نشریه‌ی علمی-پژوهشی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

ارزیابی تاب‌آوری کالبدی با استفاده از مدل TOPSIS - AHP با تأکید بر مسکن (نمونه موردی مطالعه شهرستان‌های کشور)

زانیار عبدی [1*]؛ امیر اشنویی نوش آبادی[2]؛ الهه مسکینی[3]

۱- کارشناسی ارشد طراحی شهری؛ دانشکده عمران گروه معماری و طراحی شهری، دانشگاه تبریز
۲- استادیار گروه جغرافیا؛ دانشگاه لرستان
۳- ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری؛ گرایش (برنامه‌ریزی مسکن و بازآفرینی شهری) دانشکده علوم جغرافیایی؛ دانشگاه خوارزمی

واژگان کلیدی
تاب‌آوری، تاب‌آوری کالبدی، مسکن، مدل تاپسیس، موران

چکیده

تاب‌آوری با توجه به وقوع سوانح طبیعی و یا انسان ساخت در دنیای امروز از مسائل بسیار اساسی است. فرآیند تاب‌آوری مسکن بایستی از توانایی لازم برای پیش‌بینی حوادث و پیشگیری تحمیل تلفات جانی و مالی به شهروندان برخوردار باشد. این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی مبتنی بر رویکرد مطالعات کالبدی سازه‌ای است. هدف پژوهش حاضر ارزیابی تاب‌آوری کالبدی در برابر سوانح طبیعی و با تأکید بر واحدهای مسکونی و کیفیت مساکن در برابر سوانح طبیعی است. قلمرو مورد مطالعه همه شهرستان‌های کشور می‌باشد. برای دستیابی به اهداف تحقیق شاخص‌های منتخب کیفیت مصالح و تراکم خانوار در واحد مسکونی استخراج شد؛ و مجموعا ۱۷ شاخص شد. جهت وزندهی به شاخص‌ها از مدل *ahp* و برای ارزیابی و رتبه‌بندی تاب‌آوری کالبدی هریک ازشهرستان‌های کشور با کمک مدل تصمیم‌گیری تاپسیس مورد تجزیه وتحلیل قرارگرفته و برای تحلیل الگوی شاخص‌های تاب‌آوری مسکن از خودهمبستگی فضایی (*Moran's*) استفاده شده و برای تولید نقشه ازمحیط *gis* استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد؛ که ضریب خطا کلیه شاخص‌ها کوچکتر از ۰,۱ است. شاخص نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت فلزی بیشتر از ۳۰۰ متر با وزن ۰,۱۴۸ بیشترین وزن را دربین شاخص‌ها دارا است. در شهرستان‌های کشور به لحاظ تاب‌آوری در وضعیت متوسط هستند شهرستان‌هایی که در مرکز کشور واقع شده‌اند. تحلیل فضایی تاب‌آوری مسکن به صورت کلی در کشور از الگوی خوشه‌ایی پیروی می‌کند. در وضعیت مطلوب واقع شده‌اند و شهرستان‌هایی که در حاشیه کشور واقع شده‌اند در وضعیت نامطلوب واقع شده‌اند.

۱- پیش‌گفتار

شهر مانند دیگر پدیده‌های انسان ساخت، همواره در طول تاریخ و زمان حیات خود درگیر تغییر و تحولاتی بوده است که رهایی از این تغییر و تحولات امکان‌پذیر نیست؛ زیرا به معنای سکون و توقف است که به مرگ حیات شهری منجر می‌شود (ابدلی و رجایی،۱۳۹۸:۲). تاب‌آوری در یک اکوسیستم را به عنوان معیاری از توانایی اکوسیستم برای جذب تغییرات که مقاومت قبلی را دارد تعریف کرده است با توجه به تعریف هولینگ، تاب‌آوری، تعیین تداوم روابط درون یک سیستم و اندازه‌گیری توانایی این سیستم برای جذب تغییرات ایجاد شده در وضعیت‌های گوناگون که درمقابل اثرات و عوامل گوناگون، بازهم مقاومت کند، است (ملکی و دیگران،۱۳۹۹:۸۵). در راستای روند رشد شهر نشینی و افزایش آسیب‌پذیری شهرها دربرابر بلایا، تغییرات چشمگیری در نگرش به مخاطرات دیده می‌شود؛ به

* دانشگاه تبریز، تبریز، ایران؛ رایانامه: *abdi1996@gmail.com*

طوری که دیدگاه غالب از تمرکز صرف بر کاهش آسیب‌پذیری به افزایش تاب‌آوری در مقابل سوانح تغییر پیدا کرده است. *(O'Brien &Sygna,2004:197)* خانه برای انسان، نقطه آغاز بسیاری از دوگانگی‌ها، همچون سفر آمدن، استراحت - جنب وجوش، خانواده- اجتماع، فضا- مکان، درون- بیرون، خصوصی- عمومی، خانگی - اجتماعی، قلب - ذهن و پیداست در این بودن- شدن است.*(short,2006:14)* مخاطرات در دنیا همواره چالشی بزرگ در راه توسعه پایدار فراهم نموده‌اند که در نتیجه راه‌های رسیدن به این توسعه توسط کاهش الگوهای آسیب‌پذیری ضرورت دارد و از اهمیت خاصی برخوردار است و باید در سیاست‌گذاری‌های شهری جایگاهی مناسب یافته تا بتوان شرایط مطلوبی برای کاهش خطر مؤثر و کارا در سطوح مختلف ایجاد نمود. از این رو نواحی شهری بدلیل پذیرش جمعیت‌های فراوان از مناطق حساس به شمار می‌آمده است که بدلیل نوع تعامل انسان، میزان آسیب‌پذیری را تشدید نموده است. شناسایی و مطالعه این گونه مخاطرات می‌تواند راهنمای خوبی در ارتباط با طراحی مناطق شهری جدید و نیز کنترل آن‌ها درراستای اداره مناطق شهری از سوی متولیان امور تلقی گردد (ولی‌زاده، داداش‌پور مقدم، ۲۰۸:۱۳۹۹).

امروزه عموم مردم به شیوه‌هایی متفاوت با دیگر دوره‌های تاریخ با سوانح مواجه می‌شوند. به طوری که در هر بخش خبری تصاویری از آخرین سوانح، صرف نظر از محل وقوع آن‌ها دیده می‌شود. این موضوع هنگامی اهمیت بیشتری می‌یابد که بدانیم بحران‌ها در سال‌های اخیر خسارتی معادل ۶۰۰ میلیارد دلار را به کشورها وارد کرده‌اند که بر بیش از سه میلیارد نفر تأثیر گذاشته و از این تعداد بیش از ۷۵۰۰۰۰ نفر جان خود را از دست داده‌اند (زیاری و دیگران،۲۶۰:۱۳۹۹). امروزه، تاب‌آوری در حوزه‌های گوناگون به ویژه در مدیریت سوانح بکار گرفته می‌شود. چارچوب طرح هیوگو در *22* ژانویه *2005* به تصویب استراتژی بین‌المللی کاهش بحران سازمان ملل متحد (*UNISDR*) رسید که خود حرکتی مثبت در این زمینه محسوب می‌شود. از زمان تصویب این لایحه قانونی، هدف اصلی برنامه‌ریزی برای مخاطره و کاهش خطر بحران، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری به نحوی بارز به سمت تمرکز روی ایجاد تا بآوری در جوامع گرایش پیدا کرده است.*(Mayunga,2007:1)* ایران نیز به دلیل ویژگی‌های اقلیمی، زمین شناختی و به ویژه قرارگیری روی کمربند زلزله خیز آلپ- هیمالیا، از جمله آسیب پذیرترین کشورهای دنیا محسوب می‌شود؛ به طوری که شاخص ریسک بحران برنامه‌ی توسعه‌ی سازمان ملل (۲۰۰۴) نشان می‌دهد بعد از ارمنستان، ایران بالاترین آسیب‌پذیری زلزله را در میان کشورهای جهان دارد و از ۴۰ نوع،۳۱ مورد بلایای طبیعی در ایران رخ داده است (رضایی و همکاران،۸۶:۱۳۹۳). مقوله مسکن از مهم‌ترین بخش‌های توسعه در یک جامعه است که با ابعاد وسیع اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و کالبدی خود اثرات گسترده‌ای در ارائه سلامت و سیمای جامعه دارد. در این میان آنچه که بر کیفیت و کمیت مسکن تأثیر مستقیمی دارد، ویژگی‌های اقتصادی- اجتماعی می‌باشد که بازتاب حقیقی کیفیت و رفاه زندگی افراد خواهد بود در این بین کیفیت مفهوم گسترده‌ای دارد، شاخص‌های روانی و اجتماعی مربوط به کیفیت که فقط یکی از اجزای مجموعه مشخصه‌های کیفی است، به ویژه در مقایسه با مشخصه‌های فیزیکی آن، بسیار پیچیده‌اند. کیفیت مسکن، از نظر تأثیری که بر سلامتی، ایمنی و شرایط مناسب زیست می‌گزارد، اثر مستقیم و قابل‌ملاحظه‌ای بر رفاه مردم دارد. درحالی‌که در بین کشورهای صنعتی، مجموعه‌ای از شاخص‌های مربوط به میانگین عمر موجودی واحدهای مسکونی، مناسب به نظر می‌رسد، در کشورهای در حال توسعه، شاخص‌های مربوط به شرایط ساختی و مصالح موجودی مسکن کاربرد دارد (روستایی و علیزاده،۱۰۳:۱۳۹۹). امروزه نیز با وجود پیشرفت‌های زیاد، مشکلات بخش مسکن یکی از مسائل حاد کشورهای در حال توسعه است، بهطوریکه مهاجرت‌های داخلی، مشکلات مربوط به عرضه زمین، فقدان منابع کافی، ضعف مدیریت اقتصادی، نداشتن برنامهریزی جامع مسکن و سایر نارسایی‌هایی که در زیرساخت‌های اقتصادی این کشورها وجود دارد از یکسو و افزایش شتابان جمعیت شهرنشین از سویی دیگر تأمین سرپناه در این کشورها را به مشکلی لاینحل تبدیل کرده است گذشته از مشکلات فوق، کیفیت پایین مسکن شهری در شهرها، منجر به آسیب‌پذیری مسکن و تاب‌آور نبودن آن‌ها در برابر انواع حوادث گردیده و چه بسا بر اساس آمار موجود بسیاری از تلفات جانی و مالی شهروندان ناشی از کیفیت پایین بناها و تاب‌آور نبودن آن‌ها است (تقی لو و همکاران، ۳۲:۱۳۹۸). بررسی شاخص‌های مسکن، یکی از ابزارها و شیوه‌های مختلف شناخته شده از ویژگی مسکن به شمارمی‌رود که می‌توان به کمک آن، رویه‌های مؤثر درامر مسکن را شناخت (توفیق،۱۷:۱۳۸۲). با توجه به آمار سال ۱۳۹۵،۵۷ درصد واحدهای مسکونی معمولی

بادوام (دارای اسکلت فلزی یا بتنی) است. باتوجه به درصد پایین مساکن بادوام در کل کشور لزوم بررسی تاب‌آوری در شاخص‌های کالبدی به خصوص در مواقع بحران‌ها تشدید می‌شود. در این میان با توجه به نقش پررنگ شهرها در تلفات جانی و مالی شهروندان، در طی کمتر از یک دهۀ اخیر نظریه‌های مدیریت بحران شهری با تأکید بر تاب‌آور ساختن شهر و به خصوص تاب‌آوری مساکن شهری را به یک راهبرد مهم و اساسی برای شهرها تبدیل کرده است، زیرا بخش مسکن به عنوان یکی از مباحث مهم در این راهبرد از اهمیت اساسی برخوردار است. در سال‌های اخیر خطرپذیری شهرهای ایران، به ویژه مراکز شهری، در برابر حوادث و سوانح غیرمترقبه افزایش داشته است. مشکل اساسی شهرها درایران که همیشه برنامه‌ریزان و مسئولان شهری را به چاره اندیشی واداشته است، افت فیزیکی و بافت‌های مسأله‌دار شهری یا بافت‌های بی‌کیفیت در فضای شهری است و عوارض سوء و حادی که حاکی از عدم رعایت اصول تاب‌آوری در این زمینه می‌توان بروز دهد هدف پژوهش حاضر ارزیابی تاب‌آوری کالبدی در برابر سوانح طبیعی و با تأکید بر واحدهای مسکونی و کیفیت مساکن در برابر سوانح طبیعی است.

