پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دورهٔ ۶، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷
ص ۵۵-۷۴

ارزیابی تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز در برابر مخاطرهٔ طبیعی زلزله[۱]

محمدرضا پورمحمدی * ـ استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز
هانیه یوسفی شهیر– دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری
کریم حسین‌زاده دلیر– استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۹/۱۲ تأیید مقاله: ۱۳۹۷/۰۱/۲۶

Archive of SID

چکیده

در سرتاسر جهان، کشورها به‌طور فزاینده‌ای در حال شهری‌شدن هستند؛ به این معنی که مناطق شهری به مکان اصلی وقوع بسیاری از بلایای احتمالی تبدیل می‌شوند. با توجه به اینکه کلان‌شهر تبریز در پهنهٔ خطر زلزله قرار دارد، همچنین به‌دلیل وقوع این حادثهٔ طبیعی در بازه‌های زمانی با دوره‌های بازگشت، لازم است تا کاربری‌های حیاتی شهر تاب‌آور شود. این کاربری‌ها موجب تداوم زندگی در شهر می‌شوند و وجود آن‌ها بر خدمات‌رسانی بهینه تأثیرگذار است. در مقابل، نقصان آن‌ها ممکن است جریان حیاتی شهر را مختل کند و نبود برنامه‌های جامع و مدل‌های تصمیم‌گیری خردگرا در این حوزه، مشکلات جبران‌ناپذیری به‌وجود آورد. پژوهش حاضر به شیوهٔ توصیفی-تحلیلی، تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز را در برابر مخاطرهٔ زلزله از نظر استحکام بنا، مقاومت زمین، اعمال مقررات در ساخت‌وساز، هوشمندبودن آن‌ها، پیش‌بینی امکان ذخیرهٔ اضطراری سوخت، آب و... ارزیابی می‌کند. در تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا شاخص‌های تأثیرگذار بر تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی، شناسایی و بومی‌سازی شدند. سپس با توزیع پرسشنامه بین سی نفر از متخصصان حوزهٔ مدیریت بحران، دوازده شاخص در پرسشنامه قرار گرفت. نتایج پرسشنامه در قالب آمار توصیفی در نرم‌افزار SPSS از طریق آزمون‌های تی، فریدمن و خی‌دو تحلیل شد. ارزیابی تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی هم با روش فرایند تحلیل شبکه (ANP) صورت گرفت و نتایج آن وارد محیط نرم‌افزاری Decisions Super شد. تلفیق این دیدگاه‌ها با امتیازات مدل ANP، زمینه‌ای فراهم کرد تا تفاوت‌های کاربری‌های حیاتی را مناطق مختلف کلان‌شهر تبریز براساس مدل VIKOR سنجش شوند. براساس یافته‌ها، کاربری‌های حیاتی منطقهٔ ۴ و ۹ مطلوب، و مناطق ۶، ۸ و ۱۰ نامطلوب است. همچنین از دوازده شاخص مؤثر، وضعیت اعمال مقررات ساخت‌وساز و استانداردها، استحکام بنا و مقاومت زمین در کاربری‌های حیاتی شهر تبریز نسبتاً مطلوب است و معیارهای میزان هوشمندبودن و تجهیز کاربری‌های حیاتی به ابزار پیش‌بینی زلزله، مشارکت مردم و امکان ذخیرهٔ اضطراری سوخت و آب در وضعیت نامطلوبی قرار دارند.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری، تبریز، زلزله، کاربری حیاتی، مخاطرهٔ طبیعی.

---

۱. این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری با عنوان «ارزیابی تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز در برابر مخاطرهٔ طبیعی زلزله» در دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند به راهنمایی دکتر محمدرضا پورمحمدی انجام گرفته است.

*نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۴۱۶۶۸۹۲
E- mail: hyousefi.geo@gmail.com

www.SID.ir

مقدمه

کشورهای سرتاسر جهان، به‌طور فزاینده‌ای در حال شهری‌شدن هستند (Dutta, 2010: 2). براساس پیش‌بینی سازمان ملل متحد، احتمالاً تا سال ۲۰۵۰، حدود ۸۰ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی کنند (Jha et al., 2012, vii) که در این صورت، مناطق شهری به مکان اصلی بسیاری از بلایای احتمالی تبدیل خواهند شد (Leo'n and Marchh, 2014: 251). از سوی دیگر، ظرفیت مخاطرات طبیعی به‌گونه‌ای است که در نبود سیستم‌های کاهش خطر، به سوانحی هولناک و ویران‌کننده برای اجتماعات بشری تبدیل می‌شوند (Zhou et al., 2009: 2). با توجه به ارتباط متقابل و وابستگی عناصر و اجزای شهری به یکدیگر، آسیب‌پذیری شهری دربرگیرندهٔ همهٔ مراحل موجود در یک شهر است. در این میان، سامانه‌های شهری در معرض آسیب‌پذیری و مخاطرات طبیعی از جمله زلزله قرار دارند. وقوع هریک از این مخاطرات، کارکرد سامانه‌های شهری را مختل یا متوقف می‌کند. در این صورت، پدیدهٔ آسیب‌پذیری شهری کل نظام را دربرمی‌گیرد و خطر بروز بحران را افزایش می‌دهد. مطابق داده‌های جهانی، سوانح طبیعی طی دو دههٔ اخیر، بیشتر از گذشته به‌وقوع پیوسته و آثار مخرب زیادی داشته است. به همین دلیل، شناسایی مراحل ارائهٔ پاسخ و واکنش به این سوانح اهمیت زیادی دارد.

کاهش مخاطره شامل اقداماتی از قبیل مهندسی ساختاری و رعایت استانداردهای مورد نیاز در احداث ساختمان‌های شهری است که باید به‌دنبال ایجاد و توسعهٔ شهرهای تاب‌آور باشد؛ شهرهایی که در برابر شوک‌های شدید، بدون هرج‌ومرج آنی یا ویرانی مقاومت می‌کنند.

در ۲۲ ژانویهٔ ۲۰۰۵، چارچوب طرح هیوگو در راهبرد بین‌المللی کاهش بحران سازمان ملل متحد تصویب شد که حرکتی مثبت در این زمینه به‌شمار می‌آمد. از زمان تصویب این لایحهٔ قانونی، هدف اصلی برنامه‌ریزی برای مخاطره و کاهش خطر بحران، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری، به‌نحوی بارز به‌سوی تمرکز بر ایجاد تاب‌آوری در جوامع شهری گرایش پیدا کرد (UNISDR, 2010: 14). در حال حاضر، به ظرفیت‌های جوامع شهری بحران‌زده برای بازگشت به گذشته یا همان بازیابی و بازتوانی توجه زیادی می‌شود که این موضوع به تغییراتی در فرهنگ برخورد با کاهش مخاطرات بسیار وابسته است و بر تاب‌آوری به‌جای آسیب‌پذیری، تأکیدی خاص می‌کند (Mayunga, 2007: 4).

بنابر آنچه گذشت، شهر تاب‌آور، شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های کالبدی و جوامع انسانی است. سیستم‌های کالبدی، مؤلفه‌های ساخته‌شده و طبیعی شهر هستند که جاده‌ها، ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، ارتباطات و تأسیسات تأمین انرژی، همچنین مسیرهای آب، خاک، توپوگرافی، جغرافیا و سیستم‌های طبیعی را شامل می‌شوند. درمجموع، سیستم‌های کالبدی به‌مثابهٔ بدن شهر هستند (استخوان‌ها، سرخرگ‌ها و ماهیچه‌ها) که هنگام حوادث باید باقی بمانند و در فشارهای شدید نیز به عملکرد خود ادامه دهند. باید توجه داشت که شهر بدون سیستم‌های کالبدی تاب‌آور در برابر حوادث بسیار آسیب‌پذیر است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۱).

کلان‌شهر تبریز در پهنهٔ پرخطر زمین‌لرزه قرار دارد و ممکن است این حادثهٔ طبیعی در بازه‌های زمانی بازگشت داشته باشد. در عین حال، باید به آنی‌بودن، غیرمنتظره‌بودن و غافلگیرانه‌بودن این وقایع توجه کرد؛ بنابراین، باید منسجم‌تر و کارآمدتر از گذشته عمل شود و روش‌های مدیریت و فناوری که با ایمن‌سازی خدمات و تأسیسات و تجهیزات شهری مرتبط است، بهبود یابد و روزآمد شود.

Archive of SID

www.SID.ir

باید توجه داشت که کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز (مخازن آب، تأسیسات برق و گاز شهری، آتش‌نشانی، شبکه‌های ارتباطی، بیمارستان‌ها و اورژانس) در هنگام وقوع مخاطرهٔ طبیعی زلزله، به دلایل زیر تاب‌آوری کمتری دارند: تفاوت آن‌ها در قدمت و وضعیتشان، و فرسودگی و ناکارآمدی آن‌ها، پراکندگی و ایزوله‌بودن سیستم‌های آن‌ها، رعایت‌نکردن اصول ایمنی ساخت‌وساز در حریم گسل و مناطق مستعد ناپایداری زمین‌شناختی، احداث کاربری‌های حیاتی نامتناسب با شدت لرزه‌خیزی شهر، توزیع نامتوازن کاربری‌ها و خدمات حیاتی در برخی مناطق شهری، شبکهٔ ارتباطی ناکارآمد، تراکم بالا، رعایت‌نکردن قوانین، نبود برنامهٔ مدون و نداشتن توانمندی‌های عملیاتی لازم برای مدیریت سوانح در مرحلهٔ پاسخ و مقابله با تبعات وقوع سانحه و... .

