فصلنامه علمی
نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی
سال سیزدهم، شماره چهارم، پاییز ۱۴۰۰: ۸۰-۵۵

مقاله پژوهشی

# تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی بافت مرکزی شهر رشت در برابر زلزله با استفاده از مدل Fuzzy-AHP وGIS

**مهدیه دلشاد**

دانشجوی دکتری تخصصی شهرسازی، گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

**منوچهر طبیبیان** *

دکترای شهرسازی، استاد گروه شهرسازی، دانشکده شهرسازی پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

**سید محسن حبیبی**

دکترای شهرسازی، استاد گروه شهرسازی، دانشکده شهرسازی پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۲۸

## چکیده

زلزله از مهم‌ترین عوامل تهدید طبیعی ایران محسوب می‌گردد. مساحت زیادی از ایران در محدوده با خطر بالا و خطر بسیار بالای زلزله قرار دارد. شهر رشت نیز در محدوده خطر بالا و خطر بسیار بالا قرار گرفته است. هدف اصلی این تحقیق، بررسی تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله در بافت مرکزی شهر رشت می‌باشد. با توجه به احتمال بالای وقوع زلزله در رشت، تراکم بالای فعالیت و جمعیت، تراکم بالای ابنیه فرسوده، زیرساخت‌ها و سایر شاخص‌های مهم مدنظر تحقیق؛ محدوده مرکزی شهر رشت در برابر زلزله احتمالی آسیب‌پذیر می‌باشد. پرسش اصلی این است که وضعیت تاب‌آوری کالبدی بافت مرکزی شهر رشت در برابر زلزله چگونه می‌باشد؟. در این پژوهش با انتخاب چهار دسته شاخص تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله و استفاده از مدل ترکیبی منطق Fuzzy و AHP میزان اهمیت شاخص‌ها، معیارها و زیرمعیارها مشخص می‌گردد. در نهایت اطلاعات جمع‌آوری شده به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی وزن گرفته در نرم‌افزار GIS نسخه ۱۰,۳ تبدیل به یک نقشه تحلیلی از وضعیت تاب‌آوری (ERM) محدوده مورد مطالعه می‌گردد. این نقشه که برای اولین بار تهیه شده است نشان می‌دهد با توجه به چهار دسته شاخص عمده تاب‌آوری کالبدی بافت مرکزی شهر رشت، وضعیت بازار رشت در مرز هشدار و وضعیت بحرانی در برابر زلزله احتمالی قرار دارد. همچنین ۲۷ درصد از بافت مورد مطالعه در وضعیت کاملاً آسیب‌پذیر و نسبتاً آسیب‌پذیر قرار گرفته است.

**واژگان کلیدی: تاب‌آوری، کالبد، زلزله، رشت**

---

این مقاله برگرفته از رساله دکتری نگارنده اول با عنوان " تبیین عوامل مؤثر بر برنامه ریزی فضایی تاب آور بافت مرکزی شهر رشت در برابر زلزله" می‌باشد که به راهنمایی نگارنده دوم و مشاوره نگارنده سوم در دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی قزوین انجام شده است.

* نویسنده مسؤل: Tabibian@ut.ac.ir

**مقدمه**

بشر همواره در معرض سوانح طبیعی (زلزله، سیل و...) و انسان‌ساخت (جنگ) بوده و خسارات مالی، انسانی و اجتماعی زیادی را به‌خصوص در سکونتگاه‌ها متحمل شده است (Mohamadpour Lima et al., 2020). ایران از نظر وقوع حوادث طبیعی در مقام ششم جهان قرار دارد. کمربند زلزله ۹۰ درصد از خاک کشور ایران را فراگرفته است (Shahabi et al., 2012). بر اساس آمارهای ارائه شده از سوی سازمان هلال‌احمر ۹۰ درصد جمعیت کشور در معرض خطرات ناشی از حوادث طبیعی قرار دارند (Shabani et al., 2019). امروزه آسیب‌پذیری شهرها در همه‌جا، از زیرساخت‌ها و ساختمان‌ها تا تأسیسات و خدمات شهری در زندگی انسان محسوس است. بنابراین به دنبال رشد مداوم جمعیت شهرنشین و همچنین افزایش مخاطرات طبیعی، تقویت تاب‌آوری شهرها امری ضروری بوده و می‌بایست به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری به‌عنوان بخشی مهم در طرح‌های توسعه شهری لحاظ گردد (Lotfi et al., 2020). یکی از راه‌های کاهش ریسک و آسیب‌پذیری در سکونت‌گاه‌های انسانی توجه به رویکرد تاب‌آوری می‌باشد (Ebrahimzade et al., 2019). ازآنجاکه زمین‌لرزه‌ها بیشترین تلفات را در مناطقی ایجاد می‌کنند که به لحاظ کالبدی ضعیف هستند و بیشترین تراکم ساختمان‌های آسیب‌پذیر را دارند بعد کالبدی تاب‌آوری از اثرگذارترین ابعاد آن در برابر زلزله می‌باشد (Karami, Amiriyan, 2018). از طرف دیگر کلان‌شهر رشت در محدوده خطر بالا و خطر بسیار بالای زلزله قرار گرفته است (International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, 2017). بنابراین احتمال وقوع زمین‌لرزه‌هایی با شدت شش ریشتر و بیشتر در این منطقه وجود دارد. با توجه به این موضوع، تراکم بالای فعالیت و جمعیت ضمن در نظر گرفتن تراکم بالای ابنیه که قسمت قابل توجهی از آن قدیمی و فرسوده می‌باشد، زیرساخت‌ها و سایر شاخص‌های مهم مدنظر تحقیق، محدوده مرکزی شهر رشت در برابر زلزله به شدت آسیب‌پذیر می‌باشد. از آنجا که مهم‌ترین دارایی‌های میراثی شهر و همین‌طور شاخص‌ترین فعالیت‌های تجاری و فرهنگی شهر در این محدوده قرار دارد و ازآنجاکه بیشتر فضاهای این محدوده تقریباً به‌صورت ۲۴ ساعته خدمات ارائه می‌دهند، بنابراین وقوع یک زلزله احتمالی می‌تواند علاوه بر خسارات کالبدی و مالی فراوان، خسارات جانی و اجتماعی قابل‌توجهی نیز به‌جا بگذارد. همچنین بررسی مطالعات انجام شده پیشین نشان می‌دهد که خطر بیشینه جنبش زمین در استان گیلان برای دوره بازگشت ۵۰ سال شهرهای رودسر، رودبار و رشت را بیشتر از سایر شهرهای استان تهدید می‌کند (Sadeghi et al., 2018). ازاین‌رو برنامه‌ریزی شهری می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مهم با شناخت میزان خطر ناشی از زلزله و برآورد تقریبی خسارات کالبدی و انسانی کمک شایانی به شهرها و بافت هایش به انضمام محتوای معنا بخش آن، نماید.

باوجوداینکه تاکنون مطالعه‌ای جهت سنجش میزان تاب‌آوری محدوده مرکزی شهر رشت و معرفی مهم‌ترین شاخص‌های کاربردی برای تاب آور تر شدن این بافت در برابر زلزله، صورت نگرفته است، پژوهش حاضر با هدف پر نمودن این شکاف علمی و عملی در مدیریت شهری این شهر پرسش‌هایی را بدین ترتیب مطرح می‌نماید که مهم‌ترین عوامل کالبدی در تاب‌آوری در برابر زلزله کدامند؟ و اینکه بافت مرکزی شهر رشت در زلزله احتمالی در

آینده تا چه اندازه از لحاظ کالبدی تاب آور است؟ بدین منظور در این نوشتار مبانی نظری موجود در زمینه تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله بررسی شده، شاخص‌ها و معیارهای مهم آن معرفی و جمع‌بندی گردیده و تلاش می‌شود تا برای اولین بار وضعیت تاب‌آوری کالبدی بافت مرکزی شهر رشت در برابر زلزله احتمالی تحلیل گردیده و یک نقشه از وضعیت موجود تاب‌آوری آن ارائه گردد.

## مبانی نظری

### تاب‌آوری

تاب‌آوری یک عبارت فراگیر و یک اصطلاح چند رشته‌ای است که در زمینه‌های مختلف قابل‌تعریف می‌باشد. عوامل مؤثر در تاب‌آوری می‌تواند زندگی را نجات دهد و هزینه‌های مربوط به جوامع رو به زوال را کاهش دهد. بنابراین با توجه به شوک‌های فزاینده مخاطرات طبیعی، شناخت بیشتر از تاب‌آوری برای ایجاد جوامع پایدارتر دارای اهمیت است (Mohamadpour Lima et al., 2020). درواقع تاب‌آوری یک رویکردی چندوجهی است و بحث پیرامون این رویکرد نیازمند توجه به ابعاد مختلف و تأثیرگذار بر آن می‌باشد در این میان چهار بعد اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی به‌عنوان ابعاد تاب‌آوری معرفی شده‌اند (Dokht Badi, Rahimi, 2018). تمرکز این پژوهش بر بعد کالبدی بوده و تلاش می‌نماید این بعد از تاب‌آوری بافت مرکزی شهر رشت را در برابر زلزله احتمالی بررسی نماید.

تعاریف زیادی با درجه‌ای از اشتراک و همچنین ناسازگاری در رشته‌های مختلف در طی زمان وجود دارد که در این مبحث به مهم‌ترین آن‌ها پرداخته می‌شود. میشل[1] (۲۰۱۲) تاب‌آوری را برابر با این مفهوم می‌داند که چه طور یک سیستم، جامعه و فرد با اختلال مواجه می‌شود و تغییر می‌کند. دآسکانیو[2] (۲۰۱۶) عنوان می‌نماید که تاب‌آوری شهری به‌عنوان مهارت یک جامعه برای پیشگیری و پرداختن به هرگونه مسئله اجتماعی و زیست‌محیطی عمده از مخاطرات طبیعی و تأثیرات تغییر اقلیم گرفته تا فقر تعریف می‌شود. یک شهر زمانی به‌عنوان یک شهر تاب آور توصیف می‌شود که با ساخت پاسخ‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی جدید قادر به ایستادگی طولانی مدت در برابر تنش‌های محیط‌زیست و گذشت زمان باشد. دورن[3] (۲۰۱۷) می‌نویسد که تاب‌آوری الزاماً یک روش برای بازگشت به حالت پیش از بحران نیست و می‌تواند به‌عنوان فرصتی برای بهتر ساختن و رسیدن به یک وضعیت مطلوب‌تر باشد. نگنبورگ[4] (۲۰۱۹) نیز تاب‌آوری را ابزاری برای عادلانه ساختن تعریف نموده و معتقد است همواره به معنای جهش به عقب (حالت پیش از بحران) نبوده و می‌تواند در بسیاری از موارد به معنای جهش به جلو (رسیدن به یک وضعیت جدید مطلوب‌تر) باشد.

---

[1] Mitchell
[2] AAAscanoo
[3] Doorn
[4] Nagenborg

لذا تاب‌آوری شهری بنا بر ماهیت اصلی خود؛ یعنی جذب اختلال و هضم آن قبل از تخریب عمده، می‌تواند در برنامه‌ریزی شهری هم به شکل یک هدف دیده شود و هم یک ابزار برای رسیدن به شهری مقاوم‌تر، مطلوب‌تر و با کیفیت زندگی بیشتر. نکته مهمی که باید مدنظر قرار گیرد این است که"تاب‌آوری کالبدی" بسیار پیچیده‌تر از "صرفاً بازسازی" است. هنگامی که تاب‌آوری مدنظر ماست می‌دانیم شهرهای تاب آور چیزی بیش از مجموع ساختمان‌های تاب آور هستند. بزرگراه‌های شکسته قابل اصلاح هستند، ساختمان‌ها ترمیم شده و بلندتر از گذشته بازسازی می‌شوند، سیستم‌های ارتباطی به هم وصل می‌شوند اما تاب‌آوری کالبدی به‌صورت شبکه‌های به هم پیوسته عناصر کالبدی یک شهر معنا می‌یابد. ازاین‌رو به‌روزرسانی اطلاعات تاب‌آوری و ارتقا آن در برابر تهدیدات با توجه به مرور زمان ضروری است (Shamai, Mirzazadeh, 2019).

در رابطه با موضوع تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله سابقاً تحقیقاتی انجام گرفته است. ازجمله نینگروم[1] و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با عنوان «تجزیه و تحلیل ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی ناشی از زلزله شدید ۲۰۱۵ در منطقه جیلولو[2]» نقشه‌ای از آسیب‌پذیری کالبدی یک ناحیه را ارائه می‌نمایند. شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش عبارتند از درصد مساحت ساخته‌شده، تعداد ساختمان‌ها، شبکه جاده‌ها و مقررات تنظیمی BNPB 2012 ( Ningrum et al., 2019). یاریان[3] و همکاران (۲۰۲۰) نیز در پژوهشی با عنوان «نقشه آسیب‌پذیری زلزله با استفاده از مدل‌های ترکیبی مختلف» به دنبال تحلیل وضعیت نقشه آسیب‌پذیری سنندج در برابر زلزله، مدل‌های مختلفی را به کار می‌گیرند. در این تحقیق، نویسندگان ۱۵ معیار مختلف را به‌صورت لایه‌های GIS مورد تحلیل قرار می‌دهند که عبارت‌اند از: مساحت هر قطعه، ساختمان با مصالح نامناسب، کاربری زمین، فاصله از بیمارستان، فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی، تعداد طبقات، فاصله از خیابان، ارتفاع، سنگ‌شناسی، فاصله از گسل، شیب، فاصله از رود و مسیل، تراکم جمعیت، درصد جمعیت زیر چهار سال و بالای ۷۰ سال، تراکم خانواده. همچنین زارع استهریجی[4] و حسینی (۲۰۱۷) در پژوهش «رواج آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر خطر لرزه‌ای (مطالعه موردی منطقه یک تهران)» مناطق منطقه یک تهران را به چهار دسته اصلی تقسیم نمودند. این تحقیق با در نظر گرفتن نه شاخص اعم از تراکم، تعداد طبقات، دسترسی به فضاهای باز، شبکه راه‌ها، سازگاری کاربری‌ها، هم‌جواری کاربری‌ها، فاصله از خط گسل، فاصله از کاربری صنعتی و فاصله از برج‌ها نشان داد که حدود ۵۰٪ از مناطق در منطقه بسیار پرخطر واقع شده‌اند. همچنین نتیجه‌گیری شد که افزایش تراکم ساختمان، تعداد طبقات و فاصله از فضاهای باز می‌تواند مهم‌ترین آیتم در پیش‌بینی آسیب‌پذیری در برابر زلزله باشد. ازآنجاکه بافت بااهمیت مرکزی شهر رشت در مورد موضوع تحقیق پردازش نشده است، ما در این پژوهش با تمرکز بر شاخص‌های کالبدی به دنبال تولید نقشه تاب‌آوری بافت مذکور و تحلیل وضعیت تاب‌آوری آن می‌باشیم.

