

## پهنه‌بندی مخاطرات محیطی مؤثر در توسعه فیزیکی شهر تبریز

**دکتر شهرام روستایی**

استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز  
E-mail: roostaei@tabrizu.ac.ir

**دکتر بهروز ساری صراف**

دانشیار گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز



چکیده

خاک حاصل خیز، آب و هوای خوب، آب کافی، جلگه‌ها و مخروط افکنه‌های پای کوهستان، چشمه‌ها، منابع معدنی و بسیاری از موهبت‌های طبیعی؛ امروزه سبب توسعه مناطق مسکونی، تولیدی، صنعتی و خدماتی و کشاورزی در این مناطق شده است. در کنار این مزیت‌ها؛ گسل‌ها، زلزله، رانش زمین، سیلاب و خطراتی از این قبیل همواره در مناطق مذکور سبب خسارت‌هایی به ساختارهای اقتصادی و صنعتی می‌شوند.

در پژوهش حاضر، خطرات طبیعی تهدیدکننده شهر تبریز شناسایی شده است. ممیزی خطرات و تجزیه و تحلیل آن‌ها و ارائه راه کارهای مقابله با آن‌ها از اهداف اصلی پژوهش است. این بررسی نشان داد که عمده‌ترین خطر تهدیدکننده شهر تبریز، گسل بزرگ شمال این شهر است که خطرات دیگر از قبیل رانش زمین و فرونشست نیز به تبع آن اتفاق خواهند افتاد. در مرحله بعدی، وقوع سیلاب از خطرات اصلی شهر تبریز محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی: ژئومورفولوژی، مخاطرات محیطی، گسل تبریز، پهنه‌بندی، تبریز، GIS<sup>1</sup>، توسعه فیزیکی.

## مقدمه

توسعه شهری که مناطق وسیعی از سطح زمین را پوشش می‌دهد، امروزه در عرض‌های پایین و به ویژه در کشورهای در حال توسعه که رشد شهرها در آن‌ها از اروپا و امریکای شمالی سبقت گرفته است، اهمیت پیدا می‌کند (چنگ تایی<sup>۱</sup> ۱۹۹۹).

توسعه شهر سبب گسترش مساحت سطوح غیرقابل نفوذ شده و آب‌های سطحی ناشی از بارش‌ها به سرعت پخش شده و پدیده سیلاب به وقوع می‌پیوندد. با توجه به شیب توپوگرافی شهر تبریز و توسعه سطوح غیر قابل نفوذ، امروزه شاهد به‌راه افتادن سیلاب‌های شهری در مواقع بارش‌های زمستانی و بهاری هستیم. از طرفی توسعه آسفالت و سنگفرش در محدوده شهرها، وضعیت گرمایی آن‌ها را حادث می‌کند. وضعیت گرمایی شهر در مکانیسم تولید باران و همچنین میزان ذوب برف مؤثر بوده که این عامل نیز به نوبه خود میزان آب ورودی به رودخانه داخل شهر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از سوی دیگر شهرسازی مجاور رودخانه و دشت‌های سیلابی سبب می‌شود که آب با سرعت زیادی در داخل شهرها جریان یابد (دوپون ۱۹۷۰).

توسعه شهر تبریز به سوی شرق و شمال، امروز سبب شده است که شرایط پایدار محیط طبیعی گذشته به هم برخورد. وقوع رانش زمین در منطقه ولیعصر در شمال تبریز و کنارگذر شمالی ناشی از این توسعه است که در بحث مربوط به خود، به‌طور کامل مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

توسعه نواحی شهری همیشه در محیط‌های طبیعی مطلوب و مناسب صورت نمی‌گیرد، سکونتگاه‌های جدید در بعضی مواقع استقرار اجباری دارند. دسترسی به آب سطحی، خاک حاصلخیز، وجود آب‌های زیرزمینی استقرار در محل عبور جاده‌های ترانزیتی و غیره سبب شده است که شهر تبریز با وجود مخاطرات محیطی موجود در آن محل‌ها، استقرار اجباری داشته باشد. استقرار شهر تبریز در مجاورت گسل بزرگ تبریز که از شمال آن می‌گذرد (شکل ۲)، ایجاد مناطق مسکونی در روی تپه‌های مارنی ولیعصر و همچنین توسعه مراکز صنعتی و شهری و غیره تبریز در داخل دره‌های لیقوان و باغمیشه و شاه‌گلی به دلیل کمبود زمین، نمونه‌ای از استقرار اجباری است.

رانش زمین در کوی افسران و نگین پارک واقع در شهرک ولیعصر تبریز در سال ۱۳۶۹ و ۱۳۷۰ سبب تخریب بیش از ۲۰ واحد مسکونی شد و قریب ۶۰ واحد دیگر در معرض خطر ویرانی قرار گرفتند. اتفاقاتی از این قبیل سبب شده است که متخصصین علوم زمین گرایش به مطالعه علل وقوع چنین اتفاقاتی داشته باشند.

## مواد و روش‌ها

در بررسی و ارزیابی مخاطرات محیطی شهر تبریز؛ مطالعات جامع طبیعی و شهری ابتدا به صورت مجزا انجام گرفته است. مطالعات طبیعی شامل ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی و اقلیم محدوده طرح است که به صورت نقشه‌های منطقه‌ای تهیه و حداقل در ۵ لایه اطلاعاتی ارائه شده است. این نقشه‌ها از طریق نقشه‌های موجود و داده‌های رقومی تهیه شده‌اند.

در بررسی مسایل شهری ابتدا کلیه اطلاعات موجود در سازمان‌ها اعم از خطوط انتقال نیرو، خطوط ارتباطی، جمعیت، پراکنش مراکز خدماتی و صنعتی و اداری و غیره به عنوان داده‌های مورد نیاز در این تحقیق جمع‌آوری شدند. پس از جمع‌آوری اطلاعات شهری حداقل ۸ لایه اطلاعاتی در این قسمت حاصل شد که در بر گیرنده همه این‌ها و تاسیسات شهری و خطوط ارتباط شهری هستند. در مجموع پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی محیط طبیعی و شهری؛ جهت تحلیل و ارزیابی اثرات آن‌ها بر یکدیگر؛ لایه‌های شهری به صورت

تک تک با لایه‌های طبیعی ادغام شده اند. نتایج حاصل از تلفیق نقشه‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و به همراه نقشه‌های نهایی پهنه‌بندی مخاطرات ارائه شده‌اند.

### ویژگی های عمومی منطقه

شهرستان تبریز در مختصات جغرافیایی  $50^{\circ}$  تا  $45^{\circ}$  طول شرقی و  $37^{\circ}$  تا  $38^{\circ}$  عرض شمالی واقع شده است. مساحت این شهرستان  $2167/19$  کیلومترمربع بوده و ارتفاع آن از سطح آب‌های آزاد  $1340$  متر می‌باشد (شکل ۱). این شهر در جلگه وسیع و در بستر ملایم مهران رود و دره آجی‌چای قرار گرفته که این جلگه حدود  $300$  کیلومترمربع وسعت دارد. این شهر از تمام جهات به جز غرب و شمال غرب با شیب‌های تند کوه‌های اطراف محدود می‌شود.



نقشه ۱- موقعیت طبیعی شهر تبریز

### توپوگرافی

#### بخش کوهستان:

ارتفاعات عون بن علی، بخش شمال شرقی و شمالی جلگه تبریز را با جهتی شمال غربی - جنوب شرقی از شمال غرب روستای بارنج تا شمال فروردگاه تبریز در بر گرفته است (شکل ۱). حداکثر نقطه ارتفاعی این ناحیه در بخش میانی بیش از  $1800$  متر بوده و بر حسب تفاضل ارتفاعی بین رأس و پای دامنه، بعضاً شیب قابل توجهی به وجود آورده که به همراه زمین‌های غیرقابل نفوذ، باعث جاری شدن مقادیر زیادی آب با ضریب جریان بالا معادل  $30$  تا  $40$  درصد می‌گردد.

