

## Analysis of Resilience Indicators in Urban Blocks with Passive Defense Approach (Case Study: Tehran Metropolis)

Rasoul Afsari \* , Milad Hasanalizadeh 

\*PhD in Geography and Urban Planning, Faculty of Humanities, University of Zanjan, Zanjan, Iran

(Received: 22/03/2024, Revised: 31/08/2024, Accepted: 22/09/2024, Published: 15/12/2024)

DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.4.5.8


### ABSTRACT

*Today, reducing the risk of natural and man-made disasters by using passive defenses and increasing the resilience of cities have become the goals of many cities. With the synergy between the two concepts of urban resilience and passive urban defense, cities are strengthened to a large extent against man-made and natural crises. The aim of the current research is to analyze the resilience indicators in the blocks of the Tehran metropolis according to the passive defense approach. The current research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in nature. The collection of information for the extraction of indicators has been done with the library and documentary methods. Then the layers related to 92 urban resilience indicators with a passive defense approach were collected using Tehran Municipality data, Open Street Map website, Google Earth website, and statistical blocks of the Tehran metropolis in 2015 and pre-processed and prepared in Arc GIS software. The IHWP model was used in Arc GIS software to analyze the indicators. The indicators rating questionnaire in the IHWP model process has been completed by 25 experts. The results of the IHWP model have shown that 9.62% of the total area of the Tehran metropolis has very low resilience, 17.09% has low resilience, 27.24% has medium resilience, 30.46% has high resilience and 15.58% has very high resilience. The inner and central parts of Tehran have a higher level of resilience and the outer and peripheral parts, especially in the west and east of the metropolis, have a lower level of resilience. Finally, solutions for improving urban resilience with a passive defense approach in the Tehran metropolis have been presented.*

**Keywords:** Resilience Indicators, Urban Resilience, Passive Defense, IHWP Model, Tehran Metropolis

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

**Publisher:** Imam Hussein University

 Authors



\* Corresponding Author Email: milad.hasanalizadeh@znu.ac.ir



پدافند غیرعامل

سال پانزدهم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳ (پیاپی ۶۰): صص ۷۵-۵۷

شاپای چاپی: ۶۹۴۹-۲۰۰۸ | شاپای الکترونیکی: ۸۰۳۰-۲۹۸۰

علمی - پژوهشی

## تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری در بلوک‌های شهری با رویکرد

### پدافند غیرعامل (مورد پژوهی: کلان‌شهر تهران)

رسول افسری<sup>۱</sup>، میلاد حسنعلی‌زاده<sup>۲\*</sup>

DOR: 20.1001.1.20086849.1403.15.4.5.8

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۰۳

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۱۰

#### چکیده

امروزه کاهش خطر بلایای طبیعی و انسان‌ساخت با استفاده از پدافند غیرعامل و افزایش تاب‌آوری شهرها به اهداف بسیاری از شهرها تبدیل شده است. با هم‌افزایی بین دو مفهوم تاب‌آوری شهری و پدافند غیرعامل شهری، تا حد زیادی شهرها در مقابل بحران‌های انسان‌ساخت و طبیعی تقویت می‌شوند. هدف پژوهش حاضر نیز تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری در بلوک‌های کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل است. پژوهش حاضر از نظر هدف از نوع کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی - تحلیلی است. گردآوری اطلاعات برای استخراج شاخص‌ها با روش کتابخانه‌ای و اسنادی انجام شده است. سپس لایه‌های مربوط به ۹۲ شاخص تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از داده‌های شهرداری تهران، سایت Open Street Map، سایت Google Earth و بلوک‌های آماری کلان‌شهر تهران در سال ۱۳۹۵ گردآوری و در نرم‌افزار Arc GIS پیش‌پردازش و تهیه شده است. برای تحلیل شاخص‌ها از مدل IHWP در نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده است. پرسش‌نامه رتبه‌بندی شاخص‌ها در فرایند مدل IHWP توسط ۲۵ نفر از خبرگان تکمیل شده است. نتایج مدل IHWP نمایان کرده است که از کل مساحت کلان‌شهر تهران، ۹/۶۲ درصد دارای تاب‌آوری بسیار پایین، ۱۷/۰۹ درصد دارای تاب‌آوری پایین، ۲۷/۲۴ درصد دارای تاب‌آوری متوسط، ۳۰/۴۶ درصد دارای تاب‌آوری بالا و ۱۵/۵۸ درصد دارای تاب‌آوری بسیار بالا هستند. قسمت‌های داخلی و مرکزی کلان‌شهر تهران از میزان تاب‌آوری بالاتری برخوردار هستند و قسمت‌های بیرونی و حاشیه‌ای به ویژه در غرب و شرق کلان‌شهر میزان تاب‌آوری پایین‌تری دارند. در پایان نیز راهکارهای ارتقای تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران ارائه شده است.

**کلیدواژه‌ها:** شاخص‌های تاب‌آوری، تاب‌آوری شهری، پدافند غیرعامل، مدل IHWP، کلان‌شهر تهران

<sup>۱</sup> استادیار، گروه شهرسازی - پدافند غیرعامل، دانشکده پدافند غیرعامل، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران - (milad.hasanalizadeh@znu.ac.ir) نویسنده مسئول



## ۱- مقدمه

رواناب‌های سطحی و طغیان رودخانه‌های داخل شهر و نیز آلودگی هوا از دیگر مخاطرات کلان‌شهر تهران هستند. با توجه به تمرکز کارخانه‌های صنعتی، نیروگاه‌ها، تصفیه‌خانه‌ها، پتروشیمی و غیره، مخاطرات اتفاقی از جمله آتش‌سوزی، انفجار مخازن سوخت و یا نشت مواد خطرناک نیز از دیگر مخاطرات کلان‌شهر تهران محسوب می‌شود. تاکنون پژوهش‌های بسیار زیادی در خصوص ارزیابی تاب‌آوری شهر در مقابل انواع تهدیدات طبیعی مانند زلزله صورت پذیرفته است، اما پژوهش‌ها در خصوص ارزیابی تاب‌آوری بلوک‌های شهری در مقابل مخاطرات انسان‌ساخت به‌ویژه مخاطرات جنگی به‌مراتب کمتر است که در این پژوهش علاوه بر تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی به تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات انسان‌ساخت نیز پرداخته می‌شود. در این پژوهش تلاش می‌شود تا قسمت‌های با تاب‌آوری بسیار پایین در کلان‌شهر تهران مشخص شود تا مدیران این کلان‌شهر ضمن آگاهی از وضعیت تاب‌آوری بلوک‌های کلان‌شهر، بتوانند در جهت نیل به اهداف پدافند غیرعامل شهری برنامه‌ریزی و اقدامات اجرایی برای ارتقای شاخص‌های تاب‌آوری در این کلان‌شهر انجام دهند. اهمیت پژوهش حاضر در توسعه و به‌کارگیری تعداد بسیار زیادی از شاخص‌های تاب‌آوری شهری در سطح بلوک‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل است. از این‌رو، هدف پژوهش حاضر نیز تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری در بلوک‌های کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل است. بنابراین پژوهش حاضر در پی پاسخ‌گویی به این سؤالات است که: وضعیت تاب‌آوری در بلوک‌های کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل چگونه است؟ پهنه‌های با تاب‌آوری بسیار پایین و تاب‌آوری بسیار بالا در چه قسمت‌هایی از کلان‌شهر تهران قرار دارند؟

## ۲- مبانی نظری

## ۲-۱- تاب‌آوری شهری

تاب‌آوری یکی از مهم‌ترین مباحث پژوهش در زمینه رسیدن به پایداری است و در بحث شهرسازی و امور شهری در دهه‌های اخیر جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است [۸]. به‌طوری‌که امروزه مفهوم تاب‌آوری شهری به‌طور گسترده توسط دانشمندان در علوم مختلف دانشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹] اما بسته به رشته تحصیلی و نیازها و اولویت‌های گروه‌های علاقه‌مند به شکل متفاوتی مفهوم‌سازی شده است [۱۰]. مفهوم تاب‌آوری شهری از اکولوژی اخذ شده است و اشاره به حالتی است که در آن سامانه‌ها با تنش و اختلال ناشی از عوامل خارجی مقابله می‌کنند [۱۱]. تاب‌آوری شهری، اگرچه مفهومی مبهم است، اما به‌عنوان «توانایی یک سامانه شهری و همه شبکه‌های اجتماعی-اکولوژیکی

شهرها باید بتوانند از بحران‌های ناشی از خطرات مربوط به حوادث طبیعی یا انسانی نجات پیدا کنند [۱]. در سال‌های اخیر، بلایای طبیعی و غیرطبیعی بی‌شماری گریبان‌گیر شهرها در سراسر جهان شده است. بلایای طبیعی و انسان‌ساخت جان افراد را گرفته و محیط فضایی ساکنان را ویران کرده است. طی یک قرن، بلایا جان بیش از ۱ میلیون نفر را گرفته است، ۴ میلیارد نفر را تحت تأثیر قرار داده است، تقریباً ۳ تریلیون دلار خسارت اقتصادی وارد کرده و فضای شهری و ساکنان آن را نابود کرده است. اگر شهرها و مردم آن اقدامات تاب‌آوری کافی برای مقابله با بلایای احتمالی داشته باشند، این خسارات جانی و مالی ممکن است کاهش یابد [۲]. پدافند غیرعامل به معنای برنامه‌ریزی برای مقابله با آثار حوادث طبیعی و غیرطبیعی و نجات جان مردم و ایجاد فضای امن چه در زمان وقوع حملات نظامی از سوی دشمن و چه در هنگام بروز حوادث ناگوار طبیعی همچون سیل، زلزله، طوفان، آتش‌سوزی و غیره (در زمان صلح) تعریف می‌شود [۳]. از این‌رو، امروزه کاهش خطر بلایای طبیعی و انسان‌ساخت با استفاده از پدافند غیرعامل و افزایش تاب‌آوری شهرها به اهداف بسیاری از شهرها تبدیل شده است [۴]. مطالعات گوناگونی پیرامون ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های مطرح در تاب‌آوری شهرها و سامانه‌های شهری بیان شده است که هر کدام از منظر و دیدگاه خاصی تاب‌آوری را مدنظر قرار داده و به آن پرداخته است. این موضوع نشان می‌دهد که تاب‌آوری از جهات گوناگون قابل بررسی است و هر مطالعه با توجه به نگرش و دیدگاهی که از آن زاویه به موضوع می‌پردازد، تعاریفی از ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری ارائه می‌کند [۵]. به‌طوری‌که تاب‌آوری دارای ابعاد کالبدی-زیرساختی، زیست‌محیطی، اجتماعی-فرهنگی، اقتصادی و نهادی-مدیریتی است و هر یک از این ابعاد نیز مؤلفه‌ها و شاخص‌های مخصوص به خود را دارند [۶]. در همین راستا، موقعیت جغرافیایی کشور ایران و قرارگیری آن در منطقه حساس و راهبردی - سیاسی جهان، انرژی، ظرفیت بالای مخاطرات محیطی مرتبط با ساختار زمین‌شناسی و قرارگیری در کمربند زلزله و وجود ده‌ها گسل فعال، رودخانه‌های دائمی و فصلی فراوان و همچنین تهدیدهای انسانی مرتبط با موقعیت ژئوپلیتیکی و ژئواکونومیک، کشور را در دوران مختلف و در ابعاد و اشکال گوناگون با بحران طبیعی و انسانی روبه‌رو کرده است [۷]. کلان‌شهر تهران نیز به عنوان پایتخت کشور، دارای تمرکز بالایی از جمعیت، سرمایه و نیز ساختار سیاسی-اداری است و در صورت هر گونه تهاجم هوایی از سوی دشمن هدف اصلی خواهد بود. همچنین وجود گسل‌های متعدد در داخل و اطراف این کلان‌شهر خطر وقوع زلزله را بسیار جدی کرده است. جاری شدن

