جغرافیا و توسعه شماره ۲۱ بهار ۱۳۹۰
وصول مقاله : ۱۳۸۸/۱۰/۱
تأیید نهایی : ۱۳۸۹/۸/۱۵
صفحات : ۴۱- ۲۷

# پهنه‌بندی خطر گسل تبریز برای کاربری‌های مختلف اراضی شهری

**دکتر شهرام روستایی**[1]
**دانشیار جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز**

## چکیده

**گسل شمال تبریز بزرگترین گسل در شمالغرب ایران است که به طول ۱۵۰ کیلومتر از کوه‌های میشو (در باختر) تا بُستان‌آباد (در خاور) قابل ردیابی است. بهترین اثر آن در بلافصل شمال تبریز دیده می‌شود، به همین دلیل گسل تبریز نام‌گذاری شده است. روند عمومی آن شمال ۱۱۵ درجه‌ی شرق و شیب آن قائم است. گسل شمال تبریز را یکی از گسل‌های قدیمی ایران می‌دانند که از فروافتادگی زنجان- ابهر، شمال تبریز، شمال باختر آذربایجان گذشته و تا قفقاز ادامه می‌یابد.**

**مقاله‌ی حاضر خطرات طبیعی احتمالی حاصل از گسل مذکور روی کاربری‌های مختلف اراضی شهری را مورد بررسی قرار داده است. در این بررسی پس از ممیزی انواع کاربری‌های زمین؛ خطرات احتمالی ناشی از گسل؛ پهنه‌بندی[2] شده است. پهنه‌بندی انجام گرفته برای شهر تبریز در ۶ محدوده می‌باشد و شامل پهنه‌بندی‌های خطر بسیار بالا، بالا، نسبتاً بالا، متوسط، نسبتاً پایین و پایین است. پهنه‌بندی نشان می‌دهد که اکثر محلات شمال شهر به‌صورت یک نیم دایره از کانون زلزله شمال تبریز در پهنه‌ی خطر بسیار بالا قرار دارند، سایر محلات شهر به‌ویژه در شرق و غرب منطقه در خطر بالا قرار گرفته‌اند.**

**کلیدواژه‌ها: گسل تبریز، پهنه‌بندی، مخاطرات محیطی، کاربری اراضی شهری، زلزله.**

## مقدمه

شمالغرب ایران منطقه‌ای لرزه‌خیز است که بین دو کمربند گسلی قفقاز در شمال و کوههای زاگرس در جنوب قرار گرفته است. مخرب‌ترین زلزله در گذشته توسط این گسل، در سال ۱۱۰۰ اتفاق افتاده است.

تشخیص عملکرد لرزه‌ای این گسل برای شهر تبریز به عنوان بزرگترین مرکز جمعیّتی در شمالغرب ایران امری حیاتی است *(حسامی و همکاران، ۲۰۰۳: ۹۰۳)*.

در این راستا بخشی از گسل امتداد لغز آناتولی وارد ایران شده و در شمالغرب ایران ادامه می‌یابد. این گسل امتداد لغز ممتد نبوده و شاخه‌های فرعی آن در شمالغرب ایران گسترش

1- Roostaei@tabrizu.ac.ir
2- Zonation

دارند *(وستاوی[1]، ۱۹۹۰: ۴۸۱؛ مکنزی[2] ۱۹۸۴: ۱۸۵؛ جکسون[3]، ۱۹۹۲: ۱۲۴۷۳)*. شاخه‌ای از این گسل‌ها به‌نام گسل شمال تبریز از نظر فعالیت لرزه‌ای در دو قرن اخیر غیرفعال بوده است ولی در گذشته زلزله‌های تاریخی زیادی تحت تأثیر این گسل در منطقه تبریز اتفاق افتاده است (مثل زلزله‌ها سال‌های ۲۳۷، ۴۲۱، ۶۱۶، ۶۸۳، ۸۲۹، ۱۰۲۱، ۱۰۹۶، ۱۱۰۰، ۱۱۵۹و ۱۱۶۵) زلزله‌های مخرب سال‌های ۶۲۱ (۷/۳ ریشتر) ۱۱۰۰ (۷/۳ ریشتر) و ۱۱۵۹ (۷/۴ ریشتر) که از اهمیت زیادی برخوردارند *(بربریان و یتز[4]، ۱۹۹۹: ۱۲۵)*.

محل استقرار سکونتگاه‌ها و سایر تأسیساتی که توسط انسان ایجاد می‌شود، کاملاً تحت تأثیر عوامل محیطی بویژه ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی می‌باشد. امروزه با توجه به رشد سریع جمعیّت که به تبع آن توسعه‌ی ساخت و سازها اجتناب‌ناپذیر گشته است، روز به روز فشار نیازهای بشر روی زمین زیادترشده و بهره‌برداری از مناطق اطراف شهرها و روستاها برای ایجاد خانه و تأسیسات اقتصادی و صنعتی و خدماتی افزایش پیدا می‌کند. سکونتگاه‌های جدید در بعضی مواقع استقرار اجباری دارند *(چنگتایی[5]،۱۹۹۹: ۱۵۰)*. دسترسی به آب سطحی، خاک حاصلخیز، وجود آب‌های زیرزمینی، استقرار در محل عبور جاده‌های ترانزیتی و غیره سبب شده است که شهرهای امروزی با وجود مخاطرات محیطی موجود در آن محل‌ها، استقرار اجباری (با این‌که مردم خطر گسل را متوجه بوده‌اند ولی سایر مزیّت‌ها آنها را مجبور به سکونت کرده است) داشته باشند.

استقرار شهر تبریز در مجاورت گسل بزرگ تبریز که از شمال آن می‌گذرد، نمونه‌ای از استقرار اجباری است. وجود مخروط‌افکنه‌ی بزرگ مهران‌رود و آجی‌چای در جلگه‌ی تبریز و به‌تبع آن غنی بودن آب‌های زیرزمینی و حاصلخیز بودن خاک‌های جلگه و مسیر ترانزیتی اروپا سبب استقرار و توسعه‌ی شهر تبریز در کنار گسل خطرناک شده است. از جمله عواملی که سکونتگاه‌های شهری را متأثر می‌سازند، وجود کوهها، کمربند زلزله یا ناپایداری وسیع دامنه‌ها می‌باشند. مطالعه‌ی کامل موقعیت محیطی و طبقه‌بندی از زمین‌های مورد نظر به توسعه‌ی سکونتگاه‌های آتی در زمین‌های کم‌خطر منجر خواهد شد. به اقتضای تکنولوژی امروزی، بیشتر عوامل محیطی برای توسعه‌ی شهر مانعی جدی محسوب نمی‌شوند. اما با در نظر گرفتن صرفه‌ی اقتصادی لازم است که ویژگی‌های محیط طبیعی را در انتخاب مقر شهرها در نظر بگیریم. برای نمونه ساختمان‌های چندطبقه و نواحی صنعتی و بیشتر مناطق مسکونی به خاک و زیربنای مقاوم نیاز دارند و مقاوم‌سازی زیربنا هزینه‌ی گزافی می‌طلبد. پر کردن

