

تحلیل کنترل ساختاری کانسار چاه‌مسی، منطقه میدوک، جنوب خاوری ایران

شهرام شفیعی^{۱*} و مجید غیائی^۲

^۱استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
^۲کارشناسی ارشد، گروه مهندسی معدن، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۳/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۹/۲۶

چکیده

کانسار رگه‌ای چاه‌مسی در کمربند مس پورفیری کرمان و در جنوب باختری کانسار مس پورفیری میدوک قرار دارد. در این محدوده مجموعه سنگ‌های آتشفشانی اتوسن با ترکیب حدواسط تا بازی رخنمون یافته است. تحلیل داده‌های ساختاری در محدوده پیرامون کانسار و مقایسه ساختار در بیرون و درون کانسار نشان می‌دهد که جایگیری رگه اصلی کانسار چاه‌مسی در کنترل ساختاری گسل‌های کششی رخ داده است و رگه‌های فرعی در ارتباط با گسل‌های کششی - برشی پس از فاز گسلش اصلی جایگیری کرده‌اند. گسل‌های کششی - برشی در جایگیری رگه اصلی نقش‌ی نداشته و تنها سبب جابه‌جایی بر روی سطوح شکستگی‌های پیشین شده‌اند و این نوع گسل‌ها از نوع درزه‌های گسل خورده هستند. در ارتباط با گسلش اصلی مسبب کانه‌زایی رگه‌ای ساختاری مانند ساخت باقلائی، گسل سنگ‌های چسبیده و غیر چسبیده در پهنه خردشدگی گسلش به‌همراه نشانه‌های مرتبط با مؤلفه‌های جنبشی، نقش گسلش عادی را در جایگیری کانسار چاه‌مسی نشان می‌دهند. نقشه ارزیابی مقاومت ویژه نشان می‌دهد که جایگیری این کانسار در یک پهنه گسلی رخ داده است. نتایج تحلیل ساختاری در این کانسار نشان می‌دهد که حفاری اکتشافی باید بر پایه تحلیل ساختاری شکستگی‌ها و گسل‌ها و رگه‌ها طراحی شود.

کلیدواژه‌ها: کنترل ساختاری، کانسار چاه‌مسی، کمربند مس پورفیری کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: شهرام شفیعی

E-mail: Shafiei_Shahram@uk.ac.ir

۱- پیش‌گفتار

در سنگ‌های آتشفشانی سنوزویک ایران و بسیاری از کشورهای دیگر سامانه‌های بسیار کانه‌زایی از نوع رگه‌ای با کانی‌سازی فلزات پایه و گرانها معرف شده است (Heald et al., 1987). این ذخایر در مقیاس قاره‌ای در پهنه‌های فرورانشی و در حاشیه صفحات قرار می‌گیرند (Sillitoe & Hedenquist 2003). محیط‌های ساختاری پیچیده مانند کالدرها، گنبد‌های سیلیسی، نواحی با گسل خوردگی پیچیده، چین خوردگی‌ها و بالا آمدگی‌های گنبدی‌شکل، مکان‌های مناسبی برای پی‌جویی این سامانه‌ها هستند (Heald et al., 1987). از مهم‌ترین سامانه‌های رگه‌ای در ایران می‌توان به ذخایر رگه‌ای اپی‌ترمال فلزات پایه و گرانهای ابولحسنی و گندی در کمربند ماگمایی البرز (Shamanian et al., 2004)، سامانه رگه‌های ارغش در جنوب نیشاپور (اشرف‌پور، ۱۳۸۶)، ذخیره رگه‌ای چند فلزی قلعه‌زری در ناحیه مرکزی لوت (Hassan-Nezhad & Moore, 2006)، ذخیره رگه‌ای مس جیان در منطقه بوانات شمال خاور استان فارس (مر و همکاران، ۱۳۹۰) و سامانه‌های بیشمار اپی‌ترمالی در پهنه فلزایی ارسباران مانند شرف‌آباد، مسجدداغی، زاگلیک، صفی‌خانلو (ابراهیمی، ۱۳۸۷) اشاره کرد. از مهم‌ترین سامانه‌های رگه‌ای مس در دیگر کشورها نیز می‌توان به مناطق مونت‌ایسا (Mt Isa)، نیفتی (Nifty) و شیپ کریک (Sheep Creek) در استرالیا (Waring et al. 1998) و ارتفاعات ناپدال (Knapdale Highlands) در اسکاتلند (Anderso, 1999) اشاره کرد. سامانه‌های رگه‌ای معمولاً در پهنه‌های برشی وجود دارند. پهنه‌های برشی دارای ۳ گونه ویژگی‌های ساختاری هستند؛ ۱) ویژگی درون پهنه برشی که این بخش از پهنه برشی ساختارهای قابل مشاهده در مقیاس میکروسکوپی و مزوسکوپی دارد؛ ۲) فرم‌های بیرون از پهنه برشی که با ساختارهای قابل مشاهده در مقیاس ماکروسکوپی و مزوسکوپی تعریف می‌شوند؛ ۳) ویژگی‌های دورتر از بخش‌های بیرونی که این ویژگی‌ها با الگوی تداخلی پهنه‌های برشی در مقیاس‌های ناحیه‌ای و یا مقیاس‌های نقشه دیده می‌شوند. (Passchier & Trow, 2005). هدف این نوشتار ارائه الگوی کنترل ساختاری در کانسار رگه‌ای چاه‌مسی است. نشانه‌ها و نتایج این پژوهش در کنار دیگر اطلاعات همچون اطلاعات ژئوفیزیکی می‌تواند در بحث اکتشاف و ارائه مدل استخراجی این گونه کانسارها مورد استفاده قرار گیرد.

۲- موقعیت زمین‌شناسی کانسار چاه‌مسی

ذخیره رگه‌ای چاه‌مسی در کمربند مس پورفیری کرمان (شکل ۱) در محدوده برگه ۱:۱۰۰۰۰۰ شهرباک (Dimitrijevic et al., 1971) و در فاصله ۲ کیلومتری جنوب باختری کانسار مس پورفیری میدوک قرار گرفته است. کمربند مس کرمان یکی از مهم‌ترین مناطق کانی‌سازی مس در ایران است. در این منطقه سنگ‌های سنوزویک بیشترین گسترش را دارند و گسترش سازنده‌های دیگر دوران‌های زمین‌شناسی محدود به بخش‌های پیرامونی ناحیه مورد مطالعه است. اصلی‌ترین واحد سنگ‌شناسی در این ناحیه کمپلکس‌های آتشفشانی - رسوبی اتوسن با روند کلی شمال باختر - جنوب خاور است (Dimitrijevic, 1973). گسترش طولی و عرضی این کمپلکس‌ها به ترتیب ۵۰۰ کیلومتر و ۴۰ تا ۵۰ کیلومتر برآورد شده است. بخش‌های زیرین این کمپلکس‌ها رسوبی بوده و با توالی ستبری از سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری دنبال شده است. سنگ‌های آتشفشانی این ناحیه ناهمگن هستند و ترکیب‌شان از اسیدی تا بازی متغیر است. فعالیت‌های آتشفشانی با شدت کمتری در الیگوسن و نوژن ادامه یافته است. سنگ‌های نفوذی بیشتر به سن الیگوسن و میوسن هستند و در سنگ‌های آتشفشانی - رسوبی اتوسن جای گرفته‌اند (Dimitrijevic, 1973). ابعاد این توده‌ها کوچک تا متوسط است و شکل‌های پیچیده‌ای دارند. ترکیب آنها از گرانودیوریت تا دیوریت متغیر است. این سنگ‌ها در ژرفای کمی جایگزین به تدریج به سنگ‌های آتشفشانی، هورنفلس و کمتر اسکارن تبدیل می‌شوند. ارتباط پیچیده سازندهای زمین‌شناسی از سری مراد (پرکامبرین پسین) تا نهشته‌های کواترن سبب پیچیدگی زمین‌شناسی ساختاری در ناحیه کرمان شده است. بر پایه مطالعات زمین‌شناسی که توسط Dimitrijevic (1973) انجام شده است، تقسیم‌بندی واحدهای ساختاری و زمین‌شناسی در ناحیه کرمان از شمال خاوری به جنوب باختری بدین شرح است؛ ۱) کمربند رفسنجان؛ ۲) کمربند دهج - ساردوییه (کمربند مس کرمان)؛ ۳) کمربند آمیزه‌های رنگین؛ ۴) کمربند سندج - سیرجان (شکل ۱). محدوده چاه‌مسی تقریباً در ۱/۵ کیلومتری جنوب باختری کانسار مس پورفیری میدوک (لاچاه) قرار گرفته است (شکل ۱). در این محدوده مجموعه سنگ‌های آتشفشانی اتوسن با ترکیب حدواسط تا بازی گسترش دارد. در جنوب باختری محدوده، گدازه‌های جریانی و توف‌های با ترکیب تراکی‌آندزیت تا تراکی‌بازالت گسترش یافته‌اند. در شمال باختر