حداکثر ارتفاع ناهمواری های جنوب تبریز ۱۷۸۱ متر می‌باشد که به سمت شرق و غرب، تا فواصل زیادی ثابت باقی می‌ماند و در غرب بعد از یک شیب ملایم در حوالی روستای لاله از بین می‌رود. معذالک در بخش شرقی تنها بعد از یک افت ارتفاعی که به صورت گردنه‌ای ملایم ظاهر شده است و همچنین جاده ویژه‌ای نیز از آن عبور می‌کند، دوباره اوج گرفته و به بخش عون‌بن علی متصل می‌شود.

### بخش مسطح و کم ارتفاع جلگه‌ای:

این بخش ۸۷/۳۱ درصد کل مساحت ناحیه را در بر گرفته و گسترش اصلی آن (با ارتفاع و تضاریس اندک)، در نیمه غربی (به ویژه شمال غربی شهر تبریز) است. برحسب جریان تقریباً شرقی- غربی آبی چای و کشیدگی شمال غربی- جنوب شرقی جلگه، ناحیه مسطح به دو بخش کاملاً مجزا تقسیم شده است که این دو از لحاظ توپوگرافی تا حدودی با یکدیگر متفاوتند. لذا می‌توان جلگه مزبور را به دو بخش جنوب شرق و شمال غرب تقسیم نمود که مرز میانی همان بستر آبی چای می‌باشد (شکل ۱).

### لیتولوژی و زمین شناسی منطقه

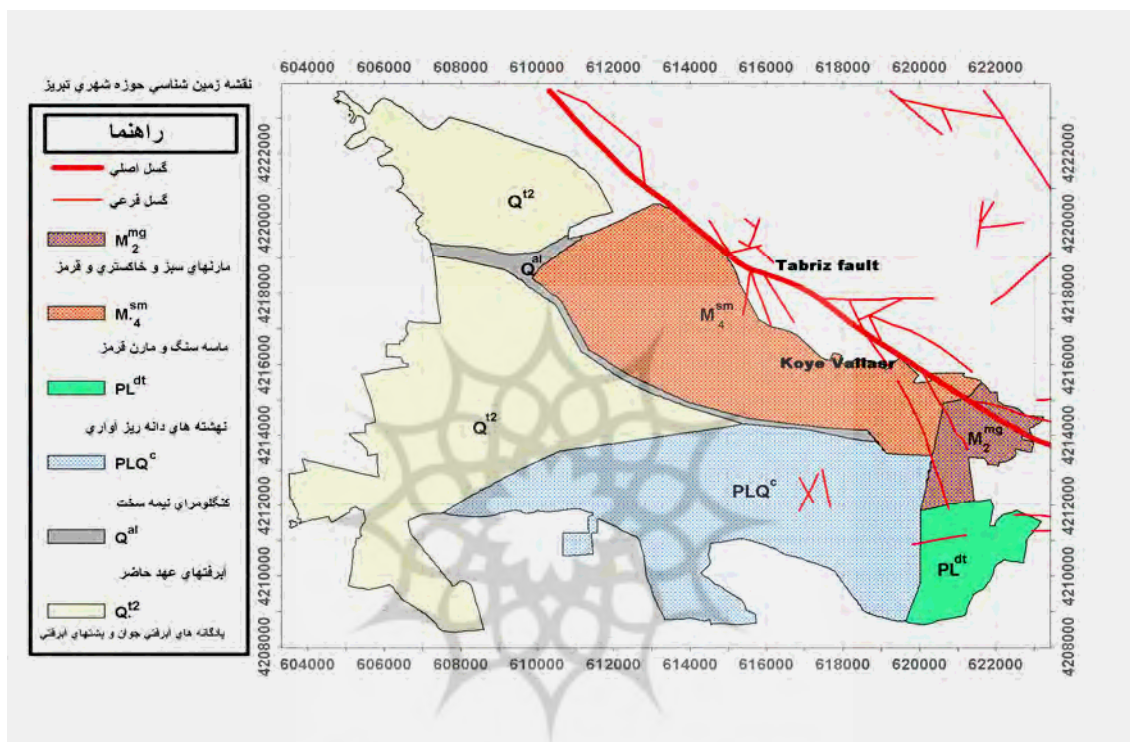
عناصر مخروط افکنه های اطراف تبریز، مسیل های کوهستانی حاشیه شمالی، شمال شرقی و شمال غربی جلگه‌ها را مفروش ساخته‌اند که موجبات نفوذ آب را فراهم می‌سازند. قسمت رأس این مخروط‌های سیلابی از قلوه سنگ‌ها و سنگریزه‌های درشت تشکیل شده که موجب نفوذ آب حاصل از جریان‌های طغیانی و بالاخره حرکت آن‌ها به سوی سفره‌های زیرزمینی جلگه است. مخروط افکنه‌های دامنه کوه میشو و مورو که به جلگه تبریز باز می‌شوند، مخازن بزرگی از آب در چینه‌بندی داخلی خود که ناشی از تناوب سطوح ماسه‌های آبدار و لایه‌های لیمونی است، به وجود آورده‌اند. در برخی موارد مواد مربوط به نهشته‌های مخروط افکنه‌ها که رخساره دریاچه‌ای دارند، در پایین دست با مواد نرم شده آمیخته و روی هم قرار می‌گیرند (شکل ۲).

بخش وسیعی از سطح جلگه تبریز به وسیله آبرفت‌های جدید پوشانده شده است. بعلاوه بستر کلیه مجاری فرسایشی اطراف جلگه نیز پوشیده از این نهشته‌ها است. ضخامت آبرفت‌ها در حاشیه و مرکز جلگه متغیر است و تقریباً بین ۵۰ تا ۱۰۰ متر می‌باشد. سطوح لیمونی در چینه‌بندی داخلی آن به سمت داخل جلگه به مارن و رس تبدیل می‌شود و ضخامت آن بیشتر می‌گردد. به سمت غرب جلگه، لایه‌های مارنی که منشأ دریاچه‌ای دارند و در بین آن‌ها لیمون‌ها و رس‌ها به صورت چینه داخلی مشاهده می‌شوند، به صورت لایه‌های غیر قابل نفوذ در آمده‌اند (ریبن، هانری ۱۹۶۵).

رسوبات ولکانوسدیمانتر نیز نقش عمده‌ای در تأمین سفره آبدار جلگه به عهده دارند. این رسوبات که به نام توف‌های آبرفتی هم نامیده می‌شوند نسبت به گرانولومتری عناصر خود از جمله قلوه سنگ‌ها، سنگریزه‌ها، ماسه‌ها، سینیته‌ها، سیلت‌ها و ایگنمبریت‌ها از قابلیت نفوذ متغیری برخوردارند. بخش فوقانی این سازند از عناصر بسیار درشت که قابلیت نفوذ زیادی دارد، تشکیل شده است. کنگلومرای حاصل از این نهشته‌ها نیز به علت داشتن درزهای فراوان بسیار قابل نفوذ است (درویش زاده ۱۳۷۰). ولکانوسدیمانترها حاشیه جنوبی جلگه را به مقیاس وسیعی می‌پوشانند که توپوگرافی کم اهمیتی ایجاد کرده‌اند. آب ناشی از ذوب برف‌های کوهستان سهند به سهولت در این سازند نفوذ کرده و به آرامی به سمت جلگه تبریز جریان می‌یابد.

کوآترنر قدیم با تراس‌های آبرفتی نیز در اطراف جلگه به صورت تراس‌های پلکانی گسترش دارند. این تراس‌ها نیز از عناصر درشت متشکل از خرده سنگ‌های آهکی و شیستی و سنگ‌های آذرین به وجود آمده‌اند و از نظر تأمین سفره‌های آبدار جلگه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (شکل ۲).

رسوبات دریاچه‌ای پلیوسن عموماً زیر چینه آبرفت‌های جدید چاله 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 تشکیل یافته است. برخی از این لایه‌ها شدیداً نمک‌دار هستند. این رسوبات از قابلیت نفوذ بسیار ضعیفی برخوردار بوده و یکی از موانع عمده استخراج آب سفره‌های عمیق محسوب می‌گردند (باباخانی و همکاران، ۱۳۶۹).



