مسیریابی امدادرسانی بعد از وقوع زلزله

(مطالعهٔ موردی: بخشی از منطقهٔ یک شهر تهران)

الناز علی اصل خیابانی [۱]، ابوالقاسم صادقی نیارکی [۲]، مصطفی قدوسی [۳]

۱.نویسندهٔ مسئول: دانشجوی کارشناسی مهندسی عمران- نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

Email:elnaz.khiabani073@gmail.com

۲.استادیار دانشکدهٔ مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۳. دانشجوی دکتری سیستم اطلاعات مکانی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

دریافت: ۹۶/۳/۱۲ پذیرش: ۹۷/۷/۱۵

چکیده

مقدمه: زلزله به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ناملایمات طبیعی زمین در زمان کوتاهی، خسارات بسیاری بر پیکرهٔ سکونتگاه‌های بشری وارد می‌کند و بحران‌های مختلفی ایجاد می‌شود که یکی از بحران‌های بعد از زلزله، بحران زنده‌یابی و امدادرسانی به مناطق آسیب‌دیده است. در لحظات اولیه بعد از زلزله، بحث مربوط به اختصاص نیروهای امدادی و امکانات به مناطق آسیب‌دیده اهمیت ویژه‌ای دارد. با توجه به بررسی‌ها، زمان، عامل حیاتی در کاهش میزان تلفات و قربانیان حادثه پس از زلزله است، به طوری‌که ۲۴ ساعت اولیه پس از زلزله، زمان طلایی کمک به حادثه‌دیدگان است، زیرا در این ساعات بیشترین احتمال زنده‌ماندن قربانیان وجود دارد. بنابراین تخصیص بهینهٔ گروه‌های امدادونجات به مناطق آسیب‌دیده از اهمیت بالایی برخوردارست.

روش: در این پژوهش برای مسیریابی امدادرسانی به منطقهٔ آسیب‌دیده، ابتدا نزدیک‌ترین پایگاه امداد به منطقهٔ حادثه‌دیده مشخص شد و توسط کارشناسان مربوطه، ۴ مسیر با بالاترین مطلوبیت انتخاب شد. در مرحلهٔ بعد، این مسیرها باید براساس پارامترهای موردنظر اولویت‌بندی‌شده و مسیر بهینه شود. بررسی میزان مطلوبیت مسیرها براساس پارامترهای عرض، طول، نوع و ترافیک خیابان‌ها، کاربری پارسل‌ها، تعداد طبقات، و نوع اسکلت ساختمان‌های موجود در هر خیابان بررسی شد. با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، سیستم اطلاعات مکانی (GIS) و نرم‌افزارهای موجود به وزن‌دهی هر یک از معیارها و زیرمعیارها پرداخته شد. در نهایت براساس ارزش پارامترها و زیرمعیارهایشان، وزن نهایی مسیرها مشخص شد و با توجه به این ارزش‌ها، اولویت‌بندی مسیرها صورت گرفت.

یافته‌ها: با توجه به نتایج، پارامتر نوع اسکلت ساختمان (مصالح) با وزن ۰/۳۲۵ مهم‌ترین عامل و پارامترهای تعداد طبقات، ترافیک، عرض مسیر، نوع مسیر، طول مسیر و کاربری‌های موجود در مسیر با وزن‌های ۰/۳۲۰، ۰/۱۷۵، ۰/۰۷۱، ۰/۰۴۵، ۰/۰۴۱ و ۰/۰۲۳ از نظر اولویت و ارزش به ترتیب بعد از این پارامتر قرار می‌گیرند.

نتیجه‌گیری: با توجه به ارزش‌های به‌دست‌آمده برای هر یک از پارامترها، این نکته قابل ذکر است که برای جلوگیری از خسارات بیشتر پس از زلزله، باید در ساخت سازه‌ها و ساختمان‌ها، از مصالح مقاومی چون بتن و فلز استفاده شود و تمامی نکات ایمنی و استانداردهای ساخت رعایت شود.

کلمات کلیدی: مسیریابی، سیستم اطلاعات مکانی، AHP، مدیریت بحران، وزن‌دهی

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

مقدمه

موضوع پیش‌بینی، کاهش و واکنش نسبت به مخاطرات در تاریخ بشر موضوعی تکراری است که توجه رشته‌های مختلف علمی بسیاری را به خود جلب کرده‌است. [۱]

زلزله به عنوان یکی از مهم‌ترین ناملایمات طبیعی زمین، همواره در زمان کوتاهی، خسارات غیرقابل جبرانی را به سکونتگاه‌های بشری وارد می‌سازد. امروزه با وجود پیشرفت‌های تکنولوژیکی و افزایش دانش و توانایی انسان در کنترل بلایای طبیعی، شهرها هنوز با خطر زلزله و آسیب‌پذیری فروان مواجه هستند. زمین‌لرزه پدیده‌ای ذاتاً غیر قابل مدیریت است که به یکباره و بدون هشدار قبلی روی می‌دهد و باعث توقف ناگهانی فعالیت‌های معمول جوامع مصیبت‌زده می‌شود. به همین دلیل آمادگی در برابر چنین پیشامدی به خصوص در مناطقی که بیشتر تحت تاثیر این حادثه طبیعی قرار می‌گیرند، یک ضرورت است. [۲]

خطر زمین لرزه در شهر تهران به دلیل موقعیت جغرافیایی و زمین‌ساختی، وجود گسل‌های متعدد در اطراف آن، وقوع زلزله‌های مخرب تاریخی متعدد در محدودهٔ آن و سایر شواهد تکتونیکی و زمین شناختی بسیار بالا ارزیابی می‌شود. به علت تمرکز زیاد جمعیت در این شهر در صورت وقوع زلزله، سکونتگاه‌ها و زیرساخت‌های زیادی تحت تأثیر قرار می‌گیرند و خرابی و تلفات زیادی به بار می‌آید.

زمان عاملی حیاتی در کاهش میزان تلفات پس از زلزله است؛ به گونه‌ای که ۲۴ ساعت اولیهٔ پس از وقوع زلزله، فرصتی طلایی برای کمک به حادثه‌دیدگان است، زیرا در این ساعت‌ها بیشترین احتمال زنده‌ماندن قربانیان وجود دارد. پس صرفه‌جویی زمان در تمامی مراحل امدادرسانی از جمله دسترسی سریع به منطقهٔ حادثه‌دیده اهمیت بالایی دارد. [۳]

شبکه های ارتباطی برای حفظ کارکردهای جامعهٔ مدرن حیاتی هستند. بعد از وقوع زلزله، شبکه‌های ارتباطی نقش حیاتی را در فعالیت های نجات و تخلیه، اطفای حریق و فعالیت‌های امدادرسانی و بازگشت شهر به حالت عادی بازی می‌کنند. [۴]. این شبکه‌های ارتباطی بعد از حوادث مخربی چون زلزله عامل مهمی در فعالیت‌های امدادونجات هستند، لذا ارزیابی سریع اثر زلزله بر کارایی شبکه‌های ارتباطی شهری در واکنش اضطراری مؤثر، بسیار حیاتی است. به منظور داشتن یک طرح اصولی مدیریت بحران باید قبل از وقوع زلزله مطالعاتی انجام شود تا فهم کامل‌تری از وضعیت به‌دست آمده و فعالیت‌های اضطراری طرح‌ریزی شود. مسیریابی بهینهٔ امدادرسانی به هنگام وقوع زلزله موضوعی است که سال‌ها توسط کارشناسان و متخصصین مختلف به دلیل اهمیت بالای آن بحث و بررسی شده است. در مقالهٔ پیش رو نیز با هدف مسیریابی بهینهٔ امدادرسانی در کمترین زمان، سعی در کاهش آسیب و تلفات ناشی از وقوع زلزله داریم. با به‌کارگیری سیستم اطلاعات مکانی مطالعات بسیاری در این حوزه انجام شده است. در این مقاله با استفاده از روش سلسله مراتبی (AHP)[1] و با کمک

[1] Analytical Hierarchy Process

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

سیستم اطلاعات مکانی (GIS)[1] به بررسی مسیر بهینه پرداخته می‌شود. برای شروع کار، ابتدا با استفاده از نقشهٔ آسیب‌پذیری منطقهٔ یک شهر تهران، یک منطقه با آسیب‌پذیری متوسط رو به بالا انتخاب شد. نزدیکترین پایگاه امدادرسانی به این منطقه را مشخص کرده و مسیریابی بین این دو نقطه برای اعزام نیروها آغاز می‌شود. هدف از مسیریابی بهینه این است که با کاهش زمان اعزام نیروهای امدادی به محل سانحه‌دیده از تعداد تلفات و مجروحان کاسته شود. نخست، باتوجه به تعدد مسیرهای موجود و به منظور افزایش کیفیت کار و جلوگیری از محاسبات اضافی، ۴ مسیر از بین مسیرهای ممکن برای اعزام نیروهای امدادی به محل آسیب‌دیده توسط کارشناس امدادرسانی پیشنهاد شد. با توجه به اینکه هریک از مسیرها، شامل معابر و خیابان‌های متعددی هستند، هر یک از این خیابان‌ها از لحاظ پارامترهای عرض، طول، نوع و ترافیک خیابان، کاربری پارسل‌ها، تعداد طبقات و نوع اسکلت ساختمان‌های موجود در هر خیابان بررسی شدند. در گام بعد با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی و با کمک سیستم اطلاعات مکانی و نرم‌افزارهای موجود، به وزن‌دهی و تعیین ارزش هر خیابان پرداخته می‌شود. پس از مشخص‌شدن وزن اهمیتی هر یک از خیابان‌ها، باید به اولویت‌بندی مسیرهای پیشنهادی پرداخت. مسیر با امتیاز بالا به عنوان بهینه‌ترین مسیر انتخاب می‌گردد و مسیرهای دیگر نیز در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. در صورت بسته‌شدن مسیر اولیه، مسیرهای بعدی بر اساس اولویت در دستور کار قرار می‌گیرند.

