

بیست و سومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران ۲۰ و ۲۱ آبانماه ۱۳۹۹ The 23rd Symposium of Geological Society of Iran 10-11 November, 2020

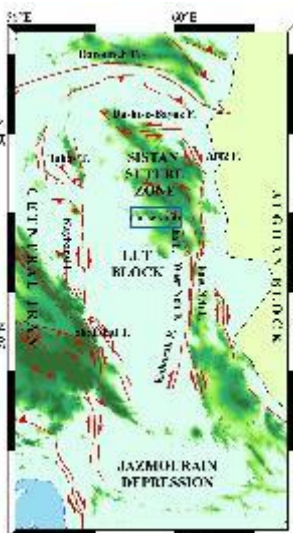
نقش بلوک‌های ساختاری در کانی‌زایی

(مطالعه موردی اربب هشتوگان – خاور ایران)

محمد امیر علیمی

استادیار گروه مهندسی معدن دانشگاه صنعتی بیرجند

malimi@birjandut.ac.ir



شکل ۱- توزیع گسلش فعال پیرامون منطقه مورد مطالعه.

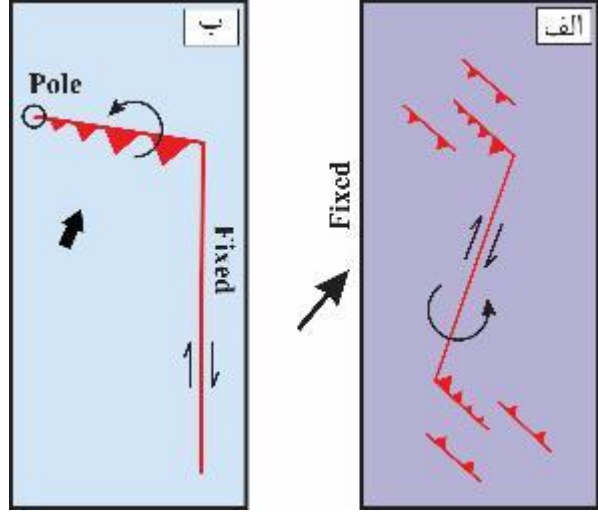
بحث

الگوهای دگرشکلی در پهنه‌های برشی امتدادلغز خاور ایران

الگوی چرخش گسل‌های راستالغز در پهنه‌های همگرای مایل:
همگرایی مایل بین بلوک‌های ایران مرکزی و افغان مستلزم برش راستالغز و چرخش پادساعتگرد (در امتداد گسل‌های راستالغز شمالی – جنوبی) و ساعتگرد (در امتداد گسل‌های راستالغز خاوری – باختری) در پهنه دگرشکلی سیستم می‌باشد. این امر با شکل‌گیری گسل‌های راندگی در پایانه گسل‌های راستالغز امکان‌پذیر می‌شود (شکل ۲-الف). شکل‌گیری این الگو نیاز به دگرشکلی درونی بلوک‌های اطراف گسل دارد [۶].

الگوی چرخش راندگی‌های پایانه‌ای در پهنه‌های همگرای مایل:

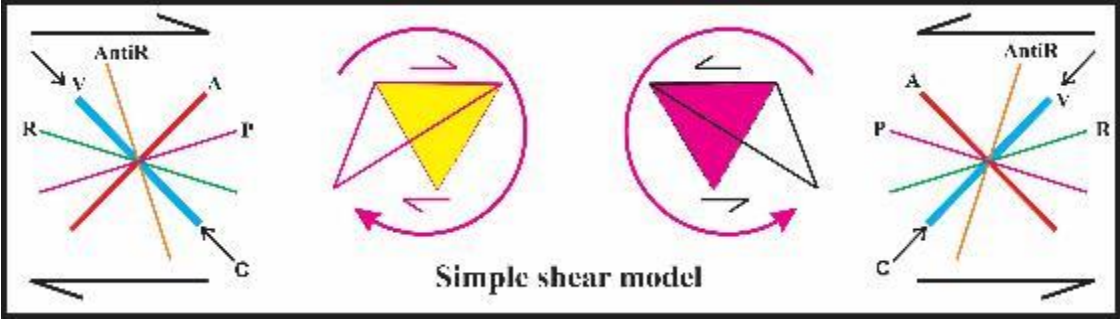
در این الگو گسل‌های راستالغز راست‌بر شمالی – جنوبی بدون چرخش بوده و راندگی‌های پایانه‌ای چرخش پادساعتگرد دارند (شکل ۲-ب). این الگو برای راندگی‌های پایانه‌ای گیو و نوزاد در انتهای گسل‌های راستالغز راست‌بر سیستم در خاور ایران در نظر گرفته شده است [۱۷].



