مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال نوزدهم، شماره اول (پیاپی ۷۲)،بهار ۰۱، ص ص ۱۲۲-۹۹
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

# رتبه‌بندی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از تکنیک دنباله فیبوناچی، موردپژوهی: منطقه ده تهران

**روح الله معمارزاده[۱]، فرهاد حسین زاده لطفی[۲*]، لعلا جهانشاهلو[۳]، عاطفه دهقان توران پشتی[٤]**

۱- دانشجوی دکتری، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استاد، گروه ریاضی، دانشکده علوم، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، واحد تهران غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

رسید مقاله: ۱۳ تیر ۱۳۹۹

پذیرش مقاله: ۲۵ اسفند ۱۳۹۹

## چکیده

مکان‌یابی صحیح ایستگاه‌های آتش‌نشانی نقش مؤثری در کاهش زمان حضور امدادگران به محل حادثه دارد. رتبه‌بندی ایستگاه‌های پیشنهادی، بهترین مکان احداث ایستگاه را از میان گزینه‌های موجود مشخص می‌نماید. مورد مطالعه این پژوهش، منطقه ده تهران است که کوچک‌ترین و پر تراکم‌ترین منطقه شهرداری تهران و جمعیت آن چهار برابر حد استاندارد و دو برابر میانگین تراکم در شهر تهران می‌باشد. در این پژوهش جهت رتبه‌بندی از تکنیک جدیدی به نام «تکنیک دنباله فیبوناچی» استفاده شده است، سپس نتایج این روش با نتایج حاصل از روش تاپسیس مقایسه گردیده است. همچنین معیارهای جدیدی جهت مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی نسبت به معیارهای استاندارد ۶۴۳۰ تبیین شده است. نتایج نشان می‌دهد که رتبه‌بندی حاصل از روش دنباله فیبوناچی تطابق بالایی با روش تاپسیس دارد که نشان‌دهنده صحت تکنیک دنباله فیبوناچی است. همچنین معیارهای جدید مکان‌یابی تبیین‌شده، در ارزیابی توسط خبرگان امتیاز بالایی به‌دست آورده‌اند که صحت معیارهای جدید را تأیید می‌کند.

**کلمات کلیدی:** تکنیک دنباله فیبوناچی، رتبه‌بندی، تاپسیس، ایستگاه آتش‌نشانی، منطقه ده تهران.

## ۱ مقدمه

حوادث غیرمترقبه چون زلزله، سیل، آتش‌سوزی و ... در شهرها نیاز به برنامه‌ریزی مدیریت بحران را افزایش می‌دهد. اگر این برنامه‌ریزی در راستای افزایش ایمنی باشد، می‌تواند خسارات جانی و مالی را کاهش دهد. آنچه در برنامه‌ریزی حوادث با اهمیت است، سرعت در خدمات‌رسانی پس از بحران است. مهم‌ترین مؤلفه ایمنی در حوادث غیرمترقبه، سرعت در خدمات‌رسانی است. این سرعت زمانی می‌تواند اتفاق بیفتد که مکان استقرار

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: farhad@hosseinzadeh.ir



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

تجهیزات و امکانات و نیروهایی که قرار است در شرایط بحران خدمت‌رسانی را انجام دهند، صحیح و درست باشد تا هدف تأمین گردد. زمان در موضوع سرعت در خدمات‌رسانی بسیار با اهمیت است به گونه‌ای که ثانیه‌های اولیه پس از بحران می‌تواند مرگ یا زندگی را برای آسیب‌دیدگان رقم بزند. با این مقدمه می‌توان دریافت که مکان صحیح استقرار نیروها و تجهیزات خدمات‌رسانی که آن‌ها «ایستگاه‌های خدمات اضطراری» می‌نامیم اهمیت حیاتی در افزایش ایمنی دارد. منظور از مکان‌گزینی ارایه کلیه اصولی است که به موجب آن فعالیت، مکان بهینه خود را که منطبق با حداکثر سود است، تعیین کند. یکی از اصول حاکم در نظریه‌های مکان‌گزینی، تعیین مکان بهینه بر مبنای حداقل هزینه یعنی مکانی که بیشترین سود را از کاهش هزینه عاید می‌کند؛ می‌باشد [۱]. آمارهای سازمان آتش‌نشانی تهران میزان حریق و حوادث ثبت‌شده بین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ را در مناطق ۹ و ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ به میزان ۲۸۱۴۰ مورد اعلام نموده است که به تفکیک ۲۰۷۷۲ مورد حریق و ۷۳۶۸ مورد حادثه بوده است. این حجم از حوادث نیاز به برنامه‌ریزی صحیح و دقیق قبل از بحران و خدمات‌رسانی و تسریع در خدمات‌رسانی پس از بحران جهت کاهش تلفات جانی و خسارات مالی را آشکار می‌سازد. اهمیت مکان‌گزینی ایستگاه‌های خدمات اضطراری بدین جهت است که سرعت در خدمات‌رسانی و کوتاه کردن زمان رسیدن به محل وقوع حادثه اساس کار امدادرسانی است. زمانی نیروهای امدادرسان می‌توانند به سرعت به محل حادثه برسند که مکان ایستگاه آنها با توجه به شاخص‌های متعدد به درستی مکان‌گزینی‌شده باشد. جهت رتبه‌بندی از روش‌های متعددی استفاده می‌شود. روش‌هایی همچون روش شباهت به گزینه ایدآل (TOPSIS)، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و ... . تحلیل پوششی داده‌ها اولین بار توسط فارل معرفی شد و سپس توسط چانز و همکاران بسط داده شد. در این روش فرض بر این است که چندین ورودی چندین خروجی را تولید می‌کنند. هدف اصلی در این مدل‌ها ارزیابی کاراییDMU تحت ارزیابی در مقایسه با دیگر DMU های مشاهده شده می‌باشد [۲]. روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از معروف‌ترین فنون تصمیم‌گیری چندشاخصه است که توسط توماس اِل ساعتی در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. اساس این روش بر مقایسات زوجی بنا شده است [۳]. استفاده از رتبه‌بندی جهت مکان‌های پیشنهادی ایستگاه‌های آتش‌نشانی با استفاده از تکنیک‌های مختلف انجام شده است. ولی آنچه این پژوهش را از سایر پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه متمایز می‌کند استفاده از تکنیک جدید رتبه‌بندی و تبیین معیارهای جدیدی جهت مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی در حوزه‌های شهری می‌باشد. این پژوهش با استفاده از نظر خبرگان آتش‌نشانی شاخص‌های جدیدی را جهت مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی ارایه می‌نماید. معیارهای جدید علاوه بر معیارهایی است که در استاندارد ۶۴۳۰ ارایه شده است. همچنین در این پژوهش تکنیک جدیدی جهت رتبه‌بندی ارایه می‌گردد که به نام «تکنیک دنباله فیبوناچی» نامگذاری شده است. دلیل این نام‌گذاری استفاده از دنباله فیبوناچی جهت انجام فرآیند رتبه‌بندی است. سپس جهت ارزیابی صحت نتایج این تکنیک جدید، نتایج حاصل از رتبه‌بندی با نتایج روش تاپسیس مقایسه شده است. جهت وزن‌دهی به معیارها نیز از آنتروپی شانون استفاده شده است.



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

## ۲ مبانی نظری

بر اساس آیین کار ضوابط مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهری (استاندارد ۶۴۳۰) که از سوی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین گردیده است، ایستگاه‌های آتش‌نشانی به سه دسته بزرگ (مادر)، متوسط و کوچک تقسیم‌بندی می‌شوند. در ایستگاه بزرگ (مادر) سه گروه (آتش‌نشان، گروه نجات و گروه سنگین) مستقر می‌شوند، چنین‌ایستگاه‌هایی در شهرهای بزرگ و پرجمعیت ایجاد می‌شوند و زمین مورد نیاز برای ایستگاه بزرگ حداقل ۶ هزار متر مربع است. در ایستگاه متوسط بین ۴ تا ۷ دستگاه اتومبیل آتش‌نشانی و نجات مستقر خواهند بود. حداقل زمین‌مورد نیاز ۳۰۰۰ متر مربع و امکانات رفاهی و بهداشتی ساختمان برای حداقل ۲۷ نفر پرسنل در هرشخصیت درنظر گرفته شود. در ایستگاه کوچک یک و حداکثر دو دستگاه اتومبیل آتش‌نشانی با تمام تجهیزات مورد نیاز مستقرخواهند بود و حداقل ۱۵۰۰ متر مربع زمین و امکانات رفاهی وبهداشتی ساختمان برای حداقل ۷ نفر پرسنل در نظر گرفته شود [۴]. بر اساس استاندارد ۶۴۳۰ معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی عبارتند از: ۱ - ملاحظات ژئوتکنیکی ۲ - دسترسی ۳- شعاع عملکرد مفید ۴ - جمعیت ۵ - جهت توسعه شهر ۶ – هم‌جواری و کاربری ۷ – اندازه قطعه زمین [۴]. در پژوهش‌های مختلف معیارهای مکان‌یابی ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات اضطراری ارایه شده است. در جدول ۱ معیارهای ارایه‌شده از سوی محققین مختلف مطرح می‌شوند.

**جدول ۱.** معیارهای احداث ایستگاه‌های آتش‌نشانی و خدمات اضطراری

| نویسنده | سال | معیارها |
|---|---|---|
| کانون، چابجوب و اونی [۵] | ۲۰۱۰ | نزدیکی به فاکتورهای صنعتی \| زمان پاسخ \| ویژگی‌های جغرافیایی \| نزدیکی به مکان‌های با خطر بالا |
| پریز، ملدونادو و ماریانو [۶] | ۲۰۱۶ | - مکان فعلی ایستگاه‌ها<br>- سابقه زمان حوادث<br>- تعداد وسایل نقلیه هر ایستگاه |
| رز [۷] | ۱۹۸۴ | سطوح مختلف آتش‌سوزی (طبقه بندی اهمیت از نظر احتمال وقوع آتش‌سوزی)<br>شبکه خیابان‌ها (فاصله بین گره ها و سرعت) {ورودی مدل}<br>زمان پاسخ |
| ابراهیمی و میرزایی مودم [۸] | ۲۰۱۶ | - معیارهای زمان غیراضطراری (شرایط غیر فاجعه):<br>جمعیت \| ترافیک \| تعداد افراد قرارگرفته در شرایط اضطراری \| تعداد حوادث جدی در منطقه<br>- معیارهای زمان اضطرار (فاجعه):<br>جمعیت \| نزدیکی به محل نقص و اشکال اصلی \| بافت منطقه |
| زنجیرانی فراهانی، ستیدی سیفی و اصغری [۹] | ۲۰۱۰ | معیارها:<br>- هزینه<br>- خطرات زیست محیطی<br>- پوشش<br>- سطح خدمات و اثر بخشی<br>- سود و منفعت |
| محمد علی رحیمی پور شیخانی | ۱۳۹۵ | ۱- نزدیکی به جاده اصلی و فرعی، ۲- توان دسترسی، ۳- شکل عوارض و محیط، ۴- نزدیکی به |



