

مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره سیزدهم، پاییز ۱۳۹۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۹/۰۷

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۲/۲۹

صفحات: ۱۴۲ - ۱۰۹

## مکان یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله (مطالعه موردی: شهر مهاباد)

هادی بهادری<sup>۱\*</sup>، آراز هاشمی نژاد<sup>۲</sup>، مریم برآنی<sup>۳</sup>، امجد کریمی<sup>۴</sup>

### چکیده

یکی از مهمترین چالش‌های پیش‌رو در مدیریت بحران پس از زلزله، موضوع اسکان موقت حادثه‌دیدگان است. در این بین، تعیین مکان بهینه برای اسکان موقت پیش از وقوع بحران، از اساسی‌ترین نیازهای امروز شهرهای کشور است. علی‌رغم تحقیقات متعدد صورت گرفته، تاکنون تحقیق جامعی در زمینه مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله از دیدگاه مدیریت بحران در نواحی شهری و براساس مجموعه‌ای جامع از همه معیارهای موثر صورت نگرفته است. تحقیق حاضر برای پاسخ گویی به این نیاز انجام شده و در آن در گام نخست، مهمترین عوامل موثر در انتخاب مکان بهینه برای اسکان موقت پس از زلزله در مناطق شهری در قالب ۴ شاخص مهم ژئوتکنیکی، شهرسازی، دوری از تاسیسات خطرزا و دسترسی به تاسیسات حیاتی بررسی و به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ارزش‌گذاری و اولویت‌بندی شده است. در ادامه، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و تعریف معیارهای مورد نظر این شاخص‌ها به صورت لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS، اطلاعات حاصل ترکیب و تحلیل شده است. در نهایت مکان بهینه برای اسکان موقت برای شهر مهاباد با توجه به معیارهای مدیریت بحران شهری مشخص شده است. مطابق نتایج تحقیق، شاخص‌های دسترسی به تاسیسات حیاتی و دوری از تاسیسات خطرزا و معیارهای آنها از اهمیت بیشتری در مکان‌یابی بهینه برای اسکان موقت آسیب دیدگان برخوردارند. همچنین نتایج تحقیق نشان دهنده عدم توزیع مناسب فضاهای مورد نظر در سطح شهر و کمبود فضاهای باز کافی از جمله پارک‌ها و فضاهای باز شهری جهت استقرار آسیب‌دیدگان زلزله در سطح شهر مهاباد است.

واژگان کلیدی: مکان بهینه، اسکان موقت، زلزله، مدیریت بحران، مهاباد.

h.bahadori@urmia.ac.ir

۱- دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه ارومیه، ارومیه (نویسنده مسئول)

۲- دانشجوی دکتری مهندسی عمران گرایش ژئوتکنیک، دانشگاه ارومیه، ارومیه

۳- کارشناسی ارشد مهندسی شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران

۴- کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران

## مقدمه

یکی از جنبه‌های مهم و قابل توجه در برنامه ریزی شهری، تأکید و توجه به آسیب پذیری شهر در مقابل بلایای طبیعی است؛ زیرا در شهر با توجه به حجم بالای سرمایه گذاری و مکان‌گزینی بسیاری از تأسیسات و ابزارهای اقتصادی و اجتماعی جامعه جلب توجه بیشتری را طلب می‌کند، چرا که در صورت بروز این حوادث، تلفات و خسارات مالی و جانی زیادی به دنبال خواهد داشت (بهرام پور و بمانیان، ۱۳۹۱). کمربند زلزله، بخش عظیمی از خاک کشور ایران را در بر گرفته و مخرب‌ترین پدیده طبیعی شناخته شده در آن است. شهرها با توجه به اینکه اکثر جمعیت کشور را در خود جای می‌دهند، عموماً به هنگام زلزله متحمل خسارات سنگینی می‌شوند. وضعیت بد استقرار عناصر کالبدی و کاربری-های نامناسب شهری، شبکه‌ی 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 دارند. مناطق مرکزی شهرهای کشور که هسته قدیمی و اصلی شهر را تشکیل داده‌اند، عموماً دارای بافت‌های فرسوده و خیابان‌های کم عرض با کوچه‌های تنگ و تودرتو هستند. از دیگر مشخصه‌های این منطقه در شهرهای کشور، کمبود فضاهای باز، پارک‌ها و فضای سبز و دیگر شاخص‌های کاهش بحران است (مهندسان مشاور پویا نقش شهر و بنا، ۱۳۹۰). در مناطق شهری، اثرات زیان بار معمول در اثر وقوع سوانح طبیعی؛ شامل تلفیقی از ویرانی‌های کالبدی و اخلاص عملکرد عناصر شهری است. ویرانی سازه‌ها و ساختمان‌های مسکونی، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها مثل پل‌ها و جاده‌های ارتباطی و تأسیسات اساسی؛ مثل مخازن آب، نیروگاه‌ها، خطوط ارتباطی تلفن، برق، لوله کشی آب، گاز و... از آن جمله هستند (رشیدی فرد و همکاران، ۱۳۹۳).

یکی از مهمترین مسائلی که پس از وقوع زلزله مورد توجه سازمان‌های مسوول در زمینه مدیریت بحران شهری قرار می‌گیرد، تامین مکان مناسب جهت اسکان موقت آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله است (گیوه چی و عطار، ۱۳۹۲). با توجه به اینکه اصلی‌ترین نیاز آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله داشتن یک سرپناه بوده و عموماً نمی‌توان پس از وقوع زلزله، سریعاً مکان‌های مناسب برای آسیب‌دیدگان زلزله را فراهم نمود، لازم است پیش از وقوع چنین بحران‌هایی، مکان‌های مناسب برای آسیب‌دیدگان زلزله را در نظر گرفت (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۴). در این بین، انتخاب مکان بهینه اسکان موقت پس از زلزله در شهرها، با در نظر گرفتن تمام معیارهای مهم شامل پیش از وقوع بحران، در حین بحران و پس از بحران، چالش اساسی مدیران شهری است. در شهرها به ویژه کلانشهرها، مسئله اسکان موقت اهمیت بیشتری پیدا می‌کند، زیرا در زمان اسکان موقت، وسعت مناطق با سطح خرابی گسترده، در مناطق شهری به مراتب بیشتر از مناطق روستایی است. مکان‌یابی جهت اسکان موقت، قبل از وقوع سانحه و در مرحله برنامه ریزی می‌تواند کمک شایانی کند تا مدیران پس از وقوع سانحه برنامه عملیاتی مدون داشته باشند (گیوه چی و عطار، ۱۳۹۱). در ایران معمولاً مکان‌گزینی برای اسکان اضطراری شهروندان به صورت تجربی و پس از بروز سانحه و بدون در نظر گرفتن استانداردهای لازم توسط سازمان‌های امداد رسان انجام می‌گیرد. بدیهی است عدم رعایت مکان‌گزینی صحیح ممکن است فاجعه دیگری حتی به مراتب وخیم‌تر از سانحه اولیه به دنبال داشته باشد. بنابراین لزوم برنامه ریزی، مدیریت و ارائه راهکارهایی مناسب در استقرار اضطراری یا موقت جمعیت‌های آسیب دیده قبل از وقوع زلزله الزامی می‌نماید (ایرامنش و اشراقی، ۱۳۸۵).

هدف تحقیق حاضر، مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله برای آسیب دیدگان با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در قالب مطالعه موردی در شهر مهاباد در استان آذربایجان غربی است. در این راستا با در نظر گرفتن چهار شاخص ژئوتکنیکی، شهرسازی، دوری از تاسیسات خطرناک و دسترسی به تاسیسات حیاتی مورد نیاز که هر شاخص نیز دارای ریزمعیارهایی است و از طریق روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) محاسبه و ترکیب شده‌اند، محل بهینه برای اسکان موقت پس از زلزله در شهر مهاباد تعیین شده‌است. تحقیق حاضر با در نظر گرفتن معیارهای مهم و حیاتی، سعی نموده روشی کاربردی برای انتخاب محل اسکان موقت پس از زلزله برای استفاده کاربردی در شهرهای کشور ارائه نماید. این تحقیق می‌کوشد به سوال‌های زیر پاسخ دهد:

- عوامل موثر در تعیین مکان بهینه اسکان موقت پس زلزله کدامند و اهمیت هر یک چگونه است؟
- برای پیاده سازی مدل تعیین مکان بهینه اسکان موقت پس زلزله در یک شهر به چه اطلاعاتی نیاز است؟
- نقش مدیریت بحران شهری در تعیین مکان بهینه اسکان موقت پس زلزله چگونه است؟

### پیشینه تحقیق

در زمینه اسکان موقت آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله پژوهش‌های متعددی صورت گرفته‌است که در ادامه به برخی از مهمترین و به روزترین آنها اشاره می‌شود. ال انوار<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی افزایش ایمنی محل اسکان موقت آسیب دیدگان پس از مخاطرات طبیعی پرداخته و در آن یک مدل چند منظوره شامل ایمنی، هزینه و بهره‌وری محل اسکان آسیب دیدگان را ارائه نمودند. حدادی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله برای منطقه ۶ کلانشهر تهران به کمک روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرداختند و نتیجه گرفتند که علی‌رغم کمبود مکان مناسب برای اسکان موقت در منطقه ۶ تهران، ایستگاه‌های مترو و کاربری‌های زمین مناسب مانند پارک‌ها و فضاهای سبز در اولویت بالاتری برای اسکان موقت آسیب دیدگان مخاطرات طبیعی در این منطقه قرار دارند. آناند<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۵) در قالب مطالعه‌ای مروری، به مکان‌یابی محل اسکان موقت آسیب دیدگان پس از بحران پرداخته و در آن، مدل‌های مختلف استفاده شده تاکنون برای تعیین محل اسکان موقت آسیب دیدگان پس از انواع بحران‌ها را بررسی نمودند. در تحقیق مذکور، اصول انتخاب مکان مناسب اسکان، ملاحظات طراحی، حداقل استانداردهای مورد نیاز برای آسیب دیدگان شامل خدمات پایه مانند تاسیسات بهداشتی، حمل و نقل و دسترسی‌ها ارائه شده‌است. آنهورن و خزایی<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) به تحلیل فضاهای باز شهری برای اسکان اضطراری پس از زلزله در شهر کاتماندا<sup>۵</sup> پایتخت کشور نپال پرداخته و در آن شاخصی برای تحلیل فضاهای باز شهری ارائه نمودند. در تحقیق مذکور

<sup>1</sup>- El-Anwar

<sup>2</sup>- Hadavi

<sup>3</sup>- Anand

<sup>4</sup>- Anhorn and Khazai

<sup>5</sup>- Kathmandu

مشخص شد از بین ۴۱۰ فضای باز شهری در کلانشهر کاتماندا، ۱۰/۷ درصد مناسب اسکان اضطراری پس از زلزله هستند. لی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی و برنامه ریزی پناهگاه‌های زلزله به صورت سلسله مراتبی در قالب مطالعه موردی در شهر شانگهای چین پرداخته و نتیجه گرفتند که روش برنامه‌ریزی پناهگاه سلسله مراتبی می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌های ساخت، باعث کاهش فاصله پیموده شده برای آسیب دیدگان تا رسیدن به پناهگاه مورد نظر گردد. صمدزادگان و همکاران (۱۳۸۴) به کمک معیارهایی مانند فاصله از مراکز درمانی، فاصله از ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز و برق، فاصله از ایستگاه‌ها و مراکز آتش‌نشانی، فاصله از پمپ بنزین و گاز، ارتفاع ساختمان‌ها و مساحت فضای سبز به بررسی مکان‌یابی اسکان موقت به منظور مدیریت حوادث غیرمترقبه با استفاده از GIS پرداختند. جهت ارزیابی روش پیشنهادی، از نقشه ۱:۲۰۰۰ شهری، به عنوان مبنای اطلاعاتی استفاده شد و سعی گردید تا بهترین محل اسکان بر اساس معیارهای ارائه شده در بین کاندیدهای موجود جهت اسکان شهروندان پس از وقوع زمین لرزه مشخص گردد. نتایج حاصل از پیاده سازی و بکارگیری روش پیشنهادی در قالب سیستم‌های اطلاعات مکانی، توانایی بالای ایده ارائه شده نسبت به روش‌های سنتی معمول را نشان داد. احدنژاد روشی و همکاران (۱۳۹۰) به مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان موقت آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله در شهر زنجان با استفاده از روش‌های چند معیاری و GIS پرداخته و در روش تحقیق خود، ۱۴ معیار موثر در انتخاب مکان بهینه اسکان موقت شامل کاربری اراضی، تراکم جمعیتی، آسیب‌پذیری، پارک‌ها، زمین‌های خالی، سازگاری کاربری‌ها، ساختمان‌های بلند، خطوط برق، مراکز دبستان، مراکز انتظامی، آتش‌نشانی، مراکز درمانی، گسل و شیب را در نظر گرفتند. نتایج تحقیق نشان دهنده کمبود فضاهای کافی از جمله پارک‌ها و فضاهای باز شهری جهت استقرار زلزله زدگان در سطح شهر زنجان می‌باشد. گیوه‌چی و عطار (۱۳۹۱) و گیوه‌چی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی کاربرد مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله در قالب مطالعه موردی منطقه ۶ شیراز پرداختند. در هر دو تحقیق نتایج نشان داد، معیارهای دسترسی و خصوصیات مکانی موجود در بین سایر معیارها و استانداردهای مکان‌یابی مناطق مناسب جهت اسکان موقت آسیب دیدگان از اهمیت بیشتری برخوردارند. همچنین بهترین مکان‌ها جهت عملیات اسکان موقت، بوستان‌ها و زمین‌های بایر در منطقه شهری است. نصیرپور و همکاران (۱۳۹۳) به مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان موقت آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از روش‌های چند معیاری در محیط GIS در منطقه یک کرج پرداخته و معیارهایی همچون دوری از تاسیسات خطرزا، دوری از گسل، کاربری اراضی، دسترسی به پایانه، توپوگرافی و شرایط اقلیمی، دسترسی به مراکز انتظامی و کاربری سبز را مدنظر قرار دادند. مطابق نتایج تحقیق، کاربری‌هایی که دارای فضای سبز و باز و نزدیک به شبکه معابر اصلی هستند، به عنوان بهترین مکان جهت احداث سکونتگاه برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری محسوب می‌شوند. آذرکیش و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی مکان‌یابی محل‌های اسکان موقت پس از وقوع حوادث طبیعی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط GIS و در قالب مطالعه موردی در منطقه دو شهرداری زاهدان پرداختند. در تحقیق مذکور از معیارهای طبیعی، جمعیتی و عملکردی برای تعیین مکان اسکان موقت استفاده شده‌است. مطابق نتایج این

