

## ساختار گسل شمال قزوین و گسل‌های بخش شمال خاوری قزوین

زهرا آرام<sup>۱</sup>، محسن پور کرمانی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران  
۲- استاد گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

### چکیده

گسل شمال قزوین یکی از گسل‌های اصلی در استان قزوین دارای عملکرد فشاری، همراه با حرکت امتداد لغز چپگرد در بعضی مناطق است. درازای این گسل ۶۰ کیلومتر و دارای راستای خاوری-باختری بوده و می‌توان آن را جزء یکی از گسل‌های اصلی البرز به شمار آورد. علی‌رغم داشتن شباهت بسیار با گسل شمال تهران، تا کنون ارتباطی قطعی میان این دو گسل یافت نشده است. این گسل در قسمت خاوری خود به گسل شمال شکرناپ می‌رسد، که به نظر می‌آید این قطعه ادامه گسل شمال قزوین باشد. بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های موجود و داده‌های به دست آمده از برداشته‌های صحرایی و نتایج حاصل از آن‌ها، منطقه به سه بخش مجزا تقسیم می‌شود. بخش اول منطقه ای است در برگیرنده گسل شمال قزوین که تنشی با امتداد شمالی-جنوبی در تشکیل آن نقش داشته است. بخش دوم که می‌توان آن را تحت تأثیر تنش‌هایی در جهت شمال خاوری-جنوب باختری دانست، سبب ایجاد شکستگی در سازند کرج در جهت شمال باختری-جنوب خاوری گردیده است. منطقه سوم که در حد فاصل گسل طالقان و گسل مشا مطالعه شده است و از برداشته‌های موجود نمی‌توان تنش حداکثر را برای آن در نظر گرفت.

واژگان کلیدی: گسل شمال قزوین، سازند کرج، سازند هزار دره، تنش

### مقدمه

قزوین با امتداد خاوری-باختری، گسل شکرناپ با امتداد شمال باختری-جنوب خاوری و گسل طالقان است. گسل شمال قزوین بخشی از نقشه چهارگوش قزوین-رشت را در بر می‌گیرد. ناحیه مذکور در جنوب البرز باختری قرار دارد و از نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران، دلباخ (۱۹۶۴) در منطقه گودال حاشیه‌ای جنوبی البرز (منطقه ۷ البرز) قرار می‌گیرد. این گستره، دارای سنگ‌های آتشفشانی اعم از توف، آندزیت و رسوبات توفی، سنگ‌های رسوبی و به

منطقه مورد مطالعه (شکل‌های ۲و۱) در قسمت شمالی و خاوری شهر قزوین واقع شده و شهر بر روی حوضه آبریزی که از آبرفت‌های جوان پر شده، بنا گردیده است. این منطقه از شمال و باختر به بلندی‌های کوه‌های البرز و از جنوب به دشت قزوین منتهی می‌گردد. رشته کوه البرز در شمال این حوضه دارای رسوبات و سنگ‌های آتشفشانی ژوراسیک و ترشیر فوقانی بوده و محور تاقدیس‌ها و ناودیس‌ها در امتداد خاوری-باختری و در بعضی مناطق دارای امتداد شمال باختری-جنوب خاوری است. منطقه دربردارنده گسل شمال

متوسط ۳۰۰ متر از سطح زمین تشکیل می‌دهند. این رسوبات به صورت ساختمان‌های تاقدیسی و ناودیسی ساده چین خورده‌اند که جهت آن‌ها شمال خاوری- جنوب باختری می‌باشد. سازند کرج با ترکیبی مشابه با آنچه در تهران قابل مشاهده است، سنگ مادر بخش عظیمی از رسوبات آبرفتی قزوین است. سازند کنگلومرایی هزار دره و متعاقب آن، رسوبات کواترنر میانی و پسین در دشت قابل مشاهده است. احتمالاً با وجود سازند قرمز بالایی در خاور قزوین و سازند کرج در ارتفاعات، سنگ بستر شهر قزوین شامل قطعاتی از این دو سازند است.