و تا حدی نواحی جنوبی شهر نسبت به نواحی شمالی، شرقی و غربی تاب‌آوری پایین‌تری دارند [۱۹]. سعیدی (۱۳۹۹) در پژوهشی با عنوان «تدوین سناریوهای تاب‌آوری شهرهای مرزی استان خوزستان با رویکرد دفاع غیرعامل (مطالعه موردی: شهرهای آبادان و خرم‌شهر)» به این نتیجه رسید که شهرهای آبادان و خرم‌شهر از لحاظ تاب‌آوری، وضعیت ناپایدار و نامطلوبی دارند. پیشران‌های اقتصادی، به عنوان مؤثرترین نیروهای پیشران در تاب‌آوری شهرهای مرزی آبادان و خرم‌شهر شناخته شدند [۲۰]. هی و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی تاب‌آوری شهری سه تجمع بزرگ شهری چین با استفاده از نظریه سامانه تطبیقی پیچیده» به این نتیجه رسیدند که میانگین ارزش تاب‌آوری شهری سه تجمع بزرگ شهری در چین ۰/۵۱ بود. در بین آن‌ها، تجمع شهری پکن-تیانجین-هبی با ۰/۵۳ بالاترین سطح تاب‌آوری را داشت، پس از آن تجمع شهری دلتای رودخانه یانگ تسه با ۰/۵۱ و تجمع شهری منطقه خلیج بزرگ گوانگدونگ-هنگ کنگ-ماکانو با ۰/۴۶ قرار گرفتند [۲۱]. چن و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی تاب‌آوری شهری و تشخیص عوامل تأثیر بر اساس تحلیل خودهمبستگی فضایی و مدل ژئودکتور: موردی از استان هونان» به این نتیجه رسیدند که سطح تاب‌آوری شهری در استان هونان چین از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ روند صعودی ثابتی را نشان می‌دهد، اما شهرهایی با سطوح تاب‌آوری پایین موقعیت غالب را دارند. در بین تمامی زیرسامانه‌ها، سطح تاب‌آوری اقتصادی شهری بالاترین است [۲۲]. آنلی و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «تاب‌آوری شهری در برابر بلایای طبیعی: ترسیم خطر با رویکرد ارزیابی مبتکرانه مبتنی بر شاخص‌ها» با مجموعه‌ای از ۲۳ شاخص برای سه جزء اصلی خطر طبیعی (خطر، قرار گرفتن در معرض و آسیب‌پذیری) به این نتیجه رسیدند که در یک نقشه جغرافیایی ارجاع شده از سطح خطر بلایای طبیعی در شهر رم (ایتالیا)، امکان شناسایی فوری‌ترین مناطق حومه شهری فراهم می‌شود [۲۳]. پوریارمحمدی و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «تدوین راهبردهای تاب‌آوری کالبدی در پدافند غیرعامل با توجه به شناسایی مناطق در معرض خطر محیط‌های شهری (مطالعه موردی: شهر اهواز)» مناطق در معرض خطر اهواز را در یک نقشه جامع ارزیابی خطر شناسایی و ترسیم کردند [۲۴]. پژوهش‌های نامبرده تعداد محدودی از شاخص‌های تاب‌آوری شهری را مورد تحلیل قرار داده‌اند اما در این پژوهش تعداد شاخص‌های بیشتری با رویکرد پدافند غیرعامل تحلیل می‌شود. در سایر پژوهش‌ها عمدتاً از روش‌های AHP و ANP برای امتیازدهی به شاخص‌ها استفاده شده است اما در این پژوهش شاخص‌های تاب‌آوری شهری با مدل جدید IHWP وزن‌دهی و با نرم‌افزار Arc GIS

و اجتماعی-فنی تشکیل‌دهنده آن در مقیاس‌های زمانی و مکانی برای حفظ یا بازگشت سریع به عملکردهای مطلوب در مواجهه با یک اختلال، برای انطباق با تغییر و تغییر سریع سامانه‌هایی که ظرفیت انطباقی فعلی یا آینده را محدود می‌کنند» تعریف می‌شود [۱۲].

## ۲-۲- پدافند غیرعامل

امروزه جوامع در تلاش برای دستیابی به شرایطی هستند که در صورت وقوع بحران، بازگشت سریع آن‌ها را به وضعیت پیش از بحران فراهم سازد. از این رو در سال‌های اخیر بر تاب‌آوری به‌جای آسیب‌پذیری تأکید خاص می‌شود. برای اینکه مجموعه‌های عظیم چون شهر با پیچیدگی‌های خاص خود کارآمد و تاب‌آور شود نیاز به تبیین اصولی است که مسیر دستیابی به این آرمان را روشن گرداند. پدافند غیرعامل رویکردی است که می‌تواند تاب‌آوری مجموعه‌های عظیم شهری را فراهم کند [۱۳]. موضوع پدافند غیرعامل شامل پوشش، پراکندگی، تفرقه، جابه‌جایی، فریب، مکان‌یابی، اعلام‌خبر، قابلیت بقاء استحکامات، استتار، اختفاء، ماکت فریبنده و سازه‌های امن است [۱۴]. هدف اصلی از اعمال اصول پدافند غیرعامل، پیشگیری از بحران و در صورت وقوع بحران، توانایی کنترل شرایط و بازگشت به زمان پیش از بحران است [۱۵]. در یک شهر تاب‌آور اصول پدافند غیرعامل در برابر بحران‌ها رعایت می‌گردد [۱۶]. شناخت زمینه‌های تاب‌آوری و کنترل عوامل بحران‌زا منجر به پاسخ صحیح و به‌موقع و ایجاد هماهنگی میان بخش‌های مختلف و به حداقل رساندن ضایعات جانی و مالی در فضاهای شهری می‌شود [۱۷].

## ۳- پیشینه پژوهش

تا کنون پژوهش‌هایی متعددی شاخص‌های تاب‌آوری در فضاهای شهری با رویکرد پدافند غیرعامل را مورد بحث و تحلیل قرار داده اند از جمله؛ محمدی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان «بررسی اثرات مؤلفه‌های تاب‌آوری شهری در پدافند غیرعامل (مطالعه موردی: شهر سیرجان)» به این نتیجه رسیدند که بین ابعاد تاب‌آوری شهری و پدافند غیرعامل در شهر سیرجان رابطه مستقیمی وجود دارد و نیز بعد کالبدی بیشترین تأثیر و بعد زیست‌محیطی کمترین تأثیر را در پدافند غیرعامل دارد [۱۸]. ابراهیمیان فاجاری (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی تاب‌آوری کالبدی نواحی شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از تحلیل‌های مکانی و تکنیک پرومته (مطالعه موردی: شهر بابل)» به این نتیجه رسید که نواحی مختلف شهر بابل از تاب‌آوری یکسانی برخوردار نبوده به‌طوری‌که نواحی مرکزی شهر

و دانشجویان دکتری در رشته‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، شهرسازی، عمران و پدافند غیرعامل که هم به لحاظ نظری و هم به لحاظ مصداقی در ارتباط با کلان‌شهر تهران دانش و تخصص لازم را دارند می‌شوند. برای نمونه‌گیری از کارشناسان و نخبگان، از روش قضاوتی و در دسترس شامل تجربه علمی، تمایل و توانایی مشارکت در پژوهش استفاده شده است و در نتیجه ۲۵ نفر انتخاب و پرسش‌نامه رتبه‌بندی شاخص‌ها در بین آن‌ها توزیع شده است. مشخصات متخصصان در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): مشخصات متخصصان پژوهش

تعداد	مشخصات	
۱۱	رشته	جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری
		شهرسازی
		عمران
		پدافند غیرعامل
۱	درجه تحصیلی	استاد
		دانشیار
		استادیار
		فارغ‌التحصیل دکتری
		دانشجوی دکتری
۱۹	جنسیت	مرد
		زن
		۶

مدل IHWP که به مدل تحلیل سلسله مراتبی معکوس معروف است ترکیبی از روش منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که برای اولین بار در پایان نامه دکتری کیومرث حبیبی در دانشگاه تهران استفاده شده است. در این مدل ابتدا شاخص‌های پژوهش شناسایی شده و سپس بر اساس نظرات کارشناسی متخصصان رتبه‌بندی می‌شود. سپس معکوس رتبه هر شاخص به عنوان وزن آن در مدل IHWP در نظر گرفته می‌شود [۲۶]. سپس فروض وزن‌دهی به شاخص‌ها تعیین می‌شود. در پایان وزن شاخص‌ها به تفکیک دسته‌های مختلف از طریق رابطه‌های ۱ و ۲ مشخص می‌شود.

$$X = \frac{D}{N} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه  $X$  امتیاز اولیه هر شاخص،  $D$  امتیاز به دست آمده از نظرسنجی از متخصصان (رتبه معکوس هر شاخص) و  $N$  تعداد دسته‌های هر شاخص است.

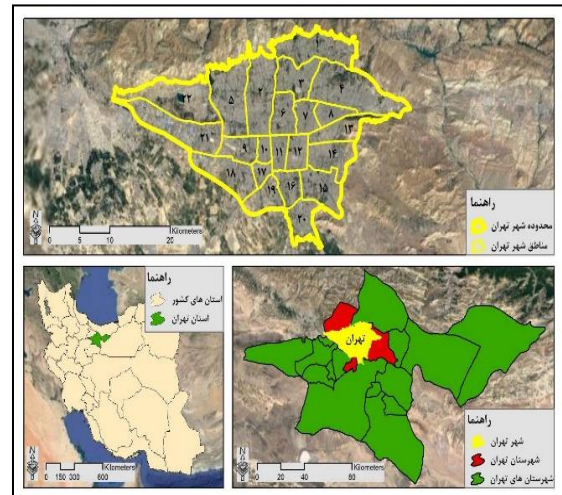
$$j = D - (N - i)X \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه  $j$  امتیاز به دست آمده برای دسته‌های مختلف هر شاخص و  $i$  رقم اختصاص داده شده برای دسته‌های مختلف

سطح بلوک‌های کلان‌شهر تهران تحلیل می‌شوند.

