

تبیین چگونگی تأثیر فرم شهری بر تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان شهر تهران*

الناز باقرنژاد^۱، اسفندیار زبردست^{۲*}، محمدمهدی عزیزی^۳

^۱دکترای شهرسازی، دانشکده شهرسازی، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

^۲استاد دانشکده شهرسازی، دانشکده‌گان هنرهای زیبا دانشگاه تهران، تهران، ایران.

^۳استاد دانشکده شهرسازی، دانشکده‌گان هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۲۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۰۹/۱۰)

چکیده

فرم شهری به عنوان الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان می‌تواند نقش مهمی در ارتقا و یا کاهش تاب‌آوری شهری در برابر سوانح ایفا کند. یکی از سؤالاتی که در مورد نحوه ارتباط این دو موضوع مطرح می‌شود این است که آیا فرم شهری در یک مقیاس خاص که متشکل از مؤلفه‌ها و شاخص‌های مختلف است، می‌تواند به عنوان یک بُعد از تاب‌آوری در کنار دیگر ابعاد آن از قبیل بُعد اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، زیرساختی، جامعه‌ای و نهادی در نظر گرفته شود و یا فقط برخی از مؤلفه‌های فرم شهری بر ابعاد تاب‌آوری تأثیر دارند. از آنجایی که مدل‌سازی این امکان را فراهم می‌کند که متغیرها از چه مسیریایی بر یکدیگر اثر می‌گذارند و این که اثرگذاری با چه شدت و جهتی است، در این پژوهش کلان‌شهر تهران و ۳۶۸ محله آن به عنوان محدوده مطالعاتی انتخاب شد. پس از تبیین مؤلفه‌ها و ابعاد فرم شهری و تاب‌آوری با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی در سطح محلات، با تدوین دو مدل معادلات ساختاری، ارتباطات میان فرم شهری و تاب‌آوری و مؤلفه‌های آنها تبیین شد. نتایج حاکی از آن است که با وجود این که شاخص ترکیبی فرم شهری ارتباط معنی‌داری با تاب‌آوری ندارد، مؤلفه‌های فرم شهری در سطح محلات بر ابعاد تاب‌آوری تأثیرات متفاوتی می‌گذارند.

واژه‌های کلیدی

تاب‌آوری در برابر سوانح، فرم شهری، چگونگی تأثیر، مدل معادلات ساختاری، کلان شهر تهران.

*مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری شهرسازی نگارنده اول، با عنوان «تبیین ارتباط میان تاب‌آوری و فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران» می‌باشد که با راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشکده شهرسازی دانشگاه تهران ارائه شده است.

**نویسنده مسئول: تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۱۸۸۹۹، نمابر: ۰۲۱-۶۶۴۱۵۲۸۲، E-mail: zebardst@ut.ac.ir

مقدمه

مطالعات شهری و شهرسازی است. در میان این تحقیقات، هنوز پاسخی تجربی به این که نحوه ارتباط فرم شهری و تاب‌آور به چه صورت است و به‌طور مشخص آیا فرم شهری می‌تواند به عنوان یکی از ابعاد تاب‌آوری در برابر سوانح در نظر گرفته شود، داده نشده است. لذا در این پژوهش جهت پاسخ به این سؤال در مقیاس محله، کلان‌شهر تهران به دلیل جمعیت چند میلیونی و لرزه‌خیزبودن آن (قرارگیری بر روی گسل‌های فراوان) و ۳۶۸ محله آن، به عنوان محدوده‌های جغرافیایی مطالعاتی انتخاب گردید. با توجه به چندبُعدی بودن هر دو موضوع (تاب‌آوری و فرم شهری) ابتدا شاخص‌ها و مؤلفه‌های آنها با تحلیل عاملی اکتشافی شناسایی شده و سپس از مدل معادلات ساختاری جهت تبیین و تحلیل ارتباطات و همبستگی‌های میان فرم شهری و تاب‌آوری، تأثیرات آنها بر یکدیگر در سطح محلات استفاده گردید.

در این راستا، در بخش بعدی ابتدا مروری بر مبانی نظری ارتباط تاب‌آوری و فرم شهری کرده تا مدل مفهومی و مدل تحلیل تدوین شود. در بخش بعد، به توضیح محدوده مورد مطالعه پرداخته می‌شود. سپس جهت عملیاتی کردن مدل مفهومی و تحلیل پژوهش، روش‌شناسی و شاخص‌ها و مؤلفه‌های مورد نیاز تحقیق توضیح داده می‌شود. در بخش یافته‌ها، نحوه ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری با استفاده از روش تحلیل مسیر ارائه و در نهایت در بخش نتیجه‌گیری نحوه ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری بحث و بسط داده می‌شود.

چگونگی رابطه فرم شهری با تاب‌آوری هنوز مشخص نیست. یکی از سؤالاتی که در مورد نحوه ارتباط میان این دو موضوع مطرح می‌شود این است که آیا فرم شهری که متشکل از مؤلفه‌ها و شاخص‌های مختلف است، می‌تواند به عنوان یک بُعد از تاب‌آوری در برابر سوانح در کنار دیگر ابعاد آن از قبیل بُعد اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، زیرساختی، جامعه‌ای و نهادی در نظر گرفته شود و یا فقط مؤلفه‌های آن بر تاب‌آوری و ابعاد آن تأثیر دارند. به دیگر سخن، فرم شهری به عنوان یک شاخص ترکیبی از مؤلفه‌ها و شاخص‌ها، می‌تواند بُعدی از تاب‌آوری باشد؟ فرم شهری به عنوان الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان می‌تواند نقش مهمی در ارتقا و یا کاهش تاب‌آوری شهری در برابر سوانح ایفا کند. بنابراین آن‌چنان که در متون تاب‌آوری شهری آمده‌است، فرم شهر به عنوان یکی از عوامل پیشرو تاب‌آوری مطرح شده است. اما کم‌تر بر این امر متمرکز شده‌اند که فرم شهری چگونه بر تاب‌آوری تأثیر می‌گذارد. اغلب این تحقیقات در سطح تئوریک به مفاهیم فرم‌شهر تاب‌آور پرداخته‌اند- بیشتر آن‌ها فقط در مورد ویژگی‌های فرم‌شهری تاب‌آور بحث نموده (Allan et al., 2013; Dhar & Khirfan, 2016; Feliciotti et al., 2017; Jabareen, 2013) و یا تأثیرات یک بُعد از فرم‌شهر را بر تاب‌آوری بررسی کرده‌اند (Mohajeri et al., 2015). شریفی (Sharifi, 2018, 2019 a,b) منحصراً فرم‌شهری تاب‌آور را در مقیاس‌های مختلف تعریف کرده است. لذا موضوعی که در مطالعات تاب‌آوری کم‌رنگ است، ارتباط آن با فرم شهری با وجود اهمیت آن در

پیشینه پژوهش: ارتباط تاب‌آوری و فرم شهری

فرم شهری پنهن، فضاها و چندظرفیتی و متنوع، نامعلومی، ناهمگنی، مدولاریتی و پیوستگی است (Dhar & Khirfan, 2016). آلن و همکاران (Allan et al., 2013) جهت سنجش ابعاد مرفولوژیک بر تاب‌آوری پس از زلزله شش معیار تنوع، مدولاریتی، نوآوری، بازخوردهای محکم، همپوشانی در حکمروایی، خدمات اکوسیستم و سرمایه اجتماعی و تغییرپذیری که هم در تاب‌آوری و هم تئوری‌های طراحی شهری مورد استفاده قرار می‌گیرند را معرفی می‌کند. در مطالعات داخلی، زبردست و همکاران (۱۳۹۹)، براساس ماهیت فرم شهری و تاب‌آوری، جهت دستیابی به ویژگی‌های شهر تاب‌آور از طریق فرم شهری، فرم شهری را از نظر ویژگی‌هایی همچون استحکام، تنوع، ارتباطات، کارآمدی، افزونگی، مدولاریتی بازتعریف کرده‌اند. در این پژوهش نیز ویژگی‌های استحکام، تنوع، ارتباطات، کارآمدی، افزونگی، مدولاریتی، ارتباط میان فرم شهری و تاب‌آوری در برابر سوانح را توضیح می‌دهد.

