

زمین شناسی اقتصادی کانسار اسکارن آهن چنار علیا با تکیه بر بررسی میان بارهای سیال، شمال غرب همدان

حسن زمانیان، سمیه دولتشاهی، رضا زارعی سهامیه

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۱/۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۱۰

hasanzamanian@yahoo.com

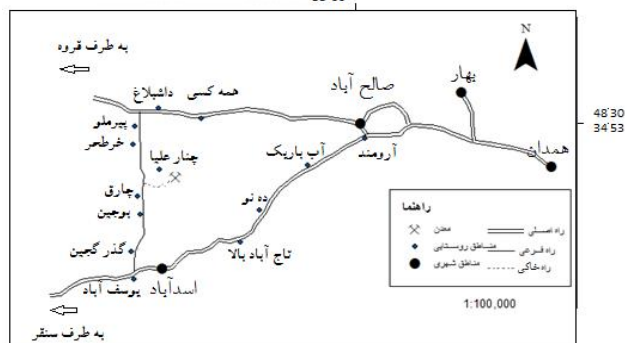
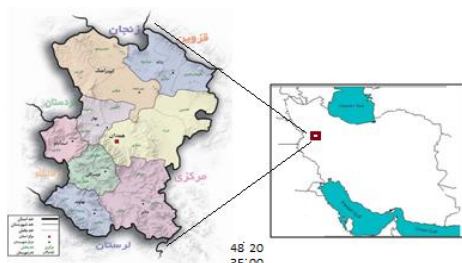
چکیده

کانسار آهن چنار علیا در استان همدان و ۲۴ کیلومتری شمال شهر اسدآباد قرار دارد. این کانسار در انتهای بخش شمال غربی زون ساختمانی سنندج - سیرجان واقع شده است. نفوذ توده کوارتز سینیتی الموقلاق بدرون سری آتشفشانی- رسوبی سنقر با سن تریاس- ژوراسیک باعث نهشته شدن این کانسار شده است. کانی سازی در منطقه به دو صورت توده ای و رگه ای است. کانی اصلی این کانسار مگنتیت است و هماتیت به عنوان دومین کانی آهن دار نهشته شده است. پیریت عمده ترین فاز سولفیدی در این کانسار است. میانبارهای سیال نمونه های کوارتزی این کانسار بیشتر دو فازی و غنی از مایع با اشکال کشیده می باشند. مطالعات میکروترمومتری این میانبارها نشان می دهد که میانگین شوری و دمای پیدایش این کانسار به ترتیب در محدوده ۱۵.۵-۲۰.۵ درصد وزنی نمک طعام و ۱۷۰-۱۶۵ درجه سانتیگراد قرار می گیرد. چگالی میانبارهای سیال نمونه های کوارتزی کانسار آهن چنار علیا از ۰/۸۹ تا ۱/۰۲ متغیر است، عمق به دام افتادن سیالات درگیر کانسار چنار علیا در حدود ۱۰۰ متر و در نزدیکی سطح زمین بوده است، همچنین فشار حاکم در طی تشکیل سیالات در حدود ۵۰ بار بدست آمده است. نهشت آهن در منطقه پیامد تحرک مجدد سیالات متناسوماتیسم کننده، در راستای پهنه های برشی، مرزهای گسل خورده و شکستگی های سطحی است. مطالعات کانی شناسی، میزان شوری و دمای همگن شدگی میانبارهای سیال نشان دهنده این است که کانی زایی در کانسار آهن چنار علیا در مرحله تأخیری اسکارن صورت پذیرفته است.

کلمات کلیدی: کانسار چنار علیا، مگنتیت، کانی شناسی، میانبارهای سیال

مقدمه

کانسار آهن چنار علیادر بخش شمال غربی زون سنندج سیرجان با مختصات $48^{\circ} 05' 11''$ طول شرقی و $34^{\circ} 51' 08''$ عرض شمالی در حدود ۲۰ کیلومتری شمال شهر اسدآباد در دامنه جنوب غربی کوه الموقلاق علیا و در فاصله ۴ کیلومتری روستایی به همین نام واقع شده است (شکل ۱). باتولیت الموقلاق عمدتاً شامل کوارتزسینیت، و سینوگرانیت متعلق به سری مگنتیتی (نوع I) است و ترکیب متالومینیوس، پرآلومینیوس و کالک آلکان دارد (Zamanian, 2003). باتولیت الموقلاق در متادیوریت و واحدهای کربناته ناخالص از سری سنقر نفوذ کرده و باعث اسکارنی شدن آن ها گردیده است. فعالیت های هیدروترمالی همراه با این باتولیت سبب کانی سازی مگنتیت در چند منطقه گشته است، در دامنه باتولیت الموقلاق ۴ کانسار آهن با نام باباعلی، چنارعلیا، گلالی و تکیه بالا شکل گرفته اند که از آن ها تحت عنوان مجموعه ذخایر آهن همه کسی ذکر می شود، بزرگترین ذخیره در این میان مربوط به کانسار آهن باباعلی است. در مطالعاتی که در دهه گذشته توسط زمانیان (۲۰۰۳)، توکلی (۱۳۸۳)، رستمی پایدار و همکاران (۱۳۸۹) بر روی این کانسارها انجام شده است منشاء این کانسارها اسکارنی تشخیص داده شده است. هدف از این تحقیق مطالعات کانی شناسی و حرارت سنجی میانبارهای سیال است تا در نهایت بتوان، دما، شوری، چگالی، خواص فیزیکوشیمیایی سیال تشکیل دهنده و تیپ کانسار را مورد بررسی قرار داد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

روش مطالعه

در ابتدا به منظور شناخت مقدماتی منطقه مورد مطالعه، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ تویسرکان مورد بررسی قرار گرفت. برای شناخت بیشتر منطقه در چند نوبت بازدیدهای صحرایی صورت گرفت و نمونه برداری های سیستماتیک از منطقه با استفاده از GPS انجام پذیرفت. به منظور شناسایی کانیهای فلزی تشکیل شده در منطقه و گانگهای همراه آن ها تعداد ۱۰ مقطع نازک صیقلی و ۱۱ بلوک صیقلی از نمونه های سنگی و کانسنگی تهیه شد، که با میکروسکوپ پلاریزان با نور عبوری و انعکاسی مورد مطالعه قرار گرفتند. به منظور مطالعه میانبرهای سیال تعداد ۶ نمونه از رگه های سیلیسی موجود در منطقه که عمدتاً همراه با کانی های فلزی اکسیدی و سولفیدی بودند انتخاب و پس از تهیه مقاطع دوبر صیقل نازک شده به اندازه چندین میکرون از آنها، اندازه گیری پارامترهای دمایی در آزمایشگاه کانی شناسی مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران به کمک استیج (THMS600) گرم کننده و منجمدکننده با مدل Linkam که بر روی میکروسکوپ Zeiss نصب است صورت گرفت، دامنه حرارتی دستگاه 196- تا 600+ درجه سانتیگراد است همچنین این دستگاه مجهز به دو کنترل گر، گرمایش (TP94) و سرمایش (LNP)، مخزن ازت (جهت پمپ نیتروژن برای انجماد) و مخزن آب (جهت خنک کردن دستگاه در دمای بالا) است.

زمین شناسی منطقه

ناپهنجاری سنگ آهن چنار علیا، در نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ تویسرکان جای دارد، ورقه تویسرکان با مختصات "۳۰'۳۰" ۳۴° عرضهای شمالی و "۰۰'۳۰" ۴۸° طولهای خاوری در چهارگوش ۱/۲۵۰۰۰۰ همدان جای دارد (اشرافی، ۱۳۸۰). ناپهنجاری آهن چنار در میان نهشته های سری سنقر واقع شده است (شکل ۲). سری مزبور بخشی از نوار سنندج- سیرجان بوده و دارای سن تریاس- ژوراسیک است. سنگ های تشکیل دهنده آن شامل تناوبی از آذرین های خروجی، آهک و نهشته های فلیش گونه می باشد که تحت تأثیر دگرگونی ناحیه ای تا حد شیست سبز دگرگون شده اند. این منطقه بطور کلی از تناوبی از شیست، سنگ آهکهای مرمی شده، اسکارن و بخش آهنگار (منتیت- همتیت) پدید آمده است. توده نفوذی در محدوده این کانسار مشخص نیست ولی با توجه به وجود سنگهای اسکارن می توان حضور آن را در ژرفای کم، در نظر گرفت. با توجه به مشاهدات و نقشه های موجود، واحدهای موجود در منطقه را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

