

## **Mineralo - Geochemical investigation on Kohe-zar Gold mineralization area, Torbate-Heydarie**

**Abedi,A**

*Mining department, Engineering faculty, Birjand University  
Arabedi@birjand.ac.ir*

**Key words:** *Ore mineralization, Gold, Electron Microprobe, fluid Inclusion.*

**Abstract:** Gold - Polymetal mineralization of Kohe-zar area is located about 35 kilometers southwest of Torbat - Heydarieh in Khorasan province. Mineralization was occurred in quartz - specularite  $\pm$  pyrite  $\pm$  chalcopyrite veins and veinlets. The main ore minerals are specularite, chalcopyrite, pyrite, avinite (Bi - bearing tetradrite), acanthite, native bismuth (occurred intergrowth with barite), native gold, electrum, coveline - digenite and weathered minerals such as goethite, hydrogoethite, Cu-Fe oxides, malachite. Ore mineralization of Kohe - zar is related to low - sulfide, quartz - hematite type of hydrothermal ore deposits.

On the basis of thermobarogeochemical investigation on quartz, medium temperature fluid with low potential mineralization is responsible for mineralization in this area.

## پژوهشی

## مطالعات کانی‌شناسی - ژئوشیمیایی بر روی منطقه کانی‌سازی شده طلا در کوه زر تربت حیدریه

آرزو عابدی

دانشکده مهندسی دانشگاه بیرجند

(دریافت مقاله ۱۳۸۰/۷/۱۷ دریافت نسخه نهایی ۱۳۸۰/۱۲/۱۲)

چکیده: منطقه کانی‌سازی شده طلا - پلی متال کوه زر در ۳۵ کیلومتری جنوب غربی تربت حیدریه در استان خراسان واقع شده است. کانی‌سازی در رگه‌ها و رگچه‌های کوارتز - اسپیکولاریت - پیریت - کالکوپیریت صورت گرفته است. مهمترین کانی‌های فلزی این منطقه عبارتند از اسپیکولاریت، کالکوپیریت، پیریت، آوینیت (از رده تترادیریت حاوی Bi)، آکانتیت، بیسموت طبیعی در هم‌رشدی با باریت، طلائی طبیعی، الکتروم، کولین - دیجنیت و کانی‌های هوازده مثل گوتیت، نیدروگوتیت، اکسیدهای آهن و مس، مالاکیت، و آزوریت.

مطالعات انجام شده در این منطقه نشان می‌دهد که کانی‌سازی فلزی کوه زر احتمالاً با نوع کانسارهای کم سولفید کوارتز - همتایت رگه‌های گرمابی ارتباط دارد و نتایج تحقیقات ترموباروژئوشیمیایی روی کانی کوارتز، حاکی از وجود محلول با دمای متوسط و قدرت کانی‌سازی کم است.

واژه‌های کلیدی: کانی‌سازی فلزی، طلا، مایکروپروپ الکترونی، سیال درگیر.

## مقدمه

بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ فیض آباد در بخش شمالی گسل درونه، از تربت حیدریه تا کاشمر، مجموعه‌ای از سنگهای آتشفشانی اسید تا حد واسط رخنمون دارند [۱]. منطقه مورد مطالعه در بخشی از این محدوده در فاصله ۳۵ کیلومتری غرب - شمالغرب شهرستان تربت حیدریه و در جنوب روستای فدیهه واقع شده است. سنگ‌های این محدوده شامل سنگهای بیرونی و آذرآوریهای با سن ائوسن میانی است که ترکیب بیشتر آنها حد واسط و گرانیتوئیدهای دگرسان شده با سن ائوسن بالائی - الیگوسن زیرین است. گستره های کانی ساز متعددی به صورت رگه و رگچه در این منطقه وجود دارند. براساس نتایج حاصل از کار شهبازیان [۲ و ۳] کانی سازی طلا در درون رگه‌ها و رگچه‌های کوارتز - اسپیکولاریت  $\pm$  پیریت  $\pm$  کالکوپیریت  $\pm$  کربنات شناسائی، و بخش عمده طلا در درون کوارتز همراه با اسپیکولاریت نهشته شده است. کانی‌های تشکیل شده به ترتیب فراوانی عبارتند از اسپیکولاریت، گوتیت، لپیدوکروسیت، مالاکیت، کالکوپیریت، پیریت، مارکاسیت، دیجنیت - کولیت - کالکوسیت، گالن، سروزیت، پیرولوزیت، طلا، آرسنوپیریت و کانی‌های گانگ شامل کوارتز، کربنات آهن‌دار، باریت، کلسیت، کلریت، و آرژیلیت می‌باشد. دگرسانی گرمابی فراگیر در منطقه کوه زر دگرسانی کلریتی بوده و در حاشیه رگه‌ها بصورت سیلیسی، کلریتی، و گاه رسی است. علاوه بر این براساس مطالعات کریم پور [۳] محدوده تربت حیدریه تا کاشمر را کانی سازهای مس نوع پورفیری و طلا تشکیل داده اند.

