

# سنجش آسیب‌پذیری فضاهای شهری در برابر مخاطرات طبیعی با رویکرد تاب‌آوری کالبدی

## مطالعه‌ی موردی: محله زرگنده تهران

محمد تقوی زواره\*: کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، mohammad.72art@yahoo.com

حمیدرضا صارمی: استادیار گروه شهرسازی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

مجتبی رفیعیان: دانشیار گروه شهرسازی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده مسئول با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری فضاهای شهری محله زرگنده تهران با رویکرد تاب‌آوری کالبدی» است.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۶

### چکیده

سوانح طبیعی که جزئی از فرآیند زندگی بشر به شمار می‌رود، به عنوان چالشی اساسی برای نیل به توسعه پایدار جوامع انسانی مطرح هستند. از این رو دیدگاه غالب از تمرکز بر روی صرفاً کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در برابر سوانح تغییر پیدا کرده است. تاب‌آوری به عنوان «میزان تخریب و زبانی که یک سیستم قادر است جذب کند، بدون آنکه از حالت تعادل خارج شود» و «میزان توانایی یک سیستم برای خود سازماندهی در شرایط مختلف» تعریف می‌شود. این پژوهش با هدف شناسایی وضعیت آسیب‌پذیری فضاهای شهری محله زرگنده تهران و اتخاذ راهکارهایی برای تاب‌آور کردن فضاهای آسیب‌پذیر انجام شده است. این پژوهش کاربردی است و با استفاده از روش تحقیق کمی و رویکرد توصیفی-تحلیلی به استخراج شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی و سنجش آنها در محدوده مطالعه می‌پردازد. برای نهایی کردن شاخص‌ها از پرسشنامه متخصصان علوم شهری و در راستای اولویت‌بندی آنها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد بافت و فضاهای شهری بخش‌های مرکزی و شرقی محدوده به علت وجود فرسودگی، معابر کم‌عرض، مشکلات دسترسی و تراکم بالای جمعیتی آسیب‌پذیرتر از سایر پهنه‌ها هستند. در نهایت می‌توان با اتخاذ راهکارهایی برای کاهش ضعف سیستم‌های کالبدی در فضاهای شهری و نیز آموزش و فرهنگ‌سازی جامعه محلی در مواجهه با سوانح طبیعی، در راستای ارتقای تاب‌آوری محدوده گام برداشت.

کلمات کلیدی: آسیب‌پذیری، تاب‌آوری، تاب‌آوری کالبدی، فضاهای شهری، محله زرگنده

## Assessing the vulnerability of urban spaces to natural hazards with physical resilience approach

### Case study: Zargandeh neighborhood of Tehran

Mohammad Taghavi Zavareh<sup>\*1</sup>, Hamid Reza Saremi<sup>2</sup>, Mojtaba Rafieyan<sup>3</sup>

#### Abstract

Natural disasters, which are part of the process of human life, are a major challenge for the sustainable development of human societies. Consequently, the prevailing view of focusing on merely reducing vulnerability has shifted to increasing resilience to disasters. Resilience is defined as "the amount of destruction and loss that a system can absorb without going out of equilibrium" and "the ability of a system to self-organize in different conditions". This research was conducted with the aim of identifying the vulnerability of urban spaces in Zargandeh neighborhood of Tehran and adopting strategies for resilience of vulnerable spaces. This research is applied and using the quantitative research method and descriptive-analytic approach, are extracting the indicators of physical resilience and measuring them in the scope of the study. in order to finalize the indicators, a questionnaire of urban science experts, and to prioritize them of Analytical Hierarchy Process (AHP) has been used. The results of the evaluation show that the texture and urban spaces of the central and eastern parts of the region are more vulnerable than other areas due to deterioration, Low width streets, access problems and high population density. Finally, it seems that taking measures to reduce the weakness of physical systems in urban spaces, as well as the education and making culture in the local community in the face with natural disasters, can be taken to promote resilience.

**Key Words:** *Vulnerability, Resilience, Physical Resilience, Urban Spaces, Zargandeh Neighborhood*

1. Master of Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehtan, Iran, Email: mohammad.72art@yahoo.com

2. Associate Professor of Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehtan, Iran

3. Associate Professor of Urban Planning, Tarbiat Modares University, Tehtan, Iran

۱۲۷

شماره هجدهم

پاییز و زمستان

۱۳۹۹

دوفصلنامه

علمی و پژوهشی



سنجش آسیب‌پذیری فضاهای شهری در برابر مخاطرات طبیعی با رویکرد تاب‌آوری کالبدی

## مقدمه و بیان مسئله

است. در این پژوهش با استفاده از روش میدانی و پرسشنامه به جمع‌آوری اطلاعات پرداخته می‌شود و سپس با استفاده از روش‌های مجموع ساده وزین و بر اساس روش الکترون، وضعیت محله‌های مورد مطالعه از نظر تاب‌آوری کالبدی محاسبه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد محله‌ی قیصریه و قلعه‌مرغی به ترتیب از نظر تاب‌آوری کالبدی در بهترین و بدترین وضعیت و محله‌های ستارخان و نارمک در رتبه‌های دوم و سوم از نظر تاب‌آوری کالبدی قرار دارند. از طرفی، معرب و همکاران [۵] در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی تاب‌آوری ساختاری-طبیعی کاربری اراضی شهرها، به تبیین عوامل تأثیرگذار در میزان تاب‌آوری ساختاری و طبیعی کاربری اراضی شهری و تعیین میزان اهمیت نقش هر یک از این عوامل و بررسی آنها در منطقه یک شهر تهران می‌پردازد. در این پژوهش برای ارزیابی و بررسی معیارها و زیرمعیارهای تاب‌آوری از روش‌های FAHP، سیستم اطلاعات جغرافیایی، ادیسی و تاپسیس بهره گرفته شده است. در نهایت ارزیابی‌ها و بررسی‌ها نشان می‌دهد که میانگین تاب‌آوری نواحی منطقه یک شهرداری تهران معادل ۰٫۸۷ است. بر این اساس پیشنهادها و راهبردها به منظور ارتقای میزان تاب‌آوری منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. همچنین در ارتباط با مهمترین پژوهش‌های خارجی صورت گرفته در ارتباط با موضوع حاضر می‌توان گفت مایانگا [۶] در مطالعه‌ی درباره ارزیابی اجتماعات تاب‌آور مبتنی بر اندازه‌گیری پنج نوع سرمایه (سرمایه اجتماعی، اقتصادی، فیزیکی، انسانی و طبیعی) برای هر نوع سرمایه شاخص‌هایی را در ارتباط با سنجش تاب‌آوری پیشنهاد کرده است. در پژوهشی دیگر لانتادا و همکاران [۷] در تحقیقی ضمن مدل‌سازی آسیب‌پذیری شهر بارسلون با استفاده از مدل RISK\_UE، با به‌کارگیری مدل‌های موجود در زمینه تخمین خسارات به ارزیابی خسارات انسانی و اقتصادی در شهر بارسلون پرداخته‌اند. با توجه به موارد یادشده هدف اصلی این پژوهش عبارت است از: «سنجش و ارزیابی میزان آسیب‌پذیری فضاهای شهری محله زرگنده و اتخاذ راهکارهایی برای تاب‌آور کردن آنها». در ادامه به بررسی مبانی و چارچوب نظری تحقیق پرداخته می‌شود.

## مبانی و چارچوب نظری

## مفهوم تاب‌آوری

واژه تاب‌آوری، اغلب به مفهوم «بازگشت به گذشته» به کار می‌رود که از ریشه‌ی لاتین «Resilio» به معنای «برگشت به عقب» گرفته شده است [۸]. واژه تاب‌آوری (Resilience) در فرهنگ لغات، توانایی بازبازی یا بهبود سریع، تغییر، شناوری و کشسانی و همچنین خاصیت فنری و ارتجاعی ترجمه شده است. البته این واژه‌ها رسایی و گویایی لازم را برای انتقال مفهوم این واژه ندارند؛ به همین دلیل ترجمه تاب‌آوری به عنوان معادل فارسی این واژه اصطلاح بهتر و مناسب‌تری است. واژه تاب‌آوری را می‌توان به صورت توانایی بیرون آمدن از شرایط سخت یا تعدیل آن تعریف کرد. در واقع تاب‌آوری، توانایی سیستم برای بازگشت به تعادل و یا حالتی پایدار پس از اختلال را نشان می‌دهد [۹]. برای مثال تبیین توضیح می‌دهد که پایداری و تاب‌آوری برای مدیریت

