نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ششم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸
صفحات ۷۱ تا ۹۴

مکان‌یابی فضای مناسب برای اسکان موقت زلزله‌زدگان با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی بر مبنای GIS
نمونه موردی: شهر شاهرود

ساجده مقیمی[1] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران.
دکتر دانیال منصفی پراپری. استادیار، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران.

دریافت مقاله :۱۳۹۷/۰۹/۱۱ پذیرش نهایی:۱۳۹۷/۰۳/۰۴

چکیده

زلزله به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی با شیوع چشمگیر در سراسر دنیا هر ساله جان افراد بیشماری را می‌گیرد و عده‌ی زیادی را بی‌خانمان می‌کند. برنامه‌ریزی برای مقابله با این امر به‌ویژه در کشور ایران، به‌دلیل قرارگیری بر روی گسل آلپ- هیمالیا و سابقه‌ی زمین‌لرزه‌های پیشین ضروری است. افزایش نگرانی‌های ناشی از گسترش روزافزون بلایای طبیعی به ویژه زلزله و پیامدهای ناگوار ناشی از آن‌ها، پیش‌بینی محل‌های مناسب اسکان موقت را ضروری می‌کند. این اقدام به به‌عنوان راهی پذیرفته‌شده برای تسریع عملیات احیا تلقی می‌شود. در این پژوهش شهر شاهرود با توجه به پتانسیل بالای لرزه‌خیزی و مجاورت با حوزه‌ی جنوب‌شرقی چین‌خوردگی البرز به‌عنوان نمونه‌ی مطالعاتی، انتخاب گردیده است. داده‌های تحقیق مشتمل بر معیارهای تاثیرگذار بر انتخاب مکان مناسب بوده که بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و اسنادی به‌دست آمده‌اند. تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل‌های سلسله‌مراتبی (AHP) برای تعریف ضریب اهمیت هر معیار و ترکیب خطی وزن‌دهی شده (WLC) برای تلفیق نقشه‌ها و با استفاده از ابزار Expert Choice و GIS صورت گرفته است. نتایج تحقیق هشت مکان پیشنهادی را با مجموع مساحت ۱۳۶ هکتار برای اسکان آسیب‌دیدگان پس از زلزله مشخص کرده است. این میزان از فضا تنها پاسخگوی حداقل فضای مورد نیاز اسکان برای این شهر می‌باشد.

واژه های کلیدی: مکان‌یابی، اسکان موقت پس از زلزله، تحلیل سلسله‌مراتبی، ترکیب خطی وزنی، GIS

[1]. نویسنده مسئول: Email:Sajedeh.moghimi@shahroodut.ac.ir

مقدمه

زمین‌لرزه به‌عنوان پیشامدی غیرمنتظره و آسیب‌زا که سلامت، معیشت و امنیت افراد را تهدید می‌کند تنها در طی دهه‌ی گذشته (۲۰۰۸-۲۰۱۸) بر روی زندگی بالغبر ۸۰ میلیون انسان تأثیر گذاشته است. از این میان در حدود ۳۰ هزار نفر کشته شده‌اند و بیش از یک میلیون نفر سرپناه خود را از دست داده‌اند (EM-DAT, 2016). رویکرد جوامع پیشرفته در برابر رویارویی با حوادث این‌چنینی بر اساس شناخت، پیشگیری، برنامه‌ریزی و ارائه‌ی راهکارهای مناسب می‌باشد. ارزش‌گذاری و بررسی مراحل فوق در بازه‌ی زمانی قبل از بحران، به‌مراتب از اهمیت بیشتری نسبت به اقدامات صورت‌گرفته پس از بحران برخوردار است. درک چیستی زلزله، چگونگی مقاومت در برابر آن و راه‌های کاهش آسیب‌های ناشی از وقوع آن از عناوین مهم مباحث تاب‌آوری به شمار می‌روند. هر سیستم موفق در رسیدن به اهداف خود نیازمند ارائه‌ی پیش‌نیازهایی جهت تأمین الزامات است؛ لذا در مبحث تاب‌آوری یک جامعه در برابر تنش‌های طبیعی، مقوله‌ی انتخاب مکان مناسب، پیش‌بینی و تدارک اقدامات رفاهی به‌عنوان اولین گام در اسکان افراد شناخته می‌شود. چنانچه در بسیاری از حوادث پیشین نیز مشاهده شده است، عدم تعیین اصول و ضوابط پیش از حادثه، کاهش کیفیت خدمات‌رسانی و تأثیرپذیری بیشتر از شرایط غیرقابل‌پیش‌بینی را پس از بحران به دنبال داشته است (بینش، ۱۳۸۶). زلزله با قرارگیری در جایگاه نخست بلایای طبیعی در ایران از سال ۲۰۰۰ تاکنون (۲۰۱۸) در حدود ۸۵ هزار نفر را بی‌سرپناه کرده است (EM-DAT, 2016). بزرگی این عدد ضرورت توجه به اسکان افراد را پس از حادثه یادآور می‌شود. طبقه‌بندی اسکان در روند امدادرسانی را می‌توان در سه گونه‌ی کلی اسکان اضطراری، اسکان موقت و اسکان دائم جای داد. سرپناه موقت مرحله‌ی انتقال افراد از سرپناه‌های اضطراری به مسکن‌های دائمی‌شان می‌باشد که به مدت چند ماه تا چند سال در اختیار خانواده‌های بی‌خانمان قرار می‌گیرد. تبدیل فضاهای آزاد موجود در شهرها به پناهگاه‌های اسکان و امداد یک روش مؤثر برای پشتیبانی و عامل بهبودی در پی وقوع بلایای طبیعی است (Zhao et al., 2017). روند انتخاب مکان برای استفاده‌ی احتمالی در شرایط بحرانی آینده لازم است به‌صورت اصولی و با رعایت معیارها صورت گیرد. مکان‌یابی درست فضای سرپناهی برای زلزله‌زدگان باعث می‌شود حفاظت از جان انسان‌های بی‌سرپناه در زمانی که دسترسی به نیازهای ابتدایی به‌سادگی میسر نمی‌شود، انجام پذیرد و از میزان خطرات کاسته شود.

در سال‌های اخیر به موجب افزایش آسیب‌های برآمده از بلایا که دامنه‌ی آن از مرگ، آسیب و تخلیه‌ی اجباری تا تخریب وسیع محیط و ساختمان‌ها را در بر می‌گیرد، به سبب احساس نیاز به کاهش این تأثیرات، مطالعات گسترده‌ای در ابعاد گوناگون صورت پذیرفته است. تاکنون تحقیقات متعددی بر روی مشکلات مختلف مانند مکان مراکز درمانی، تخلیه و راه‌های دسترسی، فاصله‌های امن از مراکز خطرزا و امنیت انجام شده است. هال و موبرگ در تحقیقات خود به بررسی لجستیکی مکان بهینه‌ی انبارهای ذخیره در شرایط بحرانی پرداخته‌اند. محققان در این پژوهش انتخاب مکان امن را موجب تاثیر بیشتر اقدامات و افزایش بهره‌وری دانسته‌اند و مراحل تاثیرگذار در پروسه‌ی انتخاب سایت را بازشمارده‌اند (Hale and Moberg, 2005). تعیین مکان مناسب برای اسکان موقت پس از زلزله تاکنون به‌وسیله‌ی مدل‌های گوناگون صورت گرفته است. در مطالعات انجام‌گرفته توسط فرقانی و دربندی به ارزیابی عوامل تأثیرگذار در انتخاب مکان‌های اسکان موقت در منطقه چهار کرمان به‌عنوان یکی از مناطق مستعد زلزله پرداخته شده است. برای تعیین مکان اسکان در این پژوهش از تکنیک AHP و ابزار GIS استفاده شده است. نتایج تحقیق بر اهمیت فاصله از

گسل، قنات، خطوط فشارقوی برق و پمپ‌بنزین‌ها به‌عنوان محدودیت و توجه به پارک‌ها، فضاهای باز و معابر عریض به‌عنوان امکانات تأکید دارد. همچنین تعیین مراکز ذخیره و نگهداری ملزومات آسیب‌دیدگان را برای برنامه‌ریزی اسکان ضروری می‌داند (فرقانی و دربندی، ۱۳۹۴). انتخاب فضای اسکان در منطقه‌ی یک شهر تهران طبق دو روش الگوریتم‌های فازی و تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره (MADM[1]) توسط نوجوان و همکاران (۱۳۹۲) و امیدوار و همکاران (۲۰۱۳) بررسی شده است. بر اساس نتایج این مقالات در متد تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره امکان دستیابی به بهترین نتیجه از معیارهای مختلف افزایش پیدا می‌کند که در این میان تاپسیس بهترین روش برای انتخاب سایت‌های سرپناه موقت با میزان کمترین خطا می‌باشد. در مورد الگوریتم‌های فازی نیز منطق بولین برای زمین‌های دارای محدودیت کارا نیست و روش WLC می‌تواند به محقق در تصمیم‌گیری کمک‌های شایانی ارائه دهد. همچنین محققان انتخاب سایت‌های سرپناه موقت را در زمان حال بدون اندیشیدن تدابیر و تنها برحسب معیارهای محدودی نظیر مالکیت زمین و سرانه می‌دانند؛ که این امر منجر به استفاده از زمین‌های نامناسب بایر شده است. در پژوهش‌های مذکور معیارهای متعددی نظیر دسترسی، فرهنگ و آداب‌ورسوم، ملاحظات اقتصادی، افکار عمومی و منابع آب معرفی‌شده‌اند که در اولویت‌های پیشنهادشده تأثیرگذار بوده‌اند (نوجوان و همکاران، ۱۳۹۲؛ Omidvar et al., 2013). مطالعات صورت‌گرفته در ترکیه توسط پژوهشگران به ارائه‌ی مدلی ریاضی برای انتخاب بهترین مکان اسکان پس از حوادث ختم شده است که به‌وسیله‌ی مجموعه معیارهای پیشنهادی توسط هلال‌احمر ترکیه در کارتال[2] منطقه‌ای در استانبول، آزمایش شده است. این مدل درحالی‌که تصمیم‌گیری در مورد مکان‌های پناهگاه، جمعیت اختصاص داده‌شده به هر پناهگاه و طریقه‌ی استفاده از فضاهای باز را کنترل می‌کند، مناطق جمعیتی را به نزدیکترین پناهگاه متناسب با مساحت آن تطبیق می‌دهد (Kılcı et al., 2015). لیو و همکاران در فعالیت‌های تحقیقاتی خود بر روی زلزله‌ی ونچوان[3]چین در سال ۲۰۰۸ اصول انتخاب سایت پناهگاه‌های اضطراری به‌خصوص در مناطق کوهستانی و پرجمعیت را جمع‌بندی و تحلیل کرده‌اند. آن‌ها با اشاره به بررسی نتایج حاصل از زلزله‌های گذشته به ضرورت وجود پناهگاه و امکان افزایش میزان مرگ‌ومیر در مناطق بدون پناهگاه اشاره کرده‌اند (Liu et al., 2011). سلطانی و همکاران در پژوهشی تحت عنوان "معیارهای انتخاب سایت برای پناهگاه‌های پس از زلزله" به دسته‌بندی جامع پارامترهای مؤثر در انتخاب سایت پرداخته است. این عوامل در قالب شش معیار کلی اندازه و مکان، کاهش خطر بحران، امکانات امداد و نجات، امکان‌پذیری، جنبه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی و زیرمعیارهای مربوط به هر شاخه ارائه شده است. وی عواملی چون فصل، شرایط آب‌وهوایی، تعداد افراد تحت تأثیر، نوع پناهگاه و مدت‌زمان انتظار برای بهبودی را در تأثیرگذاری این پارامترها مؤثر می‌داند (Soltani et al., 2014). به‌طورکلی تلاش برای دسته‌بندی معیارهای مؤثر در روند انتخاب سایت توسط پژوهشگران متعددی به انجام رسیده است که در این میان می‌توان به فهرست تنظیم‌شده توسط کِلی اشاره کرد. این پرسشنامه به‌منظور کمک به سازمان‌های امدادرسان در حوزه‌ی پناهگاه و مطابق با استانداردهای پروژه اسفیر[4] تنظیم شده است. موارد موجود در این لیست مبتنی بر شناخت ملاحظات محیطی در شرایط بحرانی برای انتخاب محل پناهگاه اضطراری، ساخت‌وساز و مدیریت آن می‌باشد (Kelly, 2005). کمیساریای عالی پناهندگان سازمان ملل

[1] Multiple Attribute Decision Making
[2] Kartal
[3] Wenchuan
[4] Sphere Project

متحد نیز در کتابچه‌ی راهنمای خود ضمن اشاره به شاخص‌های تأثیرگذار در انتخاب سایت به بیان ضوابط و استانداردهای ساخت مساکن اضطراری و موقت پرداخته است. این منبع در تحقیقات خود به لزوم مساحت کافی برای هر شخص تأکید فراوان دارد و تراکم بالای جمعیت همراه با بهداشت و درمان ضعیف را تهدیدی جدی برای سلامتی و ایمنی پناهندگان بیان می‌کند (UNHCR, 2007: 210). تمامی مراجع مطالعاتی مرتبط به‌ضرورت پیش‌بینی فضای اسکان موقت در شهرها پرداخته‌اند و عدم تدارک شرایط لازم را مساوی با مواجهه با فجایع ثانویه، کاهش ایمنی، مشکلات اجتماعی و تأخیر در امدادرسانی شمرده‌اند (Johnson, 2007). یکی از مهم‌ترین اقدامات پیشگیری در مدیریت بحران آمادگی برای اسکان افراد بی‌خانمان در کنار افزایش توانایی‌هایی همچون آموزش، استحکام و تأمین امکانات است. این امور در بیشتر کلان‌شهرها به انجام رسیده است. لکن در شهرهایی با جمعیت و امکانات کمتر این ارزیابی‌ها چندان‌که باید صورت نگرفته است. لذا در این پژوهش با بازشماری معیارهای مؤثر در روند مکانیابی اسکان، به بررسی این موضوع در شهر شاهرود، به‌عنوان منطقه‌ای که با وجود نیاز تاکنون مورد پژوهش قرار نگرفته، پرداخته شده است. شاهرود به‌عنوان شهری با میزان آسیب‌پذیری متوسط در بحران، به سبب همجواری با گسل‌های پنهان و محتمل در وقوع زلزله‌های قوی، وجود مساکن نامناسب با مصالح کم‌دوام، وجود بافت‌های فرسوده، فشرده و آسیب‌رسان و وضعیت نامطلوب زیرساخت‌های شهری نیازمند برنامه‌ریزی برای حوادث احتمالی می‌باشد. مکانیابی فضای اسکان موقت در این شهر به‌عنوان یکی از این تدابیر کاهش اثرات پس از بحران را به دنبال خواهد داشت.

