نوع مقاله: پژوهشی

فصلنامه چشم انداز شهرهای آینده
www.jvfc.ir
دوره سوم، شماره چهارم، پیاپی (۱۲)، زمستان ۱۴۰۱
صص ۸۷-۶۵

تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری شهری در برابر سیلاب با رویکرد آینده‌پژوهی مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران

احمد پوراحمد : استاد، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.[۱]
کرامت اله زیاری : استاد، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
علیرضا صادقی : دانشجوی دکتری، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۲ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۵**

چکیده

تاب آوری شهری به ظرفیت یک سیستم شهری برای بازیابی کامل از بلایای پیش بینی نشده اشاره دارد. هدف این پژوهش تحلیل شاخص‌های ترکیبی تاب‌آوری کلان‌شهر تهران در برابر سیلاب با رویکرد آینده‌پژوهی است. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش به‌صورت توصیفی – تحلیلی با رویکرد آینده‌پژوهی است. داده‌ها و طلاعات از منابع پیمایشی، کتابخانه ای و اسنادی جمع آوری گردید و با داده های مصاحبه های کارشناسان و متخصصان در حوزه برنامه ریزی شهری تلفیق شد. در این مقاله اعضای پانل از طریق نمونه گیری غیراحتمالی هدفمند انتخاب شدند که در آن ۸۸ نفر از افراد دارای تخصص کافی در موضوع تحقیق انتخاب شدند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که متغیرهای استقلال نهادها، حکمروایی، روابط نهادی، بستر نهادی و سطح تحصیلات بالاترین رتبه‌های تأثیرگذاری و متغیرهای مالکیت ساکنان، قیمت مسکن، کیفیت کوچه و معابر، مساحت قطعات، تعداد افراد تحت پوشش بیمه و تراکم ساختمانی بالاترین رتبه‌های تأثیرپذیری کلی را دارند. در خصوص ابعاد پنج‌گانه تحقیق نیز رتبه‌های تأثیرگذاری به ترتیب به ابعاد اجتماعی، نهادی، کالبدی، اقتصادی و زیست‌محیطی تعلق دارد. در حالت کلی از میان ۳۱ متغیر بررسی‌شده این پژوهش، ۱۳ متغیر سطح تحصیلات، نرخ باسوادی، جمعیت فعال، بستر نهادی، روابط نهادی، عملکرد نهادها، حکمروایی، استقلال نهادها، تراکم جمعیت، درصد شهرنشینی، نرخ اشتغال، مهاجرت و سطح درآمد به‌عنوان متغیرهای کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری شهری در برابر سیلاب انتخاب شده‌اند. هرگونه برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری کلان‌شهر تهران باید نقش کلیدی عوامل مذکور را موردتوجه قرار داد. این متغیرها در افزایش تاب‌آوری کلان‌شهر تهران دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی هستند و اولویت اول در تاب‌آور نمودن کلان‌شهر تهران به‌حساب می‌آیند.

واژگان کلیدی: تاب‌آوری شهری، مخاطره سیل، رویکرد آینده‌پژوهی، نرم‌افزار میک مک، کلان‌شهر تهران.

۱- نویسنده مسئول: apoura@ut.ac.ir

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

مقدمه

شهرها همیشه دستخوش تغییرات گوناگونی هستند که ممکن است ناگهانی یا تدریجی باشد (Carter et al, 2015: 2). یک شهر باید این توانایی را به طور مستمر برای اجرای شرایط متنوع خود را ارزیابی کند، اما همچنین باید هر گونه روند بالقوه ای را که ممکن است تأثیرگذار باشد، در نظر بگیرد (Bibri et al, 2020: 1). عوامل طبیعی، فنی، اقتصادی و انسانی همگی در زوال یا از بین رفتن تعادل تمدن ها نقش دارند (Motesharrei et al, 2014: 92). انسان‌ها برای حفظ جان، دارایی و خانواده‌های خود مدت‌ها تلاش کرده‌اند که محیط‌هایی امن بسازند و برای هر گونه اتفاق ناگوار آماده باشند (Jain et al, 2021: 2). فرآیند دستیابی به توسعه پایدار در جوامع بشری با تبدیل شدن جهان به یک مکان شهری شده چالش برانگیز شده است (Tan et al, 2018: 1). پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که بیش از ۶۸ درصد از جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ در شهرها ساکن خواهند شد که علاوه بر افزایش تعداد و تنوع بلایای طبیعی در جوامع بشری است (AGENDA, 2002: 35; UNISDR, 2015: 17). بر اساس برآوردهای اولیه موسسه Swiss Re، فجایع طبیعی در سراسر جهان منجر به ضرر اقتصادی ۷۵ میلیارد دلاری (۷۳ میلیارد یورو) در نیمه اول سال ۲۰۲۲ شده است (www.laprensalatina.com).

مفهوم تاب‌آوری علی‌رغم جنبه‌های پیچیده فلسفی، عدم وضوح و درک مشترک از آن و از همه مهم‌تر سردرگمی در پیامدهای آن برای برنامه‌ریزی شهری و مدیریت بحران، امروزه تا حد زیادی در دستیابی به توسعه پایدار مورد اذعان قرار گرفته است (Jabareen, 2013: 223; Zeng et al, 2022: 2). از آنجایی که تاب‌آوری شهری در مواجهه با بلایا می‌تواند به اقداماتی مانند بهبود ظرفیت تاب‌آوری و تطبیق جوامع شهری با معیشت شهروندان منجر شود، تمرکز مستقیم بر مقاوم‌سازی جوامع شهری به جای پرداختن به آسیب‌پذیری‌های آنها بسیار مهم است (Mayunga, 2007: 3; Zhao et al, 2008: 319; Kapucu et al, 2021: 11).

مسیر تهران به سمت تاب‌آوری با قرار گرفتن روی چندین رودخانه چالش‌برانگیزتر شده است، که اکنون پتانسیل وقوع سیلاب‌های بزرگی را دارد. در این میان، تاکید مدیران و برنامه ریزان شهری بر زمان بندی و اقدامات پیشگیرانه به طور فزاینده ای مشهود شده است. یکی از نگرانی‌های مهم مدیریت شهرداری این است که پروژه‌های ناپایدار و خطرناک در کلان شهر تهران به طور فزاینده‌ای در حال افزایش است. بلایای طبیعی به دلایل مختلفی از جمله شرایط خاص سکونتگاهی، تراکم بالای جمعیت، بدتر شدن شبکه‌های دسترسی و فجایع طبیعی، تهدیدی جدی و اساسی برای وقوع فاجعه انسانی در جوامع و مناطق شهری ایجاد می‌کنند. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی عوامل اصلی مؤثر بر تاب‌آوری شهر تهران انجام شده است. با پرداختن به این سوال پژوهش که ممکن است در بسیاری از جنبه های تصمیم گیری شهری و منطقه ای مورد استفاده قرار گیرد، می توان نقش عناصر مهم در تاب‌آوری را منعکس کرد. بنابراین ، این تحقیق ما را به این سؤال سوق می دهد که پیشران‌های کلیدی در تاب‌آوری کلانشهر تهران چه نقشی دارند.

مبانی نظری

مفهوم تاب‌آوری

هم تحقیقات علمی و هم گفتمان سیاسی اکنون ارزش بالایی برای تاب آوری و «تفکر تاب آوری» قائل هستند. تاب آوری به عنوان یک استراتژی یا زیرمجموعه یک استراتژی تعریف می شود که می تواند با درجه بالایی از عدم اطمینان موجود در موقعیت های پیچیده شهری مقابله کند (Wardekker et al, 2020: 2). ظرفیت یک جامعه برای پیش بینی تهدیدها، سازگاری با شرایط متغیر، مقاومت در برابر اختلالات و بهبودی سریع از آنها به عنوان تاب آوری جامعه شناخته می شود (Serre & Heinzlef, 2018: 236). همانطور که توسط سازمان ملل تعریف شده است، یک شهر تاب آور دارای دولت های محلی فراگیر، توانمند و مسئول است که به شهرنشینی پایدار توجه دارند (Bexell & Jönsson, 2017: 15). علاوه بر این، دولت‌ها خود را موظف می‌دانند تا منابع ضروری را برای مدیریت و ظرفیت‌های سازمانی قبل، حین و پس از یک

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

بلای طبیعی غم‌انگیز فراهم کنند (Pede, 2020: 67). 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, 2019). اصطلاح "تاب آوری" بیشتر در مورد پایداری اکوسیستم ها و توانایی سیستم برای بازیابی از شوک ها یا اختلالات خاص در اکولوژی و مطالعات پیچیده سیستم های تطبیقی استفاده می شود (Matyas & Pelling, 2015: 3). برای «سیستم‌های اجتماعی–محیطی»، تاب‌آوری به عنوان 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 به منظور انطباق خود با آن، توصیف می‌شود (Meerow, S., & Newell, 2019: 310).

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, 2002: 29; Francis & Bekera, 2014: 91). سطوح تاب آوری بالاتر به جامعه کمک می کند تا از موقعیت های خطرناک نجات دهد و جامعه را به سمت پایداری سوق دهد (Mayunga, 2007: 3; Safdari Molan et al, 2021: 3)؛ با این حال، اگر شرایط محیطی و اجتماعی در نظر گرفته نشود، تلاش برای دستیابی به پایداری ناقص است (Aqbelaghi, 2018: 49; Blaauw & Maina, 2021: 2; Blaauw, 2022: 3). 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, 2004; Prieto Velandia, 2022: 3). تاب آوری مفهومی برای مقابله با اختلالات، شوک ها و تغییراتی است که در شرایطی که ریسک و عدم اطمینان در حال افزایش است، ارائه می شود (Wardekker et al, 2010: 989; Mitchell & Harris, 2012: 3). یکی از محدودیت‌های مهم شهرها این است که خطرات مؤثر بر پایداری که طیف وسیعی را در بر می‌گیرد، به راحتی شناسایی نمی‌شوند و اثرات آنها اغلب مبهم است و بر تاب‌آوری شهری تأثیر می‌گذارد (Liao, 2012: 2; Ainuddin & Routray, 2012: 26).

بنابراین باید همه جوانب مورد مطالعه قرار گیرد، به ویژه اینکه پایداری اجتماعی می تواند یکی از جنبه های مهم تاب آوری باشد (Blaauw et al, 2021: 4). در واقع شهرهای تاب آور برای پیش بینی، غلبه بر و بازیابی از اثرات مخاطرات طبیعی یا فنی طراحی شده اند و سیستم های فیزیکی و اجتماعی در چنین شهری قادر به ادامه حیات و عملکرد در شرایط فشار و بحران هستند. از آنجایی که الگوهای کاربری شهری مبنای این مولفه های کالبدی و اجتماعی است، سازگاری این الگوها با مخاطرات و توجه به مخاطرات طبیعی در طراحی آنها نقش مهمی در حفظ تاب آوری این اجزا و در نتیجه تاب آوری شهر دارد (Allan & Bryant, 2010: 3). 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, 2008: 5).

آینده‌پژوهی و تاب‌آوری شهری

آینده‌پژوهی تاب‌آوری شهری مطالعه چندجانبه شهرهای امروز از وضعیت و موقعیت شهرها و شهرهای تاب‌آور امروزی است. این پژوهیدن سازوکاری برای آینده‌شناسی و نیز فراهم آوردن امکاناتی در آینده است که به سرنوشت شهرها در جهان فردا مربوط می‌شود. بااین‌حال آینده‌پژوهی در زمینه تاب‌آوری شهری و تاب‌آور نمودن شهرها با سازوکار امروزی درباره فردا طراحی می‌شود. آینده‌پژوهی تاب‌آوری شهری به ماهیت امروزی شهرها و شهرهای آینده می‌پردازد که آن بخشی از پست‌مدرنیسم محسوب می‌شود. این مطالعه به دنبال این است که از واقعیت پوشیده آینده شهرها رخ‌نمایی کند

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

تا به برنامه‌ریزی آن بپردازد. این رویکرد به دنبال تدبیر انسانی در آینده تاب‌آوری شهری به‌مثابه برنامه‌ریزی است؛ یعنی همه هدف آینده‌پژوهی تاب‌آوری شهری این است که آینده امروزی برای شهرهای تاب‌آور فردا طراحی کند و متناسب با آن برنامه‌هایی را برای آن سامان دهد تا به آنچه از شهر فردا می‌خواهد دست یابد. این فرض از آینده تعیین نمی‌کند که شهرهای تاب‌آور آینده چگونه است یا مناسبات و مقتضیات آن کدام است؛ زیرا پذیرفته شده است که بر اساس روند شناسی چرخش کیهان آینده ممکن است به‌کلی متفاوت با چیزی باشد که در دانش امروزی آمده است (ابدالی و همکاران، ۱۴۰۱: ۷).

