فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی
دوره ۱۲، شماره ۴ (پیاپی ۴۱)، زمستان ۱۳۹۶
شاپای چاپی ۵۹۶۸- ۲۵۳۵ شاپای الکترونیکی ۵۹۵X- ۲۵۳۸
http://jshsp.iaurasht.ac.ir
صص. ۱۰۰۲-۹۸۵

سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی منطقه ۱۲ شهر تهران)

حجت اله پاشاپور*- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
محمد پوراکرمی- دانش آموخته کارشناسی ارشد، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۶/۱۱/۲۱

چکیده

میزان خسارات و تلفات ناشی از مخاطرات طبیعی به میزان آمادگی جامعه در برابر واقعه بستگی دارد. تاب آور ساختن شهرها در ابعاد مختلف، راهی مناسب و کارا در جهت تقویت ساختار شهر برای مقابله با بحران‌ها و مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی است. مطالعه حاضر به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی است. در این تحقیق برای جمع‌آوری داده‌ها از روش کتابخانه‌ای و اسنادی و برای تجزیه تحلیل داده‌ها از مدل AHP Fuzzy استفاده‌شده است. نتایج نشان داد که معیار ویژگی‌های کالبدی بافت با ضریب اهمیت نسبی ۰/۴۲۴ و در بین زیر معیارها نیز، عرض معابر با وزن ۰/۲۳۸، مقاومت ساختمان با وزن ۰/۱۲۰ و دسترسی به پارک با وزن ۰/۱۰۲، بیشترین اهمیت را در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران دارند. همچنین نقشه نهایی تاب‌آوری کالبدی منطقه نشان داد که فقط ۱/۰۳ درصد از بافت منطقه دارای تاب‌آوری زیاد می‌باشد و ۷۴/۶۴ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری متوسط و ۲۴/۳۳ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری کم می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که سکونتگاه‌های منطقه ۱۲ شهر تهران با توجه به قدمت بناها و کیفیت آن‌ها، دسترسی‌های کم‌عرض، قطعه‌بندی ریزدانه و افزایش سطح اشغال و کمبود فضای باز که همگی زمینه‌ها و عوامل تهدیدکننده جان انسان‌های ساکن این منطقه است، در تقابل با تاب‌آوری شهری قرار دارند. این مسئله از آسیب و خسارات بیشتر این منطقه در صورت وقوع زمین‌لرزه خبر می‌دهد.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری کالبدی، AHP Fuzzy ، منطقه ۱۲ شهر تهران، سوانح طبیعی

نحوه استناد به مقاله:
پاشاپور, حجت اله, پوراکرمی, محمد. (۱۳۹۶). سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی منطقه ۱۲ شهر تهران) . *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۲ (۴)، ۹۸۵-۱۰۰۲.
http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article_538300.html

* نویسنده مسئول: Email: geo.pashapour@yahoo.com

مقدمه

حدود سه‌چهارم مردم دنیا در مناطقی زندگی می‌کنند که در دهه‌های اخیر حداقل وقوع یکی از چهار عامل عمده مرگ‌ومیر ناشی از بحران‌ها یعنی زلزله، سیل، طوفان یا خشک‌سالی را تجربه کرده‌اند. در دو دهه گذشته بیش از ۱۵ میلیون نفر در سراسر دنیا در اثر سوانح طبیعی جان خود را ازدست‌داده‌اند و به‌این‌ترتیب به‌طور متوسط به ازای هر ۳۰۰۰ نفر افراد در معرض خطر یکی از آن‌ها کشته می‌شود (Hosseini, 2008: 29). متعاقب، تحولات و بحران‌های بی‌سابقه و کم‌سابقه در سال‌های اخیر در حوزه‌های مختلف اقتصادی، سیاسی، اجتماعی، زیست‌محیطی، "تاب‌آوری" تعبیر متداولی در طیفی از رشته‌ها شده است. گرچه هر رشته، تعریف خود را برای این اصطلاح به کار می‌گیرد؛ اما سابقه بحث بیشتر به علوم مهندسی برمی‌گردد. در آنجا، تاب‌آوری ظرفیت "بازگشت سریع پس از تنش، تحمل تنش بیشتر، کاهش تخریب در اثر مقدار معینی از تنش" تبیین شده است (Mohammadi& Ghiasvand, 2015: 3). در ۲۲ ژانویه ۲۰۰۵، چارچوب طرح هیوگو برای عمل[1] در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ به تصویب استراتژی بین‌المللی کاهش بحران سازمان ملل متحد[2] رسید که خود حرکتی مثبت درزمینه تاب‌آوری محسوب می‌شود. از زمان تصویب این لایحه قانونی، هدف اصلی برنامه‌ریزی برای مخاطره و کاهش خطر بحران، به نحوی بارز به سمت تمرکز روی ایجاد تاب‌آوری در جوامع گرایش پیداکرده، نه کاهش آسیب‌پذیری. در حال حاضر توجه زیادی به ظرفیت‌های جوامع بحران‌زده برای "بازگشت به گذشته" و بازیابی می‌شود که این موضوع موجب توجه به ایجاد تغییراتی در فرهنگ کاری کاهش خطرات دارد که به تاب‌آوری به‌جای آسیب‌پذیری توجه خاصی دارد. باوجوداین مفاهیم گوناگون، تاب‌آوری خود به وجود آورنده چالش فلسفی جدیدی است. تا آنجایی که دستیابی به توافق دراین‌باره خود به آزمونی برای تحقیقات پیرامون بحران بدل شده است (Mayunga, 2007: 4). به‌طورکلی، در زمینه تاب‌آوری مطالعات متعددی در سطح جهانی و داخلی انجام‌شده که اغلب آن‌ها نیز مقیاس شهری موردتوجه خود قرار داده‌اند. ازجمله مطالعات صورت گرفته در این زمینه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

کارتر[2] و همکاران در سال ۲۰۰۸ پژوهشی را با عنوان مدل مکان محور[3] برای درک تاب‌آوری جوامع محلی در برابر بلایای طبیعی انجام دادند. این مطالعه چارچوب جدیدی از جایگاه تاب‌آوری به منظور ارتقاء روش ارزیابی تاب‌آوری در مقابل بلایا در سطح محلی و منطقه‌ای ارائه می‌دهد و یک مجموعه از متغیرها در این مطالعه به‌عنوان اولین گام در تحقق هدف، مدنظر گرفته‌اند. این پژوهش به‌عنوان یکی از مطالعات پایه‌ای در بین پژوهشگران مرتبط با تاب‌آوری جوامع در برابر بلایا مطرح است. کالتن و همکاران (۲۰۰۸) به‌طور مشخص، ویژگی جوامع تاب آور را مورد مطالعه قرار داده و آمادگی در برابر سوانح، پاسخ‌گویی بهینه و باز توانی سریع پس از تهدیدهای چندوجهی و سوانح ترکیبی، همچنین کاهش آسیب‌پذیری کالبدی جوامع شهری را با استفاده از تدوین استانداردهای ساخت‌وساز مقاوم شهری را موجب افزایش تاب‌آوری شهرها در برابر سوانح می‌دانند. آلن و بریانت (۲۰۱۰)، تاب‌آوری شهرها و نقش فضاهای باز در تاب‌آوری در برابر زمین‌لرزه را مطرح نموده و بر نقش فضاهای باز در تاب‌آوری در برابر زلزله را مطرح نموده و بر نقش برنامه‌ریزی شهری و برنامه باز توانی در بازسازی تاب آور تأکید کرده‌اند. کارتر و همکاران در سال (۲۰۱۰) در مطالعه دیگری درزمینه طراحی معیارها و شاخص‌های تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی را انجام دادند که هدف اصلی آن‌ها تدوین و طراحی شاخص‌های تاب‌آوری مخاطرات برای آزمودن یا تعیین معیار شرایط تاب‌آوری جوامع است. کارتر و همکارانش در این مطالعه شاخص‌های منتخب خود را در ابعاد اجتماعی، اقتصادی نهادی، زیرساختی و سرمایه جامعه بررسی کردند. رضایی (۱۳۸۹) در رساله دکتری خود در دانشگاه تربیت مدرس به تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) در کلان‌شهر تهران پرداخت. نتیجه مطالعه حاضر نشان داد که بین تاب‌آوری موجود در محلات نمونه و سطح تاب‌آوری آن‌ها در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، نهادی و کالبدی – محیطی رابطه معناداری وجود دارد و با تغییر هریک از آن‌ها، میزان تاب‌آوری خانوارها نیز تغییر می‌یابد. شریف نیا (۱۳۹۱) در پایان‌نامه خود با عنوان، بررسی رابطه کاربری زمین شهری و میزان تاب‌آوری در برابر زلزله و ارائه راهکارهای برنامه‌ریزی شهری (نمونه موردی: منطقه ۱۰ شهر تهران) به بررسی رابطه میان تاب‌آوری و کاربری زمین شهری پرداخت و درنهایت به این نتیجه رسید که برنامه‌ریزی شهری و در درون آن برنامه‌ریزی کاربری اراضی می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای ارتقای تاب‌آوری شهرها استفاده شود. فرزاد بهتاش (۱۳۹۳) در رساله دکتری خود در دانشگاه هنر تبریز، تحت عنوان، ارزیابی

1. The Hyogo framework for Action 2005-2015
2. UNSIDER
3. Bounce Back

و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهر تبریز، با استفاده از مؤلفه‌های مختلف و از طریق پرسش‌نامه، تاب‌آوری شهر تبریز را مورد بررسی قرارداد و به این نتیجه رسید که شهر تبریز ازلحاظ تاب‌آوری در وضعیت کاملاً مطلوبی قرار ندارد؛ و با این وجود بعد اجتماعی و فرهنگی بالاترین رتبه را درتاب‌آوری کلان‌شهر تبریز به دست آورد. در سال‌های اخیر نهادها و آژانس‌های فعال در زمینه کاهش سوانح بیش‌تر فعالیت‌های خود را برای دست‌یابی به جامعه‌ای تاب آور در برابر سوانح متمرکز ساخته‌اند که در این میان زمین‌لرزه به دلیل خسارت وسیع و بی‌هنجاری‌های گسترده اجتماعی نسبت به سایر حوادث اولویت بالاتری برای تقویت تاب‌آوری جوامع در برابر سوانح طبیعی دارد. در این میان بخش مرکزی شهر تهران مشتمل بر هسته تاریخی و قدیمی و نیز در برگیرنده مجموعه‌ای از فضاها و بافت‌های گوناگون شهری است که تقریباً در میانه جغرافیایی دو گسل بزرگ شمال و جنوب تهران و در بخش میـانی ایـن دشـت قرار دارد. بافت‌های مسکونی و شهری واقع در این بخش، بنا به خصلت تاریخی خود می‌تواند در برابر عـدم تعادل‌های ناشی از بروز زلزله دچار نابسامانی‌های فیزیکی حاد شود و بحران حیات شهری را به وجود آورد. در چنین وضـعیتی خطـر زلزله تمامی این منطقه شهری و به‌خصوص بافت فرسوده و مرکزی آن را به‌شدت تهدید می‌کند (Monzavi et al, 2008: 2). ازآنجاکه منطقه ۱۲ مشتمل بر هسته مرکزی تاریخی شهر تهران است و نمونه جامعی از فضاها و بافت‌های قدیمی این شهر را در بر می‌گیرد و همچنین به دلیل اینکه از نظر پهنه‌بندی آسیب‌پذیری از زلزلـه جـزء پهنه‌های پر مخاطره اعلام‌شده است، لذا با توجه به اهمیت موضوع، این مطالعه با شناسایی شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری، به سنجش میزان تاب‌آوری کالبدی در منطقه ۱۲ شهر تهران می‌پردازد. در این میان مهم‌ترین هدف پژوهش حاضر سنجش وضعیت منطقه ۱۲ شهر تهران ازلحاظ پارامترها و مؤلفه‌های بعد کالبدی تاب‌آوری است.

مفهوم تاب‌آوری در حال حاضر فارغ از ابعاد پیچیده فلسفی‌اش و نبود شفافیت و درک یکسان از آن و از همه مهم‌تر مشخص نبودن نحوه تأثیر و نمودش در شهرسازی و مدیریت بحران، در راستای تحقق توسعه پایدار، به‌طور گسترده‌ای موردتوجه قرارگرفته است. تمرکز مستقیم بر تاب آور ساختن جوامع شهری، به‌جای مقابله با آسیب‌پذیری‌های آن، به این دلیل حائز اهمیت است که تاب‌آوری شهرها در برابر وقوع بحران می‌تواند منجر به اقداماتی همچون افزایش ظرفیت انعطاف‌پذیری و انطباق جوامع شهری با معیشت ساکنانش شود (Mayunga, 2007). ورود مبحث تاب‌آوری به مباحث شهرسازی و مدیریت بحران به مثابه تولید فرهنگی جدید می‌باشد. عبارت‌هایی چون "جوامع تاب‌آور و پایدار"، "معیشت تاب‌آور" و "ایجاد جوامع تاب‌آور" به صورت معمول در مقاله‌های علمی و برنامه‌های عملیاتی استفاده می‌شوند. این در حالی است که برخی آن را به‌عنوان الگوی جدیدی در تحولات شهرسازی یاد می‌کنند و برخی دیگر آن را هم ردیف سایر اصطلاحات مدیریت بحران نظیر کاهش آسیب‌پذیری تعریف می‌نمایند و اعتقاد داشتند که یکی از چالش‌های بزرگ که رسیدن به یک تعریف متعارف و جامع از مفهوم تاب‌آوری را محدود می‌کند این است که افراد، گروه‌ها و جوامع در درجات مختلف از تاب‌آوری قرار دارند که حتی در طول زمان این درجات تغییر می‌کنند؛ بنابراین به اجماع رسیدن و ایجاد زمینه مشترک در تعریف از مفهوم تاب‌آوری مشکل است (Farzad Behtash, 2014: 22). همانند سایر مفاهیم شهرسازی و مدیریت بحران، مفهوم تاب‌آوری نیز ابعاد متعددی دارد و تاکنون تعریف مشترک پذیرفته‌شده‌ای از آن ارائه نشده است (Klein, 2003: 66). واژه تاب‌آوری در علوم مختلفی کاربرد دارد با این‌حال هیچ‌گونه تعریف فراگیری از تاب‌آوری در همه رشته‌ها وجود ندارد. عناصر یا ویژگی‌های مختلفی از تاب‌آوری مورد توجه هستند اما تمامی تعاریف در این مورد که تاب‌آوری توانایی یک شخص، گروه، یا سیستم در انطباق با استرس‌ها یا اختلالات می‌باشد، به طوری‌که آن شخص یا گروه با سیستم بتواند به عملکرد خود ادامه دهد یا به‌سرعت توانایی خودش را برای عملکرد در زمان آن اختلال یا بعدازآن به دست آورد، اتفاق‌نظر دارند (Magsino, 2009).

در سال ۱۹۷۳، هولینگ[4] واژه تاب‌آوری را به‌طور مشخص وارد ادبیات تخصصی اکولوژی نمود. بنا بر نظر هولینگ، تاب‌آوری به عنوان راهی برای درک فشارهای دینامیکی و غیرخطی جذب در زیست‌بوم و به صورت مقدار اختلالی که زیست‌بوم می‌تواند بدون ایجاد تغییرات عمده و اساسی در ساختار خود جذب کرده و پایدار باقی بماند تعریف‌شده است (Amaratunga & Haigh, 2011). وی همچنین به ظرفیت تغییر اشاره و تاب‌آوری را بر اساس شوکی که جذب می‌شود اندازه‌گیری کرد. به اعتقاد هولینگ

1. Sustainable and Resilient Communities
2. Resilient Livelihoods
3. Building Community Resilience
4. Holling

تاب‌آوری و پایداری دو ویژگی مهم سیستم‌های اکولوژیکی هستند، بنابراین یک سیستم می‌تواند بسیار تاب آور اما درعین حال بی‌ثبات باشد که به معنای پایداری کم سیستم می‌باشد (Holling,1973). تحقیقات بر مبنای اکولوژی و تغییرات زیست‌محیطی در جهان، اغلب ایده ظرفیت انطباق و وفق پذیری را برای تاب‌آوری مناسب می‌دانند. ظرفیت وفق پذیری در این ادبیات به‌عنوان توانایی یک سیستم برای سازگاری با تغییر، تعدیل اثرات آن وفائق آمدن بر اختلالات تعریف‌شده است (Brooks et al, 2005). کاهش خطرات یک ساختار کلیدی است که وفق پذیری را به‌عنوان مفهوم ضمنی در بردارد. کاهش خطرات به‌تمامی فعالیت‌ها و اقداماتی گفته می‌شود که برای کاهش یا پرهیز از ریسک یا تخریب از حوادث خطرآفرین صورت می‌گیرد (Mileti,1999). مشابه با ظرفیت سازگاری، انطباق و وفق پذیری، استفاده از طرح‌ها و فن‌های کاهش خطر می‌تواند به افزایش تاب‌آوری سیستم یا جامعه در برابر خطرات منجر شود (Burby et al, 2000). تاب‌آوری روش‌هایی را برای درک سیستم‌های دینامیک، تعامل بین افراد و محیط، چگونگی انطباق جوامع با مخاطرات و سوانح طبیعی و تبیین ابعاد اجتماعی جوامع ایجاد می‌کند. رویکردهای مفهومی تاب‌آوری را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: ۱) تاب‌آوری در مفهوم پایداری؛ ۲) تاب‌آوری در مفهوم بازیابی؛ ۳) تاب‌آوری در مفهوم گذار[1](Rafiean et al, 2010: 22).

تاب‌آوری در مفهوم پایداری: این نگرش از زاویه دید پایداری به تاب‌آوری، از مطالعات اکولوژیکی که تاب‌آوری را به‌عنوان قابلیت توانایی بازگشت به حالت قبل بحران تعریف می‌کند نشات می‌گیرد. در این نگرش تاب‌آوری به‌صورت مقدار اختلالی که یک سیستم قبل از اینکه به حالت دیگری منتقل شود می‌تواند تحمل یا جذب کند تعریف می‌شود. همانند تعریف هولینگ در سال ۲۰۰۳ و فولک در سال ۲۰۰۶، برخی محققان آستانه تحملی فراتر ازآنچه جامعه قادر به بازگشت به حالت عملکردی خود نیست را به‌عنوان مرز تاب‌آوری در نظر می‌گیرند، چون یک جامعه تاب آور دارای آستانه تحمل بالایی است و قادر به جذب فشار قابل‌ملاحظه‌ای قبل از رسیدن به آستانه تحملش می‌باشد.

تاب‌آوری در مفهوم بازآفرینی: نگرش بازآفرینی به تاب‌آوری، به توانایی جامعه برای "بازگشت به گذشته" بعد از تغییر یا رفع عامل فشار از آن (برگشت به حالت اولیه) مرتبط است. در این نگرش تاب‌آوری مطابق نظر پییم در سال ۱۹۸۴ و ماگوری در سال ۲۰۰۷ معیاری است که به‌عنوان زمان صرف شده یک جامعه برای بازآفرینی اطلاق می‌شود. جامعه تاب آور قادر به بازگشت نسبتاً سریع به وضعیت قبل از بحران می‌باشد. درحالی‌که جامعه‌ای که تاب‌آوری کمتری دارد نیازمند زمان بیشتری برای بازآفرینی خود می‌باشد یا اصلاً قادر به بازآفرینی نیست.

تاب‌آوری در مفهوم گذار (دگرگونی): این نگرش بیشتر در ارتباط با تاب‌آوری اجتماعی می‌باشد و به‌عنوان ظرفیت جامعه برای واکنش به تغییر به‌صورت سازگارانه که به‌جای بازگشت ساده به حالت قبل می‌تواند به معنای تغییر شکل به حالت جدید که پایدارتر است می‌باشد، تعبیر می‌شود. در همین ارتباط ولکدر سال ۲۰۰۶ معتقد بود که این نگرش با مفاهیمی نظیر نوسازی، بهسازی، احیاء و خودسازمان‌دهی همراه است. همچنین به اعتقاد فولک در یک سیستم اجتماعی – اکولوژیک تاب آور، وجود اختلال خود پتانسیلی برای ایجاد فرصت در راستای کسب تجربه‌های جدید در مسیر توسعه است. یک جامعه تاب آور قادراست با بهره‌گیری از تجربیات، تغییر را در مسیر توسعه و برای رسیدن به‌مراتب بالاتری از عملکرد به همراه داشته باشد و به‌جای تحمل فشار به‌صرف بقا با پذیرش تغییر پایه جامعه را متحول نماید. این نگرش نقشه راه جوامع پویایی است که احتمال بازگشت آن‌ها به وضعیت قبلی کمتر است و این جوامع به دنبال دگرگونی سازگارانه در مقابل فشار هستند (Farzad Behtash, 2014: 32).

تاب‌آوری رویکردی چند وجهی می‌باشد و بحث پیرامون این رویکرد نیازمند توجه به ابعاد مختلف و تأثیرگذار بر آن می‌باشد. در ادبیات مخاطرات و مدیریت سوانح، "تاب‌آوری" به شیوه‌های متعددی استفاده می‌شود، مثل تاب‌آوری اقتصادی، سازمانی، اکولوژیکی، اجتماعی، ساختمانی و مهندسی؛ زیرساخت‌های حیاتی و سیستم ارتباطی که جنبه مشترک همه آن‌ها "توانایی ایستادگی، مقاومت و واکنش مثبت به فشار یا تغیر" است. بااین‌وجود می‌توان ۴ بعد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی را به‌عنوان ابعاد تاب‌آوری در نظر گرفت.

1. Transformation

جدول ۱. ابعاد تاب‌آوری شهری

بعد	تعریف	شاخص‌ها
اقتصادی	در فعالیت‌های اقتصادی تاب‌آوری به نیاز سیستم‌های اقتصادی به سیستم‌های پشتیبان برای حفظ پایداری و تعادل بعد از وقوع سوانح و بحران‌ها می‌پردازد.	– ظرفیت توانایی جبران خسارت – توانایی برگشت به شرایط قبلی و درآمدی مناسب – شدت خسارات
کالبدی– محیطی	در بعد کالبدی علاوه بر تأمین سرپناه برای آسیب دیدگان بعد از وقوع بحران، به اصولی برای طراحی کالبد قبل از وقوع بحران و مخاطره پرداخته می‌شود.	– وضعیت فضای باز – کاربری‌های ناسازگار – زمین (بستر) – مقاومت ساختمان – دسترسی – مالکیت – تراکم
نهادی	حاوی ویژگی‌های مرتبط با تقلیل خطر، برنامه‌ریزی و تجربه سوانح قبلی است.	– بستر نهادی – روابط نهادی – عملکرد نهادی
اجتماعی	این بعد حاصل تفاوت ظرفیت اجتماعی در بین جوامع است. به‌عبارت‌دیگر ظرفیت گروه‌های اجتماعی و جوامع در بازیابی خود پس از وقوع بحران و یا پاسخ مثبت دادن به سوانح است.	–سرمایه اجتماعی – آگاهی – دانش – مهارت – نگرش

Source: Rezaei, 2011

نظری اجمالی بر توسعه نظری تاب‌آوری نشان می‌دهد که مفهومی که زمانی به معنی مستقیم و واحد به کار می‌رفت، اکنون به مفهوم پیچیده و چند منظوره تبدیل‌شده که دارای روابطی پیچیده و متفاوت است؛ بنابراین مفهوم تاب‌آوری هم‌اکنون با تنوع بیشتر در علوم مختلف و امور مربوط با تعاملات بین انسان و طبیعت نظیر آسیب‌پذیری و کاهش سوانح به کار می‌رود (UN/ISDR, 2002).

روش پژوهش

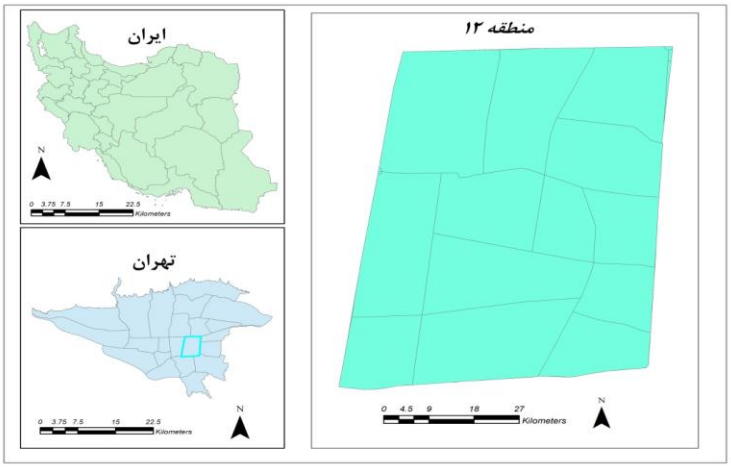
مطالعه حاضر به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ روش توصیفی – تحلیلی است. ابتدا با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای همچون استفاده از مطالعه متون مرتبط با موضوع و تحقیقات پیشین و استفاده از نظریات متخصصان در این زمینه معیارهای مؤثر بر تاب‌آوری ابعاد کالبدی شهر در برابر زلزله مشخص‌شده و درنهایت از روش FAHP جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. بدین منظور پس از مرور بر متون نظری و تجربی مرتبط و تدوین چارچوب نظری تحقیق، شاخص‌های تبیین‌کننده موضوع مورد بررسی شناسایی و انتخاب می‌شوند. به منظور گردآوری داده‌های مرتبط با مبانی نظری از کتب، مقاله‌های و سایت‌های اینترنتی استفاده‌شده است. همچنین از اطلاعات مهندسین مشاور باوند که مسئول تهیه طرح تفصیلی منطقه بودند نیز استفاده‌شده است. سپس شاخص‌های منتخب در یک ساختار سلسله مراتبی قرار می‌گیرند؛ و با استفاده از روش Fuzzy AHP وزن هریک از معیارها و شاخص‌ها مشخص می‌شود. برای انجام این کار از نرم‌افزار Excel استفاده شد است. درنهایت با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS لایه تاب‌آوری منطقه با توجه به هر معیار تهیه و باروی هم‌گذاری این لایه‌ها، نقشه میزان تاب‌آوری منطقه تولید می‌شود.

جدول ۲. شاخص مورداستفاده در تحقیق

معیار	شاخص	منبع	تأثیر بر تاب‌آوری
ویژگی‌های کالبدی بافت	دانه‌بندی قطعات (مساحت)	Ziari & Darab Khani,2010 ؛Sharif Zadegan & Fathi, 2008؛ Habibi et al, 2009	منفی
	تعداد طبقات	Verrucci et al,2012؛ Normandin et al, 2010؛ Kobe city council, 2008	مثبت
	کیفیت بنا	Verrucci et al, 2012؛ Normandin et al, 2010؛ Cutter et al, 2010	مثبت
	قدمت ساختمان	Verrucci et al, 2012؛ Cutter et al, 2010	مثبت
	سطح اشغال	Sanferansisco department of building, 2010; Rezaei, 2010	مثبت
شبکه معابر	معابر دارای عرض مناسب	Sharif Nia, 2012	مثبت
	معابر دارای پل	Kobe city council, 2008	منفی
دسترسی	فاصله از پمپ‌بنزین	Bahraini, 1996	منفی
	دسترسی به فضای سبز	Azizi & Akbari, 2008؛ Rezaei, 2010 ؛Habibi et al,2009	مثبت
	دسترسی به ایستگاه آتش‌نشانی	Asadzadeh et al, 2015 ، Rezaei, 2010 ؛Habibi et al, 2009	مثبت
	دسترسی به کاربری‌های درمانی	Asadzadeh et al, 2015؛ Rezaei, 2010	مثبت

محدوده مورد مطالعه

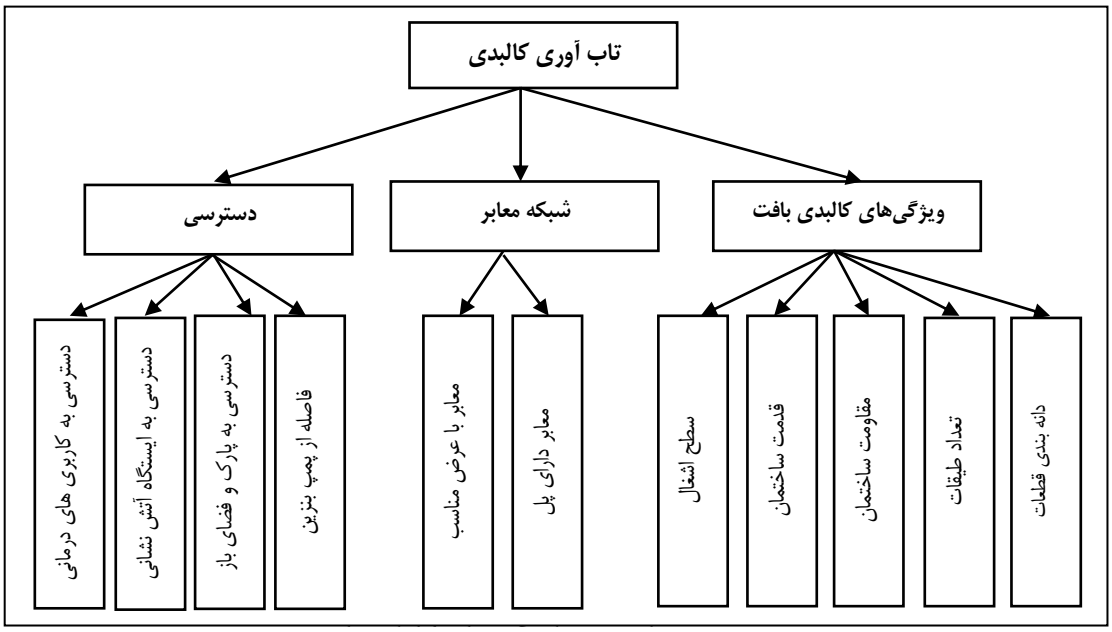
منطقه ۱۲ یکی از مناطق قدیمی شهر تهران محسوب می‌شود که در مرکز این شهر واقع‌شده است. این منطقه با مساحت ۹۱/۱۶ کیلومترمربع شامل ۶ ناحیه و ۱۳ محله می‌باشد. از مهم‌ترین ویژگی‌های این منطقه قرار گرفتن بازار تهران و بسیاری از اماکن فرهنگی، مراکز و نهادهای دولتی، وزارتخانه‌ها و سفارتخانه‌ها در آن می‌باشد. این منطقه از سمت شمال به خیابان انقلاب اسلامی از جنوب به خیابان شوش، از شرق به خیابان ۱۷ شهریور و از غرب به خیابان وحدت اسلامی محدود است. بیش از ۸۰ درصد کارکردهای تجاری، اداری – حکومتی، کارگاهی و انبار و بالاتر از ۵۰ درصد کارکردهای فرهنگی – مذهبی و پذیرایی آن نقش شهری و فرا شهری دارند. ۲۲ درصد واحدهای تجاری (عمده و خرده‌فروشی)، ۲۲/۲ درصد کارگاه‌ها، ۱۰ درصد انبارها و ۴/۸ درصد فضاها و بناهای اداری – حکومتی تهران بزرگ در منطقه ۱۲ قرار دارند (کارکرد اخیر از ۷/۱ درصد در سال ۱۳۷۳ به این میزان کاهش یافته و نشانگر گریز این مراکز از منطقه است). ۲۷ درصد از سطح منطقه (داخل باروی اول) بیش از ۴۰۰ سال و ۷۳ درصد از بافت بیش از ۲۰۰ سال قدمت دارد. بیش از ۴۳ درصد محدوده منطقه از گستره‌ها و پهنه‌های شاخص و ارزشمند تشکیل‌شده است. علیرغم این ارزش‌ها، بیش از یک‌سوم سطح منطقه فرسوده (اعم از ارزشمند یا غیر آن) محسوب می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، مرکز تاریخی تهران در معرض زوال و مخروبگی روزافزون است (Bavand Consulting Engineers, 2006: 5).



شکل ۱. موقعیت جغرافیای محدوده مورد مطالعه

یافته‌ها و بحث

در این پژوهش از تکنیک AHP Fuzzy جهت وزن دهی شاخص‌ها بر اساس روش تحلیل گسترش‌یافته چانگ استفاده شد. چانگ در سال ۱۹۹۶ مقاله‌ای را ارائه کرد که در آن به تشریح روش تحلیل سلسله مراتبی فازی پرداخته‌شده است. روش ارائه‌شده توسط چانگ بر مبنای ماتریس مقایسات زوجی به کمک اعداد فازی مثلثی بوده و به دلیل پایه‌های تئوریکی قوی جزء روش‌های خوب و قابل‌قبول برای رتبه‌بندی و تصمیم‌گیری چند شاخصه با داده‌های فازی می‌باشد. برای انجام تحلیلAHP Fuzzy ابتدا معیارها و زیر معیارهای انتخاب‌شده در یک ساختار سلسله مراتبی قرار داده می‌شود (شکل ۲). سپس ماتریس مقایسه دودویی برای معیارها تشکیل می‌شود[1](جدول ۳). در این پژوهش با استفاده از نظرات ۱۵ نفر از کارشناسان و متخصصان حوزه شهرسازی و مدیریت بحران ماتریس مقایسات زوجی بین شاخص‌ها منتخب تشکیل شد. برای انجام محاسبات و استخراج ضریب اهمیت نسبی معیارها از نرم‌افزار Excel استفاده‌شده است.



جدول ۳. ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی

شرح	ویژگی‌های کالبدی بافت			شبکه معابر			دسترسی		
ویژگی‌های کالبدی بافت	۱	۱	۱	۱/۶۴۴	۱/۲۷۵	۰/۸۷۱	۱/۷۴۱	۱/۳۸۳	۱
شبکه معابر	۱/۱۴۹	۰/۷۴۸	۰/۶۰۸	۱	۱	۱	۱/۳۵۱	۱	۰/۶۹۹
دسترسی	۱	۰/۷۲۳	۰/۵۷۴	۱/۴۳۱	۱	۰/۷۴	۱	۱	۱

در مرحله بعد، مقدار Si که خود یک عدد فازی مثلثی است برای هرکدام از شاخص‌ها با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (جدول ۴).

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} M_{k1} \times \left[\sum_{i=1}^{m} \sum_{i=1}^{m} mij \right]^{-1} \quad \text{رابطه (۱)}$$

جدول ۴. مقدار Si برای هریک از معیارها و زیر معیارها

۱. به دلیل محدودیت صفحه فقط ماتریس مقایسات زوجی مربوط به معیارهای اصلی آورده شده است.

شرح		I	M	U
ویژگی‌های کالبدی بافت	S1	۰/۲۵۴	۰/۳۹۹	۰/۵۸۵
شبکه معابر	S2	۰/۲۰۴	۰/۳۰۴	۰/۴۶۷
دسترسی	S3	۰/۲۰۵	۰/۲۹۷	۰/۴۵۸
دانه‌بندی قطعات	S4	۰/۰۹۹	۰/۱۵۸	۰/۲۷۶
تعداد طبقات	S5	۰/۱۰۶	۰/۱۸۶	۰/۳۱۹
مقاومت ساختمان	S6	۰/۱۵۹	۰/۲۷۰	۰/۴۴۸
قدمت ساختمان	S7	۰/۱۱۳	۰/۲۰۲	۰/۳۴۵
سطح اشغال	S8	۰/۱۰۹	۰/۱۸۴	۰/۳۱۶
معابر با عرض مناسب	S9	۰/۴۳۲	۰/۶۲۷	۰/۸۷۷
معابر دارای پل	S10	۰/۲۸۹	۰/۳۷۳	۰/۵۰۹
دسترسی به کاربرهای درمانی	S11	۰/۱۴۲	۰/۲۲۲	۰/۴۶۱
فاصله از پمپ‌بنزین و پمپ گاز	S12	۰/۱۳۵	۰/۳۳۲	۰/۴۱۸
دسترسی به ایستگاه آتش‌نشانی	S13	۰/۱۷۲	۰/۲۷۰	۰/۵۱۹
دسترسی به پارک	S14	۰/۱۲۵	۰/۱۷۵	۰/۳۴۲

پس از محاسبه‌ی S_i ها، باید درجه‌ی بزرگی آن‌ها را نسبت به هم به دست آورد (جدول ۵). به‌طورکلی اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه‌ی بزرگی M_1 بر M_2 که با $V(M_1 \geq M_2)$ نشان می‌دهیم، به‌صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} V\ (M_1 \geq M_2) & \text{if} \quad m_1 \geq m_2 \\ V\ (M_1 \geq M_2) = hgt\,(M_1 \cap M_2) & \text{otherwise} \end{cases}$$ رابطه (۲)

$$hgt\,(M_1 \cap M_2) = \frac{I_2 - u_1}{(m_1 - u_1) - (m_2 - I_2)}$$

میزان بزرگی یک عدد فازی مثلثی از k عدد فازی مثلثی دیگر نیز از رابطه‌ی ۳ به دست می‌آید:

$$V\ (M_1 \geq M_2, \ldots M_K) = Min\left[V\ (M_1 \geq M_2, \ldots M_K),\ \ldots,\ V\ (M_1 \geq M_2, \ldots M_K)\right]$$ رابطه (۳)

جدول ۵. محاسبه درجه بزرگی Si برای هریک از شاخص‌ها

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
S1	–	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S2	۰/۶۹۱	–	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S3	۰/۶۶۷	۰/۹۷۴	–	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S4	۰	۰	۰	–	۰/۸۹۵	۰/۵۱۳	۰/۷۹	۰/۸۶۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S5	۰	۰	۰	۱	–	۰/۶۵۶	۰/۹۳۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S6	۰	۰	۰	۱	۱	–	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S7	۰	۰	۰	۱	۱	۰/۷۳۱	–	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S8	۰	۰	۰	۱	۰/۹۸۹	۰/۶۴۶	۰/۹۲	–	۰	۰	۰	۰	۰	۰
S9	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	–	۱	۰	۰	۰	۰
S10	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۳۳	–	۰	۰	۰	۰
S11	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	–	۰/۷۴۸	۰/۸۵۷	۱
S12	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	–	۱	۱
S13	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۸۶۱	–	۱
S14	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۸۰۹	۰/۵۶۸	۰/۶۳۹	–

بعد از محاسبه درجه بزرگی Si، مرحله محاسبه بردار وزن نهایی بر اساس فرمول نهایی می‌باشد که در دو مرحله بردار وزن نرمالیزه نشده و نرمالیزه شده صورت می‌گیرد (جدول ۶). بردار وزن نرمالیزه نشده حاصل از مرحله محاسبه وزن شاخص‌های اصلی با فرعی است که در مرحله بعد نرمالیزه یا نهایی می‌گردند. برای محاسبه‌ی وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسه‌ی زوجی به‌صورت رابطه (۵ و۴) عمل می‌کنیم:

$W'(xi) = \text{Min}\{V(S_i \geq S_k)\}, \quad k=1,2,...,n \quad , \quad k \neq i$ رابطه (۴)

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها به‌صورت زیر خواهد بود که همان بردار غیر بهنجار AHP Fuzzy است:

$W' = [W'(c1), W'(c2), ..., W'(cn),]T$ رابطه (۵)

جدول ۶. وزن شاخص‌های منتخب تحقیق

معیار	وزن نرمالیزه نشده	وزن نرمالیزه شده	زیر معیار	وزن نرمالیزه نشده	وزن نرمالیزه شده	وزن نهایی
ویژگی‌های کالبدی بافت	۱	۰/۴۲۴	دانه‌بندی قطعات	۰/۵۱۳	۰/۱۴۵	۰/۰۶۱
			تعداد طبقات	۰/۶۵۶	۰/۱۸۵	۰/۰۷۸
			مقاومت ساختمان	۱	۰/۲۸۲	۰/۱۲۰
			قدمت ساختمان	۰/۷۱	۰/۲۰۵	۰/۰۸۷
			سطح اشغال	۰/۶۴۶	۰/۱۸۲	۰/۰۷۷
شبکه معابر	۰/۶۹۱	۰/۲۹۳	عرض معابر	۱	۰/۸۱۱	۰/۲۳۸
			معابر دارای پل	۰/۲۳۳	۰/۱۸۹	۰/۰۵۵
دسترسی	۰/۶۶۷	۰/۲۸۳	دسترسی به کاربری‌های درمانی	۰/۷۴۸	۰/۲۶۸	۰/۰۷۶
			فاصله از پمپ‌بنزین و پمپ گاز	۰/۱۷۹	۰/۰۶۴	۰/۰۱۸
			دسترسی به ایستگاه آتش‌نشانی	۰/۸۶۱	۰/۳۰۹	۰/۰۸۷
			دسترسی به پارک	۱	۰/۳۵۹	۰/۱۰۲

برای دستیابی به وزن نهایی زیرمعیارهای تاب‌آوری کالبدی لازم بود تا وزن نرمال شده هر یک از زیر معیارها در وزن معیارهای اصلی ضرب گردیده و وزن نهایی به دست آید. همان‌طور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود معیار ویژگی‌های کالبدی بافت با ضریب اهمیت نسبی ۰/۴۲۴ و در بین زیر معیارها نیز، عرض معابر با ضریب اهمیت ۰/۲۳۸، مقاومت ساختمان با ضریب اهمیت ۰/۱۲۰ و دسترسی به پارک با ضریب اهمیت ۰/۱۰۲، بیشترین اهمیت را در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران دارند. با توجه به اینکه هدف تحقیق به دست آوردن تاب‌آوری کالبدی منطقه با توجه به تمام معیارهای موردنظر است. در این مرحله میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه با توجه به هریک از معیارها محاسبه می‌شود، یعنی:

۱. تاب‌آوری کالبدی منطقه با توجه به معیار ویژگی‌های کالبدی بافت

۲. تاب‌آوری کالبدی منطقه با توجه به معیار شبکه معابر

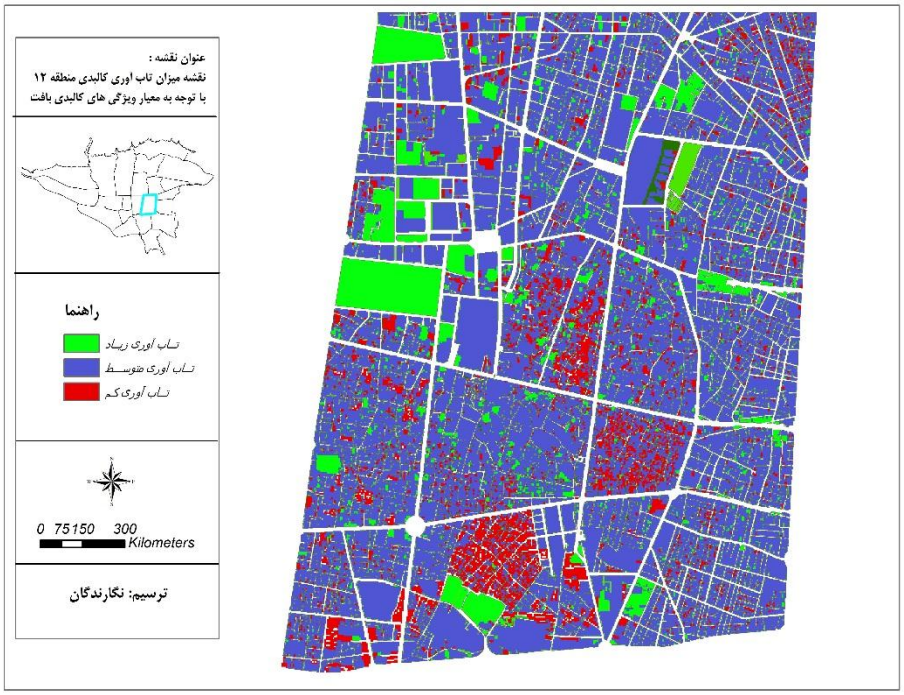
۳. تاب‌آوری کالبدی منطقه با توجه به معیار دسترسی

پس از اینکه تاب‌آوری منطقه با توجه به هریک از این معیارها مشخص شد، باروی هم‌گذاری این لایه‌ها، لایه تاب‌آوری کالبدی کلی برای منطقه به دست می‌آید، این لایه نهایی نشان‌دهنده میزان تاب‌آوری کالبدی هر یک از قسمت‌های منطقه است. برای به دست آوردن لایه نهایی تاب‌آوری منطقه با توجه به هریک از معیارها از نرم‌افزار ARC GIS استفاده گردید.

- تولید لایه تاب‌آوری منطقه با توجه به ویژگی‌های کالبدی بافت

واکنش هر نوع بافت شهری در هنگام وقوع زمین‌لرزه در قابلیت‌های گریز و پناه گیری ساکنان، امکانات کمک‌رسانی، چگونگی پاک‌سازی و بازسازی و حتی اسکان موقت دخالت مستقیم دارد. لذا دامنه تأثیر این ویژگی‌ها نه‌تنها در طراحی ساختمان‌ها، بلکه در طراحی و برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران نیز گسترده شده است. ابعاد کالبدی را می‌توان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابعاد در کاهش اثرات زلزله دانست. تاب آور ساختن شهرها در این بعد راهی مناسب و کارا جهت تقویت ساختار شهر برای مقابله با بحران‌ها و مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی است. با استفاده از نقشه نوع دانه‌بندی قطعات، نقشه تعداد طبقات، مقاومت ساختمان، قدمت ساختمان و سطح اشغال قطعات و وزن آن‌ها، نقشه تاب‌آوری کالبدی منطقه با توجه به ویژگی‌های کالبدی بافت تولید می‌شود. در این نقشه تمام قطعات منطقه به لحاظ میزان تاب‌آوری کالبدی با توجه به ویژگی‌های کالبدی بافت در سه دسته تاب‌آوری زیاد، تاب‌آوری متوسط و تاب‌آوری کم قرار می‌گیرند (شکل ۳). ازلحاظ معیار ویژگی‌های کالبدی بافت، ۹/۶۸ درصد از مساحت منطقه دارای تاب‌آوری زیاد، ۷۹/۲ درصد از مساحت منطقه دارای تاب‌آوری متوسط و ۱۱/۱۲ درصد از مساحت منطقه

دارای تاب‌آوری کم می‌باشد. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود از شمال به جنوب منطقه از میزان تاب‌آوری منطقه کاسته می‌شود بخصوص در محدوده ناحیه ۳ و ۴ که منطبق بر بازار و هسته و اولیه شهر تهران می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر پایین بودن تاب‌آوری در این محدوده را می‌توان در این عامل جستجو کرد. بررسی الگوی بافت شهری منطقه ۱۲ نشان می‌دهد که قطعه‌بندی اراضی منطقه، ریزدانه است و معابر در بافت این منطقه، شبکه نامنظم را شکل داده است. این امر بخصوص در ناحیه ۳ و ۴ شدیدتر است. نحوه قرارگیری فضاهای باز در درون قطعات نیز الگویی نامنظم را به وجود آورده است. از سوی دیگر در این منطقه به دلیل مهاجرت افراد از شهرهای دیگر و اقامت در سکونت‌گاه‌های موقت باعث شده است تا نسبت به ارتقاء سکونتگاه‌ها اقدام نشود که این امر فرسودگی بیشتر این منطقه را به ارمغان آورده است. تمرکز حجم انبوهی از فعالیت‌ها تولیدی، تجاری و خدماتی به دلیل قرارگیری بازار تهران در این منطقه، ضمن افزایش تراکم جمعیت موقت، در تلفیق با افزایش شرایط فرسودگی منطقه استانداردهای ایمنی منطقه را کاهش داده است. به‌طوری‌که می‌توان گفت با وقوع زلزله بخصوص در طول روز، به دلیل کثرت مراجعه‌کنندگان و شرایط فرسودگی منطقه، تعداد آسیب دیدگان در مراحل اولیه زلزله بیشتر و در مراحل بعدی مدیریت بحران امکان امدادرسانی کاهش می یاد.

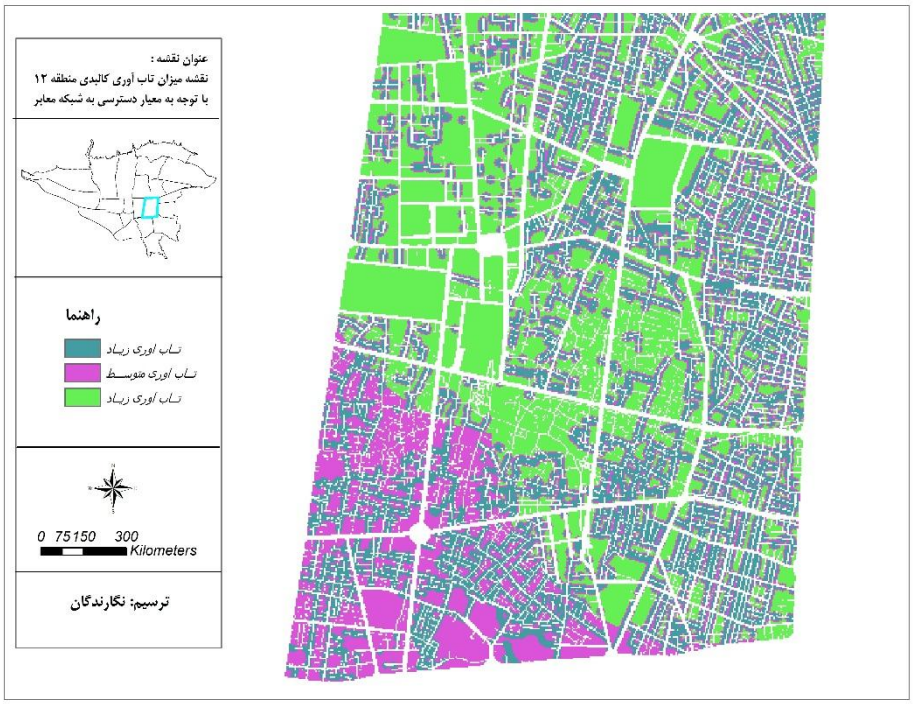


شکل ۳. میزان تاب‌آوری کالبدی با توجه به معیار ویژگی‌های کالبدی بافت

- تولید لایه تاب‌آوری کالبدی با توجه به معیار دسترسی به معابر مناسب

شبکه معابر شهری و دسترسی‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان تاب‌آوری ساختار فضایی و کالبدی شهرها می‌توانند ایفا کنند؛ چراکه هرگونه خدمات‌رسانی در زمان‌های بحران منوط به وجود شبکه معابر پویا، روان و فعال است. درصورتی‌که دسترسی‌ها چه به‌عنوان خیابان یا کوچه‌ها در زمان زلزله مسدود بشوند خدمات‌رسانی به آسیب دیدگان به‌سختی و حتی غیرممکن خواهد بود. بنابراین باید شبکه معابر شهری در زمان‌های بحران بتواند جوابگوی نیازهای مربوطه باشد و این امر در سایه طراحی مناسب و بهینه شبکه معابر در راستای محوریت انسان متعالی به‌عنوان رکن پایدار توسعه، کاربری‌ها، تراکم و نقش آتی شهر که در چشم‌انداز تعیین‌شده است صورت گیرد. با استفاده از نقشه‌ی دسترسی قطعات به معابر با عرض مناسب، نقشه فاصله قطعات منطقه از معابر دارای پل و وزن آن‌ها، نقشه تاب‌آوری منطقه با توجه به معیار دسترسی به شبکه معابر مناسب تولیدشده است (شکل ۴). در این نقشه تمام قطعات منطقه به لحاظ میزان تاب‌آوری کالبدی با توجه به معیار دسترسی به شبکه معابر مناسب دریکی از سه دسته

تاب‌آوری زیاد، تاب‌آوری متوسط و تاب‌آوری کم قرار می‌گیرد. همان‌طور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود اکثر منطقه ازنظر معیار دسترسی به شبکه معابر مناسب دارای تاب‌آوری کم می‌باشد به‌طوری‌که بر اساس معیار دسترسی به معابر مناسب ۳۰/۵۰ درصد از مساحت منطقه دارای تاب‌آوری زیاد، ۲۶/۳۹ درصد از مساحت منطقه دارای تاب‌آوری متوسط و ۴۲/۱۲ درصد از مساحت منطقه دارای تاب‌آوری کم می‌باشد. به‌طورکلی اکثر معابر منطقه دارای عرض کم‌تر از شش متر و محلی می‌باشند. آنچه بر شرایط نامساعد می‌افزاید ترکیب عرض کم معیارهایی چون مقاومت ساختمان و جنس سازه است. جنس حاشیه‌ی معابر در این منطقه عمدتاً از مصالح کم‌دوام تشکیل‌شده است؛ بنابراین در هنگام وقوع زلزله به‌واسطه ریزش ساختمان‌ها مسدود می‌شوند و امکان تردد عملاً کاهش می‌یابد. بااین‌حال آنچه به عدم قطع کامل ارتباط نواحی منطقه ۱۲ شهر تهران کمک خواهد کرد، ساختار سلسله مراتبی معابر آن است؛ چنین ساختاری با در اختیار قرار دادن گزینه‌های مختلف برای رسیدن به یک مقصد معین - ویژگی فرانیازی[1]- تا حدی در افزایش تاب‌آوری شبکه معابر منطقه ۱۲ کمک می‌کند. بااین‌حال تعیین دقیق مسیرهای جایگزین در جهت افزایش ویژگی‌های فرانیازی شبکه نیازمند مطالعات دقیق‌تر در ارتباط با شدت زلزله محتمل و آسیب‌پذیری معابر است.



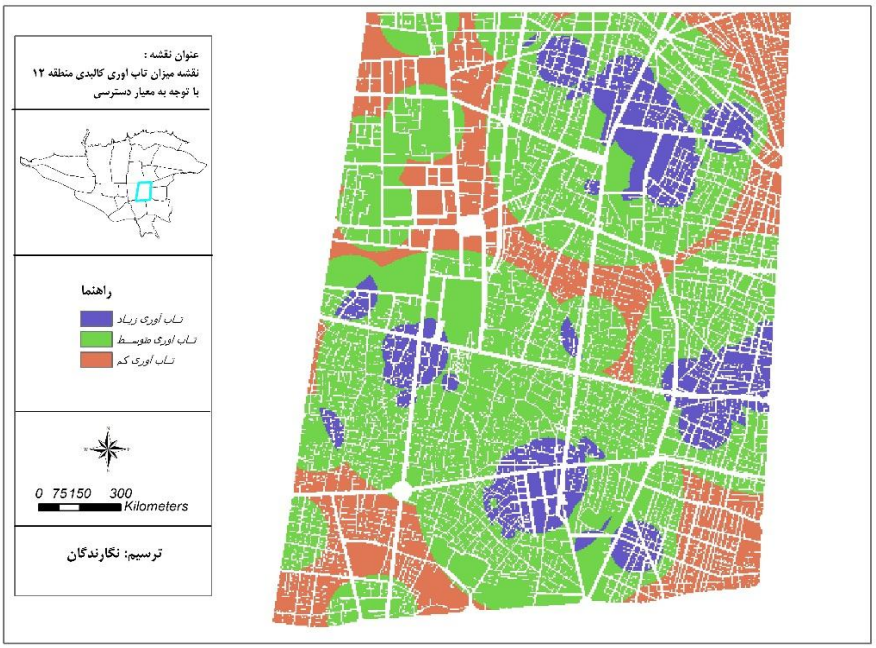
شکل ۴. میزان تاب‌آوری کالبدی با توجه دسترسی به شبکه معابر مناسب

- تاب‌آوری کالبدی منطقه با توجه به معیار دسترسی به کاربری‌های عمده شهری

یکی دیگر از کاربری‌ها و فعالیت‌هایی که نقش تعیین‌کننده‌ای در تاب‌آوری کالبدی شهرها می‌توانند داشته باشند مربوط به کاربری‌های عمده شهری هستند؛ کاربری‌های عمده شهری شامل کاربری‌هایی است که عملکرد شهری و فرا شهری دارند. این کاربری‌ها درواقع نقش هدایتی و تداوم بخشی به حیات سایر فعالیت‌ها را بازی می‌کنند. کاربری‌هایی ازجمله فضای سبز، بیمارستان‌ها، ایستگاه آتش‌نشانی، مراکز پشتیبانی، مراکز اطلاع‌رسانی و فرهنگی، دانشگاه‌ها و صنایع و غیره. ازاین‌رو ضروری است در ساخت و مکان‌یابی این کاربری‌ها نهایت دقت و توجه معطوف شود تا در زمان‌های زلزله بتوانند به ارائه خدمات به آسیب دیدگان بپردازند. با استفاده از وزن و نقشه دسترسی به کاربری‌های درمانی، فاصله از پمپ‌بنزین، دسترسی به پارک و دسترسی به ایستگاه آتش‌نشانی، نقشه میزان تاب‌آوری منطقه را با توجه به معیار دسترسی به کاربری‌های عمده تولید شد. در این نقشه تمام

1. Redundancy

قطعات منطقه با توجه به معیار دسترسی در سه دسته تاب‌آوری زیاد، تاب‌آوری متوسط و تاب‌آوری کم قرار می‌گیرند. شکل (۵) نشان می‌دهد که ازلحاظ میزان تاب‌آوری در بعد دسترسی به کاربری‌ها عمده، منطقه ۱۲ شهر تهران دارای وضعت چندان مساعدی نیست به‌طوری‌که فقط ۵/۰۲ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری زیاد می‌باشد و ۴۱/۶۳ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری متوسط و درنهایت ۵۳/۳۵ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری کم می‌باشد. دسترسی به فضاهای باز عمومی (پارک‌ها) حکایت از وجود معضل در این منطقه دارد. نقش فضاهای باز به‌عنوان تغییردهنده الگوی بافت منطقه در کاهش آسیب‌های وارد به کالبد، در این منطقه بسیار ضعیف است؛ و فقط در چند نقطه مانند پارک شهر و پارک‌های سه‌گانه شمال محور شوش متمرکزشده و دیگر بافت‌های متراکم منطقه از فضاهای سبز و باز تهی است. کاهش تعداد و بخصوص وسعت این فضاها، موجب شکل‌گیری الگوی فشرده در بافت منطقه ۱۲ شده است. این الگو امکان وقوع خسارت به مکان‌های دارای پایداری را افزایش می‌دهد و به‌این‌ترتیب از ضریب تاب‌آوری منطقه می‌کاهد. همچنین وجود پارک‌های متعدد به‌ویژه در مقیاس شهری سبب افزایش ویژگی فرانیازی در آن‌ها گشته است؛ به‌طوری‌که با تخریب یکی از آن‌ها سایر گزینه‌ها برای استقرار پایگاه‌های مرکزی اسکان وامداد وجود دارد. الگوی فشرده و کاهش تعداد فضای باز فرایند امداد و نجات را نیز با کندی مواجه خواهد ساخت. بررسی کاربری‌هایی مانند ایستگاه آتش‌نشانی، پلیس و کاربری‌های درمانی از عدم تعادل در توزیع و پراکنش این خدمات در سطح منطقه و به‌تبع آن کاهش دسترسی و درنتیجه عدم واکنش سریع به هنگام بروز بحران حکایت دارد. وجود مدارس، پمپ‌بنزین و ایستگاه‌های تقویت فشار برق و گاز، انبارهای شیمیایی و کالاهای قابل اشتعال بخصوص در محدوده ناصرخسرو سبب ایجاد شرایط مخاطره‌آمیز در صورت وقوع زلزله در این منطقه خواهد شد.



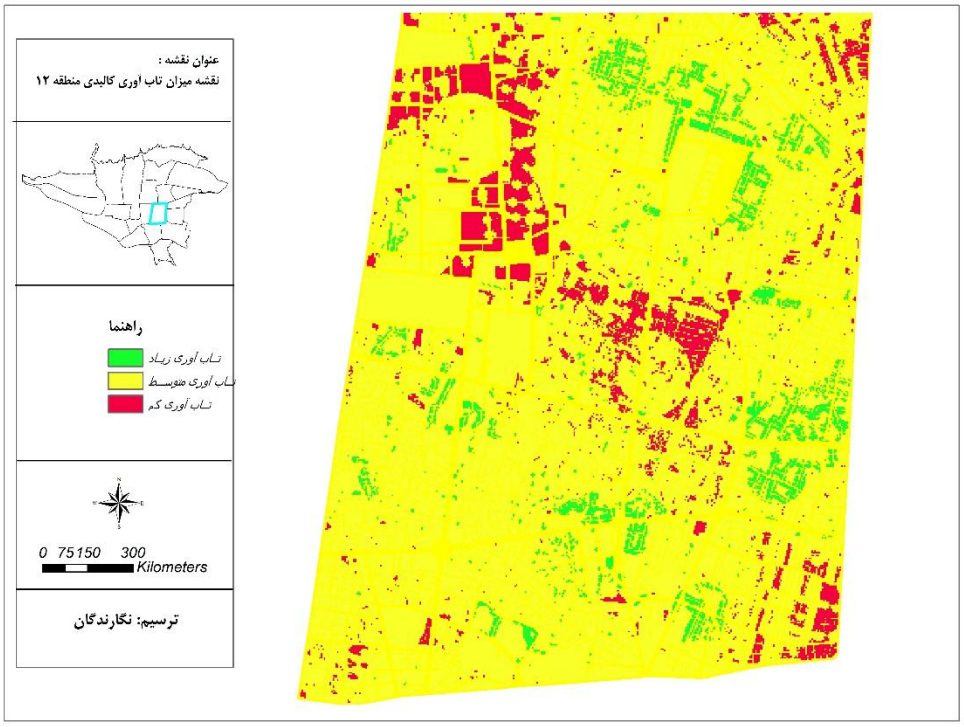
شکل ۵. میزان تاب‌آوری کالبدی با توجه به معیار دسترسی

- روی‌هم گذاری لایه‌های اطلاعاتی تولیدشده و تولید نقشه نهایی تاب‌آوری منطقه

در این مرحله نقشه‌های مربوط به تاب‌آوری منطقه با توجه به سه معیار و زیر معیارهایشان که به‌طور جداگانه تولیدشده است روی‌هم گذاری شده و یک نقشه نهایی تولید می‌شود که نشان‌دهنده میزان تاب‌آوری قطعات منطقه ۱۲ شهر تهران با توجه به معیارهای تحقیق می‌باشد. تولید نقشه نهایی تاب‌آوری منطقه (شکل ۶) نشان می‌دهد که ۱/۰۳ درصد از بافت منطقه دارای تاب‌آوری زیاد می‌باشد، ۷۴/۶۴ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری متوسط و ۲۴/۳۳ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری کم می‌باشد.

جدول ۷. میزان تاب‌آوری منطقه ۱۲ شهر تهران

میزان تاب‌آوری	درصد	مساحت (هکتار)
تاب‌آوری زیاد	۱/۰۱۳	۱۱/۹۷
تاب‌آوری متوسط	۷۴/۶۴	۸۸۱/۴۹
تاب‌آوری کم	۲۴/۳۳	۲۸۷/۴



شکل ۶. تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران

نتیجه‌گیری

مخاطرات طبیعی ازجمله زلزله عواملی هستند که با توجه به زمینه‌های آسیب‌پذیری، پتانسیل تهدید آسایش و امنیت شهروندان رادارند. در این زمینه با توجه به رشد مداوم جمعیت در شهرها و همچنین افزایش مخاطرات طبیعی به دلایل مختلف، بخصوص مسئله زلزله که کشور ایران دریکی از دو کمربند زلزله‌خیز زمین قرار دارد و تهدیداتی که در پی آن متوجه شهرها گشته، پرداختن به برنامه‌ریزی و طراحی شهری بر اساس اصول علمی امری ضروری به نظر می‌رسد. در سال‌های اخیر نهادها و آژانس‌های فعال درزمینه کاهش سوانح بیش‌تر فعالیت‌های خود را برای دست‌یابی به جامعه‌ای تاب‌آور در برابر سوانح متمرکز ساخته‌اند. از زمان تصویب چارچوب قانونی طرح هیوگو[1] در راهبرد بین‌المللی کاهش سوانح سازمان ملل متحد (UNISDR)، هدف و فرآیند برنامه‌ریزی برای تقلیل خطرهای ناشی از سوانح، جدا از کاهش آسیب‌پذیری، به نحوی بارزی به افزایش و بهبود تاب‌آوری در جوامع معطوف گردید. در این میان تاب‌آوری به‌عنوان ۱) میزان تخریب و زیانی که یک سیستم قادر است جذب کند بدون آنکه از حالت تعادل خارج شود ۲) میزان توانایی یک سیستم برای خودسازمان‌دهی در شرایط مختلف و ۳) میزان و توانایی سیستم در ایجاد و افزایش ظرفیت یادگیری و تقویت سازگاری با شرایط تعریف می‌شود. با توجه به مباحث مطرح‌شده سؤال اصلی که این پژوهش به دنبال پاسخگویی به آن بود این است که "وضعیت منطقه ۱۲ شهر تهران ازلحاظ معیارها و شاخص‌های بعد کالبدی تاب‌آوری به چه صورت است؟" در این راستا در جهت دستیابی به هدف اصلی این پژوهش "سنجش میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ در

[1] The Hyogo framework for action 2005-2015

برابر زلزله" از ۱۱ شاخص برای سنجش میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران شد نتایج نشان داد که در میان معیارها، معیار ویژگی‌های کالبدی بافت با ضریب اهمیت ۰/۴۲۴ و شبکه معابر با ضریب اهمیت نسبی ۰/۲۹۳ بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران دارند و در بین زیر معیارها نیز شاخص‌های عرض معابر با ضریب اهمیت ۰/۲۳۸، مقاومت ساختمان با ضریب اهمیت ۰/۱۲۰ و دسترسی به پارک با ضریب اهمیت ۰/۱۰۲، بیشترین اهمیت را در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران دارند. در نهایت نقشه‌های مربوط به تاب‌آوری منطقه با توجه به سه معیار و زیر معیارهایشان نشان داد که فقط ۱/۰۳ درصد از بافت منطقه دارای تاب‌آوری زیاد می‌باشد و ۷۴/۶۴ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری متوسط و ۲۴/۳۳ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری کم می‌باشد؛ بنابراین سکونت‌گاه‌های منطقه ۱۲ شهر تهران با توجه به قدمت بناها و مصالح به‌کاررفته درآن‌ها، دسترسی‌های کم‌عرض، قطعه‌بندی ریزدانه و افزایش سطح اشغال و کمبود فضای باز که همگی زمینه‌ها و عوامل تهدیدکننده جان انسان‌های ساکن این منطقه است، در تقابل با تاب‌آوری شهری قرار دارند. این مسئله از آسیب و خسارات بیشتر این منطقه در صورت وقوع زمین‌لرزه خبر می‌دهد؛ لذا این منطقه از اولویت‌های اقدام در سطح شهر محسوب می‌گردد و تهیه طرح‌های موضعی با محور کاهش خطر در این منطقه از ضرورت بالایی برخوردار است.

References

Allan, p., Bryant, M. (2010). The Critical role of Open Space in Earthquake Recovery: A Case study. *NZSEE Conference*, Victoria university of Wellington, Wellington New Zealand.

Amaratunga, D., & Haigh, R. (20011). *Post Disaster Reconstruction of the Built Environment Building for Resilience*. U.K.: Wiley Blackwell.

Asadzadeh, A., Kötter, T., & Zebardast, E. (2015). An augmented approach for measurement of disaster resilience using connective factor analysis and analytic network process (F'ANP) model. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 504-518.

Azizi, M. M., & Akbari, R. (2008). Urban considerations in assessing the vulnerability of cities to earthquakes by applying a hierarchical analytical method and geographic information system. *Journal of Honarhaye Ziba*, 34, 25-36. (*In Persian*)

Bahraini, H. (1996). *Land Use Planning in Seismic Areas Case Study of Manjil Loshan and Roodbar Towns*. Tehran: Islamic Revolution Housing Foundation. (*In Persian*)

Bavand Consulting Engineers. (2006). *Detailed plan of the 12th district of Tehran*. Tehran: District 12 Municipality. (*In Persian*)

Brooks, N., Adger, W. N., & Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global environmental change*, 15 (2), 151-163.

Burby, R. J., Deyle, R. E., Godschalk, D. R., & Olshansky, R. B. (2000) creating hazard resilient communities through land-use planning. *Natural hazards review*, 1 (2), 99-106.

Colten, C.E. et al. (2008), Community resilience: lessons from New Orleans and Hurricane Katrina, CARRI Research Report 3, Community and Regional Resilience Initiative, pp.1-5.

Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global environmental change*, 18 (4), 598-606.

Cutter, S. L., Christopher, G., Burton, & Christopher, T. E. (2010). Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7 (1), 14.

Farzad Behtash, M. R. (2014). *Evaluation and Analysis of Dimensions and Components of Resilience of Tabriz City*. Ph.D dissertation. Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. (*In Persian*)

Farzad Behtash, M. R., Pierre Babaei, M. T., Kee Nejad, A. M., & Aqa Babaei, M. T. (2012). Explaining Resizing Dimensions and Components of Islamic Cities. *Iranian Islamic Studies Journal*, 3 (9), 113-121. (*In Persian*)

Habibi, K., Pourahmad, A., Meshkini, A., Asgari, A., & Nazari Adeli, S. (2009). Determining the Construction Factors Influencing the Zanjan Urban Textile Vulnerability using GIS and Fuzzy Logic. *Journal of Honarhaye Ziba*. 33, 27-36. (*In Persian*)

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of ecology and systematics*, 4, 1-23.

Hosseini, M. (2008). *Crisis Management*. Tehran: Publishing Institute. (*In Persian*)

Klein, R. J., Nicholls, R. J., & Thomalla, F. (2003). Resilience to natural hazards: How useful is this concept? *Global Environmental Change Part B. Environmental Hazards*, 5 (1), 35-45.

Kobe city council. (2008). *Lessons Learned from the great Hanshin Awaji earthquake case*. Japan: Kobe.

Magsino, S. L. (2009). *Applications of social network analysis for building community disaster resilience*. Workshop summary. Washington, DC: National Academies Press.

Mayunga, J.S. (2007). Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A capital based approach. A draft working paper prepared for the summer academy for social vulnerability and resilience building, 22-28 July 2007, Munich.

Mileti, D.S. (1999). *Disasters by design: a reassessment of natural hazards in the United States*. Natural hazards and disasters. Washington, DC: Joseph Henry Press.

Mohammadi, A. A., & Ghiasvand, A. (2015). *Resilience Risk Management Approach*. Tehran: Supreme National Defense University. (*In Persian*)

Monzavi, M., Soleimani, M., Tavalayi, Simin & Chavoshi, I. (2008). The vulnerability of worn-out tissues in the city center of Tehran against earthquakes (area of study area 12). *Journal of Human Geography Research*. 42 (73), 1-18. (*In Persian*)

Normandin, J. M., Therrien, M. C., & Tanguay, G. A. (2009). City strength in times of turbulence: strategic resilience indicators. In *Proc. of the Joint Conference on City Futures, Madrid*, pp: 4-6.

Rafiean, M., Rezaie, M. R., Asgari, A., Parizgar, A., & Shayan, S. (2010). Conceptualization of resilience and its indexation in community-based disaster management (CBDM). *The Journal of Spatial Planning (Teacher of Human Sciences)*. 1 (4), 41-19. (*In Persian*)

Rezaei, M. R. (2010). *Explaining resilience of urban communities in order to reduce the effects of natural disasters (earthquake) (case study: Tehran metropolis)*. Ph.D dissertation. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (*In Persian*)

San Francisco Department Building Inspection. (2011). under the community Action Plan for Seismic Safety (CAPSS) Project. Here today- Here tomorrow: The road to Earthquake Resilience in San Francisco a Community Action Plan for Seismic Safety. Community Action Plan for Seismic Safety. USA.

Sharif Nia, F. (2012). *Investigating the relationship between urban land use and earthquake resilience and providing solutions in urban planning (Case study: Tehran 10)*. Master's thesis, Tehran University, Tehran, Iran. (*In Persian*)

Sharif Zadegan, M. H., & Fathi, H. (2008). Design and application of spatial models of seismic vulnerability assessment and analysis in urban planning and management. *The Journal of Soffeh*, 17 (46), 109-124. (*In Persian*)

UN/ISDR. (2002). Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. Preliminary version prepared as an interagency effort co-ordinated by the ISDR Secretariat, Geneva, Switzerland.

Verrucci, E., Rossetto, T., Twigg, J., & Adams, B. J. (2012). Multi-disciplinary indicators for evaluating the seismic resilience of urban areas. In *Proceedings of 15th world conference earthquake engineering, Lisbon*.

Ziari, K., & Darab Khani, R. (2010). Investigating Urban Vulnerability to Earthquake (Case Study: District 11 of Tehran Municipality). *Journal of geographic research*. 25 (4), 48-25. (*In Persian*)

How to cite this article:
Pashapoor, H., Pourakrami, M. (2018). Measuring Physical Dimensions of Urban Resilience in The Face of the Natural Disasters (Earthquake). (Case Study: Tehran's 12th District). *Journal of Studies of Human Settlements Planning, 12* (4), 985-1002. http://jshsp.iaurasht.ac.ir/article_538300_en.html

Measuring Physical Dimensions of Urban Resilience in The Face of the Natural Disasters (Earthquake) (Case Study: Tehran's 12th District)

Hojatollah Pashapoor*
Young Researchers and Elites Club, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Tehran, Iran

Mohammad Pourakrami
M.A. in Geography & Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 31/12/2016 **Accepted**: 10/02/2018

EXTENDED ABSTRACT

Introduction
Following the rare and unprecedented developments and crises in recent years in various economic, political, social, and environmental spheres, in different disciplines "resilience" has been interpreted frequently. On January 22, 2005, the framework of the Hyōgo plan in order to be put in action from 2005 to 2015 was passed by international strategy of the United Nations' crisis reduction, which is a positive movement in the resilience issue. Since the passage of the Bill, the main objective of the plan of reducing the risk of crises was to focus on creating resilience in communities in the obvious ways rather than reducing the vulnerability. In recent years, agencies and organizations active in reduction of disasters have dedicated more of their activities to obtaining a resilient-against-disasters community, among which the earthquake due to vast damages and extensive social abnormalities was prioritized in comparison with other natural disasters. Since District 12 includes the central, historical nucleus of the city of Tehran, it is a comprehensive sample of old spaces and tissues of this city, and also due to the fact that in terms of vulnerability zoning against earthquake it is announced to be highly risky, considering the importance of the issue this study by identifying the indicators and factors affecting the physical resilience of urban communities assessed the extent of the physical resilience in District 12 in Tehran. Therefore, the most important aim of the present study was to assess the status of District 12 in Tehran with regard to the parameters and factors of the physical aspect of resilience.

Methodology
The present study was an applied research in terms of goal and descriptive-analytical in terms of method. In the beginning using library research such as the study of subject-related texts, previous research findings, and the opinions of the specialists in this field, the criteria affecting the physical aspect of resilience of the city against earthquake were identified, and finally FAHP was applied to analyze the collected data. Books, articles, and Internet websites were used in order to collect the data associated with the theoretical bases. In addition, the information from Bavand Consulting Engineers who was responsible for preparing the detailed plan of this area was also used. Then, the selected indices were put in a hierarchical structure, and using the Fuzzy AHP method the weight of each of the criteria and indicators was identified. To do this, the EXCEL software was used. Finally, using the ARC GIS software, layers of resilience of the

* Corresponding Author: Email: Geo.pashapour@yahoo.com

region with respect to each criterion were evaluated, and by putting these layers one on another the map of the extent of the region's resilience was drawn.

Results and Discussion

In this study, the Fuzzy AHP technique was used to determine the weight for the indices based on the method of Chang's expanded analysis. The results showed that the criterion 'the skeletal characteristics of tissue' with relative importance factor of 0.424 and among sub-criteria 'the width of passages' with the importance coefficient of 0.238, the resistance coefficient of building with 0.120, and access to the park with 0.102 were of the highest importance considering resilience in District 12 in Tehran. Considering the fact that the aim of the present research was to determine physical resilience of the region with respect to all the desired criteria, in the next step the amount of physical resilience of the region was calculated with respect to each of the criteria. In terms of the physical features of the tissue, 9.68% of the area had high resilience, 79.2% of the area had moderate resilience, and 11.12% of the area had low resilience. With respect to this criterion, from North to South of the area, resilience decreased, especially in the area of Zones 3 and 4 which coincide with the core and primary market in Tehran. Also, most of the area in terms of the criterion for access to the network of suitable passages had low resilience so that based on the criterion of access to the appropriate passages 30.50%, 26.39%, and 42.12% of the area had high, moderate, and low resilience, respectively. With respect to 'the access to mass utilities', District 12 in Tehran had not so much suitable status so that only 5.02% of the region had high resilience, 41.63% of the region had moderate resilience, and ultimately 53.35% of the region had low resilience. In general, the final map of physical resilience of District 12 showed that 1.03%, 74.64%, and 24.33% of the region's tissue had high, moderate, and low resilience, respectively.

Conclusion

According to the main topics raised, the main question to which this study aimed to respond was "how is the status of District 12 in Tehran based on the criteria and indicators of physical resilience?" In so doing, in order to achieve the main objective of this study "to assess the extent of the physical resilience of District 12 against earthquake", 11 indicators to assess the extent of the physical resilience in District 12 in Tehran were applied. The results showed that among the criteria, the criterion of "physical features" with the importance factor of 0.424 and textured passages with a maximum coefficient of relative importance of 0.293 had the highest impact on skeletal resilience in District 12 in Tehran, and among the sub-criteria the width of the passages with the importance coefficient of 0.238, the resistance coefficient of building with 0.120, and access to the park with 0.102 were the most important factors concerning physical resilience in District 12 in Tehran. Finally, the related maps of the region's resilience with respect to the following three criteria and their sub-criteria showed that only 1.03%, 74.64%, and 24.33% of the region's tissue had high, moderate, and low resilience, respectively; therefore, the residential spaces in District 12 in Tehran, according to the age of the buildings and the materials used in them, low-width accesses, having small lots, increased levels of occupation, and lack of open spaces, all of which threaten the peoples' lives in the region, are in contrast with the urban resilience. This issue heralds casualties and damages in case of earthquakes, and therefore this district is considered one of the priorities, and compiling zone-based plans in order to decrease the damages is highly recommended.

Keywords: physical resilience, AHP Fuzzy, Tehran's 12th district, natural disasters