#### ۴- شناخت محدوده مورد مطالعه

قلمرو جغرافیایی پژوهش حاضر کلان‌شهر تهران است. تهران، به‌عنوان پایتخت ایران و کلان‌شهر مرکزی شهر منطقه‌ای، با وسعت حدود ۷۳۰ کیلومتر مربع و جمعیتی بالغ بر هشت میلیون نفر در مرکز منطقه کلان‌شهری تهران قرار دارد. این محدوده شامل ۲۲ منطقه شهرداری، ۱۲۳ ناحیه، ۳۵۴ محله است که در مجموع ۷/۴ درصد مساحت کل منطقه را به خود اختصاص می‌دهد. در سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر تهران ۸۶۹۳۷۰۶ نفر بوده است [۲۵]. قلمرو جغرافیایی کلان‌شهر تهران در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل (۱): قلمرو جغرافیایی کلان‌شهر تهران

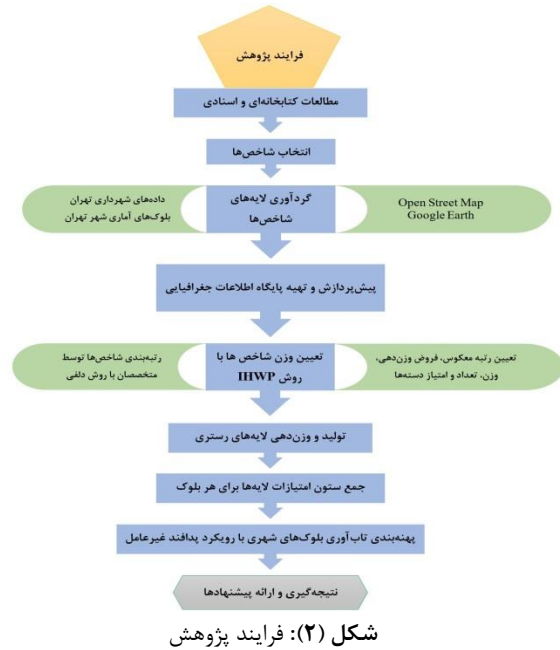
#### ۵- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف از نوع کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی - تحلیلی است. گردآوری اطلاعات برای انتخاب شاخص‌های پژوهش در ابتدا به صورت کتابخانه‌ای و اسنادی بوده است. سپس ۹۲ شاخص بر اساس مطالعات اسنادی و در دسترس بودن اطلاعات GIS مربوط به شاخص‌ها در محدوده مورد مطالعه انتخاب شده است. در ادامه لایه‌های مربوط به ۹۲ شاخص تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از داده‌های شهرداری تهران، سایت Open Street Map، سایت Google Earth و بلوک‌های آماری کلان‌شهر تهران در سال ۱۳۹۵ در نرم‌افزار Arc GIS پیش‌پردازش و تهیه شده است. برای تحلیل شاخص‌ها از مدل IHWP در نرم‌افزار Arc GIS استفاده شده است. برای وزن‌دهی به شاخص‌ها بر اساس مدل IHWP نیز از روش دلفی استفاده شده است. با توجه به موضوع پژوهش خبرگان شامل متخصصان علوم شهری شامل اساتید دانشگاهی، فارغ‌التحصیلان

هر شاخص است.

### ۶- نتایج و بحث

در این قسمت از ارائه نقشه‌ها و جداول مربوط به مراحل مدل IHWP اجتناب شده است و توضیحات مربوطه به صورت خلاصه به همراه جدول و نقشه نهایی مدل IHWP ارائه شده است. برای شروع مدل IHWP ابتدا اهمیت ۹۲ شاخص توسط متخصصان با رتبه‌بندی مشخص شده است. سپس رتبه معکوس شاخص‌ها نیز مشخص شده است. سپس فروض وزن‌دهی به شاخص‌ها با استفاده از نماد مثبت (+) و منفی (-) تعیین شده است. در ادامه وزن شاخص‌ها به تفکیک دسته‌های مختلف مطابق مدل IHWP (رابطه‌های ۱ و ۲) تعیین و نتایج در جدول (۲) ارائه شده است.



جدول (۲): وزن‌دهی به شاخص‌های پژوهش با استفاده از مدل IHWP

منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن‌دهی)
[۲۷]	۸۱	۵	۱۶/۲	-۵۰۰	۸۱	۱۲	فاصله از ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی درون شهری (-)
	۶۴/۸	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۸/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۳۲/۴	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۶/۲	۱		+۲۰۰۰			
[۲۸]	۸۰	۵	۱۶	-۷۵	۸۰	۱۳	فاصله از شبکه معابر اصلی (-)
	۶۴	۴		۱۵۰-۷۵			
	۴۸	۳		۳۰۰-۱۵۰			
	۳۲	۲		۵۰۰-۳۰۰			
	۱۶	۱		+۵۰۰			
[۲۷]	۷۹	۵	۱۵/۸	-۵۰۰	۷۹	۱۴	فاصله از پارکینگ (-)
	۶۳/۲	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۷/۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۳۱/۶	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۵/۸	۱		+۲۰۰۰			
[۲۹]	۷۷	۵	۱۵/۴	-۱۰۰۰	۷۷	۱۶	فاصله از ورودی‌ها و خروجی‌های اصلی شهر (-)
	۶۱/۶	۴		۲۰۰۰-۱۰۰۰			
	۴۶/۲	۳		۳۰۰۰-۲۰۰۰			
	۳۰/۸	۲		۴۰۰۰-۳۰۰۰			
	۱۵/۴	۱		+۴۰۰۰			
[۳۰]	۷۶	۵	۱۵/۲	-۱۰۰۰۰	۷۶	۱۷	مساحت بلوک (-)
	۶۰/۸	۴		۲۰۰۰۰-۱۰۰۰۰			
	۴۵/۶	۳		۳۰۰۰۰-۲۰۰۰۰			
	۳۰/۴	۲		۴۰۰۰۰-۳۰۰۰۰			
	۱۵/۲	۱		+۴۰۰۰۰			

منبع	امتیاز	I	X	طبقه بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص ها (فروض وزن دهی)
[۲۷]	۱۰/۲	۱	۱۰/۲	۲۰-۰	۵۱	۴۲	درصد ساختمان های با اسکلت بادوام (+)
	۲۰/۴	۲		۴۰-۲۰			
	۳۰/۶	۳		۶۰-۴۰			
	۴۰/۸	۴		۸۰-۶۰			
	۵۱	۵		۱۰۰-۸۰			
[۳۱]	۷۰	۵	۱۴	۲۰-۰	۷۰	۲۳	درصد ساختمان های با اسکلت کم دوام (-)
	۵۶	۴		۴۰-۲۰			
	۴۲	۳		۶۰-۴۰			
	۲۸	۲		۸۰-۶۰			
	۱۴	۱		۱۰۰-۸۰			
[۳۱]	۱۰	۱	۱۰	۲۰-۰	۵۰	۴۳	درصد ساختمان های با مصالح بادوام (+)
	۲۰	۲		۴۰-۲۰			
	۳۰	۳		۶۰-۴۰			
	۴۰	۴		۸۰-۶۰			
	۵۰	۵		۱۰۰-۸۰			
[۳۱]	۶۴	۵	۱۲/۸	۲۰-۰	۶۴	۲۹	درصد ساختمان های با مصالح کم دوام (-)
	۵۱/۲	۴		۴۰-۲۰			
	۳۸/۴	۳		۶۰-۴۰			
	۲۵/۶	۲		۸۰-۶۰			
	۱۲/۸	۱		۱۰۰-۸۰			
[۲۷]	۵۷	۵	۱۱/۴	-۱۰۰	۵۷	۳۶	تراکم واحدهای مسکونی (-)
	۴۵/۶	۴		۲۰۰-۱۰۰			
	۳۴/۲	۳		۳۰۰-۲۰۰			
	۲۲/۸	۲		۴۰۰-۳۰۰			
	۱۱/۴	۱		+۴۰۰			
[۳۱]	۵۳	۵	۱۰/۶	۲۰-۰	۵۳	۴۰	درصد واحدهای مسکونی آپارتمانی (-)
	۴۲/۴	۴		۴۰-۲۰			
	۳۱/۸	۳		۶۰-۴۰			
	۲۱/۲	۲		۸۰-۶۰			
	۱۰/۶	۱		۱۰۰-۸۰			
[۳۱]	۹/۴	۱	۹/۴	۲۰-۰	۴۷	۴۶	درصد واحدهای مسکونی غیر آپارتمانی (ویلايي) (+)
	۱۸/۸	۲		۴۰-۲۰			
	۲۸/۲	۳		۶۰-۴۰			
	۳۷/۶	۴		۸۰-۶۰			
	۴۷	۵		۱۰۰-۸۰			
[۳۱]	۳۲	۵	۶/۴	۲۰-۰	۳۲	۶۱	درصد واحدهای مسکونی چادر، کپر، آلونک و زاغه (-)
	۲۵/۶	۴		۴۰-۲۰			
	۱۹/۲	۳		۶۰-۴۰			
	۱۲/۸	۲		۸۰-۶۰			
	۶/۴	۱		۱۰۰-۸۰			
[۳۲]	۱۳/۲	۱	۱۳/۲	-۵۰۰	۶۶	۲۷	فاصله از مراکز مهم نظامی (+)
	۲۶/۴	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۹/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۵۲/۸	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۶۶	۵		+۲۰۰۰			
[۶]	۱۱/۲	۱	۱۱/۲	-۵۰۰	۵۶	۳۷	فاصله از مراکز صنعتی-کارگاهی (+)
	۲۲/۴	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۳/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			

منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن‌دهی)
	۴۴/۸	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۵۶	۵		+۲۰۰۰			
[۲۸]	۸	۱	۸	-۵۰۰	۴۰	۵۳	فاصله از ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز شهری (T.B.S) (+)
	۱۶	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۳۲	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۴۰	۵		+۲۰۰۰			
[۱۶]	۱۴/۲	۱	۱۴/۲	-۵۰۰	۷۱	۲۲	فاصله از مخازن اصلی ذخیره سوخت و نفت (+)
	۲۸/۴	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۲/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۵۶/۸	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۷۱	۵		+۲۰۰۰			
[۱۶]	۱۷/۲	۱	۱۷/۲	-۱۰۰۰	۸۶	۷	فاصله از پالایشگاه‌ها (+)
	۳۴/۴	۲		۲۰۰۰-۱۰۰۰			
	۵۱/۶	۳		۳۰۰۰-۲۰۰۰			
	۶۸/۸	۴		۴۰۰۰-۳۰۰۰			
	۸۶	۵		+۴۰۰۰			
[۳۲]	۷	۱	۷	-۵۰۰	۳۵	۵۸	فاصله از جایگاه‌های سوخت‌رسانی (+)
	۱۴	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲۱	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۲۸	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۳۵	۵		+۲۰۰۰			
[۳۲]	۳	۱	۳	-۵۰۰	۱۵	۷۸	فاصله از تأسیسات تصفیه آب (+)
	۶	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۹	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۲	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۵	۵		+۲۰۰۰			
[۱۶]	۸/۶	۱	۸/۶	-۸۰۰۰	۴۳	۵۰	فاصله از مخزن و منبع تأمین آب (سدها) (+)
	۱۷/۲	۲		۱۶۰۰۰-۸۰۰۰			
	۲۵/۸	۳		۲۴۰۰۰-۱۶۰۰۰			
	۳۴/۴	۴		۳۲۰۰۰-۲۴۰۰۰			
	۴۳	۵		+۳۲۰۰۰			
[۲۸]	۱۲/۶	۱	۱۲/۶	-۵۰۰	۶۳	۳۰	فاصله از پست‌های فشار قوی برق شهری (+)
	۲۵/۲	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۷/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۵۰/۴	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۶۳	۵		+۲۰۰۰			
[۱۶]	۱۸/۲	۱	۱۸/۲	-۵۰۰	۹۱	۲	فاصله از نیروگاه‌های برق (+)
	۳۶/۴	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۵۴/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۷۲/۸	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۹۱	۵		+۲۰۰۰			
[۵]	۱۴/۶	۱	۱۴/۶	-۵۰۰	۷۳	۲۰	فاصله از دکل‌های مخابرات، رادیو و تلویزیون (+)
	۲۹/۲	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۴/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۵۸/۴	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			



منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن دهی)
	۷۳	۵		+۲۰۰۰			
[۳۳]	۱۲/۴	۱	۱۲/۴	-۵۰۰	۶۲	۳۱	فاصله از ساختمان‌ها و مکان‌های تاریخی و باستانی (+)
	۲۴/۸	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۷/۲	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۴۹/۶	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۶۲	۵		+۲۰۰۰			
[۳۳]	۴۶	۲	۲۳	خارج محدوده	۴۶	۴۷	قرارگیری در محدوده بافت فرسوده (-)
	۲۳	۱		داخل محدوده			
[۳۴]	۵۹	۲	۲۹/۵	خارج محدوده	۵۹	۳۴	قرارگیری در محدوده طرح ترافیک (-)
	۲۹/۵	۱		داخل محدوده			
[۲۸]	۱۳	۱	۱۳	-۵۰۰	۶۵	۲۸	فاصله از پل‌های زیرگذر و روگذر شهری (+)
	۲۶	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۹	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۵۲	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۶۵	۵		+۲۰۰۰			
[۵]	۱۳/۴	۱	۱۳/۴	-۵۰۰	۶۷	۲۶	فاصله از صدا و سیما (+)
	۲۶/۸	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۰/۲	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۵۳/۶	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۶۷	۵		+۲۰۰۰			
[۳۵]	۱۲/۲	۱	۱۲/۲	-۵۰۰	۶۱	۳۲	فاصله از زندان (+)
	۲۴/۴	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۶/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۴۸/۸	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۶۱	۵		+۲۰۰۰			
[۳۶]	۱۷	۱	۱۷	-۵۰۰	۸۵	۸	فاصله از انبارها و سیلوهای مواد غذایی (+)
	۳۴	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۵۱	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۶۸	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۸۵	۵		+۲۰۰۰			
[۳۷]	۱۸	۱	۱۸	-۵۰۰	۹۰	۳	فاصله از فرودگاه‌ها (+)
	۳۶	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۵۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۷۲	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۹۰	۵		+۲۰۰۰			
[۲۸]	۱۶/۴	۱	۱۶/۴	-۵۰۰	۸۲	۱۱	فاصله از پایانه‌های اتوبوس مسافربری برون شهری (+)
	۳۲/۸	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۹/۲	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۶۵/۶	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۸۲	۵		+۲۰۰۰			
[۳۷]	۱۳/۸	۱	۱۳/۸	-۵۰۰	۶۹	۲۴	فاصله از خطوط راه‌آهن (+)
	۲۷/۶	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۱/۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۵۵/۲	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			

منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن‌دهی)
	۶۹	۵		+۲۰۰۰			
[۳۷]	۱۵/۶	۱	۱۵/۶	-۵۰۰	۷۸	۱۵	فاصله از ایستگاه راه‌آهن (+)
	۳۱/۲	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۶/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۶۲/۴	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۷۸	۵		+۲۰۰۰			
[۳۸]	۸۳	۵	۱۶/۶	-۵۰۰	۸۳	۱۰	فاصله از سرویس‌های بهداشتی عمومی (-)
	۶۶/۴	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۴۹/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۳۳/۲	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۶/۶	۱		+۲۰۰۰			
[۳۹]	۱۷/۸	۱	۱۷/۸	-۵۰۰	۸۹	۴	فاصله از رودخانه‌ها (+)
	۳۵/۶	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۵۳/۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۷۱/۲	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۸۹	۵		+۲۰۰۰			
[۴۰]	۳/۲	۱	۳/۲	-۵۰۰	۱۶	۷۷	فاصله از مسیرها و کانال‌های فاضلاب شهری (+)
	۶/۴	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۹/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۲/۸	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۶	۵		+۲۰۰۰			
[۲۷]	۲/۶	۱	۲/۶	-۵۰۰	۱۳	۸۰	فاصله از پهنه‌های سیل‌گیر و آب‌های سطحی (+)
	۵/۳	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۷/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۰/۴	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۳	۵		+۲۰۰۰			
[۴۱]	۴/۸	۱	۴/۸	-۵۰۰	۲۴	۶۹	فاصله از چاه‌های آب عمیق و نیمه عمیق (+)
	۹/۶	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۱۴/۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۹/۲	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۲۴	۵		+۲۰۰۰			
[۴۱]	۳/۶	۱	۳/۶	-۵۰۰	۱۸	۷۵	فاصله از چشمه‌ها (+)
	۷/۳	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۱۰/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۴/۴	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۸	۵		+۲۰۰۰			
[۲۷]	۱۷/۴	۱	۱۷/۴	-۵۰۰	۸۷	۶	فاصله از مراکز دفن زباله (+)
	۳۴/۸	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۵۲/۲	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۶۹/۶	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۸۷	۵		+۲۰۰۰			
[۳۲]	۱۸/۴	۱	۱۸/۴	-۱۰۰۰	۹۲	۱	فاصله از گسل‌ها (+)
	۳۶/۸	۲		۲۰۰۰-۱۰۰۰			
	۵۵/۲	۳		۳۰۰۰-۲۰۰۰			
	۷۳/۶	۴		۴۰۰۰-۳۰۰۰			
	۹۲	۵		+۴۰۰۰			
[۴۲]	۱۶/۸	۱	۱۶/۸	-۵۰۰	۸۴	۹	فاصله از معدن (+)
	۳۳/۶	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			

منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن دهی)
	۵۰/۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۶۷/۲	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۸۴	۵		+۲۰۰۰			
[۴۰]	۴۹	۵	۹/۸	-۱۲۰۰	۴۹	۴۴	ارتفاع از سطح دریا (-)
	۳۹/۲	۴		۱۴۰۰-۱۲۰۰			
	۲۹/۴	۳		۱۶۰۰-۱۴۰۰			
	۱۹/۶	۲		۱۸۰۰-۱۶۰۰			
	۹/۸	۱		+۱۸۰۰			
[۳۹]	۳۹	۵	۷/۸	-۵	۳۹	۵۴	شیب زمین (-)
	۳۱/۲	۴		۵-۱۰			
	۲۳/۴	۳		۲۰-۱۰			
	۱۵/۶	۲		۴۰-۲۰			
	۷/۸	۱		+۴۰			
[۴۳]	۴/۶۷	۱	۴/۶۷	بسیار نامقاوم	۲۸	۶۵	جنس زمین (سازندهای زمین‌شناسی) (+)
	۹/۳۲	۲		نامقاوم			
	۱۳/۹۹	۳		تا حدودی نامقاوم			
	۱۸/۶۶	۴		تا حدودی مقاوم			
	۲۳/۳۳	۵		مقاوم			
	۲۸	۶		بسیار مقاوم			
[۴۳]	۲/۳۱	۱	۲/۳۱	زمین باتلاقی	۳۰	۶۳	ژئومورفولوژی و تیپ اراضی (+)
	۴/۵۹	۲		مرداب			
	۶/۹	۳		آب			
	۹/۲۱	۴		کلوت (یاردانگ)			
	۱۱/۵۲	۵		رخنمون سنگی			
	۱۳/۸۳	۶		شهری			
	۱۶/۱۴	۷		شوره زار			
	۱۸/۴۵	۸		شنزار			
	۲۰/۷۶	۹		خاک رس			
	۲۳/۰۷	۱۰		جنگل			
	۲۵/۳۸	۱۱		زمین مرتع			
	۲۷/۶۹	۱۲		زمین مزرعه			
	۳۰	۱۳		دشت بدون پوشش (بایر)			
[۳۲]	۶/۲۵	۱	۶/۲۵	زمین‌های شهری	۲۵	۶۸	نوع خاک (+)
	۱۲/۵	۲		خاک‌های بیابانی			
	۱۸/۷۵	۳		رخنمون‌های صخره‌ای/خاک‌های جنگلی			
	۲۵	۴		خاک‌های جنگلی			
[۳۲]	۲۳	۶	۳/۸۳	بسیار کم	۲۳	۷۰	فرسایش خاک (-)
	۱۹/۱۷	۵		کم			
	۱۵/۳۴	۴		تا حدودی کم			
	۱۱/۵۱	۳		تا حدودی زیاد			
	۷/۶۸	۲		زیاد			
	۳/۸۳	۱		بسیار زیاد			
[1]	۷/۲	۱	۷/۲	فاقد پوشش گیاهی	۳۶	۵۷	تراکم پوشش گیاهی (+)
	۱۴/۴	۲		پوشش گیاهی کم			

منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن‌دهی)
	۲۱/۶	۳		پوشش گیاهی متوسط			
	۲۸/۸	۴		پوشش گیاهی زیاد			
	۳۶	۵		پوشش گیاهی متراکم			
[۳۲]	۱۰/۵	۱	۱۰/۵	خشک	۴۲	۵۱	نوع آب و هوای شهری (+)
	۲۱	۲		نیمه خشک			
	۳۱/۵	۳		مدیترانه‌ای			
	۴۲	۴		نیمه مرطوب			
[۲۸]	۸۸	۵	۱۷/۶	-۵۰۰	۸۸	۵	فاصله از فضاهای سبز و باز عمومی (-)
	۷۰/۴	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۵۲/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۳۵/۲	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۷/۶	۱		+۲۰۰۰			
[۴۴]	۶۸	۵	۱۳/۶	۲۰-۰	۶۸	۲۵	درصد سطوح غیرقابل نفوذ در برابر رواناب‌ها (-)
	۵۴/۴	۴		۴۰-۲۰			
	۴۰/۸	۳		۶۰-۴۰			
	۲۷/۲	۲		۸۰-۶۰			
	۱۳/۶	۱		۱۰۰-۸۰			
[۴۵]	۱۷	۲	۸/۵	خارج محدوده	۱۷	۷۶	قرارگیری در محدوده طرح کنترل آلودگی هوا (-)
	۸/۵	۱		داخل محدوده			
[۲۸]	۳۸	۵	۷/۶	-۵۰۰	۳۸	۵۵	فاصله از مراکز مذهبی (-)
	۳۰/۴	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲۲/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۵/۲	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۷/۶	۱		+۲۰۰۰			
[۲۷]	۴۸	۵	۹/۶	-۵۰۰	۴۸	۴۵	فاصله از مراکز فرهنگی (-)
	۳۸/۴	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲۸/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۹/۲	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۹/۶	۱		+۲۰۰۰			
[۴۶]	۴۱	۵	۸/۲	-۵۰۰	۴۱	۵۲	فاصله از مراکز ورزشی (-)
	۳۲/۸	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲۴/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۶/۴	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۸/۲	۱		+۲۰۰۰			
[۴۰]	۴۵	۵	۹	-۵۰۰	۴۵	۴۸	فاصله از مراکز گردشگری و جهانگردی (-)
	۳۶	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲۷	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۸	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۹	۱		+۲۰۰۰			
[۳۹]	۷۵	۵	۱۵	-۱۰۰	۷۵	۱۸	تراکم جمعیت (-)
	۶۰	۴		۲۰۰-۱۰۰			
	۴۵	۳		۳۰۰-۲۰۰			
	۳۰	۲		۴۰۰-۳۰۰			
	۱۵	۱		+۴۰۰			
[۳۹]	۷۲	۵	۱۴/۴	۰	۷۲	۲۱	تراکم خانوار در واحد مسکونی (-)
	۵۷/۶	۴		۱-۰			
	۴۳/۲	۳		۲-۱			
	۲۸/۸	۲		۳-۲			
	۱۴/۴	۱		+۳			

منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن دهی)
[۳۹]	۷۴	۵	۱۴/۸	۰	۷۴	۱۹	تراکم نفر در واحد مسکونی (-)
	۵۹/۲	۴		۳-۰			
	۴۴/۴	۳		۶-۳			
	۲۹/۶	۲		۱۰-۶			
	۱۴/۸	۱		+۱۰			
[۴۷]	۱	۵	۰/۲	۰	۱	۹۲	متوسط بعد خانوار (-)
	۰/۸	۴		۳-۰			
	۰/۶	۳		۶-۳			
	۰/۴	۲		۱۰-۶			
	۰/۲	۱		+۱۰			
[۴۸]	۱۴	۵	۲/۸	۵-۰	۱۴	۷۹	درصد جمعیت ناتوان (کودک، سالمند و معلول) (-)
	۱۱/۲	۴		۱۰-۵			
	۸/۴	۳		۱۵-۱۰			
	۵/۶	۲		۲۰-۱۵			
	۲/۸	۱		۱۰۰-۲۰			
[۲۷]	۱/۶	۱	۱/۶	۲۰-۰	۸	۸۵	درصد جمعیت مستقل (+)
	۳/۲	۲		۴۰-۲۰			
	۴/۸	۳		۶۰-۴۰			
	۶/۴	۴		۸۰-۶۰			
	۸	۵		۱۰۰-۸۰			
[۱۶]	۱۲	۵	۲/۴	۲۰-۰	۱۲	۸۱	درصد جمعیت زن (-)
	۹/۶	۴		۴۰-۲۰			
	۷/۲	۳		۶۰-۴۰			
	۴/۸	۲		۸۰-۶۰			
	۲/۴	۱		۱۰۰-۸۰			
[۴۸]	۱۱	۵	۲/۲	۲۰-۰	۱۱	۸۲	درصد مهاجران وارد شده (-)
	۸/۸	۴		۴۰-۲۰			
	۶/۶	۳		۶۰-۴۰			
	۴/۴	۲		۸۰-۶۰			
	۲/۲	۱		۱۰۰-۸۰			
[۴۹]	۳۱	۵	۶/۲	-۵۰۰	۳۱	۶۲	فاصله از مراکز تجاری (-)
	۲۴/۸	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۱۸/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۲/۴	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۶/۲	۱		+۲۰۰۰			
[۳۶]	۲۶	۵	۵/۲	-۵۰۰	۲۶	۶۷	فاصله از بانک‌ها (-)
	۲۰/۸	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۱۵/۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۰/۴	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۵/۲	۱		+۲۰۰۰			
[۵۰]	۱/۸	۱	۱/۸	۲۰-۰	۹	۸۴	درصد واحدهای مسکونی با تصرف ملکی (+)
	۳/۶	۲		۴۰-۲۰			
	۵/۴	۳		۶۰-۴۰			
	۷/۲	۴		۸۰-۶۰			
	۹	۵		۱۰۰-۸۰			
[۴۷]	۱۰	۵	۲	۲۰-۰	۱۰	۸۳	درصد واحدهای مسکونی استیجاری (-)
	۸	۴		۴۰-۲۰			

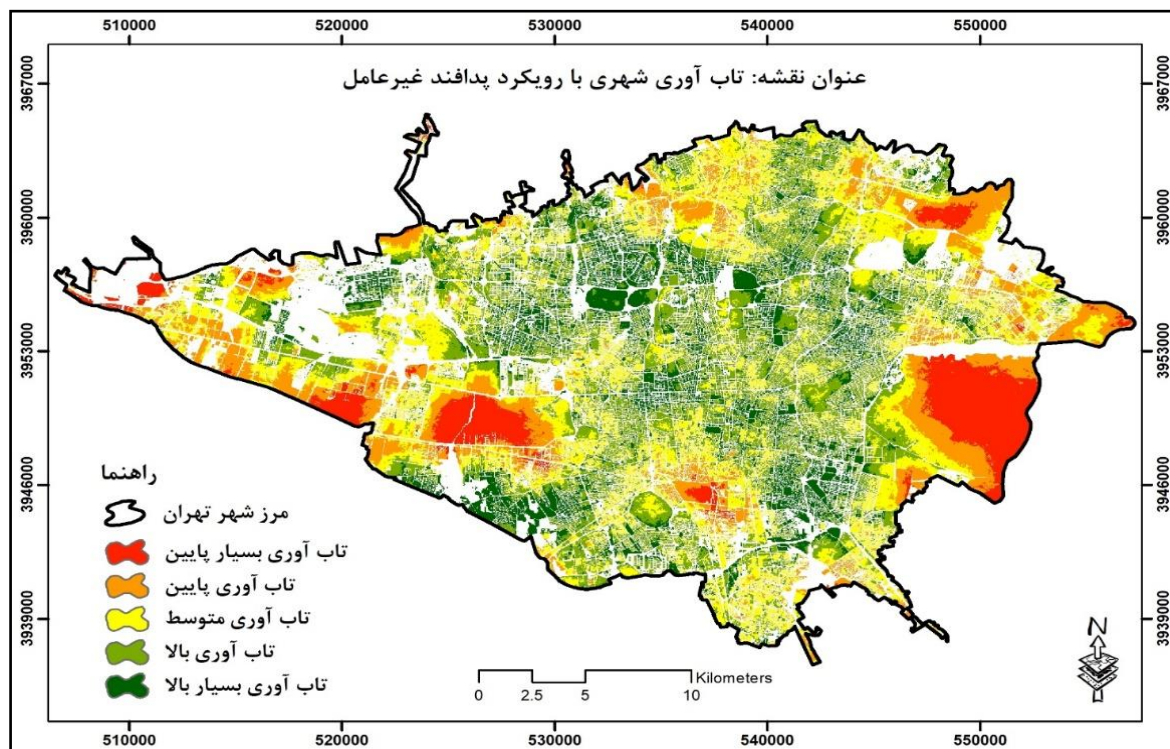
منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن‌دهی)
	۶	۳		۶۰-۴۰			
	۴	۲		۸۰-۶۰			
	۲	۱		۱۰۰-۸۰			
[۳۱]	۱/۴	۱	۱/۴	۱-۰	۷	۸۶	نسبت مالکیت به استیجاری (+)
	۲/۸	۲		۲-۱			
	۴/۲	۳		۳-۲			
	۵/۶	۴		۴-۳			
	۷	۵		+۴			
[۲۷]	۴	۱	۴	۲۰-۰	۲۰	۷۳	درصد جمعیت شاغل (+)
	۸	۲		۴۰-۲۰			
	۱۲	۳		۶۰-۴۰			
	۱۶	۴		۸۰-۶۰			
	۲۰	۵		۱۰۰-۸۰			
[۴۷]	۳/۸	۱	۳/۸	۲۰-۰	۱۹	۷۴	درصد تعداد افراد شاغل در هر خانوار (+)
	۷/۶	۲		۴۰-۲۰			
	۱۱/۴	۳		۶۰-۴۰			
	۱۵/۲	۴		۸۰-۶۰			
	۱۹	۵		۱۰۰-۸۰			
[۴۹]	۲۷	۵	۵/۴	۵-۰	۲۷	۶۶	درصد جمعیت بیکار (-)
	۲۱/۶	۴		۱۰-۵			
	۱۶/۲	۳		۱۵-۱۰			
	۱۰/۸	۲		۲۰-۱۵			
	۵/۴	۱		۱۰۰-۲۰			
[۴۷]	۴/۴	۱	۴/۴	۲۰-۰	۲۲	۷۱	درصد مشارکت اقتصادی (+)
	۸/۸	۲		۴۰-۲۰			
	۱۳/۲	۳		۶۰-۴۰			
	۱۷/۶	۴		۸۰-۶۰			
	۲۲	۵		۱۰۰-۸۰			
[۴۷]	۴/۲	۱	۴/۲	۵-۰	۲۱	۷۲	درصد مشارکت اقتصادی زنان (+)
	۸/۴	۲		۱۰-۵			
	۱۲/۶	۳		۱۵-۱۰			
	۱۶/۸	۴		۲۰-۱۵			
	۲۱	۵		۱۰۰-۲۰			
[۴۷]	۳۴	۵	۶/۸	۱۰۰-۰	۳۴	۵۹	بار معیشت (-)
	۲۷/۲	۴		۲۰۰-۱۰۰			
	۲۰/۴	۳		۳۰۰-۲۰۰			
	۱۳/۶	۲		۴۰۰-۳۰۰			
	۶/۸	۱		+۴۰۰			
[۴۷]	۲۹	۵	۵/۸	۱۰۰-۰	۲۹	۶۴	بار اقتصادی (-)
	۲۳/۲	۴		۲۰۰-۱۰۰			
	۱۷/۴	۳		۳۰۰-۲۰۰			
	۱۱/۶	۲		۴۰۰-۳۰۰			
	۵/۸	۱		+۴۰۰			
[۴۷]	۳۳	۵	۶/۶	۱۰۰-۰	۳۳	۶۰	بار تکفل خالص (-)

منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن دهی)
	۲۶/۴	۴		۲۰۰-۱۰۰			
	۱۹/۸	۳		۳۰۰-۲۰۰			
	۱۳/۲	۲		۴۰۰-۳۰۰			
	۶/۶	۱		+۴۰۰			
[۴۷]	۱/۲	۱	۱/۲	۲۰-۰	۶	۸۷	درصد باسواد جمعیت (+)
	۲/۴	۲		۴۰-۲۰			
	۳/۶	۳		۶۰-۴۰			
	۴/۸	۴		۸۰-۶۰			
	۶	۵		۱۰۰-۸۰			
[۴۷]	۳	۵	۰/۶	۵-۰	۳	۹۰	درصد بی‌سواد جمعیت (-)
	۲/۴	۴		۱۰-۵			
	۱/۸	۳		۱۵-۱۰			
	۱/۲	۲		۲۰-۱۵			
	۰/۶	۱		۱۰۰-۲۰			
[۵۰]	۴	۵	۰/۸	-۵۰۰	۴	۸۹	فاصله از مدارس (-)
	۳/۲	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲/۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱/۶	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۰/۸	۱		+۲۰۰۰			
[۲۸]	۳۷	۵	۷/۴	-۵۰۰	۳۷	۵۶	فاصله از مراکز آموزش عالی (-)
	۲۹/۶	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲۲/۲	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۴/۸	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۷/۴	۱		+۲۰۰۰			
[۲۸]	۱	۱	۱	-۵۰۰	۵	۸۸	فاصله از مراکز اداری (+)
	۲	۲		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۴	۴		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۵	۵		+۲۰۰۰			
[۳۶]	۵۲	۵	۱۰/۴	-۵۰۰	۵۲	۴۱	فاصله از پناهگاه‌ها (-)
	۴۱/۶	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۱/۲	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۲۰/۸	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۰/۴	۱		+۲۰۰۰			
[۴۸]	۵۸	۵	۱۱/۶	-۵۰۰	۵۸	۳۵	فاصله از مراکز انتظامی (-)
	۴۶/۴	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۴/۸	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۲۳/۲	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۱/۶	۱		+۲۰۰۰			
[۲۸]	۵۴	۵	۱۰/۸	-۵۰۰	۵۴	۳۹	فاصله از هلال احمر (-)
	۴۳/۲	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۲/۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۲۱/۶	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۰/۸	۱		+۲۰۰۰			
[۳۲]	۵۵	۵	۱۱	-۵۰۰	۵۵	۳۸	فاصله از آتش‌نشانی (-)
	۴۴	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۳	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۲۲	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			