**1- West away**
**2- McKenzie**
**3- Jackson**
**4- Yeats**
**5- Chengtai**

دره‌های خشک و متروک و تعدیل شیب‌ها برای احداث ساختمان علاوه بر هزینه‌های سنگین، عواقب بعدی نیز دارد که در گذر زمان باعث خسارت به تأسیسات و تخریب آنها می‌شود. بعضی از عوامل محیطی قابل کنترل و مدیریت نیستند، مثل زمین‌لغزش‌های عمیق و زلزله‌ها. پهنه‌بندی دقیق کاربری اراضی و تهیه‌ی کدهای مناسب برای ساختمان‌ها در کاهش این خطرات محیطی مؤثر هستند.

## مواد و روش‌ها

با توجه به این‌که هدف پژوهش حاضر، شناسایی و پهنه‌بندی خطر گسل تبریز روی کاربری‌های مختلف اراضی شهر تبریز است برای این منظور شناسایی ویژگی‌های طبیعی (توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و گسل و زلزله‌ها)؛ کاربری‌های مختلف اراضی شهری (مسکونی، ورزشی، صنعتی، خدماتی، فضای سبز، نظامی و...) جمع‌آوری اطلاعات مربوطه ضرورت داشت.

برای تهیه‌ی اطلاعات مورد نیاز، ابتدا نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۵۰۰۰۰ :۱ اسکن شده و وارد محیط GIS گردید. سپس این نقشه‌ها زمین مرجع و رقومی شدند. پس از رقومی کردن؛ مدل ارتفاعی رقومی DEM منطقه تهیه گردید و بدین طریق لایه‌ی اطلاعات شیب منطقه تهیه شد. سپس نقشه‌ی زمین‌شناسی ۱۰۰۰۰۰: ۱ منطقه رقومی گردید و به سیستم وارد شد. پس از تبدیل لایه‌های اطلاعاتی به فرمت رستری؛ ویژگی‌های لیتولوژی، شیب، ژئومورفولوژی و موقعیت گسل‌ها مشخص گردید.

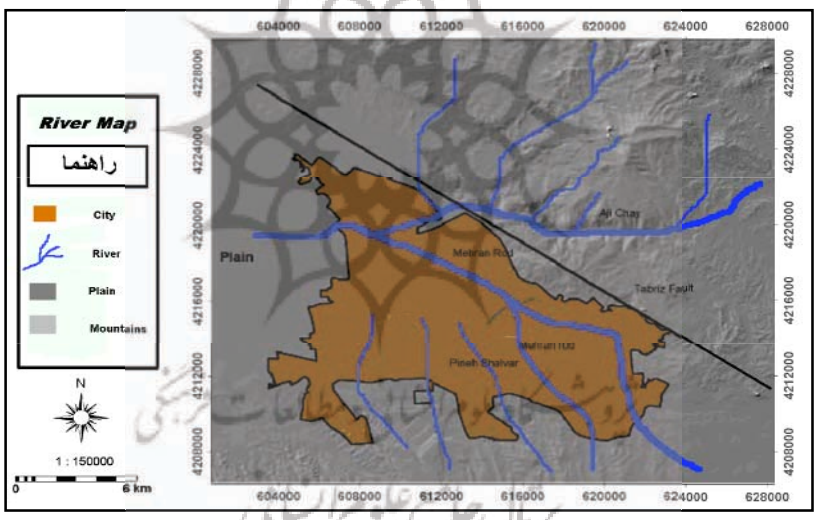
مرحله‌ی بعد شناسایی کاربری‌های مختلف اراضی شهری بود. برای این منظور؛ اطلاعات کیفی موجود در سازمان‌ها اعم از خطوط انتقال نیرو، خطوط ارتباطی، پراکنش جمعیّت، مراکز خدمات شهری، صنعتی و اداری، ورزشی، فضای سبز و... دریافت شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات مذکور، با استفاده از نقشه‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای SPOT, ETM ۲۰۰۲ و ۲۰۰۵ که نمونه از تصویر ETM سال ۲۰۰۲ در آخر مقاله ارایه شده است، لایه‌ی اطلاعاتی کاربری اراضی شهری استخراج گردید و نقشه‌های مربوطه به تفکیک تهیه شد.

پس از تهیه‌ی نقشه‌های مربوط به وضعیت طبیعی منطقه و کاربری اراضی شهری، در مرحله‌ی بعدی تلفیق نقشه‌ها (overly) صورت گرفت. به این ترتیب شرایط زمین‌شناسی، توپوگرافی، ژئومورفولوژی هر یک از کاربری‌های شهری تعیین گردید و امتیازات مربوطه اعمال گردید. این کار برای این منظور صورت گرفت که نقش مثبت و منفی ویژگی‌های طبیعی منطقه در هنگام وقوع زلزله مشخص گردد.

در این مرحله عامل فاصله از گسل برای تمامی کاربری‌های شهری اعمال گردید و فاصله از گسل به عنوان فاکتور تأثیرگذار در تخریب و شدت آن معین شد. در نهایت با تلفیق تمامی لایه‌های اطلاعاتی (نقشه‌ها) در نرم‌افزار GIS و اعمال امتیازهای مربوط به هر لایه؛ نقشه‌ی نهایی پهنه‌بندی خطر گسل روی کاربری‌های مختلف اراضی شهری استخراج گردید.

## موقعیت جغرافیایی منطقه

شهرستان تبریز در مختصات جغرافیایی ´۵۰-°۴۵ تا ´۳۶-°۴۶ طول شرقی و ´۴۲-°۳۷ تا ´۲۹-°۳۸ عرض شمالی واقع شده است. مساحت این شهرستان ۲۱۶۷/۱۹ کیلومترمربع بوده و ارتفاع آن از سطح آب‌های آزاد ۱۳۴۰ متر می‌باشد. این شهر در جلگه‌ی وسیع و در بستر ملایم مهران‌رود و دره‌ی آجی‌چای قرار گرفته که این جلگه حدود۳۰۰ کیلومترمربع وسعت دارد.این شهر از تمام جهات بجز غرب و شمال غرب با شیب‌های تند کوههای اطراف محدود می‌شود (شکل ۱).



