

ساماندهی فضایی پایگاههای پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره فضایی. مطالعه موردی: منطقه ۱۸ شهر تهران

سیدعلی علوی^{۱*}، ابوالفضل مشکینی^۲، محمد ابراهیمی^۳

^۱استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس
^۲استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس
^۳کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس
تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۲

چکیده

مخاطرات طبیعی بخشی از جهان پیرامون ما است و همیشه یک خطر جدی برای توسعه به شمار رفته‌اند، به عبارتی زندگی بشر بدون در نظر گرفتن این مخاطرات غیرقابل تصور خواهد بود. نکته حائز اهمیت این است که از وقوع بحران نمی‌توان جلوگیری کرد اما تمرکز و توجه برنامه‌ریزی بحران شهرها در مرحله آمادگی می‌تواند باعث کاهش تلفات انسانی و خسارات مالی در اثر بروز سوانح گردد. در این بین، پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در فاز پیشگیری، آمادگی و مقابله در بحران‌های مختلف به‌ویژه بحران‌های طبیعی بزرگ نظیر زلزله، در شهر تهران به‌عنوان پیشرو عمل می‌نمایند این پژوهش با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) و تحلیل‌های فضایی این قابلیت و توانمندی‌ها را در محیط نرم‌افزای Arc Gis مورد سنجش و ارزیابی قرار داده است. بر این اساس داده‌های کمی و مکانی، با داده‌های کیفی حاصل از پرسشنامه با هدف دستیابی به مطلوب‌ترین مکان جهت ایجاد پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با هم تلفیق شده است. طبق ارزیابی‌های صورت گرفته، پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در منطقه ۱۸ شهر تهران از الگوی توزیع تصادفی و غیراصولی پیروی کرده است و به لحاظ مکانی، در پهنه‌های فضایی مناسبی استقرار نیافته و انتخاب مکان برای ایجاد پایگاه‌ها بدون توجه به نیازهای خاص آن صورت گرفته است. تردیدی وجود ندارد که عملکرد کارآ و مؤثر این پایگاه‌ها ارتباط زیادی با نحوه مکان‌یابی آن‌ها در سطح شهر و مناطق شهری دارد به طوری که علاوه بر تأمین ایمنی پایگاه خصوصاً در برابر سوانح، امکان ارائه خدمات‌رسانی مناسب به مناطق بحران دیده را با توجه به حوزه عملکردی آن فراهم می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: مخاطرات طبیعی، پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران، منطقه ۱۸ شهر تهران، تحلیل‌های GIS، ساماندهی فضای

مقدمه

زندگی اجتماعی به‌ویژه شهرنشینی و گسترش روزافزون شهرها نیز ابعاد این حوادث طبیعی را وسعتی دوچندان بخشیده و همواره یکی از دغدغه‌های اصلی تمامی مدیران شهری و شهروندان بررسی شیوه‌های مقابله با این بحران‌ها بوده است (مهاجرانی، ۱۳۸۶: ۱۴). شهرها که سیستم‌های شکننده اجتماعی - اقتصادی هستند دارای آسیب پذیری بالایی بر اثر مخاطرات طبیعی بوده و محل ایجاد حوادث مختلف هستند از همین رو کاهش آسیب پذیری فضاهای شهری می‌تواند به‌طور مؤثری منجر به کاهش یافتن هزینه‌های ناشی از مخاطرات طبیعی می‌شود (Armas, 2012:1131). در واقع شهر به عنوان بستر

طرح مسئله: خطر بلایای طبیعی به‌طور آشکار در دهه‌های اخیر در سراسر جهان افزایش یافته است (Uitto, 1998:7). رخدادهای طبیعی بسیار متنوع و گوناگون هستند و ممکن است برای سکونتگاه‌های انسانی از جمله شهرها، به‌صورت یک بلا و بحران مهیب تبدیل شوند (توکلی، ۱۳۹۰: ۱۵). مخاطرات طبیعی در طول دوران حیات کره زمین همواره وجود داشته‌اند و همیشه یک خطر جدی برای توسعه به شمار رفته و خواهند رفت (پریشان، ۱۳۹۰: ۲). توسعه

*نویسنده مسئول: a.alavi@modares.ac.ir

سازماندهی و مدیریت بحران بر عهده‌دارند؛ لذا لازم است با بررسی دقیق و مطالعات جامع، مکانی مناسب برای احداث این نوع کاربری‌ها در سطح شهر صورت گرفته شود تا در جهت ارتقاء کارآمدی و بهره‌برداری از آن مؤثر واقع گردد. برای اجرایی نمودن چنین عملیاتی بایستی از قبل یک سیستم اطلاعات جامع با لایه‌های اطلاعاتی و قابلیت تصمیم‌سازی، تحلیل و پاسخگویی فراهم شود؛ بنابراین یکی از موارد قابل قبول قبل از احداث این پایگاهها مطالعه، بررسی و انتخاب مکان جغرافیایی مناسب برای استقرار این نوع کاربری است. مکانی که در شرایط بحرانی محلی ایمن برای پایگاه باشد و همچنین در جهت کارایی و خدمات‌رسانی هر چه بیشتر پایگاه مؤثر و مفید واقع شود.

تعیین شاخص‌های مکان‌گزینی بهینه کاربری مراکز پشتیبانی مدیریت بحران با تأکید بر اثربخشی آن‌ها بعد از بروز زلزله و ارائه مدل تحلیلی مناسب جهت مکان‌گزینی بهینه پایگاههای پشتیبان نیز از شاخص‌های اصلی تحقیق به شمار می‌روند.

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر به صورت توصیفی-تحلیلی و ماهیت کاربردی دارد. در فرایند تحقیق، ابتدا معیارهای مؤثر در مکان‌یابی مراکز مدیریت بحران شناسایی و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه (MADM) و قابلیت تحلیل فضایی سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) اقدام به تحلیل داده‌ها در جهت دستیابی به هدف شد.