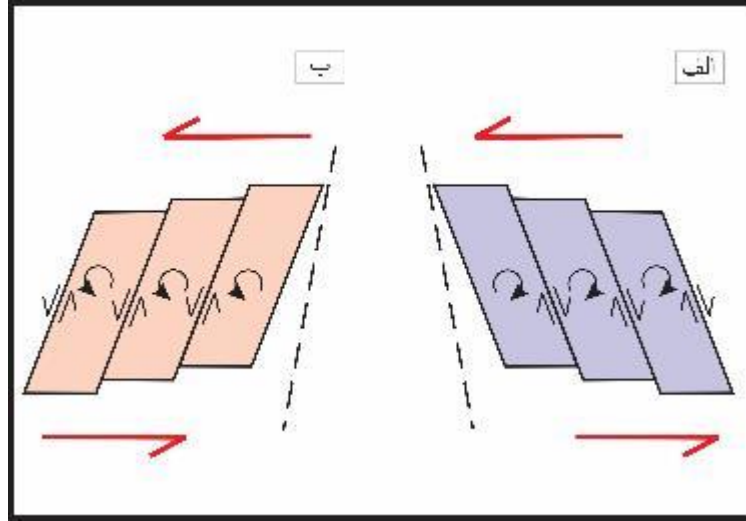
شکل ۲- الف- الگوی چرخش گسل‌های راستالغز [۶]؛ ب- الگوی چرخش راندگی‌های پایانه‌ای [۱۷] در پهنه‌های همگرای مایل .

الگوهای جنبشی ایجاد فضای باز در پهنه های برشی

از ویژگی‌های مهم پهنه‌های برشی شکننده پیدایش شکستگی‌ها و گسل‌های ثانویه است که شکستگی‌های برشی R, P, R' از این جمله‌اند (شکل ۳). حرکت بر روی شکستگی‌های نوع ریدل (Riedel) و همسو و نوع آنتی‌ریدل (Anti-Riedel)همسو با برش اصلی می‌باشد. ایجاد فضاهای باز در پهنه‌های برشی نقش مهمی در شکل‌گیری کانی‌زایی دارد. بازشدگی‌ها می‌توانند نتیجه عملکرد دو اصل مهم در دگرشکلی پیشرونده باشند: لغزش و چرخش. لغزش بر روی شکستگی‌های برشی متقاطع ایجاد بازشدگی در پهنه برشی می‌کنند که محل مناسبی برای جایگیری مواد معدنی هستند. به عنوان نمونه تقاطع شکستگی‌های P و R در پهنه برشی چپ‌بر و لغزش بر روی هر یک از آنها می‌تواند فضاهای باز متفاوتی را ایجاد کند (شکل ۴). همچنین در دگرشکلی برش ساده پیشرونده، عناصر ساختاری شکل گرفته در پهنه، چرخشی ساعتگرد (برش راست‌بر) یا پادساعتگرد (برش چپ‌بر) خواهند داشت (شکل ۳). بلوک‌های ایجاد شده در اثر تقاطع هر یک از شکستگی‌های برشی، قابلیت چرخش داشته و می‌توانند فضاهای باز ایجاد کنند. اگر برش در راستای بلوک‌های گسلی درون پهنه، همسو با جهت برش پهنه باشد چرخش درونی بلوک‌ها پادساعتگرد و در غیر اینصورت چرخش ساعتگرد خواهد بود [۸] (شکل ۵).



