

فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی، سال چهارم، شماره دوازدهم، زمستان ۱۴۰۰

## برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل و مکانیابی پناهگاه‌های شهری با استفاده از مدل سمی

### واریوگرام تجربی (مطالعه موردی منطقه ۴ شهر اهواز)

دکتر علی توکلان<sup>۱</sup>، احسان علی پوری<sup>۲</sup>، مهدی عزیززاده<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۱۲

#### چکیده

پدافند غیرعامل مجموعه اقداماتی است که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار خاصی نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و تلفات انسانی جلوگیری نمود و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد. هدف از این پژوهش، مکانیابی پناهگاه شهری در منطقه چهار شهر اهواز با تأکید بر پدافند غیرعامل با استفاده از مدل سمی واریوگرام تجربی است. نوع تحقیق توسعه‌ای - کاربردی و روش‌شناسی آن توصیفی - تحلیلی است تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا با مطالعه مبانی نظری و ادبیات تحقیق، اصول و معیارهای مدنظر طراحی گردیده و سپس با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و روش همپوشانی فازی تحلیل‌های کیفی، فرایند کار تداوم یافته است. نتایج حاصل از پژوهش انجام شده حاکی از آن است که در برنامه - ریزی و مکانیابی بیمارستان‌ها، نقشه‌های همپوشانی حاصل از مدل عملگرهای اشتراک و گامای فازی  $Y=1.6$ ، مناسب بودند؛ نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد پدافند غیرعامل پاسخگوی جمعیت موجود منطقه در برابر حوادث نیست. در برنامه‌ریزی و مکانیابی پناهگاه منطقه‌های نقشه‌های همپوشانی حاصل از مدل سمی واریوگرام عملگرهای اشتراک و گامای فازی  $Y=1.3$ ، مناسب بودند؛ نتایج حاصل از آن‌ها مؤید این مطلب بود که در وضع موجود، هیچ فضایی به‌عنوان پناهگاه در مقیاس منطقه‌ای وجود ندارد، اما مکان‌های انتخاب شده توسط این عملگرها، فضاهای خالی و زمین‌های خالی و بایری بودند که نشان‌دهنده برنامه‌ریزی برای رسیدن به وضع مطلوب ساخت پناهگاه در آینده می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** برنامه‌ریزی، پدافند غیرعامل، مکانیابی، پناهگاه، سمی واریوگرام

<sup>۱</sup> استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران - ایران

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و نویسنده مسئول، Ehsan.alipoori@yahoo.com

<sup>۳</sup> کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهیدچمران اهواز، MehdiAlizade1371@gmail.com

## مقدمه

نیم‌نگاهی به تاریخ پرفرازونشیب جامعه بشری گویای آن است که تهدید و امنیت، تهاجم و دفاع همواره با زندگی و حیات انسان‌ها عجین بوده است و چنین به نظر می‌رسد که در بسیاری از موارد هیچ راه‌گریزی از آن وجود ندارد. بشریت در طول تاریخ ۵۰۰۰ ساله تمدن خودروی کره زمین شاهد حدود ۱۴۰۰۰ تهاجم بوده که در نتیجه آن بیش از چهار میلیارد انسان جان‌باخته‌اند. در مناقشه‌های اخیر بیش از ۸۰ درصد کشته‌شدگان، غیرنظامی هستند. امروزه اولین و چه بسا مهم‌ترین اهداف در همان ساعات اولیه تهاجم، شهرها و مناطق مسکونی هستند و بدون شک بخش عمده‌ای از کشتارهای عظیم انسانی به‌ویژه در قرون اخیر، معلول تهاجم به شهرهاست و بررسی‌ها نیز نشان‌دهنده افزایش میزان تلفات غیرنظامی به‌ویژه از جنگ جهانی دوم به این سو می‌باشد (بی‌گدلو، ۱۳۹۰: ۳۴).

از آنجایی که در بسیاری از موارد استقرار نامناسب مراکز شهری بر حسب فرم، شعاع عمل‌کرد، حساسیت، سازگاری، نظام ارتباطات، نفوذپذیری و غیره، خسارات و تلفات را مضاعف نموده و ضربات سنگینی بر پیکره جامعه مورد تهاجم وارد آورده است. در واقع از کارافتادن مراکز شهری و تأسیسات مهم و حیاتی به‌عنوان قلب هر نظام منجر به برهم خوردن تعادل سیستم‌های شهری و بروز دشواری‌های مختلف در حیات جوامع انسانی می‌گردد. یکی از شاخه‌های کلیدی که نقش عمده‌ای در تکمیل اهداف پدافند غیرعامل دارد، استفاده از برنامه‌ریزی شهری و ضوابط و اصول آن می‌باشد. برای برنامه‌ریزی پدافند شهری با روش نوین، نخست باید تهدیدات شناخته شوند؛ در این زمینه، عواملی که شهر را تهدید می‌کنند، می‌توان به سه گروه عمده زیر تقسیم کرد: ۱- عوامل طبیعی مانند سیل، زمین‌لرزه، گردباد، توفان و آتش‌سوزی و ... ۲- دشمن که به‌وسیله جنگ‌افزارهای خود به شهر آسیب می‌رساند. ۳- ستون پنجم (زیاری، ۱۳۸۶: ۳۱). اگرچه تحولات سریع فن‌آوری و ... در مقیاس جهانی تسهیل شده و انباشت و وسیع سلاح‌های کشتار جمعی، نتیجه قطعی پیروزی‌ها، استقامت استقرار بهینه آن در فضا با رعایت عوامل دفاعی در پهنه شهر باعث می‌شود و پایداری را با ابهام روبرو کرده است؛ می‌شود که کاربری‌ها به‌گونه‌ای در شهر استقرار یابند که شهر حداکثر امنیت و قابلیت دفاعی و حداقل آسیب‌پذیری را

داشته باشند (دلیر و همکاران، ۲: ۱۳۹۱) در جنگ های احتمالی آینده کلیه فعالیت ها از جمله زیرساخت های حیاتی، حساس، مهم و تأسیسات شهری را مورد هجوم قرار خواهد داد (کامران و حسینی امینی، ۲: ۱۳۹۱) مکان یابی مکان تأسیسات شهری اقدامی اساسی و پایه ای است. بررسی و ارزیابی نقش الزامات پدافند غیرعامل در مکان یابی مراکز و تأسیسات شهری اقدامی ضروری است و تأخیر در آن باعث ناپایداری و آسیب پذیری شهر می گردد. بنابراین، دستیابی به الگوی بهینه و بررسی سازوکارهای لازم، انطباق با تحولات فناوری روز را می طلبد (مدیری، ۱۳۸۹) موضوعی که مسئله اصلی پژوهش را به خود اختصاص داده منطقه چهار شهر اهواز است که بدلیل موقعیت جغرافیایی و قرارگیری آن در کنار رودخانه کارون و جمعیت نسبتاً زیاد این منطقه در بحث پدافند بسیار حائز اهمیت است. مسئله این است که باتوجه به موقعیت و جمعیت منطقه، پدافند پاسخگویی نیاز این منطقه است و از حوادث احتمالی میتواند جلوگیری کند.

### پیشینه تحقیق

بدون شک مهمترین نقطه عطف در تحول پدافند غیرعامل را باید جنگ جهانی دوم و گسترش استفاده از هواپیما و بمباران شهرها و مراکز صنعتی و سرمایه گذاری در شهرها دانست. در سطح کلان و ملی کشورهایی همانند آمریکا، شوروی سابق، آلمان، فرانسه، انگلستان، کانادا، سوئیس، کره شمالی و ... به موضوع پدافند غیرعامل توجه داشته و دارند (بهتاش، ۱۳۹۰: ۲۶-۱۴).

موضوع پدافند غیرعامل در ایران (علیرغم قرارگیری ایران در کانون بحران های منطقه ای و جهانی) نسبتاً جدید بوده و به سال ۱۳۸۲ و ایجاد سازمان پدافند غیرعامل کشور برمی گردد. بر همین اساس مطالعات و اقدامات اجرایی صورت گرفته نیز چندان پر بار نیستند. از سال ۱۳۸۷ با ایجاد مجتمع دانشگاهی آمایش و پدافند غیرعامل در دانشگاه صنعتی مالک اشتر، این موضوع بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. تانگ و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی با عنوان «سیستم شبیه سازی هوشمند برای ارزیابی خطر زلزله در شهر دیانگ کشور چین»، بررسی روی داد زمین لرزه را با استفاده از GIS و شبکه مصنوعی مورد تحلیل قرار دادند. این سیستم برای تشخیص ضعف لرزه های

ساختارها در شرایط پیش از زلزله، ارزیابی سریع خسارت زلزله و فراهم ساختن شرایط امداد سریع عمومی و دولتی در طول زلزله و بعدازآن کاربرد دارد (Tang et al, 2009: 871).

