

## پهنه‌بندی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران منطقه یک شهرداری تهران به روش ترکیب خطی وزنی در محیط GIS

قاسم علی حسینی<sup>۱</sup>، مهدی غلامعلی‌فرد<sup>۲\*</sup>، حمید قربانی<sup>۳</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد محیط‌زیست (گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۲- استادیار گروه محیط‌زیست (گرایش ارزیابی و آمایش سرزمین)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- کارشناس ارشد محیط‌زیست، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۰۱/۱۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۰۷/۰۱

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر تعیین مکان‌های مستعد جهت احداث پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در منطقه یک شهرداری تهران می‌باشد. به همین منظور ابتدا ۲۶ معیار در قالب ۵ گروه گروه‌بندی گردید. سپس از رویه ترکیب خطی وزنی مدل‌سازی ارزیابی چند معیاره با حذف محدودیت‌ها، استانداردسازی معیارهای قانون تصمیم با توابع عضویت فازی در مقیاس بایت، وزن‌دهی معیارها با فرایند سلسله مراتبی تحلیلی و مکان‌یابی با شایستگی ناحیه‌ای سرزمین در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که بخش شرقی منطقه (نواحی ۶، ۹ و ۱۰) در معیارهای گروه‌های بافت شهر، ارتباطی و همجواری دارای کم‌ترین تغییر و کاهش مساحت می‌باشد که نشان دهنده فضای در دسترس بیشتر در شرق منطقه است؛ همچنین بخش شرق منطقه در معیارهای گروه عدم همجواری دارای میانگین مطلوبیت بسیار بالایی می‌باشد. نتایج مکان‌یابی، ۱۷ پهنه جهت پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران را نشان می‌دهد که ۱۴ پهنه در بخش شرقی منطقه قرار دارد. سپس با بازدید میدانی، ۵ پهنه A با مساحت ۴۹۰۰ متر مربع و میانگین مطلوبیت ۱۶۶، پهنه C با مساحت ۲۷۰۰ متر مربع و میانگین مطلوبیت ۱۶۴، پهنه E با مساحت ۳۲۰۰ متر مربع و میانگین مطلوبیت ۱۶۵، پهنه L با مساحت ۲۸۱۰۰ متر مربع و میانگین مطلوبیت ۱۴۶ و پهنه N با مساحت ۲۴۰۰ متر مربع و میانگین مطلوبیت ۱۵۵ در سطح منطقه انتخاب گردید. قانون تصمیم پژوهش حاضر علاوه بر معیارهای در نظر گرفته شده در مطالعات قبلی، معیارهایی نظیر شدت لرزه خیزی و پتانسیل تخریب را در راستای تأمین ایمنی کامل و کارایی حداکثری پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در نظر گرفته که می‌تواند نتایج دقیق‌تری ارائه دهد. پیشنهاد می‌گردد ضمن استفاده اجرایی از نتایج تحقیق در منطقه یک شهرداری تهران با به کارگیری عواملی مانند مالکیت و قیمت زمین، در سایر مطالعات مکان‌یابی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران نیز از قانون تصمیم تحقیق حاضر استفاده گردد.

**کلیدواژه‌ها:** پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران؛ ارزیابی چند معیاره؛ ترکیب خطی وزنی؛ سامانه اطلاعات جغرافیایی؛ منطقه یک شهرداری تهران.

\* نویسنده مکاتبه‌کننده: مازندران، شهرستان نور، خیابان امام خمینی<sup>(۵)</sup>، بلوار امام رضا<sup>(۶)</sup>، گروه محیط‌زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس.

تلفن: ۰۱۱ ۴۴۵۵۳۱۰۱-۳ (شماره داخلی ۳۲۰۰)؛ فاکس: ۰۱۱ ۴۴۵۵۳۴۹۹

## ۱- مقدمه

کشور ایران به واسطه موقعیت جغرافیایی، شرایط اقلیمی و وضعیت زمین‌شناختی از جمله کشورهای بلاخیز جهان محسوب می‌شود [۱، ۲ و ۳]. از طرفی شهرهای ایران کم و بیش دارای مشکل آسیب‌پذیری ساختاری هستند و بیش از ۹۰ درصد آن‌ها در برابر زلزله با قدرت بیش از ۵/۵ ریشتر آسیب‌پذیر خواهند بود [۴، ۵ و ۶]. شهر تهران به واسطه قرار گرفتن در محدوده چندین گسل فعال، ری، مشاء و گسل شمال تهران از ریسک بالایی در برابر خطر زلزله برخوردار است [۴، ۷ و ۸]. این شهر از سال ۱۸۳۰ میلادی تا کنون زلزله قدرتمندی را تجربه نکرده است که با توجه به نظر کارشناسان در مورد وقوع زلزله در یک چرخه با تکرار ۱۸۰ ساله، وقوع زلزله‌ای با قدرت بیش از ۷ ریشتر دور از انتظار نخواهد بود [۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳]. به همین منظور توجه به مدیریت بحران و پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران<sup>۱</sup> امری ضروری به نظر می‌رسد.

در واقع پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران اماکنی با ساختار منسجم و با کاربری‌های مختلف قبل، حین و بعد از وقوع بحران در راستای تحقق چرخه مدیریت بحران هستند که جهت ایجاد آمادگی‌های لازم در برابر بحران‌های مختلف به‌ویژه بحران‌های ناشی از سوانح طبیعی ایجاد می‌شوند [۲ و ۱۴]. هدف راهبردی از ایجاد این پایگاه‌ها مهیا کردن بستر عملیاتی و تاکتیکی مناسب برای تحقق اقدامات پیشگیری، آمادگی و مقابله در بحران‌های مختلف و تاکتیک‌پذیر نمودن سیستم مدیریت بحران شهر تهران می‌باشد [۲ و ۱۴].

منطقه یک شهرداری تهران در ناحیه زمین‌شناختی البرز مرکزی، برنشته‌های کواترنریا سنگ بستر سازند کرج واقع شده است. کوه‌های البرز از نظر

تکتونیکی فعال است، وجود سازند هزار دره، وقوع زمین‌لرزه‌هایی با بزرگی بیش از ۷ ریشتر، چین‌خوردگی و گسلش در سازند هزاردره، وجود نهشته‌های تکتونیزه‌ی هزاردره دره‌سته‌ی طاق‌دیس‌ها (عباس‌آباد) و زمین لغزش‌های دامنه‌ای در دره‌های درکه، دربند، گلابدره، ولنجک و دارآباد از شواهد آن هستند. سن جوان و طول زیاد اینگسل‌ها، آن‌ها را در دسته‌ی گسل‌های لرزه‌زا و خطرناک گستره‌ی تهران قرار داده است. [۱۵]؛ به دلیل وجود بافت‌های قدیمی با پایداری اندک در برابر زلزله و دسترسی‌های نامناسب و محدود آن‌ها، آسیب‌پذیری این منطقه در برابر خطر زلزله بیشتر می‌گردد و می‌تواند با بحرانی شدن شرایط، فاجعه‌ای انسانی را دامن بزند [۶].

با توجه به شرایط ویژه منطقه یک، از نظر گسل، وضعیت بافت‌های مسکونی و عدم راه‌های دسترسی مناسب و همچنین میزان بالای تلفات و خسارت در صورت بروز زلزله احتمالی در سطح منطقه، نیاز به انجام پهنه‌بندی دقیق جهت تعیین اولویت مکان احداث پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران، در محدوده‌ای که بتواند بیش‌ترین پوشش ممکن را در برابر بحران‌های ناشی از سوانح طبیعی ایجاد نماید و با افزایش سرعت عمل در انجام اقدامات پشتیبانی مانع از بروز فاجعه در این منطقه شود، امری ضروری می‌باشد. خوشبختانه اخیراً ایجاد و تقویت ساختارهای مدیریت بحران در سطوح ملی، استانی و محلی، در کشور مورد توجه قرار گرفته است. به همین منظور به دنبال وقوع زلزله بم در جلسه‌ای اضطراری ستاد مدیریت بحران شهر تهران در تاریخ ۱۵ دی ماه ۱۳۸۲ ساخت ۱۲۰ پایگاه پشتیبانی مدیریت بحران توسط سازمان پیشگیری و مدیریت بحران را پیشنهاد و به تصویب رساند و در تاریخ ۸۲/۱۲/۶ دستور احداث پایگاه‌ها به مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران ابلاغ گردید [۱۴].

با توجه به موارد فوق‌الذکر، انتخاب و تأمین

1 Disaster Management Support Bases (DMSBs)

مهمترین پژوهش‌های مرتبط با مکان‌یابی اسکان موقت شامل احداث‌زاد روش‌تی و همکاران (۱۳۹۰) [۲۸]، گیوه‌چی و عطار (۱۳۹۱) [۲۹]، قنبری و همکاران (۱۳۹۲) [۳۰]، نوجوان و همکاران (۱۳۹۲) [۳۱] و پژوهش‌های مرتبط با مکان‌یابی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران شامل شجاع‌عراقی و همکاران (۱۳۹۰) [۱۴] و بهرام‌پور و بمانیان (۱۳۹۱) [۲] می‌باشد. در قانون تصمیم پژوهش حاضر علاوه بر معیارهای در نظر گرفته شده در سایر پژوهش‌ها معیارهایی نظیر شدت لرزه خیزی و پتانسیل تخریب در راستای تأمین ایمنی کامل و کارایی حداکثری پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در نظر گرفته شده است. از طرفی با توجه به اینکه تمام مدل‌های به کار برده شده در راستای مکان‌یابی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در قالب مدلسازی تجربی<sup>۴</sup> بوده و رابطه به دست آمده WLC مربوط به همین منطقه مورد مطالعه و بر اساس قانون تصمیم تحقیق می‌باشد و به عبارتی Site & Time Specific می‌باشد فلذا در راستای دستیابی به نتایج دقیق در سطح منطقه یک شهرداری تهران، نیاز به تدوین معیارها و اجرای مجدد مدل ارزیابی چند معیاره می‌باشد. در واقع هدف اصلی تحقیق حاضر، تدوین و اجرای قانون تصمیم ارزیابی چند معیاره پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران بر مبنای رویه ترکیب خطی وزنی<sup>۵</sup> و تعیین سائتهای مناسب برای احداث این پایگاه‌ها در منطقه یک شهرداری تهران می‌باشد.

## ۲- داده‌ها و روش‌ها

### ۲-۱ منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه منطقه یک شهرداری تهران در دامنه‌های جنوبی رشته کوه‌های البرز مرکزی بین طول‌های شرقی ۵۶° ۲۲' ۵۱" تا ۵۱° ۳۲' ۱۸" و

زمین مناسب با توجه به تنگناهای موجود در شهر تهران و لزوم در نظر گرفتن پارامترهای متعدد، موضوعی بسیار حساس و دشوار به نظر می‌رسد به همین منظور باید با استفاده از معیارها و ابزارهای علمی و دقیق اقدام به شناسایی و پهنه‌بندی جهت احداث این پایگاه‌ها نمود [۲]. پهنه‌بندی ابزاری برای مدیریت اراضی، آمایش سرزمین و برنامه ریزی شهری جهت کنترل ساخت و سازها در مناظر در حال توسعه با استفاده از متغیرهای مختلف می‌باشد، درواقع پهنه‌بندی بیانگر اتخاذ تصمیم با کمترین اثرات منفی در توسعه شهری است [۳۹]. در واقع مکان‌یابی<sup>۱</sup>، فرایندی است که به ارزیابی یک محیط فیزیکی که تأمین کننده شرایط پشتیبانی از فعالیت‌های انسانی است، می‌پردازد. تنوع اطلاعات و پیچیدگی تحلیل همزمان اطلاعات توصیفی و مکانی سبب شده است تا در مطالعات مکان‌یابی از سامانه اطلاعات جغرافیایی<sup>۲</sup> (GIS) به شکل گسترده استفاده شود [۱۶]. ترکیب ارزیابی چند معیاره<sup>۳</sup> (MCE) و GIS منجر به تولید اطلاعات با کیفیت و کارایی بیشتر، نمایش داده‌ها و مدل‌های توسعه، راه‌حل‌های بهتر جهت مسائل مختلف پهنه‌بندی، دید بهتر نسبت به مسائل و کمک به نمایش گزینه‌های مختلف پهنه‌بندی می‌شود [۱۷ و ۱۸].