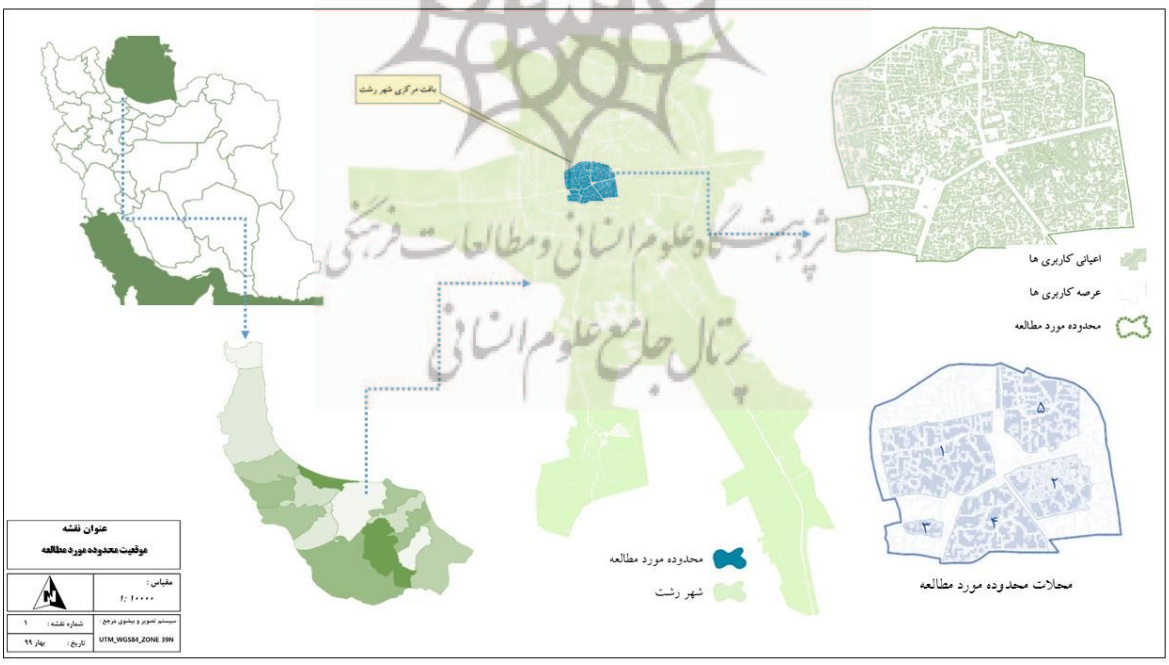
---

[1] Ningrum
[2] Jailolo
[3] Yariyan
[4] Zare Estehriji

**معرفی محدوده مورد مطالعه**

استان گیلان یکی از کانون‌های ناپایدار و آسیب‌پذیر در برابر زلزله به‌حساب آید (Banbaey, 2020). گسل آستارا، خزر، لاهیجان، رودبار، کلیشوم، جیرنده و منجیل گسل‌های مهم اصلی و فعال گیلان هستند ( Mehrpour, Riyazi Rad, 2015). بر اساس سرشماری رسمی سال ۱۳۹۵، جمعیت شهر رشت تعداد ٦٧٦،٩٩١ نفر است (٤٦ درصد از کل جمعیت گیلان) جمعیت شناور ثابت روزانه شهر رشت به‌عنوان مادرشهر استان گیلان بالغبر ۱٬۰۰۰٬۰۰۰ نفر است. در این میان محدوده مرکزی شهر به دلیل تراکم بالای ابنیه میراثی، تجاری، خدماتی، اداری و تفریحی در هر ساعتی از شبانه‌روز بیشترین تراکم جمعیتی شهر را در خود دارد. با توجه به زلزله‌های گذشته و همین‌طور وضعیت زمین‌شناسی منطقه، بدیهی است که وقوع زلزله احتمالی در آینده غیرقابل‌انکار می‌باشد اما تاب آور ساختن قلب شهر رشت ازلحاظ کالبدی با کمک برنامه‌ریزی مناسب ضروری است.

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده‌شده، محدوده مورد مطالعه در قسمت مرکزی شهر قرارگرفته است. محدوده مدنظر با مساحت ۱۸۲۱,٤۸۸ کیلومترمربع جمعیت ۱۹۸٦٥ نفر را به‌طور ثابت در خود دارد. بزرگ‌ترین فعالیت‌های تجاری شهر رشت، بیشترین تعداد ابنیه میراثی و تاریخی، سینماها و فضاهای فرهنگی در این محدوده از شهر قرارگرفته‌اند. ضمن اینکه بیشترین بافت فرسوده شهر و بزرگ‌ترین پیاده راه فرهنگی و سبزه‌میدان نیز به‌عنوان یک فضای سرزنده پرازدحام در طول روز از دیگر متعلقات بافت مورد مطالعه می‌باشد.




**شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه روی نقشه؛ (Source: Authors)**

این محدوده پنج محله قدیمی را در خود دارد. استادسرا که با شماره ۱ در شکل ۱ نشان داده شده است، از مهم‌ترین محلات این محدوده بوده و در شمال شرقی محدوده مورد مطالعه واقع شده است. این محله با داشتن کاربری‌های میراثی همچون آرامگاه استاد ابوجعفر و خانه میرزا کوچک خان و همچنین خانه‌ها و باغ‌های تاریخی دیگر و

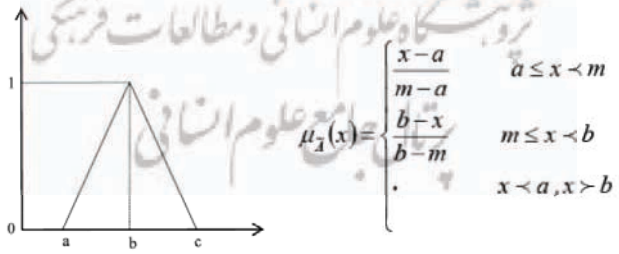
همچنین هم‌جواری بی‌واسطه با مهم‌ترین کاربری‌های میراثی محدوده ازجمله ساختمان شهرداری و کتابخانه ملی و سینما ۲۲ بهمن، از مهم‌ترین محلات شهر محسوب می‌گردد. محله بازار که با شماره ۲ در شکل ۱ نشان داده شده، از قدیمی‌ترین محلات رشت محسوب می‌شود و کاربری اصلی‌اش تجاری و به‌صورت بازار سنتی می‌باشد. این بخش که در جنوب شرقی محدوده مورد مطالعه قرار دارد بیشترین فعالیت‌های تجاری و همچنین بالاترین تراکم تجاری را درون خود دارد. محله بازار در قدیم شامل میدان‌های کوچک و بزرگ و کاروانسراهای سنتی متعدد بود که امروزه تمام این ابنیه میراثی ارزشمند نیازمند مرمت مناسب می‌باشد. در بافت ٢٤ هکتاری بازار رشت ١٤ کاروانسرا وجود دارد که توسط راسته‌های مختلف به هم مرتبطند. فشردگی بالا، عبور خطوط گاز و برق در نمای ساختمان‌ها، موانع موجود در ورودی‌های بازار و کوچه‌های بافت، استفاده فراوان از شیشه در نمای ساختمان‌ها (به دلیل نوع کاربری تجاری)، قرارگیری ساختمان‌های قدیمی و مرمت‌شده و نوساز چسبیده به یکدیگر و فروش مشتقات نفتی و روغنی در داخل بافت تنها قسمتی از مواردی است که آسیب‌پذیری محدوده را تشدید می‌نماید. مساحت این قسمت از محله پیرسرا (شماره ۳ در شکل ۱) ۵/۷ هکتار است. کاربری‌های لبه بیرونی این بلوک تجاری و عمده فعالیت‌های کسبه در این لبه تجاری خرده‌فروشی و فروش صنایع‌دستی است. محله آفخرا (شماره ٤ در شکل ۱) یک چندضلعی محصور به خیابان اعلم الهدی در شمال، بلوار لاکانی در غرب، بلوار حافظ در جنوب و جنوب شرق و خیابان امام در شرق می‌باشد. ضلع شمالی یعنی خیابان اعلم الهدی دو میدان تاریخی شهرداری و سبزه‌میدان را به هم متصل می‌کند. محله باقرآباد (شماره ۵ در شکل ۱) که در گذشته در انتهایی‌ترین قسمت شهر بود و اکنون بخشی از مرکز شهر شده است، پنجمین محله در بافت مورد مطالعه می‌باشد. خیابان باقرآباد با طول ۷۳۵ متر در مرکز محله باقرآباد و خیابان خط ماشین که به نام «کارگر» نام‌گذاری شده است دو بخش مهم این محله را تشکیل می‌دهند. این محدوده در شکل ۱ کنار محله باقرآباد مشخص شده است. مساحت کل محدوده باقرآباد و خط ماشین ٥٦١٨٠/٤٥ مترمربع است و دارای کاربری‌های مسکونی، تجاری، آموزشی، مذهبی، خیابان، کوچه‌ها و زمین بایر می‌باشد. در این محدوده کاربری‌های مسکونی با ۷۳/۳ درصد بیشترین موارد استفاده از زمین را به خود اختصاص داده است.

**نتایج و یافته‌ها**

پژوهش حاضر از تلفیق دو روش کیفی و کمی استفاده نموده است. بدین‌صورت که ابتدا به‌صورت کیفی به تبیین مهم‌ترین شاخص‌ها، معیارها و زیر معیارهای کالبدی تاب‌آوری پرداخته و پرسشنامه‌ای در اختیار نخبگان قرار گرفت تا بر اساس طیف یک تا پنج لیکرت (۱=اهمیت خیلی کم، ۲= اهمیت کم، ۳= اهمیت متوسط، ٤= اهمیت زیاد، ۵= اهمیت خیلی زیاد) به هر یک از شاخص‌ها، معیارها و زیرمعیارها امتیازی دهند سپس میانگین امتیازات هر شاخص محاسبه شد چنانچه میانگین امتیاز شاخصی از عدد سه کمتر باشد حذف می‌گردد. ۵۰ درصد تکمیل‌کنندگان پرسشنامه بالاتر از ۵۰ سال سن داشته و دارای سابقه کار بیشتر از ۱۵ سال بوده‌اند. که این امر در بالا بردن اعتبار نتایج تحقیق، اهمیت زیادی دارد.

در ادامه از تکنیک Fuzzy-AHP به‌عنوان یک روش تحلیلی پیشرفته استفاده شده است که می‌تواند نسبت به روش AHP سنتی در حل مسائل چند معیاره کمی و کیفی موفق‌تر عمل نماید. درواقع مدل فازی یک سنتز ریاضی و یک شیوه جبری تصمیم‌گیری با مقیاس نسبی است. فازی بودن به معنای چند ارزشی بودن است، بدین معنی که سه یا تعداد بیشتری انتخاب در پاسخ به هر پرسش وجود دارد. در این روش با استفاده از یک شبکه سیستمی، شاخص‌های مختلف و ضوابط و معیارهای چندگانه با ساختارهای چند سطحی اولویت‌دار برای رتبه‌بندی یا تعیین اهمیت گزینه‌های مختلف، یک فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Karami, Amiriyan, 2018). برد توابع عضویت کلاسیک (XA (x))، مجموعه دو عضوی صفر و یک بوده درحالی‌که برد توابع عضویت فازی (μÃ (x))، بازه بسته صفر و یک است (Iesavi et al., 2011). در این روش برای مقایسه زوجی گزینه‌ها، از اعداد فازی و برای به دست آوردن وزن‌ها و برتری‌ها از روش میانگین هندسی استفاده می‌شود. چراکه این روش به‌سادگی به حالت فازی قابل‌تعمیم است و همچنین جواب یگانه‌ای برای ماتریس مقایسات زوجی تعیین می‌کند. در این روش شخص تصمیم‌گیرنده می‌تواند مقایسات زوجی المان‌های هر سطح را در قالب اعداد فازی ذوزنقه‌ای یا مثلثی بیان کند، این متغیرها برای توصیف شرایط نامتعارف که نمی‌توان به‌صورت کمی توصیف شوند قابل‌استفاده‌اند. در این پژوهش اعداد فازی دارای سه درایه می‌باشد که تابع عضویت آن در شکل زیر آورده شده است. درواقع متغیرهای زبانی که به‌صورت کلمه یا جمله بیان شده‌اند می‌توانند توسط اعداد مثلث فازی مدل‌سازی شوند (TNF). در این مدل عدد m دارای مقدار تابع عضویت ۱ است. یک TNF می‌تواند مانند شکل ۲ توسط سه‌گانه a, b, c تعریف شود:

**A= (a, m, b)**




**شکل ۲. سه‌گانه مثلث فازی؛ (Source: Sadrikiya et al., 2017)**

به‌طورکلی مراحل این روش بدین گونه می‌باشد: ۱. تعیین شاخص‌ها، معیارها و زیر معیارهای پژوهش؛ ۲. بررسی نرخ سازگاری مقایسات فازی بعد از تکمیل پرسشنامه‌ها که تعیین می‌کند آیا این مقایسه زوجی به‌درستی انجام‌شده است یا خیر. درصورتی‌که عدد شاخص از ۰/۱ کمتر باشد می‌توان حاصل کار را خوب و وزن‌ها را قابل‌اعتماد دانست؛ ۳. ادغام ماتریس‌های مقایسات زوجی با استفاده از روش میانگین هندسی (هنگامی‌که ازنظر چندین پاسخ‌دهنده استفاده می‌شود برای ادغام نظرات و تبدیل به یک ماتریس از روش میانگین هندسی استفاده می‌شود),

٤. به دست آوردن میانگین هندسی سطرها (این گام درواقع اولین گام روش بهبودیافته AHP فازی است)؛ ٥. ضرب میانگین هندسی سطرها در معکوس مجموع میانگین هندسی؛ ٦. دی فازی کردن وزن‌های فازی؛ ۷. نرمال کردن وزن معیارها با روش نرمال‌سازی خطی. وزن دهی و محاسبات مربوط به اعداد فازی در محیط EXEL و ترکیب لایه‌ها و تحلیل‌های مکانی در محیط نرم‌افزار ArcGIS انجام گرفت. درنهایت از ضرب اوزان نهایی به‌دست‌آمده از مدل AHP در لایه‌های فازی شده در محیط ArcGIS در بخش Raster Calculator نقشه نهایی تاب‌آوری به دست آمد.