شکل ۲ - نقشه زمین شناسی تبریز و موقعیت گسل تبریز

## مخاطرات محیطی شهر

### هیدرولوژی و سیل خیزی

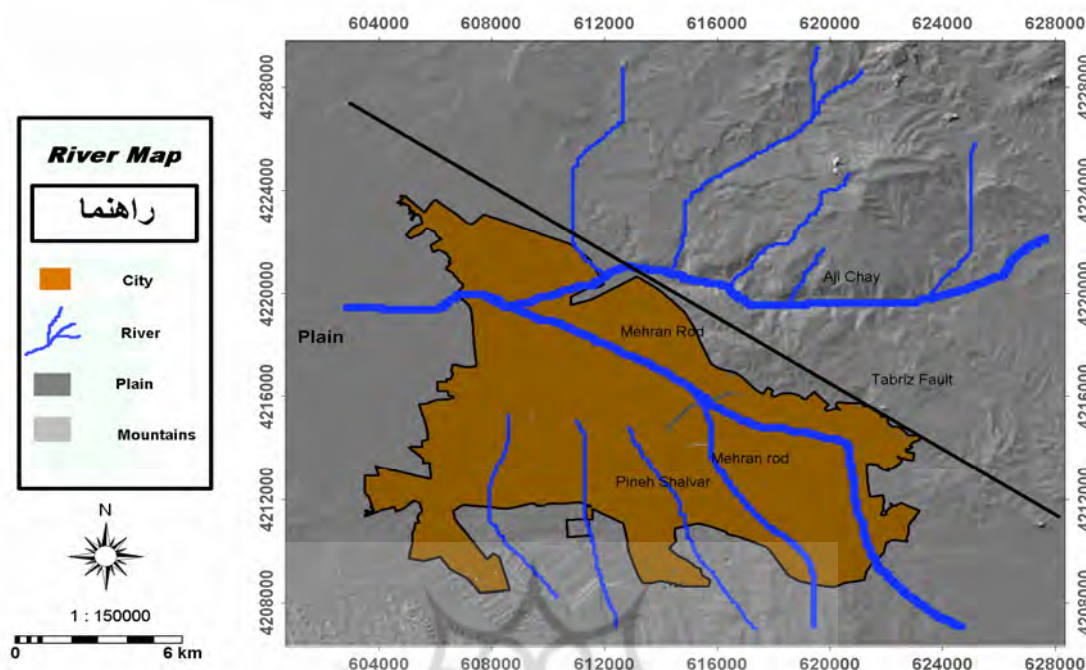
با توجه به آمار سیل‌های رخ داده در حوضه، غالب سیل‌ها در تیرماه و مرداد ماه اتفاق افتاده‌اند. در این دو ماه کمترین مقدار بارش سالانه را شاهد هستیم و بارش‌ها اغلب به صورت رگبار و ناگهانی می‌باشد که در فاصله زمانی کوتاهی باعث به راه افتادن سیل می‌شود (جلالی، ۱۳۷۸).

مسئله‌هایی که شهر را هنگام بارندگی‌ها و وقوع سیل، مورد تهدید قرار می‌دهند شامل (شکل ۳):

- جریان‌هایی که از ارتفاعات عون بن علی سرچشمه می‌گیرند و از روی زمین‌های غیر قابل نفوذ عبور می‌کنند، لذا دارای ضریب جریانی بالا هستند و از طرفی چون این نواحی توسط مسکن انسانی اشغال شده‌اند، سیل‌های این قسمت ضریب خطر بالایی دارند. به دلیل وقوع سیلاب در طول دوره‌های گذشته در این نواحی، بخشی از محلات این قسمت به محله سیلاب مشهور است (شکل ۳).

سیل‌هایی که از پایکوه‌های سهند سرچشمه می‌گیرند از روی زمین‌های ولکانوسدیمانتر عبور کرده و به

- علت نفوذپذیری نسبتاً زیاد بایستی شدت سیل کمتر باشد، ولی چون بارندگی‌ها با شدت زیاد رخ می‌دهد و از سویی شیب تند و وسعت اندک حوضه‌ها زمان تمرکز آن‌ها را کاهش داده، سیل جاری می‌شود.
- مسیل کندرود: این مسیل آبراهه‌ای فصلی است که آب آن از دامنه‌های ارتفاعات شرقی تبریز سرچشمه می‌گیرد و پس از عبور از روستای کندرود به باسمنج چای می‌ریزد.
- مسیل فتح‌آباد: این مسیل از ارتفاعات جنوبی شهر تبریز تغذیه می‌کند و یک مسیل فصلی محسوب می‌گردد که بعد از عبور از روستای فتح‌آباد از زیر پل زندان عبور کرده و به قوری چای متصل می‌شود (شکل ۳). به دلیل وسعت زیاد مسیل، اکثر مواقع سیل‌های ناشی از آن شهر تبریز را بخصوص در مدخل خود مورد تهدید قرار می‌دهد. در حال حاضر به علت احداث شهرک یاغچیان در قسمت پایین دست این روستا مسیل مذکور به وسیله کانال انحرافی به مسیل شرقی منتقل شده است. قبل از انحراف مسیر، این مسیل از مقابل زندان عبور می‌کرده و چندین بار بر اثر گرفتگی دهانه پل‌ها و عدم کشش دهنه‌های آن، آب سرریز کرده و داخل زندان می‌شد یا حتی وارد زیرگذر ولیعصر می‌گردید و امکان عبور و مرور وسایط نقلیه را ناممکن می‌نمود، در حالی که مشکل خانه‌های روستائی موجود در حریم این مسیل همچنان به قوت خود باقی است.
- مسیل پینه‌شلوار: این مسیل نیز از ارتفاعات پایکوهی سه‌سهند سرچشمه می‌گیرد و دارای شیب تند بوده لذا هنگام بارندگی‌های شدید و رگباری در مدت زمان کوتاه جریان آب متمرکز شده و روستای مذکور را که درست در حریم و بستر سیلابی واقع شده است تهدید می‌نماید (شکل ۳).
- مسیل کرکج: این مسیل آبراهه‌ای فصلی است و از دامنه‌های جنوبی ارتفاعات شرقی سرچشمه گرفته و پس از عبور از کرکج به باسمنج چای می‌ریزد تنها در هنگام بارندگی‌ها دارای آب می‌باشد و بقیه مواقع سال خشک و تنها جهت تخلیه فاضلاب و زباله این روستا استفاده می‌شود.
- مهران‌رود: این رودخانه به عنوان شریان اصلی حوضه از دامنه‌های شمالی سه‌سهند سرچشمه گرفته و پس از عبور از شهر باسمنج و الحاق ۱۳ مسیر فرعی به آن، از روستای بارنج و شمال کوی ولیعصر عبور کرده و سپس در ادامه، مسیر خود را از ناحیه مرکزی شهر به سمت غرب ادامه داده و در مجاورت مجموعه ورزشی آزادی، نرسیده به فرودگاه تبریز به رودخانه آجی‌چای ملحق می‌شود (شکل ۳). با وجود وسعت زیاد و طول شاخه اصلی (۸/۶۲ کیلومتر مربع) و شیب عمومی ۸۵/۲ درصد، جریان در رودخانه کم است. علت عمده کمی جریان، نفوذپذیری زیاد بستر آن است (یعنی ۵۶/۶۱ درصد از نفوذپذیری متوسط و ۷۴/۳۶ درصد از نفوذپذیری زیاد برخوردار است).
- بخش عمده جریان‌ات ناشی از بارندگی در ناحیه جنوب شرقی توسط رودخانه مهران رود زهکشی می‌گردد که حداکثر ظرفیت تخلیه مسیل داخل شهر حدود ۱۰۸ مترمکعب در ثانیه است اما در قسمت‌های پایین دست این رودخانه و حوالی بلوار آذربایجان بستر رودخانه به قدری از رسوبات انباشته شده که تقریباً با زمین‌های اطراف رودخانه همسطح شده است و باعث بالا آمدن آب از بستر رودخانه به سطح خیابان‌های اطراف می‌شود، چنان‌که در سال ۱۳۷۶ بلوار آذربایجان را به شدت تخریب کرد. قسمتی از رودخانه مهران رود که در محدوده شهر تبریز واقع شده دارای طولی معادل ۱۵ کیلومتر و شیب متوسط ۳/۱ درصد و عرض بستر متغیر بین ۲۵ الی ۶۶ متر بوده و مساحت اراضی اشغال شده توسط رودخانه در حدود ۷۰ هکتار است.



