

تحلیل فضایی تاب‌آوری کالبدی الگوهای محلات به کمک تکنیک موران (نمونه موردی: محلات زنجان)

ماندانا کمالی^۱؛ منوچهر طبیبیان^{۲*}؛ مسعود الهی^۳

۱- دانشجوی دکتری تخصصی شهرسازی، گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران
۲- دکتری شهرسازی، استاد گروه شهرسازی، دانشکده شهرسازی پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
۳- دکتری شهرسازی، استادیار، گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

دریافت دست‌نوشته: ۱۴۰۰/۰۳/۲۰؛ پذیرش دست‌نوشته: ۱۴۰۰/۰۷/۲۶

واژگان کلیدی	چکیده
تاب‌آوری کالبدی، محلات زنجان، تحلیل موران، زلزله	در چند دهه‌ی گذشته، رشد شتابان شهرها سبب شده که به آسیب‌پذیری آنها در برابر بحران‌ها بیش‌ازپیش توجه شود. لذا تاب‌آور نمودن اجزای شهر که کوچک‌ترین جزء آن محلات می‌باشند به جهت ایجاد خودکفایی در شهر از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از بحران‌های طبیعی، زلزله است که در عین غیرقابل پیش‌بینی بودن می‌توان با استفاده از ظرفیت‌های موجود در محلات، تبعات احتمالی آن را کاهش داد و زمان بازگشت به حالت پیش از حادثه را سرعت بخشید. این مقاله با روش توصیفی - تحلیلی به کمک تکنیک تحلیل فضایی موران به دنبال سنجش تاب‌آوری سه محله از محلات زنجان با الگوهای شکل‌گیری متفاوت است. شاخص‌های کالبدی تاب‌آوری به کمک تحلیل محتوا استخراج و پس از وزن‌دهی، وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شده و به کمک موران محلی و جهانی نوع پراکندگی تاب‌آوری در محلات هدف و لکه‌های داغ و سرد بهینه شده‌ی تاب‌آوری مشخص شده است. نتایج بیانگر این است که تراکم جمعیتی در راستای دستیابی به تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله بالاترین اهمیت و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی کمترین اهمیت را دارا می‌باشند؛ به‌علاوه محلات با الگوی آماده‌سازی زمین از بیشترین تاب‌آوری و محلات با الگوی خردگرا از کمترین تاب‌آوری برخوردارند.

۱- پیش‌گفتار

مدت‌زمان کوتاه، به علت ناپایداری عناصر و فضاهای شهری در برابر نیروهای زلزله و عدم آمادگی مردم، آسیب‌های فیزیکی به شکل‌های گوناگون در محیط‌های شهری حاصل می‌شود که این نوع آسیب‌ها، سبب ایجاد آسیب‌های جانی، مالی و عملکردی و در نتیجه ایجاد آسیب‌های اجتماعی و اقتصادی و از کار افتادن سیستم‌های شهری می‌گردند (Azizi & Akbari, 2006:2-5).

ایران یکی از کشورهای حادثه‌خیزی است که به دلیل گستردگی گسل‌ها، مستعد وقوع زلزله و بحران‌های متعاقب آن

بلایای طبیعی به‌عنوان پدیده‌هایی مهار نشدنی و غیرقابل پیش‌بینی، همواره همراه شهرها و جوامع بوده‌اند. در این میان زلزله به علت آنی بودن، خسارت‌های سنگین و بعضاً جبران‌ناپذیری را به همراه داشته است.

زمین‌لرزه پدیده‌ای طبیعی است که به خودی خود، قابلیت بحران ندارد، اما میزان آمادگی و برنامه‌ریزی دقیق برای تخمین آسیب‌پذیری و کنترل و کاهش زلزله می‌تواند تعیین‌کننده‌ی درجه بحران باشد. هنگام وقوع زلزله در

الگو چگونه‌اند و سپس به مقایسه‌ی تاب‌آوری الگوهای محلات خواهیم پرداخت.

در ابتدای این مطالعه، معیارهای تاب‌آوری کالبدی به کمک اصول بنیاد راکنلر بیان شدند. پس از مرور منابع داخلی و خارجی، پرتکرارترین شاخص‌ها به کمک تحلیل محتوا استخراج شده و جهت سنجش روایی، در قالب پرسش‌نامه در اختیار متخصصان قرار گرفتند و بر این اساس تعدادی از شاخص‌ها با توجه به میزان *CVR* حذف شدند. معیارها و شاخص‌های حاصل شده در جدول (۱) قابل مشاهده است.

جدول ۱- معیارها و شاخص‌های پژوهش

شاخص	معیار	بعد (هدف)
I ₁ اسکلت ساختمان	کاهش مخاطرات و شکنندگی	تاب‌آوری کالبدی
I ₂ قدمت ساختمان		
I ₃ کیفیت ابنیه		
I ₄ تعداد طبقات (ارتفاع بنا)		
I ₅ تراکم ساختمانی		
I ₆ تراکم جمعیتی		
I ₇ جنس مصالح نما		
I ₈ فاصله از گسل	ارائه مؤثر خدمات ایمنی و ایمنی	تاب‌آوری کالبدی
I ₉ هم‌جواری با کاربری‌های خطرزا		
I ₁₀ مکان‌یابی مناسب مراکز درمانی		
I ₁₁ مکان‌یابی مناسب ایستگاه‌های آتش‌نشانی		
I ₁₂ دسترسی به مراکز آموزشی		
I ₁₃ دسترسی به اماکن ورزشی		
I ₁₄ دسترسی به فضای باز و سبز		
I ₁₅ دسترسی به کاربری مذهبی	تسهیل دسترسی و ارتباطات	تاب‌آوری کالبدی
I ₁₆ نفوذپذیری		
I ₁₇ دسترسی به شبکه اصلی (سلسله‌مراتب راه)		
I ₁₈ دسترسی به معابر با عرض مناسب (مثلاً معابر بالای ۱۲ متر)		

(Source: Authors)

این شاخص‌ها و معیارهای به‌دست‌آمده به کمک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری فازی غیرساختاری رتبه‌بندی و وزن‌دهی شد.

است به‌طوری‌که یکی از ده نقطه بلاخیز جهان است (*Zandmoghadam, 2018:296*) شهر زنجان نیز که در محاصره‌ی سه گسل خطرناک زنجان در شمال، سلطانیه در جنوب و بیاتلر در غرب قرار دارد، بر اساس نقشه‌ی پهنه‌بندی زلزله کشور تهیه شده توسط پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و همچنین به استناد آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (*Standard 2800:150*) تهیه شده توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی وزارت راه و شهرسازی کشور، در پهنه با درجه خطر نسبی زیاد قرار می‌گیرد. سطح وسیع خسارات و تلفات ناشی از بحران‌های ناشناخته، لزوم پرداختن به مفهوم تاب‌آوری را بیش‌ازپیش آشکار می‌سازد؛ به‌طوری‌که تحلیل و افزایش تاب‌آوری در مقابل کاهش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات طبیعی به حوزه‌ای مهم و گسترده در زمینه‌ی برنامه‌ریزی و مدیریت مخاطرات تبدیل شده است. تاب‌آوری ویژگی‌ای است که توصیف می‌کند یک سیستم چه مقدار اختلال را بدون از دست دادن ساختار و عملکرد اصلی می‌تواند تحمل کند (*Ghadiri et al, 2011:1-2*). امروزه در سطح جهانی، تغییرات چشم‌گیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود به‌طوری‌که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در برابر سوانح، تغییر پیدا کرده است (*Ziyari et al, 2018:2*).

با وجود چندین دهه تحقیقات پژوهشگران پیرامون مبحث تاب‌آوری، هنوز ابهامات بسیاری در این حوزه وجود دارد. تنها موردی که در آن بین پژوهشگران اجماع وجود دارد، پیچیده و چندبعدی بودن این موضوع است. بی‌تردید درک عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شهرها و محلات، علاوه بر حفظ حیات بشری به کاهش هزینه‌های اجتماعات به هنگام بحران کمک می‌کند. پرداختن به مبحث تاب‌آوری در سطح محلات شهری در رابطه با مخاطراتی مانند زلزله اهمیت زیادی دارد و می‌توان با استفاده از ظرفیت‌های موجود در محلات، تبعات احتمالی زلزله را کاهش داد و زمان بازگشت به حالت پیش از حادثه و حتی وضعیتی مطلوب‌تر را سرعت بخشید.

