



# بررسی ویژگی‌های ژئومورفولوژی گسل شمال تبریز

## و تعامل آن با توسعه فیزیکی این شهر

محسن زارع احمد آباد

کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)

علی نبی

کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (ژئومورفولوژی)

### چکیده:

گسل<sup>۱</sup> نوعی شکست است، که بر اثر وارد آمدن فشار پوسته زمین و جابجایی لایه‌ها ایجاد می‌شود و انواع گوناگونی دارد (شایان، ۱۳۷۳: ۱۲۸). زلزله<sup>۲</sup> و فرایندهای متأثر از آن، از جمله مخاطرات گسلی محسوب می‌شوند. منطقه مورد مطالعه، در استان آذربایجان شرقی و در شمال و شمال شرقی شهر تبریز واقع شده که از جنوب و جنوب شرق به دشت تبریز و از شمال به حوضه اصلی آجی چای و منطقه خواجه و شرینجه داغی ختم می‌شود. به علت فعالیت خفیف سیستم گسلی شمال تبریز، اشکال ژئومورفولوژیک نیز متعاقباً تحت تأثیر این گونه فعالیت‌ها دچار تحولاتی مانند؛ ریزش دامنه‌ای و یا لغزش در سطوح و مقیاس‌های مختلف می‌شوند. هدف از مطالعه‌ی این ناحیه، بررسی ژئومورفولوژی گسل<sup>۳</sup> شمال تبریز که همواره در تعامل طبیعی با شهر تبریز است، می‌باشد. پرتگاه‌های گسلی با شیب تند<sup>۴</sup> از مشخصات بارز این محدوده می‌باشد. مساحت محدوده‌ی اصلی مطالعاتی ۶۷ کیلومترمربع و مرتفع‌ترین نقطه با ارتفاع ۱۹۰۰ متر در ارتفاعات عون‌ابن‌علی و در محدوده مرکزی منطقه مورد مطالعه واقع است.

لازم به ذکر است که ارتفاعات عون‌ابن‌علی که مهمترین قسمت مطالعاتی را شامل می‌شود، بخش شمالی و شمال شرقی دشت تبریز را با جهتی شمال غرب- جنوب شرق و از جنوب شرق باغمیسه تا شمال فرودگاه تبریز، در بر گرفته است. همچنین مطالعات و بررسی‌های به عمل آمده در قسمت‌های مختلف این گسل حاکی از وجود آثار ریخت‌شناختی متعدد ناشی از فعالیت زمین‌ساختی آن است.

### واژه‌های کلیدی:

ژئومورفولوژی گسلی، توسعه فیزیکی، شهر تبریز، مخاطرات گسلی

### مقدمه:

امروزه در سطح جهانی، مطالعات اشکال ژئومورفیک گسلی نسبت به سایر گرایش‌های ژئومورفولوژی از سابقه چندان طولانی برخوردار نیست و تحقیقات چندان زیادی در مورد اشکال و چشم‌اندازهای متعدد ژئومورفولوژی گسل‌های فعال، در مقیاس‌های مختلف صورت نگرفته است. بررسی و تحلیل ژئومورفولوژیک گسل‌های فعال می‌تواند به دانشمندان در پیش‌بینی زلزله‌ها و شناخت دیگر مخاطرات، بویژه در مناطق شهری کمک شایانی کند.

همچنین بیش از ۱۶/۶ درصد از شهرهای ایران بر روی خطوط گسلی و یا در امتداد آنها واقع شده‌اند و اکثراً زلزله‌های بیش از ۶ ریشتر را تجربه کرده‌اند (زمردیان، ۱۳۸۳: ۱۳۶) که این خود اهمیت موضوع را دو چندان می‌نماید.

شهر تبریز طی دهه‌های گذشته شاهد توسعه گسترده‌ی فیزیکی بوده که منجر به ساخت و سازهایی شده است، که بدون رعایت ملاحظات ایمنی از لحاظ مخاطرات گسلی (از جمله زلزله) انجام گرفته است. از آنجایی که توسعه فیزیکی شهر تبریز در چند دهه‌ی اخیر با آماده‌سازی زمین و واگذاری آن در حواشی شرقی و شمال شرقی شهر روند شتابانی به خود گرفته است، جمعیت زیادی به علت امکانات و تسهیلات جدید در این مناطق ساکن می‌شوند.

در مقاله‌ی حاضر که به نحوی به مطالعه "نقش اشکال مورفوتکتونیک حاصل از فعالیت گسلی، در روند مدیریتی و توسعه شهری" می‌پردازد، تأثیر بلایای طبیعی حاصل از اشکال گسلی بر روی شهر تبریز و اثراتی که به دنبال دارد مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در مطالعه‌ی محدوده گسل شمال تبریز، در ابتدای امر و بعد از توضیحات موقعیت مکانی و جغرافیایی و روش تحقیق، به جهت رابطه نزدیک زمین ساخت با مسائل مورفوتکتونیک، بحث را با اشاره به نقشه‌های زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ و ۱:۵۰۰،۰۰۰ تبریز آغاز می‌کنیم.

### موقعیت جغرافیایی منطقه:

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان شرقی و در شمال و شمال شرقی شهر تبریز (شهر تبریز در مختصات جغرافیایی ۵۰° ۴۵' درجه تا ۳۵° ۴۶' درجه طول شرقی و ۴۲° ۳۷' درجه تا ۲۹° ۳۸' درجه عرض شمالی واقع شده است. همچنین مساحت این شهر ۲۱۶۷/۱۹ کیلومترمربع بوده و ارتفاع متوسط آن از سطح آب‌های آزاد ۱۳۵۰ متر می‌باشد) واقع شده که از جنوب و جنوب شرق به دشت تبریز و از شمال به حوضه اصلی آجی چای و منطقه خواجه و شرینجه داغی ختم می‌شود.