مدل‌های سنجش و تحلیل تاب‌آوری

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, 1999: 14). 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 مدل ها، مدل PEOPLES را توضیح می دهیم. 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 نشان دهنده یکی از اجزا است. این مؤلفه ها به ترتیب عبارتند از: (۱) P: جمعیت و دموگرافی؛ (۲) E: محیط زیست و اکوسیستم؛ (۳) O: خدمات دولتی سازمان یافته؛ (۴) P: زیرساخت های 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 می شود که با استفاده از یک رویکرد چند لایه با ابعاد دیگر ترکیب می شود؛ بنابراین، هنگامی که یک مدل ترکیبی از جامعه تعریف شد، چارچوب پیشنهادی می تواند برای اندازه گیری عملکرد آن در برابر هر نوع رویداد شدید در طول شرایط اضطراری و در مراحل طولانی مدت پس از آسیب استفاده شود (Cimellaro et al, 2016: 6).

از آنجا که توافق علمی در این زمینه بر روی ویژگی های چندگانه تاب آوری (اجتماعی–اقتصادی، نهادی و فیزیکی–محیطی) وجود دارد، ارائه و پیشنهاد مدل هایی ضروری است. مدل فضایی کاتر (۲۰۰۸ و ۲۰۱۰) بر سه مولفه 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 می کند. مدل ذکر شده در بالا با هدف کاهش آسیب پذیری جامعه از طریق تقویت همکاری و آمادگی مردم برای مقابله با خطرات بلایای طبیعی است (Yodmani, 2001: 23). بنابراین می توان از این دو مدل برای اندازه گیری و ارزیابی 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, 2000: 10).

با توجه به اینکه این مقاله دارای رویکرد آینده‌پژوهی است، تصمیم گرفتیم از مدل دیگری به غیر از این مدل ها استفاده کنیم. البته از این مدل ها در قالب شاخص های مطالعاتی کمک گرفته بودیم.

1. Linear-Temporal
2. Spatial
3. Tobin
4. Sustainable Livelihood
5. PEOPLES
6. Cimellaro
7. community-based disaster model (CBDM)

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

پیشینه پژوهش

تحقیقات در مورد تاب‌آوری سیل شهری عمدتاً بر ایجاد چارچوب نظری متمرکز است. به عنوان مثال، ژانبرگن[1] و همکاران (۲۰۱۹)، سه چارچوب مفهومی مختلف تاب آوری ارائه کردند. اسلوبودان[2] و همکاران (۲۰۱۱)، ایده های تحقیقاتی جدیدی را در رابطه با تاب آوری در برابر سیل در مناطق شهری ارائه کردند. اندازه گیری تاب آوری شهری در برابر سیلاب روشی موثر در مدیریت سیلاب شهری است. تحقیقات کنونی تمایل به ارزیابی تاب‌آوری سیل شهری از ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی دارند، مانند مینگ ژونگ[3] و همکاران (۲۰۲۰) و لورین[4] و همکاران (۲۰۲۰).

روآن[5] و همکاران (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای به ارزیابی پیشرفت زمانی و مکانی تاب‌آوری شهری در گوانگژو تحت سناریوهای طوفان باران پرداختند. آن‌ها در نهایت، یک استراتژی سیستماتیک بهبود تاب‌آوری شهری را از سه جنبه تاب‌آوری فشار، تاب‌آوری حالت و تاب‌آوری پاسخ ارائه نمودندمطالعه آن‌ها برای ارائه کمک های تصمیم گیری دقیق جهت ساخت و ساز تاب آوری شهری و پشتیبانی موردی برای تحقیقات کمی در مورد تاب آوری شهری مفید است.

سان[6] 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[7] و همکاران (۲۰۲۲)، در مقاله‌ای به ارزیابی منفعت تاب آوری برای برنامه های 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 می تواند برای ارزیابی بهبود تاب آوری به دست آمده از پیکربندی های مختلف برنامه کنترل سیل شهری و برای کمک به برنامه ریزان شهری در انتخاب پیکربندی بهینه استفاده شود، بنابراین در فرآیند تصمیم گیری برای برنامه ریزی شهری و کاهش بلایا کمک می کند.

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 چندرشته‌ای با تأکید بر مسائل منظر و اکولوژیک دارد. این برنامه‌ریزی جامع و چندرشته‌ای که مبتنی بر تفکرات تاب‌آوری در برابر سیل است، می‌تواند به عنوان 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 عنوان تاب آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر، تئوری سیستم ها و مدل DPSIR به این نتیجه دست یافتند که در کل, با رویکرد کل نگر و سیستمی منظر ,شهر شیراز در برابر سیل مهیب فروردین ۱۳۹۸ تاب آور 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 فعالیت های اجتماعی در کنار دیگر سازمان ها و نهادها به بازگشت سریع تر سیستم

1. Zevenbergen
2. Slobodan
3. Ming Zhong
4. Laurien
5. Ruan
6. Sun
7. Wu

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

های اجتماعی و کالبدی آسیب دیده به حالت اول و شرایط پیش از وقوع سیل منجر شد. مشکلات اقتصادی مردم سیل زده علاوه بر حمایت سازمانی و نهادی و دولتی با مشارکت خیرین مرتفع شد. در واقع مزیت تاب آوری شیراز, همبستگی اجتماعی و فرهنگی مردم شیراز بود. به زبان دیگر ,تاب آوری 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 شاخص های تاب آوری شهر خرم‌آباد در برابر مخاطره سیل با رویکرد آینده پژوهی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که متغیرهای جمعیت مستقل، زیرساخت های در معرض خطر، پتانسیل دسترسی یا تخلیه، ثبات و پایداری جمعیت و رونق ساخت و ساز، بالاترین رتبه‌های تأثیرگذاری و متغیرهای نسبت تغییر پوشش زمین شهری، زیرساخت‌ها، دسترسی به حمل و نقل، ظرفیت ارتباطی و برابری امکانات آموزشی، بالاترین رتبه‌های تأثیرپذیری کلی را دارند.

روش تحقیق

محدوده مورد مطالعه

در شهر تهران ۸/۴۳ میلیون نفر و کلان‌شهر تهران ۱۳/۶ میلیون نفر جمعیت دارد (UNSD, 2017). تهران به‌عنوان دهمین کلان‌شهر در معرض خطر زلزله و طغیان رودخانه‌ها رتبه‌بندی شده است (Swiss, 2014). 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, 2013). 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, 2016). 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.

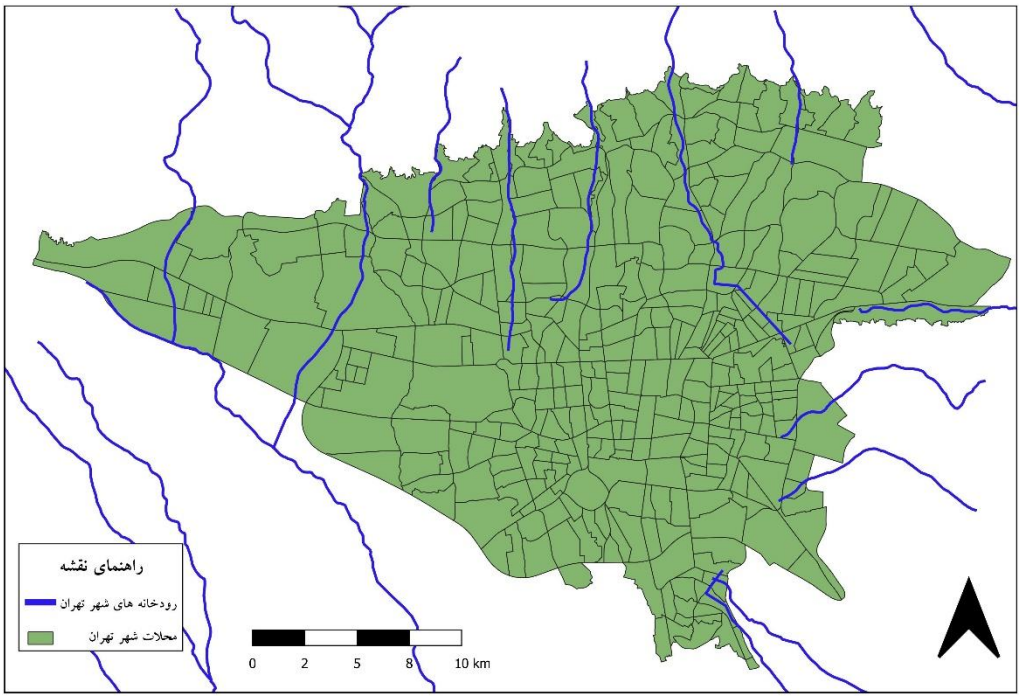
صرف‌نظر از ویژگی‌های رویداد خطر، شرایط پیشین یا ویژگی‌های ذاتی اجتماعی–اقتصادی شهر نشان می‌دهد که تهران از نیروهای سیل مصون نیست. کلان‌شهر تهران دارای ۲۲ منطقه شهری و تمرکز بالایی از صنایع، سازمان‌های دولتی، خدمات و تأسیسات است که مدیریت آن را در زمان وقوع یک بلای طبیعی بسیار پیچیده می‌کند (UNDP, 2006). 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, 2014; UNFPA, 2014). 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، ۱۳۹۰). 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, 2015: 373). 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.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

جدول ۱. خلاصه حوادث سیل تهران

سال	مرگ	مجروح – مفقود شده	خانه های ویران شده و آسیب دیده	زیان اقتصادی (۱۰۰۰ دلار)
۱۳۳۲	۲۱۵۰	–	–	–
۱۳۶۴–۱۳۳۳	۱۱۸	۴۰	–	۱۰,۷۰۰
۱۳۶۵	۱۰۱۰	۱۰۲۷	۸۶۲	۷,۶۵۵,۰۰۰
۱۱۳۶۶	۱۴۶	۱۰۶	۱۰۰	۱۵۰,۰۰۰
۱۳۸۸–۱۳۶۷	۳۹	۶۵	۳۴۸	۳۸,۰۰۰
۱۳۹۰	۸	۷	–	۲۱,۰۰۰
۱۳۹۳	۱۱	۲۲	–	–

مأخذ: فدراسیون بین المللی صلیب سرخ و جمعیت هلال احمر، ۲۰۱۶؛ تحلیل مقدماتی نمایه تهران از پایگاه داده سیل، ۲۰۱۶.



شکل ۱. محلات شهر تهران و موقعیت رودخانه های اصلی.

داده و روش کار

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش به‌صورت توصیفی – تحلیلی با رویکرد آینده‌پژوهی است. فرآیند تحقیق به دو بخش تقسیم شد. در بخش اول، از تکنیک‌های پویش محیطی (مرور مقالات و منابع منتشر شده، مصاحبه با کارشناسان و پایش کنفرانس) و مرور ادبیات برای ایجاد پایگاه داده‌ای از عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شهری (جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات) استفاده شد. برای این منظور اطلاعات از منابع پیمایشی، کتابخانه ای و اسنادی جمع آوری گردید و با داده های مصاحبه های کارشناسان و متخصصان در حوزه برنامه ریزی شهری تلفیق شد. از ۸۸ کارشناس و متخصص (جدول ۳) خواستیم تا در بخش دوم مهم‌ترین متغیرهای حیاتی مؤثر بر تاب‌آوری شهر تهران در برابر سیلاب را شناسایی کنند.

