

خلیل ولیزاده کامران^(۱)

پهنه بندی خطر زلزله در شهرستان تبریز با استفاده از

سنجش از دور و GIS

**The zonation of earthquake risks in Tabriz using
remote sensing and GIS techniques**

Khalil Valizadeh Kamran^(۲)

Abstract:

Iran is one of the earthquake-prone countries of the world. In relative zonation of earthquakes in Iran, Tabriz is one of the cities confronting a high earthquake risk. The northern Tabriz Fault is located nearby the city and in some parts of the city; buildings have been constructed alongside the fault line. Tabriz Fault has caused some

۱- کارشناس ارشد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور

destructive earthquakes throughout history and if it reactivates itself then it can destroy the whole city once again. By recognizing the risky and hazardous zones in the city, policy makers can decide about replacing the people in less risky, areas, and meanwhile, GIS and remote sensing techniques can be very useful for such purposes. We have studied the risky zones through the fault line and earthquake epicenters. Accordingly, three territories of 500, 1000, and 1500 m intervals have been distinguished. With regard to distance from the epicenter, three territories of 1000, 2000, and 3000 m have been recognized. For carrying out the study, tectonic activities, gradient, topography, population density, and residential, commercial, and industrial zones have been examined. The results showed that firstly residential, and then commercial areas confront more risk.

Keywords: *Zonation, geographic information systems, remote sensing, earthquake, Tabriz.*

چکیده

کشور ایران از کشورهای زلزله خیز جهان است. در پهنه بندی نسبی خطر زمین لرزه در ایران، شهر تبریز تنها شهر مهم ایران است که در جایگاه پهنه بندی با خطر نسبی بسیار بالا قرار دارد. گسل شمال تبریز در مجاورت بلافاصل شهر قرار گرفته و در مناطقی نیز شهر در امتداد این گسل بنا شده است. گسل تبریز منشأ زلزله‌های ویرانگر در طول تاریخ بوده و می‌تواند بار دیگر با فعالیت مجدد خود شهر را به ویرانه‌ای تبدیل نماید. با مشخص کردن پهنه‌های خطر در شهر می‌توان در مورد استقرار شریان‌های حیاتی در

مناطق کم خطر تصمیم‌گیری نمود. با استفاده از تکنیک‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور می‌توان این پهنه‌ها را مشخص کرد. پهنه‌های خطر بر اساس دو عامل خط گسل و کانون زلزله سنجیده می‌شوند. در پهنه بندی بر اساس دوری از خط گسل سه حریم ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ متری و در پهنه بندی بر اساس دوری از کانون زلزله سه حریم ۱۰۰۰، ۲۰۰۰، ۳۰۰۰ متری لحاظ شده‌اند. در این پهنه بندی نقش عوامل زمین ساخت، شیب، توپوگرافی، تراکم جمعیت، مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی در ارتباط با پهنه‌های خطر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

در نتیجه مشخص شده که خطر بیشتر متوجه مناطق مسکونی در شهر است و در رده بعدی به مناطق تجاری آسیب خواهد رسید و در نهایت مناطق صنعتی امن‌ترین مناطق را به خود اختصاص داده‌اند و به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که در صورت بروز زلزله آتی خسارت بیشتر جانی خواهد بود تا مالی.

کلمات کلیدی: ۱- پهنه بندی ۲- سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی ۳- سنجش از دور