سوانح طبیعی همواره برای جوامع شهری به عنوان چالشی بزرگ، وسکونتگاه‌های انسانی و زیرساخت‌ها همواره در معرض تهدید بوده‌اند. طبق آمار، سوانح در گذر زمان افزایش یافته‌اند و آسیب‌پذیری جوامع شهری در برابر سوانح (به ویژه در کشورهای در حال توسعه) سیر صعودی دارند. در حال حاضر، بیشتر جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند. مهاجرت‌های وسیع از مناطق روستایی به شهرها و تشکیل محله‌های غیررسمی، قرار گرفتن جمعیت در معرض شرایط بد آب و هوایی و بلایای طبیعی دیگر، در حال افزایش‌اند و چالش عمده بسیاری از شهرها هستند. در این موقعیت تاب‌آوری که به مفهوم بازگشت به حالت عادی پس از ر خ دادن حادثه می‌تواند باشد، معنی پیدا می‌کند. در ایران، کشوری با احتمال بلایای طبیعی بالا و دارای شهرهایی با بافت نامتجانس و کهنه، تاب‌آوری اهمیت بیشتری دارد. از مهمترین ابعاد تاب‌آوری شهری، تاب‌آوری کالبدی است. با توجه به تحقیقاتی که در گذشته صورت گرفته به تاب‌آوری کالبدی توجه شده ولی به صورت جامع در خصوص تاب‌آوری مسکونی در هیچ تحقیقی صورت نگرفته و ضرورت توجه به تاب‌آوری مسکونی را در کل کشور می‌نماید. در این مقاله به بررسی تاب‌آوری کالبدی شهرستان‌های کشور، مقایسه معیارهای مدنظر قرارداده شده آن‌ها و در نهایت جمع‌بندی در مورد تاب‌آوری کالبدی شهری در کشور پرداخته شده است.

هدف از این مقاله این بوده که با نگرشی کلان وضعیت تاب‌آوری کالبدی نقاط مختلف شهری ایران مورد بررسی قرار گیرد تا دست اندرکاران و سازمان‌های مرتبط کشور بهتر متوجه خطرات ناشی از پایین بودن میزان تابآوری کالبدی شوند. در این میان دو سؤال اصلی مطرح می‌شود تحلیل فضایی تاب‌آوری مسکن به صورت کلی در کشور از چه الگویی پیروی می‌کند؟ و سوأل دیگراین است که شهرستان‌های کشور از لحاظ پارامترها و مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی مسکن به چه صورت است؟

۲- پیشینه تحقیق

اولین کاربرد جدی استفاده از کلمه تاب‌آوری، در فنون مهندسی بود که در سال ۱۸۵۸ توسط مهندس اسکاتلندی رنکین (۷۲-۱۸۲۰) برای توصیف قدرت و نرمی محورهای فولادی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین کلمه تاب‌آوری به معنا یمقاومت در برابر تأثیرات زلزله با مشاهدات آمریکایی‌ها هنگام بازسازی شهر شیمودا در جنوب غربی توکیو پس از دو فاجعه اصلی زلزله در سال ۱۸۵۴ بکار برده شد. به روزرسانی مفهوم تاب‌آوری؛ توسط هولینگ به تئوری سیستم‌ها به منظور تحلیل پایایی مجموعه‌های بوم‌شناسی به سال ۱۹۷۳ برمی‌گردد. در اواخر دهه ۱۹۹۰، تاب‌آوری به همت اقتصاددانان و جغرافی‌دانان از بوم‌شناسی طبیعی به بوم‌شناسی انسانی تغییر مسیر داد می‌توان گفت اولین بار تاب‌آوری به صورت عملی توسط تیمرمن به حوزه مخاطرات وارد شد و تعریف مناسبی که از تاب‌آوری در کاهش خطر بکار می‌رود این گونه است:"توانایی سیستم، جامعه و یا احتماع در معرض خطر به منظور استقامت، تحمل ضربات، سازگاری و بازسازی تأثیرات ریسک با روشی به موقع و مؤثر که شامل حفظ و ترمیم ساختارها و وظایف پایه حیاتی هست"؛ که در اینجا معانی بسیاری قابل مشاهده است: ورجهیدن، سازگاری، غلبه و حفظ استحکام (محمدی و احدنژاد، ۱۰۵:۱۳۹۵).

در پیشینه تحقیق مطالعات خوبی در دانشگاه‌ها و مراکز علمی و فنی کشورهای پیشرفته دنیا انجام گرفته است اما در داخل ایران تحقیقات نسبتاً محدودی در زمینه تاب‌آوری کالبدی وزیر ساختی در سطح شهرهای کشور صورت گرفته است که از میان آن مطالعات به چند مورد از مطالعات داخل یو خارجی اشاره می‌کنیم.

جدول ۱: پیشینه تحقیق

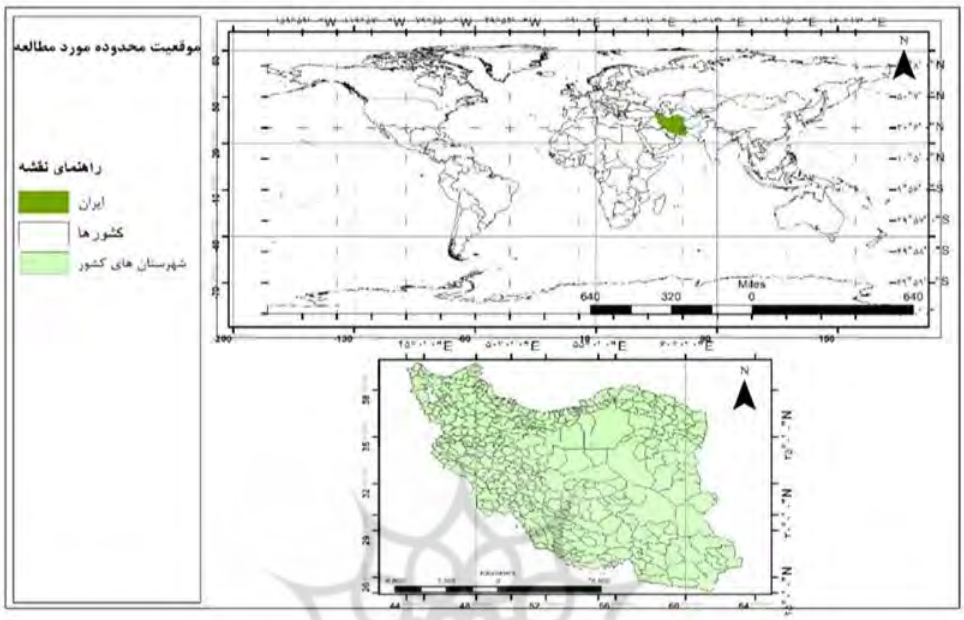
محقق	سال	عنوان	یافته‌های کلیدی اثر
ملکی و همکاران	۱۳۹۹	بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری در ابعاد کالبدی و اجتماعی در برابر زلزله (مطالعه‌ی موردی شهر ایذه)»	نتایج به دست آمده از بعد کالبدی نشان داد که وضعیت شهر ایذه دربرابرِ وقوع احتمالی زلزله پایین است. نتایج حاصل از بعد اجتماعی نیز نشان داده که ناحیه مرکزی با مقداری ۰/۶۶۷ و ناحیه غربی با ۰/۵۰۰ به ترتیب در جایگاه اول و دوم، نواحی شمالی و نورآباد با مقدار جریان خالص ۰/۳۳۳- در جایگاه سوم و ناحیه‌ی شرقی با مقدار خالص ۰/۵۰۰-در جایگاه آخر قرار گرفته است: بنابراین می‌توان گفت بین نواحی شهر ایذه از لحاظ تاب‌آوری اجتماعی تفاوت وجوددارد.
شاهیوندی و همکاران	۱۳۹۸	آینده‌نگاری تاب‌آوری مسکن در منطقهٔ ۸ اصفهان با استفاده از روش تلفیقی سناریو پردازی و تحلیل اثرات متقاطع	نتایج حاکی از آن است که شاخص‌های «قیمت زمین»، «مالکیت خصوصی»، «ارتفاع ساختمان‌ها» و «پراکنش کاربری‌ها» بیشترین تأثیر را در آینده‌ی تاب‌آوری مسکن در منطقه‌ی ۸ شهرداری اصفهان خواهند داشت. این عوامل به عنوان عوامل پایه در سناریونگاری وارد نرم‌افزار سناریو ویزارد می‌شوند و روند تغییرات هر یک از این ۴ شاخص تأثیرگذار در حوزه آینده‌نگاری تاب‌آوری مسکن بر یکدیگر (با استفاده از تکنیک دلفی و پانل خبرنگاران خبرگان آشنا به محدوده‌ی مورد مطالعه و ابزار پرسش‌نامه) مورد ارزیابی قرار گرفته است. بدین ترتیب در محتمل‌ترین سناریو، شاخص‌های «قیمت زمین»، «مالکیت خصوصی»، «ارتفاع ساختمان‌ها» دارای روند افزایشی و شاخص «پراکنش کاربری‌ها» بدون تغییر روند خواهد بود که این تغییرات به جز در شاخص «ارتفاع ساختمان‌ها»، دارای مطلوبیت نسبی در افزایش تاب‌آوری هستند. بر این اساس، وضعیت تاب‌آوری مسکن در منطقه ۸ اصفهان، در آینده روبه افزایش (بهبود وضعیت) است.
ویسی و همکاران	۱۳۹۷	بررسی اثرات اجرای طرح هادی بر تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی مطالعه موردی: شهرستان مریوان	بر اساس نتایج آزمون فریدمن، اثرپذیری شاخص‌ها به ترتیب عبارت از کیفیت فضا و معابر، کیفیت دسترسی به خدمات، کیفیت مسکن و ساخت و سازها، کیفیت کاربری اراضی، کیفیت محیطی، سرپناه و اداری- نهادی بوده است. برای ارتقای تاب‌آوری کالبدی روستاها لازم است بر ارتقای شاخص‌هایی که اثرپذیری کمتری داشته‌اند در اجرای طرح هادی تأکید بیشتری شود.
امانوئل ماهورا و همکاران	*2021*	یک شاخص مقاومت ذاتی مرکب برای زیمبابوه: انطباق از وضعیت مقاومت در برابر بلایای طبیعی	این مطالعه با ایجاد شاخص‌های تاب‌آوری ترکیبی *(CRI)* با استفاده از ۲۶ متغیر که ۵ زیر دامنه تاب‌آوری را منعکس می‌کند، به این شکاف در زیمبابوه پاسخ داد: سرمایه جامعه، اقتصادی، زیرساخت‌ها، اجتماعی و بهداشتی. سپس از *CRI* برای نقشه‌برداری از تغییرات مکانی انعطاف‌پذیری در ۹۱ منطقه استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که اکثر مناطق با مقاومت متوسط کمتر عمدتاً روستایی و حاشیه نشین هستند، در حالی که مقاوم‌ترین مناطق در مناطق شهری که خدمات و زیرساخت‌های خدمات بهتر توسعه یافته‌اند، پدید آمده‌اند. زیرساخت‌ها، بهداشت،

