

## تحلیل ابعاد تاب‌آوری شهری در شرایط بحران به منظور کاهش گسست‌های فضایی

(مطالعه موردی: مناطق ۱۲ و ۲ شهر تهران)

الهه بیگدلی<sup>۱</sup>، کریم حسین زاده دلیر<sup>۲\*</sup>، بختیار عزت پناه<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری تخصصی رشته شهرسازی، واحد مرنند، دانشگاه آزاد اسلامی مرنند، ایران

۲- استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مرنند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرنند، ایران (نویسنده مسئول)

۳- استادیار گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مرنند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرنند، ایران

دریافت دست‌نوشته: ۱۴۰۰/۰۳/۰۳؛ پذیرش دست‌نوشته: ۱۴۰۰/۰۵/۰۴

واژگان کلیدی	چکیده
تاب‌آوری شهری بحران گسست فضایی، خوشه‌بندی میانگین فازی (FCM)، مناطق ۲ و ۱۲ شهر تهران	در ادبیات دانشگاهی اخیراً تأکید بر این است که چرا تاب‌آوری شهری متفاوت از پایداری شهری است. این در حالی است که برنامه‌های سیاست‌گذاری شهری از این اصطلاحات تقریباً به جای یکدیگر استفاده می‌کنند. در این پژوهش با توجه به فرسوده بودن ابنیه، عدم تخلخل و نفوذپذیری کم فضایی، الگوی پراکنش فضایی جمعیت، عوامل مؤثر بر گسست‌های کالبدی - فضایی در سطح منطقه ۲ و ۱۲ کلانشهر تهران بررسی می‌شود. پژوهش حاضر در زمره تحقیقات کاربردی است که با روش تحلیلی - موردی و رویکرد کمی انجام گرفته است. با توجه به ماهیت داده‌ها و عدم امکان کنترل رفتار متغیرهای مؤثر در مسئله نیز از نوع غیر تجربی است. به منظور تحلیل ابعاد تاب‌آوری، ابتدا به بررسی و تجزیه و تحلیل ۲۱ معیار مطالعاتی مستخرج از مبانی نظری، شامل آمار و اطلاعات اسنادی، منابع سرشماری، طرح‌ها و اسناد فرادست از جمله مطالعات طرح تفصیلی و حوزه و بلوک آماری ۱۳۹۶ کلانشهر تهران پرداخته شد. پس از استخراج طبقه‌بندی معیارهای مورد مطالعه اقدام به عملیاتی‌کردن و استانداردسازی آنها بر اساس روش‌های خوشه‌بندی FCM و K-Means شد. بر این مبنا جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel، Arc GIS، Matlab، و Eviews استفاده شده است. نتایج این پژوهش ضمن بررسی تفاوت ابعاد کالبدی و فضایی در وضعیت تاب‌آوری مناطق، مؤید ناپایداری و افزایش گسست‌های فضایی در سطح محلات مورد مطالعه است. نتایج این پژوهش بیان می‌دارد که دورنمای کلی تاب‌آوری مناطق ۲ و ۱۲ رضایت بخش نبوده و منطقه ۲ دارای وضعیت متوسطی می‌باشد. از میان محلات منطقه ۲، محلات شهرک غرب، ایوانک، پردیسان شهرک هما، پونک و اسلام آباد با توجه به نوساز بودن، نفوذپذیری مناسب و تراکم فضایی و پراکنش جمعیت نسبتاً بهینه با وضعیت تاب‌آوری متوسط ارزیابی شدند. از میان محلات منطقه ۱۲، محلات بازار، ارگ - پامنار، فردوسی و امام‌زاده‌یحیی با توجه به فرسوده بودن ابنیه، نفوذپذیری کم فضایی، تمرکز فضایی جمعیت و افزایش گسست کالبدی - فضایی خوشه‌ای با بدترین وضعیت تاب‌آوری ارزیابی شدند.

همکاران، ۱۳۹۴: ۲۰؛ ۳۷۹: Laskar, 2003). امروزه فضای شهرها در اثر تغییرات گسترده و شتابان در فرایند جمعیت‌پذیری و الگوی سکونت و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی در بسترهای جغرافیایی مخاطره‌آمیز، به

### ۱- مقدمه

تمدن کنونی بیش از پیش شهری شده و رشد شهری پیامدهای ناگواری را بر پیکرهای شهرها وارد آورده است (پورموسوی و

در سال‌های اخیر در مقیاس جهانی، نهادها و آژانس‌های فعال در زمینه کاهش خطر مخاطرات طبیعی، بیشتر فعالیت‌های خود را بر دستیابی به جامعه تاب‌آور متمرکز ساخته‌اند که در این میان به دلیل خسارات وسیع اجتماعی - اقتصادی و تخریب‌های گسترده کالبدی و زیرساختی، زمین لرزه‌ها از اولویت و ریسک بالایی برخوردار هستند (Morelli, 2014: 37). از جمله فعالیت‌ها با رویکرد کاهش خطرپذیری در جهت تاب‌آوری می‌توان به طرح هیوگو برای عمل (۲۰۱۵ - ۲۰۰۵) و چهارچوب سندای (۲۰۳۰ - ۲۰۱۵) اشاره کرد که توسط سازمان ملل متحد در کشور ژاپن برگزار گردیده که یکی از برنامه‌های مدون آن، اصول ۱۰ گانه تاب‌آوری برای افزایش تاب‌آوری شهرها در برابر مخاطره زلزله می‌باشد (سعیدی و همکاران: ۱۳۹۴: ۶). از این رو در حال حاضر دیدگاه غالب از تمرکز بر روی صرفاً کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است (رضایی، ۱۳۸۹: ۱۲). این جهت‌گیری به سبب مدیریت بهتر و تأثیرگذاری در جهت منافع جامعه است و به همین دلیل است که در سال‌های اخیر درباره مفاهیم تاب‌آوری در مقیاس‌های مختلف ملی و منطقه‌ای و محلی مورد توجه قرار گرفته است (Bristow, G., 2010: 154). تبیین تاب‌آوری در برابر تهدیدات، در واقع شناخت نحوه تأثیرگذاری ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی و اجرایی و جوامع شهری در افزایش تاب‌آوری و شناسایی ابعاد مختلف تاب‌آوری در شهرهاست (Folke, 2012: 5). در این میان نوع نگرش به مقوله تاب‌آوری و نحوه تحلیل آن، از یک طرف در چگونگی شناخت تاب‌آوری وضع موجود و علل آن نقش کلیدی دارد و از طرف دیگر سیاست‌ها و اقدامات تقلیل خطر، خطر و نحوه رویارویی با آن را تحت تأثیر اساسی قرار می‌دهد. از این روست که تبیین رابطه تاب‌آوری در برابر تهدیدات و کاهش اثرات آن، با توجه به نتایجی که در بر خواهد داشت و تأکیدی که این تحلیل بر بعد تاب‌آوری دارد، از اهمیت بالایی برخوردار است (Cutter et al, 2008: 41). طرح این موضوع در گفتمان امروز توسعه و برنامه‌ریزی شهری، به ویژه در ارتباط با بافت‌های آسیب پذیر ضرورت ویژه‌ای دارد. از این نظر در هر پژوهش علمی ردیابی، مطالعه و بررسی پیشینه موضوع موردنظر؛ قبل از پرداختن به موضوع لازم و ضروری است؛ زیرا بدون دستیابی به نتایج پژوهشی دیگران و توسعه و تکامل آنها نمی‌توان به پاسخی مناسب و تجزیه و تحلیل بهتر دست‌یافت. در این میان پژوهش‌های متعددی در

توجه بیشتری نیاز دارند (Meng et al., 2020:7). ابعاد سکونتگاه‌های شهری روز به روز پیچیده‌تر و به تبع آن ناپایداری امنیتی در بوم شهرها نمایان‌تر شده است. بر این منوال جامعه‌ی شهری، به ویژه در اشکال امروزی و مدرن آن، به طور دائم و گسترده در معرض انواع مختلفی از مخاطرات قرار گرفته است (Hawley et al., 2012: 730; Hogan et al., 2014: 165). تبعات این ناپایداری امنیتی در شهرهای امروزی سبب پیدایش ایده‌ی شهر به منزله‌ی مولد مخاطرات و شهر مخاطره‌آمیز در دنیای توسعه یافته صنعتی شده است. وقوع بحران‌های طبیعی و عدم برنامه‌ریزی مناسب برای مقابله با خسارت‌ها و پیام‌دهی ناشی از آن، می‌تواند منجر به از دست رفتن منابع و دستاوردهایی شود که تحقق آنها سالیان زیادی طول می‌کشد (Gralepois, 2020:11؛ جلالیان، ۱۳۹۷: ۱۱۲ - ۱۱۰). فاجعه‌های مرتبط با خطرات طبیعی در سراسر جهان در حال افزایش است و تبدیل شدن به تهدید و افزایش هزینه‌های اقتصادی جهانی همراه با آنها خطر طبیعی را می‌تواند به فاجعه تبدیل کند و بر جمعیت آسیب‌پذیر تأثیر بگذرد (Syed Ainuddin and Routray, 2012:2). غالباً بلایای طبیعی با تخریب منابع درآمدی و امکانات زیستی، سلامت ساکنان در ارتباط بوده و همیشه خطری جدی برای توسعه به ویژه در کشورهای در حال توسعه به شمار می‌رود (بدری و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۸). به همین دلیل کاهش خسارت‌ها و آسیب‌های مربوط به بحران‌ها و بلایا نیازمند مدیریت است (Das, 2019: 41). در این میان، عدم مدیریت مطلوب موجب شده که نه تنها کشور در زمینه بروز مخاطرات بلکه در زمینه پذیرش تأثیرات و پیامدهای منفی و نیز شکل‌گیری بحران‌های متعدد به یکی از آسیب‌پذیرترین کشورهای جهان نیز، مبدل گردد چرا که در نظام توسعه و برنامه‌ریزی کشور، با تسلط دیدگاه مدیریتی کاهش آسیب‌پذیری و عدم تلقی از مدیریت بحران به عنوان یک فرآیند و تخصص، به پس از بروز مخاطرات محیطی و تبدیل آنها به بحران، ستادهای مدیریت بحران جهت مدیریت و کنترل وضعیت به صورت جدی وارد عمل می‌شوند (ابراهیم‌زاده و اسمعیل‌نژاد، ۱۳۹۶: ۳-۶). در واقع مدیران بحران، با نداشتن دانش، مهارت و عملکردی موثر موجب افزایش آسیب‌پذیری سکونتگاه‌ها در برابر وقوع رویدادهای طبیعی می‌گردند چرا که مدیریت بحران موثر و کارآمد، بایستی برای هر یک از مراحل بحران، تمهیدات خاصی را در نظر بگیرد (مظلومی، ۱۳۷۹: ۷۶؛ Rashid, 2011: 39).

در این زمینه نظریه‌پردازی جامع و چند وجهی صورت نگرفته و ماهیت میان‌رشته‌ای و پیچیده تاب‌آوری شهری مشخصاً نادیده گرفته شده است. همچنين ورچوچ<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۱۲) با ارزیابی شاخص‌های چندمنظوره جهت سنجش تاب‌آوری در برابر زلزله در مناطق شهری، بر شاخص‌های برنامه‌ریزی و کاربری زمین، ساخت و ساز تاب آور، پیوستگی، نفوذپذیری و کارکردها، منابع و انسجام اجتماعی تأکید کرده‌اند. دسوزا<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۳) به ارائه چهارچوب مفهومی طراحی، برنامه‌ریزی و مدیریت شهرهای تاب‌آور مبتنی بر ارزیابی پویایی فرهنگی و همچنین عناصر فیزیکی پرداخته‌اند. کای و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۸) با تحلیل محتوای ۱۴۷ مقاله مرتبط با تاب‌آوری در بازه ۲۰۱۷ - ۲۰۰۵، توانمندسازی رهبران و مدیران محلی، افزایش آگاهی و آموزش‌های اجتماعی، بهبود زیرساخت‌های ارتباطی در قالب مدیریت بحران کارآ و مؤثر را شالوده پژوهش‌های مرتبط معرفی می‌کنند. سون<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۲۰) با ارزیابی وضعیت تاب‌آوری شهر نانجینگ چین براساس تناقض بین عرضه و تقاضای سیستم فعالیت محیطی روزانه با استفاده از داده‌های بزرگ<sup>۹</sup> جغرافیایی چندمنظوره به شناسایی ویژگی‌های فضایی و مسیر بهینه‌سازی تاب‌آوری آن پرداخته‌اند. چلری و باراویکووا<sup>۱۰</sup> (۲۰۲۱) با درک معانی و اصول تاب‌آوری شهری در سراسر اروپا ضمن بررسی مهمترین برنامه‌های سیاست‌گذاری شهری از طریق مصاحبه و تحلیل دیدگاه‌های دانشگاهیان و پزشکان اروپایی در مورد معانی و اصول تاب‌آوری شهری؛ رویکردهای تحول‌گرا، عدم انطباق مفهومی و شکاف‌های موجود برای برطرف کردن تحقیقات و عملکرد آینده را مورد بحث قرار داده‌اند. با عنایت به نتایج پژوهش‌های انجام شده و اعتراف به این موضوع که کشور ایران با توجه به موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی خود از جمله ده کشور سانحه‌خیز جهان به شمار می‌آید، همواره بر اثر سوانحی چون سیل، زلزله، خشکسالی، طوفان و غیره خسارات جانی و مالی قابل توجهی به کشور وارد آمده است، این خود سبب شده است تا اعم شهرها و روستاهای ایران آسیب‌پذیری بالایی داشته باشند. از این منظر تهران به دلیل آسیب‌پذیر بودن در ابعاد

رابطه با موضوع پژوهش حاضر انجام گرفته و نتایج قابل توجهی نیز داشته‌اند.

آزانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن<sup>۱</sup> (۱۳۸۴ - ۱۳۸۲) با پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهر تهران در برابر حوادث غیر مترقبه<sup>۲</sup>، نظام مدیریت بحران زلزله را جهت اجراء در سه فاز وضعیت عادی، واکنش اضطراری، مرمت و بازسازی ارائه نموده است. رضایی (۱۳۸۹) به تبیین تاب‌آوری اجتماعات خانوارهای شهری با هدف کاهش اثرات سانحه زمین‌لرزه در ابعاد اجتماعی، اقتصادی، نهادی و کالبدی در ۴ محله منتخب شهر تهران پرداخته است. رفیعیان و همکاران (۱۳۸۹) برای تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌های آن در مدیریت سوانح اجتماع محور، تعریف کارپنتر و همکاران (۲۰۰۱) از تاب‌آوری که بر چهار شاخص اجتماعی، نهادی، اقتصادی و کالبدی برای سنجش تاب‌آوری تأکید می‌کنند را تعریف قابل تأیید در جامعه علمی می‌دانند. فلاحی و جلالی (۱۳۹۲) با بررسی بازسازی تاب‌آور از دیدگاه طراحی شهری، پس از زلزله ۱۳۸۲ بم، بر شناخت عوامل و فرایندهای تأثیرگذار بر بازسازی از دیدگاه طراحی شهری تأکید داشته‌اند. سلمانی مقدم و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهر سبزوار در افزایش تاب‌آوری در برابر زمین‌لرزه به تحلیل جنبه‌های دسترسی به فضای باز، شبکه معابر، وضعیت ساختمان‌ها و... پرداخته‌اند. هاشمی پطرودی و همکاران (۱۳۹۶) به مطالعه مهمترین چالش‌های حاکمیت شبکه مدیریت بحران شهر تهران پرداخته‌اند. پریزادی و همکاران (۱۳۹۸) با تحلیل وضعیت تاب‌آوری شهر باقرشهر در برابر مخاطرات طبیعی به این نتیجه رسیده‌اند که از تاب‌آوری پایینی برخوردار بوده و نیازمند توجه جدی به ابعاد مختلف آن به‌خصوص بعد کالبدی - محیطی است. حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۹) با پایش و اولویت‌بندی مؤلفه‌های تاب‌آوری در بافت اسکان غیررسمی محله سه‌راهیه شهر کرج ضمن ارزیابی ضعیف، به تحلیل فضایی ابعاد کالبدی آن پرداخته‌اند. جابرین<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) با ارائه چارچوب جدید مفهومی - ابتکاری برنامه‌ریزی شهر تاب‌آور<sup>۴</sup> مبتنی بر ۴ عامل اقتصادی، اجتماعی، فضایی و فیزیکی؛ معتقد است که تاکنون

<sup>5</sup> Werchoch

<sup>6</sup> Desouza

<sup>7</sup> Cai et al.

<sup>8</sup> Sun

<sup>9</sup> Big Data

<sup>10</sup> Chelleri&&Baravikova

<sup>1</sup> JICA Japan International Cooperation Agency

<sup>۲</sup> طرح جامع مدیریت و پیشگیری از خسارات ناشی از زلزله در تهران بزرگ.

<sup>3</sup> Jabareen

<sup>4</sup> RCPF

و از آن زمان به بعد به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته و بر زمینه‌های علمی مختلف مانند مدیریت بلایا، روانشناسی و اکولوژی تأثیر گذاشته است (Leon & March, 2014, 251).

جنبه مشترک در همه رویکردهای تاب‌آوری، توانایی ایستادگی و واکنش مثبت به فشار یا تغییر است. از میان رویکردهای مفهومی، دو رویکرد پایداری و بازیابی دارای درکی قطعی از تاب‌آوری هستند؛ بطوریکه آنها تاب‌آوری یک جامعه (فرد یا سیستم اکولوژیکی) را یک ویژگی ذاتی در نظر می‌گیرند که آن را قادر می‌سازد با یک عامل فشار انطباق پیدا کند یا نکند. این دو رویکرد بر این نکته تأکید می‌کنند که جامعه به عنوان یک کل، یا تاب‌آور است یا تاب‌آور نیست (Tierney and Bruneau, 2007: 103). اما در رویکرد سوم یعنی تاب‌آوری در مفهوم گذار، تفاوت بین تاب‌آوری اجتماعی و اکولوژیکی روشن می‌شود. تاب‌آوری اجتماعی ظرفیت افراد برای یادگیری از تجربه‌ها و شرکت آگاهانه در یادگیری در تعامل با محیط اجتماعی و فیزیکی - کالبدی را در نظر می‌گیرد. بنابراین به نظر هریریا و همکاران، این رویکرد به نقش افراد در شکل دادن به «خط سیر تغییر» اهمیت خاصی می‌دهد (Herreria et al., 2006: 135). همچنین، این رویکرد به دنبال شناسایی ویژگی‌های پویای جوامع و تعامل بین انسان - اکوسیستم است و به جای تمرکز بر آسیب‌پذیری‌های جامعه به ظرفیت سازگاری آن توجه می‌کند. با این رویکرد، جامعه تاب‌آور می‌تواند با استفاده از تجربه‌های تغییرات بوجود آمده به جای بقا و حفظ خود در برابر عامل فشار یا تغییر، به روش‌های نوآورانه‌ای به تغییرات واکنش نشان دهد. در حال حاضر تاب‌آوری راهی برای تقویت جوامع با استفاده از ظرفیت‌های آنها مطرح می‌شود در سطح جهانی، دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است. براساس این نگرش برنامه‌های کاهش مخاطرات باید به دنبال ایجاد و تقویت ویژگی‌های جوامع تاب‌آور باشند و در زنجیره مدیریت سوانح به مفهوم تاب‌آوری نیز توجه کنند (Cutter et al., 2008: 3). از طرفی تعیین و توسعه شاخص‌های تاب‌آوری کار سختی است و با ماهیت پیچیده تاب‌آوری سروکار دارد. بدین جهت ارزیابی تاب‌آوری شهری نیز بسیار پیچیده می‌نماید. شاخص‌های

گوناگون جزو کلانشهرهای با درجه آسیب‌پذیری بسیار بالا از منظر بلایای طبیعی تلقی می‌شود. مناطق ۲ و ۱۲ شهر تهران دو منطقه جدید و قدیمی با بافت‌های پراکنده و فشرده و دامنه خطرپذیری بالا تا پایین در برابر بحران‌های محیطی می‌باشند. مناطق مذکور با تفاوت‌هایی در محدوده بافت قدیمی شهر تهران و پیرامونی قرار دارند و به طور کلی خطر آسیب‌پذیری در این مناطق تا حدود زیادی متفاوت می‌باشد. منطقه ۱۲ قلب تجاری، کانون کالبد و بافت تاریخی تهران و در یک کلام نقطه تولد آن است. استخوان‌بندی موجود بافت آن کمابیش با استخوان‌بندی تاریخی بخش مرکزی شهر انطباق دارد. به دلیل استقرار بخش‌های زیادی از خدمات و نهادهای سیاسی (با مقیاس شهری و فرا شهری) و نیز اختصاص سطوح وسیعی از اراضی این منطقه به کاربری فرا منطقه‌ای و سطوح بالاتر<sup>۱۱</sup> می‌توان آن را به عنوان مرکز ثقل شهر تهران قلمداد کرد. از طرفی اشراف منطقه ۲ بر قلمرو و بخش قابل توجهی از تهران، وجود محدوده یا شهرک‌هایی با ویژگی‌های همگن و عناصر مسلطی نظیر برج میلاد، ویژگی‌های آن را برای مرکزیت منطقه تشدید می‌کند. البته مقیاس کلان مجموع عوامل متشکله این هسته، فراتر از منطقه، قابلیت‌های آن را جهت شکل‌دهی به یکی از مراکز عمده در معرض مخاطرات بالقوه شهر تهران خاطر نشان می‌سازد. به ملحوظ دانستن مجموعه عوامل مذکور ضمن نیاز به ساماندهی فضایی جمعیت و فعالیت مهم‌ترین عوامل کنترل بحران و کاهش گسست‌های فضایی، هدف این پژوهش تحلیل ابعاد تاب‌آوری در شرایط بحران با هدف کاهش گسست‌های فضایی در مناطق ۲ و ۱۲ به عنوان مناطق با ریسک بالا است. بر این مبنا هدف پژوهش حاضر پاسخ به سؤال زیر است:

با توجه به فرسوده بودن ابنیه، عدم تخلخل و نفوذپذیری کم‌فضایی، الگوی پراکنش فضایی جمعیت و عوامل مؤثر بر گسست‌های کالبدی - فضایی در سطح منطقه ۲ و ۱۲ چگونه است؟

## ۲- مبانی نظری

تاب‌آوری در سال ۱۹۷۳ توسط هولینگ<sup>۱۲</sup> (که از وی به عنوان پدر تاب‌آوری یاد می‌شود) به عنوان یک اصطلاح توصیفی در اکولوژی معرفی گردید (Kamrholm et al., 2014, 121)

<sup>22</sup> Holling

<sup>۱۱</sup> ۹۵ درصد کاربری تجاری منطقه دارای کارکرد فرا منطقه‌ای است.

617: 2009). بنابر مبانی بیان شده، این پژوهش بر مبنای تاب‌آوری در مفهوم پایداری با رویکرد برآیند محور و شاخص‌های کمی پایداری، مقاومت و استحکام مسیر عملیاتی و تحلیلی خود را انتخاب نموده و با استناد به این تعریف از تاب‌آوری برآیند به صورت توانایی مقاومت در برابر شوک‌ها، مجموعه معیارها و زیر معیارهای کلی و جزئی بکار گرفته شده را تعریف و تعیین می‌نماید.

متعددی که تاکنون در عمل برای ارزیابی خصوصیات تاب‌آوری ارائه شده‌اند در دو مقوله قرار می‌گیرند (Morelli et al., 2014: 37): ۱. شاخص‌های پایداری، مقاومت و استحکام را می‌توان با رویکرد برآیند محور برای اندازه‌گیری کارایی روش و عمل ارزیابی کرد؛ ۲. شاخص‌های سازش، حساسیت و توانایی بازیابی را می‌توان با رویکرد فرآیند محور برای پایش پیشرفت مراحل کار ارزیابی کرد (Cloke and Pappenberger, 2009).

جدول ۱. مرور مهمترین ابعاد، تعاریف و شاخص‌های تاب‌آوری در منابع مختلف

ابعاد	تعریف	گزیده شاخص‌ها
اجتماعی	از تفاوت اجتماعی، در واکنش مثبت نشان دادن، انطباق با تغییرات و حفظ رفتار سازگارانه و بازیابی یافتن از سوانح به دست می‌آید.	آسیب‌پذیری اجتماعی (نژاد و قومیت، سن، وضعیت اقتصادی - اجتماعی)، جنسیت، استخدام، تحصیلات؛ ساختار خانواده، اعتماد، رهبری، کارایی جمعی، سرمایه اجتماعی، انسجام اجتماعی، مشارکت اجتماعی، معیارها، نگرش‌ها، ارزش‌های موجود و ارتباطات و اطلاعات.
اقتصادی	واکنش و سازگاری افراد و جوامع به طوری که آن‌ها را قادر به کاهش خسارت‌های بالقوه ناشی از سوانح سازد.	سرمایه اقتصادی (درآمد، پس‌اندازها، سرمایه‌گذاری‌ها)؛ سرمایه انسانی (تحصیلات، سلامت، مهارت‌ها، دانش و اطلاعات)، سرمایه فیزیکی (مسکن، تاسیسات عمومی، مشاغل و صنعت)، سرمایه طبیعی (منابع، زمین و آب، اکوسیستم)، رشد اقتصادی، درآمد پایدار، فرصت‌های شغلی، توزیع عادلانه درآمد و ثروت در جامعه، زمین و موادخام، سرمایه مادی، دسترسی به مسکن و خدمات بهداشتی.
نهادی	حاوی ویژگی‌های مرتبط با تقلیل خطر، برنامه‌ریزی و تجربه سوانح قبلی است و به وسیله ظرفیت جوامع برای کاهش خطر، اشتغال افراد محلی در تقلیل خطر تحت تاثیر قرار می‌گیرد.	توسعه اقتصادی (بیطرفی ریسک و آسیب‌پذیری نسبت به مخاطرات؛ سطح و تنوع منابع اقتصادی تعادل در توزیع منابع اقتصادی)، سرمایه اجتماعی (پشتیبانی اجتماعی دریافت شده، پشتیبانی اجتماعی فرض شده، نهادینه‌سازی جامعه (روابط غیررسمی)، ارتباط و هماهنگی سازمانی، مشارکت شهروندان، راهبری و نقش‌ها (روابط رسمی)، حس جامعه تعلق به مکان، رقابت جامعه (عمل جامعه؛ مهارت‌های حل مشکل، انعطاف‌پذیری و خلاقیت؛ تقویت اثرمندی جمعی؛ روابط سیاسی)، اطلاعات و ارتباطات (حکایات؛ رسانه‌های پاسخگو، مهارت‌ها و زیرساخت‌ها؛ منابع مورد اعتماد اطلاعات).
کلیدی - محیطی	ارزیابی واکنش جامعه و ظرفیت بازیابی بعد از سانحه مانند پناهگاه‌ها، واحدهای مسکونی و زیرساختی مثل خط لوله، جاده‌ها و وابستگی آن‌ها به زیرساخت‌های دیگر می‌شود.	دسترسی به خدمات، مسکن، محیط مصنوع و زیرساخت‌ها (مسکونی، تجاری و صنعتی، شریان‌های حیاتی، زیرساخت ترابری و یادبودها)، سیستم‌های طبیعی و مواجهه‌ها، برنامه‌ریزی و کاهش مخاطرات (برنامه‌های مقابله، کدها و استانداردهای ساختمانی؛ برنامه‌های کاهش مخاطرات و ارزیابی آسیب‌پذیری؛ برنامه جامع؛ برنامه استمرار خدمات؛ ارتباطات متقابل؛ برنامه بازسازی و ...)، زیرساختی (شریان‌های حیاتی مراکز حیاتی، حساس و مهم: بناهای عمومی)، سازهای (واحدهای تجاری و صنعتی؛ واحدهای مسکونی آثار باستانی؛

تأسیسات خطرزا)، محیط‌زیستی (مخاطرات؛ آلودگی‌ها، تنوع زیست‌محیطی پایداری زیست‌محیطی و خصوصیات جغرافیایی).		
--	--	--

