چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علوم زمین
The 42nd National Geosciences Congress
www.geoconf.ir

زمین‌شناسی ساختاری و تأثیر آن بر کانه زایی مس و نیکل افیولیت های انارک (میرکوله جنوبی)

امیررضا اصغرزاده*؛ علی کنعانیان؛ رضا نوزعیم

دانشکده زمین‌شناسی، دانشکدگان علوم، دانشگاه تهران

پست الکترونیکی نویسنده مسئول: asgharzade@ut.ac.ir

چکیده

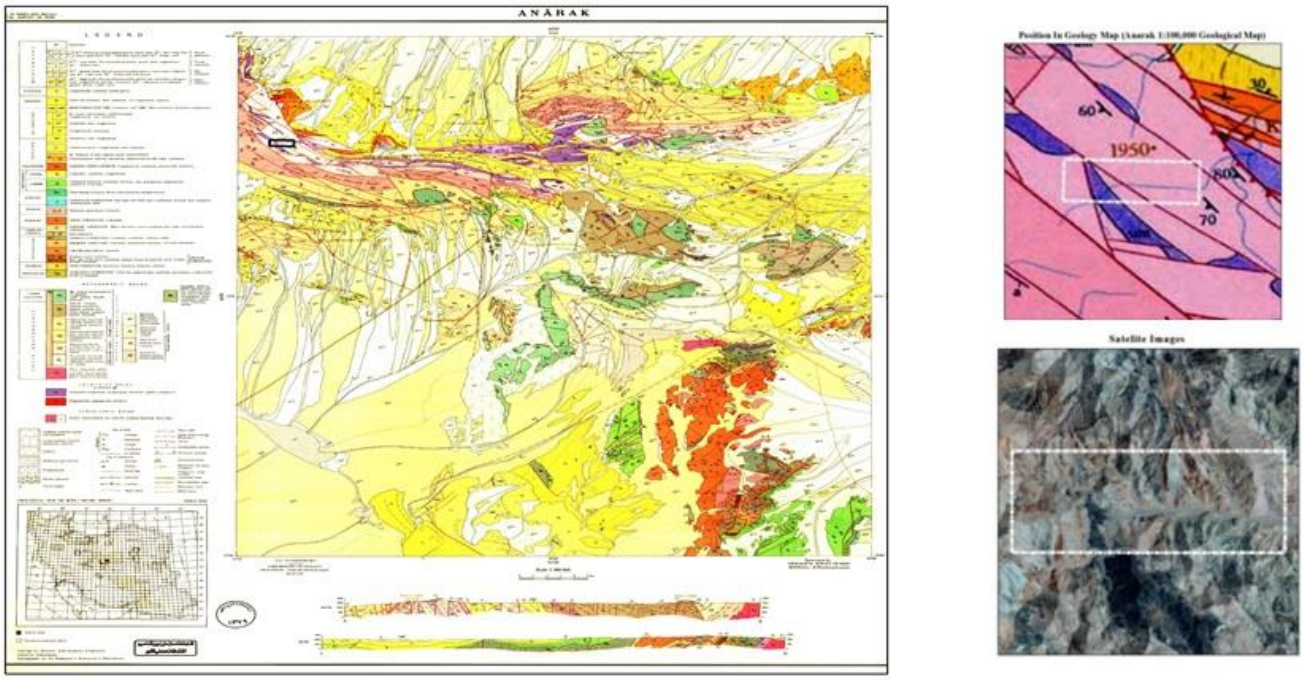
محدوده میرکوله جنوبی در فاصله ۱۵ کیلومتری شمال غرب شهر انارک و در استان اصفهان واقع گردیده است. واحدهای اصلی سنگی محدوده میرکوله با سن پرموتریاس، به ترتیب سنی آن‌ها از پایین به بالا شامل پریدوتیت‌ها، شیست‌ها و کربنات‌ها (شامل متاچرت، متاسنداستون، مرمر و آهک‌های مجدد متبلور شده محدوده) می باشد. در محدود میرکوله جنوبی علاوه بر چین خوردگی واحدهای شیستی و مرمری، گسل‌های امتدادلغز چپگرد و راستگرد با راستای شرقی- غربی غالب هستند و از بارزترین ساختارهای شکنا در این محدود می‌باشند. سازکار گسل‌های قدیمی محدوده اغلب به صورت راستگرد بوده که با توجه به حرکات قدیمه تکتونیکی منطقه قابل بحث و توجیه است. اکثر این گسل‌ها در کنتاکت میان واحدهای آهکی با سنگ‌های شیستی و در تماس با سنگ‌های پریدوتیتی قرار دارند. کانی‌سازی‌های محدود به خصوص در بخش غربی از ساختار و گسل‌های موجود در منطقه تبعیت می‌کند به طوری که بخش عمده کانی‌سازی‌های مس و نیکل دیده شده در زون‌های گسلی قرار دارند. با توجه به اینکه مرز بین واحدهای آهکی و شیست‌ها گسلی است و کنده کاری‌های قدیمی منطبق بر این مرز هستند؛ می‌توان نتیجه گرفت که احتمالا شکل‌گیری کانی‌زایی در این محدوده متاثر از عملکرد گسل‌ها بوده و تمرکز عناصر به صورت ساختاری کنترل شده است؛ به طوری که محلول‌های گرمابی در امتداد گسل زهکش و در نهایت موجب تشکیل کانسار شده‌اند. همچنین در این محدوده مرز بین پریدوتیت‌ها و واحدهای سنگی اطراف به صورت گسلی و با مولفه معکوس یا راندگی است.