الف- واحدهای رسوبی دگرگون شده

ب- واحدهای آذرین دگرگون شده

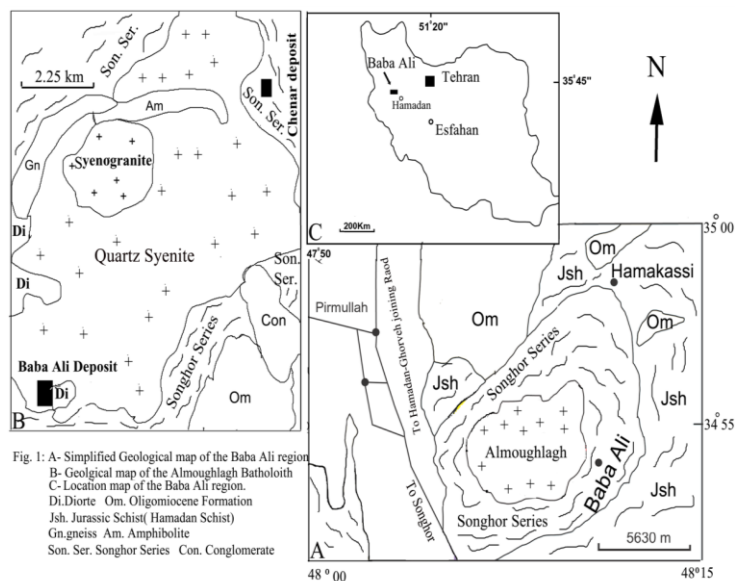
ج- واحدهای اسکارنی

واحدهای رسوبی دگرگون شده شامل شیست و سنگ آهک متبلور شده می باشند. شیست ها به گونه ای گسترده پیرامون این کانسار را می پوشانند، شیست عمومی لایه های شیستی بسوی شمال باختر است و مقدار آن بین ۳۵ تا ۴۵ درجه متغیر است. شیست ها در این منطقه بدو صورت کالک شیست و کلریت شیست دیده می شوند (شکل ۳- الف و ب). جوانترین بخش نهشته های سری سنقر در منطقه را سنگ آهک دگرگون شده به رنگ های نخودی (شکل ۴- الف و ب) و سفید تشکیل می دهند. این سنگ ها که در بعضی موارد دارای بافت دانه شکری هستند سطح نسبتاً وسیعی را در جنوب محدوده به خود اختصاص داده اند و ضخامت لایه بندی آن ها بین ۰/۴ تا ۱/۵ متر بوده و میان لایه های شیست با ضخامت یک تا ۱/۵ متر در میان آن ها دیده می شود. واحدهای آذرین در این منطقه به صورت سنگ های آتشفشانی تا آذرآواری با ترکیب اسیدی تا حدواسط می باشند که دگرگون شده اند. در اثر عملکرد فازهای دگرشکلی بر روی این سنگ ها، بر گوارگی در ظاهر سنگ به چشم می خورد. سنگهای آتشفشانی ریولیتی با ضخامت کمی به صورت میان لایه هایی در واحدهای آهکی مشاهده می گردند. سنگ دارای رنگ سفید و بر گوارگی متوسطی بوده. سنگهای آتشفشانی آندزیتی به صورت میان لایه هایی در داخل سنگ آهک مشاهده می گردند. ظاهر سنگ تیره به نظر می رسد و در آن تناوبی از بخش های تیره سبز رنگ همراه با لامینه هایی از واحدهای روشن به چشم می خورد. لامینه های موجود در متن سنگ چین خورده اند و گاه چین خوردگی های جناغی را می توان در آن مشاهده نمود. بر گوارگی در این سنگ نسبت به سنگهای ریولیتی شدیدتر است (توکلی، ۱۳۸۳). اسکارن ها در منطقه مورد مطالعه به صورت پراکنده بوده و عمدتاً شامل مگنتیت اسکارن، آمفیبول اسکارن، اپیدوت و کلریت اسکارن می باشند در منطقه معدنی چنار عباس خان دو سیستم گسله مشاهده می گردد (شکل ۵ و ۶).

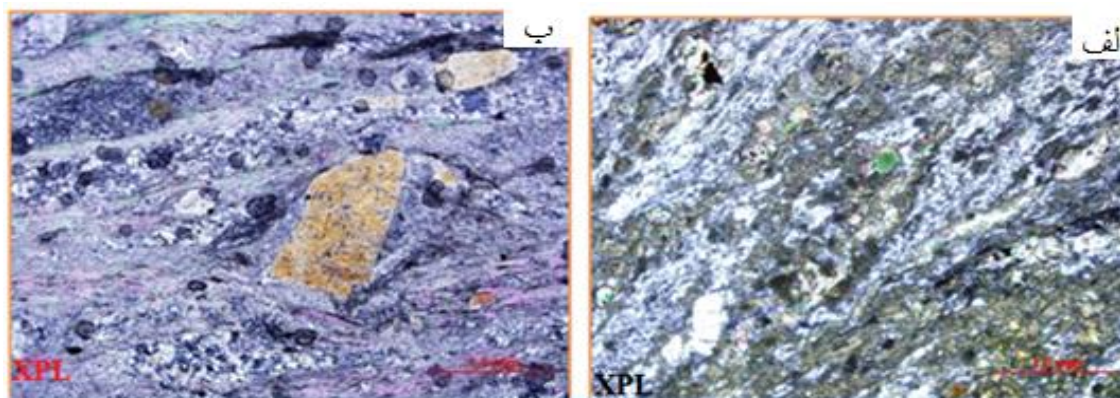
سیستم اول: این سیستم گسله دارای روند تقریبی شرقی- غربی است و در مرز بین واحد آهکی- شیستی و بخش آهنگار قرار گرفته است.

سیستم دوم: این سیستم گسله دارای روند شمال غرب- جنوب شرق می باشد و سیستم گسله قبلی را جابه جا کرده است.

این سیستم گسله در قسمت ترانشه ماده معدنی نیز قابل مشاهده است و موجب جابه جایی ماده معدنی شده است. علاوه بر سیستم های گسله عملکرد تکتونیک در منطقه را می توان به صورت چین خوردگی هایی هم در مقیاس رخنمون و نمونه دستی و هم در مقیاس محلی مشاهده کرد (۴- ب). علاوه بر گسل ها و چین خوردگیهای موجود در منطقه، پهنه های برشی شکل پذیرا روند شمال شرق- جنوب غرب در منطقه مشاهده می شوند. حضور این نوع پهنه ها به صورت وجود ساختارهای میلونیتی در لیتولوژی های منطقه تظاهر می نماید، در محدوده ترانشه کانسار چنارعلیا اثرات این پهنه را می توان مشاهده نمود.



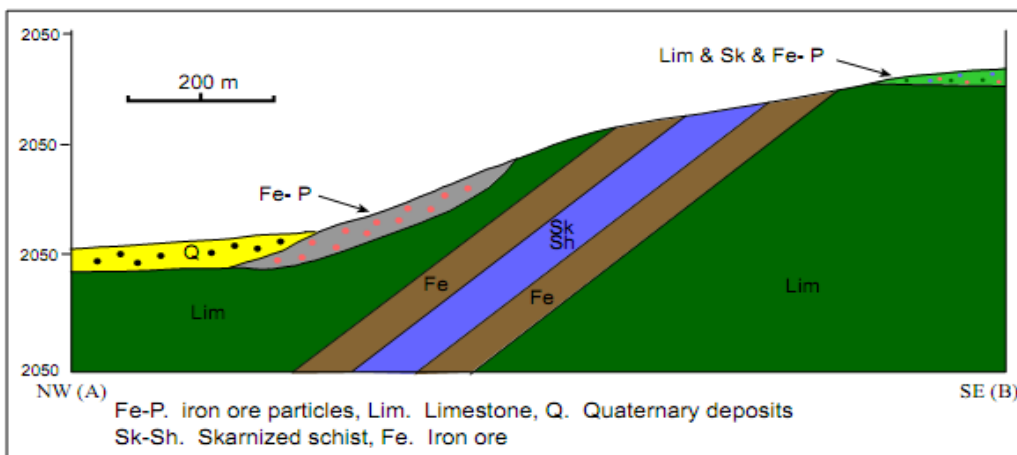
شکل ۲. موقعیت کانسار آهن چنار علیا از کانسار آهن باباعلی و سری سنقر (Zamanian, 2003).