پیشینهٔ تحقیق

قسمت اول این بخش در خصوص بررسی مطالعات انجام شده در حوزهٔ مسیریابی نیروهای امدادی به مناطق آسیب‌دیده است. قسمت دوم مسیربابی تخلیهٔ اضطراری و انتقال مصدومان به مناطق امن و بیمارستان‌هاست. در بخش آخر به بررسی و مقایسهٔ مطالعه‌ای که بیشترین تشابه را با تحقیق حاضر دارد، پرداخته می‌شود.

آرون جوتشی[2] و همکاران در مقاله‌ای با عنوان اعزام و مسیریابی وسایل نقلیه اورژانسی در کاهش بحران با استفاده از داده‌های ترکیبی به بررسی مسیرهای بهینه در شرایط بحرانی در لس‌آنجلس آمریکا پرداخته‌اند. ایشان در این تحقیق با استفاده از شبیه‌سازی زلزله ۱۹۹۴ تورجرینک و استفاده ترکیبی از داده‌های ترافیکی، شرایط جاده، شرایط بیمار، ظرفیت بیمارستان و فاصله و با یک رویکرد سلسله مراتبی، نقشه‌ای برای نشان دادن مسیرهای بهینه ترسیم کرده‌اند. [۵]

اسماعیلی و همکاران به ارائه یک الگوریتم نموداری برای یافتن سریع‌ترین مسیرهای امدادونجات در شبکهٔ ترافیک شهری پرداختند. در مقالهٔ مذکور از تلفیق الگوریتم برنامه‌ریزی پویای فلوید وارشال به منظور یافتن کوتاه‌ترین فاصله زمانی، الگوریتم پای برای تعیین مسیر متناظر با کوتاه‌ترین فاصلهٔ زمانی و تابع دیویدسون برای درنظر گرفتن زمان انتقال در جریان‌های متغیر تدوین شده‌است. [۶]

[1] Geospatial Information System

[2] Jotshi

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

واعظ و همکاران به بررسی مدیریت بحران به کمک بهینه‌یابی مسیرهای امدادرسانی پرداختند. در مطالعهٔ مذکور مسأله مرجع مسیریابی خودروها برای رسیدن به انتخاب کوتاه‌ترین مسیر امدادرسانی در مدیریت بحران تعمیم داده می‌شود. به‌طورکلی مدل‌سازی این مسئله به شیوهٔ کلاسیک شامل یک گراف است که مجموعه‌ای از یال‌ها به عنوان مسیرهای این شبکه امدادرسانی آن‌را تشکیل می‌دهند. روش استفاده شده در این تحقیق الگوریتم رقابت استعماری است. [۷]

گنجه‌ای و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیل پارامترهای ایمنی مؤثر در انتخاب مسیرهای بهینه امدادونجات (مطالعهٔ موردی: محلهٔ ۱۳ آبان شهر تهران) به تعیین پارامترهای مؤثر در ایمنی شبکهٔ راه‌ها و تحلیل ارتباط بین آنها و میزان تأثیر هر یک از پارامترها در انتخاب بهینه‌ترین مسیر ایمن برای محلهٔ ۱۳ آبان پرداختند. روش استفاده شده در این تحقیق مدل تحلیل سلسله مراتبی و استفاده از تکنیک‌های تحلیل GIS بوده‌است. [۸]

پوررمضان و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان «بررسی و انتخاب مسیر مناسب برای امدادرسانی در مواقع اضطراری (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ ثامن مشهد)»، طراحی، تجزیه و تحلیل مسیرهای تخلیه در شبکهٔ حمل‌ونقل در مورد سوانح طبیعی به ویژه زلزله را بررسی کردند و با کمک GIS روشی برای برنامه‌ریزی مسیر تخلیهٔ اضطراری در شرایط سانحه پیشنهاد کردند. [۹]

رنجبران به بررسی و تخصیص بهینهٔ گروه‌های امدادونجات به مناطق زلزله زده براساس مدل فازی‌سازی امید زنده‌مانی افراد پرداخته است. در این تحقیق سعی به مطالعه و تحلیل الگوریتم‌های مختلف مکان‌یابی، تخصیص و روش‌های مختلف بهینه‌سازی و شناخت یک چرخهٔ مدیریت بحران زلزله و هم‌چنین توانمندی‌های سیستم اطلاعات مکانی، یک چارچوب مناسب برای عملیات تخصیص بهینهٔ گروه‌های امدادو نجات به مناطق زلزله‌زده پرداخته شده است. [۱۰]

احمدی و همکاران 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 برنامه ریزی غیرخطی مختلط عدد صحیح با درنظر گرفتن خرابی مسیرهای حمل‌ونقل شهری و برون شهری پس از وقوع زلزله و استفاده از داده‌های برخط حاصل از نظام اطلاعات مکانی GIS پرداخته‌اند. [۱۱]

نژاداکبری و همکاران در تحقیق خود با در نظر گرفتن شاخص‌های مؤثر، به شناسایی و تعیین مسیرهای تخلیهٔ اضطراری پیشنهادی در شهرکرمان پرداختند. در نهایت به منظور ارزیابی، اولویت‌بندی و مقایسهٔ گزینه‌های پیشنهادی، از نقشه‌های تهیه شده حاصل از GIS و فرایند تحلیلی سلسله مراتبی استفاده کردند. [۱۲]

سالکی ملکی و قاسمی در تحقیق خود به ارائهٔ روشی بهینه برای مسیریابی انتقال مصدومان مبتنی بر زلزلهٔ احتمالی در شهر تبریز پرداختند. مدل اصلی به کار رفته در این مقاله مدل تحلیل شبکه است که از توابع طول مسیر، سرعت حرکت در مسیر، نوع مسیر و موانع موجود در مسیر و شاخص Closeness در آن استفاده شده است. روش تحلیل شبکه در این

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

تحقیق به صورت یک فرایند سلسله مراتبی چهار مرحله‌ای است. [۴]

محمد طالعی و همکاران در مقاله‌ای تحت عنوان «مسیریابی بهینه در محیط GIS برای تخلیه اضطراری آسیب‌دیدگان از حوادث ناگهانی» با استفاده از مدل دایجسترا به مسیریابی در منطقهٔ ۷ شهرداری تهران پرداخته‌اند .آزمایش‌های انجام شده حاکی از آن است که برای تعیین مسیر بهینه در یک شبکه واقعی شهری با ۴۳۲ گره بلوک ساختمانی، ۱۱ گره ناحیه امن و تعداد ۱۱۸۹ یال، فقط نیاز به زمانی در حدود ۹۰ ثانیه است. [۱۳]

یی و ازدامار[1] در مطالعهٔ خود به تشریح یک مدل توزیع مکانی برای عملیات تخلیهٔ اضطراری و هماهنگی پشتیبانی برای عملیات بحران پرداخته‌اند. در این روش مدل مسیریابی و مکان‌یابی، هماهنگی لجستیکی منابع و عملیات تخلیه برای مناطق بحران‌زده انجام می‌شود و هدف آن بیشینه‌سازی سطح سرویس پاسخ‌گویی و دسترسی سریع به مناطق تحت تأثیر و مکان‌یابی مراکز اورژانس موقت در محل‌های مناسب می‌باشد. [۱۴]