واژه‌های کلیدی

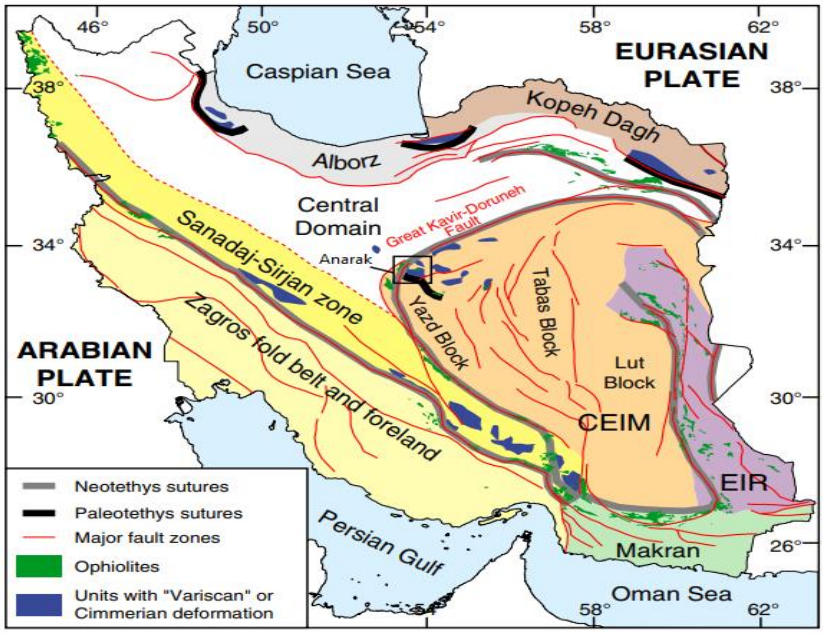
انارک، افیولیت، گسل، کانه زایی

۱. مقدمه

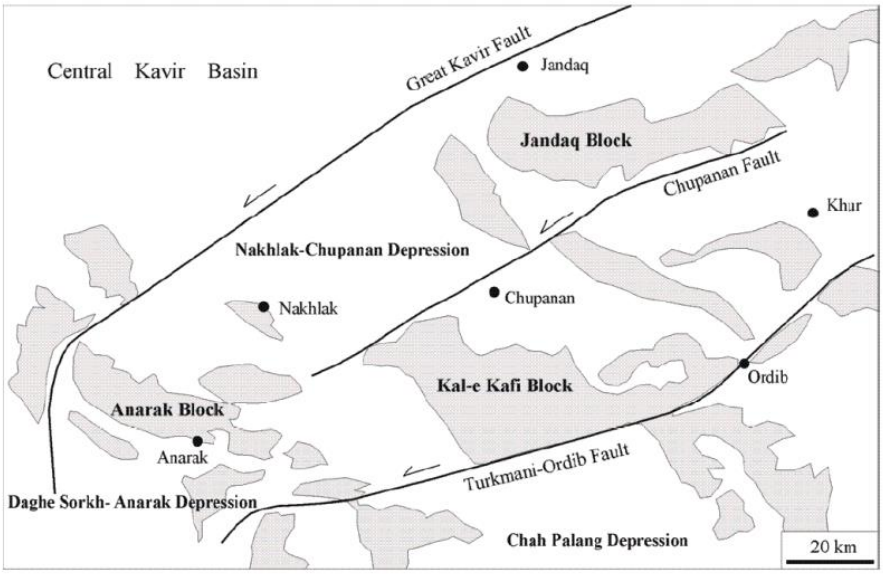
منطقه انارک در محدوده تقریبی بین ۳۳ درجه تا ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۴ درجه طول شرقی در نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ انارک قرار می‌گیرد. محدوده میرکوله جنوبی در فاصله ۱۵ کیلومتری شمال غرب شهر انارک و در استان اصفهان واقع گردیده است (شکل ۱). بیشتر افیولیت‌های ایران از نظر سنی مربوط به مزوزوئیک هستند و به لحاظ جایگاه ژئودینامیکی، ثبت کننده شاخه‌های مختلف از نئوتتیس توسعه یافته بین ورقه عربی و ترکیبی از میکروپلیت ها می باشند که نشان دهنده مرز جنوبی قاره اوراسیا از انتهای تریاس تا ابتدای سنوزوئیک است [1]. افیولیت‌های مزوزوئیک ایران به ۳ کمربند اصلی تقسیم می شوند: ۱- افیولیت‌های محدوده زمین درز زاگرس، نمایان گر باقی مانده های نئوتتیس جنوبی که در طول تریاس بین ورقه عربی و بلوک ایران مرکزی باز شده اند [2]. ۲- افیولیت‌های منشور برافزایشی مکران که شامل سکانس‌های ناقص افیولیتی و ملانژهای افیولیتی بندزیارت، دارانار و فنوج ماسکوتان می‌باشند [5,4,3]. ۳- افیولیت و ملانژهای افیولیتی (آمیزه‌های رنگین) که مرزهای خردقاره شرق ایران مرکزی (CEIM) را مشخص می کنند. این گروه شامل افیولیت‌های سبزوار، نایین، دهشیر، شهربابک، بافت (به صورت ساده کمربند افیولیتی نائین-بافت) در جنوب غربی و افیولیت‌های زون سیستان در شرق CEIM می‌باشد [8,7,6]. کمپلکس دگرگونی انارک (AMC) در مرز شمال غربی CEIM واقع شده است (شکل ۲). افیولیت‌های غرب ایران به دو گونه افیولیت‌های مزوزوئیک (نائین و عشین) و افیولیت‌های پالئوزوئیک تا پرکامبرین (انارک و جندق) تقسیم می شوند [9]. انارک از نظر ساختمانی در بین دو گسل مهم امتداد لغز بزرگ قرار دارد (شکل ۳)، گسل کویر بزرگ یا درونه و گسل ترکمنی- اوردیب [10]. در ساختارهای تکتونیکی منطقه انارک، گسل‌ها نقش بسیار مهمی را ایفا می نمایند. در