اسمیتلین و هم‌کاران (۲۰۱۱) در پژوهشی تحت عنوان مدل سازی خسارات زلزله و آسیب‌پذیری اجتماعی در چارلستون، کارولینای جنوبی به بررسی ارتباط فضایی بین آسیب‌پذیری اجتماعی و تخمین خسارات زلزله پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد، کسانی که در مناطق با سطوح بالاتری از آسیب‌پذیری اجتماعی هستند، تأثیر نسبی بیشتری می‌پذیرند و بنابراین ممکن است موانع بیشتری در بهبودی پس از رویداد، نسبت به مناطق با آسیب‌پذیری پایین‌تر اجتهامی داشته باشند (Schmidtlein et al, 2011: 269).

لی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان «موقعیت پناهگاه و برنامه‌ریزی حمل و نقل تحت شرایط طوفان» نوعی مدل برنامه‌نویسی برای بهینه‌سازی انتخاب محل پناهگاه با در نظر گرفتن طیف وسیعی از طوفان‌های رخ داده و شرایط تخلیه فوری در هنگام وقوع حادثه را برای دولت کارولینای شمالی مورد مطالعه واقع‌بینانه قرار داده‌اند. (Li et al, 2012: 715)

ریحانی (۱۳۹۰) در پایان‌نامه خود به موضوع ملاحظات پدافند غیرعامل در مکان‌گزینی مراکز سوخت در شهر مشهد پرداخته است. در این تحقیق ابتدا توزیع فضایی مخازن سوخت و پمپ‌بنزین‌ها و موقعیت هریک تشریح شده و سپس در محیط GIS رابطه استقرار هر کدام با شاخص‌ها و معیارهایی نظیر تراکم جمعیتی و مناطق مستعد خطر مورد تحلیل قرار گرفته است. در پایان مناطق پرخطر مشخص شده است و پیشنهادهایی جهت خروج مراکز سوخت به خارج از شهر و رعایت کاربری‌های هم‌جوار از نظر سازگاری و ناسازگاری در مورد پمپ‌های بنزین و اصلاح آن‌ها ارائه شده است.

بیگدلو (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی نقش ابعاد نرم‌افزاری پدافند غیرعامل با افزایش قدرت نرم جمهوری اسلامی ایران پرداخته است. یافته‌های تحقیق حاکی از آن هستند که می‌توان برخی از اصول پدافند غیرعامل را در حوزه نرم‌افزاری به کار گرفت. اصولی مانند مکان‌یابی (استفاده مطلوب از امکانات برای دفاع)، طراحی شبکه‌های زیرساخت، چند عملکردی فضاها و قدرت مرمت‌پذیری از اصول پدافند غیرعامل هستند که به حوزه نرم‌افزاری نیز قابلیت تعمیم دارند.

کامران و حسین امینی (۱۳۹۱) در پژوهشی تحت عنوان «کاربرد پدافند غیرعامل در برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای مطالعه موردی شهر شهریار» در قالب یک پژوهش پیمایشی به بررسی متغیرهای مهم در پدافند غیرعامل به منظور کاهش خسارت‌های ناشی از حملات دشمن و بالابردن قدرت دفاعی و آستانه مقاومت شهر شهریار و شناسایی مکان‌های حیاتی، حساس و مهم پرداختند. نتایج تحقیق بیانگر عدم رعایت اصول پدافند غیرعامل در شهرک اداری شهریار است. با توجه به هدف تحقیق که ارزیابی ملاحظات پدافند غیرعامل در شهر شهریار است، یافته‌های تحقیق نشان‌دهنده این موضوع است که بسیاری از مراکز حساس و حیاتی باید تمرکززدایی و منتقل شوند.

### چارچوب نظری

از نظر واژه‌شناسی، واژه پدافند از دو جزء پد و آفند تشکیل شده است. در فرهنگ و ادب فارسی پاد یا پد پیشوندی است که به معنای ضد، متضاد، پی و دنبال بوده و هرگاه قبل از واژه‌ای قرار گیرد معنای آن را معکوس می‌نماید. واژه‌ی آفند نیز به مفهوم جنگ، جدال، پیکار و دشمنی است (دهخدا، ۳۷: ۱۳۵۱) که مستلزم به‌کارگیری جنگ‌افزار خاصی نبوده و با اجرای آن می‌توان از وارد شدن خسارات مالی به تجهیزات و تأسیسات حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی و نیز تلفات انسانی جلوگیری نمود و یا میزان این خسارات و تلفات را به حداقل ممکن کاهش داد (زارع پور و همکاران، ۸: ۱۳۹۰). پدافند به معنی حفظ جان مردم، تضمین امنیت افراد، صیانت از تمامیت ارضی و حاکمیت ملی در همه مواقع در برابر هرگونه شرایط، موقعیت و هرگونه تجاوز است (احمرلویی، ۱۳: ۱۳۸۹) که به دوشاخه تقسیم می‌شود پدافند عامل که بیشتر در هنگام وقوع بحران (جنگ، سیل، زلزله، شورش‌های خیابانی و...) استعمال می‌شود و نیازی تبار این طور تعریف می‌نماید (موحدی‌نیا، ۱۶: ۱۳۸۶) دفاع در مقابل دشمن با به‌کارگیری سلاح‌ها، تجهیزات جنگی و تکنیک‌های رزمی به منظور کارانداختن ماشین جنگی دشمن و نابودی آن (نیازی‌تبار، ۱۵: ۱۳۸۷). از سویی دیگر پدافند غیرعامل که بیشتر تأکید آن بروی هدیریت پیش از بحران است عبارتست از هر اقدام غیرمسلحانه‌ای که موجب کاهش آسیب‌پذیری نیروی انسانی، ساختمان‌ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان‌های کشور در مقابل بحران‌هایی با عامل طبیعی (خشک‌سالی، سیل و زلزله و رانش و لغزش و طوفان و...) و عامل انسانی (جنگ، شورش‌های

داخلی، تحریم و ...) گردد (نوبخت، ۱۳۸۶:۳) پدافند غیرعامل خوانده می‌شود. نگارندگان بیشتر نظریه‌پردازان داخلی پدافند غیرعامل را با تأکید بر بعد دفاعی پی‌شگیرانه در برابر حملات دشمن (عامل انسانی) تعبیر کرده‌اند (نباتی، ۱۳۸۸:۱۵). بدون شک نوع پدافند در بخش‌های شهری، اقتصادی، اجتماعی و روانی کاملاً متفاوت از پدافند نظامی است و می‌توان اصطلاح پدافند غیرعامل را برای این بخش‌ها مناسب‌تر دانست. از سوی دیگر با توجه به جایگاه شهرها در نظام اقتصادی، اجتماعی و سیاست جهانی، در نگاهی جامع‌تر می‌توان پدافند شهری را بسیار مهم‌تر از سایر بخش‌ها دانست. چراکه شهرها به دلایل زیر همواره مورد توجه حاکمیت‌ها و دشمنان بوده و هستند و مورد تهاجم واقع شده‌اند:

۱. اولین دلیل را می‌توان تمرکز حجم عظیمی از جمعیت در مناطق شهری دانست. جمعیت همواره به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی قدرت و درعین حال به‌عنوان یکی از اهداف اصلی در جنگ‌ها و تهاجم‌ها مورد توجه بوده است و مناطقی مانند شهرها با تمرکز و تراکم بالای جمعیت بهترین اهداف به‌شمار می‌روند. بر اساس اعلام رئیس برنامه اسکان بشر ملل متحد سال ۲۰۰۷ نخستین سالی است در تاریخ بشر، که بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها به سر بردند (Jalhi and hashami fasharki, 2010: 7).

۲. شهرها در همه‌جا موتورهای عظیم رشد اقتصادی هستند. سهم آن‌ها در درون‌داد ملی تقریباً در هر کشوری بسیار بالاتر از سهم نیروی کار آن‌هاست (احمدی، ۱۳۸۷:۷۴). شهرها به‌ویژه مناطق کلان‌شهری در سال ۲۰۰۹ با وجود آن‌که تنها ۲۰٪ در صد از کل جمعیت جهان را در خود جای داده‌اند، نزدیک به ۵۲٪ درصد از فعالیت‌های اقتصادی دنیا را بر عهده‌اند (Florida et al, 2009). (al, 2009) بررسی حساب‌های منطقه‌ای ایران نیز نشان از اهمیت و جایگاه کلان‌شهرها در اقتصاد ملی کشور دارد (اطهاری، ۱۳۸۹:۳).