۴- تحلیل ناپیوستگی‌ها در محدوده کانسار چاه‌مسی

کانسار رگه‌ای چاه‌مسی به صورت یک رگه اصلی به همراه تعدادی رگه فرعی است. رگه‌ها در بخش‌های شمالی-خاوری و جنوب-باختری این سامانه ناپدید می‌شوند و رخنمون ندارند (شکل ۳). رگه‌ها تا ژرفای ۳۷۰ متری در گمانه CHM.12 ردیابی شده‌اند (شرکت کان ایران، ۱۳۸۶) (شکل ۳). برداشت‌های صحرایی دو روند متفاوت برای جهت‌گیری رگه در محدوده چاه‌مسی معرفی می‌کنند؛ (۱) رگه‌های با روند شمالی-جنوبی تا روند N۳۰E و شیب ۷۶° به‌سوی خاور - جنوب خاور با طول میان ۰/۵ تا ۳۰۰ متر و پهنای ۳ تا ۱۰ متر. این روند بیشتر در بخش مرکزی کانسار چاه‌مسی دیده می‌شود (برش B-B' در شکل ۸)؛ (۲) رگه‌های با روند N۲۰W و شیب ۸۰ درجه به‌سوی باختر و جنوب باختر که با طول میان ۱ تا ۱۰۰ متر و پهنای بیشینه ۱ متر در بخش جنوب خاوری محدوده کانسار چاه‌مسی رخنمون دارند (برش‌های A-A' و C-C' در شکل ۶). مقایسه مختصات رگه‌ها و درزه‌ها در برش‌های ساختاری نشان می‌دهد که جایگیری رگه در سامانه منطبق بر ساختار شکستگی‌ها رخ داده است. با توجه به الگوی ساختاری ارائه‌شده برای کمرنده‌های مس پورفیری و همچنین در ارتباط با تکامل ساختاری کمر بند مس پورفیری کرمان می‌توان جایگیری رگه‌های اصلی کانسار چاه‌مسی را در ارتباط با شکستگی‌های کششی و دیگر رگه‌ها را در ارتباط با شکستگی‌های برشی دانست. با مقایسه موقعیت رگه‌ها با شکستگی‌ها در سامانه‌های ترافشارش می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که سامانه اصلی کانسار چاه‌مسی منطبق بر شکستگی‌های کششی (T) رخ داده است و دیگر رگه‌های فرعی در ارتباط با دیگر شکستگی‌ها جایگیری کرده‌اند (شکل ۷). این رگه‌ها از دید حجم کانی‌زایی در مقایسه با رگه اصلی اهمیت کمتری دارند و به نظر می‌رسد که در یک فاز بعدی نسبت به فاز اصلی کانه‌زایی رخ داده‌اند. شاهد ساختاری این مدعا حضور گسل‌های فرعی در رخنمون‌های پیرامون محدوده کانسار چاه‌مسی است که نشانه‌هایی از کانه‌زایی به‌همراه ندارند یا رگه‌های بسیار نازکی در امتداد آنها تشکیل شده است. از نشانه‌های فاز تأخیری گسلش در محدوده کانسار چاه‌مسی می‌توان به گسل‌های دیده شده در برخی از ایستگاه‌های برداشت اشاره کرد (شکل ۸). میانگین زاویه ریک خش‌لغزها در این گسل‌ها در حد ۴۵ درجه است که عملکرد گسلش دارای مؤلفه امتدادلغزی را نشان می‌دهد. نشانه‌هایی همچون گسترش نیافتن پهنه گسلی یا نبود گسترش برش و جایگیری نکردن رگه‌های معدنی در راستای این گسل‌ها نشان‌دهنده تأثیر مؤلفه حرکتی بر سطح درزه‌های از پیش موجود است و در حقیقت این گسل‌ها، درزه‌های گسل خورده هستند که در فاز پس از گسلش اصلی سبب جایگیری کانسار چاه‌مسی ایجاد شده‌اند (عبادی، ۱۳۸۸؛ Scott et al., 2001; Carlos et al., 2004).

در محدوده‌های با کانه‌زایی مس به‌دلیل فرسایش شدید رخنمون‌ها، برداشت گسل سخت و گاه غیر ممکن است. یکی از روش‌های یافتن موقعیت گسل تحلیل فرکتال عوارض خطی ریخت‌شناختی مانند آبراه‌هاست. در کمر بند مس کرمان کانسارهای بزرگ و یا نشانه‌های مس، ارتباط معناداری با آبراه‌ها و گسل‌ها نشان می‌دهند (Shahbpour, 1996). برای درک ارتباط موقعیت آبراه‌ها و گسل‌ها با موقعیت کانه‌زایی مس می‌توان از تحلیل فرکتال استفاده کرد. مقایسه بعد فرکتال آبراه‌ها و گسل‌ها نشان می‌دهد که موقعیت آبراه‌ها با انطباق بالا (>۹۰٪) بر موقعیت گسل‌ها منطبق است (جدول ۱). مقایسه بعد فرکتال گسل‌ها و موقعیت کانه‌زایی مس نیز نشان‌دهنده انطباق بالای (>۷۰٪) میان موقعیت نقاط برخورد گسل‌ها و موقعیت کانه‌زایی مس است. می‌توان بر پایه این تحلیل، نقشه گسلش را مطابق شکل ۹ ارائه کرد. نتایج تحلیل فرکتال در محدوده چاه‌مسی نیز نشان می‌دهد که پراکنندگی این کانسار به‌وسیله گسل‌ها کنترل شده است. روند به‌دست آمده بر پایه تحلیل فرکتال دقیقاً بر روند گسلش ارائه‌شده در مطالعه مقاومت ویژه منطبق است.

محدوده نیز مجموعه سنگ‌های آندزیت تا بازالت به‌همراه توف‌ها گسترش دارند. طی دوره میوسن توده‌هایی با ترکیب داسیت تا آندزیت در این سنگ‌ها نفوذ کرده‌اند به‌گونه‌ای که مهم‌ترین آنها یعنی لاج‌ها، به پیدایش کانسار مس پورفیری میدوک انجامیده است (نقشه زمین‌شناسی شهر بابک، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۸۵) (شکل ۲). سنگ‌های دربرگیرنده سامانه رگه‌ای چاه‌مسی از سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری ائوسن با ترکیب میانگین و بازی تشکیل شده است. زمین‌شناسی محدوده چاه‌مسی در سال‌های ۱۳۵۱ و ۱۳۵۲ توسط پژوهشگران یوگسلاو و زیر نظر سازمان زمین‌شناسی کشور بررسی و مطالعه شده است (GSI, 1973). در ادامه مطالعات اکتشافی، برای ارزیابی اقتصادی سامانه رگه‌ای چاه‌مسی ۲۲ حلقه گمانه اکتشافی در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ حفاری شده است. مغزه‌های به‌دست آمده از حفاری‌های اکتشافی نشانگر ترکیب سنگ‌های دربرگیرنده رگه‌هاست. پژوهشگران یوگسلاوی (Dimitrijvic et al., 1971) زمین‌شناسی محدوده چاه‌مسی را در ۳ گروه اصلی سنگ‌های آتشفشانی، نیمه‌آتشفشانی و رسوبات کواترنر تقسیم‌بندی کرده‌اند. سنگ‌های آتشفشانی به طور عمده از سنگ‌های آندزیت-بازالت تشکیل شده است. افزون بر آن، آندزیت، بازالت، دولریت-بازالت، توف و به‌طور محدود تراکی آندزیت نیز وجود دارد. توف به‌صورت میان لایه‌هایی درون سنگ‌های آتشفشانی ائوسن قرار دارند. ستبرای توف‌ها متغیر است. سنگ‌های نیمه‌آتشفشانی بخش گسترده‌ای از منطقه چاه‌مسی را پوشش داده‌اند. ژرفای جایگیری این سنگ‌ها کم است. همراه این سنگ‌ها هیچ پیرو کلاستی تشکیل نشده است. توف‌هایی که درون دیوریت‌ها به دام افتاده‌اند ارتباط زایشی با آنها ندارند و همراه با سنگ‌های آتشفشانی ائوسن تشکیل شده‌اند. سنگ‌های نیمه‌آتشفشانی معادل درونی سنگ‌های آتشفشانی منطقه نیستند و طی فازهای ماگمایی جدایی تشکیل شده‌اند. رسوبات موجود به سن کواترنر بوده و از رسوبات کهن، لایه‌های آهکی و رسوبات جدید تشکیل شده‌اند. رسوبات کهن به‌صورت پنجه‌های گراولی سیمانی شده و محکم و باقیمانده پادگانه‌های کهن هستند. این رسوبات از قطعات سنگی کهن تر با سیمان کربناتی تشکیل شده‌اند. سنگ‌های آهکی تنها در بخش شمالی ناحیه گسترش یافته‌اند. گسترش سنگ‌های آهکی توف‌دار در چشمه‌های کهن و در پهنه‌های گسلی دیده می‌شود. لایه‌های رسوبی جدید سست و نازک بوده و بیشتر به‌صورت پنجه‌های گراولی و نهشته‌های آبرفتی جوان تشکیل شده‌اند. این رسوبات گسترش چندانی ندارند (Dimitrijvic et al., 1971) (شکل‌های ۲ و ۳).

۳- روش کار

در تحلیل‌های ساختاری و به‌ویژه در مناطق با کانه‌زایی مس به‌دلیل دگرسانی شدید و فرسایش‌پذیری رخنمون‌ها، پیدا کردن مناطق مناسب برای برداشت صحرایی مشکل است، از این‌رو در محدوده رگه چاه‌مسی پس از مطالعه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای رخنمون‌های مناسب برای برداشت صحرایی در ۲۰ نقطه شناسایی و برداشت داده‌های ساختاری در این نقاط انجام شد. افزون بر ایستگاه‌های مورد اشاره در ۳ مسیر خاوری-باختری نیز برداشت‌ها برای تهیه نيمرخ زمین‌شناسی انجام شد. (شکل ۴). ساختارهای برداشت‌شده در محدوده کانسار چاه‌مسی شامل گسل‌ها و درزه‌هاست که مختصات ساختاری برداشت‌شده در نمودارهای مربوط شامل نمودار گلرخی و نمودار کنتوری (با نرم‌افزار Tectonic FP) ارائه شده است. همچنین با توجه به مسئله شبیه‌سازی رگه‌ها در کانسار چاه‌مسی لازم است تصویر ۳ بعدی از وضعیت سطوح شکستگی در حالت نمودار بلوکی (با نرم‌افزار شبیه‌ساز سه‌بعدی 3DEC) ارائه شود تا دید بهتری از وضعیت شکستگی‌ها و وضعیت رگه به‌دست آید (شکل ۵). همچنین در مرحله استخراج نیز در بحث پایداری دیواره پله‌ها شبیه‌سازی شکستگی‌ها بسیار مورد استفاده است.

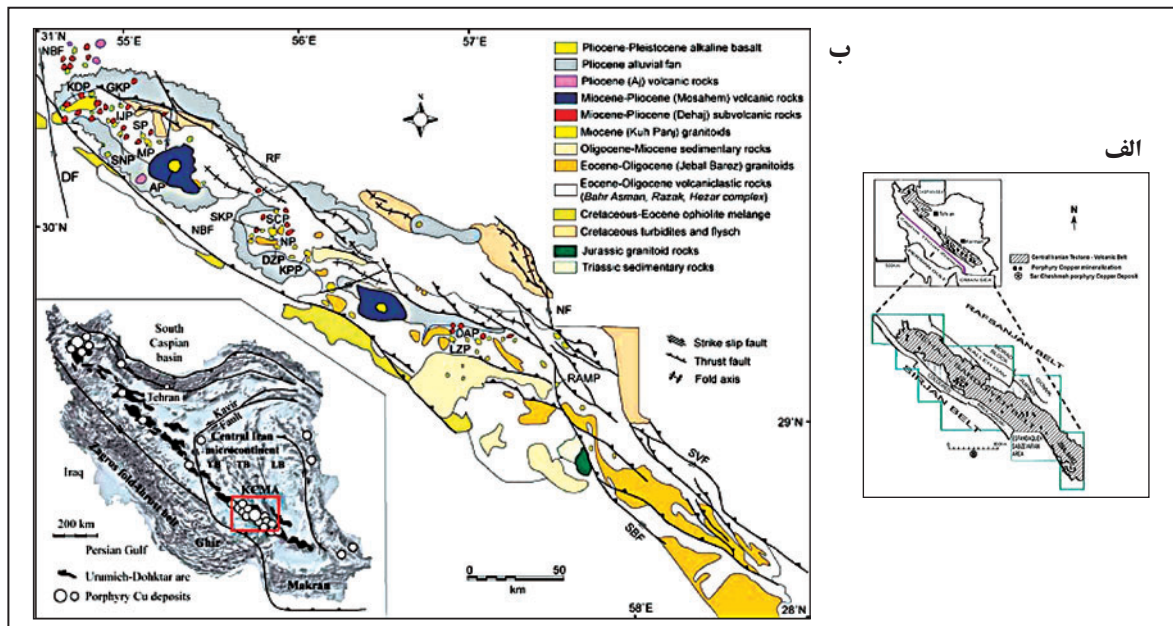
۵- نتیجه‌گیری

کانسار چاه‌مسی به‌عنوان یک کانسار رگه‌ای چندفازی (پلی‌متال) شناخته می‌شود. رخداد ایجاد این کانسار در ارتباط با آخرین مراحل فرایند کانی‌سازی مس در کمربند مس پورفیری کرمان در منطقه میدوک معرفی شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که جایگیری این کانسار به‌شدت تابع عوامل و کنترل‌های ساختاری مرتبط با گسلش است. داده‌های ساختاری جایگیری این کانسار را در ارتباط با عملکرد گسل‌های عادی و با الگوی مزدوج نامتقارن معرفی می‌کند. این الگوی نامتقارن گسلش عادی در محدوده کانسار سبب جایگیری رگه با شیب چیره به سوی خاور شده است که باید در طراحی و اجرای عملیات اکتشافی به این موضوع دقت شود. نشانه‌های ساختاری مرتبط با رگه‌ها و گسل‌ها نشان می‌دهد که فاز تأخیری گسلش نقشی در جایگیری رگه اصلی کانسار چاه‌مسی نداشته و تنها سبب کنترل جایگیری رگه‌های فرعی شده است. این فاز گسلش از دید مسائل اکتشافی و اجرای عملیات حفاری اکتشافی اهمیت ندارد. با توجه به الگوی ساختاری ارائه‌شده برای این کانسار ضروری است که اجرای عملیات حفاری اکتشافی جدید با نگرش دقیق به ویژگی‌های ساختاری شکستگی‌ها صورت گیرد.

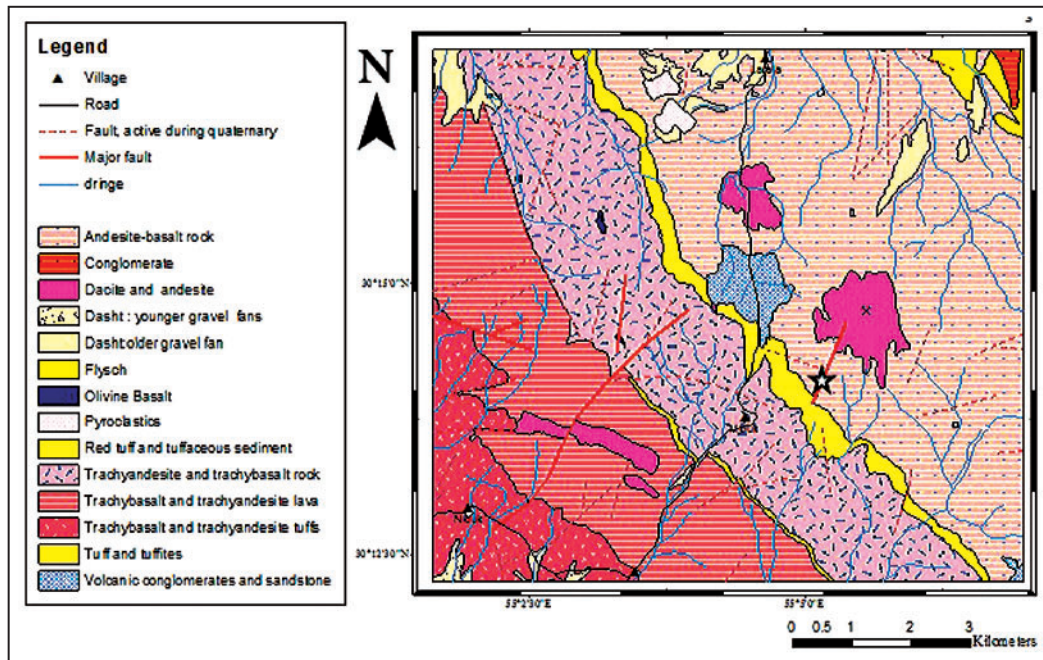
سیاسگزاری

این پژوهش با حمایت‌های مدیریت پژوهش و گسترش مس سرچشمه و همکاری کارشناسان معدن میدوک و معدن چاه‌مسی به سرانجام رسیده است. بدین وسیله از کارشناسان صنعت مس و به‌ویژه سرکار خانم مهندس عباسلو کارشناس امور زمین‌شناسی معدن مس میدوک سپاسگزاری می‌شود.