این منطقه گسل‌ها تاثیر قابل توجه ای را در توزیع کانه زایی داشته اند. گسل‌های اصلی با طول صدها کیلومتر حتی خارج از منطقه انارک قابل تعقیب هستند. مهم‌ترین گسل موجود در منطقه، گسل کویر بزرگ است که طول آن تقریبا هزار کیلومتر می‌باشد. از گسل‌های اصلی دیگر می توان به گسل‌های ترکمنی- اوردیب، چوپانان، چاپدونی، بابابزرگی و گسل بیاضه اشاره نمود. برخی از گسل‌های فرعی موجود در منطقه ممکن است شاخه‌هایی از یک گسل اصلی باشند. گسل‌های فرعی زون‌های تکتونیکی را قطع کرده و در برخی موارد از آن نیز عبور می‌کنند. از گسل‌های فرعی مهم موجود در منطقه می توان به گسل‌های شمال انارک و کالکافی اشاره نمود. تمامی گسل‌های اصلی موجود در منطقه دارای جهت شمال شرق هستند. بیشتر گسل‌های اصلی بیانگر مرز زون های تکتونیکی هستند [11]. بیشتر این گسل‌ها، گسل‌هایی نرمال بوده و در مواردی نیز گسل‌های امتداد لغز و یا تراست هستند. گسل‌های شعاعی و یا حلقوی را در اطراف ساختارهای ولکانیک گنبدی می توان مشاهده نمود. براساس سن، اغلب گسل‌های منطقه مرتبط با کوهزایی آلپ هستند. علاوه بر این با مطالعه دقیق مناطق مختلف، این گسل‌ها را براساس سن می توان به گروه های قبل از ائوسن، ائوسن بالایی، بعد از ائوسن و سایر گسل‌ها تقسیم نمود [11]. گسل‌های قدیمی (قبل از کوهزایی آلپی) شامل گسل‌های عمیق ناحیه ای است که بیانگر مرز زون‌ها هستند و سن خاصی را برای آن‌ها نمی توان در نظر گرفت؛ اما آنچه مشخص است این است که این گسل‌ها خیلی قدیمی بوده و احتمالا متعلق به کاتانگایی هستند. این گسل‌ها معمولا در زمان های مختلف فعالیت خود را تکرار کرده و در الگوهای ساختاری ارائه شده برای کوهزایی آلپی نیز دیده می شوند [10].



شکل ۱. نقشه زمین‌شناسی برگه یکصد هزار انارک. ناحیه مورد مطالعه با کادر سیاه مشخص و در سمت راست تصویر بزرگنمایی شده است [12].



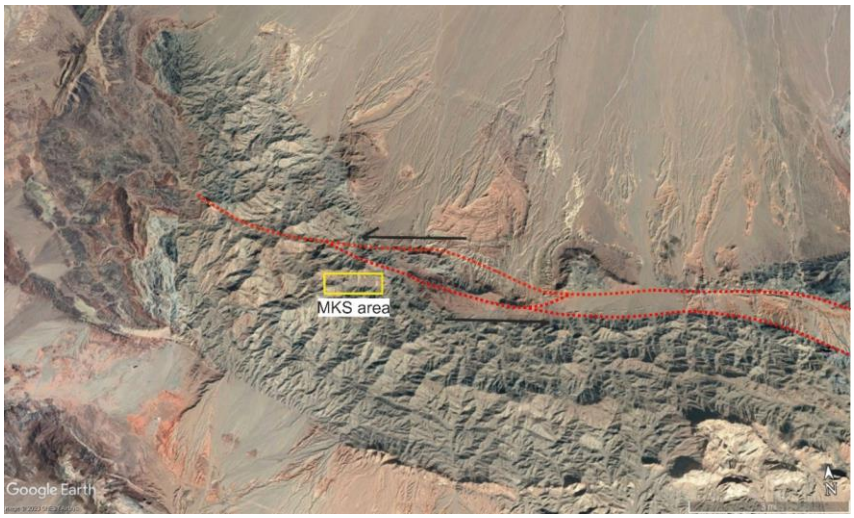
شکل ۲. نقشه ایران با تقسیم بندی‌های اصلی تکتونیکی، سوچرهای اقیانوسی و روابط آن‌ها با افیولیت‌ها ([14,13]).