۳. شهرها کانون تمرکز مراکز مهم فرماندهی و ستادی نیروهای مسلح و وزارتخانه‌ها و سازمان‌ها و نهادهای مهم اقتصادی، مالی و سیاسی و تمرکز بالای مدیران و فرماندهان سطوح بالا و تصمیم‌گیر، باعث می‌شود که شهرها به‌ویژه مراکز حساس و حیاتی آن‌ها تبدیل به اهداف ثابتی برای دشمن گردند (حیدری، ۱۳۹۰:۲۹).

۴. شهرها در جهان ارتباطات و اطلاعات کنونی مرکز اصلی تولید و انتشار اخبار و اطلاعات مربوط به وضعیت میدان جنگ می‌باشند و بخش اعظمی از مراکز صداوسیما و روزنامه‌ها و سایت‌ها در مناطق شهری متمرکز شده‌اند. در زمان بحران، در صورت عدم توان هدیران و مسئولین برای ارائه اطلاعات درست از میدان جنگ به نیروهای خودی و شهروندان، دشمن می‌تواند از این ابزارها برای گسترش شایعات و تضعیف روحیه نیروهای خط مقدم و شهروندان استفاده نماید. (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۱۷)

۵. شهرها مراکز اصلی تمرکز سرمایه‌گذاری‌های چندین ساله و تاریخی یک کشور در ابعاد هادی و معنوی هستند و تخریب آن‌ها نه تنها در بعد مادی حجم عظیمی از سرمایه‌های کشور را برای بازسازی به خود اختصاص خواهد داد، بلکه، با تخریب میراث فرهنگی و تاریخی یک کشور و تمدن، خسارات جبران‌ناپذیری را بر پیکره فرهنگ یک اجتماع وارد سازد.

بر این اساس بحث پدافند غیرعامل در مناطق شهری، موضوعی است که هم به لحاظ اقتصادی، هم به لحاظ سیاسی، هم به لحاظ اجتماعی و فرهنگی و ... واجد اهمیتی دوچندان است. یکی از مباحثی که در ارتباط با پدافند غیرعامل در مناطق شهری باید مورد توجه قرار گیرد، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهر مبتنی بر اصول پدافند غیرعامل است و ارتباط نزدیکی میان برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل با فرایند برنامه‌ریزی کاربری زمین وجود دارد. به غیر از کاربری‌های مسکونی و شبکه معابر، کاربری‌های خدماتی نیز نقش مهمی در کارکرد صحیح شهر و رضایت شهروندان بر عهده دارند. در این میان زمانی که صحبت از بحران و تهاجم در مناطق شهری می‌گردد، بدون شک برخی کاربری‌ها نسبت به سایرین اهمیت بیشتری دارند که کاربری‌های در هانی را باید از آن‌ها دانست. این کاربری‌ها نه تنها به‌طور مستقیم بازندگی و جان مردم سروکار دارند، بلکه وجود آن‌ها و کارکرد مطلوب آن‌ها می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر احساس امنیت شهروندان داشته باشد.

آشنایی با اصول حاکم بر رویکرد پدافند غیرعامل می‌تواند کمک شایانی به افزایش کارایی و تداوم خدمت‌رسانی امکانات و تأسیسات و کاربری‌های خدماتی در زمان بحران بنماید. این اصول در واقع مجموعه اقدامات بنیادی و زیربنایی است که در صورت به‌کارگیری می‌توان به اهداف پدافند غیرعامل نائل گردید (اسکندری، ۱۳۸۹: ۳۴).

## روش‌شناسی تحقیق

نوع تحقیق توسعه‌ای - کاربردی و روش‌شناسی آن توصیفی - تحلیلی است. بخشی از داده‌ها و اطلاعات از بررسی مبانی نظری و ادبیات تحقیق حاصل، اما داده‌های اصلی تحقیق که دربرگیرنده اطلاعات مربوط کاربری اراضی شهری محدوده مورد مطالعه بودند، از طریق پایگاه اطلاعات داده - های مکانی مربوط به شهر اهواز و مطالعات میدانی نگارندگان به دست آمده است. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا با مطالعه مبانی نظری و ادبیات تحقیق، اصول و معیارهای مدنظر طراحی گردید و سپس با استفاده مدل سمی واریوگرام تجربی در محیط نرم افزار (ARC GIS) و بخش Geostatistical analyst تحلیل‌های کیفی، فرایند کار تداوم یافت، فرآیند وزن دهی به معیارها با استفاده از تأثیر نسبی که در مکانیابی دارند با استفاده از منطق فازی انجام گرفته است. در خاتمه نیز با توجه به یافته‌های تحقیق، پیشنهادهایی برای بهبود نقاط قوت و کاهش نقاط ضعف ارائه گردید.

## مدل سمی واریوگرام

سمی واریوگرام روشی است برای نمایش رابطه کاربری‌هایی که در فاصله نزدیک به هم قرار دارند، نسبت به آن‌هایی که از هم دورند، اختلاف اندازه‌گیری کوچک‌تری دارند. در مکانیابی بهینه نسبت مکان‌ها با توجه به الگوهایی از نسبت دوری و نزدیکی به اشیاء و سایر مکان‌ها نشأت می‌گیرد که در آن، این فرض صحیح است را می‌توان در سمی واریوگرام مورد بررسی قرارداد (اسماعیل‌زاده، ۱۳۹۲: ۹۰).

به‌طور کلی اشیائی که به هم نزدیک‌ترند نسبت به اشیائی که از هم دورند شباهت بیشتری دارند. این موضوع یک اصل جغرافیایی است (table, 1970). سمی واریوگرام روشی برای نمایش این رابطه است زوج‌هایی که در فاصله نزدیک به هم قرار دارند، نسبت به آن‌هایی که از هم دورند، اختلاف اندازه‌گیری کوچک‌تری دارند، در مکانیابی بهینه نسبت مکان‌ها با توجه به الگوهایی از نسبت دوری و نزدیکی به اشیاء و سایر مکان‌ها نشأت می‌گیرد که در آن، این فرض صحیح است را می‌توان در سمی واریوگرام مورد بررسی قرارداد (اسماعیل‌زاده، ۱۳۹۲: ۹۰).



الگوریتم برازش با به دست آوردن یک برآورد مقدماتی برای محدوده داده که مرحله ۱ نامیده می‌شود آغاز می‌شود.  $z_j^k(s_j)$  به  $i$  امین موقعیت مکانی  $s_j$  در  $k$  نوع متغیر نوع  $i$  امین موقعیت مکانی  $s_j$  دلالت دارد.

مرحله ۱: تحلیل گر زمین‌آماري سمي و اريوگرام ابتدا هر مجموعه داده را مقیاس گذاری می‌کند و داریم:

$$z_j^k(s_j) = z_j^k(s_j) / s_k$$

که  $s^k$  تقسیم استاندارد نمونه می‌باشد. در مرحله ۱ با در نظر گرفتن یک مدل *isotropic* آغاز می‌شود و سمي و اريوگرام در داده مقیاس گذاری شده را با استفاده از روش قطاع بیش از یک محدوده بزرگ از کلاسه‌های *lag* محاسبه می‌کند. کلاسه‌های *lag* در فاصله  $[d^{k-\frac{1}{2}}, d^{k+\frac{1}{2}}]$  تشکیل می‌شود که  $d = 1.25$  و  $k$  محدوده‌هایی از کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین رقم می‌باشد.

