کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور در برنامه ریزی

دوره دوّم، شماره دوّم، تابستان ۱۳۹۰

صص ۱۰۰-۸۹

پهنه‌بندی آسیب پذیری منطقه ۸ شهر تبریز ناشی از زلزله با استفاده از روش تحلیل شبکه (ANP) و GIS

نجمه نیسانی سامانی[۱]، نورالدین میثاق[۲]، عارف قادری[۳]، عادل مردانه[۴]
nmisagh@ut.ac.ir

چکیده

زلزله در جهان به عنوان یکی از مخرب‌ترین و تهدیدآمیزترین عامل انهدام حیات انسانی- محیطی مطرح می‌باشد. امروزه با استفاده از تحلیل خطر زلزله در GIS، می توان در مورد صدمات مالی و جانی ناشی از زمین لرزه ها و آسیب پذیری سازه ها، تاسیسات، برآوردهای احتمالاتی انجام داد و در نتیجه قبل از ساخت سازه ها محل مناسب را انتخاب نمود و یا طراحی سازه از لحاظ مقاومت را متناسب با محل انجام داد. هدف این پژوهش ارزیابی و پهنه بندی لرزه ای شهر تبریز با توجه به معیارهای کیفی و ارائه مدل و الگوی مناسب برای ساخت وساز در شهر تبریز می باشد، برای این منظور، از ۷ معیار تراکم جمعیتی، کاربری زمین، ریزدانگی، ویژگی سازه(مقاومت مصالح)، کیفیت ابنیه، دسترسی به معابر، مراکز خطرزا استفاده شده است. وزن دهی به لایه ها و تحلیل نهایی با استفاده از یکی روش های تصمیم گیری چندمعیاره، تحیل شبکه (ANP)، در محیط GIS صورت گرفته است. نتایج نشان داد که حدود ۴۲/۷۴ درصد از مساحت منطقه ۸ تبریز در پهنه های آسیب پذیری خیلی زیاد و زیاد قرار دارد.

