

## اولویت بندی مسیرهای تخلیه اضطراری پیشنهادی شهر کرمان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

### (مطالعه موردی: شهر کرمان)

زهره نژاد اکبری راوری<sup>۱</sup>، اسدا... خواهنده کارنما<sup>۲</sup>، زین العابدین صادقی<sup>۳</sup>، زهرا حسینی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۱۸

### چکیده

شبکه‌های ارتباطی و مسیرهای حمل و نقل، خطوط کلیدی جوامع به ویژه به لحاظ دسترسی پس از وقوع زلزله بسیار حیاتی هستند، زیرا اثر مهمی در عملکرد امداد رسانی دارد. به همین منظور در تحقیق حاضر، با در نظر گرفتن شاخص‌های مؤثر، به شناسایی و تعیین مسیرهای تخلیه اضطراری شهر کرمان می‌پردازیم و سپس این مسیرها را با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی اولویت بندی می‌کنیم. برای اولویت بندی مسیرهای تخلیه اضطراری از هشت معیار شامل عرض مسیر پس از وقوع زلزله، طول مسیر پس از وقوع زلزله، مراکز سوخت رسانی، وجود پل در مسیر، خطوط اصلی گاز، خطر روان گرای، پست برق و قنات استفاده گردیده است. روش تحقیق در این پژوهش، بر اساس روش و ماهیت توصیفی - تحلیلی و بر اساس هدف نیز کاربردی است. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل خبرگان و کارشناسان متخصص و دارای تجربه در این زمینه می‌باشند. به منظور ارزیابی و مقایسه گزینه‌های پیشنهادی نیز از نقشه‌های تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردیده است. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که از بین ۲۳ مسیر پیشنهاد شده، مسیر تخلیه اضطراری ۷ با وزن نهایی ۰/۰۶۰۰، مسیر ۲۳ با وزن نهایی ۰/۰۵۶۰، مسیر ۱۲ با وزن نهایی ۰/۰۵۰۰، مسیر ۲ با وزن نهایی ۰/۴۹۶۰ و مسیر ۲۰ با وزن نهایی ۰/۰۴۹۰ به ترتیب اولویت اول تا پنجم را برای انتخاب مسیرهای تخلیه اضطراری دارا هستند. همچنین مسیر ۱۷ با وزن نهایی ۰/۰۲۷۸ دارای کمترین اهمیت و اولویت برای انتخاب مسیر تخلیه اضطراری پس از وقوع زلزله در شهر کرمان است.

**کلید واژه:** مسیر یابی، زلزله، تخلیه اضطراری، AHP



۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت بحران دانشگاه شهید باهنر کرمان، (نویسنده مسئول). -۰۹۱۳۹۹۴۶۲۲۴. kbari\_zohre67@yahoo.com
۲. دکتری مدیریت بازرگانی و عضو هیئت علمی گروه مدیریت بازرگانی دانشگاه شهید باهنر کرمان. -۰۹۱۳۱۴۰۴۴۲۲. assadollahkarnema@yahoo.com
۳. دکتری علوم اقتصادی و استادیار دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان - abed\_sadeghi@yahoo.com
۴. کارشناس ارشد زمین شناسی مرکز مطالعات و مدیریت بحران شهرداری کرمان - hosseini2477@gmail.com



## مقدمه

سوانح طبیعی همواره زندگی بشر را در کره زمین تهدید می‌کند. همه ساله در جهان حجم قابل ملاحظه‌ای از تأسیسات شهری، زیرساخت‌های اقتصادی، ابنیه و ساختمان‌های اداری، تجاری و مسکونی در اثر حوادث و بلایای طبیعی نظیر سیل، زلزله، طوفان، رعد و برق، خشکسالی، رانش زمین، پیشروی آب دریا، بهمن و... آسیب‌دیده و یا از بین می‌روند و متأسفانه در بیشتر موارد این حوادث با تلفات انسانی نیز همراه است (غلامحسینی، ۱۳۹۱: ۲). هر ساله در کشور ما بروز سوانح و حوادث مختلف طبیعی باعث از بین رفتن تعدادی از هموطنان و صدمات مالی به هزاران نفر می‌گردد (اسمعیل زائی، ۱۳۹۲: ۱). به عبارتی از تعداد ۴۰ نوع مختلف بلایای طبیعی مشاهده شده در بخش‌های مختلف دنیا، ۳۱ نوع آن در ایران شناسایی شده است (UNISDR, 2005: 4) که در این میان بیشترین گزارشات مربوط به زلزله و سیل بوده است. بنابراین در میان این بلایای طبیعی زلزله، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. از آنجایی که ایران در کمربند زلزله خیز آلپ - هیمالیا قرار دارد، و به عنوان یکی از بخش‌های جوان و در حال کوه‌زایی به شمار می‌رود (UNISDR, 2005: 4)، جزء کشورهای زلزله خیز می‌باشد و شاهد آن زلزله‌های بزرگی است که هر از چند گاهی نواحی مختلفی از کشورمان را تکان داده و خسارت‌های جانی و مالی جبران‌ناپذیری را باعث می‌شوند (Hamzezade, et al. 2009: 126). بنابراین زلزله‌ها بزرگ‌ترین منبع بالقوه واحد برای خسارات و صدمات از یک خطر طبیعی به شمار می‌روند (بهادری و دیگران، ۱۳۸۷: ۱۱۴).

اگر چه در شرایط کنونی، پیشگویی زمان دقیق زمین لرزه‌ها و پیشگیری از وقوع آن‌ها امکان‌پذیر نیست، اما کاهش زیان‌های ناشی از آن امکان‌پذیر است (اسلامی، ۱۳۸۸: ۱). تعیین مشخصات کالبدی (تیپ ساختمانی، ترکیب کالبدی قطعات و راه‌ها) و مشخصات عملکردی (نوع کاربری‌ها، تراکم جمعیتی) در هریک از مقیاس‌های شهری با توجه به میزان آسیب‌پذیری و محدودیت‌های مکان طبیعی جهت افزایش امکانات گریز و پناه مردم (تیپ ساختمانی مناسب، تراکم ساختمانی کم، استفاده از راه‌ها به عنوان فضاهای گریز و پناه و غیره)، از جمله روش‌های کاهش آسیب‌پذیری می‌باشند (عسگری و همکاران، ۱۳۸۱: ۶۵).