براساس ویژگی‌های بالا در خصوص فرم شهری تاب‌آور، افزایش و یا کاهش شاخص‌های فرم شهری تأثیر متفاوتی بر ویژگی‌های تاب‌آوری دارد. به عنوان مثال دسترسی به مراکز تجاری، از طریق افزایش تنوع فعالیت و افزایش میزان دسترسی هر محله به نیازهای اصلی خود در هنگام بحران، موجب ارتقای ویژگی مدولاریتی می‌شود. هم‌چنین، امکان تأمین منابع مورد نیاز در سطح محلات در صورت اخلاص در بخشی از شهر، موجب افزونگی در سطح شهر می‌شود و از کاهش کارایی سیستم در زمان بحران جلوگیری می‌کند. هم‌چنین افزایش تعداد و مساحت پارک‌ها علاوه بر ایجاد تنوع فعالیت در سطح محلات، به دلیل این که

فرم شهری نمود فضایی و کالبدی فعالیت‌های انسانی در شهر است که تعاملات پیچیده میان فاکتورهای مختلف اجتماعی، اقتصادی، تکنولوژیکی و زیست محیطی را شامل می‌شود (Clifton et al., 2008, Sharifi, 2018, 2019 a). اما همان‌طور که ویژگی‌های تاب‌آوری خود پارادکس‌های مختلف از ثبات در مقابل تغییر، انعطاف در برابر کارایی، مقاومت در برابر تغییرپذیری را شامل می‌شود، میان ویژگی‌های شهر تاب‌آور و ویژگی‌های ذاتی فرم شهری نیز، پارادکسی مشاهده می‌شود: معنی دار بودن ارتباط فرم شهری با تاب‌آوری، در تضاد با صلب بودن فرم شهری در برابر ویژگی‌های تاب‌آوری است. در اصل، فرم شهری در طول سالیان، کم‌تر تغییر و تحول می‌یابد و انعطاف‌پذیری کم‌تری نشان می‌دهد و در مقابل ویژگی‌های اصلی تاب‌آوری از جمله انعطاف‌پذیری، همکاری، خودسازماندهی، کاردانی و حکمرانی و غیره قرار می‌گیرد. بنابراین برای پاسخ به این پارادکس ابتدا باید ویژگی‌هایی که فرم شهری موجب ارتقای تاب‌آوری می‌شود را بررسی کرد تا مشخص شود که فرم شهری بر کدام ویژگی‌های تاب‌آوری تأثیر می‌گذارد.

فلوسیتی و همکاران پنج ویژگی تنوع، افزونگی و مدولاریتی، ارتباطات و کارآمدی را ویژگی‌های فرم شهری تاب‌آور معرفی کرده‌اند (Feliciotti et al., 2017). در مطالعات تجربی ده‌ها و خیرفان در چارچوب پیشنهادی خود برای تاب‌آوری شهری، مفاهیمی که در خصوص ارتباط فرم و تاب‌آوری به آنها اشاره شده است، شامل هماهنگی با طبیعت،

گرفتند، ابعاد دیگر تاب‌آوری از جمله اجتماعی و اقتصادی و نهادی و غیره در ارتباط با فرم شهری بررسی نشده‌اند. براساس نتایج این مطالعه، مرکزیت و نفوذپذیری و عرض معابر شاخص‌هایی‌اند که بر تاب‌آوری در برابر سوانح به خصوص زلزله تأثیر می‌گذارند. در این مطالعه، تأثیر دیگر ویژگی‌های فرم شهر از جمله تراکم و تنوع جهت ارزیابی فرم شهری تاب‌آور به خصوص زمانی که لبه راه‌ها بررسی می‌شوند، اشاره شده است (Sharifi, 2019b). در تحقیق دیگری، ارتباط میان پراکنده‌روی شهری (با شاخص‌های تراکم، اختلاط کاربری، ارتباطات راه‌ها و مرکزیت) و تاب‌آوری در ۹۹۵ شهرستان امریکا سنجیده شده است. نتایج حاکی از آن است که شهرهای فشرده‌تر، تاب‌آوری بیشتری با در نظر گرفتن ابعاد اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، نهادی و شایستگی جامعه داشته‌اند. اما با در نظر گرفتن مؤلفه‌های پراکنده‌روی و تاب‌آوری به‌طور جداگانه، فشرده‌گی بر تاب‌آوری جامعه‌ای و اجتماعی تأثیر منفی داشته، بعد زیرساختی و نهادی ارتباط مثبت با فشرده‌گی شهری (و منفی با پراکنده‌روی) داشته است (Lee, 2016). در مطالعات داخلی، زبردست و همکاران (۱۳۹۹)، پس از تبیین مؤلفه‌ها و ابعاد دو موضوع، با استفاده از تحلیل رگرسیون ارتباط میان مؤلفه‌های فرم شهری و ابعاد تاب‌آوری را بررسی کرده‌اند تا مؤلفه‌هایی از فرم شهری که بر تاب‌آوری تأثیر می‌گذارد را بیابند. این تحقیقات به‌طور مشخص تنها به تأثیرات اجزا و یا مؤلفه‌های فرم شهری بر تاب‌آوری پرداخته‌اند.

بنابراین، با توجه به مطالعات صورت گرفته و مشخص شدن ویژگی‌های تاب‌آوری که فرم شهری می‌تواند موجب شود، اهمیت تأثیر فرم شهری بر تاب‌آوری مشخص است. اما موضوعی که مطرح می‌شود چگونگی ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری است. به عبارت دیگر با توجه به اهمیت فرم شهری در تاب‌آوری، آیا فرم شهری می‌تواند به عنوان یکی از ابعاد تاب‌آوری در کنار دیگر ابعاد تاب‌آوری در برابر سوانح قرار گیرد. جهت پاسخ به این سؤال در ادامه ابتدا مدل مفهومی و حالت‌های مختلفی که فرم شهری می‌تواند بر تاب‌آوری تأثیر بگذارد تدوین می‌شود تا براساس آن مدل تحلیل پژوهش مشخص شده و چگونگی رابطه فرم شهری و تاب‌آوری در محدوده مورد مطالعه تحلیل گردد.

مدل مفهومی و تحلیل پژوهش

در پژوهش حاضر جهت پاسخ به سؤال اصلی در خصوص نحوه و چگونگی ارتباط میان فرم شهری و تاب‌آوری، دو حالت زیر در نظر گرفته شده است: الف) اگر فرم شهری به عنوان یک شاخص ترکیبی با تاب‌آوری ارتباط معنی‌داری داشته باشد، فرم شهری به عنوان یکی از ابعاد تاب‌آوری محسوب می‌شود؛ ب) در صورت رد حالت بالا، فقط مؤلفه‌ها و شاخص‌های فرم شهری که با ابعاد تاب‌آوری در برابر سوانح ارتباط معنی‌داری دارند، به عنوان شاخص‌ها و مؤلفه‌های فرم شهری مؤثر بر تاب‌آوری معرفی می‌شوند.

بنابراین باغناویت به مدل مفهومی، فرم شهری و تاب‌آوری ارتباط دارند. این موضوع با سنجش ارتباط میان اجزای فرم شهری و ابعاد تاب‌آوری امکان‌پذیر است (موضوعی که در تحقیقات پیشین صورت گرفته است). اما این پژوهش به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا فرم شهری می‌تواند به عنوان یکی از ابعاد تاب‌آوری در کنار دیگر ابعاد در نظر گرفته شود (تصویر ۱. الف) یا فقط برخی از شاخص‌ها و یا مؤلفه‌های فرم شهری بر ابعاد تاب‌آوری تأثیر دارند (تصویر ۱. ب).

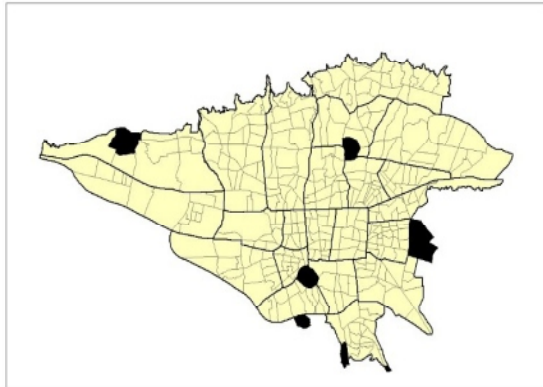
در زمان زلزله تخریب نمی‌شوند و می‌توان از آنها در اسکان اضطراری استفاده نمود، میزان افزونگی و کارایی را در سطح سیستم شهری افزایش می‌دهند. اندازه قطعات با توجه به میزان آن‌ها متفاوت عمل می‌کند. در واقع تعداد زیاد قطعات کوچک در کنار محدود قطعات بزرگ ساختار پیچیده کارایی را موجب می‌شود: قطعات کوچک انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به تغییر سریع عملکرد خود دارند و به همین دلیل تعداد بیشتر قطعات کوچک می‌توانند تنوع بیشتری را ایجاد کنند. حال دیگر قطعات بزرگ، مکان‌های مناسبی برای پذیرفتن عملکردهای خاص هستند. از سوی دیگر تنوع قطعات در یک محله موجب جذب افراد و سرمایه‌های متفاوت و افزایش احتمال فراهم آمدن عملکردها در محلات می‌شود که خود موجب افزایش افزونگی و مدولاریتی می‌شود. البته کوچک‌بودن پیش از حد قطعات (کم‌تر از ۵۰) امکان استفاده مجدد (تغییر عملکرد) آن را کاهش داده و موجب کاهش کارایی می‌شود.

از سوی دیگر، برخی مطالعات محدود، ارتباط میان فرم شهری و تاب‌آوری را به صورت تئوریک مطرح کرده‌اند. شریفی (۲۰۱۸) با تعریف فرم شهری تاب‌آور به عنوان درجه‌ای که می‌تواند یکپارچگی و عملکرد سیستم‌های شهری را در برابر تغییرات همیشگی شرایط اجتماعی-اقتصادی و زیست‌محیطی حفظ کند، - سیستم‌های شهری با شبکه‌ای از سیستم‌های فضایی و اجتماعی-زیست‌محیطی به‌هم پیوسته در ارتباط‌اند که مشخصه آن‌ها نیز پویایی فضایی-زمانی تدریجی است- چارچوب مفهومی را برای ارزیابی تاب‌آوری فرم شهری ارائه کرده است (Sharifi, 2018). جبارین (۲۰۰۶) مفاهیم شهری مختلفی را در ارتباط با مرفولوژی شهری (فشرده‌گی، حمل و نقل پایدار، تراکم و کاربری زمین مختلف، تنوع، طراحی براساس انرژی خورشیدی و فضای سبز) شناسایی کرده و چهار نوع فرم شهری پایدار توسعه نئوسنتی، مهار شهری و شهر فشرده و اکوشهر را معرفی می‌کند (Y. R. Jabareen, 2006). وی فرم شهری پایدار را به عنوان یکی از اجزای تاب‌آوری معرفی کرده است و اذعان دارد که فرم کالبدی شهر بر ساکنین و اکوسیستم، فعالیت‌های روزانه و حتی تغییرات آب و هوایی تأثیر می‌گذارد (Jabareen, 2013).

برخی مطالعات نیز به صورت تجربی به تحلیل ارتباط مؤلفه‌های فرم شهری و ابعاد تاب‌آوری پرداخته شده‌اند. به‌طور مثال، تحقیقی تأثیر اختلاط کاربری، تراکم جمعیت، نوع ساختمان‌ها و تنوع از معیارهای فرم شهری را بر تاب‌آوری پس از سوانح تحلیل کرده است. نتایج حاکی از آن است که از میان معیارهای فرم شهری، حتی زمانی که متغیرهای زمینه‌ای از جمله سطح درآمد و مالکیت مسکن به عنوان معیارهای کنترلی در نظر گرفته شده‌اند، تراکم جمعیتی ارتباط مستقیم بر تاب‌آوری سوانح دارد. البته این ارتباط به صورت غیر خطی بوده و تراکم متوسط روبه بالا بیشترین تاب‌آوری را داشته است (Irajifar et al., 2016). شریفی (2019b) در مطالعه دیگر با روش فراتحلیلی، به شناسایی شبکه‌های ارتباطی تاب‌آور پرداخته است. وی با توجه به ویژگی‌های تاب‌آوری، پنج ویژگی شبکه راه‌ها از جمله مرکزیت و نفوذپذیری که جز تیپولوژی شبکه و عرض، لبه و جهت راه‌ها که جزو طراحی شبکه راه‌ها محسوب می‌شود، را از منظر تاب‌آوری با مرور ادبیات جهانی تحلیل کرده است. البته با توجه به این موضوع که مطالعات بیشتر در ارتباط با دو بُعد زیرساختی و محیط زیستی صورت

روش پژوهش، رویکردها، ابعاد و شاخص‌ها، داده‌های پژوهش

با توجه به هدف پژوهش مبنی بر تحلیل چگونگی ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری و مدل مفهومی، روش اصلی تبیینی است. این نوع تحقیق در صدد پیدا کردن روابط علت و معلولی بین متغیرهای مختلف است. از آنجایی که تنها شواهد و یافته‌های علمی معدود و اندکی (چند شاخص مشترک) در خصوص تأثیر فرم بر تاب‌آوری وجود دارد، لذا پژوهش حاضر با روش اکتشافی نحوه ارتباط و تأثیر مؤلفه‌های فرم شهری (به عنوان بستر و نمود فضایی، کالبدی فعالیت‌های انسانی) بر تاب‌آوری شهری در برابر سوانح را به دست می‌آورد. هم‌چنین با توجه به این که تحلیل و ارزیابی ارتباط میان فرم شهری و تاب‌آوری شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران صورت گرفته است، این پژوهش جزو مطالعات تجربی و پژوهش موردی محسوب می‌شود. جهت عملیاتی کردن مدل مفهومی و یافتن نحوه ارتباط فرم شهری با تاب‌آوری، با توجه به چندبُعدی بودن تاب‌آوری و فرم شهری، سه مرحله صورت گرفته است که در هر مرحله



تصویر ۲- محدوده‌های مورد مطالعه: محلات کلان‌شهر تهران، محلات حذف شده (مشکی).

در راستای تبیین ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری، مدل تحلیل پژوهش (جدول ۱) ارائه گردید. مدل تحلیلی مانند یک لولایی عمل می‌کند که طرح نظری مسأله تحقیق تدوین شده محقق را با کار بعدی‌اش که مشاهده و تحلیل اطلاعات است به یکدیگر متصل می‌کند (طالب، ۱۳۸۰). در مدل تحلیلی پیشنهادی، ابتدا پاسخ چهار سؤال اصلی تاب‌آوری چه چیزی، در برابر چه چیزی، در چه زمانی و با چه هدفی تدقیق و مشخص گردید. با توجه به هدف پژوهش، فرم تاب‌آوری شهری در برابر زلزله پیش از وقوع حادثه (در فاز برنامه‌ریزی) در سطح محلات، ارزیابی می‌شود. پس از معرفی محدوده مورد مطالعه، در بخش روش تحقیق، روند عملیاتی کردن مدل مفهومی و تحلیلی، روش سنجش فرم شهری، تاب‌آوری و نحوه ارتباط میان این دو در سطح محلات کلان‌شهر تهران توضیح داده شده است.

محدوده مورد مطالعه: محلات کلان‌شهر تهران

امکان سنجی چارچوب نظری ارائه شده و عملیاتی نمودن آن، از طریق تطبیق یافته‌های نظری در ارتباط با مطالعه موردی انجام می‌گیرد. لذا کلان‌شهر تهران با توجه به اهمیت و ضرورت آن به عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب گردید. در این راستا کلیه محلات کلان‌شهر تهران در مجموع ۳۶۸ محله به عنوان محدوده مورد مطالعه جهت یافتن ابعاد تاب‌آوری شهری در برابر سوانح، تبیین مؤلفه‌های فرم شهری در سطح محلات براساس ویژگی‌های فرم شهری آنها و در نهایت تبیین ارتباط میان فرم شهری و تاب‌آوری استفاده شد. با توجه به شاخص‌ها و داده‌های موجود که در مطالعه حاضر استفاده شده‌اند اطلاعات مرکز آمار ایران (۱۳۹۰)، شهرداری تهران (۱۳۹۰)، سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران (۱۳۹۲)، هفت محله تهران به دلیل شرایط خاص و نداشتن اطلاعات حذف شدند.



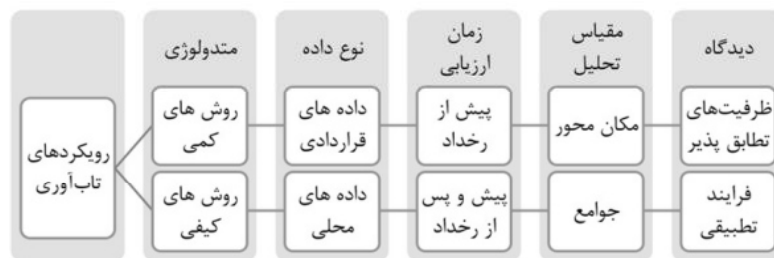
تصویر ۱- مدل مفهومی نحوه ارتباط فرم شهری با تاب‌آوری در برابر سوانح.

جدول ۱- چارچوب تحلیلی رابطه تاب‌آوری و فرم شهری.

تاب‌آوری			
تاب‌آوری در برابر چه چیزی؟	تاب‌آوری برای چه چیزی؟	تاب‌آوری در چه زمانی؟	تاب‌آوری در برابر چه چیزی؟
در برابر سوانح طبیعی به خصوص زلزله	سنجش ظرفیت‌های تطابق‌پذیر برای رسیدن به ویژگی‌های تاب‌آوری: تنوع / ارتباطی / کارآمدی / افزونگی / مدولاریتی	در سطح برنامه‌ریزی در مقیاس محله پیش از وقوع حادثه	در برابر سوانح طبیعی به خصوص زلزله
مؤلفه‌ها و شاخص‌های فرم شهری		ابعاد و شاخص‌های تاب‌آوری ذاتی	
<p>تراکم دسترسی تنوع طرح محله راه و نفوذپذیری</p>		<p>اجتماعی اقتصادی زیرساختی نهادی جامعه‌ای زیست محیطی</p>	

al., 2010, 2014, 2016, Frazier et al., 2013, Norris et al., 2008, Peacock et al., 2010, Sherrieb et al., 2010, UNEP, 2017, Yoon et al., 2013) و (باقرنژاد، عزیزی، ۱۳۹۹؛ داداش‌پور و عادل، ۱۳۹۶؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۴). زبردست و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله خود شاخص‌های تاب‌آوری را براساس سه رویکرد BRIC، CRI، CDRI شناسایی و پس از آماده‌سازی داده‌ها (براساس شاخص‌های مستخرج از سه مدل فوق و اطلاعات قابل دسترس، استانداردهای هم‌سوسازی با هدف مورد سنجش) جهت تعیین ابعاد تاب‌آوری در سطح محلات تهران، از روش کمی تحلیل عاملی اکتشافی در نرم‌افزار SPSS استفاده کرده‌اند. با بررسی‌های مختلف و شاخص‌های برازش خوب مدل در نهایت جهت سنجش میزان تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران، ۲۰ شاخص از مجموعه شاخص‌های فوق انتخاب شد. مقدار آزمون KMO برابر با ۰/۷۸۵ بوده و نشان می‌دهد همبستگی موجود میان داده‌ها برای تحلیل داده‌ها مناسب خواهد بود. ۴ بُعد بیانگر تاب‌آوری دارای مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک می‌باشند که در مجموع ۶۵/۵۷۱ درصد از تغییرات را توضیح می‌دهند (جدول ۲). در این پژوهش نیز از شاخص‌ها و ابعاد تاب‌آوری در سطح محلات کلان‌شهر تهران استفاده می‌شود.

روش‌ها، شاخص‌ها و داده‌های مورد نظر توضیح داده شده است:
مرحله اول تبیین ابعاد معرف تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران: جهت ارتقا و ارزیابی تاب‌آوری و ویژگی‌های آن، روش‌ها و رویکردهای متفاوت در متون تاب‌آوری آورده شده است که می‌توان به‌طور کلی بر اساس روش ارزیابی، آنها را به دو دسته روش‌های کمی و کیفی طبقه‌بندی نمود (تصویر ۳). در این میان مدل‌های ارزیابی تاب‌آوری با استفاده از معیارها و داده‌های قراردادی به ارزیابی کمی تاب‌آوری براساس وضع موجود (تاب‌آوری ذاتی) در محدوده‌های جغرافیایی مختلف و یا سنجش نتایج و تغییرات در طول زمان در یک محدوده خاص می‌پردازند. باید توجه داشت، با وجود این که محصول ویژگی‌های جامعه تاب‌آور پویا است و می‌تواند سالانه، ماهانه، هفته‌ای، روزانه و حتی ساعتی تغییر کند، اما باهدف اندازه‌گیری آن، تنها یک تصویر لحظه‌ای ثابت برای سنجش تاب‌آوری استفاده می‌شود (Cutter et al., 2008). لذا در این تحقیقات جهت ارزیابی ظرفیت‌های تطابق‌پذیر، شاخص‌های تاب‌آوری پیش از وقوع حادثه در شش بُعد اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، نهادی، جامعه‌ای و زیست‌محیطی طبقه‌بندی شده‌اند که موجب ارتقای تاب‌آوری ذاتی در سیستم‌های شهری می‌شوند و با فرایندهای تطابقی پس از بحران در ارتباط تنگاتنگ هستند (Ainuddin & Kumar, 2012, Burton, 2015, Cutter et al., 2008).



تصویر ۳- رویکردهای ارزیابی تاب‌آوری در برابر سوانح، متدولوژی، نوع داده، زمان ارزیابی، مقیاس تحلیل.

مأخذ: (Ahern, 2011, 2013; Chelleri, 2012; Coaffee, 2013; Collier et al., 2013; Cutter et al., 2008; Ernstson et al., 2010; Meerow et al., 2016; Pickett, Cadenasso, & Grove, 2004; Norris et al., 2008, Tyler et al., 2016; Tyler & Moench, 2012)

جدول ۲- شاخص‌ها و ابعاد بیانگر تاب‌آوری در سطح محلات کلان‌شهر تهران منتج از تحلیل عاملی اکتشافی.

عامل	اختصار در مدل	درصد تغییرات	شاخص	بارعاملی
۱- بُعد اجتماعی	Social	۳۱/۷۱۶	نسبت جمعیت با تحصیلات عالیه	۰/۹۱۶
			نسبت اشتغال زنان به مردان	۰/۸۸۷
			درصد جمعیت دارای وسیله نقلیه	۰/۸۸۵
			متوسط تعداد اتاق در واحد مسکونی	۰/۸۵۱
			درصد جمعیت دارای تلفن	۰/۸۳۴
			درصد خانوارهای زن مجرد	۰/۷۸۵
			درصد شاغلین غیرکارگر ساده	۰/۴۳۹
			نسبت جمعیت زنان به کل جمعیت	-۰/۶۹۷
			درصد مالکیت مسکن	۰/۶۴۱
۲- بُعد زیرساختی	Infrastructur	۱۴/۰۳۷	دسترسی به مراکز بهداشتی	۰/۸۴۵
			نسبت تعداد شاغلین به کل مساحت	۰/۷۹۶
			نسبت مساحت کاربری تفریحی و ورزشی به جمعیت	۰/۷۷۵
			دسترسی به بیمارستان‌ها	۰/۴۹
۳- عملکرد اقتصادی	Economic Performance	۱۰/۴۴۱	نسبت سطح تجاری خدماتی به مسکونی	۰/۹۲۶
			نسبت تراکم خالص جمعیتی به متراکم‌ترین مرکز شهری	۰/۹۲
			نسبت مساحت تجاری به کل جمعیت	۰/۴۹۷
۴- بُعد جامعه‌ای	Community	۹/۳۷۷	میزان رضایت از مشارکت شورایی محله	۰/۷۴۸
			سرمایه اجتماعی	۰/۷۴۱
			میزان رضایت از روابط همسایگی	۰/۵۷۹
			میزان رضایت از احساس هویت و تعلق خاطر به محله	۰/۵۲۴
مجموع		۵۷۱/۶۵		Kmo= ۰/۷۸۵

هم‌سوسازی به دلیل این‌که کیفیت مورد سنجش از قبل مشخص نشده است، صورت نگرفت. در فرایند انجام تحلیل عاملی اکتشافی ابتدا ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها بررسی شده‌اند تا شاخص‌هایی که دارای همبستگی بیش از حد می‌باشند ($r > 0/8$) و اطلاعات همانندی را در اختیار پدیده مورد بررسی قرار می‌دهند، حذف شوند. پس از بررسی همبستگی شاخص‌ها و حذف برخی از شاخص‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS، تحلیل عاملی اکتشافی انجام شد. با بررسی‌های مختلف و شاخص‌های برازش خوب مدل در نهایت ۲۲ شاخص تبیین‌کننده شش کیفیت فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران معرفی شده‌اند. جهت روایی مدل، مقدار آزمون KMO برابر با ۰/۷۳۳ بوده و نشان می‌دهد همبستگی موجود میان داده‌ها برای تحلیل داده‌ها مناسب است. شش مؤلفه بیانگر فرم شهری دارای مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک می‌باشند که در مجموع ۷۲/۵۰۳ درصد از تغییرات را توضیح می‌دهند. با توجه به متون مرتبط با تاب‌آوری شهری، تغییر هر یک از شاخص‌های فرم شهری می‌تواند بر تاب‌آوری تأثیر بگذارد که در جدول (۳) مؤلفه‌ها و شاخص‌های معرف فرم شهری به همراه ویژگی‌هایی که با افزایش خود می‌توانند بر تاب‌آوری تأثیر بگذارند (استحکام، تنوع، ارتباطات، کارآمدی، افزونگی، مدولاریتی) آورده شده است. در اصل این موضوع ارتباط تئوریک فرم شهری و تاب‌آوری را نشان می‌دهد که در بخش مبانی نظری به آن پرداخته شد و در اینجا در خصوص مؤلفه‌ها و

مرحله دوم: تعیین شاخص‌ها و مؤلفه‌های معرف فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران: با وجود مطالعات بی‌شمار در خصوص سنجش فرم شهری، شاخص‌های فرم شهری یا به صورت منفرد و جدا از هم سنجیده می‌شود یا در برخی از مطالعات با هدف سنجش میزان پراکنده‌رویی و یا فشردگی، شاخص‌هایی هم‌سو با هدف پژوهش انتخاب شده‌اند. در هر دو حالت، تمامی شاخص‌ها و مؤلفه‌های در برگیرنده فرم شهری در مقیاس مورد نظر تحلیل نمی‌شوند. حال آن‌که باقرنژاد و همکاران (۱۳۹۹) با شناسایی شاخص‌های کمی قابل سنجش در مقیاس محله، علاوه بر یافتن شاخص‌های معرف فرم شهری از تمامی رویکردها در سطح محلات کلان‌شهر تهران، کیفیت‌های فرم شهری به دست آمده از برهمکنش و همبستگی شاخص‌های فرم شهری قابل سنجش در سطح محلات را تعیین نموده و براساس آنها، محلات را در سطح شهر خوشه‌بندی نموده‌اند. آنها پس از شناسایی شاخص‌های فرم شهری در سطح محلات از متون (Boer et al., 2007; Cervero et al., 2009; Lowry & Lowry, 2014; Song et al., 2013; Song & Knaap, 2004, 2007) و مطابقت با داده‌های قابل دسترس، شاخص‌ها و مؤلفه‌های پنهانی فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران را با استفاده از تحلیل عاملی به صورت اکتشافی به دست آوردند. در این مطالعه آماده‌سازی داده‌ها فقط براساس فرایند تغییر و استانداردسازی و بی‌مقیاس کردن داده‌ها صورت گرفت. عمل

جدول ۳- شاخص‌ها و مؤلفه‌های معرف فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران منتج از تحلیل عاملی اکتشافی. مأخذ: (نتایج تحلیل عاملی برگرفته از: باقرنژاد و همکاران، ۱۳۹۹).

