

ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در نواحی شهری با بهره‌گیری از روش الکتره (نمونه موردی: منطقه ۵، شهر تهران)

بهار عبدالله

دانشجوی دکتری، گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حسین ذبیحی^۱

دانشیار، گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

زهرا سادات سعیده زرآبادی

دانشیار، گروه شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۱۲ تاریخ صدور پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۰۵

چکیده

طی دهه‌های اخیر، خسارات جبران‌ناپذیر و تلفات ناشی از افزایش قابل توجه وقوع بلایای طبیعی در سراسر جهان سبب شده رویکرد تاب‌آوری در مواجهه با سوانح و حوادث غیرمترقبه مورد توجه قرار گیرد. شهر تهران به عنوان یکی از شهرهای بزرگ کشور در پهنه خطر لرزه‌ای بالا و بسیار بالا قرار دارد. و رشد بی‌رویه و بدون برنامه آن در سالهای اخیر، سبب برهم خوردن نظم فضایی شهر شده است که این عوامل میزان آسیب‌پذیری شهر تهران را در برابر خطر زلزله افزایش می‌دهد. منطقه ۵ واقع در شمال غرب شهر تهران به دلیل عبور گسل اصلی شمال تهران از لبه شمالی منطقه، در محدوده‌ی خطر با شدت تخریب نسبتاً بالا قرار دارد. بر این اساس این پژوهش بر آن است تا میزان تاب‌آوری کالبدی نواحی منطقه ۵ شهر تهران را در مواجهه با زلزله ارزیابی نماید. پژوهش حاضر جزء تحقیقات کاربردی است و روش آن توصیفی-تحلیلی می‌باشد. در این راستا با توجه به مطالعات مبانی نظری، شاخص‌های موثر بر افزایش میزان تاب‌آوری کالبدی استخراج گردید. سپس به منظور ارزیابی و تحلیل از روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و الکتره استفاده شد. یافته‌های حاصل از روش AHP نشان می‌دهد شاخص‌های "نزدیکی به گسل"، "معاور اصلی" و "مساحت فضای سبز و باز" بیشترین نقش را در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۵ ایفا می‌کنند. همچنین نتایج روش الکتره حاکی از آن است که ابتدا ناحیه ۴ و سپس نواحی ۶ و ۱ از بیشترین میزان تاب‌آوری کالبدی برخوردار هستند و نواحی ۵، ۳، ۲ و ۷ به ترتیب کمترین میزان تاب‌آوری کالبدی را دارند. در پایان نیز با توجه به نتایج حاصله، پیشنهاداتی جهت دستیابی به هدف پژوهش ارائه شده است.

کلمات کلیدی: تاب‌آوری کالبدی، نواحی شهری، منطقه ۵ شهرداری تهران، روش الکتره

مقدمه

طی دهه‌های اخیر، رشد جمعیت، تمایل به شهرنشینی و بالتبع توسعه نامتوازن شهرها و فعالیت‌های انسانی موجب برهم خوردن نظم زیست محیطی و افزایش قابل توجه وقوع بلایا و سوانح طبیعی در سراسر جهان شده است. "سوانح طبیعی به عنوان چالشی اساسی در جهت نیل به توسعه پایدار جوامع انسانی به شمار می‌رود که شناخت شیوه‌های نیل به پایداری، به وسیله الگوهای مختلف کاهش آسیب پذیری، در برنامه ریزی و مدیریت سوانح وارد شده است و جایگاهی مناسب در سیاست‌گذاری‌های ملی هر کشور یافته است تا وضعیت مطلوبی را برای کاهش کارآمد و مؤثرتر خطرات در سطوح مختلف مدیریت سوانح ایجاد نماید (شکری فیروزجاه، ۱۳۹۶: ۲۸)". بر این اساس به منظور تحقق توسعه پایدار، رویکرد رایج از تأکید بر مقوله کاهش آسیب پذیری و مقاوم سازی کالبدی شهرها، به تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر یافته است (لک، ۱۳۹۲: ۹۱). تاب‌آوری، مفهوم جدیدی است که بیشتر در مواجهه با ناشناخته‌ها و عدم قطعیت‌ها به کار برده می‌شود (فرزادبهباش و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۳) و به معنای توانایی آماده سازی و برنامه ریزی برای جذب، بهبود و تطابق کامل با وقایع ناگوار است (Zhai et al, 2015: 3). در سال‌های اخیر، نهادها و آژانس‌های فعال در زمینه کاهش سوانح، بیشتر فعالیت‌های خود را بر دستیابی به جامعه تاب‌آور در برابر سوانح متمرکز ساخته‌اند که در این میان، به دلیل خسارت‌های وسیع و بی‌هنجاری‌های گسترده اجتماعی، زمین لرزه‌ها نسبت به سایر حوادث، اولویت بالاتری برای تقویت تاب‌آوری جوامع در برابر سوانح طبیعی دارند (زنگنه شهرکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۲).

کشور ایران به دلیل ویژگی‌های زمین‌شناختی و به ویژه قرارگیری روی کمربند زلزله خیز آلپ-همیالیا، بعد از ارمنستان، بالاترین آسیب پذیری زلزله را در بین کشورهای جهان دارد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۱۰). شهر تهران نیز به عنوان یکی از شهرهای بزرگ کشور در پهنه خطر لرزه ای بالا و بسیار بالا قرار دارد. و رشد بی‌رویه و بدون برنامه آن طی دهه‌های اخیر، سبب برهم خوردن نظم فضایی شهر شده است که این عوامل میزان آسیب پذیری شهر تهران را در برابر خطر زلزله افزایش می‌دهد و خسارات و تلفات جبران ناپذیری را به تهران به عنوان پایتخت سیاسی-اداری کشور وارد می‌کند. در میان مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، منطقه ۵ که در شمال غرب تهران واقع شده است "به دلیل وجود دو گسل حصارک و باغ فیض و عبور گسل اصلی شمال تهران از لبه ی شمالی منطقه، در محدوده ی خطر با شدت تخریب نسبتاً بالا قرار دارد (مهندسین مشاور شامند، ۱۳۸۴: ۱۳)". در دهه‌های اخیر افزایش ساخت و ساز و بالتبع افزایش تراکم جمعیت در منطقه، مشکلاتی نظیر تخریب گسترده باغات و گرایش شدید به انبوه سازی مسکن و در نتیجه پایین بودن سطح شبکه معابر نسبت به حجم فعالیت‌ها و ناکارآمدی آن‌ها و ... را به دنبال داشته است. مجموع عوامل مذکور آسیب پذیری منطقه را در برابر زلزله افزایش داده و این امر معضلاتی را هنگام وقوع زلزله بوجود می‌آورد. از این رو هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی میزان تاب‌آوری نواحی منطقه ۵ شهر تهران در مواجهه با زلزله می‌باشد. در پایان نیز با توجه به نتایج و اولویت‌های حاصله، راهکارها و پیشنهادهای جهت دستیابی به هدف پژوهش ارائه می‌گردد. پژوهش حاضر به دنبال پاسخگویی به این پرسش می‌باشد که "کدامیک از نواحی منطقه ۵ در مواجهه با زلزله از تاب‌آوری کالبدی بیشتری برخوردار است؟"

