نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲

صفحات ۱۰۱- ۱۲۲

سنجش تاب‌آوری شهری در برابر مخاطره سیل با استفاده از رویکردی چندمعیاره (مورد مطالعه: مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌های شهر تهران)

حسین حاتمی نژاد[1]؛ دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

علیرضا صادقی؛ دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دریافت مقاله :۱۴۰۱/۱۲/۲۱ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۹/۰۴

چکیده

سنجش تاب‌آوری شهری می‌تواند به توسعه استراتژی‌ها و سیاست‌های مناسب برای شهرهایی که با شوک‌های غیرمنتظره و پیامدهای آن مواجه هستند، کمک کند. ازآنجایی‌که تاب‌آوری شهری مفهومی پیچیده است و عملیاتی کردن آن دشوار است، توسعه تکنیک یا روشی برای به فعلیت رساندن این مفهوم نقطه عطف بزرگی در جهت درک عوامل و تعاملاتی است که به ایجاد و حفظ تاب‌آوری کمک می‌کنند. کلان‌شهر تهران دارای تمرکز بالایی از صنایع، سازمان‌های دولتی، خدمات و تأسیسات است که مدیریت آن را در زمان وقوع یک بلای طبیعی بسیار پیچیده می‌کند. شرایط پیشین یا ویژگی‌های ذاتی اجتماعی-اقتصادی نشان می‌دهد که تهران از نیروهای سیل مصون نیست، در واقع سنجش تاب‌آوری در برابر بلایای شهری برای مناطق واقع بر رودخانه‌ها در تهران به دلیل ویژگی‌های ذاتی آن و تغییرات مکانی- زمانی سیلاب در منطقه حائز اهمیت است. این پژوهش بر سنجش تاب‌آوری مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌های شهر تهران متمرکز است. رویکرد اندازه‌گیری مبتنی بر ایجاد یک شاخص ترکیبی بر اساس شش بعد تاب‌آوری اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی، سرمایه اجتماعی و محیطی در برابر سیل است. این پژوهش با توسعه یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی انجام گرفته است، مدل AHP برای اولویت‌بندی شاخص‌های انتخابی و مدل TOPSIS به‌منظور رتبه‌بندی مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌های شهر تهران بر اساس سطوح تاب‌آوری آن‌ها استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که منطقه ۲۲ تاب‌آورترین منطقه است، درحالی‌که مناطق ۴، ۵ و ۱۴ دارای کمترین سطح تاب‌آوری هستند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به سازمان‌های برنامه‌ریزی شهری مانند مرکز برنامه‌ریزی تحقیقات تهران کمک کند تا تاب‌آوری در برابر بلایا را در برنامه‌ریزی شهری ادغام کند و از برنامه‌های واکنشی به استراتژی‌های انطباقی شهری پیشگیرانه مانند برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری حساس به ریسک تغییر دهند.

واژه‌های کلیدی: تاب‌آوری شهری در برابر سیل، AHP، TOPSIS، مناطق واقع بر رودخانه‌ها، تهران.

[1]. نویسنده مسئول: Email: hataminejad@ut.ac.ir

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]

[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

مقدمه

در سال‌های اخیر، شهرها با خطرات فزاینده ناشی از خطرات طبیعی و ناشی از آب‌وهوا مواجه شده‌اند. ازآنجایی‌که جوامع شهری در خط مقدم تأثیرات مخاطرات و خسارات ناشی از آن قرار دارند، محافل علمی و سیاسی بین‌المللی نیاز به تقویت تاب‌آوری شهرها را تصدیق کرده‌اند (Habitat, ۲۰۱۷: Resilience, ۲۰۱٦; UN, ۲۰۱٥a; UN, ۲۰۱٥b). علاوه بر این، در حال حاضر منافع محلی تا جهانی در تاب‌آوری به‌عنوان مکانیزمی برای افزایش ظرفیت مقابله با تغییرات و اختلالات محیطی در مقیاس‌های جغرافیایی مختلف، مانند شهرها وجود دارد (Cutter, ۲۰۱٥: ۷٤٥; Sharifi & Yamagata, ۲۰۱٤: ۱٤۹۲; Rockefeller, ۲۰۱٤; Da Silva & Braulio, ۲۰۱٤; Prasad & Ranghieri, ۲۰۰۸). درحالی‌که واژه تاب‌آوری در طول زمان مورد توجه جوامع مختلف علمی قرار گرفته است، یافتن توافق بر سر تعریف استاندارد تاب‌آوری در ادبیات مشکل‌ساز است (Poku-Boansi & Cobbinah, ۲۰۱۸: ۲٥٤; Meerow et al, ۲۰۱٦: ٤۰; Birkmann et al, ۲۰۱٦; Sharifi, ۲۰۱٦: ٦۳۳; Schipper & Langston, ۲۰۱٥; Weichselgartner & Kelman, ۲۰۱٥; Cutter et al, ۲۰۱٤:٦٦). بااین‌حال، مفهوم تاب‌آوری شهری به‌عنوان مفهومی تعریف می‌شود که توانایی شهرها را برای رویارویی با رویدادهای نامطلوب افزایش می‌دهد و شامل ظرفیت‌های ذاتی و سازگاری آن‌ها برای واکنش، سازگاری و رشد بدون توجه به نوع اختلالی است که تجربه می‌کنند (Meerow & Newell, ۲۰۱٦: ۷; Schipper & Langston, ۲۰۱٥; Rockefeller, ۲۰۱٤; Da Silva & Braulio, ۲۰۱٤; UNISDR, ۲۰۰۹). ازآنجایی‌که تاب‌آوری شهری مفهومی پیچیده است و عملیاتی کردن آن دشوار است، توسعه تکنیک یا روشی برای به فعلیت رساندن این مفهوم نقطه عطف بزرگی در جهت درک عوامل و تعاملاتی است که به ایجاد و حفظ تاب‌آوری کمک می‌کنند. چارچوب‌های نظری و مفروضات تاب‌آوری در برابر بلایا فراوان است، از جمله رویکردهای متنوعی که برای عملیاتی کردن تاب‌آوری شهری در مقیاس‌های جغرافیایی مختلف و زمینه‌های مخاطره ایجاد شده است. علیرغم این واقعیت که هیچ رویکرد استانداردی برای اندازه‌گیری تاب‌آوری در برابر بلایا وجود ندارد، مدل تاب‌آوری مکانی در برابر بلایا[۱] توسط کاتر[۲] و همکاران (۲۰۰۸) برای بهبود ارزیابی‌های مقایسه‌ای تاب‌آوری در برابر بلایا در سطح محلی یا جامعه ایجاد شده است و نیاز به تحقیقات تجربی و مبتنی بر شواهد بیشتر در مورد ارزیابی تاب‌آوری شهری را برجسته کرد. مدل تاب‌آوری مکانی در برابر بلایا اغلب به‌عنوان یکی از چارچوب‌های مفهومی شناخته‌شده در نظر گرفته می‌شود که بر شرایط پیشین و ذاتی در جوامع تمرکز می‌کند و بر نقش ظرفیت‌های جذبی و مقابله‌ای برای ایجاد و افزایش تاب‌آوری در برابر بلایا تأکید می‌کند. نسخه عملیاتی شده مدل به نام چارچوب «شاخص‌های پایه تاب‌آوری جامعه[۳]» اولین تلاش این مدل برای عبور از یک چارچوب نظری به یک عمل عملیاتی شده بود. شاخص‌های تاب‌آوری پایه برای چارچوب جامعه، مفهوم تاب‌آوری جامعه را هم به‌عنوان تاب‌آوری ذاتی قبل از رویداد (استقامت) و هم تاب‌آوری انطباقی پس از رویداد (تحول) در نظر می‌گیرد. به گفته اسدزاده و همکاران (۲۰۱۷) و شریفی (۲۰۱۶)، شاخص‌های تاب‌آوری پایه برای جامعه شامل پوشش گسترده‌ای از ابعاد تاب‌آوری جامعه در مقایسه با سایرین است، با رویکردی اجتماعی-اکولوژیکی در واحدهای فضایی برای بافت چند مخاطره. علاوه بر این، یکی از کاربردی‌ترین چارچوب‌ها در ادبیات موجود در مورد کمی سازی تاب‌آوری

۱. disaster resilience of place (DROP)
۲. Cutter
۳. the baseline resilience indicators for community (BRIC)

جامعه در برابر بلایا از طریق ایجاد شاخص است. علاوه بر این، توجه قابل ملاحظه‌ای به ساخت یک شاخص ترکیبی برای محک زدن مفهوم داده شده است. یک شاخص ترکیبی «شاخص‌های متعدد فردی را جمع‌آوری می‌کند تا اندازه‌گیری مصنوعی یک پدیده پیچیده، چندبعدی و معنادار را ارائه دهد».

تحقیقات علمی و گفتمان سیاسی اکنون ارزش بالایی برای تاب‌آوری و «تفکر تاب‌آوری» قائل هستند. تاب‌آوری به‌عنوان یک استراتژی یا زیرمجموعه یک استراتژی تعریف می‌شود که می‌تواند با درجه بالایی از عدم اطمینان موجود در موقعیت‌های پیچیده شهری مقابله کند (Wardekker et al, ۲۰۲۰: ۲). ظرفیت یک جامعه برای پیش‌بینی تهدیدها، سازگاری با شرایط متغیر، مقاومت در برابر اختلالات و بهبودی سریع از آن‌ها به‌عنوان تاب‌آوری جامعه شناخته می‌شود (Serre & Heinzlef, ۲۰۱۸: ۲۳۶). همان‌طور که توسط سازمان ملل تعریف شده است، یک شهر تاب‌آور دارای دولت‌های محلی فراگیر، توانمند و مسئول است که به شهرنشینی پایدار توجه دارند (Bexell & Jönsson, ۲۰۱۷: ۱۵). علاوه بر این، دولت‌ها خود را موظف می‌دانند تا منابع ضروری را برای مدیریت و ظرفیت‌های سازمانی قبل، حین و پس از یک بلای طبیعی غم‌انگیز فراهم کنند (Pede, ۲۰۲۰: ٦٧). شهرها در سراسر جهان به لطف رویکرد «شهرهای مقاوم یا تاب‌آور» نسبت به مشکلات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی که بخشی از مشکلات قرن بیست و یکم هستند، قوی‌تر شده‌اند (Rockefeller Foundation, ۲۰۱۹). اصطلاح "تاب‌آوری" بیشتر در مورد پایداری اکوسیستم‌ها و توانایی سیستم برای بازیابی از شوک‌ها یا اختلالات خاص در اکولوژی و مطالعات پیچیده سیستم‌های تطبیقی استفاده می‌شود (Matyas & Pelling, ۲۰۱۵: ۳). برای «سیستم‌های اجتماعی-محیطی»، تاب‌آوری به‌عنوان توانایی یک سیستم شهری و همه شبکه‌های اجتماعی-اکولوژیکی و اجتماعی-فنی تشکیل‌دهنده آن، از نظر زمانی و مکانی برای حفظ یا تسریع در صورت بروز اختلال برای بازگشت به عملکردهای مورد نظر به‌منظور انطباق خود با آن، توصیف می‌شود (Meerow, S., & Newell, ۲۰۱٦: ۳۱۰).