– مأخذ: (نگارندگان براساس؛ ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۶؛ پاشاپور و پوراگرمی، ۱۳۹۶؛ بذرافکن و همکاران، ۱۳۹۷؛ Cutter et al., 2008; Norris et al., 2011)

تایمرمن<sup>۳۳</sup> (۱۹۸۱) نخستین فردی بود که مفهوم تاب‌آوری را در حوزه بلایا و مخاطرات مطرح کرد (Maguire & Hagan, 2007: 18). این مفهوم پس از پذیرش چارچوب کاری هیوگو در خلال سال‌های ۲۰۱۵ – ۲۰۰۵ به طور وسیعی به کار گرفته شده است (Usamah et al., 2014:179). از نظر وی توانایی یک سیستم، جامعه یا اجتماع تحت تأثیر واقع شده در مقابل مخاطرات جهت مقابله، جذب، سازگاری و احیای به موقع در برابر اثرهای یک مخاطره و روشی مؤثر در جهت حفاظت و بازگشت کارکردها و ساختارهای اساسی مهم جامعه در برابر بحران را تاب‌آوری گویند (Lenchner et al., 2016:56). تبیین تاب‌آوری در برابر تهدیدات، در واقع شناخت نحوه تأثیرگذاری ظرفیت‌های اجتماعی، اقتصادی، نهادی، سیاسی و اجرایی و جوامع شهری در افزایش تاب‌آوری و شناسایی ابعاد مختلف تاب‌آوری در شهرها است (Mitchell and Harris, 2012:3). در واقع هدف از این رویکرد کاهش آسیب‌پذیری شهرها و تقویت توانایی‌های شهروندان برای مقابله با خطرات ناشی از تهدیدات مختلف است. به‌طور کلی تاب‌آوری به عنوان ترکیبی از ایده‌های رایج، نظامی است؛ شامل اکوسیستم پایدار (Holling, 1973:22; Gunderson, 2009:41)، زیرساخت مهندسی، روانشناسی (Lee et al., 2009:105)، علوم رفتاری (Norris, 2011:100)، و کاهش خطر بلایا و بحران‌های مختلف می‌باشد (Cutter et al, 2008:47). با توجه به این که تاکنون تعاریف متعددی از بحران صورت گرفته که به باور مازارو<sup>۳۴</sup> (۲۰۱۳) بحران، تغییر جهت و چرخه دوره است که در آن آسیب‌پذیری افزایش یابد. به زعم روهرم<sup>۳۵</sup> (۲۰۰۵) بحران نبود توانایی لازم برای واکنش در زمان کوتاه به مسائل است. از دید لیونگستون<sup>۳۶</sup> (۲۰۰۰) بحران پدیده‌ای غیرقابل پیش‌بینی است که با نتایج منفی همراه است. به عقیده فید<sup>۳۷</sup> (۲۰۰۵) بحران رویدادی غیرمعمول و دور از انتظار است که موجب عدم اطمینان و تهدیدی برای اهداف مطلوب انسانی است و از آنجا که بحران پدیده‌ای چند وجهی و مرتبط با انسان است با الگوهای چندی از جمله الگوی فیزیکی، الگوی نظام‌مند، الگوی مهندسی، الگوی شناختی، الگوی تفکر نمادین و الگوی

اجتماعی بررسی و تبیین می‌شود (وردی‌نژاد و بهرامی‌رشتیانی، ۱۳۸۹: ۴۰؛ Marwitz, 2008: 94). در تعریف بحران، بهتر است بین بحران<sup>۳۸</sup> و واقعه ناگوار<sup>۳۹</sup> تفاوت قائل شد. برنت<sup>۴۰</sup> بین این دو تفاوت قائل است (Bildan, 2003:21). به نظر او، بحران توصیف‌کننده شرایطی است که در آن ریشه‌های پدید می‌تواند مسائل و مشکلاتی مانند ساختارها و عملیات مدیریتی نامناسب و با شکست در تطابق با یک تغییر باشد، در حالی که منظور از واقعه ناگوار این است که شرکت با تغییرات مصیبت بار پیش‌بینی نشده یا ناگهانی مواجه شده که کنترل کمی بر روی آنها دارد (Chandrashekhara, 2015: 47; 2003: 2; Brent, 2003). بحران عبارت است از ازمی گسیختگی شدید در فعالیت‌های یک جامعه که در این فرایند، انسان‌ها اقلام و دارایی‌ها و محیط در سطح وسیع دچار آسیب و صدمات شدید می‌شوند؛ به طوری که جامعه فقط قادر است از منابع موجود خود کمک بگیرد. بحران‌ها غالباً براساس سرعت و شدت یعنی ناگهانی بودن یا کند بودن بروز آن و یا به این دلیل که طبیعی است یا زاده دست بشر است، طبقه‌بندی می‌شوند (UNDP, 1992; Madzharov, 200: 114).

### ۳- محدوده مورد مطالعه

تهران در پهنه‌ای بین دو وادی کوه و کویر و در دامنه‌های جنوبی البرز گسترده شده‌است و بیش از ۷۳۰ کیلومتر مربع مساحت دارد. از دید ناهمواری‌های طبیعی، تهران به دو ناحیه کوهپایه‌ای و دشتی تقسیم می‌شود. از کوهپایه‌های البرز تا جنوب شهر ری، تپه‌های کوچک و بزرگ پرشماری وجود دارند. از نظر جغرافیایی نیز در ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول خاوری و ۳۵ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه عرض شمالی قرار دارد (بازگیر و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۱۵). گستره کنونی تهران از ارتفاع ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متری از سطح دریا امتداد یافته‌است؛ این ارتفاع از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. برای مثال، ارتفاع در میدان تجریش، در شمال شهر حدود ۱۳۰۰ متر و در میدان راه‌آهن که ۱۵ کیلومتر پایین‌تر است، ۱۱۰۰ متر است. (حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳:

<sup>33</sup> Timmerman

<sup>44</sup> Mazzaro

<sup>55</sup> Rouherman

<sup>66</sup> Liongeston

<sup>77</sup> Fieed

<sup>2</sup> Crisis

<sup>3</sup> Disaster

<sup>00</sup> Brent

۲۵). این شهر با ۸۶۷۹۹۳۶ نفر جمعیت، بیست و چهارمین شهر پرجمعیت جهان و پرجمعیت‌ترین شهر باختر آسیا به‌شمار می‌رود. کلان‌شهر تهران نیز سومین کلان‌شهر پرجمعیت خاورمیانه است. میزان رشد جمعیت در تهران، سالانه ۱,۷۹ درصد است. بر اساس آمار سال ۱۳۹۵، سهم تهران در کل تولید ناخالص داخلی ایران ۲۱ درصد است و با اختصاص نیمی از بخش صنعت کشور به خود، نقش مهمی در اقتصاد ایران دارد. در سال ۱۳۴۷، نخستین طرح جامع تهران، با افق ۲۵ ساله و با مسئولیت عبدالعزیز فرمانفرمائیان و ویکتور گروئن تهیه شد که تاکنون از مهم‌ترین مبنای‌های قانونی توسعه شهر تهران بوده‌است. شهر تهران، از نظر تقسیمات اداری به ۲۲ منطقه و ۱۲۳ ناحیه و ۳۷۵ محله تقسیم می‌شود (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵؛ شهرداری تهران، ۱۳۹۵). منطقه ۲ شهرداری تهران با جمعیت ۶۹۲,۵۷۹ نفر به ۹ ناحیه و ۳۰ محله شورایی (۱۴ محله ممیزی) تقسیم می‌شود. قسمت اعظم منطقه در اثر رشد سریع ساخت و ساز به صورت شتابان و دفعی شکل گرفته است. قسمت‌های قدیمی‌تر که حاشیه خیابان آزادی را شامل می‌شود به اوایل دهه ۴۰ برمی‌گردد. عمده کاربری این منطقه مسکونی، راه و بزرگراه و فضای سبز است. از عملکرهای مهم اقتصادی منطقه، فعالیت تجاری بوده که وجود مراکز تجاری وسیع پس از احداث مرکز تجاری یادمان که منشأ یک مرکز تجاری شهری و فراشهری را برعهده دارد، این مناطق جاذب اشتغال و فعالیت‌های وسیعی در زمینه توسعه اقتصادی خواهد بود (همان). جذب بالای نقدینگی نسبت به دیگر مناطق شهر تهران با توجه به توسعه یافتگی نسبی و شرایط مناسب شاخص‌های توسعه‌یافتگی در کنار وجود ویژگی‌های برجسته طبیعی - مصنوعی در سطح منطقه، وجه شاخص ساختار اقتصادی منطقه می‌باشد. سازمان فضایی منطقه ۲ شهرداری تهران تا حدودی بر مرکزیت هندسی تهران واقع شده است. عناصر ساختاری مهمی نظیر بزرگراه‌های همت و حکیم که مقیاس شهری دارند از آن می‌گذرند. اهمیت کارکردی و ساختاری این قطعه از بزرگراه‌ها در بافت شهری منطقه موردنظر چندان

تعریف شده نیست (طرح تفصیلی منطقه ۲، ۱۳۸۵: ۲۲۱). منطقه ۱۲ با ۲۴۰,۹۰۹ نفر جمعیت متشکل از ۶ ناحیه و ۱۲ محله؛ بخش اصلی مرکز تاریخی شهر تهران را شامل می‌شود و به دلیل استقرار بخش‌های زیادی از خدمات (مقیاس شهری و فراشهری تهران)، در منطقه و نیز اختصاص سطوح وسیعی از اراضی این منطقه به کاربری‌های فرامنطقه‌ای و سطوح بالاتر، منطقه ۱۲ را می‌توان به عنوان مرکز ثقل شهر تهران قلمداد کرد. بازار بزرگ تهران در حد فاصل چهار خیابان ۱۵ خرداد، مصطفی خمینی، شوش و خیام، مرکز ثقل و ستون فقرات منطقه ۱۲ را تشکیل می‌دهد، و امتدادهای منشعب از آن به‌خصوص به سمت جنوب و شمال - با پذیرش فعالیت‌های اصلی، استخوانبندی منطقه را تعیین می‌کنند. محورهای خیام جنوبی و صاحب‌جمع با پذیرش فعالیت‌های تجاری - تولیدی با مقیاس فرامنطقه‌ای دارای پیوندهای قوی با بازار هستند و بخش جنوبی این استخوان بندی را تشکیل می‌دهند و با امتداد از طریق محورهای شهید رجایی و فدائیان اسلام به بزرگراه آزادگان می‌رسند (منزوی و همکاران، ۱۳۸۹: ۵ - ۳).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی کلانشهر تهران - مأخذ: (ترسیم) نگارندگان

جدول ۱. مشخصات تفصیلی مناطق ۲ و ۱۲ شهرداری تهران

منطقه	کل جمعیت	مرد	زن	نسبت جنسی	خانوار	بعد خانوار	مساحت مناطق بدون حریم جمع مساحت - هکتار
۲	۶۹۲,۵۷۹	۳۳۸,۱۳۶	۳۵۴,۴۴۳	۹۵	۲۳۶,۹۹۲	۲,۹	۴,۷۰۱
۱۲	۲۴۰,۹۰۹	۱۲۲,۱۲۱	۱۱۸,۷۸۸	۱۰۳	۷۹,۱۰۵	۳,۰	۱,۶۰۱
شهر تهران	۸,۶۷۹,۹۳۶	۴,۳۱۵,۱۹۶	۴,۳۶۴,۷۴۰	۹۸,۹	۲,۹۰۷,۲۳۹	۳,۰	۶۱,۵۶۲

- مأخذ: (سالنامه آماری شهر تهران، ۱۳۹۶: ۴۱)

تحلیل ابعاد تاب‌آوری شهری در شرایط بحران به منظور کاهش گسست‌های فضایی (مطالعه موردی: مناطق ۲ و ۱۲ شهر تهران)

#### ۴- روش پژوهش

به رغم همه انتقادهایی که از دهه ۱۹۷۰ در مورد کاربرد مدل‌های کمی در خصوص مسائل شهری مطرح گردید، مدل‌های ریاضی چنانچه در قالب‌های ساده و با تعداد متغیرهای محدودی تدوین شوند، همچنان می‌توانند به درک واضح‌تر از پدیده‌های شهری یاری برسانند. پژوهش حاضر در زمره تحقیقات کاربردی است که با روش تحلیلی - موردی و رویکرد کمی انجام گرفته است. با توجه به ماهیت داده‌ها و عدم امکان کنترل رفتار متغیرهای مؤثر در مسئله نیز از نوع

غیرتجربی است. به منظور تحلیل ابعاد تاب‌آوری شهری در شرایط بحران به منظور کاهش گسست‌های فضایی در سطح مناطق ۲ و ۱۲ کلانشهر تهران ابتدا به بررسی و تجزیه و تحلیل شاخص‌های مطالعاتی مستخرج از مبانی نظری، شامل آمار و اطلاعات اسنادی شامل منابع سرشماری، طرح‌ها و اسناد فرادست از جمله مطالعات طرح تفصیلی<sup>۲۱</sup> و حوزه و بلوک آماری کلانشهر تهران<sup>۲۲</sup> پرداخته شد. پس از استخراج و طبقه‌بندی شاخص‌های مورد مطالعه مطابق جدول شماره ۲، اقدام به عملیاتی‌کردن و استانداردسازی معیارها مطابق اهداف پژوهش شد.