مبانی نظری

واژه تاب‌آوری در اوایل قرن ۱۷ میلادی از فعل لاتین "Resilire" به معنای جهش و به حال خود بازگشتن، وارد زبان انگلیسی شد (فلاحی و جلالی، ۱۳۹۲: ۷). این اصطلاح را نخستین بار هولینگ^۱ در سال ۱۹۷۳ به عنوان مفهومی اکولوژیکی مطرح کرد. سپس ادگر^۲ (۲۰۰۰) در نظام‌های اجتماعی، کارپنتر^۳ (۲۰۰۱) در نظام‌های انسانی-محیطی، برکیس^۴ (۲۰۰۳) در نظام‌های اجتماعی-اکولوژیکی، برنئو^۵ (۲۰۰۳) در مدیریت سوانح کوتاه مدت و تیمرمن^۶ (۱۹۸۱) در پدیده‌های بلندمدت مانند تغییرات اقلیمی به کار گرفتند (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰: ۲۲). با گذشت نزدیک به چهار دهه از مطرح شدن این مفهوم، هنوز تعریف یکپارچه و واحدی از آن ارائه نشده است. بسیاری از تفاوت‌های موجود در تعاریف تاب‌آوری ناشی از روش‌های گوناگون و تفاوت‌های بنیادی موجود در رویکردها و دیدگاه‌های مطرح در این حوزه است (داداش پور و عادلی، ۱۳۹۴: ۷۴). مفهوم تاب‌آوری شهری از اکولوژی اخذ شده است و اشاره به حالتی است که در آن سیستم‌ها با تنش و اختلال ناشی از عوامل خارجی مقابله می‌کنند (Tumini et al, 2017:1364). مطالعات تاب‌آوری شهری در مجموعه‌ی متنوعی از ادبیات پایه گذاری شده اند که می‌توانند به طور گسترده به چهار دسته تقسیم شوند: ۱. تاب‌آوری اکولوژی شهری؛ ۲. خطرات شهری و کاهش خطر بلایا و مخاطرات شهری؛ ۳. تاب‌آوری اقتصاد شهری و منطقه ای؛ و ۴. ارتقاء تاب‌آوری از طریق حکومت و نهادهای شهری.

در حالی که همپوشانی زیادی میان این مجموعه‌های مختلف ادبی وجود دارد، هرکدام بر جنبه‌های مختلف تاب‌آوری شهری تأکید و بر اجزای مختلف شهرها و سیستم‌های شهری تمرکز دارند (Leichenko, 2011: 164). بطور کلی تاب‌آوری شهری به توانایی یک سیستم شهری و تمامی شبکه‌های اجتماعی، زیست محیطی و فنی تشکیل دهنده آن در مقیاس‌های زمانی و مکانی به منظور حفظ یا بازگشت سریع به عملکردهای مطلوب در مواجهه با اختلال، انطباق با تغییر و تبدیل سریع وضعیت سیستم‌هایی که ظرفیت انطباقی حال یا آینده را محدود می‌کنند، اشاره می‌کند. در این تعریف، تاب‌آوری شهری پویا است و مسیرهای متعددی نظیر مقاومت، انتقال (گذار) و دگرگونی را برای تاب‌آوری ارائه می‌دهد (Meerow et al, 2016: 39). تاب‌آوری شهرها وابسته به ارتباط و هماهنگی میان سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی است و ارتباط این دو سیستم نقش تعیین کننده ای در هنگام بروز سانحه ایفا می‌کند. در زمان بروز یک سانحه شهرها به عنوان دستگاهی که شامل تمام اجزای ذکر شده هستند باید توانایی تحمل شرایط پر تنش سانحه را داشته و عملکرد خود را حفظ کنند (زنگنه شهرکی و همکاران ۱۳۹۶، ۸۷). بنابراین می‌توان گفت تاب‌آوری شهری درجه ای است که شهرها قادر به تحمل تغییر و دگرگونی هستند، قبل از اینکه به مجموعه جدیدی از ساختارها و فرایندها بازسازماندهی شوند (Collier et al, 2013: 521). پژوهشگران

-
1. Holling
 2. Adger
 3. Carpenter
 4. Berkes
 5. Bruneau
 6. Timmerman

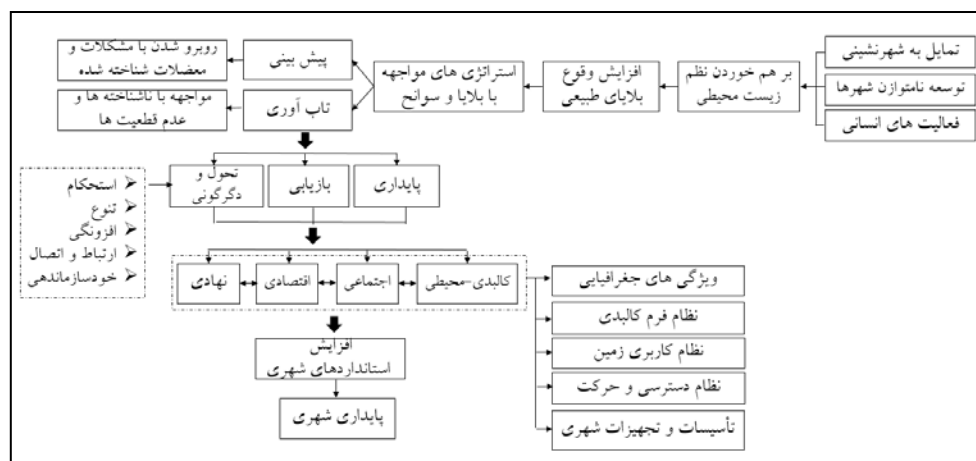
مخاطرات و نظریه پردازان سیستمی تعدادی از ویژگی‌های موجود در سیستم‌های پیچیده و تاب آور مانند شهرها را که در آن‌ها اجزای تکنولوژیکی و اجتماعی با یکدیگر تعامل دارند، شناسایی کرده اند (Godschalk, 2003: 139). جدول زیر خلاصه‌ای از ویژگی‌های جوامع و سیستم‌های تاب آور را از دیدگاه اندیشمندان مختلف نشان می‌دهد (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های جوامع و سیستم‌های تاب آور

سال	اندیشمند	ویژگی‌ها
۲۰۰۱	کارپنتر و همکاران	میزان تحمل سیستم در برابر تغییرات، توانایی خودسازماندهی، ظرفیت یادگیری و انطباق (Carpenter et al, 2001: 766)
۲۰۰۳	بروننو و همکاران	استحکام، افزونگی، تدبیر، سرعت (Bruneau et al, 2003: 737-738)
۲۰۰۴	کیمهی و شامای ^۱	مقاومت، بازیابی و نوآوری (Maguire & Hagan, 2007: 17)
۲۰۰۶	واکر و سالت ^۲	مقاومت، همسازی و دگرگون پذیری (شاه محمدی، ۱۳۹۳: ۱۰۷)
	سایپرشتاین	واکنش، خودسازماندهی، یادگیری و سازگاری (Sapirstein, 2006: 4)
۲۰۱۱	مارتین برین و مارتی آندریس ^۳	ظرفیت تطبیقی، خودسازماندهی، تغییرپذیری (Khodabakhsh et al, 2015: 216)

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

در مجموع، با توجه به مفاهیم تاب‌آوری شهری و با استناد به مطالعات انجام شده، چارچوب نظری پژوهش در زیر ارائه شده است (شکل ۱).



شکل ۱- چارچوب نظری پژوهش (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

پیشینه تحقیق

در سال‌های اخیر مطالعات و تحقیقات متعددی توسط پژوهشگران، پیرامون موضوع تاب‌آوری شهری (با تأکید بر بعد کالبدی) انجام شده است که خلاصه آنها به شرح زیر می‌باشد:

در سال ۲۰۱۲، یان گو^۴ در مقاله‌ای تاب‌آوری شهری را جنبه‌ای کلیدی در بازسازی شهر سیچوان مطرح می‌کند و آن را برای توسعه شهری منسجم، پایدار و یکپارچه در آینده ضروری می‌داند. آلن و بریانت^۵ در مقاله‌ای در سال ۲۰۱۰ بیان می‌کنند شبکه‌ای از فضاها باز طراحی شده نه تنها به طور قابل توجهی کیفیت زندگی شهری روزانه را

1. Kimhi & Shamai
2. Walker and salt
3. Martin- Breen and Marty Anderies
4. Yan Guo
5. Allan & Bryant

افزایش می‌دهند بلکه با ظرفیت نهفته به عنوان پشتیبانی ضروری و عامل بازیابی در صورت وقوع زلزله مطرح می‌شوند.

