Archive of SID
DOI: 10.30495/HOVIATSHAHR.2020.15049

صفحات ۱۸-۵

توزیع فضایی تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلانشهر تهران*

مهندس الناز باقرنژاد**، دکتر محمدمهدی عزیزی***

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۰۷/۲۳ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۰/۲۹

چکیده

خسارات بسیار جانی و مالی ناشی از سوانح طبیعی در کلان‌شهرها ضرورت ارزیابی و ارتقاء تاب‌آوری پیش از وقوع حادثه را نشان می‌دهد. کلان‌شهر تهران که مستعد زمین‌لرزه است، نیز از این امر مستثنا نیست. لذا در مقاله حاضر، مجموعه‌ای از شاخص‌های تاب‌آوری از سه مدل BRIC[1]، CRI[2] و CDRI[3]، شناسایی‌شده و جهت ارائه شاخص ترکیبی چندبعدی تاب‌آوری کلان‌شهر تهران مورداستفاده قرارگرفته است. بامطالعه ۳۶۸ محله تهران و با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی، ابعاد تاب‌آوری در پنج بعد اجتماعی، بعد زیرساختی، بعد عملکرد اقتصادی، بعد جامعه‌ای-روابط همسایگی و بعد جامعه‌ای-مشارکت- تعریف‌شده‌اند. توزیع فضایی تاب‌آوری و ابعاد آن در سطح کلان‌شهر تهران نشان می‌دهد که محلات غربی و جنوبی شهر تهران و برخی از محلات در شمال شرقی وضعیت نامطلوبی ازنظر تاب‌آوری دارند. درصورتی‌که میزان تاب‌آوری در محلات مرکزی و شرقی به نسبت بیشتر است. در میان ابعاد تاب‌آوری نیز بعد زیرساختی بیشترین تأثیر منفی را بر محلات با وضعیت نامطلوب تاب‌آوری داشته است.

واژه‌های کلیدی

تاب‌آوری در برابر سوانح، توزیع فضایی، تحلیل عاملی، کلان‌شهر تهران.

*این مقاله برگرفته از رساله دکتری شهرسازی الناز باقرنژاد با عنوان «تبیین ارتباط میان تاب‌آوری و فرم شهری در سطح محلات کلانشهر تهران» به راهنمایی دکتر اسفندیارزبردست و مشاور دکتر محمدمهدی عزیزی در دانشکده شهرسازی دانشگاه تهران است.

** پژوهشگر دکتری شهرسازی دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: ebaghernejhad@ut.ac.ir

*** استاد دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (مسئول مکاتبات) Email: mmazizi@ut.ac.ir

مقاله کاربردی
© 2020 IAU
ISSN 17359562

www.SID.ir

مقدمه

بلایـــای طبیعـــی، جان‌های بســـیاری را گرفته و فضاهای شـــهری و اجتماعات بســـیاری را از بین برده اســـت. پیامدهـــای این تهدیدات و مســـائل امروزی شهری، ضرورت اقدام برای شهرهای تاب‌آور را مطرح ساخته است، ازجمله گزارش اسکان بشر در سال ۲۰۱۶ که یک بخش مجزا را به توسعه شهری پایدار و تاب‌آور اختصاص داده است (Habitat III, 2016). همچنین بانـــک جهانی جهت کاهش خطرات و تأثیرات این تهدیدات و افزایش امنیت و رفاه ساکنین، تأکید نموده که شهرها و جوامـــع باید تاب‌آوری خود را ارتقاء بخشـــند و بـــرای مواجه با این تهدیدات آماده باشـــند. در غیر این صورت، جوامع آنها بیش‌ازپیش در برابر خطرات آسیب‌پذیر می‌شوند (UNISDR, 2012). لذا در دو دهه اخیر ارزیابی و ارتقاءی تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی-به‌خصوص در سطح شهرهای در معرض سوانح- یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان شهری و مسئولان شهری شده است و روش‌ها مختلفی جهت ارزیابی و یا ارتقاءی تاب‌آوری شهری صورت گرفته است.

کلان‌شهر تهران نیز با دارا بودن گسل‌های فعال فراوان و درعین‌حال آســـیب‌پذیری بالای شهر تهران در برابر ســـوانح به‌خصوص زلزله- به دلیل رعایت نکردن اصول ایمنی مانند ساخت‌وســـاز در حریم گسل‌ها و مناطـــق مســـتعد ناپایداری‌های زمین‌شـــناختی، وجـــود بافت‌های آسیب‌پذیر و فرسوده متعدد- در شرایطی نامناسبی قرار دارد. افزایش روزافزون جمعیت و انباشـــته شدن منابع و انرژی در پایتخت، اهمیت ارزیابی تاب‌آوری در برابر سوانح کلان‌شهر تهران را دوچندان می‌نماید تا پیش از وقوع حادثه، تدابیر لازم جهت رفع کاستی‌ها صورت پذیرد.

بـــا توجه به مدل‌هـــای مختلف تـــاب‌آوری در برابر ســـوانح[۴]، تفاوت زیادی میان ابزارها، روش‌ها و شـــاخص‌ها وجـــود دارد. در این میان، شاخص ترکیبی به‌عنوان یکی از روش‌های کمی با ارائه مجموعه‌ای از شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری و در نظر گرفتن تمامی ابعاد تاب‌آوری، در مدل‌های مکانی بسیار موردتوجه قرارگرفته است. شاخص ترکیبی امکان ارزیابی و مقایسه تاب‌آوری واحدهای مختلف جغرافیایی، ترسیم توزیـــع فضایی میزان تاب‌آوری در برابر ســـوانح و یا امکان ســـنجش تـــاب‌آوری یک مکان در زمان‌های مختلـــف را فراهم می‌نماید. لذا در مقاله حاضر پس از بررسی مدل‌های تاب‌آوری در برابر سوانح و بررسی ۱۴ تحقیق تجربی، شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری پیش از وقوع حادثه شناسایی‌شـــده و شـــاخص ترکیبی تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات تهران ارائه می‌شود. درنهایت با ترسیم توزیع فضایی تاب‌آوری، تفاوت‌ها و کاستی‌های ابعاد تاب‌آوری در سطح محلات تهران مشخص می‌شود.

مبانی و چهارچوب نظری پژوهش

تاب‌آوری در برابر سوانح

در دهه ۱۹۶۰ هم‌زمان با تفکر سیستمی، تاب‌آوری با زمینه اکولوژیک با معانی متفاوتی به برنامه‌ریزی شهری وارد شد، به‌گونه‌ای که هرکدام از معانی، ریشـــه در دیدگاه‌ها و ســـنت‌های علمی متفاوت داشـــته‌اند (Davoudi et al., 2012). بااین‌وجود، تعاریف مختلف تاب‌آوری سه دسته را شامل می‌شـــوند: میزان اختلالی که سیستم می‌تواند جذب کند درحالی‌که همچنان شـــرایط مشـــابه و یا دامنـــه‌ای از جذابیت را حفظ کند، درجه‌ای که سیســـتم ظرفیت خودســـازمان‌دهی داشته باشـــد، درجه‌ای که سیســـتم بتواند ظرفیت خود را برای یادگیری و تطابق‌پذیری بسازد و افزایش دهد (Carpenter et al., 2001). کاربرد مفهوم تاب‌آوری در برابر ســـوانح طبیعی کانون مباحث ارزیابی سوانح طبیعی اســـت و به این امر که تاب‌آوری توانایی جامعه برای بازیابی از طریق منابع خود است، اشاره می‌کند (Cutter et al., 2010).

این امر که تاب‌آوری چگونه و چه چیز باید ارزیابی شود، مهم‌ترین وجه تمایز میان تعاریف تاب‌آوری در برابر ســـوانح را مشخص می‌کند و آن را به سه دسته تاب‌آوری ذاتی (مجموعه‌ای از ظرفیت‌های تطابق‌پذیر) و تاب‌آوری تطبیقی (فرایند تطابق‌پذیری) و یا ترکیب هر دو تقســـیم می‌کنـــد. با عنایت به هـــدف تحقیق مبنی بر ارائه شـــاخص ترکیبی ارزیابی تاب‌آوری در برابر ســـوانح شـــهر تهران، در ادامه مدل‌هایی که بـــه ارزیابی تاب‌آوری ذاتی پیش از وقوع حادثه پرداخته‌اند (جدول ۱)، اشاره می‌شود.

بر اساس مدل‌های فوق، در ارزیابی تاب‌آوری در برابر سوانح، مدل‌هایی که به تاب‌آوری پیش از وقوع ســـانحه و یـــا پیش از یک واقعه در یک جامعه پرداخته‌اند بیشـــتر تاب‌آوری ذاتی (مجموعه‌ای از ظرفیت‌های تطابق‌پذیـــر) را با روش‌های کمی ارزیابـــی کرده‌اند. تاب‌آوری در برابر سوانح به‌عنوان ظرفیت تطابق‌پذیر، به ویژگی‌های قوت و ضعف جامعه بـــرای مقابله با رویدادهای ناگـــوار می‌پردازد. ظرفیـــت تطابق‌پذیری به‌عنوان توانایی کنشگران در درون سیستم برای مدیریت منابع محدود مربوط می‌شـــود. این دیدگاه، تاب‌آوری به‌عنوان ظرفیت تطابق‌پذیری، درجه‌ای از آمادگی جوامع و توانایی آنها در پاســـخ دادن و بازیابی پس از ســـانحه را نشـــان می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، در مدل مکانی تاب‌آوری حوادث (DROP) سیستم‌های انســـانی، سیستم‌های زیست‌محیطی و محیـــط ساخته‌شـــده در ارتباطند تا شـــرایط بعـــدی را تولید کنند که شامل آســـیب‌پذیری و همین‌طور تاب‌آوری اســـت. آسیب‌پذیری ویژگی‌های جمعیت هســـتند که بر توانایی آنها برای آمادگی، پاسخ و بازیابـــی از تاب‌آوری مؤثرند، درحالی‌که تاب‌آوری، کیفیت‌های جامعه، نشـــآت‌گرفته از فرایندهای روزانه را شامل می‌شـــود که توانایی برای