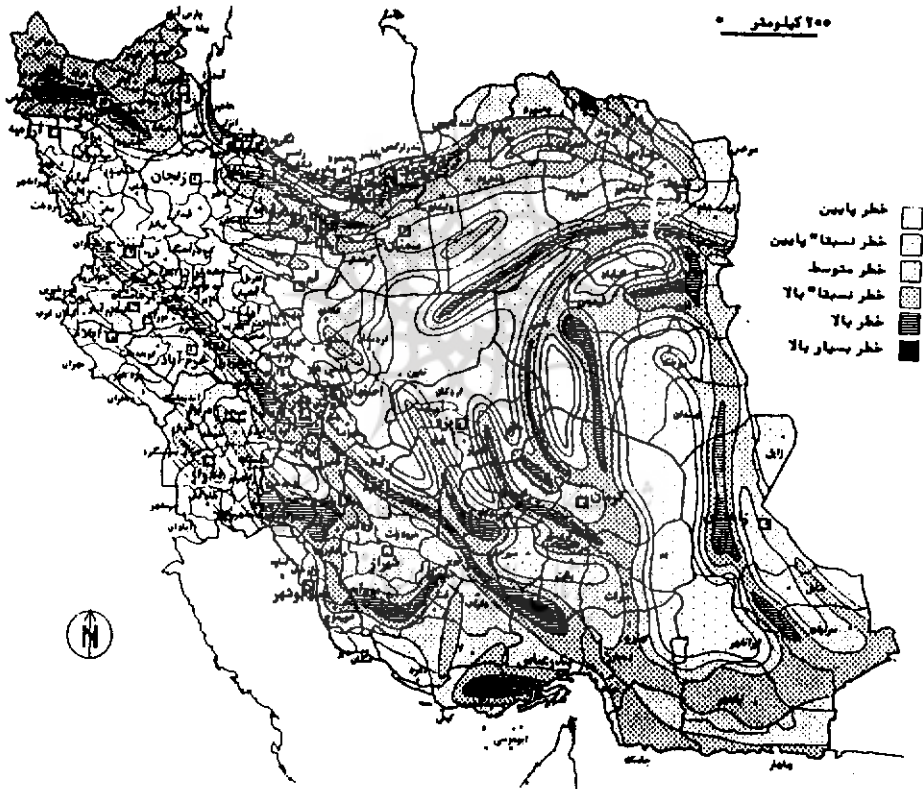
۴- زلزله ۵- تبریز

مقدمه

دستیابی سریع به اطلاعات جغرافیایی (شناخت چهره‌ی زمین، شرایط جغرافیایی، پدیده‌های جوی، اجتماعات بشری و امثال آن) تلاشی است که امروز مراکز علمی و فنی جهان در پی آن هستند. سنجش از دور نیز از علوم نسبتاً جدیدی است که در سال‌های اخیر به سبب پیش رفت کامپیوتر، تکنولوژی ماهواره‌ای و انواع سنجنده‌ها به سرعت رشد کرده و توسعه یافته است. کاربرد این دانش در علوم جغرافیایی، زمین‌شناسی، توپوگرافی و سایر علوم بر کسی پوشیده نیست. توابع تحلیلی GIS دارای توان بالایی در پهنه بندی خطر زلزله می‌باشد که شناخت پهنه‌های خطر سبب حفظ سرمایه‌های انسانی و در درجه دوم منابع مالی می‌شود.

در این مقال سعی شده است با شناخت کامل منطقه از نظر زمین‌شناسی، توپوگرافی، جمعیت، آب و هوا، گسل‌های فعال، کانون‌های زلزله، شیب و هیدروگرافی، پهنه‌های خطر زمین لرزه مشخص گردد.

چنانکه در نقشه یک مشاهده می‌گردد شهر تبریز تنها شهر مهم ایران است که در منطقه‌ی خطر بسیار بالا قرار دارد و از این رو مطالعه و پهنه بندی آن از اولویت برخوردار است.



شکل ۱ - پهنه بندی خطر نسبی زمین لرزه و تقسیمات کشوری و شهرها از منبع شماره ۳

روشن‌ها و ابزار گردآوری داده‌ها

الف) اطلاعات مکانی

- ۱- نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی تبریز
- ۲- نقشه ۱:۱۵۰۰۰۰ توپوگرافی سردرود و تبریز
- ۳- نقشه طرح جامع تبریز
- ۴- نقشه حوزه‌های اجتماعی و جداول مربوط
- ۵- تصاویر ماهواره لندست با سنجنده TM در ۷ باند
- ۶- مشاهدات میدانی

ب) اطلاعات توصیفی

- ۱- مطالعات کتاب‌خانه‌ای
- ۲- مشاهدات میدانی

ورود داده‌ها

جهت وارد کردن داده‌ها از دو روش استفاده شده است:

- ۱- میزرقومی‌کننده (Digitizer) که نقشه مورد نظر بر روی صفحه دیجیتایزر چسبانده شده و در محیط ARC/info و با دستور ADS شروع به رقومی کردن نقشه‌ها می‌نمایم.
 - ۲- استفاده از نرم‌افزار R₂V: در این حالت نقشه مورد نظر به صورت رنگی و با فرمت TIF و با dqj مناسب اسکن می‌شود سپس وارد نرم‌افزار (R₂V) می‌شود و رقومی می‌گردد.
- اطلاعات توصیفی مربوط به نقشه‌ها نیز در قسمت Tables آن وارد می‌شود و به این ترتیب database مورد نظر تشکیل می‌یابد.