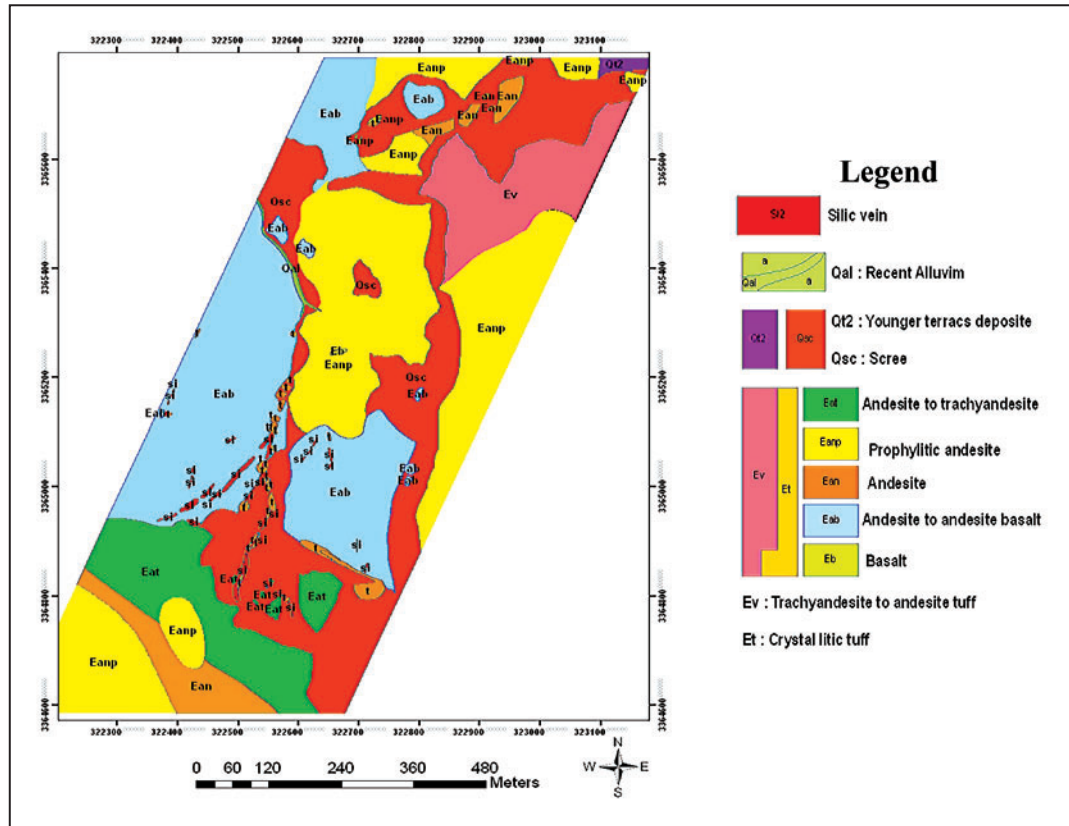
مقایسه شکستگی‌ها در رخنمون‌ها با موقعیت آنها درون رگه‌ها در ترانسه‌های استخراجی نیز نشان می‌دهد که تطابق کاملی میان مختصات شکستگی‌ها در سطح و ژرفای رگه وجود دارد. این موضوع در مطالعات ژئوفیزیکی انجام‌شده در محدوده کانسار چاه‌مسی نیز به اثبات رسیده است. در مطالعه سنجش مقاومت ویژه در محدوده کانسار چاه‌مسی مشخص شده است که محدوده کانی‌سازی مقاومت ویژه پایینی نسبت به محدوده بیرون از پهنه کانی‌سازی دارد. انطباق روند گسلش در محدوده کانسار و محدوده با نقشه مقاومت ویژه نشان‌دهنده جایگیری کانسار چاه‌مسی در یک پهنه خردشده است (شکل ۱۰). داده‌های به‌دست آمده از ایستگاه‌های برداشت صحرایی در ۳ برش A-A', B-B' و C-C' نیز نشان می‌دهد که رگه در الگوی منطبق بر شکستگی‌ها جایگیری شده است. در محدوده استخراجی اولیه ساختارهای گوناگونی مرتبط با جایگیری کانسار چاه‌مسی در سامانه گسلش عادی دیده می‌شود. این ساختارها تأیید می‌کنند که سامانه گسلش کنترل‌کننده کانی‌زایی از نوع گسل‌های عادی با سامانه مزدوج است که البته یکی از سطوح مزدوج تأثیر بیشتری بر مختصات ساختاری رگه چاه‌مسی داشته است (شکل ۱۲). سوی چیره شیب رگه اصلی به سوی خاور نیز عملکرد نامتقارن گسلش را تأیید می‌کند (شکل ۱۱). در ترانسه‌های ایجادشده می‌توان نشانه‌هایی همچون ساختار باقلایی (Pinch & Sweet Structure)، ایجاد پهنه‌های برشی شکننده با تشکیل گسل سنگ‌های شکننده مانند کاتاکلازیت‌های چسپیده (Cohesive Cataclasite) با قطعات و سیمان سیلیسی و در ترازهای کم ژرفاتر برش‌های غیر چسپنده (Incohesive Breccia) را در ارتباط با کنش گسلش نرمال دید (شکل ۱۳) (Passchier & Trow, 2005 و ۱۳۹۱، غیائی).



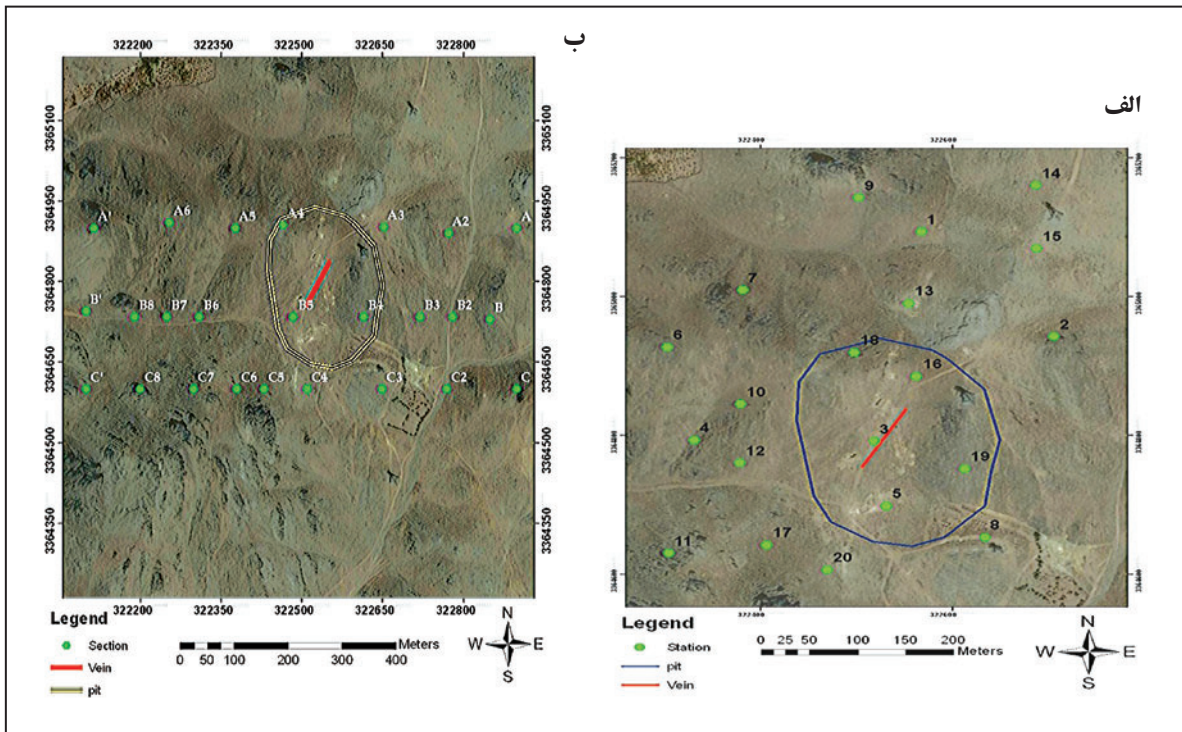
شکل ۱- الف) موقعیت کمربندهای رفسنجان، کمربند دهج - ساردویی (کمربند مس پورفیری کرمان)، کمربند آمیزه‌های رنگین و کمربند سندیج - سیرجان (Dimitrijevic, 1973)؛ ب) نقشه ساده‌شده سنگ‌شناسی - ساختاری از کمربند مس پورفیری کرمان: موقعیت کانسار اصلی و نشانه‌های مس در کمربند مس پورفیری کرمان: اندیس آبدر (AP)، کانسار درالو (DAP)، کانسار دره‌زار (DZP)، اندیس گود کولواری (GKP)، اندیس ایجو (IJU)، اندیس کدر (KDP)، اندیس کوه‌پنج (KPP)، اندیس لاله‌زار (LZP)، کانسار میدوک (MP)، اندیس نوچون (NP)، اندیس رضی آباد مدین (RAMP)، کانسار سرچشمه (SCP)، اندیس سرکوه (SKP)، اندیس سرنو (SNP)، اندیس سارا (SP)، موقعیت گسل‌های مهم در کمربند مس پورفیری کرمان: گسل دهشیر (DF)، گسل رفسنجان (RF)، گسل نایب - بافت (NBF)، گسل سربیزان (SBFS)، گسل نایبند (NF)، گسل سروستان (SVF) (Shafiei, 2009). کانسار رگه‌ای چاه‌مسی در ۱/۵ کیلومتری جنوب باختری کانسار میدوک (MP) قرار دارد.