مطالعات متعددی در زمینه بحران در سراسر دنیا انجام پذیرفته است که در بخش تعیین پناهگاه می‌توان به کلیچی (۲۰۱۲) [۲۰]، اودینو همکاران (۲۰۱۳) [۲۱]، لیوهمکاران (۲۰۱۳) [۲۲]، وانهم و خزای (۲۰۱۴) [۲۳] و در زمینه اسکان پس از زلزله نیز می‌توان به کار و هگسون (۲۰۰۸) [۲۴]، آلیارسلان و همکاران (۲۰۰۸) [۲۵]، اکسوف (۲۰۱۰) [۲۶] و چنتا و سنگ ساوانگ (۲۰۱۲) [۲۷] اشاره کرد.

4 Empirical Modeling

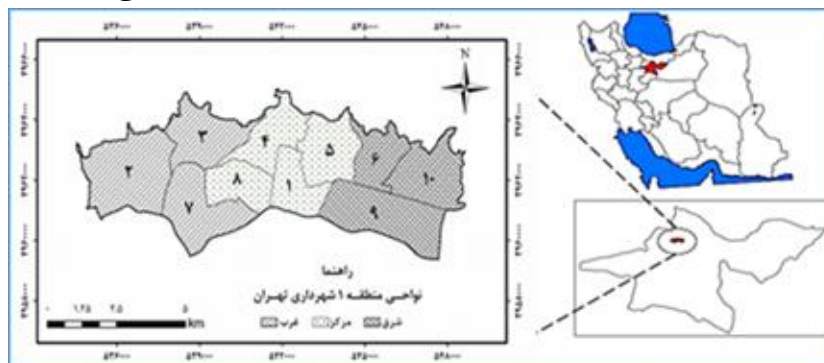
5 Weighted Linear Combination (WLC), Simple Additive Weighting (SAW)

1 Site Selection (Siting)

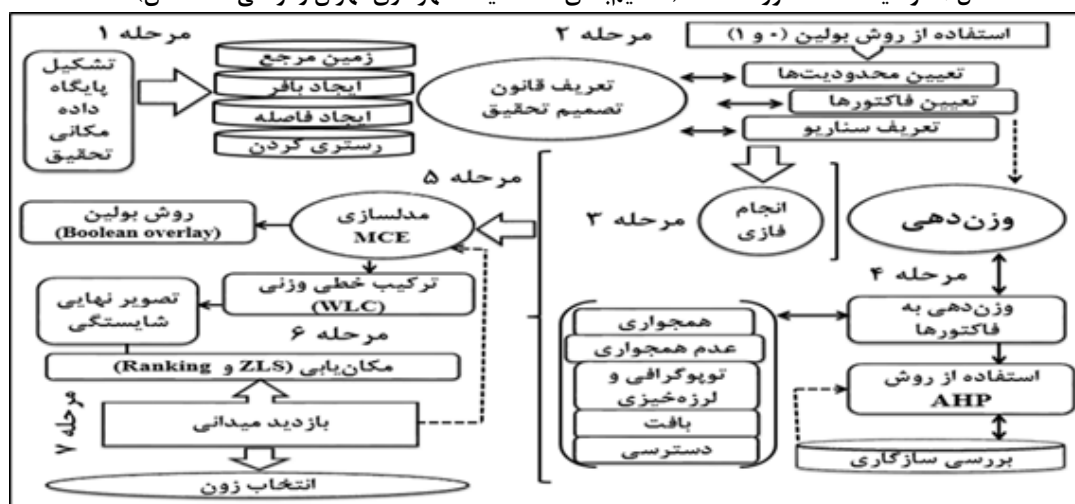
2 Geographic Information System (GIS)

3 Multi-Criteria Evaluation (MCE)

منتهی می‌شود. شهرداری منطقه یک با مساحت ۴۵۷۳/۴۱ هکتار، دارای ۱۰ ناحیه و ۲۶ محله است جمعیت آن بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰، ۴۳۹۴۶۷ نفر است [۳۲]. شکل ۱ موقعیت و تقسیم بندی منطقه مورد مطالعه را همراه با نواحی ده‌گانه آن نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه (تقسیم‌بندی منطقه یک شهرداری تهران و نواحی ده‌گانه آن)



شکل ۲: نمودار جریان روش‌شناسی تحقیق

محدودیت‌ها، استانداردسازی (نرمال‌سازی)<sup>۱</sup> معیارهای قانون تصمیم با استفاده از توابع عضویت فازی<sup>۲</sup> در مقیاس بایت (جدول ۱)، وزن دهی معیارها بر مبنای فرایند سلسله مراتبی تحلیلی<sup>۳</sup> و پهنه بندی با استفاده از روش شایستگی ناحیه‌ای سرزمین<sup>۴</sup> (بر مبنای حداقل مساحت ۲۰۰۰ متر مربع برای

## ۲-۲ روش‌شناسی تحقیق

روش‌شناسی تحقیق حاضر در ۷ مرحله صورت گرفت (شکل ۲)؛ ابتدا ۲۶ معیار در قالب ۵ گروه ویژگی‌های بافت شهر، راه ارتباطی، همجواری (سازگاری)، عدم همجواری (ناسازگاری) و توپوگرافی و لرزه‌خیزی گروه‌بندی گردید (جدول ۲). سپس از رویه ترکیب خطی وزنی مدل سازی ارزیابی چند معیاره با حذف

1 Standardization (Normalization)

2 Fuzzy Membership Function

3 Analytical Hierarchy Process (AHP)

4 Zonal Land Suitability (ZLS)

این پایگاه‌ها می‌باشد به همین منظور قرار گرفتن در داخل محدوده مسکونی می‌تواند در کاهش میزان تلفات انسانی بسیار مؤثر باشد [۲].

**بافت فرسوده (WT):** این نوع از بافت شهری از آسیب‌پذیرترین نقاط در زمان بروز بحران به‌ویژه زلزله هستند به همین منظور حداقل فاصله پایگاه‌ها از این مناطق می‌تواند در افزایش سرعت خدمات‌رسانی بسیار مؤثر باشد [۲]. محدوده منطقه یک شهرداری تهران دارای ۶۵ هکتار بافت فرسوده مصوب سال ۱۳۸۵ شورای عالی شهرسازی و معماری می‌باشد.

هر سایت و میانگین مطلوبیت پهنه (محدوده) استفاده شد. روابط مورد استفاده برای توابع عضویت فازی در جدول (۱)، نوع و شکل توابع مورد استفاده برای هر معیار در شکل (۲) و نقاط کنترل توابع در جدول (۲) نشان داده شده است.

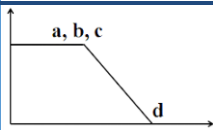
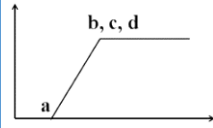
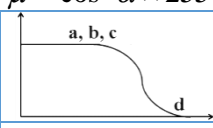
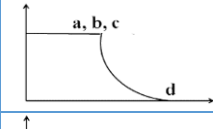
## ۲-۳ معیارهای قانون تصمیم تحقیق

در ادامه توضیحاتی در مورد دلایل انتخاب معیارهای قانون تصمیم (جدول (۲)) تحقیق ارائه گردیده است.

**ناحیه مسکونی (RA):** خدمات‌رسانی به کاربری‌های مسکونی در زمان بحران از وظایف حیاتی

جدول ۱: روابط استانداردسازی (نرمال‌سازی) معیارهای قانون تصمیم تحقیق

(a, b, c و d نقاط کنترل توابع فازی می‌باشند) (در واقع این نقاط تعیین کننده نقطه عطف<sup>۱</sup> در استانداردسازی می‌باشند)

منبع	روابط تعیین کننده مقدار عددی توابع در هر پیکسل	شکل توابع فازی	نوع تابع
[۳۳] اقتباس از [۳۴]	$Xi = (1 - \frac{(R_i - c)}{(d - c)}) \times \text{standardized\_range}$		تابع خطی (L)
	$Xi = (\frac{R_i - a}{b - a}) \times \text{standardized\_range}$		
	Ri امتیاز هر پیکسل قبل از اعمال فازی و standardized range دامنه فازی		
[۳۵]	$\mu = \cos^2 \alpha \times 255$		تابع سیگموئیدی (S شکل)
	$\alpha = \frac{(x - c)}{(d - c)} \times \frac{\pi}{2}$		
	$\alpha = (1 - \frac{(x - a)}{(b - a)}) \times \frac{\pi}{2}$		
	C نقطه کنترل اول، D نقطه کنترل دوم و pi معادل عدد ۳/۱۴۱۵۹		
[۳۶ و ۳۷] اقتباس از [۳۵]	$\mu = \frac{1}{1 + \frac{(x - c)^2}{(d - c)^2}} \times 255$		تابع لشکل
	$\mu = \frac{1}{1 + \frac{(x - b)^2}{(b - a)^2}} \times 255$		

<sup>1</sup> inflection point

حادثه دیده گان دارند، اما تابع شرایط، وجود امنیت و کارایی می‌باشند. در این منطقه حدود ۹۳ مرکز فرهنگی ورزشی واقع شده است.

**اماکن تجاری (CC):** این اماکن از نظر تأمین اقلام مصرفی مورد نیاز در شرایط بروز بحران و همچنین تردد بالای جمعیتی در این مراکز دارای اهمیت می‌باشند.

**زمین بایر (VL):** زمین‌های بایر (خالی) با توجه به عدم نیاز به تغییر کاربری می‌تواند بار مالی تأمین زمین جهت احداث پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران را کاهش دهد [۲].

**گسل (Fa):** این عوارض خطی کانون‌های اصلی زلزله محسوب می‌شوند و بیش‌ترین میزان خسارت را به ساختمان‌ها و تأسیساتی که در فواصل نزدیک آن‌ها قرار گرفته‌اند تحمیل می‌نمایند [۱۵].

**رودخانه و قنوات (Ri و Aq):** خطر سیل، لغزش و فرونشست زمین در زمان بروز بحران از جمله خطراتی هستند که اماکن و اراضی حاشیه رودخانه‌ها و قنوات را تهدید می‌نمایند [۱۴]. رودخانه‌های جمشیدیه، مقصود بیک، دربند، گلابدره، لارک، دارآباد و ولنجک و حدود ۲۸۹ خط قنات در درون محدوده منطقه ۱، قابل مشاهده می‌باشد.

**ساختمان‌های بلند مرتبه (MsB):** ساختمان‌های با تعداد بیشتر از ۴ طبقه زمان بروز بحران (به ویژه زلزله) برای اماکن مجاور خود خطراتی نظیر ریزش آوار، سقوط مصالح و مسدود نمودن راه ارتباطی را به وجود می‌آورند [۱۴]. بیشتر ساخت و سازها در قسمت مرکزی و نیمه غربی منطقه متمرکز شده است.

**تأسیسات و تجهیزات شهری (PL, GL, GS, IA, ML):** این تأسیسات عمدتاً شامل مراکز تقلیل فشار گاز، پمپ‌های بنزین، پست‌های برق و ناحیه صنعتی می‌باشند که در صورت وقوع زمین‌لرزه مسبب خطراتی نظیر انفجار و حریق‌های پس از آن می‌گردند. همچنین در خطوط مترو نیز در زمان بروز زلزله

**راه ارتباطی (Ro):** دسترسی به راه ارتباطی به‌منظور تخلیه مجروحین و جلوگیری از توقف عملیات امداد و نجات یکی از مهم‌ترین معیارهای مکان‌گزینی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران می‌باشد [۲].

**بیمارستان و مراکز درمانی (Ho و HTC):** جای گیری پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در شعاع دسترسی مناسب نسبت به این مراکز می‌توانند در هنگام وقوع بحران در سازماندهی و بهبود اوضاع و کاهش تلفات انسانی نقش مؤثر باشد. در محدوده منطقه یک شهرداری تهران ۱۳ بیمارستان و ۱۶ مرکز درمانی و کلینیک با پراکنش نسبتاً مناسب وجود دارد.

**اسکان موقت (TH):** کار اسکان آسیب دیدگان را در همان لحظات اولیه بروز بحران‌ها برعهده داشته و دارای ساختاری هستند که نیازهای اولیه زندگی را تأمین می‌نمایند [۳۱]. در منطقه یک، ۱۷ مرکز اسکان موقت پیشنهادی قرار گرفته است.

**ایستگاه آتش‌نشانی (FS):** به علت احتمال زیاد وقوع آتش سوزی به دنبال پدیده زمین لرزه نزدیکی به ایستگاه‌های آتش‌نشانی جهت اطفاء حریق از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در منطقه یک شهرداری تهران ۵ ایستگاه آتش‌نشانی وجود دارد.

**مراکز انتظامی (PC):** نزدیکی به این مراکز سبب برقراری و حفظ امنیت در زمان بحران و نقش مؤثر در جستجو و نجات و توزیع احتیاجات آسیب دیدگان در زمان بروز بحران می‌گردد. ۵۴ مرکز نظامی در محدوده منطقه یک شهرداری تهران قرار دارد.

**فضای سبز و باز (GOS):** این اماکن به عنوان محل امن جهت تخلیه اضطراری و تأمین ایمنی خود پایگاه‌های مجاور آن از نظر ریزش آوار مدنظر قرار می‌گیرد [۱۴]. منطقه یک شهرداری تهران دارای ۱۸۵ بوستان در نواحی مختلف می‌باشد.

**اماکن ورزشی (SP):** این اماکن پتانسیل خوبی به لحاظ مکان، وسعت و ساختمان جهت اسکان

ایمن را از این تأسیسات داشته باشند [۲].

احتمال فرونشست زمین وجود دارد. بنابراین لازم است پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران حداکثر فاصله

جدول ۲: معیارها، محدودیت‌ها و نقاط کنترل‌توابع عضویت فازی معیارهای قانون تصمیم تحقیق

(اعداد بزرگ در جدول نشان‌دهنده آخرین عدد فاصله از هر معیار برحسب متر می‌باشد، این عدد در معیار شیب به درصد، در

معیار پتانسیل تخریب بیانگر میزان خرابی از صفر تا یک و در شدت لرزه‌خیزی بیانگر شدت زلزله می‌باشد)

معیار	محدودیت	نقاط کنترل توابع عضویت	
		نقطه اول	نقطه
ویژگی‌های بافت شهر	ناحیه مسکونی (RA)	۰	۲۸۰۷
	بافت فرسوده (WT)	۲۰۰	۳۷۶۶
ویژگی‌های ارتباطی Tansportaion	راه ارتباطی (Ro)	۳۰	۲۴۱۱
ویژگی‌های همجواری (سازگاری)	بیمارستان (Ho)	۵۰۰	۴۹۵۷
	مراکز درمانی (HTC)	۲۰۰	۴۵۷۲
	اسکان موقت (TH)	۲۰۰	۴۳۵۵
	ایستگاه آتش‌نشانی (FS)	۶۰۰	۶۵۶۶
	مراکز انتظامی (PC)	۲۰۰	۳۳۳۵
	فضای سبز و باز (GOS)	۰	۲۵۵۷
	اماکن ورزشی (SP)	۲۰۰	۳۱۷۹
	اماکن تجاری (CC)	۰	۲۸۲۶
	زمین‌های بایر (VL)	۰	۲۷۷۰
	خود لایه صفر		
ویژگی‌های عدم همجواری (ناسازگاری)	گسل (Fa)	۱۰۰	۳۶۶۴
	رودخانه (Ri)	۲۰	۲۷۱۲
	ساختمان‌های بلندمرتبه	۳۰	۴۱۲۲
	خطوط و پست گاز (GL)	۱۰۰	۳۳۰۸
	قنوات (Aq)	۱۰	۴۶۱۰
	خطوط و پست برق (PL)	۵۰	۳۱۷۲
	پمپ بنزین (GS)	۱۰۰	۶۷۷۲
	خطوط مترو (ML)	۱۰	۱۰۴۴۳
	ناحیه صنعتی (IA)	۱۰۰	۳۶۴۸
	ناحیه دیپلماتیک (DA)	۵۰	۵۷۲۰
ویژگی‌های توپوگرافی و لرزه‌خیزی	ارتفاع (El)	۱۵۴۰ (b)	۱۴۷ ۲۰
	شیب (S)	بیش از ۸ درصد صفر	۰ ۸
	شدت لرزه‌خیزی (MMI)	۷/۶۸۸۴	۸/۳۵۴۳
	پتانسیل تخریب (DP)	۰	۰/۹۹۹۹
	فاقد محدودیت		

## ۲-۴ مدل سازی ارزیابی چند معیاره (MCE)

به طور کلی روش ارزیابی چند معیاره شامل سه رویه اصلی روی هم گذاری بولین، ترکیب خطی وزنی ( $WLC^1$ ) و میانگین وزنی مرتب ( $OWA^2$ ) می باشد. رویه ترکیب خطی وزنی به صورت رابطه زیر می باشد که ابتدا معیارهای استاندارد شده در وزن معیار (وزن جبران) ضرب می شود و سپس با هم جمع می شوند [۱۹ و ۳۴]؛

$$S = \sum W_i X_i * \prod C_j \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در این رابطه،  $W_i$  وزن معیار،  $X_i$  میزان امتیاز معیار  $i$  (معیار استاندارد شده)،  $C_j$  نشان دهنده امتیاز مربوط به محدودیت  $j$  (به صورت بولین) و  $\prod$  حاصل ضرب محدودیت ها می باشد. در واقع حاصل همه محدودیت ها در قالب یک نقشه بولین در قسمت اول رابطه ضرب می شود. در این مرحله به منظور تعیین میزان مطلوبیت در سطح منطقه تصویر شایستگی تجمیع نهایی رویه  $WLC$  مورد بررسی قرار گرفت.

## ۳- نتایج و بحث

## ۳-۱ محدودیت ها

میزان تأثیر محدودیت ها در میزان مساحت نواحی مختلف منطقه در جدول ۳ ارائه شده است.

همانطور که جدول ۳ نشان می دهد در بین معیارهای بافت شهر نواحی ۹ و ۱۰ دارای دلیل عدم تراکم ساخت و ساز کم ترین تغییر را داشتند؛ از نظر بافت فرسوده، نواحی ۱، ۲، ۹ و ۱۰ دارای کم ترین درصد تغییر در بین نواحی مختلف بودند که این امر می تواند ناشی از نوساز بودن بافت شهری در این نواحی باشد.

از نظر معیار راه ارتباطی وسعت کم ناحیه ۸ (با مساحت ۳۱۴ هکتار) از یک سو و عبور چندین راه شریانی (ناحیه ۲؛ خیابان های ولنجک، مقدس اردبیلی،

سید رضا اعجازی، درکه، بلوار دانشجو و بلوار ساسان و ناحیه ۸؛ خیابان برادران اندرزگو، خیابان شهید سلیمی، خیابان برادران واعظی و خیابان شهید امیر حسین سلیمی) از داخل این نواحی منجر به کاهش مساحت این نواحی شد.

بر اساس جدول ۳ در معیار بیمارستان از گروه همجواری (سازگاری)، در ناحیه ۶ به دلیل وجود سه بیمارستان مسیح دانشوری، محک و آموزشی ۵۰۵ ارتش دارای بیش ترین درصد تغییرات می باشد؛ از نظر معیار مراکز بهداشتی و درمانی نواحی ۲، ۳، ۴ و ۱۰ که به ترتیب به دلیل وجود مرکز توانبخشی جانبازان بقیه الله (ناحیه ۲)، مرکز اورژانس هاجر و درمانگاه امام زاده قاسم (ع) (ناحیه ۳)، مرکز توانبخشی جانبازان (ناحیه ۴) و مرکز بهداشتی درمانی حضرت فاطمه (س) و مرکز بهداشتی و درمانی شهرک قائم (ناحیه ۱۰) دارای بیش ترین کاهش مساحت هستند؛ از نظر اماکن ورزشی ناحیه ۵ به دلیل قرار داشتن مجتمع بزرگ ورزشی اقدسیه بیش ترین درصد تغییرات را در بین تمام نواحی داشته است. همانطور که جدول ۳ نشان می دهد، اکثر نواحی وضعیت مناسبی از نظر فضای خالی ندارند، به نحوی که در نواحی مرکزی به دلیل قدمت و قرار گرفتن در مرکز توسعه منطقه از میزان مساحت زمین بایر (خالی) کمتری برخوردار هستند (به استثناء ناحیه پنج) و کمترین تغییر در نواحی بخش شرقی که کمتر توسعه یافته اند، مشاهده شد.

بر اساس جدول ۳، در بین معیارهای گروه عدم همجواری نواحی ۹ و ۱۰ کم ترین درصد تغییرات در معیارهای گسل، رودخانه، قنات، پمپ بنزین و ناحیه دیپلماتیک را به خود اختصاص داده اند. در معیارهای عدم همجواری (ناسازگاری) به دلیل حریمی که اطراف این لایه ها در نظر گرفته شده محدودیت بیشتری را در نواحی مختلف از نظر میزان مساحت دارای مطلوبیت ایجاد نموده اند.

1 Weighted Linear Combination (WLC)

2 Ordered Weight Average (OWA)

3 Final Aggregated Suitability Image (FASI)



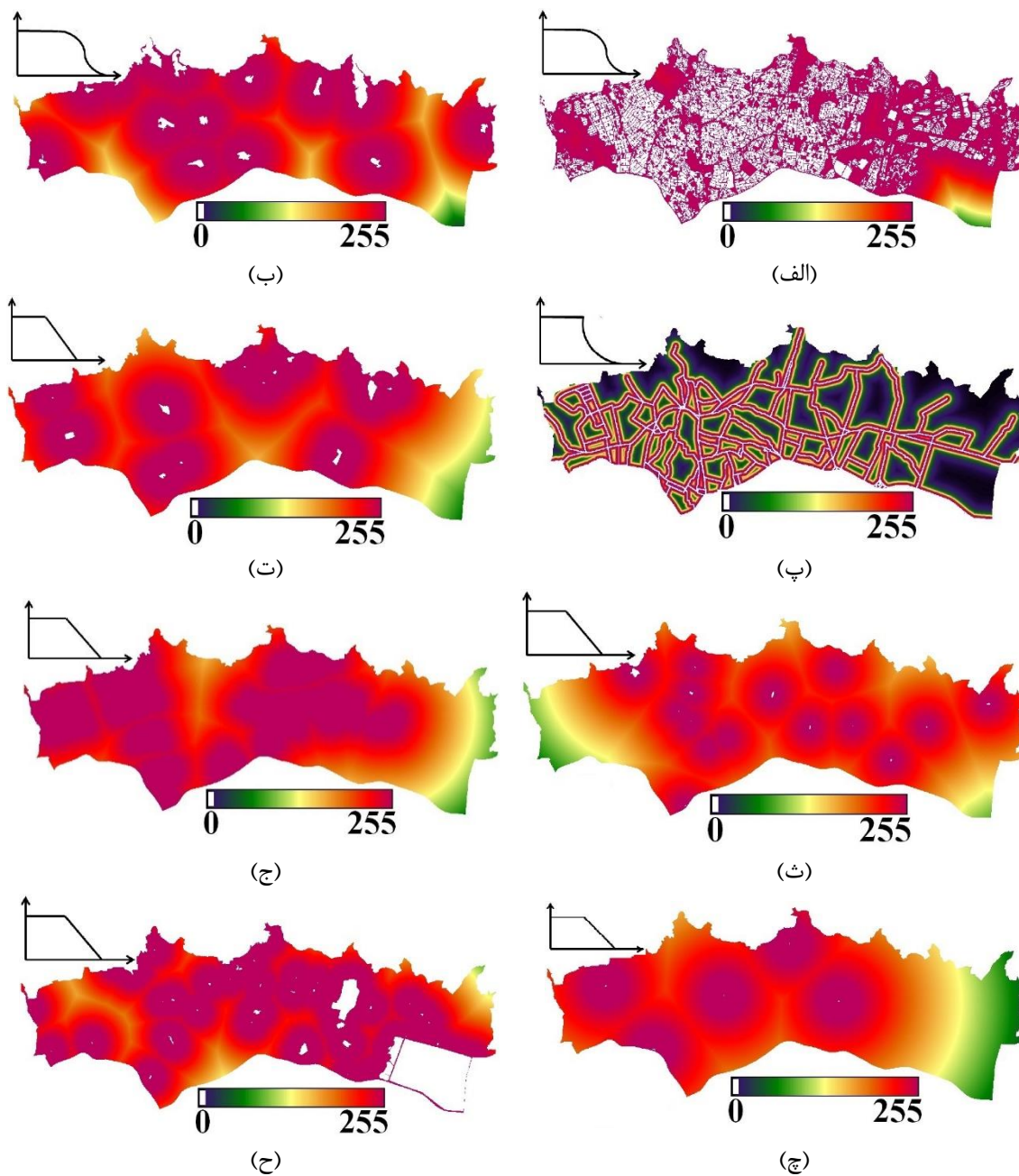
جدول ۳: تعیین مساحت باقی‌مانده از سطح منطقه و درصد تغییرات پس از اعمال محدودیت‌ها

مساحت باقی‌مانده پس از اعمال محدودیت (درصد)										معیار	
نواحی منطقه یک شهرداری تهران											
شرق			مرکز				غرب				
۱۰	۹	۶	۸	۵	۴	۱	۷	۳	۲		
مساحت نواحی (هکتار)											
۴۷۳	۶۵۴	۳۱۰	۳۱۴	۴۱۸	۳۷۴	۳۰۳	۵۳۰	۴۶۱	۷۳۶	ناحیه مسکونی	ویژگی‌های بافت
۱/۱۹	۱۱	۱/۳۵	۵۸/۲۸	۳۲/۷۷	۴۰/۱	۴۶/۸۶	۴۸/۸۶	۴۰/۷۸	۴۳/۰۷		
۰/۸۴	۰/۶۱	۳/۸۷	۳/۵	۶/۹۳	۱/۰۶	۰	۲/۲۶	۸/۰۲	۰/۸۱		
۵/۰۷	۸/۲۵	۷/۴۱	۱۲/۷۳	۵/۷۴	۱۰/۴۲	۱۲	۱۵/۶۶	۸/۶۷	۱۲/۰۹	راه ارتباطی	ویژگی ارتباطی
۰	۰/۷۶	۴/۵۱	۰	۰	۰/۸	۰	۰/۳۷	۰/۸۶	۰/۵۴	بیمارستان	ویژگی‌های همجواری (سازگاری)
۰/۲۱	۰	۰	۰	۰	۰/۲۶	۰	۰	۰/۲۱	۰/۴	مراکز درمانی	
فاقد محدودیت										اسکان موقت	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۱۸	۰	۰	ایستگاه آتش‌نشانی	
۰/۲۱	۱/۱۹	۰/۳۲	۰	۱۲/۶۷	۱/۰۶	۱/۶۵	۰/۳۷	۲/۳۸	۰	مراکز انتظامی	
۱/۵۷	۹/۹۳	۱/۷۷	۷/۶۴	۱۲/۴۴	۱۳/۱	۱۱/۲۲	۹/۶۲	۱۰/۶۲	۷/۷۴	فضای سبز و باز	ویژگی‌های عدم همجواری (ناسازگاری)
۱/۲۶	۱/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۵	۵/۰۲	۰/۸	۰/۳۳	۰/۷۵	۰/۲۱	۰/۲۷	اماکن ورزشی	
۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۳۲	۱/۹۱	۰/۴۷	۱/۶	۰/۹۹	۳/۰۱	۰/۸۶	۰/۶۷	اماکن تجاری	
۱/۱۸	۱/۶۴	۱/۶۵	۹۸/۶۴	۹۴/۰۳	۹۸/۰۸	۹۶/۳۲	۹۷/۵۴	۹۷/۹۳	۹۵	زمین‌های بایر	
۱/۴۷	۶/۸۸	۳۲/۸	۱۹/۱	۲۷/۵۱	۲۲/۹۹	۲۲/۱۱	۱۹/۲۴	۳۶/۸۷	۱۸/۴۷	گسل	
۱/۰۵	۱/۸۳	۵/۴۸	۱/۲۷	۰/۴۷	۲/۹۴	۰	۲/۰۷	۳/۲۵	۲/۴۴	رودخانه	ویژگی‌های عدم همجواری (ناسازگاری)
۰	۰	۹/۳۵	۴۳/۶۳	۱۹/۱۳	۲۵/۶۶	۲۹/۰۴	۳۹/۸۱	۲۶/۲۴	۳۹/۱۳	ساختمان‌های بلند	
۷/۶۱	۱/۰۸	۳/۵۴	۳۵/۶۶	۱۰/۵۲	۱۳/۶۳	۴۵/۵۴	۲۵/۸۴	۱۰/۶۲	۷/۸۸	خطوط و پست گاز	
۰/۲۱	۰	۱/۲۹	۱/۵۹	۲/۸۷	۲/۹۴	۱/۹۸	۱/۳۲	۳/۲۵	۱/۶۳	قنوات	
۱/۹۹	۶/۲۶	۸/۳۸	۳/۵	۷/۴۱	۵/۳۴	۹/۵۷	۸/۸۶	۸/۴۵	۶/۷۹	خطوط و پست برق	
۰	۰	۰	۰/۶۳	۰/۲۳	۱/۰۶	۲/۶۴	۰/۷۵	۰/۴۳	۰/۴	پمپ بنزین	ویژگی‌های عدم همجواری (ناسازگاری)
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۵۶	۰/۲۱	۰	خطوط مترو	
۹/۹۳	۱/۳۸	۱/۳۲	۷/۶۴	۲/۸۷	۰	۱۱/۵۵	۲/۰۷	۰/۲۱	۰/۴	ناحیه صنعتی	
۰	۰/۱۵	۰	۱/۵۹	۳/۱۱	۴/۰۱	۱۱/۲۲	۱۲/۸۳	۴/۳۳	۶/۱۱	ناحیه دیپلماتیک	
۱/۲۹	۱/۱۷	۱/۱۹	۸/۲۸	۶۸/۸۹	۷۷/۸	۲۵/۴۱	۳۹/۲۴	۸۰/۴۷	۶۶/۳	شیب	
فاقد محدودیت										ارتفاع	توپوگرافی و لرزه‌خیزی
										شدت لرزه‌خیزی	
										بتانسیل، تخریب	

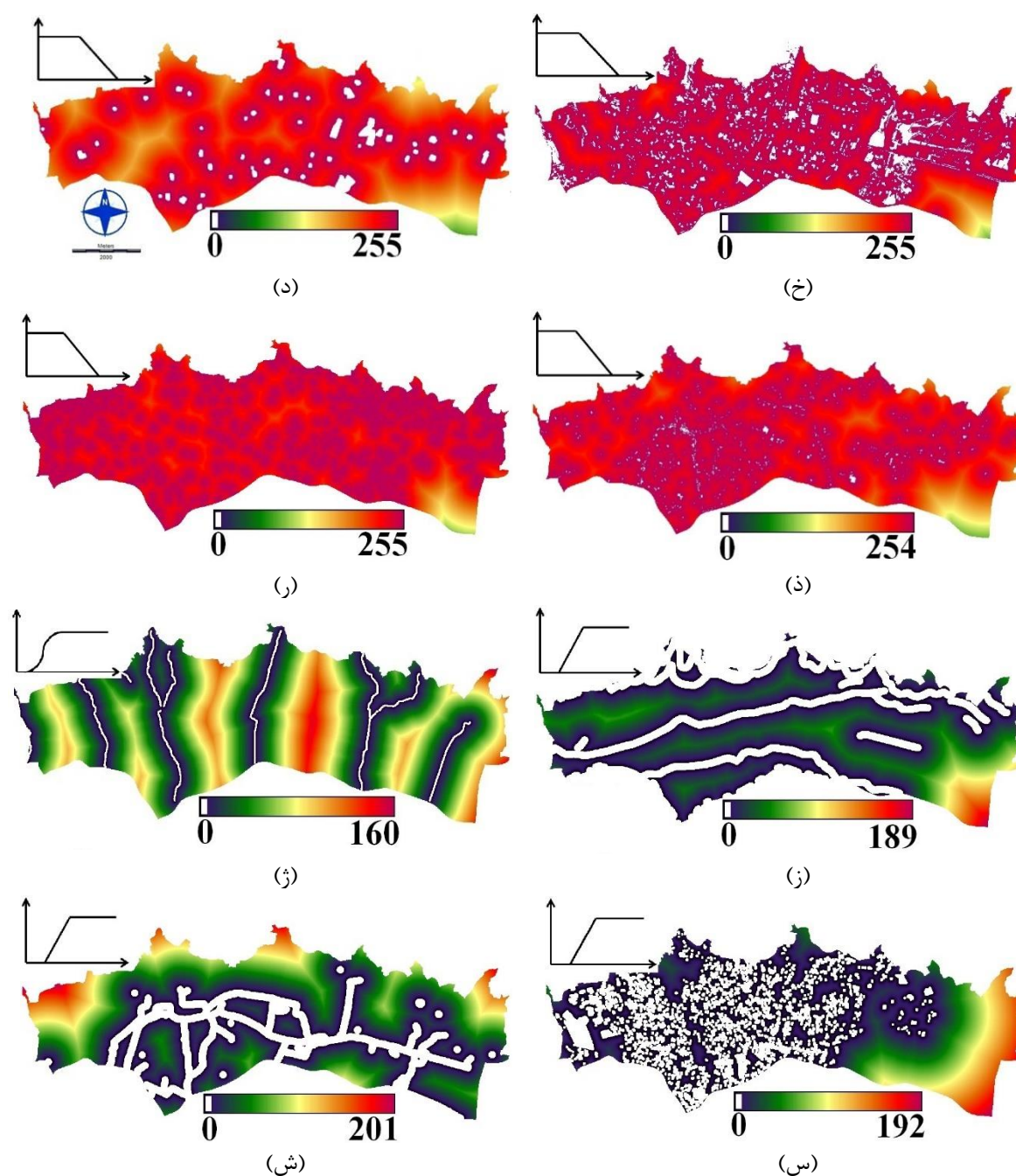
### ۳-۲ استانداردسازی معیارها

تصاویر فازی معیارها به همراه شکل و نوع تابع عضویت فازی مورد استفاده در هر معیار در شکل ۳ و وزن معیارها و میزان میانگین مطلوبیت هریک از نواحی ده‌گانه منطقه یک شهرداری تهران در جدول ۴ ارائه شده است.

معیار شیب به‌عنوان زیر معیار گروه توپوگرافی و لرزه‌خیزی از عوامل مهم کاهش فضای مناسب (مطلوب) در بافت شهری محسوب می‌شود، شیب‌های نامناسب روند خدمات‌رسانی را دچار اختلال خواهد کرد، به‌همین منظور مناطق با شیب نامناسب به‌عنوان محدودیت در نظر گرفته شد. این معیار پس از لایه بایر بیش‌ترین تأثیر را در محدود کردن فضای در دسترس داشت.

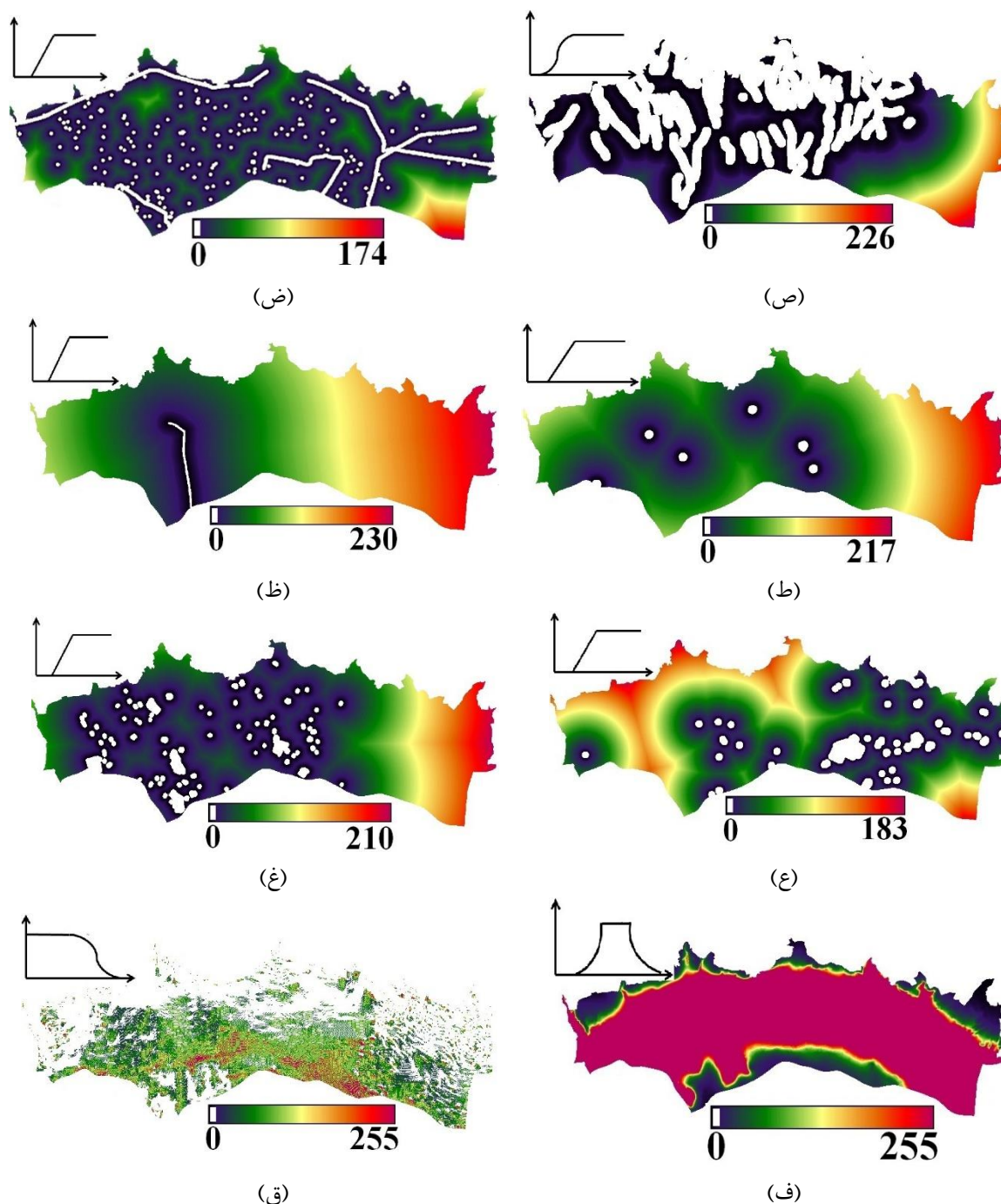


شکل ۳: تصاویر فازی معیارهای قانون تصمیم. الف: ناحیه مسکونی (RA)، ب: بافت فرسوده (WT)، پ: راه ارتباطی (جاده) (Ro)، ت: بیمارستان (Ho)، ث: مراکز بهداشتی و درمانی (HTC)، ج: اسکان موقت (TH)، چ: ایستگاه‌های آتش‌نشانی (FS)، ح: مراکز انتظامی (PC)

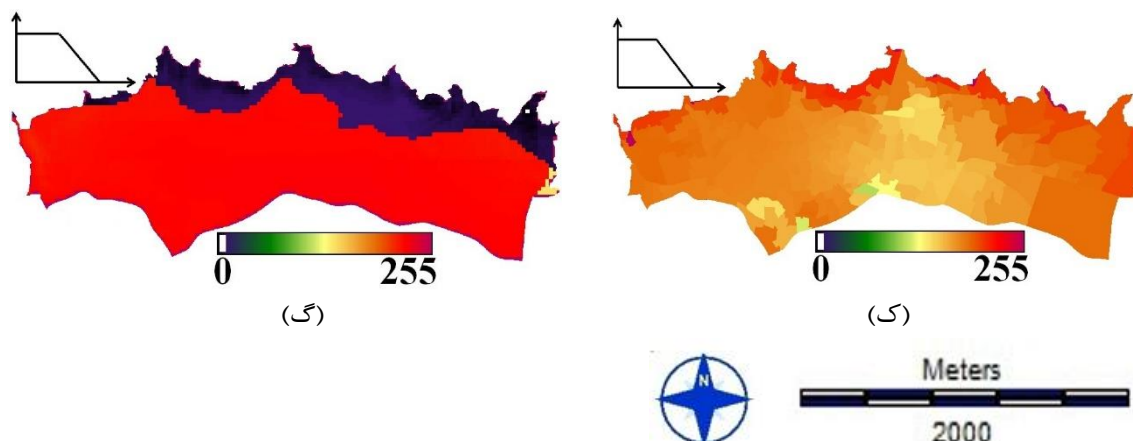


شکل ۳: تصاویر فازی معیارهای قانون تصمیم. خ: فضای سبز و باز (GOS)، د: اماکن ورزشی (SP)، ذ: اماکن تجاری (CC)، ر: زمین بایر (VL)، ز: گسل (Fa)، ژ: رودخانه (Ri)، س: ساختمان بلند مرتبه (MsB)، ش: خطوط و پست گاز (GL)





شکل ۳: تصاویر فازی معیارهای قانون تصمیم. ص: قنوات (Aq)، ض: خطوط و پست برق (PL)، ط: پمپ بنزین (GS)،  
ظ: خط مترو (ML)، ع: ناحیه صنعتی (IA)، غ: ناحیه دیپلماتیک (DA)، ف: ارتفاع (EL)، ق: شیب (S).



شکل ۳: تصاویر فازی معیارهای قانون تصمیم، ک؛ شدت لرزه‌خیزی (MMI)، گ؛ پتانسیل تخریب (DP)

مطلوبیت بالای ۲۲۰ شد (شکل ۳ ج)؛ در معیار ایستگاه‌های آتش‌نشانی به دلیل قرارگیری پنج ایستگاه در بخش غربی و مرکزی، میزان مطلوبیت در این نواحی دارای عددی بالاتر از بخش شرقی می‌باشد (شکل ۳ چ)؛ با توجه به حضور حدود ۵۴ مکان نظامی در محدوده منطقه ۱ شهرداری تهران، در سراسر نواحی منطقه میانگین مطلوبیت عددی بالای ۲۰۰ را نشان می‌دهد که این امر بیانگر مناسب بودن منطقه از نظر اماکن نظامی و امنیتی می‌باشد (شکل ۳ ح)؛ قرار داشتن بیش از ۱۵۹۵ قطعه فضای سبز و باز (باغ، بوستان‌ها، فضای سبز و اراضی کشاورزی) در داخل محدوده منطقه یک شهرداری تهران منجر به افزایش میانگین مطلوبیت در نواحی ده‌گانه این منطقه شده است (شکل ۳ خ)؛ همچنین از نظر اماکن ورزشی و تجاری این منطقه دارای وضعیت مناسبی می‌باشد به نحوی که ۱۴۵۰ ناحیه تجاری و ۹۳ مجموعه فرهنگی - ورزشی با پراکنش مناسب در نواحی مختلف منجر به افزایش میانگین مطلوبیت در این نواحی شد.

نواحی ۹ و ۱۰ از نظر معیارهای عدم همجواری وضعیت مناسب تری نسبت به سایر نواحی دارند؛ در معیار گسل به دلیل عبور از قسمت نوار شمالی، مرکزی و جنوبی منطقه تمام نواحی تحت تأثیر قرار گرفته و منجر به کاهش مطلوبیت در سطح منطقه گردید. (شکل ۳ ز)؛ عبور چندین سرشاخه اصلی با فواصل کم از هم،

همانطور که نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد تمامی نواحی منطقه از نظر معیار ناحیه مسکونی مطلوبیت بالایی دارند و این امر بیانگر قرار داشتن مراکز تراکم جمعیتی در سراسر منطقه می‌باشد (شکل ۳ الف). به دلیل قرار داشتن حدود ۲۱ محدوده فرسوده (به مساحت ۶۵ هکتار) در نواحی مختلف، میانگین مطلوبیت در منطقه دارای عدد بالایی می‌باشد که این موضوع بیانگر دسترسی مناسب از تمام نقاط منطقه به این بافت‌های فرسوده در زمان بروز بحران احتمالی می‌باشد (شکل ۳ ب).

با توجه به جدول ۴ منطقه مورد مطالعه از نظر وضعیت شبکه ارتباطی شرایط مطلوبی ندارد و این امر می‌تواند در صورت بروز بحران‌های احتمالی در سطح منطقه سرعت عملیات امداد و نجات را کند نماید (شکل ۳ پ). نواحی مختلف منطقه از نظر معیارهای همجواری (سازگاری) دارای مطلوبیت بالایی می‌باشند. با توجه به پراکنش مناسب معیار بیمارستان در نواحی مختلف میزان مطلوبیت در سطح بالایی مشاهده گردید (شکل ۳ ت)؛ قرار گرفتن ۱۶ مرکز درمانی در سراسر منطقه با توزیع جغرافیایی یکنواخت، وضعیت مناسبی را از نظر مطلوبیت در تمام نواحی (به استثناء ناحیه ۲) ایجاد کرده است (شکل ۳ ث)؛ ۱۷ مرکز اسکان موقت در بخش غربی و مرکزی منطقه پیشنهاد شده است [۳۱]، که با توجه به توزیع مکانی این مراکز و تحت پوشش قرار دادن نواحی یک تا هشت،

قسمت غربی و مرکزی، بیشتر از شرق منطقه صورت گرفته است؛ خطوط و پست گاز از جمله تأسیسات خطرزا در زمان بروز بحران محسوب می گردند.

ایجاد حریم و نوع تابع (سیگمئیدی-افزایشی) استفاده شده جهت استانداردسازی منجر به کاهش میزان مطلوبیت در سطح نواحی مختلف منطقه گردید (شکل ۳)؛ همانطور که شکل ۴-۱ (س) نشان می دهد، تمرکز ساخت و ساز ساختمان های بیش از ۴ طبقه در

جدول ۴: میانگین مطلوبیت معیارهای قانون تصمیم در نواحی ده گانه منطقه یک و وزن معیارها

وزن معیار	بخش										معیار	گروه	
	شرق		مرکز				غرب						
	نواحی												
۱۰	۹	۶	۸	۵	۴	۱	۷	۳	۲				
۰/۰۶۳۳۶	۲۵۵	۲۲۵	۲۵۴	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۴	۲۳۱	۲۵۵	۲۵۵	۲۵۵	ناحیه مسکونی	بافت شهر	
۰/۰۱۵۸۴	۲۲۰	۲۰۰	۲۲۳	۲۴۴	۲۲۸	۲۴۱	۲۱۳	۲۲۲	۲۳۰	۲۲۵	بافت فرسوده		
۰/۰۱۰۴۵	۶۶	۹۵	۹۲	۱۵۹	۸۹	۱۲۶	۱۵۷	۱۷۲	۱۰۱	۱۴۵	راه ارتباطی	دسترسی	
۰/۰۵۰۰۸۹۲	۱۶۴	۱۸۴	۲۴۷	۲۲۰	۲۳۵	۲۴۵	۲۱۷	۲۴۲	۲۲۷	۲۳۶	بیمارستان	همجواری (سازگاری)	
۰/۰۳۶۸۹۹۴	۲۲۲	۲۰۰	۲۰۷	۲۳۲	۲۲۸	۲۲۰	۲۳۰	۲۲۲	۲۳۲	۱۶۴	مراکز درمانی		
۰/۰۶۸۵۹۲۳	۱۵۶	۱۷۹	۲۳۰	۲۳۱	۲۵۱	۲۴۲	۲۴۵	۲۵۰	۲۲۰	۲۴۸	اسکان موقت		
۰/۰۳۷۲۱۹۸	۶۸	۱۳۱	۱۶۰	۲۲۹	۲۲۷	۲۴۱	۲۳۲	۲۲۱	۲۱۶	۲۳۳	ایستگاه آتش نشانی		
۰/۰۱۳۴۰۳۴	۲۱۲	۲۵۱	۲۴۳	۲۱۳	۲۴۳	۲۳۶	۲۱۱	۲۳۰	۲۱۵	۲۳۵	مراکز انتظامی		
۰/۰۲۳۶۲۹۵	۲۴۷	۲۲۲	۲۴۳	۲۴۷	۲۴۷	۲۴۹	۲۴۶	۲۴۷	۲۴۵	۲۴۴	فضای سبز و باز		
۰/۰۱۷۴۸۸۵	۲۳۸	۲۰۴	۲۱۹	۲۴۳	۲۴۵	۲۴۲	۲۴۵	۲۳۴	۲۲۴	۲۲۲	اماکن ورزشی		
۰/۰۰۵۸۲۰۶	۲۳۳	۲۰۳	۲۳۳	۲۴۶	۲۳۱	۲۴۱	۲۳۸	۲۴۶	۲۳۷	۲۳۸	اماکن تجاری		
۰/۰۷۲۳۶۱۹۸	۲۹	۵۷	۹	۱۲	۱۳	۱۱	۱۴	۱۲	۱۰	۱۷	گسل		
۰/۰۳۷۵۰۵۶۱	۳۸	۳۰	۱۰	۳۷	۶۴	۲۱	۶۷	۲۵	۲۲	۲۰	رودخانه		
۰/۰۵۵۹۷۵۴۱	۹۱	۷۷	۱۰	۱	۵	۵	۳	۲	۴	۳	ساختمان های بلند	عدم همجواری (ناسازگاری)	
۰/۰۴۲۹۲۷۳۹	۴۰	۱۸	۳۶	۱۰	۲۲	۴۷	۶	۱۲	۳۹	۵۷	خطوط و پست گاز		
۰/۰۲۶۰۰۶۶۷	۸۲	۷۵	۳	۲	۱	۱	۱	۵	۱	۳	قنوات		
۰/۰۱۴۲۶۹۴۱	۱۶	۴۶	۱۵	۱۲	۱۳	۱۷	۱۱	۱۰	۱۶	۱۶	خطوط و پست برق		
۰/۰۲۰۱۳۸۰۴	۱۶۵	۱۰۴	۱۰۲	۳۶	۴۸	۳۰	۱۹	۴۰	۴۱	۴۴	پمپ بنزین		
۰/۰۱۱۴۳۹۳۶	۱۹۸	۱۵۵	۱۵۴	۳۰	۱۱۲	۶۶	۷۹	۱۶	۲۸	۵۸	خطوط مترو		
۰/۰۰۹۱۱۵۷۴	۱۹	۴۲	۱۵	۱۸	۲۷	۸۴	۳۸	۴۹	۸۴	۸۹	ناحیه صنعتی		
۰/۰۰۴۲۰۰۳۹	۱۵۶	۸۵	۷۳	۱۴	۱۸	۱۰	۷	۹	۲۰	۱۶	ناحیه دیپلماتیک		
۰/۰۱۶۱۲۱۱۵	۱۴۷	۲۱۶	۲۱۹	۲۱۵	۲۴۴	۲۱۴	۱۷۲	۱۸۴	۲۰۱	۲۰۴	ارتفاع		توپوگرافی و لرزه خیزی
۰/۰۲۸۴۴۴۶۵	۹	۶۲	۱۸	۸۴	۱۷	۱۰	۷۳	۳۸	۹	۱۷	شیب		
۰/۰۳۴۳۰۴۵	۲۰۷	۱۸۹	۲۰۴	۱۷۵	۱۸۲	۱۸۸	۱۶۲	۱۸۵	۲۰۱	۲۰۰	شدت لرزه خیزی		
۰/۰۳۴۳۰۴۵	۱۴۹	۲۲۵	۹۳	۲۲۴	۹۹	۱۴۹	۲۲۵	۲۲۴	۱۱۶	۲۱۳	پتانسیل تخریب		

استفاده شده جهت استانداردسازی منجر به کاهش میزان مطلوبیت در سطح نواحی مختلف منطقه گردید (شکل ۳)؛ همانطور که شکل ۴-۱ (س) نشان می‌دهد، تمرکز ساخت و ساز ساختمان‌های بیش از ۴ طبقه در قسمت غربی و مرکزی، بیشتر از شرق منطقه صورت گرفته است؛ خطوط و پست گاز از جمله تأسیسات خطرزا در زمان بروز بحران محسوب می‌گردند. همانطور که شکل ۳(ش) نشان می‌دهد شبکه گسترده‌ای از خطوط گاز در منطقه وجود دارد که با توجه به درجه اهمیت معیار کاهش مطلوبیت در سطح نواحی مشاهده گردید؛ قنات از جمله عوارض خطی و خطرزا محسوب می‌گردند. همانطور که شکل ۳ (ص) نشان می‌دهد در بخش غربی و مرکزی منطقه حدود ۲۸۸ خط قنات وجود دارد که این امر موجب کاهش مطلوبیت بسیار زیادی در نواحی ۱ تا ۸ شد (جدول ۴)؛ همانطور که شکل ۳ (ض) نشان می‌دهد گستردگی شبکه برق در سطح منطقه منجر به کاهش مطلوبیت در سطح نواحی مشاهده گردید؛ قنات از جمله عوارض خطی و خطرزا محسوب می‌گردند. همانطور که شکل ۳ (ص) نشان می‌دهد در بخش غربی و مرکزی منطقه حدود ۲۸۸ خط قنات وجود دارد که این امر موجب کاهش مطلوبیت بسیار زیادی در نواحی ۱ تا ۸ شد (جدول ۴)؛ همانطور که شکل ۳ (ض) نشان می‌دهد گستردگی شبکه برق در سطح منطقه منجر به کاهش مطلوبیت در سطح نواحی گردید؛ همانطور که شکل ۳ (ط) نشان می‌دهد، ۶ جایگاه بنزین در بخش غربی و مرکزی منطقه مشاهده می‌گردد و این امر منجر به کاهش مطلوبیت در این نواحی شد؛ همانطور که شکل ۳ (ظ) نشان می‌دهد، قرارگیری خط مترو در بخش مرکزی منطقه و تعیین حریم اطراف آن منجر به کاهش مطلوبیت در نواحی ۱، ۲، ۳، ۴ و ۷ و ۸ گردید؛ در منطقه یک شهرداری تهران حدود ۷۹ ناحیه صنعتی وجود دارد. همانطور که شکل ۳ (ع) نشان می‌دهد پراکندگی بالای آن‌ها منجر به کاهش مطلوبیت در تمام نواحی منطقه شد؛ تعداد نواحی دیپلماتیک، پراکنش وسیع و ایجاد حریم اطراف این معیار منجر به کاهش میانگین مطلوبیت در نواحی بخش مرکزی و غربی گردید.

نواحی مختلف منطقه از نظر معیارهای توپوگرافی و لرزه‌خیزی به استثناء معیار شیب (شکل ۳ ق) دارای وضعیت مناسبی از نظر میزان مطلوبیت می‌باشند.

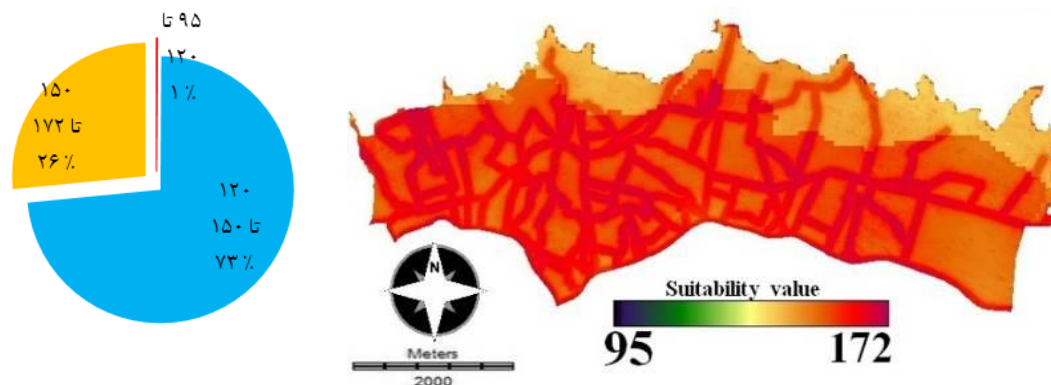
همانطور که شکل ۳(ش) نشان می‌دهد شبکه گسترده‌ای از خطوط گاز در منطقه وجود دارد که با توجه به درجه اهمیت معیار کاهش مطلوبیت در سطح نواحی مشاهده گردید؛ قنات از جمله عوارض خطی و خطرزا محسوب می‌گردند. همانطور که شکل ۳ (ص) نشان می‌دهد در بخش غربی و مرکزی منطقه حدود ۲۸۸ خط قنات وجود دارد که این امر موجب کاهش مطلوبیت بسیار زیادی در نواحی ۱ تا ۸ شد (جدول ۴)؛ همانطور که شکل ۳ (ض) نشان می‌دهد گستردگی شبکه برق در سطح منطقه منجر به کاهش مطلوبیت در سطح نواحی گردید؛ همانطور که شکل ۳ (ط) نشان می‌دهد، ۶ جایگاه بنزین در بخش غربی و مرکزی منطقه مشاهده می‌گردد و این امر منجر به کاهش مطلوبیت در این نواحی شد؛ همانطور که شکل ۳ (ظ) نشان می‌دهد، قرارگیری خط مترو در بخش مرکزی منطقه و تعیین حریم اطراف آن منجر به کاهش مطلوبیت در نواحی ۱، ۲، ۳، ۴ و ۷ و ۸ گردید؛ در منطقه یک شهرداری تهران حدود ۷۹ ناحیه صنعتی وجود دارد. همانطور که شکل ۳ (ع) نشان می‌دهد پراکندگی بالای آن‌ها منجر به کاهش مطلوبیت در تمام نواحی منطقه شد؛ تعداد نواحی دیپلماتیک، پراکنش وسیع و ایجاد حریم اطراف این معیار منجر به کاهش میانگین مطلوبیت در نواحی بخش مرکزی و غربی گردید.

نواحی مختلف منطقه از نظر معیارهای توپوگرافی و لرزه‌خیزی به استثناء معیار شیب (شکل ۳ ق) دارای وضعیت مناسبی از نظر میزان مطلوبیت می‌باشند.

نواحی ۹ و ۱۰ از نظر معیارهای عدم همجواری وضعیت مناسب تری نسبت به سایر نواحی دارند؛ در معیار گسل به دلیل عبور از قسمت نوار شمالی، مرکزی و جنوبی منطقه تمام نواحی تحت تأثیر قرار گرفته و منجر به کاهش مطلوبیت در سطح منطقه گردید. (شکل ۳ز)؛ عبور چندین سرشاخه اصلی با فواصل کم از هم، ایجاد حریم و نوع تابع (سیگموئیدی-افزایشی)

## ۳-۳ تصویر مطلوبیت نهایی و پهنه‌بندی

تصویر شایستگی تجميع نهایی در رویه WLC در شکل



شکل ۴: تصویر شایستگی تجميع نهایی رویه WLC

منطقه در این سناریو هستند. رابطه ترکیب خطی وزنی در تعیین میزان مطلوبیت بر اساس ۲۶ معیار در پژوهش حاضر به صورت زیر برقرار می‌باشد:

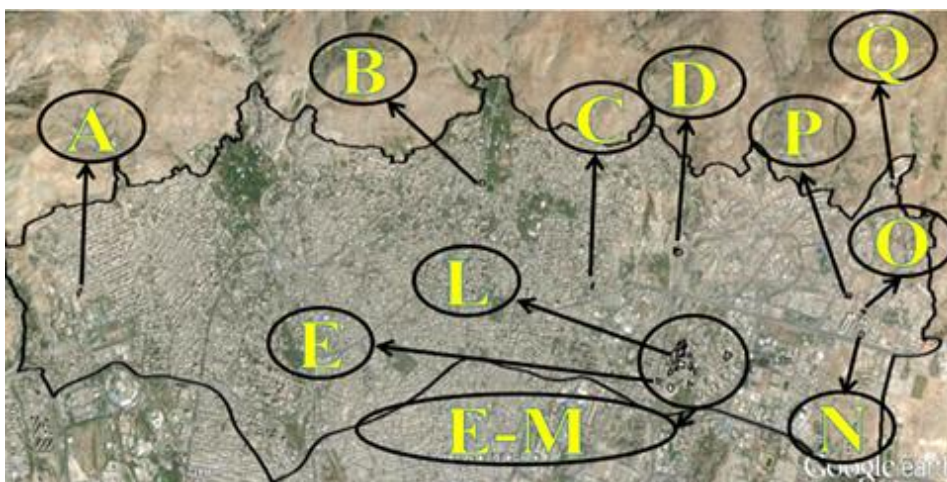
$$S = [(0.06336) \times RA + (0.01584) \times WT + (0.01045) \times Ro + (0.0500892) \times Ho + (0.0368994) \times HTC + (0.0685923) \times TH + (0.0372198) \times FS + (0.0134034) \times PC + (0.0236295) \times GOS + (0.0174885) \times SP + (0.0058206) \times CC + (0.0138306) \times VL + (0.07736198) \times Fa + (0.03750561) \times Ri + (0.05597541) \times MsB + (0.04292739) \times GL + (0.02600667) \times Aq + (0.01426941) \times PL + (0.02013804) \times GS + (0.01143936) \times ML + (0.00911574) \times IA + (0.00420039) \times DA + (0.01612115) \times EI + (0.02844465) \times S + (0.0343045) \times MMI + (0.0343045) \times DP] \times PCj$$

در شکل ۵، موقعیت پهنه (محدوده) های منتخب و در جدول ۵ شناسنامه پهنه (محدوده) های منتخب جهت پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران منطقه یک شهرداری تهران ارائه شده است.

همانطور که شکل ۴ نشان می‌دهد در رویه WLC مطلوبیت ۹۵ تا ۱۲۰ تنها ۱ درصد از مساحت منطقه در این رویه (۵۰ هکتار) را به خود اختصاص می‌دهد، مطلوبیت ۱۲۰ تا ۱۵۰، ۷۳ درصد از مساحت منطقه (۳۳۵۳/۲۳) هکتار) را به خود اختصاص داد و مطلوبیت ۱۵۰ تا ۱۷۲ تنها ۲۶ درصد از مساحت منطقه (۱۱۶۸/۱۸) هکتار) را تشکیل می‌دهد.

قرار گرفتن رویه WLC در رأس مثلث فضای راهبری تصمیم حاکی از جبران کامل بین معیارها و ریسک ۰/۵ می‌باشد. در این سناریو معیارها بر اساس وزن معیار و امتیاز در پیکسل (معیار استاندارد شده) از حداکثر به حداقل دارای نقش تعیین‌کننده در تعیین میزان مطلوبیت نهایی در پیکسل می‌باشند [۲۰، ۳۵ و ۳۹]. معیارهای بافت فرسوده (دامنه عدد فازی ۲۰۰ تا ۲۴۴)، ناحیه مسکونی (دامنه عدد فازی ۲۲۵ تا ۲۵۵)، راه ارتباطی (دامنه عدد فازی ۶۶ تا ۱۷۲)، بیمارستان (دامنه عدد فازی ۱۶۴ تا ۲۴۷)، مراکز درمانی و بهداشتی (دامنه عدد فازی ۱۶۴ تا ۲۳۲)، اسکان موقت (دامنه عدد فازی ۱۵۶ تا ۲۵۱)، ایستگاه‌های آتش‌نشانی (دامنه عدد فازی ۶۸ تا ۲۴۱)، شدت لرزه‌خیزی (دامنه عدد فازی ۱۶۲ تا ۲۰۷) و پتانسیل تخریب (دامنه عدد فازی ۹۳ تا ۲۲۵) معیارهای اصلی تعیین مطلوبیت در نواحی مختلف





شکل ۵: پهنه‌های (محدوده) منتخب WLC (۱۷ پهنه (محدوده) خروجی مدل) (تصویر پیش‌زمینه، Google Earth می‌باشد که به‌منظور نمایش واقعی و عینی سایتهای منتخب استفاده گردیده است)

جدول ۵: پهنه‌های (محدوده) منتخب WLC جهت پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران

ردیف	حرف اختصاری پهنه (محدوده)	رتبه پهنه (محدوده)	بخش	ناحیه	محله	مساحت (متر مربع)	میانگین مطلوبیت پهنه (محدوده)	توضیحات
۱	A	۱	غرب	۲	ولنجک	۴۹۰۰	۱۶۶	پهنه (محدوده) منتخب
۲	B	۲	مرکز	۱	نیاوران	۴۲۰۰	۱۶۶	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۳	C	۴	مرکز	۵	کاشانک	۲۷۰۰	۱۶۴	پهنه (محدوده) منتخب
۴	D	۱۳	شرق	۶	شهرک نفت	۷۰۰۰	۱۴۰	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۵	E	۳	شرق	۹	ازگل	۳۲۰۰	۱۶۵	پهنه (محدوده) منتخب
۶	F	۹	شرق	۹	ازگل	۷۰۰۰	۱۴۳	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۷	G	۱۴	شرق	۹	ازگل	۲۲۰۰	۱۳۶	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۸	H	۷	شرق	۹	ازگل	۳۷۰۰	۱۵۲	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۹	I	۱۰	شرق	۹	ازگل	۶۶۰۰	۱۴۲	حذف-واگذاری به مسکن فرهنگیان
۱۰	J	۱۲	شرق	۹	ازگل	۹۹۰۰	۱۴۰	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۱۱	K	۱۱	شرق	۹	ازگل	۲۳۰۰	۱۴۱	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۱۲	L	۸	شرق	۹	ازگل	۲۸۱۰۰	۱۴۶	پهنه (محدوده) منتخب
۱۳	M	۵	شرق	۹	ازگل	۸۰۰۰	۱۶۲	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۱۴	N	۶	شرق	۱۰	سوهانک	۲۴۰۰	۱۵۵	پهنه (محدوده) منتخب
۱۵	O	۱۶	شرق	۱۰	سوهانک	۲۲۰۰	۱۳۵	حذف-شیب و دسترسی نا مناسب
۱۶	P	۱۵	شرق	۱۰	سوهانک	۴۲۰۰	۱۳۵	پهنه (محدوده) پیشنهادی
۱۷	Q	۱۷	شرق	۱۰	محلاتی	۲۲۰۰	۱۱۲	پهنه (محدوده) پیشنهادی

همانطور که جدول ۵ نشان می دهد در بین ۱۷ پهنه (محدوده) انتخاب شده، تعداد ۱۴ پهنه (محدوده) آن در بخش شرقی منطقه مورد مطالعه واقع شده است (شکل ۴). ناحیه نه با اختصاص ۹ پهنه (محدوده) به خود بیش ترین تأثیر را در بین نواحی مختلف داشت. پنج پهنه (محدوده) پیشنهادی در نواحی ۲، ۵، ۹ و ۱۰ واقع شده اند (جدول ۵).

همانطور که در جدول ۳ نشان داده شد نواحی بخش شرقی (نواحی ۶، ۹ و ۱۰) در اکثر معیارها دارای کم ترین درصد تغییرات و کاهش مساحت بودند به نحوی که از نظر معیارهای بافت شهر در معیار ناحیه مسکونی دارای کم ترین تغییر و از نظر بافت فرسوده ناحیه ۹ و ۱۰ در رده دوم و چهارم از نظر کاهش مساحت قرار گرفتند. همچنین نواحی بخش شرقی در معیار راه ارتباطی بعد از ناحیه ۵ دارای کم ترین درصد تغییرات در بین تمام نواحی می باشند. از نظر معیارهای گروه همجواری در اکثر معیارها بخش شرقی دارای کم ترین درصد تغییر می باشد. همچنین در معیارهای عدم همجواری (ناسازگاری)، بخش شرقی در معیارهای گسل و رودخانه در نواحی ۹ و ۱۰، ساختمان بلند مرتبه در ناحیه ۶ و عدم کاهش مساحت در نواحی ۹ و ۱۰، قنوت در نواحی ۶، ۹ و ۱۰، پمپ بنزین با صفر درصد تغییر در بخش شرقی، ناحیه دیپلماتیک و شیب در ناحیه ۹ دارای کم ترین تغییر و کاهش مطلوبیت در بین سایر نواحی بودند. همچنین بر اساس جدول ۴ در معیارهای گروه بافت شهر، راه ارتباطی و همجواری (سازگاری) نواحی بخش غربی و مرکزی دارای برتری مطلوبیت نسبت به بخش شرقی می باشند، این برتری در معیار ارتفاع نیز دیده می شود اما در معیارهای عدم همجواری (ناسازگاری) نتایج نشان دهنده برتری بخش شرقی در اکثر معیارها می باشد به نحوی که در معیار گسل (ناحیه ۹ با ۵۷ و ناحیه ۱۰ با ۲۹)، ساختمان بلند مرتبه (ناحیه ۹ با ۷۷ و ناحیه ۱۰ با ۹۱)، قنوت (ناحیه ۹ با ۷۵ و ناحیه ۱۰ با ۸۲)،

پمپ بنزین (ناحیه ۶ با ۱۰۲، ناحیه ۹ با ۱۰۴ و ناحیه ۱۰ با ۱۶۵)، خطوط مترو (ناحیه ۶ با ۱۵۴، ناحیه ۹ با ۱۵۵ و ناحیه ۱۰ با ۱۹۸)، ناحیه دیپلماتیک (ناحیه ۶ با ۷۳، ناحیه ۹ با ۸۵ و ناحیه ۱۰ با ۱۵۶) و شیب (ناحیه ۹ با ۶۲) دارای میانگین مطلوبیت بسیار بالایی نسبت به سایر نواحی می باشند.

به طور کلی محدودیت پایین بخش شرقی از یک سو و میزان مطلوبیت بالا در این بخش نسبت به سایر بخش ها و قرار گرفتن زمین بایر بیشتر در این نواحی از سوی دیگر عامل قرارگیری تعداد بیشتر پهنه (محدوده) در این بخش می باشد.

#### ۴- نتیجه گیری

هدف اصلی پژوهش حاضر مشخص نمودن مناطق مستعد جهت مکان احداث پایگاه های پشتیبانی مدیریت بحران منطقه یک شهرداری تهران با استفاده از ارزیابی چند معیاره ترکیب خطی وزنی بود. در تحقیقات انجام شده در زمینه مکان یابی پایگاه های بحران تعداد معیارهای در نظر گرفته شده و نوع معیارها با هم متفاوت بوده، اما در قانون تصمیم پژوهش حاضر علاوه بر معیارهای مطالعات قبلی، معیارهایی نظیر شدت لرزه خیزی و پتانسیل تخریب در راستای تأمین ایمنی کامل و کارایی حداکثری پایگاه های پشتیبانی مدیریت بحران در نظر گرفته شده است. در تحقیق حاضر، ۲۶ معیار جهت مکان یابی مناطق مناسب جهت احداث پایگاه های پشتیبانی مدیریت بحران مورد بررسی قرار گرفت که می تواند نتایج دقیق تری را ارائه دهد.

روش ترکیب خطی وزنی رایج ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چند معیاری می باشد. در واقع رویه ترکیب خطی وزنی مبتنی بر دو پیش فرض خطی بودن و جمع پذیری صفات است و با جبران حداکثری (جبران ۱) و ریسک متوسط (۵/۰) انعطاف پذیری بیشتری نسبت به روش بولین دارد. در روش ترکیب خطی وزنی، تصمیم گیر به طور مستقیم

(<sup>۳</sup> ELECTRE و PROMETHEE) و روش‌های غیر افزایشی جبرانی<sup>۴</sup> مانند فن مرتب سازی اولویت به دلیل مشابهت به راه حل ایده آل<sup>۵</sup>، مجموعه مغلوب (مجموعه کارآمد)، (مجموعه پارتو)<sup>۶</sup> و روش‌های اهداف معقول<sup>۷</sup> استفاده گردیده و نتایج ارزیابی صحت با روش‌های افزایشی (مانند WLC تحقیق حاضر) مقایسه گردد.

## ۵- سپاسگزاری و قدردانی

پژوهش حاضر بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه تربیت مدرس می‌باشد که از مدیران و متولیان دانشگاه به دلیل فراهم‌سازی زمینه و بستر لازم برای انجام این تحقیق کاربردی، تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین بدینوسیله مراتب قدردانی و سپاس از مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران به دلیل حمایت مالی، واحد GIS شهرداری منطقه یک تهران، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، سرکار خانم دکتر منیژه قهرودی تالی (عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی)، آقای دکتر جلال کرمی (عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس)، مهندس جمال امینی، مهندس سمیه خسروی، مهندس مهدی نوجوان، مهندس مهناز شجاع عراقی و مهندس سجاد گنجه ای به دلیل مساعدت در تعبیه و تکمیل پایگاه داده مکانی تحقیق ابراز می‌گردد.

وزن هایی که نشان دهنده اهمیت نسبی هر یک از معیارهای تعیین شده برای پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در قانون تصمیم بوده اختصاص داده، سپس وزن اختصاص یافته به هر یک از معیارها در امتیاز آن معیار ضرب شده و امتیاز کل در ارتباط با هر گزینه نقش تعیین کننده دارد و پس از محاسبه امتیاز کل برای تمام گزینه‌ها، گزینه‌ای که بالاترین امتیاز را دارد انتخاب می‌شود. در نتیجه، نقشه حاصل از مکان‌یابی به روش ترکیب خطی وزنی دارای قابلیت بالاتری نسبت به رویه بولین برای ارائه گزینه‌های مناسب است. فلذا پیشنهاد می‌گردد ضمن استفاده اجرایی از نتایج تحقیق در منطقه یک شهرداری تهران با به کارگیری عواملی مانند مالکیت و قیمت زمین، در سایر مطالعات بهنه بندی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران نیز از قانون تصمیم تحقیق حاضر استفاده گردد.

البته لازم به ذکر است که در روش تحقیق حاضر، جبران حداکثری (جبران ۱) و ریسک متوسط (۰/۵) بوده و تنها یک راهکار به تصمیم‌گیران ارائه می‌دهد و در واقع تأثیر میزان ریسک و جبران در قالب وزن ترتیب بررسی نمی‌شود، از طرفی در بسیاری از وضعیت‌های مربوط به تصمیم‌گیری فضایی به کارگیری دو پیش فرض خطی بودن و جمع‌پذیری صفات بسیار مشکل است، زیرا به علت وجود مکمل‌ها در بین صفات (معیارها) متفاوت ممکن است روش WLC به نتایج اشتباه منجر شود.

حال با توجه به نتایج تحقیق حاضر پیشنهاد می‌گردد تأثیر وزن ترتیب بهنه‌بندی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران در قالب رویه OWA بررسی گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد در سایر مطالعات بهنه‌بندی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران از روش‌های برون رتبه‌بندی<sup>۱</sup> مانند روش‌های مبتنی بر همایی<sup>۲</sup>

3 Elimination et Choice Translating Reality (ELECTRE)

4 Compensatory-Non-Additive Methods

5 Technique for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution (TOPSIS)

6 Non-Dominated Set (Efficient Set) (Pareto Set)

7 Reasonable Goals Methods

1 Outranking

2 Concordance methods

- [1] M. Hosseini, M., "Protecting Tehran against earthquake issues and strategies in urban planning and design", *Journal of Seismology and Earthquake Engineering (JSEE)*, Vol.9(4), pp.32-43, 2006.
- [2] M. Bahrampour, and M.R. Bemanian, "Study on optimum location of disaster management sites, case study: third region of Tehran municipality", *Emergency Management*, Vol.1(1), pp.51-59, 2012 (Persian).
- [3] H. Dadashpour, and H. Khodabakhsh, "Optimal locations of temporary housing sites using a fuzzy analytic hierarchy process (FAHP), the case study of region 16 of Tehran", *Journal of Geography and Planning*, Vol.17 (46), pp.67-90, 2014 (Persian).
- [4] M. Berberian, "Contribution to the seismotectonics of Iran (Part II)", *Geological Survey of Iran, Report, No.39*, pp. 141, 1976.
- [5] K. AminiHosseini, M. Hosseini, M.K. Jafari, and S. Hosseinioun, S., "Recognition of vulnerable urban fabrics in earthquake zones a case study of Tehran metropolitan area", *Journal of Seismology and Earthquake Engineering (JSEE)*, Vol. 10 (4), pp. 175-187, 2009.
- [6] J., Amini, J., Karami, A. Alimohammadi Sarab, and T. Safarrad, "An evaluation of the RADIUS model in assessing the damages caused by earthquake via GIS (case study: region 1 of Tehran)", *Urban - Regional Studies and Research*, Vol. 3(11), pp. 23-40, 2012 (Persian).
- [7] B. Tavakoli, and M. Ghafory-Ashtiany, "Seismic hazard assessment of Iran", *Annals of Geophysics*, Vol. 42 (6), pp. 1013-1021, 1999.
- [8] Y. O. Izadkhah, and K. Amini Hosseini, "An evaluation of disaster preparedness in four major earthquakes in Iran", *JSEE-Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, Vol. 12 (1,2), pp. 61-75. 2010.
- [9] M. Berberian, and R. S. Yeats, "Contribution of archaeological data to studies of earthquake history in the Iranian plateau", *Journal of Structural Geology*, Vol. 23 (2), pp. 563-584. 2001.
- [10] Kh. Hessami, H. Tabassi, M.R. Abbassi, T. Azuma, K. Okumura, T. Echigo, and H. Kondo, "Surface expression of the Bam fault zone in southeastern Iran Causative fault of the 26 December 2003 Bam earthquake", *Journal of Seismology and Earthquake Engineering, Special Issue on Bam Earthquake*, pp. 5-14, 2004.
- [11] S. A. Hosseini, O. Hosseini, N. Hamghadam, E. Zahmatkesh, and SH. Delbari, "Indigenizing of response indexes in crisis management In IRAN, case study Rasht city", *Singaporean Journal of Business Economics and Management Studies*, Vol. 1 (12), pp. 121-139, 2013.
- [12] S. Ganjei, B. Omidvar, B. Malekmohammadi, Kh. Norouzi Khatire, "Analysis and modeling of safety parameters for selection of optimal routes in emergency evacuation after an earthquake case of 13th Aban neighborhood in Tehran", *Health in Emergencies and Disasters*, Vol. 1 (1), pp. 59-75, 2013.
- [13] H. Motamed, B. Khazai, M. Ghafory Ashtiany, and K. Amini Hosseini, "An automated model for optimizing budget allocation in earthquake mitigation scenarios", *Natural Hazards*, Vol. 70 (1), pp. 51-68, 2014.
- [14] M. Shoja Araghi, S. Tavallaei, and P. Ziaei, "Location analysis regarding disaster management bases via GIS, case study: Tehran Municipality (No. 6)", *Journal of Urban-Regional Studies and Research*, Vol. 3(10), pp. 41-60, 2011 (Persian).
- [15] JICA, "The study on seismic micro zoning of the greater Tehran area in the Islamic Republic of Iran", *Pacific Consultants International Report, OYO Cooperation, Japan*, pp. 390, 2000.

- [16] M. Sanaee, S.R. Fallah Shamsi, and H. Ferdowsi Asemanjerdi, "Multi-criteria land evaluation using WLC and OWA strategies to select suitable site of forage plantation (case study: Zakherd, Fars)", *Journal of Rangeland*, Vol.3(2), pp. 216-227, 2010 (Persian).
- [17] A. Nasiri, and A. Chehraghani, "Using GIS to determine effective parameters in networks and rural infrastructures of gas industry focusing on CNG station site selection in Qom province", *Town and Country Planning*, 2(2), 133-164, 2010 (Persian).
- [18] M.R. Rahnama, H. Aquajani, and M. Fattahi, "Integrating multi-criteria evaluation techniques with geographic information systems for landfill site selection: a case study using ordered weighted average in Mashhad". *Geography and Environmental Hazards*, Vol. 1(3), pp. 87-105.2012
- [19] Malczewski, J., "GIS and Multicriteria Decision Analysis", translated by A. Parhizkar, and A. Ghafari Gilandeh. Tehran: SAMT Press, 2013 (Persian).
- [20] F. Kılıcı, "A decision support system for shelter site selection with GIS integration, case for Turkey", PhD Thesis, Bilkent University, pp. 114, 2012.
- [21] K. Uddin, , D. R. Gurung, A. Giriraj, and B. Shrestha, "Application of remote sensing and GIS for flood hazard management a case study from Sindh province, Pakistan", *American Journal of Geographic Information System*, Vol. 2 (1), pp. 1-5, 2013.
- [22] Y. Li, Y. Liu, and J. Jiao, "A GIS-based suitability analysis of Xiamen's green space in park for earthquake disaster prevention and refuge", *Urban Planning and Design Research*, Vol. 1(1), pp. 1-8, 2013.
- [23] J. Anhorn, and B. Khazai, "Open space suitability analysis for emergency shelter after an earthquake", *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, Vol. 2(6), pp. 4263-4297, 2014.
- [24] B. Kar, and M. E. Hodgson, "A GIS-based model to determine site suitability of emergency evacuation shelters", *Transactions in GIS*, Vol. 12 (2), pp. 227-248, 2008.
- [25] E. Alparslan, F. Ince, B. Erkan, C. Aydoner, H. Ozen, A. Donertas, S. Ergintav, F. Yagsan, A. Zaterogulları, and I. Eroglu, "A GIS model for settlement suitability regarding disaster mitigation, a case study in Bolu Turkey", *Engineering Geology*, Vol. 96(3), pp. 126-140, 2008.
- [26] Y. Aksoy, "The pre-and post-earthquake evaluation of the existing and suggested green areas in the district of Zeytinburnu within the context of risk and disaster management", *Journal of Science*, Vol. 23 (1), pp. 107-117, 2010.
- [27] S. Chanta, and O.Sangsawang, "Shelter-site selection during flood disaster", *Lecture Notes in Management Science*, Vol. 4, pp. 282-288, 2012.
- [28] M. Ahadnejad Reveshty, K. Jalili, and A. Zolfi, "The optimal allocation of temporary shelters sites for earthquake injured in urban areas using multiple criteria techniques and GIS (a case Study: Zanzan city)", *Applied Research of Geographic Sciences*, Vol. 20(23), pp. 45-60, 2012 (Persian).
- [29] S. Givehchi, and M.A. Attar, "Application of Multiple Criteria Decision Making Models to Site Selection for Temporary Housing after Earthquakes", *Journal of Emergency Management*, Vol. 1(2), pp. 35-43, 2013 (Persian).
- [30] A. Ghanbri, M.A. Salaki Maleki, and M. Ghasemi, "Selection optimum location of temporary housing bases for affected people of earthquake with fuzzy approach (case study: Tabriz city)", *Journal of Rescue & Relief*, Vol. 5(2), pp. 52-69, 2013 (Persian).
- [31] M. Nojavan, B. Omidvar, and E. Salehi, "The selection of site for temporary sheltering using fuzzy algorithms, case study: Tehran metropolitan after earthquake, municipal districts No 1", *Urban Management*, Vol. 1(31), pp. 205-222, 2013

(Persian).

- [32] Statistical Centre of Iran, “Atlas of Selected Results of the 2011 National Population and Housing Census”, 2011 (Persian).
- [33] H. Voogd, “Multicriteria evaluation for urban and regional planning”, Pion, Ltd., London, 1983.
- [34] J. Ronald Eastman, “IDRISI guid to GIS and image processing”, Accessed in IDRISI Selva 17.00, Worcester, MA: Clark University, pp. 354, 2012.
- [35] J. Ronald Eastman, “IDRISI Help System”, Accessed in IDRISI Selva 17.00, Worcester, MA: Clark University, 2012.
- [36] K. J. Schmucker, “Fuzzy Sets, natural language computations and risk analysis”, Computer Science Press, pp. 7, 1982.
- [37] P. A. Burrough, “Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation”, Journal of Soil Science, Vol. 40, pp. 477-492, 1989.
- [38] H. Jiang, and J. R. Eastman, “Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS”, International Journal of Geographical Information Science, Vol. 14 (2), pp. 173-184, 2000.
- [39] J. S.Wilson, C.Michaun, M.Emily, S.Denise, and K. Vedder-Risch. “Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing”.Remote sensing of environmentvol. 86 (3), pp. 303-321,2003.



## **Zoning of Disaster Management Support Bases of Region One of Tehran Municipality using Weighted Linear Combination in GIS Environment**

Ghasem Ali-Hosseini<sup>1</sup>, Mehdi Gholamalifard<sup>1\*</sup>, Hamid Ghorbani<sup>2</sup>

1. Department of Environment (Environmental Assessment and Landuse Planning), Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran

2. M.Sc. of Environment, Tehran Urban Planning and Research Center.

### **Abstract**

The aim of the present study is to determine the suitable areas for establishing Disaster Management Support Bases in the region one of Tehran municipality. For this purpose, at first, 26 factors were classified in 5 groups. Then, Weighted Linear Combination (WLC) was used as Multi Criteria Evaluation modeling by elimination of constraints, standardization by Fuzzy membership functions in byte scale, factor weighting by the AHP (Analytical Hierarchy Process), and site selection by zonal land suitability (ZLS) in GIS environment. The results shows that the eastern part of the study area (Zones 6, 9, and 10) has the least percent of differentiation and area reduction in texture, transportation and compatibility constraints including residential area, road, health & treatment centers, commercial centers, vacant lands, faults, multi-storey buildings, gas lines, aqueducts, gas stations & diplomatic area which shows more accessible area in the eastern part of the area. Also, the eastern part of the study area has a very high suitability average in non-proximity (incompatibility) factors such as faults, multi-storey buildings, aqueducts, power lines, gas stations, metro lines, diplomatic area & earthquake intensity. The result of siting shows 17 zones for disaster management support bases that there are 14 zones in the eastern part of the region. Then, five zones were selected in the study area including zone A with area of 4900 square meter and suitability average of 166, zone C with area of 2700 square meter and suitability average of 164, zone E with area of 3200 square meter and suitability average of 165, zone L with area of 28100 square meter and suitability average of 146 & zone N with area of 2400 square meter and suitability average of 155. Therefore, it is suggested that decision rule and the methodology of current study can be used in other studies of siting of Disaster Management Support Bases.

**Key words:** Disaster Management Support Bases (DMSBs); Multi Criteria Evaluation (MCE); Weighted Linear Combination (WLC); Geographic Information System (GIS); Region One of Tehran Municipality.