کلمات کلیدی: پهنه‌بندی، زلزله، تحلیل شبکه، تبریز، GIS

---

[۱] استادیار سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

۱: مقدمه

اثرات زیان بار ناشی از تمرکز بیش از اندازه جمعیت در محدوده های خاص شهری در کنار فقدان برنامه ریزی های پیشگیرانه و عدم آمادگی لازم جهت مقابله با حوادثی نظیر زلزله تهدیدی بسیار جدی و مهم برای شهروندان و تداوم حیات شهری به شمار می رود. وجود زمینه های لرزه خیزی ناشی از موقعیت زمین‌شناسی، وضعیت تکتونیکی، وجود گسل های فراوان در بطن و حاشیه شهرها و همگام با عوامل انسانی متعدد نظیر جمعیت شهری، افزایش مسکن کم دوام شهری، شهرسازی نامناسب با بحران زلزله، همگی قابلیت لرزه پذیری شهرها را افزایش داده است، تا جایی که ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر یک زلزله ۵.۵ ریشتری آسیب پذیر گشته‌اند (عکاشه، ۱۳۸۳). با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته درطرح کالبد ملی ایران توسط وزارت مسکن و شهرسازی، کشور ایران به پهنه‌هایی با خطر بسیار بالا، نسبتاً متوسط، نسبتاً پایین و پایین، تقسیم شده است، که به لحاظ جمعیتی ۵۰٪جمعیت شهرنشین کشور در پهنه‌هایی زندگی می‌کنند که دارای خطر نسبتاً بالا، بالا و بسیار بالا است (زیاری، ۱۳۸۴). به عبارتی نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله در ایران گویای آن است که بخش اعظم مناطق مسکونی کشور در محدوده خطر نسبتاً بالا و قریب به تمام سرزمین در محدوده خطر نسبتاً متوسط رو به بالا قرار دارد و تنها در محدوده کوچکی از کشور(آبادان، خرمشهر، بندرامام خمینی، ماهشهر و هویزه)، خطر نسبی زلزله پایین است (زیاری، ۱۳۸۴). در میان سطوح گوناگون برنامه‌ریزی کالبدی، کارآمدترین سطح برای کاستن از میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، سطح میانی یا همان برنامه‌ریزی شهری است. بررسی میزان آسیب‌ها و صدمات به طور مستقیم و غیر مستقیم به وضعیت نامطلوب برنامه‌ریزی و طراحی شهری آنها مربوط می‌شود، وضعیت بد استقرار عناصر کالبدی و کاربری‌های نامناسب زمین‌های شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد شهر، بافت شهری فشرده، تراکم‌های بالا، وضعیت استقرار تاسیسات زیربنایی شهر، کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری و مواردی از این قبیل نقش اساسی در افزایش میزان آسیب‌های وارده به شهرها در برابر زلزله دارند، بنابراین آنچه که پدیده زلزله را در شهرها به یک فاجعه تبدیل می‌کند در بسیاری موارد، وضعیت شهرسازی نامناسب است(عبداللهی؛۱۳۸۳). لذا می‌توان با اصلاح وضعیت شهرسازی و اتخاذ روش‌های کارآمد برنامه‌ریزی شهری، آسیب‌پذیری شهرها را در برابر زلزله به میزان زیادی کاهش داد، به عبارت دیگر ایمنی شهری در برابر زلزله را به عنوان یک هدف عمده می باید در فرایند برنامه‌ریزی شهری وارد ساخت. تنها در این صورت است که می‌توان به شهرهای مقاوم در برابر زلزله دست یافت. عناصری مانند ساختار شهر، بافت شهر، فرم شهر، تراکم‌های شهری، شبکه ارتباطی شهر، مکان‌گزینی عناصر شهری از هدف فوق تاثیر می‌پذیرند. تبیین ابعاد برنامه‌ریزی شهری مرتبط با آسیب‌های زلزله و شناخت عناصر شهری آسیب‌پذیر از زمین‌لرزه می‌تواند در تحلیل آسیب‌پذیری لرزه‌ای مناطق شهری نقش بسیار موثری را ایفاء کند. هر نوع بافت شهری به هنگام وقوع زلزله، مقاومت خاصی در برابر زلزله دارد. به عنوان مثال بافت منظم مقاومت بیشتری در برابر زلزله نسبت به بافت نامنظم دارد. همین طور درجه ایمنی بافت گسسته در برابر خطرهای زلزله، بیش از درجه ایمنی بافت پیوسته است(احمدی، ۱۳۷۶) . واکنش هر نوع بافت شهری در هنگام وقوع زلزله در قابلیت‌های گریز و پناه گیری ساکنان، در امکانات کمک‌رسانی، در چگونگی پاک‌سازی و بازسازی و حتی اسکان موقت، دخالت مستقیم دارد. برنامه‌ریزی بهینه کاربری زمین‌های شهری نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله دارد. هرگاه در تعیین کاربری زمین‌های شهری همجواری‌ها رعایت شوند و کاربری‌های ناسازگار در کنار یکدیگر قرار داده نشوند، امکان تخلیه سریع