مرکز هر کلاس *lag* به صورت  $d^k \cosh(1/2 \log d^k)$  در نظر گرفته می‌شود. بدیهی است که کلاسه‌های *lag* متعددی خالی هستند و تحلیل گر زمین‌آماري فقط کلاسه‌هایی را به کار می‌گیرد که حاوی داده هستند. این *cross-covariance* را  $\hat{c}_{ij}(h_k)$  می‌نامند که  $i$  امین معرف  $i$  امین نوع متغیر و  $k$  معرف  $k$  امین نوع کلاسه *lag* می‌باشد. اولین تکرار برآورد پارامتر با حداقل کردن به دست می‌آید.

$$(1) \quad \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t \sum_{k=1}^{n_{ij}} w_{ij}(\mathbf{h}_k) (\hat{c}_{ij}(\mathbf{h}_k, \theta_{ij}) - \hat{c}_{ij}(\mathbf{h}_k))^2$$

برای  $\theta$  که  $\theta_{ij}$  بردار پارامترهای  $i$  و  $j$  امین و  $\theta$  شامل همه پارامترهای کواریانس می‌باشد که

$$(2) \quad w_{ij}(\mathbf{h}_k) = \frac{n_{ij}(\mathbf{h}_k)}{\sum_{m=1}^{n_{ij}} n_{ij}(\mathbf{h}_m)}$$

و  $n_{ij}(\mathbf{h}_k)$  تعداد زوج‌های تعداد زوج‌های موجود در تابع *cross-covariance* برای متغیرهای  $i$  و  $j$  موجود در کلاسه *lag*  $k$  می‌باشد. این برآورد را  $\theta$  ۱ می‌نامند. در تکرار بعد، تحلیل‌گر زمین‌آماری از یک کمترین مربعات وزندار *cressie* توسط حداقل کردن مجدد استفاده می‌کند.

$$(3) \quad \varpi_{ij}(\mathbf{h}_k, \theta_{ij}^{(1)}) = \frac{n_{ij}(\mathbf{h}_k)}{\widehat{c}_{ij}(0, \theta_{ij}^{(1)})\widehat{c}_{ij}(0, \theta_{ij}^{(1)}) + \widehat{c}_{ij}^2(\mathbf{h}_k, \theta_{ij}^{(1)})}$$

و سپس این وزن‌ها نرمال‌سازی می‌شوند یعنی هر *cross-covariance* وزن برابر به دست می‌آورد.

$$(4) \quad w_{ij}(\mathbf{h}_k) = \varpi_{ij}(\mathbf{h}_k, \theta_{ij}^{(1)}) / \sum_{m=1}^{n_{ij}} \varpi_{ij}(\mathbf{h}_k, \theta_{ij}^{(1)})$$

این برآورد را  $\theta$  ۲ می‌نامند. با توجه به اینکه اگر از واریوگرام‌ها بیشتر از کوواریانس استفاده نمی‌کنیم به صورت زیر خواهد بود:  $\theta_{ij}^{(2)}$

$$(5) \quad \arg \min_{\theta_{ij}} \left[ \sum_{k=1}^{n_{ij}} w_{ij}(\mathbf{h}_k) (\tilde{\gamma}_{ij}(\mathbf{h}_k, \theta_{ij}) - \tilde{\gamma}_{ij}(\mathbf{h}_k))^2 \right]$$

که  $w_{ij}(\mathbf{h}_k)$  از فرمول (۲)  $\theta_{ij}^{(2)}$  از فرمول (۵) و وزن‌ها از فرمول (۴) بدست آمده‌اند.

$$\varpi_{ij}(\mathbf{h}_k, \theta_{ij}^{(1)}) = \frac{n_{ij}(\mathbf{h}_k)}{\gamma_{ij}^2(\mathbf{h}_k, \theta_{ij}^{(1)})}$$

برآورد  $\theta^{(1)}$  و  $\theta^{(2)}$  در یک تکرار الگوریتم کم‌ترین مربعات وزندار شده مجدد می‌باشند. برآورد  $\theta^{(2)}$  فقط به منظور فراهم کردن یک جازه برآورد برای یک اندازه *lag* پیش فرض در شبکه موجود در برآورد سمی واریوگرام مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعداد پیش فرض‌ها ۱۲ می‌باشد؛ بنابراین *lag* در بخش بعد  $2 * range / 12$  در نظر گرفته شده است.

مرحله ۲: مرحله ۲ اساساً مرحله ۱ سمی واریوگرام یا cross-covariance موجود در داده مقیاس گذاری شده  $z_{ij}^k(s_i)$  تکرار می کند و از روش شبکه ای استفاده می کند تا اندازه پیش فرض lag با استفاده از بازه برآورد موجود در مرحله ۱ بدست می آید. همچنین این امکان را برای ناهمسانگردی و ترکیبات خطی ۳ مدل cross-covariance یا سمی واریوگرام فراهم می کند تا کلاسه های lag اثر ناگت هر مجموعه داده اضافه شوند.

$$\widehat{c}_{ij}(\mathbf{h}, \theta) = \sum_{u=1}^s b_u(i, j) p_u(\mathbf{h}, \varphi)$$

در اینجا  $b_u(i, j)$  پارامتر sill جزئی است و عنصر  $i, j$  ام  $b_u$  است و  $a_{i,t}$  ماتریس معین ثابت است که  $t$  تعداد انواع متغیرها و  $s$  تعداد مدل های متفاوت cross-covariance مورد استفاده در ترکیب خطی است و تابع  $p_u(\mathbf{h}, \varphi_u)$  یک مدل کوواریانس نرمال شده است.  $p_u(\mathbf{h}, \varphi_u)$  می باشد که  $\varphi_u$  پارامترهایی هستند که به طور نمونه بازع مدل کوواریانس را کنترل می کنند. همانند قبل  $\theta$  شامل همه پارامترها است. سومین تکرار پارامتر برآوردها  $\theta^3$  با حداقل کردن فرمول (۱) با وزن های فرمول (۲) موجود در کوواریانس تجربی با استفاده از روش شبکه ای به دست می آیند و سپس  $\theta^4$  با حداقل کردن فرمول (۱) با وزن های فرمول (۴) و (۳) موجود در کوواریانس تجربی با استفاده از روش شبکه ای به دست می آیند همانطور که در مرحله ۱ نشان داده شد، اگر از مدل های دیگر سمی واریوگرام استفاده کنیم بدیهی است که این فرمول ها تصحیح می شوند. اکنون اگر به مقیاس اصلی تغییر می دهیم. مدل سازی cross-covariance نهایی به صورت زیر است. (اسماعیل زاده، ۱۳۹۲:۳۸۷)

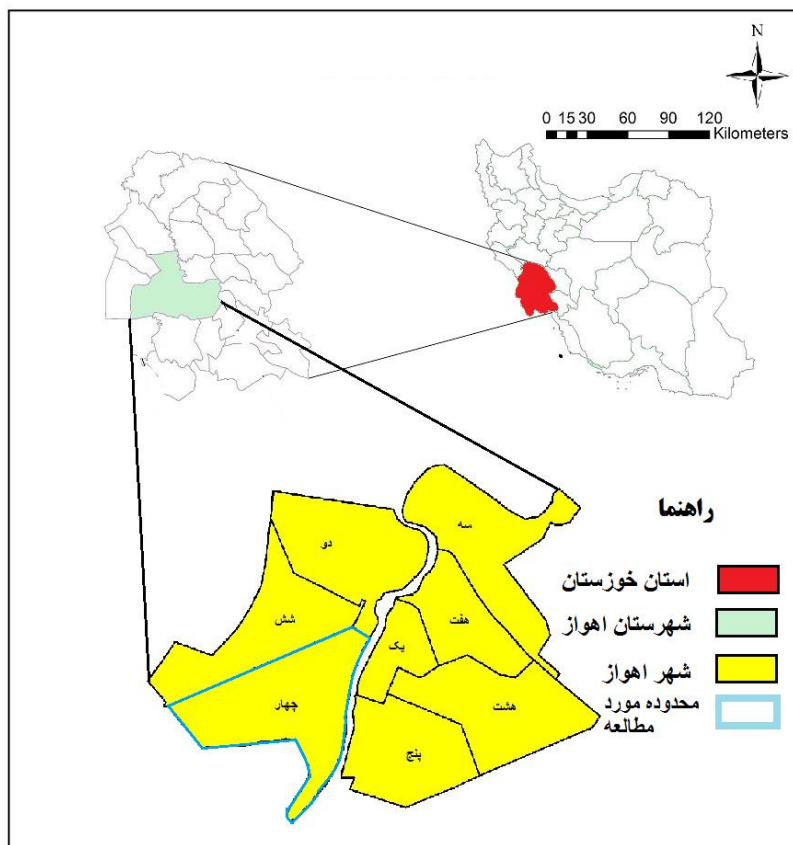
$$\gamma_{ij}(\mathbf{h}) = s_i^2 \widehat{\gamma}_{ij}(\mathbf{h}, \theta_{ii}^{(4)})$$

شیوه حل مسأله در مدل واریوگرام به گونه ای است که میانگین ارزش وزنی شاخص های اثرگذار که از طریق مدل سمی واریوگرام بدست آمد در نقشه نهایی همپوشانی فازی که از طریق OVERLAY FUZZY بدست آمد بود را از طریق ابزار Geostatistical analyst بخش Inverse

Distance Weighting تلفیق کرده و نقشه حد نهایی مجاز برای مکان‌یابی مناسب‌ترین محل پناهگاه شهری ارائه شد.

