

تحلیل مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی بررسی موردی: استان تهران*

اسفندیار زبردست

استاد دانشکده شهرسازی، دانشکده‌های هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول مکاتبات)

E-mail: zebardst@ut.ac.ir

حدیث کمری

کارشناس ارشد برنامه‌ریزی منطقه‌ای، دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

یکی از نیازهای شهرها و مناطق برای مواجهه با مخاطرات طبیعی، نحوه مدیریت بحران با استفاده از مفهوم تاب‌آوری است که یک مفهوم مقیاس پذیر است و می‌بایست قلمرو وسیع‌تر منطقه را دربرگیرد. امروزه مطالعات اندکی در خصوص تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر مخاطرات طبیعی انجام گرفته است، لذا پژوهش حاضر سعی به بررسی این مفهوم در سطح منطقه دارد. با توجه به سوابق تاریخی فعالیت گسل‌ها، استان تهران در آینده با زلزله‌ای عظیم مواجه خواهد شد. هدف از پژوهش حاضر، تحلیل مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی استان تهران است. از آنجایی که برای دستیابی به ویژگی‌های مناطق تاب‌آور در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی، به شاخص‌هایی جامع نیاز است، لذا با در نظرگیری مدل‌های جامع در مطالعات نظری و تجربی، شاخص‌ها در قالب مدل تلفیقی (BRIC, DROP) (کمی) و ذهنی (کیفی)، روش مطالعات اسنادی و استفاده از پرسش‌نامه الکترونیکی است. جامعه آماری، ساکنین استان تهران هستند که حجم نمونه با فرمول کوکران در کل استان، ۳۸۴ نفر برآورد شده است و برای تقلیل شاخص‌ها و یافتن مؤلفه‌ها، با روش تحلیل عاملی اکتشافی و نرم‌افزار SPSS، شاخص‌ها به ۲۳ مؤلفه تقلیل یافتند و با محاسبه شاخص مرکب از طریق مجموع امتیاز ابعاد عینی و ذهنی و نحوه توزیع فضایی آن در نرم‌افزار ArcGIS مورد بررسی قرار گرفت و میزان ارتباط و تأثیر هر یک از مؤلفه‌ها بر تاب‌آوری منطقه‌ای استان تهران از طریق تحلیل رگرسیون خطی (آزمون معناداری R^2 برابر ۰/۵۴)، برای مؤلفه‌های ذهنی و از طریق میانگین امتیازات عاملی، برای مؤلفه‌های عینی انجام شد. نتایج حاکی از آن است که نیمی از استان تهران دارای تاب‌آوری اندکی است و در صورت وقوع زمین‌لرزه در هر یک بالأخص شهرستان تهران که پایتخت را دربردارد، تاب‌آوری اندکی را از خود نشان خواهند داد که تبعاتی را در پی دارد.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری، تاب‌آوری منطقه‌ای، تحلیل مؤلفه‌ها، مخاطرات لرزه‌خیزی، استان تهران

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد حدیث کمری با عنوان «تحلیل مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای و برنامه‌ریزی در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی، مورد مطالعه: استان تهران» است که با راهنمایی دکتر اسفندیار زبردست در دانشکده شهرسازی دانشگاه تهران انجام شده است.

مقدمه

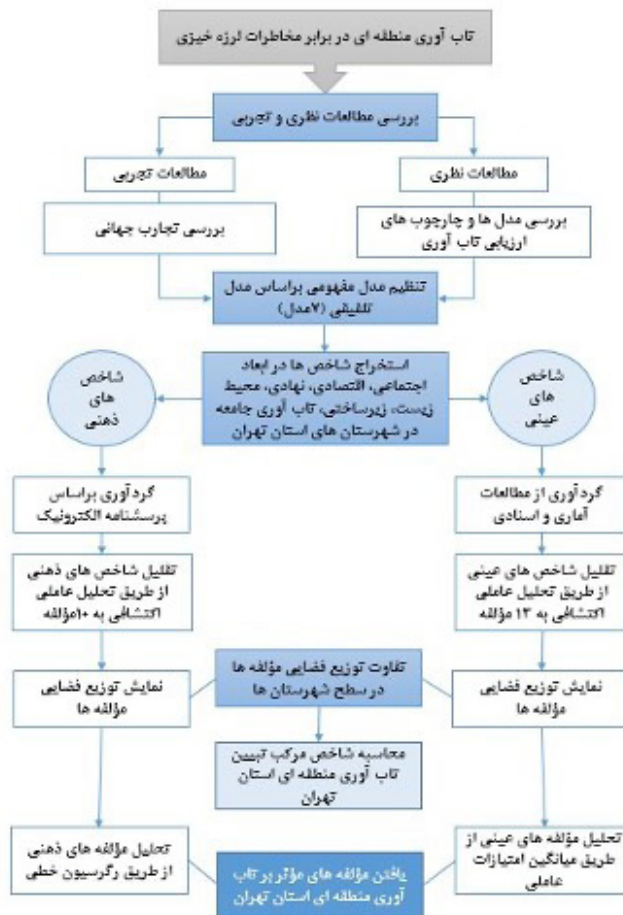
یکی از معضلاتی که در طی قرون جوامع انسانی را مورد تهدید قرار داده، سوانحی است که در صورت عدم آمادگی، صدمات جبران‌ناپذیری به ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها وارد می‌کند (داداش‌پور و عادل، ۱۳۹۴، ۷۴). زمین‌لرزه به دلیل وسعت و شدت خسارت‌هایی که وارد می‌سازد، یکی از شناخته‌شده‌ترین سوانح طبیعی جهان به‌شمار می‌رود. ناتوانی در پیش‌بینی زمین‌لرزه می‌تواند منجر به ایجاد خسارت‌ها و افزایش هزینه‌ها و وخامت اوضاع گردد. در واقع زمین‌لرزه پدیده‌ای است طبیعی که می‌تواند قابلیت بحران نداشته باشد؛ بلکه آمادگی و برنامه‌ریزی دقیق برای تخمین آسیب‌پذیری و کنترل و کاهش زلزله، می‌تواند تعیین‌کننده درجه بحران باشد (عزیزی و اکبری، ۱۳۸۷، ۳). از آنجاکه شهرها و مناطق در جهان امروز در هويت اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی و نحوه قرار گرفتن در معرض خطرپذیری متفاوت هستند، هریک از آن‌ها رویکردهای متفاوتی را در مواجهه با این تحولات و کاهش پیامدهای منفی به حداقل ممکن را دارند (Mitchell & Harris, 2012, 2). کمک به محیط برای آماده‌سازی و برنامه‌ریزی، جذب، بازیابی و انطباق موفقیت‌آمیز با رویدادهای زلزله از طریق مفهوم تاب‌آوری که توسط آکادمی ملی ایالت متحده تعریف شده است، ضروری می‌باشد (Du et al., 2023, 1).

یکی از جنبه‌های مهم در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، توجه به آسیب‌پذیری و میزان تاب‌آوری شهرها و مهم‌تر از آن تاب‌آوری مناطق در برابر زلزله است. از آنجایی که شهرها زمانی تاب‌آور می‌شوند که در مناطق تاب‌آور قرار داشته باشند، لذا تاب‌آوری در مقیاس منطقه‌ای با توجه به پیوستگی شهرهای درون یک منطقه قابل توجه است. تاب‌آوری منطقه‌ای به جای پرداختن صرفاً به مکانی خاص، مناطقی را که شامل چندین نقاط شهری هم‌جوار هستند، دربرمی‌گیرد و با دارا بودن نگاهی همه‌جانبه، تمامی حوزه‌های نقاط شهری را پوشش می‌دهد. در واقع می‌توان اذعان نمود که تاب‌آوری شهری و منطقه‌ای دو بعد از یک سیاست مشترک هستند که ارتقاء آن‌ها درگرو همکاری و هماهنگی هر دو مقیاس است. تاب‌آوری منطقه‌ای قادر است با بررسی ویژگی‌ها و برنامه‌ریزی مدیریت بحران در سطح منطقه، تأثیر مستقیم بر تاب‌آوری شهرها داشته باشد.

مسئله سوانح طبیعی از جمله زمین‌لرزه در استان تهران و بالأخص کلانشهر تهران به‌عنوان پایتخت کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به تعداد گسل‌ها در سطح استان تهران و سوابق تاریخی فعالیت آن‌ها می‌توان به این نکته پی برد که تهران با زلزله‌ای عظیم مواجه خواهد شد. در سوابق تاریخی تهران زلزله‌های بزرگی مانند زلزله ۷/۱ ریشتری دماوند در ۱۸۳۰ میلادی، زلزله ۷/۱ ریشتری ری در ۸۵۵ میلادی و بسیاری دیگر از زلزله‌های بالای ۷ ریشتر ثبت شده است. دوره بازگشت زلزله‌های تهران در حدود ۱۵۰ الی ۲۰۰ سال می‌باشد. از آنجایی که آخرین زلزله نیرومند بیش از ۱۷۰ سال گذشته است، خطر وقوع زلزله در تهران بسیار بالاست (رشیدی و همکاران، ۱۳۹۰). از طرفی رشد غیراصولی جمعیت و فعالیت در استان تهران و بالأخص شهر تهران به‌خصوص در چند دهه اخیر و نبود برنامه و توانمندی‌های عملیاتی لازم برای مدیریت بحران در مقابله با تبعات وقوع زمین‌لرزه، نشان می‌دهند که در صورت وقوع زلزله‌ای شدید در تهران، تلفات و صدمات جبران‌ناپذیری به این استان و در نگاهی جامع‌نگر به کل کشور وارد خواهد شد. همچنین مسئله حائز اهمیت دیگر در پژوهش حاضر، این است که عمده مطالعات تاب‌آوری جهانی، در مقیاس‌های شهری و محلی بوده و به تبع شاخص‌های مورد استفاده در آن‌ها نیز در مقیاس‌های پایین‌تر از مقیاس منطقه‌ای بودند. ارائه نمای کلی سؤالات پژوهش به شرح زیر است:

- مؤلفه‌های تبیین‌کننده تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر سوانح طبیعی (زلزله) در سطح شهرستان‌های استان تهران کدامند؟
- تفاوت میان توزیع فضایی مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر سوانح طبیعی (زلزله)

در سطح شهرستان‌های استان تهران چگونه است؟
- هریک از مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای، چه تأثیری بر میزان تاب‌آوری استان تهران دارند؟
روند انجام کار در مقاله حاضر، در شکل (۱) نمایش داده شده است.



شکل ۱. فرایند مطالعه

مبانی نظری

تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر سوانح طبیعی

واژه «تاب‌آوری»^۱، رویکردی نسبتاً جدید در مباحث مرتبط با سوانح طبیعی است که در چارچوب برنامه اقدام هیوگو برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ در اجلاس جهانی هیوگو مطرح شد (ISDR, 2005). این اصطلاح، از لغت لاتین Resilio به معنای «بازگشت به گذشته» استخراج شده است و در رشته‌ها و عرصه‌های موضوعی مختلف به کار برده شده است (Amaratunga & Haigh, 2011, 5). هولینگ^۲ (که از وی به‌عنوان پدر تاب‌آوری یاد می‌شود)، در سال ۱۹۷۳ این واژه را در زمینه بوم‌شناسی و اکولوژیک با عنوان تاب‌آوری سیستم‌های اکولوژیک رواج داد (Holling, 1973, 4). به تدریج استفاده از این مفهوم افزایش یافت و برای نخستین بار در سال ۱۹۸۱ توسط تیمرمن^۳ وارد حوزه مرتبط با مخاطرات و فاجعه شد (Amaratunga & Haigh, 2011, 5). تاب‌آوری به مفهومی اشاره دارد که سیستم‌ها پس از شوک‌ها بهبود می‌یابند یا می‌توانند قابلیت‌هایی برای مقابله با شوک‌های آینده ایجاد کنند. تاب‌آوری را می‌توان در مقیاس‌های مختلف محلی، منطقه‌ای، شهری و غیره به کار برد (Hassink & Gong, 2019, 3).

تاب‌آوری در ارتباط با بررسی ظرفیت جامعه در مقیاس‌های مختلف، برای آمادگی، مقاومت، بازیابی و حفظ هویت خود در مواجهه با مخاطرات طبیعی ایجاد شده است و امکان تداوم جامعه و بهبود سریع در صورت وقوع مخاطرات را فراهم می‌کند. دو عامل دیگر به تاب‌آوری یک جامعه کمک می‌کنند: ۱. ارتباطات و وابستگی‌های متقابل بین سطوح مختلف جغرافیایی، از جمله محله، شهر، شهرستان و استان؛ ۲. ظرفیت یک جامعه برای تغییر و انطباق با چالش‌های ناشی از تغییر شرایط، مانند مرحله بهبودی یک فاجعه فوری مانند زلزله یا آتش‌سوزی (Regional Resilience Toolkit, 2019, 4).

یکی از موضوعات بسیار مهم در حوزه تاب‌آوری، نحوه ارتباط با مناطق است، زیرا مناطق (در هر مقیاس فضایی) مجموعه‌ای از افراد سازمان‌ها، صنایع، شبکه‌ها و مؤسسات هستند که هرکدام ممکن است ویژگی‌های متمایز تاب‌آوری خود را داشته باشند (Boschma, 2014, 737). انگیزه‌ای قوی برای توسعه ادبیات مربوط به تاب‌آوری منطقه از سوی چندین محقق متعلق به شبکه تحقیقاتی ایالات متحده در زمینه ایجاد مناطق مقاوم ایجاد شد. این شبکه که بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۳ توسط بنیاد مک آرتور حمایت می‌شد، سعی کرد استعاره تاب‌آوری از روان‌شناسی، اکولوژی و مطالعات بلایا را به توسعه اقتصادی منطقه منتقل کند (Fröhlich & Hassink, 2018, 3). تاب‌آوری منطقه‌ای چتری را فراهم می‌کند که براساس آن به بررسی چند انضباطی ابعاد مختلف و آنچه از متغیرهای متعدد مؤثر بر منطقه که مهم در نظر گرفته شده است و دیدگاه‌های مورد بحث و مفاهیم انتقادی مطرح در منطقه می‌پردازد (Christopherson *et al.*, 2010, 5). براساس مرور مبانی نظری، تعاریف تاب‌آوری در سطح منطقه در سال‌های اخیر مورد توجه واقع شده است. اکوئینگ مارکوسن^۴ در سال ۱۹۹۹، با تأکید بر مفهوم تاب‌آوری منطقه‌ای به‌مثابه یک وضعیت و فرآورده اذعان می‌دارد که باید توجه بیشتری به تاب‌آوری در پژوهش‌های منطقه‌ای شود (Yamamoto, 2011). برخی از تعاریف به شرح جدول (۱) است.

جدول ۱. تعاریف تاب‌آوری منطقه‌ای در منابع متعدد

مطالعه	تعریف
Hassink & Gong, 2019	تاب‌آوری منطقه‌ای به‌عنوان یک روش نوکلاسیک بر بازگشت به حالت قبل از وقوع بحران تأکید دارد
Peng <i>et al.</i> , 2016	تاب‌آوری منطقه‌ای بر ظرفیت‌های نهادی، رفتار، فرهنگ و مشارکت‌های سیاسی نهادها و نیز مردم در شرایط بحران تأکید دارد.
Iordan <i>et al.</i> , 2015	تاب‌آوری منطقه‌ای ارتباطی دوسویه با توسعه منطقه‌ای است.
Foster, 2007	تاب‌آوری منطقه‌ای به‌مثابه توانایی منطقه در پیش‌بینی، آمادگی، پاسخگویی و بازیابی پس از وقوع اختلال است.
Hudson, 2010	مناطق تاب‌آور را مناطقی می‌داند که ردپای محیط‌زیستی آن‌ها کمینه بوده، وابستگی داخلی بالاتری داشته و هم‌زمان کمتر به تصمیمات بیرون سیستم وابسته هستند.
Christopherson, 2010	منطقه تاب‌آور منطقه‌ای است که نه‌تنها از نظر اقتصادی موفق است، بلکه موفقیت اقتصادی را در درازمدت در برابر سازگاری‌های اجتناب‌ناپذیر مورد نیاز در نتیجه تغییرات در رقابت بین‌المللی، تغییر در تقاضای مصرف‌کننده و سایر شوک‌های دیگر حفظ می‌کند.