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

| | | |
|---|---|---|
| نژاد، فرزانه نصیری جان آقا، سیده سکینه خاتمی، محمد شادپور [۱۰] | | مراکز جمعیتی، ۵- فاصله از خطوط گسل، ۶- پوشش‌های فضایی (همکاری با مراکز بهداشت، آتش‌نشانی، دهیاری و ....)، ۷- مجاورت با فضای باز و تخلیه امن، ۸- دوری از پهنه سیل خیز، ۹- دوری از پهنه لغزشی، ۱۰- امکانات زیر بنایی |
| ناصر فقهی فرهمند، بابک حاجی کریمی [۱۱] | | ۱- تراکم از نظر شاخص جمعیت ۲- مساحت و شعاع جمعیت ۳- شبکه ترافیک ۴- کاربری اراضی ۵- پتانسیل خطر |
| حمید رضا وارثی، نسرین شریفی، محمد جاسم شاهسونی [۱۲] | ۱۳۹۴ | ۱- مکان‌های مستعد آتش‌سوزی<br>۲- فاصله از ایستگاه‌های موجود<br>۳- شبکه ارتباطی اصلی<br>۴- کاربری اراضی مناسب<br>۵- تراکم جمعیت محلات<br>۶- دور بودن از کاربری‌های ناسازگار |
| ناصر بای، مجتبی اکبری، نادر اویسی، پوریا میرزا زنجانی، مسعود بای، سعید تجری [۱۳] | ۱۳۹۴ | ۱- جمعیت ۲- مساحت و شعاع پوشش ۳- شبکه ترافیک ۴- پتانسیل خطر - تراکم نقاط حادثه خیز در حد فاصل دو پایگاه امداد و نجات قرار دارد که عواملی چون: جمعیت، فرهنگ، مهندسی جاده، اقلیم و فرهنگ ساکنان بومی در این امر دخیل است. |
| محمد رحیم رهنما، احمد آفتاب [۱۴] | ۱۳۹۳ | ۱- جمعیت ۲- دسترسی ۳- کاربری اراضی (همجواری مناسب و نامناسب) |
| فاطمه شیری، مجید شمس [۱۵] | ۱۳۹۵ | ۱- دسترسی ۲- شعاع عملکرد مفید ۳- جمعیت ۴- شعاع ترافیک ۵- کاربری اراضی ۶- پتانسیل خطر ۷- اندازه قطعه زمین ۸- جهت توسعه شهر |

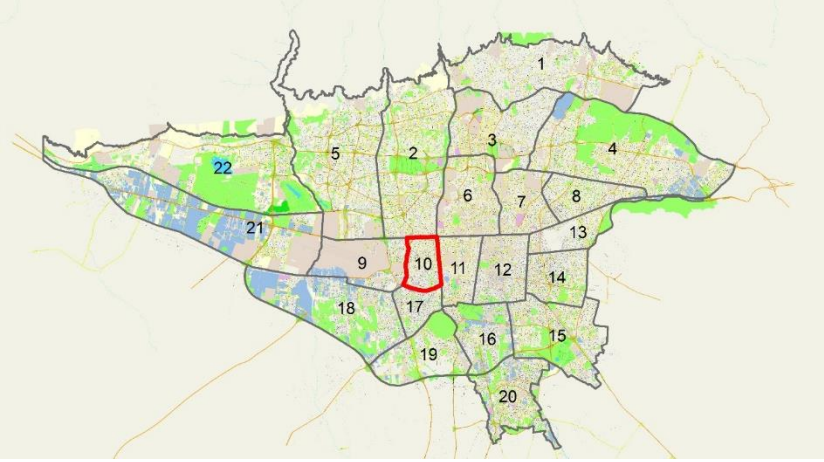
## ۳ مدل‌سازی

### ۳-۱ محدوده مورد پژوهش

منطقه ده با ۸۱۷ هکتار مساحت، کوچک‌ترین منطقه شهرداری تهران بعد از منطقه هفده محسوب‌شده و دارای سه ناحیه می‌باشد. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت این منطقه ۳۲۷۱۱۵ نفر [۱۶] با تراکم ناخالص جمعیتی حدود ۳۹۹ نفر در هر هکتار بوده که از این حیث، از پرتراکم‌ترین مناطق شهر تهران در بین مناطق ۲۲گانه محسوب و جمعیت آن چهار برابر حد استاندارد و دو برابر میانگین تراکم در شهر تهران می‌باشد. این منطقه به لحاظ موقعیت جغرافیایی از شمال به خیابان آزادی، از جنوب به خیابان قزوین، از شرق به بزرگراه شهید نواب صفوی و از غرب به خیابان شهیدان منتهی می‌شود و یکی از مناطق قدیمی شهر تهران است که حدود یک قرن پیش شکل‌گرفته و «تراکم بالای جمعیت» از ویژگی‌های بارز این منطقه به حساب می‌آید [۱۷]. ایستگاه‌های موجود در منطقه ۱۰ شهرداری و منطقه ۵ عملیاتی آتش‌نشانی، ایستگاه های ۸ و ۸۵ می باشند. ایستگاه ۸ واقع در خیابان میمنت، جنب اداره مرکزی آتش‌نشانی تهران، و ایستگاه ۸۵ که در خیابان جیحون، حد فاصل خیابان مرتضوی و خیابان کمیل، نبش کوچه شهید انصاری قرار دارد.



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]




**شکل ۱.** موقعیت منطقه ۱۰ نسبت به شهر تهران [۱۵]

## ۳-۲ معیارها

در این پژوهش از دو دسته معیار استفاده شده است، معیارهای استاندارد ۶۴۳۰ و معیارهای حاصل از مصاحبه‌های انجام‌شده با خبرگان آتش‌نشانی. هر دو دسته معیار در جدول ۲ تدوین شده است.

**جدول ۲.** معیارهای مختلف معرفی‌شده جهت احداث ایستگاه

| معیارهای استاندارد ٦٤٣٠ | معیارهای معرفی‌شده خبرگان |
|---|---|
| ملاحظات ژئو تکنیکی | قیمت زمین |
| دسترسی | تعداد حریق و حوادث گذشته |
| شعاع عملکرد مفید | عوامل سیاسی |
| جمعیت | ترافیک |
| جهت توسعه شهر | هزینه های احداث ایستگاه |
| همجواری و کاربری | کاربری های آتش زا |
| اندازه قطعه زمین | تراکم |
| - | ناپایداری (فرسودگی) |

- ملاحظات ژئوتکنیکی: از آنجا که مراکز آتش‌نشانی با آیین نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله (استاندارد ملی ایران شماره۲۸۰۰) [۱۸] جزء گروه ساختمان‌های با اهمیت زیاد قرار می‌گیرد، در انتخاب زمین محل احداث این مراکز لازم است امکانات ساخت و شرایط لازم برای احداث بنا با استفاده از مطالعات میدانی و آزمایشگاهی ویژه و مطابق با شرایط مذکور در آیین نامه فوق بررسی گردد [۴].

- دسترسی: محل ایستگاه‌های آتش‌نشانی برای سهولت ورود به جریان ترافیکی، ضروری‌است در کنار یا موازی با شبکه معابر شریانی اصلی (درجه ۱ و ۲) تعیین گردد [۴].



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

- شعاع عملکرد مفید: در مکان‌یابی ایستگاه‌ها اصل «حداکثر دسترسی» و «حداقل زمان» یعنی فاصله زمانی ۳ تا ۵ دقیقه (زمان بین شروع آتش‌سوزی تا شروع عملیات آتش‌نشانی) عامل تعیین‌کننده می‌باشد. لذا توزیع ایستگاه‌های آتش‌نشانی در کل شهر با احتساب مقدار زمان‌واکنش مناسب، طراحی می‌شود [۴].

- جهت توسعه شهر: در مکان‌یابی ایستگاه‌های جدید، ضروری است جهت توسعه شهر دقیقاً مدنظرقرار گیرد و متناسب با جمعیت‌پذیری نواحی توسعه در ۱۰ تا ۲۰ سال آتی و تراکم‌های ساختمانی مربوطه، ایستگاه‌های آتش‌نشانی مکان‌یابی گردد [۴].

- همجواری و کاربری: در تعیین محل ایستگاه ضروری است مساله عدم نزدیکی به مراکز درمانی، آسایشگاه سالمندان و مراکز روان درمانی، مراکزپذیرایی و جهانگردی، مراکز آموزشی، مراکز جمع‌آوری زباله مدنظر قرار گیرد [۴].

- تعداد حریق و حوادث گذشته: تعداد حریق و حوادثی که در گذشته در محدوده‌ای اتفاق افتاده است در احداث ایستگاه نقش کلیدی دارد. هر چه در محدوده‌ای حریق و حوادث بیشتری به‌وقوع پیوسته باشد، الزام به احداث ایستگاه بیشتر است.

- عوامل سیاسی: اگر به دلایلی مثل استقرار یک محدوده خاص، مسایل امنیتی، مسایل دیپلماتیک و ... امکان احداث ایستگاه آتش‌نشانی در محدوده‌ای وجود نداشته باشد یا اجبار احداث ایستگاه وجود داشته باشد، در این صورت این موضوع توسط نهادهای مربوطه اعلام می‌شود و در مکان‌یابی مدنظر قرار می‌گیرد.

- ترافیک: منظور حجم ترافیک است که عبارتست از تعداد وسایل نقلیه‌ای که در مدت زمان معینی از مقطعی از معبر عبور می‌کنند.

- کاربری‌های آتش زا: لازم است در نزدیکی کاربری‌هایی همچون کاربری‌های تجاری، پارکینگ‌های عمومی و فضاهای ورزشی، اماکن تاریخی و فرهنگی، مراکز اداری، صنعتی و تأسیسات حمل و نقل، انبارها و سایرمراکز با میزان خطر بالا که احتمال وقوع حریق در آنها زیاد است ایستگاه احداث شود [۴].

- تراکم: عبارتست از جمعیت در واحد سطح و معمولاً به‌صورت نفر در هکتار بیان می‌شود [۱۹].

- ناپایداری (فرسودگی): اگر ۵۰٪ از بناهای موجود در بلوک شهری ناپایدار بوده و از استحکام لازم برخوردار نباشند، آن بلوک ناپایدار است. ناپایداری یکی از شاخص‌های بافت فرسوده است. بافت فرسوده به بلوک‌هایی اطلاق می‌شود که هر سه شرط ذیل را دارا باشند: ۱- ناپایداری: ۵۰٪ از بناهای موجود در بلوک ناپایدار بوده و از استحکام لازم برخوردار نباشند. ۲- نفوذناپذیری: حداقل ۵۰٪ معابر بلوک دارای عرض کمتر از ۶ متر باشد. ۳- ریزدانگی: حداقل ۵۰٪ عرصه ساختمان‌ها در آن بلوک شهری مساحتی کمتر از ۲۰۰ مترمربع داشته باشند [۲۰].