## روش کار

بررسیهای پژوهشگر این مقاله در بخشهایی از منطقه کوه زر روی ترکیب دقیق کانه‌ها، ساخت و بافت کانسار، و نیز بررسی سیالات درگیر با کوارتز صورت گرفته است. بدین منظور مطالعه بر روی ۱۲۵ مقطع صیقلی با میکروسکوپ بازتابی، ۱۳۶ مورد آنالیز ترکیب کانی با مایکروپروپ الکترونی از نوع Camebax - SX50، و ۲۳ مورد آنالیز کیفی و کمی ترکیب کانی و پراکندگی عناصر با میکروسکوپ الکترونی از نوع JSM 5300 + Link ISIS و استفاده از روش آنالیز تصویری (Video - Master) برای

یافتن دانه‌های طلا، انجام شد. مطالعات سیال درگیر روی دو نمونه سنگ با آنالیز ۳۶ سیال درگیر مناسب به روش سرمایش برای اندازه‌گیری شوری و غلظت محلول و روش همگن سازی برای اندازه‌گیری دما به وسیله دستگاه Linkam - 600 انجام پذیرفت. کلیه تحقیقات انجام شده در مؤسسه IGEM آکادمی علوم روسیه - مسکو انجام شده اند.

### کانه نگاری

کانیهای فلزی اصلی مشاهده شده در این منطقه در دو گروه درونزاد و برونزاد قرار می‌گیرند. از دسته اول می‌توان به اسپیکولاریت - هماتیت، مگنتیت، کالکوپیریت، پیریت، آکانتیت، آوینیت از رده فاهلریت، طلای آزاد، الکتروم، فاز حاوی بیسموت و از دسته برونزاد به گوتیت، ئیدروگوتیت، مالاکیت، آزوریت، کولیت - دیجنیت، تناریت، اکسیدها و ئیدروکسیدهای منگنز اشاره کرد که در زیر به توصیف جداگانه کانی‌شناسی - ژئوشیمیائی هریک می‌پردازیم.

### اسپیکولاریت

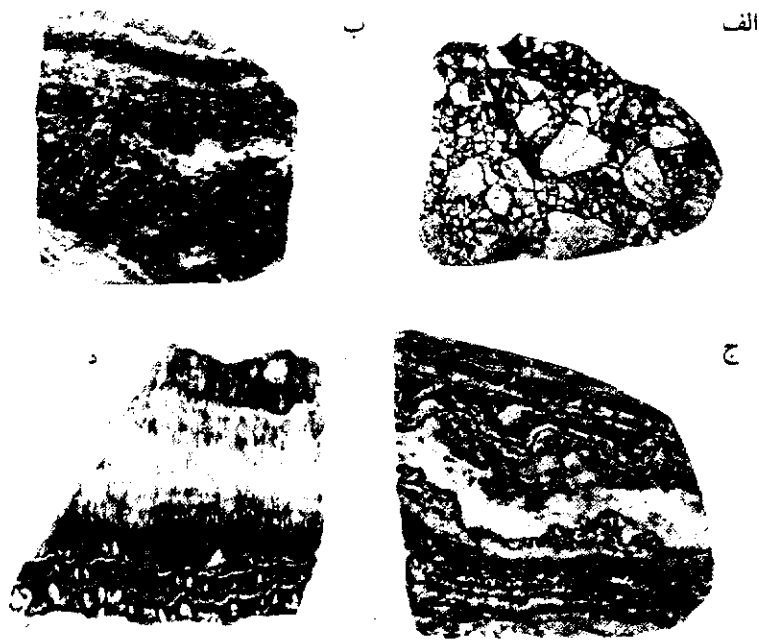
این کانه اصلی‌ترین و فراوانترین کانی فلزی در منطقه کانی سازی شده کوه زر است که همراه کوارتز به شکل رگه‌ای و رگچه‌ای در سنگهای آذرین بیرونی دگرسان دیده می‌شود، و مجموعه‌ای از آن به صورت تیغه‌ای و میله‌ای است که ابعاد آن از چند میکرون تا چندین میلی‌متر تغییر می‌کند. علاوه بر آن لابلای سنگهای گرانیتوئیدی آرژیلیتی شده را بصورت بافت برشی پر کرده است. در اثر قرار گرفتن لایه های نایکنواخت هماتیت‌های دانه ریز روی دانه‌های کوارتز، بافت Crustification-banding، Festoon-banding و drusoid-banding تشکیل شده اند (شکل ۱).

براساس داده‌های طیف سنجی نشری، در اسپیکولاریت ناخالصی‌های مس، وانادیوم و منگنز وجود دارد و نتایج بررسی مایکروپروپ الکترونی نشان داده است که اسپیکولاریت مورد نظر دارای ترکیب  $Fe_2O_3 = 90,87-98,52\%$  همراه با ناخالصی هائی

از  $TiO_2$ ,  $Bi_2O_3$ ,  $PbO$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  است (جدول ۱).

### کالکوپیریت

این کانه به صورت یک کانی باقی مانده (اولیه) در کانسار کوارتز - هماتیت مشاهده می‌شود که معمولاً به وسیله کولین - دیجنیت، گوتیت، و اکسیدهای آهن و مس جانشین می‌شود. این کانی‌ها بصورت یک حلقه واکنشی اطراف دانه کالکوپیریت قرار



شکل ۱- انواع یافته‌های کانسار کوارتز - اسپیکولاریت (هماتیت)

در ششمانی ۲ برابر.

الف - بافت برشی، قطعات سنگهای آلتزه شده (سفید رنگ) که به وسیله اسپیکولاریتهای کریستالی دانه ریز (سیاه رنگ) سیمانی شده است.

ب- بافت *Crusitification - banding* کوارتز - اسپیکولاریت

ج - بافت *festoon - banding* کوارتز - اسپیکولاریت

د- بافت *drusoid - banding* کوارتز - اسپیکولاریت

جدول ۱- ترکیب شیمیائی اسپیکولاریت (درصد وزنی) با مایکروپروپ الکترونی.

نمونه	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu <sub>2</sub> O	PbO	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	جمع
4zs	۹۶,۰۸	۱,۲۶	۰,۸۴	۰,۴۱	۰,۸۸			۹۹,۴۷
4zs-b	۹۵,۸۷	۰,۶۸	۰,۵	۰,۲۴		۰,۷۱	۰,۱۶	۹۸,۱۶
4zs-c	۹۸,۵۲	۰,۵۲	۰,۱				۰,۱۱	۹۹,۲۵
4zs-d	۹۷,۵۱	۱,۵۲	۰,۱۷					۹۹,۲
4zs	۹۶,۸۳		۱,۰۶					۹۷,۸۹
4zs-f	۹۷,۹۱		۰,۹					۹۸,۸۱
4zs-h	۹۷,۲۴		۰,۲۷			۰,۵۲		۹۸,۰۳

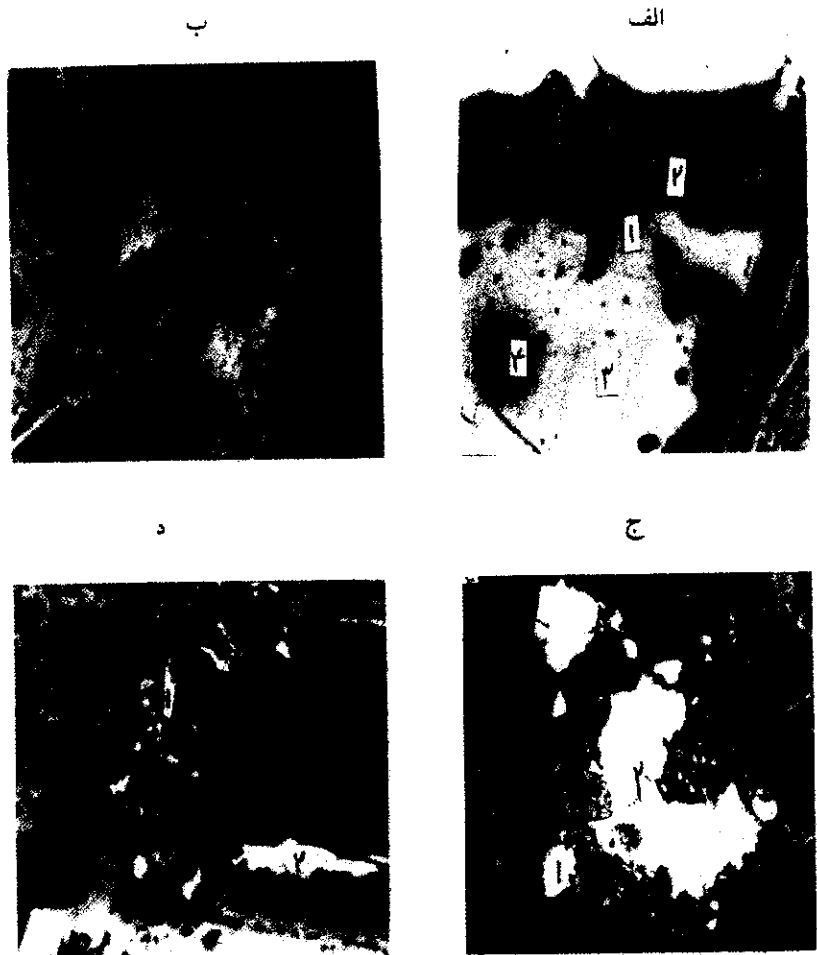
می‌گیرند، بدین طریق که در طی فرآیند اکسایش، بخشی از آهن که در درون کالکوپیریت بوده به شکل دانه‌های جدا از هم گوتیت آزاد شده و در نتیجه در محل کالکوپیریت اولیه سولفید مس - کولین تشکیل می‌شود. علاوه بر این کالکوپیریت همراه با آوینیت (کانی‌رده فاهلریت)، پیریت، باریت، و مگنتیت دیده می‌شود که مگنتیت به صورت انکلوژیون در کالکوپیریت وجود دارد (شکل ۲- الف).

بر اساس نتایج مایکروپروپ الکترونی، کالکوپیریت دارای ترکیب  $S = ۳۴,۷۶-۳۵,۱۹$ ,  $Cu = ۳۴,۲۲-۳۴,۸۶$ ,  $Fe = ۳۰,۰۹-۳۰,۶۶$  درصد وزنی است.

