مجله علمی پژوهش های کاربردی در علوم زمین (سال اول)
شماره ۱ / بهار ۱۳۹۵ / ص ۲۷- ۱۸

تحلیل سیستم شکستگی‌های تکتونیکی محدوده شهرچای ارومیه

حسن حاجی حسینلو[۱]، مهسا نصیری[۲]

[۱] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زمین‌شناسی، خوی، ایران

[۲] کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زمین شناسی، خوی، ایران

نام و نشانی ایمیل نویسنده مسئول:

حسن حاجی حسینلو

haji3399@yahoo.com

چکیده

منطقه مورد مطالعه، در جنوب غربی ارومیه در امتداد رودخانه‌ی شهرچای قرار دارد. سد مخزنی شهر چای یکی از مهم ترین طرح های آبی در شمال غرب ایران واقع در استان آذربایجان غربی است و به دلیل قرارگیری در یک موقعیت تکتونیکی فعال و وجود شکستگی‌ها فراوان و ناکافی بودن تحقیقات در این مورد و وجود زمین لغزش‌های فراوان در محدوده مورد پژوهش، نیاز به بررسی بیشتر شکستگی‌های منطقه ضروری است. بررسی‌های حاضر به منظور دست یابی به‌میزان خطر زمین لرزه، گسل‌خوردگی، چین خوردگی، مطالعه جنبش شدید زمین در گستره مطالعاتی منطقه بند صورت گرفته است. به‌هر حال سعی گردید به بهره‌گیری از مطالعات انجام شده در این ناحیه، اطلاعات مهم در مورد شکستگی‌ها در این مطالعات گنجانده شود. از مقایسه سیستم درزه ها و گسل ها چنین برداشت می شود که درزه های تشکیل شده در منطقه کاملا، متاثر از حرکت گسل های اصلی محدوده بوده اند و از الگوی خاص سامانه گسل امتدادی راست لغز تبعیت می کنند الگوی شکستگی‌های این گسل بر اساس اندازه گیری های صحرایی به صورت سه گروه اصلی دسته بندی شده است.

واژگان کلیدی: تحلیل تکتونیکی، شهرچای، سیستم شکستگی‌ها

مقدمه

ناحیه مورد پژوهش در بخش کوهستانی شمال‌غرب ایران در استان آذربایجان غربی در جنوب غربی شهرستان ارومیه قرار دارد. این منطقه از لحاظ تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ایران توسط آقانباتی (۱۳۸۳) جزو ایران میانی و بخشی از البرز آذربایجان است. در این منطقه عوارض زمین‌شناسی و تکتونیکی متعددی وجود دارد که شامل شکستگی‌های متعددی است. مطالعات انجام شده در منطقه بیش‌تر جهت بررسی تکتونیکی بوده است لذا در این پژوهش سعی خواهد شد از دیدگاه مخاطرات زمین نسبت به بررسی ساختارهای تکتونیکی اقدام گردد.

۱-۱- چینه‌شناسی عمومی منطقه‌ی مورد مطالعه

در منطقه مورد مطالعه با توجه به مطالعات صحرایی و نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه می‌توان به چینه‌شناسی زیر اشاره کرد (شکل ۱):

واحد ($_{Sm}$) یا مجموعه سیلوانا

مجموعه‌ای از سنگ‌های دگرگونی است که سطح بسیار وسیعی از مرکز حوضه و جنوب آن را از روستای سیلوانا تا مرز ترکیه تشکیل می-دهد و ضخامت بسیار زیادی دارد. این سنگ‌ها شامل اسلیت و فیلیت هستند که در برخی قسمت‌ها ماسه‌ای و توفی‌اند و رنگ آن‌ها خاکستری می‌باشد. اسلیت و فیلیت حاصل دگرگون شدن شیل، شیل سیلتی و ماسه‌ای و ماسه رسی هستند. یکی از واحدهای فرعی واقع در زیر مجموعه سیلوانا عبارت از سنگ‌های کربناته آهکی و دولومیتی ($_{pEd}$) است که همگی مرمرین و سیلیسی شده‌اند. واحد فرعی دیگر شامل فیلیت و اسلیت به رنگ خاکستری تیره و ماسه سنگ کوارتزی ($_{pEs}$) می‌باشد. مجموعه واحدهای فوق دارای نفوذپذیری بسیار اندک و یا نفوذناپذیرند ولی خاصیت رسوب‌زائی نسبتاً بالائی دارند.