این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ روش، توصیفی تحلیلی است و در تلاشیم تا به این سؤال پاسخ دهیم که: مؤلفه‌های اصلی تاب‌آوری کالبدی کدامند و در هر

با کار کرافورد استنلی هولینگ آغاز شد. هولینگ (Holling, 1973) تاب‌آوری را به‌عنوان معیاری از تداوم سیستم و توانایی آن در جهت جذب تغییر و تحول و حفظ ارتباط بین گروه‌های جامعه در سیستم‌های مختلف اکولوژیکی تعریف می‌کند (Garschagen, 2013:27). مفهوم تاب‌آوری شهری توسط ویل و کامپانلا مطرح شد و تاب‌آوری شهری را به معنای ظرفیت یک شهر برای مقابله با فشارهای درونی و بیرونی و حفظ یا ترمیم کارکردهای اصلی شهر در حوزه‌هایی مانند تولیدات اقتصادی، حمل‌ونقل، مسکن، انتقال انرژی و تعاملات اجتماعی تعریف می‌کنند (Resilient city, 2015:3). تاب‌آوری تعاریف گوناگونی دارد که در این مقاله به تعریف کلی (United Nations International UNISDR Strategy for Disaster Risk Reduction) اکتفا می‌کنیم. تعریف UNISDR یکی از تعاریف مورد پذیرش تاب‌آوری در مطالعه‌ی سوانح طبیعی است. این تعریف بیان می‌دارد که ظرفیت یک سیستم، جامعه یا اجتماع در معرض خطر برای سازگار شدن، مقاومت کردن یا تغییر برای رسیدن به سطح قابل قبولی از عملیات و ساختار و ادامه‌ی آن است. این موضوع به نحوی تعیین می‌شود که سیستم اجتماعی قادر به سازمان‌دهی خود برای افزایش این ظرفیت، آموختن از بلایای گذشته، حفاظت آتی بهتر و بهبود ارزیابی‌های کاهش امکان خطر دارد (UNISDR, 2005).

با توجه به مطالعات صورت گرفته چهار بعد کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی را می‌توان به‌عنوان ابعاد اصلی تاب‌آوری در نظر گرفت که در این پژوهش با توجه به گستردگی مباحث و ماهیت اصلی مباحث شهرسازی به بعد کالبدی پرداخته شده است.

علاوه بر این تاب‌آوری کالبدی تأثیرگذارترین بعد تاب‌آوری در مقیاس شهری می‌باشد (Behzadfar et al, 2018:84). تاب‌آوری کالبدی را می‌توان ارزیابی واکنش جامعه و ظرفیت بازبایی بعد از سانحه نظیر پناهگاه‌ها، واحدهای مسکونی، تسهیلات سلامتی و زیرساختی، مانند خطوط لوله، جاده‌ها و وابستگی آنها به زیرساخت‌های دیگر دانست (Rafieian et al.,

مرحله‌ی بعد این پژوهش به تعیین همبستگی فضایی و نوع توزیع تاب‌آوری کالبدی محلات مورد مطالعه اختصاص دارد که به این منظور از شاخص موران جهانی (Global Moran's I (GMI)) استفاده شد؛ دو نوع شاخص موران جهت مشخص نمودن همبستگی فضایی بین متغیرها وجود دارد که کارایی آنها از یکدیگر متفاوت است. شاخص موران جهانی پارامتر جهانی جهت اندازه‌گیری همبستگی فضایی متغیرها می‌باشد. از این‌رو، این شاخص به‌منظور توصیف ویژگی یک متغیر در کل هر محله به کار می‌رود و از شاخص موران محلی (Local Moran's I (LMI)) برای کشف توزیع فضایی لکه‌های داغ و لکه‌های سرد (Hot spot and Cold spot) و مقایسه‌ی آنها با نمونه‌های مجاورشان استفاده شد. در نهایت با استفاده از فیلد مجموع امتیازات وزن‌دار شاخص‌ها (به‌دست‌آمده از فن NSFDSS) در سیستم اطلاعات جغرافیایی به مقایسه‌ی تاب‌آوری در سه محله‌ی مطالعاتی که نماینده‌ی سه الگوی محله هستند پرداخته شد که نتایج حاصل در بخش تحلیل قابل رؤیت است. در پایان راهبردها و پیشنهادهای ارتقاء تاب‌آوری محلات مورد مطالعه در قالب دو دسته‌ی اجرایی و مدیریتی ارائه شد.

۲- مبانی نظری

با توجه به تفسیرهای مختلف از مفهوم تاب‌آوری، این واژه ریشه در علوم مختلف از جمله مهندسی، اکولوژی و علوم اجتماعی دارد. واژه تاب‌آوری که به معنی بازگشت به گذشته به کار می‌رود، از ریشه لاتین *Resilio* به معنای جهش به گذشته گرفته شده است. به‌طور کلی، تاب‌آوری به معنای قابلیت دینامیکی یک سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد (Botton et al, 2006,102). ورود واژه تاب‌آوری به مباحث مدیریت بحران و سوانح را می‌توان به‌عنوان تولد فرهنگی جدید در مدیریت بحران و سوانح در نظر گرفت (Kazemi, 2015:12). مفهوم تاب‌آوری در دوران مدرن (دهه ۷۰) به نظریه تئوری سیستمی بر می‌گردد و اولین بار

2011). به گفته‌ی دیویس در جامعه‌ی تاب‌آور، از سانحه به‌عنوان فرصتی برای تغییر و تحولات مثبت استفاده می‌شود (Arefi, 2011:675).

وقوع سوانح طبیعی مانند زلزله در حوزه‌های شهری که پای جوامع انسانی و زیرساخت‌های بشری به میان می‌آید، اغلب به بحران‌های طبیعی تبدیل می‌شود که شامل ویرانی‌های کالبدی و اختلال عملکرد شهری است. با توجه به اینکه وقوع بلایای طبیعی مانند زلزله در سکونتگاه‌های شهری اغلب تأثیرات ویرانگری بر جای می‌گذارد، به‌منظور مدیریت این مخاطره‌ی محیطی، تاب‌آوری این ظرفیت را دارد که در چرخه‌ی مدیریت خطرپذیری در مراحل قبل، حین و پس از زلزله وارد شود (Hajizadeh & Eastgoldi, 2018).

پرداختن به مبحث تاب‌آوری در سطح محلات شهری در رابطه با مخاطراتی مانند زلزله اهمیت زیادی دارد و می‌توان با استفاده از ظرفیت‌های موجود در محلات، تبعات احتمالی زلزله را کاهش داد و زمان بازگشت به حالت پیش از حادثه و حتی وضعیتی مطلوب‌تر را سرعت بخشید.

بر اساس تعریف، محله «کالبد» دربرگیرنده‌ی «اجتماع» و سلول تشکیل‌دهنده‌ی شهر است که در آن برخی مرادوات اجتماعی شکل می‌گیرد. از این‌رو هرگونه مداخله در این بافت‌های شهری، می‌تواند تأثیر تجمعی در کاهش ریسک شهر در برابر سوانح داشته باشد (Aslani et al, 2018).

۳- پیشینه‌ی پژوهش

در راستای اهمیت تاب‌آوری کالبدی در مسائل شهری مطالعات متعددی در داخل و خارج از ایران انجام شده است از جمله:

محمودی‌نیا و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی تاب‌آوری بافت تاریخی شهر در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی: شهر یزد)، کاربری اراضی، سازگاری، مصالح ساختمانی، تراکم جمعیت، عمر بنا، کیفیت ابنیه، تعداد طبقات، شبکه ارتباطی، فضاهای باز را به‌عنوان مهم‌ترین شاخص‌های تاب‌آوری معرفی کرده‌اند.

یانگ و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ی خود بیان داشته‌اند که شهر تاب‌آور سه دوره مختلف را پشت سر گذاشته است: دوره رویش، دوره انتشار گسترده و دوره بازتاب و نوآوری؛ اما به بیان شاخص‌های کالبدی تاب‌آوری نپرداخته‌اند.

