

جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، شماره ۱۹، تابستان ۱۳۹۵

وصول مقاله: ۱۳۹۴/۴/۲۶

تأیید نهایی: ۱۳۹۵/۲/۱۹

صفحات: ۲۱۶ - ۲۰۱

گسلش فعال در طول گسل تبریز (شمال غرب ایران)

مجتبی مهرپویان^۱، محسن جامی^۲، دکتر محمد مهدی خطیب^۳، نازنین سرحدی^۴

چکیده

اگرچه در طول دو قرن اخیر، فعالیت لرزه‌ای مهمی در طول گسل تبریز مشاهده نشده؛ اما بررسی‌های صحرایی نشان‌دهنده گسلش فعال در طول این گسل است. بر اساس شواهد صحرایی، در طول این گسل عوارض متعدد زمین‌ریختی مرتبط با گسلش فعال دیده می‌شود که احتمال رخداد زمین‌لرزه‌ای مخرب توسط این گسل در آینده دور از انتظار نیست. گسل تبریز از ۲ قطعه اصلی تشکیل شده است. این گسل در طول خود دارای هندسه یکسانی نبوده و بر اساس تغییرات در هندسه سطح گسلش، می‌توان این گسل را به سه بخش تقسیم نمود. بخش شمالی از شمال فرودگاه تبریز تا شهر صوفیان امتداد داشته و منطبق بر قطعه شمالی گسل تبریز است. در این بخش، گسل تبریز سبب قرار گرفتن رسوبات میوسن بر روی رسوبات جوان کواترنری شده و دارای شیبی نسبتاً زیاد به سمت NE است. بخش میانی، از شمال فرودگاه تبریز تا شرق شهرک باغمیشه تبریز امتداد داشته و سبب قرار گرفتن رسوبات میوسن بر روی رسوبات جوان کواترنری شده و دارای شیبی به سمت NE است. همچنین سطوح تراسی حاکی از بالا آمدگی بلوک شمالی این گسل است. بخش میانی و بخش شمالی گسل تبریز توسط ساختاری Pull-Apart از هم جدا شده‌اند. در نهایت بخش جنوبی گسل تبریز که از شرق شهرک باغمیشه تبریز تا شهر بستان‌آباد امتداد داشته و سبب قرار گرفتن رسوبات پلیو-کواترنری با مرز گسله بر روی رسوبات میوسن شده است. بخش جنوبی گسل تبریز بر خلاف بخش میانی و جنوبی این گسل، دارای شیبی به سمت SW است. در هر ۳ بخش فوق گسل تبریز سبب جابجایی راستبر رسوبات شده و دارای مؤلفه فشاری است.

کلید واژگان: گسل تبریز، گسلش فعال، زمین‌ریخت، هندسه گسل.

۱- m.mehrpouyan@yahoo.com

۲- mohsenjami84@yahoo.com

۳- nazanin_sarhaddi@yahoo.com

۱- کارشناس ارشد رشته زمین‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تحقیقات تهران، گروه زمین‌شناسی، تهران (نویسنده مسؤل)

۳- استاد رشته زمین‌شناسی عضو هیئت علمی دانشگاه بیرجند

۴- کارشناس ارشد رشته زمین‌شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان

مقدمه

در این پژوهش به بررسی زمین‌ریخت‌های مرتبط با گسلش فعال در طول گسل تبریز پرداخته شده است. از آنجا که گسل تبریز در طول تاریخ مسبب چندین زمین‌لرزه مخرب شده، دارای اهمیت زیادی است. این امر دلیلی بر بالا بودن احتمال رخداد زمین‌لرزه‌ای مخرب در آینده در طول این گسل است که با توجه به بنا شدن شهرها، روستاها و مراکز صنعتی متعددی در مجاورت این گسل، رخداد زمین‌لرزه‌ای مخرب قطعاً سبب خسارات جانی و مالی گسترده‌ای خواهد شد. از جمله این شهرها می‌توان به شهرستان تبریز با جمعیتی بالغ بر ۱/۷ میلیون نفر، شهرهای صوفیان و بستان‌آباد، مراکز صنعتی مهم و ده‌ها روستا و آبادی که در مجاورت بلافاصل این گسل بنا شده‌اند، اشاره نمود. همچنین در این پژوهش سعی شده است با توجه به زمین‌ریخت‌ها و شواهد ژئومورفیک، به بررسی هندسه گسل تبریز پرداخته شود. با توجه به اهمیت گسل تبریز، تاکنون هندسه این گسل به طور مشخص مورد بررسی قرار نگرفته است.

جایگاه زمین‌ساختی و زمین‌شناسی گسل تبریز

شمال غرب ایران در ناحیه‌ای بین دریای خزر، جنوب قفقاز، شرق آناتولی و شمال رشته کوه‌های زاگرس واقع شده است. این ناحیه بخشی از فلات ایران - ترکیه بوده که یکی از دو فلات اصلی سامانه چین خورده آلپ - هیمالیا به شمار می‌رود (Copley & Jackson, 2006). فلات ترکیه - ایران دارای ارتفاع میانگین ۲ کیلومتر بوده و از خرد قاره‌هایی که در حاشیه اوراسیا کنار هم قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. این خرد قاره‌ها شامل ملانژها، افیولیت‌های کرتاسه پسین یا ترشیاری پیشین و پوششی از سنگ‌های ولکانیکی و رسوبات سنوزوئیک است (Sengor, 1990). شروع فعالیت‌های زمین‌ساختی درون قاره‌ای کنونی این فلات با توقف رسوب‌گذاری حاشیه‌ای در آناتولی غربی و در حدود ۱۲ میلیون سال قبل آغاز شده است (Dewey et al, 1986). (McQuarrie et al, 2003) نیز عقیده

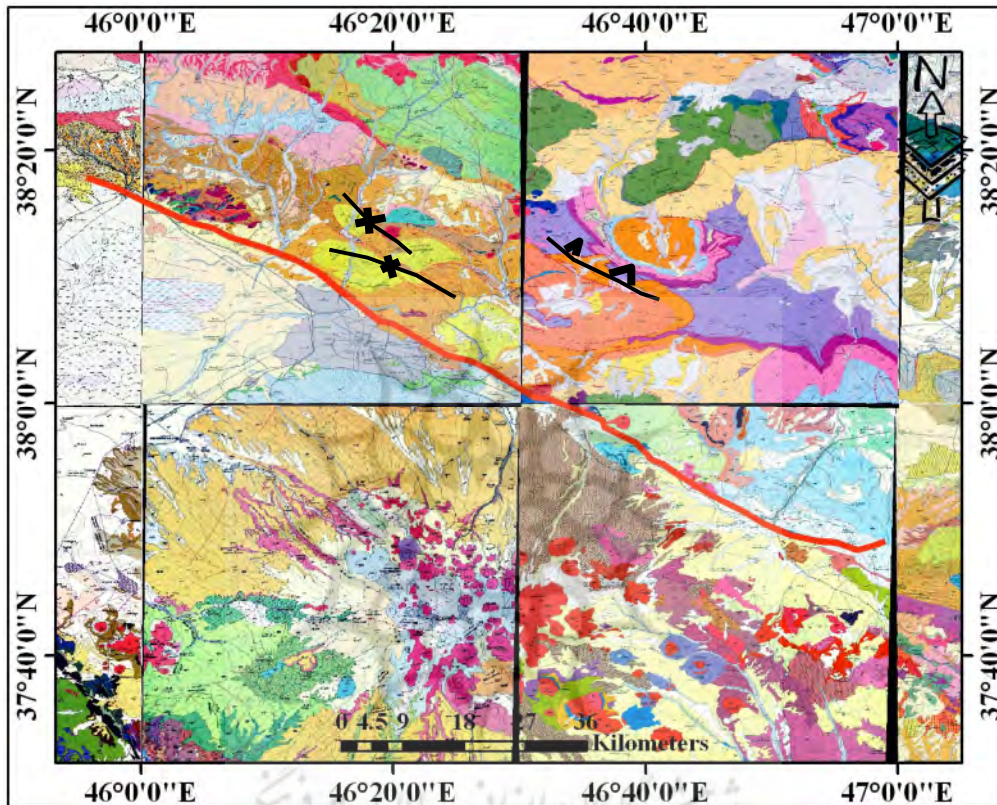
مشابه داشته و با توجه به آنومالی‌های مغناطیسی بستر دریا، زون‌های شکستگی و همچنین ساختار حرکتی دریای سرخ پیشنهاد کرده‌اند که برخورد قاره - قاره عربی - اوراسیا نزدیک به ۱۰ میلیون سال قبل و یا کمتر شروع شده است، مطالعات ژئودزی در حاشیه جنوبی فلات ترکیه - ایران نشان می‌دهد که این همگرایی حدود 17 mm/yr و در جهت 345° است (McClusky et al 2003).

گسل تبریز با طول حدود ۹۷ کیلومتر و با روند NW-SE یکی از ساختارهای اصلی در شمال غرب ایران است. این گسل از شمال شهر تبریز گذر کرده و به صورت بلافاصل این شهر قرار دارد که گاهی به عنوان گسل شمال تبریز نیز یاد می‌شود. امتداد کلی گسل تبریز N60W است. به طور کلی ساختارها در مجاورت گسل تبریز دچار برش راستبر همگرا یا ترا فشارشی شده‌اند. شرایط کرنش صفحه‌ای حکمفرما نبوده و کوتاه‌شدگی در نتیجه ترفشارش با نازک‌شدگی یا ضخیم‌شدگی قائم همراه بوده است. وضعیت همزمان تنش فشارشی و برشی در منطقه راستالغز راستگرد همگرای گسل تبریز باعث پدیدار شدن ساختارها شده است. وجود مؤلفه فشاری N20E از سوی صفحه عربی (Jackson, 1992) می‌تواند با تجزیه به مؤلفه‌های مماسی و عمود بر گسل شمال تبریز، در ایجاد مؤلفه‌های راستگرد و عمود در این گسل (با توجه به امتداد گسل تبریز) مؤثر باشد. بیضی کرنش حاصل از عملکرد ترفشارش در منطقه گسل تبریز به شکلی است که محور بلند آن زاویه کوچکی با حاشیه منطقه برشی ساخته و چین‌ها و گسل‌های معکوس زاویه کمی با منطقه دارند. بیشتر چین‌ها با زاویه محوری ۱۵ تا ۳۵ درجه نسبت به امتداد اصلی منطقه برشی گسل تبریز قرار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به زاویه ۱۵ و ۲۴ درجه بین محور ناودیس‌های شیرینجه داغی و گمانج و زاویه‌ای تقریباً ۲۱ درجه‌ای تراست خوجا با زون برشی گسل شمال تبریز اشاره نمود (شکل ۱).

نبوی (۱۳۵۵) معتقد است که کوه‌های مورو و میشو در ابتدا به هم متصل بوده؛ ولی با جابجایی راستگرد

ممکن است به گسل قم- زفره برسد؛ ولی به نظر افتخارنژاد (۱۹۷۵) ادامه گسل تبریز از شمال تا قفقاز و از جنوب بعد از عبور از زاگرس به قطر می‌رسد و شروع فعالیت این گسل را احتمالاً از اوایل دونین می‌داند. در مورد لرزه‌خیزی منطقه نیز کارهای متعددی شده است.

گسل تبریز از هم جدا شده‌اند. میزان این جابجایی تقریباً ۱۲ کیلومتر است. همچنین نبوی (۱۳۵۵) بیان می‌کند که از صوفیان به سمت باختر، این گسل پس از گذشتن از شهرستان خوی به طرف ماکو و سپس به کوه‌های آرارات در ترکیه می‌رسد. ادامه جنوب خاوری آن کوه‌های سلطانیه در جنوب شرق زنگان است که



شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ گسل تبریز. نقشه‌ها به ترتیب شامل (اهر، خواجه، تبریز، مرند، قره‌چمن، بستان‌آباد، اسکو، آذر شهر) هستند. به موقعیت تراست خوجا و محور ناودیس‌های شیرینجه داغی و گمانج نسبت به گسل تبریز دقت نماید.

منبع: نگارندگان

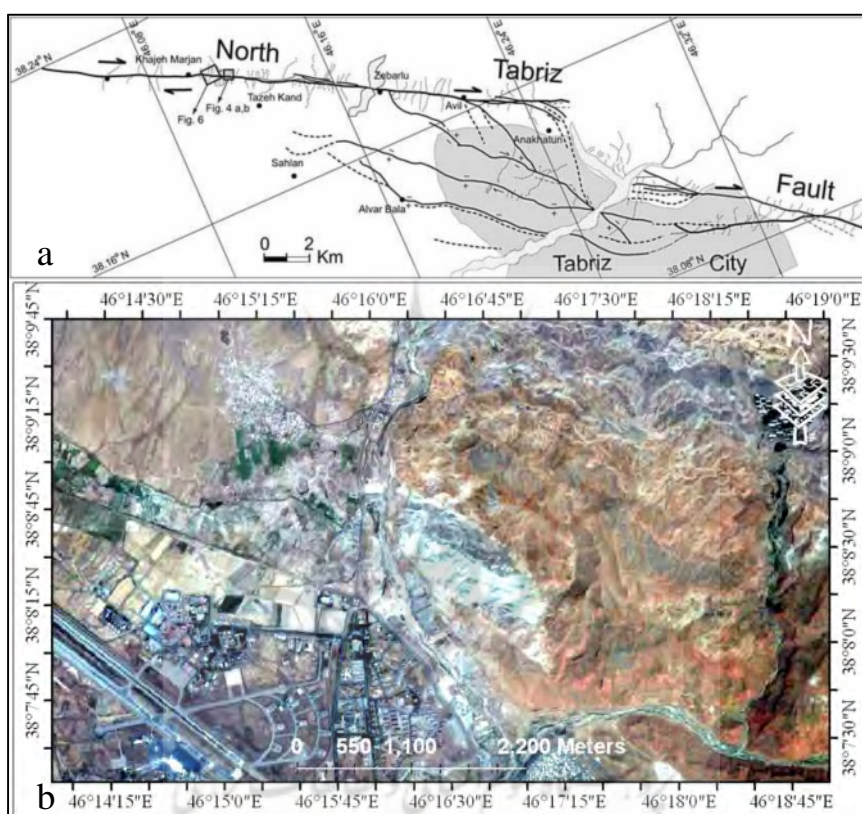
لرزه‌نگاری ثبت شده است. پیشینه تحقیق در منطقه گسل تبریز چینه‌شناسی و تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، بررسی مقدماتی و موضوعی زمین‌لرزه‌های رخ داده و زمین‌لرزه‌های دیرین در طول این گسل و لرزه‌خیزی منطقه بوده و بر تحلیل ریخت‌زمین‌ساخت و نوزمین‌ساخت این گسل تأکیدی نشده است. بربریان (۱۳۵۲) و بربریان و ی‌تس^۵ (۱۹۹۹) در بررسی زمین‌لرزه‌های تاریخی ایران، لرزه‌خیزی آذربایجان را مورد بررسی قرار داده‌اند و گسل شمال تبریز را به عنوان گسلی با پتانسیل ایجاد

زمین‌لرزه‌های تاریخی مخرب متعددی در طول این گسل گزارش شده است که از آن جمله می‌توان به زمین‌لرزه‌های ۸۵۸، ۱۲۷۳، ۱۶۴۱، ۱۷۲۱ و ۱۷۸۰ میلادی اشاره نمود (آمبرسیز^۱ و ملوایل^۲، ۲۳۶:۱۹۸۲)؛ (بربریان^۳ و ارشادی^۴، ۱۹۷۶:۳۹۹)؛ (بربریان، ۱۳۵۲). از سال ۱۷۸۰ میلادی تا اوایل سده بیستم، فعالیت لرزه‌ای مهمی در طول این گسل گزارش نشده است. در سده بیستم نیز تنها زمین‌لرزه‌هایی با بزرگای کم تا متوسط در طول این گسل توسط دستگاه‌های

- 1- Ambraseys
- 2- Melville
- 3- Berberian
- 4- Arshady

گرفته است (شکل ۲). شکل ۲ نشان می‌دهد که گسل تبریز از دو قطعه اصلی شمالی و جنوبی تشکیل شده است؛ بنابراین، دور از انتظار نیست که گسل تبریز در تمام طول خود دارای هندسه و رفتار یکسانی نباشد؛ به همین دلیل، در ادامه به طور مجزا به بررسی زمین‌ریخت‌های مرتبط با گسلش فعال در طول این دو قطعه از گسل تبریز پرداخته شده است.

زمین‌لرزه‌ای مخرب در آینده معرفی نموده‌اند (Karakhanian et al, 2001). با توجه به جابجایی حدود ۸ متری در آبراهه‌های هولوسن پسین، حداقل نرخ لغزش در این گسل را 2 mm/yr بیان کردند. همچنین ایشان عقیده دارند که شهر تبریز در یک حوضه Pull-Apart بین دو بخش اصلی گسل تبریز که دارای الگوی en echelon راستگرد می‌باشد، قرار



شکل ۲: دو قطعه اصلی گسل تبریز توسط ساختاری Pull-apart از هم جدا شده‌اند. شکل a این ساختار را در نقشه ساختاری نشان می‌دهد (Karakhanian et al, 2001) و شکل b این ساختار را در تصویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد.

منبع: نگارندگان

همانطور که در ادامه خواهیم دید، حرکت راستبر در این گسل در تصاویر ماهواره‌ای و پیمایش‌های صحرائی کاملاً آشکار است (Hessami et al, 2003). بر روی قطعه شمالی گسل تبریز ترانشه‌ای حفر نموده‌اند و به بررسی زمین‌لرزه‌های دیرین و رفتار لرزه‌ای این گسل پرداخته‌اند و بیان نمودند که حداقل ۴ رخداد زمین‌لرزه در طول این گسل در ۳۶۰۰ سال گذشته، قابل شناسایی است که آخرین رخداد مربوط به زمین‌لرزه سال ۱۷۸۰ میلادی در تبریز است (Hessami et al, 2003) برآورد نمودند که میانگین

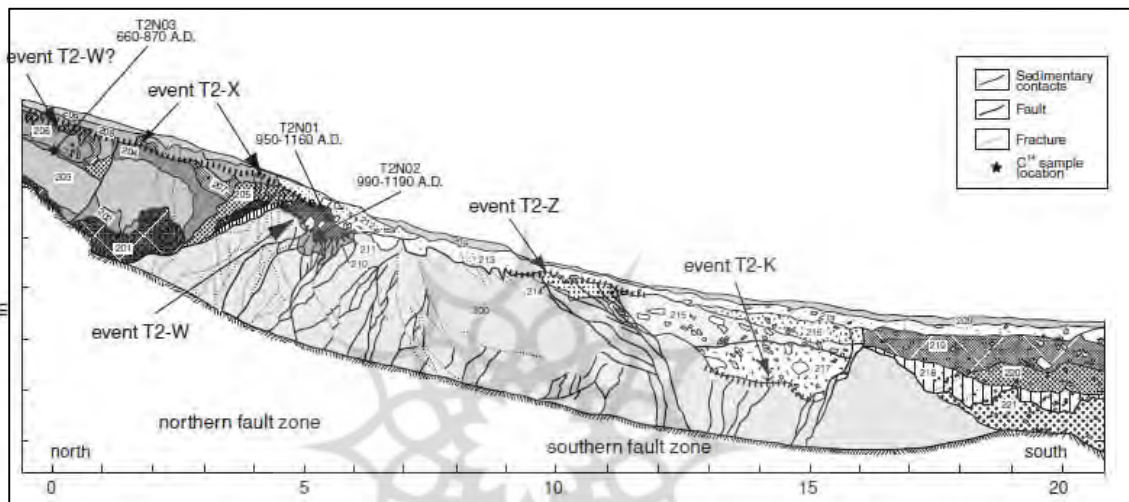
گسل تبریز

قطعه شمالی گسل تبریز

قطعه شمالی گسل تبریز با طول تقریبی ۳۲ کیلومتر از شمال فرودگاه تبریز تا شهر صوفیان امتداد دارد. اولین بار (Berberian & Arshadi, 1976) با بررسی عکس‌های هوایی و مطالعات صحرائی، نقشه ساختاری منطقه را تهیه و حرکت راستبر در این گسل را تشخیص داده‌اند و بیان نمودند. این گسل در قطعه شمالی خود دارای شیبی نزدیک به قائم بوده و بلوک جنوبی گسل حدود ۴۰ متر پایین افتاده است.

حرکت معکوس رسوبات مشهود است (شکل ۳). سیاهکلی مرادی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی زمین‌لرزه‌های ثبت شده در طی ۶ سال توسط شبکه لرزه‌نگاری ۸ ایستگاهی تبریز و نیز لرزه‌های ثبت شده به وسیله شبکه‌ای ۴۰ ایستگاهی موقت در بخش میانی گسل تبریز در بازه زمانی ۳ ماه، بیان نمودند که گسل تبریز در بخش غربی (بخش شمالی) خود دارای شیبی تند به سمت NE است.

فاصله رخداد زمین لرزه در طول گسل تبریز ۱۴۳۰-۳۵۰ سال و میانه فاصله رخداد آن 821 ± 176 سال بوده و با توجه به جابجایی در مسیر یک قنات در قطعه شمالی گسل تبریز، نرخ جابجایی این گسل را $3/1 - 6/4$ mm/yr بیان کردند. با بررسی گسل تبریز در این ترانسه مشاهده می‌شود که این گسل دارای زون گسلی به عرض چند متر بوده و به شدت خورد شده است. در این ترانسه نیز شیب تقریباً زیاد و

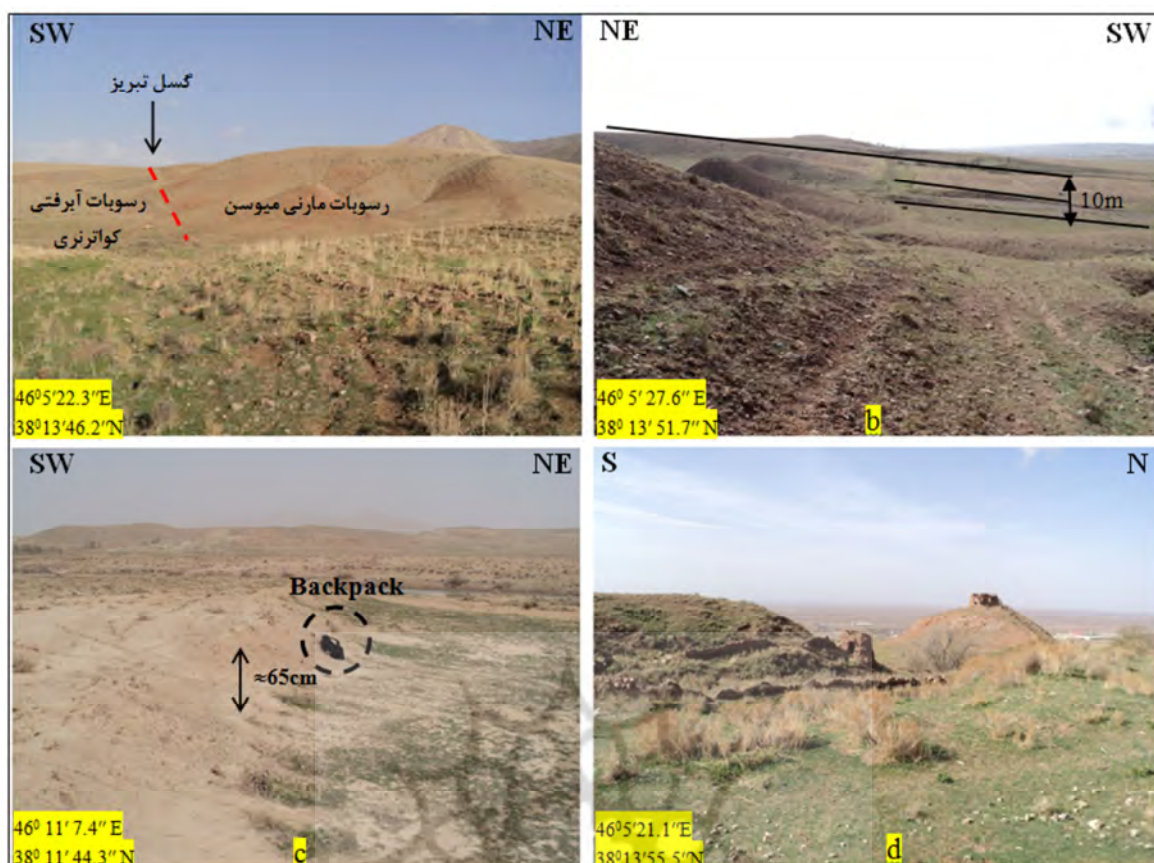


شکل ۳: طرح ترسیمی از ترانسه بر روی قطعه شمالی گسل تبریز

منبع: حسامی و همکاران، ۲۰۰۳

شده است (شکل ۴c) که این فرازش را می‌توان از جدیدترین حرکات گسل تبریز قلمداد نمود. پدیده‌های متعدد زمین‌ریختی مرتبط با گسلش فعال، در طول قطعه شمالی گسل تبریز مشاهده می‌شود. این پدیده‌ها شامل عوارض ژئومورفیکی که توسط این گسل جابجا شده‌اند از جمله رودخانه‌های منحرف شده، مخروط افکنه‌های جابجا شده، پشته‌های مسدود کننده و نیز سایر عوارضی که حاصل گسلش فعال از جمله پشته‌های فشارشی، دره‌های خطی و تراس‌های رودخانه‌ای هستند. این عوارض به وفور در طول گسل تبریز مشاهده می‌شوند. مرکز سطحی آخرین زمین‌لرزه تاریخی مخرب گسل تبریز (۱۷۸۰ میلادی) بر روی قطعه شمالی گسل تبریز و در حوالی روستای خواجه مرجان (۱۳ کیلومتری شمال غرب شهر تبریز) قرار دارد که ویرانه‌های آن در شرق این روستا قابل مشاهده است (شکل ۴d).

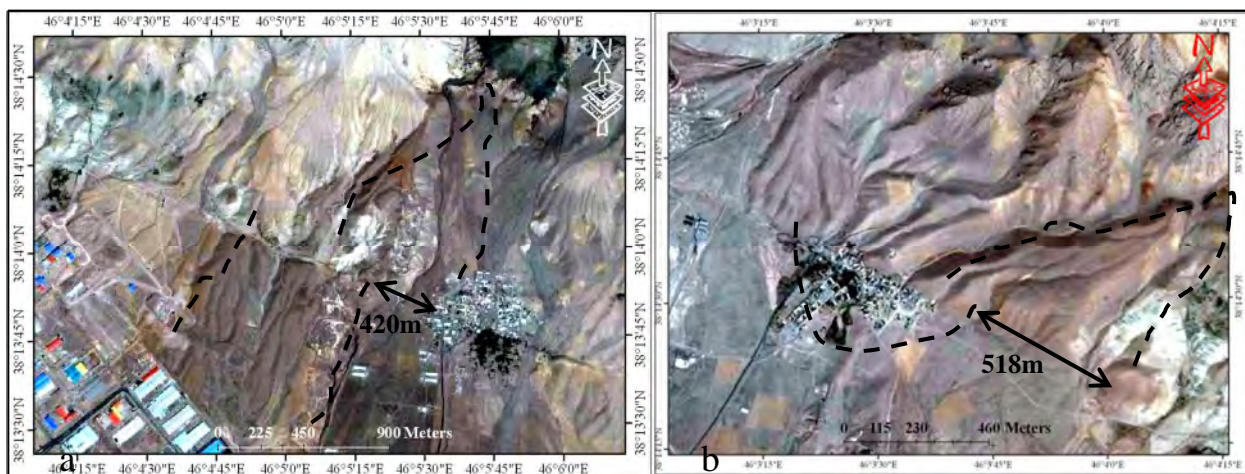
طبق شواهد صحرایی گسل تبریز در قطعه شمالی خود دارای شیبی نزدیک به قائم و به سمت NE است. گسل تبریز در قطعه شمالی خود دارای مؤلفه معکوس است؛ به عنوان مثال، این گسل در شرق روستای خواجه مرجان، آشکارا سبب رانده شدن رسوبات قرمز میوسن بر روی رسوبات کواترنری شده است (شکل ۴a). همچنین در مکانی دیگر مشاهده می‌شود که گسل تبریز سبب $9/8 \pm 0/3$ m جابجایی قائم رسوبات در طول ۲ سطح اسکارپ خود شده است (شکل ۴b). سطح اسکارپ اول نشان‌دهنده ۶ m و سطح اسکارپ دوم ۴ m جابجایی قائم در رسوبات جوان است. این اسکارپ و سایر اسکارپ‌های مشاهده شده در طول قطعه شمالی گسل تبریز رو به جنوب (South Facing) هستند که نشان‌دهنده بالآمدگی لایه‌های شمالی گسل تبریز نسبت به لایه‌های جنوبی در قطعه شمالی این گسل است. در مکانی دیگر، گسل تبریز سبب فرازش در رسوبات دشت آبرفتی رودخانه ورکش



شکل ۴: پدیده‌های ژئومورفیک حاصل از گسلش فعال در طول گسل تبریز. (a) رانده شدن رسوبات میوسن روی رسوبات کواترنری که حاکی از مؤلفه معکوس گسل تبریز است. (b) اختلاف ارتفاع ایجاد شده در سطح زمین توسط گسل تبریز. ۲ سطح اسکارپ در این مکان مشاهده می‌شود که در مجموع سبب ایجاد ۱۰ متر اختلاف ارتفاع شده است. (c) فرازش در دشت سیلابی رودخانه ورکش توسط گسل تبریز. (d) ویرانه‌های برجای مانده از آخرین فعالیت لرزه‌ای مخرب گسل تبریز در ۱۷۸۰ میلادی. منبع: نگارندگان

این مخروط افکنه‌ها حدود ۵۱۸ متر و در دیگری حدود ۴۲۰ متر است. حرکت امتداد لغز راستبر گسل شمال تبریز به خوبی در این مخروط افکنه‌ها و رودخانه‌های جابجا شده مشهود است.

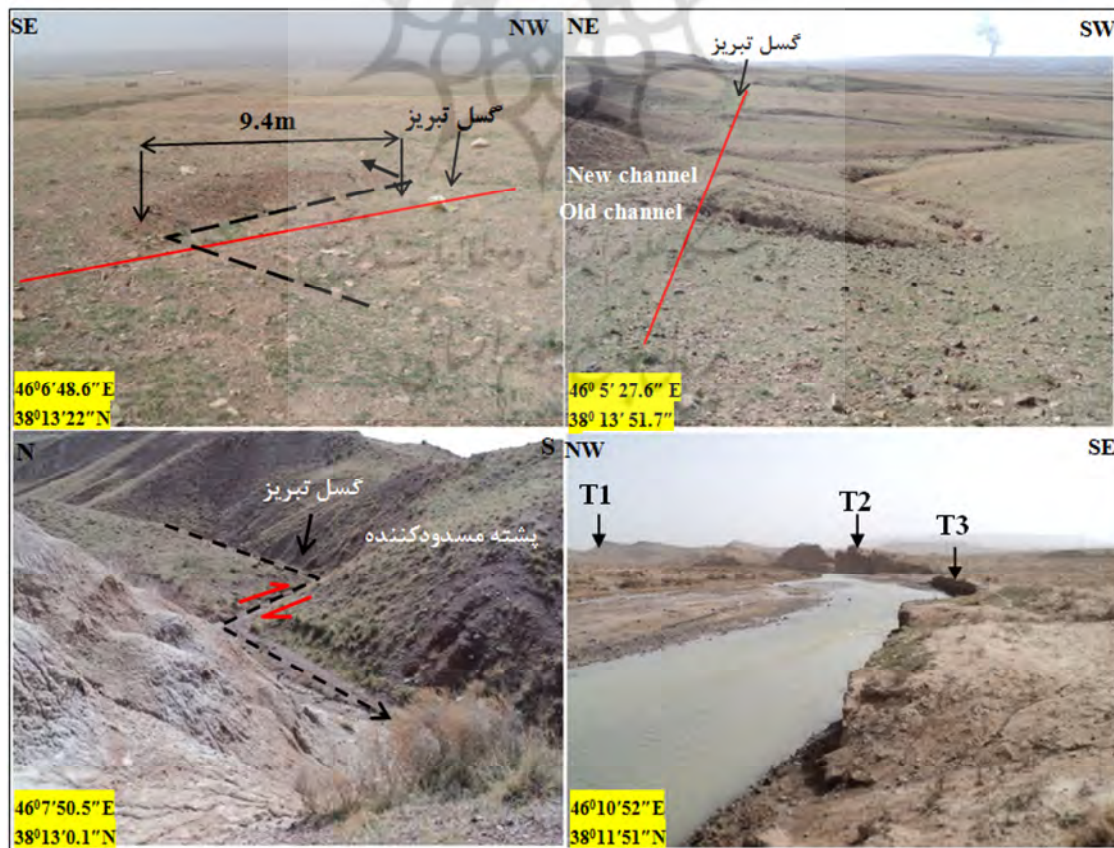
در بررسی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در اطراف روستای خواجه مرجان ۲ مخروط افکنه مشاهده می‌شود که رسوباتشان توسط گسل تبریز قطع شده است (شکل ۵a، ۵b). میزان جابجایی در یکی از



شکل ۵. (a): جابجایی ۴۲۰ متری در مخروط افکنه توسط گسل تبریز. غرب روستای خواجه مرجان. (b) جابجایی ۵۱۸ متری مخروط افکنه توسط گسل تبریز. منبع: نگارندگان

فشارشی نواحی خمیده کوچکی هستند که از فشارش مواد در بین شاخه‌هایی از گسل شکل می‌گیرند. اگر گسلی بعداً پشته فشارشی را بریده و جابجا کند، پشته مسدودکننده ایجاد می‌شود. این عوارض نشان‌دهنده مؤلفه فشاری در گسل هستند و به عبارتی وجود پشته‌های فشارشی شاهدهی بر مؤلفه معکوس در گسل است (پورکرمانی و سلگی ۱۳۸۸). تراس‌های رودخانه از دیگر عوارض زمین‌ریختی بوده که می‌توانند در تفسیر سرگذشت تکتونیک در یک ناحیه مورد استفاده قرار بگیرند. اصولاً تراس‌های رودخانه‌ای در پاسخ به بالا آمدگی بستر رود تشکیل می‌شوند. با بالا آمدگی بستر رود، رودخانه شروع به حفر بستر خود کرده و سبب به وجود آمدن حالت پله مانند در بستر خود می‌شود. حضور تراس‌های رودخانه‌ای نشان‌دهنده بالا آمدگی زمین در آن ناحیه است (داداشی، ۱۳۸۲: ۷۸). در قطعه شمالی گسل تبریز در بستر رودخانه ورکش چای در شمال این گسل ۳ سطح تراسی مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده ۳ دوره بالا آمدگی در بلوک شمالی این گسل است (شکل ۶d).

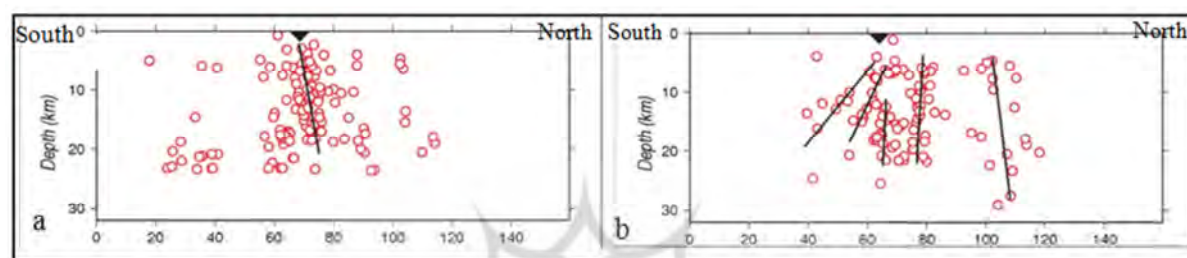
از دیگر عوارض مرتبط با گسلش فعال در طول گسل تبریز، می‌توان به کانال‌های زهکشی جابجا شده، پشته‌های فشارشی و پشته‌های مسدودکننده اشاره نمود. از طریق این عوارض می‌توان چپگرد یا راستگرد بودن گسل‌های راستالغز را تشخیص داد. در شکل ۶ نمونه‌هایی از جابجایی کانال‌های زهکشی توسط گسل تبریز دیده می‌شود. تمام این کانال‌های جابجا شده در طول گسل شمال تبریز جابجایی راستگرد در مسیر خود نشان می‌دهند که این امر بیانگر حرکت راستگرد در این گسل است. نکته جالبی در کانال‌هایی که از شمال به جنوب جاری بوده و از گسل تبریز عبور می‌کنند، وجود دارد؛ این کانال‌ها به محض عبور از گسل تبریز شروع به حفر بستر خود می‌کنند که این امر به دلیل مقاومت کمتر لیتولوژی در جنوب این گسل نسبت به شمال آن است (برای نمونه شکل‌های ۶a، ۶b و ۱۰d). در آبراهه شکل ۷b مشاهده می‌شود که حرکت امتداد لغز گسل شمال تبریز سبب شده است که آبراهه بستر جدیدی را حفر کرده و بستر قبلی آن متروک شده است. پشته‌های



شکل ۶: زمین‌ریخت‌های مرتبط با گسلش فعال در طول گسل تبریز. a و b کانال‌های زهکشی جابجا شده. c پشته مسدودکننده و d سطوح تراسی در دشت سیلابی رودخانه ورکش. منبع: نگارندگان

قطعه جنوبی گسل تبریز

قطعه جنوبی گسل تبریز با طول تقریبی ۵۲ کیلومتر از شمال فرودگاه تبریز تا شهر بستان آباد امتداد دارد. شهر تبریز در مجاورت قطعه جنوبی گسل تبریز بنا شده است؛ به همین دلیل، در طولی حدود ۱۳ کیلومتر از این گسل که در مجاورت بلافاصل شهر تبریز قرار دارد، انجام مطالعات صحرائی بر روی گسل تبریز بسیار مشکل و در بعضی مناطق غیر ممکن است. لازم به ذکر است، تاکنون مطالعات زمین‌شناسی خاص و



شکل ۷: هندسه گسل تبریز براساس مطالعه زمین‌لرزه‌ها. (A) بخش میانی و (b) بخش جنوبی گسل تبریز

منبع: سیاهکلی مرادی و همکاران ۱۳۸۷

تبریز، لیتولوژی واحدهای سنگی در شمال این گسل شامل رسوبات قرمز که متعلق به میوسن بوده، مشاهده می‌شود. این رسوبات با پی کنگلومرایی قرمز رنگ، به طور پیشرونده و دگر شیب، بر روی واحدهای کهن جای گرفته‌اند. مقاومت بالای این رسوبات در برابر فرسایش به علاوه فعالیت گسل تبریز که سبب بالآمدن لایه‌های شمالی خود شده است، سبب شده که در این بخش لایه‌های واقع در شمال گسل تبریز (بلوک شمالی این گسل) به صورت برجسته نمایان شده باشند. این بالآمدگی در لایه‌های شمالی گسل تبریز به خوبی در مقطع عرضی توپوگرافی منطقه مشهود است (شکل ۱۲). این امر سبب ممانعت از پیشروی ساخت و ساز شده و به عبارتی گسل تبریز به صورت مرز شمالی، شمال شرقی و شرقی شهر تبریز است. در این بخش گسل تبریز سبب قرار گرفتن رسوبات میوسن بر روی رسوبات جوانتر کواترنری شده است (شکل ۸). به علت ساخت و ساز شهری بررسی سایر پدیده‌های ژئومورفیک مرتبط با گسلش فعال در این محدوده امکان پذیر نیست. در این بخش فقط می‌توان به وجود سطوح تراسی بر بستر رودخانه‌ای

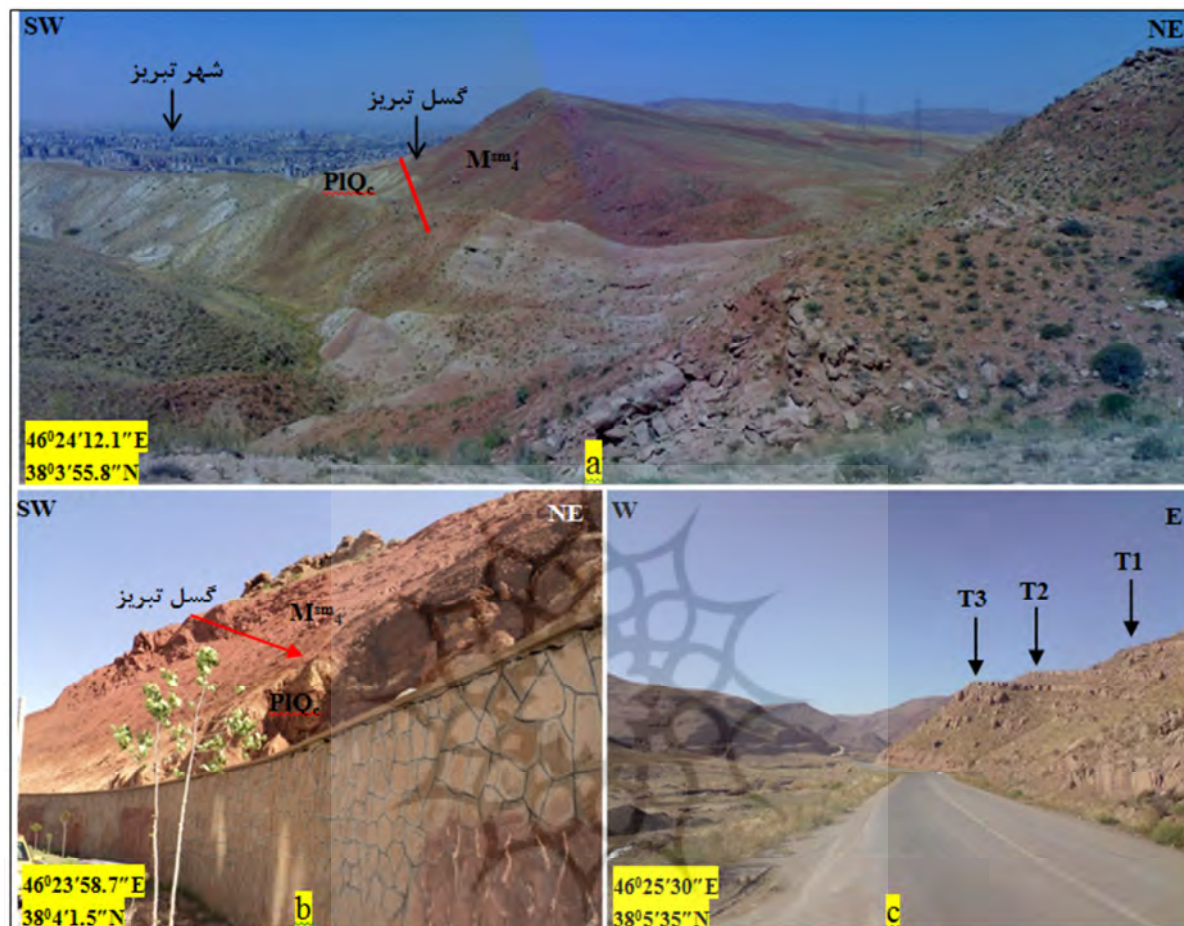
داده‌های حاصل از مطالعات صحرائی ما نیز با نظر ایشان در توافق است. به طوری که براساس مشاهدات این پژوهش، گسل تبریز در طولی که در مجاورت شهر تبریز واقع شده است، سبب رانده شدن رسوبات قرمز میوسن بر روی رسوبات کواترنری شده و دارای شیبی به سمت NE است. در صورتی که طولی از گسل تبریز که از منتهالیه جنوبی شهر تبریز (جنوب شهرک باغ‌میشه تبریز) تا شهر بستان آباد امتداد دارد، دارای شیبی به سمت SW بوده و سبب قرار گرفتن رسوبات کواترنری با مرزی گسله بر روی رسوبات میوسن شده است. به همین منظور لازم است بخش میانی گسل تبریز را به طور مجزا از بخش جنوبی در قطعه جنوبی این گسل بررسی نماییم.

بخش میانی گسل تبریز

بخش میانی گسل تبریز با طول تقریبی ۱۲ کیلومتر از شمال فرودگاه تبریز تا جنوب شهرک باغ‌میشه تبریز امتداد دارد. به عبارتی می‌توان گفت این بخش شامل طولی از گسل تبریز است که در مجاورت آن ساخت و ساز شهری انجام شده است. در این بخش از گسل

نشان‌دهنده ۳ دوره بالآمدگی بستر این رودخانه هستند.

خشک شده که در بلوک شمالی گسل تبریز جریان داشته، اشاره نمود. بر بستر این رودخانه ۳ سطح تراسی مشاهده می‌شود که این سطوح تراسی



شکل ۸. (a) و (b) جابجایی معکوس رسوبات توسط گسل تبریز، شیب گسل تبریز در این بخش بسمت NE می‌باشد. (c) سطوح تراسی در بلوک شمالی گسل شمال تبریز. منبع: نگارندگان

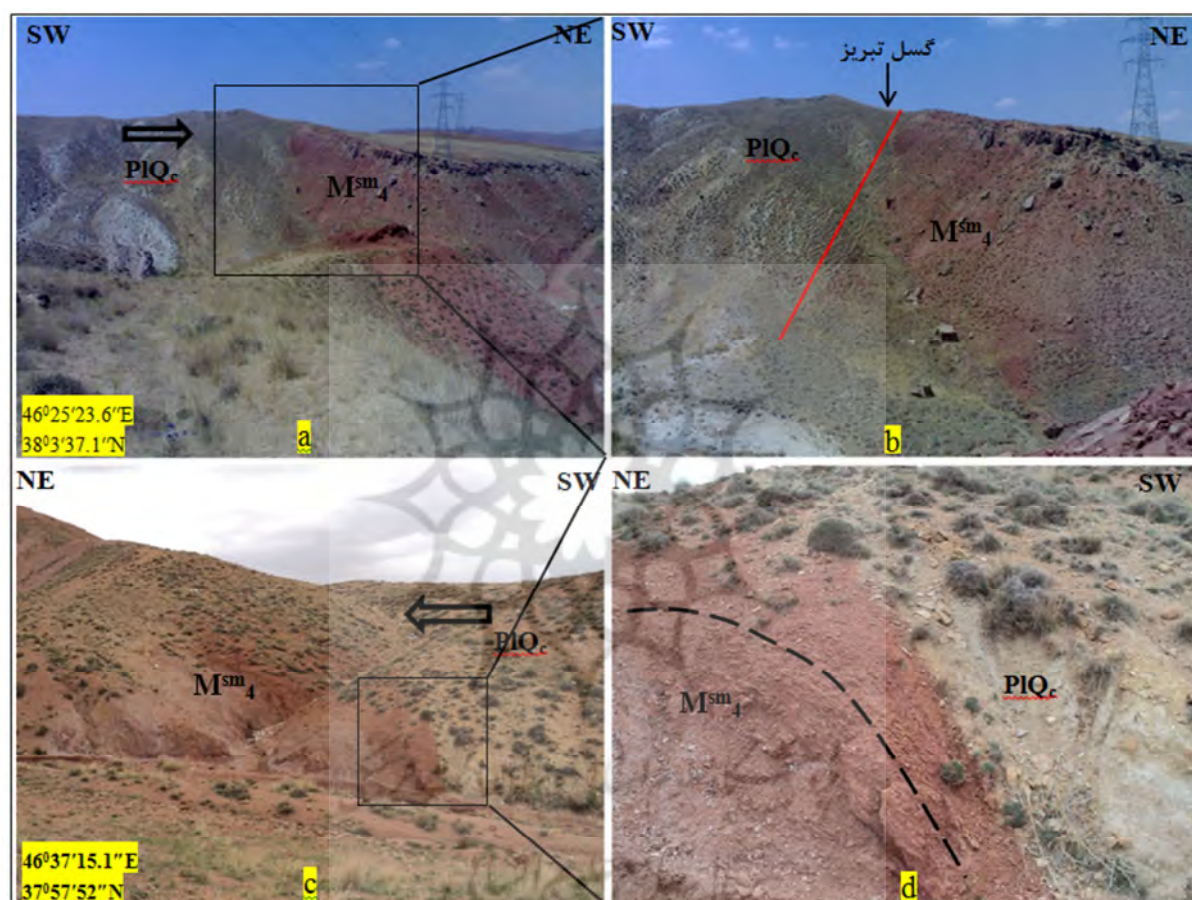
گسلش در این بخش پرداخته تا به وضعیت هندسه این گسل پی برده شود. در بخش جنوبی گسل تبریز رخنمون‌های متعددی وجود داشته که می‌توان در آنها به بررسی وضعیت این گسل اعم از هندسه و یا نحوه قرارگیری لایه‌های دو سمت گسل نسبت به هم پرداخت. در شرق شهرک باغمیشه و در فاصله ۲/۱ کیلومتری جنوب موقعیت شکل ۸a، گسل تبریز سبب قرار گرفتن مارن‌های پلیوکواترنری (لایه‌های جنوبی گسل) با مرز گسله بر روی کنگلومرای قرمز میوسن شده است (شکل ۹). از دلایل گسله بودن مرز این دو واحد سنگی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود: در مرز این دو واحد سنگی جابجایی امتدادی راستبر در آبراه‌ها مشاهده می‌شود، چین خوردگی و خمش در

بخش جنوبی گسل تبریز

بخش جنوبی گسل تبریز از شهرک باغمیشه تبریز تا شهرستان آباد امتداد دارد. درباره هندسه گسل تبریز در بخش جنوبی خود نیز همانند بخش میانی آن مطالعه خاص و قابل ذکری انجام نشده است. در این بین می‌توان به مطالعه سیاهکلی مرادی و همکاران (۱۳۸۷) اشاره نمود که با مطالعه زمین‌لرزه‌های منطقه بیان نمودند، گسل تبریز در بخش جنوبی خود دارای شیبی نسبتاً زیاد به سمت SW است. با توجه به عدم وجود سطح گسلش تازه و شارپ که بتوان در مورد وضعیت هندسه گسل تبریز در بخش جنوبی‌اش اظهار نظر نمود. برای پی بردن به هندسه این گسل به بررسی زمین‌ریخت‌ها و شواهد ژئومورفیک مرتبط با

میوسن (M_4^{sm}) و نیز خمش لایه‌های مارنی ناشی از فشارش بین لایه‌های دو سمت گسل مشهود است. که این امر خود دلیلی بر مؤلفه فشارشی در گسل تبریز است. در هر دو شکل شیب زیاد به سمت SW و بالاآمدگی در لایه‌های جنوبی نسبت به لایه‌های شمالی گسل تبریز دیده می‌شود.

لایه‌های شمالی گسل تبریز ناشی از مؤلفه فشارشی، رانده شدن لایه‌های جنوبی گسل بر روی لایه‌های شمالی. در شکل نمایی دیگر از گسل تبریز مشاهده می‌شود که این گسل سبب قرارگیری کنگلومرای پلیوکواترنری (PIQ_c) با مرزی گسله بر روی مارن‌های میوسن (M_4^{sm}) شده است. در این مکان رانده شدن کنگلومرای پلیوکواترنری (PIQ_c) بر روی مارن‌های



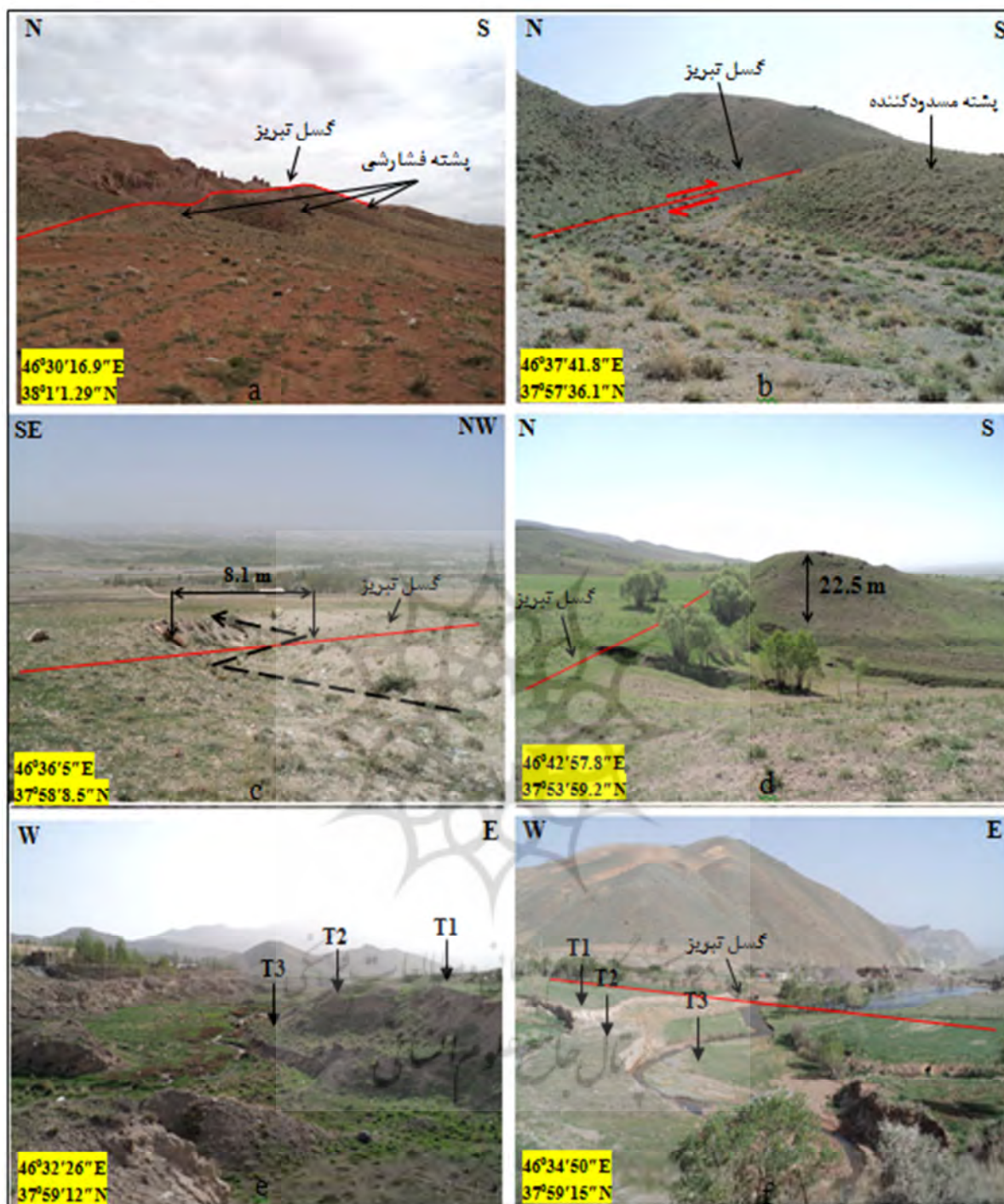
شکل ۹. (a) قرارگیری رسوبات پلیوکواترنری با مرز گسله بر روی رسوبات میوسن. (b) نمای نزدیک شکل a. (c) خمش لایه‌ها بر اثر فشارش. (d) نمای نزدیک از شکل c. منبع: نگارندگان

فشارشی در این گسل هستند. از عوارض دیگر ژئومورفیک می‌توان به دره‌های خطی اشاره نمود. دره‌های خطی گودال‌هایی دراز در طول اثر سطحی گسل اصلی هستند. این عوارض غالباً به این دلیل پدید می‌آیند که حرکت متناوب در طول گسل، سنگ‌ها را خرد کرده و آنها را برای فرسایش آماده می‌سازد. رودخانه‌ها عموماً این پهنه‌های ضعیف را دنبال کرده و تا مسافتی در فرورفتگی آن جریان می‌یابند. وجود دره خطی دلیلی بر وجود حرکت امتداد لغز در طول گسل

در بخش جنوبی گسل تبریز زمین‌ریخت‌های متعدد حاصل گسلش راست‌الغز فعال، در ارتباط با این گسل مشاهده می‌شود که هر یک از این زمین‌ریخت‌ها می‌تواند به تفسیر هندسه و سازوکار گسل تبریز کمک نماید. تعدادی از این عوارض زمین‌ریختی را می‌توان در شکل ۱۰ و ۱۱ مشاهده نمود. در این بخش نیز همچون قطعه شمالی، پشته‌های فشارشی و مسدود کننده متعددی در طول این گسل مشاهده می‌شود. این پشته‌ها حاصل حرکت امتداد لغز و نیز وجود مؤلفه

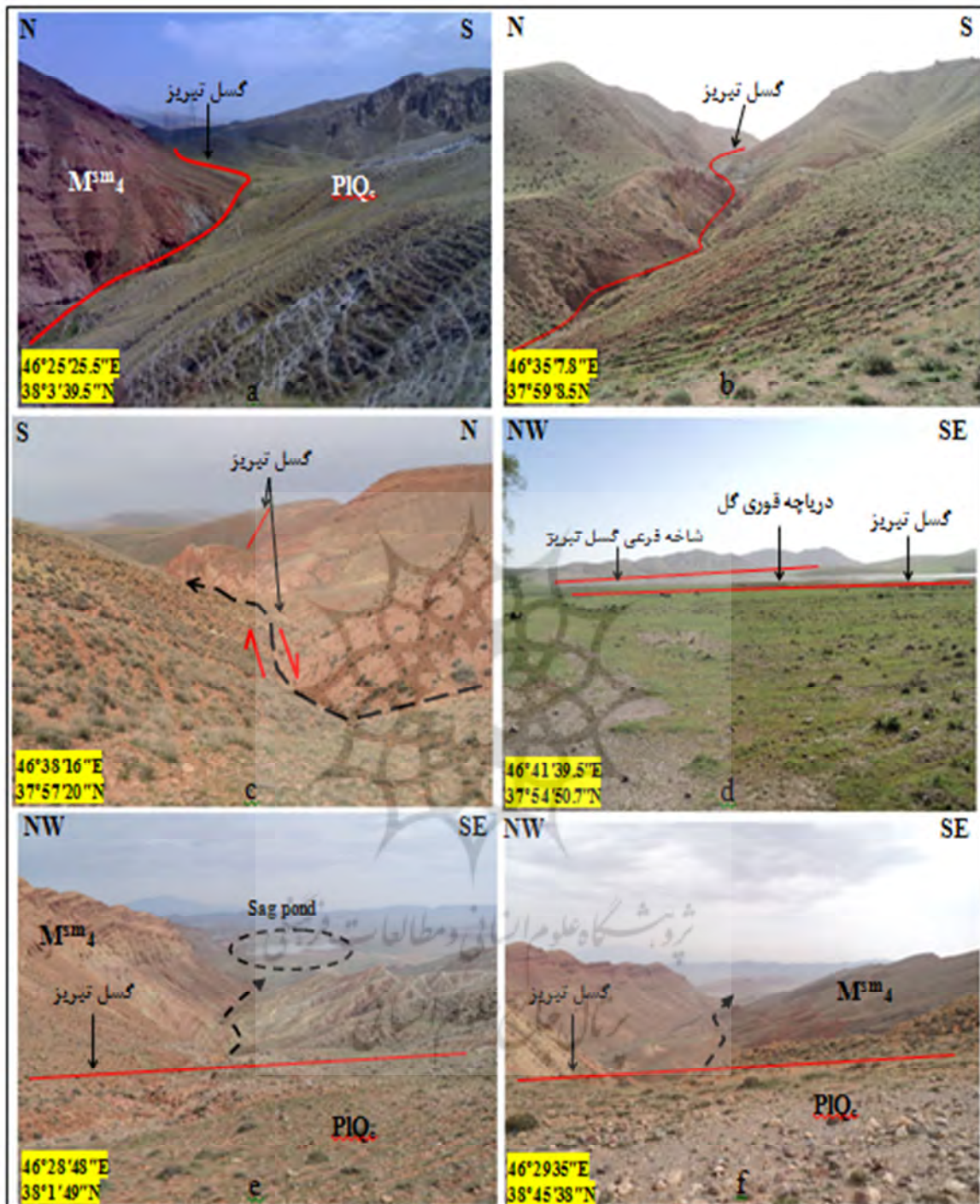
بالآمدگی در شمال گسل تبریز است. از دیگر عوارض ژئومورفیک می‌توان به رودخانه‌های سر بریده اشاره نمود. قابل ذکر است که شیب توپوگرافی منطقه از جنوب به شمال بوده و جریان‌های منطقه از ارتفاعات سه‌پند که در جنوب گسل تبریز واقع شده است، سرچشمه می‌گیرند. بخش عمده این جریان‌ها با رسیدن به گسل تبریز، به علت وجود ارتفاعات قادر به گذر از این گسل نبوده و به طور موازی در امتداد این گسل به مسیر خود ادامه می‌دهند. در بخش جنوبی گسل تبریز، دو دره عمیق وجود دارد که این ارتفاعات را پاره می‌کنند و رودهایی که به موازات گسل جریان یافته‌اند، در نهایت از این دو دره گذر می‌کنند. یکی از این دو دره، دره رودخانه سعیدآباد (شکل ۱۰f) و دیگری دره رودخانه اوجان است. رودخانه‌های سربریده‌ای که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شوند، مربوط به جریان‌هایی‌اند که قبل از ایجاد ارتفاعات وجود داشته‌اند؛ اما با بالآمدگی زمین، توانایی حفظ کانال خود را نداشته و خشک شده و به رودخانه‌های سربریده تبدیل شده‌اند. در شکل دو نمونه از رودخانه‌های سربریده که در طول بخش جنوبی گسل تبریز وجود دارند، مشاهده می‌شود. عارضه ژئومورفیک مهم دیگر در بخش جنوبی گسل تبریز، دریاچه قوری گل است. به عقیده پورکرمانی و صدیق (۱۳۸۲) این دریاچه، دریاچه‌ای فرونشستی بوده و حاصل فرونشست زمین بین گسل تبریز و شاخه‌ای فرعی از این گسل است. همچنین استخرهای گسلی غالباً در طول پهنه‌های گسلی مشاهده می‌شوند و عموماً از فرونشست زمین در بین دو قطعه گسل از یک پهنه گسلی شکل می‌گیرند. در شکل نمایی از دریاچه قوری گل دیده می‌شود.

است (رادفر و پورکرمانی، ۱۳۸۲). این نوع دره‌ها به‌وفور در بخش جنوبی گسل تبریز مشاهده می‌شوند. ۳ نمونه از این دره‌ها در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود. در شکل ۱۱c رودخانه با رسیدن به گسل تبریز وارد زون گسلی خورد شده می‌شود و پس از طی مسافتی دوباره به مسیر اصلی خود برمی‌گردد. وجود عوارض زمین‌ریختی جابجاشده از قبیل پشته‌های مسدودکننده و کانال‌های زهکشی جابجا شده که نمونه‌ای از این عوارض در شکل ۱۰ دیده می‌شود، در کنار دره‌های خطی متعدد دلیلی محکم بر وجود حرکت امتداد لغز در بخش جنوبی گسل تبریز است. در شکل ۱۰ d پرتگاهی گسلی از گسل تبریز دیده می‌شود. در این تصویر بالآمدگی در بلوک جنوبی گسل تبریز کاملاً واضح است. به عبارتی این تصویر نشان می‌دهد که برخلاف قطعه شمالی گسل تبریز که بلوک شمالی آن دچار بالآمدگی شده است، در بخش جنوبی این گسل بلوک جنوبی دچار بالآمدگی شده است. همچنین در بخش جنوبی گسل تبریز تراس‌های رودخانه‌ای متعددی در بلوک جنوبی این گسل مشاهده می‌شود که این عوارض نیز نشان از بالآمدگی جنوب گسل تبریز هستند. شکل ۱۰f نمایی از دره سعیدآباد را نشان می‌دهد. در این محل، رودخانه سعیدآباد به طور متقاطع از گسل تبریز عبور می‌کند. با توجه به وضعیت منطقه می‌توان گفت که رودخانه سعیدآباد قبل از پیدایش ارتفاعات حاصل از گسلش وجود داشته و توانسته دره خود را حفظ نماید. در محل گذر این رودخانه از دره خود می‌توان ۳ سطح تراسی را در جنوب گسل تبریز مشاهده کرد؛ اما سطوح تراسی در شمال گسل مشاهده نمی‌شود. دلیل این امر بالآمدگی جنوب گسل تبریز و عدم این



شکل ۱: زمین‌ریخت‌های مرتبط با گسلش فعال گسل تبریز. (a) پشته فشاری. (b) پشته مسدودکننده. (c) جابجایی راستبر کانال زهکشی توسط گسل تبریز. (d) پرتگاه گسلی در طول بخش جنوبی گسل تبریز. (e) سطوح تراسی بر بستر سرشاخه‌های رودخانه سعیدآباد. (f) وجود ۳ سطح تراسی بر بستر رودخانه سعیدآباد در جنوب گسل تبریز و عدم وجود این سطوح در شمال گسل تبریز.

منبع: نگارندگان

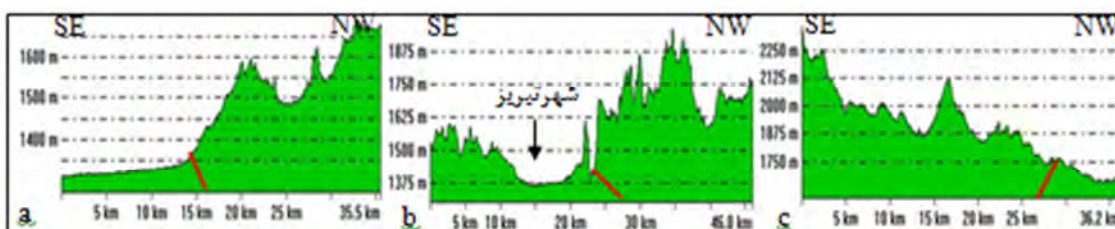


شکل ۱۱: زمین‌ریخت‌های مرتبط با گسلش فعال در طول بخش جنوبی گسل تبریز. a, b و c دره خطی در محل اثر سطحی گسل تبریز. d نمایی از دریاچه فرونشستی قوری گل که حاصل فرونشست در طول گسل تبریز ایجاد شده است. e و f رودخانه‌هایی که توسط گسل تبریز مسیرشان قطع شده و به رودخانه سربریده تبدیل شده‌اند. منبع: نگارندگان

به ذکر است که این مقاطع در نقاطی که سطح گسلش رخنمون یافته، رسم شده و موقعیت، میزان شیب و جهت حرکت در گسل، در آنها با توجه به مشاهدات صحرائی رسم شده است.

مقاطع عرضی توپوگرافی گسل شمال تبریز

به منظور بررسی شیب توپوگرافی در دو سمت گسل شمال تبریز، مقاطع عرضی توپوگرافی را بر روی این گسل با به کار بردن تصاویر ماهواره‌ای SRTM رسم نموده‌ایم که در ادامه می‌توان آنها را مشاهده کرد. لازم



شکل ۱۲: مقاطع عرضی توپوگرافی در طول گسل تبریز. (a) مقطع عرضی بر روی قطعه شمالی گسل تبریز که نشان‌دهنده بالآمدگی در شمال این گسل است. (b) مقطع عرضی بر روی بخش میانی گسل تبریز که نشان می‌دهد، شهر تبریز نسبت به نواحی مجاور خود دارای ارتفاع پست‌تری است. (c) مقطع عرضی بر بخش جنوبی گسل تبریز که نشان‌دهنده بالآمدگی جنوب گسل تبریز نسبت به شمال آن است. منبع: نگارندگان

رسم شده است، مشاهده نمود. همچنین مطالعات زمین‌لرزه‌های ثبت شده در طول گسل تبریز مبین شیب زیاد این گسل به سمت NE در طول قطعه شمالی اش است. کانال‌های زهکشی متعددی توسط قطعه شمالی گسل تبریز جابجا شده‌اند. مقادیر این جابجایی در کانال‌های مختلف متفاوت است که این امر می‌تواند به دلیل تفاوت در سن این کانال‌های زهکشی باشد؛ اما نکته مشترک درباره تمام این کانال‌ها جابجایی راستبر آنها است. قطعه شمالی گسل تبریز همچنین سبب قطع شدن و جابجایی راستبر رسوبات ۲ مخروط افکنه شده است (شکل ۵). این جابجایی‌های رسوبات توسط گسل تبریز نشان‌دهنده حرکت راستبر قطعه شمالی این گسل است. وجود پشته‌های فشارشی که به دلیل فشارش بین لایه‌های دو سمت گسل به وجود می‌آیند، دلیلی بر وجود مؤلفه فشارش در طول قطعه شمالی گسل تبریز است. از دلایل دیگر وجود مؤلفه فشارش می‌توان به جابجایی قائم رسوبات و اسکارپ‌های گسلی (شکل ۴) اشاره نمود. در مجموع می‌توان گفت قطعه شمالی گسل تبریز دارای حرکت امتداد لغز راستبر با مؤلفه معکوس و شیبی به سمت NE است.

قطعه جنوبی گسل تبریز از شمال فرودگاه تبریز تا شهر بستان‌آباد امتداد دارد. ما در طی مطالعات خود متوجه شدیم اگرچه به ظاهر قطعه جنوبی گسل تبریز به صورت یک قطعه واحد مشاهده می‌شود؛ اما هندسه آن در طول

مقاطع A-A' و مربوط به قطعه شمالی گسل تبریز است. این مقطع نشان می‌دهد که بلوک شمالی گسل تبریز نسبت به بلوک جنوبی آن دچار بالآمدگی شده است. مقطع B-B' بر روی بخش میانی گسل تبریز (محدوده‌ای که در مجاورت آن ساخت و ساز شهری انجام شده است) رسم شده است. این مقطع نشان می‌دهد که شهر تبریز نسبت به اطراف خود در منطقه‌ای با ارتفاع پایین‌تر واقع شده است. در این مقطع نیز بالآمدگی بیشتر در بلوک شمالی گسل تبریز نسبت به بلوک جنوبی آن مشهود است. مقطع C-C' بر روی بخش جنوبی گسل تبریز رسم شده است. در این مقطع بر خلاف دو مقطع دیگر، بالآمدگی در بلوک جنوبی گسل تبریز نسبت به بلوک شمالی آن مشاهده می‌شود.