مساحت محدوده اصلی مطالعاتی ۶۷ کیلومترمربع بوده و مرتفع‌ترین نقطه با ارتفاع ۱۹۰۰ متر در ارتفاعات عون‌ابن‌علی و در محدوده مرکزی منطقه مورد نظر قرار دارد. لازم به ذکر است که ارتفاعات عون‌ابن‌علی که مهمترین قسمت مطالعات را در بر دارد، بخش شمالی و شمال شرقی دشت



همچنین از ریخت‌شناسی و مورفولوژی متفاوتی برخوردار است. از جمله ساختارهای موجود در منطقه می‌توان به سطوح گسل (اصلی و فرعی)، چین خوردگی‌ها، گنبد‌های نمکی در مقیاس کوچک، کراس بدینگ<sup>۱</sup>، دگر شیب‌ها و ... اشاره نمود که از مهمترین آن‌ها می‌توان، سیستم گسل اصلی شمال تبریز را نام برد.

بیشترین غلبه سنگی و ساختار زمین‌شناسی در محدوده گسلی مورد تحقیق، مربوط به سنگ‌های رسوبی بوده و رس‌های ریز دانه و قدیمی باعث تشکیل سازندها و سنگ‌های رسوبی نیمه سخت شده‌اند. بخش شمال و شمال‌شرقی شهر تبریز (محدوده مورد مطالعه) از ماسه سنگ‌های سرخ با قدمت زیاد (دوران دوم زمین‌شناسی) و همراه با مارن و ماسه‌های رس‌دار قرمز، نئوژن تشکیل شده است، که در داخل این فورماسیون‌ها به کنگلومرای قرمز و نیز به مخروط‌های نمکین بر می‌خوریم. سیستم گسل اصلی تبریز نیز باعث نفوذ توده‌های آذرین و یا بازیک و تراکیت و آندریت بر فراز سازندهای نئوژن در منطقه شده است. گسل فعال تبریز به همراه ۱۹ گسل فرعی، موجب ایجاد دیاپیرهای نمکی با چین‌خوردگی‌های ملایم در منطقه شده است.

همچنین موازی بودن محور چین‌خوردگی‌ها با گسل شمال تبریز، نشانه تأثیر این گسل در ایجاد اینگونه چین‌هاست. گسل‌های جوان‌تر و فرعی، که به علت فعالیت مجدد گسل شمال تبریز، در منطقه مورد مطالعه، ایجاد شده‌اند (سه گسل فرعی نیز در محدوده داخلی دانشگاه تبریز دیده می‌شوند) حتی طبقات لیگنیت‌دار و تراس‌های رودخانه‌ای جوان را شکسته و باعث درصدی از انحراف در آبراه‌های منطقه شده‌اند.

چگونگی قرارگیری چین‌ها و نبود چین‌شناسی در منطقه ما را با شدت فعالیت‌های تکتونیکی که بیشتر ناشی از فعالیت گسل اصلی تبریز و سایر گسل‌های فرعی منطقه است، آشنا می‌سازد.

همچنین در شمال‌شرقی شهر یک رشته بلندی‌های سرخ فام که از تشکیلات ژپیس همراه با ذرات نمکین و رسوبات قرمز رنگ که فاقد سنگواره‌های دریایی است و وجود رنگ قرمز نشانه اکسیداسیون آن‌ها در کنش با اتمسفر می‌باشد، تشکیل یافته (عون‌ابن‌علی) است، که با سازندهای کواترنری و سنوزوئیک پوشیده شده و با نهشته‌های ماسه‌ای و قلوه‌سنگی با منشاء مختلف، در نواحی جنوبی منطقه، قابل تشخیص است.

در ارتفاعات "عون‌ابن‌علی" که اصلی‌ترین بخش مطالعاتی ما را تشکیل می‌دهد، سنگ‌های مختلفی از سه تیپ رسوبی و رسی سرخ فام، همراه با قلوه‌سنگ وجود دارند که هر کدام از آن‌ها توپوگرافی متفاوتی را به نمایش گذاشته‌اند و سطوح متفاوتی را زیر پوشش دارند.

سازندهای زمین‌شناسی در ارتفاعات ۱۷۰۰ متری منطقه مذکور، دارای جنس سنگی نیمه مقاوم و نیمه سست، می‌باشند. همچنین ماسه سنگ و مارن قرمز رنگ مربوط به دوره میوسن قابل تشخیص بوده و در طبقه‌بندی سنگ‌ها در طبقه رسوبی جای دارند.

همچنین تناوبی از مارن‌های سبز تیره رنگ و آهک‌های محتوی چرت که مربوط به دوران پلیوسن است و در زمره سنگ‌های رسوبی قرار دارند، مشخص هستند.

تبریز را با جهتی شمال غرب- جنوب شرق و از جنوب شرق باغ‌میشه تا شمال فرودگاه تبریز در بر گرفته است.

این محدوده گسلی بخشی از گسل تبریز که یکی از گسل‌های مهم و قدیمی فلات ایران محسوب می‌شود، است. بارزترین مشخصه گسل و نیز متغیرهای متأثر از آن در محدوده مطالعاتی، طول این گسل می‌باشد (جدول ۱-۱).

طول محدوده مورد مطالعه نزدیک به ۴۰ کیلومتر می‌باشد، ولی عرض آن با توجه به تغییر روندهای فیزیکی و نیز نحوه توزیع دگر شکلی، همواره متغیر می‌باشد.