براین‌اساس، اگرچه جلوگیری از بروز زلزله برای انسان میسر نیست، آمادگی برای مواجه‌شدن با آن و تاب‌آورکردن این کاربری‌ها در برابر بحران امکان‌پذیر است. از این‌رو ارزیابی کیفیت و وضعیت، همچنین بهسازی و اصلاحات در آن‌ها برای ارتقای تاب‌آوری این کاربری‌ها و استقرار جامعه‌ای سالم‌تر، توانمندتر، امن‌تر و پایدارتر ضرورت دارد. چنین جامعه‌ای بی‌عیب و نقص می‌شود و در زمان بحران و بازسازی و بعد از آن می‌تواند به‌سرعت کار خود را از سر بگیرد.

از آنجا که تداوم حیات جامعه در شرایط بحران و پس از آن به حفظ عملکرد و کارایی این کاربری‌ها وابسته است، اساساً تاب‌آورنبودن آن‌ها ممکن است ضمن واردکردن خسارت‌های اقتصادی کلان، ساختار صنعتی یا تولیدی شهر یا منطقه و کشور را در حوزهٔ عمل خود فلج کند. از این‌رو لازم است سازه‌های احداث‌شده در این فضاها استحکام و پایداری بیشتری داشته باشد. به این ترتیب، در هنگام وقوع مخاطرهٔ طبیعی (زلزله) اگر قرار است بافت‌های شهری آسیب ببینند، لازم است به طریقی برنامه‌ریزی شود تا کاربری‌های حیاتی بیشترین پایداری را داشته باشند و در زمان بحران، بیشتر خدمات‌رسانی کنند. بدین‌ترتیب، اتخاذ تدابیری برای ارتقای سطح ایمنی و سلامت کاربری‌های ویژه، ما را ملزم می‌کند که هرچه بیشتر به استحکام بناهایی با این کارکردها بیندیشیم؛ زیرا نداشتن آینده‌نگری و نبود برنامه‌های جامع و راهبردی شهری و مدل‌های تصمیم‌گیری خردگرا در این حوزه، مشکلات جبران‌ناپذیری به‌وجود می‌آورد.

پژوهش حاضر با هدف سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی در مقابل مخاطرهٔ طبیعی زلزله، به شناسایی شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر تاب‌آوری این کاربری‌ها می‌پردازد تا با سازوکاری مناسب، نتایج آخرین پژوهش‌ها و یافته‌های متخصصان بازآفرینی شوند و شیوه‌ای عملی برای مدیریت مخاطرات به‌کار گرفته شود. براین‌اساس، این پژوهش به پرسش‌های زیر پاسخ می‌دهد:

۱. وضعیت تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی مناطق ده‌گانهٔ شهری تبریز در برابر خطر زلزله چگونه است؟

۲. مهم‌ترین عواملی که به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در افزایش تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی مؤثرند، کدام‌اند؟

مفاهیم نظری

تاب‌آوری در فرهنگ لغات، به قابلیت بازیابی، بهبود سریع، تغییر، شناوری، کشسانی و خاصیت فنری و ارتجاعی ترجمه شده است (Webster). ریشهٔ مفهوم تاب‌آوری در علم فیزیک و ریاضی است و به‌معنای قابلیت یک ماده یا سیستم برای بازگشت به حالت تعادل، پس از جابه‌جایی یا حرکت است (Leon and March, 2014: 251). هالینگ (پدر تاب‌آوری)

Archive of SID

www.SID.ir

این مفهوم را در سال ۱۹۷۳ به‌عنوان اصطلاحی توصیفی در اکولوژی معرفی کرد (Karrholm et al., 2014: 121). از آن زمان به بعد، این مفهوم به شکلی گسترده به‌کار گرفته شد و بر زمینه‌های علمی مختلفی مانند مدیریت حوادث، روان‌شناسی و اکولوژی تأثیر گذاشت (Leon and March, 2014: 251). تایمرمن[1] (۱۹۸۱) نخستین فردی بود که مفهوم تاب‌آوری را در حوزهٔ بلایا و مخاطرات طبیعی مطرح کرد (Mayunya, 2007: 3).

حیدری و ولدبیگی در کتاب *تاب‌آوری بحران*، تاب‌آوری را به مفهوم آمادگی در برابر رویدادهای ناگوار، برنامه‌ریزی برای آمادگی و پاسخ به آن‌ها، فراهم‌کردن قابلیت تحمل این رویدادها، ازسرگذراندن آن‌ها و انطباق موفقیت‌آمیز این رویدادها تعریف کردند. در جامعهٔ تاب‌آور، همهٔ سیستم‌های اجتماعی، فرهنگی، سیاسی، اقتصادی و زیست‌محیطی با هم و هماهنگ کار می‌کنند.

با توجه به تعریف کالیگ[2] (۱۹۹۹)، پتن[3] و همکاران (۲۰۰۰)، تاب‌آوری فرایندی پویا و درحال‌رشد است که نه‌تنها به ظرفیت و توانایی جامعه در مقابله با فجایع ناشی از بروز سوانح بستگی دارد، بلکه با توجه به تجارب کسب‌شده، قابلیت، عملکرد و کارایی را در سطحی بالاتر از قبل توضیح می‌دهد؛ بنابراین، تاب‌آوری در این تعریف، ظرفیتی از یک سیستم است که پتانسیل تطبیق با سوانح را به‌منظور دستیابی یا حفظ سطح قابل‌قبولی از عملکرد و ساختار ایجاد می‌کند. باید توجه داشت که ظرفیت و توانایی تطبیق، مهم‌ترین شاخص سیستم‌های تاب‌آور محسوب می‌شود و بازتوانی و احیای ظرفیت تحمل و جذب فشار، سرعت بازگشت به شرایط عادی، تثبیت و ارتقای موقعیت سیستم و عملکرد آن در رده‌های بعدی قرار می‌گیرد.

از دیدگاه تویگ[4] (۲۰۰۷)، تاب‌آوری عبارت است از به‌حداقل‌رساندن و جذب تنش‌های بالقوه یا نیروهای مخرب از طریق استقامت یا سازگاری و مدیریت یا نگهداری کارکردها و ساختارهای اصلی طی یک مخاطره یا بعد از آن و بازیابی بعد از رویداد. او پنج عرصهٔ بن‌مایه‌ای را برای عمل در یک اجتماع تاب‌آور در برابر مخاطره مشخص می‌کند که شامل ارزیابی مخاطره، دانش و آموزش، مدیریت مخاطره، کاهش آسیب‌پذیری و آمادگی واکنش به بلایاست. به نظر وی، جامعه‌ای بیشترین امنیت را دارد که بتوان در آن، دانش طراحی و ساخت را در زمینهٔ مخاطرات طبیعی برای کاهش آسیب‌پذیری و تقویت این ویژگی‌ها به‌کار بست تا به تاب‌آوری رسید (Twigg, 2007: 5).

باکل[5] و همکاران (۲۰۰۳) اصول زیر را برای تاب‌آوری برمی‌شمرند:

۱. باید اجتماعات حکمروایی خوبی داشته باشند و سیاست‌های آن‌ها نیازها و آرمان‌های اجتماع را منعکس کنند؛
۲. باید منابع کافی (مالی، دانش و مهارت‌ها) وجود داشته باشد؛
۳. باید سازوکارهایی برای تغییر و سازگاری وجود داشته باشد؛ زیرا تغییر در اجتماعات تاب‌آور اجتناب‌ناپذیر است (Backle et al., 2003: 42–46).

1. Timmerman
2. Kulig
3. Paton
4. Twigg
5. Buckle

Archive of SID

www.SID.ir

باکل (۲۰۰۶) مؤلفه‌هایی از جمله دانش مخاطرات، ارزش‌های مشترک اجتماع، ساختارهای اجتماعی بناشده (کانال‌ها، شبکه‌های ارتباطی و سازمان‌های اجتماع)، روندهای اجتماعی و اقتصادی مثبت، شراکت و همیاری بین دولت و بخش خصوصی و سازمان‌های اجتماعی، و درنهایت منابع و مهارت‌ها را برای تاب‌آوری در برابر مخاطره ضروری می‌داند (Buckle, 2006: 97).

شاخص‌های تاب‌آوری به‌عنوان مجموعه‌ای از شرایط اولیه عمل می‌کنند و به‌وسیلهٔ آن‌ها، کارایی برنامه‌ها، سیاست‌ها و مداخلاتی که به شکلی خاص برای بهبود تاب‌آوری مخاطرات طراحی شده‌اند، اندازه‌گیری می‌شود. ارزیابی و سنجش شرایط اولیه که به تاب‌آوری جوامع منجر می‌شود، حیاتی است، اما اندازه‌گیری عوامل ایجادکنندهٔ آثار نامطلوب، کاهش ظرفیت جامعه در زمان واکنش و بازگشت به حالت اولیهٔ بعد از مخاطره نیز به همان اندازه اهمیت دارد (Cutter et al., 2008: 4). از مهم‌ترین شاخص‌های مطلوب برای سنجش تاب‌آوری، ابعاد چهارگانهٔ اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی–محیطی است. در پژوهش حاضر، چنین شاخص‌هایی مورد توجهند. همچنین در این پژوهش، واکنش جامعه و ظرفیت بازیابی بعد از سانحه، زیرساخت‌هایی مانند خطوط لوله، جاده‌ها و وابستگی آن‌ها به زیرساخت‌های دیگر بررسی می‌شود. همچنین شاخص‌هایی مانند خطوط لوله، شبکهٔ حمل‌ونقل، قدمت بنا، مالکیت، ارتفاع ساختمان‌ها، دسترسی، ویژگی‌های جغرافیایی و کاربری زمین و فضاهای باز در این پژوهش مطرح است.

