

نشریه علمی پدافند غیرعامل

سال دوازدهم، شماره ۳، پیاپی ۱۴۰، (تابی ۴۷): صص ۸۷-۱۰۰

علمی - ترویجی

پهنه‌بندی حریم امن زیرساخت شهرهای پشتیبان جنگ از منظر

پدافند غیرعامل مطالعه موردی شهر بروجرد

علی عبدالملکی^۱، مهدی صفری نامیوندی^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۳۰

چکیده

آسیب‌پذیری را می‌توان نقص ذاتی در ابعاد ویژه محیط شهر دانست که بنا به ویژگی‌های بیولوژیکی و فیزیکی و یا مشخصه‌های طراحی آن مستعد آسیب است. بررسی ساختارهای یک شهر و ریز پهنه‌بندی آسیب‌پذیری آن از منظر پدافند غیرعامل گامی است به سوی چشم‌انداز آینده شهر ایمن. مسئله پژوهش حاضر چالش آسیب‌پذیری در زیرساخت‌های شهری از منظر پدافند غیرعامل است و رویکرد مورد انتظار مدل‌سازی جهت شناسایی این زیرساخت‌ها است. قلمرو این مطالعه شهر بروجرد با ۲۴۰۶۵۴ نفر جمعیت و ۳۳۰۶۵۸۸ m² مساحت است. این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی مبتنی بر رویکرد مطالعات مکانی - مدلی است و شاخص‌های زیرساخت‌های ویژه، خدمات اضطراری، عمومی و مردمی و مدیریتی در قالب ۱۰۶۲ زیرساخت دسته‌بندی و استخراج شدند. جهت سنجش الگوی هم‌جواری ۱۴ لایه مؤثر در آسیب‌پذیری شناسایی شد و با استفاده از تحلیل ترکیبی Anp-dematle-GIS وزن‌دهی نقشه‌های فواصل برای آن‌ها طراحی و استاندارد شد. برای توزیع فضایی و ریز پهنه‌بندی آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری از ابزار FUZZY OVERLAY در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. نتایج مکانی و ریز پهنه‌بندی آسیب‌پذیری در سطح شهر بروجرد نشان می‌دهد که ۵۳۹ زیرساخت یعنی ۵۰/۴۷ درصد از زیرساخت‌ها در وضعیت کاملاً آسیب‌پذیر قرار دارند. همچنین باید گفت که چیزی حدود ۵۹ درصد از پهنه این شهر در وضعیتی از آسیب‌پذیر تا کاملاً آسیب‌پذیر است که اهمیت دوچندان اصول و الزامات پدافند غیرعامل را در این شهر نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی، ایمنی، آسیب‌پذیری، زیرساخت شهری، بروجرد

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه رازی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی. گروه جغرافیا

۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی - نویسنده مسئول (safarimehdi0987@gmail.com)

۱- مقدمه

[۱۲]. امروزه هدف قرار گرفتن شهرها و آسیب‌رسانی به زیرساخت‌های شهری به‌منظور تضعیف روحیه و وارد آوردن صدمات اقتصادی و ازهم‌گسیختگی نظام اجتماعی انجام می‌گیرد [۱۳]. که در صورت بروز حادثه‌ای و یا انهدام این‌گونه مراکز به‌دست دشمن، به‌دلیل تعداد بالای استفاده‌کنندگان از خدمات این‌گونه مراکز می‌تواند فاجعه بسیاری به بار آورد [۱۴]. بروجرد در دامنه بلندترین دیواره زاگرس در ارتفاع ۱۵۵۰ m تا ۱۵۷۱ m از سطح دریا و در ۹/۳۳ درجه شمالی و ۸/۴۸ درجه شرقی واقع است. بلندترین نقطه شهرستان بروجرد، در رشته‌کوه گرین با ارتفاع ۳۶۲۳ m در غرب شهر بروجرد و پست‌ترین ناحیه آن، در دشت سیلاخور با ارتفاع تقریبی ۱۵۰۰ متر قرار دارد. شهر بروجرد بر کوهپایه‌های زاگرس و در دشت سیلاخور قرار گرفته و از سه جهت شرق، شمال و غرب به کوه ختم می‌شود. قله کوه ولاش با ارتفاع ۳۶۲۳ m در غرب بروجرد، برنجه با ۳۵۸۵ m و کوه میش پرور ۳۵۰۰ m در جنوب غربی بروجرد قرار دارد. با توجه به اهمیت زیرساخت‌های شهری در زمان جنگ و بحران‌های طبیعی، ضرورت توجه به اصول و ضوابط مناسب با رویکرد پدافند غیرعامل در مکان‌یابی و طراحی آن‌ها اهمیتی دوچندان می‌یابد. شهر بروجرد با قرارگیری در نزدیکی استان‌های مرزی و باتجربه شهرهای پشتیبان جنگ، هم‌چنین بمباران‌های هوایی در زمان هشت سال دفاع مقدس یکی از حساس‌ترین شهرهای ایران از منظر جنگ است هم‌چنین با توجه به مشخصه‌های بارز طبیعی (سیل و زلزله) در این شهر ضرورت تبیین و تهیه اصول و الزامات پدافند غیرعامل جهت ریز پهنه‌بندی؛ حریم ایمنی و آسیب‌پذیری در زیرساخت‌های شهری بروجرد از منظر پدافند غیرعامل را گریزناپذیر کرده است.

۲- مبانی نظری

الف) مفهوم پدافند غیرعامل

به مجموعه اقداماتی اطلاق می‌گردد که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار و تسلیحات نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارت مالی به تجهیزات و 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. مجمع تشخیص مصلحت نظام در راستای تدوین سیاست‌های کلی پدافند غیرعامل کشور، پدافند غیرعامل را به این‌گونه تعریف نموده است: مجموعه اقدام‌های غیرمسلحانه‌ای که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری ملی و

در دنیای پرتلاطم و مخاطره که از گذشته‌های دور تا حال حاضر فرا روی انسان قرار داشته است، نیاز به تأمین امنیت یکی از خواسته‌های مهم برای انسان بوده است [۱]. از این منظر امروزه ایمنی شهری ارتباط معناداری با شاخصه‌های سلامت و کیفیت زندگی دارد [۱]. ایمنی از ابتدایی‌ترین اصول در جهت دستیابی به استانداردهای مطلوب آسایش شهری محسوب می‌شود [۲]. نالایمنی، نابهنجاری‌های اجتماعی، مخاطرات محیطی و زیست‌محیطی، بحران‌های فناورانه و امنیتی و آسیب‌پذیری نشان می‌دهد [۳]. ایمنی در مفهومی فراگیر، مسقیماً در ارتباط با آسیب معنا می‌یابد و موضوعیت ایمنی و عینیت آن را احتمال پذیرش یا رد آسیب تعیین می‌کند. بدون شک نوع پدافند در بخش شهری کاملاً متفاوت از پدافند نظامی است و می‌توان اصطلاح پدافند غیرعامل شهری را برای این بخش‌ها مناسب‌تر دانست [۴]. در معرض مخاطرات بالقوه‌ی طبیعی و مصنوعی بودن اکثر شهرها توجهات بسیاری را در سال‌های اخیر، در میان برنامه‌ریزان، دولت‌ها و ملت‌ها به موضوع آسیب‌پذیری و مدیریت آن جلب نموده است [۵]. عصر حاضر عصر آسیب‌پذیری شهری است، زیرا همسو با پیچیده شدن حیات شهری است و شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران فناورانه از یک‌سو و بحران‌های اجتماعی - امنیتی از دیگر سو مواجه‌اند. [۶]. برای کاهش آسیب‌پذیری نسبت به مخاطرات و دستیابی به توسعه پایدار، علاوه بر شناخت ماهیت طبیعی و مکانی - زمانی مخاطرات، باید تفاوت‌های اجتماعی - فضایی آسیب‌پذیری جوامع و دلایل آن را نیز شناخت. چراکه مخاطرات خودبه‌خود منجر به نتایج زیان‌بار نمی‌گردند بلکه تنها نشان‌دهنده امکان وقوع آسیب هستند [۷]. برنامه‌ریزی و مدیریت چگونگی کاربرد بهینه‌ی زمین به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارها و درعین حال اهداف برنامه‌ریزی شهری جایگاهی حیاتی در تحقق مخاطره‌نگری در فرآیند توسعه‌ی شهری داشته و مطالعه و تجربه برای بهبود روش‌ها و فرآیندهای تحقق آن، مسئله‌ی مهم و اولویت‌بندی برای جوامع شهری است [۸]. و از این راه به کاهش تأثیر و پیشگیری از فجایع مدد می‌رساند [۹]. با افزایش میزان جنگ‌ها به‌ویژه طی یک قرن اخیر و افزایش آسیب‌ها و تلفات جانی و مالی و روانی ناشی از آن برای شهروندان و مدیران و مسئولان حکومتی، در کنار تلاش‌های سیاسی و دیپلماتیک برای کاهش و جلوگیری از شکل‌گیری این جنگ‌ها [۱۰، ۱۱]. این تلاش‌ها و حرکت‌ها امروزه در قالب علمی تحت عنوان پدافند غیرعامل بسیار موردتوجه مسئولان و برنامه‌ریزان قرار گرفته است

تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدها و اقدامات نظامی دشمن می‌شود.