واحد ماسه سنگ مارنی (Esm)

این واحد متشکل از ماسه‌سنگ‌های نسبتاً سست، مارن، کنگلومرای دانه درشت و دانه ریز به رنگ‌های سبز تیره تا خاکستری مایل به قهوه-ای است و عمدتاً هم مرز با واحد کنگلومرائی ($_{Ec}$) دیده می‌شود و معمولاً بر روی واحدهای قدیمی‌تر ائوسن مانند واحد فرعی سنگ آهکی ($_{El}$) قرار دارد. این سنگ‌های آهکی که حاوی نومولیت نیز می‌باشد، به رنگ سبز زیتونی تا خاکستری‌اند و در برخی نقاط ماسه‌ای یا مارنی هستند. این مجموعه نیز نفوذ ناپذیر و رسوب‌زا است.

واحد کنگلومرای قاعده‌ای (OMc)

این واحد از چند متر رسوبات متشکل از سنگ‌های تبخیری کنگلومرای ستبر لایه تشکیل شده است و در همه جای قاعده سازند قم دیده نمی‌شود. در واقع این کنگلومرا سنگ آهکی کنگلومرائی می‌باشد که دارای سیمان آهکی و اجزاء تشکیل دهنده یکسان بسیار مقاوم است. این واحد نفوذ ناپذیر است و رسوب‌زائی ناچیزی دارد.

واحد سنگ آهک (OMl)

این سنگ آهک‌ها که معمولاً به صورت برجستگی‌های کم ارتفاع دیده می‌شوند، درصدهای متغییری مارن در خود دارند و گاهی به صورت لایه‌های ضخیم سنگ آهک بدون مارن به چشم می‌خورند. در برخی قسمت‌های این واحد، سنگ آهک گچی وجود دارد که استخراج نیز می‌شود. در برخی نقاط آثار خردشدگی و برشی شدن و حتی تبلور در این سنگ‌ها رویت می‌شود. در نمونه‌های سنگ آهکی و آهک‌های مارنی، فسیل‌های شاخص الیگومیوسن وجود دارد. این سنگ‌ها در مجموع نسبتاً نفوذپذیرند و رسوب‌زائی متوسطی دارند.

واحد کنگلومرائی، ماسه‌سنگی و مارنی (OMs)

سنگ آهک‌های فوق الذکر (OMl) توسط یک سری رسوبات آواری کنگلومرائی ماسه‌سنگی و مارنی پوشیده شده است که ستبر لایه بوده و تفاوت رخساره‌ای و مرفولوژیکی چندانی با رسوبات جوان‌تر ندارند و فقط از روی فسیل‌های موجود در آنان می‌توان از سایر نهشته‌ها متمایزشان کرد. قطر ذرات کنگلومرا کم‌تر از ۲ سانتی‌متر و فاصله درزه‌های آنان از یکدیگر اگر موجود باشد معمولاً بیش از یک متر است. رنگ مارن‌ها از سبز کم‌رنگ تا سبز زیتونی تغییر کرده و دارای درون لایه‌های ماسه سنگی ریز تا درشت دانه می‌باشد. ضخامت ماسه‌سنگ‌ها معمولاً بیش‌تر از ۲۵ سانتی‌متر نیست. ماسه‌سنگ‌ها و کنگلومراها از دیرباز به عنوان سنگ ساختمانی در حال استخراج می‌باشند، این مجموعه نفوذناپذیر و در برابر فرسایش، ضعیف و لذا رسوب‌زا می‌باشد.