اختصار در مدل	مؤلفه‌های فرم شهری	ویژگی‌های تاب‌آوری	بار عامی	شاخص‌های فرم شهری	ویژگی‌های تاب‌آوری هر شاخص	بار عامی
Density	تراکم بودن	افزایش افزونگی، تنوع، ارتباطی، مدولاریتی	۲۵/۰۲۷	افزایش تراکم جمعیتی ناخالص افزایش تراکم مساحت قطعات بالاتر از ۱۰۰۰ (مسکن و عملکردها)، ارتقای کارایی	ارتقای افزونگی، تنوع، ارتباطی	۰/۸۴۳
				افزایش تراکم تقاطع‌ها در یک کیلومتر افزایش درصد افرادی که دسترسی به مراکز خرید محلی در فاصله ۲۰۰ متری خود دارند.	ارتقای ارتباطی ارتقای کارایی، مدولاریتی، افزونگی	۰/۷۹۴ ۰/۷۷۱
				افزایش درصد افرادی که دسترسی به مدرسه ابتدایی در فاصله ۵۰۰ متری خود دارند.	ارتقای کارایی، مدولاریتی، افزونگی	۰/۷۶۳
				افزایش طول خیابان فرعی در یک کیلومتر	ارتقای ارتباطی	۰/۷۵۳
				افزایش میانگین اندازه قطعات افزایش مساحت خالص زمین‌های خالی در هر محله	کاهش ارتباطی، کاهش تنوع کاهش ارتباطی، تنوع، کسارایی و افزونگی	۰/۶۵۸ ۰/۵۸۹
Parks and Vacant areas	میزان دسترسی به فضاهای باز و سبز	افزایش تنوع و افزونگی بسیستگی به تنوع زمین‌خالی/پارک موجب کاهش/افزایش کارایی می‌شود	۱۲/۲۶۸	افزایش تعداد پارک‌ها افزایش طول کوچه در یک کیلومتر افزایش مساحت پارک‌ها افزایش طول بزرگراه‌ها در یک کیلومتر	ارتقای تنوع، افزونگی، افزایش کارایی ارتقای ارتباطی، تنوع ارتقای تنوع، کارایی ارتقای ارتباطی	۰/۷۷۸ ۰/۶۹۷ ۰/۶۱۶ ۰/۶۰۱ ۰/۵۶۱
Non-connectivity	نفوذپذیری	افزایش ارتباطی	۱۱/۱۶۸	افزایش درصد تقاطع‌ها ۴، ۳ و ۵ به کل تقاطع‌ها افزایش تعداد پی‌ست افزایش درصد تقاطع‌های چهارراهی به غیر پی‌ست	ارتقای ارتباطی کاهش ارتباطی ارتقای ارتباطی	۰/۸۶۴ ۰/۸۰۶ ۰/۶۴۴
Access to Commercial	دسترسی به مراکز تجاری	افزایش تنوع، افزونگی، مدولاریتی	۹/۳۴۰	افزایش درصد مساحت تجاری در محله نسبت به کل مساحت واحدهای تجاری شهر افزایش درصد تعداد قطعات تجاری در محله نسبت به کل تعداد واحدهای تجاری شهر	ارتقای تنوع، افزونگی، مدولاریتی ارتقای تنوع، افزونگی، مدولاریتی	۰/۸۹۵ ۰/۸۶۹
Parcel Accessibility	دسترسی به قطعات	افزایش ارتباطی، کارایی	۶/۸۵۷	افزایش طول خیابان اصلی در یک کیلومتر افزایش تراکم مساحت قطعات کم‌تر از ۵۰ متر	ارتقای ارتباطی کاهش کارایی	۰/۷۴۳ ۰/۵۴۹
Transit Accessibility	دسترسی به حمل و نقل عمومی	افزایش تنوع، افزونگی، ارتباطی	۶/۸۴۴	افزایش دسترسی به ایستگاه اتوبوس افزایش دسترسی به ایستگاه مترو	ارتقای تنوع، افزونگی، ارتباطی ارتقای تنوع، افزونگی، ارتباطی	۰/۷۸۷ ۰/۷۲۸
	مجموع		۷۲/۵۰۳	KMO = ۰/۷۳۳		

۲. آزمون کلی: در این مرحله کلیت مدل با استفاده از شاخص‌های برازش کلی تحلیل می‌شوند. در جدول (۴) شاخص‌های برازش مدل ۱ ارائه شده است. مقدار *کای/اسکوئر* (CMIN) بالای مدل نشان می‌دهد که مدل نامطلوبی است و چون $P > 0.05$ نیست، می‌توان تفاوت بین ماتریس‌های کوواریانس مشاهده شده و بازتولید شده را به لحاظ آماری معنادار تلقی کرد و این به معنای نامناسب بودن مدل است. لذا بدون توجه به دیگر شاخص‌های برازش، این ارتباط از لحاظ آماری معنادار نیست و حالت اول مبنی بر فرم شهری به عنوان یکی از ابعاد تاب‌آوری رد می‌شود.

(۲) حالت ب: تأثیر مؤلفه‌های فرم شهری بر تاب‌آوری و ارتباطات میان مؤلفه‌ها

با توجه به این که حالت الف رد شد، در حالت ب جهت تبیین ارتباطات و همبستگی‌های میان مؤلفه‌های فرم شهری و تاب‌آوری مراحل ذیل انجام شد تا تأثیرات آنها بر یکدیگر را در قالب یک مدل مشاهده نماییم:

۱. به منظور اطمینان از قابل قبول بودن مدل‌های اندازه‌گیری و ترسیم مدل در صفحه میانجی AMOS، مدل نهایی براساس نتایج حاصل از تحلیل عاملی مؤلفه‌های فرم شهری با تاب‌آوری در سطح کل محلات ترسیم گردید. ابتدا تمامی ابعاد فرم شهری و تاب‌آوری در مدل ترسیم گردید اما از آنجایی که ارتباط معناداری میان مؤلفه‌های فرم شهری و تاب‌آوری جامعه‌ای پیدا نشد، تاب‌آوری جامعه‌ای در مدل نهایی حذف شد (این امر با نتایج مطالعه زبردست و همکاران (۱۳۹۹) هم‌خوانی دارد) (تصویر ۵).

۲. آزمون کلی: در این مرحله کلیت مدل با استفاده از شاخص‌های برازش کلی تحلیل می‌شوند. در جدول (۵) شاخص‌های برازش مدل ۲ ارائه شده است: شاخص‌های برازش کلی مدل وضعیت مطلوبی را نشان می‌دهد. مقدار *کای/اسکوئر* (CMIN) پایین مدل نشان می‌دهد که مدل مطلوبی است و چون $P > 0.05$ است، نمی‌توان تفاوت بین ماتریس‌های کوواریانس مشاهده شده و بازتولید شده را به لحاظ آماری معنادار تلقی کرد و این به معنای مناسب بودن مدل است. شاخص‌های تطبیقی شاخص‌هایی هستند که بر مبنای مقایسه مدل تدوین شده با یک مدل مبنا محاسبه می‌شوند. در AMOS پنج شاخص بر مبنای مقایسه *کای/اسکوئر* با *کای/اسکوئر* مدل مبنا گزارش می‌شود که همگی آنها بین صفر و یک قرار دارند و هر چه مقدار آنها به مقدار یک نزدیک‌تر شود حاکی از قابل قبول بودن مدل است. با توجه به جدول (۵) NFI، RFI، IFI، TLI، CFI و PCLOSE همگی مقداری در حدود یک هستند که نشان از مطلوب بودن مدل است.

جدول ۴- شاخص‌های برازش مدل حالت الف.

P	D	CMIN	Model
...	۳۰	۳۰۱/۴۴۸	Default model

جدول ۵- شاخص‌های برازش مدل حالت ب.

PCLOSE	CFI	TLI rho ²	IFI Delta ²	RFI rho ¹	NFI Delta ¹	P	DF	CMIN	NPAR	Model
۰/۹۹۴	۰/۹۹۴	۰/۹۸۹	۰/۹۹۴	۰/۹۵۴	۰/۹۷۷	۰/۱۶۳	۱۸	۲۳/۷۶۰	۲۷	Default Model

شاخص‌های تبیین کننده فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران به‌طور مشخص ارائه شده است. ویژگی‌های تاب‌آوری هر شاخص فرم شهری تحلیل نویسنندگان براساس مبانی نظری)

مرحله سوم: تحلیل مدل مفهومی و نحوه ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری با استفاده از روش تحلیل مسیر: در این مرحله لازم است مدلی طراحی شود که فرم شهری و تاب‌آوری را در قالب متغیرهای پنهان که دارای متغیرهای معرف و مشاهده شده هستند، بسنجد. مدل‌های معادله ساختاری به‌طور معمول ترکیبی از مدل‌های اندازه‌گیری و مدل‌های ساختاری‌اند. بر مبنای مدل‌های اندازه‌گیری محقق تعریف می‌کند که کدام متغیرهای مشاهده یا معرف‌ها اندازه‌گیرنده‌ی کدام متغیرهای پنهان هستند و بر پایه مدل‌های ساختاری مشخص می‌شود که کدام متغیرهای مستقل دارای تأثیر بر کدام متغیرهای وابسته‌اند و یا این که کدام متغیرها با یکدیگر همبسته‌اند (قاسمی، ۱۳۹۲). به این ترتیب با بهره‌گیری از این مدل‌ها می‌توان به‌طور هم‌زمان به ارزیابی کیفیت سنجش متغیرها و مقبولیت اثرات مستقیم و غیرمستقیم و هم‌چنین تعامل‌های تعریف‌شده میان متغیرها پرداخت. لذا در پژوهش حاضر جهت یافتن نحوه ارتباط میان تاب‌آوری و فرم شهری دو مدل معادله ساختاری در نرم‌افزار AMOS طراحی و با استفاده از روش تحلیل مسیر تحلیل می‌شوند. در مدل اول فرم شهری و تاب‌آوری به عنوان متغیر پنهانی در نظر گرفته شد که هر کدام بر اساس مؤلفه‌ها و ابعاد مربوط به خود معرفی می‌شوند. در صورت معنادار بودن این رابطه می‌توان فرم شهری را یکی از ابعاد تاب‌آوری در نظر گرفت، در غیر این صورت ارتباط میان مؤلفه‌های فرم شهری و ابعاد تاب‌آوری در مدل دوم تحلیل می‌شود تا ارتباطات میان آنها به‌دست آید.

یافته‌های پژوهش: یافتن نحوه ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری با استفاده از روش تحلیل مسیر

ارتباط میان مؤلفه‌های فرم شهری و ابعاد تاب‌آوری از طریق تحلیل رگرسیون سنجیده شده‌اند که نشان می‌دهد مؤلفه‌های فرم شهری بر تاب‌آوری تأثیر می‌گذارند (زبردست و همکاران، ۱۳۹۹). اما این پژوهش با استفاده از تحلیل مسیر و طراحی دو مدل معادله ساختاری به دنبال این است که آیا فرم شهری که مؤلفه‌های تبیین کننده آن ۶ مؤلفه مطروحه (جدول ۳) است، می‌تواند به عنوان بُعدی از تاب‌آوری در نظر گرفته شود یا این که تنها برخی از مؤلفه‌های فرم شهری بر تاب‌آوری تأثیر می‌گذارند (مدل مفهومی پژوهش (تصویر ۱)):

(۱) حالت الف: فرم شهری یکی از ابعاد تاب‌آوری است، فرم شهری و تاب‌آوری به عنوان متغیرهای پنهان

جهت ترسیم و ارائه مدل مراحل ذیل طی شد:

۱. به منظور اطمینان از قابل قبول بودن مدل‌های اندازه‌گیری و ترسیم مدل در صفحه میانجی AMOS، مدل نهایی براساس نتایج حاصل از تحلیل عاملی مؤلفه‌های فرم شهری و ابعاد تاب‌آوری در سطح کل محلات ترسیم گردید (تصویر ۴).

برآورد پارامترها و آزمون جزئی

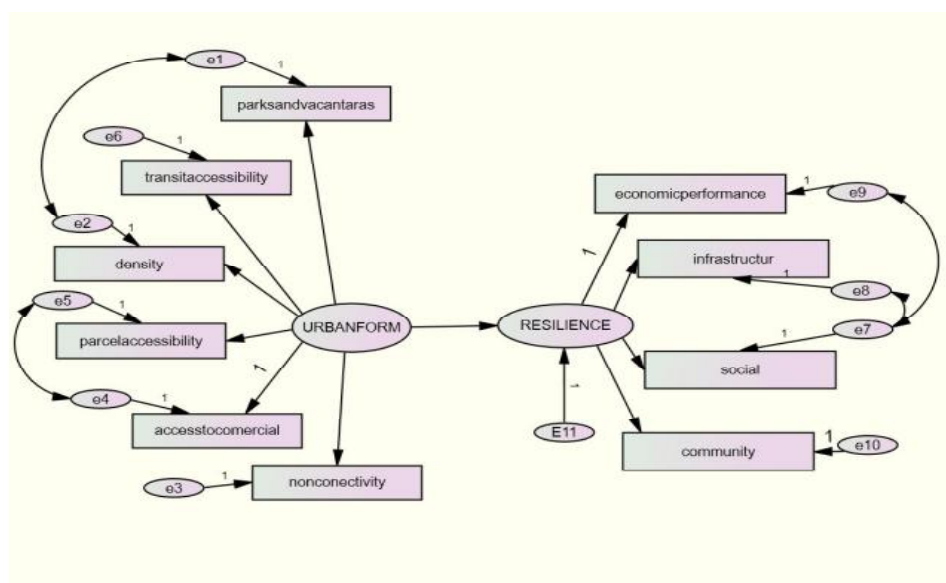
به قطعات، تأثیر مستقیم و دسترسی به مراکز تجاری و دسترسی به پارک، تأثیر معکوس بر ابعاد تاب‌آوری دارند. تصویر (۵) ضرایب تحلیل ساختاری مؤلفه‌های فرم شهری بر تاب‌آوری را نشان می‌دهد. تصویر (۶) ارتباطات میان مؤلفه‌های فرم شهری و ابعاد تاب‌آوری را نشان می‌دهد. در ادامه براساس مدل نهایی تحقیق (تصویر ۵)، شاخص‌های هر یک از مؤلفه‌های فرم شهری (جدول ۳) و تاب‌آوری (جدول ۲) و تأثیراتی که آن شاخص یا مؤلفه‌ی فرم شهری بر افزایش یا کاهش تاب‌آوری دارند (جدول ۳)، نتیجه‌گیری‌های لازم صورت گرفته است:

۱. مؤلفه متراکم‌بودن که مهم‌ترین مؤلفه معرف فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران است، بیشترین تأثیر مثبت را بر بُعد زیرساختی تاب‌آوری دارد. لذا هم‌راستا با متون، تراکم بالا با فراهم کردن تسهیل دسترسی کافی به خدمات و حمل‌ونقل عمومی و حمایت از مدهای سفر فعال موجب افزایش افزونگی، تنوع، مدولاریتی در سطح محلات و

جدول (۶) ضرایب ساختاری میان مؤلفه‌ها نشان می‌دهد. براساس نتایج تحلیل ساختاری شاخص جزئی برازش نشان می‌دهد که کلیه بارهای عاملی دارای تفاوت معناداری با صفر هستند (نماد *** نشان می‌دهد که $P < 0.001$) است، به جز تأثیر مؤلفه دسترسی به قطعات بر میزان عملکرد اقتصادی است. از نظر آماری می‌توان این ارتباط را حذف نمود اما با توجه به کم‌بودن میزان P (با احتمال ۹۵ درصد) و معناداربودن ارتباط میان آنها از نظر تئوریک می‌توان این دو مؤلفه را حفظ نمود. آن‌چنان که در جدول (۶) آورده شده است و از میان مؤلفه‌های فرم شهری، مؤلفه متراکم‌بودن بیشترین تأثیر (۰/۸۰) بر بُعد تاب‌آوری زیرساختی دارد. پس از آن دسترسی به قطعات با تأثیر مستقیم به میزان ۰/۴۴۵ و دسترسی به مراکز تجاری با تأثیر معکوس بر تاب‌آوری اجتماعی به میزان ۰/۴۵- بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری دارند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مؤلفه‌های متراکم‌بودن، دسترسی

جدول ۶- ضرایب ساختاری میان مؤلفه‌های فرم شهری و تاب‌آوری. معادل فارسی اختصارها در جداول (۲) و (۳) آورده شده است.

P	Standardized Regression Weights	Unstandardized Regression Weights	مسیر میان مؤلفه‌ها	
***	۰/۷۹۶	۰/۸۱۴	Density	<--- Infrastructur
***	۰/۱۴۳	۰/۱۳۸	Non-conectivity	<--- Infrastructur
***	-۰/۱۲۲	-۰/۱۲۹	Access to Comercial	<--- Infrastructur
***	۰/۰۷۹	۰/۰۸۱	Transit Accessibility	<--- Infrastructur
***	-۰/۳۴۰	-۰/۳۲۹	Parks and Vacantaras	<--- Infrastructur
***	-۰/۱۵۵	-۰/۱۵۳	Non-conectivity	<--- Social
***	-۰/۳۸۲	-۰/۴۱۵	Access to Comercial	<--- Social
***	۰/۳۹۹	۰/۱۰۹	Access to Comercial	<--- Economic Performance
***	۰/۴۴۸	۰/۴۴۵	Parcel Accessibility	<--- Social
***	۰/۱۸۶	۰/۰۴۹	Transit Accessibility	<--- Economic Performance
***	-۰/۳۹۲	-۰/۱۰۱	Infrastructur	<--- Economic Performance
۰/۰۱۷	۰/۰۹۹	۰/۱۰۴	Transit Accessibility	<--- Social
۰/۰۰۸	۰/۱۱۵	-۰/۰۲۹	Parcel Accessibility	<--- Economic Performance



تصویر ۴- ترسیم مدل حالت الف ساختاری ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری در AMOS در سطح محلات کلان‌شهر تهران.