			سرپرست خانوار و درآمد، دسترسی به ذرت و غذای غنی شده این یافته‌ها بیشتر تحت تجزیه و تحلیل عاملی قرار گرفت برای تعیین خوشه‌های انعطاف‌پذیری در فضا، از آزمون‌های آماری *Moran's Index* و *Getis Ord Gi* استفاده شد. نتایج خوشه‌بندی مکانی *CRI* را تأیید کرد؛ بنابراین نتایج در برنامه‌ریزی اقدامات کاهش، پاسخ و آمادگی در سراسر کشور مفید است.
دیوید ستر ویت و همکاران	۲۰۲۰	ایجاد تاب‌آوری در برابر تغییرات آب و هوایی در سکونتگاه‌های غیررسمی	در این مقاله چگونگی ایجاد انعطاف‌پذیری در برابر تأثیرات تغییر اقلیم در سکونتگاه‌های غیررسمی بررسی می‌شود. این برنامه بر روی سکونتگاه‌های غیررسمی در شهرهای کشورهای با درآمد کم و متوسط و نحوه تمرکز این افراد در معرض خطر تمرکز دارد. این مقاله همچنین مروری بر آنچه برای رفع انعطاف‌پذیری اقلیم در سکونتگاه‌های غیر رسمی انجام می‌شود، دارد. به طور خاص، اقدامات به رهبری جامعه و دولت برای به روزرسانی سکونتگاه‌ها می‌تواند مقاومت در برابر خطرات ناشی از تغییر آب و هوا را افزایش داده و به گروه‌های آسیب‌پذیر خدمت کند. همچنین بحث در مورد چگونگی عبور از موانع مقیاس و اثربخشی بیشتر، از جمله با هم افزایی با اهداف توسعه پایدار.
چارلزون و همکارا	۲۰۱۸	سنجش تاب‌آوری مسکن در برابر زلزله در کشورهای در حال توسعه‌ی زمانی برای تغییر بخش‌های دولت محلی	در این مقاله با تأکید بر کشور اندونزی، پس از بازبینی وضعیت فعلی ساختمان‌ها و آسیب‌پذیر بودن آن‌ها دربرابر زلزله به این نتیجه رسیدند که اکنون زمان آغاز تغییرات مثبت در ساختار دولت‌های محلی است.

منبع: (نگارندگان) ۱۴۰۰

با توجه به این که در غالب تحقیقات و مطالعات، به بررسی و ارزیابی تاب آوری کالبدی شهرها پرداخته شده و تاکنون با محوریت تاب آوری کالبدی اماکن مسکونی در شهرستان‌های کشور صورت نگرفته است و ضرورت توجه به این امر را لازم می‌نماید. در رابطه با مسکن و مدیریت بحران شهری در سال‌های اخیر پژوهش‌های فراوانی در ایران و دیگر نقاط جهان صورت گرفته است که هر کدام اقدام به بررسی بخشی از ابعاد تاب‌آوری مسکن در برابر حوادث عمدتاً طبیعی نمودند. این پژوهش نیز با هدف کلی‌بررسی تاب‌آوری شاخص‌های کالبدی مسکن صورت پذیرفته است. این مطالعه چارچوب جدیدی از جایگاه تاب‌آوری به منظور ارتقای روش ارزیابی تاب‌آوری درمقابل بلایای طبیعی در سطح ملی ارائه می‌دهد؛ و با تأکید بر شاخص‌های کالبدی مسکن میزان تاب‌آوری واحدهای مسکونی را مورد ارزیابی قرارمی‌دهد نقطه قوت این پژوهش نسبت به مطالعات پیشین در این است که از داده‌های آماری استفاده شده و شاخص‌های کیفی مسکن مد نظر قرار گرفته است و همچنین به کارگیری تکنیک‌های مختلف همچون *TOPSIS* و *AHP* در تجزیه و تحلیل کار است.

۳- محدوده مورد مطالعه



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه منبع: (نگارندگان)

ایران دارای ۳۱ استان است که در کل، پنج منطقه را تشکیل می‌دهند. تقسیمات کشوری در ایران، به ترتیب، شامل استان‌ها، شهرستان‌ها، بخش‌ها و دهستان‌ها می‌شود. براساس آخرین وضع تقسیمات کشوری در پایان سال ۱۳۹۹ خورشیدی، کشور ایران از ۴۵۱ شهرستان تشکیل شده‌است. بر اساس سرشماری نفوس و مسکن در مرکز آمار ایران، جمعیت کشور و درصد واحدهای مسکونی که از مصالح بادوام استفاده کرده‌اند در جدول ۲ از اولین سرشماری تا آخرین سرشماری جمع‌آوری گردیده است.

جدول ۲: جمعیت کشور و واحدهای مسکونی با دوام

جمعیت	درصد واحدهای مسکونی معمولی بادوام (دارای اسکلت فلزی یا بتنی)	سال
۷۹۹۲۶۲۷۰	۵۷	۱۳۹۵
۷۰۴۹۵۷۸۲	۳۸	۱۳۸۵
۶۰۰۵۵۴۸۸	۱۴	۱۳۷۵
۴۹۴۴۵۰۱۰	۳	۱۳۶۵
۳۳۷۰۸۷۴۴	۱	۱۳۵۵
۲۵۷۸۸۷۲۲	۰,۳	۱۳۴۵
۱۸۹۵۴۷۰۴	-	۱۳۳۵

منبع: (مرکز آمار ایران)

۴- مبانی نظری تحقیق

۲-۱- تاب‌آوری

واژه تاب‌آوری، اغلب به مفهوم «بازگشت به گذشته» به کار می‌رود که از ریشهٔ لاتین به معنای «*Resilio*» به معنای «برگشت به عقب» گرفته شده است اینکه اولین بار در چه رشته‌ای مطرح شد، هنوز مورد بحث است.

بعضی از محققان بر این باورند که برای اولین بار در اکولوژی به کار برده شده است، درحالی که دیگر محققان رشته فیزیک را نام برده‌اند. در حوزه اکولوژی، در سال ۱۹۷۳ پس از انتشار پژوهش هالینگ تحت عنوان «تاب‌آوری و پایداری سیستم‌های اکولوژیکی» مطرح شد با توجه به تعریف هالینگ، تاب‌آوری، تعیین تداوم روابط درون یک سیستم و اندازه‌گیری توانایی این سیستم برای جذب تغییرات ایجاد شده در وضعیت‌های گوناگون است که در مقابل اثرات و عوامل گوناگون، باز هم مقاومت کند (ابدالی و همکاران،۱۳۹۸:۱۵۰).

۲-۲- مؤلفه‌های تاب‌آوری

تاب‌آوری دارای ابعاد و شاخص‌های مختلفی است که تشخیص یک جامعه تا بآور از یک جامعه غیرتا بآور را از طریق بررسی و سنجش و مقایسه ممکن می‌سازد. اولین مؤلفه، تاب‌آوری کالبدی است. مؤلفه‌های فرم شهری برگرفته از دیدگاه‌های کنزن، لینچ و رادوین شامل کاربری زمین، شبکه حرکت و دسترسی، فضاهای باز عمومی، همچنین منظر شهری و فرم کالبدی می‌باشند. این مؤلفه‌ها با نظریه‌های ارائه شده در مورد سیستم‌های تاب‌آوری همچنین تاب‌آوری در شهرها ارتباط تنگاتنگی دارند. تعیین کاربری‌های همسان در کنار هم به‌گونه‌ای که در زمان بروز سانحه مشکل‌زا نباشند و همچنین مشخص کردن فضاهای باز چند عملکردی در درون بافت متراکم محلات مسکونی در شهرها، باعث افزایش تاب‌آوری شهری در برابر سوانح می‌گردد. علاوه بر این، وجود دسترسی‌های مناسب در سطح شهرها، طراحی بافت شهر به گونه‌ای که از نفوذپذیری بالایی برخوردار باشد، در زمان بروز سانحه مخصوصاً زمین لرزه‌ها که امکان ریزش جداره‌ها و مسدود شدن مسیرها وجود دارد در افزایش و کاهش میزان تاب‌آوری شهرها نقش مهمی ایفا می‌کنند (جلالی،۱۳۹۱:۲۹).

دومین مؤلفه تاب‌آوری، بعد اجتماعی است. اصطلاح تاب‌آوری اجتماعی اولین بار توسط ادگر مطرح شد؛ و تاب‌آوری اجتماعی را به عنوان توانایی گروه‌ها و یا جوامع برای مقابله با تنش‌های خارجی و اختلالات در مواجهه با تغییرات اجتماعی، سیاسی و زیست محیطی تعریف می‌کند. تاب‌آوری اجتماعی شامل شرایطی است که تحت آن افراد و گروه‌های اجتماعی با تغییرات محیطی انطباق می‌یابند. به طور کلی قابلیت تاب‌آوری اجتماعی، توان یک اجتماع برای برگشت به تعادل یا پاسخ مثبت به مصیبت‌ها است. با آنکه هنوز در تعریف و شاخص‌سازی این مفهوم ابهامات زیادی وجود دارد، ولیکن همه تعاریف موجود در مورد تاب‌آوری اجتماعی به ظرفیت‌های افراد، سازمان‌ها و یا جوامع برای تحمل کردن، جذب کردن، تطبیق و تبدیل در برابر تهدیدات اجتماعی از هر نوع توجه دارند *(Keck & Sakdapolrak, 2013:9)*

تاب‌آوری اجتماعی به عنوان توانایی یک جامعه برای بازگشت به عقب و استفاده از منابع خودش برای ارزیابی تعریف شده است. تاب‌آوری اجتماعی برای طراحی بر روی منابع داخلی و شایستگ ی‌هایش برای مدیریت تقاضاها، چال ش‌ها و تغییرات مواجه شده در دوره فاجعه مستعد است.

(28:2012,Ainuddin & Routray)

سومین مؤلفه تاب‌آوری، بعد اقتصادی است. در اقتصاد، تاب‌آوری به عنوان واکنش و سازگاری ذاتی افراد و جوامع در برابر مخاطرات به طوری که آن‌ها را قادر به کاهش خسارات با تقوه ناشی از مخاطرات سازد، تعریف می‌شود (صادقی،*1397:23*).