در یک مطالعه دلفی، اگر شرکت کنندگان همگن باشند، ۱۰ تا ۲۰ نفر برای اجرای تکنیک دلفی کافی خواهند بود (Skulmoski, 2007: 9). در این مقاله اعضای پانل از طریق نمونه گیری غیراحتمالی هدفمند انتخاب شدند که در آن ۸۸ نفر از افراد دارای تخصص کافی در موضوع تحقیق انتخاب شدند.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

پس از تعیین اعضای پانل، سه دور روش دلفی اجرا شد. همچنین پرسشنامه ها به دو روش حضوری و الکترونیکی توزیع شد. در دور اول فهرستی از عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شهر تهران در برابر سیلاب که از مطالعات نظری استخراج شده بود، در اختیار اعضای پنل قرار گرفت تا اهمیت هر یک مشخص شود. علاوه بر این، از آنها خواسته شد تا علاوه بر متغیرهای موجود، متغیرهای مورد نظر خود را به این لیست پیشنهاد و اضافه کنند. بررسی پاسخ به سوالات باز نشان داد که متغیرهای پیشنهادی پاسخگویان با عوامل موجود شناسایی شده از متون نظری یکسان است. بنابراین این متغیرها با متغیرهای موجود ادغام و ترکیب شدند. در نهایت، موضوع دو مرحله از ۳۱ متغیر دلفی، به شرح جدول ۲، پس از مصاحبه با خبرگان مشخص شد.

جدول ۲. نیروهای کلیدی مرتبط با تاب آوری سیلاب در کلانشهر تهران.

بعد	شاخص	بعد	شاخص
اجتماعی	حاشیه‌نشینی	اقتصادی	نرخ اشتغال
	مهاجرت		جمعیت فعال
	نرخ باسوادی		سطح درآمد
	نسبت سنی- جنسی		مالکیت ساکنان
	سطح تحصیلات		میزان پس‌انداز
	تعداد افراد تحت پوشش بیمه		قیمت مسکن
	تراکم جمعیت	زیست-محیطی	دسترسی به فضای باز و پارک
	درصد شهرنشینی		کیفیت آب آشامیدنی
کالبدی	کیفیت کوچه و معابر		کیفیت هوا
	دسترسی به مراکز درمانی		ساماندهی دفع آب‌های سطحی
	دانه‌بندی بافت	نهادی	بستر نهادی
	میزان دسترسی به نهادهای امدادرسانی و مراکز پلیس		روابط نهادی
	تراکم ساختمانی		عملکرد نهادها
	مساحت قطعات		حکمروایی
	قدمت بنا		استقلال نهادها
	کیفیت زیرساخت‌های حیاتی		

در مراحل بعدی با استفاده از نرم افزار MicMac اهمیت متغیرها مشخص شد. در روش MicMac فهرستی از متغیرهای کلیدی برای انجام تحقیقات اولیه ارائه می شود که می توان از نظرات کارشناسان و یا سایر منابع استخراج کرد. سپس با توجه به تعداد متغیرهای کلیدی، n*n خانه ماتریس متغیرهای تاثیرگذار امتیازدهی می شود. این ماتریس ماتریس اثرات مستقیم نامیده می شود و هر جزء mij نشان دهنده تأثیر متغیر i بر متغیر j است و مقدار آن بسته به اثر می تواند ۰، ۱، ۲، ۳ یا ۴ (p) باشد. در این روش ۱ نشان دهنده اثرات ضعیف، ۲ نشان دهنده اثرات متوسط و ۳ نشان دهنده اثرات شدید یا قوی است. عدد ۴ بیانگر آن است که از نظر کارشناسان و متخصصان شرکت کننده در پژوهش، تأثیر دو متغیر بر یکدیگر امکان پذیر است، به این معنا که ممکن است تأثیر یا تأثیرگذاری وجود داشته باشد یا نباشد. با تغییر اجزای کد ۴ یا P در مرحله تحلیل نرم افزار می توان اثرات احتمالی را نیز شناسایی کرد. سپس در مرحله سوم با استفاده از یکی از دو روش مستقیم یا غیرمستقیم می توان میزان تأثیر را تعیین کرد.

در روش مستقیم، تأثیر مستقیم متغیر K بر سایر متغیرها، مجموع تمام مقادیر ردیف K ماتریس M است و تأثیر متغیر K بر سایر متغیرها، مجموع مقادیر ستون K است. به این ترتیب رتبه بندی σD^M و σI^M برای هر متغیر به دست می آید و اهمیت هر متغیر از مرتب سازی این مقادیر محاسبه می شود. فرمول های زیر جبر ریاضی این فرآیند را نشان می دهد.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

$$I_k = \sum_j^n = 1^m ij \ \ (K + 1,2 \ldots . n)$$
$$D_k = \sum_j^n = 1^m ik \ \ (K + 1,2 \ldots . n)$$

پس از این مرحله با کمک نرم افزار MicMac می توان اثرات غیر مستقیم را شناسایی کرد. اساس این کار در محاسبه اثرات غیرمستقیم این است که ماتریس را در خودش چند برابر کنیم یا به عبارتی ماتریس اثرات مستقیم را به توان n برسانیم. پس از هر مرتبه ضرب ماتریس، مجموع سطر و ستون اثرات محاسبه شده و متغیرها رتبه بندی می شوند. این فرآیند به طور مکرر ادامه می یابد تا زمانی که رتبه همه متغیرها در مرحله K-1 با رتبه آنها در زمانی که ماتریس به توان K+1 می رسد تفاوتی نداشته باشد. به این ترتیب مجموع اثرات غیر مستقیم درجه یک به دست می آید. اثرات مرتبه اول به این معناست که در این روش فقط اثرات غیرمستقیم یک متغیر از طریق یک متغیر واسطه محاسبه می شود. در عمل، تأثیرات درجات بالاتر آنقدر ضعیف است که می توان آنها را نادیده گرفت. در روش MicMac، توان مقدار n معمولاً برابر با ۷ یا ۸ است، به این معنی که با ضرب ماتریس اثرات مستقیم در خود ۷ یا ۸ برابر، رتبه متغیرها بدون تغییر باقی می‌ماند، نتایج به ثبات می رسند و فرآیند ریاضی تکراری تکمیل می شود. با کمک نرم افزار MicMac می توان عملیات ریاضی فوق را انجام داد. این نرم افزار همچنین دارای الگوریتمی برای تعیین موقعیت هر متغیر بر روی نقشه های اثرات مستقیم و غیر مستقیم می باشد. مهم‌ترین نقشه‌های اثرات مستقیم و غیرمستقیم که به تفسیر سریع‌تر و دقیق‌تر نتایج کمک می‌کنند، مجموع اثرات حاصل از جمع سطر و ستون را بر روی دو محور تأثیر و وابستگی قرار می‌دهند. علاوه بر این، با بالا بردن فضای دو بعدی نقشه، می توان در مورد نقش هر یک از افکت ها قضاوت کرد که در ادامه این مقاله به آن اشاره شده است. به این ترتیب نرم افزار MicMac نقشه های بصری اولیه ای را ارائه می دهد که با استفاده از نرم افزار تجسم خارجی قابل بهینه سازی است.

بررسی جدول (۳) مشخصات کارشناسان و متخصصان شرکت‌کننده در تحقیق را نشان می‌دهد که اغلب پاسخ‌دهندگان (۵۶/۸۱ درصد) بین ۳۰- ۲۰ سال سن دارند. اکثر پاسخ‌دهندگان را مردان (۵۴/۵۵ درصد) تشکیل می‌دهد. نزدیک به ۸۱ درصد پاسخ‌دهندگان دارای مدرک فوق‌لیسانس و بالاتر هستند. ۶۱ درصد داری سابقه ۱ الی ۵ سال و نزدیک ۳۹ درصد دارای سابقه اجرایی بیش از ۵ سال دارند.

جدول ۳. مشخصات کارشناسان و متخصصان شرکت‌کننده در تحقیق

سن	فراوانی	درصد	جنسیت	فراوانی	درصد	تحصیلات	فراوانی	درصد	سابقهٔ اجرایی	فراوانی	درصد
۲۰- ۳۰	۵۰	۵۶/۸۱	زن	۴۰	۴۵/۴۵	لیسانس	۱۷	۱۹/۳۲	۱-۵	۵۴	۶۱/۳۶
۳۱- ۴۰	۲۰	۲۲/۷۳	مرد	۴۸	۵۴/۵۵	فوق‌لیسانس	۳۳	۳۷/۵۰	۶-۱۰	۱۴	۱۵/۹۱
+۴۱	۱۸	۲۰/۴۵				دکتری	۳۸	۴۳/۱۸	+۱۰	۲۰	۲۲/۷۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

یافته های پژوهش

تحلیل تأثیرات متقابل ابعاد و متغیرهای تاب‌آوری شهر تهران

در این بخش متغیرهای تحقیق با بهره‌گیری از روش تحلیل تأثیرات متقابل در نرم‌افزار میک مک بررسی و تحلیل شده‌اند. بدین منظور از ماتریسی به ابعاد ۳۱*۳۱ شامل پنج بعد اجتماعی، اقتصادی، کالبدی، زیست‌محیطی و نهادی با ۳۱ متغیر استفاده شد تا وضعیت هریک از آن‌ها در سیستم تاب‌آوری شهر تهران مشخص گردد.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

ماتریس تأثیرات مستقیم[1]

در ابتدا ماتریس تأثیرات مستقیم بر اساس میانگین‌های حاصل از پرسشنامه‌ها تشکیل شد تا بتوان نتایج حاصل از تأثیرات متقابل، نمودارهای گرافیکی مرتبط با آن به دست آورد. تجزیه و تحلیل اولیه داده‌های پرسشنامه و تأثیرات متقاطع نشان‌دهنده آن است که با توجه به ابعاد ماتریس ۳۱*۳۱، درمجموع ۹۶۱ گزینه برای ماتریس وجود دارد که ازاین‌بین، ۷۷۵ رابطه قابل ارزیابی و تجزیه و تحلیل است. درجه پر شدگی ماتریس ۸۰/۶۵ درصد است، این میزان از پر شدگی نشان دهنده آن است که ۸۰/۶۵ درصد از عوامل انتخاب‌شده در ماتریس بر یکدیگر تأثیر داشته‌اند. علاوه بر این ماتریس بر اساس شاخص‌های آماری با دو بار چرخش داده‌ای از مطلوبیت ۱۰۰ درصد برخوردار بوده است، میزان مطلوبیت ۱۰۰ درصد گویای روایی مناسب پرسشنامه و پاسخ‌های آن است (جدول ۴).

جدول ۴. تحلیل اولیه داده‌های ماتریس و آماره‌ها

ابعاد ماتریس	تعداد تکرار	بدون تأثیر	تأثیر ضعیف	تأثیر متوسط	تأثیر قوی	جمع	درصد درجه پرشدگی
۳۱*۳۱	۲	۱۸۶	۲۶۸	۱۸۹	۳۱۸	۷۷۵	۸۰/۶۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

بر اساس نتایج تحلیلی ماتریس متقاطع مستقیم (جدول ۵)، تأثیرگذاری بعد اجتماعی (متغیرهای بعد اجتماعی) بیشتر از تأثیرپذیری آن‌هاست (۲۷ درصد در مقابل ۲۳ درصد)، تأثیرگذاری بعد نهادی (متغیرهای بعد نهادی) بیشتر از تأثیرپذیری آن‌ها است (۲۶/۹۴ درصد در مقابل ۱۸/۴۴ درصد). همچنین تأثیرگذاری بعد کالبدی (متغیرهای بعد کالبدی) بیشتر از تأثیرپذیری آن‌ها است (۱۹ درصد در مقابل ۵ درصد). ولی در خصوص ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی وضع متفاوت است. درواقع تأثیرپذیری ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی (متغیرهای ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی) بیشتر از تأثیرگذاری آن‌ها است (۲۰ درصد در مقابل ۱۷ درصد در بعد اقتصادی و ۱۱ درصد در مقابل ۹/۸۸ درصد در بعد زیست‌محیطی).

