فصلنامه مطالعات مدیریت شهری
سال سیزدهم/ شماره چهل و ششم/ تابستان ۱۴۰۰

سنجش و ارزیابی تاب‌آوری ساختار کالبدی- فضایی محلات شهری در برابر زلزله

(نمونه موردی: محله مینودر شهر قزوین)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱

هاله سادات نبوی رضوی
دانش آموخته دکتری، گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، ایران. *haleh_nabavi@yahoo.com*
منوچهر طبیبیان
استاد گروه شهرسازی پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، استاددانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین، دانشکده معماری و شهرسازی. (نویسنده مسئول) *mtabibian@yahoo.com.au*

چکیده

مقدمه و هدف پژوهش: یک شهر تاب‌آور، شبکه‌ای از سیستم‌های اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، سیاسی، روانی و کالبدی پایدار جامعه است. بر اساس نظریات ساختارگرایان، می‌توان ساخت نظام کالبدی-فضائی شهر را، به‌عنوان برآیند نیروهای وارده از سوی سایر نظام‌ها، موردبررسی قرار داد. هدف این پژوهش ارزیابی تاب‌آوری ساختار کالبدی فضایی محله مینودر در برابر زلزله است.

روش پژوهش: روش تحقیق این پژوهش توصیفی- تحلیلی است. جهت سنجش میزان آسیب‌پذیری محله مینودر از توزیع ۱۵ پرسشنامه بین متخصصین شهری و زلزله و ایجاد لایه‌های اطلاعاتی در نرم‌افزار GIS استفاده شده است. همچنین جهت سنجش میزان تاب‌آوری ساختار کالبدی فضایی محله مینودر جهت کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله، علاوه بر نظر کارشناسان، ۳۲۰ پرسشنامه تکمیل‌شده توسط ساکنان مورد استناد قرار گرفته است.جهت تحلیل سؤالات پژوهش، از آزمون رگرسیون استفاده شده است.

یافته‌ها: تحلیل یافته بیانگر این است که ازنظر شاخص‌های معیار فرم، ۲۳٪ محله دارای آسیب‌پذیری زیاد، ۵۹٪ آسیب‌پذیری متوسط و ۱۸٪ محله آسیب‌پذیری کمی در برابر زلزله دارد. به‌علاوه ازنظر شاخص‌های معیار فعالیت، ۶٪ از مساحت محله از آسیب‌پذیری زیاد، ۱۱٪ از آسیب‌پذیری متوسط و ۸۳٪ محله از آسیب‌پذیری کمی در برابر زلزله برخوردار است.

نتیجه گیری: در آخر این نتیجه حاصل شده است که ارتباط غیرمستقیم بین مؤلفه‌های تاب‌آوری (تکرارپذیری، انعطاف‌پذیری، تنوع، ارتباط، نیرومندی و پیمون‌بندی) و آسیب‌پذیری در برابر زلزله وجود دارد. این ارتباط نشان می‌دهد در مکان‌هایی که ارتباطات، تکرارپذیری، انعطاف‌پذیری، تنوع، نیرومندی و پیمون‌بندی در ساختار کالبدی- فضایی محله مینودر بیشتر است، آسیب‌پذیری در برابر زلزله کاهش می‌یابد. همچنین متغیرهای «ارتباط»، «تکرارپذیری» و «انعطاف‌پذیری» به ترتیب سهم بیشتری در مقایسه با سایر متغیرها در پیش‌بینی متغیر آسیب‌پذیری در برابر زلزله دارند.

واژگان کلیدی: تاب آوری، ساختار کالبدی-فضایی، آسیب پذیری، فرم، فعالیت، محله مینودر

مقدمه

اسکان در شهر با سرعت بالا و رشد کلان‌شهرها، نیاز به شهرهای هوشمند و تاب‌آور را مطرح می‌نماید که ظرفیت تحمل کردن ضربه‌های مربوط به افزایش جمعیت، بحران‌های اقتصاد جهانی و به‌ویژه سوانح زیست‌محیطی را دارا باشد (Desouza & Flanery, 2013: 89). سوانح طبیعی، تهدیدکننده توسعه شهری پایدار در سراسر جهان می‌باشند. ناپایداری شهرهای معاصر به سبب سیاست‌های توسعه نامناسب منجر به عملکرد ناکارآمد خدمات عمومی، امکانات و تأسیسات و عدم فراهم نمودن نیازهای اولیه جامعه می‌گردد (Bahrainy, 2003: 3).

زلزله به‌عنوان یکی از سوانح طبیعی تهدیدکننده شهرها، عموما به خاطر قدرت بالا و ویرانگری شدید، اغلب به‌طور ناگهانی و پیش‌بینی‌نشده رخ می‌دهند و به دلیل ویرانی گسترده و غیرقابل جبرانی که به شهر وارد می‌نمایند، با دیگر بلایا متفاوت است. مهم‌ترین مسئله در برخورد با شهرهایی که در معرض مخاطرات گوناگون ازجمله زلزله قرار دارند، حرکت به سمت توسعه پایدار شهر، کاهش آسیب‌پذیری و تخفیف خطر سوانح طبیعی می‌باشد. راهکارهای اجرایی در رویارویی با زلزله علیرغم وجود حوزه‌های نظری نتوانسته است کارایی و مطلوبیت لازم را در کاهش آسیب‌پذیری شهرها و ارتقاء تاب‌آوری شهرها به لحاظ کالبدی-فضایی به دست آورد. مفهوم تاب‌آوری، به‌عنوان ظرفیت سیستم برای مواجهه و واکنش در برابر اختلالات تعریف می‌گردد درحالی‌که هنوز ساختار و عملکرد سیستم حفظشده است (Holling, 1986) و این دیدگاه مفید است زیرا تمرکز را از کنترل تأثیرات منفی و تهدیدات به سمت توسعه ظرفیت سیستم به‌منظور پاسخ به آن، تغییر می‌دهد. بررسی اصول و معیارهایی در چارچوب تاب‌آوری در برابر زلزله به تهیه الگوهایی خواهد انجامید که می‌تواند برای اعمال در بازتوانی ساختار شهر بعد از سوانح مؤثر باشد.

شهر قزوین، با توجه به تاریخچه زمین‌لرزه‌های گذشته و وجود گسل‌های مهم و پژوهش‌های چند سال گذشته گروه لرزه‌زمین‌ساخت سازمان زمین‌شناسی کشور، احتمال رویداد زمین‌لرزه‌ای ویرانگر با بزرگی بالاتر از ۷ درجه ریشتر، نکته‌ای بسیار جدی است. قرار گرفتن شهر قزوین در پهنه خطر نسبتا بالای زلزله و با توجه به متراکم بودن بافت شهری، وجود کوچه‌هایی با عرض بسیار کم و فقدان فضاهای باز شهری برای پناه گرفتن در موقع زلزله، اسکان موقت، تخلیه آوار و سایر استفاده‌های کمک‌رسانی، بر شدت بحران می‌افزاید و مرحله بازتوانی را مشکل می‌سازد. در این پژوهش با تعریف محله به‌عنوان کوچک‌ترین بخش ساختار کالبدی در شهر، معیارهای تعریف‌کننده‌ی این ساختار را معرفی نموده و درنهایت با بازتعریف ویژگی‌های تاب‌آوری مؤثر در بهبود ساختار کالبدی- فضایی جهت کاهش آسیب-پذیری در برابر زلزله به ارزیابی ساختار محله مینو در شهر قزوین پرداخته شده است. از این ره می‌توان به نقاط قوت و ضعف موجود در ساختار این محله بر اساس ویژگی سیستم تاب‌آور پی برد و به دنبال اصلاح نواقص موجود در ساختار کالبدی فضایی محله بود تا بتوان در راستای افزایش تاب‌آوری آن در برابر زلزله گام برداشت. در همین راستا سؤالات پژوهش عبارت‌اند از:

- آسیب‌پذیری کالبدی فضایی محله مینودر به چه میزانی است؟
- آیا بین مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی- فضایی ساختار شهر و آسیب‌پذیری در برابر زلزله رابطه معنی‌داری وجود دارد؟
- مؤلفه‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری ساختار کالبدی فضایی محله مینودر جهت کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله کدام‌اند؟
- راهکاری‌های مناسب جهت افزایش تاب‌آوری ساختار کالبدی فضایی محله مینودر در برابر زلزله کدام‌اند؟

پیشینه تحقیق

تیمرمن[1] (۱۹۸۱) احتمالا نخستین کسی است که از مفهوم تاب‌آوری در مورد مخاطرات و بلایای طبیعی استفاده نمود. از دیدگاه او تاب‌آوری در برابر مخاطره میزان ظرفیت یک سیستم یا بخشی از ظرفیت یک سیستم برای جذب و بازیابی به هنگام و بعد از یک واقعه زیان‌بار" است (Klein and et al, 2003:260).

مروری بر متون موجود در حوزه تاب‌آوری به‌طور خاص، نشان‌دهنده آن است که پاسخ به چالش ایجادشده در شهرها بسیار متفاوت بوده است. هولینگ[2] در مقاله‌ای با عنوان «تاب‌آوری و ثبات سیستم‌های اکولوژیکی» به تبیین این مفهوم به‌صورت «راهی برای درک فشارهای دینامیکی و غیرخطی در زیست‌بوم/ مقدار اختلالی که زیست‌بوم می‌تواند بدون ایجاد تغییرات عمده و اساسی در ساختار خود جذب کند و پایدار باقی بماند»، می‌پردازد (Holling, 1973). گادچاک در مورد «ایجاد شهرهای تاب‌آور» به بیان یک راهبرد جامع کاهش مخاطرات شهری باهدف ایجاد شهرهای تاب‌آور

می‌پردازد که در مقابل تهدیدات ایستادگی کنند. در این تحقیق نمونه‌های عملی کاهش مخاطرات موردبررسی قرارگرفته و در تعریف شهر تاب‌آور، ارتباط بین تاب‌آوری و حوادث (چون تروریسم) بررسی گردید و چرایی اهمیت تاب‌آوری و چگونگی کاربرد اصول آن برای عناصر فیزیکی و اجتماعی شهر موردبحث واقع‌شده و درنهایت پیشنهاد شده است که برنامه ابتکاری شهرهای تاب‌آور بزرگ، شامل تحقیقات در مورد سیستم‌های شهری، آموزش و تعلیم و افزایش همکاری بین گروه‌های حرفه‌ای درگیر در ساخت شهر و کاهش مخاطرات باشد. (Godschalk, 2003). آلن و برایانت[3] در پژوهشی به تبیین نقش اصلی فضای باز در بازتوانی بعد از زلزله می‌پردازند. آن‌ها پیشنهاد می‌دهند که یکپارچگی موفق برنامه‌ریزی بازتوانی و طراحی شهری در تغییر تفکری نهفته است که فضای باز شهری را به‌عنوان «شهر ثانویه» می‌بینند: شبکه‌ای از فضای بازطراحی شده که نه‌فقط مردم زندگی روزمره خود را در آن سپری می‌کنند، بلکه با ظرفیت نهفته خود به‌عنوان فضایی ضروری و عامل بازتوانی در سوانحی چون زلزله عمل می‌کند (Allan & Bryant, 2010). پنی آلن و مارتین برایانت (Allen & Bryant, 2013) در پژوهش دیگری با عنوان "تأثیر شکل شهر بر تاب‌آوری شهرها به دنبال رخداد زلزله" به بیان این نکته می‌پردازند که امکان افزایش تاب‌آوری در شهرها از طریق طراحی شکل شهر وجود دارد و به این منظور به بررسی رفتار افراد جامعه در رابطه با فضاهای شهری عمومی که در زمان زلزله قابلیت انطباق‌پذیری با شرایط جدید را دارند، می‌پردازد. آلن و مارتین برایانت در مقاله دیگری با عنوان «ویژگی‌های تاب‌آوری (ابزاری برای ارزیابی و طراحی شهرهای مستعد زلزله)» معتقدند که نظریه‌های برنامه‌ریزی بازتوانی[4] دارای اهداف مشترک برای ایجاد جامعه‌ای امن و سالم هستند (Allan & Bryant, 2014).

همچنین مطالعاتی نیز در ایران به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در ارتباط با افزایش تاب‌آوری در شهرها موجود است. رضایی (۲۰۱۰) نیز در رساله دکتری خود با عنوان «تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله)» به «اندازه‌گیری میزان تاب‌آوری در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی به‌منظور مقابله با اثرات سوانح طبیعی (زلزله) در کلان‌شهر تهران و تبیین عملی نقش تاب‌آوری و یا تقویت تاب‌آوری موجود می‌پردازد». نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که بین تاب‌آوری موجود در محلات و سطح تاب‌آوری آن‌ها در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی محیطی رابطه معناداری وجود دارد و با تغییر هر یک از آن‌ها، میزان تاب‌آوری خانوارها نیز تغییر می‌یابد. بعلاوه پایان‌نامه‌هایی که در دوره کارشناسی ارشد در این زمینه موجود است که به‌طور موجز و مختصر به بیان دستاوردهای آن پرداخته می‌شود. حمیدی (۱۹۹۰) در تحقیق خود با عنوان «ارزیابی فرم شهری رودبار زلزله ۱۳۶۹، ارائه ایده‌های کلی طراحی شهری برای کاهش آسیب و افزایش کارایی شهر» با بیان این نکته که فرم شهر نه‌تنها بر آسیب‌پذیری کالبدی تأثیر می‌گذارد، بلکه در اختلال عملکردی و تلفات جانی و خسارات اقتصادی تأثیرگذار است و به مدد یک فرم مناسب شهری می‌توان کاهش میزان آسیب‌پذیری و افت کارایی شهر را به‌اضافه حداقل زمان و اقدامات لازم برای بازگشت به وضعیت عادی انتظار داشت. در این بررسی عناصر فرم شهر (شامل ساختمان، بافت شهر، ساخت و موقعیت) در مراحل زمانی مختلف (مرحله آسیب، گریز و پناه، امداد و نجات، اسکان موقت، پاک‌سازی و بازسازی) و در مقیاس‌های مختلف (ساختمان، محله، شهر/ ناحیه و منطقه) موردبررسی واقع گردید. حسینیون (۲۰۰۶) در پژوهش خود با عنوان «راهنمای طراحی شهری مقاوم در برابر زلزله» با بیان این مشکل که در بحث‌های مربوط به محیط کالبدی در ایران، صرفا رویکرد سازه‌ای و معماری تک بنا بسنده شده و ساختار فضایی شهرها، دانه‌بندی و چگونگی ترکیب دانه‌ها، دید و منظر و سایر عناصر تشکیل‌دهنده کیفیت محیط موردبررسی قرار نگرفته است و در این تحقیق با تأکید بر «کاهش خطر زلزله» و «پیشگیری» به ارائه راهنمای طراحی شهری (نمونه موردی بم) می‌پردازد. نهاوندی (۲۰۱۰) در پژوهش خود با عنوان " فرم شهر مقاوم در بازسازی پس از زلزله" به چگونگی تأثیر فرم شهر در کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله می‌پردازد و مهم‌ترین هدف پژوهش را یافتن راهکاری جهت کاهش خسارات ناشی از زلزله می‌داند. در روند انجام پژوهش، مؤلفه‌های اصلی فرم شهر را که در برابر زلزله آسیب‌پذیر هستند را مورد شناسایی قرار داده و شاخص‌های آن‌ها را در آسیب‌پذیری لرزه‌ای تعیین نموده و چگونگی تأثیر هر یک از این مؤلفه‌ها در افزایش و کاهش آسیب‌پذیری کالبدی شهرها را در برابر زلزله مشخص می‌نماید. جلالی (۲۰۱۲) در رساله خود با عنوان «بازسازی تاب‌آور پس از زلزله ۱۳۸۲ بم، از دیدگاه طراحی شهری»، تأثیر هویت شهری و پایداری را در افزایش تاب‌آوری و بازسازی پس از زلزله بم، با توجه

به مسائلی مانند کمبود دسترسی منتسب به نقـاط امـن، وجود اغتشاش در منظر عینی و ذهنی شهروندان، فقدان نشانه‌های شهری در ایجاد خوانایی، اندک بودن فضاهای جمعی چند عملکردی در سطح شهر را بررسی می‌کنـد. نتایج حاصل این پژوهش نشان داد که توجـه بـه هویـت شهری، تقلیل اغتشاشات موجود در منظر عینـی شـهر و ایجاد خوانایی، همچنـین توسـعه فضـاهای چنـدمنظوره ایمن در برابر زمـین‌لـرزه‌هـا در درون بافـت مسـکونی و تقلیل آسیب‌پذیری کالبدی، می‌تواند رهنمون دسـتیابی به بازسازی تاب‌آور از دیدگاه طراحی شهری باشد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس ماهیت و روش جز تحقیقات توصیفی- تحلیلی و کاربردی است. اطلاعات موردنیاز بـا مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی اسناد، بازدیدهای میدانی و برآوردهای مربوطه و گزارش‌های سازمان‌هـا و ارگـان‌هـا جمع‌آوری گردیده است. در ایـن پـژوهش، مطالعـات بـر اساس تعریفی که از ساختار کالبدی فضایی ارائه می‌شود در دو معیار فرم و فعالیت انجـام شـده اسـت. بـه‌منظـور تحلیل داده‌ها ابتدا با اسـتفاده از فراینـد تحلیـل سلسـله مراتبی[5] در نرم‌افزار Expert Choice وزن‌دهی معیارها و شاخص‌ها با توزیع ۱۵ پرسشنامه بین متخصصین شهری و زلزله صورت گرفته است. سپس لایه‌های اطلاعـاتی در نرم‌افزار GIS ایجادشده است. پس‌ازآن کلیه لایـه‌هـا بـر اساس منطق فازی، استاندارد شـده و بـین صـفر و یـک قرارگرفته و تمام ارزش‌ها همسو شده‌انـد. بعـد از ایجـاد لایه‌های رستری با منطق فازی، وزن هر لایه مربـوط بـه هر شاخص در لایه آن شاخص ضرب شده است. درنهایت از جمع تمام لایه‌های وزن گرفته، نقشه‌ی آسیب‌پـذیری محله مینودر در برابر زلزله معیار موردنظر به دست آمده است. در انتها جهت سـنجش میـزان تـاب‌آوری سـاختار کالبدی فضایی محله مینودر جهت کاهش آسیب‌پـذیری در برابر زلزله، علاوه بر نظر کارشناسـان ازنظـر سـاکنان محله مینودر با استفاده از توزیع پرسشنامه در میان آن‌ها بهره گرفتـه شـده اسـت. جامعـه آمـاری ایـن پـژوهش، ساکنان محله مینودر می‌باشند که جمعیت این محله بـر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۴۱۶۶۹ نفـر اسـت. در راستای تعیین حجم نمونه به روش کوکران، با در نظر گرفتن درجه خطای ۰،۰۵ و درصد خطای معیـار ۱،۹۶، حجـم نمونـه بـه دسـت آمـده معـادل ۳۸۰ نفـر اسـت. بـه‌منظـور اطمینـان بیشـتر بـه داده‌هـای حاصـل از پرسشنامه، با افزودن ۲۰ پرسشنامه (۵ درصد) دیگـر بـه حجم نمونه، درنهایت تعداد ۴۰۰ نفر از استفاده‌کنندگان برای پاسخ‌دهی به پرسشنامه‌ها در نظر گرفته شدند. ۸۰ عدد از پرسشنامه‌های پرشده توسط پاسـخ‌دهنـدگان بـه دلیل ناقص بودن، خطـای آزمـون‌هـای آمـاری و... کنـار گذاشته شده است و درنهایـت ۳۲۰ پرسشـنامه پرشـده، مورد استناد قرارگرفته است. بـرای انتخـاب افـراد نمونـه به‌صورت تصادفی ساده عمل شده است. جهـت سـنجش روایـی، پـس از تـدوین پرسشـنامه و توزیـع ۱۵ نمونـه به‌صورت پیش‌آزمون (پایلوت)، اقدامات اصلاحی بـا نظـر اساتید و متخصصان انجام شده است. پایایی نیـز توسـط ضـریب آلفـای کرونبـاخ بـا مقـدار ۰،۸۷۵ مـورد تأییـد قرارگرفته است که بیانگر پایایی بالای پرسشـنامه اسـت. جهت میزان تأثیرگذاری ابعاد تـاب‌آوری در کـاهش اثـر بحران از آزمون رگرسیون استفاده شده است.

مبانی نظری

ساختار کالبدی- فضایی محلات

محلات به‌عنوان سـلول‌هـا و عناصـر پایـدار سـازنده سکونت ساکنان شهر سازمان کالبدی - فضـایی منحصـر بـه خـود را دارا مـی‌باشـند و در کنـار هـم در سـاخت و سازمان کالبدی-فضایی شهر نقش دارد. عوامـل مختلـف محیطـی، اقلیمـی و موقعیـت جغرافیـایی و همچنـین ویژگی‌های اجتمـاعی-سیاسـی و اجتمـاعی-اقتصـادی و فرهنگی ساکنین در شکل‌گیری فضاهای محله تأثیرگذار بوده است. ویژگی‌های کالبـدی-فضـایی محـلات شـامل شبکه راه‌ها و دسترسی (شبکه ارتباطی)، فضـاهای بـاز و سبز، تراکم، بافت می‌شود. نیاز و وجود شـبکه دسترسـی در همه شهرها با هر نوع ویژگی مربوط به ساخت، بافـت و اندازه به‌صورت بالفعل و بالقوه اجتنـاب‌ناپـذیر اسـت و ارتباط بین بخش‌ها و عملکردهای مختلف از این طریـق فراهم می‌گردد. کریستوفر الکسـاندر شـبکه‌هـای اصـلی دسترسی را یکی از مؤلفه‌های اصلی ساخت شهر می‌داند (Baregar, 2003). یکی دیگـر از ویژگـی‌هـای کالبـدی شهر وجود فضاهای باز است که در متـون شهرسـازی در اشکال مختلف تعریف می‌شود و شـامل انـواع پـارک‌هـا، میدان‌های عمومی، فضاهای بـازی، مسـیرهای سـبز و ... می‌شود. کنستانتین دوکسیادیس ساخت شهر را متشکل از ۴ بخش فضاهای باز، بخش مرکزی، بخش ارتبـاطی و بخـش فضـاهای خـاص معرفـی مـی‌نمایـد. بافـت شـهر چگونگی ترکیب و طرز قرار گرفتن اجزاء و عناصر شهر را بیـان مـی‌کنـد. حبیبـی بافـت شـهر را حـالات مختلـف هم‌جواری و فضاهای پر و خـالی در ترکیبـات مختلـف و

همچنین نحوه قطعه‌بندی اراضی مشخص‌کننده آن معرفی می‌نماید (Habibi, Hamidi & Salimi, 1997:31). بر اساس تمام آنچه از ساخت کالبدی فضایی مطرح شد می‌توان این ساختار کالبدی - فضایی محلات شهری را می‌توان به دو معیار فرم، فعالیت تجزیه نمود. در معیار فرم می‌توان دو سطح کلی بافت و دسترسی را به‌عنوان سطوح اصلی بر شمرد که شاخص‌هایی چون تعداد طبقات تراکم جمعیتی و ساختمانی، الگوی قطعه‌بندی، نفوذپذیری فیزیکی و بصری، محصوریت، الگوی بلوک‌بندی، شبکه فضای باز و ... اشاره نمود. از شاخص‌های دسترسی می‌توانند به چگونگی دسترسی پیاده و سواره را مشخص نمود و در معیار فعالیت نیز دو سطح عملکرد و امکانات و خدمات را می‌توان مبین این معیار دانست که هرکدام دارای شاخص‌هایی هستند.

تاب‌آوری و آسیب‌پذیری

تئوری تاب‌آوری یکی از علائم تغییر پارادایم[6] است و به‌عنوان یک مفهوم به‌طور گسترده‌ای به رسمیت شناخته‌شده و محبوبیت آن در حال افزایش است و اهمیت آن با توجه به مدیریت سوانح و شهرسازی در این حقیقت نهفته است که به‌عنوان یک مفهوم، تمرکز خود را از کنترل اثرات و تهدیدات به سمت توسعه ظرفیت سیستم برای پاسخ به این اثرات و تهدیدات تغییر می‌دهد (Allan & Bryant, 2014: 111). با بررسی نظریات مطروحه درزمینه تاب‌آوری مفاهیمی از قبیل تحمل تنش، جذب فشار دینامیکی، بازتوانی، سرعت بازگشت به شرایط عادی، ظرفیت و توانایی تطبیق، آموختن از تجارب گذشته، مقاومت و بی‌نیازی به منابع خارجی، بالاترین درجه عملکرد، کاهش آسیب‌پذیری، بازتوانی سریع، تثبیت شرایط، ظرفیت جذب و کاهش زمان انقطاع، بالاترین درجه عملکرد، خودسازمانی برداشت می‌شود (Definitions of community resilience: an analysis, 2013:1-14). به نظر بسیاری از محققان مدیریت سوانح، تاب‌آوری و آسیب‌پذیری، دو مفهوم کلیدی از مطالعات مخاطرات طبیعی هستند. آسیب‌پذیری به‌عنوان سطحی از خسارت یا آسیب که یک عضو یا گروهی از اعضاء، سازه‌ها، اجناس، خدمات یا سرمایه‌های اجتماعی که در معرض یک مخاطره قرار دارند، در اثر وقوع آن مخاطره تجربه خواهند نمود، تعریف می‌گردد. به نظر می‌رسد آسیب‌پذیری معکوس تاب‌آوری است و به‌نوعی آسیب‌پذیری همان عدم تاب‌آوری است. در رویکرد تئوریک آسیب‌پذیری از بیان آدگر[7]،آسیب‌پذیری از ترکیباتی شامل حساسیت و در معرض بودن در برابر آشفتگی‌ها یا فشار بیرونی و ظرفیت تطبیق، تشکیل شده است (Adger, 2003). در متون فنی موضوع تاب‌آوری در ابعاد مختلفی مطرح می‌شود، مانند تاب‌آوری اقتصادی، سازمانی، اکولوژیکی، اجتماعی، مهندسی و ... که جنبه مشترک در همه آن‌ها «توانایی ایستادگی، مقاومت و واکنش به فشار یا تغییر» است. به‌منظور افزایش تاب‌آوری در سیستم‌هایی مانند شهر، ابعادی از قبیل کالبدی- فضایی، زیرساختی، اجتماعی، اقتصادی، نهادی و زیست‌محیطی مدنظر قرار می‌گیرند.

برونئو و همکاران چهار الزام برای ایجاد تاب‌آوری را مطرح می‌کند (Bruneau and et. al, 2003). ازنظر دیویس نیز این چهار عنصر برای تمام بخش‌های کالبدی/ تکنیکی، اجتماعی و اقتصادی لازم است و یک سیستم تاب‌آور محقق نخواهد بود اگر یکی از این چهار رویکرد از راهبردهای کلی حذف شوند (Davis & Izadkhah, 2006):

- نیرومندی[8]: اطمینان از اینکه عناصر سیستم به اندازه کافی نیرومند هستند و توانایی لازم را به‌منظور ایستادن در برابر ضربه، بدون از دست دادن عملکردش دارند؛ توانایی جذب ضربه‌های ناشی از سوانح.
- تکرارپذیری[9]: اندازه‌ای که عناصر یک سیستم می‌تواند به عملکرد خود در حین وقوع سوانح و بعدازآن ادامه دهند که به‌وسیله طیف وسیعی از فاکتورها فراهم می‌آید شامل ایجاد سیستم‌های پشتیبان و خرابی امن. به‌طورکلی به‌عنوان ویژگی‌ای مطرح است که توانایی بازگشت سریع سیستم بعد از سوانح به حالت تعادل را تسهیل می‌نماید.
- کاردانی[10]: ظرفیتی برای اتخاذ رویکردهای خلاق از طریق مشخص نمودن مشکلات و منابع بسیج؛ توانایی برای سازگاری در سوانح بعدی.
- سرعت[11]: ظرفیت برای دست یافتن به اولویت‌ها و رسیدن به اهداف به‌منظور کاهش تأثیر اختلال و خسارات و دوری از اختلالات آینده؛ توانایی برای سازگاری برای سوانح بعدی.

مفاهیم موجود در تئوری تاب‌آوری که باعث بهبود عملکرد و رفتار سیستم می‌گردد، شامل تکرارپذیری، نیرومندی، سرعت، کارایی، کارآمدی، انعطاف‌پذیری، تنوع، مدولار بودن شبکه، بازخوردهای محکم و ارتباط است. آنچه در این پژوهش مورد ملاحظه قرار می‌گیرد

اجزاء اجتماعی و انسانی، کالبدی و طبیعی و عملکردی خواهد بود که در قالب دو مفهوم فرم و فعالیت بررسی می‌گردد.

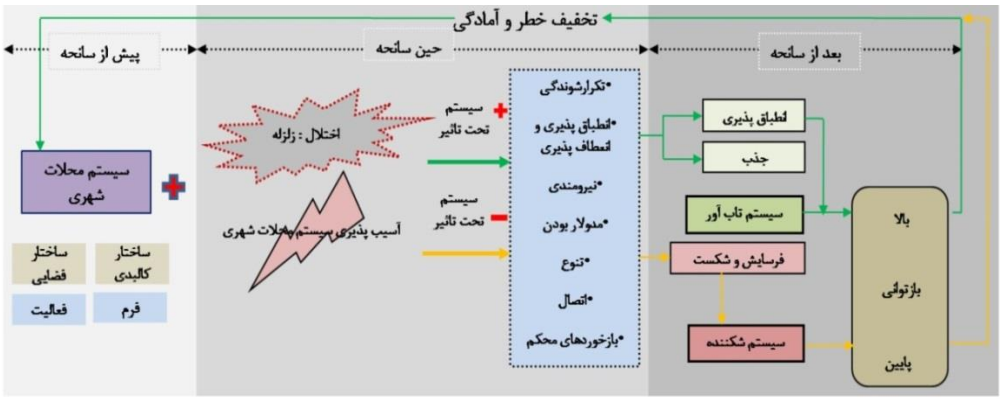
چارچوب نظری

چارچوب نظری پژوهش بر اساس مدل ارایه شده توسط سوزان کاتر و همکارن (۲۰۰۸) تدوین شده است که شامل دو جزء اصلی شرایط پیش از سانحه (آسیب پذیری ذاتی و تاب آوری ذاتی) و شرایط حین و پس از سانحه (فعالیتهایی برای کنار آمدن با تاثیرات سوانح تشکیل می شود که شامل تخفیف خطر، آمادگی در برابر حوادث و بازتوانی از سوانح) می باشد. بر اساس این الگوی دینامیک و با توجه به معیار تعریف کننده سیستمهای تاب آور(شکل ۱)، زمانی که سیستم ساخته‌شده شهری در برابر اختلالی مانند زلزله قرار می‌گیرد، با توجه به آسیب‌پذیری درونی و ذاتی، سیستم ممکن است رفتارهای مختلفی را از خود بروز دهد. این الگو به منظور روشن کردن رابطه تاب آوری و آسیب پذیری طراحی شده است (Cutter et al, 2008). با توجه به ادبیات نظری پژوهش و بررسی متون موجود، مفاهیمی چون نیرومندی، سازگاری، انطباق‌پذیری و انعطاف‌پذیری، تکرارپذیری، پیمون‌بندی، خلاقیت، تنوع و ارتباط و اتصالات در تاب‌آور نمودن سیستم و اجزاء آن دخالت دارند. حال در این مدل مفهومی سیستم تحت تأثیر اختلال به دو گونه بررسی می‌گردد؛ در حالت اول فرض می‌شود که سیستم تأثیر پذیرفته از اختلال مفاهیم ذکر شده را داراست که در این صورت سیستم قادر است اختلال ایجادشده را جذب نماید یا خود را با آن سازگار نماید که در این صورت سیستم تاب‌آور خواهد بود و امکان انجام بازتوانی با شرایط مناسب را داراست. در حالت دوم فرض بر این است که سیستم مفاهیم مذکور را دارا نیست درنتیجه سیستم ازهم‌گسیخته می‌شود و شکست رخ می‌دهد و درنتیجه فرایند بازتوانی با شرایط نامناسبی صورت می‌پذیرد. لذا در این مرحله لازم است که تأثیر این ویژگی‌ها را بر ابعاد ساختار کالبدی- فضایی به دست آورد. ساختار کالبدی فضایی از ابعاد متنوعی تشکیل شده است که می‌توان به‌عنوان بخشی از سیستم شهری یا سیستم کالبدی- فضایی شهر از دید تاب‌آوری مورد ارزیابی قرار گیرد. از نقاط قوت این الگو می‌توان توجه به جنبه‌های کالبدی- فضایی شهر در ارتباط با ویژگی‌های سیستم‌های تاب‌آور شامل تکرارپذیری، انعطاف‌پذیری، انطباق‌پذیری، کارایی و کارآمدی، نیرومندی، تنوع و اتصال اشاره نمود. از دیگر نقاط مثبت می‌توان به توجه هم‌زمان به جنبه‌های فرم و فعالیت اشاره نمود که می‌توان به جامعیت بیشتر مدل ارتباط داد.

تحلیل یافته‌ها

معرفی محدوده مطالعاتی و دلایل انتخاب آن

با توجه به اولین استاندارد زلزله ایران (آیین‌نامه ۲۸۰۰) که در سال ۱۳۶۹ تدوین شد، تنها منطقه‌ای از قزوین که احداث بناها در آن به پس از تاریخ ذکرشده مربوط می‌شود، منطقه ۳ و محلات نوساز آن می‌باشد که طبعا برای این منطقه با توجه به رعایت اصول مهندسی زلزله آسیب‌پذیری کمتری را برای ابنیه و ساختمان در زلزله با توجه به سناریو مد منظر می‌توان انتظار داشت. لذا نظر به اینکه محله مینودر در سال ۱۳۷۲ احداث گردید و در حال تکمیل است و با توجه به سناریوی زلزله مطرح برای شهر قزوین (گسل شمال قزوین



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش

تدوین: نگارنده، ۱۳۹۷

شکل ۲: نقشه شهر قزوین و جانمایی محله‌ی مینودر بر روی آن
تدوین: نگارنده، ۱۳۹۶

بافاصله حدود ۳۵ کیلومتر از محله مینودر با شدت ۶،۵ درجه در مقیاس مرکالی می‌لرزد)، می‌توان مطرح نمود که این محله به لحاظ آسیب‌پذیری در برابر زلزله در شرایط خطرپذیری بالا قرار دارد و می‌توان با توجه به معیارهای تدوین‌شده در رابطه با ساختار کالبدی- فضایی و مفاهیم انتخاب‌شده تاب‌آوری، این محله را مورد تحلیل و ارزیابی قرار داد.

تشکیل نمودار سلسله مراتبی، ماتریس مقایسه زوجی، امتیازدهی و محاسبه وزن نهایی معیارها و شاخص‌ها

به‌منظور تعیین وزن معیارها و شاخص‌های موردنظر، از تحلیل AHP استفاده شده است. در همین راستا ابتدا معیارها و شاخص‌های انتخاب‌شده در یک ساختار سلسله‌مراتبی قرار داده شده‌اند. برای به دست آوردن امتیازات هر یک از آن‌ها، ۱۵ پرسشنامه توسط متخصصین شهری و زلزله تکمیل شد و امتیازات و ارجحیت معیارها و شاخص‌ها نسبت به هم مشخص شد. در این مرحله خبرگان مقایسه‌هایی را بین معیارها و شاخص‌های تصمیم‌گیری انجام داده و امتیاز آن‌ها نسبت به یکدیگر تعیین شده است. سپس ماتریس مقایسه‌ی دودویی برای معیارها و شاخص‌ها تشکیل‌شده است. داده‌های این جدول به‌عنوان ورودی وارد نرم‌افزار مربوطه شده و ضریب اهمیت معیارها و شاخص‌ها استخراج شده است (جدول ۱).