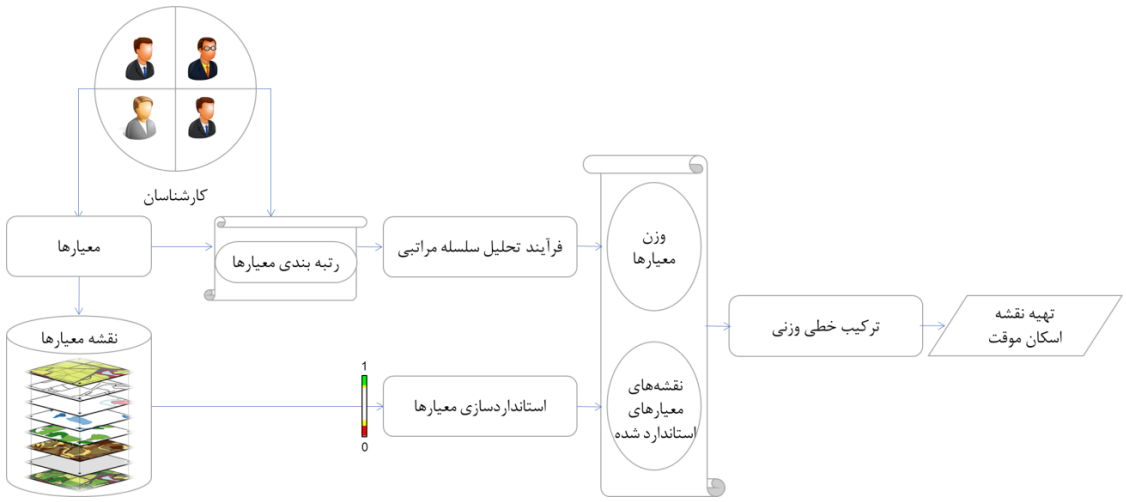
داده‌ها و روش کار

شهر شاهرود واقع در ضلع شمال‌غربی شهرستان شاهرود در استان سمنان، از نظر موقعیت جغرافیایی در عرض شمالی ۳۶ درجه و ۵ دقیقه و طول شرقی ۵۵ درجه و ۲ دقیقه واقع شده است (مهندسین مشاور طرح معماری محیط، ۱۳۹۱: ۲). بر طبق سرشماری سال ۱۳۹۵، شاهرود با وسعت ۲۹۹۸٫۶۳ هکتار به‌عنوان بزرگ‌ترین و پرجمعیت‌ترین شهر استان سمنان دارای جمعیتی بالغ بر ۱۵۰۱۲۹ نفر می‌باشد. این شهر با قرارگیری در بخشی از کمربند شمالی ایران که یکی از مناطق پرخطر زلزله است، ازنظر فرکانس و شدت وقوع زلزله از توان بالایی برخوردار است. فاصله تقریبی شاهرود تا گسل در حدود ۱۰ کیلومتر است و از لحاظ خطر زلزله‌خیزی در پهنه‌ای با امکان بالای وقوع زلزله‌ی مخرب قرار دارد (مهندسین مشاور آرمانشهر، ۱۳۸۶: ۳۱). کم‌ارتفاعی این شهر سبب گسترش بی‌مورد شهر در حواشی و در نتیجه توسعه افقی شهر شده است. بتن آرمه، اسکلت فلزی، آجر-سنگ و آهن، چوب، بلوک سیمانی و خشت و گل عمده مصالح ساختمان‌های این شهر را تشکیل می‌دهد که در سه رده‌ی بادوام، دوام متوسط و کم‌دوام دسته‌بندی می‌شوند. بخش قابل‌توجهی از هسته‌ی اولیه‌ی این شهر ساخته‌شده از مصالح کم‌دوام و بی‌دوام است. این میزان دربرگیرنده‌ی حدود ۱۰ درصد کل ابنیه مسکونی شهر شاهرود می‌باشد (مهندسین مشاور طرح معماری محیط، ۱۳۹۱: ۱۲۰).

در این پژوهش در گام اول میزان سرپناه لازم بر اساس تخمین خسارات محاسبه و سپس به امر مکانیابی پرداخته شده است. میزان فضای مورد نیاز برای اسکان با توجه به تعداد بی‌خانمانان پس از حادثه تعیین می‌شود. برای محاسبه‌ی مساحت مورد نیاز لازم است تعداد افراد آواره‌شده بر حسب کیفیت ابنیه و میزان آسیب‌پذیری پیش‌بینی شود. روند تحلیل خسارت در این پژوهش به روش احتمالاتی و با استفاده از داده‌های آماری و سرشماری نفوس و

مسکن سال ۱۳۹۵محاسبه شده است. پس از برآورد مقیاس تخریب احتمالی در سطح شهر، بر اساس مقدار سرانه‌ی زمین برای این کاربری میزان فضای اسکان موقت مورد نیاز برای این شهر تعیین گشته است.

شناخت شاخص‌های تأثیرگذار در انتخاب مکان مناسب مهمترین مساله در مکان‌گزینی قلمداد می‌شود. معیارهای اساسی و مؤثر در امر مکان‌یابی در این پژوهش با استناد به منابع علمی و تخصصی گردآوردی شده است. همچنین جمع‌آوری آمار و اطلاعات در محدوده‌ی مورد مطالعه بر پایه‌ی مطالعات نظری و وضع موجود صورت پذیرفته است. پس از مشخص نمودن معیارها، در گام بعدی با هدف پیدا کردن مکان‌هایی که قابلیت استفاده به عنوان اسکان موقت را دارند، از مدل تحلیل سلسله مراتبی برای وزن‌دهی معیارها و ترکیب خطی وزنی جهت مکان‌یابی استفاده شده است. هر دو روش قابلیت همگام‌سازی با سیستم اطلاعات جغرافیایی را دارند. شکل شماره‌ی ۱ الگوریتم روش‌شناسی استفاده شده در این تحقیق را به نمایش می‌گذارد.



شکل ۱: الگوریتم مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله

معیارهای گردآوری شده دارای درجه اهمیت و تاثیرگذاری یکسانی نسبت به یکدیگر نیستند. لذا به‌منظور تشخیص اولویت هر شاخص از روش تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شده است. روند سلسله‌مراتب تحلیلی (AHP) روشی بر اساس تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDA) است که توسط توماس ساعتی (۱۹۸۰) توسعه یافت (Saaty, 1980). این پروسه بر اساس داوری دوبه‌دویی معیارها چه به‌صورت کمی و چه کیفی اتفاق می‌افتد (Ngai, 2003) و بیشترین وزن به لایه‌ای تعلق می‌گیرد که بیشترین تاثیر را در تعیین هدف دارد. دامنه‌ی مقایسه‌ی معیارها با توجه به میزان اهمیت در طیف اعداد ۱ تا ۹ قرار می‌گیرند؛ به طوری‌که عدد ۱ بیانگر برابری ارزش و مقدار ۹ نمایانگر اهمیت بسیار زیاد یک شاخص نسبت به دیگری است. اساس این روش بر مقایسات زوجی معیارها استوار است. بنابراین پرسشنامه‌ای شامل ۱۵ معیار به‌صورت مقایسه‌زوجی تدوین گشت. جامعه‌ی آماری در این پژوهش افراد دارای تجربه و متخصصان مرتبط با موضوع هستند (جدول ۱) و چگونگی پاسخگویی به آن توضیح داده شد. گزینه‌های موجود دوبه‌دو بر اساس جدول نُه کمیتیِ مقایسه‌ی شاخص‌ها ارزیابی شده‌اند. با مقایسه‌ی پارامترها وزن هر معیار تعیین می‌شود. محاسبه‌ی وزن معیارها در این پژوهش در نرم‌افزار Expert Choice انجام شده است. این نرم‌افزار قابلیت محاسبه‌ی نرخ سازگاری را داراست. نرخ ناسازگاری شاخصی برای تعیین میزان سازگاری قیاس‌های انجام‌شده توسط خبرگان است. چنانچه این میزان از ۰٫۱

بیشتر باشد، ارزیابی‌ها قابل اطمینان نیستند و لازم است از محاسبات کنار گذاشته شوند. نتایج خروجی حاصل از این نرم‌افزار ارزش عددی معیارها را در طیف اعدادی بین صفر و یک مشخص می‌کند که مجموع آن برابر با یک خواهد بود.

جدول ۱: مشخصات جامعه‌ی آماری پاسخگو به پرسشنامه‌ها

جامعه آماری		اساتید دانشگاهی[۱]	هلال احمر[۲]	نیروهای جهادی[۳]	دانشجویان[۴]
تعداد نمونه		۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
سن	۲۰-۲۹ سال	---	---	۶۰٪	۱۰۰٪
	۳۰-۳۹ سال	۷۰٪	۵۰٪	۳۰٪	---
	۴۰-۴۹ سال	۲۰٪	۵۰٪	---	---
	۵۰-۵۹ سال	---	---	۱۰٪	---
	۶۰-۶۹ سال	۱۰٪	---	---	---
میزان تحصیلات	کارشناسی	---	۶۰٪	۷۰٪	---
	کارشناسی ارشد	۳۰٪	۳۰٪	۳۰٪	۱۰۰٪
	دکتری	۷۰٪	۱۰٪		
رشته‌ی تحصیلی	برنامه‌ریزی و طراحی شهری	۵۰٪	۱۰٪	۱۰٪	۱۰٪
	معماری	۴۰٪	۱۰٪	۴۰٪	۴۰٪
	مدیریت امداد و نجات	---	۵۰٪	---	---
	امداد سوانح	---	۱۰٪	---	---
	محیط زیست	۱۰٪	---	---	---
	شهرسازی	---	---	۱۰٪	---
	عمران	---	---	۲۰٪	---
	زمین‌شناسی	---	---	۱۰٪	---
	بازسازی پس از سانحه	---	---	---	۲۰٪
	جغرافیا	---	---	---	۱۰٪
	RS-GIS	---	---	---	۲۰٪
	تاسیسات	---	---	۱۰٪	---
	پرستاری	---	۱۰٪	---	---

پس از استخراج معیارهای موردنظر و تعیین وزن آن‌ها، لایه‌ها مطابق با خواست هر معیار ایجاد شده است. داده‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی شامل تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های جامع دیجیتالی بر اساس منابع موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه است. معیارهای مذکور پس از رقومی شدن و ورود به سیستم اطلاعات جغرافیایی به نقشه‌های معیار تبدیل شدند. پس از تولید لایه‌های معیار به دلیل خصوصیات متفاوت معیارها لازم است معیارها هم‌مقیاس یا به عبارتی استانداردسازی شوند. به این معنی که لایه‌ها با استفاده از قواعد استانداردسازی یکسان به مقیاسی تبدیل شوند که قابلیت ادغام با یکدیگر را داشته باشند (شهابی، ۱۳۸۸: ۷۳). به منظور استانداردسازی در این پژوهش هر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه‌بندی شده است که متناسب با نوع معیار دارای تابعی کاهشی یا افزایشی است. منظور از

۱ شامل اساتید دانشگاه صنعتی شاهرود و دانشگاه آزاد واحد شاهرود

۲ شامل نجاتگران، مربیان دوره‌های اسکان، کارمندان و مسئولان عملیات و اردوگاه‌ها

۳ فرم‌های آنلاین در این رده توسط افراد فعال در عملیات بازسازی زلزله‌ی کرمانشاه، شهرستان سر پل ذهاب، روستای گنجوره پر شده است.