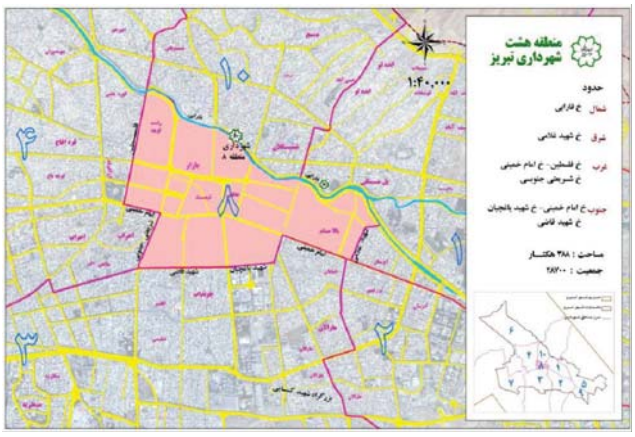
اماکن فراهم می‌گردد و اگر کاربری‌ها در شهرها به گونه‌ای توزیع شوند که سبب عدم تمرکز گردند، می‌توان انتظار داشت آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله تا حد زیادی کاهش یابد. در ارتباط با آسیب‌پذیری هر کدام از انواع کاربری‌ها در برابر زلزله نمی‌توان حکم قطعی صادر کرد. در این زمینه می‌بایست نحوه همجواری کاربری‌ها، انواع کاربری‌ها(جمعیتی، ساختمانی، مسکونی)، میزان تراکم‌های یاد شده، قطعه‌بندی اراضی با کاربری‌های گوناگون، نظم و اندازه قطعات، میزان فشردگی و پیوستگی آنها، ویژگی‌های کالبدی سازه‌های تشکیل‌دهنده و غیره مورد بررسی و مطالعه قرار می‌گیرند (محمد پور،۱۳۹۰). کفیت ابنیه بافت‌های شهری را می‌توان محصول کیفیت ساخت از نظر تکنولوژیکی و مصالح ساخت دانست. هر کدام از سیستم‌های ساخت، رفتارهای خاصی را در مقابل زمین لرزه از خود نشان می دهند. هر چه تراکم جمعیت در شهر کمتر باشد و این تراکم به طور متعادل در سطح شهر توزیع شده باشد، آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله کمتر خواهد بود. بر عکس تراکم‌های جمعیتی بالا در شهر به معنای تلفات و خسارات بیشتر به هنگام وقوع زلزله است. همچنین تراکم‌های بالای شهری به معنای کمبود فضای خالی برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان است. شبکه ارتباطی شهر نقش حساسی در آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله دارد. در صورتیکه شبکه ارتباطی شهر بعد از وقوع زلزله آسیب نبیند و کارآیی خود را حفظ کند از تلفات زلزله به میزان زیادی کاسته خواهد شد. زیرا امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن فراهم خواهد بود و عبور و مرور وسائط نقلیه امدادی براحتی صورت خواهد پذیرفت. تا بحال تحلیل‌ها و ارزیابی‌های متعددی در ارتباط با آسیب پذیری و پهنه بندی خطر پذیری در برابر زلزله در قالب تحقیقات گوناگون انجام گرفته است، یکی از مهمترین اقداماتی که برای تعیین آسیب‌پذیری فیزیکی ساختمانها در ایران انجام گرفته را توکلی و همکاران (۱۳۷۴) انجام داده اند، که نتیجه بررسی‌های آنها منجر به برآورد منحنیهای شکست برای سه نوع مختلف ساختمان بر اساس زلزله رودبار و منجیل گردیده است. عزیزی و اکبری (۱۳۸۳) با به کارگیری معیارهای به بررسی GIS و AHP شهرسازی و با استفاده از سنجش آسیب پذیری شهر در برابر زلزله احتمالی پرداخته اند، که نتایج تحقیق آنها نشان داد، که با افزایش مقدار متغیرهای چون شیب زمین، تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، عمر ساختمانها و فاصله از فضاهای باز میزان آسیب پذیری افزایش می‌یابد . در مقابل، افزیش مقدار متغیرهای نظیر فاصله از گسل، مساحت قطعات، دسترسی بر اساس عرض معبر و سازگاری کاربریها از نظر همجواری باعث کاهش آسیب پذیری می‌شود. احدنژاد (۱۳۸۸) با استفاده از دو مدل آسیب پذیری شهر زنجان را در برابر زلزله AHPو مدلسازی نموده و در نهایت با ارائه سناریوهای زلزله در شدت های مختلف و با استفاده از مدلهای موجود در زمینه تخمین خسارات، به ارزیابی خسارات انسانی واقتصادی و اجتماعی شهر زنجان پرداخته است. لانتادا و همکاران (2009) در تحقیقی ضمن مدلسازی آسیبپذیری شهر بارسلون با استفاده از با بکارگیری مدلهای موجود به تخمین خسارات به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی در شهر بارسلون پرداخته اند. با توجه به اهمیت موضوع ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله در مباحث مربوط به جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، در این مقاله سعی شده است تا با به کارگیری روش ANP در محیط GIS برآورد مناسبی از خطرپذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از داده‌های مکانی و توصیفی اجزا و عناصر اصلی و رفتاری ساختمانی و تعیین تأثیر هر کدام از معیارهای به کار رفته در میزان آسیب‌پذیری ارائه شود. بدین منظور با استفاده از روش تحلیل شبکه (ANP)، شاخص ها وزن دهی می شوند و در نهایت وزن های به دست آمده در نقشه هر یک از شاخص ها اعمال شده و در محیط نرم افزار ArcGIS تلفیق می شوند، گفتنی است برای وزن دهی شاخص

ها با استفاده از روش تحلیل شبکه (ANP). از نرم افزار Super Desion استفاده شده است.

