



شکل گیری ساختارهای هندسی جنوب خاوری خلخال - استان اردبیل

فاطمه صالحی دولق^۱، اکرم علیزاده^۲، رامین صادقی^۳

^۱دانشگاه ارومیه، ارومیه Fateme.Salehi.3035@gmail.com

^۲دانشگاه ارومیه، ارومیه akramalizadeh@gmail.com

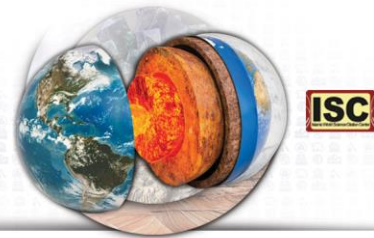
^۳دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل Raminsadeghi54@gmail.com

چکیده

تأثیر عملکرد نیروهای تکتونیکی طی زمان‌های مختلف زمین‌شناسی به مانند سایر نقاط، سبب دگرریختی سنگ‌ها در جنوب خاوری شهرستان خلخال شده است که اثرات آنها در منطقه، به صورت ساختارهایی نظیر چین و گسل، درزه قابل مشاهده است. بعلاوه، در ادامه ی تنشهای وارده، ساختارهای خطی در راستای شمال خاور-جنوب باختر در منطقه شکل گرفته اند. سازندهای مختلف زمین شناسی از پرموکرپونيفر تا عهدحاضر در منطقه خلخال قابل مشاهده می باشند که در این تحقیق، ساختارهای دگرشکل یافته ی موجود در سازندهای آهکی کرتاسه و پس از آن، مورد مطالعه قرار گرفته اند. نتایج، نشانگر رژیم تکتونیکی فشارشی غالب بر منطقه دارند که نمود گسلهای تراستی و چین خوردگی ها، حاصل عملکرد فاز تکتونیکی فشارشی کرتاسه می باشند. ساختارهای تکتونیکی دیگر نظیر دایکها که در واحدهای سنگی ولکانیکی ائوسن مشاهده می شوند، حاکی از تغییر جهت رژیم تکتونیکی در طول زمان زمین شناسی دارند. همچنین، تغییر روند ساختاری گسلها با راستای شمالی-جنوبی و یا گسلهای با روند شمال خاوری-جنوب باختری، دلالت بر عملکرد حداقل دوفاز تغییرشکلی در جنوب خاوری خلخال و نیز تغییر راستای رژیم تکتونیکی حاکم بر منطقه را دارند.

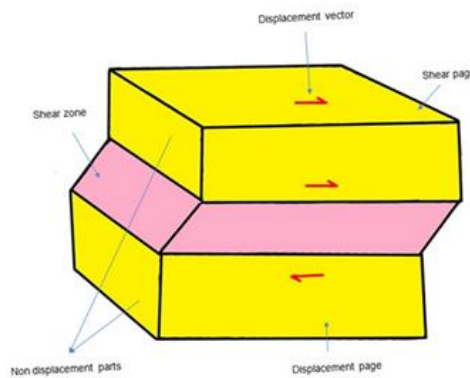
واژه‌های کلیدی

چین، گسل، درزه، رژیم تکتونیکی، خلخال



مقدمه

واژه مناطق برشی یک اصطلاح کلی برای پهنه‌های به نسبت کم پهنا و دراز، با مرزهای موازی است که کرنش برشی درون آن متمرکز شده و بیرون آن دیده نمی‌شود (Marshak and Mitra, 1988). به اعتقاد Ramsay and Huber (۱۹۸۷)، پهنه‌های برشی، پهنه‌های صفحه‌ای یا صفحه‌ای منحنی‌وار با دگرشکلی بالا هستند که نسبت طول به عرض آن‌ها بیش از ۵ به ۱ است (شکل ۱).