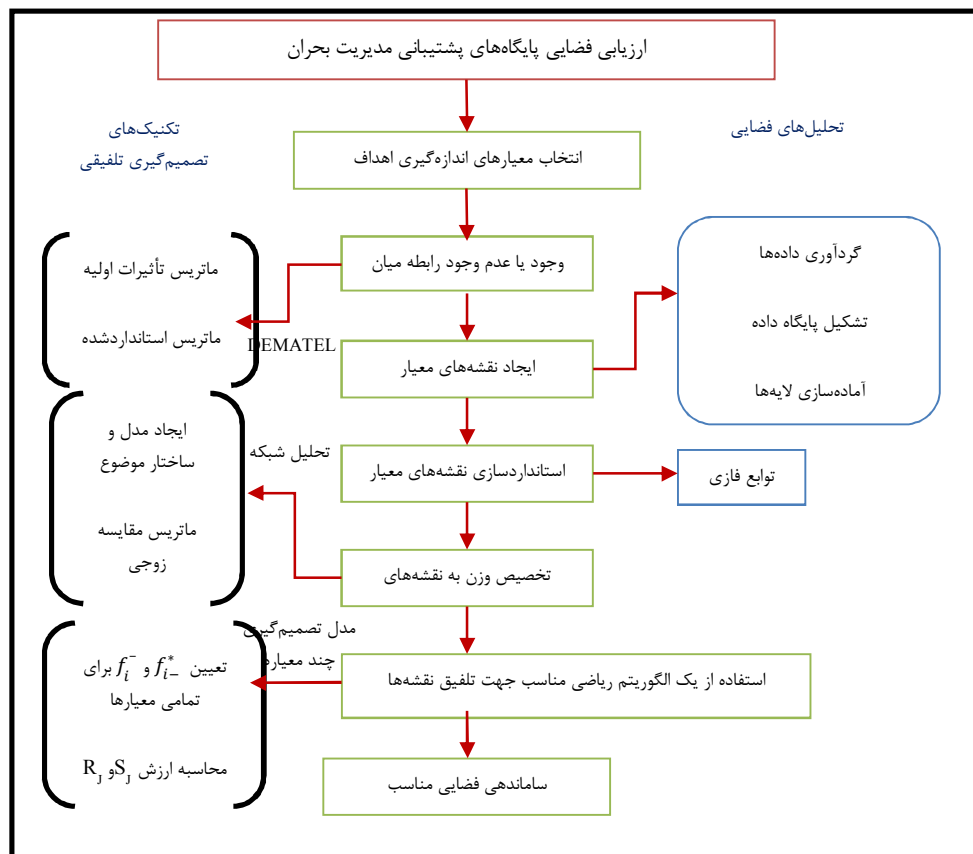
بدین صورت که ابتدا به تعریف دقیق مسئله مبادرت ورزیده شد. سپس عوامل و معیارها از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با کارشناسان شناسایی و جمع‌آوری گردید. از آنجایی که ارتباط بین معیارها و تأثیر هر کدام از آن‌ها در رابطه باهدف پژوهش متفاوت بود، از دو پرسش‌نامه دیمتل (Dematel) و تحلیل شبکه (ANP) استفاده گردید^۱. زمانی که تنها از تحلیل شبکه سنتی استفاده می‌شود وابستگی عوامل

وقوع حوادث دارای اهمیت زیادی است؛ از این رو برنامه ریزی، شناخت فضاهای شهری و طراحی مناسب آن راهی است به سوی برآوردن نیازهای گوناگون شهروندان در سه بُعد پیشگیری، مقابله و اقدامات پس از بحران (نظم‌فر، پاشزاده، ۱۳۹۷: ۱۰۱). قرارگیری شهر تهران در یک پهنه لرزه‌خیز و اهمیت این شهر در ابعاد گوناگون اقتصادی، سیاسی، جمعیتی و غیره بر همگان روشن شده است. میزان تلفات جانی و خسارات مالی ناشی از وقوع زلزله‌ای با بزرگی نسبتاً بالا در تهران، بسیار فراتر از آنچه در شهرهای مشابه در کشورهای پیشرفته و در عین حال لرزه‌خیز مانند ژاپن و کشورهای اروپایی مشاهده می‌گردد، خواهد بود (زنگی‌آبادی و سلطانی، قائدرحمتی، ۱۳۹۱: ۱۰۲). یکی از نگرانی‌های جدی پس از بروز زلزله، تأخیر در امداد رسانی آن بوده است. در کلان‌شهر تهران با توجه به وسعت و تراکم جمعیت و عدم وجود شرایط مناسب امداد رسانی در هنگام بحران، شهروندان با مشکلاتی روبرو می‌شوند که منجر به افزایش خسارات و تلفات احتمالی خواهد شد (توکلی، ۱۳۹۰: ۱۵۵). هنگام وقوع بلایای طبیعی عملیات مختلفی برای افراد سانحه دیده همانند معرفی پناهگاه‌ها، تدارک پزشکی، بازسازی‌های اولیه و تعیین محل اسکان موقت و خدمات‌رسانی مواقع اضطراری انجام می‌شود و تمام این عملیات در راستای به حداقل رساندن خسارت‌ها و صدمات صورت می‌پذیرد. در این بین پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در فاز پیشگیری، آمادگی و مقابله در بحران‌های مختلف به‌ویژه بحران‌های طبیعی بزرگ نظیر زلزله، در شهر تهران به‌عنوان پیشرو عمل می‌نمایند و اقدامات اساسی جهت امداد رسانی در ساعات اولیه بحران را بر عهده دارند که طرح اولیه احداث این پایگاهها به دهه گذشته بازمی‌گردد. آنچه در مکان‌گزینی و استقرار این پایگاهها اهمیت فوق‌العاده‌ای در نحوه امداد رسانی بر عهده دارد، حوزه عملکردی و مکان‌گزینی پایگاههاست، به گونه‌ای که علاوه بر دسترسی مناسب، مکان‌یابی آنها باید به گونه‌ای صورت گیرد که سازه درتهدید هیچ‌گونه خطری نباشد. با توجه به این که پایگاههای پشتیبانی به‌ویژه در شرایط بحرانی نقش بسیار مهمی را در

۱. جهت دستیابی به اطلاعات پرسشنامه به منظور سنجش نوع روابط (dematel) از ۱۵ پرسشنامه و به‌منظور سنجش وزن و اهمیت نسبی معیارها (anp) از ۳۰ پرسشنامه استفاده شده است.

اطلاعات جغرافیایی جهت ترکیب لایه‌ها از روش وایکور به منظور ساماندهی پایگاه‌های چندمنظوره پشتیبانی مدیریت بحران استفاده شد. این روش بر رتبه‌بندی و انتخاب از مجموعه‌ای از گزینه‌ها، و تعیین راه‌حل ارزشی برای یک مشکل با معیارهای متناقض تمرکز دارد که می‌تواند تصمیم‌گیرندگان را برای رسیدن به یک تصمیم نهایی کمک کند. مزیت عمده مدل وایکور این می‌باشد که این روش یک شاخص رتبه‌بندی چند معیاری ارائه می‌دهد که بر مبنای یک اندازه‌گیری خاص، نزدیک‌تر بودن به راه ایده آل را به دست می‌دهد (X.-Y. You et al., 2015:1907). در فرایند پژوهش از نرم‌افزارهای Idrisi، Super Decisions، Matlab، Excel و Arc Gis 10.1 استفاده شده است.

به صورت ارزش‌های دوبه‌دو حل می‌گردد. این در حالی است که روش دی‌متل، به سیستم‌های واقعی نزدیک‌تر است (طاهری، عباس‌پور، علوی‌پناه، ۱۳۹۳: ۴۶۹). بعد از شناسایی مسئله تصمیم‌گیری لازم بود هر معیار به صورت یک لایه در پایگاه داده‌های مبتنی بر GIS نشان داده شود. بدین منظور نقشه‌های معیار و محدودیت در محیط Arc Gis تهیه گردید و جهت استانداردسازی لایه‌ها از توابع عضویت فازی در محیط Idrisi بهره گرفته شد. در واقع به سبب آنکه ساختار منطق فازی بیش از پیش با ساختار نظام‌ها و سیستم‌های شهری سازگاری دارد، به‌کارگیری این منطق در تحلیل مسائل شهری و به خصوص در تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری کارایی بیشتری خواهد داشت. در گام نهایی با استفاده از قابلیت‌های سامانه



شکل ۱: فرایند تحلیلی انجام تحقیق

محدوده و قلمرو پژوهش

منطقه ۱۸ تهران بر اساس آخرین سرشماری نفوس مسکن سال ۹۰ و احتساب (۰/۰۸ درصد) رشد سالیانه ۴۱۱,۸۴۰ نفر می‌باشد که از این تعداد ۳۹۱,۳۶۸ نفر (۹۵ درصد) در محدوده و ۲۰۴۷۲ نفر

(۵ درصد) در حریم سکونت دارند این منطقه به لحاظ جمعیت در رتبه ششم شهر تهران قرار دارد و تراکم خالص آن ۷۶۰ نفر در هکتار و ناخالص آن ۱۰۰ نفر در هر هکتار است.