شبکه حمل‌ونقل درون شهری نقشی تعیین‌کننده در موفقیت عملیات نیروهای مدیریت بحران در شرایط بحرانی پس از وقوع زلزله به‌ویژه در شهرهای بزرگ دارا می‌باشد. از سوی دیگر تجربه زلزله‌های گذشته نشان داده است که این شبکه می‌تواند در برابر زلزله‌های بزرگ به شدت آسیب‌پذیر باشد (حسینی، ۱۳۸۳: ۴۵-۵۰). در هنگام وقوع زلزله تخریب ساختمان‌ها می‌تواند در شبکه حمل‌ونقل شهری اختلالاتی را به‌وجود آورد. بنابراین وجود شبکه حمل‌ونقل درون شهری سالم در هنگام وقوع زلزله می‌تواند در امداد رسانی به‌موقع و صحیح کمک شایانی کند؛ لذا شبکه بزرگراه‌ها و خیابان‌های شهر کرمان، به‌عنوان منطقه مورد مطالعه این پژوهش در شرایط عادی تا حدودی دارای مشکلات زیادی به‌ویژه در ساعات





اوج سفرهای درون شهری بوده است و یقیناً پس از وقوع یک زلزله بزرگ دارای شرایطی بسیار بحرانی خواهد شد. از لحاظ بار ترافیکی، حجم ترافیک در شهر کرمان در سال‌های اخیر رو به افزایش بوده تا جایی که اکنون در بعضی از مواقع شبانه روز برخی از معابر سطح شهر مسدود شده و عبور و مرور وسایل نقلیه به سختی صورت می‌گیرد، که این خود از افزایش میزان سفرهای درون شهری، افزایش بی‌رویه وسایل نقلیه در شهر و عدم پیشرفت ساختار شهری همراه با این افزایش، ناشی می‌شود. بر این اساس، ضروری است نسبت به ارزیابی آسیب‌پذیری لرزه‌ای این شبکه در شهرهای لرزه خیز اقدام نموده و بر اساس شناخت وضعیت شبکه ترابری شهر در شرایط بحرانی پس از زلزله، برای فعالیت‌ها و عملیات گروه‌های مدیریت بحران شهری برنامه‌ریزی شود. به همین منظور در پژوهش حاضر، با در نظر گرفتن شاخص‌های مؤثر، به شناسایی و تعیین مسیرهای تخلیه اضطراری شهر کرمان می‌پردازیم و سپس این مسیرها را با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی اولویت بندی می‌کنیم.

احمدی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی تحت عنوان "مدل لجستیک امداد رسانی برای کاهش تلفات پس از زلزله در ابعاد بسیار بزرگ و واقعی" به ارائه یک مدل لجستیک امداد رسانی با رویکرد برنامه‌ریزی غیرخطی مختلط عدد صحیح با در نظر گرفتن خرابی مسیرهای حمل و نقل شهری و برون شهری پس از وقوع زلزله، زمان استاندارد و بین‌المللی امداد رسانی و استفاده از داده‌های برخط حاصل از نظام اطلاعات مکانی (GIS)، برای مکان‌یابی مراکز توزیع محلی کالاهای امدادی و همچنین مسیریابی وسایل حمل و نقل پرداختند. در طراحی مدل سعی شده است تا حد ممکن عوامل حیاتی دخیل در لجستیک امداد رسانی مورد توجه قرار گیرد. سپس مدل ارائه شده در مقیاس بزرگ و واقعی و با استفاده از داده‌های برگرفته از نظام اطلاعات مکانی، به صورت یک مطالعه موردی پیاده‌سازی شده و نتایج آن به صورت کامل ارائه شده است. برای حل این مدل در شرایط واقعی از روش جستجوی همسایگی متغیر، که برای اولین بار برای یک مدل لجستیک امداد رسانی ارائه شده، بهره گرفته شده است.

سالکی ملکی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی تحت عنوان «کارایی فضایی شبکه ارتباطی به منظور امداد رسانی بعد از وقوع زلزله (مطالعه موردی: شهرک باغمیشه تبریز)»، به استفاده از رهیافت تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی برای بررسی کارایی شبکه‌های ارتباطی بعد از وقوع زلزله در شهرک باغمیشه تبریز پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که از کل مساحت شبکه ارتباطی، فقط ۴۰٪ از کارایی قابل قبول برخوردار است و ۶۰٪ کارایی قابل قبولی ندارند. با توجه به یافته‌های تحقیق، باید تراکم ساختمانی و جمعیتی در معابر کم عرض کاهش یابد. در ضمن از افزایش درجه محصوریت و ساختن ساختمان‌های مرتفع جلوگیری شود. پیش‌بینی یک مرکز پشتیبانی مدیریت بحران و تغییر کاربری اراضی بایر به فضاهای سبز، به ویژه در خط شمال غربی به شمال شرقی این شهرک و تصویب



قوانین سخت گیرانه تر برای ساخت و ساز از دیگر راه کارهایی است که باید به منظور افزایش کارایی شبکه ارتباطی مد نظر قرار داد.

عظیمی و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیق تحت عنوان «تحلیل مکانی سایت های امداد رسانی هوایی در مواقع بروز زلزله (مطالعه موردی: شهر بابل)»، به بررسی مکان یابی سایت های امداد رسانی هوایی بعد از سانحه و ارایه الگویی ساده در جهت روش مکان یابی سایت های امداد رسانی هوایی پرداختند. روش تحقیق نیز روش توصیفی - تحلیلی و روش پیمایشی است. در این پژوهش از تکنیک MADM برای مقایسه زوجی شاخص ها و تعیین امتیاز هر یک استفاده شده و در نهایت از تکنیک آنتروپی و روش تحلیل چند معیاره SAW جهت مکان یابی سایت های امداد رسانی هوایی استفاده شده است. براساس نتایج به دست آمده میدان شهید کشوری به جهت دارا بودن بالاترین امتیاز بر اساس معیارهای تعریف شده، حایز الویت نخست جهت تجهیز و آماده سازی برای امداد رسانی هوایی است. در عین حال، از میان معیارها دو معیار فضای باز و دسترسی به بافت های متراکم و آسیب پذیر از درجه اهمیت بیشتری برخوردارند.