۶. در سطح محلات کلان‌شهر تهران، نتایج پژوهش مؤلفه نفوذپذیری که منجر به ارتقای ارتباطی می‌شود، چالش‌برانگیز است. افزایش این مؤلفه از یک‌سو تأثیر مثبت بر تاب‌آوری اجتماعی و از سوی دیگر تأثیر منفی بر بُعد تاب‌آوری زیرساختی دارد. این موضوع می‌تواند ناشی از تأثیر متفاوت مؤلفه‌های فرم شهری در اشکال متفاوت فرم بر ابعاد مختلف تاب‌آوری در سطح محلات کلان‌شهر تهران باشد؛

۷. در این مطالعه مؤلفه‌های فرم شهری نقش خاصی در تاب‌آوری جامعه‌ای در سطح محلات کلان‌شهر تهران ندارند. با وجود این که این موضوع با مطالعات نظری هم‌خوانی ندارد اما نتیجه حاصل شده می‌تواند از دوجنبه بررسی شود: اول این که چنان که فرم شهری با بازتعریف خود از نظر استحکام، کارایی، تنوع، مدولاریتی، افزونگی و ارتباطی ارتقای تاب‌آوری را موجب می‌شود و تاب‌آوری جامعه‌ای در سطح محلات کلان‌شهر تهران، بیانگر دیگر ویژگی‌های تاب‌آوری همانند حکمرانی، کردانی، پاسخ‌گویی و سرعت، یادگیری و غیره است، لذا در این مطالعه فرم شهری نقشی در ارتقای تاب‌آوری جامعه‌ای نداشته است و دوم این که با توجه به شاخص‌های تاب‌آوری جامعه‌ای، میزان رضایت از مشارکت شورایی محله، سرمایه اجتماعی، میزان رضایت از روابط همسایگی، میزان رضایت از احساس هویت و تعلق خاطر به محله که عموماً دلایل غیرکالبدی در آنها نقش دارد، می‌تواند موجب شده باشد تا فرم شهری تأثیری بر این بُعد تاب‌آوری نداشته باشد. البته لازم به ذکر است که چرایی این موضوع نیازمند مطالعات بیشتری است؛

۸. از آن جایی که بُعد زیرساختی ۱۰ درصد بر تاب‌آوری اجتماعی به عنوان مهم‌ترین بُعد تاب‌آوری تأثیر گذاشته است، می‌توان گفت ابعاد تاب‌آوری بر یکدیگر تأثیر دارند (در صورتی که مطالعات پیشین این ابعاد را مستقل از هم در نظر گرفته‌اند).

می‌تواند به عنوان زیرساختی برای تاب‌آوری در برابر زلزله باشد. لذا می‌توان نتیجه گرفت که فضاهای باز و سبز در سطح محلات، فقط در ارتباط با کاهش زیرساخت‌های تاب‌آوری معنادار است، حال آنکه می‌تواند در مقیاس‌های دیگر از جمله سطح کلان‌شهر، تأثیر خود را بر تاب‌آوری نشان دهد. هم‌چنین این امر می‌تواند متاثر از تفاوت فرم‌های شهری مختلف همانند فشرده و پراکنده یا دیگر اشکال فرم شهری بر ابعاد تاب‌آوری باشد؛

۴. در سطح محلات کلان‌شهر تهران، مؤلفه دسترسی به مراکز تجاری برخلاف تصور که از طریق افزایش تنوع فعالیتی و افزایش میزان دسترسی هر محله به نیازهای اصلی خود، موجب مدولاریتی و امکان تأمین منابع مورد نیاز در سطح هر محله در صورت اختلال در بخشی از شهر، موجب افزونگی در سطح شهر می‌شوند، تأثیر به شدت منفی بر تاب‌آوری اجتماعی و زیرساختی محلات دارد. این امر را می‌توان به دلیل افزایش بیش از حد مراکز تجاری و به خصوص مال‌سازی کلان‌شهر تهران (به معنای ساخت مگامال‌های بسیار در سطح محلات) و اشباع شدن محلات از نظر کاربری تجاری دانست. این مؤلفه تنها به میزان ناچیز بر مؤلفه عملکرد اقتصادی تأثیر مستقیم داشته است؛

۵. در سطح محلات کلان‌شهر تهران، دسترسی به حمل و نقل عمومی آن چنان که انتظار می‌رفت بر سه بُعد تاب‌آوری اجتماعی، زیرساختی و عملکرد اقتصادی تأثیر مثبت دارد که این امر با مطالعات نظری و کلیدی در این حوزه هم‌خوان است (Sharifi, 2019a). اما این تأثیر بسیار اندک است. ضعف و کمبود سیستم حمل و نقل عمومی در سطح کلان‌شهر تهران و برخورداری کم محلات از نظر دسترسی به حمل و نقل عمومی، می‌تواند دلیل تأثیر کم این مؤلفه بر ابعاد تاب‌آوری باشد. اما با توجه به تأثیر آن بر تمامی ابعاد و در تمامی محلات، افزایش آن، می‌تواند سهم بزرگی در ارتقای تاب‌آوری داشته باشد؛

نتیجه

(حاصل از تحلیل عاملی اکتشافی از ۲۲ شاخص فرم شهری)، ارتباط معنی داری با متغیر پنهان تاب‌آوری در برابر سوانح (مشکل از بُعد اجتماعی، زیرساختی، عملکرد اقتصادی و جامعه‌ای) در سطح محلات کلان‌شهر تهران نداشت. لذا نمی‌توان فرم شهری را بعدی از ابعاد تاب‌آوری دانست و حالت اول رد می‌شود؛

(ب) با وجود معنادار نبودن ارتباط فرم شهری و تاب‌آوری، مؤلفه‌های فرم شهری بر تاب‌آوری تأثیر می‌گذارند.

باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، مؤلفه متراکم‌بودن که مهم‌ترین مؤلفه معرف فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران است، بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری به خصوص تاب‌آوری زیرساختی با افزایش ویژگی‌های افزونگی، تنوع، مدولاریتی در سطح محلات داشته است. از دیگر سو، مؤلفه دسترسی به قطعات با افزایش ارتباطات و کارایی موجب افزایش مهم‌ترین بُعد تاب‌آوری یعنی بُعد اجتماعی شده است. دسترسی به حمل‌ونقل عمومی نیز مؤلفه دیگری از فرم شهری است که بر سه بُعد تاب‌آوری اجتماعی، زیرساختی و عملکرد اقتصادی تأثیر مثبت هرچند اندک داشته است. این در حالی است که مؤلفه دسترسی به مراکز تجاری تأثیر به‌شدت منفی بر تاب‌آوری اجتماعی و زیرساختی و مؤلفه دسترسی به فضای باز و پارک‌ها نیز تأثیر منفی بر تاب‌آوری

این پژوهش سعی بر آن داشته که نحوه تأثیر فرم شهری بر تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران را تحلیل نماید. برای این کار، دو حالت مدل مفهومی در نظر گرفته شد که نحوه ارتباط میان این دو موضوع را نشان می‌دهد: الف) اگر شاخص ترکیبی فرم شهری با تاب‌آوری ارتباط معنی‌دار داشته باشد، می‌توان فرم شهری را به عنوان یکی از ابعاد تاب‌آوری همانند ابعاد اقتصادی، اجتماعی و دیگر ابعاد تاب‌آوری در نظر گرفت؛ ب) در صورت رد حالت قبل، میزان و چگونگی ارتباط (مستقیم و یا معکوس) مؤلفه‌های فرم شهری با ابعاد تاب‌آوری مشخص شود.

با توجه به هدف و مدل مفهومی پژوهش از مدل ساختاری تحلیل مسیر استفاده گردید. این مدل‌ها ترکیبی از مدل‌های اندازه‌گیری و مدل‌های ساختاری‌اند و امکان مشخص کردن متغیرهای پنهان و مشاهده‌شده و تأثیرات میان آنها را در آن واحد فراهم می‌کنند. بر اساس دو حالت مدل مفهومی، دو مدل معادله ساختاری طراحی گردید و بر اساس معناداربودن ارتباطات نتایج ذیل حاصل گردید:

الف) فرم شهری به عنوان متغیر پنهان تأثیرپذیر مشکل از مؤلفه‌های متراکم‌بودن، دسترسی به فضای سبز و خالی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، نفوذپذیری، دسترسی به قطعات و دسترسی به مراکز تجاری

طرح‌های شهری در نظر گرفته شوند. بنابراین، برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود تا نقش فرم‌های شهری متفاوت همانند متراکم و پراکنده بر تاب‌آوری و ابعاد آن در سطح محلات ارزیابی و تحلیل شود تا پاسخی به نتایج چالش برانگیز این مقاله از جمله تأثیر منفی مؤلفه‌های دسترسی به فضاهای باز و سبز و دسترسی به مراکز تجاری و تفاوت تأثیر مؤلفه نفوذپذیری بر ابعاد تاب‌آوری داده شود. همچنین باتوجه به این امر که در این پژوهش ارتباط تاب‌آوری و فرم شهری در سطح محلات تحلیل شده است، پیشنهاد می‌شود تأثیر فرم شهری در مقیاس‌های مختلف بر تاب‌آوری شهری نیز بررسی شوند. از سوی دیگر تأثیر هر یک از مؤلفه‌های فرم شهری که معرف فرم شهری در سطح محلات کلان‌شهر تهران هستند، می‌توانند به صورت جداگانه تحلیل شوند و به تفصیل تأثیراتشان بر تاب‌آوری تعیین شود تا به صورت کاربردی در طرح‌های شهری و مدیریت بحران استفاده شوند.

زیرساختی داشته‌اند که با متون نظری و تجربی در تضاد هستند. تأثیر منفی این دو مؤلفه در کنار تأثیر متفاوت مؤلفه نفوذپذیری بر تاب‌آوری اجتماعی و زیرساختی، نیاز به مطالعات بیشتر جهت یافتن چرایی این موارد و به خصوص تأثیر فرم‌های متفاوت بر تاب‌آوری را نشان می‌دهد. با این حال از نتایج این پژوهش می‌شود در حوزه تاب‌آوری و فرم شهری راهکارهایی از جمله توجه به میزان بالای تاب‌آوری محلات با تراکم بالا که می‌تواند در توسعه محلات جدید با زیرساخت‌های کم تاب‌آوری مورد نظر قرار گیرد، تقویت سیستم حمل و نقل عمومی، افزایش ارتباطات در سطح محله به خصوص با افزایش راه‌های اصلی محلات، توجه به ظرفیت محلات از نظر جانمایی مراکز تجاری بیشتر، جهت افزایش تاب‌آوری در برابر زلزله بهره جست. از سوی دیگر همبستگی میان ابعاد تاب‌آوری نشان می‌دهد که فرم شهری و ابعاد کالبدی نقش مهمی در افزایش تاب‌آوری دارند که باید در مطالعات و

national Journal of Disaster Risk Reduction, 2, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2012.07.003>

Allan, P., Bryant, M., Wirsching, C., Garcia, D., Allan, P., Bryant, M., ... Rodriguez, M. T. (2013), The Influence of Urban Morphology on the Resilience of Cities Following an Earthquake The Influence of Urban Morphology on the Resilience, *Journal of Urban Design*, 18(2), pp. 242–262. <https://doi.org/10.1080/13574809.2013.772881>

Boer, R., Zheng, Y., Overton, A., Ridgeway, G. K., & Cohen, D. A. (2007), Neighborhood Design and Walking Trips in Ten U.S. Metropolitan Areas, *American Journal of Preventive*.

Burton, C. G. (2015), A Validation of Metrics for Community Resilience to Natural Hazards and Disasters Using the Recovery from Hurricane Katrina as a Case Study, *Annals of the Association of American Geographers*, 105(1). <https://doi.org/10.1080/00045608.2014.960039>

Cervero, R., Sarmiento, O. L., Jacoby, E., Gomez, L. F., & Neiman, A. (2009), Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogot a, *International Journal of Sustainable Transportation*, 3, pp. 203–226. <https://doi.org/10.1080/15568310802178314>

Chelleri, L. (2012), From the «Resilient City» to Urban Resilience. A review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban systems, *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 582, pp. 287–306. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29470-9_2

Clifton, K., Ewing, R., Knaap, G. J., & Song, Y. (2008), Quantitative analysis of urban form: a multidisciplinary review. *Journal of Urbanism: International Research on Place-making and Urban Sustainability*, 1(1), pp. 17–45. <https://doi.org/10.1080/17549170801903496>

Coaffee, J. (2013), Towards Next-Generation Urban Resilience in Planning Practice: From Securitization to Integrated Place Making. *Planning Practice & Research*, 28(3), pp. 323–339.

فهرست منابع

باقرنژاد، الناز؛ زبردست، اسفندیار، و عزیزی، محمدمهدی (۱۳۹۹)، تبیین شاخص‌ها، کیفیت‌های فرم‌شهری و توزیع فضایی آن‌ها در سطح محلات کلان‌شهر تهران، *نامه هنر معماری و شهرسازی*، ۲۶، صص ۵–۲۲.

باقرنژاد، الناز؛ عزیزی، محمدمهدی (۱۳۹۹)، توزیع فضایی تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران، *هویت شهر*، ۴۲، صص ۵–۱۸.

داداش‌پور، هاشم؛ عادل، زینب (۱۳۹۴)، سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه‌ی شهری قزوین، *دوفصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت بحران*، ۸، صص ۷۳–۸۴.

رضایی، محمدرضا؛ مجتبی، رفیعیان، و حسینی، سیدمصطفی (۱۳۹۴)، سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله، *مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران، پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، ۴۷(۴)، صص ۶۰۹–۶۲۳.

زبردست، اسفندیار؛ عزیزی، محمدمهدی، و باقرنژاد، الناز (۱۳۹۹)، تبیین ارتباط فرم‌شهری با تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران، *مسکن و محیط روستا*، شماره ۱۷۰، صص ۱۵–۲۸.

سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران (۱۳۹۲)، *نقشه‌های کاربری زمین شهر تهران*.

شهرداری تهران (۱۳۹۰)، *مطالعه سنجش عدالت و عوامل مرتبط با آن در شهر تهران (Urban-Heart1)*، تهران.

قاسمی، وحید (۱۳۹۲)، *مدل‌سازی معادله ساختاری در پژوهش‌های اجتماعی با کاربرد Amos Graphics*، تهران، انتشارات جامعه‌شناسان. مرکز آمار ایران (۱۳۹۰)، *سرشماری نفوس و مسکن شهر تهران در سطح بلوک‌های آماری*، تهران.

Ahern, J. (2013), Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design, *Landscape Ecol*, 28, 1203–1212. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z>

Ahern, J. (2011), From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world, *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021>

Ainuddin, S., & Kumar, J. (2012), Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan, *Inter-*

Assessing How Urban Form Effects Disaster City Resilience at Tehran Metropolis Neighborhoods*

*Elnaz Baghernejhad¹, Esfandiar Zebardast^{**2}, Mohammad Mehdi Azizi³*

¹Ph.D. in Urban Planning, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran.Tehran,Iran.

²Professor, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran.Tehran,Iran.

³Professor, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran.Tehran,Iran.

(Received: 11 Feb 2021, Accepted: 1 Dec 2021)

Urban form as the physical structure of the city, directly affects its ability in confronting natural disasters. Besides, as the spatial and physical presentation of human activities is the main context for various social, economic, and environmental aspects of urban resilience. Nevertheless, resilient urban form is still unknown in city resilient literature and despite the abundance of studies on urban resilience, research on the link between this quality and urban form is limited and fragmented. Resilience literature has defined resilient city characteristics and has set social, economic, infrastructural, institutional, environmental and community domains to achieve disaster resilient city. In order to understand how urban form can affect city resilience, this research based on resilient city characteristics, redefines urban form qualities such as robustness, redundancy, modularity, diversity, and efficiency as resilient urban form qualities. Thus, this study sheds more light on the relationship between urban form and resilience by assessing the relationship between these two phenomena to find out whether urban form can be one of resilience domains or only resilience domains can be affected by urban form's components, based on explanatory, experimental and exploratory methodologies. The study area is Tehran metropolis and explicitly focuses on its 368 Neighborhoods. For this purpose, first, community disaster resilience in Tehran metropolis is assessed. In this regard, a set of resilient indicators extracted from three evaluation models (BRIC, CRI و CDRI) were used to evaluate and construct a resilient composite index for Tehran metropolis. By using exploratory factor analysis, the resilience dimensions are shown in four social, infrastructure, economic performance, and community domains. Second, urban form components are evaluated in the scale of a neighborhood, explaining six factors of denseness, green and vacant area accessibility, non-permeability, retail accessibility, plot accessibility and transit accessibility. Then, to achieve the main objective

of this research, evaluation of the relationship between urban form and resilience, structural equation modeling (SEM) are applied. Therefore, in the present study, to find the relationship between resilience and urban form, two structural equation models are designed in AMOS software and analyzed by path analysis method. In the first model, urban form and resilience were considered as hidden variables, each of which was introduced based on its respective components and dimensions. As this relationship was not significant, the urban form cannot be considered as one of the dimensions of resilience. Then, the relationship between the components of the urban form and the resilience dimensions in the second model was analyzed to obtain the relationships between them. The results show that (1) none of the urban form components has significant effect on community resilience, (2) urban form components play different roles on various domains of urban resilience, in which denseness component as a major component of urban form has positive impact on infrastructure resilience but access to plot has significant impact on social resilience as a main domain of resilience. The other two urban form components such as transit and retail accessibility have positive impact on three social, infrastructure and economic performance. In sum, however urban form cannot be defined as an individual domain of urban disaster resilience, its elements and components have a significant impact on different aspects of resilience and resilient policies.

Keywords

Urban Form, City Resilience, Tehran Metropolis Neighborhoods.

*This article is extracted from the first author's urban planning doctoral dissertation, entitled: "analyzing the relationship between resilience and urban form at the scale of Tehran's urban neighborhoods" under the supervision of second author and the advisory of third author at the School of Urban Planning, University of Tehran.

** Corresponding Author: Tel: (+98-21) 66418899, Fax: (+98-21) 66415282, E-mail: zebardst@ut.ac.ir