کاربری‌های حیاتی به کاربری‌هایی گفته می‌شود که از ملزومات اولیهٔ هر شهرند و چرخهٔ زندگی را در شهر بنیان می‌نهند. وجود آن‌ها بر خدمات‌رسانی بهینه تأثیر دارد و نقصان آن‌ها (در هنگام وقوع بحران) ممکن است جریان حیاتی شهر را مختل کند و نابسامانی به‌وجود آورد. برخی از این کاربری‌ها مانند پمپ‌بنزین، مراکز تقلیل فشار گاز و... جزء کاربری‌های اشتعالی هستند و برخی دیگر از جمله مخازن آب، پست‌های انتقال برق، فرودگاه‌ها، پایانه‌ها و... کاربری‌های زیرساختی و تأسیساتی محسوب می‌شوند. برخی دیگر نیز مانند بیمارستان‌ها، آتش‌نشانی و... با عملیات امداد و نجات ارتباط مستقیم دارند و بسترهایی برای این جریان فراهم می‌کنند (ملکی، ۱۳۹۱: ۱۲). براساس بخشنامهٔ ۱۰۱۶ قانون میهنی آمریکا با عنوان «قانون حفاظت از تأسیسات حیاتی سال ۲۰۱۱» تأسیسات زیر در زمرهٔ تأسیسات حیاتی به‌شمار می‌آیند: آب، انرژی الکتریکی، گاز، راه‌های ارتباطی، راه‌آهن، فرودگاه، سیستم‌های بهداشتی و خدمات اورژانسی (Moteff et al., 2002: 8).

پیشینهٔ پژوهش

اگرچه مقولهٔ تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی در برابر زلزله امری مهم محسوب می‌شود، مطالعات و بررسی‌های جامع در این حوزه، نشانگر وجود پژوهش‌های محدود است که یا با رویکرد پدافند غیرعامل یا در زمینهٔ تاب‌آوری اجتماعی، پایداری اجتماعی و آسیب‌پذیری انجام شده است. در ادامه، منابعی ارائه می‌شود که تا حدودی وجوه و مرزهای مشترکی با موضوع مقالهٔ حاضر دارد.

پورحیدری و ولدبیگی (۱۳۹۳) در کتاب *تاب‌آوری بحران و الزام ملی*، توجه مسئولان را به لزوم افزایش پایداری و ارتقای قابلیت انعطاف‌پذیری کالبد شهری در مقابل مخاطرات طبیعی جلب کردند. براین‌اساس، مصون‌سازی کالبد شهری

Archive of SID

www.SID.ir

در برابر مخاطرات طبیعی، منوط به افزایش تاب‌آوری تحمل جامعه است و ریسک‌های این مخاطرات را کاهش می‌دهد. در این منبع، بر لزوم تاب‌آوری در برابر حوادث و بحران‌ها تأکید شده و از آن به‌عنوان یک الزام ملی قانون تشکیل سازمان مدیریت بحران کشور یاد شده است.

فرزاد بهتاش (۱۳۹۱) در رسالهٔ دکتری «تحلیل ابعاد اجتماعی و فرهنگی تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز»، مؤلفه‌ها و ابعاد مطرح در تاب‌آوری شهری مانند کاهش مخاطرات زیرساختی، ساختار کالبدی، اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و مدیریتی را تحلیل کرده است. سپس با استفاده از دیدگاه خبرگان حوزهٔ شهرسازی و مطالعهٔ تطبیقی ابعاد و مؤلفه‌های نهایی، میانگین تاب‌آوری شهر تبریز را ۲/۳ از ۳ تعیین کرده است. این مسئله نشان می‌دهد کلان‌شهر تبریز از نظر ابعاد تاب‌آوری در وضعیت مطلوبی نیست. با این حال، در پژوهش‌های وی، بُعد اجتماعی – فرهنگی بالاترین رتبه را در تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز دارد.

پورمحمدی و ملکی (۱۳۹۱) در مقالهٔ «برنامه‌ریزی شهری متناسب با پدافند غیرعامل» با تأکید بر ارزیابی و برنامه‌ریزی بهینهٔ کاربری اراضی شهر سنندج و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و نیز AHP، به شفاف‌سازی رابطهٔ بین پدافند غیرعامل و برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری و نقش آن در حفظ زیرساخت‌های شهری پرداختند.

برنافر و افرادی (۱۳۹۳) در مقالهٔ «اولویت‌بندی مراکز حیاتی، حساس و مهم شهر بندرانزلی و ارائهٔ راهکارهای دفاعی از دید پدافند غیرعام» به این مسئله پرداختند که ایجاد مراکز حیاتی متعدد به‌جای مراکز حساس منفرد و پراکنش مراکز مهم و حیاتی در سطح شهر، از جمله راهبردها در این زمینه است.

حسین‌زاده دلیر و ملکی (۱۳۹۱) با بررسی «کاربری‌های تهدیدپذیر کلان‌شهر تبریز از منظر پدافند غیرعامل»، اصول پدافند غیرعامل را در برنامه‌ریزی کاربری اراضی با تأکید بر کاربری‌های تأسیساتی و حیاتی به‌کار گرفتند و به جایگزینی کاربری‌ها با نگاه دفاعی و امنیتی پرداختند. همچنین بر منطقه‌بندی، تمرکززدایی و جلوگیری از توسعهٔ نواحی در هم‌جواری با کاربری‌های پرمخاطره برای رسیدن به امنیت و توسعهٔ پایدار تأکید کردند.

رضایی (۱۳۸۹) در رسالهٔ دکتری «تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی زلزله» با هدف تبیین مؤلفه‌ها و شاخصه‌های سازندهٔ تاب‌آوری در کلان‌شهر تهران به این نتیجه رسید که بین تاب‌آوری در محله‌های نمونه و سطح تاب‌آوری آن‌ها در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی–محیطی رابطهٔ معناداری وجود دارد و با تغییر هریک از آن‌ها، میزان تاب‌آوری خانوارها نیز تغییر می‌کند؛ درحالی‌که تاب‌آوری کل خانوارهای مورد مطالعه در کلان‌شهر تهران با شاخص‌های مورد نظر وی در وضعیت مناسبی قرار ندارد.

گادس چاک (۲۰۰۷) در *ایجاد شهرهای تاب‌آور*، شهرها را سیستم‌های پیوسته‌ای معرفی می‌کند که توجه به پیوندها در شبکهٔ تشکیل‌دهندهٔ آن، تاب‌آوری را افزایش می‌دهد. از نظر وی، تقلیل آسیب‌پذیری، افزایش تطبیق‌پذیری، مشارکت زیاد، ارتباط میان شبکه‌های شهری و کاربری‌های شهرها در کاهش سوانح مؤثر است.

کالتن و همکاران (۲۰۰۸) نیز به‌طور مشخص ویژگی‌های جوامع تاب‌آور را بررسی کردند و آمادگی در برابر سوانح، پاسخگویی بهینه، بازتوانی سریع پس از سانحه و کاهش آسیب‌پذیری کالبدی جوامع شهری را با استفاده از تدوین استانداردهای ساخت‌وساز مقاوم شهری، زمینه‌ساز افزایش تاب‌آوری شهرها در برابر سوانح دانستند.

Archive of SID

www.SID.ir

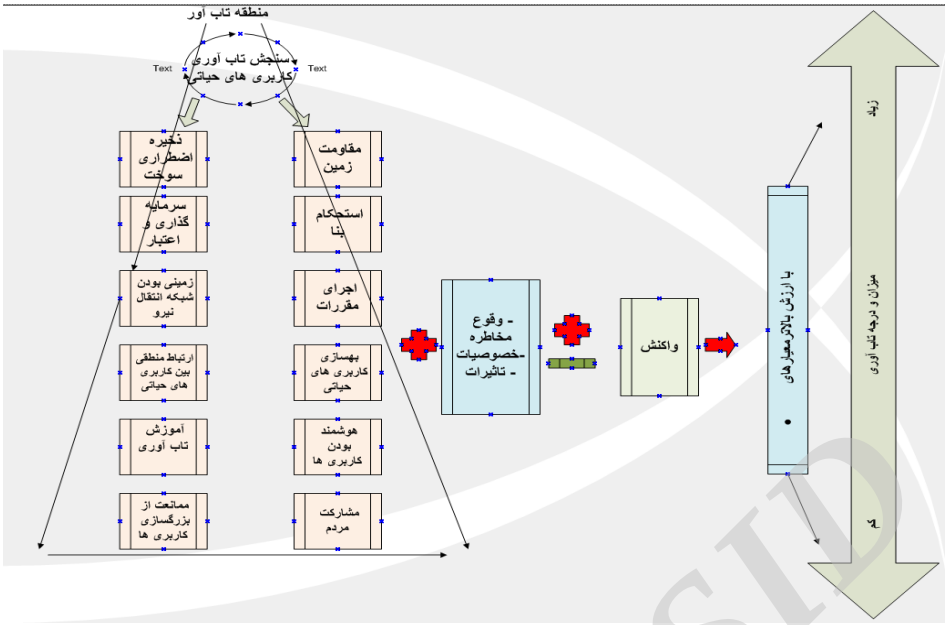
روش پژوهش

پژوهش حاضر کاربردی است و بررسی داده‌های آن با روش توصیفی-تحلیلی صورت گرفته است. گردآوری اطلاعات به روش اسنادی، کتابخانه‌ای و میدانی انجام شده است. مرحلهٔ مهم در ایجاد شاخص‌ها، شناسایی متغیرهایی است که متناسب، قوی و بیانگر آن عامل باشند. از آنجا که قوت و ضعف شاخص‌ها برمبنای کیفیت متغیرهای انتخاب‌شده تعیین می‌شود، معیار مطمئن‌شدن از کیفیت متغیر در پیشینهٔ این شاخص‌ها تنوع وسیعی دارد. به‌جرئت می‌توان گفت تاکنون هیچ مجموعهٔ مشخصی از دسته‌بندی‌های نهایی شاخص‌ها برای کمی‌سازی میزان تاب‌آوری در برابر سوانح ارائه نشده است، اما اجماع کلی در جامعهٔ علمی، مبنی بر این است که تاب‌آوری مفهومی چندجانبه و شامل ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی، کالبدی و محیطی است (Cutter et al., 2008; Norris et al., 2008). در پژوهش حاضر، تاب‌آوری از ابعاد کاهش مخاطرات زیرساختی و کالبدی است که شاخص‌های مورد نظر آن با استناد به مطالعات پژوهشگران استخراج شده است. موضوع پژوهش هم انتخاب ابعاد و شاخص‌ها برمبنای تناسب آن با مفهوم تاب‌آوری، میزان دسترسی، میزان حساسیت، قدرت، قابلیت تکثیر و دستیابی به آن‌ها، دامنه، سادگی و ارتباط میان آن‌ها و ابعاد مختلف است. برخی شاخص‌ها به‌طور مستقیم و برخی به‌صورت غیرمستقیم در تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی مؤثرند. از میان شاخص‌های رعایت استانداردهای ایمنی، آموزش و ارزیابی ریسک (Normandin et al., 2011)، از میان شاخص‌های سیستم‌های هوشمند و هشداردهنده، بازسازی زیرساخت‌های اضطراری و هماهنگی‌های سازمانی (Twigg, 2007: 9)، از میان شاخص‌های مشارکت مردم، زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی و ارزیابی آسیب‌پذیری از شاخص‌های طراحی‌شده (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲) و از میان شاخص‌های سیاست‌ها، سرمایه‌گذاری‌های مربوط به کاربری‌های حیاتی (Olshansky and Kartez, 1998) انتخاب شده است.

درنهایت، شاخص‌های انتخابی با دقت در پاسخ‌های دریافتی از مصاحبه‌ها، زیر نظر متخصصان، بومی‌سازی و تدقیق شدند. سپس پرسشنامهٔ اول بین جامعهٔ آماری پژوهش که سی نفر از متخصصان مدیریت بحران و شهرسازی مناطق ده‌گانهٔ شهرداری تبریز بودند، توزیع شد. برای طراحی پرسشنامه‌ها از طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت استفاده شد و پاسخگویان پاسخ هر پرسش را به‌ترتیب از کمترین درجهٔ ارزش و اهمیت تا بیشترین درجه در پنج رتبه تعیین کردند. نتایج پرسشنامه در قالب آمار توصیفی در نرم‌افزار SPSS از طریق آزمون‌های تی، فریدمن و خی‌دو تحلیل و آنالیز شد. محاسبهٔ روایی و پایایی پرسشنامه با فرمول آلفای کرونباخ صورت گرفت که مقدار آن برای این پرسشنامه ۰/۹۲۵، و نشان‌دهندهٔ هماهنگی درونی مناسب برای پرسشنامه و پایایی مناسب آن بود. پرسشنامهٔ دوم، به‌منظور مقایسهٔ زوجی معیارهای دخیل در تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی، با بهره‌گیری از فرایند تحلیل شبکه (ANP) و با وزن‌دهی از ۱ تا ۹ توماس ال ساعتی، بین صد متخصص مدیریت شهری توزیع شد. سپس نتایج پرسشنامه‌ها وارد محیط نرم‌افزاری Super Decisions شدند. درنهایت، با تلفیق این نظرها با امتیازات مدل ANP، تفاوت‌های کاربری‌های حیاتی در مناطق مختلف کلان‌شهر تبریز در ابعاد مختلف سنجش شدند. همچنین شاخص‌های مؤثر در تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی براساس مدل VIKOR اندازه‌گیری شدند. درنهایت، امتیاز تاب‌آوری هریک از شاخص‌ها محاسبه، و میزان تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی مناطق ده‌گانهٔ کلان‌شهر تبریز اندازه‌گیری و تحلیل شد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

محدودهٔ مورد مطالعه

محدودهٔ مورد مطالعه شهر تبریز است که با وسعتی حدود ۲۴.۴۷۸ هکتار، در ۳۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقهٔ عرض شمالی، و ۴۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقهٔ طول شرقی واقع شده است. متوسط ارتفاع شهر حدود ۱۴۶۰ متر از سطح دریاهای آزاد است و در سال ۱۳۹۰ جمعیت آن ۱.۴۹۴.۹۹۸ نفر با نرخ رشد سالانهٔ ۱/۳۵ درصد بوده است (مهندسان مشاور نقش محیط، ۱۳۹۵: ۱ و ۲۶).

قرارگیری روی سامانهٔ گسلی، موقعیت زمین‌شناختی، آسیب‌پذیری فراوان بناها و نبود امکانات مدیریت بحران، تاب‌آوری نسبتاً کمی برای این شهر رقم زده است.

شکل ۲. نقشهٔ منطقهٔ مورد مطالعه

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

Archive of SID

www.SID.ir

یافته‌های پژوهش

تجزیه و تحلیل اطلاعات نشان می‌دهد از نظر شاخص‌های اجرای کامل مقررات ساخت‌وساز و استانداردها، استحکام و مقاومت بنا و ارتباط منطقی بین کاربری‌های حیاتی خصوصی و تحت مدیریت دولتی، کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز تاب‌آوری زیادی دارند و میانگین امتیاز این شاخص‌ها به‌ترتیب ۳/۰۰، ۲/۹۶ و ۲/۹۴ و امتیاز فریدمن آن‌ها ۷/۸۴، ۷/۹۸ و ۶/۵۲ است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای وضعیت تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی

گویه	تأثیرات بهبود وضعیت کاربری‌های حیاتی در افزایش میزان تاب‌آوری آن‌ها				
	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	آزمون رتبه‌ای فریدمن	آمارهٔ T
پایداری (مقاومت زمین)	۲/۹۰	۰/۸۱۶	۰/۰۴۷	۷/۷۵	۷/۳۷
استحکام و مقاومت بنا	۲/۹۶	۰/۷۹۶	۰/۰۴۶	۷/۹۸	۱۰/۶۲
اجرای کامل مقررات ساخت‌وساز و استانداردها	۳/۰۰	۱/۴۱	۰/۰۸۱	۷/۸۴	۱۱/۲۱
بهسازی و مرمت آن‌ها	۲/۸۴	۰/۸۹۸	۰/۰۵۲	۷/۴۴	۶/۵۴
میزان هوشمندبودن و تجهیز آن‌ها به ابزار پیش‌بینی زلزله	۲/۲۲	۱/۰۱	۰/۰۵۸	۴/۶۷	−۱/۲۵
تأمین اعتبار و سرمایه‌گذاری از جهت تاب‌آورکردن آن‌ها	۲/۵۰	۰/۹۶۲	۰/۰۵۵	۵/۹۲	۴/۱۱
مشارکت مردم در تاب‌آورکردن آن‌ها	۲/۳۴	۰/۹۳۵	۰/۰۵۴	۵/۲۵	۰/۲۷
زمینی‌بودن شبکهٔ انتقال نیرو	۲/۶۶	۱/۹۳	۰/۱۱۱	۶/۲۰	۴/۷۸
پیش‌بینی امکان ذخیرهٔ اضطراری سوخت و آب	۲/۳۸	۰/۹۴۸	۰/۰۵۵	۵/۶۲	۱/۵۶
ارتباط منطقی بین کاربری‌های حیاتی خصوصی و تحت مدیریت دولتی	۲/۹۴	۳/۳۴	۰/۱۹۳	۶/۵۲	۸/۴۵
آموزش تاب‌آوری در برابر بحران برای کارکنان	۲/۶۲	۱/۰۲	۰/۰۵۹	۶/۳۶	۵/۷۱
جلوگیری از بزرگ‌سازی از لحاظ ابعاد و اندازه برای کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها	۲/۶۳	۰/۹۳۳	۰/۰۵۴	۶/۴۳	۶/۰۸
آزمون خی‌دو			۳۷۵/۳۹۷		
درجهٔ آزادی			۱۱		
سطح معناداری			۰/۰۰۰		