٤ شامل دانشجویان کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی شاهرود، تهران و شهید بهشتی

تابع کاهشی حداقل‌شونده و نزولی بودن آن و منظور از افزایشی بودن آن صعودی بودن تابع می‌باشد. به عنوان مثال در معیار فاصله از گسل هر چه فاصله نزدیک‌تر شود احتمال خطر افزایش می‌یابد. روش ترکیب خطی وزنی (WLC) رایج‌ترین تکنیک بر پایه‌ی میانگین وزنی در ارزیابی چندمعیاره است. این فرآیند متغیرها را به صورت فاکتورهایی بهم‌پیوسته ارائه می‌کند و امکان جبران فاکتورها را به وسیله‌ی هم فراهم می‌کند (لطفی و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۷). برای ساخت لایه‌های استاندارد دارای وزن، از طریق ضرب این وزن در مقدار شاخص، مقداری نهایی برای هر گزینه بدست آمد. کسب امتیاز نهایی هر گزینه با کمک عملیات همپوشانی لایه‌های وزن‌دار صورت گرفته است. در نهایت گزینه‌ها بر اساس امتیاز ارجحیت کلی مرتب گشته و گزینه‌هایی با بیشترین مقدار به عنوان مناسب‌ترین گزینه برای هدف مورد بررسی قرار گرفت (شهابی و همکاران، ۱۳۸۷).

سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌عنوان ابزاری برای تحلیل و مدیریت داده‌های جغرافیایی در این پژوهش باهدف ادغام لایه‌های هر معیار و تصمیم‌گیری در اختصاص کاربری زمین استفاده شده است. محیط GIS قابلیت تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDA) را برای ترکیب لایه‌های داده‌های مکانی دارد. همچنین این نرم‌افزار قابلیت تعریف وزن را برای معیارها دارا می‌باشد. در این فاز معیارها تحلیل می‌شوند تا بتوانند در مرحله‌ی ارزیابی قرار بگیرند. برای تعیین ارزش کلی هر نقطه، پس از تبدیل داده‌های خام به ساختار رستری و طبقه‌بندی لایه‌ها، جمع‌بندی در محیط ArcGis صورت گرفته است. خروجی حاصل با همپوشانی موارد گردآوری‌شده به دست آمده است که منجر به تولید نقشه با توجه به نتایج تجزیه‌وتحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره شده است.

شرح و تفسیر نتایج

- **تعیین میزان فضای موردنیاز سرپناهی**

مقیاس زمین پیشنهادی باید متناسب با سطح نیاز افراد به مسکن باشد. معیارهای گزینش بر اساس ماهیت فاجعه و شرایط جمعیتی و ساختمانی این منطقه ارائه می‌شود (Anand et al., 2015). سازه‌های فلزی، بتنی و مرکب آجر و آهن مطابق با میزان آسیب‌پذیری ساختمان‌ها برحسب تیپ‌بندی مصالح دارای ضریب آسیب‌پذیری ۲۰ درصد در برابر زلزله با بزرگای ۵,۵ ریشتر و بالاتر می‌باشند (موسوی و غفوری، ۱۳۸۲). در شهرستان شاهرود ۹۲,۶ درصد از ۴۶۵۷۴ ساختمان موجود در شهر را ساختمان‌هایی از این دست تشکیل می‌دهند. بر طبق این مفهوم ۲۰ درصد از ۴۳۱۳۹ بنای موجود در این محدوده‌ی کیفی، در مناطق پرخطر و آسیب‌پذیر، بر اثر زلزله به بزرگی ۵,۵ ریشتر تخریب خواهند شد. این میزان برابر با ۸۶۲۸ ساختمان می‌باشد. ساختمان‌هایی با سازه و مصالح نیمه مقاوم –آجر و چوب، بلوک سیمانی و تمام آجری- با ضریب تخریب‌پذیری ۳۳ درصد (ناطقی‌الهی، ۱۳۷۶)، ۳,۴۵ درصد از کل ساختمان‌ها را به خود اختصاص داده است. یعنی در صورت وقوع زلزله‌ای قوی ۵۳۱ ساختمان از رده‌ی ساختمان‌های نیمه‌مقاوم تخریب خواهند شد. ساختمان‌های کم‌دوام با مصالح چوب، خشت و گل نیز ۳,۳۲ درصد از ساختمان‌های شهر را شامل می‌شوند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که در بافت فرسوده‌ی ۵۶ هکتاری شاهرود بیش از نیمی از تعداد پلاک‌های موجود را تنها ابنیه در حال تخریب تشکیل داده‌اند (مهندسین مشاور سه‌سو، ۱۳۹۲: ۳۵). بر طبق تجربه‌های پیشین زلزله و به‌ویژه زلزله‌ی بم ۷۰ درصد ساختمان‌هایی با کیفت پایین مصالح و غیرمسلح مانند ساختمان‌های خشتی، در اثر زلزله ۶,۵ ریشتری دچار تخریب شده‌اند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳) که این امر آسیب‌پذیری شهر را به میزان زیادی افزایش خواهد داد؛ بنابراین در این محاسبات درصد تخریب‌پذیری ساختمان‌های کم‌دوام برابر با ۷۰ درصد در

نظر گرفته شده است. بر این اساس ۱۰۸۴ ساختمان از ۱۵۴۸ بنای این رده‌ی کیفی تخریب خواهند شد. بر اساس این اعداد و ارقام می‌توان این شهر را منطقه‌ای با میزان آسیب‌پذیری متوسط و با ضریب آسیب‌پذیری حدود ۲۲ درصد (جدول ۲) ارزیابی کرد. علاوه بر این عوامل دیگری نیز می‌توانند در افزایش این میزان تاثیرگذار باشند. در یک نگاه کلی عوامل آسیب‌پذیری شهر شاهرود عبارتند از: قدمت زیاد ابنیه در بافت فرسوده و معابر کم‌عرض و ارگانیک این بافت، روند فزاینده فرسودگی بافت‌های مسکونی در بخش‌های مرکزی شهر، "پراکندگی و گستردگی ساخت‌وسازهای جدید مغایر با اصول پایداری، احتمال افزایش ضریب فرسودگی بافت مسکونی به سبب هجوم جمعیت روستایی، استفاده از مصالح نامرغوب و ارزان"(مهندسین مشاور طرح معماری محیط، ۱۳۹۱: ۵۹)، معضلات تأسیسات زیرساختی و فرسودگی شبکه توزیع، ریزدانگی و فشردگی غالب بافت شهر به‌ویژه مناطق مرکزی، غلبه‌ی توده بر فضا در اکثر مناطق، روند ضعیف مستحکم‌سازی ساختمان‌های نامقاوم و هم‌راستایی رشد شهر مطابق با محور گسل که موجب افزایش دامنه‌ی تراکم ساختمان‌ها در شعاع عملکردی گسل می‌شود.

با توجه به ارزیابی‌های بعمل‌آمده تعداد سازه‌های که ممکن است در صورت وقوع زلزله‌ای قوی تخریب شوند، در حدود ۱۰۲۴۳ واحد برآورد شده است که با در نظر گرفتن بعد خانوار ۳,۱۵ نفر (مطابق با سرشماری ۱۳۹۵)، تعداد بی‌خانمان‌های این شهر برابر با ۳۲۲۶۶ نفر خواهد بود. در این صورت با احتساب ۳۰-۴۵ مترمربع سرپناه موردنیاز برای هر نفر فضای سرپناهی با مساحت ۹۷ تا ۱۴۵ هکتار برای این شهر موردنیاز است.

جدول ۲: میزان آسیب‌پذیری بناهای موجود شهرستان شاهرود بر اساس مصالح

منبع	متوسط ضریب آسیب‌پذیری	کیفیت	درصد بناهای موجود	واحدهای موجود برحسب نوع اسکلت بنا و مصالح	میزان تخریب (واحد)
ناطقی‌الهی، ۱۳۷۶	٪۲۰	بادوام	٪۹۲,۶	۴۳۱۳۹ واحد	۸۶۲۸
ناطقی‌الهی، ۱۳۷۶	٪۳۳	دوام متوسط	٪۳,۴۵	۱۶۱۰ واحد	۵۳۱
حسینی و همکاران، ۱۳۹۳	٪۷۰	کم‌دوام	٪۳,۳۲	۱۵۴۸ واحد	۱۰۸۴
کل	٪۲۲	تخریبی	...	۴۶۵۷۴	۱۰۲۴۳
نامشخص			٪۰,۵۹	۲۷۷ واحد	

- **بازشناخت ضوابط مؤثر در مکان‌یابی اسکان موقت و تعیین ارزش هر شاخص**

پناهگاه‌های استقرار پس از زلزله مکان‌های امنی هستند که خدمات حفاظتی و پشتیبانی را ارائه می‌دهند. این مراکز که لازم است تا شعاع دو کیلومتری را پوشش دهند (Xu et al., 2016)، باید دارای مکانی با اهداف و الزامات معیشتی باشند. پرداختن به خواست و نیاز بی‌خانمانان در کنار توجه به اصولِ کنترل و شرایط بازسازی نکته‌ی مهمی به‌شمار می‌رود. مفهوم سکونت‌گاه موقت در دیدگاه کلی، علاوه بر ابعاد کالبدی آن از منظر روانی و امنیتی نیز حائز اهمیت است. از این رو ۹ اصل زیر به‌عنوان شاخص‌های اصلی شناسایی شده‌اند. معیارهای تاثیرگذار در انتخاب سایت در این پژوهش برگرفته از این عوامل می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳:عوامل مؤثر در مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله

ردیف	منابع	معیار	زیرمعیار	توضیحات
۱	Chu and Su, ۲۰۱۲ IFRC, 2013 Liu et al, 2011 Nappi and Souza, 2014 Omidvar et al, ۲۰۱۳ Soltani et al, ۲۰۱۴ Sphere Project, ۲۰۱۱ UNHCR, 2007 Wei et al, 2012 Xu et al, 2016 فرقانی و دربندی، ۱۳۹۴ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱	دسترسی	نزدیکی به محل‌های مسکونی	فاصله خدمات‌رسانی از نقطه تقاضا: کمتر از ۲ کیلومتر فاصله پیاده‌روی: ۵ تا ۱۰ دقیقه تا پناهگاه موقت ۰,۵ تا ۱ ساعت تا اقامتگاه دائم
			نزدیکی به جاده‌ها، بزرگراه‌ها و خیابان‌های اصلی	تسهیل تحویل کمک‌های بشردوستانه در ۵۰ متری جاده اصلی دسترسی مناسب به معابر: ۵۰ تا ۱۰۰ متر
			نزدیک به ذخایر اصلی و سایت‌های توزیع مواد غذایی	تعیین مسیرهای توزیع از قبل
			دسترسی امن به کاربری‌های سازگار	فاصله از مدارس، بازارها، مکان‌های تفریحی، مراقبت‌های بهداشتی و خدمات حمایتی: حداکثر در ۱ کیلومتری سایت
			دسترسی عمومی	مطابق با استانداردهای افراد محدود حرکتی، بینایی و ارتباطی
			تخلیه	تدارک ۲ گذرگاه تخلیه برای فرار: ۳۰۰۰ متر
۲	IFRC, 2013 Kelly, 2005 Liu et al, 2011 Nappi and Souza, 2014 Omidvar et al, ۲۰۱۳ Soltani et al, ۲۰۱۴ Sphere Project, ۲۰۱۱ Wei et al, 2012 Xu et al, 2016 احدنژاد و همکاران، ۱۳۹۰ و دربندی، فرقانی ۱۳۹۴ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱	جانمایی امن	فاصله از مناطق در معرض خطر و مکان‌های حساس اکولوژیکی: گسل، مسیل، رودخانه، قنات و چاه	فاصله از گسل: ۲۰۰ متر فاصله از حریم قنات و رودخانه: ۱۰۰ متر
			فاصله از انواع خطوط انتقال برق، گاز، نفت، بلندمرتبه‌ها	فاصله از دکل برق فشارقوی: بیشتر از ۱۰۰ متر فاصله از مسیر گاز: حداقل ۵۰ متر فاصله از بلندمرتبه‌ها: ½ ارتفاع بنا حداقل فاصله از ساختمان‌ها متناسب با ارتفاع: ۶-۴ طبقه: ۱۸ متر، ۷-۱۰ طبقه: ۳۰ متر، ۱۰-۱۵ طبقه: ۴۵ متر، بیشتر: ۶۰ متر
			فاصله از محدوده‌های آسیب‌پذیر	مناطق قدیمی، فاقد اسکلت مناسب و معابر کمتر از ۶ متر
			ارزیابی اقلیم خاص منطقه	خطرات زیست‌محیطی و بیماری‌ها و تغییرات فصلی
			دوری از پارک طبیعی، پناهگاه‌های حیات‌وحش یا مناطق حفاظت‌شده	فاصله از منابع طبیعی: ۱۵ کیلومتر
۳	Kelly, 2005 Liu et al, 2011 Nappi and Souza, 2014 Omidvar et al, ۲۰۱۳ Soltani et al, ۲۰۱۴ Sphere Project, ۲۰۱۱ UNHCR, 2007 نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱	فرهنگی	بررسی عوامل فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی محلی و سازگار با فعالیت‌های روزمره مردم احترام به آداب‌ورسوم سنتی و نیازهای افراد به‌منظور جلوگیری از ایجاد مشکلات	مشورت با مردم بی‌خانمان که قرار است از مکان استفاده کنند. مشورت با ساکنین اطراف اردوگاه برای جلوگیری از تعارض نکات موردتوجه: ترکیب گروه‌های جمعیت اطمینان از فرم غیر بسته برای تعادل بهتر با جوامع دیگر
۴	Chu and Su, ۲۰۱۲ Kılcı et al, ۲۰۱۵ Omidvar et al,	کاربری‌های سازگار	مراکز امدادی - خدماتی: بیمارستان و درمانگاه، مراکز امداد، فضاهای آموزش، ایستگاه‌های آتش‌نشانی	بیمارستان‌ها: ۱,۵ کیلومتر (حداکثر ۵ کیلومتری) درمانگاه‌ها: ۷۰۰ متر (کمتر از ۲۰۰۰ متر) آموزش ابتدایی: ۵۰۰ تا ۷۰۰ متر ایستگاه آتش‌نشانی: ۱ کیلومتر (کمتر از ۳۵۰۰ متر)