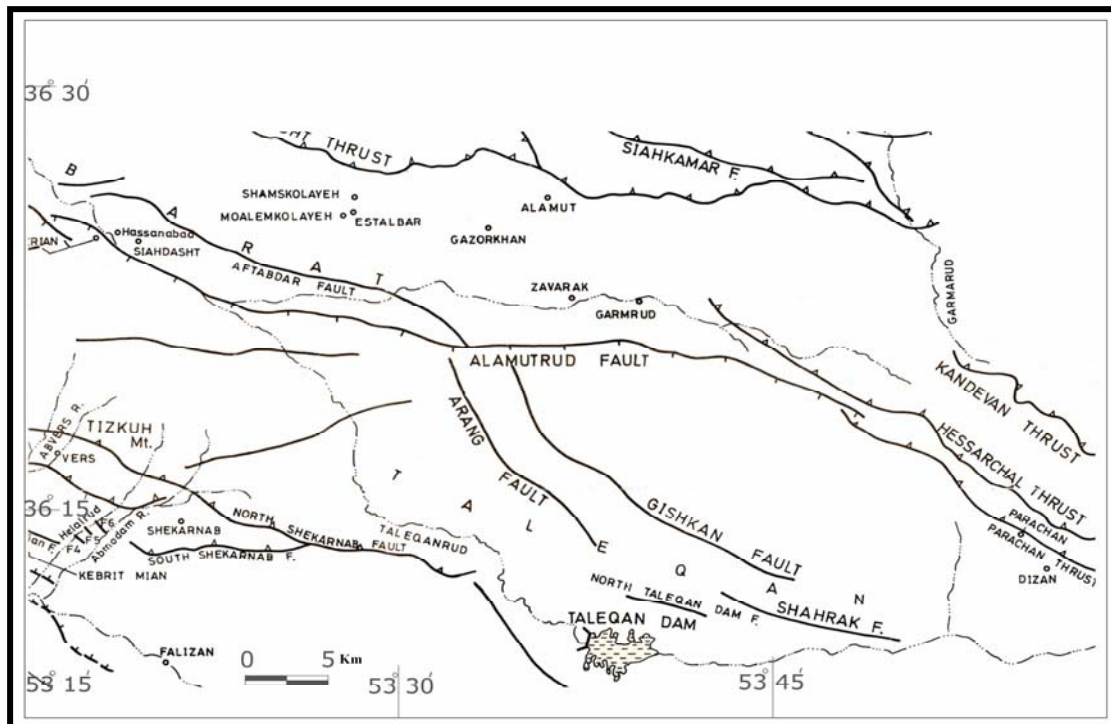
#### سیمای ساختاری منطقه

این منطقه در ناحیه لرزه زمین ساخت البرز واقع شده و بخش کوچکی از سیستم تکتونیکی پیچیده جنوب البرز باختری به شمار می‌رود که در کل با تکتونیک ایران و در مقیاس وسیع تر با تکتونیک آلپ- هیمالیا و اثرات حرکت صفحات مجاور ارتباط مستقیم دارد. البرز باختری در پاسخ به برخورد صفحه عربی به اوراسیا تغییر شکل داده و در اثر تنش مذکور  $53 \pm 3$  کیلومتر کوتاه شدگی را در طول مجموعه‌ای از گسل‌های امتدادلغز، راندگی و عادی ایجاد کرده است [۱۱].

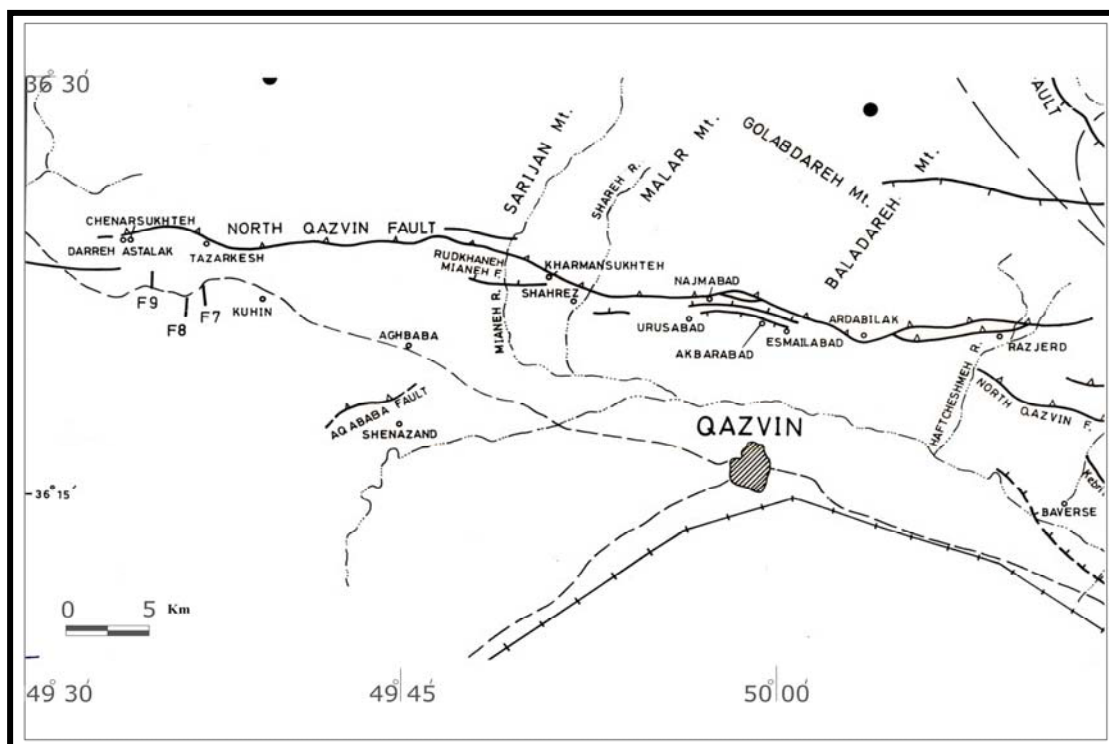
مقدار کمتر حاوی سنگ‌های آذرین درونی است. رشته کوه‌های شمال قزوین از یک سری چین‌ها و راندگی‌ها با راستای خاوری- باختری تشکیل و باعث رانده شدن سازند کرج بر روی دشت قزوین در جنوب شده است. به عبارت دیگر گسلش در این محدوده ناشی از عملکرد کوهزایی البرز بوده که در محدوده قزوین، راندگی به سمت جنوب را سبب گردیده است.

یکی از نکاتی که در نگاه اول به نظر می‌آید، اختلاف ارتفاع ناگهانی دشت قزوین با کوه‌های شمال آن است که محصول عملکرد فاز گسلی در این منطقه است. گسل‌ها سازنده پستی و بلندی‌های روی زمین در پیوند با زایش کوه‌ها و دشت‌ها می‌باشند. گسل‌های لرزه‌زای ایران (از جمله گسل شمال قزوین) گسل کوهپایه‌ای می‌باشند [۷]، [۸]، [۹].