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

Archive of SID

www.SID.ir

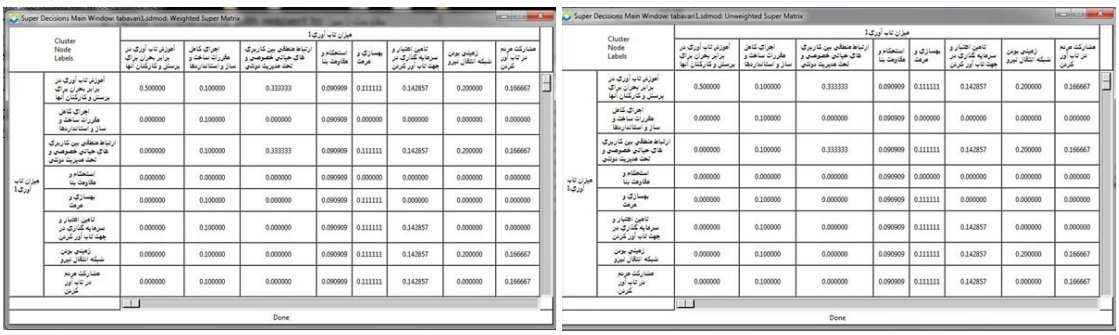
ارزش آزمون خی‌دو نشان می‌دهد ارتباط معناداری بین ارتقای کیفیت هریک از کاربری‌های حیاتی با تاب‌آوری این کاربری‌ها در برابر مخاطرهٔ طبیعی زلزله با معناداری ۰/۰۰۰ در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد که اعتماد ما به واقعی‌بودن نتیجه را افزایش می‌دهد. همچنین نتایج آزمون تی نشان داد سه شاخص از دوازده شاخص مورد مطالعه در کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز، در وضعیت نامطلوبی قرار دارند و ارزش تی آن‌ها کمتر از ۳ است. شاخص میزان هوشمندبودن و تجهیز کاربری‌های حیاتی به ابزار پیش‌بینی زلزله با ارزش آزمون تی ۱/۲۵، شاخص مشارکت مردم در تاب‌آورکردن کاربری‌های حیاتی با ارزش آزمون تی ۰/۲۷ و شاخص پیش‌بینی امکان ذخیرهٔ اضطراری سوخت و آب با ارزش آزمون تی ۱/۵۶ کاربری‌های حیاتی، وضعیت نامطلوبی دارند.

مقایسهٔ زوجی معیارها و شاخص‌های تاب‌آوری

در این مرحله از مدل ANP، معیارها از نظر اهمیت رتبه‌بندی می‌شوند. به همین منظور، برای هریک از عناصری که حداقل با یک عنصر دیگر در ارتباطند، ماتریس جداگانهٔ مقایسهٔ زوجی تشکیل شد. در این ماتریس، تمامی عناصری که با عنصر مذکور در ارتباطند، دوبه‌دو با یکدیگر مقایسه شدند و ضریب اهمیت هریک از آن‌ها محاسبه شد. سپس با کنترل ضریب سازگاری قضاوت‌ها، از صحت فرایند اطمینان حاصل شد و ضرایب محاسبه‌شده در قالب یک ماتریس ارائه شدند. در این ماتریس، برای عناصری که با یکدیگر در ارتباط نیستند، ضریب اهمیت صفر کاربرد دارد (Saaty, 2013: 48). معیارهای مورد بررسی شامل مقاومت زمین، استحکام بنا، اجرای مقررات و... هستند. در این مرحله، معیارها مقایسه می‌شوند. درواقع، باید بدانیم ارزش کدام معیار بیشتر از بقیه است. مقایسه‌های این مرحله براساس یک معیار کنترلی صورت می‌گیرد.

تشکیل ابرماتریس‌ها

پس از تشکیل ماتریس مقایسات زوجی، درنهایت این ماتریس در یک ماتریس بزرگ به نام ابرماتریس جمع شد و ابرماتریس غیروزنی تشکیل داد. سپس اعداد این ماتریس برمبنای جمع سطر و ستون نرمال شدند و ابرماتریس وزنی تشکیل شد. درنهایت، با به‌توان‌رساندن مکرر اعداد ابرماتریس وزنی در یک عدد، ابرماتریس حدی شکل گرفت که همهٔ مقادیر یک عنصر و گزینه در همهٔ ستون‌های آن یکسان بود.

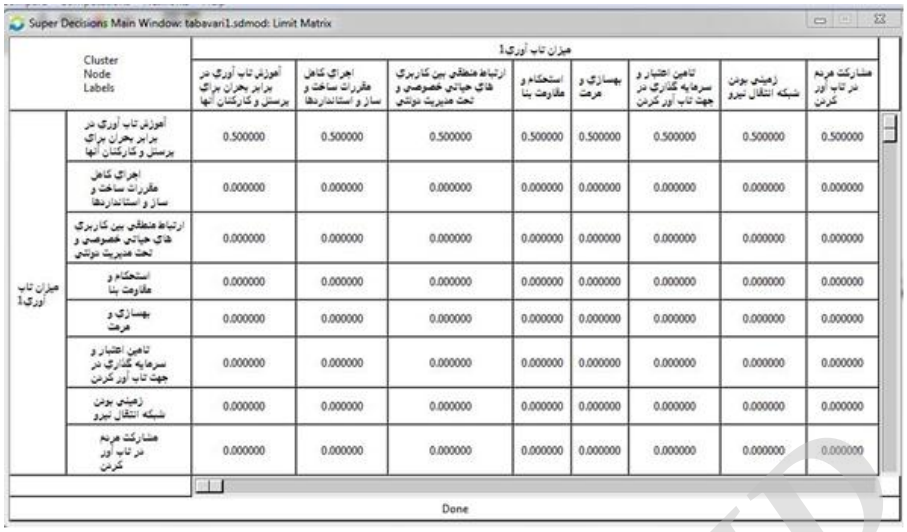


شکل‌های ۳ و ۴. قسمتی از ابرماتریس غیروزنی و وزنی تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی

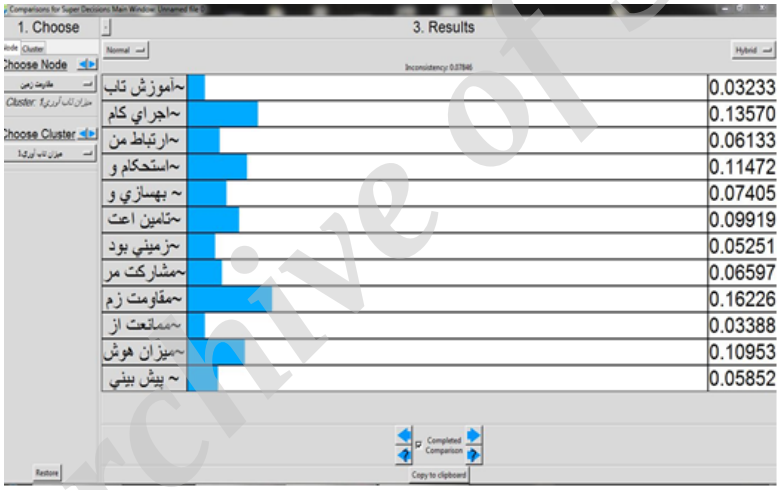
منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵. ابرماتریس حدی تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی



شکل ۶. وزن نهایی معیارهای تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی

منبع یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

تعیین ارزش نهایی عناصر و گزینه‌ها

درنهایت با ترکیب ابرماتریس‌ها، ارزش نهایی معیارها و گزینه‌ها به‌دست آمد و ارزش نهایی معیارها مطابق شکل ۸ تعیین شد.

بررسی مناطق مختلف شهری کلان‌شهر تبریز از منظر تاب‌آوربودن کاربری‌های حیاتی

به‌منظور سنجش تفاوت‌های منطقه‌ای در سطح کلان‌شهر تبریز از منظر وضعیت تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی، پرسشنامهٔ دوم بین صد متخصص مدیریت بحران در مناطق ده‌گانهٔ کلان‌شهر تبریز توزیع شد. درنهایت، با تلفیق این دیدگاه‌ها با امتیازات مدل ANP، تفاوت‌های مناطق شهری براساس مدل VIKOR بررسی شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

باید توجه داشت که تکنیک ویکور قابلیت زیادی در اولویت‌بندی با استفاده از معیارهای مورد بررسی دارد. همچنین بیشتر با دنیای واقعی منطبق و زمینه‌ساز تصمیم‌گیری مناسب است.

VIKOR (ویکور) روش MCDM توافقی است که آپریکوویچ و زنگ آن را ارائه کردند. این روش برمبنای روش ال‌پی‌متریک[1] طراحی شد (Jingzhu and Xiangyi, 2008: 84).

$$L_{pi}=\left\{\sum_{j=1}^{n}\left[w_i(f_j^*-f_{ij})/(f^*-f_j^-)\right]^p\right\}^{1/p} \quad (۱)$$

$$1\le p\le +\infty; i=1,2,...I.$$

در این روش می‌توان مقدار بیشینهٔ مطلوبیت گروهی برای اکثریت و کمینهٔ تأثر انفرادی را برای مخالفت فراهم کرد.

مراحل اجرای روش VIKOR

اولین مرحله در این مدل، ارائهٔ شاخص‌هاست.

