مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره سیزدهم، پاییز ۱۳۹۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱/۲۶

صفحات: ۱۶۴ - ۱۴۳

مدل‌سازی آسیب‌پذیری مناطق شهری در زمان وقوع زلزله (نمونه موردی: منطقه سه کلانشهر تهران)

مهدی مدیری[۱*]، محسن شاطریان[۲]، سید احمد حسینی[۳]

چکیده

زلزله یکی از خطرناک‌ترین بلایای طبیعی عصر حاضر می‌باشد که اهمیت خود را به‌طور عینی نمایان کرده است. بنابراین مقابله با این بحران از طریق شناسایی نقاط آسیب پذیر و برطرف کردن آنها در جهت کاهش آسیب های ناشی از زلزله مؤثر است. بسیاری از شهرهای ایران بر روی پهنه های با خطر نسبی متوسط و زیاد زلزله واقع شده اند. شهر تهران به علت قرار گرفتن چندین گسل فعال در اطراف و درون آن از ریسک بالایی در برابر خطر زلزله برخوردار است. لذا به‌منظور برنامه‌ریزی اصولی برای کاهش آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری و ارائه تصویری روشن از وقوع احتمالی زلزله و عواقب، ارزیابی پهنه‌های آسیب‌پذیری شهری ضروری است. براین اساس در پژوهش حاضر به مدل‌سازی آسیب‌پذیری بافت شهری منطقه سه تهران در زمان وقوع زلزله پرداخته شده است. روش تحقیق ترکیبی از روشهای توصیفی-تحلیلی می‌باشد که با بهره‌گیری از مدل‌های ANP و تحلیل شبکه در سیستم اطلاعات جغرافیایی به مدل‌سازی و ارزیابی آسیب‌پذیری بافت شهری در منطقه سه پرداخته شده است. نتایج آسیب‌پذیری بافت شهری منطقه ۳ تهران در صورت وقوع زلزله بدین صورت است که از مساحت ۲۲۹۶ هکتاری این منطقه، حدود ۳۶,۲ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب پذیری خیلی زیاد و زیاد، حدود ۳۰,۸ درصد کل مساحت منطقه در وضعیت متوسط و حدود ۳۳ درصد کل مساحت منطقه در وضعیت کم و خیلی کم از لحاظ آسیب‌پذیری در مواقع بحران قرار دارد؛ و توزیع فضایی آسیب‌پذیری مربوط به بخش شمال شرقی و شرق منطقه می‌باشد که دارای بافت مسکونی متراکمی می‌باشد، براین اساس با در نظرگرفتن مشکلات کالبدی بافت مسکونی آسیب‌پذیر، رویکرد مدیریت بحران زلزله یک راهکار مؤثر در راستای حفظ بافت و کاهش آسیب‌های وارده به این بافت در اثر وقوع زلزله خواهد بود.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری شهری، مدل‌سازی، زلزله، منطقه ۳ تهران، تحلیل شبکه.

۱- دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه مالک اشتر، تهران(نویسنده مسئول) mmodiri@alumni.ut.ac.ir

۲- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه کاشان

۳- دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه سیستان و بلوچستان

مقدمه

یکی از موضوع‌هایی که بیشتر شهرهای جهان با آن دست به‌گریبان‌اند، بحران و سوانح طبیعی است(Alexander, 2002). حوادث طبیعی تاکنون سه میلیون نفر تلفات در ۲۵ سال اخیر در دنیا ایجاد و خساراتی در حدود ۲۳ میلیارد دلار وارد ساخته است. کشور ایران در ردیف ۱۰ کشور بلاخیز دنیا قرار دارد(آوازه و جعفری، ۱۳۸۵). زلزله بزرگترین منبع بالقوه واحد خسارت و صدمات از یک خطر طبیعی به شمار می رود(بهادری و دیگران،۱۳۸۷). زلزله به عنوان خسارت اورترین سانحه در سطح کره زمین در طی قرن بیستم ۱۱۰۰ زلزله مخرب با ۱۵۰۰۰۰۰ نفر تلفات(Lantada, 2008) و ایران نیز طی قرون گذشته ۱۳۰ زلزله به بزرگی ۷,۵ ریشتر را تجربه نموده است(Ghafory ashtiany, 1999) و تا کنون در تهران هشت بار زلزله هایی را با قدرت ۸ ریشتر تجربه نموده است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۲). امروزه با گسترش کالبدی و افزایش تراکم شهرهای بزرگ، وضعیت خطرناکی در صورت وقوع بحران به وقوع می‌پیوندد. بروز بحرانی با شدت بالا در شهرها منجر به از بین رفتن کارایی شبکه‌های ارتباطی، حجم بالای تلفات انسانی و خسارت‌های مالی خواهد بود(ترابی، ۱۳۸۸)؛ بنابراین برای پیش‌گیری از بحران و یا به حداقل رساندن اثرات آن به هنگام وقوع، باید برای بدترین وضعیت‌ها برنامه‌ریزی نمود(Bertrand & Hawarence, 1986) و روش‌هایی را برای مدیریت اثربخش آن در زمان وقوع جستجو کرد (Mc, Conkey, 1987)؛ بنابراین با علم به این که جلوگیری از وقوع زلزله امکان نپذیر نیست، ولی کاهش آسیب های ناشی از آن ممکن است .چیزی که بیش از همه اهمیت دارد، نجات دادن جان انسان ها در برابر این رخداد طبیعی و نقش شبکه های ارتباطی از جمله راه‌ها و مسیرهای بین ساختمان‌های تخریب شده در امدادرسانی و کمک به مجروحین است که نمی‌توان آن را انکار کرد(شیعه و دیگران، ۱۳۸۹). این در حالی است که وجود زمینه‌های لرزه‌خیزی ناشی از موقعیت زمین‌شناسی، وجود گسل‌های فراوان در بطن و حاشیه شهرها و... همگام با عوامل انسانی متعدد نظیر جمعیت شهری، افزایش مسکن کم‌دوام شهری، شهرسازی نامناسب با بحران زلزله، همگی قابلیت آسیب‌پذیری شهرها را افزایش داده است. تا جایی که ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر یک زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیر گشته اند(عکاشه، ۱۳۸۳). بدون شک از عوامل مؤثر در کاهش آسیب‌پذیری شهرها، به ویژه خسارات ناشی از زلزله، شکل و ساختاری است که شهر دارا بوده و می‌توان با استفاده از برنامه‌ریزی و طراحی شهری اصولی و توجه مدیریت بحران، در کاهش آسیب‌پذیری شهر گامی مؤثر برداشت. کاهش آسیب‌پذیری جوامع شهری در برابر زلزله زمانی به وقوع خواهد پیوست که ایمنی در برابر زلزله در تمام سطوح برنامه‌ریزی مدنظر قرار گیرد(حبیبی، ۱۳۸۷). بر این اساس در پژوهش حاضر به مدل‌سازی آسیب‌پذیری مناطق شهری در زمان وقوع زلزله در جهت کاهش تلفات و خسارات ناشی از بحران زلزله پرداخته شده است. منطقه سه شهر تهران با مساحتی بالغ بر ۳ هزارهکتار و جمعیتی نزدیک به ۳۱۴ هزار نفر در سال ۱۳۹۰ در پهنه شمال شـــرقی شهر تهران و یکی از بزرگترین مناطق شهـری در تهران می‌باشد، به عنوان ناحیه مورد مطالعه این تحقیق انتخاب شده است، زیرا وجود لایه خاک نسبتاً سست در این منطقه باعث نسبت به سایر مناطق خسارات وارده به مساکن شهروندان و بناهای عمومی مهم از قبیل مدارس، بیمارستان‌ها و ... بیشتر نمایان گردد... از اینرو نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان ابزاری پشتیبان جهت اختصاص منابع کمیاب شهری به نواحی نیازمند، مورد استفاده ی سیاست گذاران و مسئولان شهری قرار گیرد.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

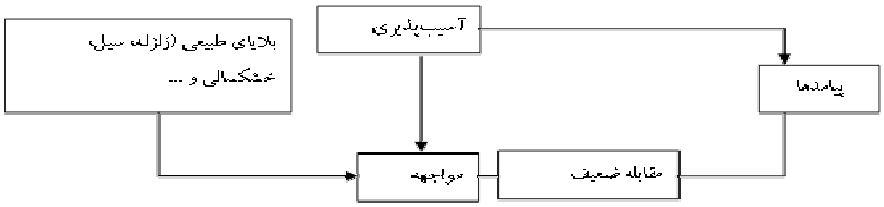
رشد شهری باعث ایجاد تسهیلات زیادی می‌شود ولی در عین حال عوامل بحران زا هم بیشتر شده و تسهیلات محیطی تبدیل به ضرر می‌شود(Nakabayashi, 1994) . بر این اساس به منظور کاهش خسارات ناشی از بحران ما نیازمند شناخت عناصر اصلی بحران زا در مناطق شهری می باشیم که از میان عوامل مختلف سه عنصر اصلی که به شناخت آسیب‌پذیری در حوزه شهری کمک می‌کند عبارت است از:

۱- وجود یک یا چند عامل تنش‌زا که شهروندان با آن مواجه شده‌اند. نظیر زلزله، سیل و غیره.

۲- هنگامی که مدیران شهر احساس کنند که مقابله کننده‌های موفقی نیستند و برای مواجهه با بلایای طبیعی شهری (سیل، خشکسالی و زلزله و غیره)، پاسخ حاضری در دست ندارند.

۳- آثار و پیامدهای منفی (خشکسالی، سیل، زلزله و غیره) بر شهروندان (رضایی، ۱۳۹۰).

بر اساس معیارهای بالا می‌توان نتیجه‌گیری کرد که آسیب‌پذیرترین اقشار در بین شهروندان، افرادی هستند که در مناطق آسیب‌پذیرتر شهری به سر می‌برند.



شکل۱: چارچوب نظری آسیب‌پذیری*(رضایی، ۱۳۹۰)*.