تاب‌آوری به ظرفیت بازیابی کامل از یک موقعیت یا رویداد پیش‌بینی‌نشده و همچنین درجه اختلالی که یک سیستم می‌تواند قبل از تغییر متغیرها و فرآیندهای حاکم بر رفتار خود تحمل کند، اشاره دارد: کیفیت زندگی مردم و دسترسی مناسب مردم به منابع را افزایش می‌دهد (Holling & Gunderson, ۲۰۰۲: ۲۹; Francis & Bekera, ۲۰۱٤: ۹۱). سطوح تاب‌آوری بالاتر به جامعه کمک می‌کند تا از موقعیت‌های خطرناک نجات دهد و جامعه را به سمت پایداری سوق دهد (Mayunga, ۲۰۰۷: ۳; Safdari Molan et al, ۲۰۲۱: ۳)؛ بااین‌حال، اگر شرایط محیطی و اجتماعی در نظر گرفته نشود، تلاش برای دستیابی به پایداری ناقص است (Aqbelaghi, et al, ۲۰۱۸: ٤۹; Blaauw & Maina, ۲۰۲۱: ۲; Blaauw et al, ۲۰۲۲: ۳). تاب‌آوری ظرفیت آینده سیستم‌ها و شهرهای در معرض خطر برای سازگاری یا مقاومت در برابر تغییرات برای رسیدن یا حفظ سطح مناسبی از عملکرد و ساختار است که در آن خطرات و عدم قطعیت‌ها در حال افزایش است (UN/ISDR, ۲۰۰٤; Prieto Velandia, ۲۰۲۲: ۳). تاب‌آوری مفهومی برای مقابله با اختلالات، شوک‌ها و تغییراتی است که در شرایطی که ریسک و عدم اطمینان در حال افزایش است، ارائه می‌شود (Wardekker et al, ۲۰۱۰: ۹۸۹; Mitchell & Harris, ۲۰۱۲: ۳). یکی از محدودیت‌های مهم شهرها این است که خطرات مؤثر بر پایداری که طیف وسیعی را در بر می‌گیرد، به‌راحتی شناسایی نمی‌شوند و اثرات آن‌ها اغلب مبهم است و بر تاب‌آوری شهری تأثیر می‌گذارد (Liao, ۲۰۱۲: ۲; Ainuddin & Routray, ۲۰۱۲: ۲۶). بنابراین باید همه جوانب مورد مطالعه قرار گیرد، به‌ویژه اینکه پایداری اجتماعی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

می‌تواند یکی از جنبه‌های مهم تاب‌آوری باشد (Blaauw et al, ۲۰۲۱: ٤). در واقع شهرهای تاب‌آور برای پیش‌بینی، غلبه بر و بازیابی از اثرات مخاطرات طبیعی یا فنی طراحی شده‌اند و سیستم‌های فیزیکی و اجتماعی در چنین شهری قادر به ادامه حیات و عملکرد در شرایط فشار و بحران هستند. ازآنجایی‌که الگوهای کاربری شهری مبنای این مؤلفه‌های کالبدی و اجتماعی است، سازگاری این الگوها با مخاطرات و توجه به مخاطرات طبیعی در طراحی آن‌ها نقش مهمی در حفظ تاب‌آوری این اجزا و در نتیجه تاب‌آوری شهر دارد (Allan & Bryant, ۲۰۱۰: ۳). آستانه‌های تغییر، توانایی سازمان‌دهی مجدد تاب‌آوری، بازیابی شوک و استرس برای یادگیری و سازگاری، واحد مواجهه (واحد تحلیل) تاب‌آوری، اکوسیستم‌های طبیعی یا سیستم‌های انسانی و محیطی از ویژگی‌های اصلی تاب‌آوری هستند (Tobin, ۱۹۹۹: ٥).

یکی از مؤلفه‌های اساسی مطالعات و تحقیقات در حوزه تاب‌آوری، توسعه روش مناسب برای ارزیابی تاب‌آوری است. مدل‌های متعددی توسط محققان ارائه شده است که هر کدام بر مؤلفه‌های متفاوتی از تاب‌آوری در برابر فاجعه تمرکز دارند (Tobin, ۱۹۹۹: ١٤). آن‌ها چند موضوع مرتبط با تاب‌آوری را بررسی می‌کنند، از جمله مدل خطی-زمانی[۱]، مدل فضایی[۲]، مدل توبین[۳]، مدل معیشت پایدار[۴] و مدل مردم[۵]. در اینجا با توجه به گستره وسیع مدل‌ها، مدل PEOPLES را توضیح می‌دهیم. سیملارو[۶] و همکارانش در مقاله‌ای به دنبال دستیابی به چارچوبی برای ارزیابی تاب‌آوری جامعه در مقیاس‌های زمانی و مکانی مختلف بودند که شامل ابعاد و مؤلفه‌های مختلف بود. سیملارو این چارچوب را "PEOPLES" نامید، که در آن هر حرف نشان‌دهنده یکی از اجزا است. این مؤلفه‌ها به ترتیب عبارت‌اند از: (۱) P: جمعیت و دموگرافی؛ (۲) E: محیط‌زیست و اکوسیستم؛ (۳) O: خدمات دولتی سازمان‌یافته؛ (۴) P: زیرساخت‌های فیزیکی؛ (۵) L: سبک زندگی و شایستگی جامعه؛ (۶) E: توسعه اقتصادی؛ و (۷) S: سرمایه اجتماعی-فرهنگی. در این چارچوب، هر بعد با یک معیار عملکرد جداگانه مشخص می‌شود که با استفاده از یک رویکرد چندلایه با ابعاد دیگر ترکیب می‌شود؛ بنابراین، هنگامی‌که یک مدل ترکیبی از جامعه تعریف شد، چارچوب پیشنهادی می‌تواند برای اندازه‌گیری عملکرد آن در برابر هر نوع رویداد شدید در طول شرایط اضطراری و در مراحل طولانی‌مدت پس از آسیب استفاده شود (Cimellaro et al, ۲۰۱٦: ٦). ازآنجاکه توافق علمی در این زمینه بر روی ویژگی‌های چندگانه تاب‌آوری (اجتماعی-اقتصادی، نهادی و فیزیکی- محیطی) وجود دارد، ارائه و پیشنهاد مدل‌هایی ضروری است. مدل فضایی کاتر (۲۰۰۸ و ۲۰۱۰) بر سه مؤلفه تاب‌آوری (اجتماعی-اقتصادی، نهادی و فیزیکی-محیطی) تمرکز دارد. علاوه بر این، مدل فاجعه مبتنی بر جامعه[۷]، مشارکت جوامع در فرآیند مدیریت بلایا و نقش حیاتی آن‌ها را برجسته می‌کند. مدل ذکرشده در بالا با هدف کاهش آسیب‌پذیری جامعه از طریق تقویت همکاری و آمادگی مردم برای مقابله با خطرات بلایای طبیعی است (Yodmani, ۲۰۰۱: ۲۳). بنابراین می‌توان از این دو مدل برای اندازه‌گیری و ارزیابی

۱. Linear-Temporal
۲. Spatial
۳. Tobin
٤. Sustainable Livelihood
٥. PEOPLES
٦. Cimellaro
۷. community-based disaster model (CBDM)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

مقاومت در برابر بلایای طبیعی استفاده کرد. یک استراتژی مدیریت از پایین به بالا که بر همکاری مردم در رسیدگی به موقعیت‌های فاجعه طبیعی تأکید دارد، مدل فاجعه مبتنی بر جامعه است (Buckle et al, ۲۰۰۰: ۱۰).

تحقیقات در مورد تاب‌آوری سیل شهری عمدتاً بر ایجاد چارچوب نظری متمرکز است. به‌عنوان‌مثال، ژانبرگن[۱] و همکاران (۲۰۱۹)، سه چارچوب مفهومی مختلف تاب‌آوری ارائه کردند. اسلوبودان[۲] و همکاران (۲۰۱۱)، ایده‌های تحقیقاتی جدیدی را در رابطه با تاب‌آوری در برابر سیل در مناطق شهری ارائه کردند. اندازه‌گیری تاب‌آوری شهری در برابر سیلاب روشی مؤثر در مدیریت سیلاب شهری است. تحقیقات کنونی تمایل به ارزیابی تاب‌آوری سیل شهری از ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی دارند، مانند مینگ ژونگ[۳] و همکاران (۲۰۲۰) و لورین[۴] و همکاران (۲۰۲۰). روآن[۵] و همکاران (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای به ارزیابی پیشرفت زمانی و مکانی تاب‌آوری شهری در گوانگژو تحت سناریوهای طوفان باران پرداختند. آن‌ها درنهایت، یک استراتژی سیستماتیک بهبود تاب‌آوری شهری را از سه جنبه تاب‌آوری فشار، تاب‌آوری حالت و تاب‌آوری پاسخ ارائه نمودند، مطالعه آن‌ها برای ارائه کمک‌های تصمیم‌گیری دقیق جهت ساخت‌وساز تاب‌آوری شهری و پشتیبانی موردی برای تحقیقات کمی در مورد تاب‌آوری شهری مفید است. سان[۶] و همکاران (۲۰۲۲)، در مطالعه‌ای به اندازه‌گیری تاب‌آوری سیل شهری با استفاده از مدل کمی مبتنی بر همبستگی آسیب‌پذیری و تاب‌آوری پرداختند. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که تأثیر عوامل مختلف بر تاب‌آوری سیل، ویژگی‌های عناصر تاب‌آوری و ویژگی‌های پیش از بلایا، اواسط بلایا و پس از سانحه منعکس‌شده توسط آن‌ها و همچنین تنوع مکانی در تاب‌آوری سیل. علاوه بر این، قابلیت بازیابی نقش مهمی در مقاومت در برابر سیل دارد. وو[۷] و همکاران (۲۰۲۲)، در مقاله‌ای به ارزیابی منفعت تاب‌آوری برای برنامه‌های چند مقیاسی کنترل سیل شهری پرداختند. آن‌ها در این مطالعه، تأثیر طراحی و پیکربندی برنامه‌های کنترل سیل شهری را بر تاب‌آوری سیستم تحت بارندگی‌های شدید را مورد بحث قرار دادند. این چارچوب می‌تواند برای ارزیابی بهبود تاب‌آوری به‌دست‌آمده از پیکربندی‌های مختلف برنامه کنترل سیل شهری و برای کمک به برنامه ریزان شهری در انتخاب پیکربندی بهینه استفاده شود، بنابراین در فرآیند تصمیم‌گیری برای برنامه‌ریزی شهری و کاهش بلایا کمک می‌کند. بهرامی و همکاران (۱۳۹۸)، در پژوهشی رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل، برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانهٔ کن را مورد بررسی قرار دادند؛ آن‌ها نشان دادن که برنامه‌ریزی رود کن نیاز به یک رویکرد چند رشته‌ای با تأکید بر مسائل منظر و اکولوژیک دارد. این برنامه‌ریزی جامع و چند رشته‌ای که مبتنی بر تفکرات تاب‌آوری در برابر سیل است، می‌تواند به‌عنوان الگویی برای رودهای شهری دیگر که در برابر آشوب سیل آسیب‌پذیر هستند، قرار گیرد. زیاری و همکاران (۱۳۹۹)، به تبیین راهبردهای افزایش تاب‌آوری کالبدی در برابر سیلاب پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان‌دهنده وجود رابطه منسجم بین ساختار کالبدی در بافت پیرامون رودخانه چشمه کیله شهر تنکابن و افزایش تاب‌آوری کالبدی شهر تنکابن در برابر سیلاب است. اسدافروز و همکاران (۱۳۹۹)، در مقاله‌ای با

۱. Zevenbergen
۲. Slobodan
۳. Ming Zhong
٤. Laurien
٥. Ruan
٦. Sun
۷. Wu

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

عنوان تاب‌آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر، تئوری سیستم‌ها و مدل DPSIR به این نتیجه دست یافتند که در کل, با رویکرد کل‌نگر و سیستمی منظر، شهر شیراز در برابر سیل مهیب فروردین ۱۳۹۸ تاب‌آور بوده است. سیل, خسارات جانی و مالی زیادی در پی داشت, اما به تحولات فرهنگی و رفتارهای اجتماعی که در روز رخداد سیل در شیراز اتفاق افتاد، سبب همبستگی و حس تعلق بیشتر مردم به شیراز شد. علاوه بر آن فعالیت‌های اجتماعی در کنار دیگر سازمان‌ها و نهادها به بازگشت سریع‌تر سیستم‌های اجتماعی و کالبدی آسیب‌دیده به حالت اول و شرایط پیش از وقوع سیل منجر شد. مشکلات اقتصادی مردم سیل‌زده علاوه بر حمایت سازمانی و نهادی و دولتی با مشارکت خیرین مرتفع شد. در واقع مزیت تاب‌آوری شیراز، همبستگی اجتماعی و فرهنگی مردم شیراز بود. به زبان دیگر ,تاب‌آوری شیراز در برابر سیل فروردین ۱۳۹۸, به لحاظ فیزیکی از نوعی بازگشت به حالت اولیه و به لحاظ اجتماعی, از نوع حرکت به جلو است. ابدالی و همکاران (۱۴۰۱)، در مقاله‌ای به تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری شهر خرم‌آباد در برابر مخاطره سیل با رویکرد آینده‌پژوهی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که متغیرهای جمعیت مستقل، زیرساخت‌های در معرض خطر، پتانسیل دسترسی یا تخلیه، ثبات و پایداری جمعیت و رونق ساخت‌وساز، بالاترین رتبه‌های تأثیرگذاری و متغیرهای نسبت تغییر پوشش زمین شهری، زیرساخت‌ها، دسترسی به حمل‌ونقل، ظرفیت ارتباطی و برابری امکانات آموزشی، بالاترین رتبه‌های تأثیرپذیری کلی را دارند.