احمدی و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله‌ای تحت عنوان بررسی تاب‌آوری کالبدی - اجتماعی بافت فرسوده تاریخی با تأکید بر فرم شهری پایدار با روش میانگین فاصله از حد بهینه (بافت تاریخی تهران)، شاخص‌های تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی ناخالص، محصوریت و ارتفاع، تقسیم‌بندی و مساحت پلان طبقه همکف، سازه و مصالح ساختمانی، سازگاری کاربری‌های همجوار را از شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی بر می‌شمرند.

لطفی و همکاران (۲۰۲۰) دانه‌بندی قطعات (مساحت)، مقاومت ساختمانی، تراکم جمعیتی، معابر دارای عرض مناسب، معابر دارای پل، نقش شبکه معابر، فاصله از پمپ‌بنزین، دسترسی به فضای سبز، دسترسی به ایستگاه آتش‌نشانی، دسترسی به کاربری‌های درمانی، تعداد بیمارستان، تعداد مدارس، تعداد ایستگاه آتش‌نشانی و تعداد ایستگاه پلیس در هر کیلومتر مربع را از شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی در مقاله‌ی خود با عنوان سنجش و ارزیابی ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله (منطقه ۷ شهر تهران) مطرح می‌کنند.

ابدالی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان بررسی و مقایسه تاب‌آوری اجتماعات از پیش‌اندیشیده شده و اجتماعات برنامه‌ریزی شده به منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) معیارهای متعددی را برای تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله به شرح زیر معرفی کرده‌اند: استحکام خدمات عمومی، کیفیت کوچه و معابر محله، لوله‌کشی آب محله، برق و تأسیسات برقی، مخابرات، موبایل، دسترسی به مراکز درمانی، دسترسی به مراکز آموزشی، دسترسی به نهادهای امداد رسانی، دسترسی به پلیس و نیروی انتظامی، دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به پارک و فضای سبز عمومی، دسترسی به شبکه معابر اصلی، دسترسی به محل‌های اسکان موقت، دسترسی به نقشه‌های مسیرهای تخلیه و دسترسی به اینترنت.

بدیع و رحیمی (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان بررسی و سنجش تاب‌آوری شبکه ارتباطی شهری با رویکرد مدیریت بحران در یک جمع‌بندی کلی تعداد شریان‌های اصلی، خطوط لوله، جاده‌ها و زیرساخت‌های حیاتی، شبکه‌ی حمل‌ونقل، کاربری زمین، ظرفیت پناهگاه، نوع مسکن،

(Mohammadi Sareindizaj et al, 2017). نقشه‌ی ۱ موقعیت گسل‌ها نسبت به محلات مطالعاتی را نشان می‌دهد. بخش عمده‌ای از ساخت‌وسازهای شهری در دهه‌های اخیر بدون توجه به آیین‌نامه‌های استحکام‌بخشی و پایدارسازی بنا همچون آیین‌نامه ۲۸۰۰ احداث شده است. چنانچه در گزارش مطالعات آسیب‌پذیری آمده است، در صورت بروز زلزله در زنجان تلفات انسانی زیادی بر جای می‌گذارد که این تلفات صرفاً به علت زلزله می‌باشد و تلفات ناشی از حوادث ثانویه در آن لحاظ نشده است (Ebadallahzade et al, 2021:564).



نقشه ۱- موقعیت گسل‌ها در شهر زنجان (Source: Authors)

در این مقاله پس از مطالعات صورت گرفته به سه الگوی کلی که در محلات پس از انقلاب اسلامی قابل مشاهده بود پرداخته شده است؛ که از هر الگو، محله‌ای به‌عنوان نمونه برگزیده شده که مشخصات آنها در جدول ۲ قابل رؤیت است.

جدول ۲- مشخصات محلات

محل	الگو	مساحت (مترمربع)	تراکم (نفر در هکتار)
شهرک رجایی	تفکیک اراضی	۴۴۴۴۱۷	۱۲۶
شهرک کارمندان	آماده‌سازی	۱۲۶۶۱۶۸	۹۹
کوی پونک	خردگرای جدید	۱۹۴۱۶۴۴	۲۰۹

(Source: Statistics of Zanzan city & Fathalibiglou)

جنس مصالح، مقاومت و کیفیت و قدمت بنا، مالکیت، نوع ساخت‌وساز، ارتفاع ساختمان‌ها، فضای باز ساختمان، فضای سبز، تراکم محیطی، دسترسی، ویژگی‌های جغرافیایی و ژئوتکنیک و شیب، شدت و تکرار مخاطره‌ها و گسل‌ها را به‌عنوان شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی معرفی می‌کنند.

پوراحمد و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان تحلیل فضایی مؤلفه‌های کالبدی بافت‌های فرسوده شهری در برابر زلزله به مطالعه‌ی اسکلت ساختمان، جنس مصالح، قدمت ابنیه و کیفیت ابنیه به‌عنوان شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی پرداخته‌اند. گریشما و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی تحت عنوان تاب‌آوری در برابر بحران در شهرهای آسیب‌پذیر از طریق توسعه‌ی محله، مؤلفه‌های زیر را از شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی بر می‌شمرند: کاربری زمین، فضاهای باز، شبکه‌های اتصال‌دهنده، زیرساخت‌های فیزیکی، تراکم ساختمانی.

شریفی و یاماکاتا (۲۰۱۶) از استحکام زیرساخت‌های حیاتی، بهره‌وری زیرساخت‌ها، زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات، زیرساخت‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین و طراحی شهری به‌عنوان معیارهای سنجش تاب‌آوری محیطی نام برده‌اند.

۴- معرفی محدوده‌ی مورد مطالعه

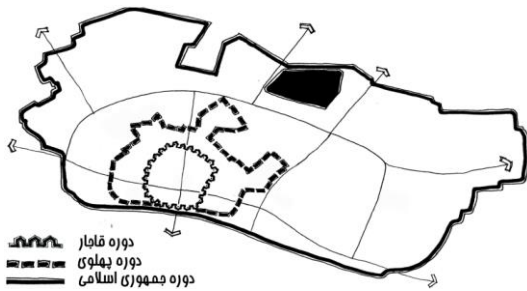
شهر زنجان از شهرهای بخش شرقی استان زنجان می‌باشد. از نظر موقعیت، شهر زنجان در محاصره سه گسل خطرناک زنجان در شمال، سلطانیه در جنوب و بیاتلر در غرب قرار دارد و بر اساس نقشه پهنه‌بندی زلزله کشور، تهیه شده توسط پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و همچنین به استناد آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ۲۸۰۰) تهیه شده توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی وزارت راه و شهرسازی کشور، در پهنه با درجه خطر نسبی زیاد قرار می‌گیرد (Ahadnejad, 2009). وجود گسل‌های فعال در ناحیه زنجان مبین آن است که علی‌رغم عدم مشاهده زمین‌لرزه‌های فراوان در سده‌های اخیر، این منطقه توان لرزه‌خیزی نسبتاً زیادی دارد.

۴-۱- شهرک رجایی (الگوی تفکیک اراضی)

زمین‌های شهرک رجایی، جزئی از زمین‌های ارتش در دوره پهلوی بود که پس از پیروزی انقلاب اسلامی و در راستای دستیابی آرمان عدالت اجتماعی (تأمین مسکن برای همه شهروندان)، طرح تفکیک اراضی برای آنها تهیه و در اختیار متقاضیان قرار گرفتند.

۴-۲- شهرک کارمندان (الگوی آماده‌سازی)

شهرک کارمندان از اولین نمونه آماده‌سازی‌های شهر زنجان بوده است که به‌صورت توسعه منفصل شهری در زمینی به مساحت ۱۰۰ هکتار طراحی گردید. طرح مذکور در سال ۱۳۶۵ تهیه و بلافاصله با تفکیک و فروش اراضی، ساخت‌وساز در این محله آغاز شد. موقعیت قرارگیری این محله منطبق بر جهت توسعه غالب زنجان، یعنی در بخش شمالی شهر است. با وجود نام‌گذاری آن تحت عنوان کوی کارمندان، از ابتدا به دلیل موقعیت قرارگیری بسیار خوب نسبت به شهر، این محله به‌عنوان یکی از محلات ممتاز شهری طراحی شد.



