

شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری شهری با رویکرد آینده‌نگاری

(مطالعه موردی: کلان‌شهر مشهد)

مژگان آراسته^۱، امیر باغبان^{*۲}، ساجده باغبان^۳

۱. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. استادیار گروه عمران، مجتمع آموزش عالی گناباد

۳. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه فردوسی مشهد

(دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۷ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۶)

Identification of Key Factors Affecting Urban Resilience with a Foresight Approach (Case Study: Mashhad Metropolis)

Mozhgan Arasteh¹, Amir Baghban^{*2}, Sajedah Baghban³

1. M.A. in Geography and Urban Planning, Ferdowsi University of Mashhad

2. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Gonabad Higher Education Complex

3. M.A. in Geography and Urban Planning, Ferdowsi University of Mashhad

(Received: 17/Dec/2019)

Accepted: 15/Jun/2020)

Abstract

Nowadays, disaster management theories seek to create resilient societies against natural hazards. Attention to the futuristic approach and its role and position in promoting resilience is very important. The present study has used the futuristic approach to identify the status of the resilience system of Mashhad metropolis. For this purpose, descriptive-analytical studies, documentation and questionnaires and software analysis were used. Based on the studies, 31 primary variables affecting resilience in social, economic, structural-physical and environmental dimensions were selected. Finally, based on the opinions of 30 experts, six key variables of marginalization, migration, population density and urbanization percentage from the social index group and the variables of income level and housing price from the economic index group were identified in the matrix of cross-effects of Mic Mac software. Then, after defining the favorable, median and catastrophic situations for each of the key variables and evaluating each of these situations on each other by experts, the scenario patterns of Mashhad metropolis were analyzed using the Scenario Wizard software. The results have led to the presentation and proposal of a favorable scenario and a catastrophic scenario for the future of the metropolis of Mashhad. In case of creating and providing social, economic, structural-physical and environmental infrastructures and strategic and futuristic planning in the field of financing at different levels of urban planning, a favorable scenario for the future of Mashhad metropolis will be followed. Otherwise, in the long run, with the destruction and lack of necessary infrastructure, the realization of the disaster scenario and the destruction of the elements of resilience in the metropolis of Mashhad will accelerate.

Keywords: Urban Resilience, Futuristic Research, Scenario Planning, Mashhad Metropolis.

چکیده

امروزه نظریه‌های مدیریت سوانح به دنبال ایجاد جوامع تاب‌آور در برابر مخاطرات طبیعی می‌باشند و ضرورت توجه به رویکرد آینده‌پژوهی و نقش و جایگاه آن در ارتقاء تاب‌آوری از اهمیت بسیاری برخوردار است. پژوهش حاضر با بهره‌گیری از رویکرد آینده‌نگاری به شناسایی وضعیت سیستم تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد پرداخته است. بدین منظور از مطالعات توصیفی-تحلیلی، اسنادی و پرسشنامه و تحلیل‌های نرم‌افزاری استفاده گردید. بر اساس مطالعات صورت گرفته ۳۱ متغیر اولیه تأثیرگذار بر تاب‌آوری در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، ساختاری-کالبدی و محیط‌زیستی انتخاب شده و در نهایت بر مبنای نظرات ۳۰ کارشناس، شش متغیر کلیدی حاشیه‌نشینی، مهاجرت، تراکم جمعیت و درصد شهرنشینی از گروه شاخص اجتماعی و متغیرهای سطح درآمد و قیمت مسکن از گروه شاخص اقتصادی در ماتریس اثرات متقاطع نرم‌افزار Micmac شناسایی شد. در ادامه، پس از تعریف وضعیت‌های مطلوب، میانه و فاجعه برای هر یک از متغیرهای کلیدی و ارزیابی هر یک از این وضعیت‌ها بر یکدیگر توسط متخصصان، با استفاده از نرم‌افزار Scenario Wizard به تحلیل الگوهای پیش‌روی کلان‌شهر مشهد پرداخته شد. نتایج حاصل از این تحلیل منجر به ارائه و پیشنهاد یک سناریوی مطلوب و یک سناریوی فاجعه برای آینده تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد شده است. در صورت ایجاد و تأمین زیرساخت‌های اجتماعی، اقتصادی، ساختاری-کالبدی و محیط‌زیستی و برنامه‌ریزی‌های استراتژیک و آینده‌نگرانه در عرصه تاب‌آوری در سطوح مختلف برنامه‌ریزی شهری، سناریوی مطلوب برای آینده کلان‌شهر مشهد دنبال خواهد شد. در غیر این-صورت در بلندمدت با تخریب و عدم تأمین زیرساخت‌های ضروری، تحقق سناریوی فاجعه و تخریب عناصر تاب‌آوری در کلان‌شهر مشهد سرعت می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: تاب‌آوری شهری، آینده‌پژوهی، برنامه‌ریزی سناریو، کلان‌شهر مشهد.

*Corresponding Author: Amir Baghban

E-mail: abaghban@gonabad.ac.ir

مقدمه

شهرها به عنوان پیچیده‌ترین ساخته دست بشر، همواره با خطرهای زیادی مواجه بوده‌اند (گیمنز و همکاران، ۲۰۱۶: ۱؛ شکری فیروزجاه، ۱۳۹۶: ۲۸) یکی از خطراتی که همواره و طی قرون متمادی زندگی جوامع انسانی را تهدید کرده است، وقوع بلایا و سوانحی است که در صورت ناآگاهی و نداشتن آمادگی، صدمات جبران‌ناپذیری را به ابعاد مختلف زندگی انسان‌ها اعم از حوزه‌های سکونت، اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی، روان‌شناختی و... وارد می‌کند (پورا احمد و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۱۲) لذا این امر موجب گردیده تا در نقاط مختلف جهان، ایمن‌تر نمودن شهرها و نقاط شهری، به یک چالش درازمدت اما دست‌یافتنی تبدیل شود (مارانا و همکاران، ۲۰۱۷: ۲)؛ به طوری که جوامع شهری برای بازگشت سریع به وضعیت پیش از بحران در زمان وقوع مخاطرات طبیعی بر آنند که تا حدودی از خسارات وارده بکاهدند (دونوان و وورک، ۲۰۱۷: ۳۳۳). در این میان، تاب‌آوری راهی مهم برای تقویت جوامع و شهرها با استفاده از ظرفیت‌های آنها است. تاب‌آوری در برابر بلایا یک مسئله کلیدی برای جامعه معاصر است (پروین و همکاران، ۲۰۱۶: ۲۱) که برای اولین بار توسط اتحادیه بین‌المللی راهبرد کاهش خطر سوانح در چارچوب طرح هیوگو^۱ بیان شده (مایونگا، ۲۰۰۶: ۴۳۶) و در حال حاضر به عنوان یکی از ابزارها و سیاست‌های بین‌المللی محسوب می‌شود. تاب‌آوری به عنوان میزان تخریب و زیانی که یک سیستم قادر است جذب کند بدون آنکه از حالت تعادل خارج شود، تعریف می‌شود (مارانا و همکاران، ۲۰۱۷: ۲) و به عنوان یک ایده در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی، کالبدی و نهادی مطرح است (زالی و سهرابی، ۱۳۹۷: ۴۲). تاب‌آوری به دلیل پویا بودن واکنش در مقابل مخاطرات، نوعی آینده‌نگری است و به گسترش انتخاب‌های تصمیم‌گیری برای مواجهه با عدم قطعیت و تغییر کمک می‌کند (کاظمی و عندلیب، ۱۳۹۶: ۱۳۴؛ برهمن، ۱۳۹۵: ۲). تعیین چشم‌اندازهای آینده و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت، از آن جهت که به پیش‌بینی حوادث و اتفاقات کمک می‌کند و بهره‌برداری درست از منابع و فرصت‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد، امری مهم و ضروری است (کاظم‌زاده‌هریس، ۱۳۹۴: ۲). از این رو به دلیل عدم امکان پیش‌بینی کامل آسیب‌پذیری، تاب‌آوری می‌تواند به عنوان توانایی سازگاری سیستم‌ها در برابر

تغییرات حاصل از سوانح بدون اینکه دچار شکست و از هم پاشیدن شوند، به عنوان یکی از موضوعات قابل بررسی با استفاده از تکنیک‌های آینده‌نگاری مطرح گردد. امروزه بسیاری از کشورهایی که خواهان تحولات بنیادین و جلوگیری از خسارات و تلفات ناشی از حوادث و بلایا هستند، برنامه‌ریزی‌های پابرجا و مبتنی بر طراحی سناریو با رویکرد آینده‌نگاری را محور عمده برنامه‌ریزی توسعه آتی خود قرار داده‌اند. کشور ایران به لحاظ جغرافیایی و زمین‌شناختی در زمره کشورهایی است که آسیب‌پذیری بسیار زیادی در برابر سوانح طبیعی دارد، بطوری که ۳۱/۷ درصد از جمعیت کشور در مناطق در معرض سوانح طبیعی و حدود ۷۰ درصد در مناطق در معرض خطر سیل طبیعی سکونت دارند. لذا می‌توان عنوان نمود که ایران از حیث وقوع سوانح طبیعی، در بین ده کشور اول سانحه‌خیز دنیا قرار دارد (مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۰؛ مختاری، ۱۳۹۵: ۴). کلان‌شهر مشهد مانند بسیاری دیگر از شهرهای کشور در معرض خطر حوادث و بلایا از جمله زلزله و سیل و فرونشست زمین و زمین‌لغزش و ... قرار دارد. به‌طوری‌که وجود گسل‌های فعال و توانمند در مجاورت شهر و قرارگیری در پهنه تکتونیکی کیه‌داغ و بینالود و همچنین زلزله‌های بزرگ تاریخی در مجاورت آن، گواه بر بالا بودن خطر زلزله در شهر مشهد است و همچنین به دلیل استقرار این شهر در دشت کشف‌رود و تحت تأثیر شرایط توپوگرافی، شیب و زهکشی ضعیف همیشه در اثنای بارش‌های شدید با سیلاب‌های ناگهانی یا آب‌گرفتگی بافت مواجه بوده است (مهندسین مشاور فرهاد، ۱۳۸۸: ۱۶ و ۲۲). بنابراین، مطالعه تاب‌آوری شهری به عنوان رویکردی جهت کاهش آسیب‌پذیری شهر در هنگام وقوع بحران‌ها در کلان‌شهر مشهد و شناسایی پیشران‌های کلیدی شکل‌دهی به آن در این شهر، ضرورت خواهد داشت. لذا این پژوهش جهت رسیدن به هدف شناسایی میزان تاب‌آوری شهر مشهد و کاهش آسیب‌پذیری شهر در زمان وقوع بحران‌ها، در پی یافتن پاسخ به این پرسش است که شهر مشهد به لحاظ تاب‌آوری در چه وضعیتی قرار دارد؟ و عوامل مؤثر بر شکل‌دهی آن کدام‌اند؟ در این راستا ابتدا در مرحله اول وضعیت تاب‌آوری شهری و عوامل و شاخص‌های آن و در مرحله دوم عوامل کلیدی و پیشران‌ها در وضعیت آینده تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد مورد سنجش و شناسایی قرار گرفته و در نهایت بر اساس آن سناریوسازی انجام شده است.