چهارمین مؤلفه تاب‌آوری، بعد نهادی یا حکومتی است. تاب‌آوری نهادی یا حکومتی به نقش دولت و نهادهای وابسته به یاری در ساختن جوامع تاب‌آور گفته می‌شود. شناخت نیازهای حکومتی و مسئولی ت‌های دولت در هر سطحی (محلی، ملی یا فدرال) در آسان کردن یا جلوگیری کردن ساخت جامعه تاب‌آور ضروری است. زمینه مهم اول سیاست‌های و اصول جامعه به جامع بودن چارچوب برنامه‌های دولت در کمتر کردن تأثیر بلایای طبیعی و تأمین منابع و شفاف‌سازی سیاست‌های مربوطه در ساخت جوامع تاب‌آور گفته می‌شود. دومین زمینه مهم یعنی برنامه‌ریزی با اتکا به زمینه اول بر روی توانایی دولت در آماده‌سازی جوامعی که بتوانند بلایای طبیعی را تحمل و به آن‌ها غلبه کنند و بهبود یابند تمرکز می‌کند (غلامی و همکاران،۱۳۹۷:۵۰).

۲-۳- شهر تاب‌آور

یک شهر تاب‌آور، شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های کالبدی و جوامع انسانی است. سیستم‌های کالبدی، مؤلفه‌های ساخته شده و

طبیعی شهر هستند که شامل جاده‌ها، ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها، ارتباطات و تأسیسات تأمین انرژی و همچنین مسیرهای آب، خاک، توپوگرافی، جغرافیا و سیستم‌های طبیعی هستند. در مجموع، سیستم‌های کالبدی به مثابه بدن شهر است، استخوان‌ها، سرخ رگ‌ها و ماهیچه‌هایش. شهرهای تاب‌آور، بر اساس قوانین به دست آمده از تجارب حوادث گذشته در محیط‌های شهری ساخته شده‌اند (پوراحمد و همکاران،۱۳۹۷:۹۶). آن‌ها ممکن است در برابر نیروهای حاصل از مخاطرات خم شوند، ولی دچار شکست نمی‌شوند. در شهرهای تاب‌آور، ساختمان‌های کمتری باید واژگون شوند؛ برق گرفتگی کمتری رخ دهد؛ خانوارها و مشاغل کمتری در معرض ریسک قرار گیرند؛ تلفات و جراحات کمتری باید وجود داشته باشد؛ اختلالات ارتباطاتی و ناهماهنگی‌های کمتری باید به وقوع بپیوندد. ارتباط و تمرکززدایی از خصوصیات مهم شهرهای تاب‌آور است، به گونه‌ای که شبکه‌های اقتصادی، اجتماعی و مانند این در سطح شهر توزیع شده باشد. *(vale&Campanella,2005:29)* شهر تاب‌آور شبکه‌ای پایدار از سیستم‌های فیزیکی و اجتماعات انسانی می‌باشد. سیستم‌های فیزیکی، اجزای محیطی و ساخته شده شهر هستند که شامل جاده‌ها، ساختمان‌ها، زیر ساخت‌ها، تسهیلات ارتباطی، خاک، ویژگی‌های جغرافیای و امثال آن می‌باشد. در مجموع سیستم‌های فیزیکی به عنوان کالبد، استخوان‌ها، شریان‌های یک شهر عمل می‌کنند. به هنگام سانحه، سیستم‌های فیزیکی باید قادر به ادامه حیات و عملکرد در شرایط وخیم باشند. اجتماع‌ها، اجزاء اجتماعی و سازمانی شهر هستند، فعالیت‌ها را هدایت کرده و به نیازهای آن پاسخ داده و از تجربیات آن‌ها استفاده می‌کنند. به هنگام سانحه، اجتماع‌ها باید قادر به نجات و عملکرد در شرایط بحرانی و ویژه باشند. همچنین یک جامعه تاب‌آور جامعه‌ای است که اقدام هدفمند جهت ارتقای ظرفیت فردی و جمعی شهروندان ونهادهایش انجام دهد تا بتواند به دوره تغییر اقتصادی و اجتماعی، پاسخ گفته و بر آن تأثیر بگذارد (*Godschalk.2003:136*).

۲-۴- تاب‌آوری مسکونی

کاربری مسکونی به عنوان مهم‌ترین و حساس‌ترین عرصه در هر شهر با متوسط حدود ۵۰ درصد از سطح کاربری های شهری در رویدادهایی مخاطره‌آمیز بسیار تعیین‌کننده می‌باشد. بافت‌های مسکونی عبارتند از: آستانه های تغییر، سازماندهی مجدد ظرفیت مقاومت، کنار آمدن یا بهبود پس از شوک و تنش وارد شده برای یادگیری و تطبیق با آن، واحد درمعرض قرار گرفتن (واحد تحلیل) تاب آوری، اکوسیستم های طبیعی یا سیستم‌های انسانی و محیطی (قاسمی و قرائی،۱۴۰۰:۴۵).

یکی از جنبه‌های تأثیرگذار در برنامه‌ریزی مسکن، مشخصات فیزیکی مسکن است که تا حدود زیادی اهداف کیفی را در برنامه‌ریزی مسکن پوشش می‌دهد. از مهمترین شاخص‌های کالبدی مسکن، می‌توان به شاخص‌های تراکم ساختمانی، نوع مصالح ساختمانی، کیفیت ابنیه، نمای ساختمان و غیره اشاره نمود. در رابطه با مدیریت بحران شهری و به خصوص مدیریت بحران بخش مسکن شهری می‌توان گفت که مدیریت بحران مسکن عبارت است از دانش و مهارت شهروندان و مدیران برای استفادهٔ مفید و مناسب از فناوری، برنامه‌ریزی و مدیریت مسکن بدیهی است چنانچه مدیریت علمی وعملی مناسب در برخورد با حوادث غیرمترقبه موجود نباشد، خسارت‌های انسانی ناشی از بلایا چندین برابر خواهد بود. سبک و سیاق ساخت وساز نقش مهمی در مدیریت بحران و افزایش میزان تابآوری ساختمان به منظور کاهش خسارت و تلفات مالی و جانی دارد. فرآیند تاب‌آوری مسکن بایستی از توانایی لازم برای پیش‌بینی حوادث و پیشگیری تحمیل تلفات جانی و مالی به شهروندان برخوردار باشد (تقی لو و همکاران،۱۳۹۸:۳۴).

۲-۵- شاخص‌های مورد استفاده

برای دستیابی به وضعیت تاب‌آوری در مورد مسکن هر شهرستانی احتیاج به شاخص‌هایی است که وضعیت تاب‌آوری کالبدی را نشان بدهند. برای دستیابی به این مهم می‌توان با استفاده از آمار سر شماری‌ها وضعیت مسکن را ارزیابی کرد. ما دراینجا با استفاده از شاخص‌های کمی و کیفی به بررسی و ارزیابی تاب‌آوری کالبدی به ویژه مسکن پرداخته‌ایم. شاخص‌ها به قرار زیر است:

نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی زیر ۱۰۰ متر، نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر، نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر، نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بالای ۳۰۰ متر، نسبت آپارتمان نشینی، نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت فلزی کمتر از ۱۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی دارای

اسکلت فلزی بیشتر از ۳۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه کمتر از ۱۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بیشتر از ۳۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی فاقد اسکلت کمتر از ۱۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی فاقد اسکلت بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی فاقد اسکلت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر، نسبت واحدهای مسکونی فاقد اسکلت بیشتر از ۳۰۰ متر.

۵- روش تحقیق

روش تحقیق، توصیفی و تحلیلی مبتنی بر داده‌های رسمی می‌باشد. این پژوهش از نوع کاربردی است. برای سطح‌بندی شهرستان‌ها از روش تاپسیس فازی استفاده شده است. پس از بررسی اطلاعات موجود در خصوص محدوده مورد مطالعه، نسبت به انتخاب شاخص‌های ارزیابی تاب‌آوری (بالغ بر ۱۷ شاخص) از سایت مرکز آمار ایران مربوط به سال *1395* انتخاب شده. شاخص‌های به دست آمده با توجه به نظر کارشناسان با مدل *AHP* وزندهی شده‌اند و در محیط نرم‌افزار *Choice Expert* و با کمک مدل تصمیم‌گیری تاپسیس جهت بررسی وضعیت شاخص‌های کالبدی مسکن تمام شهرستان‌های کشور مورد تجزیه وتحلیل قرارگرفته و برای تحلیل الگوی شاخص‌های تاب‌آوری مسکن از خودهمبستگی فضایی (*Moran's*) استفاده شده و برای نمایش نتیجه داده‌ها به صورت تصویری از نرم‌افزار *GIS* با انحراف معیار یک چهارم استفاده شده است. مدل تاپسیس در سال ۱۹۸۱ به وسیله هوانگ[1] و همکاران‌اش ارائه گردید. در این روش n عامل یا گزینه به وسیله فرد یا گروهی از افراد تصمیم گیرنده مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که هر عامل انتخابی باید کمترین فاصله را با عامل ایده‌آل مهترین و بیشترین فاصله را با عامل ایده‌آل منفی کم اهمیت‌ترین داشته باشد؛ به عبارت دیگر در این روش میزان فاصله یک عامل با عامل ایده‌آل و ایده‌آل منفی سنجیده می‌شود و این خود معیار درجه‌بندی و اولویت‌بندی عوامل است (آزادی،۱۳۸۶:۵۰).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] Hwang

شکل ۲: مدل مفهومی پژوهش

۶- مدل TOPSIS

در دهه‌های اخیر توجه محققین بسیار زیادی معطوف به مدل‌های چند معیاره (*MCDM*) برای تصمیم‌گیری‌ها در شرایط واقعی شده است. در این مدل‌ها به جای استفاده از یک معیار برای تصمیم‌گیری، امکان استفاده از چندین معیار در تصمیم‌گیری را به تصمیم گیرندگان می‌دهد. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره شامل فنون متعددی است. در این پژوهش از روش نقطه ایده‌آل (*TOPSIS*)، استفاده شده است. این روش توسط هوانگ و یون (۱۹۸۱) ارائه شد. این فن بر این مفهوم بنا شده است که علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه از نقطه ایده‌آل مثبت، فاصله آن از نقطه ایده‌آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود. بدان معنی که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از ایده‌آل مثبت و در عین حال دارای بیشترین فاصله از ایده‌آل منفی باشد (نسترن و همکاران،۱۳۸۹). روش تاپسیس از جمله روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای است که مسأله مورد نظر در یک ماتریس $n*m$ که دارای m شاخص و n گزینه می‌باشد، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در واقع هر مسأله را می‌توان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی در نظر گرفت. این تکنیک بر این مفهوم بنا شده است که هر عامل انتخابی باید کمترین فاصله را با عامل ایده‌آل مثبت (مهمترین) و بیشترین فاصله را با عامل ایده‌آل منفی (کم اهمیت‌ترین عامل) داشته باشد (*Wang & Chang, 2007, 871*).

