

سنجش آسیب‌پذیری بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر سلماس در برابر زلزله با تأکید بر پدافند غیرعامل^۱

حسین مهدیزاده: دانشجوی دکتری شهرسازی، پردیس بین‌الملل، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
قادر احمدی:* استادیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری، شهرسازی و هنر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
محمدرضا پاکدل فرد: استادیار گروه معماری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
مهسا فرامرزی اصل: استادیار گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

چکیده

Assessing the Vulnerability of Checkered and Semi- Checkered Texture of Salmas City against the Earthquake with Emphasis on Passive Defense

Abstract

Every year, natural and unnatural disasters around the world cause many deaths, physical injuries and diseases, so that out of 70 types of natural disasters registered in the world, 13 types have been registered in our country. Therefore, this study was conducted to assess the vulnerability in the checkered and semi-checkered texture of Salmas city based on passive defense indicators. The type of research is applied and the method of work is descriptive-analytical and data collection has been done through library and field studies. To achieve the purpose of the research, 14 indicators have been selected based on the opinions of the elites and information layers have been formed for them in GIS software. To calculating the weight of indicators BWM multi-criteria decision making method was used and the results were analyzed in GAMS software. Finally, the weights obtained from the BWM method are multiplied and combined in 14 standard indicators. The results show that the level of vulnerability in checkered texture is less than semi-checkered texture.

Keywords: Vulnerability, Texture, Checkered, BWM, Salmas, Passive Defense.

هرساله بلایای طبیعی و غیرطبیعی در سراسر جهان مرگ‌ومیر، آسیب‌های جسمی و بیماری‌های زیادی را به بار می‌آورند به‌طوری که از ۷۰ نوع بلایای طبیعی ثبت شده در جهان، ۱۳ نوع آن در کشور ما به ثبت رسیده است. لذا این تحقیق با هدف سنجش آسیب‌پذیری در بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر سلماس بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل انجام گرفته است. نوع تحقیق حاضر کاربردی بوده و روش انجام کار توصیفی-تحلیلی می‌باشد و گردآوری اطلاعات نیز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی و صورت گرفته است. برای نیل به هدف تحقیق، تعداد ۱۴ شاخص بر اساس نظرات نخبگان انتخاب شده و در نرم‌افزار GIS لایه‌های اطلاعاتی برای آن‌ها تشکیل شده است. برای محاسبه وزن شاخص‌ها از روش تصمیم‌گیری چند معیاره BWM استفاده شده و نتایج آن در نرم‌افزار GAMS مورد تحلیل قرار گرفته است. سرانجام، وزن بدست آمده از روش BWM در شاخص‌های ۱۴ گانه استاندارد ضرب شده و با هم ترکیب شده است. نتایج بیانگر آن است که میزان آسیب‌پذیری در بافت شطرنجی نسبت به بافت نیمه شطرنجی کمتر می‌باشد.

واژگان کلیدی: آسیب‌پذیری، بافت، شطرنجی، BWM، سلماس، پدافند غیرعامل.

۱- این مقاله برگرفته از رساله دکتری آقای حسین مهدیزاده با عنوان "واکاوی شاخص‌های پدافند غیرعامل در شهرهای شطرنجی میانه اندام (مطالعه موردی: شهر سلماس)" می‌باشد که با راهنمایی دکتر احمدی، دکتر پاکدل فرد و با مشاوره دکتر فرامرزی در دانشکده معماری و هنر دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در حال انجام است.

* نویسنده مسؤول gh.ahmadi@urmia.ac.ir

۱. مقدمه

عصر حاضر عصر آسیب‌پذیری شهری است، زیرا هم‌زمان با پیچیده شدن حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران تکنولوژیک از یک سو و بحران‌های اجتماعی-امنیتی از سوی دیگر مواجه می‌شوند (رحم بزی و همکاران، ۱۳۹۷: ۶۹). هرساله بلایای طبیعی و غیرطبیعی در سراسر جهان مرگ‌ومیر، آسیب‌های جسمی و بیماری‌های زیادی را به بار می‌آورند. از ۷۰ نوع بلایای طبیعی ثبت شده در جهان، ۱۳ نوع آن در کشور ما به ثبت رسیده است.

کشور ایران از نظر میانگین سالانه بیش‌ترین تعداد جمعیت در معرض خطر زلزله، در جایگاه هفتم آسیا و سیزدهم جهان قرار دارد، به‌طوری که مطابق با آمار منتشره کمیسیون سازمان ملل در سال ۲۰۱۵ از سال ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۴، تعداد ۱۷۳ حادثه مخاطره طبیعی در ایران اتفاق افتاده که در مجموع ۱۱۰۴۹ نفر جان خود را در طول این مدت از دست داده‌اند (نظم فر و علوی، ۱۳۹۷: ۱۰۸). واقعیت این است که افزایش تمرکز سرمایه‌های فیزیکی، زیرساخت‌ها و فعالیت‌های اقتصادی در شهرها به افزایش اثرات نامطلوب حوادث طبیعی منجر شده است. ایران همانند دیگر کشورهای درحال توسعه سطح بالایی از شهرنشینی را تجربه کرده که کالبد فیزیکی نواحی شهری را کاملاً دگرگون ساخته است؛ به‌طوری که در سال ۲۰۱۵، درصد جمعیت شهرنشین کشور ۷۴/۳ درصد بوده که تخمین زده شده این رقم در سال ۲۰۵۰، به ۵/۹۱ درصد برسد (Statistical Yearbook for Asia and the Pacific, 2015). موضوع پدافند غیرعامل امروزه نه به‌عنوان یک موضوع صرفاً پژوهشی که به‌عنوان یک الزام حیاتی برای اداره هر کشور چه در مواقع بحران و چه در مواقع غیر بحران در راستای حفظ و صیانت از ارزش‌های مادی و معنوی آن کشور تعریف می‌گردد. آنچه امروزه موضوع پدافند غیرعامل را در این سطح از اهمیت قرار داده تهدیدها و مناقشات روزافزون از سوی دیگر کشورها و دشمنان می‌باشد که این الزام را برای تمامی جوامع به وجود آورده تا پیش از وقوع بحران به فکر پیش‌بینی‌های لازم برای محافظت از کشور خود باشند (محسنی و قربانی، ۱۳۹۸: ۳۰). در واقع، پدافند غیرعامل شامل تمامی اصول و اقدامات غیرنظامی است که با بهره‌گیری از آن‌ها، از وارد شدن خسارات مالی به نقاط حساس شهری و تلفات مالی و جانی جلوگیری شود یا میزان آن به حداقل برسد (Brandon, 2011: 48). با توجه به اهمیت به کارگیری اصول پدافند غیرعامل که منجر به حفظ جان مردم در مواقع بحرانی می‌شود، ارزش برخی پارامترهای شهری

مؤثر بر بحران مانند باز یا بسته بودن فضا، تراکم یا پراکندگی سکونتگاه‌ها و عملکردهای شهری، فاصله از کاربری‌های حساس، نزدیکی به فضاها و کاربری‌های ایمن، پیش‌بینی پناهگاه‌ها در نقاط مختلف شهر، چندهسته‌ای بودن مراکز شهری در مقابل وابستگی به یک مرکز و دیگر شاخص‌های ساخت‌وساز و طراحی شهری مشخص خواهد شد (شاهپوندی، ۱۳۹۶: ۴۸). شناخت زمینه‌های آسیب‌پذیری و کنترل عوامل بحران‌زا منجر به پاسخ صحیح و به موقع و ایجاد هماهنگی میان بخش‌های مختلف و به حداقل رساندن ضایعات جانی و مالی می‌شود (رئیس‌ی و همکاران، ۱۳۹۸: ۴۴)؛ بنابراین آسیب‌پذیری یک عنصر اصلی در بحث‌های علمی، تصمیم‌گیری و پژوهش‌های پایداری است (Nhuan, Hien, Ha & Hue, 2014: 399). مطالعات محققان حاکی از آن است که فرهنگ پدافند غیرعامل در کشور ایران حتی در کلان‌شهرها هنوز در سطح پایین است و نیاز به تلاش و برنامه‌ریزی بیشتری دارد. درحالی که کشور سوئیس با در نظر گرفتن این موارد در سطح اول دنیا قرار دارد (مؤمنی، ۱۳۹۷: ۴۱).

سرزمین ایران به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی و سیاسی خود، همواره در طول تاریخ شاهد بلایای طبیعی و غیرطبیعی (جنگ و ...) بسیاری بوده و خسارات مالی و انسانی فراوانی را متحمل شده است. بیش از ۹۰ درصد شهرهای کشور در برابر زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیرند. به‌طوری که بر پایه آمارهای رسمی ۲۵ سال گذشته، بیش از ۶ درصد تلفات انسانی کشور ناشی از زلزله بوده است. از این رو جایگاه نظری و عملی دفاع و پدافند در برابر بحران در این گستره اهمیت بسیار می‌یابد. با توجه به این مسائل، کاربرد پدافند غیرعامل و توجه به اصول آن در برنامه‌ریزی شهری می‌تواند تا حد زیادی به کاهش آثار مخرب این نوع بحران‌ها بیانجامد. در این بین شهر شطرنجی سلماس با جمعیت ۹۱۲۳۹ نفر به‌عنوان یک شهر میانه اندام در سازمان فضایی، در «پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران» از مجموعه مطالعات طرح کالبدی ملی ایران، در منطقه با خطر نسبی بالا قرار گرفته است. این شهر به دلیل واقع شدن روی گسل، سابقه زلزله ویرانگر ۲/۷ ریشتری در سال ۱۳۰۹، رعایت اصول پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی شهری را حائز اهمیت نموده است. بر همین اساس این پژوهش با هدف سنجش آسیب‌پذیری بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر سلماس در برابر زلزله با تأکید بر پدافند غیرعامل انجام شده است. تحقیق حاضر در پی پاسخ‌گویی به پرسش‌های زیر است:

– آسیب‌پذیری بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر

پیرانشهر، اشنویه، سلماس و ماکو مناطق آسیب‌پذیر استان می‌باشد که در صورت استقرار زیرساخت‌های جدید توجه به پهنه‌های آسیب‌پذیر استان ضروری می‌باشد. همچنین نتایج پژوهش حاکی از آن است که تراکم زیرساخت‌های حیاتی و حساس استان نیز در پهنه‌های آسیب‌پذیری خیلی زیاد و زیاد نشان‌دهنده عدم مدیریت بهینه استقرار فضایی زیرساخت‌ها در پهنه استان می‌باشد.