کواترنر

رسوبات کواترنر سطح وسیعی از منطقه مورد بررسی را پوشانده است. این رسوبات را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف به گروه‌های گوناگون تقسیم نمود و از جمله منشاء تشکیل، جنس رسوبات، خواص فیزیکی و مشخصات دیگر را مورد نظر قرار داد. با توجه به مقیاس نقشه زمین‌شناسی پیوست و برای جلوگیری از تطویل کلام و در عین حال بیان مهم‌ترین جنبه‌های کاربردی و زمین‌شناختی و رسوبات کواترنر آنان را به شرح ذیل تقسیم‌بندی نموده‌ایم:

پادگانه‌های آبرفتی قدیمی رودخانه‌ای و دریاچه‌ای، مخروط افکنه‌های قدیمی و آبشست‌های دامنه‌ای قدیمی (Qtl)

این گروه از رسوبات، طیف وسیعی را در بر می‌گیرند که علت آن کوچک بودن مقیاس نقشه زمین‌شناسی پیوست و وسعت منطقه مورد بررسی می‌باشد. پادگانه‌های بلند رودخانه‌ای و دریاچه‌ای هر دو از منابع قابل توجه شن و ماسه می‌باشند. مواد موجود در پادگانه‌های دریاچه‌ای در مجاورت دریاچه ارومیه نیز فاقد شوری می‌باشند که حاکی از شیرین بودن آب دریاچه در گذشته است. پادگانه‌های بسیار نفوذپذیرند و سیمان قابل توجهی ندارند. معمولاً سطح پادگانه‌ها آبشست‌های دامنه‌ای ریز دانه با مقداری سنگ دانه‌های زاویه‌دار می‌پوشاند، این مناطق محل کشت دیم و گاهی آبی می‌باشند. پادگانه‌ها می‌توانند به عنوان منبع قرضه مخلوط ریز و درشت مورد بررسی قرار گیرند. در مناطقی که مخروط‌افکنه‌ها رسوبات (Qt1) را تشکیل داده یا روی آن‌ها را می‌پوشانند، شانس دست‌یابی به ذخایر آبی بیشتر است. خود این مواد (رسوبات مخروط‌افکنه) نیز معمولاً در کارهای خاک‌ریزی قابل مصرف می‌باشند.

پادگانه‌های آبرفتی جوان، مخروط‌افکنه‌های جدید و آبشست‌های جوان دامنه‌ای (Qt2)

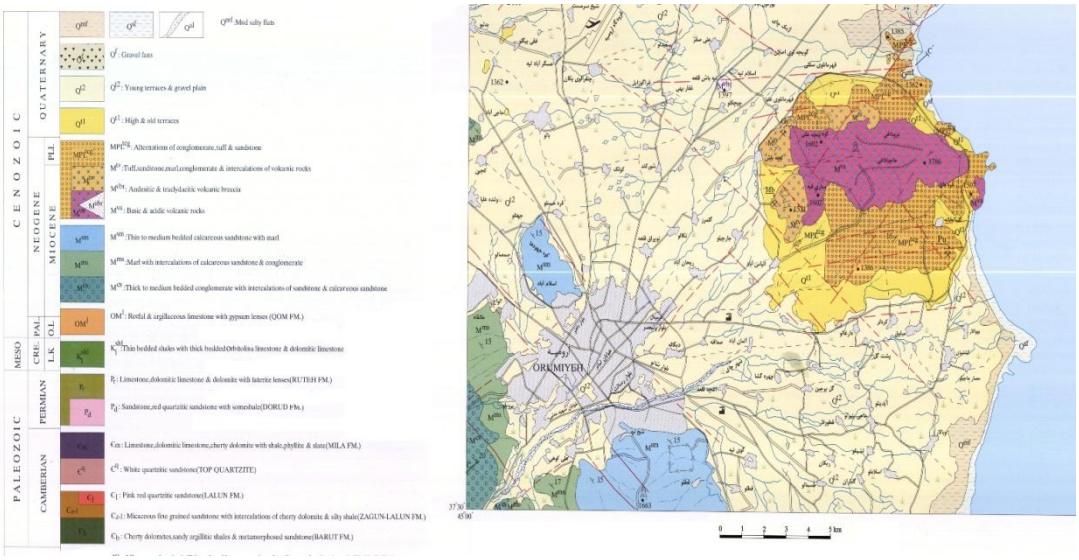
آنچه که در مورد (Qt1) گفته شد، در مورد (Qt2) نیز مصداق دارد. با این تفاوت که پادگانه‌ها، مخروط‌افکنه‌ها و آبشست‌های دامنه‌ای قدیمی، عموماً به لحاظ توپوگرافی در سطح بالاتری نسبت به (Qt2) قرار دارند و فرآیندهای تجزیه و تخریب تا حد بیش‌تری در آن‌ها اثر گذارده است.

