



کنترل کننده‌های ساختاری در کانی‌زایی پهنه‌های برشی

(مطالعه موردی کوه هنگام-خاور ایران)

محمد امیر علیمی

استادیار گروه مهندسی معدن دانشگاه صنعتی بیرجند malimi@birjandut.ac.ir

چکیده

شناخت ساختارهای زمین‌ساختی نظیر شکستگی‌ها، گسل‌ها و برهمکنش آنها می‌تواند به اکتشاف، استخراج و ایمنی در معادن کمک کند. منطقه مورد مطالعه از نظر جایگاه زمین‌ساختی، در خاور ایران و شمال بلوک لوت واقع است. راستای غالب قطعات گسلی در درون پهنه لوت با گسل‌های فرعی مجاورشان از روند و سازوکار شکستگی‌های Y ، R ، R' و T ناشی از اعمال برش ساده راستالغز پیروی می‌کند. برش در راستای شکستگی‌های ثانویه و چرخش بلوکی. در دگرشکلی پیشرونده برش ساده، فضاهای خالی بوجود می‌آیند. بر این اساس مکان‌های مستعدی برای جایگیری محلول‌های کانه‌دار در این مناطق فراهم شده و می‌تواند موجب تشکیل کانسارهای رگه‌ای و هیدروترمال شود. در شمال کوه هنگام، توده‌های گرانیت، تونالیت، مونزوگرانیت و دایک‌های منشعب شده از آن بدون واحد سنگی سازند شمشک نفوذ کرده‌اند. در مراحل نهایی ماگماتیسم، نفوذ محلول‌های کانه‌دار در شکستگی‌های سنگ میزبان، سبب کانی‌سازی مس و سرب شده است.

واژه‌های کلیدی: شکستگی، چرخش، ماگماتیسم، کانی‌زایی، بلوک لوت.

Structural controls in shear zone mineralization

(Case study of Hengham kuh-east of Iran)

Mohammad Amir Alimi

Assistant Professor, Department of mining engineering, Birjand University of Technology
malimi@birjandut.ac.ir

Abstract

Knowledge of geological structures such as fractures, faults and their interaction can help exploration, extraction and safety in mines. In terms of geological location, the studied area is located in the east of Iran and in the north of Lut block. The direction of the fault segments within the Lut area with their adjacent secondary faults follows the trend and mechanism of Y , R , R' , P and T fractures caused by simple strike-slip shearing. Shearing in the direction of secondary fractures and block rotation in the progressive deformation of simple shear, empty spaces are created. Based on this, suitable places for the placement of mineral solutions are provided in these areas and can cause the formation of vein and hydrothermal deposits. In the north of Hengan kuh, masses of granite, tonalite, monzogranite and dykes branched from it have penetrated into the rock unit of Shemshak Formation. In the final stages of magmatism, the penetration of ore solutions in the fractures of the host rock has caused the mineralization of copper and lead.

Key Words: Fracture, block, magmatism, mineralization, Lut block.



۱. مقدمه

شناسایی دقیق ساختارهای زمین‌ساختی و عملکرد و برهم کنش این ساختارها اعم از ساختارهای اولیه که در شکل‌گیری کانسار و ساختارهای ثانویه که در جابجایی و تغییر در شکل کانسار موثر هستند می‌تواند در کاهش هزینه‌های استخراج و بهره‌برداری از مواد معدنی و همچنین کاهش مخاطرات ایمنی در جریان معدنکاری موثر و مفید واقع شود. با بررسی هندسه فضایی کانسارها که از هندسه فضایی ساختارها تبعیت می‌کنند می‌توان بهترین طرح بهره‌برداری و استخراج را تدوین و برنامه‌ریزی نمود. شناخت ساختارهای زمین‌ساختی نظیر شکستگی‌ها و گسل‌ها و برهم‌کنش آنها می‌تواند در انتخاب روش‌های استخراج و نگهداری معادن و کاهش مخاطرات ایمنی کمک کند. از طرفی مطالعه ساختارهای زمین‌ساختی می‌تواند به شناسایی و پی‌جویی مواد معدنی، اکتشاف ذخایر و کانسارها، تخمین و ارزیابی ماده معدنی، انتخاب بهترین روش‌های استخراج و بهره‌برداری از ذخایر معدنی در راستای توسعه بخش معدن و صنایع معدنی و ارتقاء جایگاه اقتصادی منطقه و کشور موثر و مفید واقع شود.

پیش از این در خاور ایران، نقش بلوک‌های ساختاری در کانی‌زایی (مطالعه موردی ارباب هشتوگان - خاور ایران) [۱]، اثر کنترل‌کننده‌های ساختاری در جایگیری مواد معدنی در محدوده اسفزار (شرق بیرجند) [۲]، بررسی کنترل‌کننده‌های ساختاری موثر بر کانی‌سازی منیزیت در منطقه حوض سفید (جنوب غرب سربیشه) [۳]، کنترل‌کننده‌های ساختاری در جایگیری گرانیت خوشینه (شمال شرق بیرجند) [۴] مطالعه شده‌اند. در این تحقیق سعی شده است تا به نقش ساختار در شکل‌گیری کانی‌زایی در منطقه نجم‌آباد پرداخته شود.

۲. زمین‌ساخت و زمین‌شناسی منطقه

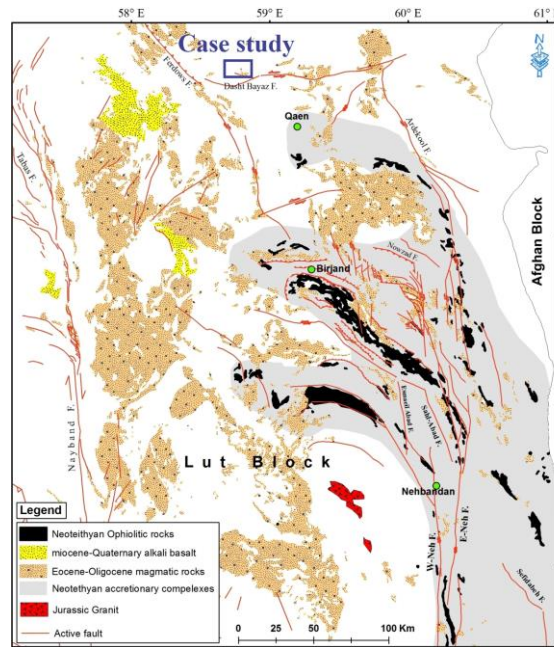
منطقه مورد مطالعه در بخش شمالی گسل دشت بیاض قرار دارد (شکل ۱) و از نظر جایگاه زمین‌ساختی، در خاور ایران و بلوک لوت واقع است. بلوک لوت توسط گسل‌های شمالی - جنوبی فعال بنیادی در دو سمت خاوری (از جمله سیستم گسلی نه‌بندان) و باختری (از جمله گسل ناینبد) احاطه شده است. نیروهای فشاری وارد بر پهنه لوت موجب جابه‌جایی از نوع امتدادلغز و برشی در امتداد دو لبه این پهنه شده است. در این شرایط میزان جابه‌جایی زمین‌شناسی، نرخ حرکتی و تغییر شکل در کمترین شدت ولی بازشدگی در بیشترین میزان است. بنابراین، فعالیت‌های آتشفشانی شدید و پیوسته بوده و گدازه‌های جوان‌تر، به صورت پی در پی، سنگ‌های پیشین را پوشانده و سنگ‌های آتشفشانی گستره پهنه لوت را پدید آورده‌اند. تفاوت فعالیت و نرخ حرکتی گسل‌های سمت خاوری و باختری پهنه لوت نقش مهمی در توزیع دگرریختی ساختاری در درون این پهنه دارد [۵].

از مهمترین ساختارهای منطقه، گسل دشت بیاض است. این گسل روی زمین پیوسته نبوده بلکه از پاره گسل‌های نامساوی ولی با ویژگی‌های هندسی مشابه تشکیل شده است. گسل دشت بیاض با روند خاوری - باختری و دارای مؤلفه راستالغز چپ‌بر است، مؤلفه شیبی آن از نوع معکوس است (شکل ۱). گسل یاد شده در شمال خضری و در جنوب کبوترکوه واقع می‌شود. در خاور، خارج از محدوده نقشه، گسل کریزان به گسل دشت بیاض متصل می‌شود. شواهد مورفوتکتونیک در مسیر گسل دشت بیاض بیانگر فعالیت‌های متعدد گسل در طی تاریخ پیدایش آن می‌باشد. به نظر می‌رسد با توجه به نزدیکی منطقه مطالعاتی به این گسل، تأثیر فعالیت‌های متعدد آن بر تشکیل مناطق با کانه‌زایی اقتصادی دارای اهمیت است.

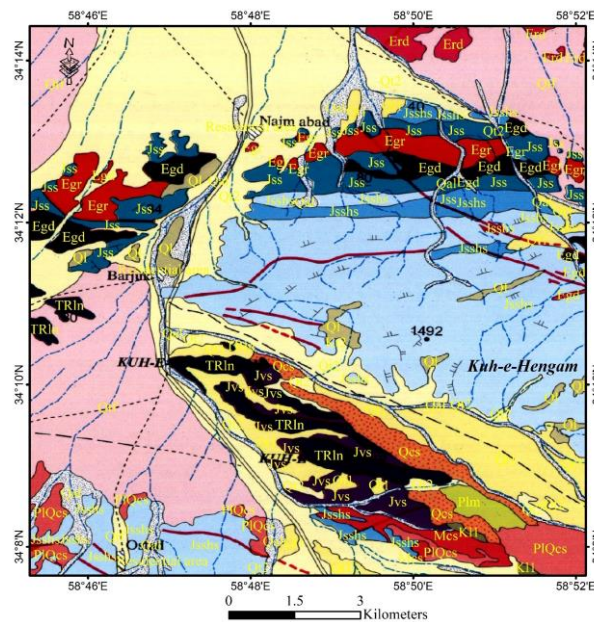
در گستره مورد مطالعه واحدهای سازند شمشک در منطقه از دو عضو رسوبی شامل عضو اسلیتی و ماسه‌سنگی (J_{ssh}) (تناوبی از اسلیت به رنگ خاکستری تیره و ماسه‌سنگ دگرگونه تیره رنگ نازک لایه تا متوسط لایه) و عضو ماسه‌سنگی (J_{ss}) (عضو شامل کوارتز آنرایت دگرگونه با رنگ تیره و متوسط لایه با میان لایه‌هایی محدود از فیلیت تیره رنگ) و یک عضو آتشفشانی (J_{vs}) (شامل توف، آگلومرا، سنگ‌های آتشفشانی با بافت‌های بادامی، کوارتز آندزیت، کوارتز تراکی آندزیت با رنگ کلی سبز تیره تا بنفش تیره) تشکیل شده است. عضو آهکی سازند نایبند (TR_{In}) در یک توالی از پایین به بالا شامل آهک شیلی با رنگ روشن، آهک ضخیم لایه به رنگ تیره، تناوب آهک نازک لایه، آهک شیلی، ماسه سنگ نازک لایه تا متوسط لایه، آهک اینتراکلاستی و آهک اونکولیت‌دار نازک لایه با رنگ کلی خاکستری تیره تا روشن رخنمون دارد. مجموعه از توده‌های نفوذی (E_{gr}) شامل گرانیت، تونالیت و مونوزوگرانیت با رنگ روشن نیز در بخش‌هایی از منطقه رخنمون دارد. این واحد در سنگ‌های ژوراسیک نفوذ کرده و آنها را بریده است. جایگیری آن به شکل یک توده با روندی خاوری - باختری است. ماسه سنگ و شیل‌ها در مجاورت این توده نفوذی اسیدی دگرگون شده و تشکیل کوارتز هورنفلس را داده



اند. همچنین مجموعه‌ای شامل دیوریت، میکروگرانودیوریت و میکروسینیت، با رنگ خاکستری روشن در منطقه وجود دارد (E_{gd}) که به شکل توده ای دراز، که کشیدگی آن در راستای خاور - باختر است، واحدهای سنگی (E_{gr}) را زیر نفوذ خود برده است. در اثر نفوذ این واحد در سنگهای میزبان، در حاشیه نفوذ توده، پهنه دگرسانی کائولنی پدیدار شده است. در جنوب کوه هنگام ماسه سنگ میوسن (M_{sc}) رخنمون دارد که شامل تناوب ماسه سنگ به رنگ قرمز تا خاکستری با درون لایه هایی از گچ است. همچنین واحدهای مارن پلیوسن (P_{lm}) و رسوبات کواترنری (Q_c, Q_l, Q_{al}) در بخش‌هایی از منطقه گسترده شده است (شکل ۲).



شکل ۱- واحدهای سنگ‌شناسی و توزیع گسلش فعال در پیرامون منطقه مورد مطالعه.

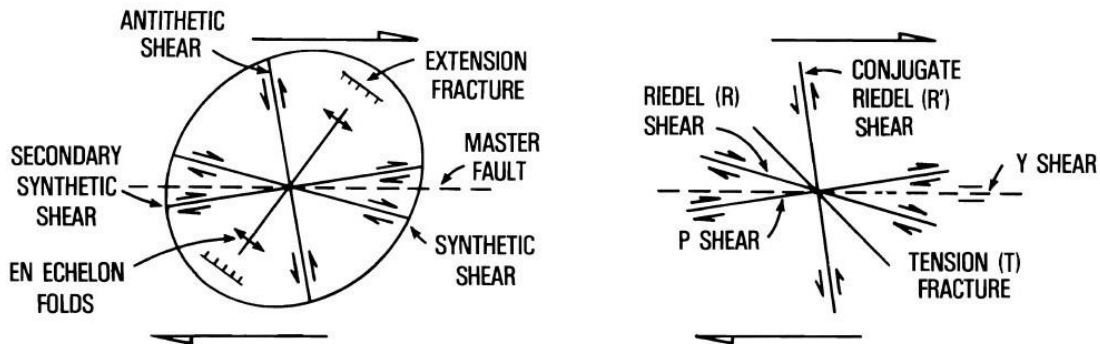


شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی گستره مورد مطالعه اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ گناباد.



۳. شکستگی‌ها و الگوی جنبشی در کوه هنگام

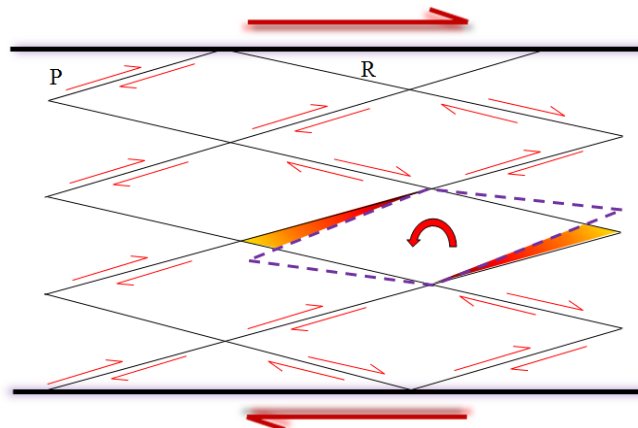
از ویژگی‌های مهم پهنه‌های برشی شکنده پیدایش شکستگی‌ها و گسل‌های ثانویه است که شکستگی‌های برشی R ، R' ، P از این جمله‌اند (شکل ۳). حرکت بر روی شکستگی‌های نوع ریدل و P همسو و نوع آنتی‌ریدل ناهمسو با برش اصلی می‌باشد (شکل ۳).



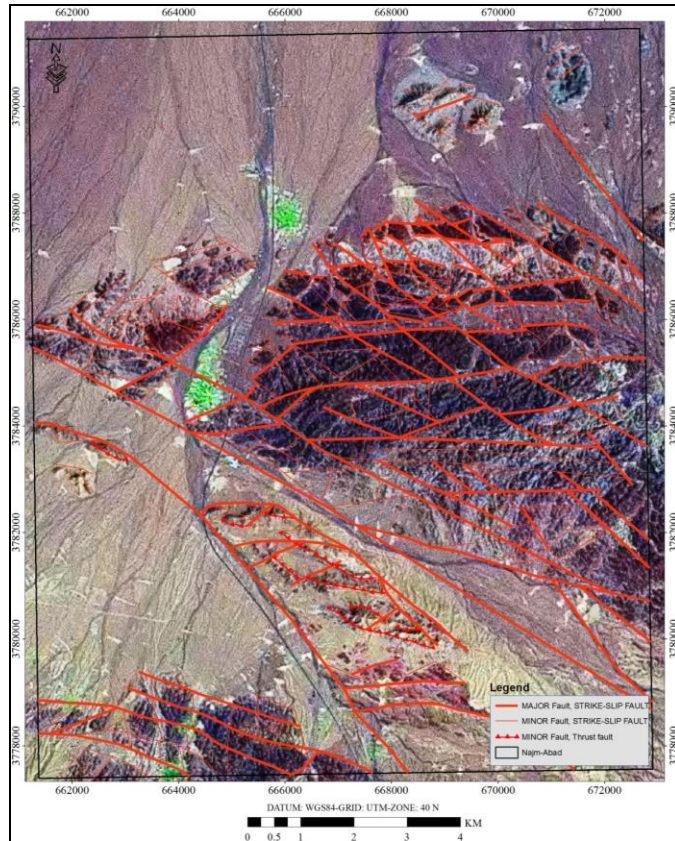
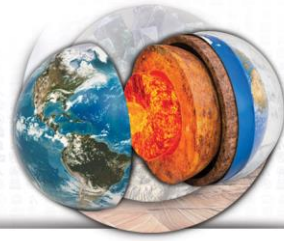
شکل ۳- الگوی توسعه شکستگی‌های مرتبط با یک پهنه گسلی امتدادلغز راست بر [6].

حرکات راستالغز گسل‌ها منجر به تشکیل مناطق کششی و فشارشی می‌شود. مناطق کششی محل‌های مناسبی برای جایگیری توده‌های نفوذی، تزریق و بالا آمدن سیالات عمقی و در نهایت کانی‌سازی در راستای گسل‌ها و شکستگی‌ها می‌باشد. با توجه به هندسه ساختارها، تجزیه نیروهای کلی و نحوه توزیع دگرشکلی در ساختارهای منطقه، محیط‌های کششی ایجاد شده در راستای پهنه گسلی دو نوع می‌باشند. نوع اول: در اثر چرخش بلوک‌های گسلی در پهنه گسلی و نوع دوم در حد فاصل قطعات گسلی و در راستای گسل راستالغز ایجاد شده‌اند. آنچه که به عنوان فرایند غالب مرتبط با تشکیل فضای کششی در گستره محدوده می‌باشد چرخش بلوک‌های گسلی است (شکل ۴).

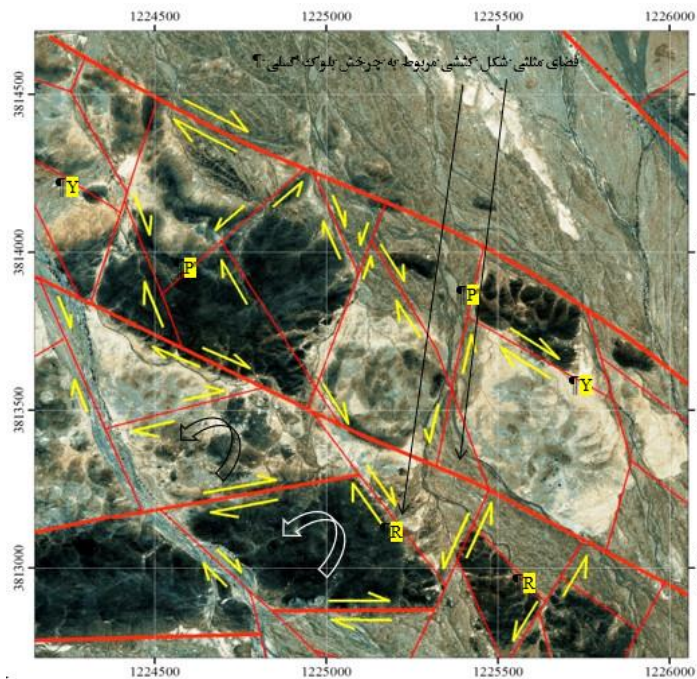
در یک فرایند برشی ممکن است همه یا بعضی از شکستگی‌های فرعی (R ، R' ، P ، T & Y) به وجود آیند. هر یک از شکستگی‌های فرعی خود می‌تواند موجب تشکیل شکستگی‌های دیگری با همین سازوکار شود. این فرآیند می‌تواند تا n مرتبه ادامه یافته و باعث تشدید شکستگی در یک پهنه برشی گردد. در اثر تقاطع شکستگی‌های فوق با یکدیگر، بلوک‌های گسلی حاصل می‌شوند. طرح هندسی این بلوک‌ها تابع نوع شکستگی‌هایی است که بلوک گسلی در اثر تقاطع آن‌ها شکل گرفته است. در مراحل اولیه دگرریختی، حاشیه بلوک‌ها بر هم منطبق است اما در اثر حرکت پهنه برشی، بلوک‌ها در جهت برش و حول محوری که حاصل تقاطع دو صفحه نیمساز زوایای منفرجه و حاده آن است، چرخش می‌کنند. در اثر این چرخش، بلوک‌ها از حالت اولیه خارج و فضاهای باز در حاشیه آن‌ها تشکیل می‌شود (شکل ۴).



شکل ۴- چرخش بلوک گسلی حاصل از برخورد شکستگی‌های R و P در یک پهنه برشی راست‌بر. در نتیجه این عمل، فضای باز در اطراف بلوک‌های گسلی با شکل گوه‌ای ایجاد می‌شود. محدوده نارنجی‌رنگ محل تشکیل فضای باز را نشان می‌دهد.



شکل ۵- الگوی شکستگی ها در کوه هنگام بیانگر توزیع روندهای ساختاری در یک پهنه برشی راست بر در منطقه است.



شکل ۶- نمایش شکستگی‌های مختلف مرتبط با پهنه گسلی (R, R', P, T & Y), چرخش بلوک‌ها و فضای کششی حاصل از حرکت آنها در بخش خاوری منطقه.



چرخش بلوکی در محدوده مورد مطالعه به وضوح منجر به تشکیل فضاهای کششی شده است. همان طور که در شکل نیز مشخص است ساخت کلی منطقه از چرخش بلوک‌های گسلی تبعیت می‌کند ساخت‌های کششی که به صورت فروافتادگی و فرسایش مشخص است دارای روند شمال باختر - جنوب خاور می‌باشند و ساخت‌های فشاری که به صورت برخاستگی و چین‌خوردگی می‌باشند، روند خاوری-باختری تا شمال خاور - جنوب باختر دارند. این مسئله در مقیاس بزرگتر نیز در بخش خاوری قابل مشاهده است که در شکل نشان داده شده است (شکل‌های ۵ و ۶).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

راستای غالب قطعات گسلی در درون پهنه لوت با گسل‌های فرعی مجاورشان از روند و سازوکار شکستگی‌های P و T ناشی از اعمال برش ساده راستالغز پیروی می‌کند. این مسئله حاکی از حاکمیت سازوکار فشاری - برشی در پهنه دگرریختی درون لوت است. عملکرد برشی روندهای ساختاری در کوه هنگام، موجب تشکیل بلوک‌های گسلی با ابعاد مختلف شده است. توزیع رومبوند‌های ساختاری در شمال پهنه لوت، به صورت متراکم و در ابعاد مختلف است. به گونه‌ای که در رومبوند‌های بزرگ می‌توان رومبوند‌های کوچک‌تر که مرتبط با نسل‌های جدید حرکتی هستند را مشاهده کرد. به دلیل عملکرد برشی گسل‌های راستالغز پیرامون پهنه لوت، پهنه‌های برشی متعدد در درون این پهنه ایجاد شده است. بر این اساس مکان‌های مستعدی برای جایگزینی محلول‌های کانه‌دار در این مناطق فراهم شده و می‌تواند موجب تشکیل کانسارهای رگه‌ای و هیدروترمال شود. از طرفی دیگر، پدیده برش و ایجاد فضاهای کششی باعث ذوب بخشی و تولید ماگما شده و بالتبع آن موجب فوران ماگمایی با ترکیب اسیدی تا حدواسط است که بخش‌هایی از منطقه را تحت تأثیر قرار داده است. این موضوع در شمال کوه هنگام با جایگیری توده نفوذی گرانیت، تونالیت و مونزوگرنیت با رنگ روشن و دایک‌های منشعب شده از آن بدرون واحد سنگی سازند شمشک نمود دارد. در مراحل نهایی ماگماتیسیم، نفوذ محلول‌های کانه‌دار در شکستگی‌های سنگ میزبان، کانی‌سازی را در آنها سبب شده است. کانی‌سازی مس و سرب از آن جمله‌اند. در کوه هنگام و در مجموعه سنگی سازند شمشک، در امتداد درزه‌های کششی، کانی‌سازی یاد شده به صورت گالن و مالاکیت به همراه سیلیس و هماتیت دیده می‌شود. همچنین در مجموعه سنگ‌های آتشفشانی دیوریت، میکروگرانودیوریت و میکروسینیت، با رنگ خاکستری روشن، عدسی‌های محدودی از پرلیت و اپسیدین دیده می‌شود.

منابع

- [1] علی‌م، م.ا، ۱۳۹۹، نقش بلوک‌های ساختاری در کانی‌زایی (مطالعه موردی ارباب هشتوگان-خاور ایران، بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران.
- [2] تنگ‌دست، ف.، ۹۴، اثر کنترل کننده‌های ساختاری در جایگیری مواد معدنی در محدوده اسفزار (شرق بیرجند)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند.
- [3] اکبری قلعه‌صفا، س.، ۱۳۹۵، بررسی کنترل کننده‌های ساختاری موثر بر کانی‌سازی منیزیت در منطقه حوض سفید (جنوب غرب سربیشه) ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند.
- [4] خطیب، م.م. و زرین‌کوب، م.ح.، ۱۳۸۳، کنترل کننده‌های ساختاری در جایگیری گرانیت خوشینه (شمال شرق بیرجند)، بیست و سومین گردهمایی علوم زمین.
- [5] یزدان‌پناه، ج.، ۱۳۹۴، فرگشت ساختاری در یک پهنه برشی با نرخ لغزش ناهمسان: مطالعه موردی پهنه لوت، شرق ایران، دانشگاه بیرجند، رساله دکتری.
- [6] Christie-Blick, N., Biddle, K.T., 1985. Deformation and basin formation along strike-slip faults. In: Biddle, K.T., Christie-Blick, N. (Eds.), Strike-slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 37, 1-35.