ب) اهمیت دفاع غیرعامل

تجارب و شواهد ثبت‌شده در جنگ‌های اعصار گذشته تاریخ بشری و قرن حاضر، نمونه‌های مدلل و انکارناپذیری است که اهمیت پدیده دفاع غیرعامل را آشکار و ثابت می‌کند. و موارد مشروحه زیر نمونه‌های بارز این اهمیت می‌باشند.

۱- موجب زنده ماندن و حفظ بقای نیروی انسانی می‌گردد که با ارزش‌ترین سرمایه و موجودیت ملی کشور است.

۲- موجب صرفه‌جویی کالان اقتصادی و ارزی در حفظ تجهیزات و تسلیحات بسیار گران‌قیمت نظامی می‌گردد.

۳- مراکز حیاتی و حساس اقتصادی، سیاسی، نظامی، ارتباطی و مراکز عمده علمی و فرهنگی و ... را در برابر حملات و بمباران‌های هوایی دشمن حفظ و ادامه فعالیت در شرایط بحران و جنگ را ممکن می‌کند.

۴- موجب تحمیل هزینه قابل توجه به دشمن می‌گردد.

۵- سبب به وجود آمدن تأثیرات روحی و روانی مثبت در شهروندان و رزمندگان می‌گردد.

۶- موجب حفظ نیروها برای ضربه زدن در زمان و مکان مناسب و گرفتن آزادی و ابتکار عمل از دشمن می‌گردد.

۷- اجتناب‌ناپذیر بودن بروز جنگ‌های آینده و لزوم آمادگی دفاعی.

۸- نیل به دفاع غیرعامل در مقایسه با دفاع عامل، ساده‌تر و سهل‌الوصول‌تر و با سیاست خودکفایی و عدم وابستگی و استقلال کشور موافق‌تر است.

پ) اهداف دفاع غیرعامل

۱- کاهش قابلیت و توانایی سامانه‌های شناسایی، هدف‌یابی و دقت هدف‌گیری تسلیحات آفندی دشمن.

۲- تقلیل آسیب‌پذیری و کاهش خسارات و صدمات تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی مراکز حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی کشور در برابر تهدیدات و حملات دشمن.

۳- حفظ سرمایه‌های کلان ملی کشور.

۴- حفظ توان خودی جهت ادامه فعالیت‌ها و تداوم عملیات

تولید و خدمات رساند.

۵- سلب آزادی و ابتکار عمل از دشمن و ایجاد شرایط سخت و دشوار برای وی در صحنه عملیات.

۶- صرفه‌جویی در هزینه‌های تسلیحاتی و نیروی انسانی.

۷- افزایش آستانه مقاومت مردمی و قوای خودی در برابر تهاجمات دشمن.

۸- تحمیل هزینه بیشتر به دشمن از طریق وادار نمودن وی به تلف نمودن منابع محدود خود بر روی اهداف کاذب و فریبنده و سلب اصل صرفه‌جویی قوا از وی.

ت) آسیب‌پذیری شهری

به‌طور کلی مفهوم آسیب‌پذیری چارچوب بسیار مناسبی را برای درک ماهیت بحران، وقایع بحرانی، آثار و پیامدهای ناشی از وقوع بحران و همچنین واکنش در مقابل بحران در سطوح مختلف فراهم می‌آورد [۱۵]. امروزه آسیب‌پذیری سکونتگاه‌های شهری، فضاهای بی‌دفاع، محلات ناامن، شهرهایی با معماری غلط همه و همه از عوامل تهدیدکننده امنیت شهری و اجتماعی هستند. آسیب‌پذیری در نزد جوامع مختلف، معانی متفاوتی دارد. در یک معنای کلی، آسیب‌پذیری به ویژگی‌های یک فرد یا گروه و موقعیت آن‌ها که بر ظرفیتشان در پیش‌بینی، مقابله، مقاومت و باز توانی از تأثیر یک سانحه طبیعی تأثیر می‌گذارد [۱۶]. گذشته از علل ایجابی هر آسیب در طرف مکانی و زمانی متفاوت، مفهوم آسیب‌پذیری اغلب با خطر آمیخته است. اگر خطر را درجه‌ای از خسارت بالقوه بدانیم که نتیجه‌ای از احتمال وقوع مخاطرات و سطحی از آسیب‌پذیری باشد، آسیب‌پذیری را می‌توان نقص ذاتی در ابعاد ویژه محیط شهر دانست که بنا به ویژگی‌های بیولوژیکی و فیزیکی و یا مشخصه‌های طراحی آن مستعد آسیب است [۱۷].

ث) ایمنی در فضاهای شهری

اگر ایمنی را درجه یا سطحی بدانیم که یک نظام به علت اشاره‌ای وارده مستعد پذیرش آسیب است بر اساس نظریه‌ی آسیب‌پذیری و ویژگی‌های مفهومی آن در هر فضای شهری مفروض، مقدار معینی از خطرپذیری وجود دارد، اما سطوح و دامنه‌ی ایمنی در سطح شهر به‌طور یکنواخت توزیع نشده است؛ چراکه فضاهایی با عنوان آلوده، بی‌دفاع و آسیب‌پذیر محل رخداد انواع خشونت‌ها، جرائم و حتی مخاطرات محیطی هستند [۱۸]. درحالی‌که در محله‌ای دیگر هیچ‌گونه الگوی ناامنی شهری و

۳- پیشینه پژوهش

در زمینه اصول مبتنی بر پدافند غیرعامل در زمینه زیرساخت‌های شهری تحقیقات اندکی صورت گرفته که مختصراً به تعدادی از آن‌ها اشاره می‌شود: گوهرینگ^۲ [۲۰۰۹]، بهبود طراحی دفاعی شهر، به چگونگی تحقق اهداف طراحی دفاعی، در یک محیط با استفاده از ابزارهای تحلیلی پرداخته است. لرتین^۳ و همکاران [۲۰۱۱]، در تحقیقی با عنوان ارزیابی حمله پیشگیرانه در مقابل اهداف نادرست و حفاظت در استراتژی دفاعی صورت گرفته بود، نحوه توزیع منابع با به‌کارگیری دفاع بهینه در پیش‌گیری مؤثر حملات، استقرار اهداف کاذب و پشتیبانی اهداف را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند. اسمیتلین^۴ و همکاران [۴]، در پژوهشی به بررسی ارتباط فضایی بین آسیب‌پذیری اجتماعی و تخمین خسارات زلزله پرداخته‌اند. پریزادی و همکاران [۱۳۸۹]، تمهیدات پدافند غیرعامل در شهر سقز را در جهت بالا بردن ایمنی شهرها و همچنین به‌ضرورت پدافند غیرعامل در سطح ملی و منطقه‌ای به‌کاربرده‌اند. محمدی ده چشمه [۱۳۹۳]، مدل‌سازی کاربری‌های ویژه از نظر پدافند غیرعامل در شهر اهواز پرداخته است، که به بازشناسی اصول مکانی پدافند غیرعامل شهری و استخراج استانداردهای مکانی کاربری‌های ویژه منجر شده است. سجادیان و همکاران [۱۳۹۵]، به آسیب‌شناسی مراکز بیمارستانی شهر اهواز از منظر پدافند غیرعامل پرداخته و پهنه آسیب برای بیمارستان‌ها را مشخص کرده‌اند. علیزاده [۱۳۹۵]، ضمن دسته‌بندی زیرساخت‌های شهری به بررسی آسیب‌پذیری آن‌ها در شهر کوه دشت از منظر پدافند غیرعامل پرداخته است.