<sup>1</sup>- Huiyong Li

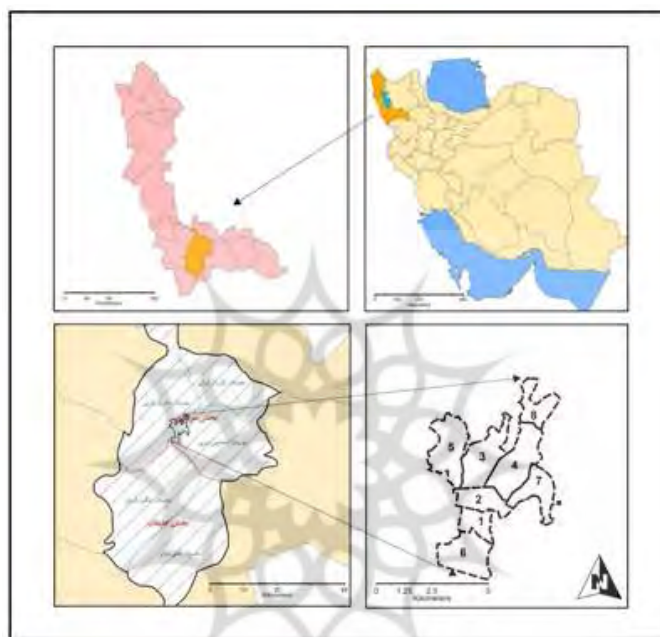
پژوهش، فضاهای باز به ویژه بوستان‌ها، پارک‌های شهری و اراضی بایر به جهت هزینه کم احداث، مالکیت دولتی این گونه اراضی، برخورداری از حداقل وسعت مورد نیاز و قرار داشتن در درون بافت‌های مسکونی، مناسب‌ترین اماکن جهت استقرار مکان‌های اسکان موقت می‌باشند. خمر و همکاران (۱۳۹۳) به برنامه‌ریزی فضاهای پناهگاهی با استفاده از نرم افزار الحاقی کارمانیا خطر که در محیط GIS کار می‌کند، پرداخته و نتیجه گرفتند که فضاهای مدنظر برای انتخاب پناهگاه در کشور پاسخگوی جمعیت موجود منطقه در برابر حوادث نیست. پیام‌راد و وفائی نژاد (۱۳۹۴) به مکان‌یابی مراکز اسکان موقت با استفاده از یک سیستم حامی تصمیم‌گیری GIS مبنای روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس و ویکور در منطقه ۸ شهرداری اصفهان پرداختند. با مقایسه روش‌ها مشخص گردید که روش ویکور بهترین و نزدیکترین روش به رتبه بندی نهایی می‌باشد و روش‌های تاپسیس و تحلیل سلسله مراتبی در رده‌های بعدی قرار گرفتند. براین اساس، با بازنگری در استانداردهای مکان‌یابی پارک‌ها و در نظر گرفتن کاربری اسکان برای پارک می‌توان بسیاری از معیارها و زیرمعیارهای اسکان موقت را از قبل و در هنگام مکان‌یابی پارک لحاظ کرد. رحیمی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از ۲۵ عامل موثر که برگرفته از شرایط طبیعی، زیرساختی، اقتصادی و اجتماعی شهر بوده به مکان‌یابی اردوگاه‌های اسکان موقت در مواقع زلزله در شهرستان‌های جیرفت و عنبرآباد پرداختند. مطابق نتایج تحقیق و پس از تطبیق با کاربری‌ها و مساحت مورد نیاز، از میان ۲۹ قطعه انتخابی در محدوده شهر جیرفت و عنبرآباد، ۷ قطعه در شهر جیرفت و ۵ مکان در شهر عنبرآباد به عنوان مکان‌های مناسب جهت استقرار جمعیت در زمان بحران پیشنهاد گردید.

مروری بر ادبیات فنی موضوع نشان می‌دهد که علیرغم تحقیقات متعدد صورت گرفته در زمینه مکان‌یابی اسکان موقت، به موضوع آسیب‌پذیری لرزه‌ای مکان اسکان موقت و قابل استفاده بودن آن پس از وقوع زلزله با رویکرد مدیریت بحران در نواحی شهری کمتر توجه شده‌است. معیارهای در نظر گرفته شده در این تحقیق، معیارهای پیش از وقوع بحران، در حین بحران و پس از بحران را در بر می‌گیرد. همچنین در تحقیق حاضر، معیارهای در نظر گرفته شده در تحقیقات گذشته نیز در مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله لحاظ شده‌است و در واقع تحقیق حاضر مکمل تحقیقات پیشین نیز است و در آن، روشی کاربردی برای مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله ارائه شده‌است.

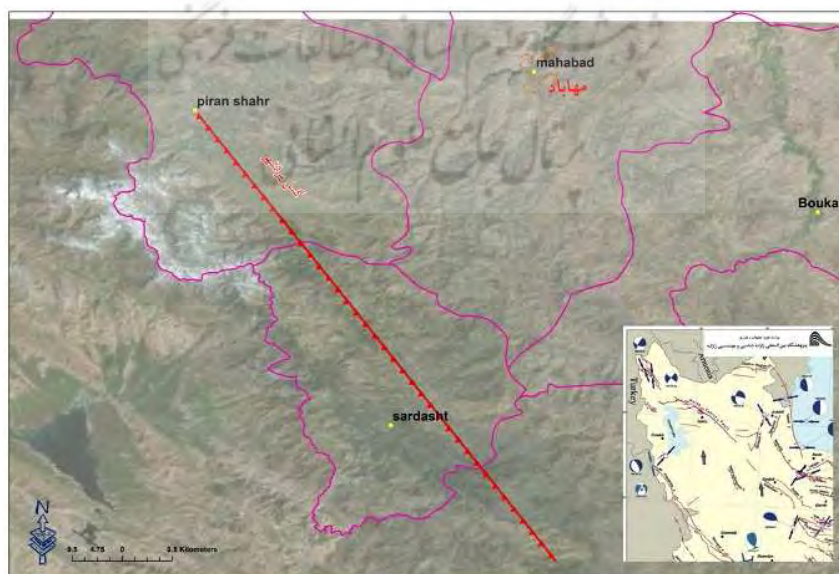
### محدوده مورد مطالعه

شهر مهاباد مرکز شهرستان مهاباد یکی از شهرستان‌های ۱۷ گانه استان آذربایجان غربی است. این شهر در جنوب استان و در موقعیت جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۳ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. موقعیت شهر مهاباد در کشور و استان آذربایجان غربی به همراه نواحی ۸ گانه این شهر همراه با تقسیمات اداری شهر در شکل ۱ نشان داده شده‌است. بر اساس نقشه واحدهای اصلی سائزموکتونیککی ایران، منطقه مهاباد عموماً در واحد سائزموکتونیککی خوی- مهاباد قرار داشته اما قسمت‌های مختلف آن بدلیل پشت سرگذاشتن تحولات زمین‌ساختی و تکتونیککی متفاوت، وضعیت لرزه خیزی متفاوتی را نشان می‌دهد (مهندسان مشاور

پویا نقش شهر و بنا، ۱۳۹۰) (مهندسین مشاور گزینه، ۱۳۹۳). در جدیدترین ویرایش استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۴)، شهر مهاباد در پهنه با خطر نسبی زیاد قرار گرفته است که لزوم بررسی‌های بیشتر در زمینه آسیب‌پذیری لرزه‌ای این شهر و همچنین مدیریت بحران لرزه‌ای با تاکید بر پیشگیری را نمایان می‌سازد. در شکل ۲ نقشه گسل‌های مهم ایران و پیرامون شهر مهاباد نشان داده شده است.



شکل ۱: نقشه موقعیت جغرافیایی و تقسیمات اداری شهر مهاباد



شکل ۲: نقشه گسل‌های مهم ایران و پیرامون شهر مهاباد

### چارچوب نظری تحقیق

توزیع فضایی عناصر، چگونگی کنار هم قرار گرفتن و ترکیب ظاهر و عملکردهای اصلی شهر ساختار شهر را تشکیل می‌دهد. نکته حائز اهمیت این است که ساختارهای شهری گوناگون با توزیع‌های مختلف در سرانه کاربری‌ها، مقاومت‌های متفاوتی در برابر زلزله دارند (عبداللهی، ۱۳۸۰). واکنش هر نوع بافت و ساختار شهری در هنگام وقوع زلزله در قابلیت‌های گریز و پناه‌گیری ساکنان، در امکانات کمک‌رسانی، در چگونگی پاکسازی و بازسازی و حتی اسکان موقت آسیب‌دیدگان پس از زلزله دخالت مستقیم دارد. دامنه تاثیر وضعیت استقرار عناصر کالبدی و سرانه کاربری-های مختلف شهری در وضع موجود شهر به هنگام وقوع زلزله و به تبع آن در تعیین مکان بهینه محل اسکان موقت آسیب‌دیدگان پس از زلزله گسترده شده و حائز اهمیت است. اگر کاربری‌ها در شهرها به گونه‌ای توزیع شوند که سبب عدم تمرکز گردند، می‌توان انتظار داشت آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله تا حد زیادی کاهش یابد. بعضی از کاربری‌ها در شهر وجود دارند که نقش بسیار حساسی در آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله دارند. این کاربری‌ها به کاربری‌های ویژه<sup>۱</sup> معروفند و شامل مدرسه‌ها، دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، مراکز امداد رسانی، مراکز مدیریت شهری، محازن سوخت و ... می‌باشند. بدیهی است آسیب‌دیدن مراکز نظیر مدارس و دانشگاه‌ها به علت انبوهی جمعیت آنها و مخازن سوخت به دلیل ایجاد خطر برای نواحی اطراف خود، بیمارستان‌ها و مراکز امداد رسانی و مدیریت شهری به دلیل عملکرد حساسی که به هنگام وقوع زلزله دارا می‌باشند، از حساسیت فوق‌العاده‌ای برخوردار بوده و ضروری است در مکان‌یابی این گونه کاربری‌ها دقت فراوان صورت گیرد تا حداقل به این مراکز آسیبی وارد نشود (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین این مراکز باید قادر باشند در زمان بحران همچنان به رسالت دسترسی و خدمت رسانی خود ادامه دهند.

وجود زمینه‌های لرزه‌خیزی ناشی از موقعیت زمین‌شناسی، وجود گسل‌های فراوان در بطن و حاشیه شهرها همگام با عوامل انسانی متعدد نظیر جمعیت شهری، افزایش مسکن کم‌دوام شهری و شهرسازی نامتناسب با بحران زلزله، همگی قابلیت لرزه‌پذیری شهرها را افزایش داده‌است؛ تا جاییکه ۹۰ درصد شهرهای کشور، در برابر یک زلزله ۵/۵ ریشتری آسیب‌پذیر شده‌اند (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵). در میان سطوح گوناگون برنامه‌ریزی کالبدی، کارآمدترین سطح برای کاستن از میزان آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله، سطح میانی یا همان برنامه‌ریزی شهری است. بررسی میزان آسیب‌ها به طور مستقیم و غیرمستقیم، به وضعیت نامطلوب برنامه‌ریزی و طراحی شهری آنها مربوط می‌شود. وضعیت بد استقرار عناصر کالبدی و کاربری‌های نامناسب زمین‌های شهری، شبکه ارتباطی ناکارآمد شهر، بافت شهری فشرده، تراکم بالا، وضعیت استقرار تأسیسات زیربنایی شهر، کمبود و توزیع نامناسب فضاهای باز شهری و مواردی از این قبیل، نقشی اساسی در افزایش میزان آسیب به شهرها در برابر زلزله دارند؛ بنابراین، آنچه پدیده زلزله را در شهرها به فاجعه تبدیل می‌کند، در بسیاری موارد، وضعیت نامناسب شهرسازی است (عبداللهی، ۱۳۸۳)؛ بنابراین، می‌توان با اصلاح وضعیت شهرسازی و اتخاذ روش‌های کارآمد برنامه‌ریزی شهری، آسیب‌پذیری شهرها را در برابر زلزله به میزان زیادی

<sup>1</sup>- Special Land-Use

کاهش داد. به عبارت دیگر، باید ایمنی شهری در برابر زلزله را به عنوان یک هدف عمده، در فرآیند برنامه‌ریزی شهری وارد ساخت. تبیین ابعاد برنامه ریزی شهری مربوط به آسیب‌های زلزله، عوامل موثر در آسیب پذیری و شناخت عناصر شهری آسیب پذیر از زمین لرزه، در تحلیل آسیب پذیری لرزه‌ای مناطق شهری و به تبع آن در مکان‌یابی بهینه اسکان موقت پس از زلزله برای آسیب‌دیدگان، نقش بسیار مؤثری را ایفا می‌کند. مدیریت بحران شهری، کاهش خطرهای آمادگی ویژه به طور دائمی و رفع احتیاج‌های خاص پس از وقوع سانحه، اعم از اضطراری و کوتاه مدت یا بلندمدت را دربردارد و بدین لحاظ، با برنامه ریزی شهری و طراحی شهری ارتباطی وسیعتر می‌یابد. با توجه به اینکه بلایای طبیعی به ویژه زلزله در مدتی کوتاه رخ می‌دهد، نه تنها بر کالبد شهر تأثیر می‌گذارد، بلکه بر فعالیت‌های شهری ساکنان نیز آثار مشهود دارد (محمدپور و همکاران، ۱۳۹۵). مطالعات قبلی نشان می‌دهد که اگر ضوابط برنامه ریزی و اجرایی اسکان موقت از پیش تعیین نشوند، پس از وقوع بحران در تعیین مکان سکونتگاه موقت، عوامل غیرقابل پیش بینی دخالت کرده و به انواع مختلف بر کیفیت آن اثر می‌گذارند (بینش، ۱۳۸۶). مهمترین عامل جهت آمادگی قبلی، شناخت میزان آسیب‌پذیری در بحران، اولویت‌بندی و مشخص کردن راه‌حلهایی جهت پیشگیری و مهار خطرهای محتمل می‌باشد (علیدوستی و همکاران، ۱۳۷۲).

برخی شرایط خاص توپوگرافی شهر مهاباد و محدودیت‌های ناشی از آن، بافت فرسوده، ساختمان‌های با مصالح بنایی غیرمسلح سنگین، سازه‌های جدیدالاحداث بدون مقاومت لازم، معابر باریک، وجود تأسیسات و کاربری‌های خطرزا، بریدگی‌ها و شیب‌های تند به خصوص در حاشیه شهر، وجود لوله‌های گاز و کابل‌های فشار قوی و همچنین سطح بالای آب زیرزمینی در برخی مناطق، برنامه‌ریزی و تدوین ضوابط و معیارهای اسکان موقت را امری انکارناپذیر می‌گرداند. در این مطالعه، انعطاف پذیری در فرم شهر، همجواری و تناسب کاربری‌ها با یکدیگر، توزیع متناسب تراکم‌های شهری با جمعیت و داشتن شبکه ارتباطی کارآمد و سلسله مراتبی و زیرساخت‌های مقاوم شهری در کاهش تبعات ناشی از زلزله ضروری شمرده شده است. طی دهه‌های اخیر، نظریه پردازان مختلف دسته بندی‌های متفاوتی از مخاطرات شهری ارائه داده‌اند و هرکدام از یک بعد خاص به مقوله مخاطرات شهری نگریسته‌اند. به علت پیچیدگی‌های محیط شهری، پرداختن به تمامی مؤلفه‌های آسیب پذیر شهری امری دشوار است. پیچیدگی‌های انسان و در هم تنیدگی روابط انسانی و اجتماعی در کنار تعامل انسان با محیط، شامل سازمان‌ها، تأسیسات، فناوری‌ها، سازه‌ها و سخت افزارهای ضروری زیست اجتماعی بشر، از دلایل عمده ی پیچیدگی مطالعه آسیب پذیری شهرها است. قالب مخاطرات شهری به خودی خود نتایج نامطلوبی در پی ندارند؛ آنچه از آن یک فاجعه می‌سازد، پیشگیری نکردن از تأثیرات و آمادگی نداشتن برای مقابله با عواقب آن است. از این رو، شناسایی عوامل تأثیرگذار بر افزایش آسیب ناشی از این پدیده‌ها در شهرها از اهمیت بالایی برخوردار است (امینی ورکی و همکاران، ۱۳۹۳). در ادامه شاخص‌های مؤثر در آسیب پذیری شهر در زمان وقوع زلزله ارائه می‌گردد.

شاخص‌های مؤثر در آسیب پذیری شهر در زمان وقوع زلزله

۱ آسیب پذیری ناشی از تراکم جمعیت



تراکم انسانی یکی از شاخص‌های مهم زندگی شهری است. هر چه تراکم جمعیت در شهر کمتر باشد و این تراکم به طور متعادل در سطح شهر توزیع شده باشد، آسیب پذیری شهر در برابر زلزله کمتر خواهد بود (قاضی حسامی، ۱۳۷۳). برعکس، تراکم جمعیتی بالا در شهر به معنای تلفات و خسارت‌های بیشتر به هنگام وقوع زلزله است و این مساله، علاوه بر از بین بردن تعداد بیشتری از مردم در اثر فروریختن آوارها، به دلیل بسته شدن راه‌ها و معابر و کاهش امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن، موجب مشکل جابجایی مجروحان می‌شود. همچنین تراکم بالای شهری به معنای کمبود فضای خالی برای اسکان موقت آسیب دیدگان است. به طور کلی تراکم‌های انسانی نقش غیر قابل تردیدی در رابطه با شاخص‌های مختلف رفاهی، بهداشتی، آموزشی و دسترسی به امکانات دارد؛ ولیکن رابطه تراکم جمعیت با آثار زلزله قدری پیچیده‌تر است. تراکم جمعیت هیچگونه نقشی در شدت تخریب ندارد، بلکه اهمیت تراکم مربوط به بعد از رخ دادن تخریب است (پرهیزگار، ۱۳۷۶).

## ۲ آسیب پذیری ناشی از تراکم ساختمانی

در تراکم ساختمانی بالا، امکان تخلیه کاهش یافته و میزان خسارات جانی و مالی افزایش پیدا می‌کند. درصد بالای تراکم ساختمانی چه در سطح و چه در ارتفاع از عوامل مؤثر افزایش آسیب ساختمان‌های شهر به خصوص در نقاطی است که اطمینان به رعایت کامل اصول مقاوم سازی ساختمان‌ها وجود ندارد (شفیعی، ۱۳۷۷).

## ۳ آسیب پذیری ناشی از قدمت ساختمان

هر چه عمر ساختمان‌ها بیشتر باشد، با توجه به فرسودگی و همچنین استفاده از مصالح کم دوام در زمان‌های گذشته برای ایجاد فضاها، مقاومت ساختمان در برابر زلزله کمتر شده و آسیب پذیری افزایش می‌یابد (مشکینی، ۱۳۸۵).

## ۴ آسیب پذیری ناشی از مصالح ساختمان

نوع مصالح به کار رفته در ساختمان‌ها در میزان مقاومت آنها بسیار مؤثر است. مطابق تقسیم‌بندی مرکز آمار، مصالح بکار رفته در بناها عبارتند از: بتن آرمه، آجر و آهن، سنگ و چوب، تمام چوب، خشت، گل و خشت و چوب که هرکدام دارای مقاومت‌های متفاوتی می‌باشند. این تفاوت مقاومت، تأثیر مهمی در آسیب‌پذیری ساختمان‌ها دارد (نوریان، ۱۳۸۷).

## ۵ آسیب پذیری ناشی از دسترسی به شبکه معابر

رعایت سلسله مراتب در طراحی شبکه‌ها و دسترسی مناسب می‌تواند در زمان وقوع زلزله نقش مهمی برعهده داشته باشد و میزان صدمات وارده را کاهش دهد. همچنین طرح و ظرفیت سیستم خیابان‌های محلی و نحوه ارتباط آن با شریان‌های اصلی، از میزان آسیب پذیری و تلفات می‌کاهد (قریب، ۱۳۷۶). معابر به عنوان یکی از عناصر بسیار مهم

شهری، بلافاصله بعد از وقوع زلزله اهمیت ویژه‌ای می‌یابند، چرا که نیاز به جابجایی و اسکان در اولین فرصت مطرح می‌گردد. بنابراین در صورت بسته شدن یکی از جاده‌های اصلی و یا حتی معابر فرعی، خسارات ناشی از زلزله چندین برابر می‌شود و بازگرداندن شرایط به وضعیت عادی به تأخیر می‌افتد. در سطح شهر اگر معابر باریک و تراکم جمعیت بالا باشد، عملیات امداد و نجات به سختی صورت می‌پذیرد و باعث افزایش تلفات می‌شود؛ از طرفی اگر سلسله مراتب معابر شهری رعایت شود و عرض معابر به تناسب سلسله مراتب و تراکم جمعیت باشد، عملیات امداد رسانی سریعتر و آسان‌تر می‌شود (رشیدی فرد و همکاران، ۱۳۹۳).

### روش تحقیق

در این تحقیق به شاخص سازی، مدل سازی و تحلیل ارتباط بین عوامل موثر در تعیین محل بهینه اسکان موقت آسیب‌دیدگان پس از زلزله برای شهرستان مهاباد پرداخته شده است. در این راستا، از مدل تحلیل سلسله مراتبی به عنوان مدل اصلی استفاده شده است. لذا پس از مطالعات کتابخانه‌ای و تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل و با توجه به نتایج حاصل از مطالعات پیشین، پرسشنامه‌ای بر مبنای روش مذکور تدوین شده و در اختیار کارشناسان مربوطه و صاحب نظران قرار گرفت تا عوامل موثر در تعیین محل بهینه اسکان موقت آسیب‌دیدگان پس از زلزله استخراج گردد. برای ارزیابی و سنجش سازگاری قضاوت‌ها از نرم افزار Expert Choice استفاده شده، همچنین قابلیت‌ها و تکنیک‌های تحلیل نرم افزار GIS مانند همپوشانی لایه‌ها به عنوان تکنیک کمکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. روش مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله در این تحقیق از نوع تحلیلی و براساس شاخص‌های کیفی و کمی است. ویژگی‌های کمی و کیفی شامل موقعیت مکانی، عرض کوچه‌ها و خیابان‌ها و معابر اصلی، تعیین کاربری اراضی شهری و تراکم جمعیتی و... است. در این راستا، از طرح‌های جامع و تفصیلی شهر مهاباد، اطلاعات آماری مرکز آمار ایران و همچنین انجام عملیات میدانی، اطلاعات مورد نیاز روش جمع‌آوری شد. نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ شهر مهاباد در محیط AutoCad و GIS تلفیق و باهم یکی شدند. براین اساس، نقشه موقعیت مکانی سازه‌های شهر ایجاد شد و این نقشه به عنوان مبنای کار جهت جمع‌آوری اطلاعات قرار گرفت. پس از جمع‌آوری اطلاعات و نقشه مکانی سازه‌ها، بانک اطلاعاتی با تولید فیلدهای اطلاعاتی خاص در محیط GIS ایجاد شد. به این ترتیب در این تحقیق در یک ارزیابی جامع، چهار شاخص ژئوتکنیکی، شهرسازی، دوری از تاسیسات خطرزا و دسترسی به تاسیسات حیاتی مورد نیاز تقسیم بندی شدند که هر شاخص نیز دارای ریزمعیارهایی است که مجموعاً ۱۵ معیار است (جدول ۲). در این تحقیق، هدف تعیین مکان بهینه اسکان موقت پس از زلزله با ترکیب تاثیرات شاخص‌های غیرلرزه‌ای نظیر شاخص‌های شهرسازی، دوری از تاسیسات خطرزا و دسترسی به تاسیسات حیاتی مورد نیاز با شاخص‌های لرزه‌ای مانند خطر زلزله، گسل‌ها، روانگرایی و زمین لغزش با اعمال ضرایب وزنی آنها در قالب شاخص ژئوتکنیکی است. از آنجاکه معیارهای دخیل در خروجی نهایی تعیین مکان بهینه اسکان موقت پس از زلزله، متنوع می‌باشند، در تحقیق حاضر پس از هم‌ارز نمودن مقادیر و هم‌مبدا کردن آنها برای ۴ شاخص، سامانه‌ای رقومی متشکل از لایه‌های اطلاعاتی که بر روی هم قرار گرفته‌اند، تشکیل شد. در این بین، وزن هرکدام از لایه‌ها با توجه به اصول و مبانی مهندسی شهرسازی، مدیریت بحران، مهندسی ژئوتکنیک و مهندسی زلزله و براساس روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

انتخاب شده است. براین اساس، اهمیت‌ها در روند استفاده شده، به ترتیب مختص شرایط کیفی و کمی دوری از تاسیسات خطرزا، دسترسی به تاسیسات حیاتی مورد نیاز، ژئوتکنیکی و شهرسازی انتخاب شد. مرحله پس از برهم نهش لایه‌ها، نحوه ترکیب مقادیر است. در روش انتخابی برای مکان‌یابی بهینه اسکان موقت پس از زلزله در شهر مهاباد، مبنای کار اعمال ضریب وزنی و جمع نهایی آنها بوده است که حاصل ترکیب مقادیر عددی تمامی مقادیر وزن-های واقع در هرکدام از لایه‌های اطلاعاتی است. محصول نهایی کار را می‌توان مکان‌های مناسب اسکان موقت پس از زلزله در شهر مهاباد به ازای معیارهای موثر انتخابی دانست. براین اساس، پس از ساخت مدل از روش توسعه یافته در نرم افزار Expert Choice و ورود ماتریس‌های مقایسه‌های زوجی، وزن معیارها حاصل شد که در ادامه تشریح می‌گردد.

### بحث و یافته‌های تحقیق

همانطور که پیش‌تر اشاره شد، در مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله، چهار شاخص ژئوتکنیکی، شهرسازی، دوری از تاسیسات خطرزا و دسترسی به تاسیسات حیاتی مورد نیاز در نظر گرفته شد. در این بخش، ریزمعیارهای هریک از این ۴ شاخص معرفی و بررسی می‌شود. در شکل ۲، نمایی از چهار شاخص اصلی و معیارهای آنها و روند تحقیق نشان داده شده است. در مورد نحوه دسته بندی نقشه‌ها لازم به ذکر است که با توجه به هدف مقاله که تعیین محل اسکان موقت پس از زلزله می‌باشد، تمامی شاخص‌ها و زیرشاخص‌های زیرمجموعه آنها، با همین رویکرد امتیازبندی و دسته‌بندی شده است. براین اساس، در مورد همه زیرشاخص‌های هر شاخص، مناطق مختلف شهر مهاباد و محدوده‌های تعریف شده برای آنها در نقشه‌ها، از جهت محل اسکان موقت، به سه دسته مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب امتیازبندی و دسته بندی می‌شود.

### ۱- معیارهای ژئوتکنیکی

در این تحقیق، شاخص ژئوتکنیکی به عنوان یکی از مهمترین شاخص‌های مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله در قالب ۵ معیار شامل بیشینه شتاب محتمل زمین (PGA)، پهنه‌بندی شیب، روانگرایی، زمین‌لغزش و گسل مورد بررسی قرار گرفت. معیارهای ژئوتکنیکی در بخش عمده‌ای از تحقیقات گذشته کمتر مورد توجه قرار گرفته بود که در این تحقیق با ۵ معیار اساسی در نظر گرفته شد.

#### ۱-۱- بیشینه شتاب محتمل زمین (PGA)

یکی از لایه‌های مهم اطلاعاتی در برآورد خطرپذیری و همچنین به عنوان لایه اطلاعاتی ارزشمند در تحلیل خطرپذیری لرزه‌ای، اطلاعات مربوط به توزیع بیشینه شتاب محتمل زمین (PGA) است. در این تحقیق، دوره بازگشت ۴۷۵ ساله (به عنوان سطح مبنای طراحی براساس آیین نامه ۲۸۰۰) مدنظر قرار گرفته است. اطلاعات مربوط به توزیع بیشینه شتاب محتمل زمین (PGA) به کمک اطلاعات طرح مطالعات ریزپهنه بندی خطر زمین لرزه‌ای شهر

مهاباد تهیه شده است (مهندسین مشاور تهران پادیر، ۱۳۹۰). شتاب مبنای طراحی در مطالعات تحلیل خطر زمین لرزه به صورت نقشه پهنه‌بندی خطر برای محدوده شهر مهاباد محاسبه شده است (شکل ۳). PGA با میزان آسیب پذیری رابطه مستقیم دارد و هرچه میزان PGA در منطقه‌ای از شهر بالاتر باشد، آن منطقه در برابر زلزله آسیب‌پذیر بوده و به همان میزان، مناسب برای محل اسکان موقت پس از زلزله نمی‌باشد. لذا مناطق با PGA کمتر، مناسب محل اسکان موقت پس از زلزله می‌باشند.

### ۲-۱- پهنه بندی شیب

شیب به عنوان یکی از عوارض طبیعی و ژئومورفولوژیکی در مطالعات جغرافیایی و ژئوتکنیکی حائز اهمیت است. برای تهیه نقشه پهنه‌بندی شیب شهر مهاباد از ویژگی‌های خطوط منحنی میزان بر روی نقشه‌های توپوگرافی که نمایشگر تغییرات شیب نیز هستند، از نرم افزار سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شد (شکل ۴). براین اساس، هرچه عوارض طبیعی در یک منطقه شهری دارای شیب کمتری باشند، آن منطقه از نظر دسترسی برای محل اسکان موقت پس از زلزله مناسب‌تر است. لذا مطابق شکل ۴، در مورد شهر مهاباد که پهنه بندی شیب در آن بین ۰ تا ۴۵ درجه متغیر است، مناطق با شیب ۰ تا ۱۵ درجه مناسب‌ترین محل‌ها برای اسکان موقت پس از زلزله هستند. همچنین از این نظر، مناطق با شیب ۱۵ تا ۳۰ درجه نسبتاً مناسب و ۳۰ تا ۴۵ درجه نامناسب هستند.

### ۳-۱- پهنه بندی زمین لغزش

براساس نتایج حاصل از مطالعات ژئوتکنیکی شهر مهاباد در قالب حفاری‌ها و مطالعات ژئوتکنیکی به بررسی پدیده زمین‌لغزش پرداخته و براساس دستورالعمل (TC4(1993) که به عنوان راهنما در پهنه بندی مخاطرات ژئوتکنیک لرزه‌ای کاربرد دارد، نقشه پهنه‌بندی زمین‌لغزش برای شهر مهاباد تهیه و در تحلیل‌ها استفاده شد. اطلاعات مربوط به پهنه بندی زمین لغزش به کمک اطلاعات طرح مطالعات ریزپهنه بندی خطر زمین لرزه‌ای شهر مهاباد تهیه شده است (مهندسین مشاور تهران پادیر، ۱۳۹۰). از آنجا که بیشتر بافت شهری در شهر مهاباد در نواحی کوهپایه‌ای توسعه یافته است، احتمال وقوع پدیده زمین لغزش در این شهر پس از وقوع زمین لرزه پدیده‌ای محتمل است. در شکل ۵، مناطق مختلف شهر از نظر زمین لغزش، به چهار دسته پایدار، نسبتاً پایدار، نسبتاً ناپایدار و ناپایدار تقسیم شده است. مناطق پایدار از نظر زمین لغزش، مناسب‌ترین محل‌ها برای اسکان موقت پس از زلزله هستند و در این دسته بندی، مناطق نسبتاً پایدار از نظر زمین لغزش، برای محل اسکان موقت پس از زلزله نسبتاً مناسب و مناطق نسبتاً ناپایدار و ناپایدار، از این نظر نامناسب هستند.

<sup>1</sup>-The Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering (TC4 of ISSMGE)

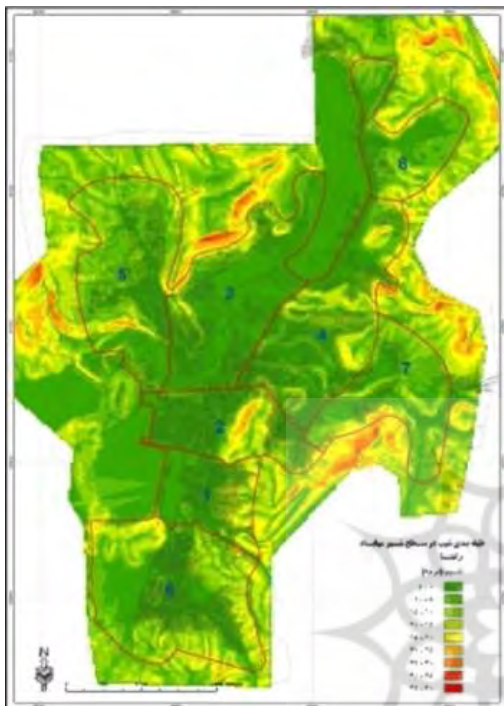
#### ۴-۱- پهنه بندی روانگرایی

براساس نتایج حاصل از مطالعات ژئوتکنیکی شهر مهاباد در قالب حفاری‌ها و مطالعات ژئوتکنیکی به بررسی پدیده روانگرایی پرداخته و براساس دستورالعمل (TC4(1993) نقشه پهنه‌بندی روانگرایی برای شهر مهاباد تهیه و در تحلیل-ها استفاده شده‌است (شکل ۶). اطلاعات مربوط به پهنه بندی روانگرایی به کمک اطلاعات طرح مطالعات ریزپهنه بندی خطر زمین لرزه‌ای شهر مهاباد تهیه شده است (مهندسين مشاور تهران پادير، ۱۳۹۰). در شکل ۶، مناطق مختلف شهر مهاباد از نظر روانگرایی، به پنج دسته غیرروانگرا، کم، متوسط، بالا و بسیار بالا تقسیم شده‌است. مناطق غیرروانگرا مناسب‌ترین محل‌ها برای اسکان موقت پس از زلزله هستند و در این دسته بندی مناطق با روانگرایی کم و متوسط، برای محل اسکان موقت پس از زلزله نسبتاً مناسب و مناطق با روانگرایی بالا و بسیار بالا، از این نظر نامناسب هستند.

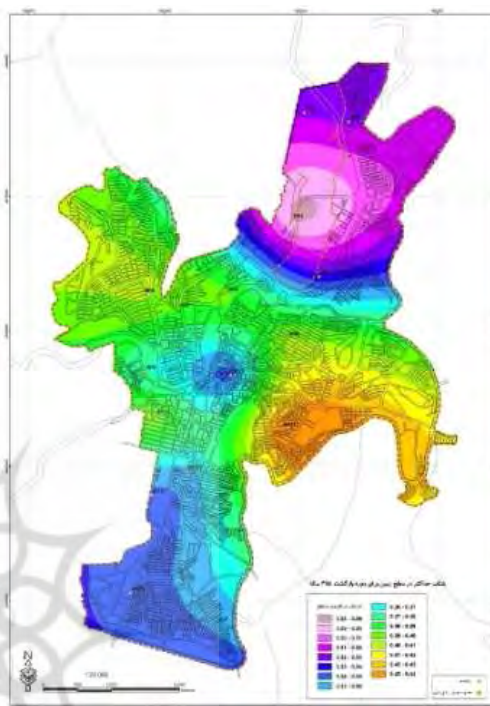
#### ۵-۱- گسل‌های منطقه

با توجه به شرایط زمین‌شناسی و زمین‌ساخت گستره مورد پژوهش و گسل‌ها و سرچشمه‌های لرزه‌زای پهنه مورد مطالعه، معیارهای لرزه‌زای گستره ۱۵۰ کیلومتری شهر مهاباد و پهنه‌های لرزه زمین‌ساختی قابل شناسایی در گستره آن، محاسبه شد. با رقومی کردن نقشه گسل‌های منطقه و با انطباق مسیر گذر گسل‌ها با محدوده شهر مهاباد، زون مستعد گسیختگی تعیین شده و به عنوان پهنه مستعد گسیختگی در نظر گرفته شد. در منطقه مهاباد مجموعه‌ای از گسل‌های اصلی، فرعی و راندگی‌ها قابل تشخیص هستند که در این میان، سهم محدوده شهر مهاباد محدود به امتداد گسل‌های فرعی در قسمت‌های شرق و جنوب غرب شهر است که بصورت شمالی- جنوبی امتداد یافته‌اند. با این حال در محدوده شهر مهاباد گسلی وجود ندارد و پهنه گسل برای تمام شهر یکسان است (شکل ۷). با توجه به شکل ۷، برای شهر مهاباد فاصله تا گسل برای تمام عوارض شهری یکسان و تاثیر این پارامتر در نقشه نهایی صفر می‌باشد، اما چون تاثیر این زیرشاخص، برای مطالعه موردی دیگر که مثلاً گسل از داخل شهر عبور می‌کند، لزوماً صفر نیست، نقشه فاصله تا گسل برای حفظ روند تحقیق در متن مقاله آورده شده اما برای شهر مهاباد، ضریب اعمالی نداشته و صفر در نظر گرفته شده است.

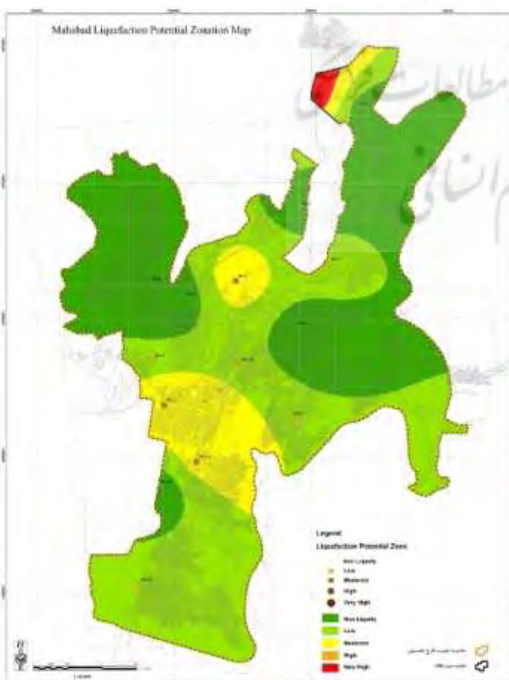
نقشه‌های معیارهای شاخص ژئوتکنیکی



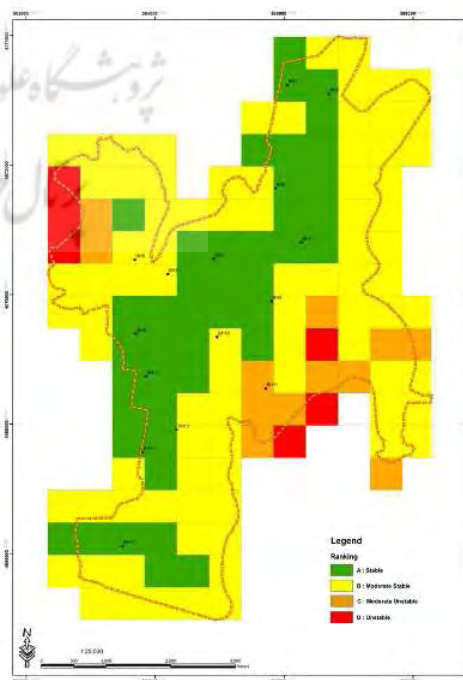
شکل ۴: نقشه پهنه بندی شیب شهر مه‌آباد



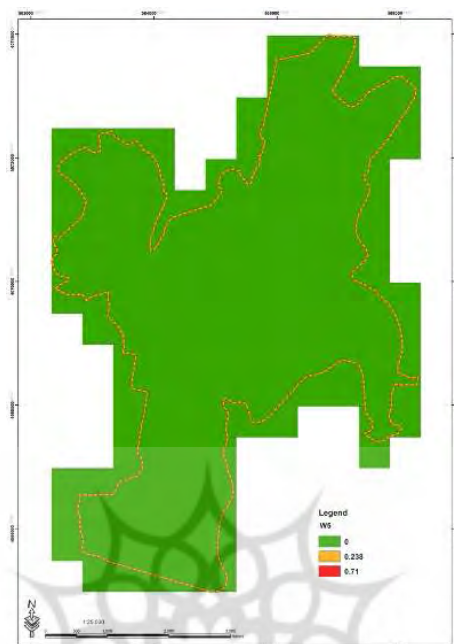
شکل ۳: نقشه توزیع بیشینه شتاب محتمل زمین (PGA) برای دوره بازگشت ۴۷۵ ساله در شهر مه‌آباد



شکل ۶: نقشه پهنه بندی روانگرایی شهر مه‌آباد



شکل ۵: نقشه پهنه بندی زمین لغزش شهر مه‌آباد



شکل ۷: نقشه تاثیر گسل های منطقه در شهر مهاباد

## ۲- معیارهای شهرسازی

در این تحقیق، شاخص شهرسازی به عنوان شاخصی مهم از نقطه نظر مدیریت بحران نواحی شهری در مکان یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله در قالب ۳ معیار در نظر گرفته شد. این سه شاخص عبارتند از: نفوذپذیری بافت شهری، استقرار عناصر کالبدی و سرانه کاربری های مختلف شهری در وضع موجود شهر و عوامل جمعیتی و تراکم. معیارهای شهرسازی در بخش عمده ای از تحقیقات گذشته کمتر مورد توجه قرار گرفته بود که در این تحقیق با ۳ معیار در نظر گرفته شد.

### ۲-۱- نفوذناپذیری بافت شهری

عامل میزان دسترسی به داخل بافت های شهری با آسیب پذیری لرزه ای و خسارات ناشی از آن در ارتباط نزدیکی قرار دارد. در واقع می توان چنین بیان نمود که معیار عدم دسترسی بافت<sup>۱</sup> یا نفوذناپذیری بافت شهری با میزان آسیب پذیری لرزه ای رابطه مستقیم دارد (فلاحی، ۱۳۸۶). یعنی هرچقدر که نفوذناپذیری بافت بیشتر باشد، احتمال دسترسی به داخل بافت در مواقع بروز بحران لرزه ای کمتر بوده و در نتیجه احتمال آسیب و تلفات جانی یا خسارات وارده در هنگام بروز بحران های لرزه ای بیشتر خواهد بود. این معیار از جمله معیارهای اصلی شورای عالی شهرسازی

<sup>۱</sup>-Inaccessibility

و معماری در تعیین بافت‌های فرسوده کل کشور است که بر اساس مصوبه مورخ ۸۵/۰۲/۱۱ این شورا، ۳ معیار زیر جهت شناسایی بلوک‌های فرسوده مورد تصویب قرار گرفته است (بنی هاشمی و همکاران، ۱۳۹۲).

۱- ریزدانی: بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد پلاک‌های آن مساحت کمتر از ۲۰۰ متر مربع دارند.

۲- ناپایداری: بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد بناهای آن ناپایدار و فاقد سیستم سازه است.

۳- نفوذناپذیری: بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد معابر آن عرض کمتر از ۶ متر دارند.

در شهر مهاباد نیز با توجه به موارد فوق الذکر، در مورد معیار نفوذناپذیری بافت با مقایسه نقشه شبکه معابر و عرض معابر بافت شهری در وضع موجود و نقشه قدمت بناها (جهت تعیین محدوده بافت فرسوده شهر) مشخص شد که قسمت جنوب و جنوب غربی ناحیه ۴، بخش‌های عمده‌ای از نواحی ۱ و ۲ و همچنین ناحیه ۶ دارای معیار نفوذناپذیری بالایی بوده و بیشترین درصد احتمال آسیب‌پذیری لرزه‌ای در بافت شهری را به خود اختصاص می‌دهند. با توجه به شکل ۸، نواحی شهر مهاباد با نفوذپذیری بالا از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله نامناسب و نواحی با نفوذپذیری پایین از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مناسب می‌باشد. برای این معیار، مناطق نسبتاً مناسب وجود ندارد، ولی با توجه به هدف نهایی تحقیق در تعیین محل اسکان موقت پس از زلزله، ضریب تاثیر مناطق مناسب بیشتر از مناطق نامناسب در نظر گرفته شده است.

## ۲-۲- وضعیت استقرار عناصر کالبدی و سرانه کاربری‌های مختلف شهری در وضع موجود شهر

به منظور بررسی کمبودهای مربوط به عناصر کالبدی و سرانه کاربری‌های شهری در سطح شهر به تفکیک نواحی، در جدول ۱ بررسی کمی و توزیع خدمات شهری در شهر مهاباد به تفکیک نواحی ۹ گانه شهر ارائه شده است. بررسی توزیع مکانی خدمات شهری اعم از آموزش عمومی، آموزش عالی، درمانی، بهداشتی، مذهبی، ورزشی، فرهنگی و فضای سبز نشان دهنده این موضوع است که تعدادی از نواحی شهر مهاباد فاقد خدمات شهری لازم است.

جدول ۱: بررسی کمی و توزیع خدمات شهری در شهر مهاباد به تفکیک نواحی ۹ گانه در سال ۱۳۸۵

(مهندسان مشاور پویا نقش شهر وینا، ۱۳۹۰)

جمع	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۹	-	-	-	-	۱	-	۱	۶	۱	کودکستان
۲۴	-	-	۱	۵	۳	۵	۲	۵	۳	دبستان
۱۵	-	-	-	۲	۱	۴	۳	۳	۲	راهنمایی
۱۸	-	-	۱	۱	-	-	۵	۹	۲	دبیرستان
۴	-	-	۱	-	۱	۲	-	-	-	آموزش عالی
۲۵	-	-	-	۱	-	۸	۵	۸	۳	درمانی
۹	-	-	-	-	-	۳	۳	۲	۱	بهداشتی
۴۶	-	-	-	۷	۱	۵	۹	۱۸	۶	مذهبی
۷	-	-	-	-	-	۲	۲	۲	۱	ورزشی
۲۴	-	-	-	۳	۳	۵	۵	۶	۲	فرهنگی
۴۱	-	-	۱	۲	۴	۱۵	۱۱	۳	۵	فضای سبز



به لحاظ بهره‌مندی از خدمات شهری، نواحی ۱،۲،۳ از بیشترین میزان و نواحی ۶،۷،۸ با کمترین میزان بهره‌مندی از خدمات شهری مواجه است. نواحی ۴ و ۵ به لحاظ بهره‌مندی در وضعیتی بینابین قرار دارد. همچنین بررسی توزیع مکانی مراکز بهداشتی، درمانی نشان می‌دهد که نواحی ۵،۷،۸،۹ فاقد مراکز درمانی هستند. توزیع مکانی فضای سبز نشان می‌دهد که بخشی از شهر که شامل بخش شمالی شهر است و نواحی ۸ و ۹ را شامل می‌شود، فاقد فضای سبز اعم از سالن‌های ورزشی و زمین‌های بازی کودکان و ... است (شکل ۹).

### ۲-۳- عوامل جمعیتی و تراکم

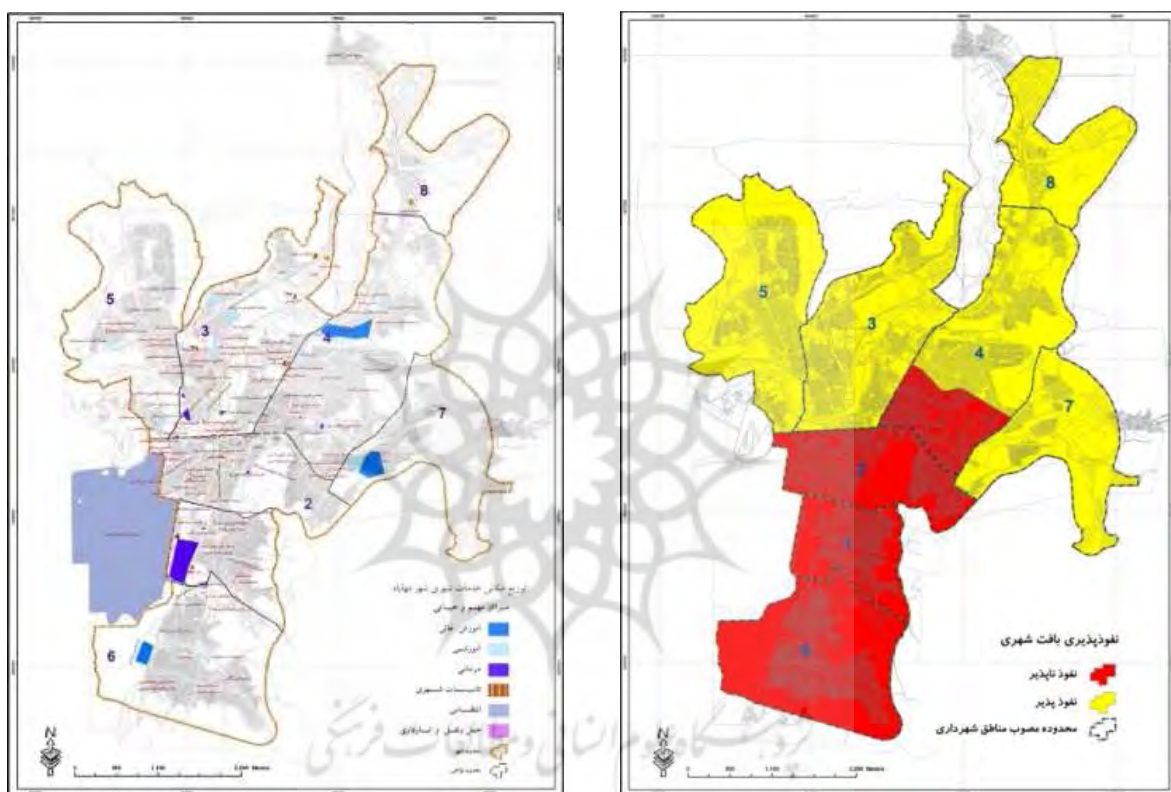
مهمترین عامل غیرلرزه‌ای در تعیین مکان بهینه اسکان موقت، جمعیت است. همچنین رابطه‌ی تراکم اعم از ساختمانی و جمعیتی با آسیب پذیری، مستقیم است. به این معنی که با افزایش تراکم، احتمال آسیب پذیری نیز افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که بدنه خیابان‌هایی با تراکم ساختمانی و جمعیتی بالا، کیفیت ابنیه پایین، فاصله زیاد تا مراکز امدادی نسبت به سایر قطعه‌ها و درجه محصوریت بیشتر، از میزان آسیب پذیری بالایی برخوردار بوده تا حدی که به عنوان بخش‌های آسیب پذیر شناخته می‌شود.

تعداد جمعیت تخصیص یافته به هر زون که بیانگر تراکم جمعیتی است، در محاسبات خطرپذیری لرزه‌ای و تعیین مکان بهینه اسکان موقت در شهر مهاباد در نظر گرفته شد. در این راستا برای شهر مهاباد به ازای هر زون تعداد جمعیت با استفاده از آمار مرکز آمار ایران محاسبه شد. براساس آمار سرشماری سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران، شهر مهاباد دارای ۱۴۸۲۳۰ نفر جمعیت بوده که از این تعداد ۷۴۳۶۱ نفر مرد و ۷۳۸۶۹ نفر زن هستند و تعداد خانوار در نقاط شهری ۳۸۵۲۱ است (شکل ۱۰). بررسی توزیع میزان تراکم ساختمانی در سطح شهر به تفکیک نواحی ۹ گانه (ناحیه ۹ در افق طرح تفصیلی می‌باشد) نشان می‌دهد که ناحیه ۳ در بخش شمالی از بیشترین نرخ (۹۸،۲ درصد) و ناحیه ۶ در بخش جنوبی از کمترین نرخ (۵۶ درصد) برخوردار است. پهنه بندی تراکمی شهر با سه مقیاس کم، متوسط و زیاد قابل بررسی است. مقیاس کم با پهنه بندی کمتر از ۷۰ درصد تراکم ساختمانی، شامل نواحی ۱،۶،۷ است. مقیاس متوسط با پهنه بندی ۷۰ تا ۸۵ درصد تراکم ساختمانی، شامل نواحی ۴،۵،۹ است. مقیاس زیاد با پهنه بندی بیش از ۸۵ درصد تراکم ساختمانی، شامل نواحی ۲،۳،۸ است. پهنه بندی تراکمی شهر مهاباد نشان دهنده این موضوع است که بخش‌های جنوبی و شرقی شهر واقع در نواحی ۱،۶،۷ با مقیاس کم جزء پهنه تراکم ساختمانی کمتر از ۷۰ درصد است. بخش شمالی شهر از جمله نواحی ۴،۵ و ۹ با مقیاس متوسط جزء پهنه تراکم ساختمانی بین ۷۰ تا ۸۵ درصد می‌باشد. بخش مرکزی شهر از جمله ۲،۳ و ۸ با مقیاس زیاد جزء پهنه تراکم ساختمانی بالاتر از ۸۵ درصد است. ناحیه ۹ در افق طرح تفصیلی می‌باشد.

براین اساس، محل‌هایی که در آنها تراکم ساختمانی و جمعیتی مقیاس کمتری دارند، برای محل اسکان موقت مناسب هستند. محل‌ها با تراکم ساختمانی و جمعیتی در مقیاس متوسط، از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله نسبتاً مناسب و مناطق با تراکم ساختمانی و جمعیتی در مقیاس زیاد، از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله

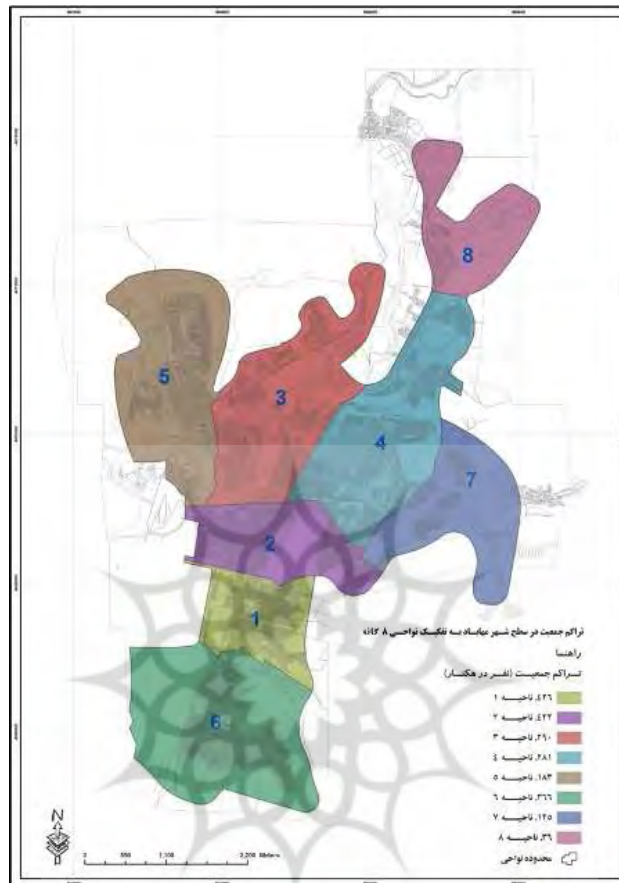
نامناسب هستند. زیرا همانطور که پیش تر اشاره شد، تراکم بالای شهری به معنای کمبود فضای خالی برای اسکان موقت آسیب دیدگان است.

### نقشه‌های معیارهای شاخص شهرسازی



شکل ۹: وضعیت استقرار عناصر کالبدی و سرانه کاربری‌های مختلف شهری در وضع موجود شهر مهاباد

شکل ۸: نقشه نفوذپذیری بافت شهری مهاباد



شکل ۱۰: نقشه عوامل جمعیتی و تراکم شهر مه‌آباد

### ۳- معیارهای دوری از تاسیسات خطرناک

در هر شرایط بحرانی نقاطی وجود دارند که به عنوان نقاط حساس و خطرناک شناخته می‌شوند. اگر چه این نقاط در شرایط عادی خطری ندارند، اما به واسطه ویژگی‌هایی که دارند هر یک به نوعی سبب تشدید شرایط بحرانی گشته و چه بسا خسارات و تلفات را تا چندین برابر افزایش دهند. در شرایط بحرانی که به سبب وقوع زلزله ایجاد می‌شود نیز این نقاط خطرناک می‌توانند با ایجاد انفجار، آتش سوزی و ... سبب تشدید اثرات بحران و خسارات و تلفات جانی ناشی از آن شوند (مهندسان مشاور پویا نقش شهر و بنا، ۱۳۹۰). لذا محل اسکان موقت پس از زلزله تا حد امکان می‌بایست دور از تاسیسات خطرناک باشد. در شهر مه‌آباد با توجه به بررسی‌های میدانی صورت گرفته و اطلاعات در دسترس، معیارهای دوری از تاسیسات خطرناک در قالب ۳ معیار مهم شامل دوری از جایگاه‌های سوخت (پمپ بنزین و CNG)، دوری از پست‌های برق (توزیع، انتقال و پست‌های سیار) و دوری از ایستگاه‌های تقویت و تقلیل فشار گاز (T.B.S) و (C.G.S) در نظر گرفته شد.

### ۳-۱- دوری از جایگاه‌های سوخت

در این جایگاه‌ها به دلیل حجم بالای مواد قابل اشتعال و انفجاری، احتمال انفجار و آتش‌سوزی در زمان وقوع زلزله، بسیار بالاست که این امر در صورت وقوع می‌تواند پهنه وسیعی از محدوده اطراف این جایگاه که در این تحقیق محل اسکان موقت پس از زلزله است را متأثر سازد و شرایط بحرانی آن را چندین برابر تشدید سازد. مطابق شکل ۱۱، با در نظر گرفتن فاصله ۵۰۰ متر به عنوان فاصله مبنا، فواصل عوارض شهری نسبت به جایگاه‌های سوخت در شهر مهاباد در محدوده ۰ تا ۴۰۰۰ متر قرار می‌گیرد که با تقسیم این محدوده به سه دسته، نواحی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مشخص شد. براین اساس، هرچه فاصله عوارض شهری تا جایگاه‌های سوخت کمتر باشد، ناحیه مورد نظر از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله نامناسب‌تر است و احتمال خطر و آسیب وجود دارد.

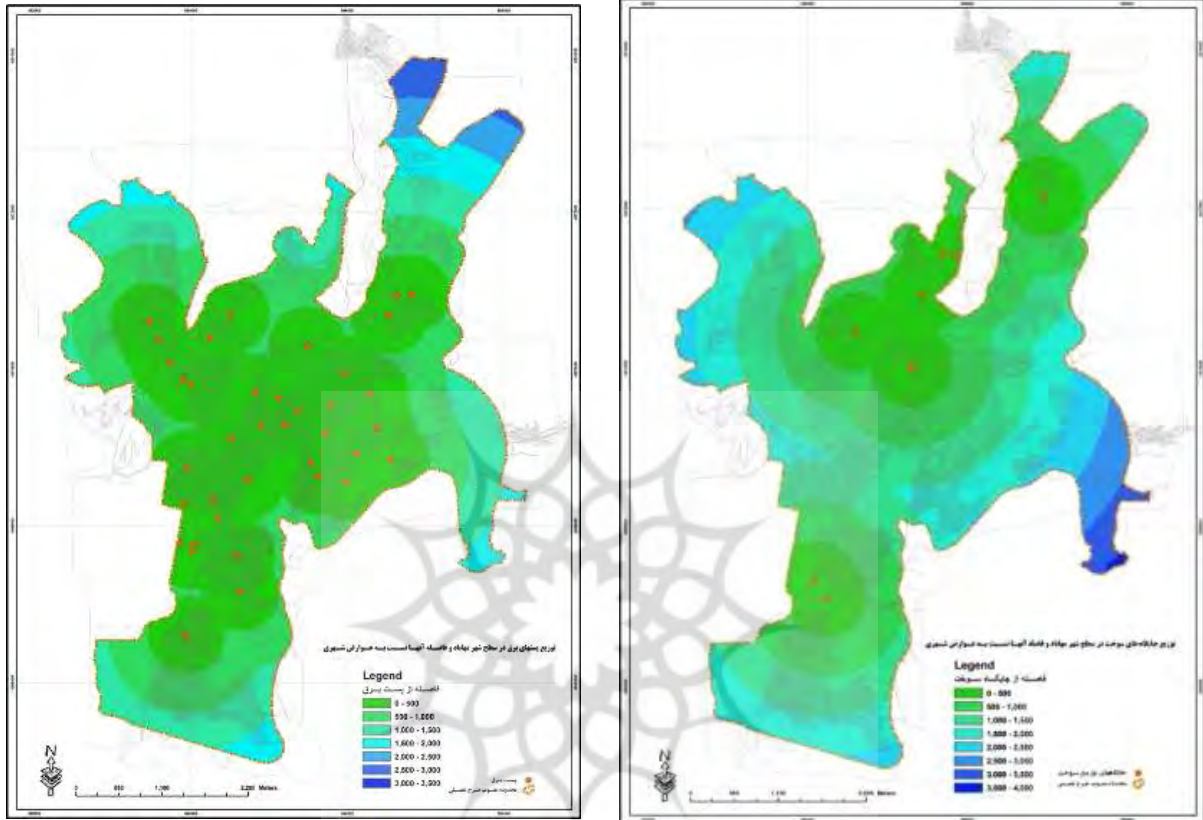
### ۳-۲- دوری از پست‌های برق

پست‌های برق به دلیل تولید جریان الکتریسیته در هنگام وقوع زلزله می‌توانند هم سبب آتش‌سوزی شوند و هم شرایط انفجار گاز را ایجاد نمایند که در هر دو صورت تلفات بسیار سنگینی برجای خواهند گذارد. مطابق شکل ۱۲، با در نظر گرفتن فاصله ۵۰۰ متر به عنوان فاصله مبنا، فواصل عوارض شهری تا پست‌های برق در شهر مهاباد در محدوده ۰ تا ۳۵۰۰ متر قرار می‌گیرد که با تقسیم این محدوده به سه دسته، نواحی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مشخص شد. براین اساس، هرچه فاصله عوارض شهری تا پست‌های برق کمتر باشد، ناحیه مورد نظر از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله نامناسب‌تر است و احتمال خطر و آسیب وجود دارد.

### ۳-۳- فاصله تا ایستگاه‌های تقویت فشار گاز

این ایستگاه‌ها نیز دقیقاً مانند جایگاه‌های سوخت‌رسانی، احتمال انفجار و آتش‌سوزی بسیار بالایی دارند که سبب تشدید شرایط بحران می‌شود. مطابق شکل ۱۳، با در نظر گرفتن فاصله ۵۰۰ متر به عنوان فاصله مبنا، فواصل عوارض شهری تا ایستگاه‌های تقویت فشار گاز در شهر مهاباد در محدوده ۰ تا ۴۵۰۰ متر قرار می‌گیرد که با تقسیم این محدوده به سه دسته، نواحی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مشخص شد. براین اساس، هرچه فاصله عوارض شهری تا ایستگاه‌های تقویت فشار گاز کمتر باشد، ناحیه مورد نظر از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله نامناسب‌تر است و احتمال خطر و آسیب وجود دارد.

نقشه‌های معیارهای شاخص دوری از تاسیسات خطرناک

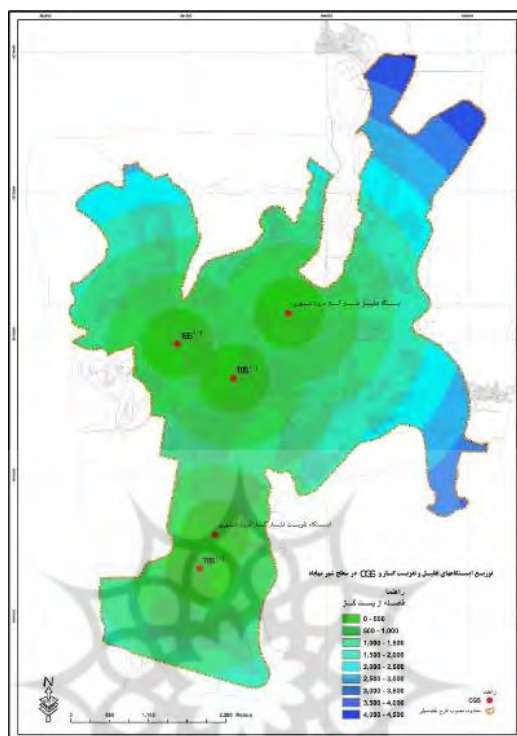


شکل ۱۲: توزیع پست های برق در سطح شهر مهاباد و فاصله

شکل ۱۱: توزیع جایگاه های سوخت در سطح شهر مهاباد و فاصله

نسبت به عوارض شهری نسبت به عوارض شهری

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱۳: توزیع ایستگاه های تقلیل فشار گاز شهری در سطح شهر مهاباد و فاصله نسبت به عوارض شهری

#### ۴- معیارهای دسترسی به تاسیسات حیاتی مورد نیاز

در این تحقیق، معیارهای دسترسی به تاسیسات حیاتی مورد نیاز در قالب ۴ معیار مهم شامل دسترسی به بیمارستانها و مراکز بهداشتی- درمانی، اصله تا ایستگاههای آتش نشانی، شبکه معابر و دسترسی به فضاهای باز شامل دسترسی به پارکها و فضای سبز در نظر گرفته شد.

#### ۴-۱- دسترسی به بیمارستانها و مراکز بهداشتی- درمانی

مراکز مهم امدادی و درمانی در هنگام وقوع زلزله را می توان طبق تعریف آئین نامه ۲۸۰۰، مراکزی نامید که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاصی دارد و وقفه در بهره برداری آنها بطور غیرمستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می شود (مهندسین مشاور گزینه، ۱۳۹۳). با فرض اینکه در زمان طراحی مراکز امدادی، بهداشتی- درمانی استانداردهای لازم جهت مقاوم سازی سازه های از سوی سازندگان و ناظران رعایت شده است، شعاع دسترسی به مراکز امداد و درمانی برای محل اسکان موقت پس از زلزله ۵۰۰ متر در نظر گرفته شد. مطابق شکل ۱۴، با در نظر گرفتن فاصله ۵۰۰ متر به عنوان فاصله مبنا، فواصل عوارض شهری تا بیمارستانها و مراکز بهداشتی- درمانی در شهر مهاباد در محدوده ۰ تا ۳۵۰۰ متر قرار می گیرد که با تقسیم این محدوده به سه دسته، نواحی مناسب، نسبتا مناسب و نامناسب از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مشخص شد. براین اساس، هرچه فاصله عوارض شهری تا

بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی- درمانی کمتر باشد، ناحیه مورد نظر از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مناسب‌تر است و امداد رسانی در زمان بحران تسهیل می‌شود.

#### ۴-۲- فاصله تا ایستگاه‌های آتش نشانی

در صورت وقوع زلزله، اولین اقدامی که به منظور کنترل و مهار دامنه بحران صورت خواهد گرفت، عملیات نجات و امداد است. زیرا عدم یاری‌رسانی به موقع موجب افزایش قابل توجه قربانیان خواهد شد. فاصله تا ایستگاه‌های آتش نشانی یکی از بخش‌های مهم در امداد و نجات به هنگام بحران زلزله است (فیلی و همکاران، ۱۳۸۹). فاصله تا ایستگاه‌های آتش نشانی در شکل ۱۵ نشان داده شده است. مطابق شکل ۱۵، با در نظر گرفتن فاصله ۵۰۰ متر به عنوان فاصله مبنا، فواصل عوارض شهری تا ایستگاه‌های آتش نشانی در شهر مهاباد در محدوده ۰ تا ۴۰۰۰ متر قرار می‌گیرد که با تقسیم این محدوده به سه دسته، نواحی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مشخص شد. بر این اساس، هرچه فاصله عوارض شهری تا ایستگاه‌های آتش نشانی کمتر باشد، ناحیه مورد نظر از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مناسب‌تر است و امداد رسانی در زمان بحران تسهیل می‌شود.

#### ۴-۳- بررسی وضعیت شبکه معابر شهری (سلسله مراتب و درجه محصوریت)

شهر با ساختاری چند لایه شامل توزیع فعالیت‌های انسانی، امکانات و زیرساخت‌هاست که باعث ایجاد تضاد در آن می‌شود. حل این تضاد به عهده شبکه ارتباطی است؛ به طوری که مردم ممکن است از یک بخش فاقد امکانات در شهر به یک بخش دارای تسهیلات و امکانات زندگی حرکت کنند. در مواقع بروز بحران‌های طبیعی به خصوص زلزله، شبکه ارتباطی به چند تکه تقسیم می‌شود. این شبکه باید قادر به ارائه حداقل سرویس برای حفظ ساکنین باشد و طوری طراحی شود که ارتباط بین بخش‌های مختلف شهر حفظ شود (Zhengdong, 2003). شبکه ارتباطی شهر، نقش حساسی در آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله دارد و در صورتی که بعد از وقوع زلزله آسیب نبیند و کارایی خود را حفظ کند، از تلفات زلزله به میزان زیادی کاسته خواهد شد؛ زیرا امکان گریز از موقعیت‌های خطرناک و دسترسی به مناطق امن فراهم بوده و عبور و مرور وسایل نقلیه امدادی به راحتی صورت خواهد گرفت (عبدالهی، ۱۳۸۰). یکی از مهمترین عواملی که در بحث شبکه معابر و کیفیت وضع جابجایی در مواقع بروز بحران مطرح می‌شود، عامل درجه محصوریت است. درجه محصوریت عبارت است از نسبت ارتفاع ساختمان واقع در جداره معبر به عرض معبر که نشان دهنده میزان ریزش آوار ساختمان به معبر و احتمال انسداد آن است. بدیهی است هرچه درجه محصوریت بیشتر شود، آسیب‌پذیری بیشتر خواهد بود (احدنژاد روشتی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین تعداد مسیرهای دسترسی شهر بر کاهش میزان آسیب‌پذیری و کاهش تلفات تأثیر بسزایی دارد. آسیب‌پذیری به ساختار شبکه معابر به این دلیل اهمیت می‌یابد که در شبکه راه‌ها، هرچه تعداد تقاطع‌ها و لوپ‌ها بیشتر باشد و معابر از عرض بیشتری برخوردار باشند، دسترسی و امداد رسانی سریع‌تر و راحت‌تر انجام می‌گیرد؛ زیرا در صورت مسدود شدن یا تخریب یکی از راه‌ها، می‌توان از مسیرهای دیگر به محل مورد نظر رسید. از سوی دیگر، باید به مقوله ترافیک معابر و جریان رفت و آمد در شبکه‌های ارتباطی، به ویژه



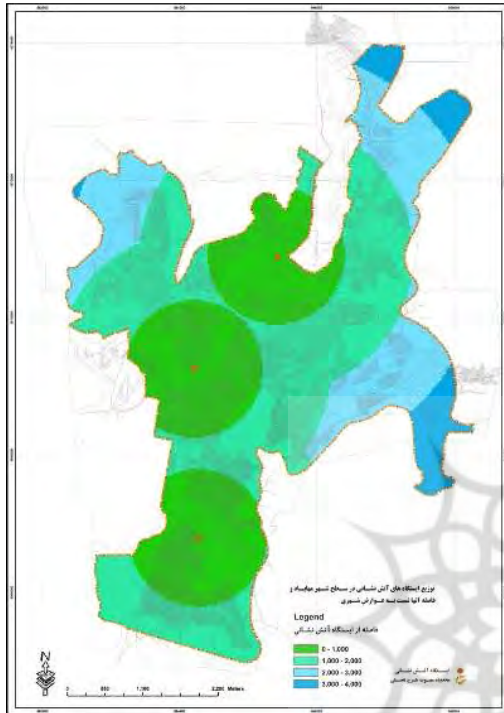
در ساعات اوج تردد توجه ویژه‌ای کرد. با مطالعه وضعیت معابر، می‌توان قسمت‌های آسیب پذیر در زمان تخلیه را مشخص کرد. در این میان، سهولت دسترسی نقش حیاتی دارد. در تهیه نقشه معیار درجه سرویس دهی معابر دو بازه زمانی مد نظر قرار می‌گیرد. سطح سرویس دهی معابر در ساعات اولیه صبح و سطح سرویس دهی معابر در ساعات اولیه عصر در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس، محلات و مناطقی که دورتر از معابر با درجه سرویس دهی پایین قرار دارند، نسبت به مناطقی با فاصله نزدیکتر از این معابر، دچار آسیب پذیری بیشتری می‌شوند (اسفندیاری درآباد و همکاران، ۱۳۹۲). جهت بررسی وضعیت جابجایی در شهر پس از وقوع زلزله، در این بخش پهنه‌بندی تحلیلی که صورت می‌گیرد، نشانگر قابلیت جابجایی معابر درون شهری مهاباد در شرایط بحران است به این معناکه عرض معابر توان جابجایی لازم در زمان بحران را به راحتی داشته باشد. ابتدا برای دستیابی به این پهنه‌بندی، سلسله مراتب راه-های شهری و همچنین درجه محصوریت معابر مدنظر قرار گرفت. با توجه به اینکه عرض و سطح سرویس‌دهی، در قابلیت جابجایی معابر در شرایط زلزله نقش اساسی ایفا می‌نماید، تنها شبکه اصلی معابر شهر که شامل سه رده اصلی معابر شریانی درجه یک، معابر شریانی درجه دو و معابر جمع و پخش کننده هستند، در این تحلیل بررسی شدند. پس از مشخص نمودن شبکه موثر در جابجایی و در نظرگرفتن سطح سرویس دهی برای این معابر بر اساس روش تحلیل سلسله مراتبی، فاصله هریک از نقاط درون شهر از این شبکه معابر مورد تحلیل قرار گرفته و شهر براین اساس پهنه بندی شد (اشکال ۱۶ و ۱۷). مطابق شکل ۱۷ و با در نظرگرفتن فاصله ۱۵۰ متر به عنوان فاصله مبنا، فواصل عوارض شهری تا شبکه معابر در شهر مهاباد در محدوده ۰ تا ۸۰۰ متر قرار می‌گیرد که با تقسیم این محدوده به سه دسته، نواحی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مشخص شد. براین اساس، هرچه فاصله عوارض شهری تا شبکه معابر شهری کمتر باشد، ناحیه مورد نظر از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مناسب‌تر است.

#### ۴-۴- بررسی وضعیت دسترسی به فضاهای باز

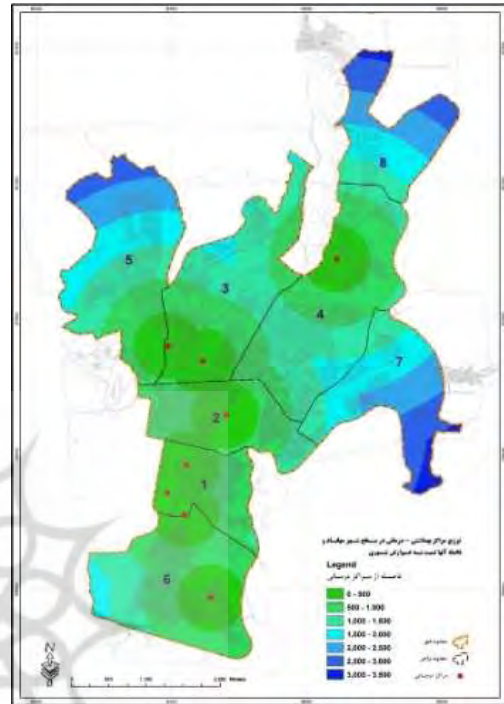
پارک‌های بزرگ شهری می‌توانند به عنوان پایگاه‌های امداد رسانی نیروهای عمل کننده و نیز در صورت امکان برای اسکان‌های بزرگ و اردوگاهی مورد استفاده قرارگیرند. پارک‌های متوسط و کوچک نیز علاوه بر استفاده نیروهای امداد رسان به خوبی می‌توانند به عنوان مکان تخلیه در مرحله امداد و نجات و نیز مکان اسکان‌های اضطراری و اسکان موقت مورد بهره برداری واقع شوند (توکلی و همکاران، ۱۳۸۹). فضاهای باز شهری در محدوده شهر مهاباد را می‌توان به چهار دسته اصلی تقسیم نمود. این چهار دسته شامل فضاهای سبز عمومی شهری (پارک‌ها و بوستان‌ها)، اراضی بایر شهری، باغ‌های موجود در محدوده شهر و زمین‌های زراعی و مزارع موجود در محدوده شهر هستند. مطابق شکل ۱۶ و با در نظرگرفتن فاصله ۱۰۰ متر به عنوان فاصله مبنا، فواصل عوارض شهری تا فضاهای باز در شهر مهاباد در محدوده ۰ تا ۵۰۰ متر قرار می‌گیرد که با تقسیم این محدوده به سه دسته، نواحی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مشخص شد. براین اساس، هرچه فاصله عوارض شهری تا فضاهای باز کمتر باشد، ناحیه مورد نظر از نظر محل اسکان موقت پس از زلزله مناسب‌تر است و می‌تواند برای اسکان موقت پس از زلزله یک محل مناسب باشد.



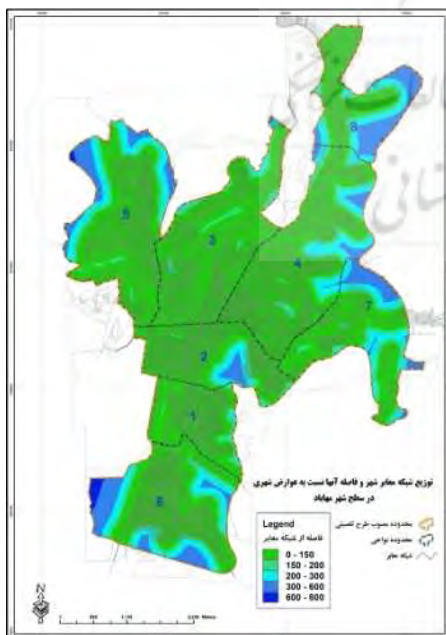
نقشه های معیارهای دسترسی به تاسیسات حیاتی



شکل ۱۵: توزیع ایستگاه های آتش نشانی در سطح شهر مهاباد و فاصله آنها نسبت به عوارض شهری