بنابراین با علم به این که یکی از مهمترین عوامل حادثه ساز در دنیا زلزله می‌باشد. به طوریکه درگزارش دفتر برنامه ریزی سازمان ملل متحد در سال ۲۰۰۳، کشور ایران رتبه نخست را در تعداد زلزله های با شدت بالای ۵,۵ ریشتر درسال و یکی از بالاترین رتبه ها را در زمینه آسیب‌پذیری ناشی از وقوع زلزله به خود اختصاص داده است (UNDP, 2004). تخمین زده میشود که حدود ۹۵ درصد کل قربانیان بلایای طبیعی در دنیا از کشورهای درحال توسعه باشد و تلفات ناشی از این گونه حوادث دراین کشورها ۲۰ برابر بیشتر از حوادث مشابه در کشورهای توسعه یافته است(Kreimer et al., 2003).

بنابراین اگر جلوگیری از وقوع زلزله امکانپذیر نیست، ولی کاهش آسیبهای ناشی از آن امکانپذیر است و در صورتی که در مدیریت محلی و مرکزی آمادگی‌های لازم برای مقابله با این پدیده ناگهانی را نداشته باشند باعث تلفات جانی و مالی می‌شود(Coombs, 2007). چیزی که در اینجا بیش از همه اهمیت دارد، نجات دادن جان انسانها در برابر این رخداد طبیعی است و آنچه مهم است آگاهی از خطر، احساس مسؤولیت و اقدام به موقع برای رفع آن است. کشف و آگاهی از یک بحران، بحران را کاهش نمی دهد و بایستی اقدامات اساسی صورت گیرد؛ بنابراین این اقدامات باید جهت نجات جان انسان ها و اموال و دارایی ها صورت گیرد(شادی طلب، ۱۳۷۰). بنابر این میتوان گفت بررسی آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله امری الزامی جهت شناخت و در نتیجه برنامه‌ریزی برای کاهش اثرات سوانح

است(احدنژاد و همکاران، ۱۳۸۹). در مورد میزان آسیب پذیری و پهنه بندی خطر زلزله پژوهشهای فراوانی انجام گرفته است. اما از نظر روش شناسی و فرایند انجام کار تقریباً با هم متفاوت بوده‌اند. مارتینلی در سال ۲۰۰۸ در مقاله ای با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان ها و ارائه‌ی سناریوهای آسیب برای شهرهای ایتالیا، ابتدا با استفاده از مدلهای ارزیابی آسیب‌پذیری از میزان آسیب‌پذیری ساختمانی را ارزیابی نموده و در نهایت با ارائه‌ی Risk-UE جمله مدل سناریوهای زلزله در شدتهای مختلف به تخمین و مدلسازی خسارات ناشی از زلزله‌های احتمالی پرداخته است. همچنین آنتونیونی و همکاران (۲۰۰۷)، تأثیرات زلزله به تأسیسات صنعتی را با استفاده از اطلاعات زلزله های پیشین بررسی و الگوریتمی را ارائه کردند. راشد نیز در سال ۲۰۰۵، برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری ناشی از زلزله، شاخص هایی مانند حداقل عملکرد پل ها، خدمات فوریت پزشکی، بیمارستان ها، بزرگراه ها و... را انتخاب نمود و با روش AHP و نرم افزار GIS مدل سازی نمود. باترو[1] نیز در سال ۲۰۰۹ در رسالهٔ خود تحت عنوان اطلاعات جغرافیایی برای اندازه‌گیری میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، به ارزیابی نقش اطلاعات و داده‌های جغرافیایی در مطالعات مربوط به اندازه‌گیری آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله اشاره نمود و با توجه به زیر ساختار داده‌های مکانی به پهنه‌بندی میزان آسیب‌پذیری اجتماعی و کالبدی در شهر مدیلین واقع در کشور کلمبیا پرداخته است. لانتادا و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی، مدل آسیب‌پذیری شهر بارسلون با استفاده از مدل Risk-ue و بکارگیری مدل های موجود در زمینه تخمین خسارت به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی در شهر بارسلون پرداختند. همچنین می‌توان به مطالعات یانار[2] و همکاران (۲۰۰۶) بترئو[3] (۲۰۰۹) مارتنلی و سیفانی[4] (۲۰۰۹) مارتین[5] و همکاران (۲۰۱۲) اشاره نمود.

همچنین در ایران موحد و همکاران در سال ۱۳۹۱ با عنوان "بررسی آسیب‌پذیری ساختمانی‌های شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: شهر مسجد سلیمان)" اشاره کرد که با بهره گیری از مدل سلسله مراتبی معکوس IHWP برآورد مناسبی از آسیب‌پذیری ساختمان های شهر با استفاده از داده‌های توصیفی و مکانی به عمل آمد و در نهایت منجر به شناسایی محله‌های آسیب‌پذیر شهر در برابر زلزله گردید. احدنژاد و همکاران نیز در سال ۱۳۹۱ در پژوهشی با عنوان "ارزیابی عوامل درونی تأثیرگذار در آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر زلزله با استفاده از GIS" بافت قدیم شهر خوی را از نظر عوامل درونی تأثیرگذار در آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله با روش AHP درمحیط سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار دادند. فرج زاده و همکاران در ۱۳۹۰ برای ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن منطقه ۹ شهرداری تهران در برابر زلزله با توجه به روش‌های مبتنی بر پایگاه اطلاعاتی و با بهره گیری از مدل TOPSIS FUZZY و نرم افزارهای مبتنی بر رویکرد سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام دادند. که نتایج حاصله حاکی از آسیب‌پذیر بودن مساکن این منطقه در برابر زلزله بود. همچنین می‌توان به مطالعات بحرینی

---

[1]- Botero
[2]- Yanar
[3]- Botero
[4]- Martinelli &Cifani
[5]- Martin

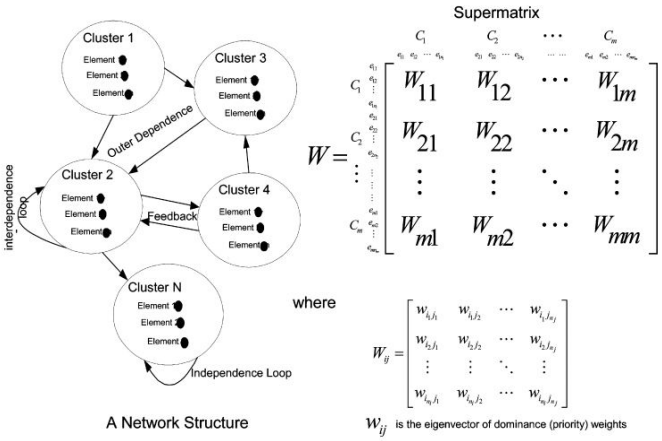
(۱۳۷۵) پوراحمد و همکاران (۱۳۸۸) گیوه چی (۱۳۸۸) فرجی ملائی و قرخلو (۱۳۸۹) مشکینی و همکاران (۱۳۹۳) صیامی و همکاران (۱۳۹۴) اشاره کرد.

داده‌ها و روش ها

نوع تحقیق با توجه به هدف مطالعه از نوع کاربردی و مبتنی بر روش بررسی توصیفی-تحلیلی می‌باشد. اطلاعات مورد نیاز این تحقیق از طریق نتایج تفضیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن، طرح‌های جامع و تفصیلی منطقه ۳ تهران، نقشه ۱:۲۰۰۰ وضع موجود منطقه ۳ و همچنین از طریق اسناد، مجلات و کتب مرتبط با موضوع بدست آمده است. نتایج این پژوهش از طریق نرم افزارهای Autocad، ArcGIS، Super Decisions و با استفاده از مدل‌های تحلیل شبکه، مدل ANP مورد استفاده قرار گرفته است.

الف- مدل تحلیل شبکه[1]

روش تحلیل شبکه به وسیله آقای الساعتی در سال ۱۹۷۵ معرفی گردید. که در ادامه نظریه AHP می‌باشد در واقع مؤلفه‌های موجود در ساختار سلسله مراتبی از قوانین متفاوتی تشکیل شده‌اند که معمولاً مؤلفه‌های سطح پایین بر روی مؤلفه‌های سطح بالا اثر می‌گذارد(M.A.B. Promentilla et al., 2006; Wei-Wen et al., 2007; Mithun et al., 2008; Gulfem et al., 2008; Che-Wei et al., 2009; Hakyeon et al., 2009; Shaswata et al., 2011; Chia-Wei et al., 2011; Hakyeon Lee et al., 2012; Mehmet et al., 2012; Xingyu et al., 2013) در این شرایط سیستم دارای ساختاری شبکه ای می‌گردد که مدل ANP از این ساختار شبکه‌ای نشات گرفته است. شکل ۲ رابطه ساختاری مدل ANP را نشان می‌دهد.



شکل۲: ارتباط ساختاری مدل تحلیل شبکه*(M.A.B. Promentilla et al., 2007)*

[1]- Analytic network process (ANP)

این سیستم را می‌توان به ۲ بخش مجزا تقسیم کرد که بخش اول که شامل رابطه شبکه‌ای بین هدف و زیر معیارهای اصلی می‌باشد که در واقع روابط داخلی سیستم را مورد تأثیر قرار می‌دهد بخش دوم شامل ساختار سلسله مراتبی شبکه‌ای می‌باشد که روابط شبکه‌ای بین مؤلفه‌های زیر معیار و خوشه‌ها را تشکیل می‌دهد.

مدل ANP نه تنها روابط بین معیارها را محاسبه می‌کند بلکه وزن نسبی هر کدام از معیارها را نیز محاسبه می‌کند. نتیجه این محاسبات یک سوپر ماتریس را تشکیل می‌دهد که بعد از محاسبات رابطه سوپر ماتریس و نظرسنجی‌های تکمیلی، امکان این وجود دارد که وابستگی بین هر کدام از معیارها و انتخاب‌ها و وزن اولویت‌ها استنتاج شود. هر چه که وزن محاسبه شده بیشتر باشد اولویت بیشتری به آن اختصاص داده می‌شود در نتیجه امکان آن وجود دارد که بهترین گزینه را انتخاب کرد(Saaty, 2003).