صرف‌نظر از ویژگی‌های رویداد خطر، شرایط پیشین یا ویژگی‌های ذاتی اجتماعی-اقتصادی شهر نشان می‌دهد که تهران از نیروهای سیل مصون نیست. کلان‌شهر تهران دارای ۲۲ منطقه شهری و تمرکز بالایی از صنایع، سازمان‌های دولتی، خدمات و تأسیسات است که مدیریت آن را در زمان وقوع یک بلای طبیعی بسیار پیچیده می‌کند (UNDP, ۲۰۰٦). علاوه بر این، تهران از سال ۱۳۵۴ تا به امروز نرخ رشد سریعی را تجربه کرده است که بیشترین نرخ خالص مهاجرت مثبت را در ایران عمدتاً به دلیل فرصت‌های اجتماعی-اقتصادی دارد (Seifolddini & Mansourian, ۲۰۱٤; UNFPA, ۲۰۱٤). رونق ساخت‌وساز عظیم به دنبال موج مهاجرت، به‌ویژه بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۲، و پوشش‌های مختلف زمین‌های ساخته نشده به مناطق ساخته‌شده تبدیل شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). گسترش مناطق ساخته‌شده باعث افزایش کنترل نشده در سطح غیرقابل نفوذ می‌شود که می‌تواند احتمال وقوع سیل را افزایش دهد، به‌ویژه زمانی که بارش شدید وجود دارد (Rodríguez et al, ۲۰۱۵: ۳۷۳). ازآنجایی‌که سطح تاب‌آوری در جوامع شهری به‌طور ذاتی با تعامل ویژگی‌های رویداد خطر و شرایط پیشین مرتبط است، شناسایی پیشران‌های کلیدی تاب‌آوری سیل می‌تواند به درک بهتر عملکرد بالقوه شهر در زمان یک رویداد نامطلوب منجر شود. اندازه‌گیری مبتنی بر شاخص با استفاده از روش ترکیبی AHP-TOPSIS برای ارزیابی مقایسه‌ای تاب‌آوری سیل در مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌ها در شهر تهران. عملیاتی کردن مفهوم تاب‌آوری در برابر سیل با توجه به اینکه این شهر به دلیل شرایط پیشین جامعه خود (آسیب‌پذیری ذاتی) و انواع مختلف خطرات سیل در مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌ها در برابر سیل آسیب‌پذیر است، برای تهران اهمیت ویژه‌ای دارد.

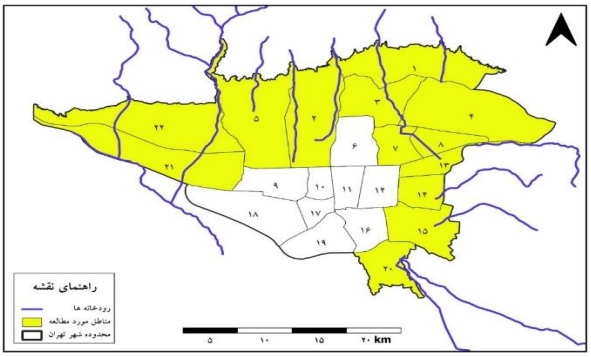
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

داده‌ها و روش کار

الف) قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه

در شهر تهران ۸/۴۳ میلیون نفر و کلان‌شهر تهران ۱۳/۶ میلیون نفر جمعیت دارد (UNSD, ۲۰۱۷). تهران به‌عنوان دهمین کلان‌شهر در معرض خطر زلزله و طغیان رودخانه‌ها رتبه‌بندی شده است (Swiss, ۲۰۱٤). درحالی‌که فراوانی رویدادهای سیل به‌تدریج در طول زمان در تهران افزایش یافته است (جدول ۱)، مطالعات اندکی تحلیل مربوط به سیل را از تاب‌آوری شهری در برابر بلایا عملیاتی کرده‌اند. مشخصات ژئومورفولوژیکی شهر تهران از سه بخش اصلی تشکیل شده است: کوه‌ها در شمال، منطقه پیمونت در مرکز و دشت در جنوب. این بخش‌های زمین‌شناسی تعداد رودخانه‌ها و آبراهه‌هایی را که از شمال سرچشمه می‌گیرند و از میان شهر می‌گذرند، شکل می‌دهند که کانال‌های بالقوه سیل هستند (شکل ۱) (Saemian, ۲۰۱۳). بنابراین، سیلاب‌های ناگهانی چه از سرریز رودخانه‌ها و چه از آب‌های سطحی ناشی از بارندگی‌های شدید در تهران به‌طور مکرر به وجود می‌آیند، زیرا آب باران نمی‌تواند به‌درستی تخلیه شود و سیستم زهکشی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جدول (۱) حوادث سیل ناگهانی گزارش شده در تهران را نشان می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۳ بارندگی شدید منجر به جاری شدن سیل آب‌های سطحی شد که به ترتیب منجر به خسارت جانی هشت و یازده نفر شدند (IFRC, ۲۰۱٦). در سال ۱۳۴۳، طغیان رودخانه باعث خسارت جانی ۲۱۵۰ شد و در سال ۱۳۶۵ باران سیل‌آسا باعث سیل ناگهانی شد که جان ۱۰۱۰ را گرفت و حدود ۱۰۲۷ زخمی بر جای گذاشت.



شکل ۱. موقعیت محلات شمالی واقع بر مسیر رودخانه‌های شهر تهران

جدول ۱. خلاصه حوادث سیل تهران

سال	مرگ	مجروح - مفقود شده	خانه‌های ویران‌شده و آسیب‌دیده	زیان اقتصادی (۱۰۰۰ دلار)
۱۳۳۲	۲۱۵۰	-	-	-
۱۳۳۳-۱۳۶۴	۱۱۸	۴۰	-	۱۰.۷۰۰
۱۳۶۵	۱۰۱۰	۱۰۲۷	۸۶۲	۷.۶۵۵.۰۰۰
۱۱۳۶۶	۱۴۶	۱۰۶	۱۰۰	۱۵۰.۰۰۰
۱۳۶۷-۱۳۸۸	۳۹	۶۵	۳۴۸	۳۸.۰۰۰
۱۳۹۰	۸	۷	-	۲۱.۰۰۰
۱۳۹۳	۱۱	۲۲	-	-