### محدوده جغرافیایی

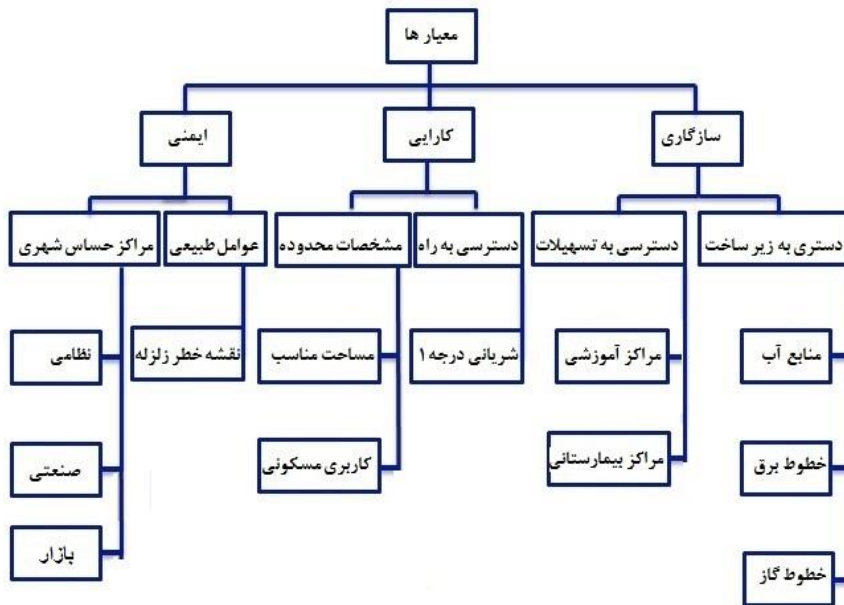
اهواز به‌عنوان کلان‌شهر نوظهور، متأثر از عوامل محرک توسعه مانند استقرار صنایع نفتی، صنایع سنگین و پذیرش سیل مهاجرین و همچنین عدم سازگاری زمانی بافت‌های شهری مرکز استان خوزستان ایران است. این شهر که در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار دارد، در بخش جلگه‌ای خوزستان و با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا واقع شده است. بر پایه آخرین آمار رسمی، ۳۲٪ مردم استان خوزستان در کلان‌شهر اهواز زندگی می‌کنند. از این جمعیت ۳۵٪ در حاشیه شهر مستقر می‌باشند و از این‌رو پس از کلان‌شهر مشهد، اهواز جایگاه دوم حاشیه‌نشینی را داراست. ۵۱٪ نفت شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب کشور ایران، در اهواز تولید می‌شود و برخی از بزرگ‌ترین کارخانه‌های مادر کشور در این شهر جای دارند. شهر اهواز با ۲۰۰،۰۰۰ هکتار مساحت، چهارمین شهر وسیع ایران پس از تهران، مشهد و تبریز می‌باشد (پورتال وزارت مسکن و شهرسازی) و جود کارخانجات بزرگ صنعتی، تأسیسات اداری و صنعتی شرکت مناطق نفت‌خیز جنوب و شرکت ملی حفاری ایران، اهواز را به یکی از مهم‌ترین مراکز صنعتی ایران تبدیل کرده و همین امر سبب شده که مهاجران بسیاری روی به اهواز کنند. اهواز کونی، محور ترانزیتی بسیار مهمی است که به‌وسیله راه‌های زمینی، ریلی و هوایی سایر نقاط کشور را به بنادر مهم آبادان، خرم‌شهر، بندر امام خمینی و ماهشهر پیوند می‌دهد. اهواز در زمان جنگ ۸ ساله رژیم بعث علیه ایران بارها مورد حملات هوایی و موشکی این رژیم قرار گرفت و باعث صدمات و خسارات فراوانی به این شهر شد. محدوده مورد پژوهش منطقه ۴ (شکل ۱) شهر اهواز است که از این منطقه با جمعیتی ۱۸۲۵۰۹ نفر دومین منطقه بزرگ شهر اهواز از لحاظ جمعیتی محسوب می‌شود و بیشترین مراکز اداری و جمعیتی در این شهر را از بین مناطق ۸ گانه به خود اختصاص داده است در این بین با توجه به اهمیت موضوع توجه به نحوه مکان‌گزینی می‌توانند، نمایانگر میزان توجه به رعایت اصول و ضوابط پدافند غیرعامل در مکان‌گزینی پناهگاه منطقه ۴ شهر اهواز باشد.



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه، ۱۳۹۴

### تحلیل یافته‌ها

در این قسمت به بررسی معیارهای بکار رفته و استانداردهای مربوط به هر یک از معیار های در امر مکان‌یابی پرداخته‌شده است.



شکل ۲: نمودار معیارهای مکان‌یابی پناهگاه، مآخذ الزامات پدافند غیرعامل در کاربری شهری محدوده مورد مطالعه سازگاری

یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، مکان‌یابی برای کاربری‌های گوناگون در سطح شهر و جداسازی کاربری‌های ناسازگار از یکدیگر است (سعیدینیا، ۲۴:۱۳۸۷). یعنی کاربری مورد نظر بایستی در حوزه نفوذ کاربری‌های سازگار قرار بگیرد. در ذیل کاربری‌هایی که بایستی در نزدیکی پناهگاه واقع شوند مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

### دسترسی به زیرساخت‌ها

نزدیکی به منابع آب، خطوط برق و خط لوله گاز در مکان‌گزینی پناه‌گاه شهری در مقیاس منطقه‌ای بسیار حائز اهمیت است که در این تحقیق مورد لحاظ قرار گرفته است.

### دسترسی به تسهیلات

مراکز آموزش شی: به جهت سهولت در رفت و آمد و برای تداوم انگیزه آموزش و تحصیل در کودکان و نوجوانان، مکان‌یابی محل‌های اسکان آسپد پیدگان باید به گونه‌ای باشد که کم‌ترین فاصله را از مدارس آموزش‌دیده‌ها داشته باشد. با توجه به ضوابط شهرسازی که شعاع عمل‌کردی مراکز آموزش‌دیده‌ها را ۵۰۰ تا ۷۰۰ متر در نظر می‌گیرند، در مواقع بحرانی نیز به دلیل اهمیت دسترسی کودکان و نوجوانان به این مراکز، چنین فاصله‌ای منطقی به نظر می‌رسد (شیعه، ۱۳۸۶: ۱۱۵). در محدوده مورد مطالعه تعداد ۳۷۰ مرکز آموزش شی که شامل ابتدایی، راهنمایی و متوسطه می‌شود قرار دارد، همچنین دوازده ششگانه‌های شهید چمران، آزاد اسلامی، صنعت نفت و پیام نور در این منطقه شهری قرار دارند.

**مراکز بیمارستانی:** دسترسی به مراکز بهداشت و درمان در مکان‌یابی پناه‌گاه شهری حائز اهمیت بسیار زیادی است به طوری که مراکز درمانی در مواقع بحران و جنگ نسبت به سایر کاربری‌ها امنیت بالاتری دارند یا به عبارت دیگر به آن‌ها کاربری‌های امنیت‌ساز نیز گفته می‌شود همچنین این کاربری‌ها برای انتقال مجروحان حوادث نیز حائز اهمیت بسیار بالایی است، فاصله عمل‌کردی مراکز بیمارستانی را ۱۵۰۰ متر در نظر می‌گیرند. در این منطقه بیمارستان‌های بقایی، بوستان، شفا و گلستان در این محدوده قرار دارند.

**کارایی:** این هدف از طریق تشخیص مناسب‌ترین نوع استفاده از یک قطعه زمین که بیشترین فایده را با کمترین هزینه به دست می‌دهد، حاصل می‌شود (پورمحمدی، ۵: ۱۳۸۵) عوامل کالبدی دخیل در کارایی بهینه مکان‌یابی پناهگاه شهری در زیر آورده شده‌اند.

**دسترسی به راه:** دسترسی به راه از جمله عوامل مهم در امر مکان‌یابی به حساب می‌آیند. دسترسی به راه‌های باز و با عرض مناسب، در هنگام بروز سوانح بسیار حیاتی است؛ لذا در زمینه مکان‌یابی پناهگاه شهری، قرارگیری این مراکز در کنار خیابان‌های با عرض بیشتر از ۲۳ متر، از لحاظ امدادرسانی سریع و به موقع مناسب به نظر می‌رسد. در این منطقه شهری یک خیابان سراسری با درجه کیفیت شریانی درجه یک از مرکز این منطقه عبور می‌کند و می‌تواند دسترسی‌های مناسبی را برای پناهگاه شهری فراهم نماید.

### مشخصات کالبدی محدوده پناهگاه شهری در مقیاس منطقه‌ای

**مساحت مناسب:** وجود قطعه ساخته نشده با مساحت مناسب، از مهم‌ترین مسائل مکان‌یابی پناهگاه شهری است. با توجه به جمعیت و سرانه زمین مورد نیاز که در قسمت فضاهای پناهگاه توضیح داده شد، می‌بایست زمین حداقل مساحت ممکن را دارا باشد.

**مراکز مسکونی:** مراکز پناهگاهی می‌بایست حداکثر در شعاع ۱ کیلومتری کاربری‌های مسکونی قرار داشته باشند تا امکان دسترسی سریع و آسانی را برای ساکنین منطقه نسبت به این مکان‌ها فراهم آورند. بیشترین کاربری این منطقه را مراکز مسکونی در اختیار خود دارند که همین موضوع لزوم توجه به ایمنی و تأمین امنیت برای ساکنین این منطقه را دوچندان کرده است.

**ایمنی:** منظور از ایمنی، امن بودن محل استقرار پایگاه در مقابل خطرات ناشی از شرایط بحران است که می‌تواند در خود محل پایگاه حادث شود و یا در اثر وقوع آن‌ها، اطراف محل پایگاه را متأثر سازد (شجاع عراقی و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۷). برای تأمین ایمنی لازم، مکان پایگاه می‌بایست با رعایت حریم، در فاصله‌ای مناسب از کانون‌ها و پهنه‌های خطرآفرین قرار گرفته باشد. این معیارها در زیر آورده شده است.

**عوامل طبیعی:** مجموعه عوامل طبیعی (از جمله شیب، خطر حرکت، خطر گسیختگی دامنه‌ها، خطر روانگرایی و...) که احتمال خطرآفرینی آن‌ها بایستی در امر مکان‌یابی پناهگاه شهری لحاظ شود.

**مراکز حساس شهری:** مراکز حساس، مراکزی هستند که در صورت انهدام کل یا قسمتی از آن‌ها، موجب بروز بحران، آسیب و صدمات قابل توجه در نظام سیاسی، هدایت، کنترل و فرماندهی،



تولیدی و اقتصادی، پشتیبانی، ارتباطی و مواصلاتی، دفاعی با سطح تأثیر گذاری منطقه‌ای گردد. (اصغریان، ۱۵:۱۳۸۳) در ذیل کاربری‌هایی که بایستی در دورترین فاصله از پناه‌گاه شهری واقع شوند مورد بررسی قرار گرفته‌اند (پورمحمدی، ۶:۱۳۸۹).

**نظامی:** بر اساس ماتریس سازگاری کاربری‌ها، هم‌جواری مراکز نظامی با کاربری‌های مسکونی، آموزشی، اداری درمانی ناسازگار تلقی می‌گردد مراکز عمده‌ی تجاری و تفریحی کامل نظامی، به‌ویژه لشکر ۹۱ زرهی ارتش، در محدوده‌ی قانونی شهر اهواز و در هم‌جواری با منطقه چهار این شهر قرار گرفته است. نزدیکی به این مراکز به منزله‌ی شاخصی منفی در پهنه‌بندی نهایی در نظر گرفته شده است.

**صنعتی:** طبق اصول برنامه‌ریزی کاربری اراضی، کاربری‌های ناسازگار باید دور از هم و کاربری‌های مکمل باید در کنار هم مکان‌یابی شوند (پورمحمدی، ۶:۱۳۸۹). هم‌جواری مراکز صنعتی با سایر کاربری‌های غیر مکمل ایمنی و امنیت سایر کاربری‌ها را تهدید می‌کند. اهواز از جمله شهرهای ایران است که برخی از صنایع حساس و کلیدی آن در محدوده‌ی شهر صنایع وابسته به نفت، گاز، صنایع فولاد و صنعت لوله‌سازی (و برخی دیگر در هم‌جواری مناطق مسکونی) استقرار یافته‌اند. بدیهی است که نزدیکی به این مراکز در وقوع حملات نظامی میزان خطرپذیری مراکز هم‌جوار را افزایش خواهد داد. در غرب این منطقه شهری مراکز صنعتی قرار دارند که میزان خطرپذیری این نقطه را بسیار بالا برده است.

**بازار:** مراکزی را که پتانسیل آزاد کردن انرژی زیادی دارند، می‌توان به‌منزله‌ی کاربری آسیب‌رسان در نظر گرفت (عزیزی، ۲:۱۳۹۱). از آنجاکه تعداد بسیار زیادی خودرو و هم‌چنین ساکنان شهر در یک فضای محدود متمرکز است، در صورت برخورد هرگونه بحب یا مو شک به این مراکز شدت انفجار تا چندین برابر شدت سلاح‌های نظامی خسارت به بار خواهد آورد. در بعضی از نقاط این منطقه مراکز تجاری و خیابان‌هایی به‌صورت بازار قرار دارند اما در نهایت شرق و جنوب شرق این منطقه با توجه به نزدیکی به بازار بزرگ شهر در معرض خطر بیشتری قرار دارد (جدول ۱).

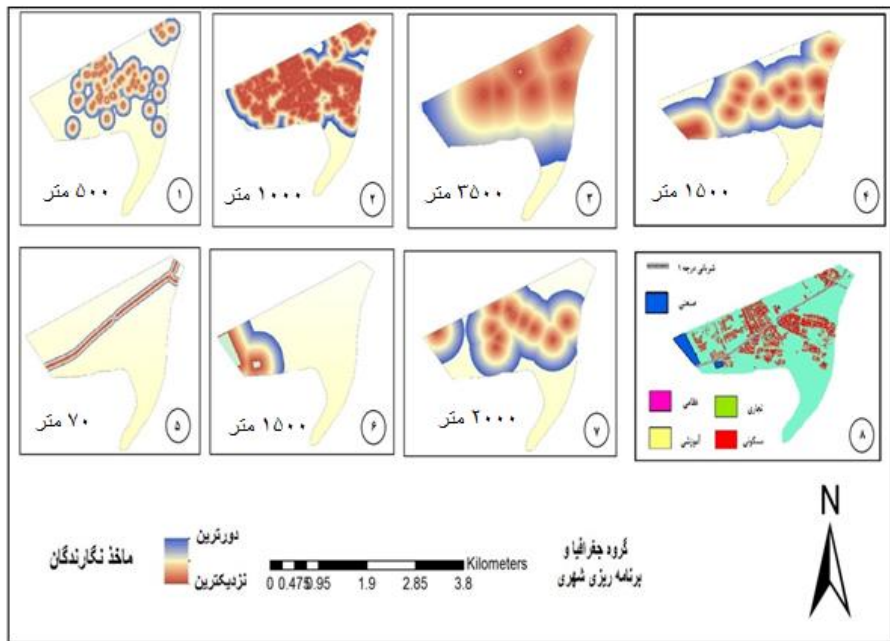
جدول ۱: لایه اطلاعاتی برگرفته از نقشه شهری اهواز و استانداردهای مربوطه

انواع	معیار	زیر معیار	لایه اطلاعاتی	حریم و ضوابط
سازگاری	دسترسی به زیرساخت‌ها	منابع آب	لایه منابع آب شهرداری اهواز	حداقل فاصله با منابع آب
		خطوط برق	لایه خطوط برق شهرداری اهواز	حداقل فاصله با خطوط برق
		خطوط گاز	لایه خطوط گاز شهرداری اهواز	حداقل فاصله با خطوط گاز
	دسترسی به تسهیلات	مراکز آموزشی	لایه کاربری شهر شهرداری اهواز	مطلوب‌ترین فاصله ۵۰۰ متر
	بیمارستان	مراکز بیمارستانی	لایه کاربری شهر شهرداری اهواز	مطلوب‌ترین فاصله ۱۵۰۰ متر
کارایی	دسترسی به راه	درجه‌یک	لایه معابر شهرداری اهواز	مطلوب‌ترین فاصله ۲۰۰ متر
	مشخصات محدوده	کاربری مسکونی	لایه کاربردی شهر شهرداری اهواز	مطلوب‌ترین فاصله ۱۰۰۰ متر
		فاصله از بازار	لایه معابر شهرداری اهواز	مطلوب‌ترین فاصله ۲۰۰۰ متر
مقاومت	نظامی	فاصله از مراکز نظامی	لایه کاربردی شهری شهرداری اهواز	مطلوب‌ترین فاصله ۳۵۰۰ متر
	صنعتی	فاصله از مراکز صنعتی	لایه کاربردی شهری شهرداری اهواز	مطلوب‌ترین فاصله ۱۵۰۰ متر