۴- محدوده مورد پژوهش

شهر بروجرد با وسعت ۱۰۷۷ هکتار به‌عنوان مرکز سیاسی-اداری شهرستان بروجرد در شمال شرقی استان لرستان واقع شده است. این شهر، در مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه و ۴۹ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه و ۳۴ درجه و ۱۱ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۱۶۲۰m از سطح دریاهای آزاد قرار دارد. شهرستان بروجرد از شمال به شهرهای ملایر و نهاوند در استان همدان، از شرق به شازند در استان مرکزی، از غرب به شهرستان الشتر و از جنوب به شهرستان‌های دو رود و خرم‌آباد در استان لرستان محدود می‌شود. شهر بروجرد با جمعیت ۲۴۰۶۵۴ نفر دومین شهر پرجمعیت استان لرستان و جزو معدود شهرهای با عنوان فرمانداری ویژه محسوب می‌شود

به‌تبع آن آسیب‌پذیری وجود ندارد یا آسیب‌پذیری کمتری رخ می‌دهد [۱۹]. ایمنی شهری سلسله اقدامات و راهکارهایی است که ساختارهای مختلف فیزیکی و غیر فیزیکی را در مقابل حوادث توانمند نموده و مقاومت آن‌ها را در برابر وقوع حوادث مختلف افزایش می‌دهد که شامل ایمنی فیزیکی و غیر فیزیکی می‌شود. در شهر ایمن به‌منظور مقابله با حوادث غیرمترقبه، انسان‌ساخت مانند جرائم سازمان‌یافته شهری جنگ و حملات تروریستی کانون‌های خطرپذیر [۲۰]. هدف، شناسایی و دفاع شهری در قالب دفاع از جرم و جنایت شهری و دفاع غیرنظامی انجام می‌گیرد تلاش برای افزایش مقاومت ساختارهای شهری در برابر بحران‌های نامبرده و تغییر ایده پذیرش اجتناب‌ناپذیر پیامدهای نامطلوب این بحران‌ها از اهداف اصلی یک شهر ایمن است در کنار دفاع غیرنظامی شهر، آمادگی برای شرایط اضطرار کاربرد وسیعی را در بازدارندگی و ایمن‌سازی فضای شهری در مقابل بحران‌های طبیعی و فناوریانه شهری یافته است [۲۱].

ج) راهبرد پدافند غیرعامل شهری و زیرساخت‌های شهری

بدون شک نوع پدافند در بخش شهری کاملاً متفاوت از پدافند نظامی است و می‌توان اصطلاح پدافند غیرعامل شهری را برای این بخش‌ها مناسب‌تر دانست [۲۲]. از سوی دیگر پدافند غیرعامل بسیار مهم‌تر از سایر بخش‌هاست به‌گونه‌ای که اهمیت این موضوع در مناطق شهری، هم به لحاظ اقتصادی، هم به لحاظ سیاسی، هم به لحاظ اجتماعی و فرهنگی و... واجد اهمیتی دوچندان است. خسارت‌ها و صدمه‌های محتمل شهری در صورت بروز بحران شهری شامل ترکیبی از ویرانه‌های کالبدی و اختلال در عملکرد عناصر شهری است. انهدام سازه‌ها و ساختمان‌ها، شبکه‌ی راه‌ها و دسترسی‌ها، تأسیسات اساسی مخازن آب، نیروگاه‌ها، خطوط ارتباطی تلفن، برق، آب و گاز از آن جمله هستند [۲۳]. چنانکه در صورت بروز رخدادی پایدار، اختلال در هر یک از شبکه‌های آب‌رسانی، برق‌رسانی، گازرسانی و خطوط مخابراتی موجب در تنگنا قرار گرفتن جمعیت ساکن می‌شود و از توان مقاومت آن‌ها می‌کاهد. در مجموع می‌توان از پدافند غیرعامل شهری به‌منزله‌ی راهبرد آمادگی در شرایط اضطرار [۳۴]، یا استراتژی بازدارندگی یادکرد این استراتژی پاسخگویی به نیاز شهروندان برای حفاظت در برابر بحران‌های طبیعی، اجتماعی و فناوریانه‌ی شهری است و حیطة‌های متنوع آسیب‌پذیری کالبدی، اکولوژیک و فناوریانه را در برمی‌گیرد. بر این اساس پدافند غیرعامل شهری^۱ مجموعه‌ای از برنامه‌ریزی، طراحی و اقداماتی است که باعث کاهش آسیب‌پذیری (شهر و شهروندان) در مقابل تهدیدات در معنای عام آن می‌شود. [۲۵].

² Gohering

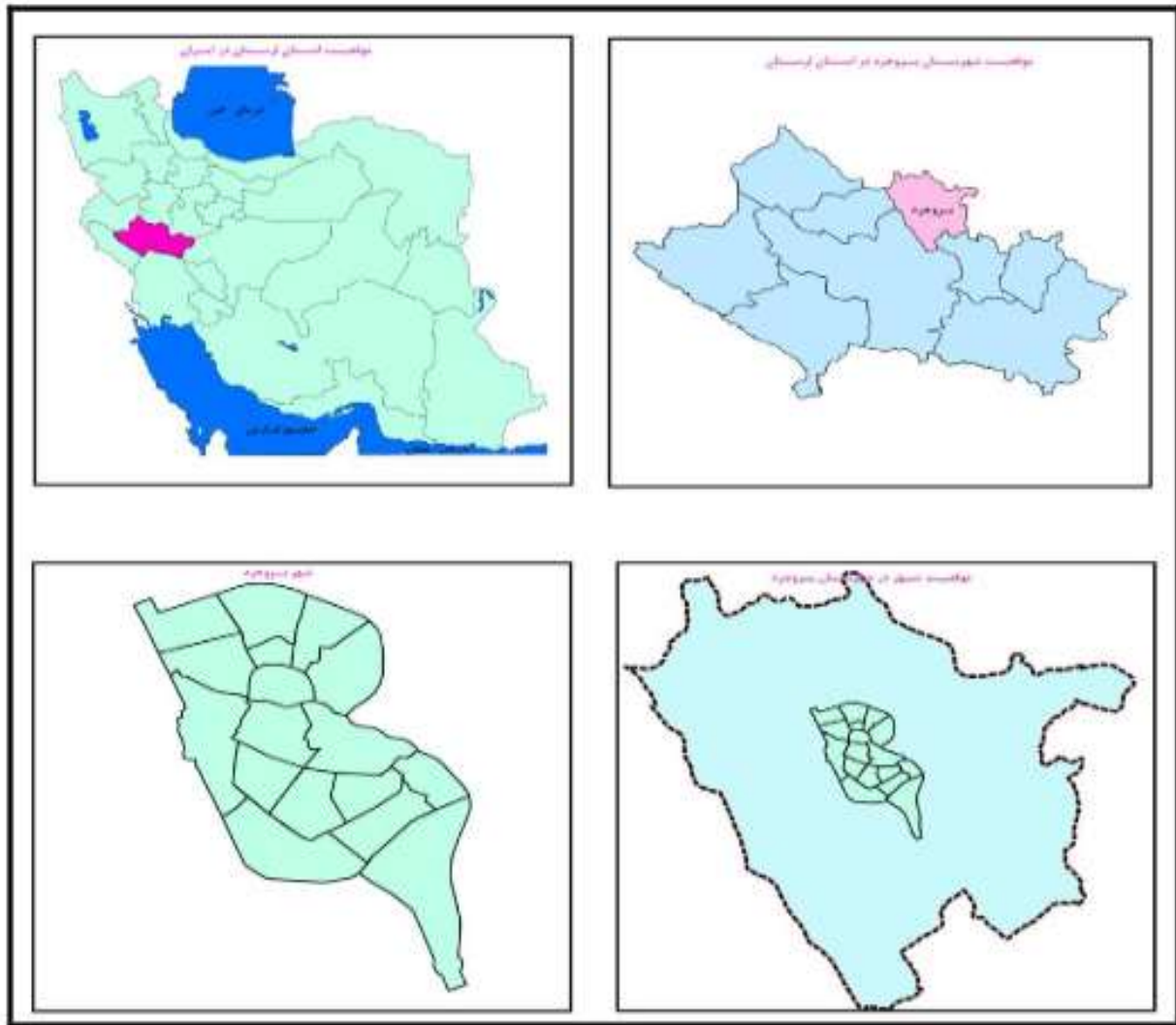
³ Lortin

⁴ Smitelin

¹ civil defense

خوبی بر ناپایداری و آسیب‌پذیری این شهر از منظر مخاطرات انسانی باشد. در معرض خطر زلزله قرار داشتن شهر بروجرد با توجه به نزدیکی به خطوط گسل متعدد به‌ویژه معروف‌ترین خط گسل ایران (اسفندقه- مریوان) و همچنین وجود مسیل‌های متعدد در اطراف این شهر را از منظر مخاطرات طبیعی نیز آسیب‌پذیر نموده است.

که به مهاجرت‌های روستایی و درون استانی در چند سال اخیر با افزایش جمعیت چشمگیری روبه‌رو بوده است و همین گواهی بر عدم یکپارچگی قومیتی در این شهر است بمباران شهرهای پشتیبان جنگ و حملات هوایی در دوران هشت سال دفاع مقدس در این شهر می‌تواند گواه



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه. شهر بروجرد

۵- روش تحقیق

تحقیق، شاخص‌هایی (چهار دسته) شامل: زیرساخت‌های ویژه، زیرساخت‌های خدمات اضطراری، زیرساخت‌های عمومی - مردمی و زیرساخت‌های مدیریتی در قالب ۱۰۶۲ زیرساخت با مطالعات کتابخانه‌ای و پرسش از خبرگان (جدول ۱) استخراج شد.