بلایای طبیعی همواره در طول تاریخ کره زمین وجود داشته و خواهند داشت. زلزله، آتشفشان، سیل و حوادث طبیعی مشابه پدیده‌هایی هستند که همیشه زندگی انسان را از آغاز حیات بشری به نابودی کشانده‌اند. کشور ایران و به‌خصوص کلان‌شهرهای آن از جمله تهران مناطقی هستند که در معرض بلایای طبیعی و به ویژه زلزله و سیل هستند. آسیب‌پذیری و نحوه تأثیرپذیری شهر از سوانح طبیعی وابسته به شناخت دقیق علل و نحوه آسیب‌پذیری هر یک از عناصر تشکیل‌دهنده کالبد شهر است. در این میان، آسیب‌پذیری فضاهای شهری به دلیل تأثیر مستقیمی که بر عملکرد سایر عناصر شهری می‌گذارد، حائز اهمیت است. فضاهای شهری در شرایط بحرانی عملکردهای متعددی می‌یابند: استقرار بیمارستان سیار و جمع‌آوری کمک‌ها، مهار و مدیریت بحران و نیز اسکان موقت زلزله و سیل زدگان و از این دست کارها. بنابراین باید توجه داشت که کاهش آسیب‌پذیری فضاهای شهری می‌تواند منجر به ارتقای سطح ایمنی و پایداری در برابر سوانح طبیعی شود. از طرفی امروزه تجربه بحران‌های رخ داده و آسیب‌های تحمیلی که در ادامه آنها حاصل شده، بشریت را متوجه نیاز به تاب‌آور ساختن شهرها کرده است. در واقع سامانه‌های شهری و جوامع آنها باید توانایی مقابله با فشارها، حوادث و بلایا را داشته باشند. همچنین باید بتوانند پس از وقوع بحران در مدت زمان نه چندان زیادی به مسیر اولیه خود بازگردند [۱۰]. در شرایطی که ریسک‌ها و عدم قطعیت‌ها در حال رشد هستند، تاب‌آوری به عنوان مفهوم مواجهه با اختلالات، غافلگیری‌ها و تغییرات معرفی می‌شود. همچنین امروزه در سطح جهانی، تغییرات چشمگیری در نگرش به خطرات دیده می‌شود؛ به طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری، به افزایش تاب‌آوری در مواجهه با سوانح تغییر پیدا کرده است [۲]. تاب‌آوری کالبدی-محیطی، ارزیابی واکنش جامعه و ظرفیت بازبازی بعد از سانحه مانند پناهگاه‌ها، واحدهای مسکونی و زیرساخت‌هایی مثل خطوط لوله، جاده‌ها و وابستگی آنها به زیرساخت‌های دیگر می‌شود [۳].

## پیشینه تحقیق

در رابطه با تحلیل تاب‌آوری کالبدی و نقش آن در کاهش سوانح طبیعی مطالعات زیادی انجام نشده، ولی در رابطه با بررسی جنبه‌های مختلف آسیب‌پذیری، خطرات و کاهش سوانح طبیعی و ارتباط آن با تاب‌آوری مطالعاتی صورت گرفته است. گزیده‌ای از تحلیل‌ها و ارزیابی‌هایی که در ارتباط با آسیب‌پذیری و نیز تاب‌آوری در برابر سوانح در قالب پژوهش‌های گوناگون توسط محققان صورت گرفته به شرح زیر است:

رضایی و همکاران [۴] در پژوهشی با عنوان سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران) با هدف شناسایی شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی محله‌های شهری، به سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی در محله‌های منتخب شهر تهران و ارائه‌ی چارچوبی برای سنجش میزان تاب‌آوری کالبدی پرداخته

جدول ۱: تعاریف تاب‌آوری مرتبط با بحران [۱۹، ۱۶، ۳]

سال	تعاریف
۲۰۱۰	تاب‌آوری به ظرفیت جذب و عملکردهای اساسی و ویژه در طی سوانح و نیز ظرفیت بازیابی " برگشت به تعادل " پس از سانحه اطلاق می‌شود.
۲۰۱۱	براهمیت آموزش در تاب‌آوری تاکید دارند. به عبارت دیگر توانایی کسب تجربه از شرایط بحرانی و استفاده بهینه از این تجارب در آینده است.
۲۰۱۲	تاب‌آوری فرآیند پویایی است و در افرادی به وجود می‌آید که می‌توانند با گذشت زمان خود را با شرایط منطبق و به شرایط پاسخ دهند. این فرآیند به آنها این امکان را می‌دهد که بتوانند سرپا بایستند و عملکرد سالم خود را حفظ کنند.
۲۰۱۳	فرآیند دگرگونی تقویت ظرفیت جمعیت، جوامع، سازمان‌ها و پیش‌بینی، بازدارندگی، بازیابی و دگرگونی کشورها پس از وقوع شوک‌ها، استرس و تغییرات را تاب‌آوری می‌نامند.
۲۰۱۴	شدت اختلالاتی که سیستم می‌تواند آن را جذب کند، قبل از اینکه ساختار سیستم از طریق تغییر متغیرها و فرآیندهایی که رفتار آن را کنترل می‌کند، به ساختار متفاوتی تبدیل شود.
۲۰۱۵	تاب‌آوری به ظرفیت سیستم‌های اکولوژیکی برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرآیندها و ساختارهای لازم و ذاتی سیستم اطلاق می‌شود.

### تاب‌آوری به عنوان دگرگونی

این رویکرد بیشتر در ارتباط با تاب‌آوری اجتماعی و به عنوان ظرفیت جامعه برای واکنش به تغییر و به شکل سازگارانه است که به جای بازگشت ساده به حالت قبل می‌تواند به معنای تغییر به حالت نو که در محیط موجود پایدارتر است، باشد [۱۷]. رویکرد دگرگونی به تاب‌آوری برای درک چگونگی واکنشی که جامعه‌ای می‌تواند به شکلی مثبت به تغییر نشان دهد، مفید است و می‌پذیرد که تغییر غیرقابل اجتناب است و به جای اینکه تغییر را یک عامل فشار بداند، آن را چیزی در نظر می‌گیرد که جامعه به آن برای احیا به حالت اصیلش نیاز دارد. رویکرد تاب‌آوری به عنوان دگرگونی ویژگی پویایی جوامع و تعاملات انسان-اکوسیستم را می‌پذیرد و مسیرهای پتانسیل چندگانه درون آنها را قبول می‌کند [۱۸]. در جدول ۱ تعاریف و مفاهیم گوناگونی از تاب‌آوری که ارتباط آن با مدیریت بحران و خطرات ایجاد شده در جامعه و فضاهای شهری را نشان می‌دهد، آورده شده است.

### تاب‌آوری در شهرها

شهر تاب‌آور شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های کالبدی و جوامع انسانی است. منظور از سیستم‌های کالبدی مؤلفه‌های ساخته شده و طبیعی و منظور از جوامع انسانی، مؤلفه‌های اجتماعی و نهادی یک شهر است که شامل اجتماعات انسانی رسمی و غیررسمی، پایدار و منفرد هستند که در فضای شهری عمل می‌کنند [۲۰]. تاب‌آوری شهری نیز به معنای ظرفیت یک شهر برای جذب اختلالات است؛ در حالی که بتواند همان ساختار اولیه و روشهای عملکردی را حفظ کند. بنابراین تعریف، تاب‌آوری در مرحله اول شامل ظرفیت مقاومت در برابر ناهنجاری‌هاست که در مرحله بعد ریسک‌های آینده را کاهش دهد [۲۱]. از آنجا که الگوهای کاربری اراضی بستری برای این اجزای فیزیکی و اجتماعی هستند، لذا تناسب این الگوها با خطرات و توجه به خطرات طبیعی در طراحی آنها نقش مهمی در حفظ تاب‌آوری این اجزا و در نتیجه تاب‌آوری کل شهر خواهد داشت [۲۲].

### تاب‌آوری کالبدی

یکی از ابعاد چهارگانه تاب‌آوری بعد کالبدی-محیطی (زیرساختی) است که به طور اساسی واکنش جامعه و ظرفیت

جامع فاجعه از یک نقطه نظر ثابت نظری آسان است؛ اما در اجرا تا زمانی که روابط بین این دو به بسیاری از فاکتورهای اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فیزیکی وابسته است مشکل می‌نماید؛ چرا که آسیب‌پذیری و تاب‌آوری موضوعات مختلف و اما دارای اشتراک پذیرفته شده به وسیله پایداری را ترکیب کرده‌اند [۱۰]. در ادامه مطرح می‌شود که لازم است تا تاب‌آوری به عنوان سودی اجتماعی حاصل از تلاش جمعی شناخته شود تا بتوان به یک سرمایه و ظرفیت جمعی برای مقابله با فشار دست یافت. به بیانی دیگر، مفهوم تاب‌آوری گام به گام تکامل یافت و توجه از مفهوم اولیه اکولوژیکی آن به سمت مفهوم اجتماعی-اکولوژیکی و سپس به سمت مفهوم اجتماعی جلب شد [۱۱، ۱۲، ۱۳].

### رویکردهای مفهومی تاب‌آوری

#### تاب‌آوری به عنوان پایداری

رویکرد پایداری نسبت به تاب‌آوری از مطالعات اکولوژیکی که تاب‌آوری را به عنوان توانایی بازگشت به حالت قبل تعریف می‌کند، بسط یافته است. این رویکرد تاب‌آوری را به صورت مقدار اختلالی که یک سیستم قبل از اینکه به حالت دیگری منتقل شود، می‌تواند تحمل یا جذب کند، تعریف می‌کند [۱۴]. برخی محققان آستانه‌ای را فراتر از آنچه جامعه سانحه‌زده قادر به بازگشت به حالت عملکردی خود نیست را در نظر می‌گیرند؛ چون جامعه‌ای تاب‌آور دارای آستانه بالایی است و قادر به جذب فشار زیادی است؛ البته قبل از اینکه از حد آستانه‌اش بگذرد [۱۵].

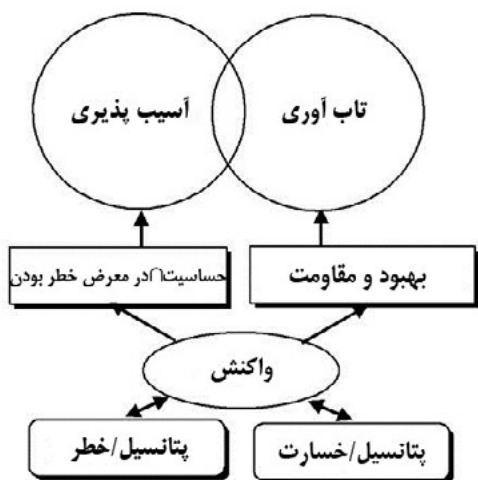
#### تاب‌آوری به عنوان بازیابی

رویکرد بازیابی از تاب‌آوری در ارتباط با توانایی جامعه برای «بازگشت به گذشته» از تغییر یا عامل فشار و برگشت به حالت اولیه آن است. تاب‌آوری در اینجا معیاری است که به عنوان زمان صرف شده یک جامعه برای بازیابی از تغییر اندازه‌گیری می‌شود [۱۶]. جامعه تاب‌آور قادر به برگشت نسبتاً سریع به وضعیت قبلی است؛ در حالی که جامعه‌ای که تاب‌آوری کمتری دارد، ممکن است زمان بیشتری را صرف بازیابی خود کند یا اصولاً قادر به بازیابی نباشد.

تأثیرات را جذب و با فرآیندهای سازگاری در سازماندهی دوباره، تغییر و درس گرفتن از واکنش‌ها انطباق پیدا کند. در همین ارتباط نظر اتحادیه تاب‌آوری<sup>۴</sup> هم بر این است چیزی که آسیب‌پذیر باشد، تاب‌آور نیست و برعکس. در این مورد، تاب‌آوری عاملی از آسیب‌پذیری است و آسیب‌پذیری نیز عاملی از تاب‌آوری. اما این نوع از تعبیر به نظر بسیاری از محققان ساده است و به عبارت دیگر دور تسلسل است: سیستم آسیب‌پذیر است چون تاب‌آور نیست و تاب‌آور است، زیرا آسیب‌پذیر نیست. در تصویر ۱ ارتباط میان مفاهیم تاب‌آوری و آسیب‌پذیری بیان شده است.

### روش تحقیق و ابزارها

روش شناسی این تحقیق از نظر تحلیل داده‌ها و اطلاعات عمدتاً مبتنی بر رویکرد کمی تحقیق است. همچنین روش تحقیق از نظر هدف توصیفی-تحلیلی بوده و از نظر روش گردآوری اطلاعات از مطالعات کتابخانه‌ای (اسنادی)-میدانی بهره می‌گیرد. بنابراین روش تحقیق به کار گرفته شده در این پژوهش، ترکیبی از روش‌های مشاهده، بازدید میدانی و بررسی متون و داده‌های اسنادی است. پس از مطالعه مبانی نظری تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات که از بررسی متون، اسناد، منابع داخلی و خارجی استخراج می‌شود، ساختار بخش نظری پژوهش شکل می‌گیرد. در گام بعد و در راستای دستیابی به روابط بین متغیرها و شناخت روابط علی از روش تحلیلی استفاده می‌شود. در این مرحله و با توجه به چارچوب استخراج‌شده از مبانی نظری تحقیق، فضاهای شهری محله زرگنده بر اساس اصول و معیارهای تاب‌آوری کالبدی و میزان آسیب‌پذیری اولویت‌بندی شده و در پایان به منظور ساماندهی فضاهای شهری و بهبود تاب‌آوری محدوده مورد مطالعه راهکارهایی ارائه می‌شود. در این پژوهش شاخص‌های مورد نظر برای ارزیابی آسیب‌پذیری با مطالعه اسناد و منابع داخلی و خارجی بررسی شده و چارچوب‌های سنجش تاب‌آوری کالبدی و تجارب موفق در این زمینه استخراج شده است. سپس با استفاده از نظرات کارشناسان و متخصصان علوم شهری در قالب پرسش‌نامه، به ارزیابی معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش



تصویر ۱: ارتباط بین آسیب‌پذیری و تاب‌آوری [۲۴]

بازیابی بعد از سانحه نظیر پناهگاه، واحدهای مسکونی خالی یا اجاره‌ای و تسهیلات سلامتی را ارزیابی می‌کند. شاخص‌ها و متغیرهای بعد کالبدی-محیطی یکی از ابعاد تأثیرگذار در سنجش سطح تاب‌آوری، بعد کالبدی است که از طریق آن میتوان وضعیت جامعه را از نظر ویژگی‌های فیزیکی و جغرافیایی تأثیرگذار در مواقع بروز سانحه ارزیابی کرد. به همین منظور، برای سنجش این بعد متغیرهایی مانند مقاومت ساختمان محل سکونت خانوارها، تراکم جمعیت، دسترسی به خدمات و مراکز امدادسانی، کاربری‌های ناسازگار، وضعیت فضاهای باز و زمین بستر و غیره بررسی می‌شوند. در ادامه به هر کدام از مؤلفه‌ها و عوامل مؤثر بر آسیب‌پذیری و نیز تاب‌آوری کالبدی در شهرها و فضاهای شهری پرداخته می‌شود:

### عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کالبدی شهری

- فرم شهر  
به گفته‌ی لینچ فرم شهر متشکل از همه‌ی عناصر و اجزای کالبدی قابل رؤیت شهر، همه‌ی عناصر طبیعی و مصنوعی، تبلور فضایی و شکل فعالیت‌های جوامع است. مفهوم آسیب‌پذیری در تعریف و تبیین فرم شهر و عناصر تشکیل‌دهنده‌ی آن می‌تواند در قالب چند ترکیب خاص صورت پذیرد: موقعیت قرارگیری، ساخت و سازماندهی الگوی فضایی-کالبدی و بافت.
- اندازه‌ی شهر  
ویژگی دیگری که بر ارزیابی آسیب‌پذیری شهر و اجزای آن استفاده می‌شود، اندازه‌ی شهر است. اندازه و ویژگی کمی است و هر چیز قابل سنجش با ویژگی‌های کمی دارای اندازه است. مفاهیم گوناگون اندازه شهر در سطوح مختلف:
- الف. اندازه به مفهوم مشخصات کالبدی و فضایی شهر (سطح، حجم و فاصله)؛

ب. اندازه به مفهوم ظرفیت یا حجم فعالیت‌های مختلف؛

پ. اندازه در مفهوم تراکم جمعیت.

- الگوی شهر  
یکی از ویژگی‌هایی مورد مطالعه برای بررسی آسیب‌پذیری شهر و اجزای آن الگوی شهر است. لینچ بر این عقیده است که الگو در شهرسازی چگونگی همجواری عناصر و اجزای کالبدی تشکیل‌دهنده‌ی شهر است که دارای نظام و قانونمندی مشخص است [۲۳].

### ارتباط بین تاب‌آوری و آسیب‌پذیری

به نظر بسیاری از محققان مدیریت سوانح، تاب‌آوری و آسیب‌پذیری دو مفهوم کلیدی در مطالعه خطرات طبیعی هستند. آسیب‌پذیری ویژگی یا کیفیت ذاتی سیستم‌های اجتماعی است که پتانسیل آسیب را به دنبال دارد و تابع جنبه‌های در معرض خطر قرار گرفتن<sup>۱</sup> (چه چیز یا چه کسی در خطر است؟)، حساسیت<sup>۲</sup> (میزان آسیب دیدگی افراد و مکان‌ها) و ظرفیت واکنش<sup>۳</sup> است که به‌طور کلی تنها بر وضعیت سیستم قبل از سانحه تکیه و برای آمادگی در برابر خطرات آتی مفید است و با حرکت از یک نقطه به نقطه دیگر یا بازسازی بعد از سانحه تغییر میکند [۲۴].

اما تاب‌آوری توانایی یک سیستم در واکنش و بازیابی از سوانح بوده و شامل شرایط ذاتی است که به سیستم اجازه می‌دهد

جدول ۲: مقادیر ضرب هماهنگی کندال و میزان اطمینان نسبت به ترتیب عوامل [۲۵]

مقدار W	تفسیر	اطمینان نسبت به ترتیب عوامل
۰,۱	اتفاق نظر بسیار ضعیف	وجود ندارد
۰,۳	اتفاق نظر ضعیف	کم
۰,۵	اتفاق نظر متوسط	متوسط
۰,۷	اتفاق نظر قوی	زیاد
۰,۹	اتفاق نظر بسیار قوی	خیلی زیاد

معیارهای مشابهی را برای قضاوت درباره اهمیت هر یک از مقوله‌ها به کار برده‌اند و از این لحاظ با هم اتفاق نظر دارند [۲۵]. ضریب هماهنگی کندال (W) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12}K^2(N^3 - N)} \quad \text{رابطه ۱:}$$

S: حاصل جمع مربعات انحراف‌های از میانگین

K: تعداد متخصصان

N: تعداد عوامل رتبه‌بندی شده

با توجه به جدول ۲ مقدار این ضریب در صورت وجود هماهنگی کامل برابر با ۱ و در صورت عدم هماهنگی کامل برابر با صفر خواهد بود. پس از تکمیل پرسشنامه متخصصان برای نهایی کردن ترتیب اهمیت و اولویت معیارها و زیرمعیارهای پژوهش، ضریب هماهنگی کندال برای این پژوهش برابر با ۰,۶۷ به دست آمد. با توجه به جدول ۲ و معیار اتفاق نظر، ضریب به دست آمده دارای اتفاق نظر مناسب و نزدیک به قوی است. بنابراین با درصد بالایی از احتمال می‌توان به ترتیب اهمیت و اولویت معیارها و زیرمعیارها اعتماد کرد.

روش تحلیل سلسله مراتبی AHP پس از آگاهی از نظرات متخصصان به واسطه توزیع پرسشنامه‌های یادشده برای اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارهای منتخب در پژوهش از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP و نرم افزار Expert Choice استفاده شد. در همین راستا معیارها و زیرمعیارهای اولویت‌بندی شده توسط متخصصان به صورت دودویی و در مقیاس ۹ کمی‌تومی‌توماس ال ساعتی نسبت به یکدیگر رتبه‌بندی و ارزش‌گذاری شده و در نهایت امتیاز وزنی هر معیار محاسبه شد. جدول ۳ میزان و درصد اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارهای نهایی این پژوهش را برای سنجش آسیب‌پذیری محدوده مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به نتایج به دست آمده از روش بالا معیار دسترسی با حدود ۴۹ درصد مهمترین معیار در راستای ارزیابی آسیب‌پذیری است. پس از آن معیار تراکم با ۱۹ درصد در جایگاه دوم و معیار شبکه ارتباطی با حدود ۱۳ درصد در جایگاه سوم قرار دارد. معیارهای ویژگی‌های زمین-بستر و مقاومت ساختمان هم به ترتیب با ۱۱ و ۸ درصد در رتبه‌های بعدی از نظر اهمیت در ارزیابی آسیب‌پذیری محدوده قرار گرفته است.

تحلیل سلسله مراتبی (AHP) پرداخته شده است. سپس به منظور ارزیابی میزان آسیب‌پذیری، به کمک روش درون‌یابی تراکمی و نیز دستورات raster reclassify و raster calculator در نرم‌افزار GIS، با محاسبه وزن و ضریب اهمیت هر یک از زیرمعیارهای پژوهش، سطح محله زرگنده بر اساس تراکم وجود هر یک از عناصر مؤثر در میزان آسیب‌پذیری به مناطقی همگن تقسیم شده است. در ادامه تکنیک‌های به‌کارگرفته‌شده برای تبیین و ارزیابی شاخص‌ها برای سنجش توضیح داده می‌شود.

#### بررسی توصیفی

بررسی‌های توصیفی بر مبنای امتیاز هر شاخص بر اساس طیف ارزش‌گذاری لیکرت و با در نظر گرفتن اختلاف از میانه نظری انجام می‌شود. ارزش‌گذاری یادشده در راستای آگاهی از نظرات متخصصان و برای نهایی کردن شاخص‌ها و معیارهای پژوهش حاضر انجام شده است. لازم به ذکر است در طیف لیکرت، ارزش کمتر یا آنها که پیرامون و نزدیک ۱ هستند، به عنوان کمترین میزان نسبت به استاندارد و ارزش‌های بالا یعنی نزدیک ۵ به عنوان بیشترین میزان نسبت به میزان استاندارد در نظر گرفته شده‌اند.

#### تکنیک دلفی

روشی که می‌کوشد تا با استفاده از اعمال نظر کارشناسان صاحب نظر، رابطه میان تأثیر هر یک از شاخص‌ها و زیرشاخص‌های پژوهش را در ارتباط با موضوع کلی پژوهش کشف و تعیین کند. این میزان تأثیر توسط توزیع پرسش‌نامه‌های مختلف ویژه کارشناسان و برگزاری جلسه‌های مختلف برای رسیدن به نتیجه و با استفاده از مقایسه‌ی دودویی معیارها و زیرمعیارها بر اساس طیف ارزش‌دهی لیکرت تدوین شده است. گفتنی است، در راستای تکمیل پرسشنامه و تعیین اوزان معیارها و زیرمعیارهای پژوهش ۳۰ نفر از متخصصان علوم شهری در رشته‌های برنامه‌ریزی شهری، طراحی شهری و معماری همکاری کردند.

#### ضریب هماهنگی کندال

در پژوهش حاضر، برای تعیین میزان اتفاق نظر میان اعضای پانل از ضریب هماهنگی کندال استفاده شده است. این ضریب در واقع مقیاسی برای تعیین درجه هماهنگی و موافقت میان چندین دسته رتبه‌بندی مربوط به N شیء یا فرد است. به عبارتی، با کاربرد این مقیاس می‌توان همبستگی رتبه‌ای میان K مجموعه رتبه را یافت. ضریب هماهنگی کندال نشان می‌دهد افرادی که چند مقوله را بر اساس اهمیت آنها مرتب کرده‌اند، اساساً

جدول ۳: ارزش‌گذاری هریک از معیارها و زیرمعیارهای مورد مطالعه با روش AHP

میزان آسیب‌پذیری نهایی	نرخ ناسازگاری	زیرمعیار	میزان آسیب‌پذیری	معیار
۰.۳۸۳	۰.۰۲	قدمت ابنیه	۰.۰۷۳	مقاومت ساختمان
۰.۲۶۹		نوع اسکلت ابنیه		
۰.۱۴۹		کیفیت ابنیه		
۰.۰۴۵		مصالح نما		
۰.۰۵۶		مساحت قطعات (متر مربع)		
۰.۰۹۹	۰	تراکم ساختمانی (ارتفاع)	۰.۱۹۴	تراکم
—		تراکم جمعیتی (نفر در هکتار)		
۰.۷۵	۰.۰۵	عرض معابر	۰.۱۲۹	شبکه ارتباطی
۰.۲۵		پیوستگی شبکه راه		
۰.۱۰۲		دسترسی به معابر اصلی (متر)		
۰.۲۵۹		دسترسی به بیمارستان و مراکز درمانی (متر)		
۰.۰۷۰		دسترسی به مراکز آموزشی (متر)		
۰.۵۶۹	۰	فاصله تا فضاهای سبز و باز محله (متر)	۰.۴۹۲	دسترسی
۰.۱۶۷		درصد شیب اراضی		
۰.۸۸۳		فاصله از رود دره (متر)		

### شناخت محدوده مطالعه

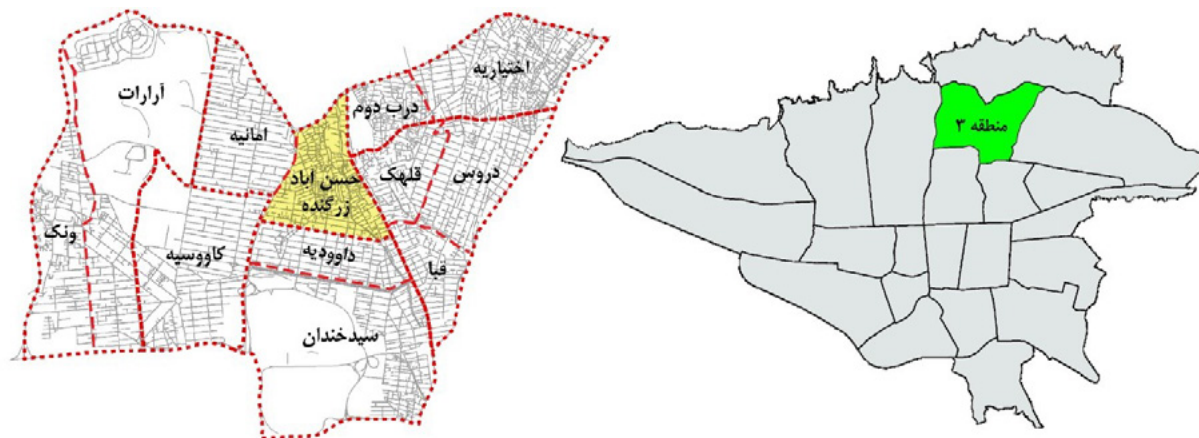
کارخانه رنگ‌سازی که اکنون به محوطه دانشگاه آزاد اختصاص ضمیمه شده، جزو ابنیه تاریخی این محله محسوب می‌شوند. تأثیر این ویژگی‌ها در بافت و سیمای شهری بخش‌های متفاوت انقدر بارز است که در نگاه اول جلب توجه می‌کند [۲۶]. در تصویر ۲ موقعیت جغرافیایی محله حسن‌آباد زرگنده در منطقه ۳ شهر تهران و موقعیت منطقه ۳ در شهر تهران مشخص شده است.

#### مواجهه محدوده مورد مطالعه با مخاطرات طبیعی احتمالی

با توجه به موضوع پژوهش، بررسی عوامل ایجادکننده آسیب در محله زرگنده که موجب افزایش آسیب‌پذیری فضاهای شهری در محدوده مورد مطالعه می‌شود، ضروری به نظر می‌رسد. از طرفی، محله زرگنده جزو محدوده‌های متراکم و متمرکز دسته‌بندی می‌شود. بافت فرسوده زرگنده وسعتی معادل ۱۲،۵۹ هکتار، متشکل از ۹۰۵ قطعه با متوسط مساحت معادل ۱۰۶ مترمربع و با جمعیتی در حدود ۵۵۶۹ نفر و تراکم خالص ۴۲۲ نفر در هکتار است. به علاوه، بافت فرسوده حدود ۴۰-۲۵ درصدی سطح محله یکی از مهمترین معضلات جدی محله است. در این میان، ریزدانی واحد‌های مسکونی و کم‌عرض بودن و نازیبایی برخی معابر محله و توقفگاهی شدن آنها از مشکلات اصلی بافت فرسوده محله حسن‌آباد زرگنده است [۲۷]. بنابراین در ادامه به مطالعه ویژگی‌های طبیعی از جمله گسل‌ها و مسیل‌های موجود در منطقه که خطر بروز بلایای طبیعی همچون زلزله و سیلاب را افزایش می‌دهند، پرداخته می‌شود. به طور کلی زلزله، سیل و آتش‌سوزی عمده‌ترین سوانحی است که منطقه ۳ شهر تهران و بالطبع محدوده مورد مطالعه این پژوهش را تهدید می‌کند.

محله حسن‌آباد زرگنده در شمال مرکزی تهران واقع شده که قبلاً جزو نقاط بیلاقی تهران محسوب می‌شد. پهنه محدوده زرگنده از شمال به بزرگراه صدر، از شرق به خیابان شریعتی، از جنوب به خیابان وحید دستگردی و از غرب به بزرگراه مدرس محدود می‌شود. زرگنده بخشی از ناحیه ۲ منطقه ۳ شهرداری تهران به مساحت تقریبی ۱۲۹ هکتار است. در سرشماری ۱۳۳۵ روستای زرگنده جزو قلهک و شمیران بود [۲۶]. بیشترین میزان جمعیت در این محدوده مربوط به دهه ۷۰ شمسی است. در حالی که با گذشت ۱۰ سال به علت تغییرات جمعیتی و تغییرات کلی بافت سکونت‌منطقه ۳ و در پی آن محله زرگنده، شاهد کاهش جمعیت و شتاب رشد آن در سال ۱۳۸۵ نسبت به دوره‌های گذشته هستیم. اما از طرفی جمعیت محله زرگنده بر طبق امار ۱۳۹۰ برابر با ۴۸۰۵۰ نفر است که در مقایسه با جمعیت محله در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است.

وجه تسمیه زرگنده به کشف سکه و کوزه‌های با ارزش موجود در تپه‌های آن برمی‌گردد. سال‌ها مردمان زیادی به بهانه یافتن زر و سیم به این محله می‌آمدند تا شاید بتوانند چیزی درخور نام این محله به دست آورند. وجود قنوات، آب‌های زیرزمینی و مسیل زرگنده (رودکی) نشانگر روزهای شادابی و طراوت این محله است. محله دارای بافت فرسوده و ساکنان آن شامل دو گروه هستند؛ گروهی که همان ساکنان قدیمی و بومی روستای حسن‌آباد زرگنده بوده‌اند و گروهی که از شهرهای دیگر به این محله خوش‌اب‌هوا مهاجرت کرده‌اند. آستانه مبارک امامزاده اسماعیل (ع) و محوطه



تصویر ۲: موقعیت جغرافیایی محله زرگنده در منطقه ۳ و شهر تهران [۲۶]

شبکه ارتباطی و دسترسی‌های موجود در آن ضروری به نظر می‌رسد [۲۶].

### تحلیل یافته‌ها

با توجه به ارزش‌گذاری انجام شده در ارتباط با هر یک از معیارها و زیرمعیارها در جدول ۳ با استفاده از نرم‌افزار GIS و روش درون‌یابی تراکمی، سطح محله زرگنده بر اساس تراکم وجود هر یک از عناصر مؤثر در میزان آسیب‌پذیری و با لحاظ کردن ضرایب آنها به مناطقی همگن از نظر میزان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری کالبدی تقسیم می‌شود. در این راستا و برای تولید نقشه‌های آسیب‌پذیری در نرم‌افزار GIS از دستور `raster reclassify` برای اولویت‌بندی هر یک از معیارها بر اساس طیف لیکرت و دستور `raster calculator` برای محاسبه وزن و ضریب اهمیت هر یک از زیرمعیارهای پژوهش استفاده شده است.

همچنین میزان آسیب‌پذیری نهایی پس از ارزیابی آسیب‌پذیری محدوده مورد مطالعه نسبت به ۵ معیار در نظر گرفته شده برای سنجش (تصویر ۳) در این پژوهش محاسبه شد. با توجه به ضریب و درصد اهمیت هر یک از معیارهای سنجش لازم است تا ارزیابی آسیب‌پذیری نهایی در محله زرگنده از ترکیب لایه‌های مرتبط با آسیب‌پذیری هر کدام از معیارهای یادشده و با اعمال وزن و ضریب هر یک به دست آید. با توجه به جدول ۳ که میزان اهمیت هر یک از معیارها و زیرمعیارهای پژوهش در آن مشخص شده، در نهایت با استفاده از منطق فازی و دستور `Raster Calculator` در نرم‌افزار GIS لایه‌های مرتبط با آسیب‌پذیری هر یک از معیارها با هم ترکیب شده و آسیب‌پذیری نهایی محدوده مطالعه به دست می‌آید.

از مشاهده تصویر ۴ مشخص می‌شود پهنه‌های شمالی، غربی و جنوب شرقی محله دارای کمترین میزان آسیب‌پذیری هستند. در پهنه شمالی به دلیل وجود فضاهای سبز و باز، فضاهای آموزشی و درمانی نظیر بیمارستان و درمانگاه‌ها، همچنین به دلیل وجود دسترسی مناسب به این فضاها احتمال آسیب‌پذیری فضاهای شهری در زمان وقوع سوانح طبیعی کمتر بوده و در برخی بخش‌های این پهنه به سمت کمترین میزان آن (عدد ۱) میل

### خطر زمین‌لرزه

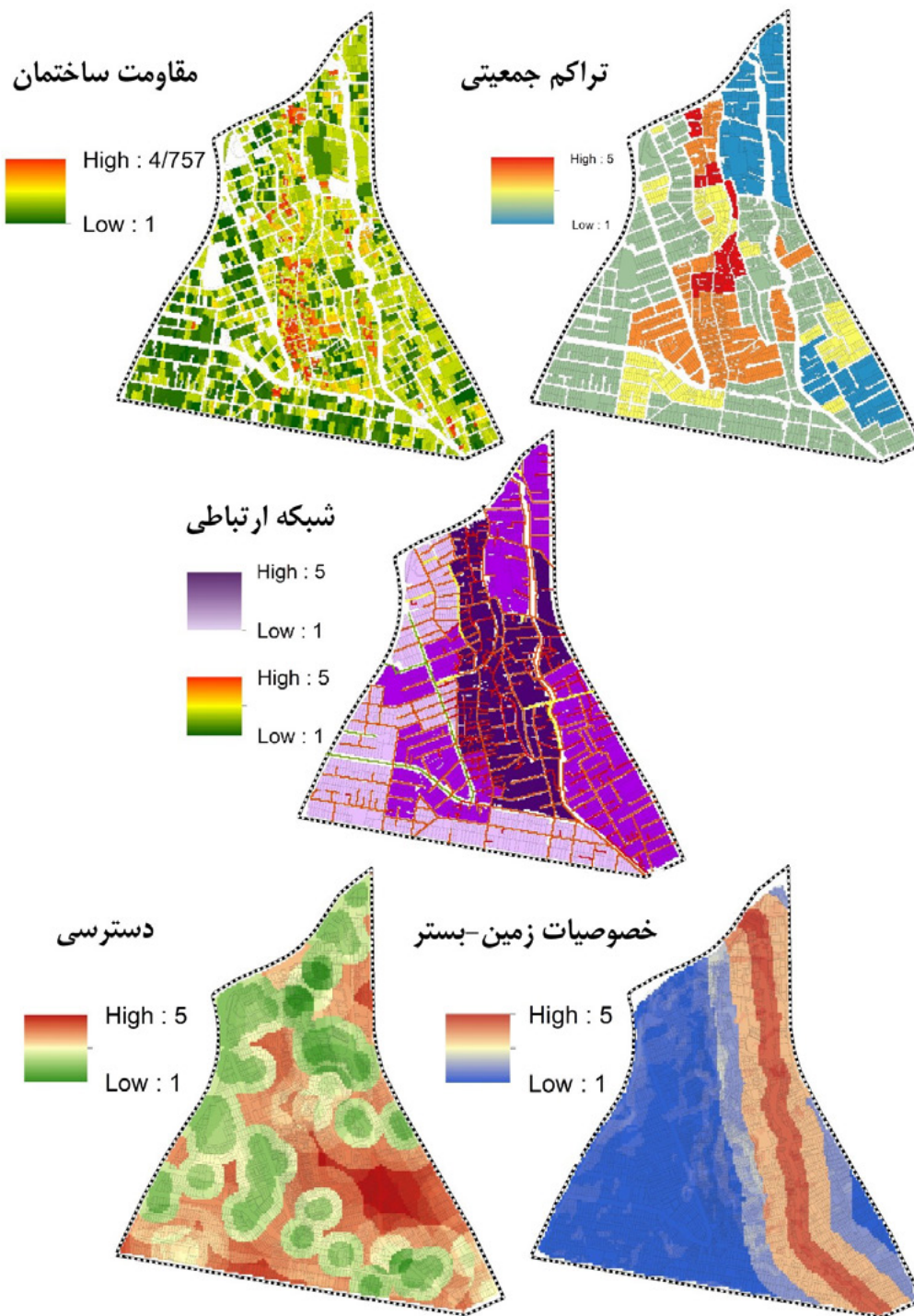
در سطح شهر تهران سه گسل اصلی شمال تهران، مشاء و ری وجود دارند که خطر اصلی زلزله شهر تهران محسوب می‌شوند. اما با در نظر گرفتن گسل‌های منطقه سه شهر تهران و حرایم ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ متری آنها می‌توان دریافت در محله زرگنده به عنوان محدوده مورد مطالعه هیچ گسلی وجود ندارد. اما این بدان معنا نیست که از آسیب‌پذیری در برابر زلزله مصون است؛ زیرا ممکن است گسل‌های پنهان در زیر لایه‌های رسوبی شهر تهران وجود داشته باشد که در چنین صورتی تعیین مکان دقیق آنها دشوار و احتمال رویداد زلزله در هر جای شهر یکسان خواهد بود [۲۶].

### خطر سیلاب

در شهر تهران هفت رود دره اصلی دارآباد، درکه، کن، فرحزاد، دربند، خرگوش‌دره و گلابدره جریان دارند که از این رود دره‌ها انشعاباتی به شکل مسیل و کانال از منطقه عبور می‌کنند. مسیل مقصودبیک از جنوب میدان تجریش شروع می‌شود و آب مسیل‌های سعدآباد، دربند و گلابدره به این مسیل می‌ریزد. این مسیل دارای بستری خاکی است و عمدتاً در طول مسیر دیواره سازه‌ای دارد. در بیشتر قسمت‌ها کف مسیل شسته شده است. این رود دره با عبور از محله زرگنده نقش مهمی برای برنامه‌ریزی در راستای کاهش آسیب‌پذیری و بهبود تاب‌آوری کالبدی در محدوده مورد مطالعه این پژوهش ایفا می‌کند.

### خطر آتش‌سوزی

آتش‌سوزی به عنوان یکی از مخاطرات بالقوه در بافت شهرها حائز اهمیت است. به طور معمول علل آتش‌سوزی گوناگون بوده و با درگیر کردن بخش‌های تجاری، صنعتی، مسکونی و غیره خسارات شدید انسانی و مالی به فضاهای شهری وارد می‌کند. در حال حاضر، شهرداری تهران دارای ۱۲۹ ایستگاه آتش‌نشانی فعال در سطح شهر تهران است که از این تعداد ۸ ایستگاه در منطقه ۳ شهرداری واقع است. اما از نکات قابل توجه، قرار نداشتن ایستگاه آتش‌نشانی در محدوده مطالعه و افزایش ضریب خطر در زمان وقوع سوانح طبیعی است. بنابراین برنامه‌ریزی برای احداث ایستگاه آتش‌نشانی در محدوده با توجه به وضعیت نامناسب

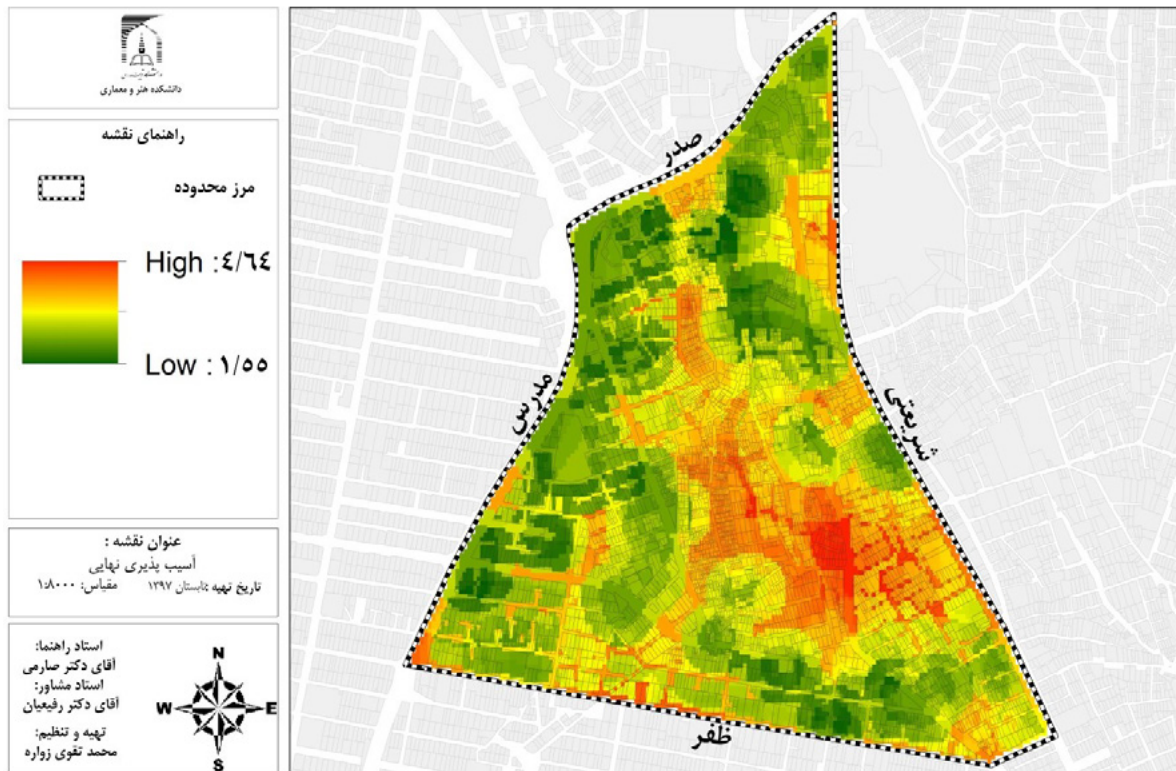


تصویر ۳: وضعیت آسیب‌پذیری محدوده نسبت به معیارهای پژوهش

اینه موجود، وضعیت آسیب‌پذیری به صورت کم و بهینه ارزیابی می‌شود. در ادامه با حرکت به سمت پهنا جنوب شرقی محدوده و با نزدیک شدن به مرکز محله در این قسمت‌ها نیز شاهد کم بودن آسیب‌پذیری کالبدی هستیم. از جمله دلایل کم بودن آسیب‌پذیری در این قسمت از محله می‌توان به دسترسی مناسب به مراکز درمانی، آموزشی، فضاهای سبز و باز، معابر نسبتاً عریض، انتظام و پیوستگی مناسب بلوک‌ها و نیز وجود ساختمان‌های نوساز و مقاوم اشاره کرد. اما از سویی دیگر، با نگاه به پهناهای

می‌کند. با حرکت از پهنا شمالی به سمت پهنا غربی محدوده و به ویژه با نزدیک شدن به لبه غربی محله و بزرگراه مدرس کماکان شاهد کمتر شدن آسیب‌پذیری محدوده در مقایسه با سایر قسمت‌های آن هستیم. در این قسمت از محله زرگنده به دلیل وجود معابر دارای عرض مناسب، انتظام و پیوستگی معابر و بلوک‌های موجود، وجود برخی فضاهای مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری نظیر فضاهای سبز و باز و نیز استفاده از مصالح مقاوم در ساخت‌وسازهای این محدوده در کنار نوساز بودن بیشتر





تصویر ۴: وضعیت آسیب‌پذیری نهایی محدوده

آسیب‌پذیری بالاتر از یک است و این خود بدان معنی است که در بخش‌هایی از محله که آسیب‌پذیری در کمترین مقدار خود قرار دارد، برخی از عوامل و معیارهای ایجاد آسیب‌پذیری همچنان محله را تهدید می‌کند و ثانیاً از سوی دیگر حد بالای موجود کمتر از ۵ است که این مقدار هم مبین آن است که در نقاطی از محله زنگنده که بیشترین احتمال آسیب‌پذیری کالبدی وجود دارد، همه شرایط و عوامل ایجاد کننده آسیب حداکثری نبوده و در بدترین شرایط خود به سر نمی‌برند.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف کلی از پژوهش فوق، گذار از مفهوم‌سازی‌های کیفی به معیارهای کمی در جهت شناخت بهتر عوامل مؤثر در تاب‌آوری کالبدی و بررسی عوامل درگیر است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت معیارهایی نظیر مقاومت ساختمان، تراکم، شبکه ارتباطی، دسترسی و خصوصیات زمین-بستر به‌عنوان معیارهای سنجش تاب‌آوری کالبدی، برای ارزیابی آسیب‌پذیری در برابر سوانح طبیعی مهم به شمار می‌روند. مهمترین نتایج حاصل از معیارهای پژوهش در ادامه بررسی می‌شود.

بر اساس نظرات متخصصان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی می‌توان گفت معیار دسترسی با حدود ۴۹ درصد مهمترین معیار در راستای ارزیابی آسیب‌پذیری بوده است. پس از آن معیار تراکم با ۱۹ درصد در جایگاه دوم و معیار شبکه ارتباطی با حدود ۱۳ درصد در جایگاه سوم قرار دارد. معیارهای خصوصیات زمین-بستر و

مرکزی محدوده در تصویر بالا می‌توان دریافت آسیب‌پذیری در وضعیت پیشینه قرار گرفته است. پهنه مرکزی محله که بافت فرسوده زنگنده عمده آن را تشکیل می‌دهد، با توجه به مقاومت پایین ساختمان‌ها و اینبه‌وجود، عرض کم معابر، ناپیوسته بودن اکثر بلوک‌ها در کنار ریزدانی قطعات، تراکم بالای جمعیتی و نیز بالاتر بودن درصد شیب در این نقاط نسبت به سایر قسمت‌های محله، کمترین تاب‌آوری کالبدی را از خود در برابر سوانح طبیعی احتمالی نشان خواهد داد. همچنین با حرکت از پهنه مرکزی به سمت خیابان شریعتی و مرز شرقی زنگنده شاهد بیشتر شدن میزان آسیب‌پذیری و میل کردن آن به حالت پیشینه (عدد ۵) هستیم. از عمده دلایل قابل گفتن برای افزایش آسیب‌پذیری کالبدی در این پهنه می‌توان به نزدیک شدن به مسیل رودکی به‌عنوان یک بستر خطرزا در زمان بحران سیلاب، افزایش فاصله‌ی دسترسی تا مراکز پشتیبان و اسکان موقت نظیر فضاهای سبز و باز، درمانی و آموزشی و نیز وجود معابر بن‌بست و دارای عرض کم اشاره کرد. لازم به ذکر است در سایر پهنه‌های محدوده مورد مطالعه وضعیت آسیب‌پذیری به صورت میانه قابل دیدن است که می‌توان آن را به‌واسطه برهم‌کنش عوامل و معیارهای آسیب‌پذیر توجیه کرد. همچنین نکته قابل توجه در ارتباط با تصویر آسیب‌پذیری نهایی در بالا، حد عددی بالا و پایین موجود در آن است؛ به طوری که دیده می‌شود، مقدار عددی آسیب‌پذیری که در تصویر بالا به صورت عددی و در حالت فازی درج شده، مقداری بین ۱،۵۵ تا ۴،۶۴ را نشان می‌دهد. اعداد بالا گویای آن است که اولاً حد پایین

- ارزیابی ایمنی همه مکان‌های عمومی مانند مدارس، تأسیسات درمانی و ارتقای آنها در صورت لزوم.
- امتداد مسیرهای سریع‌الوصول تا کاربری‌های ویژه (مدارس، بیمارستان‌ها و ...) برای امداد رسانی سریع پس از وقوع سوانح و کاهش اثرات آن
- اصلاح و تعریض معابر دارای عرض کمتر از ۶ متر در راستای تسهیل امداد رسانی در زمان وقوع سوانح
- اعمال قوانین در جهت مقاوم سازی ساختمان‌های فرسوده و افزایش ضریب ایمنی در ساختوسازهای تازه
- آگاه کردن مردم از آسیب‌پذیری اماکن محل کار و سکونت به منظور ایجاد انگیزه برای مقاوم سازی یا نوسازی از طریق ایجاد تسهیلات اعتباری توسط بخش دولتی
- تهیه نقشه و طرح تخلیه محله و تعیین محل اسکان موقت شهروندان توسط شهرداری و قرار دادن آن در اختیار مردم محله هنگام بروز سوانح
- در نظر گرفتن مجموعه‌ای از قطعات کوچک زمین در بافت فرسوده به منظور ایجاد پارک‌های محله برای تقویت دسترسی به فضاهای باز
- برگزاری دوره‌های آموزشی مقابله با زلزله ویژه سنین مختلف و برگزاری دوره‌های کمک‌های اولیه در طول هفته بحران و زلزله.
- تدوین و اجرای برنامه‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی به شهروندان در هنگام و پس از وقوع سوانح
- تجمیع قطعات کوچکتر به قطعات بزرگتر در بافت فرسوده

### پی‌نوشت

- 1.Exposure
- 2.Sensitivity
3. capacity of response
- 4.Resilience Alliance

### منابع

1. Balbo, A. (2012). Resilient Cities 2012: Congress Report. Global Forum on Urban Resilience and Adaptation, 3, Local Governments for Sustainability (ICLEI.)
۲. پرورش، زهرا (۱۳۹۲). سنجش میزان تاب‌آوری اجتماعات جدید شهری در مواجهه با مخاطرات طبیعی نمونه موردی: شهرهای جدید منطقه‌ای شهری اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۳. رفیعیان، مجتبی و دیگران (۱۳۸۹). "تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM)". برنامه ریزی و آمایش فضا ۱۵(۴)، صفحه ۴۱-۱۹.
۴. رضایی، محمدرضا؛ رفیعیان، مجتبی؛ حسینی، سیدمصطفی (۱۳۹۴). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع‌های شهری در برابر زلزله مطالعه موردی: محله‌های شهر تهران، فصلنامه پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۹۴، صفحه ۶۲۳-۶۰۹.
۵. معرب، یاسر؛ محمدجواد امیری، بهناز سپهرزاد، اسماعیل صالحی (۱۳۹۶). ارزیابی تاب‌آوری ساختاری- طبیعی کاربری اراضی شهرها (نمونه موردی: منطقه ۱ تهران). فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، صفحه ۱۴۸-۱۳۷.

مقاومت ساختمان هم به ترتیب با ۱۱ و ۸ درصد در رتبه‌های بعدی قرار گرفته‌اند. با توجه به جدول ۳ در ارتباط با معیار دسترسی، فاصله تا فضاهای سبز و باز و دسترسی به مراکز آموزشی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تأثیر در میزان آسیب‌پذیری هستند. همچنین پراکنش بیشتر این فضاها در بخش‌های شمالی و غربی زرگنده موجب کاهش آسیب‌پذیری این بخش‌ها نسبت به سایر پهنه‌ها شده است. در رابطه با معیار تراکم جمعیتی، بلوک‌های فرسوده موجود در نوار مرکزی محله با تراکم جمعیتی بیش از ۳۵۰ نفر در هکتار دارای بیشترین میزان آسیب‌پذیری هستند. در مقابل، بخش‌های مرزی محدوده با متوسط تراکم جمعیتی ۲۰۰ نفر در هکتار کمترین میزان آسیب‌پذیری را از خود نشان می‌دهند. طبق آمار به دست آمده ۲۳ درصد از بلوک‌های زرگنده دارای وضعیت آسیب‌پذیری بالا در رابطه با معیار تراکم جمعیتی هستند. در ارتباط با معیار شبکه ارتباطی، عرض معابر به عنوان مهمترین عامل در برآورد میزان آسیب‌پذیری نقش دارد؛ به طوری که معابر نفوذناپذیر و دارای عرض کمتر از ۶ متر که عمدتاً در نوار مرکزی محدوده قرار دارند، به علت مختل کردن عملیات امداد و نجات در زمان بحران دارای بیشترین میزان آسیب‌پذیری هستند. این معابر در حدود ۲۰ درصد از کل شبکه ارتباطی زرگنده را شامل می‌شوند. در ارتباط با ویژگی‌های بستر زمین در محدوده مطالعه دو عامل وجود رودره و شیب زمین به ترتیب بیشترین اهمیت را دارا هستند. بر طبق نتایج، با توجه به استقرار مسیل رودکی در پهنه شرقی محدوده، شعاع ۱۵۰ متری این عارضه به عنوان پهنه‌های دارای آسیب‌پذیری بیشینه ارزیابی می‌شود. از طرفی با افزایش شیب زمین در بخش‌های مرکزی و غربی زرگنده تا حدود بالای ۴۰ درصد آسیب‌پذیری هم افزایش می‌یابد. در نهایت نتایج حاصل از ارزیابی معیار مقاومت ابنیه نشان می‌دهد حدود ۱۰ درصد از کل ابنیه زرگنده دارای قدمت بالای ۲۵ سال، ۱۳ درصد بناها دارای اسکلت چوبی و ناپایدار، ۲ درصد از کل ابنیه تخریبی و بالای ۴۰ درصد از کل ابنیه دارای مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع (ریزدانه) هستند. ابنیه یادشده که عمدتاً در بخش‌های مرکزی و شرقی محدوده قرار گرفته‌اند، آسیب‌پذیری بیشتری را در مقایسه با ابنیه نوساز و مستحکم از خود نشان می‌دهند.

با توجه به نتایج به دست آمده، در ادامه راهکارهای پیشنهادی برای بهبود وضعیت تاب‌آوری کالبدی مطرح می‌شود. علاوه بر راهکارهای کالبدی تعدادی از راهکارها هم جنبه آموزشی و فرهنگ‌سازی داشته و به نقش مردم و جامعه محلی در راستای آگاه‌سازی هرچه بیشتر از وضعیت محل زندگی خود و شرایط به وجود آمده در هنگام بروز سوانح طبیعی نظیر زلزله، سیلاب و آتش‌سوزی اشاره دارند:

- کنترل روند تراکم جمعیتی و ساختمانی
- تعیین مسیرهای ایمن خدمت‌رسانی در زمان وقوع حادثه
- ایجاد فضاهای سبز و باز در نواحی در معرض آسیب‌پذیری بالا
- بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده در قسمت‌های آسیب‌پذیر

18. Brown, K. (2014). "Global environmental change I: A social turn for resilience?" *Progress in Human Geography* 1(38): pp107-117.
۱۹. رضایی، محمدرضا (۱۳۸۹). تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری برای کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) مطالعه موردی: کلانشهر تهران. رساله دوره دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
۲۰. صالحی، اسماعیل و دیگران (۱۳۹۰). "بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکه علیت." *مجله محیط‌شناسی* ۳۷(۵۹)، صفحه ۱۹۹-۱۱۲.
21. Satterthwaite, D. (2013). "The political underpinnings of cities' accumulated resilience to climate change." *Environment and Urbanization* 2(25): pp381-391.
۲۲. روستا، مجتبی؛ ابراهیم زاده، عیسی؛ ایستگلدی، مصطفی (۱۳۹۶). "تحلیل تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله: مطالعه‌ی موردی؛ بافت فرسوده‌ی شهر مرزی زاهدان" *جغرافیا و توسعه*، سال پانزدهم(۴۶)، صفحه ۱۸-۱.
۲۳. رازقی، فاطیما؛ زرگر، اکبر؛ اهری، زهرا (۱۳۹۴). "تدوین چارچوبی برای اندازه‌گیری تاب‌آوری یک محله شهری در برابر زلزله، نمونه موردی: محله هرزه ویل، منجیل، گیلان." *نشریه صفا* ۲۵(۶۹)، صفحه ۱۱۸-۸۹.
24. Zhou, H., J. Wan and H. Jia (2010). "Resilience to natural hazards: a geographic perspective." *Natural Hazards* 1(53): pp 14-21
۲۵. اسماعیلی شاهرخت، مسلم؛ تقوایی، علی‌اکبر (۱۳۹۰). "ارزیابی آسیب‌پذیری شهر با رویکرد پدافند غیر عامل با استفاده از روش دلفی؛ نمونه‌ی موردی: شهر بیرجند" *فصلنامه مدیریت شهری* (۲۸)، صفحه ۱۱۰-۹۳.
۲۶. مهندسین مشاور شاران (۱۳۸۶). *مطالعات طرح تفصیلی منطقه ۳ شهر تهران*.
۲۷. شهرداری منطقه سه شهر تهران (۱۳۹۱). *سند راهبردی توسعه محله حسن‌آباد زرگنده* (۱۳۹۵-۱۳۹۱).
6. Mayunga, J. S., (2007) "Understanding and applying the concept of community disaster resilience: A capital-based approach", A Draft Working Paper Prepared for the Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building, pp 22- 28.
7. Lantada, N, Pujades, L, Barbat, A (2009) Vulnerability index and capacity spectrum based methods for urban seismic risk evaluation, A comparison, *Nat Hazards* 51, pp: 524-501.
8. Klein, R. J., R. J. Nicholls and F. Thomalla (2003). "Resilience to natural hazards: How useful is this concept?" *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards* 1(5): pp 35-45
9. Dhar, T. K. and L. Khirfan (2017). "A multi-scale and multi-dimensional framework for enhancing the resilience of urban form to climate change." *Urban Climate* 19:p 72-91
10. Ainuddin, S. and J. K. Routray (2012). "Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan." *International Journal of Disaster Risk Reduction* 2: pp 25-36
۱۱. نیکمرد نمین، سارا؛ برک‌پور، ناصر؛ عبداللهی، مجید (۱۳۹۳). کاهش خطرات زلزله با تاکید بر عوامل اجتماعی رویکرد تاب‌آوری (نمونه موردی: منطقه ۲۲ شهر تهران). *فصلنامه مدیریت شهری* (۳۷)، صفحه ۳۴-۱۹.
12. Hardoy, J. and R. Ruete (2013). "Incorporating climate change adaptation into planning for a liveable city in Rosario, Argentina." *Environment and Urbanization* 2(25) p 339-360
13. Johnson, C. and S. Blackburn (2012). *Making Cities Resilient Report 2012*. My city is getting ready! A global snapshot of how local governments reduce disaster risk. the United Nations Office for Disaster Risk Reduction United Nation Office for Risk Reduction: pp 1-114
14. Beatley, T. and P. Newman (2013). "Biophilic Cities Are Sustainable, Resilient Cities." *Sustainability* 8(5): p.3328
15. Windle, G. (2011). "What is resilience? A review and concept analysis." *Reviews in Clinical Gerontology* 2(21): pp 152-169
16. Bastaminia, A., M. R. Rezaie and M. H. Saraie (۲۰۱۶). "Explaining and Analyzing the Concept of Resilience and its Indicators and Frameworks in Natural Disasters." *Journal of Tebran Disaster Management and Mitigation Organization (TDMMO)* 32-46 : (1)6
17. Matyas, D. and M. Pelling (2015). "Positioning resilience for 2015: the role of resistance, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy." *Disasters* 39(s1): pp.1-18