جدول ۲. معیارهای اصلی و فرعی ارزیابی ابعاد تاب‌آوری مناطق ۲ و ۱۲ کلانشهر تهران

معیار اصلی	نوع سازه	کیفیت بنا	عمر بنا (سال)	تعداد طبقات	سطح اشغال (متر)	ضریب محصوریت (متر)	تراکم ساختمانی (درصد)
زیر معیار							
درجه تاب‌آوری	اسکلت فلزی	نوساز	۵ - ۱۰	۱	-۴۰	+۱۰	۷۰ - ۱۲۰
تاب‌آوری بالا	اسکلت بتونی	قابل نگهداری	۱۰ - ۲۰	۲	۴۰ - ۶۰	۵ - ۱۰	۱۸۰ - ۱۲۰
تاب‌آوری متوسط	آجر و آهن	مرمتی	۲۰ - ۳۰	۳	۶۰ - ۸۰	۲ - ۵	۲۴۰ - ۱۸۰
تاب‌آوری ضعیف	بلوک سیمانی	تخریبی	+۳۰	۴	۸۰ - ۱۰۰	۱ - ۲	+۲۴۰
تاب‌آوری بسیار ضعیف	ترکیبی	بنای تاریخی (فرسوده)	-	۵	-	۰,۵ - ۱	-
فاقد تاب‌آوری	خشت و چوب	-	-	+۶	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
زیر معیار							
معیار اصلی	فاصله از کانون‌های خطر	دانه بندی (متر)	فاصله از غسل (متر)	تعداد واحد	سازگاری کاربری	شیب (درصد)	نمای بنا
زیر معیار							
درجه تاب‌آوری	+۵۰۰۰	+۱۰۰۰	+۱۰۰۰۰	-	کاملاً سازگار	۰ - ۱	سیمان
تاب‌آوری بالا	-۴۰۰۰	۷۰۰ - ۱۰۰۰	-۱۰۰۰۰	۱	سازگار	۱ - ۲	آجر نما
تاب‌آوری متوسط	-۳۰۰۰	۵۰۰ - ۷۰۰	-۷۰۰۰	۲	نسبتاً سازگار	۲ - ۵	سنگ
تاب‌آوری ضعیف	۲۰۰۰	-	۵۰۰۰	-	-	-	-

<sup>۲۱</sup> مطالعات کاربردی اراضی (وضع موجود) در ارتباط با سرانه‌ها و کمیت‌های مناطق.

<sup>۲۲</sup> مربوط به سال ۱۳۹۶.



پنل آلومینیوم	۵ - ۱۰	نسبتا نا سازگار	۳	- ۵۰۰۰ ۳۰۰۰	۳۰۰ - ۵۰۰	- ۲۰۰۰ ۱۰۰۰	تاب آوری بسیار ضعیف
فاقد نما	+۱۰	ناسازگار	۴	- ۳۰۰۰ ۲۰۰۰	۲۰۰ - ۳۰۰	-۱۰۰۰	
درب و کرکره	-	کاملا نا سازگار	۵	۷۰۰ - ۱۰۰۴	۱۰۰ - ۲۰۰	-	فاقد تاب آوری
شیشه	-	-	+۶	-۱۰۰۰	۵۰ - ۱۰۰	-	
نسبت کاربری فضای سبز و بهداشت و درمانی	نسبت کاربری شبکه معابر	نسبت کاربری صنعتی	شاخص اختلاط کاربری	نسبت کاربری اداری - سیاسی	نسبت کاربری تجاری	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)	معیار اصلی
زیر معیار							درجه تاب آوری
+۱۰	+۳۵	-۱	۰,۳ - ۰,۳	-۲	-۳	-۴۰	تاب آوری بالا
۶-۱۰	۲۵-۳۰	۱-۲	۰,۳ - ۰,۵	۲-۳	۳-۵	۴۵-۶۰	تاب آوری متوسط
۵-۶	۱۹-۲۰	۲-۳	۰,۵ - ۰,۷	۳-۴	۵-۷	۶۵-۷۵	تاب آوری ضعیف
۴-۵	۱۳-۱۹	۳-۴	۰,۸	۵-۷	۷-۹	۸۰-۹۰	تاب آوری بسیار ضعیف
۳-۴	۱۰-۱۲	۴-۵	۰,۹	۸-۱۰	۱۰-۱۵	۹۵-۱۱۵	
-۳	-۱۰	۶-۷	۱	۱۰-۱۲	۱۵-۲۰	۱۲۰-۱۵۰	فاقد تاب آوری
-	-	+۷	-	+۱۲	+۲۰	+۱۵۰	

اجراء و خروجی بار دیگر به محیط ArcMap انتقال داده شد تا تجزیه و تحلیل های نهایی و نقشه های خروجی وضعیت تاب آوری تهیه شود. در بخش دوم ابتدا آمار و اطلاعات مربوط به وضعیت کیفیت و کمیت معیارها جمع آوری شد و مبنای تحلیل قرار گرفت. به دلیل تعداد زیاد نقشه ها بیش از ۳۱ لایه نقشه استخراج شد که در این پژوهش تنها نقشه های نهایی آورده شد. پس از جمع آوری داده ها و محاسبه مقادیر آن برای مناطق با استفاده از روش میان یابی<sup>۲۶</sup> و خوشه بندی فازی، مقایر نهایی تاب آوری ترسیم شد. با توجه به اینکه در روش Ordinary Kriging فرض می شود که فاصله و جهت میان پارسل یا بلوک آماری در محدوده هر مقیاس سنجش، بر روی

در بخش نخست از روش های موجود در خوشه بندی میانگین فازی<sup>۲۳</sup> استفاده شد که با استفاده از آن ها سازمان دهی داده های چندمتغیری در میان گروه ها یا خوشه ها صورت گرفت. البته براساس همگنی میان اشیا؛ به طوری که موارد موجود در گروه یکسان، شباهت زیادی دارند؛ بنابراین، در این روش، اندازه سلول ها مبنای تحلیل قرار گرفت. روش کار در تکنیک بدین صورت بود که ابتدا از تمامی لایه ها براساس محدوده شهر تهران، فاصله اقلیدسی و منهن<sup>۲۴</sup> با اندازه سلول ۱۱۵ متر گرفته شد تا لایه ها رستری شوند. سپس لایه ها به فرمت Ascii پردازش شدند و تغییر کردند و به محیط نرم افزاری متلب<sup>۲۵</sup> انتقال داده شدند. پس از ماتریس سازی، دستور خوشه بندی

۲۳. Fuzzy C-mean Clustering (FCM)

۲۴. Euclidean Distance and Manhatan

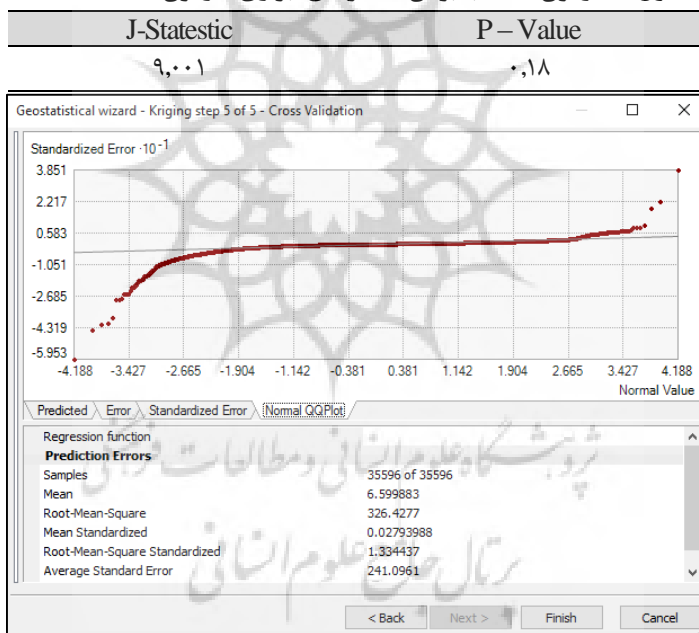
۲۵. Matlab

۲۶. Kriging

هم‌بستگی مکانی تأثیر می‌گذارد. این روش وقتی بهترین کارایی را دارد که از هم‌بستگی فاصله‌ای چولگی جهت داده‌ها آگاه باشیم. نکته مهم این است که در روش میان‌یابی از حالت تخمینی استفاده می‌شود که از مقادیر انترپوله‌شده برای نمایش اتفاقی تغییرات در مکانی که داده‌ها جمع‌آوری نشده است، استفاده می‌کند؛ بنابراین، ابتدا باید از نرمال بودن توزیع داده اطمینان داشت. برای نمایش این وضعیت، از نمودار QQPLOT استفاده شد که در شکل شماره ۲ آمده است. بر این مبنا، میزان نزدیکی داده‌ها به خط مستقیم بسیار زیاد و داده‌ها، نرمالیتۀ مناسبی دارند. به سبب درون‌زایی احتمالی (برای مثال، وابستگی تاب‌آوری با کاهش فاصله از بلوک‌های جمعیتی و نقاط نقل از یک سو و وجود متغیر وابسته با وقفه (افزایش نقاط گسست) از سوی دیگر، ناگزیر از استفاده از متغیرهای ابزاری هستیم. روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM<sup>۲۷</sup>) از جمله روش‌هایی است که با

استفاده از متغیرهای ابزاری درون‌زایی بین متغیرهای توضیحی و وابسته را برطرف (سامر ویل، ۱۹۹۹) و مشکل ارباب تخمین زن OLS را در شرایط وجود متغیر وابسته با وقفه در مدل ندارد. در این روش، استفاده از متغیرهای ابزاری اهمیت دارد. متغیرهای ابزاری برای تغییر وضعیت تاب‌آوری آنهایی هستند که مکانیزم تمرکز یا تفرق جمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در اینجا از متغیرهای فاصله از نقاط جمعیتی، درجه تمرکز و تفرق و همچنین شاخص اختلاط کاربری به عنوان متغیر ابزاری استفاده شده است. در روش GMM آماره J<sup>۲۸</sup> درستی انتخاب متغیرهای ابزاری را می‌آزماید. آماره J ضریب تعداد مشاهدات، دارای یک توزیع کای دو با درجه آزادی برابر اختلاف تعداد متغیرهای ابزاری و تعداد ضرایب تخمینی است. جدول شماره ۳، فرضیه صفر مبنی بر مناسب نبودن متغیرهای ابزاری را در سطح معنی‌داری ۵ درصد رد می‌کند. بنابراین می‌توان گفت که متغیرهای ابزاری تحقیق درست انتخاب شده‌اند.

جدول ۳. آزمون مناسب بودن متغیرهای ابزاری (آزمون J-Statistic)



شکل ۲. نمودار QQPLOT توزیع نرمال بودن داده‌ها

## ۵- روش میان‌یابی

<sup>۲۷</sup> General Method of Moments

<sup>۲۸</sup> برای محاسبه آماره کای دو از آماره J در نرم افزار Eviews از عبارت زیر استفاده می‌شود:

scalar overrides=eq\_gmm.@regobs\*eq\_gmm.@jstat  
scalar overrides\_p=1-@cchisq(overrides,1)

عبارات اول، آماره کای دو را محاسبه می‌کند که با عنوان overrides نام گذاری شده است. و عبارت دوم، مقدار p-value را محاسبه می‌کند که همان overrides\_p است. در عبارت بالا نام معادله تخمینی در نرم افزار است.

در مرحله اول ارزیابی تاب‌آوری در پهنه مناطق، برای هر معیار از روش‌های زمین‌آمار<sup>۲۹</sup> استفاده شد. کریجینگ نوعی روش تخمین است که بر منطق میانگین متحرک وزنی و اصل اول جغرافیا استوار است و می‌توان گفت بهترین تخمین‌گر نآریب

### ۶- خوشه‌بندی فازی (FCM)

هدف از خوشه‌بندی، تقسیم داده‌ها به مجموعه‌ای از دسته‌هاست که در آن شباهت و نزدیکی هر دسته از داده‌های سایر دسته‌ها بیشتر است. الگوریتم‌های مختلفی برای خوشه‌بندی ارائه شده است که از جمله آن‌ها می‌توان به روش ابتکاری، سلسله‌مراتبی و خوشه‌بندی به روش افراز کردن اشاره کرد. الگوریتم‌های خوشه‌بندی فازی، روش‌های افرازکننده هستند که برای تخصیص داده‌ها به مجموعه‌ای از خوشه‌ها به کار می‌روند. در این الگوریتم‌ها با استفاده از یک تابع هدف که به عنوان شاخص ارزیابی به کار می‌رود، داده‌های موجود به صورت بهینه خوشه‌بندی می‌شوند (افراخته و بستانی، ۱۳۸۹: ۲۱۱). در این پژوهش، روش خوشه‌بندی فازی

$$0 \leq \mu_{ik} \leq 1$$

$$\sum_{i=1}^c \mu_{ik} = 1$$

$$0 < \sum_{k=1}^n \mu_{ik} \leq n \quad \{X_1, \dots, X_n\} \quad K = 1, 2, \dots, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, c$$

در روابط ۲، ۳ و ۴، i تعداد خوشه‌ها و K تعداد داده‌هاست. از طرف دیگر می‌توان نشان داد با کمینه کردن تابع هدف رابطه

در مباحث خوشه‌بندی داده‌ها، شاخص‌هایی بیان می‌شود که غالباً مبنای مراکز خوشه‌ها هستند. برای کمینه کردن ۵، باید همواره ۶ و ۷ در تکرارهای مختلف به‌هنگام شوند:

در روابط ۶ و ۷،  $\mu_{ik}^{(t+1)}$  درجه عضویت داده K ام از دسته C ام در تکرار (t+1) ام است. اجرای الگوریتم پیشنهادی دارای مراحل زیر بوده است:

۲. در هر تکرار، مراکز خوشه‌ها را با استفاده از رابطه ۶ محاسبه، و مقداری را برای m انتخاب کنید.

به‌شمار می‌آید. این تخمین‌گر با استفاده از رابطه ۱ تعیین می‌شود. که در معادله ۱ پارامتر تخمینی، وزن یا اهمیت کمیته وابسته به نمونه i ام و پارامتر معلوم می‌باشد  $Z(x_i)$  باشد  $Z(x_i) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i)$

رابطه ۱: به‌وسیله برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار متلب اجرا شد. به‌دلیل اینکه ورودی این مدل باید حداقل دو پارامتر باشد، پارامتر داده‌ها و لایه‌های اطلاعاتی مختلف کالبدی، اجتماعی و اقتصادی در بحث سنجش وضعیت تاب‌آوری مناطق نمونه استفاده شد. در ادامه الگوریتم‌های خوشه‌بندی فازی ارائه شده است. الگوریتم FCM را دان (۱۹۷۴) و بزدرک (۱۹۸۱) مطرح کردند. به‌منظور بیان روش خوشه‌بندی فازی (FCM)، مجموعه‌ای از داده‌ها مدنظر قرار می‌گیرد. هدف خوشه‌بندی فازی، دسته‌بندی داده‌ها به تعداد C خوشه است. این خوشه‌بندی به‌صورت ماتریس که در آن درجه عضویت و تعلق داده k به خوشه C ام است به‌صورت زیر مدل می‌شود:

رابطه ۲:

رابطه ۳:

رابطه ۴:

۵، شباهت داده‌های موجود در هر خوشه از داده‌های موجود در خوشه‌های دیگر بیشتر است.

$$J(P) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^c [\mu_{ik}]^m \|X_k - V_i\|^2$$

در رابطه ۵، m عددی بزرگ‌تر از یک است که میزان درجه عضویت را کنترل می‌کند،  $X_k$  بردار داده‌ها،  $V_i$  مرکز خوشه i ام و نیز فاصله اقلیدسی میان داده‌ها و مراکز خوشه‌هاست.

$$V_i = \frac{\sum_{k=1}^n [\mu_{ik}] X_k^m}{\sum_{k=1}^n [\mu_{ik}]^m}, i = 1, 2, \dots, c$$

$$\mu_{ik}^{(t+1)} = \left[ \sum_{j=k}^c \left( \frac{\|X_k - V_i^{(t)}\|^2}{\|X_k - V_j^{(t)}\|^2} \right)^{\frac{1}{m-1}} \right]^{-1}$$

۱. مقدار t را برابر صفر در نظر بگیرید و یک کد اولیه ایجاد کنید.

<sup>۲۹</sup>. Geostatistical Wizard

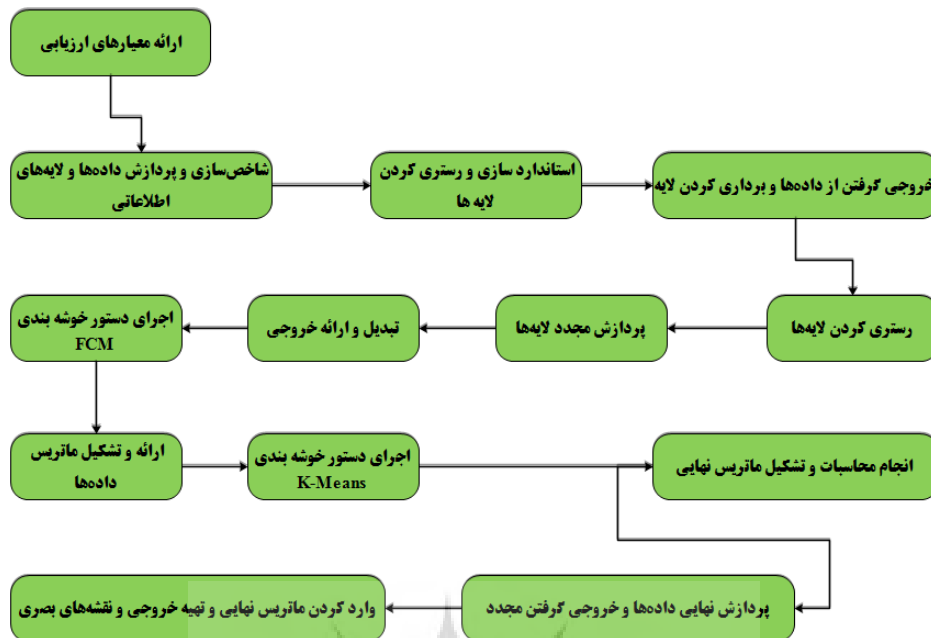
مختلف اطلاعاتی در مدل‌های خوشه‌بندی C-means نشان داده شده است. چارچوب جامع مدل‌های خوشه‌بندی C-means. زمینه لازم را برای تحلیل خوشه‌های سایر ورودی‌های قطعی یا فازی فراهم می‌کند.

۳.  $p^{(0)}$  را با استفاده از رابطه (۷) محاسبه کرد و کد اولیه را در تکرار (t+1) ام به هنگام شد. در نهایت نقشه خوشه‌بندی مکان‌های بهینه به منظور وضعیت تاب‌آوری روی نقشه شهر و مقایسه لایه‌ها آورده شد. در جدول ۴ موقعیت‌های

جدول ۴. موقعیت‌های مختلف اطلاعاتی سنجش وضعیت تاب‌آوری در مدل‌های خوشه‌بندی C-Means

نوع	پارادایم اطلاعاتی	اطلاعات عمومی
A	$\mathfrak{F}_E CRISP$ $\mathfrak{F}_T CRISP$ پارادایم قطعی کامل (قطعی بودن داده‌ها و خوشه‌ها)	$X \equiv \{x_{ij} : i = 1, \dots, c; j = 1, \dots, n\}$ Xij نشان‌دهنده‌ی امین متغیر قطعی مشاهده‌شده در شیء i
B	$\mathfrak{F}_E FUZZY$ $\mathfrak{F}_T CRISP$ پارادایم فازی جزئی (فازی بودن داده‌ها و قطعی بودن خوشه‌ها)	$X \equiv \{x_{ij} : i = (\alpha_{ij}, \beta_{ij}) : j = 1, \dots, c; j = 1, \dots, n\}$ αij نشان‌دهنده مرکز، و βij نشان‌دهنده پراکندگی i امین متغیر فازی مشاهده‌شده در شیء i ام است. به طور معمول تابع پارامتریک (تابع عضویت) در فاصله تعریف می‌شود.
C	$\mathfrak{F}_E CRISP$ $\mathfrak{F}_T FUZZY$ پارادایم فازی جزئی (قطعی بودن داده‌ها و فازی بودن خوشه‌ها)	$X \equiv \{x_{ij} : i = 1, \dots, c; j = 1, \dots, n\}$ Xij نشان‌دهنده‌ی امین متغیر قطعی مشاهده‌شده در شیء i $[\alpha_{ij} - \beta_{ij}, \alpha_{ij} + \beta_{ij}]$
D	$\mathfrak{F}_E FUZZY$ $\mathfrak{F}_T FUZZY$ پارادایم فازی کامل (فازی بودن داده‌ها و خوشه‌ها)	$X \equiv \{x_{ij} : i = (\alpha_{ij}, \beta_{ij}) : j = 1, \dots, c; j = 1, \dots, n\}$ Xij نشان‌دهنده‌ی امین متغیر فازی مشاهده‌شده در شیء i ام است.
نوع	اطلاعات نظری	نمایش گرافیکی
A	$\min : \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij} (x_j - v_i)^2$ $\left( \sum_{i=1}^c u_{ij} = 1, u_{ij} \in \{0,1\}, m = 1 \right)$	
B	$\min : \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij} (x_j - v_i)^2$ $\left( \sum_{i=1}^c u_{ij} = 1, u_{ij} \in \{0,1\}, m = 1 \right)$	
C	$\min : \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij}^m (x_j - v_i)^2$ $\left( \sum_{i=1}^c u_{ij} = 1, u_{ij} \in \{0,1\}, m > 1 \right)$	
D	$\min : \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n u_{ij}^m (x_j - v_i)^2$ $\left( \sum_{i=1}^c u_{ij} = 1, u_{ij} \in \{0,1\}, m > 1 \right)$	

مأخذ: (D'UraaaaGGGGnnni6666669999)

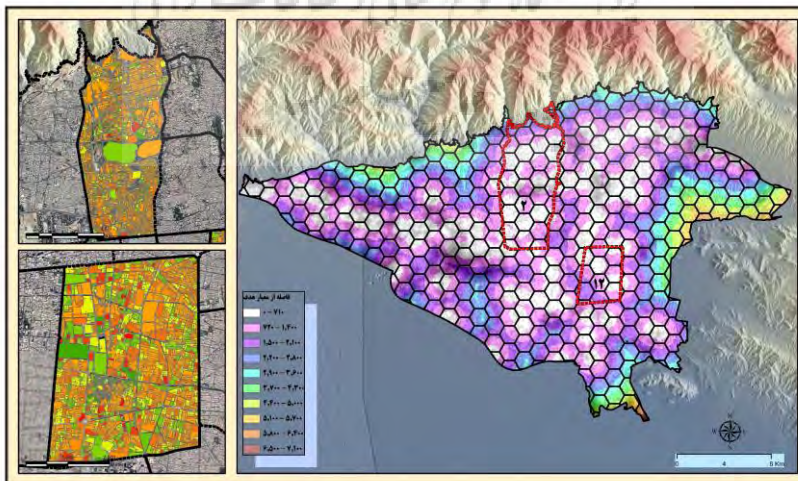


شکل ۳. فرآیند پژوهش و ارزیابی داده‌ها

به‌منظور اعمال پردازش، رستری کردن لایه‌ها و انجام چندین دستور در روش FCM، فاصله اقلیدسی و منهن از تمام لایه های اطلاعاتی (زیرمعیارهای تاب‌آوری) براساس محدوده شهر و مناطق مشخص شد. بدین‌صورت که در هر سلول مقدار مشخصی از عددی قرار گرفت که بیانگر ارزش آن سلول بود. در این صورت محدوده نقشه مناطق منتخب شهر در ماتریس ارزشی نمایش داده شد که هر سلول حاوی مقدار عددی مشخص یعنی همان Cell Sizeها بود. این اعداد در مراحل بعد همان ماتریس نهایی داده‌هایی بودند که در فرآیند خوشه بندی استفاده می‌شدند. در شکل ۴ مرحله نهایی این فرآیند برای لایه متغیرهای ابزاری تحقیق نشان داده شده است.

## ۷- بحث و یافته‌ها

مرحله اول: استنتاج معیار و ضابطه واحدی برای تعیین وضعیت تاب‌آوری، مستلزم چندین مرحله از فرآیند پردازش در محیط نرم‌افزاری Arc Gis و استنتاج فازی در محیط متلب است. بدین‌صورت که در مرحله اول و براساس دسته بندی اولیه مجموعه متغیرها حاصل می‌شود. در این مرحله، خروجی تمامی لایه‌های موردنظر با فرمت‌های مختلف ( Shp, Arc Gis, Ttt, Xl) در محیط نرم‌افزاری Arc Gis به‌صورت (Geodatabase) Shp به‌دست آمد تا لایه‌ها برداری شوند. سپس به نقشه پایه مناطق ۲ و ۱۲ شهر تهران اضافه شدند.



شکل ۴. نقشه رستری شده معیارهای ابزاری تحقیق برای تعیین ارزش هر سلول و تشکیل ماتریس اولیه

فایل txt حاوی یک ماتریس است که در آن مختصات طول و عرض، تعداد سطر و ستون، و ارزش عددی هر لایه نقشه (Cell Size) دیده می‌شود که همگی در یک عنوان (header) نمایش داده می‌شوند. برای خواناسازی انتقال به محیط متلب، باید عنوان مربوط را که حاوی جدول زیر است حذف کنیم تا تنها یک ماتریس باقی بماند. در جدول شماره ۵ مشخصات عنوان هر فایل txt برای تمام لایه‌های اطلاعاتی پردازش شده در یک ماتریس ۹۴×۵۸ برای منطقه ۲ و در ماتریس ۵۱×۳۹ برای منطقه ۱۲ برای روش FCM نشان داده شده است.

جدول ۵. اطلاعات عنوان (header) هر فایل txt برای روش FCM

روش خوشه‌بندی	منطقه	داده‌ها (ماتریس)	مشخصات ماتریس
FCM	۲	۹۴	Ncols (تعداد ستون)
		۵۸	Nrows (تعداد سطر)
		۵۱,۲۲,۳۹	Xllcorner (مختصات طولی ترین نقطه)
		۳۵,۴۲,۳	yllcorner (مختصات عرضی ترین نقطه)
		۱۱۵	Cellsize (اندازه سلول)
	-۹۹۹۹	NODATA_value (ارزش داده‌ای یافت نشده)	
	۱۲	۵۱	Ncols (تعداد ستون)
		۳۹	Nrows (تعداد سطر)
		۵۱,۲۶,۴۳	Xllcorner (مختصات طولی ترین نقطه)
		۳۵,۳۹,۳۹	yllcorner (مختصات عرضی ترین نقطه)
۱۱۵		Cellsize (اندازه سلول)	
-۹۹۹۹	NODATA_value (ارزش داده‌ای یافت نشده)		

تمامی فایل‌های Geotiff یا txt اضافه شدند. سپس دستور خوشه‌بندی k-means و FCM اجرا شد:

۱. ابتدا اعدادی از مقادیر تمامی ماتریس داده‌ها پیدا می‌شوند که کمیت ارزشی نامعلوم (no data value) با مقدار ۹۹۹۹ داشته باشند. سپس این مقادیر از تمامی ماتریس داده‌ها کنار گذاشته می‌شوند. به عبارت دیگر، تمامی عناصر ماتریس نابرابر با ۹۹۹۹- قرار داده می‌شود: (idx== -9999) (اطلاعات بیشتر در جدول ۵ آمده است).

۲. کنارگذاشتن مقادیر ۹۹۹۹- برای تمامی ماتریس داده‌ها، ماتریس‌های جدیدی ساخته شد. برای برابر کردن تعداد سطر و ستون تمامی ماتریس‌ها، بار دیگر مقادیر جدید برابر مقادیر ماتریس اولیه قرار داده می‌شود ((idx)) تعداد عناصر (سطر و

مرحله دوم: در این مرحله با توجه به متفاوت بودن اندازه، حجم و ابعاد هر لایه اطلاعاتی، اندازه Cellsizeها و ابعاد آن، با تنظیمات تحلیل فضایی<sup>۳۰</sup> و محاسبات رستری<sup>۳۱</sup> هماهنگ و یکنواخت شد تا خروجی تمامی لایه‌ها یکسان‌سازی شود. سپس خروجی هر یک از این لایه‌ها به صورت Geotiff و تبدیل رستر به Ascii (txt) گرفته شد. لازم است فرمت این خروجی‌ها در محیط متلب خوانا باشد. برای این منظور لایه‌ها به Ascii (txt) و Geotiff تبدیل شدند و خروجی آن‌ها گرفته شد. در انتها لایه‌های خروجی (txt) با نرم‌افزار Notepad تغییر کردند و پردازش شدند. در این صورت هر

مرحله سوم: برای سنجش میزان جدایی خوشه‌ها، از توابع فاصله‌ای استفاده می‌شود. از جمله این توابع فاصله تابع اقلیدسی، تابع فاصله منهن<sup>۳۲</sup> است. تابع اقلیدسی زمانی به کار می‌رود که پارامترهای مورد بررسی وزن داشته باشند و تأثیر فاصله در آن‌ها بیشتر مشخص شود. در این پژوهش با توجه به اینکه تمام پارامترها و شاخص‌ها، دارای ارزش وزنی و تأثیر فاصله هستند، از تابع فاصله اقلیدسی استفاده شده است. پس از پردازش و تغییر لایه‌ها در دو مرحله قبل، در این مرحله داده‌ها وارد محیط متلب می‌شوند. بدین صورت که با استفاده از دستورهای بازخوانی فایل‌های قبل که از آن‌ها خروجی گرفته شد (Geotiffread یا load در این محیط) و لایه‌ها یا

22. Manhattan distance

۳۰. Spatial Analyst

۳۱. Raster Calculator

۴. در آخرین مرحله، متغیر دیگری (r) ساخته شد که عناصر آن (سطر و ستون) را برابر ماتریس داده‌های اولیه قرار داده و نتیجه نهایی در آن لحاظ می‌شود. به نحوی که ماتریس اولیه برابر با r قرار داده می‌شود:  $r = (idx) = result$  سپس ماتریس را پردازش و در فرمت اولیه جای داده می‌شود و بار دیگر در محیط Gis وارد می‌شود تا نقشه نهایی مناطق همگن براساس ۴ خوشه شبیه به هم حاصل شود. جدول ۶ و ۷ نتایج کلی فرآیند عملیات را نشان می‌دهد.