از جمله دلایل مغایرت در معیارهای استاندارد و خبرگان را می‌توان در دید کلان استاندارد نسبت به دید منطقه‌ای و محلی خبرگان در حوزه منطقه مورد بررسی و همچنین تجربه‌های ناشی از مشکلات در حین عملیات اجرایی دانست. پس از مصاحبه با خبرگان و اعلام معیارهای مورد نظر ایشان، پرسش‌نامه‌ای تدوین شد که در آن هم میزان اهمیت معیارهای استاندارد ۶۴۳۰ و هم میزان اهمیت معیارهای اعلام‌شده خبرگان پرسش‌گردیده است. پرسش‌شوندگان ۶۷ نفر از کارشناسان با تجربه شاغل در ایستگاه‌های مختلف آتش‌نشانی تهران (شامل

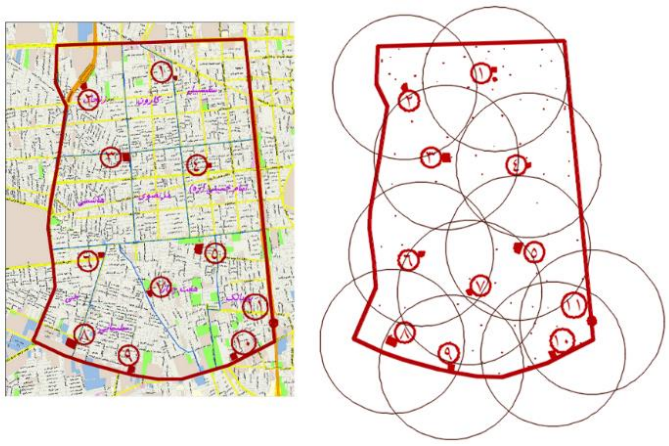


[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

ایستگاه‌های موجود در محدوده مورد پژوهش و دیگر ایستگاه‌ها) بودند. در پرسش‌نامه معیارهای شعاع عملکرد و جهت توسعه شهر حذف گردیده است. حذف شعاع عملکرد به‌دلیل استفاده از شعاع ۸۰۰ متر با توجه به استاندارد ۶۴۳۰ و حذف جهت توسعه شهر به‌دلیل عدم امکان توسعه منطقه ۱۰ تهران (محدوده مورد پژوهش) انجام‌شده است. معیارهای عوامل سیاسی و کاربری‌های آتش‌زا از مجموعه معیارهای مورد استفاده حذف گردید، زیرا محدوده مورد بررسی فاقد این دو معیار بود.

## ۳-۳ گزینه‌های پیشنهادی

جهت محدوده مورد پژوهش ۱۱ ایستگاه پیشنهاد شده است. این مکان‌ها با توجه به دو معیار مکان‌یابی شده‌اند:
۱- استاندارد ۶۴۳۰ در خصوص عدم همجواری ایستگاه با مراکز خاص ۲- محدودیت‌های وجود زمین در منطقه ۱۰ شهرداری تهران



**شکل۲.** موقعیت ایستگاه‌های پیشنهادی و شعاع عملکرد ایستگاه

ایستگاه‌های پیشنهادی از میان زمین‌هایی انتخاب شده‌اند که تا حد امکان از مراکز خاص اعلام‌شده در استاندارد فاصله داشته باشند، همچنین زمین‌های انتخابی عمدتاً انبار و یا کارگاه‌های موجود در محدوده مورد بررسی هستند که فرسوده بوده و امکان خرید آنها وجود دارد، همچنین از نظر مساحت نیازهای یک ایستگاه را تأمین نماید. با توجه به اینکه محدوده مورد پژوهش از شرق محدود به بزرگراه شهید نواب صفوی است، در محدوده انتهایی حد شرق محدوده مورد پژوهش (بالاتر از پل هلال احمر) در وسط بزرگراه شهید نواب صفوی ستون هایی احداث گردیده که مربوط به توسعه آتی بزرگراه و احداث پل و خیابان عمود بر بزرگراه بوده است. با تغییراتی که در دو طرف این ستون‌های پل احداث‌شده است عملاً توسعه‌ای در آینده متصور نیست. ایستگاه ۱۱ در این محل پیشنهاد شده است. با انتخاب این ایستگاه، هزینه خرید زمین به صفر می‌رسد. همچنین با توجه به کمبود زمین در محدوده مورد پژوهش استفاده از فضاهای قابل استفاده از این دست اولویت دارد.



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]



**شکل ۳.** پایه‌های پل وسط اتوبان نواب، پیشنهادی جهت احداث ایستگاه [۲۱]

## ۳-٤ آنتروپی شانون[1]

آنتروپی یک مفهوم عمده در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات می‌باشد. به طوری که نشان‌دهنده مقدار عدم اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام است. آنتروپی در تئوری اطلاعات معیاری است برای مقدار عدم اطمینان بیان‌شده توسط یک توزیع احتمال گسسته ($P_i$) [۲۲]. آنتروپی شانون روشی شناخته‌شده برای به‌دست آوردن وزن در یک مساله MADM است. مخصوصاً زمانی که به‌دست‌آوردن وزن مناسب بر اساس اولویت‌ها و تصمیم خبرگان امکان‌پذیر نباشد [۲۳]. اندازه‌گیری این عدم اطمینان به وسیله شانون به صورت زیر بیان شده است [۲۴]:

$$E_i = S(P_1, P_2, ..., P_n) = -K\sum_{i=1}^{n} P_i \ln P_i \qquad i = 1, 2, ..., m \tag{۱}$$

K: مقدار ثابت

در ماتریس تصمیم‌گیری $P_{ij}$ که دارای m گزینه و n معیار است، داریم:

$$p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}}; \qquad j = 1, ..., n \qquad \forall i, j \tag{۲}$$

آنتروپی $E_j$ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E_j = -K\sum_{i=1}^{m} p_{ij} \ln p_{ij}; \qquad \forall j \tag{۳}$$

K مقداری ثابت است و به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$K = \frac{1}{\ln_m} \tag{۴}$$

که مقدار $E_j$ را بین صفر و یک نگه می‌دارد. سپس مقدار $d_j$ (درجه انحراف) محاسبه می‌شود که بیان می‌کند شاخص مربوطه (j) چه میزان اطلاعات مفید برای تصمیم‌گیری در اختیار تصمیم‌گیرنده قرار می‌دهد.

[1] Shannon Entropy



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

$$d_j = ۱ - E_j; \quad \forall j \tag{۵}$$

حال مقدار وزن $W_j$ محاسبه می‌گردد که در آن بهترین وزن انتخاب می‌شود:

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=۱}^{n} d_j}; \quad \forall j \tag{۶}$$

اگر تصمیم‌گیرنده از قبل وزن خاصی ($\lambda_j$) را برای هر معیار j در نظر گرفته باشد، در این صورت وزن جدید $W_j$ به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$W_j = \frac{\lambda_j W_j}{\sum_{j=۱}^{n} \lambda_j W_j}; \quad \forall j \tag{۷}$$

### ۳-۵ تکنیک تاپسیس

تکنیک شباهت به گزینه ایده‌آل[1] که به اختصار روش تاپسیس نامیده می‌شود، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای ارزیابی و رتبه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تکنیک از معیارهای کمی و کیفی به‌طور توأمان برای ارزیابی و رتبه‌بندی بهره می‌گیرد و یکی از مزایای بارز آن تصمیم‌گیری، متمایز ساختن و اهمیت دادن به معیارها بر اساس معیارهای مثبت و منفی است [۲۵]. این تکنیک توسط یون و هوانگ ارایه گردیده است. در این روش، هرگزینه به عنوان یک نقطه در فضا در نظر گرفته می‌شود و فاصله اقلیدسی بین نقطه ایده‌آل و نقطه ضدایده‌آل محاسبه می‌گردد. در این روش گزینه‌ها بر اساس شباهت به راه حل ایده‌آل رتبه‌بندی می‌شوند، به طوری که هرچه یک گزینه شبیه‌تر به راه حل ایده‌آل باشد، رتبه بیشتری دارد [۲۶].

مراحل این تکنیک عبارتست از:

۱- ساختن ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم $R = \{r_{ij}\}$ را در نظر بگیرید که $r_{ij}$ مقدار j امین معیار در i امین گزینه است. $i = ۱,۲,...,m \quad ; \quad j = ۱,۲,...,n$

$$R = \begin{bmatrix} r_{ij} & \cdots & r_{in} \\ \vdots & & \\ r_{m۱} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

۲- بی‌مقیاس کردن ماتریس تصمیم: با توجه به اینکه معیارهای مورد استفاده دارای مقیاس اندازه‌گیری متفاوتی هستند، ماتریس تصمیم R را به ماتریس نرمال $R' = \{r'_{ij}\}$ تبدیل می‌کنیم. برای نرمال کردن ماتریس شاخص‌های اصلی از رابطه (۳) استفاده می‌شود.

۳- محاسبه ماتریس نرمال‌شده وزنی $V = \{v_{ij}\}$ که از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود:

[1] Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

$$v_{ij} = w_j r'_{ij} \quad (۸)$$

جهت روش تاپسیس بر اساس آنتروپی، وزن رابطه (۸) از روش آنتروپی محاسبه می‌شود.

۴- تعیین راه حل ایدآل $A^+$ و راه حل ایدآل منفی $A^-$:

$$A^+ = \left\{ \left( \max_i v_{ij} \,|\, j \in J \right), \left( \min_i v_{ij} \,|\, j \in J' \right) | i = ۱,۲,...,m \right\} = \left\{ v_۱^+, v_۲^+, ..., v_n^+ \right\} \quad (۹)$$

$$A^- = \left\{ \left( \min_i v_{ij} \,|\, j \in J \right), \left( \max_i v_{ij} \,|\, j \in J' \right) | i = ۱,۲,...,m \right\} = \left\{ v_۱^-, v_۲^-, ..., v_n^- \right\} \quad (۱۰)$$

که در آن $J$ متعلق است به مجموعه‌ای که معیارهای آن مثبت می‌باشند. $J \subseteq \{۱,۲,...,n\}$

و $J'$ متعلق به مجموعه‌ای است که شاخص‌های آن منفی می‌باشند. $J' \subseteq \{۱,۲,...,n\}$

۵- محاسبه فاصله هر گزینه از جواب ایده‌آل و فاصله هر گزینه از جواب ایده‌آل منفی که توسط معادلات (۱۵) و (۱۶) محاسبه می‌شود:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=۱}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^۲} \quad (۱۱)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=۱}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^۲} \quad (۱۲)$$

۶- میزان نزدیکی نسبی گزینه‌ها با جواب ایده‌آل که از رابطه (۱۳) محاسبه می‌شود:

$$RC_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (۱۳)$$

مقدار $RC_i$ میزان فاصله نسبی گزینه i ام را نسبت به دو ایده‌آل مثبت و منفی نشان می‌دهد. مقدار $RC_i$ بزرگ‌تر نشان می‌دهد که گزینه i به طور نسبی بهتر است، در حالی که RCi کوچک‌تر نشان می‌دهد که گزینه i به طور نسبی ضعیف‌تر است [۲۷].

## ۳-۶ روش دنباله فیبوناچی

در این پژوهش جهت رتبه‌بندی، برای اولین بار روش جدیدی به نام تکنیک «دنباله فیبوناچی[1]» تبیین شده است که به‌دلیل استفاده از دنباله فیبوناچی به این عنوان نام‌گذاری گردیده است.