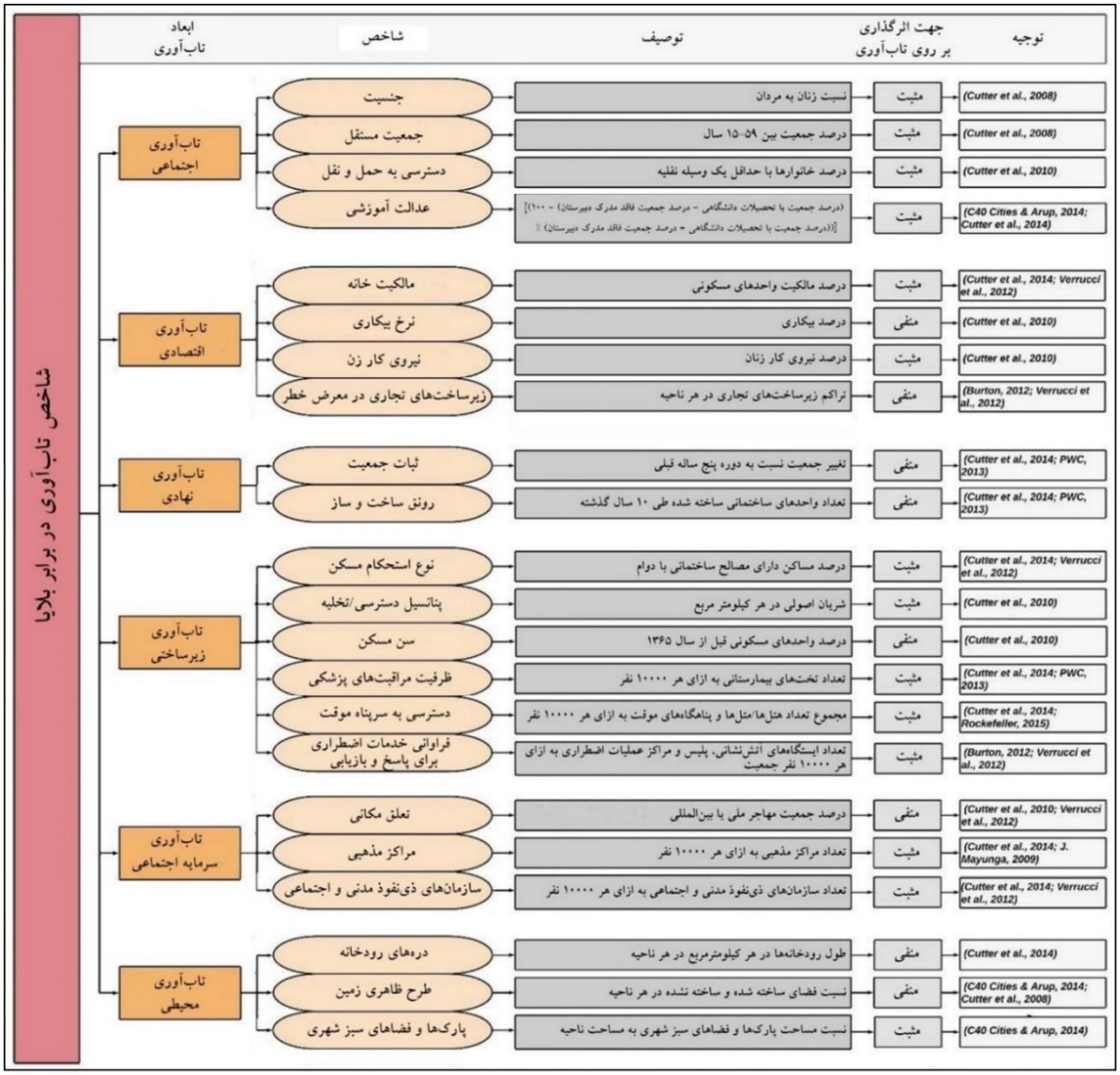
مأخذ: UNDP, ۲۰۰٦; IFRC, ۲۰۱٦

شاخص‌های پایه تاب‌آوری اجتماع به‌عنوان چارچوب پایه نظری جهت ایجاد شاخص‌های اولیه برای سنجش تاب‌آوری مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌ها در شهر تهران انتخاب شد. علاوه بر این، در دسترس بودن و مقیاس‌پذیری داده‌ها در سطح منطقه شهری به‌دقت بررسی و به‌این‌ترتیب، در نهایت مجموعه نهایی کاندیدای شاخص‌های فردی تعریف شدند. در این پژوهش، طرح سنجش تاب‌آوری با تمرکز بر ویژگی‌ها و ظرفیت‌های ذاتی مکان (مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌های شهر تهران) و با رویکرد شاخص‌محور مورد استفاده قرار گرفت. شاخص‌های پژوهش بر اساس یک مجموعه مشترک از شاخص‌های معتبر و خاص، یک خط مبنا بر ویژگی‌های موجود مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌های تهران با توجه به شش بعد تاب‌آوری ارائه شد (شکل ۲). مجموعه داده‌های ارائه شده برای شاخص‌ها عمدتاً از مرکز آمار ایران به‌عنوان مرجع منحصربه‌فرد آمار رسمی کشور به دست آمده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). سایر داده‌های مورد نیاز از منابع اطلاعاتی شهرداری‌های مناطق واقع بر مسیر رودخانه در شهر تهران، سازمان مدیریت و پیشگیری از بلایای طبیعی، نوسازی و تجهیز مدارس ایران و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران بازیابی شده است. روش مورد استفاده در این مطالعه، یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره ترکیبی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[۱] و تکنیک ترجیح سفارش با شباهت به یک راه‌حل ایده‌آل[۲] است. درحالی‌که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی امکان ارزیابی مؤلفه‌ها را با مقایسه زوجی و به دست آوردن وزن‌ها را فراهم می‌کند، تاپسیس راه‌حل‌ها را بر اساس ایده به حداکثر رساندن فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی (کمترین تاب‌آوری) و به حداقل رساندن فاصله از راه‌حل ایده‌آل مثبت (بیشترین تاب‌آوری) سفارش می‌دهد. بنابراین بهترین راه‌حل، نزدیک‌ترین راه‌حل به نقطه ایده‌آل است (Chen et al, ۲۰۱۱: ۹۰۹; Chiu et al, ۲۰۱۳: ٤۹; Thor et al, ۲۰۱۳: ۲۷; Ju et al, ۲۰۱۵: ۳٤۸-۳٤۹).

اولین هدف در مرحله روش ترکیبی AHP-TOPSIS ادغام دانش کارشناسان محلی در تجزیه‌وتحلیل است. ازاین‌رو ۱۲ کارشناس از بین سازمان‌های دولتی، دانشگاه‌ها و شرکت‌های مشاور خصوصی مرتبط با مدیریت ریسک بلایا در شهر تهران انتخاب شدند. به‌منظور استخراج وزن برای شاخص‌های فردی، از روش AHP استفاده کردیم. فرآیند AHP مبتنی بر قضاوت زوجی است. علاوه بر این، یکی از کاربردی‌ترین رویکردهای دانش‌محور به دلیل سادگی و انعطاف‌پذیری آن برای تجزیه‌وتحلیل معیارهای چندگانه است، به‌ویژه در مواردی که بین معیارها تعامل وجود دارد. در این راستا، قضاوت زوجی در مورد شاخص‌های فردی انجام شد و از کارشناسان پرسیده شد که معیارهای مختلف را تا چه اندازه مهم می‌دانند. مقایسه آن‌ها بین هر شاخص با استفاده از مقیاس عددی ساعتی از ۱ تا ۹ (جدول ۲) انجام شد که نشان‌دهنده اهمیت نسبی شاخص است. علاوه بر این، با توجه به موضوع ناهماهنگی در فرآیند مقایسه‌های زوجی، نیاز به تعیین نسبت سازگاری[۳] است. اگر نسبت سازگاری یا ثبات از ۰/۱ تجاوز نکند، قضاوت کارشناس قابل‌قبول است. در نهایت پس از استخراج اهمیت نسبی هر یک از شاخص‌ها، میانگین اوزان به‌عنوان وزن‌های نهایی هر شاخص محاسبه شد.

۱. Analytical Hierarchy Process (AHP)
۲. Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution (TOPSIS)
۳. Consistency Ratio (CR)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]



شکل ۲. مجموعه شاخص‌های منتخب برای شش بعد تاب‌آوری

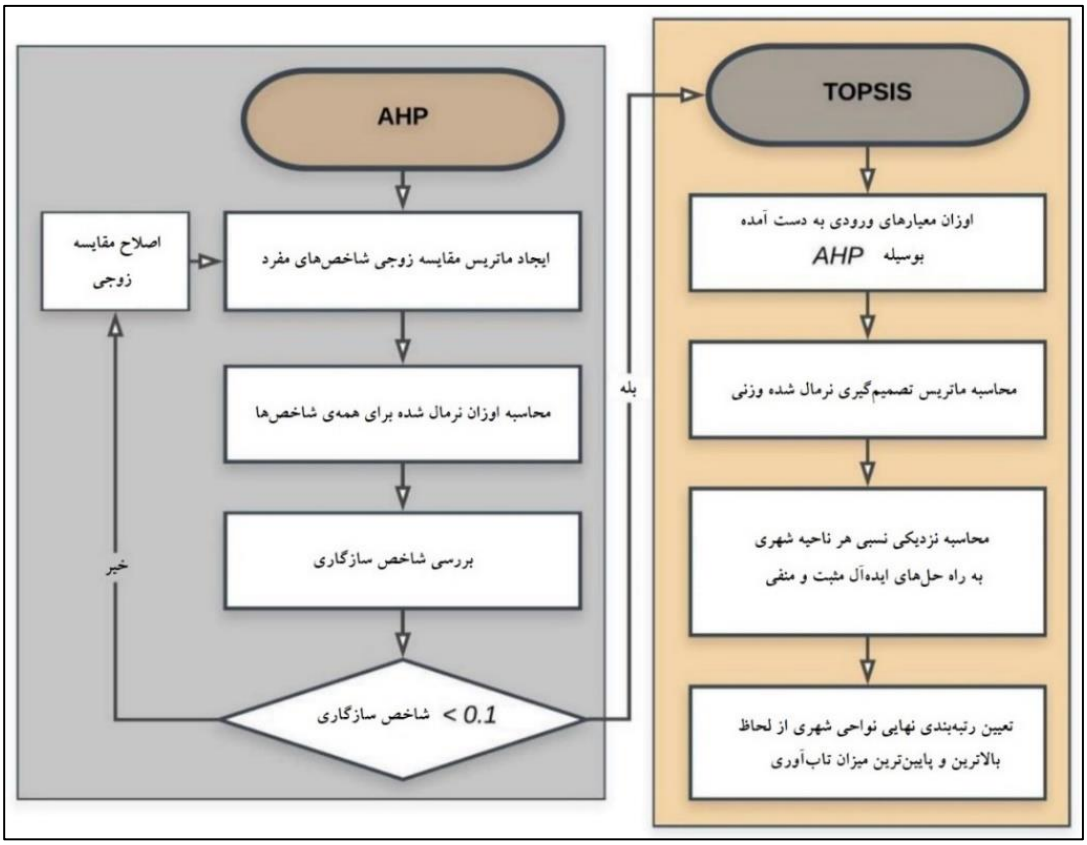
جدول ۲. مقیاس مقایسه زوجی ساعتی مأخذ: ساعتی، ۱۹۸۷

قضاوت کلامی	مقدار عددی	قضاوت کلامی	مقدار عددی
ترجیح یکسان	۱	یکسان یا نسبتاً مرجح	۲
نسبتاً مرجح	۳	نسبتاً یا قویاً مرجح	۴
قویاً مرجح	۵	قویاً تا بسیاری قوی	۶
ترجیح بسیار قوی	۷	بسیار تا بی‌اندازه قوی	۸
بی‌اندازه مرجع	۹		

هدف دوم و نهایی، مقایسه و رتبه‌بندی مناطق شهری تهران بر اساس سطح تاب‌آوری آن‌هاست. برای این منظور از تکنیک TOPSIS استفاده شد. تاپسیس به دلیل سادگی و توانایی آن در نظر گرفتن تعداد نامحدودی از گزینه‌ها و معیارها،

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

تکنیکی است که به‌طور گسترده برای فرآیندهای تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود. این تکنیک چندین جایگزین را در یک رویکرد جبرانی بر اساس این مفهوم مقایسه می‌کند که «جایگزین ایده‌آل بهترین سطح را برای همه ویژگی‌ها دارد، درحالی‌که ایده‌آل منفی، جایگزینی است که بدترین مقادیر همه‌ی ویژگی‌ها را دارد». منطق آن بیانگر منطق انتخاب انسان است که نسبت به روش‌های غیر جبرانی واقع‌بینانه‌تر است و به همین ترتیب، در نظر گرفتن هم‌زمان راه‌حل‌های ایده‌آل و غیر ایده‌آل آن را به یک تکنیک بسیار مفید در فرآیند MCDM تبدیل کرده است. بااین‌حال، ابزار TOPSIS استخراج وزن را ارائه نمی‌دهد. با توجه به این محدودیت، اوزان از روش AHP به دست آمدند. شکل ۳ نمودار شماتیک روش ترکیبی اعمال شده را نشان می‌دهد.



شکل ۳. نمودار شماتیک روش ترکیبی MCDM

به گفته هوانگ و یون[۱]، (۱۹۹۵)، روش TOPSIS را می‌توان در یک سری مراحل زیر بیان کرد:

در ماتریس تصمیم[۲] عناصر (x_{ij}) ماتریس با مقدار شاخص i (i=۱, …m) نسبت به منطقه شهری j (j = ۱, …n) مرتبط است. عناصر $I_1, I_2, \dots I_n$ به شاخص‌ها اشاره دارد درحالی‌که $D_1, D_2, \dots D_n$ به مناطق شهری اشاره دارد.

$I_1 \quad I_2 \quad \dots \quad I_n$

۱. Hwang & Yoon
۲. decision matrix (DM)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

$$DM = \begin{matrix} D_1 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_m \end{matrix} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{21} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

در مرحله محاسبه ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده وزنی از طریق معادله زیر، ابعاد مختلف ویژگی را به ویژگی‌های غیر بعدی تبدیل می‌کند. ماتریس تصمیم نرمال شده[۱] امکان مقایسه بین شاخص‌ها با واحدهای مختلف را فراهم می‌کند.

$$NDM = r_{ij} \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}}$$

ماتریس تصمیم‌گیری وزنی با ضرب هر عنصر از هر ستون از ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده در وزن‌های به دست آمده از روش AHP ساخته شد.

$$V = v_{ij} = w_{ij}\, r_{ij} \quad for\ (i = 1, \dots m); \qquad (j = 1, \dots n)$$

که در W_j آن وزن معیار j است، $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$

با توجه به ماتریس تصمیم‌گیری وزنی، راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت (A^+) و ایده‌آل منفی (A^-) از طریق معادلات زیر تعیین و تعریف می‌شوند.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}, where: V_j^+ \{(max_i\ (v_{ij})\ if\ j\ \in J), (min_i\ v_{ij}\ if\ j\ \in J')\}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}, where: V_j^- \{(min_i\ (v_{ij})\ if\ j\ \in J), (max_i\ v_{ij}\ if\ j\ \in J')\}$$

که در آن J با شاخص‌های سودمند و J' با شاخص‌های غیر سودمند مرتبط است.

مرحله محاسبه فاصله جدایی هر ناحیه از راه‌حل ایده‌آل و راه‌حل غیر ایده‌آل به کمک مرحله‌ی راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت (A^+) و ایده‌آل منفی (A^-)، فاصله اقلیدسی هریک از گزینه‌ها، از جواب‌های ایده‌آل مثبت و منفی هر شاخص مسأله، محاسبه می‌گردد. جداسازی هر جایگزین از راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی از طریق معادلات زیر محاسبه می‌شوند.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_j^+ - V_{ij})^2} \qquad (i = 1,2, \dots m)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (V_j^- - V_{ij})^2} \qquad (i = 1,2, \dots m)$$

محاسبه نزدیکی نسبی هر منطقه شهری به راه‌حل ایده‌آل مثبت، که به معنای بالاترین سطح تاب‌آوری در برابر سیل است.

۱. Normalized decision matrix (NDM)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

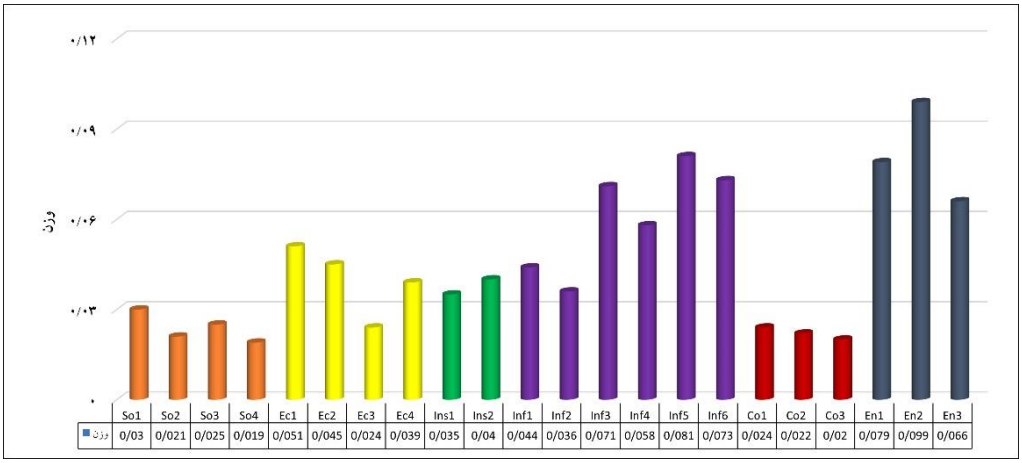
$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \qquad 0 \leq C_i \leq 1$$

مقدار بالاتر C_i نشان‌دهنده ناحیه تاب‌آور بالاتر است. به‌این‌ترتیب، ۱۳ منطقه شهری واقع بر مسیر رودخانه‌ها با هم مقایسه و بر اساس آن مرتب شدند.

در نهایت پس از ساخت شاخص‌های ترکیبی تاب‌آوری سیل، نتایج تاب‌آوری به صورت فضایی تجسم و ترسیم گردید. قبل از تجسم، نمرات شش بعد و شاخص کلی تاب‌آوری در برابر بلایا[۱] در پنج خوشه اصلی با استفاده از روش Z-score برای شناسایی الگوهای فضایی تاب‌آوری سیل طبقه‌بندی شدند. این روش نمرات را به انحراف استاندارد از میانگین تبدیل می‌کند. سپس شش نقشه حوزه تاب‌آوری و همچنین نقشه نهایی شاخص تاب‌آوری در بلایا تهیه شد.

شرح و تفسیر نتایج

پس از آن، میانگین وزن‌های داده شده توسط پنج خبره را به‌عنوان وزن نهایی هر شاخص محاسبه کردیم. همان‌طور که شکل ۴ نشان می‌دهد، شاخص‌های ابعاد زیست‌محیطی و زیرساختی بیشترین اهمیت را دارند. این نشان‌دهنده میزان مشارکت این دو بعد در تاب‌آوری نواحی در برابر سیل است. بیشترین اوزان مربوط به چهار شاخص دره‌های رودخانه، ظرفیت مراقبت پزشکی، طرح ظاهری زمین و پتانسیل دسترسی/تخلیه است؛ در مقابل، کمترین اوزان مربوط به چهار شاخص مراکز مذهبی، امکانات تفریحی عمومی و برابری دسترسی به امکانات آموزشی است.



شکل ۴. وزن شاخص‌های منفرد نهایی به دست آمده از AHP

پس از تعیین وزن‌های جداگانه هر شاخص، از تکنیک TOPSIS برای ارزیابی مقایسه‌ای سطح تاب‌آوری مناطق استفاده شد. ازآنجایی‌که TOPSIS بر اساس فاصله است، فرض بر این است که یک راه‌حل ایده‌آل و غیر ایده‌آل وجود دارد. بنابراین، ناحیه‌ای با بالاترین سطح تاب‌آوری، کمترین فاصله را تا راه‌حل ایده‌آل مثبت (S^+) و دورترین فاصله را تا راه‌حل منفی ایده‌آل (S^-) دارد. شکل (۵) فاصله هر ناحیه از S^+ و S^- را در شش بعد تاب‌آوری و همچنین تاب‌آوری کلی نشان می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، منطقه ۱ و ۲۲ بیشترین فاصله را از S^- و کمترین فاصله را از S^+ در تاب‌آوری اجتماعی دارند. یعنی این دو منطقه بالاترین

۱. Disaster Resilience Index (DRI)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

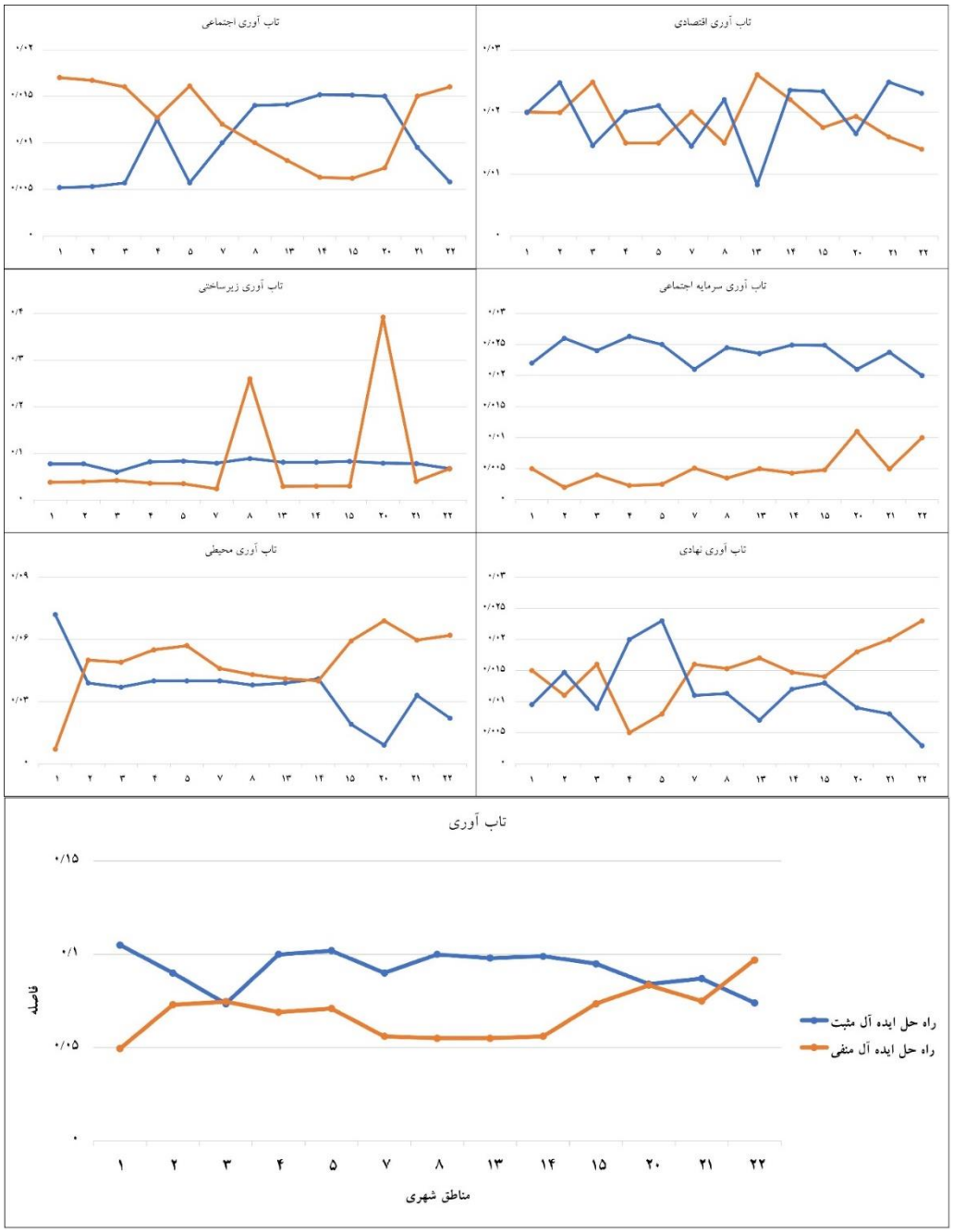
سطح تاب‌آوری اجتماعی را دارند. برعکس، در تاب‌آوری محیطی، منطقه ۱ بیشترین فاصله را از S^+ و کوتاه‌ترین فاصله را از S^- دارد که باعث می‌شود ناحیه کمترین تاب‌آوری را در این بعد داشته باشد. به همین ترتیب، در تاب‌آوری کلی در برابر سیلاب، تفکیک هر منطقه از راه‌حل‌های ایده‌آل و غیر ایده‌آل را می‌توان در شکل (۵) مشاهده کرد، به‌این‌ترتیب، مناطق ۱ و ۳ به‌عنوان کمترین و بیشترین تاب‌آوری مناطق قابل تشخیص هستند. در نهایت، نزدیکی نسبی (C_i) به راه‌حل ایده‌آل مثبت برای نشان دادن نمرات نهایی مناطق شهری و رتبه‌بندی آن‌ها بر اساس سطح تاب‌آوری محاسبه شد. جدول (۳) نتایج نهایی به دست آمده از فرآیند ترکیبی AHP-TOPSIS را برای شش بعد تاب‌آوری نشان می‌دهد.

جدول ۳. امتیازات تاب‌آوری و رتبه‌بندی مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌ها در شش بعد تاب‌آوری. مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

منطقه شهری	تاب‌آوری اجتماعی	رتبه	تاب‌آوری اقتصادی	رتبه	تاب‌آوری نهادی	رتبه	تاب‌آوری زیرساختی	رتبه	تاب‌آوری سرمایه اجتماعی	رتبه	تاب‌آوری محیطی	رتبه
۱	۰/۸۶۴	۱	۰/۶۱۸	۵	۰/۷۲۴	۶	۰/۴۳۰	۵	۰/۳۰۹	۴	۰/۱۸۴	۱۳
۲	۰/۸۴۶	۲	۰/۵۶۲	۷	۰/۵۳۵	۱۱	۰/۴۵۰	۳	۰/۱۷۵	۱۲	۰/۶۸۴	۷
۳	۰/۷۷۹	۴	۰/۷۳۸	۲	۰/۷۵۴	۵	۰/۴۴۸	۴	۰/۲۶۹	۶	۰/۷۱۴	۵
۴	۰/۶۱۹	۸	۰/۵۴۷	۹	۰/۳۱۵	۱۳	۰/۳۸۵	۷	۰/۱۷۶	۱۱	۰/۶۷۴	۸
۵	۰/۷۷۱	۵	۰/۵۳۶	۱۰	۰/۳۸۳	۱۲	۰/۳۸۴	۸	۰/۱۸۵	۱۰	۰/۶۸۵	۶
۷	۰/۶۴۱	۷	۰/۶۸۸	۳	۰/۷۱۲	۷	۰/۳۶۴	۱۹	۰/۳۴۷	۳	۰/۶۴۰	۱۱
۸	۰/۵۳۸	۹	۰/۵۲۶	۱۱	۰/۶۹۷	۸	۰/۳۳۳	۱۳	۰/۲۲۴	۹	۰/۶۶۹	۹
۱۳	۰/۴۹۳	۱۰	۰/۸۶۵	۱	۰/۸۰۴	۳	۰/۳۵۹	۱۲	۰/۲۹۲	۵	۰/۶۴۱	۱۰
۱۴	۰/۳۶۱	۱۳	۰/۵۹۴	۶	۰/۶۶۶	۹	۰/۳۶۳	۱۱	۰/۲۳۷	۸	۰/۴۹۴	۱۲
۱۵	۰/۳۷۷	۱۲	۰/۵۵۳	۸	۰/۶۳۳	۱۰	۰/۳۶۷	۹	۰/۲۶۸	۷	۰/۹۰۱	۲
۲۰	۰/۴۴۵	۱۱	۰/۶۲۹	۴	۰/۷۷۳	۴	۰/۴۲۷	۶	۰/۴۵۷	۱	۰/۹۹۳	۱
۲۱	۰/۷۳۲	۶	۰/۵۰۸	۱۲	۰/۸۲۱	۲	۰/۴۵۷	۲	۰/۱۶۲	۱۳	۰/۷۴۹	۴
۲۲	۰/۷۸۳	۳	۰/۴۸۳	۱۳	۰/۹۹۷	۱	۰/۶۰۶	۱	۰/۴۳۷	۲	۰/۸۴۸	۳