	۲۰۱۳ Soltani et al, ۲۰۱۴ Sphere Project, ۲۰۱۱ احدنژاد و همکاران، ۱۳۹۰ فرقانی و دربندی، ۱۳۹۴ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱		مراکز خدمات امدادرسانی و توزیع، پایگاه مدیریت بحران و پشتیبانی	فاصله از فضای سبز (فضای باز): کمتر از ۵۰۰ متر انبار ذخایر مواد برای تهیه لوازم موردنیاز شامل لباس، داروها، تجهیزات پزشکی، ژنراتورهای برق و منابع روشنایی
			مراکز امنیتی: کلانتری‌ها، پادگان‌ها، تأسیسات نظامی و مناطق بالقوه حساس حفاظت و امنیت	کلانتری‌ها برحسب دسترسی پیاده: ۴۰۰ متر پادگان‌ها: ۲ کیلومتر فاصله از مراکز امنیتی: کمتر از ۳۵۰۰ متر
۵	Kelly, 2005 Xu et al, 2016 احدنژاد و همکاران، ۱۳۹۰ فرقانی و دربندی، ۱۳۹۴ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱	کاربری‌های ناسازگار	پمپ‌بنزین، خطوط مترو، تأسیسات، ایستگاه‌های دفن زباله یا سپتیک	فاصله از پمپ‌بنزین: حداقل ۲۰۰ متر
			مکان‌های قابل‌توجه فرهنگی	معابد، کلیسا، سایت‌های مقدس و باستان‌شناسی دارای ارزش
			مکان‌های صنعتی و انبارهای شیمیایی	معادن و مواد سمی که احتمال دارد در خاک یا آب‌های زیرزمینی نفوذ کند.
۶	Kılcı et al, ۲۰۱۵ Liu et al, 2011 Nappi and Souza, 2014 Omidvar et al, ۲۰۱۳ Soltani et al, ۲۰۱۴ Sphere Project, ۲۰۱۱ UNHCR, 2007 Wei et al, 2012 Xu et al, 2016 فرقانی و دربندی، ۱۳۹۴ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱	جنبه‌های اقتصادی	بررسی عوامل اقتصادی محلی و دولتی	پرداخت هزینه توسط دولت هزینه راه‌اندازی: قیمت زمین، هزینه آماده‌سازی بعد از راه‌اندازی: هزینه نگهداری محل
			مالکیت	انتخاب سایت در مناطق عمومی راحت‌تر از مناطق خصوصی است. توجه به مالکیت محدوده و موافقت‌نامه تغییر کاربری
			کاربری زمین	اجازه‌ی استفاده به‌عنوان کاربری‌های دیگر مانند مراکز اجتماعی استفاده از زمین پیش از زلزله فضاهای سبز تفریحی و گسترده سهولت تبدیل به پناهگاه، وجود دسترسی به امکانات رفاهی
۷	Kılcı et al, ۲۰۱۵ Liu et al, 2011 Nappi and Souza, 2014 Soltani et al, ۲۰۱۴ Sphere Project, ۲۰۱۱ Xu et al, 2016 فرقانی و دربندی، ۱۳۹۴ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱	شرایط زیرساختی و زیربنایی	دسترسی به امکانات رفاهی: آب، برق، تلفن، منابع انرژی، جمع‌آوری زباله و فاضلاب، چاه‌ها، تأمین بهداشت عمومی، حمام و دستشویی	وجود و ایجاد چاه‌ها، لوله‌ها و منابع آب: آشامیدنی و آتش‌نشانی فاصله از منابع آب طبق پروژه اسفر: ۲۵۰ تا ۱۵۰۰ متر ۲،۵ لیتر نفر برای نوشیدن روزانه، ۶۰ لیتر نفر برای استحمام و ۱۵ لیتر نفر برای مصارف دیگر
			پتانسیل تعمیر جاده‌ها، حمل‌ونقل، دسترسی به مواد ساختمانی محلی برای بازیافت و بازسازی فاجعه	
۸	IFRC, 2013 Kelly, 2005 Kılcı et al, ۲۰۱۵ Nappi and Souza, 2014 Omidvar et al,	شرایط و نوع زمین	توپوگرافی و زهکشی رعایت شیب مناسب به‌منظور تخلیه آب سطحی و فاضلاب	مشکلات سایت‌های مسطح برای تخلیه زباله‌ها و آب باران رعایت سطح آب زیرزمینی: حداقل ۳ متر و ترجیحاً بیش از ۲۰ متر دارای شیب ۲ تا ۴٪ برای تسهیل زهکشی طبیعی شیب‌های بیش از ۲۵٪ خطرناک، شیب بیش از

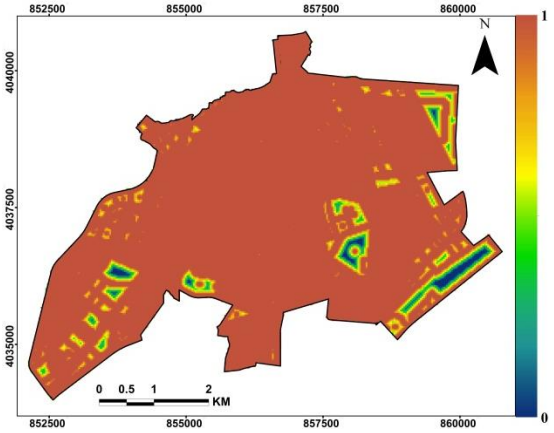
	۲۰۱۳ Soltani et al, ۲۰۱۴ Sphere Project, ۲۰۱۱ UNHCR, 2007 فرقانی و دربندی، ۱۳۹۴ نوجوان و همکاران، ۱۳۹۱			۱۰٪ مشکل‌آفرین و مستعد فرسایش شدید و شیب کمتر از ۵٪ پایدار و امن است.
			پوشش گیاهی و سبزینگی زمین	کاهش فرسایش خاک، کاهش گردوغبار و استفاده از سایه تأثیرات درختان بر آسایش محیطی و ایجاد منابع باارزش سوختی
			شرایط و نوع خاک: محل‌هایی با نفوذپذیری بالای خاک اجتناب از زمین‌های خیلی سنگی و نفوذناپذیر احداث نکردن روی خاک سست	نفوذپذیری بالای خاک: جذب سریع آب‌های سطحی زمین‌های خیلی سنگی و نفوذناپذیر: اختلال در چاه‌های فاضلاب و کاهش امکان کشت خاک‌های بسیار شنی: نفوذپذیری خوبی دارند اما استحکام ندارند. افزایش امکانات کشاورزی با شرایط خاکی مناسب
۹	Chu and Su, ۲۰۱۲ Nappi and Souza, 2014 Omidvar et al, ۲۰۱۳ Soltani et al, ۲۰۱۴ Sphere Project, ۲۰۱۱ UNHCR, 2007 Xu et al, 2016 احدنژاد و همکاران، ۱۳۹۰ فرقانی و دربندی، ۱۳۹۴	مساحت و ظرفیت پوشش	سطح مؤثر شامل جاده‌ها، مسیرهای پیاده، امکانات آموزشی و بهداشتی، آتش‌نشانی، اداری و ... و همچنین امکان توسعه محدود برای تأمین نیازهای آتی	سرانه: ۳۰ مترمربع برای هر شخص با حذف فضای سبز و ۴۵ مترمربع برای تمام امکانات سرانه هر نفر در پایگاه‌های تخلیه اضطراری: ۲ مترمربع مکان‌های سرپوشیده: ۳,۵ مترمربع مساحت: حداقل ۱ هکتار
			برنامه‌ریزی حداکثر پوشش فضایی متناسب با جمعیت	پوشش حداکثری برای یک پایگاه ۲ کیلومتر یا کمتر است. جمعیت ناحیه خدمات‌رسانی نباید بیش از ظرفیت آن باشد. اجتناب از اردوگاه‌های بزرگ با گنجایش بیش از ۲۰۰۰۰ نفر

۱. اصل دسترسی: شرط اولیه برای تمامی اقدامات سکونتی و برنامه‌ریزی دسترسی این اماکن است. تمایل به انتخاب مکان برای مسکن موقت از دیدگاه افراد آسیب‌دیده ترجیح بر این دارد که این اماکن حتی‌الامکان کمترین فاصله را با مسکن سابق افراد داشته باشد؛ به این معنی که سایت در کنار خانه‌های آسیب‌دیده قرار گیرد. در این حال توده‌های مردم آماده هستند تا در اردوگاه‌های نزدیک به خانه‌هایشان زندگی کنند (گیوه‌چی و همکاران، ۱۳۹۲). از این رو معیار نزدیکی به مکان‌های مسکونی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین معیارها در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. در اینجا لازم است به این نکته توجه شود که بُعد زیاد مسافت بین پناهگاه و منازل سابق احتمال عدم بازگشت را افزایش می‌دهد (Leaning, 2017). از سوی دیگر در مقوله‌ی دسترسی لازم است مسیرهای توزیع و شریان‌های ارتباطی اصلی از قبل مشخص شوند (Nappi and Souza, 2014). لذا معیارهای دسترسی به خیابان‌های اصلی و همچنین نزدیکی به سایت‌های ذخیره و توزیع مواد به عنوان دیگر عوامل اصولی مد نظر قرار گرفت است.

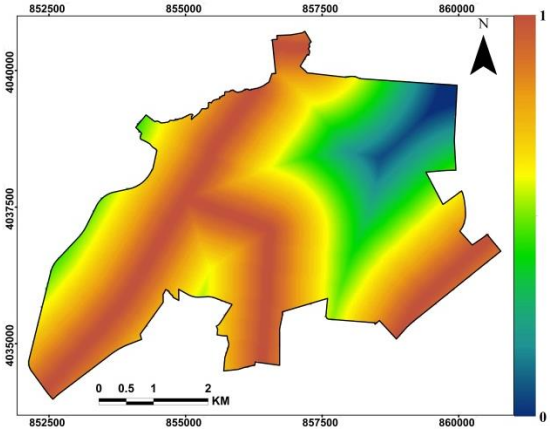
فاصله از مناطق مسکونی: این معیار مهمترین لایه‌ی اطلاعاتی بر اساس توزیع وزن در انتخاب مکان اسکان محسوب می‌شود. در شهر مورد مطالعه چنانچه در نقشه‌ها نیز مشخص است (شکل ۲) بدلیل توزیع یکپارچه‌ی مناطق مسکونی در کل شهر غالب نقاط در محدوده‌ی مناسب قرار گرفته‌اند. در این شرایط در صورت وجود زمین‌هایی متناسب با دیگر معیارها در محدوده‌ی شهر افراد می‌توانند در مکانی امن و نزدیک به خانه‌های خود اسکان داده شوند.

فاصله از جاده و خیابان‌های اصلی: در مواقع بروز بحران شبکه‌ی ارتباطی درون شهری تمام کارایی پیشین خود را نخواهد داشت و تنها خطوط اصلی قادر به ارائه‌ی سرویس و کمک‌رسانی هستند. مکان در نظر گرفته شده برای اسکان

نیز بهتر است در حد امکان نزدیک به خیابان‌های اصلی در نظر گرفته شود تا موجب تسهیل خدمات‌رسانی در شرایط حساس پس از زلزله شوند. در پژوهش پیش‌رو به منظور دسترسی مجموعه به شبکه‌های ارتباطی و بررسی مسیر دسترسی جایگزین، شریان‌های اصلی شهر شامل خیابان‌های دو طرفه با عرض خالص سواره‌رو بیشتر از ۱۲ متر مشخص شده‌اند (شکل ۳). در شاهرود شبکه مواصلاتی در قالب محورهای شریانی اصلی (شهری و منطقه‌ای) ترکیبی است از یک محور صلیبی که شمال شهر را به جنوب آن و شرق و غرب را بهم اتصال می‌دهد و چند راه ارتباطی شعاعی که به محور اصلی متصل می‌گردند. واضح است که مناطقی که دورتر از معابر سرویس‌دنده قرار خواهند گرفت نسبت به مناطقی با فاصله‌ی نزدیکتر، در طول دوره اسکان خدمات کمتری را دریافت می‌کنند؛ لذا با قرارگیری پناهگاه در این حالت احتمال موفقیت آن کاهش می‌یابد.