رسوبات جوان رودخانه‌ای (Qt1)

این رسوبات از قلوه سنگ، شن و ماسه با مقدار متغییری بولدر و لای تشکیل شده‌اند و در بستر مسیل و رودخانه‌ها دیده می‌شوند. جنس دانه‌های تشکیل دهنده رسوبات جوان رودخانه‌ای عمدتاً سنگ‌های کربناته، ماسه‌سنگ، سنگ‌های آذرین و دگرگونی است و از گردشدگی بالائی برخوردار می‌باشند. این رسوبات بسیار نفوذپذیر بوده و اغلب بخش مهمی از مجاری تغذیه آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهند.
رسوبات رودخانه‌ای از مناسب‌ترین منابع قرضه مصالح دانه درشت برای تهیه بتن، استفاده در زیر سازی و تهیه فیلتر می‌باشند.
به همین جهت در چند نقطه از مسیر رودخانه شهرچای و سرشاخه‌های آن، کارخانه تولید شن و ماسه احداث شده است.

رسوبات باتلاقی شور (Qs)

رسوبات باتلاقی شور که عمدتاً بصورت نواری به عرض متوسط ۲/۵ کیلومتر در حاشیه غربی دریاچه کشیده شده‌اند و از مخلوطی از رس، لای و ماسه تشکیل می‌گردند. این نوار به طور متناوب به زیر آب شور دریاچه رفته و قسمت سفلی مجرای تخلیه زهاب‌ها به دریاچه محسوب می‌گردند.



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از سلطانی سیسی و همکاران، ۱۳۸۵)

- بحث

به کمک تصاویر ماهواره‌ای می‌توان نقشه‌های دقیق سیستم شکستگی‌های مناطق مختلف را ترسیم نموده و طول گسل‌های را تعیین کرد. به این ترتیب حدود مرز شکستگی‌ها اصلی و فرعی مشخص می‌شود. به کمک این قبیل مطالعات و استفاده از تصویر ماهواره‌ای می‌توان به شناخت دقیق امتداد تکتونیکی منطقه پی برد و گسل‌های فعال کواترنر را شناخته و امکان جابه‌جایی آن‌ها را بررسی کرد. گسل‌های اصلی در این منطقه با توجه به امتداد گسل‌ها دارای امتدادشرقی – غربی هستند. از شکستگی‌های منطقه می‌توان به گسل‌های زیر معرفی کرد :

۲-۱- گسل‌های بلارغو، میشیک

این دو گسل نسبت با سایر گسل‌های معرفی شده در این بخش، از اهمیت کم‌تری برخوردار هستند و می‌توان آن‌ها جزء گسل‌های فرعی طبقه بندی کرد، ولی به لحاظ نزدیکی آن‌ها به منطقه مورد مطالعه به شرح مختصر این دو گسل (بلارغو، میشیک) پرداخته می‌شود: گسل بلارغو با درازایی پیرامون ۳۰ کیلومتر و سازوکار راستالغز چپ‌گرد و مؤلفه معکوس در ۱۸ کیلومتری شمال منطقه مورد مطالعه واقع شده است. گسل میشیک با درازایی پیرامون ۲۵ کیلومتر و سازوکار معکوس، در ۶ کیلومتری شمال منطقه مورد مطالعه واقع شده است.