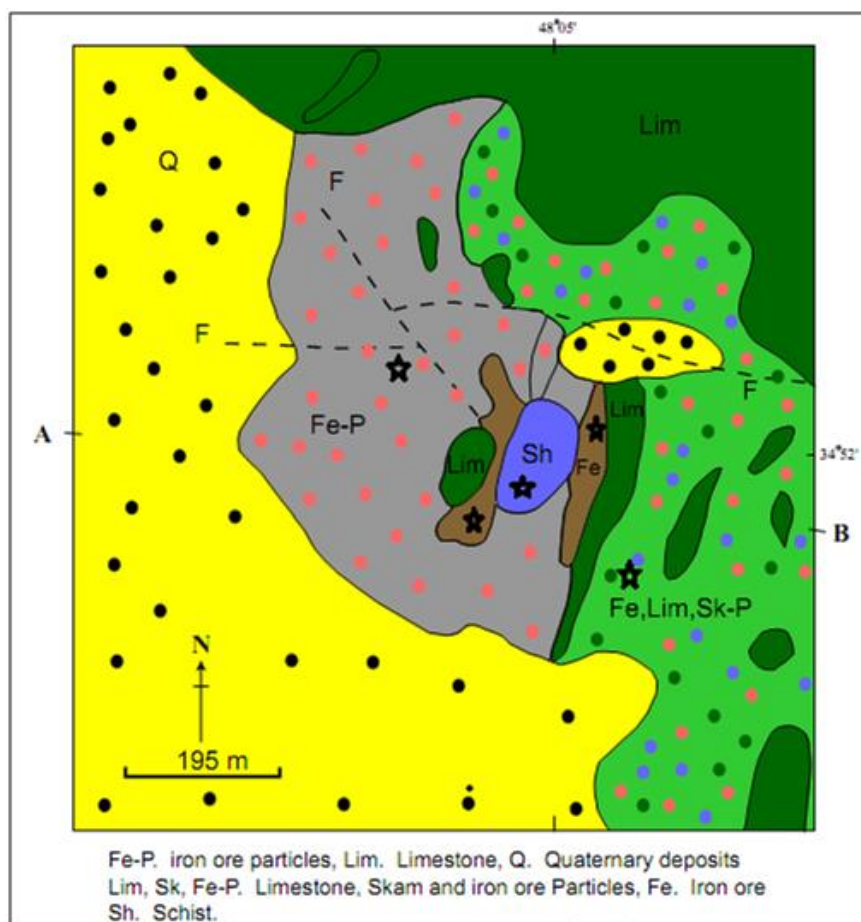
شکل ۳. (الف) باندهای جهت یافته از بیوتیت، موسکوویت به همراه فلدسپات های آلکان و پلاژیوکلاز، در زمینه زمینه کاملاً آهکی کالک شیسست با بافت لپیدوپروفریروولاستی، (ب) نمایی از بافت لپیدوپروفریروولاستی کالک شیسست.



شکل ۴. (الف) سنگ آهک متبلور نخودی رنگ دارای عدسی های چرت آهن دار، (ب) نمایی از چین خوردگی های موجود در منطقه



شکل ۵. مقطعی از برش عرضی کانسار چنار علیا (Zamanian, 2003).



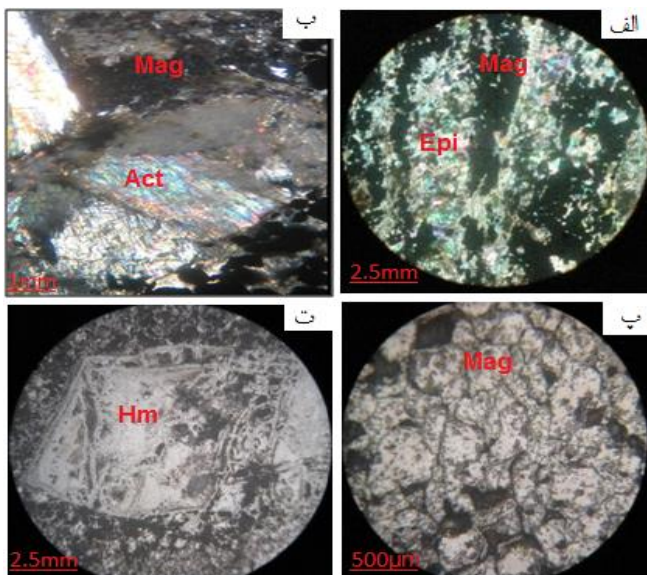
شکل ۶. نقشه زمین شناسی کانسار چنار علیا (Zamanian, 2003).

توده معدنی

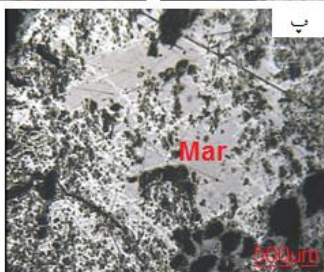
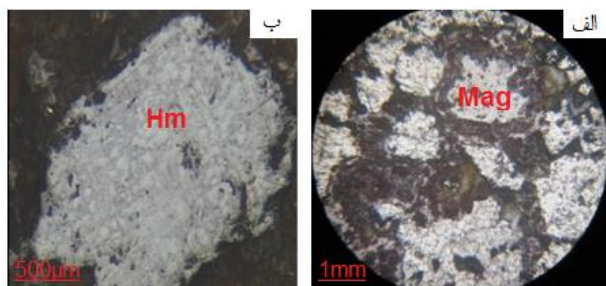
محدوده اسکارنی این کانسار تپه ای است که حدود آنرا از سمت شمال، شمال شرق و جنوب آبراه، از سمت غرب زمین های پست تشکیل داده و از سمت شرق به ارتفاعات متصل است. در میان اسکارن های این تپه کانی مگنتیت بصورت عدسی هایی که آثار لایه بندی در آنها به وضوح قابل تشخیص است، با اندازه های مختلف مشاهده می شود. همچنین واریزه های مگنتیتی بصورت برجها و یا جایجا شده سطح نسبتاً وسیعی را به خود اختصاص داده اند. در این میان دو عدسی که یکی در دامنه شرقی و دیگری در دامنه غربی تپه مزبور قرار گرفته اند، از ابعاد قابل ملاحظه ای برخوردار می باشند (شکل ۵). کمر پایین لنز شرقی را آهک کریستاله که دارای شیب ۱۷ تا ۵۴ درجه با آزیموت های به ترتیب ۱۴۰ تا ۲۷۰ درجه می باشد شکل داده است. گسلی با راستای ۲۲۲ درجه لنز مزبور و آهک های زیر آنرا قطع می کند. در سطح هیچگونه جایجایی امتدادی از آن قابل تشخیص نیست، اما تغییر عمده ای در روند و آزیموت شیب لایه های آهکی و به تبع آن در عدسی مگنتیتی بوجود آورده است. لنز شرقی از دو بخش تشکیل شده یکی رخنمون مگنتیتی و دوم واریزه های مگنتیتی برجها. این مجموعه دارای طولی حدود ۱۵۰ و عرض متوسط ۳۸ متر می باشد. طول رخنمون لنز غربی که در پایین ترین بخش غربی تپه قرار دارد، ۸ متر و ضخامت نرمال آن به حدود ۲ متر می رسد. علاوه بر دو عدسی که شرح داده شدند، عدسی های دیگری نیز در اطراف توده اسکارنی وجود دارند که به علت کوچکی ابعاد رخنمون هایشان از اهمیت چندانی برخوردار نمی باشند. اما احتمال گسترش عمقی آنها کاملاً منتفی نیست. ذخیره تقریبی این کانسار تقریباً برابر با ۹۲۶۰۰۰ تن سنگ آهن با عیار ۵۹ درصد برآورد شده است (ایران کانش، ۱۳۷۹).

مینرالوگرافی

مگنتیت به عنوان فراوانترین کانی کانسار ساز بصورت بلورهای نیمه شکل دار تا شکل دار در ابعاد تا ۳۰۰ میکرون ولی عمدتاً در محدوده تا ۱۰۰ میکرون همرشدی بسیار ظریفی با گانگ نشان می دهد. سیلیکات های همرشد با مگنتیت اغلب کوارتز، اپیدوت، آمفیبول، کلریت و تالک می باشند (شکل ۶-الف و ب). بلورهای شکل دار مگنتیت در بسیاری از موارد دیده می شود همچنین انواعی که نزدیک سطح واقع شده اند، به شدت دچار اکسیداسیون گردیده و به مارتیت تبدیل شده اند اکسیداسیون آنها از مرزها و حاشیه های مگنتیت و نیز از محل شکستگی ها پیشرفت کرده است. وجود دانه های شکل دار مگنتیت نیز می تواند شاهدهی بر تشکیل اولیه این کانی ها از نظر پاراژنز کانه باشد (شکل ۶-پ و ت). هماتیت ها اکثراً ثانویه بوده و در در مرز بلورهای منیتیت و در محل شکستگی آن ها در اثر اکسیداسیون مگنتیت تشکیل شده اند، این نوع هماتیت ها اکثراً فاقد شکل هندسی منظمی بوده و در بخش های سطحی فراوان هستند. گاهی هماتیت های ثانویه به شکل مارتیت دیده می شوند (شکل ۷-الف، ب، پ). طبق نظر کریچ و وان (Craij and Vaughan, 1981) در میان انواع بافت های حاصل از جانشینی، بافت مخصوصی وجود دارد که در اثر جانشینی مگنتیت توسط هماتیت در امتداد سطوح کلیواژ (۱۱۱) آن تشکیل می شود. به این بافت مخصوص مارتیتی شدن گفته می شود. طبق نظر رامدور (Ramdohr, 1980) مارتیتی شدن به عنوان یک فرایند بعد از تشکیل کانه در نظر گرفته می شود که در اثر افت درجه حرارت ایجاد می شود. لیمونیت در قسمت های سطحی درز و شکاف های درون زون اکسیدان را پر کرده است و در نمونه های دستی به مقدار فراوان وجود دارد و به رنگ زرد تا زرد قهوه ای است. در واقع لیمونیت محصول نهایی آلتراسیون اکسیدها و سولفیدهای آهن است. گوتیت بیشتر در نواحی اکسیدان (زون هماتیت دار) در منطقه مشاهده