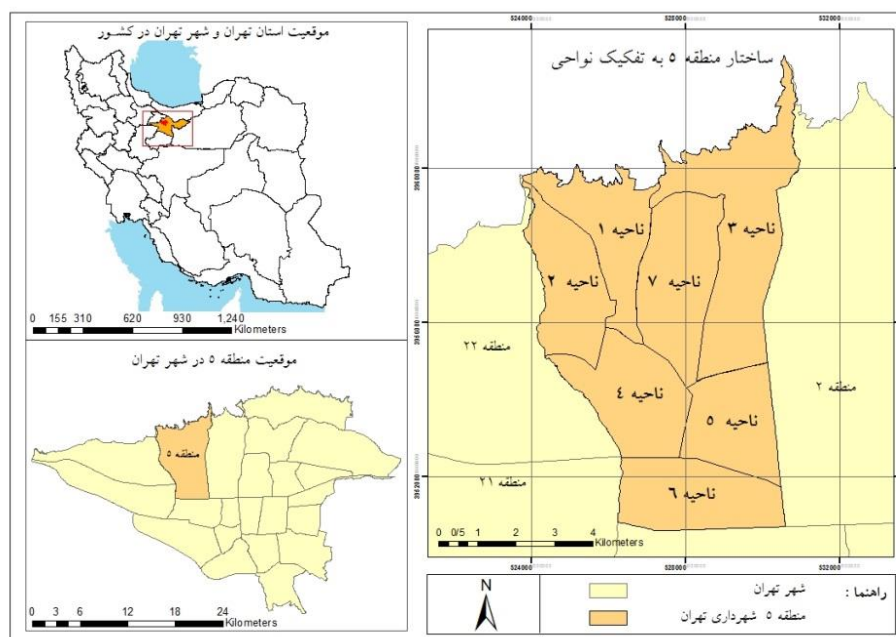
در سال ۱۳۹۷، یوسفعلی زیاری و همکاران پژوهشی را تحت عنوان "ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر مخاطرات زلزله با رویکرد دستیابی به مدیریت پایدار (مورد مطالعه: منطقه یک تهران)" انجام دادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که حدود بیش از ۵۵ درصد از مساحت منطقه (نواحی ۳ و ۵ و قسمتی از ناحیه ۸)، تاب‌آوری کم و متوسط و نواحی ۶ و ۱۰، بیشترین میزان تاب‌آوری در برابر زلزله را دارند. طبق ماتریس برنامه ریزی کمی استراتژیکی، راهبرد "جلوگیری از ساخت و ساز در نواحی پر خطر (نزدیک گسل)" به عنوان بهترین راهبرد کالبدی جهت افزایش تاب‌آوری منطقه در برابر زلزله مطرح می‌گردد. نتایج پژوهشی دیگر که در سال ۱۳۹۶ توسط پاشاپور و پوراکرمی تحت عنوان "سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهر تهران)" انجام گرفت، حاکی از آن است که معیار ویژگیهای کالبدی بافت و زیرمعیارهای عرض معابر، مقاومت ساختمان و دسترسی به پارک، بیشترین اهمیت را در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران دارند. همچنین نقشه نهایی تاب‌آوری کالبدی منطقه نشان داد که ۲۴/۳۳ درصد از منطقه دارای تاب‌آوری کم می‌باشد. پژوهشی دیگر تحت عنوان "ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر مخاطره زلزله (مورد مطالعه: شهر زنجان)" که توسط محمدی سرین دیزج و احدنژاد روشتی در سال ۱۳۹۵ انجام گرفت، بیان می‌کند که در شهر زنجان نواحی منطبق بر بافت جدید شهری، کاملاً تاب آور و نواحی منطبق بر بافت قدیم، فرسوده و غیررسمی تاب‌آوری بسیار کمی دارند. از این رو با توجه عبور گسل زلزله از دو طرف شهر زنجان می‌بایست اقدامات استحکامی و امنیتی در سطح بسیار بالا در مسیر شریان‌های زیرساختی و عناصر کالبدی اجرا شود.

به طور کلی می‌توان گفت در سال‌های اخیر با افزایش مسائل و مشکلات محیطی، موضوع تاب‌آوری مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است و در رابطه با ابعاد آن (اعم از اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و زیست محیطی) پژوهش‌های بسیاری انجام شده است. اغلب پژوهش‌های انجام شده در زمینه تاب‌آوری کالبدی به بافت‌های قدیمی و یا فرسوده شهری پرداخته اند. اما آنچه پژوهش حاضر را از سایر پژوهش‌ها متمایز می‌سازد، بررسی میزان تاب‌آوری کالبدی در بافت‌های برنامه ریزی شده و نسبتاً جدید شهری (مانند منطقه ۵ شهرداری تهران) می‌باشد. در واقع در بافت‌های شهری برنامه ریزی شده اگر چه به لحاظ برنامه ریزی و مدیریت شهری، چیدمان فضایی در ابتدا به درستی انجام گرفت اما به مرور زمان همگام با توسعه شهری شتابان، با بی‌نظمی‌های فضایی مواجه شده اند. همچنین لازم به ذکر است تاب‌آوری منطقه ۵ شهرداری تهران، تنها در بعد اجتماعی-اقتصادی (زیاری و فتاحی، ۱۳۹۴) بررسی شده و به بعد کالبدی آن پرداخته نشده است. در صورتی که توجه به بعد کالبدی تاب‌آوری می‌تواند زمینه ساز ارتقاء تاب‌آوری در سایر ابعاد از جمله اقتصادی و اجتماعی باشد.

قلمرو جغرافیایی تحقیق

منطقه ۵ شهرداری با مساحت ۵۲۸۷٫۱ هکتار در شمال غرب تهران قرار دارد. این منطقه از بزرگترین مناطق ۲۲ گانه شهر تهران محسوب شده که از شرق همسایه منطقه ۲، از جنوب مجاور منطقه ۹ و از غرب در مجاورت منطقه ۲۱

و ۲۲ قرار دارد. منطقه ۵ که به پهنه توسعه شهر تهران معروف است، از ۷ ناحیه و ۲۹ محله تشکیل شده است. در بین نواحی هفتگانه منطقه، ناحیه ۳ بیشترین مساحت و ناحیه ۵ کمترین مساحت را دارد. چنانچه منطقه به دو قسمت شمالی و جنوبی تقسیم شود، نواحی موجود در شمال منطقه (شامل نواحی ۱، ۲، ۳ و ۷) از قدمت بیشتری نسبت به نواحی جنوبی برخوردارند (شهرداری منطقه ۵، ۱۳۸۸: ۱۸ و ۵). عمده تحولات منطقه در فاصله چهل سال اخیر صورت پذیرفته و در فاصله سال‌های پس از انقلاب (و بالاخص جنگ) با توجه به هجوم جمعیت مهاجر از خارج تهران و نیز سایر مناطق تهران عمده تحولات کالبدی و جمعیتی در این منطقه رخ داده است (مهندسین مشاور شارمند، ۱۳۸۴: ۱۶). نقشه شماره ۱، ساختار تقسیمات منطقه را به تفکیک نواحی نشان می‌دهد.