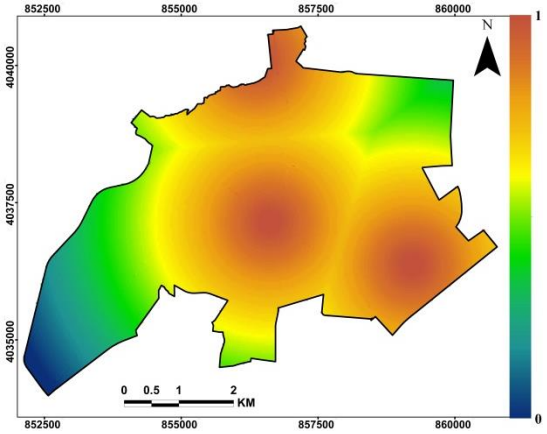


شکل ۲: نقشه توزیع مناطق مسکونی در شاهرود



شکل ۳: نقشه محدوده دسترسی خیابان‌های اصلی شهر در شاهرود

فاصله از ذخایر و سایت‌های توزیع مواد: سهولت دسترسی به منابع ضروری برای ادامه‌ی زندگی در شرایط پر تنش پس از زلزله از عواملیست که موجب رفاه بازماندگان می‌گردد و عملیات امداد را سرعت می‌بخشد. مراکز ذخیره و توزیع در صورت وجود راه‌های دسترسی مناسب می‌توانند تا شعاع دو کیلومتری خود را در زمان مناسب پوشش دهند. مطابق شکل ۴ در شهر شاهرود ۳ انبار به این امر مجهز شده‌اند که محدوده‌ی شرق، مرکز و شمال شهر را پوشش می‌دهند که با توجه به شعاع عملکردی ۲ کیلومتری تمام شهر تحت پوشش این مراکز وجود ندارد. لزوم ایجاد بیشتر این کاربری‌ها با توجه به فرم شکل‌گیری شهر در مناطق شمال شرقی، غرب و جنوب غربی مشهود است.



شکل ۴: نقشه شعاع نفوذ انبارهای ذخیره

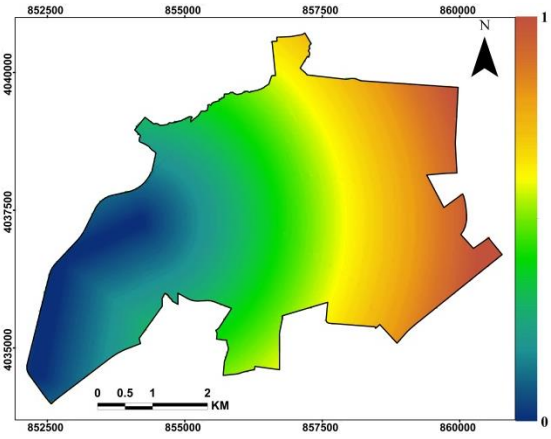
۲. امنیت: پناهگاه‌های پیشنهادی باید از مناطق پتانسیل خطر دور باشند. اگرچه این نقاط در شرایط عادی دور از بحران خطرناک محسوب نمی‌شوند، لذا در مواقع بحران موجب تشدید شرایط خطر و افزایش میزان تلفات می‌گردند. این مناطق شامل کانون گسل، مسیل، رودخانه و پارک‌های حیات‌وحش به‌عنوان مشخصه‌های محیطی و خطوط انتقال فشارقوی برق، مسیر گاز و بلندمرتبه‌ها به‌عنوان منابع انسان‌ساخت هستند. همچنین ابنیه با قدمت زیاد و فاقد اسکلت مناسب که در صورت رخداد حادثه، علاوه بر آسیب‌پذیری آسیب‌زا نیز هستند، باید به‌عنوان عوامل خطرزا در نظر گرفته شوند. شهرستان شاهرود به دلیل فاصله از رودخانه و همچنین به‌موجب کم‌ارتفاعی بناهای شهر از سوی این عوامل مورد تهدید قرار نمی‌گیرد؛ اما لازم است از لحاظ خطراتی همچون گسل، خطوط برق، مسیل و بناهای فرسوده بررسی شود. در سال‌های اخیر بسیاری از ابنیه‌ی فاقد اسکلت مناسب در این شهر رو به تخریب بوده‌اند و معابر باریک زیر ۶ متر که به‌عنوان یکی از عناصر آسیب‌زا در مواقع خطر شناخته می‌شوند در حال تعریض هستند.

از دیگر عوامل موثر در امنیت افراد اطمینان از سلامت ساکنان در اردوگاه‌های اسکان است. در شرایط بی‌خانمانی زلزله‌زدگان، افزایش خطرات زیست‌محیطی بر اثر تهدیدات آب‌وهوایی بسیار رایج است. ایجاد سرپناه مناسب، ارائه‌ی امکانات و تجهیزات بهداشتی کافی در کنار ضرورت توجه به اقلیم منطقه برای افزایش امنیت بهداشتی و روانی آسیب‌دیدگان لازم است (Félix et al., 2013). این موارد باید در چگونگی خدمات و نوع اسکان ارائه‌شده لحاظ شود.

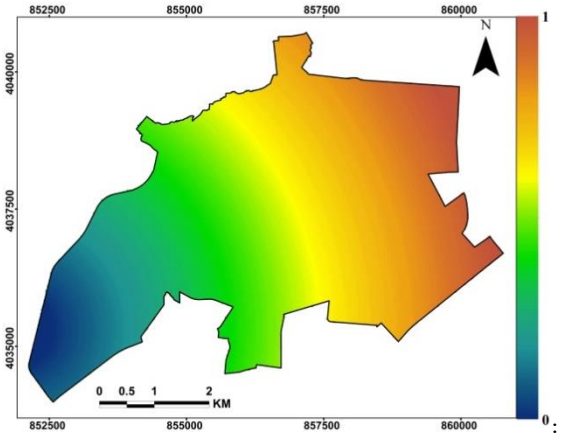
فاصله از گسل: در شعاع ۱۵۰ کیلومتری محدوده قلمرو جغرافیایی که شهر شاهرود در آن واقع شده است گسل‌های متعددی پراکنده شده‌اند. از نظر طول و امتداد آن‌ها گسل میامی به سبب نزدیکی به شهر شاهرود واجد اهمیت می‌باشد که جهت عمومی آن در امتداد شمال شرقی- جنوب غربی می‌باشد. در رابطه با این شهر، گسل‌های شناسایی شده از محدوده‌ی شهر فاصله داشته و به عبارتی در محدوده‌ی شهر هیچ‌گونه گسلی وجود ندارد (مهندسین مشاور طرح معماری محیط، ۱۳۹۱: ۱۰۲). با رقومی کردن نقشه گسل‌ها، محدوده‌ی مستعد خطر در شکل شماره‌ی ۵ مشخص گردید. در این میان ذکر این نکته حائز اهمیت است که به‌موجب نبود گسل در محدوده‌ی شهر، تنها دامنه‌ی تاثیرپذیری آن در محدوده‌ی شهر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به امتداد این گسل در طول غرب و جنوب غربی شهرستان، مکان‌های دور از جبهه‌ی غربی مناسب‌تر خواهند بود.

مسیر برق فشار قوی: خطوط برق فشار قوی به‌سبب احتمال انفجار و آتش‌سوزی درطی بحران زلزله موجب تلفات و خسارت‌های سنگینی خواهند شد. در شاهرود خطوط فشار قوی برق ۲۳۰ و ۶۳ کیلوولت در ضلع غربی شهر واقع

شده‌اند. تاثیرگذاری خطوط برق پراکنده در سطح شهر با وجود تهدیدکننده بودن به سبب نیاز سایت اسکان به بهره‌گیری از منابع انرژی و همچنین کاهش ولتاژ، نادیده گرفته شده است. مطابق با نقشه‌ی شکل ۶، محدوده‌ی اطراف این خطوط تا شعاع ۲۰۰ متری در طیف بسیار نامناسب قرار گرفته و با افزایش فاصله از این مسیرها، احتمال خطر کاهش می‌یابد و منطقه‌ی مورد نظر برای اسکان پس از زلزله مناسب‌تر است.



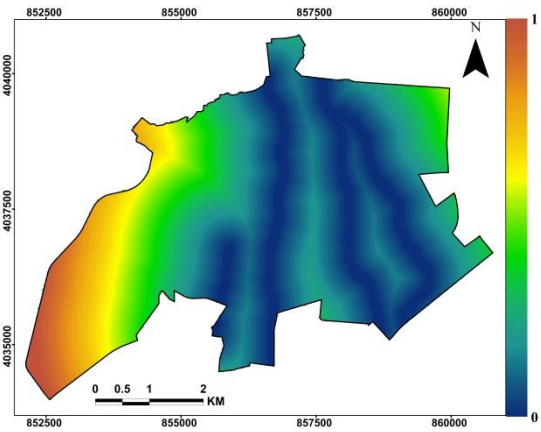
شکل ۶: نقشه تاثیرخطوط فشار قوی برق



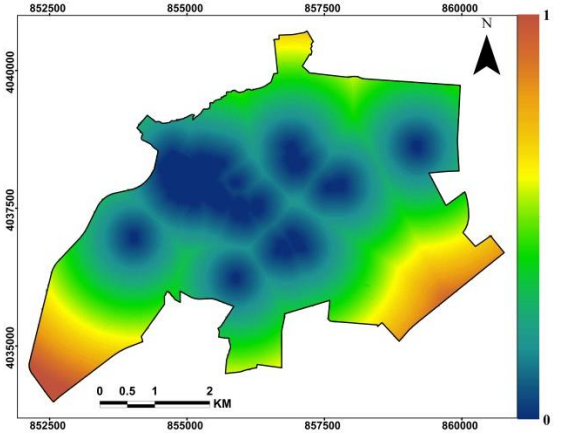
شکل ۵: نقشه تاثیر گسل‌های منطقه بر شهر

فاصله از محدوده‌های آسیب‌پذیر: محدوده‌ی بافت فرسوده و هسته‌ی اولیه‌ی شهر شاهرود با توجه به نقشه تقسیمات ناحیه‌بندی شهری، در ناحیه‌های یک، دو و شش متمرکز و در قسمت‌های محدودی از دیگر نواحی پراکنده شده است. در نقشه‌ی کیفیت ابنیه‌ی مسکونی شهر، بناهای مرمتی غالب سطح شهر را به خود اختصاص داده‌اند که در میان آن‌ها ابنیه‌ی تخریبی متعددی نیز به چشم می‌خورد. با توجه به هدف نهایی پژوهش، ضریب تاثیر افزایشی این معیار برای این مناطق به‌کار گرفته شده است که بیانگر لزوم فاصله از این محدوده‌ها می‌باشد (شکل ۷).

فاصله از مسیل: مسیل‌های شهر شاهرود به تبعیت از شیب عمومی زمین دارای جهت شمال غربی به طرف جنوب شرقی است. این مسیل‌ها که جزو عوارض طبیعی شهر محسوب می‌شوند جمع‌کننده‌ی آب‌های سطحی هستند. همچنین در شهر و داخل محدوده تعدادی مسیل برگردان نیز وجود دارد (مهندسین مشاور طرح معماری محیط، ۱۳۹۱: ۶۲). شکل ۸ این عوارض و محدوده‌ی تاثیرگذاری نامناسب آن‌ها را برای اسکان افراد در طرح نشان می‌دهد.



شکل ۸: نقشه مسیل و محدوده تاثیرپذیر آن در شاهرود



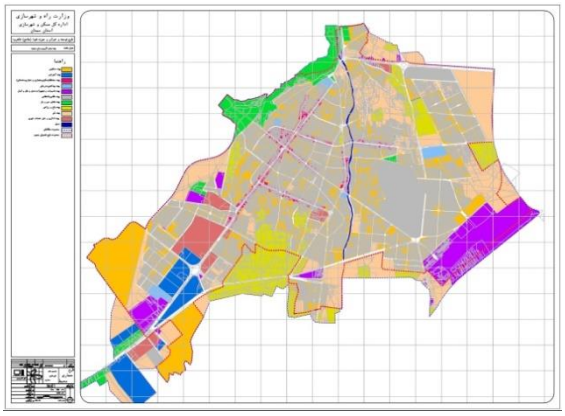
شکل ۷: وضعیت قرارگیری محدوده‌های آسیب‌پذیر و آسیب‌رسان

۳. شاخص فرهنگ: این ویژگی بیشتر در طراحی و مراحل اسکان خود را به نمایش می‌گذارد. طرح‌های مسکن و اردوگاه‌های موقت باید ویژگی‌های خاصی را که در رفتار فرهنگی یا مذهبی جامعه تأثیرگذار هستند در نظر بگیرند. این عوامل می‌توانند شامل مکان سرپناه، نقاط جمعی، مسائل جنسیتی یا دسترسی به خدمات و فضاها باشد. تاثیر این عامل در انتخاب مکان نیز می‌تواند در توجه به فعالیت‌ها و کاربری‌های ممنوع برای قشری خاص و یا سبک خاص زندگی بعضی از افراد نمود پیدا کند. در محل اسکان نیز معمولاً ترکیب گروه‌های بی‌خانمان یکسان نیست. اگر این عامل در طول برنامه‌ریزی مورد توجه قرار نگیرد ممکن است مشکلاتی را در پی داشته باشد. توجه به آداب‌ورسوم سنتی و نیازهای افراد آسیب‌دیده اعتماد و همکاری را افزایش می‌دهد. همچنین نوع فرهنگ در فرآیند سرپناه اضطراری و مساکن بلندمدت مؤثر است. پس از زمین‌لرزه ۱۹۸۹ لوما پریتا در کالیفرنیا مشخص شد که تفاوت سبک زندگی و فرهنگ افراد سکنی‌داده‌شده، گروه‌های اقلیت و فقرا را در معرض خطر بیشتر قرار می‌دهد(Philips, 1993).. این امر مشکلات پناهندگی را افزایش خواهد داد.