شکل ۶ الف) همرشدی و درگیری میکرونی مگنتیت با اپیدوت، ب) همرشدی مگنتیت با اکتینولیت، پ) نمایی از بلورهای هم بعد نیمه شکل دار مگنتیت همرشد با گانگ، ت) سودومورف هماتیت به جای مگنتیت کاملاً شکل دار.



شکل ۷. الف) بافت جزیره ای (Island texture) شامل جزایر از جنس مگنتیت در متن اکسیدهای ثانویه آهن (هماتیت-گوتیت-لیمونیت)، ب) سودومورف هماتیت ریزبلور و گوتیت به جای بلور نیمه شکل دار مگنتیت، پ) نمایی از دگرسانی سوپرن مگنتیت به هماتیت (martitization) و تشکیل هماتیت (martite) در امتداد رخ ها و سطوح بلورها.

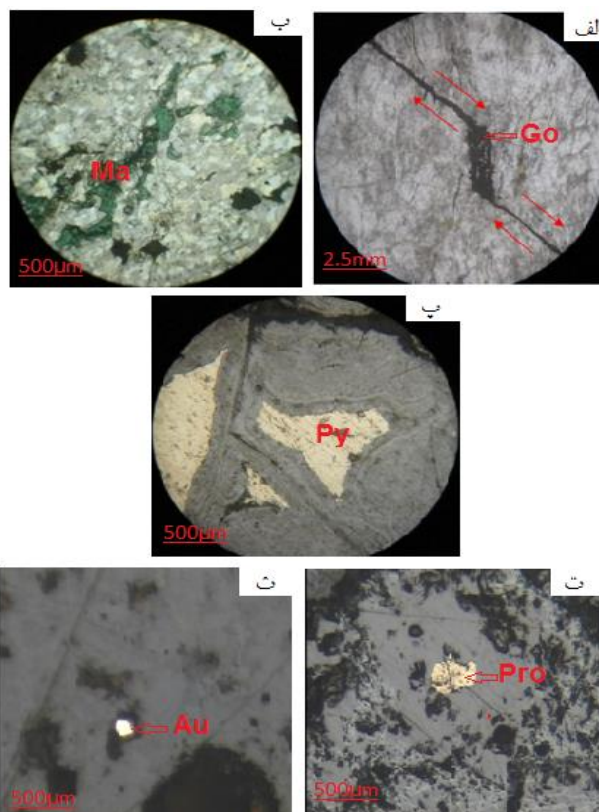
می شود و در اثر هوازدگی و آگیری اکسیدها و سولفیدهای آهن تشکیل شده است. گوتیت های موجود اغلب فضاهای خالی و خلل و فرج های موجود در سنگ را پر کرده اند. در برخی مقاطع سنگ کوارتزی توسط درز و شکستگی هایی ظریف و مویی شکل قطع شده که توسط کانی های کدر ثانویه از جنس اکسیدهای آبدار آهن (عمدتاً گوتیت) پر شدگی نشان می دهد. گاهی آثار جایجایی در طول این درزه های ثانویه دیده می شود به طوری که در بخش هایی از این رگچه ها تجمعاتی از این نوع کانی کدر مشاهده می شود که احتمالاً ناشی از پر شدن حفره های بوجود آمده در اثر حرکات امتدادلغز محدود و میکروسکوپی ظریفی است که در دو طرف این شکستگی ها (یا ریزگسله ها) در محل خم های کششی بوجود آمده است. نمایی از خم کششی

های مرکزی این لکه ها با بافت باقیمانده (relict texture) دیده می شود (شکل ۸-ت). چندین ذره طلا به طول حدود ۵ میکرون و ۷ میکرون که در حفرات واقع در متن اکسیدهای آبدار آهن به تله افتاده مشاهده شد به نظر می رسد سیالات گرمایی تأخیری که دارای کانی سازی پیریت است، از نظر طلا نیز قابل توجه بوده و کانی پیریت بعنوان حامل خوبی برای عنصر طلا عمل کرده و حضور طلا به صورت آزاد را فراهم نموده است، به عبارتی کاهش سولفید در طی فرآیند جوشش به همراه اختلاط با سیالات جوی عاملی اساسی در ته نشست طلا از کمپلکس های سولفیدی می باشد (شکل ۸-ث). بندرت دانه های مس طبیعی به طول حدود ۵ میکرون و کمتر نیز در متن اکسیدهای آبدار آهن مشاهده شد. توالی تشکیل کانیها در منطقه مورد مطالعه در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. توالی کانیایی در کانسار مورد مطالعه

مرحله سوپرز	مرحله پسروده	مرحله پیشرونده	دگرگونی ناحیه ای	کانی ها
				مگنتیت
				هماتیت
				پیریت
				کوارتز
				اپیدوت
				اکتینولیت
				تالک
				کلریت
				کلسیت
				مالاکیت
				گوتیت
				لیمونیت

و تشکیل یک حوضه میکروسکوپی از نوع pull apart و پر شدن آن از گوتیت را نشان داده شده است. این پدیده ارتباط تنگاتنگ کانی سازی با گسلش را نشان می دهد (شکل ۸-الف). کربنات آبدار مس به رنگ سبز اغلب در معیت اکسیدهای آبدار آهن است که احتمالاً حاصل دگرسانی سولفیدهای مس نظیر کالکوپیریت می باشد. این کانی همراه با کربنات کلسیم درشت بلور (spary calcite) بصورت پرکننده حفرات در فضاهای خالی بین تجمعات کوارتز و درز و شکستگی ها به میزان حدود ۱ تا ۲ درصد دیده می شود. این کانی ها در بخش های اکسیدی و به همراه سنگ های بخش فوقانی کانسار اغلب به صورت پرکننده فضاهای خالی حضور دارد (شکل ۸-ب). بلورهای پیریت نیز مانند مگنتیت هم در لایه های چرتی وهم در لامینه های کلسیتی مشاهده می گردند. بلورهای پیریتی نسبت به مگنتیت خود شکل تر بوده، عمدتاً در حواشی به گوتیت تبدیل شده اند. پیریت ها اغلب دارای بافت جزیره ای یا باقیمانده در متن اکسیدهای آبدار آهن هستند (شکل ۸-پ). کالکوپیریت و پیروتیت، عمدتاً شامل لکه های بی شکل اند که در امتداد درزه های سنگ و فضاهای خالی بصورت بافت پرکننده حفرات دیده می شود و اغلب به کانی های ثانویه آهن (عمدتاً گوتیت و لیمونیت) تبدیل شده و گاهی فقط آثاری از آن ها در بخش



شکل ۸. الف) نمایی از یک ریزگسل با مولفه راستالغز راست برو پر شدن آن توسط هیدرواکسیدهای ثانویه آهن، ب) رگچه های مالاکیت و کانی های کدر، پ) نمایی نزدیک از بافت کلوفرمی متحدالمرکز در اطراف پیریت، ت) کانی سولفیدی (احتمالاً پیروتیت) در متن مگنتیت کمی مارتیتی، ث) دانه ریز طلا به طول حدود ۵ میکرون در یکی از حفرات واقع در متن اکسیدهای آبدار آهن.