شکل ۳. موقعیت انارک از نظر ساختمانی که بین دو گل کویر بزرگ و ترکمنی- اوردیب قرار گرفته است [10].

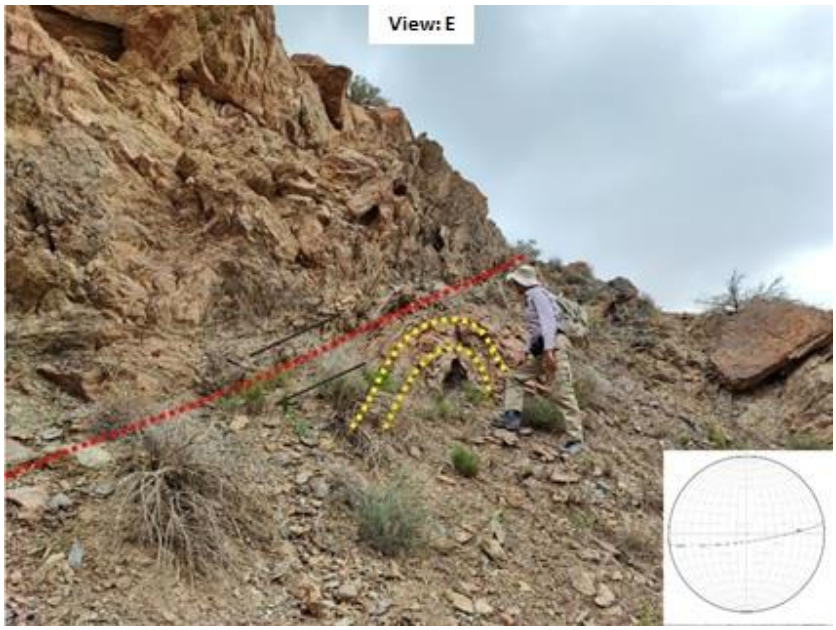
۲. گسل‌های محدوده میرکوله جنوبی

در محدود میرکوله جنوبی علاوه بر چین‌خوردگی واحدهای شیستی و مرمری، گسل‌های امتدادلغز چپ‌گرد و راست‌گرد با راستای شرقی-غربی غالب هستند و از بارزترین ساختارهای شکنا در این محدود می‌باشند. ساز کار گسل‌های قدیمی محدوده اغلب به‌صورت راست‌گرد بوده که با توجه به حرکات قدیمه تکتونیکی منطقه قابل بحث و توجیه است. اکثر این گسل‌ها در کنتاکت میان واحدهای آهکی با سنگ-های شیستی و در تماس با سنگ‌های پریدوتیتی قرار دارند. کانی‌سازی‌های محدود به‌خصوص در بخش غربی از ساختار و گسل‌های موجود در منطقه تبعیت می‌کند به‌طوری بخش عمده کانی‌سازی‌های دیده‌شده در زون‌های گسلی قرار دارند. نمودار گل‌سرخی گسل‌ها بر اساس روند نشان می‌دهد که اغلب گسل‌ها در روند شمال غرب-جنوب شرق هستند که با توجه به تصویر ماهواره‌ای کل منطقه ساز کار اغلب گسل‌های کانی‌ساز به‌خصوص در غرب محدوده به‌صورت چپ‌گرد با مؤلفه قائم معکوس است (شکل ۴).

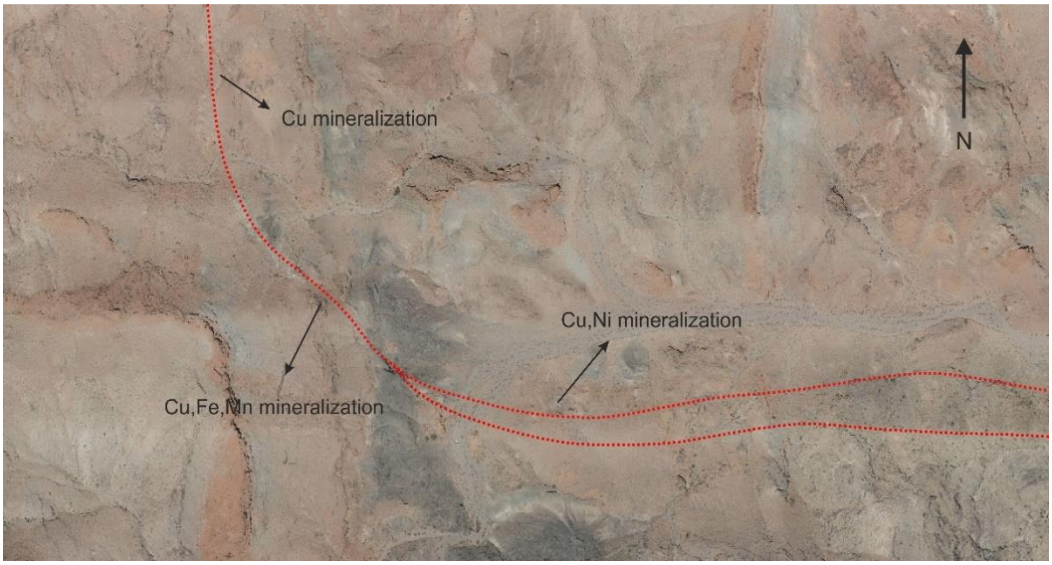


شکل ۴. لنز گویا شده در تصویر گوگل ارث که نشان‌دهنده حرکت جوان چپ‌گرد در منطقه است. این حرکت جوان چپ‌گرد در اغلب گسل‌های جنوبی محدوده که روند امتدادی شرقی-غربی دارند مشاهده می‌شود که در بعضی نقاط به‌خصوص در کنتاکت میان واحد آهکی و دگرگونی موجب کانی‌زایی شده است.