www.SID.ir

جدول ۱. تعاریف تاب‌آوری در برابر سوانح

	نام	توضیح
۱	شاخص تاب‌آوری جامعه CRI مجموعه‌ای از ظرفیت‌های شبکه‌ای (Bergstrand et al., 2015; Norris et al., 2008; Sherrieb et al., 2012; Sherrieb et al., 2010)	تاب‌آوری را فرایندی که شبکه ظرفیت تطبیقی (منابع با ویژگی‌های پویا) را به تطابق‌پذیری پس از اختلال و یا بحران وصل می‌کند، تعریف می‌کنند. این مدل از چهار ظرفیت تطابقی توسعه اقتصادی، سرمایه اجتماعی، اطلاعات و ارتباطات و شایستگی جامعه‌ای که تمامی آنها با یکدیگر استراتژی برای آمادگی در برابر سوانح هستند، نشئت‌گرفته است. در این مدل، تاب‌آوری بر منابع و ویژگی‌های پویای این منابع (ثبات، افزونگی، سریع بودن) استوار است و در سطح اجتماعات محلی بررسی می‌شود (Norris et al., 2008) .
۲	شاخص تاب‌آوری سوانح جوامع (CDRI[۵]) (Peacock et al., 2010; Yoon et al., 2016)	CDRI توسط یک گروه محققین در مرکز ترمیم و کاهش خطرات تگزاس ای اند ام با حمایت NOAA توسعه یافت. مقیاس کمی مبنا چهار فاز چرخه مدیریت سوانح را به‌کار می‌گیرد (آمادگی، واکنش، ترمیم و تعدیل رسانی) و آنها را دارایی‌های سرمایه‌ای (سرمایه اجتماعی، اقتصادی، فیزیکی، انسانی و طبیعی) جامعه ترکیب می‌نماید. استفاده از زیر شاخص‌ها بر اساس سرمایه (بدون در نظر گرفتن سرمایه طبیعی) هر جامعه، امتیازها توسط هر یک از چهار سرمایه معدل‌گیری شده و سپس شاخص CDRI به دست می‌آید (Peacock et al., 2010).
۳	شاخص ظرفیت تاب‌آوری (RCI[۶]) (BRR, 2011; Pendall et al., 2010)	شاخص ظرفیت تاب‌آوری توسط کاترین فاستر در دانشگاه موسسه منطقه‌ای بوفالو توسعه یافت. این شاخص یک خلاصه‌سازی آماری منفرد در مورد موقعیت یک منطقه را در دوازده عامل مفروض- چهار شاخص در سه عامل اقتصاد منطقه‌ای، جمعیتی – اجتماعی، ویژگی‌های ارتباطی جامعه- که می‌توانند منطقه را برای برگشت بعد از یک شوک ناشناخته در آینده، تحت تأثیر قرار دهند، فراهم می‌سازد. این شاخص مقایسه میان مناطق متروپلی و تشخیص شرایط قوی یا ضعیف مرتبط با دیگر مناطق متروپلی را ممکن می‌سازد (BRR, 2011).
۴	مدل مکانی تاب‌آوری حوادث (DROP[۷]) (Cutter et al., 2014; Cutter et al., 2008; Bouzarovski et al., 2010; ;Burton, 2015; زبردست، ۱۳۹۳)	این مدل به‌منظور ارزیابی مقایسه‌ای از تاب‌آوری سوانح در سطح محلی و جامعه ارائه می‌کند. این مدل، تاب‌آوری را فرایندی دینامیک و وابسته به شرایط قبلی، شدت سوانح، زمان بین مخاطرات و تأثیر عوامل برون‌گرا تعریف می‌کند. گام اول این مدل ارائه یک مجموعه پیشنهادی از متغیرهای اکولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی و نهادی است. گام بعدی در این مدل عملیاتی کردن و ایجاد مجموعه‌ای از شاخص‌ها و سپس بررسی آن در دنیای واقعی است.
۵	شاخص تاب‌آوری خط مبنا برای جوامع (BRIC) (UNEP, 2013; Frazier et al., 2013; Abdrabo & Hassaan 2015; Cutter et al., 2010; (زبردست، ۱۳۹۳	کاتر (Cutter et al., 2010) یک شاخص ترکیبی با عنوان شاخص تاب‌آوری خط مبنا برای جوامع (BRIC) برای اندازه‌گیری تاب‌آوری جوامع معرفی گردید. BRIC بر اساس سوابق پیشین تاب‌آوری را در ابعاد فیزیکی، اجتماعی، نهادی، اقتصادی و اکولوژیکی به‌صورت ایستا در مکان‌ها و زمان‌های مختلف ارزیابی می‌کند. BRIC معتقد است که تاب‌آوری یک مفهوم چندبعدی با عناصر اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی، اکولوژیکی و محلی است. شاخص ترکیبی به‌عنوان میانگین حسابی پنج زیر شاخص مرتبط با تاب‌آوری اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی و محلی و محاسبه می‌گردد (Cutter et al., 2010).
۶	مدل تاب‌آوری جوامع در قالب شبکه علیت (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰)	صالحی و همکاران از مدل شبکه علیت به‌منظور پیشنهاد مدلی جامع برای تاب‌آوری جوامع استفاده کرده‌اند. برای تاب‌آوری جوامع شش بعد در نظر گرفته‌شده و برای هر بعد هم مؤلفه‌های مختلفی تعریف‌شده است. ابعاد در نظر گرفته‌شده در این مدل پیشنهادی شامل ابعاد اقتصادی، فرهنگی-اجتماعی، محیط زیستی، سازه‌ای، زیرساختی و کاهش مخاطرات است.
۷	تاب‌آوری ساختاری-طبیعی کاربری اراضی شهری (امیری و همکاران، ۱۳۹۶)	امیری و همکاران (۱۳۹۶) جهت سنجش تاب‌آوری ساختاری- طبیعی کاربری اراضی با به دست آوردن عوامل تأثیرگذار در میزان تاب‌آوری ساختاری – طبیعی کاربری اراضی شهری و به تعیین میزان اهمیت نقش هر یک از این عوامل و بررسی آنها در نواحی مختلف پرداختند.
۸	چارچوب پیشنهادی تاب‌آوری جامعه (Ainuddin & Kumar 2012)	آیندین و کومر با بررسی مدل‌های تاب‌آوری که بسیار استفاده‌شده است، مدلی را طراحی کردند که آسیب‌پذیری و تاب‌آوری در برابر زمین‌لرزه را در برمی‌گیرد. این چارچوب چهار بعد متوالی تأثیرات بالقوه، آسیب‌پذیری، درک ریسک و درنهایت تاب‌آوری است. آمادگی خوب جامعه تاب‌آوری جامعه را بهبود می‌بخشد و از عهده خود سانحه و بعدازآن برمی‌آید.
۹	ترکیب دو مدل سرمایه مشخص و DROP (Cutter et al., 2014)	کاتر و همکاران با ترکیب دو مفهوم سرمایه‌های مشخص و مدل DROP مجموعه‌ای از ۶۱ شاخص برای شش مؤلفه اجتماعی، اقتصادی، جامعه‌ای، نهادی، مسکن/زیرساخت‌ها و زیست‌محیطی برای تحلیل تطبیقی تاب‌آوری در سطح جامعه‌های ایالات‌متحده طراحی کردند.

www.SID.ir

ادامه جدول ۱. تعاریف تاب‌آوری در برابر سوانح

	نام	توضیح
۱۰	مدل سرمایه محور (Mayunga, 2007)	این مدل به‌عنوان چارچوبی برای ارزیابی تاب‌آوری جامعه در برابر سوانح مبتنی بر انواع سرمایه (اجتماعی، اقتصادی، فیزیکی، انسانی و طبیعی) مطرح‌شده است. هر یک از انواع سرمایه می‌تواند به‌وسیله عوامل مختلف برای ارزیابی تاب‌آوری جامعه در برابر سوانح اندازه‌گیری شود.
۱۱	مدل تاب‌آوری جهانی FM (OxfordMetric, 2016)	موسسه آکسفورد متریک در گزارش سالانه تاب‌آوری تجاری در برابر اختلال زنجیره تأمین را برای بار سوم در سال ۲۰۱۶ ارائه کرده است. در این گزارش تاب‌آوری توانایی جهت مقاومت در برابر اختلال و بازگشت سریع، تعریف‌شده است. در این مدل سه عامل اصلی اقتصادی، کیفیت ریسک و زنجیره تأمین یارانه زیرمجموعه آنها به‌عنوان شاخص‌هایی برای سنجش میزان تاب‌آوری کشورها (در سال ۲۰۱۶، ۱۳۰ کشور) در سراسر جهان و رتبه‌بندی آنها استفاده‌شده است.

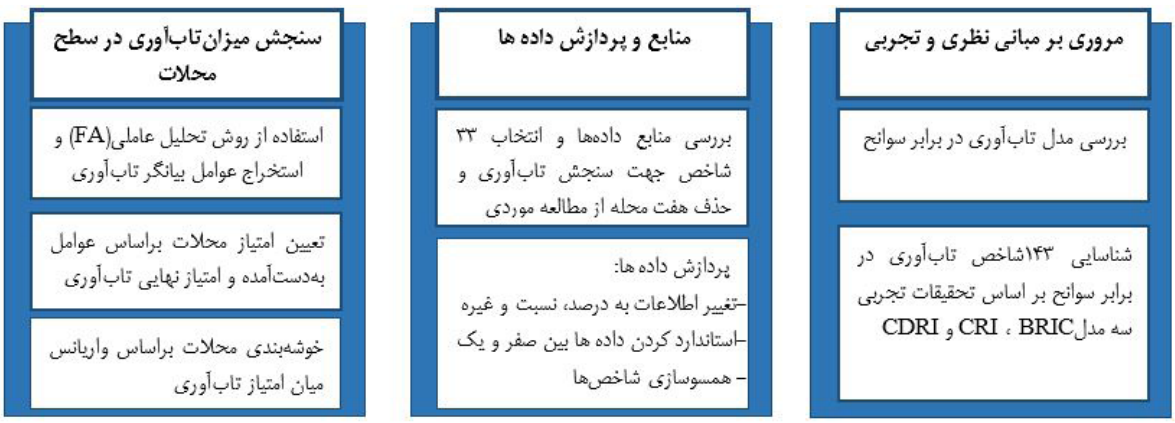
آمادگی، پاسخ و بازیابی و کاهش خطرات بلایای زیست‌محیطی را می‌تواند افزایش و یا کاهش دهد (Cutter et al., 2008; Yoon et al., 2016).