### تعاریف و مفاهیم نظری تحقیق

**زلزله:** زمین لرزه عبارت است از آزاد شدن ناگهانی انرژی بیش از حد در زیر پوسته زمین که در صورت بروز اغتشاش در زمان بسیار کوتاه آزاد می شود (گیسون، ۲۰۰۲: ۳۵۶). در واقع زمین لرزه از آزاد شدن ناگهانی انرژی انباشته شده در سنگ های پوسته زمین به وجود می آید (اردیک و همکاران، ۲۰۰۵: ۲).

**مسیر:** راهی ساخته شده بین دو رسته ساختمان در کنار آن و این بیشتر در شهرها است و در بیابان راه ساخته شده بین دو قطعه از بیابان را مسیر گویند (حسینی، ۳۸۳: ۴۵-۵۰).  
**مسیر مناسب:** مسیری که مسدود نبوده و بهترین کارایی را از لحاظ زمان، طول مسافت و عملکرد داشته باشد (تانگ، ۲۰۰۴).

**تحلیل سلسله مراتبی (AHP):** یکی از روش های ارزیابی وزن دهی، AHP است که به وسیله توماس ساعتی در سال ۱۹۷۷ پیشنهاد شد و امروزه یکی از تکنیک های خوب برای وزن دهی می باشد که برای حل مسائل چند معیاری پیچیده طراحی شده است. این روش ابزاری قدرتمند و انعطاف پذیر برای بررسی کمی و کیفی مسائل چند معیاری می باشد که خصوصیت اصلی آن براساس مقایسات دو به دو می باشد (ناگی، ۲۰۰۵: ۸۹۰).

### اثرات زلزله بر شبکه حمل و نقل

زلزله یکی از حوادث مهیب عصر حاضر است که باعث تخریب بسیاری از سازه های ساخت دست انسان می شود و هزینه های فراوانی بر دوش بشر وارد می کند. یکی از این





سازه‌ها، شبکه‌های حمل و نقل می‌باشد که سالم ماندن آن‌ها پس از وقوع زلزله نقش مهمی در کمک رسانی خواهد داشت. تجربیات بعد از وقوع زلزله نشان داده است که در اثر زلزله پل‌ها، تونل‌ها و دیواره‌ها به دلیل طرح سازه‌ای مناسب چندان صدمه‌ای ندیده‌اند که به طور جدی موجب مسدود شدن راه شوند، ولی مسئله اساسی ریزش سنگ یا ناپایداری جدار ترانشه‌ها در محدوده اثر زلزله بر روی راه بوده است. به این ترتیب که سنگ‌های فراوانی که حتی قطعات بسیار بزرگ نیز در میان آن‌ها یافت می‌شوند بر روی دامنه کوه مشرف به راه غلتیده و انبوهی از سنگ و خاک را بر روی راه انباشته‌اند. راه در نقاط مختلفی کاملاً بسته می‌شود و عملاً امداد رسانی برای مدتی نسبتاً طولانی از طریق راه غیر ممکن می‌شود. برداشتن و حمل مصالح و پاک کردن سطح راه و حتی با به کارگیری ماشین‌های راه‌سازی و با وجود بسیج کامل راهداران مدتی به طول می‌انجامد. در مورد تونل‌ها به خصوص تونل‌هایی که با مصالح سنگی پوشش شده‌اند، اثرات زلزله محدود به ریزش سر در تونل‌ها و افتادن برخی از مصالح سنگی پوشش بوده است. در مورد پل‌ها، حرکت‌های طولی یا عرضی عرشه یا ایجاد ترک‌هایی در پل‌های طاقی سنگی بوده است و یا ترک‌هایی در پایه‌های کناری پل‌ها مشاهده شده است (هوشمند زاده و رحیمی، ۱۳۸۷: ۲). بنابراین آسیب‌پذیری حداقلی شبکه حمل و نقل پس از وقوع زلزله نقش بسیار مهمی در بهبود و تسریع امداد رسانی به آسیب دیدگان دارد و می‌تواند خسارات جانی و مالی را کاهش دهد.

### روش شناسی تحقیق

انتخاب روش انجام تحقیق بستگی به اهداف، ماهیت موضوع پژوهش و امکانات اجرایی آن دارد. هنگامی می‌توان در مورد روش بررسی و انجام یک تحقیق تصمیم گرفت که ماهیت موضوع پژوهش، اهداف و نیز وسعت دامنه آن مشخص باشد (دانمزد، ۱۳۹۲: ۴۴). روش تحقیق در این پژوهش، بر اساس روش و ماهیت توصیفی - تحلیلی می‌باشد. زیرا علاوه بر چگونگی بودن ویژگی‌ها و صفات وضع موجود قصد به تشریح و تبیین دلایل چگونگی بودن و چرایی وضعیت مسأله و ابعاد آن دارد و بر اساس هدف کاربردی می‌باشد؛ زیرا با استفاده از دانش بنیادی برای رفع نیازمندی‌های بشر و بهینه‌سازی ابزارها، روش‌ها، اشیا و الگوها در جهت توسعه رفاه و آسایش و ارتقای سطح زندگی انسان مورد استفاده قرار می‌گیرند. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کارشناسان شهرداری، سازمان هلال احمر، سازمان آتش‌نشانی، کارشناسان فرماندهی نیروی انتظامی، کارشناسان مرکز مطالعات مدیریت بحران و اساتید متخصص این زمینه در شهر کرمان می‌باشند، که با توجه به تعداد معدود کارشناسان مربوطه در سطح شهر کرمان، با نظر اساتید محترم راهنما و مشاور نیازی به نمونه‌گیری نبوده و تعداد ۲۰ پرسش‌نامه میان کلیه کارشناسان شهر کرمان توزیع گردید. در مجموع تعداد ۱۶ پرسش‌نامه به طور صحیح تکمیل و بازگردانده شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.