۲: مواد و روش ها

۲-۱: معرفی منطقه مورد مطالعه

بر اساس طرح جامع، شهر تبریز به۱۰ منطقه شهرداری تقسیم شده است که از میان این مناطق دهگانه، منطقه ۸ که به نوعی منطقه مرکزی شهر تبریز نیز محسوب می شود با وسعت ۳۸۸ هکتار و ۲۸۷۰۰ نفر از ویژگی های چندی برخوردار است که شامل اکثر مراکز ادارات دولتی، سازمان ها، نهادها و مراکز اقتصادی، جالب ترین آثار تاریخی و بسیار ارزشمند چون بازار تبریز، مساجد عالی مانند مسجد جامع، مسجد کبود، محلات تاریخی و قدیمی چون راسته کوچه، چارمنار، قدیمی ترین کلیساهای پیروان آیین مسیح، مانند کلیسای مریم مقدس، بیشترین امامزاده ها، زیارتگاه ها، و موزه های تاریخی شهر تبریز مانند موزه آذربایجان، موزه مشروطه می شود (پورتال شهرداری تبریز). می توان گفت که هسته اولیه شهر تبریز به این منطقه برمی گردد و بناهای قدیمی زیادی را دارد (شکل ۱).



شکل۱: موقعیت منطقه ۸ شهر تبریز، منبع: پورتال شهرداری تبریز

۲-۲: جمع آوری داده های لازم

با توجه به بررسی های انجام شده، ۷ فاکتور موثر در میزان آسیب پذیری زلزله شهر تبریز مشخص شد که توسط نرم افزار ARC GIS تولید شدند عبارتند از: ۱- تراکم جمعیتی، ۲- کاربری زمین، ۳- ریزدانگی، ۴- ویژگی سازه سازه(مقاومت مصالح)، ۵- کیفیت ابنیه، ۶- دسترسی به معابر، ۷- مراکز خطرزا باتوجه به اینکه منطقه ۸ شهر تبریز در قسمتهای مرکزی شهر می باشد، فاکتور دوری و نزدیکی از گسل ها به علت عدم تاثیر آن در این منطقه، تولید نشده است. نقشه های عوامل (معیارها) موثر در آسیب پذیری زلزله در منطقه ۸ تبریز در شکل۲ نشان داده شده است.

شکل ۲: لایه های مورد استفاده شده در پهنه بندی خطرپذیری لرزه ای منطقه ۸ شهر تبریز

۲-۳: مدلسازی به منظور تعیین آسیب پذیری :

به منظور مشخص کردن آسیب پذیری و تاثیر هر کدام از شاخص ها با استفاده از روش تحلیل شبکه (ANP)، شاخص ها وزن دهی می شوند و در نهایت وزن های به دست آمده در نقشه هر یک از شاخص ها اعمال شده و در محیط نرم افزار ArcGIS تلفیق می شوند. ابتدا برای وزن دهی شاخص ساختار شبکه ای تصمیم ایجاد می شود. فرایند وزن دهی به شاخص ها در محیط نرم افزار Super Desion انجام می شود

۲-۳- الگوریتم فرایند روش تحلیل شبکه ANP

واژه ANP مخفف عبارت Analytical Network Process به معنی فرایند تحلیل شبکه است. فرایند

تحلیل شبکه یا ANP یکی دیگر از تکنیک‌های تصمیم گیری است که شباهت زیادی به روش AHP دارد. روش AHP به وسیله توماس ال ساعتی در سال ۱۹۷۵ معرفی گردید که با هدف انتخاب گزینه مناسب براساس معیارهای چندگانه طراحی شده است. همچنین از این تکنیک برای وزن دهی به معیارها و زیرمعیارها نیز استفاده می‌شود. برای تعیین اوزان معیارها در فرایند تحلیل سلسله مراتبی از تکنیک مقایسه‌های زوجی استفاده می‌شود. روش تحلیل شبکه‌ای به وسیله ساعتی و تاکی زاوا در سال ۱۹۸۶ پیشنهاد شد. روش ANP تعمیم روش AHP است. در مواردی که سطوح پایینی روی سطوح بالایی اثرگذارند و یا عناصری که در یک سطح قرار دارند مستقل از هم نیستند، دیگر نمی‌توان از روش AHP استفاده کرد. تکنیک ANP شکل کلی تری از AHP است، اما به ساختار سلسله مراتبی نیاز ندارد و در نتیجه روابط پیچیده تر بین سطوح مختلف تصمیم را به صورت شبکه ای نشان می‌دهد و تعاملات و بازخوردهای میان معیارها و آلترناتیوها را در نظر می‌گیرد (Saati, 1996). روش تحلیل شبکه به تصمیم گیرنده اجازه ساخت یک شبکه به جای سلسله مراتب را می‌دهد. این امر امکان بررسی ارتباط داخلی بین عناصر رانیز ممکن می‌سازد. گره‌های موجود دراین شبکه، معادل بامعیارها یاگزینه‌ها می‌باشند وشاخه هایی که این گره‌ها را به هم متصل می‌کنند نیز معادل بادرجه وابستگی آن‌ها به همدیگر می‌باشند. تعیین روابط موجود در ساختار شبکه‌ای یا تعیین درجه وابستگی‌های متقابل بین معیارها باهم وگزینه ها، مهمترین کار روش تحلیل شبکه است. ارتباط و وابستگی می‌توانند به شکل ارتباط سطوح مختلف شبکه به صورت خارجی یا داخلی باشد. اهمیت نسبی هرعضو از مجموعه در سطح مربوط به خود، مشابه روش تحلیل سلسله‌مراتبی به کمک مجموعه ای از مقایسه‌های زوجی انجام می‌پذیرد (شکل۳).

شکل۳: فرایند روش تحلیل شبکه

۲-۳: روش تلفیق نقشه ها در GIS :

به منظور ترکیب نقشه ها باهم و اعمال اوزان به دست آمده در مدل ANP از روش شاخص همپوشانی استفاده می کنیم. دراین حالت جمع همه نقشه ها از ترکیب و تبدیل جمع ارزش هایی است که به هر طبقه از نقشه داده شده است. در هر مکان نتیجه خروجی بصورت زیر تعریف میگردد (Cova, 1999).

$$S = \frac{\sum_{i}^{h} W_i.Class(mapi)}{\sum_{i}^{h} W_i.} \qquad (۱)$$

دراین رابطه شماره ۱، w_i وزن نقشه ی i ام که امتیازات به دست آمده از مدل ANP برای هر شاخص می باشد و $Class(map_i)$ نقشه های طبقه بندی شده می باشد که در این تحقیق همان نقشه های آسیب پذیری هستند که برای هر کدام از شاخص ها تولید شده اند، نتیجه این مدل تولید یک خروجی (نقشه)

است که نشان دهنده امتیازبندی مکان ها براساس هدف مورد نظر می‌باشد. نقشهٔ نهایی حاصل از این مدل نمایانگر نواحی رتبه بندی شده براساس وزن دهی (که نوع مطلوبیت کاربری را نشان میدهد) برای ایجاد یک کاربری جدید می‌باشد (Saati, 1996).

۳: یافته ها (نتایج)

به منظور مدلسازی در روش ANP ابتدا نمودار شبکه ای تشکیل می شود و شاخص ها برای به دست آوردن امتیاز نهایی در کنار هم چیده می شوند و ارتباط بین شاخص ها با یکدیگر مشخص شده و سپس ماتریس های هر ارتباط به منظور مقایسه زوجی ایجاد می شوند (Saati, 1996). برای دادن وزن به هر شاخص از اعداد ۱ تا ۹ ساعتی استفاده می شود و امتیاز دهی توسط کارشناسان و متخصصین صورت گرفته است. نحوه امتیازدهی بدین صورت بوده که ابتدا کارت های امتیازی تهیه شده و سپس از هریک از ۲۷ نفر خواسته شده است که در مدت ۳ روز به شاخص ها بصورت مقایسه زوجی و دوبه دو امتیاز دهند. البته قبل از امتیازدهی نحوه کامل کردن کارت امتیاز به طور جزئی به افراد آموزش داده شده است. در نهایت میانگین امتیازات به دست آمده در مدل ANP منظور شده و با کمک نرم افزار super Desion امتیازات نهایی به دست آمده است. تعداد افراد کارشناسان و متخصصین در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱: اعضای گروه امتیازدهندگان

شاغلین در شهرداری	تعداد	متخصصین	تعداد
واحد شهرسازی	۲ نفر	متخصصین در مدیریت بحران	۲ نفر
واحد برنامه ریزی	۲ نفر	شورای شهر تبریز	۴ نفر
واحد نوسازی	۳ نفر	متخصصین بنیاد مسکن	۲ نفر
مدیران مناطق شهری	۳ نفر	اساتید دانشگاه	۳ نفر
		دانشجویان دکتری	۳ نفر
		دانشجویان کارشناسی ارشد	۳ نفر

برای مقایسه زوجی بین خوشه ها و عناصر، یک خوشه اصلی انتخاب شد و سپس، ارجحیت سایر خوشه ها دیگر نسبت به هم و در مقایسه با خوشه اصلی مقایسه شد (Saati,et al, 1996). برای اطمینان از دقت مقایسه ها، میزان نرخ ناسازگاری محاسبه شد، نرخ ناسازگاری برای مقایسه های خوشه ایی ۰/۰۸۹ بود که کمتر از حد آستانه ۰/۱ می باشد که این میزان با توجه به تعداد زیاد مقایسه ها مورد قبول می باشد. برای محاسبه ضریب نهایی، سه نوع ماتریس محاسبه می شوند:

- ابر ماتریس غیر موزون
- ابر ماتریس موزون (جدول ۲)
- ابر ماتریس حدی

جدول۲: سوپرماتریس موزون

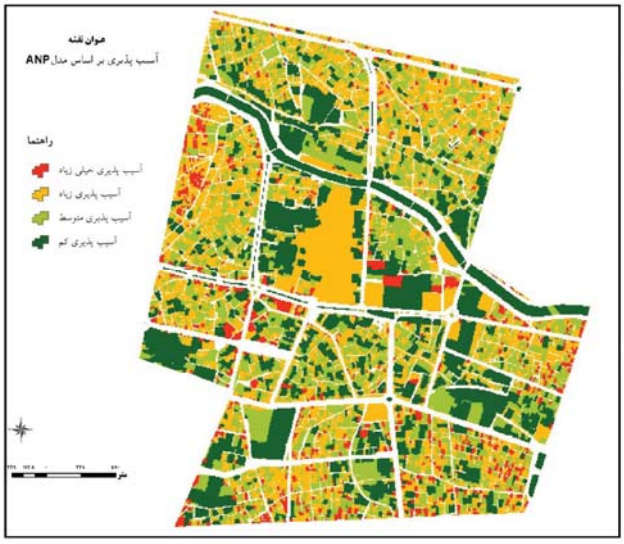
شاخص ها	تراکم جمعیتی	ریزدانگی	دسترسی به معابر	مراکز خطرزا	مصالح	کاربری	کیفیت ابنیه
تراکم جمعیتی	۰/۰۰۰۰	۰/۲۹۹۸	۰/۲۵۵۳	۰/۳۳۴۲	۰/۳۵۵۶	۰/۰۹۷۷	۰/۲۰۱۱
ریزدانگی	۰/۲۲۲۸	۰/۰۰۰۰	۰/۱۶۶۲	۰/۱۴۰۲	۰/۱۲۴۹	۰/۲۲۳۹	۰/۱۷۸۹
دسترسی به معابر	۰/۱۲۹۶	۰/۰۵۵۰	۰/۰۰۰۰	۰/۱۰۶۳	۰/۱۱۱۹	۰/۱۷۰۳	۰/۱۳۴۰
مراکز خطرزا	۰/۰۷۶۵	۰/۰۴۲۹	۰/۰۳۶۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۵۶۵	۰/۰۵۹۰	۰/۰۷۵۶
مصالح	۰/۰۷۳۱	۰/۱۵۲۴	۰/۱۲۷۱	۰/۰۴۸۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۳۲۷	۰/۰۸۴۰
کاربری	۰/۰۶۳۰	۰/۰۳۳۲	۰/۰۲۳۱	۰/۰۳۳۷	۰/۰۲۷۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۰۰
کیفیت ابنیه	۰/۰۶۴۰	۰/۱۲۳۹	۰/۰۹۱۲	۰/۰۳۱۳	۰/۰۳۷۴	۰/۰۲۵۵	۰/۰۰۰۰

با توجه به به ضرایب بدست آمده در جدول شماره (۳)، می توان گفت که از میان فاکتورهای بررسی شده، فاکتور تراکم جمعیتی بیشترین تاثیر را در آسیب پذیری ناشی از زلزله را دارد و فاکتور کاربری، کمترین تاثیر را در آسیب پذیری و خسارات زلزله خواهد داشت.

جدول ۳: اوزان به دست آمده از مقایسه زوجی شاخص ها

فاکتورها	وزن	فاکتورها	وزن
تراکم جمعیتی	۰/۲۱۹۳	مراکز خطرزا	۰/۰۵۱۵
کیفیت ابنیه	۰/۱۹۴۵	مقاومت مصالح	۰/۰۹۹۹
ریزدانگی	۰/۱۵۹۸	کاربری زمین	۰/۰۳۸۶
دسترسی به معابر	۰/۰۸۵۶		

پس از بدست آوردن ضرایب هریک از فاکتورهای بررسی شده، نقشه پهنه بندی آسیب پذیری زلزله براساس مدل تحلیل شبکه در محیط ARC GIS تهیه شد و در ۴ کلاس، آسیب پذیری کم، متوسط، بالا . بسیار بالا طبقه بندی شد (شکل ۴).



شکل ۴: نقشه نهایی پهنه بندی آسیب پذیری منطقه ۸ با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (ANP)

با توجه به نتایج بدست آمده از محاسبه پیکسلی اراضی با توجه به به رابطه شاخص همپوشانی در محیط GIS نشان میدهد که ۶/۶ درصد از مساحت منطقه با آسیب پذیری خیلی زیاد، ۳۶/۱۴ درصد خطر پذیری زیاد می باشد، ۲۷/۳۲ درصد با آسیب پذیری متوسط، ۲۹/۹۴ درصد آسیب پذیری کم مواجه می باشد (جدول ۴).

جدول ۴:میزان خطرپذیری پهنه ای شهر منطقه ۸ تبریز

مولفه ها	تعداد پیکسل	مساحت هر پیکسل m^2	مساحت هر طبقه m^2	درصد
آسیب پذیری خیلی زیاد	۸۲۶۲	۲۵	۲۰۶۵۵۰	۶/۶
آسیب پذیری زیاد	۴۵۲۷۶	۲۵	۱۱۳۱۹۰۰	۳۶/۱۴
آسیب پذیری متوسط	۳۴۲۱۵	۲۵	۸۵۵۳۷۵	۲۷/۳۲
آسیب پذیری کم	۳۷۴۹۷	۲۵	۹۳۷۴۲۵	۲۹/۹۴

۴: بحث و نتیجه گیری

با توجه به نقشه نهایی پهنه بندی خطر پذیری منطقه ، محدوده هایی که در سطح خطرپذیری بسیار بالا قرار دارند، درصد بیشتری را شامل می شوند، این محدوده از منطقه که جزء بافت قدیم و فرسوده شهر تبریز را شامل می شود. در نتیجه با توجه به شرایط اجتماعی، اقتصادی و کالبدی این محدوده میزان خطر پذیری چند برابر نواحی دیگر می باشد. از طرفی تمامی این محلات به دلیل دسترسی نامناسب و تراکم بالای جمعیت نسبت به مناطق دیگر شهر آسیب پذیر تر هستند. در نتیجه آسیپ پذیری این منطقه از شهر تبریز در هنگام وقوع زلزله به خاطر مسایل کالبدی و برنامه ریزی شهری و بعد از زلزله به خاطر مسایل فرهنگی و اجتماعی بسیار بالاست.

۵: منابع

۱. عکاشه، بهرام، پدیده زمین لرزه در گستره تهران، (۱۳۸۳). انتشارات سازمان حوادث غیر مترقبه

۲. زیاری ، کرامت ا... ، (۱۳۸۴). برنامه ریزی کاربری اراضی شهری ، انتشارات دانشگاه یزد.

۳. توکلی، منوچهر، مبانی تحلیل خطر زمین لرزه ای، (۱۳۷۴). انتشارات پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

۴. عزیزی،محمد مهدی، (۱۳۸۳). نقش شهرسازی در کاهش آسیب های زلزله، تجربه بم،گزارش نهایی طرح پژوهشی دانشگاه تهران.

۵. احدنژاد، محسن، (۱۳۸۸). مدلسازی آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله مطالعه موردی شهر زنجان، رساله دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری به راهنمایی مهدی قرخلو ، دانشگاه تهران.

۶. پورتال شهرداری منطقه ۸ تبریز، http:..m8.tabriz.ir.

۷. بونهام ، کارتر ، گریم اف ، (۱۳۷۹). سیستم اطلاعات جغرافیایی برای دانش پژوهان علوم زمین و مدل سازی به کمک GIS ، ترجمه گروه زمین مرجع زمین شناسی و اکتشاف معدن کشور ، چاپ اول.

۸. محمدی لرد، ع. (۱۳۸۸). فرایندهای تحلیل شبکه ایی در (ANP) سلسله مراتبی، نشر تهران البرز فرداش.

۹. Saaty, T. L. (1996). Decision making with dependence and feedback: The analytic network process (Vol. 4922). Pittsburgh: RWS publications.

۱۰. Youssef, A. M., Pradhan, B., & Tarabees, E. (2011). Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS techniques: contribution from the analytic hierarchy process. Arabian Journal of Geosciences, 4(3-4), 463-473.

۱۱. Cova, T. J. (1999). GIS in emergency management. Geographical information systems, 2, 845-858.

۱۲. Bathrellos, G. D., Gaki-Papanastassiou, K., Skilodimou, H. D., Papanastassiou, D., & Chousianitis, K. G. (2012). Potential suitability for urban planning and industry development using natural hazard maps and geological–geomorphological parameters. Environmental earth sciences, 66(2), 537-548.

۱۳. Dai, F. C., Lee, C. F., & Zhang, X. H. (2001). GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. Engineering geology, 61(4), 257-271.

۱۴. Rashed, T., & Weeks, J. (2003). Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial multicriteria analysis of urban areas. International Journal of Geographical Information Science, 17(6), 547-576.

۱۵. Kamp, U., Growley, B. J., Khattak, G. A., & Owen, L. A. (2008). GIS-based landslide susceptibility mapping for the 2005 Kashmir earthquake region. Geomorphology, 101(4), 631-642.

Earthquake vulnerability zoning of region 8 Tabriz city using network analysis (ANP) and GIS

Earthquake is one of the most devastating and the most threatened destruction of human life environment in the world. The use of earthquake hazard analysis in GIS, can reduce the damage and casualties caused by earthquakes and the vulnerability of structures, facilities. as a result, Before making facilities, convenient location selected for resistance to fit the site's structural design. The aim of this study was to evaluate the earthquake zoning of Tabriz, according to qualitative criteria, and provide a model for building in the city of Tabriz. For this purpose, the 7 criteria of population density, land use, tininess , structural properties (strength of materials), the quality of buildings, access roads, risk centers are used. Weight the layers and analysis using a multi-criteria decision-making methods, network analysis (ANP), was conducted in the GIS environment. The results showed that about 42.74% of the region 8 Tabriz vulnerable zone is very large. Very high vulnerability
Keywords: Zoning, Earthquake, network analysis, GIS, Tabriz