تاب‌آوری را می‌توان ترجمه واژه لاتین *resilire*

۱. (HFA) چارچوبی تحت عنوان برگشت‌پذیر ساختن ملت‌ها و جوامع در برابر سوانح جهت انگیزه‌بخشی بیشتر به فعالیت در سطح جهانی.

طور وسیعی به کار گرفته شده است (روستا و همکاران، ۱۳۹۶: ۳). بررسی و مطالعات در باب تاب‌آوری شهری نشانگر این واقعیت است که تاب‌آوری از جهات گوناگون قابل بررسی است و هر مطالعه با توجه به نگرش و دیدگاهی که از آن زاویه به موضوع می‌پردازد، تعاریفی از تاب‌آوری ارائه کرده است. تعریف‌های متعدد و گوناگونی از تاب‌آوری بیان شده است و آخرین آن مربوط به تعریف آکادمی ملی آمریکا (۲۰۱۲) بوده است. «تاب‌آوری اجتماع محور قابلیت پیش‌بینی خطر، محدود ساختن تأثیرات آن و بازگشت سریع به حالت قبل برای بقا، انطباق و تحول و رشد در رویارویی با تغییرات آشفته قبلی است» (مبارکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۲). همچنین تعاریف متعدد دیگری در سال‌های مختلف توسط دانشمندان ارائه شده است که به طور خلاصه در جدول ۱ قابل مشاهده است.

دانست که ترجمه آن عبارت است از «حرکت و تغییر ناگهانی» (شکری فیروزجاه، ۱۳۹۶: ۲۸؛ محمدی سرین‌دیزج و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۳؛ رمضان‌زاده و بدری، ۱۳۹۳: ۱۱۱). این مفهوم در سال ۱۹۷۳ توسط هولینگ (که از وی به عنوان پدر تاب‌آوری یاد می‌شود)، به عنوان یک اصطلاح توصیفی در اکولوژی معرفی گردید (زیاری و حسینی، ۱۳۹۵: ۱۴). هولینگ از یک شاخص گم‌شده به نام «ظرفیت تغییر» استفاده کرد که پایه و اساس تفکر تاب‌آوری است (زنگنه شهرکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۸۴). از آن پس تاب‌آوری به‌طور گسترده‌ای در زمینه‌های علمی مختلف مانند مدیریت بحران، روانشناسی و اکولوژی مورد استفاده قرار گرفته است (لئون و مارچ^۱، ۲۰۱۴: ۲۵۱). تایمرمن (۱۹۸۱) نخستین فردی بود که مفهوم تاب‌آوری را در حوزه‌ی بلایا و مخاطرات مطرح کرد. این مفهوم پس از پذیرش چهارچوب کاری هیوگو برای دوره‌ی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۵ به

جدول ۱. تعاریف تاب‌آوری

هولینگ ۱۹۲۷: تلاوم روابط میان یک سیستم، اندازه‌ای از توانایی یک سیستم برای جذب متغیرهای ثابت، محرک، پارامترها و همچنین تلاوم داشتن.
میلتی^۱ ۱۹۹۹: تاب‌آوری توانایی یک مکان برای تحمل یا غلبه بر آسیب، کاهش بهره‌وری و کاهش کیفیت زندگی در نتیجه وقوع یک حادثه شدید و بدون دریافت کمک‌های فراوان از خارج از آن جامعه است.
کلین ۲۰۰۳: توانایی یک سیستم که فشار را تجربه نموده و به حالت اولیه خود بازگشته است. به طور دقیق‌تر مقدار اختلالی که یک سیستم می‌تواند جذب نماید و همچنان در همان موقعیت باقی بماند و درجه‌ای که یک سیستم قادر به خودتنظیمی است.
مانینا ۲۰۰۶: تاب‌آوری در برابر سوانح را می‌توان ظرفیت ذاتی سیستم، اجتماع یا جامعه دانست.
مینچل و هریس^۱ ۲۰۱۲: تاب‌آوری، ایستادگی، بازیابی یا سازگاری تحت تأثیر یک شوک و یا تغییر ناگهانی می‌باشد.
کیوتم و الجباری^۱ ۲۰۱۵: تاب‌آوری به ظرفیت سیستم‌های اکولوژیکی برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرآیندها و ساختارهای اساسی مهم جامعه تعریف شده است.
گرازیونو و ریزیو^۱ ۲۰۱۶: تاب‌آوری توانایی رو به رو شدن با حادثه ناگهانی و سازش با مشکلات به‌وجود آمده می‌باشد.

منبع: ملکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۹۶؛ فرزادبهنش و همکاران، ۱۳۹۲.

کلان‌شهر و همچنین توجه به امر رشد و توسعه اقتصادی مهم‌ترین موارد قابل توجه در زمینه دستیابی به سناریوی مطلوب با رویکرد آینده‌پژوهی هستند. فرجی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی ابعاد تاب‌آوری را در مقیاس منطقه‌ای در شهرستان‌های استان خوزستان بررسی کرده‌اند. با استفاده از روش‌های آنتروپی شانون و واسپاس، در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، زیرساختی- خدماتی، بهداشتی- درمانی و محیطی، شهرستان‌های استان رتبه‌بندی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که شهرستان اهواز اولین رتبه و شهرستان آغاچاری پایین‌ترین رتبه را به لحاظ تاب‌آوری کسب کرده‌اند. شکری‌فیروزجانه (۱۳۹۶) میزان تاب‌آوری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی را در قالب ۴ بُعد، ۶۶ شاخص و ۹۶ زیرشاخص با استفاده از مدل ویکور بررسی نموده است. نتایج نشان می‌دهد که در بین ابعاد مختلف تاب‌آوری شهری در مناطق ۱۲ گانه شهر بابل، ابعاد کالبدی و سپس اجتماعی وضعیت مناسب‌تری دارند ولی به‌طور کلی حدود ۴۵ درصد مناطق مورد بررسی در شهر دارای عدم تاب‌آوری و تاب‌آوری پایین می‌باشند. با توجه به اهمیت و ضرورت موضوع تاب‌آوری در شهر، تاکنون پژوهش‌های متعددی در داخل و خارج از کشور در ابعاد مختلف آن انجام شده است. در این پژوهش ضمن بهره‌گیری از نتایج سایر تحقیقات، با در نظر گرفتن نقش تأثیرگذار پژوهش‌های آینده‌پژوهانه در آینده و تصمیمات مربوط به شهر با شناسایی نیروهای پیشران در بحث تاب‌آوری در نرم‌افزار آینده‌پژوهی Micmac، با وارد کردن آن‌ها در محیط نرم‌افزار Scenario Wizard، به ارائه سناریوهایی در طیف مطلوب تا نامطلوب اقدام شده است.

داده‌ها و روش کار

جامعه آماری در این پژوهش، شهر مشهد است که به عنوان مرکز استان خراسان رضوی با ۲۱۳ کیلومتر مربع مساحت، در شمال شرق ایران و در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۴۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۴۵ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۴۱ درجه و ۸ دقیقه واقع است. ارتفاع شهر از سطح دریا ۹۸۵ متر و فاصله آن از تهران ۹۶۶ کیلومتر است. وسعت آن حدود ۳۵ هکتار و جمعیت آن حدود ۳ میلیون نفر می‌باشد. شهر مشهد به عنوان اولین کلان‌شهر مذهبی ایران و دومین آن‌ها در جهان از جایگاه ویژه‌ای به لحاظ وسعت، جمعیت و اهمیت در مقیاس جغرافیایی و اداری برخوردار است.

آنچه در مورد تاب‌آوری در همه تعاریف مشترک است و باید مد نظر قرار گیرد توانایی یا ظرفیت جذب اختلال و خطر، توانایی سازگاری با تغییر و بهبود، همچنین حفظ ویژگی‌ها و ساختارهای ذاتی سیستم است و اینکه تاب‌آوری بیشتر به منزله یک توانایی یا جریان دیده شده است تا یک نتیجه.

