تحلیل سیستم شکستگی­های تکتونیکی محدوده بند ارومیه

# دکتر حسن حاجی حسینلو1، آیسو نجمی خویی2

1- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زمین­شناسی، خوی، ایران، [haji3399@yahoo.com](mailto:haji3399@yahoo.com)

2- کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زمین شناسی، خوی، ایران

**چکیده**

منطقه بند، 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 شكستگي­­ها فراوان و ناکافی بودن تحقیقات در این مورد و وجود زمين ­لغزش­هاي فراوان در محدوده مورد پژوهش، نياز به بررسي بيشتر 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.

**1-مقدمه**

ناحیه مورد پژوهش در بخش کوهستانی شمال­غرب ایران در استان آذربایجان غربی در جنوب غربی شهرستان ارومیه قرار دارد. این منطقه از روستای بند دارای طول جغرافیایی 45 درجه و عرض جغرافیایی 37 درجه و 30 دقیقه شروع تا سه راهی سیلوانا دارای طول جغرافیایی 44 درجه و 50 دقیقه و عرض جغرافیایی 37 درجه و 25 دقیقه واقع شده و بخشی از ورقه 100000/1 زمین­شناسی اشنویه را شامل می­شود. از لحاظ تقسیم­بندی زمین­شناسی ایران توسط آقانباتی (1383) 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.

1-1- 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 1):**

واحد (pEs) 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 می­دهد 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 قهوه­ای 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 2 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 25 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)

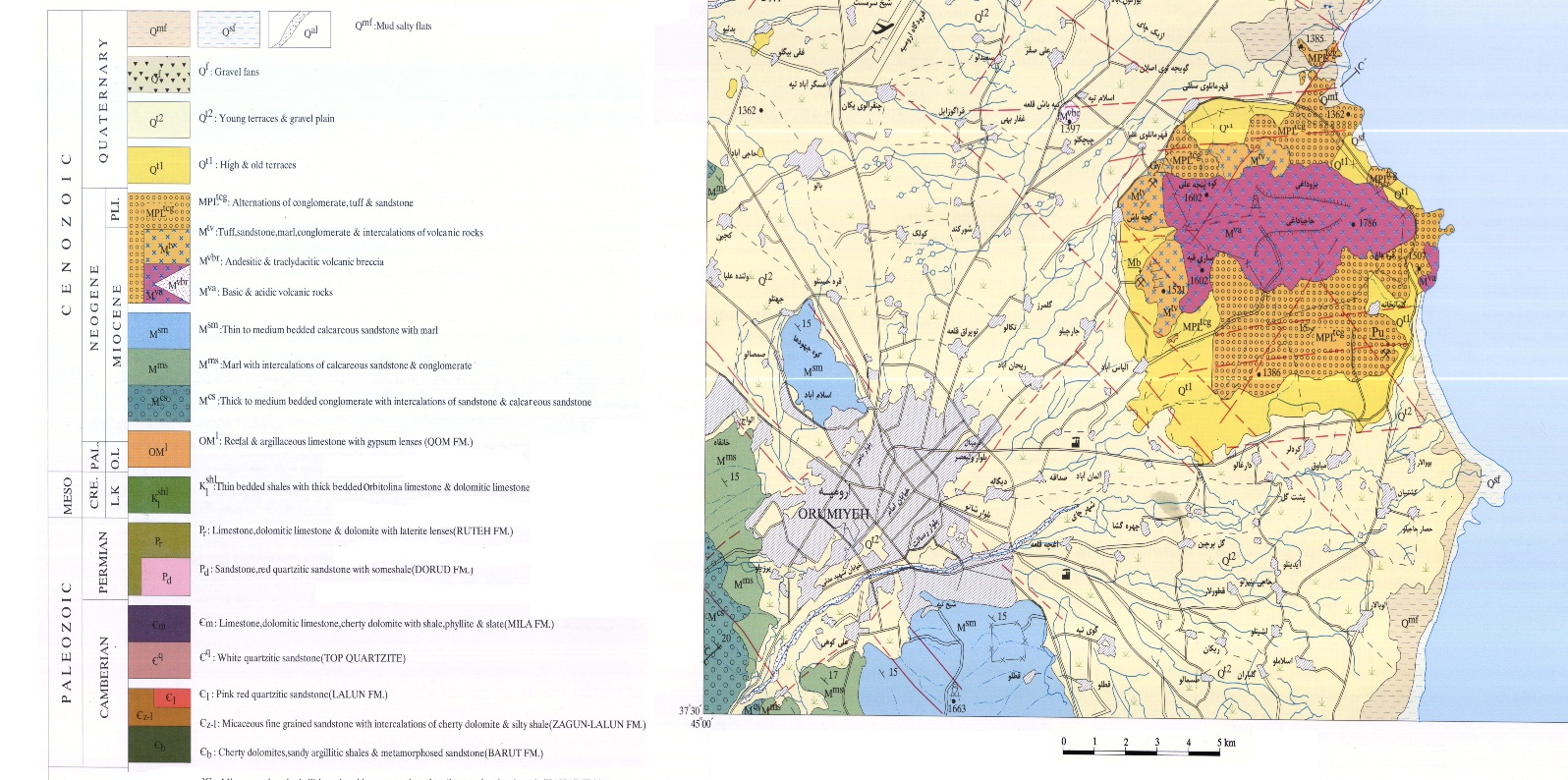
این رسوبات از قلوه سنگ، شن و ماسه با مقدار متغییری بولدر و لای تشکیل شده­اند و در بستر مسیل و رودخانه­ها دیده می­شوند. جنس دانه­های تشکیل دهنده رسوبات جوان رودخانه­ای عمدتاً سنگ­های کربناته، ماسه­سنگ­، سنگ­های آذرین و دگرگونی است و از گردشدگی بالائی برخوردار می­باشند. این رسوبات بسیار نفوذپذیر بوده و 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 5/2 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 1- نقشه زمین­شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از سلطانی سیسی و همکاران، 1385)**