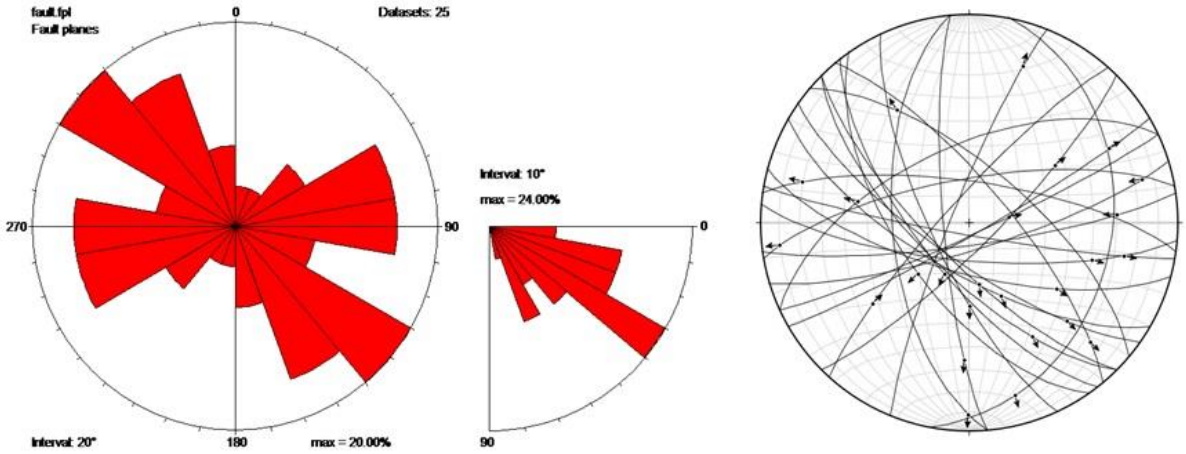
مطالعات صحرایی و برداشت‌ها و تحلیل استریوگرافیک گسل‌ها نشان می‌دهد گسل‌های امتدادلغز اغلب چپ‌گرد، با مؤلفه راندگی و با راستای شمال غرب-جنوب شرق غالب هستند و از بارزترین ساختارهای تکتونیکی در این محدوده می‌باشند. این محدوده دارای گسل‌های امتدادلغز راست‌گرد نیز می‌باشد که ازلحاظ سن عملکرد قدیمی‌تر از گسل‌های امتدادلغز چپ‌گرد هستند اما دارای فراوانی کمتری هستند. به همین علت عمده ساختارهای گسلی کانی‌ساز گسل‌های امتدادلغز چپ‌گرد با مؤلفه معکوس هستند (شکل ۵). گسل‌های موجود اغلب در مرز بین سنگ‌های آهکی با سنگ‌های پریدوتیت‌ها و در تماس با شیست‌ها رخداده‌اند. گسل‌های موجود در کنتاکت بین واحدهای آهکی و شیست‌ها و پریدوتیت‌ها ازنظر کانی‌سازی و اندیس معدنی بسیار مهم هستند؛ همانند کانسار پلی‌متال گودمراد در بخش شمالی منطقه که گسل‌های راندگی در تشکیل این کانسار نقش مهمی ایفا کرده‌اند؛ به‌طوری که محلول‌های گرمابی از طریق این گسل‌ها حرکت کرده و در سنگ میزبان مناسب نهشته شده‌اند. در این محدوده گسل خوردگی در بعضی مناطق پتانسیل قابل قبولی را در پهنه‌های گسلی ازنظر کانی‌زایی و مواد معدنی فراهم کرده است به این صورت که در بعضی پهنه‌ها مالاکیت، نیکلین، آزوریت، اکسیدهای آهن و منگنز دیده‌شده‌اند (شکل ۶). تحلیل‌های استریوگرافیک گسل‌های برداشت‌شده نشان می‌دهد که عمده امتداد گسل‌های محدوده به دو صورت شمال غرب – جنوب شرق و شرقی – غربی با عمده مقدار شیب ۳۰ تا ۴۰ درجه هستند (شکل ۷).



شکل ۵. تصویر گسل راست‌گرد همراه با ریز چین مرتبط با حرکت گسل.