شکل ۲: موقعیت محدوده مورد مطالعه

بحث اصلی

شاخص‌های مناسب جهت استقرار پایگاه‌های چند منظوره مدیریت بحران: با توجه به این که پایگاه‌های پشتیبانی به‌ویژه در شرایط بحرانی نقش بسیار مهمی را در سازمان‌دهی و مدیریت بحران بر عهده دارند؛ لذا لازم است با بررسی دقیق و مطالعات جامع، مکانی مناسب برای احداث این نوع کاربری‌ها در سطح شهر در نظر گرفته شود تا در جهت ارتقاء کارآمدی در انجام فعالیت‌های آن مؤثر واقع گردد. اما تنها با ایجاد و یا افزایش تعداد این مراکز نمی‌توان به اهداف مدیریت بحران شهری دست یافت. با توجه به کارکردهایی که برای این پایگاه‌ها در نظر گرفته شده (کارکرد مدیریت بحران- در زمان بحران- کاربری‌های آموزشی و ورزش بانوان در زمان عادی)، پایگاه‌ها باید به‌گونه‌ای سامان داده شوند که سایت مورد نظر علاوه

بر تأمین محل ایمن در هنگام مخاطره، در جهت کارایی و خدمات‌رسانی هرچه بیشتر پایگاه حتی در شرایط عادی نیز مؤثر و مفید واقع گردد که این امر با چگونگی پراکنش و توزیع فضایی آن رابطه مستقیمی دارد. نکته حائز اهمیت در انتخاب شاخص‌های مکان‌یابی و ساماندهی پایگاه‌های مذکور، توجه به اولویت نقش مدیریتی پایگاه‌های پشتیبانی در شرایط بحران بوده، لذا بایسته است در انتخاب شاخص‌ها به بحث ایمنی (به‌خصوص در برابر زلزله) بیشتر از جنبه پویایی آن در شرایط عادی که در قالب کارکرد آموزشی و ورزشی بانوان از نام‌برده شده توجه شود. در پژوهش حاضر شاخص‌های به‌کاررفته جهت ساماندهی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در قالب ۸ معیار اصلی با ۳۴ زیر معیار به شرح زیر به کار گرفته شده است:

جدول ۱: شاخص‌های ساماندهی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران

شاخص	معیار و زیر معیار	ضوابط	مأخذ			
ویژگی بافت شهری	پهنه مسکونی	مسکونی با تراکم کم (مسکونی ویلایی و مسکونی ۲ و ۳ طبقه)	نگارندگان			
		مسکونی با تراکم متوسط (مسکونی ۴ و ۵ طبقه)				
		مسکونی با تراکم زیاد (۶ طبقه)				
		مسکونی ویژه (۹ طبقه و مسکونی ویژه بلندمرتبه)				
نفوذپذیری	بلوک‌های با حداکثر دسترسی بلوک‌های با دسترسی متوسط بلوک‌های با حداقل دسترسی	استقرار پایگاه در بلوکی که دسترسی آن نسبت به کل منطقه بالاتر باشد	نگارندگان			
				بافت فرسوده	از لبه خارجی بافت به شعاع ۵۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران
					شامل بودن	کاربری پارک و فضای سبز
اراضی ذخیره	نگارندگان					
کاربری ورزشی	نگارندگان					
شبکه دسترسی	شریانی در جه ۱	شعاع ۲۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	شریانی درجه ۲	شعاع ۱۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	جمع کننده و پخش کننده	شعاع ۵۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
کاربری‌های خدمات رسان	نزدیکی به بیمارستان	شعاع ۱۰۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	نزدیکی به مراکز درمانی	شعاع ۵۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	نزدیکی به مراکز نظامی و انتظامی	شعاع ۵۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی	شعاع ۱۵۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	نزدیکی به پارک	شعاع ۱۰۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	نزدیکی به مراکز آموزشی	شعاع ۵۰۰ متر	نگارندگان			
	نزدیکی به ساختمان‌های شهرداری	شعاع ۲۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	نزدیکی به مرکز ناحیه	شعاع ۲۰۰ متر	نگارنده			
	فاصله از تأسیسات خطرزا	رعایت حریم ۲۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
	فاصله از مغازه‌های گاز پرکنی	رعایت حریم ۲۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران			
فاصله از کاربری صنعتی	رعایت حریم ۲۰۰ متر	مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران				

مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران	رعایت حریم ۲۰۰ متر	فاصله از جایگاه سوخت (بنزین و گاز)	رعایت حریم ها
مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران	رعایت حریم ۱۵ متر از طرفین	حریم مسیل	
مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران	رعایت حریم ۱۰ متر از طرفین	حریم کانال و جوی آب	
مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران	رعایت حریم ۷,۵ متر از طرفین	حریم خط مترو	
قانون ایمنی راه‌ها و راه‌آهن	رعایت حریم ۱۷,۵ متر از طرفین	حریم راه‌آهن	
مرکز تحقیقات نیرو ۱۳۶۹	شعاع ۵۰ متر	حریم پست برق	
مرکز تحقیقات نیرو ۱۳۶۹	رعایت حریم ۵۱,۵ متر از طرفین	حریم خطوط برق فشارقوی	
نگارندگان	استقرار پایگاه در محلی که سطح آب‌های زیرزمینی نسبت به کل منطقه پایین‌تر باشد.	سطح آب‌های زیرزمینی	ویژگی‌های زمین‌شناختی
نگارندگان	استقرار پایگاه در محلی که از نظر مقاومت مکانیکی، دارای مقاومت نسبی بالاتری نسبت به کل منطقه باشد.	سازندهای زمین‌شناسی	
مصاحبه با کارشناسان مدیریت بحران	حداکثر ۸ درصد	شیب زمین	
نگارندگان	استقرار پایگاه در پهنه‌هایی باشد که شدت زلزله نسبت به سایر پهنه‌ها کمتر باشد.	بیشینه شتاب سطح زمین	ویژگی‌های جمعیتی
نگارندگان	استقرار پایگاه در محله‌هایی که تراکم جمعیت آن‌ها نسبت به سایر محله‌ها بیشتر باشد.	تراکم جمعیت در محلات	
نگارندگان	استقرار پایگاه در پهنه‌هایی که فضای سبز و باز در آن‌ها نسبت به سایر پهنه‌ها بیشتر باشد.	پهنه‌های جاذب جمعیت با غلبه فضای سبز و باز	
نگارندگان	استقرار پایگاه در محله‌هایی که تراکم جمعیتی بانوان در آن‌ها نسبت به سایر محله‌ها بیشتر باشد.	تراکم جمعیت بانوان	