نقشه ۱- ساختار تقسیمات منطقه ۵ به تفکیک نواحی

(منبع: نویسندگان با اقتباس از شهرداری منطقه ۵ شهر تهران، ۱۳۹۷)

روش شناسی تحقیق

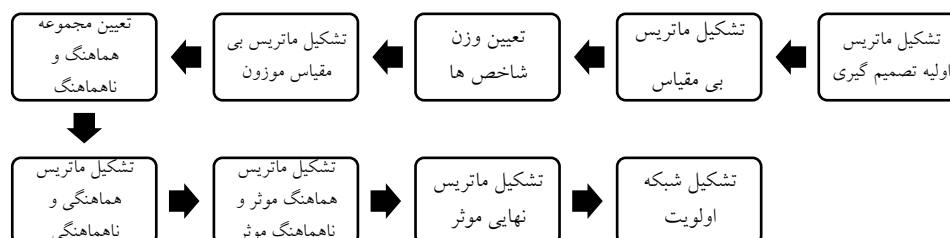
پژوهش حاضر جزء تحقیقات کاربردی است و روش آن توصیفی-تحلیلی می‌باشد. "در روش توصیفی-تحلیلی محقق بدون هیچ دخل و تصرفی در متغیرها صرفاً به اندازه‌گیری آنها و نتیجه‌گیری درباره مشخصات و ویژگی‌های هر متغیر یا نوع ارتباط متغیرها نسبت به هم می‌پردازد (نوبخت، ۱۳۹۳: ۴۴)". داده‌ها و اطلاعات با استفاده از روش‌های اسنادی (کتابخانه‌ای) و مشاهده (مطالعات میدانی) گردآوری شده‌اند. بدین ترتیب ابتدا ادبیات و سوابق موضوع پژوهش، مطالعه و سپس شاخص‌های موثر بر افزایش میزان تاب‌آوری شهری در بعد کالبدی بر مبنای توجیه نظری و قابلیت دسترسی به داده‌های کمی و کیفی استخراج شد. بر این اساس، داده‌های موردنیاز برای تحلیل از طریق مراجعه به شهرداری منطقه ۵ شهر تهران گردآوری گردید. جدول شماره ۲، شاخص‌های موردنظر و رابطه‌ی آنها را با تاب‌آوری نشان می‌دهد.

جدول ۲- شاخص‌های موردنظر برای سنجش میزان تاب‌آوری کالبدی

کد	شاخص	رابطه‌ی شاخص با میزان تاب‌آوری	نوع شاخص	پژوهش‌های پشتیبان
C1	تراکم جمعیت	تراکم جمعیت، پراکندگی جمعیت در واحد سطح می‌باشد و سنجش آن معمولاً بر حسب نفر در هکتار صورت می‌گیرد. بنابراین تراکم بالای جمعیت، بار جمعیتی بر معابر را هنگام وقوع مخاطرات افزایش داده و این امر میزان آسیب‌پذیری بیشتری را به دنبال دارد.	منفی	(Tumini, 2017: 1372) - sharifi & (- yamagata, 2016: 269)
C2	درصد معابر اصلی به کل معابر ناحیه	معابر اصلی، معابری هستند که عملکرد ارتباطی دارند. این معابر امکان برقراری ارتباط، دسترسی و امدادسانی به منطقه را افزایش می‌دهد. از این رو معابر بالای ۱۲ متر به عنوان معابر اصلی در نظر گرفته شده‌اند.	مثبت	(Cutter et al, 2008: 12) - (sharifi & - yamagata, 2016: 4)
C3	درصد مساحت بافت فرسوده به کل ناحیه	بافت فرسوده، بافتی است ریزدانه، ناپایدار و نفوذناپذیر. بنابراین وجود بافت فرسوده، محدوده را آسیب‌پذیرتر می‌کند.	منفی	(رضایی و همکاران, ۱۳۹۵: ۴۱)
C4	درصد مساحت فضای سبز و باز به کل ناحیه	فضاهای سبز و باز بخشی از کاربری اراضی هستند که با میزان تاب‌آوریرابطه‌ی مستقیم دارند. این فضاها علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری، می‌توانند در مرحله امداد و اسکان موقت موثر واقع شوند.	مثبت	(رضایی و همکاران, ۱۳۹۴: ۶۱۲)
C5	تعداد مراکز درمانی	تعداد و پراکندگی مراکز درمانی در میزان تاب‌آوری ناحیه تأثیر دارد.	مثبت	(رفعیان و همکاران, ۱۳۹۰: ۳۱)
C6	تعداد مراکز ستاد بحران	وجود مراکز ستاد بحران در تاب‌آوری و برگشت‌پذیری به شرایط پیش از سانحه تأثیرگذار است.	مثبت	
C7	تعداد جایگاه سوخت	این کاربری جزو تاسیسات پرخطر می‌باشد و هنگام وقوع مخاطرات می‌تواند میزان آسیب‌پذیری را افزایش دهد.	منفی	
C8	درصد تراکم ساخته شده	سطح ساخته شده شامل کلیه کاربری‌های موجود در ناحیه است که نشان دهنده میزان آسیب‌پذیری می‌باشد.	منفی	
C9	نزدیکی به گسل	نزدیکی به گسل نقش مهمی در میزان آسیب‌پذیری ناحیه ایفا می‌کند.	منفی	

(منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

سپس به منظور تحلیل و ارزیابی شاخص‌ها از روش الکتراه^۱ استفاده شده است. "واژه الکتراه به معنای حذف و انتخاب بر اساس واقعیت است که اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط شرکت مشاوره سما^۲ ایجاد گردید. در این روش به جای رتبه بندی گزینه‌ها از مفهوم جدیدی معروف به مفهوم غیررتبه ای استفاده می‌شود (سرائی و حسینی، ۱۳۹۳: ۱۷۱)". در این روش، کلیه گزینه‌ها با استفاده از مقایسات غیر رتبه ای مورد ارزیابی قرار گرفته و بدان طریق گزینه‌های غیر موثر حذف می‌شوند. مقایسات زوجی بر اساس درجه توافق از اوزان (Wj) و درجه اختلاف از مقادیر ارزیابی وزین (Vij) استوار بوده و توأماً برای ارزیابی گزینه‌ها مورد آزمون قرار می‌گیرند. کلیه این مراحل بر مبنای یک مجموعه هماهنگ و یک مجموعه ناهماهنگ پایه ریزی می‌شوند که روش بدین لحاظ معروف به "آنالیز هماهنگی" هم می‌باشد (ابراهیم زاده و همکاران، ۱۳۹۳: ۶). شکل زیر مراحل روش الکتراه را نشان می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲- مراحل انجام روش الکتراه (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

- 1 . Elimination et choice in Translating to Reality (Electre)
- 2 . SEMA

نتایج تحقیق

در این قسمت از پژوهش به ارزیابی شاخص‌های موثر در میزان تاب‌آوری کالبدی و اولویت بندی نواحی منطقه ۵ شهر تهران با استفاده از روش الکترونیک پرداخته می‌شود. بدین ترتیب ابتدا شاخص‌های موثر در میزان تاب‌آوری کالبدی، از مبانی نظری پژوهش استخراج شده‌اند. سپس ماتریس اولیه تصمیم که شامل ۷ گزینه (نواحی منطقه ۵ شهر تهران) و ۹ شاخص می‌باشد، تشکیل می‌شود. جدول شماره ۳، ماتریس اولیه تصمیم را نشان می‌دهد.