پهنه کوهستانی در بعضی مناطق از دیدگاه جنبش توده‌های ناپایدار مانند لغزش، ریزش و جریان گل قابل توجه می‌باشد [۱]. در کناره‌های جنوبی کوه‌های البرز کمربند وسیعی از راندگی در ماسه سنگ‌های رسوبی، مارن، گچ و نمک از دوره میو پلیوسن (معادل با سازند قرمز فوقانی) به چشم می‌خورد که در قسمتی از بستر رودخانه‌های باراجین و امیرآباد در شمال شهر قزوین رخنمون این رسوبات مشاهده می‌شود. اندازه‌گیری‌های ژئوفیزیکی در این منطقه ثابت کرده است که رسوبات مذکور سنگ کف آبرفت جوان دشت قزوین را در عمق



شکل ۲- گسل های شرق قزوین [۲]



شکل ۲ - روند عمومی گسل‌های واقع در شمال قزوین [۲]

## روش تحقیق

برای شناسایی عامل ایجاد کننده گسل شمال قزوین و گسل‌های پیرامون و تنش‌هایی که حرکت مجدد گسل را سبب می‌شوند و این که آیا عامل اصلی تنش هنوز در منطقه حضور دارد یا نه، می‌توان احتمال خطر بروز زمین لرزه را در منطقه مورد بررسی قرار داد.

بدین منظور روش بررسی به صورت زیر مورد ملاحظه قرار گرفت.

۱- بررسی سوابق علمی و اطلاعات موجود قبلی، بررسی عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین شناسی، توپوگرافی، نقشه گسل‌های کاری و لرزه خیزی و...

۲- بازدید میدانی و برداشتهای میدانی لازم از گسل شمال قزوین که بدین منظور گسل در نقاط و بخش‌های مختلفی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. روستاهایی که می‌توان مسیر گسل شمال قزوین را در آنها دنبال کرد، عبارتند از: سوخته چنار، تذرکش، خرمن سوخته، اوروس آباد، نجم آباد، اکبر آباد، اسماعیل آباد و رزجرد.

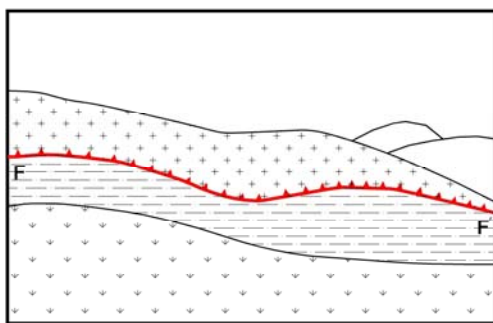
۳- مطالعه بر روی امتداد درزه‌های سیستماتیک با استفاده از نرم افزارها برای به دست آوردن نتایج آماری صورت گرفت. به منظور دقیقتر بودن نتیجه‌گیری مطالعات درزه‌ها نکاتی چند مورد توجه قرار گرفت و سعی شد محل برداشت اطلاعات معرف شرایط ساختاری منطقه بوده و رخنمون مناسبی از شکستگی را دارا باشد. سن و جنس لایه‌هایی که محل انتخاب ایستگاه‌ها هستند تا حد امکان مشابه انتخاب شده و

اغلب در سازند کرج قرار دارند. علاوه بر این سعی شده است اندازه‌گیری‌ها در سطح لایه و به دور از دیواره پر شیب دره‌ها و فروافتادگی‌های حاصل از گسل‌ها و... انجام پذیرد. بدیهی است که شرایط محلی الگوی شکستگی‌ها را تحت تاثیر قرار داده و در حین مقایسه اطلاعات در سطح ایجاد خطا خواهد نمود. با لحاظ نمودن کلیه موارد فوق در مجموع ۳۰ ایستگاه برداشت گردید.

## محل

گسل شمال قزوین گسلی است با راستای خاوری- باختری و درازای ۶۰ کیلومتر که با فاصله کمی از شمال قزوین می‌گذرد [۲]. البته گسل در تمام طول مسیر راستای خاوری- باختری ندارد و چنانچه هر قطعه از گسل به طور جداگانه اندازه‌گیری شود امتداد و شیب به دست آمده در قسمت‌های مختلف متفاوت است. مثلاً در خرمن سوخته و تذرکش امتداد شمال باختری- جنوب خاوری و در سه کیلومتری جنوب خاوری روستای اردبیلک امتداد گسل شمال خاوری- جنوب باختری است. این گسل نخستین بار به وسیله رین (۱۹۶۶) شناسایی شد. وی این گسل را راندگی باراجین نامید [۱۵]. چنانچه راندگی موجود در اورس آباد را نیز به آن بیافزاییم، طول آن به ۸۰ کیلومتر می‌رسد [۲]. در بسیاری از محدوده گسل، رانده شدن سازند کرج بر روی رسوبات آبرفتی هزار دره که دشت قزوین را پوشانده است، به وضوح مشاهده می‌شود. به دلیل عملکرد این گسل اختلاف ارتفاع قابل ملاحظه‌ای با میانگین ارتفاع ۱۲۵۰ متر بین

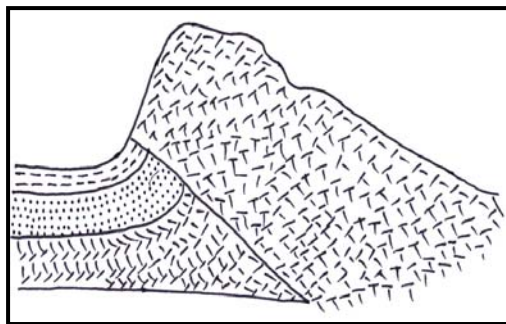
گسل‌های کوتاه‌تر دیگری نیز در گستره قزوین قابل مشاهده است که به نظر می‌رسد به سبب درازای کم از توان لرزه‌زایی پایینی برخوردار باشند، ولی ممکن است به سبب جنبش ناشی از گسل‌های اصلی مجاور خود دچار جابه‌جایی و لغزش گردند. بنابراین یک سیستم فشاری، سبب ایجاد گسل شمال قزوین شده است که بالا آمدگی آن به طرف جنوب و جنوب خاوری است.



