

## بررسی جغرافیایی الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در سوانح

با استفاده از تکنیک‌های Maximin<sup>1</sup>، CSM<sup>1</sup> و DSM<sup>2</sup> - مطالعه‌ی موردی، ایستگاه ۴۰ منطقه ۶ تهران

مهندس سعید گیوه‌چی (کандیدای دریافت درجه دکتري تخصصی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری - دانشگاه تهران، نویسنده مسؤل)

Givehchi.Saeed@gmail.com

دکتر مهدی قرحلو (عضو هیأت علمی دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران)

Mehdegh@yahoo.com

دکتر حسین حاتمی نژاد (استادیار دانشکده جغرافیا - دانشگاه تهران)

دکتر مهرداد نظریها (استادیار دانشکده محیط زیست - دانشگاه تهران)

### چکیده

آگاهی نهاد‌های امداد و نجات از مشخصه‌های مکانی و زمانی هر سانحه، یکی از پیش‌نیازهای اصلی در عملیات امداد و نجات به شمار می‌رود. این مسأله به همراه وجود شبکه‌های ارتباطی قابل دسترس، که بتوانند عملکرد خود را در شرایط اضطراری حفظ نمایند، از مهمترین پارامترهای کارایی عملیات امداد و نجات به حساب می‌آید. موقعیت ایستگاه‌های آتش‌نشانی و محدوده‌ی پوشش آنها، نقش مؤثری در بهبود راندمان عملیات در شرایط اضطراری دارند. در این پروژه به بررسی گزینه‌های افزایش دسترسی ایستگاه ۴۰ آتش‌نشانی شهر تهران با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌پردازیم. شیوه‌های مورد استفاده جهت بررسی گزینه‌ها مشتمل بر روش‌های Maximin، CSM و DSM است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که الگوی A<sub>3</sub> جایگاه بهتری را نسبت به سایر الگوها دارد، لذا به عنوان یک الگوی ارتقاء دسترسی در ایستگاه آتش‌نشانی ۴۰ تهران، به نظر می‌رسد با تغییر مسیر خیابان ادوارد براون یا خیابان نصرت، دسترسی به بخش جنوبی محدوده تحت پوشش به نحو مؤثرتری فراهم آید. همچنین بر مبنای الگوی A<sub>6</sub> که در جایگاه بعدی قرار می‌گیرد، استقرار خودروهای آتش‌نشانی در ساعات خاص در محل‌هایی خارج از ایستگاه پیشنهاد می‌شود.

**کلید واژه‌ها:** ارتقاء دسترسی، سوانح، آتش‌نشانی، تهران، Maximin- CSM-DSM

1. Conjunctive-Satisfying-Method
2. Disjunctive- Satisfying- Method

**درآمد:**

پس از وقوع یک سانحه و در دقایق و لحظات نخستین، یکی از مهمترین مسائل پیش رو اتخاذ روش‌هایی به منظور مهار یا جلوگیری از گسترش احتمالی سانحه یا اثرات آن و همچنین مسأله امداد و نجات مجروحین و آسیب دیدگان می باشد (Chang and Nojima, 2001: p1). پس از وقوع سوانح و در مهمترین مرحله، نیروهای امداد گر و نجات گر به منطقه اعزام می شوند تا با اتخاذ تدابیر و شیوه های عملی، به پاسخگویی به سانحه رخ داده پردازند. اهمیت مسائل بالا و ضرورت سرعت همراه با دقت، وجود مسیرهای دسترسی ویژه‌ای را می طلبد که علاوه بر قابلیت کارایی پس از بحران، خود کمترین آسیب ممکنه را از سانحه پذیرا شده و بتواند قابلیت گسترش عملکرد را نیز داشته باشند (Wakabayashi and Kameda, 1992: 1-2). بدیهی است در چنین شرایطی شبکه‌ی دسترسی باید علاوه بر قابلیت انعطاف پذیری در ظرفیت و حجم، کارآمدی و ایمنی خود را نیز حفظ نماید. تجربه نشان داده است پس از وقوع یک سانحه همانند زلزله، سیل، آتش سوزی، یا تغییرات شدید جوی، حسب سلامت سانحه و محل وقوع، مشکلات متفاوتی چون آسیب و انهدام مناطق مسکونی، ساختمان‌ها، سازه‌ها و تأسیسات زیربنایی، مخصوصاً پل‌ها و جا‌ه‌ها، خطوط راه آهن، مخازن آب و خطوط انتقال برق به وقوع می پیوندد (Alexander, 2002). وقوع چنین حوادثی معمولاً اثرات قابل ملاحظه‌ای را بر کاهش عملکرد شبکه‌های مجاور خود خواهند داشت. این مسأله هنگامی بیشتر مورد توجه قرار می گیرد که مسیرهای موجود جهت امداد پس از سانحه، همان مسیرهای معمولی پیش از سانحه باشند. به بیان دیگر نبود مسیرهای ویژه امدادی، نقش قابل توجهی در افزایش زمان سفرهای امدادی دارد. در این راستا جانمایی و مکان ایستگاه‌های آتش نشانی، نقش مؤثری در دسترسی آنها به محیط‌های آسیب دیده دارد. چنانچه جانمایی ایستگاه آتش نشانی در شرایط فعلی غیر قابل تغییر و ثابت فرض شود، می توان با استفاده از بررسی‌های جغرافیایی الگوهای ارتقاء دسترسی، ایستگاه‌ها را پیش از وقوع سانحه مشخص نمود تا در شرایط اضطراری با استفاده از این الگوها بتوان زمان سفرهای امدادی و به دنبال آن میزان تلفات و خسارات ناشی از سانحه را کاهش داد. این کار مستلزم یک تحلیل جغرافیایی از الگوهای دسترسی است که در این پژوهش به آن می پردازیم.

### مسأله‌ی پژوهش

به طور کلی، دسترسی نیروهای امدادگر آتش‌نشانی به نقاط آسیب دیده از سانحه و طول زمان سفر امدادی در شرایط اضطراری تابع فاکتورهای متفاوتی از جمله موارد زیر است: (نیسانی سامانی و دیگران، ۱۳۸۶ - Raubal and Winter, 2002)

- موقعیت محل آسیب دیده؛
- موقعیت ایستگاه آتش‌نشانی؛
- مسیرهای دسترسی موجود به محل سانحه؛
- زمان رخداد سانحه در شبانه روز؛
- ویژگی‌های انسانی و مهارتی نیروهای امدادگر.

هر یک از مؤلفه‌های بالا به شکل مؤثری در کاهش یا افزایش زمان سفر امدادی و دسترسی به موقعیت آسیب دیده اثراتی بر جای می‌گذارند. از مؤلفه‌های پنج‌گانه‌ی بالا برخی از مؤلفه‌ها ثابت (استاتیک) بوده و برخی نیز قابلیت تغییر پذیری (دینامیک) دارند. موقعیت ایستگاه‌های آتش‌نشانی کنونی به عنوان مبدأ سفر امدادی ثابت به شمار می‌آید و محل دچار سانحه نیز مشخصه‌ی ثابت در یک سفر امدادی به شمار می‌رود. رخداد سانحه نیز در بازه زمان یک نقطه‌ی زمانی به شمار می‌آید، بنابراین قابلیت تغییر پذیری را ندارد. در میان مؤلفه‌های پنج‌گانه‌ی بالا مسیر سفرهای امدادی به عنوان مهمترین مشخصه‌ی قابل تغییر، نقش مهمی را در دسترسی مؤثر به محل حادثه دیده و زمان سفرهای امدادی ایفا می‌نماید. پژوهش حاضر در نظر دارد تا از میان پنج مؤلفه‌ی بالا اصلی‌ترین مؤلفه‌ی دینامیک، یعنی مسیرهای دسترسی موجود به نقاط آسیب دیده، مورد تحلیل جغرافیایی قرار گیرد. برای این منظور در این پژوهش الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه‌های آتش‌نشانی به مناطق آسیب دیده پس از سوانح استخراج شده و مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرند. در این راستا با انتخاب ایستگاه چهل آتش‌نشانی شهر تهران، که مناطق مهمی از مرکز اداری شهر تهران را واقع در منطقه‌ی ۶ تحت پوشش خود قرار می‌دهد و با استفاده از الگوهای غیر جبرانی تصمیم‌گیری چند معیاره مورد تحلیل قرار گرفته است.

### پیشینه‌ی پژوهش

بررسی عملکرد مسیرهای امداد رسانی پس از سانحه می‌تواند از دو رویکرد مورد توجه قرار گیرد که عبارت‌اند از:

الف) وجود مسیرهای ویژه با قابلیت عملی‌کردی بالا و امکان استفاده در شرایط اضطراری جهت امداد رسانی:

در صورتی که مسیرهای ویژه در محدوده‌ی مورد مطالعه وجود داشته باشد و این مسیرها دارای قابلیت استفاده جهت امداد اضطراری باشند، دسترسی به نقاط آسیب دیده به طور معمول تابعی از مؤلفه‌ی انسانی و مهارت‌های نیروهای امدادگر و نجاتگر می‌شود. البته وجود مسیرهای ویژه به تنهایی ارضا کننده شرایط مسیرهای نوع اول نیست و ضروری است مسیرهای ویژه حداقل دارای ویژگی‌های زیر نیز باشند (Raubal and Worboys, 1999; Lindell, et al. 2007):

- مبدأ سفر امدادی (ایستگاه آتش‌نشانی) به طور مستقیم و با حداقل مسیر واسطه به مسیرهای ویژه دسترسی داشته باشد؛

- جهت مسیر ویژه منطبق بر جهت مسیر سفر امدادی باشد؛

- مقصد سفر امدادی (منطقه آسیب دیده) به طور مستقیم و با حداقل مسیر واسطه به مسیرهای ویژه دسترسی داشته باشد.

- مسیرهای ویژه امکان دسترسی سریع برای خودروهایی امدادی را فراهم نمایند: توجه به این شرط بسیار ضروری به نظر می‌رسد، زیرا گاه مسیرهای ویژه به واسطه‌ی تغییراتی که در آنها ایجاد می‌شود، امکان دسترسی سریع را فراهم نمی‌نمایند. به عنوان تعیبه ایستگاه‌های اتوبوسرانی در وسط خطوط ویژه اتوبوسرانی که به طور معمول در اتوبوس‌های BRT این شیوه مورد استفاده قرار می‌گیرد و در صورت نبود لاین سبقت، عملاً امکان دسترسی سریع را از خطوط ویژه اتوبوسرانی سلب می‌نماید.

ویژگی‌های مسیر ویژه: تعداد تقاطع‌ها، بودن یا نبودن خروجی‌های اضطراری، وجود یا عدم وجود خطوط سبقت در مسیرهای ویژه و محدودیت دسترسی سایر وسایل نقلیه و عابرین، از مهمترین ویژگی‌های مسیرهای ویژه به شمار می‌آید که می‌تواند عملکرد مسیر ویژه را دستخوش تغییر قرار دهد.

ب) نبود مسیرهای ویژه در محدوده‌ی مورد مطالعه و استفاده از مسیرهای معمولی سفر جهت امداد رسانی به نقاط آسیب دیده:

چنانچه خطوط ویژه در مسیر امدادی موجود نبوده، یا یکی از شروط مندرج در بند (الف) را تأمین ننماید باید آن را منطبق بر نوع (ب) دانست. به طور کلی در چنین مسیرهای امدادی زمان سفر و امکان دسترسی، تابع عوامل مختلف دیگری است که برخی از مهمترین آنها عبارت‌اند از: (ملک و دلاور ۱۳۸۴- بیرودیان ۱۳۸۵- گیوه چی و دیگران ۱۳۸۵):

- ویژگی مسیر معمولی پیش از وقوع سانحه به لحاظ مشخصه‌ی ترافیکی: این که یک مسیر پیش از وقوع سانحه به لحاظ مشخصه‌های حجم ترافیکی بر مبنای واحد PCU و نیز ظرفیت راه در چه جایگاهی قرار دارد؟ بدیهی است مسیری که در شرایط معمول مشکلات ترافیکی دارند، در شرایط اضطراری پس از وقوع سانحه، عملکردی نامناسب‌تر دارند، که این مسأله به دلایل مختلف از جمله تأثیر مؤلفه‌های انسانی و رفتاری است؛

- مشخصه‌های دیگر مسیر: در میان این مشخصه‌ها، جهت عبوری مسیر، از مهمترین مؤلفه‌ها در کاهش زمان سفرهای امدادی به شمار می‌آید. مسیرهای یک طرفه که امکان بازگشت به جهت مخالف را تا مدت زمان زیادی فراهم نمی‌آورند، در زمان سفرهای امدادی به نحو مؤثری تأثیر می‌گذارند.

البته شایان ذکر است که هر دو گروه از مسیرهای بالا نیز ممکن است خود از سانحه آسیب پذیرند.

اگر شبکه‌های دسترسی نتوانند قابلیت عملکرد خود را پس از سانحه حفظ کنند، عملیات امداد و نجات به جهت نبود کارایی مناسب مسیرها و معابر با وقفه‌ی زمانی روبرو می‌شود. این در حالی است که دسترسی به مکان‌های آسیب دیده در نخستین لحظات پس از وقوع سانحه، نقش مهمی در کاهش آمار قربانیان حادثه و مهار اثرات احتمالی سانحه (آتش سوزی، انفجارها و غیره) خواهد داشت. لذا بررسی عملکرد مسیرها در شرایط اضطراری نقش بسیار مهمی در بهبود کمی زمان عملیات امداد و نجات خواهد داشت. پس از اثرات تخریبی چندین زلزله شدید اخیر دنیا، شامل زلزله لوما پریتا (۱۹۸۹)، زلزله نورتریج (۱۹۹۴) و زلزله کوبه (۱۹۹۵) که اثرات تخریبی عمده‌ای را بر شبکه‌ی حمل و نقل گذارند، ضرورت بررسی دقیق سیستم حمل و نقل به منظور بررسی کارآمدی عملکرد و شناسایی نقاط ضعف آن در هنگام زلزله مشخص گردید. از جمله تلاش‌های انجام

شده در این زمینه می‌توان به کارهای واکابایاشی<sup>۱</sup> و کامدا<sup>۲</sup> در سال ۱۹۹۲ روی تحلیل ایمنی شبکه‌ی حمل و نقل و الگوسازی جریان ترافیک در منطقه‌ی لوماپریتا<sup>۳</sup> اشاره نمود. در سال ۱۹۹۵ بایسوز<sup>۴</sup> و کریمیدجان<sup>۵</sup> با ارایه‌ی شیوه‌ای نوین به بررسی مسأله‌ی حق تقدم در مقاوم سازی پل‌ها و ایجاد یک معیار جدید برای آن پرداختند (Basöz and Kiremidjian, 1995:1-3). نوجیما<sup>۶</sup> در سال ۱۹۹۷ با ارایه‌ی تحلیلی بیان نمود که ظرفیت جاده برای پذیرش ترافیک می‌تواند پایه‌ای برای تعریف یک معیار بررسی عملکرد شبکه‌ی حمل و نقل قرار گیرد. با توجه به تحقیقات صورت گرفته، قابل ذکر است که نوع دوم از مسیرهای امدادی به شکل قابل توجهی از سانحه آسیب می‌پذیرند. این مسأله را از لحاظ انسانی می‌توان با الگوهای رفتاری افراد در شرایط اضطراری مرتبط دانست.

با توجه به مجموع عوامل بالا، مسیرهای دسترسی به محل آسیب دیده، از جمله عوامل دینامیک و قابل تغییر در دسترسی پس از سانحه به شمار می‌آید و نقش قابل ملاحظه‌ای در کاهش زمان سفرهای امدادی دارد.

### اهداف پژوهش

مهمترین اهداف این پژوهش، عبارت‌اند از:

- شناسایی مهمترین الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش نشانی ۴۰ تهران؛
- استخراج الگوی بهینه‌ی ارتقاء دسترسی جهت ایستگاه ۴۰ آتش نشانی تهران.

### سؤالات پژوهش

سؤالات بنیادی این پژوهش عبارت‌اند از:

- آیا می‌توان الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش نشانی ۴۰ تهران را با استفاده از تحلیل‌های جغرافیایی و بر مبنای شاخص‌های مختلف استخراج نمود؟

1. Wakabayashi
2. Kameda
3. Loma Perita
4. Basoz
5. Kiremidjian
6. Nojima

- آیا الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه ۴۰ آتش نشانی تهران بیشتر شامل تغییرات نیمه فیزیکی در معابر می شوند؟

### فرضیه های پژوهش

فرضیات این پژوهش عبارتند از:

- به نظر می رسد با استفاده از تحلیل های چند شاخصه، می توان الگوی بهینه ی ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش نشانی ۴۰ شهر تهران را مشخص نمود؛
- به نظر می رسد به منظور ارتقاء دسترسی در سوانح، الگوهای تغییرات نیمه فیزیکی معابر، الگوهای مناسبتری باشند.

### محدوده ی مورد مطالعه

منطقه ۶ شهر تهران دارای ویژگی های خاصی نسبت به دیگر مناطق این شهر است، شرایط خاصی نظیر مرکزیت مکانی منطقه در پهنه ی کلان شهر تهران از یکسو، موقعیت گره گاه ارتباطی و ترافیکی آن میان مناطق شمالی، جنوبی، شرقی و غربی از سوی دیگر، موجب استقرار فعالیت ها و کاربری های متعدد اداری-خدماتی با مقیاس کلان شهری، منطقه ای، ملی و حتی فراملی و نهایتاً مرکزیت کارکردی آن در شهر تهران شده و آن را از نظر نوع، مقیاس و شعاع عملکرد کاربری ها و تنوع فضایی به مهمترین بخش در هسته مرکزی شهر تهران (و به تعبیری پایتخت شهر تهران) تبدیل کرده است. به گونه ای که حدود ۳۳٪ وزارتخانه ها و مؤسسات تابعه، ۲۸٪ مؤسسات آموزش عالی و ۱۹٪ بیمارستان های تخصصی با مقیاس عملکرد ملی، ۴۰٪ سازمان ها و ادارت کل وزارتخانه ها، ۲۰٪ بیمارستان های عمومی با مقیاس عملکرد استانی و ۱۸٪ سینماها، ۸۰٪ فضاهای مذهبی مربوط به اقلیت ها و ۶/۵٪ دبیرستان ها و مراکز فنی و حرفه ای با مقیاس عملکرد کلان شهری شهر تهران در این منطقه واقع شده اند. این منطقه با مساحتی معادل ۲۱۳۸/۴۵ هکتار حدود ۳/۳ درصد از سطح شهر را شامل می شود.

منطقه ی ۶ به لحاظ موقعیت جغرافیایی در حوزه ی مرکزی شهر تهران واقع شده که از سمت شمال به منطقه ی ۳، از شرق به منطقه ی ۷، از جنوب به مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۲ و از غرب به منطقه ی ۲ محدود می شود (مجموعه ی گزارش های آماری منطقه ۶ تهران).

حضور سلسله مراتبی در مقیاس عملکرد کاربری‌ها، از مقیاس محله‌ای تا مقیاس‌های منطقه‌ای، شهری و فرا شهری، موقعیت منطقه در مرکزیت هندسی شهر تهران از نظر دسترسی، تأثیر و ارتباط مستقیمی با کاربری‌های مورد نیاز رده شهری برقرار نموده است. حدود ۳۵ درصد سطح منطقه کاربری مسکونی و بیش از ۳۰ درصد به سایر کاربری‌ها (اداری، تجاری، فرهنگی، آموزشی و غیره) و حدود ۳۰ درصد به حمل و نقل (شبکه دسترسی و حمل و نقل و انبارداری) اختصاص دارد. منطقه‌ی ۶ به دلیل واقع شدن در حاشیه‌ی شمالی محدوده مرکزی شهر تهران، نه تنها درگیر مشکلات حمل و نقل و تولید و جذب سفر مربوط به خود است، بلکه مشکلات و مسایل حمل و نقل عبوری نیز بر آن اضافه می‌شود. منطقه تقریباً دارای شبکه‌ی معابر شطرنجی (منظم) و سلسله مراتب دسترسی است. از طرفی قرار گرفتن این منطقه در مرکز ثقل ارتباطی شهر تهران خصوصاً با خاص ترافیکی را در این منطقه سبب شده است. با توجه به الگوی سفرهای روزانه‌ی شهر تهران، منطقه‌ی ۶ ضمن آن که از بیشترین میزان جذب سفرهای روزانه برخوردار است، در مسیر ترافیک عبوری از مناطق ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۲۲ به سمت مرکز شهر قرار گرفته است.

این منطقه معمولاً رابط بین شمال و جنوب شهر تهران و تا حدودی شرق و غرب آن است. منطقه‌ی ۶ به لحاظ نقش فرامنطقه‌ای بسیاری از کاربری‌ها، عدم برخورداری از شبکه‌ی بزرگراهی مؤثر در داخل منطقه، تکیه بر معابر شریانی اصلی و فرعی در بیشتر ساعات روز، به ویژه در زمان اوج ترافیک با هجوم سنگین خودروها و کندی کشش روبروست. با حرکت به سمت جنوب و شرق منطقه بر شدت میزان ازدحام خودروها، راه‌بندان‌ها، تأخیر در تقاطع‌ها افزوده می‌شود، به گونه‌ای که شدیدترین وضعیت در تقاطع خیابان‌های انقلاب، کریم خان، ولی عصر، کارگر، توحید، مطهری و بلوار کشاورز قابل مشاهده است. از مهمترین دلایل آن نیز غیر از نقش فرامنطقه‌ای، می‌توان به عدم فازبندی مناسب و حرکات در تقاطع‌ها، عدم کنترل و ساماندهی پارک حاشیه‌ای، کمبود پارکینگ، استفاده بیش از حد از خودروهای شخصی و تک سرنشین بودن آنها و غیره است. قسمت‌های وسیعی از بخش جنوبی منطقه در داخل محدوده طرح ترافیک واقع شده ولی همچنان با مشکل تراکم ترافیک و کندی کشش روبرو بوده و تغییر چندانی در وضعیت

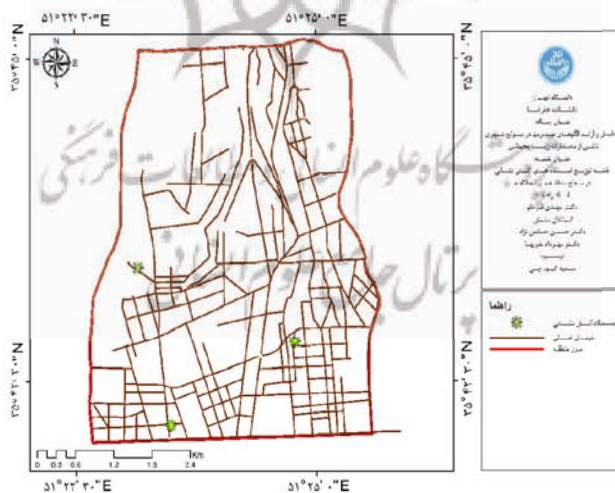


ترافیک این محدوده حاصل نشده است. در شکل ۱ نمای مرزهای منطقه ۶ شهر تهران و نواحی درون آن نمایانده شده است.



شکل ۱. نمای منطقه ۶ تهران در نقشه مناطق شهر تهران (مجموعه گزارش های آماری منطقه ۶)

با توجه به وسعت، تراکم جمعیتی، سازمان ها و ادارات دولتی مهم موجود، سه ایستگاه آتش نشانی این منطقه را تحت پوشش قرار می دهند. این ایستگاه های آتش نشانی عبارتند از: ایستگاه های ۱۸، ۴۰ و ۵۳ که مکان هر ایستگاه در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. محدوده ۶ شهرداری تهران و محل ایستگاه های سه گانه آن.

**ایستگاه ۴۰ یکی از اصلی‌ترین این ایستگاه‌هاست، محل این ایستگاه در میدان انقلاب-ابتدای کارگر شمالی- نبش خیابان ادوارد براون واقع شده است. تعداد کل آمار کارکنان سه شیفت مختلف این ایستگاه ۳۴ تن است و تصرف‌های تحت پوشش این ایستگاه براساس جدول ۱ می‌باشد.**

**جدول ۱. تصرف‌های تحت پوشش ایستگاه (www.125.ir).**

ردیف	نوع تصرف	تعداد	ردیف	نوع تصرف	تعداد
۱	بافت کلی	مسکونی	۲۳	اماکن پرخطر	۹۰
۲	تعداد بزرگراه	۱	۲۴	ایستگاه‌های همجوار	۸-۵۲-۱۸-۴۶
۳	پل روگذر یا زیرگذر	-	۲۵	شیرهای هیدرانت	۹۵
۴	ساختمان ۶ تا ۱۲ طبقه	۸۵	۲۶	مراکز زباله	۱
۵	ساختمان بالای ۱۳ طبقه	۶	۲۷	ترمینال (پایانه) مسافرتی	۱
۶	اماکن مذهبی	۷	۲۸	ایستگاه مترو	۱
۷	بیمارستان و مراکز درمانی	۱۵	۲۹	مناطق آب	۲
۸	سفارتخانه و وزارتخانه	۸	۳۰	مناطق برق	۲
۹	هتل و مهمانسرا	۸	۳۱	مناطق گاز	۳
۱۰	سینما و تاتر	۱۰	۳۲	مناطق مخابرات	۱
۱۱	مراکز توزیع سوخت	۳	۳۳	منطقه آموزش و پرورش	۱
۱۲	پمپ گاز	-	۳۴	مدارس	۵۰
۱۳	نبار کالا	۲۰	۳۵	توقفگاه شرکت واحد	-
۱۴	نبار مواد شیمیایی	۲	۳۶	پارک جنگلی	-
۱۵	پادگان و اماکن نظامی و انتظامی	۲	۳۷	کلاتری	۲
۱۶	پست برق ۶۳ کیلووات	۳	۳۸	منابع آب در زمان بحرانی	-
۱۷	پست برق ۲۳۰ کیلووات	-	۳۹	پناهگاه استاندارد تهران	-
۱۸	دانشگاه و دانشکده	۲۸	۴۰	سوله بحران	۱
۱۹	موزه‌ها و کتابخانه‌ها	۲	۴۱	پناهگاه استاندارد	-
۲۰	مراکز فرهنگی و فرهنگسراها	۴	۴۲	منطقه شهرداری ...	۲
۲۱	مراکز ورزشی، تفریحی و استخرها	۱	۴۳	جمعیت منطقه (نفر)	
۲۲	کارخانجات و کارگاهها	۱	۴۴	مساحت محدوده	۳۲ میلیون مترمربع

محدوده‌ی تحت پوشش ایستگاه ۴۰ در شکل ۳ نمایانده شده است.



شکل ۳. محدوده‌ی تحت پوشش ایستگاه ۴۰ سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی شهر تهران  
(www.125.ir)

### روش های پژوهش

این پژوهش از نوع تحلیلی توصیفی است. برای انجام این پژوهش گام‌های زیر طی شود:  
 ۱. در ابتدا با تهیه پرسشنامه‌هایی باز، نسبت به سنجش نظریات کارشناسان اقدام شد. در این سنجش در مجموع نوزده پرسشنامه از کارکنان ایستگاه ۴۰ آتش نشانی و نیز تعدادی از متخصصین دانشگاهی تکمیل

گردید. در این پرسشنامه نظریات کارشناسان و افراد دست‌اندرکار ایستگاه در مورد شیوه‌های افزایش دسترسی در شرایط سوانح مورد پرسش قرار گرفت.

۲. در مرحله‌ی بعد الگوهای پیشنهادی ارتقاء دسترسی برای ایستگاه ۴۰ با توجه به موارد مندرج در پاسخ‌ها و نیز شرایط محیطی منطقه استخراج گردید که مشتمل بر شش الگو است. برای این منظور با مرتب‌سازی پاسخ‌ها به شناسایی پاسخ‌های مشترک در مورد ارتقاء دسترسی پرداخته شد که این موارد تحت شش الگوی اصلی طبقه‌بندی گردید.

۳. در مرحله‌ی بعد شاخص‌های مقایسه با توجه به ماهیت الگوهای شش‌گانه استخراج شد و نیز شاخص‌های تیب مقایسه در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه، مشخص گردید. این شاخص‌ها پنج مورد بودند.

۴. الگوها با استفاده از رتبه‌بندی کارشناسان که در پرسشنامه بند اول مطرح شده بود و همچنین تعدیل آنها با مشارکت پژوهشگر به عنوان یک DM ارزش‌گذاری گردیدند. در این راستا ارزش‌گذاری ابتدا به صورت کیفی و سپس با استفاده از مقیاس دو قطبی<sup>۱</sup> ارزش‌های کیفی به کمی تبدیل شدند.

۵. در این پژوهش به منظور مقایسه‌ی الگوهای ارتقاء دسترسی از الگوهای تصمیم‌گیری چند شاخصه (MADM) استفاده گردید. این روش‌ها استفاده قابل توجهی در انتخاب گزینه‌ها در تصمیم‌گیری دارند (Catrinu et al. 2004; Belton and Stewart, 2002).

۶. در این پژوهش با انتخاب سه الگوی غیر جبرانی Maximin, CSM و DSM الگوهای بهینه در افزایش دسترسی مورد شناسایی قرار گرفتند. دلیل انتخاب تکنیک‌های مختلف مقایسه‌ی اطمینان از درستی الگوی بهینه بود. لازم به ذکر است که هر یک از این تکنیک‌ها یک شیوه‌ی تصمیم‌گیری بر مبنای چند شاخص هستند. در این تکنیک‌ها الگوهای مختلف هر یک به عنوان یک گزینه و بر مبنای شاخص‌های مختلف مورد سنجش قرار می‌گیرند. خروجی هر یک از این روش‌ها یا رتبه‌بندی الگوها یا استخراج الگوهای بهینه می‌باشد.

در ادامه‌ی این بخش هر یک از تکنیک‌های مورد استفاده در سنجش الگوهای ارتقاء دسترسی، مورد معرفی قرار می‌گیرند.

---

1. Bipolar - scale

مراحل انجام روش Maximin به شرح زیر است:

- ابتدا ماتریس تصمیم  $D = \| r_{ij} \|$  را به ماتریس  $N_D = \| n_{ij} \|$  (ماتریس بی مقیاس) تبدیل می کنیم؛

- برای بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم از روش بی مقیاس سازی خطی استفاده به شرح زیر استفاده می نمایم:

○ هر ارزش  $r_{ij}$  را به بیشینه موجود از ستون  $j$ ام برای شاخص های مثبت تقسیم می کنیم، بنا بر رابطه (۱):

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_j^*}$$

به طوری که  $r_j^* = \max_i r_{ij}$

○ چنانچه شاخص های  $X_j$  به ازای همه  $j$ ها جنبه منفی داشته باشد، از رابطه (۲) استفاده می کنیم: رابطه (۲)

$$n_{ij} = 1 - \frac{r_{ij}}{r_j^*}$$

○ چنانچه شاخص های مثبت و منفی به طور مخلوط با یکدیگر موجود باشند، جنبه منفی را با معکوس کردن آن به جنبه مثبت تبدیل کرده و از رابطه (۳) استفاده می کنیم: رابطه (۳)

$$n_{ij} = \frac{\frac{1}{r_{ij}}}{\max_i \left( \frac{1}{r_{ij}} \right)} = \frac{\min_i r_{ij}}{r_{ij}} = \frac{r_j^{\min}}{r_{ij}}$$

○ واضح است که مقدار  $0 \leq n_{ij} \leq 1$  می باشد.

- به ازای هر ستون  $n_i$  مقدار  $\min n_i$  را به دست می آوریم (Roland Weistroffer, 2004; Zopounidis and Doumpou, 2002)

- و پس از آن جواب بهینه را از رابطه‌ی (۴) به دست می آوریم:  
رابطه (۴)

$$A^* = \{A_i | \max_i \min_j n_{ij}\}; i = 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

- چنانچه DM، خوش بین باشد از روش Maximax استفاده می نماید.

- روش حد واسطه بین دوروش Maximin و Maximax روش Hurwitz است که از رابطه‌ی (۵) جواب بهینه را محاسبه می نماید.

رابطه (۵)

$$A^* = \{A_i | \max_i [\alpha \min_j n_{ij} + (1-\alpha) \max_j n_{ij}]\}$$

به گونه‌ای که  $0 \leq \alpha \leq 1$  در روش هورویتز در نظر گرفته می شود و ضریب بدبینی نام دارد (Davey and Olson, 1998; Dias and Clímaco 2000).

مراحل روش Conjunctive-Satisfying-Method (CSM) به شرح زیر است: (اصغر پور، ۱۳۸۵ - Dogson, 2001):

- سطوح استاندارد از طرف DM برای هر شاخص تعریف می شود؛
- گزینه‌ی  $A_i$  در این روش فقط در صورتی قابل قبول خواهد بود، اگر و اگر  $I_{ij} \geq b_j$  به گونه‌ای که  $b_j$  نشان دهنده سطح استاندارد مشخص شده برای شاخص  $X_j$  است.
- برای تعیین حداقل استانداردها از روش داوس استفاده می کنیم که در آن  $n$  شاخص با اوزان مساوی داریم و در آن از رابطه‌ی زیر، احتمال قابل قبول بودن یک گزینه روی  $n$  شاخص از رابطه‌ی (۶) به دست می آید.

رابطه (۶)

$$q = 1 - p_a^n$$

$$\text{یا } p_a^n = 1 - q$$

$$p_a = (1 - q)^{1/n}$$

- که در آن داریم:

-  $q$ : نسبت گزینه های غیر قابل قبول؛

-  $p_a$ : احتمال این که یک گزینه به تصادف انتخاب شده دارای امتیازی بالاتر از سطح استاندارد برای یک شاخص باشد.

-  $n$ : تعداد شاخص ها

- چنانچه انتخاب یک گزینه بر اساس استثنایی بودن آن در یک شاخص صورت پذیرد، می توان از روش Disjunctive- Satisfying- Method (DSM) استفاده نمود. گزینه  $A_i$  در این روش فقط در صورتی قابل قبول است که رابطه (۷) برقرار باشد.

رابطه (۷)

$$r_{ij} \geq b_j^0; j = 1 \text{ یا } 2 \text{ یا } \dots \text{ یا } n$$

برای تعیین سطح شاخص استاندارد مقایسه در این روش از رابطه ۸ استفاده می کنیم، که تعریف عناصر

آن بر اساس باروش CSM است (Matsatsinis and Samarras, 2001; Ehrgott et al., 2002)

رابطه (۸)

$$P_a = 1 - q^{1/n}$$

در این پژوهش با در نظر قرار دادن کلیه روش های غیر جبرانی بالا، به تعیین الگوهای بهینه ارتقاء

دسترسی جهت ایستگاه ۴۰ آتش نشانی شهر تهران پرداخته می شود.

## یافته‌ها و بحث

به طور کلی تمامی شیوه‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ی MADM مبتنی بر استقرار ماتریس تصمیم‌گیری هستند، که در ادامه به تدارک عناصر آن پرداخته شده است.

- برقراری ماتریس تصمیم‌گیری چند شاخصه: برای اجرایی نمودن این مرحله ضروری است، گزینه‌ها تعریف و شاخص‌ها استخراج شوند، ضمناً ضروری است شاخص‌های سنجش انتخاب شوند (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۸۵: ۲۳۴-۲۳۰). در این پژوهش با توجه به هدف اصلی پژوهش که تعیین الگوهای ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش‌نشانی شماره ۴۰ تهران در سوانح است، الگوهای  $A_1$  تا  $A_6$  به شرح جدول ۱ مورد معرفی و پیشنهاد قرار گرفتند:

جدول ۱. الگوهای پیشنهادی جهت ارتقاء دسترسی ایستگاه ۴۰ آتش‌نشانی تهران در سوانح

ردیف	گزینه در ماتریس تصمیم‌گیری	تعریف الگو
۱	$A_1$	تغییر محل ایستگاه به نقاط هم‌جوار که دارای دسترسی مناسب‌تری در شرایط معمول هستند.
۲	$A_2$	ایجاد خطوط ویژه با دو لاین (رفت و آمد) در محدوده‌ی یک طرفه خیابان کارگر (حذف‌فاصل محل استقرار ایستگاه تا میدان انقلاب اسلامی)، با ویژگی تمایز کامل مسیر ویژه از خیابان به وسیله موانع
۳	$A_3$	تغییر جهت خیابان ادوارد براون برای دسترسی بهتر به محدوده‌های جنوبی شعاع تحت پوشش ایستگاه و خیابان انقلاب یا تعبیر مسیر موازی خیابان هم‌جوار
۴	$A_4$	تغییر جهت خیابان فرصت شیرازی یا ایجاد یک لاین ویژه در جهت مخالف عبور کونی در آن
۵	$A_5$	تمهیدات کاهش تردد و توقف در محدوده‌ی معبر ورودی ایستگاه در ساعات ۷ لغایت ۱۸
۶	$A_6$	استقرار ایستگاه‌های کمکی یا ماشین‌های آتش‌نشانی کمکی در ساعات خاص و مکان‌های مشخص جهت افزایش دسترسی به شعاع تحت پوشش ایستگاه

در جدول ۲، شاخص‌های ارزشیابی گزینه‌ها مورد معرفی قرار گرفته‌اند، لازم به ذکر است انتخاب شاخص‌ها به گونه‌ای بوده است که:

- حتی‌الامکان یک مفهوم قابل تصور، قابل سنجش باشد؛
- نوعی تمایز بین شاخص‌های مختلف موجود باشد؛
- امکان مقایسه‌ی گزینه‌ها با یکدیگر به شکل مطلوبی فراهم آید.



## جدول ۲. شاخص های ارائه شده جهت سنجش گزینه های ماتریس

ردیف	کد شاخص	معرفی شاخص	نوع شاخص
۱	X <sub>1</sub>	مطلوبیت هزینه انجام طرح	مثبت
۲	X <sub>2</sub>	سهولت اجرایی طرح به لحاظ مؤکته زمانی	مثبت
۳	X <sub>3</sub>	سهولت اجرای طرح به لحاظ مؤکته های اجرایی	مثبت
۴	X <sub>4</sub>	مطلوبیت به لحاظ افزایش سرعت پاسخ و کاهش زمان سفر	مثبت
۵	X <sub>5</sub>	مطلوبیت به لحاظ افزایش دسترسی	مثبت

با توجه به جداول ۱ و ۲ در جدول ۳ ماتریس MADM ارائه شده است.

## جدول ۳. ماتریس تصمیم گیری

	X <sub>5</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	
A <sub>1</sub>	۸	۹	۴	۳	۲	
A <sub>2</sub>	۸	۸	۵	۶	۵	
A <sub>3</sub>	۷	۷	۶	۹	۹	
A <sub>4</sub>	۶	۷	۵	۸	۹	
A <sub>5</sub>	۵	۶	۳	۸	۷	
A <sub>6</sub>	۷	۷	۷	۸	۶	

- انتخاب گزینه ی مناسب به روش Maximin

به منظور تشخیص الگوهای بهینه در جدول ۴ ماتریس نرمال ارائه شده است.

## جدول ۴. ماتریس نرمال تصمیم‌گیری به روش نرمال سازی خطی

$X_5$	$X_4$	$X_3$	$X_2$	$X_1$	
۰,۸۸	۱	۰,۴۴	۰,۳۳	۰,۲۲	$A_1$
۰,۸۸	۰,۸۸	۰,۵۵	۰,۶۶	۰,۵۵	$A_2$
۰,۷۷	۰,۷۷	۰,۶۶	۱	۱	$A_3$
۰,۶۶	۰,۷۷	۰,۵۵	۰,۸۸	۱	$A_4$
۰,۵۵	۰,۶۶	۰,۳۳	۰,۸۸	۰,۷۷	$A_5$
۰,۷۷	۰,۷۷	۰,۷۷	۰,۸۸	۰,۶۶	$A_6$

لذا جواب‌های روش Maximin مطابق با جدول ۵ است.

## جدول ۵. گزینه‌های منتخب بر اساس روش Maximin

ردیف	گزینه	$\min n_{ij}$	گزینه جواب
۱	$A_1$	۰,۲۲	
۲	$A_2$	۰,۵۵	
۳	$A_3$	۰,۶۶	*
۴	$A_4$	۰,۵۵	
۵	$A_5$	۰,۳۳	
۶	$A_6$	۰,۶۶	*

بر اساس این روش دو گزینه‌ی  $A_6, A_3$  به عنوان مناسب‌ترین گزینه‌ها انتخاب می‌شوند که این یک جواب

مناسب برای DM محتاط به شمار می‌آید.

- انتخاب گزینه‌ی مناسب به روش Hurwitz؛

با انتخاب ضرایب بدینی به مقادیر مختلف، نتایج محاسبات در جدول ۶ نمایانده شده است.

## جدول ۶. نتایج محاسبات به روش Hurwitz

گزینه	A*							
	min $n_{ij}$	max $n_{ij}$	$\alpha=0.4$	$\alpha=0.5$	$\alpha=0.6$	$\alpha=0.7$	$\alpha=0.8$	$\alpha=0.9$
A <sub>1</sub>	0.22	1	0.688	0.11	0.532	0.454	0.376	0.298
A <sub>2</sub>	0.55	0.88	0.748	0.715	0.682	0.649	0.616	0.583
A <sub>3</sub>	0.66	1	0.864	0.83	0.796	0.762	0.728	0.694
A <sub>4</sub>	0.55	1	0.82	0.775	0.73	0.685	0.64	0.595
A <sub>5</sub>	0.33	0.88	0.66	0.605	0.55	0.495	0.44	0.385
A <sub>6</sub>	0.66	0.88	0.792	0.77	0.748	0.726	0.704	0.682

ملاحظه می شود که در تمام موارد به ازای  $\alpha$  های مختلف گزینه ی A<sub>3</sub> مناسب ترین گزینه به شمار می آید. برای انتخاب گزینه ی برتر با استفاده از روش (CSM) با توجه به رابطه ی (۶) در جدول ۷ برای دو مقدار مختلف  $q$ ، گزینه های قابل قبول در جدول ۷ نمایانده شده است.

مقادیر اجزای رابطه (۶)	جدول ۷. انتخاب گزینه ها بر مبنای الگوی Conjunctive-Satisfying-Method(CSM)	
n	۵	۵
q	۰/۸	۰/۹
p <sub>a</sub>	۰/۷۲	۰/۶۳
گزینه های مردود	A <sub>5</sub> و A <sub>1</sub>	مابقی الگوها
گزینه های قابل قبول	مابقی الگوها	A <sub>6</sub> و A <sub>3</sub>

محاسبه الگوهای برتر بر مبنای الگوی (DSM)

در جدول ۸ با استفاده از روابط (۷) و (۸)، گزینه مردود مورد شناسایی قرار گرفته است.

جدول ۸. نتایج محاسبات الگوی (DSM)

مقادیر اجزای رابطه (۸)	
n	۵
q	۰/۹
p <sub>a</sub>	۰/۰۳
حد قابلیت قبول برای شاخص X <sub>۱</sub>	۸/۹
حد قابلیت قبول برای شاخص X <sub>۲</sub>	۹
حد قابلیت قبول برای شاخص X <sub>۳</sub>	۷
حد قابلیت قبول برای شاخص X <sub>۴</sub>	۹
حد قابلیت قبول برای شاخص X <sub>۵</sub>	۸
گزینه مردود	A <sub>۵</sub>

با توجه به موارد حاصل شده در جداول ۵ و ۶ و ۷ و ۸ نتایج زیر قابل دست‌یابی است:

- در روش Maximin گزینه‌های A<sub>۳</sub> و A<sub>۶</sub> هر دو با امتیاز ۰/۶۶ رتبه‌ی اول را به خود اختصاص می‌دهند، بنابراین الگوی تغییر جهت خیابان ادوارد براون برای دسترسی بهتر به محدوده‌ی جنوبی شعاع تحت پوشش یا تغییر جهت خیابان نصرت که به موازات خیابان ادوارد براون قرار دارد، یک گزینه‌ی قابل سفارش است. الگوی A<sub>۶</sub> نیز به استقرار ایستگاه‌های کمکی در ساعات خاص اشاره دارد. شایان ذکر است که ضروری است محل و تعداد ایستگاه‌های کمکی مشخص شود؛

- نتایج حاصل از الگوی Hurwitz در جدول (۶) بیانگر آن است که به ازای تمام مقادیر  $\alpha$  اختصاص داده شده گزینهی  $A_3$  رتبهی نخست را به خود اختصاص می دهد و پس از آن گزینهی  $A_6$  به ازای  $\alpha > 0.5$  و گزینهی  $A_4$  به ازای  $\alpha \leq 0.5$  بهترین گزینه شناخته می شود. در هر صورت مجدداً گزینهی  $A_3$  مطلوب ترین گزینه شناخته می شود؛

- به ازای  $q = 0.9$  در روش (CSM) مجدداً دو گزینهی  $A_3$  و  $A_6$  به عنوان گزینه های بهینه انتخاب می شوند؛

- و تنها گزینهی مردود در روش (DSM)، گزینهی  $A_5$  است که در کلیه شاخص ها رد می شود؛

- با توجه به موارد بالا، گزینهی  $A_3$  در جایگاه بهتری در الگوی فوق قرار دارد و می تواند به عنوان الگوی دارای اولویت نخست، مبنای ارتقاء دسترسی قرار گیرد. این مسأله، فرضیهی نخست پژوهش را مورد تأیید قرار می دهد. بنابراین الگوی بهینهی ارتقاء دسترسی ایستگاه ۴۰ تهران مشخص می شود که در توافق با فرضیهی نخست پژوهش است. همچنین به واسطه ماهیت این الگو که مشتمل بر تغییرات نیمه فیزیکی است، فرضیه دوم پژوهش نیز مورد تأیید قرار می گیرد، زیرا بر مبنای این فرضیه تغییرات نیمه فیزیکی مهمترین شیوهی تغییرات برای ارتقاء دسترسی شناخته شده بود. در فاصله کمی کمتر از این گزینه، الگوی  $A_6$  قرار می گیرد که راهکار تکثر را مبنای افزایش دسترسی قرار می دهد و این راهکار بیشتر قابل تأمل بوده و ضروری است پیش از حصول آن، تعداد ماشین های آتش نشانی و محل استقرار و نیز ساعات ویژه منطقهی مورد مطالعه، شناسایی گردد. لازم به ذکر است که این الگو نیز مشتمل بر تغییرات نیمه فیزیکی و کم هزینه بوده و در توافق با فرضیهی دوم پژوهش می باشد.

### نتیجه گیری

وجود شبکه های ارتباطی قابل دسترس که بتوانند عملکرد خود را در شرایط اضطراری حفظ نمایند، مؤلفه های مهمی در کارآمدی عملیات امداد و نجات به شمار می آید. موقعیت ایستگاه های آتش نشانی و خدمات ایمنی در محدوده ی پوشش آنها نقش قابل توجهی در افزایش بازده عملیات در شرایط اضطراری ایفا می نماید.

در این پژوهش با انتخاب ایستگاه ۴۰ آتش نشانی شهر تهران که در منطقه ۶ شهرداری تهران واقع شده است، به بررسی گزینه‌های افزایش دسترسی این ایستگاه با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره پرداخته شد. الگوهای مورد استفاده در این مطالعه شامل روش‌های CSM، Maximin و DSM است.

نتایج این پژوهش بیانگر این نکته است که الگوی  $A_3$  در کلیه الگوهای مورد استفاده، رتبه‌ی بهتری را نسبت به دیگر الگوها به خود اختصاص می‌دهد. این الگو در مدل Maximin با امتیاز ۰/۶۶ رتبه نخست را به همراه الگوی  $A_6$  به دست می‌آورد و همچنین در روش Hurwitz، رتبه‌ی نخست را می‌یابد. در روش CSM نیز دو الگوی  $A_3$  و  $A_6$  به عنوان گزینه‌های قابل قبول انتخاب می‌شوند. الگوی رتبه نخست ارتقاء دسترسی ایستگاه آتش نشانی ۴۰ تهران، بیانگر این مطلب است که با تغییر مسیر خیابان ادوارد براون یا خیابان نصرت، دسترسی به بخش جنوبی محدوده‌ی تحت پوشش به نحو مؤثرتری فراهم می‌شود. همچنین بر مبنای الگوی  $A_6$  که در جایگاه بعدی قرار می‌گیرد، استقرار خودروهای آتش نشانی در ساعات خاص در محل‌هایی خارج از ایستگاه مورد پیشنهاد قرار می‌گیرد.



## منابع و مأخذ:

۱. اصغر پور، محمد جواد، (۱۳۸۵)، "تصمیم گیری های چند معیاره" انتشارات دانشگاه تهران.
  ۲. بیرویدیان نادر، (۱۳۸۵) "مدیریت بحران" انتشارات جهاد دانشگاهی.
  ۳. حکمت نیا حسن و میر نجف موسوی، (۱۳۸۵)، "کاربرد مدل در جغرافیا با تاکید بر برنامه ریزی شهری و ناحیه ای" انتشارات علم نوین.
  ۴. سایت سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی تهران به آدرس اینترنتی: [www.125.ir](http://www.125.ir).
  ۵. مجموعه گزارش های آماری منطقه ۶ تهران واقع در سامانه ای اینترنتی شهرداری تهران.
  ۶. ملک محمد رضا و محمود رضا دلاور، (۱۳۸۴)، "یک سیستم اطلاعات مکانی همراه برای مدیریت امداد و نجات، مبانی و پیاده سازی" همایش ژئوماتیک-تهران.
  ۷. نسانی سامانی نجمه، محمود رضا دلاور و محمد رضا ملک، (۱۳۸۶)، "استخراج اتوماتیک شاخص های راهیابی جهت حمایت از مدیریت بحران زلزله" مدیریت سوانح طبیعی، جلد اول، قطب علمی مهندسی نقشه برداری و مقابله با سوانح طبیعی، ناشر تهران ناخدا.
8. Alexander D., (2002) "Principles of Emergency Planning and Management" Oxford University Press
  9. Basöz, N. and Kiremidjian, A.S. (1995) *A Bridge Prioritization Method Based on Transportation System Performance Using GIS. Proceedings of the 6th U.S.-Japan Workshop on Earthquake Disaster Prevention for Lifeline Systems*, Tsukuba Science City, Japan, pp.437-449.
  10. Belton V, Stewart TJ. (2002) "Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. Boston: Kluwer Academic Publications
  11. Catrinu M, Bakken BH, Holen A. (2004) "Modelling local energy systems from a multicriteria perspective" Presented at the 17th international conference on efficiency, optimization, simulation and environmental impact of energy and process system. Guanajuato, Mexico
  12. Chang, S. E. and Nojima, N., (2001). *Measuring Post-Disaster Transportation System Performance: The 1995 Kobe Earthquake in Comparative Perspective. Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(6), 475-494
  13. Davey A. and Olson D., (1998) "Multiple criteria decision making models in group decision support" *Group Decision and Negotiation* 7, 55-75.
  14. Dias L.C. and Climaco J.N, (2000) "ELECTRE TRI for groups with imprecise information on parameter values" *Group Decision and Negotiation* 9 (5) 355-377.

15. Dodgson J, Spackman M, Pearman A, Phillips L. (2001) "DTLR multi-criteria analysis manual. UK Department for Transport, Local Government and the Regions
16. Ehrgott M, Gandibleux X. Introduction. In: Ehrgott M, Gandibleux X, editors. (2002) "Multiple criteria optimization: state of the art annotated bibliographic surveys" Boston: Kluwer Academic Publishers
17. Lindell M.K., Prarter C., Perry RW. (2007) "Introduction to Emergency Management" Wiley
18. Matsatsinis N.F. and Samarras A.P. (2001) *MCDA and preference disaggregation in group decision support systems*, European Journal of Operational Research 130 ,414–429.
19. Raubal M. and Worboys M. (1999) "A Formal Model of Process of Wayfinding in Built Environment", International Conference COSIT 99, Germany, Springer
20. Raubal M. and Winter S. (2002) "Enriching wayfinding instructions with local landmarks" Lecture Notes in Computer Science 2478, Springer-Verlag, pp 243-259
21. Roland Weistroffer H., Smith C. H. and Subhash C. (2004) "Multiple criteria decision support software", in: J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (Eds.) "Multiple Criteria Decision Analysis: State-of-the-Art Survey, vol. 2, Springer
22. Wakabayashi, H. and Kameda, H. (1992) *Network Performance of Highway Systems under Earthquake Effects: A Case Study of the 1989 Loma Prieta Earthquake*. Proceedings of the U.S.-Japan Workshop on Earthquake Disaster Prevention for Lifeline Systems. Tsukuba Science City, Japan, pp.215-232.
23. Zopounidis C. and Doumpos D., (2002) "Multicriteria classification and sorting problems: a literature review", European Journal of Operational Research 138 , 229–246.