شکل ۳- الگوی ایجاد ساختارهای همراه با پهنه‌های برشی راست‌بر و چپ‌بر و چرخش آنها در دگرشکلی برش ساده پیشرونده[۱۰]. شکستگی‌های برشی (R, AntiR, P), رگه (V) و محور چین (A).



شکل ۵- الف- چرخش ساعتگرد بلوک‌های ساختاری در پهنه برشی چپ بر (برش ناهموسی بین بلوک‌ها با برش پهنه)؛ ب- چرخش پادساعتگرد بلوک‌های ساختاری در پهنه برشی چپ بر (برش هموسی بین بلوک‌ها با برش پهنه).

الگوی جنبشی و ساختاری اربب هشتوگان

منطقه مورد مطالعه یکی از اربب‌های سامانه گسلی نه- اسماعیل‌آباد است که به صورت گسل‌های معکوس با مؤلفه راستالغز چپ‌بر در پایانه سامانه مذکور توسعه یافته است و مطابق با الگوهای دگرشکلی در پهنه‌های همگرای مایل چرخش پادساعتگرد دارد. این منطقه در بعد ناحیه‌ای نیز تحت تأثیر برش راست‌برگسل‌های نه در خاور و نایبند در باختر قرار می‌گیرد. سامانه برشی نه – نایبند نرخ لغزش ناهمسان دارد که مقدار لغزش بر روی گسل نه، سه برابر گسل نایبند در نظر گرفته می‌شود [۵]. در پهنه لوت روند‌های شمالی – جنوبی، شمال‌باختری – جنوب‌خاوری و خاوری – باختری وجود دارد با وجود این بلوک‌های گسلی با روند شمال‌باختری – جنوب‌خاوری به صورت غالب تشکیل شده است [۵]. این بلوک‌های اصلی به صورت ساعتگرد می‌چرخند و این چرخش، زمینه را برای ایجاد فضاهای باز در حاشیه بلوک‌ها فراهم می‌آورد (شکل ۶). درون بلوک‌های اصلی، بلوک‌های ثانویه‌ای نیز می‌توانند تشکیل شوند که چرخش پادساعتگرد دارند. از آنجاکه دگرشکلی در پهنه لوت به صورت ناهمسان است میزان این چرخش نیز در بخش‌های مختلف متفاوت خواهد بود.

چکیده

شناخت جایگیری یک کانسار از نظر زمین‌ساختی اهمیت بسزایی در اکتشاف معدنی دارد. اربب هشتوگان، بخشی از پهنه زمین‌درز سیستان است که در پایانه سامانه گسلی راست‌بر نه باختری – اسماعیل‌آباد واقع است. این شاخه گسلی به شکل یک رومیوئندر بزرگ در راستای شمال‌باختری- جنوب‌خاوری کشیده شده است و پهنه برشی با ساز و کار چپ‌بر و مؤلفه معکوس ایجاد کرده است. مناطق استوک‌ورکی شدیداً گسلیده در کانسارهای مس پورفیری منطقه نشان می‌دهد که علاوه بر برش، نظامی پیچیده از شکستگی‌های کششی وجود دارد که از روند خاصی پیروی می‌کنند. فضاهای باز در این پهنه تحت تأثیر دو ساز و کار شکل می‌گیرد: برش در راستای شکستگی‌های ثانویه و چرخش بلوکی. در دگرشکلی پیشرونده برش ساده، حرکت چپ‌بر گسل‌های حاشیه‌ای اربب، شکستگی‌های ثانویه‌ای ایجاد می‌کند که لغزش بر روی آنها فضاهای خالی بوجود می‌آورد. از لحاظ ناحیه‌ای اربب هشتوگان در اثر برش راست‌بر سامانه گسلی نه – نایبند که در راستای شمال – جنوب اعمال می‌شود بصورت ساعتگرد می‌چرخد. بلوک‌های کوچکتر واقع در این شاخه نیز تحت برش چپ‌بر حاکم بر اربب می‌توانند بصورت ساعتگرد یا پادساعتگرد چرخش داشته باشند. لغزش‌های برشی و چرخش بلوکی، فضاهای باز برای کانی‌زایی مس و طلا را فراهم می‌آورد که طلای شادان در شمال‌باختری منطقه نمونه‌ای از آن است.