(جدول ۱) مشخصات کلی گسل تبریز (منبع: قنبری ۱۳۸۲، ۱۳۶۷)

نام گسله	طول گسله	طول گسیختگی	فاصله از شهر تبریز	بزرگای لرزه‌ای
گسل شمال تبریز	نزدیک به ۱۵۰ کیلومتر	حداکثر ۷۵ متر	کمتر از ۱ کیلومتر	حداکثر ۷/۲ ریشتر

### مواد و روش پژوهش:

پایه‌های نظری تحقیق بر جدیدترین یافته‌های علمی موجود در منابع کتابخانه‌ای و اطلاعات نقشه‌های ترسیم شده از عکس‌های هوایی (۱:۴۰,۰۰۰ و ۱:۵۵,۰۰۰) و نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی ۱/۱,۰۰۰,۰۰۰ و ۱/۵۰۰,۰۰۰ از منطقه شمال تبریز اخذ شده است.

مطالعات خطوط منحنی میزان در ناحیه گسلی به عنوان یکی از روش‌ها مد نظر قرار گرفته است. در بین روش‌های فوق روش مشاهده مهمترین بخش تحقیق را به خود اختصاص داده است.

این روش مبتنی بر مشاهده مستقیم بوده و در رسیدن به نتایج صحیح مؤثرتر می‌باشد. روش دوم ممیزی در محل تحقیق است که پیرامون پدیده‌های طبیعی و انسانی موجود در محیط می‌باشد. تفسیر و بررسی تحلیلی نقشه‌ها و تصاویر موجود نیز نقش مهمی در ثبت و ضبط اطلاعات به عهده داشته است.

اهداف تحقیق عبارتند از:

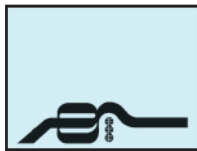
شناخت بنیادین و علمی از مورفولوژی گسل شمال تبریز شناسایی مناطق آسیب پذیر و تنظیم برنامه‌ریزی‌ها، با لحاظ نمودن خطرات ژئومورفولوژیک ناشی از عملکرد گسل شمال تبریز

جلوگیری از خسارات جانبی ناشی از تنش‌های مورفولوژیک

انتخاب مکان مناسب برای سازه‌های مسکونی (روستایی- شهری) و ارائه رویکردی مناسب برای استقرار منطقی سکونتگاه‌ها در مناطق فعال ژئولوژیک

### تحلیل زمین ساخت منطقه مورد مطالعه:

منطقه مورد مطالعه از گسل تبریز- واقع در جهت شمالی و شمال‌شرقی شهر تبریز- از نظر زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی غالباً از سنگ‌های رسوبی دوران دوم تا رسوبات سست و جوان عهد حاضر (از قدیم به جدید) و

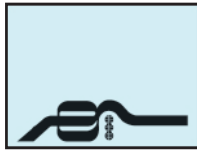


(جدول ۲) واحدبندی و تفکیک لیتولوژیکی منطقه شمال و شمال شرقی تبریز - محدوده گسل شمالی شهر (منبع؛ م. زارع ۱۳۸۶ ص ۳۹)

منطقه برونزد	ویژگی واحدها			واحدهای لیتولوژی	علامت اختصاری
	دگرگونی	رسوبی	آذرین		
شمال شهر و در کنار واحدهای Q <sup>l2</sup> و M <sub>2</sub> <sup>mg</sup> (باغمیشه و عینالی)	-	*	-	مارن به همراه ماسه سنگ قرمز رنگ و رس (میوسن) Red sandstone with marl and clay	M <sub>4</sub> <sup>sm</sup>
شمال شرقی شهر و در کنار واحدهای M <sub>4</sub> <sup>sm</sup> و PIQ <sup>c</sup> و M <sub>2</sub> <sup>mg</sup> (محدوده مجتمع دانشگاه آزاد)	-	*	-	کنگلومرای قرمز با تناوبی از ماسه سنگ و مارن قرمز (میوسن) Red conglomerate with alternation of sandstone and red marl	M <sub>5</sub> <sup>sc</sup>
شمال شرقی شهر و در کنار واحدهای PIQ <sup>c</sup> و M <sub>4</sub> <sup>sm</sup> و M <sub>5</sub> <sup>sc</sup> (بارنج و شرق ولیعصر)	-	*	-	تناوبی از ماسه‌های سبز خاکستری و قرمز با درون لایه‌هایی از مارن‌های ماسه‌ای، گچ‌دار و نمک‌دار Alternation of greengrey and red marl with intercalation of gypsiferous and saltiferous sandy	M <sub>2</sub> <sup>mg</sup>
شمال شرق شهر و در کنار واحدهای M <sub>2</sub> <sup>mg</sup> و M <sub>5</sub> <sup>sc</sup> (شمال کرگج (کرگه) و شمال شرق بارج)	-	*	*	کنگلومرای نیمه سخت به همراه میان لایه‌هایی از ماسه سنگ، پومیس و سنگ‌های آذرآواری (پلیوسن) Conglomerate moderately consolidated with intercalation of sandstone pumice and pyroclastic	PIQ <sup>c</sup>
شمال شهر و در کنار واحدهای Q <sup>l2</sup> و M <sub>4</sub> <sup>sm</sup> (شمال شهرک ارم و اطراف آجی چای)	-	*	-	آبرفت‌های عهد حاضر (کواترنری) Recent alluvium	Q <sup>al</sup>
شمال شهر و در کنار واحدهای Q <sup>al</sup> و M <sub>4</sub> <sup>sm</sup> (قسمتی از شمال شهرک ارم و اطراف آجی چای)	-	*	-	پادگانه‌های آبرفتی جوان و پشته‌های آبرفتی (کواترنری) Younger terraces and gravel plain	Q <sup>l2</sup>
شرق شهر و آخرین حد منطقه مورد مطالعه و در کنار واحد PIQ <sup>c</sup> (کرگج (کرگه) و دانشگاه تبریز)	-	*	*	نهشته‌های دانه ریز آواری و توف با لایه‌های دیاتومه و ماهی Fine clastic sediment tuff with diatomite and fishbed	PI <sup>dt</sup>
شرق شهر و در محدوده داخلی واحد M <sub>2</sub> <sup>mg</sup> (بارنج)	-	*	-	تشکیلات گچی به مقدار کم Gypsum	G
دشت تبریز و محدوده ساخت و ساز شهری	-	*	-	محدوده شهر	City district