منبع	امتیاز	I	X	طبقه‌بندی	معکوس رتبه (D)	رتبه	شاخص‌ها (فروض وزن‌دهی)
	۱۱	۱		+۲۰۰۰			
[۲۸]	۶۰	۵	۱۲	-۵۰۰	۶۰	۳۳	فاصله از مراکز درمانی (-)
	۴۸	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۳۶	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۲۴	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۱۲	۱		+۲۰۰۰			
[۲۸]	۲	۵	۰/۴	-۵۰۰	۲	۹۱	فاصله از داروخانه (-)
	۱/۶	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۱/۲	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۰/۸	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۰/۴	۱		+۲۰۰۰			
[۱]	۴۴	۵	۸/۸	-۵۰۰	۴۴	۴۹	فاصله از مراکز مدیریت بحران (-)
	۳۵/۲	۴		۱۰۰۰-۵۰۰			
	۲۶/۴	۳		۱۵۰۰-۱۰۰۰			
	۱۷/۶	۲		۲۰۰۰-۱۵۰۰			
	۸/۸	۱		+۲۰۰۰			

شده به مدل IHWP به هر لایه برای هر بلوک، در یک ستون ایجاد شده است. در نهایت این ستون به ۵ طبقه تاب‌آوری بسیار پایین، تاب‌آوری پایین، تاب‌آوری متوسط، تاب‌آوری بالا و تاب‌آوری بسیار بالا تقسیم شده و نقشه نهایی تاب‌آوری بلوک‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران ترسیم و در شکل (۳) ارائه شده است.

در ادامه لایه‌های رستری هر یک از شاخص‌ها در سطح بلوک‌های کلان‌شهر تهران مطابق جدول (۲) تولید و وزن‌دهی شده است. سپس با استفاده از ابزار Raster Calculator ستون امتیازات ایجاد شده مربوط به هر یک از لایه‌ها با یکدیگر جمع شده است؛ به‌طوری‌که مجموع ۹۲ ستون حاصل از امتیازات تخصیص داده



شکل (۳): تاب‌آوری بلوک‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران



خیابان ولیعصر عج تا آزادراه تهران - کرج، منطقه صنعتی وردآورد در حد فاصل آزادراه تهران - کرج تا بزرگراه شهید لشکری، منطقه صنعتی و نظامی در حد فاصل بزرگراه شهید خرازی تا آزادراه تهران - کرج، پست برق وردآورد، منطقه مسکونی حد فاصل بزرگراه شهید خرازی تا اتوبان شهید همدانی، روستای ازگی، ساختمان‌ها و تأسیسات واقع در منطقه شمالی بزرگراه شهید خرازی، شهرک مهسان، حد فاصل بلوار پژوهش تا رودخانه چیتگر، حد فاصل بلوار پژوهش تا بلوار طبیعت.

در بخش جنوب کلان‌شهر، حد فاصل خیابان ناصر رضا تا بزرگراه تهران - ورامین، کارخانه سیمان تهران در مجاورت بزرگراه نجفی رستگار، محله مشیریه در مجاورت بزرگراه نجفی رستگار، حد فاصل محله جوادیه تا ترمینال جنوب، حد فاصل خیابان شوش تا خیابان رسول علی، حد فاصل خیابان وحدت اسلامی تا خیابان شریفی، حد فاصل خیابان وحدت اسلامی تا خیابان تختی، حد فاصل خیابان اکبر عظیمی تا خیابان ادیب انواری، محله خزانة بخارایی، حد فاصل خیابان هلال احمر تا خیابان جعفرزاده، حد فاصل بزرگراه بعثت تا خیابان صفوی و خیابان دردشت.

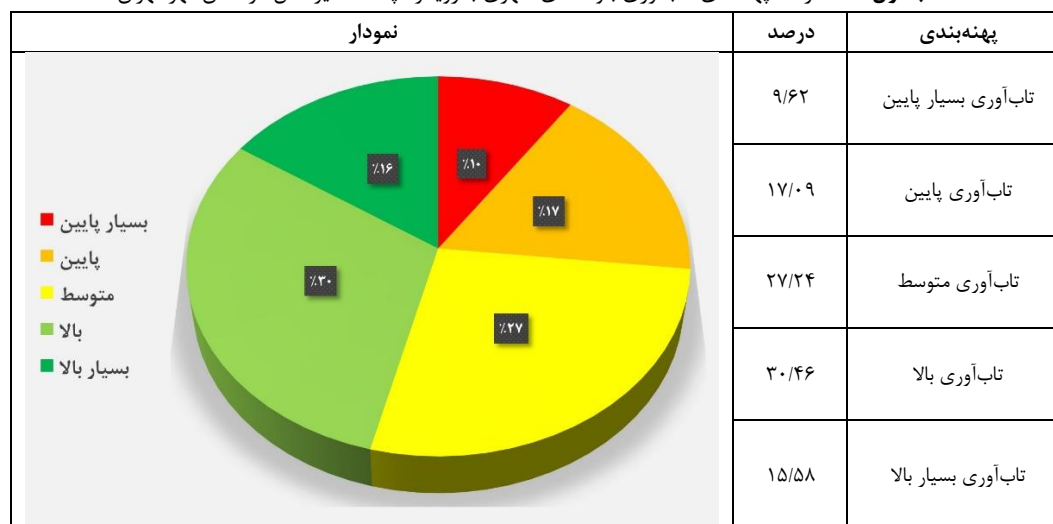
در بخش شمال کلان‌شهر، حد فاصل خیابان مهری تا خیابان افق، حد فاصل بزرگراه چمران و خیابان سوری، حد فاصل خیابان باغ تا بلوار ۲۴ متری سعادت‌آباد، محله کوهسار، محدوده تپه باغره اوین، شهرک بام تهران، مسیر جاده فرحزاد - امامزاده داوود، حد فاصل خیابان کوهستان تا رودخانه حصارک، مسیر آزادراه تهران - شمال، دهستان سولقان.

بر اساس نقشه ارائه شده در شکل (۳)، از کل مساحت کلان‌شهر تهران، ۹/۶۲ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری بسیار پایین، ۱۷/۰۹ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری پایین، ۲۷/۲۴ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری متوسط، ۳۰/۴۶ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری بالا و ۱۵/۵۸ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری بسیار بالا هستند (جدول ۳). همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود قسمت‌های داخلی و مرکزی کلان‌شهر تهران از میزان تاب‌آوری بالاتری برخوردار هستند و قسمت‌های بیرونی و حاشیه‌ای به ویژه در غرب و شرق کلان‌شهر میزان تاب‌آوری پایین‌تری دارند. در ادامه بخش‌هایی از شهر که تاب‌آوری بسیار پایینی دارند نام برده می‌شود:

در شرق کلان‌شهر، منطقه نظامی سرخه حصار، شهرک امیرالمومنین، محدوده صنعتی حد فاصل خیابان نشوه و خیابان کارگر، محدوده دارای کارخانه‌های بتن در حد فاصل تقاطع اتوبان شهید بابایی و جاده دماوند با شهرک امام خمینی، حد فاصل اتوبان شهید بابایی و شهرک امام خمینی، شهرک شهید بهشتی، شهرک شهید شهپرین، شهرک ولایت، حد فاصل خیابان بختاری تا خیابان بهشتی، حد فاصل خیابان صفائی فراهانی تا خیابان وهابی، حد فاصل خیابان بختیاری تا خیابان بهشتی، حد فاصل اتوبان شهید بابایی تا جاده سوهانک و بزرگراه ارتش.

در غرب کلان‌شهر، حد فاصل خیابان چهارده معصوم تا بلوار بهار، حد فاصل بلوار بهار تا خیابان عزیز، حد فاصل خیابان توکلی تا کوچه نوروزی، حد فاصل خیابان توکلی تا خیابان پیمان، حد فاصل خیابان فولاد تا خیابان سعدی، انبار کل شرکت سهامی برق منطقه‌ای تهران، حد فاصل بزرگراه فتح تا خیابان قربانی، منطقه فرودگاه بین‌المللی مهرآباد، کوی نصر مهرآباد، شهرک انصار، شهرک صنعتی استقلال، منطقه چیتگر جنوبی، حد فاصل خیابان پنجاه و دوم تا بلوار کرمان خودرو، حد فاصل

جدول (۳): درصد پهنه‌های تاب‌آوری بلوک‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران



## ۷- نتیجه‌گیری

دو مفهوم تاب‌آوری شهری و پدافند غیرعامل شهری موجودیت‌های متفاوتی نیستند. آن‌ها راهبردهای به‌هم‌پیوسته‌ای هستند که وقتی به طور موثر درهم‌تنیده شوند، سبب شهری را در برابر انواع مخاطرات و بحران‌ها تشکیل می‌دهند. بنابراین با هم-افزایی بین دو مفهوم تاب‌آوری شهری و پدافند غیرعامل شهری، تا حد زیادی شهرها در مقابل بحران‌های انسان‌ساخت و طبیعی تقویت می‌شوند. رابطه بین تاب‌آوری شهری و پدافند غیرعامل شهری شامل یکپارچه‌سازی استراتژی‌ها و رویکردهایی با هدف تضمین ایمنی و ثبات مناطق شهری، به‌ویژه در مواجهه با تهدیدات و بحران‌های مختلف، از جمله بلایای طبیعی، جنگ، تروریسم و سایر شرایط اضطراری است. هدف پژوهش حاضر نیز تحلیل شاخص‌های تاب‌آوری در بلوک‌های کلان‌شهر تهران با توجه به رویکرد پدافند غیرعامل بوده است. از این رو، در ابتدا ۹۲ شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای - اسنادی شناسایی و انتخاب شده است. سپس لایه‌های شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند با استفاده از مدل IHWP در نرم‌افزار Arc GIS تهیه و نقشه‌های مربوطه ترسیم شده است. با تلفیق تمامی لایه‌ها با یکدیگر، نقشه نهایی تاب‌آوری بلوک‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران تهیه و نقشه آن در ۵ پهنه تاب‌آوری بسیار پایین، تاب‌آوری پایین، تاب‌آوری متوسط، تاب‌آوری بالا و تاب‌آوری بسیار بالا ترسیم شده است. مطابق نقشه تلفیقی، از کل مساحت کلان‌شهر تهران، ۹/۶۲ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری بسیار پایین، ۱۷/۰۹ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری پایین، ۲۷/۲۴ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری متوسط، ۳۰/۴۶ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری بالا و ۱۵/۵۸ درصد مساحت کلان‌شهر دارای تاب‌آوری بسیار بالا هستند؛ به‌طوری‌که قسمت‌های داخلی و مرکزی کلان‌شهر تهران از میزان تاب‌آوری بالاتری برخوردار هستند و قسمت‌های بیرونی و حاشیه‌ای به ویژه در غرب و شرق کلان‌شهر میزان تاب‌آوری پایین‌تری دارند. نقشه نهایی تاب‌آوری بلوک‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل در کلان‌شهر تهران با نقشه ترسیم شده تاب‌آوری شهری در سایر پژوهش‌های ارائه شده در پیشینه پژوهش متفاوت است. دلیل آن نیز تلفیق تعداد محدودی از شاخص‌ها برای ترسیم نقشه نهایی در سایر پژوهش‌ها و تلفیق تعداد بسیار زیاد و جامع از شاخص‌های تاب‌آوری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل برای ترسیم نقشه نهایی در پژوهش حاضر است.

## ۷-۱- پیشنهادها

با توجه به اینکه مطابق نقشه نهایی تاب‌آوری بلوک‌های شهری با رویکرد پدافند غیرعامل، قسمت‌های بیرونی و حاشیه‌ای به ویژه در غرب و شرق کلان‌شهر تهران میزان تاب‌آوری پایین‌تری دارند؛

جهت تقویت تاب‌آوری کلان‌شهر تهران استفاده از راهکارهای پدافند غیرعامل قابل توجه است، زیرا اقدامات پدافند غیرعامل نقش مهمی در افزایش توانایی کلان‌شهر تهران برای مقاومت در برابر بلایا و بحران‌های مختلف دارد. در ادامه چند راهکار کلیدی مربوط به پدافند غیرعامل که موجب تقویت تاب‌آوری کلان‌شهر تهران می‌شود ارائه شده است:

- حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی: راهبردهای پدافند غیرعامل اغلب شامل حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی مانند نیروگاه‌ها، تاسیسات تصفیه آب، مراکز حمل و نقل و شبکه‌های ارتباطی است. با محافظت از این سامانه‌های ضروری در برابر آسیب فیزیکی یا اختلال، کلان‌شهر تهران می‌تواند عملکرد خود را حتی در مواجهه با بحران‌ها حفظ کند. این حفاظت به انعطاف‌پذیری و تاب‌آوری زیرساخت‌های کلان‌شهر تهران کمک می‌کند.

- کاهش خطر: تدابیر پدافند غیرعامل برای کاهش خطر آسیب در صورت بروز بحران طراحی شده است. به عنوان مثال، قوانین ساختمان و استانداردهای ساخت و ساز که فعالیت لرزه‌ای یا مقاومت در برابر طوفان را در نظر می‌گیرند، اشکالی از پدافند غیرعامل هستند که تأثیر بلایای طبیعی را به حداقل می‌رساند. این کاهش خطر به طور مستقیم توانایی کلان‌شهر تهران را برای بازگشت پس از یک بحران افزایش می‌دهد.

- هشدار اولیه و آمادگی: استراتژی‌های پدافند غیرعامل اغلب شامل سامانه‌های هشدار اولیه برای بلایای طبیعی، حوادث صنعتی یا تهدیدات امنیتی است. این سامانه‌ها اطلاعات مهمی را در اختیار مسئولان و ساکنان کلان‌شهر تهران قرار می‌دهند و به آن‌ها اجازه می‌دهند تا به طور موثر آماده شوند. هشدارهای اولیه می‌تواند جان انسان‌ها را نجات دهد و تأثیر کلی یک بحران بر جمعیت کلان‌شهر تهران را کاهش دهد.

- طراحی شهری تاب‌آور: پدافند غیرعامل را می‌توان در برنامه‌ریزی و طراحی شهری ادغام کرد. به عنوان مثال، ایجاد زیرساخت‌های مقاوم در برابر سیل، طراحی ساختمان‌هایی برای مقاومت در برابر زلزله، یا ایجاد مناطق امن در داخل کلان‌شهر تهران می‌تواند تاب‌آوری را افزایش دهد. این عناصر طراحی به توانایی شهر برای بازیابی سریع پس از یک فاجعه کمک می‌کند.

- افزونگی و سامانه‌های پشتیبان: پدافند غیرعامل اغلب شامل افزونگی و سامانه‌های پشتیبان برای خدمات حیاتی است. وجود منابع انرژی اضافی، مراکز داده و شبکه‌های ارتباطی تضمین می‌کند که حتی در صورت خرابی یک سامانه، یک نسخه پشتیبان برای حفظ خدمات ضروری وجود دارد. این افزونگی از تداوم و انعطاف‌پذیری کسب و کار پشتیبانی می‌کند. بنابراین ایجاد و تقویت افزونگی و سامانه‌های پشتیبان در کلان‌شهر تهران جهت ارتقای تاب‌آوری شهری ضروری است.

- مدیریت منابع: راهبردهای پدافند غیرعامل شامل

- 72, no. 83, pp. 141-148, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.009>
- [7] M. Gholami, V. Nazari, E. Nasiri, and A. Hourizadeh, "Analysis of gravity centers-city services based on the principles of passive defense (Case Study: City of Buin Zahra)", *Urban Structure and Function Studies*, vol. 2, no. 6, pp. 55-77, 2014. (In Persian). <https://magiran.com/p1912717>
- [8] M. Wubneh, "Planning, Urban Resilience, and Sustainability. Planning for Cities in Crisis", Springer, pp. 3-29, 2023. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-18416-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-18416-1_1)
- [9] G. Büyüközkan, Ö. Ilıcak, and O. Feyzioğlu, "A review of urban resilience literature", *Sustainable Cities and Society*, vol. 77, pp. 1-14, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103579>
- [10] M. S. Dastjerdi, A. Lak, A. Ghaffari, and A. Sharifi, "A conceptual framework for resilient place assessment based on spatial resilience approach: An integrative review", *Urban Climate*, vol. 36, pp. 1-17, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100794>
- [11] I. Tumini, P. Villagra-Islas, and G. Herrmann-Lunecke, "Evaluating reconstruction effects on urban resilience: a comparison between two Chilean tsunami-prone cities", *Natural Hazards*, vol. 85, no. 3, pp. 1363-1392, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2630-4>
- [12] B. Hannibal, S. Meerow, S. C. Woodruff, M. Roy, P. G. Gilbertson, and M. Matos, "Who collaborates on urban resilience? An analysis of flood resilience planning networks in four coastal cities", *Journal of Urban Affairs*, pp. 1-18, 2022. <https://doi.org/10.1080/07352166.2022.2137033>
- [13] S. A. Naqavi, "Investigation of strategies to improve resilience using passive defense principles in urban design", Master's thesis, Payam Noor University., Tehran, 2018. (In Persian).
- [14] M. Pouryarmohammadi, "Analysis of urban physical-functional components based on passive defense indicators with urban resilience approach (case study: Ahvaz city)", Master's Thesis, Gilan University., Rasht, 2017. (In Persian).
- [15] H. Mehdizadeh, Q. Ahmadi, M. R. Pakdel Fard, and M. Faramarzi Asl, "Assessing the Vulnerability of Checkered and Semi- Checkered Texture of Salmas City against the Earthquake with Emphasis on Passive Defense", *Urban and Rural Management*, vol. 20, no. 65, pp. 7-23, 2022. (In Persian). <http://ijurm.imo.org.ir/article-1-3198-fa.html>
- [16] E. Mavedat, P. Garmsiri, and K. Momeni, "Estimated distribution of urban resilience from the perspective of the earthquake crisis using the Spatial Stats Model (Case Study of Ilam)", *Regional Planning*, vol. 9, no. 36, pp. 119-134, 2020. (In Persian). <https://dori.net/dor/20.1001.1.22516735.1398.9.36.8.7>
- [17] S. Raisi, K. Momeni, M. R. Bemanian, and E. Mavedat, "Ranking of urban areas to locate safe spaces based on criteria of crisis management and passive defense using the VIKOR model, a case study: Ahvaz metropolis", *Urban and Rural Management*, vol. 4, no. 57, pp. 41-57, 2018. (In Persian). <http://magiran.com/p2155575>
- [18] S. Mohammadi, R. Soror, A. Tavakolan, and S. M. Pourmosavi, "Investigation and of the effects of urban resilience components on passive defense (Case study: Sirjan city)", *Geographical Engineering of Territory*, vol. 7, no. 3, pp. 599-614, 2023. (In Persian). <https://dori.net/dor/20.1001.1.25381490.1402.7.3.10.8>
- [19] Y. Ebrahimian Ghajari, "Evaluation of Physical Resilience of Urban Areas from the Perspective of Passive Defense Using Geospatial Analysis and PROMETHEE II Technique (Case Study: Babol City)", *Journal of Geomatics Science and Technology*, vol. 11, no. 2, pp. 45-60, 2021. (In Persian). <http://dori.net/dor/20.1001.1.2322102.1400.11.2.4.4>
- [20] J. Saedi, "Development of resilience scenarios of border cities of Khuzestan province with a passive defense approach (case study: Abadan and Khorramshahr cities)", Master's thesis, Chamran Ahvaz University., Ahvaz, 2019. (In Persian).
- [21] C. He, Q. Zhang, G. Wang, V. P. Singh, T. Li, and S. Cui, "Evaluation of Urban Resilience of China's Three Major Urban Agglomerations Using Complex Adaptive System Theory", *Sustainability*, vol. 15, no. 19, pp. 14-37, 2023. <https://doi.org/10.3390/su151914537>
- [22] J. Chen, H. Ma, S. Yang, Z. Zhou, J. Huang, and L. Chen, "Assessment of Urban Resilience and Detection of Impact Factors

برنامه‌های مدیریت منابع است که منابع ضروری مانند تجهیزات پزشکی، غذا و آب را ذخیره می‌کند. این ذخایر می‌توانند در طول بحران‌های طولانی مدت حیاتی باشند و اطمینان حاصل کنند که کلان‌شهر تهران می‌تواند نیازهای اولیه ساکنان خود را برآورده کند.

- ایمنی جامعه: اقدامات پدافند غیرعامل می‌تواند با ایجاد سرپناه یا مناطق امن در مواقع اضطراری، ایمنی جامعه را افزایش دهد. این فضاهای امن می‌توانند ساکنان را در برابر تهدیدات فوری محافظت کنند و احساس امنیت را ایجاد کنند و به انعطاف‌پذیری اجتماعی کمک کنند. بنابراین ایجاد، حفظ و توسعه کمی و کیفی سرپناه یا مناطق امن در کلان‌شهر تهران جهت ارتقای تاب‌آوری شهری ضروری است.

- پایداری بلندمدت: پدافند غیرعامل اغلب با اهداف پایداری همسو می‌شود. اقداماتی مانند طراحی ساختمان‌های کارآمد در مصرف انرژی، زیرساخت‌های سبز و برنامه‌ریزی شهری مقاوم در برابر آب و هوا می‌توانند پایداری بلندمدت شهر را افزایش داده و آن را برای چالش‌های آینده بهتر آماده کنند. به طور خلاصه، اقدامات پدافند غیرعامل برای تقویت تاب‌آوری کلان‌شهر تهران ضروری است. اقدامات پدافند غیرعامل بر کاهش آسیب‌پذیری‌ها و محافظت از دارایی‌های حیاتی تمرکز می‌کنند و موجب افزایش ظرفیت کلان‌شهر تهران برای جذب شوک‌ها و بحران‌ها می‌شود. هنگامی که پدافند غیرعامل با اقدامات پیشگیرانه‌ای انسجام اجتماعی، ثبات اقتصادی و حکمرانی مؤثر را ارتقا می‌دهد، به ایجاد شهری تاب‌آور در کلان‌شهر تهران کمک می‌کند که می‌تواند در مواجهه با بحران‌های مختلف سازگار و انعطاف‌پذیر باشد.

## ۸- مراجع

- [1] A. Jamali, M. Robati, H. Nikoomaram, F. Farsad, and H. Aghamohammadi, "Urban Resilience and Climate Change: Developing a Multidimensional Index to Adapt against Climate Change in the Iranian Capital City of Tehran", *Urban Science*, vol. 7, no. 1, pp. 1-18, 2023. <https://doi.org/10.3390/urbansci7010007>
- [2] E. Zuraidi, R. Zainol, Y. Ahmad, and A. Achmad, "Understanding the Evolution and Global Trends of Resilience and Urban Planning Studies: A Bibliometric Analysis", *Planning Malaysia*, vol. 20, no. 5, pp. 260-271, 2022. <https://doi.org/10.21837/pm.v20i24.1203>
- [3] K. Bazi, M. Khemri, and E. Moameri, "Spatial evaluation of vulnerability of strategic and vulnerable uses in Gorgan city based passive defence approach", *Urban Structure and Function Studies*, vol. 5, no. 17, pp. 69-92, 2019. (In Persian). <https://doi.org/10.22080/shahr.1970.2111>
- [4] E. Elkhidir, S. Mannakkara, T. F. Henning, and S. Wilkinson, "A pathway towards resilient cities: National resilience knowledge networks", *Cities*, vol. 136, pp. 1-17, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104243>
- [5] M. R. Farzad Behtash, M. A. Keynejhad, M. T. Pirbabaei, and A. Asgary, "Evaluation and analysis of dimensions and components of Tabriz metropolis resiliency", *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, vol. 18, no. 3, pp. 33-42, 2013. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jfaup.2013.51316>
- [6] X. Zhang, and H. Li, "Urban resilience and urban sustainability: what we know and what do not know?", *Cities*, vol.

- [37] S. M. Sharifi, A. Khadem Al-Hosseini, Gh. R. Jalali Farahani, A. Gandomkar, and M. Modiri Khalilabad, "Presenting the model of emergency evacuation and placement of temporary accommodation in areas 1 and 3 of Isfahan with a passive defense approach", *Urban and Rural Management*, vol. 21, no. 67, pp. 7-24, 2022. (In Persian). <http://ijurm.imo.org.ir/article-1-3240-fa.html>
- [38] A. Salimi Tari, F. Babaei Semiromi, M. R. Tabesh, R. Arjmandi, and A. Heidari, "Determining the components of resilience with emphasis on environmental resilience in a possible earthquake in Tehran", *Disaster Prevention and Management Knowledge*, Vol. 10, no. 4, pp. 395-407, 2021. (In Persian). <http://dorl.net/dor/20.1001.1.23225955.1399.10.4.7.9>
- [39] O. mobaraki, M. Esmailpour, and V. Ebrahimi, "Assessing the Vulnerability of Urban Housing the Passive Defense approach", *Passive Defense*, vol. 14, no. 4, pp. 57-74, 2023. (In Persian). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086849.1402.14.4.6.2>
- [40] Y. Moarrab, B. Sepehrzad, and M. Naderi, "Evaluation of City's Structural Vulnerability to Earthquake with Non-Active Defense Approach (Case Study: District 2 of Tehran)", *Passive Defense*, vol. 11, no. 2, pp. 31-43, 2020. (In Persian). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086849.1399.11.2.4.5>
- [41] Gh. Siyami, m. Golmohammadi, and A. Talebi, "Assessing the risks of aqueducts in urban crisis management (Case Study of Neishabour City)", *Application of Geography information system and remote sensing in planning*, vol. 9, no. 4, pp. 83-97, 2019. (In Persian). <https://sanad.iau.ir/en/Journal/gisrs/Article/934585>
- [42] H. abdolmaleki, Y. karimipor, S. Y. rahim safavi, and A. abdi, "Designing the pattern of affecting factors in spatial distribution of Tehran important centers whit passive defence approach", *Geography (Regional Planning)*, vol. 9, no. 35, pp. 161-184, 2019. (In Persian). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22286462.1398.9.3.35.3>
- [43] M. Heidarimozaffar, and M. TajBakhshian, "Zoning the Vulnerability of Nahavand Settlements to Earthquakes", *Journal of Natural Environmental Hazards*, vol. 11, no. 34, pp. 57-78, 2022. (In Persian). <https://doi.org/10.22111/jneh.2022.39334.1830>
- [44] G. Brunetta, and S. Salata, "Mapping urban resilience for spatial planning—A first attempt to measure the vulnerability of the system", *Sustainability*, vol. 11, no. 8, pp. 1-24, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11082331>
- [45] N. darmani, H. Parvaresh, M. Dehghani, and V. Ailpour, "Survey the relationship between air quality and urban resilience in Bandar Abbas and presenting urban management and planning strategies", *Geography (Regional Planning)*, vol. 12, no. 48, pp. 720-733, 2022. (In Persian). <https://doi.org/10.22034/jgeoq.2022.304391.3294>
- [46] Y. Wang, H. Li, Y. Shi, and Q. Yao, "A Study on Spatial Accessibility of the Urban Stadium Emergency Response under the Flood Disaster Scenario", *Sustainability*, vol. 14, no. 24, pp. 1-15, 2022. <https://doi.org/10.3390/su142417041>
- [47] A. Nikpour, S. Lotfi, and M. Hasanalizadeh, "Urban-Poverty Spatial Analysis, Using Factor-Analysis Method (Case Study: Qaa'emshahr City)", *Spatial Planning*, vol. 9, no. 1, pp. 103-124, 2019. (In Persian). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.22287485.1398.9.1.7.6>
- [48] A. Sharifi, and Y. Yamagata, "Urban resilience assessment: Multiple dimensions, criteria, and indicators, Urban resilience", *Springer*, pp. 259-276, 2016. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-39812-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-39812-9_13)
- [49] M. Moghadas, A. Asadzadeh, A. Vafeidis, A. Fekete, and T. Kötter, "A multi-criteria approach for assessing urban flood resilience in Tehran, Iran", *disaster risk reduction*, vol. 35, pp. 1-27, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101069>
- [50] B. Tempels, "Resilient Cities and Homeowners Action: Governing for Flood Resilience Through Homeowner Contributions, In Homeowners and the Resilient City", *Palgrave Macmillan, Cham*, pp. 17-33, 2022. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-17763-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-031-17763-7_2)
- [51] S. L. Cutter, C. G. Burton, and C. T. Emrich, "Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions", *Journal of homeland security and emergency management*, vol. 7, no. 1, pp. 1-14, 2010. <https://doi.org/10.2202/1547-7355.1732>
- Based on Spatial Autocorrelation Analysis and GeoDetector Model: A Case of Hunan Province", *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 12, no. 10, pp. 391-420, 2023. <https://doi.org/10.3390/ijgi12100391>
- [23] D. Anelli, F. Tajani, and R. Ranieri, "Urban resilience against natural disasters: Mapping the risk with an innovative indicators-based assessment approach", *Journal of Cleaner Production*, vol. 371, pp. 13-34, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133496>
- [24] M. Pouryarmohammadi, H. Ahmadi, and A. Salaripour, "Developing physical resilience strategies in passive defense according to identification of endangered areas of urban environments (case study: Ahvaz city)", *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, vol. 13, no. 1, pp. 14-30, 2022. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-08-2020-0086>
- [25] S. Asadi, A. Meshkini, S. A. Alavi, and S. Ghaedrahmati, "Explaining housing scenarios for vulnerable urban groups Case Study: metropolis Tehran", *Human Geography Research*, vol. 52, no. 3, pp. 871-888, 2020. (In Persian). <https://doi.org/10.22059/jhgr.2019.250120.1007623>
- [26] E. shieh, K. habibi, and K. torabi, "Investigating of Urban Streets Network Vulnerability Against Earthquake, Using of IHWP & GIS; the Case Study: the 6TH Zone of Tehran", *Bagh-e Nazar*, vol. 7, no. 13, pp. 35-48, 2010. (In Persian). [https://www.bagh-sj.com/article\\_24.html?lang=fa](https://www.bagh-sj.com/article_24.html?lang=fa)
- [27] A. Latifi, K. Ziari, and S. M. Naderi, "The key components' explanation of increasing Tehran physical resilience against earthquakes with a structural analysis approach (Case study: District 10)", *Journal of Geography and Environmental Hazards*, vol. 10, no. 1, pp. 161-182, 2021. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/geoeh.2021.69072.1026>
- [28] A. Abedini, and A. Sheikhi, "Evaluation and Defense Survey of Urmia City Using GIS", *Passive Defense*, vol. 14, no. 4, pp. 33-48, 2023. (In Persian). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086849.1402.14.4.4.0>
- [29] R. Khanababae Saatloo, G. ahmadi, R. Darskhan, and M. S. Moosavi, "Providing an analytical model for passive defense of cities (Case Study: Urmia city)", *protectiv & security researches*, vol. 8, no. 30, pp. 149-178, 2019. (In Persian). <https://magiran.com/p2154366>
- [30] I. Majic, and E. Pafka, "AwaP-IC an Open-Source GIS Tool for Measuring Walkable Access", *Urban Science*, vol. 3, no. 2, pp. 31-48, 2019. <https://doi.org/10.3390/urbansci3020048>
- [31] A. Meshkini, and M. Hasanalizadeh, "Analysis of the resilience of residential indicators in urban spaces with a spatial justice approach (Study sample: Ghaemshahr city)", *Journal of Geography and Environmental Hazards*, vol. 10, no. 2, pp. 185-203, 2021. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/geoeh.2021.69395.1034>
- [32] H. Poursamsam, E. Akbari, and K. Momeni, "The Approach of Passive Defense in the Location of Essential Items Storage with the Help of AHP", *Passive Defense*, vol. 14, no. 4, pp. 101-110, 2023. (In Persian). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.20086849.1402.14.4.9.5>
- [33] N. Moradpour, A. Pourahmad, H. Hataminejad, K. Ziari, and A. Sharifi, "An overview of the state of urban resilience in Iran", *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, vol. 14, no. 2, pp. 154-184, 2022. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-01-2022-0001>
- [34] S. Nedae Tousi, A. Shahsafi, M. Ghaffari, and A. Taheri, "Physical Pathology of Tehran Metropolitan Area (TMA)'s Spatial Logic, From the Perspective of Passive Defense Principles", *Hoviatshahr*, vol. 9, no. 21, pp. 41-56, 2014. (In Persian). <https://dorl.net/dor/20.1001.1.17359562.1394.9.21.4.2>
- [35] M. H. yazdani, M. parsay mogaddam, and A. seyedin, "Application of Passive Defense Approach in Location of Public and Multi-Purpose Shelters (Case Study: Ardabil City)", *Geographical Planning of Space*, vol. 9, no. 34, pp. 153-172, 2020. (In Persian). <https://doi.org/10.30488/gps.2020.102601>
- [36] H. Mahmoudzadeh, A. PouyanJam, and S. AsgharZadeh, "Spatial Analysis of the Protected Zone and Vulnerability of Urban Facilities in Mashhad to Useful Airstrikes, from a Passive Security Viewpoint", *Journal of Geography and Environmental Hazards*, vol. 8, no. 4, pp. 191-203, 2020. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/geo.v0i0.82738>