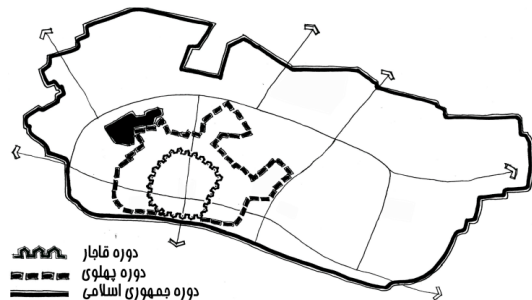
شکل ۳- جایگاه شهرک کارمندان در شهر زنجان
(Source: Authors)



شکل ۴- ارتباط شهرک کارمندان با محلات اطراف
(Source: Authors)

۴-۳- کوی پونک (الگوی خردگرایی جدید)

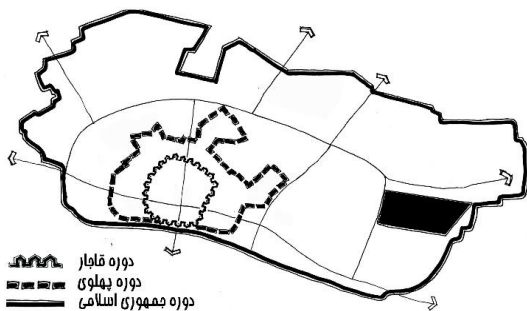
کوی پونک زنجان از محلات پر تراکم شرقی این شهر است که در اوایل دهه هشتاد شکل گرفته است. درصد عمده‌ای از مساحت آن را کاربری‌های مسکونی به خود اختصاص داده‌اند که بخش اعظم آن به‌صورت مجتمع‌های مسکونی و آپارتمانی، خصوصاً در قالب مسکن مهر است. بارگذاری جمعیتی صورت گرفته در این محله بسیار بیشتر از پیش‌بینی‌های طرح آماده‌سازی و طرح تفصیلی بوده که به این علت مسائل متعددی برای محله مذکور ایجاد کرده است.



شکل ۱- جایگاه شهرک رجایی در شهر زنجان
(Source: Authors)



شکل ۲- ارتباط شهرک رجایی با محلات اطراف
(Source: Authors)



شکل ۵- جایگاه کوی پونک در شهر زنجان
(Source: Authors)

مورد از شاخص‌های حاصل از تحلیل محتوا تأیید و ۱۲ مورد از آنها حذف شدند (با توجه به محدودیت حجم مقاله شاخص‌های نهایی در جدول ۱ قابل مشاهده است). شاخص‌های حاصل شده از این مرحله به همراه معیارها اولویت‌بندی و وزن‌دهی شدند؛ این کار به کمک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری فازی غیرساختاری-*NSFDSS* (*NSFDSS: Non-structural fuzzy decision support system*) گرفت. فن *NSFDSS* از سه فاز اصلی شامل تجزیه، قضاوت نسبی و ترکیب اولویت‌ها تشکیل شده است (Kalaian, 2011:2161) که شامل شش مرحله است.

مرحله اول: مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم‌گیری در نخستین مرحله تعیین شدند و مسئله مورد نظر به شرح جدول ۱ مدل‌سازی گردید.

مرحله دوم: جهت انجام مقایسه‌های زوجی، در ابتدا شاخص‌هایی که باید اولویت‌بندی شوند، دو به دو، در قالب سه ماتریس ۱۸ در ۱۸ و با توجه به هر یک از معیارهای تصمیم‌گیری با یکدیگر مقایسه شدند؛ (برای پرهیز از طولانی شدن مطلب ماتریس‌های ۱۸ در ۱۸ ارائه نشده است). سپس، معیارهای تصمیم‌گیری در قالب یک ماتریس ۳ در ۳ و با توجه به میزان اهمیتشان در دستیابی به هدف پژوهش، با یکدیگر مقایسه شدند.

جدول ۲- مقیاس پایه ارزیابی‌ها در فن *NSFDSS*

مقایسه‌ی عنصر X و Y		
مقیاس	تعریف	توضیحات
۰	بدتر	عنصر X بدتر یا دارای اهمیت کمتری از عنصر Y است.
۰/۵	یکسان	عنصر X مشابه یا دارای اهمیت یکسان با عنصر Y است.
۱	بهتر	عنصر X بهتر یا دارای اهمیت بیش‌تر از عنصر Y است.

(Tam et al., 2007:18)

مرحله سوم: در این مرحله با توجه به پنج قاعده‌ی مطرح در فن *NSFDSS* سازگاری قضاوت‌های تمامی



شکل ۶- ارتباط کوی پونک با محلات اطراف
(Source: Authors based on satellite image of Zanjan)

۵- روش پژوهش

در این پژوهش توصیفی - تحلیلی که به لحاظ هدف کاربردی می‌باشد، ابتدا متون تخصصی شامل کتب، مقاله‌ها و رساله‌ها مطالعه شده و معیارهای تاب‌آوری کالبدی بر اساس مؤلفه‌های بنیاد راکفلر و شاخص‌ها بر اساس تحلیل محتوا استخراج شدند. سپس به کمک پرسش‌نامه و بررسی روایی محتوایی (*Content Validity Ratio*) شاخص‌ها خلاصه و ادغام شده و شاخص‌های نهایی به دست آمدند. به این منظور از ۲۰ نفر از متخصصان بومی درخواست شد تا پرسش‌نامه‌ی تهیه شده را پاسخ گویند. برای بررسی روایی محتوایی به شکل کمی، از ضریب نسبی روایی محتوا استفاده شد. برای تعیین *CVR* از متخصصان درخواست شد تا هر آیتم را بر اساس طیف سه‌قسمتی «ضروری است»، «مفید است ولی ضرورتی ندارد» و «ضرورتی ندارد» بررسی نمایند. سپس پاسخ‌ها مطابق رابطه (۱) محاسبه می‌گردد.

$$CVR = \frac{nE - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad (1)$$

در این رابطه *nE* تعداد متخصصانی است که به گزینه‌ی «ضروری» پاسخ داده‌اند و *N* تعداد کل متخصصان است. در اینجا با توجه به تکمیل ۲۰ پرسش‌نامه مقدار محاسبه شده باید بیشتر از ۰/۴۲ باشد و در غیر این صورت شاخص مربوطه در مرحله‌ی بعد حذف می‌شود. در این بخش ۱۸

۰/۸۱۸	۲/۵	C2
۰/۶۶۷	۱/۵	C3

(Authors, 2021)

جدول ۵- ماتریس به‌هنگارسازی امتیاز اولویت معیارها به

وزن معیار	امتیاز اولویت	به‌هنگارسازی	وزن معیار
۰/۴۰۲	۱	۱ ÷ ۲/۴۸۵	C1
۰/۳۳۹	۰/۸۱۸	۰/۸۱۸ ÷ ۲/۴۸۵	C2
۰/۲۶۸	۰/۶۶۷	۰/۶۶۷ ÷ ۲/۴۸۵	C3

(Authors, 2021)

مرحله پنجم: در مرحله پنجم، وزن معیارها از طریق به‌هنگارسازی امتیاز اولویت‌ها (تقسیم امتیاز هر اولویت بر مجموع امتیاز تمامی اولویت‌ها) محاسبه گردیده که نتایج در قالب جدول (۸) ارائه شده است.

مرحله ششم: جهت تعیین بردار نهایی، رابطه (۴) به کار گرفته شده است. با لحاظ مقدار عددی ۱ و ۲ برای پارامتر فاصله (p)، فاصله‌های اقلیدسی و همینگ محاسبه شدند. میانگین این دو عدد برابر با بردار نهایی هر گزینه بوده که نتایج در قالب جدول (۶) ارائه شده است. در انتها بر اساس نتایج مذکور، اولویت‌بندی نهایی گزینه‌ها نیز مشخص شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده تراکم جمعیتی در راستای دستیابی به تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله از بالاترین اهمیت و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی از کمترین اهمیت برخوردارند.