جدول ۱: وزن معیارها و شاخص‌ها

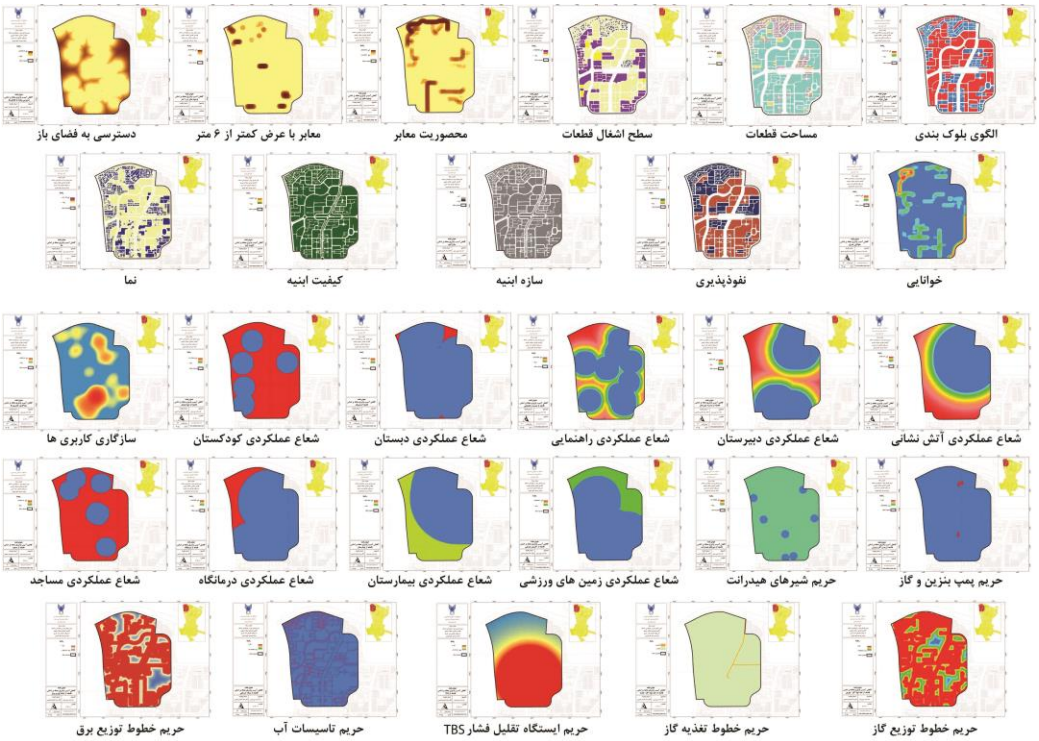
معیار	وزن معیار	شاخص	وضعیت موجود شاخص در محله	وزن شاخص
فرم	۰،۶	دسترسی به فضای باز با شعاع دسترسی زیر ۵۰۰ متر	کلیه‌ی فضاهای موجود در سطح محله دسترسی کمتر از ۵۰۰ متر به فضای باز و امن در سطح محله دارند	۰،۱۲۲
		معابر با عرض کمتر از ۶ متر	۱۲٪ معابر در سطح محله عرضی کمتر از ۶ متر دارند	۰،۱۹۲
		محصوریت معابر	محصوریت ۷۹،۷٪ معابر (نسبت تعداد طبقات به عرض معبر) کمتر از ۱، ۱۶٪ بین ۱- ۲ و ۴،۳٪ بزرگ‌تر و مساوی ۲ می‌باشند	۰،۱۶۷
		سطح اشغال قطعات	۴۸،۵٪ از قطعات ساختمانی دارای سطح اشغال ۰ تا ۲۵٪ می‌باشند ۳۹،۳٪ دارای سطح اشغال ۲۵٪ تا ۵۰٪ و ۱۲،۲٪ دارای سطح اشغال ۵۰٪ به بالا می‌باشند.	۰،۰۷۳
		مساحت قطعات	۶۱،۳٪ از قطعات محله دارای مساحتی بیش از ۵۰۰ مترمربع، ۵،۷٪ بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ مترمربع و ۳۳٪ نیز کمتر از ۲۰۰ مترمربع هستند.	۰،۰۳۵

معیار	وزن معیار	شاخص	وضعیت موجود شاخص در محله	وزن شاخص
		الگوی بلوک‌بندی	طول بلوک در ۲۱،۳۴٪ بلوک‌ها کمتر از ۹۰ متر، ۹،۱٪ بین ۹۰ تا ۱۲۰ متر و ۶۹،۵۶٪ بالای ۱۲۰ متر است.	۰،۰۶۴
		نما	۴۱،۲٪ نماهای ساختمان‌های محله در زمان زلزله مناسب نیستند و ۵۸،۸٪ نماها رفتار مناسبی در مواجهه با زلزله دارند.	۰،۰۳۵
		کیفیت ابنیه	۹۹،۸٪ از ابنیه موجود در محله مینودر دارای کیفیت ساخت مناسب و ۰،۲٪ نامناسب می‌باشند	۰،۰۴۵
		سازه بنا	سازه ابنیه موجود در محله با توجه به نوساز بودن و با توجه به آیین‌نامه ۲۸۰۰ مقررات ملی ساختمان، دارای سازه مناسب و مقاوم در برابر زلزله هستند	۰،۰۷۱
		نفوذپذیری	۲۰٪ از محله نفوذپذیری بالایی ندارد.	۰،۰۹۶
		خوانایی	۴۷٪ معابر محله خوانایی مناسب، ۱۸٪ از معابر محله خوانایی متوسط و ۳۵٪ معابر خوانا نیستند.	۰،۱۰۱
فعالیت	۰،۴	شعاع عملکردی کودکستان	دسترسی کلیه قسمت‌های محله به کاربری آموزشی (کودکستان، دبستان، راهنمایی و دبیرستان) فراهم است و شعاع دسترسی و عملکردی مناسب به همه محله در جانمایی این کاربری‌ها مدنظر قرارگرفته است.	۰،۰۱۲
		شعاع عملکردی دبستان		۰،۰۳۷
		شعاع عملکردی راهنمایی		۰،۰۲۳
		شعاع عملکردی دبیرستان		۰،۰۲۴
		شعاع عملکردی آتش‌نشانی	بخش‌های جنوبی محله مینودر خارج از شعاع عملکردی در زمان زلزله قرارگرفته است	۰،۰۹۱
		شعاع عملکردی مساجد	بخش‌های جنوب غربی محله خارج از شعاع دسترسی کاربری است	۰،۰۴۲
		شعاع عملکردی درمانگاه	دسترسی به کاربری درمانی در بخش‌های شمال غربی محله بیشتر از شعاع عملکردی موردنیاز در زمان زلزله است	۰،۱۰۴
		شعاع عملکردی بیمارستان		۰،۱۶۶
		شعاع عملکردی زمین‌های ورزشی	بخش‌های شمالی و شمال شرقی محله خارج از شعاع دسترسی و عملکردی کاربری ورزشی واقع شده‌اند.	۰،۰۳۶
		حریم شیرهای هیدرانت	توزیع شیرهای هیدرانت در سطح محله مینودر به‌صورت نامناسب و غیریکنواخت صورت گرفته است.	۰،۰۳۴
		حریم پمپ بنزین و گاز	کلیه حرائم مربوط به فاصله سایر کاربری‌های حساس محله از پمپ بنزین و گاز در سطح محله رعایت شده است.	۰،۰۶۳
		حریم تأسیسات آب	با رعایت استاندارد و حفظ حرایم موردنظر در سطح محله ساخته‌شده و لوله اصلی آب شهری از این محله عبور نمی‌کند.	۰،۰۴۰
		حریم خطوط تغذیه گاز	عبور خطوط لوله اصلی تغذیه گاز در بخش‌های مرکزی و شرقی خطر آتش‌سوزی بعد از زلزله را در سطح محله افزایش می‌دهد	۰،۱۰۰
		حریم خطوط توزیع گاز	حرایم مربوط به خطوط توزیع گاز رعایت گردیده است ولی با توجه به قابلیت اشتعال بالا در لوله‌های گاز در زمان زلزله، وضعیت محله از این حیث مناسب نیست.	۰،۰۹۱
		حریم ایستگاه تقلیل فشار TBS	وجود ایستگاه تقلیل فشار گاز در بخش‌های مرکزی محله و امکان اشتعال بالای آن به دلیل وارد شدن لوله تغذیه گاز با فشار بالای گاز به آن، در زمان زلزله آسیب‌پذیری بالا خواهد بود.	۰،۰۵۴
		حریم خطوط توزیع برق	حریم شبکه توزیع برق رعایت گردیده و خطوط انتقال پرفشار برق در این محله وجود ندارد.	۰،۰۵۴
		سازگاری کاربری‌ها	حدود ۱۷٪ از کاربری‌ها ناسازگار و نسبتا ناسازگار با کاربری غالب محله (کاربری مسکونی) است.	۰،۰۳۱

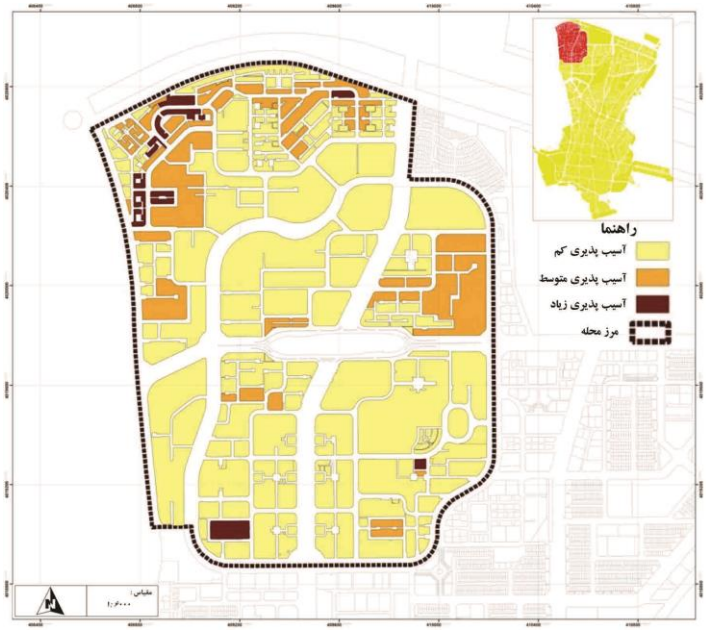
تأثیر وزن شاخص‌ها در لایه‌های تولیدشده برای دو معیار فرم و فعالیت

وزن و اهمیت هریک از شاخص‌ها با استفاده از روش AHP و در نرم‌افزار Expert choice از طریق امتیازدهی بین ۱ تا ۹ (به‌صورت اعداد صحیح) در ماتریس مقایسات زوجی محاسبه شده است. میزان آسیب‌پذیری محله مینودر در هر شاخص از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود.

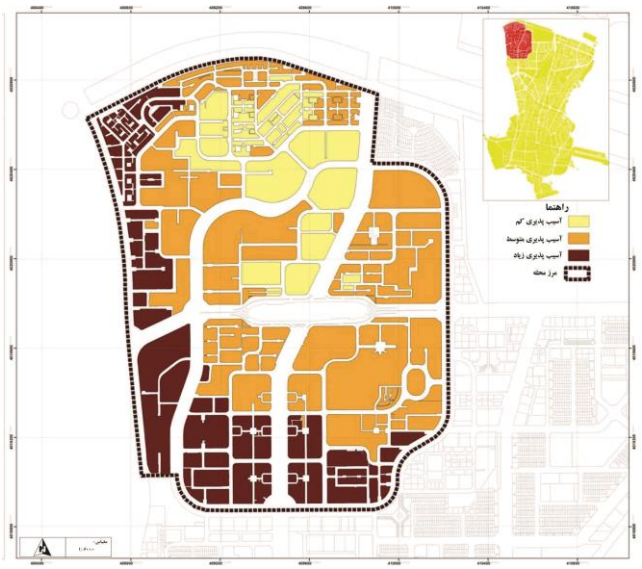
کاهش آسیب‌پذیری محله مینودر با توجه به ویژگی شاخص = $\sum$(ویژگی شاخص در محله مینودر * وزن نهایی شاخص)
سپس برای دادن وزن به لایه‌ها از Raster Calculator استفاده شده است و تمامی لایه‌های فازی وزن گرفته شاخص‌های فرم و فعالیت روی‌هم‌گذاری شده و لایه آسیب‌پذیری بر اساس شاخص‌های مربوط به دو معیار فرم و فعالیت ایجادشده است و نقشه ایجادشده نشان‌دهنده میزان آسیب‌پذیری محله مینودر برای معیار فرم و معیار فعالیت است.



شکل ۴: بهره‌گیری از منطق فازی در جهت استاندارد و همسو نموده داده‌های مربوط به دو معیار فرم و فعالیت
تدوین: نگارنده، ۱۳۹۷



شکل ۵ : نقشه آسیب‌پذیری محله مینودر بر اساس معیار به فرم
تدوین: نگارنده، ۱۳۹۷



شکل ۶ : نقشه آسیب‌پذیری محله مینودر بر اساس معیار فعالیت
تدوین: نگارنده، ۱۳۹۷

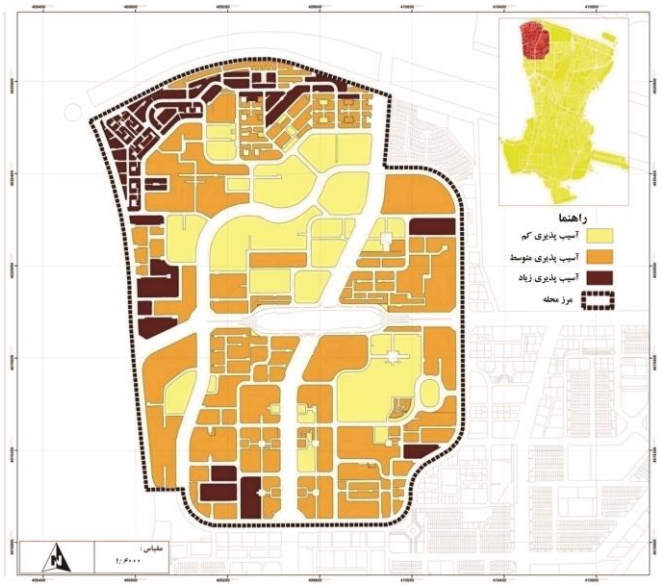
وضعیت آسیب‌پذیری محله مینودر در برابر زلزله با توجه به شاخص‌های تشکیل‌دهنده معیار فرم و بر مبنای چارچوب نظری بیانگر این موضوع است که ۲۳٪ محله از دارای آسیب‌پذیری زیاد در برابر زلزله، ۵۹٪ آسیب‌پذیری متوسط و ۱۸٪ محله از آسیب‌پذیری کم است.

همچنین وضعیت آسیب‌پذیری محله مینودر در برابر زلزله با توجه به شاخص‌های تشکیل‌دهنده معیار فعالیت نشان می‌دهد که ۶٪ از مساحت محله دارای آسیب-پذیری زیاد در برابر زلزله، ۱۱٪ آسیب‌پذیری متوسط و ۸۳٪ محله از آسیب‌پذیری کم برخوردار است.

آسیب‌پذیری محله مینودر بر اساس دو معیار فرم و فعالیت

برای ایجاد نقشه آسیب‌پذیری محله مینودر، با توجه به وزن کسب‌شده برای هر معیار و بر اساس فرمول زیر به اعمال ضرایب وزنی در لایه‌های رستری فازی شده مربوط به دو معیار فرم و فعالیت اقدام شده است و درنهایت نقشه وضعیت آسیب‌پذیری محله مینودر بر اساس معیارهای فرم و فعالیت ایجادشده است.

$$\sum \left((0.6) * \text{لایه نهایی رستری مربوط به معیار فرم} \right) + \left((0.4) * \text{لایه نهایی رستری مربوط به معیار فعالیت} \right) = \text{آسیب‌پذیری محله مینودر بر اساس دو معیار فرم و فعالیت}$$



شکل ۷ : نقشه آسیب‌پذیری محله مینودر بر اساس دو معیار فرم و فعالیت
تدوین: نگارنده، ۱۳۹۷

تحلیل ارتباط بین مؤلفه‌های تاب‌آوری و آسیب‌پذیری در برابر زلزله

به‌منظور بررسی میزان و اولویت تأثیرگذاری شاخص‌های تاب‌آوری بر آسیب‌پذیری در برابر زلزله، از مدل رگرسیون چندمتغیره[12] استفاده شده است. در تحلیل رگرسیونی، پژوهشگر به دنبال برآورد یک نوع رابطه ریاضی و تحلیل آن است، به‌طوری‌که بتوان به کمک آن کمیت یک متغیر مجهول را با استفاده از متغیر یا متغیرهایی معلوم، تعیین نمود. درواقع، در تحلیل رگرسیونی چند متغیره، سهم تأثیر هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته مشخص می‌شود.

پس از ورود داده‌های موردنیاز به نرم‌افزار SPSS و اجرای تحلیل رگرسیونی چند متغیره، ابتدا به معناداری یا عدم معناداری آماره F در خروجی اولیهٔ این تحلیل پرداخته شده است؛ زیرا معنادار بودن این آماره در تحلیل رگرسیونی، حاکی از وجود رابطه خطی بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته است. با توجه به اینکه مقدار این آماره برای داده‌های پرسشنامه مردمی در پژوهش حاضر ۱۹،۷۸۴ و سطح معناداری آن ۰،۰۱۳ به دست آمده است (داده‌های با سطح کمتر از ۰/۰۵ معنادار محسوب می‌شوند)، لذا وجود رابطه خطی بین شاخص‌های تاب‌آوری و آسیب‌پذیری در برابر زلزله، با ۹۹٪ اطمینان تأیید شده و امکان پیش‌بینی میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله توسط شاخص‌های تاب‌آوری اثبات می‌گردد.

خروجی دیگر این تحلیل شامل ضریب همبستگی چندگانه[13] و ضریب تعیین[14] مدل است. ضریب همبستگی چندگانه نمایانگر میزان همبستگی میان مجموعه متغیرهای مستقل و وابسته تحقیق است و مقدار آن در پژوهش حاضر، برابر با ۰/۷۶۲ به دست آمده است. مقدار ضریب تعیین نیز بیانگر میزانی از تغییرات متغیر وابستهٔ پژوهش است که توسط مجموعه متغیرهای مستقل تبیین شده است و مقدار آن برابر با ۰/۶۹۱ به دست آمده است. البته اشکال وارد بر این ضریب این است که تعداد درجه آزادی را در نظر نمی‌گیرد به همین دلیل برای رفع این مشکل از معمولا از ضریب تعیین تعدیل‌شده[15] استفاده می‌شود. مقدار این ضریب برابر با ۰،۶۳۱ است. به این معنی که مجموعه متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده (شاخص‌های تاب‌آوری) توانسته‌اند ۶۳٪ از تغییرات متغیر وابسته (آسیب‌پذیری در برابر زلزله) را توضیح دهند که در نوع خود سهم قابل‌توجهی بوده و نشان از اعتبار و کارایی مدل نظری پژوهش دارد. لذا ۳۷٪ از تغییرات متغیر وابسته مربوط به واریانس باقیمانده است که به علت تأثیر عوامل و متغیرهای بیرونی ناشناخته و بررسی نشده پدید آمده است.

جدول ۲: ارتباط آسیب‌پذیری محله مینودر در برابر زلزله با شاخص‌های تاب‌آوری

متغیرهای مستقل	B	t	Beta	Sig
مقدار ثابت	-۳،۵۸۹	-۵،۷۶۲	-	۰،۰۰۰
تکرارپذیری (X_1)	-۰،۲۴۳	-۲،۶۴۸	-۰،۲۳۷	۰،۰۱۴
انعطاف‌پذیری (X_2)	-۰،۱۸۷	-۵،۷۵۳	-۰،۱۵۸	۰،۰۲۱
تنوع (X_3)	-۰،۱۰۲	-۰،۸۱۲	-۰،۱۰۱	۰،۰۰۲
ارتباط (X_4)	-۰،۳۲۷	-۳،۱۱۵	-۰،۳۲۶	۰،۰۳۵
نیرومندی (X_5)	-۰،۰۹۸	-۰،۶۷۸	-۰،۰۹۹	۰،۰۰۱
پیمون‌بندی (X_6)	-۰،۰۶۷	-۱،۱۲۳	-۰،۰۵۸	۰،۰۰۰
سایر اطلاعات مدل رگرسیونی	A.R2= 0.631		F=19.784 (sig=0.000)	

تدوین: نگارنده، ۱۳۹۷

مهم‌ترین خروجی این تحلیل (جدول ۲) بیانگر معناداری ارتباط هریک از متغیرهای مستقل در تبیین و پیش‌بینی متغیر وابسته است. بر این اساس می‌توان ادعا کرد که همه متغیرهای مستقل (شاخص‌های تاب‌آوری) با متغیر وابسته پژوهش به دلیل منفی بودن مقدار عددی B رابطه غیرمستقیم دارند. ارتباط غیرمستقیم میان شاخص‌های تاب‌آوری و آسیب‌پذیری در برابر زلزله را می‌توان این‌گونه تحلیل کرد؛ در مکان‌هایی که ارتباطات، تکرارپذیری، انعطاف‌پذیری، تنوع، نیرومندی و پیمون‌بندی در ساختار کالبدی- فضایی بیشتر است، آسیب‌پذیری محله مینودر در برابر زلزله کاهش می‌یابد؛ اما در مورد اهمیت و نقش متغیرهای مستقل در پیش‌بینی معادله رگرسیون باید از مقادیر بتا استفاده کرد. ازآنجاکه مقادیر بتا استانداردشده هستند؛ از طریق آن می‌توان در مورد اهمیت نسبی متغیرها قضاوت کرد. بزرگ بودن مقدار بتا نشان‌دهنده اهمیت نسبی و نقش آن در پیش‌بینی متغیر وابسته است (Kalantari, 2016). بر همین اساس در این مدل می‌توان گفت که متغیرهای «ارتباط»، «تکرارپذیری» و «انعطاف‌پذیری» به ترتیب سهم بیشتری در مقایسه با سایر متغیرها در پیش‌بینی متغیر وابسته دارند. به‌عنوان‌مثال، یک واحد تغییر در انحراف معیار متغیر «ارتباط» باعث می‌شود تا انحراف معیار متغیر وابسته ۰،۳۲۶- تغییر کند.

درنهایت ازنظر مدل‌سازی، مناسب‌ترین مدل برای تبیین ارتباط بین شاخص‌های تاب‌آوری و آسیب‌پذیری محله مینودر در برابر زلزله و پیش‌بینی تغییرات آن، به شرح زیر است:

$Y= -3.589 -0.243X_1 -0.187X_2 -0.102X_3 -0.327X_4 -0.098X_5 -0.067X_6$

متغیر وابسته (آسیب‌پذیری در برابر زلزله) =Y

مدل ارائه‌شده در بالا مناسب‌ترین مدل حاصل از تحلیل رگرسیون است و ازآن‌جهت اعتبار دارد که نمایشی از الگوی مناسب ترکیب متغیرهای مستقل این مطالعه برای تبیین اثرگذاری شاخص‌های تاب‌آوری بر آسیب‌پذیری محله مینودر در برابر زلزله است. به‌بیان‌دیگر، از یک‌سو، عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری محله مینودر در برابر زلزله را مشخص می‌کند و از سوی دیگر، امکان پیش‌بینی تغییرات آسیب‌پذیری محله مینودر در برابر زلزله را فراهم می‌آورد.

بحث و نتیجه‌گیری

مخاطرات طبیعی به دلیل شدت و زمان کوتاه اثرگذاری بر اجتماعات و محلات شهری تبدیل به یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه ریزان و مدیران شهری در سال‌های اخیر شده است. در زمان وقوع زلزله، ساعات و دقایق اولیه بعد از وقوع بسیار پراهمیت است. به همین منظور تاب‌آوری ساختار کالبدی- فضایی محله نقشی تأثیرگذار در کاهش آسیب‌پذیری محله دارد. بر این اساس نگارندگان به بررسی وضعیت تاب‌آوری ساختار کالبدی- فضایی محله مینودر در برابر زلزله پرداخته‌اند. تفاوت این پژوهش با سایر پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه، استفاده از شاخص‌های جامع در بحث آسیب‌پذیری ساختار کالبدی-فضایی و تاب‌آوری و ارزیابی و سنجش این شاخص‌ها با توزیع پرسشنامه و مشاهده میدانی صورت گرفته است. وضعیت شاخص‌های کیفیت ابنیه، سازه ساختمان‌ها، سطح اشغال، دسترسی به فضای باز و امن، عرض معابر و محصوریت آن در وضعیت مناسب و شاخص‌های مساحت قطعات، خوانایی معابر و نماهای ساختمانی و جداره‌های مشرف‌به معابر اصلی نیازمند بازنگری است. وضعیت سازگاری کاربری، توزیع برخی کاربری‌های ویژه و حیاتی در زمان زلزله مانند کاربری‌های آموزشی در سطح محله و رعایت حریم برخی از زیرساخت‌های اصلی مانند شبکه آب‌رسانی و توزیع برق وضعیت مناسبی دارند. لزوم اصلاح برخی کاربری‌های ناسازگار با کاربری غالب محله (مسکونی)، ایجاد شبکه‌ای منظم از کاربری‌هایی که شعاع دسترسی مناسب برای کلیه افراد ساکن در محله رعایت نشده (مانند کاربری‌های درمانی، مذهبی و ورزشی) و اختصاص حریم ویژه برای برخی از تأسیسات و زیرساخت‌ها (ایستگاه‌های تقلیل فشار، شبکه توزیع و انتقال گاز) که در زمان زلزله احتمال بروز سوانح ثانویه (مانند آتش‌سوزی) را افزایش می‌دهند، به‌منظور بهبود فرایند بازتوانی و افزایش تاب‌آوری ساختار کالبدی فضایی محله در مواجهه با زلزله کاملا واضح است.

بر اساس تحلیل‌های حاصل این پژوهش توجه به مؤلفه‌های تاب‌آوری (تکرارپذیری، انعطاف‌پذیری، تنوع، ارتباط، نیرومندی و پیمون‌بندی) می‌تواند آسیب‌پذیری محل مینودر در برابر زلزله را به طرز چشم‌گیری کاهش دهد. با توجه به این مؤلفه‌ها تاب‌آوری، می‌توان پیشنهادات زیر را به‌منظور افزایش تاب‌آوری ساختار کالبدی-فضایی محله مینودر به‌منظور کاهش آسیب-پذیری در برابر زلزله ارائه داد:

- ایجاد ارتباط بین ساختمان‌های مهم و باکیفیت مناسب در سطح محله سبب بهبود و گسترش شبکه امن از فضاهای قابل‌استفاده در زمان زلزله و بعدازآن می‌شود
- توجه به ساخت سازه‌های مدولار در سطح محله و به‌ویژه در جداره اصلی معابر سبب می‌شود علاوه بر اینکه هر ساختمان در زمان زلزله مقاومت کند بلکه به‌عنوان سازه‌ای گسترده توانایی مقاومت (به دلیل رفتار یکسان) و حفاظت از ابنیه مجاور را در زمان زلزله ایجاد می‌نماید.
- توجه به نیرومندی سازه‌های مجاور معابر اصلی و فضاهای امن از طریق طراحی سازه‌های مقاوم در برابر زلزله تا بتواند در زمان زلزله و بعدازآن به فعالیت خود ادامه دهد
- ایجاد ارتباط مناسب بین قطعات مسکونی با معابر اضطراری و فضاهای امن در سطح محله سبب افزایش سطح تاب‌آوری خواهد شد.
- ایجاد ارتباط مناسب بین فضاهای امن و نشانه‌های تعریف‌شده در سطح محله در جهت افزایش نفوذپذیری فیزیکی و بصری به افزایش تاب‌آوری کمک می‌نماید.
- افزایش و بهبود ارتباط بین معابر با محصوریت مناسب سبب بهبود عملکردها در زمان زلزله و بعدازآن می‌گردد
- ایجاد تنوع در الگوی بلوک‌بندی و افزایش تکرارپذیری و انعطاف‌پذیری آن در محله
- ایجاد ارتباط کافی بین بلوک‌ها در سطح محله در جهت عملکرد مناسب در زمان زلزله و بعدازآن

- افزایش نفوذپذیری فیزیکی از طریق افزایش ارتباط مناسب بین بلوک‌ها در سطح محله
- افزایش تکرارپذیری نفوذپذیری فیزیکی در سطح محله به افزایش انعطاف‌پذیری و انتخاب‌های استفاده کندگان از فضا در زمان زلزله می‌گردد
- ایجاد شبکه‌ای مناسب از نشانه‌های موجود در سطح محله به‌منظور افزایش خوانایی معابر
- تقویت ارتباط مناسب و متنوع، شبکه‌ای متنوع از فضاهای باز و امن شهری را در سطح محله ایجاد می‌نماید که دسترسی تمامی قسمت‌های محله به آن مقدور است و با توجه به تکرارپذیری این شبکه منعطف درصورتی‌که دسترسی به یکی از قسمت‌های شبکه دچار مشکل گردد، دسترسی‌های جایگزین برای آن وجود دارد
- تقویت ارتباط، تنوع، تکرارپذیری و درنتیجه انعطاف‌پذیری در شبکه معابر با عرض بیشتر از ۶ متر، نیرومندی شبکه دسترسی موجود را به اثبات می‌رساند و توانایی شبکه معابر را در برخورد با سوانح افزایش می‌دهد
- ایجاد و افزایش ارتباط مناسب بین کاربری‌های سازگار در سطح محله به برآورده شدن نیازهای استفاده‌کنندگان از فضا در زمان عادی و زلزله می‌گردد
- ایجاد و افزایش ارتباط مناسب بین کاربری‌های ویژه در سطح محله سبب برآورده شدن کلیه نیازهای اولیه ساکنین و درنتیجه افزایش تاب‌آوری در سطح محله می‌گردد
- ایجاد و گسترش شبکه‌ای منظم از تأسیسات در سایر بخش‌های محله با توجه به نیاز ساکنین و با در نظر گرفتن رفتار آن در برابر سوانحی چون زلزله
- افزایش قابلیت ادامه فعالیت و وجود سیستم‌های جایگزین در تجهیزات شهری سبب بالا رفتن ویژگی نیرومندی و بهبود تاب‌آوری در سطح محله می‌گردد.
- افزایش ویژگی نیرومندی در سیستم زیرساخت‌ها و تأسیسات و طراحی و استفاده از سیستم‌های جایگزین در سطح محله

منابع و مآخذ

بذرگر، محمد رضا. (۱۳۸۲) . شهرسازی و ساخت اصلی شهر، انتشارات کوشا مهر، شیراز.

جلالی، تارا. (۱۳۹۱). بازسازی تاب آور پس از زلزله ۱۳۸۲ بم از دیدگاه طراحی شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد بازسازی پس از سانحه، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.

حسینیون، سولماز. (۱۳۸۵). راهنما طراحی شهری مقاوم در برابر زلزله، پایان نامه کارشناسی ارشد طراحی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.

حمیدی، ملیحه؛ و حبیبی، سید محسن. (۱۳۷۶). استخوانبدی شهر تهران. تهران: سازمان مشاور فنی و مهندسی شهر تهران.

حمیدی، ملیحه. (۱۳۷۲). ارزیابی فرم شهری رودبار زلزله ۱۳۶۹،ارائه ایده های کلی طراحی شهری برای کاهش آسیب و افزایش کار آیی شهر، پایان نامه کارشناسی ارشد شهرسازی، کتابخانه پردیس هنرهای زیبا، دانشکده شهرسازی دانشگاه تهران.

رضایی، محمد رضا. (۱۳۸۹). تبیین تاب آوری اجتماعات شهری به منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی(زلزله)؛ مطالعهٔ موردی: کلانشهر تهران، رساله دکتری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس

کلانتری خلیل. (۱۳۹۵). پردازش و تحلیل داده ها با نرم افزار spss،انتشارات فرهنگ صبا، تهران، ایران

نهاوندی، آیناز. (۱۳۸۹). فرم شهر مقاوم در بازسازی پس از زلزله، نمونه موردی بم، پایان نامه کارشناسی ارشد بازسازی پس از سانحه، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.

Adger, W.N. (2003). ‘Building Resilience to Promote sustainability: An Agenda for Coping with Globalization and Promoting Justice’. IHDP Update, 2 , PP. 1-3.

Allan, P., & Bryant, M. (2014). ‘The attributes of resilience : a tool in evaluation and design of earthquake and design of earthquake- prone cities’. International Journal of disaster Resilience in the Built Environment, 5(2), PP. 109-129.

Allan, P., & Bryant, M (2013). ‘Open Spaces Innovation in Earthquack Affected Cities’. INTECH, chapter 9. PP. 183-204.

Allan, P., & Bryant, M. (2010). ‘The critical role of open space in Earthquake Recovery’. NZSEE Conference, 34, PP. 1-10.

Bahrainy, H. (2003). ‘Natural Disaster Managment in Iran during the 1990s-need for a New structure’. Jurnal of Urban planning & Development, 129(3), PP. 1-23.

Bruneau, M., , Chang, S. E., Eguchi, R. T., Lee, G. C., O'Rourke, T. D., Reinhorn, A. M., & et al. (2003). ‘A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the

Seismic Resilience of Communities'. Earthquake Spectra, 19(4), PP. 733–752.

Cutter, Susan L., Lindsey Barnes, Melissa Berry, Christopher Burton, Elijah Evans, Eric Tate, and Jennifer Webb. (2008). 'A place-based model for understanding community resilience to natural disasters'. Global Environmental Change: forthcoming.pp.) 598–606.

Davis I., Izadkhah, Y. (2006). 'Building Resilient Urban Communities.

'Definition of Community Resilience: An Analysis, A CARRI Report, Community & regional Resilience Institue' (2013).

Desouza, K. C., & Flanery, T. H. (2013). 'Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework'. Cities, 35, PP. 89–99.

Godschalk, D. R. (2003). 'Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient cities'. Natural Hazard Review, 4(3), PP. 136-143.

Holling, C. S. (1973). 'Resilience and Stability of Ecological Systems'. Annual Review of Ecology and Systematics, 4(1), 1–23.

Holling, C. S. (1986). 'The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change'. In: clark , W.C. , Munn, R.E. (Eds), sustainable Development of Biosphere. Lodon: Cambridge University Press. PP .292-320.

Klein, R. J., Nicholls, R. J. & Thomalla, F. (2003). 'Resilience to natural hazards: How useful is this Concept?' Environmental Hazards, 5(1), PP. 35-45.

Chang, D (2018). 'Knowledge-Based, Smart and Sustainable Cities : A Provocation for a Conceptual Framework, Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity

Cristina, A, Javier, F and Anelise, D (2014). 'Expert Systems with Applications Capital System, Creative Economy and Knowledge City Transformation : Insights from Bento Gonçalves, Brazil'. Expert Systems with Applications (12)41:5614-2441

Ergazakis, K, Metaxiotis,K and Psarras, J (2006). 'Knowledge Cities: The Answer to the Needs of Knowledge-Based Development'. Vine (1)36:67-84.

Esmaeilpoorarabi, N, Yigitcanlar, T and Guaralda, M (2018). Land Use Policy Evaluating Place Quality in Innovation Districts