Xu & Lu (2018)، در پژوهشی که با هدف بررسی عوامل مؤثر بر پدافند غیرعامل شهری، در زمان پیش و پس از بروز زمین‌لرزه انجام شده است نشان داده‌اند که اعمال اقدامات پیشگیرانه می‌تواند مهم‌تر از اقدامات پس از سانحه اثرگذار باشد؛ این مطالعه همچنین نشان داده است که مشارکت اجتماعی یکی از اقدامات مؤثر بر کاهش میزان آسیب‌پذیری در مواقع بحران می‌باشد.

Tabar (2015)، در پژوهشی به مقایسه رویکردهای متفاوت مدیریت بحران در ایران و ژاپن پرداخته است. در این پژوهش، پس از بیان شباهت زلزله‌خیزی ایران و ژاپن و آمار بالای تلفات جانی زلزله در ایران، رویکردهای متفاوت در کشور در زمینه سیاست‌گذاری بحران با استفاده از روش توصیفی مقایسه‌ای بررسی شده است. وضعیت موجود مدیریت بحران دو کشور و نیز سیستم‌های مستندسازی و تجربه‌اندوزی دو کشور در زمینه مدیریت بحران با هم مقایسه شده است و با توجه به رویکردهای کلان ایران و ژاپن در مدیریت بحران، پیشنهادهایی برای مقابله با بحران زلزله به کشورهای دیگر ارائه کرده است.

Filion & Sands (2015)، در کتابی با عنوان «شهرهای در معرض خطر برنامه‌ریزی و بازیابی از بلایای طبیعی» به بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر بلایا و نحوه برنامه‌ریزی جهت افزایش ایمنی و بازیابی بعد از بلایای طبیعی پرداخته است.

۱-۲. مبانی نظری

امروزه ۵۵ درصد از جمعیت جهان و بیش از ۷۴ درصد از جمعیت ایران در مناطق شهری زندگی می‌کنند و تخمین زده شده است که تا سال ۲۰۵۰ این مقدار در جهان به ۶۸ درصد و در ایران به بالاتر از ۸۰ درصد خواهد رسید (United-Nations, 2018). بنابر آمار موجود از هر ۱۵۳ زلزله ویرانگر در سراسر دنیا، ۶/۱۷ درصد آن در ایران به وقوع پیوسته است. در طی چند دهه اخیر حدود ۱۱۰۰ زلزله مخرب در دنیا اتفاق افتاده است که بنابر نظریات موجود، حدود صد و پنجاه هزار در این زلزله جان خود را از دست داده‌اند، که عامل ۹۰ درصد

سلماس بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل چگونه است؟

- چگونه می‌توان آسیب‌پذیری بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر سلماس را بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل مدل‌سازی کرد؟

۱-۱. پیشینه تحقیق

تحقیقات مختلفی در ارتباط با آسیب‌پذیری شهرها از منظر پدافند غیرعامل انجام گرفته که در ذیل برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

معرب و سپهرزاد و نادری (۱۳۹۹)، تحقیقی با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله با رویکرد پدافند غیرعامل؛ (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهر تهران)» معیارهایی نظیر مخاطرات طبیعی، فیزیوگرافی، وضعیت ابنیه، شبکه ارتباطی، کاربری‌های خطرزا، بهداشتی- درمانی، فضاهای باز و سبز، کاربری‌های خدمات اضطراری، تراکم جمعیت، کاربری آموزشی، کاربری فرهنگی، کاربری گردشگری، کاربری ورزشی و کاربری مذهبی را در سه بعد زیست‌محیطی، کالبدی و اجتماعی- فرهنگی انتخاب و پس از انجام مقایسات زوجی، نقشه‌های عوامل مؤثر در میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری منطقه را در محیط Idrisi استانداردسازی کرده و در محیط GIS، وزن هرکدام از معیارهای مؤثر در میزان آسیب‌پذیری بافت‌ها را در لایه‌ها تأثیر داده و با ترکیب نقشه‌ها، میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله با رویکرد پدافند غیرعامل منطقه را مشخص کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که میزان آسیب‌پذیری از بیشتر به کمتر مربوط به ابعاد کالبدی، اجتماعی- فرهنگی و زیست‌محیطی می‌باشد.

معروفی و همکاران (۱۳۹۸)، تحقیقی با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان آذربایجان غربی با رویکرد پدافند غیرعامل» انجام داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پخش فضایی زیرساخت‌های استان آذربایجان غربی متمرکز و از الگوی خوشه‌ای پیروی می‌کند و این نوع پخشایش، آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌ها را چند برابر کرده است. همچنین ۱۰ درصد زیرساخت‌های استان را زیرساخت‌های حساس و مهم (از منظر استانی) را شامل می‌شود که از این میان ۴۵ درصد زیرساخت‌های استان در معرض آسیب‌پذیری خیلی زیاد، ۶/۱۶ درصد آسیب‌پذیری زیاد، ۲/۱۴ درصد آسیب‌پذیری متوسط، ۴/۱۶ آسیب‌پذیری کم و ۵/۱۲ آسیب‌پذیری خیلی کم قرار دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که مناطق مرزی استان از جمله شهرستان‌های سردشت،

این خسارات جانی، بناها و ساختمان‌هایی بوده‌اند که از امنیت و استحکام لازم برخوردار نبوده‌اند (ساسان پور و دیگران، ۱۳۹۶). با توجه به افزایش شهرنشینی و جمعیت شهری، شهرها با بحران‌هایی روبه‌رو شده‌اند که امروزه برای مقابله با این بحران‌ها به کارگیری اصول پدافند غیرعامل مطرح است.

پدافند غیرعامل به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم به کارگیری جنگ‌افزار و تسهیلات نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارت مالی به تجهیزات تأسیسات حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نموده و یا میزان خسارات و تلفات ناشی از حملات و بمباران‌هایی هوایی موشکی دشمن را به حداقل ممکن کاهش داد (هاشمی فشارکی و شکیبامنش، ۱۳۹۰: ۲۱). 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 می‌باشد (Mitra) (Gupta et al., 2017). در یک شهر خوب ابعاد اصلی نظام‌های دسترسی مطابق با الگوهای پدافند غیرعامل و بحران‌ها می‌بایست با استانداردهای زمان دفاع رعایت گردد؛ و سرانجام اینکه یک شهر خوب قابل کنترل بودن در زمان بحران‌هایی از قبیل (جنگ، زلزله) در قالب مراقبت و کنترل از فضاهای شهری، تنظیم نحوه مراقبت و استفاده از آن فضاها در زمان بحران و نیز حق امکان ایجاد تغییرات فضاهای شهری در یک شهر خوب برای همه شهروندان وجود دارد (مودت و همکاران، ۱۳۹۸: ۶۴۹). بنابراین، ارائه راه‌حل‌های روشن و منطقی جهت برنامه‌ریزی صحیح، شناخت فضاهای شهری و طراحی مناسب آن‌ها می‌تواند به‌عنوان راهی کارآمد جهت برآورده ساختن نیازهای مختلف شهروندان در سه سطح پیشگیری، مقابله و اقدامات پس از بحران تلقی شود. تا از این طریق، شرایط مطلوبی را برای ارائه راه‌حل‌های کارآمد و مؤثرتر جهت پیش‌بینی و مقابله با خطرات در سطوح مختلف مدیریت سوانح ایجاد نمود (Desouza & Hernantes et al., 2019) (Flanery, 2013). از آنجایی که جامعه امروزی بسیار پویاست و توسعه تکنولوژیک و ظهور تهدیدهای جدید به سرعت اتفاق می‌افتد، بسیار مهم است اقدامات مدیریت ریسک به صورت کنشی و نه واکنشی صورت گیرد (Johansson & Has-sel, 2010: 1336).

آسیب‌پذیری شهر تابعی از شدت و فراوانی مخاطرات، میزان حساسیت سیستم شهری و ظرفیت تطابقی شهر است؛ بنابراین آسیب‌پذیری شهری میزان خسارتی است که در صورت بروز سانحه به اجزا و عناصر یک شهر

برحسب چگونگی کیفیت آن‌ها وارد می‌شود. به‌طور کلی، انواع متفاوتی از آسیب‌پذیری وجود دارد که به چهار دسته اصلی فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی تقسیم می‌شوند (Ahsan & Warner, 2014; Kim & Marcouill-er, 2015). همچنین آسیب‌پذیری بر اساس منشأ حادثه، در دو طیف طبیعی و انسان‌ساخت طبقه‌بندی شده است (Sennewald & Baillie, 2015). در تحلیل شاخص‌های آسیب‌پذیری از منظر پدافند غیرعامل می‌توان گفت که تراکم (نوع جمعیتی و ساختمانی) به‌عنوان مبنای بنیادین آمایش فضا و توازن بخشی به جمعیت و فعالیت‌ها نقش مهمی در تعیین درجه ایمنی و آسیب‌پذیری فضاهای شهری دارد زیرا که میزان تراکم و رشد ارتفاعی شهر با تعداد ساکنین رابطه مستقیم و با دفاع‌پذیری شهر رابطه معکوس دارد. با کم شدن تراکم در شهر و توزیع متعادل آن، آسیب‌پذیری شهر کمتر می‌شود و بالعکس، تراکم بالا خسارت و تلفات بیشتری به همراه دارد. مفهوم بافت شهری دارای ارتباط مستقیم با آسیب‌پذیری شهری است. به هر حال واکنش هر نوع بافت شهری در هنگام وقوع حوادث مختلف شهری در قابلیت‌های گریز و پناه‌گیری ساکنان، امکانات امدادسانی، چگونگی پاک‌سازی و حتی اسکان موقت دخالت کاملاً مستقیم دارد. در خصوص اندازه قطعات، احتمال آسیب‌پذیری در اندازه اراضی ریزدانه به علت تخریب و مسدود شدن فضای باز و کاسته شدن فضای مفید و امن برای گریز، پناه گرفتن، عملیات امدادی و اسکان موقت نسبت به اراضی درشت‌دانه بیشتر است.

شبکه معابر در مناطق مسکونی نقش تعیین‌کننده‌ای در تأمین فضای باز و مناسب جهت گریز از عوامل خطرزا و دسترسی به نقاط امن، تسهیل عملیات امداد و نجات پس از وقوع تهدید و تسریع عملیات آواربرداری، پاک‌سازی و بازسازی دارند. شبکه معابر شهری به صورت سلسله مراتبی ایجاد می‌شوند تا بافت‌های مسکونی از نظر سرعت خودروهای عبوری در امنیت قرار گیرند و همچنین کاربری‌های عمومی شهری جهت حمل‌ونقل و تردد از سرعت مناسب استفاده کنند (سرمدی و همکاران، ۱۳۹۲). از میان کاربری‌ها و خدمات موجود در شهر، توزیع و مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل اهمیت و توجه روزافزون به امر ایمنی شهرها و ارائه تمهیداتی در زمینه پیشگیری و مقابله با آتش‌سوزی و حادثه از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است (هادیانی و کاظمی راد، ۱۳۸۹). حیثی و مسائلی برای درمانگاه (با مقیاس عملکردی ناحیه) شعاع دسترسی ۶۵۰ الی ۷۵۰ متر و برای بیمارستان (با مقیاس عملکردی شهری) شعاع دسترسی ۱ الی ۵/۱ کیلومتر را پیشنهاد می‌دهند.

۳-۱. شناخت محدوده مورد مطالعه

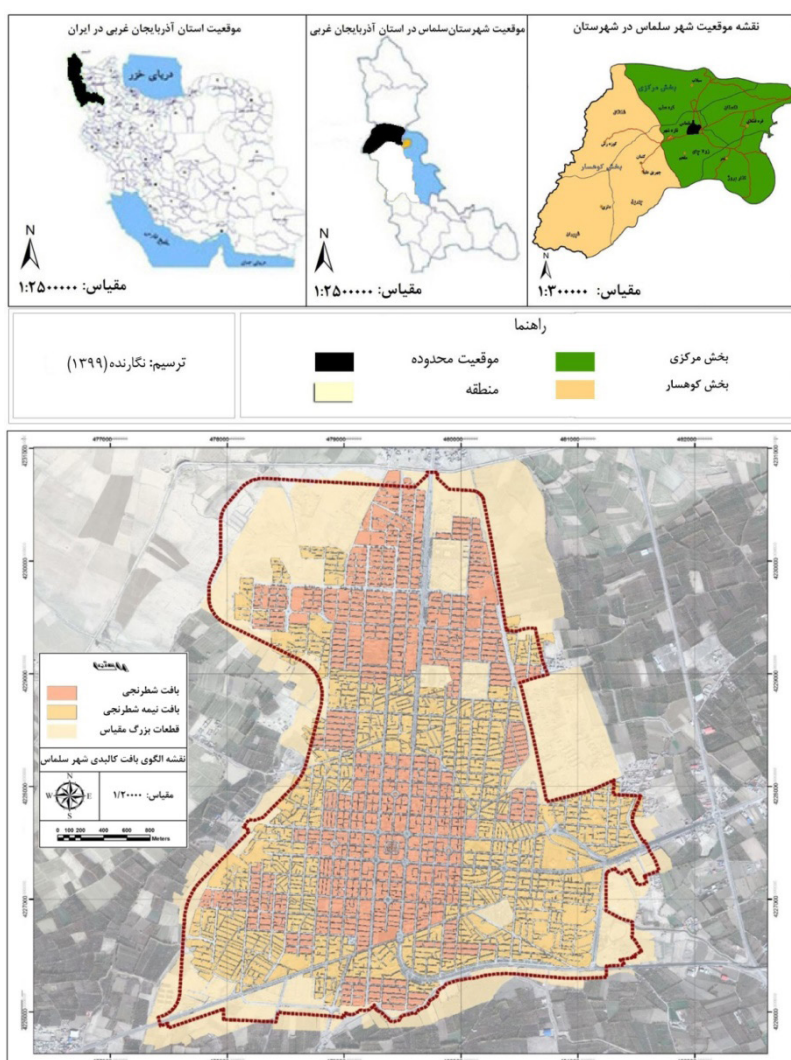
شهر سلماس در طول‌های جغرافیایی $38^{\circ}18'00''$ و $38^{\circ}11'30''$ و درجه شرقی و عرض‌های جغرافیایی $44^{\circ}46'00''$ و $45^{\circ}2'00''$ و آذربایجان غربی قرار گرفته است. فاصله سلماس از ارومیه ۹۲ کیلومتر، از خوی ۴۵ کیلومتر و از شبستر و تسوج به ترتیب ۹۲ و ۵۵ کیلومتر است (مهندسین مشاور فرهنگ، ۱۳۹۷: ۲۰). جمعیت شهر سلماس بر اساس نتایج سرشماری ۱۳۹۵، ۹۲۸۱۱ نفر با ۲۷۱۱۵ خانوار می‌باشد. شهر سلماس پس از وقوع زلزله ۱۳۰۹ بر اساس طرحی کاملاً شطرنجی از نو تصویر گرفت. لذا بخش عمده‌ای از بافت شهری امروز آن ماحصل هسته شطرنجی اولیه و توسعه‌هایی است که به تبعیت از هسته اولیه در امتداد محورهای اصلی، بر اساس تداوم الگوی شطرنجی پیشین تصویر گرفته است. بخش عمده‌ای از بافت شهری نیمه شطرنجی در بافت میانی شهر قرار دارد که در دوره‌های بعد از تصویر گیری هسته اولیه شهر به وجود آمده‌اند و بخشی دیگر حاصل رشد غیرقانونی و خارج از ضوابط و مقررات شهری در طول دوره‌های مختلف زمانی می‌باشد. این بافت را می‌توان ترکیبی از رشد خود به خودی و آگاهانه شهرسازی دانست. بخش زیادی از این گونه بافت‌ها در شهر سلماس مربوط به تفکیک خارج از ضابطه‌های شهرسازی زمین‌های کشاورزی و باغات پیرامون هسته اولیه شهر است (مهندسین مشاور فرهنگ، ۱۳۹۷: ۱۹۶-۱۹۷). نتایج حاصل از تحلیل نقشه الگوی بافت شهر سلماس بیانگر آن است که ۴۸٪ از محدوده شهر بافت شطرنجی منظم و نامنظم و ۵۲ درصد بافت نیمه شطرنجی دارد (شکل ۱).

۴-۱. روش تحقیق

این تحقیق با توجه به هدف آن از نوع تحقیقات کاربردی بوده و با توجه به روش انجام کار، از ماهیتی تحلیلی برخوردار می‌باشد. گردآوری اطلاعات از طریق مطالعات کتابخانه‌ای، مقالات موجود، مطالعات میدانی و اطلاعات سرشماری مرکز آمار ایران در سال ۱۳۹۵ صورت گرفته است. بدین‌صورت که پس از مطالعه و بررسی اسناد و منابع مرتبط با پدافند غیرعامل، شاخص‌های مؤثر آسیب‌پذیری از منظر پدافند غیرعامل استخراج شده و سپس با توجه به موجود بودن اطلاعات شاخص‌های مؤثر در تعیین آسیب‌پذیری برای شهر سلماس، ۱۴ شاخص از بین عوامل مختلف تأثیرگذار برای رسیدن به خروجی تحقیق انتخاب شده است. این شاخص‌ها شامل تراکم ساختمانی، مساحت قطعات، فاصله از گسل، تراکم جمعیتی، کیفیت ابنیه، قدمت ابنیه، سازه

امروزه فضاهای باز نقش مهمی در کاهش وسعت و دامنه آسیب‌پذیری شهر در برابر تهدیدات انسان‌ساخت و طبیعی و بالا بردن قابلیت‌های دفاعی آن دارند. در مورد کاربری نیز، کاربری‌های اراضی همجوار شهری، اثرات خارجی بر روی یکدیگر دارند که این تأثیرات می‌تواند مثبت و یا منفی باشد. اثرات مثبت منجر به افزایش کاربری به میزانی می‌شود که کاربری‌های اراضی همجوار به توسعه پایدار و شیوه بهتر زندگی منجر می‌شود، در حالی که اثرات منفی به کاهش کاربری، کاهش ارزش کاربری و حتی ایجاد تهدیدات مختلف برای کاربری مورد منجر خواهد شد (Taleai, 2007). شاخص کیفیت ابنیه تأثیر مهمی بر میزان آسیب‌پذیری ساختمان دارد. احتمال مقاومت ساختمان‌های با کیفیت بالا (نوساز) در مقابل موشک‌باران نسبت به ساختمان‌های مخروبه و تخریبی بیشتر است. همچنین شاخص جنس مصالح ابنیه (سازه بنا) تأثیر مهمی در چگونگی پایداری ساختمان‌ها بر عهده دارد. اسکلت‌های فلزی و بتن مسلح نسبت به بناهای خشتی و گلی مقاومت بیشتری داشته و حتی در صورت تخریب، آتش‌سوزی ایجاد در آن‌ها کمتر است. قدمت ابنیه نیز نقش مهمی در میزان آسیب‌پذیری بناها دارد. عملاً حتی اگر در یک ساختمان تمامی موازین مقاوم‌سازی رعایت شده باشد، بناهایی که قدمت بیشتری دارند، از خطر تخریب بیشتری برخوردارند (صالح نسب و کلانتری و پیوسته گر، ۱۳۹۷: ۸).

بدیهی است تأسیس پدیده‌های انسان‌ساخت در حوالی گسل‌ها می‌تواند مقدار آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر زلزله را افزایش دهد. لذا با نزدیک شدن به محدوده گسل انتظار بالا رفتن مقدار آسیب‌پذیری بیشتر می‌شود (خدادادی و انتظاری و ساسان پور، ۱۳۹۹: ۱۰۷). در شهرها بافت‌های فرسوده از محدوده‌های آسیب‌پذیر در برابر مخاطرات طبیعی به شمار می‌آیند که نیازمند برنامه‌ریزی و مداخله هماهنگ برای سامان یابی هستند. مشخصه این نوع بافت‌ها ناپایداری و مجموعه‌ای از نارسایی‌های کالبدی، عملکردی، حرکتی، زیست‌محیطی، اجتماعی اقتصادی و مدیریتی است (علوی و همکاران، ۱۳۹۵: ۷۳). در مورد الگوی بافت شهری می‌توان گفت که بافت منظم شهری نسبت به بافت نامنظم مقاومت بیشتری دارد و علاوه بر این درجه ایمنی بافت گسسته در برابر خطر بلاهای طبیعی بیشتر از درجه ایمنی بافت پیوسته انتظار می‌رود. شایان ذکر است که واکنش هر نوع بافت شهری در هنگام وقوع بلایای طبیعی در قابلیت‌های گریز و پناه‌گیری ساکنان در امکان دهی خدمات‌رسانی و کمک‌رسانی نیروهای امدادی و یا چگونگی پاک‌سازی و بازسازی و حتی اسکان موقت تأثیر مستقیم دارد.



شکل ۱: موقعیت شهر سلماس و الگوی بافت کالبدی

GAMS^۲ شده و مورد محاسبه و تحلیل قرار گرفته است. وزن‌های محاسبه شده با مقدار ۱/۴ بدست آمده برای ۱۰ پرسشنامه ۰/۹۷/۰ بوده که با توجه به نزدیکی آن به عدد صفر نشان‌دهنده ثبات و سازگاری وزن‌های محاسبه شده می‌باشد. جهت انجام تحلیل‌های مکانی ابتدا لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌ها در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی رقومی سازی و ویرایش شده و با تبدیل لایه‌های اطلاعاتی به رستر و طبقه‌بندی آن‌ها، ضریب اهمیت محاسبه شده از روش BWM در هر یک از شاخص‌ها ضرب شده و با به‌کارگیری جمع وزنی به ترکیب شاخص‌ها جهت سنجش میزان آسیب‌پذیری به تفکیک بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر سلماس پرداخته شده است (شکل ۲).

این‌به، نمای این‌به، فاصله از مراکز امداد و نجات، فاصله از فضاهای باز شهری، فاصله از مراکز خطرآفرین، محدوده بافت فرسوده، فاصله از معابر اصلی و الگوی بافت شهری می‌باشد. با توجه به اینکه هرکدام از شاخص‌های مؤثر در تعیین آسیب‌پذیری ضریب اهمیت متفاوتی دارند، لذا در این مقاله از نظرات نخبگان جهت تعیین وزن (ضریب اهمیت) شاخص‌ها استفاده شده است. برای وزن‌دهی به شاخص‌ها براساس روش BWM^۱، تعداد ۱۰ پرسشنامه که محتوای آن بر اساس مقایسه زوجی شاخص‌ها که مبتنی بر ارجحیت بهترین شاخص بر سایر شاخص‌ها و نیز ارجحیت شاخص‌های دیگر بر بدترین شاخص می‌باشد، تدوین شده است. در قدم بعدی داده‌های پرسشنامه‌ها وارد نرم‌افزار

2 - General Algebraic Modeling System

1- Best Worst Method



شکل ۲: فرآیند انجام تحقیق

۲. بحث و یافته‌ها

بار در سال ۲۰۱۵ طی یک مدل غیرخطی بیان شد سپس در سال ۲۰۱۶ مدل خطی آن نیز در مقاله‌ای ارائه گشت. بر اساس روش بهترین-بدترین (که در سال ۲۰۱۵ توسط رضایی ارائه شده است) بهترین و بدترین شاخص به وسیله تصمیم‌گیرنده مشخص شده و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها انجام می‌شود. سپس یک مسأله حداکثر حداقل برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌گردد. هم‌چنین در این روش یک فرمول برای محاسبه نرخ ناسازگاری جهت بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته شد. جهت تحلیل این روش نیز همانند دیگر روش‌های تصمیم‌گیری باید ماتریس تصمیم یا پرسشنامه BWM طراحی گردد. این پرسشنامه در واقع مقایسه زوجی بهترین معیار با دیگر معیارها و دیگر معیارها با بدترین معیار است. منظور از بهترین معیار، آن معیاری است که در سیستم اهمیت بیشتری نسبت به بقیه دارد و بدترین معیار آن معیاری

پس از مطالعه و بررسی اسناد و منابع مرتبط با پدافند غیرعامل، شاخص‌های مؤثر آسیب‌پذیری از منظر پدافند غیرعامل استخراج شده و سپس با توجه به موجود بودن اطلاعات شاخص‌های مؤثر در تعیین آسیب‌پذیری برای شهر سلماس، ۱۴ شاخص از بین عوامل مختلف تأثیرگذار بر آسیب‌پذیری برای رسیدن به خروجی تحقیق انتخاب شده است. با توجه به اینکه برخی شاخص‌های مورد بررسی در این تحقیق کمی و برخی کیفی می‌باشند برای مقایسه وضعیت شاخص‌ها و وزن‌دهی به آن‌ها در شهر مورد مطالعه، از بین روش‌های ارزیابی چند معیاری متعددی که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته‌اند، روش چند معیاری BWM انتخاب شده است. روش BWM یا روش بهترین-بدترین یکی از روش‌های نوین تصمیم‌گیری چند معیاره است که هدف آن محاسبه وزن شاخص‌های پژوهش است. این روش توسط دکتر رضایی برای اولین

است که اهمیت کمتری نسبت به دیگر معیارها دارد. از جمله ویژگی‌های برجسته این روش نسبت به سایر روش‌های MCDM می‌توان به موارد زیر اشاره نمود (سایت صنایع ۲۰).

این روش به‌طور گسترده‌ای در دستیابی به یکپارچگی و سهولت، نسبت به روش AHP سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش به دلیل چندین ویژگی برجسته یک روش قوی به حساب می‌آید از جمله داده‌های کمتر و مقایسات نیز سازگارتر هستند که می‌توان پیچیدگی و زمان لازم را برای ارزیابی تصمیم‌گیری کاهش دهد، دوم به پاسخ‌دهندگان کمتری نیازمند است، سوم فقط از اعداد صحیح استفاده کرده که در مقایسه با روش‌های کسری برای تصمیم‌گیرندگان قابل فهم‌تر است و در نهایت از رویکرد جمع‌آوری داده‌های ساخته یافته برای به حداقل رساندن تناقضات در مقایسات زوجی استفاده می‌کند. حال با توصیف ویژگی‌هایی که بیان شد به معرفی مراحل انجام روش BWM می‌پردازیم. رضایی پنج مرحله را برای تبیین وزن معیارهای تصمیم‌گیری به شرح زیر ارائه داد (پوستچی و تقی زاده، ۱۳۹۷).

مرحله اول: مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم‌گیری توسط کارشناسان تعیین می‌شود.

$$\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$$

مرحله دوم: بهترین و بدترین معیار توسط کارشناسان معین می‌شود:

در این مرحله براساس مجموعه‌ای از معیارهای ذکرشده در مرحله قبل به تعیین بهترین و بدترین معیار توسط کارشناسان می‌پردازیم.

مرحله سوم: اولی‌تری از بهترین معیار بر همه معیارها با استفاده از یک اعداد از ۱ تا ۹ تعیین می‌شود: که به بردار (بهترین نسبت به معیارهای دیگر) معروف است:

$$AB = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$$

در جایی که a_{Bj} نشان‌دهنده اولی‌تری از بهترین معیار B بر تمام معیارهای j و واضح است که $a_{BB} = 1$

مرحله چهارم: اولی‌تری از معیارهای دیگر بر بدترین معیار با استفاده از یک عدد ۱ تا ۹ تعیین می‌شود که به بردار (معیارهای دیگر نسبت به بدترین) معروف است.

$$A_w = (a_{w1}, a_{w2}, \dots, a_{wn})^T$$

در جایی که a_{wj} نشان‌دهنده اولی‌تری از همه معیارهای j بر بدترین معیار W و واضح است که $a_{ww} = 1$.

مرحله پنجم: پیدا کردن وزن‌های بهینه $(W_1, W_2, \dots, W_n)$.

با توجه به شرایط سازگاری، وزن‌های مطلوب برای هر معیار، بدین‌صورت که برای هر جفت از $W_b/W_j, W_j/W_b$ ما داریم: $W_b/W_j = a_{bj}, W_j/W_b = a_{jb}$. برای رفع این شرایط برای jها باید یک راه‌حل را پیدا کرده تا بتوانیم حداکثر اختلاف مطلق را به حداقل برسانیم

$$\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right|, \left| \frac{w_b}{w_j} - a_{bj} \right|$$

برای همه jها. برای برآورده شدن همه این شرایط و با داشتن شرایط غیرمنفی و مجموع وزن‌ها، با حل مسأله زیر وزن‌های بهینه را به دست خواهیم آورد:

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{w_b}{w_j} - a_{bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \right\}$$

s.t:

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0, \text{ for all } j.$$

مسأله را همچنین می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد در جایی که W_B نشان‌دهنده وزن با اهمیت‌ترین معیار، W_w نشان‌دهنده وزن کم‌اهمیت‌ترین معیار، $a_{ik} \times a_{kj} = a_{ij}$ به ازای i و j یانگر ماتریس مقایسات زوجی کاملاً سازگار خواهد بود.

Min ε

s.t:

$$\left| \frac{w_b}{w_j} - a_{bj} \right| \leq \varepsilon, \text{ for all } j$$

$$\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \varepsilon, \text{ for all } j$$

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0, \text{ for all } j.$$

در این مواقع به جای به حداقل رساندن حداکثر مقدار

$$\left\{ \left| \frac{w_b}{w_j} - a_{bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \right\}$$

ما باید حداکثر مقدار مجموعه‌ای از آن‌ها را به حداقل

$$\left\{ \left| w_j - a_{jw} w_w \right|, \left| w_b - a_{bj} w_j \right| \right\}$$

برسانیم، راه‌حل را ارائه می‌دهد. مسأله بالا می‌تواند به مسأله زیر تبدیل شود:

Min ε

s.t:

$$\left| \frac{w_b}{w_j} - a_{bj} \right| \leq \varepsilon, \text{ for all } j$$

$$\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \varepsilon, \text{ for all } j$$

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0, \text{ for all } j.$$

به صفر باشد، یک سطح بالایی از ثبات و سازگاری را نشان می‌دهد.

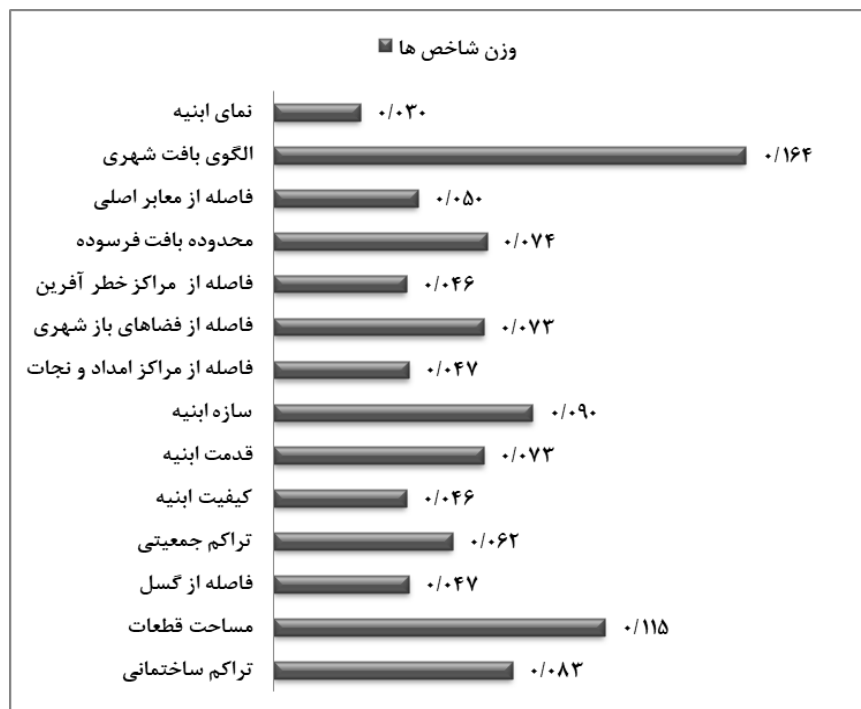
مجموع محاسبات فوق در نرم‌افزار GAMS انجام گرفته و نشان‌دهنده وزن نهایی شاخص‌های ۱۴ گانه می‌باشد که بیش‌ترین وزن بدست آمده مربوط به شاخص الگوی بافت شهری با ۱۶۴/۰ و کم‌ترین وزن مربوط به شاخص نمای ابنیه با ضریب اهمیت ۰۳۰/۰ می‌باشد (نمودار ۱). میانگین مقدار ε^1 بدست آمده برای ۱۰ پرسشنامه ۰۹۷/۰ بوده که با توجه به نزدیکی آن به عدد صفر نشان‌دهنده ثبات و سازگاری وزن‌های محاسبه شده می‌باشد.

پس از تعیین وزن شاخص‌ها با مدل BWM، در مرحله بعد جهت انجام تحلیل‌های مکانی به رقومی سازی و ایجاد پایگاه اطلاعاتی هر یک از شاخص‌ها در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته شده است. این اطلاعات از طرح‌های توسعه شهر سلماس شامل طرح جامع، طرح تفصیلی و برداشت‌های میدانی محقق بدست آمده به‌طوری که این مرحله بیش‌ترین زمان تحقیق را به خود اختصاص داده است. در گام بعدی

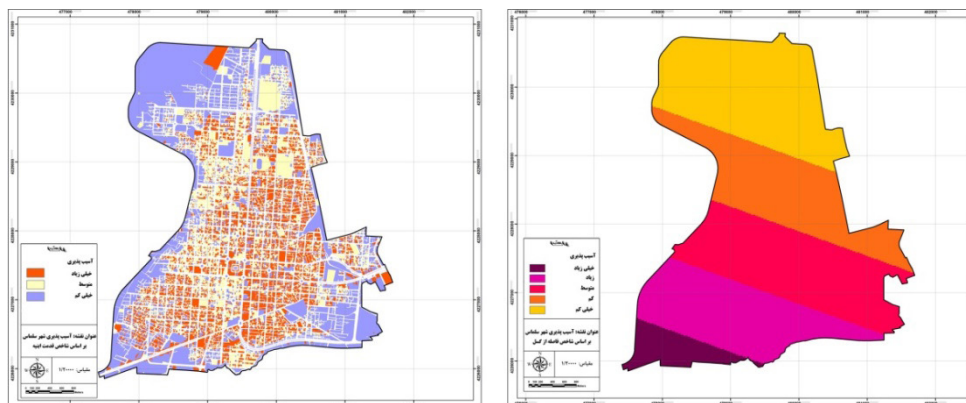
مسئله بالا به‌عنوان یک مسئله بهینه‌سازی خطی به صورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$\begin{aligned} \text{Min } \varepsilon^1 \\ \text{s.t:} \\ |w_B - a_{Bj} w_j| &\leq \varepsilon^1, \text{ for all } j \\ |w_j - a_{jW} w_W| &\leq \varepsilon^1, \text{ for all } j \\ \sum_j w_j &= 1 \\ w_j &\geq 0, \text{ for all } j. \end{aligned}$$

مسئله فوق یک مسئله بهینه‌سازی خطی با یک پاسخ منحصر به فرد بوده، ضمایم مقادیر برای وزن‌های بهینه $(W_1, W_2, \dots, W_n)$ و ε^1 با حل مدل غیرخطی حاصل می‌شود. قابل ذکر است که برای مقایسه سیستم‌های به‌طور کاملاً ناسازگار با بیش از سه معیار، احتمالاً بیش از یک راه‌حل بهینه وجود خواهد داشت. که این از ویژگی‌های مدل خطی BWM است، که اطلاعات بیشتری را در مورد راه‌حل بهینه ارائه می‌دهد. در مدل ارائه شده، مقدار ε^1 را می‌توان به‌طور مستقیم به‌عنوان یک شاخصی از سازگاری مقایسات که هرچقدر نزدیک



نمودار ۱: وزن نهایی محاسبه شده شاخص‌ها با روش BWM



شکل ۳: نقشه آسیب پذیری شهر سلماس بر اساس شاخص های قدمت ابنیه و فاصله از گسل

گرفته است. در بافت نیمه شطرنجی ۵ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۳۲ درصد در پهنه آسیب پذیری کم، ۳۲ درصد در پهنه آسیب پذیری متوسط، ۲۷ درصد در پهنه آسیب پذیری زیاد و ۴ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است (شکل ۳).

ارزیابی شاخص مساحت قطعات بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۵۵ درصد مساحت آن در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۲ درصد در پهنه آسیب پذیری کم، ۸ درصد در پهنه آسیب پذیری متوسط، ۲۷ درصد در پهنه آسیب پذیری زیاد و ۷ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در بافت نیمه شطرنجی نیز ۳۰ درصد مساحت آن در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۳ درصد در پهنه آسیب پذیری کم، ۸ درصد در پهنه آسیب پذیری متوسط، ۳۹ درصد در پهنه آسیب پذیری زیاد و ۲۰ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. تحلیل شاخص الگوی بافت شهر سلماس بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۱۰۰ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی کم و در بافت نیمه شطرنجی ۱۰۰ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است (شکل ۴).

بررسی شاخص فاصله از فضاها یا باز شهری بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۱۲ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۱۱ درصد در پهنه آسیب پذیری کم، ۲۵ درصد در پهنه آسیب پذیری متوسط، ۳۵ درصد در پهنه آسیب پذیری زیاد و ۱۷ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در بافت نیمه شطرنجی نیز ۱۳ درصد مساحت آن در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۱۵ درصد در پهنه آسیب پذیری کم، ۳۰ درصد در پهنه آسیب پذیری متوسط، ۳۳ درصد در پهنه آسیب پذیری زیاد و ۹ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است.

عملیات ژئورفرنس^۱ کردن لایه های اطلاعاتی بر اساس قرارگیری شهر سلماس در UTM: Zone 38^۲ اجرا شده و در نهایت ساخت نقشه های معیار انجام شده است. پس از تهیه لایه های اطلاعاتی، تمامی شاخص های فوق با استفاده از ابزار Conversion Tools به نقشه های رستری تبدیل شده است. با توجه به اینکه نقشه های رستری فاقد جدول توصیفی برای تحلیل شاخص ها می باشند و برای انجام تحلیل شاخص ها و سنجش میزان آسیب پذیری در شهر سلماس نیاز به طبقه بندی مجدد شاخص ها بر اساس هدف تحقیق وجود دارد لذا بر همین اساس پس از تبدیل تمامی لایه های اطلاعاتی به فرمت رستر، عملیات Reclassify^۴ کردن رسترهای تولید شده در نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی صورت گرفته است تا تمامی شاخص ها بر اساس هدف تحقیق استاندارد شوند.

تحلیل شاخص قدمت ابنیه در شهر سلماس بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۵۴ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۲۵ درصد در پهنه آسیب پذیری متوسط و ۲۱ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در بافت نیمه شطرنجی ۴۳ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۲۳ درصد در پهنه آسیب پذیری متوسط و ۳۴ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است.

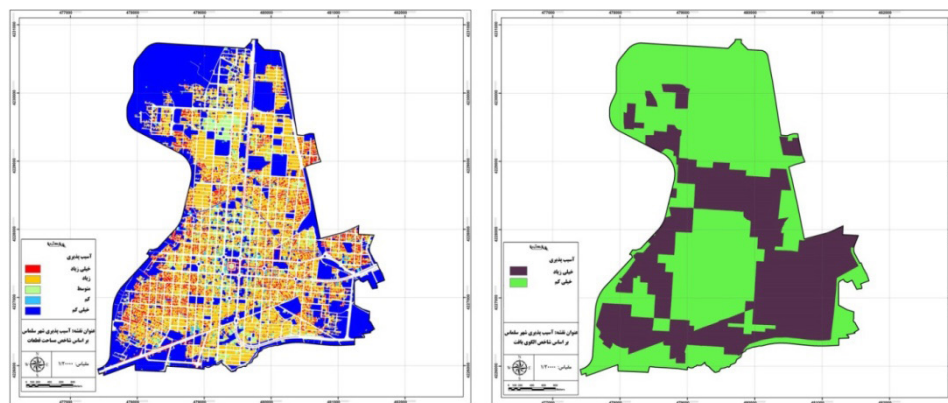
بررسی شاخص فاصله از گسل بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۴۴ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی کم، ۱۳ درصد در پهنه آسیب پذیری کم، ۲۰ درصد در پهنه آسیب پذیری متوسط، ۱۶ درصد در پهنه آسیب پذیری زیاد و ۶ درصد در پهنه آسیب پذیری خیلی زیاد قرار

1 - Georeference

- سامانه مختصات جهانی مرکاتور معکوس ۲

3 - Raster

- طبقه بندی مجدد ۴



شکل ۴: نقشه آسیب‌پذیری شهر سلماس بر اساس شاخص‌های مساحت قطعات و الگوی بافت

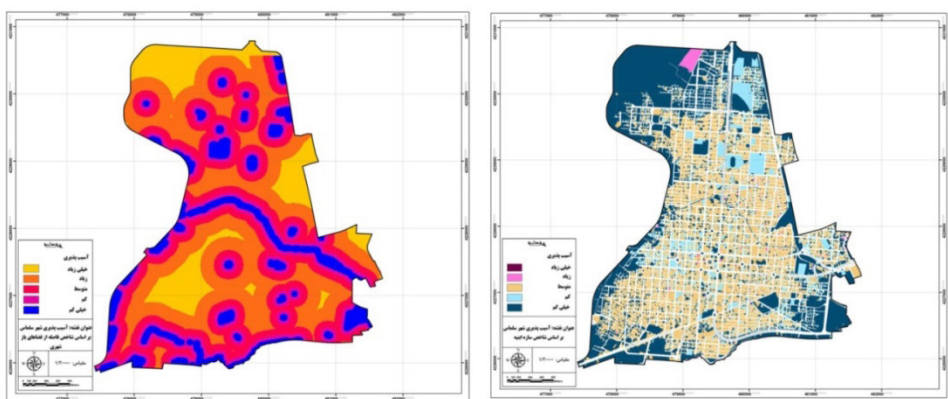
بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است.

بررسی شاخص محدوده بافت فرسوده بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۸۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم و ۲۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در بافت نیمه شطرنجی ۹۳ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم و ۷ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است (شکل ۶).

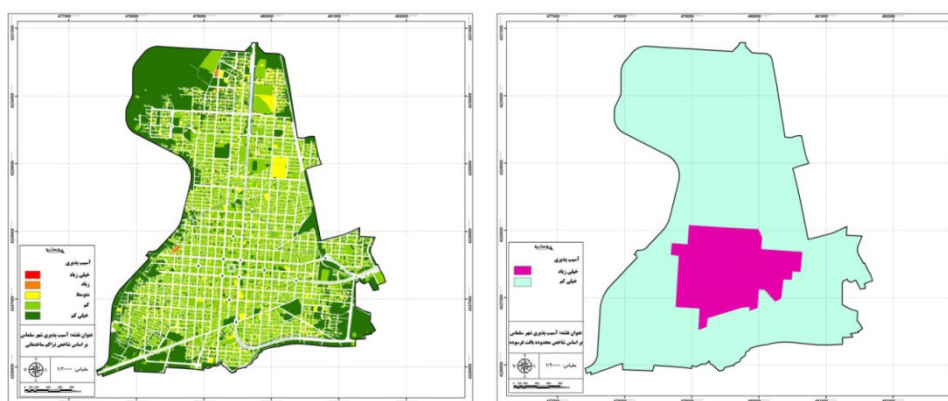
بررسی شاخص کیفیت ابنیه در شهر سلماس بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۵۴ درصد از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳۲ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۴ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در بافت نیمه شطرنجی ۴۳ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۴۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است.

تحلیل شاخص سازه ابنیه در شهر سلماس بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۵۲ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۴ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۳۳ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در بافت نیمه شطرنجی ۳۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۲ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۵۲ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. (شکل ۵).

تحلیل شاخص تراکم ساختمانی در شهر سلماس بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۴۷ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۴۳ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم و ۱۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و خیلی زیاد قرار گرفته است. در بافت نیمه شطرنجی ۳۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۶۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط و درصد



شکل ۵: نقشه آسیب‌پذیری شهر سلماس بر اساس شاخص‌های سازه ابنیه و فاصله از فضاهای باز شهری



شکل ۶: نقشه آسیب‌پذیری شهر سلماس بر اساس شاخص‌های محدوده بافت فرسوده و تراکم ساختمانی

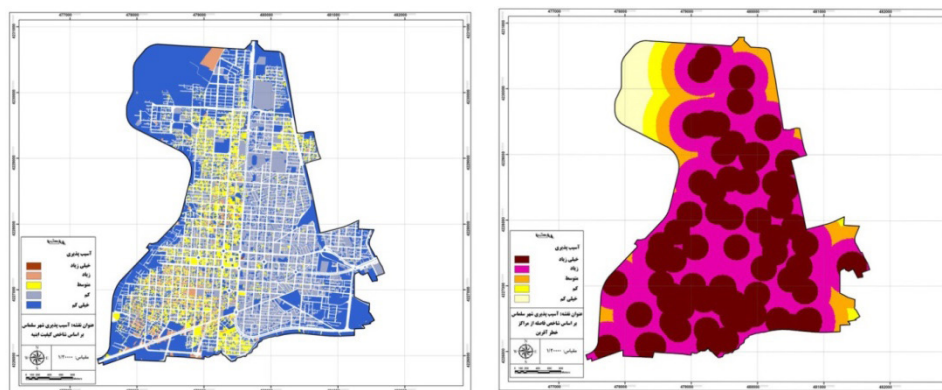
در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است.

بررسی شاخص فاصله از معابر اصلی در شهر سلماس بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۵۹ درصد از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۸ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۳ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در بافت نیمه شطرنجی ۶۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۲ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است (شکل ۸).

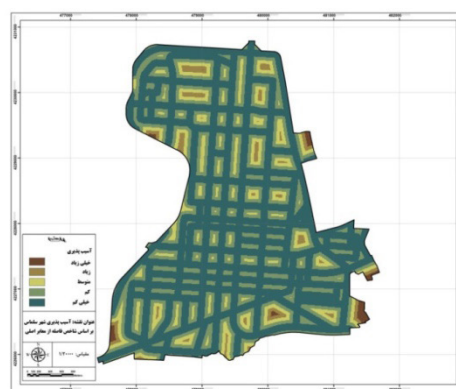
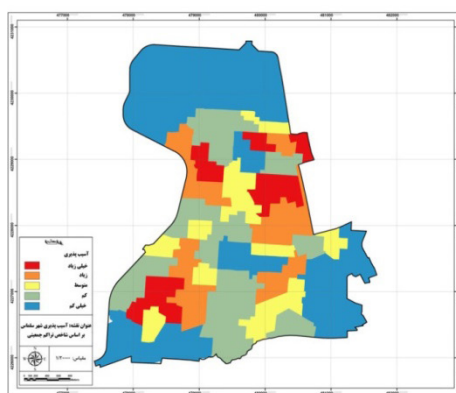
بررسی شاخص فاصله از مراکز امداد و نجات در شهر سلماس بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۳۷ درصد از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۳۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۱۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۷ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در بافت نیمه شطرنجی ۲۳ درصد در پهنه

تحلیل نتایج شاخص فاصله از مراکز خطرآفرین بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۶ درصد از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۴ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۸ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۳۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۴۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در بافت نیمه شطرنجی ۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۳۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۵۷ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است (شکل ۷).

تحلیل شاخص تراکم جمعیتی در شهر سلماس بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۴۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۲۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۸ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در بافت نیمه شطرنجی ۲۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۲۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۱۳ درصد



شکل ۷: نقشه آسیب‌پذیری شهر سلماس بر اساس شاخص‌های کیفیت ابنیه و فاصله از مراکز خطرآفرین



شکل ۸: نقشه آسیب‌پذیری شهر سلماس بر اساس شاخص‌های تراکم جمعیتی و فاصله از معابر اصلی

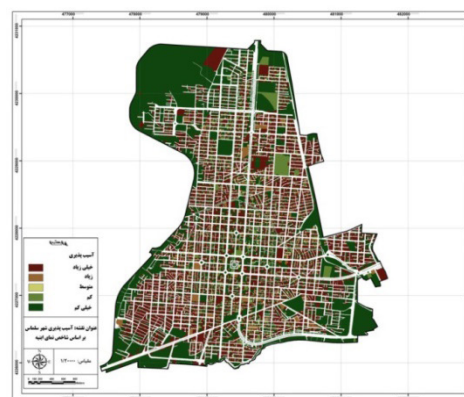
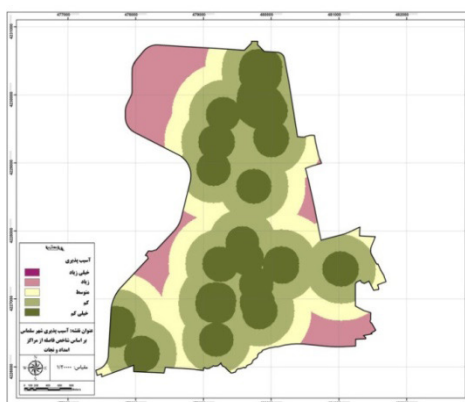
شطرنجی میانه اندام سلماس از دستور Weighted Sum و اعمال وزن‌های بدست آمده از روش BWM به ترکیب شاخص‌ها اقدام شده است.

نتایج حاصل از ترکیب شاخص‌ها در بافت شطرنجی شهر سلماس بیانگر آن است که ۲۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۴۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۲۵ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۳ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است. در پهنه نیمه شطرنجی شهر نیز ۲۱ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۱۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۲۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۲۲ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۱۸ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است (شکل ۱۰).

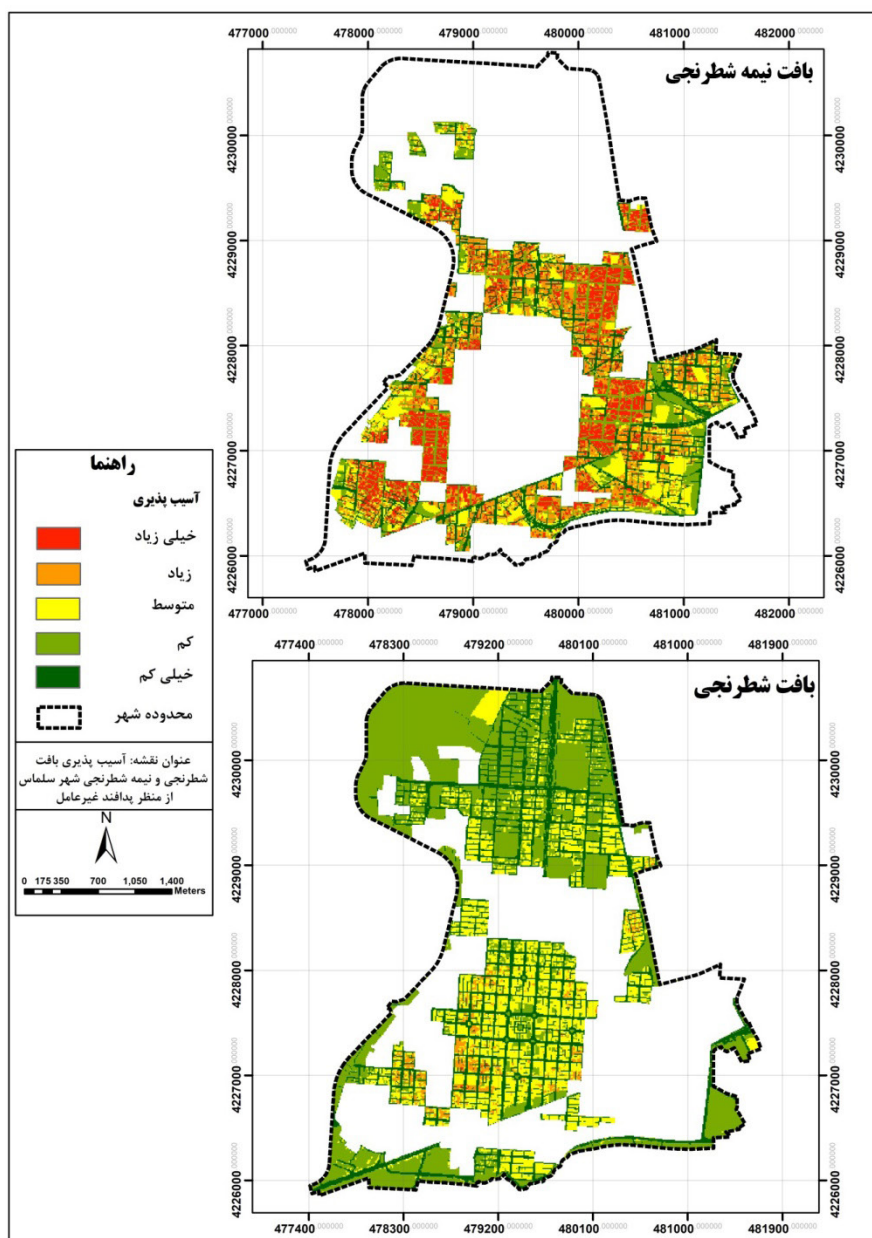
آسیب‌پذیری خیلی کم، ۴۲ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، ۲۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۱۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و درصد بسیار ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است.