جدول ۶- ماتریس به‌هنگارسازی امتیاز اولویت معیارها به

اولویت	میانگین	P=2	P=1	I _n
۲	۰/۷۸۴	۰/۷۶۹	۰/۸	I ₁
۵	۰/۵۲۱	۰/۵۲۰	۰/۵۲۲	I ₂
۵	۰/۵۲۱	۰/۵۲۰	۰/۵۲۲	I ₃
۳	۰/۷۶۹	۰/۸۱۱	۰/۷۲۷	I ₄
۴	۰/۵۸۴	۰/۵۹۰	۰/۵۷۸	I ₅
۶	۰/۴۶۴	۰/۴۳۴	۰/۴۹۴	I ₆
۸	۰/۴۱۶	۰/۳۹۵	۰/۴۳۸	I ₇
۱	۰/۹۳۹	۰/۹۲۵	۰/۹۵۳	I ₈
۷	۰/۴۳۰	۰/۴۵۰	۰/۴۱۱	I ₉

ماتریس‌ها بر اساس رابطه (۲) کنترل شد و ناسازگاری‌ای در قضاوت‌ها تشخیص داده نشد.

اگر $i^{e_{kl}} = 0$ ، آنگاه $i^{e_{hk}} > i^{e_{hl}}$

اگر $i^{e_{kl}} = 1$ ، آنگاه $i^{e_{hk}} < i^{e_{hl}}$

اگر $i^{e_{kl}} = 0.5$ ، آنگاه $i^{e_{hk}} = i^{e_{hl}} = 0.5$

اگر $i^{e_{kl}} = \{0/0.5/1\}$ ، آنگاه $i^{e_{hk}} = i^{e_{hl}} = 1$

(۲) $i^{e_{kl}}$ برابر است با اندازه منطقی مقایسه زوجی

عنصر k و عنصر l

اگر $i^{e_{kl}} = \{0/0.5/1\}$ ، آنگاه $i^{e_{hk}} = i^{e_{hl}} = 0$

و n برابر است با تعداد عناصر

چنانچه ناسازگاری در قضاوت‌ها تشخیص داده شود، اصلاحات لازم باید در ردیف‌های پایین‌تر انجام شود. به‌بیان‌دیگر قضاوت‌های ابتدایی صحیح‌تر پنداشته می‌شوند (Tam et al., 2007b:223) (Xujia and Yu., 2013:1274).

مرحله چهارم: در این مرحله به محاسبه‌ی امتیاز اولویت‌ها پرداخته می‌شود. در اینجا تنها به ارائه‌ی فرمول محاسبه‌ی امتیاز معنایی (رابطه ۳ و ۴) اکتفا می‌شود.

$$0.5 \leq ia_{ij} \leq 1 \quad ir_1 = \frac{1 - ia_{ij}}{ia_{ij}} \quad (3)$$

$$u_j = \frac{1}{1 + \left\{ \frac{\sum_{i=1}^m [w_i (r_{ij} - 1)]^p}{\sum_{i=1}^m (w_i r_{ij})^p} \right\}^2} \quad p = 1, 2 \quad (4)$$

ماتریس اولویت‌ها تشکیل، مجموع مقادیر عددی هر یک از سطور ماتریس‌ها محاسبه شده و سپس سطور ماتریس‌ها بر اساس این مقادیر به‌صورت نزولی مرتب شد. با مقایسه این اعداد با بالاترین مقدار عددی هر ماتریس، عملگر معنایی متناسب، انتخاب شد. با طی فرآیند مشابه، امتیاز اولویت هر یک از گزینه‌ها در ارتباط با هر ۱۸ زیر معیار و همچنین امتیاز اولویت معیارها مطابق جداول (۴) و (۵) محاسبه گردید.

جدول ۴- ماتریس امتیاز اولویت معیارها

Cn	مجموع	امتیاز اولویت
C1	۳/۵	۱

تحلیل فضایی تاب‌آوری کالبدی الگوهای محلات به کمک تکنیک موران (نمونه موردی: محلات زنجان)

عدد تاب‌آوری هر پلیگون) به عنوان متغیری که تحلیل بر روی آن صورت می‌گیرد، انتخاب شدند.

تحلیل خودهمبستگی فضایی دو نوع خروجی به صورت گرافیکی و عددی ارائه می‌نماید. خروجی گرافیکی نشان می‌دهد که آیا داده‌ها پراکنده و یا خوشه‌بندی شده هستند. خروجی عددی این آماره شامل دو عدد می‌باشد؛ نمره استاندارد Z و عدد موران جهانی (Asgari, 2011). با استفاده از این اعداد می‌توان درجه پراکنده بودن یا متمرکز بودن عوارض یا داده‌های فضایی را در فضا اندازه‌گیری نمود (Asadi et al, 2015). اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد مثبت یک باشد، داده‌ها دارای خودهمبستگی فضایی و دارای الگوی خوشه‌ای بوده و اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد منفی یک باشد، آنگاه داده‌ها از هم گسسته و پراکنده می‌باشند. در مورد این ابزار فرضیه صفر این است که هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی بین مقادیر خصیصه مرتبط با عوارض جغرافیایی مورد نظر وجود ندارد. حال زمانی که مقدار P -Value بسیار کوچک و مقدار Z محاسبه شده (قدر مطلق) بسیار بزرگ باشد، آنگاه می‌توان فرض صفر را رد کرد (Asgari, 2011:25). با توجه به اینکه این اعداد در هر سه محله بزرگ‌تر از صفر و مثبت بوده، گواه بر این می‌باشد که تاب‌آوری در این محلات از خودهمبستگی بالایی برخوردار بوده و نوع توزیع تاب‌آوری در این محلات به صورت خوشه‌ای می‌باشد. نمونه‌ای از خوشه‌ای بودن توزیع تاب‌آوری در شکل (۷) قابل مشاهده است. بعد از اطمینان از خودهمبستگی بالا و خوشه‌ای بودن توزیع می‌توان به سراغ تحلیل لکه‌های داغ و سرد رفت که از دستاوردهای اصلی این مدل پژوهش محسوب می‌شود.

I_{10}	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۱	۱۴
I_{11}	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱۶	۰/۰۰۰۱	۱۴
I_{12}	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۷	۱۳
I_{13}	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۷	۱۳
I_{14}	۰/۰۰۶۸	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۴۹	۱۲
I_{15}	۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۷	۱۳
I_{16}	۰/۰۳۵۸	۰/۰۳۶۸	۰/۰۳۶۳	۹
I_{17}	۰/۰۲۶۵	۰/۰۲۹۰	۰/۰۲۷۷	۱۰
I_{18}	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۵۶	۱۱

(Authors, 2021)

در این مرحله امتیاز هر شاخص در وزن هر شاخص ضرب شده و از مجموع امتیازات وزن‌دار شاخص‌ها، عدد تاب‌آوری هر پلیگون حاصل شد که میانگین عدد تاب‌آوری این پلیگون‌ها در جدول (۷) ارائه شده است (Adapted from GIS analysis by the authors)

جدول ۷- مشخصات محلات				
محله	الگو	تاب‌آوری	رتبه	
شهرک رجائی	تفکیک اراضی	۲/۵۲۷۱	۲	
شهرک کارمندان	آماده‌سازی	۳/۱۱۵۵	۱	
کوی پونک	خردگرای جدید	۲/۳۶۶۲	۳	

(Source: Based on GIS results)

۶- یافته‌های پژوهش

۶-۱- تحلیل خودهمبستگی فضایی

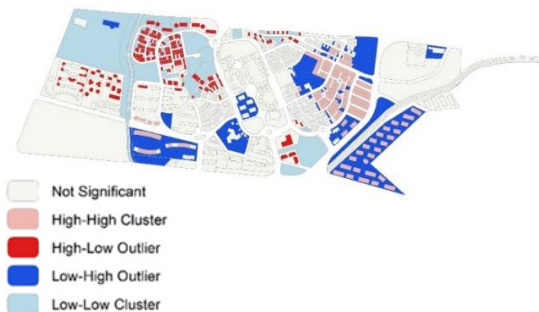
در این مرحله، جهت تحلیل تاب‌آوری محلات مورد مطالعه از خودهمبستگی فضایی موران که به آماره موران جهانی یا موران I معروف می‌باشد کمک گرفته شد. سپس جهت تحلیل لکه‌های داغ از آماره‌ی گتیس-ارد جی استفاده شد. کشف الگوهای فضایی میزان تاب‌آوری محلات بر اساس خودهمبستگی فضایی Moran's I با بهره‌گیری از نرم‌افزار ArcGIS 10.4.1 انجام شد. شیپ فایل محله‌ی مورد نظر در جی‌آی‌اس فراخوانی شده و فیلد مجموع (مجموع امتیازات هر پلیگون با در نظر گرفتن وزن هر شاخص و یا به عبارتی