۲-۲- گسل ارومیه

گسل ارومیه یا به قولی گسل زرینه از دیدگاه برخی از زمین‌شناسان، بخشی از گسل تبریز است که از ماکو به طرف جنوب ادامه می‌یابد و از غرب دریاچه ارومیه می‌گذرد و به رودخانه زرینه رود می‌پیوندد. احتمالاً فروافتادگی دریاچه ارومیه نیز در اثر عمل‌کرد همین گسل می‌باشد. به نظر افتخارنژاد، ۱۳۵۵ گسل فوق پلاتفرم پالئوزوئیک را بر دو بخش تقسیم کرده است و در شمال‌غربی آذربایجان با گسل شمال تبریز یکی شده و به‌طرف قفقاز ادامه می‌یابد. حاشیه غربی این گسل که ناحیه مورد مطالعه را هم شامل می گردد به تدریج فرونشست کرده و در آن از تریاس فوقانی تا کرتاسه پسین رسوبات ضخیم با رخساره شیستی به همراه مواد آتشفشانی انباشته شده است. در بخش شرقی، بر اثر فرونشست به دریای عمیقی تبدیل می‌شود و رسوبات پلاژیک و گدازه‌های زیر دریایی طی کرتاسه پسین - ائوسن زیرین در آن انباشته شده است و به‌صورت باریکه‌ای به راندگی زاگرس می‌پیوند، ولی در غرب آن به صورت نوار پهنی تا شرق ترکیه ادامه پیدا کرده و حد بیرون‌زدگی مجموعه افیولیتی می‌باشد. به عقیده نبوی (۱۳۵۵) با توجه به وجود سنگ‌های پرکامبرین در غرب این گسل که گاه تا پرمین به صورت برجستگی‌های مقاومی وجود داشته‌اند، می‌توان رخداد این گسل را به فاز کوه‌زایی کاتانگایی منسوب دانست و از طرفی با توجه به سنی که (شهرابی، ۱۳۷۳) با استفاده از کربن ۱۴ برای دریاچه ارومیه در نظر می‌گیرد و معادل ۶۵۰۰ تا ۸۵۰۰ سال می‌باشد، گسل ارومیه نیز که در شکل‌گیری فرورفتگی دریاچه ارومیه بی‌تأثیر نبوده است، باید تا این اواخر فعال بوده باشد. راستای غالب این خطواره شمال‌غرب- جنوب-شرق می‌باشد و سازوکار غالب در آن راستالغز چپ‌گرد است.

۲-۳- گسل سرو

شواهدی از گسل نرمال با مؤلفه امتدادلغز در امتداد بین مرز شمال‌غربی ایران و شرق ترکیه می‌باشد. رسوبات نئوژن با شیب ۱۵° در فرودیواره این گسل قرار گرفته‌اند و بردار لغزش آن حدود ۲۹۰ تا ۳۰۰ درجه اندازه گیری شده است. حرکات روی گسل مخلوطی از نرمال و امتدادلغز راست‌گرد می باشد.

۲-۴- گسل دیزج

در غرب فروافتادگی دریاچه ارومیه با راستای تقریبی شمال - جنوب می‌باشد. این گسل در امتداد مرز ایران - ترکیه قرار داشته و مرز فیلیت‌های سازند کهر با سنگ‌های کربناته سازند روته مشخص می‌کند و با راستای شمالی - جنوبی حدود ۵۴ کیلومتر و با راستای خاوری - باختری حدود ۳۵ کیلومتر طول دارد.