شكل ٢- بخشي از نقشه زمين شناسي شهربايك (Dimitrijvic et al., 1971) و موقعيت كانسار چاه مسي (نشانه ستاره).



شكل ٣- نقشه زمين شناسي كانسار چاهمسي (شرکت كان ايران، ١٣٨٥).

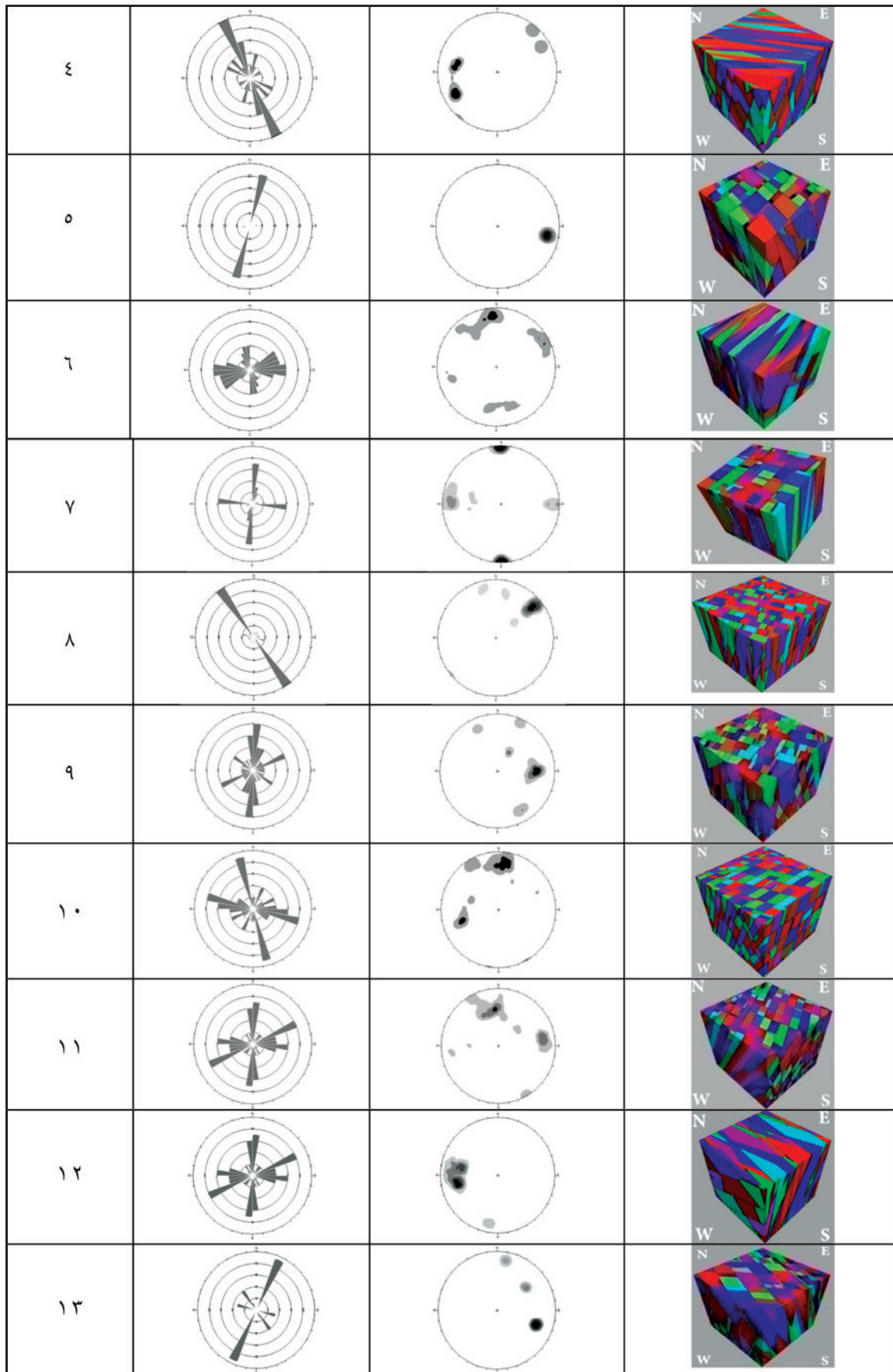


شکل ۴- تصویر ماهواره‌ای محدوده مورد مطالعه؛ الف) موقعیت ایستگاه‌های برداشت صحرایی و موقعیت رگه اصلی کانسار چاه‌مسی (خط سرخ‌رنگ) در محدوده طراحی شده برای اجرای پیت استخراجی (محدوده آبی‌رنگ)؛ ب) موقعیت ۳ برش زمین‌شناسی - ساختاری و موقعیت ایستگاه‌های برداشت در برش‌ها.