شکل ۳ - نقشه مسیل‌های محدوده شهر تبریز

### تکتونیک و لرزه‌خیزی :

گسل تبریز عمده‌ترین عارضه تکتونیکی قابل مطالعه در ناحیه تبریز است که با شروع از جنوب غرب میانه با جهتی جنوب شرقی - شمال غربی با یک انحناء نسبتاً قوی در ارتباط با سه‌پند و به موازات آنتی کلیناریوم‌ها و سنکلیناریوم اولیه به سمت مرنده - خوی پیش می‌رود (شکل ۲). این گسل در شمال تبریز به صورت راست گرد بوده و ضمن تشکیل دیواره عمده بخش شمالی جلگه تبریز به صورت هورست - گرابین موجب افتادگی چاله ارومیه - تبریز و بالا آمدگی عون بن علی و توده مورو گردیده و تنها عامل تکتونیکی در مورفوتکتونیک کنونی جلگه تبریز قلمداد می‌گردد (وقار موسوی ۱۳۶۹).

به عقیده نبوی (۱۳۵۵) گسل شمال تبریز تا کوه‌های مورو میشو به طور مشخصی ادامه دارد ولی چگونگی ادامه آن به طرف باختر به علت نبودن رخنمون، مشخص نشده است و به نظر می‌رسد پس از گذشتن از خوی به طرف ماکو و از آنجا به کوه آرارات در ترکیه مرتبط می‌گردد. بنابراین، در طول آن روند تغییرات زیاد به چشم می‌خورد و علت آن حالت ترکیبی این گسل است که خود از پیوستن چند گسل دیگر تشکیل شده است.

به عقیده بربریان (۱۹۷۶)، روند گسل شمال تبریز در حد بین تبریز و صوفیان تقریباً  $N 115$  و شیب آن قائم است. بخش جنوبی گسل، حدود ۴۰ متر فرو افتاده است. به نظر ایشان، نشانه‌ای از فعالیت گسل تبریز در ۷۶ سال اخیر دیده نمی‌شود، ولی امکان حرکت آن همراه با زمین لرزه‌های ویرانگر همیشه وجود دارد. فعالیت تکتونیکی این گسل تا عهد حاضر ادامه داشته و باعث ایجاد گسله، شکستگی و برآمدگی‌هایی شده است.

این گسل یکی از بنیادی‌ترین ساخت‌های زمین‌شناسی موجود در گستره تبریز در شمال شرق دریاچه ارومیه می‌باشد که به سبب کارکرد آن، فرونشست فشاری دشت تبریز ایجاد شده است. تاکنون زمین‌لرزه‌های

سهمگین بسیاری در ارتباط با جنبش گسل تبریز به وقوع پیوسته‌اند که از نظر بزرگی قابل تأمل‌اند. طول گسل در همه آن‌ها ۱۵۰ و طول گسیختگی حاصله از آن‌ها ۵۸ کیلو متر محاسبه شده است. و از سال ۸۵۸ تا ۱۸۵۶ میلادی ۱۳ زمین لرزه با بزرگای ۷/۳ بوقوع پیوسته‌اند که همگی آن‌ها از گسل تبریز منشا گرفته‌اند. تحلیل ساختار محوری چین‌های کناری تبریز نشان می‌دهد که حداکثر کوتاه‌سازی پوسته‌ای برای منطقه در زمان *post-neogene* (پس از نئوژن) اتفاق افتاده است که سراسر منطقه کاملاً بین شمال شرق و شمال پیوسته بوده است. امتداد گسل شمال تبریز تقریباً بر این جهت‌گیری عمود است.

### لرزه خیزی

به دلیل قدمت قابل ملاحظه 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 زمین لرزه‌ها 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 از آن‌ها بسیار شدید بوده‌اند طوری که خسارات فراوانی را سبب شده‌اند (ذکاء ۱۳۶۸).

در دو قرن اخیر زمین لرزه در این شهر رخ نداده و دوره آرامش نسبی را شاهد هستیم اما نمی‌توان امکان وقوع زمین لرزه شدید را در این شهر منتفی دانست. زیرا پیشینه لرزه‌خیزی منطقه حاکی از این است که فاصله زمانی بین دو زمین لرزه مخرب در تبریز به ۲۰۰ تا ۳۵۰ سال می‌رسد. از طرفی دیگر وجود گسل فعال و اصلی شمال شهر که قسمت‌های پر تراکم جمعیتی شهر بر روی آن بنا شده است، امکان وقوع زمین لرزه‌های مخرب را گوشزد می‌کند.

طبق بررسی‌های انجام شده توسط ذکا در مورد زلزله‌های تبریز، این شهر در طول تاریخ مکتوب خود ۱۲ بار با خاک یکسان شده است. که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از سال ۱۷۲۱، ۱۰۴۱، ۸۵۸، ۷۹۱ میلادی و آخرین آن‌ها زمین لرزه مهیب سال ۱۷۸۰ میلادی بوده است.

تحقیقات انجام گرفته به وسیله زارع و شاه پسندزاده (۱۳۷۴) و نیز تعیین خط گسل توسط بربریان (۱۹۷۶) نشان از خطر بسیار بالای زلزله در این شهر دارد. بیشترین تراکم رویدادهای لرزه‌های با بزرگای ۱ تا ۴ در پیرامون این گسل اتفاق افتاده است.

در رابطه با جنس زمین و شدت‌یابی امواج زلزله، تطبیق نقشه زمین‌شناسی منطقه (شکل ۲) با مطالبی که مطرح گردید، نشان می‌دهد که مناطق گسترش آبرفت‌های جوان در پهنه فعلی شهر در مسیر توسعه شهر به طرف 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 زمین لرزه احتمالی آینده را افزایش می‌دهد (ولی زاده ۱۳۸۰).

با توجه به انتساب بیش از ۱۳ زمین لرزه ویرانگر تاریخی (به ویژه زمین لرزه‌های ۱۱۵۸، ۱۱۰۰، ۱۰۸۵، ۴۲۱، ۳۳۶ هجری شمسی) به گسل شمال تبریز باید اشاره نمود که این گسل از محدوده شمالی شهرک‌های شاه‌گلی، ولیعصر، ناصریه، جانبازان، سیلاب، شمال فرودگاه و باغ‌میشه عبور می‌کند (شکل ۲).

وجود گسل‌های متعددی در جنوب شهر تبریز نشان می‌دهد که گسل تبریز تنها محدود به شمال این



شهر نبوده، به طوری که شهر تبریز بر روی یک پهنه گسلی بنا شده است با توجه به رویداد زمین لرزه‌های ویرانگر تاریخی تمرکز مرکز سطحی زلزله‌های سده بیستم بر این گسل به همراه قطع شدن نهشته‌های کواترنری توسط گسل شمال تبریز، گسل مذکور توانایی لازم جهت وقوع زمین لرزه‌های شدید و فاجعه بار را داراست (زارع و شاه پسندزاده ۱۳۷۴). در محله ناصریه، بر روی تپه‌های شمالی شهر، منازل مسکونی به وضع ناهنجاری در شیب بسیار زیاد ساخته شده‌اند که علاوه بر نزدیکی به گسل شمال تبریز مساله خطر توپوگرافی و تشدید امواج زلزله در هنگام رویداد یک زلزله محتمل بسیار جدی است. در محله جانبازان که در شمال ناصریه واقع است، گسترش بی‌رویه ساخت و ساز مسکن در پهنه گسل شمال تبریز و شیب نامناسب، ریسک خطر را هنگام وقوع زلزله افزایش می‌دهد.

همچنین توسعه و گسترش ساخت و ساز 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 زمین لرزه این منطقه در معرض خطر زمین لغزش هم قرار دارد (شکل ۴).

### لغزش توده‌ای و رانش زمین در محدوده شهر:

شهرک ولیعصر در شرق شهر تبریز در حال گسترش می‌باشد که از حدود ۳۰ سال پیش عملیات شهرک‌سازی در این منطقه شروع شده است و طی این مدت زمین‌های تپه ماهوری تبریز به تدریج مسطح شده؛ ساخت و ساز بر روی آن انجام گرفته است. بعلاوه رعایت نکات ایمنی در خاکریزی و خاکبرداری و ساخت و سازها از همان ابتدای شهرسازی مشکلات عدیده‌ای از جمله نشست نامتقارن (کج شدگی به یک طرف) ساختمان‌ها، لغزش و خزش در منطقه اتفاق افتاده است. به دلیل موقعیت جغرافیایی و وضعیت توپوگرافی زمین در این منطقه، اغلب جهت ساخت ساختمان‌ها خاکبرداری و خاکریزی‌های متناهی صورت گرفته که موجب بروز چند زمین لغزش بزرگ گردیده است. زمین لغزش‌های عمده اتفاق افتاده در منطقه شامل زمین لغزش کوی نگین پارک و کوی افسران می‌باشد (شکل ۴).

تاریخچه وقوع زمین لغزش در کوی نگین پارک به سال‌های ۷۰-۶۹ باز می‌گردد که طی این سال‌ها زمین لغزش موجب تخریب چند ساختمان در حال احداث در بالادست شیب و ایجاد خسارات قابل توجه در ساختمان‌های مجاور شیب گشته است. ریزش‌های موضعی به تدریج موجب پیشروی گسیختگی به سمت بالادست شده و اسکارپ‌های<sup>۱</sup> (اشکال پله مانند) عمیقی در بالادست شیب ایجاد نموده که خانه‌های بالادست شیب را با خطر جدی مواجه ساخته است. در پایین دست شیب نیز جهت احداث یک مجتمع آپارتمان ۴۰ طبقه، پای شیب خاکبرداری شده است که خود یکی از چند عامل بروز زمین لغزش بوده است زمین لغزش کوی نگین پارک بدلیل شیب، وسعت و گستردگی زیاد آن و نیز به جهت فاصله کم ساختمانی بالا و پایین و عمق زیاد لغزش از جمله مشکل آفرین‌ترین لغزش‌ها در منطقه بوده و همین امر موجب پیچیدگی تحلیل و پایداری آن گردیده است. بررسی‌های انجام شده در منطقه، وقوع لغزش‌های قبلی در منطقه را مسلم ساخته و وجود ترک‌هایی در بالادست و پایین دست نشان از احتمال بروز لغزش‌هایی با مقیاس وسیع‌تر در آینده می‌دهد. توده لغزشی با طول حدود ۱۵۵ متر و عرض ۷۵ متر در تاج و ۱۳۰ متر در پاشنه با ارتفاع افرازی اصلی برابر با ۷ متر تخمین زده شد.

بررسی محلی و تحقیقات به‌عمل آمده حاکی از احداث چند ساختمان روی قسمت فوقانی لغزش می‌باشد

که این ساختمان‌ها به صورت پیش ساخته و در مرحله اسکلت‌بندی بودند که لغزش اتفاق افتاده و باعث تخریب بخشی از این ساختمان‌ها گردید.

تکان‌های حاصل از زلزله نقش مهمی در کاهش پایداری توده لغزش داشته است. چند روز قبل از حرکت توده در فروردین ماه ۱۳۶۹ زمین‌لرزه‌ای با بزرگی ۵/۴ ریشتر در نزدیکی منطقه لغزش صورت گرفته است. مسلماً در حرکت حوزه مزبور مؤثر بوده است (کمک پناه و همکاران ۱۳۷۶).



شماره (۴): رانش زمین در منطقه نگین پارک ولیعصر

طی سال‌های ۹۴-۱۹۹۳ منازل مسکونی واقع بر شیب‌های طبیعی کوی افسران دچار خسارت‌های جزئی و کلی شدند. در این منطقه خانه‌های مسکونی یک تا پنج طبقه در قسمت‌های مختلف شیب از بالا تا وسط بدنه شیب ساخته شد که همگی دچار گسیختگی‌هایی در سازه باربر و دیوارهای باربر و غیر باربر شد در اثر این لغزش بیش از ۲۰ واحد مسکونی تخریب و ۶۰ واحد دیگر در معرض خطر ویرانی قرار گرفتند. بعد از عملیات شناسایی در منطقه معلوم گردید که بروز چنین خسارت‌هایی در منطقه به علت لغزش دورانی انتقالی بزرگ بوده که در کل منطقه حاکم است، طول این لغزش ۳۰۰ متر و عرض آن ۵۰ متر و عمق آن ۲۰ متر می‌باشد به دلیل فعال شدن این لغزش بزرگ، لغزش‌های دیگری نیز به وقوع پیوسته شیب‌های منطقه در حالت طبیعی و بدون ساخت و ساز بر روی آن‌ها پایدار بودند ولی وجود بارندگی‌ها در منطقه شیب‌ها را به آستانه لغزش نزدیک می‌کند. از طرفی ایجاد خاکریزهایی در قسمت فوقانی شیب برای هموار کردن زمین و ساخت و ساز مجدد، این تپ‌ها را مستعد لغزش کرده است به طوری که بعد از ساخت این منازل بر روی شیب‌ها، لغزش به صورت خفیف شروع شده و هر چه بر تعداد این منازل افزوده می‌شد حرکت توده لغزش افزایش یافته سریع‌تر شد البته وجود بارندگی‌ها در این منطقه حرکت توده را تسریع کرده است (کمک پناه و نیرومند ۱۳۷۶).

### پهنه‌بندی مخاطرات محیطی

#### اثر گسل تبریز بر روی مراکز خدماتی شهر:

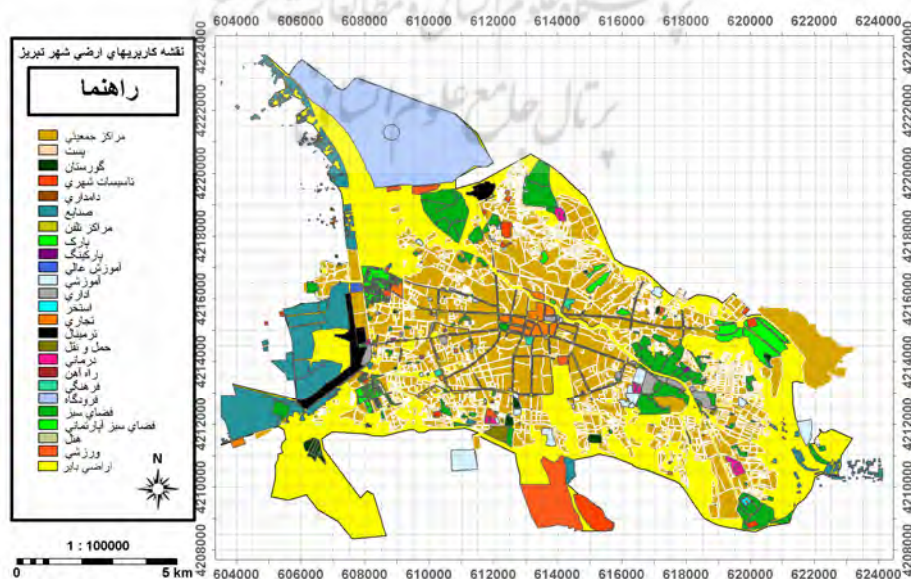
خدمات شامل مراکز آموزشی، حمل و نقل، مسافربری، مراکز فرهنگی، ورزشی، فضای سبز و پارک‌ها و پارکینگ، مراکز اداری، درمانی، هتل و... می‌باشد (شکل ۵).

شکل ۶ رابطه 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 شمال غربی تبریز مکان‌یابی شده‌اند و گسل اصلی تبریز به فاصله اندکی از فرودگاه واقع شده است. سایر تاسیسات خدماتی که به گسل نزدیک هستند، بیشتر فضای سبز بوده، که خطر چندان را تولید نمی‌کنند. مناطق تجاری عمده شهر در شمال غرب، مرکز و جنوب غرب پراکنده‌اند و فاصله مناسبی را نسبت به گسل دارند. بازار شهر از نظر زمین‌لرزه بیش از سایر نواحی تجاری در معرض خطر است. علاوه بر این به دلیل قدیمی بودن بافت آن و عدم استحکام کافی در برابر زمین‌لرزه تحت تاثیر بیشترین درجه آسیب‌پذیری می‌باشند.

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

#### اثر گسل بزرگ تبریز بر روی تاسیسات شهری

تاسیسات اصلی و عمده شهر، شامل تاسیسات صنعتی هستند که در گوشه جنوب غربی شهر قرار گرفته‌اند. این تاسیسات به صورت نواری شکل از شمال غربی به جنوب غربی کشیده شده و در جنوب غرب دارای بیشترین تراکم را می‌باشند که شامل کارخانه‌های تراکتورسازی، ماشین‌سازی و .. است (شکل ۵). این تاسیسات از نظر دوری از گسل بهترین موقعیت را دارند. البته گستردگی این تاسیسات در زمین‌های هموار که مساعد توسعه شهر در این بخش بوده است، راه را بر گسترش شهر از جانب غرب بسته است. اما تاسیسات مزبور تحت تاثیر کم‌ترین خطر از جانب گسل قرار دارند (شکل ۷).



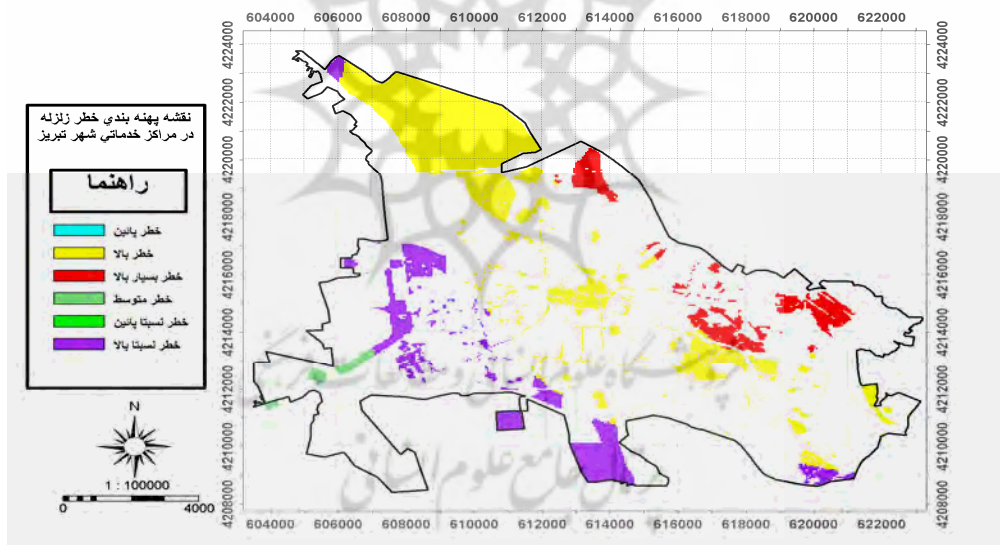
شکل ۵ نقشه کاربری اراضی

همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، هنگام رخدادهای زمین‌لرزه بیشترین آسیب را بعد از ساختمان‌ها، سازه‌های خطی نظیر آزاد راه، جاده‌ها، خطوط انتقال نیرو و ... متوجه خواهند بود. در این میان قابل توجه این است که بزرگراه شمالی تبریز (پاسداران) به موازات گسل تبریز احداث شده است (شکل ۸).

### اثر گسل روی مراکز جمعیتی شهر:

مناطق پرجمعیت شهر در شمال، مرکز و تا حدی شرق شهر پراکنده شده‌اند. و بیشترین خطر احتمالی گسل نیز متوجه همین مناطق است (شکل ۹).

مناطق متراکم شمال شهر در فاصله بسیار اندکی از گسل بنا شده‌اند (فاصله ۵۰۰ متری از گسل) در شرق تبریز شهرک باغ‌میشه از تراکم جمعیتی بسیار بالایی نیز برخوردار است و بر روی گسل ایجاد شده است. این شهرک جدید الاحداث بوده و با این که خطرات احتمالی آن شناخته شده ولی حتی با وجود این، برنامه ریزان شهری اقدام به ساخت شهرک بر روی گسل نموده‌اند با همه این اوصاف بر گسترش شهر در شمال و شرق روزه‌روز افزوده می‌شود. محلات بخش شمالی شهر فاقد بناهای محکم بوده و بدون برنامه‌ریزی اصولی ساخته شده‌اند همچنین معابر ارتباطی بسیار تنگ و کم عرض بوده که در صورت به‌روز زلزله در شهر، فاجعه بسیار عظیمی در این مناطق رخ خواهد داد.

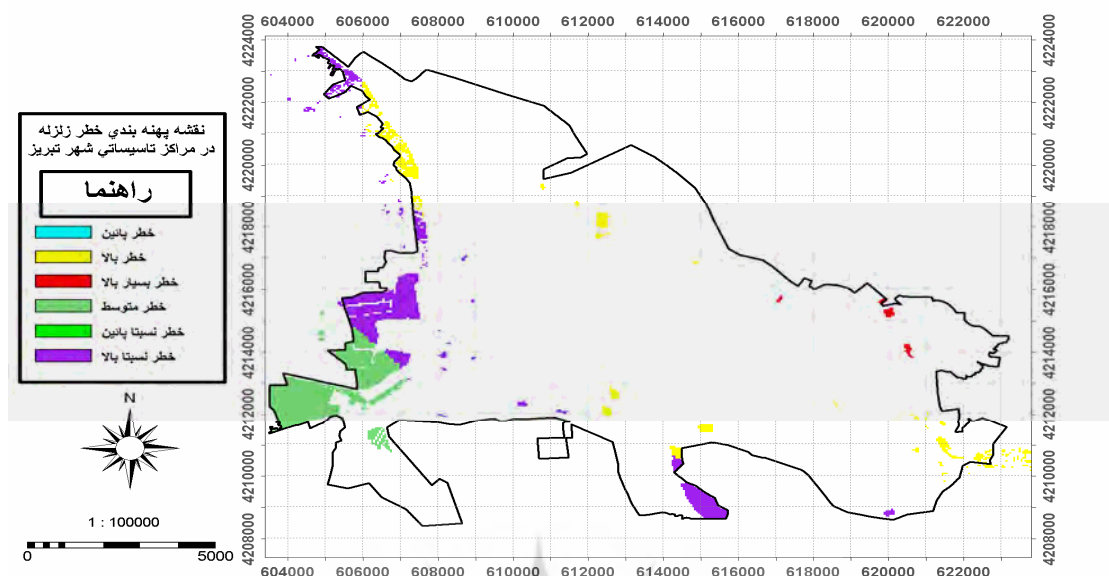


شکل ۶ نقشه پهنه‌بندی زلزله در مراکز خدمات شهری

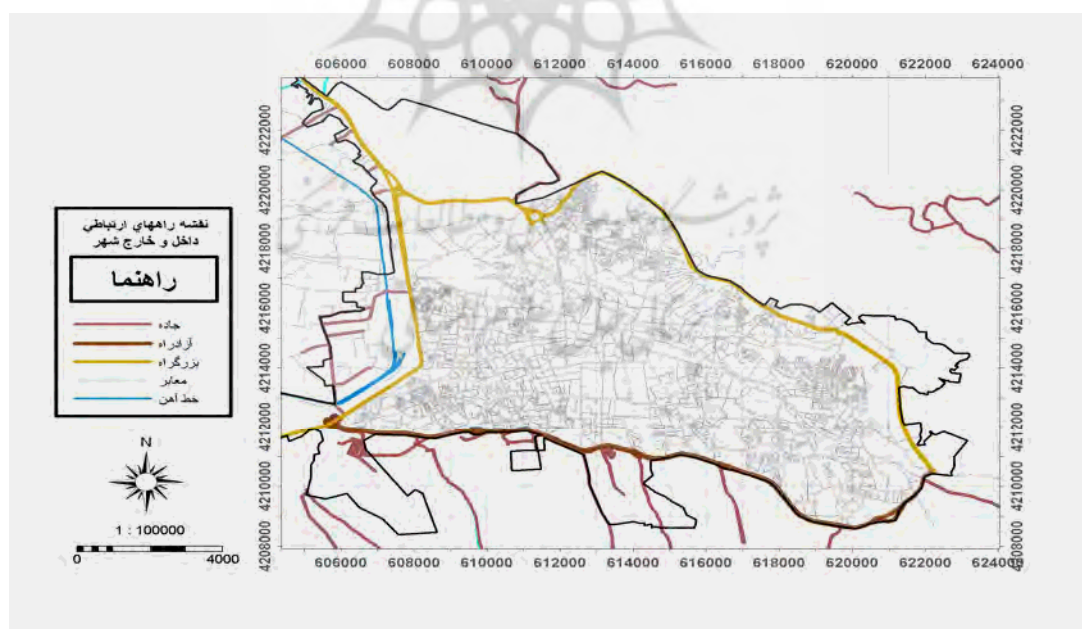
### اثر سیل بر روی مراکز خدماتی شهر:

در شمال شهر که خطر سیل زیاد است، مراکز خدماتی عمده و اصلی مکان‌یابی نشده‌اند و بیشتر فضای سبز و پارک‌ها در این نواحی مستقر هستند. فرودگاه در شمال غرب تبریز قرار دارد و شیب نواحی بالا دست آن مستقیماً به طرف فرودگاه بوده و سیل را به جانب فرودگاه هدایت می‌کند.

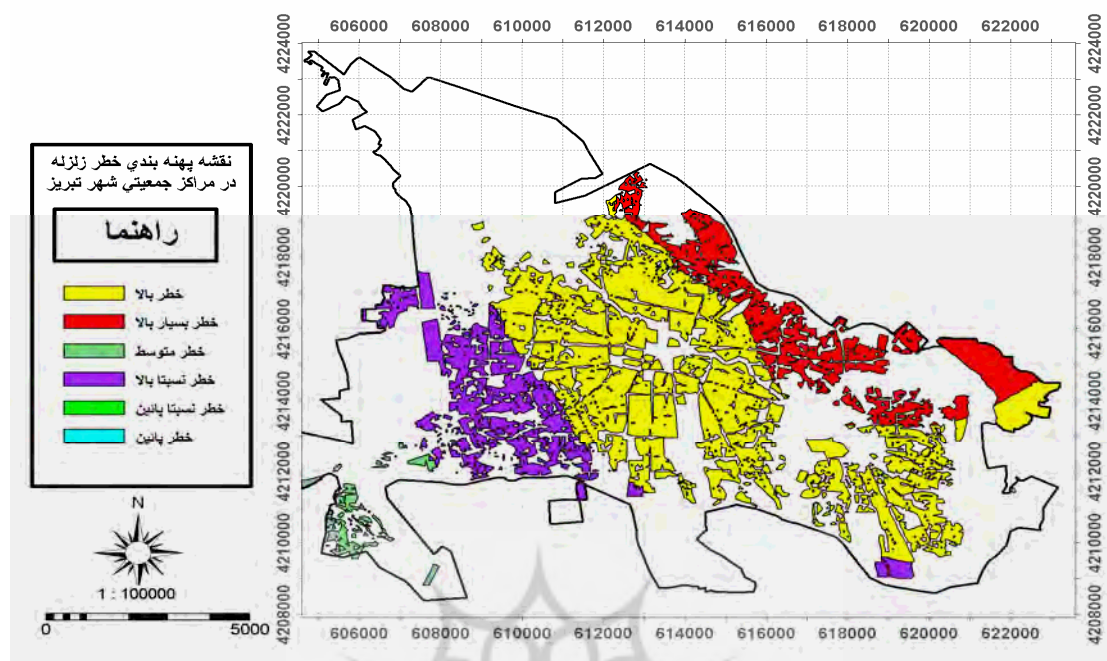
در صورت بروز سیل در شمال شهر، به دلیل عدم وجود کانال‌های انتقال آب و جهت شیب (از شمال به سوی مسیل مهرانشهر در مرکز شهر)، جریان‌ات ایجاد شده به مرکز شهر هدایت می‌شوند که بیشتر مناطق تجاری، اداری، ورزشی و ... را در بر می‌گیرند (شکل ۵).



شکل ۷ نقشه پهنه بندی خطر زلزله روی تاسیسات شهری



شکل ۸- نقشه راههای ارتباطی



شکل ۹- نقشه پهنه‌بندی خطر زلزله در مراکز جمعیتی شهر تبریز

#### اثر سیل در مراکز جمعیتی شهر:

مراکز اصلی جمعیتی در شمال، مرکز و شرق شهر پراکنده شده‌اند و قدرت و شدت سیلاب در سطح شهر در شمال و جنوب شهر بیشتر از سایر نواحی است؛ پس جریان‌های ناشی از دامنه ارتفاعات شمالی سهند در جنوب شهر و ارتفاعات نفوذناپذیر و با شیب تند عون‌بن‌علی در شمال، مستقیماً مراکز جمعیتی شهر را مورد تهدید قرار می‌دهند.

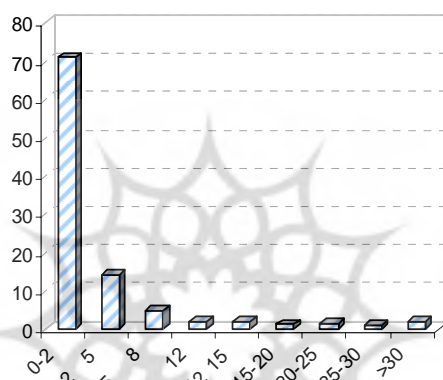
با وجود این که شدت قدرت سیلاب در نواحی جنوب بیشتر است اما تهدید آن در شمال شهر شدیدتر است، زیرا در شمال شهر مراکز جمعیتی عمده شهر واقع هستند و شیب ارتفاعات نیز جریان سیلابی را مستقیماً به جانب شهر هدایت می‌کند. در بخش‌های شرق و جنوب شرق نیز به دلیل گسترش شهر و کم شدن زمین‌های قابل نفوذ، جریان‌های سیلابی مخصوصاً در فصل تابستان که بیشتر به صورت رگباری است باعث سیل‌خیزی این نواحی می‌شود که در این نواحی (شرق و جنوب‌شرق) مراکز جمعیتی از تراکم بالایی برخوردارند.

در جدول شماره (۱) درصد جمعیت ساکن در هر یک از طبقات شیب ارائه شده است. با بررسی جدول مذکور مشاهده می‌گردد که شیب ۵-۰ درصد حدود ۸۸ درصد جمعیت را در خود جای داده است. همچنین با توجه به شکل ۱۰ ملاحظه می‌شود که حدود ۹۰ درصد جمعیت در نقاط کم شیب ۰ تا ۵ درصد که ارتفاع ۱۳۰۰ تا ۱۵۵۰ متر را در بر می‌گیرد، ساکن هستند و جریان‌های سیلابی تشکیل شده از ارتفاعات مستقیماً به داخل شهر و به طرف نقاط پست به راه می‌افتد (شکل ۱۱).

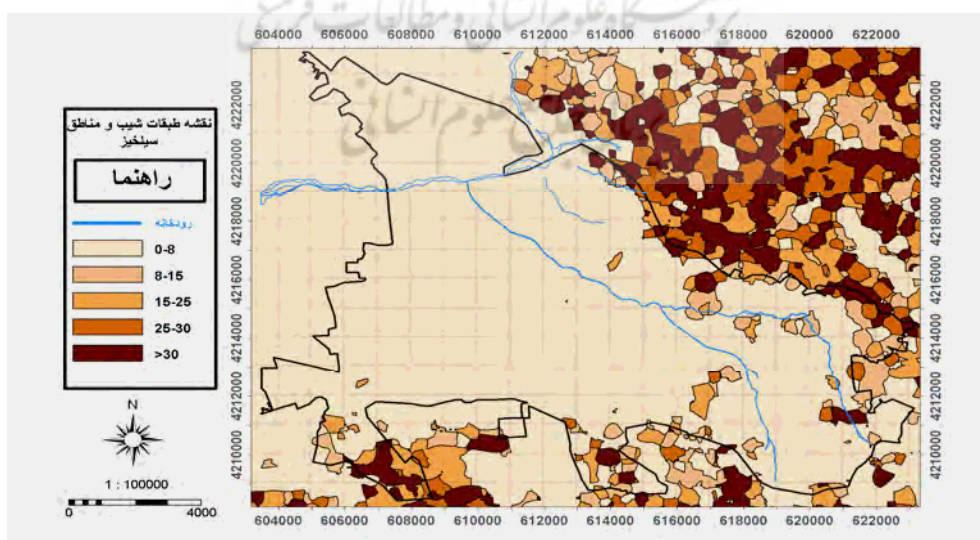
جدول ۱- وضعیت شیب و درصد جمعیت ساکن در هر شیب

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

مأخذ: آنالیز نقشه ۱:۲۵۰۰۰ تبریز (توسط نگارندگان مقاله)



شکل ۱۰ - نمودار درصد طبقات شیب محدوده شهر تبریز



شکل ۱۱ - نقشه طبقات شیب شهر تبریز

## بحث و نتیجه گیری

پهنه‌بندی انجام گرفته برای شهر تبریز در ۶ محدوده می‌باشد و شامل پهنه‌بندی‌های خطر بسیار بالا و بالا و متوسط و نسبتاً پایین و پایین است. با توجه به شکل ۹ مشاهده می‌گردد که اکثر محلات شمال شهر به صورت یک نیم دایره از کانون زلزله شمال تبریز در پهنه خطر بسیار بالا قرار دارند، سایر محلات شهر به ویژه 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 پهنه خطر نسبتاً بالا و ادامه محله تراکتورسازی حتی در منطقه 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 پهنه بسیار خطرناک قرار دارند هم از نظر کانون زلزله در این پهنه می‌باشند و انتظار تخریب گسترده در این محلات مورد نظر است. شهرک باغمیشه، کوی ولیعصر، خیابان عباسی از لحاظ گسل در پهنه بسیار خطرناک می‌باشند با توجه به این که 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 مهندسين عمران و تکتونیک قرار گیرد؛ منطقه‌ای که از لحاظ خطر عوامل خط گسل و کانون زلزله در پهنه بسیار خطرناک قرار دارد باید بر روی سازندهای نسبتاً مقاوم قرار گیرد. چنان که شواهد زلزله‌های تاریخی نیز نشان می‌دهند مقاومت نسبی زمین هیچگاه در مقابل امواج ویرانگر زلزله تحمل مناسبی نشان نداده‌اند.

شاید بتوان گفت که در شهری مثل تهران، گسترش شهر به سمت گسل‌ها قبل از پیشرفت علوم وابسته به زلزله‌شناسی 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 کاملاً خالی از سکنه بوده‌اند و با وجود مشخص بودن محل دقیق گسل و دلایل کافی مبنی بر فعال بودن 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 این که هر کجا می‌خواهیم بسازیم، ولی محکم بسازیم، امری است که به شدت از سوی کارشناسان علم زلزله رد می‌شود. چرا که 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 زلزله بم شاهد بودیم و نیز تاثیر بسیار مخرب زلزله‌های نزدیک بر ساختمان‌های بلند به دلیل ایجاد تغییر مکان بسیار زیاد در این سازه‌ها، بر اساس تحقیقی که در زمینه حریم خطر گسل‌های ایران انجام پذیرفته است، این حریم حداقل ۲ کیلومتر تعیین گردیده است. اما در شهر تبریز با توجه به نوع گسل این حریم ۴ کیلومتر محاسبه شده است (وجودی ۲۰۰۳). گسترش شهرها بر اساس طرح جامع انجام می‌پذیرد. طرح جامع، محدوده‌های شهری را مشخص می‌کند و نیز کاربری اراضی مختلف را تعیین می‌کند. در این رابطه؛ گسترش شهر تبریز بر روی منطقه گسلی شمالی تبریز، گسترش بی‌رویه نیست. چرا که شاهد ساختارمند بودن این مناطق هستیم که مشخص می‌کند براساس 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 دارد. پس فرض



این که این گسترش توسط مردم و بدون در نظر گرفتن قوانین توسعه شهری انجام پذیرفته، کاملاً رد می‌شود. بنابراین مسئول کسی است که اجازه ساخت و ساز در این منطقه را می‌دهد. مدت‌هاست که بحث مدیریت بحران در شرایط بروز حوادث غیر مترقبه از جمله زلزله، تبدیل به بحث روز شده است.

بررسی‌های به عمل آمده نشان داد که شهر تبریز از جانب سه خطر عمده زلزله، زمین لغزش و سیل در معرض خطر است. از میان خطرات مذکور، دامنه خطر ناشی از زلزله بزرگ‌تر و خسارات آن نیز بیشتر خواهد بود و در صورت بروز؛ شعاع عملکرد بزرگ‌تری را در بر می‌گیرد. خطرات رانش زمین و سیل بیشتر منطقه‌ای بوده و فقط مناطق خاصی را تهدید می‌کنند.

خسارت‌هایی که در اثر زمین لرزه‌ها ایجاد شوند، مشخص و تجربه شده هستند و متأسفانه در ایران و اقصی نقاط جهان شاهد تکرار این خسارت‌ها هستیم. اما در تبریز علاوه بر خرابی معمول سازه‌ها، خسارت‌هایی چون زمین لغزش که در منطقه ولیعصر شاهد آن بوده‌ایم، وجود دارد. خطرات ثانویه دیگری که در شهر تبریز انتظار می‌رود، خطر آتش سوزی بر اثر لوله‌کشی گاز و نیز پالایشگاه و پتروشیمی در مجاورت شهر تبریز است.

### منابع و ماخذ :

- ۱- باباخانی و همکاران، ۱۳۶۹، شرح نقشه زمین شناسی چهارگوش اهر-سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۰ صفحه.
- ۲- بربریان، مانوئل، ۱۹۷۶، دگر ریختی قاره‌ای در فلات ایران زمین، تهران: سازمان زمین شناسی کشور گزارش شماره ۵۲.
- ۳- جلالی، ارواح، ۱۳۷۸، هیدرولوژی شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی دانشگاه تبریز.
- ۴- خیام، مقصود، ۱۳۶۵، نگرشی به تنگناهای ژئومورفولوژیکی توسعه شهر تبریز، نشریه دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، شماره ۲۴، سال بیستم.
- ۵- خیام، مقصود، ۱۳۶۷، تشکیلات کواترنر جایگاه سفره‌های آبدار، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۲۴، انتشارات موسسه جغرافیایی دانشگاه تهران.
- ۶- درویش زاده، علی، ۱۳۷۰، زمین شناسی ایران. نشر دانش امروز. تهران
- ۷- دوپون، آندره، ۱۳۷۰، هیدرولیک شهری، ترجمه محمد مهدی فتیده، جلد اول، تهران: مرکز نشر دانشگاهی.
- ۸- ذکاء، یحیی، ۱۳۶۸، زمین لرزه‌های تبریزی، تهران: انتشارات کتابسرا.
- ۹- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ شیت تبریز.
- ۱۰- روستایی، شهرام، ۱۳۸۲، ژئومورفولوژی مناطق شهری، جزوه درسی کارشناسی، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
- ۱۱- ربین، هانری، ۱۹۶۵، بررسی کوتاهی از زمین شناسی جلگه تبریز، ترجمه خیام، نشریه دانشکده ادبیات و علوم انسانی.
- ۱۲- زارع، مهدی و شاه پسندزاده، ۱۳۷۴، بررسی مقدماتی لرزه خیزی، زمین ساخت و خطر زمین لرزه- گسلش در پهنه آذربایجان شرقی، موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران.
- ۱۳- کمک‌پناه و نیرومند، ۱۳۷۶، تحلیل برگشتی و ارائه روش پایدارسازی شیب‌های طبیعی منطقه کوی افسران تبریز، مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارت‌های آن.
- ۱۴- کمک پناه و همکاران، ۱۳۷۶، مطالعات زمین شناسی مهندسی لغزش کوی ولیعصر، مجموعه مقالات دومین سمینار زمین لغزه و کاهش خسارت‌های آن.
- ۱۵- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵، دیباچه‌ای بر زمین شناسی ایران، تهران: انتشارات سازمان زمین شناسی کشور.
- ۱۶- نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ شیت‌های NJ 38-11, NJ 38-7, تبریز.
- ۱۷- وقار موسوی، علی، ۱۳۶۹؛ تحول ژئومورفولوژی جلگه تبریز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- ۱۸- ولی زاده کامران، خلیل، ۱۳۸۰؛ پهنه بندی خطر زلزله با استفاده از سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی در شهرستان تبریز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

19- Chengtai, D., 1999, urban geomorphology in Chinese. P. 391.

20- Vojoudi, M., 2003, Hzard risk analysis project (Tabriz city). Intrnational institute of earth-quake engineering and seismology. Tehran.