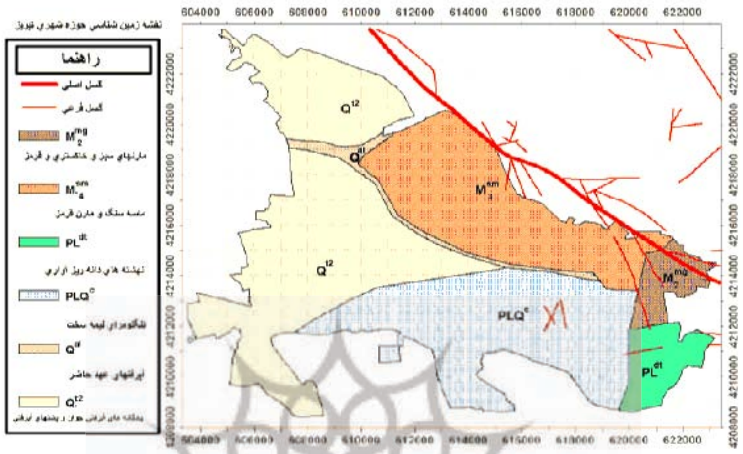

**شکل ۱: نقشه موقعیت گسل و شهر تبریز**

*مأخذ: روستایی ، ۱۳۸۵*

## ویژگی‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

واحدهای لیتولوژیکی که شهر بر روی آن بنا شده است عبارتند از واحد ماسه‌سنگ و مارن قرمزرنگ در شمال و شمال شرقی تبریز، واحد مارن‌های سبز خاکستری و قرمز در قسمت‌های شرقی شهر، واحد نهشته‌های دانه‌ریز آواری، این واحد در قسمت‌های شرق و جنوب‌شرقی واقع شده است، واحد کنگلومرای نیمه سخت در قسمت‌هایی از مناطق جنوبی شهر، پادگانه‌های

آبرفتی جوان و پشته‌های آبرفتی درقسمت‌هایی ازشمال‌غرب،غرب و جنوب تا مرکز آبرفت‌های عهد حاضر محدوده این ناحیه به‌صورت رگه‌ی باریکی از شرق شهر شروع و از مرکز به طرف شمال غربی شهر ادامه پیدا می‌کند (شکل ۲).




**شکل ۲ : نقشه‌ی واحدهای زمین‌شناسی محدوده‌ی شهر تبریز**

*مأخذ: روستایی، ۱۳۸۵*

بخش وسیعی از سطح جلگه‌ی تبریز به‌وسیله‌ی آبرفت‌های جدید پوشانده شده است. به‌علاوه بستر کلیه‌ی مجاری فرسایشی اطراف جلگه نیز پوشیده از این نهشته‌ها است. این آبرفت‌ها از عناصر درشت و ریز تشکیل‌یافته که موجبات عبور آب را فراهم می‌سازد. در برخی مقاطع، این نهشته‌ها متناوباً از توده‌های ماسه‌ای ریز و درشت همراه با سطوحی از لیمون‌های نرم کم و بیش ماسه‌ای تشکیل‌یافته است. به‌سمت غرب جلگه، لایه‌های مارنی که منشأ دریاچه‌ای دارند و در بین آنها لیمون‌ها و رس‌ها به‌صورت چینه‌ی داخلی مشاهده می‌شوند، به صورت لایه‌های غیر قابل نفوذ درآمده‌اند. مجموعاً آبرفت‌های جدید در جلگه بر روی تشکیلات میوسن یا پلیوسن قرار گرفته که از قابلیت نفوذ بالایی نیز برخوردار بوده و ضخامت کلی آن ۱۰۰ تا ۱۲۰ متر می‌باشد. به احتمال قوی آبرفت‌های مزبور مهمترین منبع تغذیه سفره‌های فوقانی جلگه به‌شمار می‌آیند *(روستایی، ۱۳۸۶: ۱۷)*.

رسوبات دریاچه‌ای پلیوسن عموماً زیر چینه آبرفت‌های جدید چاله‌ی تبریز را اشغال کرده‌اند. ضخامت این سازند در برخی نقاط بسیار قابل ملاحظه است. این رسوبات از مارن و رس‌های خاکستری رنگ همراه با ماسه‌های بسیار نرم تشکیل‌یافته است. برخی از این لایه‌ها شدیداً

نمکدار هستند. این رسوبات از قابلیت نفوذ بسیار ضعیفی برخوردار بوده و یکی ازموانع عمده‌ی استخراج آب سفره‌های عمیق محسوب می‌گردند.

بر اثر تجدید جوانی گسل تبریز در میوسن میانی، چاله ارومیه- تبریز فرو افتاده است. گسل تبریز یک گسل ترکیبی است زیرا در طول آن تغییر روندهایی دیده می‌شود. جهت حرکت این گسل به طرف تبریز راست و بالا بوده درحالی‌که به‌سمت شمال‌غرب چپ و پایین است، نتیجه راستگرد و بالا بودن این گسله به‌سمت تبریز موجب پیدایش گرابن حوضه‌ی‌تبریز و بالاآمدگی توده‌ی مورو و ارتفاعات عون‌بن‌علی به صورت هورست است *(وقارموسوی، ۱۳۶۹: ۶۵)*.

## تکتونیک و لرزه‌خیزی

گسل تبریز عمده‌ترین عارضه‌ی تکتونیکی قابل مطالعه در ناحیه‌ی تبریز است که با شروع از جنوب غرب میانه با جهتی جنوب‌شرقی- شمال‌غربی با یک انحنای نسبتاً قوی در ارتباط با سهند و به‌موازات آنتی کلیناریوم‌ها و سنکلیناریوم اولیه به سمت مرند- خوی پیش می‌رود. این گسل در شمال تبریز به‌صورت راست‌گرد بوده و ضمن تشکیل دیواره عمده بخش شمالی جلگه‌ی تبریز به صورت هورست - گرابن موجب افتادگی چاله‌ی ارومیه- تبریز و بالاآمدگی عون‌بن‌علی و توده مورو گردیده و تنها عامل تکتونیکی در مورفوتکتونیک کنونی جلگه‌ی تبریز قلمداد می‌گردد *(وقار موسوی، ۱۳۶۹: ۷۳)*. به عقیده‌ی بربریان (۱۹۷۶)، روند گسل شمال تبریز در حد بین تبریز و صوفیان تقریباً $N\ 115^{\circ}$ و شیب آن قائم است. آخرین حرکت این گسل از نوع راست‌گرد بوده و طول آن از جنوب ابهر تا کوه آرارات بیش از ۶۰۰ کیلومتر است. فعالیت تکتونیکی این گسل تا عهد حاضر ادامه داشته و باعث ایجاد گسله، شکستگی و برآمدگی‌هایی شده است و زمین‌لرزه‌ها نیز در تمام ناحیه به فراوانی روی می‌دهد *(درویش‌زاده، ۱۳۸۰)*.

این گسل یکی از بنیادی‌ترین ساخت‌های زمین‌شناسی موجود در گستره‌ی تبریز در شمال شرق دریاچه‌ی ارومیه می‌باشد که به سبب کارکرد آن، فرونشست فشاری دشت تبریز ایجاد شده‌است. تاکنون زمین‌لرزه‌های سهمگین بسیاری در ارتباط با جنبش گسل تبریز به وقوع پیوسته‌اند که از نظر بزرگی قابل تأمل‌اند. طول گسل در همه‌ی آنها ۱۵۰ و طول گسیختگی حاصله از آنها ۵۸ کیلومتر محاسبه شده است. از سال ۸۵۸ تا ۱۸۵۶ میلادی ۱۳ زمین‌لرزه با بزرگای ۷/۳ به‌وقوع پیوسته‌اند که همگی آنها از گسل تبریز منشأ گرفته‌اند. تحلیل ساختار محوری *(post-neogene)* چین‌های کناری تبریز نشان‌می‌دهد که حداکثر کوتاه‌سازی پوسته‌ای برای منطقه درزمان *post-neogene* اتفاق افتاده است که سراسر منطقه کاملاً بین شمال‌شرق

و شمال پیوسته بوده است. امتداد گسل شمال تبریز تقریباً بر این جهت‌گیری عمود است *(زارع و شاه‌پسندزاده، ۱۳۷۴: ۶۳)*.

شهر تبریز به فاصله‌ی اندکی از گسل معروف شمال تبریز قرار گرفته و در برخی مناطق بر روی گسل بنا شده است. با توجه به اطلاعات موجود، تبریز تنها شهر کشور است که از نظر خطر زلزله در موقعیتی قرار دارد که در تقسیم‌بندی پهنه‌های خطر جزء مناطق با خطر نسبی بالاست. به دلیل قدمت قابل ملاحظه‌ی شهر تبریز و مرکزیت سیاسی- اقتصادی و علمی که مستلزم حضور مداوم دبیران و نویسندگان بوده، تقریباً می‌توان گفت وقایع رخ داده در تبریز از جمله مشخصات زمین‌لرزه‌ها در نوشتارها و کتب تاریخی دقیق‌تر از سایر نقاط ایران منعکس گردیده است. تعداد زمین لرزه‌های منتسب به این شهر قابل ملاحظه است. از سال ۸۵۸ تا سال ۱۹۳۰ میلادی تعداد ۲۳ زمین لرزه از نوشتارها و منابع مختلف گزارش شده است که برخی ازآنها بسیار شدید بوده‌اند طوری‌که خسارات فراوانی را سبب شده‌اند *(ذکاء، ۱۳۶۸: ۱۲۷)*.

در رابطه با جنس زمین و شدت‌یابی امواج زلزله، تطبیق نقشه‌ی زمین‌شناسی نشان می‌دهد که مناطق گسترش آبرفت‌های جوان در پهنه‌ی فعلی شهر در مسیر توسعه‌ی شهر به‌طرف غرب و شرق خطر مضاعف زلزله در رابطه با جنس زمین را دارا می‌باشند. افزایش جمعیت شهر به رقم ۲ میلیون نفر در چند سال آینده که عمدتاً در مناطق پرخطر مستقر می‌گردند، تلفات جانی حاصل از زمین‌لرزه‌ی احتمالی آینده را افزایش می‌دهد. زلزله‌های تاریخی مؤید این نکته هستند که منطقه‌ی مورد مطالعه پتانسیل بالایی جهت لرزه‌خیزی دارد.

وجود گسل‌های متعددی در جنوب شهر تبریز نشان می‌دهد که گسل تبریز تنها محدود به شمال این شهر نبوده، به‌طوری‌که شهر تبریز بر روی یک پهنه‌ی گسلی بنا شده است با توجه به رویداد زمین لرزه‌های ویرانگر تاریخی تمرکز مرکز سطحی زلزله‌های سده‌ی بیستم بر این گسل به همراه قطع شدن نهشته‌های کواترنری توسط گسل شمال تبریز، گسل مذکور توانایی لازم جهت وقوع زمین‌لرزه‌های شدید و فاجعه بار را داراست *(زارع و شاه‌پسندزاده، ۱۳۷۴)*.

همچنین توسعه و گسترش ساخت‌وساز بر روی تپه‌های رسی و مارنی در شرق تبریز موسوم به ساری داغ و ولیعصر به دلیل کیفیت و ویژگی‌های نامطلوب خاک و خاصیت روانگرایی آن در هنگام زلزله و به علت ژئومورفولوژی خاص منطقه علاوه بر خطر زمین‌لرزه این منطقه در معرض خطر زمین‌لغزش هم قرار دارد.

همچنین زمین‌های مارنی واقع در شرق شهر (ولیعصر و بارنج) و در توسعه‌ی شهر به طرف شرق در مقاطع حوالی زمین‌های آبرفتی نعمت‌آباد و کندرود و مقاطعی درمسیر توسعه به‌طرف

غرب و همچنین برونزدهای مارنی و رسی درمقاطعی ازشمال شهرتبریز (منطقه‌ی حاشیه‌نشین شمال شهر) و همین طور زمین‌های پرشده ولیعصر نیز مناطق خطر مضاعف زلزله از نظر جنس زمین به‌شمار می‌آیند. لازم به یادآوری است که زمین‌های مارنی مذکور در حوالی گسل و روی خط‌گسل گستردگی دارند و این‌مسأله شدت خطرزلزله را چندین برابر افزایش می‌دهد.

علاوه براین روی شیب‌های تند حدود ۳۰ درصد در شمال و جنوب شهر بدون توجه به جنس زمین امکان ناپایداری دامنه وجود دارد که در هنگام زلزله در معرض خطر مضاعف قرار می‌گیرد. در بخش کم‌شیب میانی منطقه با توجه به جنس زمین و بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی امکان گسیختگی زمین به هنگام زلزله وجود دارد. محلات نصف راه، کوی فیروز، منجم، وزیرآباد، راه‌آهن و به طرف غرب و مسیر توسعه‌ی شهر در امتداد غربی بخش میانی چون بر روی آبرفت‌های جوان گسترش یافته‌اند، در معرض خطر بیشتری قرار دارند *(کمک‌پناه و نیرومند، ۱۳۷۶: ۲۵۳)*.