ساتایهاتوا و ران[2] پس از تحقیقات گسترده یک مدل مدیریت دینامیکی برای ترافیک برای تخلیهٔ نیروگاه‌های هسته‌ای ارائه داده‌اند. آنها ضمن اشاره به اینکه در مواقع بحران انسان‌ها عموما دچار ترس می‌شوند و کنترل آرامش خود را از دست می‌دهند، یادآور شدند در این شرایط افراد بدون درنظرگرفتن سایرین برای یافتن مسیرهای خروجی با یکدیگر رقابت می‌کنند، در نتیجه شبکهٔ جاده‌ای ممکن است به‌طور کارآمد مورداستفاده قرار نگیرد. [۱۵]

سالکی ملکی و همکاران در تحقیق خود به بررسی کارایی فضایی شبکهٔ ارتباطی به منظور امدادرسانی بعد از وقوع زلزله در شهرک باغمیشهٔ تبریز پرداختند. در مقالهٔ مذکور از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات مکانی استفاده شده است و نتیجهٔ حاصل از این تحقیق کاهش دادن تراکم جمعیتی و ساختمانی در معابر کم عرض بوده‌است. [۱۶]

امیدوار و همکاران شبکهٔ راه‌های درون شهری را از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر نحوهٔ مدیریت بحران در محیط‌های شهری به هنگام بروز سوانح دانسته و بیان کرده‌اند که تقاضا برای استفاده از شبکهٔ راه‌های موجود به موازات بروز بحران به بیشینه حد خود می‌رسد. [۱۷]

در تحقیق نورایی و همکاران که به ارزیابی و تحلیل مکانی کارایی شبکه‌های ارتباطی محلی پس از وقوع زلزله در محلهٔ خاک سفید تهران پرداختند، سعی شده است با شناسایی معیارهای آسیب‌پذیری شبکهٔ ارتباطی در مقیاس محلی و تحلیل آن در مواقع بروز بحران، به طبقه‌بندی میزان کارایی شبکهٔ ارتباطی محلهٔ خاک سفید پرداخته شود. [۱۸]

در مقاله‌ای تحت عنوان «مسیریابی بهینهٔ امدادرسانی به مصدومان زلزله با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی و مدل سه بعدی منطقه حادثه دیده مبتنی بر الگوریتم میانگین وزن‌دار مرتب» که توسط حامد حسابی و عباس ذوقیان تهیه شده است، با بررسی ۴ پارامتر مسافت، عرض معابر، ارتفاع و قدمت

[1] Yi & Ozdamar
[2] Sattayhatewa & Ran

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

ساختمان‌ها با استفاده از روش میانگین وزن‌دار مرتب، مسیر بهینه برای امدادرسانی به مصدومان مشخص شد. [۳]

مقالهٔ مذکور در شیوهٔ انجام کار تشابه زیادی با تحقیق حاضر دارد. در تحقیق ذکر شده ابتدا چند مسیر توسط کارشناس امدادرسانی مشخص می‌شود و محققین با بررسی پارامترهای مسافت، عرض معابر، ارتفاع و قدمت ساختمان‌ها به اولویت‌بندی هر یک از این مسیرها می‌پردازند. در تحقیق ذوقیان و عباسی، تعداد پارامترهای درنظر گرفته شده همانطور که ملاحظه می‌شود بسیار کم است و این خود می‌تواند دلیلی بر دست نیافتن به جواب‌های کاملا صحیح باشد. با توجه به اینکه شیوه و روش استفاده شده در تحقیق مذکور مناسب است، به علت کافی نبودن پارامترهای درنظر گفته شده، در تحقیق پیش رو سعی بر آن شد تا با دخیل کردن پارامترهای تأثیرگذار و حیاتی در امر مسیریابی با شیوه‌ای تقریبا مشابه، به امر مسیریابی پرداخته شود و نتایج قابل اعتمادتری حاصل گردد.

در این پژوهش سعی شد تا با بررسی مطالعات صورت گرفته در این حوزه، به شناسایی کاستی‌ها پرداخته شود و پارامترهای تأثیرگذار و حیاتی در امر مسیریابی که در مطالعات دیگر استفاده نشده بودند را در امر تصمیم‌گیری دخیل کنیم تا نتایج به‌دست‌آمده به واقعیت نزدیک‌تر باشد. در این تحقیق مسیریابی در دو حالت صورت می‌گیرد یکی با فرض اینکه زمان وقوع زلزله در ساعاتی از شبانه‌روز است که حجم ترافیک در خیابان‌ها بالاست و مسیریابی در این حالت با درنظر گرفتن ترافیک صورت می‌گیرد و حالت دیگر فرض بر آن است که زمان وقوع زلزله در ساعاتی است که تمامی خیابان‌ها خلوت و هیچ‌گونه ترافیکی در معابر وجود ندارد. با دو فرض ذکر شده، به مسیریابی بهینه پرداخته می‌شود. زمان وقوع زلزله می‌تواند در تصمیم‌گیری برای انتخاب مسیر بهینه تأثیر زیادی داشته باشد. زیرا در ساعات مختلف شبانه‌روز حجم ترافیک در معابر متفاوت است. ارجحیت دیگر این پژوهش در این است که ساعت وقوع زلزله (به عبارت دیگر، نقش زمینه[1] نیز در این امر در نظر گرفته شده است) نیز مهم شمرده شده و بر اساس زمان وقوع حادثه به مسیریابی پرداخته می‌شود.

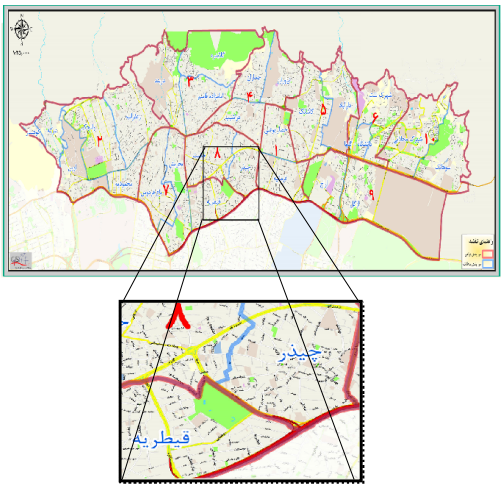
منطقهٔ مطالعاتی

منطقهٔ مطالعاتی، منطقهٔ قیطریه و بخشی از محلهٔ چیذر است. با توجه به نقشهٔ آسیب‌پذیری پس از زلزله، بخش‌هایی در این منطقه هست که پس از زلزله میزان آسیب‌پذیری آنها متوسط برآورد شد که نیاز به امدادرسانی در کمترین زمان ممکن به این مناطق وجود دارد. [۱۹]

منطقهٔ قیطریه یکی از محلات قدیمی شمیرانات در شمال تهران است. این محله با مساحتی حدود ۱۵۲۷۱۱۶ کیلومتر مربع در منطقهٔ یک تهران واقع شده است. این منطقه در مختصات ۳۵/۷۹۱۳۶ شمالی و ۵۱/۴۵۰۹۳ شرقی قرار دارد که از جنوب به بزرگراه صدر، از شمال به منطقهٔ دزاشیب، از شرق به بلوار کامرانیه و از غرب به خیابان شریعتی منتهی می‌گردد. (شکل ۱)

[1] Context

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]



شکل ۱. نقشهٔ منطقه یک شهر تهران و محلهٔ مورد مطالعه

مبانی نظری تحقیق

برای ارزیابی مسیرها و امدادرسانی به مناطق آسیب‌دیده در برابر زلزله، روش‌های مختلفی وجود دارد که یکی از آنها فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است. یکی از مسائل مهم در تصمیم‌گیری مدیران، نحوهٔ انتخاب یک گزینه از میان چند گزینهٔ موجود است که باید با توجه به معیارها صورت گیرد. حتی در صورتی هم که انتخاب کردن مورد نظر نباشد، باید از میزان اولویت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر آگاهی وجود داشته باشد. این روش، روشی پرکاربرد برای رتبه‌بندی و تعیین اهمیت عوامل است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد، انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد، استفاده می‌شود. این روش ارزیابی چند معیاری، ابتدا در سال ۱۹۸۰ به وسیلهٔ توماس ال ساعتی پیشنهاد شد و تاکنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است. این روش پیچیدگی مفهوم تصمیم‌گیری را به طور قابل توجهی می‌کاهد، زیرا فقط دو مؤلفه (مقایسهٔ دودویی) در یک زمان بررسی می‌شوند. این روش شامل سه گام اصلی الف) تولید ماتریس دوتایی، ب) محاسبهٔ وزن معیارها و ج) اولویت‌بندی گزینه‌های موجود است. استفاده از نظرها و افکار دیگران، خطاهای تصمیم‌گیری را تقلیل داده و باعث بهبود نتایج به‌دست آمده می‌شود.