در حوزه تاب‌آوری شهری پژوهش‌های متعددی انجام شده است که هر کدام تاب‌آوری را از ابعاد مختلفی بررسی کرده‌اند. اما بنا به اهمیت موضوع تاب‌آوری، لزوم تحقیقات بیشتر ضروری می‌نماید. در این خصوص مقدس و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «رویکرد چند معیاره برای ارزیابی انعطاف‌پذیری در برابر سیلاب شهری در تهران»، با استفاده از مدل‌های چندمعیاره AHP و TOPSSIS مناطق شهری تهران را بر اساس سطوح تاب‌آوری آن‌ها رتبه‌بندی کرده‌اند. نتایج بیانگر آن بوده است که منطقه ۶ و ۲۲ بیشترین سطح تاب‌آوری و منطقه یک کمترین سطح را داشته‌اند. ادووا^(۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به دنبال پاسخ برای این سوال بوده است که آیا یک شهر آینده می‌تواند انعطاف‌پذیری و پایداری شهری را افزایش دهد؟ آنها تحلیلی اکولوژی سیاسی در شهر آتلانتیک شمالی نیجریه انجام داده و به این نتیجه رسیده‌اند که در حالی که سازمان ملل متحد ممکن است وعده کاهش طوفان‌های کوتاه‌مدت در جزیره ویکتوریا را داده باشد، در درازمدت، مفهوم فیزیکی، اقتصادی، سیاسی و اجتماعی- فرهنگی «لاگوس» را به طور خاص برای جوامع حاشیه‌ای و نسل‌های آینده شکل می‌دهد. بیلین و ویلکینسون (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان حکمرانی جهت تاب‌آوری شهرها، با روش توصیفی- تحلیلی به بررسی علل انحطاط ساختار اجتماعی و رابطه ساختار اجتماعی و وقایع زیست‌محیطی در استرالیا پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داده است که نقاط قوت و ضعف سیاست‌ها و پروژه‌ها و در برخی موارد فرآیندهای بالقوه دگرگون‌شونده، ساخت تاب‌آوری اجتماعی- زیست‌محیطی را برای تحقیقات آینده تشویق می‌کنند. امانپور و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای به سنجش تاب‌آوری شهری و تدوین استراتژی‌های مبتنی بر سناریو با ترسیم تصاویری از آینده در شهر اهواز پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که تاب‌آوری کلان‌شهر اهواز کمتر از حد متوسط است. این امر گویای شرایط نامناسب این کلان‌شهر از نظر تاب‌آوری می‌باشد و افزایش متعادل جمعیت و تعادل در ورود مهاجرین به این

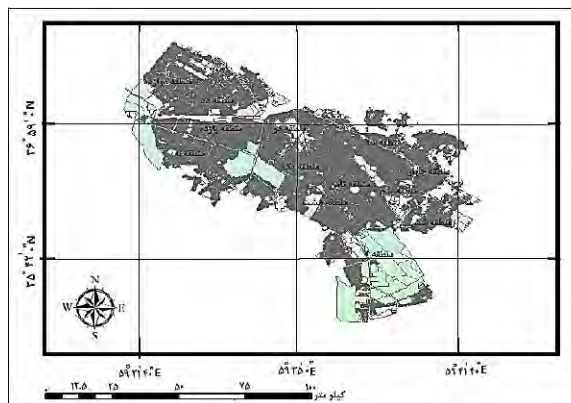
مطلوب‌ترین تا فاجعه‌بارترین وضعیت ممکن، در چارچوب سناریوهای میانه، مطلوب و فاجعه‌ارائه گردید.

نرم‌افزار Micmac به منظور سهولت انجام تحلیل ساختاری طراحی شده است که مخفف فرانسوی «ماتریس ضرایب تحلیل اثر متقاطع به منظور طبقه‌بندی» است. این نرم‌افزار برای انجام محاسبات پیچیده ماتریس تحلیل اثر متقاطع طراحی شده است (زالی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۰). عملکرد این نرم‌افزار بدین‌گونه است که ابتدا متغیرها و مؤلفه‌های مهم در حوزه مورد نظر را شناسایی کرده و سپس آن‌ها را در ماتریس اثرات وارد کرده و میزان ارتباط میان این متغیرها با هم توسط خبرگان تشخیص داده می‌شود (پورمحمدی و طورانی، ۱۳۹۶: ۹۸). میزان ارتباط متغیرها با اعداد بین صفر تا سه سنجیده می‌شود. اگر تعداد متغیرهای شناسایی شده n متغیر باشد، یک ماتریس $n \times n$ از روابط بین متغیرها به دست می‌آید (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۶). خروجی مدل تحلیل اثر متقابل، روابط بین متغیرها را نشان می‌دهد که نرم‌افزار Micmac قابلیت تبدیل روابط به شکل‌ها و نمودارهای ویژه را داراست و با امکانات خود تحلیل آسان روابط و ساختار سیستم را امکان‌پذیر می‌کند (زالی و همکاران، ۱۳۹۴).

نرم‌افزار Scenario Wizard نیز بر اساس روش تحلیل اثرات متقابل به بررسی سیستم‌های مورد مطالعه می‌پردازد. این نرم‌افزار علاوه بر نمایش ماتریس اثرگذاری و اثرپذیری و شبکه روابط مستقیم و غیرمستقیم عوامل بر یکدیگر با قابلیت‌های Micmac مشترک است، سناریوهای دارای هم‌افزایی و هم‌بستگی بالاتر را نیز معرفی می‌کند. بدین ترتیب که با نمره‌دهی به حالات مختلف هر عامل، ترکیب‌های مختلف حالات عوامل را بررسی می‌کند و بهترین سناریو را در قالب سناریوهای برتر معرفی می‌کند (تقوایی و حسینی‌خواه، ۱۳۹۶: ۱۵).

شرح و تفسیر نتایج

در این بخش متغیرهای استخراج شده بر اساس مرور مبانی نظری با بهره‌گیری از روش تحلیل اثرات متقابل در نرم‌افزار Micmac بررسی و تحلیل شده‌اند. بدین منظور از ماتریسی به ابعاد 31×31 ، شامل ۴ شاخص اجتماعی، اقتصادی،



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸).

نوع تحقیق حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی است. اطلاعات لازم بر اساس ماهیت تحقیق به دو شیوه کتابخانه‌ای و پرسشنامه‌ای گردآوری شده است. برای جمع‌آوری داده‌ها و شناسایی متغیرهای اولیه، پس از بررسی منابع مطالعاتی مختلف، در نهایت ۳۱ متغیر جهت ارزیابی انتخاب شدند. با توجه به این که برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Micmac و Scenario Wizard استفاده می‌شود، پرسشنامه به صورت ماتریس اثرات متقابل تنظیم و به پیمایش نظرات کارشناسان و متخصصان پرداخته است. برای شناسایی عوامل کلیدی توسط نرم‌افزار Micmac، پس از شناسایی عوامل تأثیرگذار در تاب‌آوری شهر مشهد، پرسشنامه تأثیرات متقابل طراحی و روایی آن توسط کارشناسان تأیید شد. سپس با استناد به منابع مختلف تعداد ۳۰ پرسشنامه بین اساتید و کارشناسان آگاه به مسائل شهری (۱۵ نفر از کارشناسان اجرایی و ۱۵ نفر از اساتید دانشگاهی) توزیع گردید و سپس از آن‌ها خواسته شد تا در چارچوب ماتریس اثرات متقاطع، متغیرها را بر مبنای میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها با اعدادی در طیف ۰ تا ۳ که در آن صفر به منزله بدون تأثیر، یک به منزله تأثیر ضعیف، دو به منزله تأثیر متوسط، سه به معنی تأثیر زیاد و P به معنای اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم به صورت بالقوه هستند، بسنجند. پس از امتیازدهی شاخص‌ها بر حسب میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها در قالب ماتریس اثرات متقاطع، با محاسبه میزان ضریب پرشدگی داده‌ها، صحت ابزار گردآوری داده‌ها سنجیده شده است و با توجه به ماتریس به دست آمده متغیرهای کلیدی پژوهش شناسایی شدند. در گام بعدی پس از شناسایی نیروهای پیشران کلیدی، با وارد کردن آن‌ها در محیط نرم‌افزار Scenario Wizard، سناریوهای سازگار با سیستم در طیفی از

۵۲۸ رابطه (تأثیر‌گذاری و تأثیرپذیری) ارزیابی شده در این جدول، ۴۳۳ رابطه دارای ارزش صفر (بدون اثر)، ۲۴۰ رابطه، دارای ارزش یک (اثرگذاری کم)، ۱۸۰ رابطه دارای ارزش دو (اثرگذاری متوسط) و ۱۰۸ رابطه دارای ارزش سه (اثرگذاری شدید) هستند. ضریب پرشدگی این جدول برابر ۵۴/۹۴ درصد است، و این حاکی از آن است که بیش از ۵۵ درصد از عوامل انتخاب شده بر همدیگر تأثیر داشته‌اند.