شکل (۶) رتبه‌بندی تاب‌آوری مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌ها در برابر سیل را به ترتیب نزولی نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که مناطق ۲۲، ۲۰ و ۳ نسبتاً تاب‌آورترین مناطق در میان مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌ها در محدوده مورد مطالعه هستند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

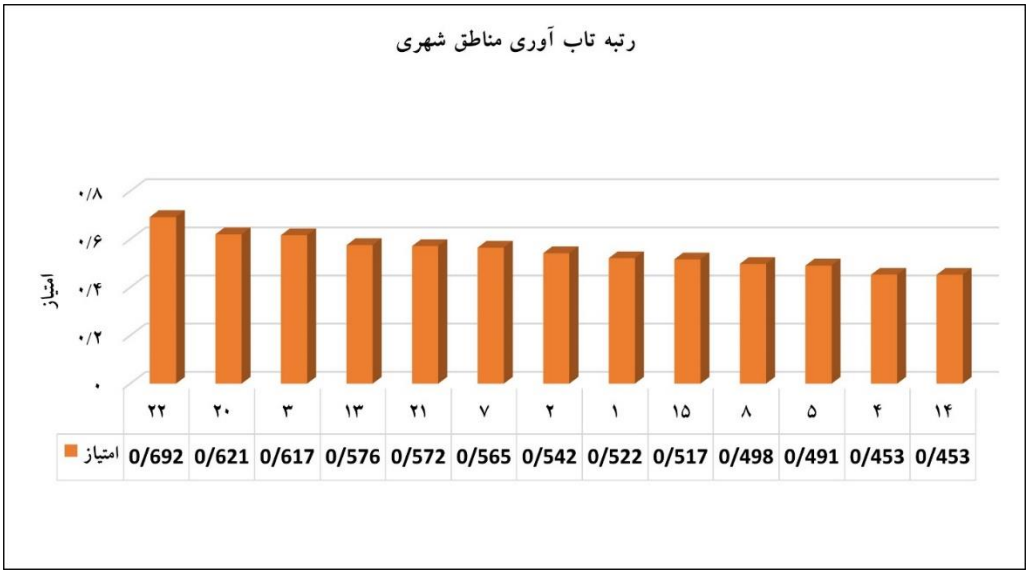


شکل ۵. تفکیک هر منطقه شهری از راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی.

طبق جدول (۳)، منطقه ۲۲ در همه ابعاد به‌جز بعد اقتصادی رتبه خوبی دارد. این امر به دلیل سطح بالای برابری تحصیلی، درصد بالای جمعیت مستقل، دسترسی به امکانات تفریحی عمومی، دسترسی به خدمات اورژانس و مراقبت‌های پزشکی و درصد پایین بافت فرسوده است. عوامل اشتقاقی اساسی که به این نتیجه برای منطقه ۲۲ کمک می‌کنند، ویژگی‌های نهادی، زیرساختی و اجتماعی هستند. به‌عنوان‌مثال، ازآنجایی‌که این منطقه دارای آخرین برنامه‌ریزی توسعه شهری است،

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

زیرساخت‌ها به گونه‌ای مقاوم‌تر برنامه‌ریزی شده است و کفایت زیرساختی در این بخش از شهر وجود دارد. علاوه بر این، جمعیت پایدارتر است زیرا از رونق ساخت‌وساز اجتناب کرده و مؤسسات با موفقیت، خود را با فشارهای خارجی تطبیق دادند. با کمال تعجب، منطقه ۱۴ به‌عنوان فقیرترین منطقه از نظر تاب‌آوری در برابر سیل رتبه‌بندی شده است. اگرچه از تاب‌آوری اقتصادی بالایی برخوردار است، اما این نتیجه پیامد ویژگی‌های محیطی و نهادی است. در منطقه ۱۴ نسبت مساحت ساخته‌شده به مساحت ساخته نشده بسیار زیاد است و در نتیجه سطوح وسیع و غیرقابل نفوذ ایجاد می‌شود. بنابراین در صورت وقوع سیل، رواناب جذب سطحی نمی‌شود و جریان آب تشدید می‌شود. برای تشدید این موضوع، یکی از رودخانه‌های اصلی شهر تهران در این منطقه قرار دارد که در نتیجه بیشتر در معرض سیلاب قرار می‌گیرد. نتایج در بخش بعدی به‌منظور مشاهده الگوی جغرافیایی تاب‌آوری سیل در مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌های تهران به تصویر کشیده شده است.



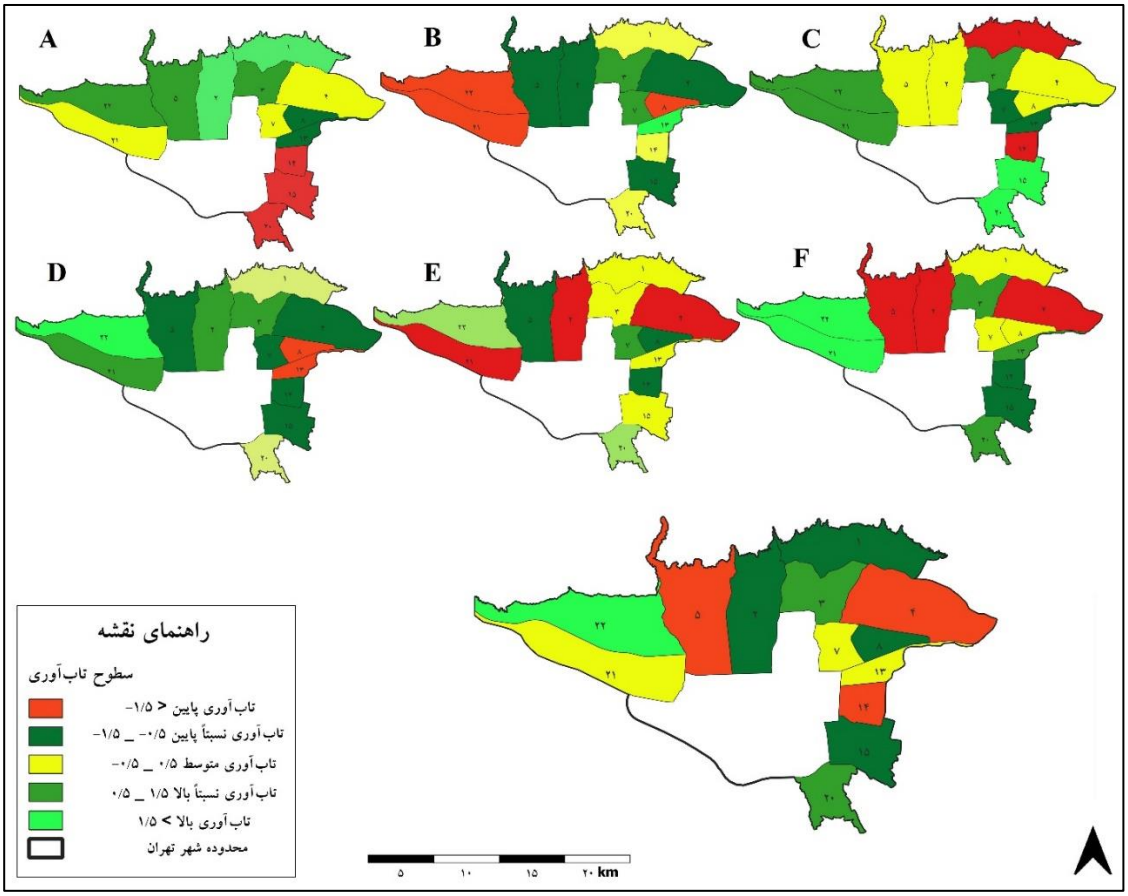
شکل ۶. امتیازات شاخص تاب‌آوری در برابر سیلاب برای مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌های تهران و رتبه‌بندی آن‌ها

در بخش ترسیم نقشه نمرات شاخص تاب‌آوری در برابر سیلاب، نتایج به‌دست‌آمده به‌منظور درک بهتر سطوح مقایسه‌ای تاب‌آوری در ابعاد شش‌گانه تاب‌آوری در برابر سیل و همچنین توزیع فضایی شاخص تاب‌آوری سیلاب برای مناطق مورد مطالعه واقع بر مسیر رودخانه‌ها ترسیم شد. برای انجام این کار، از انحراف معیار میانگین (نمرات Z) برای طبقه‌بندی سطح تاب‌آوری نواحی زیر پنج کلاس استفاده شد. مناطق با امتیاز بیشتر از ۱/۵ به‌عنوان تاب‌آوری بالا در نظر گرفته شد. به‌طور مشابه، مناطق با امتیاز بین ۰/۵ تا ۱/۵ به‌عنوان تاب‌آوری نسبتاً بالا، بین ۰/۵- تا ۰/۵ به‌عنوان تاب‌آوری متوسط، بین ۱/۵- تا ۰/۵- به‌عنوان تاب‌آوری نسبتاً کم و در نهایت، مناطق با امتیاز کمتر از ۱/۵- به‌عنوان تاب‌آوری کم طبقه‌بندی شدند.

مطابق شکل ۷، تاب‌آوری اجتماعی دارای یک الگوی فضایی آشکار است که در آن سطح تاب‌آوری به‌تدریج از مناطق شمالی به قسمت جنوبی کاهش یافته است. توضیح احتمالی برای این موضوع می‌تواند کیفیت بالاتر زندگی در مناطق شمالی باشد که مناطق مرفه‌تر تهران هستند. این امر نشان می‌دهد که شهر بار توزیع ناعادلانه امکانات و خدمات اولیه شهری را به دوش می‌کشد. همچنین بر نیاز شدید به پذیرش اصول فرآیند توسعه عادلانه و رفاه اجتماعی با تمرکز بر طراحی

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

دستورالعمل‌هایی برای دسترسی عادلانه به منابع حیاتی و همچنین افزایش ظرفیت‌های جمعیت برای کاهش بلایا و انطباق با آن‌ها تأکید می‌کند. در مؤلفه تاب‌آوری اقتصادی، مناطقی که دارای مراکز تجاری متعددی می‌باشند از تاب‌آوری بالاتری برخوردار است. این به دلیل تمرکز املاک تجاری و تعداد زیادی فروشگاه‌های خرده‌فروشی منطقه‌ای است. بعد نهادی نشان می‌دهد که از الگوی خاصی پیروی نمی‌کند. بااین‌حال، بخش غربی شهر به‌طور مشخص در وضعیت بهتری قرار دارد. زیرا این مناطق به‌تدریج توسعه یافته‌اند، بنابراین نهادها توانسته‌اند خود را با اثرات رشد جمعیت و رونق ساخت‌وساز سازگار کنند. اکثر مناطق شمالی و غربی دارای سطح مطلوبی از تاب‌آوری زیرساختی به‌عنوان یکی از عوامل مهم در تاب‌آوری شهر هستند. ازاین‌رو، این نتیجه نیاز به افزایش زیرساخت‌های فیزیکی در شهر را آشکار می‌کند. در مقابل تاب‌آوری اجتماعی، هیچ الگوی فضایی مشخصی در تاب‌آوری سرمایه اجتماعی وجود ندارد. علاوه بر این، اکثر مناطق در این بعد از تاب‌آوری متوسط تا کم طبقه‌بندی می‌شوند که توضیح می‌دهد که ارتباط بین افراد و محله‌شان ضعیف است.



شکل ۸. شاخص تاب‌آوری در برابر سیلاب مناطق شهری تهران واقع بر مسیر رودخانه‌ها به همراه ابعاد شش‌گانه آن (A تاب‌آوری اجتماعی، B تاب‌آوری اقتصادی، C تاب‌آوری محیطی، D تاب‌آوری زیرساختی، E تاب‌آوری سرمایه اجتماعی و F تاب‌آوری نهادی).

تاب‌آوری محیطی نشان می‌دهد که مناطق شمالی و شرقی بیشتر مستعد سیل هستند درحالی‌که تاب‌آوری محیطی بالا و نسبتاً بالا در قسمت جنوب شرقی و غرب شهر یافت می‌شود. این امر می‌تواند به موقعیت رودخانه‌ها در داخل شهر و

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

همچنین مساحت پوشش‌های زمین نفوذپذیر مربوط باشد. در نهایت، بررسی مقایسه‌ای تاب‌آوری در برابر سیل در مناطق واقع بر مسیر رودخانه در شهر تهران نشان می‌دهد که منطقه ۲۲ تنها منطقه‌ای است که بیشترین سطح تاب‌آوری را دارد. در این منطقه تمامی ابعاد تاب‌آوری به‌جز تاب‌آوری اقتصادی دارای تاب‌آوری نسبتاً زیاد و زیاد است. از سوی دیگر، مناطق ۴، ۵ و ۱۴ در تاب‌آوری سیل در رتبه پایینی قرار دارند. همه مؤلفه‌های فرعی تاب‌آوری در هر سه منطقه پایین و نسبتاً پایین هستند، به‌استثنای تاب‌آوری اجتماعی برای منطقه ۵ و تاب‌آوری اقتصادی برای منطقه ۱۴. با توجه به الگوی فضایی تاب‌آوری سیل، ۱۰ منطقه به‌عنوان تاب‌آوری کم، نسبتاً کم و متوسط و تنها سه منطقه به‌عنوان تاب‌آوری بالا و نسبتاً بالا دسته‌بندی می‌شوند. نتایج به‌دست‌آمده نمای کلی بهتری از سطوح تاب‌آوری در مناطق واقع بر رودخانه در مقیاس شهر ارائه می‌دهد و مواردی را که مداخلات بیشتر مورد نیاز است را برجسته می‌کند.

نتیجه‌گیری

سنجش تاب‌آوری شهری می‌تواند به توسعه استراتژی‌ها و سیاست‌های مناسب برای شهرهایی که با شوک‌های غیرمنتظره و پیامدهای آن مواجه هستند، کمک کند. سنجش تاب‌آوری در برابر بلایای شهری برای مناطق واقع بر رودخانه‌ها در تهران به دلیل ویژگی‌های ذاتی آن و تغییرات مکانی- زمانی سیلاب در منطقه حائز اهمیت است. علاوه بر این، در غیاب مطالعات سیل‌محور، این مطالعه با هدف افزایش درک ما از عوامل و فرآیندهای تاب‌آوری در برابر سیل شهری در مناطق واقع بر مسیر رودخانه‌های شهر تهران انجام شد. برای انجام این کار، ما یک شاخص ترکیبی ایجاد کردیم که از پنج مرحله اساسی تشکیل شده است. با استفاده از شاخص‌های تاب‌آوری پایه برای جامعه، مجموعه‌ای از ۲۲ شاخص را به‌منظور کمی کردن مفهوم چندوجهی تاب‌آوری شهری در برابر سیل که شامل شش بعد اساسی (تاب‌آوری اجتماعی، اقتصادی، نهادی، زیرساختی، سرمایه اجتماعی و زیست‌محیطی) است، شناسایی کردیم. درحالی‌که روش توسعه‌یافته یک دستورالعمل روشن برای عملیاتی کردن مفهوم تاب‌آوری ارائه می‌کند، بر وزن شاخص‌های فردی و رتبه‌بندی تاب‌آوری با استفاده از روش ترکیبی AHP-TOPSIS تأکید می‌کند. این رویکرد ترکیبی ابزاری برای ادغام ارزیابی کیفی در تجزیه‌وتحلیل کمیت‌ها فراهم می‌کند. در توسعه یک ارزیابی مبتنی بر مکان از تاب‌آوری در برابر بلایا، هر شاخص تأثیر متفاوتی بر سطح تاب‌آوری خواهد داشت. ازآنجایی‌که دانش قابل‌توجهی در مورد اهمیت نسبی شاخص‌ها وجود دارد، یک رویکرد دانش‌محور برای تعیین اهمیت نابرابر بین آن‌ها انجام شد. به‌طوری‌که اولاً استفاده از تکنیک AHP ما را مستعد کرد تا دانش متخصصان داخلی را در تجزیه‌وتحلیل ادغام کنیم و پس از ترکیب قضاوت کارشناسان، مبادلات بین شاخص‌ها را به دست آوریم. ثانیاً، در غیاب یک استاندارد مطلق برای سنجش سطح تاب‌آوری، TOPSIS فرض می‌کند که منطقه شهری ایده‌آل بهترین سطح را برای همه ویژگی‌ها دارد. به‌عبارت‌دیگر، هدف این تکنیک رتبه‌بندی نسبی مناطق شهری بر اساس کوتاه‌ترین فاصله تا راه‌حل ایده‌آل و دورترین فاصله تا راه‌حل غیر ایده‌آل است. ترسیم نقشه نتایج به‌دست‌آمده، الگوهای فضایی متمایز محرک‌های تاب‌آوری را نشان می‌دهد و نقاط داغ تاب‌آوری در برابر سیل را در منطقه مورد مطالعه شناسایی می‌کند که نیاز به مداخلات بیشتری دارند. به‌عنوان‌مثال، مناطق شرقی و شمال شرقی تاب‌آوری و مقاومت کمتری دارند، بنابراین نیاز به توجه بیشتری دارند. عوامل زمینه‌ساز بیشتر ویژگی‌های محیطی و زیرساختی هستند که به‌طور مستقیم با کاربری اراضی و برنامه‌ریزی زیرساختی مرتبط هستند. در این

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

زمینه، یافته‌ها می‌توانند به سازمان‌های برنامه‌ریزی شهری مانند مرکز برنامه‌ریزی تحقیقات تهران کمک کنند تا تاب‌آوری در برابر بلایا را در برنامه‌ریزی شهری ادغام کنند و از برنامه‌های واکنشی به استراتژی‌های انطباقی شهری پیشگیرانه مانند برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری حساس به ریسک تبدیل شوند. این یافته‌ها همچنین به شناسایی نقاط داغ احتمالی شهر که می‌توانند توسط نهادهای مدیریت اضطراری مانند سازمان کاهش بلایا تهران برای مدیریت مؤثر ریسک بلایا در نظر گرفته شوند، کمک می‌کند. در بین نقشه‌های ابعاد تاب‌آوری، تاب‌آوری اجتماعی از الگوی متمایزی برخوردار است. کاهش تدریجی سطح تاب‌آوری اجتماعی از مناطق مرفه‌تر به مناطق با سطح رفاه پایین را نشان می‌دهد. تاب‌آوری اجتماعی یک ضرورت اساسی در ایجاد ظرفیت برای جوامع و افراد برای آماده شدن، پاسخگویی، بهبودی و سازگاری با اثرات تغییرات آب و هوایی است. بنابراین، ذینفعان محلی می‌توانند به‌منظور ارتقای فرآیند توسعه عادلانه و دسترسی عادلانه به منابع حیاتی شهری، این موضوع را در نظر بگیرند.

منابع

ابدالی، یعقوب؛ حاتمی‌نژاد، حسین؛ زنگنه شهرکی، سعید؛ پوراحمد، احمد و سلمانی، محمد. ۱۴۰۱. تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری شهری در برابر مخاطره سیل با رویکرد آینده‌پژوهی (مورد مطالعه: شهر خرم‌آباد). فصلنامه آینده‌پژوهی ایران، **۱**: ۲۶-۱.

اسدافروز، آیدا؛ متدین، حشمت اله؛ مثنوی، محمدرضا و منصوری، سیدامیر. ۱۳۹۹. تاب‌آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر، تئوری سیستم‌ها و مدل DPSIR. فصلنامه مخاطرات محیطی، **۷**: ۵۵-۷۵.

بهرامی، فرشاد؛ آل هاشمی، آیدا و متدین، حشمت اله. ۱۳۹۸. رودخانه‌های شهری و تفکر تاب‌آوری در برابر آشوب سیل، برنامه‌ریزی تاب‌آور رودخانهٔ کن. فصلنامه منظر، **۱۱**: ۷۳-۶۰.

زیاری، کرامت اله؛ ابراهیمی پور، مرضیه؛ پورجعفر، محمدرضا و صالحی، اسماعیل. ۱۳۹۹. تبیین راهبردهای افزایش تاب‌آوری کالبدی در برابر سیلاب مطالعه موردی: رودخانه چشمه کیله شهر تنکابن. **فصلنامه شهر پایدار، ۳**: ۱۰۵-۸۹.

مرکز آمار ایران. ۱۳۹۵. منتخب یافته‌های سرشماری جمعیت کشور و نفوس مسکن سال ۱۳۹۵. تهران.

Ainuddin, S., & Routray, J. K. ۲۰۱۲. Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan. International Journal of Disaster Risk Reduction, **۲**, ۲۵-۳۶.

Allan, P., & Bryant, M. ۲۰۱۰. The critical role of open space in earthquake recovery: a case study. In EN: Proceedings of the ۲۰۱۰ NZSEE Conference (۲۰۱۰, Nueva Zelandia) (pp. ۱-۱۰).

Aqbelaghi, A. S., Ghorbani, M., Farhadi, E., & Shafiee, H. ۲۰۱۸. Environmental approach in modelling of urban growth: Tehran City, Iran. Asian Journal of Water, Environment and Pollution, **۱۵**: ٤٧-٥٦.

Asadzadeh, A., Kötter, T., Salehi, P., & Birkmann, J. ۲۰۱۷. Operationalizing a concept: The systematic review of composite indicator building for measuring community disaster resilience. International journal of disaster risk reduction, **۲۵**: ١٤٧-١٦٢.

Bexell, M., & Jönsson, K. ۲۰۱۷. Responsibility and the United Nations' sustainable development goals. In Forum for development studies, ۱: ۱۳-۲۹.

Birkmann, J., Wenzel, F., Greiving, S., Garschagen, M., Vallée, D., Nowak, W., … Mitchell, J. K. ۲۰۱٦. Extreme Events, Critical Infrastructures, Human Vulnerability and Strategic Planning: Emerging Research Issues. Journal of Extreme Events, ٤: ١٦٥٠٠١٧.

Blaauw, S. A., & Maina, J. W. ۲۰۲۱. Life Cycle Inventory for Pavements-A Case Study of South Africa. Transportation Engineering, ۳: ١٠٠٠٤٩.