پژوهش حاضر به لحاظ ماهیت هدف توسعه‌ای - کاربردی و از لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی و مدلی است که با مطالعه در زمینه زیرساخت‌های شهر بروجرد اطلاعات موردنظر استخراج و بانک داده‌های مکانی تشکیل گردید. برای دستیابی به اهداف

جدول (۱): فهرست زیرساخت‌های شهری بروجرد

زیرساخت‌ها	زیرساخت کاربری‌های ویژه (حیاتی، حساس و مهم)	زیرساخت‌های خدمات اضطراری	زیرساخت‌های عمومی - مردمی	زیرساخت‌های مدیریتی
معیارها	مخابرات، دستگاه‌های تأمین برق، ذخیره و حمل‌ونقل نفت و گاز، بانک داری و تأمین مالی، پایانه‌ها و ایستگاه‌های ارتباطی	بیمارستان و مراکز درمانی، مراکز فرماندهی، پاسگاه‌های پلیس، و پادگان نظامی، مراکز آتش‌نشانی، مراکز امداد و نجات و پایگاه‌های مدیریت بحران	هتل و مهمان‌سرا، پارک و شهربازی، اماکن مذهبی، موزه‌ها، سینما، مدارس و آموزشگاه‌ها، دانشگاه و مراکز آموزش عالی	فرمانداری، شهرداری، ستاد مدیریت بحران، کمیته امداد امام خمینی (ره) بهزیستی، جهاد کشاورزی، اداره کل منابع طبیعی، اداره گاز، اداره آب، اداره برق، اداره مخابرات، اداره آموزش و پرورش، اداره پست، اداره کل دامپزشکی و دادگاه انقلاب اسلامی و سایر مراکز اداری
جمع زیرساخت‌ها	۲۶۱	۱۱۱	۶۰۰	۹۰

جدول (۲): لایه‌های استخراج‌شده مؤثر در آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری بروجرد.

کد	لایه‌ها	کد	لایه‌ها
A8	راه‌های شریانی	A1	انبار
A9	مراکز بهداشتی درمانی	A2	فرهنگی
A10	مراکز تجاری	A3	تاریخی
A11	تأسیسات شهری	A4	مراکز اداری
A12	مراکز آموزشی	A5	مراکز مسکونی
A13	فضای سبز	A6	صنایع شهری
A14	مراکز مذهبی	A7	مراکز انتظامی

۵-۲- گام دوم: استانداردسازی لایه‌های معیار (FuzzyMembership)

از آنجاکه نقشه‌های فواصل فاقد واحدهای همگن‌اند، جهت استانداردسازی و همگن کردن و همچنین افزایش انعطاف‌پذیری آن‌ها، از روش استانداردسازی فازی با دامنه عددی بین صفر تا یک استفاده شده است. صفر معادل بیشترین رعایت اصول هم-جواری و یک معادل کم‌ترین رعایت اصول هم-جواری است. در جدول (۳)، لایه‌ها و نوع توابع به‌کاررفته برای استانداردسازی فازی هر لایه بیان شده است. در این جدول‌ها، با توجه به تأثیر متفاوت هر یک از لایه‌های چهارده‌گانه در آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری، از فواصل آسیب‌پذیری و ضریب متفاوتی برای هر کدام از عوامل چهارگانه استفاده شده است. در این جدول، فقط توابع مربوط به زیرساخت‌های ویژه برای نمونه نمایش داده می‌شود.

پس از تعریف توابع فازی برای هر یک از کاربری‌های چهارده-گانه نسبت به زیرساخت‌های شهری که در چهار دسته قرار دارند،

جهت سنجش الگوی هم‌جواری ۱۴ لایه مؤثر در آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری بروجرد شناسایی شد که با ابزار Distance برای هر لایه فواصل تعیین شد و با استفاده از تحلیل ترکیبی GIS_Anpdematle_ وزن‌دهی شدند. با اضافه کردن این وزن‌ها نقشه‌های فواصل با استفاده از ابزار FuzzyMembership استاندارد شدند. سپس برای ریز پهنه‌بندی حریم ایمنی و آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری از ابزار FUZZY OVERLAY از مجموعه ابزارهای موجود در Spatial Analyst Tools مربوط به نرم‌افزار ArcGIS استفاده شده است. در جدول (۲) لایه‌های استخراج‌شده مؤثر در آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری بروجرد نشان داده شده است.

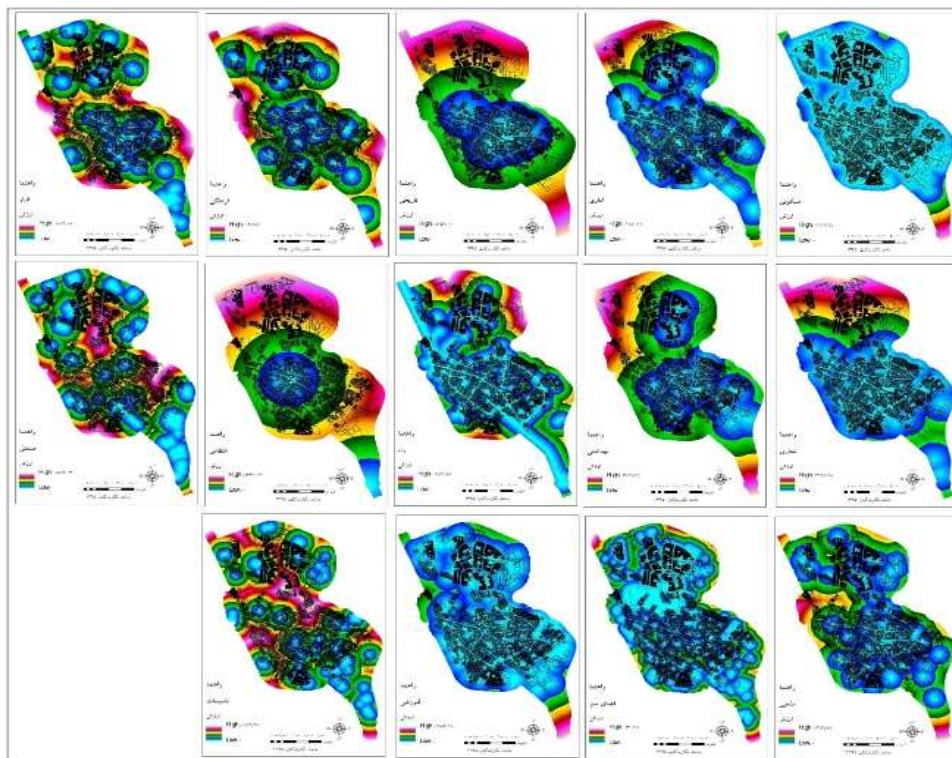
بحث اصلی: ریز پهنه‌بندی حریم ایمنی و آسیب‌پذیری در زیرساخت‌های شهری بروجرد از منظر پدافند غیرعامل

۵-۱- گام اول: سنجش الگوی هم‌جواری در زیرساخت‌های شهری بروجرد

جهت سنجش الگوی هم‌جواری در آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری بروجرد ابتدا با معرفی ۱۴ لایه مؤثر در آسیب‌پذیری با استفاده از ابزار Distance از مجموعه ابزارهای موجود در نرم‌افزار Arc GIS برای هر کدام از لایه‌ها حریم زده شد و ۵۶ نقشه تولید شد. (در اینجا به علت فرمت مجله فقط نقشه‌های آسیب‌پذیری زیرساخت ویژه ارائه شده است). در شکل (۲) حریم هم‌جواری زیرساخت‌های کاربری ویژه نشان داده شده است.

چهارده‌گانه، چهارده نقشه تولید شد (جمعاً ۵۶ نقشه که جهت جلوگیری از طولانی شدن این نقشه‌ها در مقاله درج نشدند).

نقشه‌های فازی بر اساس نوع تابع فازی و فاصله‌ی بهینه هم‌جواری تعریف شده در جدول تهیه شد. در این مرحله، برای هر کدام از عوامل، در ارتباط باهم جواری با کاربری‌های



شکل (۲): حریم هم‌جواری زیرساخت‌های کاربری ویژه.

جدول (۳): توابع فازی استانداردسازی شاخص‌ها برای زیرساخت‌های ویژه

ضریب	حریم هم‌جواری	تابع آسیب‌پذیری	لایه‌ها
۵	۵۰۰	small ^۱	انبار
۳	۲۰۰	Small	فرهنگی
۳	۲۵۰	Small	تاریخی
۵	۶۵۰	Small	مراکز اداری
۵	۵۰۰	Small	مراکز مسکونی
۵	۴۰۰	Small	صنایع شهری
۷	۷۰۰	Small	مراکز انتظامی
۵	۵۰۰	Linear ^۲	راه‌های شریانی
۲	۲۰۰	Small	مراکز بهداشتی درمانی
۳	۲۵۰	Small	مراکز تجاری
۳	۵۰۰	Small	تأسیسات شهری
۲	۳۰۰	Small	مراکز آموزشی
-	-	Small	فضای سبز
-	-	Small	مراکز مذهبی

^۱ Small: از گزینه‌های fuzzy membership است که از فاصله ۰ تا فاصله استاندارد؛ میزان آسیب افزایش و از آن فاصله به بعد میزان آسیب کاهش می‌یابد.
^۲ Linear: از گزینه‌های fuzzy membership است که از فاصله ۰ تا فاصله استاندارد؛ میزان آسیب به صورت خطی کاهش و از آن فاصله به بعد میزان آسیب افزایش می‌یابد.