کلمات کلیدی: اربب، چرخش بلوکی، شکستگی، کانی‌زایی، خاور ایران.

مقدمه

بررسی و شناخت عناصر ساختاری می‌تواند در رهیافت‌های اکتشافی (شناسایی و پی‌جویی مواد معدنی)، اکتشاف ذخایر معدنی (تخمین و ارزیابی ذخایر و کانسارها) و چگونگی گسترش عمقی کانسارها و تشخیص شکل و هندسه فضایی کانسارها (استخراج و بهره‌برداری از مواد معدنی) مؤثر باشد. به نظر می‌رسد در خاور ایران عناصر ساختاری کنترل کننده فضاهای خالی برای کانه‌زایی فلزاتی چون مس، مولیبدن، طلا، نقره، سرب، روی، قلع، کرم، منگنز و تنگستن است. از این‌رو ارتباط بین ساختارها و کانه‌زایی از دیرباز در خاور ایران مطرح بوده و در این خصوص مطالعاتی صورت گرفته است.

اثر کنترل کننده‌های ساختاری در جایگیری مواد معدنی در محدوده اسفزار (شرق بیرجند) [۲]، بررسی کنترل کننده‌های ساختاری موثر بر کانی‌سازی منیزیت در منطقه حوض سفید (جنوب غرب سربیشه) [۱]، کنترل کننده‌های ساختاری در جایگیری گرانتیت خوشینه (شمال شرق بیرجند) [۳] مطالعه شده اند. همچنین در منطقه شمال شرق بصیران، عملکرد زونه‌های برشی و محل تقاطع گسل‌ها و خصوصاً تشکیل بلوک‌های ساختاری و چرخش رومیوئندرها فضای لازم جهت چرخه‌های محلول‌های گرمایی و ماگمایی را ایجاد نموده و باعث ایجاد ذخایر منیزیت، هونتیت و شکستگی‌های استوک ورک در مناطقی کانه‌زایی مس به همراه قلع و تنگستن به همراه داشته است [۴]. در این تحقیق سعی شده است تا به نقش ساختار در شکل‌گیری کانی زایی در اربب هشتوگان پرداخته شود.