با توجه به تأثیرات مخرب ناشی از زلزله‌های بزرگ گذشته و به‌دلیل رشد جمعیت و شهرنشینی، ابزارهای

پشتیبانی تصمیم‌گیری استراتژیک برای کمک به ذی‌نفعان در اتخاذ تصمیم‌های مناسب مورد نیاز است. چنین پشتیبانی تصمیم‌گیری با ارزیابی خطرات لرزه‌ای و تاب‌آوری منطقه‌ای امکان‌پذیر می‌شود. در مقایسه با ارزیابی سنتی در یک مکان خاص که در آن تنها یک ساختار و خطر لرزه‌ای مورد توجه است، چنین ارزیابی در سطح منطقه‌ای ابعاد و پیچیدگی بیشتری را معرفی می‌کند (Du et al., 2023, 1). طبق تعاریف مطرح‌شده، تاب‌آوری منطقه‌ای یک چارچوب مفهومی است که به ما کمک می‌کند تا در مورد مناطق به شیوه‌های جدید، فکر کنیم (Swanstrom, 2008, 2). تاب‌آوری منطقه‌ای، در پیش، حین و پس از شوک اندازه‌گیری می‌شود. به عبارتی مناطق تجلی اقدامات برنامه‌ریزی شده هستند و در یک روند مداوم در حال گذار هستند. فرایندهای سیاسی و اقتصادی، مانند آن‌هایی که منجر به سرمایه‌گذاری در یک محله یا منطقه و عدم سرمایه‌گذاری در منطقه دیگر می‌شود، هسته اصلی تاب‌آوری منطقه‌ای است (Christopherson et al., 2010, 6).

ویژگی‌های کلی تاب‌آوری منطقه‌ای

در حقیقت تاب‌آوری منطقه‌ای، با بهره‌گیری از مفاهیم تاب‌آوری شهری و واژه‌شناسی تاب‌آوری براساس سه خصیصه ثبات، توانایی خودبازیابی یا بهبود و نوآوری تعریف می‌شود (Peng et al., 2016, 88). تجزیه تحلیل منابع نشان می‌دهد تاب‌آوری منطقه‌ای در سه حوزه اصلی، بوم‌شناسی و سیاست‌های شهری، پویایی اقتصادی و دیدگاه‌های تکاملی منطقه‌ای و مدیریت بحران و مهندسی/مدل‌سازی استفاده می‌شود (Hassink & Gong, 2019, 4). تلفیق تاب‌آوری منطقه‌ای با اهداف فضایی تحت عنوان اقداماتی از توسعه فضایی منطقه‌ای انجام می‌شود. این سه خصیصه اصلی در ویژگی‌های تاب‌آوری، به‌صورت زیر تعریف می‌شوند (Peng et al., 2016, 89):

- **ثبات:** ثبات به توانایی پیش‌بینی، آمادگی، پاسخگویی و بازیابی زمانی که یک منطقه با یک دخالت یا ضربه خارجی مواجه می‌شود، اشاره می‌کند. تاب‌آوری منطقه‌ای ظرفیت پاسخگویی به بحران منطقه‌ای را که وسیله‌ای جهت سنجش ثبات یا پایداری توسعه منطقه‌ای است، نشان می‌دهد.
- **توانایی خودبازیابی:** توانایی ارائه یک پاسخ معلول و منطقی، عادلانه، مؤثر و به‌موقع به اتفاقات اضطراری به‌طوری که از یک بازیابی سریع‌تر، بهتر امن‌تر و عادلانه‌تر اطمینان حاصل کنیم. براین اساس تاب‌آوری منطقه‌ای می‌تواند آسیب‌پذیری را کاهش دهد، هنگامی که ارزش توانایی یا نیروی آن یک است. براین اساس تاب‌آوری منطقه‌ای حاصل تفریق آسیب‌پذیری از عدد یک است.
- **نوآوری:** این اصطلاح به یک ویژگی که منطقه به وضعیت اصلی خود بدون تغییر ساختار و عملکرد سیستم خود یا تغییرات ویژگی‌های مسیر اصلی و وارد شدن به یک وضعیت جدید باز می‌گردد.

تاب‌آوری منطقه‌ای و مخاطرات لرزه‌خیزی

وقوع زلزله‌های بزرگ درگذشته نشان می‌دهد که خطرات زلزله می‌تواند خسارات ساختاری و اقتصادی قابل توجهی را به منطقه تحمیل کند و در نتیجه فرایند طولانی بازیابی می‌تواند به شدت مانع رونق اقتصادی و اجتماعی یک منطقه شود. زمین‌لرزه‌های امروزی خسارات شدیدتری را در مقیاس منطقه‌ای وارد می‌کنند زیرا مناطق ساخته‌شده پرجمعیت‌تر می‌شود و به‌طور متراکم مجموعه‌های ساختاری و زیرساختی پراکنده فضایی مانند ساختمان‌ها، شبکه‌های راه و پل، سیستم‌های تأمین آب و برق و غیره را دربرگرفته است. رشد سریع جمعیت و شهرنشینی و قرار گرفتن در معرض خطر لرزه‌ای در طول ۴۰ سال گذشته تقریباً دو برابر شده است؛ بنابراین کمک به محیط ساخته‌شده برای آماده‌سازی و برنامه‌ریزی، جذب، بازیابی و انطباق موفقیت‌آمیزتر با

حوادث زلزله ضروری است که با مفهوم تاب‌آوری منطقه‌ای معنا می‌یابد (Du et al., 2023, 1). در سالیان اخیر تاب‌آوری منطقه‌ای به دو دلیل عمده در علوم اجتماعی محبوبیت فزاینده‌ای پیدا کرده است. اولاً، افزایش مشاهده‌شده در تعداد حوادث و اختلالات، مانند خطرات طبیعی، منجر به تقویت احساس عدم اطمینان و ناامنی شده است. این تصور تا حدی ناشی از تأثیر فناوری اینترنت و نرم‌افزارهای ارتباط فوری است که از طریق آن مردم به‌طور فزاینده‌ای از رویدادهای رخ داده در نقاط مختلف جهان مطلع می‌شوند که قبلاً غیرقابل تصور بود. علاوه بر این، بحران مالی و اقتصادی در سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۸ باعث رونق مطالعات در مورد چگونگی بهبود اقتصادهای منطقه از آن بحران شده است. ثانیاً، مطالعات موفق در مورد تاب‌آوری اجتماعی-اکولوژیکی، علاقه به تاب‌آوری را به دیدگاه منطقه‌ای افزایش داده است (Hassink & Gong, 2019, 4). مفهوم زلزله در سطح منطقه، از اهمیت بسزایی برخوردار است و تبیین رابطه این دو از این دیدگاه قابل بررسی و توجیه است که گرچه وقوع زلزله تنها در یک محدوده به وقوع می‌پیوندد، اما تأثیرات مخرب آن مناطق اطراف آن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. در صورتی که در شهر تهران زلزله‌ای به وقوع بپیوندد، تأثیرات مخرب آن استان تهران و با نگاهی وسیع‌تر کشور را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا می‌توان چنین بیان کرد که تأثیرات آن فراگیر است و به برنامه‌ریزی و مدیریت بحران در مقیاس فراتر نیاز دارد.

مدل‌های ارزیابی تاب‌آوری منطقه‌ای

برای تحلیل و اندازه‌گیری میزان تاب‌آوری در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی، به بررسی چارچوب‌های متعدد ارزیابی نیاز می‌باشد. با بررسی ادبیات نظری در این حوزه، ۲۹ مدل و چارچوب‌های نظری^۲ متعدد استخراج می‌شود که با توجه به اینکه تاب‌آوری یک رویکرد مقیاس‌پذیر است، هر یک از مدل‌ها ابعاد و شاخص‌هایی را در مقیاس و با اهداف مورد نظر به کار برده و معرفی کرده‌اند. لذا در ارتباط با چارچوب نظری و شاخص‌های تبیین‌کننده تاب‌آوری، اتفاق نظری وجود ندارد. از آنجایی که تمامی مدل‌های بررسی‌شده در راستای اهداف مورد نظر مقاله (تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر زلزله) نبوده و جامعیت کافی ندارند، لذا جهت تحلیلی همه‌جانبه و ارزیابی دقیق‌تر، از میان مدل‌ها به بررسی جامع‌ترین آن‌ها در قالب جدول (۲) اشاره شده است که به اهداف مقاله کمک می‌کند. جامعیت مدل‌ها به این دلیل است که علاوه بر نگاهی همه‌جانبه به ابعاد تاب‌آوری، شاخص‌هایی را معرفی کرده‌اند که می‌توان آن‌ها را در سطح منطقه نیز به کار برد.

جدول ۲. مدل‌ها و چارچوب‌های نظری جامع ارزیابی تاب‌آوری

شماره	مدل‌ها/ چارچوب‌های نظری	ابعاد / شاخص‌های سنجش تاب‌آوری
۱	مدل مکان‌محور تاب‌آوری DROP (Cutter et al., 2008)	محیط‌زیستی (وسعت زمین تالاب‌ها و میزان کاهش آن‌ها، نرخ‌های فرسایش، درصد سطح غیرقابل نفوذ، تنوع زیستی، درصد سازه‌های دفاع ساحلی) / اجتماعی (ویژگی‌های جمعیت‌شناسی (سن، نژاد؛ طبقه؛ جنس؛ شغل)، شبکه‌های اجتماعی و پیوندهای اجتماعی، انسجام ارزش‌های جامعه، سازمان‌های مذهبی) / اقتصادی (اشتغال، ارزش املاک، تولید ثروت، درآمدها / دارایی شهری) / نهادی (مشارکت در برنامه‌های تسکین خطر، طرح‌های تسکین خطر، خدمات اضطراری، منطقه‌بندی و استانداردهای ساخت‌وساز، برنامه‌های پاسخگویی اضطراری، ارتباطات اجرایی درون‌سازمانی، تداوم طرح‌های عملیاتی) / زیرساختی (خطوط و زیرساخت‌های حیاتی، شبکه حمل‌ونقل، موجودی خانه‌های مسکونی و قدمت آن‌ها، سازمان‌های تجاری و تولیدی، تعداد خطوط لوله، مایل‌های جاده) / سرمایه اجتماعی (درک محلی از خطر، خدمات مشاوره، عدم وجود آسیب‌های روانی، بهداشت و سلامتی، کیفیت زندگی).

ابعاد / شاخص‌های سنجش تاب‌آوری	مدل‌ها/ چارچوب‌های نظری	شماره
<p>اجتماعی (درصد جمعیت با تحصیلات دانشگاهی به جمعیت بدون مدرک دبیرستان، درصد جمعیت اقلیت به اکثریت، درصد جمعیت غیرسالمند، درصد جمعیت دارای وسیله نقلیه، درصد جمعیت دارای تلفن، درصد جمعیتی که به زبان انگلیسی به‌عنوان زبان دوم صحبت نمی‌کنند، درصد جمعیت بدون ناتوانی حسی، فیزیکی یا ذهنی، درصد جامعه ضعیف و یا نهادینه نشده درصد جمعیتی که اقلیت نیستند، درصد جمعیت با حداقل مدرک دیپلم، درصد جمعیت که در محدوده‌های شهری با شدت خطر بالا زندگی می‌کنند، برنامه‌های دستیاری اجتماعی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، تحصیلات جوانان و برنامه‌های تربیتی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، برنامه‌های مراقبت کودکان به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، خدمات جامعه (تسهیلات تفریحی، پارک‌ها، سایت‌های تاریخی، کتابخانه و موزه) به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، اینترنت، تلویزیون، رادیو و ارتباطات از راه دور به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، تسهیلات روان‌شناسی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، خدمات درمانی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، درصد جمعیت تحت پوشش بیمه درمانی / اقتصادی (درصد مالکیت مسکن، سرمایه مسکن، درصد مشارکت نیروی کار زنان، سرانه درآمد خانواده، متوسط حجم فروش کسب‌وکار، درصد جمعیتی که در صنایع پایه مشغول نیستند، نسبت کسب‌وکار بزرگ به کوچک، مراکز خرده‌فروشی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، بنگاه‌های تجاری به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، تعداد پزشکان به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، مؤسسات اعتباری به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، درصد بنگاه‌های اقتصادی خارج از مناطق خطرناک (سیل، موج‌های بلند)، تراکم زیرساخت‌های اقتصادی) /</p> <p>نهادی (درصد جمعیتی که تحت پوشش برنامه پیشگیری از خطر اخیر قرار گرفته‌اند، درصد جمعیتی که در رتبه‌بندی خطر سیل (CRS) جوامع قرار دارند، درصد واحدهای مسکونی که تحت پوشش سیاست‌های NFIP قرار گرفته‌اند، درصد جمعیت تحت پوشش برنامه‌های هیئت شهروندی، تعداد افراد دریافت‌کننده کمک‌های دولتی در فجایع گذشته، درصد نیروی کار که در خدمات اورژانس کار می‌کنند، درصد پوشش زمین که به مناطق شهری تغییر یافته است) /</p> <p>زیرساختی (تعداد تخت‌های بیمارستانی به ازای هر ۱۰ هزار نفر جمعیت، درصد واحدهای مسکونی که متحرک نیستند، درصد واحدهای خالی اجاره‌ای، تعداد هتل‌ها/مotel‌ها به ازای هر مایل مربع، خدمات آتش‌نشانی، پلیس و امداد رسانی اضطراری و پناهگاه‌های موقت در هر ۱۰۰۰ نفر، درصد خدمات آتش‌نشانی، پلیس و امداد رسانی اضطراری و پناهگاه‌های موقت خارج از مناطق خطرناک، تعداد مدارس عمومی به ازای هر مایل مربع، مایل شریان‌های اصلی به ازای هر مایل مربع، تعداد مایل‌های راه‌آهن، تراکم خانه‌های ویلایی تک خانوار، درصد زیرساخت‌های ساختمان که در محدوده سیلابی نیستند، درصد زیرساخت‌های ساختمان در مناطق فرسایش خطرناک نیست، پتانسیل دسترسی و تخلیه) / تاب‌آوری جامعه‌ای (تعداد پیروان مذهبی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، تعداد سازمان‌های حمایت اجتماعی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، تعداد سازمان‌های مدنی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، مراکز هنری، تفریحی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، درصد نیروی کار در مشاغل حرفه‌ای، خدمات حرفه‌ای، علمی و تکنیکی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، شرکت‌های تحقیق و توسعه به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، سازمان‌های تجاری و حرفه‌ای به ازای هر ۱۰۰۰ نفر، سایت‌های ثبت ملی تاریخی به ازای هر مایل مربع، درصد جمعیت متولد در ایالت که همچنان همان‌جا زندگی می‌کنند، مهاجرت خالص، دل‌بستگی مکانی) / زیست‌محیطی (درصد زمین که حاوی خاک‌های فاسد نیست، درصد زمین که در ناحیه سیلابی (سیلاب ۱۰۰/۵۰۰ ساله و افزایش طوفان) نیستند، درصد زمین‌هایی که در مناطق با رانش خاک نیستند، درصد زمین‌هایی که جنگل توسعه‌نیافته است، درصد زمین‌هایی که تالاب آن‌ها کاهش نیافته، درصد زمین‌های بدون پوشش/تغییر کاربری، درصد زمین‌های محافظت‌شده، درصد زمین‌هایی که کاشته شده‌اند).</p> <p>زمانی (فرصت‌های پس از سانحه، فازهای سانحه، نوسانات جمعیتی</p>	<p>شاخص تاب‌آوری خط مبنا برای جوامع BRIC (2015, Burton) (Cutter et al., 2010) (Frazier et al., 2013)</p>	۲

