# تاثیر عوامل انسان‌ساخت در تشدید پیامدهای مخاطرات طبیعی در محیط‌های کلان شهری با کاربرد منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی

فرزانه ساسان پور: استادیار دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه تربیت معلم
جعفر موسی وند: دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم

**چکیده**

**یکی از عمده‌ترین مسائل و مشکلاتی که بیشتر کلان‌شهرهای جهان با آن دست به گریبانند، مخاطرات طبیعی است. مخاطرات طبیعی، به ویژه زلزله همواره سکونتگاه‌های بشر و جان انسان‌ها را تهدید می‌کند و در مدت کوتاهی می‌تواند خسارات و تلفات بسیار گسترده‌ای برجای بگذارد. دراین بین، کشور ایران به دلیل قرارگیری در کمربند زلزله خیز آلپ ـ هیمالیا نیز از این قائده مستثنی نمی‌باشد و یکی از حادثه خیزترین کشورهای دنیا می‌باشد. براین اساس، محیط‌های کلان‌شهری آن که بر روی گسل‌ها استقرار یافته‌اند، مانند کلان‌شهر تهران با توجه به جذب حداکثر جمعیت و تراکم، بیشترین آسیب‌پذیری را نسبت به دیگر نقاط دارند. از سویی عوامل و عناصر انسان ساخت و عدم رعایت اصول برنامه ریزی شهری در این مکان ها مانند تمرکز شدید ساختمانی، کمبود فضاهای باز، عدم رعایت استانداردهای لازم در اکثریت سازه‌ها، جمعیت زیاد، عدم رعایت سرانه کاربری‌ها، شدت آسیب پذیری و خسارت‌های ناشی از زلزله احتمالی را دوچندان می‌کند. بنابراین ارزیابی میزان مخاطرات طبیعی به همراه تاثیر عوامل انسان‌ساخت در محیط‌های کلان‌شهری، یکی از مهمترین مسائلی است که در این مقاله مدنظر قرار گرفته است. هدف این مقاله، ارزیابی افزایش شدت میزان و نحوه‌ی آسیب‌پذیری مناطق و واحدهای شهری از زلزله در اثر عوامل انسان‌ساخت در منطقه پنج کلان‌شهر تهران است. در این راستا از دانش برنامه‌ریزی شهری و ترکیب روش منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده‌است. معیارهای به کار گرفته شده جهت ارزیابی شامل گسل اصلی**

Archive of SID

www.SID.ir

**شمال تهران، گسل‌های فرعی و عرض معابر، فضاهای باز و مساحت کاربری ها در سطح منطقه می باشد. نتایج تحقیق با توجه به روابط بین متغیرهای گسل، معبر، فضای باز و مساحت واحدها، در روش فازی نشان می‌دهد، میزان آسیب پذیری ناشی از زلزله در منطقه پنج کلان‌شهر تهران شامل ۴,۸۲ درصد با آسیب پذیری خیلی کم، ۲۶,۹۴ درصد با آسیب پذیری کم، ۳۵,۱۶ درصد با آسیب پذیری متوسط، ۲۷,۹۶ درصد با آسیب پذیری قابل توجه، ۲,۸۸ با آسیب پذیری زیاد، ۱,۳۳ درصد با آسیب پذیری خیلی زیاد و ۰,۹۱ درصد از ساختمان‌ها کاملاً آسیب پذیر می باشند.**

**واژه‌های کلیدی: تهران، مخاطرات طبیعی، محیط کلان‌شهری، منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، محیط انسان‌ساخت.**

**مقدمه**

کلان‌شهرهای امروزی، در نقاط مختلف دنیا به دلایل متعدد همواره در معرض آسیب ناشی از مخاطرات طبیعی قرار دارند. این مخاطرات که آسیب‌های جانی و مالی فراوانی را با خود به همراه دارند، نیازمند پیشگیری‌ها و اقدامات فوری می باشند. بر مبنای برنامه استراتژیک بین‌المللی کاهش بلایای سازمان ملل متحد[1]، کلیه مخاطرات دو منشأ متفاوت دارند: الف) مخاطرات طبیعی، ب) مخاطرات ناشی از فناوری یا مخاطرات ناشی از فعالیت انسان (Mose & Pathranakul, 2006, p 396). مخاطرات طبیعی یکی از اجزای مهم ارتباط متقابل بین انسان و طبیعت است که به صورت منفی بروز می‌کند. زلزله نیز یکی از انواع مخاطرات طبیعی است. با این وجود اقدامات نامناسب و بی‌توجهی‌هایی که در این راستا توسط انسان و فعالیت‌های او صورت گرفته‌است بر افزایش خسارت‌های جانی و مالی آن دامن زده‌است. در سطح جهانی مخاطرات طبیعی، به ویژه زلزله به طور متوسط سالانه بیش از ۱۶۰ هزار نفر تلفات جانی و بیش از ۱۴۵ میلیارد ریال خسارات مالی به دنبال دارد(پوراحمد و دیگران، ۱۳۸۸: ص ۱). در این راستا کشورهای توسعه‌یافته ضمن مقاوم‌سازی، قدم‌های همه جانبه‌ای جهت مقابله با این مخاطرات برداشته‌اند ولی باز هم مستلزم توجه بیشتر است. در این بین

[1]. International Strategy For Disaster Reduction

Archive of SID

www.SID.ir

شهرهای کشورهای در حال توسعه در آغاز راه هستند و بیشتر با "برنامه ریزی ناقص مقابله با مشکلات" تا "برنامه ریزی برای پیشگیری از مشکلات" مواجه‌اند.

این موضوع در کشور ایران به دلیل قرارگیری در کمربند گسل آلپ- هیمالیا از اهمیت خاصی برخوردار است. چنانچه از دیدگاه زمین ساخت جهانی، منطقه‌ی مورد مطالعه روی کمربند زلزله خیز آلپ ـ هیمالیا واقع شده‌است، که حدود ۱۵ درصد زلزله های به‌وقوع پیوسته در جهان مربوط به آن است(قدیری،۱۳۸۲، ۲). در این ارتباط از آنجا که متاسفانه برخی از شهرهای ایران بر روی خط گسل و یا در حاشیه گسل شکل گرفته‌اند و حرکت‌های افقی یا عمودی گسل‌ها منجر به بروز زلزله در این گونه شهرها یا نواحی پیرامون آنها می‌شود، از این‌رو ضرورت پرداختن به میزان تأثیر گسل‌ها بر شهرهای کشور و راهکارهایی جهت کاهش خسارت‌های وارده به خوبی احساس می گردد، تا اولاً چگونگی قرارگیری گسل‌ها شناخته شود و در رعایت حریم آنها دقت بیشتری شود و ثانیاً با رعایت عوامل انسان‌ساخت، اصول و ضوابط شهرسازی، مکان گزینی کاربری اراضی‌های شهرها بر روی محدوده گسل‌ها با معیارهای علمی در دستور کار برنامه ریزان ومدیران شهری قرار گیرد.در این میان کلان‌شهر تهران، به ویژه منطقه ۵ آن نیز از این قائده مستثنی نمی‌باشد و در معرض خطر شدید زلزله قرار دارد. بر همین اساس در منطقه مورد مطالعه یک گسل اصلی با نام شمال تهران به طول ۹۰ کیلومتر و دو گسل فرعی که هر یک در حدود ۳۰ کیلومتر طول دارند، وجود دارد( مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران بزرگ،۱۳۸۰: ص ۵۹). زمانی این موضوع اهمیت بیشتری می یابد که بدانیم در صورت بروز خطر، تهران به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود مانند تمرکز شدید ساختمانی، کمبود فضاهای باز، عدم رعایت استانداردهای لازم در اکثریت سازه‌ها، جمعیت زیاد، عدم رعایت سرانه کاربری ها و ...، با مشکلات عدیده و متفاوتی نسبت به سایر شهرها مواجه است(تبریزی و زنگی آبادی، ۱۳۸۵: ص ۱۱۶). با این وجود، بر اساس بررسی و شناخت ویژگی-های محدوده منطقه ۵ و تعیین میزان آسیب پذیری آن در سطح کاربری‌های منطقه، می‌توان تا حدودی اشتباهات گذشته و بی توجهی‌هایی که تاکنون صورت گرفته است را کاهش داد و آن را مدیریت کرد.

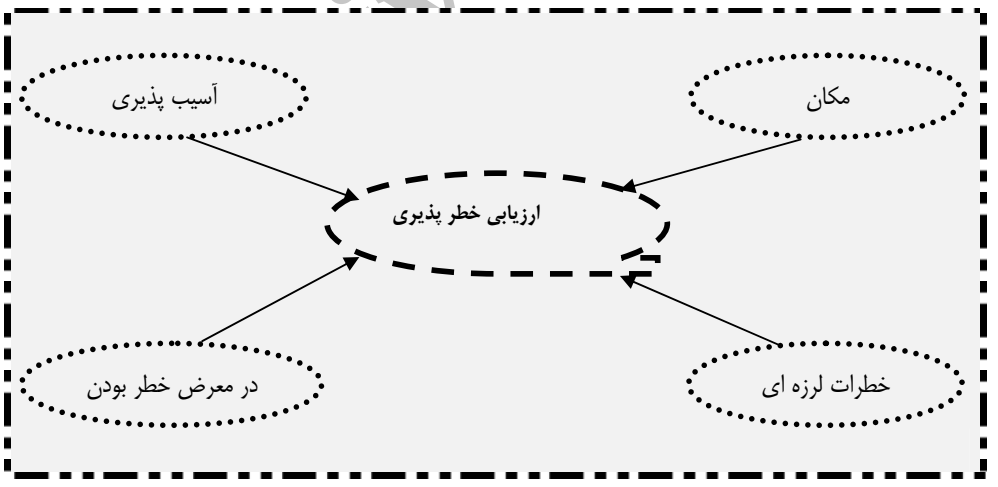
**زلزله و آسیب‌پذیری شهری**

زلزله عبارت است، از آزاد شدن ناگهانی انرژی بیش از حد در زیر پوسته زمین که در صورت بروز اغتشاش در زمان بسیار کوتاه آزاد می‌شود ( Gibson, 2002, p356) . هنگام

Archive of SID

www.SID.ir

وقوع زلزله در مدت زمان بسیار کم به علت ناپایداری عناصر و فضاهای شهری در برابر نیروهای زلزله و عدم آمادگی مردم، آسیب های فیزیکی به اشکال گوناگون در محیط شهری حاصل می گردد. آسیب‌های فیزیکی سبب ایجاد آسیب‌های جانی، مالی و عملکردی و در نتیجه سبب ایجاد آسیب‌های اجتماعی و اقتصادی و از کار افتادن سیستم شهری می‌گردند( عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷: ص ۲۶). آسیب پذیری اصطلاحی است که جهت نشان دادن وسعت و میزان خسارت احتمالی بر اثر وقوع مخاطرات طبیعی به جوامع، ساختمان‌ها و مناطق جغرافیایی به کار می رود.(زهرایی و ارشاد، ۱۳۸۴: ص ۲۸۷). عوامل آسیب‌پذیر بسیار گوناگون می‌باشند و این عوامل همدیگر را نه تنها به صورت منفرد، بلکه به شکل یک سیستم جامع تحت تاثیر قرار می‌دهند( Paton and Fohnston, 2005, p 270). در این ارتباط جهت کاهش اثرات زلزله، ارزیابی یکی از راه‌حل‌هایی است که می‌تواندبسیارراه‌گشا باشد. ارزیابی آسیب پذیری ساختمان-های موجود در واقع یک نوع پیش‌بینی خسارت دیدگی آنها در مقابل زلزله‌های احتمالی می-باشد. ارزیابی خطر پذیری لرزه‌ای با اطلاعات مربوط به چهار عنصر که عبارتند از: خطرات لرزه-ای، در معرض خطر بودن، مکان و آسیب پذیری، ارتباط دارند(عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷: ص ۲۵).




**نمودار شماره (۱): ارزیابی خطر پذیری لرزه ای** (عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷: ص ۲۵)

www.SID.ir

ـ **خطر لرزه‌ای:** خطر لرزه‌ای را می‌توان به صورت خطرات اولیه و ثانویه تقسیم کرد. خطر اولیه مانند شکست گسل یا ارتعاشات زمین و خطر ثانویه مانند سیل ناشی از شکست سد، آتش سوزی ناشی از گسیختگی خطوط گاز(ر.ک. ویسه، ۱۳۷۸: ص ۱۱-۱۶).

ـ **در معرض خطر بودن:** این عنصر در برگیرنده میزان مقاومت ساختمان‌ها و سازه‌ها، تراکم جمعیتی منطقه و ... می باشد.

ـ **مکان:** میزان در معرض خطر بودن را نسبت به سر منشأ و نوع خطر مشخص می‌کند.

ـ **آسیب پذیری:** به صورت میزان خسارت‌های وارده آمده به یک عنصر در معرض خطر یا به مجموعه ای از چندین عناصر که از یک زمین لرزه با بزرگی و شدت مشخص نتیجه می گیرد، تعریف می شود.( ویسه، ۱۳۷۸: ص ۱۵).

در این ارتباط جهت روشن شدن ابعاد موضوع مورد مطالعه، برخی از عمده‌ترین دیدگاه‌ها، مفاهیم و عناصرآسیب‌پذیری در ارتباط با برنامه‌ریزی شهری، شامل تراکم‌ها، فضاهای باز شهری، شبکه ارتباطی و دسترسی‌ها و تاسیسات زیربنایی مورد بحث و تبیین قرار می گیرد. ابعاد کالبدی و فیزیکی شهر را باید به عنوان محسوس‌ترین نقش برنامه‌ریزی شهری درکاهش اثرات زلزله دانست. بررسی میزان آسیب‌ها و صدمات ناشی از زمین لرزه در شهرها حکایت از آن دارند که آسیب‌های وارده بر آنها به طور مستقیم و غیر مستقیم به وضعیت نامطلوب برنامه-ریزی و طراحی شهری آنها مربوط می شود(پور محمدی و مصیب‌زاده، ۱۳۸۷: ص ۱۲۵). در واقع فرم، شکل، کالبد وبافت شهر شامل عناصرمختلفی می‌شوند که سازماندهی و نحوه استقرار آنها از طریق برنامه‌ریزی شهری و طراحی شهری صورت می‌گیرد. این بخش می‌تواند از طریق تقسیمات کالبدی شهر و نظام محله بندی، نظام شبکه‌های ارتباطی و سلسله مراتب، مراکز شهری، سطوح و پر و خالی، بخش‌ها و محله‌ها، نشانه‌های شهری، نظام قطعه‌بندی و بلوک بندی، الگوهای مختلف بافت شهری، فضاهای باز شهری، تراکم‌های جمعیتی و ساختمانی، پراکنش کاربری‌ها و سرانجام جهت گیری گسترش و رشد شهر پیاده شود. از همه مهم تر مطالعه نحوه مجاورت قطعات تفکیکی با گذر، همجواری فضاهای باز و ساخته‌شده هر قطعه با گذر و نیز درجه محوریت معابر می‌باشد. الگوی فضاهای باز در کل سطح بافت بخش‌های مسکونی، عامل دیگری در افزایش کارایی آن بافت هنگام مخاطرات طبیعی است. همچنین موقعیت و سطح قرارگیری فضاهای باز و همجواری با ساختارها یا عوارض طبیعی با توجه به وسعت آن می‌تواند موجب آسیب فضاهای باز شود( حمیدی، ۱۳۷۱: ص ۲۱۰). در این میان، تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای خسارت‌های بیشتر به هنگام وقوع زلزله است و این علاوه

Archive of SID

www.SID.ir

بر از بین بردن تعداد بیشتری از مردم در اثر زلزله، به دلیل بسته شدن راه‌ها و معابر و کاهش امکان گریز ازموقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن و نیز مشکل شدن نجات مجروحان در اثر مسدود شدن راه‌های ارتباطی است.

بنابراین، در رابطه با نقش فضاهای باز شهری می‌توان گفت که از عمده‌ترین عملکردهای فضاهای باز در هنگام بروز زلزله، جدا ساختن یک منطقه دارای پتانسیل خطر از دیگری و بدین ترتیب متمرکز کردن فعالیت نیروهای مخرب و جلوگیری از توسعه زنجیره‌ای وقایع می‌باشد( پرتوی، ۱۳۷۲: ص ۳۵۳).

پارک‌های بزرگ شهری می‌توانند به عنوان پایگاه امداد رسانی نیروها عمل کنند و نیز در صورت امکان برای اسکان های بزرگ و اردوگاهی مورد استفاده قرار گیرند. پارک‌های متوسط و کوچک نیز علاوه بر استفاده نیروهای امداد رسان به خوبی می‌توانند به عنوان مکان-های تخلیه در مرحله امداد و نجات و نیز مکان‌های اضطراری و اسکان موقت مورد بهره برداری قرارگیرند. سایر فضاهای باز شهری، نظیر میادین، شبکه‌های دسترسی، محیط باز ساختمان‌های عمومی و باغات نیز در این راستا قرار می گیرند( عزیزی، ۱۳۸۵: ص ۱۳۲). برخی از ویژگی-های یک فضای باز برای پناه‌گیری و یا اسکان اضطراری یا موقت را می‌توان در وسعت کافی، عدم وجود تاسیسات خطرزا در مجاورت آن، نداشتن مانعی که مانع تردد و استقرار افراد شود، مصون بودن از خطر سیل یا آب گرفتگی و نظایرآن بر شمرد. همچنین، شبکه ارتباطی شهر نقش حساسی در آسیب پذیری شهر در برابر زلزله دارد. اولین موضوع در رابطه شبکه‌ی ارتباطی و دسترسی‌ها در مقابله با زلزله به سلسله مراتب آنها ارتباط پیدا می‌کند که از بالاترین سطح در مقیاس منطقه و شهر تا دسترسی به واحدهای مسکونی قابل ملاحظه است. عناصر شبکه‌های ارتباطی و دسترسی شامل، سلسله مراتب با تنوع و تعدد در دسترسی‌ها، نحوه دسترسی به واحدهای مسکونی در شرایط بحرانی زلزله، احتمال قطع دسترسی‌ها، عرض، طول و شیب معابر، تناسب ارتفاع جداره‌ها، فاصله تقاطع‌ها، فضاهای باز فرود هلی‌کوپتر، موقعیت فرودگاه‌ها و ایستگاه‌های راه‌آهن، شبکه‌های حمل و نقل عمومی، سرانه و درصد شبکه ارتباطی است( عبداللهی، ۱۳۸۷: ص ۹۴). بنابراین، با استفاده از تمهیدات برنامه‌ریزی شهری، می‌توان شهرها را به گونه‌ای طراحی و برنامه‌ریزی کرد که به هنگام وقوع زلزله کمترین آسیب به آنها وارد شود. این امر در صورت داشتن اطلاعات صحیح از ساختار فضایی شهرها در زمان وقوع زلزله‌های احتمالی محقق خواهد شد. عناصری مانند ساختار، بافت، فرم ، تراکم‌ها، شبکه ارتباطی و مکان گزینی کاربری‌ها و عناصر شهری از هدف فوق تأثیر می پذیرند.

Archive of SID

www.SID.ir

**محدوده مورد مطالعه**

با توجه به اینکه کلان‌شهر تهران و حومه در معبر نوار زلزله خیز فعالی قرار گرفته است، که دارای سوابق متعددی از زمین لرزه‌های مخرب در گذشته می‌باشد، باید پذیرفت که با توجه به زلزله‌خیز بودن این کلان‌شهر و در نظر گرفتن کیفیت ساختمان‌ها مخصوصاً در بافت-های کهن و ارگانیک و نیز سایر پارامترها از قبیل شبکه دسترسی و ساختمان‌ها، وقوع یک زلزله بزرگ در تهران بسیار مصیبت بار خواهد بود(عادلی، ۱۳۸۵: ص ۱۸). به طور مثال بزرگی زلزله ویرانگر بم (۲۰۰۵ میلادی) معادل ۶٫۸ ریشتر بود که تلفات زیادی دربرداشت، اگر چنین زلزله‌ای در تهران رخ دهد، یقیناً تلفات جانی آن صدها هزار نفر بیشتر از آن خواهد بود. اکنون از آخرین زلزلهٔ تهران ۱۷۳ سال می‌گذرد و این در حالی است که دورهٔ بازگشت آن ۱۵۰ سال برآورد شده ست. بنابراین ۲۳سال از موعد زلزله در تهران گذشته است( احمدی دستجردی و بوچانی،۱۳۸۲ ، ۱۳). بنابراین، شناسایی دقیق مسأله و بررسی جوانب مختلف آن در تهران ضرورتی اجتناب ناپذیر است. روند رو به رشد و فزاینده شهرنشینی و جمعیت شهری به عنوان عاملی برای خسارات زیاد به هنگام بروز بلایای طبیعی می باشد. گسترش شبکه های ارتباطی و زیرساخت های شهری از یک طرف و عدم رعایت ابتدایی ترین نکات ایمنی در ساخت و سازهای شهری و بدون برنامه بودن رشد و توسعهٔ شهر از سوی دیگر زمینهٔ ایجاد خسارات زیاد در زمان وقوع زلزله را فراهم می‌سازد( عبدالهی،۱۳۸۲: ص ۱۱۱). بررسی های انجام شده نشان می‌دهد که شهر تهران در مقولهٔ فوق الذکر با بحران و مشکلات اساسی و عدیده ای روبرو است. بنابراین آسیب پذیری بالای این کلان‌شهر نیازمند انجام مطالعات کافی در این ارتباط می باشد.

محدوده مورد مطالعه، شامل منطقه ۵ تهران می‌باشد. با وسعتی حدود ۵۲۸۷٫۱ هکتار در محدوده شمال غربی کلان شهر تهران و جمعیتی بالغ ۶۴۲۶۱۶ نفر است. در ضمن این منطقه در حدود ۲۶ محله ۲۵ هزار خانوار و 7 ناحیه دارد. سایر خصوصیات نواحی منطقه مورد مطالعه در جدول شماره (۱) نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول شماره(۱) ویژگی های جمعیتی نواحی هفت گانه منطق ۵ تهران**

| شرح | ناحیه ۱ | ناحیه ۲ | ناحیه ۳ | ناحیه ۴ | ناحیه ۵ | ناحیه ۶ | ناحیه ۷ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مساحت | ۶۱۴.2 | ۱۰۹۲ | 925.5 | 616.5 | 707.2 | 572.9 | 758.9 |
| جمعیت | ۵۲۱۸۹ | ۳۷۳۵۲ | ۱۵۴۹۹۳ | ۱۱۳۹۹۳ | ۵۶۸۳۳ | ۷۲۳۰۸ | ۱۵۴۹۴۸ |
| تراکم نسبی جمعیت | 8507 | 3412 | 16712 | 18517 | ۸۱۱۹ | 12608 | 20413 |
| تراکم ناخالص جمعیت | 85 | 34 | 167 | 185 | ۸۰ | 126 | 204 |

مأخذ: سالنامه شهرداری تهران، ۱۳۸۶

مکان جغرافیایی منطقه ۵، بخش شمالی غربی کلان‌شهر تهران می‌باشد، جایی که لبه مخروط‌افکنه بزرگ آبرفتی در اثر فرآیندهای رسوبی شمالی ـ جنوبی و محل گذر رودهایی است که از کوههای البرز سرچشمه می‌گیرند. ارتفاع توپوگرافی محدوده از ۱۱۱۰ متر تا ۱۱۲۰ بالای سطح دریا متغیر است و سطح زمین دارای شیب ملایمی از شمال به جنوب می‌باشد. زمین آن، به طور عمده شامل خاک رس و حاوی ماسه نرم است. سطح آب زیرزمینی، در این محدوده در عمق بیش از ۲۰ متر از سطح زمین است و با توجه به آن و نهشته های رسی سخت، استعداد روانگرایی در این محدوده بسیار پایین می‌باشد. بزرگترین جنبش لرزه‌ای زمین که می‌تواند در این محدوده اتفاق افتد، ناشی از مدل گسل شمال تهران و شاخه‌های فرعی آن است که بر اساس، سناریو مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران بزرگ، مقدار این جنبش در شمال شهر به ۴۰۰ گال و در جنوب شهر به ۲۰۰ گال می‌رسد(مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران بزرگ،۱۳۸۰: ص ۱۱۰).

بر این اساس شدت آن در بخش شمالی شهر تهران به ۹ و در بخش جنوبی شهر به ۷ واحد در مقیاس ریشتر می‌باشد.

## مواد و روش ها: منطق فازی و سیستم اطلاعاتی جغرافیایی

تئوری مجموعه های فازی و منطق فازی به عنوان نظریه‌ای ریاضی برای مدل‌سازی و صورت بندی ریاضی ابهام و عدم دقت موجود در فرآیندهای شناختی انسانی ابزارهای بسیار کارآمد و مفیدی برای این منظور به شمار می‌رود (Lootsma, 2005, p 66). این نظریه که نخستین بار توسط پروفسور لطفی زاده دانشمند ایرانی الاصل دانشگاه کالیفرنیا در سال ۱۹۶۵ مطرح شد، حوزه های بسیار از علوم مختلف و به ویژه دانش برنام ریزی شهری و شهرسازی را

Archive of SID

www.SID.ir

فرا گرفته است( امینی فسخودی،۱۳۸۴: ص ۴۱). در ارتباط با به کارگیری منطق فازی باید اشاره کرد که در تحلیل تصمیم گیری های چند معیاره، تئوری فازی معمول ترین روش برای بحث و بررسی عدم قطعیت ها شناخته شده است. در واقع روشی است برای برگرداندن طیف متنوع و گسترده ای از اطلاعات - داده های عینی، اطلاعات کمی، نظرات و قضاوت های ذهنی و به یک زبان طبیعی برای توصیف اثرات محیط فراهم می آورد( Kuswandari, 2004 _ Silvert, 2000). بر این اساس جهت میزان آسیب پذیری منطقه به روش فازی، تعیین درجه تاثیر و عضویت به صورت ذیل می باشد (Lotfizadeh, 1996, p 32)

$$F(x) = \begin{cases} \text{If} \quad x < 1000 \text{ meter} \rightarrow (1) \text{ value} \\ \text{If} \quad 4000 < x < 1000 \text{ meter} \rightarrow \frac{Xmax - X}{\Delta x} = \text{value} \\ \text{If} \quad x > 4000 \text{ meter} \rightarrow (0) \text{ value} \end{cases}$$

با توجه به فرمول فوق، این بدان معنی است که مقدار فازی نقطه ۱۰۰۰ متری از راه ارتباطی، برابر با (۱)، مقدار فازی نقطه ۴۰۰ متری از راه ارتباطی برابر با (۰) و مقدار فازی نقطه ۱۶۰۰ متری از راه ارتباطی با استفاده از تابع آستانه خطی برابر با ۰/۴۶ خواهد بود. برای تمامی لایه های دیگر همین عملیات پیاده گشته و فضاسازی منطقه ارزش گذاری می گردد. بر این اساس، در ارتباط با ارزیابی میزان آسیب پذیری ناشی از زلزله، چهار معیار فاصله از گسل، فاصله از شبکه معابر، مساحت فضاهای باز، مساحت قطعات ساخته شده به عنوان ورودی های موتور استنتاج به کار گرفته شده است.

## معیارها و لایه های GIS جهت ارزیابی آسیب پذیری

**لایه شبکه معابر:** شبکه ارتباطی در سطح منطقه ۵ برابر با ۱۲۸۵,۳۸ هکتار است که ۲۴,۳ درصد از کل مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است.

**فضاهای باز:** منظور از فضاهای باز همان کاربری های تفریحی، سالن های ورزشی رو باز، فضاهای سبز، باغات، اراضی بایر و ... است. این فضاها جمعاً ۱۵۲۷ هکتار یعنی معادل ۲۹ درصد از سطح منطقه را در بر گرفته اند.

Archive of SID

www.SID.ir

**مساحت قطعات:** منظور از مساحت قطعات این است که همه کاربری های سطح منطقه هر یک مساحتی را به خود اختصاص داده اند که در محاسبات فازی این معیار در کل کاربری ها در نظر گرفته شده است.

**تشکیل پایگاه داده ( مجموعه های فازی و توابع عضویت)**

در این بخش برای هر چهار متغیر مورد استفاده (فاصله از گسل، فاصله از شبکه معابر، مساحت فضاهای باز، مساحت قطعات ساخته شده) تابع تشکیل داده شده است. تابع فاصله از گسل از نوع کاهشی و مابقی توابع به صورت افزایشی هستند. شکل توابع همگی از نوع J-Shape هستند، که در چهار شکل و جدول شماره (۲) نشان داده شده است. قابل ذکر است که عضویت تابع J شکل به صورت فرمول زیر می‌باشد.

$$\mu=1/(1+( x-a)/ (b-a))^{2}$$

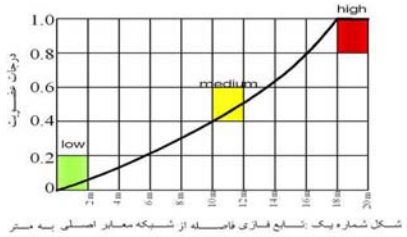
$$\text{If } x \geq b \Rightarrow \mu = 1$$

جدول شماره: (۲) تشکیل توابع

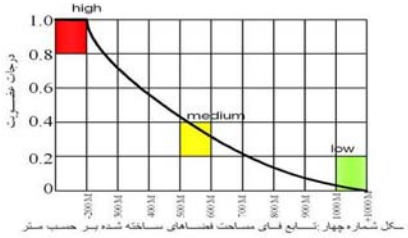
| تابع استفاده شده | نوع تابع | شکل تابع |
|---|---|---|
| تابع فاصله از گسل | کاهشی | J-Shape |
| فاصله از شبکه معابر | افزایشی | J-Shape |
| مساحت فضاهای باز | افزایشی | J-Shape |
| مساحت قطعات ساخته شده | افزایشی | J-Shape |

Archive of SID

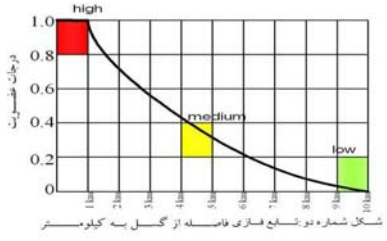
www.SID.ir



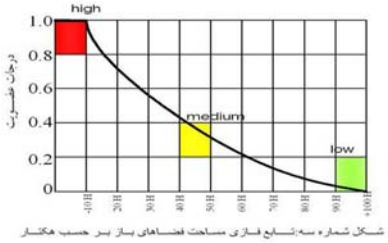

شکل شماره یک :تابع فازی فاصله از شبکه معابر اصلی به متر



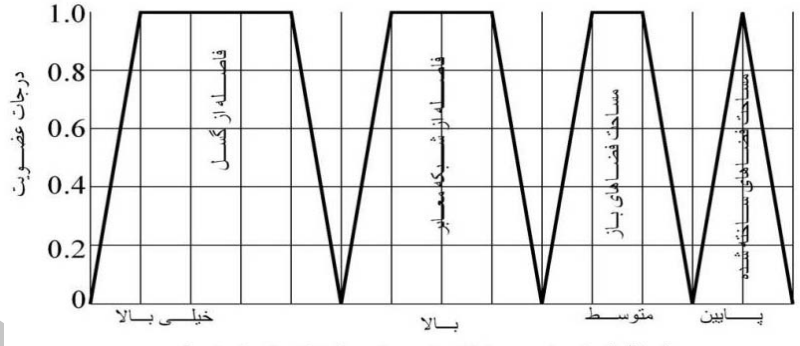

شکل شماره چهار :تابع فازی مساحت فضاهای ساخته شده بر حسب متر




شکل شماره دو :تابع فازی فاصله از گسل به کیلومتر

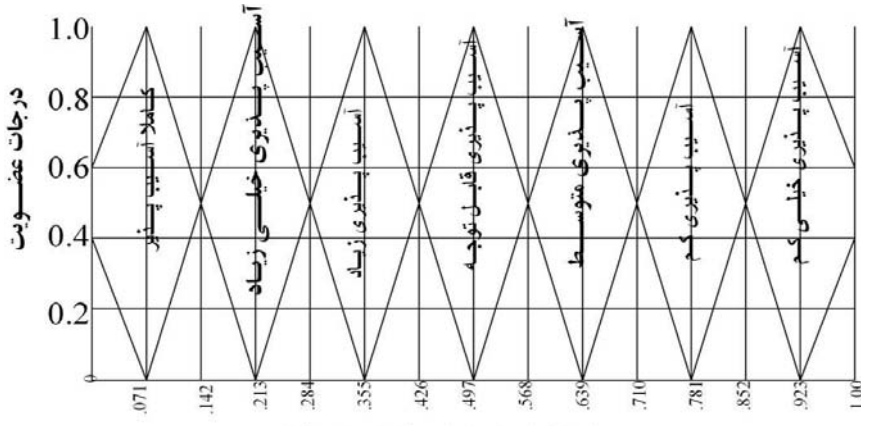



شکل شماره سه:تابع فازی مساحت فضاهای باز بر حسب هکتار




شکل شماره پنج:میزان عضویت معیارها در تابع نهایی

www.SID.ir




شـــکل شماره شش:مقـــادیر نرمـال شده

## فازی سازی و تلفیق چهار لایه

در این مرحله جهت فازی سازی لایه، چهار معیار مورد بررسی جهت ارزیابی میزان آسیب پذیری منطقه مورد مطالعه با هم ترکیب شده و در شکل زیر نشان داده شده است، که ورودی های فازی در بخش محاسباتی موتور استنتاج خواهند بود.

در نهایت جهت ارزیابی میزان آسیب پذیری به صورت مجموعه های فازی با ۷ مقدار ارزشی کاملاً آسیب پذیر، آسیب پذیری خیلی زیاد، آسیب پذیری زیاد، آسیب پذیری قابل توجه، آسیب پذیری متوسط، آسیب پذیری کم و آسیب پذیری خیلی کم و با توابع عضویت ذوزنقه ای مانند آنچه که در شکل زیر آمده است در نظر گرفته شده است. با در نظر گرفتن روابط بالا، میزان آسیب پذیری نسبت به هر متغیر به صورت جداگانه برای هر معیار با توجه به ۷ مقدار ارزشی محاسبه شده و سپس همه معیار ها با هم ترکیب شده و تغییرات مقدار آن در نتایج کار آمده است.

## یافته های تحقیق

با مطالعات انجام گرفته، در ارتباط با متغیرهای مورد نظر و همبستگی بین آنها نتایج زیر بدست آمد:

Archive of SID

www.SID.ir

**- رابطه گسل و شبکه معابر**

در ارتباط با گسل‌های فعالی که در تهران و اطراف آن وجود دارد، محتمل‌ترین گسل‌های خطرناک عبارتند از:گسل مشا (طول: حدود ۲۰۰ کیلومتر) ؛ گسل شمال تهران (طول: حدود ۹۰ کیلومتر) ؛ گسل جنوب ری (طول: حدود ۲۰ کیلومتر). در این تحقیق نزدیکترین گسل به منطقه ۵، گسل شمال تهران است که در مرز بین بخش کوهستانی شمالی و منطقه شهری قرار دارد. این گسل بیش از ۹۰ کیلومتر امتداد دارد، اما بخش شمال باختری آن دور از شهر تهران است. از این رو، بخش خاوری آن به عنوان کانون، یکی از زلزله‌های سناریو انتخاب گردید.

**محاسبه بزرگی(M) بر حسب ریشتر** در این رابطه L طول گسل بر حسب Km است

$$M = \log L/2+5.4$$

رابطه کمبل

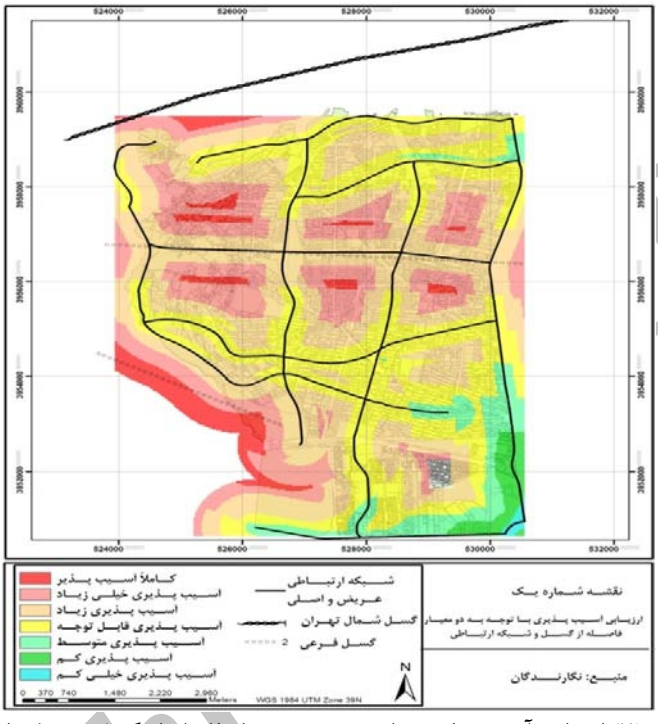
$$a=1320\exp (.58M)/(R+25)^{1.52}$$

در روابط بالا (a) شتاب حداکثر زمین بر حسب سانتی متر بر مجذورثانیه .(R) فاصله محل مورد نظراز گسل یا کانون زلزله برحسب کیلومتر. (M) بزرگی زمین لرزه بر حسب ریشتر. شتاب حداکثر زمین که با استفاده از این روابط بدست می آید، شتاب افقی طرح نامیده می شود و معمولاً بر حسب ( g) بیان می شود. نتیجه محاسبات به این صورت است ،که شدت زلزله احتمالی در این منطقه به طور متوسط برابر با ۸ ریشتر می باشد. براساس مباحث مطروحه، با در نظر گرفتن دو معیار گسل شمال تهران، دو گسل فرعی مربوط به منطقه ۵ و شبکه معابر عریضی که در سطح منطقه وجود دارد، نتایج به صورت ذیل می باشد:

نتایج تحقیق نشان می دهد که در منطقه مورد مطالعه، ۴،۵۶ درصد با آسیب پذیری خیلی کم، ۱۵،۳۸ درصد با آسیب پذیری کم، ۳۴،۶۷ درصد با آسیب پذیری متوسط، ۳۳،۸۷ درصد با آسیب پذیری قابل توجه، ۶،۱۶ با آسیب پذیری زیاد، ۴،۴۲ درصد با آسیب پذیری خیلی زیاد و۰،۹۱ درصد از ساختمان ها کاملاً آسیب پذیر می باشند. این تغییرات با به کارگیری نرم افزار GIS در نقشه زیر نشان داده شده است.(شکل شماره ۷).

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل شماره(۷) ارزیابی آسیب پذیری با توجه به دو معیار فاصله از گسل و شبکه ارتباطی**

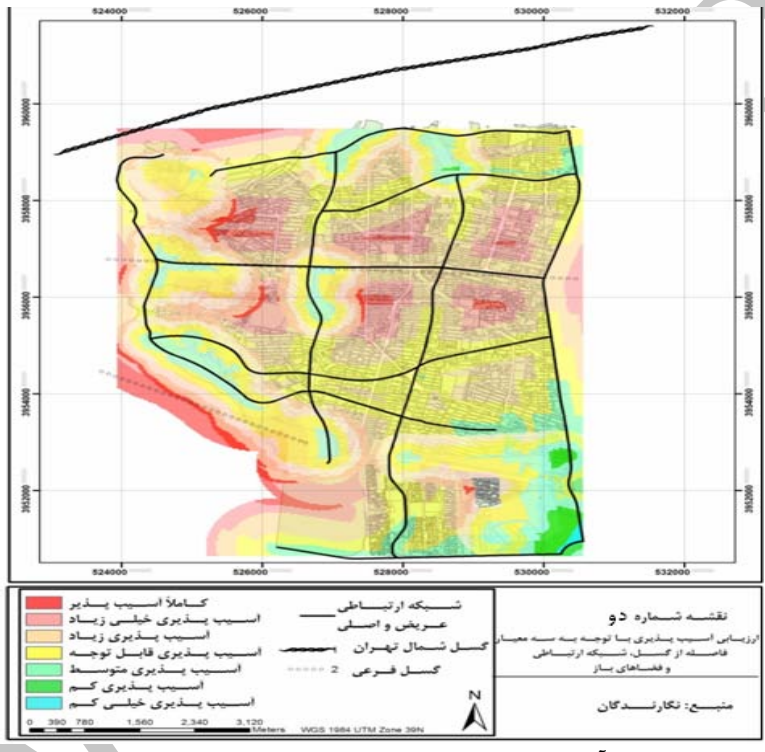
**- رابطه گسل، شبکه معابر و فضاهای باز**

محاسبات انجام شده نشان می‌دهد، فضاهای باز نقش مهمی در کاهش آسیب‌پذیری داشته، در مواقع اضطراری به عنوان یک منطقه در دسترس با امکان فرار، استقرار و پناه گرفتن در آن مطرح و همچنین برای توزیع غذا و دارو، انبار وسایل و مصالح اضطراری، اسکان موقت، استقرار مراکز امدادی صحرایی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند. به این ترتیب طراحی مناسب فضاهای باز داخل بافت شهری یکی از مهمترین حربه ها جهت مقابله با خطر محسوب می شود. با توجه به اهمیت فضاهای باز در برنامه‌ریزی، کاربری های شهری هر چه بیشتر به فضاهای باز نزدیک تر باشند از آسیب پذیری کمتری برخوردارند.در این ارتباط، با اضافه کردن فضاهای باز به دو معیار قبلی، میزان آسیب پذیری واحدها به شرح ذیل تقلیل می یابد. نتایج تحقیق نشان می دهد که ۴،۵۶ درصد با آسیب پذیری خیلی کم، ۲۳،۵۲ درصد با آسیب

Archive of SID

www.SID.ir

پذیری کم، ۳۴,۶۷ درصد با آسیب پذیری متوسط، ۳۱,۷۲ درصد با آسیب پذیری قابل توجه، ۳,۲۷ با آسیب پذیری زیاد، ۱,۳۲ درصد با آسیب پذیری خیلی زیاد و۰,۹۱ درصد از ساختمان ها کاملاً آسیب پذیر می باشند(شکل شماره۸).




**شکل شماره(۸) ارزیابی آسیب پذیری با توجه به سه معیار فاصله از گسل،شبکه ارتباطی و فضاهای باز**

**- گسل و مساحت قطعات**

تفکیک اراضی در ابعاد کوچک باعث خردشدن فضاهای باز شده و عملاً از مفید بودن فضاهای باز برای گریز و پناه‌گیری و عملیات امدادی کاسته می‌شود. بنابراین هرچه مساحت قطعات تفکیکی با توجه به نوع کاربری آن کوچک تر باشد، آسیب پذیری ناشی از زلزله بیشتر می‌شود. در این ارتباط، نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ۰,۹۸ درصد با آسیب پذیری خیلی

www.SID.ir

کم،۵,۵۹ درصد با آسیب‌پذیری کم،۳۲,۳۸ درصد با آسیب‌پذیری متوسط،۳۲,۴۱درصد با آسیب‌پذیری قابل توجه،۱۰,۳۹ با آسیب پذیری زیاد،۸,۹۶ درصد با آسیب‌پذیری خیلی زیادو ۸,۸۹درصد از ساختمان‌ها کاملاً آسیب پذیر می باشند.

**- رابطه گسل، شبکه معابر، فضاهای باز و مساحت قطعات**

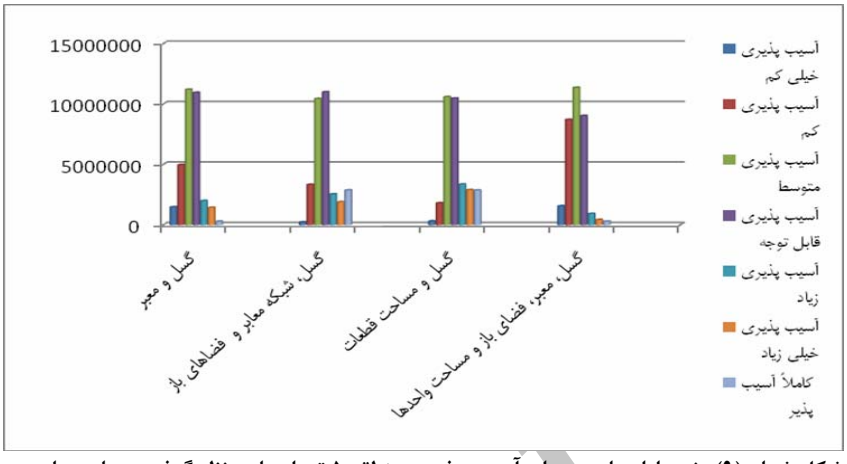
با درنظر گرفتن، چهار معیار مورد اشاره ( فاصله از گسل، فضاهای باز، شبکه معابر و مساحت کاربری ها) ، میزان آسیب پذیری واحدها به شرح ذیل تقلیل می یابد: بر این اساس، نتایج کلی همه‌ی معیارهای در نظر گرفته شده جهت ارزیابی میزان آسیب پذیری منطقه ۵ تهران در جدول شماره (۳) نشان داده شده است. نتایج تحقیق نشان می دهد، با در نظر گرفتن میزان آسیب پذیری ۴ معیار مطروحه در کل ۴,۸۲ درصد با آسیب پذیری خیلی کم، ۲۶,۹۳ درصد با آسیب پذیری کم، ۳۵,۱۵ درصد با آسیب پذیری متوسط، ۲۷,۹۶ درصد با آسیب پذیری قابل توجه، ۲,۸۷ با آسیب پذیری زیاد، ۱,۳۲ درصد با آسیب پذیری خیلی زیاد و ۰,۹۱ درصد از ساختمان ها کاملاً آسیب پذیر می باشند(شکل شماره ۱۰).

**جدول شماره(۳) : ارزیابی نهایی میزان آسیب پذیری منطقه ۵ تهران**

| طبقه بندی | گسل و معبر | | گسل، شبکه معابر و فضاهای باز | | گسل و مساحت قطعات | | گسل، معبر، فضای باز و مساحت واحدها | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مساحت به متر مربع | درصد | مساحت به متر مربع | درصد | مساحت به متر مربع | درصد | مساحت به متر مربع | درصد |
| آسیب پذیری خیلی کم | 1475528 | 4.56349 | 230961.6 | 0.714314 | 316701.6 | 0.97949 | ۱۵۵۹۵۴۳ | 4.8233 |
| آسیب پذیری کم | 4975806 | 15.38909 | 3331040 | 10.30219 | 1808558 | 5.593479 | ۸۷۰۹۷۲۴ | 26.937 |
| آسیب پذیری متوسط | 11210917 | 34.67295 | 10443018 | 32.298 | 10599144 | 32.78086 | ۱۱۳۶۷۰۴۳ | 35.156 |
| آسیب پذیری قابل توجه | 10951934 | 33.87197 | 10998976 | 34.01746 | 10478149 | 32.40665 | ۹۰۴۱۰۷۱ | 27.962 |
| آسیب پذیری زیاد | 1994198 | 6.167624 | 2552437 | 7.894137 | 3360614 | 10.39365 | ۹۳۱۰۱۱ | 2.8794 |
| آسیب پذیری خیلی زیاد | 1429668 | 4.421655 | 1902239 | 5.883216 | 2896954 | 8.959655 | ۴۲۹۶۶۸ | 1.3289 |
| کاملاً آسیب پذیر | 295275 | 0.913222 | 2874654 | 8.890686 | 2873205 | 8.886204 | ۲۹۵۲۷۶ | 0.9132 |

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل شماره(۹) : نمودارارزیابی میزان آسیب پذیری منطقه ۵ تهران با در نظر گرفتن چهار معیار**

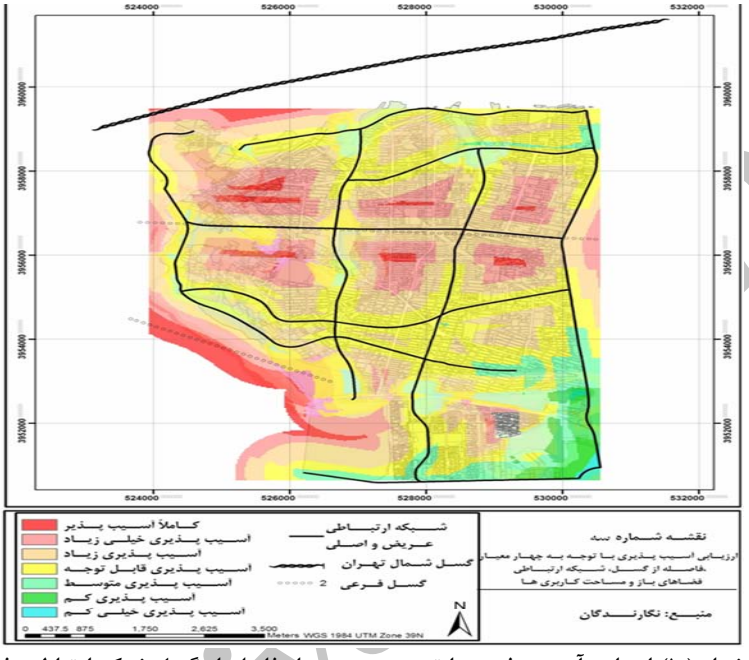
با احتساب ضریب همبستگی با توجه به جدول شماره (۳) و شکل شماره (۹) مشخص می‌گردد که بیشترین همبستگی بین گسل و فضای باز و مساحت قطعات است. این بدان معنی است که هر چه میزان فضای باز بیشتر و مساحت قطعات افزایش یابد میزان آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله بسیار کمتر خواهد بود.

**جدول شماره (۴): ضریب همبستگی بین معیارها**

| | گسل و معبر | گسل و فضای باز | گسل و مساحت |
|---|---|---|---|
| **گسل و معبر** | 1 | 0.952795 | 0.908333 |
| **گسل و فضای باز** | 0.952795 | 1 | 0.980509 |
| **گسل و مساحت** | 0.908333 | 0.980509 | 1 |

Archive of SID

www.SID.ir




**شکل شماره(۱۰) ارزیابی آسیب پذیری با توجه به سه معیار فاصله از گسل،شبکه ارتباطی، فضاهای بازو مساحت کاربری ها**

## نتیجه گیری و پیشنهادها

اگر چه زلزله یک پدیده طبیعی می باشد، اما مجموعه عوامل متعددی در کلان-شهری نظیر تهران باعث می شوند که یک حادثه طبیعی مانند زلزله، به بحرانی طبیعی و فاجعه انسانی تبدیل شود. آنچه مسلم است، امروزه انسان تسلیم محض طبیعت نیست. دانش بشری توانایی مقابله، با حداقل کاهش آثار سوء پدیده های طبیعی را داراست، اما در بسیاری موارد فقدان اندیشه و تفکر برنامه‌ریزی، در نتیجه عوامل انسان‌ساخت آثار سوء حوادث طبیعی را بیشتر می‌کند. شهرهای مجاور گسل، شدت آسیب پذیری را بالاتر برده است، در این میان فعالیت های نسنجیده، عدم رعایت اصول شهرسازی و انسان ساخت بیشترین تاثیر را در این ارتباط گذارده است. در این میان عرض معابر، مساحت قطعات تفکیکی و وجود اراضی باز بیش از عوامل دیگر در شدت پذیری بحران و آسیب‌های ناشی از آن بسیار موثر بوده است. بنابراین

Archive of SID

www.SID.ir

با مطالعات انجام گرفته در این پژوهش و بر اساس یافته های آن مشخص گردید، عدم رعایت اصول شهرسازی تا چه اندازه می تواند میزان آسیب‌پذیری مناطق مجاور گسل را هنگام بروز زلزله، بالا ببرد. طبق یافته‌های فوق در منطقه زلزله خیزی مانند منطقه ۵ کلان شهر تهران، در ارتباط با فاصله از گسل، بسیار مشخص است که هر چه فاصله از گسل بیشتر باشد به دلیل فاصله گیری از کانون بحران میزان آسیب پذیری بسیار پایین می‌آید. بنابراین رعایت حریم گسل یکی از مواردی است که رعایت آن الزامی است. همچنین در ارتباط با مساحت قطعات، مشخص شد هر چه مساحت قطعات بزرگتر باشد، شدت آسیب‌پذیری کمتر می‌گردد. درباره عرض معابر بر اساس یافته های تحقیق مشخص شد، هر چه عرض معابر در مناطق تحت گسل بیشتر باشد در هنگام وقوع زلزله میزان آسیب‌پذیری بسیار کمتر خواهد بود. عریض‌تر بودن معابر نه تنها در هنگام زلزله با فرو ریزی ساختمان‌ها فضای بیشتری را جهت تخلیه در اختیار قرار می دهند، بلکه جهت امداد و خدمات‌رسانی سرعت عمل امدادگران را بالاتر برده و در نتیجه اثرگذاری مثبت، بسیاربالاتری به همراه دارد. ازسویی وجود فضاهای باز یکی از مهمترین عوامل در کاهش اثرات ناشی از زلزله می باشد. بنابراین با استفاده از منطق فازی با تلفیق چهار پارامتر مورد نظر نتایج قابل توجهی به دست آمد. همانطور که در نقشه‌های مربوطه(شکل شماره۱۰) با نرم آفزار GIS نمایش داده شد، مشخص شد قرارگیری عوامل مورد نظر در کنار یکدیگر، همراه با رعایت اصول شهرسازی تا چه اندازه می‌تواند میزان آسیب ناشی از زلزله را در هنگام وقع آن کاهش دهد. بنابراین در مناطقی که مانند منطقه ۵ تهران در معرض زلزله قرار خواهندگرفت، باید عوامل انسان‌ساخت از جمله اصول شهرسازی با دقت دو چندان رعایت شود، فضاهای باز بیشتر، مساحت قطعات تفکیک بالاتر و معابر عریض‌تر در نظر گرفته شوند. این عوامل درکنار رعایت دیگر اصول شهرسازی سبب می‌شود، میزان آسیب پذیری زلزله، بسیار پایین‌تر آید. در نهایت برای هر چه کمتر شده آسیب‌پذیری زلزله در این منطقه پیشنهاد می-شود، حریم گسل طبق ضوابط مربوط به آن رعایت گردد. اصول شهرسازی و برنامه ریزی شهری همچون برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، منطقه‌بندی شهری، تمرکز زدایی، بهسازی لرزه‌ای بافت‌های شهری به کار گرفته شود. کاربری‌های ناسازگارومشکل آفرین حذف و کاربری-های سازگار و ارزش افزا جایگزینی گردد. بین توده و فضا (کاهش سطح اشغال کاربری‌ها) انتظام برقرارگردد. محیط در مقابل عوامل مخرب و سوانح طبیعی پایدار شود. دسترسی مناسب و احداث واحدهای خدماتی به منظور مدیریت بحران در مواقع بروز خطر زلزله تأمین گردد. فضاهای باز مناسب در نقاط مختلف منطقه ایجاد شود. نقشه نقاط ایمن در منطقه تهیه و

Archive of SID

www.SID.ir

شبکه ارتباطی سریع برای دسترسی به آنها در مواقع خطر تعبیه شود. در نهایت تراکم در نقاط با آسیب پذیری زیاد، کاهش یابد.

**منابع و ماخذ**


۱-احمدی دستجردی،حمید و بوچانی، محمد حسین(۱۳۸۲)، **پیشینه زلزله در ایران**، ماهنامه شهرداریها، ویژه نامه شماره ۱۲.

۲-امینی فسخودی، عباس (۱۳۸۴)،**کاربرد استنتاج منطق فازی در مطالعات برنامه ریزی و توسعه منطقه ای**؛ مجله دانش و توسعه، شماره ۱۷، نیمه دوم سال ۱۳۸۴.

۳- پور محمدی، محمد رضا و مصیب زاده، علی (۱۳۸۷)، **آسیب پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله ای در امداد رسانی آنها**، مجله جغرافیا وتوسعه، شماره ۱۲.

۴- پوراحمد، احمد و دیگران (۱۳۸۸)، **بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله ( مطالعه موردی شهر بابل)**؛ مطالعات و پژوهش های شهری، سال اول، شماره اول.

۵-حمیدی، ملیحه(۱۳۷۱)،**" ارزیابی الگوی قطعه‌بندی اراضی و بافت شهری در آسیب پذیری مسکن از سوانح طبیعی"** در مجموعه مقالات سمینار سیاست های توسعه مسکن در ایران، تهران.

۶- زنگی‌آبادی, علی و تبریزی، نازنین( ۱۳۸۵)، **زلزله تهران و آسیب پذیری مناطق شهری**؛ مجله پژوهش‌های جغرافیای، شماره ۵۶،

۷-زهرائی، سید مهدی و ارشاد، لیلی(۱۳۸۴)، **بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای ساختمان های شهر قزوین**. نشریه دانشکده فنی دانشگاه تهران. جلد ۳۹. انتشارات دانشگاه تهران.

۸-سالنامه آماری شهرداری تهران، ۱۳۸۶.

۹-عادلی، حجت الله(۱۳۸۵)، **چطور می‌توان تلفات و خسارات ناشی از زلزله را در شهرها کاهش داد**، تهران. دهخدا.

۱۰- عبداللهی، مجید(۱۳۸۷)، **مدیریت بحران در نواحی شهر ( زلزله و سیل)**، انتشارات سازمان شهرداری های کشور، تهران.


Archive of SID

www.SID.ir

۱۱- عزیزی، محمد مهدی (۱۳۸۳) **نقش شهرسازی در کاهش آسیب پذیری زلزله**، تجربه بم، گزارش نهایی طرح پژوهشی معاونت پژوهشی، دانشگاه تهران، تهران.

۱۲- همو (۱۳۸۵)، **تراکم در شهرسازی ـ اصول و معیارهای تعیین تراکم شهری**، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۱۳- عزیزی، محمد مهدی و اکبری،رضا( ۱۳۸۷)، **ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب پذیری شهرها از زلزله( مطالعه موردی منطقه فرخزاد تهران)**، نشریه هنرهای زیبا، شماره۳۴، تابستان ۱۳۸۷.

۱۴- قدیری، محمود (۱۳۸۲)، **کاربرد برنامه ریزی شهری( کاربری زمین) در کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در برابر زلزله ( مطالعه موردی منطقه ۱۷ تهران)**. دانشگاه تربیت مدرس.

۱۵- مرکز مطالعات زلزله و زیست محیطی تهران بزرگ(۱۳۸۰)، **مطالعه ریز پهنه بندی زلزله تهران بزرگ**، گزارش نهایی.

۱۶-ویسه، یدالله ( ۱۳۷۸)، **نگرشی بر مطالعات شهرسازی و برنامه‌ریزی شهری در مناطق زلزله خیز**، چاپ اول، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

Gibson, Gary (2002), ***an introduction to seismology", Disaster prevention and management***, volume 6, number 5, MCB university press, Emerald Group Limited.

Kuswandari, R., (2004) ***"Assessment of Different Methods for Measuring the Sustainability of Forest Management***", International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands.

Lootsma, F.A. (2005), ***Fuzzy Logic for Planning and Decision Making***. Dordrecht, kluwer Academic Publisher.

Lotfizadeh, M.R.( 1996) ***Fuzzy sets and systems***. In: Fox J, editor. System Theory. Brooklyn, NY: Polytechnic Press.

Archive of SID

www.SID.ir

Mose, Tun Lin and Pathranakul, Pairote (2006). ***An Integrated Approach to Natural Disaster Prevention and management***, Vol 15 No 3, Emerald Group Publishing Limited.

Paton, Douglas and Fohonston, David (2005): ***Disaster and communities: vulnerability, resilience and preparedness, Disaster Prevention and Management***, volume 10,number 4, MCB University, ISSN 0965- 4662.

Archive of SID

www.SID.ir