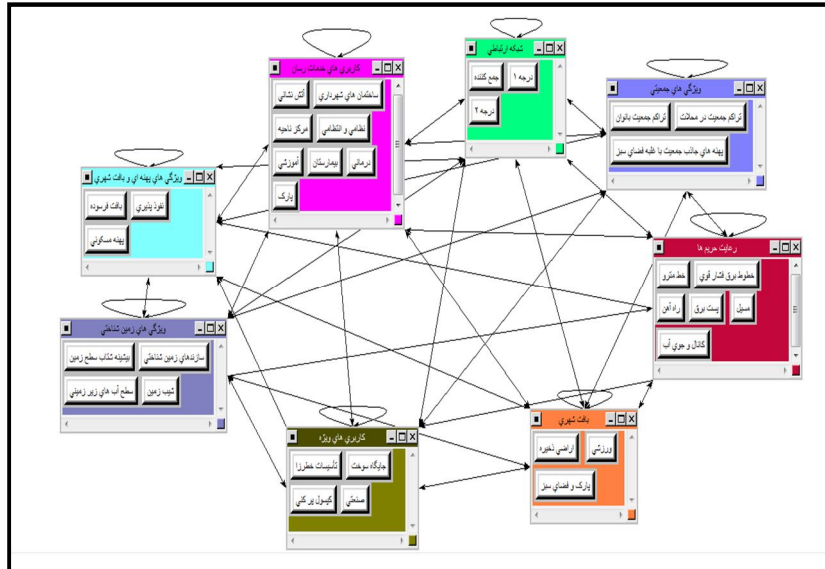
مأخذ: نگارندگان

ساختار شبکه‌ای تجزیه و تحلیل می‌گردد. بدین منظور از پرسشنامه دیمتل (dematel) به تعداد ۱۵ پرسش-نامه برای تعیین روابط بین عناصر به منظور مکان‌یابی مراکز مدیریت بحران استفاده شده است.

ارزیابی موقعیت مکانی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران منطقه ۱۸ تهران ساخت مدل و تبدیل مسئله / موضوع به یک ساختار شبکه‌ای: در این گام مسئله تصمیم‌گیری به

مشخص شد که مبنای مطالعه و تحلیل‌های بعدی قرار گرفت. در شکل ۳ جهت ارتباطات (درونی و بیرونی) نمایش داده شده است.

همان‌طور که در روش دیمتل محاسبه شد، از بین ۱۱۵۶ رابطه ممکن، ۵۲۰ رابطه میان معیارها که با اهمیت‌تر بودند شناسایی گردید و در محیط نرم‌افزار Super Decision وارد و ارتباطات میان معیارها



شکل ۳: مدل مفهومی ساختاری (نقشه تأثیر-رابطه)

بالای ۰,۱ حذف شد و سپس جواب‌های باقی‌مانده باهم جمع شده و میانگین محاسبه گردید و با نرم‌الیزه شدن جواب نهایی حاصل آمد.

تشکیل سوپر ماتریس و تبدیل آن به سوپر ماتریس حد: در مدل تحلیل شبکه‌ای، سه نوع ابرماتریس تشکیل می‌شود که هر کدام تکمیل‌کننده یکدیگر در به دست آوردن جواب نهایی هستند.

- در مرحله اول ابر ماتریس بدون وزن به‌طور مستقیم از اوزان به‌دست‌آمده از ماتریس مقایسات زوجی ایجاد می‌شود.
- در مرحله دوم ابر ماتریس وزن‌دار از طریق ضرب کردن مقادیر فوق ماتریس بدون وزن در وزن گروه مربوطه حاصل می‌شود.
- در آخرین مرحله فوق، ابر ماتریس محدودشده محاسبه خواهد شد.

در پایان با توجه به روابط بین و دورن متغیرها در ساختار شبکه‌ای، اولویت معیارها به صورت جدول ۲ به‌دست آمده است.

تشکیل ماتریس مقایسه دودویی و تعیین بردارهای اولویت: پس از تعیین وجود و یا عدم رابطه میان خوشه‌ها و عناصر که در قالب روش دیمتل بیان گردید حال نوبت به تعیین اهمیت معیارها با استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) می‌باشد. این مراحل با استفاده از نرم‌افزار Super Decision صورت پذیرفته است.

در تحلیل شبکه‌ای (ANP) مشابه مقایسه‌های دودویی در روش سلسله مراتبی (AHP)، عناصر تصمیم در هر یک از خوشه‌ها با توجه به روابط درونی و بیرونی و در ارتباط با معیارهای کنترلی با دامنه عددی از ۱ تا ۹ مشخص می‌گردند که با طراحی پرسش‌نامه دوم و تکمیل آن از سوی متخصصان و نخبگان، ارجحیت معیارها نسبت به همدیگر مشخص گردید. در این مرحله باید در نظر داشت ضریب ناسازگاری در این مرحله نباید بیشتر از ۰/۱ باشد. پرسش‌نامه‌های مرحله دوم شامل ۳۰ عدد بوده که ابتدا با آزمون خطا بررسی شد و جواب‌های با خطای

جدول ۲: اوزان حاصل از روش دیمتل و تحلیل شبکه‌ای در راستای مکان‌یابی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران

وزن نهایی	معیار	وزن نهایی	معیار
۰,۰۱۳۹۰۲	بافت فرسوده	۰,۱۵۰۱۵۹	تراکم جمعیت در محلات
۰,۰۱۲۷۰۳	بیشینه شتاب سطح زمین	۰,۱۲۱۶۶۴	اراضی ذخیره
۰,۰۱۲۲۵	درمانی	۰,۱۱۴۶۰۵	پارک و فضای سبز
۰,۰۱۱۱۵۲	آموزشی	۰,۰۶۹۸۲۳	درجه ۱
۰,۰۰۹۲	نظامی و انتظامی	۰,۰۶۸۵۴	پارک
۰,۰۰۶۵۰۵	مرکز ناحیه	۰,۰۶۶۱۱۷	پهنه‌های جاذب جمعیت با غلبه فضای سبز
۰,۰۰۵۸۵۶	مغازه گاز پرکنی	۰,۰۵۴۷۹۳	درجه ۲
۰,۰۰۳۸۰۸	جایگاه سوخت	۰,۰۳۸۸۳۴	تأسیسات خطرزا
۰,۰۰۳۲۸۷	خطوط برق فشارقوی	۰,۰۳۶۳۱۳	پهنه مسکونی
۰,۰۰۳۰۱	سازندهای زمین‌شناختی	۰,۰۳۵۵۹۴	جمع کننده
۰,۰۰۲۶۰۹	مسیل	۰,۰۳۳۱۵۲	آتش‌نشانی
۰,۰۰۱۸۹۴	پست برق	۰,۰۲۳۲۲۹	تراکم جمعیت بانوان
۰,۰۰۰۸۱۵	خط مترو	۰,۰۲۲۵۴۸	صنعتی
۰,۰۰۰۳۵۹	شیب زمین	۰,۰۲۲۰۳۲	بیمارستان
۰,۰۰۰۲۷۴	سطح آب‌های زیرزمینی	۰,۰۲۰۷۴۱	ورزشی
۰,۰۰۰۲۴۲	کانال و جوی آب	۰,۰۱۷۱۹۴	ساختمان‌های شهرداری
۰,۰۰۰۰۳۱	راه‌آهن	۰,۰۱۶۷۶۶	نفوذپذیری