**جدول ۱. عبارات کلامی و اعداد فازی جهت مقایسات زوجی**

| کد | اولویت‌ها | معادل فازی اولویت‌ها | | |
|---|---|---|---|---|
| | | حد پایین (L) | حد متوسط (m) | حد بالا (u) |
| ۱ | اهمیت یکسان | ۱ | ۱ | ۱ |
| ۲ | یکسان تا نسبتاً مهم‌تر | ۱ | ۲ | ۳ |
| ۳ | نسبتاً مهم‌تر | ۲ | ۳ | ٤ |
| ٤ | نسبتاً مهم‌تر تا اهمیت زیاد | ۳ | ٤ | ٥ |
| ٥ | اهمیت زیاد | ٤ | ٥ | ٦ |
| ٦ | اهمیت زیاد تا بسیار زیاد | ٥ | ٦ | ۷ |
| ۷ | اهمیت بسیار زیاد | ٦ | ۷ | ۸ |
| ۸ | بسیار زیاد تا کاملاً مهم‌تر | ۷ | ۸ | ۹ |
| ۹ | کاملاً مهم‌تر | ۸ | ۹ | ۱۰ |

**(Source: Sadrikiya et al., 2017)**

بعد از جمع‌آوری عوامل مهم تاب‌آوری کالبدی در جدول ۲ رتبه‌بندی این عوامل در جداول ۳ و ٤ و ٥ نشان داده شد. نتایج نشان می‌دهد که شاخص وضعیت فضاهای باز با وزن ۰/۳۰۱ رتبه اول را کسب کرده است. مقاومت کالبدی با وزن ۰/۲۷۹ رتبه دوم، وضعیت خدمات و تأسیسات زیرساختی با وزن ۰/۲۱۰ و شبکه راه‌ها نیز با وزن ۰/۲۱۰ هر دو رتبه سوم را کسب کرده‌اند. به طریق مشابه برای دیگر مقایسات زوجی (معیارها و زیرمعیارها) این محاسبات صورت می‌گیرد که در ادامه آورده شده است.

**جدول ۲. معرفی عوامل کالبدی تاب‌آوری در برابر زلزله**

| شاخص مقاومت کالبدی | |
|---|---|
| **معیار** | **زیرمعیار** |
| **ترکیب توده و فضا** | - نسبت مساحت فضاهای ساخته شده به ساخته نشده |
| **نوع بافت** | - درصد بافت شطرنجی به ارگانیک محدوده |
| | - نسبت قطعه‌بندی‌های منظم به نامنظم محدوده |
| **هم‌جواری با کاربری‌های خطرآفرین** | - نسبت مساحت کاربری‌های خطرآفرین به‌کل مساحت محدوده |
| **تعداد طبقات مسکونی** | - نسبت ساختمان‌های دارای بیشتر از چهار طبقه به‌کل ساختمان‌های محله |
| **کیفیت واحدهای مسکونی** | - نسبت قطعات مرمتی و تخریبی به‌کل مساحت ساخته شده |
| | - امنیت ساختمان‌های با ضریب اهمیت بالا |
| | - امنیت ساختمان‌های میراثی |
| | - درصد ساختمان‌های با پلان مربع یا متقارن |
| **مصالح ساختمانی** | - نسبت قطعات ساخته شده با مصالح کم‌دوام به کل قطعات |
| **سطح اشغال واحدهای ساختمانی** | - نسبت قطعات ساخته شده با سطح اشغال بیشتر از ۷۵ درصد در محدوده نسبت به کل قطعات ساخته شده |
| **تراکم ابنیه** | - نسبت تعداد واحدهای ساختمانی به کل مساحت محدوده |

| | | |
|---|---|---|
| | شاخص مقاومت کالبدی | |
| **حفاظت و مرمت مستمر از ابنیه بازار و میراثی** | - | نسبت تعداد واحدهای مرمت شده به کل واحدهای ارزشمند تاریخی محدوده |
| | - | مساحت مراکز عمده فعالیت‌های تجاری و اقتصادی در محدوده |
| **وضعیت کاربری‌ها** | - | مساحت مخازن سوخت رسانی |
| | - | مساحت مراکز صنعتی و کاربری کارگاهی در ناحیه |
| | - | مساحت انبارهای مواد قابل اشتعال |
| | - | مساحت مدارس و دانشگاه‌ها |
| | شاخص شبکه راه‌ها | |
| **معیار** | **زیرمعیار** | |
| **سلسله‌مراتب دسترسی** | - | نسبت میانگین عرض معابر به تراکم جمعیتی |
| | - | دانه‌بندی بافت شهری |
| | - | وجود دسترسی‌های متنوع و متعدد باکیفیت مناسب به نقاط مختلف شهر |
| **امنیت معابر** | - | نسبت ارتفاع جداره معبر به عرض معبر |
| | - | کیفیت ساختمان‌ها و ابنیه جداره معبر |
| | - | جنس مصالح و وضعیت کف معبر |
| | - | کاربری‌های موجود در جداره معبر |
| | - | قابلیت اطمینان اجزای شبکه (جاده و پل‌ها) |
| **نوع معبر** | - | درصد معابر بن‌بست محدوده نسبت به کل مساحت معابر محدوده |
| | - | زوایای داخلی معبر |
| | - | طول معابر با عرض کمتر از شش متر نسبت به سطح محدوده |
| **وضعیت توپولوژی شبکه** | - | شیب معابر |
| | وضعیت خدمات و تأسیسات زیرساختی | |
| **معیار** | **زیرمعیار** | |
| - **ارتباط شبکه‌ای زیرساخت‌ها با یکدیگر** | - | فاصله تا نزدیک‌ترین ایستگاه آتش‌نشانی |
| | - | فاصله تا نزدیک‌ترین بیمارستان |
| | - | فاصله تا نزدیک‌ترین درمانگاه و خانه بهداشت |
| | - | فاصله تا نزدیک‌ترین ایستگاه پلیس و کلانتری |
| | - | میزان طول شبکه‌های زیرساختی شهر |
| | - | فاصله تا نزدیک‌ترین فضای باز |
| - **ایمن‌سازی شبکه‌های زیرساختی شهر (گاز، آب، برق، فاضلاب) در برابر مخاطرات طبیعی** | - | میزان استفاده از تجهیزات ضروری از قبیل سوییچ‌های انسداد گاز، کف آتش‌نشانی، شیرهای هیدرانت و سایر تجهیزات اطفا حریق و امداد در فضاهای عمومی محدوده |
| | - | امکان اتصال به شبکه‌های موازی و جایگزین فراهم در صورت قطع برق بر اثر سانحه |
| | - | وجود یک سیستم مرکزی آب و فاضلاب قابل‌کنترل |
| | شاخص وضعیت فضاهای بار | |
| **معیار** | **زیرمعیار** | |
| **فاصله از مراکز تهدید** | - | فاصله محدوده از رودخانه‌ها و مسیل‌ها |
| | - | فاصله از گسل‌های زمینی |
| | - | فاصله از صنایع خطرناک |
| **توزیع فضای باز در محدوده** | - | نحوه قرارگیری فضاهای باز نسبت به پراکنش جمعیت و ساختمان |
| **مساحت فضای باز** | - | نسبت مساحت فضاهای باز به کل مساحت محدوده |
| | - | درصد فضاهای باز بالاتر از ۵۰۰ مترمربع به کل محدوده |
| **ایمنی فضاهای باز محدوده** | - | کیفیت جداره مصنوع فضای باز موجود |

**Source: Research Findings**

**جدول ۳. وزن و رتبه‌بندی شاخص‌ها**

| رتبه | شاخص | وزن نهایی شاخص |
|---|---|---|
| ۱ | وضعیت فضاهای باز | ۰/۳۰۱ |
| ۲ | مقاومت کالبدی | ۰/۲۷۹ |
| ۳ | خدمات و تأسیسات زیرساختی | ۰/۲۱۰ |
| ۳ | شبکه راه‌ها | ۰/۲۱۰ |

**Source: Research Findings**

**جدول ٤. وزن و رتبه‌بندی نهایی معیارها**

| رتبه | معیار | وزن نسبی | وزن نهایی |
|---|---|---|---|
| ۱ | ایمن‌سازی شبکه‌های زیرساختی شهر در برابر مخاطرات طبیعی | ۰/۷۵۲ | ۰/۱۵۷۹ |
| ۲ | امنیت فضاهای باز محدوده | ۰/۳۰۸ | ۰/۰۹۲۷ |
| ۳ | توزیع فضای باز در محدوده | ۰/۲۹ | ۰/۰۸۷۳ |
| ٤ | فاصله از مراکز تهدید | ۰/۲٦۲ | ۰/۰۷۸۹ |
| ٥ | امنیت معابر | ۰/۳۲۳ | ۰/۰٦۷۸ |
| ٦ | وضعیت توپولوژی شبکه | ۰/۳۱۱ | ۰/۰٦٥۳ |
| ۷ | وضعیت کاربری‌ها | ۰/۲۰٤ | ۰/۰٥٦۹ |
| ۸ | ارتباط شبکه‌ای زیرساخت‌ها با یکدیگر | ۰/۲٤۸ | ۰/۰٥۲۱ |
| ۹ | نوع معبر | ۰/۲۰٤ | ۰/۰٤۲۸ |
| ۱۰ | مساحت فضای باز | ۰/۱٤۱ | ۰/۰٤۲٤ |
| ۱۱ | حفاظت و مرمت مستمر از ابنیه بازار و میراثی | ۰/۱۳۰ | ۰/۰۳٦۳ |
| ۱۲ | تراکم ابنیه | ۰/۱۲٤ | ۰/۰۳٤٦ |
| ۱۳ | سلسله‌مراتب دسترسی | ۰/۱٦۲ | ۰/۰۳٤ |
| ۱٤ | هم‌جواری با کاربری‌های خطرآفرین | ۰/۱۰۸ | ۰/۰۳۰۱ |
| ۱٥ | مصالح ساختمانی | ۰/۱۰٤ | ۰/۰۲۹ |
| ۱٦ | کیفیت واحدهای مسکونی | ۰/۰۸٦ | ۰/۰۲٤ |
| ۱۷ | تعداد طبقات مسکونی | ۰/۰۷۱ | ۰/۰۱۹۸ |
| ۱۸ | سطح اشغال واحدهای ساختمانی | ۰/۰٦۹ | ۰/۰۱۹۳ |
| ۱۹ | نوع بافت | ۰/۰٦۷ | ۰/۰۱۸۷ |
| ۲۰ | ترکیب توده و فضا | ۰/۰۳۸ | ۰/۰۱۰٦ |

**Source: Research Findings**

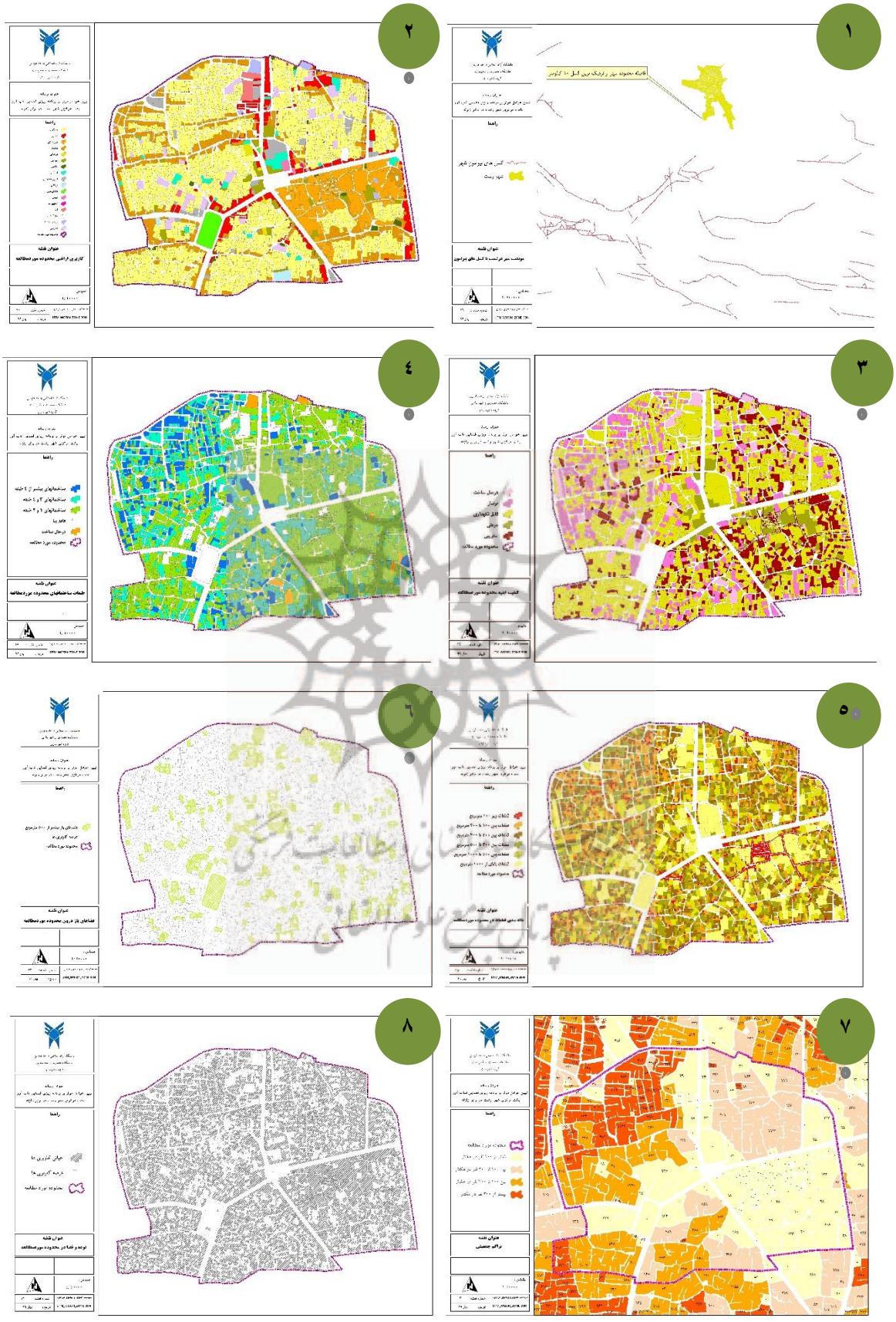
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**جدول ۵. وزن و رتبه‌بندی نهایی زیر معیارها**

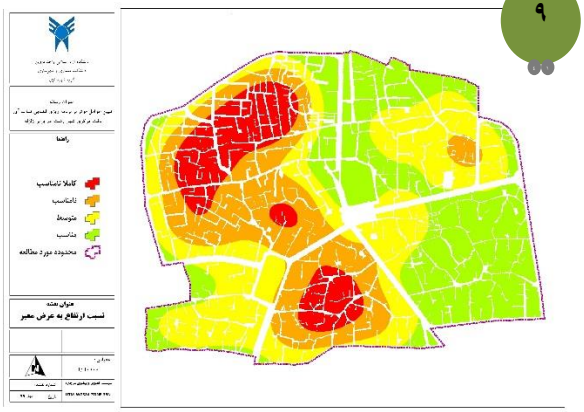
| رتبه | زیر معیار | وزن نهایی |
|---|---|---|
| ۱ | فاصله تا نزدیک‌ترین فضای باز | ۰/۰٤۸۸ |
| ۲ | میزان استفاده از تجهیزات ضروری اطفا حریق و امداد در فضاهای عمومی محدوده | ۰/۰٤۸٦ |
| ۳ | امکان اتصال به شبکه‌های موازی و جایگزین فراهم در صورت قطع برق بر اثر سانحه | ۰/۰۳٤۹ |
| ٤ | فاصله از گسل‌های زمینی | ۰/۰۳۳۳ |
| ۵ | وجود یک سیستم مرکزی آب و فاضلاب قابل‌کنترل | ۰/۰۲۵۷ |
| ٦ | طول معابر با عرض کمتر از شش متر نسبت به سطح محدوده | ۰/۰۲٤٦ |
| ۷ | فاصله محدوده از رودخانه‌ها و مسیل‌ها | ۰/۰۲۳ |
| ۸ | فاصله از صنایع خطرناک | ۰/۰۲۲٦ |
| ۹ | نسبت مساحت فضاهای باز به کل مساحت محدوده | ۰/۰۲۱۷ |
| ۱۰ | کیفیت ساختمان‌ها و ابنیه جداره معبر | ۰/۰۲۱۲ |
| ۱۱ | درصد فضاهای باز بالاتر از ۵۰۰ مترمربع به کل محدوده | ۰/۰۲۱ |
| ۱۲ | قابلیت اطمینان اجزای شبکه | ۰/۰۲۰٤ |
| ۱۳ | فاصله تا نزدیک‌ترین بیمارستان | ۰/۰۱۸۸ |
| ۱٤ | مساحت انبارهای مواد قابل اشتعال | ۰/۰۱۸۱ |
| ۱۵ | فاصله تا نزدیک‌ترین ایستگاه آتش‌نشانی | ۰/۰۱٦٦ |
| ۱٦ | مساحت مخازن سوخت‌رسانی | ۰/۰۱٤۵ |
| ۱۷ | دانه‌بندی بافت شهری | ۰/۰۱۳ |
| ۱۸ | درصد معابر بن‌بست محدوده نسبت به کل مساحت معابر محدوده | ۰/۰۱۲٤ |
| ۱۹ | وجود دسترسی‌های متنوع و متعدد باکیفیت مناسب به نقاط مختلف شهر | ۰/۰۱۲ |
| ۲۰ | نسبت قطعه‌بندی‌های منظم به نامنظم محدوده | ۰/۰۱۱۹ |
| ۲۱ | کاربری‌های موجود در جداره معبر | ۰/۰۰۹۸ |
| ۲۲ | مساحت مدارس و دانشگاه‌ها | ۰/۰۰۹۲ |
| ۲۳ | نسبت ارتفاع جداره معبر به عرض معبر | ۰/۰۰۹۱ |
| ۲٤ | امنیت ساختمان‌های با ضریب اهمیت بالا | ۰/۰۰۹ |
| ۲۵ | نسبت میانگین عرض معابر به تراکم جمعیتی | ۰/۰۰۸۷ |
| ۲٦ | مساحت مراکز عمده فعالیت‌های تجاری و اقتصادی | ۰/۰۰۸۵ |
| ۲۷ | جنس مصالح و وضعیت کف معبر | ۰/۰۰۷۲ |
| ۲۸ | فاصله تا نزدیک‌ترین درمانگاه و خانه بهداشت | ۰/۰۰۷۲ |
| ۲۹ | امنیت ساختمان‌های میراثی | ۰/۰۰٦۷ |
| ۳۰ | مساحت مراکز صنعتی و کاربری کارگاهی در ناحیه | ۰/۰۰٦٦ |
| ۳۱ | میزان طول شبکه‌های زیرساختی شهر | ۰/۰۰٦ |
| ۳۲ | زوایای داخلی معبر | ۰/۰۰۵۸ |
| ۳۳ | نسبت قطعات مرمتی و تخریبی به کل مساحت ساخته شده | ۰/۰۰۵ |
| ۳٤ | فاصله تا نزدیک‌ترین ایستگاه پلیس و کلانتری | ۰/۰۰۳۳ |
| ۳۵ | درصد ساختمان‌های با پلان مربع یا متقارن | ۰/۰۰۳ |

**Source: Research Findings**

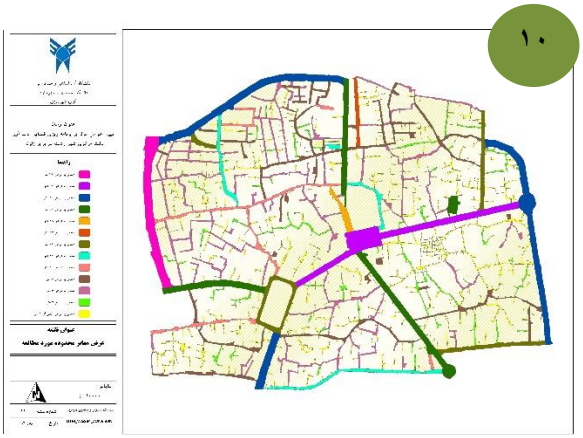
در این مرحله با توجه به اطلاعات موجود و در دسترس بر اساس ۲۰ مورد از عوامل تحقیق، وضعیت تاب‌آوری بافت مرکزی شهر رشت مورد بررسی قرار گرفت. این عوامل در شکل ۳ نشان داده شده است.