۳-۵- گام سوم: تهیه نقشه‌های فاکتور فازی در

محیط GIS

برای تهیه نقشه‌های فاکتور وزن‌دهی هریک از معیارهای چهارده‌گانه (فاکتورها) بر اساس تأثیر نسبی آن‌ها در میزان

آسیب‌پذیری، از روش مقایسه دودویی استفاده شده است. بدین منظور ابتدا کاربری‌های تأثیرگذار چهارده‌گانه (جدول ۴) در پدافند غیرعامل که هرکدام به نحوی بر میزان افزایش و یا کاهش آسیب در زیرساخت‌های استخراج‌شده در مرحله قبل (۱۰۶۲ زیرساخت جدول (۱)) اثرگذار هستند.

جدول(۴): مقایسات زوجی تأثیرگذاری کاربری‌های ۱۴گانه

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
A1	۰	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۹	۰	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۱۹	۰
A2	۰	۰	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۴	۰/۱۵	۰	۰	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۴	۰
A3	۰	۰	۰	۰/۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱	۰	۰
A4	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۳	۰/۱۱	۰	۰	۰/۱۳	۰	۰	۰/۱۳	۰
A5	۰	۰	۰	۰/۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۳	۰/۱۲	۰	۰/۱۴	۰
A6	۰	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲	۰/۱۹	۰	۰/۱۶	۰/۱۴	۰	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۵	۰
A7	۰	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۴	۰	۰/۱۲	۰	۰	۰	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰
A8	۰	۰	۰	۰	۰/۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A9	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۲	۰
A10	۰	۰	۰	۰/۱۲	۰/۱۳	۰	۰/۱۴	۰/۱۱	۰	۰	۰/۱۵	۰/۱۴	۰	۰
A11	۰	۰	۰	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
A12	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۱	۰	۰/۱۳	۰/۱۶	۰	۰	۰
A13	۰	۰	۰	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۱	۰	۰	۰	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۸	۰	۰
A14	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۲	۰/۱۸	۰/۱۵	۰	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۲	۰/۱۶	۰

الف) ترکیب روش ANP و DEMATEL

روش ANP برای حل مسائل شبکه‌ای توسط ساعتی (۱۹۹۶) توسعه یافت. در هنگام محاسبه وزن نسبی معیارها با استفاده از روش مرسوم ANP، سطح وابستگی میان معیارها به صورت ارزش‌های متقابل (دوطرفه) در نظر گرفته می‌شود درحالی‌که در روش دیماتل سطح وابستگی میان معیارها ارزش‌های متقابل نخواهند داشت که این به آنچه در دنیای واقعی وجود دارد

نزدیک‌تر است. بنابراین جهت رفع این نقص که در روش مرسوم ANP وجود دارد، از ماتریس روابط کلی (ماتریس T) که از روش دیماتل به دست می‌آید جهت محاسبه وزن نسبی معیارها استفاده خواهد شد. برای انجام مراحل وزن‌دهی به روش ترکیبی ANP-DEMATEL روابط و ماتریس‌های زیر تشریح شد:

الف: ساخت ماتریس تأثیرگذاری (T_c) و NRM :

در این مرحله با استفاده از روش دیماتل، ماتریس T_c پس از تعیین حد آستانه برای ماتریس روابط (T) حاصل و با توجه به آن نقشه روابط شبکه‌ای (NRM) ترسیم می‌گردد.

ب: محاسبه سوپر ماتریس ناموزون W :

مجموع تأثیرات هر معیار در ارتباط با معیارهای سایر خوشه‌ها در ماتریس تأثیرگذاری (جدول ۵) محاسبه‌شده و با روش دیماتل در ماتریس T_c نشان داده می‌شود. تأثیرگذاری زیرمعیارهای هر خوشه یا معیار اصلی در ارتباط با زیرمعیارهای سایر خوشه‌ها به‌صورت ماتریس‌های جداگانه در نظر گرفته می‌شوند.

ج: ساخت ماتریس تأثیرگذاری گروهی:

ماتریس تأثیرگذاری گروهی (جدول ۶)، ماتریسی همانند ماتریس T_D است که هر عنصر آن از حاصل جمع تمامی عناصر هر یک از این ماتریس‌ها (ماتریس متناظر با خود) به‌دست می‌آید.

د: محاسبه سوپر ماتریس موزون:

سوپر ماتریس موزون W_W از ترکیب ماتریس تأثیرگذاری گروهی

نرمال شده T_D^a و سوپر ماتریس ناموزون W از رابطه (۱) حاصل

می‌گردد.

$$W_W = T_D^a \times W \quad (1)$$

ه: محاسبه سوپر ماتریس محدود: برای محاسبه سوپر ماتریس محدود، سوپر ماتریس موزون W_W آن‌قدر در خود ضرب خواهد شد تا مقادیر بردارهای ماتریس محدود به مقدار ثابتی برسد به‌عبارت دیگر طبق رابطه (۲):

$$\lim_{Z \rightarrow \infty} W_W^Z \quad (2)$$

که در آن Z به سمت بی‌نهایت میل می‌کند. بردارهای سوپر ماتریس محدود شده بیانگر وزن نسبی معیارها است.

و: محاسبه اوزان شاخص‌ها:

جهت محاسبه سوپر ماتریس ناموزون (W)، ابتدا می‌بایست ماتریس T_c نرمال گردد. برای این کار تأثیرگذاری در ارتباط با زیرمعیارهای سایر خوشه‌ها به‌صورت ماتریس‌های جداگانه در نظر گرفته می‌شود و هر عنصر را بر مجموع سطر خوشه تقسیم می‌شود تا در نهایت ماتریس ناموزون محاسبه شود برای محاسبه سوپر ماتریس محدود، سوپر ماتریس موزون W_W آن‌قدر در خود ضرب خواهد شد تا مقادیر بردارهای آن به مقدار ثابتی برسند.

جدول (۵): مجموع تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر معیار

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
R_i	۲/۳۳	۱/۲۲	۰/۲۳	۰/۴۹	۰/۵۲	۱/۶۷	۰/۸۸	۰/۱۱	۰/۳۹	۰/۷۹	۰/۵۳	۰/۷۳	۰/۹۷	۲/۱۴
C_j	۰/۱۲	۰/۶	۰/۷۴	۱/۵۹	۱/۲	۱/۲	۱/۲۱	۰/۷۱	۰	۱/۱۸	۱/۶۶	۱/۴۲	۱/۱۶	۰
R+C	۲/۲۵	۱/۸۲	۰/۹۷	۲/۰۸	۱/۷۲	۲/۸۷	۲/۰۹	۰/۸۲	۰/۳۹	۱/۹۷	۲/۱۹	۲/۱۵	۲/۱۳	۲/۱۴
R-C	۲/۰۱	۰/۶۲	-۰/۵۱	-۱/۱	-۰/۶۹	۰/۴۷	-۰/۳۳	-۰/۶	۰/۳۹	-۰/۳۹	-۱/۱۲	-۰/۶۹	-۰/۱۹	۲/۱۴

جدول (۶): ماتریس تأثیرگذاری گروهی

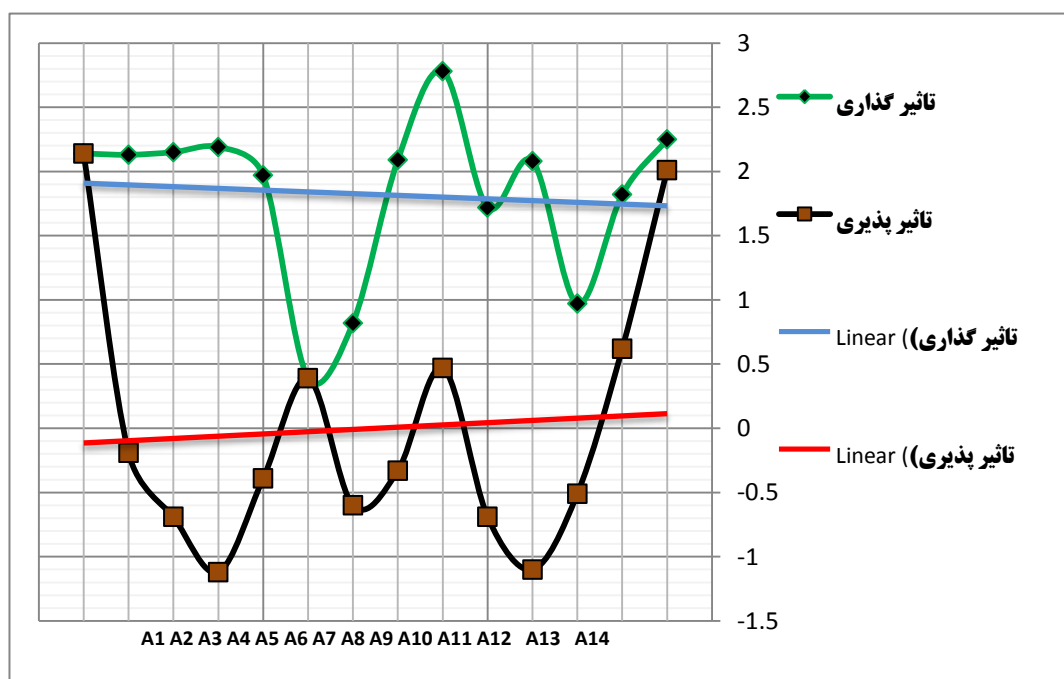
	A	B	C	D
R_i	۳/۵۸	۲/۶۷	۱/۳۸	۲/۰۵
C_j	۱/۴۶	۴	۱/۹۲	۴/۲۵
R+C	۵/۰۴	۶/۶۷	۳/۳	۶/۳
R-C	۲/۱۲	-۱/۳۲	-۰/۵۴	-۲/۲۰

می‌توان از تلفیق این نقشه‌ها، نقشه پهنه آسیب‌پذیری هر عامل را به‌طور جداگانه نمایش داد. برای انجام این کار، نقشه‌های چهارده‌گانه مختص هر عامل در Map Algebra از طریق Raster Calculator تلفیق شده و نقشه آسیب‌پذیری هر عامل به‌دست‌آمده است. نتیجه این تلفیق، نقشه رستری خواهد بود که ارزش پیکسل‌ها در آن نمایانگر مطلوبیت یا عدم مطلوبیت مکان برای استقرار زیرساخت‌های شهر بروجرد است (شکل ۵).

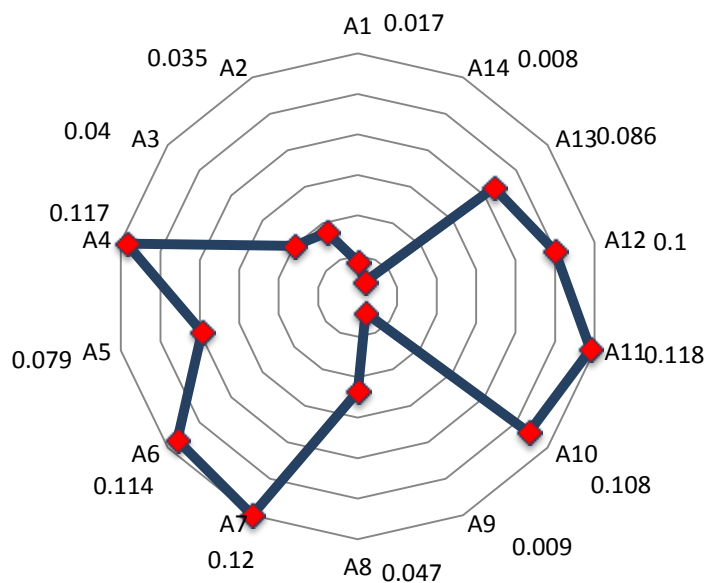
در شکل (۳) سیستم مختصات جهت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیرساخت‌ها و در شکل (۴) وزن نهایی معیارها نمایش داده شده است.

۵-۴- گام چهارم: تلفیق نقشه‌های فاکتور و تهیه نقشه‌های هم‌جواری در زیرساخت‌های چهارگانه:

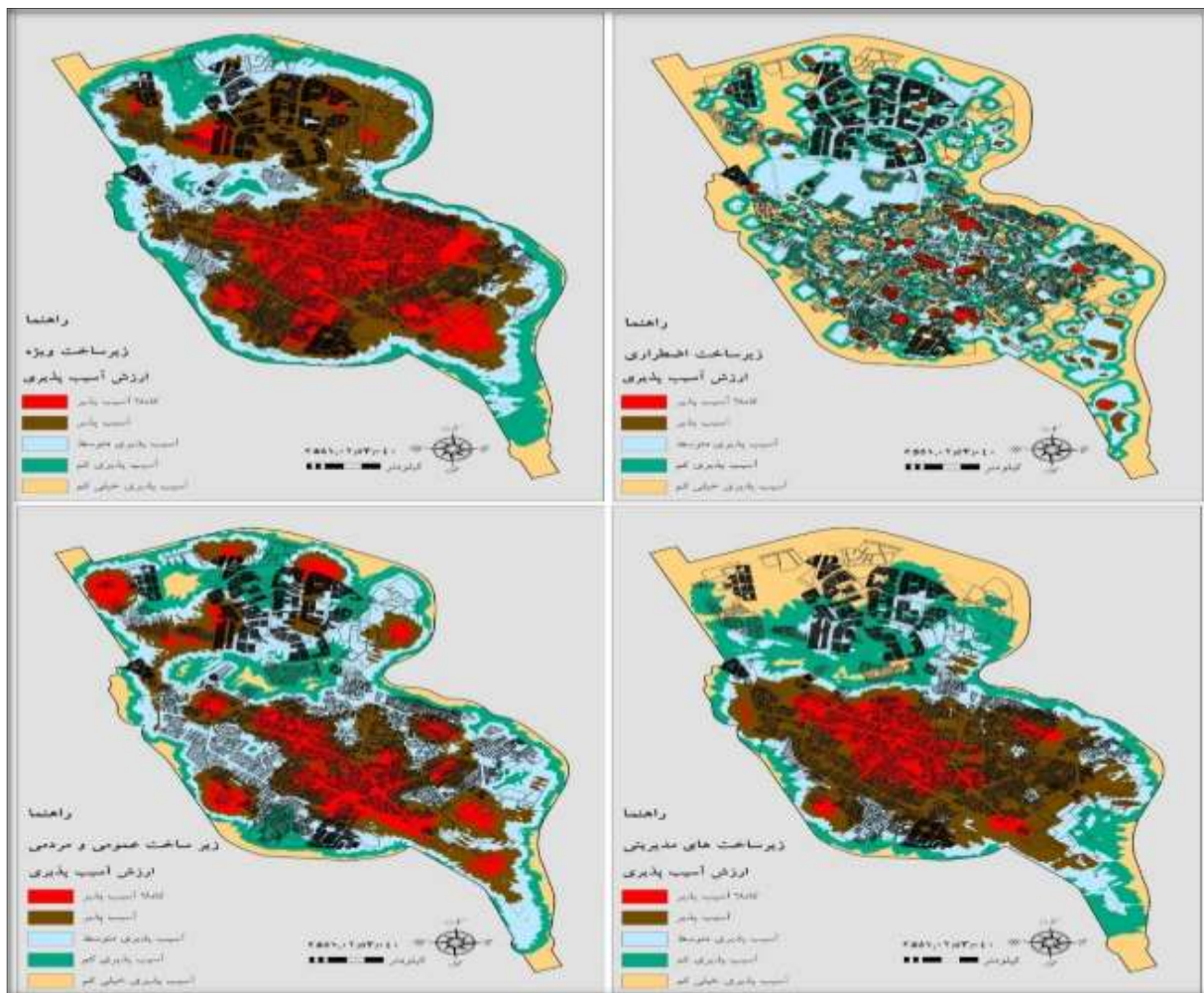
با تهیه نقشه‌های وزن‌دهی شده برای هر کدام از زیرساخت‌ها



شکل (۳): سیستم مختصات جهت تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیرساخت‌ها.



شکل (۴): وزن نهایی معیارها



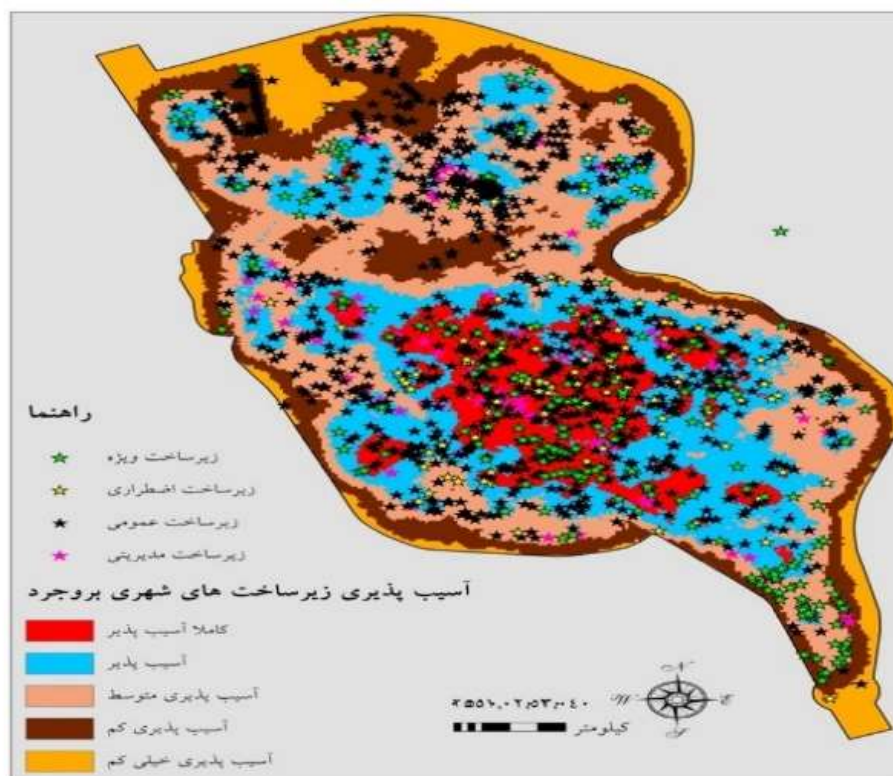
شکل (۵): نقشه‌های هم‌جواری در زیرساخت‌های چهارگانه شهر بروجرد

هم‌پوشانی نقشه‌ها صورت پذیرفته و نقشه خروجی حاصل؛ ریز پهنه‌بندی ایمنی و آسیب‌پذیری در زیرساخت‌های شهری بروجرد را نشان می‌دهد (شکل ۶).

در شکل (۶)، درصد رعایت الگوی هم‌جواری و ریز پهنه‌بندی آسیب‌پذیری در زیرساخت‌های شهری بروجرد مشخص شده است. بر اساس تحلیل نقشه نهایی می‌توان موقعیت تک‌تک زیرساخت‌های مختلف در پهنه‌های هم‌جوار را تحلیل و میزان درصد آسیب‌پذیری را برای تک‌تک زیرساخت‌ها تفسیر کرد همچنین در این نقشه درصد رعایت پهنه‌های هم‌جواری به پنج طبقه خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم تقسیم شده است. در جدول (۷) میزان آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری بروجرد آورده شده است.

۵-۵- گام پنجم: هم‌پوشانی لایه‌ها با Fuzzy Overlay و تهیه نقشه‌ی ریز پهنه‌بندی حریم ایمنی و آسیب‌پذیری

پس از تلفیق نقشه‌های فاکتور فازی برای هر عامل، پهنه آسیب‌پذیری عوامل مختلف مشخصی شده است. از آنجا که هر کدام از عوامل از دیدگاه پدافند غیرعامل دارای درجه اهمیت متفاوتی است، ضرورت دارد درجه اهمیت هریک از این عوامل مشخصی شده، با تلفیق آن‌ها نقشه نهایی هم‌جواری استخراج شود. در این مرحله، زیرساخت‌های شهری با استناد به نظر خبرگان متخصص و با لحاظ کاربرد آن‌ها، از طریق مدل AHP- FUZZY متخصص و با اعمال اوزان در محیط Arc GIS از طریق Fuzzy Overlay و با استفاده از گاما (Gamma)، $0/9$



شکل (۶): ریز پهنه بندی ایمنی و آسیب پذیری در زیرساخت های شهری بروجرد

جدول (۷): میزان آسیب پذیری زیرساخت های شهری بروجرد

درصد کل	تعداد کل	مدیریتی		عمومی		اضطراری		ویژه		درصد پهنه آسیب پذیری	مساحت پهنه آسیب پذیری	طبقه بندی آسیب پذیری
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد			
۵۰/۴۷	۵۳۹	۴۵/۵۵	۴۱	۵۰/۳۳	۳۰۲	۵۴/۹۵	۶۱	۴۷/۸۹	۱۲۵	۲۹/۷۳	۹۸۳۱۸۴۰	کاملاً آسیب پذیر
۲۸/۲۴	۳۰۰	۴۱/۱۱	۳۷	۲۱	۱۲۶	۳۰/۶۳	۳۴	۴۶/۳۹	۱۰۳	۲۹	۹۵۸۹۶۶۴	آسیب پذیر
۱۴/۳۱	۱۵۲	۱۱/۱۱	۱۰	۱۸	۱۰۸	۵/۴۰	۶	۱۰/۷۲	۲۸	۲۱/۱۸	۷۰۰۵۱۰۶	آسیب پذیری متوسط
۶/۴۹	۶۹	۲/۲۲	۲	۱۰/۳۳	۶۲	۰	۰	۱/۹۱	۵	۱۳/۲۲	۴۳۷۲۲۵۶	آسیب پذیری کم
۰/۱۸	۲	۰	۰	۰/۳۳	۲	۰	۰	۰	۰	۶/۸۵	۲۲۶۷۰۱۸	آسیب پذیری خیلی کم

۶- نتیجه گیری

بررسی وضعیت آسیب پذیری زیرساخت های شهری بروجرد در دو سطح قابل تفکیک و بررسی است:

الف) نتایج موضوعی

پس از بررسی و شناسایی ۱۴ لایه؛ از منظر پدافند غیرعامل الگوی هم جواری با استفاده از مدل AHPFUZZY برای این لایه ها بررسی شد نتایج نشان می دهد که در بررسی زیرساخت های ویژه کاربری انتظامی با وزن ۰/۰۹۹ بیشترین اهمیت و مراکز مذهبی با وزن ۰/۰۴۳ کم اهمیت ترین شاخص شناخته شدند. همچنین ارزیابی وزنی در زیرساخت های اضطراری نشان می دهد مراکز

آسیب پذیری را می توان نقص ذاتی در ابعاد ویژه محیط شهر دانست که بنا به ویژگی های بیولوژیکی و فیزیکی و یا مشخصه های طراحی آن مستعد آسیب است. بررسی ساختارهای یک شهر و ریز پهنه بندی آسیب پذیری آن از منظر پدافند غیرعامل گامی است به سوی چشم انداز آینده شهر ایمن. در تحقیق کنونی بعد از استخراج شاخص های ایمنی و آسیب پذیری در زیرساخت های شهری بروجرد با استفاده از روش ترکیبی، مدلی و تحلیلی AHPFUZZY-GIS سطح و مدل روابط فضایی، مکانی و همچنین درصد و ریز پهنه بندی آسیب پذیری از سطح کاملاً آسیب پذیر تا آسیب پذیری خیلی کم مشخص شدند. نتایج

- پس از مشخص شدن میزان این خطرات نسبت به جابجایی و انتقال تأسیسات خطرناک هم‌جوار بایستی اقدامات لازم انجام شود.

- ارتقاء سطح کیفی و کمی شبکه‌های ارتباطی از جمله: احداث پارکینگ‌ها، توقف‌گاه‌ها به ویژه در مقابل بیمارستان‌ها، درمانگاه‌ها و موسسات خدماتی مدنظر باشد.

۷- مراجع

- [1] S. Amanpour, A. Parviziyan, and A Mehdi, "Assessing the status of development in the cities of Ilam province," *Journal of Ilam Culture*, vol. 16, no. 48, p. 49, Winter 2022. (In Persian)
- [2] M. Alizadeh "Vulnerability Assessment of Kuhdasht Urban Infrastructure with Emphasis on Passive Defense", Master Thesis, Geography and Urban Planning, Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Persian)
- [3] D. Alexander "Disaster Management: From Theory to Implementation", *Journal Of Seismology and Earthquake Engineering*, vol. 9, no. 1,2, pp. 49-59, 2007.
- [4] F. Behtash, MR. Aghababaei, and MT. Aghababaei "Concepts of passive defense in urban management with emphasis on the city of Tehran", *Daneshshahr Magazine*, no. 37, Tehran City Studies and Planning Center. (In Persian)
- [5] H.A. Sabkbar, M. Faraji, M. Omidipour, and A. Modiri, Bastami Nia "Presentation of Vulnerability Zoning Model of Ahvaz City Using Profile Sorting Options Based on Profile (ssp)", *Crisis Management Quarterly*, no. 6. (In Persian)
- [6] A. Goehring "Analytical methods to enhance passive urban design", 26th conference in passive and low energy architecture, Quebec City, Canada, 2009.
- [7] S. Heidarinia "Assessing the spatial requirements of critical and sensitive land uses from the perspective of passive defense studied in Ahvaz", M.Sc. Thesis, Shahid Chamran University of Ahvaz. (In Persian)
- [8] A. Hosseini and competent, Brnafr, M. "evaluating the structure Langeroud Passive defense planning", *applied research journal Science, Geography*, year, vol. 18, no. 15, pp. 129-149, 2010. (in Persian)
- [9] ISDR, "The Structure Role and Mandate of Civil Protection in Disaster Risk Reduction for South Eastern Europe", 2008.
- [10] J. Johansson, and H. Hassel "An approach for modelling interdependent infrastructures in the context of vulnerability analysis", *Reliab. Eng. Syst. Saf.* Vol. 95, pp. 133-139, 2010.
- [11] G.A. Khmer, H. Gohari, and Z. Hosseini "easibility study of urban shelter location using IO model and AHP method. A Case Study of 13 Neighborhoods in District One of Kerman City", *Quarterly Journal of Urban Planning Studies*, vol. 2, no. 7. (in Persian).

بهداشتی درمانی با وزن ۰/۱۰۳ بیشترین اهمیت و مراکز فرهنگی با وزن ۰/۰۴۸ کم‌اهمیت‌ترین شاخص‌ها هستند در قسمت زیرساخت‌های عمومی و مردمی و مدیریتی به ترتیب صنایع شهری و مراکز تجاری به‌عنوان اثرگذارترین شاخص در آسیب‌پذیری زیرساخت‌های شهری بروجرد شناخته شدند.

ب) نتایج مکانی

با توجه به همپوشانی نهایی حاصل از شکل (۴) و جدول (۸) می‌توان نتیجه گرفت که: در بخش ریز پهنه‌بندی آسیب‌پذیری از بین ۳۳۰۶۵۸۸۴ m^2 مساحت شهر ۹۸۳۱۸۴۰ m^2 یعنی $۲۹/۷۳$ درصد کاملاً آسیب‌پذیر و ۲۲۶۷۰۱۸ مترمربع یعنی $۶/۸۵$ درصد از پهنه کل شهر در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی کم هستند.

با توجه به وضعیت آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حاصل از شکل (۴) جدول (۸) می‌توان گفت: در بخش زیرساخت‌های ویژه: ۱۲۵ زیرساخت یعنی $۴۷/۸۹$ درصد در وضعیت کاملاً آسیب‌پذیر قرار دارند در این بخش $۱/۹۱$ درصد از زیرساخت‌ها آسیب‌پذیری کمی دارند. در بخش زیرساخت‌های اضطراری ۶۱ زیرساخت یعنی $۵۴/۹۵$ درصد در وضعیت کاملاً آسیب‌پذیر و ۶ زیرساخت یعنی $۵/۴۰$ درصد آسیب‌پذیری متوسطی دارند. در بخش زیرساخت‌های عمومی و مردمی $۵۰/۳۳$ درصد و در بخش زیرساخت‌های مدیریتی $۴۵/۵۵$ درصد در وضعیت کاملاً آسیب‌پذیر قرار دارند.

نتایج مکانی و ریز پهنه‌بندی آسیب‌پذیری در سطح شهر بروجرد نشان می‌دهد که ۵۳۹ زیرساخت یعنی $۵۰/۴۷$ درصد از زیرساخت‌ها در وضعیت کاملاً آسیب‌پذیر قرار دارند. همچنین باید گفت که چیزی حدود ۵۹ درصد از پهنه این شهر در وضعیتی از آسیب‌پذیر تا کاملاً آسیب‌پذیر است که اهمیت دوچندان اصول و الزامات پدافند غیرعامل را در این شهر نشان می‌دهد. به عبارت بهتر نتایج بیانگر عدم رعایت اصول پدافند غیرعامل در طراحی و جانمایی ساختارهای حساس، مهم و حیاتی شهری است به نحوی که در صورت حمله ناگهانی این ساختمان‌ها به‌راحتی شناسایی و شهر در معرض خطر سقوط قرار می‌گیرد.

- پیشنهادها

- پیشنهاد می‌گردد به جهت کاهش خطرات و مدیریت بهتر در مواقع حساس، پهنه‌بندی خطر با روش‌های از جمله امتیازدهی بر اساس میزان جمعیت و موقعیت در قلمرو سرزمینی کشور انجام پذیرد.

- [21] A. Q. Rahmati, A. KAl-Husseini, and T. Siavashi "Analysis of Risk Risk of Lorestan Urban Settlements from Earthquake Risk," *Journal of Geography and Urban Planning* of No. 9 Winter Regions. (in Persian)
- [22] Ez. Qanavati, Sh. Qalami and A. Abdoli "Empowerment of Urban Crisis Management to Reduce Natural Disasters (Earthquake); A Case Study of Khorramabad", *Natural Geography Quarterly*, First Year, no. 4. (in Persian)
- [23] A. Sh. Manesh and S. Javad "Passive Defense Considerations in Urban Infrastructure," *First Conference on Infrastructure Management*, University of Tehran Campus, November. (in Persian)
- [24] Q. Siami, Gh. Latifi, K. Taghinejad, E. Zahedi Kolaki "Defense pathology of urban structure using hierarchical analysis of AHP and GIS Gorgan case study," *Journal of Spatial Planning*, vol. 3, no. 10, pp. 42-21, 2013. (in Persian)
- [25] M. Schmidlein "Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina," *Applied Geography*, vol. 31, pp. 269- 281, 2011.
- [26] A. Tang & A. Wen "An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment," *Computers & Geosciences*, vol. 35, pp. 71- 87, 2009.
- [27] M. Zhao, X. Liu "Regional risk assessment for urban major hazards based on GIS geoprocessing to improve public safety," *Safety Science*, vol. 87, pp. 18-24. 2016.
- [12] D. La Rosa, and F. Martinico "Assessment of hazards and risks for landscape protection planning in Sicily. *J. Environ. Manage.* Vol. 127, pp.155-167, 2013.
- [13] G. Leritina, and K. Hauskenc "Preventive strike vs. false targets and protection in the fence strategy. *Reliability engineering and system safety*, vol. 96, no.8, pp. 912-924, 2011.
- [14] A. Li, L. Nozick, N. Xu, and R. Davidson, "Shelter location and transportation planning under hurricane conditions, *School of civil and environmental engineering, Cornell university, transportation research part*, no 48, pp. 715-729, 2012.
- [15] D. Li, C. Zhang, L. Pizzol, A. Critto, H. Zhang, S. Lv, and A. Marcomini "Egional risk assessment approaches to land planning for industrial polluted areas in China: the Hulunbeier region case study," *Environ. Int.* vol. 65, pp. 16-32, 2014.
- [16] M. D. C. Mohammadi, "Passive urban safety and defense," *Shahid Chamran University of Ahvaz Publications*, 1393. (in Persian)
- [17] M. D. C. Mohammadi and S. Heydariania "Spatial modeling of the proximity of special uses from the perspective of passive defense in the metropolis of Ahvaz," *Quarterly Journal of Spatial Planning and Planning*, vol. 19, no. 2, pp. 211-236, (in Persian)
- [18] S. P. Meymandi, and A. Kazeminia "Vulnerability zoning of Kerman city based on the principles of passive defense," *Journal of Land Management*, Vol. 7, no. 1, pp. 144-119, 1389. (in Persian)
- [19] J. Pan, and H. Wei "Blue Book of Cities in China: Annual Report on Urban Development of China No. 8," *Social Sciences Academic Press*, Beijing, China, 2015.
- [20] H. Pasman, and G. Reniers. "Past present and future of Quantitative Risk Assessment (QRA) and the incentive it obtained from Land-Use Planning (LUP)," *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 28, pp. 2-9, 2014.

The Safe Zoning of War-Supporting Cities' Infrastructure from the Perspective of Passive Defense (A Case Study of Boroujerd City)

A. Abdolmaleki, M. Safari Namivandi*

Abstract

Vulnerability can be attributed to an inherent defect in the specific dimensions of the city 's environment, which is prone to damage due to the biological and physical properties or design characteristics. Studying the structures of a city and micro-zoning its vulnerability from the perspective of passive defense is a step towards the future prospects of a safe city. The main purpose of the present study is to study the vulnerability challenge in urban infrastructure from the civil defense point of view, and the anticipated approach is the application of modeling for identification of these infrastructures. The domain of the present study is the Boroujerd city with the population of 240654 and the area of 33065884 square meters. This research is applied-research in terms of purpose and descriptive-analytical research (based on the approach of spatial-model studies) in terms of methodology. The indicators of special infrastructure, emergency, general, public and management services are classified and extracted in the form of 1062 infrastructures. In order to measure the proximity pattern, 14 layers which are effective on vulnerability are identified and using Anp-demate-GIS combined analysis, the weighting of distance maps for them is designed and standardized. The FUZZY OVERLAY tool in ArcGIS software is used for spatial distribution and micro-zoning of urban infrastructure vulnerabilities. Spatial results and micro-zoning of vulnerability in Boroujerd city show that 539 infrastructures, namely 50.47% of the infrastructures are in a totally vulnerable situation. It should also be noted that about 59% of the city's area is in a situation from vulnerable to absolutely vulnerable, which shows the importance of the principles and requirements of passive defense in this city.

Key Words: *Zoning, Safety, Vulnerability, Urban Infrastructure, Boroujerd*