مأخذ: یافته‌های نگارندگان

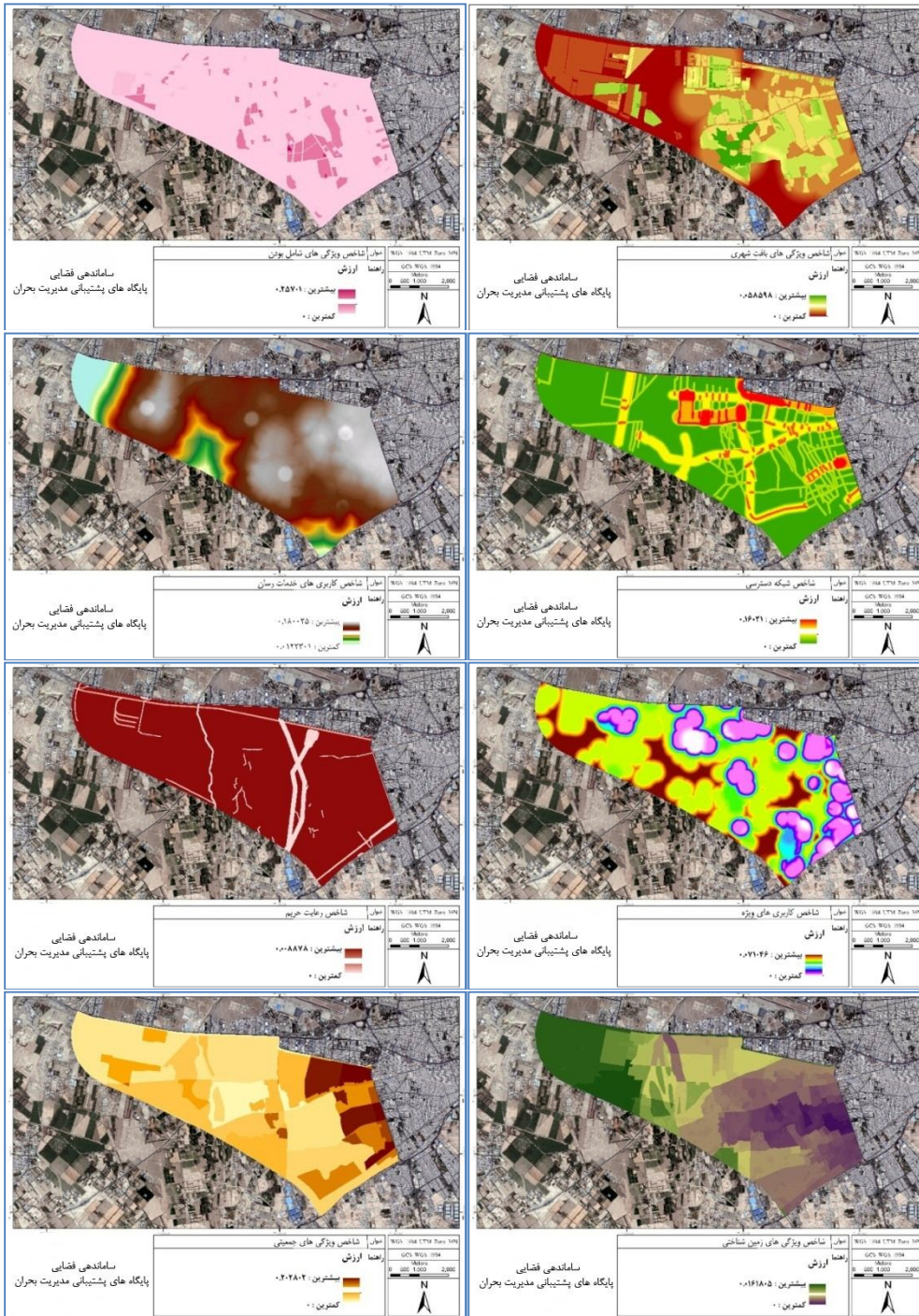
استانداردسازی مورد استفاده در پژوهش حاضر به روش فازی بوده است.

در منطق فازی عضویت یک عنصر در یک مجموعه، با مقداری در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود. در این روش برای استانداردسازی شاخص‌هایی که جنبه مثبت دارند از تابع
$$n_{ij} = \frac{a_{ij} - a_i^{\min}}{a_{ij}^{\max} - a_i^{\min}}$$
 و شاخص‌هایی که جنبه منفی دارند از تابع
$$n_{ij} = \frac{a_{ij}^{\max} - a_{ij}}{a_{ij}^{\max} - a_i^{\min}}$$
 استفاده می‌شود که تابع n_{ij} بیانگر کمیت پیکسلیا گزینه آم در معیار λ_m است. درجه عضویت، معمولاً با یک تابع عضویت بیان می‌شود که شکل تابع می‌تواند به صورت خطی، غیرخطی، پیوسته و یا ناپیوسته باشد.

پس از استانداردسازی، هر لایه یا معیار بر اساس اهمیت نسبی آن در خصوص استقرار پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران وزن دهی شد و در ادامه برای سنجش شاخص‌ها، مؤلفه‌هایی که در رابطه باهدف پژوهش به صورت همزمان تأثیرگذارند (معیارها) از طریق تحلیل فضایی همپوشانی باهم تلفیق شده و از ترکیب آن‌ها لایه جدید حاصل گردید.

طبق تحلیل‌های صورت گرفته با روش دیمتل-تحلیل شبکه (ANP-DEMATEL)، بیشترین ضریب اهمیت را معیار تراکم جمعیت، اراضی ذخیره و پارک به ترتیب و کمترین میزان ضریب را معیار شیب، سطح آب‌های زیرزمینی، کانال و جوی آب و حریم راه‌آهن را در ارتباط باهدف پژوهش دریافت نمودند.

تحلیل فضایی داده‌ها در سامانه اطلاعات جغرافیایی: پس از تعیین ضریب اهمیت نسبی معیارها، حال نوبت به سنجش آن‌هاست. در همین راستا نیاز است تا داده‌ها به منظور دستیابی به اطلاعات مفید در رابطه با ساماندهی پایگاه‌های چندمنظوره پشتیبانی مدیریت بحران مورد پردازش قرار گیرند. این امر با قابلیت‌های نرم‌افزار Arc Gis و تنظیم لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز برای هر ۳۴ معیار در قالب ۸ معیار اصلی مورد ارزیابی قرار گرفت. از آنجایی که نقشه‌های معیار عمده‌تاً با واحدهای متفاوتی اندازه‌گیری می‌شوند - مانند واحد شیب و واحد تراکم جمعیت - قابل مقایسه نیستند؛ بنابراین باید در قالبی قابل مقایسه با هم دیگر قرار داده شوند. بر همین اساس باید به صورت استاندارد و همسو تعریف شوند.