در این پژوهش، ابتدا نقاط مورد نظر با دستگاه (GPS)، وارد می‌شود و اطلاعات مورد نیاز جهت تحلیل در محیط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تعیین و وارد می‌شود و سپس در محیط Arc GIS نقشه‌های مورد نظر در لایه‌های مختلف تهیه و ویرایش شده، در مرحله بعدی نقشه‌های مورد نظر در محیط نرم‌افزار Arc Map وارد می‌شود و سپس داده‌های توصیفی وارد پایگاه اطلاعاتی شده و به عوارض نسبت داده شده، به این ترتیب پایگاه داده‌های سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی به صورت لایه‌های اطلاعاتی مختلف در بانک اطلاعاتی GIS ذخیره سازی شده، بعد از اینکه بانک اطلاعاتی تکمیل گردید، اطلاعات مکانی و غیر مکانی ترکیب شده و تجزیه و تحلیل اطلاعات در محیط Arc GIS انجام شده و با استفاده از توابع و ابزارهای GIS داده‌ها تجزیه و تحلیل می‌شود. سپس برای ارزیابی و مقایسه وضعیت معیارها در محدوده مطالعاتی، از روش‌های چند معیاری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده می‌گردد. به این صورت که معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در ساختار تحلیل سلسله مراتبی تعریف می‌گردد. سپس از تعداد پرسش‌نامه استاندارد جهت استفاده از نظر خبرگان، کارشناسان و متخصصان در این زمینه، جهت تعیین وزن معیارها استفاده شده و با تعیین وزن و مقایسه زوجی (دو دویی) معیارها، وزن نهایی به دست می‌آید. در نهایت نیز با استفاده از نتایج حاصل از پرسش‌نامه‌های کارشناسان و متخصصان و وزن‌های به دست آمده، مسیرهای مناسب برای ارزیابی خدمات شهری در بحران‌های طبیعی (زلزله) شهر کرمان، مورد سنجش قرار می‌گیرد و اولویت‌بندی می‌شود.

## یافته‌های تحقیق

به منظور ارزیابی و انتخاب مناسب‌ترین مسیر تخلیه اضطراری از بین مسیرهای پیشنهادی حاصل از نرم‌افزار Arc GIS، از روش ارزیابی چند معیاره (AHP) استفاده می‌گردد.

## ساختار تحلیل سلسله مراتبی

ساختار سلسله مراتبی مهم‌ترین قسمت فرآیند تحلیل سلسله مراتبی محسوب می‌گردد، زیرا در این قسمت با تجزیه و تحلیل مسائل مشکل و پیچیده، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی آن‌ها را به شکلی ساده مطابق با ذهن بشر تبدیل می‌کند. به عبارت دیگر، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مسائل پیچیده را از طریق تجزیه آن به عناصر جزئی که به صورت سلسله مراتبی بوده را به شکل قابل فهم تبدیل نموده تا حل مسئله به سادگی امکان‌پذیر باشد (کهوری‌پور، ۱۳۹۰: ۸۸). سلسله مراتب مورد استفاده در این تحلیل شامل سه سطح است. این سطوح عبارتند از:

- هدف: اولویت‌بندی مسیرهای مناسب پیشنهادی جهت تخلیه اضطراری در شهر کرمان.
- معیارها: در این تحلیل، هشت معیار شامل عرض مسیر پس از وقوع زلزله، طول مسیر پس





از وقوع زلزله، مراکز سوخت رسانی، وجود پل در مسیر، خطوط اصلی گاز، خطر روان گرایی، پست برق و قنات به عنوان معیارهای مؤثر بر مسیریابی تخلیه اضطراری استفاده گردیده است. - گزینه‌ها: در این تحلیل، ۲۳ مسیر که بیشترین امتیاز را در تجزیه و تحلیل و تلفیق نقشه‌های GIS به خود اختصاص داده‌اند، به عنوان گزینه‌های پیشنهادی به منظور تخلیه اضطراری شهر کرمان پس از وقوع زلزله ارائه گردیده است.

### ماتریس مقایسات زوجی و نتایج حاصل از معیارها

به منظور انجام مقایسات زوجی (دو دویی) براساس وزن‌های به دست آمده از نرم افزار Export Choice استفاده گردید.

جدول (۱) - ماتریس مقایسات زوجی معیارهای مسیریابی جهت تخلیه اضطراری (نرخ ناسازگاری ۰/۰۵۰ است)

معیارها	عرض مسیر	طول مسیر	سوخت رسانی	پل در مسیر	خطوط گاز	روان گرایی	پست برق	قنات	وزن نهایی
عرض مسیر	۱	۳	۵	۵	۵	۳	۲	۴	۰/۳۳۵۰
طول مسیر	—	۱	۱	۳	۱	۱	۲	۱	۰/۰۷۵۰
سوخت رسانی	—	—	۱	۱	۱	۲	۲	۱	۰/۰۸۶۰
پل در مسیر	—	—	—	۱	۱	۳	۲	۲	۰/۱۰۵۰
خطوط گاز	—	—	—	—	۱	۲	۲	۱	۰/۰۸۶۰
روان گرایی	—	—	—	—	—	۱	۳	۱	۰/۰۶۷۰
پست برق	—	—	—	—	—	—	۱	۱	۰/۱۴۵۰
قنات	—	—	—	—	—	—	—	۱	۰/۱۰۱۰

### مقایسه تأثیر معیارها بر مسیریابی جهت تخلیه اضطراری

در پژوهش حاضر برای تعیین اولویت معیارها در مدل، از تحلیل چندمعیاره (AHP) استفاده نمودیم. وزن‌های (ضرایب) استاندارد هر کدام از معیارها به شرح زیر می باشد.



جدول (۲) - نتایج وزن‌های استاندارد برای مقایسه میزان تأثیرگذاری معیارها بر تعیین اولویت مکان‌های

پیشنهادی

وزن‌های (ضرایب) استاندارد	معیارهای تأثیرگذار بر تعیین اولویت مسی‌رهای مناسب جهت تخلیه اضطراری
۰/۳۳۵۰	۱- عرض مسیر پس از وقوع زلزله
۰/۰۷۵۰	۲- طول مسیر پس از وقوع زلزله
۰/۰۸۶۰	۳- مراکز سوخت‌رسانی
۰/۱۰۵۰	۴- وجود پل در مسیر
۰/۰۸۶۰	۵- خطوط اصلی گاز
۰/۰۶۷۰	۶- خطر روان‌گرایی
۰/۱۴۵۰	۷- پست برق
۰/۱۰۱۰	۸- قنات
۱	جمع

بر اساس نتایج حاصل از نرم‌افزار Export Choice، که در جدول بالا آمده است، معیار عرض مسیر پس از وقوع زلزله با وزن ۰/۳۳۵۰ دارای بیشترین تأثیر در تعیین مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری شهر کرمان می‌باشد. پس از معیار عرض مسیر پس از وقوع زلزله، معیارهای پست برق با وزن ۰/۱۴۵۰، وجود پل در مسیر با وزن ۰/۱۰۵۰، قنات با وزن ۰/۱۰۱۰، مراکز سوخت‌رسانی با وزن ۰/۰۸۶۰، خطوط اصلی گاز با وزن ۰/۰۸۶۰، طول مسیر پس از وقوع زلزله با وزن ۰/۰۷۵۰ و خطر روان‌گرایی با وزن ۰/۰۶۷۰ به ترتیب بیشترین تأثیر را دارا بوده‌اند.

### مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری

عرض مسیر پس از وقوع زلزله: پس از وقوع زلزله امداد رسانی سریع و به‌موقع نقش بسیار مهمی در کاهش تلفات جانی و مالی دارد. میزان ریزش آوار ناشی از تخریب ساختمان‌ها و مسدود شدن معابر معمولاً بر روی عرض مسیر اثرات منفی دارند و منجر به کم شدن عرض مسیر و گاهی اوقات بسته شدن مسیر می‌گردد. بنابراین هرچه قدر میزان این تخریب ساختمان‌ها و مسدود شدن معابر کمتر باشد، جابه‌جایی افراد و امداد رسانی به افراد تحت تأثیر حادثه بهتر و با سهولت بیشتری انجام می‌گیرد. به‌منظور مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری بر اساس معیار عرض مسیر پس از وقوع زلزله، از نقشه تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.

طول مسیر پس از وقوع زلزله: پس از وقوع زلزله، طول مسیر از عوامل مؤثر در کاهش زمان جابه‌جایی‌ها و امداد رسانی به افراد تحت تأثیر حادثه به‌شمار می‌آید. به عبارتی دیگر،



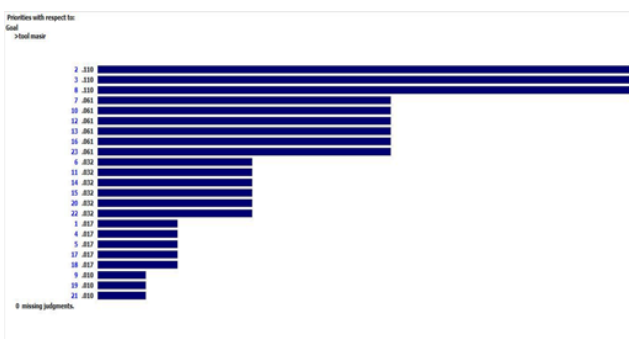




هر چقدر طول مسیر کوتاه تر باشد عملیاتی همچون امداد رسانی به افراد حادثه دیده و تخلیه افراد بهتر و با سرعت بیشتری انجام می گیرد. به منظور مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار طول مسیر پس از وقوع زلزله، از نقشه تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.



نمودار (۱) - اولویت بندی مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار عرض مسیر پس از وقوع زلزله

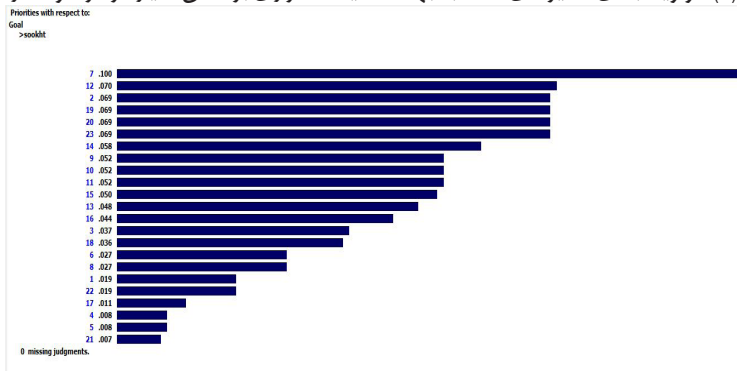


نمودار (۲) - اولویت بندی مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار طول مسیر پس از وقوع زلزله

**مراکز سوخت رسانی:** آشکار است که پس از وقوع زلزله، مراکز سوخت رسانی می توانند با انفجار و ایجاد حریق، عامل مهمی در تشدید بحران ناشی از زلزله باشند (کهوری پور، ۷۸: ۱۳۹۰). بنابراین مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری لازم است از هر نوع آسیب احتمالی و قابل پیش بینی مصون باشند تا بتوانند در تخلیه اضطراری مناسب و سریع افراد کمک شایانی نمایند و افراد کمتری دچار آسیب گردند. به عبارتی دیگر، پس از وقوع زلزله هر چقدر فاصله این مسیرهای تخلیه اضطراری از مراکز سوخت رسانی بیشتر باشد، مطلوب تر می باشد، زیرا مردم تحت تأثیر از انفجارها و آسیب های احتمالی مصون می مانند. به منظور مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار مراکز سوخت رسانی، از نقشه

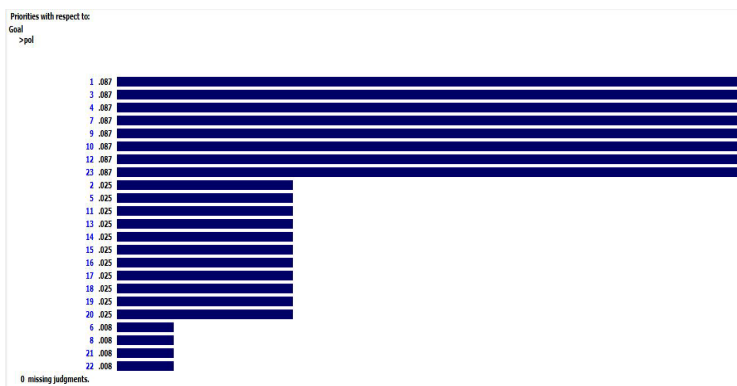
تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.

نمودار (۳)- اولویت بندی مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار مراکز سوخت رسانی



وجود پل در مسیر: پس از وقوع زلزله پل های سواره رو که درجه ایمنی پایین دارند و احتمال تخریب آن ها وجود دارد، معمولاً مسیر را مسدود می کنند. این مسیرهای مسدود شده می توانند امداد رسانی و جابه جایی افراد را مختل نمایند و عملیات امداد و نجات را با مشکلاتی مواجه می نماید. به منظور مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار وجود پل در مسیر، از نقشه تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.