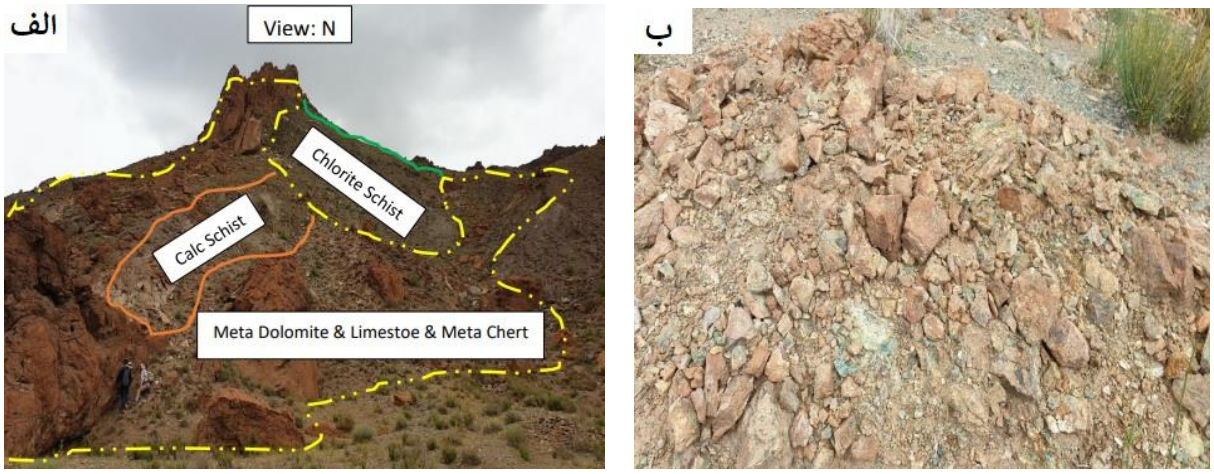
شکل ۶. تصویر پهباد از جنوب و غرب محدوده میرکوله جنوبی که نشان‌دهنده‌ی گسل چپ‌گرد با مؤلفه معکوس با بیشترین پتانسیل کانی‌زایی در محدوده است (محل کانی‌زایی‌ها به‌صورت حدودی مشخص شده‌اند).



شکل ۷. نمودار گل‌سرخی گسل‌های اندازه‌گیری شده در محدوده که نشان می‌دهد اغلب امتداد گسل‌ها شمال غرب- جنوب شرق تا شرقی- غربی با عمده شیب ۳۰ تا ۴۰ درجه هستند. تصویر استریوگرافیک صفحات گسلی، خشلغزهای اندازه‌گیری شده و نوع جابجایی فرادیواره گسل. اکثر گسل‌ها با سازگار امتدادلغز چپ‌گرد و معکوس هستند.