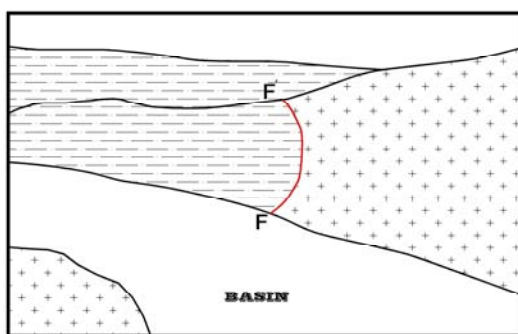
شکل ۳- عملکرد گسل شمال قزوین در شمال روستای نجم آباد باعث قرارگیری سازند کرج بر روی سازند هزار دره گردیده و در شکل اختلاف لیتولوژی و پوشش گیاهی، واضح به نظر می‌رسد. نگاه به سمت باختر

گدازه‌هایی از جنس سنگ‌های آذرین و سخت در بخش‌هایی از منطقه قابل مشاهده است که بخشی از سازند کرج به حساب می‌آیند. سیستم فشاری حاکم در بعضی مناطق مثل منطقه باراجین و اسماعیل آباد گسل‌هایی را ایجاد کرده است که این گدازه‌ها را شکسته و

کوه‌ها و ارتفاعات حاصل از بالاآمدگی کمر بالا و فروافتادگی دشت ایجاد گردیده است [۴]. این گسل به دلیل بریدن رسوبات کواترنر و به دلیل مظنون بودن آن در به وجود آوردن زلزله‌های تاریخی جزء گسل‌های لرزه‌زای ایران به شمار می‌آید. منطقه شمال قزوین نیز همانند تهران به طور کلی از نئوژن تا زمان حال، تحت تأثیر نیروهای تکتونیکی فشاری بوده است، این فشارها با پدیده کوهزایی و چین خوردگی در ابتدای پلیوسن و در محدوده زمینی پلیو- پلیستوسن و در انتهای پلیستوسن پیشین همراه بوده است. پس از آن و تاکنون این فشار ادامه داشته است، فعالیت‌های گسل‌های این منطقه با عملکرد راندگی و معکوس نشانه ادامه فشارهای تکتونیکی در زمان جدیدتر و کنونی می‌باشد [۲]. گسل شمال قزوین به دلیل بریدن رسوبات کواترنر جزء گسل‌های فعال منطقه به شمار می‌رود. اما این گسل در قرن نوزدهم و بیستم بدون لرزه بوده است (یا در صورت فعال بودن، ثبت نگردیده است). از آنجا که این گسل فشاری و در صورت فعالیت زلزله‌های شدید با دوره بلند مدت ایجاد خواهد کرد. با فرض درازای ۶۰ کیلومتر، گسل توان ایجاد زمین‌لرزه‌ای با بزرگی ۷/۲ ریشتر را دارا بوده و با استفاده از روابط تجربی موجود در اثر فعالیت گسل تا ۱۳۰ سانتی‌متر جا به جایی ممکن است رخ دهد.



شکل ۵- سازند هزار دره در اثر عملکرد گسل همراه با سازند کرج به طرف بالا کشیده شده بنابراین در پایین رسوبات هزار دره و در بالا سازند کرج قرار گرفته است.



شکل ۶- نمای از گسل شمال قزوین واقع در شمال روستای نجم آباد. نگاه به سمت شمال

گسل شمال قزوین در قسمت خاوری با یک نبود کوتاه به گسل شکر ناب می‌رسد. گسل شمال قزوین در انتهای خاوری خود ممکن است در طبقات زیرین به گسل شکر ناب اتصال داشته باشد و در واقع این گسل بخشی از گسل شمال قزوین است. راندگی شمال شکر ناب گسلی است با راستای خم‌دار شمال باختری- جنوب خاوری، دارای طوی بیش از ۳۲ کیلومتر است. این گسل در بخش شمال باختری خود سبب راندگی سنگ‌های ائوسن بر روی رسوبات نئوژن گشته و در بقیه راستای خود سنگ‌های آتشفشانی ائوسن را می‌برد. گسل شکر ناب در انتهای خاوری در سازند کرج وارد شده و در آن جا مستهلک می‌شود. گسل شمال قزوین

صفحاتی از یک جنس را نسبت به هم جابه‌جا کرده است (شکل ۴).



شکل ۴- گسل درون سازند کرج در مقطع رودخانه، بین باراجین و اسماعیل آباد. نگاه به سمت جنوب باختری

اگر از مقابل پیشانی کوه‌ها به گسل دقت کنیم، تشخیص یک خط دقیق به عنوان مرز گسل با اطمینان صد درصد و مشاهده اختلاف لیتولوژی به صورت یک خط مشخص بعید به نظر می‌رسد. زیرا سازند هزار دره سازند استحکام نیافته و سستی است که در اثر فرسایش و عواملی نظیر آن یک مرز دقیق و مشخص را از خود برجا نمی‌گذارد. علاوه بر این در اثر عملکرد گسل مطابق الگوی ارائه شده در زیر، سازند هزار دره نیز تحت تاثیر نیروی راندگی همراه با سازند کرج تا حدودی به طرف بالا کشیده شده و دامنه کوه‌ها را تشکیل داده است. بنابراین در پای کوه رسوبات هزار دره و در بالا سازند کرج قابل مشاهده است.