نمودار (۴)- اولویت بندی مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار وجود پل در مسیر



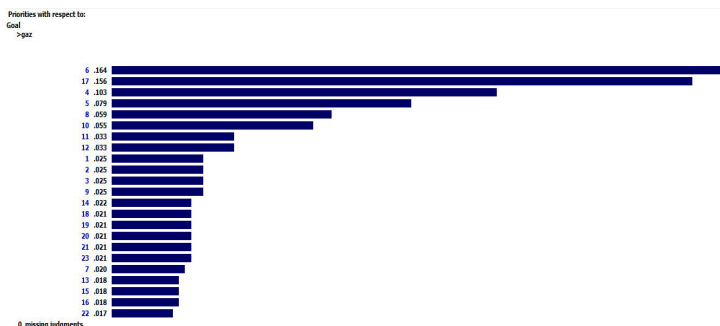
خطوط اصلی گاز: آسیب شبکه و خطوط گاز در اثر زلزله تأثیر زیادی در افزایش صدمات و تلفات ناشی از زلزله دارد. احداث هر گونه بنا و تأسیسات و ساختمان در حریم لوله های گاز تابع رعایت حریم آن ها می باشد. زیرا در صورت وقوع زلزله هرگونه انفجار و آتش سوزی از طریق نشت گاز و شکستن لوله های گاز می تواند باعث انفجار و وقوع فاجعه





شود. بنابراین این مسیرهای تعیین شده برای تخلیه اضطراری باید از هر نوع آسیب احتمالی ناشی از انفجار، آتش سوزی و نشت گاز مصون باشند تا بتوانند پس از وقوع زلزله به افراد بیشتر خدمات ارایه دهند. به منظور مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار خطوط اصلی گاز، از نقشه تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.

نمودار(۵)- اولویت بندی مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار خطوط اصلی گاز



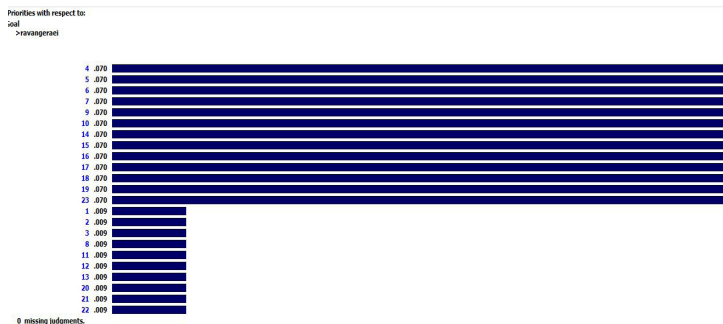
**خطر روان گرایی:** بالا بودن سطح ایستایی و وجود رسوبات سست ماسه‌ای مهم‌ترین عواملی هستند که در حین وقوع زلزله می‌توانند باعث ایجاد روان گرایی گردند. هر چند خطر روان گرایی عمدتاً در نوار ساحلی شمال و جنوب کشور وجود دارد، ولی در صورتی که شرایط فوق در دیگر شهرها یا مناطق روستایی نیز حاکم باشند، خطر روان گرایی دور از ذهن نیست. به عنوان نمونه در زلزله فروردین ۱۳۸۵ سیلاخور (درب آستانه) وقوع روان گرایی در برخی از روستاها گزارش شده است (امینی حسینی و تسنیمی، ۱۳۸۶: ۱۵). در اثر ایجاد روان گرایی زمین حالت گل آلود پیدا می‌کند و ساختمان‌ها در آن فرو می‌روند. بنابراین در اثر فروریختن این ساختمان‌ها، خیابان‌ها اعوجاج پیدا می‌کنند و ممکن است باعث درهم شکسته شدن خیابان‌ها گردد و عملیات امداد رسانی، تخلیه و جابه‌جایی افراد را با اختلالاتی مواجه نماید. به منظور مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار خطر روان گرایی، از نقشه تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.

**پست برق:** پس از وقوع حادثه‌ای مانند زلزله، احتمال آتش سوزی پست‌های برق و خطرات ناشی از آن وجود دارد. بنابراین به منظور اطمینان حاصل کردن از مصون ماندن مسیرهای تخلیه اضطراری از آسیب‌پذیری‌های احتمالی، حریم این مسیرها از پست‌های برق باید رعایت گردد و هر چقدر مسیرهای تخلیه اضطراری از پست‌های برق فاصله بیشتری داشته باشد، سطح ایمنی آن منطقه افزایش می‌یابد و احتمال آسیب دیدن افراد تحت تأثیر نیز کاهش پیدا می‌کند. به منظور مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس

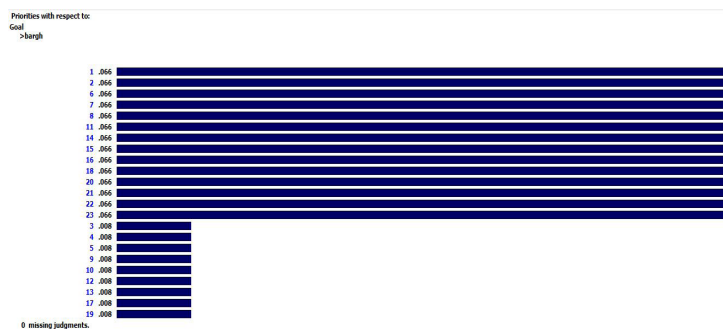


معیار پست برق، از نقشه تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.

نمودار(۶)- اولویت بندی مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار خطر روان گرای



نمودار(۷)- اولویت بندی مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار پست برق



نمودار(۸)- اولویت بندی مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار قنات



قنات: قنات سیستم آبرسانی است که مختص مناطق خشک و نیمه خشک می باشد که به صورت تونل در زیر زمین حفاری می شود. با گسترش شهر این سیستم آبرسانی قدیمی





در زیر ساختمان‌ها قرار گرفته و در صورت بروز زلزله این تونل‌های خالی امکان ریزش و آسیب به مسیرهای تعیین شده برای تخلیه اضطراری افراد وجود دارد. بنابراین هر چقدر این مسیرها از نقاطی که قنات دارند بیشتر باشد، از میزان آسیب‌های احتمالی به افراد حادثه دیده می‌کاهد. به منظور مقایسه مسیرهای مناسب جهت تخلیه اضطراری براساس معیار قنات، از نقشه تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید.