2- 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 :

2-1- گسل­هاي بلارغو، ميشيك

اين دو گسل نسبت با ساير گسل­هاي معرفي شده در اين بخش، از اهميت كم­تري برخوردار هستند و مي‌توان آن­ها جزء گسل­هاي فرعي طبقه بندي كرد، ولي به لحاظ نزديكي آن­ها به منطقه مورد مطالعه به شرح مختصر این دو گسل (بلارغو، میشیک) پرداخته مي‌شود: گسل بلارغو با درازايي پيرامون 30 كيلومتر و سازوكار راستالغز چپ­گرد و مؤلفه معكوس در 18 كيلومتري شمال منطقه مورد مطالعه واقع شده است. گسل ميشيك با درازايي پيرامون 25 كيلومتر و سازوكار معكوس، در 6 كيلومتري شمال منطقه مورد مطالعه واقع شده است.

2-2- گسل ارومیه

گسل اروميه يا به قولي گسل زرينه از دیدگاه برخي از زمين­شناسان، بخشي از گسل تبريز است كه از ماكو به طرف جنوب ادامه مي­يابد و از غرب درياچه اروميه مي­گذرد و به رودخانه زرينه رود مي­پيوندد. احتمالاً فروافتادگي درياچه اروميه نيز در اثر عمل­كرد همين گسل مي­باشد. به نظر افتخارنژاد، 1355 گسل فوق پلاتفرم پالئوزوئيك را بر دو بخش تقسيم كرده است و در شمال­غربي آذربايجان با گسل شمال تبريز يكي شده و به­طرف قفقاز ادامه مي­يابد. حاشيه غربي اين گسل كه ناحيه مورد مطالعه را هم شامل مي گردد به­ تدريج فرونشست كرده و در آن از ترياس فوقاني تا كرتاسه پسين رسوبات ضخيم با رخساره شيستي به همراه مواد آتشفشانی انباشته شده است. در بخش شرقي، بر اثر فرونشست به درياي عميقي تبديل مي­شود و رسوبات پلاژيك و گدازه­هاي زير دريايي طي كرتاسه پسين - ائوسن زيرين در آن انباشته شده است و به­صورت باريكه­اي به راندگي زاگرس مي­پيوند، ولي در غرب آن به ­صورت نوار پهني تا شرق تركيه ادامه پيدا كرده و حد بيرون­زدگي مجموعه افیولیتی مي­باشد. به عقيده نبوي (1355) با توجه به وجود سنگ­هاي پركامبرين در غرب اين گسل كه گاه تا پرمين به ­صورت برجستگي­هاي مقاومي وجود داشته­اند، مي­توان رخداد اين گسل را به فاز كوه­زايي كاتانگايي منسوب دانست و از طرفي با توجه به سني كه (شهرابی، 1373) با استفاده از كربن 14 براي درياچه اروميه در نظر مي­گيرد و معادل 6500 تا 8500 سال مي­باشد، گسل اروميه نيز كه در شكل­گيري فرورفتگي درياچه اروميه بي­تأثير نبوده است، بايد تا اين اواخر فعال بوده باشد. راستای غالب این خطواره شمال­غرب- جنوب­شرق می­باشد و سازوکار غالب در آن راستالغز چپ­گرد است

2-3- گسل سرو

شواهدی از گسل نرمال با مؤلفه امتدادلغز در امتداد بین مرز شمال­غربی ایران و شرق ترکیه می­باشد. رسوبات نئوژن با شیب w ᵒ15 در فرودیواره این گسل قرار گرفته­اند و بردار لغزش آن حدود 290 تا 300 درجه اندازه گیری شده است. حرکات روی گسل مخلوطی از نرمال و امتدادلغز راست­گرد می باشد.

2-4- 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 54 کیلومتر و با راستای خاوری - باختری حدود 35 کیلومتر طول دارد.

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

1-گسل نرمال قاشقي

نوعي گسل نرمال است كه به سمت بالا حالت مقعر دارد (هندسه مقعر شونده به سمت بالا) و اين گسل­ها داراي شيب تندي در نزديكي سطح زمين هستند اما در اعماق، حالت مسطح دارند. اين نوع گسل در سنگ­هاي ماسه سنگ منطقه ولدیان مشاهده مي­شود كه با گسل اصلي منطقه غیر همسو مي­باشد (شکل 2).