جدول ۳- ماتریس اولیه تصمیم

شاخص	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
گزینه									
نوع شاخص	منفی	مثبت	منفی	مثبت	مثبت	مثبت	منفی	منفی	منفی
ناحیه ۱	۹۱/۸۲	۲۵/۱۲	۲/۶۱	۵۳/۲۱	۷	۱	۱	۷۴/۴۸	۵
ناحیه ۲	۷۳/۹۳	۲۴/۷۳	۰/۲۸	۱۸/۰۲	۳	۱	۰	۸۴/۷۲	۵
ناحیه ۳	۱۲۸/۳۸	۲۴/۴۱	۰	۲۸/۷۰	۳	۱	۲	۶۱/۴۲	۵
ناحیه ۴	۱۷۹/۸۸	۲۰/۵۰	۰	۲۲/۴۸	۸	۱	۰	۷۴/۴۹	۳
ناحیه ۵	۱۸۶/۴۸	۲۳/۶۹	۰	۱۳/۷۰	۵	۱	۱	۷۲/۸۶	۳
ناحیه ۶	۱۲۹/۹۲	۳۱/۴۹	۰	۲۶/۵۰	۳	۱	۱	۸۵/۴۷	۲
ناحیه ۷	۲۰۲/۵۶	۲۴/۵۵	۰	۱۶/۲۴	۳	۲	۱	۶۸/۷۴	۴

(منبع: آمار اخذ شده از شهرداری منطقه ۵ شهر تهران، ۱۳۹۷)

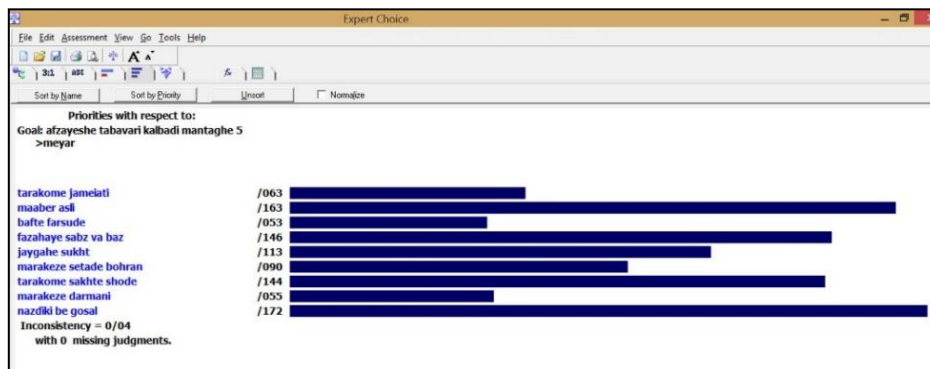
با توجه به این که شاخص‌های مورد استفاده دارای مقیاس‌های متفاوتی هستند، می‌بایست به رفع اختلاف مقیاس شاخص‌ها با استفاده از روش نرمال سازی پرداخته شود. جدول شماره ۴، ماتریس نرمال شده شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ماتریس بی مقیاس

شاخص	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
گزینه									
ناحیه ۱	0/2329	0/3781	0/9943	0/7086	0/5307	0/3162	0/3536	0/3753	0/4704
ناحیه ۲	0/1875	0/3722	0/1067	0/2400	0/2274	0/3162	0/0000	0/4269	0/4704
ناحیه ۳	0/3256	0/3674	0/0000	0/3822	0/2274	0/3162	0/7071	0/3095	0/4704
ناحیه ۴	0/4563	0/3086	0/0000	0/2994	0/6065	0/3162	0/0000	0/3753	0/2822
ناحیه ۵	0/4730	0/3566	0/0000	0/1824	0/3790	0/3162	0/3536	0/3671	0/2822
ناحیه ۶	0/3296	0/4740	0/0000	0/3529	0/2274	0/3162	0/3536	0/4307	0/1881
ناحیه ۷	0/5138	0/3695	0/0000	0/2163	0/2274	0/6325	0/3536	0/3464	0/3763

(منبع: یافته‌های حاصل از نرم افزار، ۱۳۹۷)

در ادامه با توجه به اینکه ارزش و اهمیت شاخص‌های مورد استفاده یکسان نمی‌باشد، پس از رفع اختلاف مقیاس به تعیین وزن هر یک از شاخص‌ها پرداخته می‌شود. برای محاسبه وزن شاخص‌ها در این پژوهش از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. بدین ترتیب که شاخص‌های موردنظر در اختیار گروهی (۱۵ نفر) از متخصصین و اساتید شهرسازی قرار می‌گیرد و از آن‌ها درخواست می‌شود تا از طریق مقایسه زوجی شاخص‌ها، وزنی مناسب بین ۱ تا ۹ به هر یک از آن‌ها اختصاص دهند. سپس برای محاسبه وزن هر یک از شاخص‌ها از نرم افزار Expert Choice استفاده شده است. تصویر شماره ۱، تعیین وزن را در نرم افزار Expert Choice نشان می‌دهد.



تصویر ۱- تعیین وزن شاخص‌ها در نرم افزار Expert Choice

(منبع: یافته‌های حاصل از نرم افزار، ۱۳۹۷)

پس از تعیین وزن شاخص‌ها به منظور تشکیل ماتریس بی‌مقیاس موزون، وزن‌های حاصله (W) در ماتریس رفع اختلاف مقیاس شده (N) ضرب می‌شود. جدول شماره ۵، ماتریس بی‌مقیاس موزون شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۵- ماتریس بی‌مقیاس موزون

شاخص	گزینه	C9	C8	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1
ناحیه ۱	0/0147	0/0809	0/0540	0/0400	0/0285	0/0292	0/1035	0/0527	0/0616	0/0147
ناحیه ۲	0/0118	0/0809	0/0615	0/0000	0/0285	0/0125	0/0350	0/0057	0/0607	0/0118
ناحیه ۳	0/0205	0/0809	0/0446	0/0799	0/0285	0/0125	0/0558	0/0000	0/0599	0/0205
ناحیه ۴	0/0287	0/0485	0/0541	0/0000	0/0285	0/0334	0/0437	0/0000	0/0503	0/0287
ناحیه ۵	0/0298	0/0485	0/0529	0/0400	0/0285	0/0208	0/0266	0/0000	0/0581	0/0298
ناحیه ۶	0/0208	0/0324	0/0620	0/0400	0/0285	0/0125	0/0515	0/0000	0/0773	0/0208
ناحیه ۷	0/0324	0/0647	0/0499	0/0400	0/0569	0/0125	0/0316	0/0000	0/0602	0/0324

(منبع: یافته‌های حاصل از نرم افزار، ۱۳۹۷)

در این مرحله به منظور تشکیل ماتریس هماهنگی و ناهماهنگی، ابتدا باید مجموعه‌های هماهنگ و ناهماهنگ مشخص گردد. مجموعه هماهنگ $(S_{k,l})$ ، کلیه شاخص‌هایی است که گزینه A_k بر گزینه A_l مطلوبیت بیشتری داشته باشند. مجموعه ناهماهنگ $(D_{k,l})$ نیز کلیه شاخص‌هایی است که گزینه A_k بر گزینه A_l مطلوبیت کمتری دارد. بنابراین پس از تعیین نوع شاخص‌ها (مثبت یا منفی)، گزینه‌ها به صورت زوجی مورد مقایسه قرار می‌گیرند و مجموعه‌های هماهنگ و ناهماهنگ بدست می‌آید. سپس ماتریس هماهنگی (I_{kl}) ، از جمع اوزان هر یک از شاخص‌های متعلق به مجموعه هماهنگ ایجاد می‌شود و ماتریس ناهماهنگی (NI_{kl}) نیز که میزان ضعف گزینه‌ها را نسبت به هم نشان می‌دهد، بر اساس مقادیر ماتریس بی‌مقیاس شده موزون محاسبه می‌گردد. ماتریس‌های هماهنگی و ناهماهنگی در جدول زیر نشان داده می‌شوند (جدول ۶).

جدول ۶- ماتریس‌های هماهنگی و ناهماهنگی

	ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳	ناحیه ۴	ناحیه ۵	ناحیه ۶	ناحیه ۷
ناحیه ۱	-	0/77	0/802	0/606	0/63	0/611	0/54
ناحیه ۲	0/491	-	0/656	0/429	0/575	0/465	0/54
ناحیه ۳	0/459	0/66	-	0/659	0/659	0/551	0/461
ناحیه ۴	0/483	0/773	0/483	-	0/692	0/455	0/602
ناحیه ۵	0/572	0/514	0/483	0/622	-	0/455	0/456
ناحیه ۶	0/591	0/679	0/646	0/687	0/8	-	0/765
ناحیه ۷	0/572	0/514	0/646	0/45	0/709	0/455	-

ماتریس هماهنگی

ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳	ناحیه ۴	ناحیه ۵	ناحیه ۶	ناحیه ۷
ناحیه ۱	-	0/6876	1	0/8820	1	0/7331
ناحیه ۲	1	-	0/2599	1	0/8100	0/7124
ناحیه ۳	0/9043	1	-	1	1	1
ناحیه ۴	1	0/5232	0/1514	-	0/1959	0/7124
ناحیه ۵	1	1	0/7300	1	-	1
ناحیه ۶	0/9855	0/8230	0/3595	1	0/3677	0/8795
ناحیه ۷	1	1	0/6064	1	0/5685	-

ماتریس ناهماهنگی

(منبع: یافته‌های حاصل از نرم افزار، ۱۳۹۷)

در ادامه ابتدا مقدار آستانه برای ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ محاسبه می‌شود. سپس برای تشکیل ماتریس هماهنگ موثر، اگر درایه‌های ماتریس هماهنگی، بزرگتر و مساوی مقدار آستانه باشند، عدد یک و اگر کوچکتر از مقدار آستانه باشند، عدد صفر لحاظ می‌شود. همچنین برای تشکیل ماتریس ناهماهنگ موثر، برای هر یک از عناصر ماتریس ناهماهنگ که مقدار آن بزرگتر یا مساوی مقدار آستانه باشد، ارزش صفر و کوچکتر باشد، ارزش یک لحاظ می‌شود. جدول ۷ ماتریس‌های هماهنگ موثر و ناهماهنگ موثر را نشان می‌دهد.

جدول ۷- ماتریس‌های هماهنگ موثر و ناهماهنگ موثر

ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳	ناحیه ۴	ناحیه ۵	ناحیه ۶	ناحیه ۷
ناحیه ۱	-	1	1	1	1	0
ناحیه ۲	0	-	1	0	0	0
ناحیه ۳	0	1	-	1	0	0
ناحیه ۴	0	1	0	-	1	1
ناحیه ۵	0	0	0	1	-	0
ناحیه ۶	1	1	1	1	-	1
ناحیه ۷	0	0	1	0	1	-

ماتریس هماهنگ موثر

ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳	ناحیه ۴	ناحیه ۵	ناحیه ۶	ناحیه ۷
ناحیه ۱	-	1	0	0	1	1
ناحیه ۲	0	-	1	0	1	1
ناحیه ۳	0	0	-	0	0	0
ناحیه ۴	0	1	1	-	1	1
ناحیه ۵	0	0	0	-	0	0
ناحیه ۶	0	0	1	0	-	0
ناحیه ۷	0	0	1	0	1	-

ماتریس ناهماهنگ موثر

(منبع: یافته‌های حاصل از نرم افزار، ۱۳۹۷)

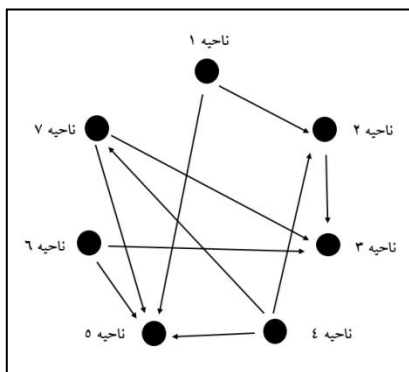
سپس از ضرب عناصر متناظر ماتریس‌های هماهنگ موثر (H) و ناهماهنگ موثر (G)، ماتریس نهایی موثر یا چیرگی نهایی (F) که نشان دهنده اولویت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر است بدست می‌آید. جدول شماره ۸، ماتریس نهایی موثر را نشان می‌دهد.

جدول ۸- ماتریس نهایی موثر

ناحیه ۱	ناحیه ۲	ناحیه ۳	ناحیه ۴	ناحیه ۵	ناحیه ۶	ناحیه ۷
ناحیه ۱	-	1	0	0	0	0
ناحیه ۲	0	-	1	0	0	0
ناحیه ۳	0	0	-	0	0	0
ناحیه ۴	0	1	0	-	1	1
ناحیه ۵	0	0	0	-	0	0
ناحیه ۶	0	0	1	0	-	0
ناحیه ۷	0	0	1	0	1	-

(منبع: یافته‌های حاصل از نرم افزار، ۱۳۹۷)

در پایان با توجه به ماتریس نهایی موثر (F) حاصل شده از مرحله قبل، گزینه‌ها نسبت به یکدیگر اولویت بندی می‌شوند (شکل ۳). همچنین تصویر شماره ۲، اولویت بندی گزینه‌ها را در نرم افزار Electre Solver نشان می‌دهد.



شکل ۳- شبکه اولویت نواحی منطقه ۵ (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

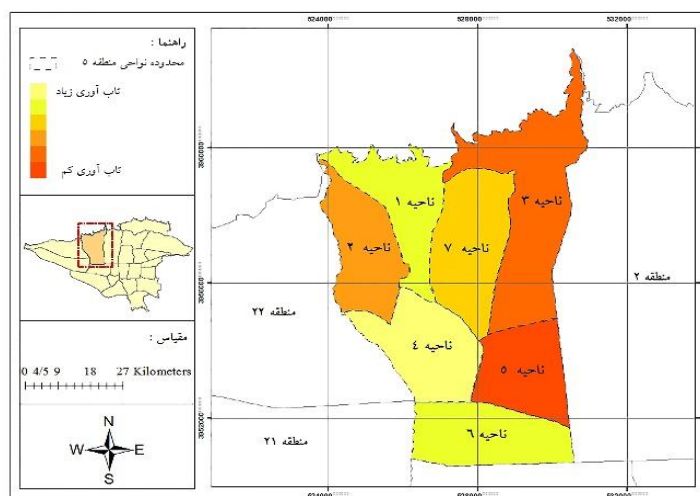


تصویر ۲- اولویت بندی نواحی هفتگانه منطقه ۵ توسط نرم افزار Electre Solver (منبع: یافته‌های حاصل از نرم افزار، ۱۳۹۷)

بحث و تحلیل

یافته‌های حاصل از تعیین وزن شاخص‌ها با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نشان می‌دهد شاخص‌های "نزدیکی به گسل" با وزن ۰/۱۷۲ و "درصد معابر اصلی (معابر بالای ۱۲ متر) به کل معابر ناحیه" با وزن ۰/۱۶۳ بیشترین نقش را در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۵ ایفا می‌کنند. همچنین شاخص‌های "درصد مساحت فضای سبز و باز به کل ناحیه" (۰/۱۴۶) و "درصد تراکم ساخته شده" (۰/۱۴۴) به ترتیب با اختلاف اندکی در رتبه‌های بعدی قرار دارند و می‌توانند در افزایش میزان تاب‌آوری نقش مهمی داشته باشند. در واقع نزدیکی به گسل و ساخت و ساز در نزدیکی آن از مهمترین موارد در افزایش میزان آسیب پذیری می‌باشد که با رعایت حریم گسل‌ها، استانداردها و نکات ایمنی می‌توان سبب ارتقاء تاب‌آوری کالبدی گردید. همچنین وجود معابر اصلی برای امداد رسانی سریع و فضاهای سبز و باز به منظور پناه گیری و اسکان موقت، در ساختار و بافت‌های شهری مهم قلمداد می‌شوند و کمبود آنها در سطح منطقه عملیات امداد و نجات را با مشکل روبرو می‌سازد. از سویی دیگر شاخص "درصد مساحت بافت فرسوده" با وزن ۰/۰۵۳ نقش چندانی در میزان تاب‌آوری کالبدی نواحی مطالعاتی ندارد. زیرا با توجه به اینکه عمده ساخت و سازهای منطقه در سه دهه اخیر شکل گرفته است، بافت فرسوده در آن

به جز نواحی ۱ و ۲ مشاهده نمی‌شود و این دو ناحیه به واسطه‌ی قدمت بالا در سکونت، دارای بافت فرسوده با مساحت بسیار کمی هستند (نقشه ۳). لازم به ذکر است میزان ناسازگاری در قضاوت‌ها توسط نرم افزار Expert Choice محاسبه شده و برابر ۰/۰۴ است که بیانگر سازگاری و قابل قبول بودن قضاوت‌ها می‌باشد (تصویر ۱). در واقع میزان ناسازگاری نشان دهنده خطا و تناقض گویی در قضاوت‌ها است و مقدار آن باید کمتر از ۰/۱ باشد تا بتوان قضاوت‌ها را سازگار و قابل قبول تلقی کرد. بر اساس وزن‌های حاصله، روش الکترونیک انجام گردید و نتایج آن نشان می‌دهد که نواحی منطقه ۵ شهرداری تهران دارای وضعیت‌های متفاوتی در تاب‌آوری هستند (نقشه ۶). بدین صورت که ابتدا ناحیه ۴ و سپس نواحی ۶ و ۱ از بیشترین میزان تاب‌آوری کالبدی برخوردار هستند و نواحی ۵ و ۳ به ترتیب کمترین میزان تاب‌آوری کالبدی را دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که تاب‌آوری کم در ناحیه ۵ ناشی از کمبود فضای سبز و باز علی‌رغم تراکم بالای جمعیتی می‌باشد. همچنین ناحیه ۳ که دربرگیرنده محله‌هایی چون باغ فیض، پونک، حصارک، شهرک کوهسار، مرادآباد، المهدی و نفت می‌باشد، با اینکه میزان فضای سبز و باز زیادی دارد اما به دلیل نزدیکی به گسل اصلی شمال تهران، میزان نسبتاً کم معابر اصلی (بالای ۱۲ متر) و وجود تعداد بیشتر جایگاه‌های سوخت نسبت به سایر نواحی، دارای تاب‌آوری کالبدی کمی می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر با وجود استفاده از روش و شاخص‌های متفاوت، همسو و مرتبط با پژوهش‌های پیشین (Tumini, 2017؛ sharifi & yamagata, 2016؛ Allan & Bryant, 2010؛ Guo, 2012؛ محمدی و احدنژاد، ۱۳۹۵؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۵) می‌باشد. با توجه به مطالعات انجام شده، در پژوهش حاضر به انتخاب و استخراج مجموعه شاخص‌هایی که بیشترین تأثیر را در میزان تاب‌آوری کالبدی دارند و محققین در مطالعات خود بر آن‌ها تأکید داشته‌اند، پرداخته شده است. همچنین در زمینه‌ی ارزیابی شاخص‌ها با استفاده از روش AHP، نتایج حاصله با یافته‌های زیاری و همکاران (۱۳۹۷) و پاشاپور و پوراگرمی (۱۳۹۶) تا حدودی همخوانی دارد. مزیت این پژوهش استفاده از روش الکترونیک به منظور ارزیابی وضعیت تاب‌آوری در نواحی منطقه ۵ می‌باشد که این روش به عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ضمن بهره‌گیری از آمار و داده‌های معتبر و عدم لحاظ قضاوت‌های شخصی، امکان استفاده‌ی همزمان داده‌های کمی و کیفی را فراهم می‌کند.



نقشه ۶- میزان تاب‌آوری نواحی منطقه ۵ شهر تهران (منبع: نویسندگان، ۱۳۹۷)

نتیجه‌گیری و دستاوردهای پژوهشی

منطقه ۵ شهر تهران که متأثر از گسل شمال تهران می‌باشد، به واسطه‌ی انبوه‌سازی، ساخت و سازهای بی‌رویه، رشد سریع و بی‌برنامه، آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله دارد. از آنجا که آسیب‌پذیری تمامی عوامل موجود در شهر را تحت تأثیر قرار می‌دهد، شهر متحمل خسارات فراوان و بعضاً جبران‌ناپذیر می‌گردد. بنابراین اخیراً تاب‌آوری به عنوان رویکرد جامع و کاملی برای مواجهه با بلایای طبیعی مورد توجه برنامه‌ریزان شهری قرار گرفته است. در واقع برنامه‌ریزان شهری با بکارگیری اصول و ضوابط شهرسازی نظیر رعایت حریم گسل‌ها، برنامه‌ریزی کاربری زمین، تنظیم رابطه‌ی توده و فضا و ... می‌توانند اثرات و تبعات ناشی از حوادث غیرمترقبه را کاهش دهند و در بلندمدت دستیابی به پایداری را موجب شوند. پژوهش حاضر به منظور بررسی میزان تاب‌آوری کالبدی نواحی منطقه ۵ انجام گردید. در این راستا ابتدا با توجه به مطالعات مبانی نظری، شاخص‌های موثر بر بعد کالبدی تاب‌آوری شهری استخراج گردید. سپس با بهره‌گیری از نظر کارشناسان و متخصصین و با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) به عنوان یکی از پرکاربردترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به تعیین وزن شاخص‌ها پرداخته شده است. در ادامه با توجه به وزن‌های حاصله، از روش الکترونیک برای بررسی اولویت بندی نواحی مورد مطالعه استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد حدود ۳۶/۷۴ درصد از منطقه ۵ که در برگیرنده محدوده غربی منطقه (نواحی ۳ و ۵) است دارای تاب‌آوری کم می‌باشد و حدود ۳۵/۲۱ درصد که شامل محدوده جنوب و قسمتی از شرق و شمال منطقه (نواحی ۴، ۶ و ۱) است، تاب‌آوری زیادی دارد. محدوده‌های میانی و شمال شرقی و بخشی از شرق منطقه (نواحی ۷ و ۲) که حدوداً ۲۶/۲۸ درصد است، دارای تاب‌آوری متوسط می‌باشد. این اعداد نشانگر آن است که با برنامه‌ریزی و اتخاذ تمهیدات و استقرار مناسب اجزای کالبدی شهر، منطقه ۵ می‌تواند در مواجهه با زلزله تاب آور گردد. در پایان نیز با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته، راهکارها و پیشنهاداتی جهت دستیابی به هدف پژوهش ارائه می‌گردد:

- برقراری توازن میان عرض معابر و حجم فعالیت‌ها و کاربری‌های جاذب جمعیت (بطور مثال بلوار فردوس در ناحیه ۵ و خیابان پیامبر مرکزی در ناحیه ۳ و بسیاری از معابر دیگر که اخیراً در سطح منطقه به وفور مشاهده می‌گردد)
- رعایت نسبت ارتفاع بدنه شهری و عرض معابر به ویژه در محلات باغ فیض، حصارک و نفت در ناحیه ۳، فردوس در ناحیه ۵ و کن در ناحیه ۲
- ایجاد محدودیت و رعایت ضوابط برای استقرار کاربری‌های پرخطر نظیر جایگاه‌های سوخت
- رعایت حریم گسل‌ها و عدم ساخت و ساز در حریم آنها و اجتناب از توسعه شهری به سوی آنها به ویژه در نواحی ۳، ۱ و ۲
- پراکنش مناسب فضاهای سبز و باز چندعملکردی در سطح منطقه متناسب با تراکم جمعیتی و برقراری ارتباط مناسب میان آنها (خصوصاً در نواحی ۵ و ۷)
- به روز رسانی بانک اطلاعاتی منطقه و ارزیابی مداوم وضعیت تاب‌آوری
- احداث تونل مشترک تأسیسات شهری به منظور کاهش آسیب‌پذیری منطقه

- تدوین آیین نامه‌های اجرایی به منظور توسعه ایمن آتی منطقه

منابع

- ابراهیم زاده، عیسی، آهار، حسن، طهماسبی، فرخ، منوچهری میان‌دوآب، ایوب، شهناز، علی اکبر (۱۳۹۳). تحلیل کیفیت زندگی در دو بافت قدیم و جدید شهر مراغه با بهره‌گیری از مدل‌های آنتروپی و الکترو، فصلنامه آمایش محیط، دوره ۷، شماره ۲۶، ۱۸-۱.
- پاشاپور، حجت اله، پور اکرمی، محمد (۱۳۹۶). سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهر تهران)، فصلنامه مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دوره ۱۲، شماره ۴ (پیاپی ۴۱)، ۹۸۵-۱۰۰۲.
- داداش پور، هاشم، عادل، زینب (۱۳۹۴). سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه‌ی شهری قزوین، دوفصلنامه مدیریت بحران، دوره ۴، شماره ۲، ۷۳-۸۴.
- رضایی، محمدرضا، رفیعیان، مجتبی، حسینی، سیدمصطفی (۱۳۹۴). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۷، شماره ۴، ۶۰۹-۶۲۳.
- رضایی، محمدرضا، سرائی، محمدحسین، بسطامی نیا، امیر (۱۳۹۵). تبیین و تحلیل مفهوم تاب‌آوری و شاخص‌ها و چارچوب‌های آن در سوانح طبیعی، فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره ۶، شماره ۱، ۳۲-۴۶.
- رفیعیان، مجتبی، رضایی، محمدرضا، عسگری، علی، پرهیزکار، اکبر، شایان، سیاوش (۱۳۹۰). تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM)، فصلنامه برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۵، شماره ۴، ۱۹-۴۱.
- زنگنه شهرکی، سعید، زیاری، کرامت الله، پوراکرمی، محمد (۱۳۹۶). ارزیابی و تحلیل میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از مدل FANP و ویکور، فصلنامه جغرافیا (انجمن جغرافیای ایران)، دوره ۱۵، شماره ۵۲، ۸۱-۱۰۱.
- زیاری، یوسفعلی، عباداله زاده ملکی، بهناز، بهزادپور، الناز (۱۳۹۷). ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر مخاطرات زلزله با رویکرد دستیابی به مدیریت پایدار (مورد مطالعه: منطقه یک تهران)، فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، دوره ۱۰، شماره ۲، ۱۱۲-۹۷.
- زیاری، یوسفعلی، فتاحی، مهکامه (۱۳۹۴). بررسی آسیب پذیری وضعیت اجتماعی-اقتصادی با هدف افزایش تاب‌آوری در برابر زلزله (نمونه موردی: منطقه ۵ تهران)، کنفرانس ملی مدیریت کلانشهرها با رویکرد محیط زیست، دانشگاه تهران، ۲۵۷-۲۴۳.
- سرائی، محمدحسین؛ و حسینی، سیدمصطفی (۱۳۹۳) کاربرد تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری چندمنظوره در برنامه ریزی شهری و منطقه ای. یزد: انتشارات دانشگاه یزد.
- شاه محمدی، پریسا (۱۳۹۳). از ثبات تا پویایی: تاب‌آوری و پایداری شهری، سومین سمپوزیوم تخصصی طراح: طراحی در هزاره سوم، ۱۱۱-۱۰۴.
- شکری فیروزجاه، پری (۱۳۹۶). تحلیل فضایی میزان تاب‌آوری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی، فصلنامه برنامه ریزی توسعه کالبدی، دوره ۴، شماره ۲ (پیاپی ۶)، ۲۷-۴۴.
- شهرداری منطقه ۵ (۱۳۸۸) اسناد راهبردی توسعه منطقه "سند راهبردی توسعه منطقه ۵"، شهرداری تهران.
- فرزاد بهناش، محمدرضا، کی نژاد، محمدعلی، پیربابایی، محمدتقی، عسگری، علی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان شهر تبریز، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۳، ۳۳-۴۲.
- فلاحی، علیرضا، جلالی، تارا (۱۳۹۲). بازسازی تاب‌آور از دیدگاه طراحی شهری (پس از زلزله ۱۳۸۲ بم)، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۳، ۵-۱۶.
- لک، آزاده (۱۳۹۲). طراحی شهری تاب‌آور، مجله صفا، دوره ۲۳، شماره ۱ (پیاپی ۶۰)، ۹۱-۱۰۴.
- محمدی سرین دیزج، مهدی، احدنژاد روشتی، محسن (۱۳۹۵). ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر مخاطره زلزله (مورد مطالعه: شهر زنجان)، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دوره ۳، شماره ۱، ۱۱۴-۱۰۳.
- مهندسین مشاور شازمند (۱۳۸۴). الگوی توسعه منطقه ۵ شهرداری تهران، مرکز مطالعات و برنامه ریزی شهر تهران.

نویخت، محمدباقر (۱۳۹۳) روش تحقیق پیشرفته. تهران: سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی.

- Allan, P., Bryant, M. (2010). The Critical Role of Open Space in Earthquake Recovery: A Case Study, NZSEE Conference, New Zealand.
- Bruneau, M., Chang, S., Eguchi, R., Lee, G., O'Rourke, T., Reinhorn, A., Shinozuka, M., Kathleen, T., Wallace, W., Winterfeldt, D. (2003). A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities. *Earthquake Spectra*, Vol. 19, Issue 4, pp. 733-752.
- Carpenter, S., Walker, B., Anderies, J. M., Abel, N. (2001). From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?, *Ecosystems*, Vol. 4, Issue 8, pp. 765-781.
- Collier, M. J. Nedovic'-Budic', Z. Aerts, J. Connop, S. Foley, D. Foley, K. Newport, D. McQuaid, S. Slaev, A. Verburg, P. (2013). Transitioning to resilience and sustainability in urban communities, *Cities*, Vol. 32.
- Cutter, S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., Webb, J. (2008) Community and Regional Resilience: Perspectives From Hazards, Disasters, and Emergency Management, CARRI research report 1, Hazards and Vulnerability Research Institute, Department of Geography University of south California.
- Godschalk, D. (2003). Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities, *Natural Hazards Review*, Vol. 4, Issue 3, pp. 136-143.
- Guo, Y. (2012). Urban Resilience in Post-Disaster Reconstruction: Towards a Resilient Development in Sichuan, China, *Disaster Risk Science*. Vol. 3, No. 1, pp. 45-55.
- Khodabakhsh, P., Mashayekhi, S., Malekpour Asl, B. (2015). An Analytical View on Resilience Urban Planning Focusing on Urban Transport Systems and Climate Change, *Social Sciences*, Vol. 2, Issue 3, pp. 213-228.
- Leichenko, R. (2011). Climate change and urban resilience, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 3, Issue 3, pp.164-168.
- Maguire, B., Hagan, P. (2007). Disasters and communities: understanding social resilience, *Emergency Management*, Vol. 22, Issue 2, pp. 16-20.
- Meerow, S. Newell, J.P. Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review, *Landscape and Urban Planning*, Vol. 147, pp. 38-49.
- Sapirstein, G. (2006). Social Resilience: The Forgotten Dimension of Disaster Risk Reduction, *Disaster Risk Studies*, Vol. 1, Issue 1.
- Sharifi, A., Yamagata, Y. (2014) Resilient urban planning: Major principles and criteria, *Energy Procedia*, Vol. 61, pp. 1491-1495.
- Sharifi, A., Yamagata, Y. (2016) Urban Resilience Assessment: Multiple Dimensions, Criteria, and Indicators, *Urban Resilience*, Springer International Publishing, pp. 259-276.
- Tumini, I., Villagra-Islas, a., Herrmann-Lunecke, G. (2017) Evaluating reconstruction effects on urban resilience: a comparison between two Chilean tsunami-prone cities, *Natural Hazards*, Vol. 85, Issue 3, pp 1363-1392.
- Zhai, G., Li, S., Chen, J. (2015) Reducing Urban Disaster Risk by Improving Resilience in China from a Planning Perspective, *Human and Ecological Risk Assessment*, Vol. 21, Issue 5, pp.1206 -1217.