پیاده‌سازی

به طور کلی مدل، رفتار یک پدیده را در دنیای واقعی با استفاده از چند عامل ارائه می‌کند. معمولاً هر چه عوامل بیشتری در ارائه یک مدل انتخاب شود، دقت مدل بالاتر می‌باشد. از طرفی افزایش عوامل و داده‌ها، هزینهٔ ارائه مدل را افزایش و مدل را پیچیده‌تر می‌کند. بهترین مدل، مدلی است که با کمترین تعداد عامل، بهترین نتیجه را ارائه کند.

پیاده‌سازی شامل ۵ مرحله است که در ادامه به شرح هر یک پرداخته می‌شود:

۱- شناسایی پارامترهای تأثیرگذار در مسیریابی

همانطور که در بخش پیشینهٔ تحقیق بیان شد، با توجه به مطالعات صورت گرفته و کمبودهایی که در آنها ملاحظه شد، ۷ پارامتر طول، عرض، نوع و ترافیک خیابان‌ها و همچنین نوع اسکلت، تعداد طبقات بناهای موجود در مسیر و کاربری پارسل‌ها از جمله تأثیرگذار ترین مسائل در زمینهٔ مسیریابی امدادرسانی می‌باشند.

۲- انتخاب مسیرهای پیشنهادی برای امدادرسانی و بررسی ویژگی هر یک از مسیرها

با توجه به شکل ۲ نقطهٔ سیاه رنگ که در بلوار کاوه قرار دارد، نقطهٔ آسیب‌پذیر و نقطهٔ سبز رنگ که در خیابان سلیمی واقع است، محل قرارگیری نیروهای امداد است و نیروها باید از این نقطه به سمت محل آسیب‌دیده اعزام شوند. به علت تعدد مسیرهای اعزام باید از بین مسیرهای موجود و قابل دسترس،

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

چند مسیر که ظاهراً مناسب به نظر می‌آیند انتخاب گردند. برای انتخاب تعدادی مسیر پیشنهادی، یک مدل سه بعدی از منطقهٔ مورد نظر تهیه گردید و در اختیار کارشناس امدادرسانی قرار گرفت. کارشناس با استفاده از مدل و شناخت نسبی خود از منطقه، ۴ مسیر را به عنوان مسیرهای پیشنهادی بین منطقهٔ آسیب‌دیده و ایستگاه استقرار نیروهای امداد انتخاب می‌نماید. چنانچه مسیرهای پیشنهادی شایستگی لازم را نداشته باشند، با انتخاب بهترین مسیر از میان آنها نیز به هدف خود که امدادرسانی در کوتاه‌ترین زمان ممکن است نخواهیم رسید. لیکن در وهلهٔ اول چیزی که از اهمیت ویژه‌ای برخوردارست انتخاب تعدادی مسیر مناسب به جهت شرکت در انتخاب بهترین مسیر است. بنابراین در این مرحله نیاز به یک کارشناس خبره است تا بتواند با کمک مدل سه بعدی و با استفاده از تجربیات و دانسته‌های خود از بین مسیرهای متعدد موجود، بهترین مسیرها را انتخاب نماید. شکل ۲، یک نمای دو بعدی از چهار مسیر پیشنهادی انتخاب شده توسط کارشناس را نمایش می‌دهد.

پس از مشخص شدن مسیرهای پیشنهادی، لازم است ویژگی هر مسیر از نظر پارامترهای اصلی مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به ۴ مسیر پیشنهادی، ویژگی خیابان‌های موجود در هر مسیر از نظر نوع کاربری پارسل‌ها، اسکلت و تعداد طبقات ساختمان‌ها، طول، عرض، نوع و ترافیک معبر مورد بررسی قرار گرفته و نتیجهٔ حاصل از این بررسی‌ها در جدول ۱ موجود است. برای بررسی در سطح یکسان و امکان مقایسه و ورود اعداد در فرمول‌های محاسباتی، تعداد پارسل‌ها در جدول بر اساس درصد بیان شده است. درصد بیان شده بدین معناست که پارامتر مورد نظر، چه درصدی از کل ساختمان‌های موجود در مسیر را به خود اختصاص داده است. هم‌چنین ترافیک بیان شده برای هر مسیر، ترافیک در ساعات اوج شلوغی است. ارزیابی ترافیک برای مسیرها در زمان‌های مشابه برای تمامی آنها ثبت شده است. شکل ۳ معابری را نشان می‌دهد که در هر مسیر موجود است و لازم است نیروهای امداد از معابر مشخص شده عبور کنند.

شکل ۳ با توجه به اطلاعات به روزرسانی شده و موجود در پایگاه سیستم اطلاعات مکانی شهرداری منطقهٔ یک تهران تهیه شده است. اطلاعات مربوط به نام معبر، طول، عرض و نوع مسیر در خط اول این جدول و اطلاعات مربوط به ساختمان‌ها و پارسل‌های موجود در مسیر هر یک از این خیابان‌ها، به دلیل اینکه بتوان توصیفی در مقیاس برابر برای خیابان‌ها داشت و بتوان به راحتی مسیرها را با یکدیگر مقایسه کرد به صورت درصد بیان شده‌اند که در نمودارهای دایره‌ای شکل ۵ به نمایش درآمده‌اند.

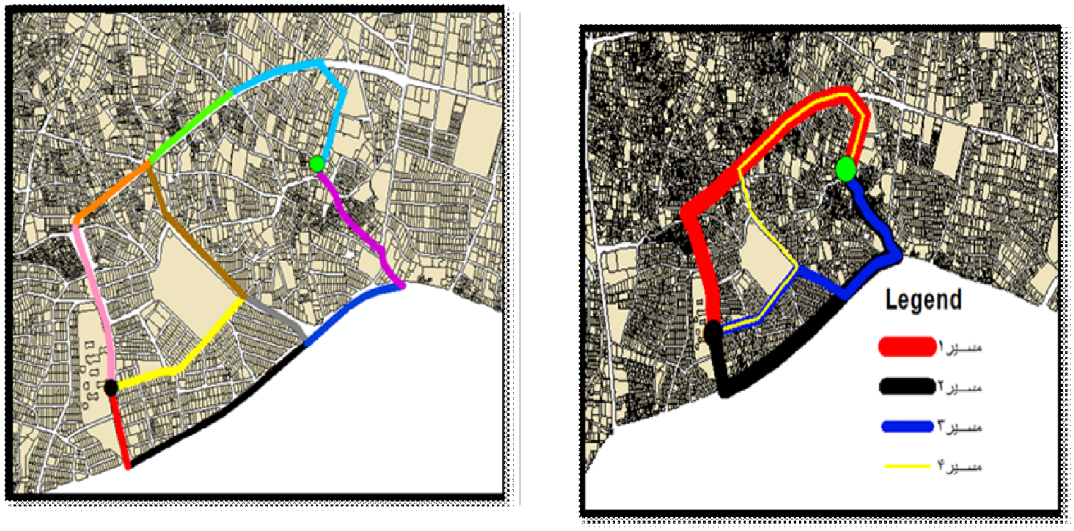
۳- تعیین وزن اهمیتی پارامترها و زیر معیارهایشان

هریک از معیارهای تعیین شده، زیرمعیارهای مشخص و مخصوص به خود را دارد که در شکل ۶ مشخص شده است.

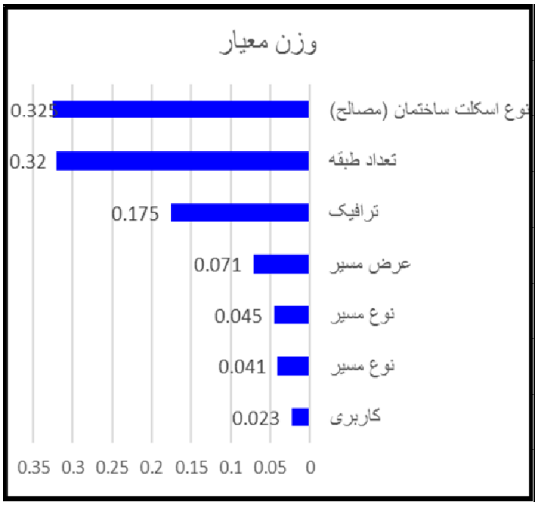
بعد از تعیین معیارها و زیر معیارها باید به محاسبهٔ وزن هر یک از آنها در نرم‌افزار EXPERT CHOICE پرداخت. قبل از این مرحله باید پرسشنامه‌هایی تهیه و در اختیار کارشناسان قرار گیرد تا بتوان نتایج را وارد نرم‌افزار کرد.