## مقاومت نسبی زمین

مطالعات زمین‌شناسی نشان می‌دهد که توسعه فیزیکی شهر به مقیاس گسترده بر روی آبرفت‌های جوان انجام گرفته، علاوه براین در شمال و شمال‌شرق برروی ماسه سنگ و مارن میوسن و در جنوب‌شرق و جنوب و بخشی از جنوب‌غرب در مقاطع مختلف بر روی کنگلومرای نیمه سخت به همراه ماسه‌سنگ، پونس و سنگ‌های آذرآواری پلیو-پلئیستوسن و نهشته‌های آواری با توف پلیوسن و در جنوب‌غرب بر روی آبرفت های جوان گسترده شده است.

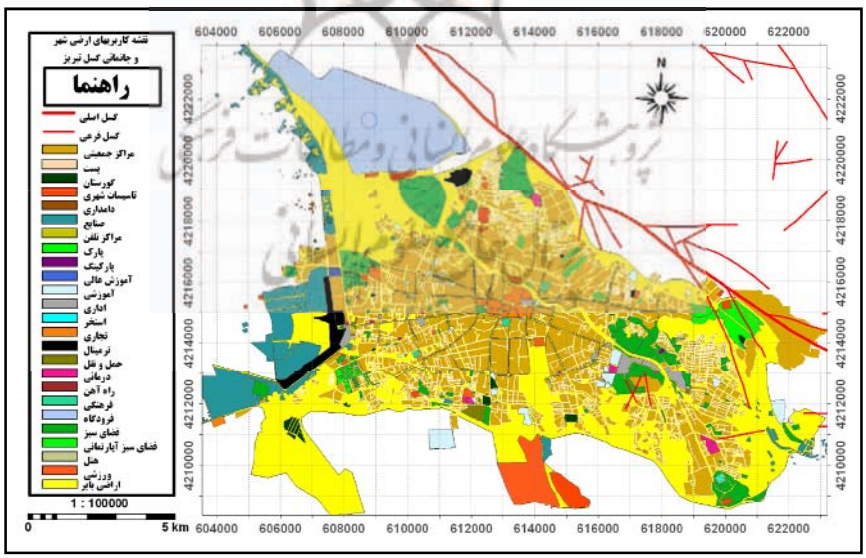
هر کدام از این سازندها دارای مقاومت و ظرفیت باربری متفاوتی در رابطه با توسعه شهر و احداث بنا می‌باشند. به‌طورکلی رسوبات آبرفتی دارای بافت سست بوده و درجه‌ی سخت‌شدگی این رسوبات خیلی کم است، لذا آبرفت‌ها و نهشته‌های آبی از نظر فونداسیون توان ضعیف تا متوسط دارند و برای توسعه‌های سنگین و متمرکز مناسب نیستند. جنوب شهر تقریباً از حدود خیابان سرلک (نصف‌راه-آبرسان) به‌طرف جنوب و شاه‌گلی برروی سازند پلیوسن و پلئیستوسن قرار دارد. این سازند دارای مقاومت و باربری شهری مناسب می‌باشد. در این محدوده مقاومت مجاز رقمی حدود ۵/۴-۲ کیلوگرم در سانتیمتر مربع است.

در شمال شهر بر روی ماسه سنگ میوسن مقاومت زیاد بوده و می‌تواند تا ۳۰ کیلوگرم در سانتیمتر مربع نیز برسد. در محدوده‌ی تبریز قدیم که در اثر زلزله‌ها مکرراً تخریب و ویران شده، مقاومت زیر Kg/cm2 ۲ بوده است. در حوالی نصف‌راه، حکم‌آباد و راه‌آهن زمین از

لایه‌های سیلتی، سیلتی ماسه‌ای و یا رسی و با مقاومت پایین تشکیل شده‌اند و امر توسعه‌ی ساختمانی با مشکل مواجه است *(زارع و شاه‌پسند، ۱۳۷۴: ۴۶-۴۵)*.

تأسیسات اصلی و عمده‌ی شهر، شامل تأسیسات صنعتی هستند که در گوشه‌ی جنوب‌غربی شهر قرار گرفته‌اند. این تأسیسات به‌صورت نواری شکل از شمال‌غربی به جنوب‌غربی کشیده شده و در جنوب‌غرب دارای بیشترین تراکم می‌باشند که شامل کارخانه‌های تراکتورسازی، ماشین‌سازی و... است. این تأسیسات از نظر دوری از گسل بهترین موقعیت را دارند. البته گستردگی این تأسیسات در زمین‌های هموار که مساعد توسعه‌ی شهر در این‌بخش بوده است، راه را بر گسترش شهر از جانب غرب بسته است. اما تأسیسات مزبور تحت تأثیر کمترین خطر از جانب گسل قرار دارند. مناطق پرجمعیت شهر در شمال، مرکز و تا حدی شرق شهر پراکنده شده‌اند و بیشترین خطر احتمالی گسل نیز متوجه همین مناطق است.

تأسیسات خدماتی که به گسل نزدیک هستند، بیشتر فضای سبز بوده، که خطر چندانی را تولید نمی‌کنند. مناطق تجاری عمده‌ی شهر در شمال غرب، مرکز و جنوب‌غرب پراکنده‌اند و فاصله‌ی مناسبی نسبت به گسل دارند (۵ کیلومتر)، بازار شهر از نظر زمین‌لرزه بیش از سایر نواحی تجاری درمعرض خطر است. علاوه براین به‌دلیل قدیمی بودن بافت آن و عدم استحکام کافی در برابر زمین‌لرزه تحت تأثیر بیشترین درجه‌ی آسیب‌پذیری می‌باشند. با بررسی موارد ذکر شده نتیجه می‌شود که در بین تأسیسات خدماتی شهر، فرودگاه تبریز و مراکز تجاری بیشتر در معرض خطر زلزله از جانب گسل تبریز هستند (شکل ۳).




**شکل ۳ : نقشه کاربری اراضی شهر تبریز و جانمایی گسل تبریز**

## پهنه‌بندی مخاطرات گسل

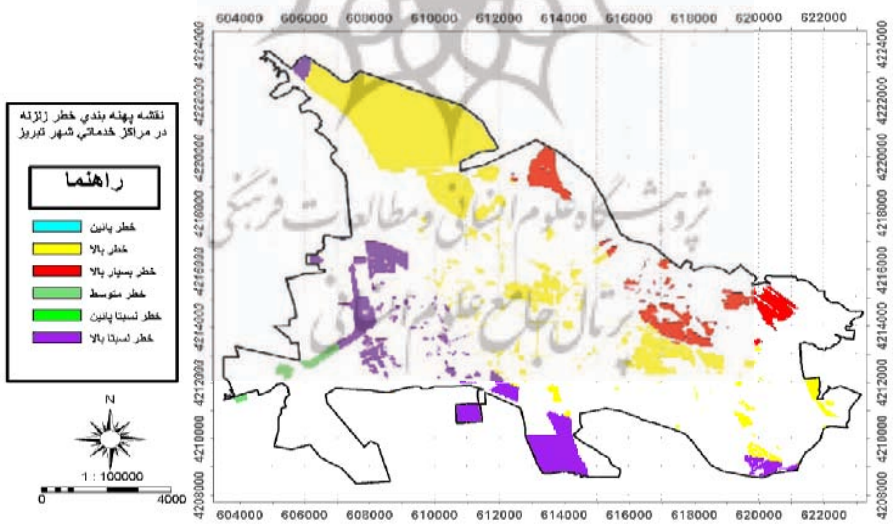
### اثر گسل تبریز بر روی مراکز خدماتی شهر

خدمات شامل مراکز آموزشی، حمل و نقل، مسافربری، مراکز فرهنگی، ورزشی، فضای سبز و پارک‌ها و پارکینگ، مراکز اداری، درمانی، هتل و... می‌باشد.

شکل شماره‌ی ۴ رابطه‌ی گسل و مراکز خدمات شهر را نشان می‌دهد. همان‌طور که از نقشه مشخص است گسل بزرگ تبریز در شمال این شهر بیشترین خطر احتمالی را بر روی فرودگاه تبریز دارد. فرودگاه و صنایع وابسته به آن در شمال‌غربی تبریز مکان‌یابی شده‌اند و گسل اصلی تبریز به فاصله‌ی اندکی (۵۰۰ متر) از فرودگاه واقع شده است.

سایر تأسیسات خدماتی که به گسل نزدیک هستند، بیشتر فضای سبز بوده، که خطر چندانی را تولید نمی‌کنند. مناطق تجاری عمده‌ی شهر در شمال غرب، مرکز و جنوب غرب پراکنده‌اند و فاصله‌ی مناسبی نسبت به گسل دارند. بازار شهر از نظر زمین‌لرزه بیش از سایر نواحی تجاری در معرض خطر است. علاوه براین به‌دلیل قدیمی بودن بافت آن و عدم استحکام کافی در برابر زمین‌لرزه تحت تأثیر بیشترین درجه‌ی آسیب‌پذیری می‌باشند.

با بررسی موارد ذکر شده نتیجه می‌شود که، در بین تأسیسات خدماتی شهر، فرودگاه تبریز و مراکز تجاری بیشتر در معرض خطر زلزله از جانب گسل تبریز هستند.



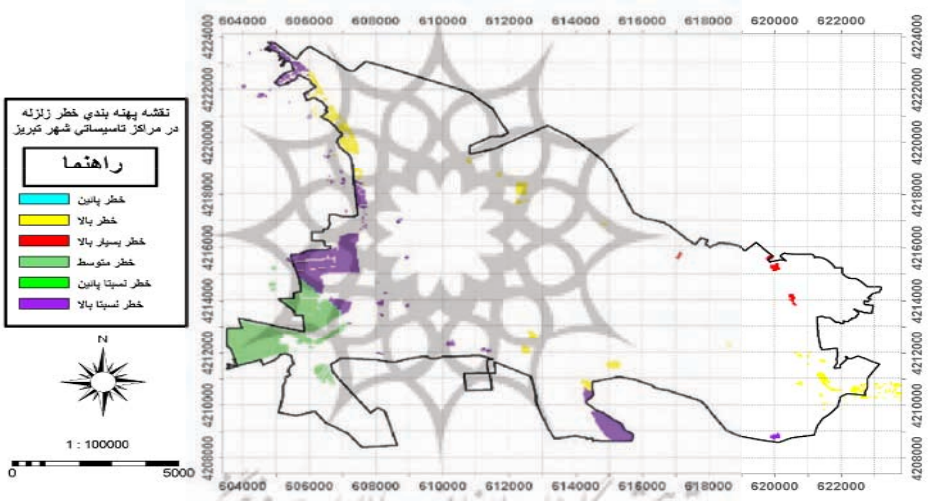

**شکل ۴: نقشه‌ی پهنه‌بندی در مراکز خدمات شهری**

*مأخذ: روستایی، ۱۳۸۵*

## اثر گسل بزرگ تبریز بر روی تأسیسات شهری

تأسیسات اصلی و عمده‌ی شهر، شامل تأسیسات صنعتی هستند که در گوشه‌ی جنوب غربی شهر قرار گرفته‌اند. این تأسیسات به صورت نواری شکل از شمال‌غربی به جنوب‌غربی کشیده شده و در جنوب غرب دارای بیشترین تراکم می‌باشند که شامل کارخانه‌های تراکتورسازی، ماشین‌سازی و... است.

این تأسیسات از نظر دوری از گسل بهترین موقعیت را دارند (۲۰ کیلومتر). البته گستردگی این تأسیسات در زمین‌های هموار که مساعد توسعه‌ی شهر در این بخش بوده است، راه را بر گسترش شهر از جانب غرب بسته است. اما تأسیسات مزبور تحت تأثیر کمترین خطر از جانب گسل قرار دارند (شکل ۵).