شکل ۱۴: توزیع مراکز درمانی در سطح شهر مهاباد و فاصله آنها نسبت به عوارض شهری



شکل ۱۷: توزیع شبکه معیار در سطح شهر مهاباد و فاصله آنها نسبت به عوارض شهری

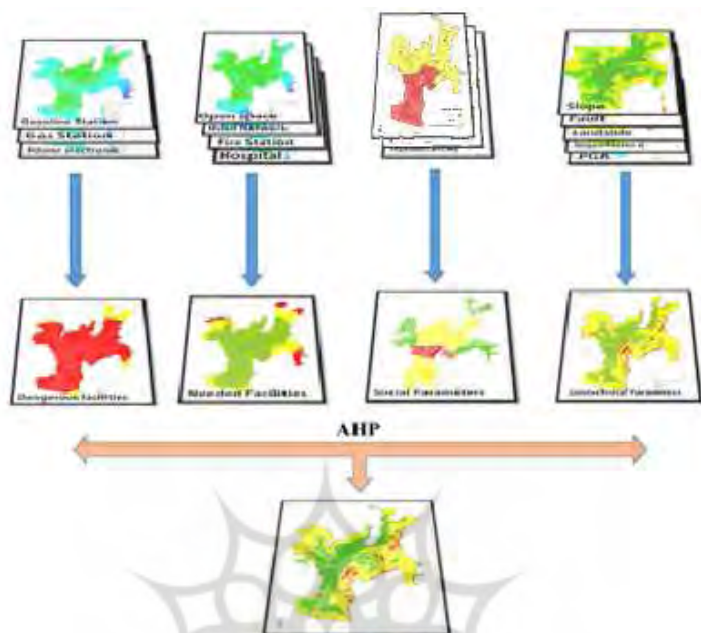


شکل ۱۶: توزیع فضاهای باز شهری در سطح شهر مهاباد و فاصله آنها نسبت به عوارض شهری

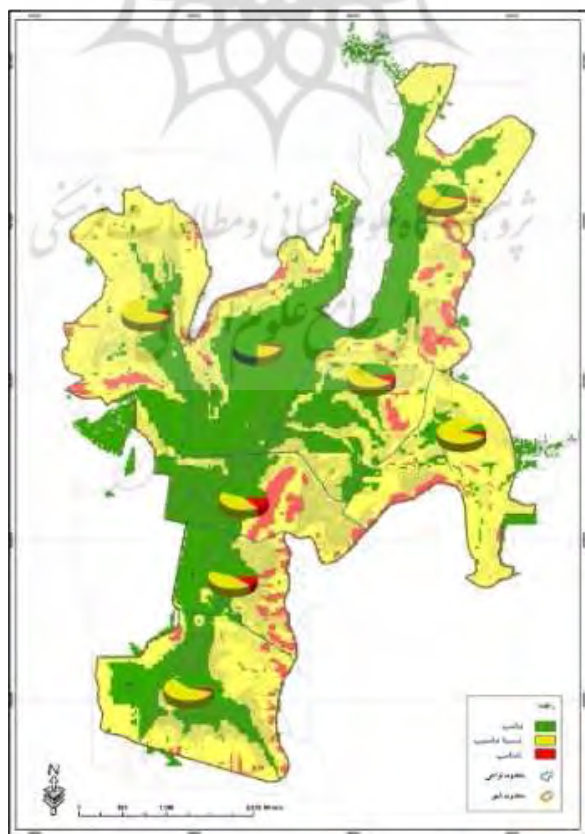
در جدول ۲ شاخص‌ها و معیارهای مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله به همراه ضرایب وزنی محاسبه شده به روش AHP ارائه شده‌است. همچنین میزان ناسازگاری قابل تحمل برای هر یک از شاخص‌ها کمتر از ۰/۱ حاصل شد که بیانگر مناسب بودن مدل توسعه یافته‌است. براین اساس، میزان ناسازگاری قابل تحمل، ۰/۷۸ برای شاخص ژئوتکنیکی، ۰/۸۲ برای شاخص شهرسازی، ۰/۸۸ برای شاخص دوری از تاسیسات خطرزا و ۰/۷۶ برای شاخص دسترسی به تاسیسات حیاتی بدست آمد. مرحله بعد، برهم‌نهی لایه‌ها و ترکیب مقادیر اوزان معیارها است (شکل ۱۸). همانطور که پیش‌تر اشاره شد، در این تحقیق، برای مکان‌یابی بهینه اسکان موقت پس از زلزله در شهر مهاباد، مبنای کار اعمال ضریب وزنی و جمع‌نهایی آن‌ها بوده‌است که حاصل ترکیب مقادیر عددی تمامی مقادیر وزن‌های واقع در هر کدام از لایه‌های اطلاعاتی است. محصول نهایی کار را می‌توان مکان‌های مناسب اسکان موقت پس از زلزله در شهر مهاباد به ازای معیارهای موثر انتخابی دانست. در شکل ۱۹ نتیجه تحلیل به صورت پهنه‌بندی نواحی ۸ گانه شهر مهاباد برای مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله نشان داده شده‌است. مطابق نتایج تحلیل، نواحی ۸ گانه شهر مهاباد از نظر مناسب بودن برای محل اسکان موقت پس از زلزله به سه دسته مناطق مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب تقسیم‌بندی شد. مکان‌یابی بهینه اسکان موقت پس از زلزله در شهر مهاباد صرفاً در مناطق مناسب در سطح شهر صورت می‌گیرد. در ادامه در مورد روند انتخاب مکان بهینه اسکان موقت در سطح شهر مهاباد و معیارهای در نظر گرفته شده توضیح داده شده‌است.

**جدول ۲:** شاخص‌ها و معیارهای مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله به همراه ضرایب وزنی محاسبه شده به روش AHP

ژئوتکنیکی (۰/۲۴۱)		شهرسازی (۰/۰۴۹)		دوری از تاسیسات خطرزا (۰/۳۶۰)		دسترسی به تاسیسات حیاتی (۰/۳۵۰)	
PGA	۰/۴۲۰	نفوذ پذیری بافت شهری	۰/۲۸۰	پست‌های برق	۰/۳۶۲	بیمارستان‌ها	۰/۳۷۲
پهنه بندی شیب	۰/۲۶۰	استقرار عناصر کالبدی	۰/۲۷۰	ایستگاه‌های گاز	۰/۳۲۶	ایستگاه‌های آتش نشانی	۰/۲۲۳
روانگرایی	۰/۹۰	تراکم جمعیتی	۰/۴۵۰	ایستگاه‌های سوخت	۰/۳۱۲	شبکه معابر	۰/۱۲۶
زمین لغزش	۰/۱۳۰	-	-	-	-	فضاهای باز	۰/۲۷۹
گسل	۰/۱۰۰	-	-	-	-	-	-



شکل ۱۸: روش مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله با تلفیق نقشه‌های شاخص‌ها

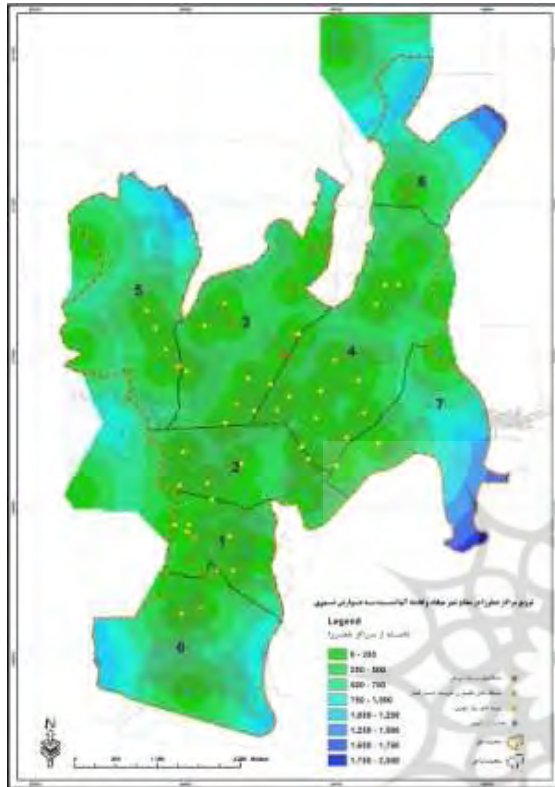


شکل ۱۹: پهنه‌بندی نواحی ۸ گانه شهر مهاباد برای مکان‌یابی محل اسکان موقت پس از زلزله

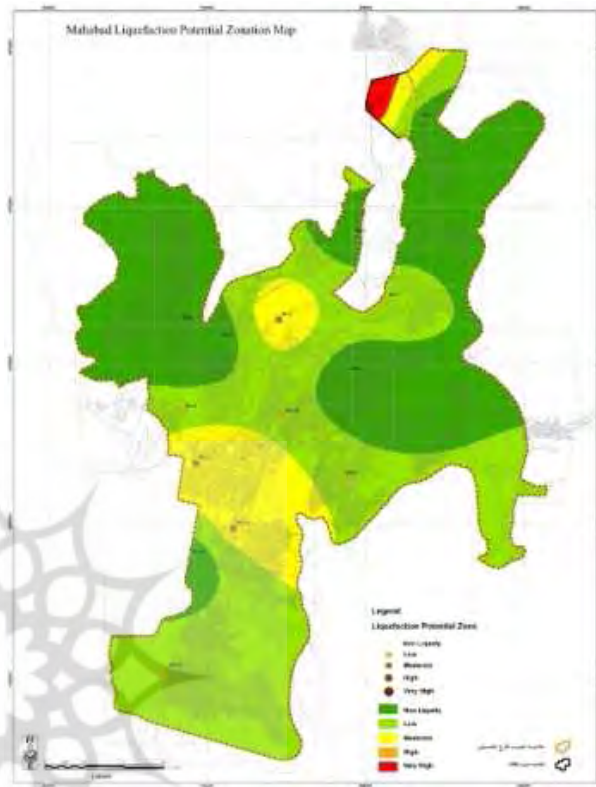
مطابق شکل ۱۹، مکان‌های مناسب برای اسکان موقت پس از زلزله عمدتاً در ناحیه ۳ قرار دارند. همچنین بیشترین تعداد جمعیت در نواحی ۸ گانه شهر مهاباد در ناحیه ۴ متمرکز است و نواحی پرجمعیت دیگر شهر مهاباد به ترتیب نواحی ۸، ۷، ۶، ۳، ۱، ۲، ۵ می باشد. بیشترین تعداد ساختمان در نواحی ۸ گانه شهر مهاباد در ناحیه ۴ متمرکز است و مابقی نواحی با تعداد ساختمان بالا به ترتیب در نواحی ۸، ۷، ۵، ۳، ۱، ۲، ۶ و ۸ متمرکز می باشند. همچنین مطابق شکل ۱۹، بررسی نواحی ۸ گانه شهر مهاباد از نقطه نظر امکان اسکان موقت آسیب دیدگان پس از زلزله نشان می‌دهد که بخش اعظم این شهر در محدوده مناسب و نسبتاً مناسب برای این هدف قرار دارد. بخش‌های نامناسب برای اسکان موقت آسیب دیدگان در نواحی ۸ گانه شهر توزیع شده‌اند. لکن در این میان، بیشتر مناطق نامناسب برای اسکان موقت آسیب دیدگان پس از زلزله در نواحی ۴، ۲، ۱، ۵ توزیع شده‌اند.

از آنجاکه محل بهینه برای اسکان موقت پس از زلزله دارای ویژگی‌های خاصی است که انتخاب آن را از منظر مدیریت بحران برای شهر قابل توجیه می‌سازد، با در نظر گرفتن معیارهای مدیریت بحران شامل معیارهای پیش از وقوع بحران، در حین بحران و پس از بحران همچون دسترسی به مراکز درمانی (شکل ۱۴)، نزدیکی به فضاهای باز شهری (شکل ۱۶)، دسترسی به شبکه معابر (شکل ۱۷)، دسترسی به مراکز حیاتی و کلیدی (شکل ۲۰)، فاصله از مراکز حساس و خطرزا (شکل ۲۱) و دسترسی به پایانه‌های حمل و نقل (شکل ۲۲) برای اراضی ناحیه ۳، مکان بهینه برای اسکان موقت پس از زلزله برای شهر مهاباد بررسی و در نهایت مطابق شکل ۲۳ محدوده مکان بهینه با رنگ زرد مشخص شد. در تهیه نقشه نهایی مطابق شکل ۲۳، برای دسترسی به مراکز مهم و حیاتی فاصله مبنا ۴۰۰ متر، برای فاصله از مراکز حساس و خطرزا فاصله مبنا ۲۵۰ متر و برای دسترسی به پایانه‌های حمل و نقل فاصله مبنا ۵۰۰ متر در نظر گرفته شده‌است. انتخاب این فواصل با توجه به محدوده فاصله عوارض شهری تا تاسیسات مورد نظر و شعاع عملکردی انتخاب شده است.

نتایج نشان می‌دهد که پارک‌ها و فضاهای باز شهری از جمله مکان‌های بهینه برای اسکان موقت آسیب‌دیدگان زلزله محسوب می‌شود که لازم است ستاد مدیریت بحران به تجهیز و آماده سازی این مناطق بپردازند. همچنین کمبود فضاهای کافی جهت استقرار آسیب‌دیدگان در سطح شهر مهاباد وجود دارد که این امر در بافت مرکزی شهر مشهودتر است.



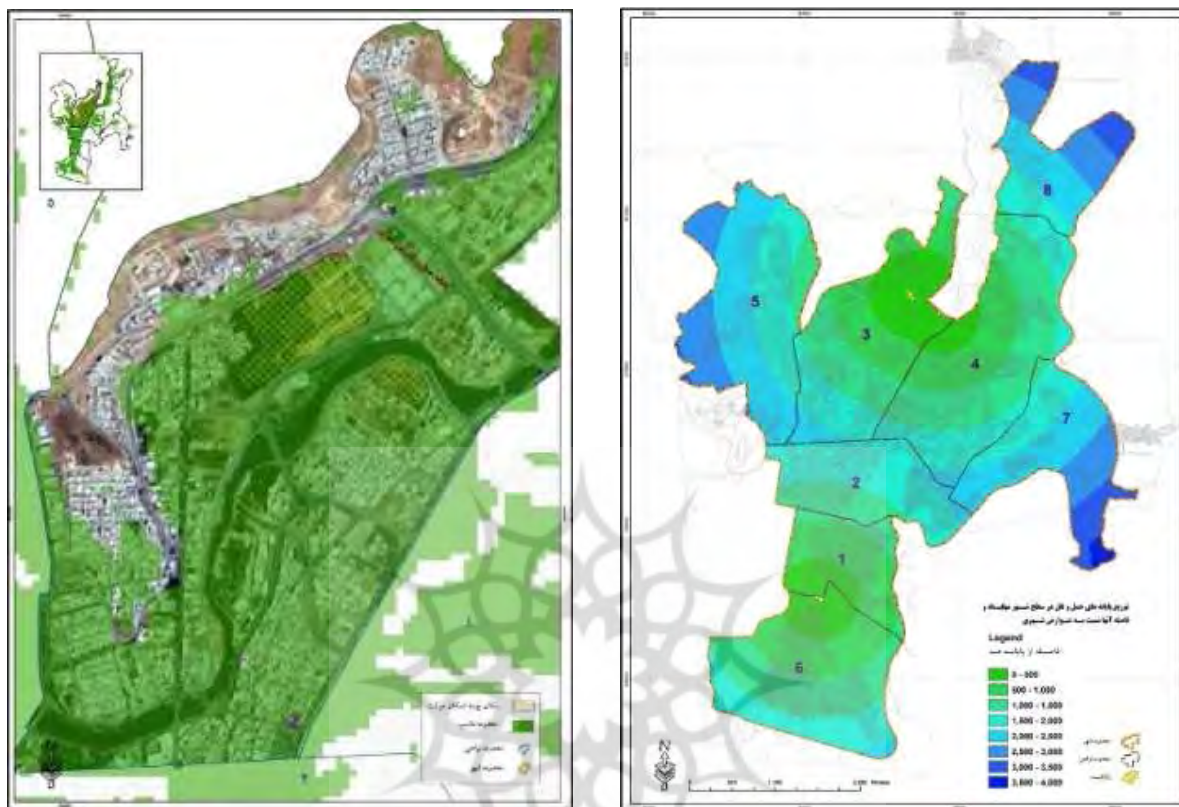
شکل ۲۱: توزیع مراکز حساس و خطرزا در سطح شهر مهاباد و فاصله آنها نسبت به عوارض شهری



شکل ۲۰: توزیع مراکز مهم و حیاتی در سطح شهر مهاباد و فاصله آنها نسبت به عوارض شهری

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
رتال جامع علوم انسانی





شکل ۲۲: توزیع پایانه های حمل و نقل در سطح شهر مهاباد و فاصله آنها نسبت به عوارض شهری

شکل ۲۳: مکان بهینه اسکان موقت پس از زلزله در شهر مهاباد

### نتیجه گیری

تعیین محل بهینه جهت اسکان موقت آسیب دیدگان پس از بحران های طبیعی و سایت های امداد قبل از وقوع سانحه می تواند نقش مهمی در تهیه و افزایش کارایی برنامه عملیاتی مدیریت بحران شهری داشته باشد. در این مقاله، مکان یابی بهینه برای اسکان موقت پس از زلزله با در نظر گرفتن شاخص های ژئوتکنیکی، شهرسازی، دوری از تاسیسات خطرزا و دسترسی به تاسیسات حیاتی مورد نیاز بررسی و در قالب مطالعه ای موردی محل بهینه برای اسکان موقت پس از زلزله برای شهر مهاباد در استان آذربایجان غربی تعیین و ارائه شد. در این تحقیق، نواحی ۸ گانه شهر مهاباد به عنوان یکی از شهرهای مهم و بزرگ استان آذربایجان غربی در شمال غرب کشور از نقطه نظر ۴ شاخص که خود شامل ۱۵ ریزمعیار هستند، تحلیل و به کمک روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، وزن دهی و اولویت بندی شد. در نهایت نواحی ۸ گانه شهر به نواحی مناسب، نسبتاً مناسب و نامناسب تقسیم و در قالب نقشه GIS ارائه شد. از میان نواحی مناسب برای محل اسکان موقت پس از زلزله که عمدتاً در ناحیه ۳ شهر مهاباد واقع هستند، مکان بهینه محل اسکان موقت برای شهر مهاباد با توجه به دسترسی به مراکز حیاتی و کلیدی، فاصله از مراکز حساس و خطرزا، دسترسی به فضاهای باز شهری، دسترسی به شبکه معابر، دسترسی به مراکز درمانی و دسترسی به پایانه های

حمل و نقل بررسی و تعیین شد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مناطق ناحیه ۳ شهر مهاباد که دارای فضاهای باز کافی و در عین حال سازگار با کاربری‌های اطراف می‌باشند، دارای پتانسیل نسبتاً بهتری برای استقرار آسیب دیدگان پس از زلزله هستند. اما مناطقی مانند بخش‌های شمالی و جنوبی شهر به جهت عدم وجود کاربری‌های امدادی و بیمارستانی و عدم فضای کافی، دارای کمترین قابلیت ممکن برای برنامه‌ریزی اسکان موقت زلزله است. با توجه به عدم توزیع مناسب فضاهای مورد نظر در سطح شهر و همچنین بدلیل نبود مکان‌های ایمن در بیشتر نواحی شهر مهاباد، نتایج تحقیق نشان داد که بخشی از جمعیت شهر بایستی فاصله زیادی را تا محل اسکان موقت طی کنند که لازم است به منظور کاهش فاصله دسترسی، فضاهای باز در نواحی ۸ گانه شهر ایجاد و تخصیص یابد. همچنین عوامل موثر در تعیین مکان بهینه اسکان موقت پس از زلزله بررسی و مطابق بررسی صورت گرفته، شاخص‌های دوری از تاسیسات خطرزا، دسترسی به تاسیسات حیاتی، ژئوتکنیکی و شهرسازی به ترتیب در اولویت قرار دارند. بنابراین لازم است در گام نخست معیارهای لازم برای تعیین محل اسکان موقت آسیب دیدگان پس از زلزله شناسایی و در ادامه، روش مورد نظر برای تحلیل و انتخاب محل پیاده سازی گردد. از آنجاکه معیارها و عواملی که منجر به آسیب پذیری مناطق شهری در مقابل مخاطرات طبیعی مانند زلزله می‌شوند تا حد زیادی در کلیه شهرهای ایران مشترک می‌باشند، لذا می‌توان با تدوین و شناسایی این معیارها و بومی کردن آن در نمونه موردی از این روش در انتخاب محل بهینه برای اسکان موقت آسیب دیدگان پس از زلزله بهره جست. لذا پیشنهاد می‌شود مدیران شهری برای انتخاب محل اسکان موقت پس از زلزله، معیارهای مهم را شناسایی و در اولویت قرار دهند تا بدین وسیله با پیش بینی محل اسکان بازماندگان از زلزله‌ای احتمالی، امکان برقراری اردوگاه‌ها در اسرع وقت میسر گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد که در سطح شهر مهاباد، امکان احداث پارک جدید، یا تغییر کاربری به جهت امر اسکان موقت بررسی و فضای مطلوب به این امر اختصاص داده شود تا بدین وسیله ضمن توزیع مناسب فضاهای باز در سطح شهر امکان اسکان موقت آسیب دیدگان پس از زلزله احتمالی فراهم گردد. روش تحقیق حاضر به گونه‌ای تدوین شده است که می‌تواند به عنوان ابزاری مفید و کاربردی برای مکان‌یابی محل اسکان موقت پس از زلزله در شهرهای کشور استفاده و پیاده سازی گردد.

### سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از همکاری شرکت مهندسی مشاور تهران پادیر، مشاور محترم طرح مطالعات ریزپهنه بندی خطر زمین لرزه‌ای شهر مهاباد تحت راهبری اداره کل مسکن و شهرسازی استان آذربایجان غربی به خاطر در اختیار گذاشتن برخی اطلاعات مورد نیاز پایه جهت انجام این پژوهش تشکر نمایند.

### منابع

احدنژاد روشتی، احد؛ جلیلی، کریم و زلفی، علی، (۱۳۹۱)، مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان موقت آسیب‌دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از روش‌های چند معیاری و GIS مطالعه موردی شهر زنجان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، دانشگاه تربیت معلم، سال یازدهم، شماره ۲۳، ص ۴۵-۶۱.

احدنژاد روشتی، احد؛ روستایی، شهرپور و کاملی فر، محمد جواد، (۱۳۹۴)، ارزیابی آسیب پذیری شبکه معابر شهری در برابر زلزله با رویکرد مدیریت بحران مطالعه موردی: منطقه ۱ شهر تبریز، فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۴، شماره ۹۵، ص ۳۷-۵۰.

اسفندیاری درآباد، فریبا؛ غفاری گیلانده، عطا و لطفی، خداداد، (۱۳۹۲) مدل سازی ضریب آسیب پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تاپسیس در محیط GIS (مطالعه موردی: شهر اردبیل)، پژوهش های ژئومورفولوژی کمی، سال ۲، شماره ۲، ص ۷۹-۴۳.

امینی ورکی، سعید؛ مدیری، مهدی؛ شمسایی زفرقندی، فتح اله و قنبری نسب، علی، (۱۳۹۳)، شناسایی دیدگاه های حاکم بر آسیب پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی و استخراج مؤلفه های تأثیرگذار در آن با استفاده از روش کیو، فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، ویژه نامه هفته پدافند غیرعامل، ص ۱۸-۵.

ایرانمنش، فاضل و مهدی اشراقی، (۱۳۸۵)، کاربرد GIS در برنامه ریزی و مکان یابی فضاهای تخلیه (جمعیت آسیب دیده از زلزله (مطالعه موردی منطقه ۲۲)، سومین همایش سیستم های اطلاعات مکانی، منطقه آزاد قشم.

آذرکیش، محسن؛ حافظ رضازاده، معصومه و میری، غلامرضا، (۱۳۹۴)، مکان یابی سایت های اسکان موقت پس از وقوع حوادث طبیعی با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط GIS (مطالعه موردی: منطقه دو شهرداری زاهدان، همایش بین المللی جغرافیا و توسعه پایدار، بصورت الکترونیکی، موسسه سفیران فرهنگی مبین.

بنی هاشمی، ام هانی؛ سرور، رحیم و زیاری، یوسفعلی، (۱۳۹۲)، توسعه میان فزا در بافت های فرسوده شهری (مورد مطالعه: محله خانی آباد تهران)، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال ۱۰، شماره ۴۰، ص ۵۴-۴۱.

بینش، نگین، (۱۳۸۶)، فرآیند تأمین سرپناه (اضطراری تا دائم) پس از زلزله فروردین ۸۵ لرستان، مطالعه موردی: روستاهای منطقه آسیب دیده، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

پرهیزگار، اکبر، (۱۳۷۶)، الگوی مناسب مکان گزینی خدمات شهری با تحقیق در مدل ها و GIS شهری، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

پیام راد، داود؛ وفائی نژاد علیرضا، (۱۳۹۴)، کمک به مدیریت بحران زلزله با مکان یابی مراکز اسکان موقت با استفاده از یک سیستم حامی تصمیم گیری GIS مبنا (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری اصفهان)، نشریه علمی پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره ۵، شماره ۲، ص ۲۴۶-۲۳۱.

توکلی، علیرضا؛ شمشیربند، مصطفی و حسین پور، سید علی، (۱۳۸۹)، بررسی روند کاهش فضاهای باز شهری در فرآیند توسعه شهری با تأکید بر مدیریت بحران، نمونه موردی کلانشهر تهران، آرمانشهر، شماره ۵، ص ۱۶۷-۱۴۱.

حبیبی، کیومرث؛ شیعه، اسماعیل و ترابی کمال، (۱۳۸۸)، نقش برنامه ریزی کالبدی در کاهش آسیب پذیری شهرها در برابر خطرات زلزله، آرمانشهر، شماره ۳، ص ۳۱-۳۲.

خمر، غلامعلی؛ صالح گوهری، حسام الدین و حسینی، زهرا، (۱۳۹۳)، امکان سنجی مکان گزینی پناهگاه های شهری با استفاده از مدل (IO) و روش (AHP) مطالعه موردی: محلات ۱۳ گانه منطقه یک (شهر کرمان)، فصلنامه مطالعات برنامه ریزی شهری، سال ۲، شماره ۷، ص ۲۹-۵۴.

رحیمی، محمد؛ عبدالهی، علی اصغر و ایلاقی حسینی، محسن، (۱۳۹۴)، مکان یابی اردوگاه های اسکان موقت در مواقع زلزله (مطالعه موردی: شهرستان های جیرفت و عنبرآباد، نشریه مطالعات نواحی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان، سال ۲، شماره ۳، ص ۵۸-۴۱.

رشیدی فرد، سید نعمت الله؛ قسیوندی، آرمان؛ محیط، محمد؛ دانشی، سید صمد، (۱۳۹۳)، مکان یابی بهینه ایستگاه های آتش نشانی در شبکه های ترافیکی درون شهری جهت امداد رسانی در زمان وقوع زلزله (مطالعه موردی: شهردهشت - استان کهگیلویه و بویراحمد)، فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۳، شماره ۹۰، ص ۵۳-۴۸.

شفیعی، حمید، (۱۳۷۷)، تأثیر مدیریت پارکینگ و سیستم موج سبز بر سطح قدرت معابر شریانی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.



صمدزادگان، فرهاد؛ عباس پور، رحیم علی؛ پهلوانی، پرهام، (۱۳۹۰)، مکان‌یابی اماکن اسکان موقت به منظور مدیریت حوادث غیر مترقبه بر مبنای بکارگیری سیستم‌های اطلاعات مکانی GIS هوشمند، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه، تهران.

مهندسین مشاور تهران پادیر، (۱۳۹۰)، طرح مطالعات ریزپهنه بندی خطر زمین لرزه ای شهر مهاباد، اداره کل راه و شهرسازی آذربایجان غربی.

مهندسین مشاور گزین، (۱۳۹۳)، طرح تفصیلی شهر مهاباد، اداره کل راه و شهرسازی آذربایجان غربی.

مهندسان مشاور پویا نقش شهر و بنا، (۱۳۹۰)، طرح جامع شهر مهاباد، اداره کل راه و شهرسازی آذربایجان غربی.

عبداللهی، مجید، (۱۳۸۰)، مدیریت بحران در نواحی شهری، انتشارات انوار، تهران.

علیدوستی، سیروس و زندیه، عبدالله و کاظمی، مصطفی، (۱۳۷۲)، الگوی برنامه ریزی اجرایی مقابله با بحران ناشی از زلزله در شهرها، مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی، تهران، ایران.

فلاحی، علیرضا، (۱۳۸۶)، معماری سکونتگاه‌های موقت پس از سوانح، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

فیلی، حمیدرضا؛ ضمیری آذر، کتابون و گلاره باقری روزبهانی، (۱۳۸۹)، مکان یابی مراکز امداد رسانی و نحوه تخصیص مصدومین به این مراکز در زمان وقوع زلزله، دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت شهری، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.

قاضی حسامی، علی، (۱۳۷۳)، مکان یابی پارکینگ با استفاده از GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی.

قریب، فریدون، (۱۳۷۶)، شبکه ارتباطی و طراحی شهری، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تهران.

گیوه چی، سعید؛ عطار، محمدمامین، (۱۳۹۱)، کاربرد مدل‌های تصمیم گیری چندمعیاره در مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله، دو فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت بحران، دوره ۱، شماره ۲، ص ۴۳-۳۵.

گیوه چی، سعید؛ عطار، محمدمامین؛ رشیدی ابراهیم حساری، اصغر و نصیبی، نسترن، (۱۳۹۲)، مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP مطالعه موردی منطقه ۶ شیراز، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، سال ۵، شماره ۱۷، ص ۱۱۸-۱۰۱.

محمدپور، صابر؛ زالی، نادر و پورا احمد، احمد، (۱۳۹۵)، تحلیل شاخص‌های آسیب پذیری در بافت‌های فرسوده شهری با رویکرد مدیریت بحران زلزله (مطالعه موردی: محله سیروس تهران)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۸، شماره ۱، ص ۵۲-۳۳.

نصیریپور، غفور؛ طیبیا علیرضا؛ داداشی، مریم و حسن آبادی، علی، (۱۳۹۳)، مکان‌یابی بهینه محل‌های اسکان موقت آسیب دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از روش‌های چند معیاری GIS مطالعه موردی: منطقه یک کرج، همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، شهرداری یزد، یزد.

نوریان، رحیمه، (۱۳۸۷)، بررسی زلزله پذیری شهر قائم شهر، پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه زنجان.

Anand A, Jethoo AS, Sharma G. (2015 Jun 10). Selection of temporary rehabilitation location after disaster: a review. *European Scientific Journal, ESJ*; 11(10).

Anhorn J, Khazai B. (2015 Apr 10). Open space suitability analysis for emergency shelter after an earthquake. *Natural Hazards and Earth System Sciences*.15 (4):789-803.

El-Anwar O, El-Rayes K, Elnashai A. (2009 Aug 3). Maximizing temporary housing safety after natural disasters. *Journal of Infrastructure Systems*...16(2):138-48.

Hadavi F, Zamani M, Movasati M, Koohgard K, Hadavi M. (2014). Optimal site selection for temporary housing after an earthquake in urban areas using multiple criteria decision-making methods and GIS (A case study of municipal district 6, Tehran metropolis). *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*; 5(1):6-13.

Huang, Zhengdong, (2003). Data Integration for Urban Transport Planning, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Netherlands.

International society for soil mechanics and foundation engineering. (1993). Technical committee for earthquake geotechnical engineering. Manual for Zonation on Seismic Geotechnical Hazards. Japanese society of soil mechanics and foundation engineering.

Li H, Zhao L, Huang R, Hu Q. (2017 Jan 16). Hierarchical earthquake shelter planning in urban area: a case for Shanghai in China. International Journal of Disaster Risk Reduction.



## Optimal Site Selection for Temporary Housing after Earthquakes (Case study: Mahabad city)

**Hadi Bahadori<sup>\*1</sup>, Araz Hasheminezhad<sup>2</sup>, Maryam Borrani<sup>3</sup>, Amjad karimi<sup>4</sup>**

1- Associate Professor, Department of Civil Engineering, Urmia University, Urmia, Iran

Email: h.bahadori@urmia.ac.ir

2- PhD Student of Geotechnical Engineering, Department of Civil Engineering, Urmia University, Urmia, Iran

3- MSc of Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

4- MSc of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Received: 2016-11-27

Accepted: 2017-04-29

### Abstract

One of the most important challenges in disaster management is site selection for temporary housing to be used by the people affected by disasters. Despite numerous studies in literature, the number of parameters considered in several studies on one hand and failure to provide a comprehensive and applicable method including all effective parameters studied in previous studies on the other hand, providing a comprehensive study to select an optimal place for optimal site selection for temporary housing before the disaster happened is necessary for all cities of Iran. Geographic Information System (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) are useful tools for this purpose. In this research, in an integrated study, the most important parameters in optimal site selection for temporary housing after earthquakes in urban areas has been considered in 4 indexes including geotechnical, urban planning, distance to dangerous facilities and distance to needed facilities. These four indexes with their parameters have been weighted using AHP. Then in GIS environment, the possible places for temporary housing are ranked and determined in terms of priority. According to the results, the best place for temporary housing has been presented for Mahabad city in West-Azarbayjan province. The results indicated that indices of distance to dangerous facilities and distance to needed facilities are more important than the other indices in the optimal location for temporary housing after earthquakes. In addition, a lack of proper distribution of the open spaces and lack of adequate open spaces such as parks in the Mahabad city are challenging.

**Keywords:** Optimal Site, Temporary housing, Earthquake, Disaster Management, Mahabad.