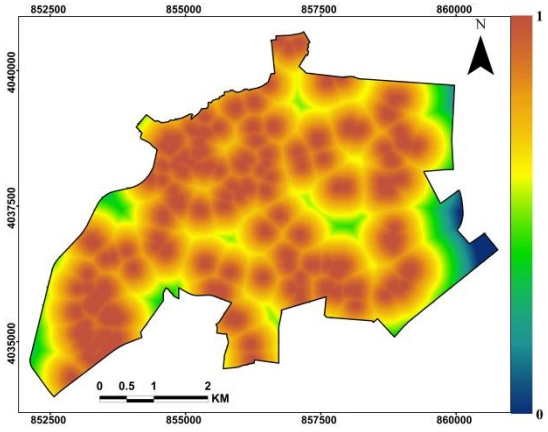
۴ و ۵. کاربری‌های سازگار و ناسازگار: تأثیرپذیری این کاربری حساس از همسایگی‌های خود عامل مهمی در امنیت و کمک‌رسانی به استفاده‌کنندگان یا تهدید آن‌ها بشمار می‌رود. آسیب‌های وارده به سایت در صورت نزدیکی به عملکردهایی چون پمپ‌بنزین، مترو، ایستگاه‌های دفن زباله و مکان‌های صنعتی و شیمیایی موجب انتقال فاضلاب، اسیدی شدن منطقه، انفجار و دیگر تأثیرات منفی می‌گردد. از سوی دیگر مکان اسکان موقت لازم است به عملکردهایی امدادی، خدماتی، امنیتی و فضای سبز به‌منظور بهبود و کنترل شرایط نزدیک باشند.

فاصله از کاربری‌های سازگار: کاربری‌هایی چون آموزشی، ورزشی، فرهنگی، مذهبی و حمایتی در ردیف کاربری‌های سازگار با پناهگاه اسکان موقت قرار دارند. دسترسی راحت به این کاربری‌ها برای ساکنان مجموعه لازم است. بر این اساس در این پژوهش کاربری‌هایی از این دست مشخص شده و تا شعاع عملکرد یک کیلومتر در محدوده‌ی مناسب قرار گرفته‌اند. از ارزش این ویژگی با بیشتر شدن فاصله کاسته خواهد شد. به‌علت تعدد کاربری‌ها پراکندگی این عوامل در سطح شهر امری دور از ذهن نیست (شکل ۱۰). مراکز درمانی، آتش‌نشانی و امنیتی به‌عنوان کاربری‌های مهم امدادرسان در امر مقابله با بحران شناخته می‌شوند. در این پژوهش مراکز درمانی با دامنه‌ی پوشش زیر ۱ کیلومتر و آتش‌نشانی و مراکز امنیتی با شعاع عملکردی ۱۵۰۰ متر در طیف نسبتا مناسب در نظر گرفته شده است. با وجود مراکز درمانی مناسب برای امر خدمت‌رسانی به آسیب‌دیدگان، ۴ مرکز آتش‌نشانی در مناطق مختلف شهر و وجود کاربری‌های نظامی همچون پادگان، کلانتری‌ها و ایستگاه‌های پلیس تقریبا تمام مناطق شهر تحت پوشش طیف خیلی مناسب تا مناسب قرار گرفته‌اند. بر این اساس هرچه فاصله‌ی مکان پیشنهادی تا این مراکز کمتر باشد، ناحیه‌ی مورد نظر از منظر اسکان مناسب‌تر است.

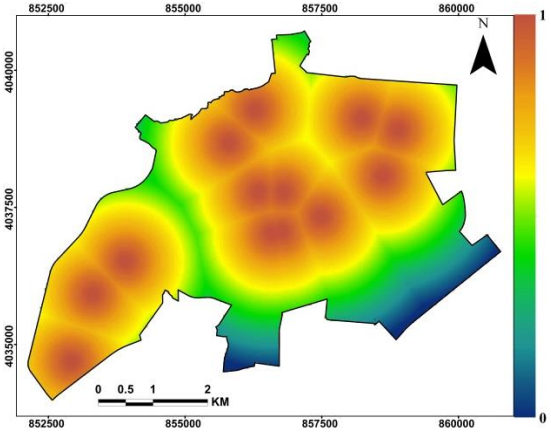
فضاهای سبز شهری در محدوده‌ی شهر را بر اساس طرح تفصیلی شاهرود می‌توان در چهار رده‌ی فضای سبز عمومی و حفاظتی، پارک‌ها، باغات و مزارع و کشتزارها دسته‌بندی کرد. بر اساس شکل ۱۴ در این پژوهش فضاهای سبز عمومی بزرگ که دارای مالکیت دولتی و نه خصوصی هستند و همچنین ظرفیت استفاده در هنگام امدادرسانی را دارا هستند به‌عنوان نقاط مناسب انتخاب شدند. کارایی پارک‌های کوچک بیشتر در هنگام تخلیه و اسکان اضطراری می‌باشد و در این بحث این مناطق مد نظر قرار داده نشده‌اند.



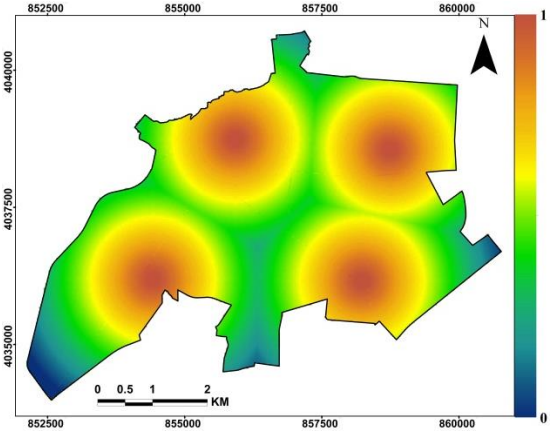
شکل ۹: نقشه پهنه‌بندی کاربری‌ها در شهرستان شاهرود



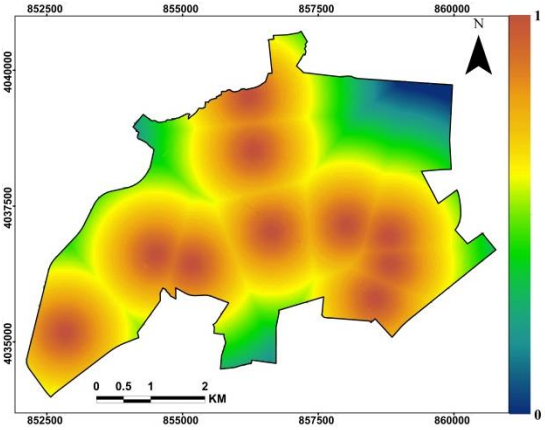
شکل ۱۰: نقشه کاربری‌های سازگار با اسکان موقت



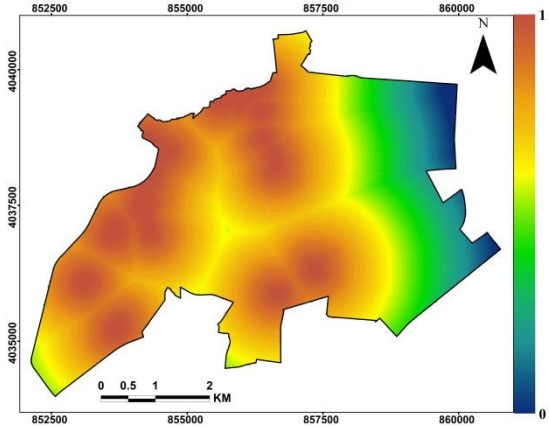
شکل ۱۱: نقشه توزیع مراکز درمانی در شهر



شکل ۱۲: نقشه پراکندگی مراکز آتش‌نشانی در شاهرود



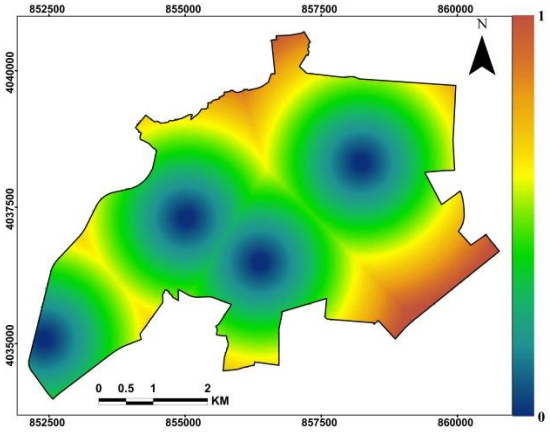
شکل ۱۳: حوزه نفوذ مراکز امنیتی در شاهرود



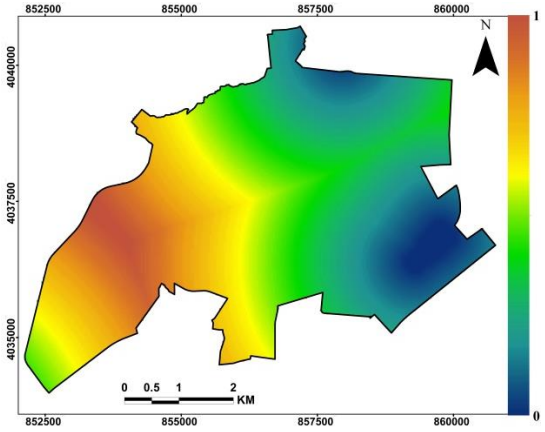
شکل ۱۴: نقشه چگونگی پراکندگی فضاهای سبز عمومی در محدوده شهر

فاصله از پمپ بنزین و مراکز صنعتی: این کاربری‌ها به‌دلیل دارا بودن حجم بالای مواد قابل اشتعال به‌عنوان یک تهدید در زمان زلزله محسوب می‌شوند. لزوم فاصله‌ی حداکثری از این مراکز خطرآفرین و شیمیایی که امنیت افراد را تهدید می‌کنند در مکانیابی اسکان پس از زلزله امری ضروری است. بدین سبب مطابق با اشکال ۱۵ و ۱۶ که نقاط موجود این فعالیت‌ها را به همراه میزان فاصله‌ی مناسب از آن‌ها به نمایش می‌گذارد، مکان هر عملکرد امتیاز صفر را به خود اختصاص داده‌اند و با فاصله از این مناطق ارزش تخصیص مکان افزایش می‌یابد. در تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری‌های صنعتی و شیمیایی شهر شاهرود به علت عدم قرارگیری ایستگاه دفن زباله و شهرک صنعتی در محدوده‌ی شهر، تنها شعاع

تاثیرگذاری این موارد بر مکان‌های پیرامون در نقشه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است و ارزش فواصل دیگر مناطق تا این نقاط به‌صورت یکسان در نظر گرفته نشده است.

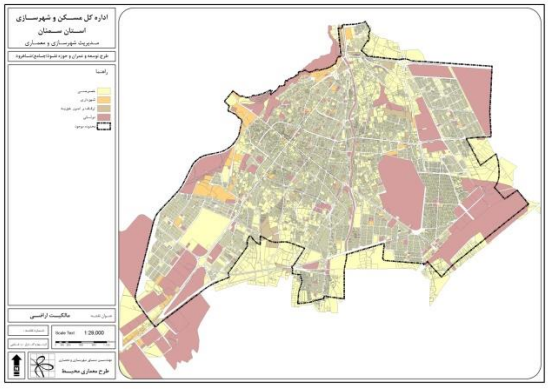


شکل ۱۵: توزیع ایستگاه‌های پمپ بنزین در شهر

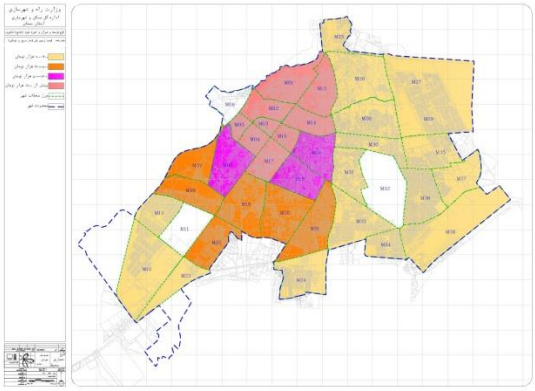


شکل ۱۶: محدوده تاثیر کاربری‌های صنعتی و شیمیایی در شاهرود

۶. عوامل اقتصادی: برای دستیابی به مکانی مناسب جهت اسکان افراد لازم است شرایط سایت از لحاظ استفاده از زمین، اموال زمین، مالکیت و محدودیت‌های قانونی در نظر گرفته شود و هزینه آماده‌سازی سایت ارزیابی گردد. زمینی که در کنار داشتن تمامی شرایط نیاز به حداقل سرمایه‌گذاری برای فعالیت‌های آماده‌سازی دارد، بهترین گزینه است. هزینه آماده‌سازی سایت علاوه بر هزینه‌ی مالکیت زمین شامل شیب، توپوگرافی، نوع خاک، نوع گیاهان، سطح آب‌های زیرزمینی، دسترسی، تأمین آب و برق و آسیب‌پذیری محیط پس از فاجعه می‌باشد (Anand et al., 2015).



