé Peninsula, Québec, Canada. <u>Mineralium Deposita</u>. Vol 41, Num 6.607-636 p. (2006).

سایت رایانهای

[38] <u>http://zeppchem.wikispaces.com/file/view/</u> Types+of+Chemical+Reactions.pdf. carbonatites", Mineralogy and Petrology :219-244(1994).

[25] Inson P.R., "Introduction to practical ore microscopy", longma Earth science series newyork. (1989).

[26] Goulart A.T, M.F. de Jesus Filho, J.D fabris, J.M.D Coey, "Multiple Iron Rich Spinel Phases and Hematite in a Magnetitc Soil Developing on *Tuffite*", Phys Chem Minerals25, 63-69(1997).

[27] Sillitoe Richard H. Iron oxide-copper-gold deposits: an Andean view Mineralium Deposita International Journal for Geology, Mineralogy and Geochemistry of Mineral Deposits(2003).

[28] Sillitoe RH Major regional factors favouring large size, high hypogene grade, elevated gold content and supergene oxidation and enrichment of porphyry copper deposits. In: Porter TM (ed) Porphyry and hydrothermal copper and gold deposits. A global perspective. Australian Mineral Foundation, Adelaide, pp 21–34(1998).

[29] Tosdal RM, Richards JP Magmatic and structural controls on the development of porphyry $Cu \pm Mo \pm Au$ deposits. In: Tosdal RM, Richards JP (eds) Structural controls of ore deposits. Rev Econ Geol 14:157–181(2001).

[30] Oyarzún J Algunos temas principales de la metalogénesis cretácica en el norte y centro de Chile. Actas 5th Congr Geol Chileno 3:G37–G52 (1988).

[31] Fox KA Fe oxide (Cu-Au) mineralization and alteration at the Productora prospect, Chile. MSc