ب- تحلیل شبکه

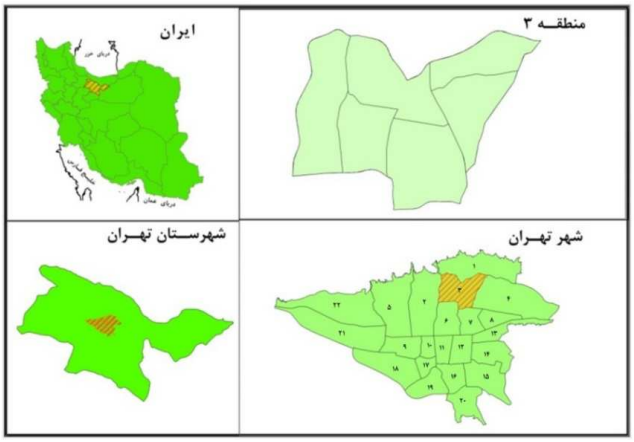
سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی با مدیریت منابع اطلاعات حمل‌ونقل و ایجاد ارتباط متقابل با آن‌ها سبب تسهیل دسترسی به اطلاعات ترافیکی می‌گردد. از این مدل برای تحلیل وضع موجود توزیع فضایی خدمات یا کاربری‌ها و بررسی شعاع عملکردی آن‌ها و تعیین مناطقی که خارج از شعاع پوشش آن‌ها هستند استفاده می‌شود. تجزیه و تحلیل شبکه در GIS برای سه نوع تحلیل عمده به کار می‌رود:

- عملیات تعیین بهترین مسیر
- عملیات پیدا کردن نزدیک‌ترین تسهیلات (این دستور در مکان‌یابی پارکینگ کاربرد دارد)
- عملیات پیدا کردن محدوده خدماتی

سپس می‌توان بر اساس شاخص مورد نظر جهت مطالعه شعاع دسترسی خدمات مورد نظر را در مدل تحلیل شبکه برآورد کرد. در مدل تحلیل شبکه می‌توان آن قسمت از فضای شهر را که تحت پوشش خدمت یا کاربری مورد نظر مطالعه نیست را شناسایی کرد و به توزیع بهینه خدمات یا کاربری‌ها با توجه به عامل دسترسی پرداخت(قنبری و همکاران، ۱۳۸۸).

معرفی محدوده مورد مطالعه

این منطقه با مساحتی برابر با ۲۹۳۸,۲ هکتار برابر با ۴,۶ درصد مساحت کل شهر تهران با جمعیتی برابر با ۳۱۴ هزار نفر در سال ۱۳۹۰ شامل ۱۴۸،۶۲۱ مرد و ۱۶۵،۴۹۱ زن می‌باشد. محدوده وضع موجود منطقه ۳ به ترتیب از شمال به بزرگراه چمران، بزرگراه مدرس و بزرگراه صدر، از شرق به خیابان پاسداران و خیابان شریعتی، از جنوب به بزرگراه رسالت، بزرگراه حقانی و بزرگراه همت و از غرب به بزرگراه چمران محدود می‌شود این منطقه از شمال با منطقه ۱، از شرق با منطقه ۴، از غرب با منطقه ۲ و از جنوب با مناطق ۶ و ۷ هم مرز و همجوار است. شکل ۳ موقعیت سیاسی این منطقه را نشان می دهد.

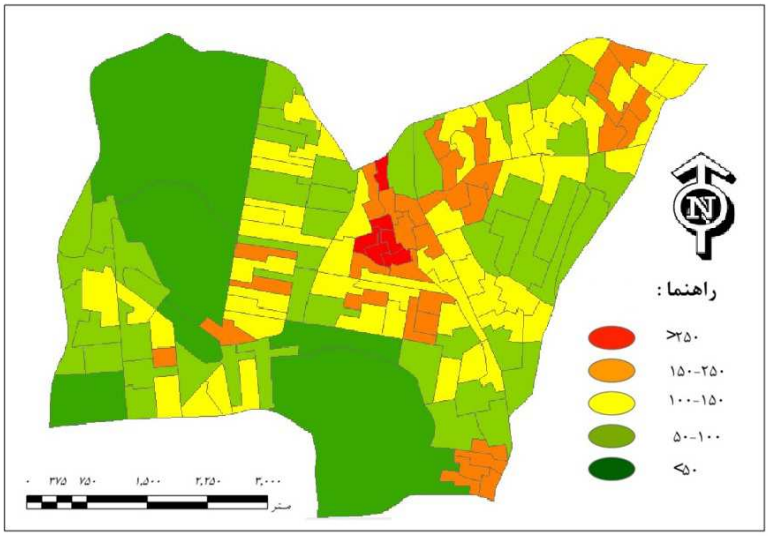


شکل۳: محدوده سیاسی منطقه سه تهران

یافته‌ها پژوهش

پس از بررسی عوامل مؤثر و تعیین اطلاعات مکانی و توصیفی مورد نیاز، معیارهای مورد نظر به منظور مدل‌سازی آسیب‌پذیری منطقه سه کلانشهر تهران در زمان وقوع زلزله تهیه گردید که شامل ۹ لایه لرزه خیزی، تراکم جمعیت، هم‌جواری کاربری‌ها، محصوریت معابر، دسترسی به راه، محدوده خدماتی بیمارستان‌ها، محدوده خدماتی آتش‌نشانی‌ها، محدوده خدماتی مراکز اورژانس و محدوده خدماتی مراکز پلیس می‌باشند. شاخص‌های فوق با استفاده از نظرات کارشناسانه و براساس طیف لیکرت اولویت‌بندی شده، سپس با استفاده از مدل ANP و در محیط نرم افزار Super Decisions وزن و اهمیت نسبی هریک از شاخص‌ها تعیین گردید؛ و در نهایت وضعیت آسیب‌پذیری منطقه ۳ تهران در زمان وقوع زلزله مشخص گردید. بر این اساس شاخص‌هایی که برای تحقیق حاضر، مورد استفاده قرار می-گیرد، شامل:

تراکم جمعیت: شهرها تلفیقی از زیرساخت‌های حیاتی، حساس و مهم به همراه جمعیت‌های مردمی هستند. تراکم جمعیت از عوامل اصلی موثر در نحوه استقرار مراکز خدمات رسان و برنامه ریزی‌های مربوطه می‌باشد بنابراین در مناطقی از شهر که تراکم جمعیتی در سطح بالایی قرار دارد احتمال آسیب پذیری بیش از مناطق با تراکم جمعیت کم است. بدین منظور برنامه‌ریزها باید بر حسب تراکم جمعیت در مناطق مختلف شهری صورت گیرد، زیرا تراکم جمعیتی شاخصی است که مشخص کننده بار جمعیتی بر معابر در مواقع بحران می‌باشد و در نتیجه با بیشتر شدن تراکم جمعیتی، سرعت پناه گیری و خدمات رسانی و امداد پایین می‌آید و بالعکس(حسینی، ۱۳۹۱). در این پژوهش شاخص تراکم جمعیتی دارای ۵ زیر معیار می باشد، بنابراین هرچه تراکم کمتر باشد میزان آسیب پذیری در نواحی شهری کمتر خواهد بود، براین اساس ۵ زیر معیار مورد نظر اینگونه طبقه بندی شده اند: تراکم کمتر از ۵۰ نفر در هکتار یا مناسب، تراکم بین ۵۰ تا ۱۰۰ نفر در هکتار یا نسبتاً مناسب، تراکم بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ نفر در هکتار یا متوسط، تراکم بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ نفر در هکتار یا نسبتاً نامناسب و تراکم بیش از ۲۵۰ نفر در هکتار یا نا مناسب می‌باشد، نقشه ۴ وضعیت شاخص تراکم جمعیتی را در منطقه ۳ را نشان می‌دهد.



شکل۴: وضعیت تراکم جمعیت در سطح منطقه ۳ تهران*(ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵)*

هم‌جواری کاربری‌ها: یکی از تدابیر لازم برای کاهش خسارات ناشی از زلزله در شهرها، مکانیابی بهینه کاربری هاست. چنانچه کاربری های شهری با دقت جایابی شوند، در بسیاری از هزینه های ایجاد شده برای شهر، چه از نظر سلامتی و چه از نظر زمان صرفه جویی می گردد(ابراهیم زاده، ۱۳۹۱). به طوری که در اکثر کشورهای توسعه‌یافته در قرارگیری مناسب کاربری‌ها در مجاورت یکدیگر برنامه‌ریزی دقیقی انجام می‌شود تا از ایجاد کاربری‌های مزاحم و مخل آسایش شهروندان در مکان‌های نامناسب جلوگیری به عمل آید و در مواقع بحران نیز از این نظر مشکلی پیش نیاید(صالحی، ۱۳۸۱)؛ زیرا کاربری اراضی شهری، اثرات خارجی بر روی یکدیگر دارند. این تأثیرات می‌تواند مثبت یا منفی باشد. اثرات مثبت منجر به افزایش کارایی، در حالی که اثرات منفی به کاهش کارایی منجر می‌شود و کاهش ارزش کاربری اراضی را به دنبال خواهد داشت که به ایجاد ناسازگاری میان کاربری‌های مختلف خواهد انجامید(Taleai, 2007). براین اساس اصل همجواری کاربری ها باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در ارزیابی آسیب‌پذیری، کاربری های شهری را می‌توان در دو دسته تقسیم‌بندی کرد:

-کاربری‌های حیاتی که به مهار بحران زلزله و کاهش خسارات ناشی از آن کمک می کنند؛ مانند فضای باز که شامل (اراضی بایر، فضای سبز، باغ و اراضی زراعی) می‌باشد.