ساختاری-کالبدی و محیط‌زیستی و ۳۱ متغیر استفاده شد تا وضعیت هر یک از متغیرها در سیستم مشخص گردد. از پاسخ‌دهندگان درخواست شد که بر اساس وضعیت شهر مشهد، وضعیت متغیرها را با طیف موردنظر تکمیل نمایند. اولین گام ارائه نتایج تحلیل، جدول ویژگی‌های تأثیرگذاری مستقیم عوامل است. اندازه این جدول برای ۳۱ عامل شناخته شده ۳۱*۳۱ است که در دو دور چرخش آماری داده‌ها، از مجموع

جدول ۲. ویژگی‌های ماتریس اولیه

ابعاد ماتریس	تعداد تکرار	تعداد صفرها	تعداد یک‌ها	تعداد دوها	تعداد سه‌ها	جمع	درجه پرشدگی
۳۱*۳۱	۲	۴۳۳	۲۴۰	۱۸۰	۱۰۸	۵۲۸	۵۴٪/۹۴

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

کیفیت آب آشامیدنی (I2) با ضریب تأثیرگذاری ۹، تعداد افراد تحت پوشش بیمه (S6) با ضریب تأثیرگذاری ۱۱ و کیفیت هوا (I3) با ضریب تأثیرگذاری ۱۲ است. همچنین متغیرهای مهاجرت (S2)، تراکم جمعیت (S7)، درصد شهرنشینی (S8) و حاشیه‌نشینی (S1)، به ترتیب با امتیازهای ۵۴، ۵۲، ۴۸ و ۴۵ دارای بیشترین تأثیرپذیری در مقایسه با سایر متغیرها بوده‌اند و کمترین میزان تأثیرپذیری مربوط به متغیرهای میزان دسترسی به نهادهای امداد‌رسانی و مراکز پلیس (F4) با ضریب ۷، ساماندهی دفع آب‌های سطحی (I4) با ضریب ۱۳ و دسترسی به مراکز درمانی (F2) با ضریب ۱۴ است.

در ادامه در چارچوب جدول ۳، دسته‌بندی متغیرها به همراه جمع مقادیر ارزش‌گذاری شده در سطرها و ستون‌های ماتریس متقاطع به ازای هر متغیر بیان شده است. جمع مقادیر هر سطر بیان‌کننده میزان اثرگذاری و مقادیر هر ستون نشان‌دهنده میزان تأثیرپذیری آن متغیر است. بر همین اساس متغیر حاشیه‌نشینی (S1) با امتیاز ۶۴ دارای بیشترین ضریب تأثیرگذاری بر دیگر متغیرها بوده است و پس از آن مهاجرت (S2) با ۶۳، سطح درآمد (E3) با ۵۵ و درصد شهرنشینی (S8) با ۵۲ در رتبه‌های بعدی میزان تأثیرگذاری قرار گرفته‌اند. در مقابل، کمترین میزان تأثیرگذاری به ترتیب مربوط به متغیر تعداد واحد تحت پوشش بیمه (E8) با ضریب تأثیرگذاری ۴،

جدول ۳. تأثیرپذیری و تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم شاخص‌ها

ردیف	شاخص	متغیر	علامت اختصاری	MDI		MII	
				جمع ستون‌ها (تأثیرپذیری مستقیم)	جمع سطرها (تأثیرگذاری غیرمستقیم)	جمع ستون‌ها (تأثیرپذیری مستقیم)	جمع سطرها (تأثیرگذاری غیرمستقیم)
۱	اجتماعی	حاشیه نشینی	S1	۶۴	۴۵	۴۷۴۲۵	۵۸۱۷۹۹
۲		مهاجرت	S2	۶۳	۵۴	۵۱۶۶۹	۶۲۷۵۸
۳		نرخ باسوادی	S3	۳۶	۲۶	۲۶۷۰۳	۴۱۹۳۶
۴		نسبت سنی - جنسی	S4	۲۸	۲۹	۳۰۳۰۲	۳۱۵۲۰
۵		سطح تحصیلات	S5	۴۰	۲۴	۲۵۰۶۸	۴۵۶۳۴
۶		تعداد افراد تحت پوشش بیمه	S6	۱۱	۱۶	۱۷۰۰۹	۱۲۵۶۴
۷		تراکم جمعیت	S7	۳۶	۵۲	۵۲۹۴۶	۳۳۶۱۰

۴۳۳۹۵	۵۲۵۲۹	۴۸	۵۲	S8	درصد شهرنشینی		۸
۲۷۳۱۸	۴۷۱۷۶	۲۶	۳۷	E1	نرخ اشتغال	اقتصادی	۹
۲۷۲۳۰	۴۰۹۶۶	۲۷	۳۲	E2	جمعیت فعال		۱۰
۳۳۷۱۵	۵۸۹۸۴	۳۱	۵۵	E3	سطح درآمد		۱۱
۴۲۶۴۲	۲۸۴۴۶	۴۰	۲۵	E4	مالکیت ساکنان		۱۲
۲۴۰۶۱	۴۵۲۲۹	۲۳	۳۹	E5	میزان پس انداز		۱۳
۴۶۹۸۷	۴۶۱۰۹	۴۱	۴۴	E6	قیمت مسکن		۱۴
۲۵۶۷۸	۵۱۷۷۷	۲۳	۴۶	E7	میزان تورم		۱۵
۳۰۸۲۱	۵۰۷۹	۲۷	۴	E8	تعداد واحدهای تحت پوشش بیمه		۱۶
۲۱۴۹۵	۲۰۰۳۹	۲۰	۲۰	F1	کیفیت کوچه و معابر	ساختاری کالبدی	۱۷
۱۶۷۴۴	۲۰۵۶۸	۱۴	۱۸	F2	دسترسی به مراکز درمانی		۱۸
۴۰۲۲۶	۳۱۸۲۹	۳۸	۲۸	F3	دانه بندی بافت		۱۹
۱۰۱۴۱	۱۳۸۳۵	۷	۱۳	F4	میزان دسترسی به نهادهای امداد رسانی و مراکز پلیس		۲۰
۴۹۱۴۹	۲۶۶۰۲	۴۴	۳۰	F5	تراکم ساختمانی		۲۱
۴۷۶۱۳	۲۱۷۰۶	۴۴	۱۸	F6	مساحت قطعات		۲۲
۳۹۵۲۵	۲۱۴۲۰	۳۳	۲۴	F7	قدمت بنا		۲۳
۲۶۵۵۵	۲۷۸۸۸	۲۳	۲۸	F8	کیفیت زیرساخت‌های حیاتی		۲۴
۲۲۵۰۷	۲۲۵۸۲	۱۷	۲۳	II	دسترسی به فضای باز و پارک	محیط زیستی	۲۵
۱۷۹۷۸	۱۲۳۵۱	۱۶	۹	I2	کیفیت آب آشامیدنی		۲۶
۳۳۶۵۴	۱۵۵۶۰	۳۰	۱۲	I3	کیفیت هوا		۲۷
۱۵۲۸۱	۱۸۱۷۲	۱۳	۱۷	I4	ساماندهی دفع آبهای سطحی		۲۸
۲۴۲۲۸	۴۰۰۵۳	۲۳	۴۰	I5	توجه به اقلیم در ساخت و ساز		۲۹
۳۵۵۳۵	۱۷۸۷۲	۳۴	۱۸	I6	میزان خطر زلزله		۳۰
۳۳۶۵۳	۱۳۶۶۰	۳۴	۱۴	I7	میزان خطر سیل		۳۱
۹۲۴	۹۲۴	۹۲۴	۹۲۴		مجموع		

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

وضعیت پایداری و ناپایداری سیستم بدست آورد. به این صورت که چنانچه پراکنش عوامل به صورت L باشد سیستم پایدار

بررسی وضعیت پایداری و ناپایداری سیستم جهت تحلیل ماتریس اثرات متقاطع ابتدا باید درک کلی از

است و در غیر این صورت سیستم ناپایدار است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود پراکنش عوامل به صورت صفحه‌ای بوده که گویای حالت ناپایدار سیستم است.

تحلیل اثر وابستگی مستقیم و پراکنندگی شاخص‌ها

ماتریس نهایی برگرفته از پژوهش، شامل پنج ناحیه مهم و اساسی است که به صورت موارد ذکر شده در زیر قابل شناسایی و تفکیک هستند:

ناحیه اول (پیشران‌های شگفت‌انگیز): این ناحیه نشان‌دهنده مهم‌ترین و تأثیرگذارترین عوامل در میزان تاب‌آوری شهر مشهد است، یعنی محور اصلی برنامه‌ریزی جهت افزایش تاب‌آوری شهر مشهد باید حول این عوامل باشد. در واقع میزان تأثیرگذاری این عوامل به مراتب بالاتر از میزان تأثیرپذیری آن‌ها بوده و به عنوان بحرانی‌ترین عوامل وضعیت سیستم تلقی شده و تغییرات سیستم، وابسته به آنها است. این متغیرها همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شوند عبارتند از: میزان تورم، میزان پس‌انداز و نرخ اشتغال از گروه شاخص اقتصادی، متغیرهای سطح تحصیلات و نرخ باسوادی از گروه شاخص اجتماعی و توجه به اقلیم در ساخت‌وساز از شاخص محیط‌زیستی. شاخص‌های شناسایی شده در این ناحیه متغیرهای ورودی سیستم محسوب می‌شوند و توسط سیستم قابل کنترل نیستند زیرا خارج از سیستم قرار داشته و به صورت شاخص‌های اثبات عمل می‌نمایند.

ناحیه دوم (متغیرهای دو وجهی یا حد وسط): نشان‌دهنده متغیرهایی هستند که هم تأثیرپذیری و هم تأثیرگذاری بالایی دارند و یا اصطلاحاً به آنها عوامل حد وسط نیز گفته می‌شود. به عبارت دیگر وضعیت این عوامل و تأثیرگذاریشان هم در گرو بسیاری از عوامل دیگر است و هم خود تأثیرگذاری بالایی دارند و هر عملی روی آن‌ها، در متغیرهای دیگر نیز تغییر ایجاد خواهد کرد و بنابراین از حساسیت بالایی برخوردارند و نیازمند نظارت و کنترل مداوم هستند. این عوامل طبق شکل ۲ شامل دو متغیر سطح درآمد و قیمت مسکن از گروه شاخص اقتصادی و چهار متغیر حاشیه‌نشینی، مهاجرت، درصد شهرنشینی و تراکم جمعیت از گروه شاخص اجتماعی می‌گردد.