شکل ۸- تحلیل موران محله رجایی

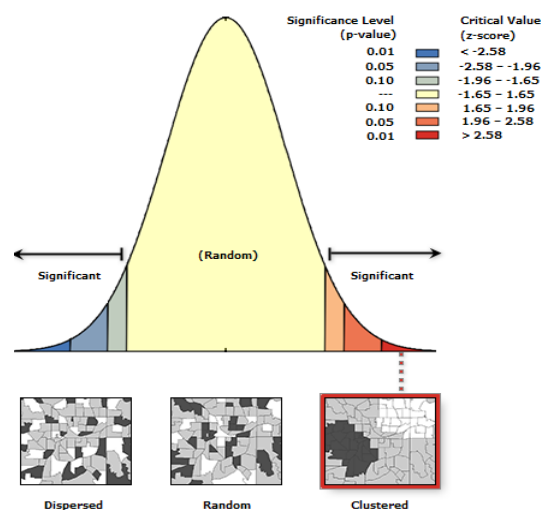


شکل ۹- تحلیل موران محله کارمندان



شکل ۱۰- تحلیل موران محله بونک

پس از این مرحله نوبت به تحلیل لکه‌های داغ می‌رسد. تحلیل لکه‌های داغ آماره گتیس -ارد جی را برای همه‌ی عوارض موجود در داده‌ها محاسبه می‌کند. امتیاز Z به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که در کدام مناطق، داده‌ها با مقادیر زیاد یا کم خوشه‌بندی شده‌اند (Rogerson, 2006). برای امتیاز Z مثبت و معنادار از نظر آماری، هرچه امتیاز Z بزرگ‌تر باشد، مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه‌بندی شده و لکه داغ تشکیل می‌دهند. برای امتیاز Z منفی و معنادار از نظر



شکل ۷. توزیع خوشه‌ای موران جهانی در محله رجایی (Authors, 2021)

۶-۲- تحلیل خوشه و ناخوشه

تحلیل خوشه و ناخوشه که به شاخص انسلین محلی موران نیز شناخته می‌شود از ابزارهای مفید برای نمایش توزیع آماری پدیده‌ها در فضا می‌باشد. این ابزار همچنین محل مقادیر زیاد و کم خوشه‌ها و ناخوشه‌ها را در فضای مورد مطالعه نشان می‌دهد. اگر مقدار I یا همان مقدار شاخص موران مثبت باشد به معنای آن است که عارضه مورد نظر توسط عوارض مشابه خود محاصره شده است. بنابراین عارضه مورد نظر بخشی از آن خوشه است. اگر مقدار I منفی باشد به معنای آن است که عارضه مورد نظر توسط عوارضی که اصلاً مشابهتی به آن ندارند محاصره شده است. این نوع عارضه در حقیقت ناخوشه نامیده می‌شود. خروجی‌های ایجاد شده توسط این ابزار به چهار حالت خواهند بود که عبارتند از: خوشه‌های مقادیر زیاد-زیاد ($H-H$)، خوشه‌های مقادیر کم-کم ($L-L$)، ناخوشه‌های زیاد-کم ($H-L$) و ناخوشه‌های کم-زیاد ($L-H$).

در نقشه‌های زیر لکه‌های صورتی بیان‌کننده‌ی خوشه‌های مقدار زیاد و در واقع خوشه‌های پرخطر و لکه‌های آبی روشن بیان‌کننده‌ی خوشه‌های مقدار کم و یا خوشه‌های کم‌خطر می‌باشد. لکه‌های قرمز و آبی پررنگ نشان‌دهنده‌ی ناخوشه‌ای بودن است (یعنی پلیگونی‌هایی با تاب‌آوری زیاد که توسط پلیگونی‌هایی با تاب‌آوری کم احاطه شده و برعکس).

تحلیل فضایی تاب‌آوری کالبدی الگوهای محلات به کمک تکنیک موران (نمونه موردی: محلات زنجان)



شکل ۱۳- تحلیل لکه‌های داغ بهینه شده در محله پونک

در مرحله‌ی آخر با توجه به ستون مربوط به مجموع تاب‌آوری در سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌توان به مقایسه‌ی تاب‌آوری این سه محله پرداخت که خلاصه‌ی این فیلد در جدول ۷ قابل رؤیت است.

محله کارمندان با الگوی آماده‌سازی به‌عنوان محله‌ای با تاب‌آوری بالا و محله‌ی پونک با الگوی خردگرایی جدید به‌عنوان محله‌ای با تاب‌آوری پایین شناخته شدند.

۷- بحث و نتیجه‌گیری

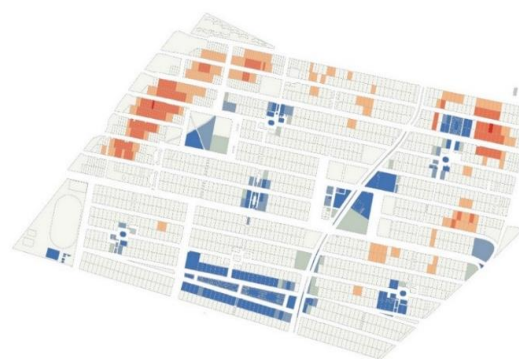
تا امروز پژوهش‌های گوناگونی پیرامون مبحث تاب‌آوری و تاب‌آوری کالبدی صورت گرفته است؛ اما صرفاً به بررسی تاب‌آوری در یک منطقه یا ناحیه‌ای از شهر همت گمارده‌اند و کمتر قابل تعمیم به نقاط دیگر شهر می‌باشند. در صورتی که در این پژوهش از شاخص‌هایی جامع در بحث تاب‌آوری کالبدی استفاده شده، از هر الگوی محله، یک محله به‌عنوان نمونه انتخاب شده و لذا قابلیت تعمیم به کل شهر را دارد. در عین حال با توجه به تکنیک استفاده شده جهت تحلیل (موران) هر محله علاوه بر اینکه به‌صورت مجزا از لحاظ شاخص‌های تاب‌آوری بررسی شده، در خروجی تحلیل موران تأثیر زمینه‌ی قرارگیری هر محله بر آن محله نیز لحاظ شده؛ یعنی به اجزای شهر که محلات می‌باشند هم به‌صورت منفرد هم به‌صورت جزئی از یک کل توجه شده است. باید در نظر داشت تحلیل خودهمبستگی فضایی موران ابزار کارآمدی برای کمک به تصمیم‌گیری مطلوب می‌باشد. از این‌رو، شناخت مناطقی که دارای لکه‌های داغ تاب‌آوری هستند می‌تواند مورد توجه طراحان و برنامه‌ریزان شهری قرار گیرد تا به این طریق

آمار، هرچه امتیاز Z کوچک‌تر باشد به معنای خوشه‌بندی شدیدتر مقادیر پایین خواهد بود و اینها در حقیقت لکه‌های سرد را نشان می‌دهند (Asgari, 2011:75).

در واقع در شکل‌های ۱۱ تا ۱۳ z score مثبت نشانه‌ی خوشه‌ی پرخطر و z score منفی نشانه‌ی خوشه‌ی کم‌خطر می‌باشد. درصد‌های ۹۹، ۹۵ و ۹۰ هم درصد سطح اطمینان در این تحلیل هستند. این تحلیل که به‌عنوان یک تحلیل بهینه شده شناخته می‌شود، خوشه‌های کم‌اهمیت را حذف می‌کند، بنابراین نقشه‌های حاصل از این تحلیل می‌توانند مبنای اقدامات جهت ارتقای تاب‌آوری در محلات مذکور باشند.



