

نقش کنترل کننده‌های ساختمانی در تشکیل کانسارهای مس  
در نقشه ۱:۵۰۰۰۰ صائین قلعه

فرانک فیضی

گروه مهندسی معدن، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مهران آراین\*

گروه زمین شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

// :

// :

چکیده

مقدمه: در نقشه ۱:۵۰۰۰۰ صائین قلعه بین طول‌های شرقی ۴۹°،۰۰' تا ۴۹°،۱۵' و عرض‌های شمالی ۱۵°، ۳۶' تا ۳۶°، ۳۰' از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ زنجان قرار گرفته است. دربرگیرنده اندیس‌ها و کانسارهای فلزی و چندفلزی، خصوصاً مس بوده که بیشتر آن‌ها از تیپ هیدروترمالی شناخته شده‌اند. هدف: تعیین ارتباط شکستگی و درزه‌های موجود در منطقه با نحوه کانه‌زایی در کوه‌های طارم (صائین قلعه)

روش بررسی: با تلفیق نتایج مشاهدات صحرایی و برداشت‌های مربوط به درزه و شکستگی‌های موجود در منطقه و ارتباط آن‌ها با کانه‌زایی جایگاه ژنتیک کانسارهای منطقه مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج: در منطقه طارم ابتدا توف‌ها و برش‌ها و بعد آندزیت‌ها و سنگ‌های نفوذی نیمه عمیق تشکیل شده است. گرانیته خرمدره نقش مؤثری در کانی‌سازی هیدروترمال دارد. آزیموت تنش اصلی حداکثر در منطقه شمال شرق - جنوب غرب است و رگه‌های معدنی، در واقع همان شکستگی‌های کششی پر شده‌ای هستند که در راستای تنش اصلی حداکثر ایجاد شده‌اند. توف‌های ماسه‌ای نسبت به آندزیت‌ها، میزبان مناسب‌تری برای کانی‌سازی بوده‌اند.

نتیجه‌گیری: شکستگی‌های کششی (باز) که در راستای بر تنش اصلی حداکثر تشکیل شده‌اند، کنترل

کننده های ساختمانی کانسارهای منطقه مورد مطالعه به حساب می آیند .

**واژه‌های کلیدی :** کنترل کننده‌های ساختمانی ، کانسار، مس ، رگه ، صائین قلعه

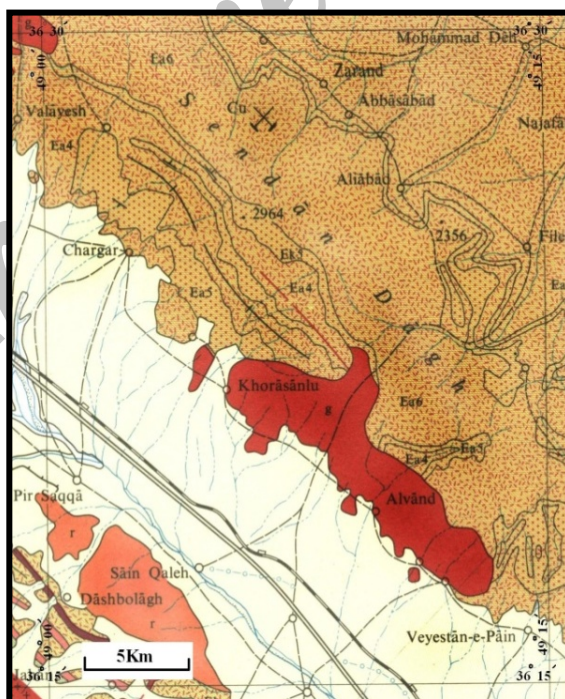
#### مقدمه

منطقه طارم به دلیل وضعیت خاص زمین شناسی ساختمانی ، دربرگیرنده اندیس‌ها و کانسارهای فلزی و چندفلزی ، خصوصاً مس بوده که بیشتر آن ها از تیپ هیدروترمالی شناخته شده‌اند . در این مقاله با تلفیق نتایج مشاهدات صحرایی و برداشت‌های مربوط به درزه و شکستگی‌های موجود در منطقه و ارتباط آن ها با کانه‌زایی جایگاه ژنتیک کانسارهای منطقه مورد مطالعه قرارگرفت.

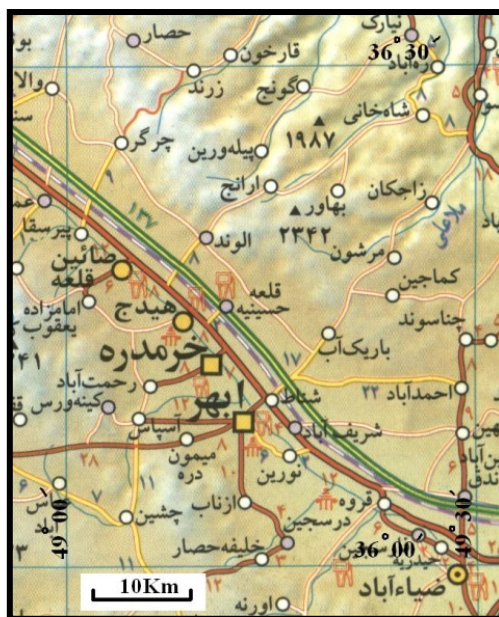
#### موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

در نقشه ۱:۵۰۰۰۰ صائین قلعه بین طول‌های شرقی ۴۹°،۰۰' تا ۴۹°،۱۵' و عرض‌های شمالی ۳۶°، ۱۵' تا ۳۶°، ۳۰' از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ زنجان قرار گرفته است . (شکل ۱) (۱) مسیر اصلی از بزرگراه قزوین - زنجان است که پس از آن می‌توان از دو مسیر وارد منطقه شد. (شکل ۲)

- ۱- خروجی خرمدره - جاده مغول آباد - روستای ویستان پایین (مسیر جنوب شرقی).
- ۲- ادامه بزرگراه به سمت زنجان ، بعد از شهر صائین قلعه - خروجی روستای چرگر (مسیر شمال غرب).



شکل ۱ - چهارگوش مورد مطالعه در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ زنجان (۱)



شکل ۲ - نقشه راه‌های دسترسی به منطقه (۱)

#### زمین شناسی و چینه‌شناسی منطقه طارم

ناحیه طارم در تقسیم بندی زمین‌شناسی ایران توسط اشتوکلین (۱۹۶۸)<sup>(۲)</sup> جزء زون ایران مرکزی و به عقیده نبوی (۱۳۵۵)<sup>(۳)</sup> در زون البرز آذربایجان قرار دارد. در نقشه ۱:۵۰۰۰۰۰ صائین قلعه سنگ‌های قدیمی‌تر از ائوسن وجود ندارند عملکرد فازهای آتشفشانی انفجاری در محیط دریایی کم‌عمق باعث تشکیل توفیت‌ها و فوران‌هایی که در محیط خشکی ایجاد شده ایگنمبریت‌ها را ایجاد کرده است. در این نقشه تنها واحدهای Ea4, Ea5, Ea6 از عضو آمند تشکیلات کرج دیده شده است.

توده‌های نفوذی در جنوب کوه‌های طارم به صورت توده‌های نواری و کشیده از شمال غرب به جنوب شرق امتداد دارد و لیتولوژی آن‌ها از گرانیت تا کوارتز مونزونیت متغیر است و باعث دگرسانی هیدروترمال شده‌اند. سن این توده‌ها ائوسن پایانی، لیگوسن آغازی تعیین شده است. کنگلومرای عهد حاضر نیز در دو مجموعه یکی از جنس گرانیت و توف در شرق روستای خراسانلو و یکی در جنوب منطقه مورد مطالعه شامل تراس‌های آبرفتی و رسوبات منفصل دیده می‌شوند.

#### تکتونیک منطقه طارم

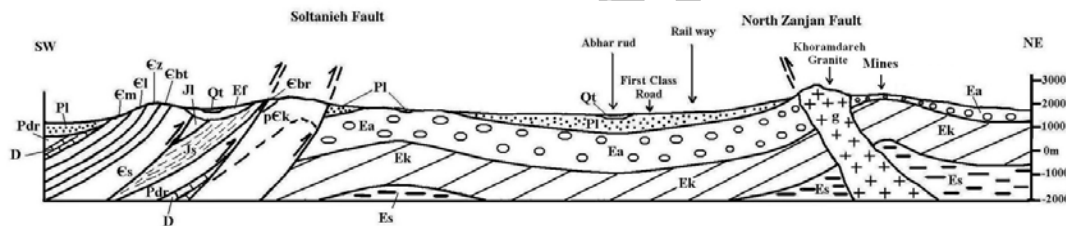
رشته کوه‌های طارم و تالش که در غرب و شمال غرب رشته کوه‌های البرز قرار دارد با روند شمال غرب - جنوب شرق، در شرق به رشته کوه‌های البرز می‌پیوندد. فازهای کوه‌زایی مهم منطقه عبارتند از:

- فازهای تکتونیک قبل از آلی: فاز کوه‌زایی آسینتیک در پرکامبرین باعث دگرگون شدن منطقه گشته که حاصل عملکرد آن در رشته کوه‌های سلطانیه واقع در جنوب غرب رشته کوه‌های طارم مشاهده می‌شود (شکل ۳). پس از آن در اثر فاز همراه با فعالیت‌های خشک‌زایی، منطقه از آب بالا آمده و باعث عدم رسوبگذاری در سیلورین گشته است. (اشتوکلین ۱۹۷۴)<sup>(۴)</sup>

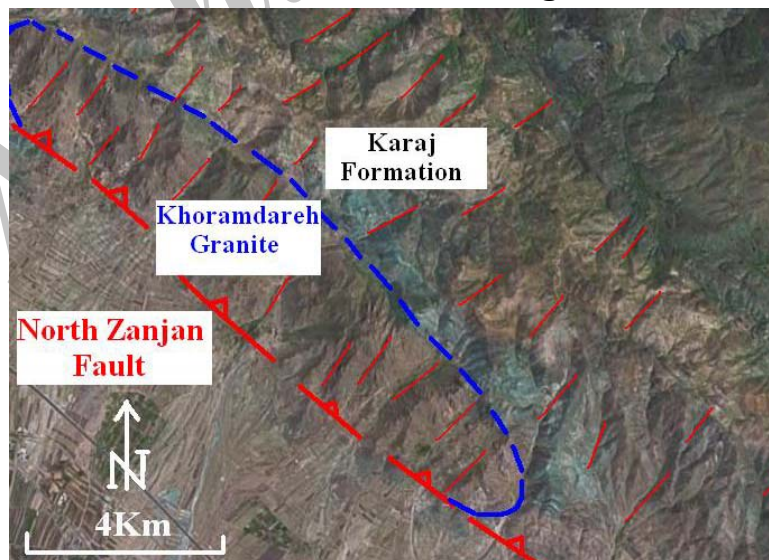
- فازهای تکتونیکی مربوط به آلیپی: طبقات یاد شده در بالا در اواخر کرتاسه بالایی یا اوایل پالئوسن چین می‌خورد و اساس و شالوده کوه‌های سلطانیه و حوضه رسوبی عظیم ائوسن با روند عمومی شمال غرب - جنوب شرق در قسمت شمال غرب کوه‌های سلطانیه شکل می‌گیرد. با ادامه کوهزایی آلیپی طی ائوسن فوقانی، طبقات رسوبی ائوسن چین می‌خورد و با خروج قسمت‌های گسترده‌ای از این حوضه از آب، فعالیت‌های شدید آتشفشانی و پلوتونیکی به وقوع می‌پیوندد. سپس در پلیوسن، گسل‌های ایجاد شده در فازهای قبلی فعال می‌شود که این فعالیت تا عهد حاضر نیز ادامه دارد. به عقیده اشتوکلین (۱۹۶۸) شکل کنونی کوه‌های طارم معلول عملکرد این فاز است.

#### تعیین موقعیت خطواره‌ها

با استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست ETM، محدوده توده گرانیتی بزرگ خرمدره شناسایی و پس از آن موقعیت شکستگی‌های اصلی منطقه تعیین گردیدند. (شکل ۴) در مرحله بعد گسل‌های فرعی و سایر خطواره‌ها بر روی تصویر ماهواره‌ای پیاده شد که نتیجه آن در شکل ۴ قابل مشاهده است. مطابق آنچه که در این شکل دیده می‌شود روند گسل اصلی منطقه شمال غرب - جنوب شرق است که به موازات کوه‌های طارم می‌باشد. در جهت عمود بر گسل اصلی نیز شکستگی‌های عرضی، سبب ایجاد دره‌های گسلی شده‌اند که نمونه‌ای از آن‌ها در شکل ۵ قابل مشاهده است.



شکل ۳- نیمرخ زمین شناسی تهیه شده از منطقه مورد مطالعه



شکل ۴ - تصویر ماهواره‌ای (۷-۴-۱) منطقه که در آن خطواره‌های اصلی به رنگ قرمز نشان داده شده‌اند.

## نتایج و بحث

## لیتولوژی منطقه

فعالیت‌های آتشفشانی منطقه طارم در دو مرحله الف - انفجاری و پر انرژی و ب - جریان آرام و کم انرژی انجام شده است. نتیجه فعالیت نخست توف‌ها (شکل ۶) و برش‌ها هستند که مساحت بزرگی از منطقه را تحت پوشش خود قرار داده‌اند و مرحله دوم ابتدا آندزیت‌ها (شکل ۷) و سپس سنگ‌های نفوذی نیمه عمیق در آن‌ها وارد شده‌اند. البته به علت اهمیت وجود گرانیت‌های خرمدره (شکل ۸) در جنوب منطقه مورد مطالعه و نقش مؤثر آن‌ها در کانی‌سازی هیدروترمال ابتدا به شرح نکاتی درباره آن پرداخته می‌شود.

- گرانیت: شکل گرانیت‌ها که به صورت عمیق و نیمه‌عمیق دیده می‌شوند با توجه به ویسکوزیته و نوع عکس‌العمل ماگما در ارتباط با سنگ‌های دربرگیرنده تغییر می‌کند. هرچه سنگ‌ها سخت‌تر باشد تزریق به شکل رگه و رگچه و هرچه سنگ‌های دربرگیرنده سست باشند شکل توده‌های تزریق شده به صورت باتولیت‌های عظیم و گنبدی شدن مشاهده می‌شود. در گرانیت‌های خرمدره زنولیت‌های متعددی با ترکیبات مختلف دیده می‌شوند که حاکی از آرایش توده‌های گرانیتی از سنگ‌های دربرگیرنده است. (شکل ۹)

عملکرد نیروهای تکتونیکی حاکم بر منطقه، سطوح درزه‌های بازی ایجاد کرده است که طراحی سینه‌کارهای موجود و بلوک‌های استخراجی بر این درزه‌ها منطبق هستند. (شکل ۱۰)

- توف‌ها و گدازه‌های سازند کرج: همانگونه که در بخش زمین‌شناسی نیز ذکر شد؛ این نقشه تنها از واحدهای Ea4, Ea5, Ea6 عضو آمند سازند کرج تشکیل شده که شامل سنگ‌های ذیل می‌باشد:



شکل ۵ - دره گسلی شرق منطقه (دید به سمت جنوب) شکل ۶ - نمایی از توف‌های کانسار خلیفه لو (دید به سمت شرق)

**Ea4:** این واحد شامل توف برشی، توف شیشه‌ای، گدازه و توف تراکتیتی، گدازه و توف داسیتی، گدازه و توف آندزیتی، گدازه و توف ریوداسیتی می‌باشد.

**Ea5:** این واحد شامل گدازه و توف داسیتی و توف‌های ریولیتی می‌باشد.

**Ea6:** این واحد شامل گدازه و توف تراکی آندزیتی، ایگنمبریت (شکل ۱۱)، داسیت، توف داسیتی و ریولیتی، آندزیت و آندزیت بازالتی می‌باشد.



شکل ۸- گرانیت‌های خرمدره (دید به سمت شرق)



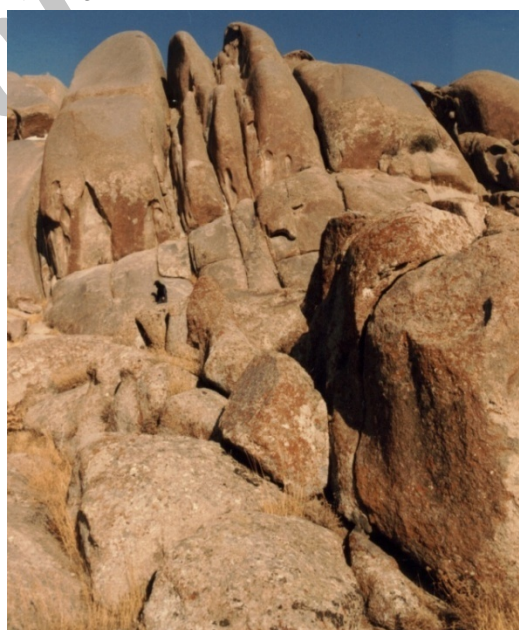
شکل ۷- نمایی از آندزیت‌های شمال گرانیت خرمدره (دید به سمت غرب)



شکل ۹- زینولیت‌های موجود در گرانیت خرمدره



شکل ۱۱- نمایی از ایگنمبریت‌ها در شرق منطقه مورد

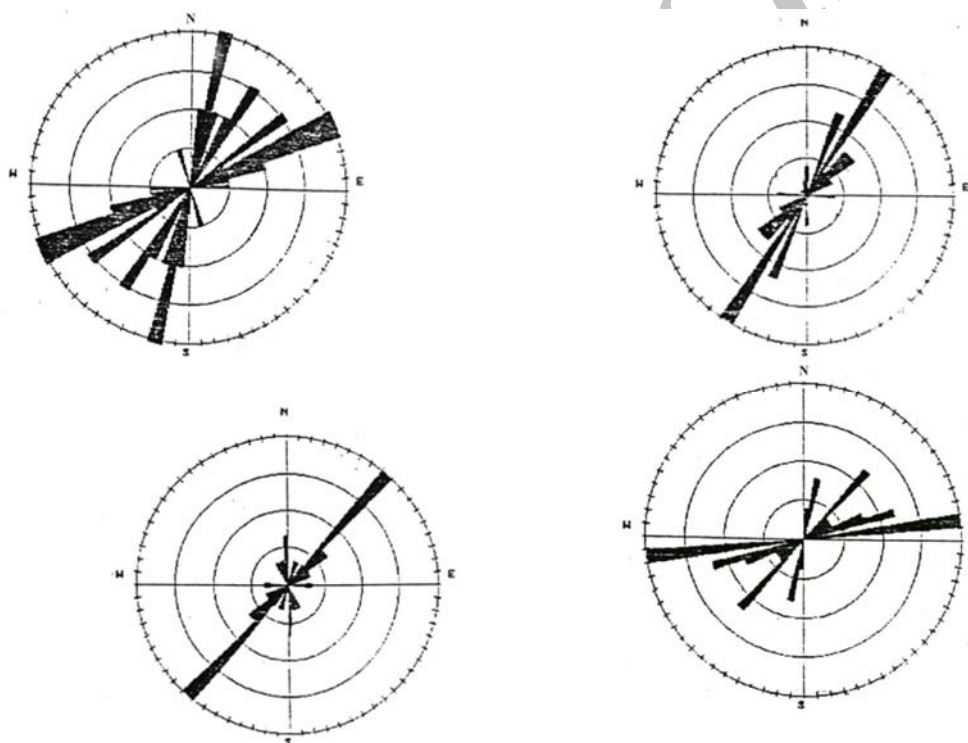


شکل ۱۰- سطوح درزهای باز در گرانیت خرمدره  
مطالعه (دید به سمت غرب)

#### بررسی زمین‌شناسی ساختمانی و مشاهدات صحرائی

منطقه مورد مطالعه به عنوان بخشی از کوه‌های طارم، دارای راستای غالب شمال غرب - جنوب شرق است. چین‌ها و گسل شمال زنجان نیز از این روند تبعیت نموده‌اند. بنابراین آزیموت تنش اصلی حداکثر در منطقه شمال شرق - جنوب غرب است و آزیموت تنش اصلی حداقل، شمال غرب - جنوب شرق می‌باشد. تنش اصلی

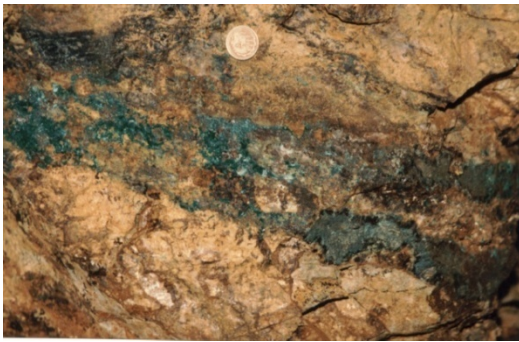
متوسط نیز به موازات محور چین‌ها و در سطح گسل شمال زنجان قرار می‌گیرد. برداشت‌های صحرائی نشان می‌دهد که رگه‌های معدنی، در واقع همان درزه‌های کششی پر شده‌ای هستند که در راستای عمود بر تنش اصلی حداقل ایجاد شده‌اند. نمودارهای گل سرخی مربوط به رگه‌های کانی‌سازی شده در ۴ ایستگاه متفاوت در شمال گرانیت خرمدره در شکل ۱۲ نمایش داده شده‌اند. همچنین تراکم درزه‌ها در دو نوع سنگ مختلف موجود یعنی توف‌های ماسه‌ای و آندزیت‌ها در محدوده‌های مربع شکل به ابعاد  $2 \times 2$  متر اندازه‌گیری شد و نتایج حاصله، نشانگر وجود تعداد میانگین ۲۶ درزه در آندزیت‌ها و تعداد میانگین ۱۲۰ درزه در توف‌های ماسه‌ای است. بنابراین مقاومت کششی کمتر توف‌های ماسه‌ای نسبت به آندزیت‌ها، به عنوان عامل اصلی افزایش تراکم درزه‌ها و لذا تبدیل این توف‌ها به یک میزبان مناسب‌تر برای کانی‌سازی بوده است. بدین ترتیب بر اساس کلیه شواهد موجود باید شکستگی‌های کششی (باز) را به عنوان کنترل کننده‌های ساختمانی کانسارهای منطقه مورد مطالعه به حساب آورد. شکستگی‌هایی که در راستای عمود بر تنش اصلی حداقل تشکیل شده‌اند.



شکل ۱۲- نمودارهای گل سرخی حاصل از برداشت درزه‌های حاوی کانه‌سازی

#### منابع معدنی و کانی‌سازی در منطقه

با توجه به تحقیقات انجام شده، عامل اصلی کانی‌سازی، توده‌های نفوذی گرانیتی و گرانودیوریتی و کوارتز مونزونیتی بوده که پس از جایگیری، محلول‌های هیدروترمالی ناشی از آن با حرکت در شکستگی‌ها و درزه‌ها و شکاف‌ها، کانی‌سازی کرده‌اند. (شکل‌های ۱۳ و ۱۴)

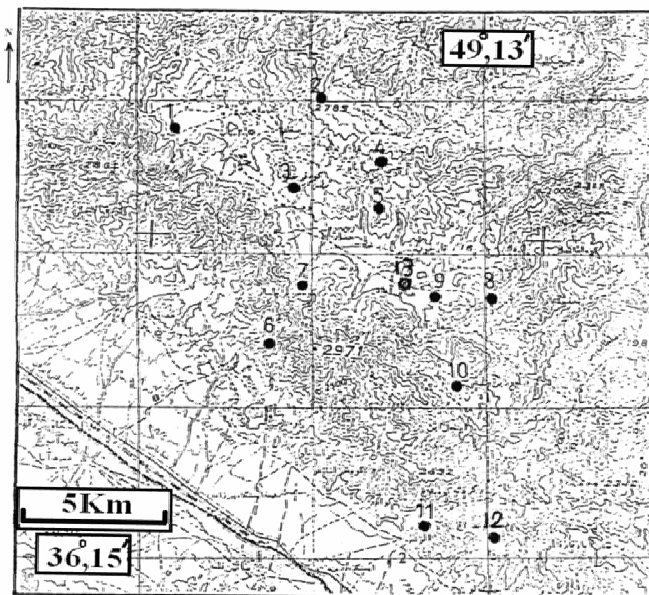


شکل ۱۴- نمونه دیگری از کانه‌سازی رگه‌ای مس در کانسار خلیفه لو



شکل ۱۳- نمونه‌ای از یک رگه کانی‌سازی مس همراه با اکسیدهای آهن در کانسار چیزه.

در کوه‌های طارم حدود ۳۰ اندیس مس شناخته شده که ۱۳ مورد آن در طارم شرقی قرار دارد (شکل ۱۵) این کانسارها به جز عباس‌آباد و قبله‌بلاغ<sup>(۵)</sup> همگی از نوع رگه‌ای می‌باشند. بر اساس مطالعات انجام شده خاستگاه مس در منطقه جدا از سنگ‌های میزبان بوده و آندزیت‌های موجود باردار نیستند؛ بنابراین احتمالاً گرانیت‌های خرمدره در جنوب منطقه به عنوان عامل اصلی کانی‌سازی هیدروترمال محسوب می‌شوند.<sup>(۶)</sup> جدول شماره ۱، دربرگیرنده نام و مشخصات کانسارهای یاد شده در بالا می‌باشد.<sup>(۷)</sup>



شکل ۱۵- بخشی از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه و موقعیت کانسارهای مس منطقه شرق طارم<sup>(۸)</sup> ۱- کانسار چیزه ۲- کانسار یاماقان ۳- اندیس دهنه ۴- کانسار آقدره ۵- کانسار اسماعیل‌آباد ۶- کانسار چرگر ۷- کانسار حصار ۸- اندیس علی‌بلاغ ۹- اندیس قبله‌بلاغ ۱۰- کانسار علی‌آباد ۱۱- کانسار الوند ۱۲- کانسار خلیفه‌لو ۱۳- کانسار عباس‌آباد  
جدول ۱- نام و مشخصات کانسارهای مس موجود در منطقه.



| نام کانسار   | مختصات جغرافیایی               | لیتولوژی   | آلتراسیون   | نوع کانسار | کانه‌ها   |
|--------------|--------------------------------|--|---|------------|---|
| الوند        | ۴۹°، ۱۰'، ۰۵"<br>۳۶°، ۱۹'، ۰۰" | گراندیوریت‌های<br>خرمدره که تشکیلات<br>کرج را قطع کرده‌است   | اکسیداسیون، کربناتیزاسیون<br>کلریتیزاسیون، کائولینیتیزاسیون | رگه‌ای     | کالکوپیریت، پیریت،<br>بورنیت، کالکوسیت،<br>مالاکیت، آزوریت،<br>اکسید آهن ثانویه       |
| اسماعیل‌آباد | ۴۹°، ۰۸'، ۲۰"<br>۳۶°، ۳۱'، ۰۷" | توفیت‌های واحد<br>Ea4، تراکی‌اندزیت<br>توف کریستالی  | اکسیداسیون، کربناتیزاسیون،<br>کلریتیزاسیون، سیلیسیفیکاسیون  | رگه‌ای     | کالکوپیریت، پیریت،<br>بورنیت، مالاکیت، آزوریت   |
| آقدره        | ۴۹°، ۰۹'، ۱۸"<br>۳۶°، ۳۲'، ۴۷" | واحد Ea4، توف<br>برشی و آندزیتی  | اکسیداسیون، کربناتیزاسیون                                   | رگه‌ای     | کالکوپیریت، مالاکیت،<br>آزوریت، اکسید آهن ثانویه                                      |
| چرگر         | ۴۹°، ۰۵'، ۰۰"<br>۳۶°، ۲۶'، ۱۰" | توف، آندزیت،<br>پیروکلاستیک‌های<br>Ea5، توف ریوداسیتی  | اکسیداسیون، کربناتیزاسیون،<br>کلریتیزاسیون                  | رگه‌ای     | کالکوپیریت، پیریت،<br>بورنیت، مالاکیت، آزوریت،<br>هماتیت، گوتیت                       |
| چیزه         | ۴۹°، ۰۰'، ۰۹"<br>۳۶°، ۳۲'، ۴۸" | توفیت، توف شیلی<br>، آندزیت پورفیری<br>واحد Ea4  | کائولینیتیزاسیون<br>اکسیداسیون، کربناتیزاسیون               | رگه‌ای     | کالکوپیریت، کالکوسیت،<br>مالاکیت، آزوریت،<br>کریزوکولا                                |
| حصار         | ۴۹°، ۰۶'، ۱۰"<br>۳۶°، ۲۸'، ۰۰" | آندزیت و بازالت و<br>توف‌های شیلی<br>توفیت نکتونیزه  | اکسیداسیون، کربناتیزاسیون                                   | رگه‌ای     | بورنیت، کالکوسیت،<br>مالاکیت، آزوریت،<br>هماتیت، کوپریت                               |
| دهنه         | ۴۹°، ۰۵'، ۱۸"<br>۳۶°، ۳۲'، ۱۰" | کریستال ویتریک<br>توف ریوداسیتی،<br>آندزیت پورفیری   | اکسیداسیون، کربناتیزاسیون                                   | رگه‌ای     | کالکوپیریت، کالکوسیت<br>بورنیت، مس، مالاکیت،<br>آزوریت، کوپریت، هماتیت                |
| علی‌آباد     | ۴۹°، ۱۲'، ۰۰"<br>۳۶°، ۲۴'، ۳۸" | آندزیت پورفیری،<br>توف و توفیت واحد<br>Ea5   | کائولینیتیزاسیون، کلریتیزاسیون،<br>اکسیداسیون               | رگه‌ای     | کوپریت، کالکوسیت،<br>بورنیت، مس، ناتو، پیریت<br>مالاکیت، آزوریت، هماتیت،<br>کریزوکولا |
| علی‌بلاغ     | ۴۹°، ۱۳'، ۲۹"<br>۳۶°، ۲۸'، ۰۰" | آندزیت پورفیری،<br>توف و توفیت واحد<br>Ea4   | کائولینیتیزاسیون، کلریتیزاسیون،<br>اکسیداسیون               | رگه‌ای     | گالن، کالکوپیریت، بورنیت<br>، مس، پیریت مالاکیت،<br>آزوریت، لیمونیت                   |
| یاماقان      | ۴۹°، ۰۵'، ۵۶"<br>۳۶°، ۳۴'، ۲۸" | ماسه‌سنگ، شیل،<br>توفیت، آذرآوری‌ها و<br>لاواهای آندزیتی<br>واحد Ea4                               | اکسیداسیون، سرسیتیزاسیون<br>کلریتیزاسیون                    | رگه‌ای     | کالکوپیریت، بورنیت،<br>کالکوسیت، پیریت<br>مالاکیت، آزوریت،<br>اکسید آهن ثانویه        |
| خلیفه‌لو     | ۴۹°، ۱۳'، ۳۰"<br>۳۶°، ۱۸'، ۲۴" | توف‌های ریولیتی<br>، داسیتی،<br>تراکی‌آندزیتی و<br>گدازه‌های<br>آندزی‌بازالتی،<br>آندزیتی و داسیتی | سیلیسیفیکاسیون، کائولینیتیزاسیون<br>، آرژیلیزاسیون          | رگه‌ای     | پیریت، کالکوپیریت استینیت<br>، کالکوسیت<br>مارکازیت، کوولیت،<br>هیدروکسیدهای آهن      |

## نتیجه گیری

۱. فعالیت‌های آتشفشانی منطقه طارم در دو مرحله ابتدا باعث تشکیل توف‌ها و برش‌ها و در مرحله بعد آندزیت‌ها و سنگ‌های نفوذی نیمه عمیق شده است.
۲. گرانیت خرمدره در جنوب منطقه مورد مطالعه نقش مؤثری در کانی‌سازی هیدروترمال دارد.
۳. آزمون تنش اصلی حداکثر در منطقه شمال شرق - جنوب غرب است و در راستای آن، شکستگی‌های عرضی، سبب ایجاد دره‌های گسلی شده‌اند.
۴. رگه‌های معدنی، در واقع همان شکستگیهای کششی پر شده‌ای هستند که در راستای عمود بر تنش اصلی حداقل ایجاد شده‌اند.
۵. به علت مقاومت کششی کمتر توف‌های ماسه‌ای نسبت به آندزیت‌ها، این توف‌ها میزبان مناسب‌تری برای کانی‌سازی بوده‌اند.

## References:

1. GSI, *Zanjan Quadrangle Map 1:250000*, Geological Survey of Iran, Iran (1999).
2. Stöcklin, J., *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **52**(7), 1229 (1968).
3. Nabavi, M.H., *An introduction to geology of Iran*, Geological survey of Iran, Iran (1976).
4. Stöcklin, J., *Geol. Soc. Lon.*, 213 (1974).
5. Behzadi, M., *M.S thesis: Earth Science Faculty*, Geology Department, Shahid Beheshti University, Iran (1994).
6. Feizi, F., *M.S thesis: Science Faculty*, Geology Department, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Iran (1997).
7. Minuok Cons. Eng. Co., *Mines identity cards of Zanjan province copper deposits*, Rep. (2002).
8. Minuok Cons. Eng. Co., *Copper prospecting in Zanjan and Tarom region*, Rep. (2001).