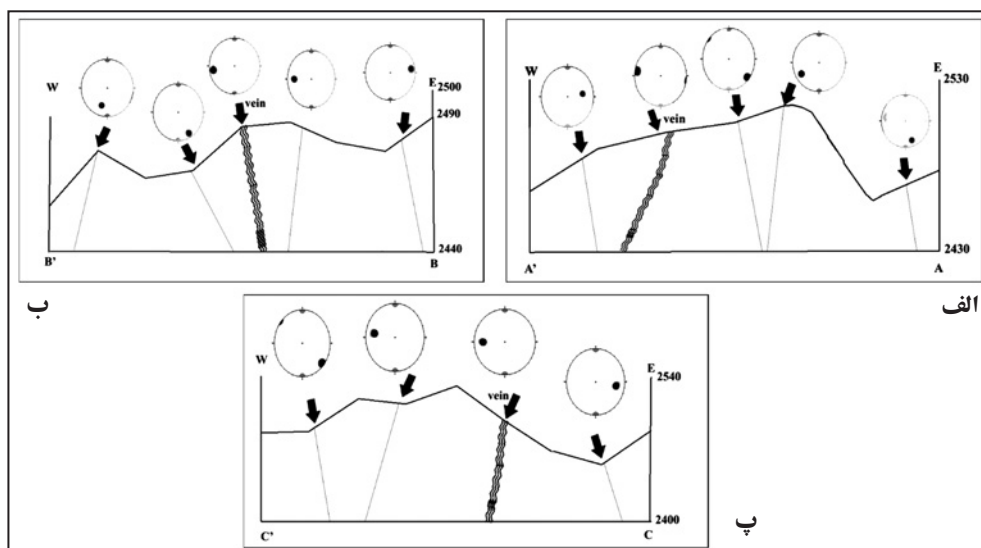
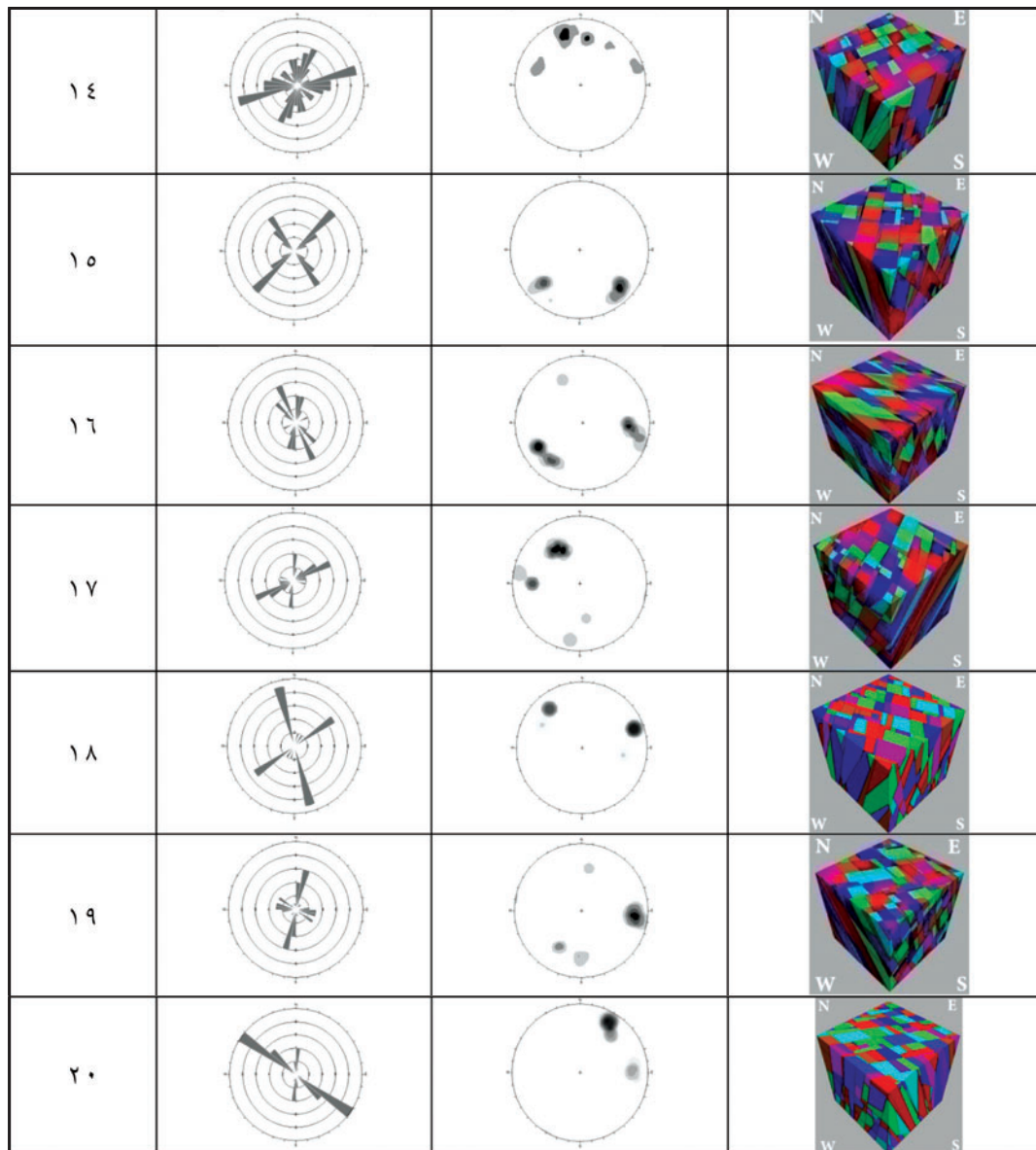
شکل ۵- نمایش مختصات هندسی درزه‌ها در نمودارهای گل سرخی و کنتور سوی شیب به‌همراه شبیه‌سازی درزه‌ها در نمودار بلوکی در ۲۰ ایستگاه برداشت صحرایی (غیائی، ۱۳۹۱).

| ایستگاه | دیاگرام گل سرخی امتداد | کنتور دیاگرام جهت شیب | بلوک دیاگرام |
|---------|------------------------|-----------------------|--------------|
| ۱ | | | |
| ۲ | | | |
| ۳ | | | |

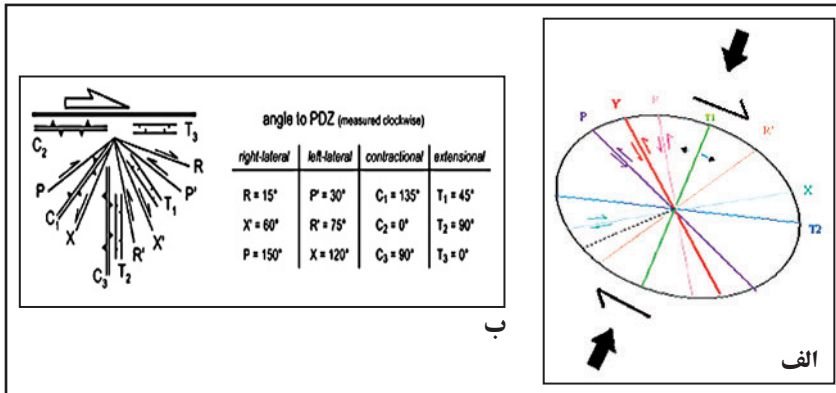
ادامه شكل ۵



ادامه شکل ۵

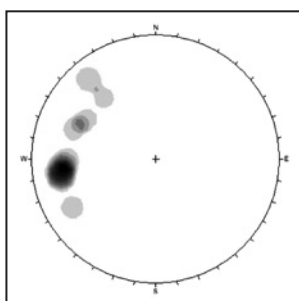
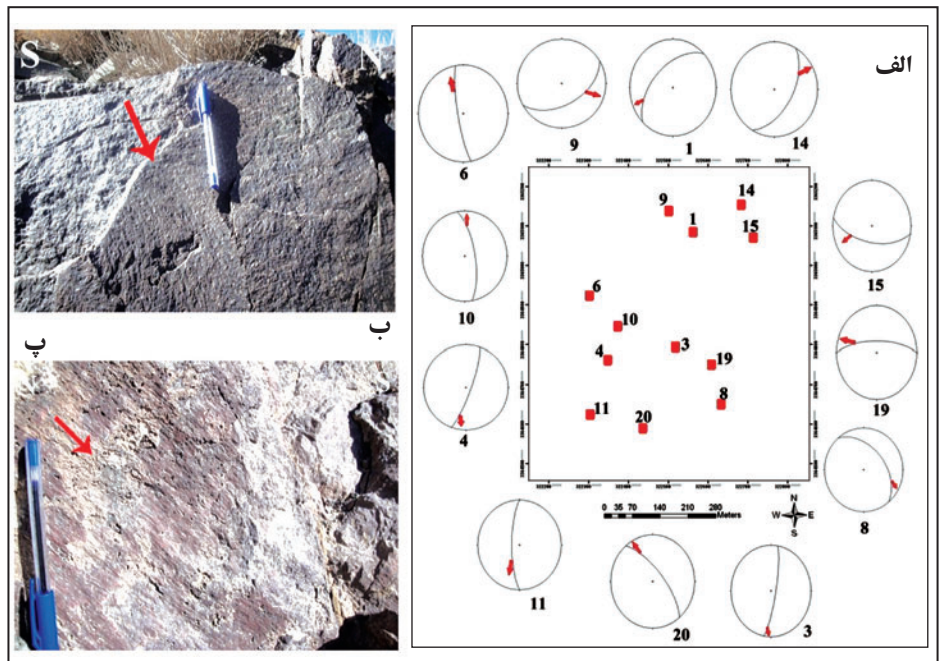


شکل ۶- موقعیت و وضعیت ساختاری رگه‌ها و درزه‌ها در ۳ برش ساختاری؛ الف) برش A-A'؛ ب) برش B-B'؛ پ) برش C-C'. نمودار کنتوری سوی شیب، نشان می‌دهد که ساختار رگه (Vein) بر ساختار شکستگی‌ها منطبق است. طول مسیر پیمایش ۱ کیلومتر است. موقعیت مسیرهای پیمایش در تصویر ماهواره‌ای (شکل ۴) نشان داده شده است.