شکل ۱۱- تحلیل لکه‌های داغ بهینه شده در محله رجایی



شکل ۱۲- تحلیل لکه‌های داغ بهینه شده در محله کارمندان

اقدامات مؤثری را جهت کاهش لکه‌های داغ انجام دهند که منجر به ارتقای تاب‌آوری می‌شود.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد از بین سه معیار کلی کاهش مخاطرات و شکنندگی، ارائه مؤثر خدمات حیاتی و دسترسی و ارتباطات قابل‌اتکا به ترتیب بیشترین اهمیت را در رسیدن به تاب‌آوری دارند.

بر اساس جدول ۶ فاصله از گسل، اسکلت ساختمان، تعداد طبقات، تراکم ساختمانی، قدمت ساختمان و کیفیت ابنیه، تراکم جمعیتی، هم‌جواری با کاربری‌های خطرزا، جنس مصالح نما، نفوذپذیری، دسترسی به شبکه اصلی، دسترسی به معابر با عرض مناسب، دسترسی به فضای سبز و باز، دسترسی به کاربری‌های آموزشی و ورزشی و مذهبی، دسترسی به کاربری‌های درمانی و ایستگاه آتش‌نشانی به ترتیب اولویت بر تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله تأثیر گذارند.

محله‌ی کارمندان با الگوی آماده‌سازی زمین دارای بیشترین میزان تاب‌آوری و محله‌ی پونک با الگوی خردگرایی جدید دارای کمترین میزان تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله هستند.

پایین بودن تاب‌آوری و بالا بودن آسیب‌پذیری در این محلات ناشی از عدم توجه به اصول ساخت‌وساز و طرح‌های فرادست، عدم توجه به ماتریس سازگاری در مکان‌گزینی کاربری‌ها، وجود نظام مدیریت غیر مشارکتی و متمرکز به‌عنوان وجه غالب در نظام مدیریت شهری، تعدد مراجع تصمیم‌گیری و تصویب در خصوص نحوه اجرای طرح‌ها و وابستگی درآمد شهرداری به روش مازاد تراکم و تصمیمات و شیوه‌های درآمدی نامناسب در مورد فروش تراکم مازاد و عدم جایگزینی منابع درآمدی قانونی، می‌باشد. صدور مجوز برای استقرار کاربری‌های پر تراکم در کنار یکدیگر و در میان محلات مسکونی، امنیت و آسایش را در بخش‌هایی از فضاها شهر، سلب نموده است. در کوی پونک با وجود اینکه تراکم وضع موجود بسیار بیشتر از تراکم پیشنهادی طرح تفصیلی است ولی همچنان بارگذاری‌ها ادامه دارند و این مسئله می‌تواند در صورت وقوع زلزله، خطراً باشد. از این گذشته در ساختمان‌های مرتفع و متراکم قبل از خطر زلزله، خطراتی که به هنگام فرار از چنین ساختمان‌هایی پیش می‌آید تهدیدکننده است، اینکه ساکنان حتی ممکن است به هنگام

فرار زیر دست‌وپا آسیب ببینند. با توجه به تراکم بالای جمعیت در اکثر محلات، وجود معابر کم‌عرض در محلات پونک و رجایی، وجود کاستی‌های سیستم‌های پاسخگویی و مقابله با بحران و بسیاری از مواردی که در این بخش به آنها اشاره شد نیازمند اتخاذ راهکارهای مدیریت بحران و مشارکت مردمی برای مقابله با سوانح هستیم. شاخص فاصله از گسل، از جمله شاخص‌های مستقلی است که می‌تواند سایر شاخص‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهد. در واقع با کنترل این شاخص می‌توان به میزان قابل‌توجهی آسیب‌پذیری در برابر زلزله را کاهش داد.

با توجه به اینکه بحث امداد رسانی و نجات بعد از وقوع زلزله امری حیاتی است، وجود معابر کم‌عرض و باریک یکی از تهدیدکننده‌های اصلی تاب‌آوری محلات مذکور است. مسئله زمانی بغرنج‌تر می‌شود که این معابر باریک توسط ساختمان‌های مرتفع احاطه شوند و به هنگام وقوع زلزله و ریزش آوار احتمال مسدود شدن معابر وجود خواهد داشت. به‌کارگیری کاربری‌های انعطاف‌پذیر می‌تواند کمک مؤثری در ارتقا تاب‌آوری داشته باشد.

با توجه به توضیحات فوق و بر اساس تجربه‌های به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر و تحلیل‌های صورت گرفته به کمک تکنیک موران، به‌منظور افزایش تاب‌آوری در سطح محلات، موارد اجرایی و مدیریتی زیر پیشنهاد می‌شود.

پیشنهادهای اجرایی:

- بهبود کیفیت مسکن در بافت‌های در دست احداث (به‌عنوان مثال در طرح اقدام ملی مسکن)
- تعریض معابر در صورت امکان جهت سهولت دسترسی و امکان امداد رسانی در مواقع ضروری
- مقاوم‌سازی ساختمان‌ها ضمن به‌کار بردن سیاست‌های تشویقی و جلب مشارکت مردمی
- مکان‌یابی صحیح کاربری‌ها، با توجه به ماتریس سازگاری و شعاع دسترسی
- فراهم کردن سازوکارهایی جهت تسهیل آمد و شد وسایل نقلیه‌ی اضطراری
- افزایش تعداد مراکز درمانی و توجه به پراکنش آنها به منظور خدمات‌رسانی به‌موقع در زمان وقوع بحران
- ارائه چک‌لیست برای ارزیابی تاب‌آوری کلیه‌ی

- وضعیت آسیب‌پذیری و تاب‌آوری آن به منظور مدیریت بهینه‌ی بحران
- تعیین محل اسکان موقت شهروندان هنگام بروز سانحه، قبل از سانحه
- ایجاد سازمان‌های مردم‌نهاد فعال در زمینه‌ی مدیریت بحران و حمایت از آنها.
- با کنترل موارد فوق می‌توان به میزان قابل‌توجهی آسیب‌پذیری محلات را در برابر زلزله کاهش داد.

۸- سیاهه‌ی نمادها

جدول ۸- سیاهه‌ی نمادها	
نماد	شرح
u_i	بردار اولویت
w_i	وزن معیار i
$r_{ij} = ir_j$	امتیاز اولویت
p	پارامتر فاصله
C	معیار
I	شاخص

- ساختمان‌های در حال ساخت
- توجه به احداث پناهگاه در فضای باز عمومی به‌صورت چند عملکردی در بافت‌های مسکونی.
- پیشنهادهای مدیریتی:
- تدوین و اعمال ضوابط و مقررات ضروری در رابطه با توسعه‌های جدید با توجه به ضوابط طرح‌های بالادست و رعایت سرانه‌ها
- اعمال قوانین در جهت کنترل تراکم ساختمانی و جمعیتی و عدم ارائه مجوز ساخت در نواحی دارای تراکم جمعیتی بالا مانند محله پونک
- در نظر گرفتن مباحث پایداری و تاب‌آوری در طرح‌های تفصیلی، سیاست‌های کوتاه و بلند مدت
- توسعه‌ی مطالعات علمی و تحقیقاتی یکپارچه برای شناسایی و کاهش خطرات ناشی از مخاطرات طبیعی و حوادث و حمایت از مراکز پژوهشی و تحقیقاتی مرتبط با بحران‌ها
- تشویق و ترغیب مردم به رعایت نکات ایمنی، تبیین اهمیت قوانین و مقررات ملی، بالا بردن سطح آگاهی عموم، تهیه برنامه‌های مناسب و آموزش همگانی جهت مواقع اضطراری
- ایجاد بانک اطلاعاتی به‌روز از محلات و ارزیابی مداوم