سری فیبوناچی[2] به دنباله‌ای از اعداد گفته می‌شود که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

[1] Fibonacci Sequence
[2] Fibonacci Number



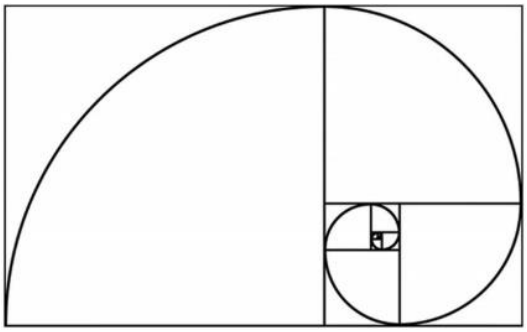
[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

$$F(n) := \begin{cases} ۰ & if \quad n = ۰ \\ ۱ & if \quad n = ۱ \\ F(n-۱) + F(n-۲) & if \quad n > ۱ \end{cases} \tag{۱۴}$$

که رابطه دنباله فیبوناچی به شکل زیر است:

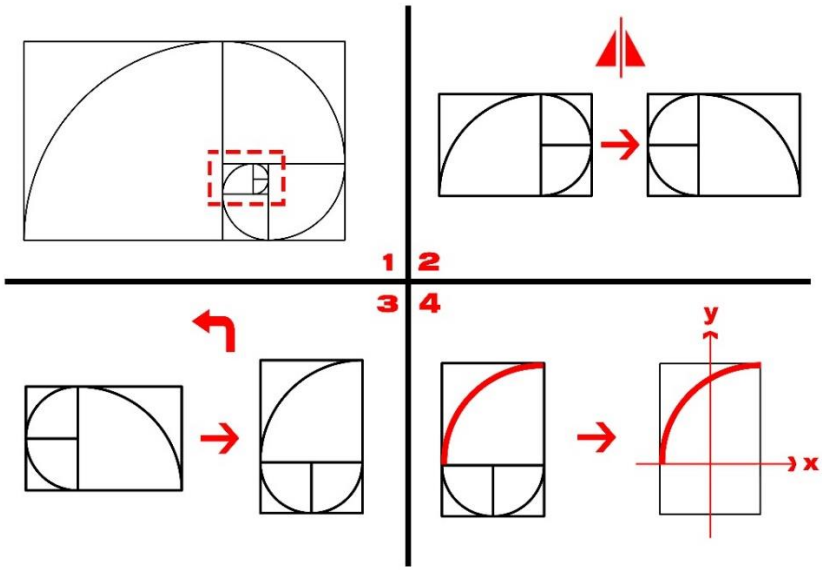
$$F_۱ = F_۲ = ۱, \qquad \forall n > ۲: \qquad F_n = F_{n-۱} + F_{n-۲} \tag{۱۵}$$

شکل ۴ مارپیچ فیبوناچی را نشان می‌دهد.



**شکل ٤.** مارپیچ فیبوناچی

در روش رتبه‌بندی با دنباله فیبوناچی از قسمتی از مارپیچ استفاده می‌شود که با افزایش میزان منفی، مقادیر حاصله از دنباله فیبوناچی دارای مقدار عددی کمتر و بالعکس با افزایش مقدار عددی مقادیر مثبت، مقادیر حاصله از دنباله دارای مقادیر عددی بیشتر خواهد بود. با این توضیح مارپیچ مورد استفاده مطابق با شکل ۵ می‌باشد.




**شکل ۵.** مارپیچ فیبوناچی مورد استفاده در روش «دنباله فیبوناچی»



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

مراحل روش دنباله فیبوناچی جهت رتبه‌بندی به ترتیب زیر است:

۱- ساختن ماتریس تصمیم؛ ماتریس تصمیم $R=\{r_{ij}\}$ را در نظر بگیرید که $r_{ij}$ مقدار j امین معیار در i امین گزینه است. $i=1,2,...,m \quad ; \quad j=1,2,...,n$

$$R=\begin{bmatrix} r_{ij} & \cdots & r_{in} \\ \vdots & & \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

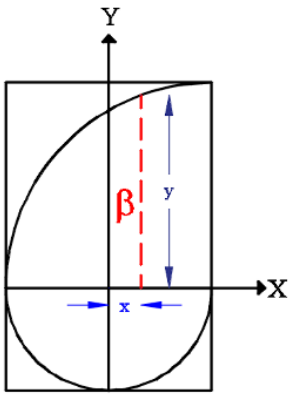
۲- بی‌مقیاس کردن ماتریس (نرمالایز)؛ با توجه به این‌که معیارهای مورد استفاده دارای مقیاس اندازه‌گیری متفاوتی هستند، ماتریس تصمیم R را به ماتریس نرمال $R'=\{r'_{ij}\}$ تبدیل می‌کنیم. برای نرمال کردن ماتریس شاخص‌های اصلی می‌توان از رابطه (۱۶) استفاده کرد:

$$r'_{ij}=\frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}, i=1,2,...,m \quad ; \quad j=1,2,...,n \qquad (16)$$

۳- وزن‌دار کردن معیارها؛ معیارها از روش‌های موجود (مثل آنتروپی شانون) وزن‌دار می‌شود.

۴- برای هر معیار، از مقدار نرمال‌شده وزنی که از گام سوم به‌دست آمده است، مقدار حاصل از دنباله فیبوناچی تعیین می‌گردد. جهت تعیین این مقدار ( $\beta_{ij}$ ) از دو روش استفاده می‌شود:

- روش محاسباتی؛ با استفاده از معادله دایره
- روش ترسیمی؛ با استفاده از نرم افزارهای ترسیمی (مثل اتوکد و ....)




**شکل ٦.** تعیین مقدار متناظر هر معیار تحت تأثیر دنباله فیبوناچی

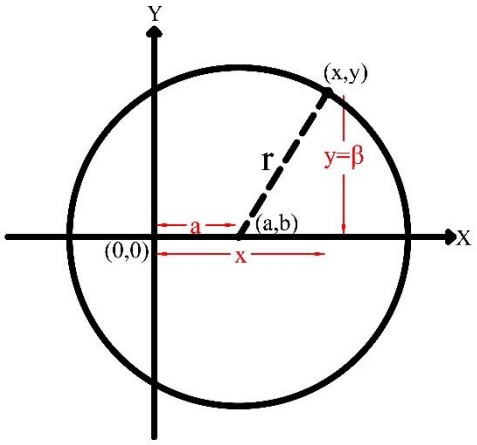
**الف**- روش محاسباتی: جهت محاسبه مقدار $\beta_{ij}$ از روش محاسباتی (معادله دایره)، به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

معادله دایره‌ای که مرکز آن نسبت به مبدأ در مختصات (a,b) است، عبارتست از:



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

$$(x-a)^۲+(y-b)^۲=r^۲ \qquad (۱۷)$$




**شکل ۷.** دایره به شعاع **r** و با فاصله (**a,b**) از مبدأ مختصات

اگر مرکز دایره بر روی محور x قرار داشته باشد، یعنی مرکز دایره در مختصات $(x,۰)$ قرار دارد، پس معادله فوق به شکل زیر خواهد شد:

$$(x-a)^۲+(y-۰)^۲=r^۲ \qquad (۱۸)$$

پس مقدار $\beta_{ij}$ که همان مقدار y معادله دایره است، با توجه به مقدار x حاصل از گام سوم (معیارهای وزن‌دار شده) از طریق روابط زیر به‌دست خواهد آمد:

برای معیارهای مثبت (سود) $\beta_{ij}^{+}=\sqrt{r^۲-(x_{ij}-a)^۲}$

و برای معیارهای منفی (هزینه) $\beta_{ij}^{-}=\sqrt{r^۲-(x_{ij}+a)^۲}$

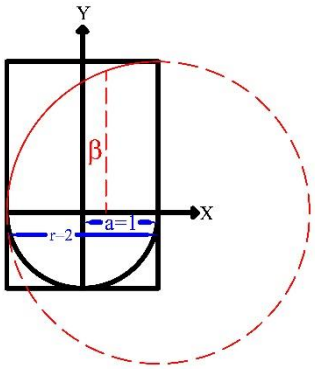
با توجه به این‌که مقادیر نرمال‌شده وزنی بین صفر و یک قرار دارند (شکل ۸)، در نتیجه مقدار $r=۲$ و $a=۱$ خواهد بود. پس روابط فوق به صورت زیر ساده می‌شوند:

برای معیارهای مثبت (سود) $\beta_{ij}^{+}=\sqrt{۴-(x_{ij}-۱)^۲}$

برای معیارهای منفی (هزینه) $\beta_{ij}^{-}=\sqrt{۴-(x_{ij}+۱)^۲}$



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]




**شکل ۸.** مقادیر **r** و **a**

**ب**- روش ترسیمی: بر روی محور X مارپیچ فیبوناچی (شکل ۶) مقادیر حاصل از گام سوم (معیارهای وزن‌دار شده) مشخص می‌گردد. اگر معیار مثبت (سود) باشد در سمت مثبت محور X ها و اگر معیار منفی باشد بر روی سمت منفی محور X ها قرار می‌گیرند. سپس، از مقدار مشخص‌شده بر روی محور X ها، خطی موازی محور Yها رسم می‌کنیم تا مارپیچ دنباله فیبوناچی را قطع کند (شکل ۶). عرض به‌دست آمده $\beta_{ij}$ است که برابر با مقدار دنباله فیبوناچی برای معیار مربوطه می‌باشد.

۵- برای هر گزینه، از مقدار عرض‌های به‌دست آمده میانگین می‌گیریم. مقدار حاصله، رتبه هر آلترناتیو را تعیین می‌نماید.

$$R_i = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n}\beta_{ij} \qquad (۱۹)$$

## ٤ تحلیل نتایج

همان‌طور که بیان شد، در این پژوهش از دو دسته معیار استفاده شده است. معیارهای استاندارد ۶۴۳۰ و معیارهای حاصل از مصاحبه‌های انجام‌شده با خبرگان آتش‌نشانی. در نهایت پس از تدوین معیارها با استفاده از پرسشنامه نظرات کارشناسان دریافت و نتایج تعیین اهمیت معیارها در جدول ۳ تدوین‌یافته است.

**جدول۳.** محاسبه میزان اهمیت معیارها از نظر خبرگان

| ردیف | معیار | میزان اهمیت | | | | | محاسبه | وزن پیشنهادی کارشناسان |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | خیلی زیاد | زیاد | متوسط | کم | خیلی کم | | |
| ۱ | ملاحظات ژئوتکنیکی | ۳۰ | ۲۴ | ۷ | ۴ | ۲ | ۴/۹۴۶۴ | ۰/۹۶۵۱ |
| ۲ | عرض خیابان | ۳۱ | ۲۷ | ۷ | ۱ | ۱ | ۵/۱۲۵ | ۱ |
| ۳ | جمعیت | ۱۵ | ۲۹ | ۱۴ | ۶ | ۰ | ۴/۳۷۵ | ۰/۸۵۳۶ |
| ۴ | همجواری‌ها | ۳۰ | ۲۳ | ۱۴ | ۰ | ۰ | ۵/۰۷۱۴ | ۰/۹۸۹۵ |
| ۵ | اندازه قطعات | ۲۲ | ۲۷ | ۱۲ | ۵ | ۱ | ۴/۷۳۲ | ۰/۹۲۳۳ |
| ۶ | قیمت زمین | ۱۱ | ۹ | ۱۵ | ۱۴ | ۱۷ | ۳/۲۳۲ | ۰/۶۳۰۶ |



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۷ | کاربری‌های آتش‌زا | ۳۰ | ۲۰ | ۱۲ | ۱ | ۲ | ۴/۸۲۱ | ۰/۹۴۰۷ |
| ۸ | تعداد حریق و حوادث گذشته | ۲۲ | ۲۲ | ۱۸ | ۴ | ۱ | ۴/۶۶۱ | ۰/۹۰۹۴ |
| ۹ | عوامل سیاسی | ۸ | ۱۳ | ۲۴ | ۱۲ | ۹ | ۳/۵۱۸ | ۰/۶۸۶۴ |
| ۱۰ | ترافیک | ۳۸ | ۱۲ | ۹ | ۴ | ۳ | ۴/۹۲۸ | ۰/۹۶۱۶ |
| ۱۱ | هزینه احداث | ۱۰ | ۲۰ | ۱۲ | ۱۵ | ۱۰ | ۳/۶۷۸ | ۰/۷۱۷۸ |
| ۱۲ | تراکم | ۱۷ | ۲۲ | ۱۹ | ۸ | ۱ | ۴/۴۱۱ | ۰/۸۶۰۶ |
| ۱۳ | ناپایداری | ۲۵ | ۲۴ | ۹ | ۷ | ۲ | ۴/۴۱۴ | ۰/۹۱۹۸ |

مطابق با استاندارد ۶۴۳۰ باید از احداث ایستگاه‌های آتش نشانی در ۵۰۰ متری از مراکزی به شرح زیر خودداری شود: ۱- مراکز درمانی از قبیل بیمارستان‌ها ودرمانگاها ۲- آسایشگاه سالمندان و مراکز روان درمانی ۳- مراکز پذیرایی وجهانگردی از قبیل هتل‌ها، مهمانسراها ۴- مراکز آموزشی از قبیل مدارس در کلیه مقاطع تحصیلی ۵- مراکز جمع‌آوری زباله [۲].

با توجه به مکان‌های پیش‌بینی‌شده جهت ایستگاه در محدوده شعاع عملکرد مورد بررسی (۸۰۰ متر) همجواری‌ها محاسبه شده‌اند که در جدول ۴ ارایه شده است.

**جدول ٤.** نتایج حاصل از محاسبات همجواری‌ها

| نام ایستگاه | کاربری همجوار | تعداد | فاصله تا ایستگاه (متوسط) | مقادیر نرمال‌شده | همجواری (مجموع مقادیر) |
|---|---|---|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | آموزشی | ۵ | ۲۰۰ | ۴۰ | ۱۶۳ |
| | بیمارستان و مراکز درمانی | ۳ | ۳۷۰ | ۱۲۳ | |
| ایستگاه ۲ | بیمارستان و مراکز درمانی | ۱ | ۱۴۰ | ۱۴۰ | ۱۴۰ |
| ایستگاه ۳ | آموزشی | ۵ | ۲۴۰ | ۴۸ | ۴۸ |
| ایستگاه ۴ | آموزشی | ۱۰ | ۳۵۰ | ۳۵ | ۳۵ |
| ایستگاه ۵ | آموزشی | ۵ | ۳۲۰ | ۶۴ | ۶۴ |
| ایستگاه ۶ | آموزشی | ۵ | ۳۸۰ | ۷۶ | ۵۴۶ |
| | بیمارستان و مراکز درمانی | ۱ | ۴۷۰ | ۴۷۰ | |
| ایستگاه ۷ | آموزشی | ۳ | ۳۰۰ | ۱۰۰ | ۳۵۰ |
| | بیمارستان و مراکز درمانی | ۱ | ۲۵۰ | ۲۵۰ | |
| ایستگاه ۸ | آموزشی | ۶ | ۳۸۰ | ۶۳ | ۶۳ |
| ایستگاه ۹ | آموزشی | ۵ | ۳۱۰ | ۶۲ | ۶۲ |
| ایستگاه ۱۰ | آموزشی | ۴ | ۴۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ |
| ایستگاه ۱۱ | آموزشی | ۳ | ۲۸۰ | ۹۳ | ۹۳ |

با توجه به این‌که محاسبات همجواری در اینجا بر اساس کاربری‌های ممنوع است پس در محاسبات هرچه مقدار فاصله بیشتر باشد امکان احداث ایستگاه بیشتر است در نتیجه ارزش این معیار مثبت می‌باشد. در این پژوهش



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

در محاسبات روش تاپسیس، به جای استفاده از فرسودگی، از شاخص ناپایداری (که یکی از معیارهای فرسودگی است) استفاده گردیده است. بررسی آرای صاحبنظران در خصوص معیارهای تعیین‌کننده فرسودگی بافت‌های شهری نشان می‌دهد اختلاف نظرهای بسیاری در خصوص معیارهای تعیین فرسودگی وجود دارد و معیارهای فوق مورد نقد صاحبنظران این حوزه است. چون مبنای این پژوهش استفاده از میزان فرسودگی به عنوان یکی از شاخص‌ها و نه تحلیل آن بوده است، لذا صرفاً شاخص ناپایداری به عنوان شاخص مورد بررسی در محاسبات مد نظر قرار گرفته است. این شاخص برای هر پارسل در محدوده هر ایستگاه محاسبه شده است که نتایج آن در جدول ۵ ارایه شده است.

**جدول ۵.** تعیین مقدار ناپایداری

| نام ایستگاه | ایستگاه ۱ | ایستگاه ۲ | ایستگاه ۳ | ایستگاه ۴ | ایستگاه ۵ | ایستگاه ۶ | ایستگاه ۷ | ایستگاه ۸ | ایستگاه ۹ | ایستگاه ۱۰ | ایستگاه ۱۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مجموع پارسل‌های ناپایدار | ۴۴ | ۲۵ | ۱۰۵ | ۸۱ | ۱۵۵ | ۱۳۹ | ۱۸۳ | ۵۲ | ۹۷ | ۷۹ | ۵۲ |
| تعداد کل پارسل‌ها | ۹۰۴۳ | ۵۸۴۹ | ۱۵۳۵۱ | ۱۱۷۸۹ | ۱۲۷۹۹ | ۱۳۵۴۳ | ۱۳۶۰۰ | ۵۸۴۲ | ۶۶۲۰ | ۴۹۰۰ | ۴۱۵۶ |
| ناپایداری | /۰۰۴۸۶ ۰ | /۰۰۴۲۷ ۰ | /۰۰۶۸۴ ۰ | /۰۰۶۸۷ ۰ | ۰/۰۱۲۱ | ۰/۰۱۰۲ | ۰/۰۱۳۴ | ۰/۰۰۸۹ | ۰/۰۱۴۶ | ۰/۰۱۶۱ | ۰/۰۱۲۵ |

جدول ۶ معیارها و گزینه‌های مورد اقدام در پژوهش و مقدار هر کدام را نشان می‌دهد. این جدول همان ماتریس تصمیم پژوهش می‌باشد.

**جدول ٦.** معیارهای مورد استفاده در پژوهش

| معیارها | ملاحظات ژئو تکنیکی | دسترسی (متر) | شعاع عملکرد مفید | جمعیت | همجواری و کاربری | اندازه زمین (متر مربع) | قیمت زمین (تومان) | تعداد حریق و حوادث گذشته | ترافیک | هزینه های احداث (هر متر مربع به تومان) | تراکم | ناپایداری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **وضعیت معیار** | مثبت | مثبت | مثبت | مثبت | مثبت | مثبت | منفی | مثبت | منفی | منفی | مثبت | مثبت |
| **ایستگاه پیشنهادی ۱** | مناسب | ۲۰ | ۸۰۰ | ۶۴۹۰۸ | ۱۶۳ | ۷۰۰ | ۱۱۰۰۰۰۰۰ | ۴۱۱/۲۳ | زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۳۹۷ | ۰/۰۰۴۸۶ |
| **ایستگاه پیشنهادی ۲** | مناسب | ۲۰ | ۸۰۰ | ۴۱۲۶۳ | ۱۴۰ | ۲۲۰۰ | ۱۱۵۰۰۰۰۰ | ۲۹۵/۰۸۱ | زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۳۵. | ۰/۰۰۴۲۷ |
| **ایستگاه پیشنهادی ۳** | مناسب | ۱۶ | ۸۰۰ | ۹۳۰۱۵ | ۴۸ | ۴۷۰۰ | ۱۱۳۰۰۰۰۰ | ۵۴۸/۵۱۲ | زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۴۶۹ | ۰/۰۰۶۸۴ |
| **ایستگاه پیشنهادی ٤** | مناسب | ۲۰ | ۸۰۰ | ۸۹۵۷۹ | ۳۵ | ۱۱۰۰ | ۱۰۸۰۰۰۰۰ | ۵۱۹/۰۹۸ | زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۵ | ۰/۰۰۶۸۷ |
| **ایستگاه پیشنهادی ۵** | مناسب | ۳۰ | ۸۰۰ | ۹۶۹۹۰ | ۶۴ | ۶۰۰۰ | ۱۰۲۵۰۰۰۰ | ۶۴۰/۳۷۶ | زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۴۹ | ۰/۰۱۲۱ |
| **ایستگاه پیشنهادی** | مناسب | ۴۵ | ۸۰۰ | ۷۹۳۷۴ | ۵۴۶ | ۲۰۰۰ | ۱۰۲۰۰۰۰۰ | ۵۴۹/۴۸۲ | خیلی زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۴۴ | ۰/۰۱۰۲۶ |



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ٦ | | | | | | | | | | | | |
| **ایستگاه پیشنهادی ۷** | مناسب | ۱۶ | ۸۰۰ | ۹۸۹۵۸ | ۳۵۰ | ۱۴۰۰ | ۱۰۰۰۰۰۰۰ | ۶۶۹/۵۷۱ | خیلی زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۴۹۲ | ۰/۰۱۳۴۵ |
| **ایستگاه پیشنهادی ۸** | مناسب | ۴۵ | ۸۰۰ | ۴۱۰۷۶ | ۶۳ | ۶۸۰۰ | ۹۵۰۰۰۰۰ | ۳۴۳/۴۱۶ | زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۴۲۷ | ۰/۰۰۸۹ |
| **ایستگاه پیشنهادی ۹** | مناسب | ۴۵ | ۸۰۰ | ۴۹۴۸۲ | ۶۲ | ۲۸۰۰ | ۹۵۰۰۰۰۰ | ۴۴۴/۳۲۹ | زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۴۱۲ | ۰/۰۱۴۶ |
| **ایستگاه پیشنهادی ۱۰** | مناسب | ۴۵ | ۸۰۰ | ۳۱۴۶۵ | ۱۰۰ | ۲۹۰۰ | ۹۵۰۰۰۰۰ | ۴۳۲/۳۰۶ | زیاد | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۳۲۹ | ۰/۰۱۶۱ |
| **ایستگاه پیشنهادی ۱۱** | مناسب | ۱۰ | ۸۰۰ | ۲۸۵۲۱ | ۹۳ | ۹۸۰ | مالکیت شهرداری | ۳۴۶/۵۹ | کم | ۲۰۰۰۰۰۰ | ۰/۰۳۷۹ | ۰/۰۱۲۵ |

مطابق با روش تاپسیس کلیه معیارها وزن‌دهی می‌شوند. در این پژوهش از روش آنتروپی شانون جهت ارزیابی وزن‌ها استفاده شده است. همان‌طور که پیشتر بیان شد شعاع عملکرد مفید از استاندارد ۶۴۳۰ استخراج‌شده و عملاً در پرسشنامه کارشناسان لحاظ نگردید. اما شاخص‌های مرتبط با شعاع عملکرد در استاندارد ۶۴۳۰ نشان می‌دهد که معیارهای جمعیت، ترافیک، دسترسی (عرض معبر)، کاربری‌ها آتش‌زا در تعیین شعاع عملکرد تأثیر گذارند. با توجه به این موضوع مقادیر حاصل از پرسشنامه کارشناسان در خصوص معیارهای زیر جهت محاسبه شعاع عملکرد روش آنتروپی شانون مورد استفاده قرار گرفته است.

**جدول ۷.** معیارهای مورد استفاده در محاسبه شعاع عملکرد جهت روش آنتروپی شانون

| معیار | مقدار به‌دست آمده از پرسش‌نامه کارشناسان |
|---|---|
| جمعیت | ۰/۸۵۳۶ |
| ترافیک | ۰/۹۶۱۶ |
| دسترسی | ۱ |
| کاربری‌های آتش‌زا | ۰/۹۴۰۸ |
| میانگین مقادیر | ۰/۹۳۹ |

با این محاسبه، مقادیر حاصل از آنتروپی شانون به‌دست می‌آید.

**جدول ۸.** مقادیر آنتروپی شانون

| معیار ها | ملاحظات ژئو تکنیکی | دسترسی | شعاع عملکرد مفید | جمعیت | همجواری و کاربری | اندازه زمین | قیمت زمین | تعداد حریق و حوادث گذشته | ترافیک | هزینه های احداث | تراکم | ناپایداری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آنتروپی شانون | ۰/۰۴۴۴ | ۰/۱۰۵۵ | ۰/ ۰۴۳۲ | ۰/۰۷۸ | ۰/۲۴۶۱ | ۰/۱۵۳۲ | ۰/۰۶۲۴ | ۰/۰۵۶۷ | ۰/۰۵۴ | ۰/۰۳۳ | ۰/۰۴۳۶ | ۰/۰۷۹۵ |



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

نتایج رتبه‌بندی حاصل از روش تاپسیس در جدول ۹ ارایه شده است.

**جدول ۹.** رتبه‌بندی حاصل از روش تاپسیس

| ایستگاه | $RC_i$ | رتبه |
|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | ۰/۲۲۷۲۹۱ | ۸ |
| ایستگاه ۲ | ۰/۲۱۱۰۱۹ | ۹ |
| ایستگاه ۳ | ۰/۲۴۵۶۶۵ | ۶ |
| ایستگاه ۴ | ۰/۱۱۸۱۵۶ | ۱۱ |
| ایستگاه ۵ | ۰/۳۲۰۰۶۲ | ۴ |
| ایستگاه ۶ | ۰/۷۲۱۸۶۶ | ۱ |
| ایستگاه ۷ | ۰/۵۱۹۶۷۳ | ۲ |
| ایستگاه ۸ | ۰/۳۴۳۲۵ | ۳ |
| ایستگاه ۹ | ۰/۲۲۸ | ۷ |
| ایستگاه ۱۰ | ۰/۲۵۸۷۰۹ | ۵ |
| ایستگاه ۱۱ | ۰/۱۸۴۴۷۸ | ۱۰ |

**- نتایج روش فیبوناچی ترسیمی:**

جهت محاسبه مقادیر $\beta_{ij}$ و انجام روش فیبوناچی ترسیمی، از نرم افزار اتوکد (AutoCAD) استفاده شده است، که نتایج حاصله با توجه به توضیحات روش که پیشتر ارایه شده است، در جدول ۱۰ ارایه گردیده است.



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ] [ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ] [ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]

**جدول ۱۰.** محاسبات روش دنباله فیبوناچی ترسیمی

| آلترناتیوها | ایستگاه پیشنهادی ۱ | | ایستگاه پیشنهادی ۲ | | ایستگاه پیشنهادی ۳ | | ایستگاه پیشنهادی ۴ | | ایستگاه پیشنهادی ۵ | | ایستگاه پیشنهادی ۶ | | ایستگاه پیشنهادی ۷ | | ایستگاه پیشنهادی ۸ | | ایستگاه پیشنهادی ۹ | | ایستگاه پیشنهادی ۱۰ | | ایستگاه پیشنهادی ۱۱ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی | مثبت | منفی |
| معیارها | ۱/۷۳۷۳ | ۱/۷۱۹۹ | ۱/۷۳۷۴ | ۱/۷۱۹۷ | ۱/۷۳۹۴ | ۱/۷۱۸۸ | ۱/۷۳۸۹ | ۱/۷۱۹۸ | ۱/۷۳۹۴ | ۱/۷۲۰۱ | ۱/۷۳۹۴ | ۱/۷۱۷۷ | ۱/۷۳۹۴ | ۱/۷۱۷۷ | ۱/۷۳۸۹ | ۱/۷۲۰۶ | ۱/۷۳۹۲ | ۱/۷۲۰۶ | ۱/۷۳۷۸ | ۱/۷۲۰۶ | ۱/۷۳۷۵ | ۱/۷۲۶۳ |
| | ۱/۷۳۸۲ | ۱/۷۲۰۶ | ۱/۷۳۷۹ | ۱/۷۲۰۶ | ۱/۷۳۹۶ | ۱/۷۲۰۶ | ۱/۷۳۹۴ | ۱/۷۲۰۶ | ۱/۷۳۹۶ | ۱/۷۲۰۶ | ۱/۷۳۹۶ | ۱/۷۲۱۳ | ۱/۷۳۹۶ | ۱/۷۲۱۵ | ۱/۷۳۸۹ | ۱/۷۲۲۰ | ۱/۷۳۹۴ | ۱/۷۲۲۰ | ۱/۷۳۸۰ | ۱/۷۲۲۰ | ۱/۷۳۷۸ | ۱/۷۲۹۲ |
| | ۱/۷۳۹۰ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۳۸۱ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۴۰۲ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۳۹۶ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۴۰۵ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۳۹۷ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۴۰۶ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۳۹۴ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۳۹۶ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۳۹۴ | ۱/۷۲۶۳ | ۱/۷۳۸۶ | ۱/۷۳۲۱ |
| | ۱/۷۳۹۴ | – | ۱/۷۳۹۴ | – | ۱/۷۴۰۶ | – | ۱/۷۴۰۳ | – | ۱/۷۴۴۶ | – | ۱/۷۴۲۹ | – | ۱/۷۴۱۲ | – | ۱/۷۳۹۶ | – | ۱/۷۴۰۹ | – | ۱/۷۳۹۶ | – | ۱/۷۳۸۹ | – |
| | ۱/۷۳۹۶ | – | ۱/۷۳۹۶ | – | ۱/۷۴۱۲ | – | ۱/۷۴۰۷ | – | ۱/۷۴۴۷ | – | ۱/۷۴۴۹ | – | ۱/۷۴۲۵ | – | ۱/۷۳۹۸ | – | ۱/۷۴۱۴ | – | ۱/۷۴۰۶ | – | ۱/۷۳۹۴ | – |
| | ۱/۷۴۰۲ | – | ۱/۷۳۹۹ | – | ۱/۷۴۱۵ | – | ۱/۷۴۰۷ | – | ۱/۷۴۷۱ | – | ۱/۷۴۶۹ | – | ۱/۷۴۵۳ | – | ۱/۷۴۳۲ | – | ۱/۷۴۴۲ | – | ۱/۷۵۱۴ | – | ۱/۷۳۹۴ | – |
| | ۱/۷۴۳۵ | – | ۱/۷۴۳۵ | – | ۱/۷۴۲۹ | – | ۱/۷۴۲۳ | – | ۱/۷۴۹۱ | – | ۱/۷۴۷۰ | – | ۱/۷۴۸۸ | – | ۱/۷۴۴۴ | – | ۱/۷۵۰۲ | – | ۱/۷۵۲۰ | – | ۱/۷۳۹۶ | – |
| | ۱/۷۴۴۳ | – | ۱/۷۴۸۳ | – | ۱/۷۴۹۵ | – | ۱/۷۴۳۵ | – | ۱/۷۵۰۲ | – | ۱/۷۵۷۳ | – | ۱/۷۵۰۶ | – | ۱/۷۵۷۳ | – | ۱/۷۵۲۷ | – | ۱/۷۵۳۴ | – | ۱/۷۴۷۶ | – |
| | ۱/۷۶۳۲ | – | ۱/۷۵۹۰ | – | ۱/۷۶۶۱ | – | ۱/۷۴۸۹ | – | ۱/۷۷۵۰ | – | ۱/۸۲۷۶ | – | ۱/۷۹۶۱ | – | ۱/۷۸۰۴ | – | ۱/۷۵۷۳ | – | ۱/۷۵۷۳ | – | ۱/۷۵۰۱ | – |
| مجموع | ۱۵/۶۸۴۷ | ۵/۱۶۶۸ | ۱۵/۶۸۳۱ | ۵/۱۶۶۶ | ۱۵/۷۰۱ | ۵/۱۶۵۷ | ۱۵/۶۷۴۳ | ۵/۱۶۶۷ | ۱۵/۷۳۰۲ | ۵/۱۶۷ | ۱۵/۷۸۵۳ | ۵/۱۶۵۳ | ۱۵/۷۴۴۱ | ۵/۱۶۵۵ | ۱۵/۷۲۲۴ | ۵/۱۶۸۹ | ۱۵/۷۰۴۹ | ۵/۱۶۸۹ | ۱۵/۷۰۹۵ | ۵/۱۶۸۹ | ۱۵/۶۶۸۹ | ۵/۱۸۷۶ |
| میانگین | ۱/۷۳۷۶۲۵ | | ۱/۷۳۷۴۷۵ | | ۱/۷۳۸۸۹۲ | | ۱/۷۳۶۷۵ | | ۱/۷۴۱۴۳۳ | | ۱/۷۴۵۸۸۳ | | ۱/۷۴۲۴۶۶ | | ۱/۷۴۰۹۴۲ | | ۱/۷۳۹۴۸۳ | | ۱/۷۳۹۸۶۶ | | ۱/۷۳۸۰۴۱ | |

**جدول ۱۱.** مقادیر حاصل از روش فیبوناچی ترسیمی

| ایستگاه | $\beta_{ij}$ | رتبه |
|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | ۱/۷۳۷۶۲۵ | ۹ |
| ایستگاه ۲ | ۱/۷۳۷۴۷۵ | ۱۰ |
| ایستگاه ۳ | ۱/۷۳۸۸۹۲ | ۷ |
| ایستگاه ۴ | ۱/۷۳۶۸۰۸ | ۱۱ |
| ایستگاه ۵ | ۱/۷۴۱۴۳۳ | ۳ |
| ایستگاه ۶ | ۱/۷۴۵۸۸۳ | ۱ |
| ایستگاه ۷ | ۱/۷۴۲۴۶۶ | ۲ |
| ایستگاه ۸ | ۱/۷۴۰۹۴۲ | ۴ |
| ایستگاه ۹ | ۱/۷۳۹۴۸۳ | ۶ |
| ایستگاه ۱۰ | ۱/۷۳۹۸۶۶ | ۵ |
| ایستگاه ۱۱ | ۱/۷۳۸۰۴۱ | ۸ |

## - نتایج روش فیبوناچی محاسباتی

همان‌گونه که پیشتر بیان شد، جهت محاسبه مقدار $\beta_{ij}$ از روش محاسباتی (معادله دایره)، از معادله دایره استفاده می‌کنیم. با توجه به توضیحات بیان‌شده مقادیر حاصله برای $\beta_{ij}$ برای معیارهای مثبت و منفی از روابط زیر بیان می‌شود:

برای معیارهای مثبت (سود) $$\beta_{ij}^{+} = \sqrt{۴-(x_{ij}-۱)^{۲}}$$

برای معیارهای منفی (هزینه) $$\beta_{ij}^{-} = \sqrt{۴-(x_{ij}+۱)^{۲}}$$

محاسبات مربوط به روابط فوق در جدول ۱۲ ارایه شده است

**جدول ۱۲.** محاسبات روش فیبوناچی محاسباتی

| ملاحظات ژئو تکنیکی | دسترسی | شعاع عملکرد مفید | جمعیت | همجواری | اندازه قطعه زمین | قیمت زمین | حریق و حوادث گذشته | ترافیک | هزینه‌های احداث | تراکم | ناپایداری | میانگین مقادیر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۷۳۹۶۳۰۱ | ۷۴۳۴ | ۷۳۹۴۲۷ | ۷۴۴۳ | ۷۶۳۲ | ۷۳۷۳۰۳ | ۷۱۹۹۴۰ | ۷۴۰۲۱۳۶۱ | ۷۲۰۶۴۶۲ | ۷۲۶۳۲۶ | ۷۳۸۹ | ۷۳۸۱۸ | ۸۹۵۵ |
| ۱/۲۳ | ۱/۷۸ | ۱/ | ۱/۰۴ | ۱/۱ | ۱/۶۸۳ | ۱/۱۹۱ | ۱/۳ | ۱/۲۸ | ۱/۹۲۶ | ۱/۲۹ | ۱/۱ | ۱/۹۹ |
| ۷۳۹۶۳۰۱ | ۷۴۳۴ | ۷۳۹۴۲۷ | ۷۳۹۸ | ۷۵۸۹ | ۷۴۸۳۴۵ | ۷۱۹۶۸۴ | ۷۳۷۹۲۳۷۸ | ۷۲۶۰۶۴۶ | ۷۲۶۳۲۶ | ۷۳۸۱ | ۷۳۷۴۴ | ۸۹۵۴ |
| ۱/۲۳ | ۱/۷۸ | ۱/ | ۱/۸۱ | ۱/۵۵ | ۱/۳۲۴ | ۱/۳۳۲ | ۱/۴ | ۱/۲۲۸ | ۱/۹۲۶ | ۱/۲۱ | ۱/ | ۱/۴۲ |
| ۷۳۹۶۳۰۱ | ۷۴۱۲ | ۷۳۹۴۲۷ | ۷۴۹۵ | ۷۴۱۴ | ۷۶۶۱۱۰ | ۷۱۸۷۶۲ | ۷۴۲۹۰۳۹۳ | ۷۲۶۰۶۴۶ | ۷۲۶۳۲۶ | ۷۴۰۱ | ۷۴۰۶۴ | ۸۹۶۹ |



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

| ۱/۲۳ | ۱/۱۷ | ۱/ | ۱/۰۱ | ۱/۷۲ | ۱/۶۲۸ | ۱/۰۳۳ | ۱/۷ | ۱/۲۲۸ | ۱/۹۲۶ | ۱/۶۵ | ۱/۳ | ۱/۸۲ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۷۳۹۶۳۰۱<br>۱/۲۳ | ۷۴۳۴<br>۱/۷۸ | ۷۳۹۴۲۷<br>۱/ | ۷۴۸۸<br>۱/۶۹ | ۷۳۸۹<br>۱/۴۱ | ۷۴۰۲۷۶<br>۱/۵۸۹ | ۷۱۹۷۸۶<br>۱/۶۹۳ | ۷۴۲۳۲۸۹۳<br>۱/ | ۷۲۶۰۶۴۶<br>۱/۲۲۸ | ۷۲۶۳۲۶<br>۱/۹۲۶ | ۷۴۰۶<br>۱/۹۶ | ۷۴۰۶۸<br>۱/۱ | ۸۹۴۶<br>۱/۴۴ |
| ۷۳۹۶۳۰۱<br>۱/۲۳ | ۷۴۹۰<br>۱/۷۷ | ۷۳۹۴۲۷<br>۱/ | ۷۵۰۲<br>۱/۳ | ۷۴۴۵<br>۱/۶۶ | ۷۷۵۰۴۰<br>۱/۳۸۳ | ۷۲۰۰۶۸<br>۱/۰۶۵ | ۷۴۴۶۹۴۶۹<br>۱/۸ | ۷۲۶۰۶۴۶<br>۱/۲۲۸ | ۷۲۶۳۲۶<br>۱/۹۲۶ | ۷۴۰۵<br>۱/۲۵ | ۷۴۷۱۴<br>۱/۵ | ۸۹۹۷<br>۱/۶۲ |
| ۷۳۹۶۳۰۱<br>۱/۲۳ | ۷۵۷۳<br>۱/۳۵ | ۷۳۹۴۲۷<br>۱/ | ۷۴۶۹<br>۱/۸۷ | ۸۲۷۵<br>۱/۹۷ | ۷۴۶۸۸۹<br>۱/۸۶۴ | ۷۲۱۲۶۸<br>۱/۳ | ۷۴۲۹۲۲۸۸<br>۱/ | ۷۱۷۷۴۸۹<br>۱/۷۱ | ۷۲۶۳۲۶<br>۱/۹۲۶ | ۷۳۹۶<br>۱/۶۸ | ۷۴۴۸۷<br>۱/۹ | ۹۰۴۶<br>۱/۰۷ |
| ۷۳۹۶۳۰۱<br>۱/۲۳ | ۷۴۱۲<br>۱/۱۷ | ۷۳۹۴۲۷<br>۱/ | ۷۵۰۵<br>۱/۹۱ | ۷۹۶۱<br>۱/۴۱ | ۷۴۲۴۹۲<br>۱/۶۳۶ | ۷۲۱۴۷۲<br>۱/۲۷۵ | ۷۴۵۲۶۲۱۸<br>۱/۹ | ۷۱۷۷۴۸۶<br>۱/۷۱ | ۷۲۶۳۲۶<br>۱/۹۲۶ | ۷۴۰۵<br>۱/۵۹ | ۷۴۸۷۸<br>۱/۳ | ۹۰۰۸<br>۱/۷۷ |
| ۷۳۹۶۳۰۱<br>۱/۲۳ | ۷۵۷۳<br>۱/۳۵ | ۷۳۹۴۲۷<br>۱/ | ۷۳۹۸<br>۱/۴۶ | ۷۴۴۳<br>۱/۷۳ | ۷۸۰۴۳۲<br>۱/۶۷۷ | ۷۲۱۹۸۱<br>۱/۸۰۳ | ۷۳۸۸۷۸۱۳<br>۱/۶ | ۷۲۶۰۶۴۶<br>۱/۲۲۸ | ۷۲۶۳۲۶<br>۱/۹۲۶ | ۷۳۹۴<br>۱/۴۵ | ۷۴۳۱۹<br>۱/۸ | ۸۹۹۲<br>۱/۲۹ |
| ۷۳۹۶۳۰۱<br>۱/۲۳ | ۷۵۷۳<br>۱/۳۵ | ۷۳۹۴۲۷<br>۱/ | ۷۴۱۴<br>۱/۲۴ | ۷۴۴۱<br>۱/۸۱ | ۷۵۲۶۸۱<br>۱/۰۳۶ | ۷۲۱۹۸۱<br>۱/۸۰۳ | ۷۴۰۸۶۳۷۴<br>۱/۵ | ۷۲۶۰۶۴۶<br>۱/۲۲۸ | ۷۲۶۳۲۶<br>۱/۹۲۶ | ۷۳۹۱<br>۱/۸۷ | ۷۵۰۲۴<br>۱/۷ | ۸۹۷۶<br>۱/۳ |
| ۷۳۹۶۳۰۱<br>۱/۲۳ | ۷۵۷۳<br>۱/۳۵ | ۷۳۹۴۲۷<br>۱/ | ۷۳۸۰<br>۱/۳۵ | ۷۵۱۴<br>۱/۴۵ | ۷۵۳۳۹۹<br>۱/۱۹۹ | ۷۲۱۹۸۱<br>۱/۸۰۳ | ۷۴۰۶۲۷۶۷<br>۱/۲ | ۷۲۶۰۶۴۶<br>۱/۲۲۸ | ۷۲۶۳۲۶<br>۱/۹۲۶ | ۷۳۷۷<br>۱/۵۹ | ۷۵۲۰۲<br>۱/۸ | ۸۹۸۰<br>۱/۵۸ |
| ۷۳۹۶۳۰۱<br>۱/۲۳ | ۷۳۷۸<br>۱/۰۳ | ۷۳۹۴۲۷<br>۱/ | ۷۳۷۴<br>۱/۷۸ | ۷۵۰۱<br>۱/۱۷ | ۷۳۹۳۸۶<br>۱/۹۰۳ | ۷۳۲۰۵۰<br>۱/۸۰۷ | ۷۳۸۹۴۰۷۲<br>۱/۸ | ۷۲۹۲۲۷۳<br>۱/۲۶ | ۷۲۶۳۲۶<br>۱/۹۲۶ | ۷۳۸۶<br>۱/۲ | ۷۴۷۶۳<br>۱/۷ | ۸۹۶۰<br>۱/۵۹ |

**جدول ۱۳.** نتایج حاصل از روش فیبوناچی محاسباتی

| ایستگاه | $R_i$ | رتبه |
|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | ۱/۸۹۵۵۹۹ | ۹ |
| ایستگاه ۲ | ۱/۸۹۵۴۴۲ | ۱۰ |
| ایستگاه ۳ | ۱/۸۹۶۹۸۲ | ۷ |
| ایستگاه ۴ | ۱/۸۹۴۶۴۴ | ۱۱ |
| ایستگاه ۵ | ۱/۸۹۹۷۶۲ | ۳ |
| ایستگاه ۶ | ۱/۹۰۴۶۰۷ | ۱ |
| ایستگاه ۷ | ۱/۹۰۰۸۷۷ | ۲ |



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

| | | |
|---|---|---|
| ایستگاه ۸ | ۱/۸۹۹۲۲۹ | ۴ |
| ایستگاه ۹ | ۱/۸۹۷۶۳ | ۶ |
| ایستگاه ۱۰ | ۱/۸۹۸۰۵۸ | ۵ |
| ایستگاه ۱۱ | ۱/۸۹۶۰۵۹ | ۸ |

بررسی نتایج حاصل از دو روش فیبوناچی (محاسباتی و ترسیمی) نشان می‌دهد که هر دو روش نتایج یکسانی دارند. این امر نشان‌دهنده صحت دو روش می‌باشد. جدول ۱۴ نتایج هر دو روش فیبوناچی (محاسباتی و ترسیمی) را نشان می‌دهد.

**جدول ١٤.** مقایسه رتبه‌بندی دو روش دنباله فیبوناچی (محاسباتی و ترسیمی)

| ایستگاه | فیبوناچی محاسباتی | | فیبوناچی ترسیمی | |
|---|---|---|---|---|
| | $R_i$ | رتبه | $R_i$ | رتبه |
| ایستگاه ۱ | ۱/۸۹۵۵۹۹ | ۹ | ۱/۷۳۷۶۲۵ | ۹ |
| ایستگاه ۲ | ۱/۸۹۵۴۴۲ | ۱۰ | ۱/۷۳۷۴۷۵ | ۱۰ |
| ایستگاه ۳ | ۱/۸۹۶۹۸۲ | ۷ | ۱/۷۳۸۸۹۲ | ۷ |
| ایستگاه ۴ | ۱/۸۹۴۶۴۴ | ۱۱ | ۱/۷۳۶۸۰۸ | ۱۱ |
| ایستگاه ۵ | ۱/۸۹۹۷۶۲ | ۳ | ۱/۷۴۱۴۳۳ | ۳ |
| ایستگاه ۶ | ۱/۹۰۴۶۰۷ | ۱ | ۱/۷۴۵۸۸۳ | ۱ |
| ایستگاه ۷ | ۱/۹۰۰۸۷۷ | ۲ | ۱/۷۴۲۴۶۶ | ۲ |
| ایستگاه ۸ | ۱/۸۹۹۲۲۹ | ۴ | ۱/۷۴۰۹۴۲ | ۴ |
| ایستگاه ۹ | ۱/۸۹۷۶۳ | ۶ | ۱/۷۳۹۴۸۳ | ۶ |
| ایستگاه ۱۰ | ۱/۸۹۸۰۵۸ | ۵ | ۱/۷۳۹۸۶۶ | ۵ |
| ایستگاه ۱۱ | ۱/۸۹۶۰۵۹ | ۸ | ۱/۷۳۸۰۴۱ | ۸ |

در جدول ۱۵ مقایسه نتایج حاصل از رتبه‌بندی به دو روش تاپسیس و دنباله فیبوناچی (ترسیمی و محاسباتی) ارایه شده است.

**جدول ۱۵.** مقایسه رتبه‌بندی روش دنباله فیبوناچی (ترسیمی و محاسباتی) و روش تاپسیس

| ایستگاه | رتبه‌بندی با روش دنباله فیبوناچی ترسیمی | رتبه‌بندی با روش دنباله فیبوناچی محاسباتی | رتبه‌بندی با روش تاپسیس |
|---|---|---|---|
| ایستگاه ۱ | ۹ | ۹ | ۸ |
| ایستگاه ۲ | ۱۰ | ۱۰ | ۹ |
| ایستگاه ۳ | ۷ | ۷ | ۶ |
| ایستگاه ۴ | ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ |
| ایستگاه ۵ | ۳ | ۳ | ۴ |
| ایستگاه ۶ | ۱ | ۱ | ۱ |
| ایستگاه ۷ | ۲ | ۲ | ۲ |
| ایستگاه ۸ | ۴ | ۴ | ۳ |



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

| | | | |
|---|---|---|---|
| ایستگاه ۹ | ۶ | ۶ | ۷ |
| ایستگاه ۱۰ | ۵ | ۵ | ۵ |
| ایستگاه ۱۱ | ۸ | ۸ | ۱۰ |

## ۵ نتیجه‌گیری

در این پژوهش رتبه‌بندی ایستگاه‌های پیشنهادی آتش‌نشانی در منطقه ۱۰ تهران مورد بررسی قرار گرفته است. این رتبه‌بندی توسط روش جدیدی به نام دنباله فیبوناچی صورت گرفته است، سپس جهت حصول اطمینان از روش جدید، نتایج حاصل از روش جدید با روش تاپسیس مقایسه گردیده است. مقایسه نشان می‌دهد که نتایج روش دنباله فیبوناچی ترسیمی و محاسباتی کاملاً با هم مطابقت دارد، همچنین نتایج روش دنباله فیبوناچی قرابت بسیار زیادی با نتایج روش تاپسیس دارد که این موضوع صحت روش دنباله فیبوناچی را تأیید می‌کند. معیارهایی که از منظر خبرگان بیشترین اهمیت را دارا است عبارتست از همجواری و کاربری، ترافیک، اندازه قطعات و ناپایداری. ایستگاه‌های حایز رتبه‌های برتر در معیارهای دارای امتیاز بالاتر دارای بیشترین مقدار و ایستگاه‌های حایز رتبه‌های پایین‌تر در معیارهای دارای امتیاز بالاتر دارای کم‌ترین مقدار بوده‌اند. مثلاً ایستگاه ۶ به عنوان حایز رتبه اول در هر دو روش، بزرگ‌ترین عرض معبر و بیشترین فاصله را نسبت به همجواری‌های غیرمجاز دارد و با توجه به وزن زیاد معیارهای دسترسی و همجواری در جدول خبرگان رتبه برتر را به‌دست آورده است. در ایستگاه ۴ که در رتبه‌بندی آخرین رتبه را به‌دست آورده است از نظر همجواری کوتاه‌ترین فاصله را با کاربری های غیرمجاز دارد و به‌دلیل وزن زیاد همجواری آخرین رتبه را به‌دست آورده است. این موضوع در هر دو روش رتبه‌بندی نمود یافته و ایستگاه‌های ۶ و ۴ به ترتیب به عنوان اولین و آخرین رتبه انتخاب شده‌اند. ایستگاه ۱۱ علیرغم این‌که از زمین در مالکیت شهرداری استفاده می‌کند، اما در رتبه‌بندی، حایز رتبه‌های آخر شده است (رتبه ۸ در روش دنباله فیبوناچی و رتبه ۱۰ در روش تاپسیس). با بررسی وزن معیار قیمت زمین در وزن‌دهی خبرگان مشخص می‌شود این معیار کمترین وزن را در میان معیارها دارد، این امر تأییدکننده نتایج حاصل از رتبه‌بندی است.

جهت پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود روش دنباله فیبوناچی با داده‌های نادقیق مثل بازه‌ای، فازی، تصادفی مورد بررسی قرار گیرد.

## - سپاسگزاری

پژوهشگران لازم می‌دانند از سازمان آتش‌نشانی شهرداری تهران و آتش‌نشانان ایستگاه‌های آتش‌نشانی شهر تهران قدردانی نمایند.

## منابع

[1] Papoli Yazdi, M. H., Rajabi Sanajerdi, H., (2010). The theory of urban and surrounding. Tehran, The Organization for Researching and Composing University textbooks in the Humanities (SAMT) Press.



[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]

[2] Aghayi N., Hosseinzadeh Lotfi F., Gholami K., Ghelej Beigi Z., (2018). Ranking, Sensitivity Analysis for Ranks of Dmus Based on Ideal Hyperplanes. Journal of Operational Research in Its Applications, 15, 125-134.
[3] Delbari S.A., Davoodi S.A., (2012). Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) for Ranking the Evaluation Indicators of Tourism Attractions. Journal of Operational Research in its Applications, 9, 57-79.
[4] Agenda criteria for locating urban fire stations (Standard No. 6430), (2001). Tehran, Iran National Standards Organization.
[5] Kanoun, I., Chabchoub, H., Aouni, B., (2010). Goal Programming Model for Fire and Emergency Service Facilities Site Selection. Taylor & Francis, 48, 143-153.
[6] Pérez J., Maldonado S., Marianov V., (2016). A reconfiguration of fire station and fleet locations for the Santiago Fire Department. International Journal of Production Research, 54, 3170-3186.
[7] Rose, K., (1984). Theory and pragmatism in locating emergency services. Civil Engineering Systems, 1, 247-254.
[8] Ebrahimi, M., Mirzayi Modam, M., (2016). Selecting the best zones to add new emergency services based on a hybrid fuzzy MADM method: A case study for Tehran. Safety Science, 85, 67-76.
[9] Zanjirani Farahani, R., Steadie Seifi, M., Asgari, N., (2010). Multiple criteria facility location problems: A survey. Applied Mathematical Modelling, 34, 1689-1709.
[10] Rahimipour Sheikhani Nejad, M. A., Nasiri Jan Agha, F., Khatami, S. S., Shadpour, M., (2017). Assessment and Optimal Locating of Fixed and Mobile Stations of Rescue and Relief in Rural Areas of Guilan Province with Emphasis on Unexpected Disasters. Scientific Journal of Rescue and Relief, 8, 105-120.
[11] Feghhi Farahmand, N., Hajkarimi, B., (2011). Fire Station Location Decisions by Using Topsis and Saw Multi Criteria Decision Making Methods and Choosing the Best Site Selection Using Breda Method (Alborz Industrial City of Qazvin). Quantitative Researches in Management, 1, 53-67.
[12] Varesi, H. R., Sharifi, N., Shahsavani, M. J., (2016). Location of Fire Stations by Using Overlap Index and Analytical Hierarchy Process (Case Study: Najafabad City). Scientific Journal of Rescue and Relief, 7, 56-71.
[13] Bay, N., Akbari, M., Oveisi, N., Mirzazanjani, P., Bay, M., Tajari, S., (2015). Site Selection of Road Relief and Rescue Bases in Golestan Province with the Emphasis on International Road of Tehran to Mashhad. Scientific Journal of Rescue and Relief, 7, 1-13.
[14] Rahnama, M. R., Aftab, A., (2014). Locating the Fire Stations of Urmia City Using GIS and AHP. Geography and Development, 12, 153-165.
[15] Shiri, F., Shams, M., (2016). Factors Affecting Location of Fire Stations Using Cluster Analysis Technique. Environmental Based Territorial Planning (Amayesh), 9, 113-132.
[16] Population and Housing Censuses, (2016). Tehran, Statistical Center of Iran.
[17] www.tehran.ir, n.d.
[18] Iranian Code of Practice for Seismic Resistant Design of Buildings (Standard No. 2800), (2014). Tehran, Road, Housing & Urban Development Research Center Press.
[19] Azizi, M. M., (2014). Density in urban planning. Tehran, University of Tehran Press.
[20] http://news.mrud.ir, (2014).
[21] google earth, (2020).
[22] Asghar Pour, M. J., (2015). Multi-Criteria Decision Making. Tehran, University of Tehran Press.
[23] Hosseinzadeh Lotfi, F., Fallahnejad, R., (2010). Imprecise Shannon's Entropy and Multi Attribute Decision Making. Entropy, 12, 53-62.
[24] Azar, A., Rajabzadeh, A., (2017). Applied Decision Making (MADM approach). Tehran, Negah-e Danesh Press.
[25] Kalantari, Kh., (2012). Quantitive Models in Planning (Regional Urban and Rural). Tehran. Farhang-e Saba Press.
[26] Kazemi, M., Alizadeh Zoeram, A., (2014). Optimum Selection of Suppliers Based on AHP-DEA-TOPSIS Combined Approach. Journal of Operational Research in its Applications,10, 37-53.
[27] Chen, P., (2019). Effects of normalization on the entropy-based TOPSIS method. Expert Systems with Applications, 136, 33-41

[ Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-28 ]
[ DOR: 20.1001.1.22517286.2022.19.1.3.3 ]
[ DOI: 10.52547/jamlu.19.1.99 ]