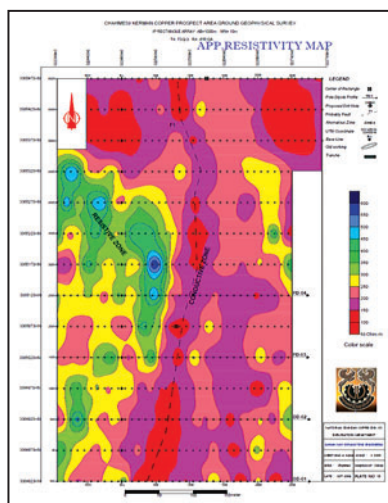


شکل ۷- الف) گسل‌های ایجاد شده (R, R', T1, T2) در سامانه راست‌الغز راست‌گرد؛ ب) ارتباط زاویه‌ای شکستگی‌ها با روند برش اصلی در یک سامانه راست‌الغز راست‌گرد (Storti et al., 2005).

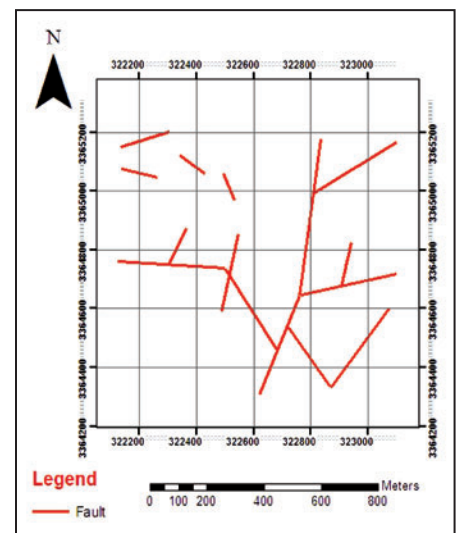
شکل ۸- الف) موقعیت گسل‌های ایجاد شده در فاز پس از گسلش اصلی (عامل کانه‌زایی مس رگه‌ای چاه مسی)؛ ب و پ) نمایی از سطح گسلش و خش لغز در گسل‌های براشت‌شده در ایستگاه‌های ۱۱ و ۱۴.



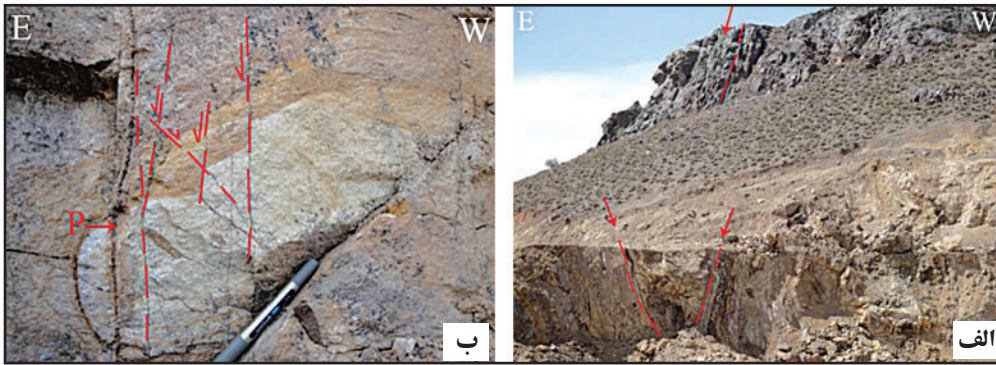
شکل ۹- نمودار کنتروری از قطب سطوح رگه اصلی در کانسار چاه‌مسی. سوی شیب چیره به سوی خاور نشان‌دهنده عملکرد نامتقارن گسلش عادی و تأثیر آن بر جایگیری رگه اصلی است.



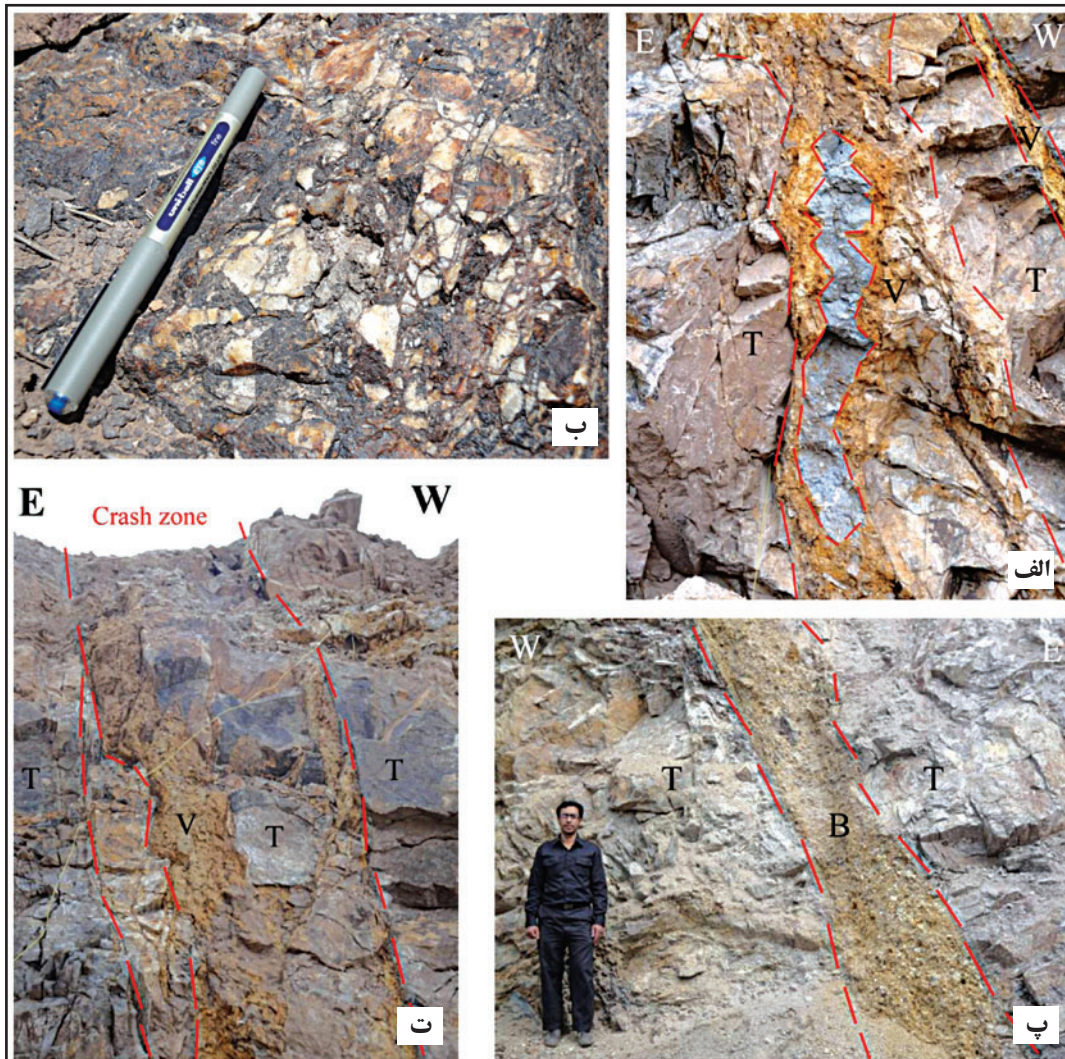
شکل ۱۰- نقشه خطوط منحنی هم‌میزان مقاومت ظاهری برای کانسار چاه‌مسی با آرایش مستطیلی (شرکت صمان کاو، ۱۳۸۵). روند تعیین شده بر پایه مقاومت ویژه ظاهری منطبق بر رگه اصلی کانسار چاه‌مسی است.



شکل ۱۱- نقشه ارائه‌شده از گسل‌های محدوده کانسار چاه‌مسی بر پایه تحلیل فرکتال



شکل ۱۲- الف) انطباق شکستگی‌ها در رخنمون‌های سنگی در سطح زمین با الگوی شکستگی‌ها در درون رگه کانسار چاه‌مسی؛ ب) نمایی از گسلش عادی در سامانه مزدوج با حرکات نامتقارن. این الگو در مقیاس بزرگ‌تر نیز دیده می‌شود (شکل الف) و تأیید‌کننده الگوی گسلش عادی برای جایگیری کانسار چاه‌مسی است (غیائی، ۱۳۹۱).



شکل ۱۳- الف) تشکیل ساخت باقلایی (Pinch & Swell) در رگه معدنی چاه‌مسی در نتیجه عملکرد کرنش کششی در پهنه گسلش عادی؛ ب) ایجاد پهنه‌های برشی شکننده با تشکیل گسل سنگ‌های شکننده مانند کاتاکلازیت‌های چسبیده با قطعات و سیمان سیلیسی؛ پ و ت) برش‌های غیر چسبیده در ترازهای کم ژرف‌تر در پهنه خردشدگی (غیائی، ۱۳۹۱). B: برش غیر چسبیده؛ T: توف؛ V: رگه.