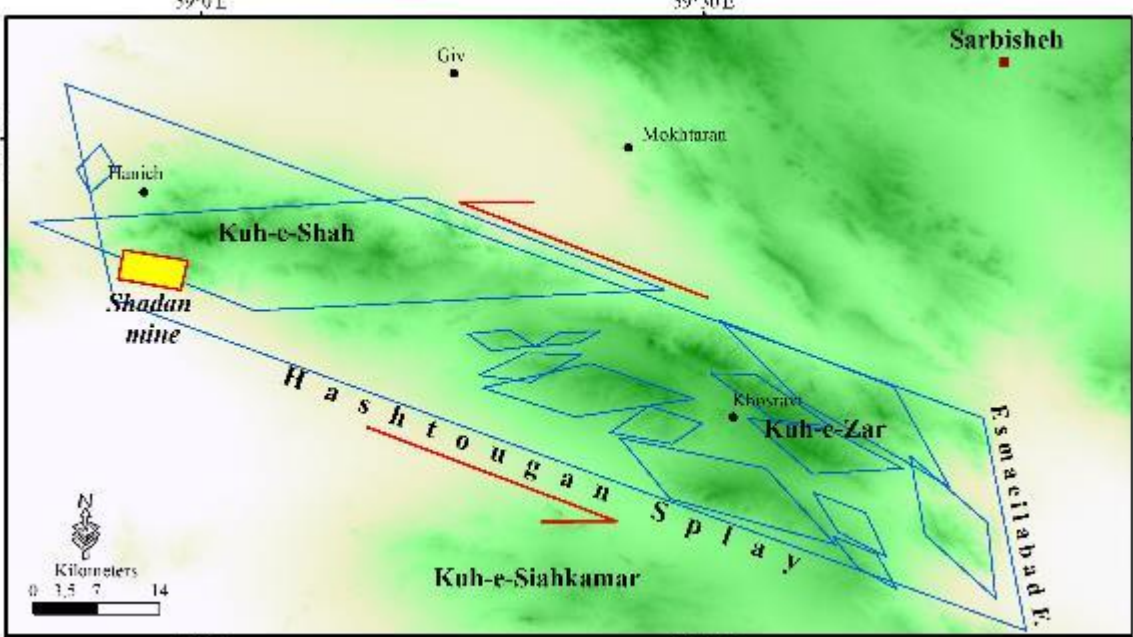
موقعیت لرزه زمین ساختی منطقه

گستره مورد مطالعه بخشی از پهنه زمین‌درز سیستان است که به‌عنوان شاخه‌ای از تنبیس جوان تاریخچه زمین‌ساختی پیچیده‌ای را گذرانده است. باز شدن اقیانوس سیستان و فروانش پوسته اقیانوسی به زیر بلوک لوت به کراتسه‌پیشین تا میانی نسبت داده می‌شود همچنین زمان برخورد بلوک‌های لوت و افغان، شکل‌گیری کوه‌های خاور ایران و ضخیم شدگی سنگ‌کره زیرین را کراتسه‌پسین تا پالتوس‌پیشین می‌دانند [۹]. جایگیری نفوذی‌های آدیابیکی (Ma ۵۵ ± ۴ و گرانیتهای نوع A (Ma ۵۵ ± ۴ در پهنه زمین‌درز سیستان [۱۲] و فوران ایگنیمیریت‌های پالتوسن در بخش‌های شمال باختری لوت [۷] در این زمان انجام شده است. با حذف منبع حرارتی سست‌کره، ذوب بخشی در نتیجه کشش حاصل از این فروریزش حاصل شده که نتیجه آن ماگماتیسم در زمان ائوس‌میانی تا الیگوس‌پسین در پهنه زمین‌درز سیستان و لوت بوده است.

منطقه از نظر زمین‌شناسی شامل مجموعه‌ای از توالی افیولیتی، رسوبات قلیشی و سنگ‌های آتشفشانی مربوط به زمان کراتسه بالایی می‌باشد که امتداد غالب شمال‌باختری-جنوب‌خاوری دارد. آمیزه افیولیتی در نزدیک شدن به بلوک لوت (در انتهای باختری) به سنگهای متامورفیک درجه متوسط تبدیل می‌شود. ارتفاعات مهم منطقه کوه زر، کوه زینب آباد، کوه خونیک و کوه شاه می باشند که در باختر پهنه ساختاری سیستان و مجاورت با بلوک لوت قرار دارند. منطقه مابین سامانه‌های گسلی نه-اسماعیل‌آباد در خاور و نایبند در باختر قرار گرفته است (شکل ۱). گسل‌های نه باختری و نه خاوری با امتداد شمالی – جنوبی، به طول ۲۰۰ کیلومتر، سازوکار اصلی راستالغز راست‌بر دارند. گسل اسماعیل‌آباد، به طول ۳۴ کیلومتر، با امتداد شمالی – جنوبی و با سازوکار راستالغز راست‌بر به صورت چپ‌گام نسبت به گسل نه باختری قرار گرفته است. در انتهای شمالی گسل اسماعیل‌آباد تغییر الگوی گسلش از شمالی – جنوبی به سامانه راندگی مختاران با روند شمال باختر – جنوب خاور صورت می‌گیرد که به‌عنوان راندگی‌های پایانه‌ای گسل اسماعیل‌آباد شناخته می‌شوند [۱۱]. شکل‌گیری اربب‌های چهارفرسرخ، هشتوگان و بیرجند به صورت شاخه‌هایی از سامانه گسلی نه – اسماعیل‌آباد عامل اصلی دگرشکلی در منطقه است. گسل نایبند در باختر منطقه طولی حدود ۴۰۰ کیلومتر دارد که با امتداد شمالی – جنوبی و با سازوکار راستالغز راست‌بر، مرز بلوک‌های لوت و طیس می‌باشد. پایانه‌های شمالی و جنوبی گسل به صورت مجموعه‌ای از چین‌خوردگی و گسل‌های معکوس است ضمن آن که ایجاد آتشفشان‌های ترشیری و کواترن نیز به جنبش بر روی این گسل مربوط است. گسل‌های کوه نایبند، بنه و شکسته آبشاله به صورت افشاله‌هایی در انتهای شمالی گسل دیده می‌شوند. همچنین گسل‌های لک‌کوه و راور در غرب و گسل شهاد در انتهای جنوبی آن قرار دارند.

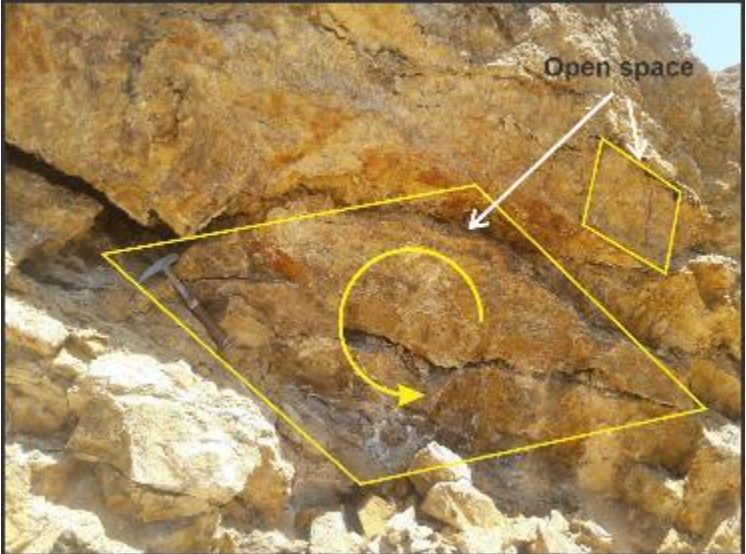


در اربب هشتوگان بلوک‌های گسلی به کمک تصویر ماهواره ای گوگل ارث جداسازی شده است (شکل ۷). اربب هشتوگان شامل یک بلوک بزرگ است که چرخش ناحیه‌ای آن ساعتگرد است. درون این بلوک، تعداد زیادی بلوک‌های دیگر وجود دارد که بسته به موقعیت و جهت‌گیری آن‌ها با سیستم تنش منطقه می‌توانند مطابق با الگوی شکل ۵ چرخش ساعتگرد و یا پادساعتگرد داشته باشند.



شکل ۷- اربب هشتوگان و نمایش بلوکهای ساختاری. موقعیت معدن شادان در شمال باختری اربب با کادر زرد رنگ مشخص شده است.

در شمال باختری اربب، معدن طلای شادان قرار دارد. کانی‌سازی در این محدوده معدنی از نوع پورفیری، ایپ‌ترمال (رگ‌های) و پلاسِر می‌باشد. رگ‌ها بیشتر از نوع سیلیسی – برشی و سیلیسی – کریاته بوده و بیشتر در جهت شمال‌باختری – جنوب‌خاوری توسعه یافته اند. ضخامت لایه‌ها در کنترل فضاهای خالی ایجاد شده در سامانه شکستگی‌ها در منطقه است. کانی‌زایی در این سامانه به صورت سولفیدی و اکسیدی بوده و برای ذخایر مس و طلا مناسب است. چرخش بلوک‌های ایجاد شده در اثر تقاطع شکستگی‌های ثانویه فضای مناسب را برای کانه‌زایی طلا با عیار بالا فراهم آورده است (شکل ۸).



شکل ۸- تشکیل بلوکهای رومیوئندی و ایجاد فضای باز در اثر چرخش.

نتیجه گیری

اربب هشتوگان، یکی از شاخه‌های سامانه گسلی نه – اسماعیل‌آباد می‌باشد که به شکل یک بلوک بزرگ در راستای شمال‌باختری-جنوب‌خاوری کشیده شده است. این اربب تحت تأثیر برش راست‌بر ناحیه‌ای حاصل از عملکرد گسل‌های راست‌بر نه در خاور و گسل راست‌بر نایبند در باختر قرار گرفته است و چرخشی ساعتگرد دارد. مرز این بلوک ساختاری با دشت به صورت گسلی بوده و با ساز و کار چپ‌بر با مولفه معکوس عمل می‌کند. حرکت چپ‌بر سامانه گسلی در اربب هشتوگان ایجاد شکستگی‌های ثانویه‌ای می‌کند که لغزش بر روی این شکستگی‌ها و اثر متقابل آنها ایجاد فضاهای باز می‌کنند این اثر با چرخش بلوک‌ها تشدید می‌شود و محل مناسبی برای کانی زایی مس و طلا فراهم می‌آید.

منابع

- [1] اکبری قلعه‌قاه، س.، ۱۳۹۵، بررسی کنترل کننده‌های ساختاری موثر بر کانی‌سازی منیزیت در منطقه حوض سفید (جنوب غرب سربیشه)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه بیرجند.
- [2] نگدهست، ف.، ۹۴، اثر کنترل کننده‌های ساختاری در جایگیری مواد معدنی در محدوده اسفزار (شرق بیرجند)، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه بیرجند.
- [3] عطیپ، دم و زرین‌کوب، مح.، ۱۳۸۲، کنترل کننده‌های ساختاری در جایگیری گرانتیت خوشینه (شمال‌شرق بیرجند)، بیست و سومین گردهمایی علوم زمین [4] سلیمانی، ن.، ۱۳۹۶، نقش عناصر ساختاری بر کانی‌سازی در گستره شمال‌شرق بصیران، دانشگاه بیرجند، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد.
- [5] پزدان‌پناه، ج.، ۱۳۹۴، فرگشت ساختاری در یک پهنه برشی با نرخ لغزش ناهمسان، مطالعه موردی پهنه لوت، شرق ایران، دانشگاه بیرجند، رساله دکتری.
- [6] Berberian, M., Jackson, J.A., Qorashi, M., Talebian, M., Khatib, M.M. & Priestley, K., 2000, The 1994 Sefidabeh earthquakes in eastern Iran: Blind thrusting and bedding-plane slip on a growing anticline, and active tectonics of the Sistan suture zone. Geophys. J. Int., v. 142, p. 283–299.
- [7] Jung, D.; Keller, J.; Khorasani, R.; Marks, C.; Baumann A. & Horn, P.; 1983, Petrology of the Tertiary magmatic activity in the northern Lut area, east of Iran, Geological Survey of Iran, Report No. 51, p. 285-336.
- [8] Marrel, S.J., 1990, Formation of Compound Strike-Slip Fault Zones, Mount Abbot Quadrangle, California, J. Struct. Geol., 12, 869-877.
- [9] Pang, K. N.; Chung, S. L.; Zarinkoub, M.H.; Khatib, M.M.; Mohammadi, S.S; Chiu, H.Y.; Chu, C. H; Lee, H. Y. & Lo, C. H.; 2013, Eocene-Oligocene post-collisional magmatism in the Lut-Sistan region, eastern Iran: magma genesis and tectonic implications, Lithos, v.180-181, p. 234-251.
- [10] Ramsay, J.G., Huber, M.L., 1983, The techniques of Modern Structural Geology. Vol. 1, Academic press London
- [11] Walker, R., Khatib, M.M., 2006, Active faulting in the Birjand region of eastern Iran. Tectonics, V. 25, TC4016(1-17)
- [12] Zarinkoub, M.H.; Chung, S.L.; Chiu, H. Y.; Mohammadi, S.; Khatib, M.M. & Lin, L.J.; 2010, Zircon U-Pb age and geochemical constraints from the northern Sistan suture zone on the Neotethyan magmatic and tectonic evolution in eastern Iran, Abstract to GSA Conference on “Tectonic Crossroads: Evolving Orogens in Eurasia-Africa-Arabia”, p. 520.