همچنین این خصوصیات تاب‌آوری، پیش از حادث شدن وقایع مخرب (وضع موجود) در نظر گرفته می‌شود. به‌علاوه باوجوداینکه محصول ویژگی‌های جامعه تاب‌آور پویا است و می‌تواند سالانه، ماهانه، هفته‌ای، روزانه و حتی ساعتی تغییر کند، اما باهدف اندازه‌گیری آن تنها یک تصویر لحظه‌ای ثابت برای سنجش تاب‌آوری استفاده می‌شود (Cutter et al., 2008). بدین منظور جهت ارزیابی تاب‌آوری پیش از وقوع حادثه، از روش‌های کمی با استفاده از معیارها و داده‌های قراردادی استفاده می‌شود.

درمجموع مدل‌های ارزیابی تاب‌آوری با استفاده از معیارها و داده‌های قراردادی به ارزیابی کمی تاب‌آوری بر اساس وضع موجود (تاب‌آوری ذاتی) در محدوده‌های جغرافیایی مختلف و یا سنجش نتایج و تغییرات در طول زمان در یک محدوده خاص می‌پردازند. این مدل‌ها تاب‌آوری را به‌عنوان مجموعه‌ای از ظرفیت‌های تطابق‌پذیر در نظر می‌گیرند.

روش پژوهش

با توجه به هدف پژوهش، روش این تحقیق اکتشافی- تجربی و مبتنی بر روش‌های کمی با استفاده از اطلاعات ثانویه است. در این راستا -بر اساس روش تحقیق پژوهش (شکل ۱)- به‌منظور سنجش میزان تاب‌آوری در سطح محلات تهران، ابتدا شاخص‌های کمی بر اساس مدل‌های ارزیابی تاب‌آوری از تحقیقات نظری و تجربی استخراج گردید. سپس بر اساس شرایط خاص محدوده مطالعاتی و همچنین دسترسی به اطلاعات، با استفاده از داده‌های ثانویه شاخص‌های نهایی جهت سنجش میزان تاب‌آوری در ۳۶۸ محله تهران تعیین شد (۷ محله به دلیل نداشتن اطلاعات حذف شدند). در بخش تحلیل پس از تعیین شاخص‌ها، داده‌ها جهت استانداردسازی و همسوسازی، پردازش شد. سپس با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی ابعاد تاب‌آوری در سطح محلات تهران مشخص گردید. درنهایت، پس از تعیین ابعاد تاب‌آوری در سطح محلات تهران، محلات بر اساس امتیازهای به‌دست‌آمده به تفکیک عوامل مختلف و همچنین میزان تاب‌آوری کل خوشه‌بندی شده‌اند.



شکل ۱. روش پژوهش

www.SID.ir

لذا جهت ارائه شـــاخص ترکیبی و سنجش میزان تاب‌آوری در سطح محلات، مراحل ذیل انجام می‌گیرد.

انتخاب مدل‌های سنجش تاب‌آوری در برابر سوانح

در این تحقیق با ترکیب ســـه روش BRIC، CRI و CDRI شاخص ترکیبی تاب‌آوری ارائه‌شده است:

مدل BRIC یک نقطـــه مرجع و یا مبنایی برای بررســـی وضعیت فعلی تاب‌آوری در سطح منطقه را فراهم می‌کند. باوجودآنکه آستانه‌ای برای تـــاب‌آوری کم و یا زیاد وجود ندارد امـــا جوامع می‌توانند میزان تـــاب‌آوری خود را با مکان‌های نزدیک به خود بر اســـاس رتبه‌بندی و یا امتیاز به دســـت آورده مقایسه نمایند. از طرفی می‌توانند امتیازهای BRIC را در طول زمان به‌عنوان ابزاری برای ترســـیم پیشرفت منطقه خود اســـتفاده نمایند. در میان تحقیقات تجربی که واحدهای مختلف تحلیلی را ازنظر میزان تاب‌آوری ارزیابی کرده‌اند بیشـــترین فراوانی به مـــدل BRIC کاتر برمی‌گـــردد (Frazier et al., 2013; Cutter et al., 2010; Cutter, 2016; Cutter et al., 2014; Ainuddin & Kumar, 2012; UNEP, 2013; Burton ,2015؛ زبردست، ۱۳۹۳؛ رضایی و همکاران، ۱۳۹۴).

مدل CRI بر تـــاب‌آوری جوامع تمرکز کـــرده و آن را فرایندی که ظرفیت‌هـــای تطبیقی پیش از وقـــوع را جهت پاســـخ و تغییر بعد از پدیده‌های ناگوار به هم متصل می‌کند (همانند ســـرمایه اجتماعی و توسعه اقتصادی)، معرفی می‌نماید (Norris et al., 2008). در اینجا تاب‌آوری مجموعه‌ای از ظرفیت‌هاست که می‌تواند بر اساس مداخله و سیاســـت‌ها افزایش یابد. به‌گونه‌ای که به‌نوبه خود توانایی جامعه برای پاســـخ به و بازیابی از سوانح را ساخته و افزایش دهد (Cutter et al., 2010).

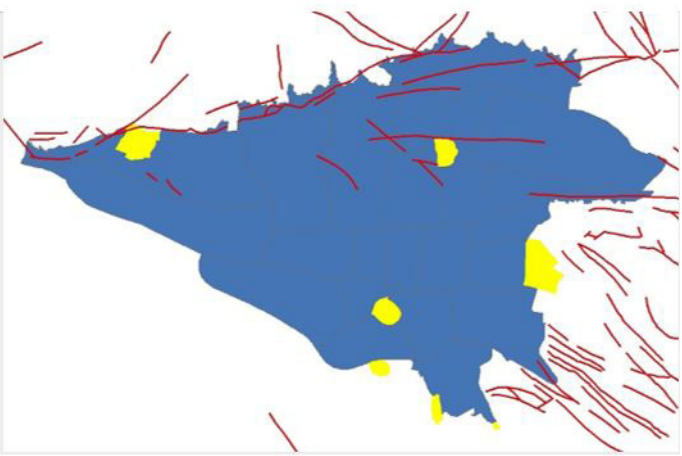
مدل CDRI مقیاس کمی مبنا چهار فاز چرخه مدیریت ســـوانح را بکار می‌گیـــرد (آمادگی، واکنش، ترمیم و تعدیل رســـانی) و آنها را با دارایی‌های سرمایه‌ای جامعه (ســـرمایه اجتماعی، اقتصادی، فیزیکی، انســـانی و طبیعی) پیش از وقوع حادثـــه ترکیب می‌نماید (Peacock et al., 2010).

دو مـــدل CRI و CDRI ترکیب تاب‌آوری ذاتی و فرایندی اســـت اما جهـــت ارزیابی تاب‌آوری، تاب‌آوری ذاتی را در قالب ســـرمایه‌های اجتماعی، اقتصادی و غیره تعریف می‌نمایند. بر اســـاس سه مدل فوق، از ۱۴ تحقیق تجربی داخلی و خارجی ۱۴۳ شاخص شناسایی شد.

منابع داده‌ها و تدقیق محدوده موردمطالعه

شاخص‌های ارائه‌شـــده در ابعاد تاب‌آوری باید به‌صورت همه‌جانبه در مطالعات مربوط به تاب‌آوری مدنظر قرار گیرد تا پوشش‌دهنده مسئله (ارزیابی تاب‌آوری در برابر ســـوانح در سطح محلات شهر تهران) باشد؛ بنابراین بر اســـاس مقیـــاس مطالعه، امکان‌پذیری، عملیاتی ســـازی و همچنین دسترســـی به داده‌ها و از سوی دیگر اقتضای جامعه مطالعه شـــده، شاخص‌ها از همه ابعاد انتخاب‌شـــده‌اند[۸]. درنهایت آن‌چنان‌که در جدول ۲ آورده شـــده اســـت، ۳۴ شـــاخص از میان ۱۴۳ شاخص شناسایی‌شده از ســـه مدل مذکور، بر اساس داده‌های سرشماری سال ۱۳۹۰، اطلاعات مکانی کاربری شـــهر تهران ســـال ۱۳۹۲، مطالعات

منطقه	محله‌های حذف‌شده
۲۰	شهید بهشتی
۲۲	شهرک شهید باقری
۱۹	بوستان ولایت
۳	اراضی عباس‌آباد
۲۰	عباس‌آباد
۱۹	شهرک رسالت
۱۴	قصر فیروزه



شکل ۲. محلات موردمطالعه و موقعیت گسل‌ها در شهر تهران

www.SID.ir

جدول۲. شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری در برابر سوانح پیش از وقوع حادثه بر اساس تحقیقات تجربی مبتنی بر سه مدل CRI، BRIC و CDRI

شاخص	CRI		CDRI			BRIC								
	(Norris et al., 2008)	(Sherrieb et al., 2010)	(Peacock et al., 2010)	(Yoon et al., 2016)	(داداش پور و عادلی، ۱۳۹۶)	(Ainuddin & Kumar 2012)	(Cutter et al., 2014)	(UNEP, 2013)	(Frazier etal. 2013)	(Burton 2015)	(Cutter et al., 2010)	(زبردست، ۱۳۹۲)	(رضایی و همکاران، ۱۳۹۴)	(Cutter 2016)
درصد جمعیت با تحصیلات عالیه		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*
درصد جمعیت غیر سالمند				*	*	*	*	*		*	*	*		
درصد جمعیت دارای وسیله نقلیه			*				*	*	*	*	*	*		
درصد جمعیت دارای تلفن			*				*	*	*	*	*	*		
درصد جمعیت بدون ناتوانی حسی، فیزیکی یا ذهنی							*	*	*	*	*	*		
درصد خانواده‌های حادثه‌دیده										*				
درصد جمعیت با پوشش بیمه درمانی			*		*	*	*	*	*		*	*		
درصد جمعیت باسواد	*	*										*		
نسبت مردان به زنان (جمعیت زنان)				*	*							*		
درصد خانوارهای یک زن مجرد		*		*										
درصد خانوارهای تک والدینی		*		*										
درصد مالکیت مسکن			*			*	*	*	*	*	*			
نسبت اشتغال زنان به مردان						*		*	*	*	*	*		
درصد شاغلین غیر کارگر ساده						*	*							
درصد جمعیتی که در صنایع پایه شاغل نیستند (تنوع اشتغال)	*	*	*				*	*	*	*	*			
نسبت سطح تجاری- خدماتی به مسکونی							*			*				
نسبت مساحت تجاری به‌کل جمعیت			*				*			*				
درصد شاغلین (نسبت به جمعیت)		*	*		*	*		*	*		*	*		
درصد جمعیت بالای خط فقر	*				*							*		
نفوذ شهری نسبت تراکم خالص جمعیتی به متراکم‌ترین مرکز شهری		*		*						*		*		
دسترسی به مدارس			*				*	*	*	*	*	*	*	*
دسترسی به مراکز بهداشتی			*									*	*	*
دسترسی به بیمارستان‌ها			*									*	*	*
دسترسی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی			*									*	*	*
دسترسی به ایستگاه‌های پلیس												*		*

www.SID.ir

ادامه جدول۲. شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری در برابر سوانح پیش از وقوع حادثه بر اساس تحقیقات تجربی مبتنی بر سه مدل CRI، BRIC و CDRI

شاخص	CRI		CDRI			BRIC					
	(Norris et al., 2008)	(Sherrieb et al., 2010)	(Peacock et al., 2010)	(Yoon et al., 2016)	(داداش پور و عادلی، ۱۳۹۶)	(Ainuddin & Kumar 2012)	(Cutter et al., 2014)	(UNEP, 2013)	(Frazier etal. 2013)	(Burton 2015)	(Cutter et al., 2010)	(زیردست، ۱۳۹۲)	(رضایی و همکاران، ۱۳۹۴)	(Cutter 2016)
نسبت مساحت تسهیلات عمومی به کل مساحت									*			*		
متوسط تعداد اتاق در واحد مسکونی												*		
واحدهای مسکونی دارای ۵ اتاق و بیشتر												*		
نسبت مساحت کاربری تفریحی و ورزشی به جمعیت	*	*							*	*		*		
میزان رضایت از مشارکت شورایاری محله	*	*										*		
میزان رضایت از روابط همسایگی	*	*										*		
سرمایه اجتماعی	*	*										*		

سنجش سلامت شهر تهران ۱۳۹۳، جهت سنجش میزان تاب‌آوری در سطح محلات کلان‌شهر تهران انتخاب‌شده‌اند.

با توجه به شاخص‌ها و داده‌های موجود از میان ۳۷۵ محله تهران، هفت محله تهران به دلیل شرایط خاص و نداشتن اطلاعات در اکثر شاخص‌ها حذف شدند. شکل ۲ محلات حذف‌شده و موقعیت گسل‌ها در محدوده مطالعاتی را نشان می‌دهد.

پردازش داده‌ها

پس از جمع‌آوری اطلاعات، فرایند تغییر، استانداردسازی و همسوسازی جهت آماده‌سازی داده‌ها صورت گرفت. هدف از تغییر در این پژوهش، تبدیل داده‌های خام به درصد، نرخ رشد، میانگین و نسبت است. به‌عنوان‌مثال پس از استخراج مساحت پارک‌ها و فضای سبز در هر محله از فایل اطلاعات مکانی کاربری شهر تهران سال ۱۳۹۲، به‌کل مساحت محله تقسیم شد تا نسبتی از این میزان در هر محله به دست آید.

استانداردسازی یا بی‌مقیاس کردن داده‌ها و استفاده از یک روش برای تمامی داده‌ها، مقایسه اطلاعات باهم را فراهم می‌آورد. در این پژوهش، پس از تغییر تمامی شاخص‌ها جهت بی‌مقیاس شدن و نرمال شدن با استفاده از رابطه ۱. الف داده‌ها بین صفر تا یک تغییر کرده‌اند.

در این روش صفر به کمترین میزان و یک به بیشترین میزان در یک شاخص خاص اختصاص می‌یابد و مقیاس داده‌های دیگر بین صفر تا یک می‌شود. درنهایت جهت همسوسازی تئوریک شاخص‌ها با میزان تاب‌آوری، شاخص‌هایی که تأثیر منفی بر میزان تاب‌آوری داشته‌اند، همسو شدند. به‌عنوان‌مثال درصد خانوارهای زن مجرد در مبانی نظری تأثیر منفی بر تاب‌آوری داشته و بالا بودن این تاب‌آوری مکان را کاهش می‌دهد. لذا این شاخص‌ها شناسایی‌شده و با استفاده از رابطه ۱. ب همسو شدند که با افزایش آنها، میزان تاب‌آوری نیز افزایش یابد.

$$\text{(الف)} \quad \frac{Xi - Xmin}{Xmax - Xmin} \qquad \text{(ب)} \quad 1 - \frac{Xi - Xmin}{Xmax - Xmin}$$

رابطه ۱. نرمالیزه و همسو کردن داده‌ها

یافته‌های پژوهش

سنجش میزان تاب‌آوری در سطح محلات کلان‌شهر تهران

ارائه شاخص ترکیبی و تعیین ابعاد تاب‌آوری در برابر سوانح

پس از آماده‌سازی داده‌ها جهت تعیین ابعاد تاب‌آوری و ارزیابی میزان آن در سطح محلات تهران، از روش کمی تحلیل عاملی اکتشافی استفاده گردید. در فرایند انجام تحلیل عاملی اکتشافی ابتدا

www.SID.ir

ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها بررسی‌شده‌اند تا شاخص‌هایی که دارای همبستگی بیش‌ازحد می‌باشند ($r>0.8$) و اطلاعات همانندی را در اختیار پدیده موردبررسی قرار می‌دهند، حذف شوند. پس از بررسی همبستگی شاخص‌ها و حذف برخی از شاخص‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS تحلیل عاملی اکتشافی انجام شد. با بررسی‌های مختلف و شاخص‌های برازش خوب مدل درنهایت جهت سنجش میزان تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران، ۲۰ شاخص از مجموعه شاخص‌های فوق انتخاب گردید.

این ۲۰ شاخص با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی در ۵ عامل دسته‌بندی شدند. ابتدا مقدار آزمون KMO[۹] موردبررسی قرار گرفت که برابر با ۰/۷۸۵ بوده و نشان می‌دهد همبستگی موجود میان داده‌ها برای تحلیل داده‌ها مناسب خواهد بود. ۵ عامل بیانگر تاب‌آوری دارای مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک می‌باشند که درمجموع ۷۱/۶۸۷ درصد از تغییرات را توضیح می‌دهند. جدول ۳ درصدی از واریانس را که توسط هر عامل توضیح داده می‌شود و شاخص‌های مرتبط به هر یک از عوامل را نشان می‌دهد.

با تکیه‌بر مقادیر امتیاز شاخص‌های مربوطه در هر عامل، می‌توان به تفسیر و نام‌گذاری عوامل مربوطه پرداخت؛

عامل اول: که ۳۰/۵۹۳ درصد از تغییرات را نشان می‌دهد شامل شاخص‌های نسبت جمعیت با تحصیلات عالیه، نسبت اشتغال زنان به مردان، متوسط تعداد اتاق در واحد مسکونی، درصد خانوارهای زن مجرد، درصد جمعیت دارای وسیله نقلیه، درصد جمعیت دارای تلفن، نسبت جمعیت زنان به‌کل جمعیت، درصد شاغلین غیر کارگر ساده، درصد مالکیت مسکن است که نشان‌دهنده بعد اجتماعی تاب‌آوری است.

عامل دوم: که شاخص‌های نسبت دسترسی به مراکز بهداشتی، نسبت تعداد شاغلین به‌کل مساحت، نسبت مساحت کاربری تفریحی و ورزشی به جمعیت، دسترسی به بیمارستان‌ها را شامل می‌شود، ۱۳/۹۵ درصد از تغییرات را نشان می‌دهد و نشان‌دهنده بعد زیرساختی تاب‌آوری هست.

عامل سوم: شاخص‌هایی ازجمله نسبت سطح تجاری- خدماتی به مسکونی، نسبت تراکم خالص جمعیتی به متراکم‌ترین مرکز شهری، نسبت مساحت تجاری به‌کل جمعیت را در برمی‌گیرد بیشتر بعد عملکرد اقتصادی تاب‌آوری و ۱۰/۵۱ درصد از تغییرات را نشان می‌دهد.

عامل چهارم: دارای دو شاخص میزان رضایت از روابط همسایگی و

جدول ۳. ابعاد و شاخص‌های تاب‌آوری (نتایج تحلیل عاملی)

عامل	درصد تغییرات	شاخص	بار عاملی
بعد اجتماعی	۳۰/۵۹۳	نسبت جمعیت با تحصیلات عالیه	۰/۹۲۰
		نسبت اشتغال زنان به مردان	۰/۸۹۸
		متوسط تعداد اتاق در واحد مسکونی	۰/۸۷۰
		درصد خانوارهای زن مجرد	-۰/۸۱۲
		درصد جمعیت دارای وسیله نقلیه	۰/۸۰۷
		درصد جمعیت دارای تلفن	۰/۸۰۱
		نسبت جمعیت زنان به‌کل جمعیت	-۰/۶۹۳
		درصد شاغلین غیر کارگر ساده	۰/۶۸۷
		درصد مالکیت مسکن	۰/۶۳۰
بعد زیرساختی	۱۳/۹۴۶	دسترسی به مراکز بهداشتی	۰/۸۴۳
		نسبت تعداد شاغلین به‌کل مساحت	۰/۷۹۸
		نسبت مساحت کاربری تفریحی و ورزشی به جمعیت	۰/۷۷۵
		دسترسی به بیمارستان‌ها	۰/۴۹۴
عملکرد اقتصادی	۱۰/۵۰۷	نسبت سطح تجاری- خدماتی به مسکونی	۰/۹۲۹
		نسبت تراکم خالص جمعیتی به متراکم‌ترین مرکز شهری	۰/۹۱۹
		نسبت مساحت تجاری به‌کل جمعیت	۰/۵۰۸
بعد جامعه‌ای- روابط همسایگی	۸/۴۵۰	میزان رضایت از روابط همسایگی	۰/۷۲۶
		میزان رضایت از احساس هویت و تعلق‌خاطر به محله	۰/۷۲۲
بعد جامعه‌ای-مشارکت	۸/۱۹۱	میزان رضایت از مشارکت شورایاری محله	۰/۸۸۵
		سرمایه اجتماعی	۰/۸۵۰

www.SID.ir

میزان رضایت از احساس هویت و تعلق‌خاطر به محله است که ۴۵/۸ درصد از تغییرات را نشان می‌دهد. این عامل را می‌توان بعد جامعه‌ای- روابط همسایگی نام‌گذاری نمود.

عامل پنجم: این عامل که ۸/۱۹ درصد از تغییرات را نشان می‌دهد، بعد جامعه‌ای-مشارکت تاب‌آوری را در برمی‌گیرد که شامل میزان رضایت از مشارکت شورایاری محله، سرمایه اجتماعی است.

ترسیم توزیع فضایی میزان تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات شهر تهران

با توجه به همسو بودن شاخص‌ها و تأثیر مثبت عوامل بر میزان تاب‌آوری، شاخص ترکیبی تاب‌آوری از جمع جبری امتیازهای نرمال شده عوامل بر اساس رابطه۲ محاسبه شاخص ترکیبی تاب‌آوری به دست آمد:

رابطه ۲. محاسبه شاخص ترکیبی تاب‌آوری

که در اینجا R_i امتیاز نهایی شاخص تاب‌آوری در محله i است، $actor_{ki}$ امتیاز نرمال شده عامل k در محله i می‌باشد.

میانگین امتیاز شاخص ترکیبی تاب‌آور $R_i = \sum_{k=1}^{5} Factor_{ki}$ ران ۰/۵۱- با درصد تغییرات (واریانس) ۳/۶۹ است. همچنین کمترین امتیاز به محله بازار (۷/۲۴-) و بیشترین امتیاز به محله شهرک شهرداری (۲۰/۲۳) اختصاص‌یافته است. در اینجا ذکر این نکته حائز اهمیت است که امتیازهای به‌دست‌آمده در هر محله، میزان تاب‌آوری (خالص) را نشان نمی‌دهند، اما مقایسه‌ای میان محلات را فراهم می‌کند؛ بنابراین جهت مقایسه محلات امتیاز نرمالایز شده تاب‌آوری در پنج دسته از تاب‌آوری کم تا زیاد خوشه‌بندی‌شده‌اند. جدول ۴ وضعیت شاخص ترکیبی تاب‌آوری در سطح محلات تهران و شکل ۳ توزیع فضایی شاخص ترکیبی تاب‌آوری در سطح محلات تهران ارائه‌شده است.

توزیع فضایی تاب‌آوری در سطح کلان‌شهر تهران نشان می‌دهد که اکثر محلات (۱۶۹) در وضعیت متوسط قرار دارند. محلات غربی و جنوبی شهر تهران و برخی از محلات در شمال شرقی وضعیت نامطلوبی ازنظر تاب‌آوری دارند و هر چه به سمت محلات مرکزی و شرقی پیش می‌رویم این میزان به نسبت بیشتر می‌شود. همچنین میزان تاب‌آوری در محلات شمالی نسبت به محلات جنوبی وضعیت بهتری دارند. محلات با وضعیت مطلوب تاب‌آوری بیشتر در مناطق شهرداری مرکزی شهر (منطقه ۲، ۳، ۷) قرار دارند.

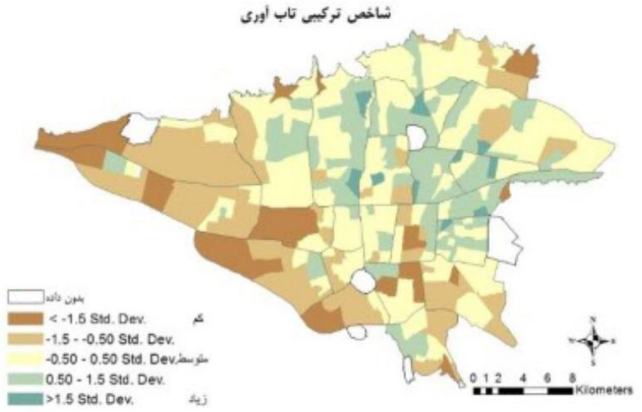
مقایسه تاب‌آوری محلات در ابعاد مختلف تاب‌آوری اطلاعات بهتری را ارائه می‌نماید: آن‌چنان‌که در جدول ۴ وضعیت ابعاد تاب‌آوری در سطح محلات تهران و شکل ۴ وضعیت عوامل تاب‌آوری در سطح محلات تهران آورده شده است، به‌جز بعد اجتماعی، وضعیت اکثر محلات در سطح متوسط قرار دارند. وضعیت عامل اول تاب‌آوری یعنی بعد اجتماعی در سطح محلات تهران (شکل ۴) در مناطق شمالی شهر به نسبت مناطق جنوبی شهر از میزان بالاتری برخوردار است. از سوی دیگر وضعیت بیش از یک‌سوم محلات در بعد اجتماعی نامطلوب (Stdv>-1.5) است (جدول ۴) تعداد محلاتی که ازنظر بعد زیرساختی در سطح متوسط و بالاتر قرار دارند ۲۸۴ محله است که بیشتر در مرکز شهر قرار دارند. با دور شدن از مرکز شهر به‌خصوص در قسمت غربی و جنوب‌غربی شهر میزان بعد زیرساختی کم می‌شود. اکثر محلات ازنظر عملکرد اقتصادی به‌عنوان بعد سوم در سطح متوسط قرارگرفته‌اند. عامل چهارم به بعد جامعه‌ای و به‌طور مشخص روابط همسایگی مربوط است که میزان محلات دارای امتیاز متوسط بیش از سایر خوشه‌های دیگر هستند. عامل پنجم نیز شامل بعد جامعه ازنظر مشارکت است که همانند عامل چهارم تعداد محلات دارای امتیاز متوسط بسیار بیشتر از سایر دسته‌ها هستند و در محلات مرکزی این میزان بیشتر از سایر محلات است.

جهت مشخص شدن تأثیر میزان ابعاد تاب‌آوری بر میزان کل تاب‌آوری، محلاتی که ازنظر میزان تاب‌آوری در مطلوب‌ترین و نامطلوب‌ترین وضعیت قرار دارند در جدول ۵ آورده شده است. محلاتی که دارای بیشترین تاب‌آوری در میان دیگر محلات هستند

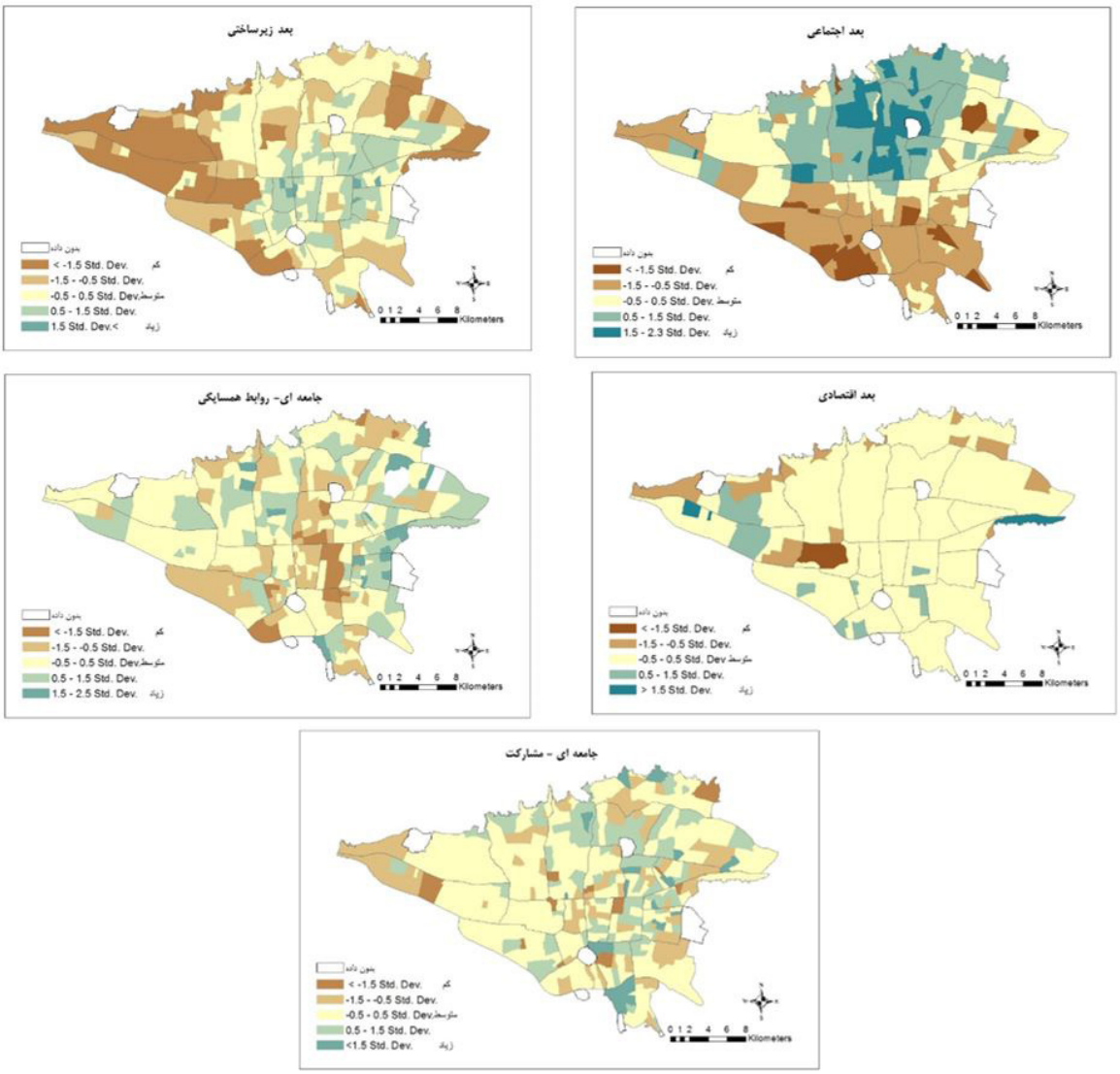
جدول ۴. وضعیت ابعاد تاب‌آوری در سطح محلات تهران

تاب‌آوری	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
شاخص ترکیبی تاب‌آوری	۲۴	۶۸	۱۶۹	۹۵	۱۲
بعد اجتماعی	۲۱		۱۰۹	۹۵	۲۹
بعد زیرساختی	۳۳	۵۱	۱۶۹	۱۰۸	۷
عملکرد اقتصادی	۱	۱۵	۳۴۰	۹	۳
بعد جامعه‌ای- روابط همسایگی	۱۷	۹۱	۱۵۴	۸۲	۲۴
بعد جامعه‌ای-مشارکت	۱۲	۷۸	۱۸۱	۷۷	۲۰

www.SID.ir



شکل ۳. توزیع فضایی شاخص ترکیبی تاب‌آوری در سطح محلات تهران



شکل ۴ وضعیت عوامل تاب‌آوری در سطح محلات تهران

www.SID.ir

جدول ۵. محلات ازنظر میزان تاب‌آوری

نام	تاب‌آوری	بعد اجتماعی	بعد زیرساختی	بعد اقتصادی	بعد جامعه‌ای – روابط همسایگی	بعد جامعه‌ای- مشارکت
کمترین تاب‌آوری						
بازار	-۳/۲۴	-۱/۵۹	-۰/۶۵	۰/۸۷	-۴/۶۵	-۱/۲۲
شهید کاظمی	-۲/۷۳	-۱/۸۹	-۱/۹۴	۰/۶۵	-۲/۲۲	-۰/۶۹
اسماعیل‌آباد	-۲/۶۴	-۱/۳۵	-۲/۳۷	۰/۵۲	-۲/۳۳	-۰/۳۸
نازی‌آباد	-۲/۶	-۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۱۵	۰/۲۹	-۶/۳۱
شهرک دانشگاه شریف	-۲/۶۹	-۰/۵۹	-۳/۶۰	-۰/۸۵	-۰/۱۰	-۰/۶۵
دولت‌خواه	-۲/۴۵	-۱/۶۶	-۱/۸۲	-۰/۳۷	-۱/۶۹	۰/۰۶
سوهانک	-۲/۳۲	۰/۷۳	-۰/۷۴	-۰/۲۸	۱/۵۸	-۶/۴۷
شهرک شهید محلاتی	-۲/۳۲	۱/۱۶	-۰/۲۶	۰/۰۶	۰/۴۳	-۶/۵۷
فرودگاه	-۲/۱۶	-۰/۸۵	-۲/۳۶	-۱/۷۰	۰/۳۴	۰/۴۳
شمس‌آباد	-۲/۰۷	-۱/۴۳	-۰/۲۸	-۰/۰۷	-۰/۲۷	-۲/۵۸
بیشترین تاب‌آوری						
شهرک شهرداری	۹/۰۶	۱/۹۲	۰/۳۳	۱۶/۸۳	۱/۲۲	-۰/۰۵
مجیدیه	۱/۷۵	۰/۰۰	۰/۸۱	-۰/۱	۲/۶۰	۰/۶۱
مدیریت	۱/۷۳	۱/۴۴	-۰/۰۴	-۰/۲۱	۰/۸۴	۱/۸۵
مدائن	۱/۶۷	۰/۶۶	۰/۵۹	-۰/۱۵	۱/۱۹	۱/۴۳
جابری	۱/۶۳	-۰/۲۲	۱/۴۵	۰/۲۵	۱/۶۷	۰/۵۰
شهرآرا	۱/۶۰	۱/۴۱	۰/۵۵	-۰/۰۵	۰/۸۹	۰/۷۷
حسن‌آباد_ زرگنده	۱/۵۸	۱/۱۷	۰/۵۱	-۰/۱۹	۰/۷۴	۱/۲۹
فاطمی	۱/۵۶	۱/۶۸	۰/۷۴	-۰/۰۱	۰/۲۵	۰/۸۴
پیروزی	۱/۵۶	۰/۳۱	۰/۱۸	۰/۱۱	۱/۶۳	۱/۴۹

ازنظر جغرافیایی بیشتر در محلات شمالی و شرقی کلان‌شهر تهران قرار دارند. در خصوص بیشترین تاب‌آوری وضعیت عملکرد اقتصادی شهرک شهرداری است که با نگاه به شاخص‌های این بعد، شهرک شهرداری دارای بالاترین امتیاز ازنظر دو شاخص نسبت تراکم خالص جمعیتی به متراکم‌ترین مرکز شهری و نسبت سطح تجاری- خدماتی به مسکونی است. به‌جز شهرک شهرداری، بالا بودن امتیاز تاب‌آوری متأثر از ابعاد جامعه‌ای است و تنها در دو محله شهرآرا و فاطمی امتیاز بالای بعد اجتماعی بر تاب‌آوری کل تأثیر داشته است. نکته حائز اهمیت در اینجا، کم بودن امتیاز بعد عملکرد اقتصادی محلات با وضعیت مطلوب تاب‌آوری در میان دیگر ابعاد است.

در میان محلات با امتیاز خیلی کم، برخی از محلات دارای امتیاز کمتر از ۰۲.۵ درصد تغییرات هستند که محلات بازار (منطقه ۱۲)، شهید کاظمی (منطقه ۱۹)، اسماعیل‌آباد (منطقه ۱۹)، نازی‌آباد (منطقه ۱۶) و شهرک دانشگاه صنعتی شریف (منطقه ۵) را شامل می‌شوند. این محلات بیشتر در مناطق غربی و جنوب غربی قرار دارند. امتیاز کم بعد زیرساختی بیشترین تأثیر منفی را در میان دیگر ابعاد بر محلات با وضعیت نامطلوب تاب‌آوری داشته است. پس از بعد زیرساختی بعد جامعه‌ای بیشترین تأثیر را بر کاهش میزان تاب‌آوری داشته است.

نتیجه‌گیری

ارزیابی و ارتقای تاب‌آوری در برابر سوانح طبیعی به دلیل خسارات بی‌شمار جانی و مالی ناشی از سوانح طبیعی در محدوده‌های شهری، در دو دهه اخیر توجه بسیاری از برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران شهری را به خود جلب کرده است. با توجه به چندبعدی بودن تاب‌آوری، روش‌ها و ابزارهای متفاوتی جهت ارزیابی و ارتقای آن استفاده‌شده است. مدل‌های مکانی در میان روش‌ها و ابزارهای متفاوت ارزیابی تاب‌آوری، بیشتر مورد استقبال قرارگرفته است زیرا که با به‌کارگیری آنها، تفاوت میزان تاب‌آوری در محدوده‌های شهری مشخص،

www.SID.ir

کاستی‌های هر محدوده تعیین می‌شود و اقدامات لازم جهت رفع آنها پیش از وقوع حادثه صورت می‌گیرد که درنهایت موجب ارتقای تاب‌آوری در برابر سوانح (تاب‌آوری ذاتی) می‌شود. علاوه بر موارد فوق مدل‌های مکانی توزیع فضایی تاب‌آوری در برابر سوانح را در سطح شهرها و یا مناطق شهری نشان می‌دهند و تصویری روشن از وضعیت کنونی محدوده ارائه می‌کنند.

در میان مدل‌های مکانی ارزیابی تاب‌آوری، شاخص ترکیبی به دلیل اینکه تمامی ابعاد تاب‌آوری را شامل می‌شود و به‌صورت کمی تصویر روشنی از وضعیت تاب‌آوری در سطح محدوده‌های تحلیل را ارائه می‌دهد، روش مناسبی برای ارزیابی تاب‌آوری در برابر سوانح است. در مقاله حاضر نیز، با ارائه شاخص ترکیبی تاب‌آوری در کلان‌شهر تهران به‌عنوان شهری که مستعد زمین‌لرزه است، توزیع فضایی تاب‌آوری در سطح محلات آن ترسیم شد.

در این راستا، مقاله حاضر ۴ یافته اصلی زیر را مطرح می‌کند:

ترکیب سه مدل BRIC، CRI و CDRI جهت شناسایی شاخص‌های مبین تاب‌آوری: در این تحقیق جهت شناسایی شاخص‌ها و ابعاد تاب‌آوری از سه مدل مکانی استفاده شد تا تمامی شاخص‌های مبین ابعاد مختلف تاب‌آوری پوشش داده شود. این پژوهش با ترکیب سه مدل BRIC، CRI و CDRI، مجموعه‌ای از ۳۳ شاخص که ابعاد مختلف تاب‌آوری را پوشش می‌دهند، ارائه کرده است.

ارائه شاخص ترکیبی جهت سنجش تاب‌آوری در برابر سوانح در شهرهای مستعد زمین‌لرزه: جهت سنجش تأثیر این شاخص‌ها بر تاب‌آوری و ارائه شاخص ترکیبی، با استفاده از روش تحلیل عاملی اکتشافی در کلان‌شهر تهران که مستعد زمین‌لرزه است، عوامل و شاخص‌های مؤثر بر تاب‌آوری مشخص شد. پنج عامل که میزان تاب‌آوری در برابر سوانح در شهر تهران را نشان می‌دهد شامل بعد اجتماعی، بعد زیرساختی، بعد اقتصادی، بعد جامعه‌ای–روابط همسایگی، بعد جامعه‌ای-مشارکت است که با ابعاد تاب‌آوری مستخرج از متون نظری و تجربی همخوان است. همچنین ترکیب سه مدل فوق و شناسایی شاخص‌های تاب‌آوری از این سه مدل، موجب شده است تا شاخص ترکیبی مناسب‌تری در سطح محلات تهران ارائه شود، چنانچه شاخص‌ها درمجموع بیش از ۷۰ درصد تغییرات تاب‌آوری را نشان می‌دهند.

ترسیم توزیع فضایی تاب‌آوری در سطح محلات کلان‌شهر تهران: یافته سوم تفاوت‌های محلات ازنظر تاب‌آوری را در کلان‌شهر تهران نشان می‌دهد. حدود ۲۵ درصد از محلات در وضع نامطلوب و ۵۰ درصد در سطح متوسط ازنظر تاب‌آوری قرار دارند. توزیع فضایی تاب‌آوری این محدوده‌ها، تفاوت فاحشی میان محلات غربی و جنوب غربی با دیگر محلات را نشان می‌دهد. در این تحقیق نشان داده شد که محلات غربی و جنوب غربی ازنظر تاب‌آوری در وضعیت نامطلوب‌تری نسبت به کل شهر تهران داشته‌اند و محلات شمالی و مرکزی به نسبت محلات جنوبی در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارند. این تفاوت‌ها ازنظر فضایی در شهر تهران پیامدهای جدی در هنگام وقوع زلزله و همچنین مدیریت بحران خواهد داشت که توجه به آنها امری ضروری است.

نقش تاب‌آوری زیرساختی در ارتقای تاب‌آوری: یکی دیگر از نتایج این تحقیق، مشخص شدن تأثیر ابعاد مختلف تاب‌آوری در ارتقای آن است. همانطورکه در بخش قبلی توضیح داده شد، در میان ابعاد تاب‌آوری، بعد زیرساختی بیشترین تأثیر منفی را بر محلات با وضعیت نامطلوب تاب‌آوری داشته است. لذا ارتقای تاب‌آوری زیرساختی می‌تواند در ارتقای تاب‌آوری بسیار مؤثر بوده و نقش برنامه‌ریزان و مسئولان شهری را بر ارتقای تاب‌آوری در سطح کلان‌شهر تهران نشان می‌دهد.

درمجموع ارزیابی تاب‌آوری با استفاده از روش‌های کمی، تصویر روشنی از وضع موجود برای مواجهه با سوانح ارائه می‌دهد. با ارزیابی تاب‌آوری در محدوده‌های مختلف می‌توان تفاوت‌ها را مشخص، کاستی‌ها را کاهش و از فرصت‌ها استفاده نمود. همچنین با سنجش تاب‌آوری در مقاطع مختلف زمانی می‌توان روند افزایشی و یا کاهشی تاب‌آوری محدوده‌های مختلف را درک نمود و در جهت ارتقای تاب‌آوری پیش از وقوع حادثه به‌خصوص در شهرهایی با تراکم جمعیتی بالا و در معرض سانحه (زمین‌لرزه) گام برداشت.

مطالعه حاضر پیشنهادهایی را برای مطالعات و اقدامات آتی در راستای ارزیابی تاب‌آوری در سطح شهرها ارائه می‌دهد:

- این تحقیق تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات کلان‌شهر تهران را بر اساس داده‌های قابل‌دسترس در یک‌زمان مشخص ارزیابی کرده است و نتایج روند افزایشی و یا کاهشی تاب‌آوری در سطح محلات را نشان نمی‌دهد. لذا با توجه به اهمیت موضوع تاب‌آوری در سطح کلان‌شهر تهران پیشنهاد می‌شود که مطالعات بعدی میزان تاب‌آوری در سال‌های آتی را ارزیابی نموده تا روند آن مشخص شود.

نتایج این تحقیقات علاوه بر این‌که روند میزان تاب‌آوری بین سال‌های مختلف را نشان می‌دهند، شاخص‌ها و عواملی که موجب ارتقاء و یا کاهش آن شده‌اند را نیز شناسایی کرده و در جهت ارتقای تاب‌آوری استفاده می‌گردد. این امر شاخص‌ها و عواملی که بیشترین تأثیر را در ارتقاء و یا کاهش تاب‌آوری دارند نشان می‌دهد و نتایج آن می‌تواند از سویی در تقویت مدل‌های مکانی تاب‌آوری در برابر سوانح و از سوی دیگر در مدیریت شهری و برنامه‌ریزی شهری جهت ارتقای تاب‌آوری پیش از وقوع زلزله استفاده شوند.

www.SID.ir

- با توجه به اهمیت موضوع زلزله در کلان‌شهر تهران پیشنهاد می‌شود که سازوکاری در سطح مدیریت شهری جهت ارزیابی (۵ ساله) و ارتقاءی تاب‌آوری صورت گیرد.

- تاب‌آوری در برابر سوانح در مقیاس‌های مختلف قابل ارزیابی است و با توجه به اهمیت و موقعیت کلان‌شهر تهران به‌عنوان پایتخت، پیشنهاد می‌شود در مقیاس‌های مختلف از مقیاس محلات در سطح کلان‌شهر تهران تا شهرستان‌ها در سطح مجموعه شهری تهران ارزیابی‌ها صورت گیرد تا بتوان علاوه بر ارائه توزیع فضایی در سطوح مختلف (یافتن تفاوت‌های محدوده‌ها ازنظر تاب‌آوری)، ارتباط میان مقیاس‌های مختلف و برهمکنش‌های آنها مشخص شود.

- این تحقیق با استفاده از شاخص‌های قراردادی و بر اساس اطلاعات ثانویه به ارزیابی تاب‌آوری و ارائه توزیع فضایی آن در سطح محلات پرداخته است و می‌تواند مبنایی برای ارزیابی تاب‌آوری بر اساس روش‌های کیفی باشد. لذا پیشنهاد می‌شود بر اساس نتایج این تحقیق، چند محله با اختلاف میزان تاب‌آوری به‌صورت از پایین به بالا و با روش‌های کیفی مورد ارزیابی قرار گیرند تا با استفاده از داده‌های محلی، شاخص‌های زمینه‌محور ارائه نمود.

- با توجه به این‌که عوامل و شاخص‌های مختلفی می‌تواند بر تاب‌آوری تأثیر بگذارند (ازجمله اجزا و یا کیفیات فرم شهری، عناصر طبیعی در شهرها و غیره)، لذا پیشنهاد می‌شود با سنجش تأثیر این مؤلفه‌ها بر تاب‌آوری، مباحثی که در شهرسازی می‌تواند موجب ارتقاءی تاب‌آوری در برابر سوانح شوند، مشخص شوند.

پی‌نوشت‌ها

1. Baseline Resilience Indicators for Communities
2. Community Resilience Index
3. Community Disaster Resilience Index

۴. مطالعات تاب‌آوری را می‌توان به دودسته تاب‌آوری ذاتی که به ارزیابی شرایط وضع موجود یا اندازه‌گیری مقطعی از زمان می‌پردازد و یا تاب‌آوری تطبیقی که به ارائه ابزارها و روش‌هایی جهت سازگاری و تطبیق با شرایط پس از رویداد می‌پردازد، تقسیم نمود. بر این اساس، تاب‌آوری در برابر سوانح به‌عنوان (۱) مجموعه‌ای از ظرفیت‌های تطابق‌پذیر (مدل‌های شاخص تاب‌آوری خط مبنا برای جوامع (BRIC)، شاخص ظرفیت تاب‌آوری (RCI)، مدل تاب‌آوری جهانی FM، مدل تاب‌آوری جوامع در قالب شبکه علیت، چارچوب پیشنهادی تاب‌آوری جامعه، سرمایه محور)، (۲) فرایند تطابق‌پذیری (مدل سیستم تاب‌آوری جامعه (CRSI)، ابزار پیشرفت تاب‌آوری جامعه (CART)، مدل اندازه‌گیری سنجش تاب‌آوری جامعه همگانی (CCRAM)، مدل مدیریت سوانح اجتماع‌محور (CBDM)، مدل راکفلر ۱۰۰ شهر تاب‌آور) و یا (۳) ترکیب هردوی آنها که مدل‌های شاخص تاب‌آوری جامعه (CRI)، شاخص تاب‌آوری سوانح جوامع (CDRI)، مدل مکانی تاب‌آوری حوادث (DROP)، ترکیب دو مدل سرمایه مشخص و DROP را شامل می‌شود، تعریف‌شده است.

5. Community Disaster Resilience Index
6. Resilience Capacity Index
7. Disaster Resilience of Place

۸. جهت انتخاب شاخص‌های سنجش تاب‌آوری در برابر سوانح در سطح محلات، ابتدا مقیاس شاخص‌های شناسایی‌شده در سطح محله تا شهرستان مشخص‌شده و سپس شاخص‌هایی که در سطح محلات قابل‌سنجش بوده‌اند، انتخاب‌شده‌اند. (به‌عنوان‌مثال شاخص‌هایی که در تمامی محلات یکسان بوده‌اند همانند شاخص‌های بخش نهادی (سرانه مدیریت بحران، درصد نیروی کار که در خدمات اورژانس کار می‌کند، درصد هزینه‌های شهرداری برای آتش‌نشانی، پلیس و امور اضطراری) که در سطح کل شهر تهران است و قابل‌تفکیک به محلات نیستند، حذف‌شده‌اند). سپس بر اساس منابع مذکور، داده‌های قابل‌دسترسی در سطح محلات کلان‌شهر تهران (۳۴ شاخص) جهت ارزیابی تاب‌آوری در برابر سوانح مشخص‌شده‌اند.

9. Kaiser–Meyer–Olkin

فهرست مراجع

۱. امیری، محمدجواد؛ سپهرزاد، بهناز؛ معرب، یاسر؛ و صالحی، اسماعیل. (۱۳۹۶). ارزیابی تاب‌آوری ساختاری-طبیعی کاربری اراضی شهرها، نمونه موردی: منطقه ۱ تهران. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، ۳۲ (۱)، ۱۴۸-۱۳۷.

۲. رضایی، محمدرضا؛ مجتبی، رفیعیان؛ و حسینی، سیدمصطفی. (۱۳۹۴). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی اجتماع های شهری در برابر زلزله، مطالعه موردی: محله های شهر تهران. *پژوهش های جغرافیای انسانی*، ۴۷ (۴)، ۶۰۹-۶۲۳.

۳. زبردست، اسفندیار. (۱۳۹۳). طرح مطالعاتی سنجش وضعیت پایداری شهری در کلان‌شهر تهران، *معاونت شهرسازی و معماری شهرداری تهران*.

۴. صالحی، اسماعیل؛ آقابابایی، محمدتقی؛ سرمدی، هاجر؛ و فرزادبهتاش، محمدرضا. (۱۳۹۰). بررسی میزان تاب‌آوری محیطی با استفاده از مدل شبکهٔ علیت. *محیط شناسی*، ۵۸، ۱۱۲-۹۹.

5. Abdrabo, M. A., Mahmoud, A., & Hassaan. (2015). Urban Climate an Integrated Framework for Urban Resilience to Climate Change – Case Study: Sea Level Rise Impacts on the Nile Delta Coastal Urban Areas. *Urban Climate,* 14, 554–65.

6. Ainuddin, S., & Jayant, K. (2012). Community Resilience Framework for an Earthquake Prone Area in Baluchistan. *International*

www.SID.ir

Journal of Disaster Risk Reduction, 2, 25–36.

7. Bergstrand, K., Brian, M., Babette, B., & Yi, Z. (2015). Assessing the Relationship between Social Vulnerability and Community Resilience to Hazards. *Soc Indic Res,* 122 (2), 391–409.

8. BRR. (2011). *Resilience Capacity Index. Building Resilient Regions,* Retrieved January 1, 2013 from https://resilientneighbourhoods.ca/resilience-capacity-index/.

9. Burton, C.(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.

10. Carpenter, S., Walker, B., Anderies, M., & Abel, N. (2001). "From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What?" *Ecosystems.* 4 (8), 765–810.

11. Cutter, S. L. (2016). The Landscape of Disaster Resilience Indicators in the USA. *Nat Hazards,* 80, 741–758.

12. Cutter, S. L., Ash, K., & Emrich, C. (2014). The Geographies of Community Disaster Resilience. *Global Environmental Change,* 29, 65–77.

13. Cutter, S. L., 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, 598–606.

14. Cutter, S. L., Burton, C., & Emrich, C. (2010). Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management,* 7 (1), 1-22.

15. Davoudi, S, Shaw, K., Haider, L. J., Quinlan, A., Peterson, G., Wilkinson, C., Fünfgeld, H., McEvoy, D., Porter, L., & Davoud. (2012). Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? 'Reframing' Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does It Mean in Planni. *Planning Theory & Practice,* 13 (2), 299–333.

16. Frazier, T. G., Courtney, M. T., & Raymond, J. D. (2013). Spatial and Temporal Quantification of Resilience at the Community Scale. *Applied Geography,* 42, 95–107.

17. Habitat III. (2016). Draft Outcome Document of the United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development. *In United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development*, Oct 17 – 20, (1–22). Quito, Ecuador.

18. Mayunga, J. S. (2007). Understanding and Applying the Concept of Community Disaster Resilience: A Capital-Based Approach. *A Draft Working Paper Prepared for the Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building,* 22 – 28, Munich, Germany.

19. Norris, F. H., Stevens, P. S., Pfefferbaum, B., Wyche, K., & Pfefferbaum, R. L. (2008). Community Resilience as a Metaphor, Theory, Set of Capacities, and Strategy for Disaster Readiness and Strategy for Disaster Readiness. *Am J Community Psychol,* 41,127-150.

20. FM Global. (2016). *Annual Repot of THE FM GLOBAL RESILIENCE INDEX, Johnston, Rhode Island, United States,* Retrieved from: https://www.fmglobal.com.au.

21. Peacock, W. G., Brody, S. D., Seitz, W. A., Merrell, W. J., Vedlitz, A, Zahran, S., Harriss, R. C., & Stickney, R. R. (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, Texas A&M University, College Station.

22. Pendall, R., Foster, K. A., & Cowell, M. (2010). Resilience and Regions: Building Understanding of the Metaphor. Cambridge Journal of Regions, *Economy and Society,* 3 (1), 71–84.

23.Sherrieb, K., Louis, C. A., Pfefferbaum, R. L., Pfefferbaum J D, B., Diab, E., & Norris, F. H. (2012). International Journal of Disaster Risk Reduction Assessing Community Resilience on the US Coast Using School Principals as Key Informants. *International Journal of Disaster Risk Reduction,* 2, 6–15

24. Sherrieb, K., Norris, F. H., & Galea, S. (2010). Measuring Capacities for Community Resilience. *Social Indicators Research,* 99 (2), 227-247.

25. UNEP. (2013). *Building Urban Resilience,* Retrieved from: https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8865-5..

26. UNISDR. (2012). *Making Cities Resilient—My City is Getting Ready,* Retrieved 8 February 2012 from: http://www.unisdr.org/english/campaigns/campaign.

27. Yoon, D. K., Kang, J. E., & Brody, S. M. (2016). A Measurement of Community Disaster Resilience in Korea. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59 (3), 436–606.

www.SID.ir

Archive of SID

ISSN 17359562 DOI: 10.30495/HOVIATSHAHR.2020.15049 © 2020 IAU

Spatial Distribution of Community Disaster Resilience in Tehran Metropolis

Elnaz Baghernejhad, Ph.D. Researcher, Faculty of Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran.
Mohammad Mehdi Azizi,* Professor, Faculty of Urban Planning, University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract

Different models of disaster resilience have been conducted to evaluate or promote resilience of cities prone to disasters. By considering resilience as a set of adaptive capacities, pre-event capacities influence resilience. Therefor providing a methodology and a set of indicators to measure the present conditions influencing disaster resilience within communities is the focal argument in assessment of resilience to natural hazards. As the resilience has different dimensions, one of the quantitative approaches to measure city disaster resilience is to construct a composite index. The composite index, which encompasses a set of resilience indicators, can help in resilience quantitative evaluation, comparison between geographic units in terms of resilience, and elucidate resilience spatial distribution or assess resilience in a specific place in different periods of time.

Tehran Metropolis, the capital of Iran, is located at the southern foot of Alborz Mountains, and surrounded by several fault lines. High vulnerability to disasters of Tehran Metropolis as well as the increasing population and the accumulation of resources in the capital highlight the importance of assessing the disaster resilience of this city in order to take appropriate measures to compensate for the shortcomings before the natural events occur.

Based on the context represented here, the main objective of this study is to construct a composite indicator for evaluating inherent community disaster resilience for Tehran metropolis. In this regard, a set of resilient indicators extracted from three evaluation models -Baseline Resilience Indicators for Communities (BRIC), Community Resilience Index (CRI) and Community Disaster Resilience Index (CDRI) -were used to evaluate and construct a resilient composite index for Tehran metropolis. Taking into consideration indicators' feasibility, operation-ability as well as data-accessibility, 34 of the 143 identified indicators from the three models were selected at the neighborhood level (for the 368 neighborhoods of the City). By using exploratory factor analysis, the inherent resilience dimensions are shown in five social, infrastructure, economic performance, community-neighborhood relations and community-participatory domains. The Kaiser–Meyer–Olkin (KMO) measure was 0.785, indicating that the correlation between the data is suitable for factor analysis and the cumulative variance of 5 factors explain 71.687 percent of the data variance.

The spatial distribution of composite disaster resilience and its dimensions in Tehran metropolis indicate that the western and southwestern neighborhoods of the city have the least inherent resilience. The northern and central neighborhoods are in a better position than the southern neighborhoods in terms of resilience. Among the resilience dimensions, the infrastructure dimension has had the most negative impact on the neighborhoods with an adverse resilience situation.

To conclude, the quantitative disaster resilience evaluation provides a clear picture of the status quo. Therefore, by assessing resilience in different geographic units, it is possible to compare and identify differences between areas, reduce shortcomings, and take advantage of opportunities. Besides, by measuring the resilience in different periods of time, one can understand any increase or decrease in resilience of a place and improve this quality before the events, especially in cities with high population density and prone to earthquakes like Tehran.

Keywords: Disasters Resilience, Spatial Distribution, Factor Analysis, Tehran Metropolis.

* Corresponding Author Email: mmazizi@ut.ac.ir

www.SID.ir