اما تبدیل تدریجی این دو به یکدیگر و اختلاف ارتفاع بارز نشان دهنده عملکرد گسل و خط تقریبی آن است. اما در بعضی مناطق مانند شکل ۶ این خط بدون ابهام قابل تشخیص است.

درزهای سیستماتیک برداشت شده است و با استفاده از آزمون  $x^2$  درزهای فاقد ارزش آماری در تحلیل شکستگی‌ها مورد استفاده قرار نگرفتند. تعداد ایستگاه‌های برداشت شده در این محدوده ۳۰ ایستگاه بوده و محل آن‌ها همراه با ذکر شماره ایستگاه بر روی نقشه نمایش داده شده است. اغلب ایستگاه‌ها در بخش‌های سنگی (توف) سازند کرج تعیین شده است، بنابراین تأثیر جنس سنگ بر روی درزها یکنواخت عمل کرده است. از تعداد ۳۰ ایستگاه انتخاب شده، ۲۰ ایستگاه در شمال گسل شمال قزوین (بر روی شکل ۸ نمایش داده شده است) و از ۱۰ ایستگاه باقیمانده دیگر ۵ ایستگاه در درون سازند کرج و در حوالی گسل شمال شکر ناب تا نزدیکی گسل طالقان انتخاب گردیده و ۵ ایستگاه دیگر در سنگ‌های حد فاصل گسل طالقان و مشا است. نتایج مربوط به اندازه‌گیری در ایستگاه‌ها و روند غالب منتج شده از نمودارهای گل سرخی رسم شده، به صورت سه جدول جزا آورده شده است.



شکل ۷- تصویری از درزهای مزدوج در شمال روستای نجم آباد. نگاه به سمت شمال باختری

شباهت‌های فراوانی با گسل شمال تهران دارد که به عنوان نمونه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد [16,17].

- ۱- از لحاظ توپوگرافی و ریخت‌شناسی
- ۲- هر دو گسل مرز میان کوه و دشت را شامل می‌شوند.
- ۳- هر دو باعث رانده شدن سازند کرج بر روی آبرفت‌های هزار دره گردیده‌اند که می‌توان انتظار داشت که هم‌زمان تشکیل شده باشند.
- ۴- هر دو روند خاوری- باختری دارند.
- ۵- هر دو به سبب بریدن رسوبات کواترنر لزره‌زا هستند.
- ۶- هر دو دارای خم هم‌تراز ۱۵۰۰ متر می‌باشند.
- ۷- هر دو دارای شیب به سمت شمال هستند. از طرف دیگر در میان این دو گسل، گسل‌های طالقان و مشا- فشم با روند خاوری- باختری قرار گرفته‌اند. گسل مشا- فشم جزء گسل‌های اصلی البرز به شمار می‌آید و رسوبات دوران‌های پالئوزوئیک، مزوزوئیک و دوره ترشیری را به سمت جنوب روی منطقه چین‌های حاشیه‌ای رانده است. گسل طالقان باعث راندگی سازندهای پالئوزوئیک و مزوزوئیک (از سوی جنوب) بر روی سازند کرج و رسوبات نئوژن دره طالقان شده است [۱۶]. بخش باختری گسل مشا در جنوب خاوری قزوین راندگی بنیادی نامیده شده است [12, 14, 16].

### مطالعه درزهای منطقه

برای مطالعه درباره نحوه شکل‌گیری ساختارها و نیز تعیین جهت‌گیری سری درزهای شاخص در منطقه و تجزیه و تحلیل توصیفی آن‌ها امتداد

جدول ۱- فراوانی امتداد درزها در ۲۰ ایستگاه اول در سنگ‌های ائوس

بر اساس داده‌های جدول ۱ در تمام ۲۰ ایستگاه اول به استثناء ۴ ایستگاه در سازند کرج در حوالی گسل شمال قزوین، فراوانی نسبی درزها در امتدادهای N85E, N35E, N40E, N25W, N15E, N05E است و با وجود فراوانی درزهای N35E و N25W می‌توان جهت تنش را N05E و تقریباً شمالی-جنوبی دانست.

ایستگاه نجم‌آباد (ایستگاه ۵) یکی از مقاطع انتخابی برای برداشت درز بوده است، با حرکت به طرف شمال گسل، درزهای مزدوج منظمی قابل مشاهده است (شکل ۷). این درزها برداشت گردیده و نمودار گلسرخی مربوط به آن، دو دسته درز مزدوج غالب را با امتدادهای N80°E و N20°E نشان می‌دهد. از آنجا که نیم‌ساز زاویه حاده نشانگر جهت تنش حداکثر N50°E محاسبه گردیده است.