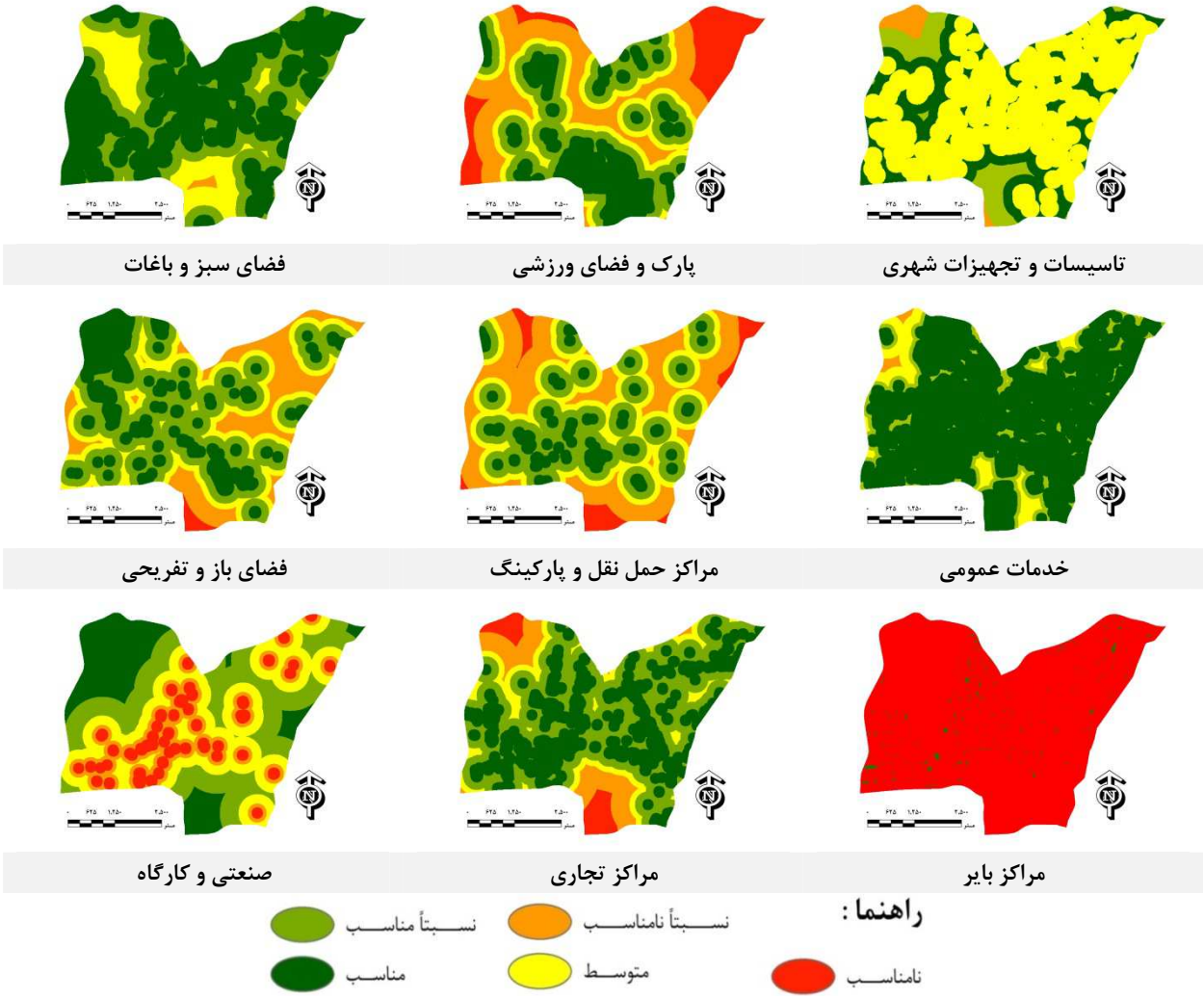
-کاربری هایی که موجب افزایش آسیب‌پذیری می شوند. این کاربری ها شامل کاربری های صنعتی می باشند.

بدین منظور جهت رعایت هم‌جواری‌ها پس از تبیین معیارهای ارزیابی {شامل: تجاری، فضای سبز و پارک، فضای باز و تفریحی، خدمات عمومی، صنعتی و کارگاهی، پارکینگ و حمل و نقل، تأسیسات و تجهیزات، زمین خالی، باغ و کشاورزی} و تبدیل آن‌ها به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها در رابطه با هدف مورد نظر تعیین گردید براساس نظر کارشناسی وزن دهی شده و در قالب نقشه های دسترسی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم گردید. جدول شماره ۱ طبقه بندی هر یک از کاربری ها و وزن آن‌ها را نشان می دهد.

جدول۱: طبقه‌بندی و وزن‌دهی کاربری‌های شهری

کاربری ها	محدوده شاخص (مترمربع)	وزن		کاربری ها	محدوده شاخص (مترمربع)	وزن
فضای باز و تفریحی	کمتر از ۱۵۰	۹	مناسب	پارک و فضای ورزشی	کمتر از ۱۵۰	۹ مناسب
	۱۵۰-۳۰۰	۷	نسبتاً مناسب		۱۵۰-۳۰۰	۷ نسبتاً مناسب
	۳۰۰-۵۰۰	۵	متوسط		۳۰۰-۵۰۰	۵ متوسط
	۵۰۰-۱۰۰۰	۳	نسبتاً نامناسب		۵۰۰-۱۰۰۰	۳ نسبتاً نامناسب
	بالای ۱۰۰۰	۱	نامناسب		بالای ۱۰۰۰	۱ نامناسب
تجاری	کمتر از ۱۵۰	۹	مناسب	مراکز حمل نقل و پارکینگ	کمتر از ۱۵۰	۹ مناسب
	۱۵۰-۳۰۰	۷	نسبتاً مناسب		۱۵۰-۳۰۰	۷ نسبتاً مناسب
	۳۰۰-۵۰۰	۵	متوسط		۳۰۰-۵۰۰	۵ متوسط
	۵۰۰-۱۰۰۰	۳	نسبتاً نامناسب		۵۰۰-۱۰۰۰	۳ نسبتاً نامناسب
	بالای ۱۰۰۰	۱	نامناسب		بالای ۱۰۰۰	۱ نامناسب
تاسیسات و تجهیزات	کمتر از ۱۵۰	۵	متوسط	فضای سبز و باغات	کمتر از ۱۵۰	۹ مناسب
	۱۵۰-۳۰۰	۵	متوسط		۱۵۰-۳۰۰	۷ نسبتاً مناسب
	۳۰۰-۵۰۰	۹	مناسب		۳۰۰-۵۰۰	۵ متوسط
	۵۰۰-۱۰۰۰	۷	نسبتاً مناسب		۵۰۰-۱۰۰۰	۳ نسبتاً نامناسب
	بالای ۱۰۰۰	۳	نسبتاً نامناسب		بالای ۱۰۰۰	۱ نامناسب
صنعتی و کارگاه	کمتر از ۱۵۰	۱	نامناسب	خدمات عمومی	کمتر از ۱۵۰	۹ مناسب
	۱۵۰-۳۰۰	۳	نسبتاً نامناسب		۱۵۰-۳۰۰	۹ مناسب
	۳۰۰-۵۰۰	۵	متوسط		۳۰۰-۵۰۰	۷ نسبتاً مناسب
	۵۰۰-۱۰۰۰	۷	نسبتاً مناسب		۵۰۰-۱۰۰۰	۵ متوسط
	بالای ۱۰۰۰	۹	مناسب		بالای ۱۰۰۰	۳ نسبتاً نامناسب

درنتیجه با توجه به همسان نبودن تأثیر لایه‌های مذکور در آسیب‌پذیری مناطق شهری میزان تأثیرگذاری و اهمیت هریک از لایه‌های کاربری‌های موجود با توجه به نظرات کارشناسانه مشخص و وزن و اهمیت نسبی هر یک از آن‌ها با استفاده از مدل ANP تعیین گردید. جدول شماره ۲ اوزان محاسبه شده برای هریک از کاربری‌ها را نشان می دهد.

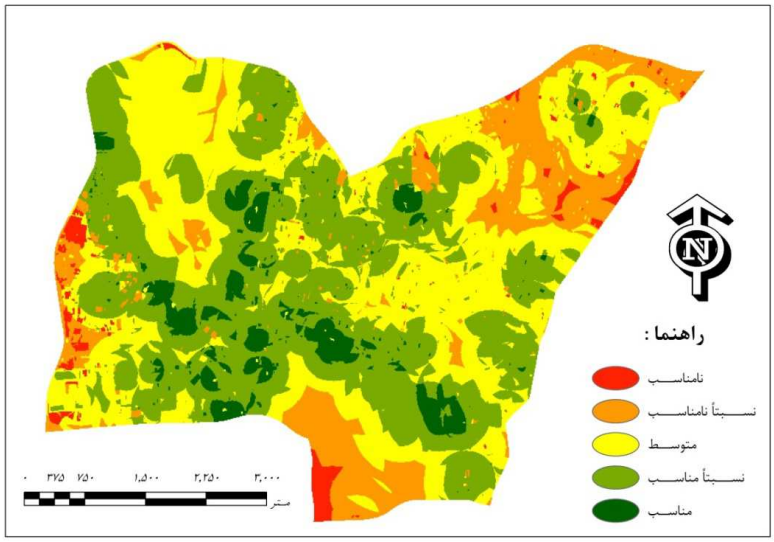


شکل۵: وزن‌دهی فاصله مناسب کاربری‌ها*(ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۵)*

جدول۲: وزن نهایی معیارهای همجواری کاربری ها

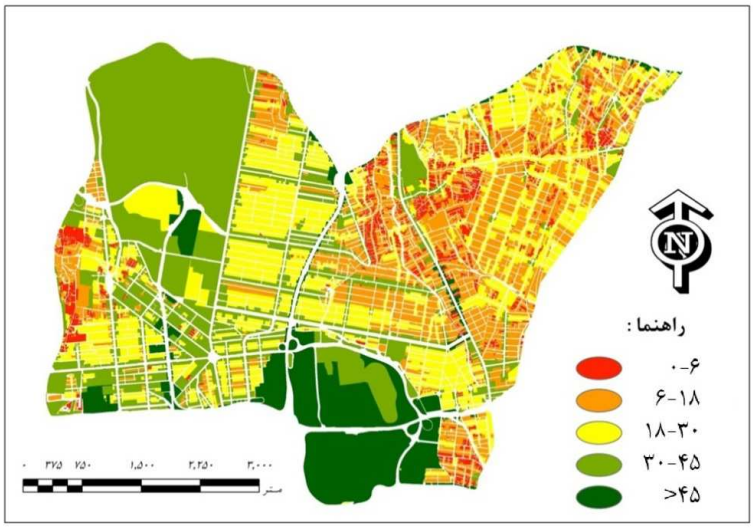
Name	Ideals	Normals	Raw
پارک و فضای ورزشی	۰/۴۶۲	۰/۱۲۰	۰/۱۲۰
خدمات عمومی	۰/۱۵۹	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲
بایر	۰/۶۴۴	۰/۱۶۸	۰/۱۶۸
فضای باز و تفریحی	۱	۰/۲۶۰	۰/۲۶۰
تاسیسات و تجهیزات	۰/۲۲۹	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰
حمل نقل و پارکینگ	۰/۳۲۹	۰/۰۸۶	۰/۰۸۶
صنعتی و کارگاهی	۰/۱۰۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹
فضای سبز و باغات	۰/۸۱۶	۰/۲۱۳	۰/۲۱۳
تجاری	۰/۰۸۳	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲

بعد از تهیه لایه‌های و تعریف کلاس‌ها و همچنین وزن دهی هریک از آن‌ها، وزن‌های به دست آمده با استفاده از تابع Weighted overlay در سیستم اطلاعات جغرافیایی ترکیب شد و نقشه ارزشگذاری شده نهایی مربوط به لایه همجواری ها تهیه گردید. شکل شماره ۶ نقشه همجواری کاربری‌های منطقه ۳ تهران را نشان می‌دهد.



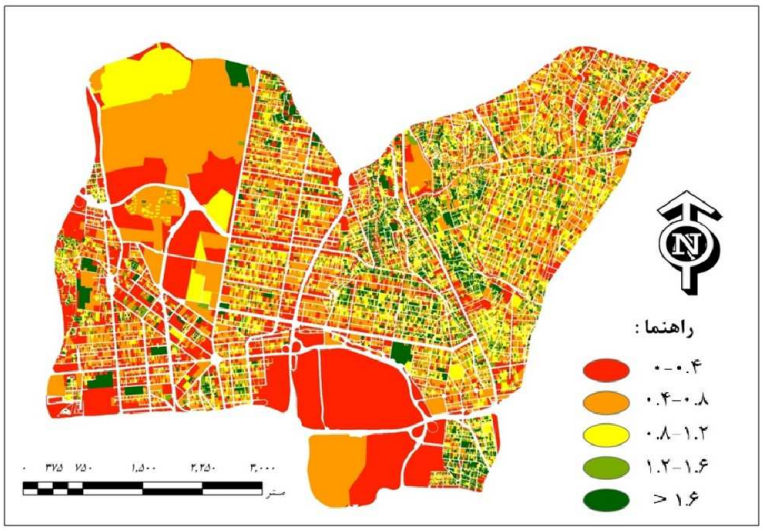
شکل۶: نقشه همجواری کاربری‌ها

دسترسی به راه: امروزه با گسترش کالبدی و افزایش تراکم شهرهای بزرگ، وضعیت خطرناکی در صورت وقوع بحران به وقوع می‌پیوندد .زیرا سلسله مراتب شبکه‌های ارتباطی رعایت نشده، عرض راه‌ها کم بوده، از مراکز خدماتی و درمانی دور بوده و در منطقه بحران خیزی بالایی قرار گرفته‌اند. بروز بحرانی با شدت بالا در این شهرها منجر به از بین رفتن کارایی شبکه‌های ارتباطی، حجم بالای تلفات انسانی و خسارت‌های مالی خواهد بود(ترابی، ۱۳۸۸). بر این اساس در این تحقیق معیار ارزش معابر عرض معبر می‌باشد که معابر عریض‌تر دارای ارزش بالاتری می‌باشند. بدین منظور معابر در پنج سطح کاملاً مناسب معابر با عرض بالاتر از ۴۵، ۳۰-۴۵ معابر نسبتاً مناسب، ۱۸-۳۰ معابر متوسط، ۶-۱۸ معابر نسبتاً نامناسب، ۰-۶ معابر کاملاً نا مناسب را تشکیل می‌دهند.



شکل۷: دسترسی کاربری‌های شهری به معابر

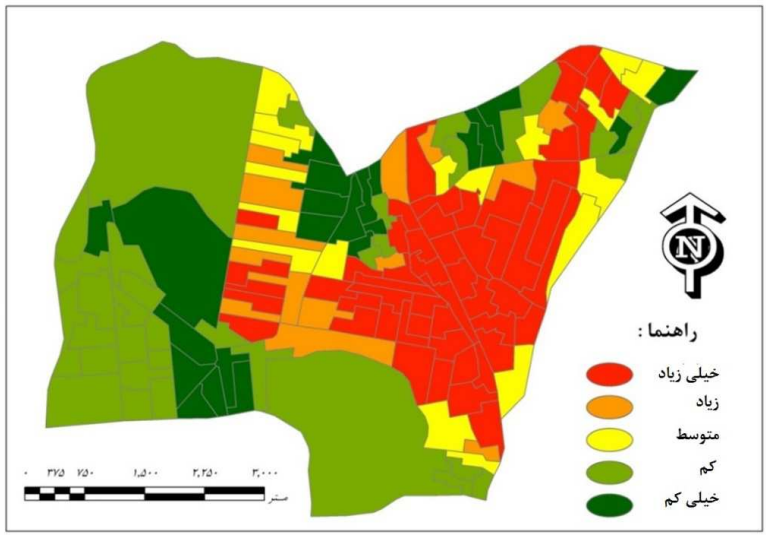
محصوریت: مدیران بحران یکی از دلایل گسترده شدن ابعاد بحران را عدم امداد رسانی به موقع ناشی از آسیب‌دیدگی معابر بیان کرده‌اند. از سوی دیگر، معابر به عنوان یکی از عناصر بسیار مهم شهری، بلافاصله پس از وقوع بحران اهمیت ویژه‌ای می‌یابند، چرا که نیاز به تخلیه مجروحین و امدادرسانی در کوتاه‌ترین زمان ممکن مطرح می‌شود، این امر بیشتر از طریق جاده‌های بین شهری، خیابان‌های درون شهری و معابر فرعی انجام می‌شود که در صورت بسته شدن یکی از جاده‌های اصلی یا حتی معابر فرعی، صدمات و خسارات ناشی از وقوع بحران چندین برابر می‌شود و زمان بازگشت به وضعیت عادی را گاهی تا ماه‌ها به تأخیر می‌اندازد(مختارزاده و همکاران، ۱۳۸۹). بنابراین در شاخص درجه محصوریت، فرض اصلی بر این است که ساختمان‌های کم ارتفاع با عرض معبر بیشتر (درجه محصوریت کمتر) امکان مانور بیشتر دارند، چون حجم نخاله در معابر کمتر است حال آنکه درجه تخریب و آسیب پذیری در ساختمان‌های با درجه محصوریت بالا بیشتر است. بر همین اساس میزان محصوریت معابر شهری یکی از مهم‌ترین شاخص‌های مدیریت بحران‌های انسان ساخت می‌باشد. بر این اساس درجه محصوریت در منطقه ۳ را به ۵ بخش در پنج سطح کاملاً مناسب شامل معابر با محصوریت ۰- ۰,۴، ۰,۴-۰,۸ معابر نسبتاً مناسب، ۰,۸-۱,۲ معابر متوسط، ۱,۲-۱,۶ معابر نسبتاً نامناسب، ۱,۶< معابر کاملاً نا مناسب نمایش داده شده است.