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

پس از ایجاد ساخت سلسله مراتبی، قدم بعدی ارزیابی عناصر با مقایسهٔ زوجی است. مقایسهٔ زوجی، فرایندی است برای مقایسهٔ اهمیت، ارجحیت یا درست‌نمایی دو عنصر نسبت به عنصر سطح بالاتر. این امر در نهایت به مقایسهٔ زوجی گزینه‌ها نسبت به هریک از معیارها و هم‌چنین مقایسهٔ معیارها نسبت به هدف منتهی می‌شود. در ادامه وزن معیارها و زیرمعیارها و محاسبهٔ امتیاز نهایی گزینه‌ها پرداخته می‌شود. شکل ۴ وزن هر یک از پارامترهای اصلی و شکل ۶ وزن زیر معیارها را نمایش می‌دهد.

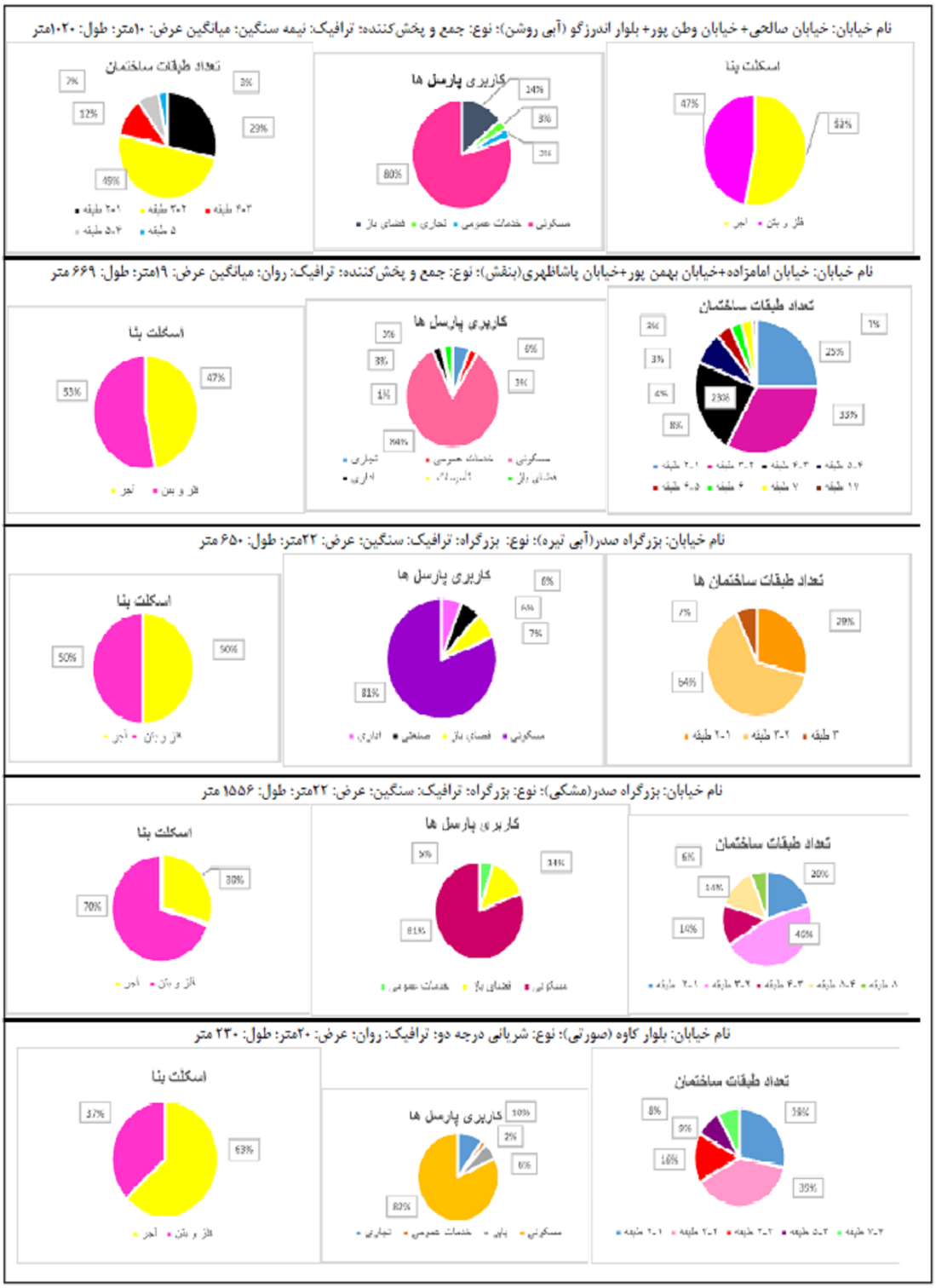


شکل۲: مسیرهای پیشنهادی اعزام نیروهای امدادی شکل۳: خیابان‌هایی با امکان اعزام نیرو از آنها



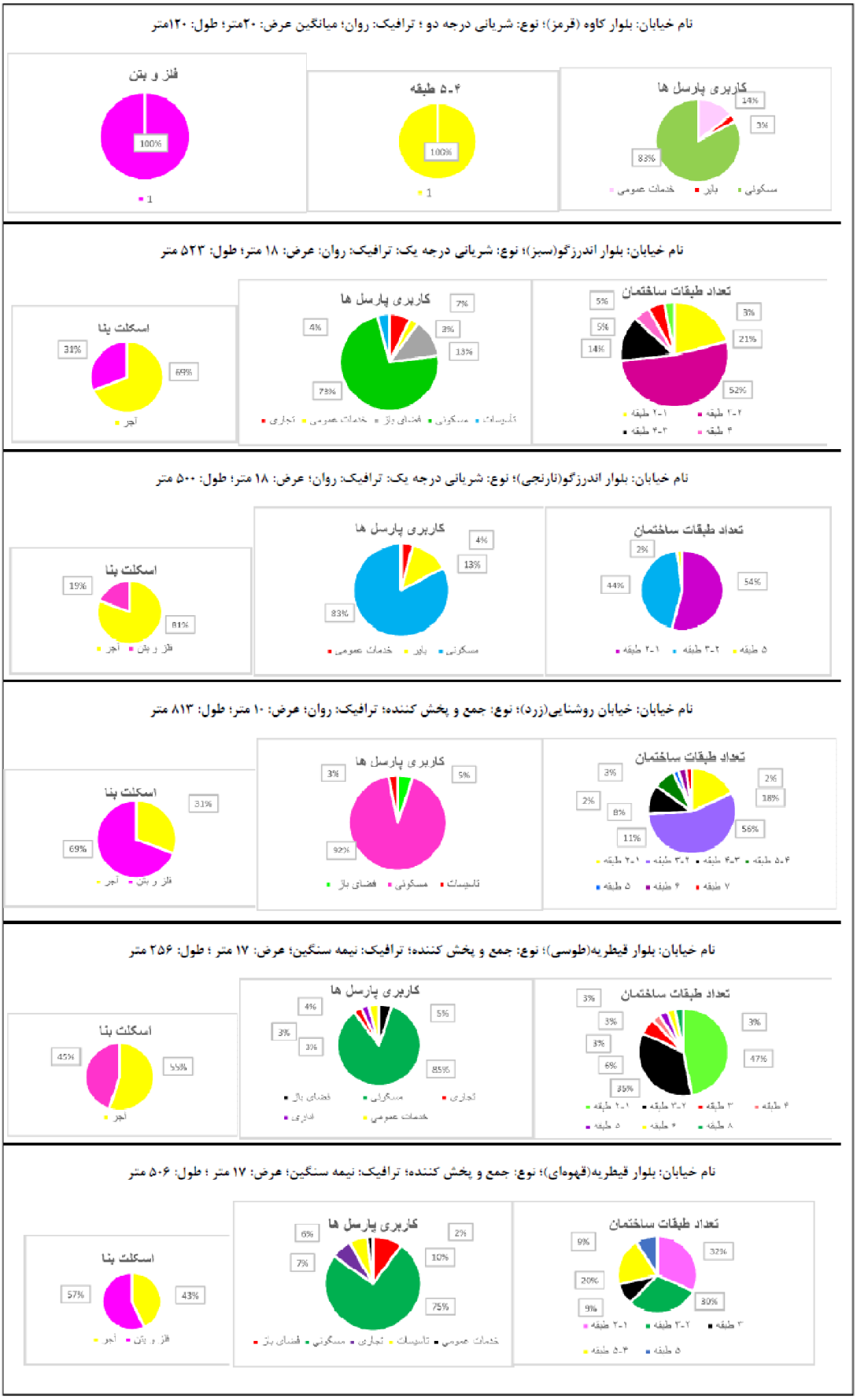
شکل۴. ترتیب اهمیت و اولویت معیارهای اصلی

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

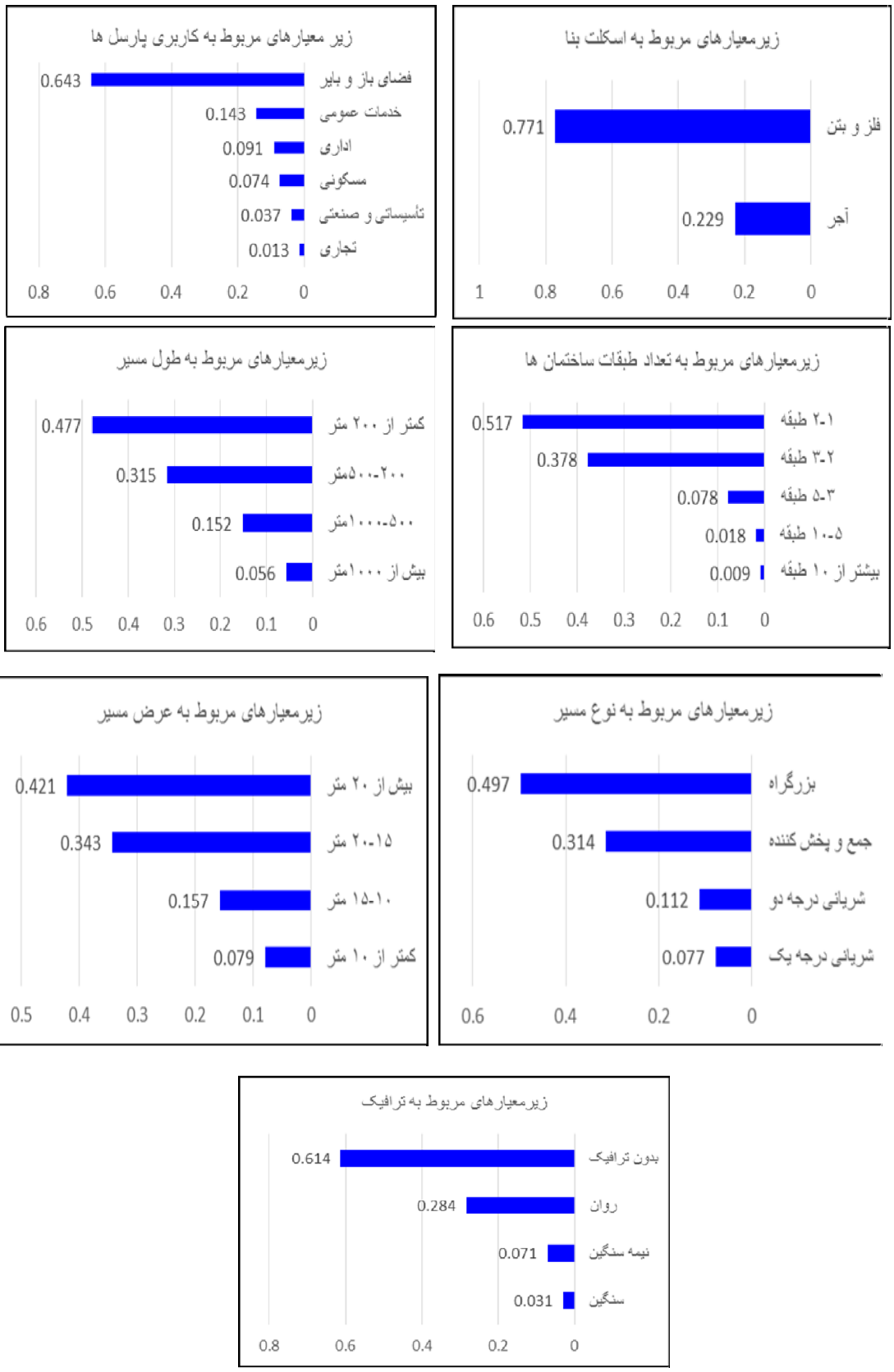


شکل۵. ویژگی معبرهای موجود بین دو منطقهٔ مورد نظر

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]



[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]



شکل ۶: وزن نهایی زیرمعیارها

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

۴- تعیین ارزش هر یک از معابر موجود در مسیرهای پیشنهادی

با توجه به ارزش‌های به‌دست آمده برای هر یک از معیارها و زیرمعیارها، می‌توان با استفاده از فرمول ۱ وضعیت هر یک از خیابان‌ها را بررسی کرد. برای محاسبهٔ ارزش و امتیاز هر معبر عبوری، مقادیر مربوط به هر یک از خیابان‌ها در فرمول زیر جایگذاری شده و ارزش نهایی هر معبر محاسبه خواهد شد.

فرمول۱: فرمول محاسبهٔ وزن نهایی هر معبر

$$W(Path(k)) = \sum_{i=0}^{n} Ci * [\sum_{j=0}^{m} Cij * Aj]$$

Ci= وزن معیار اصلی i ام

Cij= وزن زیر معیار j ام از معیار اصلی i ام

Aj= درصد فراوانی زیر معیار j ام

m= تعداد زیر معیارهای هر معیار اصلی

n= تعداد معیارهای اصلی

جدول شمارهٔ۱. وزن نهایی هر خیابان بر اساس پارامترهای درنظر گرفته‌شده

معیارها / نام خیابان	مصالح	طول مسیر	عرض مسیر	ترافیک	نوع مسیر	تعداد طبقه	کاربری	مجموع وزن‌ها بدون اعمال ترافیک	وزن نرمال شده بدون ترافیک	مجموع وزن‌ها با درنظر گرفتن ترافیک	وزن نرمال شده با وجود ترافیک
صالحی، وطن‌پور، اندرزگو (آبی روشن)	۰/۱۵۷۲	۰/۰۰۲۳	۰/۰۱۱۱	۰/۰۱۲۴	۰/۰۱۴۱	۰/۱۱۲۱	۰/۰۰۳۵	۰/۳۰۰۳	۰/۰۸۷۵	۰/۳۱۲۷	۰/۰۸۲۲
امامزاده، بهمن‌پور، پاشا ظهری (بنفش)	۰/۱۶۷۷	۰/۰۰۶۲	۰/۰۲۴۳	۰/۰۴۹۷	۰/۰۱۴۱	۰/۰۸۹۶	۰/۰۰۲۰	۰/۳۰۳۹	۰/۰۸۸۴	۰/۳۵۳۶	۰/۰۹۳۶
صدر (آبی تیره)	۰/۱۶۲۵	۰/۰۰۶۲	۰/۰۲۹۸	۰/۰۰۵۴	۰/۰۲۲۳	۰/۱۲۷۱	۰/۰۰۲۵	۰/۳۵۰۴	۰/۱۰۲۱	۰/۳۵۵۸	۰/۰۹۴۲
صدر (مشکی)	۰/۱۹۷۷	۰/۰۰۲۳	۰/۰۲۹۸	۰/۰۰۵۴	۰/۰۲۲۳	۰/۰۹۶۰	۰/۰۰۳۶	۰/۳۵۱۷	۰/۱۰۲۴	۰/۳۵۷۱	۰/۰۹۴۵
بلوار کاوه (صورتی)	۰/۱۳۹۶	۰/۰۱۲۹	۰/۰۲۴۳	۰/۰۴۹۷	۰/۰۰۵۰	۰/۱۰۰۱	۰/۰۰۲۳	۰/۲۸۴۲	۰/۰۸۲۷	۰/۳۳۳۹	۰/۰۸۸۴
بلوار کاوه (قرمز)	۰/۲۵۰۵	۰/۰۱۹۵	۰/۰۲۴۳	۰/۰۴۹۷	۰/۰۰۵۰	۰.۰۲۴۹	۰/۰۰۲۳	۰/۳۰۱۶	۰/۰۸۷۸	۰/۳۵۱۳	۰/۰۹۲۹
بلوار اندرزگو (سبز)	۰/۱۲۹۰	۰/۰۰۶۲	۰/۰۲۴۳	۰/۰۴۹۷	۰/۰۰۳۴	۰/۱۰۲۸	۰/۰۰۳۳	۰/۲۶۹۰	۰/۰۷۸۳	۰/۳۱۸۷	۰/۰۸۴۴
بلوار اندرزگو (نارنجی)	۰/۱۰۷۸	۰/۰۰۶۲	۰/۰۲۴۳	۰/۰۴۹۷	۰/۰۰۳۴	۰/۱۴۲۶	۰/۰۰۳۴	۰/۲۸۷۷	۰/۰۸۳۷	۰/۳۳۷۴	۰/۰۸۹۲
روشنایی(زرد)	۰/۱۹۵۹	۰/۰۰۶۲	۰/۰۱۱۱	۰/۰۴۹۷	۰/۰۱۴۱	۰/۱۰۲۶	۰/۰۰۲۳	۰/۳۳۲۲	۰/۰۹۶۸	۰/۳۸۱۹	۰/۱۰۱۱
قیطریه(طوسی)	۰/۱۵۳۵	۰/۰۱۲۹	۰/۰۲۴۳	۰/۰۱۲۴	۰/۰۱۴۱	۰/۱۲۲۸	۰/۰۰۲۳	۰/۳۲۹۹	۰/۰۹۶۱	۰/۳۴۲۳	۰/۰۹۰۶
قیطریه(قهوه‌ای)	۰/۱۷۴۳	۰/۰۰۶۲	۰/۰۲۴۳	۰/۰۱۲۴	۰/۰۱۴۱	۰/۱۰۱۹	۰/۰۰۲۸	۰/۳۲۳۶	۰/۰۹۴۲	۰/۳۳۶۰	۰/۰۸۸۹

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

بعد از جای‌گذاری مقادیر مربوطه در فرمول مذکور به جدول شمارهٔ ۱ می‌رسیم که این جدول نتیجهٔ ارزیابی و ارزش‌دهی به معابر با توجه به فرمول ۱ است که در آن، شمارهٔ یک ستون مربوط به وزن معابر با درنظر گرفتن ترافیک و یک ستون مربوط به وزن معابر در صورت نبود ترافیک می‌باشد. زیرا ممکن است زلزله زمانی رخ دهد که تمامی افراد در خانه و خیابان‌ها عاری از اتومبیل و ترافیک باشند و نتیجهٔ مسیریابی در این دو حالت ممکن است با یکدیگر تفاوت فاحشی داشته باشد.

گام ابتدایی برای شروع مسیریابی بهینه در دست داشتن این امتیازات برای هر معبر عبوری است. بر اساس این ارزش‌ها می‌توان در مرحلهٔ بعد به اولویت‌بندی مسیرهای بهینه پرداخت.

۵- اولویت‌بندی مسیرهای پیشنهادی

با توجه به اینکه در مرحلهٔ قبل، ارزش نهایی هر یک از خیابان‌ها محاسبه و نتایج حاصل در جدول شمارهٔ ۱ نمایش داده شد، می‌توان وزن نهایی هر یک از مسیرهای پیشنهادی را با توجه به خیابان‌های موجود در هر مسیر به‌دست آورده، مسیرها را اولویت‌بندی کرد. ارزش نهایی هر مسیر با توجه به مجموع وزن خیابان‌های موجود در آن مسیر به دست می‌آید.

جدول شمارهٔ ۲ امتیاز نهایی هر مسیر را با در نظر گرفتن تلفیقی از معیارهای عرض مسیر، طول مسیر، کاربری ساختمان‌های موجود در مسیر، تعداد طبقات و نوع اسکلت بناهای موجود در مسیر و هم‌چنین نوع و ترافیک مسیر نشان می‌دهد. بر اساس نتایج مشاهده می‌شود که اولویت مسیریابی در هر دو حالت بود و نبود ترافیک یکسان است. این بدین معناست که پارامترهای اسکلت بنا و تعداد طبقات ساختمان نسبت به ترافیک بسیار مهم‌تر می باشند. با توجه به جدول شمارهٔ ۲ ، مسیر ۳ که شامل خیابان امامزاده، خیابان بهمن‌پور، خیابان پاشاظهری، بخشی از بزرگراه صدر، قسمتی از بلوار قیطریه و خیابان روشنایی می‌باشد، بیشترین اهمیت و اولویت را برای اعزام نیروهای امدادرسانی به محل آسیب‌دیده پس از وقوع زلزله دارد. پس از مسیر امدادرسانی ۳ به ترتیب، مسیر ۲ که شمال خیابان امامزاده، خیابان بهمن‌پور، خیابان پاشاظهری، بزرگراه صدر، قسمتی از بلوار کاوه است، مسیر ۴ که شامل خیابان صالحی، خیابان وطن‌پور، قسمتی از بلوار اندرزگو و قیطریه و خیابان روشنایی است و در نهایت مسیر ۱ که شامل خیابان صالحی، خیابان وطن‌پور، بلوار اندرزگو و بخشی از بلوار کاوه است، اولویت دوم تا چهارم را برای انتخاب مسیرهای امدادرسانی به خود اختصاص می‌دهند.

جدول شمارهٔ۲. اولویت‌بندی مسیرهای پیشنهادی و امتیاز نهایی هر مسیر در صورت وجود ترافیک

شمارهٔ مسیر	امتیاز مسیر در نبود ترافیک	اولویت مسیر در نبود ترافیک	امتیاز مسیر باوجود ترافیک	اولویت مسیر با وجود ترافیک
مسیر ۱	۰/۳۳۲۲	چهارم	۰/۳۴۴۲	چهارم
مسیر ۲	۰/۳۸۰۷	دوم	۰/۳۷۵۲	دوم
مسیر۳	۰/۳۸۳۴	اول	۰/۳۷۹۵	اول
مسیر۴	۰/۳۵۶۸	سوم	۰/۳۵۶۶	سوم

نتیجه‌گیری

کاهش زمان امدادرسانی به مناطق آسیب‌دیده پس از زلزله نقش بسیار مهمی در کاهش خسارات جانی افراد تحت تأثیر حادثه دارد. در پژوهش حاضر با

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

تحلیل و ارزیابی پارامترهای مؤثر در ایمنی مسیرهای امدادونجات در بخشی از منطقهٔ یک تهران از طریق مدل تحلیل سلسله مراتبی و با در نظر گرفتن شاخص‌های موردنظر نکات زیادی استنتاج می‌شود:

الف) مسیری می‌تواند در امر امدادرسانی و پناه مؤثر باشد که خود کمترین آسیب را ببیند و از نظر پارامترهای درنظر گرفته شده در این امر نیز دارای اهمیت و امتیاز بالایی باشد. با توجه به یافته‌های تحقیق، نوع اسکلت ساختمان (مصالح) با وزن ۰/۳۲۵ مهم‌ترین عامل و پارامترهای تعداد طبقات، تصادف و ترافیک، عرض مسیر، نوع مسیر، طول مسیر و کاربری‌های موجود در مسیر با وزن‌های ۰/۳۲۰، ۰/۱۷۵، ۰/۰۷۱، ۰، ۰/۰۴۵، ۰/۰۴۱/۰ و ۰/۰۲۳ از نظر اولویت و ارزش به ترتیب بعد از این پارامتر قرار می‌گیرند.

ب) وجود ساختمان‌های با اسکلت فلزی و بتن در مسیر، تعداد طبقات کمتر ساختمان‌ها، تصادف و ترافیک کمتر در مسیر، عرض بیشتر، طول کمتر و بزرگراه بودن مسیر، هم‌چنین کاربری زمین‌ها و ساختمان‌های موجود در مسیر اگر فضای باز باشند و تجاری و مسکونی کمتر باشد، از ویژگی‌های یک شبکهٔ ارتباطی کارا در برابر زلزله محسوب می‌شوند. با توجه به نتایج به‌دست آمده معیار نوع اسکلت ساختمان (مصالح) مهم‌ترین معیار است، در حقیقت در صورتی‌که حتی با یک شبکهٔ ارتباطی درون‌شهری مواجه باشیم که دیگر مشخصات یک شبکهٔ ارتباطی قابل قبول را دارد؛ اما اسکلت ساختمان‌های موجود در آن مناسب نباشد، شاهد کارایی بالای این مسیر نخواهیم بود.

ج) ممکن است در هنگام بروز زلزله عاملی رخ دهد که به هر دلیلی مسیر با اولویت اول بسته شود و امکان عبور وجود نداشته باشد در این صورت می‌توان اولویت‌های بعدی را انتخاب و جایگزین مسیر اولیه کرد.

د) مسیر بهینه مسیری است که در آن تعداد طبقات ساختمان‌ها کمتر باشد، زیرا در صورت وقوع زلزله احتمال ریزش ساختمان‌های بلند مرتبه و مسدود شدن مسیر بالاست.

ه) در صورت وجود ترافیک و نبود آن، نتیجهٔ به‌دست آمده در این تحقیق برای انتخاب مسیر بهینهٔ امدادرسانی یکسان می‌باشد.

پیشنهادها

با توجه به در دست نبودن پارامتر عمر بنا، در مطالعات آتی این پارامتر و پارامترهای مؤثر دیگری که در امر مسیریابی نقش به‌سزایی دارند را می‌توان وارد کار کرد تا نتایج به واقعیت نزدیک‌تر باشند.

پیشنهادها از این‌قرار:

– توجه به برنامه‌ریزی کاربری اراضی و مکان‌یابی احداث مراکز درمانی و امدادرسانی همچون بیمارستان‌ها، پایگاه‌های هلال‌احمر و ایستگاه‌های آتش‌نشانی با توجه به دوری یا نزدیکی به مراکز بحران و حادثه و آماده‌سازی این مراکز برای خدمات‌رسانی در شرایط اضطراری و بحرانی.

– مطالعه و احداث پایگاه‌های اسکان موقت و تجهیز این مراکز به خدمات درمانی اورژانسی و لزوم توجه به دسترسی‌های مناسب به این مراکز در شرایط بعد از زلزله؛

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

– تهیهٔ نقشه‌های آسیب‌پذیری بعد از وقوع زلزله و هشدار به ساکنین این مناطق، هم‌چنین عدم اجازهٔ ساخت سازه‌های بلندمرتبه در این نواحی؛

– طراحی سازه‌های پایدار و مقاوم با اسکلت‌های فلزی و بتنی برای جلوگیری از ریزش ساختمان‌ها و انسداد مسیر در شرایط وقوع زلزله و کاهش خسارات جانی و مالی؛

– تعریض معابر برای تسهیل آمدوشد وسایل نقلیهٔ آتش‌نشانی، آمبولانس و امدادرسانی؛

– توسعه و گسترش فضاهای باز در نواحی و مناطق شهری جهت مقابله با خطر زلزله در هنگام وقوع آن.

انجام مسیریابی با روش‌های دیگر موجود همچون الگوریتم فرا ابتکاری ژنتیک؛

– انجام مطالعات مربوط به پهنه‌بندی آسیب‌پذیری ساختمان‌های شهری برای انجام اموری همچون مدیریت بحران از سوی سازمان‌های متولی؛

– تهیهٔ طرح‌های جامع مدیریت بحران مبتنی بر مطالعات ریز پهنه‌بندی در واحدهای ساختمانی و مطالعات آسیب‌پذیری شبکه‌های معابر در سطح همهٔ معابر و شبکه‌های ارتباطی و محاسبه دقیق میزان آوار و انسداد شبکهٔ معابر؛

– ایجاد بانک‌های اطلاعاتی جامع و مدون از تمام جزئیات و عناصر شهری بر پایهٔ سیستم اطلاعات مکانی از سوی سازمان‌های متولی در سطح محلی، منطقه‌ای و کشوری جهت دستیابی به اهداف گوناگون مدیریت شهری ازجمله مدلسازی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله؛

– تهیه و بروز رسانی اطلاعات مکانی شهرها در بازه‌های زمانی مختلف.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بدین وسیله بر خود لازم می‌دانند تا از تمام کسانی‌که به نحوی در انجام این مقاله یاری رساندند، قدردانی و تشکر کنند.

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

References

1. Yueyue F, Changzheng L, Renee L, & et al. Highway network retrofit under seismic hazard. Journal of Infrastructure Systems. september 2010; pp: 180- 190.
2. Fournier D'albe E.M. An approach to earthquake risk management. Eng. Struct., 1982,Vol.4. Butterworth & Co. Publishers Ltd.
3. Hesabi H, Zoghian A. Optimal routing of aid to earthquake victims and three-dimensional model using GIS based disaster area choose the weighted average algorithm; the Journal of Geography and Environmental Programming, 26 year, 2016; Vol.1. [In Persian]
4. Saleki Maleki M, Ghasemi M. Providing an optimal method for routing based on earthquake victims transmission potential (case study: Tabriz) Quarterly Journal of Rescue & Relief, 2016; Iss.1 [In Persian]
5. Jotshi A, Gong Q, Batta R. Dispatching and routing of emergency vehicles in disaster mitigation using data fusion, socioeconomic planning sciences, 2009; 43, 1–24.
6. Jalali M, M, Norouzi; F, Forouhandeh; M, Yasini. Providing a graphical algorithm to find the fastest routes and rescue in urban traffic network, Quarterly Journal of Rescue & Relief, 2013; Vol.5, No.1 [In Persian]
7. Hoseini Vaez R, Shahmoradi Ghomi H, Zakeri A. Crisis management optimization to help relief routes, third national conference on crisis management. 2016 [In Persian]
8. Ganjei, S, Omidvar B, Malek Mohamadi B, Norouz Khatiri Kh. Analysis of immune parameters affecting the choice of optimal routes and rescue (case study: the neighborhood of 13 Aban Tehran); Quarterly Journal of Rescue & Relief, 2014; Iss.1. [In Persian]
9. Pour Ramezan S, Forghani M, Sadeghi Z. The review & choose the right path for relief in emergency situations (case study: Mashhad Samen area). Sixth National Conference of planning & urban management. 2014 [In Persian]
10. Ranjbaran H. Allocating and rescue teams to the affected areas based on fuzzy model of hope for the survival of individuals, MAThesis. 2013[In Persian]
11. Ahmadi M, Seifi A, Farehi A. Logistic model relief for losses after the earthquake the size of a very large and real. Two chapters, Journal of Crisis Management. 2013; [In Persian]
12. Nejad Akbari Z, Khahande Karnama A, Sadeghi Z, Hoseini Z. Prioritizing emergency evacuation routes proposed in Kerman using AHP, the specialized knowledge of a scientific law, 2014; Vol.5, No.8.[In Persian]
13. Talei M, Saadat Seresht M, Mansourian A, Ahmadian S. Optimized routing for dispatching relief workers based on GIS, geography, Journal of Environment, the fourth year. 2012 [In Persian]
14. Yi, W, Ozdamar, L. A dynamic logistics coordination model for evacuation and support in disaster response activities, European Journal of Operational Research, 2006
15. Sattayhatewa P., Ran B. Developing a dynamic traffic management model for nuclear power plant evacuation, TRB. Annual Meeting ,1999
16. Saleki Maleki M, Vali Beige M, Ghasemi M. Space efficiency of communication networks for the purpose of relief after the earthquake (case study: Baghmisheh city of Tabriz); Quarterly Journal of Rescue & Relief, 2013; Vol.5 [In Persian]
17. Omidvar B, Gnajei S, Norouz khatiri Kh; Mozafari A. The role of transportation networks to reduce & manage earthquake risk in the capital (area of study: district 20 of Tehran). International Conference on urban change in Tehran. 2013 [In Persian]
18. Nouraee H, Rezaee N, Abbaspour R. Spatial analysis of network performance after the earthquake with regard to the method of Civil Defense, Science and Technology. 2012; No.3 [In Persian]
19. Ali Asl Khiabani E, Sadeghi Niaraki A, Ghodousi M. Preparation of earthquake vulnerability map of district 1 of Tehran city, Quarterly scientific Research Journal of Rescue & Relief, 2017; Vol.9, No.1. [In Persian]

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]

Relief routing after an earthquake

(case study: part of the district of Tehran city)

Corresponding author: Elnaz Ali Asl Khiabani, Bachelor of Civil Engineering-Surveying, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, Tehran, Iran

Email:elnaz.khiabani073@gmail.com

Abolghasem Sadeghi Niaraki, Assistant Professor, Department of Mapping Engineering, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, Tehran, Iran

Mostafa Ghodousi: PhD Student in Spatial Information System, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, Tehran, Iran

Accepted: June 2, 2017 **Received:** October 7, 2018

Abstract

Background: Earthquake as one of the most important natural disasters always in short time entails irreparable damage to human settlements. In the aftermath of the earthquake, different types of crises are created which one of them are the life detecting and rescue and relief to the affected areas. In the initial moments after the earthquake, allocating relief forces and facilities to the affected areas is very important. According to the researches, time is a critical factor in reducing casualties and victims after an earthquake, so that the first 24 hours after the earthquake is the golden opportunity to help the injured, because at these times the victims are most likely to survive.Therefore, the optimal allocation of relief and rescue teams to the affected areas is of great importance.

Method:In this research, the nearest relief base to the affected area were selected firstly in order to determine the relief routing to the affected area then with the help of the relevant experts four paths selected with the highest desirability. In the next step, the routes should be prioritize and optimize based on the desired parameters. The study of the desirability of the routes based on the parameters such as width, length, type and traffic of streets, the use of parcels, the number of floors as well as the type of skeleton of existing buildings in each street were investigated. Each of the criteria and sub-criteria was weighed using the Analytical Hierarchy Process (AHP) process, GIS and available software. Eventually, the final weight of the routes was determined based on the values of their parameters and their sub-criteria, and priority was given to the paths according to these values.

Findings: The results show that the building skeleton (materials) with the weight of 0/325 is the most important factor and the parameters such as number of floors, traffic, route width, route type, route length and existing use in the route with weight 0/320, 0/175, 0/071, 0/045, 0/041, 0/023 are ranked after this parameter in terms of priority and value respectively.

Conclusion: Considering the values obtained for each of the parameters, it is necessary to use resistant materials such as concrete and metal in construction in order to prevent further damage after an earthquake. Also all safety and construction standards should be observed.

Keywords: routing, spatial information system, AHP, crisis management, weighting

[Downloaded from jorar.ir on 2026-11-08]