مقدار واقعی عناصر ریز ناخالص Ag, Ge, Se, Mn, In, Co, Ni, Te, Bi, Ag, Sb در شرایط ویژه (۱۰۰ ثانیه) با مایکروپروپ الکترونی تعیین شد که فقط ریز ناخالصی Ag تا ۲۵۰ گرم بر تن در کالکوپیریت آشکار شد. بر اساس نتایج داده‌های حاصل از طیف سنجی نشری در کالکوپیریت عناصر ناخالص  $Mn = ۳۰۰$ ,  $Pb = ۱۰۰۰$ ,  $Ni = ۲۰$  و  $Co = ۲۰$ ,  $Ag = ۵۰$ ,  $Zn = ۳۰۰$ ,  $V = ۱۰۰$ ,  $Mo = ۷۰$ ,  $Sn = ۳۰۰$  برحسب گرم بر تن وجود دارد.

#### پیریت

پیریت همراه با همانیت (اسپیکولاریت)، آکانتیت، طلا، و کالکوپیریت مشاهده می‌شود و اندازه دانه‌های آن در برخی نمونه‌ها به چند میلی متر نیز می‌رسد. دانه‌های پیریت اکثراً



شکل ۲ -

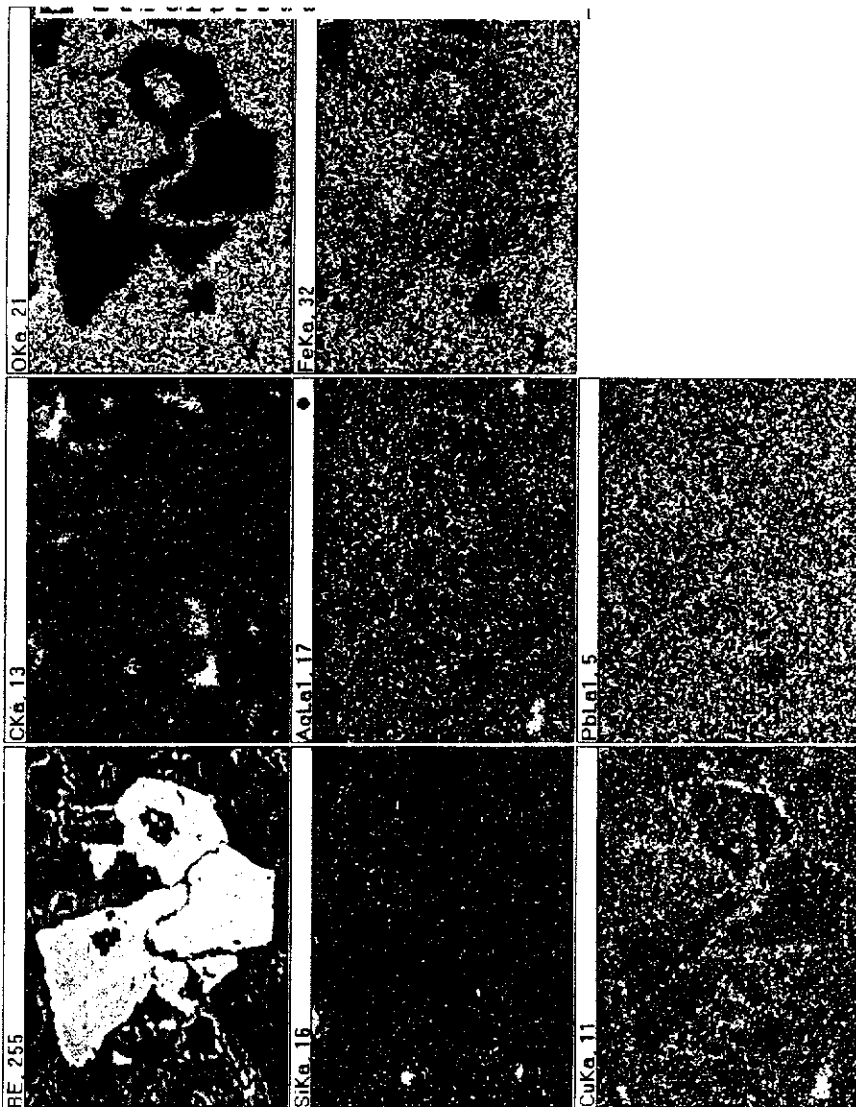
الف - حلقه واکنشی متشکل از هم‌رشدی کولین (۱) و گوتیت (۲) پیرامون کالکوپیریت (۳)، انکلوزیون مگنتیت (۴) داخل کالکوپیریت نیز دیده می‌شود. مقطع صیقلی. درشتنمایی - ۲۵۰

ب - آکانتیت (سفید رنگ) در زمینه اکسیدهای آهن و مس. مقطع صیقلی. درشتنمایی - ۲۵۰

ج - طلای طبیعی (۱) در هم‌رشدی با الکتروم (۲) و هماتیت (خاکستری رنگ). عکس توسط میکروسکوپ الکترونی (SEM).

د - قطعات کولین (۱) همراه با آکانتیت (۲) در زمینه‌ای از اکسیدهای آهن و مس. مقطع صیقلی درشتنمایی ۲۵۰

شکسته شده‌اند و به وسیله گوتیت و هیدروگوتیت از پیرامون و حاشیه شکستگی‌ها جانشین شدند. چنانکه در تصویر الکترونی دیده می‌شود، پیریت را حلقه ای از کالکوپیریت دربرگرفته است (شکل ۳).



شکل ۳- دانه پیریت (خاکستری رنگ) که در پیرامون به وسیله کالکوپیریت (سفید رنگ) جانشین شده است. عکسبرداری با میکروسکوپ الکترونی، روش پراکنندگی عناصر (SEM).



جدول ۲- ترکیب شیمیائی آکانتیت (درصد وزنی) با مایکروپروپ الکترونی.

نمونه	Ag	Cu	Fe	S	Te	As	جمع
n-1	۷۸,۴۹	۲,۶۵	۱,۰۴	۱۴,۱۷	۰,۳۴	۰,۳۵	۹۷,۳۸
n-2	۸۱,۳۳	۲,۰۵	۰,۶۰	۱۴,۰۶	۰,۱۱		۹۸,۲۷
n-3	۸۳,۱۷	۱,۳۷	۰,۲۷	۱۴,۳۴			۹۹,۳۷
n-4	۷۸,۱۵	۵,۸۹	۰,۲۰	۱۵,۸۰			۱۰۰,۳۵
n-5	۸۰,۹۶	۱,۲۳	۱,۵۴	۱۱,۹۵			۹۵,۶۵

### آکانتیت

این کانه به صورت یک کانی باقی مانده (اولیه) در زون هوازده همراه کولین، پیریت، طلائی طبیعی، الکتروم، اکسیدهای آهن، مس، و کوارتز مشاهده می‌شود که اندازه دانه‌های آن به ۵۰۰ میکرون هم می‌رسد. چنانکه در شکل (۲-ب و د) دیده می‌شود، آکانتیت به شکل قطعات شکسته شده باقی مانده در زمینه‌ای از اکسیدهای آهن و مس همراه با کولین دیده می‌شوند. از آنجائیکه نمونه‌ها مربوط به زون هوازده است، بهتر است که  $Ag_2S$  تحت عنوان آکانتیت که به شکل آرگنتیت با دمای پائین است نامگذاری شود. براساس داده‌های حاصل از مایکروپروپ الکترونی، آکانتیت حاوی Ag تا ۸۳,۱۷ و S تا ۱۵,۸۰ درصد وزنی، همراه با ناخالصی‌های Te, Cu, Fe می‌باشد (جدول ۲).

### آوینیت (از گروه فاهلریت)

آوینیت به صورت هم‌رشدی تنگاتنگ با کالکوپیریت بوده و همراه با گوتیت، همتایت، پیریت، کوارتز، باریت، و طلائی طبیعی تا اندازه ۵۰ میکرون مشاهده می‌شود. ترکیب آوینیت براساس آنالیز مایکروپروپ الکترونی، در جدول (۳) دیده می‌شود.

### طلا

در نمونه‌های مورد مطالعه، طلا هم در توفهای آتشفشانی دگرسان همراه با کوارتز و اسپیکولاریت (همتایت) و نیز در گرانودیوریت‌های آرزیلیتی شده همراه با کوارتز، همتایت، کالکوپیریت، آوینیت، و باریت مشاهده می‌شود. (شکل ۲-ج)

جدول ۳- ترکیب شیمیائی آونیت (درصد وزنی) با مایکروپروپ الکترونی.

نمونه	Cu	Fe	As	Sb	Bi	S	Se	Zn	Cd	جمع
na-1	۳۹,۷۴	۲,۱۷	۱۳,۱۱	۴,۵۳	۹,۴۳	۲۶,۶۹	۰,۱۱	۰,۶۴	۰,۷۱	۹۷,۱۳
nb-2	۴۱,۲۷	۲,۴۳	۱۳,۹۷	۲,۱۳	۱۰,۴۶	۲۷,۱۳	۰,۰۸	۰,۵۸	۰,۶۲	۹۸,۶۷
ne-3	۴۲,۶۰	۱,۹۴	۲۱,۱۴	۳,۰۹		۲۸,۵۲	۰,۲۶	۰,۴۷	۰,۶۰	۹۸,۶۲

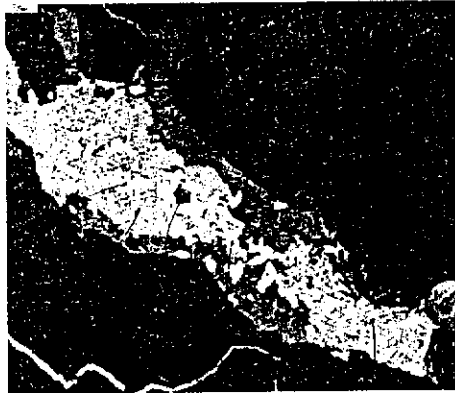
جدول ۴- ترکیب شیمیائی طلا و الکتروم (درصد وزنی) با مایکروپروپ الکترونی.

نمونه	Au	Ag	Hg	Cu	جمع
N-10S1	۸۵,۲۴	۱۲,۵۹	۰,۳۸	۰,۱۷	۹۸,۳۸
N-10S2	۸۵,۱۱	۱۳,۱۴	۰,۲۹	۰,۲۲	۹۸,۸۷
W4S-1	۸۱,۰۶	۱۸,۷۱	۰,۳۷	۰,۰۶	۱۰۰,۳۷
N4S3	۸۳,۰۱	۱۵,۲۲	۰,۰۷	۰,۱۲	۹۸,۹۲
N4S5	۸۱,۶۷	۱۲,۷۵		۰,۶۱	۹۴,۴۲
N11S1	۳۹,۲۶	۵۸,۰۲	۲,۲۷		۹۹,۵۵
N11S2	۳۶,۲۲	۵۹,۹۸	۳,۰۹		۹۹,۲۹
N10S5	۴۰,۴۷	۵۶,۷۷	۳,۰۹		۱۰۰,۳۳
N5S2	۴۲,۵۲	۵۳,۸۶			۹۶,۳۸
N5S4	۳۵,۵۴	۶۰,۸۴			۹۶,۳۸

کانی‌های طلا شامل طلای طبیعی و الکتروم است که اندازه آنها از چند میکرون تا ۷۰ میکرون متغیر است. بر اساس داده‌های ریزگمانه الکترونی، ناخالصی اصلی در طلای طبیعی Ag, Cu, و Hg است و در الکتروم ناخالصی Hg تا ۳,۰۹ درصد وزنی دیده می‌شود (جدول ۴).

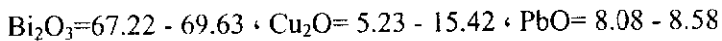
#### فاز حاوی بیسموت

در نمونه‌های مورد مطالعه، هم‌رشدی جالبی از باریت همراه با فاز حاوی Bi مشاهده شد (شکل ۴) که افزایش مقدار Cu, Pb نیز قابل توجه است. بر اساس داده‌های

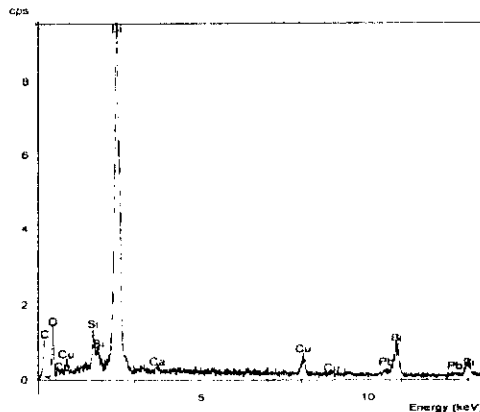


شکل ۴- فاز حاوی بیسموت (سفید و سوزنی شکل) در آگرگات باریت (خاکستری) همراه با حلقه تناریت (خاکستری تیره) عکسبرداری با میکروسکوپ الکترونی SEM

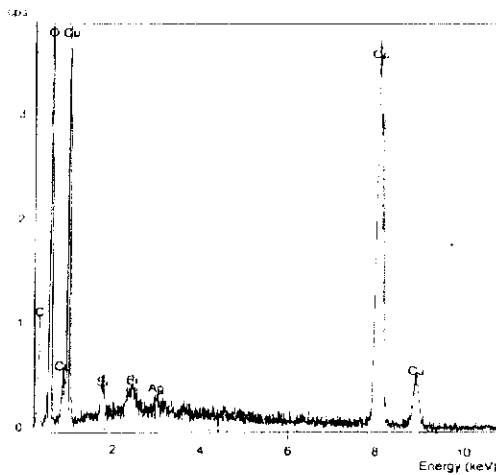
مایکروپروپ الکترونی فاز بیسموت دار دارای ترکیب



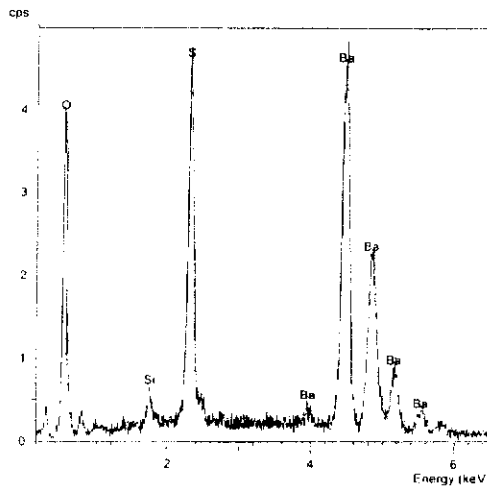
درصد وزنی است. بررسی این هم‌رشدی جالب با میکروسکوپ الکترونی نشانگر وجود فاز حاوی Bi به همراه مقداری ناخالصی Si, Cu, Pb, و O بوده است که به احتمال زیاد این قله‌ها حاکی از وجود Bi به شکل طبیعی است (شکل ۵-الف). این هم‌رشدی باریت با بیسموت طبیعی توسط حلقه‌ای از تناریت که ترکیب آن توسط میکروسکوپ الکترونی (شکل ۵ ب و ج) مشخص شده، از اطراف جانشین شده است.



شکل ۵-الف - طیف پراش انرژی بیسموت طبیعی. میکروسکوپ الکترونی SEM



شکل ۵-ب - طیف پراش انرژی تناریت. میکروسکوپ الکترونی SEM



شکل ۵-ج - طیف پراش انرژی باریت. میکروسکوپ الکترونی SEM

### کولین - دیجینت

این ترکیب به صورت دانه‌های مجزا با اندازه ای بیش از ۱۰۰ میکرون و نیز به صورت اگرگات ریز دانه در زمینه‌ای از اکسیدهای آهن و مس همراه با آکانتیت مشاهده شد (شکل ۲ - د). شکل دیگر آن به صورت حلقه‌ای جانشین در پیرامون کالکوپیریت، و

یا رگچه‌هایی در درون آن دیده شده است که حاوی ترکیب Cu و S، به ترتیب با درصدوزنی ۶۵٫۲۹ و ۳۳٫۶۳ همراه با ناخالصی‌های Fe و Ag به ترتیب با درصد وزنی ۱٫۳۸ و ۰٫۸۰ بوده است.

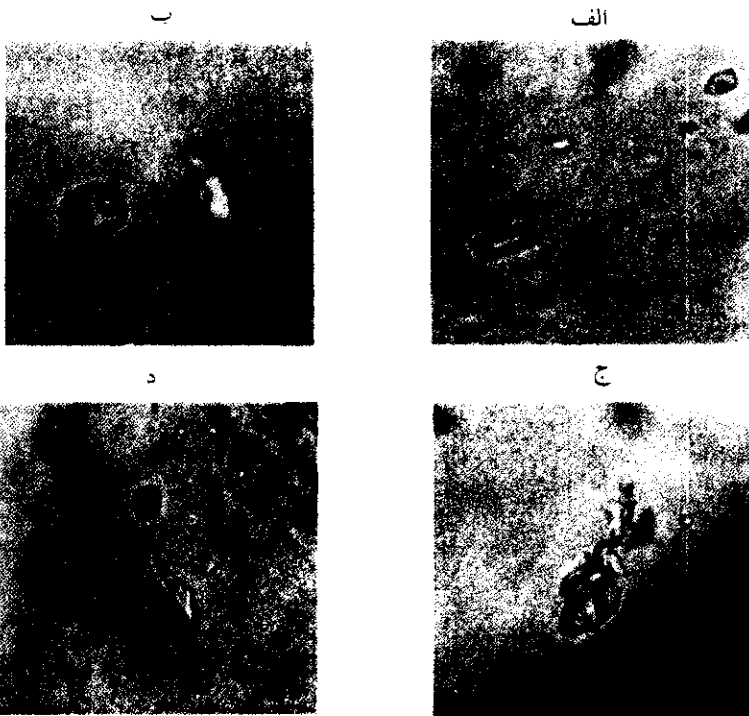
گوتیت، هیدروگوتیت، و سایر اکسیدهای مخلوط آهن - مس در نمونه‌های مورد مطالعه یافت شدند که بیشتر به صورت پزودومورف از سولفیدهای آهن - مس تشکیل شده ولی چون این کانی‌ها سطح یکنواختی ندارند، تعیین ترکیب آنها با مایکروپروپ الکترونی خیلی راحت به دست نمی‌آید.

#### نتایج مطالعات ترموباروژئوشیمیایی سیال درگیر کانی کوارتز

نمونه‌های مورد مطالعه از رگه کوارتز - اسپیکولاریت با بافت شانه‌ای برداشت شدند. بررسی سنگ شناسی نمونه‌ها نشان داد که بخش اصلی سیال درگیر در تمام نمونه‌ها حاوی دوفاز ترکیبی بوده است که در بعضی از آنها بلورهای منطقه‌ای کوارتز نیز دیده می‌شود. کم و بیش در برخی واکوئله‌ها فاز سخت (جامد) نیز وجود دارد (شکل ۶).

به نظر می‌رسد که فاز گازی بیشتر شامل بخار آب باشد، و  $CO_2$ ، متان، و ازت در ترکیب سیال وجود ندارند. مطالعات ترموباروژئوشیمیایی نشان دهنده آن است که تشکیل رگه کوارتز در گستره‌ای از دمای متوسط از ۲۷۴ - ۱۹۵ درجه سانتی‌گراد رخ داده است. رشد کوارتز از ۲ نوع محلول شکل گرفته که یکی محلول با شوری کم شامل NaCl به عنوان ترکیب اصلی، و محلول دیگر با شوری متوسط که در ترکیب آن بیشتر  $CaCl_2$  بوده است، و در برخی موارد ترکیب محلولهای با نسبت‌های مختلف نیز دیده شده‌اند. در شکل شماره ۷، نمودار ارتباط بین دمای همگن شدن  $(Tr^*C)$ ، و دمای ذوب یخ  $(Tnr)$  برای سیالات درگیر مطالعه شده است.

از نظر کمی محلولهای کلریدی بالا نقش اصلی در تشکیل کانسار را داشته‌اند، این بررسی نشان می‌دهد که برای تشکیل رگه، رژیم ضربانی حاکم بوده و در طی آن ترکیب فازها از آبگون به گاز تغییر یافته و احتمال دارد با این روند تغییر کانی سازی‌های مختلف صورت گرفته باشد.



شکل ۶- آنکلوژیونهای اولیه تپیک با ترکیب متفاوت در نمونه‌های مورد مطالعه

الف) آنکلوژیون دو فازي گاز + محلول (NaCl)

ب) آنکلوژیون دو فازي گاز (r) + محلول  $CaCl_2$  (P)

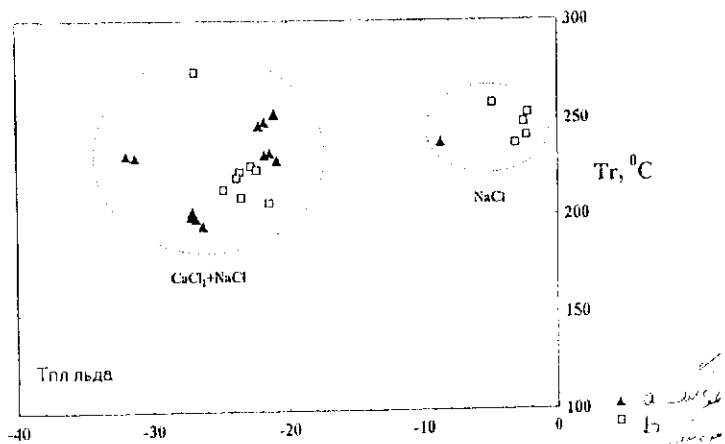
ج) آنکلوژیون سه فازي گاز + محلول  $(CaCl_2 + NaCl)$  + فاز جامد؟ (بالا)، فاز

جامد تا دمای  $37^{\circ}C$  ذوب نشد.

د) آنکلوژیون دوفازي گاز + محلول اشباع شده NaCl

#### بحث و برداشت

بعلت وجود مقادیر نسبتاً بالای عناصر مس تا ۲ درصد، سرب و روی تا ۱ درصد، بیسموت تا ۲۰۰۰ گرم بر تن، طلا تا ۷٫۶ گرم بر تن، و نقره تا ۷٫۵ گرم بر تن در نمونه‌های سطحی، و نیز مشاهده بقایای کانی سازه‌های عناصر فوق در زون اکسایش، امکان کانی‌سازی نوع پلی متال در عمق وجود دارد که لازم است تا بررسی‌های روی نمونه‌های اعماق بیشتر صورت گیرد.



شکل ۷- نمودار رابطه دمای همگن ( $Tr^{\circ}C$ ) و دمای ذوب یخ ( $Tm$ ) در شماره های درگیر مطالعه شده در کانی کوارتز.

منطقه کانی سازی شده طلا دار کوه زر با توجه به شرایط زمین شناسی و نوع کانی سازی ممکن است با کانی سازی فرا گرمایی طلا - پلی متال کوه دم، در منطقه انارک ایران مرکزی [۵] انطباق داشته باشد. نوع کانی سازی کوارتز + اسپیکولاریت رگه ای در منطقه کوه زر مشابه کانی سازی کوارتز + (اسپیکولاریت - مگنتیت) رگه های گرمایی همراه با معادن پورفیری طلا دار شمال شیلی [۶] است.

#### تشکر و قدردانی

از مسئولین محترم آزمایشگاه های موسسه زمین شناسی ذخائر معدنی (IGEM) آکادمی علوم روسیه به ویژه آقای دکتر Stepen و نیز از پروفیسور Genkin و Safonov به خاطر مشاوره علمی تشکر می نمایم. در ضمن از پیشنهادات داوران محترم مجله بلورشناسی و کانی شناسی در جهت بهبود مقاله سپاسگزارم.

#### مراجع

- ۱- بهروزی، ارژنگ، ۱۳۶۶، نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ فیض آباد، سازمان زمین شناسی کشور.

۲- شهبازیان، ش.، یعقوب پور، ع.، ۱۳۷۹. توالی تشکیل کانی‌ها و انواع رخداد طلا در منطقه کوه زر تربت حیدریه، خلاصه مقالات چهارمین انجمن زمین‌شناسی ایران، تبریز.

۳- کریم‌پور، م.، ۱۳۷۸. پتانسیل کانی‌سازی مس نوع پورفیری و طلا در محدوده تربت حیدریه تا کاشمر، همایش شناخت توانمندی‌های معدنی شرق کشور، بیرجند. دانشگاه صنایع و معادن بیرجند.

۴- یعقوب پور، ع.، شهبازیان، ش.، ۱۳۷۷. بررسی کانی‌زایی طلا در کوه زر تربت حیدریه، خلاصه مقالات دومین انجمن زمین‌شناسی ایران، مشهد.

- 5- Romanko E., et.al. (1984) outline of Metallogeny of Anarak Area (Central Iran). Report N,21., GSI.
- 6- Sillitoe R.H. and Vila T, (1991) Gold Rich Prophyry System in the Maricunga Belt, Northern Chile. Econ. geol. vol. 86, PP. 1238 - 1260.