جدول ۵. تأثیر مستقیم ابعاد و متغیرها بر همدیگر

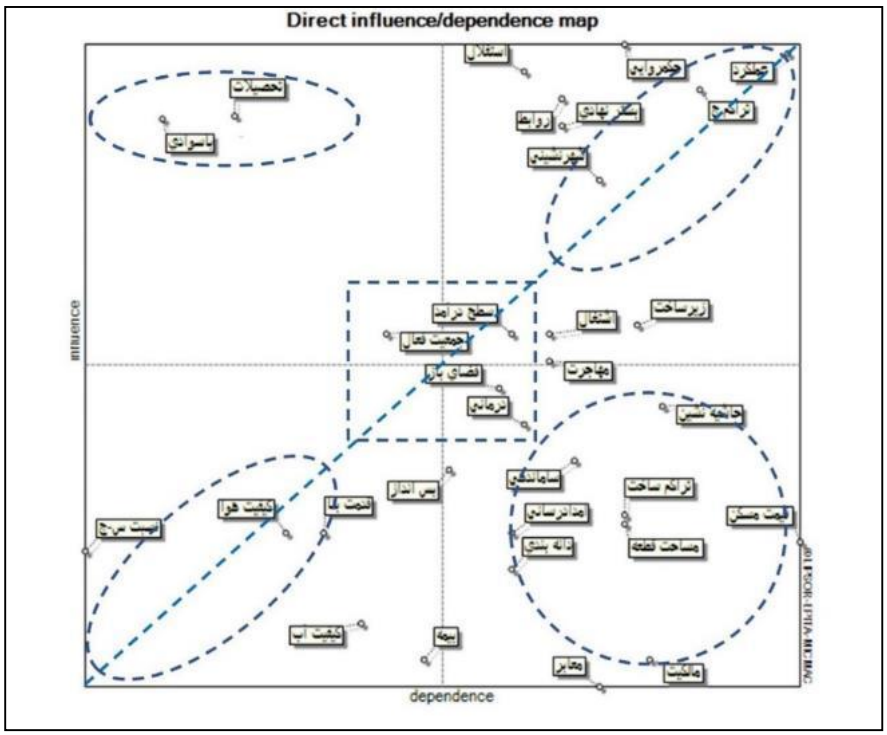
بعد	متغیر	تأثیرگذاری			تأثیرپذیری		
		امتیاز	رتبه	نتیجه بعد	امتیاز	رتبه	نتیجه بعد
اجتماعی	حاشیه نشینی	۵۰	۱۴	۴۳۲ امتیاز ۲۷ درصد رتبه نخست	۶۳	۴	۳۷۰ امتیاز ۲۳/۱۳ درصد رتبه نخست
	مهاجرت	۵۵	۱۱		۵۴	۱۱	
	نرخ باسوادی	۵۱	۱۳		۳۲	۲۱	
	نسبت سنی–جنسی	۳۴	۲۲		۱۷	۲۲	
	سطح تحصیلات	۶۰	۸		۳۶	۱۹	
	تعداد افراد تحت پوشش بیمه	۲۲	۲۵		۴۴	۱۶	
	تراکم جمعیت	۸۵	۴		۶۶	۳	
	درصد شهرنشینی	۷۵	۷		۵۸	۸	
اقتصادی	نرخ اشتغال	۵۸	۱۰	۲۷۴ امتیاز ۱۷/۱۳ درصد رتبه چهارم	۵۴	۱۱	۳۲۸ امتیاز ۲۰/۵۰ درصد رتبه دوم
	جمعیت فعال	۵۸	۱۰		۴۱	۱۷	
	سطح درآمد	۵۸	۱۰		۵۱	۱۳	
	مالکیت ساکنان	۲۲	۲۵		۶۲	۵	
	میزان پس انداز	۴۳	۱۷		۴۶	۱۵	
	قیمت مسکن	۳۵	۲۱		۷۴	۱	
کالبدی	کیفیت کوچه و معابر	۱۹	۲۶	۳۰۵ امتیاز	۵۸	۸	۸۵ امتیاز

[1]. Matrix of Direct Influences (MDI)

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

	دسترسی به مراکز درمانی	۴۸	۱۵	۱۹/۱۰ درصد	۵۲	۱۲	۵/۳۱ درصد
	دانه‌بندی بافت	۳۲	۲۳	رتبه سوم	۵۱	۱۳	رتبه پنجم
	میزان دسترسی به نهادهای امدادرسانی و مراکز پلیس	۳۶	۲۰		۵۱	۱۳	
	تراکم ساختمانی	۳۸	۱۸		۶۰	۷	
	مساحت قطعات	۳۷	۱۹		۶۰	۷	
	قدمت بنا	۳۶	۲۰		۳۶	۱۹	
	کیفیت زیرساخت های حیاتی	۵۹	۹		۶۱	۶	
زیست‌محیطی	دسترسی به فضای باز و پارک	۵۲	۱۲	۱۵۸ امتیاز	۵۰	۱۴	۱۷۸ امتیاز
	کیفیت آب آشامیدنی	۲۶	۲۴	۹/۸۸ درصد	۳۹	۱۸	۱۱/۱۳ درصد
	کیفیت هوا	۳۶	۲۰	رتبه پنجم	۳۳	۲۰	رتبه چهارم
	ساماندهی دفع آب‌های سطحی	۴۴	۱۶		۵۶	۹	
نهادی	بستر نهادی	۸۱	۶		۵۵	۱۰	
	روابط نهادی	۸۴	۵	۴۳۱ امتیاز	۵۵	۱۰	۲۹۵ امتیاز
	عملکرد نهادها	۸۹	۲	۲۶/۹۴ درصد	۷۳	۲	۱۸/۴۴ درصد
	حکمروایی	۹۰	۱	رتبه دوم	۶۰	۷	رتبه سوم
	استقلال نهادها	۸۷	۳		۵۲	۱۲	
مجموع		۱۶۰۰	–	۱۰۰ درصد	۱۶۰۰	–	۱۰۰ درصد

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱



شکل ۲. موقعیت توزیع پراکندگی متغیرها در محور مختصات ماتریس تأثیرات مستقیم

در بین متغیرهای منتخب موردسنجش، به ترتیب متغیرهای حکمروایی، عملکرد نهادها، استقلال نهادها، تراکم جمعیت، روابط نهادی و بستر نهادی بیشترین تأثیرگذاری را دارند و در مقابل متغیرهای قیمت مسکن، عملکرد نهادها، تراکم

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

جمعیت، حاشیه نشینی، مالکیت ساکنان و کیفیت زیرساخت های حیاتی بیشترین تأثیرپذیری را دارند. همچنین بیشترین امتیاز کسب‌شده در خصوص تأثیرگذاری و تأثیرپذیری، به ترتیب به متغیرها مهاجرت، نرخ باسوادی، نسبت سنی–جنسی، سطح تحصیلات، تراکم جمعیت، درصد شهرنشینی، نرخ اشتغال، جمعیت فعال، سطح درآمد، دسترسی به فضای باز و پارک، کیفیت هوا، بستر نهادی، روابط نهادی، عملکرد نهادها، حکمروایی و استقلال نهادها مربوط است، که در این میان تأثیرگذاری متغیرهای استقلال نهادها، حکمروایی، روابط نهادی، بستر نهادی و سطح تحصیلات بیشتر از تأثیرپذیری آن‌ها بوده و این حاکی از این است که متغیرهای یادشده تأثیر بسیاری بر سیستم تاب‌آوری شهری بر جای می‌گذارند و در مقابل متغیرهای حاشیه نشینی، تعداد افراد تحت پوشش بیمه، مالکیت ساکنان، میزان پس انداز، قیمت مسکن، کیفیت کوچه و معابر، دسترسی به مراکز درمانی، دانه‌بندی بافت، میزان دسترسی به نهادهای امدادرسانی و مراکز پلیس، تراکم ساختمانی، مساحت قطعات، کیفیت زیرساخت های حیاتی و ساماندهی دفع آب‌های سطحی تأثیرپذیرتر بوده‌اند، یعنی سهم کمتری در تأثیرگذاری بر سیستم تاب‌آوری شهری دارند.

در روش تأثیرگذاری مستقیم، تأثیر ابعاد و متغیرهای ماتریس قابل سنجش هستند. متغیری که بر تعداد محدودی از متغیرها تأثیر مستقیم دارد، تأثیرگذاری کمتری نیز در کل سیستم تاب‌آوری دارد و اینکه تمام متغیرها و محیط دربرگیرنده آن‌ها را می‌توان در یک نمودار گرافیکی و یا محور مختصاتی (تأثیرگذار – تأثیرپذیر) به نمایش گذاشت (زالی و منصوری بیرجندی، ۱۳۹۴: ۱۲؛ پاشازاده و یزدانی، ۱۳۹۹: ۱۱۹؛ ابدالی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۴). شکل (۲) موقعیت و جایگاه توزیع پراکندگی هر یک از متغیرهای منتخب مورد سنجش در تحلیل تأثیرات مستقیم را بر روی محور مختصات نشان می‌دهد.

ماتریس تأثیرات غیرمستقیم[1]

در ماتریس تأثیرات غیرمستقیم، هر یک از متغیرها به‌وسیله نرم‌افزار میک مک به توان ۲، ۳، ۴ و... شده و بر این اساس، تأثیرات غیرمستقیم متغیرها سنجش می‌شود. ماتریس تأثیرات متقابل غیرمستقیم حاکی از اختلاف قابل‌توجه در تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ابعاد پنج گانه است. به‌گونه‌ای که ۲۷ درصد از تأثیرپذیری غیرمستقیم سیستم تاب‌آوری شهر تهران ناشی از بعد کالبدی، ۲۱ درصد ناشی از بعد اقتصادی و ۱۱ درصد ناشی از بعد زیست‌محیطی است. درحالی‌که تأثیرگذاری آن‌ها در بعد کالبدی ۱۹ درصد، بعد اقتصادی ۱۷ درصد و در بعد زیست‌محیطی ۱۰ درصد می‌باشد. اما این قضیه در ابعاد اجتماعی و نهادی معکوس بوده است؛ به‌گونه‌ای که تأثیرگذاری ابعاد اجتماعی و نهادی بیشتر از تأثیرپذیری‌شان بوده است (در بعد اجتماعی ۲۸ درصد در مقابل ۲۳ درصد و در بعد نهادی ۲۶ درصد در مقابل ۱۸ درصد). ضمناً به ترتیب متغیرهای حکمروایی، عملکرد نهادها، استقلال نهادها و تراکم جمعیت و ... به‌عنوان تأثیرگذارترین متغیرها و متغیرهای قیمت مسکن، حاشیه‌نشینی، مالکیت ساکنان و مساحت قطعات و ... هم به‌عنوان تأثیرپذیرترین متغیرها به‌صورت غیرمستقیم می‌باشند (جدول ۶). در شکل (۳) موقعیت توزیع پراکندگی متغیرها در تحلیل تأثیرات غیرمستقیم نشان داده‌شده است.