Blaauw, S. A., Maina, J. W., & Grobler, L. J. ۲۰۲۱. Social life cycle inventory for pavements–a case study of South Africa. Transportation Engineering, ٤: ١٠٠٠٦٠.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

Blaauw, S. A., Maina, J. W., Mturi, G. A., & Visser, A. T. ۲۰۲۲. Flexible pavement performance and life cycle assessment incorporating climate change impacts. Transportation Research Part D: Transport and Environment, ۱۰٤: ۱۰۳۲۰۳.

Buckle, P., Mars, G., & Smale, S. ۲۰۰۰. New approaches to assessing vulnerability and resilience. Australian Journal of Emergency Management, The, ۲: ۸-۱٤.

Burton, C. G. ۲۰۱۲. The Development of Metrics for Community Resilience to Natural Disasters. Diss. University of South Carolina.

C٤۰ cities baseline and opportunities, http://issuu.com/c٤۰cities/docs/c٤۰_climate_action_in_megacities, (۲۰۱٤).

Chen, F. H., Hsu, T. S., & Tzeng, G. H. ۲۰۱۱. A balanced scorecard approach to establish a performance evaluation and relationship model for hot spring hotels based on a hybrid MCDM model combining DEMATEL and ANP. International Journal of Hospitality Management, ٤: ۹۰۸-۹۳۲.

Chiu, W. Y., Tzeng, G. H., & Li, H. L. ۲۰۱۳. A new hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR to improve e-store business. Knowledge-Based Systems, ۳۷: ٤۸-٦۱.

Cimellaro, G. P., Renschler, C., Reinhorn, A. M., & Arendt, L. ۲۰۱٦. PEOPLES: A Framework for Evaluating Resilience. Journal of Structural Engineering, ۱۰: ۱-۳۷

Cutter, S. L. ۲۰۱٥. The landscape of disaster resilience indicators in the USA. Natural Hazards, ۲: ۷٤۱–۷٥۸.

Cutter, S. L., Ash, K. D., & Emrich, C. T. ۲۰۱٤. The geographies of community disaster resilience. Global Environmental Change, ۲۹: ٦٥–۷۷.

Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. ۲۰۰۸. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. Global Environmental Change, ٤: ٥۹۸–٦۰٦.

Cutter, S. L., Burton, C. G., & Emrich, C. T. ۲۰۱۰. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. Journal of homeland security and emergency management, ۱: ۱-۲۲

Da Silva, J., & Braulio, M. ۲۰۱٤. City resilience index: City resilience framework. London, UK: Ove Arup & Partners International.

Francis, R., & Bekera, B. (۲۰۱٤). A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. Reliability engineering & system safety, ۱۲۱: ۹۰-۱۰۳.

Habitat, U. N. ۲۰۱۷. Trends in urban resilience. City Resilience Profiling Programme. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme. Recovered from es. unhabitat. org.

Holling, C. S., & Gunderson, L. H. ۲۰۰۲. Resilience and adaptive cycles. In: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems, ۱: ۲٥-٦۲.

Hwang, C. L., & Yoon, K. (۱۹۹٥). Methods for multiple attribute decision making. In Multiple attribute decision making. Springer, Berlin, Heidelberg.

IFRC, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, ۲۰۱٦. http://www.ifrc.org/, Accessed date: ۲۰ September ۲۰۰٤.

Ju, Y., Wang, A., & You, T. ۲۰۱٥. Emergency alternative evaluation and selection based on ANP, DEMATEL, and TL-TOPSIS. Natural Hazards, ۲: ۳٤۷-۳۷۹.

Liao, K. H. ۲۰۱۲. A theory on urban resilience to floods—a basis for alternative planning practices. Ecology and society, ٤: ۱-۱٥.

Matyas, D., & Pelling, M. ۲۰۱٥. Positioning resilience for ۲۰۱٥: the role of resistance, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy. Disasters, ۱: ۱-۱۸.

Mayunga, J. S. ۲۰۰۷. Understanding and applying the concept of community disaster resilience: a capital-based approach. Summer academy for social vulnerability and resilience building, ۱: ۱-۱٦.

Mayunga, J. S. ۲۰۰۹. Measuring the measure: A multi-dimensional scale model to measure community disaster resilience in the US Gulf Coast region. Texas A&M University.

Meerow, S., & Newell, J. P. ۲۰۱٦. Urban resilience for whom, what, when, where, and why? Urban Geography, ۳: ۱–۲۱.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. ۲۰۱٦. Defining urban resilience: A review. Landscape and Urban Planning, ۱٤۷: ۳۸–٤۹.

Pede, E. ۲۰۲۰. Planning for Resilience: New Paths for Managing Uncertainty. Berlin, Germany: Springer.

Poku-Boansi, M., & Cobbinah, P. B. ۲۰۱۸. Are we planning for resilient cities in Ghana? An analysis of policy and planners' perspectives. Cities, ۷۲: ۲٥۲–۲٦۰.

Prasad, N., & Ranghieri, F. ۲۰۰۸. Climate Resilient Cities: A Primer on Reducing Vulnerabilities to Climate Change Impacts and Strengthening Disaster Risk Management in East Asian Cities. Policy Paper. https://doi.org/۱۰,۱٥۹٦/۹۷۸-۰-۸۲۱۳-۷۷٦٦-٦.

Prieto Velandia, J. A. ۲۰۲۲. Risk-based resource allocation for management and pandemic response: The COVID-۱۹ Case in Bogotá, Colombia.

PWC. (۲۰۱۳). World in ۲۰٥۰. Long-Term Growth Projections. PWC.

Resilience, B. U. ۲۰۱٦. Principles, Tools and Practice. Washington: The World Bank. https://doi.org/۱۰,۱٥۹٦/۹۷۸-۰-۸۲۱۳-۸۸٦٥-٥.

Rockefeller Foundation. ۲۰۱۹. ۱۰۰ Resilient Cities Initiative. Available online: http://www.۱۰۰resilientcities.org (accessed on ۲٥ February ۲۰۱۹).

Rockefeller, A. ۲۰۱٤. Rockefeller: City Resilience Index, Rockefeller Foundation and Arup Development Group, ۲۰۱٤.

Rockefeller, ARUP, City Resilience Index. ۲۰۱٥. https://assets.rockefellerfoundation.org/app/uploads/۲۰۱٦۰۲۰۱۱۳۲۳۰۳/CRI-Revised-Booklet۱. Pdf

Rodríguez, M. I., Cuevas, M. M., Huertas, F., Martínez, G., & Moreno, B. ۲۰۱٥. Indicators to evaluate water sensitive urban design in urban planning. WIT Transactions on The Built Environment, ۱٦۸: ۳۷۱-۳۸۲.

Ruan, J., Chen, Y., & Yang, Z. ۲۰۲۱. Assessment of temporal and spatial progress of urban resilience in Guangzhou under rainstorm scenarios. International Journal of Disaster Risk Reduction, ٦٦: ۱۰۲٥۷۸.

Saemian, S. ۲۰۱۳. Adaptation strategies to impacts of climate change and variability on tehran water supply in ۲۰۲۱: an application of a decision support system (DSS) to compare adaptation strategies.

Safdari Molan, A., Farhadi, E., Saganeiti, L., & Murgante, B. ۲۰۲۱. Border Tourism Development Strategies in Kaleybar Compared to Regional Rivals. Sustainability, ۲۰: ۱۱٤۰۰.

Schipper, E. L. F., & Langston, L. ۲۰۱٥. A comparative overview of resilience measurement frameworks. Analyzing Indicators and Approaches; Overseas Development Institute: London, UK, ٤۲۲. https://doi.org/۱۰,۱۳۱٤۰/RG.۲,۱,۲٤۳۰,۰۸۸۲.

Seifolddini, F., & Mansourian, H. ۲۰۱٤. Spatial-temporal pattern of urban growth in Tehran Megapole. Journal of Geography and Geology, ۱: ۱-۷۰.

Serre, D., & Heinzlef, C. ۲۰۱۸. Assessing and mapping urban resilience to floods with respect to cascading effects through critical infrastructure networks. International Journal of Disaster Risk Reduction, ۳۰: ۲۳٥-۲٤۳.

Sharifi, A. ۲۰۱٦. A critical review of selected tools for assessing community resilience. Ecological Indicators, ٦۹: ٦۲۹–٦٤۷.

Sharifi, A., & Yamagata, Y. ۲۰۱٤. Resilient Urban Planning: Major Principles and Criteria. Energy Procedia, ٦۱: ۱٤۹۱–۱٤۹٥.

Sun, R., Shi, S., Reheman, Y., & Li, S. ۲۰۲۲. Measurement of urban flood resilience using a quantitative model based on the correlation of vulnerability and resilience. International Journal of Disaster Risk Reduction, ۸۲: ۱۰۳۳٤٤.

Swiss, R. E. ۲۰۱٤. Mind the risk: A global ranking of cities under threat from natural disasters. http://media.swissre.com/documents/Swiss_Re_Mind_the_risk.pdf.

Thor, J., Ding, S. H., & Kamaruddin, S. ۲۰۱۳. Comparison of multi criteria decision making methods from the maintenance alternative selection perspective. The International Journal of Engineering and Science, ٦: ۲۷-۳٤.

Tobin, G. A. ۱۹۹۹. Sustainability and community resilience: the holy grail of hazards planning. Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards, ۱: ۱۳-۲٥.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]

[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

UN (United Nations). ۲۰۱۵a. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction ۲۰۱۵-۲۰۳۰, doi: A/CONF.۲۲٤/CRP.۱.

UN (United Nations). ۲۰۱۵b. Transforming our world: the ۲۰۳۰ agenda for sustainable development, http://ec.europa.eu/environment/sustainable-development/SDGs/ index_en.htm.

UN/ISDR. ۲۰۰٤. Living with Risk—A Global Review of Disaster Reduction Initiatives, Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction. Available online: http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/bd-lwr-۲۰۰٤-eng.htm.

UNDP (United Nations Development Programme). ۲۰۰٦. Disaster Risk Management Profile Tehran, Iran, https://www.alnap.org/system/files/content/resource/files/ main/cp-tehran-july۲۰۰٦.pdf.

UNFPA (United Nations Population Fund). ۲۰۱٤. Internal Migration and Urbanization in I. R. Iran. http://iran.unfpa.org/Four-Reports-English/Internal Migration and Urbanization in I.R. Iran.pdf.

UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). ۲۰۰۹. UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. doi:۹۷۸-٦۰۰-٦۹۳۷-۱۱-۳.

UNSD (United Nations Statistics Division). ۲۰۱۷. World Statistics Pocketbook, http://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=United%۲۰Republic%۲۰of %۲۰Tanzania.

Verrucci, E., Rossetto, T., Twigg, J., & Adams, B. J. ۲۰۱۲. Multi-disciplinary indicators for evaluating the seismic resilience of urban areas. In Proceedings of ۱۵th world conference earthquake engineering, Lisbon.

Wardekker, A., Wilk, B., Brown, V., Uittenbroek, C., Mees, H., Driessen, P., ... & Runhaar, H. ۲۰۲۰. A diagnostic tool for supporting policymaking on urban resilience. Cities, ۱۰۱: ۱۰۲٦۹۱.

Wardekker, J. A., de Jong, A., Knoop, J. M., & van der Sluijs, J. P. ۲۰۱۰. Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes. Technological Forecasting and Social Change, ٦: ۹۸۷-۹۹۸.

Weichselgartner, J., & Kelman, I. ۲۰۱۵. Geographies of resilience: Challenges and opportunities of a descriptive concept. Progress in Human Geography, ۳: ۲٤۹–۲٦۷.

Wu, Y., Yu, G., & Shao, Q. ۲۰۲۲. Resilience benefit assessment for multi-scale urban flood control programs. Journal of Hydrology, ٦۱۳: ۱۲۸۳٤۹.

Yodmani, S. ۲۰۰۱. Disaster risk management and vulnerability reduction: Protecting the poor. New York: The Center.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.3.7.4]

[DOI: 10.61186/jsaeh.10.3.101]