۹-مراجع

- [1] Abdali, Y., Pourahmad, A., Amini, M., Khandan, A. (2019). Investigating and comparing the resilience of pre-created communities and planned communities to reduce the effects of natural disasters (earthquakes); Case study: Noorabad city and Mehr housing of Noorabad city. *Sepehr Geographical Information Quarterly*. 28(110), 147-161. doi: 10.22131 / sepehr.2019.36620.
- [2] Ahmadi, M., Andalib, A., Majedi, H., and Saeedeh Zarabadi, Z. (2020). Investigation of physical-social resilience of historical worn-out texture with emphasis on sustainable urban form with the method of average distance from the optimal limit (Case study: historical texture neighborhoods of Tehran). *Environmental Studies Seven Fences (Seven Fences)*, 8(32), 5-16.
- [3] Alexander, D.E. (2013). Resilience and disaster risk reduction: An etymological journey. *Natural Hazards and Earth System Science*, 13: 2707-2716. DOI:10.5194/nhess-13-2707-2013.
- [4] Arefi, M. (2011). design for resilient cities, reflections from a studio.in: Banerjee, Tidib & Loukaitou- Sideris (eds.), *Companion to urban design* ,Routledge, Abingdon, pp: 674-685
- [5] Aslani, F., Amini Hosseini, K., Fallahi, A. (2018). The framework of physical and social resilience of the neighborhood against earthquakes (Case study: Keshavarz neighborhood located in District 6 of Tehran). *Environmental Risk Management*, 5(4), 417-433. doi: 10.22059/ jhsci.2019.278000.455
- [6] Azizi, MM. and Akbari, R. (2006). Urban considerations in assessing cities' vulnerability to earthquakes. *Fine Arts magazine*. No 34 [in Persian]
- [7] Badie, P., Rahimi, M. (2018). Investigating and measuring the resilience of urban communication network with crisis management approach (case study of Tehran Region 2). *Journal of New Attitudes in Human Geography*, 10(2), 41-65.
- [8] Behzadfar, M., Omidvar, B., Qalibaf, M., Ghasemi, R. (2018). Development of urban resilience index against earthquake. *Relief (Scientific Journal of Rescue and Relief)*, 9(3), 80-86. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=474709>
- [9] Botton, S., van Heusden, M. and Parsons, J.R. Smidt, H.N. (2006). *Straalen van, Resilience of Microbial Systems towards Disturbances, Critical Reviews in Microbiology*, 32:101- 112. DOI:10.1080/10408410600709933.
- [10] Cortinovis, C. & Geneletti, D. (2019). A framework to explore the effects of urban planning decisions on regulating ecosystem services in cities. *Ecosystem Services*, 38, 1-13.
- [11] Ebadallhzadeh, B., Zarabadi, Z., Piri, S., Farzadbehtash, M.R. (2021). Explain the factors affecting urban evolutionary resilience against earthquakes (Case study: Zanjan city), *Journal of New Attitudes in Human Geography*, second issue, 557-576.
- [12] Fathali Biglou, M. (2019). *Proposing Urban Design Frameworks for Neighbourhoods of Zanjan, Urban Planning (M.A.) Thesis*, Central Tehran Branch, 199.
- [13] Garschagen, M. (2013). Resilience and organisational institutionalism from a cross-cultural perspective: an exploration based on urban climate change adaptation in Vietnam, *Nat. Hazards*, 67: 25-46. DOI:10.1007/s11069-011-9753-4.

- [14] Ghadiri, M., Roknaddin Eftekhari, A., Shayan, S. and Parhizkar, A. (2011). Explaining the Socio-Spatial Focus of Tehran's Vulnerability against Earthquake. *Journal of Planning and Space Planning*, Volume 16 [in Persian].
- [15] Hajizadeh, F. and Eastgoldi, M. (2018). An Analysis of Rural Resilience with Emphasis on Earthquake (Case Study: Suburbs of Lamerd), *Journal of Environmental Risk Management*, Volume 1, Number 1, pp 67-83.
- [16] Kalaierasan, C. (2011). A Model for Systematic Analysis of Multi-Criteria Decision Problems in Construction. *International Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 3, pp. 2160-2164.
- [17] Kazemi, D. (2015). Designing a Conceptual Framework to Measure Components Influencing City Resilience against Earthquake Crisis, Case: Tehran. Ph.D. thesis [in Persian], Science and Research University.
- [18] Lotfi, P., Nikpour, A. and Akbari, F. (2020). Measurement and evaluation of the physical dimensions of urban resilience against earthquakes (Case study: District 7 of Tehran), <https://civilica.com/doc/1165067>.
- [19] Mahmoudi Nia, M., Sarami, H., Ramesht, M.H., Taqvaei, M. (2020). Assessing the resilience of the historical context of the city against natural hazards (earthquake) (Case study: Yazd). *Journal of New Attitudes in Human Geography*, 13(1), 638-654.
- [20] Mohammadi Serin Dizaj, M., Ahdenjad Roshti, M., Marsousi, N., Asgari, A. (2017). Assessing the resilience of urban areas with emphasis on access to vital and effective physical elements against earthquake risk, using Todim multi-criteria decision model (Case study: Zanjan city), *Journal of New Attitudes in Human Geography*, Year 9, Issue 4, pp 90-110.
- [21] Nejadebrahimi, A., Heidari, M.J., Keynejad, M.A. (2021). Ranking of Zanjan city areas using localized indicators of Khalaq city. *Journal of New Attitudes in Human Geography*, 13(3), 88-108.
- [22] Ouyang, M. & Duenas-Osorio, L. (2012). Time-dependent resilience assessment and improvement of urban infrastructure systems. *Chaos*, 22(3), 1-12.
- [23] Pourahmad, A., and Ziyari, K., and Sadeghi, A. (2018). Spatial analysis of physical resilience components of urban attrited/beaten tissues against earthquakes (Case study: District 10 of Tehran Municipality). *Spatial Planning*, 8(1 (28 consecutive)), 111-130.
- [24] Rafieian, M., Rezaei, M.R., Asgari, A., Parhizkar, A. and Shayan, S. (2011). Explaining the concept of Taiwan and its indexing in community-based accident management (CBDM), *Journal of Spatial Planning and Planning*, 85(4), 19-41 [in Persian].
- [25] Sharifi, A., Yamagata, Y. (2016). Urban Resilience Assessment: Multiple Dimensions, Criteria, and Indicators, *Urban Resilience*, 259-276.
- [26] Tam, C.M., Tong, T.K.L., Zhang, H. (2007). *Decision Making and Operations Research Techniques for Construction Management*. City University of HK PRESS, Hong Kong.

- [27] Yang, Q., Yang, D., Li, P., Liang, S., Zhang, Z. (2021). *Discrete Dynamics in Nature and Society*; New York. DOI:10.1155/2021/5558497.
- [28] UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction) Hyogo Framework for 2005–2015: Building the resilience of nations and communities to disasters. <http://www.unisdr.org/wcdr/intergover/offic>.
- [29] Zand Moghadam, M. (2018). Investigating the location of crisis management bases in zone 11 of Tehran Municipality. *Quarterly Journal of New Perspectives in Human Geography*, 10(4), 295-314 [in Persian].
- [30] Ziyari, Y., Ebadolazadeh Maleki, B., Behzadpour, E. (2018). Evaluation of physical resilience against earthquake hazards with the approach of achieving sustainable management Case study: District 1 of Tehran. *Journal of New Attitudes in Human Geography*, 10(2), 97-112 (in Persian).

Spatial Analysis of Physical Resilience of Neighborhood Patterns using Moran Technique (Case Study: Zanjan Neighborhoods)

Mandana. Kamali, Manouchehr. Tabibian*, Masoud. Elahi

Abstract:

Over the past few decades, the rapid growth of cities has led to increasing attention to their vulnerability to crises. Therefore, resilience of city components, the smallest unit of which is the neighborhood, is of great importance. One of the natural resource crises is earthquake, which, while unpredictable, can reduce the potential consequences by using the existing capacities in the neighborhoods and speed up the time to return to the pre-accident state.

The aim of present research which has done with a descriptive-analytical method is measuring the resilience of three neighborhoods in Zanjan each of which has different formation patterns. The physical indicators of resilience are extracted by content analysis and after weighting and ranking, entered the GIS and by local and global Moran analysis, the type of resilience dispersion in target areas and optimized hot and cold spots were determined. Also, the output maps of this analysis show high-risk and low-risk points in terms of neighborhood resilience.

The results indicate that the population density index is the most important in order to achieve physical resilience to earthquakes and the index of access to public transportation is the least important; in addition, neighborhoods with land preparation pattern have the most resilience and neighborhoods with rationalist pattern have the least resilience.

Keywords: Physical resilience, Zanjan neighborhoods, Moran analysis, Earthquake

* Corresponding author: tabibian@ut.ac.ir, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran