

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۵۵، زمستان ۹۸

مکان‌یابی مراکز اسکان موقت جمعیت پس از زلزله احتمالی در

سکونتگاه‌های شهری، مطالعه موردی: شهر سبزوار

دریافت مقاله: ۹۷/۲/۲۸ پذیرش نهایی: ۹۷/۶/۶

صفحات: ۱۷۱-۱۵۳

جواد جمال آبادی: استادیار گروه ژئومرفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران^۱.

Email: Javdjamalabadi@yahoo.com

محمد سلمانی مقدم: استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

Email: ml_moghadam@yahoo.com

علی شکاری بادی: دانشجوی دکتری ژئومرفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

Email: Ali.shekaryb70@gmail.com

مرضیه نوده: کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

Email: Marzie.nodeh1368@gmail.com

چکیده

اسکان موقت جمعیت پس از وقوع زلزله به‌منزله رکن اساسی مدیریت بحران تلقی می‌شود. انتخاب مراکز مناسب برای استقرار شهروندان می‌تواند نقش به‌سزایی در خدمات‌رسانی و امداد و نجات پس از زمین‌لرزه داشته باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، شناسایی نقاط مستعد برای ساخت پناهگاه و اسکان موقت جمعیت در هنگام وقوع زلزله احتمالی بوده است. این تحقیق به‌لحاظ هدف کاربردی بوده و روش بررسی آن توصیفی-تحلیلی و اسنادی است. ابتدا با استفاده از روش دلفی ۱۶ معیار اصلی و مؤثر در مکان‌یابی این مراکز، در چارچوب ۶ خوشه شامل دسترسی به شبکه ارتباطی، ویژگی‌های طبیعی، ویژگی‌های مکانی، کاربری‌های سازگار، کاربری‌های خطرناک و عملکرد جمعیتی شناسایی شدند. سپس با استفاده از نظرات کارشناسان و فرآیند تحلیل شبکه‌ای، وزن نهایی هر یک از معیارها تعیین شد. مهم‌ترین پارامترهای تأثیرگذار در این تحقیق به‌ترتیب شاخص‌های تراکم جمعیت، راه شریانی درجه ۱ و مساحت مناسب بوده و در نهایت، با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی تمامی شاخص‌ها، نقشه مناطق اسکان موقت جمعیت در شهر سبزوار تهیه گردید. نتایج تحقیق نشان دارد، فضاهای مناسب از جمله پارک‌ها و فضاهای باز شهری برای اسکان موقت شهروندان در سطح شهر سبزوار وجود ندارد. در عین حال، نقاطی از شهر که دارای فضاهای باز کافی و سازگار با کاربری‌های اطراف می‌باشند، دارای پتانسیل نسبتاً بهتری برای استقرار هستند. بر این اساس، بهترین مکان‌ها برای اسکان موقت جمعیت پس از وقوع زمین‌لرزه در شهر سبزوار در بخش‌های مختلف شهر تعیین شد. اماکن مستعد در بخش شمالی و مرکز شهر به‌ترتیب در پارک ارم، شهربازی، باغ ملی و هنرستان شریعتی تعیین گردید. همچنین، پارک امام رضا (ع) و استادیوم فوتبال در جنوب‌شرق شهر، و مهمانسرای جهانگردی، فضاهای سبز و زمین ورزشی در غرب برای اسکان مشخص شد. برای شهرک توحید نیز هنرستان فنی و حرفه‌ای پیشنهاد گردید.

۱. نویسنده مسئول: سبزوار، توحید شهر، پردیس دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، ۰۹۱۵۱۷۳۷۷۱۴

کلید واژگان: اسکان موقت، مدیریت بحران، زلزله، فرآیند تحلیل شبکه‌ای، شهر سبزوار.

مقدمه

کشور ایران با توجه به قرارگیری در مسیر کمربند کوهزایی آلپ-همالیا و برخورداری از اقلیم متغیر و ناپایداری های موقت و مقطعی، به دلیل موقعیت جغرافیایی و زمین شناختی خود، طی سالهای گذشته بلایای تاریخی بسیاری را در بیشتر شهرهایش تجربه کرده است (عبداللهی، ۱۳۸۳: ۲۶). یکی از این بلایای ویرانگر طبیعی، زمین‌لرزه می‌باشد که بخش عظیمی از مساحت کشور ایران را تهدید می‌کند. عامل فراوانی زمین‌لرزه‌ها در ایران، بازشدگی دریای سرخ (۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر در سال) و حرکت صفحه آفریقا - عربستان در راستای شمال و یا شمال - شمال خاوری و همچنین حرکت صفحه هند در راستای شمال یا شمال - شمال باختری است (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۵). خطر زلزله، به مجموعه شرایط ژئوفیزیکی طبیعی ناشی از جابه‌جایی، حرکت و لغزش زمین که صرف نظر از فعالیت انسان به وجود می‌آیند، اشاره دارد (فروغی و حیدری‌نژاد، ۱۳۸۹: ۲۲). وضعیت بد استقرار عناصر کالبدی و کاربری‌های نامناسب شهری، شبکه معابر ناکارآمد شهری، بافت شهری فرسوده و قدیمی، تراکم شهری بالا، وضعیت نامناسب استقرار زیرساخت‌های شهر و کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری، نقش اساسی در افزایش میزان آسیب‌پذیری شهرها در اثر زمین‌لرزه دارند (بهادری و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۰).

پس از وقوع زلزله برای محدود ساختن دامنه بحران ناشی از آن و عادی‌سازی اوضاع، نیاز به رفتاری سازمان‌یافته است که فقط در صورت آمادگی قبلی کارایی و اثربخشی لازم را خواهد داشت. یکی از مراحل مهم مدیریت بحران "اسکان موقت" است (گیوه‌چی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۰۲). تسهیلات اسکان موقت که اغلب در مراجع به عنوان پناهگاه خوانده می‌شوند، باید فراهم‌کننده این موارد باشد: (۱) حفاظت از خطرات و عوامل زیان‌آور محیط، (۲) نگهداری اموال و دارایی‌ها و (۳) حریم خصوصی و امنیت عاطفی (طیفوری و رستگاری، ۱۳۹۶: ۱۶ و Li & et al., 2017).

شهر سبزوار بر اساس آمار سال ۱۳۹۵ با ۲۴۳۷۰۰ نفر جمعیت و ۳۱۷۵/۴۶ هکتار وسعت، مانند بسیاری از شهرهای کشور، از نظر لرزه خیزی دارای پتانسیل بالایی است. علاوه بر پیشینه تاریخی و وجود گسل‌های فعال، عوامل متعدد دیگری باعث افزایش احتمال بحران در این شهر شده است، وجود ۱۸۶ هکتار بافت فرسوده و متغیرهای آسیب‌پذیری مانند افزایش جمعیت، توزیع نامتوازن خدمات و امکانات در بعضی مناطق شهر، عدم رعایت معیارهای فنی و مهندسی در ساخت بنا، شبکه ارتباطی ناکارآمد، کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری، عدم وجود تاسیسات و تجهیزات شهری و نداشتن برنامه‌های اصولی برای رویارویی با بحران‌های آتی و... میزان آسیب‌پذیری این منطقه را در برابر زلزله افزایش می‌دهد. بر این اساس پرداختن به مسأله مدیریت بحران، اسکان موقت و پیش‌بینی پناهگاه ضروری به نظر می‌رسد.

در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی در زمینه مدیریت بحران و مکان‌یابی اسکان موقت جهت استقرار آسیب دیدگان زلزله در داخل و خارج از ایران انجام شده است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

احدنژاد روشتی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای مکان‌یابی اسکان موقت شهر زنجان را با استفاده از مدل سلسله مراتبی انجام داده‌اند. داداش‌پور و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله‌ای با عنوان تحلیل فضایی و مکان‌یابی مراکز اسکان موقت با استفاده از تلفیق فرآیند تحلیل شبکه‌ای و GIS به مکان‌یابی سایت های اسکان موقت منطقه ۱۶ شهر تهران پرداخته‌اند. گیوه‌چی و عطار (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان کاربرد مدل های تصمیم‌گیری چندمعیاره در مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله، منطقه ۶ شیراز را مورد بررسی قرار داده‌اند. سلطانی و همکاران (۱۳۹۲) مکان‌یابی امداد و اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و مدل MADM بافت تاریخی شهر یزد را مورد بررسی قرار داده‌اند. رضایی و همکاران (۱۳۹۳) مکان‌یابی مراکز امداد رسانی در شهر یزد با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای و GIS FUZZY. بوزرجمهری و همکاران (۱۳۹۴) در چارچوب روش تحقیق توصیفی-تحلیلی به مکان‌یابی پایگاه اسکان موقت در نواحی روستایی بخش مرکزی شهرستان فاروج پرداختند. این پژوهش با استفاده از تکنیک مقایسه زوجی، نرم افزار Expert choice و مدل AHP انجام شد. نتایج نشان داد که از معیارهای محیطی، زلزله و لغزش و از معیارهای کالبدی، خدمات دسترسی به راه مناسب و امکانات بهداشتی درمانی از ضریب ارجحیت بیشتری در مکان‌یابی پایگاه اسکان موقت برخوردارند. اسماعیلی (۱۳۹۶) با ترکیب رویه کیفی و کمی، روش‌های مکان‌یابی فضاهای سبز تهران برای اسکان موقت را بررسی کرد. نتایج حاکی از آن است که نوع فضای سبز، خدمات، تجهیزات و زیرساخت‌ها، و امنیت و حفاظت به عنوان شاخص‌های اصلی مکان‌یابی فضاهای سبز شهری برای اسکان موقت در سطح اول می‌باشند. همچنین فضاهای سبز شهری منطقه ۲۲ شهرداری تهران دارای ارزش‌های یکسان برای اسکان موقت نمی‌باشند.

چو و سو^۲ (۲۰۱۲) از روش تاپسیس^۳ در انتخاب پناهگاه‌های موقت پس از زلزله برای تخلیه جمعیت شهری منطقه هدونگ^۴ شهر تیانجین^۵ چین استفاده کردند. نویسندگان یک سیستم ارزیابی شامل ۳ معیار و ۹ زیرمعیار تأثیرگذار را با استفاده از روش AHP و آنتروپی تولید کردند. در نهایت، محققان کاربرد این روش را در مکان‌گزینی سکونتگاه‌های موقت اثبات کردند. چو^۶ و همکاران (۲۰۱۳) به برآورد ظرفیت پناهگاه‌های اضطراری از طریق تجزیه و تحلیل آسیب ناشی از زلزله در تایپه^۷، پایتخت کشور تایوان پرداختند. در این مطالعه، از نرم‌افزار ارزیابی تلفات زمین لرزه تایوان^۸ (TELES) برای تحلیل زلزله‌های احتمالی استفاده شد تا رخدادهای زلزله را در گسل‌های بالقوه منطقه تایپه شبیه‌سازی کند. تئوری تحلیل TELES برای تحلیل وقایع لرزه‌ای، پیش‌بینی آسیب ساختمان و جابجایی شهروندان مورد استفاده قرار گرفت. سپس نتایج با ظرفیت پناهگاه‌های موقت که در حال حاضر توسط دولت برنامه‌ریزی شده است، مقایسه گردیده و نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه گردید. کلیکی^۹ و همکاران (۲۰۱۵) در مکان‌یابی نواحی اسکان موقت پس از وقوع زمین‌لرزه

2 Chu and Su

3 TOPSIS

4 Hedong

5 Tianjin

6 Chou

7 Taipei

8 Taiwan Earthquake Loss Estimation System

9 Kilci

در ترکیه از روش برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط^{۱۰} استفاده کردند. محققان مدل ریاضی مورد استفاده را از طریق ایجاد سناریوی موردی پایه مبتنی بر داده‌های واقعی کارتل استانبول ارزیابی کردند. در نهایت، یک مطالعه موردی با استفاده از داده‌های زلزله ۲۰۱۱ و^{۱۱} انجام دادند. چن^{۱۲} و همکاران (۲۰۱۷) برای پناهگاه‌های اضطراری شهری در زمان مخاطرات، یک چارچوب برنامه‌ریزی مبتنی بر نظریه سیستم و GIS در شهر گوانجی^{۱۳} چین طراحی نمودند. در این پژوهش از نظرات کارشناسان محلی و شهروندان برای ساخت سکونتگاه‌های موقت استفاده شد. نتایج نشان داد این چارچوب ابزاری مناسب برای برنامه‌ریزی پناهگاه‌های اضطراری شهری است.

روش تحقیق

معرفی محدوده مورد مطالعه

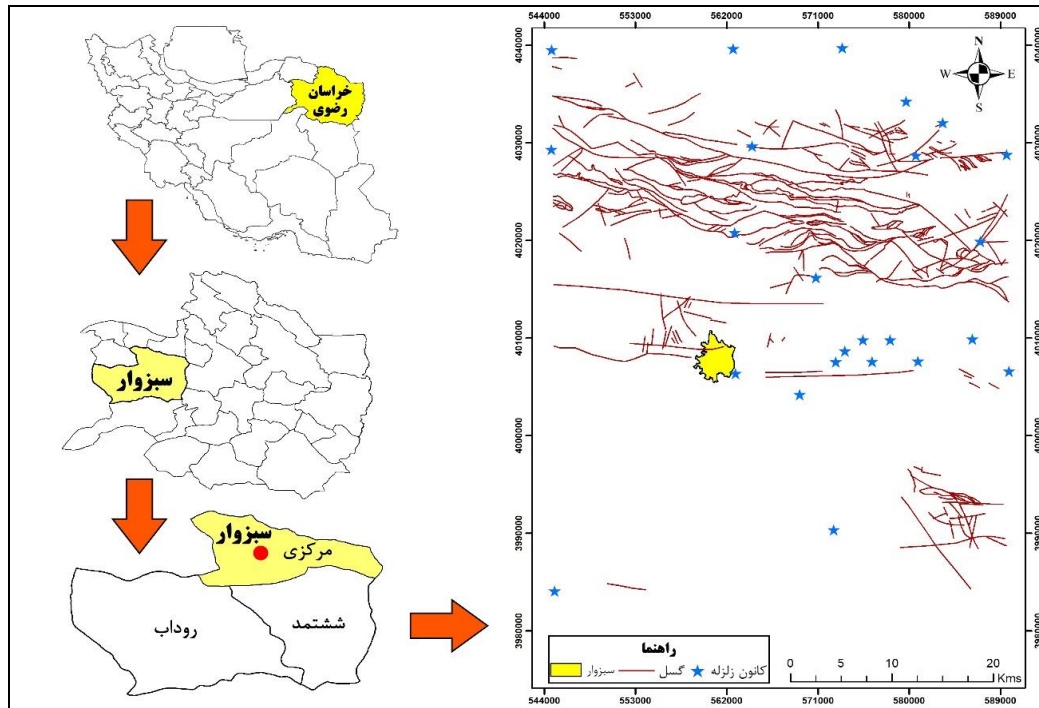
شهر سبزوار براساس آمار سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۵ با ۲۴۳۷۰۰ نفر جمعیت به‌عنوان دومین شهر پرجمعیت استان خراسان رضوی قلمداد می‌شود. سبزوار با مساحت ۳۱۷۴ هکتار در غرب استان و محدوده طول‌های $30^{\circ} 37' 57''$ و $10^{\circ} 46' 57''$ و عرض جغرافیایی $7^{\circ} 9' 36''$ و $30^{\circ} 22' 36''$ و ارتفاع ۹۷۰ متری از سطح دریا واقع شده است شکل (۱). شیب عمومی شهر از جهت شمال و شمال‌شرق به سمت جنوب است. در زمین‌های آبرفتی و دشت‌ها شیب کاهش پیدا کرده و بین صفر تا سه درجه است (امیراحمدی و همکاران، ۱۳۹۱: ۲۱). شهر سبزوار در دشتی نسبتاً مسطح و بر روی رسوبات آبرفتی دوران چهارم زمین‌شناسی قرار دارد و از نقطه نظر موقعیت زمین‌شناسی جزئی از ایران مرکزی به شمار می‌رود (امیراحمدی و آب باریکی، ۱۳۹۳: ۱۳۶). همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود بخش شمال و شمال‌غربی سبزوار بر روی دو گسل اصلی قرار گرفته است. همچنین وجود کانون‌های متعدد در نزدیکی سبزوار که می‌توان به زلزله ۶/۴ ریشتری ۱۴ اردیبهشت ۱۳۱۴ و ۳/۳ ریشتری ۲۲ فروردین ۱۳۹۷ اشاره نمود، لرزه‌خیز بودن این شهر را تایید می‌کند. بنابراین لزوم برنامه‌ریزی مدیریت بحران و ضرورت شناسایی مناطق مستعد اسکان موقت را بیش از پیش آشکار می‌کند.

10 mixed integer linear programming

11 Van

12 Chen

13 Guangzhou



شکل (۱): موقعیت سیاسی و جغرافیایی شهر سبزوار

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی بوده و روش بررسی آن توصیفی-تحلیلی است. برای دستیابی به اطلاعات تحقیق، منابع کتابخانه‌ای شامل کتب، مقالات، گزارشات و طرح جامع شهر سبزوار مطالعه گردید. لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده در این پژوهش از داده‌های پارسل شهری سبزوار، نقشه زمین‌شناسی سبزوار با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ استخراج شده است. تمامی پردازش‌های مربوط به داده‌ها در محیط نرم‌افزاری ArcGIS 10.3 و محاسبات کمی آن در محیط نرم‌افزاری MATLAB و Excel 2013 و Super Decisions انجام گرفته است. در این پژوهش، فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) برای تعیین مناطق اسکان موقت به کار گرفته شد. فرآیند تحلیل شبکه یا ANP، شکل گسترش یافته فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی است. تحلیل سلسله‌مراتبی، نظریه‌ای ریاضیاتی از ارزش، دلیل و قضاوت است که بر اساس مقیاس‌های نسبی جهت تجزیه و تحلیل مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده می‌شود (Wolfslehner & et al., 2005: 159). این روش به تعاملات نسبتاً ثابت و یک‌سویه با بازخوردهای کمی بین اجزای تصمیم‌گیری و آلترناتیوها محدود است (Khan & Faisal, 2008: 1502). این فرایند را که ساعتی در سال ۱۹۹۶ مطرح و معرفی کرد، در مجموعه مدل‌های جبرانی قرار می‌گیرد (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۴۹). ANP امکان روابط پیچیده داخلی بین سطوح مختلف تصمیم و معیارها را مهیا می‌سازد. رویکرد بازخوردی این مدل ساختار شبکه‌ای را با ساختار سلسله‌مراتبی جایگزین کرده است و این حاکی از آن است که روابط بین سطوح مختلف تصمیم‌گیری را نمی‌توان به سادگی بالا-پایین، غالب-مغلوب یا مستقیم-غیرمستقیم تصور کرد. در این مدل می‌توان

Saaty, 1980: 5; Momoh & Zhu, 1988: 19; Dad (Lee & Kim, 2000: 13)

شناسایی عوامل، اجرای مدل و تعیین مناطق اسکان موقت طی ۷ مرحله انجام شد:

تعیین پارامترهای مؤثر در انتخاب سایت‌های اسکان موقت

شناسایی و انتخاب عواملی که مؤثر بر مکان‌یابی، از مراحل مهم مطالعه است. هر قدر عوامل شناسایی شده با واقعیت‌های زمینی تطابق بیشتری داشته باشد، نتایج مکان‌یابی رضایت بخش تر خواهد بود (فرج زاده اصل، ۱۳۸۴: ۹۱). متأسفانه در حال حاضر، مکان‌یابی اسکان موقت فقط بر اساس تعداد معدودی معیار است، مانند مالکیت و سرانه زمین که معمولاً به زمین‌های بایر ختم می‌شود. برای تعیین این معیارها، شناخت کامل عوامل تأثیرگذار مانند عوامل اجتماعی، فرهنگی، جغرافیایی، سیاسی و اقتصادی لازم است. کوتاهی در شناخت هر یک از عوامل ممکن است باعث ناکارایی مکان منتخب و بروز پیامدهایی در حین یا بعد از اسکان موقت شود (پیام‌راد و وفایی نژاد، ۱۳۹۴: ۲۳۷). در این پژوهش با استفاده از روش دلفی، پارامترهای تأثیرگذار بر مکان‌یابی مناطق مناسب برای اسکان موقت جمعیت و سهولت خدمات‌رسانی به این مناطق پس از وقوع زلزله انتخاب شدند. سپس برای شناسایی مهم‌ترین این عوامل، بین مسئولان و خبرگان شهر سبزوار و کارشناسان و متخصصان مدیریت بحران در قالب روش دیمتل ۱۴ پرسش‌نامه توزیع گردید. روش DEMATEL برای تحلیل تأثیر برخی عوامل با معیارهای توصیه شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. دیمتل یک رویکرد برای حل مشکلات پیچیده چند منظوره (MCDM) صنعتی است که در طول دو دهه گذشته محبوبیت آن افزایش یافته است (Wang et al., 2016: 22). در نهایت، با ورود داده‌های حاصل از پرسش‌نامه به محیط نرم‌افزاری متلب (MATLAB)، روابط بین معیارهای مکان‌یابی مراکز امداد رسانی و معیارهای کنترلی شناسایی و تعیین شدند. معیارهای اصلی و فرعی مؤثر در مکان‌یابی اسکان موقت جمعیت در قالب ۶ خوشه به شرح زیر دسته‌بندی شد. ویژگی‌های طبیعی: این معیار توسط دو شاخص فاصله از گسل و شیب مورد سنجش قرار گرفته است. از جمله حوادث پس از زلزله، پدیده روان‌گرایی است که به نوع خاک و شیب زمین بستگی دارد. بنابراین، هر چه شیب زمین بیشتر باشد، آسیب‌پذیری نسبت به زلزله بیشتر می‌شود و بالعکس (رمضانی کیاسج‌محله و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۳۰). شاخص شیب با استاندارد بین ۲ تا ۶ درجه (فلاحی، ۱۳۸۶: ۸۲) و گسل با حریم ۲۰۰ متر در نظر گرفته شده‌اند.

عملکرد جمعیتی: بر اساس نظر کارشناسان مهم‌ترین عامل در مکان‌یابی مراکز اسکان موقت، معیار تراکم جمعیت بوده که باید استاندارد حداقل فاصله با نواحی تراکم بالای مسکونی در نظر گرفته شود. هرچه تراکم جمعیت یک شهر کمتر و توزیع آن در سطح شهر متعادل‌تر باشد، آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله کمتر است. برعکس، تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای تلفات و خسارات بیشتر به هنگام وقوع زلزله است. با استناد به روش استقرایی و استدلالی روشن است که تراکم جمعیت هیچ‌گونه نقشی در شدت «تخریب» ندارد، بلکه اهمیت تراکم‌ها مربوط به بعد از رخدادن تخریب است (دربان آستانه و همکاران، ۱۳۹۶: ۴۶۹).

کاربری های سازگار: برای سنجش این معیار، چهار شاخص مراکز درمانی، مراکز نظامی و انتظامی، دسترسی به فضای باز و ایستگاه های آتش نشانی در نظر گرفته شد. دسترسی آسان و سریع به مراکز درمانی موجب سرعت بخشیدن به عملیات امداد رسانی می شود. هر چه فاصله تا این مراکز بیشتر باشد، زمان بیشتری بین مبدأ و مراکز درمانی طی می گردد و درمان به مخاطره می افتد (بهزاد فر و شایان نژاد، ۱۳۹۱: ۹۵).

ویژگی های مکانی: شامل شاخص های کیفیت سازه های و مساحت مناسب می باشد. فضاهای باز نقش مهمی در کاهش وسعت میزان عمل و نتایج اکثریت حوادث و سوانح طبیعی دارند. از عمده ترین عملکردهای آن در هنگام بروز سوانح جدا ساختن یک منطقه دارای پتانسیل خطر از دیگری و بدین ترتیب متمرکز کردن فعالیت های مخرب و جلوگیری از توسعه زنجیره های عواقب می باشد. همچنین فضاهای باز می تواند در مواقع اضطراری به عنوان یک منطقه در دسترس با امکان فرار، استقرار و پناه گرفتن در آن مطرح باشد (ابراهیم زاده و کاشفی، ۱۳۹۳: ۹۹).

کاربری های خطر ساز: برای سنجش این معیار از شاخص های تأسیسات برق، پمپ بنزین، پمپ گاز و ایستگاه های تقلیل فشار گاز به لحاظ ماهیت عملکردی و خطر ساز بودن، استفاده شده است. آسیب دیدن این تأسیسات می تواند تلفات ناشی از وقوع زلزله را به شدت افزایش دهد. در این حیطة، دو نوع آسیب شامل آسیب های ناشی از عدم دسترسی به شریان های حیاتی در دوره امداد فوری و آسیب های ناشی از رویدادهای سوانح ثانویه مانند آتش سوزی، شوک الکتریکی، انفجار و مانند این ها وجود دارد (حاتمی نژاد و همکاران، ۱۳۸۸: ۹).

دسترسی به شبکه راه ها: ساختار شبکه به این دلیل اهمیت می یابد که در شبکه راه ها، هر چه تعداد تقاطع ها و لوپ ها بیشتر باشد و معابر از عرض بیشتری برخوردار باشند، دسترسی و امداد رسانی سریع تر و راحت تر انجام می گیرد؛ زیرا در صورت مسدود شدن یا تخریب یکی از راه ها، می توان از مسیرهای دیگر به محل مورد نظر رسید (اسفندیاری درآباد و همکاران، ۱۳۹۲: ۵۴). دسترسی به شبکه راه های درجه ۱، راه درجه ۲ و خیابان های محلی می باشد. (جدول ۱).

جدول (۱): استانداردها و ضوابط مکان یابی مراکز اسکان موقت

خوشه	معیار	ضوابط
دسترسی به شبکه ارتباطی	خیابان های محلی	مطلوب ترین فاصله با این معابر، ۵۰ متر*
	راه درجه ۱ راه درجه ۲	مطلوب ترین فاصله با این معابر، ۲۰۰ متر* مطلوب ترین فاصله با این معابر، ۱۰۰ متر*
عملکرد جمعیتی	تراکم جمعیت	حداقل فاصله با نواحی با تراکم بالای مسکونی*
ویژگی طبیعی	شیب زمین گسل	بین ۲ تا ۶ درجه (فلاحی، ۱۳۸۶: ۸۲) حریم ۲۰۰ متر*
ویژگی مکانی	مساحت مناسب کیفیت ابنیه	۱ هکتار و بیشتر* حداقل فاصله با مناطق مسکونی فرسوده*
کاربری های خطر ساز	ایستگاه تقلیل فشار گاز تأسیسات برق پمپ گاز پمپ بنزین	حریم ۵۰ متر* حریم ۵۰ متر (شجاع عراقی و تولایی، ۱۳۹۰: ۵۱) حریم ۲۰۰ متر* حریم ۲۰۰ متر*

حدوداً ۱ کیلومتر (روشتی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۶) کلانتری ها ۴۰۰ متر، پادگان ۲ کیلومتر (همان) مطلوب ترین فاصله ۵۰۰ متر * مراکز کوچک و درمانگاه ها ۷۰۰ متر، بیمارستان ها ۱٫۵ کیلومتر) زیاری، ۱۳۸۸: ۵۱.	ایستگاه آتش نشانی مراکز نظامی و انتظامی فضای باز مراکز درمانی	کاربری های سازگار
--	--	-------------------

* این ضوابط را سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران تعیین کرده است.

تشکیل ماتریس های مقایسه دودویی و استخراج بردار اولویت مراکز اسکان موقت

در این مرحله، عوامل مؤثر بر اساس معیارهای کنترلی و روابط درونی خود، بر مبنای مقیاس ۹ کمیتی ساعتی در قالب پرسش نامه توسط کارشناسان و متخصصان مرحله قبل به صورت زوجی مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسیدن به اجماع و نیز رتبه بندی جامع تر عناصر، از روش ادغام نتایج Copeland استفاده شد. میزان سازگاری قضاوت ها از طریق ضریبی به نام سازگاری مقایسه ها (C.R) سنجیده می شود. این مکانیزم نشان می دهد که تا چه اندازه می توان به اولویت های حاصل از اعضاء گروه یا اولویت های جداول ترکیب اعتماد کرد (بزرگمهر و همکاران، ۱۳۹۳، ۸۷). برای اطمینان از صحت مقایسات زوجی، نرخ سازگاری بایستی محاسبه شود. اگر CR کمتر از ۰/۱ باشد، مقایسات زوجی قابل قبول است در غیر این صورت کلیه ی وزن ها باید نرمالیزه شوند (عیسی لو و همکاران، ۱۳۹۳، ۶۰). نتایج حاصل از مقایسات زوجی برای انجام مراحل بعدی به محیط نرم افزاری Super Decisions وارد شد. برای تعیین بردار اولویت ماتریس ها در این نرم افزار از روشی موسوم به روش بردار ویژه مطابق با رابطه (۱) استفاده می شود (مصیب زاده و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۳۷).

$$AW = \max w\lambda$$

رابطه (۱)

که در آن A ماتریس مقایسه دودویی، W بردار ویژه و $\max w\lambda$ بیشترین مقدار عددی ویژه است.

تشکیل سوپر ماتریس غیر وزنی

منظور از سوپر ماتریس در فرآیند تحلیل شبکه ای، ماتریس جزء بندی شده ای است که هر زیر ماتریس آن، از مجموعه ای از روابط بین دو عنصر یا خوشه در ساختار شبکه ای به وجود آمده باشد (عشورنژاد و همکاران، ۱۳۹۰: ۶). عناصر ANP با یکدیگر در تعامل قرار دارند. این عناصر می توانند واحد تصمیم گیرنده، معیارها، زیر معیارها، نتایج حاصل، گزینه ها و هر چیز دیگری باشند. وزن نسبی هر ماتریس بر اساس مقایسه زوجی شبیه روش AHP محاسبه می شود، وزن های حاصل در سوپر ماتریس وارد می شوند که رابطه متقابل بین عناصر سیستم را نشان می دهند (فرجی سبکبار، ۱۳۹۰: ۱۵۵). برای تعیین اولویت های نهایی در یک سیستم که متأثر از وابستگی ها و روابط درونی است، بردارهای اولویت کوچک و اولیه به تناسب در ستون های ماتریس وارد می شوند که این ماتریس به عنوان سوپر ماتریس غیر وزنی شناخته می شود. نتایج سوپر ماتریس غیر وزنی در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول (۲): سوپر ماتریس غیروزنی

		دسترسی به شبکه معابر				عملکرد جمعیتی		ویژگی‌های طبیعی		ویژگی مکانی		کاربری‌های خطرناک				کاربری‌های سازگار	
		خیابان معالی	راه درجه ۱	راه درجه ۲	تراکم جمعیتی	شیب	گل	مساحت مناسب	کیفیت آب	تقلیل فشار گاز	تاسیسات برق	پمپ بنزین	پمپ گاز	آتش نشانی	مرکز انتظامی	فضای باز	مراکز درمانی
شبکه معابر	خیابان معالی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
راه درجه ۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
راه درجه ۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمعیتی	تراکم جمعیتی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
طبیعی	شیب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	گل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
مکانی	مساحت مناسب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	کیفیت آب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
خطرناک	تقلیل فشار گاز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	تاسیسات برق	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	پمپ بنزین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	پمپ گاز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سازگار	آتش نشانی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	انتظامی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	فضای باز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	درمانی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

تشکیل سوپر ماتریس وزنی

ستون‌های سوپر ماتریس از چند بردار ویژه تشکیل می‌شود که جمع هر کدام از بردارها برابر یک است. ممکن است جمع هر ستون سوپر ماتریس اولیه بیش از یک شود. برای آن که جمع هر ستون برابر یک شود، هر ستون ماتریس استاندارد می‌شود. در نتیجه ماتریس جدید به دست می‌آید که جمع هر یک از ستون‌های آن برابر یک خواهد بود. به ماتریس جدید، ماتریس وزنی گفته می‌شود. جدول (۳) نتایج حاصل از سوپر ماتریس وزنی مکان یابی مراکز اسکان موقت را نشان می‌دهد.

جدول (۳): سوپر ماتریس غیروزنی

		دسترسی به شبکه معابر				عملکرد جمعیتی		ویژگی‌های طبیعی		ویژگی مکانی		کاربری‌های خطرناک				کاربری‌های سازگار	
		خیابان معالی	راه درجه ۱	راه درجه ۲	تراکم جمعیتی	شیب	گل	مساحت مناسب	کیفیت آب	تقلیل فشار گاز	تاسیسات برق	پمپ بنزین	پمپ گاز	آتش نشانی	مرکز انتظامی	فضای باز	مراکز درمانی
شبکه معابر	خیابان معالی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
راه درجه ۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
راه درجه ۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جمعیتی	تراکم جمعیتی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
طبیعی	شیب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	گل	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
مکانی	مساحت مناسب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	کیفیت آب	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
خطرناک	تقلیل فشار گاز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	تاسیسات برق	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	پمپ بنزین	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	پمپ گاز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
سازگار	آتش نشانی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	انتظامی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	فضای باز	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	درمانی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

تشکیل سوپر ماتریس حد

به منظور همگرایی مقادیر سوپر ماتریس وزنی، تا زمانی که تمام عناصر یکسان شوند، مقادیر به توان می‌رسند. بنابراین با استفاده از این مدل، نظرات کارشناسی که همواره با مقداری خطا همراه است، تعدیل شوند. به علت دشواری و پیچیدگی و احتمال زیاد خطا در محاسبات، باید از نرم‌افزارهایی همچون Matlab و Super decision برای به توان رساندن ماتریس استفاده کرد. در این پژوهش از نرم افزار Super decision برای به حد رساندن ماتریس وزنی استفاده شد جدول (۴) بر این اساس، مقایسات زوجی خوشه‌ها و اوزان نهایی زیرمعیارها در جدول (۵ و ۶) قابل مشاهده است.

جدول (۴): سوپر ماتریس حد

کاربردهای سازگار		کاربردهای خطرساز				ویژگی مکانی		ویژگی‌های طبیعی		عملکرد جمعیتی		دسترسی به شبکه معیار			خیابان محلی
مراکز درمانی	فضای باز	مراکز انتظامی	آتش نشانی	پمپ گاز	بمب بنزین	تاسیسات برق	نظیل فشار گاز	کفایت آئینه	مساحت مناسب	گسل	شب	تراکم جمعیتی	راه درجه ۲	راه درجه ۱	
۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲	۰.۰۰۶۸۹۲
۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸	۰.۲۱۴۸۰۸
۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲	۰.۰۰۴۳۰۷۲
۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹	۰.۲۱۶۲۴۹
۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲	۰.۰۰۵۴۹۲
۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹	۰.۱۱۴۸۸۹
۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴	۰.۱۳۳۵۷۴
۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸	۰.۰۰۷۲۴۸
۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹	۰.۰۰۸۴۶۸۹
۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵	۰.۰۰۱۹۵۵
۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷	۰.۰۰۸۸۴۷
۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲	۰.۰۰۱۸۷۴۲
۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷	۰.۰۰۱۳۵۳۷
۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹	۰.۰۰۳۲۱۰۹
۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴	۰.۰۰۸۹۴۴۴

جدول (۵): ماتریس خوشه‌ها

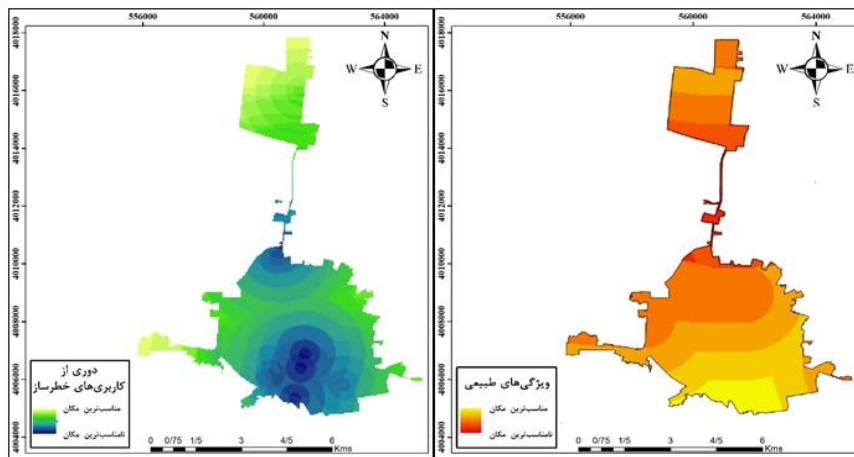
سازگار	خطرساز	مکانی	طبیعی	عملکرد جمعیتی	شبکه ارتباطی	شبکه ارتباطی
۰,۱۵۵۳۵۸	۰,۱۹۱۴۰۵	۰,۳۲۳۰۶۱	۰,۲۳۹۰۱۹	۰,۲۲۵۰۱	۰,۲۷۹۴۰۹	شبکه ارتباطی
۰,۱۲۳۵۰۷	۰,۱۶۸۵۱۷	۰,۴۶۶۹۳۵	۰,۱۵۲۱۳۱	۰	۰,۲۷۹۰۵۴	عملکرد جمعیتی
۰,۳۱۰۶۶۳	۰,۴۰۸۰۱۷	۰	۰,۱۹۹۴۹۱	۰,۳۲۴۸۱۸	۰	طبیعی
۰,۱۲۸۳۲۵	۰,۱۲۷۴۵۲	۰	۰,۱۹۲۱۸۱	۰,۱۷۸۶۳۹	۰,۲۴۰۸۸	مکانی
۰,۱۶۱۸۰۸	۰,۰۲۵۰۱۳	۰,۱۲۰۲۴۲	۰,۰۸۹۴۰۴	۰,۱۱۲۸۳۷	۰,۰۳۷۵۵۲	خطرساز
۰,۱۲۰۳۳۹	۰,۰۷۹۵۹۶	۰,۰۸۹۷۶۳	۰,۱۲۷۷۷۵	۰,۱۵۸۶۹۵	۰,۱۶۳۱۰۴	سازگار

جدول (۶): وزن نهایی خوشه‌ها و معیارها

وزن نهایی	وزن نرمال شده توسط خوشه‌ها	معیار	خوشه
۰,۰۰۶۸۹۳	۰,۰۲۶۰۳	خیابان‌های محلی	دسترسی به شبکه ارتباطی
۰,۲۱۴۸۰۸	۰,۸۱۱۲۹	راه درجه ۱	
۰,۰۴۳۰۷۳	۰,۱۶۲۶۸	راه درجه ۲	
۰,۲۱۳۴۴۹	۱	تراکم جمعیت	عملکرد جمعیتی
۰,۰۰۵۴۹۳	۰,۰۴۵۶۳	شیب زمین	ویژگی طبیعی
۰,۱۱۴۸۸۹	۰,۹۵۴۳۷	گسل	
۰,۱۳۳۵۷۴	۰,۹۴۸۵۳	مساحت مناسب	ویژگی مکانی
۰,۰۰۷۲۴۸	۰,۰۵۱۴۷	کیفیت ابنیه	
۰,۰۸۴۶۸۹	۰,۸۱۵۴۱	ایستگاه تقلیل فشار گاز	کاربری‌های خطرناک
۰,۰۰۱۹۵۵	۰,۰۱۸۸۲	تاسیسات برق	
۰,۰۰۸۸۴۷	۰,۰۸۵۱۸	پمپ گاز	
۰,۰۰۸۳۶۹	۰,۰۸۰۵۸	پمپ بنزین	
۰,۰۱۸۷۴۲	۰,۱۲۱۸۵	ایستگاه آتش نشانی	کاربری‌های سازگار
۰,۰۱۳۵۳۷	۰,۰۸۸۰۱	مراکز نظامی و انتظامی	
۰,۰۳۲۱۰۹	۰,۲۰۸۷۵	فضای باز	
۰,۰۸۹۴۲۴	۰,۵۸۱۳۹	مراکز درمانی	

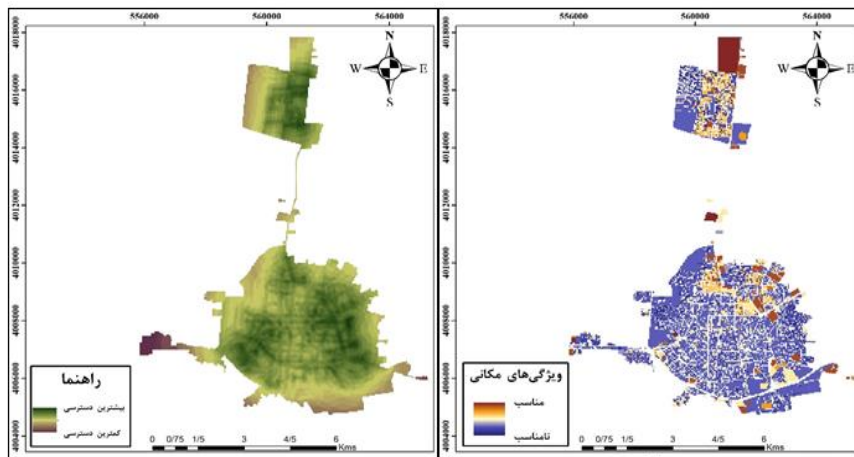
هم‌پوشانی لایه‌ها و گزینش مکان‌های مناسب

پس از تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها، رقوم‌سازی و تشکیل پایگاه‌ها و در نهایت تولید لایه‌ها در تناسب با شاخص‌ها انجام شد. برای این منظور با توجه به استانداردهای موجود و نظرات کارشناسان لایه‌های اطلاعاتی تولید گردید و با تولید لایه‌های اطلاعاتی و اعمال ضرایب اهمیت معیارها و هم‌پوشانی لایه‌ها، نقشه‌ها و لایه‌های ترکیبی و همچنین نقشه‌های اولویت مکان برپایه هر معیار بدست آمده و با هم‌پوشانی نقشه‌های ترکیبی اولویت‌های مکانی برای استقرار سایت‌های اسکان موقت شناسایی گردید. اشکال (۲ تا ۷) نقشه‌های ترکیبی حاصل از هم‌پوشانی لایه‌ها را نشان می‌دهد.



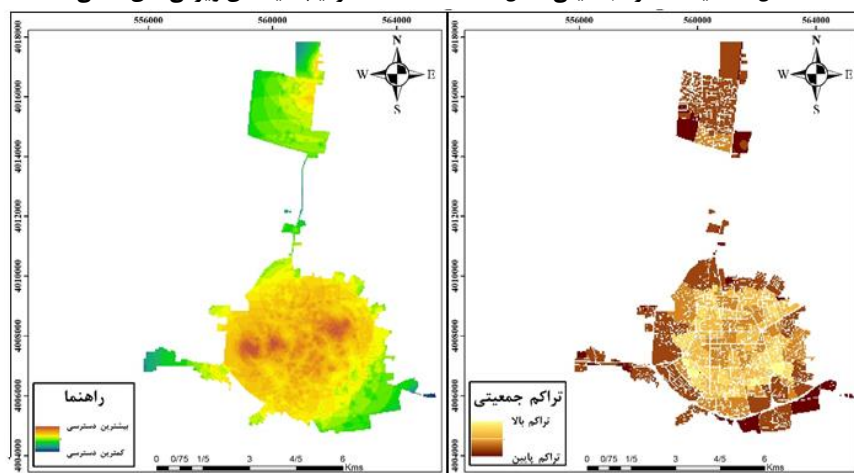
شکل (۲): ترکیب لایه های ویژگی های طبیعی

شکل (۳): ترکیب لایه های دوری از کاربری های خطر ساز



شکل (۴): لایه عملکرد جمعیتی شکل

شکل (۵): ترکیب لایه های ویژگی های مکانی

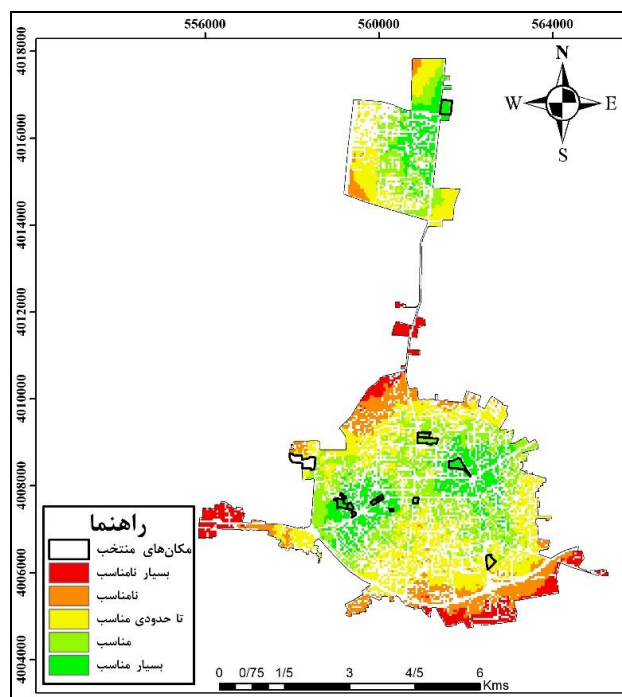


شکل (۶): ترکیب لایه های دسترسی به کاربری های سازگار

شکل (۷): ترکیب لایه های دسترسی به شبکه ارتباطی

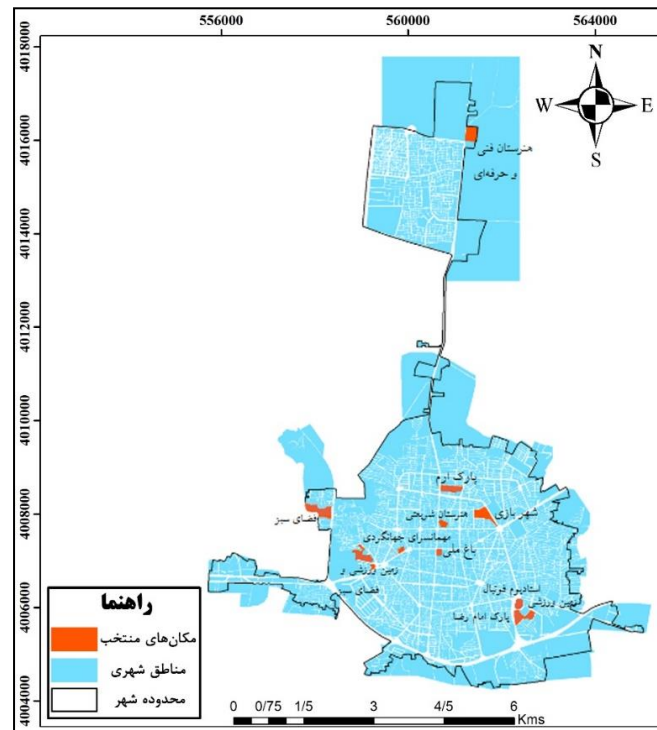
تهیه نقشه مناطق مستعد اسکان موقت و انتخاب سایتها

لایه‌های اطلاعاتی خوشه‌ها بر اساس اوزانی که توسط کارشناسان تعیین شده بود، در هم ادغام گردید. در نهایت، نقشه اولویت‌بندی مکان‌های مستعد برای اسکان موقت زلزله‌زدگان با استفاده از ابزار ترکیب لایه‌ها در محیط نرم‌افزاری ArcGIS به صورت فرمت رستری تهیه شد. برای ارائه و نمایش بهتر نتایج، محدوده مطالعاتی با استفاده از روش شکست‌های طبیعی^{۱۵} به ۵ کلاس از مناطق بسیار مناسب تا مکان‌های بسیار نامناسب طبقه‌بندی شد. شکل (۸).



شکل ۸: پهنه‌بندی مکان‌های مستعد اسکان موقت

پس از اینکه مناطق مستعد برای اسکان موقت جمعیت پس از وقوع مخاطره زلزله تعیین شد، سایت‌های مناسب در این مناطق با توجه به نقشه کاربری اراضی و در نظر گرفتن محدودیت‌ها و پتانسیل‌ها از جمله اماکن دولتی، اراضی بایر، مکان‌های عمومی و... انتخاب گردید. شکل (۹) سایت‌های اسکان موقت را نمایش می‌دهد که عبارتند از: هنرستان فنی و حرفه‌ای، استادیوم فوتبال، پارک ارم، شهر بازی، پارک امام رضا (ع)، باغ ملی، هنرستان شریعتی، مهمانسرای جهانگردی و فضاهای سبز.



شکل (۹): مکان‌های منتخب برای استقرار سایت‌های اسکان موقت

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

شهر سبزوار با جمعیت ۲۴۷ هزار نفر به‌عنوان دومین شهر پرجمعیت استان خراسان رضوی محسوب می‌شود که با وجود زلزله‌های تاریخی با بزرگی ۶٫۵ ریشتر، ضرورت لزوم برنامه‌ریزی در زمینه مدیریت بحران برای این شهر را غیر قابل انکار می‌نماید. اسکان موقت جمعیت در مکانی مناسب پس از وقوع زلزله را می‌توان یکی از مهم‌ترین مسائل مدیریت بحران محسوب کرد. هدف از انجام این تحقیق، ارائه چارچوبی علمی-اجرایی در نظام برنامه‌ریزی و مکان‌یابی تأمین پناهگاه پس از زلزله بوده است که ضمن استفاده از مبانی نظری و تجربیات اسکان موقت پژوهش‌های صورت گرفته در سایر شهرها، به تدوین شاخص‌ها در این عرصه پرداخته و در نهایت با به‌کارگیری روشی مناسب در حوزه تصمیم‌گیری چند معیاره به تعیین سایت‌های اسکان موقت در شهر سبزوار پرداخته شد. در این راستا، از مدل تحلیل شبکه‌ای (ANP) برای سنجش مکان مناسب استقرار سایت‌های اسکان موقت استفاده شد. به این منظور، تعداد ۱۶ شاخص تأثیرگذار در قالب ۶ مؤلفه به‌شرح: دسترسی به شبکه ارتباطی، ویژگی‌های طبیعی، ویژگی‌های مکانی، کاربری‌های سازگار، کاربری‌های خطرناک و عملکرد جمعیتی معرفی و مورد توجه قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در حال حاضر کمبود فضاهای کافی از جمله پارک‌ها و فضاهای باز شهری برای اسکان موقت جمعیت در سطح شهر سبزوار کاملاً مشهود است. از سوی دیگر، در بین شاخص‌های مؤثر در مکان‌گزینی مراکز مذکور، به ترتیب شاخص‌های تراکم جمعیت، راه شریانی درجه ۱ و مساحت مناسب اهمیت بیشتری برخوردارند. بنابراین، نقاطی از شهر که دارای

فضاهای باز کافی و در عین حال سازگار با کاربری‌های اطراف می باشند، دارای پتانسیل نسبتاً بهتری برای استقرار هستند. بر این اساس، بهترین مکان‌ها برای اسکان موقت جمعیت پس از وقوع زمین‌لرزه شامل پارک ارم در شمال، پارک امام رضا (ع) و استادیوم فوتبال در جنوب‌شرق شهر، شهربازی، باغ ملی و هنرستان شریعتی در مرکز شهر، مهمانسرای جهانگردی، فضاهای سبز و زمین ورزشی در غرب و در نهایت هنرستان فنی و حرفه‌ای در شهرک توحید پیشنهاد می‌گردد.

با شناسایی سایت‌های مناسب اسکان جمعیت پیشنهادات زیر مطرح می‌گردد:

- ۱- آماده‌سازی زیرساخت‌های اولیه و مناسب برای سایت‌های منتخب از قبیل سرویس‌های بهداشتی، منابع آب، سیستم روشنایی و... تا در صورت وقوع زلزله شرایط لازم برای اسکان جمعیت را دارا باشد و نیاز به صرف وقت برای تأمین این خدمات نداشته باشد.
- ۲- قرارگیری شهر سبزوار در دشت‌سر و دشت اراضی وسیعی را برای اسکان موقت جمعیت فراهم می‌نماید. اما دوری از مراکز خدماتی، نبود راه آسفالته مناسب و سختی انتقال خدمات زیرساختی وضعیت را به مراتب مشکل‌تر می‌کند. به‌همین دلیل بهتر است از سایت‌های منتخب برای اسکان موقت استفاده شود.
- ۳- نتایج پژوهش حاضر، قابلیت روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شناسایی مناطق مستعد اسکان موقت را به‌خوبی نمایان می‌کند. بدین جهت، پیشنهاد می‌گردد که ارگان‌ها، ادارات و سازمان‌های مربوطه از جمله شهرداری سبزوار، فرمانداری ویژه سبزوار، مرکز مدیریت بحران سازمان آتشنشانی سبزوار و... با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی جامع و به‌روز از تمام جزئیات و عناصر شهری مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی، همواره آمادگی لازم برای اسکان موقت جمعیت در فردای بحران زلزله را داشته باشند.
- ۴- یکی از معضلات اصلی در شهر سبزوار نبود فضای باز کافی از جمله پارک برای اسکان موقت جمعیت با توجه به تعداد بالای جمعیت آن است. در این زمینه، پیشنهاد می‌شود با توجه به نتایج این تحقیق، فضاهای مورد نیاز در مناطق مناسب برای اسکان موقت پیش‌بینی گردد.
- ۵- آموزش عمومی، آگاهی و اطلاع‌رسانی دقیق به عموم، در خصوص وجود خطر زمین‌لرزه، ابعاد گوناگون آن و همچنین مناطق تعیین شده برای اسکان موقت جمعیت.
- ۶- برآورد دقیق نیازهای زیستی، خدماتی، بهداشتی و درمانی و نیز ظرفیت تعداد افراد برای هر سایت اسکان موقت توسط نهادهای مربوطه.

منابع

- ابراهیم‌زاده، عیسی، کاشفی، دیمین (۱۳۹۳). مدیریت بحران و مکان‌یابی بهینه پایگاه‌های اسکان موقت با استفاده از منطق فازی و مدل تحلیل شبکه‌ای (مطالعه موردی: شهر پیرانشهر)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۳(۱۲): ۱۰۴-۸۵.
- احدنژاد روشتی، محسن، جلیلی، کریم، زلفی، علی (۱۳۹۰). مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان موقت آسیب دیدگان ناشی از زلزله در مطالعه موردی مناطق شهری با استفاده از روش‌های چند معیاری و GIS شهر زنجان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۳، ۶۱-۴۱.
- اسفندیاری درآباد، فریبا، غفاری گیلانده، عطا، لطفی، خداداد (۱۳۹۲). مدل‌سازی ضریب آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تاپسیس در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر اردبیل)، پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۲(۲): ۷۹-۴۳.
- اسماعیلی، سهیلا (۱۳۹۶). مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله احتمالی تهران در فضاهای سبز شهری منطقه ۲۲ شهرداری تهران، فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران ۷(۳): ۲۸۳-۲۷۳.
- امیراحمدی، ابوالقاسم، آب باریکی، زکیه (۱۳۹۳). ریز پهنه‌بندی خطر زلزله شهر سبزوار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، جغرافیا و توسعه، ۱۲(۳۵): ۱۵۱-۱۳۳.
- امیراحمدی، ابوالقاسم، بهنیافر، ابوالفضل، ابراهیمی، مجید (۱۳۹۱). ریز پهنه‌بندی خطر سیلاب در محدوده شهر سبزوار در راستای توسعه پایدار شهری، آمایش محیط ۵(۱۶): ۳۲-۱۷.
- بزرگمهر، کیا، حکیم‌دوست، سیدیاسر، محمدپورزیدی، علی، صیدی، زهرا (۱۳۹۳). مکان‌یابی بهینه محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از مدل (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان تنکابن)، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی، ۲۳(۹۱): ۸۸-۸۱.
- بوزرجمهری، خدیجه، جوانی، خدیجه، کاتبی، مجیدرضا (۱۳۹۴). مکان‌یابی بهینه پایگاه اسکان موقت در مدیریت بحران نواحی روستایی (نمونه مورد مطالعه: بخش مرکزی شهرستان فاروج)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۴(۱۶): ۱۹-۱.
- بهادری، هادی، هاشمی‌نژاد، آراز، رآنی، مریم، کریمی، امجد (۱۳۹۶). مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله (مطالعه موردی: شهر مهاباد)، مخاطرات محیط طبیعی، ۶(۱۳): ۱۴۲-۱۰۹.
- بهزادفر، مصطفی، شایان‌نژاد، عباس (۱۳۹۱). ارزیابی میزان آسیب‌پذیری ناشی از عامل دسترسی در هنگام وقوع زلزله (مطالعه موردی: محدوده مرکزی شهرداری منطقه ۶ تهران)، فصلنامه نقش جهان ۲(۳): ۱۰۲-۹۱.
- پيام‌راد، داوود، وفایی‌نژاد، علیرضا (۱۳۹۴). کمک به مدیریت بحران زلزله با مکان‌یابی مراکز اسکان موقت با استفاده از یک سیستم حامی تصمیم‌گیری GIS مبنای مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری اصفهان)، علوم و فنون نقشه برداری، ۵(۲): ۲۴۶-۲۳۱.

- ترابی، کمال. (۱۳۸۸). بررسی نقش شبکه‌های ارتباطی در کاهش اثرات ناشی از زلزله مورد مطالعه: منطقه ۵ تهران با تأکید بر ناحیه ۱، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شهرسازی گرایش برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای، استاد راهنما: دکتر کیومرث حبیبی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران.
- حاتمی نژاد حسین، فتحی، حمید، عشق آبادی، فرشید (۱۳۸۸). ارزیابی میزان آسیب پذیری لرزه ای در شهر نمونه مورد مطالعه: منطقه ۱۰ شهرداری تهران، پژوهش‌های جغرافیای انسانی (پژوهش‌های جغرافیایی)، ۴۱(۶۸): ۲۰-۱.
- حبیبی، کیومرث، جوانمردی، کومار، زندی، پروانه (۱۳۹۱). پیاده‌سازی مدل فازی و تحلیل سلسله مراتبی معکوس جهت تعیین آسیب پذیری مناطق مسکونی در برابر زلزله (نمونه مودی: محله سرتپوله شهر سنندج). مجله ساخت شهر. شماره ۲۰. ۳۳-۲۵.
- حسین زاده دلیر، کریم، خدابخش چاخرو، محمدحسین. (۱۳۹۱). بررسی میزان کارایی شبکه های ارتباطی شهرها در برابر زلزله (مطالعه موردی مناطق او ۵ طرح تفصیلی تبریز). نشریه جغرافیا و برنامه ریزی، شماره ۵۰. ۱۷۴-۱۵۳.
- داداش پور، هاشم، خدابخش، حمیدرضا، رفیعان، مجتبی (۱۳۹۱). تحلیل فضایی و مکان‌یابی مراکز اسکان موقت با استفاده از تلفیق فرآیند تحلیل شبکه‌ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۱ صص ۱۳۱-۱۱۱.
- دربان آستانه، علیرضا، بازگیر، سعید، شیخ زاده، محسن (۱۳۹۶). تحلیل فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی خانوارها در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر تهران)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۹(۲): ۴۸۴-۴۶۵.
- رضایی، محمدرضا، فائدرحمتی، صفر، حسینی، سیدمصطفی (۱۳۹۳). مکان‌یابی مراکز امداد رسانی در شهر یزد با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای و GIS FUZZY، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، ۴۶(۱): ۱۰۱-۸۵.
- رمضانی کیاسج‌محله، رؤیا، کریمی، سعید، علوی‌پور، فاطمه‌سادات (۱۳۹۵). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مناطق شهری در برابر زلزله با استفاده از تکنیک WLC و OWA مورد شناسی: منطقه ۷ تهران. فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، ۶(۲۱): ۱۳۸-۱۲۵.
- زیاری، کرامت الله (۱۳۸۸). برنامه ریزی کاربری اراضی شهری، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.
- سلطانی، زینب، المدرسی، سیدعلی، سرکارگر اردکانی، علی (۱۳۹۲). مکان‌یابی امداد و اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و مدل MADM بافت تاریخی شهر یزد، اولین همایش ملی مدیریت یکپارچه شهری و نقش آن در توسعه پایدار شهری، دانشگاه آزاد سنندج.
- صیامی نژاد، قدیر، تقی نژاد، کاظم، زاهدی کلاکی، علی (۱۳۹۴). آسیب شناسی لرزه ای پهنه های شهری با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) و GIS (مطالعه موردی: شهر گرگان). فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری، ۳(۹): ۶۳-۴۳.
- طیفوری، علی، رستگاری، مهدی (۱۳۹۶). کانتینر امدادی، راهکاری چابک برای اسکان موقت بلادیدگان و لجستیک امداد، صنعت حمل و نقل دریایی، ۳(۱): ۲۵-۱۲.

- عبداللهی، مجید. (۱۳۸۲). بحران در نواحی شهری، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور چاپ دوم.
- عشورنژاد، غدیر، فرجی سبکبار، حسن علی، علوی پناه، سید. کاظم، نامی، محمد. حسن (۱۳۹۰). مکان یابی شعب جدید بانک ها و مؤسسات مالی و اعتباری با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه ای فازی (Fuzzy ANP)، مجله پژوهش و برنامه ریزی شهری، ۲(۷): ۲۰-۱.
- عیسی لو، علی اصغر، ابراهیم زاده، حسین، شاهمرادی، بهزاد (۱۳۹۳). امکان سنجی مداخله پذیری بافت های فرسوده و ناکار آمد شهری با استفاده از مدل تحلیل شبکه مطالعه موردی: منطقه ۶ شهر قم، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۴، صص ۶۸-۵۷.
- فتاحی، مرتضی، رستمی مهربان، سمیه، طالبیان، مرتضی، بحرودی، عباس، هالینگورث، جیمز، والکر، ریچارد (۱۳۹۰). بررسی فعالیت گسل نیشابور در استان خراسان، علوم زمین، ۲۰(۷۹): ۶۰-۵۵.
- فرج زاده اصل، منوچهر (۱۳۸۴). سیستم اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آن در برنامه ریزی تورسم، انتشارات سمت، تهران.
- فرجی سبکبار، حسنعلی، نصیری، حسین، حمزه، محمد، طالبی، سمیه، رفیعی، یوسف (۱۳۹۰). تعیین عرصه های مناسب تغذیه مصنوعی بر پایه ی تلفیق روش های ANP و مقایسه زوجی در محیط GIS، مطالعه موردی دشت گربایگان فسا، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۲(۴): ۱۶۶-۱۴۳.
- فروغی، محمد، حیدری نژاد، نسیم (۱۳۸۹). تحلیل وضعیت سکونتگاه ها و راه های ارتباطی در رابطه با گسل های فعال در استان چهارمحال و بختیاری (وضعیت لرزه ای سکونتگاه ها و راه های استان چهار محال و بختیاری)، امداد و نجات، ۲(۴): ۳۱-۲۱.
- فلاحی، علیرضا (۱۳۸۶). معماری سکونتگاه های موقت پس از زلزله، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- قدیری، محمودعلی (۱۳۸۱). کاربرد روش های برنامه ریزی در کاهش آسیب پذیری مناطق شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۱۷ شهر تهران). پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس.
- گیوه چی، سعید، عطار، محمدمبین (۱۳۹۲). کاربرد مدل های تصمیم گیری چند معیاره در مکان یابی اسکان موقت پس از زلزله مطالعه موردی: منطقه ۶ شیراز، دوفصلنامه مدیریت بحران، شماره ۲، صص ۴۳-۳۵.
- گیوه چی، سعید، عطار، محمدمبین، رشیدی، ابراهیم، حصاری، اصغر، نصیبی، نسترن (۱۳۹۲). مکان یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP مطالعه موردی: منطقه شش شهر شیراز، مطالعات و پژوهش های شهری و منطقه ای، ۵(۱۷): ۱۱۸-۱۰۱.
- مشکینی، ابوالفضل، شعبانی، مرتضی، نشاط، عبدالحمید (۱۳۹۶). ارزیابی آسیب پذیری کاربری آموزشی با رویکرد پدافند غیرعامل شهری در برابر زلزله (مطالعه موردی: منطقه ۶ تهران). پژوهش های جغرافیای انسانی، ۴۹(۲): ۲۵۸-۲۴۳.
- مصیب زاده، علی، حسنی بخشکندی، حامد، محمودی شیخ سرمست، میلاد (۱۳۹۶). تحلیل مکان گزینی استقرار انسانی در شرایط بحرانی (مطالعه موردی: شهر ارومیه)، پژوهش های جغرافیای انسانی، ۴۹(۱): ۱۴۹-۱۳۳.
- Alexander, D. 2002. "Principles of Emergency and Managements" Oxford University Press.

- Chen, W., Zhai, G., Fan, C., Jin, W., & Xie, Y. (2017). A planning framework based on system theory and GIS for urban emergency shelter system: A case of Guangzhou, China. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 23(3), 441-456.
- Chou, J. S., Ou, Y. C., Cheng, M. Y., & Lee, C. M. (2013). Emergency shelter capacity estimation by earthquake damage analysis. *Natural hazards*, 65(3), 2031-2061.
- Chu, J., & Su, Y. (2012). The application of TOPSIS method in selecting fixed seismic shelter for evacuation in cities. *Systems Engineering Procedia*, 3, 391-397.
- Khan, S., & Faisal, M. N. (2008). An analytic network process model for municipal solid waste disposal options. *Waste management*, 28(9), 1500-1508.
- Kılıç, F., Kara, B. Y., & Bozkaya, B. (2015). Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. *European Journal of Operational Research*, 243(1), 323-332.
- Lantada, N., Pujades, L., & Barbat, A. (2009). Vulnerability index and capacity spectrum based methods for urban seismic risk evaluation. A comparison, *Nat Hazards* 51:501–524.
- Lee, J. W., & Kim, S. H. (2000). Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection. *Computers & Operations Research*, 27(4), 367-382.
- Li, H., Zhao, L., Huang, R., & Hu, Q. (2017). Hierarchical earthquake shelter planning in urban areas: A case for Shanghai in China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22, 431-446.
- Momoh, J. A., & Zhu, J. Z. (1998). Application of AHP/ANP to unit commitment in the deregulated power industry. In *Systems, Man, and Cybernetics, 1998. 1998 IEEE International Conference on (Vol. 1, pp. 817-822)*. IEEE .
- Rashed, K and Weeks, J. (2003) "Assessing vulnerability to earthquake hazards through spatial International Journal of Geographic Information Science multicriteria analysis of urban areas", Vol. 17, no. 6: 547-576.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation*. New York: McGraw, 281.
- Wang, Z., Mathiyazhagan, K., Xu, L., & Diabat, A. (2016). A decision making trial and evaluation laboratory approach to analyze the barriers to Green Supply Chain Management adoption in a food packaging company. *Journal of Cleaner Production*, 117, 19-28.
- Wolfslehner, B., Vacik, H., & Lexer, M. J. (2005). Application of the analytic network process in multi-criteria analysis of sustainable forest management. *Forest ecology and management*, 207(1-2), 157-170.