**شکل ۵ : نقشه پهنه‌بندی خطر زلزله روی تأسیسات شهری**

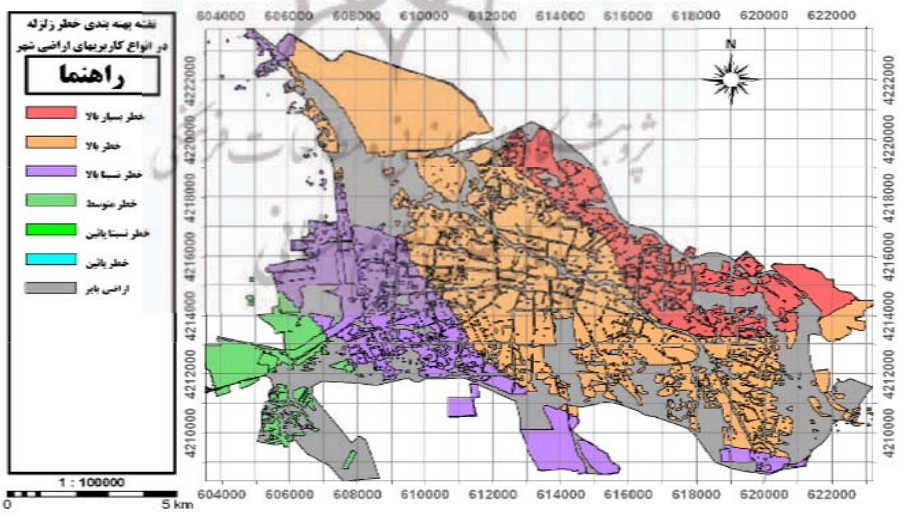
*مأخذ: روستایی، ۱۳۸۵*

همانطورکه در شکل شماره‌ی۵ نشان داده شده است، هنگام رخدادهای زمین‌لرزه بیشترین آسیب بعد از ساختمان‌ها، سازه‌های خطی نظیر آزادراهها، جاده‌ها، خطوط انتقال نیرو و ... خواهد بود. در این میان قابل توجه است که بزرگراه شمالی تبریز (پاسداران) به موازات گسل تبریز احداث شده است.

### اثر گسل روی مراکز جمعیّتی شهر

مناطق پرجمعیت شهر در شمال، مرکز و تا حدی شرق شهر پراکنده شده‌اند و بیشترین خطر احتمالی گسل نیز متوجه همین مناطق است (شکل۶).

مناطق با تراکم بالای جمعیّتی در شمال شهر در فاصله بسیار اندکی از گسل بنا شده‌اند (۵۰۰ متری خطر گسل)؛ در شمال‌شرق تبریز نیز شهرک باغمیشه از تراکم جمعیتی بسیار بالایی برخودار است و برروی گسل ایجاد شده است. این شهرک جدیدالاحداث بوده و با این‌که خطرات احتمالی آن شناخته شده ولی حتی با وجود این، برنامه‌ریزان شهری اقدام به ساخت شهرک بر روی گسل نموده‌اند با همه‌ی این اوصاف بر گسترش شهر در شمال و شرق روز به روز افزوده می‌شود. محلات بخش شمالی شهر فاقد بناهای محکم بوده و بدون برنامه‌ریزی اصولی ساخته شده‌اند؛ همچنین معابر ارتباطی بسیار تنگ و کم‌عرض بوده که در صورت بروز زلزله درشهر، فاجعه‌ی بسیار عظیمی در این‌مناطق رخ خواهد داد. محلات محروم و پرجمعیت شهر نظیر قربانی، سیلاب، شتربان، بازار، امیرخیز، دره ایچی و حیدرآباد بدون اصول شهرسازی و در حریم ممنوعه‌ی گسل واقع شده‌اند. محله‌ی قربانی که کانون زلزله در قلب آن قرار گرفته است، از مناطق پرجمعیت شهر است و از لحاظ ساختمان‌سازی هیچ‌گونه اصولی در آن رعایت نشده است. تبریز از جمله مناطق لرزه‌خیز ایران است که بارها زمین‌لرزه‌های مخربی را تجزیه کرده است *(کمک‌پناه و آزادی، ۱۳۷۶)*.




**شکل ۶ : نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر زلزله در کاربری اراضی شهر تبریز**

*مأخذ: روستایی، ۱۳۸۵*

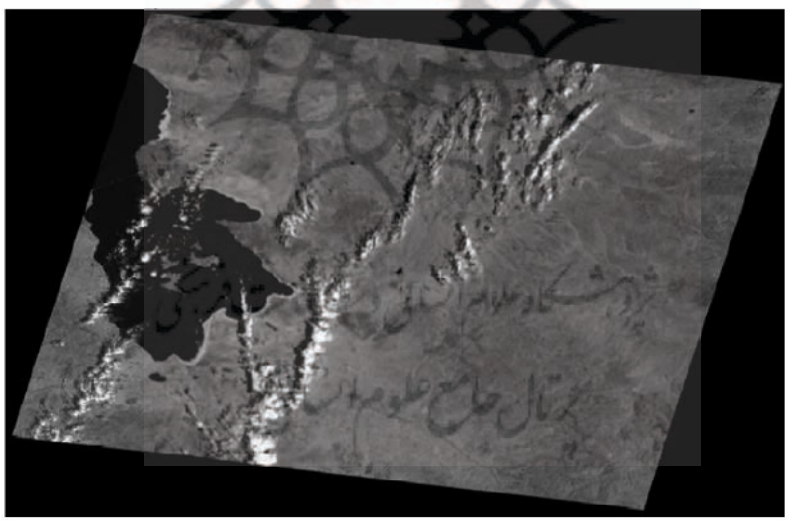
## بحث و نتیجه

پهنه‌بندی انجام گرفته برای شهر تبریز در ۶ محدوده می‌باشد و شامل پهنه های با خطر بسیار بالا و بالا و متوسط و نسبتاً پایین و پایین است. با توجه به شکل۶ مشاهده می‌گردد که اکثر محلات شمال شهر به‌صورت یک نیم دایره از کانون زلزله شمال تبریز در پهنه‌ی خطر بسیار بالا قرار دارند، سایر محلات شهر به‌ویژه در شرق و غرب منطقه در خطر بالا قرار گرفته‌اند. تنها ۲ محله از شهر از این محدوده خارج می‌شود یعنی محلات قراملک و تراکتورسازی که این دو محله در پهنه‌ی خطر نسبتاً بالا و ادامه‌ی محله‌ی تراکتورسازی حتی در منطقه‌ی خطر متوسط قرار می‌گیرند. این محلات عمدتاً صنعتی هستند و با توجه به این نکات می‌توان گفت که بهترین مکان‌یابی برای مناطق صنعتی از حیث دوری از خطر صورت گرفته است. محلات پرجمعیت شهر نظیر محلات قربانی، ایده‌لو و یوسف‌آباد هم از نظر خط گسل در پهنه‌ی بسیار خطرناک قرار دارند هم از نظر کانون زلزله در این پهنه می‌باشند و انتظار تخریب گسترده در این محلات وجود دارد. شهرک باغمیشه، کوی ولیعصر، خیابان عباسی از لحاظ گسل در پهنه‌ی بسیار خطرناک می‌باشند، با توجه به این‌که شهرک باغمیشه بر روی یک سیستم گسلی بنا شده است، عمده‌ترین خطر ممکن ناشی از حرکت گسل می‌باشد. بنابراین به ویژه در ساخت ساختمان‌ها باید این مطلب مدنظر مهندسین عمران و تکتونیک قرار گیرد؛ منطقه‌ای که ازلحاظ خطر عوامل خط گسل و کانون زلزله درپهنه‌ی بسیار خطرناک قرار دارد باید بر روی سازندهای نسبتاً مقاوم قرار گیرد. چنانکه شواهد زلزله‌های تاریخی نیز نشان می‌دهد مقاومت نسبی زمین هیچگاه در مقابل امواج ویرانگر زلزله تحمل مناسبی نشان نداده است.