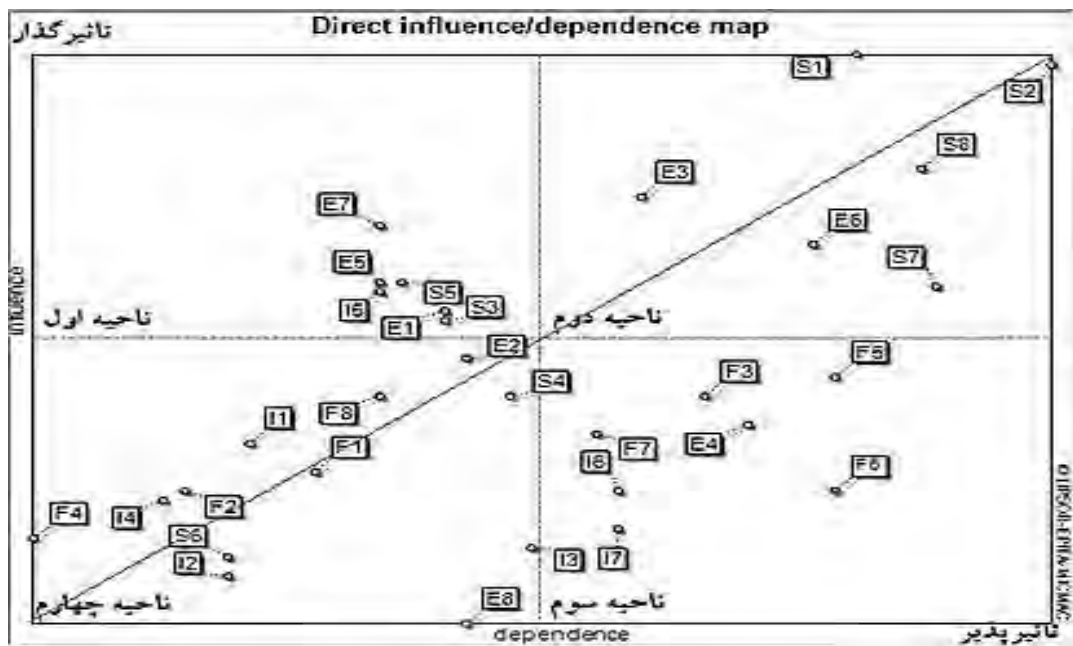
همچنین عوامل ناحیه دو، خود به دو دسته عوامل ریسک و هدف تقسیم می‌شوند که عوامل ریسک در حول و

حوش خط قطری ناحیه دوم قرار دارند و از ظرفیت بالایی جهت تبدیل شدن به بازیگران کلیدی سیستم برخوردارند و در این پژوهش شامل قیمت مسکن، درصد شهرنشینی و مهاجرت هستند. عوامل هدف نیز در زیر خط قطری ناحیه دوم واقع شده و بیش از آن که تأثیرگذار باشند تأثیرپذیرند و به عنوان نتایج تکامل سیستم معرفی می‌شوند. در واقع با دست‌کاری این عامل، می‌توان به تغییرات و تکامل سیستم در جهت مورد نظر دست یافت. تراکم جمعیت به عنوان تنها شاخص هدف در سیستم تعیین می‌گردد.

ناحیه سوم (متغیرهای وابسته): نشان‌دهنده عواملی است که دارای میزان تأثیرگذاری پایین و تأثیرپذیری بالایی هستند. بنابراین این عوامل نسبت به تغییر و تکامل عوامل تأثیرپذیر و دو وجهی بسیار حساس و وابسته هستند. متغیرهای تراکم ساختمانی، دانه‌بندی بافت، قدمت بنا و مساحت قطعات از شاخص ساختاری کالبدی و متغیرهای میزان خطر زلزله و میزان خطر سیل از شاخص محیط‌زیستی و متغیر مالکیت ساکنان از شاخص اقتصادی، متغیرهای وابسته در این پژوهش هستند.

ناحیه چهارم (متغیرهای مستقل یا قابل چشم‌پوشی): این ناحیه نشان‌دهنده متغیرهایی است که هم میزان تأثیرگذاری و هم میزان تأثیرپذیری کمی دارند. در واقع این دسته متغیرها در قیاس با دیگر متغیرها اصطلاحاً خودمختار یا مستقل عمل می‌کنند، در نتیجه تأثیر کمی بر رفتار آینده سیستم دارند. طبق منطق مدل میک‌مک برای ساده‌تر شدن جهت برنامه‌ریزی بر روی متغیرهای کلیدی می‌توان از آنها چشم‌پوشی کرد. این عوامل عبارتند از: جمعیت فعال، نسبت سنی - جنسی، کیفیت زیرساخت‌های حیاتی، دسترسی به فضای باز و پارک، کیفیت کوچه و معابر، دسترسی به مراکز درمانی، ساماندهی دفع آب‌های سطحی، میزان دسترسی به نهادهای امدادرسانی و مراکز پلیس، تعداد افراد تحت پوشش بیمه، کیفیت هوا و تعداد واحدهای تحت پوشش بیمه.

ناحیه پنجم (متغیرهای خوشه‌ای یا نامعین): متغیرهای این ناحیه عمدتاً به یکی از چهار ناحیه دیگر تمایل دارند اما سیستم، توانایی تصمیم‌گیری قطعی برای آنها ندارد، بنابراین از نظر سیستم، آنها وضعیت نامعینی در آینده دارند. متغیرهای نرخ باسوادی، جمعیت فعال، نسبت سنی - جنسی و کیفیت هوا را می‌توان جزو این دسته دانست.

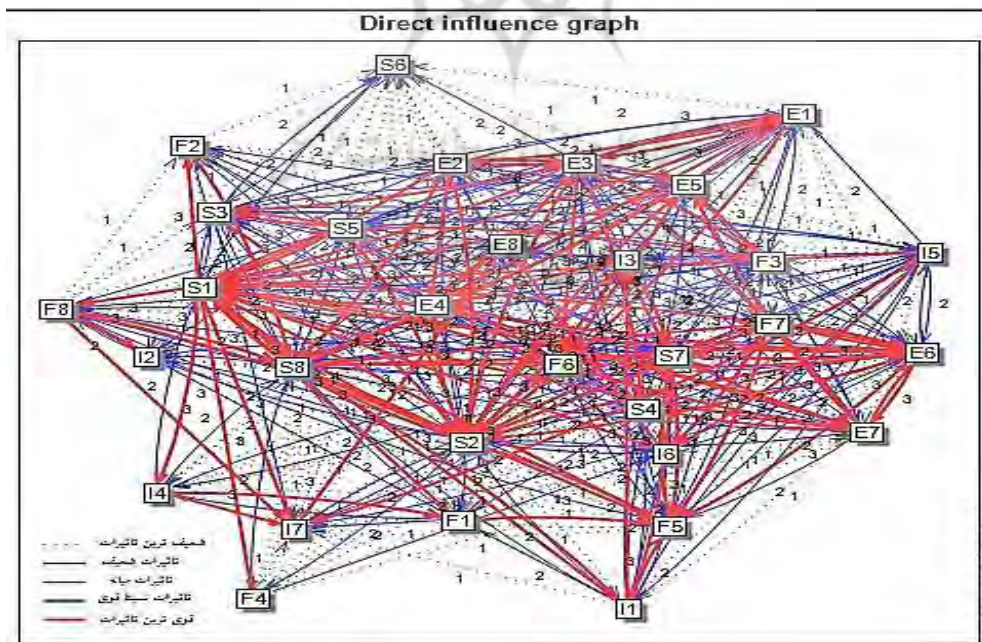


شکل ۲. نمودار تحلیل اثر وابستگی مستقیم تاب‌آوری شهری در کلان‌شهر مشهد

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

تأثیرگذاری شاخص‌ها به صورت ضعیف‌ترین تأثیرات، تأثیرات ضعیف، تأثیرات میانه، تأثیرات قوی و قوی‌ترین تأثیرات قابل مشاهده است.

در نهایت شکل ۳، نمایشی گرافیکی از متغیرهای مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در این شکل تأثیرات مستقیم متغیرها بر سایر متغیرهای سیستم مشخص شده است. چگونگی



شکل ۳. تحلیل اثر وابستگی مستقیم در تاب‌آوری شهری کلانشهر مشهد

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

قیمت مسکن، از گروه شاخص اقتصادی به عنوان متغیرهای حد وسط شناسایی شده‌اند که در بین آنها متغیر قیمت مسکن عامل هدف در این نمودار است.

ناحیه سوم (متغیرهای وابسته): علاوه بر متغیرهای تراکم ساختمانی، دانه‌بندی بافت، قدمت بنا، مالکیت ساکنان، میزان خطر زلزله، مساحت قطعات و میزان خطر سیل که در ماتریس تأثیرات مستقیم در این ناحیه قرار داشتند، متغیرهای تراکم جمعیت و کیفیت هوا نیز از جمله متغیرهای وابسته در ماتریس تأثیرات غیرمستقیم هستند.

ناحیه چهارم (متغیرهای مستقل یا قابل چشم‌پوشی):

در این ماتریس نیز متغیرهای جمعیت فعال، نسبت سنی-جنسی، کیفیت زیرساخت‌های حیاتی، دسترسی به فضای باز و پارک، کیفیت کوچه و معابر، دسترسی به مراکز درمانی، ساماندهی دفع آب‌های سطحی، میزان دسترسی به نهادهای امداد رسانی و مراکز پلیس، تعداد افراد تحت پوشش بیمه، کیفیت هوا و تعداد واحدهای تحت پوشش بیمه متغیرهای مستقل سیستم هستند.

ناحیه پنجم (متغیرهای خوشه‌ای یا نامعین): در ماتریس

تأثیرات غیرمستقیم، متغیرهایی که در ناحیه پنجم قرار گرفته‌اند کمتر هستند که می‌توان تراکم جمعیت و نسبت سنی-جنسی از گروه شاخص اجتماعی و متغیر تعداد واحدهای تحت پوشش بیمه از گروه شاخص اقتصادی را نام برد.

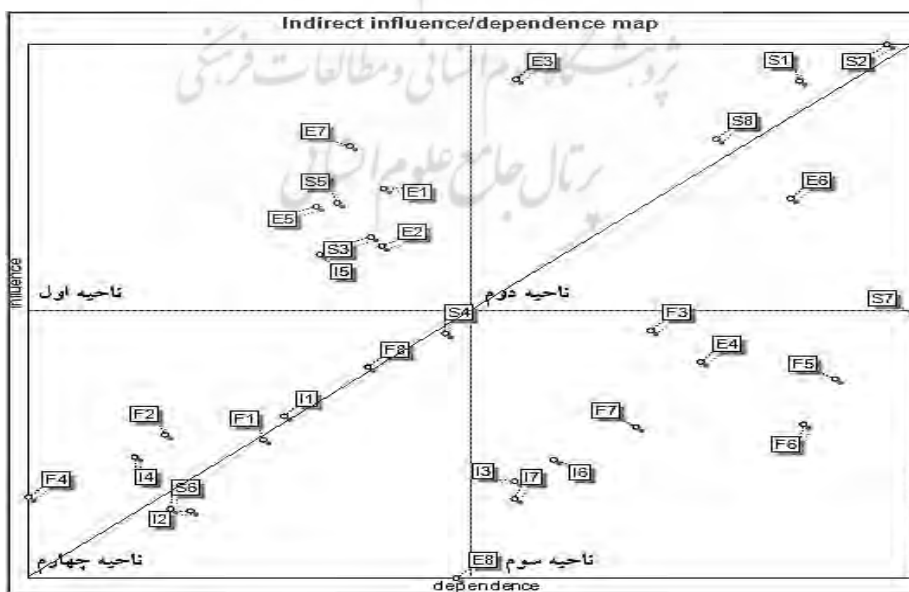
تحلیل اثر وابستگی غیرمستقیم و پراکنندگی شاخص‌ها
در ماتریس تأثیرات غیرمستقیم، هر یک از شاخص‌ها توسط نرم‌افزار به توان‌های ۲، ۳، ۴، ۵ و ... رسانده شده است و بر این اساس، تأثیرات غیرمستقیم عوامل سنجیده می‌شوند. طبق اطلاعات بدست آمده متغیر مهاجرت (S2) دارای بیشترین تأثیرگذاری و متغیر تعداد واحدهای تحت پوشش بیمه (E8) دارای کمترین تأثیرگذاری هستند. در مقابل، متغیر تراکم جمعیت (S7) بیشترین تأثیرپذیری و میزان دسترسی به نهادهای امداد رسانی و مراکز پلیس (F4) کمترین میزان تأثیرپذیری را در سیستم دارند.

ناحیه اول (پیشران‌های شگفت‌انگیز): شکل ۴ نشان

می‌دهد که در ماتریس تأثیرات غیر مستقیم، چهار متغیر میزان تورم، میزان پس‌انداز، نرخ اشتغال و جمعیت فعال از گروه شاخص اقتصادی و دو متغیر سطح تحصیلات و نرخ باسوادی از گروه شاخص اجتماعی و متغیر توجه به اقلیم در ساخت‌وساز از گروه محیط‌زیستی تأثیرگذارترین شاخص‌ها در سیستم هستند. متغیرهای شناسایی شده متغیرهای ورودی سیستم محسوب می‌شوند و توسط سیستم قابل کنترل نیستند زیرا خارج از سیستم قرار داشته و به صورت شاخص‌های باثبات عمل می‌نمایند.

ناحیه دوم (متغیرهای دو وجهی یا حد وسط):

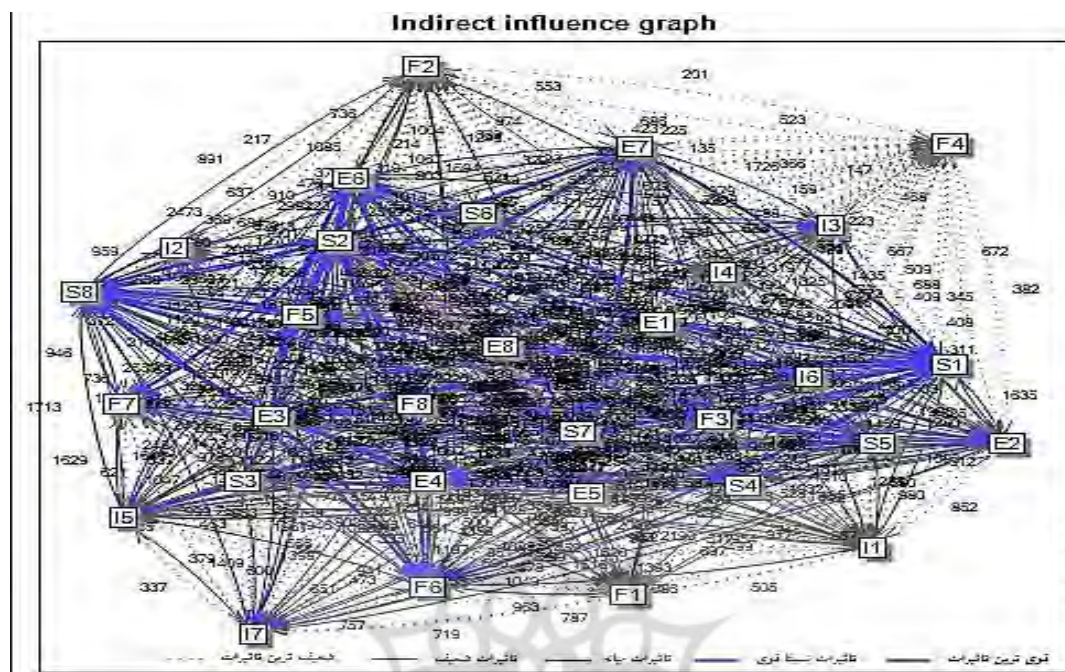
شاخص‌های حاشیه‌نشینی، مهاجرت و درصد شهرنشینی، از گروه شاخص اجتماعی به عنوان عوامل ریسک و سطح درآمد و



شکل ۴. نمودار تحلیل اثر وابستگی غیرمستقیم تاب‌آوری شهری در کلان‌شهر مشهد

صورت ضعیف‌ترین تأثیرات، تأثیرات ضعیف، تأثیرات میانه، تأثیرات قوی و قوی‌ترین تأثیرات قابل مشاهده است.

همچنین در شکل ۵، تأثیرات غیرمستقیم شاخص‌های سیستم مشخص شده است. چگونگی تأثیرگذاری شاخص‌ها به



شکل ۵. تحلیل اثر وابستگی غیرمستقیم در تاب‌آوری شهری کلان‌شهر مشهد

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

قابل قبولی دارند. از این رو متغیرهایی که در ناحیه دوم و در اطراف قطر اصلی ماتریس قرار گرفته‌اند به عنوان متغیرهای کلیدی و استراتژیک انتخاب شده‌اند که شامل متغیرهای حاشیه‌نشینی، مهاجرت، تراکم جمعیت و درصد شهرنشینی از گروه شاخص اجتماعی و متغیرهای سطح درآمد و قیمت مسکن از گروه شاخص اقتصادی هستند.

تولید سناریوهای تاب‌آور با رویکرد آینده‌نگرانه

پس از شناسایی متغیرهای پیشران کلیدی در شهر مشهد، به منظور سناریونگاری در این مرحله، از کارشناسان متخصص نظرخواهی شد و در نهایت با جمع‌بندی آن‌ها ۱۸ وضعیت محتمل برای ۶ عامل تعریف گردید. وضعیت محتمل برای هر عامل شبیه سایر عوامل بوده و طیفی از وضعیت‌های فاجعه تا مطلوب را پوشش می‌دهد. عوامل کلیدی و وضعیت احتمالی آنها در آینده تاب‌آوری شهر مشهد در جدول ۵ نمایش داده شده است.

شناسایی عوامل پیشران و کلیدی مؤثر بر تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد

شاخص‌های کلیدی و استراتژیک شاخص‌هایی هستند که هم قابل دستکاری و کنترل باشند و هم بر پویایی و تغییر سیستم تأثیرگذار باشند. با این توصیف شاخص‌هایی که تأثیر بسیار بالایی دارند اما قابل کنترل نیستند را می‌توان متغیر کلیدی محسوب کرد. از این رو متغیرهای ناحیه اول نمی‌توانند جزو شاخص‌های استراتژیک پژوهش باشند. شاخص‌های قرار گرفته در ناحیه سوم نیز تأثیرگذاری و تأثیرپذیری پایینی در سیستم دارند و نمی‌توانند متغیر استراتژیک شناخته شوند. شاخص‌های ناحیه چهارم نیز به دلیل وابستگی شدید به سایر شاخص‌ها خاصیت کلیدی و استراتژیک ندارند و بیشتر نتیجه سایر شاخص‌ها هستند. اما شاخص‌های ناحیه دوم ماتریس اثرات، شاخص‌های استراتژیک هستند. چرا که هم قابلیت کنترل توسط سیستم مدیریتی را دارند و هم سیستم تأثیرگذاری

جدول ۴. وضعیت متغیرهای پیشران کلیدی در تاب‌آوری شهر مشهد

عامل	سناریو
حاشیه نشینی	سناریو مطلوب: احیا، بازآفرینی و جلوگیری از گسترش بافت‌های حاشیه شهر
	سناریو میانه: ادامه وضعیت کنونی در بافت‌های حاشیه شهر
	سناریو فاجعه: گسترش و عدم احیا و بازآفرینی بافت‌های حاشیه شهر
مهاجرت	سناریو مطلوب: کاهش میزان مهاجرت به داخل شهر
	سناریو میانه: ثبات و کنترل میزان مهاجرت به داخل شهر
	سناریو فاجعه: افزایش میزان مهاجرت به داخل شهر
درصد شهرنشینی	سناریو مطلوب: ثبات و حفظ و کنترل درصد شهرنشینی
	سناریو میانه: ادامه روند و رشد شهرنشینی کنونی
	سناریو فاجعه: افزایش درصد شهرنشینی
تراکم جمعیت	سناریو مطلوب: کاهش میزان تراکم جمعیت
	سناریو میانه: ادامه روند کنونی
	سناریو فاجعه: افزایش تراکم جمعیت
قیمت مسکن	سناریو مطلوب: کاهش و ایجاد تنوع در قیمت مسکن
	سناریو میانه: ادامه روند کنونی
	سناریو فاجعه: افزایش قیمت مسکن
سطح درآمد	سناریو مطلوب: افزایش سطح درآمد و بهبود وضعیت اقتصادی
	سناریو میانه: ثبات سطح درآمد
	سناریو فاجعه: کاهش سطح درآمد

منبع: نگارندگان، ۱۳۹۸

مورد سنجش قرار گرفت. بر مبنای جدول ۶، دو سناریوی سازگار برای شهر مشهد پیش‌بینی می‌شود. باتوجه به این که شش عامل در آینده این شهر مؤثر است، لذا ۱۲ حالت برای آینده آن متصور است که این حالت‌ها در قالب دو گروه سناریو مطلوب و سناریو فاجعه طبقه‌بندی شده‌اند. بنابراین، دستیابی به هر کدام از آن‌ها نیازمند تدوین استراتژی‌های

در مرحله سناریونگاری با مشورت با نخبگان دانشگاهی و مدیران اجرایی شهر مشهد، درصد غیرصحیح بودن نتایج بسیار کاهش یافت، به گونه‌ای که تمامی سناریوهای به دست آمده، در جلساتی به بحث گذاشته شد و سناریوها مورد بازبینی قرار گرفتند. بنابراین، پایایی ابزار تحقیق از این طریق

خاص است که در صورت عدم تحقق آن‌ها، نامطلوب‌ترین سناریوی ممکن اجرایی خواهد شد. از این رو، به دلیل گستردگی نرم‌افزار Scenario Wizard در این قسمت فقط سناریو در قالب جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۵. حالت‌های متصور برای آینده شهر مشهد

سناریو	عامل
سناریو اول (مطلوب): احیا، بازآفرینی و جلوگیری از گسترش بافت‌های حاشیه شهر	حاشیه نشینی
سناریو دوم (فاجعه): گسترش و عدم احیا و بازآفرینی بافت‌های حاشیه شهر	
سناریو اول (مطلوب): کاهش میزان مهاجرت به داخل شهر	مهاجرت
سناریو دوم (فاجعه): افزایش میزان مهاجرت به داخل شهر	
سناریو اول (مطلوب): ثبات و حفظ و کنترل درصد شهرنشینی	درصد شهرنشینی
سناریو دوم (فاجعه): افزایش درصد شهرنشینی	
سناریو اول (مطلوب): کاهش میزان تراکم جمعیت	تراکم جمعیت
سناریو دوم (فاجعه): افزایش تراکم جمعیت	
سناریو اول (مطلوب): کاهش و ایجاد تنوع در قیمت مسکن	قیمت مسکن
سناریو دوم (فاجعه): افزایش قیمت مسکن	
سناریو اول (مطلوب): افزایش سطح درآمد	سطح درآمد
سناریو دوم (فاجعه): کاهش سطح درآمد	

منبع: یافته‌های تحقیق، ۱۳۹۸

تأکید دارد که سیستم تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد بسیار ناپایدار است، به گونه‌ای که در سناریوهای سازگار ارائه شده احتمال شکل‌گیری سناریو فاجعه بیشتر است.

بحث و نتیجه‌گیری

با مرور مطالعات و پژوهش‌های قبلی و مقایسه نتایج آن‌ها با یافته‌های پژوهش حاضر، ضمن تأکید بر این که تاکنون تحقیقی در چارچوب مطالعات آینده‌نگرانه و استراتژیک و با بهره‌گیری از رویکرد سناریونگاری در خصوص وضعیت تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد صورت نگرفته است، می‌توان دریافت که تحلیل‌های صورت گرفته و خروجی حاصل از آن در این مقاله، وضعیت کلی سیستم تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد را با انطباق‌پذیری بالایی با واقعیت‌های بیان شده پیرامون این موضوع شناسایی و ارزیابی نموده است. این پژوهش با هدف شناسایی وضعیت سیستم تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد با

طبق سناریوهای ارائه شده توسط نرم‌افزار Scenario Wizard، ملاحظه می‌شود که کلان‌شهر مشهد دارای دو سناریوی سازگار مطلوب و فاجعه بوده است و سناریوی میانی مبنی بر ادامه روند کنونی وجود ندارد؛ لذا می‌توان اذعان داشت که تغییرات مثبت در عوامل کلیدی همچون احیا و جلوگیری از گسترش بافت‌های حاشیه شهر مشهد، کاهش مهاجرت به داخل شهر، ثبات و حفظ درصد شهرنشینی، کاهش میزان تراکم جمعیت و همچنین کاهش و ایجاد تنوع در قیمت مسکن و نهایتاً افزایش سطح درآمد منجر به شکل‌گیری سناریوی مطلوب و تغییرات در جهت منفی مانند گسترش و عدم احیا و بازآفرینی بافت‌های حاشیه شهر، افزایش عوامل مهاجرت به داخل شهر، درصد شهرنشینی، تراکم جمعیت و قیمت مسکن و در مقابل کاهش سطح درآمد، به شکل‌گیری سناریوی فاجعه می‌انجامد. همچنین تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده بر این نکته

رویکرد آینده‌نگاری، ابتدا با بهره‌گیری از الگوی مطالعات آینده‌نگرانه میک‌مک و تحلیل اثرات متقاطع و استراتژیک به بررسی و شناسایی مهم‌ترین پیشران‌ها و عوامل کلیدی مؤثر پرداخته است و سپس با استفاده از نرم‌افزار Scenario Wizard ضمن بررسی میزان و چگونگی تأثیرگذاری و تبیین وضعیت‌های محتمل، سناریوهای احتمالی و مؤثر در وضعیت آینده کلان‌شهر مشهد را تدوین نموده است. طبقه‌بندی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شهر مشهد در چارچوب یک ماتریس ۳۱*۳۱ شامل ۴ شاخص اجتماعی، اقتصادی، ساختاری- کالبدی و محیط‌زیستی و ۳۱ متغیر انجام شده است. در دو دور چرخش آماری داده‌ها، از مجموع ۵۲۸ رابطه (تأثیرگذاری و تأثیرپذیری) ارزیابی شده، ۴۳۳ رابطه دارای ارزش صفر (بدون اثر)، ۲۴۰ رابطه دارای ارزش یک (اثرگذاری کم)، ۱۸۰ رابطه دارای ارزش دو (اثرگذاری متوسط) و ۱۰۸ رابطه دارای ارزش سه (اثرگذاری شدید) بوده‌اند. ضریب پرشدگی برابر ۵۴/۹۴ درصد است که حاکی از آن است که بیش از ۵۵ درصد از عوامل انتخاب شده بر همدیگر تأثیر داشته‌اند. نهایتاً از میان ۳۱ عامل مؤثر در نتیجه تحلیل‌های ماتریس و ارزیابی میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل کلیدی با روش‌های مستقیم و غیرمستقیم تعداد ۶ عامل کلیدی حاشیه‌نشینی، مهاجرت، تراکم جمعیت و درصد شهرنشینی از گروه شاخص اجتماعی و متغیرهای سطح درآمد و قیمت مسکن از گروه شاخص اقتصادی که بیشترین نقش را در وضعیت آینده میزان تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد ایفا می‌کند، انتخاب شده‌اند که این متغیرها پس از وزن‌دهی توسط متخصصان، در قالب دو سناریوی مطلوب و فاجعه برای آینده تاب‌آوری کلان‌شهر مشهد ارائه شده است که عدم تحقق هر کدام تحقق الگوی بعدی را به دنبال خواهد داشت. به طوری که در صورت ایجاد و تأمین زیرساخت‌های اجتماعی، اقتصادی، ساختاری-کالبدی و محیط‌زیستی و برنامه‌ریزی‌های استراتژیک و آینده‌نگرانه در عرصه تاب‌آوری و عدم آسیب‌پذیری شهر مشهد در سطوح مختلف برنامه‌ریزی شهری، سناریوی مطلوب برای آینده کلان‌شهر مشهد دنبال خواهد شد و در غیر این صورت در بلندمدت با تخریب و عدم تأمین زیرساخت‌های ضروری، تحقق سناریوی فاجعه و تخریب عناصر تاب‌آوری در کلان‌شهر مشهد سرعت می‌گیرد. بر همین اساس و با توجه به اهمیت روزافزون و ضروری مسئله تاب‌آوری شهرها در مقابله با سوانح و کاهش خسارات ناشی از آن، در این پژوهش به منظور افزایش تاب‌آوری

کلان‌شهر مشهد پیشنهاداتی به شرح زیر ارائه می‌شود: ایجاد ثبات و پایداری در اشتغال و فعالیت و سطح درآمد از طریق اعطای تسهیلات اشتغال‌زایی و همچنین سعی در جذب سرمایه‌گذاری. ایجاد و راه‌اندازی صندوق‌های سرمایه‌گذاری املاک و مستغلات در بازار بورس جهت کاهش قیمت مسکن. به کارگیری راهکارهای قانونی (وضع مقررات) و راهکارهای کالبدی (نوار سبز) جهت جلوگیری از گسترش حاشیه‌نشینی. حمایت از حاشیه‌نشینان و زاغه‌نشینان داخل محدوده شهر با برنامه‌ریزی جهت ارائه خدمات ساکنان شهر به آنان و تأمین زیرساخت‌های اولیه. تنوع بخشیدن به فضای اقتصادی روستا با زمینه‌سازی جهت تولید درآمد و ثروت در رشته‌های خارج از بخش کشاورزی به منظور کاهش مهاجرت به شهرها و میزان شهرنشینی. ایجاد تسهیلات برای بیمه‌کنندگان ساختمان، که خود راهکار بسیار خوبی در جهت جبران خسارات مناطق مصیبت‌زده می‌باشد. سرمایه‌گذاری در ساختارهای اجتماعی جهت بهبود و بالا بردن کیفیت زندگی در شهر. برنامه‌ریزی و فرهنگ‌سازی و آموزش به مردم در خصوص تاب‌آوری در هنگام سوانح طبیعی. تبلیغات و اطلاع‌رسانی در خصوص خطرات حاصل از بی‌توجهی به قوانین و رعایت استانداردها به ساکنان. افزایش ضریب ایمنی در ساخت‌وسازهای جدید.

منابع

- امانپور، سعید، ملکی، سعید، صفایی‌پور، مسعود و امیری‌فهلپانی، محمدرضا (۱۳۹۷). تحلیل وضعیت و تعیین استراتژی‌های مبتنی بر سناریو در تاب‌آوری شهری (موردپژوهی؛ کلانشهر اهواز)، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۹ (۳۵)، ۳۱-۴۶.
- برهن، وحیده (۱۳۹۵). سنجش و ارزیابی میزان تاب‌آوری فضایی محلات مرکزی شهر کاشان در مقابل زلزله. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه کاشان.
- فرزادبهباش، محمدرضا، کی‌نژاد، محمدعلی، پیربابایی، محمدتقی و عسگری، علی (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد

سلمانی، محمد، کاظمی‌ثانی‌عطاالله، نسرين، بدری، سیدعلی و مطوف، شریف (۱۳۹۵). شناسایی و تحلیل تاثیر متغیرها و شاخص‌های تاب‌آوری: شواهدی از شمال و شمال شرقی تهران. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۳ (۲)، ۱-۲۲.

شکری‌فیروزجاه، پری (۱۳۹۶). تحلیل فضایی میزان تاب‌آوری مناطق شهر بابل در برابر مخاطرات محیطی. *نشریه برنامه‌ریزی توسعه کالبدی*، ۲ (۲)، ۲۷-۴۴.

فرجی، امین، آروین، محمود و آتش‌افروز، نسرين (۱۳۹۷). بررسی تاب‌آوری منطقه‌ای با استفاده از تحلیل فضایی و مدل ترکیبی waspas (مطالعه موردی: شهرستان‌های استان خوزستان). *آمایش سرزمین*، ۱۰ (۱)، ۱-۲۹.

کاظم‌زاده‌هریس، آیت (۱۳۹۴). *شناخت و بررسی عوامل مؤثر بر توسعه منطقه استان گیلان با رویکرد آینده‌پژوهی*. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گروه شهرسازی، دانشگاه گیلان.

کاظمی، داوود و عندلیب، علیرضا (۱۳۹۶). ارزیابی مؤلفه‌های مؤثر تاب‌آوری اجتماعی سکونتگاه‌های روستایی در شرایط بحرانی، مسکن و محیط روستا، ۳۶ (۱۵۸)، ۱۴۴-۱۳۱.

مبارکی، امید، لاله‌پور، منیژه و افضل‌گروه، زهرا (۱۳۹۶). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری شهر کرمان. *جغرافیا و توسعه*، ۱۵ (۴۷)، ۱۰۴-۸۹.

محمدی‌سرین‌دیزج، مهدی، احدنژادروشتی، محسن، مرصوصی، نفیسه و عسگری، علی (۱۳۹۶). ارزیابی میزان تاب‌آوری نواحی شهری با تأکید بر دسترسی به عناصر کالبدی حیاتی و مؤثر در برابر مخاطره زلزله، با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره Todim (مطالعه موردی: شهر زنجان). *فصلنامه نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، ۹ (۴)، ۱۱۰-۸۹.

مختاری، عاطفه (۱۳۹۵). *ارتقاء تاب‌آوری شهر کاشمر در مواجهه با حوادث طبیعی (زلزله)*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دکتر شریعتی، دانشگاه فردوسی مشهد.

ملکی، سعید، امانپور، سعید، صفایی‌پور، مسعود، پورموسوی، سیدسینا و مودت، الیاس (۱۳۹۶). ارزیابی طیف تاب‌آوری اجتماع‌های شهری در برابر بحران زلزله بر اساس سناریوهای شدت مختلف و استفاده از نمایه COPRAS نمونه موردی شهر ایلام. *نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، ۸ (۳۱)، ۴۰-۱۹.

مهندسین مشاور فرهاد (۱۳۸۸). *طرح توسعه و عمران کلان-شهر مشهد*. مطالعات پایه کیفیت محیط شهری.

و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز. *نشریه معماری و شهرسازی (هنرهای زیبا)*، ۱۸ (۳)، ۳۳-۴۲.

پوراحمد، احمد، زیاری، کرامت‌الله و صادقی، علیرضا (۱۳۹۷). تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی بافت‌های فرسوده شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). *فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)*، ۸ (۱)، ۱۱۱-۱۳۰.

پورمحمدی، محمدرضا و طورانی، علی (۱۳۹۶). شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر در توسعه یکپارچه با تأکید بر پیوندهای روستایی- شهری (مطالعه موردی: شهرستان مینودشت). *برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، ۲۱ (۲)، ۸۱-۱۱۸.

تقوایی، مسعود و حسینی‌خواه، حسین (۱۳۹۶). برنامه‌ریزی توسعه صنعت گردشگری مبتنی بر روش آینده‌پژوهی و سناریونوسی (مطالعه موردی: شهر یاسوج). *مجله برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری*، ۶ (۲۳)، ۳۰-۸.

رمضان‌زاده‌لسویی، مهدی و بدری، سیدعلی (۱۳۹۳). تبیین ساختارهای اجتماعی - اقتصادی تاب‌آوری جوامع محلی در برابر بلایای طبیعی با تأکید بر سیلاب مطالعه موردی: حوضه‌های گردشگری چشمه کیله تنکابن و سردآبرود کلاردشت. *جغرافیا*، ۱۲ (۴۰)، ۱۳۱-۱۰۹.

روستا، مجتبی، ابراهیم‌زاده، عیسی و ایستگلدی، مصطفی (۱۳۹۶). تحلیل تاب‌آوری کالبدی در برابر زلزله، مطالعه موردی: بافت فرسوده شهر مرزی زاهدان. *فصلنامه جغرافیا و توسعه*، ۱۵ (۴۶)، ۱۸-۱.

زالی، نادر و سهرابی‌رضوان، مهدی (۱۳۹۷). ارزیابی ابعاد و مؤلفه‌های مؤثر بر تاب‌آوری منطقه‌ای با استفاده از تکنیک TRIZ (مطالعه موردی: استان همدان). *فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۸ (۲۹)، ۴۱-۵۲.

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

زنگنه‌شهرکی، سعید، زیاری، کرامت‌الله و پوراگرمی، محمد (۱۳۹۶). ارزیابی و تحلیل میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از مدل FANP و ویکور. *جغرافیا*، ۱۵ (۵۲)، ۱۰۱-۸۱.

زیاری، کرامت‌اله و حسینی، سید مصطفی (۱۳۹۵). ارزیابی ارتباط بین زیست‌پذیری و تاب‌آوری در محلات کلان‌شهر مشهد، *پژوهشنامه خراسان بزرگ*، ۷، ۲۵-۱۱.

- Ajibade, I. (2017). Can a future city enhance urban resilience and sustainability? A political ecology analysis of Eko Atlantic city, Nigeria. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 26, 85-92.
- Beilin, R. & Wilkinson, C. (2015). Introduction: governing for urban resilience. *Urban Studies Journal Limited*, 9 (2), 38-51.
- Donovan, B. & Work D. B. (2017). Empirically quantifying city-scale transportation system resilience to extreme events. *Transportation Research*, 79, 333-346.
- Gimenez, R., Hernantes, J. H. & Labaka, L. (2016). A maturity model for the involvement of stakeholders in the city resilience building process. *Technological Forecasting & Social Change*.
- León, J. & March, A. (2014). Urban morphology as a tool for supporting tsunami rapid resilience: A case study of Talcahuano, Chile. *Habitat International*, 43, 250-262.
- Marana, P., Labaka, L., & Mari S. J. (2017). A framework for public-private-people partnerships in the city resilience-building process. *Safety Science*.
- Mayunga, S.B. (2006). The concept of resilience revisited. *Disasters*, 30 (4), 433-450.
- Moghadas, M., Asadzadeh, A., Vafeidis, A., Feket, A. & Kötter, T. (2018). A multi-criteria approach for assessing urban flood resilience in Tehran, Iran. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, (35), 101069, 1-29.
- Parvin, G. A., Surjan, A., Rahman, A., & Shaw, R. (2016). *Urban Risk, City Government, and Resilience*. Urban Disasters and Resilience in Asia.