۳. واحد سنگی کربنات‌ها

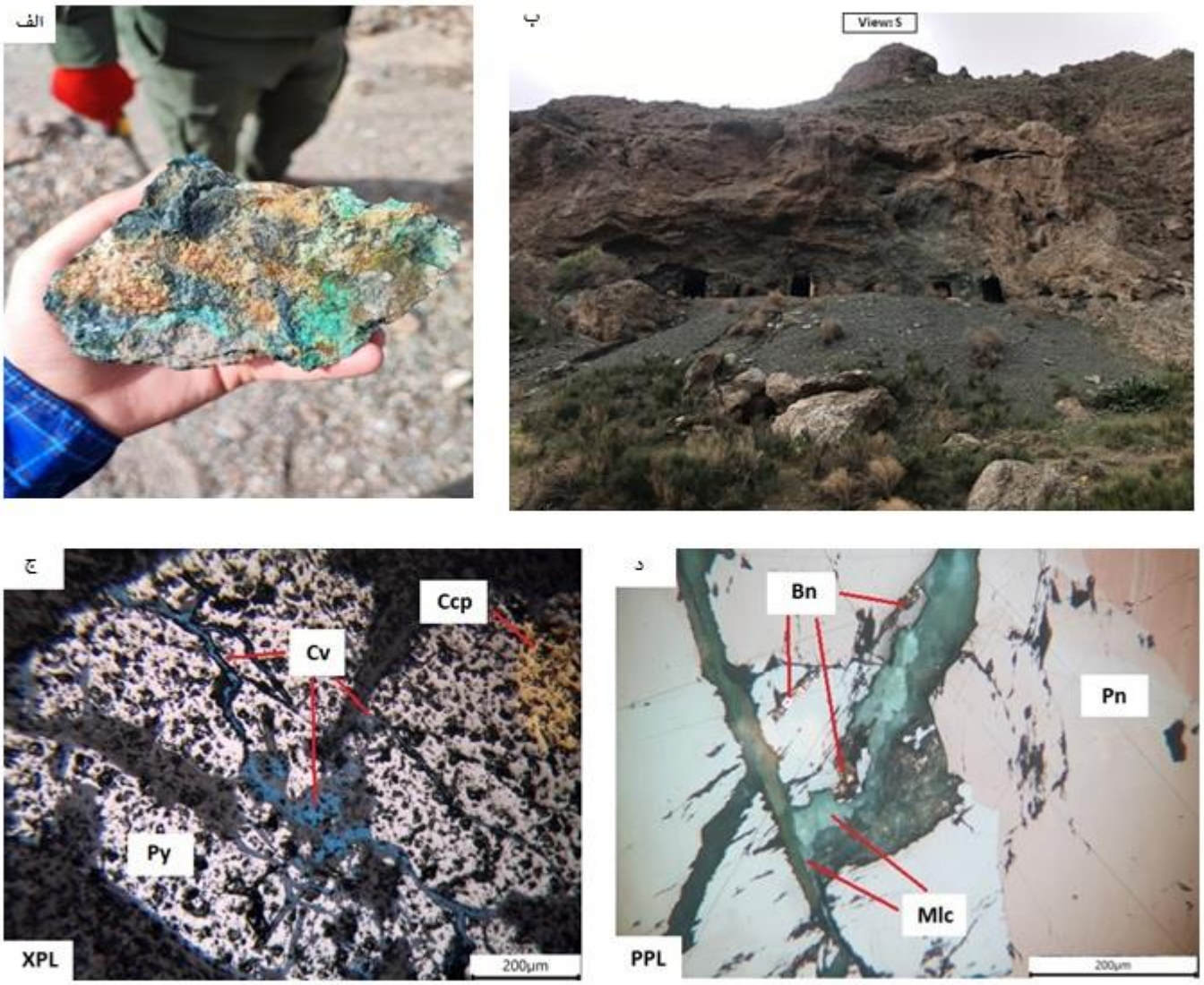
این واحد شامل متاچرت، متادولومیت، مرمر و آهک‌ها می باشد (شکل ۸). کانی سازی اصلی در این محدوده در کنتاکت واحد مذکور با شیست‌ها و پریدوتیت‌ها اتفاق افتاده است و مرز این واحد به لحاظ کانی سازی حائز اهمیت است. مطالعات پتروگرافی نشان می دهد که کانی اصلی تشکیل دهنده این سنگ‌ها کلسیت(حدود ۵۰ درصد) و دولومیت (حدود ۲۰ رصد) است. کانی‌های فرعی که حجمی حدود ۳۰ درصد باقی مانده سنگ را در بر میگیرند کوارتز، مگنتیت، هماتیت، مالاکیت، پیریت، بورنیت، منیزیت، پنتلاندیت، آزوریت و ... می-باشند. در مطالعات میکروسکوپی، کوولیت در نور طبیعی رنگ آبی تیره تا بنفش با شدت بازتابش متوسط دارد. چندرنگی قوی از آبی با ته رنگ بنفش تا سفید متمایل به آبی نشان می‌دهد. در نور پلاریزه انیزوتروپی قوی با ته رنگ نارنجی دارد. پیریت در نور طبیعی رنگ زرد متمایل به سفید با بازتابش قوی دارد. بیشتر به‌صورت مکعبی دیده می‌شود اما در بعضی نقاط مقطع به‌صورت توده‌ای بی‌شکل است. در نور پلاریزه انیزوتروپی ضعیف به رنگ نارنجی و قرمز نشان می‌دهد. کالکوپیریت در نور طبیعی به رنگ زرد طلایی با چندرنگی ضعیف و بازتابش قوی دیده می‌شود. در نور پلاریزه انیزوتروپی ضعیف ولی واضح به رنگ خاکستری یا زرد دارد. بورنیت در نور طبیعی قهوه‌ای متمایل به ارغوانی با چندرنگی ضعیف است. در نور پلاریزه انیزوتروپی بسیار ضعیف دارد. پنتلاندیت در نور طبیعی رنگ صورتی متمایل به زرد تا نارنجی دارد با چندرنگی ضعیف تا متوسط از سفید متمایل به صورتی تا زرد و قهوه‌ای دارد. در نور پلاریزه انیزوتروپی قوی به رنگ زرد متمایل به سبز دارد. مالاکیت در نور طبیعی خاکستری تا خاکستری مایل به سبز با چندرنگی قوی است. شدت بازتابش پایین دارد و بافت توده‌ای از خود نشان داده است. در نور پلاریزه انیزوتروپ است که رنگ آن توسط بازتابش داخلی سبز پوشیده می‌شود.



شکل ۸. الف. رخنمون واحد متاچرت و آهک در مرز با کالک شیست و کلریت شیست‌های محدوده. جهت دید به سوی شمال است. ب. نمونه‌های چکش خورده واحد کربناته که دارای کانی سازی مس و نیکل می‌باشند. این کانی سازی ها بیشتر در مرز گسله واحدهای کربناته با دیگر واحدها رخ داده است.

۳. نتیجه‌گیری

جمع‌بندی کلی با توجه به تحلیل‌های ساختاری و صحرایی نشان‌دهنده‌ی این است که ساختارهای اصلی و قدیمی به‌خصوص گسل‌ها در محدوده نقش اصلی و زیادی در نفوذ سیالات و دگرسانی‌ها و کانه‌زایی داشته‌اند. البته ساختارهای جدید نیز به‌طور محدودی موجب دگرسانی شده‌اند. بر اساس تحلیل‌های ساختاری و مشاهدات صحرایی کانی‌زایی‌ها عمدتاً در راستای گسل‌های منطقه و همچنین در رگه و رگچه‌ها که عمدتاً گسل موجب ایجاد آن‌ها شده است، وجود دارند. با توجه به اینکه کانی‌سازی در این محدوده اغلب به‌صورت ساختاری و گسلی کنترل می‌شود موجب شده است که تمام فعالیت‌های کنده‌کاری قدیمی در کنتاکت‌های گسلی صورت بگیرد. فعالیت‌های کنده-کاری قدیمی که برای استخراج مس در کنتاکت بین واحدهای آهکی و سنگ دگرگونی شیست صورت گرفته است؛ گویای این است که کانی‌سازی غالب در این محدوده در کنتاکت گسلی بین واحدهای آهکی و دگرگونی است و به‌صورت ساختاری کنترل می‌شوند این امر ما را در پی‌جویی مواد معدنی کمک شایانی می‌کند (شکل ۹).