شکل ۱۷: نقشه مالکیت اراضی شاهرود

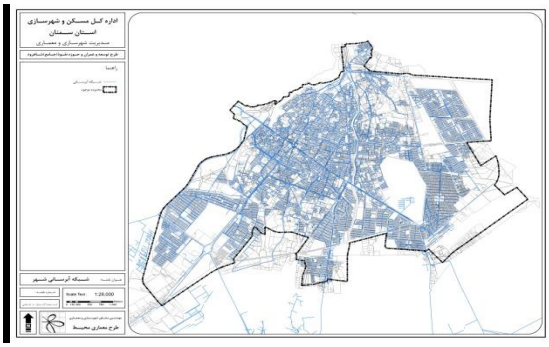


شکل ۱۸: نقشه قیمت زمین بایر (مترمربع بر تومان) در سال ۹۰

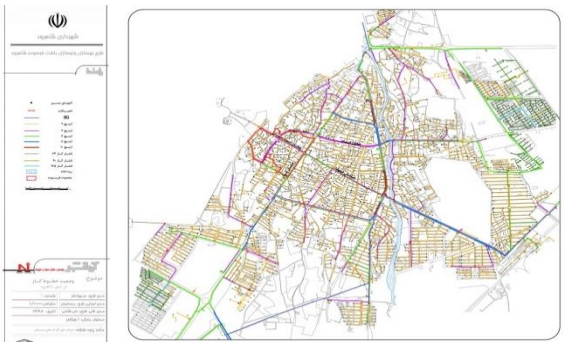
مطابق با نقشه مالکیت اراضی شهر مورد مطالعه (شکل ۱۷) زمین‌هایی با مالکیت دولتی به‌عنوان اولویت اول و پس از آن زمین‌های متعلق به ارگان‌هایی مانند شهرداری و زمین‌های موقوفه مورد بررسی قرار گرفتند. از سوی دیگر این منطقه بدلیل شیب نسبتا هموار، دارا بودن زمین‌های قابل کشت در کنار زمین‌های مستحکم به‌منظور ایجاد بنا و زیاد بودن فاصله زمین تا سطح آب زیرزمینی (در بعضی نقاط بیش از ۱۰۰ متر)، از لحاظ جنبه‌های اقتصادی دارای محدودیت‌های زیادی نمی‌باشد. این امر انتخاب زمین مناسب را راحت‌تر می‌کند.

۷. شرایط زیرساختی و زیربنایی: ازآنجاکه ممکن است امکانات شهری (لوله‌های آب، کابل برق و غیره) توسط بلایای طبیعی آسیب ببینند، لازم است از انتخاب سایت در ناحیه‌ای که نیاز به تعمیرات شهری دارد پرهیز کرد. دسترسی به

امکانات رفاهی و خدمات ارتباطی برای تأمین آسایش و نیازهای اولیه ضروری است. در این تحقیق پس از مشخص نمودن مکان‌های انتخابی نهایی لازم است وضعیت زیرساختی شهر در این نقاط بررسی شود. با توجه به پیشنهاد قرارگیری این مکان در داخل محدوده‌ی شهر و تدارک الزامات زیربنایی از پیش در این منطقه می‌توان امکانات شهری را به داخل زمین‌های بایر که فاقد این شرایط هستند هدایت کرد که این طرح مشمول هزینه می‌باشد.

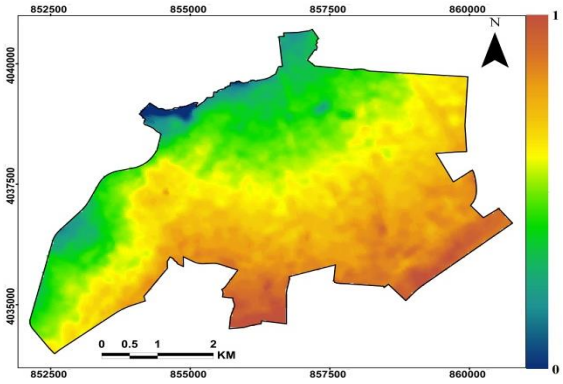


شکل ۱۹: نقشه شبکه آبرسانی شهر



شکل ۲۰: نقشه وضعیت خطوط گاز در شاهرود

۸. شرایط و نوع زمین: آمادگی زمین و داشتن شرایط فیزیکی مناسب همچون شیب کم جزو الزامات انتخاب زمین برای احداث کاربری می‌باشد. زمین‌هایی که فاقد این شروط باشند در آینده نیاز به آماده‌سازی پیچیده و پرهزینه خواهند داشت. لذا استفاده از آن‌ها پیشنهاد نمی‌شود.



شکل ۲۱: نقشه پهنه‌بندی شیب شهرستان شاهرود

شیب: به‌منظور تهیه نقشه شیب شهر شاهرود از نقشه توپوگرافی منطقه و خطوط منحنی ارتفاعی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. شهر به‌سبب وجود سلسله جبال البرز در شمال و دشت کویر در جنوب آن دارای شیب عمومی متوسط بالغ بر ۰,۹ درصد شمال به جنوب است. اما ضلع غربی این منطقه دارای شیب از غرب به شرق است که به طور متوسط بالغ بر ۸ درصد است و با فاصله گرفتن از آن به حدود ۲,۵ تا ۳ درصد کاهش می‌یابد. به‌طور کلی بستر طبیعی شهر هموار بوده و به‌جز واحدهای موجود در دامنه کوه مشرف بر غرب، سطوح بناشده در شهر در اراضی پست گسترده شده‌اند (مهندسین مشاور طرح معماری محیط، ۱۳۹۱: ۱۵). غالب نقاط شهر دارای شیب مجاز برای اسکان و در محدوده‌ی صفر تا چهار درصد می‌باشند که مناسب‌ترین محل‌ها برای اسکان موقت هستند.

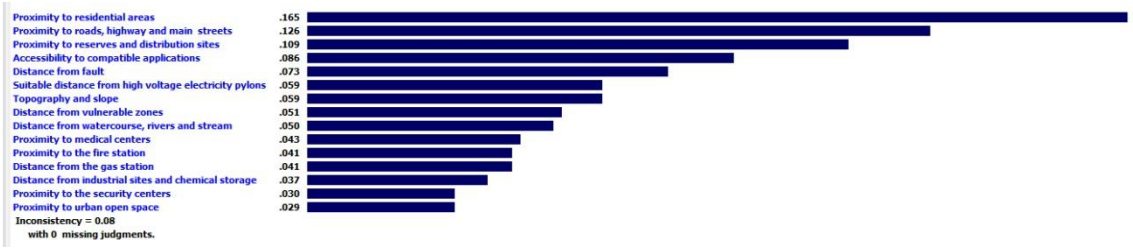
۹. اصل بیشترین پوشش و مساحت: شاخص پوشش جمعیت به بررسی گزینه‌های حداکثر پوشش سایت، توزیع سایت در سراسر شهر و همچنین توزیع امکانات بر اساس توزیع جمعیت آواره شده می‌پردازد. پناهگاه‌های اضطراری کوچک و

غیرمتمرکز مؤثرتر و کارآمدتر از ساختمان‌های متمرکز بزرگ‌تر هستند (Liu et al., 2011)؛ بنابراین بهتر است مجموعه‌ای از چندین سایت داشته باشیم که مساحت آن برابر یا مساحت موردنیاز است. به‌طورکلی باید از ایجاد اردوگاه‌های بزرگ با گنجایش بیش از ۲۰۰۰۰ نفر (۹۰ هکتار) اجتناب شود (UNHCR, 2007: 211).

پس از تعیین معیارها روند وزن‌دهی توسط ماتریس مقایسه‌زوجی معیارها صورت پذیرفت (شکل ۲۲). وزن نهایی داده‌ها در نرم‌افزار Expert Choice محاسبه شد. ماتریس‌هایی با نرخ ناسازگاری کمتر از ۰,۱ قابل قبول هستند. در این پژوهش میزان نرخ ناسازگاری برابر با ۰,۰۸ برآورده شده است که بیانگر سازگاری وزن‌های بدست آمده می‌باشد. وزن‌های بدست آمده برای معیارهای منتخب در نرم‌افزار مذکور در شکل ۲۳ و نوع توابع هر معیار در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است معیار نزدیکی به مناطق مسکونی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است و نزدیکی به فضاهای باز نیز کمترین وزن را دارد.

	Proximity t	Proximity t	Proximity t	Accessibili	Distance fr	Suitable di	Topograph	Distance fr	Distance fr	Proximity t	Proximity t	Distance fr	Distance fr	Proximity t	Proximity t
Proximity to residential are:		3.28	3.722	2.415	4.54	2.969	4.223	2.853	4.642	3.135	2.936	2.565	2.884	3.76	2.244
Proximity to roads, highway			2.319	2.627	4.629	2.561	4.042	1.954	4.964	1.586	2.642	2.87	2.677	3.439	2.657
Proximity to reserves and d				1.954	4.249	2.421	3.359	2.726	3.528	2.326	2.111	3.007	3.078	3.547	2.707
Accessibility to compatible					3.371	2.19	1.858	2.996	3.329	1.942	1.666	1.064	2.374	3.784	3.093
Distance from fault						1.694	2.4	2.94	2.564	2.781	3.135	2.31	3.483	2.922	2.746
Suitable distance from high							2.037	2.156	1.748	2.575	1.353	3.51	2.608	2.146	2.434
Topography and slope								1.858	1.122	1.904	1.122	2.711	2.692	2.501	2.114
Distance from vulnerable z									1.586	1.548	2.292	1.45	2.219	2.985	3.343
Distance from watercourse,										1.887	1.059	1.571	1.824	2.405	2.759
Proximity to medical center											1.295	1.695	1.885	2.982	2.801
Proximity to the fire station												1.835	1.137	1.875	3.065
Distance from the gas stati													1.189	1.189	2.929
Distance from industrial sit														1.484	3.143
Proximity to the security ce															2.077
Proximity to urban open sp	Incon: 0.08														

شکل ۲۲: ماتریس مقایسه زوجی معیارها در نرم‌افزار Expert Choice



شکل ۲۳: وزن معیارهای موثر در مکانیابی مکان اسکان موقت پس از زلزله در نرم‌افزار EC

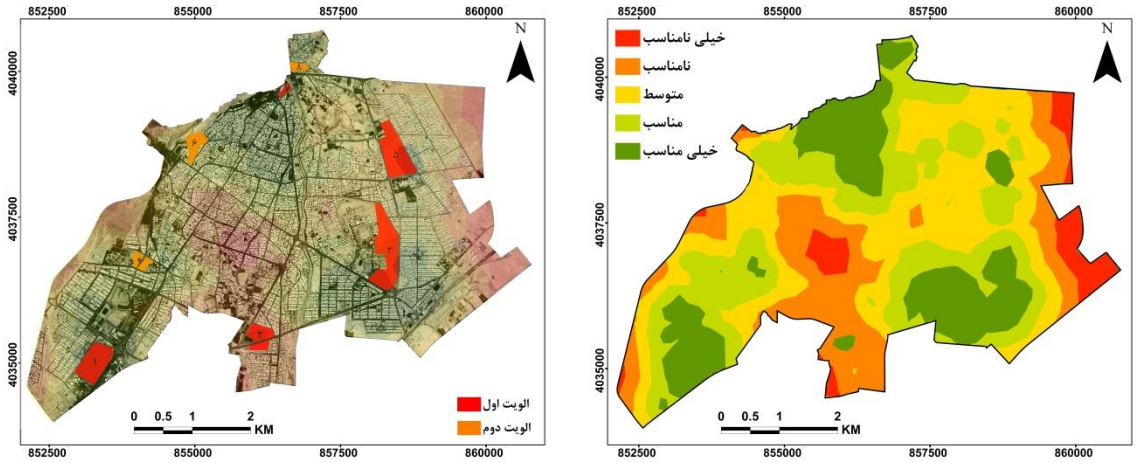
جدول ۴: معیارهای مؤثر در مکان‌یابی و میانگین وزنی هر مشخصه

معیارها	نوع معیار	ضریب تاثیر
فاصله از محل‌های مسکونی	کاهشی	۰,۱۶۵
فاصله از خیابان‌های اصلی	کاهشی	۰,۱۲۶
فاصله از ذخایر و سایت‌های توزیع مواد	کاهشی	۰,۱۰۹
فاصله از کاربری‌های سازگار	کاهشی	۰,۰۸۶
فاصله از گسل	افزایشی	۰,۰۷۳
فاصله از دکل برق فشار قوی	افزایشی	۰,۰۵۹
شیب	کاهشی	۰,۰۵۹
فاصله از محدوده‌های آسیب‌پذیر	افزایشی	۰,۰۵۱
فاصله از مسیل	افزایشی	۰,۰۵
فاصله از مراکز درمانی	کاهشی	۰,۰۴۳
فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	کاهشی	۰,۰۴۱
فاصله از پمپ بنزین	افزایشی	۰,۰۴۱
فاصله از مکان‌های صنعتی و شیمیایی	افزایشی	۰,۰۳۷
فاصله از مراکز امنیتی	کاهشی	۰,۰۳
فاصله از فضای باز	کاهشی	۰,۰۲۹

- **تلفیق لایه‌های اطلاعاتی و تعیین مکان‌های مطابق با پهنه‌های مناسب**

به‌منظور دستیابی به مکان مناسب اسکان موقت پس از زلزله در این پژوهش مبنای کار بر اساس اعمال ضرایب هر لایه و ترکیب نهایی آن‌ها قرار داده شده است. خروجی نهایی حاصل ترکیب خطی وزنی تمامی مقادیر لایه‌ها در سیستم GIS است که به ارائه‌ی ۸ مکان پراکنده در سطح شهر پرداخته است. همان‌گونه که در شکل ۲۴ مشخص است اولویت‌بندی نهایی فضاهای پیشنهادی با در برگیری طیفی از مکان‌های نامناسب تا مناسب در پنج کلاس خیلی مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و خیلی نامناسب، دسته‌بندی شده‌اند. بر این اساس مناطقی که بیشترین تطابق را با پهنه‌های مناسب و خیلی مناسب داشتند به منزله‌ی مکان‌های مناسب انتخاب شدند؛ به‌گونه‌ای که اولویت‌های اول در محدوده‌های خیلی مناسب و اولویت‌های دوم در محدوده‌ی مناسب جای گرفته‌اند. مطابق با شکل مطلوبیت منطقه، مکان‌های انتخاب‌شده برای اسکان پس از زلزله عمدتا در نواحی دور از مرکز شهر قرار دارند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته همان‌گونه که نشان داده شده است بخش زیادی از این شهر در محدوده‌ی مطلوبیت مناسب تا متوسط قرار دارند. در تهیه نقشه نهایی نیز زمین‌های بایر و بدون کاربری و یا با کاربری‌های سازگار انتخاب شده‌اند که در شکل ۲۵ مشخص گردیده است.