جدول ۲- فراوانی امتداد درزها در ۲۰ ایستگاه دوم

شماره ایستگاه	جنس سنگ ها	فراوانترین امتداد	دومین امتداد
۱	گدازه های آندزیتی ائوسن	N15E, N35E	N25E
۲	گدازه های آندزیتی	N35W	
۳	توف آندزیتی ائوسن	N25W	N25E, N35E
۴	توف آندزیتی ائوسن	N25W	N35E
۵	توف آندزیتی ائوسن	N85W	N25W
۶	گدازه های بازیک	N25W	N45W
۷	توف آندزیتی ائوسن	N5W	N25E
۸	توف آندزیتی ائوسن	N5E	N35E
۹	توف آندزیتی ائوسن	N25W	N15E
۱۰	گدازه های بازیک	N35E	N45E
۱۱	توف آندزیتی ائوسن	N85W	N85E
۱۲	توف آندزیتی ائوسن	N35E	N5W
۱۳	توف آندزیتی ائوسن	N45E	N15W
۱۴	توف آندزیتی ائوسن	N35E	N25W
۱۵	توف آندزیتی ائوسن	N35E	N45E
۱۶	گدازه های بازیک	N25E	N35E
۱۷	توف آندزیتی ائوسن	N35E, N45E	N25E
۱۸	توف آندزیتی ائوسن	N35E	N35E
۱۹	آهک و توف ائوسن	N25W	N35E
۲۰	گدازه های بازیک	N65E	

شماره ایستگاه	سن و جنس سنگ ها	فراوانترین امتداد	دومین امتداد فراوان
۱	توف آندزیتی ائوسن	N55W	N45W
۲	توف آندزیتی ائوسن	N35W	N15E
۳	گدازه های بازیک ائوسن	N55W	N25E
۴	توف آندزیتی ائوسن	N35E	N65W
۵	گدازه های بازیک ائوسن	N45W	E-W



پایین افتادگی آن‌ها نسبت به بخش‌های بالایی کمتر می‌گردد.

۵ ایستگاه موجود در جدول ۲ در حد فاصل گسل شکرناپ تا نزدیکی گسل طالقان و در درون سازند کرج انتخاب گردیده‌اند که نتایج حاصل از این درزها چنین است، روند غالب درز در اکثر ایستگاه‌ها بین  $N30^{\circ}E$  تا  $N50^{\circ}E$  است و گاهی شکستگی‌های قابل ملاحظه‌ای با این روند را می‌توان در روی زمین مشاهده کرد.

۵ ایستگاه موجود در جدول ۳ در میان دو گسل طالقان و مشا انتخاب گردیده که در میان این دو گسل سنگ‌های پالئوزوئیک و مزوزوئیک قرار گرفته است. در ناحیه جهات درزها متفاوت و انتخاب روند غالب در این ایستگاه‌ها ممکن نخواهد بود. احتمال آن می‌رود که این سنگ‌ها به دلیل قدیمی‌تر بودن، حوادث تکتونیکی بسیاری را متحمل شده‌اند و هر حادثه درزهایی را در منطقه بر جا گذاشته است.

#### تحلیل توصیفی چین‌ها

بر اساس اندازه‌گیری‌های به دست آمده بر روی چین‌های متفرقه‌ای که در منطقه وجود دارد، یک تحلیل مشخصی را نمی‌توان ارائه کرد. به نظر می‌رسد که این ساختارهای شکل‌پذیر تحت تأثیر حوادث تکتونیکی غیر مشترکی به وجود آمده‌اند. در حقیقت مهم‌ترین عامل تکتونیکی در منطقه گسل خوردگی در شمال قزوین است و به دلیل رانده شدن یک یک سازند سخت بر روی یک سازند سست، سازند نرم‌تر

جدول ۳- فراوانی امتداد درزها دره ایستگاه سوم

شماره ایستگاه	سن و جنس سنگ‌ها	فراوانترین امتداد	دومین امتداد فراوان	سومین امتداد
۱	آهک پرمین	N45E	N5W	N85W
۲	آهک پرمین	E-W	N15W	N65E
۳	آهک و ماسه سنگ پرمین	N55W	N55E	N-S
۴	آهک و ماسه سنگ پرمین	N65E	N15W	N75E
۵	آهک پرمین	N15E	N-S	N25E