پتروگرافی و میکروتومتری میانبرهای سیال

میانبرهای سیال حجم کوچکی از سیالات هستند که در داخل بلورها در طی رشد و پس از آن به دام می‌افتند. یکی از متداولترین و شناخته‌ترین شیوه‌های مطالعه نهشته‌های معدنی، بررسی میانبرهای سیال می‌باشد. این علم شامل مطالعه هر گونه میانبری است که از یک محیط مایع، گاز و یا مواد مذاب به دام افتاده است. نقش حرارت سنجی میانبرهای سیال در شناخت ترکیب شیمیایی سیال‌ها، فشار و حرارت حاکم بر محیط سیال اثبات شده است (Singoyi and Zaw, 2001). از نظر ترکیب شیمیایی، بخش اصلی میانبرهای سیال را آب، نمک و گازها تشکیل می‌دهند. هالیت (NaCl) مهم‌ترین نمک موجود در میانبرهای سیال می‌باشد. CO_2 , CH_4 و N_2 مهم‌ترین گونه‌های گازی را تشکیل می‌دهند. از دیدگاه ترمودینامیکی، میانبرهای سیال یک سیستم بسته را به نمایش می‌گذارند که توسط فشار (P)، دما (T)، حجم (V) و ترکیب شیمیایی (X) تعریف می‌شوند. از این میان دو عامل یعنی حجم و ترکیب شیمیایی در زمان تشکیل یک میانبر ثابت باقی می‌مانند در حالی که فشار و دما پس از به دام افتادن میانبر تغییر می‌کنند. معمول ترین اندازه سیالات درگیر ۲ تا ۲۰ میکرون است. اما اطلاعات سیالات درگیر کوچکتر از ۴ میکرون فاقد ارزش است (Shepherd et al., 1985). با مطالعه میانبرهای سیال می‌توان اطلاعات زیادی در مورد درجه حرارت تشکیل کانیها، فشار حاکم بر محیط تشکیل آنها، چگالی سیال تشکیل دهنده و نیز ترکیب شیمیایی سیالهای کانی‌ساز بدست آورد (Pirajno., 1992). میانبرهای سیال تنها منبعی است که اطلاعات مستقیمی از شرایط فیزیکیوشیمیایی سیالات سازنده کانسار در اختیار ما قرار می‌دهد. لذا مطالعه آنها در تعیین ژنز کانسار بسیار با

ارزش است (Shepherd et al., 1985; Roedder, 1984). به طور کلی از لحاظ شکل ظاهری، میان برهای سیال در نمونه‌ها را می‌توان به ترتیب فراوانی به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

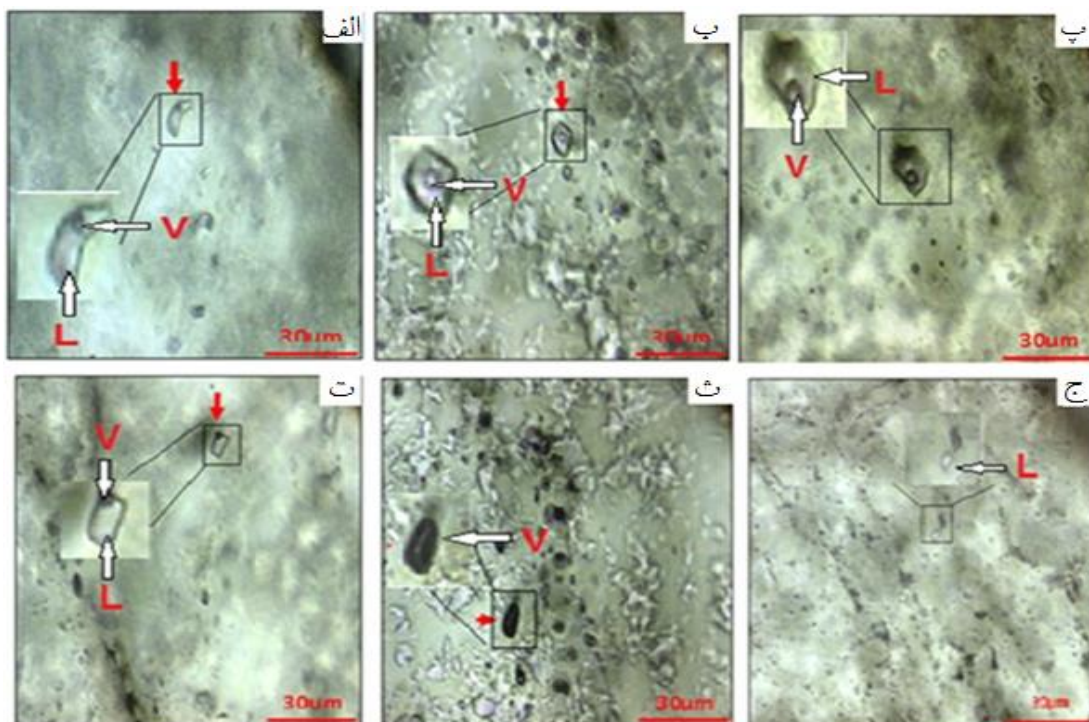
- ۱- اشکال کشیده و باریک
- ۲- اشکال کروی و نامنظم
- ۳- اشکال چند وجهی

در حالت کلی، ابعاد میان برهای سیال در نمونه‌ها ریز بوده و بسیاری از آنها زیر ۱۰ میکرون هستند، در نمونه‌های مورد مطالعه، از ۶ الی ۱۶ میکرون متغیر است (شکل ۹- الف، ب، ت).

در نمونه‌های مورد مطالعه میان برهای اولیه، ثانویه و ثانویه کاذب مشاهده گردید. میان برهای موجود در نمونه‌ها شامل انواع:

- A: دو فاز مایع-گاز (L+V) (Liquid rich) (شکل ۹- پ)
 B: تک فاز مایع L (Liquid) (۹- ج)
 C: تک فاز گاز (Gas) (شکل ۹- ث)

میان برهای موجود در نمونه‌ها بیشتر از نوع A و B بوده و اندازه‌گیری پارامترهای دمایی تنها بر روی A صورت گرفت. اندازه‌گیری‌های ترموبارومتري بر روی میانبرهای سیال تیپ A (دوفاز L+V) با توجه به فراوانی بیشتر آنها (۴۲ میانبر) انجام شده است. در این نمونه‌ها دو شیوه معمول ترمومتري، انجماد و گرمایش به منظور تعیین حدود شوری (Wt NaCl) و دمای همگن شدن (Th) به کار رفته است. در جدول (۲) نتایج میکروتومتری سیالات درگیر نمونه‌های کوارتزی کانسار چنار علیا آورده شده است.



شکل ۹. الف) میانبرهای دو فاز با شکل کشیده، ب) میانبرهای دو فاز با شکل نامنظم، پ) میانبرهای دو فاز غنی از مایع، ت) میانبرهای دو فاز با شکل چند وجهی، ث) میانبرهای تک فاز گاز، ج) میانبرهای تک فاز مایع با ابعاد زیر ۳ میکرون.