جدول ۶. تأثیر غیرمستقیم ابعاد و متغیرها بر همدیگر

بعد	متغیر	تأثیرگذاری			تأثیرپذیری		
		امتیاز	رتبه	نتیجه بعد	امتیاز	رتبه	نتیجه بعد
اجتماعی	حاشیه نشینی	۱۳۸۱۵۷	۱۷	۱۲۵۹۶۲۵ امتیاز ۲۸ درصد رتبه نخست	۱۷۸۲۷۸	۴	۱۰۳۵۰۷۵ امتیاز ۲۳ درصد رتبه دوم
	مهاجرت	۱۶۳۸۹۷	۱۱		۱۴۴۲۰۶	۱۷	
	نرخ باسوادی	۱۶۱۳۵۰	۱۳		۹۱۴۸۴	۲۹	
	نسبت سنی–جنسی	۱۰۱۵۵۵	۲۲		۵۳۰۶۷	۳۰	
	سطح تحصیلات	۱۸۱۸۲۳	۸		۱۰۰۱۵۲	۲۷	

[1]. Matrix of Indirect Influences (MII)

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

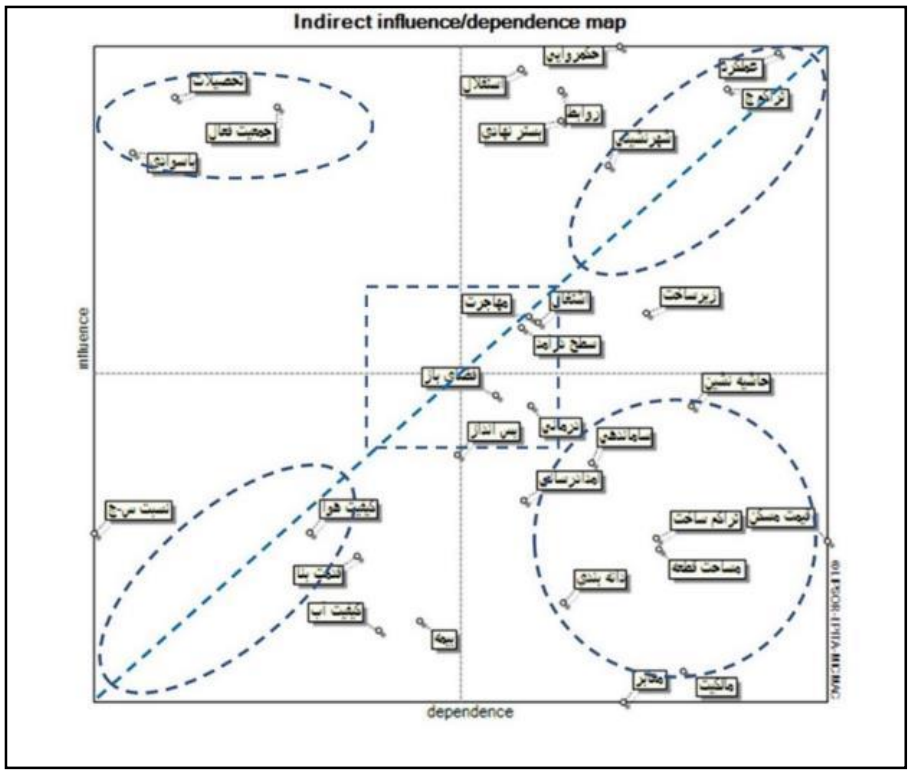
	تعداد افراد تحت پوشش بیمه	۷۶۳۵۷	۲۸		۱۲۱۳۰۷	۲۳	
	تراکم جمعیت	۲۲۹۲۴۲	۴		۱۸۵۷۷۴	۳	
	درصد شهرنشینی	۲۰۷۲۴۴	۷		۱۶۰۸۰۷	۱۱	
اقتصادی	نرخ اشتغال	۱۶۲۱۸۶	۱۲	۷۸۴۰۸۹ امتیاز ۱۷ درصد رتبه چهارم	۱۴۶۰۹۸	۱۵	۹۲۱۴۰۷ امتیاز ۲۱ درصد رتبه سوم
	جمعیت فعال	۱۷۵۸۱۱	۹		۱۲۰۰۵۴	۲۴	
	سطح درآمد	۱۶۰۷۱۰	۱۴		۱۴۲۶۳۲	۱۹	
	مالکیت ساکنان	۶۱۹۱۹	۳۰		۱۷۶۵۸۲	۵	
	میزان پس انداز	۱۲۴۱۵۳	۱۸		۱۲۹۲۱۰	۲۲	
	قیمت مسکن	۹۹۳۱۰	۲۴		۲۰۶۸۳۱	۱	
کالبدی	کیفیت کوچه و معابر	۵۳۰۱۵	۳۱	۸۴۱۰۵۷ امتیاز ۱۹ درصد رتبه سوم	۱۶۳۹۹۹	۹	۱۲۲۲۳۹۰ امتیاز ۲۷ درصد رتبه نخست
	دسترسی به مراکز درمانی	۱۳۸۲۴۲	۱۶		۱۴۴۵۹۱	۱۶	
	دانه‌بندی بافت	۸۱۶۳۹	۲۷		۱۵۱۳۹۸	۱۳	
	میزان دسترسی به نهادهای امدادرسانی و مراکز پلیس	۱۱۱۰۵۵	۲۰		۱۴۳۰۸۸	۱۸	
	تراکم ساختمانی	۱۰۰۱۸۶	۲۳		۱۷۰۸۸۵	۷	
	مساحت قطعات	۹۶۹۹۶	۲۵		۱۷۱۴۴۸	۶	
	قدمت بنا	۹۵۰۴۵	۲۶		۱۰۸۱۷۱	۲۶	
	کیفیت زیرساخت‌های حیاتی	۱۶۴۸۷۹	۱۰		۱۶۸۸۱۰	۸	
زیست‌محیطی	دسترسی به فضای باز و پارک	۱۴۱۲۴۹	۱۵	۴۳۸۴۹۴ امتیاز ۱۰ درصد رتبه پنجم	۱۳۷۲۷۷	۲۱	۵۰۵۵۸۲ امتیاز ۱۱ درصد رتبه پنجم
	کیفیت آب آشامیدنی	۷۳۶۴۱	۲۹		۱۱۲۷۳۷	۲۵	
	کیفیت هوا	۱۰۱۷۷۰	۲۱		۹۸۲۱۸	۲۸	
	ساماندهی دفع آب‌های سطحی	۱۲۱۸۳۴	۱۹		۱۵۷۳۵۰	۱۲	
نهادی	بستر نهادی	۲۲۰۱۵۹	۶	۱۱۶۵۲۵۵ امتیاز ۲۶ درصد رتبه دوم	۱۵۰۹۰۷	۱۴	۸۰۴۰۶۶ امتیاز ۱۸ درصد رتبه چهارم
	روابط نهادی	۲۲۸۸۴۷	۵		۱۵۰۹۰۷	۱۴	
	عملکرد نهادها	۲۳۹۷۲۶	۲		۱۹۶۴۷۵	۲	
	حکمروایی	۲۴۱۵۳۳	۱		۱۶۳۲۴۱	۱۰	
	استقلال نهادها	۲۳۴۹۹۰	۳		۱۴۲۵۳۶	۲۰	
مجموع		۴۴۸۸۵۲۰	–	۱۰۰ درصد	۴۴۸۸۵۲۰	–	۱۰۰ درصد

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

بر اساس شکل (۳)، متغیرهای سطح تحصیلات، جمعیت فعال و نرخ باسوادی تأثیرگذارترین متغیرهای تاب‌آوری شهر تهران در روش غیرمستقیم هستند. همان‌گونه که ذکر شد، این متغیرها بیشترین تأثیرگذاری و کمترین تأثیرپذیری را دارند. متغیرهای تراکم جمعیت، درصد شهرنشینی و عملکرد نهادها در محدوده متغیرهای دووجهی قرار گرفته‌اند. همچنین، متغیر کیفیت زیرساخت‌های حیاتی جزو متغیرهای محدوده هدف و متغیرهای بستر نهادی، روابط نهادی، حکمروایی و استقلال نهادها جزو متغیرهای ریسک می‌باشند. متغیرهای حاشیه‌نشینی، قیمت مسکن، تراکم ساختمانی، مساحت قطعات، ساماندهی دفع آب‌های سطحی، مالکیت ساکنان، دانه‌بندی بافت، کیفیت کوچه و معابر و میزان دسترسی به نهادهای امدادرسانی و مراکز پلیس دارای تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بسیار بالای بر روی سیستم تاب‌آوری شهری می‌باشند. متغیرهای کیفیت هوا، قدمت بنا، کیفیت آب آشامیدنی، تعداد افراد تحت پوشش بیمه و نسبت سنی–جنسی در محدوده متغیرهای مستقل سیستم قرار گرفته‌اند؛ که در این بین، متغیرهای قدمت بنا، کیفیت آب آشامیدنی و تعداد افراد تحت پوشش بیمه جزو

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

متغیرهای محدوده مستقل نتیجه و متغیر نسبت سنی و جنسی جزو متغیرهای مستقل از سیستم است و نهایتاً اینکه متغیرهای نرخ اشتغال، مهاجرت، سطح درآمد، میزان پس انداز، دسترسی به مراکز درمانی و دسترسی به فضای باز و پارک، ۶ متغیری هستند که در ناحیه ۵ (متغیرهای نامعین یا تنظیمی) قرار گرفته‌اند که می‌توانند به‌صورت اهرم ثانویه یا شاخص ریسک ثانویه عمل نمایند.



شکل ۳. موقعیت متغیرها در محور مختصات ماتریس تأثیرات غیرمستقیم

رتبه‌بندی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری کلی متغیرها

یکی دیگر از مراحل پژوهش نشان دادن رتبه اثرگذاری و اثرپذیری متغیرها است. جدول (۷) و شکل‌های (۴ و ۵) رتبه‌بندی کلی تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای موردسنجش را در دو وضعیت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری کلی نشان می‌دهد.

جدول ۷. رتبه‌بندی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری متغیرها

بعد	متغیر	تأثیرگذاری				تأثیرپذیری			
		رتبه مستقیم	رتبه غیرمستقیم	رتبه نهایی	رتبه بعد	رتبه مستقیم	رتبه غیرمستقیم	رتبه نهایی	رتبه بعد
اجتماعی	حاشیه نشینی	۱۴	۱۷	۱۶	۱	۴	۴	۴	۱
	مهاجرت	۱۱	۱۱	۱۲		۱۱	۱۷	۱۶	
	نرخ باسوادی	۱۳	۱۳	۱۴		۲۱	۲۹	۲۹	
	نسبت سنی-جنسی	۲۲	۲۲	۲۳		۲۲	۳۰	۳۰	
	سطح تحصیلات	۸	۸	۸		۱۹	۲۷	۲۷	
	تعداد افراد تحت پوشش بیمه	۲۵	۲۸	۲۹		۱۶	۲۳	۲۳	
	تراکم جمعیت	۴	۴	۴		۳	۳	۳	
	درصد شهرنشینی	۷	۷	۷		۸	۱۱	۱۱	
اقتصادی	نرخ اشتغال	۱۰	۱۲	۱۱	۴	۱۱	۱۵	۱۵	۲

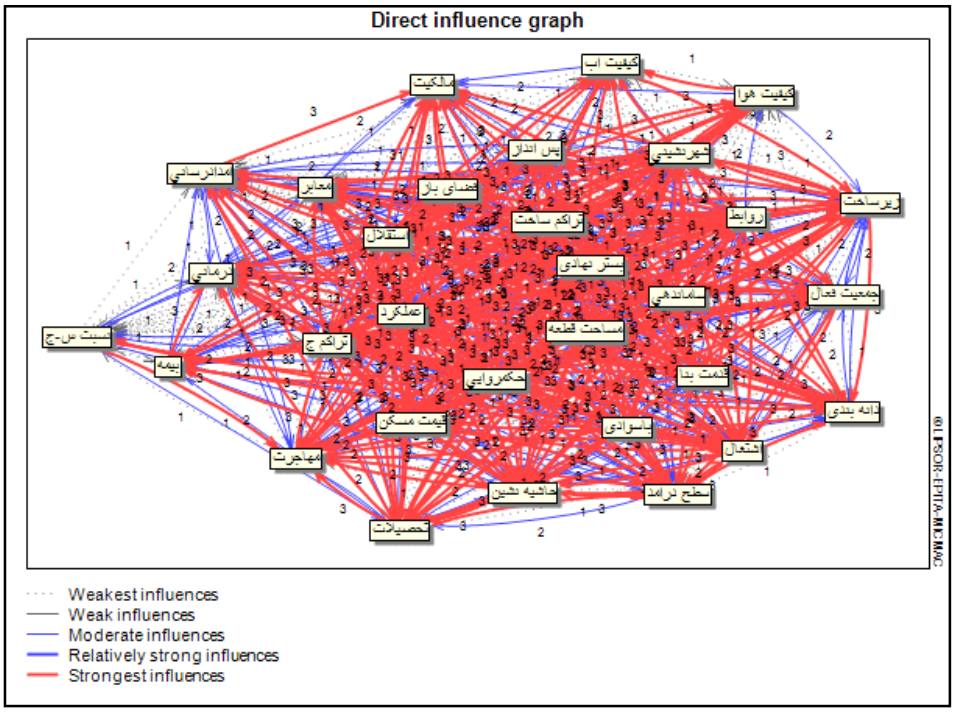
[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