ستون) ماتریس قدیم = ماتریس جدید). سپس تمامی ماتریس داده‌ها در ماتریس جدیدی جای گذاری می‌شوند:  $[a,b,c,d,..](x)$  متغیر جدید. ۳. با ساختن متغیر جدید (x) تمامی نتایج به صورت k مجموعه قرار قرار داده می‌شود، سپس دستور k-means اجرا می‌شود. به نحوی که تمامی ماتریس داده‌ها را در فضای خوشه بندی و برحسب حداکثر شباهت به مرکز دسته یا تفاوت با آن، در ۴ گروه قرار بگیرند. به عبارتی:  $result = kmeans(x,4)$ .

جدول ۶. فرایند اجزای دستور FCM در محیط متلب برای زیرمعیارهای تاب آوری

1. <code>[center, U, obj_ fcn] = fcm (data, cluster_n)</code>
2. <code>data = rand (100, 2);</code>
3. <code>[center, U, obj_ fcn] = fcm (data, 2)</code>
4. <code>Plot (data(:,1)), data (:,2,'o');</code>
5. <code>(index1 = find)(U(1,:) == maxU);</code>
6. <code>(Index2 = find) (U(2,:) == maxU);</code>
7. <code>line (data (index1,1), data (index1, )) "liss tyl" , "" "" "</code>
8. <code>line (data (index2,1),data (index2, )) "liss tyl" , "" "" "</code>

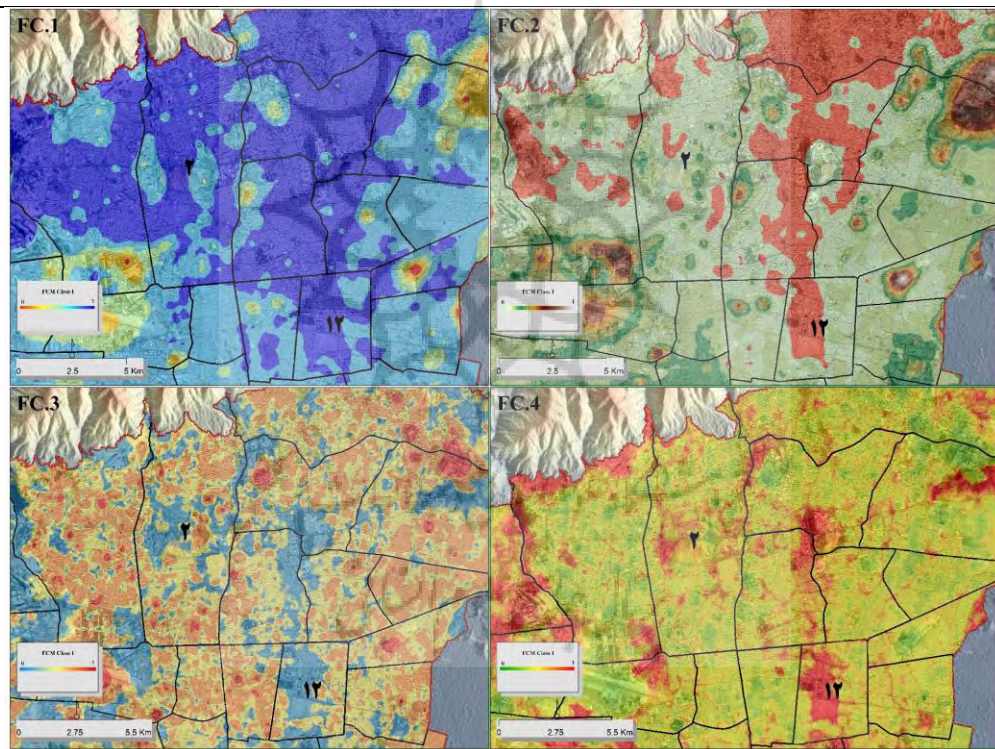
- مأخذ: نرم‌افزار Matlab 2010

جدول ۷. نتایج تخمین FCM و تخمین ML مدل خطای فضایی در روش خوشه‌بندی به ازای معیارهای تاب آوری

Mean		Spatial Error Model		Rupture index		مدل - متغیر توضیحی
منطقه ۱۲	منطقه ۲	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	
۱,۰۲۶	۳,۰۰۱	۵,۶۳۳	-۵,۰۳۲۱***	۶,۴۱۱	-۳,۰۲۰***	نوع سازه، کیفیت بنا، عمر بنا (سال)
۲,۱۴۰	۲,۳۳۱	-۰,۰۳۴	۳,۰۱۱	-۰,۲۲۷	-۱,۰۱۲	تعداد طبقات، سطح اشغال (متر)، ضریب محصوریت (متر)
۳,۳۶۱	۳,۳۲۱	-۳,۳۳۳	۲,۰۷۳***	-۱,۰۰۲	-۱۱,۰۱۹***	تراکم ساختمانی (درصد)، فاصله از کانون‌های خطر (درصد)، دانه‌بندی (متر)
۳,۳۴۱	۲,۹۷۴	۳,۰۳۳	۰,۰۳۴***	۱۳,۰۹۷	۱,۱۰۵***	فاصله از گسل (متر)، تعداد واحد، سازگاری کاربری
۰,۸۸۷	۰,۹۴۱	۹,۳۲۵	۰,۰۰۷۳	-۰,۲۸۴	۲,۱۰۷	شیب (درصد)، نمای بنا، تراکم جمعیت (نفر در هکتار)
۶,۶۷۲	۴,۳۳۱	۵,۳۵۲	۱۶,۳۳۶***	۴,۴۸۰	-۱۰,۰۲۰***	نسبت کاربری تجاری، نسبت کاربری اداری - سیاسی، شاخص اختلاط کاربری

تحلیل ابعاد تاب‌آوری شهری در شرایط بحران به منظور کاهش گسست‌های فضایی (مطالعه موردی: مناطق ۱۲ و ۲ شهر تهران)

نسبت کاربری صنعتی، نسبت کاربری شبکه معابر، نسبت کاربری فضای سبز و بهداشت و درمانی	۰,۲۱۴***	-۳,۰۸۱	۸,۳۸۰**	-۳,۶۹۷	۱,۶۶۷	۲,۰۳۶
$\lambda$	-	-	۰/۳۰۳	۳,۰۱۱		
CONSTAVT	۰,۳۰۶***	۳,۳۳۷	۹۶,۳۰۹***	۷,۰۲۲		
$R^2$	۰,۱۰۲			۰,۰۰۷		
Log likelihood	-۱,۱۰۲۷			۱,۰۰۵		
Akaike info criterion	۱۱,۰۲۱			۱,۰۷۴		
Schwarz criterion	۱۱۰,۱۱۱			۳۰,۲۵۴		
Tese	Value	Prob	Value	Prob		
Breusch- Pagan	۹,۰۲۹	۰,۰۰۱	۱۷,۵۵۸	۰,۰۰۲		
Koenker- Bassett	۴,۰۹۹	۰,۰۰۸		-		
Likelihood Ratio	-	-	-۱۲,۰۹۹	۰,۱۲۲۰		
$۰,۱۰۰p < ۰,۰۵, .00p < , ۰,۰۱۰۰۰p <$						



شکل ۵. چهار کلاس نقشه به دست‌آمده برای تمامی معیارهای ارزیابی به همراه مقادیر خوشه‌بندی با استفاده از روش FCM

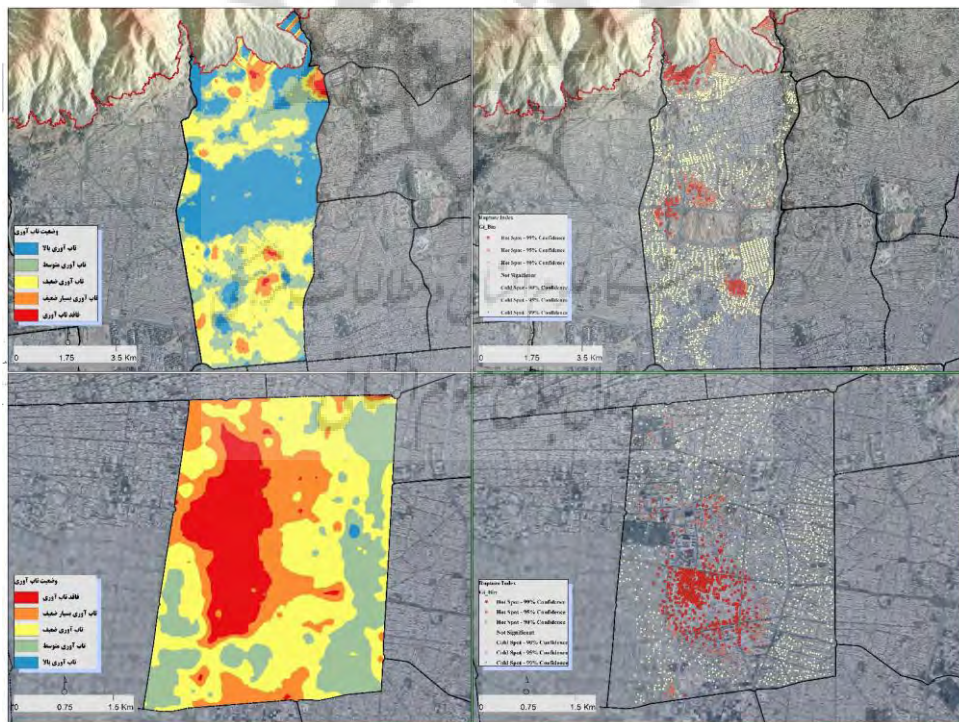
استفاده در ارزیابی وضعیت تاب‌آوری، مدل خطای فضایی خواهد بود. لازم به ذکر است که مفهوم اثرات فضایی در مدل‌های مختلف فضایی تفاسیر متفاوتی دارد. وجود اثرات فضایی در مدل خطای فضایی میبین وجود وابستگی فضایی در اجزا اختلال مدل است، به این معنی که شوک وارد ناشی از

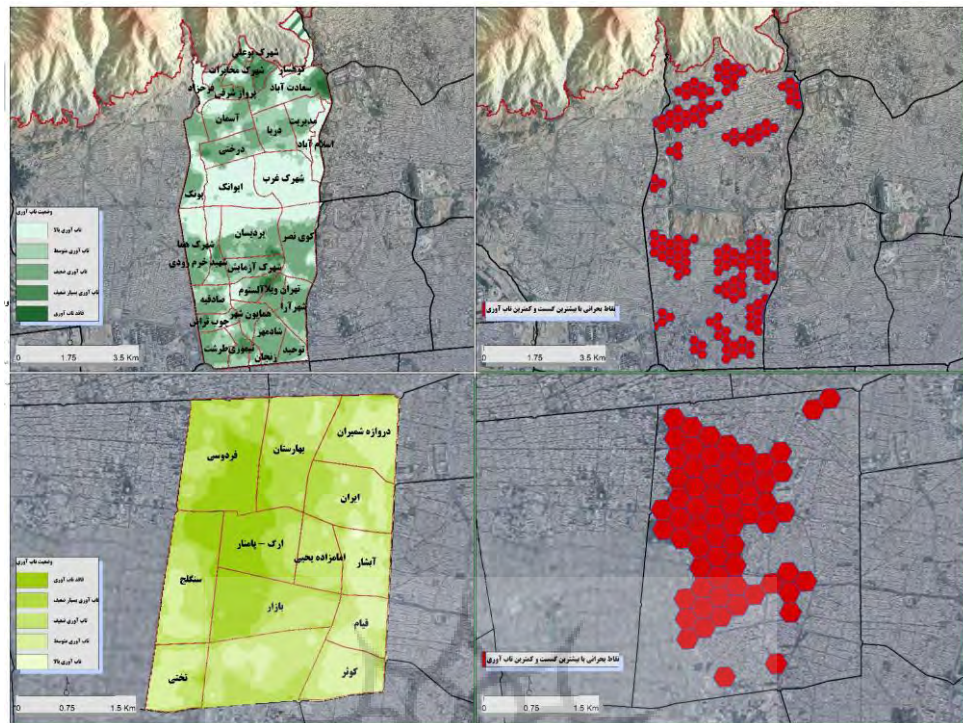
بر اساس نتایج تخمین FCM و ML، در سطح معناداری ۵ درصد مدل دوربین فضایی در مقابل هر دو مدل وقفه و خطای فضایی رد می‌شود. با توجه به اینکه نتایج خطای استاندارد و شاخص گسست نیز مزید برتری مدل خطای فضایی در مقابل مدل شاخص گسست فضایی است، لذا مدل فضایی مورد



به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر وضعیت تاب‌آوری مناطق ۲ و ۱۲ شناخته شده‌اند. معیارهای نسبت کاربری فضای سبز و دانه‌بندی به عنوان متغیرهای کنترل، دارای اثر منفی بر وضعیت گسست فضایی و متعاقباً درجه تاب‌آوری بوده است و در سطح بالایی معنادار است؛ به این معنی که منطقه ۲ با کاربری‌های با فاصله بیشتر، دانه‌بندی بزرگتر، و نسبت کاربری فضای سبز و باز بیشتر، تاب‌آوری بالاتری داشته‌اند. لذا عامل اختلاط کاربری یکی از عوامل دافعه اثرگذار بر وضعیت تاب‌آوری قلمداد می‌شود. یکی دیگر از متغیرهای مهم مورد مطالعه، نوع مصالح بکار رفته در کاربری مسکونی است. مطابق نتایج، سال ساخت و مصالح اثر منفی و معنادار بر نوسان تاب‌آوری دارد. به این معنی که محلات و مناطق با سال ساخت پایین و مصالح ضعیف، تاب‌آوری کمتری داشته‌اند. همچنین شاخص سطح اشغال و نسبت کاربری اداری - سیاسی مرکزیت محله یا منطقه، در مدل کاهش تاب‌آوری اثر مثبت و معنادار دارد، یعنی مناطق و محلاتی که جایگاه بالاتری از تقسیمات سیاسی - اداری به خود اختصاص داده‌اند ناپایداری بالاتری داشته‌اند. این امر بیانگر محوریت تقسیمات کالبدی در کاهش و یا افزایش تاب‌آوری مناطق است.

گسست فضایی یک منطقه به تمامی مناطق دیگر نیز سرایت می‌کند. به عبارت دیگر اثرات فضایی در مدل خطای فضایی سراسری است. در واقع مدل خطای فضایی مبین موقعیتی است که در آن متغیرهای حذف شده از روش خوشه‌بندی، خود همبستگی فضایی دارند، و یا شوک‌های مشاهده نشده، از یک الگوی فضایی پیروی می‌کنند. به عبارت دیگر پذیرش مدل خطای فضایی به این معنی است که وابستگی فضایی در مدل وجود دارد اما علل چنین وابستگی قابل شناسایی نیست. مطابق نتایج ضریب خودهمبستگی فضایی ( $\lambda$ ) در سطح بالایی معنادار است که مؤید وجود وابستگی فضایی در اجزا اخلال وضعیت تاب‌آوری و ۶ زیر معیار نوع سازه، کیفیت بنا، عمر بنا، تراکم ساختمانی، فاصله از کانون‌های خطر و دانه‌بندی در ارتباط با کاربری‌های وضع موجود است. به این معنی که بحران وارد بر یک منطقه، به دیگر مناطق کلانشهر تهران نیز سرایت خواهد کرد. به عبارت دیگر ضریب خودهمبستگی فضایی نشان می‌دهد که کاهش یا افزایش وضعیت تاب‌آوری در یک منطقه یا محله شهری تا چه میزان متأثر از شوکت وارد بر متغیرهای ابزاری یا زیر معیارها در سایر محلات و مناطق شهر بوده است. در بین معیارهای موجود، درجه تمرکز یا تفرق جمعیت، ضریب محصوریت یا فاصله از گسل و نسبت توزیع کاربری‌های تجاری





شکل ۶. نتایج نهایی ارزیابی وضعیت تاب‌آوری مناطق مورد مطالعه در سطح محلات و پهنه‌های فضایی

ارزیابی شد. در ارتباط با زیرمعیارهای تراکم ساختمانی، فاصله از کانون‌های خطر و وضعیت دانه‌بندی کالبدی، نتایج نشان می‌دهد که منطقه ۱۲ با تراکم ساختمانی بالاتر، فاصله کمتر از کانون‌های خطرزا و دانه‌بندی ریزتر در برابر وقوع بحران‌ها با وضعیت تاب‌آوری ضعیف ارزیابی شدند. نتایج فاصله از گسل، تعداد واحد، و وضعیت سازگاری کاربری‌ها نشان می‌دهد که هر دو منطقه ضمن همجواری با گسل تهران - شهر ری با وضعیت بحرانی مواجه می‌باشند. از طرفی با توجه به فرارگیری منطقه ۱۲ در بافت تاریخی و تمرکز و تراکم جمعیت در محورهای کانونی با عملکرد منطقه‌ای، آسیب‌پذیری بیشتری از خود نشان می‌دهد. در ارتباط با معیارهای شیب، نمای بنا و تراکم جمعیت مجموعاً منطقه ۲ وضعیت بهتری را نشان می‌دهد هرچند تراکم جمعیت در سطح هر دو منطقه علی‌رغم جمعیت و وسعت بیشتر منطقه ۲، یکسان می‌باشد اما با توجه به سیل جمعیت شناور مراجعه‌کننده و ساکن در منطقه ۱۲ این منطقه تاب‌آوری پایین‌تری را نشان می‌دهد. مقایسه نسبت کاربری تجاری، نسبت کاربری اداری - سیاسی و شاخص اختلاط کاربری نشان می‌دهد که منطقه ۱۲ با عملکرد فرامنطقه‌ای و جذب جریان‌های اقتصادی و کالبدی عموماً به سمت بازار و بافت مرکزی و همچنین عناصر اداری و سیاسی در ارتباط با بافت فرسوده ناحیه در برابر هرگونه بحران، ناپایداری و

## ۸- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

طراحی مناسب و ارزیابی اقدامات برای تقویت مقاومت در برابر هرگونه بحران باید بر اساس تجزیه و تحلیل طیف وسیعی از سناریوها باشد، که در آن شرایط مختلف مدیریتی، اقتصادی و اجتماعی، زیرساختی و گزینه‌های مدیریت مورد آزمایش قرار می‌گیرند. باتوجه به اینکه توسعه کالبدی و افزایش شهرنشینی، چالش‌های بزرگی در مدیریت برنامه‌ریزی شهری برای یک آینده پایدار ایجاد می‌کنند، در این زمینه و در ارتباط با پیشینه پژوهش و یافته‌های سلمانی مقدم و همکاران (۱۳۹۳)، پریزادی و همکاران (۱۳۹۸)، حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۹) و ورچوچ و همکاران (۲۰۱۲) با تأیید ضمنی نتایج، شاخص وضعیت تاب‌آوری از منابع کالبدی و غیر کالبدی مناطق شهر تأثیر می‌پذیرد. توزیع مکانی وضعیت تاب‌آوری و احتمال رخداد بحران در بین مناطق ۲ و ۱۲ شهر تهران و همچنین در سطح محلات یکنواخت نیست. در این میان بررسی و مطالعه معیارهای مورد ارزیابی نشان می‌دهد که از میان ۲۱ معیار اصلی، در ۳ زیر معیار نوع سازه، کیفیت و عمر بنا، منطقه ۲ باتوجه به سابقه شکل‌گیری و همچنین محلات جدیدتر با میانگین خوشه ۳،۰۰۱ با وضعیت تاب‌آوری بالاتری ارزیابی شد. در ارتباط با ۳ معیار دیگر مورد ارزیابی، معیارهای تعداد طبقات، سطح اشغال و ضریب محصولیت، منطقه ۲ با میانگین خوشه بالاتر ۲،۳۳۱

تراکمی و ارتفاعی و رعایت حریم گسل خصوصا در منطقه ۲ از اهم موارد است که باید مورد توجه قرار گیرد.

تاب‌آوری کمتری را شاهد خواهد بود. نسبت توزیع کاربری صنعتی، شبکه معابر و نسبت کاربری فضای سبز و بهداشت و درمان در ارتباط با تاب‌آوری مناطق نشان می‌دهد که با توجه به کارکرد و نقش منطقه ۱۲، عمده فعالیت‌های خدماتی و تجاری و تا حدودی مشاغل نیمه صنعتی در این منطقه استقرار دارند. از طرفی با توجه به نقش شریان‌های ارتباطی و کریدورهای اصلی دسترسی در سطح منطقه ۲ و نسبت توزیع کاربری‌های فضای سبز و باز این منطقه وضعیت رضایت‌بخشی دارد. ارزیابی وضعیت تاب‌آوری نشان می‌دهد که همچنان منطقه ۱۲ با چالش بیشتری در حوزه بحران روبه‌رو خواهد بود. در جمع‌بندی نهایی و در ارتباط با سؤال پژوهش با توجه به فرسوده بودن ابنیه، عدم تخلخل و نفوذپذیری کم‌فضایی، الگوی پراکنش فضایی جمعیت و عوامل مؤثر بر گسست‌های کالبدی - فضایی در سطح منطقه ۲ و ۱۲ نتایج نشان می‌دهد که الگوی توزیع و گسست تاب‌آوری در سطح محلات، هر دو منطقه متفاوت و در مجموع منطقه ۱۲ وضعیت ناپایداری را نشان می‌دهد. از میان ۳۰ محله منطقه ۲، محلات شهرک غرب، ایوانک، پردیسان شهرک هما، پونک و اسلام آباد با توجه به نوساز بودن، نفوذپذیری مناسب و تراکم فضایی و پراکنش جمعیت با وضعیت تاب‌آوری بالا ارزیابی شدند. از میان ۱۲ محله منطقه ۱۲، محلات بازار، ارگ - پامنار، فردوسی و امامزاده یحیی با توجه به فرسوده بودن ابنیه، عدم تخلخل و نفوذپذیری کم‌فضایی، الگوی پراکنش فضایی جمعیت و عوامل مؤثر بر گسست‌های کالبدی - فضایی با بدترین وضعیت تاب‌آوری ارزیابی شدند. این در حالی است که محلات قیام، کوثر، تختی و سنگلج با وضعیت تاب‌آوری مناسب‌تر نسبت به سایر محلات ارزیابی شدند. شواهد موجود نشان می‌دهد که معیارهای فرسوده بودن ابنیه، تمرکز فضایی جمعیت و فعالیت و عدم نفوذپذیری و عرض کم شبکه معابر در مواقع بحران، اصلی‌ترین عوامل ناپایداری و کاهش تاب‌آوری کالبدی مناطق مورد مطالعه در برابر مخاطرات فضایی محسوب می‌شوند. با توجه به رویکردهای جدید برنامه‌ریزی شهری در خصوص مدیریت بحران و افزایش تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌ها، بازآفرینی پایدار بافت‌های فرسوده با اولویت‌بندی مداخله فوری در سطح محلات بحرانی منطقه ۱۲ می‌تواند به عنوان اولین و مهمترین فاکتور مطرح شود. توجه به مقررات ساخت و ساز و حریم، سطح اشغال و تراکم ویژه در محلات مبتنی بر قوانین شهرسازی هر محله به تفکیک مورد تصویب قرار گیرد. تهیه فهرستی موضوعی از مهمترین چالش‌ها و مخاطرات هر محله از طریق اولویت‌بندی نوع خطر و الزام به اقدامات عاجل باید مورد توجه قرار گیرد. التزام به آیین‌نامه‌های ساخت و ساز و ضوابط نظام مهندسی در خصوص توسعه جدید خصوصا در ارتباط با توسعه

## ۹- منابع

- ۱) ابراهیم‌زاده، عیسی و اسمعیل‌نژاد، مرتضی (۱۳۹۶) پناهندگان اقلیمی چالش آینده تحولات منطقه‌ای (مطالعه موردی: خراسان جنوبی)، فصلنامه جغرافیا و توسعه، دوره ۱۵، شماره ۴۸، صص ۱۸-۱.
- ۲) آروین، محمود؛ فرجی، امین و بذرافکن، شهرام (۱۳۹۷) بررسی تأثیر سرمایه اجتماعی بر مدیریت ریسک زلزله با تأکید بر تاب‌آوری (مورد مطالعه: منطقه ۹ شهر تهران)، مجله علمی مدیریت سرمایه اجتماعی، ۵ (۱)، صص ۱-۲۴.
- ۳) آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن (۱۳۸۴ - ۱۳۸۲)، (Japan International Cooperation Agency)، طرح جامع مدیریت و پیشگیری از خسارات ناشی از زلزله در تهران بزرگ: <https://www.jica.go.jp/iran/farsi/office/index.html>
- ۴) بازگیر، سعید؛ فیروزی، زهرا؛ شمسی‌پور، علی‌اکبر و مقبل، معصومه (۱۳۹۸) تحلیل فضایی شرایط محیطی کشاورزی شهری در کلان‌شهر تهران (مطالعه موردی: منطقه ۵)، پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، ۷ (۱)، صص ۱۱۱-۱۲۵.
- ۵) پاشاپور، حجت اله و پوراگرمی، محمد (۱۳۹۶) سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله)، (مطالعه موردی منطقه ۱۲ شهر تهران)، مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، ۱۲ (۴)، صص ۹۸۵-۱۰۰۲.
- ۶) پریزادی، طاهر؛ شیخ‌الاسلامی، علیرضا و کریمی رزکانی، علیرضا (۱۳۹۸) تحلیل وضعیت تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی (مورد مطالعه: شهر باقرشهر)، فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۱۰ (۳۷)، صص ۴۱-۵۴.
- ۷) پورموسوی، موسی؛ اقبال، محمدرضا و خوشخوان، جلال (۱۳۹۴) بررسی میزان تحقق-پذیری شاخص‌های مدیریت بحران در طرح تفصیلی (مورد مطالعه: منطقه ۲۰ شهرداری تهران)، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، دوره ۲، شماره ۲، صص ۳۱-۱۷.
- ۸) جلالیان، سید اسحاق (۱۳۹۷) ارزیابی تاب‌آوری ساختاری - طبیعی کاربری اراضی شهری (مطالعه موردی: منطقه ۴ کلانشهر تهران)، فصلنامه شهر پایدار، دوره ۱، شماره ۴، صص ۱۲۳ - ۱۰۹.
- ۹) حاتمی‌نژاد، حسین، واحدیان بیکی، لیلیا و زیبا پرنون (۱۳۹۳) سنجش الگوی توزیع فضایی خدمات شهری در منطقه پنج شهر تهران به کمک مدل آنتروپی و ویلیامسون، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳، صص ۱۷-۲۸.
- ۱۰) حاتمی‌نژاد، حسین؛ حیدری، اصغر؛ نجفی، اسماعیل و ایزدی، بنت‌الهدا (۱۳۹۹) پایش و اولویت‌بندی مؤلفه‌های تاب‌آوری در بافتهای اسکان غیررسمی مطالعه موردی: محله سهرابیه کرج، فصلنامه شهر پایدار، دوره ۳، شماره ۲، صص ۹۱ - ۷۷.
- ۱۱) رضایی، محمدرضا (۱۳۸۹) تبیین تاب‌آوری اجتماعات شهری به منظور کاهش اثرات سوانح طبیعی (زلزله) مطالعه موردی: شهر تهران، دانشگاه تربیت مدرس، رساله دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، صص ۵۰ - ۴۵.
- ۱۲) رفیعیان، مجتبی؛ رضایی، محمدرضا؛ عسگری، علی؛ پرهیزکار، اکبر؛ و شایان، سیاوش (۱۳۹۰) تبیین مفهومی تاب‌آوری و شاخص‌سازی آن در مدیریت سوانح اجتماع محور (CBDM)، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۵ (۴)، صص ۱۹-۴۱.
- ۱۳) ساسان پور، فرزانه؛ آهنگری، نوید و حاجی نژاد، صادق (۱۳۹۶) ارزیابی تاب‌آوری منطقه ۱۲ کلانشهر تهران در برابر مخاطرات طبیعی، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۴ (۳)، صص ۹۵ - ۸۵.
- ۱۴) سالنامه آماری شهر تهران (۱۳۹۶) سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران [www.tehran.ir](http://www.tehran.ir)
- ۱۵) سعیدی، بهنام؛ فخری، الهام و آزاده، حسن (۱۳۹۴) چارچوب سندی برای کاهش خطرپذیری سوانح ۲۰۳۰ - ۲۰۱۵، پژوهشکده سوانح طبیعی ایران، تهران: انتشارات کتاب پدیده.
- ۱۶) سلمانی مقدم، محمد؛ امیراحمدی، ابوالقاسم و کاویان، فرزانه (۱۳۹۳) بررسی نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در بهبود تاب‌آوری لرزه‌ای جوامع شهری (نمونه موردی: شهر سبزوار)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۵ (۱۷)، صص ۱۷-۳۴.
- ۱۷) طرح تفصیلی منطقه ۲ (۱۳۸۵) وزارت راه و شهرسازی، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری تهران.
- ۱۸) فلاحی، علی‌رضا و جلالی تارا (۱۳۹۲) بازسازی تاب‌آور از دیدگاه طراح شهری پس از زلزله ۱۳۸۲ بم، نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی، ۱۸ (شماره ۳)، صص ۱۶ - ۵.
- ۱۹) مرکز آمار ایران (۱۳۷۹ - ۱۳۹۲) نتایج آمارگیری از هزینه و درآمد خانوارهای شهری.
- ۲۰) مرکز آمار ایران (۱۳۹۵) نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن شهر تهران.
- ۲۱) مظلومی، نادر (۱۳۷۹) مدیریت بحران: رهیافتی استراتژیک، فصلنامه مطالعات مدیریت، دوره ۷، شماره ۲۶، صص ۸۲-۶۵.
- ۲۲) منزوی، مهشید؛ سلیمانی، محمد؛ تولایی، سیمین و چاووشی، اسماعیل (۱۳۸۹) آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده بخش مرکزی شهر تهران در برابر زلزله (مورد: منطقه ۱۲)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۲ (۷۳،۳)، صص ۱-۱۸.

۲۳) هاشمی پطرودی، سید حمید؛ جعفرنژاد، احمد؛ صادقی مقدم، محمدرضا و صفری، حسین (۱۳۹۶) چالش‌های حاکمیت شبکه مدیریت بحران (مطالعه موردی: شهر تهران)، مدیریت دولتی، ۹ (۳)، صص ۴۰۲ - ۳۷۹.

۲۴) وردی نژاد، فریدون و بهرامی رشتیانی، شهلا (۱۳۸۹) مدیریت بحران و رسانه‌ها، تهران: سمت.

- 25) Ainuddin, S., & Routray, J. K. (2012) Community resilience framework for an earthquake prone area in Baluchistan, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 2, No. 6, pp. 25-36.
- 26) Bildan, L. (2003) Disaster management in southeast Asia: an overview. Asian Disaster Preparedness Center.
- 27) Brent, W. Ritchie. (2004) Chaos, crises and disasters: a strategic approach to crisis management in the tourism industry. *Tourism management*, Vol. 25, No. 6, pp. 669-683.
- 28) Bristow, G. (2010) Resilient regions: Re-placating regional competitiveness. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, Vol. 3, No. 1, pp.153-167.
- 29) Cai, Heng., Lam, Nina S.N., Qiang, Yi., Zou, Lei, Correll, Rachel M., Mihunov, V. (2018) A Synthesis of Disaster Resilience Measurement Methods and Indices, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 31, No. 6, pp. 844-855.
- 30) Chandrashekar, H., Lokesh, K. V., Sameena, M., & Ranganna, G. (2015) GIS-based morphometric analysis of two reservoir catchments of Arkavati River, Ramanagaram District, Karnataka. *Aquatic Procedia*, Vol. 4, No. 14, pp. 1345-1353.
- 31) Chelleri, L., & Baravikova, A. (2021) Understandings of urban resilience meanings and principles across Europe. *Cities*, Vol. 108, No.10, pp.29-85.
- 32) Cloke, H. L., & Pappenberger, F. (2009) Ensemble flood forecasting: A review. *Journal of hydrology*, Vol. 375, No. 3-4, pp. 613-626.
- 33) Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008) A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global environmental change*, Vo. 18, No. 4, pp. 598-606.
- 34) Cutter, S. L., Barnes, L., Berry, M., Burton, C., Evans, E., Tate, E., & Webb, J. (2008) A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global environmental change*, Vol. 18, No. 4, pp. 598-606.
- 35) "rr so, P., nnd ooordnn P., (2006) A Wggghddd Fuzzy C-Means Clustering Model for Fuzzy Data. *Computational Statistics and Data Analysis*, Vol.50, No.6, PP. 1496-1523.
- 36) Das, S. (2019) Geospatial mapping of flood susceptibility and hydro-geomorphic response to the floods in Ulhas basin, India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, Vol. 14, No.3, pp. 60-74.
- 37) Desouza, K. C., & Flanery, T. H. (2013) Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. *Cities*, Vol. 35, No. 14, pp. 89-99.
- 38) Folke, C. (2012) Resilience: The emergence of a perspective for social - ecological systems analyses. *Global environmental change*, Vol. 16, No. 3, pp. 253-267.
- 39) Gralepois, M. (2020) What Can We Learn from Planning Instruments in Flood Prevention? Comparative Illustration to Highlight the Challenges of Governance in Europe. *Water*, Vol.12, No. 6, pp.18-41.
- 40) Gunderson, L. (2009) Some Comparisons between Ecological and Human Community Resilience. *INSCT*, 14.
- 41) Hawley, R. J., Bledsoe, B. P., Stein, E. D., & Haines, B. E. (2012) Channel Evolution Model of Semiarid Stream Response to Urban-Induced Hydro modification 1, *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 48, No.4, pp. 722-744.
- 42) Herreria, E., Byron, I., Kancans, R., & Stenekes, N. (2006). Assessing dependence on water for agriculture and social resilience. Canberra: Bureau of Rural Sciences.
- 43) Hogan, D. M., Jarnagin, S. T., Loperfido, J. V., & Van Ness, K. (2014) Mitigating the effects of landscape development on streams in urbanizing watersheds, *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, Vol. 50, No.1, pp. 163-178.
- 44) Holling, C. S. (1973) Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of ecology and systematics*, Vol. 4, No. 1, pp. 1-23.
- 45) Jabareen, Y. (2013) Planning the resilient city: Concepts and strategies for coping with climate change and environmental risk. *Cities*, Vol. 31, No. 20, pp. 220-229.
- 46) Kamrholm, A., Mechler, R., Mochizuki, J., Kunreuther, H., Bayer, J., Hanger, S., ... & Egan, C. (2014) Operationalizing resilience against natural disaster risk: opportunities, barriers, and a way forward. White Paper, Zurich Flood Resilience Alliance.
- 47) Laskar, J. (2003) reQUENCY map analysis and particle accelerators, In *Proceedings of the 2003 Particle Accelerator Conference IEEE*, Vol. 1, No. 3, pp. 378-382
- 48) Lechner, S., Jacometti, J., McBean, G., & Mitchison, N. (2016) Resilience in a complex world—Avoiding cross-sector collapse. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 19, No. 4, pp. 84-91.

- 49) Lee, J. H., Nam, S. K., Kim, A. R., Kim, B., Lee, M. Y., & Lee, S. M. (2009) Resilience: a meta-analytic approach. *Journal of Counseling & Development*, Vol. 91, No. 3, pp. 269-279.
- 50) León, J., & March, A. (2014) Urban morphology as a tool for supporting tsunami rapid resilience: A case study of Talcahuano, Chile. *Habitat international*, Vol. 43, No. 21, pp. 250-262.
- 51) Madzharov, S., (2013) the chalets of the future and the increasing significance of crisis management, university of Illinois Press. Retrieved from: <https://www.longdom.org/.../the-impact-of-strategic-planning-on-crisis>.
- 52) Maguire, B., & Hagan, P. (2007) Disasters and communities: understanding social resilience. *Australian Journal of Emergency Management*, The, Vol. 22, No. 2, pp. 16-20.
- 53) Marwitz, S., Maxson, N., Koch, B., Aukerman, T., Cassidy, J., & Belonger, D. (2008) Corporate crisis management: Managing a major crisis in a chemical facility, *Journal of hazardous materials*, Vol. 159, No. 1, pp. 92-104.
- 54) Meng, M., Dabrowski, M., & Stead, D. (2020) Enhancing Flood Resilience and Climate Adaptation: The State of the Art and New Directions for Spatial Planning. *Sustainability*, Vol. 12, No.19, pp.64-78.
- 55) Mitchell, T., & Harris, K. (2012) Resilience: A risk management approach. ODI background note, 1-7.
- 56) Morelli, S., Battistini, A., & Catani, F. (2014) Rapid assessment of flood susceptibility in urbanized rivers using digital terrain data: Application to the Arno river case study (Firenze, northern Italy). *Applied Geography*, Vol. 54, No. 13, pp. 35-53.
- 57) Morelli, S., Battistini, A., & Catani, F. (2014) Rapid assessment of flood susceptibility in urbanized rivers using digital terrain data: Application to the Arno river case study (Firenze, northern Italy). *Applied Geography*, Vol. 54, No.13, pp. 35-53.
- 58) Norris, F. H., Sherrieb, K., & Pfefferbaum, B. (2011). Community resilience: concepts, assessment, and implications for. *Resilience and mental health: Challenges across the lifespan*, 162.
- 59) Rashid, H. (2011) Interpreting flood disasters and flood hazard perceptions from newspaper discourse: Tale of two floods in the Red River valley, Manitoba, Canada. *Applied Geography*, Vol. 31, No. 1, pp. 35-45.
- 60) Sun, H., Zhen, F., & Xie, Z. (2021) Urban resilience assessment based on contradiction between supply and demand of the daily activity–environment system: A case study on Nanjing, China. *Science of The Total Environment*, Vol. 765, No. 14, pp.45-67.
- 61) Tierney, K., & Bruneau, M. (2007) Conceptualizing and measuring resilience: A key to disaster loss reduction. *TR news*, (250).
- 62) UNDP. (1992) An overview of disaster management. 2th edition. UNDP publication.
- 63) Usamah, M., Handmer, J., Mitchell, D., & Ahmed, I. (2014) Can the vulnerable be resilient? Co-existence of vulnerability and disaster resilience: Informal settlements in the Philippines. *International journal of disaster risk reduction*, Vol. 10, No. 33, pp. 178-189.
- 64) Werchoch, V. (2012) Evaluation of multifunctional indicators to measure earthquake resilience in urban areas: A new literature review. *International journal of disaster risk reduction*, Vol. 31, No.12, pp. 311-330.



## Dimensions of urban resilience in crisis conditions in order to reduce spatial discontinuities (Case study: Districts 2 and 12 of Tehran)

Elaha Bigdali<sup>1</sup>; Karim Hosseinzadeh Delir<sup>2\*</sup>; Bakhtiar Ezzatpanah<sup>3</sup>

1- Ph.D. student in the field of urban planning, Marand branch, Islamic Azad University of Marand, Iran

2-Professor, Department of Geography and Urban Planning, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran  
(corresponding author)

3-Assistant Professor, Department of Geography and Urban Planning, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran

### Abstract:

Recent academic literature has emphasized why urban resilience is different from urban sustainability. Meanwhile, urban policy programs use these terms almost interchangeably. In this research, due to the dilapidation of the building, the lack of porosity and low spatial permeability, the spatial distribution pattern of the population, the factors affecting the physical-spatial discontinuities in the level of the 2nd and 12th districts of Tehran metropolis are investigated. The current research is in the category of applied research, which was conducted with case-analytical method and quantitative approach. Considering the nature of the data and the impossibility of controlling the behavior of the effective variables in the problem, it is also non-empirical. In order to analyze the dimensions of resilience, first of all, 21 study criteria extracted from theoretical foundations, including statistics and documentary information, census sources, plans and available documents, including studies of detailed plans and statistical districts and blocks of 1396 Tehran metropolis, were investigated and analyzed. After extracting and classifying the studied criteria, they were operationalized and standardized based on FCM and K-Means clustering methods. Based on this, Excel, Arc GIS, Matlab and Eviews software were used for data analysis. The results of this research, while examining the difference of physical and spatial dimensions in the resilience of the regions, confirm the instability and increase of spatial discontinuities at the level of the studied localities. Among the localities of region 2, the localities of Shahrek Gharb, Ivanek, Pardisan of Shahrek Homa, Poonk and Islamabad were evaluated with regard to their new construction, proper permeability, spatial density and relatively optimal population distribution with moderate resilience status. Among the localities of region 12, Bazar, Arg-Pamnar, Ferdowsi and Imamzadeh Yahya were assessed as the worst resilience cluster due to the dilapidated buildings, low spatial permeability, spatial concentration of the population, and increased physical-spatial discontinuity.

**Key Words:** Urban resilience, crisis, spatial discontinuity, fuzzy mean clustering (FCM), regions 2 and 12 of Tehran.

\* Corresponding author Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran; [k.dalir@yahoo.com](mailto:k.dalir@yahoo.com)