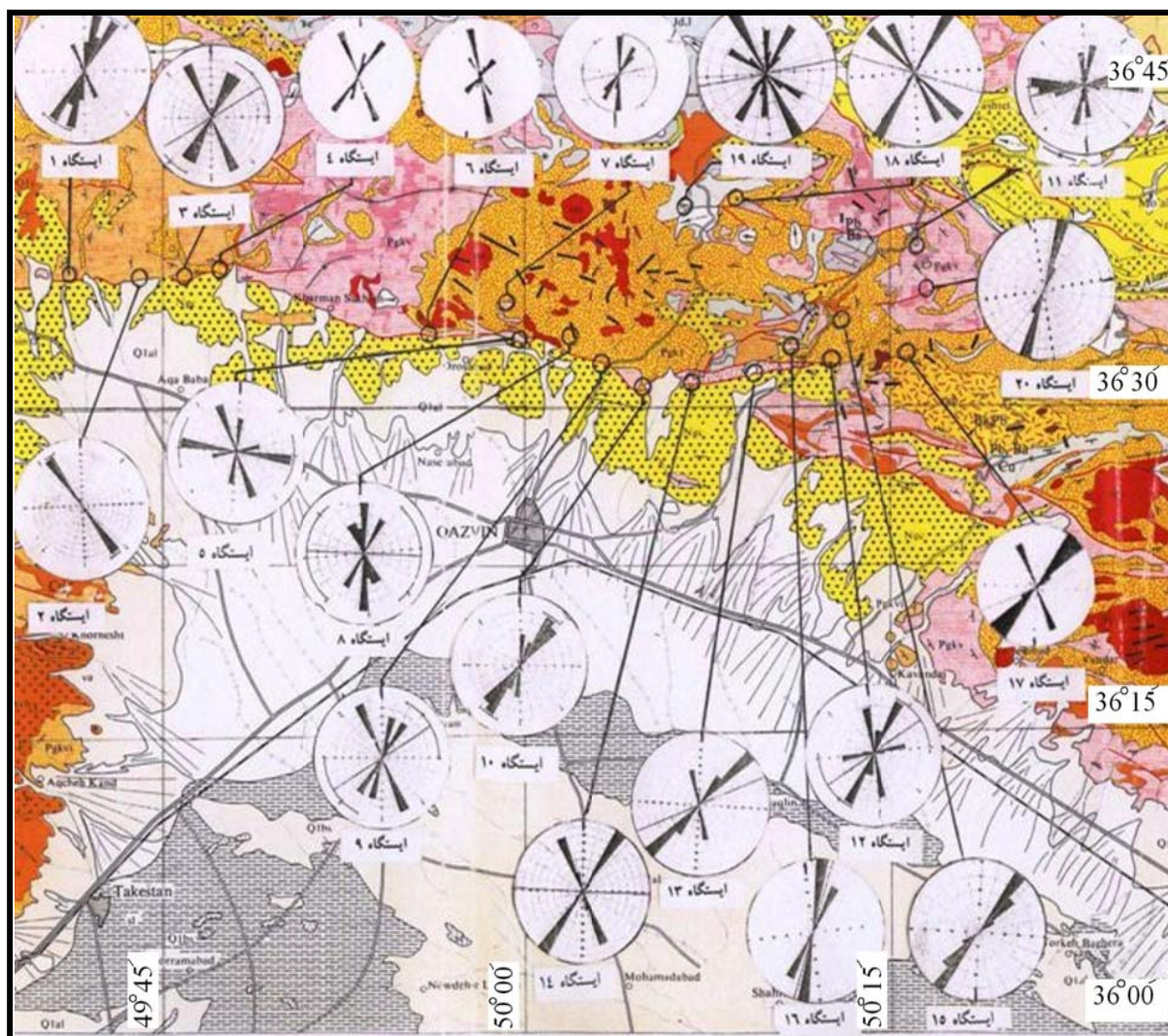
با توجه به این که روند به دست آمده برای جهت نیرو با بقیه ایستگاه‌ها متفاوت است، شاید بتوان عوامل دیگری غیر از نیروی اصلی را در تشکیل این درزها موثر دانست. البته در این منطقه آثاری از تنش‌های کششی همراه با برش به چشم می‌خورد که باعث باز شدن درزهای مزدوج و نفوذ ماگما به درون آن‌ها گردیده است. شاید تنش کششی، بعد از فراغت منطقه از یک نیروی فشارشی، باعث باز شدن این درزها و نفوذ ماگما به درون آن‌ها شده است.

علاوه بر نجم‌آباد در مناطق دیگر مانند تذکرش نیز نیروهای کششی غیرمرتبط با تنش اصلی منطقه قابل مشاهده است. فروزمین‌های موجود در سازند کرج شکستگی‌های طویلی را ایجاد کرده است که سنگ‌ها در امتداد این شکستگی‌ها پایین افتاده و یک منظره پله مانند را در هر دو طرف این فروزمین ایجاد کرده‌اند. با نزدیک‌تر شدن به کف، پله‌های موجود باریک‌تر شده و

و گاهاً روند شمال باختری- جنوب خاوری دارند.

در برابر این بالاآمدگی مقاومت زیادی از خود نشان نداده است.

به همین دلیل چین‌های زیادی در منطقه وجود ندارد. به نظر می‌رسد که تعدادی از چین‌ها هم از روند چین‌های بخش جنوبی البرز خاوری تبعیت می‌کنند و روند خاوری- باختری



شکل ۸- محل اندازه گیری درزها و نمودارهای گلسرخی نقشه پایه زمین شناسی قزوین [۱]

## نتیجه‌گیری

۱- ویژگی‌های ساختاری گسل شمال قزوین در میدان تنش به دست آمده قابل تحلیل و توجیه است. به این ترتیب که با اعمال حداکثر تنش از راستای (N05°E) این گسل با شیبی رو به شمال حرکتی از نوع معکوس دارد.

۲- در منطقه دوم حد اکثر تنش در جهت شمال خاوری- جنوب باختری N30°E تا N50°E باعث به وجود آوردن شکستگی‌هایی در سازند کرج گردیده است، ولی این نیرو برای ایجاد شکستگی‌های بزرگ و روی هم راندن آن‌ها کافی نبوده است. علاوه بر این تنش موجود می‌تواند باعث ایجاد حرکت امتداد لغز از نوع چپگرد (همانند گسل مشا) در گسل شمال قزوین گردیده باشد.

۳- در منطقه سوم به دلیل این که فراوانی درزها در جهات مختلف متفاوت است، تعیین جهت حداکثر تنش امکان پذیر نیست و برای توجیه آن دو علت قابل ذکر است. اولاً به دلیل سن قدیمی سنگ‌های این سازندها (دوران‌های پالئوزوئیک و مزوزوئیک) که حوادث تکتونیکی فراوانی را متحمل شده و هر حادثه، آثار مربوط به خود را روی سنگ‌ها بر جا گذاشته‌اند. دوم این که وجود راندگی‌های مشا و طالقان باعث افزایش ستبرای پوسته در این منطقه شده و به همین دلیل این نیرو که باعث به وجود آوردن شکستگی‌هایی در منطقه ۲ شده، نتوانسته است در این توده سنگی امتداد مشخصی از شکستگی‌ها یا راندگی در جهت شمال باختری- جنوب خاوری از خود بر جای بگذارد. از آنجا که دو گسل مذکور نسبت به

گسل شمال قزوین و شمال تهران قدیمی‌تر هستند. احتمال می‌رود که همین افزایش ستبرای باعث گردیده باشد که گسل‌های شمال تهران و شمال قزوین، علی‌رغم شباهت‌های موجود با یکدیگر اتصال نداشته باشد.

۴- گسل شمال قزوین به موازات گسل‌هایی همچون شاهرود، خشاچال و گسل کلیشم دارای جهت خاوری- باختری بوده و به نظر می‌رسد تحت تأثیر تنش واحدی ایجاد گردیده باشند. اما در منطقه دوم حداکثر تنش در جهت شمال خاوری- جنوب باختری اعمال می‌شود. به نظر می‌رسد که این نیرو باعث ایجاد گسل‌هایی با جهت شمال باختری- جنوب خاوری در این بخش از البرز شده است که می‌توان از گسل‌هایی چون بنان، زواردشت و گسل شاهرود نام برد. این تنش در قسمت‌های شمالی‌تر باعث ایجاد گسل‌های خطی و منظمی گردیده و هر چه به طرف جنوب حرکت کنیم از طول قطعات گسلی کاسته شده و طرز قرارگیری گسل‌ها از پیچیدگی بیشتری برخوردار است که احتمالاً دلیل آن کاهش مقدار تنش به علت دور شدن از منبع اصلی تولید کننده آن است.

۵- در بعضی از گسل‌های ذکر شده در بالا به نظر می‌رسد یک گسل واحد در اثر عملکرد دو نیرو به وجود آمده است. مثلاً گسل شاهرود و یا گسل خشاچال در بخش باختری گسل روند خاوری- باختری داشته و به تدریج در انتها روند شمال باختری- جنوب خاوری پیدا می‌کند، اما در گسل کلیشم این اتصال به چشم نمی‌خورد. با تفسیرهای موجود ارتباط گسل شمال شکرناپ با گسل شمال قزوین دور از ذهن نیست.

## منابع

- 10- Berberian, M. Yeats, R.S. (1999) - Patterns of historical earthquake rupture in the Iranian plateau. Bull. Seismological Society of America.
- 11- Dedual, E. (1967) - Zur geologie des mittleren und unteren Karaj-tales, Zentral Elburz (Iran): Eidgen. Tech. Hochschule., Univ. Zurich, Mitt. Geol. Inst., 76-123
- 12- Dellenbach, J. (1964) - Contribution a l'etude geologique de la region situee a l'est de Teheran (Iran). Fac. Sci. Univ. Strasbourg (France), 117.
- 13- Guest, B. Axen, G. Lam, P. Hassanzadeh, J. (2006) - Late Cenozoic shortening in the west-central Alborz Mountains, northern Iran, by combined conjugate strike-slip and thin skinned deformation. Geological Society of America, 1-3.
- 14- Meyer, S.P. (1967) - Die geologie de gebietes Velian-Kechire (Zentral -Elburz), Iran. Eidgen. Tech. Hochschule., Univ. Zurich, Mitt. Geol., 79-127.
- 15- Rieben, E.H. (1966) - Geological observation on alluvial deposits in northern Iran. Geol. Surv. Iran, 9-39.
- 16- Sieber, N. (1979) - Zur geologie des gebietes sudlich des Taleghan-Tales, (Zentral -Elburz), Iran. Europäische Hochschule, 19-126.
- 17- Tchalenko, J.S. and others (1974) - Discovery of three Earthquake fault in Iran. Geol. Surv. of Iran. Rep. No. 52.
- ۱- آقانباتی، سید علی، (۱۳۸۳)، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ص ۵۸۶.
- ۲- بربریان، مانوئل، قرشی، م، ارژنگ روش، ب. (۱۳۷۱)، پژوهش و بررسی نوزمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمینلرزه، گسلش در ناحیه قزوین بزرگ و پیرامون، سازمان زمین شناسی کشور، گزارش شماره ۶۱، ص ۱۸۸.
- ۳- بربریان، مانوئل، قرشی، م، ارژنگ روش، ب، مهاجر اشجعی، الف، (۱۳۶۴)، بررسی نوزمین ساخت، لرزه زمین ساخت و خطر زمینلرزه، گسلش در ناحیه تهران بزرگ و پیرامون، سازمان زمین شناسی کشور، گزارش شماره ۵۶.
- ۴- پور کرمانی، محسن، معتمدی، ح، (۱۳۸۱)، روش های اساسی زمین شناسی ساختمانی، دانشگاه شهید بهشتی، ترجمه، ص ۶۶.
- ۵- گلریز، م، (۱۳۳۷)، مینو دریا باب الجنه قزوین، دانشگاه تهران، شماره ۴۶۷
- 6- Annells, R.N. et al. (1975) - Explanatory text of the Qazvin and Rasht Quadrangles map 1:250000, geological survey of Iran
- 7- Berberian, M. (1979) - Earthquake faulting and bedding thrust associated with the Tabas-Golshan (Iran) earthquake of September 16, 1978. Bull. Seism. Soc. Am 69(6), 1861-1887.
- 8- Berberian, M. (1981) - Active faulting and tectonic of Iran. In: Gupta, H.K and Delany, F.M. (eds.) Zagros-Hindu Kush-Himalaya Geodynamic Evolution. Am. Geophys. Union, and Geol. Soc. Am. Geodynamics Series 3, 33-69.
- 9- Berberian, M. (1983) - Continental deformation in the Iranian plateau (Contribution to the seismotectonics of Iran, part IV). Geol. Surv. Iran, 52-700.