	جمعیت فعال	۱۰	۹	۱۰		۱۷	۲۴	
	سطح درآمد	۱۰	۱۴	۱۳		۱۳	۱۹	۲۰
	مالکیت ساکنان	۲۵	۳۰	۳۰		۵	۵	۵
	میزان پس انداز	۱۷	۱۸	۱۸		۱۵	۲۲	۲۲
	قیمت مسکن	۲۱	۲۴	۲۵		۱	۱	۱
کالبدی	کیفیت کوچه و معابر	۲۶	۳۱	۳۱	۳	۸	۹	۱۰
	دسترسی به مراکز درمانی	۱۵	۱۶	۱۷		۱۲	۱۶	۱۷
	دانه‌بندی بافت	۲۳	۲۷	۲۷		۱۳	۱۳	۱۴
	میزان دسترسی به نهادهای امدادرسانی و مراکز پلیس	۲۰	۲۰	۲۱		۱۳	۱۸	۱۸
	تراکم ساختمانی	۱۸	۲۳	۲۰		۷	۷	۸
	مساحت قطعات	۱۹	۲۵	۲۴		۷	۶	۶
	قدمت بنا	۲۰	۲۶	۲۶		۱۹	۲۶	۲۶
	کیفیت زیرساخت های حیاتی	۹	۱۰	۹		۶	۸	۷
زیست محیطی	دسترسی به فضای باز و پارک	۱۲	۱۵	۱۵	۵	۱۴	۲۱	۲۱
	کیفیت آب آشامیدنی	۲۴	۲۹	۲۸		۱۸	۲۵	۲۵
	کیفیت هوا	۲۰	۲۱	۲۲		۲۰	۲۸	۲۸
	ساماندهی دفع آب‌های سطحی	۱۶	۱۹	۱۹		۹	۱۲	۱۲
نهادی	بستر نهادی	۶	۶	۶	۲	۱۰	۱۴	۱۳
	روابط نهادی	۵	۵	۵		۱۰	۱۴	۱۳
	عملکرد نهادها	۲	۲	۲		۲	۲	۲
	حکمروایی	۱	۱	۱		۷	۱۰	۹
	استقلال نهادها	۳	۳	۳		۱۲	۲۰	۱۹

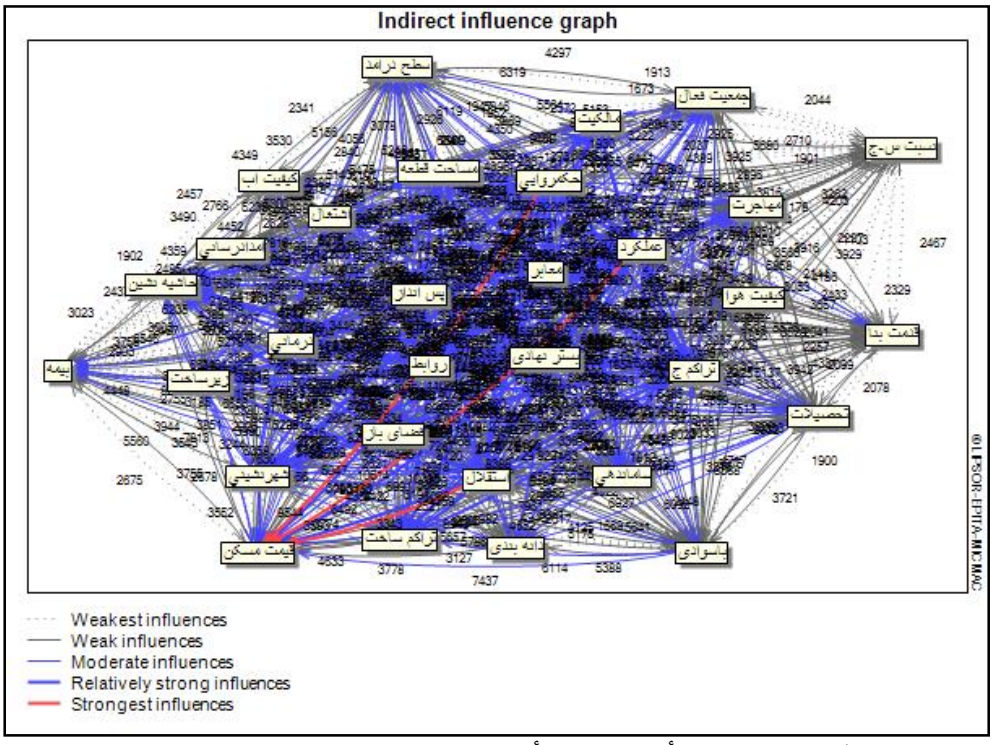
مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

بر اساس جدول (۷) متغیرهای حکمروایی، عملکرد نهادها، استقلال نهادها، تراکم جمعیت و روابط نهادی بالاترین رتبه‌های تأثیرگذاری و متغیرهای قیمت مسکن، عملکرد نهادها، تراکم جمعیت، حاشیه‌نشینی و مالکیت ساکنان بالاترین رتبه‌های تأثیرپذیری کلی را داشته‌اند. همچنین در خصوص ابعاد پنج‌گانه تحقیق نیز رتبه‌های تأثیرگذاری به ترکیب به ابعاد اجتماعی، نهادی، کالبدی، اقتصادی و زیست‌محیطی تعلق گرفته است.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]



شکل ۴. وضعیت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم متغیرهای مورد سنجش



شکل ۵. وضعیت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری غیرمستقیم متغیرهای مورد سنجش

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

انتخاب عوامل کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری شهر تهران

ازآنجایی‌که برای شناسایی متغیرهای کلیدی لازم است متغیرهایی تأثیرگذار و تأثیرپذیر توأمان در نظر گرفته شوند، از همین رو، در ادامه متغیرهای تحقیق در خصوص نواحی قرارگیری روی نمودار و میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها بحث می‌گردد همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، عناصر شمالی خط محور مختصات، عناصری‌اند که میزان تأثیرگذاری آن‌ها بیشتر از تأثیرپذیری آن‌هاست. متغیرهایی که در ناحیه اول (ورودی یا کلیدی)، دوم (حد واسط یا دووجهی) و پنجم (خوشه‌ای با نامعین) شمال نیمساز نمودار قرار می‌گیرند، دارای درجه اهمیت زیاد و قدرت تعیین‌کنندگی می‌باشند. لذا مهم‌ترین متغیرهای تاب‌آوری شهر تهران هستند (جدول ۸).

جدول ۸ در خصوص متغیرهای دارای قدرت تعیین‌کنندگی با اثرات مستقیم نشان می‌دهد که از بین ۳۱ متغیر پژوهش تعداد ۱۴ متغیر در بالای نیمساز نمودار تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم قرار گرفته‌اند (۲ متغیر در ناحیه اول، ۱۰ متغیر در ناحیه دوم و ۲ متغیر در ناحیه پنجم) (شکل ۲)، که ازاین‌بین ۱۳ متغیر اثرگذاری مثبت دارند (متغیرهای سطح تحصیلات و نرخ باسوادی از ناحیه اول، متغیرهای عملکرد نهادها، حکمروایی، تراکم جمعیت، استقلال نهادها، بستر نهادی، روابط نهادی، درصد شهرنشینی، نرخ اشتغال و مهاجرت از ناحیه دوم و متغیرهای سطح درآمد و جمعیت فعال از ناحیه پنجم). بالاترین رتبه‌های اثرگذاری مستقیم به متغیرهای ناحیه دوم (به‌ویژه متغیرهای استقلال نهادها، حکمروایی، روابط نهادی، بستر نهادی و تراکم جمعیت) و متغیرهای ناحیه اول (متغیرهای سطح تحصیلات و نرخ باسوادی) مربوط است.

جدول ۸. متغیرهای کلیدی و تعیین‌کننده تاب‌آوری شهر تهران با توجه به میزان تأثیرگذاری مستقیم

ناحیه	نوع متغیر	متغیر	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	خالص تأثیرگذاری (قدرت تعیین‌کنندگی)	رتبه
نخست	متغیرهای تأثیرگذار	سطح تحصیلات	۶۰	۳۶	۲۴	۵
		نرخ باسوادی	۵۱	۳۲	۱۹	۶
دوم	متغیرهای دووجهی	بستر نهادی	۸۱	۵۵	۲۶	۴
		روابط نهادی	۸۴	۵۵	۲۹	۳
		عملکرد نهادها	۸۹	۷۳	۱۶	۸
		حکمروایی	۹۰	۶۰	۳۰	۲
		استقلال نهادها	۸۷	۵۲	۳۵	۱
		تراکم جمعیت	۸۵	۶۶	۱۹	۶
		درصد شهرنشینی	۷۵	۵۸	۱۷	۷
		نرخ اشتغال	۵۸	۵۴	۴	۱۰
		مهاجرت	۵۵	۵۴	۱	۱۱
		کیفیت زیرساخت های حیاتی	۵۹	۶۱	-۲	۱۲
پنجم	متغیرهای نامعین	سطح درآمد	۵۸	۵۱	۷	۹
		جمعیت فعال	۵۸	۴۱	۱۷	۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

جدول (۹) متغیرهای دارای قدرت تعیین‌کنندگی با اثرات غیرمستقیم را نشان می‌دهد. از بین ۳۱ متغیر پژوهش تعداد ۱۴ متغیر در بالای نیمساز نمودار تأثیرگذاری و تأثیرپذیری غیرمستقیم قرار گرفته‌اند (۳ متغیر در ناحیه اول، ۸ متغیر در ناحیه دوم و ۳ متغیر در ناحیه پنجم) (شکل ۴) که ازاین‌بین ۱۳ متغیر دارای تأثیرگذاری مثبت هستند (متغیرهای سطح تحصیلات، نرخ باسوادی و جمعیت فعال از ناحیه اول، متغیرهای بستر نهادی، روابط نهادی، عملکرد نهادها، حکمروایی، استقلال نهادها، تراکم جمعیت و درصد شهرنشینی از ناحیه دوم و متغیرهای نرخ اشتغال، مهاجرت و سطح درآمد از ناحیه پنجم). بالاترین

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

رتبه‌های اثرگذاری غیرمستقیم هم به متغیرهای ناحیه اول و دوم (به‌ویژه متغیرهای استقلال نهادها و سطح تحصیلات) مربوط است.