### تعیین اولویت مسیرهای پیشنهادی جهت تخلیه اضطراری شهر کرمان

در این مرحله، با تلفیق و ترکیب امتیازات معیارها و گزینه‌ها که از ماتریس‌های مقایسات زوجی در نرم‌افزار Export Choice حاصل شدند، امتیاز نهایی و اولویت هر گزینه به دست می‌آید.

جدول (۳)- ماتریس ارزیابی گزینه‌ها برای تعیین اولویت مسیرهای پیشنهادی جهت تخلیه اضطراری براساس

وزن‌های حاصل از مقایسات زوجی

اولویت	وزن نهایی	معیارها							گزینه	
		قنات	پست برق	روان گرایی	خطوط گاز	پل	مراکز سوخت	طول مسیر		عرض مسیر
دوازده	۰/۰۳۹۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱
چهار	۰/۰۴۹۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۸۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۲
ده	۰/۰۴۲۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۸۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۳
هجده	۰/۰۳۴۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۰۶۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۰۶۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۴
بیست	۰/۰۲۷۲۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۰۶۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۰۶۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۵
چهارده	۰/۰۳۷۸۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۰۸۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۶
یک	۰/۰۶۰۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۷
شش	۰/۰۴۵۸۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۰۸۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۸۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۸
یازده	۰/۰۴۰۷۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۰۷۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۹
هشت	۰/۰۴۴۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱۰
هفت	۰/۰۴۵۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱۱
سه	۰/۰۵۰۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱۲
سیزده	۰/۰۳۹۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱۳
هفت	۰/۰۴۵۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱۴
نه	۰/۰۴۳۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱۵
نه	۰/۰۴۳۰۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱۶
نوزده	۰/۰۲۷۸۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۰۹۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۰۹۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۱۴۰	مسیر ۱۷



مسیر ۱۸	۰/۰۱۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۰۳۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۳۴۶۰	هفته
مسیر ۱۹	۰/۰۱۴۰	۰/۰۰۰۷۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۳۷۷۰	پانزده
مسیر ۲۰	۰/۰۱۴۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۴۹۰۰	پنج
مسیر ۲۱	۰/۰۱۴۰	۰/۰۰۰۷۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۰۸۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۳۵۷۰	شانزده
مسیر ۲۲	۰/۰۱۴۰	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۸۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۴۵۰۰	هفت
مسیر ۲۳	۰/۰۱۴۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۰۹۰	۰/۰۰۴۰	۰/۰۵۶۰۰	دو

نتایج استخراج شده از نرم افزار export choice که در جدول بالا آمده است، امتیاز نهایی مسیرهای تخلیه اضطراری پیشنهادی شهر کرمان (گزینه‌ها) را که با در نظر گرفتن تلفیقی از معیارهای عرض مسیر پس از وقوع زلزله، طول مسیر پس از وقوع زلزله، مراکز سوخت‌رسانی، وجود پل در مسیر، خطوط اصلی گاز، خطر روان‌گرایی، پست برق و قنات انجام گردید، نشان می‌دهد. براساس نتایج حاصله مشاهده می‌شود که مسیر تخلیه اضطراری ۷ با وزن نهایی ۰/۰۶۰۰۰ که شامل منطقه (خیابان آیت ا... صدوقی - خیابان فیروزه - خیابان خرمشهر - بلوار امام حسین (ع) - بلوار امام خمینی - بزرگراه عاشقان ولایت) است، بیشترین اهمیت و اولویت را به منظور انتخاب برای مسیر تخلیه اضطراری پس از وقوع زلزله دارد. پس از مسیر تخلیه اضطراری ۷ به ترتیب، مسیر ۲۳ با وزن نهایی ۰/۰۵۶۰۰ که شامل منطقه (خیابان شهید صیاد شیرازی - خیابان شهید مغفوری - جاده قدیم ماهان به سمت روستای سه کنج) است، مسیر ۱۲ با وزن نهایی ۰/۰۵۰۰۰ که شامل منطقه (خیابان فلسطین - خیابان شورا - بلوار شهید عباسپور - بزرگراه امام رضا (ع) - پل - جاده زرنند) است، مسیر ۲ با وزن نهایی ۰/۰۴۹۶۰ که شامل منطقه (خیابان شهید باهنر - خیابان شهدای خانوک - بلوار سیدی - جاده کوهپایه، شهداد) می‌باشد و مسیر ۲۰ با وزن نهایی ۰/۰۴۹۰۰ که شامل منطقه (میدان مشتاق - خیابان شهدا - خیابان مدیریت - بزرگراه خامنه ای - جاده کوهپایه، شهداد) است، اولویت دوم تا پنجم را برای انتخاب مسیرهای تخلیه اضطراری دارا هستند. همچنین مسیر ۱۷ با وزن نهایی ۰/۰۲۷۸۰ که شامل مناطق (میدان آزادی - بلوار جمهوری اسلامی - پل - بلوار حجاج - جاده تهران) است، دارای کمترین اهمیت و اولویت برای انتخاب مسیر تخلیه اضطراری پس از وقوع زلزله می‌باشد. بقیه مسیرهای تخلیه اضطراری شهر کرمان را به همراه میزان اهمیت و اولویت‌هایشان برای انتخاب، را در جدول بالا مشاهده می‌نمایید.