۱
۲
۳
٤
٥
٦
۷
۸

۹

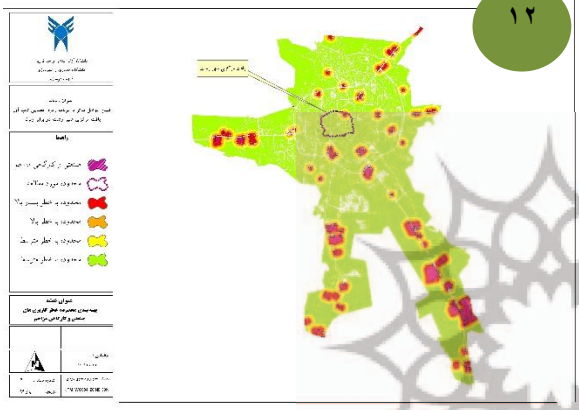


۱۰

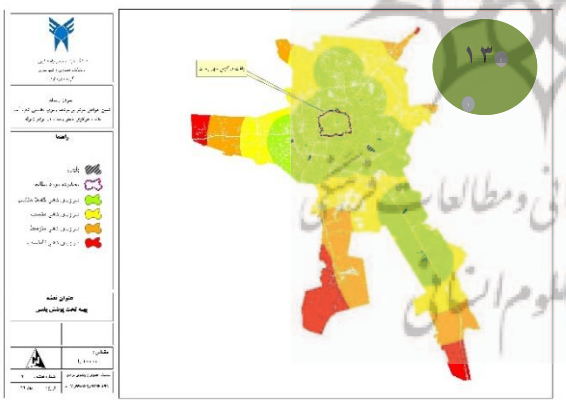


۱۱

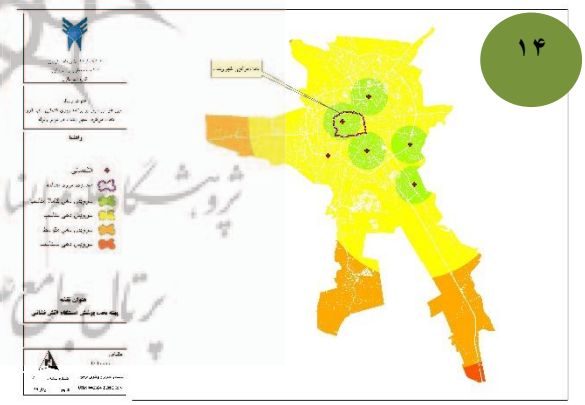
۱۲



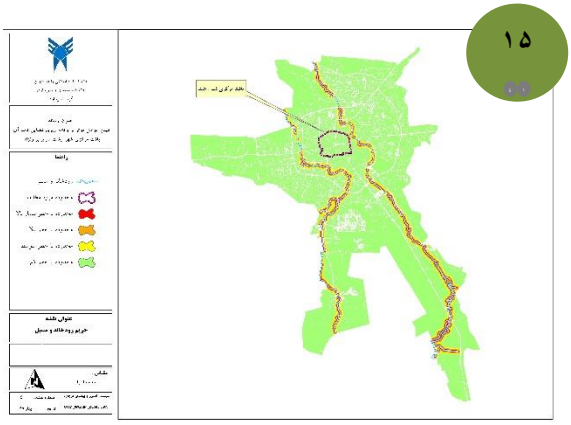
۱۳



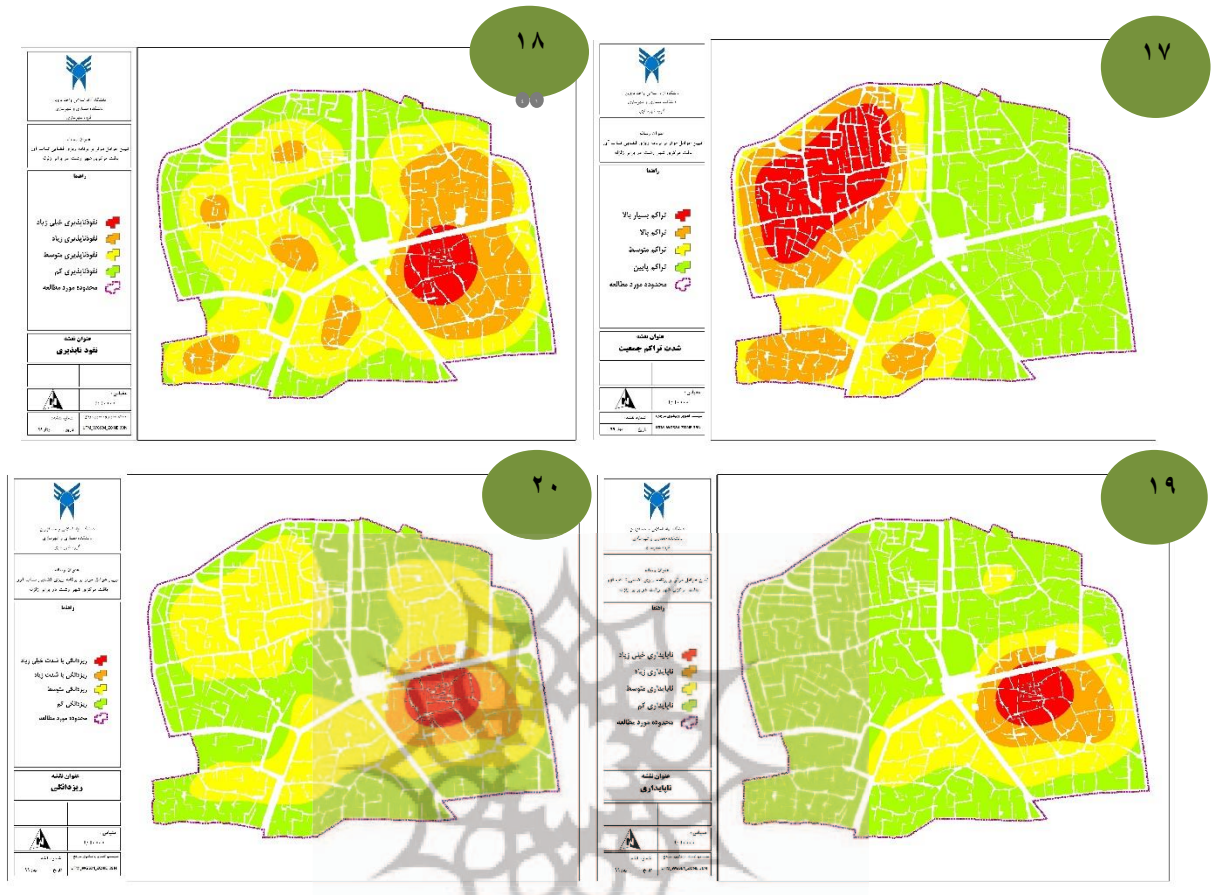
۱۴



۱۵



۱۶




**شکل ۳. ۱) فاصله از گسل؛ ۲) کاربری اراضی؛ ۳) کیفیت ابنیه؛ ٤) تعداد طبقات؛ ٥) دانه‌بندی قطعات؛ ٦) فضاهای باز بیشتر از ۵۰۰ مترمربع؛ ۷) تراکم جمعیتی؛ ۸) توده و فضا؛ ۹) نسبت ارتفاع به عرض معبر؛ ۱۰) عرض معابر محدوده؛ ۱۱) فاصله از مراکز امداد و نجات؛ ۱۲) فاصله از کاربری‌های صنعتی و مزاحم؛ ۱۳) فاصله از مراکز پلیس؛ ١٤) فاصله از مراکز آتش‌نشانی؛ ١٥) حریم رودخانه و مسیل؛ ١٦) پهنه‌بندی محدوده از نظر خطر پمپ‌بنزین؛ ۱۷) شدت تراکم جمعیتی؛ ۱۸) نفوذناپذیری؛ ۱۹) ناپایداری؛ ۲۰) ریزدانگی؛**

**Source: Authors**

**فاصله از گسل‌های زمینی:** فاصله گسل نقش اساسی را در مقاومت در برابر خطرات زلزله ایفا می‌کند و فاصله از آن باعث کاهش خطر و به‌تبع آن مقاومت بیشتر می‌شود (Alizadeh et al., 2018). در رابطه با موضوع گسل‌های شهر رشت دو نظر متفاوت وجود دارد. نقطه ابهام و تفاوت اصلی این دو دسته در وجود گسلی با عنوان گسل رشت که از مرکز شهر رشت می‌گذرد می‌باشد. گروهی که بر وجود این گسل معتقدند عنوان می‌نمایند که گسل رشت ادامه گسل کاسپین (گسل خزر) می‌باشد. گسل خزر یا کاسپین با درازای نزدیک به ٤٥٠ کیلومتر در مرز شمالی البرز و دشت جنوبی حوضه کاسپین قرار دارد (Hazer Mashar et al., 2016). اما دسته دوم متخصصان، وجود گسل رشت را انکار نموده و معتقدند هیچ شاهدی مبنی بر وجود این گسل وجود ندارد. در نقشه‌های گسل و زمین‌شناسی معتبر سازمان زمین‌شناسی ایران این گسل نشان داده نمی‌شود. ازاین‌رو در شیپ فایل گسل‌های ایران که منبع ترسیم نقشه فاصله با گسل در پژوهش حاضر می‌باشد نیز گسل رشت وجود ندارد. بر طبق این اطلاعات، فاصله شهر از نزدیک‌ترین گسل ۱۰ کیلومتر می‌باشد.

**وضعیت کاربری‌ها:** استقرار مناسب کاربری‌ها بر اساس اصول برنامه‌ریزی شهری ازجمله دسترسی مناسب، فاصله مناسب از نقاط بیولوژیکی، ایمنی، آسایش و تسهیلات می‌تواند میزان آسیب‌پذیری، آسیب و خسارت اقتصادی را به میزان قابل‌توجهی کاهش دهد (Yariyan et al., 2020). برنامه‌ریزی کاربری زمین قابلیت بالایی در بهبود شرایط سکونتگاه‌های انسانی و افزایش تاب‌آوری شهرها در برابر زمین‌لرزه دارد (Behzad Afshar, Akbari, 2019).

مطالعه محدوده مورد مطالعه و برداشت به روز از محدوده، نشان می‌دهد که کاربری مسکونی و تجاری عمده کاربری‌های منطقه را شامل می‌شود. بنابراین پهنه غالب محدوده به جز در محله بازار که ۹۰ درصد تجاری می‌باشد، مسکونی است. کاربری‌های میراثی و فرهنگی نیز در رده سوم و چهارم قرار دارند. وجود دو بیمارستان (مرکز آموزشی درمانی دولتی امیرالمؤمنین و خصوصی فامیلی) در محدوده و مدارس دولتی و خصوصی نشان داده شده در نقشه از دیگر نکات حائز اهمیت در مبحث کاربری‌ها می‌باشد.

**کیفیت ابنیه:** کیفیت ابنیه از مهم‌ترین موارد در مواجه با زلزله است. در محدوده پژوهش از یک طرف به دلیل قدمت بافت و از طرف دیگر اهمیت همه‌جانبه بافت، کیفیت‌های متفاوتی از ابنیه به چشم می‌خورد. به‌طوری که بیشتر ابنیه استادسرا نوساز و غالب ابنیه بازار مرمتی و تخریبی می‌باشد (محدوده بازار با ٦١ درصد پلاک تخریبی بیشترین مقدار را در بافت مورد مطالعه دارد، همچنین ۷۰ درصد ابنیه بازار از لحاظ قدمت در رده ۳۰ تا ۵۰ سال قرار دارند) همچنین در مورد باقرآباد و آفخرا نیز انواع مختلف نوساز، قابل نگهداری و تخریبی وجود دارد. تنها در محدوده پیرسرا و امین اصغری است که تعداد ساختمان‌های قابل نگهداری بیشتر بوده و به طور پراکنده نوساز و تخریبی نیز در آن به چشم می‌خورد. در مجموع نسبت قطعات مرمتی و تخریبی به کل مساحت ساخته شده ۳۱,٦٨ درصد می‌باشد.

**دانه‌بندی بافت شهری:** با افزایش سطح ساخته شده به کل سطح زمین یا به فضای باز، آسیب‌پذیری فضای باز ناشی از ریزش آوار ساختمان‌ها و غیرقابل استفاده شدن بافت، افزایش می‌یابد. ضمن اینکه تفکیک اراضی در ابعاد کوچک، باعث خرد شدن فضاهای باز شده و در عمل از مفید بودن فضای باز برای گریز و پناه گیری و ... کاسته می‌شود (Sharif Niya, 2013). بنابراین هرچه قطعات تفکیکی با توجه به نوع کاربری آن کوچک‌تر باشد، آسیب‌پذیری در برابر زلزله تقویت خواهد شد. از طرف دیگر دانه‌بندی بافته‌ای شهری روی کارآمدی شبکه ارتباطی[1] نیز اثرگذار خواهد بود. بدین‌صورت که هرچه دانه‌بندی بزرگ‌تر باشد، درصد گره‌های ترافیکی و تعداد بن‌بست‌ها کمتر خواهد بود و نفوذپذیری بافت کاهش می‌یابد. نحوه تفکیک قطعات بر عرض شبکه معابر، تراکم جمعیتی و درجه محصوریت نیز تأثیر مستقیم می‌گذارد. ضمن اینکه گفته می‌شود" هرچه سطح قطعات تفکیکی بیشتر باشد، آوار ناشی از تخریب ساختمان‌ها کمتر به ساختمان‌ها و معابر مجاور صدمه وارد می‌کند" این مطلب در اتصال بناها

[1] شبکه ارتباطی کارآمد شبکه‌ای است که عرض بیشتری دارد، سطح آن نسبت به سطوح ساخته‌شده شهری بیشتر است، پل‌های کمتری دارد، با شبکه‌های خارج از شهر در ارتباط است، معابر آن مستقیم و پیچ‌وخم‌های کمتری دارد، ارتباط کاربری‌های حساس را به‌طور مستقیم برقرار می‌کند و امکان دسترسی به آن هرچه بیشتر فراهم است.

نیز صدق می‌کند، بدین‌صورت که بافته‌ای درهم‌تنیده و همچنین سطح اشغال بالا، بیشترین آسیب را در زلزله می‌بینند، هر چه بافت ناحیه مورد بررسی ریزدانه‌تر باشد (قطعات با مساحت کمتر از ۲۰۰ مترمربع در ناحیه)، میزان آسیب‌پذیری افزایش خواهد یافت (Habibi, Javanmardi, 2014).

**شبکه معابر:** شبکه ارتباطی شهر، نقش حساسی در آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله دارد. درصورتی‌که شبکه ارتباطی شهر بعد از وقوع زلزله آسیب نبیند و کارایی خود را حفظ کند، چون امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن فراهم خواهد بود و عبور و مرور وسایط نقلیه امدادی به راحتی صورت خواهد گرفت، از تلفات زلزله به میزان زیادی کاسته خواهد شد (Bahreyni, 1996). در این میان، آسیب‌پذیری شبکه ارتباطی به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی کالبد شهر، به دلیل تأثیر مستقیمی که بر عملکرد سایر عناصر شهری می‌گذارد، حائز اهمیت است. به‌عنوان‌مثال، چنانچه فضاهای باز در شهر به‌خوبی توزیع شده باشند، اما شبکه ارتباطی امکان دسترسی مطلوب به این فضاها را فراهم نسازد، مطلوبیت عملکرد این فضاها به‌شدت کاهش می‌یابد. تفسیری مشابه در خصوص مکان گزینی سایر کاربری‌های شهری ازجمله کاربری‌های آموزشی که خطرپذیری و مکان گزینی این گروه از کاربری‌ها به‌شدت متأثر از ظرفیت و ایمنی معابر تغذیه‌کننده می‌باشد، قابل‌ارائه است. از سوی دیگر، شبکه ارتباطی در نحوه عملکرد و واکنش بافت شهری نسبت به زمین‌لرزه و همچنین ساختار فضایی-کالبدی شهر اثرگذار است.

علاوه بر موارد ذکرشده، در ساعات شلوغ روز و به‌ویژه در نواحی مرکزی شهر، بسیاری از مردم در خیابان‌ها، پل‌ها و زیرگذرها و خارج از ساختمان‌ها، صدمه‌دیده و یا کشته می‌شوند و بدین ترتیب، آسیب‌پذیری معابر، در بالا بردن میزان آسیب‌پذیری نقش مؤثری بر عهده دارد (Kazemi Niya, Parizi, 2017). محدوده مورد مطالعه به‌صورت ارگانیک[1] رشد یافته و گسترش پیداکرده است و از طرفی قلب تپنده شهر می‌باشد. با نگاهی به مویرگ‌ها و رگ‌های رفت و برگشتی این دهلیزها و بطن‌ها در این قلب سرزنده شهر درمی‌یابیم که هرچند معابر اصلی تشکیل‌دهنده این بافت شرایط مناسبی را ازلحاظ عرض معبر دارا می‌باشند ولیکن در بخش‌های میانی‌تر بافت نظم خود به خودی که به‌صورت بی‌نظمی معابر در نقشه محدوده مشخص است، وضعیت پیچیده‌ای در مواجه با زلزله احتمالی در پی خواهد داشت. به‌طوری‌که مجموع طول معابر با عرض کمتر از شش متر ۳۶۶۳۰ مترمربع و درصد طول معابر با عرض کمتر از شش متر نسبت به کل معابر ۶۵,۱۸ می‌باشد. از طرف دیگر درصد بالایی از کل مساحت معابر محدوده را معابر بن‌بست تشکیل داده است.

**نسبت ارتفاع به عرض معابر:** با توجه به اینکه یک‌سوم ارتفاع ساختمان در هنگام زلزله دچار ریزش می‌شود (Habibi, 2013) و این مطلب که گفته می‌شود در اکثر موارد بحرانی، حدوداً نیمی از ساختمان در جای خود فرو

---

[1] سیستم ارگانیک (آشفته) یا به عبارتی "بافت غیر هندسی" سیستمی است که در طرح و تنظیم آن اندیشه انسانی به کار گرفته نشده است. بلکه تکوین شهر به‌صورت اتفاقی انجام یافته و راه‌ها، خیابان‌ها و کوچه‌های تنگ آن با پیچ‌وخم‌هایی در یکدیگر تنیده‌اند. در سیستم ارگانیک، خیابان‌ها دارای انحناست و گاه عرض آن متفاوت و در فواصل مختلف باز نامنظم و به شکل ناپیوسته دیده می‌شوند.

خواهد ریخت (Azizi, Homafar, 2012) همچنین از سوی دیگر پس از وقوع زمین‌لرزه باید امکان تردد وسایل نقلیه امدادی از داخل معابر امکان‌پذیر باشد (عرض استاندارد خودروهای امدادی سه متر می‌باشد) بنابراین هر چه نسبت ارتفاع به عرض معبر کمتر باشد آسیب‌پذیری معبر کمتر می‌گردد.

**نفوذناپذیری**: نفوذپذیری در بافته‌ای شهری، حدی از قدرت انتخاب است که یک محیط این امکان را فراهم می‌آورد تا مردم از طریق آن، از مکانی به مکان دیگر بروند. همچنین نفوذپذیری در بافته‌ای شهری به تعداد راه‌های بالقوه‌ای که برای عبور از نقطه‌ای به نقطه دیگر در نظر گرفته شده است بستگی دارد. مکان مشتمل بر بلوک‌های کوچک، راه‌های دسترسی بیشتری نسبت به مکانی که صرفاً از یک بلوک بزرگ تشکیل شده است دارد (اطلس کلان‌شهر تهران، ۲۰۲۰). به‌طورکلی شاخص نفوذناپذیری به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین کیفیات موردنیاز در یک شهر همچنین نقش شبکه معابر در امدادرسانی و مدیریت بحران در مواقع موردنیاز واجد اهمیت بسیار است. شماره ۱۸ در شکل ۳ نفوذناپذیری بافت مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بر اساس این نقشه بازار سنتی شهر رشت نفوذناپذیرترین منطقه در محدوده بوده و با توجه به مواردی که در بالا گفته شد این بررسی زنگ خطر را برای بازار سنتی و ارزشمند شهر در مواقع وقوع زلزله به صدا درمی‌آورد. همان‌طور که در این نقشه داده‌شده، تنها قسمت‌های محدودی از بافت، ازلحاظ نفوذپذیری در وضعیت مناسبی قرار دارند.

**فضاهای باز:** فضای باز به‌عنوان یک عنصر بسیار مهم برای سیستم‌های شهری تاب آور در مرحله اضطراری و همچنین برای بازیابی سیستم شناخته شده است (Shrestha et al., 2018). نتایج تحلیلی که در سال ۲۰۱۹ درباره اجزای شهری به‌صورت انفرادی روی ۷۴۹۵ سند مکتوب مربوط به تاب‌آوری شهری انجام شد، نشان داد که تنها سه درصد این مقالات به مبحث مهم نقش فضاهای باز در تاب‌آوری پرداخته‌اند (Koren, Rus, 2019). اما در این پژوهش این مؤلفه مهم شهری به همراه شاخص‌های سه‌گانه گفته‌شده دیگر، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

از عمده‌ترین عملکردهای فضاهای باز در هنگام بروز زلزله جدا ساختن یک منطقه دارای امکان وقوع از مناطق دیگر و جلوگیری از متمرکز کردن فعالیت نیروهای مخرب و توسعه زنجیره‌ای وقایع و اسکان جمعیت آسیب‌دیده است. منظور از فضاهای باز در این قسمت، فضاهای سبز، بایر و حیاط ساختمان‌های عمومی و مدارس با مساحت بیش از ۵۰۰ مترمربع است. هر چه سطح فضاهای باز در ناحیه بیشتر باشد، آسیب‌پذیری ناحیه کمتر است (Aminzade, Adeli, 2014). فضای باز، ازجمله سطوح ساخته‌شده، سبز و توسعه‌نیافته، به کیفیت زندگی شهری و عملکرد سیستم کمک می‌کند. این امر برای بازیابی سیستم مهم است، زیرا پس از یک فاجعه، می‌تواند جایگزین اتصالات حمل‌ونقل تخریب‌شده، ظرفیت اضافی برای پناهگاه‌های موقت و فضایی برای بازسازی ساختمان فراهم کند (Shrestha et al., 2018). همچنین استقرار بیمارستان سیار و جمع‌آوری کمک‌ها، مهار و مدیریت بحران از دیگر نقش‌های فضاهای باز در موقع زلزله می‌باشد. بنابراین این میزان و کیفیت فضاهای باز است که در صورت بروز بحران زلزله، می‌تواند به‌عنوان بازوی کمکی ساختمان‌ها و زیرساخت‌های تخریب‌شده عمل نماید و ازاین‌رو فضای باز، نقش بسیار مهمی

را در تاب‌آوری کالبدی یک فضا در برابر زلزله بازی می‌کند. بنابراین شاخص فضای باز در بررسی میزان تاب‌آوری و آسیب‌پذیری در برابر زلزله بسیار حائز اهمیت است.

در مورد مبحث فاصله از مراکز تهدید؛ مسیل‌ها و رودخانه‌های شهر اولین مورد هستند. دو رودخانه مهم زرجوب و گوهر رود در محدوده شهر رشت در طولی به ترتیب ۲۰,۳ کیلومتر و ۲٤,۳ کیلومتر کشیده شده‌اند. این رودخانه‌ها علاوه بر اینکه قسمت مهمی از زیست‌بوم شهر را تشکیل داده‌اند محل اصلی زهکشی آب‌های سطحی و متأسفانه در بعضی موارد فاضلاب شهری نیز می‌باشند. اهمیت بررسی فاصله از رودخانه‌ها از این بابت مهم می‌باشد که در اثر وقوع زلزله احتمالی طغیان رودخانه‌ها اختلالی در آمدوشد وسایل امدادی، ارتباطات به معنای عام، زیر آب رفتن مناطقی که برای اسکان موقت و بیمارستان‌های سیار در نظر گرفته شده است، ایجاد ننماید. خوشبختانه محدوده مورد مطالعه از این بابت ایمن می‌باشد. در شماره ۱۵ از شکل ۳ محدوده‌های ایمن و خطرناک شهر رشت نشان داده شده است.

مورد دیگر پرداختن به مسئله مهم پمپ‌بنزین‌ها و امنیت محدوده و فضاهای باز آن از آتش‌سوزی احتمالی این عنصر مهم در شهر می‌باشد. چنانچه در شماره ١٦ از شکل ۳ نشان داده شده است شمال نقشه، شمال شرقی به‌طورکلی، قسمتی از بخش شمالی بازار و همین‌طور بخشی از شمال غربی نقشه در محل خیابان معلم و ورودی استادسرا در محدوده خطر بالا قرارگرفته است. شایان‌ذکر است که بخش مهمی از پیاده راه مرکز شهر در خیابان سعدی در این قسمت واقع‌شده است. سایر نقاط محدوده مورد مطالعه (در محدوده باقی‌مانده استادسرا، آفخرا، پیرسرا، پیاده راه اعلم الهدی، سبزه‌میدان و قسمت جنوبی بازار) در محدوده با خطر متوسط واقع‌شده‌اند.

مطالعه محدوده از حیث خطر کاربری‌های کارگاهی و مزاحم نیز انجام شده است. از این بابت به‌جز باقرآباد در قسمت شمال شرقی محدوده، که در محدوده با خطر بالا واقع شده است، سایر نقاط محدوده وضعیت متوسطی را دارا می‌باشد.

در مورد توزیع فضاهای باز در محدوده باوجوداینکه نسبت فضای باز به کل محدوده مورد مطالعه با احتساب خیابان‌ها و مسیرها، فضاهای باز عمومی و همین‌طور فضاهای ساخته نشده خصوصی ۵۲,۷۳ درصد می‌باشد اما با در نظر گرفتن اولین اقدام شهروندان در هنگام زلزله یعنی فرار و پناه بردن به فضای باز امن و بررسی توزیع فضاهای باز محدوده با در نظر گرفتن زمین‌های خصوصی بایر نشان می‌دهد که این میزان و پراکنش حیاط‌های باز در زمان وقوع زلزله نمی‌تواند جوابگوی نیازهای مدیریت بحران باشد، اول به این دلیل که قسمت عمده شمال استادسرا که تعداد طبقات بالای چهار طبقه در آن متمرکز است، هیچ حیاط بازی ندارد. همین‌طور در شرق باقرآباد و قسمت عمده خیابان شیک در بازار ابنیه ریزدانه و بسیار متراکم و البته قدیمی و تخریبی می‌باشد. دلیل دوم این است که قسمتی از این حیاط‌های باز خصوصی که در شکل ۳ نشان داده شده است به‌وسیله ساختمان‌های بلند احاطه شده‌اند و لااقل از نظر روانی نمی‌تواند پناهگاه موقت مناسبی برای شهروندان به حساب آید. دلیل سوم این است که قسمت عمده این زمین‌های بایر ۵۰۰ مترمربعی دارای دیواری تخریبی و غیر مقاوم می‌باشد که قطعاً با زلزله ریزش

نموده و قسمتی از آن فضای باز را بلااستفاده می‌نماید. و نکته آخر اینکه تنها فضای باز عمومی واجد شرایط مدنظر سبزه‌میدان می‌باشد که به شکل یک مستطیل مورب در جنوب غربی نقشه مشخص است. به‌طورکلی نسبت فضاهای باز خصوصی و عمومی بالاتر از ۵۰۰ مترمربع به کل محدوده ۱۰,۱۵ درصد می‌باشد. با توجه به موارد عنوان‌شده و تراکم بالای جمعیتی محدوده (تراکم ساکن و تراکم مهمان) این میزان جوابگو نخواهد بود.

مساحت فضاهای باز عمومی و خصوصی و همین‌طور فضاهای سبز محدوده مورد مطالعه ۳۹۳۲۷۸ مترمربع می‌باشد (مساحت محدوده مورد مطالعه ۱۸۲۱٤۸۸ مترمربع). یعنی ۲۱,٦ درصد از کل محدوده را فضاهای باز خصوصی و عمومی تشکیل می‌دهد.

**تراکم جمعیتی:** بحرینی (۱۹۹٦) معتقد است تراکم مجموعه‌های زیستی به دلیل ارتباط مستقیم با تراکم جمعیتی، مبین حجم خسارات مالی و تلفات جانی در صورت وقوع زلزله و به‌تبع آن تشدید بحران است. رابطه بین تراکم جمعیتی با آثار زلزله پیچیده است. با استناد به روش استقرایی و استدلالی روشن است که تراکم جمعیتی هیچ‌گونه نقشی در شدت تخریب ندارد، بلکه اهمیت تراکم‌ها مربوط به بعد از رخ دادن تخریب است (Tabibian, Mozafari, 2018). در ادامه بررسی بافت مورد مطالعه مشخص گردید که متراکم‌ترین نقاط محدوده از لحاظ جمعیتی کدامند و کدام نواحی در معرض خطر بیشتری از این بابت در زلزله قرار دارند. استادسرا، که بافتی مسکونی و پرتراکم دارد بیشترین تراکم جمعیتی ساکن را در خود جای داده است. تراکم جمعیتی که با تراکم ابنیه شدت یافته و همچنین وضعیت معابر با عرض محدود نیز آن را تشدید می‌نماید.

**نتیجه‌گیری و دستاورد علمی و پژوهشی**

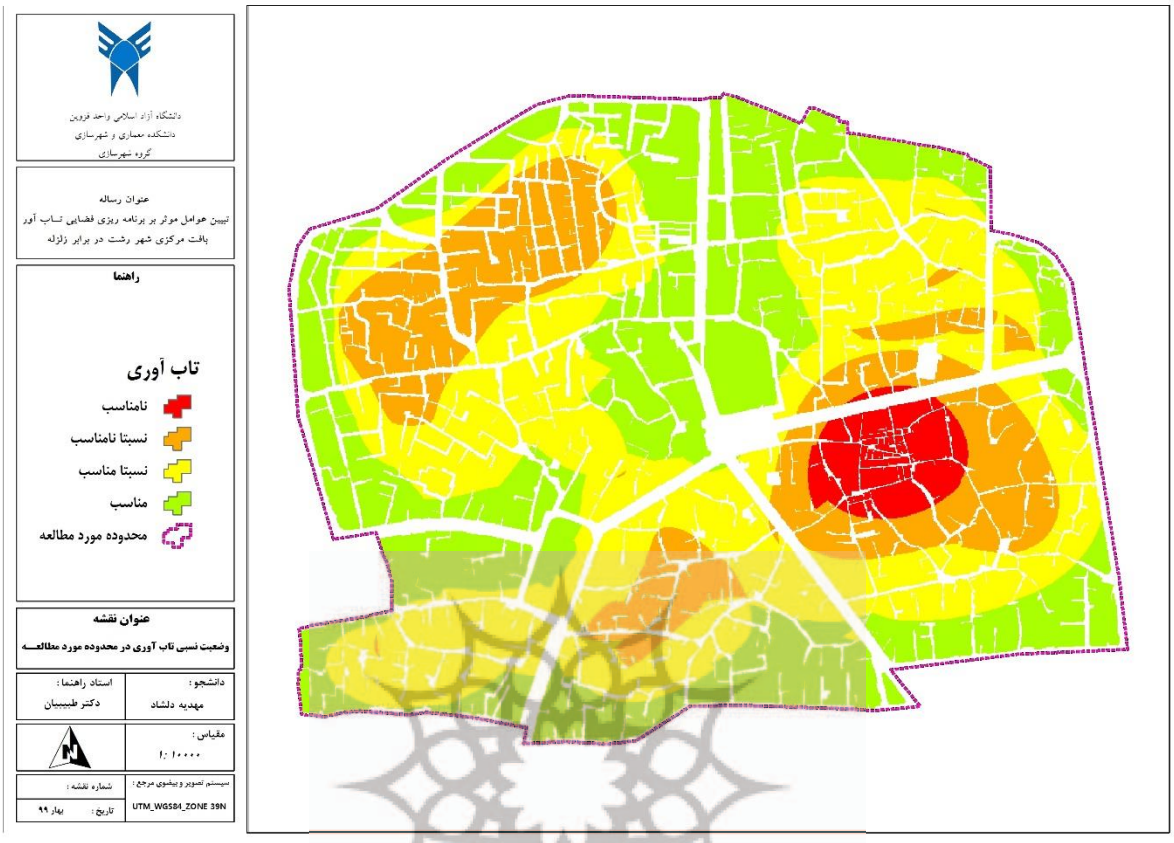
برای اینکه شهری در برابر حوادث و بحران‌ها ازجمله زلزله موفق عمل نماید و شهروندانش احساس امنیت و راحتی کنند، سلامت و مقاومت کلی اجزای اساسی آن در سیستم شهری بسیار مهم است. در متون علمی اهمیت نظام شهری تاب آور به رسمیت شناخته شده است. در ایران بخش عمده‌ای از مساحت کشور، شهرها و سکونت‌گاه‌ها تحت تأثیر مخاطرات طبیعی قرار دارند. زلزله از مهم‌ترین این مخاطرات است. با توجه به اینکه تحقیقات اندکی در زمینه آسیب‌پذیری ناشی از زلزله با تأکید بر اصول و معیارهای شهرسازی موجود می‌باشد، مدیریت شهری در کشور نیازمند به تولید اطلاعات علمی و قابل‌اتکا در مواجه با زلزله و پیشگیری از آسیب‌های آن می‌باشد. بدیهی است که معیارهای زیادی در قالب شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی، کالبدی و فرهنگی وجود دارد که می‌تواند در آسیب‌پذیری یک مکان در برابر زلزله و یا به‌عبارت‌دیگر تاب‌آوری آن تأثیرگذار باشد. تمرکز این پژوهش بر معیارهای کالبدی بوده و تلاش شده است بافت مرکزی شهر رشت را از این حیث موردسنجش قرار دهد. در این راستا از بین شاخص‌های فراوان موجود مهم‌ترین آن‌ها با توجه به شرایط محدوده، جمع‌آوری و اهمیتشان مشخص می‌گردد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که از بین چهار دسته شاخص مدنظر تحقیق، وضعیت فضاهای باز در درجه اول اهمیت قرار دارد. این شاخص بالاترین امتیاز را در تاب‌آوری یک مکان در برابر زلزله به دست آورده است. بعد از آن مقاومت کالبدی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. خدمات و تأسیسات زیرساختی نیز به

همراه شبکه راه‌ها با امتیاز برابر در رتبه سوم قرارگرفته است. در بین معیارهای تحقیق نیز ایمن‌سازی شبکه‌های زیرساختی شهر در برابر مخاطرات طبیعی رتبه اول را به دست آورد و بعد از آن امنیت فضاهای باز محدوده و توزیع فضاهای باز در محدوده رتبه‌های دوم و سوم را به دست آوردند. همچنین این رتبه‌بندی برای زیرمعیارهای تحقیق نیز انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که در بین زیرمعیارهای بررسی شده فاصله تا نزدیک‌ترین فضای باز از اهمیت بیشتری برخوردار است. میزان استفاده از تجهیزات ضروری اطفا حریق و امداد در فضاهای عمومی محدوده در رده بعدی و امکان اتصال به شبکه‌های موازی و جایگزین فراهم در صورت قطع برق براثر سانحه در رده سوم قرار دارد.

خروجی تمام مطالعات صورت گرفته و بررسی‌های انجام شده در غالب نقشه‌های رستری باهم ترکیب و درنهایت لایه‌های تهیه‌شده در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با توجه به وزن‌های دریافتی از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) به یک نقشه استاندارد از وضعیت میزان تاب‌آوری بافت در برابر زلزله منتهی شده است. نقشه تاب‌آوری زلزله[1] (ERM) آسیب‌پذیرترین نقطه از محدوده را در برابر زلزله احتمالی، محدوده بازار پیش‌بینی نموده است (شکل ٤). یعنی محدوده‌ای به مساحت ۹۹۹۷٤,۷۷ مترمربع و به عبارتی هفت درصد از کل محدوده مورد مطالعه. همچنین ۲۰ درصد از محدوده وضعیتی نسبتاً نامناسب، ۳٦ درصد محدوده وضعیتی نسبتاً مناسب و ۳۷ درصد از کل محدوده مورد بررسی در حاشیه و جداره‌های اصلی محلات، تاب آور تخمین زده شده است (جدول ٦ این اطلاعات را نشان می‌دهد).

با توجه به نقشه تاب‌آوری و جدول نتایج وضعیت محدوده مورد مطالعه در غالب مناطق مناسب و نسبتاً مناسب تخمین زده شده است. اما همچنان به دلیل اهمیت بالای محدوده مورد مطالعه از حیث مرکزیت کالبدی، اقتصادی و فرهنگی و ارزشمندی اجتماعی و میراثی، آسیب‌پذیری محدوده در برابر زلزله می‌تواند بر عملکرد سایر نواحی شهر در هنگام وقوع زلزله احتمالی نیز تأثیر بگذارد. ضمن اینکه مرکز هشدار آسیب‌پذیری در بازار سنتی و قلب تپنده شهر تعیین شده است. این میزان از آسیب‌پذیری و به عبارتی عدم تاب‌آوری در فضای گفته شده علاوه بر اینکه خسارات اقتصادی و فرهنگی بسیار بر جای خواهد گذاشت، می‌تواند از طریق دامن زدن به بحران‌های ثانویه از جمله آتش‌سوزی‌های بعد از زلزله خسارات جانی و مالی جبران‌ناپذیری به شهروندان تحمیل نماید. لذا برای جلوگیری و کاهش خطرات زلزله در آینده چاره‌ای جز افزایش آمادگی بر مبنای نتایج به‌دست‌آمده وجود ندارد. و آمادگی جز با اراده قاطع و همیاری تمام نهادهای شهری و شهروندان اتفاق نخواهد افتاد.

[1] Earthquake Resilience Map




**شکل ٤. نقشه پهنه‌بندی تاب‌آوری کالبدی بافت مرکزی شهر رشت در برابر زلزله (ERM)؛ Source: Research Findings**

**جدول ٦. وضعیت تاب‌آوری کالبدی در بافت مرکزی شهر رشت در برابر زلزله**

| وضعیت تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله | درصد | مساحت (مترمربع) |
|---|---|---|
| نامناسب | ۷ | ۹۹۹۷٤,۷۷ |
| نسبتاً نامناسب | ۲۰ | ۲۸٥٦٤۲,۲ |
| نسبتاً مناسب | ۳٦ | ٥۱٤۱٥٥,۹٦ |
| مناسب | **۳۷** | **٥۲۸٤۳۸,۰۷** |

**Source: Research Findings**

برنامه‌ریزی شهری به‌عنوان مهم‌ترین ابزار رصد و تصمیم‌گیری در دست مدیران شهری می‌تواند بهترین پیشنهادها را در راستای کاهش خطر احتمالی ارائه نماید. بدیهی است که این پیشنهادها در سه مقطع زمانی (پیش از زلزله، بحران زلزله و پس از زلزله) و در دو مقیاس کلان و خرد قابل ارائه می‌باشند. در بسیاری از موارد نیاز به یک عزم ملی و سیاست کلان می‌باشند که به‌صورت قانون رسمی کشور و از بالا به پایین بر فعالیت‌های محلی و خرد سایه انداخته و به آن جهت دهد. بنابراین تاب آور ساختن فضاهای شهری در برابر زلزله در ابتدا نیاز به یک قدرت سیاسی دارد. مدیریت تمام طرح‌های تاب‌آوری نیازمند رهبری مدیریت محلی و ملی است. لذا همکاری بین این دو سطح

ضروری است زیرا موفقیت برنامه‌ها لزوماً نیازمند سرمایه‌ها و هماهنگی‌های کلان و خرد می‌باشد. اکنون دیگر زمان آزمودن و خطا نیست و مدیریت شهری می‌بایست شهرها و شهروندان را از خطرات و تلفات سوانح طبیعی محافظت نماید. با توجه به دانش و تجربه در دسترس می‌توان فرصتی برای تغییر و بهبود ایجاد نمود. درست است که هر رویداد زلزله در خود فرصتی را برای آمادگی بیشتر به همراه دارد ولیکن نباید منتظر وقوع زلزله باشیم؛ آمادگی شهرهای تاب آور در مقابل بحران‌ها، مرهون مسیری طولانی و تلاشی همه‌جانبه و فراگیر است. در این راستا در ادامه پیشنهادهایی در ابتدا به‌صورت کلی و در ادامه به‌طور خاص برای شهر رشت ارائه می‌گردد.

تدوین مقررات مبتنی بر خطر زلزله: اولین گام مهم این است که پیشگیری از فاجعه زلزله باید جزء لاینفک طرح‌های شهری تلقی شود. یافته‌های علمی و تجربیات شهرهای تاب آور در مورد خسارت‌های زلزله بیانگر این مطلب است که افزایش استحکام در ساخت‌وساز مهندسی مهم‌ترین نکته در کاهش خطرات لرزه‌ای است. همان‌طور که در پی وقوع زلزله‌های متعددی مشاهده گردید فروپاشی ساختمان عامل اصلی مرگ ناشی از زمین‌لرزه است. بنابراین بهبود مداوم آیین‌نامه‌های ساختمان و به‌روزرسانی آن مهم‌ترین نکته است. از طرف دیگر حمایت‌های دولتی به‌منظور مقاوم‌سازی، ترمیم، مرمت، احیا و نوسازی محلات و مناطق شهری که در پهنه‌های با آسیب‌پذیری بالا قرار دارند، ضروری می‌باشد. بدیهی است که تنها آیین‌نامه‌های ساختمانی مقاوم در برابر زلزله نمی‌تواند نیازهای بافت شهری سرزنده و فعال شهر رشت را تأمین نماید. زمانی که هدف دستیابی به تاب‌آوری و افزایش ایمنی شهروندان است باید در کنار آیین‌نامه ۲۸۰۰، آیین‌نامه‌های شهری تاب آور در برابر زلزله با توجه به بوم و اقلیم و فرهنگ منطقه نیز تهیه و اجرا گردد. تا با ایجاد جامعیت محتوایی میزان آسیب‌پذیری در برابر زلزله نیز کاهش یابد. همچنین با توجه به زلزله‌خیز بودن ایران، می‌توان با تصویب یک قانون جدید و تأسیس یک صندوق ملی حمایت مدنی آمادگی اقتصادی مناسبی را قبل از وقوع بحران به دست آورد که بعد از وقوع زلزله نیازمند کمک‌های مالی هم‌وطنان نباشیم. چراکه در غیر این صورت علاوه بر بی‌نظمی و هرج‌ومرج احتمالی، بار روحی منفی نیز هم بر کمک شونده و هم بر یاری‌دهنده باقی می‌ماند. این صندوق می‌تواند در شرایط عادی برای جذب کمک‌های مردمی اقدام نموده و گزارش درآمد و هزینه کرد خود را به‌صورت سالانه ارائه نماید.

ارزیابی و برنامه‌ریزی کاربری اراضی: از عوامل مهم در کاهش آسیب‌پذیری وضع مقررات مربوط به کاربری اراضی با توجه به نوع و ماهیت و مقیاس و عملکرد و فاصله از مراکز خطر است. در حقیقت هر یک از عناصر و فضاها و فعالیت‌ها باید فضای خاص خود را داشته باشد و بر اساس آن انتظام یابد. برنامه‌ریزی کاربری اراضی و کنترل پهنه‌بندی می‌تواند نظم فضایی در مناطق فعال لرزه‌ای و آسیب‌پذیر در برابر زلزله احتمالی را مدیریت نماید.

سرمایه‌گذاری مشترک بخش خصوصی و دولتی در امر ساماندهی بافت فرسوده این منطقه.

توسعه شبکه ارتباطی: شبکه ارتباطی محلات شهر که به‌طور ارگانیک و خود به خودی نظام‌یافته‌اند نیاز مبرم به بازسازی و مناسب‌سازی دارند. در این راستا تدوین و به‌روزرسانی قوانین و مقررات می‌تواند به اضافه کردن یا

بازسازی معابر کمک شایانی نماید. با توجه به اهمیت کار امدادرسانی، تقویت سیستم ارتباطات در تمام شهرهای تاب آور رکن اصلی بهبود عملکرد در زلزله بوده است.

سیستم جامع هشدار در برابر زلزله: تکمیل مکانیسم هشدار اولیه و اضطراری در برابر زلزله و همچنین اجرای سیستم واکنش اضطراری درحالی‌که مجموعه اطلاعات هم‌زمان پردازش، توزیع و پاسخ گفته می‌شود و به‌روزرسانی مداوم این سیستم ضروری است.

مکان‌یابی دوباره سایت‌های مراکز امداد و نجات: با توجه به نقشه تاب‌آوری شهر و شبکه ارتباطی تاب آور، می‌توان در ایمن‌ترین مناطق، ساختمان‌هایی ایمن برای این منظور آماده نمود.

توسعه آموزش‌های همگانی مواجه با زلزله در فضای شهری: شهر رشت این امکان را دارد که از فضای پیاده راه فرهنگی استفاده نموده و از جشنواره‌ها و همایش‌های عمومی برای افزایش سطح سواد عمومی مردم در رابطه با زلزله بهره گیرد. ضمن این‌که فرهنگ عمومی شهروندان و تمایل به حضور در برنامه‌های اجتماعی به‌خوبی این فرصت را برای مدیریت شهری فراهم می‌نماید.

ایجاد زمینه‌های افزایش مشارکت شهروندان با بسترسازی حضور شهروندان در فعالیت‌های اجرایی.

توسعه فضاهای باز و سبز در محلات: طبق استاندارد به ازای هر شهروند ساکن در محدوده یک مترمربع فضای باز موردنیاز می‌باشد. این فضاها در زمان‌های عادی به‌عنوان پارک، تسهیلات ورزشی و زمین‌های بازی به کار گرفته می‌شوند. در حال حاضر این مقدار فضا در بافت مرکزی شهر رشت وجود دارد ولیکن پراکنش این فضاها و امنیت این فضاها نیازمند بازنگری و بهسازی می‌باشد.

استفاده از طراحی شهری به‌عنوان یک ابزار در راستای چیدمان ساختمان‌های شهری: احداث ساختمان‌های بلندمرتبه به‌عنوان دیوارهای حفاظتی در برابر آتش دورتادور بازار می‌تواند به‌عنوان یک پیشنهاد مطرح گردد.

همچنین در مقیاس خرد و به‌طور ویژه برای بافت مرکزی شهر رشت نیز می‌توان علاوه بر موارد فوق، پیشنهادهایی را ارائه نمود، این پیشنهادها با توجه به رتبه‌بندی زیرمعیارهای تحقیق در دو گروه با توجه به اهمیت و اولویتشان به شرح زیر قرار می‌گیرند:

گروه اول:

استفاده از تجهیزات ضروری از قبیل سوییچ‌های انسداد گاز، کف آتش‌نشانی، شیرهای هیدرانت و سایر تجهیزات اطفا حریق و امداد در فضاهای عمومی محدوده و همچنین بازار سنتی شهر رشت، انتخاب، آماده‌سازی و تجهیز فضاهای باز محدوده به آب و برق و سکوهای برپایی چادر برای اسکان موقت در مواقع نیاز، برنامه‌ریزی و تجهیز تأسیسات و امکان اتصال به شبکه‌های موازی و جایگزین فراهم در صورت قطع برق براثر سانحه، احداث یک سیستم مرکزی آب و فاضلاب قابل‌کنترل، برنامه‌ریزی و مقاوم‌سازی جداره مصنوع و غیر مصنوع فضاهای باز، تهیه نقشه راه‌های امن محدوده، حذف موانع ورودی بازار که ورود خودروهای امدادی و اورژانسی را با مشکل مواجه می‌کند.، منع فروش مواد روغنی و اشتعال‌زا در بازار سنتی، مقاوم‌سازی ابنیه بازار به‌ویژه در راسته‌های قدیمی‌تر بازار

(کتاب‌فروشان، راسته مس گران، کاسه فروشان و ...)، اصلاح کالبد و جداره معابر فرعی بازار بزرگ شماره ۲ شهر رشت، مرمت و مقاوم‌سازی ابنیه میراثی محدوده بازار سنتی شهر (طاقی‌ها، سراها و کاروانسراهای تاریخی و ...)، تهیه و اجرای هر چه سریع‌تر برنامه بافت فرسوده شهر، رعایت قوانین سطح اشغال ساختمان‌ها در بازسازی‌ها و احداث ابنیه جدید، لزوم مرمت و بازسازی ابنیه جداره معابر (به‌ویژه در جداره پیاده راه فرهنگی، خیابان آفخرا و باقرآباد)، اصلاح معابر ارگانیک محدوده و مدیریت کالبدی جداره‌های کوچه‌های شش متری (باقرآباد، استادسرا، آفخرا و محله بازار)، مقاوم‌سازی ساختمان دو بیمارستانی که در محدوده قرارگرفته‌اند و گسترش و افزایش ظرفیت آن‌ها، مقاوم‌سازی ساختمان‌های مدارس محدوده و تجهیز آن‌ها به سیستم‌های هشدار زلزله.

گروه دوم:

اصلاح دسترسی‌های بافت مرکزی به نقاط مختلف شهر (به‌ویژه در محدوده سبزه‌میدان)، افزایش سطح درمانی در کاربری اراضی محدوده (در کل محدوده بافت مرکزی شهر رشت حتی یک درمانگاه وجود ندارد)، اصلاح دسترسی‌های بافت مرکزی به نقاط مختلف شهر (به‌ویژه در محدوده سبزه‌میدان)، اصلاح وضعیت کف سازی به‌ویژه در محدوده بازار و پیاده راه که بسیار آسیب‌پذیر می‌باشد، بازنگری در تراکم محلات مرکزی در طرح تفصیلی شهر، مقاوم‌سازی مجموعه شهرداری، مرمت و مقاوم‌سازی سینماهای محدوده مرکزی، استفاده از فضاهای فرهنگی و باز موجود برای اجرای برنامه‌هایی با موضوع آمادگی در برابر زلزله، تشکیل نهادها و شوراهای مردمی به‌عنوان رابط بین شهرداری و شهروندان با هدف کمک به بهبود محیط مسکونی و پیشگیری از فاجعه.

## References


Aghanbati, A. 2004. Geology of Iran. Tehran: Geological Survey of Iran. First Edition. Samar Publications. 217-220. [In Persian]

Alizeee,, ,,, tt ll,, 00... A Hybrid Analytic Network Process and Artifi i ll Nerr ll Netwrr k (ANP-ANN) Model for Urban Earthquake Vulnerability Assessment. Remote Sens., 10, 975. doi:10.3390/rs10060975, available at: www.mdpi.com/journal/remotesensing.

Alizadeh, M., et al., 2018. Multi-criteria decision making (MCDM) model for seismic vulnerability assessment (SVA) of urban residential buildings. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7, 444.

Aminzade, B., Adeli, Z., 2014. Assessing the vulnerability of urban texture in the event of an earthquake crisis (Case study: Qazvin city areas). Journal of Hoviyat-E-Shahr, 8(20): 5-16. [In Persian]

Azizi, M.M. Homafar, M., 2012. Seismic Pathology of Urban Roads (Case Study: Karmandan Neighborhood, Karaj). Honar-Ha-Ye-Ziba, 17(3): 5-15. [In Persian]

Bahrayni, S.H., 1996. Land use planning in earthquake-stricken areas (sample of Lushan, Manjil, Rudbar cities). Tehran: Islamic Revolution Housing Foundation. [In Persian]

Behzad Afshar, K., Akbari, P., 2019. Explaining and analyzing land use planning criteria in reducing earthquake risk to increase urban resilience (Case study: Sanandaj). Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Spring) 2019, 11(2): 341-357. [In Persian]

Benbaei, M., 2012. Active faults of Gilan province. Tourism blog, Available at: http://banbaey.blogfa.com/post/185, View date: 2020-7-19. [In Persian]

D'Accnni,, .. et al,, 111.. Dssign ddd urnnn aaape frr a rssiliccce ii ty. rr eeeii a - Social and Behavioral Sciences, 223: 764 – 769.

Dokht Badi, P., Rahimi, M., 2018. Investigating and measuring the resilience of urban communication network with crisis management approach (Case study of Tehran Region 2). Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Spring) 2018, 10(2): 41-65. [In Persian]

Doorn, N., 2017. Resilience indicators: Opportunities for including distributive justice concerns in disaster management. Journal of Risk Research, 20(6): 711–731, available at: http://dx.doi.org/10.1080/13669877.2015.1100662.

Ebrahimzade, E., et al., 2019.The Analysis of Physical Resilience against Earthquake (Case study: Piranshahr city). Journal of Natural Environmental Hazards, 8(20): 131-146. [In Persian]

Habibi, Q., Javanmardi, k., 2014. The analysis of urban texture instability and zoning of earthquake vulnerability using GIS & AHP, Case study: Part of the central texture of Sanandaj. Journal of Armanshahr, 11: 293-305. [In Persian]

Hazer Mashar, A., et al. 2016. Reconstruction of Holocene sedimentary environment of Aynak wetland with sedimentological and geophysical evidences (west of Rasht city, Gilan province). Quaternary Journal of Iran, 2(3): 243-255. [In Persian]

Iesavi, v., et al., 2012. Comparison of AHP and AHP-Fuzzy decision making methods in the initial location of underground dams in Taleghan region. Scientific Quarterly Journal GEOSCINCES, 22(85): 27-34. [In Persian]

Karami, M., Amiriyan, S., 2018. Earthquake-Based Urban Vulnerability Zoning Using the Fuzzy-AHP Model Case Study of Tabriz City. Physical Development Planning, 5(10): 110-124. [In Persian]

Kazemi Niya, A.R., Meymandi Parizi, S., 2017. Zoning the vulnerability of buildings in Kerman to earthquakes using GIS. Geospatial Engineering Journal, 8(3): 31-47. [In Persian]

Koren, D. Rus, K. 2019. The Potential of Open Space for Enhancing Urban Seismic Resilience: A literature Review. Sustainability, 11(21), 5942; https://doi.org/10.3390/su11215942.

Lotfi, S., Nikpour, A., Akbari, F., 2020. Assessment and evaluation of the physical dimensions of urban resilience against earthquakes (Case study: District 7 of Tehran). Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Autumn) 2020, 12(4): 19-37. [In Persian]

Mehrpour, H., Riyazi Rad, Z.S., 2015. Investigation of active faults in Guilan province and seismic potential of faults in the region. the first national conference on civil engineering and geology, Islamic Azad University, Aligudarz branch, Available at: https://www.civilica.com/Paper-NCCEG01-NCCEG01_010.html, View date: 2020-3-17. [In Persian]

Mitchell, T, Hariss, K, 2012. Resilience: A Riske Manegment Apoach. ODI Backgound Note, Overseas Development Institute: London.

Mohamadpour Lima, N., Bandar Abad, A., Majedi, H., 2020. Physical and social resilience of residential areas of historical texture (Case study of District 12 of Tehran). Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Spring) 2020, 12(2): 97-116. [In Persian]

Moslem, S., et al., 2019. Analysing Stakeholder Consensus for a Sustainable Transport Development Decision by the Fuzzy AHP and Interval AHP. Sustainability 2019, 11, 3271.

Nagenborg, M., 2019. Urban resilience and distributive justice, Sustainable and Resilient Infrastructure. DOI: 10.1080/23789689.2019.1607658, To link to this article: https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1607658.

Ningrum, R., et al., 2020. Analysis of Physical Vulnerability Assessment Due to 2015 Swarm Earthquake Based on Amplification Zone in Jailolo District. 5th International Conference on Food, Agriculture and Natural Resources (FANRes 2019), Advances in Engineering Research, 194: 306-310. Available at: http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/.

Saaty, T.L., 2008. Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. RACSAM 2008, 102: 251–318.

Sadeghi, M., et al., 2018. Risk analysis of possible earthquakes in Rasht. Proceedings of the 17th Iranian Geophysical Conference, Tehran, May 2018: 708-711, Available at: http://www.nigsconference.ir/article_2344.pdf, View date: 12-6-2020. [In Persian]

Shabani, M., Zand Moghadam, M.R., Kamyabi, S., 2019. Evaluating the level of efficiency of Tehran urban road network in case of unexpected accidents (Case study of region 9). Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Spring) 2019, 11(2): 181-202. [In Persian]

Shahabi, H., et al., 2012. Earthquake hazard zoning by multi-criteria spatial analysis method. Geography and Development Iranian Journal, 21, 65-80. [In Persian]

Shamai, A., Mirzazadeh, H., 2019. Spatial analysis of Tabriz regions resilience against the earthquake, Journal of Natural Environmental Hazards, 8(20): 245-266. [In Persian]

Sharif Niya, F., 2013. Land use planning to improve earthquake resilience, a case study of District 10 of Tehran Municipality. M.Sc. Thesis, University of Tehran, College of Fine Arts, Department of Urban Planning. [In Persian]

Shrestha, S.R., Sliuzas, R., Kuffer, M., 2018. Open spaces and risk perception in post-earthquake Kathmandu city. Appl. Geogr., 93: 81–91, available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.02.016.

Tabibian, M., Mozaffari, N., 2018. Assessment of Residential Vulnerability to Earthquake and Vulnerability Reduction Strategies (Case Study: District 6 of Tehran Municipality). Motaleat-E-Shahri, 7(27), 93-112. [In Persian]

Tang, A., Wen, A., 2009. An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment. Comput. Geosci. 35: 871–879.

Yariyan, P., et al., 2020. Earthquake Vulnerability Mapping Using Different Hybrid Models. Juornal of Symmetry 2020, 12, 405, available at: www.mdpi.com/journal/symmetry.

Zare Estehriji, S., Hosseini, F., 2017. The Prevalence of Urban Areas Vulnerability to Seismic Risk (A Case Study of Region One, Tehran). International Journal of Architect. Eng. Urban Plan, 27(2): 153-160.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**Quarterly of New Attitudes in Human Geography (Autumn) 2021, Vol. 13. No 4**

# Spatial analysis of physical resilience components of the central fabric of Rasht against earthquakes using Fuzzy-AHP and GIS models

**Mahdiyeh Delshad**
Ph.D. candidate of Urban Planning, Department of Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran
**Manouchehr Tabibian** *
Professor of Urban Design and Planning, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran
**Seyed Mohsen Habibi**
Professor of Urban Design and Planning, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran

**Abstract**
The vulnerability of cities despite the natural disasters that have occurred in recent years in the country is increasing. Earthquake is one of the most important natural threat factors in Iran. Earthquake risk map in Iran shows that a large area of Iran is in the high risk area and the area with very high earthquake risk, among which the city of Rasht is in the high risk and very high risk area. The main purpose of this study is to investigate the physical resilience of earthquakes in the central part of Rasht. Due to the high probability of earthquakes in Rasht, high density of activity and population, while considering the high density of buildings, a significant part of which is old and worn, infrastructure and other important indicators considered in the research; the central area of Rasht is vulnerable to a possible earthquake. The main question of the research is what is the physical resilience of the central fabric of Rasht against earthquakes? In this study, by selecting four categories of physical resilience indicators against earthquakes and using a combined model of Fuzzy logic and AHP, the importance of indicators is determined. Finally, the collected information in the form of weighted information layers in GIS software version 10.3 becomes an analytical map of the resilience status (ERM) of the study area. This map, which was prepared for the first time, shows that according to the four major indicators of physical resilience of the central fabric of Rasht, the situation of the Rasht market is on the verge of alarm and the critical situation against a possible earthquake. In general, 27% of the studied tissue is in a completely vulnerable and relatively vulnerable condition.

**Keywords: Resilience, Physical Structure, Earthquake, Rasht**

* (Corresponding Author) Tabibian@ut.ac.ir