ویژگی های کانی سازی، دگرسانی، مطالعات سیالات درگیر و ایزوتوپ های پایدار گوگرد در منطقه خونیک - جنوب بیرجند، استان خراسان

چكىدە

منطقه خونیك در پهنه لوت و در ایران مركزي قرارگرفته و دراثر فعالیتهاي ماگمایي مرتبط با فرورانش نئوتتیس به زیر خرد قاره ایران مركزي بوجود آمده است. گسل كویر بزرگ یا گسل درونه مرز شمالي پهنه لوت را تشكیل ميدهد. همچنین این پهنه توسط بلوك طبس درغرب با رشته كوههاي شتري و سیستم گسلي نایبند جدا ميشود. در شرق نیز این پهنه توسط گسل هریرود محدود میشود و مرز جنوبي آن با كمپلكسهاي آتشفشاني بزمان - كوه شهسواران و گودال جازموریان مشخص ميگردد.

با توجه به ژئوشیمي سنگهاي پلوتونيك - آتشفشاني، این منطقه به انواع سنگهاي آندزیت، تراكي آندزیت،لاتیت، داسیت، دیوریت تقسیم میشوند. سنگهاي آندزیتي و داسیتي با داشتن مقادیر پایین عناصر Nb, Ti با ماگماي كمان هاي زون فرورانش مطابقت دارند.

طلا در خونیك بهصورت افشان و آزاد میباشد. پیریت كانی اصلی سـولفیدی در این مجموعـه اسـت كـه بـا مقادیر كمتری از كالكوبیریت، كولیت، دیژنیت و بورنیت دیده میشود.

حداكثر مقادير عناصراز نمونههاي برداشت شده شامل

۷۴ ppm Ag ،۱۶/۵ ppm Ag ،۱۶/۵ ppm Ad میباشد. سنگهای دیواره تحت تاثیر دگرسانیهای مختلف قرارگرفته و کانیهای اصلی شامل ایلیت، میباشد. سنگهای دیواره تحت تاثیر دگرسانیهای مختلف قرارگرفته و کانیهای اصلی شامل ایلیت، سریسیت، کلریت، کائولینیت، هماتیت، لیمونیت و آلونیت میباشند. مطالعه سیالات درگیر در این منطقه برروی ۸ نمونه برداشت شده از رگههای سیلیسی انجام شد. در این بررسی دمای متوسط هموژنیزاسیون ۲۸۰ و حداکثر دمای ۴۵۰۰ و شوری سیالات نیز

در حدود NaCl ۱5-15 wt% NaCl اندازهگیری شده است. همچنین دادههای ایزوتوپی گوگرد جهت شـش نمونه پیریت که از ترانشهها و سنگهای منطقه برداشت شده مورد بررسی و مطالعه قرارگرفته اسـت. مقـدار ^{۳۴}۵دراین پیریتها در دامنه اعداد بین ۳/۲ permile + تا ۱/۴ قرارمیگیرد که بـا توجـه بـه محـدوده ایـن اعـداد، نشـاندهنده منبع ماگمایی برای گوگرد میباشد.

Alteration & mineralization characteristics, Fluid Inclusion and Stable Isotope studies in Khoonik Prospect, South of Birjand, Khorasan Province

Khoonik prospect is located in Lut zone, Central of Iran. The Lut zone's magmatic activity is related to Neo-tethyan subduction underneath the Central Iranian microplate. The Great Kavir or Douruneh fault is generally accepted as its Northern border. The Lut zone is separated from Tabas block in the west by Shotori range and Nayband fault system. In the east the Lut region is isolated from the Sistan block by the Harirod fault. The southern edge is defined by the volcanic complex of Bazman, Kuh- e - Shahsavaran and further south by Jazmorian depression.

The volcanic-plutonic rocks can be divided into andesite, trachyandesite, lattite, dacite and diorite based on the geochemical characteristics. Andesitic and dacitic rocks are characterized by low of Nb, Ti and Zr contents and correspond to typical of subduction zone arc magmas. Gold is disseminated type and native form in the Khoonik prospect. Pyrite is the main sulfide mineral commonly associated with minor chalcopyrite, covellite, digenite and bornite. The maximum ore-grade of samples are 16.5 ppm Au, 47.5 ppm Ag, 4200 ppm Cu, 730 ppm Pb, 1376 ppm Zn, 207 ppm As and 74 ppm Mo.

The wall-rocks are intensively altered and the main alteration minerals are quartz, carbonates, illite, sericite, chlorite, kaolinite, hematite, limonite and alunite.

Fluid inclusion data are available for 8 samples from quartz veinlets. The average temperature of homogenization (TH) is 280 °C accompanied with a peak up to 450 °C. The salinity ranges from 2.5 to 15 wt% NaCl equivalent.

The available sulfur isotope data for 6 pyrites from veins and trenches which their $\delta^{34}S$ CDT values vary from + 0.3 to + 1.4 permile. These values indicate certain magmatic source for sulfide ore mineralization in Khoonik prospect.

مقدمه

محدوده مورد مطالعه به مساحت حدود ۸ کیلومترمربع میباشید که در بخش میانی ورقه زمینشناسی بیرجند (۲۵۰۰۰۰: ۱، اوهانیان و همکاران ۱۹۷۸) ،در محدوده ورقه زمینشناسی مختاران (۱۰۰۰۰: ۱، موحد اول و امامی ۱۹۷۸) و ورقه زمینشناسی خونیک (۲۰۰۰: ۱، روشین روان، ۲۰۰۱) قرار گرفته است. این محدوده در فاصله ۵۷ کیلومتری خوسف و ۹۳ کیلومتری بیرجند قراردارد. همچنین این محدوده بین طولهای جغرافیایی "00 '21 °59 - "00 '09 واقع شده جغرافیایی "00 '12 °50 - "00 '90 واقع شده است. (شکل ۱)

زمینشناسی ناحیه ای

براساس تقسیم بندی واحدهای ساختاری –رسوبی ایران، محدوده مورد مطالعه جزء بلوک لوت است که که از شمال با فرورفتگی کویر نمک، گسل درونه و گسل بزرگ کویر، در جنوب توسط کمپلکس ولکانیک بزمان - شهسواران و گودال جازموریان، از شرق با گسل نهبندان و رشته کوههای شرق ایران و در غرب توسط رشته کوههای شتری و گسل نایبند محدود میگردد. (آقا نباتی، ۲۰۰۳)

فعالیتهای ماگمایی: لوت در کرتاسه پایانی آغاز شد. سنگهای آن شامل بازالت -آندزیت - داسیت و ریولیت و بیشتر لاواها و ایگنیمبریت میباشد. سنگهای عمیق و نیمه عمیق گسترش کمتری دارند. از خصوصیات این مجموعه سنگها کالک آلکالن بودن آنها در حاشیه قارهای ولکانیسم صفحات همگراست.

تودههای سابولکانیک: پس از فعالیتهای آتشفشانی ائوسن که بطور عمده دارای ترکیب حدواسط هستند، تودههای سابولکانیک به شکل گنبدی درون آنها جایگیرشدهاند. این سنگهای آذرین بطور واضح توالیهای آتشفشانی ائوسن را قطع کردهاند و بصورت تودههای نفوذی محدود گسترش دارند.