انتخاب روشن تحلیل داده‌ها

جهت تحلیل داده‌ها از روشن‌های زیر سود برده شده است:

۱- روی هم قرار دادن لایه‌های اطلاعاتی و مدل سازی

در این روش با ترکیب و روی هم قرار دادن لایه‌های اطلاعاتی که در بانک اطلاعاتی موجود می‌باشد، تحلیل‌های مورد نظر انجام می‌پذیرد. در واقع سیستم‌های GIS امکانی را فراهم می‌کنند تا از طریق مدل سازی، سناریوهای مختلفی که برای همانند سازی موضوعات تحت مطالعه وجود دارد، مورد آزمون قرار گیرد. برای مثال در مطالعه‌ی خطر زمین لرزه، باید رابطه‌ی بین گسل و واحدهای زمین‌شناسی بررسی شود، با توجه به امکانات GIS این مهم به راحتی می‌تواند صورت گیرد. نظر به گستردگی اطلاعات و تنوع آن‌ها ترکیب و مقایسه این اطلاعات به کمک سیستم GIS، نقش کارآمدی در این تحلیل دارد. جهت انجام پهنه بندی در این تحقیق، میزان فاصله از گسل شمال تبریز و کانون‌های زلزله سنجیده شده است که یکی از معتبرترین روش‌های بین‌المللی در این زمینه است.

۲- ساخت مدل رقومی زمین

مدل‌های رقومی زمین به عنوان نمایش رقومی بخشی از سطح زمین تلقی می‌شوند. برخی از محققان برای این منظور از واژه‌ی مدل ارتفاع رقومی استفاده می‌کنند. از جمله‌ی این گونه مدل‌ها، می‌توان به مدل رقومی توپوگرافی که بر اساس خطوط منحنی میزان به وجود می‌آید، اشاره نمود. سیستم‌های GIS قابلیت نمایش یک یا ترکیبی از مدل‌های رقومی را به صورت سه بعدی دارا هستند که مدل‌های سه بعدی مذکور می‌توانند کمک شایان توجهی در بررسی ارتباط پدیده‌های مختلف داشته باشند. در تحقیق حاضر مدل رقومی زمین تهیه گردید که نشان دهنده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه به صورت سه بعدی است. این مدل هم نشان دهنده‌ی این واقعیت است که منطقه مورد مطالعه از نظر توپوگرافی به صورت چاله‌ای است که از طرف شمال ارتفاعات عون بن علی از طرف شرق ارتفاعات منتهی به گردنه‌ی شبلی و از طرف جنوب کوه پایه‌های سهند آن را احاطه کرده اند و هم، محل عبور گسل شمال تبریز را به وضوح نمایش می‌دهد.

۳- استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

با توجه به گسترش تکنولوژی، امروزه به کارگیری تصاویر ماهواره‌ای به عنوان یک ابزار کارآمد در کلیه تحلیل‌های مربوط به علوم زمین مد نظر است. از این رو برخی از سیستم‌های GIS قابلیت تجزیه و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای از طریق روش‌های خاص سنجش از دور را دارا می‌باشند. عملیاتی که به طور کلی در محیط‌های GIS صورت می‌گیرند، عبارتند از: تصحیحات هندسی، اعمال فیلترهای مختلف، ترکیب باندهای مختلف، آشکار سازی و طبقه بندی. نتایج حاصل از این گونه تحلیل‌ها غالباً به صورت لایه‌های اطلاعاتی خاص در ترکیب با سایر سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی به کار گرفته می‌شوند.

در منطقه‌ی مورد مطالعه تصویر ماهواره‌ای لندست با سنجنده TM در ۷ باند تهیه گردید و سپس تصحیحات هندسی بر روی آن انجام گرفت. لازم به ذکر است که در این مرحله با استفاده از نرم‌افزار Idrisi که نرم‌افزار مختص سنجش از دور می‌باشد، عملیات مذکور صورت پذیرفت. در گام بعدی باندهای مختلف ترکیب شد تا بهترین حالت نمایش برای هدف مورد نظر (تشخیص سازنده‌های زمین‌شناسی و خط‌گسل) به وجود آید با تجربه به دست آمده ترکیب باندهای ۲، ۴ و ۷ بهترین وضوح را برای عمل مذکور داراست: $(R=7, G=4, B=2)$