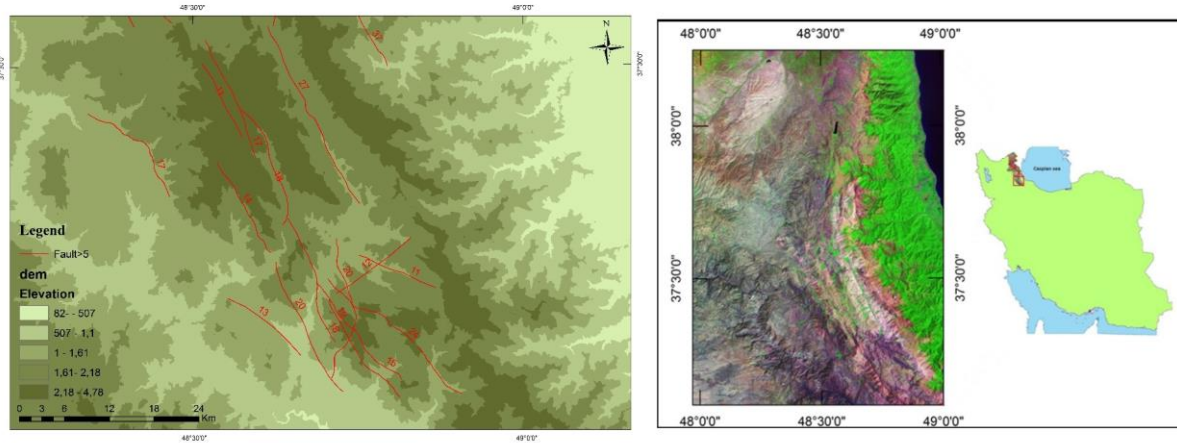


شکل ۱. شکل شماتیک از یک پهنه برشی (بدون مقیاس)

این پهنه‌ها به سه نوع اصلی تقسیم می‌شوند (Marshak and Mitra, 1988; Alsop and Holdsworth, 2004):

- ۱) پهنه های برشی نرم
در این پهنه‌ها هیچ گونه ناپیوستگی دیده نمی‌شود و بزرگای کرنش برشی در آن به صورت تدریجی تغییر می‌کند.
- ۲) پهنه های برشی نرم-ترد
در این پهنه‌ها، بین سنگ‌هایی که در فرآیند نرم دگرریخت شده‌اند، ناپیوستگی‌هایی دیده می‌شود. این ناپیوستگی‌ها می‌توانند شکستگی‌هایی باشند که روی آن‌ها لغزش صورت گرفته و یا آرایشی از شکستگی‌های کششی نردبانی (En-echelon Extension Gashes) باشد.
- ۳) -پهنه های برشی ترد
در این پهنه‌ها، سنگ به واسطه فرآیندهای دگرشکلی شکننده، تغییرشکل می‌یابد. اگر در این منطقه، یک صفحه شکستگی دچار لغزش گردد، گسل نامیده می‌شود.

منطقه مورد مطالعه در باختر دریای خزر و جنوب استان اردبیل قرار دارد که در تقسیم‌بندی حوضه رسوبی - ساختمانی ایران در ایالت ساختاری البرز-آذربایجان قرار می‌گیرد (شکل ۲). استان اردبیل به‌ویژه جنوب آن و منطقه خلخال دارای ویژگی‌های زمین‌شناسی و زمین‌ساختی متفاوتی نسبت به سایر نقاط بلوک آذربایجان و ایران است. دو فاز جوان زمین‌ساختی سنوزوئیک در این منطقه تأثیر گذاشته است؛ فاز اول تنش فشارشی با روند NE-SW در ائوسن پسین و فاز کوتاه شدگی دوم در میوسن میانی (سارماتین) نیز فاز فشارشی با روند NW-SE بوده که سبب تشکیل و تکامل راندگی‌های با امتداد N-S در این ناحیه شده است (درویش‌زاده، ۱۳۹۷). از نظر مرزهای زمین‌ساختی، منطقه مورد مطالعه در میان پنج گسل امتداد لغز اصلی قرار گرفته است. این پنج مرز شامل گسل ارس در شمال، گسل تبریز در باختر، سامانه گسلی تالش و آستارا در مرز خاوری، همچنین خطواره مغناطیسی خاورمیانه در مرز جنوب خاوری و گسل جنوب بزقوش در جنوب هستند (صادقی و همکاران، ۱۳۹۵). [1]



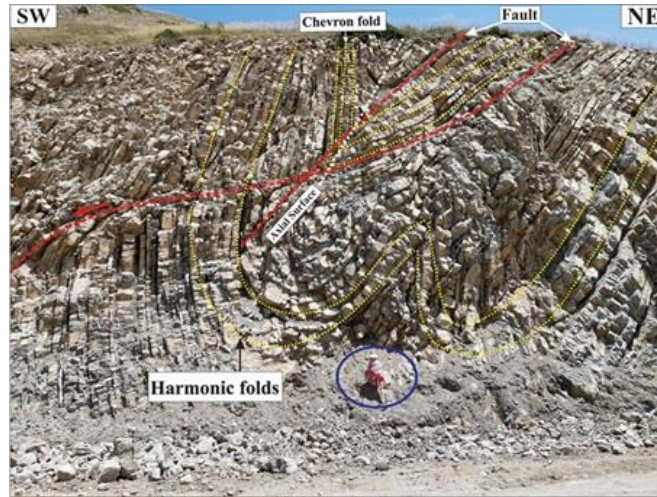
شکل ۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقشه گسلهای باطول بیش از ۵ کیلومتر بر روی DEM

روش پژوهش:

به منظور بررسی تکامل تکتونیک منطقه از نقشه های زمین شناسی و مطالعات صحرایی بهره گرفته شده است. پی سنگ قسمتهای مرکزی و خاوری خلخال را مجموعه ای از سری سنگهای دگرگون شده با خاستگاه رسوبات پالئوزوئیک بالا تشکیل می دهد که شدت دگرگونی از سمت خاور به طرف باختر منطقه کمتر می شود، به طوری که رخساره چیره در خاور محدوده در حد مسکویت، بیوتیت شایست و در باختر در حد سریسیت و فیلیت می باشد (اسدیان و میرزایی، ۱۳۸۷) [۲]. سنگهای رسوبی مزوزوئیک در محدوده مورد بررسی بیشتر متعلق به کرتاسه بالائی است و یک نبود چینه ای طولانی از اواخر پالئوزوئیک تا کرتاسه بالا در این بخش حاکم بوده است. سنگ های رسوبی ولکانیکی پالئوسن با پی کنگلومرایی به طور عمده و به گونه ناهمساز بر روی سنگهای کرتاسه بالا قرار دارند. واحدهای سنگ چینه ای ائوسن از پائین به بالا شامل: کنگلومرای پلی ژنتیک و واحد آهکی نومولیت دار به رنگ کرم تا خاکستری روشن است. نهشته های کواترنر بصورت پادگانه های آبرفتی دیده می شود که در پایان دره ها، با ورود به نقاط کم شیب و کاسته شدن از انرژی سیلابها به صورت مخروط افکنه قابل مشاهده بوده و از گراول، خاک رس، و شن و ماسه تشکیل یافته است. همچنین، نهشته های بستر دره های پهن و رودخانه که از شن و ماسه و قله سنگ تشکیل یافته است، دارای ستبرای ناچیز بوده و امروزه نیز در حال تشکیل شدن است.

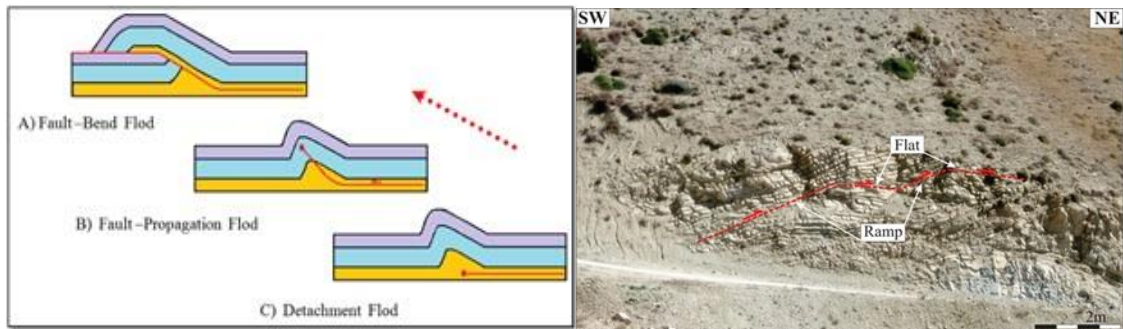
نتایج:

چینها و گسلها از جمله فراوانترین ساختارهای شکل گرفته در منطقه خلخال می باشند. گسلها از مهم ترین ابزار برای تعیین جهت گیری بردار جابه جایی و حالت تنش هستند. از ساختارهای چین نیز می توان به منظور جهت گیری تنشهای اعمالی، استفاده نمود. در منطقه مورد مطالعه بیشتر چینها به وسیله گسلها بارها و بارها بریده شده و شکل اولیه خود را از دست داده اند تنها چینهای بزرگ مقیاس حفاظدگی بهتری نشان می دهند. در شکل ۳، شدت عملکرد نیروها به وفور مشاهده می شود که در درون آنها ریزچینها به صورت جناغی تشکیل شده اند. زاویه بین یالی بین ۰ تا ۱۰ درجه می باشد و منطقه لولا به صورت یک نقطه است.