شماره	مدل‌ها/ چارچوب‌های نظری	ابعاد / شاخص‌های سنجش تاب‌آوری
۳	چارچوب تاب‌آوری P.E.O.P.L.E.S Renschler et al., (2010)	جمعیت‌شناسی (شهر، حومه شهر، روستا، سن، جنسیت، وضعیت مهاجرت، قومیت/نژاد، دستیابی به امکانات آموزشی، درآمد، فقر، مالکیت خانه، خانه‌های خالی، شغل) / محیط‌زیستی (کیفیت و کمیت آب‌وهوا، کیفیت خاک، تنوع زیستی، زیست‌توده (زندگی گیاهی)) // خدمات دولتی سازمان‌یافته (واکنش اضطراری و نجات، بهداشت و سلامت) / زیرساخت‌های فیزیکی (مسکونی) واحدهای مسکونی و پناهگاه، تجاری (تسهیلات توزیع- هتل‌ها و محل اقامت- تسهیلات تولیدی- ساختمان‌های اداری)، فرهنگی (مکان‌های سرگرمی- موزه‌ها- مؤسسات مذهبی- مدارس- اماکن ورزشی/ تفریحی)، ارتباطات (اینترنت- تلفن- تلویزیون- رادیو- پستی)، مراقبت‌های بهداشتی (مراقبت‌های حاد- مراقبت‌های حاد طولانی- مراقبت‌های اولیه- روان‌پزشکی- تخصص)، منابع غذایی، خدمات رفاهی (برق- سوخت و گاز و انرژی- زباله- آب)، حمل‌ونقل (هوانوردی- پل‌ها- بزرگراه‌ها- راه‌آهن- حمل‌ونقل- وسایل نقلیه- آبراه‌ها) // سبک زندگی و شایستگی جوامع (حل تعارض، خودسازمان‌دهی) // توسعه اقتصادی (پایگاه دارایی مؤسسات مالی، بررسی مانده حساب (شخصی و تجاری)، شاخص قیمت مصرف‌کننده، بیمه، عدد و میانگین مبلغ وام، تعداد اعضای بانک و اتحادیه اعتباری، تعداد بانک‌ها و اتحادیه‌های اعتباری، مانده حساب‌های پس‌انداز، بازار سهام، کشاورزی، ساخت‌وساز، آموزش و خدمات بهداشتی، امور مالی، بیمه و املاک، اطلاعات کسب‌وکار حرفه‌ای، اوقات فراغت و مهمان‌نوازی، تولید، تعداد دفاتر مرکزی شرکت، سایر خدمات تجاری، خدمات حرفه‌ای و تجاری، خدمات استخدامی، حمل‌ونقل و تأسیسات و عمده‌فروشی و خرده‌فروشی / سرمایه اجتماعی فرهنگی (خدمات کودک و سالمند، مراکز تجاری، مشارکت جامعه، خدمات فرهنگی، خدمات آموزشی، مؤسسات غیرانتفاعی، تعلق به مکان)
۴	شاخص تاب‌آوری جامعه در برابر سوانح CDRI (Peacock, 2010) (Yoon et al., 2016)	سرمایه اجتماعی (درصد افراد گیرندگان بیمه، سازمان‌های غیرانتفاعی، سازمان‌های مذهبی، مراکز تفریحی و ورزشی، مالکیت واحدهای مسکونی، انجمن‌ها و سازمان‌های حرفه‌ای، سازمان‌های مدنی و سیاسی، نرخ سرشماری، انجمن‌ها و سازمان‌های کسب‌وکار) / سرمایه اقتصادی (متوسط درآمد، شاغلین، ارزش متوسط واحدهای مسکونی، مؤسسات تجاری، جمعیت با بیمه درمانی) // سرمایه کالبدی (مؤسسات تجاری، ایستگاه‌های رادیویی، ایستگاه آتش‌نشانی، مؤسسات ساختمانی، دانشگاه‌ها، پخش تلویزیونی، پرستاری، ارائه‌دهندگان خدمات اینترنتی، خانه‌ها، مدارس، پناهگاه‌های موقت، هتل‌ها و هتل‌ها، واحدهای مسکونی، مسکن اجتماعی، واحدهای مسکونی با وسیله نقلیه در دسترس، واحدهای مسکونی خالی، تسهیلات خدمات غذایی محلی، نیازهای ویژه خدمات حمل‌ونقل، بیمارستان‌ها، اتوبوس‌های مدارس و کارکنان، تخت بیمارستانی، تسهیلات مراقبت از کودک، آمبولانس، واحدهای مسکونی با خدمات تلفنی، سیستم‌های نرم‌افزاری، ناشران روزنامه) // سرمایه انسانی (جمعیت با تحصیلات بیشتر از دیپلم، سیستم رتبه‌بندی جامعه، اشتغال، زبان، درصد جمعیت تحت پوشش طرح جامع، مدیریت بحران طرح کاهش خطر، درصد جمعیت تحت پوشش مقررات منطقه‌بندی، درصد جمعیت تحت پوشش کدهای ساختمانی، درصد جمعیت بالای ۶۵ سال، نسبت جنسی) // محیط زیستی (کل مساحت زیرساخت سبز در هر مایل مربع، میانگین روزهای بارانی، متوسط روزهای با بارندگی بیش از ۸۰۰ میلی‌متر، متوسط ارتفاع

ابعاد / شاخص‌های سنجش تاب‌آوری	مدل‌ها / چارچوب‌های نظری	شماره
<p>برنامه‌ریزی و کاربری اراضی (درصد جمعیت در مناطق با ریسک بالا، درصد ساختمان‌ها در مناطق با ریسک بالا، درصد مناطق با ریسک شهرنشینی، درصد مؤسسات تجاری و تولیدی واقع در / خارج از منطقه پرخطر، درصد زیرساخت‌های حیاتی مستقر در / خارج از منطقه پرخطر، سن ساختمان و کد ساختمان مربوطه، گستره فضایی برنامه‌های مقاوم‌سازی، درصد ساختمان‌های مقاوم‌سازی شده، درصد ساختمان‌ها با انواع ساخت‌وساز ضعیف) / مقاومت فیزیکی (بیمارستان‌ها (سن ساختمان و کد ساختمان)، مدارس (سن ساختمان و کد ساختمان)، ایستگاه‌های آتش‌نشانی (سن ساختمان و کد ساختمان)، ایستگاه‌های پلیس (سن ساختمان و کد ساختمان)، بیمارستان‌ها (درصد بیمارستان‌های مقاوم‌سازی شده)، مدارس (درصد مدارس مقاوم‌سازی شده)، ایستگاه‌های آتش‌نشانی (درصد ایستگاه‌های آتش‌نشانی مقاوم‌سازی شده)، ایستگاه‌های پلیس (درصد ایستگاه‌های پلیس مقاوم‌سازی شده)، خطوط حیاتی - وسعت فضایی برنامه‌های کاهش خطر لرزه‌ای (برای شاخص‌های آسیب‌پذیر) وجود برنامه‌های کمک‌های متقابل با شرکت‌های همجوار (کیفی) طول کل راه‌ها، تعداد و توزیع بیمارستان‌ها در هر کیلومتر مربع، تعداد و توزیع مدارس در هر کیلومتر مربع، تعداد و توزیع ایستگاه‌های آتش‌نشانی در هر کیلومتر مربع، تعداد و توزیع ایستگاه‌های پلیس در هر کیلومتر مربع) / توزیع منابع (درصد جمعیتی که زیر خط فقر زندگی می‌کنند، درصد جمعیت شاغل، درصد مالکان مسکن، سرانه تولید ناخالص داخلی، تعداد مدارس در هر کیلومتر مربع، تعداد پناهگاه‌های اضطراری به ازای ۱۰۰۰ نفر جمعیت، درصد واحدهای اجاره‌ای خالی، تعداد هتل‌ها / متل‌ها به ازای کیلومتر مربع، تعداد تخت‌های بیمارستانی به ازای ۱۰۰۰ نفر جمعیت، پزشک به ازای ۱۰۰۰ نفر جمعیت، کارکنان ایستگاه‌های آتش‌نشانی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت، کارکنان ایستگاه‌های پلیس به ازای ۱۰۰۰ نفر جمعیت، سازمان‌های حمایت اجتماعی به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت، درصد خانوارهای بیمه‌شده زلزله، درصد مشاغل بیمه‌شده زلزله) / ظرفیت اجتماعی (نرخ جرم، سازمان‌های مدنی) / جمعیت‌شناسی (درصد زیر ۵ سال، درصد بالای ۶۵ سال، میانگین تعداد افراد در هر خانوار) / اجتماعی (درصد جمعیت بدون دبیرستان، درصد نیروی کار زن، درصد زنان سرپرست خانوار، درصد خانه‌هایی که خانه‌های سیار هستند، درصد جمعیت اجاره‌نشین، تعداد خانه‌ها در هر مایل مربع) / اقتصادی (درصد جمعیت زیر خط فقر، درصد نیروی کار شاغل، ارزش متوسط مسکن تحت اشغال، اجاره متوسط) / نهادی (منابع مالی دولت محلی، درآمد سرانه، دولت محلی هزینه‌های عمومی سرانه را تأمین مالی می‌کند، هزینه‌های مالی دولت محلی برای آموزش) / محیط‌زیست (میانگین ارتفاع شهرستان) / سلامتی (میانگین مرگ‌ومیر نوزادان ۵ ساله در هر ۱۰۰۰۰ تولد، میانگین مرگ‌ومیر ناشی از بیماری مزمن ۳ ساله به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر، نیروی کار معلول و غیر کار به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر، خانوارهای بدون لوله‌کشی در هر ۱۰۰۰۰ واحد خانه، پزشکان فعال به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر</p>	<p>چارچوب چند رشته‌ای برای تاب‌آوری لرزه‌ای MDFR Verrucci, Rossetto (& Twigg, 2012)</p>	۵

شماره	مدل‌ها/ چارچوب‌های نظری	ابعاد / شاخص‌های سنجش تاب‌آوری
۶	تعریف UNISDR Kusumastuti et al.,) (2014	شاخص‌های آمادگی (اجتماعی) (درصد جمعیت با سن مولد، درصد جمعیت باسواد، درصد جمعیت فارغ‌التحصیل از دبیرستان، درصد جمعیت با وسیله نقلیه، درصد خانه‌ها با تلفن ثابت، درصد جمعیت تحت پوشش خدمات پزشکی جامعه، ابتکارات خانگی برای ارائه حمایت داوطلبانه در شرایط بحرانی، تعداد داوطلبان، تعداد سازمان‌های غیردولتی ثبت‌شده، تعدادی از شرکت‌های درگیر در کاهش / واکنش بلافاصله / ظرفیت جامعه (این منطقه دارای رهبران مؤثر جامعه است، افراد جامعه به یکدیگر کمک می‌کنند سطح فعالیت برنامه Posyandu (پست خدمات یکپارچه برای خانواده)، فراوانی جلسات بین رهبران جامعه و مردم آن‌ها، جامعه به‌طور فعال در برنامه‌های سازمان‌های مردم‌نهاد شرکت می‌کند، مشارکت در برنامه‌های توسعه صلاحیت جامعه (مطالعه مذهبی، برنامه زنان و خانواده، فعالیت‌های جوانان)، درک مناطق مستعد بلافاصله از طریق برنامه‌های آموزشی ارائه‌شده توسط دولت‌ها/ NGOها، درک سطح خطر فاجعه منطقه از طریق برنامه‌های آموزشی ارائه‌شده توسط دولت‌ها/ NGOها، درک تلاش برای مقابله با فاجعه در منطقه از طریق برنامه‌های آموزشی ارائه‌شده توسط دولت‌ها/ NGOها، درک تلاش برای بهبودی از فاجعه در منطقه از طریق برنامه‌های آموزشی ارائه‌شده توسط دولت‌ها/ NGOها) / اقتصادی (درآمد سرانه شهرداری، وجود پس‌انداز در خانواده، درصد صندوق اضطراری، تعداد اعضای خانواده دارای اشتغال، تعدادی از راه‌های کسب درآمد سرپرست خانوار، کل پس‌انداز سرانه، درصد جمعیتی که خانه دارند، سرانه تولید ناخالص داخلی منطقه (G)، درصد مالیات شهرداری در درآمد شهرداری) / نهادی (وجود آژانس مدیریت بلافاصله در سطح شهرداری، درصد بودجه شهرداری برای مدیریت بلافاصله و وجود مقررات شهرداری برای مقابله با حوادث، آیا بین رهبر جامعه، سازمان اجتماعی و NGOها و جامعه تجاری هماهنگی وجود دارد؟ تعداد آژیرهای خطر برای سیستم‌های هشدار اولیه، تعداد علائم تخلیه در کیلومتر مربع، پوشش سرپناه (درصد جمعیت تحت پوشش پناهگاه‌های اختصاص داده‌شده در مناطق مستعد بلافاصله)، تعداد انبارهای تدارکات، تعداد تخت‌های بیمارستانی به ازای ۱۰۰۰ نفر، درصد جمعیت در معرض آموزش / اجتماعی شدن مدیریت بلافاصله، تعداد فعالیت‌های آموزش مدیریت اجتماعی / اجتماعی شدن بلافاصله در سال، وجود مرکز اطلاع‌رسانی فاجعه، وجود سیستم انتشار اطلاعات حوادث) / زیرساختی (درصد خانه‌های دارای برق، درصد خانه‌هایی که به آب تمیز دسترسی دارند، درصد خانه‌های دارای امکانات بهداشتی و زباله‌های جامد، درصد خانه‌های دارای دیوار آجری، کیلومتر امکانات عمومی (مدرسه، اماکن مذهبی، استادیوم ورزشی، ادارات دولتی، مراکز بهداشت عمومی، بیمارستان‌ها)، طول جاده در کیلومتر مربع، تعداد دسترسی حمل‌ونقل به منطقه). شاخص‌های آسیب‌پذیری (اجتماعی تراکم جمعیتی، نرخ بیکاری، درصد جمعیتی که در فقر زندگی می‌کنند، درصد جمعیت ساکن در مناطق حادثه‌خیز) / اقتصادی (متوسط هزینه سرانه، بخشی از هزینه برای نیازهای روزمره، تعداد اعضای خانواده که در یک خانه زندگی می‌کنند) / ظرفیت جامعه (درصد جمعیت با نیازهای ویژه، تعداد درگیری‌های اجتماعی در ۱۵ سال، تعداد حوادث جنایتکارانه در هر جمعیت) / نهادی (تعداد روستاهای شهر / ناحیه) / زیرساختی (درصد زمین مورد استفاده مناطق مسکونی) / خطر (انواع بلاای طبیعی (در ۱۵ سال گذشته)، فراوانی حوادث (در ۱۵ سال گذشته)، تعداد کشته‌شدگان در بزرگ‌ترین مقیاس مصیبت (در ۱۵ سال گذشته گزارش شده است)، تعداد مصدومان دادگاه در بزرگ‌ترین مقیاس فاجعه (گزارش ۱۵ سال گذشته)، از دست دادن دارایی در بزرگ‌ترین مقیاس فاجعه (در ۱۵ سال گذشته سال گزارش شده است)، تعداد ساختمان‌های آسیب‌دیده در بزرگ‌ترین مقیاس فاجعه (در ۱۵ سال گذشته گزارش شده است)).
۷	چارچوب RIM (Lam et al., 2015)	جمعیت‌شناسی (زیر ۵ سال و بالای ۶۵ سال، میانگین تعداد افراد در هر خانوار) / اجتماعی (درصد افراد فاقد دیپلم، درصد نیروی کار، نیروی کار زن، اجاره‌نشینی) / اقتصادی (درصد جمعیت زیر خط فقر، درصد نیروی کار شاغل) / زیست‌محیطی (میانگین ارتفاع شهرستان) / بهداشتی-سلامتی (پزشک به ازای ۱۰ هزار نفر، نیروی کار معلول، خانوارهای بدون لوله‌کشی در هر ۱۰ هزار واحد خانه)

تجارب نظری (پژوهشی)

بررسی تجارب تاب‌آوری سایر کشورها، به انتخاب مدل ارزیابی و همچنین انتخاب شاخص‌ها در استان تهران کمک می‌کند و راهگشای ما در انتخاب شاخص‌ها و روش‌های ارزیابی تاب‌آوری است (جدول ۳). تجارب داخلی

و خارجی تاب‌آوری منطقه‌ای بیانگر دو نکته است: اول اینکه عمده مطالعات انجام گرفته در این حوزه از تجارب خارجی هستند و این نشان از خلأ انجام مطالعات تاب‌آوری منطقه‌ای در ایران است؛ دوم اینکه عمده ارزیابی‌ها و مدل‌های سنجش تاب‌آوری در میان تجارب داخلی و خارجی، تمامی سوانح طبیعی را ارزیابی کرده است و تعداد اندکی از پژوهش‌های تاب‌آوری منطقه‌ای، تنها مخاطرات لرزه‌خیزی را ارزیابی کرده‌اند. در نهایت نتایج حاصل از مبنای تجربی حاکی از آن است که چارچوب و مدل ارزیابی مشخصی برای ارزیابی تاب‌آوری منطقه‌ای بالأخص در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی بالأخص در ایران وجود ندارد.

جدول ۳. تجارب جهانی تاب‌آوری در کشورهای لرزه‌خیز

کشور لرزه‌خیز	عنوان تجارب	مدل ارزیابی	مقیاس ارزیابی	نتیجه پژوهش
چین	اندازه‌گیری تاب‌آوری شهرستان پس از زلزله ونچوان ۲۰۰۸، لی و همکاران (۲۰۱۶)	RIM	منطقه‌ای (شهرستان)	تأثیر ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی بر تاب‌آوری (پیش‌بینی تاب‌آوری از طریق ۱۵ متغیر)
	تغییرات پویا در شاخص‌های تاب‌آوری منطقه‌ای پس از یک فاجعه: ارزیابی جامع سیچوان پس از زلزله ونچوان ۲۰۰۸، لو و همکاران (۲۰۲۱)	DROP	منطقه‌ای (شهرستان)	بررسی چهار بعد اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی و صلاحیت جامعه
اندونزی	توسعه شاخص تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی در اندونزی، کسی مستیتی و همکاران (۲۰۱۴)	UNISDR	منطقه‌ای	نیاز به کاهش آسیب‌پذیری جهت افزایش تاب‌آوری / نیاز به افزایش آمادگی اقتصادی، اجتماعی
ایران	یک رویکرد تقویت‌شده برای اندازه‌گیری تاب‌آوری لرزه‌ای بلایا با استفاده از پیوند تحلیل عاملی و فرایند شبکه تحلیلی (F'ANP)، زبردست و همکاران (۲۰۱۵)	BRIC	شهری	استخراج ۸ مؤلفه تاب‌آوری براساس فرایند شبکه تحلیلی
ترکیه	ارزیابی عدم تاب‌آوری ترکیه در برابر بلایا و خطرات با سیستم شاخص IDB پیراک و همکاران (۲۰۲۰)	LRI	ملی (استان‌های ترکیه)	نیاز به ارتقاء شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و زیرساختی
پرو	یک رویکرد میان‌رشته‌ای برای شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در برابر زلزله، هورنا و کهات (۲۰۲۰)	مرور پیشینه	شهری	ارزیابی دو بعد اجتماعی و زیرساختی تاب‌آوری
ایالت متحده آمریکا	اندازه‌گیری آسیب‌پذیری‌های اجتماعی در زلزله‌های منطقه آندین، تیکوییکا و همکاران (۲۰۱۷)	SOVI	ملی	استخراج ۵ مؤلفه جمعیت شناختی از طریق تحلیل عاملی: دسترسی به نیازهای اساسی، جمعیت وابسته، اشتغال و مسکن، جنسیت و قومیت و نابرابری و فقر
	یک مدل مکان محور برای درک تاب‌آوری جامعه در برابر بلایای طبیعی، کاتر و همکاران (۲۰۰۸)	DROP	محلی	ارائه چارچوب برای مفهوم‌سازی درک و اندازه‌گیری تاب‌آوری
	شاخص‌های تاب‌آوری بلایا به‌منظور پنج مارک کردن یا رتبه‌بندی شرایط قبل از مداخله، کاتر و همکاران (۲۰۱۰)	BRIC	منطقه‌ای (شهرستان)	ارزیابی فضایی تاب‌آوری و رتبه‌بندی شهرستان‌ها در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی و سرمایه اجتماعی

کشور لرزه خیز	عنوان تجارب	مدل ارزیابی	مقیاس ارزیابی	نتیجه پژوهش
ایتالیا	ارزیابی تاب‌آوری در سطح منطقه‌ای با استفاده از داده‌های سرشماری، کاردونی و همکاران (۲۰۲۱)	PEOPLES	منطقه‌ای (مناطق ایتالیا)	ارزیابی لرزه‌ای در سه شرایط عادی، اضطراری و بازسازی
پاکستان	خطرات زمین‌لرزه و تاب‌آوری جامعه در بلوچستان، سید عین‌الدین و کومار (۲۰۱۲)	مرور پیشینه	منطقه‌ای (ناحیه کوئته در استان بلوچستان پاکستان)	شناسایی شاخص‌های آسیب‌پذیری و تاب‌آوری

مدل مفهومی پژوهش

با توجه به آنچه در مدل‌ها، چارچوب‌های نظری و تجارب بررسی شده است، در مورد چارچوب نظری و شاخص‌های تبیین‌کننده تاب‌آوری اتفاق نظری وجود ندارد و هریک از مطالعات براساس رویکرد خود به شاخص‌های جداگانه‌ای پرداخته‌اند. وجه تمایز مدل تلفیقی پژوهش با سایر مدل‌ها این است که سایر مدل‌ها تمامی مخاطرات طبیعی را در نظر گرفته‌اند و صرفاً به موضوع زمین‌لرزه نپرداخته‌اند؛ و از طرفی از آنجایی که تاب‌آوری یک مفهوم مقیاس‌پذیر است، مطالعات آن‌ها عمدتاً در سطح شهری و محلی بوده است. لذا از آنجایی که این پژوهش به دنبال یافتن شاخص‌هایی از تاب‌آوری بوده است که هم در مقیاس منطقه‌ای قابلیت سنجش داشته و هم بر مخاطرات لرزه‌خیزی تمرکز داشته باشد، پس مناسب‌ترین مدل براساس رویکردهای مفهومی و ساختار شاخص‌سازی ارائه‌شده، مدل تلفیقی^۵، تلفیقی از ۷ مدل (BRIC, DROP, CDRI, MDRF, UNISDR, PEOPLES, RIM) بوده است. تلفیق این ۷ مدل، مدلی جامع‌نگر را به وجود می‌آورد. حال با توجه به تبیین چارچوب و مدل نظری پژوهش، جهت ایجاد ارتباط میان مفاهیم، ابعاد و شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری با تمرکز بر مخاطرات لرزه‌خیزی، مدل مفهومی پژوهش در شکل (۲) ارائه شده است.



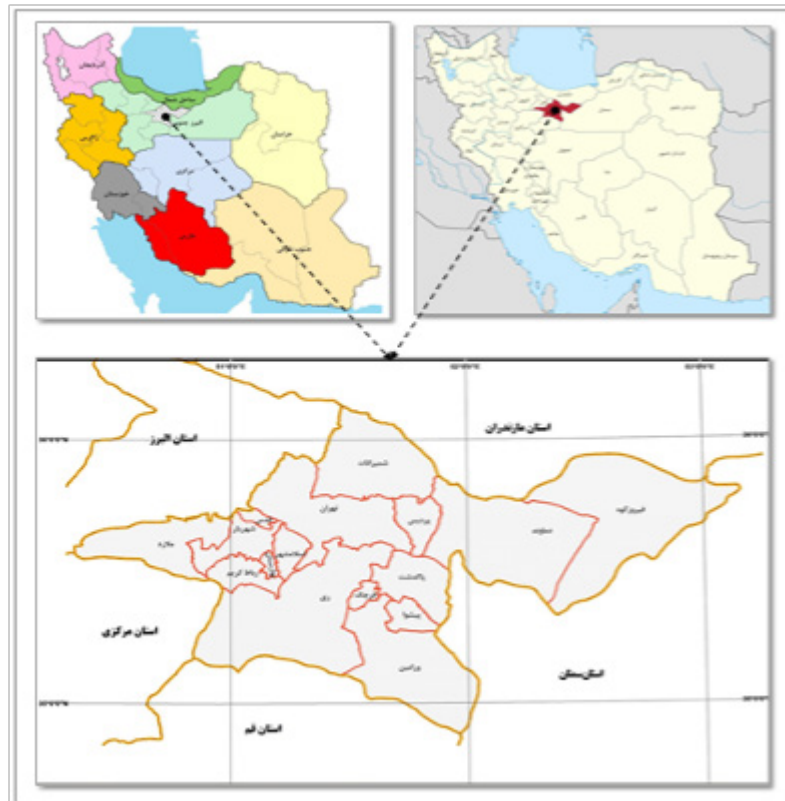
شکل ۲. مدل مفهومی پژوهش

معرفی روش شناسی تحقیق

شناخت محدوده مورد مطالعه

استان تهران براساس آخرین تقسیمات سیاسی سال ۱۳۹۸، با مساحت ۱۳۸۴۲ کیلومترمربع (معادل ۸/۰ درصد از کل مساحت کشور) از نظر وسعت بیست و نهمین استان کشور محسوب می شود و دارای ۱۶ شهرستان (تهران، ری، شمیرانات، اسلامشهر، دماوند، شهریار، ورامین، فیروزکوه، پیشوا، رباط کریم، پاکدشت، بهارستان، قدس، ملارد، پردیس و قرچک)، ۳۵ بخش، ۴۸ شهر، ۷۳ دهستان و ۱۰۵۰ آبادی است که ۷۵۳ آبادی آن دارای سکنه بوده اند. همچنین این استان بین ۳۴ تا ۳۶/۵ درجه عرض شمالی و ۵۰ تا ۵۳ درجه طول شرقی واقع شده است (سالنامه آماری استان تهران، ۱۳۹۸).

استان تهران در شرق با استان سمنان، در غرب با استان البرز و مرکزی، در جنوب با استان قم و در شمال با استان مازندران همسایه است. طی سال های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵ قسمت هایی از استان منتزع شده و استان های جدید تشکیل شده اند و به دلیل تغییر در تقسیمات کشوری، شهرستان های جدیدی در استان ایجاد شده اند (برنامه آمایش استان تهران، ۱۳۹۷) (شکل ۳). همچنین مرکز این استان شهر تهران است. شهر تهران به عنوان مرکز سیاسی، پایتخت کشور ایران نیز به شمار می رود که یکی از وجوه تمایز این استان به شمار می رود.

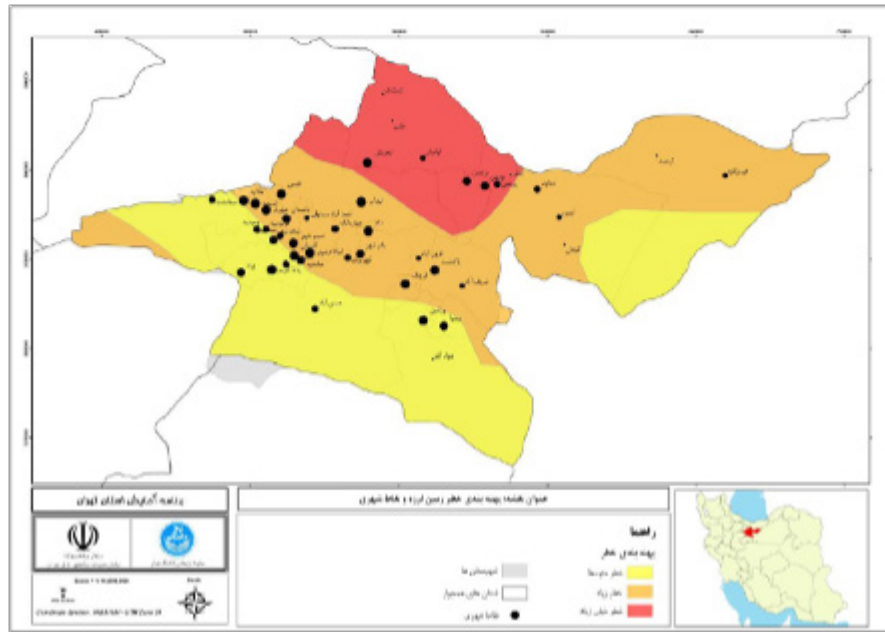


شکل ۳. موقعیت استان تهران در کشور و منطقه البرز جنوبی

منبع: برنامه آمایش استان تهران، ۱۳۹۷؛ سالنامه آماری استان تهران، ۱۳۹۸

ساختار زمین‌شناسی زلزله در استان تهران

براساس گسل‌های منطقه و زمین‌لرزه‌های تاریخی رخ داده در منطقه، پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه توسط مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران انجام شده است. براساس این پهنه‌بندی، استان تهران در سه پهنه خطر متوسط، زیاد و خیلی زیاد واقع شده است. همان‌طور که در شکل (۴) نمایان است بیشتر شهرهای استان از جمله شهر تهران در پهنه خطر بالا قرار گرفته‌اند که این امر اهمیت موضوع تاب‌آوری و مدیریت بحران را در استان بیش از پیش نمایان می‌سازد. همچنین نیمه جنوبی و بخش‌هایی از نیمه شرقی استان در محدوده خطر متوسط و نیمه شمالی استان در محدوده خطر خیلی زیاد واقع شده‌اند (برنامه آمایش استان تهران، ۱۳۹۷)؛ بنابراین اکثر کانون‌های جمعیت و فعالیت در پهنه خطر بالای زمین‌لرزه واقع شده‌اند.



شکل ۴. پهنه‌بندی خطر زمین‌لرزه استان تهران به همراه نقاط شهری

منبع: برنامه آمایش استان تهران، ۱۳۹۷

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر روش مطالعه، توصیفی-تحلیلی و ماهیت آن از نظر هدف، کاربردی-اکتشافی بوده است. جهت گردآوری اطلاعات برای توصیف و تحلیل داده‌های عینی، از روش مطالعات اسنادی و آماری و جهت گردآوری اطلاعات برای توصیف و تحلیل داده‌های ذهنی، از روش میدانی استفاده شده است. همچنین ابزار گردآوری اطلاعات برای روش مطالعات اسنادی و آماری، سالنامه‌ها و گزارش‌های آماری (۱۳۹۹)، برنامه آمایش استان (۱۳۹۷)، سرشماری نفوس و مسکن (۱۳۹۵) و سایر و ابزار مرتبط با روش میدانی، پرسش‌نامه الکترونیکی بوده است.

در پژوهش حاضر، برای سنجش برخی از شاخص‌های ذهنی موجود در ابعاد نهادی، اجتماعی، اقتصادی و تاب‌آوری جامعه‌ای از پرسش‌نامه استاندارد به‌عنوان ابزار گردآوری استفاده شده است. در پرسش‌نامه مذکور، ۳۷ پرسش طراحی شد که برخی از پرسش‌ها براساس طیف لیکرت (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم)، برخی دیگر از پرسش‌ها دوگزینه‌ای (بله خیر) و برخی دیگر نیز پرسش‌هایی با پاسخ باز می‌باشند. روایی پرسش‌نامه براساس روش صوری انجام گرفته و از متخصصین دانشگاهی در حوزه برنامه‌ریزی منطقه‌ای نظرخواهی شده است. لازم به ذکر است که پرسش‌نامه مذکور، به‌صورت الکترونیکی توزیع شده است. روش نمونه‌گیری به‌صورت تصادفی بوده و حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران^۲ محاسبه گردیده است. حال با توجه به اینکه مطالعات پژوهش حاضر به تفکیک شهرستان‌ها می‌باشد، لذا نمونه‌گیری نیز در دو مرحله انجام گرفته است:

۱. نمونه‌گیری براساس جمعیت کل استان: با توجه به جمعیت استان تهران که ۱۴۱۳۲۰۰۰ است، حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران، ۳۸۴ نفر برآورد شده است.
۲. نمونه‌گیری براساس جمعیت شهرستان‌ها: با توجه به اینکه جمعیت هریک از شهرستان‌ها متفاوت می‌باشد، لذا جمعیت هر شهرستان به جمعیت کل استان در حجم نمونه استان تهران محاسبه می‌شود. حجم نمونه کل استان به تفکیک شهرستان‌ها در جدول (۴) محاسبه شده است.

جدول ۴. حجم نمونه به تفکیک شهرستان‌های استان تهران براساس فرمول کوکران

شهرستان	جمعیت کل	حجم نمونه آماری
کل استان	۱۴۱۳۲۰۰۰	۳۸۴
اسلامشهر	۵۸۴۰۰۰	۱۶
بهارستان	۵۷۱۰۰۰	۱۶
پاکدشت	۳۶۹۰۰۰	۱۰
پردیس	۱۷۹۰۰۰	۵
پیشوا	۹۰۰۰۰	۲
تهران	۹۳۵۵۰۰۰	۲۵۴
دماوند	۱۳۱۰۰۰	۴
رباط‌کریم	۳۰۶۰۰۰	۸
ری	۳۵۵۰۰۰	۱۰
شمیرانات	۴۹۰۰۰	۱
شهریار	۷۸۹۰۰۰	۲۱
فیروزکوه	۳۴۰۰۰	۱
قدس	۳۳۹۰۰۰	۹
قرچک	۲۸۵۰۰۰	۸
ملارد	۳۹۸۰۰۰	۱۱
ورامین	۲۹۹۰۰۰	۸

تجزیه و تحلیل با روش تحلیل عاملی اکتشافی

پس از نمونه‌گیری، از آنجایی که شاخص‌ها دارای سمت‌وسوی متفاوتی می‌باشند، استانداردسازی و همسوسازی شده و پس از آماده‌سازی داده‌ها جهت تقلیل شاخص‌ها به مؤلفه‌های اصلی و تحلیل مؤلفه‌ها، از روش کمی تحلیل عاملی اکتشافی توسط نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

۱. کنترل تناسب داده‌ها

در فرایند انجام تحلیل عاملی اکتشافی، ابتدا جهت کنترل تناسب داده‌ها پس از بررسی میزان ضرایب چولگی (کمتر از ۲) و کشیدگی (کمتر از ۳/۵)، به بررسی معیار KMO و آزمون بارتلت پرداخته شد که هر یک از ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی، تاب‌آوری جامعه و محیط‌زیست با استفاده از نرم‌افزار SPSS، میزان KMO حداقل عدد ۰/۵ را نشان می‌دهند که متناسب است.

۲. استخراج و تعیین تعداد عوامل

در مرحله بعد با روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، براساس قاعده کایسر و درصد تغییرات تجمعی، تعداد مؤلفه‌هایی که می‌بایست در هر بعد تاب‌آوری استخراج شود، تبیین گردید. شاخص‌های ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیرساختی هریک به ۳ مؤلفه، محیط‌زیست و تاب‌آوری جوامع به ۲ مؤلفه و نهادی به ۱۰ مؤلفه استخراج شده‌اند.

۳. روش دوران عوامل

جهت سهولت تفسیر و نام‌گذاری عوامل از دوران استفاده شده است. روش دوران در پژوهش، دوران متعامد با استفاده از روش واریماکس به‌عنوان یک روش استاندارد بوده است.

۴. تفسیر و نام‌گذاری عوامل

در این مرحله متغیرهایی که بارعاملی معنی‌داری با عوامل داشته (بزرگ‌تر از ۰/۴) را حفظ نموده و متغیرهایی را که بار عاملی کمتر از ۰/۳۲ درصد داشتند به دلیل عدم ارتباط معنادار با عوامل، از دور محاسبات کنار گذاشته شدند.

۵. نام‌گذاری و محاسبه امتیاز عوامل استخراج شده

در آخر هریک از عوامل با توجه به متغیرهایی که ذیل آن قرار گرفته است نام‌گذاری شده و برای اینکه عوامل با یکدیگر قابل مقایسه شوند، امتیاز عوامل بین صفر و یک استاندارد شدند که در ادامه برای محاسبه شاخص مرکب نیز از این نتایج استفاده شده است. نتایج در جدول (۵) آمده است.

جدول ۵. شاخص‌ها و مؤلفه‌های معرف تاب‌آوری منطقه‌ای در سطح شهرستان‌های استان تهران براساس تحلیل عاملی اکتشافی

بار عاملی	شاخص	درصد تغییرات	مؤلفه	بعد
۰/۸۱۴ -۰/۷۵۴ ۰/۷۵۰ ۰/۶۷۳	- درصد خانوارهای تک نفره - نسبت سنی جمعیت - سرانه پزشکان - تراکم نسبی جمعیت	۲۷/۳۳۲	جمعیت‌شناسی	اجتماعی
۰/۹۴۲ ۰/۶۲۵ -۰/۵۹۸	- درصد جمعیت تحت پوشش بیمه‌های درمانی پایه - نرخ باسوادی جمعیت - درصد جمعیت دارای معلولیت جسمی و روانی	۲۵/۲۶۱	پوشش بهداشتی و توان اجتماعی	
-۰/۸۷۳ ۰/۲۸۶	- نسبت جنسی جمعیت - نسبت پرستاران به تخت بیمارستانی	۲۰/۲۹۳	ظرفیت درمانی و اجتماعی	
۰/۸۹۳ ۰/۸۹۱	درصد مشارکت نیروی کار زنان درصد کارکنان ماهر	۳۲/۳۵۷	مهارت نیروی کار	اقتصادی
۰/۸۹۳ ۰/۷۰۷	- سهم اشتغال در بخش تبعی (خدمات) - درصد مالکیت واحد مسکونی	۲۵/۲۷۸	وضعیت مسکن و سهم اشتغال	
۰/۵۸۸ ۰/۷۸۶ ۰/۷۲۱	- نرخ بیکاری - نرخ اشتغال - نسبت کسب‌وکارهای بزرگ‌مقیاس به سایر	۲۲/۲۵۱	وضعیت اشتغال	

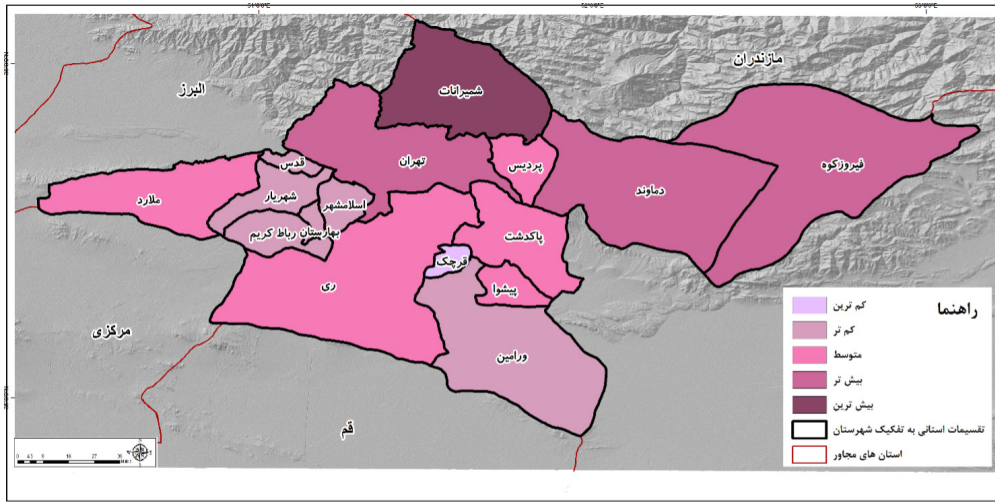
بار عاملی	شاخص	درصد تغییرات	مؤلفه	بعد
۱/۰۹۴ ۱/۰۶۳ ۰/۸۹۰ ۰/۷۹۱ ۰/۷۵۶ ۰/۷۵۲ ۰/۶۴۸ ۰/۴۶۸	- سرانه مدارس کلیه دوره‌های تحصیلی - کارکنان ایستگاه‌های آتش‌نشانی - سرانه مراکز بهداشتی و درمانی - سرانه ظرفیت (تخت) تأسیسات اقامتی - ضریب نفوذ تلفن ثابت - نسبت پایگاه‌های اورژانس به جمعیت - سرانه تأسیسات اقامتی - درصد مساحت بافت فرسوده	۵۱/۲۹۲	نیازهای سرپناهی و خدمات امدادی- درمانی	زیرساختی
-۰/۹۰۶ ۰/۸۱۳ ۰/۶۸۶ -۰/۵۸۷	- درصد واحدهای مسکونی بادوام - سرانه آرامستان - سرانه مجتمع‌های بین‌راهی - نسبت ایستگاه‌های آتش‌نشانی	۱۶/۳۹۱	مقاومت مسکن و ظرفیت مراکز خدماتی	
۰/۹۳۶ -۰/۵۷۰	- نسبت تخت‌های بیمارستانی فعال - درصد طول کل راه‌های سطح زیرپوشش شبکه حمل‌ونقل	۱۱/۱۰۵	دسترسی و مراقبت بهداشتی	
۰/۹۲۳ ۰/۹۱۴ ۰/۸۹۵ ۰/۸۱۷ ۰/۷۵۱ ۰/۳۹۱	- خدمات نگهداری کودک - درصد جمعیت امدادگران فعال هلال احمر - خدمات نگهداری سالمند - سرانه اماکن مذهبی - تعداد معنادان تحت پوشش بهزیستی - سرانه تأسیسات و فضاهای ورزشی	۴۸/۹۷۲	ظرفیت خدمات اجتماعی و فرهنگی	تاب‌آوری جامعه
۰/۸۸۵ -۰/۶۷۰	- نرخ خالص مهاجرت - درصد مستمری‌بگیران سازمان تأمین اجتماعی	۱۶/۶۴۴	حس تعلق و پشتوانه مالی	
-۰/۹۳۱ -۰/۸۲۰ ۰/۶۹۲	- خطرپذیری زمین‌لغزش - خطرپذیری نسبت به موقعیت گسل‌ها - خطرپذیری فرونشست	۵۳/۵۱۸	زمین‌ساختی	محیط‌زیست
-۰/۶۹۵ ۰/۵۸۱	- مساحت اراضی نفوذپذیر - درصد جمعیت تحت پوشش شبکه جمع‌آوری فاضلاب	۲۲/۵۴۶	نفوذپذیری و زیرساخت بهداشتی	
۰/۸۵۹ ۰/۸۵۱ ۰/۸۴۴ ۰/۸۳۹ ۰/۸۳۱ ۰/۸۰۶ ۰/۶۷۴ ۰/۶۱۷ ۰/۴۷۷	- برنامه‌ریزی برای مدیریت بحران (محلی) - رضایت از عملکرد نهادها (ملی) - برنامه‌ریزی برای مدیریت بحران (ملی) - مسئولیت‌پذیری نهادها (ملی) - رضایت از عملکرد نهادها (محلی) - مسئولیت‌پذیری نهادها (محلی) - میزان آمادگی نهادهای خدماتی - اعتماد اجتماعی به سازمان‌های مدیریت بحران - مشارکت در تصمیم‌گیری‌ها	۱۹/۴۵۴	آمادگی و عملکرد نهادی	نهادی
۰/۸۲۲ ۰/۷۹۰ ۰/۷۰۸ ۰/۵۰۴ ۰/۴۸۹	- میزان درک محلی - تلاش برای درک مخاطرات احتمالی - آگاهی و اعتماد خانوارها به سیستم هشداردهنده - میزان آگاهی از نهادهای مدیریت بحران - آموزش نهادها	۸/۵۸۷	آگاهی و درک اجتماعی	
۰/۷۰۴ ۰/۷۰۱ ۰/۶۸۶ ۰/۵۸۴	- مشارکت مدنی سازمان‌های مردم‌نهاد - تمایل به ارتقاء آمادگی در برابر زلزله - همکاری خانوارها جهت نوسازی مسکن - تمایل به عضویت در سازمان‌های مردم‌نهاد	۵/۴۱۸	مشارکت اجتماعی	

بار عاملی	شاخص	درصد تغییرات	مؤلفه	بعد
۰٫۷۰۶ ۰٫۵۹۶ ۰٫۵۸۲ ۰٫۴۶۵	- عضویت در سازمان‌های مردم‌نهاد - وجود گروه‌های داوطلب و امدادی - میزان آگاهی نسبت به پناهگاه‌ها - درصد خانوارهای بیمه‌شده در برابر زلزله	۵/۱۱۵	سرمایه اجتماعی	
۰٫۸۷۰ ۰٫۸۶۸	- میزان خشونت، جرم و جنایت سوابق سرقت	۴/۲۶۰	امنیت جوامع	
۰٫۶۸۴ ۰٫۶۶۲ ۰٫۶۱۹	- میانگین درآمد ساکنین - درصد جمعیت دارای وسیله نقلیه - درصد افراد با منابع درآمدی متفاوت	۳/۹۴۹	سرمایه اقتصادی	
۰٫۶۹۳ ۰٫۶۵۱	- تمایل کمک به همسایگان - میزان مرادده با همسایگان	۳/۸۴۰	روابط اجتماعی	
۰٫۶۴۳ ۰٫۶۶۶	- درصد اعضای خانواده دارای اشتغال - میزان پایبندی به قوانین ساخت‌وساز	۳/۴۶۵	بستر نهادی و اقتصادی	
۰٫۶۸۷	- درصد جمعیت کاربر شبکه‌های مجازی	۳/۲۹۷	شبکه‌های اجتماعی	
۰٫۷۸۹ ۰٫۴۹۹ ۰٫۴۱۹	- درصد جمعیت دارای تلفن همراه - درصد جمعیت کاربر اینترنت - درصد جمعیت ساکن در محل تولد	۲/۹۴۸	زیرساخت ارتباطی و تعلق مکانی	

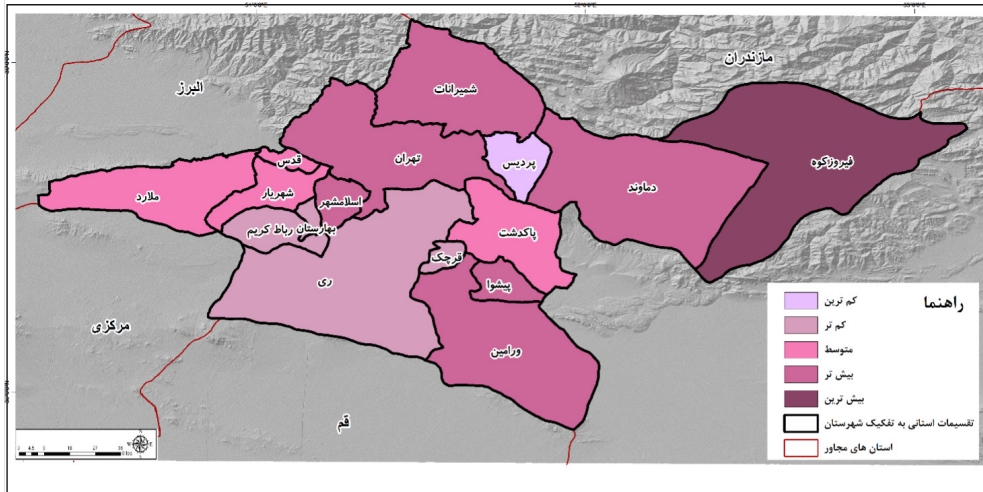
توزیع فضایی ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای در استان تهران

پس از تقلیل شاخص‌ها به مؤلفه‌های اصلی در ابعاد تاب‌آوری، از آنجایی که یکی از اهداف مقاله بررسی نحوه توزیع مؤلفه‌ها است، می‌بایست نحوه توزیع فضایی هریک از آن‌ها به تفکیک شهرستان‌های استان تهران ترسیم شود. طبقه‌بندی امتیازات مؤلفه‌ها در ۵ طیف و ترسیم آن‌ها در نرم‌افزار ArcGIS، اطلاعات ارزشمندی را در ارتباط با توزیع فضایی مؤلفه‌ها در سطح شهرستان‌های استان تهران ارائه می‌کند. شایان ذکر است از آنجایی که ۲۳ مؤلفه استخراج شده و به دلیل محدودیت نگارش مقاله، از اشاره به تمامی آن‌ها خودداری شده است و فقط به شکل‌های توزیع فضایی ابعاد تاب‌آوری که جمع‌بندی موقعیت مؤلفه‌ها هستند، بسنده کرده است (اشکال ۵ تا ۱۰).

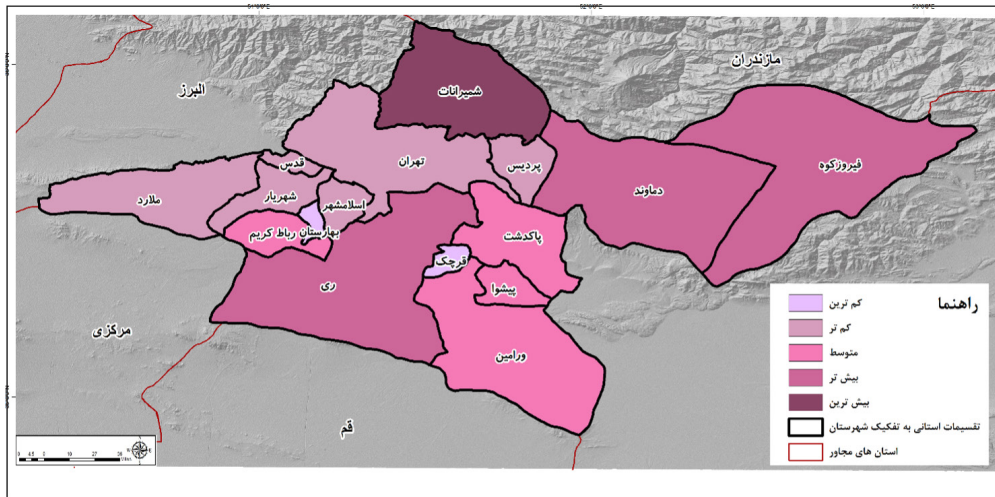
همان‌طور که در شکل‌های ذیل نمایان است، هریک از شهرستان‌ها به تفکیک ابعاد تاب‌آوری در وضعیت متفاوتی قرار دارند و در صورت وقوع زمین‌لرزه، در برخی از ابعاد وضعیت مطلوب‌تری را نسبت به سایر ابعاد از خود نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال بررسی وضعیت تاب‌آوری در شهرستان تهران که دارای موقعیت مهمی در استان و کشور است، نشان می‌دهد که در حوزه‌های اجتماعی و اقتصادی وضعیت بهتری نسبت به حوزه زیرساختی دارد و می‌بایست در بخش زیرساختی تقویت شود.



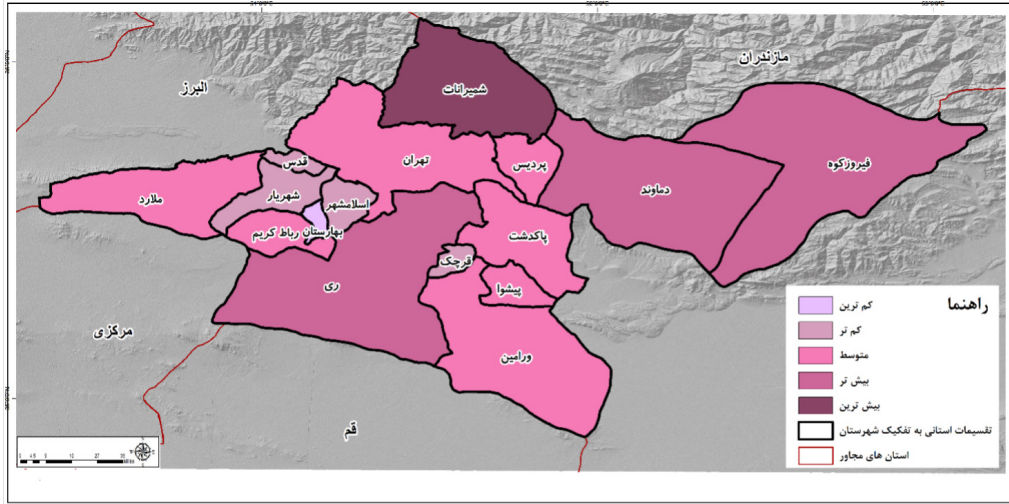
شکل ۵. توزیع فضایی بعد اجتماعی تاب‌آوری



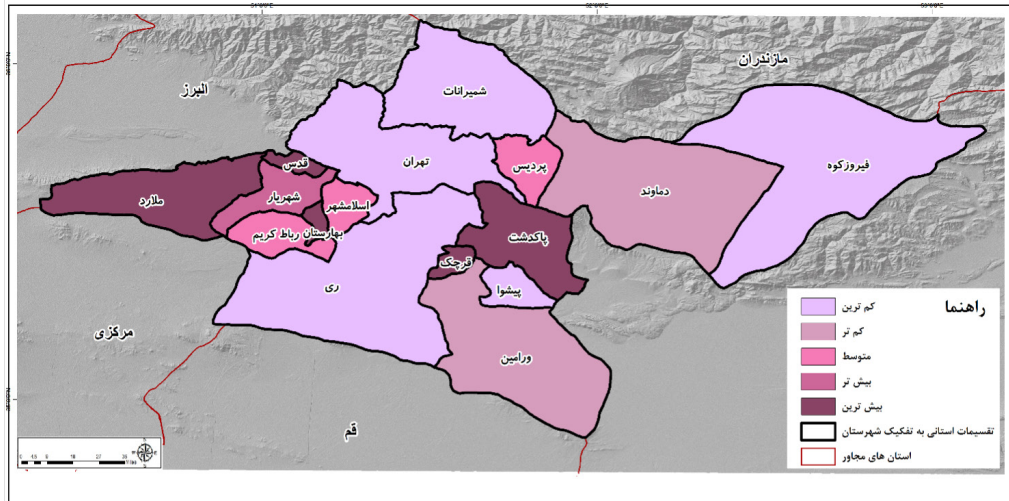
شکل ۶. توزیع فضایی بعد اقتصادی تاب‌آوری



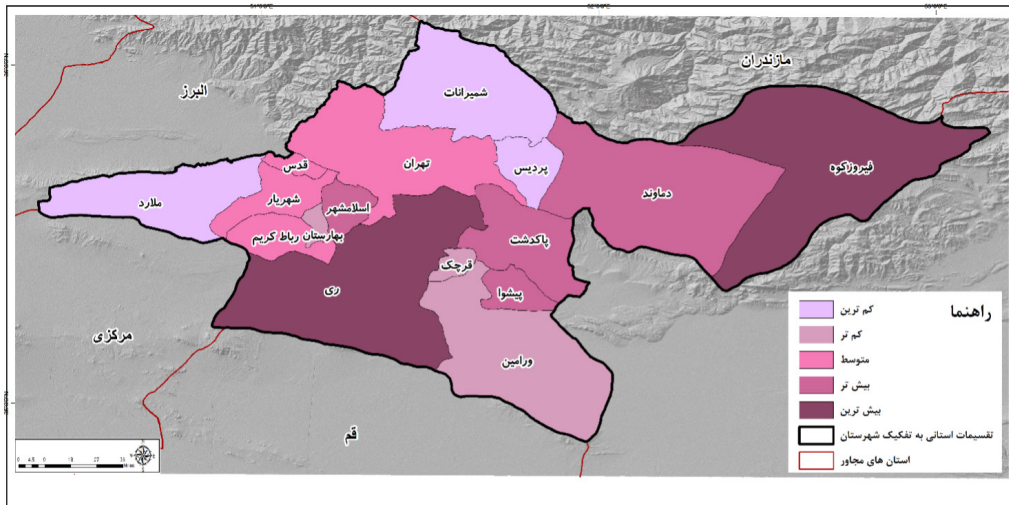
شکل ۷. توزیع فضایی بعد تاب‌آوری جامعه



شکل ۸. توزیع فضایی بعد زیرساختی تاب‌آوری



شکل ۹. توزیع فضایی بعد محیط‌زیست تاب‌آوری



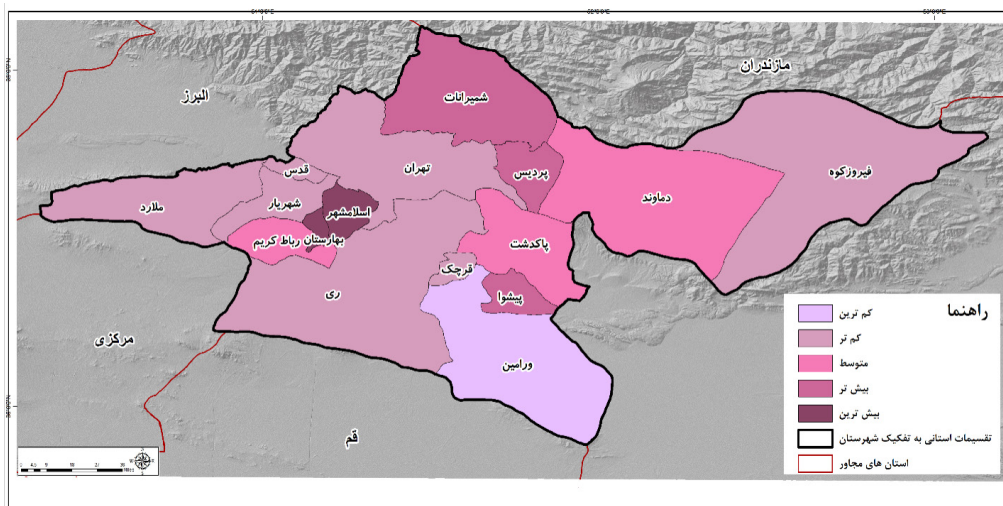
شکل ۱۰. توزیع فضایی بعد نهادی تاب‌آوری

شاخص مرکب تاب‌آوری منطقه‌ای

در مرحله آخر تحلیل عاملی اکتشافی بیان شد که برای اینکه عوامل قابل مقایسه شوند، بین صفر و یک استاندارد شدند. در این بخش از این امتیازات استاندارد عوامل جهت محاسبه شاخص مرکب^۷ بهره گرفته شد. هدف از محاسبه شاخص مرکب بررسی تاب‌آوری منطقه‌ای در کل استان تهران است. شاخص مرکب از مجموع امتیاز ابعاد عینی (اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، تاب‌آوری جامعه و محیط‌زیست) و ذهنی (نهادی) به دست آمده است که امتیاز هر یک از ابعاد نیز شامل مؤلفه‌های دربرگیرنده خود است (جدول ۶). نتایج شاخص مرکب نشان می‌دهد که نیمی از استان تهران در وضعیت نامطلوب تاب‌آوری بالأخص در بعد زیرساختی قرار دارند و در صورت وقوع زمین‌لرزه مقاومت کمی از خود نشان خواهند داد. در ادامه نحوه توزیع فضایی شاخص مرکب در سطح شهرستان‌های استان تهران در شکل (۱۱) نیز نمایان شده است.

جدول ۶. شاخص مرکب تاب‌آوری منطقه‌ای در سطح شهرستان‌های استان تهران

موقعیت تاب‌آوری	شاخص مرکب تاب‌آوری منطقه‌ای	امتیاز کل بعد ذهنی (نهادی)	امتیاز کل ابعاد عینی	امتیاز ابعاد عینی تاب‌آوری منطقه‌ای					شهرستان
				محیط‌زیست	تاب‌آوری جامعه	زیرساختی	اقتصادی	اجتماعی	
بیشترین	۲۱۰٫۳۲	۲۵٫۴۵	۱۸۴٫۸۶	۰٫۳	۴۹٫۰۷	۵۶٫۵۷	۲۷٫۸	۵۱٫۱۳	اسلامشهر
بیشترین	۱۹۳٫۹۳	۴۲٫۴۵	۱۵۱٫۴۸	۵٫۲۱	۱۸٫۴۸	۳۸٫۳	۵۰	۳۹٫۴۹	بهارستان
متوسط	۱۱۵٫۱۲	۲۹٫۹	۸۵٫۲۲	۴٫۸۶	۶٫۵۲	۹٫۷۸	۳۴٫۷۳	۲۹٫۳۳	پاکدشت
بیشتر	۱۴۲٫۰۹	۳۳٫۸۵	۱۰۸٫۲۵	۱۳٫۳۴	۱۴٫۸۶	۲۶٫۴	۲۳٫۴۸	۳۰٫۱۶	پردیس
بیشتر	۱۳۰٫۳۵	۲۵٫۸۸	۱۰۴٫۴۷	۵۳٫۶۷	۷٫۲۷	۹٫۸۷	۱۵٫۶۳	۱۸٫۰۳	پیشوا
کمتر	۹۹٫۲۲	۳۱٫۵۵	۶۷٫۶۸	۲۰٫۷۸	۸٫۱۵	۶٫۹۸	۱۵٫۷۳	۱۶٫۰۳	تهران
متوسط	۱۱۴٫۲۳	۲۹٫۲۸	۸۴٫۹۵	۳۹٫۱۴	۶٫۳۲	۶٫۱۸	۱۷٫۶۳	۱۵٫۶۹	دماوند
متوسط	۱۱۶٫۶۶	۴۰٫۲۱	۷۶٫۴۵	۴٫۴۸	۱۶٫۰۲	۲۳٫۷۷	۱۳٫۹۸	۱۸٫۱۹	رباط‌کریم
کمتر	۱۰۴٫۱۶	۳۲٫۳۹	۷۱٫۷۷	۱۷٫۸۱	۶٫۷۳	۶٫۴۷	۲۳٫۳۳	۱۷٫۴۲	ری
بیشتر	۱۲۸٫۱۶	۳۴٫۴۱	۹۳٫۷۵	۳۸٫۰۲	۹٫۱۶	۱۰٫۵۶	۱۶٫۱۳	۱۹٫۸۸	شمیرانات
کمتر	۱۰۱٫۵۷	۳۰٫۱۳	۷۱٫۴۴	۱۸٫۲۹	۹٫۷۵	۱۲٫۵۶	۱۴٫۰۳	۱۶٫۷۳	شهریار
کمتر	۹۵٫۵۹	۲۷٫۷۸	۶۷٫۸۲	۳۶٫۱۴	۰٫۰۶	۱٫۶۲	۱۴٫۷۴	۱۵٫۲۶	فیروزکوه
کمتر	۹۷٫۳۴	۲۷٫۱۵	۷۰٫۱۸	۳۴٫۹۵	۲٫۰۱	۵٫۶۱	۱۴٫۸۸	۱۲٫۷۴	قدس
کمتر	۱۰۱٫۹۹	۲۷٫۸۵	۷۴٫۱۴	۱۰٫۶	۱۱٫۴۶	۱۲٫۹۵	۲۲٫۰۲	۱۷٫۱	قرچک
کمتر	۱۰۴٫۵۱	۳۲٫۵۳	۷۱٫۹۸	۴٫۸۷	۱۱٫۱۳	۱۴٫۲۱	۲۳٫۷۶	۱۸٫۰۱	ملارد
کمترین	۸۷٫۶۹	۲۶٫۶۴	۶۱٫۰۵	۱۵٫۵۷	۴٫۴۸	۱۴٫۳۹	۵٫۳۴	۲۱٫۲۶	ورامین
-	-	۴۹۷٫۴۵	-	۳۱۸٫۰۴	۱۸۱٫۴۷	۲۵۶٫۳۱	۳۳۳٫۲	۳۵۶٫۴۶	مجموع امتیاز ابعاد



شکل ۱۱. نحوه توزیع فضایی شاخص مرکب تاب‌آوری منطقه‌ای به تفکیک شهرستان‌های استان تهران

تحلیل مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای

پس از بررسی نحوه توزیع فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای در سطح شهرستان‌ها، می‌بایست میزان ارتباط و تأثیر هریک از مؤلفه‌ها بر تاب‌آوری منطقه‌ای استان تهران تبیین شود. از آنجایی که مؤلفه‌های تاب‌آوری در پژوهش حاضر در دو گروه عینی و ذهنی قرار دارند، لذا تحلیل مؤلفه‌های آن دو گروه نیز متفاوت می‌باشد. تحلیل مؤلفه‌های گروه عینی تاب‌آوری (ابعاد اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، تاب‌آوری جامعه و محیط‌زیست) از طریق محاسبه میانگین امتیازات عاملی در هر مؤلفه؛ و تحلیل مؤلفه‌های گروه ذهنی تاب‌آوری (بعد نهادی) از طریق تحلیل رگرسیون خطی انجام می‌گیرد. در ادامه هریک از تحلیل‌های ذکر شده بیان می‌شوند.

تحلیل مؤلفه‌های ذهنی از طریق تحلیل رگرسیون خطی

در ادامه جهت یافتن مؤلفه‌های مؤثر بر تاب‌آوری منطقه‌ای از روش رگرسیونی خطی در نرم‌افزار SPSS استفاده شد. در این بخش ارتباط میان میزان تاب‌آوری منطقه‌ای به‌عنوان متغیر وابسته و مؤلفه‌های ذهنی در بعد نهادی به‌عنوان متغیرهای مستقل در سطح کل استان در نظر گرفته شد. جدول (۷) نتایج تحلیل رگرسیونی را نشان می‌دهد. میزان R^2 در این تحلیل برابر $0/54$ می‌باشد، به این معنی که 54 درصد واریانس‌های تاب‌آوری منطقه‌ای توسط واریانس مؤلفه‌های نهادی قابل پیش‌بینی است. در ادامه نتایج تحلیل رگرسیون بحث شده است.

- براساس تحلیل رگرسیون انجام‌گرفته مؤلفه آمادگی و عملکرد نهادی ($0/715$)، آگاهی و درک اجتماعی ($0/139$)، سرمایه اجتماعی ($0/075$)، بستر نهادی و اقتصادی ($0/081$) دارای ارتباط معناداری با تاب‌آوری هستند و به‌صورت مستقیم بر میزان تاب‌آوری منطقه‌ای تأثیر می‌گذارند و آن را تبیین می‌کنند؛ که از این میان مؤلفه آمادگی و عملکرد نهادی با ضریب استاندارد $0/715$ نقش مؤثرتری در پیش‌بینی تاب‌آوری منطقه‌ای در بعد نهادی خواهند داشت.
- براساس تحلیل رگرسیون انجام‌گرفته مؤلفه امنیت جوامع ($-0/103$) دارای ارتباط معناداری با تاب‌آوری است؛ اما به‌صورت معکوس بر میزان تاب‌آوری منطقه‌ای تأثیر می‌گذارد، بدین معنی که هرچه مؤلفه امنیت جوامع (شاخص‌های میزان جرم و جنایت و میزان سرقت) بیشتر شود، تاب‌آوری

منطقه‌ای کاهش می‌یابد.

- براساس تحلیل رگرسیون انجام‌گرفته مؤلفه مشارکت اجتماعی، سرمایه اقتصادی، روابط اجتماعی، شبکه‌های اجتماعی و زیرساخت ارتباطی و تعلق مکانی با Sig بیشتر از ۰/۰۵ فاقد ارتباط معنادار با تاب‌آوری هستند و این امر نشان‌دهنده ضعف تاب‌آوری منطقه‌ای در مؤلفه‌های مذکور هست که می‌بایست در اولویت برنامه‌ریزی قرار گیرند.

جدول ۷. نتایج تحلیل رگرسیونی مؤلفه‌های ذهنی در بعد نهادی در سطح کل استان تهران

مغایر وابسته	ضریب تشخیص (R ^۲)	متغیرهای مستقل	Unstan-dardized	Sig	Standardized	معناداری	عدم معناداری
میزان تاب‌آوری منطقه‌ای	۰/۵۴	مقدار ثابت	۲/۱۴۱	۰/۰۰۰	-		
		آمادگی و عملکرد نهادی	۰/۶۳۱	۰/۰۰۰	۰/۷۱۵	*	
		آگاهی و درک اجتماعی	۰/۱۲۳	۰/۰۰۰	۰/۱۳۹	*	
		مشارکت اجتماعی	-۰/۰۳۸	۰/۲۱۷	-۰/۰۴۳	*	
		سرمایه اجتماعی	۰/۰۶۷	۰/۰۳۲	۰/۰۷۵	*	
		امنیت جوامع	-۰/۰۹۱	۰/۰۰۳	-۰/۱۰۳	*	
		سرمایه اقتصادی	-۰/۰۲۰	۰/۵۰۹	-۰/۰۲۳	*	
		روابط اجتماعی	۰/۰۱۵	۰/۶۲۰	۰/۰۱۷	*	
		بستر نهادی و اقتصادی	۰/۰۷۲	۰/۰۲۰	۰/۰۸۱	*	
		شبکه‌های اجتماعی	۰/۰۳۸	۰/۲۲۴	۰/۰۴۳	*	
		زیرساخت ارتباطی و تعلق مکانی	-۰/۰۳۶	۰/۲۴۱	-۰/۰۴۱	*	

تحلیل مؤلفه‌های عینی از طریق میانگین امتیازات عاملی

میزان تأثیر هریک از مؤلفه‌های عینی (در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، زیرساختی، تاب‌آوری جامعه و محیط‌زیست) بر تاب‌آوری منطقه‌ای از طریق محاسبه میانگین امتیازات عاملی در هریک از مؤلفه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. طبق جدول (۸) تمامی مؤلفه‌ها از صفر تا یک استاندارد شده و مجموع امتیاز تمامی آن‌ها در سطح استان برابر با ۷۸/۱۸ است که میانگین آن‌ها برابر با ۶/۰۱ می‌باشد که این میزان عاملی برای تعیین وضعیت مطلوب و نامطلوب است.

جدول ۸. تحلیل مؤلفه‌های عینی از طریق میانگین امتیازات عاملی

مؤلفه‌های عینی												شهرستان	
جمعیت شناسی	پوشش بهداشتی و توان اجتماعی	ظرفیت درمانی و اجتماعی	نیازهای سرپناهی و خدمات درمانی- امدادی	مقاومت مسکن و ظرفیت مراکز خدماتی	دسترسی و مراقبت بهداشتی	ظرفیت اجتماعی و فرهنگی	حس تعلق و پشته‌وانه مالی	مهارت نیروی کار	وضعیت مسکن و سهم اشتغال	وضعیت اشتغال	زمین ساختی		نفوذپذیری و زیرساخت بهداشتی
۰/۴۳	۰/۲۲	۰/۶۷	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۲۹	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۳۹	۰/۴۳	۰/۰۰	۰/۳۳	۰/۰۶	اسلامشهر

شهرستان	مؤلفه‌های عینی												
	نفوذپذیری و زیرساخت بهداشتی	زمین ساختی	وضعیت اشتغال	وضعیت مسکن و سهم اشتغال	مهارت نیروی کار	حس تعلق و پشتوانه مالی	ظرفیت اجتماعی و فرهنگی	دسترسی و مراقبت بهداشتی	مقاومت مسکن و ظرفیت مراکز خدماتی	نیازهای سرپناهی و خدمات درمانی - امدادی	ظرفیت درمانی و اجتماعی	پوشش بهداشتی و توان اجتماعی	جمعیت شناسی
بهارستان	۰٫۱۹	۰٫۶۷	۰٫۷۳	۰٫۴۶	۰٫۰۹	۰٫۲۲	۰٫۰۰	۰٫۱۶	۰٫۱۰	۰٫۰۰	۰٫۲۴	۰٫۳۳	
پاکدشت	۰٫۳۹	۰٫۷۱	۰٫۶۵	۰٫۶۰	۰٫۰۲	۰٫۵۴	۰٫۱۸	۰٫۴۱	۰٫۳۰	۰٫۴۱	۰٫۵۶	۰٫۲۱	
پردیس	۰٫۶۷	۰٫۲۹	۰٫۴۸	۰٫۰۰	۰٫۱۶	۱٫۰۰	۰٫۰۹	۰٫۳۵	۰٫۱۶	۰٫۲۳	۰٫۶۲	۰٫۲۰	
پیشوا	۰٫۶۱	۰٫۰۹	۰٫۷۰	۰٫۵۷	۰٫۲۸	۰٫۰۰	۰٫۲۳	۰٫۰۰	۰٫۵۱	۰٫۱۱	۰٫۴۹	۰٫۶۵	
تهران	۰٫۷۳	۰٫۰۹	۰٫۳۰	۰٫۰۹	۱٫۰۰	۰٫۲۴	۰٫۱۳	۰٫۹۸	۰٫۰۰	۰٫۱۹	۱٫۰۰	۰٫۵۶	
دماوند	۰٫۴۲	۰٫۲۵	۰٫۶۷	۰٫۴۶	۰٫۳۶	۰٫۴۴	۰٫۳۰	۰٫۵۸	۰٫۵۲	۰٫۳۵	۰٫۵۹	۰٫۸۷	
رباط کریم	۰٫۷۱	۰٫۳۴	۰٫۲۸	۰٫۴۰	۰٫۱۲	۰٫۶۳	۰٫۲۰	۰٫۵۳	۰٫۳۲	۰٫۱۴	۰٫۴۴	۰٫۰۰	
ری	۰٫۵۸	۰٫۰۸	۰٫۴۷	۰٫۵۵	۰٫۰۰	۰٫۵۰	۰٫۳۲	۱٫۰۰	۰٫۳۷	۰٫۳۴	۰٫۰۰	۰٫۳۱	
شمیرانات	۱٫۰۰	۰٫۰۰	۱٫۰۰	۰٫۳۴	۰٫۵۹	۰٫۳۷	۱٫۰۰	۰٫۵۱	۰٫۳۲	۱٫۰۰	۰٫۱۰	۰٫۹۵	
شهریار	۰٫۲۹	۰٫۳۹	۰٫۱۱	۰٫۲۸	۰٫۲۶	۰٫۴۰	۰٫۱۶	۰٫۴۱	۰٫۱۱	۰٫۱۰	۰٫۶۴	۰٫۲۷	
فیروزکوه	۰٫۴۲	۰٫۱۰	۰٫۳۱	۱٫۰۰	۰٫۷۶	۰٫۲۲	۰٫۳۸	۰٫۷۹	۱٫۰۰	۰٫۴۲	۰٫۷۰	۱٫۰۰	
قدس	۰٫۰۰	۰٫۷۳	۰٫۱۶	۰٫۴۵	۰٫۱۹	۰٫۳۱	۰٫۱۳	۰٫۲۸	۰٫۲۰	۰٫۰۶	۰٫۶۹	۰٫۱۹	
قرچک	۰٫۳۰	۰٫۶۵	۰٫۳۶	۰٫۴۶	۰٫۱۰	۰٫۲۰	۰٫۰۴	۰٫۳۲	۰٫۰۸	۰٫۰۸	۰٫۴۷	۰٫۳۷	
ملارد	۰٫۵۲	۱٫۰۰	۰٫۰۰	۰٫۴۳	۰٫۱۵	۰٫۳۵	۰٫۱۵	۰٫۲۱	۰٫۲۲	۰٫۱۲	۰٫۶۰	۰٫۶۱	
ورامین	۰٫۴۱	۰٫۲۰	۰٫۲۲	۰٫۵۰	۰٫۲۹	۰٫۰۶	۰٫۲۳	۰٫۳۷	۰٫۳۹	۰٫۱۳	۰٫۴۳	۰٫۵۳	
جمع استانی = میانگین =	۷۸٫۱۸	۷٫۳۲	۵٫۹۰	۶٫۴۶	۷٫۰۱	۵٫۶۶	۳٫۶۸	۷٫۲۱	۴٫۶۱	۳٫۵۰	۸٫۶۷	۵٫۹۴	۷٫۴۶

لذا مؤلفه‌هایی که امتیاز آن‌ها فراتر از میانگین است، در وضعیت مطلوب تاب‌آوری منطقه‌ای و مؤلفه‌هایی که امتیاز آن‌ها کمتر از میانگین است نیز در وضعیت نامطلوب تاب‌آوری منطقه‌ای قرار دارند و می‌بایست در اولویت برنامه‌ریزی قرار گیرند. جدول (۹) نتایج موقعیت مؤلفه‌ها را نسبت به میانگین نشان می‌دهد. نتایج به شرح ذیل است:

امتیاز مؤلفه‌های جمعیت‌شناسی، ظرفیت درمانی و اجتماعی، دسترسی و مراقبت بهداشتی، وضعیت مسکن و سهم اشتغال، وضعیت اشتغال و نفوذپذیری و زیرساخت بهداشتی بالاتر از میانگین امتیاز مؤلفه‌ها بوده

است، لذا این امر نشان‌دهنده قوت تاب‌آوری منطقه‌ای و تأثیر مثبت مؤلفه‌های مذکور در تاب‌آوری منطقه‌ای سطح استان است.

امتیاز مؤلفه‌های پوشش بهداشتی و توان اجتماعی، نیازهای سرپناهی و خدمات امدادی-درمانی، مقاومت مسکن و ظرفیت مراکز خدماتی، ظرفیت اجتماعی و فرهنگی، حس تعلق و پشتوانه مالی، مهارت نیروی کار و زمین ساختی پایین‌تر از میانگین امتیاز مؤلفه‌ها بوده است، لذا این امر نشان‌دهنده ضعف تاب‌آوری منطقه‌ای و تأثیر منفی مؤلفه‌های مذکور در تاب‌آوری منطقه‌ای سطح استان می‌باشد که می‌بایست در اولویت برنامه‌ریزی قرار گیرند.

جدول ۹. تحلیل وضعیت مؤلفه‌های عینی تاب‌آوری منطقه‌ای در سطح کل استان

موقعیت نامطلوب	موقعیت مطلوب	مجموع امتیاز استانی	مؤلفه	بعد
	*	۷/۴۶	جمعیت‌شناسی	اجتماعی
*		۵/۹۴	پوشش بهداشتی و توان اجتماعی	
	*	۸/۶۷	ظرفیت درمانی و اجتماعی	
*		۳/۵۰	نیازهای سرپناهی و خدمات امدادی-درمانی	زیرساختی
*		۴/۶۱	مقاومت مسکن و ظرفیت مراکز خدماتی	
*		۵/۲۱	دسترسی و مراقبت بهداشتی	
*		۳/۶۸	ظرفیت اجتماعی و فرهنگی	تاب‌آوری جامعه
*		۵/۶۶	حس تعلق و پشتوانه مالی	
*		۴/۷۷	مهارت نیروی کار	اقتصادی
	*	۷/۰۱	وضعیت مسکن و سهم اشتغال	
	*	۶/۴۶	وضعیت اشتغال	
*		۵/۹۰	موقعیت زمین ساختی	محیط‌زیست
	*	۷/۳۲	نفوذپذیری و زیرساخت بهداشتی	
		۶/۰۱	میانگین امتیاز مؤلفه‌ها	

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر در راستای ارزیابی تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی در استان تهران به سه پرسش به شرح ذیل پاسخ داده شده است:

- مؤلفه‌های تبیین‌کننده تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر سوانح طبیعی (زلزله) در سطح شهرستان‌های استان تهران کدام‌اند؟

براین اساس نتایج حاکی از آن است که ۲۳ مؤلفه براساس شاخص‌های مستخرج از مدل تلفیقی تبیین شدند که هر یک از آن‌ها به‌نحوی بیانگر میزان تاب‌آوری منطقه‌ای استان تهران در برابر زمین‌لرزه در سه بازه زمانی پیش، حین و پس از وقوع زمین‌لرزه هستند. مؤلفه‌های اجتماعی و تاب‌آوری جوامع میزان آمادگی جسمی و

روحي تمامی اقدشار جامعه را در حين و پس از وقوع سوانح می‌سنجد. مؤلفه‌های اقتصادی میزان مقاومت و پاسخگویی اقتصاد یک منطقه را پس از وقوع سوانح در نظر می‌گیرد. مؤلفه‌های زیرساختی به‌عنوان مهم‌ترین و حیاتی‌ترین، به ارزیابی کمی و کیفی تأسیسات حیاتی و نیازهای اولیه پس از وقوع بحران اشاره می‌کند. مؤلفه‌های زیست‌محیطی موقعیت نسبت به گسل‌ها را در نظر می‌گیرد و در برنامه‌ریزی پیش از وقوع بحران یاری می‌رساند و در نهایت مؤلفه‌های نهادی که در سه بازه پیش، حین و پس از وقوع نقش تعیین‌کننده‌ای را ایفا می‌کنند.