شکل ۹. الف. کانی‌سازی مس در دولومیت و واحدهای آهکی در مرز گسلی میان واحدهای آهکی و دگرگونی. ب. نمونه‌ای از کنده‌کاری قدیمی در زون گسلی محدوده. ج، د. کانی‌های مشاهده شده در واحدهای کربناتی محدوده در مقطع میکروسکوپی (مالاکیت:Mlc، بورنیت:Bn، پنتلاندیت:Pn، پیریت: Py، کالکوپیریت: Ccp، کوولیت:Cv)

منابع

[9] ترابی، ق. ۱۳۹۰ – دلایل اختلاف ترکیب کرومیتیت در افیولیت های نائین و عشین و نبود آن در افیولیت های انارک و جندق (استان اصفهان). صفحه ۱ تا ۲۰.

[12] نقشه زمین‌شناسی انارک در مقیاس ۱:۱۰۰،۰۰۰ با شماره شیت ۶۷۵۶ تهیه‌شده توسط سازمان زمین‌شناسی کشور.

[1] Barrier, E., Vrielynck, B., 2008. Paleotectonic Maps of the Middle East, Tectono-Sedimentary Palinspastic Maps From late Norian to Piacenzian. Commission for the Geological Mapof the World CGMW0, Paris

[2] Robertson, A.H.F., 2007. Overview of tectonic settings related to the rifting andopening of Mesozoic ocean basins in the Eastern Tethys: Oman, Himalayas andEastern Mediterranean regions.In: Karner, G.D., Manatschal,G., Pinherio, L.M.(Eds.) imagig, Mapping and Modelling Continental lithosphere Extension andBreakup. Gelogical Society of London, SpecialPublocation 282, pp. 325-388.

[3] Saccani, E., Delavari, M., Dolati, A., Marroni, M., Pandolfi, L., Chiari, M., Barbero, E., 2017a. New insights into the geodynamics of Neo-Tethys in the Makran area: evidence from age and petrology of ophiolites from the Coloured Mélange Complex (SE Iran). Gondwana Research 62, 306e327.

[4] Delavari, M., Dolati, A., Marroni, M., Pandolfi, L., Saccani, E., 2016. Association of MORB and SSZ ophiolites along the shear zone between coloured mélange and bajgan complexes (North Makran, Iran): evidence from the sorkhband area. Ofioliti 41, 21-34.

[5] McCall, G.J.H., 2002. A summary of the geology of the Iranian Makran. In: Clift, P.D.,Kroon, D., Gaedicke, C., Craig, J. (Eds.), The tectonic and Climatic Evoloution of the Arabian Sea Region. Geological Society of London, Special Publication 195, pp. 147-204.

[6] Rezaei, Z., Noghreyan, M., Saccani, E., 2018. Petrology and geochemistry of sheeted dykes and pillow lavas from the Sabzevar Ophiolite Ophiolitic Mélange (Northeast Iran): New constraints for the Late Cretaceous evolution of the NeoTethys Oceanic Basin between the Central Iranian Microcontinent and Eurasia. Ofioliti 43 (2), 147e172.

[7] Angiboust, S., Agard, P., de Hoog, J.C.M, Omrani, J., Plunder A., 2013. Insights on deep accretionary subduction processes from the Sistan ophiolitic "mélange" (Eastern Iran). Lithos 156-159, 139-158.

[8] Rosseti, F., Nasrabady, M., Vignaroli, G., Theye, T., Gerdes, A., Razavi, M., Moin Vaziri, H., 2010. Early Cretaceous migmatitic maficgranulites from the sabzevar range (NE Iran): implications for the closue of the Mesosoic peri-Tethyan oceans in central Iran. Terra Nova 22, 26-34.

[10] Sharkovski, M., Susov, M., Krivyakin, B., Morozov, L., Kiristaev, V., and Romanko, E., 1984, Geology of the Anarak area (Central Iran), Geological Survey of Iran, Technoexport, Report TE/No. 19, 143 p.

[11] Almasian, M., 1997, TTectonics of the Anarak area (Central Iran), Ph.D thesis of Islamic Azad University, Iran, Science and Research Unit, 164 p.

[13] Pollastro, R.M., Persits, F.M., Steinshouer, D.W., 2000. Map showing geology, oil and gas fields, and geological provinces of Iran. U.S. Geological Survey Open File Report, pp. 97G–470G (ver.1.0).

[14] Zanchi, A., Zanchetta, S., Garzanti, E., Balini, M., Berra, F., Mattei, M., Muttoni, G., 2009b. The Cimmerian evolution of the Nakhlak-Anarak area, Central Iran, and its bearing for the reconstruction of the history of the Eurasian margin. In: Brunet, M.-F., Granath, J.W., Wilmsen, M. (Eds.), South Caspian to Central Iran basins. Special Publications. Geological Society, London, pp. 261–286.