جدول ۲. نتایج مطالعه میان بارهای سیال در کانسار آهن چنار علیا

Density gr/cm ³	wt% NaCl	Thv - (c)	Tmice(°c)	Te(°C)	Type	Origin	Size(µm)	Density gr/cm ³	wt% NaCl	Thv - (c)	Tmice(°c)	Te(°C)	Type	Origin	Size(µm)
۰.۹۶	۱۹.۸۵	۱۸۴	-۷.۳	در محدوده دمایی ۳۱- تا ۳۰- درجه سانتی گراد	LV	P	۷	۰.۹۶	۴.۸۶	۱۶۸	-۳	در محدوده ۲۱- تا ۳۰- درجه سانتی گراد	LV	P	۷
۱	۱۵.۴۷	۱۸۴	-۱۱.۵		LV	P	۸	۰.۹۴	۵.۱۷	۱۶۹	-۳.۲		LV	P	۸
۱.۰۲	۱۴.۹۸	۱۵۳	-۱۱		LV	P	۸	۰.۹۶	۶.۳۷	۱۵۰	-۴		LV	P	۸
۰.۹۶	۱۱.۱	۱۹۱	-۷.۵		LV	P	۸	۰.۹۵	۶.۳۷	۱۶۷	-۴		LV	P	۸
۰.۹۷	۱۱.۴۶	۱۸۷	-۷.۸		LV	P	۸	۰.۹۳	۳.۷۶	۱۷۱	-۲.۹		LV	P	۸
۰.۹۹	۱۴.۴۶	۱۹۳	-۱۱		LV	P	۸	۰.۹۵	۷.۱	۱۶۷	-۴.۵		LV	P	۸
۰.۹۶	۱۴.۹۸	۱۶۶	-۵		LV	P	۸	۰.۹۵	۷.۱	۱۶۸	-۴.۵		LV	P	۸
۰.۹۲	۷.۸۲	۱۷۸	-۲		LV	P	۸	۰.۹۳	۴.۰۷	۱۶۸	-۲.۵		LV	P	۸
۰.۹۶	۳.۲۸	۱۷۵	-۶		LV	P	۸	۰.۹۶	۷.۸۲	۱۶۶	-۵		LV	P	۸
۰.۹۹	۹.۱۹	۱۶۰	-۷.۵		LV	P	۱۰	۰.۹۱	۲.۹۶	۱۷۹	-۱.۸		LV	P	۱۰
۰.۹۹	۱۱.۱	۱۶۰	-۸.۵		LV	P	۱۲	۰.۹۱	۳.۲۸	۱۸۷	-۲		LV	P	۱۲
۰.۹۷	۱۲.۲۹	۱۸۷	-۸		LV	P	۷	۰.۹۲	۲.۹۶	۱۷۰	-۱.۸		LV	P	۷
۰.۹۷	۱۱.۷	۱۸۵	-۸		LV	P	۷	۰.۹۶	۷.۱	۱۶۵	-۴.۵		LV	P	۷
۰.۹۶	۱۱.۷	۱۹۳	-۵.۷		LV	P	۱۰	۰.۹۲	۴.۰۷	۱۸۰	-۲.۵		LV	P	۱۰
۰.۹۷	۷.۸۲	۱۵۳	-۵		LV	P	۱۱	۰.۹۳	۴.۸۶	۱۷۵	-۳		LV	P	۱۱
۰.۹۷	۸.۱	۱۶۰	-۵.۲		LV	P	۷	۰.۸۹	۴.۲۳	۲۰۵	-۲.۶		LV	P	۷
۰.۹۶	۷.۸۱	۱۶۰	-۵		LV	P	۱۰	۰.۹	۴.۰۷	۲۰۰	-۲.۵		LV	P	۱۰
۰.۹۴	۶.۳۷	۱۷۴	-۴		LV	P	۸	۰.۸۹	۳.۴۴	۲۰۵	-۲.۱		LV	P	۸
۰.۹۷	۹.۱۹	۱۶۵	-۶		LV	P	۱۰	۰.۹۹	۱۱.۷	۱۶۶	-۸		LV	P	۱۰
۰.۹۵	۶.۶۷	۱۶۵	-۴.۲		LV	P	۸	۰.۹۶	۱۲	۲۰۳	-۸.۳		LV	P	۸
۰.۹۵	۷.۸۲	۱۷۶	-۵	LV	P	۸	۰.۹۹	۱۰.۰۴	۱۵۵	-۷	LV	P	۸		

شوری بالا تا متوسط سیالات آهن دار به انتقال آهن توسط کمپلکس‌های کلریدی کمک می‌کند. وجود کانی‌های در میان‌بارهای سیال، انتقال فلزات را به صورت کمپلکس کلریدی محتمل می‌کند. با توجه به وجود بافت‌های جانشینی در سنگ میزبان عوامل شیمیایی نیز در ته نشست مواد موثر بوده‌اند. واکنش سیال با سنگ میزبان کربناتی و افزایش PH سیال ناشی از کربن زدایی سبب ته نشست مواد فلزی شده است. از دست رفتن H^+ از سیال باعث افزایش PH و بی‌ثباتی همبافت‌های کلریدی می‌شود، اضافه شدن Ca^{2+} به سیال ناپایدار و ایجاد پیوند یونی با آنیون Cl^- سبب کاهش فعالیت Cl^- می‌شود و این کاهش فعالیت سبب بی‌ثباتی همبافت‌های کلریدی و نهایتاً نهشت آهن می‌شود. بر اساس داده‌های موجود در شرایط حاکم بر رخساره‌های شیبست سبز تا آمفیبولیت، کمپلکس‌های کلریدی بهترین حمل‌کننده فلزات پایه هستند (Mikucki and Groves, 1990).

بحث

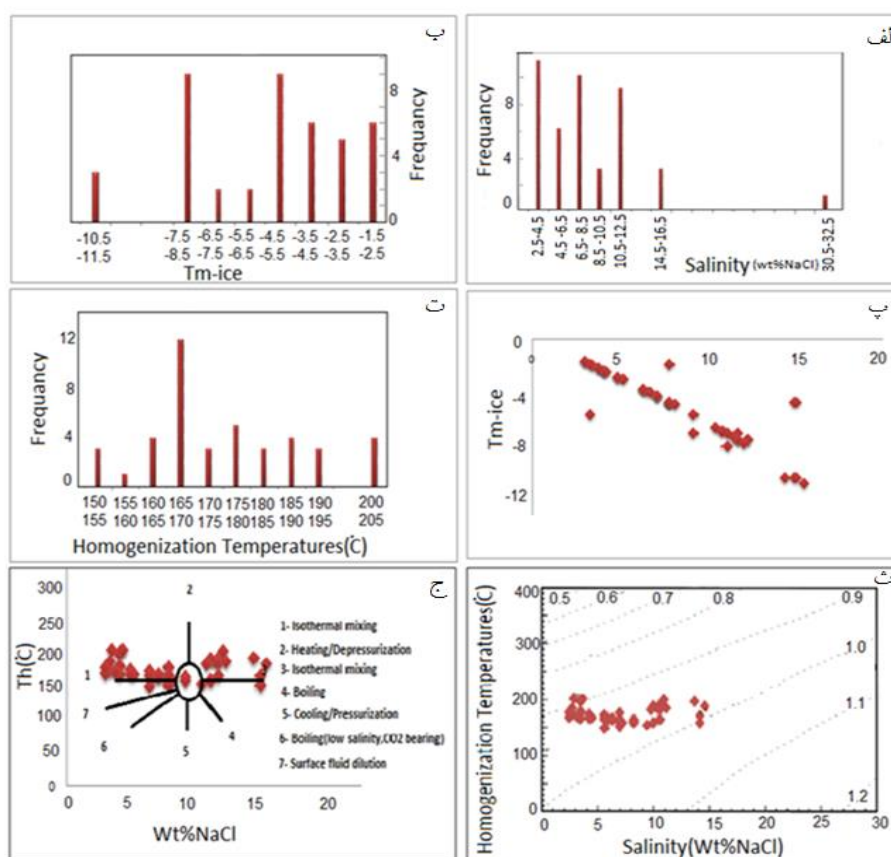
انجماد نهایی میان بارهای سیال مورد مطالعه در محدوده دمایی ۱۰۰- الی ۱۰۵- درجه صورت گرفت، تا عمل انجماد کلیه فازها صورت گیرد. در مواردی به دلیل کوچک بودن میان بارها و یا خوب واضح نبودن تغییرات، اولین نقطه ذوب یخ به سختی تعیین شد که به نظر می‌رسد در محدوده ۲۱- تا ۳۰- درجه باشد. قابل ذکر است تنها در یک مورد میان بار سه فاز مشاهده گردید که متشکل از حباب بخار + مایع آبگین + حالت بوده و در نمونه شماره ۶ دیده شد. دمای انحلال حالت ۲۱۰ درجه (مطابق با شوری ۳۲,۳۸ درصد وزنی NaCl) و دمای همگن شدن فاز بخار ۲۱۵ درجه است. بر طبق (Eugster, 1986) و (Kwak and Tan, 1981)، قابلیت انحلال آهن در محلولها به مقدار اکتیویته NaCl وابسته است. زمانی که مقدار کاتیونهای محلول به حدود ۳۰ Wt.% برسد قابلیت انحلال آهن می‌تواند تا ۸٪ وزنی افزایش یابد.

۱۷۰ می باشد. چگالی میانبرهای سیال نمونه های کوارتزی کانسار آهن چنار علیا از ۰/۸۹ تا ۱/۰۲ متغیر است. در شکل (۱۰-ث) خط چین ها چگالی سیال را نشان می دهند. اختلاف در چگالی سیال اهمیت ویژه ای دارد و فرایند جریان سیال، متأثر از چگالی آن می باشد، با افزایش شوری میانبرهای سیال چگالی سیال افزایش پیدا می کند، خروج فاز گازی و تولید حباب موجب افزایش چگالی سیال باقیمانده می شود این فرایند به چگالش معروف است (Wilkinson, 2001).

جوشش و اختلاط سیالات دو عامل مهمی هستند که معمولاً شرایط لازم برای ته نشست کانسارها را فراهم می آورند و باعث فوق اشباع شدن سریع سیال گرمایی در محدوده سنگها و ته نشست کانسارها می شوند (Wilkinson, 2001). شکل (۱۰-ج) انواعی از شوری و Th متفاوت که باعث فرایند ایجاد سیالات مختلف می شود را نشان می دهد (Wilkinson, 2001).

با توجه به این شکل معلوم می شود که اغلب داده های میان برهای سیال کانسار چنار علیا، در محدوده یک و سه واقع می شوند، این موضوع بیانگر اختلاط سیالات مورد مطالعه با آب های جوی و رقیق شدگی آنهاست. با توجه به وجود میانبرهای تک فاز گازی می توان به این نتیجه رسید که پدیده جوشش در کانسار چنار علیا رخ داده است. حضور سیال درگیر گازی به همراه میان برهای سیال دیگر و وجود سیالات درگیر با شوری های متفاوت از شواهد رخداد جوشش در سیالات گرمایی است (Drummond and Ohmoto, 1985).

در شکل ۱۰ - الف، هیستوگرام درصد فراوانی شوری میانبرهای سیال نمونه های مطالعه شده کانسار چنار علیا آمده است. در نمونه های مطالعه شده درجه شوری میانبرهای سیال از ۲/۵ تا ۱۵/۵ و در یک نمونه تا ۳۲/۳۸ متغیر است. شوری بالای بعضی از میانبرهای سیال به دلیل این است که از سیالات ماگماهای عمیق نشأت گرفته اند که به ترازهای سطحی صعود و با آب های جوی (با درصد شوری پایین) مخلوط شده اند (Wang et al., 1999). گاهی وجود سیالات با شوری پایین فازهای مایع سیال قبل از جوشش را نشان می دهد و شوری متوسط سیالات معرف فازهای مایع باقی مانده بعد از جوشش غیر آدیباتیک در یک سیستم باز می دانند. این مکانیسم به دام افتادن سیالات با شوریهایی متفاوت در زمانهای یکسان را نشان می دهد (Scott and Watanabe, 1998). با این وجود حجم اصلی سیالات کانی ساز با توجه به شوری متعلق به آب های جوی است، و وجود دو محدوده شوری کم و زیاد نشان دهنده این است که سیالات از انواع مختلف در کانی سازی مشارکت داشته اند. در شکل (۱۰-ب) دامنه تغییرات Tm-ice نشان داده شده است. بیشترین داده های میانبرهای سیال گستره دمائی ۴/۵- تا ۵/۵- و از ۷/۵- تا ۸/۵- را نشان می دهند، که دامنه دوم بیانگر شوری بالای سیالات است. در شکل (۱۰-پ)، با افزایش شوری نقطه انجماد یخ افزایش می یابد. درجه حرارت همگن شدگی میانبرهای سیال دوفازی باتبدیل بخار به مایع صورت گرفته است. در نمونه های حاوی بخار بالا با تبدیل مایع به بخار دمای همگن شدگی ثابت می شود. در شکل (۸-ت) هیستوگرام دمای همگن شدگی نشان داده شده است. بیشترین فراوانی همگن شدگی مربوط به گستره دمایی ۱۶۵ تا



شکل ۱۰. الف) هیستوگرام فراوانی درصد شوری میانبرهای سیال کانسار چنار علیا، ب) هیستوگرام نقطه ذوب یخ میانبرهای سیال نمونه های کانسار چنار علیا، پ) نمودار شوری در مقابل نقطه ذوب یخ، ت) هیستوگرام فراوانی دمای همگن شدن کلیه میانبرهای سیال نمونه های کانسار چنار علیا، ث) داده های میانبرهای سیال کانسار چنار علیا بر روی نمودار (Bodnar, 1993)، ج) دیگرام شوری در برابر دمای همگن شدن که فرایندهای متفاوت ایجاد سیالات را نشان می دهد (Wilkinson, 2001).

عمدتاً در کانی های اسکارنی و کوارتز در مرحله کوارتز سولفید رخ می دهند. میانبراهای حاوی کریستال دختر اغلب در کوارتز و کمتر در کانی های اسکارنی رخ می دهند (Zhou et al., 2007)، میانبراهای موجود در نمونه های کوارتزی کانسار چنار علیا بیشتر غنی از مایع می باشند. در کانسار چنار علیا به لحاظ وجود پارائز کانی های کالک سیلیکاته آبدار (اپیدوت، ترمولیت، اکتینولیت، تالک، کلریت)، سولفیدها (پیریت، کالکوپیریت)، اکسیدها (مگنتیت، هماتیت) کربنات ها (کلسیت) و همچنین دمای همگن شدن سیالات درگیر و شوری آنها کانسارسازی آهن در فاز تأخیری (رتروگراد) اسکارن صورت گرفته است. بنابراین می توان اینگونه پنداشت که در مرحله پسرونده با تأثیر سیال گرمایی بر روی مجموعه های کالک سیلیکاته مرحله پیشرونده حجم زیادی از فازهای سیلیکاتی (کوارتز) و کالک سیلیکاته آبدار (اپیدوت، ترمولیت، اکتینولیت) به همراه اکسیدها (مگنتیت و هماتیت) و کربنات ها پدید آمده اند. در اثر دگرسانی پسرونده و عملکرد سیالات متاسوماتیزم کننده، بافت های اسکارن پیشرونده به شکل جزئی یا به طور کامل محو شده و بافت و آرایش جدیدی از کانی ها شکل گرفته که معرف اسکارن پسرونده هستند. از جمله این بافت ها می توان به بافت های برشی، جانیشینی و شکافه پرکن اشاره کرد (Einaudi et al., 1981). اپیدوت رایج ترین محصول دگرسانی این مرحله است که به صورت بلورهای تا متوسط تا درشت دانه خود شکل تا نیمه شکل و به صورت پراکنده دیده می شود، جهت تشکیل اپیدوت در سیستم اسکارنی باید فوگاسیته اکسیژن در محیط به بالاترین حد خود برسد که این میزان می تواند در مراحل نهایی اسکارن زایی از واکنش های اسکارن زدایی رخ دهد، حضور کانی های اپاک همراه با دگرسانی قهقرایی نشان دهنده بالاتر بودن شرایط اکسیداسیون و سولفیداسیون و پایین تر بودن درجه حرارت در این مرحله نسبت به مرحله قبلی است، بالاتر بودن شرایط اکسیداسیون با گستردگی مارتیتی شدن مگنتیت ها تأیید می شود، کانسار چنار علیا با کانسار آهن اسکارنی منگ کو چین (Lingang et al., 2010) قابل مقایسه است که برخی ویژگی های کانسار چنار علیا با کانسار منگ کو چین در جدول (۳) مقایسه شده است

با استفاده از دمای همگن شدن و شوری طبق نمودار (Hass, 1971) امکان تعیین عمق تشکیل سیالات و به تبع آن کانی سازی وجود دارد. بر این اساس عمق به دام افتادن سیالات درگیر کانسار چنار علیا کمتر از ۱۰۰ متر و در نزدیکی سطح زمین بوده است (شکل ۱۱- الف). در این بررسی برای تعیین فشار از نمودار (Ramdohr, 1980) استفاده شده، که فشار حاکم در طی تشکیل سیالات کمتر از ۵۰ بار بدست آمده است (شکل ۱۱- ب).

مدل ژنتیکی کانسار چنار علیا

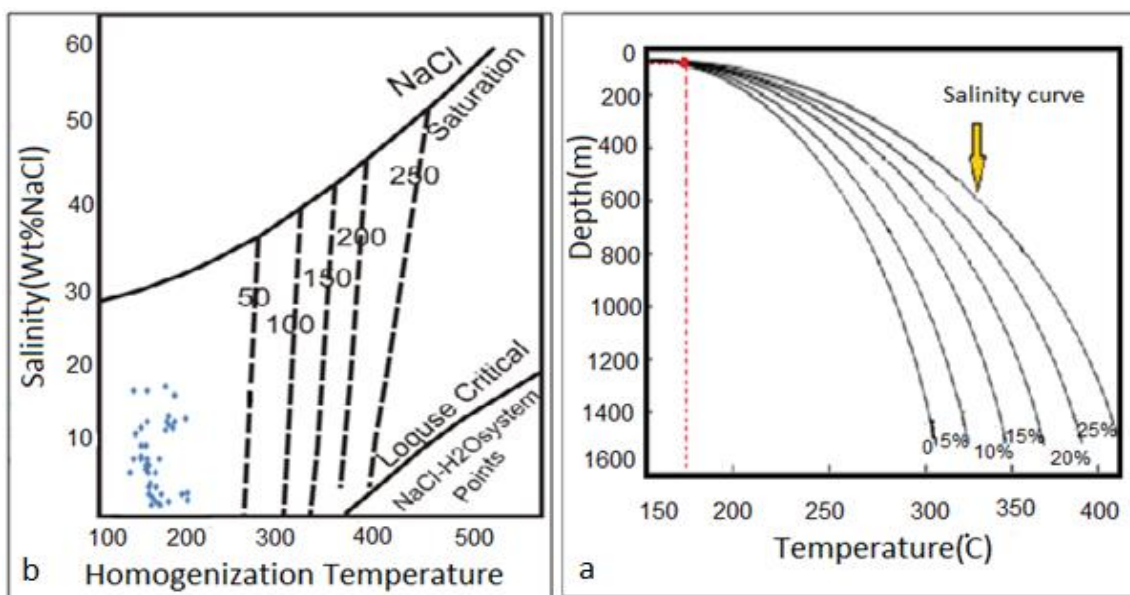
مطالعه میان بارهای سیال در کانی های اسکارنی روش مفیدی برای اندازه گیری دما، فشار و ترکیب سیالات اسکارن ساز است. مطالعه سیالات درگیر در کانی های اسکارنی به عنوان ملاک ویژه ای جهت دستیابی به تکامل زمانی و مکانی سیالات اسکارن ساز مفید است (Kwak and Tan, 1981). مطالعه میان بارهای سیال همچنین شواهد مستقیمی از جابه جایی دما و شوری در سیستم های اسکارنی بین مراحل Prograde و Retrograde فراهم می کند (Meinert, 1992). برای مثال بیشتر میان بارهای سیال گارنت و پیروکسن در اسکارن های آهن بترتیب دمای همگن شدگی $700 > 370$ C و 690 C- و شوری ۳۰ و ۵۰ درصد وزنی NaCl را نشان می دهند، در عوض اپیدوت و رگچه های متقاطع کوارتز در مرحله پس رونده بترتیب دمای همگن شدگی از 250 C- 245 C و 100 - 250 C و شوری کمتر از ۲۵ در صد وزنی نمک طعام را نشان می دهند (Meinert, 1992)، دمای همگن شدگی و شوری در کانسار آهن چنار علیا به مقادیر این پارامترها در مرحله رتروگراد نزدیک می باشد. ذخایر اسکارنی به وسیله سه نوع از میانبراهای سیال اولیه مشخص می شوند (Zhou et al., 2007)

۱) غنی از مایع (مایع بیشتر از ۷۰٪)

۲) غنی از بخار (بخار بیشتر از ۷۰٪)

۳) میانبراهای حاوی بلورهای دختر (عمدتاً هالیت)

میانبراهای غنی از مایع در کوارتز و کانی های کربناته به صورت میانبراهای اولیه یا ثانویه کاذب پراکنده اند، هر چند که آن ها در کانی های اسکارنی مثل گارنت و اکتینولیت به صورت ثانویه رخ می دهند. میانبراهای غنی از بخار



شکل ۱۱. الف) عمق به دام افتادن سیالات درگیر در کانسار چنار علیا (Hass, 1971). ب) تعیین فشار براساس دمای همگن شدن و شوری، خط چین ها بیانگر فشار (بار) هستند (Ramdohr, 1980).

نتیجه گیری

تغییرات شیمیایی مناسب، به وجود آمدن شکستگی و گسل در سنگ های میزبان ماده معدنی اشاره کرد.

به طور کلی از عوامل موثر در ته نشینی این کانسار می توان به کاهش درجه حرارت و فشار در اثر جوشش، کاهش سرعت محلول کانسار ساز، مخلوط شدگی محلولهای کانسار ساز با یکدیگر، افزایش نفوذ پذیری، افزایش شکنندگی،

جدول ۳. مقایسه برخی خصوصیات کانسار آهن چنار علیا با کانسار آهن منگ کو چین.

شوری (wt%NaCl)	دمای همگن شدگی (C°)	نوع آنکلوزیون ها	کانی های مرحله دگرسانی پسروده	کانسنگ آهن	سنگ میزبان	نام کانسار
۲.۵ - ۱۵.۵	۱۵۵ - ۲۰۵	عمدتاً دو فازی غنی از مایع	اکتینولیت، اپیدوت، کلریت، تالک، کلسیت	مگنتیت	سنگ های آتشفشانی - رسوبی تریاس-ژوراسیک	چنار علیا، ایران
۹.۶ - ۱۵	۱۶۶ - ۳۸۲	عمدتاً دو فازی غنی از مایع	اکتینولیت، اپیدوت، کلریت، آپاتیت، کلسیت	مگنتیت	سنگ های آتشفشانی - رسوبی دونین	منگ کو، چین

منابع

- اشراقی، س.، ۱۳۸۰، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ توپوگرافیک، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- توکلی، ح.، ۱۳۸۲، کانی شناسی، ژئوشیمی و خاستگاه کانسارهای آهن شمال غرب همدان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، ۱۵۴ ص.
- رستمی پایدار، ق.، لطفی، م.، قادری، م.، امیری، ا.، عابدینی، م.، ۱۳۸۹، یافته ه ۱۹ ن کانه نگاری و شیعی بلور مگنتیت و پیریت در کانسارهای آهن باباعلی و گلالی، باختر همدان، ایران، مجله علوم زمین، شماره ۷۷، صفحه ۱۲۱ - ۱۳۰.
- شرکت ایران کانسار، ۱۳۷۹، طرح اکتشاف مقدماتی سنگ آهن چنار علیا، اداره کل صنایع و معادن استان همدان، ۸۸ ص.
- Bodnar. R. J., 1993, Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solution, *Geochim Cosmochim. Acta*, Vol: 57, p: 683-684.
- Craij. J. R., Vaughan. D. J., 1981, *Ore microscopy and ore petrography*, Copyright by John Wiley and sons, 406p.
- Drummond. S. E., Ohmoto. H., 1985, chemical evolution and mineral deposition in boiling hydrothermal systems, *Economic Geology*, Vol: 80, p: 126-147.
- Einaudi. M. T., Meinert. L. D., Newberry. R. J., 1981, Skarn deposits, *Economic Geology*, p: 317-391.
- Eugster. H. P., 1986, Minerals in hote water, *Am. Mineral*, Vol: 71, p: 655-673.
- Hass. J. I., 1971, The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure, *Economic Geology*, Vol: 66, p: 940-946.
- Kwak. T. A. P., Tan. T. H., 1981, The geochemistry of zoninig in the skarn mineral at the at the King Island_Dolphine mine, *Economic Geology*, Vol: 76, p: 468-497.
- Lingang. Xu., et al., 2010, Geology geochemistry and age constrains on the Mengku skarn iron deposite in Xinjiang Altai, NW China, *jornal of Asian Earth Sciences*, Vol: 39, No: 5, p: 423-440.
- Meinert. L. D., 1992, Skarn zonation and fluid evalution in the Groundhog Mine, Central Mining District , New Mexico, *Economic Geology*, Vol: 82, p: 523-545.
- Mikucki. E. J., Groves. D. I., 1990, Genesis of primary gold deposits: gold transport and depositional models, *Geol. Dep. and Uni. Extension, The Uni. of Western Aus*, Vol: 20, p: 212-220.
- Pirajno. F., 1992, *Hydrothermal Mineral Deposits - Principles and fundamental concepts for the Exploration Geologist*, Springer, 709p.
- Ramdohr. P., 1980, *The ore minerals and their intergrowths*, Sec. Edition, English translation of the 4th. Edition. Two volumes, pergamon press, 1205p.
- Roedder. E., 1984, Fluid Inclusions, *Rev. Mineralogy, Mineral. Soc. Am*, p: 12-644.
- Scott. A. M., Watanabe. Y ., 1998, ((Extreme boiling)) model for variable salinity of the Hokko low- sulfidation epithermal Au prospect, southwestern Hokkaido, *Japan Mineralium Deposita*, Vol: 33, p: 568-578.
- Shepherd. T. J., Ranbin. A. H., Alderton D .H. M., 1985, A Practical Guide to fluid inclusion studies, *Blackie, Glasgow*, 239p.
- Singoyi. B., Zaw. K., 2001, A petro logical and fluid inclusion of magnetite scheelite skarn mineralization at Lara, northwestern Tasmania: implications for ore genesis, *Chemical geology*, Vol: 173, p: 239 - 253.
- Wang. Y., Sasaki. M., Sasada. M., Chen. C. H., 1999, Fluid inclusion studies of the Chinkuashin high -sulfidation gold - copper deposits in Taiwan, *Chemical Geology*, Vol: 154, p: 155-167.
- Wilkinson. J. J., 2001, Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits, *Lithos*, Vol: 25, p: 229- 279.
- Zamanian. H ., 2003, Iron mineralization related to the Almoughlagh and south Ghorveh batholiths, western Iran, with a specific refrence to the Baba Ali and Gelali deposits, thesis sbmitted for the degree of PhD, Univercity of Pune, 215p.
- Zhou. T., Yang. F., Yuc. S., Liu. X., Zhang. X., Fan. Y., 2007, Geochemistry and evolution of ore- forming fluids of the Yueshan Cu-Au skarn and vein- type deposits, Anhui province, south China, *Ore Geology reviews*, Vol: 31, p: 279-303.