جدول ۹. متغیرهای کلیدی و تعیین‌کننده تاب‌آوری شهر تهران با توجه به میزان تأثیرگذاری غیرمستقیم

ناحیه	نوع متغیر	متغیر	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری	خالص تأثیرگذاری (قدرت تعیین‌کنندگی)	رتبه
نخست	متغیرهای تأثیرگذار	سطح تحصیلات	۱۸۱۸۲۳	۱۰۰۱۵۲	۸۱۶۷۱	۲
		نرخ باسوادی	۱۶۱۳۵۰	۹۱۴۸۴	۶۹۸۶۶	۵
		جمعیت فعال	۱۷۵۸۱۱	۱۲۰۰۵۴	۵۵۷۵۷	۷
دوم	متغیرهای دووجهی	بستر نهادی	۲۲۰۱۵۹	۱۵۰۹۰۷	۶۹۲۵۲	۶
		روابط نهادی	۲۲۸۸۴۷	۱۵۰۹۰۷	۷۷۹۴۰	۴
		عملکرد نهادها	۲۳۹۷۲۶	۱۹۶۴۷۵	۴۳۲۵۱	۱۰
		حکمروایی	۲۴۱۵۳۳	۱۶۳۲۴۱	۷۸۲۹۲	۳
		استقلال نهادها	۲۳۴۹۹۰	۱۴۲۵۳۶	۹۲۴۵۴	۱
		تراکم جمعیت	۲۲۹۲۴۲	۱۸۵۷۷۴	۴۳۴۶۸	۹
		درصد شهرنشینی	۲۰۷۲۴۴	۱۶۰۸۰۷	۴۶۴۳۷	۸
		کیفیت زیرساخت‌های حیاتی	۱۶۴۸۷۹	۱۶۸۸۱۰	-۳۹۳۱	۱۴
پنجم	متغیرهای نامعین	نرخ اشتغال	۱۶۲۱۸۶	۱۴۶۰۹۸	۱۶۰۸۸	۱۳
		مهاجرت	۱۶۳۸۹۷	۱۴۴۲۰۶	۱۹۶۹۱	۱۱
		سطح درآمد	۱۶۰۷۱۰	۱۴۲۶۳۲	۱۸۰۷۸	۱۲

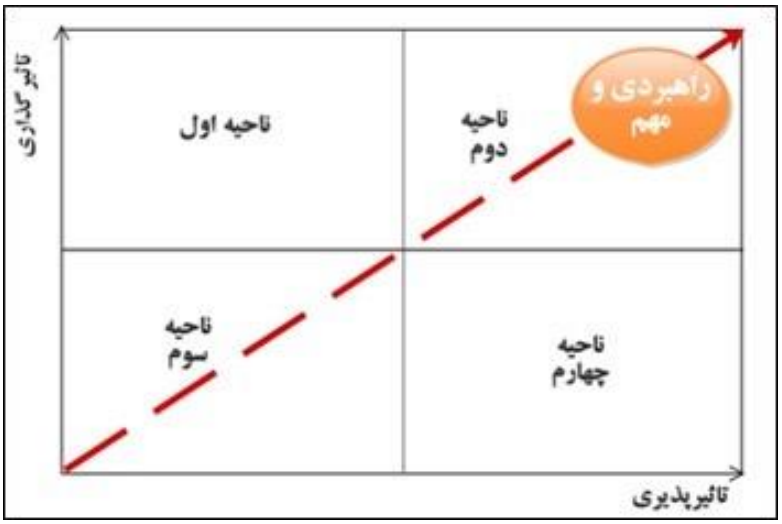
مأخذ: یافته‌های تحقیق، ۱۴۰۱

در حالت کلی از میان ۳۱ متغیر بررسی‌شده این پژوهش، ۱۳ متغیر به‌عنوان متغیرهای کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری شهر تهران انتخاب شده است. متغیرهای سطح تحصیلات، نرخ باسوادی، جمعیت فعال، بستر نهادی، روابط نهادی، عملکرد نهادها، حکمروایی، استقلال نهادها، تراکم جمعیت، درصد شهرنشینی، نرخ اشتغال، مهاجرت و سطح درآمد متغیرهای کلیدی این تحقیق هستند. این متغیرها درواقع متغیرهای نیمساز بالای نمودار تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم هستند (شکل ۲ و ۳). لازم به ذکر است که این متغیرها از مقایسه رتبه‌های تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم به دست آمده‌اند.

شناسایی متغیرهای راهبردی

متغیرهای راهبردی، متغیرهایی هستند که هم قابل دست‌کاری و کنترل باشند و هم بر پویایی و تغییر سیستم تأثیرگذار باشند. لازم به ذکر است که هر چه از انتهای ناحیه چهارم به سمت انتهای ناحیه دوم نمودار نزدیک‌تر می‌شویم، بر میزان اهمیت و راهبردی بودن متغیرها افزوده می‌شود (شکل ۲)، با توجه به توضیحات داده شده و با توجه به شکل (۳) مشخص می‌شود که فقط متغیرهای عملکرد نهادها، تراکم جمعیت و درصد شهرنشینی در این تحقیق، نقش متغیرها راهبردی را بازی می‌کنند.

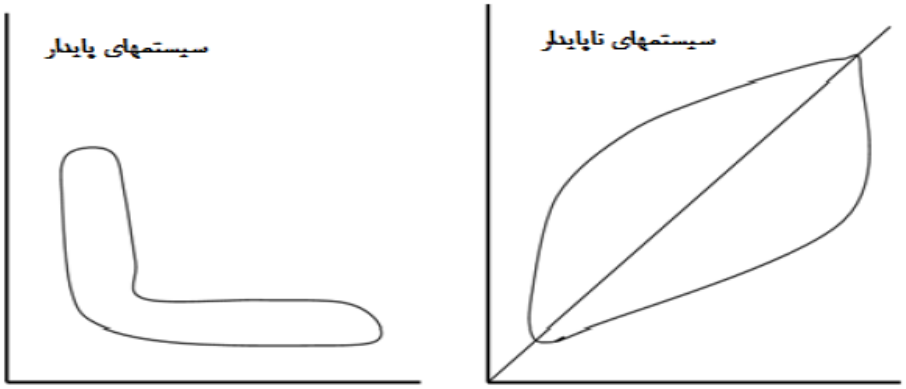
[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]



شکل ۶. موقعیت شاخص‌های راهبردی (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۸)

پایداری و ناپایداری سیستم

نحوه پراکنش شاخص‌ها در محور تأثیرگذاری – تأثیرپذیری بیانگر میزان پایداری یا ناپایداری سیستم است. چنانچه توزیع آن‌ها به‌صورت شکل L باشد، سیستم پایدار است و این حالت نشانگر ثبات در شاخص‌های تأثیرگذاری و تداوم تأثیر آن‌ها بر سایر شاخص‌ها است. چنانچه شاخص‌ها از سمت محور مختصات به‌سوی انتهای نمودار و در حوالی آن پخش شده باشند، سیستم ناپایدار است و کمبود متغیرهای تأثیرگذار، سیستم را تهدید می‌کند (شکل ۷).



شکل ۷. نمای شماتیک سیستم‌های پایدار و ناپایدار (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۹)

در سیستم‌های پایدار برخی عوامل دارای تأثیرگذاری بالا و برخی دارای تأثیرپذیری بالا هستند. در این سیستم‌ها عوامل کلیدی، مستقل و نتیجه سه دسته قابل‌مشاهده هستند. اما در سیستم‌های ناپایدار وضعیت پیچیده‌تر از سیستم‌های پایدار است. در این سیستم‌ها، عوامل حول محور قطری پراکنده‌اند و در بیشتر موارد حالت بینابینی از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را نشان می‌دهند، این نوع حالت، ارزیابی و شناسایی عوامل کلیدی را دشوار می‌سازد (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۹؛ پاشازاده و یزدانی، ۱۳۹۹: ۱۲۶). آنچه از نحوه پراکنش شاخص‌ها در محورهای تأثیرگذار – تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم پیداست، ناپایداری سیستم می‌باشد (شکل‌های ۱ و ۲).

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، متغیرها و شاخص‌های استخراج‌شده بر اساس مرور مبانی نظری با بهره‌گیری از روش تحلیل تأثیرات متقابل با هدف شناسایی عوامل تأثیرگذار، تأثیرپذیر، کلیدی و راهبردی در محیط نرم‌افزار میک مک بررسی و تحلیل شده‌اند. بدین منظور ابتدا ماتریس تأثیرات مستقیم بر اساس میانگین‌های حاصل از پرسشنامه‌ها تشکیل شد. تحلیل اولیه داده‌های این ماتریس و تأثیرات متقاطع نشان‌دهنده آن است که با توجه به ابعاد ماتریس، از مجموع ۹۶۱ عدد در ماتریس، ۷۷۵ رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس است. بر مبنای نتایج تحلیلی این ماتریس، تأثیرگذاری ابعاد اجتماعی، کالبدی و نهادی بیشتر از تأثیرپذیری آن‌ها است و در سیستم تأثیر زیادی می‌گذارند اما ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی وضعیتی متفاوت از ابعاد دیگر دارد، بدین معنا که تأثیرگذاری ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی بسیار کمتر از تأثیرپذیری آن‌ها می‌باشد. در بین ابعاد یادشده تفاوت عددی تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ابعاد کالبدی و نهادی قابل‌توجه‌تر می‌باشد. از سویی در بین متغیرهای موردسنجش تأثیرگذاری متغیرهای استقلال نهادها، حکمروایی، روابط نهادی، بستر نهادی، سطح تحصیلات، نرخ باسوادی، تراکم جمعیت، نسبت سنی–جنسی، درصد شهرنشینی، جمعیت فعال، عملکرد نهادها، سطح درآمد، نرخ اشتغال، کیفیت هوا، دسترسی به فضای باز و پارک و مهاجرت بیش از تأثیرپذیری آن‌ها است و این حاکی از آن است که شاخص‌های یادشده تأثیر بسیاری در سیستم بر جای می‌گذارند. درواقع، این متغیرها بیشترین تأثیرگذاری و کمترین تأثیرپذیری را در تاب‌آوری کلان‌شهر تهران دارند.

ماتریس تأثیرات متقابل غیرمستقیم نیز حاکی از اختلاف قابل‌توجه پنج بعد اجتماعی، اقتصادی، کالبدی، محیطی و نهادی در میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری است. نتایج بیانگر میزان تأثیرگذاری بالای ابعاد اجتماعی و نهادی و همچنین تأثیرپذیری ابعاد اقتصادی، کالبدی و محیطی بر سیستم می‌باشد. به‌بیان‌دیگر، دو بعد اجتماعی و نهادی تأثیرگذارترین ابعاد و سه بعد اقتصادی، کالبدی و محیطی تأثیرپذیرترین ابعاد در تاب‌آوری شهر تهران هستند. دراین‌بین متغیرهای استقلال نهادها، سطح تحصیلات، حکمروایی، روابط نهادی، نرخ باسوادی، بستر نهادی، جمعیت فعال، نسبت سنی–جنسی، درصد شهرنشینی، تراکم جمعیت، عملکرد نهادها، مهاجرت، سطح درآمد، نرخ اشتغال، دسترسی به فضای باز و پارک و کیفیت هوا تأثیرگذارترین متغیرها و متغیرهای مالکیت ساکنان، کیفیت کوچه و معابر، قیمت مسکن، مساحت قطعات، تراکم ساختمانی، دانه‌بندی بافت، تعداد افراد تحت پوشش بیمه، حاشیه نشینی، کیفیت آب آشامیدنی، ساماندهی دفع آب‌های سطحی، میزان دسترسی به نهادهای امدادرسانی و مراکز پلیس، قدمت بنا، دسترسی به مراکز درمانی، میزان پس انداز و کیفیت زیرساخت-های حیاتی تأثیرپذیرترین متغیرها در سیستم می‌باشند.