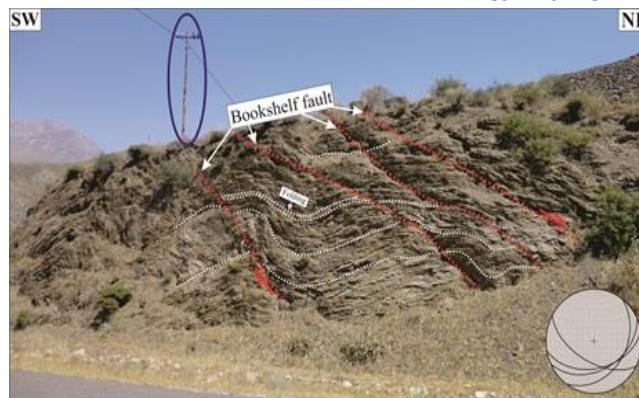
شکل ۳. چین‌های هماهنگ و چین‌جناغی به همراه گسلش

چین‌های مرتبط با گسل در جایی رخ می‌دهند که تغییرات زاویه‌ای در سطح گسل، از نظر هندسی سبب ایجاد ساختارهایی در بلوک فرادیواره گردد. این چین‌ها همچنین در جایی که تغییر نرخ لغزش گسل در طول سطح آن، باعث ایجاد واتنش‌های فرادیواره‌ای همراه با چین‌خوردگی (چین‌جدایشی) شود، تشکیل می‌گردند (شکل ۴).



شکل ۴. مدل شماتیک از چگونگی شکل‌گیری چین‌های مرتبط با گسل (تصویر چپ) و فلت و رمپ تشکیل شده در منطقه (تصویر راست)

ساختار قفسه‌کتابی و نیز چین‌خوردگی مرتبط با گسل، از جمله اشکال تکتونیکی ایجاد شده در منطقه مورد مطالعه می‌باشند که تصاویر صحرایی مرتبط با آنها در اشکال ۵ و ۶، آورده شده‌اند.



شکل ۵. ساختار قفسه‌کتابی (Book Shelf). دید به سمت شمال باختر



شکل ۶. چین و گسلش. دید به سمت شمال باختر

منطقه جنوب خاوری خلخال از لحاظ لیتولوژی شامل ترکیبی از آهک‌های کرتاسه و ولکانیک‌های اتوسن می‌باشد. در شکل ۷، دو گسل نرمال با مؤلفه راستگرد و امتدادلغز مشاهده می‌شود. گسل اصلی (F_1) باعث آلتراسیون اتوسن‌ها در خط‌گسل و آلتراسیون سرسیتی شده است. گسل F_2 تقریباً عمود بر گسل F_1 به صورت گسل امتدادلغز عمل کرده است. در گسل F_1 باتوجه به خش لغزهایی که روی سطح گسل دیده می‌شود جهت حرکت به صورت راستگرد می‌باشد.



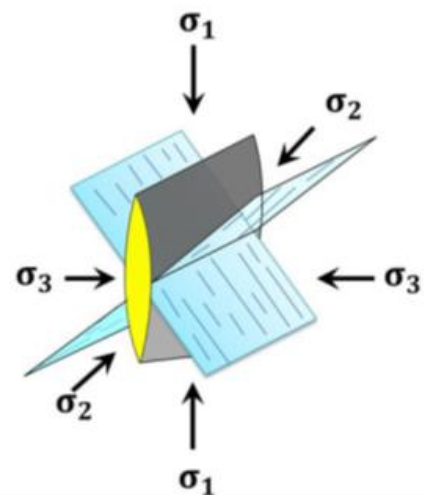
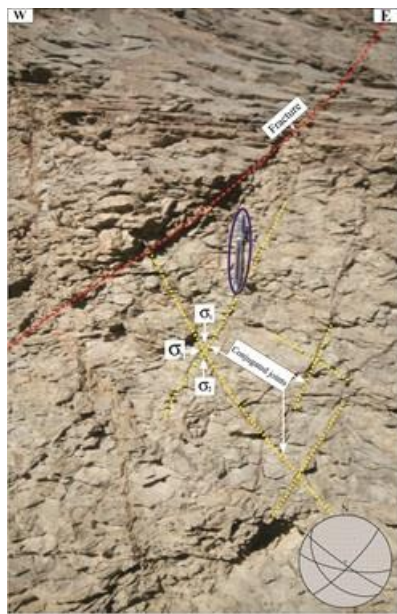
شکل ۷. گسلهای مزدوج F_1 و F_2 و نمونه ای از دایکهای منطقه

بحث و نتیجه گیری:

شکستگی‌ها معمولی‌ترین پدیده‌های زمین‌شناسی هستند که سنگ در عرض آنها، چسبندگی خود را از دست می‌دهد. شکستگی‌ها به دو دلیل دارای اهمیت هستند: یکی بواسطه تحلیل وقایع تکتونیکی که در طی آنها شکستگی‌ها شکل گرفته است و دوم تعیین خصوصیات فیزیکی سنگ که در آن رخ داده‌اند. در یک سیستم برش ساده راستگرد در شرایط شکننده - شکل پذیر، ابتدا یک شکستگی کششی که قطب آن موقعیت محور تنش مینیمم است، تشکیل می‌شود. در طول دگرشکلی پیشرونده در حالی که شکستگی همزمان باز می‌شود و گسترش می‌یابد، به دلیل عملکرد مؤلفه برش، چرخشی به صورت چپگرد یا راستگرد صورت می‌پذیرد و شکل لنزی اولیه به شکل حروف Z یا S دچار تغییر می‌گردد که بنام شکستگی‌های زیگموئیدال یا شکستگی‌های باز-چرخشی نامیده شده‌اند. در بعضی رخنمون‌ها می‌توان نسل جدید از شکستگی‌های لنزی شکل را که شکستگی‌های زیگموئیدال قبلی را قطع کرده‌اند مشاهده نمود. تشخیص دقیق شکل این شکستگی‌ها می‌تواند به عنوان یک معیار در تعیین سوی برش مورد استفاده قرار گیرد. درزه‌های مزدوج،



دارای شرایط ویژه ای هستند (شکل ۸: الف): هر دو درزه متقاطع در میدان تنش ثابتی تشکیل شده باشند؛ ب) رابطه بریدگی آنها گواه بر هم سن بودن آنها باشد؛ ج) رفتار مکانیکی سنگ میزبان آنها مانند سنگ بکر باشد؛ د) در زمان تشکیل، روی صفحه هایی تشکیل شوند که جهت گیری آنها نسبت به تنش های اصلی، از قانون کولمب_ مور برای شکستگی های برشی تبعیت کند (σ_1 نیمساز زاویه حاده بین دو صفحه شکستگی، σ_2 نیمساز زاویه منفرجه بین دو صفحه شکستگی و σ_3 به موازات محل تلاقی دو صفحه؛ شکل ۸).



شکل ۸. درزه های مزدوج در شیست ها به سن ژوراسیک σ_1 نیمساز زاویه حاده، σ_2 نیمساز زاویه منفرجه و σ_3 به موازات محل تلاقی دو صفحه

از بررسی ساختارهای تکتونیکی چنین نتیجه می شود که منطقه تحت تأثیر تنشهای تکتونیکی قرار گرفته و راستای تنشهای اصلی در فازهای مختلف تغییرشکلی قابل تشخیص است. رژیم تکتونیکی حاکم بر منطقه فشارشی- کششی می باشد، یعنی نیروهای غالب بر منطقه ابتدا به صورت فشارشی و سپس کششی عمل کرده است که چین ها، دایکها و شکستگی های موجود در منطقه، گواه آن می باشد. همچنین، راستای نیروهای وارده، باعث شکل گیری ساخت های خطی در راستای شمال خاور_ جنوب باختر شده است. در شمال باختر منطقه مورد مطالعه، گسل ها دارای روند شمالی- جنوبی هستند که در جنوب باختر گستره مورد مطالعه، گسل ها تغییر روند می دهند که دلیلی بر وجود فعالیت های نئوتکتونیکی در منطقه مورد مطالعه می باشد.



منابع

- [1] صادقی، ر.، سعیدی، ع.، آرین، م.، قرشی، م.، ۱۳۹۵. تفکیک فازهای تنش دیرین با استفاده از داده های سطوح لغزش گسلی در منطقه خلخال. فصلنامه علوم زمین، شماره ۱۰۲، ص ۲۹۷-۳۰۲.
- [2] اسدیان، ع.، میرزایی، ع.ر.، ۱۳۸۷. نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگوش خلخال-رضوانشهر. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [3] درویش زاده، ع.، ۱۳۹۷. زمین شناسی ایران (چینه شناسی، تکتونیک، دگرگونی و ماگماتیسم). امیرکبیر، ۴۳۴ صفحه.
- [4] Alsop, G.I., Holdsworth, R.E., 2004. Shear zones-an introduction and overview. Geological Society of London Publications Special Publications.
- [5] Marshak, S., Mitra, G., 1988. Basic Methods of Structural Geology. Pearson, 464 pages
- [6] Ramsay, J.G., Huber, M.I., 1987. The Techniques of Modern Structural Geology, Vol. 2: Folds and Fractures. Pergamon Press, London.