عملکرد این گسل‌های در محدوده‌ی مورد مطالعه باعث ایجاد شکستگی‌های فراوانی شده که عبارتند از:

۱-گسل نرمال قاشقی

نوعی گسل نرمال است که به سمت بالا حالت مقعر دارد (هندسه مقعر شونده به سمت بالا) و این گسل‌ها دارای شیب تندی در نزدیکی سطح زمین هستند اما در اعماق، حالت مسطح دارند. این نوع گسل‌خوردگی در مسیر جاده ارومیه – راژان مشاهده می‌شود که با گسل اصلی منطقه غیر همسو می‌باشد (شکل‌های ۲و ۳).

۲-ایجاد ساختار دوپلکس در منطقه مورد مطالعه

از دیگر ساختارهای مشاهده شده در محدوده مورد بررسی دوپلکس می‌باشد. دوپلکس‌ها (جزء گسل های معکوس) ساختارهایی هستند که در آن‌ها گسل‌های فرعی به وسیله دو گسل بزرگ یا ممتد و مداوم که احتمالاً جابه‌جایی‌های بزرگی هم دارند محدود شده‌اند. به هر یک از قطعات تفکیک شده یا مجزا یک هورس یا خرک گفته می‌شود. این ساختار در نزدیک سد شهرچایی مشاهده شده است (شکل ۴). این ساختار را با استفاده مصالح برداشت شده در منطقه، با استفاده از آزمایش سندباکس انجام دادیم و دوپلکس مشاهده شده را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادم (شکل ۵).

شکل ۲- نمایی از گسل‌خوردگی نرمال و پدیده لغزش در منطقه مورد مطالعه، به شکستگی کششی روی آسفالت توجه شود که در اثر گسل‌خوردگی نرمال ایجاد شده‌اند، جهت دید عکس$_{N195°}$

شکل ۳-نمایی از درزه‌های کششی موجود در مسیر ارومیه – راژان در اثر گسل‌خوردگی نرمال منطقه ،جهت دید عکس^{N200}

شکل ۴- ساختار دوپلکس، جهت دید عکس^{N265}

شکل ۵ – ساختار دوپلکس ایجاده شده در آزمایش سندباکس

۳-گسل‌خوردگی معکوس در نزدیکی سد شهرچای

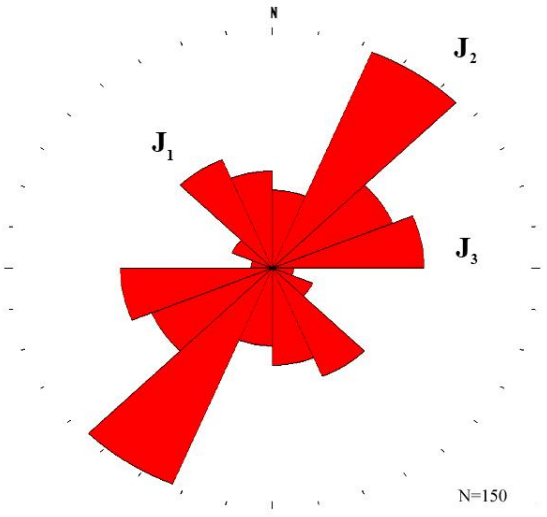
در این منطقه به علت تنش‌های فشارشی در منطقه گسل‌خوردگی شیب‌لغز معکوس در لایه‌های دولومیتی و آهکی ایجاد شده است طول این گسل حدود ۱ کیلومتر و شیب آن ۵۵ درجه به سمت جنوب غرب بوده است (شکل ۶) در اثر عملکرد این گسل‌خوردگی درزه‌های فراوانی در مسیر جاده ارومیه بند به صورت درزه‌های کششی و برشی تشکیل می‌شوند (شکل‌های ۷ و ۸).

شکل ۶- گسل‌خوردگی شیب‌لغز معکوس در نزدیکی سد شهرچای

شکل ۷- شکستگی‌های ایجاد شده در مسیر جاده ارومیه –بند که باعث درزه‌های کششی و برشی شده است.

شکل ۸- نمایی از درزه‌خوردگی کششی فراوان منطقه ناشی از گسل‌خوردگی عادی می‌باشد.

شکل ۹ سه سیستم درزه‌خوردگی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد که سیستم درزه‌خوردگی J_1 دارای راستای شمال شرق – جنوب غرب می‌باشد که بیشتر درزه‌های این سیستم از نوع کششی و برشی بوده و پرنشدگی این درزه‌ها نشان از جوان بودن درزه‌ها و فعالیت تکتونیکی جوان می‌باشد. این سیستم درزه‌خوردگی بر سیستم درزه‌خوردگی J_2 عمود می‌باشد اما نسبت به سیستم درزه‌خوردگی J_3 تحت زاویه ۳۵ درجه تشکیل می‌شود این سیستم در اثر گسل‌های معکوس منطقه تشکیل شده‌اند. سیستم درزه‌خوردگی J_2 دارای راستای شمال غرب – جنوب شرق می‌باشد که بیشتر درزه‌های این سیستم از نوع کششی و برشی بوده و همچنین پرنشدگی این درزه‌ها نیز نشان از جوان بودن درزه‌ها و فعالیت تکتونیکی جوان می‌باشد. این سیستم درزه‌خوردگی بر سیستم درزه‌خوردگی J_1 عمود می‌باشد اما نسبت به سیستم درزه‌خوردگی J_3 تحت زاویه ۴۵ درجه تشکیل می‌شود این سیستم نیز در اثر گسل‌های نرمال منطقه تشکیل شده‌اند. اما سیستم درزه-خوردگی J_3 که بیشتر از نوع کششی بوده دارای راستای شمال شرق – جنوب غرب می‌باشد و نسبت به بقیه سیستم درزه‌خوردگی قدیمی بوده چون توسط رگه‌های کلیستی و کوارتز پر شده‌اند.



شکل ۷- سیستم‌های درزه‌خوردگی منطقه مورد مطالعه

۳- نتایج

۱- شکستگی‌های منطقه مورد مطالعه محسوس‌ترین عوارض تکتونیکی می‌باشند به طوری که با شیب تند نسبت به لایه‌بندی‌ها تشکیل شده‌اند که نشان‌دهنده‌ی چین‌خوردگی ملایم در منطقه هستند و در بسیاری موارد ارتباط خوبی با وضعیت چین‌خوردگی واحدهای سنگی نشان می‌دهند. این شکستگی‌ها بیشتر از لحاظ تکتونیکی جوان می‌باشند.

۲- وجود گسل‌خوردگی شیب‌لغز معکوس و عادی در منطقه بند، نشان دهنده‌ی تنش‌های کششی و فشارشی بوده است که بیشتر درزه-خوردگی از نوع برشی و کششی بوده و در اکثر جاها پرشدگی در این درزه‌ها مشاهده نمی‌شود که نشان‌دهنده‌ی جوان بودن این درزه‌ها می‌باشد.

۳-از مقایسه سیستم درزه ها و گسل ها چنین برداشت می شود که درزه های تشکیل شده در منطقه کاملا، متاثر از حرکت گسل های اصلی محدوده بوده اند و از الگوی خاص سامانه گسل امتدادی راست لغز تبعیت می کنند الگوی شکستگی‌های این گسل بر اساس اندازه گیری های صحرایی به صورت سه گروه اصلی دسته بندی شده است.

.

منابع و مراجع

[۱] آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[۲] افتخارنژاد، ج.، ۱۳۵۵، نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ چهار گوش مهاباد، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[۳] سلطانی سیسی و همکاران، ۱۳۸۵، نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ چهارگوش ارومیه، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.

[۴] شهرابی، م.، ۱۳۷۳، شرح نقشه زمین‌شناسی ارومیه ۱:۲۵۰۰۰۰،انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.

[۵] نبوی، م.ح.، ۱۳۵۵، دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور ۱۰۹ صفحه.

[۶] نجمی خویی، آ.، ۱۳۹۴، تحلیل تکتونیکی منطقه شهرچای ارومیه، کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی- تکتونیک، دانشگاه آزاد اسلامی واد خوی.