جدول ۲. شاخص‌های به‌کاررفته در کیفیت کاربری‌های حیاتی

مناطق	شاخص‌ها											
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
۱	۲/۹۰	۳/۱۷	۳/۲۷	۳/۰۷	۲/۶۰	۲/۸۳	۲/۶۰	۲/۵۳	۲/۷۳	۲/۹۷	۲/۸۷	۳/۰۳
۲	۳/۱۷	۳/۱۳	۳/۲۰	۳/۱۷	۲/۴۷	۲/۹۳	۲/۷۰	۲/۷۳	۲/۲۷	۲/۷۰	۲/۴۷	۲/۶۷
۳	۳/۰۷	۳/۰۰	۲/۷۷	۲/۸۳	۲/۱۰	۲/۳۷	۲/۳۳	۲/۵۳	۲/۲۷	۲/۳۰	۲/۲۳	۲/۰۰
۴	۳/۱۷	۳/۳۳	۳/۳۳	۳/۶۷	۲/۸۰	۲/۹۶	۲/۶۳	۲/۸۰	۲/۲۰	۲/۵۳	۳/۱۰	۳/۲۰
۵	۲/۷۶	۲/۹۰	۲/۹۰	۲/۸۰	۲/۱۰	۲/۴۳	۲/۴۷	۲/۴۷	۲/۰۳	۲/۳۰	۲/۶۰	۲/۵۳
۶	۲/۶۷	۲/۷۳	۲/۶۳	۲/۷۳	۲/۱۰	۲/۲۳	۲/۲۰	۲/۶۳	۲/۲۷	۳/۰۳	۲/۸۰	۲/۴۳
۷	۲/۷۶	۲/۶۷	۳/۱۰	۲/۴۷	۲/۷۳	۲/۱۷	۲/۰۰	۲/۵۷	۲/۴۳	۲/۳۷	۲/۴۳	۲/۳۳
۸	۲/۵۳	۲/۴۳	۲/۴۰	۲/۵۰	۲/۰۳	۲/۱۳	۲/۰۷	۲/۲۰	۲/۱۳	۲/۳۰	۲/۳۰	۲/۲۰
۹	۳/۲۳	۳/۵۰	۳/۶۳	۳/۰۳	۲/۵۷	۲/۹۳	۲/۵۰	۳/۳۰	۳/۴۳	۶/۴۷	۳/۰۷	۳/۳۳
۱۰	۲/۸۰	۲/۷۳	۲/۸۰	۲/۴۷	۱/۶۷	۲/۰۰	۱/۹۳	۱/۸۳	۲/۱۰	۲/۴۳	۲/۳۳	۲/۵۳

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

محاسبهٔ مقادیر نرمال‌شده

فرض می‌کنیم m گزینه و i معیار داریم. گزینه‌های مختلف i به‌عنوان x_i مشخص شدند. برای گزینهٔ x_j رتبهٔ جنبهٔ jام به‌عنوان x_{ij} تعیین شد. برای سایر گزینه‌ها نیز همین روش اجرا شد. x_{ij} ارزش و مقدار معیار j ام است. برای فرایند نرمال‌سازی مقادیر که در آن x_{ij} ارزش اصلی گزینهٔ i ام و بعد jام است:

1. LP-metric

Archive of SID

www.SID.ir

$$f_{ij} = x_{ij} \Big/ \sqrt{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^2}, i = 1,2,...,m; \quad j = 1,2,...,n \qquad (۲)$$

بهترین و بدترین میزان هریک از مقادیر را در هر معیار شناسایی می‌کنیم و به‌ترتیب، f_j^* و f_j^- می‌نامیم:

$$f_j^* = Max\ f_{ij} \quad , i = 1,2,...,m$$
$$f_j^- = Min\ f_{ij}, j = 1,2,...,n \qquad (۳)$$

که در آن، f_j^* بهترین راه‌حل ایده‌آل مثبت و f_j^- بدترین راه‌حل ایده‌آل منفی برای معیار j ام است.

اگر تمامی f_j^* ها را به هم پیوند بزنیم، ترکیبی بهینه خواهیم داشت که بیشترین امتیاز را خواهد داد. درمورد f_j^- نیز همین‌طور است.

تعیین وزن معیارها

اوزان معیارها برای بیان اهمیت روابط آن‌ها محاسبه می‌شود. در این مقاله، از روش ANP برای وزن‌دهی به معیارها استفاده شده است.

جدول ۳. تعیین اوزان معیارها در پژوهش

شاخص‌ها	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12
وزن	۰/۱۶۲	۰/۱۱۵	۰/۱۳۶	۰/۰۷۴	۰/۱۰۹	۰/۰۹۹	۰/۰۶۶	۰/۰۵۲	۰/۰۵۸	۰/۰۶۱	۰/۰۳۲	۰/۰۳۴

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

محاسبهٔ فاصلهٔ گزینه‌ها از راه‌حل ایده‌آل

در این مرحله، فاصلهٔ هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل و سپس حاصل‌جمع آن‌ها برای ارزش نهایی براساس روابط ۴ و ۵ محاسبه می‌شود:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_i (f_j^* - f_{ij}) / (f^* - f_j^-) \qquad (۴)$$

$$R_i = Max[w_i (f_j^* - f_{ij}) / (f^* - f_j^-)] \qquad (۵)$$

S_i بیانگر نسبت فاصله گزینهٔ i ام از راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین ترکیب)، و R_i بیانگر نسبت فاصلهٔ گزینهٔ i ام از راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین ترکیب) است. برترین رتبه براساس ارزش S_i و بدترین رتبه براساس ارزش R_i به‌دست می‌آید. به عبارت دیگر، S_i و R_i به‌ترتیب همان L_{1i} و L_{*i} در روش ال‌پی‌متریک هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبهٔ مقدار ویکور Q_i

این مقدار برای هریک از iها به‌صورت رابطهٔ ۶ تعریف می‌شود:

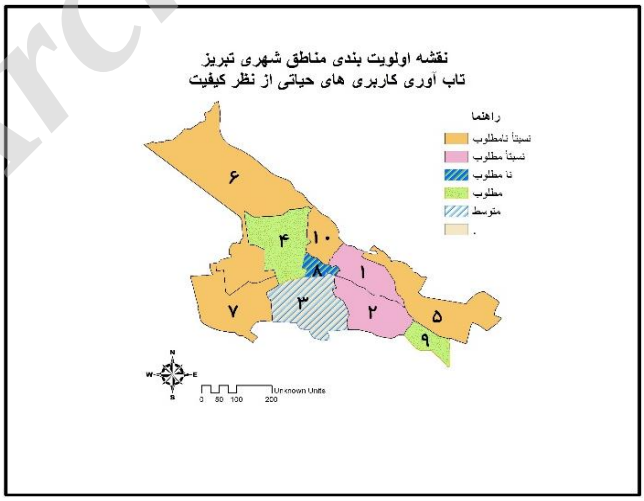
$$Q_i = v\left[\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*}\right] + (1-v)\left[\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*}\right] \quad (۶)$$

در این مرحله، براساس مقادیر Q_i محاسبه‌شده در گام قبل، گزینه‌ها رتبه‌بندی، و دربارهٔ آن‌ها تصمیم‌گیری می‌شود.

جدول ۴. اولویت‌بندی مناطق شهری تبریز برمبنای تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی

مناطق	امتیاز ویکور	رتبه
۱	۰/۳۱۲	۴
۲	۰/۲۱۲	۳
۳	۰/۵۳۸	۵
۴	۰/۱۴۳	۲
۵	۰/۶۱۷	۶
۶	۰/۷۳۷	۸
۷	۰/۶۸۷	۷
۸	۱	۹
۹	۰	۱
۱۰	۰/۷۳۷	۸

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶



شکل ۷. اولویت‌بندی مناطق شهری تبریز برمبنای تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

Archive of SID

www.SID.ir

یافته‌های پژوهش براساس مدل ویکور نشان می‌دهد وضعیت تاب‌آوری مناطق ۴ و ۹ مطلوب، ۱ و ۲ نسبتاً مطلوب، ۳ متوسط، ۵، ۶، ۷ و ۱۰ نسبتاً نامطلوب و ۸ نامطلوب است. سنجش تفاوت مناطق بدین شکل است که مقدار ویکور ۰ تا ۰/۲۰۰ مطلوب، ۰/۲۰۱ تا ۰/۴۰۰ نسبتاً مطلوب، ۰/۴۰۱ تا ۰/۶۰۰ متوسط، ۰/۶۰۱ تا ۰/۸۰۰ نسبتاً نامطلوب و ۰/۸۰۱ تا ۱ نامطلوب است.

با مطالعهٔ یافته‌های پیشینه دربارهٔ ابعاد مورد نظر پژوهش حاضر که به مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز پرداخته‌اند، همچنین تجزیه و تحلیل این یافته‌ها به نتایج زیر می‌رسیم.

مطابق تحلیل و محاسبات آماری فرزاد بهتاش، مقدار میانگین تاب‌آوری برای بعد کاهش مخاطرات ۲/۳۰، بعد زیرساختی ۲/۱۸، بعد کالبدی–ساختاری ۲/۰۰ و میزان میانگین تاب‌آوری کل کلان‌شهر تبریز ۲/۳۳ (پایین‌تر از ۳) است. مقادیر برای همهٔ ابعاد تاب‌آوری به‌سمت آسیب‌پذیری گرایش دارد؛ بنابراین، خبرگان معتقدند که شهر تبریز از نظر تاب‌آوری وضعیت مطلوبی ندارد (فرزاد بهتاش، ۱۳۹۲: ۴۱).

شکل ۸. نتایج آزمون تی با ارزش ۳ در معیارهای وضعیت تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۶

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ایمن‌سازی کاربری‌های حیاتی شهرها در برابر حوادث طبیعی، نقشی مهم در افزایش پایداری و مقاومت شهر در زمان بحران دارد. آنچه در زمینهٔ این کاربری‌ها مهم است، نقش مؤثر آن‌ها در استمرار فعالیت‌ها و زندگی شهروندان و حیات شهری، به‌ویژه در زمان بحران و همچنین تأثیر نبود این شبکه‌ها یا تاب‌آورنبودن آن‌ها بر زندگی شهروندان است؛ به‌ویژه در شهرهای فشردهٔ امروزی از جمله کلان‌شهر تبریز، این عامل آسیب‌پذیری را افزایش می‌دهد. اگر پرداختن به تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی در کلان‌شهر تبریز کامل و همه‌سونگر نباشد، در آینده هزینه‌های سنگین‌تری از نظر تکمیل اقدامات و فعالیت‌ها در این زمینه به شهروندان تحمیل خواهد شد که مشکلات ناشی از این هزینه‌ها، بدون برنامه و خودبه‌خود سامان نمی‌یابد. برنامه‌ریزی مستمر و پایدار در این زمینه ضرورتی انکارناپذیر است؛ بنابراین، باید با انجام‌دادن مطالعات موضعی، سطح کاربری و ایمن‌سازی کاربری‌های حیاتی را مشخص کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج کلیدی پژوهش حاضر در ادامه بیان شده است:

۱. از دوازده معیار مؤثر بر تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز، اجرای کامل مقررات ساخت‌وساز و استانداردها، استحکام و مقاومت بنا، ارتباط منطقی بین کاربری‌های حیاتی خصوصی و تحت مدیریت دولتی کاربری‌های حیاتی، به‌ترتیب امتیاز میانگین عددی ۳/۰۰، ۲/۹۶ و ۲/۹۴ و امتیاز فریدمن ۷/۸۴، ۷/۹۸ و ۶/۵۲ دارند. این امر نشان می‌دهد تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی تبریز از نظر این شاخص‌ها در وضعیت نسبتاً مطلوبی قرار دارد.

۲. ارزش آزمون خی‌دو (۳۹۷، ۳۷۵) نشان می‌دهد ارتباط معناداری بین ارتقای کیفیت هریک از کاربری‌های حیاتی با تاب‌آوری آن‌ها در برابر مخاطرهٔ طبیعی زلزله با sig۰/۰۰۰ در سطح اطمینان ۹۹ درصد وجود دارد.

۳. براساس نتایج آزمون تی، سه شاخص از دوازده شاخص مورد مطالعه در ارزیابی کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز وضعیت نامطلوبی دارند و ارزش تی آن‌ها کمتر از ۳ است؛ به‌طوری‌که شاخص میزان هوشمندبودن و تجهیز کاربری‌های حیاتی به ابزار پیش‌بینی زلزله، با ارزش آزمون تی ۱/۲۵- محاسبه شده است. همچنین شاخص مشارکت مردم در تاب‌آورکردن کاربری‌های حیاتی با ارزش آزمون تی ۰/۲۷ و شاخص پیش‌بینی امکان ذخیرهٔ اضطراری سوخت و آب با ارزش آزمون تی ۱/۵۶ مشخص شده است.

۴. با تلفیق یافته‌های مدل ANP و ویکور نتیجه می‌گیریم که از نظر ارزیابی وضعیت تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی کلان‌شهر تبریز، وضعیت مناطق ۴ و ۹ مطلوب، مناطق ۱ و ۲ نسبتاً مطلوب، منطقهٔ ۳ متوسط، مناطق ۵، ۶، ۷ و ۱۰ نسبتاً نامطلوب و درنهایت وضعیت منطقهٔ ۸ نامطلوب است. سنجش تفاوت مناطق بدین شکل است که مقدار ویکور ۰ تا ۰/۲۰۰ مطلوب، ۰/۲۰۱ تا ۰/۴۰۰ نسبتاً مطلوب، ۰/۴۰۱ تا ۰/۶۰۰ متوسط، ۰/۶۰۱ تا ۰/۸۰۰ نسبتاً نامطلوب و ۰/۸۰۱ تا ۱ نیز نامطلوب‌اند؛ بنابراین، بعد از تحلیل وضعیت موجود، پیشنهادهای زیر برای تاب‌آوری کاربری‌های حیاتی مناطق مختلف کلان‌شهر تبریز ارائه می‌شود:

- ✓ در مناطق ۱ و ۲ با تاب‌آوری نسبتاً مطلوب: جلوگیری از تراکم ساختمانی در پیرامون کاربری‌های حیاتی؛
- ✓ در منطقهٔ ۳ با درجهٔ تاب‌آوری متوسط: حفظ وضعیت فعلی و تلاش برای بهبود و ارتقای کیفیت کاربری‌های حیاتی، ایجاد گشایش فضایی پیرامون این کاربری‌ها و تجهیز این کاربری‌ها به سیستم‌های هوشمند؛
- ✓ در منطقهٔ ۵ که عمدتاً بافت جدید شهر تبریز با تاب‌آوری نسبتاً نامطلوب است: افزایش تعداد این کاربری‌ها با تأکید بر مکان‌یابی صحیح آن‌ها پیرامون فضاهای باز و جلوگیری از فشرده‌سازی بافت‌های درحال‌تکوین پیرامون کاربری‌های حیاتی و جلوگیری از ایجاد این کاربری‌ها در محدودهٔ خط گسل؛
- ✓ در مناطق ۶ و ۷ با تاب‌آوری نسبتاً نامطلوب و با داشتن واحدهای صنعتی متعدد: انجام‌دادن ساخت‌وسازهای متراکم، پیش‌بینی کاربری‌های حیاتی متناسب با فعالیت‌های عملکردی برای رفع نیازهای مناطق مورد نظر در زمان بحران با درنظرگرفتن تاب‌آوربودن این کاربری‌ها؛
- ✓ در منطقهٔ ۸ کلان‌شهر تبریز که جزء بافت قدیمی شهر محسوب می‌شود، با داشتن وضعیت نامطلوب از

Archive of SID

www.SID.ir

لحاظ تاب‌آوری: توجه به بهسازی و نوسازی، و رعایت مقررات و استانداردهای لازم، سرمایه‌گذاری برای تاب‌آورکردن کاربری‌های حیاتی موجود و انتقال و جابه‌جایی کاربری حیاتی با عملکرد فرامنطقه‌ای به سایر مناطق؛

- ✓ منطقهٔ ۹ از منظر تاب‌آوربودن کاربری‌های حیاتی در وضعیت مطلوب قرار دارد و جزء مناطق جدید توسعهٔ کلان‌شهر تبریز است که به‌تازگی به متن شهر پیوسته و ضوابط شهرسازی در آن درنظر گرفته شده است: تأکید بر اجرای کامل طرح تفضیلی مصوب بدون اعمال تغییرات بعدی از طریق کمسیون مادهٔ ۵؛
- ✓ در منطقهٔ ۱۰ تبریز، به‌عنوان ناحیه‌ای با تاب‌آوری نسبتاً نامطلوب: تعادل‌بخشی در سازمان فضایی شهر از طریق ایجاد و توسعهٔ کاربری‌های حیاتی و جلوگیری از ایجاد این کاربری‌ها در محدودهٔ نزدیک به خط گسل؛
- ✓ نظارت بیشتر در تهیهٔ طرح‌های جامع شهری: با درنظرگرفتن اصول و معیارهای تاب‌آوری.
- ✓ اولویت تعادل‌بخشی در سازمان فضایی شهر تبریز: از طریق ایجاد زیرساخت‌ها در نواحی محروم؛
- ✓ ایجاد سیستم‌های چندمنظوره که بتوان هریک از آن‌ها را در مواقع اضطراری جایگزین سیستم آسیب‌دیده کرد.
- ✓ تجهیز بخش‌های کلیدی شهرها به سیستم تولیدی انرژی‌های خورشیدی که در شرایط بحرانی به‌عنوان سیستم مکمل برق شهری عمل می‌کند؛
- ✓ تقویت و استحکام همهٔ تجهیزات گاز شهری با استفاده از کدهای لرزه‌ای مناسب و ایجاد سیستم کنترل مرکزی؛
- ✓ استفاده از شیرهای دائمی اطفای حریق در تقاطع‌ها و گره‌های کانونی آن‌ها: این شیرها از انشعابات اصلی خطوط توزیع گاز می‌گذرد و در شرایط بحرانی به کنترل و اطفای حریق کمک شایانی می‌کند؛
- ✓ درصورت استفاده از سیستم‌های پیشرفتهٔ مجاری واحدهای تأسیساتی: باید ضمن رعایت استانداردهای مربوط، تدابیر ویژه‌ای برای قطع برق و گاز شبکه از طریق سیستم‌های هوشمند درنظر گرفته شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

برنافر، مهدی و کاظم افرادی (۱۳۹۳)، «اولویت‌بندی مراکز حیاتی، حساس و مهم شهر بندرانزلی و ارائهٔ راهکارهای دفاعی از دید پدافند غیرعامل»، نشریهٔ پژوهش‌های کاربردی علوم جغرافیایی، دورهٔ چهاردهم، شمارهٔ ۳۲، صص ۱۶۱-۱۷۹.