- تفاوت میان توزیع فضایی مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر سوانح طبیعی (زلزله) در سطح شهرستان‌های استان تهران چگونه است؟
نمایش و تحلیل توزیع فضایی مؤلفه‌ها و محاسبه شاخص مرکب نشان داد که نیمی از شهرستان‌های استان تهران از جمله ورامین، ملارد، قرچک، قدس، فیروزکوه، شهریار، ری، تهران در وضعیت نامطلوبی نسبت به وقوع زمین‌لرزه قرار دارند و تمامی ابعاد تاب‌آوری به‌ویژه زیرساختی در صورت بروز زلزله مقاومت کمی از خود نشان می‌دهند. در مجموع توزیع فضایی مؤلفه‌ها نشان می‌دهد که وضعیت هر شهرستان در هر یک از ابعاد متفاوت است. برخی از شهرستان‌ها همچون ری در وضعیت مطلوب نهادی قرار دارد در حالی که از نظر اقتصادی در وضعیت نامطلوب قرار می‌گیرد. همچنین میزان تاب‌آوری شهرستان تهران به دلیل موقعیت استراتژیک در سطح کشور، از اهمیت بسزایی برخوردار است که می‌بایست در اولویت برنامه‌ریزی جهت آمادگی با انواع مخاطرات بالأخص زمین‌لرزه قرار گیرد.

- هریک از مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای، چه تأثیری بر میزان تاب‌آوری استان تهران دارند؟
از میان مؤلفه‌های ذهنی، مؤلفه آمادگی و عملکرد نهادی، آگاهی و درک اجتماعی، سرمایه اجتماعی، بستر نهادی و اقتصادی دارای ارتباط معناداری با تاب‌آوری؛ و از میان مؤلفه‌های عینی، مؤلفه‌های جمعیت‌شناسی، ظرفیت درمانی و اجتماعی، دسترسی و مراقبت بهداشتی، وضعیت مسکن و سهم اشتغال، وضعیت اشتغال و نفوذپذیری و زیرساخت بهداشتی در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند.
از آنجایی که در فرایند ایجاد تاب‌آوری منطقه‌ای، عوامل زمینه‌ای بسیاری اهمیت دارند، جهت ارتقاء تاب‌آوری استان تهران در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی، می‌بایست تعاملی میان مؤلفه‌های شناسایی شده تاب‌آوری منطقه‌ای ایجاد شود. به‌طور کلی، تعامل مؤلفه‌های مختلف تاب‌آوری منطقه‌ای اساسی برای ایجاد یک سامانه مقاوم و کارآمد در مقابل خطرات طبیعی است. این تعاملات با توجه به ویژگی‌های منطقه، نیازمند تعاملی پایدار، ارتباطات عمیق، همکاری و هماهنگی هستند تا بتوانند اثربخشی مناسب را داشته باشند. بدین‌صورت که مؤلفه‌های اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و نهادی و زیرساختی به‌منظور تاب‌آوری منطقه‌ای باید با هماهنگی عمل کنند و در جهت مشترکی حرکت نمایند، با همکاری و هماهنگی اقدامات تاب‌آوری را تداوم دهند و از طریق اطلاع‌رسانی و هماهنگی بین جوامع محلی و نهادهای دولتی منجر به مدیریت بحران کارآمد شوند. همچنین این تعاملات می‌بایست به‌صورت مداوم تجدیدنظر شده و با شناخت بهتر شرایط منطقه، به‌روزرسانی شوند تا بتوانند به بهترین نحو در مواجهه با چالش‌های جدید عمل کنند.
مؤلفه‌های نهادی که در پیش، حین و پس از وقوع زلزله نقش مهمی را ایفا می‌نمایند می‌بایست با برقراری هماهنگی و تعامل پایدار میان تمامی نهادها و ایجاد برنامه و راهبردهای مشترک و همسو، به مدیریت بحران استان تهران کمک نمایند. سیاست‌گذاران و آژانس‌های مدیریت بلایا در امکانات و منابع منطقه، می‌بایست از طریق سرمایه‌گذاری در ایجاد زیرساخت‌های مقاوم، اعم از شبکه‌های ارتباطی، امکانات بهداشتی و درمانی و زیرساخت‌های حمل‌ونقل، تخصیص منابع مالی و اقتصادی به‌طور هوشمند و به‌منظور توسعه زیرساخت‌ها

و فراهم کردن فرصت‌های مشارکت مردمی، مداخلات هدفمند را تسهیل سازند که منجر به کاهش پیامدهای منطقه‌ای می‌گردند.

هرچند که در فرایند انجام مطالعات حاضر، محدودیت‌هایی از جمله عدم وجود شاخص‌ها و مدل‌های ارزیابی در مقیاس منطقه و عدم بررسی موضوع زلزله در سطح منطقه بوده است، اما سعی شد با استفاده از تلفیق مدل‌های جامع این شکاف‌های مطالعاتی جبران گردند. مطالعات آینده نیز با محدودیت‌هایی بدین صورت مواجه خواهند بود و این می‌طلبد که در راستای تکمیل مطالعات تاب‌آوری منطقه‌ای، به بررسی‌های عمیق‌تر و ارائه مدل ارزیابی مختص زمین‌لرزه در سطح منطقه ارائه شود.

پی‌نوشت‌ها

1. Resilience
2. Holling
3. Timmerman
4. Markusens
5. Combined model
6. Cochran
7. Composit index

فهرست منابع

- داداش‌پور، هاشم و عادل، زینب (۱۳۹۴). سنجش ظرفیت‌های تاب‌آوری در مجموعه شهری قزوین. دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، ۴(۲)، ۷۳-۸۴.
- رشیدی، معصومه، رامشت، محمدحسین، سیف، عبدالله و غریب، هادی (۱۳۹۰). مدیریت بحران در جهت تعدیل خسارت‌های حاصل از زلزله در استان تهران. فصلنامه علمی امداد و نجات، ۳(۲)، ۴۰-۴۷.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان تهران (۱۳۹۷). سند آمایش استان تهران. <https://www.thmporg.ir/vishwa8rhblj.jbhn9n8j.ib.html>
- عزیز، محمد مهدی و اکبری، رضا (۱۳۸۷). ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب‌پذیری شهرها از زلزله (مطالعه موردی: منطقه فرحزاد تهران). نشریه هنرهای زیبا، ۳۴(۱)، ۲۵-۳۶.
- مرکز آمار ایران. سامانه اطلاعات آماری استان تهران (۱۳۹۸). سالنامه آماری سرزمین و آب و هوا. <https://amar.thmporg.ir/year-book/1398>
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). نتایج سرشماری نفوس و مسکن ایران. <https://amar.org.ir>
- Ainuddin, S., & Routray, J.K. (2012). Earthquake hazards and community resilience in Baluchistan. *Natural Hazards*, 63(2), 1-29.
- Amaratunga, D., & Haigh, R. (2011). *Post-Disaster Reconstruction of The Built Environment - Building for Resilience*. John Wiley & Sons.
- Asadzadeh, A., Zebardast, E., & Kotter, T. (2015). An augmented approach for measurement of disaster resilience using connective factor analysis and analytic network process (F'ANP) model. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14(4), 504-518.
- Boschma, R. (2014). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*, 49(5), 733-751.
- Burton, C.G. (2015). A Validation of Metrics for Community Resilience to Natural Hazards and

- Disasters Using the Recovery from Hurricane Katrina as a Case Study. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(1), 67-86.
- Cardoni, A., Zamani Noori, A., Greco, R., & Cimellaro, G. (2021). Resilience assessment at the regional level using census data. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 55, 1-11.
 - Cutter, S., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(8), 598-606.
 - Christopherson, S. (2010). Contextualized comparison in local and regional economic development: are United States perspectives. *Regional Studies*, 44(2), 229-233.
 - Christopherson, S., Michie, J., & Tyler, P. (2010). Regional Resilience: Theoretical and Empirical Perspectives. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 3-10.
 - Cutter, S., Burton, G., & Emrich, C. (2010). Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1), 1-22.
 - Du, A., Wang, X., Xie, Y., & Dong, Y. (2023). Regional seismic risk and resilience assessment: Methodological development, applicability, and future research needs - An earthquake engineering perspective. *Reliability Engineering and system safety*, 233 (109104), 1-22. from <https://doi.org/10.1016/j.res.2023.109104>.
 - Foster, K. (2007). A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience. *Institute of Urban & Regional Development, California Digital Library*, 9-12.
 - Frazier, T., Thompson, C., Dezzani, R., & Butsick, D. (2013). Spatial and temporal quantification of resilience at the community scale. *Applied Geography*, 42, 95-107.
 - Fröhlich, K., & Hassink, R. (2018). Regional resilience: a stretched concept? *European Planning Studies*, 26(9), 1763-1778.
 - Hassink, R., & Gong, H. (2019). Regional resilience. *International Encyclopedia of Human Geography*, 351-355. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008102295510126X>.
 - Holling, S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 4(1), 1-23.
 - Hudson, R. (2010). Resilient Regions in an uncertain world: wishful thinking or a practical reality? *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 11-25.
 - Hurna, L., & Kahhat, R. (2020). An interdisciplinary approach to identify zones vulnerable to earthquakes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 48, 1-10.
 - Iordan, M., Chilian, M., & Grigorescu, A. (2015). Regional Resilience in Romania-Between Realism and Aspirations. *Procedia Economics and Finance*, 22, 627-635.
 - ISDR (2005). Hyogo framework for action 2005-2015: building the resilience of nations and communities to disasters. *In Extract from the final report of the World Conference on Disaster Reduction*, Geneva: The United Nations International Strategy for Disaster Reduction, (380).
 - Kusumastuti, R., Husodo, Z., Suardi, L., Danarsari, D. (2014). Developing a resilience index towards natural disasters in Indonesia. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 10, 327-340.
 - Lam, N.S., Reams, M., Li, K., Li, C., & Mata, L. (2015). Measuring community resilience to coastal hazards along the Northern Gulf of Mexico. *Natural Hazards Review*, 17(1), 1-29.
 - Li, X., Lam, N., Qiang, Y., Li, K., Yin, L., Liu, S., & Zheng, W. (2016). Measuring County Resilience After the 2008 Wenchuan Earthquake. *Int J Disaster Risk Sci*, 7, 393-412.

- Lu, Y., Shi, X., Mao, X., & Wang, S. (2021). Dynamic Change in Regional Resilience Indicators After a Disaster: A Comprehensive Assessment of Sichuan After the 2008 Wenchuan Earthquake. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 1-24.
- Mitchell, T., & Harris, K. (2012). *Resilience: a risk management approach*. Overseas Development Institute, 1-7.
- Peacock, W. (2010). Advancing the Resilience of Coastal Localities: Developing, Implementing and Sustaining the Use of Coastal Resilience Indicators: A Final Report. *Hazard reduction and Recovery center College of Architecture Texas*, 1-149.
- Peng, C., Yuan, M., Gu, C., Peng, Z., & Ming, T. (2016). A review of the theory and practice of regional resilience. *Sustainable Cities and Society*, 29, 86-96.
- Regional Resilience Toolkit: 5 Steps to build large scale resilience to natural disasters. (2019). *Association of bay area Governments*, 1-98. from <https://www.epa.gov/smartgrowth>.
- Renschler, C., Frazier, A., Arendt, L., & Cimellaro, G. (2010). The 'PEOPLES' Resilience Framework for Defining and Measuring Disaster Resilience at the Community scale. *Office of Applied Economics Engineering Laboratory Gaithersburg*, 10, 1-10.
- Swanstrom, T. (2008). Regional Resilience: A Critical Examination of the Ecological Framework. *Institute of Urban & Regional Development, Delivered at the Urban Affairs Association Annual Meeting*, 1-28.
- Toquica, M., Burtun, C., & Valcarcel, J. (2017). Measuring Social Vulnerabilities to Earthquakes in the Andean Region. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24 (2), 1-12.
- Verrucci, E., Rosseto, T., Twigg, J., & Adams, B.J. (2012). Multi-disciplinary indicators for evaluating the seismic Resilience of Urban Areas. *Proceedings of 15th world conference earthquake engineering*. Lisbon.
- Yamamoto, D. (2011). Regional Resilience: Prospects for Regional Development Research. *Geography Compass*, 5(10), 723-736.
- Yoon, K., Kang, J., Brody, S. (2016). A measurement of community disaster resilience in Korea. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(3), 436-460.
- Yaprak, U., Şahinoz, T., & Şahinoz, S. (2020). The Assessment of Turkey's Lack of Resilience to Disasters and Hazards with IDB Indicator System. *Journal of International Health Sciences and Management*, 7(13), 61-72.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Architecture and Urban Planning. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



نحوه ارجاع به این مقاله

زبردست، اسفندیار و کمری، حدیث (۱۴۰۳). تحلیل مؤلفه‌های تاب‌آوری منطقه‌ای در برابر مخاطرات لرزه‌خیزی؛ بررسی موردی: استان تهران. نشریه علمی نامه معماری و شهرسازی، ۱۷(۴۴)، ۴۵-۷۴.

DOI: 10.30480/AUP.2024.5089.2096

URL: https://aup.journal.art.ac.ir/article_1348.html



Analysis of regional resilience components against seismic hazards Case study: Tehran province

Esfandiar Zebardast

Professor, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran
(Corresponding Author)

Hadis Kamari

M.A. in Regional Planning, School of Urban Planning, College of Fine Arts, University of Tehran, Tehran, Iran

Abstract

One of the needs of cities and regions in facing natural or man-made hazards is effective management of the crisis using the concept of resilience, which is a relatively new concept in urban and regional studies. Since cities become resilient when they are located in resilient areas, the concept of resilience should be expanded to the regional level and include a wider territory such as the region with multiple dimensions and components. Currently, few studies have been conducted regarding regional resilience against natural hazards, so the current research aims to investigate this concept at the regional level. One of the problems that Tehran province is facing is the risk of earthquakes. Considering the frequency and historical records of fault activity, Tehran province is expected to face a major earthquake in the future. The aim of the current research is to analyze the components of regional resilience against seismic hazards using Tehran province as a case study. In order to identify the features of resilient areas against seismic hazards, it is necessary to collect comprehensive indicators. Thus, the indicators are developed by considering comprehensive models in some theoretical and experimental studies in the form of a consolidated model (BRIC, DROP, CDRI, MDR, UNISDR, PEOPLES, RIM). In this research, descriptive-analytical methods are used to explain and analyze resilience. The method of data collection is based on categorizing the indicators in two groups: objective (quantitative) and subjective (qualitative), using documentary and statistical studies as well as the field method (using electronic questionnaire tools). The statistical population is the residents of Tehran province, and the sample size is estimated to be 384 people in the entire province using Cochran's formula, and it is also estimated differently in each city. Subsequently, to reduce the indicators and find the components, the exploratory factor analysis method and SPSS software were used, and the indicators were reduced to 23 components. To explain regional resilience across Tehran province, the composite index was examined through the total score of the objective (social, economic, infrastructure, community and environmental resilience) and mental (institutional) dimensions and its spatial distribution in ArcGIS software. Finally, the relationship and impact of each of the components on the regional resilience of Tehran province was assessed through linear regression analysis (significance test with R^2 equal to 0.54) for mental components in SPSS software and through the calculation of average factor scores for objective components. The results indicate that half of Tehran province, including the cities of Tehran, Ray, Shahryar, Firouzkoh, Qods, Qarchak, Mallard and Varamin, have low resilience. In the event of an earthquake, especially in Tehran, the capital city, these areas are expected to demonstrate limited resilience, which lead to significant consequences. The findings also show that some components, such as the components of institutional preparation and performance, awareness and social understanding, have a significant relationship with regional resilience.

Keywords: Resilience, regional resilience, factor analysis, seismic hazards, Tehran province