تحلیل هندسه گسل تبریز

مطالعات نشان می‌دهد که گسل تبریز گسلی یکپارچه نبوده و از دو قطعه اصلی تشکیل شده است. فصل مشترک این دو قطعه در شمال فرودگاه تبریز قرار دارد. گسل تبریز در قطعه شمالی خود که از شمال فرودگاه تبریز تا شهر صوفیان امتداد دارد، سبب قرار گرفتن واحدهای سنگی میوسن بر روی واحدهای کواترنری شده است. در این قطعه گسل تبریز دارای شیبی نسبتاً زیاد به سمت NE است. این امر را به وضوح می‌توان در رخنمون‌های صحرائی و ترانشه‌ای که بر روی این گسل

بلوک جنوبی و عدم این بالآمدگی در بلوک شمالی گسل تبریز است. پرتگاه‌های گسلی متعددی نیز در بخش جنوبی گسل تبریز وجود دارند که نشان‌دهنده بالآمدگی بلوک جنوبی گسل تبریز هستند و با توجه به سمت شیب گسل تبریز در این بخش، جابجایی معکوس لایه‌ها توسط گسل تبریز دیده می‌شود. مقاطع عرضی توپوگرافی رسم شده در بخش جنوبی گسل تبریز نیز نشان‌دهنده بالآمدگی بلوک جنوبی گسل تبریز نسبت به بلوک شمالی آن است.

نتیجه‌گیری

براساس مشاهدات صحرایی در این منطقه، گسل تبریز گسلی کاملاً فعال است. این گسل در طول خود سبب تغییرات در زمین‌ریخت‌ها شده است. این گسل سبب جابجایی و قطع رسوبات جوان کواترنری شده که گویای فعالیت‌های اخیر آن است. با توجه به پیشینه لرزه‌ای گسل تبریز که سبب چندین زمین‌لرزه مخرب شده است و همچنین شواهد صحرایی ارائه شده در این مقاله، باید احتمال رخداد جنبش‌های مخرب این گسل در آینده را جدی قلمداد کرد. اهمیت این موضوع با واقع شدن مراکز جمعیتی مهمی چون شهرستان تبریز، شهرهای استان آباد و صوفیان و ده‌ها آبادی و مرکز صنعتی در مجاورت این گسل، بیشتر می‌شود.

گسل تبریز از ۲ قطعه اصلی تشکیل شده است. شواهد صحرایی حاکی است که این گسل در طول خود دارای هندسه یکسانی نبوده و براساس تغییرات در هندسه سطح گسلش می‌توان این گسل را به سه بخش تقسیم نمود. بخش شمالی از شمال فرودگاه تبریز تا شهر صوفیان امتداد داشته و منطبق بر قطعه شمالی گسل تبریز است. در این بخش گسل تبریز سبب قرار گرفتن رسوبات میوسن بر روی رسوبات جوان کواترنری شده است و دارای شیبی نسبتاً زیاد به سمت NE است. بخش میانی از شمال فرودگاه تبریز تا شرق شهرک باغمیشه تبریز امتداد داشته و سبب قرار گرفتن رسوبات میوسن بر روی رسوبات جوان کواترنری شده است. در این بخش نیز گسل تبریز دارای شیبی به سمت NE است. همچنین سطوح تراسی حاکی از بالآمدگی بلوک

خود یکسان نیست. به طوری که در قسمت‌های شمالی‌تر این قطعه که از شمال فرودگاه تبریز تا شهرک باغمیشه تبریز امتداد دارد، گسل تبریز دارای شیبی به سمت NE بوده و سبب قرار گرفتن واحدهای سنگی میوسن بر روی واحدهای جوانتر شده است. مطالعات زمین‌لرزه‌ها نیز نشان‌دهنده شیب به سمت NE در این بخش است؛ ولی در بخش‌های جنوبی این قطعه که از شهرک باغمیشه تبریز تا شهرستان آباد امتداد دارد، گسل تبریز دارای شیبی نسبتاً زیاد به سمت SW بوده و سبب قرار گرفتن بلوک جنوبی گسل بر روی بلوک شمالی آن شده است. مطالعات زمین‌لرزه‌ها در این بخش نیز تأیید کننده این امراند که گویای شیب به سمت SW در بخش جنوبی گسل تبریز هستند؛ بنابراین، باید قطعه جنوبی گسل تبریز را به دو بخش میانی و جنوبی تفکیک نمود.

در بخش جنوبی، گسل تبریز دارای شیبی نسبتاً زیاد به سمت SW بوده و سبب بالآمدن بلوک جنوبی گسل نسبت به بلوک شمالی آن شده است. در بخش جنوبی، همچون قطعه شمالی، گسل تبریز سبب جابجایی راستبر عوارض زمین‌ریختی شده است. از جمله این عوارض می‌توان به کانال‌های زهکشی جابجا شده و پشته‌های مسدود کننده اشاره نمود. در تمام این زمین‌ریخت‌ها جابجایی راستبر مشاهده می‌شود. همچنین در بخش جنوبی نمونه‌های متعددی از دره‌های خطی مشاهده می‌شود. در بخش جنوبی پشته‌های فشارشی متعددی نیز مشاهده می‌شود. وجود پشته‌های فشارشی در کنار چین خوردگی و خمش لایه‌ها که در محل رخنمون‌های گسل تبریز در لایه‌های جنوبی این گسل و به علت فشارش ایجاد شده‌اند نیز شواهدی بر وجود مؤلفه فشارشی در این بخش است. وجود سطوح تراسی بر بستر رودهایی که در جنوب گسل تبریز جریان دارند و عدم وجود این سطوح تراسی بر بستر رودهایی که در شمال گسل تبریز جریان دارند، نشان‌دهنده بالآمدگی بلوک جنوبی گسل تبریز و عدم این بالآمدگی در بلوک شمالی گسل تبریز در بخش جنوبی آن است. این امر به خوبی در شکل دیده می‌شود. در شکل ۱۱f، ۳ سطح تراسی در جنوب گسل، گسل تبریز مشاهده می‌شود؛ اما فقط چند متر دورتر و در شمال گسل تبریز این سطوح تراسی را دیده نمی‌شود که این امر به دلیل وجود بالآمدگی در

Berberian, M., Arshady, S (1976). "On the evidence of the youngest activity of The North Tabriz fault and the seismicity of Tabriz city", *Geology Survey of Iran*, Vol 39, PP 397- 418.

Berberian, M. and Yeats, R.S (1999). "Patterns of historical earthquake rupture in the Iranian plateau", *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 89, 120-139.

Copley, A. and Jackson, J (2006). "Active Tectonics of Turkish- Iranian Plateau", *Tectonics*, Vol 25, TC6006, doi:10.1029/2005TC001906.

Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Saroglu, F., and Sengor, A. M. C (1986). "Shortening of continental lithosphere: The tectonics of eastern Anatolia- A young collision zone", *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 19, 3 – 36.

Eftekharneshad, I (1975). "Brief history and structural development of Azarbayjan", *Geology Survey, Hran*, Vol 8, PP.

Hessami, Kh., Pantosti, D., Tabassi, H., Shabanian, E., Abbassi, M. R., Feghhi, Kh., Solaymani, Sh (2003). "Paleoearthquakes and slip rates of The North Tabriz fault: preliminary results", *Annals of Geophysics*, Vol 46, N 5,

Jackson, J (1992), "Partitioning of Strike- slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in Eastern Turkey and Caucasus", *Geophysics, Res* 97, PP 12471- 12479.

Karakhanian, A. S., Trifonov, V. G., Philip, H., Avagian, A., Hessami, Kh., Jamali, F., Bayraktutan, M. S., Bagdasarian, H., Arakelian, S., Davtian, V (2001). "Active faulting and natural hazard in Armenia, Eastern Turkey and North Western Iran", *Tectonophysics*.

McQuarrie, N., J. M. Stock, C. Verdel, and B. P. Wernicke (2003). "Cenozoic evolution of Neotethys and implications for the causes of plate motions", *Geophys. Res. Lett.*, 30(20), 2036, doi:10.1029/ 2003GL017992.

McClusky, S., R. Reilinger, S. Mahmoud, D. Ben Sari, and A. Tealeb (2003). "GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motions", *Geophys. J. Int.*, 155, 126 – 138.

Sengor, A. M. C (1990). "A new model for the late Palaeozoic-Mesozoic tectonic evolution of Iran and implications for Oman, in *The Geology and Tectonics of the Oman Region*", *Geology Society Science*, No 49, PP 497-831.

شمالی این گسل است. بخش میانی و بخش شمالی گسل تبریز توسط ساختاری Pull-Apart از هم جدا شده‌اند و در نهایت بخش جنوبی گسل تبریز که از شرق شهرک باغمیشه تبریز تا شهر بستان‌آباد امتداد داشته و سبب قرار گرفتن رسوبات پلیو-کواترنری با مرز گسله بر روی رسوبات میوسن شده است. بخش جنوبی گسل تبریز بر خلاف بخش میانی و جنوبی این گسل، دارای شیبی به سمت SW است. در هر ۳ بخش فوق گسل تبریز سبب جابجایی راستبر رسوبات شده است و دارای مؤلفه فشاری است.

منابع

بربریان، مانوئل (۱۳۵۲). نقشه مقدماتی رو مرکز و عمق کانونی زلزله‌ها، انتشارات سازمان زمین‌شناسی ایران، ایران.

پور کرمانی، محسن، سلگی، علی (۱۳۸۸). مورفوتکتونیک، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

داداشی آرانی، حسن (۱۳۸۲). ژئومورفولوژی، کتاب درسی دانشگاه پیام نور.

رادفر، شهباز، پور کرمانی، محسن (۱۳۸۲). ریخت زمین ساخت گسل کوهبنان، مجله علوم زمین، تهران، ایران.

سیاهکلی مرادی، علی، تاتار، محمد، هاتسفلد، دنیس، پل، آن (۱۳۸۷). مطالعه ساختار سرعتی پوسته و سازوکار گسلش در زون گسلی امتداد لغز تبریز، مجله علوم زمین و جغرافیا، سال هجدهم، صص ۱۴۰ - ۱۴۸.

مهرپویان، مجتبی (۱۳۹۰). ارزیابی حریم و سازوکار گسل شمال تبریز و برآورد رفتار لرزه‌زمین‌ساختی این گسل بر گستره شهر تبریز، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

نبوی، محمد حسین (۱۳۵۵). دیباچه ای بر زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، ایران.

Ambraseys, N.N., Melville, C.P (1982), "A history of Persian earthquakes, Cambridge University Press" Cambridge PP 236.