نتایج متغیرهای دارای قدرت تعیین‌کنندگی با اثرات مستقیم نشان می‌دهد که از بین ۳۱ متغیر پژوهش تعداد ۱۴ متغیر در بالای نیمساز نمودار تأثیرگذاری و تأثیرپذیری مستقیم قرار گرفته‌اند، که ازاین‌بین ۱۳ متغیر متغیرهای سطح تحصیلات، نرخ باسوادی، عملکرد نهادها، حکمروایی، تراکم جمعیت، استقلال نهادها، بستر نهادی، روابط نهادی، درصد شهرنشینی، نرخ اشتغال، مهاجرت، سطح درآمد و جمعیت فعال اثرگذاری مثبت دارند. بالاترین رتبه‌های اثرگذاری مستقیم به متغیرهای حکمروایی و عملکرد نهادها مربوط است. همچنین نتایج متغیرهای دارای قدرت تعیین‌کنندگی با اثرات غیرمستقیم نشان داد که از بین ۳۱ متغیر پژوهش تعداد ۱۴ متغیر در بالای نیمساز نمودار تأثیرگذاری و تأثیرپذیری غیرمستقیم قرار گرفته‌اند که ازاین‌بین ۱۳ متغیر سطح تحصیلات، نرخ باسوادی، جمعیت فعال، بستر نهادی، روابط نهادی، عملکرد نهادها، حکمروایی، استقلال نهادها، تراکم جمعیت، درصد شهرنشینی، نرخ اشتغال، مهاجرت و سطح درآمد دارای تأثیرگذاری مثبت هستند. بالاترین رتبه‌های اثرگذاری غیرمستقیم هم به متغیرهای استقلال نهادها و سطح تحصیلات مربوط است. در حالت کلی از میان ۳۱ متغیر بررسی‌شده این پژوهش، ۱۳ متغیر به‌عنوان متغیرهای کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری شهر تهران انتخاب شده است. متغیرهای سطح تحصیلات، نرخ باسوادی، جمعیت فعال، بستر نهادی، روابط نهادی، عملکرد نهادها، حکمروایی، استقلال نهادها، تراکم جمعیت، درصد شهرنشینی، نرخ اشتغال، مهاجرت و سطح درآمد متغیرهای کلیدی این تحقیق هستند.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

همچنین فقط متغیرهای عملکرد نهادها، تراکم جمعیت و درصد شهرنشینی در این تحقیق، نقش متغیرهای راهبردی را به دست آوردند و نحوه پراکنش متغیرها در محورهای تأثیرگذاری – تأثیرپذیری مستقیم و غیرمستقیم، نشان از ناپایداری سیستم دارد. درنهایت، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که هرگونه برنامه‌ریزی برای تاب‌آوری شهر تهران باید به نقش کلیدی و اساسی این متغیرها و عوامل توجه نمود. این متغیرها در افزایش تاب‌آوری شهر تهران دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی هستند و اولویت اول در تاب‌آور نمودن شهر تهران به‌حساب می‌آیند.

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، ۷(۱): ۱-۲۶.

اسدافروز، آیدا؛ متدین، حشمت اله؛ مثنوی، محمدرضا و منصوری، سیدامیر. (۱۳۹۹). تاب آوری محیطی در برابر مخاطرات سیلاب فروردین ۱۳۹۸ در شهر شیراز با رویکرد منظر، تئوری سیستم ها و مدل DPSIR. فصلنامه مخاطرات محیطی، ۷(۱): ۷۵-۵۵.

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(۴۷): ۷۳-۶۰.

پاشازاده، اصغر و یزدانی، محمدحسن (۱۳۹۹). شناسایی پیشران‌های کلیدی در تاب‌آوری شهر اردبیل. *فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)*، دوره ۱۰، (۲): ۱۲۹-۱۱۱.

زالی، نادر و منصوری بیرجندی، سارا (۱۳۹۴). تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل‌ونقل پایدار در افق ۱۴۰۴ کلان‌شهر تهران (روش تحلیل ساختاری). *فصلنامه برنامه‌ریزی آمایش فضا*، دوره ۱۹، (۲): ۳۱-۱.

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(۱): ۱۰۵-۸۹.

سلمانی، محمد؛ کاظمی ثانی عطاالله، نسرین؛ بدری، سید علی و مطوف، شریف (۱۳۹۵). شناسایی و تحلیل تأثیر متغیرها و شاخص-های تاب‌آوری: شواهدی از شمال و شمال شرقی تهران. *فصلنامه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، دوره ۳، (۲): ۲۲-۱.

مرکز آمار ایران. (۱۳۹۰). منتخب یافته‌های سرشماری جمعیت کشور و نفوس مسکن سال ۱۳۹۰.

AGENDA, T. I. (2002). Department of Economic and Social Affairs.

Ainuddin, S., & Routray, J. K. (2012). Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *2*, 25-36.

Allan, P., & Bryant, M. (2010, March). The critical role of open space in earthquake recovery: a case study. In *EN: Proceedings of the 2010 NZSEE Conference (2010, Nueva Zelandia)* (pp. 1-10).

Aqbelaghi, A. S., Ghorbani, M., Farhadi, E., & Shafiee, H. (2018). Environmental approach in modelling of urban growth: Tehran City, Iran. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, *15*(2), 47-56.

Available online: **https://www.laprensalatina.com/natural-disasters-caused-global-losses-of-72-billion-in-first-half-of-2022/** (accessed on 1 January 2020).

Bexell, M., & Jönsson, K. (2017, January). Responsibility and the United Nations' sustainable development goals. In *Forum for development studies* (Vol. 44, No. 1, pp. 13-29). Routledge.

Bibri, S. E., Krogstie, J., & Kärrholm, M. (2020). Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. *Developments in the built environment*, *4*, 100021.

Blaauw, S. A., & Maina, J. W. (2021). Life Cycle Inventory for Pavements-A Case Study of South Africa. *Transportation Engineering*, *3*, 100049.

Blaauw, S. A., Maina, J. W., & Grobler, L. J. (2021). Social life cycle inventory for pavements–a case study of South Africa. *Transportation Engineering*, *4*, 100060.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

Blaauw, S. A., Maina, J. W., Mturi, G. A., & Visser, A. T. (2022). Flexible pavement performance and life cycle assessment incorporating climate change impacts. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *104*, 103203.

Buckle, P., Mars, G., & Smale, S. (2000). New approaches to assessing vulnerability and resilience. *Australian Journal of Emergency Management, The*, *15*(2), 8-14.

Carter, J. G., Cavan, G., Connelly, A., Guy, S., Handley, J., & Kazmierczak, A. (2015). Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. *Progress in planning*, *95*, 1-66.

Cimellaro, G. P., Renschler, C., Reinhorn, A. M., & Arendt, L. (2016). PEOPLES: A Framework for Evaluating Resilience. Journal of Structural Engineering, 142(10).

Francis, R., & Bekera, B. (2014). A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. *Reliability engineering & system safety*, *121*, 90-103.

Holling, C. S., & Gunderson, L. H. (2002). Resilience and adaptive cycles. *In: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, *25-62*.

IFRC, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, (2016). http://www.ifrc.org/, Accessed date: 20 September 2004.

Jabareen, Y. (2013). Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities*, *31*, 220-229.

Jain, N., Burman, E., Stamp, S., Shrubsole, C., Bunn, R., Oberman, T., ... & Davies, M. (2021). Building performance evaluation of a new hospital building in the UK: Balancing indoor environmental quality and energy performance. *Atmosphere*, *12*(1), 115.

Kapucu, N., Martín, Y., & Williamson, Z. (2021). Urban resilience for building a sustainable and safe environment. *Urban Governance*, *1*(1), 10-16.

Liao, K. H. (2012). A theory on urban resilience to floods—a basis for alternative planning practices. *Ecology and society*, *17*(4).

Matyas, D., & Pelling, M. (2015). Positioning resilience for 2015: the role of resistance, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy. *Disasters*, *39*(s1), s1-s18.

Mayunga, J. S. (2007). Understanding and applying the concept of community disaster resilience: a capital-based approach. *Summer academy for social vulnerability and resilience building*, *1*(1), 1-16.

Meerow, S., & Newell, J. P. (2019). Urban resilience for whom, what, when, where, and why?. *Urban Geography*, *40*(3), 309-329.

Mitchell, T., & Harris, K. (2012). Resilience: A risk management approach. *ODI background note*, 1-7.

Motesharrei, S., Rivas, J., & Kalnay, E. (2014). Human and nature dynamics (HANDY): Modeling inequality and use of resources in the collapse or sustainability of societies. *Ecological Economics*, *101*, 90-102.

Pede, E. (2020). *Planning for Resilience: New Paths for Managing Uncertainty*. Berlin, Germany: Springer.

Prieto Velandia, J. A. (2022). Risk-based resource allocation for management and pandemic response: The COVID-19 Case in Bogotá, Colombia.

Rockefeller Foundation. (2019). 100 Resilient Cities Initiative. Available online: **http://www.100resilientcities.org** (accessed on 25 February 2019).

Rodríguez, M. I., Cuevas, M. M., Huertas, F., Martínez, G., & Moreno, B. (2015). Indicators to evaluate water sensitive urban design in urban planning. *WIT Transactions on The Built Environment*, *168*, 371-382.

Ruan, J., Chen, Y., & Yang, Z. (2021). Assessment of temporal and spatial progress of urban resilience in Guangzhou under rainstorm scenarios. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *66*, 102578.

Saemian, S. (2013). Adaptation strategies to impacts of climate change and variability on tehran water supply in 2021: an application of a decision support system (DSS) to compare adaptation strategies.

Safdari Molan, A., Farhadi, E., Saganeiti, L., & Murgante, B. (2021). Border Tourism Development Strategies in Kaleybar Compared to Regional Rivals. *Sustainability*, *13*(20), 11400.

Seifolddini, F., & Mansourian, H. (2014). Spatial-temporal pattern of urban growth in Tehran Megapole. *Journal of Geography and Geology*, *6*(1), 70.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]

Serre, D., & Heinzlef, C. (2018). Assessing and mapping urban resilience to floods with respect to cascading effects through critical infrastructure networks. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *30*, 235-243.

Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., & Krahn, J. (2007). The Delphi method for graduate research. *Journal of Information Technology Education: Research*, *6*(1), 1-21.

Sun, R., Shi, S., Reheman, Y., & Li, S. (2022). Measurement of urban flood resilience using a quantitative model based on the correlation of vulnerability and resilience. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *82*, 103344.

Swiss, R. E. (2014). Mind the risk: A global ranking of cities under threat from natural disasters. http://media. swissre.com/documents/Swiss_Re_Mind_the_risk.pdf.

Tan, X., Wu, Q., & Shao, H. (2018). Global commitments and China's endeavors to promote health and achieve sustainable development goals. *Journal of Health, Population and Nutrition*, *37*(1), 1-4.

Tobin, G. A. (1999). Sustainability and community resilience: the holy grail of hazards planning. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, *1*(1), 13-25.

UN/ISDR. (2004). 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-2004-eng.htm** (accessed on 1 January 2020).

UNDP (United Nations Development Programme). (2006). Disaster Risk Management Profile Tehran, Iran, https://www.alnap.org/system/files/content/resource/files/ main/cp-tehran-july2006.pdf.

UNFPA (United Nations Population Fund). (2014). 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, C. (2015). The human cost of natural disasters: A global perspective.

UNSD (United Nations Statistics Division). (2017). World Statistics Pocketbook, http://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=United%20Republic%20of %20Tanzania.

Wardekker, A., Wilk, B., Brown, V., Uittenbroek, C., Mees, H., Driessen, P., ... & Runhaar, H. (2020). A diagnostic tool for supporting policymaking on urban resilience. *Cities*, *101*, 102691.

Wardekker, J. A., de Jong, A., Knoop, J. M., & van der Sluijs, J. P. (2010). Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes. *Technological Forecasting and Social Change*, *77*(6), 987-998.

Wu, Y., Yu, G., & Shao, Q. (2022). Resilience benefit assessment for multi-scale urban flood control programs. *Journal of Hydrology*, *613*, 128349.

Yodmani, S. (2001). *Disaster risk management and vulnerability reduction: Protecting the poor*. New York: The Center.

Zeng, X., Yu, Y., Yang, S., Lv, Y., & Sarker, M. N. I. (2022). Urban resilience for urban sustainability: Concepts, dimensions, and perspectives. *Sustainability*, *14*(5), 2481.

Zhao, J., Liu, H., & Dong, R. (2008). Sustainable urban development: Policy framework for sustainable consumption and production. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *15*(4), 318-325.

[Downloaded from jvfc.ir on 2026-11-10]