شاید بتوان گفت که در شهری مثل تهران، گسترش شهر به سمت گسل‌ها قبل از پیشرفت علوم وابسته به‌زلزله‌شناسی که به شناسایی گسل‌ها انجامید، اتفاق افتاده است و در این مرحله امکان جلوگیری از این روند وجود ندارد. اما در بسیاری از شهرهای ایران از جمله شهر تبریز وضعیت چنین نبوده است. مناطق بسیار وسیعی که تا چند سال اخیر کاملا خالی از سکنه بوده‌اند و باوجود مشخص بودن محل دقیق گسل و دلایل کافی مبنی بر فعال‌بودن آن، ساخت و ساز با این سمت هدایت شده است. گسل شمالی تبریز که زمانی از ۳ کیلومتری شهر تبریز عبور می‌کرد، در حال حاضر جزو یکی از محله‌های شهر تبریز به حساب می‌آید. شهرک‌های باغمیشه، ولی‌امر، یوسف‌آباد و ارم دقیقاً بر روی روند اصلی گسل شمال تبریز احداث شده‌اند. فرض این‌که هر کجا می‌خواهیم بسازیم، ولی محکم بسازیم، امری است که به شدت از سوی کارشناسان علم زلزله رد می‌شود. در تحقیقات اخیر مشخص گردیده است که در نزدیکی محل

گسلش شرایط خاص و ویژه‌ای حاکم است، از جمله شتاب قائم بسیار زیاد همانند آنچه که در زلزله‌ی بم شاهد بودیم و نیز تأثیر بسیار مخرب زلزله‌های نزدیک بر ساختمان‌های بلند به‌دلیل ایجاد تغییر مکان بسیار زیاد در این سازه‌ها، بر اساس تحقیقی که در زمینه حریم گسل‌های ایران انجام پذیرفته؛ حریم خطر گسل تبریز ۴ کیلومتر تعیین شده است *(زارع و شاه‌پسند، ۱۳۷۴: ۶۷)*.

گسترش شهرها بر اساس طرح جامع انجام می‌پذیرد. طرح جامع، محدوده‌های شهری را مشخص می‌کند و نیز کاربری اراضی مختلف را نیز تعیین می‌کند. از طرف دیگر گسترش شهر تبریز بر روی منطقه‌ی گسلی شمالی تبریز، گسترش بی‌رویه نیست. چراکه شاهد ساختارمند بودن این مناطق هستیم که مشخص می‌کند بر اساس طرح جامع و یا طراحی که از سوی سازمان‌های متوالی زمین و مسکن دیکته شده، انجام پذیرفته است. ساخت برج‌های نسبتاً بلند دقیقاً بر روی خط گسلی و نیز شهرک‌هایی که هنوز هم با شدت هر چه بیشتر گسترش آنها به پای دامنه کوههای شمالی شهر ادامه دارد، حاکی از برنامه‌مند بودن چنین گسترشی است. پس فرض این‌که این گسترش توسط مردم و بدون درنظر گرفتن قوانین توسعه‌ی شهری انجام پذیرفته، کاملاً رد می‌شود.



**تصویر ماهواره ETM2002 برای شهر تبریز**

## منابع


۱- بربریان، مانوئل (۱۹۷۶). دگریختی قاره‌ای در فلات ایران زمین، تهران. سازمان زمین‌شناسی کشور گزارش شماره ۵۲.

۲- درویش‌زاده، علی (۱۳۷۰). زمین‌شناسی ایران، تهران. نشر دانش امروز.

۳- ذکاء، یحیی (۱۳۶۸). زمین‌لرزه‌های تبریزی، تهران. انتشارات کتابسرا.

۴- روستایی، شهرام (۱۳۸۶). ژئومورفولوژی مناطق شهری، تهران. سمت.

۵- -روستایی، شهرام (۱۳۷۵). پهنه‌بندی مخاطرات محیطی مؤثر در توسعه‌ی فیزیکی شهر تبریز، طرح تحقیقاتی مدیریت پژوهشی دانشگاه تبریز.

۶- زارع، مهدی و حسن شاه‌پسندزاده(۱۳۷۴).بررسی مقدماتی لرزه‌خیزی،زمین‌ساخت و خطر زمین-لرزه گسلش در پهنه‌ی آذربایجان‌شرقی، تهران. مؤسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.

۷- کمک‌پناه، علی و بهمن نیرومند (۱۳۷۶). تحلیل برگشتی و ارایه روش پایدارسازی شیب‌های طبیعی منطقه کوی افسران تبریز،مجموعه مقالات دومین‌سمینار زمین‌لغزه و کاهش خسارت‌های آن.

۸- کمک‌پناه، علی و علی آزادی (۱۳۷۶). مطالعات زمین‌شناسی مهندسی لغزش کوی ولیعصر، مجموعه مقالات دومین سمینار زمین‌لغزه و کاهش خسارات‌های آن.

۹- نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ شیت‌های NJ 38-11 , NJ 38-7 تبریز.

۱۰- نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شیت تبریز.

۱۱- وقارموسوی، علی (۱۳۶۹). تحول ژئومورفولوژی جلگه تبریز، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز.

12- BERBERIAN, M. and R.S. YEATS (1999). Patterns of historical earthquake rupture in the Iranian plateau, Bull.Seismol. Soc. Am, 89, 120-139.

13- Chengtai, D. (1999). urban geomorphology in Chinese.

14- Hessami, kh. Daniela.P.,Hadi.T.,Esmael.Sh.(2003). Paleoearthquakes and slip rates of the north Tabriz fault, NW Iran: preliminary results. Annals of Geophysics, Vol.46, No.5.

15- JACKSON, J. (1992). Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in Eastern Turkey and the Caucasus, J. Geophysics. Res, 97, 12471-12479.

16- MCKENZIE, D. P. (1984). Active tectonics of Alpine-Himalayan belt between Western Turkey and Pakistan, Geophysics. J. R. Astron. Soc, 77, 185-264.

17- WESTAWAY, R. (1990). Seismicity and tectonic deformation rate in Soviet Armenia: implications for Local earthquake hazard and evolution of adjacent regions, Tectonics, 9, 477-503.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی