مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای
سال سوم، شماره نهم، تابستان ۱۳۹۰
دریافت: ۱۳۸۹/٦/۲٤ – پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۲
صص ۳٦-۱۹

ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی منطقه ۹ شهرداری تهران)

منوچهر فرجزاده اصل: دانشیار سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران*
محسن احدنژاد: استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
جمال امینی: کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

چکیده

تهران به عنوان یکی از شهرهای مهم ایران به واسطه قرار گرفتن چندین گسل فعال در اطراف و درون آن از ریسک بالایی در برابر خطر زلزله برخوردار است، براین اساس بررسی‌های مربوط به آسیب‌پذیری لرزه‌ای این شهر یکی از ضروریات مدیریت شهری تهران است. با توجه به این مهم منطقه ۹ شهرداری تهران به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد، روش تحقیق و تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با توجه به روشهای مبتنی بر پایگاه اطلاعاتی و با بهره‌گیری از مدل TOPSIS Fuzzy و نرم افزارهای مبتنی بر رویکرد سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت می‌پذیرد. معیارهای مصالح ساختمانی، قدمت ساختمان، تعداد طبقات، کیفیت ابنیه، تراکم جمعیت، سازگاری کابری‌ها و وضعیت قرارگیری ساختمان در بلوک برای انجام پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج حاصله حاکی از آسیب‌پذیر بودن منطقه ۹ شهرداری تهران در برابر زلزله و کارایی مدل TOPSIS Fuzzy در ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه مورد مطالعه است.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری، زلزله، منطقه ۹ شهرداری تهران، فازی شهودی، مدل TOPSIS Fuzzy

*نویسنده مسؤول: ۰۹۱۲۱۷۲۳۱۲٤
e-mail: farajzam@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

۱-۱- طرح مسأله

زلزله پدیده‌ای است طبیعی که بی‌توجهی به آن خسارات جبران‌ناپذیری به دنبال خواهد داشت. وقوع زلزله‌های شدید بشر را بر آن داشته است که در فکر تدوین یک برنامه زیربنایی برای کاهش خطرات و آسیب‌های ناشی از آن باشد. ویژگیهای زمین ساخت کشور، زلزله را به عنوان یکی از مخرب‌ترین عوامل انهدام حیات انسانی مطرح نموده‌است. بررسی‌های تاریخی نشان می‌دهد که مناطق وسیعی از کشورمان توسط این حادثه طبیعی متحمل آسیب‌های جانی و مالی گردیده‌است. براساس گزارش سازمان ملل، در سال ۲۰۰۳ میلادی، کشور ایران در بین کشورهای جهان رتبه نخست را در تعداد زلزله‌های با شدت بالای ۵/۵ ریشتر و یکی از بالاترین رتبه‌ها را در زمینه آسیب‌پذیری از زلزله و تعداد افراد کشته شده در اثر این سانحه، داشته است. بر اساس همین گزارش، در کشور ایران زلزله وجه غالب را در بین سوانح طبیعی دارا است(UNDP, 2004 :12).

کشور ایران با آسیب‌پذیری لرزه‌ای گروه‌های خاصی از ساخت و سازها مانند: ساختمانهای عمومی با مصالح غیر مسلح بنایی، ساختمان‌های پر جمعیت قدیمی در مراکز شهری، بافت‌های فرسوده، منازل مسکونی و سازه‌های بتنی که در دهه ۱۹۶۰ تا ۱۹۸۰ با مصالح و طراحی ضعیف سر برآورده‌اند روبرو است. شهرها مکان تجمع جمعیت و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی هستند، وجود این مساله مهم ضرورت کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله را مطرح می‌کند. شهر تنها مجموعه‌ای از ساختمانها نیست، بلکه پدیده‌ای انسانی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و کالبدی است. بدین ترتیب شهر به عنوان مجموعه‌ای از عناصر تعریف می‌گردد تا بتوان به روشهای مناسبی جهت ارزیابی کالبد شهر و تعیین شاخصهای کالبدی آسیب‌پذیری رسید و نیز راهکارهایی برای کاهش آسیب‌پذیری ارائه نمود. شهر تهران به عنوان یکی از پرجمعیت‌ترین شهرهای کشور با جمعیتی در حدود ۷۷۹۷۵۲۰ نفر در سال ۱۳۸۵، به دلیل وجود تعداد بسیار زیاد گسل‌ها در سطح تهران و سوابق تاریخی فعالیت این گسل‌ها می‌توان گفت که روزی نه چندان دور تهران با زلزله عظیم مواجه خواهد شد.

۱-۲- اهمیت و ضرورت تحقیق

زلزله به عنوان پدیده‌ای طبیعی، زمانی مخاطره‌آمیز و بحران آفرین است که جامعهٔ واقع در معرض آن، نسبت به آن آسیب‌پذیر باشد. زلزله یکی از مخاطرات طبیعی است که همواره احتمال رخ دادن این حادثه طبیعی به ویژه زمانی که شرایط رخ دادن آن، از جمله وجود گسلهای متعدد فراهم باشد، وجود دارد. شهر تهران به عنوان یکی از پرجمعیت‌ترین و مهم‌ترین شهرهای کشور، به دلیل موقعیت جغرافیایی این شهر که روی چندین گسل فعال واقع شده و سوابق تاریخی فعالیت این گسل‌ها می‌توان گفت که روزی نه چندان دور تهران با زلزله عظیم مواجه خواهد شد و با توجه به اینکه بخش اعظم پهنه‌های مسکونی منطقه ۹ شهرداری تهران را پلاک‌های ریزدانه، نفوذناپذیر و با کاربرد مصالح بی‌دوام و ناپایدار تشکیل می‌دهد، به این معنی که وجود پهنه‌های وسیع بافت فرسوده به ویژه در کاربری مسکونی از ویژگی‌های بارز این منطقه

Archive of SID

www.SID.ir

است و نیز نزدیکی به گسل ری، منطقه ۹ شهرداری تهران به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. پس با توجه به مطالب بیان شده، این ضرورت به طور جدی احساس می‌شود که با ایجاد یک مدل مناسب و بکارگیری انواع داده‌های مکانی و غیر مکانی و انجام تحلیل‌های مربوط در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، بتوان به ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری شهر تهران در برابر زلزله کمک نموده و در کنار کسب آمادگی‌های لازم در برابر این خطر طبیعی، در یک فرایند سیستماتیک به مدیریت بحران‌های ناشی از سوانح طبیعی پرداخت.

۱-۳- اهداف تحقیق

این پژوهش در راستای اهداف ذیل تدوین شده است؛

۱-۳-۱- شناسایی مناطق آسیب پذیر شهری با کمک مدل و معیارهای مورد استفاده

۱-۳-۲- ارائه روشهای مناسب جهت تهیه نقشه آسیب‌پذیری شهر

۱-۳-۳- کسب آمادگی لازم برای رویارویی با مخاطرات طبیعی

۱-٤- سوابق تحقیق

تا بحال تحلیل‌ها و ارزیابی‌های متعددی در ارتباط با آسیب‌پذیری 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 توکلی‌ها (۱۹۹۳) انجام داده‌اند، که نتیجه بررسی‌های آنها منجر به برآورد منحنیهای شکست برای سه نوع مختلف ساختمان بر اساس زلزله رودبار و منجیل گردیده است. آنها خسارت وارده به روستاهای نزدیک رو به مرکز زمین لرزه ۱۹۹۰ منجیل ایران را مطالعه نمودند و رابطه بین بیشنه شتاب زمین و خسارت دیدگی ساختمانها را استخراج نمودند. آنان در پژوهش خود ساختمانها به سه دسته اصلی تقسیم نمودند:

- ساختمانهای مهندسی ساز(فلزی و بتنی)،
- ساختمانهای نیمه مهندسی ساز(بنایی و چوبی)،
- ساختمانهای غیر مهندسی(خشتی).

مورد دیگر مربوط به ارزیابی آسیب‌پذیری، پروژه شرکت جایکا(JICA[1]) برای شهر تهران است. در این پروژه آسیب‌پذیری شهر تهران در جنبه‌های گوناگون فیزیکی، انسانی و همچنین برای اماکن خاص براساس منحنیهای شکست تهیه شده توسط توکلی‌ها بررسی شده‌است (جایکا، ۱۳۸۰).

عزیزی و اکبری (۱۳۸۷) با به کارگیری معیارهای شهرسازی و با استفاده از AHP و GIS به بررسی سنجش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله احتمالی پرداخته‌اند، 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 آسیب‌پذیری 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 آسیب‌پذیری می‌شود.

زنگی‌آبادی و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی که به صورت پیمایشی، تحلیلی و مبتنی بر مشخصات کمی و کیفی بوده‌است، به تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر زلزله پرداخته‌اند، که

[1] - Japan International Cooperation Agency

Archive of SID

www.SID.ir

مطالعه آنها نشان داد، میزان آسیب‌پذیری مساکن شهر اصفهان در برابر خطر زلزله بالا است و دسترسی به مراکز امداد و نجات در مواقع بحرانی مانند وقوع زلزله در وضعیت نامطلوبی قرار دارد.

احدنژاد (۱۳۸۸)، با استفاده از دو مدل RISK_UE و AHP آسیب‌پذیری شهر زنجان را در برابر زلزله مدل‌سازی نموده و در نهایت با ارائه سناریوهای زلزله در شدتهای مختلف و با استفاده از مدلهای موجود در زمینه تخمین خسارات، به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی و اجتماعی شهر زنجان پرداخته است.

حاتمی‌نژاد (۱۳۸۸)، با استفاده از روش تحلیلی ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای و با بهره‌گیری از AHP و GIS، آسیب‌پذیری منطقه ۱۰ شهر تهران را بررسی نموده و برای این کار از شاخصهای: نوع مصالح، عمر سازه، تراکم جمعیت و شبکه ارتباطی استفاده نموده است.

گیووینازی[2] (۲۰۰۶) در پژوهشی ابتدا به بررسی مدلهای مختلف آسیب‌پذیری از جمله مدل RISK_UK و سناریوهای مختلف آسیب پرداخته و سپس با استفاده از مدل RISK_UK ارزیابی آسیب-پذیری منطقه لیگوریا[3] در ایتالیا را بررسی نموده و سناریوهای آسیب را انجام داده‌است. .

لانتادا[4] و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی ضمن مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهر بارسلون با استفاده از مدل RISK_UE، با بکارگیری مدلهای موجود در زمینه تخمین خسارات به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی در شهر بارسلون پرداخته‌اند.

تانگ و ون[5] (۲۰۰۹) در تحقیقی، سیستم هوش مصنوعی برای ارزیابی خطر زلزله در شهر دیانگ[6] در کشور چین را مبنی بر توسعه GIS و شبکه مصنوعی مورد استفاده قراردادند. این سیستم برای تشخیص ضعف لرزه‌ای ساختارها در شرایط پیش از زلزله، ارزیابی سریع خسارت زلزله و فراهم ساختن شرایط فوری هوشمند پاسخگویی عمومی و دولتی در طول زلزله و بعد از آن کاربرد دارد.

با مشاهده تحقیقات انجام شده می‌توان گفت، که مدلهای زیادی جهت ارزیابی و کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله ارائه شده‌است. علاوه بر روش‌های فوق، امروزه تکنیکهای TOPSIS Fuzzy و منطق فازی در مطالعه فرایندهای محیطی و از جمله زلزله مورد توجه محققین قرار گرفته است. منطق فازی به عنوان یکی از روشهای بهینه، ابزاری توانمند جهت حل مسائل مربوط به سیستم‌های پیچیده که درک آنها مشکل است، به شمار می‌آید (کوره‌پزان دزفولی، ۱۳۸۷: ۱).

۱-۵- سئوال‌ها و فرضیه‌ها

می‌توان چنین اظهار کرد که خمیرمایه‌ی هر کار علمی سوالاتی است که ذهن محقق را به خود مشغول داشته است و محقق در روند کار با بهره‌گیری از ابزارها و روشهای مناسب پاسخی منطقی برای آنها می‌یابد. در پژوهش حاضر سوالاتی به قرار زیر مد نظر هستند:

2 Giovinazzi
3 Liguria
4 Lantada
5 Tang and Wen
6 Diang

Archive of SID

www.SID.ir

۱-۵-۱- آیا مدل TOPSIS Fuzzy کارایی لازم جهت بررسی آسیب‌پذیری را دارد؟

۱-۵-۲- با توجه به معیارهای مورد استفاده می‌توان آسیب‌پذیری منطقه را بررسی نمود؟

گاهی اوقات نیز محقق با توجه به آگاهی و دانشی که نسبت به سوالات مطرح شده دارد فرضیاتی را در راستای آنها مطرح می‌نماید و از طریق ابزارها و روشهای مناسب سعی در آزمون آنها دارد. در این راستا فرضیاتی نیز به شکل زیر مطرح و آزمون شدند:

۱-۵-۳- مدل TOPSIS Fuzzy کارایی لازم جهت بررسی آسیب‌پذیری را دارد.

۱-۵-٤- با توجه به معیارهای مورد استفاده می‌توان آسیب‌پذیری منطقه را بررسی نمود.

۱-٦- روش تحقیق

برای انجام تحقیق، منطقه ۹ شهرداری تهران انتخاب گردید، تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با توجه به روشهای مبتنی بر پایگاه اطلاعاتی و با بهره‌گیری از مدل مورد استفاده و نرم افزارهای مبتنی بر رویکرد سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت می‌پذیرد. که مراحل زیر به منظور انجام تحقیق صورت گرفت:

- مطالعه کارهای انجام شده در داخل و خاج از کشور و بررسی چگونگی انجام کار آنها و مدل‌ها و روش‌های که جهت انجام کار مورد استفاده قرار داده‌اند؛
- تهیه و گردآوری اطلاعات مورد نیاز از قبیل اطلاعات ممیزی(مصالح ساختمانی، قدمت ساختمان، کیفیت ابنیه، کاربری ارضی، تراکم جمعیت و تعداد طبقات ساختمانی)، خاک و زمین‌شناسی و نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰، از سازمان‌های مربوطه؛
- آماده سازی داده‌ها برای ورود به مدل مورد استفاده؛

در این تحقیق بعد از جمع آوری داده‌ها مدل TOPSIS Fuzzy برای تحلیل آسیب‌پذیری منطقه انتخاب شد، که در ادامه چگونگی انجام تحقیق با این مدل به طور کامل تشریح می‌شود.

۱-۷- معرفی متغیرها و شاخص‌ها

- اطلاعات ممیزی شامل، مصالح ساختمانی، قدمت ساختمان، کیفیت ابنیه، کاربری ارضی، تراکم جمعیت و تعداد طبقات ساختمانی از شهرداری منطقه ۹ تهران و شرکت آمود؛
- داده‌های خاک و زمین‌شناسی از مطالعات جایکا؛
- نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ از سازمان نقشه برداری کشور؛
- جمع آوری پرسشنامه جهت وزن‌دهی به معیارها، که برای انجام این کار فرمهای تهیه شد و سه گروه کارشناسی عمران(سازه)، عمران(خاک و پی) و برنامه‌ریزی شهری انتخاب شدند و در هر گروه نیز سه کارشناس انتخاب شدند. سپس با مراجعه به این کارشناسان و ارائه پرسشنامه به آنها و نیز ارائه توضیحات تکمیلی در مورد هر کدام از پارامترها، از کارشناس خواسته شد که با توجه به منطقه مورد مطالعه نسبت به وزن دهی به معیارها اقدام نماید. در نهایت بعد از نظر خواهی از تمام کارشناسان، میانگین وزن‌ها انتخاب و به معیارها اعمال شد.

Archive of SID

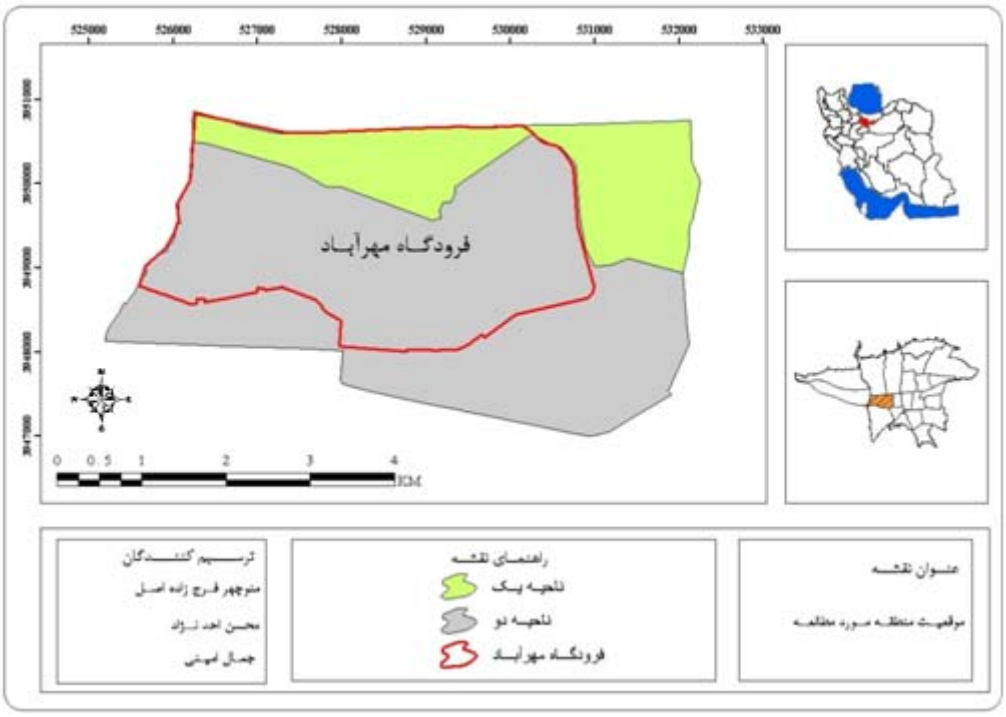
www.SID.ir

- استفاده از نرم افزارهای سیستم اطلاعات جغرافیایی، Arc/GIS و IDRISI؛
- استفاده از نرم افزار Excel.

۱-۸- محدوده و قلمرو پژوهش

منطقه ۹ شهرداری تهران از شمال به خیابان آزادی و بزرگراه مخصوص کرج، از جنوب به خیابان آذری، میدان شیر و بزرگراه فتح، از شرق به خیابان شهیدان(امتداد بزرگراه یادگار امام)، خیابان‌های امامزاده عبدالله و شبیری و از غرب به مسیل کن منتهی می‌شود و با مناطق ۲ و ۵ از شمال، ۱۰ و ۱۷ از شرق، ۱۸ از جنوب و ۲۱ در غرب همسایگی دارد. در وضع موجود منطقه ۹ شهرداری تهران دارای ۲ ناحیه و ۸ محله است.

وسعت منطقه، ۱۹٦٦ هکتار یعنی در حدود ۲/۸ درصد مساحت تهران و جمعیت آن در سال ۱۳۸۵ برابر با ۱۷۱۷۳۷ نفر بوده است(مهندسین مشاور معماری و شهرسازی آمود، ۱۳۸۵: ٦). شکل(۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲- مفاهیم، دیدگاه‌ها و مبانی نظری

۲-۱- تعاریف و مفاهیم

آسیب‌پذیری شرایطی است که در آن سکونتگاههای انسانی و یا ساختمانها توسط مجاورت آنها با مخاطرات وکیفیت ساخت آنها و یا هر دو مورد در معرض تهدید قرار می‌گیرند (www. cdmha. org/definitions. hmt).

www.SID.ir

طبق تعریف سازمان ملل(۱۹۹۱) آسیب‌پذیری عبارت است از درجه زیان یک عنصر معین یا دسته‌ای از عناصر در معرض ریسک، در نتیجه وقوع یک پدیده طبیعی با بزرگای معین و بیان شده بر روی مقیاسی از صفر (بدون آسیب‌پذیری) تا یک(آسیب-پذیری کامل)(Houser and Egenning, 1993: 14) .

۲-۲- مبانی نظری و مدل‌های مورد استفاده

۲-۲-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (Analytical Hierarchy Process)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که توسط توماس ساعتی بنا نهاده شده است، یکی از جامع‌ترین سیستم-های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را بصورت سلسله مراتبی فرآهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد و گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد (قدسی پور، ۱۳۸٤: ۵).

اساس روش AHP بر مقایسه‌ی زوجی یا دو به‌دویی گزینه‌ها و معیارهای تصمیم‌گیری است، که در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوتهای شفاهی استفاده خواهند کرد، به گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j یکی از حالات جدول (۱) است که توسط توماس ساعتی ارائه گردیده است. بعد از تعیین اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر نباید نرخ سازگاری سیستم (CR) از ۰/۱ بیشتر باشد در غیر این صورت باید در وزنها تجدید نظر کرد (قدسی پور، ۱۳۸٤: ۱۳).

جدول ۱- مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی

ترجیحات(قضاوت شفاهی)	مقدارعددی
کاملا"مرجح (Extremely Preferred)	۹
مطلوبیت خیلی قوی (Very strongly Preferred)	۷
مطلوبیت قوی (strongly Preferred)	۵
کمی مطلوبتر(Moderately Preferred)	۳
مطلوبیت یکسان (Equally Preferred)	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۲ و ٤ و ٦ و ۸

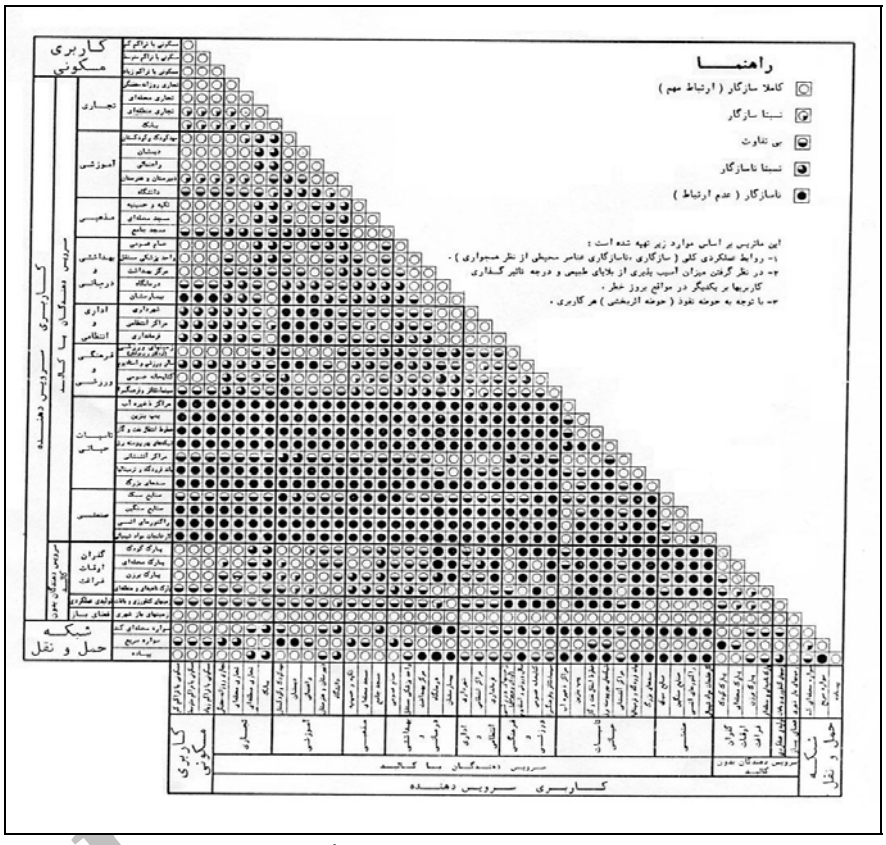
مأخذ:(قدسی پور، ۱۳۸٤: ١٤)

از مدل AHP در تحلیل سازگاری کاربری‌ها استفاده شد، مفهوم سازگاری فعالیتها آن است که همگنی و سازگاری فعالیتها، تضاد و تقابل کاربری‌ها (ناسازگاری‌ها) و کاربری‌های تاحدی سازگار در رابطه با خطر وقوع زلزله مشخص شوند. نحوه تشخیص میزان سازگاری، بر اساس شناخت عوامل و مشخصات مثبت و منفی موثر در هر کاربری هنگام وقوع زلزله سنجیده می‌شود. که برای انجام این کار از

Archive of SID

www.SID.ir

مدل AHP برای شاخص سازگاری کاربری‌ها استفاده شد، که برای تهیه این شاخص از ماتریس سازگاری‌ها که در شکل (۲) دیده می‌شود، استفاده شده است. برای تهیه این شاخص ابتدا کاربری‌های اصلی شهری موجود در منطقه با استفاده از نرم افزار Arc/GIS استخراج شد، یعنی به تفکیک کاربری‌های شهری ۱۰ نقشه کاربری بدست آمد، سپس با استفاده از مدل AHP اهمیت و وزن کاربری‌ها در نرم افزار IDRISI بدست آمد و ساختمانهای منطقه بر اساس سازگاری کاربری‌ها در این شاخص وزن دهی(جدول۲) شدند.



شکل ۲- ماتریس سازگاری کاربری‌های شهری نسبت به همدیگر با در نظر گرفتن عوامل مخاطره انگیز در زلزله (بحرینی، ۱۳۷۵: ۱۹۲)

۲-۲-۲- مجموعه‌های فازی شهودی(IFS) [7]

ایده مجموعه‌های فازی شهودی که برای اولین بار توسط اتاناسسو[8] پیشنهاد گردیده است، این ایده با سه تابع که درجه عضویت[9]، درجه عدم عضویت[10] و درجه عدم قطعیت[11] را بیان می‌کنند، توصیف می‌شود. درجه عدم قطعیت این امر را منعکس می‌کند، که تصمیم گیرندگان نمی‌توانند همواره درجه عضویتهای مشخص و معین را انتخاب کنند، IFS و[12]IVFS هر

[7] Intuitionistic Fuzzy Sets
8 Atanassov
[9] Degree of Membership
[10] Degree of Nonmembership
[11] Degree of Uncertainty
[12] Interval-value Fuzzy Sets

www.SID.ir

دو یک مفهوم را دارند (Chen and Tsao, 2008: 1411).

اگر X یک مجموعه کلی معین باشد، مجموعه فازی شهودیA در X به صورت رابطه(۱) تعریف می‌شود:

رابطه (۱)

$$A=\left\{\left(x_j,\mu_{A_i}(x),\nu_{A_i}(x_j)\right)x_j\in X\right\}$$

که در این رابطه:

$\mu_{A_i}(x)$: درجه عضویت

$\nu_{A_i}(x)$: درجه عدم عضویت

و برای هر عنصر $x_j\in X$، رابطه (۲) باید برقرار باشد. با توجه به درجه عضویت و درجه عدم عضویت، درجه عدم قطعیت از رابطه (۳) محاسبه می‌شود:

رابطه (۲)

$$0\le\mu_{A_i}(x)+\nu_{A_i}(x_j)\le 1$$

رابطه (۳)

$$1-\nu_{A_i}(x_j)+\mu_{A_i}(x_j)=\pi_{A_i}(x_j)$$

۲-۲-۳- مدل TOPSIS

روش TOPSIS[13] که ابتدا توسط هوانگ و یون[14] ارائه گردید، از جمله روشهایی است که بطور وسیعی در تصمیم‌گیریهای چند معیاره مورد استفاده قرار می‌گیرد. روشهای نقطه ایده‌آل[15] گزینه‌ها را بر اساس میزان فاصله‌شان از نقطه ایده‌آل اولویت‌بندی می‌کنند. این نقطه ایده‌آل می‌تواند یک نقطه فرضی باشد و شامل نقطه‌ایست که از برآیند کلیه متغیرها بدست می‌آید. مفهوم پایه‌ای TOPSIS بر این مبنا استوار است، که گزینه‌های انتخاب شده بایستی کمترین فاصله را به نقاط ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را به نقاط ایده‌آل منفی داشته باشند (Chen and Tsao, 2008: 1411). واقعیات زیربنائی این مدل بدین قرار است:

– مطلوبیت هر شاخص باید به طور یکنواخت افزایشی (یا کاهشی) باشد، که به این صورت بهترین ارزش موجود از یک شاخص نشان دهنده ایده‌آل مثبت و بدترین ارزش موجود از آن مشخص کننده ایده‌آل منفی برای آن خواهد بود.

– فاصله یک گزینه از ایده‌آل (یا ایده‌آل منفی) ممکن است به صورت فاصله اقلیدوسی (از توان دوم) و یا به صورت مجموع قدرمطلق از فواصل خطی (فواصل **بلوکی**[16]) **محاسبه گردد (اصغرپور، ۱۳۸۷: ۲۶۰).**

۲-۲-٤- مدل TOPSIS Fuzzy

بسیاری از متغیرهای مربوط به مسایل موجود در دنیای واقعی، متغیرهای کیفی و زبانی هستند. بنابراین، در این گونه مسایل بهتر است از مدل‌های تصمیم‌گیری فازی استفاده گردد. اهمیتTOPSIS Fuzzy در این مورد است، که اهمیت معیارها و عملکرد گزینه‌ها را با توجه به ویژگیهای گوناگون، با استفاده از اعداد فازی به جای اعداد صحیح نسبت می‌دهد. مدلTOPSIS Fuzzy بطورکلی درشش مرحله اجرا می‌شود(Chen and Tsao, 2008: 1416):

[13] Techniques for Ordering Preferences based on Similarity to Ideal Solution
[14] Hwang and Yoon
[15] Ideal Point
[16] City Block Distance

Archive of SID

www.SID.ir

- ساختن ماتریس تصمیم گیری[17] ؛
- ساختن ماتریس وزنی تصمیم گیری[18]؛
- مشخص کردن نقاط ایده‌آل[19] مثبت و منفی؛
- محاسبه فاصله‌ها[20]؛
- محاسبه شاخص نزدیکی[21]؛
- رتبه بندی کردن[22] گزینه‌ها، البته باید توجه داشت که در ارتباط با آسیب‌پذیری بحث انتخاب گزینه مطرح نیست و بایستی نتیجه تصمیم‌گیری منجر به تعیین مقداری به عنوان درجه آسیب-پذیری که کمیتی پیوسته است، برای هر نقطه از منطقه مورد مطالعه گردد.

۲-۲-٤-۱- ساختن ماتریس وزنی تصمیم گیری(وزن دهی به معیارها)

به هر کدام از معیارها و زیر معیارهای به تناسب هدف و با توجه به نظرات کارشناسان مربوطه وزنی اختصاص می‌یابد، که این وزن با یک بازه $\left[\mu^{-}_{A_i}(x_j), \mu^{+}_{A_i}(x_j)\right]$ متناظر می‌شود، که از نظر قوانین فازی هر کدام از مولفه‌های این بازه بین صفر و یک بوده و همچنین رابطه(٤) برقرار است. با استفاده از این بازه، بازهٔ سه مولفه‌ای $\left[\mu_{A_i}(x_j), \nu_{A_i}(x_j), \pi_{A_i}(x_j)\right]$ حاصل می‌شود، که این بازه سه مولفه‌ای با استفاده از بازه دو مولفه‌ای فوق، از طریق روابط(۵و٦و۷) محاسبه می‌گردد. این موارد اجرای مراحل ۱و ۲ مدل TOPSIS Fuzzy است.

رابطه (٤)

$$\mu^{+}_{A_i}(x_j) > \mu^{-}_{A_i}(x_j)$$

رابطه (۵)

$$\mu^{-}_{A_i}(x_j) = \mu_{A_i}(x_j)$$

رابطه (٦)

$$\nu_{A_i}(x_j) = 1 - \mu^{+}_{A_i}(x_j)$$

رابطه (۷)

$$1 - \nu_{A_i}(x_j) + \mu_{A_i}(x_j) = \pi_{A_i}(x_j)$$

۲-۲-٤-۲- تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و منفی

برای تعیین نقاط ایده‌آل مثبت و منفی با توجه به ماتریس وزنی تصمیم‌گیری و وزن داده شده به معیارها به این صورت عمل نموده، که برای تعیین نقاط ایده‌آل مثبت (A^{*}) از اعداد مربوط به درجه عضویت($\mu_{A_i}(x)$) بزرگترین عدد و از اعداد مربوط به درجه عدم عضویت($\nu_{A_i}(x)$) کمترین عدد و برای تعیین شاخص عدم قطعیت($\pi_{A_i}(x)$) باید عدد یک از مجموع دو عدد به دست آمده کم شود. برای تعیین ایده‌آل منفی(A^{-}) نیز از اعداد مربوط به درجه عضویت کمترین عدد و از اعداد مربوط به درجه عدم عضویت بزرگترین عدد انتخاب می‌گردد و برای تعیین شاخص عدم قطعیت($\pi_{A_i}(x)$) عدد یک از مجموع دو عدد به دست آمده کم می‌شود.

۲-۲-٤-۳- محاسبه فاصله تفرق

فاصله میان آلترناتیوها با نقاط ایده‌آل مثبت و منفی با استفاده از فاصله اقلیدسی یا فاصله همینگ محاسبه می‌شود، که در روش IVFS این فاصله با استفاده ازروشهای ارائه شده توسط Atanassov و Szmidt

[17] Decision Matrix
[18] Weighted Decision Matrix
[19] Point Idea
[20] Separation Measures
[21] Relative Closeness
[22] Ranking

Archive of SID

www.SID.ir

and Kacprzy که فاصله‌های اقلیدسی و همینگ را عمومیت بخشیده و نرمالیز می‌کند، محاسبه می‌شود،

رابطه(۸)

$$S_i^{g2} = \{\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{n}\left[\left(\mu_{A_i}w(x_j) - \mu_{A^*}w(x_j)\right)^2 + \left(V_{A_i}w(x_j) - V_{A^*}w(x_j)\right)^2 + \left(\pi_{A_i}w(x_j) - \pi_{A^*}w(x_j)\right)^2\right]\}^{\frac{1}{2}}$$

رابطه(۹)

$$S_i^{g2} = \{\frac{1}{2}\sum_{j=1}^{n}\left[\left(\mu_{A_i}w(x_j) - \mu_{A^-}w(x_j)\right)^2 + \left(V_{A_i}w(x_j) - V_{A^-}w(x_j)\right)^2 + \left(\pi_{A_i}w(x_j) - \pi_{A^-}w(x_j)\right)^2\right]\}^{\frac{1}{2}}$$

که در این رابطه (S_{i^*} و S_{i^-}) فاصله تفرق مثبت و منفی، ($\mu_{A_i}(x)$) نشان دهنده درجه عضویت، ($V_{A_i}(x)$) نمایانگر درجه عدم عضویت و ($\pi_{A_i}(x)$) شاخص عدم قطعیت را نشان می‌دهند که هر سه مورد برای iامین آلترناتیو و jامین ویژگی هستند و همچنین($\mu_{A^*}\cdot W(x_j)$) درجهٔ عضویت، ($V_{A^*}\cdot W(x_j)$) درجهٔ عدم عضویت و ($\pi_{A^*}\cdot W(x_j)$) شاخص عدم قطعیت، هر سه مربوط به بازهٔ ایده‌آل مثبت و ($\mu_{A^-}\cdot W(x_j)$) درجهٔ عضویت، ($V_{A^-}\cdot W(x_j)$) درجهٔ عدم عضویت و ($\pi_{A^-}\cdot W(x_j)$) شاخص عدم قطعیت، هر سه مربوط به بازهٔ ایده‌آل منفی هستند.

۲-۲-٤-محاسبه شاخص نزدیکی نسبی

شاخص نزدیکی که در این تحقیق بیانگر آسیب-پذیری کلی مساکن شهری است، از طریق رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود.

رابطه (۱۰)

$$C_{i^*} = \frac{S_{i^-}}{S_{i^*} + S_{i^-}}$$ (Chen and Tsao, 2008: 1416)

که در این رابطه

C_{i^*}: بیانگر آسیب‌پذیری کلی ساختمان(شاخص نزدیکی) است.

S_{i^*}: فاصله تفرق مثبت

S_{i^-}: فاصله تفرق منفی

۲-۲-٤-۵- تخمین شاخص متوسط درجه آسیب

شاخص متوسط درجه آسیب با توجه به شاخص آسیب‌پذیری کلی(C_{i^*}) و شدتهای مختلف زلزله تخمین زده می‌شود. به عبارت دیگر برای درجه‌بندی میزان آسیب ساختمانها در درجات مختلف زلزله‌های احتمالی، باید ساختمانها را با شدتهای مختلف زلزله مورد ارزیابی قرار داد، تا بتوان به ارزیابی آسیب دقیق هر کدام از ساختمانها پرداخت، برای این کار از رابطه(۱۱) استفاده می‌شود.

رابطه(۱۱)

$$\mu_D = 2.5\left[1 + tanh\left(\frac{I+6.25\overline{V}_I-13.1}{2.3}\right)\right]$$

(Milutinovic and Trendafiloski,2003: 28)

که در این رابطه

I: شدت زلزله بر اساس واحد مرکالی اصلاح شده؛

که فاصله‌های تفرق از طریق رابطه (۸ و۹) محاسبه می‌شود (Chen and Tsao, 2008: 1414).

Archive of SID

www.SID.ir

$\overline{V_I}$: مقدار آسیب‌پذیری کلی ساختمان(شاخص نزدیکی) که از طریق رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود.

۳- ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن منطقه ۹ شهرداری تهران با استفاده از مدل TOPSIS Fuzzy

در این قسمت با تاکید بر مبانی نظری بیان شده در مورد مدل TOPSIS Fuzzy به ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن منطقه ۹ شهرداری تهران در برابر زلزله پرداخته می‌شود. که براساس مطالب بیان شده، وزن-دهی به معیارها و زیر معیارهای مورد استفاده براساس نظر کارشناسان، انجام گرفته و نتایج آن در جدول(۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- نتیجه حاصل از محاسبه بازه سه عضوی از بازه دو عضوی برای معیارهای مورد استفاده

عوامل آسیب‌پذیری	خاک	$\mu_{\bar{A}_i}(x_j)$	$\mu_{\tilde{A}_i}^{+}(x_j)$	$\mu_{A_i}(x_j)$	$v_{A_i}(x_j)$	$\pi_{A_i}(x_j)$
نوع خاک	رس و لای نسبتا نرم	۰.۰۲۱	۰.۲	۰.۰۲۱	۰.۸	۰.۱۷۹
	ماسه، رس، سیلت	۰.۰۱۳۵	۰.٤٥	۰.۰۱۳۵	۰.۵۵	۰.٤۳٦٥
کیفیت ابنیه	تخریبی	۰.۰۷۵۲	۰.۱۷۸۲	۰.۰۷۵۲	۰.۸۲۱۸	۰.۱۰۳
	مرمتی	۰.۰٥٦	۰.۱٤٤	۰.۰٥٦	۰.۸٥٦	۰.۰۸۸
	نوساز	۰.۰۱٦	۰.۰٥٤	۰.۰۱٦	۰.۹٤٦	۰.۰۳۸
سازگاری کاربری	کاملا سازگار	۰.۰۲٥	۰.۱۲٥	۰.۰۰۰۲٥	۰.۹۹۳۷٥	۰.۰۰٦
	نسبتا سازگار	۰.۲	۰.۳	۰.۰۰۲	۰.۹۸٥	۰.۰۱۳
	بی تفاوت	۰.٤٥	۰.٥٥	۰.۰۰٤٥	۰.۹۷۲٥	۰.۰۲۳
	نسبتا ناسازگار	۰.٦٥	۰.۷٥	۰.۰۰٦٥	۰.۹٦۲٥	۰.۰۳۱
	ناسازگار	۰.۸۲٥	۰.۹۲٥	۰.۰۰۸۲٥	۰.۹٥۳۷٥	۰.۰۳۸
قدمت ساختمان	۱_۱۰ سال	۰.۰۱۹۲٥	۰.۰٥۷	۰.۰۱۹۲٥	۰.۹٤۳	۰.۰۳۷۷٥
	۱۰_ ۲۰ سال	۰.۰۹۱	۰.۱۸	۰.۰۹۱	۰.۸۲	۰.۰۸۹
	۲۰_ ٤۰ سال	۰.۱۰۸٥	۰.۲۱	۰.۱۰۸٥	۰.۷۹	۰.۱۰۱٥
	بیش از ٤۰ سال	۰.۱۳۱٦	۰.۲۳۷٦	۰.۱۳۱٦	۰.۷٦۲٤	۰.۱۰٦
تعداد طبقات	۱و ۲	۰.۰٦۸۲٥	۰.۱٤۳۷۲	۰.۰٦۸۲٥	۰.۸٥٦۲٥	۰.۰۷٥٥
	۳و ٤و ٥	۰.۰۹۷٥	۰.۱۹٥٥	۰.۰۹۷٥	۰.۸۰٤٥	۰.۰۹۸
	٦ و بیشتر	۰.۰۸٤٥	۰.۱۷٥۹	۰.۰۸٤٥	۰.۸۲۷٥	۰.۰۸۸
تراکم جمعیت	کم	۰.۰۳	۰.۰۷۷	۰.۰۳	۰.۹۲۳	۰.۰٤۷
	متوسط	۰.۰٦۹	۰.۱٤۸٥	۰.۰٦۹	۰.۸٥۱٥	۰.۰۷۹٥
	زیاد	۰.۱۰۸	۰.۲۰۹	۰.۱۰۸	۰.۷۹۱	۰.۱۰۱

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۲- نتیجه حاصل از محاسبه بازه سه عضوی از بازه دو عضوی برای معیارهای مورد استفاده

وضعیت قرارگیری در بلوک	وسط	۰.۱٤٤	۰.۲۵۷٤	۰.۱٤٤	۰.۷٤۲٦	۰.۱۱۳٤
	گوشه	۰.۱۳۷٦	۰.۲٤۹٦	۰.۱۳۷٦	۰.۷۵۰٤	۰.۱۱۲
	منفرد	۰.۱۲٤	۰.۲۲۷۵	۰.۱۲٤	۰.۷۷۵۵	۰.۱۰۳۵
نوع مصالح	خشت و چوب	۰.۰۹۲	۰.۱۷۵۵	۰.۰۹۲	۰.۸۲٤۵	۰.۰۸۳۵
	خشت و آجر و چوب	۰.۰٤٤	۰.۰٦۷۵	۰.۰٤٤	۰.۹۰۲۵	۰.۰۵۳۵
	آجر و چوب	۰.۰۲٤	۰.۰٦۵	۰.۰۲٤	۰.۹۳۵	۰.۰٤۱
	آجر و آهن	۰.۰۷۵۲	۰.۱۷۸۲	۰.۰۲۱	۰.۸	۰.۱۷۹
	اسکلت فلزی	۰.۰۵٦	۰.۱٤٤	۰.۰۱۳۵	۰.۵۵	۰.٤۳٦۵
	اسکلت بتنی	۰.۰۱٦	۰.۰۵٤	۰.۰۷۵۲	۰.۸۲۱۸	۰.۱۰۳

جدول ۳- نقاط آیده‌ال مثبت و منفی معیارهای مورد استفاده

معیارها	نقاط ایده‌آل	$\pi_{A_i}(x_j)$	$v_{A_i}(x_j)$	$\mu_{A_i}(x_j)$
مصالح	A^*	۰.۱۱۳٤	۰.۷٤	۰.۱٤٤
	A^-	۰.۰٤٤	۰.۹٤	۰.۰۲٤
قدمت ساختمان	A^*	۰.۱۰٦	۰.۷٦۲٤	۰.۱۳۱٦
	A^-	۰.۰۳۷۷۵	۰.۹٤۳	۰.۰۱۹۲۵
تعداد طبقات	A^*	۰.۰۹۸	۰.۸۰٤۵	۰.۰۹۷۵
	A^-	۰.۰۷۵۵	۰.۸۵٦۲۵	۰.۰٦۸۲۵
تراکم جمعیت	A^*	۰.۱۰۱	۰.۷۹۱	۰.۱۰۸
	A^-	۰.۰٤۷	۰.۹۲۳	۰.۰۳
کیفیت ابنیه	A^*	۰.۱۰۳	۰.۸۲۱۸	۰.۰۷۵۲
	A^-	۰.۰۳۸	۰.۹٤٦	۰.۰۱٦
نوع خاک	A^*	۰.٤۲۹	۰.۵۵	۰.۰۲۱
	A^-	۰.۱۸٦۵	۰.۸	۰.۰۱۳۵
سازگاری کاربری	A^*	۰.۰۳۸	۰.۹۵۳۷۵	۰.۰۰۸۲۵
	A^-	۰.۰٤٦	۰.۹۵۳۷۵	۰.۰۰۰۲۵
وضعیت قرارگیری در بلوک	A^*	۰.۰۱۷۲۵	۰.۹۷۷۵	۰.۰۰۲۵۲
	A^-	۰.۰۰۸٤	۰.۹۸۸۹	۰.۰۰۲۷

Archive of SID

www.SID.ir

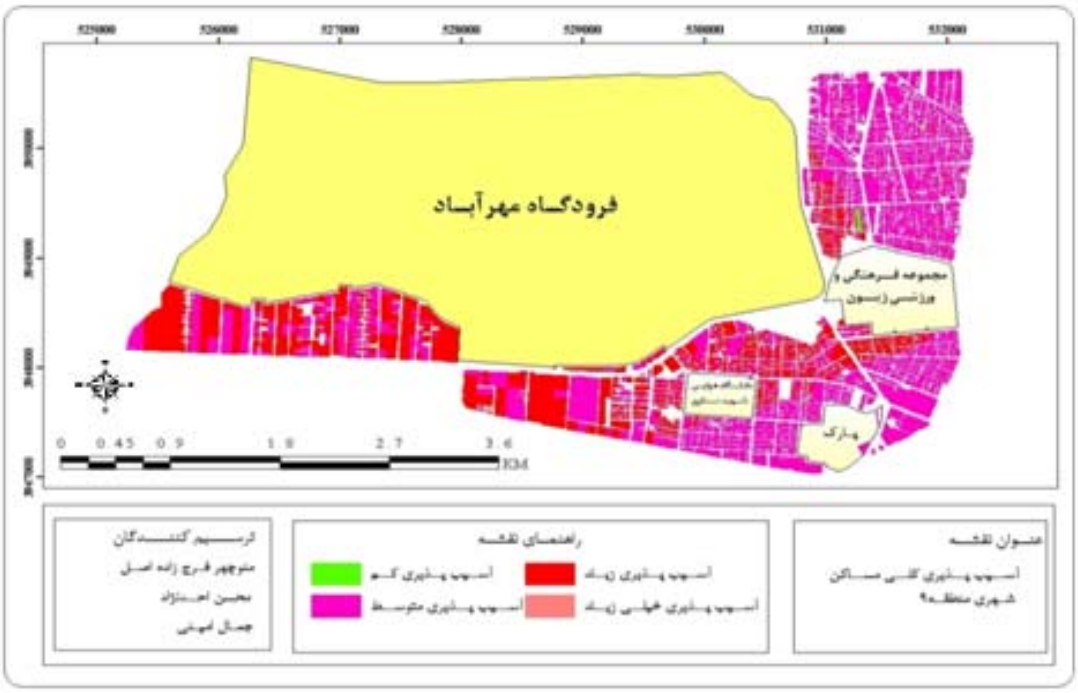
سپس با استفاده جدول (۲) نقاط آیده‌ال مثبت و منفی تعیین می‌شوند، که نتیجه آن برای معیارهای مورد استفاده در جدول(۳) مشاهده می‌شود. در ادامه فاصله میان آلترناتیوها با نقاط ایده‌آل مثبت و منفی با استفاده از رابطه‌های (۸ و ۹) محاسبه می‌شود، که این مرحله اجرای مرحله چهارم مدل TOPSIS Fuzzy است، سپس شاخص نزدیکی که بیان کننده آسیب-پذیری کلی مساکن شهری در برابر زلزله است و مرحله پنجم مدل TOPSIS Fuzzy می‌باشد، از طریق رابطه(۱۰) محاسبه می‌شود، که نتیجه آن در جدول(٤) مشاهده می‌شود، نیز شکل(۳) نقشه آسیب-پذیری حاصله را نشان می‌دهد. بررسی جدول حاکی از آن است که ۷۳/٦٦ درصد ساختمانهای منطقه در دامنه آسیب‌پذیری متوسط قرار گرفته‌اند، که بخش-های شمال شرقی و شرق و جنوب شرقی منطقه جز این دامنه هستند، که ناحیه۱ با ٤۲/۳۷ درصد بشترین تعداد این مساکن را شامل می‌شود. ۲۵/۹۳ درصد مساکن منطقه نیز در دامنه آسیب‌پذیری زیاد واقع شده‌اند، که بخش جنوبی منطقه و شرق و جنوب شرقی فرودگاه در این گروه آسیب‌پذیری هستند، که ناحیه۲ با ۱۹/۵۹ درصد بشترین تعداد این مساکن را شامل می‌شود. ۰/٤ درصد ساختمانهای منطقه نیز در دامنه آسیب‌پذیری کم قرار دارند. با توجه به این مطالب این نتیجه بدست می‌آید، که منطقه آسیب-پذیری متوسط و متوسط به بالا دارد.

جدول ٤- توزیع آماری آسیب‌پذیری کلی مساکن شهری منطقه۹ در مدل تاپسیس فازی

آسیب‌پذیری	دامنه آسیب-پذیری (CI)	ناحیه ۱ شهرداری		ناحیه ۲ شهرداری		منطقه	
		تعداد ساختمان	درصد	تعداد ساختمان	درصد	تعداد ساختمان	درصد
آسیب‌پذیری خیلی کم	۰ -۰/۲	۰		۰		۰	
آسیب‌پذیری کم	۰/۲ -۰/٤	۵۰	۰/۲۳	۳۸	۰/۱۷	۸۸	۰/٤
آسیب‌پذیری متوسط	۰/٤ -۰/٦	۹۱۹۷	٤۲/۳۷	٦۷۹۱	۳۱/۲۹	۱۵۹۸۸	۷۳/٦٦
آسیب‌پذیری زیاد	۰/٦ -۰/۸	۱۳۷۷	٦/۳٤	٤۲۵۳	۱۹/۵۹	۵٦۳۰	۲۵/۹۳
آسیب‌پذیری خیلی زیاد	۰/۸ -۱	۲	۰/۰۱	۰		۲	۰/۰۱

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- آسیب‌پذیری کلی مساکن شهری منطقه ۹

سپس برای ارزیابی سناریوی زلزله در شدتهای مختلف، که در آن میزان آسیب وارده به ساختمانها در شدتهای مختلف زلزله برای گروههای مختلف ساختمانی بررسی می‌شود، از رابطه (۱۱) استفاده نموده و درجه آسیب وارده به ساختمانهای منطقه ۹ شهرداری تهران در سه شدت ٦و٧و٨ مرکالی، مورد ارزیابی قرار گرفته، که نتایج حاصل از این کار در جدول(۵) مشاهده می‌شود. بررسی جدول حاکی از آن است که در شدت ٦ مرکالی در ناحیه۱، ٤٨/٩٥ درصد و در ناحیه۲، ۵۱/۰۵ درصد ساختمانها در درجات آسیب بین صفر و یک قرار می‌گیرند، که در منطقه ۱۰۰ درصد مساکن منطقه را شامل می‌شود. در سناریوی ۷ مرکالی در ناحیه۱، ٤٨/٨٩ درصد و در ناحیه۲، ۵۱/۰۲ درصد ساختمانها در درجات آسیب بین صفر و یک قرار می‌گیرند که در منطقه ۹۹/۹۱ درصد مساکن منطقه را شامل می‌شود و ۰/۰۹ درصد از مساکن منطقه نیز در درجات آسیب بین یک تا دو واقع می‌شوند. در سناریوی ۸ مرکالی نیز در ناحیه۱، ٤٣/٨٩ درصد و در ناحیه۲، ٣۵/٤١ درصد ساختمانها در درجات آسیب بین صفر و یک قرار می‌گیرند، که در منطقه ۷۹/۳ درصد مساکن منطقه را شامل می‌شود و نیز ۵/۰۳ درصد از مساکن ناحیه۱ و ١۵/٦٢٦ درصد از مساکن ناحیه۲، که در کل منطقه ٢٠/٦۵٦ درصد ساختمانها خواهد شد، در درجات آسیب بین یک تا دو واقع می‌شوند، همچنین ۰/۰۳٤ درصد ساختمانهای منطقه نیز در درجات آسیب بیشتر از ۲ قرار می‌گیرند.

Archive of

www.SID.ir

جدول ۵- توزیع آماری آسیب وارده به مساکن شهری منطقه۹ در مدل تاسیس فازی

ناحیه	تعداد ساختمان	درصد ساختمان	درجات آسیب	سناریوی ٦ مرکالی		سناریوی ۷ مرکالی		سناریوی ۸ مرکالی	
				تعداد ساختمان	درصد	تعداد ساختمان	درصد	تعداد ساختمان	درصد
ناحیه۱	۱۰٦۲٦	٤۸/۹۵	۰-۱	۱۰٦۲٦	٤۸/۹۵	۱۰٦۱٤	٤۸/۸۹	۹۵۲۸	٤۳/۸۹
			۱-۲			۱۲	۰/۰٦	۱۰۹۲	۵/۰۳
			بیشتر از ۲					٦	۰/۰۳
ناحیه۲	۱۱۰۸۲	۵۱/۰۵	۰-۱	۱۱۰۸۲	۵۱/۰۵	۱۱۰۷٦	۵۱/۰۲	۷٦۸۷	۳۵/٤۱
			۱-۲			٦	۰/۰۳	۳۳۹٤	۱۵/٦۲٦
			بیشتر از ۲					۱	۰/۰۰٤
مجموع	۲۱۷۰۸	۱۰۰	۱۰۰	۲۱۷۰۸	۱۰۰	۲۱۷۰۸	۱۰۰	۲۱۷۰۸	۱۰۰

٤- نتیجه‌گیری

مدلهای زیادی جهت تحلیل و ارزیابی آسیب-پذیری شهرها در برابر زلزله ارائه شده است و تحقیقات مختلفی نیز چه در داخل و چه در خارج کشور صورت گرفته است. در کارهای که در داخل کشور صورت گرفته است بررسی آسیب در پهنه‌های کوچک انجام نگرفته است، که برای مثال می‌توان به پروژه جایکا (۱۳۸۰) اشاره کرد که در قالب حوزه‌های آماری آسیب‌پذیری را بررسی نموده است. مبحث دیگر اینکه در دنیای امروز با توجه به اینکه با عدم قطعیت و اطمینان در زمینه‌های مختلف روبرو هستیم و بسیاری از متغیرهای مربوط به مسایل موجود در دنیای واقعی، متغیرهای کیفی و زبانی هستند، بنابراین، در این گونه مسایل بهتر است از مدل‌های تصمیم-گیری فازی استفاده گردد، که در پژوهشهای انجام شده مشاهده نمی‌شود. بدون شک آسیب‌پذیری هر منطقه‌ای بدون ارتباط با خصوصیات انسانی آن منطقه نیست و انعکاسی از رفتار انسان و شیوه مدیریت انسانی آن منطقه است، چرا که ساخت و ساز و اجرای اصول مهندسی در ساختمان به نظرات و تفکرات و شیوه مدیریت انسان بستگی دارد، پس در هر تحقیقی بایستی مدل‌های مورد استفاده با شرایط منطقه مورد مطالعه سازگاری داشته باشند، که در تحقیق انجام شده توسط جایکا برای شهر تهران، این مورد در نظر گرفته نشده است و آنها از منحنی‌های شکستی که توسط توکلی‌ها(۱۹۹۳) برای رودبار و منجیل تهیه شده بود، برای شهر تهران استفاده نموده و آنرا مبنای کار خود قرار دادند، به همین دلیل می‌توان گفت که نتایج آنان نمی‌تواند چندان قابل اطمینان باشد، که در این راستا استفاده از نظرات مختلف کارشناسانی که با شهر و ساختمان و زلزله در ارتباط هستند و در تعیین معیارها و وزن‌دهی به آنها می‌توانند

Archive of SID

www.SID.ir

موثر باشند و نتایج را مطمئن‌تر نمایند، می‌تواند مفید باشد، که در کارها و تحقیقات انجام شده مورد توجه قرار نگرفته است. مطلب دیگر بررسی آسیب‌پذیری در شدت‌های مختلف زلزله است که این مورد نیز در تحقیقات انجام گرفته در کشور معمولا کمتر مشاهده شده است.

در این تحقیق تمامی موارد ذکر شده مدنظر بوده و بررسی آسیب‌پذیری منطقه به صورت جزئی و برای هر واحد ساختمانی درجه آسیب بدست آمده و در شدتهای مختلف زلزله بررسی شده است. با توجه به اینکه در بسیاری از موارد با عدم اطمینان روبرو هستیم، از مدل فازی در برآورد آسیب‌پذیری استفاده شده است. جهت بررسی سازگاری مدل با منطقه نیز از نظرات کارشناسان سه گروه عمران(سازه)، عمران(خاک و پی) و برنامه‌ریزی شهری در وزن دهی به معیارها استفاده شد. نتایج بدست آمده از مدل TOPSIS Fuzzy نشان داد که منطقه آسیب‌پذیر است و مدل TOPSIS Fuzzy هم توانایی لازم در بررسی آسیب‌پذیری را دارد، نیز با استفاده از معیارهای مورد استفاده می‌توان به ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه مورد مطالعه پرداخت. پس با توجه به نتایج بدست آمده، فرضیه‌های مورد نظر در این پژوهش درست بوده، یعنی مدل TOPSIS Fuzzy توانایی لازم در بررسی آسیب‌پذیری منطقه مورد مطالعه را دارد و نیز با استفاده از معیارهای مورد استفاده می‌توان به ارزیابی آسیب‌پذیری منطقه مورد مطالعه پرداخت.

۵- پیشنهادها و راهبردها

۵-۱- ایجاد یک بانک اطلاعاتی منظم سیستم اطلاعات جغرافیایی از منطقه و شهر تهران و نیز سایر شهرها و مناطق کشور، تا با در دسترس بودن این اطلاعات بتوان در هر زمانی به بررسی مناطق مختلف با توجه به اهداف مدنظر در ارتباط با کار مورد نظر پرداخت؛

۵-۲- بررسی آسیب‌پذیری سایر مناطق شهری تهران و نیز سایر مناطق زلزله خیز کشور در برابر زلزله، تا با آگاهی نسبت به آسیب‌پذیر بودن این مناطق اقدامات لازم را در زمینه کاهش آسیب‌پذیری این مناطق انجام داد؛

۵-۳- طراحی نرم افزاری برای انجام تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله برمبنای مدل ارزیابی شده در این تحقیق.

منابع

احدنژاد، محسن، (۱۳۸۸)، مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله مطالعه موردی شهر زنجان، رساله دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری به راهنمایی مهدی قرخلو ، دانشگاه تهران.

آژانس همکاری‌های بین المللی ژاپن (جایکا)، (۱۳۸۰)، پروژه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ.

اصغرپور، محمدجواد، (۱۳۸۷)، تصمیم‌گیری‌های چند معیاره، انتشارت دانشگاه تهران.

بحرینی، حسین، اشراق‌جهرمی، رضا، کریمی، امیر، دواچی‌لنگرودی، مجید، صالحی، اسماعیل، مهدی پور توانا ابراهیم، قلیچ‌خانی حسنقلی، (۱۳۷۵)،

Archive of SID

www.SID.ir

برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز نمونه شهرهای منجیل، لوشان و رودبار، انتشارات بنیاد مسکن انقلاب اسلامی (مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی).

قدسی‌پور، سیدحسن، (۱۳۸۷)،"فرایند تحلیل سلسله مراتبی" انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ پنجم، تهران.

حاتمی‌نژاد، حسین، فتحی، حمید و عشق‌آبادی فرشید، (۱۳۸۸)، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای در شهر، نمونه موردی: منطقه ۱۰ شهر تهران، نشریه پژوهشهای جغرافیایی انسانی، شماره ۶۸، ۱-۲۰.

کوره‌پزان دزفولی، امین، (۱۳۸۷)، اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مدل‌سازی مسائل مهندسی آب، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.

عزیزی، محمدمهدی، اکبری، رضا، (۱۳۸۷)، ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۳۴، ۳۶- ۲۵.

زنگی‌آبادی، علی، محمدی، جمال، صفایی، همایون و قائدرحمتی، صفر، (۱۳۸۶)، تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر خطر زلزله (نمونه موردی: مساکن شهر اصفهان)، جغرافیا و توسعه، شماره۱۲، ۷۹-۶۱.

مهندسین مشاور معماری و شهرسازی آمود، (۱۳۸۵)، گزارش طرح تفصیلی منطقه ۹ شهرداری تهران.

Chen, TY., & Tsao, CY. (2008). the interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis, Fuzzy Sets and Systems 159, 1410 – 1428.

Ebert, A., Kerle, N., & Stein, A. (2009). Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from air- and spaceborne imagery and GIS data, Nat Hazards 48, 275–294

Giovinazzi, S., Lagomarsino, S., & Pampanin, S. (2006). Vulnerability Methods and Damage Scenario for Seismic Risk Analysis as Support to Retrofit Strategies: a European Perspective, NZSEE Conference.

Lantada, N., Pujades, L., & Barbat, A. (2009). Vulnerability index and capacity spectrum based methods for urban seismic risk evaluation. A comparison, Nat Hazards 51:501–524

Tang, A., & Wen, A. (2009). an intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, Computers & Geosciences 35, 871– 879

Tavakoli, B. & Tavakoli, S. (1993). Estimating the Vulnerability and Loss functions of Residential Buildings, Journal of the International Society for the Presentational Mitigation of Natural Hazard 7(2)

UNDP. (2004). Reducing Disaster Risk, A Challenge for Development.

Archive of SID

www.SID.ir

Urban - Regional Studies and Research Journal
3rd Year – No.9 - Summer 2011

The Vulnerability Assessment of Urban Housing in Earthquake against (A Case Study: 9th district of Tehran municipality)

M. Farajzadeh. M. Ahadnezhad. J. Amini
Received: 15 September 2010 / Accepted: 1 February 2011, 4-6 P

Archive of SID

Extended abstract

1- Introduction

Tectonic features of the Iran, has raised the earthquake as one of the most destructive causes of destruction of human life. Historical review shows that large areas of Iran have been suffered by natural disasters and caused heavy human and financial loss. Because of this important issue it is needed to reduce earthquake vulnerability. The city of Tehran as one of the largest and most important cities, due to the geographic location of this city on several active faults and historical records of these faults activities can be said to face a massive earthquake in near future, so the 9th district of Tehran municipality, is selected as the study area. In this research TOPSIS Fuzzy model is used to assess and analyze vulnerabilities in the study area, considering different earthquake intensities.

M. Farajzadeh (✉)
Associate Professor of Remote Sensing, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
e-mail: farajzam@modares.ac.ir

M. Ahadnezhad
Assistant Professor of Geography and Urban Planning, University of Zanjan, Zanjan, Iran

J. Amini
M.A of Remote Sensing, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

2- Theoretical Bases

Basic concept of TOPSIS is based on the belief that selected options should have lowest distance from positive ideal points and most distance from negative ideal points. Since many of the variables related to the issue in the real world are linguistic and qualitative variables, so in these issues it is better toapply Model Fuzzy Decision Model, such as TOPSIS Fuzzy model, which shows the importance of standards and options performance according to the various characteristics, using fuzzy numbers, instead of integers.

3- Discussion

The results of the regions vulnerability assessment used shows that 73.66 percent of buildings in this area have moderate vulnerability, that are the northeast, east and southeast parts of this regions that included a maximum number of housing. Then, assessment of different earthquake intensities, the building damages were evaluated in the intensities of 6 and 7 and 8 Mercalli intensity scale. The results show that in intensity 6 of Mercalli scale, buildings damage in ranked between zero and one. In intensity 7, buildings damage was ranked between one and two and in

www.SID.ir

intensity 8 buildings damage was ranks higher than two.

4- Conclusion

Many models are presented to analyze and evaluate the seismic vulnerability of cities; and various researches have been done. In those works inside the country the investigated area was not small. Also, in today's world, in many variables related to current issues of real world are qualitative and linguistic, So, in these issues it is better to use fuzzy models, No doubt regional vulnerability is related to human characteristics in that region and a reflection of human behavior and human management practices, because the construction and implementation of engineering principles in construction depend on management comments and thoughts, After so, in any investigation, the applied models shoud be compatible with the study area conditions.

5- Suggestions

- Create an organized GIS database of cities, analysis of vulnerability of earthquake-prone areas, designing softwares for vulnerability analysis and assessment based on the analyzed model in this study.
- Vulnerability assessment of Tehran and other earthquake-prone regions of the country, to make necessary measures to reduce vulnerability in these areas.

Keywords: Vulnerability, Earthquake, District Number 9 of Tehran's City Hall, Intuitionistic Fuzzy, TOPSIS Fuzzy Model.

References

Ahadnejad, M. (2009). Modeling of Urban Vulnerability in Earthquake Against, Case Study Zanjan, Thesis geography and urban planning at steerage gharakhlo, University of Tehran.

Japan International Cooperation Agency (JICA). (2001). Micro Zoning Project of the Great Tehran.

Amod Adviser Engineers architecture and Urbanism. (2006). report Plan of formal Region9 Tehran.

Asgharpor, M. J. (2008). Multiple Criteria Decision Making, University of Tehran Publishing.

Hataminejad, H., Fathi, H., & Eshghabadi, F. (2009). Criterion Vulnerability Assessment Earthquake about City, Case Study Region10 Tehran, Journal of Researches Human geography, No 68, 1-20.

Azizi, M. M., & Akbari, R. (2008). Urbanism Regarding about Evaluation Cities Vulnerability from Earthquake, Journal of beautiful Arts, No34, 25-36.

Chen, Ty., & Tsao, CY. (2008). the interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis, Fuzzy Sets and Systems 159, 1410 – 1428.

Ebert, A., Kerle, N., & Stein, A. (2009). Urban social vulnerability assessment with physical proxies and spatial metrics derived from air- and spaceborne imagery and GIS data, Nat Hazards 48, 275–294.

Giovinazzi, S., Lagomarsino, S., & Pampanin, S. (2006).Vulnerability Methods and Damage Scenario for Seismic Risk Analysis as Support to Retrofit Strategies: a European Perspective, NZSEE Conference.

Houser, G., & Egenning, P. C. (1993). Risk analysis, First Edition Earthquake Engineering Research Institute. Oakland, USA.

Koorepazan dezfuli, A. (2008). Principles of Fuzzy Set theory and its Applications in the Modeling of Water Engineering Problems, edition2, Publishing of collegiate jahad unit Amirkabir Industrial.

Lantada, N., Pujades, L., & Barbat, A. (2009). Vulnerability index and capacity spectrum based methods for urban seismic risk evaluation. A comparison, Nat Hazards 51:501–524.

Milutinovic, Z., & Trendafiloski, G. (2003). an advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to different European towns, RISK_UE Contract: EVK4-CT-2000-00014.

Saaty, T. L. (2008). Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making, RACSAM, VOL. 102 (2).

Tang, A., & Wen, A. (2009). an intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, Computers & Geosciences 35, 871– 879.

Archive of SID

www.SID.ir

Tavakoli, B., & Tavakoli, S. (1993). Estimating the Vulnerability and Loss functions of Residential Buildings, Journal of the International Society for the Presentational Mitigation of Natural Hazard 7(2).

UNDP. (2004). Reducing Disaster Risk, A Challenge for Development.

Zangiabadi, A., mohammadi, J., safaii, H., & ghaederrahmati, S. (2007). Analysis Vulnerability Indexes urban Settlements against Earthquake risk, Case Study City Settlements Esfahan, Geography and development, No 12, 61-79.

Archive of SID

www.SID.ir