مدیریت داده‌ها

به طور کلی داده‌های جغرافیایی در مقیاس عمومی، مجموعه‌ی کاملی از نقشه‌های پایه، بانک‌های اطلاعاتی همراه آن‌ها مانند نقشه‌های کاربری اراضی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی و غیره را شامل می‌شوند و بانک‌های اطلاعاتی همچون داده‌های جمعیت، تراکم و... را در بر می‌گیرند. این گونه نقشه‌ها و داده‌ها توسط ابزارهای مختلفی مانند رقوم گذار، اسکنر، صفحه کلید و... با رمزهای خاص وارد کامپیوتر شد، به صورت لایه‌های اطلاعاتی مختلف در GIS ذخیره می‌شوند. مدیریت این حجم انبوه اطلاعات رقومی عملیات مدیریتی را در خصوص نحوه‌ی ذخیره، بازیابی و به هنگام سازی آن‌ها می‌طلبد که یکی کارکردهای اصلی GIS می‌باشد. ساختار پایگاه اطلاعات می‌تواند شکل‌های متفاوتی را دارا باشد. سیستم‌های فهرست معکوس، سیستم‌های سلسله مراتبی، سیستم‌های شبکه و سیستم‌های رابطه‌ای از

جمله آنها محسوب می‌شوند که استفاده از سیستم‌های رابطه‌ای در GIS متداولتر است. بر اساس اهداف و ضرورت‌ها با ترکیب و مقایسه‌ی این اطلاعات در قالب لایه‌های اطلاعاتی، در برخی موارد تغییر سازمان‌دهی فضایی یک یا چند لایه اطلاعاتی ضرورت می‌یابد. اطلاعات مذکور از نظر ساختار فضایی دارای انواع نقطه‌ای (مانند کانون‌های زلزله)، خطی (مانند خطوط گسل) و سطحی (مانند واحدهای زمین‌شناسی) می‌باشد که در سیستم‌های GIS محدودیتی برای ترکیب آنها وجود ندارد و تحلیل می‌تواند بدون توجه به نوع اطلاعات به شکل یکپارچه صورت پذیرد.

جهت ایجاد Data base لایه‌های زیر به وجود آمد:

- ۱- لایه‌ی هیدرولوژی: استخراج شده از نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی منطقه؛
- ۲- لایه‌ی منحنی میزان: استخراج شده از نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ توپوگرافی منطقه؛
- ۳- لایه‌ی واحدهای زمین‌شناسی: استخراج شده از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی

منطقه؛

- ۴- لایه‌ی کانون‌های زلزله تاریخی: استخراج شده از منبع شماره‌ی یک؛
- ۵- لایه‌ی کانون‌های زلزله قرن بیستم: استخراج شده از منبع شماره‌ی یازده؛
- ۶- لایه‌ی خطوط گسل: استخراج شده از نقشه زمین‌شناسی؛
- ۷- لایه‌ی تراکم جمعیت: استخراج شده از منبع شماره یک؛
- ۸- لایه‌ی پراکندگی مناطق تجاری: استخراج شده از منبع شماره یک؛
- ۹- لایه‌ی پراکندگی مناطق صنعتی: استخراج شده از منبع شماره یک؛
- ۱۰- لایه‌ی پراکندگی مناطق مسکونی: استخراج شده از منبع شماره یک؛
- ۱۱- لایه‌ی شیب: استخراج شده از منحنی میزان‌ها توسط نرم‌افزار Arc/View.

بحث

جهت نیل به مقصود باید هر یک از لایه‌های ایجاد شده، تحلیل شوند. این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که هر یک از لایه‌ها به تنهایی مطالب بسیاری جهت بررسی و دقت نظر دارد و نهایتاً با ترکیب ویژه‌ی همه‌ی لایه‌ها می‌توان به هدف دلخواه رسید.

لایه‌ی هیدرولوژی منطقه نشانگر این موضوع است که شبکه‌ی آبراه‌ها در همه‌ی جهات متأثر از جنس خاک و شیب بوده‌اند و اطلاقاً از شبکه خطوط گسل پیروی نکرده‌اند. این مطلب موید این نکته است که گسل تبریز گسلی پنهان است. لایه‌ی منحنی‌های میزان ضمن این که یک دید توپوگرافیکی از محل به ما می‌دهد، محل عبور خط گسل را با فشرده شدن خطوط منحنی میزان، نشان می‌دهد. همچنین در دره‌ی تلخه رود (آجی چای) همین فشردگی به چشم می‌خورد که وضعیت توپوگرافی محل را نشان می‌دهد.

لایه‌ی واحدهای زمین‌شناسی، جنس زمین منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. اهمیت این لایه در تحلیل‌های خطر زلزله بسیار حایز اهمیت است. زیرا جنس زمین در تأثیر بر شدت امواج مخرب زلزله دخالت دارد و می‌تواند آن را افزایش و یا کاهش دهد. منطقه‌ی مورد مطالعه دارای سازندهای مختلف از دوران‌های متفاوت زمین‌شناسی است اما بیشتر گسترش شهر بر روی رسوبات کواترنر است که رسوباتی سست بوده، مقاومت چندانی در برابر زلزله از خود نشان نمی‌دهند.

لایه‌ی زلزله‌های تاریخی نیز از اهمیت خاصی برخوردار است. طبق تحقیقات به عمل آمده از سال ۸۵۸ میلادی تا سال ۱۹۳۰ میلادی بیش از ۲۳ مرتبه زلزله‌های مخرب تبریز را تکان داده است و چندین مرتبه‌ی آن‌ها بسیار قوی بوده و سبب شده است تا کلیه آثار باستانی موجود در این شهر تاریخی از بین برود. یکی از این کانون‌ها که در شمال شهر تبریز و در محله قربانی واقع شده از کانون‌های شناخته شده و مخرب (مه لرزه‌ای) ایران به شمار می‌رود که دست کم ۹ مرتبه کانون زلزله‌های بسیار مخرب بوده است.

لایه‌ی زلزله‌های قرن بیستم نشانگر این موضوع است که در این قرن زلزله مخربی در محدوده مورد نظر رخ نداده است. به طور کلی بیش از ۱۸۰ سال است که زلزله شدیدی در تبریز احساس نشده است و تلفات جانی و مالی در بر نداشته است. با توجه به این که دوران زلزله‌های مخرب تبریز ۱۹۰، ۲۵۰ و حتی ۳۷۵ سال بوده است این آرامش مسأله را پیچیده کرده و بایستی انتظار زلزله‌ی مهیبی را در سال‌های آتی داشته باشیم.

لایه‌ی خطوط گسل نشانگر گسل شمال تبریز در مجاورت بلافاصل می‌باشد. همچنین وجود گسل در مناطق شرقی و جنوبی شهر نیز موید این امر است که شهر بر روی یک

منظومه‌ی گسلی بنا شده است. گسل شمال تبریز بنیادی‌ترین ساخت موجود در گستره‌ی دشت تبریز است که به لحاظ فرونشست فشاری آن دشت تبریز ایجاد گردیده است و به لحاظ این که اکثر رسوبات کواترنر را قطع می‌نماید، دارای قدرت لرزه‌ای بالایی است.

لایه‌ی شیب منطقه اطلاعات فراوانی از وضعیت توپوگرافیکی شهر در اختیار ما قرار می‌دهد. این لایه که در محیط ARC/view و با استفاده از اطلاعات منحنی‌های میزان ایجاد شده است، نشان دهنده‌ی این موضوع است که در مناطق شمالی شیب‌های تند وجود دارد و این موضوع در جنوب شهر نیز به چشم می‌خورد. قسمت مرکزی و غربی منطقه مورد مطالعه از شیب چندانی برخوردار نبوده، و هموار است.

لایه‌ی جمعیت شهر که از جداول مربوط به حوزه‌های اجتماعی و یا محلات شهر محاسبه شده است، نشان دهنده‌ی تراکم جمعیت در مناطق شمالی شهر می‌باشد. این مناطق عمدتاً شهرک‌ها و محلات ارم، باغمیشه، یوسف آباد، قربانی و ایده لورا در بر می‌گیرند. لایه‌ی تراکم مناطق سکونی از لایه‌ی تراکم جمعیت تبعیت می‌نماید و در همان مناطق تراکم ساختمان‌ها بیشتر به چشم می‌خورد. البته تراکم ساختمان‌های ضعیف و بدون رعایت اصول مهندسی و کمی سطح معابر از معضات عمده‌ای است که در هنگام بروز سانحه، فاجعه‌ای به همراه خواهد آورد.

در لایه‌ی تراکم مناطق تجاری عمدتاً دو ناحیه حایز اهمیت است: بازار تبریز و میدان تره بار تبریز، بازار تبریز به لحاظ نزدیکی به گسل و کانون زلزله و قدیمی بودن ساختمان‌ها و بناها در معرض خطر جدی است. اما میدان تره بار در فاصله دوری نسبت به گسل و کانون واقع گردیده است مضافاً این بناها نوساز بوده و در آنها ضوابط ضد زلزله بودن رعایت شده است.

در لایه تراکم مناطق صنعتی، ناحیه‌ی حایز اهمیت منطقه‌ی قراملک و تراکتورسازی است. در این نواحی کارخانه‌های عمده شهر بنا شده‌اند. همچنین پتروشیمی، پالایشگاه، نیروگاه حرارتی و ایستگاه‌راه آهن شهر در این منطقه است که به لحاظ دوری از خطر زلزله بهترین مکان یابی را دارند و هیچ‌گونه خطری این نواحی را تهدید نمی‌کند. منطقه‌ی دیگر صنعتی تبریز که در مقایسه با منطقه‌های پیش گفته از اهمیت کمتری برخوردار است، منطقه‌ی

دروازه تهران است. در این منطقه کارخانجات مواد غذایی و نوشابه سازی قرار دارد که به لحاظ خطر زلزله حالت متوسطی دارد اما جنس رسوبات این منطقه بسیار قوی است و امتیازی برای این قسمت به شمار می‌رود. با شناختی اجمالی نسبت به لایه‌های ایجاد شده مهمترین مورد باقیمانده سیستم ایده آل برای پهنه بندی بر اساس این داده هاست. به طور خلاصه یک GIS ایده آل برای پهنه بندی خطر زلزله باید خصوصیات زیر را داشته باشد:

- ۱- GIS زمین لرزه باید با GIS موجود سازگار باشد؛
- ۲- قادر به کنترل و تفسیر داده‌ها توسط کاربر باشد؛
- ۳- نرم‌افزارهای مورد استفاده ساده و قابل درک باشند؛
- ۴- دسترسی به اطلاعات توسط کاربران به صورت کنترل شده باشند؛
- ۵- قابلیت ممزوج کردن داده‌ها رستری - وکتوری را داشته باشند؛
- ۶- دارای کاربران متخصص و با تجربه باشند؛
- ۷- همچنین جهت انطباق کارهای صورت گرفته از نقشه با تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از آن در موضوع مورد بحث و تشخیص خطوط گسل، پس از انجام مراحل تصحیح هندسی از فیلتر Sobel برای آشکار سازی خطوطها استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که خط واره‌ها شامل همه‌ی طرح‌های خطی مربوط به عوارض زمینی موجود در طبیعت و همچنین ساختارهای مصنوعی هستند که باید توسط مفسر متمایز گردند. تعبیر و تفسیر و شناخت خط واره‌ها می‌تواند به خوبی بر روی تصاویر ماهواره‌ای انجام می‌گیرد. با اعمال فیلتر Sobel خط واره‌ها آشکار می‌شوند. هدف از این کار نشان دادن گسل‌های موجود می‌باشد ولی با توجه به آن که گسل تبریز گسلی پنهان است، گسل با این روش مشخص نمی‌شود. اما بر روی تصاویر ماهواره‌ای، در صورتی که گسل پنهان باشد، دو موضوع به تشخیص خط گسل کمک بسیاری می‌نماید: ۱- تغییر تن و رنگ واحدهای زمین‌شناسی؛ ۲- تغییر ناگهانی در شیب. در تصاویر موجود هر دوی این عوامل به آشکار شدن خط گسل کمک می‌نمایند. چنان که در تصویر مورد نظر ملاحظه می‌شود در قسمت جنوب شرق این تصویر، به وضوح از محل گذر گسل، تن و رنگ واحدهای زمین‌شناسی تغییر می‌یابد و در قسمت مرکزی تغییر ناگهانی در شیب مؤید عبور گسل تبریز است.

نتایج

مطالعات زمین‌شناسی نشان می‌دهند که توسعه‌ی فیزیکی تبریز به مقیاس گسترده بر روی آبرفت‌های جوان صورت گرفته است. علاوه بر این در شمال و به ویژه شمال شرق بر روی ماسه سنگ و مارن میوسن و در جنوب شرق و جنوب و بخشی از جنوب غرب در مقاطع مختلف بر روی کنگلومرای نیمه سخت به همراه ماسه سنگ و سنگ‌های آذر آواری پلیو - پله استوسن و نهشته‌های آواری و توف پلیوسن و در جنوب غرب بر روی آبرفت‌های جوان گسترده شده است. با بافر (حریم) ایجاد شده در اطراف گسل و کانون زلزله پهنه‌های خطر نسبی مشخص گردیدند.

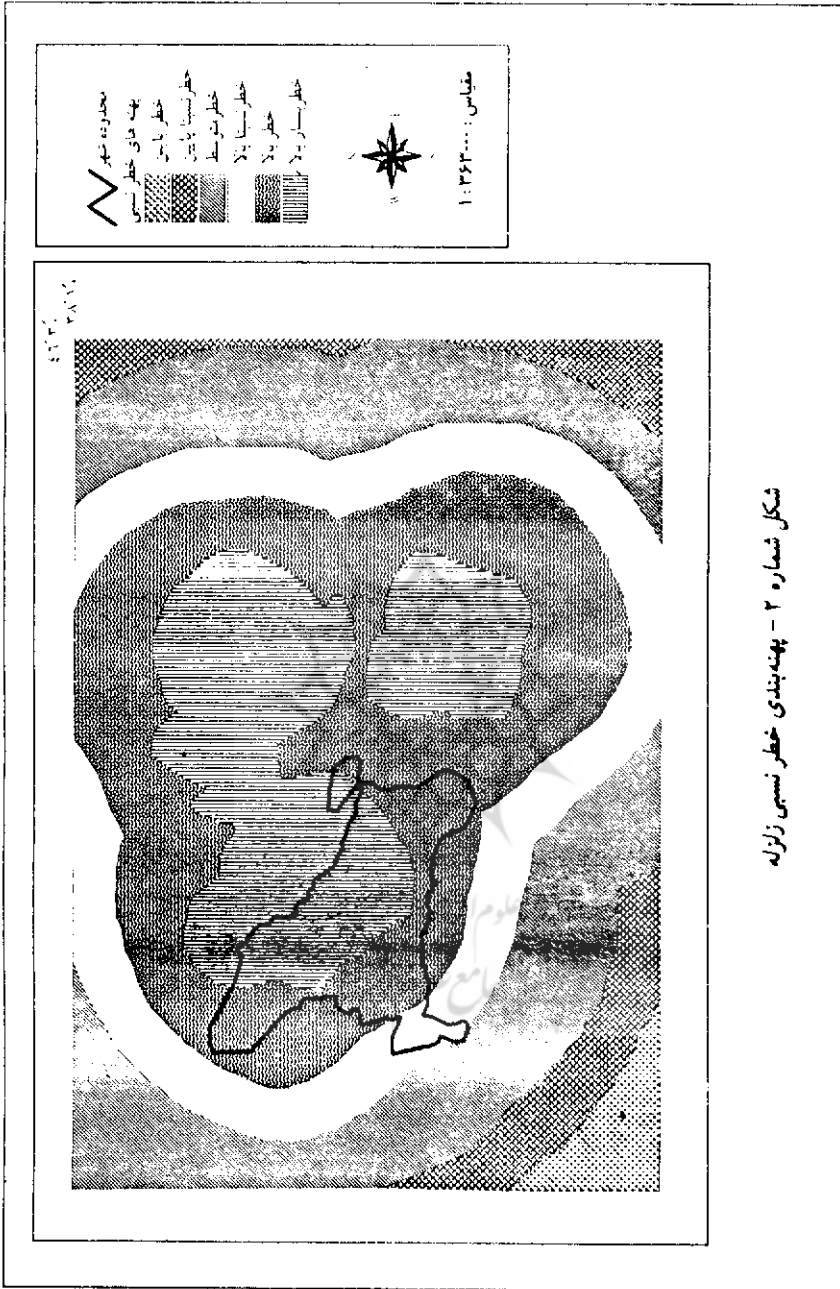
با دخالت دادن کلیه عوامل مؤثر در پهنه بندی، نقشه نهایی پهنه بندی خطر نسبی زلزله تهیه گردید (نقشه شمار دو) این پهنه بندی در شش طبقه می‌باشد و از خطر نسبی بسیار بالا تا پایین را در بر می‌گیرد. این پهنه بندی در کل منطقه‌ی مورد مطالعه انجام پذیرفته است ولی جالب این است که خود شهر بین خطرهای بسیار بالا، بالا و نسبتاً بالا قرار می‌گیرد. در منطقه خطر بسیار بالا اکثر محلات شمالی شهر که عمدتاً مسکونی هستند مانند شهرک ارم، شهرک باغمیشه، خلیل آباد، یوسف آباد، بارنج، عباسی، ایده لو و قربانی قرار گرفته‌اند. در همین منطقه بازار تبریز نیز قرار دارد که نشانگر خطر بسیار بالا برای منطقه تجاری - تاریخی شهر است. در منطقه‌ی با خطر بالا، محلات جنوب شرقی و غربی و در منطقه‌ی با خطر نسبتاً بالا، محلات جنوب غربی و عمدتاً تراکتورسازی و قراملک قرار گرفته‌اند قسمتی از این منطقه حتی در منطقه‌ی باخطر متوسط قرار گرفته است.