مراحل حل مسأله به کمک تکنیک تاپسیس شامل ۸ گام می‌باشد که جهت بهرهگیری از آن بایستی مراحل زیر را سپری نمود (طواری و همکاران، *1387:75*)

گام اول: تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس m شاخص یا معیار و n گزینه؛

$$A_{ij} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad (۱)$$

گام دوم: استانداردسازی داده‌ها و تشکیل ماتریس استاندارد از طریق رابطه (۲)؛

$$R_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} a_{ij^2}}}$$

$$R_{ij} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix} \quad (۲)$$

گام سوم: تعیین وزن هریک از شاخص‌ها (W_i) بر اساس رابطه‌های زیر، شکل ماتریس موزون ($W_{n\times n}$)که ماتریسی قطری است. (برای راستا شاخص‌های دارای اهمیت بیشتر،از وز ازبیشتری برخوردارند).

$$W_i = \frac{r_i}{\sqrt{\sum_{i-1}^{n} r_i}} \quad (۳)$$

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1 \quad (۴)$$

گام چهارم: تشکیل ماتریس بی مقیاس موزون (V_{ij}) از طریق رابطه (۵).

$$V_{ij} = R_{ij}\, W_{n\times n}$$

$$V_{ij} = \begin{pmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ . & . & \dots & . \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{pmatrix} \quad (۵)$$

گام پنجم: تعیین ایده‌آل مثبت A^+ (بالاترین عملکرد در هر شاخص) و ایده‌آل منفی A^- (پایین‌ترین عملکرد در هر شاخص) به ترتیب از طریق رابطه‌های زیر:

$$A^{+} = \{(\max V_{ij} | j \in J).(\min V_{ij} | j \in J^{r})\ i = 1.2.\ldots.m\} = \{v_1^{+}.v_2^{+}.\ldots.v_j^{+}.\ldots.v_n^{+}\} \quad (۶)$$

$$A^{-} = \{(\max V_{ij} | j \in J).(\min V_{ij} | j \in J^{r})\ i = 1.2.\ldots.m\} = \{v_1^{-}.v_2^{-}.\ldots.v_j^{-}.\ldots.v_n^{-}\} \quad (۷)$$

گام ششم: محاسبه اندازه فاصله گزینه‌ام i ام براساس نرم اقلیدوسی از ایده‌آل مثبت و منفی از طریق روابط (۸) و (۹).

$$d_i^{-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^{+})^2}\ ; (i = 1.2.\ldots.m) \quad (۸)$$

$$d_i^{-} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^{-})^2}\ ; (i = 1.2.\ldots.m) \quad (۹)$$

گام هفتم: تعیین ضریب نزدیکی نسبی گزینهiام (C_i) به راه حل ایده‌آل از طریق رابطه (۹) که در آن (d_i^{-}) آلترناتیو حداقل و (d_i^{+}) آلترناتیو ایده‌آل می‌باشد.

$$C_i = \frac{d_i^{-}}{(d_i^{-} + d_i^{+})}; (i = 1.2.\ldots.n) \quad (۱۰)$$

گام هشتم: رتبه‌بندی آلترناتیوها براساس میزان C_i که این میزان بین صفر و یک در نوسان است ۱= C_i نشان‌دهنده بالاترین رتبه و 0= C_i نیز نشان‌دهنده‌ی کمترین رتبه می‌باشد.

۷- مدل AHP

فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی انعطاف‌پذیر، قوی و ساده است. در شرایطی که معیارهای انتخاب گزینه‌ها متضاد هستند بهترین کارایی را دارد. این روش ارزیابی چند معیاری را ابتدا SATTY در سال (۱۹۸۰)، پیشنهاد کرد و تاکنون کاربردهای متعددی به ویژه در برنامه‌ریزی منطقه‌ای داشته است فرایند تحلیل سلسله مراتبی در واقع یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. این فرایند که برمبنای مقایسات زوجی بنا شده است، قادر به دخالت گزینه‌های مختلف در تصمیم‌گیری می‌باشد و همچنین امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. از مزایای ممتاز این روش محاسبه نرخ سازگاری و ناسازگاری تصمیم است این روش عمدتاً در برنامه‌های تصمیم‌گیری با اطلاعات دقیق استفاده می‌شود و مقیاس بسیار نامتعادلی از قضاوت ایجادمی‌کند. همچنین عدم قطعیت در ارتباط با الگوبرداری از قضاوت انسان، ماهیت طبیعی موجود در اکوسیستم را نشان نمی‌دهد (حیدریان و همکاران، ۲:۱۳۹۳).

۸- تحلیل خوشه و ناخوشه

تحلیل خوشه و ناخوشه[1] که به شاخص انسلین محلی موران (Anselin Local Moran I) نیز شناخته می‌شود از ابزارهای مفید برای نمایش توزیع آماری پدیده‌ها در فضا می‌باشد. اگرفرض کنیم تعدادی عارضه جغرافیایی وزن دهی شده داشته باشیم، این ابزار نشان می‌دهدکه در کجاها مقادیر زیاد و یا کم این پدیده‌ها در فضا بطور خوشه‌ای توزیع شده‌اندو همچنین کدام عوارض دارای مقادیری بسیار متفاوت از عوارض پیرامونشان هستند (عسگری، ۷۱: ۱۳۹۰).

[1] Outlier

۹- مبانی آماری

این ابزار همچنین ناخوشه‌های فضایی را شناسایی می‌نماید. برای انجام این مسأله این ابزار به محاسبه مقدار موران محلی، امتیاز PValue،Z و یک کد که نشانگر نوع خوشه‌ای برای هر عارضه است می‌پردازد. امتیاز Z و PValue بیانگر معنا داری مقدار شاخص محاسبه شده می‌باشند.

آماره محلی موران I به صورت زیر به دست می‌آید:

$$I_i = \frac{\chi_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1.j\neq i}^{n} \omega_{i.j}(\chi_i - \bar{X}) \qquad (۱۱)$$

که درآن Xi خصیصه عارضه i و $\bar{X}$ میانگین خصیصه مربوطه و $\omega_{i.j}$ وزن فضایی بین عارضه i و j و jij میشد و:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1.j\neq i}^{n} \omega_{i.j}}{n-1} - \bar{X}^2 \qquad (۱۲)$$

که در آن n برابر با تعداد کل عارضه‌ها است.

امتیاز استاندارد z_{I_i} به صورت زیر محاسبه می شود:

$$z_{I_i} = \frac{I_i - E[I_i]}{\sqrt{V[I_i]}} \qquad (۱۳)$$

در اینجا خواهیم داشت:

$$E[I_i] = -\frac{\sum_{j=1.j\neq i\cdot}^{n}}{n-1} \qquad (۱۴)$$

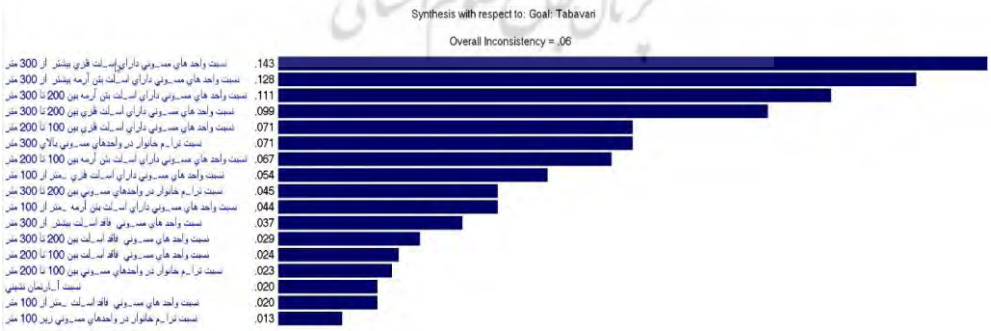
$$V[I_i] = E[I_i^2] - E[I_i]^2 \qquad (۱۵)$$

(عسگری، ۷۱، ۷۲: ۱۳۹۰).

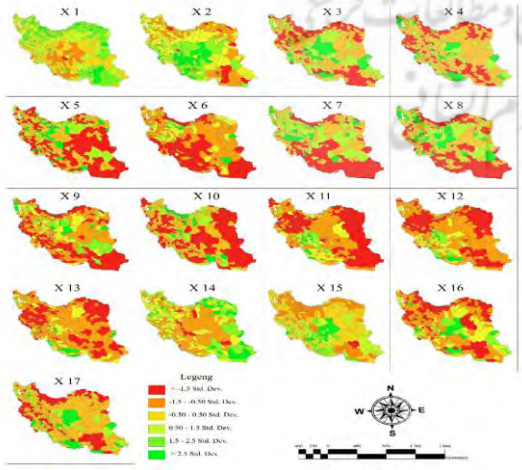
۱۰- تجزیه و تحلیل

در این پژوهش پس از تعیین شاخص‌ها از سرشماری نفوس و مسکن و سپس ماتریس مقایسه زوجی تشکیل شد به صورت مقایسه زوجی وزن دهی شدند. بررسی نتایج یافته‌های در خصوص شاخص مصالح ساختمانی تراکم خانوارها در شهرستان‌ها نشاندهندهٔ آن است که از میزان تأثیر هر یک از این مصالح در استحکام بنای مسکن، با توجه به نظر کارشناسی و با بهره‌گیری از ضریب تأثیر و هریک از مؤلفه‌های، وزن‌دهی سلسله مراتبی AHP شاخص مصالح ساختمانی و تراکم خانوارها در بررسی شاخص های کالبدی مسکن در شهرستان‌های کشور به شرح نمودار (۱) تعیین و مشخص گردید و در نهایت با استفاده از روش AHP در نرم افزار expert choiceمقدار اوزان هر یک از معیارها به دست آمد. با توجه به نمودار ۱ معیار نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت فلزی بیشتر از ۳۰۰ مترباوزن ۰,۱۴۳ بیشترین مقدار وزن را دارا است و معیار نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی زیر ۱۰۰ مترباوزن ۰,۰۱۳ کمترین مقدار وزنی را دارا است. با توجه خروجی ضریب خطا کلیه شاخص‌ها کوچکتر از ۰,۱ است

نمودار ۱: وزن دهی به تفکیک معیارهاo خروجی نرم افزار expert choice



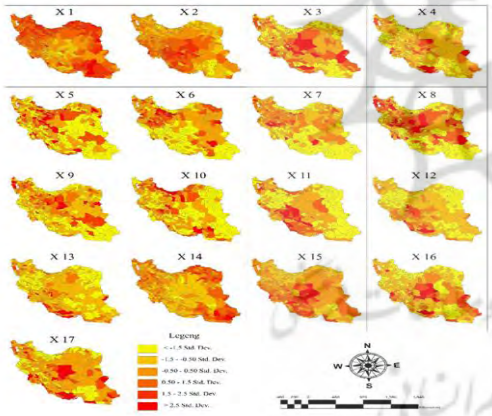
پس از این محاسبات، داده‌های فوق جهت نرمالیزه شدن در مدل تاپسیس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند باتوجه به شکل ۲ و ۳ با استفاده از نرم افزار *GIS* اوزان و نرمالیزه شده داده‌ها به صورت نقشه خروجی گرفته شده و رتبه‌بندی شهرستان‌ها در هریک از معیارهای مورد مطالعه نشان داده شده است. با توجه به شکل ۳ نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی زیر ۱۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیارمساوی و بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های غربی و شمال و شرق و قسمت کمتری از جنوب توزیع شده است نسبت خانوار در واحدهای مسکونی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های غربی و مرکزی کشور توزیع شده است نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های شمالی و جنوبی کشور توزیع شده است. نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بالای ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های شمالی و جنوبی کشور توزیع شده است. نسبت آپارتمان نشینی بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های جنوبی و شرقی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی کمتر از ۱۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ درقسمت‌های جنوبی تا مرکز کشورتوزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ درقسمت‌های جنوبی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ درقسمت‌های جنوبی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بیشتر از ۳۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ درقسمت‌های جنوبی و شمالی کشور شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه کمتر از ۱۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت شرقی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت شرقی و قسمتی از شمال غربی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت شمال شرقی و قسمتی از شمال غربی و قسمتی از جنوب کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بیشتر از ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت شرقی و قسمتی از شمال غربی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت کمتر از ۱۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیارمساوی و بزرگتر از ۲,۵ در قسمت‌های شرقی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیارمساوی و بزرگتر از ۲,۵ در قسمت‌های مرکزی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در شمالی و قسمت کوچکی از جنوب کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بیشتر از ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در شمالی و قسمت کوچکی از جنوب کشور توزیع شده است. با توجه به خروجی نقشه‌ها براساس وزن‌دهی به شاخص‌ها و رتبه‌بندی شهرستان‌ها مشخص شده است که شاخص‌های مربوط به مصالح بتن آرمه و فلزی در شهرستان‌های کشور خیلی کم است و بیشتر در شهرستان‌های مرکزی کشور تمرکز یافته است و همچنین نسبت آپارتمان نشینی در شهرستان‌های مرکزی بیشترین تمرکز وجود دارد.



شکل ۳: نقشه وزین برای هریک از معیارها

پس از این محاسبات، داده‌های فوق جهت نرمالیزه شدن در مدل تاپسیس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند که نتایج حاکی از آن است که با توجه به شکل ۴ نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی زیر ۱۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی یا بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های شمالی و قسمت کوچکی جنوب توزیع شده است نسبت خانوار در واحدهای مسکونی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی یا بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های مرکزی کشور توزیع شده است نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی یا بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های مرکزی کشور توزیع شده است. نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بالای ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های شمالی و جنوبی کشور توزیع شده است. نسبت آپارتمان نشینی بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های شرقی تا مرکز کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی کمتر از ۱۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ جنوب غربی تا مرکز کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های جنوبی توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت جنوبی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بیشتر از ۳۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت جنوبی کشورتوزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه کمتر از ۱۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های شرقی و مرکزی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های شرقی و غربی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های شرقی و غربی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بیشتر از ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی و کوچکتر از منفی ۱,۵ در قسمت‌های شرقی و غربی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت کمتر از ۱۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی یا بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های شرقی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر بیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی یا بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های مرکزی و جنوبی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی یا بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های مرکزی و جنوبی کشور توزیع شده است. نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بیشتر از ۳۰۰ متربیشتر شهرستان‌ها با انحراف معیار مساوی یا بزرگتر از ۲,۵ درقسمت‌های مرکزی و جنوبی کشور توزیع شده است.

در این مرحله پس از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری موزون مقادیر عددی راهبردهای ایده‌آل مثبت و منفی برآورد و مجموعه‌های مربوطه شکل گرفت.



شکل ۴: نقشه نرمالیزه شده هریک از معیارها

مقادیر ایده‌آل‌های مثبت A^+ و منفی A^- هر کدام از پارامترهای یاد شده، به ترتیب از طریق رابطه‌هایی تعیین گردید که در جدول ۴بیان گردیده است. باتوجه به جدول زیر نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی زیر ۱۰۰ متر، نسبت آپارتمان نشینی، نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی کمتر از ۱۰۰ متر،نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه کمتر از ۱۰۰ متر،نسبت واحد های مسکونی

فاقد اسکلت کمتر از ۱۰۰ متر،نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر،نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر، نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بیشتر از ۳۰۰ متر، اثر گذاری منفی دارند. نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر، نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر، نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر، نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر، نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بیشتر از ۳۰۰ متر، نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر، نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر، نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بیشتر از ۳۰۰ متر اثر گذاری مثبت دارند.

جدول ۴: شاخص‌ها و میزان اثر گذاری آن‌ها

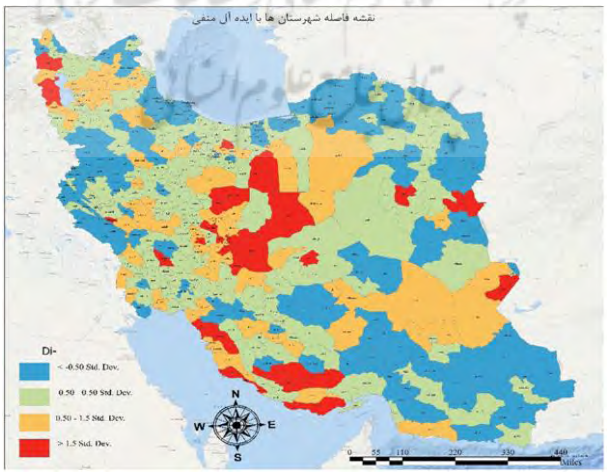
نام اختصاری	نوع اثر گذاری	وزن شاخص	شاخص
X1	-1	0.013	نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی زیر ۱۰۰ متر
X2	1	0.023	نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر
X3	1	0.045	نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر
X4	1	0.071	نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی بالای ۳۰۰ متر
X5	-1	0.02	نسبت آپارتمان نشینی
X6	-1	0.054	نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی کمتر از ۱۰۰ متر
X7	1	0.071	نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر
X8	1	0.099	نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر
X9	1	0.143	نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت فلزی بیشتر از ۳۰۰ متر
X10	-1	0.044	نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه کمتر از ۱۰۰ متر
X11	1	0.067	نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر
X12	1	0.111	نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر
X13	1	0.128	نسبت واحد های مسکونی دارای اسکلت بتن آرمه بیشتر از ۳۰۰ متر
X14	-1	0.02	نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت کمتر از ۱۰۰ متر
X15	-1	0.024	نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ متر
X16	-1	0.029	نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بین ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر
X17	-1	0.037	نسبت واحد های مسکونی فاقد اسکلت بیشتر از ۳۰۰ متر

در نهایت نزدیکی نسبی راهبردها نسبت به راهبرد ایده آل در منطقه مطالعاتی برآورد شـد و با توجه به این اصـل که هر راهبردی که به راهبرد ایده آل نزدیکتر باشـد، آن به یک نزدیکتر خواهد (Ci) مقدار نزدیکی بود و بالعکس، اولویت نهایی راهبردها برآورد شد و درصد اولویت به دست آمد.

جدول ۵: مقادیر ایده‌آل‌های مثبت و منفی

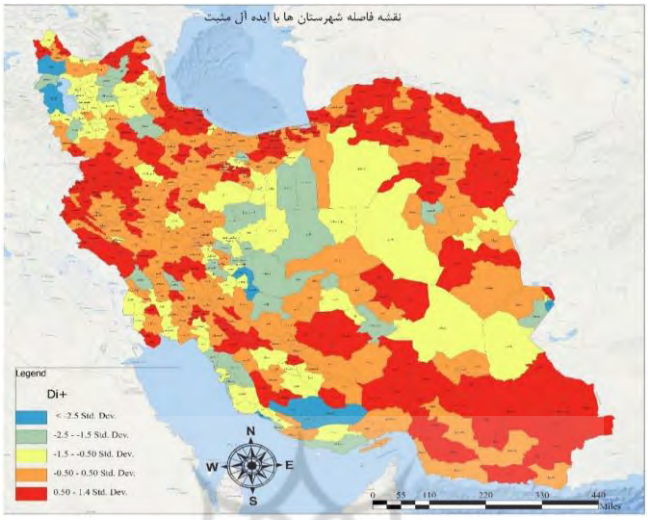
A-	A+	
0.0005	0.0005	X 1
4.54	0.002	X 2
5.97	0.009	X 3
0.0001	0.01	X 4
0.0005	0.0005	X 5
0.001	0.001	X 6
4.73	0.01	X 7
0	0.018	X 8
0	0.03	X 9
0.001	0.001	X 10
1.62	0.010	X 11
0	0.034	X 12
0	0.039	X 13
0.0008	0.0008	X 14
0.0009	0.0009	X 15
0.001	0.001	X 16
0.0014	0.0014	X 17

با توجه به شـکل ۵ فاصـله شـهرسـتان‌ها با ایده آل منفی با انحراف معیار مساوی و بزرگتر از ۱,۵ در شهرستان‌های که در محدوده مرکزی کشـور بیشـنر مسـتقر هسـتند تمرکز دارد و فاصله شهرستان‌هایی با ایده آل منفی با انحراف معیار مساوی و کوچکتراز منفی ۰,۵ هسـتند در شـهرسـتان‌هایی که در محدوده شرقی و غربی واقع شده‌اند تمرکز یابد.

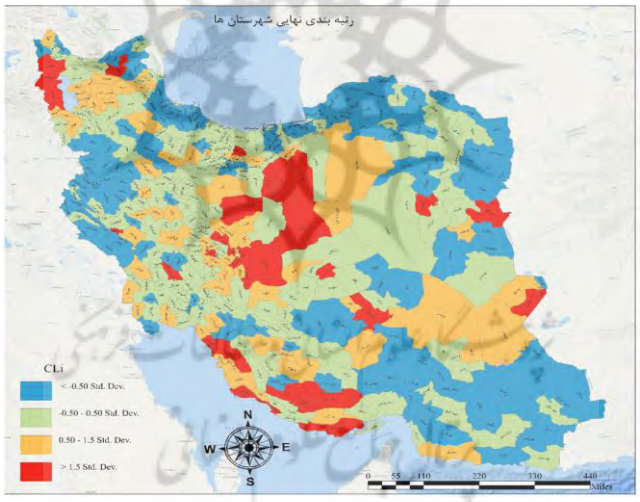


شکل ۵: نقشه مقادیر ایده‌آل‌های منفی

با توجه به شکل ۶ فاصله شهرستان‌ها با ایده آل مثبت با انحراف معیار بین ۰,۵ و ۱,۴ شهرستان‌های که درحاشیه‌های کشور واقع شده‌اند تمرکز یافته‌اند؛ و فاصله شهرستان‌هایی با ایده آل مثبت با انحراف معیار مساوی و کوچکتراز منفی ۲,۵ هستند در شهرستان‌هایی که در مرکزی کشور واقع شده‌اند تمرکز یابد.



شکل ۶: نقشه مقادیر ایده‌آل‌های مثبت



شکل ۷: رتبه‌بندی شهرستان‌های کشور

باتوجه به شکل ۷ شهرستان‌های بندر لنگه و لارستان، گراش، خنج، عسلویه، کنگان، دشتستان، گناوه، رفسنجان، هامون و یزد، اصفهان شهرضا، مبارکه و مسجد سلیمان، خمینی شهر، بن، نجف آباد، کاشان، آران بیدگل، سرخه، اراداان، سمنان و نائین، شمیرانات، فردوس، اهر، خوی و سلماس و ارومیه با انحراف معیار مساوی ۱,۵ و بزرگتر واقع شده‌اند که نشان‌دهنده این است که به لحاظ تاب‌آوری چند شهر ستان در قسمت مرکزی کشور تاب‌آور هستند؛ و شهرستان‌های کشور به لحاظ تاب‌آوری کالبدی به ویژه مسکن در وضعیت متوسطی قرار دارند؛ و قسمتی از شهرستان‌هایی که در قسمت غربی و شمالی و جنوبی واقع شده‌اند در وضعیت نامطلوب به لحاظ تاب‌آوری واقع شده‌اند.

۱۱- پیاده‌سازی ضریب موران

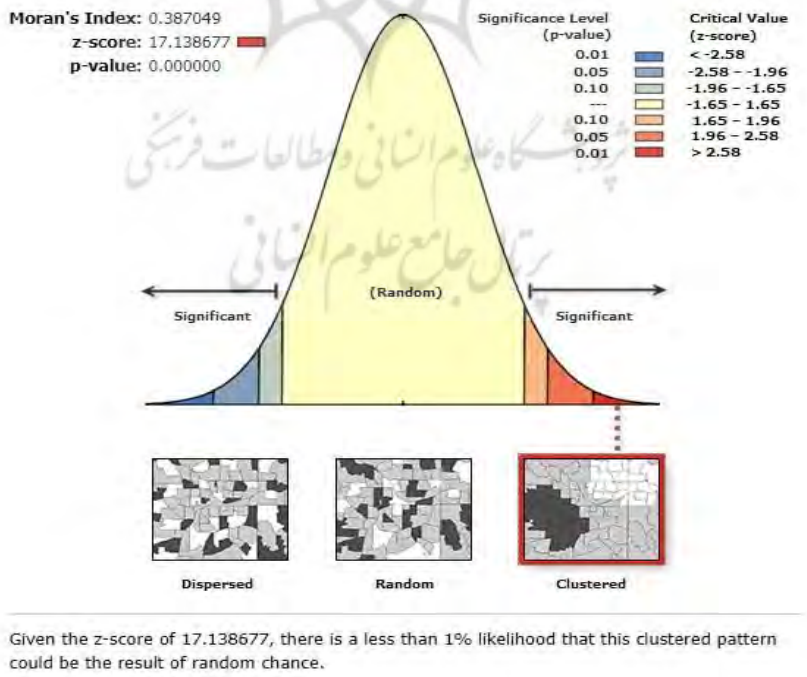
به منظور محاسبه ضریب موران ازمجموع ۱۷ شاخص که برای تجزیه و تحلیل پژوهش استفاده شده به دست آمده است. نتایج حاصل از کاربرد شاخص موران درمجموع شاخص‌های تاب‌آوری کالبدی به ویژه برای مسکن را در جدول ۶ نشان می‌دهد.

جدول ۶: شاخص موران

شاخص	شاخص موران	ضریب مورد انتظار	واریانس	ارزش z	*P- value*
مجموع عامل‌ها	۰,۳۸۷۰۴۹			۱۷,۱۳۸۶۷۷	۰,۰۰۰۰۰

تحلیل خود همبستگی فضایی دو نوع خروجی به صورت گرافیکی و عددی ارائه می‌نماید. خروجی گرافیکی نشان می‌دهد که آیا داده‌ها پراکنده و یا خوشه‌بندی شده هستند. به طور کلی اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد مثبت یک (+۱) باشد داده‌ها دارای خود همبستگی فضایی و دارای الگوی خوشه‌ای بوده و اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد منفی یک (-۱) باشد آنگاه داده‌ها از هم گسسته و پراکنده می‌باشند. البته این مقدار از نظر معناداری آماری سنجیده می‌شود. در مورد این ابزار فرضیه صفر آن است که"هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی بین مقادیر خصیصه مرتبط با عوارض مورد نظر وجود ندارد". حال زمانی که مقدار p-value بسیار کوچک و مقدار Z محاسبه‌شده (قدر مطلق آن) بسیار بزرگ باشد (خارج از محدوده اطمینان قرار گیرد). آنگاه می‌توان فرضیه صفر را رد کرد. اگر مقدار شاخص موران بزرگ‌تر از صفر باشد، داده‌ها نوعی خوشه‌بندی فضایی را نشان می‌دهند. اگر مقدار شاخص کمتر از صفر باشد عوارض مورد مطالعه دارای الگوی پراکنده می‌باشند (عسگری، ۶۶: ۱۳۹۰). با توجه به نمودار ۲ شاخص موران برای کلیه شاخص‌ها مثبت بوده و نشانگر خوشه‌ای بودن الگوها برای مجموع کلیه شاخص‌ها در محدوده مورد مطالعه است. در واقع نشان از تجمع فضایی شاخص‌های تاب‌آوری مسکن به صورت خوشه‌ای در و عدم پخشایش منظم در شهرستان‌های کشور داشته است.

نمودار ۲: تجمع فضایی شاخص‌ها به صورت خوشه‌ای



۱۲- نتیجه‌گیری

رویکرد تاب‌آوری شهری یکی از مهم‌ترین و کلیدی‌ترین رویکردهایی است که متضامن بقای سکونتگاه‌های انسانی می‌باشد. این رویکرد، راهنمایی است تا مسئولین و دست‌اندرکاران از تصمیمات انعطاف‌پذیر، خط مشی‌های جدید برای مدیریت شهری استفاده کنند. ایجاد تاب‌آوری در این زمینه نیازمند همکاری و ارتباط درون و بین سازمان‌ها و دست‌اندرکاران، تطبیق‌دهی نهاد مدیریتی با مقیاس اکولوژیکی منبع مورد نظر، جلوگیری از بخشی نگری است. در تمام جهان، یافتن و حتی ساختن شهری که به طور کامل دارای مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری باشد، به ندرت امکانپذیر است، اما آنچه که مهم است اراده و خیزش این شهرها و مدیریت شهری آن‌ها و حرکت گام به گام‌شان به سمت شهرهای آماده و نزدیکتر شدن به شهرهای تاب‌آور است. در راستای تحقق این مهم، کمپین ساخت شهرهای تاب‌آور در حال ارائهٔ رهنمود و کمک به مدیران شهری برای ارزیابی وضع موجود شهرها براساس استانداردهای مصوب شهرهای آماده و تاب‌آور است و درصدد کمک به موازی‌سازی رشد و توسعهٔ شهرها با حرکت شهرها در مسیر شهرهای تاب‌آور است که می‌توان با افزودن شاخص‌های مختص و بومی تاب‌آوری شهرهای اسلامی ایرانی به آن فاکتورها، امید به بهرهمندی هرچه بیشتر شهرهای ایران از رهنمودهای مذکور داشت. در پژوهش‌های بسیاری به مبحث تاب‌آوری در شهرها توجه شده به عنوان نمونه در مقاله‌ایی که ملکی و همکاران در سال ۱۳۹۹ در خصوص بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری در ابعاد کالبدی و اجتماعی در برابر زلزله (مطالعه‌ی موردی شهر ایذه) انجام شده که در سطح شهر بوده و و داده‌های مقاله از طریق پرسش نامه بدست‌آمده است؛ و در مقاله‌ای دیگر که ویسی و همکاران در سال ۱۳۹۷ در خصوص بررسی اثرات اجرای طرح هادی بر تاب‌آوری کالبدی سکونتگاه‌های روستایی مطالعه موردی: شهرستان مریوان و در این مقاله هم مثل مقالات قبلی از داده‌های پرسش نامه‌ای استفاده شده که داده‌های پرسش نامه‌ای از ارجحیت علمی کمی برخوردار هستند. نقطه قوت این پژوهش نسبت به مطالعات پیشین در این است که از داده‌های آماری استفاده شده و شاخص‌های کیفی مسکن مد نظر قرار گرفته است و همچنین به کارگیری تکنیک‌های مختلف همچون TOPSIS و AHP در تجزیه و تحلیل کار است؛ و همچنین نقطه متمایزکننده این تحقیق نسبت به تحقیقات پیشین در این است که در سطح کلانم انجام شده و می‌تواند مبنای یک سند راهبردی برای بحث تاب‌آوری مسکن شود. با توجه به بررسی‌ها نسبت واحدهای مسکونی دارای اسکلت فلزی بیشتر از ۳۰۰ متربا وزن ۰,۱۴۳ بیشترین مقدار وزن را دارا است و معیار نسبت تراکم خانوار در واحدهای مسکونی زیر ۱۰۰ متربا مقدار وزنی ۰,۰۱۳ کمترین مقدار وزنی را دارا است. خروجی ضریب خطا کلیه شاخص‌ها کوچکتر از ۰,۱ است. تحلیل فضایی تاب اوری مسکن به صورت کلی در کشور از الگوی خوشه‌ایی پیروی می‌کند. با توجه به اینکه هدف از این پژوهش ارزیابی شاخص‌های کالبدی مسکن با رویکرد تاب‌آوری مسکن در مواقع بحرانی بوده است، به طورکلی در این پژوهش از شاخص‌های کیفی مسکن استفاده شده است؛ که به لحاظ تاب‌آوری چند شهر ستان در قسمت مرکزی کشور تاب‌آور هستند؛ و شهرستان‌های کشور به لحاظ تاب‌آوری کالبدی به ویژه مسکن در وضعیت متوسطی قرار دارند؛ و قسمتی از شهرستان‌هایی که در قسمت غربی و شمالی و جنوبی واقع شده‌اند در وضعیت نامطلوب به لحاظ تاب‌آوری واقع شده‌اند.

۱۳- پیشنهادات

- به کارگیری قوانین در جهت افزایش ضریب ایمنی در ساخت وسازهای جدید و مقاوم‌سازی ساختمان‌های فرسوده؛
- استفادهٔ بیشتر از مصالح مقاوم مثل اسکلت فلزی و بتنی در مساکن در قسمت‌های غربی و جنوب شرقی کشور
- نوسازی و بهسازی مساکن
- آماده‌سازی مردم برای مواجهه با مواقع بحرانی در جهت افزایش مشارکت آن‌ها.
- ایجاد زمینه‌های افزایش مشارکت شهروندان از طریق بسترسازی حضور شهروندان در فعالیت‌های اجرایی.
- جهت افزایش تاب‌آوری ساکنین محلات، درگیر ساختن سازمان‌هایی نظیر شهرداری در این امر ضروری است که سرای محلات می‌تواند به عنوان حلقه واصل منظور گردد.

۱۴- مراجع

[۱] ابدلی، یعقوب، رجایی، سید عباس، (۱۳۹۸)، «تعیین مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی در بافت مسکونی شهر بجنورد با استفاده از خود همبستگی فضایی موران»، فصلنامه علمی و پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۱۰، شماره پیاپی ۳۹، صص ۱- ۱۶.