**2-ایجاد چین­خوردگی در اثر شکستگی منطقه مورد مطالعه**

باتوجه به اینکه شیب لایه­ها به طرف جاده بوده و در بعضی جاها حالت چین­خوردگی پیدا کرده لذا پدیده گسیختگی و ریزش به­طور همزمان اتفاق می­افتد (شکل 3).

****

**شکل 2- نمایی از گسل نرمال و پدیده لغزش در منطقه مورد مطالعه با شیب 15 و امتداد 170 و جهت شیب** SE **می باشد.**



**شکل 3- سیلت و رس و لایه­ی زیری ماسه­سنگ و مارن کاملاً هوازده که در اثر وجود رطوبت پدیده لغزش اتفاق خواهد افتاد (تقریباً 70 متر) شیب 80 و امتداد 130جهت شیب شمالی.**

**3-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 1 کیلومتر و شیب آن 55 درجه به سمت جنوب غرب بوده است (شکل 4) در اثر عملکرد این گسل­خوردگی درزه­های فراوانی در مسیر جاده ارومیه بند به صورت درزه­های کششی و برشی تشکیل می­شوند (شکل­های 5 و 6).



شکل 4- گسل­خوردگی شیب­لغز معکوس در نزدیکی سد شهرچای

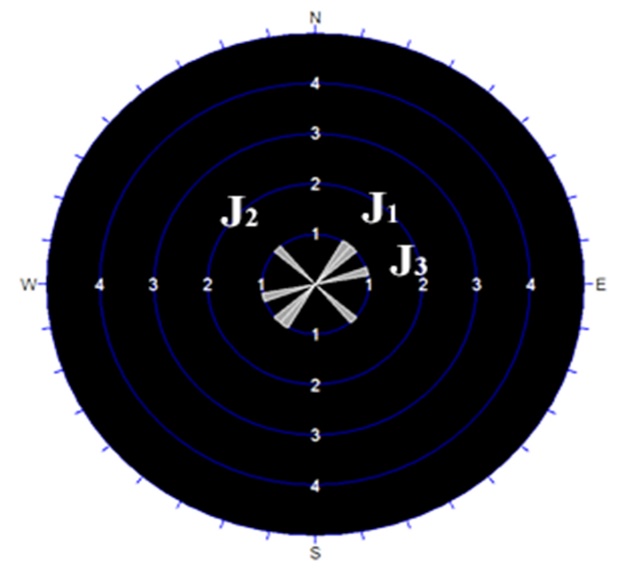


شکل 5- شکستگی­های ایجاد شده در مسیر جاده ارومیه –بند که باعث درزه­های کششی و برشی شده است.



شکل 6- نمایی از درزه­خوردگی کششی فراوان منطقه ناشی از گسل­خوردگی عادی می­باشد.

شکل 7 سه سیستم درزه­خوردگی در منطقه مورد مطالعه را نشان می­دهد که سیستم درزه­خوردگی J1 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 درزه­های و فعالیت تکتونیکی جوان می­باشد. این سیستم درزه­خوردگی بر سیستم درزه­خوردگی J2 عمود می­باشد اما نسبت به سیستم درزه­خوردگی J3  تحت زاویه 35 درجه تشکیل می­شود این سیستم در اثر گسل­های معکوس منطقه تشکیل شده­اند. سیستم درزه­خوردگی J2 دارای راستای شمال غرب – جنوب شرق می­باشد که بیشتر درزه­های این سیستم از نوع کششی و برشی بوده و پرنشدگی این درزه­ها نشان از جوان بودن درزه­های و فعالیت تکتونیکی جوان می­باشد. این سیستم درزه­خوردگی بر سیستم درزه­خوردگی J1 عمود می­باشد اما نسبت به سیستم درزه­خوردگی J3  تحت زاویه 45 درجه تشکیل می­شود این سیستم نیز در اثر گسل­های نرمال منطقه تشکیل شده­اند. اما سیستم درزه­خوردگی J3  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 7- سیستم­های درزه­خوردگی منطقه مورد مطالعه

**3- نتایج**

1- 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.

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

3-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.

**4- منابع**

-آقانباتی، ع.، 1383، زمین­شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین­شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

-افتخارنژاد، ج.، 1355، نقشه زمین­شناسی 1:250000 چهار گوش مهاباد، انتشارات سازمان زمین­شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

- سلطانی سیسی و همکاران، 1385، نقشه زمین­شناسی 100000/1 چهارگوش ارومیه، انتشارات سازمان زمین­شناسی کشور.

- شهرابی، م.، 1373، شرح نقشه زمین­شناسی ارومیه 1:250000،انتشارات سازمان زمین­شناسی کشور.

-نبوی، م.ح.، 1355، دیباچه­ای بر زمین­شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین­شناسی کشور 109 صفحه.

- نجمی خویی، آ.، 1394، بررسی مخاطرات تکتونیکی منطقه بند ارومیه، کارشناسی ارشد رشته زمین­شناسی- تکتونیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی.