

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۱۰

## پیش‌بینی سایت‌های اسکان موقت در سناریوهای مختلف زلزله (نمونه موردی: منطقه ۳ شهرداری تهران)

حسین نظم فر

دانشیار گروه برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی

علی عشقی چهاربرج\*

دانشجوی دکتری برنامه ریزی شهری دانشگاه محقق اردبیلی

### چکیده

پژوهش نشان می‌دهد که؛ سایت‌های اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۶ مرکالی هشت سایت (پارک ملت، زمین بایر واقع در قسمت جنوبی محله امانیه، فضای سبز حاشیه تقاطع کردستان و نیایش، پارک شهید چمران، پارک ونک، پارک بهشت مادران، باغ قلهک و پارک ارغوان)، در شدت ۷ مرکالی چهار سایت (پارک ملت، فضای سبز حاشیه تقاطع کردستان و نیایش، پارک بهشت مادران و باغ قلهک) و در شدت زلزله‌ی ۸ مرکالی تنها دو سایت یعنی (پارک ملت و پارک بهشت مادران) به‌عنوان فضاهای بهینه جهت اسکان موقت سانحه دیدگان زلزله پیش‌بینی شده است.

در دهه‌های اخیر عدم برنامه‌ریزی و آمادگی برای مقابله با عواقب زلزله در محیط‌های شهری که با تراکم بالای جمعیتی و ضعف زیرساخت‌های کالبدی و اجتماعی روبروست منجر به حجم بالای تلفات انسانی و خسارت‌های مالی شده است. نیاز اولیه آسیب دیدگان ناشی از زلزله داشتن یک سرپناه می‌باشد ایجاد مکان‌های مناسب جهت اسکان موقت سانحه دیدگان بعد از وقوع زلزله امکان‌پذیری نیست باید قبل از وقوع زلزله، مکان‌های مناسب را برای آسیب دیدگان زلزله فراهم کرد. تعیین میزان آسیب‌پذیری بافت‌ها شهری یکی از الزاماتی است که باید پیش از وقوع زلزله مورد ارزیابی قرار گیرد تا فضاهای بهینه جهت اسکان موقت، بعد از وقوع زلزله‌های احتمالی پیش‌بینی شود. هدف پژوهش پیش‌بینی سایت‌های اسکان موقت در شدت‌های مختلف زلزله می‌باشد. این پژوهش از نوع کاربردی و به روش توصیفی - تحلیلی است داده‌های مورد استفاده از نوع اسنادی و میدانی می‌باشد. نتایج

**کلمات کلیدی:** اسکان موقت، زلزله، تحلیل شبکه، Fuzzy  
GIS, ANP

## مقدمه

امروزه جهان دستخوش حوادث گوناگونی شده که همواره منابع مادی و انسانی را تهدید می‌کند (Imani E, Hoseini Tashnizi S, 2011; 4: 10-18). مخاطرات طبیعی از مهم‌ترین عوامل تخریب سکونتگاه‌های انسانی شناخته شده‌اند (Karemisale, 2006). با وقوع سوانح طبیعی، سکونتگاه‌های بشری پذیرای آسیب‌های جانی و مالی قابل توجهی می‌گردیده‌اند (Yates & Paquette, 2011:7). که منجر به مرگ هزاران نفر و فقدان دارایی‌های وسیعی در سطح جهان می‌شود (Kangabam, 2012: 1632-1642). بسته به ساختار اجتماعی جامعه از لحاظ نوع طبقات اجتماعی و مکان‌هایی که در آن اتفاق می‌افتد، می‌تواند تأثیرات جبران‌ناپذیری روحی و روانی، جسمی و مالی را بر ساکنان تحمیل کند (Crandall et al, 2010).

در طی قرن بیستم بیش از ۱۱۰۰ زلزله‌ی مخرب در نقاط مختلف کره زمین روی داده که در اثر آن بیش از ۱۵۰۰۰۰۰ نفر جان خود را از دست داده‌اند (Lantada, 2008:2). با توجه به رخداد این حوادث و در نتیجه تلفات بی‌شمار، بایستی اذعان داشت علی‌رغم پیشرفت‌های شگرف در زمینه‌های متعدد به خصوص تکنولوژی باز، هنوز انسان در برابر چنین خطراتی عاجز مانده است (بهزاد فر و شایان نژاد، ۱۳۹۱: ۹۱). تنها نتیجه آخرین این موارد یعنی زلزله بم، بیش از ۳۰۰۰۰ کشته، بیش از ۱۰۰۰۰۰ زخمی، بیش از ۱۰۰۰۰۰ نفر بی‌خانمان و تخریب بیش از ۸۰ درصد از شهر به انضمام از بین رفتن تمام زیرساخت‌های اجتماعی بود که چیزی بیش از ۸۰ میلیون دلار خسارت به بار آورد (National report of the Islamic of Iran on disaster reduction, 2005:8). سکونتگاه‌های شهری با گذر زمان و افزایش بارگذاری کالبدی و جمعیتی شهرها (گیوه‌چی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۲). بخصوص در کشورهای در حال توسعه و نوع مصالح به کاررفته و قدمت زیاد بناهای آن، ضرورت مدیریت بحران و توجه به

مساله آسیب‌پذیری این مکان‌ها را دوچندان می‌کند (Tsai & chen, 2012:472). نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زمین‌لرزه در ایران، حاکی از آن است که بیشترین نقاط شهری و غیررسمی ایران در نواحی با خطر نسبی زیاد قرار گرفته است (Building and Housing Research Center, 1999). لذا آمادگی یکی از مراحل اصلی بحث مدیریت بحران است (Mousavi & Makarem, 2009:36). بیشترین مرحله آمادگی بر تقویت توانمندی‌ها و ظرفیت‌سازی در جامعه در معرض خطر است (Jahangiri and Azin 2010: 164-155). لذا می‌توان با ایجاد آموزش‌ها و آگاهی‌های مناسب به شهروندان، مدیران و همچنین بهبود وضع موجود شهر در آرامش کنونی پیش از بحران، خسارات وارده به شهر و شهروندان را در هنگام بحران به حداقل رساند (Ziyari and Shabani, 2011).

منطقه ۳ شهرداری تهران، منطقه مستعدی برای وقوع زلزله می‌باشد. وجود گسل‌های مؤثر در آسیب‌پذیری شهر تهران از جمله گسل مشاء، گسل شمال تهران و گسل ری و همچنین تأثیر گسل‌هایی در داخل و پیرامون منطقه از جمله، گسل محمودیه، گسل داوودیه، گسل تلو پایین، گسل شیان و کوثر بروز خطر زمین‌لرزه را در این منطقه تشدید می‌کند. این مسئله ضرورت مدیریت بحران و بحث مکان‌یابی فضاهای بهینه جهت اسکان موقت، مخصوصاً فضاهای چندمنظوره در مواقع بعد از رخداد زلزله برای کمک‌رسانی و امداد و نجات شهروندان را ضروری جلوه داده است. مهم‌ترین هدف این پژوهش ارائه الگویی برای مکان‌یابی فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در شدت‌های مختلف زلزله به منظور تأمین نیازهای اولیه بازماندگان سانحه زلزله است. علاوه بر هدف اصلی اهداف فرعی پژوهش عبارت‌اند از:

- ✓ تعیین فضاهای بهینه جهت اسکان موقت برای مدیریت بحران در بعد از زلزله
- ✓ تعیین تعداد فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در شدت‌های ۶، ۷ و ۸ مرکالی زلزله در منطقه ۳ شهرداری تهران.

زلزله ۷/۱ ریشتری بخش یوشو<sup>۳</sup> کشور چین که در سال ۲۰۱۰ با ۲۶۹۸ نفر کشته پرداخته است و به این نتیجه رسیده است که شرایط محیطی خاص منطقه و کمبود امکانات زیرساختی برای امداد رسانی از جمله عوامل مؤثری هستند که موجب افزایش تلفات شده‌اند. سوله تودس<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) در پژوهش خود با استفاده از AHP و GIS نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زلزله را برای شهرستان ادنا<sup>۵</sup> یکی از زلزله‌خیزترین مناطق کشور ترکیه تهیه کرد سپس از آن برای مکان‌یابی پاره‌ای از کاربری‌ها شهری بهره گرفت است. در سال‌های اخیر می‌توان به پژوهش‌های زائو<sup>۶</sup> (۲۰۱۰)، آنسال و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۰)، آنودین و دیگران<sup>۸</sup> (۲۰۱۳)، و دونگ و شن<sup>۹</sup> (۲۰۱۳) اشاره کرد که با استفاده از روش‌های کمی و سیستم اطلاعات جغرافیایی همگی به نوعی در مطالعات خود به‌ضرورت برنامه‌ریزی در برابر بلایای طبیعی به‌خصوص زلزله و اسکان موقت آسیب دیدگان ناشی از زلزله در مکان‌های پیش‌بینی شده پرداخته‌اند. آنچه پژوهش حاضر را از تحقیقات پیشین متمایز می‌کند این است که در پژوهش‌های قبلی پیش‌بینی سایت‌های اسکان موقت بر اساس معیارهای مؤثر صورت گرفته است، مدل‌سازی شدت‌های مختلف زلزله در آن‌ها مطرح نبوده است. اما در این پژوهش با مدل‌سازی و طراحی سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف، مکان‌یابی فضاهای بهینه جهت اسکان موقت سانحه دیدگان بر اساس شدت‌های مختلف زلزله پیش‌بینی شده است.

### روش پژوهش

الگوی کلی این تحقیق به‌عنوان چارچوب که مجموعه عملیات این تحقیق در قالب آن انجام شده از نوع کاربردی و به روش توصیفی - تحلیلی است. با تکمیل اطلاعات کتابخانه‌ای و میدانی، و دیگر آمار و اطلاعات مورد نیاز پژوهش با مراجعه

پژوهش‌های مختلفی در زمینه برنامه‌ریزی و چگونگی مدیریت بلایای طبیعی در مراکز سکونتگاهی به‌خصوص در شهرها انجام شده است از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به: پژوهش اشراقی و ایرانمنش (۱۳۸۵) اشاره کرد که در پژوهش خود با عنوان «مکان‌یابی اماکن اسکان موقت جمعیت‌های آسیب‌دیده از زلزله با استفاده از GIS در منطقه ۲ شهرداری تهران» به این نتیجه رسیده‌اند که بهترین مکان‌ها برای اسکان موقت فضاهای باز و برخی پارکهای منطقه است. سوادکوهی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی به‌عنوان «مقدمه‌ای بر آمایش اسکان موقت نمونه موردی بحران زلزله در تهران» به فنون مدیریت بحران در مواقع مواجه با بلایای طبیعی از جمله زلزله در کلانشهر تهران پرداخته است. امیدوار و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی با عنوان «مکان‌یابی اسکان موقت با استفاده از GIS» در مجموع با استفاده از بیست و چهار معیار، چهارده مکان را به‌عنوان مکان‌های ایده آل اسکان موقت سانحه دیدگان در منطقه ۱ شهرداری تهران معرفی کرده است. شجاع عراقی و تولایی (۱۳۹۰) در پژوهشی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به تحلیل کاربری‌های مناسب با مدیریت بحران جهت مکان‌یابی مراکز اسکان موقت در سطح منطقه ۶ تهران پرداخته‌اند. احدنژاد و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از GIS و AHP به مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان موقت آسیب دیدگان ناشی از زلزله در شهر زنجان پرداخته‌اند که کمبود فضاهای سبز را یکی از معضلات اصلی مدیریت بحران در شهر دانسته‌اند. در زمینه مطالعات خارجی نیز می‌توان به پژوهش پیتن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) اشاره کرد که در پژوهش خود به ارائه مدل پیش‌بینی آمادگی برای بحران سونامی پرداخته‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که هدف کلیدی در معرض خطر سونامی عبارت‌اند از: ارتقای آمادگی مردم به طریقی که بتوان توانایی آن‌ها را در پاسخ به شرایط خطر افزایش دهد. جیفو لیو<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) در پژوهش خود به بررسی

3- Yushu

4- Sule Tudes

5- Adana

6- Zhao, 2010

7- Ansal et al., 2010

8- Ainuddin et al., 2013

9- Dong & Shen, 2013

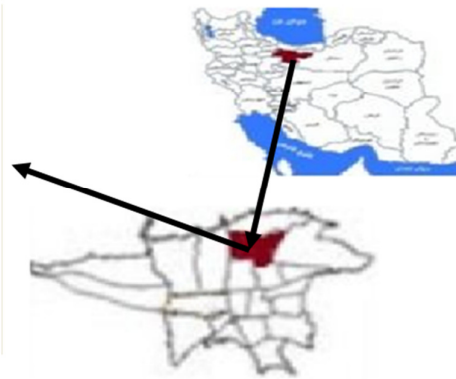
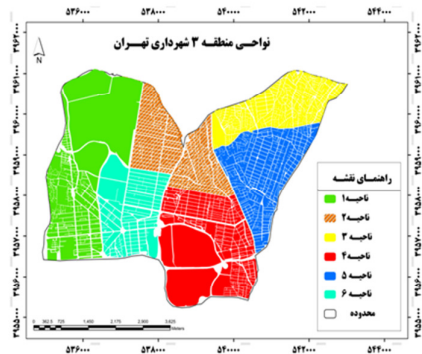
1- Paton

2- Jifu Liue

### محدوده مورد مطالعه

منطقه ۳ شهرداری تهران یکی از مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران است که در پهنه شمال شرقی شهر تهران واقع شده است. این منطقه از شمال با منطقه ۱، از شرق با منطقه ۴، از جنوب با منطقه ۶ و ۷ و از غرب با منطقه ۲ هم‌مرز و هم‌جوار است. این منطقه از شمال به بزرگراه شهید چمران، بزرگراه شهید مدرس و بزرگراه آیت‌الله صدر و از شرق به خیابان پاسداران و بخشی از خیابان شریعی و از جنوب به بزرگراه رسالت و بزرگراه همت و از غرب به بزرگراه شهید چمران محدود می‌شود. پهنه منطقه ۳ شهرداری تهران دارای ۶ ناحیه و ۱۲ محله با مساحتی بالغ بر ۲۹۴۵ هزار هکتار، در پهنه شمال شرقی شهر تهران واقع شده است و یکی از بزرگ‌ترین مناطق شهری تهران است (مهندسین مشاوران، ۱۳۸۹، ۱).

به مراکز آماری چون شهرداری تهران، شرکت مهندسین مشاوران معجری طرح جامع منطقه ۳ شهرداری تهران و آمارنامه‌های مرکز آمار ایران استفاده شده است. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از مدل ANP معیارهای اصلی و زیرمعیارها به صورت وزن‌های ANP بین ۱ تا ۹ طبقه‌بندی شدند و توسط کارشناسان خبره وزن‌دهی شدند. لایه‌های مؤثر در آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله بر اساس وزن‌های حاصل از ANP در سیستم اطلاعات جغرافیایی باهم تلفیق شدند. نقشه فازی سازی (Fuzzy) شده از روش فرآیند ANP صرفاً برای نشان دادن میزان آسیب‌پذیری کلی با در نظر گرفتن معیارهای مورد استفاده می‌باشد. جهت تحلیل لایه‌ها و معیارها از تابع آستانه خطی استفاده شده است. در نهایت برای پیش‌بینی دقیق سایت‌های اسکان موقت در شدت‌های مختلف زلزله، سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف طراحی شدند



شکل (۱): محدوده مورد مطالعه؛ (مأخذ: نگارندگان)

گردید و در نهایت برای شناسایی سایت‌های اسکان موقت در شدت‌های مختلف سناریوهای زلزله طراحی شد که در ادامه روش محاسبه و فرآیند آن ارائه گردیده است.

### تعیین وزن مؤلفه‌ها با مدل تحلیل شبکه‌ای

فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) هر موضوع و مسئله‌ای را به مثابه "شبکه" ای از هدف، معیارها و زیرمعیارها که با یکدیگر در خوشه‌هایی جمع شده‌اند، در نظر می‌گیرد. (Garcia-melon, 2008). این روش قادر است همبستگی‌ها و بازخوردهای موجود بین عناصر مؤثر در یک تصمیم‌گیری

### معرفی شاخص‌ها

در پژوهش حاضر ده شاخص اصلی مراکز درمانی، تراکم جمعیت، فضاهای باز و سبز، تعداد طبقات ساختمانی، قدمت بنا، فاصله از گسل، مساحت همکف ساختمان‌ها، قنات‌ها، مصالح ساختمانی و عرض معابر) با زیرمعیارهای مؤثر در آسیب‌پذیری با استفاده از نرم‌افزار ANP به وسیله کارشناسان خبره وزن‌دهی شدند. وزن‌های حاصل از ANP برای هر شاخص اصلی با زیرمعیارهایش در محیط ArcGIS تلفیق شدند، نقشه آسیب‌پذیری کلی منطقه پیش از زلزله استخراج

را الگوسازی کرده، تمامی تأثیرات درونی اجزای مؤثر در تصمیم‌گیری را منظور و وارد محاسبات کند. رکن اصلی در تعیین ضرایب اهمیت معیارها و مؤلفه‌ها در درون یک یا چند ماتریس دودویی (و در یک بازه‌ی امتیازدهی یک تا ۹) است. وزن‌گذاری معیارهای اصلی و زیر معیارها مؤثر با استفاده از نظر کارشناسان خبره در نرم‌افزار Super Decisions به صورت خوشه‌ای مورد تحلیل قرار گرفته است.

معیارها و زیر معیارهای مؤثر در پیش‌بینی سایت‌های اسکان موقت در برابر شدت‌های مختلف زلزله در مدل ANP وزن‌دهی شدند. وزن نهایی هر یک از شاخص‌های اصلی نشان‌دهنده اهمیت هر یک از این شاخص‌ها است. وزن‌های هر یک از معیارها با زیر معیارهای حاصل از تحلیل مدل ANP در سیستم اطلاعات جغرافیایی در لایه‌های مربوطه اعمال شد. برای ترکیب تمامی لایه‌ها به منظور تهیه نقشه کلی آسیب‌پذیری منطقه مورد مطالعه جهت یافتن فضاهای بهینه برای اسکان موقت مدل‌سازی در محیط GIS صورت گرفته و در نهایت نقشه آسیب‌پذیری کلی استخراج گردید.

### فازی سازی نقشه

معیارهای ارزیابی با معیارهای مختلف اندازه‌گیری ارائه می‌شوند، برای اینکه بتوان آن‌ها را به یک مقیاس مشترک تبدیل نمود، نیاز به استانداردسازی دارند. (Rashed, 2003:7). مجموعه‌های فازی انواع مختلفی چون سیگمونی‌دال، تابع آستانه خطی، S شکل و J شکل هستند که در این پژوهش با توجه به ترکیب لایه‌ها با استفاده از وزن حاصل از ANP، از تابع خطی زیر استفاده شده است:

$$f(x) = \sum w_i \mu(x_i)$$

در این رابطه  $f(x)$  برآورد نهایی خطر بر مبنای معیارهای آسیب‌پذیری مختلف است  $w_i$  وزن هر یک از معیارهای ورودی به مدل ANP و  $\mu(x_i)$  عضویت فازی هر یک از معیارها بر مبنای تابع خطی فازی است. لایه‌های اطلاعاتی فازی سازی شده از طریق اعمال ضرایب حاصل از مقایسه زوجی و وزن دهی شده ANP ترکیب شدند و لایه‌های آسیب‌پذیری موضوعی و نهایی محاسبه گردیدند. نقشه‌های نهایی خطر و آسیب‌پذیری موضوعی زلزله استخراج گردید.

نقشه فازی سازی شده از روش فرآیند ANP صرفاً برای نشان دادن میزان آسیب‌پذیری کلی با در نظر گرفتن معیارهای مورد استفاده می‌باشد. در این مرحله برای پیش‌بینی فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در شدت‌های مختلف زلزله، سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف طراحی شده تا با توجه به تحلیل‌های حاصله، فضاهای بهینه جهت اسکان موقت سانحه دیدگان زلزله در شدت‌های مختلف تعیین گردد.

برای این منظور از طریق رابطه (۱) به محاسبه متوسط درجات آسیب‌پذیری در برابر شدت‌های مختلف ۶، ۷ و ۸ مرکالی اصلاح شده پرداخته شده تا مکان‌های بهینه جهت اسکان موقت بعد از زلزله در شدت‌های مختلف زلزله مورد ارزیابی قرار گیرند.

$$\mu_D = 2.5 \left[ 1 + \tanh \left( \frac{1 + 6.25\bar{V}_I - 13.1}{2.3} \right) \right] \quad (\text{Milutinovic and Trendafiloski, 2003:36})$$

$\bar{V}_I$  = نشانگر متوسط درجات آسیب

1 = نشانگر شدت زلزله بر اساس واحد مرکالی اصلاح شده.

$\bar{V}_i$  = مقدار آسیب‌پذیری حاصله از اعمال روش تحلیل

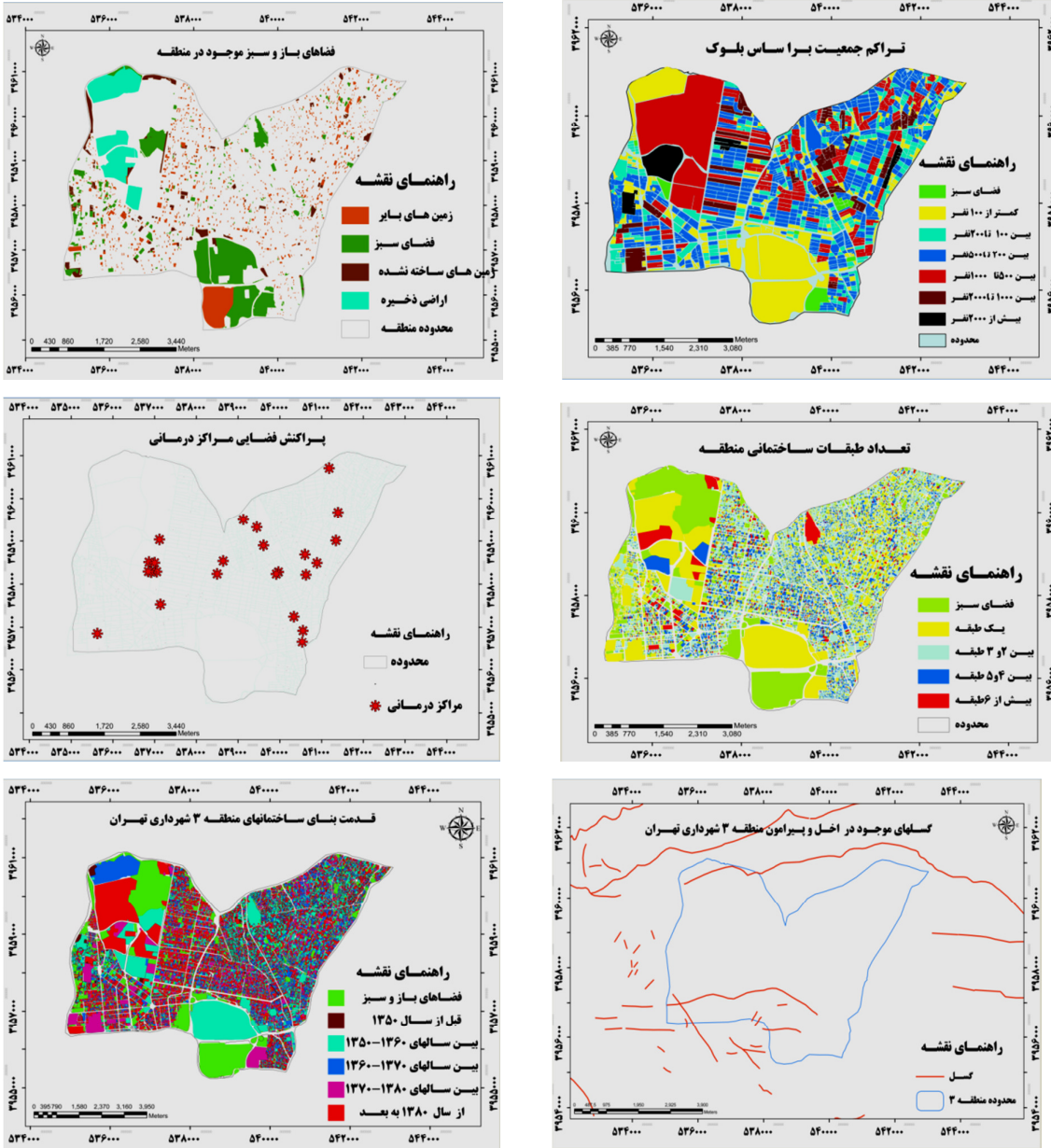
سلسله مراتبی و چند میانه.

جدول (۱): وزن دهی و کدبندی زیرمعیار هر شاخص اصلی

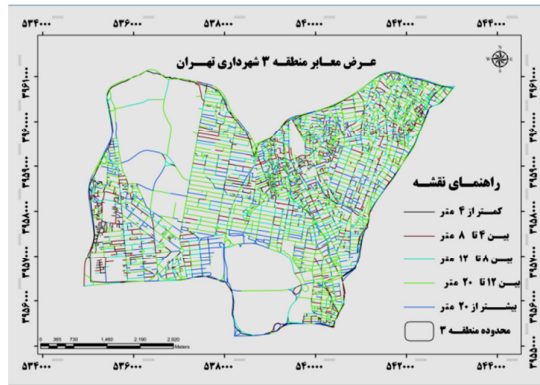
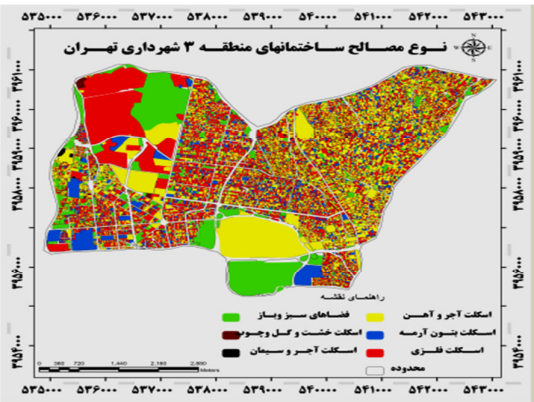
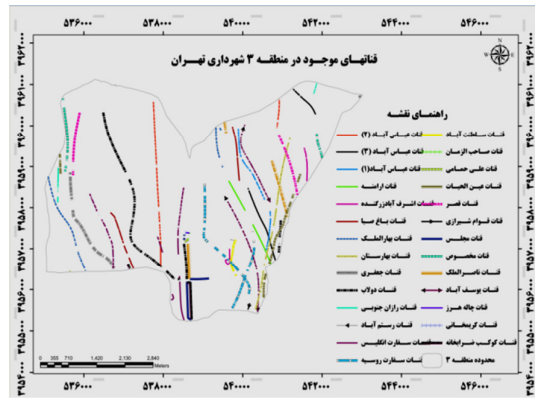
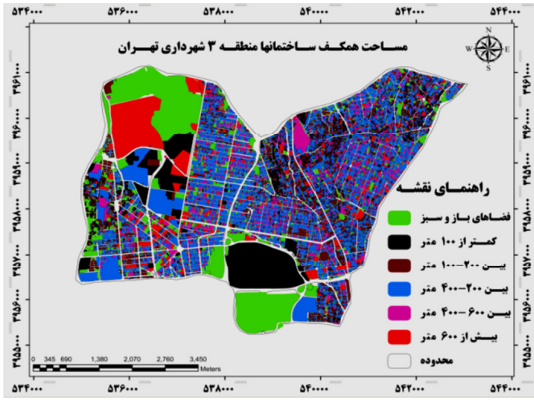
اهمیت خیلی زیاد ۹	اهمیت زیاد ۷	اهمیت متوسط ۵	اهمیت کم ۳	اهمیت خیلی کم ۱	زیر معیارها	عوامل و معیارهای اصلی						عوامل و معیارهای اصلی	زیر معیارها	
							اهمیت خیلی زیاد ۹	اهمیت زیاد ۷	اهمیت متوسط ۵	اهمیت کم ۳	اهمیت خیلی کم ۱			
==					خشت و گل	نوع مصالح	==						فاصله کمتر از ۵ متر	حریم قنات‌ها
	*				آجر و سیمان			*					۵ تا ۱۰ متری	
		*			آجر و آهن					*			۱۰ تا ۲۰ متری	
			*		بتنی					*			بیشتر از ۲۰ متر	
				*	اسکلت فلزی	قدمت بنا					*		اراضی ذخیره	فضاهای خالی
				*	کمتر از ۵ سال						*		زمین‌های ساخته شده	
			*		۵ تا ۱۵ سال								زمین بایر	
		*			۱۵ تا ۳۰ سال				*				فضای سبز	
*					بیش از ۳۰ سال	فاصله از گسل				*			کمتر از ۵۰ متر	مساحت همکف ساختمان
		*			کمتر از ۵۰ متر								۵۰ تا ۱۰۰ متری	
	*				۱۰۰ تا ۳۰۰ متری			*					۱۰۰ تا ۲۵۰ متری	
				*	بیش از ۳۰۰ متری				*				بیش از ۲۵۰ متر	
				*	۱ طبقه	تعداد طبقات					*		بین ۲۵۰ تا ۵۰۰	مراکز درمانی
			*		۲ طبقه					*			بیش از ۵۰۰ متر	
		*			۳ طبقه						*		درمانگاه اورژانس	
	*				بیش از ۴ طبقه							*	بیمارستان	
				*	کمتر از ۱۰۰ نفر	تراکم جمعیت				*			کمتر از ۴ متر	دسترسی معابر
			*		۱۰۰-۲۰۰ نفر					*			۸-۴ متر	
			*		۲۰۰-۵۰۰ نفر					*			۱۲-۸ متر	
		*			۵۰۰-۱۰۰۰ نفر					*			۲۰-۱۲ متر	
*					بیش از ۲۰۰۰ نفر					*			بیشتر از ۲۰ متر	

(مأخذ: نگارندگان)

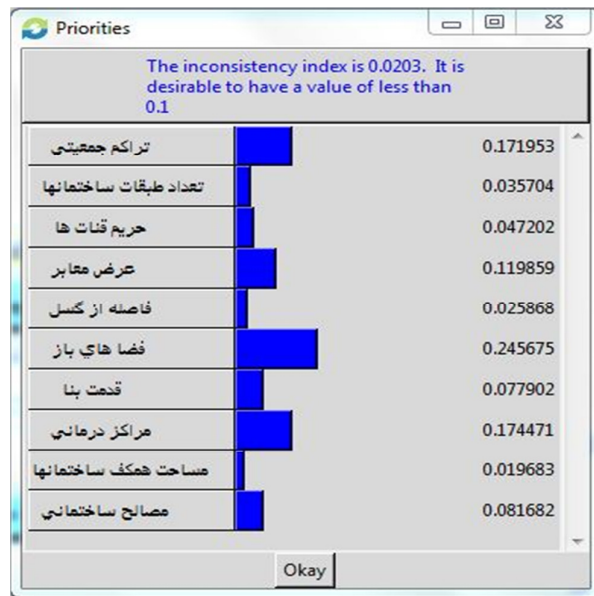
شکل (۲): لایه‌سازی برای شاخص‌های اصلی بر اساس وزن زیرمعیارها در ANP



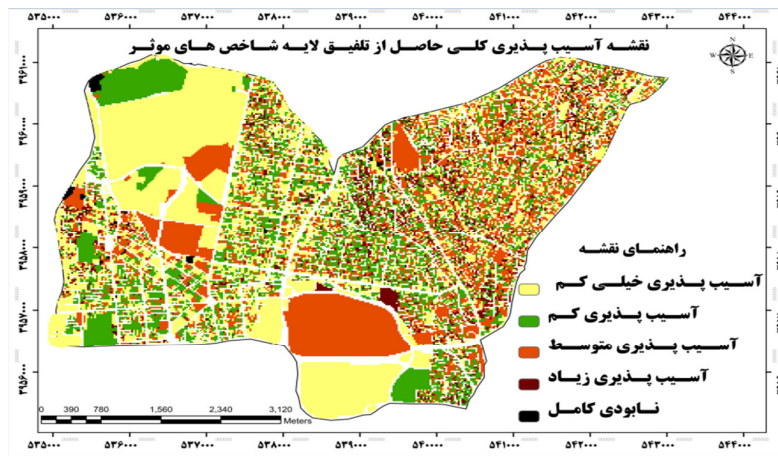
پیش‌بینی سایت‌های اسکان موقت در سناریوهای مختلف زلزله (نمونه موردی: منطقه ۳ شهرداری تهران)، ص. ۱۱۳-۱۲۶



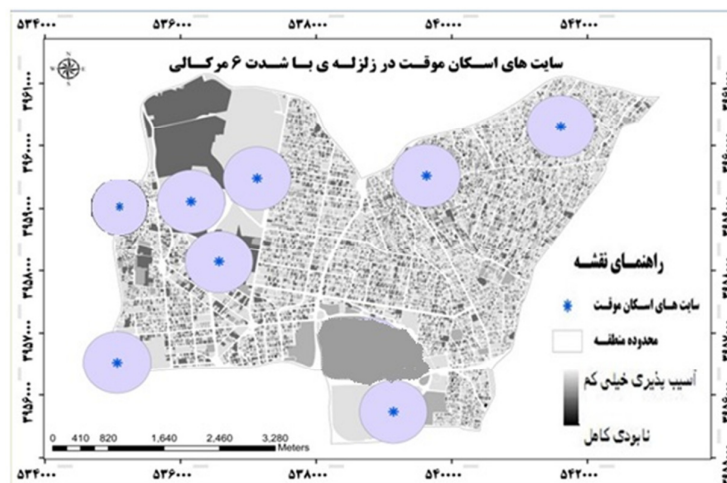
شکل (۳): وزن‌های شاخص‌های اصلی حاصل از تحلیل ANP (ماخذ: نگارندگان)







شکل (۴): نقشه آسیب پذیری کلی منطقه حاصل تلفیق لایه‌ها (مأخذ: نگارندگان)



شکل (۵): پراکنش فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۶ مرکالی (مأخذ: نگارندگان)

### سایت‌های اسکان موقت در زلزله با ۶ مرکالی اصلاح شده

نقشه آسیب پذیری کلی منطقه مورد مطالعه، صرفاً با در نظر گرفتن نتایج حاصله از معیارهای مؤثر در آسیب پذیری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی ANP تهیه شد. برای پیش‌بینی سایت‌های اسکان موقت در زلزله‌ی با شدت ۶ مرکالی اصلاح شده؛ سناریو زلزله‌ی ۶ ریشتری را با استفاده از (رابطه یک) بر روی نقشه آسیب پذیری کلی منطقه اعمال شد. شکل (۵) فضاهای بهینه جهت اسکان موقت سانحه‌دیدگان زلزله با شدت ۶ مرکالی اصلاح شده را نشان می‌دهد.

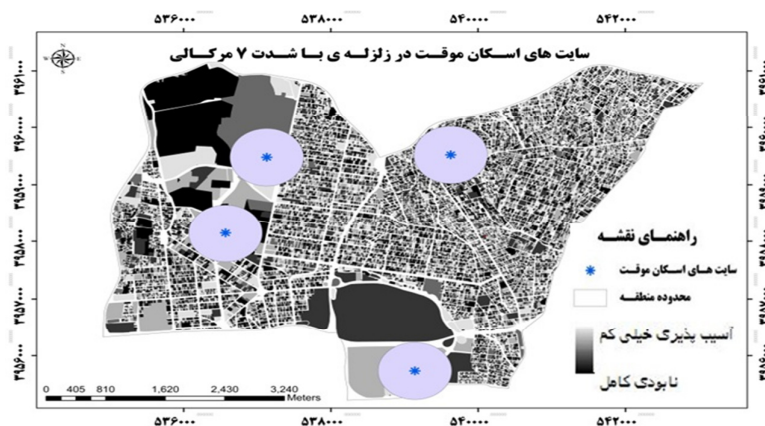
جدول (۲) سایت‌های اسکان موقت را در زلزله‌ای با شدت ۶ مرکالی اصلاح شده، نشان می‌دهد بدلیل پایین بودن شدت

تخریب زلزله، ساختمان‌هایی دچار آسیب شدند که بیشتر از نوع مصالح خشت و گل و چوب در بافت‌های روستایی منطقه بوده‌اند، بیشترین تعداد این ساختمان‌ها در ناحیه ۲ منطقه در قسمت شمال و غرب محله امانی قرار دارد. شبکه معابر منطقه جهت عملیات امداد و نجات به‌جز در ناحیه ۱ شهرداری منطقه در قسمت غربی و جنوب غربی محله ده ونک، با آسیب جدی روبه‌رو نشده است. عملیات انتقال مجروحین و واقع در قسمت جنوبی محله امانیه، فضای سبز حاشیه تقاطع کردستان و نیایش، پارک شهید چمران، پارک ونک، پارک بهشت مادران، باغ قلهک و پارک ارغوان) امکان‌پذیر است.

جدول (۲): فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۶ مرکالی اصلاح شده

نام سایت	مساحت	محل	بزرگراه‌های منتهی به آن
پارک ملت	۲۵۷۲۶۷	امانیه	ولیعصر و نیایش
زمین بایر	۱۵۶۷۸۹	امانیه	نیایش
جنوب تقاطع کردستان و نیایش	۷۹۲۵	ونک	کردستان و نیایش
پارک شهید چمران	۲۸۶۳۲	ونک	شهید چمران و شهید همت
پارک ونک	۳۲۳۶۶	ونک	شهید چمران-نیایش و ولایت
پارک بهشت مادران	۱۹۹۹۲	سیدخندان	شهید همت- رسالت و شهید حقانی
باغ قلهک	۱۲۲۷۸۰	درب دوم	محمدباقر صدر- شهید کلاهدوز
پارک ارغوان	۵۵۴۰	رستم آباد	دیباچی جنوبی

(مأخذ: نگارندگان)



شکل (۶): پراکنش فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۷ مرکالی (مأخذ: نگارندگان)

تعداد این شبکه معابر در ناحیه ۵ شهرداری منطقه در قسمت شمال غربی محله احتشامیه و نیز در قسمت مرکزی محله قلهک، در ناحیه ۳ شهرداری منطقه در قسمت شمال شرقی و غرب محله اختیاریه و رستم آباد، و در ناحیه ۲ شهرداری منطقه در قسمت مرکزی محله حسن آباد و زرگنده قرار دارند. در زلزله‌ی با شدت ۷ مرکالی اصلاح شده افزایش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و شبکه معابر موجب شده امداد رسانی به چهار سایت اسکان موقت (پارک شهید چمران، زمین بایر واقع در قسمت جنوبی محله امانیه، پارک ونک و پارک ارغوان) غیرممکن شود. و تنها در چهار سایت (پارک ملت، فضای سبز حاشیه تقاطع کردستان و نیایش، پارک بهشت مادران و باغ قلهک) امکانات درمانی و دسترسی جهت اسکان سانحه دیدگان زلزله فراهم می‌باشد. جدول (۳): فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۷ مرکالی اصلاح شده را نشان می‌دهد.

### سایت‌های اسکان موقت در زلزله با ۷ مرکالی اصلاح شده:

برای پیش‌بینی سایت‌های اسکان موقت در زلزله با شدت ۷ مرکالی اصلاح شده، سناریوی که با زلزله‌ی ۷ مرکالی اصلاح شده طراحی شده بود بر روی نقشه آسیب‌پذیری کلی منطقه ۳ شهرداری تهران اعمال شد، شکل (۸) فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۷ مرکالی را نشان می‌دهد. پراکنش فضایی سایت‌های اسکان موقت در منطقه با زلزله ۷ مرکالی اصلاح شده، حاکی از آن است که با افزایش شدت زلزله از ۶ به ۷ مرکالی، تعدادی از ساختمان‌ها و برخی از شبکه معابر مقاومت خود را از دست داده به طوری که ۴۵/۸۸ درصد از ساختمان‌ها در دامنه آسیب‌پذیری کم به دامنه آسیب‌پذیری زیاد و نابودی کامل صعود کرده‌اند، همچنین ۵۳/۰ درصد معابر با آسیب زیاد مواجه شده‌اند که بیشترین

## سایت‌های اسکان موقت در زلزله با ۸ مرکالی اصلاح شده:

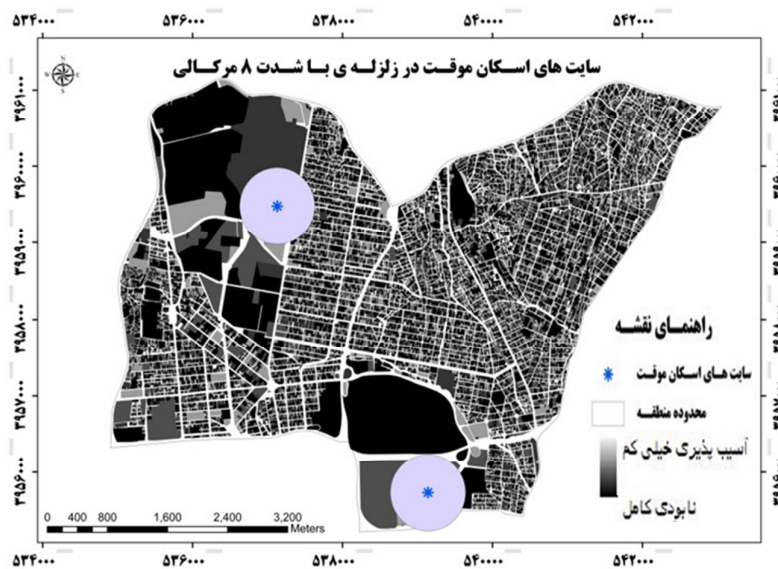
برای پیش‌بینی سایت‌های اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۸ مرکالی اصلاح شده؛ سناریو زلزله‌ای ۸ مرکالی اصلاح شده بر

روی نقشه آسیب‌پذیری کلی منطقه اعمال شد. شکل (۷) فضاهای بهینه جهت اسکان موقت سانحه‌دیدگان زلزله با شدت ۸ مرکالی اصلاح شده را نشان می‌دهد.

جدول (۳): فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۷ مرکالی اصلاح شده

نام سایت	مساحت	محل	بزرگراه‌های منتهی به آن
پارک ملت	۲۵۷۲۶۷	امانیه	ولیعصر و نیایش
جنوب تقاطع کردستان و نیایش	۷۹۲۵	ونک	کردستان و نیایش
پارک بهشت مادران	۱۹۹۹۲	سیدخندان	شهید همت - رسالت و شهید حقانی
باغ قلهک	۱۲۲۷۸۰	درب دوم	محمدباقر صدر - شهید کلاهدوز

(مأخذ: نگارندگان)



شکل (۷): پراکنش فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۸ مرکالی (مأخذ: نگارندگان)

در قسمت غربی محله ده ونک، در ناحیه ۲ در قسمت مرکزی محله حسن آباد و زرگنده و نیز در قسمت جنوبی محله درب دوم قرار دارند. افزایش شدت زلزله به ۸ مرکالی اصلاح شده منجر به از بین رفتن کارایی شبکه ارتباطی، حجم بالای تلفات انسانی و بسته شدن مسیرها ارتباطی شده که تنها دو سایت یعنی پارک ملت و پارک بهشت مادران به عنوان فضاهای بهینه جهت اسکان موقت سانحه‌دیدگان زلزله پیش‌بینی شده است. جدول (۴): فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۸ مرکالی اصلاح شده را نشان می‌دهد.

در سناریوی زلزله با شدت ۸ مرکالی، شدت تخریب ساختمان‌ها و شبکه معابر بسیار بالا رفته، به طوری ۵۷ درصد ساختمان‌های منطقه در دامنه نابودی کامل قرار می‌گیرند که بیشترین تعداد این ساختمان‌ها در ناحیه ۲ شهرداری در قسمت محله زرگنده که دارای بافتی روستایی با معابری بسیار تنگ و ساختمان‌هایی خشت و گلی، همچنین در قسمت مرکزی ناحیه ۳ و ۵ شهرداری منطقه قرار دارند. آسیب‌پذیری شبکه معابر در دو دامنه آسیب‌پذیری زیاد و نابودی کامل به ترتیب ۳۶/۰ و ۴۴/۰ درصد می‌باشد که بیشترین تعداد این معابر در ناحیه ۶ شهرداری منطقه در قسمت جنوبی محله کاووسیه، در ناحیه ۱

جدول (۴): فضاهای بهینه جهت اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۸ مرکالی اصلاح‌شده

نام سایت	مساحت	محله	بزرگراه‌های منتهی به آن
پارک ملت	۲۵۷۲۶۷	امانیه	ولیعصر و نیایش
پارک بهشت مادران	۱۹۹۹۲	سیدخندان	شهید همت - رسالت و شهید حقانی

(مأخذ: نگارندگان)

## نتیجه‌گیری

زلزله به‌عنوان یک پدیده به‌خودی‌خود نتایج نامطلوبی در پی ندارد، آنچه از این پدیده فاجعه می‌سازد عدم آگاهی به‌منظور مواجهه با آن و پیشگیری از عواقب زیانبار است که به بار می‌آورد. از این‌رو آمادگی برای مقابله و مواجهه با آن امری اجتناب‌ناپذیر است که در این رابطه یکی از ضروری‌ترین اقدامات و مسائل به‌کارگیری اصول مدیریت بحران (مدیریت سوانح)، به‌منظور پیشگیری و کاهش مخاطرات، آمادگی، مقابله و بازسازی و باز توانی می‌باشد.

برنامه‌ریزی برای پیشگیری و کاهش خسارات و تلفات ناشی از زلزله بدون ارزیابی آسیب‌پذیری برای مناطق امر بی‌فایده است. ارزیابی خطر بلایا علاوه بر روشن ساختن اهمیت پیشگیری از بلایا و آگاهی از آن، به نحوی برنامه‌ریزی و ساماندهی شهر در جهت کاهش خسارات‌های ناشی از زلزله سمت‌وسو می‌دهد. در واقع مدیریت بحران، دانشی کاربردی است که به دنبال یافتن ابزار و مدل‌هایی است که به‌وسیله آن بتواند به پیش‌بینی بحران‌ها در جهت پیشگیری و کاهش اثرات آن و در صورت بروز بحران امداد رسانی سریع و برنامه‌ریزی‌شده برای بازگرداندن شرایط عادی به شهر است.

امروزه تصمیم‌سازی گروهی در امر برنامه‌ریزی به‌عنوان یک‌راه حل ضروری برای مسائل و چالش‌های پیش‌رو می‌باشد. مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و مدل‌های تلفیقی فازی در رویکرد تصمیم‌گیری گروهی روش‌های جدید جهت دستیابی به اجماع تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی‌های گروهی در مواجهه با بحران‌های پیش‌رو می‌باشد. در پژوهش حاضر با استفاده از مدل (ANP) شاخص‌های اصلی با زیر معیارهایش توسط کارشناسان خبره وزن دهی شدند و وزن

لایه‌های حاصل از تحلیل (ANP) در محیط (GIS) تلفیق و نقشه آسیب‌پذیری کلی استخراج گردید. برای استانداردسازی نتایج حاصل از فرآیند تحلیل (ANP) از مجموعه فازی (Fuzzy) تابع خطی مورد استفاده قرار گرفت. جهت مکان‌یابی بهینه اسکان موقت سانحه دیدگان زلزله در شدت‌های مختلف زلزله، سناریوهای زلزله در شدت‌های ۶، ۷ و ۸ مرکالی اصلاح‌شده نشان می‌دهد که سایت‌های اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۶ مرکالی اصلاح‌شده، بدلیل پایین بودن شدت تخریب زلزله، ساختمان‌هایی خشت و گلی در ناحیه ۲ شهرداری منطقه در قسمت شمال و غرب محله امانی و شبکه معابر در ناحیه ۱ شهرداری منطقه در قسمت غربی و جنوب غربی محله ده ونک، دچار آسیب شدند براین اساس سایت‌های اسکان موقت در زلزله‌ای با شدت ۶ مرکالی اصلاح‌شده هشت سایت (پارک ملت، زمین بایر واقع در قسمت جنوبی محله امانیه، فضای سبز حاشیه تقاطع کردستان و نیایش، پارک شهید چمران، پارک ونک، پارک بهشت مادران، باغ قلهک و پارک ارغوان) می‌باشد. با افزایش شدت زلزله از ۶ به ۷ مرکالی، ۴۵/۸۸ درصد از ساختمان‌ها در دامنه آسیب‌پذیری کم به دامنه آسیب‌پذیری زیاد و نابودی کامل صعود کرده‌اند، همچنین ۰/۵۳ درصد معابر با آسیب زیاد مواجه شده‌اند افزایش آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و شبکه معابر موجب شده امداد رسانی به چهار سایت اسکان موقت (پارک شهید چمران، زمین بایر واقع در قسمت جنوبی محله امانیه، پارک ونک و پارک ارغوان) غیرممکن شود عملیات امداد و نجات سانحه دیدگان تنها به چهار سایت (پارک ملت، فضای سبز حاشیه تقاطع کردستان و نیایش، پارک بهشت مادران و باغ قلهک) مقصور می‌باشد. در سناریوی زلزله با شدت ۸

یک شهرداری تهران، دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری.

۴- بهزاد فر، مصطفی، شایان نژاد عباس (۱۳۹۱)، ارزیابی میزان آسیب پذیری ناشی از عامل دسترسی در هنگام وقوع زلزله؛ مطالعه موردی: محدوده مرکزی شهرداری منطقه ۶ تهران، دو فصلنامه نقش جهان، شماره ۳.

۵- سواد کوهی، ساسان؛ میرزایی، صمد و جعفری، یونس (۱۳۸۹)، مقدمه‌ای بر روش آمایش اسکان موقت نمونه مورد: بحران زلزله تهران، مجله علوم و فناوری‌های پدافند غیرعامل، شماره اول.

۶- شجاع عراقی، مهناز، تولایی، سیمین (۱۳۹۰)، مکان‌یابی پایگاه‌های پشتیبانی مدیریت بحران با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی نمونه موردی منطقه ۶ تهران، فصلنامه مطالعات پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره ۱۰.

۷- گیوه چی، سعید، عطار، محمدامین؛ رشیدی، اصغر و نسبی، نسترن (۱۳۹۲)، مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر شیراز، فصلنامه مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، شماره ۱۷.

۸- مهندسین مشاور شاران (۱۳۸۹)، خلاصه گزارش طرح تفصیلی منطقه ۳، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران (نهاد مشترک مسئول تهیه طرح‌های جامع و تفصیلی شهر تهران).

9-Ainuddin. S, Routray. J and Ainuddin. S(2013) People's risk perception in earthquake prone Quetta city of Baluchistan. International Journal of Disaster Risk Reduction. Vol.1.

10-Ansal. A, Kurtulu;. A and Tönük. G(2010) Seismic micro zonation and earthquake damage scenarios for urban areas. Soil Dynamics and Earthquake Engineering. Vol. 30.

Building and Housing Research Center, 1999, [in Persian].

11-Crandall, R., Parnell, J. A., & Spillane, J. E. (2010). Crisis management in the new strategy landscape. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

12-Dong. L and Shan. J (2013) A comprehensive review of earthquakeinduced building damage detection with remote sensing techniques. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol.84.

13-Imani E, Hoseini Tashnizi S, Tafrihi M, et al(2011), Nurses awareness of disaster

مرکالی، ۵۷ درصد ساختمان‌های منطقه در دامنه نابودی کامل قرار می‌گیرند همچنین آسیب‌پذیری شبکه معابر در دو دامنه آسیب‌پذیری زیاد و نابودی کامل به ترتیب ۰/۳۶ و ۰/۴۴ درصد افزایش می‌یابد که منجر به از بین رفتن کارایی شبکه ارتباطی، حجم بالای تلفات انسانی و بسته شدن مسیرها ارتباطی شده که تنها دو سایت یعنی پارک ملت و پارک بهشت مادران به‌عنوان فضاهای بهینه جهت اسکان موقت سانحه دیدگان زلزله پیش‌بینی شده است.

## پیشنهادات

افزایش مقاومت سازه‌های ساختمان‌ها در بافت‌های روستایی ده ونک، زرگنده و محله رستم‌آباد. -

عملیاتی کردن طرح تجمع قطعات ساختمانی به منظور افزایش مساحت ساختمان‌ها و کاهش تراکم ساختمانی. -

- کاهش تراکم جمعیت در بافت‌های قدیمی و کم‌دوام با معابر کم‌عرض.

تعریض معابر دریافت‌های روستایی ده ونک و زرگنده به منظور حل مشکل دسترسی در مواقع بروز بحران. -  
انتقال مراکز درمانی به کناره بزرگ‌راه‌ها و فضاهای باز.

## منابع

۱- احدنژاد، محسن؛ جلیلی کریم و زلفی، علی (۱۳۹۰)، مکان‌یابی محل‌های بهین اسکان موقت آسیب دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از روش‌های چند معیاری و GIS مطالعه موردی شهر زنجان، فصلنامه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، شماره ۲۳.

۲- اشراقی، مهدی؛ فاضل ایرانمنش (۱۳۸۵)، مکان‌یابی اماکن اسکان موقت جمعیت‌های آسیب‌دیده از زلزله با بهره‌گیری از سامانه‌های اطلاعات مکانی (مطالعه موردی منطقه ۲ شهرداری تهران)، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی.

۳- امیدوار، بابک؛ نوجوان، مهدی و برادران شرکاء، محمد (۱۳۸۹)، مکان‌یابی اسکان موقت با استفاده از GIS مطالعه موردی: منطقه

- 22-National report of the Islamic republic of Iran on disaster reduction.2005. World Conference on Disaster Reduction, Kobe, Hyogo, Japan.
- 23- Paton D, Houghton BF, and Gregg CE et al. Managing tsunami risk in coastal communities: Identifying predictors of preparedness. The Australian Journal of Emergency Management, 2008; 23:1
- 24-Rashed T, Week John,(2003); Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards through Spatial Multi Criteria Analysis of Urban Areas , Geographical information Science , Vo117, no.6:547-576.
- 25-Sule Tudes, Nazan Duygu Yigiter(2010), Preparation of land use planning model using GIS based on AHP, Case study Adana-Turkey, Bull Eng Geology Environment, 69: 235-245.
- 26-Tsai. Ch and Chen. W (2012) an earthquake disaster management mechanism based on risk assessment information for the tourism industry-a.
- 27-Yates. D and Paquette. S (2011) Emergency knowledge management social media technologies: A case study of the 2010 Haitian earthquake. International Journal of Information Management. vol. 31.
- 28-Zhao. S (2010) GIS FFE—an integrated software system for the dynamic simulation of fires following an earthquake based on GIS. Fire Safety Journal. Vol.45.
- 29-Ziyari K, Shabani Kouchesfahani M. Disaster mitigation planning in Rasht based on Hyoko World Conference (2015-2005), the National Conference on Earthquake Vulnerability places and vital paths, 2011. (In Persian).
- management & its related factors. Journal of Health and Care 2011; 4: 10-18. (In Persian).
- 14- Jahangiri K, Azin SA, Mohammad K, et al. A. The analysis of some of the effective factors on preparation of Tehran's people during an earthquake-2006. Scientific Quarterly of Relief and Salvation, 2010; 13(3): 164-155. (In Persian).
- 15-Jifu Liu, Yida Fan, Piejun Shi(2011), Response to a high-Altitude Earthquake: The Yushu Earthquake example, Int J. Disaster risk sci, 2(1), 43-53.
- 16- Kangabam RD, P.C. P, Kangabam M. Disaster(2012), Preparedness among the Resident Community- A Case Study of Rajiv Gandhi University, Itanagar, India. International Journal of environmental sciences, 2012; 2(3): 1632-1642.
- 17- Karemisale M., Urban planning Disaster Management, 1st Disaster Management Conference, Tehran, 2006, [in Persian].
- 18-Lantada Nieves, Pujades Luis, Barbat, Alex (2008), Vulnerability Index and Capacity Spectrum Based Method for Urban Seismic Risk Evaluation, Journal of Nathazards, DOI 10.007/s11069-007-9212-4.
- 19-M García-Melón, J Ferrís-Oñate, J Aznar-Bellver, P Aragonés-Beltrán.(2008) Farmland appraisal based on the analytic network process, Journal of Global Optimization42(2), 155..143.
- 20-Milutinoric Zoran. V, Trena filosofski Goran. S(2003); An Advanced Approach to Earthquake Risk-Scenarios With Applications to Diffevent European Tows. RISK- UE- Evk4-CT-2000-00014.
- 21- Mousavi G, Makarem A, Khankeh R, et al. Evaluation of disaster preparedness of rehabilitation centers in Zanjan province in 2009, Journal of Rescue & Relief 2009; No. 4, Winter, pp. 36. (In Persian.)