زمینشناسی منطقهای

براساس مطالعات پتروگرافي سنگهاي منطقه شامل:

- ۱- واحدهای آذرآواری آندزیت آمفیبول آندزیت
 - ۲- گنبدهای داسیتی رپوداسیتی
 - ٣- واحد تراكي آندزيت لاتيت
- ۴- تودههای نفوذی دیوریتی- مونزودیوریتی کوارتز مونزودیوریت
- ۵- واحدهای ماسه سنگ توفی- لیتیك توف متاكنگلومرا- ولكانیک های برشی

جایگاه ژئوشیمیایی سنگهای آذرین

به منظور بررسی ویژگیهای ژئوشیمیایی سنگهای آذرین در منطقه خونیک ترکیب شیمیایی ۵ نمونه از سنگهای ولکانیکی این منطقه به روش ICP-MS تعیین گردید. دادهها نسبت به ترکیب شیمیایی گوشته اولیه نرمالیزه شد و چگونگی توزیع آنها در(شکل۲) به نمایش درآمده است. توزیع عناصر نشاندهنده خصوصیات کمانهای ماگمایی برای سنگهای مورد مطالعه است که با بالا بودن نسبت LILE /HFSE میگردد. (پیرس و پیت، ۱۹۹۵). غنی شدگی این سنگها از عناصر LIL /HFS بطور متناوب انجام شده

است که با جدا شدن این دو دسته عنصر بصورت قله و دره در نمودار خودنمایی میکند. این دادهها با نتایج قبلی در مورد جایگاه تکتونیکی سنگهای آذرین پالئوژن در بلوک لوت سازگاری و همخوانی دارد.

برشهای گرمابی: یکی از پدیدههای مهم در منطقه خونیک وجود برشهای کانیسازی شدهای است که از نظر کانیسازی فلزات گرانبها بویژه طلا حائز اهمیت است. در منطقه خونیک برشهای مورد بحث با ضخامت ۱۰ تا ۱۰۰ سانتی متر و با اشکال تخت واحدهای سنگی را قطع کردهاند (شکل ۳). برشها از قطعاتی از سنگ میزبان تشکیل شدهاند که توسط کوارتز نهان بلور و کربنات بهم سیمان شدهاند.

کانی سازی، پاراژنز و توالی پاراژنتیکی در خونیک

کانیسازی در منطقه خونیک بهصورت افشان و برشی اتفاق افتاده است. براساس روابط قطعشدگی، مجموعههای کانیایی، کانیسازی در این منطقه به شکل زیر انجام گرفته است(شکل۴) .

۱) اکسیداسیون دانههای پیریت غربالی که کاملاً توسط هیدروکسید نوع گوتیت جانشین شدهاند. ۲) تشکیل بلور ثانویه کولیت در کنار گوتیت به علت وجود یونهای مس در شبکه پیریت. ۳) کالکوپیریت وتبدیل شدگی بخش اعظم آن به دیجنیت، کالکوسیت و کولیت طی فرآیندهای اکسیدان و غنیشدگی ثانویه ۴) طلای آزاد در داخل زمینهای از سیلیس دیده میشود.

بررسی دگرسانی در منطقه خونیک

منطقه اصلی دگرسانی در منطقه خونیک حدود <u>۱</u> کیلومتر مربع وسعت دارد که در محدوده توده اصلی مونزودیوریت متمرکز است. (شکل ۵). شدیدترین مناطق دگرسانی در اطراف توده اصلی مونزودیوریت وجود دارد که به طور وسیع آن را فرا گرفته است. توده دگرسان شده بشدت سیلیسی شده ، ایلیت عمومیت دارد و جانشین فلدسپاتها شده است، کلریت واپیدوت نیز جانشین کانیهای مافیک از جمله بیوتیت، هورنبلاند و پیروکسن شدهاند. کوارتز از کانیهای عمومی در زونهای دگرسانی است که بهصورت دانههای بی شکل در فضای بین کانیها و بهصورت جایگزینی دیده می شود. همچنین کوارتز بهصورت تبلور مجدد در زونهای دگرسانی حضور پیدا کرده است. آلونیت و ژاروسیت در وسعت خیلی زیادی در منطقه دیده می شود که برای تعیین آلونیت در نمونههای مورد مطالعه ، علاوه بر مطالعات XRD ، مطالعات میکروسکپی و مقاطع نازک نیز انجام گرفت که حضور آلونیت را در منطقه خونیک تایید میکند. با توجه به شواهد و مطالعات صحرایي در خونیك عامل دگرسانی فراگیر در منطقه توده مونزودیوریتي ميباشد. پدیده خردشدگي و برشي شدن بطور قابل توجه در سنگهای این منطقه اتفاق افتاده است و ریز شکافهای حاصل تحت هجوم سیالات کانه دار قرار گرفته اند تا جایي که با تغییر شرایط Eh وpH توانسته قشرهاي نازکي از بلورهاي اتومورف کوارتز و پیریت در آنها شکل گیرد. بعبارت دیگر ریز شکافها نقش فضای باز را بازی کرده و کانه زایی در فضای باز اتفاق افتاده است. و در واقع رنگ زرد و قهوه اي موجود در منطقه ناشـي از آبشـسـت اين پديده ها طي پديده هوازدگي بعدي است. براساس مطالعات پتروگرافي ، صحرايي و آناليزهايXRD برروي نمونههاي برداشت شده انواع دگرسانی های موجود در منطقه خونیک:

۱- دگرسانی سیلیسیك: سیلیس بهصورت فاز باقي مانده و سیلیسهاي حفرهدار در منطقه دیده ميشود. بخشي از سیلیس نیز دستخوش ري كریستالیزاسیون گشته و تبلور مجدد پیدا كرده است

7- زون دگرسانی آرژیلیك پیشرفته: - دگرسانی آرژیلیك پیشرفته بهصورت زون دگرسانی كائولینیتی در منطقه نمود پیدا كرده است كه در جنوب روستای برزاج و در پهنه دگرسانی سفید رنگ قراردارد. تودهای اسیدی و به شدت دگرسان شده از نوع آرژیلی است. ظاهر كنكرسیونی تناوبی هیدروكسید آهن و كائولن نوعی تشابه به بخش زیرین آلونیت زایی را تداعی میكند. شواهد موجود در منطقه نشان میدهد كه پدیده سولفیدشدن بالا اتفاق افتاده است .

۳- دگرسانی آرژیلیك: در بالاترین بخش این منطقه یعنی قله كوه، سنگ از نوع توده گرانیتوئیدی است. سیالات كانهزا می توانند به عنوان تولیدات پس ماگمایی این توده باشند كه در فاصله زمانی دیرتری برروی این توده و نواحی اطراف تأثیر گذاشته و موجب كانه زایی طلا و آرژیلی شدن فراگیر منطقه شده است.بر اساس مشاهدات صحرایی و آنالیز XRD بر روی نمونههای گرفته شده نشان میدهد که غنی از ایلیت، آلونیت، ژاروسیت، دراویت ،مسکویت، کوارتز، دولومیت و کلریت میباشد. دگرسانی کائولینیتی نوع آرژیلیك در برخی قسمت ها بطور گسترده به رنگ صورتی دیده میشود

۴- دگرسانی پروپلیتیك: دگرسانی پروپلیتیك بطور گسترده در منطقه بهصورت كلریتي شدن و اپیدوتي شدن اتفاق افتاده است و بدلیل وجود این كاني ها رخساره ظاهري سبز رنگ به آن ميبخشد. آمفيبولهاي موجود در سنگهاي آندزيت و آمفيبول آندزيت تماما توسط كلريت و بندرت مسكويت جايگزين شدهاند. اپيدوتي شدن نيز با شدت كمتري نسبت به كلريتي شدن در سنگهاي منطقه اتفاق افتاده است بطوريكه برخي از كانيهاي مافيك مانند آمفيبول و بيوتيت به اپيدوت، كلريت و مسكويت تبديل و تجزيه شدهاند. اشكال (۶ تا ۹).

مطالعه سيالهاي درگير

مطالعه سیالهای درگیر درسالهای گذشته، بخشی از مفیدترین اطلاعات را در رابطه با تعیین ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی محیط تشکیل کانسارها در اختیار محققین قرار داده است. (رودر،۱۹۸۴).

دادههاي سيالهاي درگير در اين منطقه از مطالعه ۸ عدد مقطع دوبرصيقل (باضخامت ۷۰ميکرون) که از بلورهاي کوارتز در رگههاي سيليسي که با فاصله حدود T۰۰ متر انتخاب شده بدست أمده است. اندازه سيالهاي درگير در بلورهاي کوارتز عموما" از Tتا ۲ ميکرون بوده و با شکلهاي نامنظم، منظم و ميله اي تغيير ميکند.(شکل T) دماي همگن شدگي T در مجموعه سيالهاي درگير اوليه از T تا T درجه سانتي گراد تغييرميکند. دماي ذوب يخ T (T) از T/۱- تا T0° – تغييرميکند. شوري محاسبه شده (شکل T1) بر اساس دماي ذوب يخ و با استفاده از معادلههاي بودنار (T19۳) از T2 تا T3 در حد وزني معادل T3 متغير است. شوري نشاندهنده مقدارکلريدهاي محلول، اساسا" T4 و مقادير کمتر T4 وغيره در محلولهاي گرمابي ميباشد. (هدنکوئيست و همکاران، T19۲).

براي بررسي تغييرات مكاني سيالهاي گرمابي و تعيين ساز و كار نهشت كانسنگ ميتوان از رابطه بين له ماي همگنشدگي و دماي ذوب يخ سيالهاي درگير استفاده كرد. اين روابط توسط (هدنكوئيست و هنلي، $+ T_0$ در اين روابط توسط (هدنكوئيست و هنلي، $+ T_0$ در اين روند اصلي براي آنها پيشنهاد شده است (شكل $+ T_0$). روند $+ T_0$ در ارد اصلي براي آنها پيشنهاد شده است (شكل $+ T_0$) در ارد و شور با يك سيال سردتر و رقيق تر ميباشد. روند $+ T_0$ توسط جوشش يك سيال غني از گاز توضيح داده ميشود و نشان ميدهد كه افت ناچيز دما ($+ T_0$) در ارد جوشش، باعث فرار بيش از نيمي از $+ T_0$ 0 اوليه ميشود. روند $+ T_0$ 1 يك نتيجه گيري فرضي از جوشش يك سيال فقير از گاز است كه جوشش پيوسته سيال و فرار بخار كه همزمان با سردشدگي روي ميدهد باعث افزايش شوري سيال ميگردد. روند $+ T_0$ 1 تركيبي از جوشش يك سيال غني از گاز و رقيق شدگي آن را پس از جوشش نشان ميدهد كه $+ T_0$ 1 در مقابل $+ T_0$ 1 براي سيالهاي درگير در منطقه خونيك نشان ميدهد كه $+ T_0$ 1 در انشان ميدهد اما در امتداد يك روند خطي حركت ميكند (شكل $+ T_0$ 1).

تخمين عمق كانيسازي

برای تخمین عمق کانیسازی در زیر سطح ایستابی قدیمی،از منحنی جوشش هیدروستاتیک نسبت به عمق استفاده شد(هس، ۱۹۷۱). (شکل ۱۴).با این حال،به دلیل عدم وجود شواهد سیالهای درگیر مبنی بر وقوع جوشش، در سیستم اپیترمال خونیك، عمق محاسبه شده حداقل عمق تشکیل میباشد. عمق کانیسازی در این سیستم با دو سری اطلاعات ۴۰۰ و ۶۰۰ متر در زیر سطح ایستابی قدیمی محاسبه گردید که چنین عمقی مشخص کننده سیستمهای اپیترمال طلا متعلق به گروه سولفیدی شدن بالا است. (هدنکوئیست و همکاران, ۲۰۰۰, آلبینسون و همکاران, ۲۰۰۱).

مطالعات ایزوتویی گوگرد

امروزه ترکیب ایزوتوپي کاني هاي سولفیدي براي تفسیر منشاء کانسارها استفاده ميشود. ترکیب ایزوتوپي این کاني ها بوسیله فاکتورهایي مانند درجه حرارت، نهشت، ترکیب ایزوتوپي سیال هیـدروترمالي کـه کـاني از آن نهشته شده است، ویژگی های شیمیایی ترکیبات محلول آن عنصر مانند pH و فوگاسیته اکسیژن در زمان کانه زایی و سرانجام مقدار نسبی کانی نهشته شده از سیال تعیین میشود. (هوفز، ۱۹۹۷).

روش تجزیه : آنالیز ایزوتوپ های گوگرد در ناحیه خونیک برروی ۶ نمونه پیریت دار که از کانسنگ افشان بدست آمده بود انجام شد. پیریت با استفاده از V_2O_5 تبدیل به SO_2 شد. آنالیز ایزوتوپی برروی گاز SO_2 با استفاده از دستگاه اسیکترومتر جرمی در دانشگاه اتاوا کانادا انجام شد.

دادههای ایزوتوپی نشان میدهد که مقادیر δ^{34} و δ^{34} در کانسارهای اپی ترمال تغییرات زیادی نشان میدهد که این تغییرات در بعضی از کانسارها به %۱۰ می رسید. تغییرات در δ^{34} در سیالات هیدروترمال نشان میدهد که آین تغییرات در بعضی از کانسارها به شاه با از طریق بیش از یک مکانیسم تأمین شیده است. هیدروترمال نشاه میدهد که δ^{34} از بیش از یک منشاه یا از طریق بیش از یک مکانیسم تأمین شیده است. نسبت های δ^{34} تأمین شده از منشاه های مختلف در طول تشکیل کانسار هیدروترمال تغییر می کند (اوموتو و گولدهبر، ۱۹۹۷). ترکیب ایزوتوپی نزدیک به صفر و یا تغییرات اندک نسبت به این میتوان گفت که کانسارها نشاندهنده گوگرد با منشاه ماگمایی میباشد (فار، ۱۹۷۷). با توجه به این میتوان گفت که مقادیر نزدیک به صفر در منطقه خونیک حاکی از آنست که گوگرد منشاه ماگمایی دارد و سیال هیدروترمال گوگرد خود را از سنگهای ماگمایی تأمین کرده است و به این ترتیب بخشی از خود سیال نیز منشاه ماگمایی دارد.

اگر فرض کنیم درجـه حـرارت تـشکیل پیریـت $^{\circ}$ ۱۰۰ باشـد مقـادیر 34 S محلـول در سـیال کـه در حقیقـت گوگرد موجود در پیریت را تأمین کرده است مي تواند با استفاده از رابطه اموتو و راي (۱۹۷۹) محاسبه شـود. این دادهها نشـان مي دهند که سـیال با مقدار 34 S بین 34 S – تـا 34 S – مـسئول تـشکیل کانـسـار بـوده است. این مقادیر ایزوتویی خود تأییدي بر منشـاء ماگمایی بخشـی از سـیال اسـت.

نتبحه گیری

براساس دادههای دگرسانی (شکل۱۵و۱۶), سیالهای درگیرو ایزوتوپی سیستم اپیترمال خونیک، این سیستم از نوع سولفید شدن بالا میباشد. (شکل ۱۷) کانیسازی در منطقه خونیک بهصورت پراکنده وا فشان صورت گرفته است که از نظر کانیسازی طلا دارای اهمیت میباشد. دادههای سیال درگیر حضور یک سیال با شوری متوسط تا 70° در صد وزنی معادل NaCl و دمای متوسط تا 70° را در سیستم اپیترمال خونیک نشان میدهد که باعث کانیسازی فلزات گرانبها مانند طلا در این منطقه شده است. اگرچه سیال اولیه دارای شوری بیشتر تا ۱۵ درصد وزنی معادل NaCl ودمای تا 00° در سیستم خونیک تزریق شده است. عمق کانیسازی در این سیستم از (00° متر) در زیر سطح آب زیر زمینی قدیمی است.

منابع

- 1- Hedenquist, J. W., 2003, Epithermal high sulfidation gold deposits: characteristics, related ore types and exploration.
- 2- Wilkinson, j. j., 2001, Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits, Lithos 55 pp. 229-272.
- 3- William, R. C., and Boyce, A. J., 2000, Silicification, advanced argillic and porphyry-style alteration in Basalts, south Shetland island volcanic arc: formation from geothermal, magmatic-hydrothermal and intrusive systems, Journal of conference abstracts, v. 5(2), pp.1090-1091.

توصيف عكس ها:

شکل ۱) : راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه

شکل۲): نمودار عنکبوتی سنگهای آتشفشانی خونیک که نسبت به گوشته اولیه نرمالیزه شدهاند. (مگدونوف و سان، ۱۹۹۵) در روی محور Xعناصر کمیاب با افزایش ناسازگاری از راست به چپ مرتب شدهاند. شکل دندانه دندانه ای در این نمودار که نتیجه نسبت های زیاد LILE / HFSE است از ویژگیهای ماگماتیسم در زونهای فرورانش است.

شکل ۳) : عملکرد سیالات جهت آلتراسیون در راستای برشی شدن

شــــکل ۴): مراحــــل تــــوالی پـــاراژنتیکی کانیـــایی در منطقـــه معـــدنی خونیـــک خطـــوط ضــخیم نـــشاندهنــده خطـــوط ضــخیم نـــشاندهنــده کــانیهــای اصــلی، خطـــوط نـــازک نـــشاندهنــده کانیهای نادر میباشد.

شـکل ۵): نمـایي ا ز زون گـسترده آلتراسـیون آرژیلیـك متمایـل بـه رنـگ کـرم روشــن کـه پـچ هـایي از تـوده مونزودپوریت اولیه در آن دیده میشود.

شکل (۶ تا ۹) به ترتیب راست به چپ: سریستي شدن, اپیدوتي شدن, آلونیتي شدن همراه با ژاروسـیت و کلریتي شدن

شکل۱۰): مجموعه سیال های درگیر اولیه با اشکال منظم و نامنظم

شکل ۱۱) : ارتباط میان دمای سردشدگی و شوری سیالات درگیر

شکل ۱۲) : روندهای طرح گونه از اثرات جوشش و رقیق شدگی بر دماهای همگن شدگی (Th

و ذوب یخ (Tm) سیال های درگیر در سیستم اپی ترمال . (هدنکوئیست و هنلی، ۱۹۸۵ b).

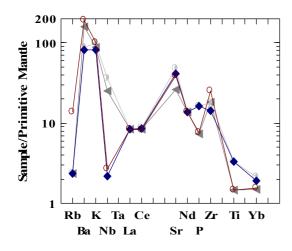
شكل١٣) : رابطه بين دماي همگن شدگي (Th) و ذوب يخ (Tm) در مجموعـه سـيالهـاي درگيـر اوليـه در منطقه خونيك. اين روابط تغييرات Th و Tm را در امتداد روند خطي براي منطقه خونيك نشـان

ميدهد.

شکل۱۴): ارتباط میان دمای جوشش یا Th با عمق جوشش تحت شرایط یدروستاتیک شکل ۱۵): مقطعی از کانسنگ تیپ سولفیداسیون بالا که زون دگرسان در این تیپ را از مغزه سیلیسی در داخل نشان می دهد. با حرکت به سمت خارج دگرسانی کوارتز – آلونیت و پروپلیتیک دیده می شود. (هدنکوئیست و همکاران ، ۲۰۰۰)

شکل ۱۶): پایداری حرارتی انواع مختلف کانیهای دگرسانی که در محیط های اپی ترمـالی تحـت شـرایط pHاسـیدی و خنثی تشکیل می شوند. همچنین تغییرات حرارتی نرمال کـه نهـشت ذخـایر اپـی ترمـال در آن انجام می شود را نشـان می دهد.(براسـاس رای، ۱۹۹۰ و هدنکوئیسـت و همکاران، ۱۹۹۶) .

شکل ۱۷): نموداری از فرآیندهای مختلف در سیستم های زمین گرمایی و ولکانیکی – گرمابی که به ترتیب باعث تشکیل کانسارهای با سولفیداسیون پایین و بالا در محیط های اپی ترمالی میگردد. (هدنکوئیست و همکاران ،۱۹۹۶)





شـكل ۲)





شـكل٣)

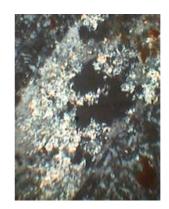
	Α	В
Pyrite		
Chalcopyrite		
Netive gold		
Chalcosine		
Bornite		
Hematite	_	

Iron oxides	
Covellite	
Goethite	
Digenite	
Ilmenite	

شکل ۴)

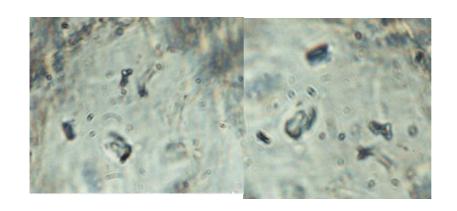


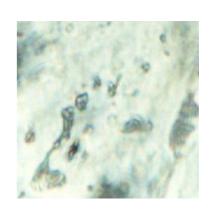


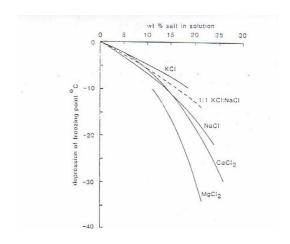


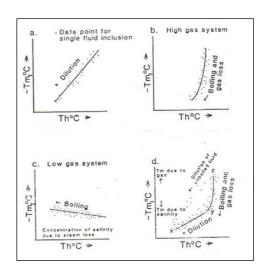


ا شکال (۶ تا ۹) به ترتیب راست به چپ

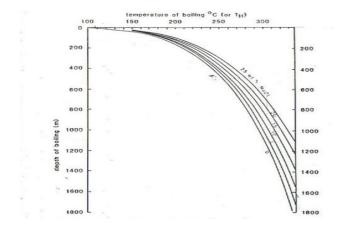


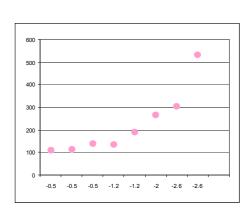




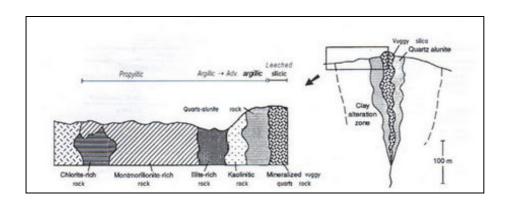


شـكل ۱۲)

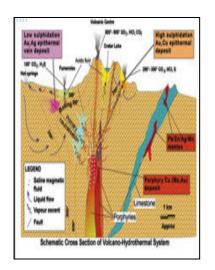


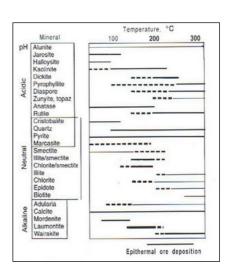


شکل ۱۴)



شکل ۱۵)





شـكل ۱۷)

ریتا سلیمی*، محمد لطفی**، ایرج رسا***

* دانشجوی دکترای زمین شناسی اقتصادی واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی *کارشناس سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور درآزمایشگاه مطالعات میکروسکوپی و کانی سنگین