[۲] آزادی، محمود، برنامه‌ریزی شهر سالم اسفراین، پایانامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد،۱۳۸۶

[۳] پوراحمد، احمد؛ ابدالی، یعقوب؛ صادقی، علیرضا و الله قلیپور، سارا (۱۳۹۷). «سنجش و تحلیل فضایی مؤلفه‌های تاب‌آوری کالبدی در بافت مرکزی شهر همدان با استفاده از خودهمبستگی فضایی موران.»، فصلنامه برنامهریزی توسعه کالبدی، دوره ۵، شماره ۹: صص ۹۲- ۱۰۴.

[۴] تقیلو، علی اکبر، مفرح بناب، مجتبی، مجنونی توتاخانه، علی، آفتاب، احمد (۱۳۹۸). «تحلیل وضعیت تاب‌آوری شاخص‌های کالبدی مساکن شهر تبریز در برابر حوادث غیرمترقبه»، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال نهم/ شماره مسلسل سی و سوم، صص:۳۱- ۴۸.

[۵] توفیق، فیروز (۱۳۸۲). «برنامه‌ریزی مسکن»، مجموعه مقالات آموزشی برنامه‌ریزی مسکن، تهران، سازمان ملی زمین و مسکن.

[۶] جلالی، تارا. (۱۳۹۱) بازسازی تاب‌آور پس از زلزله ۱۳۸۲ بم از دیدگاه طراحی شهری. پایانامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما: فلاحی، علیرضا. دانشگاه شهید بهشتی، گروه معماری و شهرسازی.

[۷] حیدریان، پیمان، رنگزن، کاظم، ملکی، سعید، تقی‌زاده، ایوب، عزیزیقلاتی، سارا، (۱۳۹۳)«مکان‌یابی محل دفن پسماند شهری با استفاده از مدل‌های FUZZY- AHP و FUZZY- TOPSIS در محیط GIS: مطالعه موردی شهر پاکدشت استان تهران»، مجله بهداشت و توسعه، سال سوم، شماره یک، صص:۱- ۱۳.

[۸] رضایی، محمدرضا، (۱۳۹۳)، «ارزیابی تاب‌آوری اقتصادی و نهادی جوامع شهری در برابر سوانح طبیعی)مطالعهٔ موردی: زلزلهٔ محله‌های شهر تهران)»، فصلنامهٔ مدیریت بحران، شمارهٔ ۳، صص ۲۷- ۳۸.

[۹] روستایی، شهریور، علیزاده، شیوا، (۱۳۹۹). «تحلیل فضایی کیفیت مسکن در شهر ارومیه با استفاده از روش HOT SPOT»، نشریه علمی – پژوهشی برنامه‌ریزی توسعه کالبدی، سال پنجم، شماره ۱(سری جدید)، صص ۱۰۱- ۱۱۷.

[۱۰] زیاری، کرامت الله، پوراحمد، احمد، فرهودی، رحمت اله، معمارزاده، محمدرضا، (۱۳۹۹)، «سنجش و ارزیابی میزان تابآوری کالبدی مناطق شهری در برابر سوانح (مطالعه‌ی موردی: جزیره کیش)»، پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری، دوره ۸، شماره ۲، صص ۲۵۹- ۲۷۸.

[۱۱] شاهیوندی، احمد، قاسمی، مسعود، راست قلم، نیلوفر (۱۳۹۹) «آینده‌نگاری تاب‌آوری مسکن در منطقهٔ ۸ اصفهان با استفاده از روش تلفیقی سناریو پردازی و تحلیل اثرات متقاطع»، مطالعات ساختار و کارکرد شهری، سال هفتم، شماره‌ی بیست و دو، صص ۱۳۱- ۱۵۳.

[۱۲] صادقی، علیرضا (۱۳۹۷). تحلیل فضایی تا بآوری کالبدی بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران (مطالعه موردی: منطقه ۱۰ شهر تهران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، استاد راهنما احمد پوراحمد. دانشگاه تهران، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.

[۱۳] طواری، مجتبی. سوخکیان، محمدعلی و میرنژاد، سیدعلی (۱۳۸۷) «شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر بهرهوری نیروی انسانی با استفاده از تکنیک‌های MADM مطالعه موردی یکی از شرکت‌های تولیدی پوشاک جین در استان یزد»، نشریه مدیریت صنعتی، دوره اول، شماره ۱، صص ۷۱- ۸۸.

[۱۴] عسگری، علی (۱۳۹۰)؛ «تحلیل‌های آماری فضایی با Arc- GIS» مشخصات نشر سازمان فناوری و ارتباطات شهرداری تهران چاپ اول چاپ و صحافی آرنگ.

[۱۵] غلامی، حیدری سورشجانی، سلیمی، برهمن؛ یونس، رسول، زهرا، وحیده (۱۳۹۷). «برنامه‌ریزی با رویکرد تا ب‌آوری شهری.» انتشارات دانشگاه کاشان، چاپ اول، کاشان.

[۱۶] قاسمی، مریم؛ قرائی، مسعود (۱۴۰۰). «بررسی تاب‌آوری کالبدی مساکن پیراشهری در برابر مخاطرات طبیعی (مطالعه موردی: شهرک باهنر مشهد)»، فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، دوره‌ی یازدهم، شماره‌ی اول، صص ۳۸- ۵۴.

[۱۷] محمدی سرین دیزج، مهدی؛ احدنژاد روشتی، محسن؛ (۱۳۹۵). «ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شهری در برابر مخاطره زلزله مورد مطالعه: شهر زنجان»، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال سوم، شماره ۱، صص ۱۰۳- ۱۱۴.

[۱۸] مرکز آمار ایران سرشماری نفوس و مسکن

[۱۹] ملکی، سعید، امان‌پور، سعید شجاعیان، علی، رضوی، سیده معصومه، (۱۳۹۹)، «بررسی و سنجش میزان تاب‌آوری در ابعاد کالبدی و اجتماعی در برابر زلزله (مطالعه‌ی موردی شهر ایذه)»، مجله مطالعات ساختارو کارکرد شهری، سال هفتم، شماره بیست و دو، صص ۸۱- ۱۱۱.

[۲۰] نسترن، مهین، ابولحسنی، فرحناز و ملیحه ایزدی، (۱۳۸۹)، «کاربرد تکنیک تاپسیس در تحلیل و اولویت‌بندی توسعه پایدار مناطق شهری مطالعه موردی: مناطق شهری، اصفهان»، (جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی)، شماره ۲۱، صص ۹۰- ۱۰۵.

[۲۱] ولی‌زاده، رضا، داداش‌پور مقدم، مجید، (۱۳۹۹)، «ارزیابی میزان تاب‌آوری کالبدی شبکه معابر منطقه ۱ شهر تبریز در برابر مخاطرات شهری»، نشریه علمی تخصصی شباک، سال ششم، شماره ۴، صص ۲۰۷- ۲۱۷.

[22] Andrew Charleson, Karyadi Kusliansjah, and Pele Wddjaja (2018) “Improvnrg hhe seismic resilience of housing in developing countries:time to transform local govrrnmnnt budddnrg” departments MATEC Web of Conferences 229, 03017 (2018) ICDM 2018.

[23] Antonioni, G., Spadoni, G., & Cozzani, V. (2007).AA methodology for the quantitative risk sssssmnnt of mjj or ccdddnnssrrgggrr dd by ssssmccevnnts”.Journal of hazardous materials, 147(1-2), 48-59.

[24] David,Satterthwaite,Diane,Archer,Sarah,Colenbrander,David,Dodman,Jorgelina,Hardoy,Diana, Mitlin,SheelaPatel. (2020).“Buddddrg Rssnnnnmm ooClimaeeChange in Informll eeeeee ents” One Earth,Volume 2, Issue 2, 21 February 2020, Pages 143-156.

[25] ccc k, aa rkus & aakdpporrkk, Prrrkkk(2013) “Whtt is sollll resilience? Lessons learned and ways forwrrd,” ERKKEEEE :Scientific Geography, 67(1), pp.5-19.

[26] Mavhura, Emmanuel, Manyangadze,Tawanda, Raj Aryal, Komal (2021).” A oomposeeenrhrr ent resilience index for Zimbabwe:An adaptation of the disaster resilience of peeee mod””””, International Journal of Disaster Risk Reduction,pp2-13.

[27] Mayunga, J.S. (2007).“nn drr snnndnng and pppyyingthe ooneept of oommuntty dssrrrrr riii iinnee:a capitalbased approach.uummer ccddmmy for sollll l ulnrr bbittty and rllll nnnee budddng”, 1–16.

[28] O'Brien, K., & Sygna, L. (2004).” uu nrrr bbee or Riii nnnn? A Mutti-Scale Assessment of Climate Impccss nnd Vunrrr bbiiity in oo rway”.Climatic Change:193-225.

[29] Short, John Rennie (2006),At Home:nnn Anthropoocgy of oo miiii c ppcce,Crrraad (Ed)”, ee w York, Syracuse University press.

[30] Vale, L.J., & Campanella, T.J. (2005).“The rllll nnnt ttt y:How modern cities recover from dssrrrrr r.Oxford University Press.

[31] Godschalk, D.R. (2003), urban hazard mitigation:creating resilient cities.Natural hazards review, 4(3), 136-143.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نشریه‌ی علمی-پژوهشی شهر ایمن
JOURNAL OF RESILIENT CITY
(JRC)

Assessment of physical resilience using the TOPSIS-AHP model with an emphasis on housing (a case study of the country's cities)

Zanyar Abdi[1*]; Amir Ashnui Noushabadi[2]; elahe Meskini[3]

1- Master of Urban Design; Tabriz University; Faculty of Civil Engineering, Department of Architecture and Urban Design
2- Assistant Professor of Geography Department; University of Lorestan
3- Master of geography and urban planning; Department (Housing Planning and Urban Regeneration) Faculty of Geographical Sciences; kharazmi University

Abtract:

Resilience is one of the most important issues in today's world due to the occurrence of natural or man-made disasters.The housing resilience process must have the necessary ability to predict accidents and prevent the infliction of life and financial losses on citizens.This research is applied in terms of purpose and descriptive analytical in terms of methodology based on the approach of body structural studies.
The purpose of the current research is to evaluate physical resilience against natural disasters with an emphasis on residential units and housing quality against natural disasters.The territory under study is all the cities of the country.In order to achieve the research objectives, selected indicators of material quality and household density in the residential unit were extracted; and a total of 17 indicators.In order to weight the indicators from the AHP model and to evaluate and rank the physical resilience of each of the country's cities, it was analyzed with the help of the TOPSIS decision making model, and Moran's spatial self-correlation was used to analyze the pattern of housing resilience indicators, and the GIS environment was used to generate the map.has been results show; that the error coefficient of all indicators is smaller than 0.1.The index of the proportion of residential units with a metal frame of more than 300 meters with a weight of 0.148 has the highest weight among the indices.In the cities of the country, in terms of resilience, the cities located in the center of the country are in an average condition.The spatial analysis of housing resilience generally follows a cluster pattern in the country.are located in a favorable situation and the cities that are on the outskirts of the country are located in an unfavorable situation.

Key Words: Resilience, Physical Resilience, Housing, TOPSIS Model, Moran

* Tabriz Universit, Tabriz, Iran; ***abdi1996@gmail.com***