مساحت تمام گزینه‌های انتخابی در محدوده‌ی مجاز ۱ تا ۹۰ هکتار قرار دارد (جدول ۵). مجموع مساحت مکان‌های انتخاب‌شده ۱۳۶ هکتار است. همانگونه که در محاسبات فضای مورد نیاز سرپناهی مشخص گردید، میزان فضای مورد نیاز برای اسکان موقت در این شهر ۹۷ تا ۱۴۵ هکتار می‌باشد که فضاهای مناسب موجود در این شهر حداقل فضا را برای بی‌خانمانان فراهم خواهد کرد. این میزان از فضا در صورت افزایش تلفات ناشی از وقوع زلزله‌ای بسیارشدید، برای استقرار بی‌خانمانان کافی نخواهد بود و لازم است تدابیر لازم برای این منظور اندیشه شود.



شکل ۲۴: نقشه مطلوبیت منطقه مورد مطالعه **شکل ۲۵: مکان‌های پیشنهادی برای اسکان موقت پس از زلزله در شاهرود**

جدول ۵: مساحت مکان‌های انتخاب‌شده

شماره مکان	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	کل
مساحت (هکتار)	۲۵,۷	۱۳,۲	۴۱,۱	۶,۵	۳۱,۸	۱۱,۴	۲,۲	۴,۱	۱۳۶

نتیجه‌گیری

موقعیت جغرافیایی شاهرود و همجواری با گسل‌ها در کنار فقدان توجه لازم به ساخت شهر بر اساس اصول محافظت در برابر زلزله، این شهر را در برابر زلزله‌ی احتمالی و بلایای طبیعی آسیب‌پذیر کرده است. در این شرایط لازم است به آمادگی در برابر این حوادث و افزایش تاب‌آوری شهر به‌عنوان تنها گزینه‌ی مقابله با بحران بیش از پیش توجه شود. یکی از موارد موثر در کاهش تلفات و فجایع ثانویه پس از زلزله توجه به اسکان افراد آواره شده تا لحظه‌ی بازگشت مجدد به محل زندگی است. افرادی که سرپناه‌های خود را بر اثر وقوع یک حادثه از دست می‌دهند در ماه‌ها و حتی سال اول توانایی بازگشت به زندگی سابق را ندارند. در این شرایط لازم است در صورت میهمان نشدن افراد در منازل میزبانان و تمایل به زندگی در مکانی نزدیک به منازل پیشین خود، مکانی امن و مناسب به آن‌ها اختصاص داده شود تا بتوانند تا فراهم کردن شرایط و بازگشت به اوضاع پیشین در آن استقرار پیدا کنند. آنچه در این پژوهش به آن پرداخته شد انتخاب مکانی مناسب برای این اتفاق بود. تعیین معیارها به‌عنوان مهم‌تربن مسئله در امر مکانیابی بر اساس اصول همه‌جانبه صورت گرفته است. نتایج اولویت‌بندی این معیارها به اهمیت نزدیک نگه داشتن بی‌خانمانان به فضای زندگی خود تاکید می‌کند؛ چرا که این مقوله خواست اصلی زلزله‌زدگان پس از از دست دادن سرپناهشان است. یافته‌های این پژوهش به ارائه‌ی مدلی به منظور مکان‌یابی اسکان موقت آسیب‌دیدگان به وسیله‌ی توانایی سیستم اطلاعات جغرافیایی پرداخته است. تایید کارایی این شیوه در شهر شاهرود بررسی شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تعیین ضرایت اهمیت با روش AHP همراستا با تحلیل خطی وزندهی شده می‌تواند در محیط GIS به تعیین محل‌های مناسب برای انواع کاربری‌ها بپردازد. با توجه به شرح عملیات انتخاب مکان مناسب، مناطق این شهر در طیفی از بسیار مناسب تا بسیار نامناسب برای اسکان افراد پس از زلزله طبقه‌بندی شده است.. بر اساس تطابق طیف‌های مناسب با زمین‌های خالی از سکنه با مساحت بیشتر از یک هکتار و تحت تملک دولت، ۸ گزینه با مجموع مساحت ۱۳۶ هکتار، به عنوان مکان‌های نهایی پیشنهاد داده شده‌است (شکل ۲۳). هر چند گزینه‌های انتخابی پتانسیل مناسب برای کاربری هدف را دارا هستند، لذا به سبب پوشش جمعیت نامساوی و تمرکز غالب کاربری مسکونی در مرکز شهر، بخش زیادی از جمعیت آسیب‌دیده لازم است فاصله‌ی زیادی را تا محل‌های مورد نظر طی کنند. از این رو نیاز به فضاهای باز با پوشش جمعیت کافی در زون مناسب و بسیار مناسب این شهر به شدت احساس می‌شود.

منابع

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

حسینی، زهرا؛ اکبر علوی، رضا حسن‌زاده و مژگان دهقانی. ۱۳۹۳. تحلیلی بر آسیب‌پذیری لرزه‌ای و شبیه‌سازی آن در مدیریت بحران، مطالعه موردی: ناحیه ۱۳ شهر کرمان. *فصلنامه تحقیقات جغرافیایی*، **۴**: ۱۴۷-۱۶۴.

شهابی، هیمن. ۱۳۸۸. *نقش عوامل ژئومورفیک در مکانیابی دفن مواد زائد شهری سقز با استفاده از مدل‌های (GIS) و فناوری سنجش از دور*. دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تبریز، تبریز.

شهابی، هیمن؛ سعید خضری، و هادی نیری. ۱۳۸۸. بررسی فاکتورهای مؤثر در مکان‌یابی ایستگاه‌های امداد و نجات جاده سقز-سنندج با استفاده از مدل ترکیب خطی وزنی. *چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت جامع بحران و پدافند غیرعامل در پایداری ملی*، تهران.

فرقانی، محمدعلی؛ سمانه دربندی. ۱۳۹۴. ارزیابی عوامل مؤثر در انتخاب مکان‌های اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP؛ مطالعه موردی: منطقه ۴ کرمان. *امداد و نجات*، **۷(۲)**: ۸۰-۵۴.

گیوه‌چی، سعید؛ محمدامین عطار، اصغر رشیدی ابراهیم حصاری، و نسترن نصبی. ۱۳۹۲. مکان‌یابی اسکان موقت پس از زلزله با استفاده از GIS و تکنیک AHP، مطالعه موردی: منطقه شش شهر شیراز. *مطالعات و پژوهشهای شهری و منطقه‌ای*، **۵(۱۷)**: ۱۱۸-۱۰۱.

لطفی، صدیقه؛ معصومه مهدیان بهنمیری، و علی مهدی. ۱۳۹۲. تعیین اراضی مناسب توسعه‌ی شهری با بهره‌گیری از مدل‌های چندمعیاره در شمال ایران. *مدرس علوم انسانی (برنامه ریزی و آمایش فضا)*، **۲**: ۵۴-۲۳

مهندسین مشاور آرمانشهر. ۱۳۸۶. *طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده شهر شاهرود*. شهرداری شاهرود.

مهندسین مشاور سه‌سو. ۱۳۹۲. *طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده شهر شاهرود، محدوده‌ی ویژه‌ی ۵۶ هکتاری بافت فرسوده*. شرکت مادر تخصصی عمران و بهسازی شهری ایران، شاهرود.

مهندسین مشاور طرح معماری محیط. ۱۳۹۱. *گزارش طرح توسعه و عمران (جامع) و حوزه نفوذ شهر شاهرود*. اداره کل مسکن و شهرسازی، سمنان.

موسوی، رادینه؛ محسن غفوری. ۱۳۸۲. برآورد کمیت انتظاری خسارت ناشی از زلزله و میزان تأثیر آن بر کاهش رشد اقتصادی. *چهارمین کنفرانس بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله*. پژوهشگاه بین المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

ناطقی‌الهی، فریبرز. ۱۳۷۶. *آسیب پذیری شهر تهران در برابر زمین لرزه*. پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران.

نوجوان، مهدی؛ بابک امیدوار، و اسماعیل صالحی. ۱۳۹۲. مکان‌یابی اسکان موقت با استفاده از الگوریتم‌های فازی؛ مطالعه موردی: منطقه یک شهرداری تهران. *مدیریت شهری*، **۳۱**: ۲۰۵-۲۲۲.

Anand, A.; A. Jethoo, and G. Sharma. 2015. Selection of temporary rehabilitation location after disaster: A review. *European Scientific Journal, ESJ*, **11(10)**: 161-169.

Chu, J.; Y. Su. 2012. The application of TOPSIS method in selecting fixed seismic shelter for evacuation in cities. *Systems Engineering Procedia*, **3**: 391-397.

EM-DAT, C. 2016. The OFDA/CRED International Disaster Database. *Universite Catholique de Louvain*, Brussels, Belgium. https://www.emdat.be/emdat_db/

Félix, D.; J. M. Branco, and A. Feio. 2013. Temporary housing after disasters: A state of the art survey. *Habitat International*, **40**: 136-141 .**DOI** 10.1016/j.habitatint.2013.03.006

Hale, T.; C. Moberg. 2005. Improving supply chain disaster preparedness: A decision process for secure site location. *International Journal of Physical Distribution Logistics Management*, **35(3)**: 195-207. **DOI** 10.1108/09600030510594576

Johnson, C. 2007. Strategic planning for post-disaster temporary housing. *Disasters*, 31(4): 435-458 . **DOI** 10.1111/j.1467-7717.2007.01018.x

IFRC. 2013. *Post–disaster shelter: Ten designs*. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva.

Kelly, C. 2005. Checklist-based guide to identifying critical environmental considerations in emergency shelter site selection, construction, management and decommissioning. *CARE International*.

Kılcı, F.; B. Y. Kara, and B. Bozkaya. 2015. Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey. *European Journal of Operational Research*, **243(1)**: 323-332. **DOI** 10.1016/j.ejor.2014.11.035

Leaning, J. (2017). Disasters and emergency planning. *International Encyclopedia of Public Health.* **Second Edition**: 322-331 .**DOI** 10.1016/B978-0-12-803678-5.00115-6

Liu, Q.; X. Ruan, and P. Shi. 2011. Selection of emergency shelter sites for seismic disasters in mountainous regions: Lessons from the 2008 Wenchuan Ms 8.0 Earthquake, China. *Journal of Asian Earth Sciences*, **40(4)**: 926-934. **DOI** 10.1016/j.jseaes.2010.07.014

Nappi, M. M. L.; J. C. Souza. 2014. Disaster management: hierarchical structuring criteria for selection and location of temporary shelters. *Natural Hazards*, **75(3)**: 2421-2436. **DOI** 10.1007/s11069-014-1437-4

Ngai, E. 2003. Selection of web sites for online advertising using the AHP. *Information Management*, ٤٠(٤): ٢٣٣-٢٤٢. **DOI** 10.1016/S0378-7206(02)00004-6

Omidvar, B.; M. Baradaran-Shoraka, and M. Nojavan. 2013. Temporary site selection and decision-making methods: a case study of Tehran, Iran. *Disasters*, 37(3): 536-553. **DOI** 10.1111/disa.12007

Phillips, B. D. 1993. Cultural diversity in disasters: Sheltering, housing, and long-term recovery. *International journal of mass emergencies disasters*, **11(1)**: 99-110.

Saaty, T. L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource allocation.* McGraw-Hill, New York.

Soltani, A.; A. Ardalan, A. D. Boloorani, A. Haghdoost, and M. J. Hosseinzadeh-Attar. 2014. Site selection criteria for sheltering after earthquakes: A systematic review. *PLoS currents*, **6**. **DOI** 10.1371/currents.dis.17ad1f98fb85be80785d0a81ced6a7a6

Sphere Project. 2011. *Humanitarian charter and minimum standards in humanitarian response*. Practical Action Publishing, Geneva.

UNHCR, R. 2007. *Handbook for emergencies*. United Nations High Commissioner for Refugees, Geneva.

Wei, L.; W. Li, K. Li, H. Liu, and L. Cheng. 2012. Decision support for urban shelter locations based on covering model. *Procedia Engineering*, **43**: 59-64. **DOI** 10.1016/j.proeng.2012.08.011

Xu, J.; X. Yin, D. Chen, J. An, and G. Nie. 2016. Multi-criteria location model of earthquake evacuation shelters to aid in urban planning. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, **20**: 51-62. **DOI** 10.1016/j.ijdrr.2016.10.009

Zhao, L.; H. Li, Y. Sun, R. Huang, Q. Hu, J. Wang, and F. Gao. 2017. Planning Emergency Shelters for Urban Disaster Resilience: An Integrated Location-Allocation Modeling Approach. *Sustainability*, **9(11)**: ٢٠٩٨. **DOI** 10.3390/su9112098.