شکل ۴: شاخص‌های سنجش پایگاههای پشتیبانی مدیریت بحران به ترتیب از سمت راست به چپ: ۱. شاخص ویژگی‌های بافت شهری، ۲. شاخص ویژگی‌های شامل بودن، ۳. شاخص شبکه دسترسی، ۴. شاخص کاربری‌های خدمات رسانی، ۵. شاخص کاربری‌های ویژه، ۶. شاخص رعایت حریم، ۷. شاخص ویژگی‌های زمین شناختی، ۸. شاخص ویژگی‌های جمعیتی.

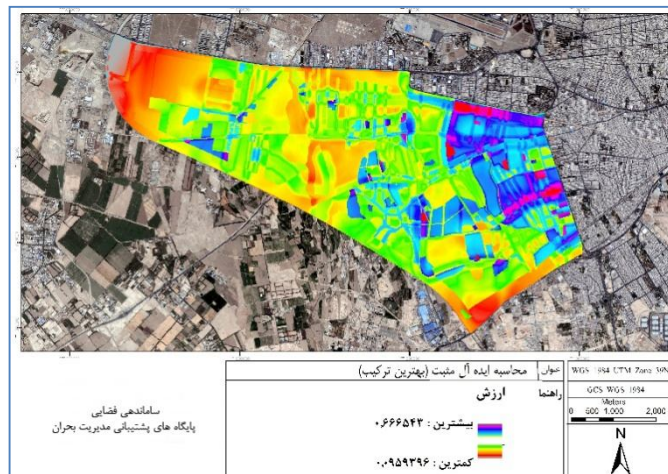
لاپه‌ها تعیین می‌گردد. در مرحله بعدی فاصله هر گزینه از راه‌حل ایده‌آل

تلفیق شاخص‌ها (لاپه‌های اطلاعاتی) با استفاده از روش وایکور: در گام اول روش وایکور، بالاترین ارزش f_i^* و پایین‌ترین ارزش f_i^- توابع معیار برای همه

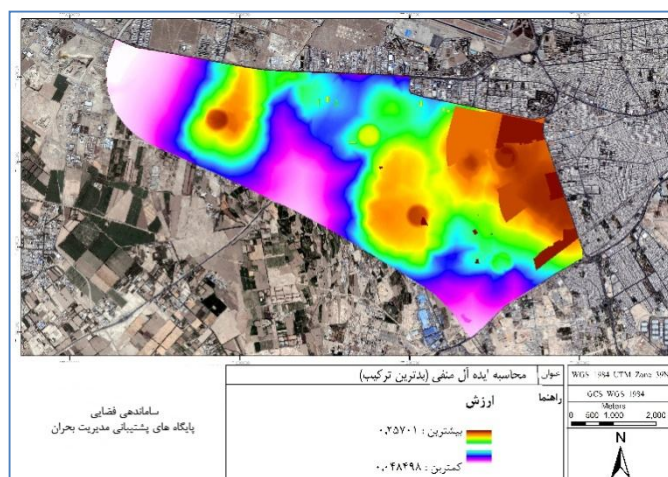
$$S_j = \left(\frac{\sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij})}{f_i^* - f^-} \right) \quad \text{معادله ۱}$$

$$R_j = \max(w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f^-)) \quad \text{معادله ۲}$$

برای تمامی شاخص‌ها محاسبه و سپس حاصل جمع آن‌ها برای ارزش نهایی با توجه معادله ۱ برای ایده آل و معادله ۲ برای ایده آل منفی محاسبه می‌شود.



شکل ۵: محاسبه فاصله از ایده آل مثبت (S_j)



شکل ۶: محاسبه فاصله از ایده آل منفی (R_j)

در لایه ایده آل مثبت (S_j)، میزان مطلوبیت مکانی در طیفی از ارزش ۰٫۶۶ تا ۰٫۱ متغیر است که بر این اساس پیکسل‌ها یا مکان‌هایی که ارزش مکانی آن‌ها به ضریب ۰٫۶۶ نزدیک‌تر باشد، مطلوبیت بیشتری جهت ایجاد پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران دارند و هر چه میزان ارزش پیکسل به ضریب ۰٫۱ نزدیک‌تر باشد از مطلوبیت آن کاسته می‌شود. برای لایه ایده آل منفی (R_j) نیز میزان مطلوبیت مکانی در بازه ۰٫۲۶ تا ۰٫۰۵ به دست آمده است که پیکسل‌ها یا مکان‌های با ارزش ۰٫۲۶ بیشترین مطلوبیت و پیکسل‌ها یا

(S_j) یا بهترین ترکیب و (R_j) یا بدترین ترکیب که طبق روش وایکور، رتبه‌بندی بر اساس فاصله گزینه‌ها از این دو محاسبه می‌شود، شاخص‌های مناسبی جهت سنجش دقیق‌تر پایگاه‌های پشتیبانی در قالب تکنیک‌های تصمیم‌گیری ندمعیاره به شمار می‌آیند. بدین صورت که هر چه فاصله پایگاه موجود از ضریب ایده آل مثبت و منفی کمتر باشد پایگاه موردنظر به حالت بهینه و مطلوب نزدیک‌تر بوده و هر چه این فاصله بیشتر باشد بیانگر شدت اختلاف بین وضعیت موجود و وضعیت مطلوب است.

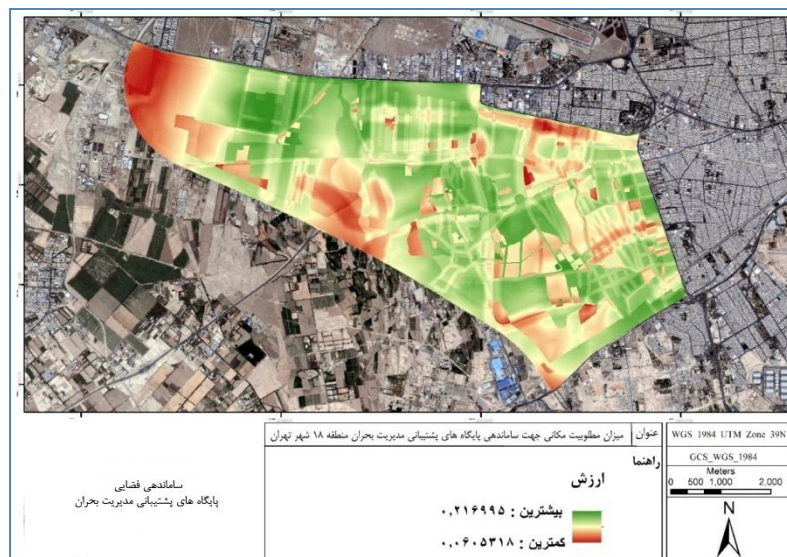
$Q_i = V((S_j - S^*) / (S^- - S^*)) + (1 - V) \left(\frac{R_j - R^*}{R^- - R^*} \right)$	معادله ۳	مکان‌های با ارزش ۰,۰۵ کمترین مطلوبیت را جهت جانمایی مراکز پشتیبانی مدیریت بحران دارند.
$S^- = \max S_j, S^* = \min S_j$	معادله ۴	در ادامه برای دستیابی به میزان مطلوبیت مکانی جهت مکان‌یابی فضایی پایگاههای پشتیبانی مدیریت بحران منطقه ۱۸ شهر تهران، ضریب Q_i طبق تابع زیر مورد محاسبه قرار گرفت.
$R^- = \max R_j, R^* = \min R_j$	معادله ۵	

(Opricovic, 2009: 1559).

جدول ۳: ضریب ایده آل مثبت (S) و ایده آل منفی (R)

ضریب	شاخص
۰,۱	S^*
۰,۰۶۷	S^-
۰,۰۵	R^*
۰,۲۶	R^-

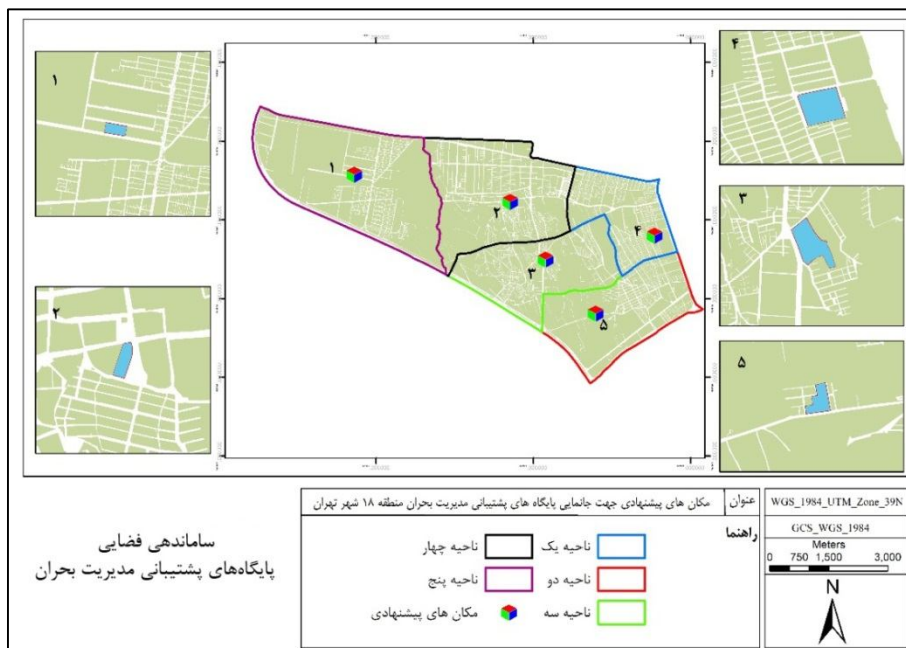
مأخذ: یافته‌های نگارندگان



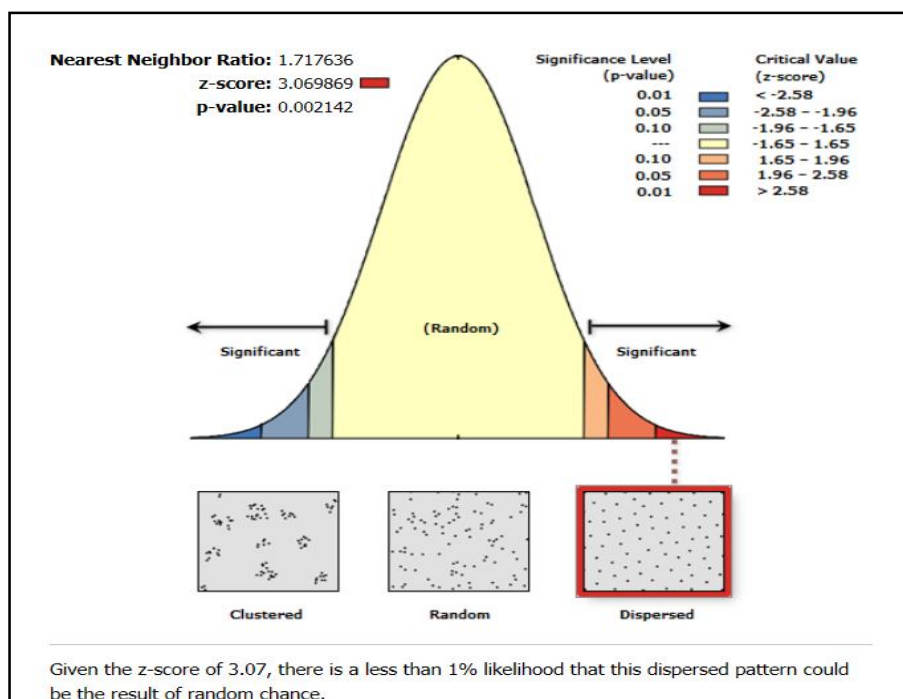
شکل ۷: پهنه‌بندی ساماندهی فضایی پایگاههای پشتیبانی مدیریت بحران منطقه ۱۸ شهر تهران

پایگاه پشتیبانی مدیریت بحران دارای مطلوبیت بیشتری بوده و به تناسب کاهش ارزش، از مطلوبیت مکانی آن نیز کاسته خواهد شد. جهت تحلیل نهایی، میانگین ارزش پیکسل‌های تشکیل‌دهنده بلوک به‌عنوان ارزش نهایی آن بلوک در نظر گرفته شد و بلوک‌ها پیشنهادی برای هر ناحیه به صورت نقشه ۸ ارائه گردید.

پس از تحلیل‌های صورت گرفته در قالب تکنیک وایکور، جهت رتبه‌بندی فضایی به منظور یافتن مکان‌های مناسب استقرار پایگاههای پشتیبانی مدیریت بحران در منطقه مورد مطالعه، ضریب Q_i محاسبه گردید که در طیفی بین ۰,۰۶ تا ۰,۲۱ بدست آمد. تفسیر ضریب مذکور در تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره فضایی بدین صورت است که هر چه واحد مکانی پیکسل بیشتر باشد به لحاظ انتخاب مکان،



شکل ۸: مکان های پیشنهادی جهت جانمایی پایگاه های مدیریت بحران منطقه ۱۸ تهران



شکل ۹: نمودار الگوی پراکنش پایگاه های پیشنهادی در منطقه ۱۸ شهر تهران (نگارنده)

۴، کاربری فضای سبز با مساحت ۴۶۳۰ مترمربع و درنهایت در ناحیه ۵، کاربری ورزشی با مساحت ۲۰۹۸۹ مترمربع به عنوان سایت های مناسب جهت ایجاد پایگاه های پشتیبانی مدیریت بحران پیشنهاد می شود.

بر این اساس مکان پیشنهادی برای ناحیه ۱، پارک گلستانه واقع در محله بهداشت؛ ناحیه ۲، قطعه ای با کاربری فضای سبز با مساحت ۶۶۷۰ مترمربع؛ ناحیه ۳، پارک شهدای یافت آباد (با همجواری بایر، آموزشی، فرهنگی و مسکونی)؛ ناحیه

همسایگی (R)، عدد ۱,۷ را نشان می‌دهد که بیانگر این واقعیت بوده که توزیع پراکنش پایگاههای پیشنهادی در سطح منطقه از الگوی یکسان یا منظمی پیروی می‌کند. با در نظر گرفتن امتیاز استاندارد (Z) که ضریب ۳ به دست آمده- و این عدد از $1/96 +$ بزرگ‌تر است- و همچنین p-value که معادل 0.002 می‌باشد، می‌توان الگوی پراکنش یکنواخت و منظم را با اعتبار و گواه بالایی تأیید کرد.

با توجه به اینکه در بحث ساماندهی پایگاهها، نحوه توزیع آنها در سطح منطقه نیز لذا اهمیت بسیاری برخوردار است، لذا جهت ارزیابی الگوی توزیع فضایی پایگاههای پیشنهادی از روش تحلیل میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی استفاده شده است. طبق نتایج تحلیل، میانگین فاصله مشاهده شده پایگاههای پیشنهادی 2364 متر و میانگین فاصله مورد انتظار برابر 1376 متر است- که اختلاف زیادی را نشان می‌دهد- همچنین ضریب میانگین نزدیک‌ترین فاصله

جدول ۴: نتایج تحلیل میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی پایگاههای پیشنهادی (نگارنده)

میانگین فاصله مشاهده شده	۲۳۶۴ متر
میانگین فاصله مورد انتظار	۱۳۷۶ متر
ضریب میانگین نزدیک‌ترین فاصله همسایگی (R)	۱/۷
امتیاز استاندارد شده (Z)	۳/۱
p-value	۰/۰۰۲۱

که در زمان بحران در جهت کاهش آسیب‌پذیری بر عهده دارند می‌تواند به‌عنوان یکی از سیاست‌های کاهش آسیب‌پذیری به شمار رود.

جهت ساماندهی فضایی پایگاههای مذکور از ۸ شاخص تحت عنوان ویژگی‌های بافت شهری، ویژگی‌های شامل بودن، شبکه دسترسی، کاربری‌های خدمات رسان، کاربری‌های ویژه، رعایت حریم، ویژگی‌های زمین شناختی و ویژگی‌های جمعیتی در قالب ۳۴ زیرمعیار استفاده شد. طبق بررسی‌های انجام شده است که از شاخص (S_j) یا بهترین ترکیب و (R_j) یا بدترین ترکیب در قالب تکنیک وایکور، جهت رتبه‌بندی فضایی به منظور یافتن مکانهای مناسب استقرار پایگاههای پشتیبانی مدیریت بحران در منطقه مورد مطالعه و در نهایت ضریب Qi استفاده شده است که طیفی بین 0.06 تا 0.21 را به دست داده است.

بدین صورت است که هر چه واحد مکانی پیکسل بیشتر باشد به لحاظ انتخاب مکان پایگاه پشتیبانی مدیریت بحران دارای مطلوبیت بیشتری بوده و به تناسب کاهش ارزش، از مطلوبیت مکانی آن نیز کاسته خواهد شد.

جمع بندی نتیجه‌گیری

پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران شهری به‌عنوان راه‌حلی اساسی برای مقابله با بلایا و کاهش آسیب‌پذیری در شهر تهران مورد توجه قرار گرفته است. یکی از وظایف مهم برنامه‌ریزان شهری در هر سیستم برنامه‌ریزی اجرایی، مکان‌یابی و یا ساماندهی پایگاههای مذکور می‌باشد. آنچه در استقرار این پایگاهها اهمیت فوق‌العاده‌ای در نحوه امداد رسانی دارد توزیع مناسب و مکان‌گزینی بهینه پایگاههاست، به‌گونه‌ای که علاوه بر امکان خدمات‌رسانی مناسب، انتخاب محل قرارگیری آنها باید به‌گونه‌ای صورت گیرد که سازه در تهدید هیچ‌گونه خطری نباشد. به‌عبارت‌دیگر پایگاههای پشتیبانی، زمانی که در مواقع بحرانی نقش مدیریتی خود را به‌درستی ایفا کنند می‌تواند در جهت کاهش آسیب‌پذیری شهر گام مؤثری به شمار آیند، اما چنانچه مکان در نظر گرفته برای پایگاهها در صورت بروز فاجعه سبب آسیب دیدن پایگاه شود، آنگاه نقش مدیریتی پایگاهها در عمل از کار افتاده و بحران دوم رخ خواهد داد؛ لذا ساماندهی مناسب پایگاههای مذکور با توجه به عملکرد حساسی

منابع

۱. پریشان، مجید، ۱۳۹۰. «کاهش آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی (زلزله) با استفاده از رویکرد مدیریت ریسک (مورد: مناطق روستایی استان قزوین)». رساله دکتری گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. توکلی مهدی، توکلی هدایت، ۱۳۹۰. مدیریت بحران با رویکردی بر واحدهای صنعتی، انتشارات آتی نگر.
۳. زنگی‌آبادی، علی و سلطانی، لیلا، قائدرحمتی، صفر. ۱۳۹۱. برنامه‌ریزی مدیریت بحران زلزله در شهر، مشهد: شریعه توس، چاپ اول.
۴. سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران. ۱۳۸۵. مجموعه دستورالعمل‌های مدیریت بهره‌برداری و نگهداری پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران شهر تهران (ویژه و چندمنظوره).
۵. طاهری، مرضیه، عباس‌پور رحیم‌علی، علوی پناه سیدکاظم. ۱۳۹۳. «استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر تلفیق روش‌های ANP و DEMATEL در انتخاب مکان بهینه آرامستان‌ها (مطالعه موردی: اصفهان)». فصلنامه محیط‌شناسی، دوره ۴، شماره ۲.
۶. عبدالله‌زاده، علی. ۱۳۹۲. «ارزیابی خطر و خسارات ناشی از پدیده روانگرایی خاک مطالعه موردی: شهرستان گرگان در استان گلستان»، دو فصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران، شماره چهارم، پاییز و زمستان.
۷. عظیم پور، ملکه. ۱۳۷۵. توان سنجی محیط طبیعی و توسعه فیزیکی شهر، تهران، انتشارات تربیت مدرس.
۸. علی‌اکبری، اسماعیل و عمادالدین، عذرا ۱۳۹۱. «ارزیابی کیفی و کمی کاربری‌های شهری با تأکید بر نظام توزیع و الگوی همجواری (مطالعه موردی: ناحیه یک شهر گرگان»، مجله پژوهش‌های جغرافیای انسانی، شماره ۷۹.
۹. مهاجرانی، محمد ۱۳۸۶. «مکان‌یابی پایگاه‌های چندمنظوره پشتیبانی و مدیریت بحران پس از وقوع زلزله با استفاده از GIS مطالعه موردی: منطقه ۱۷ تهران». پایان‌نامه کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. دانشگاه تهران.
۱۰. نظم‌فرد، حسین و پاشازاده، اصغر. ۱۳۹۷. ارزیابی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی. مطالعه موردی: شهر اردبیل، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال هشتم / شماره مسلسل بیست و هفتم.
11. Armas I. 2012. Multi-criteria vulnerability analysis to earthquake hazard of Bucharest, Romania. Nat Hazards, 63: 1129–1156.
12. Juha I. 1998. Uitto: The Geograohy of Disaster Vulnerability In Megacity. Applied Geography, 8 (1): 7–16.
13. Opricovic, S. 2009. A Compromise Solution in Water Resources Planning, Water Resour Manage, 23: 1549–1561.
14. X.-Y. You et al. 2015. Group Multi-Criteria Supplier Selection Using An Extended Vikor Method with Interval 2-tuple linguistic information, Expert Systems with Applications 42: 1906–1916.