مأخذ مطالعات نگارندگان و موسسه مطالعات و آموزش مدیریت بحران شهرداری اهواز ۱۳۹۴

## روش همپوشانی لایه‌ها با استفاده از مدل سمی واریوگرام تجربی

در این مرحله به آماده‌سازی لایه‌ها و تهیه نقشه‌های واریوگرامی مربوط به هر پارامتر پرداخته می‌شود. در هر یک از نقشه‌های واریوگرام، مقدار هر واحد مکانی، عددی بین صفر تا یک بوده و نزدیک‌تر بودن این عدد به یک، بیانگر مناسب بودن مکان مربوطه جهت استقرار پناه‌گاه از دیدگاه فاکتور یادشده است. برای نیل به این هدف نیازمند تعریف توابع عضویت، متناسب با ماهیت هر یک از فاکتورها هستیم. با مطالعات انجام‌شده در نحوه تأثیر هر یک از این فاکتورها بر مکان‌یابی مدنظر است که در ادامه به تعریف آن پرداخته می‌شود. پس از شناسایی و آماده‌سازی کلیه معیارها و عوامل مؤثر در مکان‌یابی پناهگاه شهری در این مرحله لازم است نقشه‌های فاکتور هر یک از لایه‌ها آماده شود. آماده‌سازی نقشه‌های فاکتور مشتمل بر دو مرحله پردازش و وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی است. در این مرحله وزن‌دهی هر یک از زیرمعیارها و فاکتورها (بر اساس تأثیر نسبی که در تعیین موقعیت پناهگاه دارند) با استفاده از منطق فازی انجام می‌گیرد. در هر نقشه فاکتور فازی، ارزش هر یک از کلاس‌ها و واحدهای مکانی موجود با درجات عضویت فازی، حد واسط بین صفر تا یک نشان داده می‌شود. به‌منظور تهیه نقشه فاکتور فازی در این تحقیق، با تعریف فاصله اقلیدسی هر پارامتر و در نظر گرفتن معیارها و ضوابط ارائه‌شده، دستوراتی در نرم‌افزار GIS و با استفاده از ابزار Raster Calculator نوشته و اجرا گردید (شکل ۳).



شکل ۳: تعیین فاصله اقلیدسی پارامترهای مکان‌یابی (تمامی فواصل به متر هستند)؛ (۱- فاصله از مراکز آموزشی (۵۰۰ متر) ۲- فاصله از مناطق مسکونی (۱۰۰۰ متر) ۳- فاصله از مراکز نظامی (۳۵۰۰ متر) ۴- فاصله از مراکز بیمارستانی (۱۵۰۰ متر) ۵- فاصله از راه شریانی درجه ۱ (۷۰ متر)، ۶- فاصله از مراکز صنعتی (۱۵۰۰ متر) ۷- فاصله از مراکز تجاری (بازار) (۲۰۰۰ متر) ۸- کاربری‌های مورد مطالعه.

برای فاکتورهای موردنظر که درجه تناسب مکان‌های مختلف به صورت تدریجی و پیوسته با میزان فاصله از آن‌ها تغییر می‌کند، از این‌گونه توابع عضویت فازی استفاده شده است. در تعریف این‌گونه توابع با استفاده از نظر کارشناسان مقادیر توابع عضویت در مرزها به دست آمده و توابع مربوطه شکل گرفتند. در نهایت، خروجی حاصل از هر مرحله، لایه‌ها رستری است که برای هر لایه اطلاعاتی، بر اساس طبقه‌بندی و ضوابط تعریف‌شده، ارزش‌هایی بین صفر و یک در نظر گرفته است. مرزهای توابع زیرمعیارهای موردنظر در جدول (۲) آمده است.

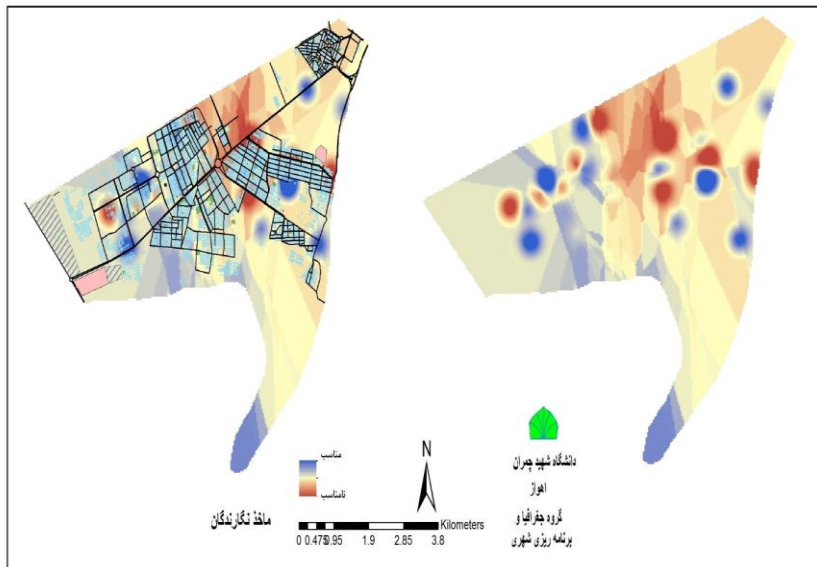
جدول ۲: مرز عددی تعیین شده و عملکرد مثبت تا منفی در سمی واریوگرام در منطقه چهار اهواز

مرز عددی تعیین شده و عملکرد مثبت تا منفی در سمی واریوگرام						
درجه اهمیت خوب		درجه اهمیت متوسط		درجه اهمیت بد		زیر معیار
$x \leq 500$	-	$500 < X < 700$	$+ < X < -$	$x \geq 700$	+	مراکز آموزشی
$x \geq 1500$	+	$1500 < X < 2000$	$- < X < +$	$x \leq 2000$	+	مراکز بیمارستانی
$x < 100$	-	$100 < X < 200$	$+ < X < -$	$x > 200$	+	زیر ساخت
$x \leq 70$	-	$70 < X < 300$	$+ < X < -$	$x \geq 300$	+	راه شریانی درجه ۱
$x \leq 1000$	-	$1000 < X < 2000$	$+ < X < -$	$x \geq 2000$	+	کاربری مسکونی
$x \geq 2000$	+	$2000 < X < 3000$	$- < X < +$	$x \leq 3000$	-	بازار
بدست آمده	+	بدست آمده	$- < X < +$	بدست آمده	-	زلزله
$x \geq 3500$	+	$3500 < X < 5000$	$- < X < +$	$x < 5000$	-	نظامی
$x \geq 1500$	+	$1500 < X < 2000$	$- < X < +$	$x \leq 2000$	-	صنعتی

مأخذ محاسبات نگارندگان ۱۳۹۴

پس از تعیین پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی این کاربری، لایه‌های اطلاعاتی تهیه و آماده سازی شدند و در ادامه نقشه‌های سمی واریوگرام تجربی بر اساس استانداردهای تعریف شده تهیه گردید. در نقشه رستر واریوگرام حاصل از عملیات تلفیق، ارزش هر پیکسل نشان‌دهنده میزان مطلوبیت آن محل برای احداث پناهگاه شهری است. در مکان‌یابی پناهگاه شهری با توجه به ماهیت این مکان‌یابی که در مقیاسی بزرگ در نظر گرفته شده، فقط ۷ معیار و لایه مربوط به آن‌ها شامل: فاصله از مراکز نظامی، فاصله از مراکز صنعتی، فاصله از مراکز آموزشی، فاصله از مراکز مسکونی، فاصله

از بازار، دسترسی به راه درجه‌یک و دسترسی به بیمارستان منظور انتخاب‌شده است. در این قسمت به تلفیق نقشه‌های فاکتور آماده‌شده می‌پردازیم. نتیجه حاصل از تلفیق نقشه‌های فاصله‌ای، نقشه رستری خواهد بود که ارزش پیکسل‌ها در آن نمایانگر مطلوبیت یا عدم مطلوبیت مکان برای استقرار پناهگاه می‌باشد.



شکل ۴: نتیجه نهایی حاصل مدل سمی واریوگرام، در مکان‌یابی پناهگاه شهری منطقه ۴ اهواز

از این رو هرچه ارزش پیکسل بیشتر باشد، ارجحیت بیشتری برای احداث پناهگاه خواهد داشت. به منظور تحلیل روش برنامه‌ریزی سمی واریوگرامی برای تلفیق زیر معیارها (فاکتورها) از روش واریوگرام تجربی استفاده شد. از بین مقادیر مختلف گاما نیز، مقدار مطلوب گاما در این روش  $\gamma = 1/3$  در نظر گرفته شد.

## نتیجه گیری

با توجه به جایگاه راهبردی کشور ایران در منطقه و خاورمیانه و تهدیدات و خطراتی که همواره آن را تهدید می‌کند و با توجه به موقعیت شهر اهواز در سیستم کشور و قرارگیری خوزستان در مرزهای جنوب غربی و خطراتی که در صورت بروز جنگ آن را تهدید می‌کند ضرورت توجه به موضوع اساسی دفاع و رعایت اصول و معیارهای پدافند غیرعامل در دستیابی به امنیت ملی و توسعه پایدار همه‌جانبه بسیار مهم می‌نماید. از سوی دیگر، یکی از کاربری‌های مهم در شهرها که نقش ویژه‌ای در کاهش آسیب‌پذیری‌ها در زمان جنگ دارند، کاربری پناهگاه‌ها هستند و این کاربری‌ها باید از منظر پدافند غیرعامل شاخص‌ها و معیارهایی را رعایت کنند تا بتوانند نقش مفیدی در زمان جنگ ایفاء کنند. در پژوهش حاضر سعی بر این شده است که به ارزیابی و برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل منطقه چهار شهر اهواز و همچنین مکان‌یابی فضاهای پناهگاهی پرداخته شود. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد پدافند غیرعامل پاشخگوی جمعیت موجود منطقه در برابر حوادث نیست. در برنامه‌ریزی و مکان‌یابی پناهگاه منطقه‌ای نقشه‌های همپوشانی حاصل از مدل سمی و آریوگرام عملگرهای اشتراک و گام‌های  $Y=1.3$ ، مناسب بودند؛ نتایج حاصل از آن‌ها مؤید این مطلب بود که در وضع موجود، هیچ فضای به‌عنوان پناهگاه در مقیاس منطقه‌ای وجود ندارد، اما مکان‌های انتخاب‌شده توسط این عملگرها، فضاهای خالی و زمین‌های خالی و بایری بودند که نشان‌دهنده برنامه‌ریزی برای رسیدن به وضع مطلوب ساخت پناهگاه در آینده می‌باشد.

### پیشنهاد

۱. برنامه‌ریزی اصولی و منطقی با توجه به ویژگی‌ها و امکانات منطقه که به کاهش آسیب‌پذیری و تلفات جانی و مالی منجر شود امری ضروری و حائز اهمیت به شمار می‌رود.
۲. در صورتی که امکان دسترسی به مشخصات جزئی‌تر لایه‌های استفاده‌شده، از جمله نوع و میزان فعالیت گسل‌ها، میزان مقاومت یا پایداری قنات‌ها، بررسی مقاومت لرزه‌های خطوط حمل‌ونقل و... وجود داشته باشد، با در نظر گرفتن آن‌ها در فرآیند مکان‌یابی، می‌توان به نتایج مطلوب‌تری دست یافت.
۳. مکان‌یابی و احداث کاربری‌های موازی در بخش‌های دیگر شهر برای کاربری‌های بهداشتی و درمانی
۴. استفاده از طرح‌های استتار، اختفا و فریب برای ساختمان‌های بهداشتی مهم و دارای شعاع عملکردی زیاد
۵. توسعه و تجهیز ایستگاه‌های آتش‌نشانی در محدوده‌های مکان‌یابی شده

### منابع

- احمرلوئی، محمدحسین (۱۳۸۹). پدافند غیرعامل در جنگ‌های نوین (ه.م.ش)، دانشکده فارابی، تهران.
- اسکندری، حمید (۱۳۸۹). دانستنی‌های پدافند غیرعامل، انتشارات بوستان حمید، تهران.
- اسمعیل‌زاده، الهام و نصیر زاده، طاهره (۱۳۹۲). تحلیل‌گر زمین‌آماری در arc gis، کوین جازستون، نشر ماهواره، چاپ اول، تهران.
- اصغریان، احمد (۱۳۸۳). الزامات معمارانه در دفاع غیرعامل پایدار تهران، دانشکده معماری شهید بهشتی. رساله دکتری معماری.
- اطهاری، کمال (۱۳۸۹). اقتصاد شهری و اقتصاد شهر در ایران، فصلنامه اقتصاد شهر، شماره ۷.



امیری، فرشاد، (۱۳۸۶). مکان‌یابی پست‌های فشارقوی با استفاده از سیستم اطلاعات. جغرافیایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی عمران دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی.

بیگدلو، مهدی (۱۳۹۰). تأثیر پدافند غیرعامل بر قدرت نرم جمهوری اسلامی ایران، فصلنامه مطالعات راهبرد دفاعی، شماره ۱۴۵.

پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۸۷). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری. انتشارات سمت، تهران

حسین‌زاده‌دلیر، کریم؛ ملکی، کیومرث؛ شفاعتی، آرزو و حیدری فرد، محمدرئوف (۱۳۹۱). پدافند غیرعامل و توسعه پایدار شهری با تأکید بر کاربری‌های تهدید پذیر کلان‌شهر تبریز از منظر جنگ، جغرافیا و پایداری محیط، سال دوم، شماره ۵.

حسینی، سیدهادی؛ صدیقی، ابوالفضل و حسینی‌امینی، حسن (۱۳۹۳). آسیب‌شناسی بیمارستان‌های شهر مشهد با تأکید بر پدافند غیرعامل (مطالعه موردی بیمارستان‌های رضوی و امام رضا (ع)) فصل‌نامه علمی پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران سال دوازدهم شماره ۴۲.

حیدری، کیومرث و جانگداز، علی (۱۳۹۰). آسیب‌های قدرت‌های بزرگ در تقابل با جنگ ناهم‌تراز، انتشارات معاونت تربیت و آموزش نازجا، تهران.

زارع‌پور، مهدی؛ جعفری، صدیقه و بناپی، سجاد (۱۳۹۰). امنیت سامانه‌های متحرک، جلد اول، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، چاپ اول، تهران.

زیاری، کرامت‌اله (۱۳۸۶). برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری؛ چاپ سوم، انتشارات دانشگاه یزد، یزد.

سعیدنیا، احمد (۱۳۸۷). کاربری زمین شهری، کتاب سبز شهرداری‌ها، جلد دوم، انتشارات مرکز مطالعات برنامه‌ریزی شهری، تهران.

شجاع‌عراقی، مهناز؛ توالی، سیمین و ضیائی‌ان، پرویز (۱۳۹۰). مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی: منطقه ۶ شهرداری تهران، مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال سوم، شماره ۲۱، اصفهان.

شیعه، اسماعیل (۱۳۸۶). مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، چاپ نوزدهم، تهران.

عزیزی، محمدمهدی و برنافر، مهدی (۱۳۹۱). ارزیابی آسیب‌پذیری شهری ناشی از حملات هوایی. مجله علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل، ۱۲۷-۱۳۷، شماره ۲.

کامران، حسن و حسینی‌امینی، حسن (۱۳۹۱). تحلیل موقعیت شهرک اداری شهریار براساس اصول پدافند غیرعامل، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۳، شماره ۷.

موحدی‌نیا، جعفر (۱۳۸۶). اصول و مبانی پدافند غیرعامل، انتشارات داز شگاه صنعتی مالک اشتر، تهران.

Jalali, GR. & Pearson Hashemi, SJ. (2007). The role of passive defense and Crisis Management Planning, Third International Conference on Comprehensive Disaster Management Disaster - Tehran University [In Persian].

Li, A; Nozick, L; Xu, N. & Davidson, R. (2012). Shelter location and transportation planning under hurricane conditions, School of civil and environmental engineering, Cornell university, transportation research part, No. 48.

Schmidtlein, M.C; Shafer, J.M; Berry, M. & Cutter, S.L, (2011). Modeled earthquake losses and social vulnerability in Charleston, South Carolina, Applied Geography, 31.

Taghvai, M. & Jozie Khmsloi, A. (2012). Vulnerability urban paths walking with passive defense approach: A Case Study of Metropolitan grace a perimeter Journal, No. 16 [In Persian].

Tang, A. & Wen, A, (2009). An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, Computers & Geosciences, 35.