تحلیل نتایج شاخص نمای ابنیه بیانگر آن است که در بافت شطرنجی ۵۹ درصد از محدوده در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، درصد ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۳ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۲۹ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد واقع شده است. در بافت نیمه شطرنجی ۴۰ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی کم، ۷ درصد در پهنه آسیب‌پذیری کم، درصد ناچیزی در پهنه آسیب‌پذیری متوسط، ۶ درصد در پهنه آسیب‌پذیری زیاد و ۴۷ درصد در پهنه آسیب‌پذیری خیلی زیاد قرار گرفته است (شکل ۹).

پس از اینکه شاخص‌های ۱۴ گانه پدافند غیرعامل در نرم‌افزار GIS، با استفاده از دستور Reclassify و بر اساس اهداف تحقیق مورد طبقه‌بندی و تحلیل قرار گرفتند، جهت رسیدن به نقشه آسیب‌پذیری شهر



شکل ۹: نقشه آسیب‌پذیری شهر سلماس بر اساس شاخص‌های فاصله از مراکز امداد و نجات و نمای ابنیه



شکل ۱۰: آسیب پذیری بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر سلماس بر اساس ترکیب شاخص های استاندارد شده وزن دار

۳. نتیجه گیری

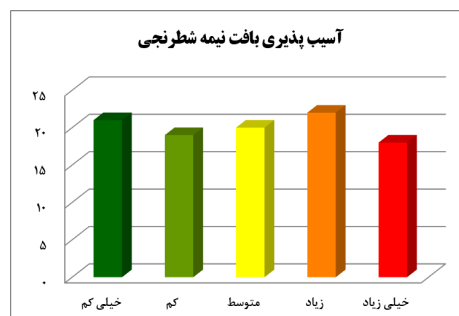
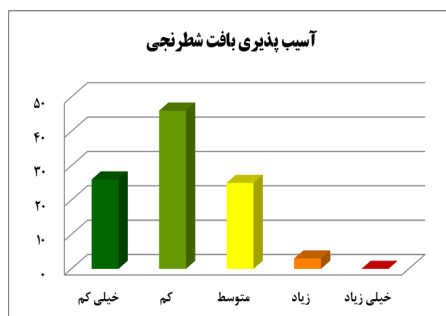
در این پژوهش جهت تحقق اهداف، ابتدا منابع کتابخانه‌ای مرتبط با شهرهای شطرنجی، شهرهای میانه اندام و پدافند غیرعامل مورد مطالعه قرار گرفته و از میان منابع مختلف، تعداد ۱۴ شاخص بر اساس نظرات نخبگان و موجود بودن اطلاعات انتخاب شده است. با توجه به اینکه هر یک از شاخص‌ها دارای ضریب اهمیت متفاوتی به لحاظ تأثیرگذاری بوده، در گام بعدی به منظور محاسبه وزن شاخص‌ها بر اساس روش تصمیم‌گیری چند معیاره BWM، ابتدا پرسشنامه مقایسه زوجی بهترین و بدترین شاخص با سایر شاخص‌ها، به صورت تصادفی و با تعداد نمونه استاندارد بین نخبگان شهرسازی توزیع شده و پس از وارد کردن و محاسبه داده‌ها در نرم‌افزار GAMS، نتایج مورد تحلیل قرار گرفته است. بیشتری وزن بدست آمده مربوط به شاخص الگوی بافت شهری و کم‌ترین وزن بدست آمده مربوط به شاخص نمای اینپه بوده است. در قدم بعدی با استفاده از داده‌های GIS اخذ شده از اداره راه و شهرسازی و شهرداری سلماس، پایگاه داده برای لایه‌های اطلاعاتی شاخص‌های ۱۴ در نرم‌افزار GIS تشکیل شده و عملیات آماده‌سازی، ویرایش، رقومی سازی لایه‌های اطلاعاتی اجرا شده است. در گام بعد برای اجرای تحلیل‌های مکانی، تمامی شاخص‌ها به فرمت Raster تبدیل شده و بر اساس هدف تحقیق و با استفاده از دستور Reclas-sify، عملیات استانداردسازی صورت گرفته است. نتایج حاصل از آسیب‌پذیری شاخص‌های ۱۴ گانه به تفکیک بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر سلماس در نمودار ۲ ارائه شده است.

در گام نهایی وزن بدست آمده از روش BWM در تک‌تک شاخص‌های استاندارد ضرب شده و در نهایت ترکیب شده است. خروجی حاصله نقشه آسیب‌پذیری شهر سلماس به تفکیک بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل می‌باشد. در

نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت میزان آسیب‌پذیری در بافت شطرنجی نسبت به بافت نیمه شطرنجی کمتر می‌باشد.

پس از اینکه مدل آسیب‌پذیری شهر سلماس بر اساس شاخص‌های پدافند غیرعامل بدست آمد در پایان پیشنهادهای جهت بهبود شاخص‌های پدافند غیرعامل و نیز کاهش آسیب‌پذیری شهر سلماس ارائه شده است:

- بهره‌گیری از مدل پیشنهادی در طرح‌های توسعه شهر سلماس
- تدوین مطالعات جامع پدافند غیرعامل برای شهر سلماس
- بهره‌مندی از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مدیریت بحران شهر سلماس
- توزیع فضایی پراکنده زیرساخت‌های اصلی شهر
- استفاده از نظر کارشناسان مرتبط با مسائل شهر و حاکم بر موضوعات پدافند غیرعامل.
- بهسازی، نوسازی و مقاوم‌سازی بافت‌های فرسوده مسکونی یا تخریب کاربری‌های فرسوده در بخش مرکزی شهر
- توانمندسازی ساکنان بافت فرسوده (آموزش، ایجاد اشتغال، حمایت و ارائه تسهیلات)
- احداث فضاهای سبز در محدوده‌های پرخطر جهت کاهش خطر زمین‌لغزش
- ایجاد پایگاه‌های اسکان و امداد و نجات در نزدیکی محدوده‌های پرخطر شهر
- رعایت تناسب عرض معابر درون محله‌ای با ارتفاع ساختمان‌ها
- تغییر ساختار شهری سلماس از حالت تک‌هسته‌ای به چندهسته‌ای به منظور کاهش تراکم جمعیتی در



نمودار ۲: سنجش آسیب‌پذیری بافت شطرنجی و نیمه شطرنجی شهر سلماس با تأکید بر پدافند غیرعامل

- مرکز شهر و توزیع متعادل خدمات و دارایی‌ها
- به کارگیری اصول اختلاط کاربری‌ها در ساخت‌وسازهای شهری موجود و جدید شهر سلماتس
- تجمیع قطعات کوچک در بافت فرسوده شهری و سکونتگاه‌های حاشیه شهر
- مکان‌یابی مراکز امداد و نجات بر اساس تراکم جمعیتی و درجه خطر کاربری‌ها
- حفظ پیوستگی الگوی بافت شطرنجی در ساخت‌وسازهای جدید شهری

منابع

۱. پوستچی، احمد و تقی زاده. رحیم (۱۳۹۷)، اولویت‌های سرمایه‌گذاری صنعتی در ایران با استفاده از BWM-PRO، METHEE، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. خدادادی، فاطمه، انتظاری، مژگان و ساسان پور، فرزانه (۱۳۹۹)، تحلیل آسیب‌پذیری شهری در برابر مخاطره زلزله با روش ELECTRE FUZZY (مطالعه موردی: کلان‌شهر کرج)، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال ۲۰، شماره ۵۶، صص ۱۱۳-۹۳.
۳. رحم بزی، خدا، خمیری، منصور و معموری، ابراهیم (۱۳۹۷)، ارزیابی فضایی آسیب‌پذیری کاربری‌های استراتژیک و خطرپذیر شهر گرگان بر اساس رویکرد پدافند غیرعامل، مطالعات ساختار و کارکرد شهری، سال ۵، شماره ۱۷، صص ۶۹-۹۲.
۴. رئیس، سپیده، مؤمنی، کورش، بمانیان، محمدرضا و مودت، الیاس (۱۳۹۸)، رتبه‌بندی مناطق شهری جهت مکان‌یابی فضاهای امن براساس معیارهای مدیریت بحران و پدافند غیرعامل با استفاده از مدل VIKOR مطالعه موردی: کلان‌شهر اهواز، مدیریت شهری، شماره ۵۷، صص ۵۷-۴۱.
۵. سرمدی، حمید، شهناز، علی‌اکبر، احمدزاده، محمد و رادمرد، سعید (۱۳۹۲)، بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه معابر شهر تبریز با رویکرد مدیریت بحران در زمان زلزله، ششمین کنگره انجمن ژئوپلیتیک ایران، دانشگاه فردوسی، مشهد.
۶. ساسان پور، فرزانه، شمعی، علی، افسر، مجید و سعیدپور، شراره (۱۳۹۶)، بررسی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهر در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) (مطالعه موردی: محله محتشم کاشان)، مخاطرات محیط طبیعی، شماره ۶، صص ۱۰۳-۱۲۲.
۷. شاهپوندی، احمد (۱۳۹۶)، سنجش میزان آسیب‌پذیری محلات شهری در تطابق با اصول پدافند غیرعامل، مدیریت بحران، شماره ۱۱، صص ۴۷-۶۲.
۸. صالح نسب، ابودر، کلانتری، حسین و پیوسته گر، یعقوب (۱۳۹۷)، بررسی آسیب‌پذیری شهرها با رویکرد پدافند غیرعامل در منطقه ۶ شهر تهران، شهر ایمن، دوره ۱، شماره ۳، صص ۱-۱۴.
۹. علوی، علی، ابراهیمی، محمد، نجف پور، بهمن و خالدی، عبدالله (۱۳۹۵)، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر میناب در برابر زمین‌لرزه، مدیریت بحران، شماره ۹، صص ۷۱-۸۲.
۱۰. مهندسین مشاور فرهنگ (۱۳۹۷)، طرح جامع شهر سلماتس، اداره کل راه و شهرسازی استان آذربایجان غربی.
۱۱. معروفی، ایوب، سجادی، ژیل و رستمی، حسین (۱۳۹۸)، ارزیابی آسیب‌پذیری مکانی زیرساخت‌های استان آذربایجان غربی با رویکرد پدافند غیرعامل، نشریه پدافند غیرعامل، سال ۱۰، شماره ۱، صص ۹۷-۱۰۸.
۱۲. مودت، الیاس، ملکی، سعید و دیده بان. محمد (۱۳۹۸)، پهنه‌بندی آسیب‌پذیری شهری با رویکرد پدافند غیرعامل و مدل‌سازی VIKOR مطالعه موردی کلان‌شهر اهواز، نشریه پدافند غیرعامل، سال ۱۰، شماره ۳، صص ۶۳-۷۴.
۱۳. محسنی، محمد و قربانی، علی (۱۳۹۸)، تأثیر میزان اشراف دستگاه نظارت بر رعایت و اجرای مؤلفه‌های پدافند غیرعامل، نشریه عمران و پروژه، سال ۱، شماره ۳، صص ۲۹-۳۹.
۱۴. معرب، یاسر، سپهرزاد، بهناز و نادری، مصطفی (۱۳۹۹)، ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در برابر زلزله با رویکرد پدافند غیرعامل: (مطالعه موردی: منطقه ۲ شهر تهران)، نشریه علمی پدافند غیرعامل، سال ۱۱، شماره ۲، پیاپی ۴۳، صص ۳۱-۴۷.
۱۵. مؤمنی، کورش (۱۳۹۷)، طیف‌بندی ایمنی شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از مدل Antropy-COPRAS، مطالعه موردی کلان‌شهر اهواز، مدیریت شهری، شماره ۵۲، صص ۴۸-۳۵.
۱۶. نظم فر، حسین و علوی، سعیده (۱۳۹۷)، ارزیابی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری در برابر شدت‌های مختلف زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۹ شهرداری تهران)، اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۷، شماره ۶۸، صص ۱۶۵-۱۸۱.
۱۷. هادیانی، زهر و کاظمی راد، شمس اله (۱۳۸۹)، مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از روش تحلیل شبکه و مدل AHP در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر قم)، فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۷، صص ۹۹-۱۱۲.
۱۸. هاشمی فشارکی، جواد و شکیبامنش. امیر (۱۳۹۰)، طراحی شهری از منظر دفاع غیرعامل، تهران، انتشارات بوستان حمید.
19. Ahsan, M. N., & Warner, J. (2014). The Socioeconomic Vulnerability Index: A Pragmatic Approach for Assessing Climate Change Led Risks—A Case Study in the South-Western Coastal Bangladesh, International Journal of Disaster Risk Reduction, (8), 32- 49.
20. Brandon, P. (2011). Extreme Management in Disaster Recovery, Journal of Procedia Engineering, (14), 14-21.
21. Desouza, Kevin C., & Flanery, Trevor H. (2013). Designing, Planning, and Managing Resilient Cities: A Conceptual Framework, Cities, (35), 89-99.
22. Fillion, P. & Sands, G. (2015). Cities at Risk Planning for and Recovering from Natural Disasters, Edition 1st Edition, Pub. Location: London, DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315572109>.
23. Gupta, A.K., Singh, S., Wajih, S.A., Mani, N., & Singh, A.K. (2017). Urban Resilience and Sustainability through Peri- Urban Ecosystems: Integrating Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction - Process Guidance and Training Handbook, India.
24. Hernantes, J., Marana, P., Gimenez, R., Sarriegi, Jose M., & Labaka, L. (2019). Towards Resilient Cities: A Maturity Model for Operationalizing Resilience, Cities, (84), 96- 103.
25. Johansson, J., & Hassel, H. (2010). An Approach for

- Spaces Based on Crisis Management and Passive Defense Criteria Using VIKOR Model Case Study: Ahwaz Metropolis, Urban Management, (57), 41-57.
5. Sarmadi, H., Shahnaz, A.A., Ahmadzadeh, M., & Radmard, S. (2013). Investigation of Seismic Vulnerability of Tabriz Road Network with Crisis Management Approach During Earthquake, Sixth Congress of Iranian Geopolitical Association, Ferdowsi University, Mashhad.
 6. Sasanpour, F., Shamaie, A., Afsar, M., & Saeedpour, Sh. (2017). Investigation of Vulnerability of City Buildings Against Natural Hazards (Earthquake) (Case Study: Mohtasham Neighborhood of Kashan), Natural Hazards, (6), 103-122.
 7. Shahivandi, A. (2017). Assessing the Vulnerability of Urban Environment in Accordance with the Principles of Passive Defense, Crisis Management, (11), 47-62.
 8. Salehnasab, A., Kalantari, H., & Peyvashgar, Y. (2018). Investigating the Vulnerability of Cities with Passive Defense Approach in District 6 of Tehran, Safe City, 1 (3), 1-14.
 9. Alavi, A., Ebrahimi, M., Najafpour, B., & Khaledi, A. (2016). Assessing the Vulnerability of Worn-Out Tissue in Minab City Against Earthquakes, Crisis Management, (9), 71-82.
 10. Farnhad Consulting Engineers (2018). Master Plan of Salmas City, General Department of Roads and Urban Development of West Azerbaijan Province.
 11. Maroofi, A., Sajjadi, Zh., & Roostami, H. (2019). Spatial Vulnerability Assessment of Infrastructures of West Azerbaijan Province with Passive Defense Approach, Journal of Passive Defense, 10 (1), 97-108.
 12. Mavadat, E., Maleki, S., & Dideban, M. (2019). Urban Vulnerability Zoning with Passive Defense Approach and VIKOR Modeling: A Case Study of Ahwaz Metropolis, Journal of Passive Defense, 10 (3), 63-74.
 13. Mohseni, M., & Ghorbani, A. (2019). The Effect of the Aristocracy of the Monitoring System on the Observance and Implementation of Passive Defense Components, Journal of Civil Engineering and Project, 1 (3), 29-39.
 14. Moarrab, Y., Sepehrzad, B., & Naderi, M. (2020). Assessing the Vulnerability of Urban Tissues to Earthquakes with a Passive Defense Approach; (Case Study: District 2 of Tehran), Scientific Journal of Passive Defense, 11 (2), 43, 31-47.
 15. Momeni, K. (2018). Urban Safety Spectroscopy from the Perspective of Passive Defense Using the Antropy-COPRAS Model, a Case Study of Ahwaz Metropolis, Urban Management, (52), 35-48.
 16. Nazmfar, H., & Alavi, S. (2018). Assessing the Vulnerability of Urban Buildings to Different Earthquake Intensities (Case Study: District 9 of Tehran Municipality), Geographical Information (Sepehr), 27 (68), 165-181.
 17. Hadiyani, Z., & Kazemi Rad, Sh. (2010). Locating Fire Stations Using Network Analysis Method and AHP Model in GIS Environment (Case Study: Qom Modeling Interdependent Infrastructures in the Context of Vulnerability Analysis, Reliability Engineering & System Safety, 95 (12), 1335- 1344.
 26. Kim, h. & Marcouiller, D. (2015). Considering Disaster Vulnerability and Resiliency: The Case of Hurricane Effects on Tourism- Based Economies, The Annals of Regional Science, 54 (3), 945- 971.
 27. Mitra, A., Wajih, Sh., & Singh, B. (2015). Wheezing Ecosystems, Livelihood Services and Climate Change Resilience in Uttar Pradesh, The Asian Cities Climate Change Resilience Network.
 28. Nhuan, M.T., Hien, L.T.T., Ha, N.T.H., Hue, N.T.H., & Quy, T.D. (2014). An Integrated and Quantitative Vulnerability Assessment for Proactive Hazard Response and Sustainability: A Case Study on the Chan May-Lang Co Gulf Area, Central Vietnam, Sustainability Science, 9 (3), 399- 409.
 29. Statistical Yearbook for Asia and the Pacific. (2015). www.unescap.org/stat/data/.
 30. Sennewald, C. A., & Baillie, C. (2015). Effective Security Management: Butterworth- Heinemann.
 31. Taleai, M. Sharifi, A., Sliuzas, R., Mesgari, M. (2007). Evaluating the Compatibility of Multifunctional and Intensive Urban Landuses, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 9 (4), 375- 391.
 32. Tabar, A. (2015). Comparative Study on Different Approaches of Japan and Iran in Natural Disaster Management: Towards Developing the Policies, International Conference on Seismology & Earthquake Engineering. (Online). Available at: <http://www.iiees.ac.ir/fa/wp-content/uploads/2016/04/00327-IM.pdf> [2015/5/18-21].
 33. United-Nations (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Retrieved from New York.
 34. Xu, J. & Lu, Y. (2018). Towards an Earthquake-Resilient World: from Post Disaster Reconstruction to Pre- Disaster Prevention, Environmental Hazards, 17 (4), 269- 275.
 35. <https://sanaye20.ir>.

منابع فارسی به لاتین

1. Poostchi, A., Taghizadeh, R. (2018). Priorities of Industrial Investment in Iran Using BWM- PROMETHEE, 4th International Conference on Industrial and Systems Engineering, Ferdowsi University of Mashhad.
2. Khodadadi, F., Entazari, M., & Sasanpour, F. (2020). Analysis of Urban Vulnerability to Earthquake Risk by ELECTRE FUZZY Method (Case Study: Karaj Metropolis), Applied Research in Geographical Sciences, 20 (56), 93-113.
3. Rahmbozi, Kh., Khamri, M., & Moammari, E. (2018). Spatial Assessment of Vulnerabilities of Strategic and Risky Land Uses in Gorgan Based on Passive Defense Approach, Urban Structure and Function Studies, 5 (17), 69-92.
4. Raisi, S., Momeni, K. Bemanian, M.R., & Mavadat, E. (2019). Ranking of Urban Areas for Locating Safe