(جدول ۳) تفکیک، نتایج مقاومت واحدهای لیتولوژی منطقه گسلی تبریز، در مقابل فرسایش (منبع؛ رجایی، ۱۳۷۹: ۹۱)

Q <sup>al</sup>	بدون مقاومت									
G	بسیار کم مقاوم									
PIQ <sup>c</sup>	کم مقاوم									
PI <sup>dt</sup>	مقاومت متوسط									
M <sub>5</sub> <sup>sc</sup>	مقاومت تا حدی خوب									
M <sub>2</sub> <sup>mg</sup>	مقاومت خوب									
M <sub>4</sub> <sup>sm</sup>	مقاومت خیلی خوب									



## علائم و پدیده‌های خاص ژئومورفولوژیک روی سطوح گسل:

اشکال ژئومورفولوژی در واقع حاصل برآیند دینامیک درونی و بیرونی در سطح زمین هستند. تنوع چشم‌اندازها در محیط طبیعی نیز از دخالت مشترک نیروها و عوامل درونی و بیرونی در طول زمان حاصل می‌شود. به طور کلی، تحقیقات در زمینه ژئومورفولوژی را می‌توان در چهار قسمت تشریح کرد:

- تحقیق در ژئومورفولوژی با توجه به تأثیر انسان؛
- تحقیق در ژئومورفولوژی به عنوان هدف در بررسی مسائل مربوط به ماندگاری انسان در زمین
- ژئومورفولوژی به عنوان هدف و ایده در بررسی مسائل مربوط به برنامه‌ریزی
- ژئومورفولوژی به عنوان دانش و تکنیک در مهندسی و عمران محیط/معمد و مقیمی، ۱۳۷۸: ۳۰.

حرکات راستگرد گسل شمال تبریز و همپوشانی آن با سایر گسل‌ها (گسل میشو) باعث ایجاد ساختارهای ویژه، مانند کوه‌های تک آلتی در جنوب شرق تبریز شده است. با توجه به عملکرد امتداد لغزش (راستگرد) در سیستم گسلی تبریز، انتظار می‌رود که عوامل مورفولوژیک مرتبط با گسل‌های امتداد لغز مانند انحراف آبراهه‌ها و ... در امتداد این گسل نیز مشاهده شوند.

ارتفاعات شمال و شمال شرق تبریز (ارتفاعات شمالی و شرقی فرودگاه تبریز) و گسترش آن‌ها به سمت غرب و شرق، کمربندی از یک فرایند کوهزایی، پدید آورده است.

در دگرریختی پیشرونده ارتفاعات شمالی و شمال شرقی شهر تبریز، که سنگ‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها معادل تشکیلات قرمز فوقانی (میوسن) هستند و توسط فرایند گسلش، راندگی و چین‌خوردگی‌ها تغییراتی را متحمل شده‌اند، چنین استنباط می‌شود که مرز این رشته کوه و دشت تبریز، سیستم گسلی است (نئوژن در حال رانده شدن بر روی کواترن است).

علاوه بر این آثار گسلش را در دشت تبریز و مناطقی که هنوز در آن‌ها ساخت و ساز به صورتی جدی انجام نگرفته است می‌توان تشخیص داد و به نظر می‌رسد، پس از مدتی، قسمت‌هایی از دشت تبریز توسط همین گسله‌های فرعی موجود در دشت و توسط برخی عوارض گسلی دیگر که هنوز به سطح نرسیده‌اند، بالا آمده و قسمت‌هایی از ارتفاعات مورد مطالعه در حومه شمالی و شمال شرقی شهر را متأثر سازد.

همچنین فعالیت‌های خفیف گسل مور اشاره، مارن‌های میوسن را با زوایای متفاوت ولی هم‌سو، قطع کرده و حتی در حاشیه اتوبان شمالی (کنارگذر پاسداران) چین‌های مرتبط با ساز و کار سیستم گسلی و به همراه ساختمان‌های کششی (گسله‌های عادی) در فرا دیواره به وجود آورده است.

پرتگاه‌های متفاوت گسلی (پرتگاه خط گسل بر قطعه‌ای منطبق است که مقاومت سنگ‌های آن بیشتر است) با رخنمون‌هایی تقریباً یکسان در کل محدوده شمال و شمال شرقی شهر، نمایان است و متأسفانه در حواشی و حتی بر روی این پرتگاه‌ها، ساخت و سازهای جدید و قدیمی جهت اسکان جمعیت شهری، صورت گرفته است.

به هر حال سیستم گسلی مورد بحث در سمت جنوب شرقی به سمت شهر بستان‌آباد ادامه داشته و غالباً تمام دامنه‌ها را با چند سطح فرسایشی تحت تأثیر قرار داده است.

عموماً مهمترین عوامل مورفولوژیک که در ارتباط با گسلش امتداد لغز در منطقه می‌باشند عبارتند از:

دره‌های خطی مستقر در سطوح چند وجهی<sup>۷</sup> در ضلع غربی ارتفاعات عینالی (عون‌ابن‌علی)، پشته‌های مسدودکننده<sup>۸</sup>، افزارهای گسلی، فرو افتادگی‌ها مانند: قوری گل و آبراهه‌های منحرف شده (اغلب آبراهه‌هایی هستند که در اثر گسلش تقریباً به سمت غرب جابجا شده‌اند).

البته در مطالعه این آبراهه‌ها باید دقت زیادی به خرج داده شود، چرا که ممکن است جابجایی آنها کاذب بوده باشد. ضمناً، پشته‌های مسدودکننده زمانی به وجود می‌آیند که جابجایی توسط گسل، پشته‌های موجود در بین آبراهه‌ها و یا تپه‌های موازی با زون گسلی را حرکت داده و موجب مسدود شدن آبراهه‌ها و یا انحراف آن‌ها شود.

بنابراین در بیشتر موارد آبراهه‌های منحرف شده و پشته‌های مسدودکننده، پدیده‌های مرتبط با یکدیگر خواهند بود. همچنین می‌توان گفت که، قسمتی از گسل شمال تبریز در سمت شمالی فرودگاه تبریز با ظهور اختلافات خفیف لیتولوژیک و توپوگرافیک، بهتر قابل مشاهده است.

معمولاً مقادیر عددی نرخ لغزش در درون پلیت‌ها (صفحات) نسبت به محیط‌های حاشیه پلیت‌ها کمتر می‌باشد.

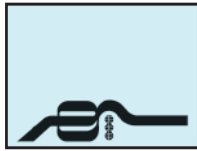
ولیکن به سبب تجمع انرژی در زمان طولانی‌تر، اغلب زلزله‌های بزرگ، و عواقب ژئومورفولوژیک آن‌ها با دوره بازگشت طولانی‌تر در این قسمت‌ها رخ می‌دهند.

این پدیده نیز با ویژگی‌های گسل مورد مطالعه انطباق دارد. اهمیت این عوارض در نشان دادن جابجایی نسبی در دو بلوک طرفین گسل نسبت به هم می‌باشد.

همچنین بر حسب تفاضل ارتفاعی بین رأس و پای دامنه، غالباً شیب قابل توجهی به وجود آمده است، که به همراه زمین‌های غیرقابل نفوذ باعث جاری شدن مقادیر زیادی سیلاب با ضریب جریان بالا معادل ۳۰ تا ۴۰ درصد می‌گردد که این خود نوعی تعامل منفی سیستم گسلی را با عوامل شهری آشکار می‌سازد. همانگونه که اشاره شد، بستر رودخانه‌ها و آبراهه‌ها به طور منظم در طول گسل و به صورت راستگرد جابجا شده‌اند و نیز با توجه به تغییر ضخامت رسوب‌گذاری و نهشته‌گذاری و حتی تغییر در نوع رسوبگذاری در بعضی از آبراهه‌ها (مهران رود)، موضوع انحراف آبراهه‌ها در اثر فعالیت سیستم گسلی و گروه گسل‌های فرعی، قوت می‌گیرد.

وجود شیب‌های دامنه‌ای از نوع (WLS)<sup>۹</sup> نه تنها موجب تحول دامنه‌ها شده بلکه منجر به تشدید فرایندهای جانسنینی (جابجایی مواد) گردیده، که با تغییر مورفولوژی دامنه با فرایند جانسنینی شروع و با گذشت زمان به گردشگری (کاهش زوایایی در خرده سنگ‌ها) خاتمه می‌یابد.

با قبول اینکه وجود شیب استاندارد برای شهرها و توسعه فیزیکی آنها بخصوص در شهرهای بزرگ الزامی است ولی، وضعیت شیب در دامنه‌های گسلی (پرتگاه گسلی) رو به جنوب و جنوب غربی عینالی، بیانگر ناپایداری‌های



(جدول ۴) وضعیت شیب، درصد جمعیت ساکن، نسبت مساحت در هر شیب، میزان تأثیرپذیری و نسبت پایداری در منطقه مورد مطالعه (با

کمی تغییر- منبع؛ روستایی و ساری صراف ۱۳۸۵ص ۱۲۴)

میزان شیب	۰-۲	۲-۵	۵-۸	۸-۱۲	۱۲-۱۵	۱۵-۲۰	۲۰-۲۵	۲۵-۳۰	>۳۰
درصد جمعیت	۷۶/۰۱	۱۲/۲۲	۳/۸۵	۱/۵۶	۲/۷۸	۰/۷۹	۱/۱۹	۰/۹۹	۰/۶۱
درصد مساحت	۱	۴	۷	۹	۱۶	۱۷	۲۱	۱۵	۱۰
تأثیرپذیری از فعالیت گسل	بسیار کم	کم	متوسط			زیاد		فوق العاده زیاد	
نسبت پایداری	پایدار			متوسط		کم		فوق العاده کم	

ژئومورفولوژیک با شیب بحرانی است.

کوهستانی عینالی غربی، علیرغم لیتولوژی نامقاوم، بیشتر از دامنه‌های عینالی شرقی بوده است. و جبهه کوهستانی در امتداد گسل شمال تبریز و در هر دو بخش شمالی و جنوبی توسط نخ آب‌ها و شاخه‌های فرعی رودخانه‌ها بریده بریده شده است و پرتگاه‌های نسبتاً تندی در امتداد جبهه کوهستانی غربی که به جاده کمربندی پاسداران ختم می‌شود، دیده می‌شود.

ظواهر اشکال و سطوح در سمت غرب به علت تفاوت در شیب، بر خلاف مناطق شرقی است. به عبارتی در ضلع غربی، یک مجموعه متنوع از اشکال میکروژئومورفولوژیک که عموماً در طول و پیشانی سطوح و شیب‌های جدید گسلی مشاهده می‌شوند قابل تشخیص است (آرتور ۲۰۰۲). سطوح چندوجهی همراه با شیب زیاد، شکل و نمایی متفاوت و خشن به این بخش از کوهستان بخشیده است که متأسفانه اغلب مورد تعرض ساکنان شهری است و یا با ساخت و سازهایی با خطر بالا، مواجه است. همچنین میزان تراکم گسلی محسوس در شمال و شمال‌شرق و نیز در جنوب شهر نشان می‌دهد که تأثیرات گسل تبریز تنها محدود به مناطق خاص در این شهر نبوده، به طوری که شهر تبریز بر روی یک پهنه گسلی بنا شده است (روستایی و ساری صراف، ۱۳۸۵: ۱۱۸).

همچنین با استناد به نقشه‌های مینا، تراکم و ضریب تراکم گسلی در منطقه طبق فرمول زیر، عبارت است از ۶۲،۰۸۹ درصد.

$$CF = \text{ضریب تراکم گسل‌های منطقه و درصد آن}$$

$$\sum F = \text{مجموع طول گسل‌های مشخص شده (در مبنای نقشه ۱/۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی) بر حسب کیلومتر}$$

$$A = \text{وسعت منطقه مورد مطالعه بر حسب کیلومتر مربع}$$

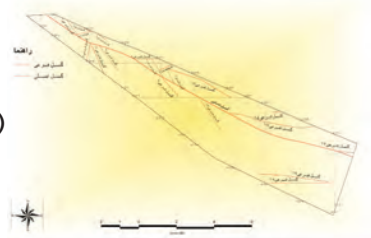
$$CF = \frac{\sum F}{A} \times 100$$

$$CF = \frac{41.6}{67} \times 100 = 62.089$$

(نگاره ۳) نمایش تراکم خطوط

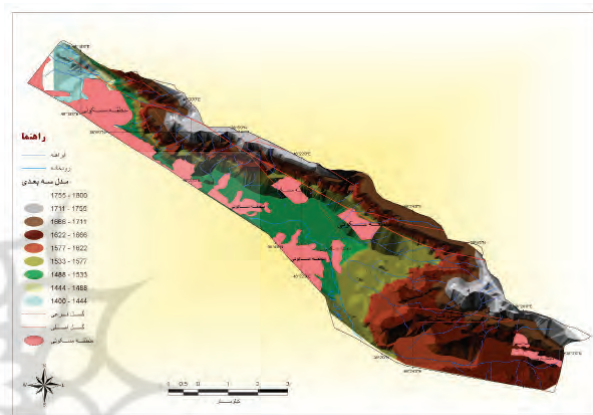
گسلی در محدوده شمال

تبریز (منبع؛ م.زارع ۱۳۸۶)



علائم و شواهد ژئومورفولوژیک:

در بررسی‌های به عمل آمده، علائم ژئومورفولوژیک محسوسی در محدوده مورد مطالعه شناسایی شده است که شامل تغییر شکل‌های غیرعادی غالباً خفیف در شکل نیمرخ بستر و مقطع عرضی رودخانه‌ها (بخصوص



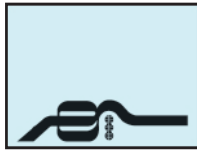
نگاره (۱) نمایش سطوح ارتفاعی به شکل سه بعدی، منطقه گسلی شمال تبریز (منبع؛ م.زارع ۱۳۸۶ص ۹۳)



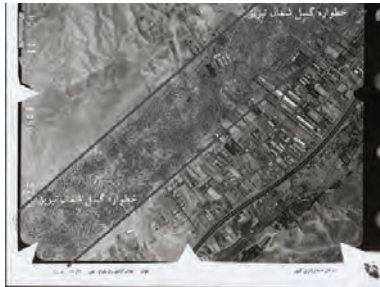
نگاره (۲) تهدید منازل مسکونی توسط مخاطرات گسلش تبریز- ارم (منبع؛ م.زارع ۱۳۸۶)

سطوح چندوجهی و میزان تراکم گسلی:

اندازه‌گیری‌ها و تحلیل‌های صورت گرفته بر روی تصاویر در مورد شاخص‌های مربوط به وجود سطوح چندوجهی در جبهه کوهستانی عینالی (عون‌ابن علی) نشان می‌دهند که درصد سطوح چند وجهی در جبهه



استقرار انتخاب نمایند. ایجاد مناطق مسکونی در روی تپه‌های مارنی ولیعصر و حومه و همچنین توسعه مراکز صنعتی و شهری و ... در داخل دره‌های ليقوان و کرکج، دامنه‌های رسی باغ‌میشه و ائل گلی به دلیل کمبود زمین، نمونه‌ای از استقرار و توسعه ناموزون است.



**(نگاره ۴) عکس هوایی از،  
تعامل نادرست سطوح گسلی  
با تأسیسات شهری تبریز -  
مرزداران (منبع: سازمان نقشه  
برداری کشور ۱۳۸۶)**

**(نگاره ۵) استقرار نادرست  
خانه‌ها بر روی شیب گسلی -  
تبریز - احمدآباد (منبع:  
م.زارع ۱۳۸۶)**



سمت و سوی توسعه فیزیکی در کلانشهر دو میلیون نفری تبریز از اهمیت فراوانی برخوردار است. به طوری که مناطق پر جمعیت در سمت شمال، مرکز و تاحدودی شرقی شهر پراکنده شده‌اند و بیشترین خطرات ژئومورفولوژیک گسلی نیز متوجه همین مناطق است.

مناطق متراکم از لحاظ جمعیتی در نواحی شمال و شمال شرقی شهر (دامنه‌های جنوبی عینالی) و در فاصله بسیار اندکی از گسل و حتی در قسمت‌هایی بر روی خطواره گسلی بنا شده‌اند. در شرق تبریز شهرک باغ‌میشه که از تراکم جمعیتی بسیار بالایی نیز برخوردار است، کاملاً بر روی خطواره گسل و در امتدادی موازی با آن گسترش یافته است. این شهرک تقریباً جدیدالاحداث بوده و علیرغم شناخت خطرات احتمالی، متأسفانه به ساخت و توسعه شهرک در اینگونه مناطق اقدام شده است. با همه این اوصاف، گسترش شهر در شمال و شمال شرق همچنان ادامه دارد. همچنین بخشی از محلات شمالی شهر (حیدرآباد-یوسف‌آباد و...) به علل مختلف، تقریباً فاقد بناهای محکم و اصولی بوده و یا با خطرپذیری زیاد و بدون استانداردهای معماری ساخته شده‌اند.

### نتیجه‌گیری و پیشنهاد:

در ارزیابی اثرات محیطی<sup>۱۱</sup> حاصل از فرایند گسلس در منطقه چنین می‌توان نتیجه گرفت که: گسل تبریز ضمن اینکه تحولات ژئومورفولوژیک زمان خود را به دنبال داشته، بستر و حدود واحدهای مورفوتکتونیک کنونی را نیز قالب‌ریزی و تعیین نموده است و شبکه گسلی و شبکه توپوگرافی تقریباً نامنظمی را به ساختار سطحی تحمیل کرده است. از جمله رخدادهای جدید ناشی از جابجایی گسل که نظیر آن را در کمتر جایی شاهد هستیم،

آجی‌چای) و دره‌ها، تغییرات غیرعادی در مخروط‌افکنه‌ها، تغییرات غیرعادی در تراس‌های رودخانه‌ای و دریاچه‌ای، تغییرات غیرعادی در دلتای رودخانه‌ها، پرتگاه‌های گسلی (محل باغ‌میشه)، وجود پشته‌های کوهستانی گسل با شیب زیاد (محلات باغ‌میشه و ارم)، تنگه‌های گسلی و چین خوردگی‌های جوان (ارتفاعات عواین علی)، تغییرات غیرعادی در خطوط ساحلی و رانش در رسوبات جوان (محل آخر عباسی) می‌باشد.

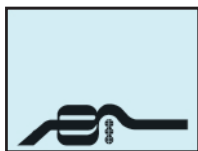
### تعادل تکتونیکی گسل شمال تبریز با منطقه شهری:

طبق مطالعات به عمل آمده، فعالیت سیستم گسل اصلی در شمال تبریز، بیش از همه فرودگاه تبریز را تهدید می‌کند. فرودگاه و صنایع وابسته به آن در شمال غربی تبریز بنا شده‌اند و سیستم گسل شمالی تبریز به فاصله اندکی از فرودگاه واقع شده است. با اینکه سایر تأسیسات خدماتی مانند بیمارستان عالی نسب به محدوده گسلی نزدیک هستند، ولی امروزه کاربری فضای سبز توسعه چشمگیری یافته که از توجه بیشتر به مخاطرات طبیعی گسل تبریز حکایت می‌کند. مناطق تجاری شهر عمدتاً در شمال غرب، مرکز و جنوب غرب پراکنده شده‌اند و تعامل نسبتاً مناسبی با گسل مزبور دارند، ولی به هر حال گسل‌هایی که فعالیت دوباره و تازه‌ای از خود نشان می‌دهند (مانند سیستم گسل تبریز و گروه گسل‌های فرعی تابع آن) و تحولات مورفولوژیک خفیفی در محل گسلس ایجاد می‌کنند، باید در توسعه شهری مورد توجه قرار گیرند چرا که در غیر این صورت در چنین وضعیتی، شهر توسعه یافته، تخریب و دچار خسارات شدیدی می‌شود (مقیمی، ۱۳۸۵: ۱۵۵).

مراکز عمده دادوستد، مانند بازار قدیمی شهر (بزرگترین بازار مسقف جهان)، از نظر زمین‌لرزه بیش از سایر نواحی تجاری در معرض خطر هستند و علاوه بر این به دلیل قدیمی بودن بافت آن و عدم استحکام کافی، در برابر زمین‌لرزه بیشترین آسیب‌پذیری را دارد. توسعه سریع و بدون برنامه شهر تبریز به سوی نواحی شمالی و شمال شرقی و شرق در دهه گذشته سبب شده است که شرایط پایدار محیط طبیعی به هم بخورد. خسارات ناشی از رانش زمین در منطقه ولیعصر در منطقه شمال شهر و وقوع سیلاب‌ها در حوالی کنارگذر شمالی (پاسداران) ناشی از این توسعه ناموزون است. متأسفانه مناطق بسیار وسیعی تا چند سال پیش کاملاً خالی از سکنه بودند و با وجود مشخص بودن محل دقیق گسل و دلایل کافی مبنی بر فعال بودن آن، ساخت و سازها به این سمت هدایت شده است.

همچنین توسعه شهر به سمت پرتگاه‌های گسلی سبب گسترش مساحت سطوح غیرقابل نفوذ و با شیب توپوگرافی زیاد شده و آب‌های سطحی ناشی از بارش‌ها به سرعت متمرکز گشته و پدیده‌ای مانند سیلاب را باعث می‌شود. همانگونه که در منطقه مورد مطالعه نیز دیده می‌شود، توسعه نواحی شهری همیشه در محیط‌های طبیعی مطلوب و مناسب صورت نمی‌گیرد. سکونت‌گاه‌های جدید که با مصالح نامناسب نیز بنا شده‌اند اغلب به اجبار در این مناطق بنا شده‌اند.

دسترسی به آب سطحی، خاک حاصلخیز، وجود آب‌های زیرزمینی، استقرار در نزدیکی جاده‌های ترانزیتی و غیره سبب شده است که ساکنین این مناطق از شهر، با وجود مخاطرات محیطی موجود، این محل‌ها را جهت



۳- روستایی، شهرام و ساری صراف، بهروز، پهنه‌بندی مخاطرات محیطی مؤثر در توسعه فیزیکی شهر تبریز، فصل‌نامه جغرافیایی سرزمین، سال سوم، ش ۱۰، تابستان ۱۳۸۵ ص ۱۱۸ و ۱۲۴.

۴- زمردیان، محمد جعفر، ژئومورفولوژی ایران (فرایندهای ساختمانی و دینامیک‌های درونی)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم ۱۳۸۳.

۵- زارع، محسن، بررسی ژئومورفولوژی گسل شمال تبریز و نقش آن در توسعه فیزیکی شهر تبریز- پایان‌نامه کارشناسی ارشد (دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات) ۱۳۸۶.

۶- شایان، سیاوش، فرهنگ اصطلاحات جغرافیای طبیعی، انتشارات مدرسه ۱۳۷۳ ص ۱۲۸.

۷- قنبری، عباداله، زمین‌شناسی مهندسی زلزله، انتشارات فروش ۱۳۸۳.

۸- معتمد، احمد و مقیمی، ابراهیم، کاربرد ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی، انتشارات سمت، چاپ اول ۱۳۷۸.

۹- مقیمی، ابراهیم، ژئومورفولوژی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول ۱۳۸۵.

10-Nichols, John.m(2005)- A major urban earthquake: Planning for Armageddon-landscape and Urban planning 73 (2003) 136-154 www.elsevier.com/locate/landurbplan.

11-Arthur L. Bloom (2002) - Geomorphology-A systematic analysis of late Cainozoic landforms- Third Edition (3<sup>rd</sup> Ed) July 2002- Department of Geological sciences Cornell university.

این است که غالباً شیب‌ها در دیواره‌های گسلی تحت تأثیر آب و هوا فرسوده و توسط نهشته‌ها و خاک و سنگ پوشیده می‌شوند. (به عبارتی درجه شیب کاهش می‌یابد- آرتور ۲۰۰۲). عدم وجود مدیریت صحیح برای توسعه مناسب در سال‌های گذشته باعث شده است که خطواره گسلی که زمانی از ۳ کیلومتری شهر تبریز عبور می‌کرد در حال حاضر جزء یکی از محلات شهر محسوب شود.

شهرک‌های باغمیسه، ولی امر، یوسف‌آباد، احمدآباد و ارم و رشديه و امریه و کوی شهید مدنی، دقیقاً بر روی روند اصلی گسل شمال تبریز احداث شده‌اند. این جمله که «هر کجا می‌خواهیم بسازیم، ولی محکم بسازیم» امری است که به شدت از سوی کارشناسان علوم زمین رد می‌شود. چرا که در این تحقیق مشخص گردید که در نزدیکی محل گسل شرایط خاص و ویژه‌ای از لحاظ مورفولوژیک و دینامیک، حاکم است که از جمله نتایج آن می‌توان به شتاب قائم بسیار زیاد، همانند آنچه که در زلزله بم شاهد آن بودیم در زلزله‌های شدید اشاره کرد.

همچنین نباید از تأثیر بسیار مخرب زلزله‌های نزدیک بر ساختمان‌های بلند غافل بود. براساس جدیدترین پژوهشی که در زمینه حریم خطر گسل‌های ایران انجام پذیرفته این حریم حداقل ۲ کیلومتر تعیین گردیده است. باید پذیرفت که، امروزه توسعه نامناسب شهرها و افزایش ریسک خطر در اثر برنامه‌ریزی‌های نادرست، فجایع و تلفات زیادی را به دنبال دارد. (ح.م. نیلچولز ۲۰۰۵)

توسعه کلانشهر تبریز در ابعاد فیزیکی و کالبدی با توجه به افزایش جمعیت ساکن در آن (نزدیک به دو میلیون نفر) در چند سال گذشته نیاز به یک برنامه‌ریزی دقیق و همه‌جانبه دارد. تمرکز و تراکم سیستم گسلی واقع در منطقه مورد مطالعه، علاوه بر اثرات مستقیم لرزه‌ای، مخاطرات ژئومورفولوژیک دیگری را نیز در پی دارد که سکونتگاه‌ها و تأسیسات احداث شده در این مناطق را تهدید می‌نماید. بر هم زدن نظام موجود در پدیده‌های طبیعی اغلب آثار جبران‌ناپذیری را به دنبال دارد، خاک‌برداری‌های صورت گرفته (هر چند در حد محدود) از مصب و پادگانه‌های قدیمی رودخانه آجی‌چای، جهت تهیه شن و ماسه، شکل فیزیکی و بستر طبیعی آن را دگرگون ساخته است که این امر از نقطه نظر سیلاب اهمیت فراوانی دارد. در پایان می‌توان گفت که توسعه نامناسب شهر تبریز در نواحی تحت تسلط سیستم گسلی شمال تبریز این شهر را در معرض خطرات ناشی از زمین لرزه و رخدادهای ژئومورفولوژیک ناشی از آن قرار داده است. برای جلوگیری از خسارات احتمالی، لازم است که با یک برنامه‌ریزی بلند مدت، توسعه شهر در این نواحی محدود شده و با ارائه مشوق‌هایی، ساکنین مناطق در معرض خطر، به جابجایی و سکونت در مناطق امن‌تر ترغیب گردند.

## منابع

- ۱- ارشامبول و همکاران، اسناد و روش برای تفسیر نقشه (اصول کلی)، ترجمه رجایی، عبدالحمید، انتشارات دانشگاه تبریز، چاپ دوم ۱۳۷۹.
- ۲- جعفری، عباس، نقشه‌خوانی گیئاشناسی، انتشارات مؤسسه گیئاشناسی، چاپ هفتم ۱۳۷۷.

## پی‌نوشت

1- Fault

2- Earthquake

3- Geomorphology Fault

4-Escarpment

5- Scarps

۶- چینه‌بندی متقاطع Cross bedding

۷- اغلب این دره‌ها امروزه تحت تأثیر توسعه فیزیکی شهر قرار گرفته‌اند.

8- Shutter- ridges

۹- شیب‌های (WLS) شیب‌هایی هستند که بر روی آن‌ها سرعت جابجایی مواد و فرآیندهای دامنه‌ای بیش از سرعت تولید خاک است (Weathering Limited slope)

۱۰- در چند سال اخیر عملیات نوسازی و ساختمانی، در بازار قدیمی و سرپوشیده شهر، انجام شده و یا در حال انجام است.

11- Environmental impact assessments (EIA)