جدول ۱- نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل فرکتال در نواحی کان‌زایی مس در کمر بند مس کرمان (شفیعی و رضایی فر، ۱۳۹۰)

| موقعیت کان‌زایی | عارضه زمین‌شناسی | بعد فرکتال | ضریب انطباق (R) | همگرایی میان بعد فرکتال عوارض زمین‌شناسی |
|-----------------|--------------------------|------------|-----------------|--|
| ناحیه سرچشمه | آبراهه | ۱/۹۳۴ | ۰/۹۹۷ | ٪۸۱/۵۸ |
| | گسل | ۱/۵۷۸ | ۰/۹۹۹ | |
| ناحیه میدوک | آبراهه | ۱/۹۰۱ | ۰/۹۹۶ | ٪۹۳/۳۲ |
| | گسل | ۱/۷۷۴ | ۰/۹۹۹ | |
| ناحیه ساردوییه | آبراهه | ۱/۹۴۹ | ۰/۹۹۹ | ٪۹۷/۷۸ |
| | گسل | ۱/۹۹۳ | ۱ | |
| ناحیه سرچشمه | موقعیت کان‌زایی | ۱/۴۵۱ | ۰/۹۸۵ | ٪۷۲/۲۳ |
| | گسل (نقاط برخورد گسل‌ها) | ۱/۰۴۶ | ۰/۹۹۸ | |
| ناحیه میدوک | موقعیت کان‌زایی | ۱/۶۵۱ | ۰/۹۹۵ | ٪۶۳/۳۷ |
| | گسل (نقاط برخورد گسل‌ها) | ۱/۰۴۶ | ۰/۹۹۸ | |
| ناحیه ساردوییه | موقعیت کان‌زایی | ۱/۹۸۳ | ۱ | ٪۷۲/۰۲ |
| | گسل (نقاط برخورد گسل‌ها) | ۱/۴۲۸ | ۰/۹۷۵ | |

کتابنگاری

- ابراهیمی، س.، ۱۳۸۷- کانی‌شناسی، دگرسانی، ژئوشیمی و مکانیسم تشکیل رگه‌های طلا دار شرف آباد آذربایجان شرقی، ایران، رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی.
- اشرف پور، ا.، ۱۳۸۶- ویژگی‌های ژئوشیمیایی، کانی‌شناسی و دگرسانی محدوده طلای ارغش: جنوب غرب نیشاپور، شمال شرق ایران، رساله دکتری دانشگاه شهید بهشتی.
- شرکت کان ایران، ۱۳۸۵- گزارش اکتشافی چاه مسی، ۱۵۰ ص.
- شرکت ملی صنایع مس ایران، ۱۳۵۱- گزارش "Report on the Exploration at Chahmessi Copper Mineral Occurrence" Report No. YU /43.
- شرکت مهندسی مشاور صمان کاو، ۱۳۸۵- گزارش مطالعات ژئوفیزیکی کانسار چاه مسی، ۲۰۰ ص.
- شفیعی، ش. و رضایی فر، م.، ۱۳۹۰- تحلیل فرکتال آبراهه‌ها در جهت تعیین خطواره‌های اصلی کنترل‌کننده کانی‌زایی مس پورفیری در کمر بند مس پورفیری کرمان، اولین همایش ملی مس ایران، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- عبادی، ل.، ۱۳۸۸- تحلیل ساختاری معدن میدوک (لاچاه) و نواحی پیرامون آن (شمال شرق شهر بابک)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
- غیائی، م.، ۱۳۹۱- بررسی و تحلیل الگوی ساختاری کانسار چاه مسی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان
- مر، ف.، اسدی، س. و فتاحی، ن.، ۱۳۹۰- مدل‌سازی سه‌بعدی رگه‌های کوارتز-سولفیدی و نقش سیالات دگرگون در کانسار مس جیان (شمال شرق استان فارس)، مقاله کنگره جهانی مس، تهران.

References

- Anderson, R., 1999- A stable isotope and fluid inclusion study of late-metamorphic metalliferous veinmineralization, Knapdale, SW Highlands, Scotland. Unpublished MRes Thesis. University of Edinburgh, Edinburgh, UK.
- Dimitrijevic, M. D., 1973 - Geology of Kerman region. Geol. Surv. Iran. Yu/52, 334.
- Hassan-Nezhad, A. A. & Moore, F., 2006- A stable isotope and fluid inclusion study of the Qaleh-Zari Cu-Au-Ag deposit, Khorasan Province, Iran, Journal of Asian Earth Sciences 27, 805-81.
- Heald, P., Foley, N. K. & Hayba, D. O., 1987- Comparative Anatomy of Volcanic Hosted Epithermal Deposits: Acid- Sulphate & Adularia- Sericite Types: Economic Geology, 82, 1-26.
- Marín-Lechado, C., Galindo-Zaldívar, J., Rodríguez-Fernández, L. R. & González-Lodeiro, F., 2004- Faulted hybrid joints: an example from the Campo de Dalías (Betic Cordilleras, Spain). Journal of Structural Geology, 26, 11. 2025-2037.
- Passchier, C. W. & Trouw, R. A. J., 2005- Microtectonics, second edition. Springer Verlag, Berlin.
- Scott, J. W., Michael, R. G., Michael, W., Yehuda, E. & Terry, E., 2001- Faulted joints: kinematics, displacement-length scaling relations and criteria for their identification. Journal of Structural Geology, 23, 2-3, 315-327.
- Shafiei, B., 2009- Recycling of orogenic arc crast tiggers porphyry Cu mineralization in kerman Cenozoic arc rock, Souther eastern Iran. Min Deposita, 44:265-283.
- Shahabpour, J., 1996- Use of drainage trend as a prospecting tool in the central Iranian porphyry cooper belt. IM Bulletin, 89, N1003, 70-75
- Shamianian, G. H., Hedenquist, J. W. & Hassanzadeh, J., 2004- The Gandy and Abolhassani Epithermal Prospect in the Alborz Magmatic Arc, Semnan Province, Northern Iran, Economic Geology, 99, 691-712.
- Sillitoe, H. R. & Hedenquist, J., 2003- Linkage Between volcanotectonic settings, ore fluid composition and epithermal precious- metal deposits, Society of Economic Geology, Special Publication 10, 315 -334.
- Storti, F., Rossetti, F., Laufer, A. L. & Salvini, F., 2005- Consistent kinematic architecture in the damage zones of intraplate stike- slip fault systems in North Victoria Land, Antarctica and implicatins for fault zone evolution. Journal of Structural Geology, 27, 1-14.
- Waring, C. L., Heinrich, C. A. & Wall, V. J., 1998 - Protozoic metamorphic copper deposits. Journal of Australian Geology and Geophysics, 17. 239-246.
- Dimitrijevic, M. D., Dimitrijevic, M. N. & Diordjevic, M., 1971- Geological map of Shahr-e-Babak (sheet no. 7050, scale: 1/100,000) Geol. Survey. Iran.
- GSI, 1973- Exploration for ore deposits in Kerman region, Report No. Yu/53.

Analysis of Structural Control on Chahmesi Deposit, Miduke Area, SE Iran

S. Shafiei ^{1*} & M. Ghiyasi ²

¹ Assistant Professor, Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

² M.Sc., Department of Mining Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Received: 2012 May 27

Accepted: 2012 December 16

Abstract

Chahmesi vein type deposit in the Kerman porphyry copper belt is located in the southwest of the Miduk porphyry copper deposit. The complex of Eocene volcanic rocks outcropped in this area. Analysis of structural data in outside of Chahmesi deposit and comparison of structures in outside border with structures within this deposits reveals that the emplacement of main vein of this deposit has occurred in relationship to the extensional faults and the minor veins have located in related to the extensional-shear faults after the phase of main faulting. The extensional-shear faults had no effect on the emplacement of main vein and just caused a displacement of previously fractures. In the other hand these faults are faulted joints. The structures such as, pinch& swell structure, cohesive and incohesive fault rocks in crash zone and in addition the related symptoms with kinematic components shows the role of normal faulting in the emplacement of Chahmesi deposit. The map of specific resistivity shows that the emplacement of this deposit has occurred in a fault zone. The result of this study emphasizes that the exploratory drilling should be designed based on structural analysis.

Keywords: Structural Control, Chahmesi Deposit, Kerman Porphyry Copper Belt, Iran.

For Persian Version see pages 177 to 186

*Corresponding author: S. Shafiei: E-mail: Shafiei_Shahram@uk.ac.ir