پورمحمدی، محمدرضا و همکاران (۱۳۹۱)، «برنامه‌ریزی شهری متناسب با پدافند غیرعامل با تأکید بر ارزیابی و برنامه‌ریزی بهینهٔ کاربری اراضی شهر سنندج»، نشریهٔ جغرافیایی سپهر، دورهٔ بیست‌ویکم، شمارهٔ ۸۳، صص ۹۷-۱۰۷.

حسین‌زاده دلیر، کریم و همکاران (۱۳۹۱)، «پدافند غیرعامل و توسعهٔ پایدار شهری با تأکید بر کاربری‌های تهدیدپذیر کلان‌شهر تبریز از منظر جنگ»، مجلهٔ جغرافیا و پایداری محیط، زمستان ۱۳۹۱، دورهٔ ۲، شمارهٔ ۵، صص ۱-۲۴.

رضایی، محمدرضا (۱۳۸۹)، «تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به‌منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله)، مطالعهٔ موردی: کلان‌شهر تهران»، پایان‌نامهٔ دکتری، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس.

صالحی، اسماعیل و همکاران (۱۳۹۰)، «بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکهٔ علیت»، محیط‌شناسی، سال سی‌وهفتم، شمارهٔ ۵۹، صص ۹۹-۱۱۲.

فرزاد بهتاش، محمدرضا (۱۳۹۱)، «تبیین ابعاد اجتماعی و فرهنگی تاب‌آوری شهر تبریز»، رسالهٔ دکتری، دانشگاه هنر اسلامی تبریز.

فرزاد بهتاش و همکاران (۱۳۹۲)، «ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز»، نشریهٔ هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، پاییز ۱۳۹۲، دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۳، صص ۳۳-۴۲.

ملکی، کیومرث (۱۳۹۱)، *ارزیابی تحلیل آسیب‌پذیری کاربری‌های حساس شهر تبریز از منظر پدافند غیرعامل با تأکید بر بحران زلزله با استفاده از GIS*، طرح پژوهشی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

مهندسان مشاور معماری و شهرسازی، نقش محیط (۱۳۹۵) *طرح جامع شهر تبریز*، ادارهٔ کل راه و شهرسازی استان آذربایجان شرقی.

ولدبیگی، برهان‌الدین و غلامرضا پورحیدری (۱۳۹۳)، *تاب‌آوری بحران؛ الزامی ملی*، انتشارات انجمن علمی مدیریت بحران ایران، تهران.

Buckle P., Marsh G., and Smale S. (2003), *Reframing Risk, Hazard, Disasters, and Daily Life :A Report of Research into Local Appreciation of Risks and Threats*, The Australian Journal of Emergency Management, Vol. 18, No. 2: 81–87.

Buckle P. (2006), *Assessing Social Resilience*, in Disaster Resilience an Integrated Approach edited by D. Paton and D. Johnston: 88–104, Charles C Thomas Publisher, Springfield, Illinois.

Colten, C. E. et al. (2008), *Community Resilience: Lessons from New Orleans and Hurricane Katrina, CARRI Research Report 3*, Community and Regional Resilience Initiative: 1–5

Cutter, S. L. et al. (2008), *A Place-Based Model for Understanding Community Resilience to Natural Disasters*, Global Environmental Change: 1–9.

Cutter, Susan L. et al. (2008), *Community and Regional Resilience: Perspectives from Hazards*, Disasters, and Emergency Management, CARRI Research Report 1.

Dutta, V. Doi: 10.1016/j. Gloenvcha, 2008. 07. 013, 2008.

Godschalk, D. (2007), *Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cit*ies, Natural Hazards Review, Vol. 4, No. 3: 136–143.

Archive of SID

www.SID.ir

Holling, C. S. (1973), *Resilience and Stability of Ecological Systems*, Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 1, No. 4: 1–23.

Leon, J., and March, A. (2014), *Urban Morphology as a Tool for Supporting Tsunami Rapid Resilience: A Case Study of Talcahuano*, Chile, Habitaa International, Vol. 43, July 2014, Pages 250–262.

Jingzhu, W., Xiangyi Lin (2008), *The Multiple Attributed Decision-Making VIKOR Method and Its Application*, Journal of Yantai University, Natural Science and Engineering., 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing.

Jha, K., Miner, W., and Geddes, S. (2012), *Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice*, The World Bank: 155.

Karrholm, M., Nylund, K., and Fuente, P. (2014), *Spatial Resilience and Urban Planning: Addressing the Interdependence of Urban Retail Areas*, Cities, Vol. 36, No. 36: 121–130.

Mayunga, L. (2007), *Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A Capital- Base Approach*, A draft working paper prepared for the summer academy for social vulnerability are resilience building, Munich, Germany.

Moteff, J., Claudia C. D., and Fisher J. (2002), Critical Infrastructures: *What Makes on Infrastructure*, Report for Congress, The Library of Congress, Wishington D. C.

Normandin, J. M., Therrien, M. C., and Tanguay, G. A. (2011), *City Strength in Times of Turbulence: Strategic Resilience Indicators*, Urban Affairs Association Association 41st Conference, New Orleans.

Norris, F. H. et al. (2008), *Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness*, Am J Community Psychol, Vol. 41, No. (1-2): 50–127.

Olshansky, R. B., and Kartez, J. D. (1998), *Managing Land Use to Build Resilience*, In Cooperating with nature: Confronting natural hazards with land use planning for sustainable communities, edited by R. J. Burby. Washington, D.C., Joseph Henry Press, Washington D.C.

Paton, D., and Johnston, D. (2006), *Disaster Resilience, An Integrated Approach*, Springfield, IL: Charles C. Thomas, P. 320.

Saaty, T. L. (2013), *Theory and Applications of the Analytic Network Process*: *Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks*, RWS Publications, Pittsburgh.

Twigg, J. (2007), *Characteristics of a Disaster Resilient Community: A Guidance Note Version 1* (for Field Testing) August 2007, for the DFID.

UNISDR (2010), *Resilient Cities: My City is Getting* Ready, UNISDR Press, Geneva, It's available on: http://www.unisdr.org/english/campaigns/campaign2010-2011

Webster Dictionary.

Zhou, H. et al. (2009), *Resilience to Natural Hazards: A Geographic Perspective*, Nat Hazards, DOI 10.1007/s11069- 009- 9407-y.

Bornafar, M., and Afradi, K. (1393), *Prioritization of Critical, Critical and Important Centers of Bandar Anzali City and Providing Defensive Solutions from the Viewpoint of Non-Operational Defense*, Journal of Applied Geographical Sciences, Vol. 14, No. 32: 161–179. *(In Persian)*

Archive of SID

www.SID.ir

Pourmohammadi, M. R. et al. (2012), *Urban Planning Appropriate to Passive Defense with Emphasis on Evaluation and Planning of Land Use Optimization in Sanandaj*, Sepahr Geographic Journal, Vol. 21, No. 83: 97–107. *(In Persian)*

Hosseinzadeh Delir, K. (2012), *Passive Defense and Sustainable Urban Development with Emphasis on Threatful Use of Tabriz Metropolis from the Perspective of War*, Journal of Geography and Environmental Sustainability, Vol. 2, No. 5: 1–24. *(In Persian)*

Rezaei, M. R. (2010), *Explaining Resilience of Urban Communities in Order to Reduce the Effects of Natural Disasters on Earthquake, Metropolitan Case Study*, PhD Thesis, Geography and Urban Planning, Tarbiat Modarres University. *(In Persian)*

Salehi, E. et al. (2011), *Investigating the Environmental Resilience Using the Pathology Model*, Journal of Environmental Studies, Vol. 37, No. 59: 99–112 . *(In Persian)*

Farzad Behtash, M. R. (2012), *Explaining the Social and Cultural Dimensions of Resilience of Tabriz City*, PhD Thesis, Islamic Art University of Tabriz. *(In Persian)*

Farzad Behtash, M. R. (2012), *Considering Social and Cultural Dimensionof Resilient Cities*, International Disaster and Risk Conference, IDRC, Davos Swiss. *(In Persian)*

Farzad Behtash, M. R. et al. (2013), *Evaluation and Analysis of Dimensions and Components of Resilience of Metropolis of Tabriz*, Journal of Fine Arts, Architecture and Urban Development, Vol. 18, No. 3: 33–42. *(In Persian)*

Architectural and Urban Development Consultant Engineers, Role of Environment (2016), Tabriz General Design, Road and Urban Planning Office of East Azarbaijan Province. *(In Persian)*

Valadbeigi, B., and Pourheidari, Gh. (2014), *Resilience of the National Crisis*, Islamic Republic of Iran Crisis Management Scientific Society. *(In Persian)*

Maleki, K. (2012), *Evaluation of Vulnerability Analysis of Sensitive Uses of Tabriz City from the Perspective of Inactive Patches with Emphasis on the Earthquake Crisis Using the GIS*, the Geographical Organization of the Armed Forces Research Project. *(In Persian)*

Farzad, Behtash, M. R. (2012), *Considering Social and Cultural Dimensionof Resilient Cities*, International Disaster and Risk Conference, IDRC, Davos Swiss.

Archive of SID

www.SID.ir