شکل۸: محصوریت معابر شهری منطقه سه تهران

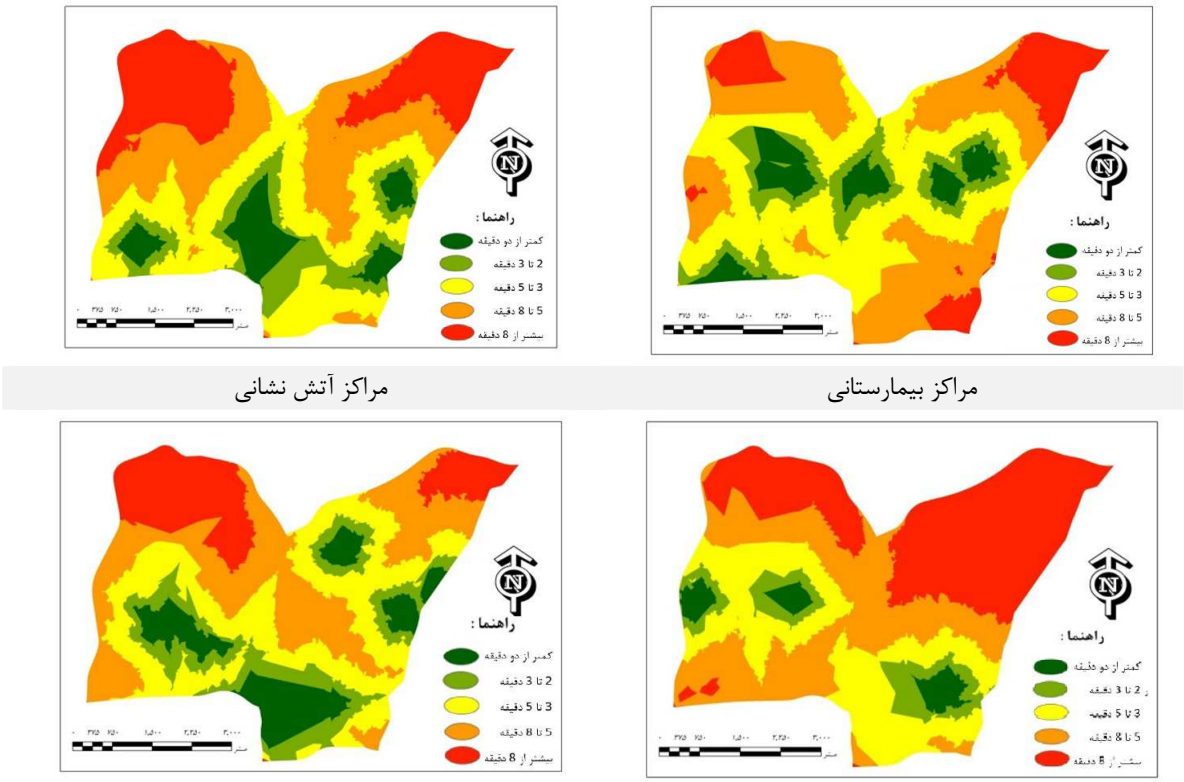
لرزه خیزی: برای محاسبه لرزه خیزی در سطح منطقه سه تهران از مقیاس شدت زلزله (MMI) مبتنی بر احساس بشر از ارتعاشات و آسیب‌ها در هنگام زلزله استفاده شده است. رابطه بین شدت زلزله و پارامترهای فیزیکی امواج زلزله مانند شتاب، سرعت و شدت طیفی توسط بسیاری از محققان مورد مطالعه قرار گرفته است. برای مطالعه حاضر، نظریات تریفونک و بری‌دی[1] (۱۹۷۵) پذیرفته شد. رابطه بین بیشینه شتاب زمین و شدت زلزله در شکل ۹ نشان داده شده است.

[1]. *Trifunac and Brady*



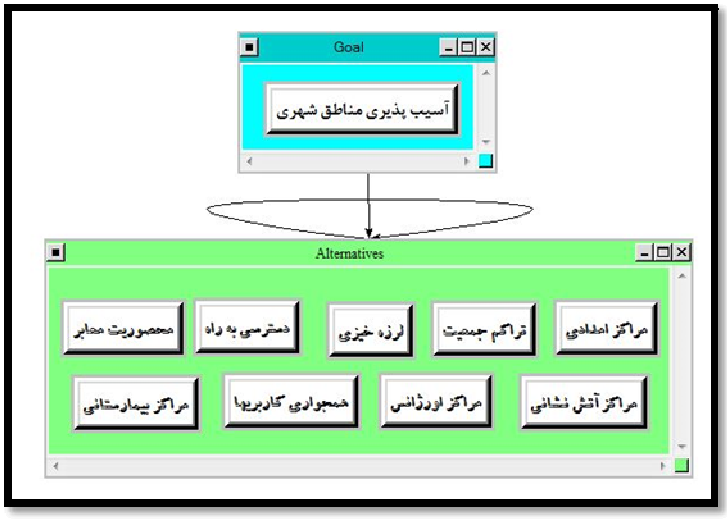
شکل۹: وضعیت لرزه خیزی منطقه سه تهران

محدوده خدماتی مراکز امداد رسان: دسترسی به مراکز امداد رسان که از طریق شبکه‌های ارتباطی انجام می‌شود، موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد و نجات و خدمات رسانی به آسیب دیدگان می‌شود. به این ترتیب با دور شدن از این خدمات، احتمال آسیب پذیری بیشتر می‌شود، بر این اساس توزیع متعادل و متناسب و مکان گزینی برخی از کاربری‌های شهری مانند مراکز امداد رسانی در ساختار شهری دارای چنان اهمیتی ماست، که بایستی در رابطه با مکان و مسیرهای ارتباطی با این کاربری‌ها دقت نظر لازم صورت گیرد، چنانچه نمی‌توان انتظار داشت بدون توجه کافی و تدقیق نظر در رابطه با مکان یابی و استقرار این کاربری‌ها در شهر بتوان اقدامات مداخلاتی بهینه و کارامدی در رابطه با مدیریت بحران و امداد و نجات آسیب دیدگان صورت داد(فتحی رشید و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به مطالب ذکر شده بر اساس هدف پژوهش که ارزیابی شعاع پوششی مراکز خدمات رسان است، لذا لازم گردید که این فضاها با توجه زمان مناسب مورد بررسی قرار گیرند، برای ملموس‌تر شدن موضوع از مدل تحلیل شبکه با مقیاس زمان برای تحلیل وضع موجود توزیع فضایی خدمات یا کاربری‌ها و بررسی شعاع عملکردی آن‌ها و تعیین مناطقی که خارج از شعاع پوشش آن‌ها هستند استفاده شد. بدین منظور محدوده خدماتی مورد نظر در ۵ مقیاس محدوده خدماتی ۲ دقیقه با مناسب، محدوده خدماتی ۳ دقیقه یا نسبتاً مناسب، محدوده خدماتی ۵ دقیقه یا متوسط، محدوده خدماتی ۸ دقیقه یا نسبتاً نامناسب و محدوده خدماتی بیش از ۸ دقیقه یا نامناسب تقسیم شده اند.



شکل۱۰: محدوده خدماتی مراکز امداد رسان منطقه ۳ تهران

وضعیت آسیب‌پذیری: بعد از ارزیابی معیارها و تبدیل آن‌ها به مقیاس‌های قابل مقایسه و استاندارد، از مدل تحلیل شبکه (ANP) برای تعیین وزن نسبی هر معیار استفاده شده است. اولویت‌بندی شاخص‌ها با توجه به نظرات کارشناسی و ارزیابی شاخص‌های مورد مطالعه صورت پذیرفت. مدل کلی ارائه شده در پژوهش در شکل۱۱ و وزن‌های بدست آمده از مدل مربوطه، در جدول۳ نشان داده شده است. هر چه وزن محاسبه شده بیشتر باشد، تأثیر آن شاخص در ارزیابی آسیب‌پذیری بیشتر از دیگر شاخص‌ها خواهد بود.



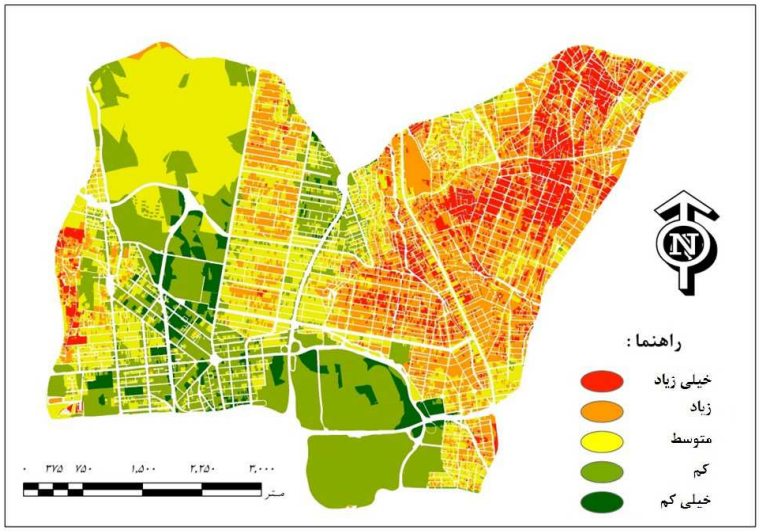
شکل۱۱: مدل کلی وزن دهی به معیارها در مدل ANP

جدول۳: وزن نهایی شاخص‌های آسیب‌پذیری در منطقه ۳ تهران

Raw	Normals	Ideals	Name
۰,۰۲۴	۰,۰۲۴	۰,۱۲۵	مراکز پلیس
۰,۰۳۳	۰,۰۳۳	۰,۱۷۲	مراکز اورژانس
۰,۰۵۴	۰,۰۵۴	۰,۲۸۱	مراکز آتش نشانی
۰,۰۶۵	۰,۰۶۵	۰,۳۳۹	مراکز بیمارستانی
۰,۱۴۳	۰,۱۴۳	۰,۷۴۵	دسترسی به راه
۰,۱۴۹	۰,۱۴۹	۰,۷۷۶	محصوریت معابر
۰,۱۶۳	۰,۱۶۳	۰,۸۴۹	همجواری کاربری ها
۰,۱۷۷	۰,۱۷۷	۰,۹۲۲	تراکم جمعیت
۰,۱۹۲	۰,۱۹۲	۱	لرزه خیزی

در نهایت به منظور مدل‌سازی میزان آسیب‌پذیری نواحی شهری منطقه ۳ تهران در برابر زلزله، پس از محاسبه وزن هرکدام از لایه‌ها، در سیستم اطلاعات جغرافیایی و با استفاده از Spatial Analysis و از طریق تابع Weighted overlay، وزن‌های به دست آمده از مدل ANP به هرکدام از لایه ها اختصاص یافت و لایه ها روی هم‌گذاری شده در نهایت نقشه آسیب‌پذیری شهر ترسیم گردید. نتایج به دست آمده مربوط به آسیب‌پذیری بافت شهری منطقه ۳ تهران در صورت وقوع زلزله بدین صورت است که از مساحت ۲۲۹۶ هکتاری این منطقه، حدود ۲۳۸ هکتار معادل ۱۰,۴ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب پذیری خیلی زیاد، حدود ۵۹۳ هکتار معادل ۲۵,۹ درصد کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب پذیری زیاد، حدود ۷۰۷ هکتار معادل ۳۰,۸ درصد کل مساحت منطقه در وضعیت

آسیب پذیری متوسط، حدود ۶۴۸ هکتار معادل ۲۸,۲ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب پذیری کم و حدود ۱۱۰ هکتار معادل ۴,۸ درصد کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب پذیری خیلی کم از لحاظ آسیب‌پذیری در مواقع بحران می‌باشند که البته لازم به ذکر است بیشتر مساحت مربوط به مناطق با آسیب پذیری خیلی کم و کم مربوط به فضاهای باز و پارک ها و باغات موجود در این منطقه می‌باشد و اکثریت قریب با اتفاق مناطق مسکونی موجود در این منطقه در وضعیت بسیار نامناسبی قرار دارند و در صورت بروز زلزله های قوی شاهد آسیب‌پذیری غیر قابل قبول و بسیار ناگوار هم در جمعیت و هم در مناطق شهری می باشیم، شکل ۱۲ نقشه ارزش گذاری شده نهایی منطقه سه ار لحاظ آسیب پذیری در زمان زلزله را نشان می دهد.



شکل۱۲: نقشه آسیب‌پذیری منطقه سه تهران در زمان وقوع زلزله

نتیجه‌گیری

تهران به عنوان پایتخت و مرکز سیاسی 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 آسیب پذیری لرزه‌ای این شهر یکی از ضروریات مدیریت شهری است. بر این اساس این سؤال مطرح می‌شود که آیا می‌توان شهر را به صورتی تغییر داد که از آسیب‌های مربوط به وقوع زلزله را تا حدود زیادی کاهش داد و یا آن را به حداقل رساند؟ با علم به اینکه شهرنشینی و توسعه سریع شهرها، بدون در نظر گرفتن مسئله ایمنی در مقابل بلایا صورت گرفته است، به طور کلی رشد و پیشرفت تسهیلات و امکانات شهری، سلامتی را افزایش داده است اما هرگز تسهیلات، ایمنی در برابر بلایا را افزایش نداده است. بدین منظور در این پژوهش به منظور مدل‌سازی نحوه آسیب‌پذیری بافت شهری منطقه سه تهران با استفاده از ۹ شاخص لرزه خیزی، تراکم جمعیت، همجواری کاربری‌ها، محصوریت معابر، دسترسی به راه، محدوده خدماتی بیمارستان‌ها، محدوده خدماتی آتش‌نشانی‌ها، محدوده خدماتی مراکز پلیس و محدوده خدماتی مراکز اورژانس بهره برده شد. پس از تهیه لایه‌های مذکور وزن های نسبی هر یک از فاکتورها با وزن های نسبی هر یک از گزینه ها با

استفاده از مدل ANP محاسبه و به کمک تابع Weighted Overlay با هم ترکیب و از جمع آن‌ها میانگین گرفته شد. عدد حاصله در واقع نشان دهنده این مطلب است که چه ناحیه‌ای بیشترین آسیب‌پذیری را زمان وقوع زلزله دارد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که از مساحت ۲۲۹۶ هکتاری این منطقه، حدود ۱۰,۴ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب پذیری خیلی زیاد، حدود ۲۵,۹ درصد کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب پذیری زیاد، حدود ۳۰,۸ درصد کل مساحت منطقه در وضعیت متوسط، حدود ۲۸,۲ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت کم و حدود ۴,۸ درصد کل مساحت منطقه در وضعیت خیلی کم از لحاظ آسیب‌پذیری در مواقع بحران می‌باشند که البته لازم به ذکر است بیشتر مساحت مربوط به مناطق با آسیب پذیری کم و خیلی کم مربوط به فضا های باز و پارکها و باغات موجود در شمال غربی و جنوب این منطقه می‌باشد و اکثریت قریب با اتفاق مناطق مسکونی موجود در این منطقه در وضعیت بسیار نامناسبی قرار دارند و در صورت بروز زلزله‌های قوی شاهد آسیب‌پذیری غیر قابل قبول و بسیار ناگوار هم در جمعیت و هم در بافت کالبدی مناطق شهری می باشیم.

پیشنهادات

با توجه به مطالعات انجام‌گرفته و شاخص‌های مورد مطالعه مربوط به آسیب‌پذیری بافت شهری منطقه سه تهران در زمان وقوع زلزله، پیشنهادات کاربردی به شرح ذیل می‌توان ارائه نمود.

- طراحی فضای باز شهری به منظور حداکثر بهره برداری از فضای باز در زمان وقوع زلزله به ویژه در شمال شرق و شرق منطقه به دلیل واقع‌شدن کاربری مسکونی متراکم و الگوی معبر بسیار نامناسب و نامنظم.
- خودکفائی نسبی در منطقه مورد مطالعه برای شرایط بحران یا تامین و فراهم بودن حداقل نیازهای ضروری مردم (ایجاد مناطق خود اتکا) و محله بندی منطقه در قالب سلولها خودکفا
- تعریض و تصحیح شبکه معابر مربوط به بخش شمال شرقی منطقه جهت تسهیل آمدوشد وسایل نقلیه آتش‌نشانی و امدادرسانی.
- ایجاد تراکم جمعیتی متناسب با ظرفیت منطقه جهت کاهش آسیب‌پذیری ناشی از زلزله
- ایجاد بانک‌های اطلاعاتی جامع و مدون از تمام جزییات و عناصر شهری مربوط به مدل‌سازی آسیب‌پذیری بافت شهری این منطقه در برابر زلزله از سوی سازمان‌های متولی در سطح منطقه.
- جهت کاهش آسیب‌پذیری، اعمال نظارت دقیق بر اجرای صحیح ساختمان‌های جدیدالاحداث و حصول اطمینان از رعایت آیین‌نامه در ساخت آن‌ها الزامی است.
- تعیین مقیاس بهینه استقرار خدمات
- تامین فضاهای امن مورد نیاز شهروندان و مدیریت بحران
- تمرکز زدایی و پراکندگی تاسیسات حیاتی و حساس در منطقه
- آمادگی مدیران شهری جهت مدیریت خدمات رسانی بی وقفه به شهروندان

- تبیین شرح وظایف کلیه بخشها جهت خدمات رسانی در شرایط بحرانی و انجام آموزشهای لازم
- ایجاد سیستم دسترسی مناسب به مراکز امداد رسانی.
- تصویب سیاست‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی به مردم در میزان آسیب‌پذیری اماکن مسکونی و محیط زندگی.

منابع

ابراهیم زاده، عیسی؛ شمس اله کاظمی زاده؛ حکیمه قنبری (۱۳۹۱)، تحلیلی بر آسیب‌پذیری ناشی از زلزله بر ارائه الگوی بهینه مکانیابی کاربری های ویژه بهداشتی- درمانی و آموزشی، جغرافیا و آمایش شهری- منطقه ای، شماره ۴، زاهدان.

احدنژاد، محسن؛ محسن قرخلو، کرامت الله زیاری (۱۳۸۹)، مدل سازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی(مطالعه موردی شهر زنجان)، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۹، زاهدان.

احمدی دستجردی، حمید و بوچانی، محمد حسین(۱۳۸۲)، پیشینهٔ زلزله در ایران، ماهنامـهٔ شـهرداری هـا، ویـژه نامـهٔ شمارهٔ ۱.

آوازه، آذر و نسرین جعفری(۱۳۸۵)، بررسی توانمندی‌ها و محدودیت‌های بیمارستانهای آموزشی دانشگاه علوم پزشکی زنجان در مدیریت بحران(برنامهریزی، سازهای و غیرسازهای)، همایش سراسری راهکارهای ارتقاء مدیریت بحران در حوادث و سوانح غیرمترقبه.

بحرینی، سیدحسین(۱۳۷۵). برنامه ریزی کاربری زمین در مناطق زلزله خیز، نمونه شهرهای منجیل، لوشان، رودبار، انتشارات بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، تهران.

بهادری، هادی؛ کامبیز خورشید؛ محمد ابراهیم نیا(۱۳۸۷)، نگاهی به مدیریت ایالات متحده آمریکا، چاپ دوم، پویش، ۳۴۷.

پوراحمد، احمد، لطفی، صدیقه، فرجی، امین و آزاده عظیمی(۱۳۸۸). بررسی ابعاد پیشگیری از بحران زلزله(مطالعه موردی: شهر بابل)، مجله مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه ای، سال اول، شماره اول، ص ۲۴-۱

ترابی، کمال(۱۳۸۸)، بررسی نقش شبکه‌های ارتباطی در کاهش اثرات ناشی از زلزله -مورد مطالعه :منطقه ۶ شهرداری تهران با تأکید بر ناحیه ۱، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت.

حبیبی، کیومرث(۱۳۸۷)، تعیین عوامل مؤثر در آسیب پذیری بافت کهن شهری زنجان با استفاده از روش فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی، هنرهای زیبا، شماره ۳۳، دانشگاه تهران.

حسینی، سید احمد (۱۳۹۱)، نقش شبکه های ارتباطی در توزیع کاربری‌ها با رویکرد پدافند غیر عامل (نمونه موردی: منطقه سه تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زنجان، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری.

رضایی، میثم(۱۳۹۰)، کاربرد مدلهای مکان مند و تحلیل شبکه در مدیریت بحران شهری با استفاده از GIS(مورد مطالعه :منطقه ۳ شهر اصفهان)، پایان نامهٔ کارشناسی ارشد به راهنمایی دکتر علی زنگی آبادی، دانشکدهٔ علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان.

شادی طلب، ژاله (۱۳۷۰)، تجربه مدیریت فاجعه در کشورهای در حال توسعه، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران.

شیعه، اسماعیل؛ کیومرث حبیبی و کمال ترابی (۱۳۸۹)، بررسی آسیب‌پذیری شبکه ارتباطی شهرها در مقابل زلزله با استفاده از روش IHWP و GIS مطالعه موردی منطقه ۶ شهرداری تهران، باغ نظر، شماره ۱۳، سال هفتم، صفحات ۴۸-۳۵.

صالحی، رحمان(۱۳۸۱)، ساماندهی فضایی مکانهای آموزشی شهر زنجان به کمکGIS ، پایانامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

صیامی، قدیر، تقی نژاد، کاظم و علی زاهدی کلاکی(۱۳۹۴). آسیب شناسی لرزه ای پهنه های شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی معکوس(IHWP) و GIS مطالعه موردی شهر گرگان، فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی شهری، سال سوم، شماره نهم، ص۴۳-۶۳

عکاشه، بهرام(۱۳۸۳)، پریروز رودبار، دیروز بم، فردا...، چکیده مقالات همایش توسعه محله ای چشم انداز توسعه پایدار، شهرداری تهران.

فتحی رشید علی، قلیزاده الهام (۱۳۸۸)، دفاع غیرعامل در بافت‌های فرسوده شهری، برگزیده مجموعه مقالات دومین همایش جامعه ایمن شهر تهران،Archive of SID ،۱۳۸۸ دوره دوم، صفحات ۳۳- ۴۹.

فرج زاده اصل، منوچهر؛ محسن احد نژاد، جمال امینی(۱۳۹۰)، ارزیابی آسیب‌پذیری مساکن شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی، منطقه ۹ شهرداری تهران)، مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه ای، سال سوم، شماره ۹.

فرجی ملائی، امین و مهدی قرخلو (۱۳۸۹). زلزله و مدیریت بحران شهری مطالعه موردی شهر بابل، "فصلنامه جغرافیا"، سال هشتم، شماره ۲۵، ص ۱۴۳-۱۶۴.

قنبری، حکیمه، احدنژاد، محسن(۱۳۸۸)، کاربرد GIS در تحلیل شریان‌های حمل و نقل و بررسی و اجرای مدل تحلیل شبکه و تعیین الگوریتم‌های کوتاه‌ترین مسیر در آن (نمونه مورد مطالعه: استان آذربایجان شرقی – تبریز)، همایش سراسری اطلاعات مکانی دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

گیوه چی، سعید(۱۳۸۸)، تحلیل و ارائه الگوهای مدیریت در سوانح شهری ناشی از مخاطرات زیست محیطی-مورد منطقه ۶ تهران، استاد راهنما: مهدی قرخلو، دانشگاه تهران رساله دکتری در رشته جغرافیا و برنامهریزی شهری، دانشکده جغرافیا.

مختار زاده، صفورا و همکاران(۱۳۸۹)، مقاله ارزیابی روشمند آسیب پذیری معابر در برابر زلزله، کنفرانس ملی زلزله و آسیب پذیری اماکن و شریان‌های حیاتی

مشکینی، ابولفضل؛ قائد رحمتی، صفر و رضا شعبان زاده نمینی(۱۳۹۳)، تحلیل آسیب پذیری بافتهای شهری در برابر زلزله(منطقه مورد مطالعه: منطقه دو شهرداری تهران)، پژوهش های جغرافیای انسانی، دوره ۴۶، شماره ۴، ص ۸۴۳-۸۵۶

موحد، علی؛ فیروزی، محمد علی؛ ایصافی، ایوب (۱۳۹۱)، بررسی آسیب پذیری ساختمان های شهری در برابر زلزله با استفاده از مدل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) در سیستم اطلاعات جغرافیایی: مطالعه موردی شهر مسجد سلیمان، فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی شهری، دوره ۳، شماره ۱۱، صص. ۱۱۵-۱۳۶.

Alexander, David,2002, Principles of Emergency and management, Oxford university press.

Antonioni. S and Gigliola, G.; Cozzani, Valerio (2007). A Methodology for the Quantitative Risk, Triggered by Seismic Events. Journal of Hazardous Materials, Assessment of Major Accidents.

Bertrand, L., Hawarence, S., 1986. The human factor in high fire risk urban residential areas: A pilot study in new Orleans. Department o commerce, national fire prevention and control administration.

Botero, V. (2009). Geo-Information for Measuring Vulnerability to Earthquake: A Fitness for Use Approach PhD Thesis, ITC, Netherland.

Che-Wei, Chang., Cheng-Ru, Wu., Huang-Chu, Chen., 2009. Analytic network process decision-making to assess slicing machine in terms of precision and control wafer quality. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 25 (2009), Pages 641– 650.

Coombs W. T. (2007), "Attribution Theory as a guide for post-crisis communication research", Public Relations Review, No. 33, 2007, pp. 135-139.

Ghafory-Ashtiani, M., 1999. Rescue Operation and Reconstructions in Iran. disaster Prevention and Management, volume 1, MCB University, ISSN 0965-3562.

Gulfem, Tuzkaya., Semih, Onut., Umut, R. Tuzkaya., Bahadır, Gulsun., 2008. An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul Turkey. Journal of Environmental Management 88 (2008), Pages 970–983

Hakyeon Lee, Moon-Soo Kim, Yongtae Park(2012), An analytic network process approach to the operationalization of five forces model, Applied Mathematical Modelling 36 (2012), Pages 1783–1795.

Hakyeon, Lee., Sora, Lee., Yongtae, Park., 2009. Selection of technology acquisition mode using the analytic network process. Mathematical and Computer Modelling 49 (2009), Pages 1274-1282.

Kreimer, A., Arnold, A., Carlin, A., 2003. Building safer cities, The future of disaster risk. Disaster risk management series, Vol. 3, The World bank.

Lantada, Nieves., Pujades, Luis., Barbat, Alex., 2008. Vulnerability Index and Capacity Spectrum-Based Method for Urban Seismic Risk Evaluation. Journal of Nathazards, DOI 10.007/s11069-007-9212-4.

M.A.B. Promentilla., T. Furuichi., K. Ishii., N. Tanikawa.,.2006. Evaluation of remedial countermeasures using the analytic network process. Waste Management 26 (2006), Pages 1410–1421.

Martinelli A., Cifani G(2009). Building Vulnerability Assessment and Damage Scenarios in Celano(Italy) Using a Quick Survey Data-based Methodology, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 28, 875-889.

Martins, V. N. Cabral, P. and Sousa e Silva, D(2012). Urban Modelling for Seismic Prone Areas: the Case Study of Vila Franca do Campo (Azores Archipelago, Portugal).

Mc.Conkey, D., 1987. planning for uncertainty. Business Horizons Journal.

Mehmet, Sevkli., et al., 2012. Development of a fuzzy ANP based SWOT analysis for the airline industry in Turkey. Expert Systems with Applications 39 (2012), Pages 14–24.

Mithun, J. Sharma., Ilkyeong, Moon., Hyerim, Bae., 2008. Analytic hierarchy process to assess and optimize distribution network. Applied Mathematics and Computation 202 (2008), Pages 256–265

Nakabayashi, Itsuki., 1994. Urban Planning Based on Disaster Risk Assessment. In Disaster Management in Metropolitan Areas for the 21st Century, Proceedings of the IDNDR Aichi/Nagoya International Conference, Nagoya, Japan: 225-239.

Rashed, K and Weeks, J. (2003)"Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial International Journal of Geographic Information Science multicriteria analysis of urban areas", Vol. 17, no. 6: 547-576.

Saaty, T. L. (2003). Decision making in complex environments. Super Decisions.

Taleai, M, Sharifi, A, sliuzas, R, Mesgari.M, (2007), Evaluating the compatibility of multi-functional and

UNDP., 2004. Reducing disaster risk. A challenge for development. A global report, New York, NY 10017, USA: Bureau for Crisis Prevention and Recovery. UNISDR (2005), http:\\unidsdr.org, (accessed July 10, 2007).

Wei-Wen, Wu., Yu-Ting, Lee., 2007., Selecting knowledge management strategies by using the analytic network process. Expert Systems with Applications 32 (2007), Pages 841–847

Xingyu, Liang., et al., 2013. Using the analytic network process (ANP) to determine method of waste energy recovery from engine. Energy Conversion and Management 66 (2013), Pages 304–311

Yanar, T. A., and Akyurek, Z (2006). The enhancement of the Cell-based GIS analyses with fuzzy processing capabilities, Information Sciences, 176, 1067-1085.

Modelling since the Earthquake Vulnerability of Urban Areas (Case Study: Tehran District Three)

Mahdi Modiri*[1], Mohsen Shaterian[2], Sayed Ahmad Hosseini[3]

1- Associate Professor of Geography and Urban Planning, Maleke Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Email: mmodiri@alumni.ut.ac.ir

2- Associate Professor of Geography and Urban Planning, Kashan University, Kashan, Iran

3- PhD in Geography and Urban Planning, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan Iran

Received: 2017-01-14 Accepted: 2017-04-15

Abstract

Earthquake is one of the most disastrous natural calamity in present age which has been demonstrated its importance objectively. Therefore, getting prepared to deal have with always such crisis affected through identifying vulnerable spots and eliminating them are effective strategies in reducing the damage caused by an earthquake. Many Iranian cities are located in the areas with medium or high relative risk of an earthquake. Tehran city, especially area 3, has a high risk of earthquake danger because so many active faults lie around this area. It is necessary to evaluate vulnerable areas for the substantial planning of decreasing vulnerability of the buildings and representing a clear image from earthquake occurrence and its aftermath. In this study, the vulnerability of context in area3, Tehran, in the time of earthquake occurrence has been modulated. The paper methodology is a descriptive- analytic method which through ANP models and analysis of network in Geographic Data system has modulated and evaluated vulnerability in the urban context of area 3. The results showed that from 2296 hectare of the whole of the area, about 36.2 percent lie in very high and high condition, about 30.8 percent lie in intermediate condition and about 33 percent lie in very low and low condition. The space distribution of vulnerability related to northeastern and east of this area that has cumulous residential context. On the basis of the study results, with considering the problems of vulnerable residential context, Emergency Management of the earthquake will be an effective solution for context maintenance and decrease damages of earthquake occurrence in this context.

Keywords: urban vulnerability, modeling, earthquake, Tehran District Three, network analysis.