## نتیجه گیری

کاهش زمان نقل و انتقال مجروحان و تخلیه اضطراری سریع افراد سالم پس از وقوع زلزله نقش بسیار مهمی در کاهش خسارات جانی افراد تحت تأثیر حادثه دارد. در پژوهش حاضر، با در نظر گرفتن شاخص‌های مؤثر، به شناسایی و تعیین مسیرهای تخلیه اضطراری شهر کرمان می‌پردازیم و سپس این مسیرها را با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی (AHP)





اولویت بندی می‌کنیم. روش تحقیق در این پژوهش، بر اساس روش و ماهیت توصیفی - تحلیلی می‌باشد و براساس هدف نیز کاربردی می‌باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل کارشناسان شهرداری، سازمان هلال احمر، سازمان آتش نشانی، کارشناسان فرماندهی نیروی انتظامی، کارشناسان مرکز مطالعات مدیریت بحران و اساتید متخصص این زمینه در شهر کرمان می‌باشند و تعداد ۲۰ پرسش نامه میان کلیه کارشناسان شهر کرمان توزیع گردید. برای اولویت بندی مسیرهای تخلیه اضطراری هشت معیار شامل عرض مسیر پس از وقوع زلزله، طول مسیر پس از وقوع زلزله، مراکز سوخت رسانی، وجود پل در مسیر، خطوط اصلی گاز، خطر روان گرای، پست برق و قنات استفاده گردیده است. به منظور مقایسه گزینه‌های مسیر تخلیه اضطراری نیز از نقشه‌های تهیه شده حاصل از GIS شهر کرمان و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده گردید. یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که، که مسیر تخلیه اضطراری ۷ با وزن نهایی ۰/۰۶۰۰۰، مسیر ۲۳ با وزن نهایی ۰/۰۵۶۰۰، مسیر ۱۲ با وزن نهایی ۰/۰۵۰۰۰، مسیر ۲ با وزن نهایی ۰/۰۴۹۶۰ و مسیر ۲۰ با وزن نهایی ۰/۰۴۹۰۰ به ترتیب اولویت اول تا پنجم را برای انتخاب مسیرهای تخلیه اضطراری دارا هستند. همچنین مسیر ۱۷ با وزن نهایی ۰/۰۲۷۸۰ دارای کمترین اهمیت و اولویت برای انتخاب مسیر تخلیه اضطراری پس از وقوع زلزله در شهر کرمان می‌باشد.

## منابع

- اسلامی، آرش. (۱۳۸۸)؛ بازنگری کاتالوگ زمین لرزه‌های سده بیستم ایران و پیرامون آن، پژوهشکده زلزله‌شناسی ایران، تهران، ۲۱-۱.
- اسمعیل زانی، منصور و اسمعیل زانی، مهین. (۱۳۹۲)؛ ارزیابی مدیریت بحران زلزله (مورد مطالعه: شهر زاهدان)، کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان‌های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری، تهران.
- امینی حسینی، کامبد و تسنیمی، عباسعلی. (۱۳۸۶)؛ مبانی مدیریت خطرپذیری و بحران، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، چاپ اول. تهران.
- بهادری، هادی، کامبیز خورشید، محمد ابراهیم منیا. (۱۳۸۷)؛ نگاهی به مدیریت بحران در ایالات متحده آمریکا، چاپ دوم، پویش.
- دانمزد، خدیجه. (۱۳۹۲)؛ بررسی تأثیر پدیده گرد و غبار بر صنعت گردشگری (مطالعه موردی: شهر ایلام)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت بحران، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- حسینی، مازیار. (۱۳۸۳)؛ شبکه حمل و نقل تهران تا چه حد در برابر زلزله آماده است؟؛ مجموعه مقالات مهندسی زلزله شریان‌های حیاتی، نیازها و رهیافت‌ها، اولین همایش ملی مهندسی زلزله.
- عسگری، علی و همکاران. (۱۳۸۱)؛ کاربرد روش‌های برنامه‌ریزی شهری (کاربری زمین) در کاهش آسیب پذیری خطرات زلزله (با GIS)، فصل‌نامه تحقیقات جغرافیایی، ۶۷، ۶۳-۷۸.
- عظیمی، آزاده؛ فرجی ملایی، امین و لطفی، صدیقه. (۱۳۹۰)؛ تحلیل مکانی سایت‌های امداد رسانی هوایی در مواقع بروز





- زلزله (مطالعه موردی: شهر بابل). مجله علمیتخصصی برنامه‌ریزی فضایی، سال اول، شماره دوم.
- غلامحسینی، اسماعیل. (۱۳۹۱): بررسی نقش و جایگاه ناجا در مدیریت بحران‌های طبیعی (مطالعه موردی: بحران سفید، بحران برف ۱۳۸۳ گیلان)، فصل‌نامه پژوهش‌های مدیریت انتظامی، سال هفتم، شماره چهارم.
- سالکی ملکی، محمدعلی؛ ولی بیگی، مجتبی و قاسمی، معصومه. (۱۳۹۲): کارایی فضایی شبکه ارتباطی به‌منظور امداد رسانی بعد از وقوع زلزله (مطالعه موردی: شهرک باغمیشه تبریز) و فصل‌نامه علمیپژوهشی امداد و نجات. سال پنجم، شماره ۳.
- کهوری پور، اسماعیل. (۱۳۹۰): بررسی عوامل مؤثر بر مکان‌یابی ایستگاه‌های هلال احمر با رویکرد مدیریت بحران در شهر جیرفت با استفاده از منطق فازی و GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت دولتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان.
- هوشمندزاده، محمد و رحیمی، ایرج. (۱۳۸۷): دستاوردهای جدید در بررسی اثرات زلزله بر شبکه حمل‌ونقل.
- احمدی، مرتضی؛ سیفی، عباس و قرهی، علیرضا. (۱۳۹۲): مدل لجستیک امداد رسانی برای کاهش تلفات پس از زلزله در ابعاد بسیار بزرگ و واقعی. دوفصل‌نامه علمیپژوهشی مدیریت بحران. شماره چهارم.
- Erdic, M. Rashidor, T. Safat, E. & Turduku lov, E. (2005). Assessment of seismic risk in tashkand, Uzbekistan and Bishkek, Soil Dynamic and Earthquake Engineering, 25.
- Gibson, G. (2002). An introduction to seismology. Disaster prevention and management 6(5): 356.
- Tung, p. (2004). Road vulnerability assessment for earthquakes: the case of Nepal.
- UNISDR, (2005) National report of Iran on word conference on disaster reduction. 1822- January, Kobe, Hyogo, Japan, pp. 149.
- Ngai, E. W. T., E. W. C. Chan, 2005, "Evaluation of knowledge management tools using AHP", ExpertSystems with Applications 2.
- Hamzezade, H., Ma'hood, M., (2009) Estimation of coda wave attenuation in east central Iran, Springer Science, 8, 125139.