در مجموع با نگاهی به نتایج به دست آمده می‌توان چنین جمع بندی نمود که خطر زلزله عمدتاً محلات شمالی شهر را که مناطق مسکونی، پرجمعیت و با ساختمان‌های ضعیف هستند، تهدید می‌کند و کمترین خطر احتمالی متوجه مناطق صنعتی است. مضافاً این که این مناطق با توجه به کاربری خود را استحکامات قوی ساختمانی برخوردار هستند. بهترین مناطق دوری نسبی از خطر زلزله، شیب مناسب و جنس خاک مناسب نیز از عوامل تشویق کننده به شمار می‌روند. در جهت مخالف آن در مناطق شمالی شهر به ویژه محلات یاد شده و علی‌الخصوص در محلات چسبیده به ارتفاعات عون بن علی باید از ساخت و سازه‌های بی

رویه و بدون رعایت اصول مهندسی زلزله جلوگیری به عمل آورد. شیب زیاد در این محلات نیز از دیگر عوامل بازدارنده می باشد زیرا این عامل به خودی خود نیز سبب زمین لغزه شده و می تواند در صورت بروز زلزله های ناچیز نیز باعث خسارات فراوان گردد. همچنان که در نقشه ی شماره سه نیز مشاهده می شود تصویر ماهواره ای محل به وضوح محل عبور گسل ۱ نشان می دهد و با خط گسل منطبق شده بر آن کاملاً هم خوانی دارد که صحت نقشه های زمین شناسی را به اثبات می رساند.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل شماره ۲ - پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله



شکل شماره ۲ - تصویر ماهواره‌ای و خطوط گسل مشخص شده

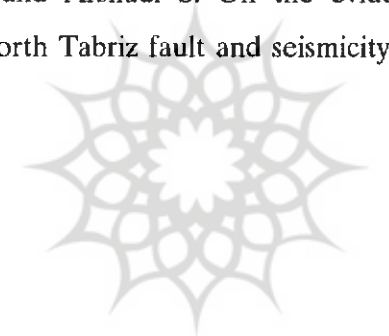
موسسه علوم انسانی و مطالعات
فصلنامه علمی پژوهشی

فهرست منابع فارسی

- ۱- پرهیزکار، ا. (۱۳۷۶)، "ارائه‌ی الگوی مناسب مکان‌گزینی مراکز خدمات شهری با تحقیق در مدلها و GIS شهری"، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- پورشریفی، ج. (۱۳۷۶)، "ریز پهنه بندی لرزه‌ای شهر قزوین با استفاده از روش انتشار موج"، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۳- پورکرمانی، م و مهرآرین. (۱۳۷۷)، "لرزه خیزی ایران"، انتشارات دانشگاه شهیدبهشتی.
- ۴- پورکرمانی، م و مهرآرین. (۱۳۷۶)، "سایز موتکتونیک"، شرکت مهندسی مشاور دزآب.
- ۵- پیمان، م و مقدسی موسوی، "فیزیک زمین و فضا"، جلد ۱۶ شماره ۲-۱، سال ۱۳۶۶.
- ۶- حافظ نیا، م. (۱۳۷۷)، "مقدمه‌ای بر روش تحقیق در علوم انسانی"، انتشارات سمت.
- ۷- عزیز پور، م. (۱۳۷۵)، "توان سنجی محیط طبیعی و توسعه فیزیکی شهر تبریز"، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۸- عزیززاده ربیعی، ح. (۱۳۷۲)، "سنجش از دور"، انتشارات سمت، تهران.
- ۹- فرج زاده اصل، م. (۱۳۷۴)، "سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی و کاربرد آن در مسائل زلزله"، پژوهشنامه موسسه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، سال چهارم، شماره ششم.
- ۱۰- کمک پناه، ع. (۱۳۷۷)، "پهنه‌بندی خطر لغزش در مناطق زلزله خیز، سازمان مسکن و شهرسازی".
- ۱۱- نوری، ز. (۱۳۷۶)، "بررسی خواص دینامیکی زلزله‌های ایران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن".
- ۱۲- معین فرد، ع. (۱۳۶۹)، "پهنه‌بندی مقدماتی خطر نسبی زلزله در ایران، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن"، تهران.
- ۱۳- وامقی، ا. (۱۳۷۱)، "کاربرد عکسهای هوایی در زمین‌شناسی و تهیه نقشه"، انتشارات دانشگاه تهران.

فهرست منابع انگلیسی

- 1- Frost, D.m, Chameau, J. L., and lean A.chameau,(1993) Geographic information systems and their application in earthquake engineering American Society of Civil Engineers, New York.
- 2- Ambraseys N. N. and Melville, C. P. (1981), A history of Persian earthquakes, Cambridge.
- 3- Berberian, M., and Arshadi S. On the evidence of the youngest activity of the north Tabriz fault and seismicity of Tabriz city.



شرویشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شروہ شگاہ علوم انسانی و مطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی