اولویت‌بندی مکان‌های احداث پایگاه اورژانس با ترکیب روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و تاپکور فازی

محمدعلی بهشتی‌نیا[۱]، کیمیا همتی[۲]، مائده دقیقی[۲]
[۱]دانشیار، گروه صنایع دانشکده مواد و صنایع، دانشگاه سمنان beheshtinia@semnan.ac.ir
[۲]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه صنایع، دانشکده مواد و صنایع، دانشگاه سمنان

چکیده
این پژوهش به بررسی و اولویت بندی احداث پایگاه‌های اورژانس در استان سمنان با استفاده از تکنیکهای تصمیم گیری چند معیاره می پردازد. روشهای مورد استفاده شامل روشهای تحلیل سلسله مراتبی(AHP) و فازی تاپکور (TOPKOR) می‌شود. ابتدا ۱۵ معیار موثر در رتبه بندی نقاط اورژانس شناسایی شده و توسط روش AHP رتبه بنید می شوند. سپس ۹ نقطه کاندید شناسایی شده و امتیاز هر نقطه کاندید در هر معیار شناسایی شده و در نهایت توسط روش تاپکور فازی به رتبه بندی نقاط کاندید پرداخته می شود. نتایج نشان داد معیارهای "دسترسی به شبکه‌های ارتباطی درجه‌یک"، "زمان خدمت‌دهی" و "موقعیت بقیه‌ی پایگاه‌های اورژانس استان" به ترتیب بیشترین اهمیت را بین ۱۵ معیار بررسی‌شده در پژوهش دارد. همچنین نتایج، اولویت مکانهای کاندید جهت احداث پایگاههای اورژانس را مشخص نمود.

واژه های کلیدی
کلیدواژه: تصمیم‌گیری چند معیاره، مکان‌یابی پایگاه اورژانس، AHP، FTOPKOR

مقدمه

به‌منظور کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش کیفیت فعالیت‌های بهداشتی و درمانی مدیران خدمات اورژانس پزشکی باید روش‌های خود را به‌روزرسانی نمایند [۱] .

ازجمله مهم‌ترین موضوعات پیشنهاد شده در خدمات اورژانس پزشکی، مکان‌یابی پایگاه‌های اورژانس جهت پوشش حداکثری مناطق و خدمت‌رسانی مطلوب به متقاضیان در شرایط اضطراری است [۲] .

این مقاله به اولویت‌بندی مکان‌های احداث پایگاه اورژانس با ترکیب روش های AHP[1] و تاپکور فازی۲ (FTOPKOR) در استان سمنان می پردازد. در چند سال اخیر تصادفات زیادی در جاده‌های استان سمنان اتفاق افتاده است. انتقال به‌موقع بیماران به مراکز بهداشتی و درمانی، حائز اهمیت است لذا در صورت کوتاهی در این امر مهم احتمال بالا رفتن آسیب جانی بیماران افزایش می‌یابد.

در ادامه‌ی این تحقیق، در بخش ۲ به‌مرور ادبیات پرداخته می‌شود، یافته‌های پژوهش در بخش ۳، و پیاده‌سازی مطالعه موردی در بخش ۴ تبیین می‌شود، نتیجه‌گیری کلی در بخش ۵ بیان می‌شود.

مرور ادبیات

تحقیقات متعددی در حوزه مکانیابی اورژانس انجام شده است که ادامه برخی از نزدیکترین تحقیقات به تحقیق حاضر بیان می گردند. سپهری و همکارانش [۳] مسئله مکان‌یابی پایگاه اورژانس را باهدف بیشینه‌سازی مناطق تحت پوشش و کمینه‌سازی مسافت با محدودیت منابع ارائه داد. با استفاده از سه مدل برنامه‌ریزی ریاضی و حل آن توسط مدل مکان‌یابی حداکثر پوشش 3(MCLP) مناطقی را در شهر اصفهان برای احداث پایگاه‌های اورژانس معرفی کردند. کینگ کو و همکارانش [۴] پس از معرفی روش ارزیابی بر پایه‌ی تحلیل سلسله مراتبی، پنج عامل مؤثر بر مکان‌یابی مراکز اورژانسی را ارائه دادند. آن‌ها معیارها و زیر معیارها را با استفاده ازنظر متخصصان رتبه دهی کردند و مکان‌های بهینه را با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی مشخص کردند. سپس آن را در منطقه‌ی هاندان۴ در کشور چین به کار گرفتند. مالکی و همکارانش [۵] با استفاده از رویکرد «قیاسی، توصیفی و تحلیلی» چگونگی پراکندگی مراکز خدمات بهداشتی-درمانی را در شهر میاندوآب۵ بررسی کردند. آن‌ها به روش تحلیل سلسله مراتبی، اولویت مکانی را برای محل احداث مراکز بهداشتی و درمانی در نواحی پنج‌گانه‌ی شهر میاندوآب تعیین کردند. لولویی و همکاران [۶] بر این باورند که اورژانس یکی از خدمات بسیار مهم در شهر هست، بنابراین عوامل مؤثر بر مکان‌یابی اورژانس مانند زمان، فاصله، تسهیلات، ترافیک منطقه و جمعیت را در نظر گرفته و آن‌ها را رتبه‌بندی کردند.

[1] Analytical Hierarchy Process
[2] Fuzzy TOPKOR
[3] Maximal covering location problem
[4] Handan
[5] Miandoab

سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مراکز اورژانس شهرستان شیراز۶ را اولویت‌بندی کردند. ابراهیم‌زاده و همکارانش [۷] با استفاده از معیارهایی مانند دسترسی به شبکه‌های ارتباطی درجه‌یک، بیشینه پوشش دهی و فاصله از کارگاه‌های صنعتی مکان‌یابی پایگاه‌های اورژانس شهر زنجان را موردبررسی قراردادند. روش انتخابی آن‌ها تحلیل سیستم اطلاعات جغرافیایی۷ (GIS) بود و به این نتیجه رسیدند که در شهر زنجان۸ حداقل ۷ منطقه وجود دارد که می‌تواند مکان‌های کاندید برای احداث پایگاه اورژانس باشد. بهشتی نیا و سدادی[۸] با ارائه یک روش جدید برای رتبه‌بندی ساخت نیروگاه‌های تجدید پذیر مطرح کردند که با استفاده از تلفیق روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و FTOPKOR به اولویت‌بندی مکان‌های احداث می پرداخت.

روش تحقیق

موضوع این تحقیق ارائه، مدلی ترکیبی از روش‌های AHP و FTOPKOR به‌منظور رتبه‌بندی مکان‌های پیشنهادی، باهدف ارائه راهکاری برای انتخاب بهترین مکان احداث پایگاه اورژانس است.

در مرحله اول شناسایی معیارهای مؤثر در مکان‌یابی استاندارد شود.یعنی معیارها با استفاده از قواعد تصمیم‌گیری به مقیاسی تبدیل شوند که بتوان آن‌ها را باهم ادغام کرد. بدین منظور از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده شده است. AHP روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد و انتخاب بین گزینه‌ها دشوار است مورداستفاده قرار می‌گیرد.

داده‌های اولیه این پژوهش شامل، پرسشنامه مقایسات زوجی برای محاسبه وزن معیارها درروش AHP و پرسشنامه ماتریس تصمیم به‌منظور تعیین امتیاز هر گزینه در هر معیار که توسط خبرگان پرشده است. جامعه خبرگان شامل ۱۲ نفر شامل اساتید دانشگاه و مدیران حوزه اورژانس می باشد.

در این تحقیق از اعداد فازی مثلثی جهت تبیین عدم قطعیت در پارامترهای مساله استفاده شده است. اگر $\tilde{A}=(a_l,a_m,a_u)$ و $\tilde{B}=(b_l,b_m,b_u)$ دو عدد فازی مثلثی باشند، محاسبات ریاضی با استفاده از روابط زیر صورت می پذیرد.

$$\tilde{L}+\tilde{M}=(l_1+m_1,l_2+m_2,l_3+m_3) \qquad (1)$$

$$\tilde{L}-\tilde{M}=(l_1-m_3,l_2-m_2,l_3-m_1) \qquad (2)$$

$$\tilde{L}\times\tilde{M}=(\min(l_1m_1,l_1m_3,l_3m_1,l_3m_3),\ l_2m_2,\max(l_1m_1,l_1m_3,l_3m_1,l_3m_3)) \qquad (3)$$

$$\tilde{L}/\tilde{M}=(\min(l_1/m_1,l_1/m_3,l_3/m_1,l_3/m_3),\ l_2/m_2,\max(l_1/m_1,l_1/m_3,l_3/m_1,l_3/m_3)) \qquad (4)$$

گام‌های تحقیق برای پاسخ به سؤالات فوق به شرح زیر است:

گام اول: تعیین معیارهای مؤثر در ارزیابی و رتبه‌بندی مکان‌های احداث بیمارستان

گام دوم: تعیین وزن معیارها با استفاده از روش AHP

برای استفاده از ماتریس تصمیم باید ابتدا توسط پرسشنامه ماتریس مقایسات زوجی وزن معیارها با یکدیگر مقایسه شوند. گامهای روش AHP و متغیرهای زبانی مورد استفاده برای پاسخ به پرسشنامه ماتریس مقایسات زوجی و اعدا متناظر با آنها از تحقیق بهشتی نیا و سدادی[۸] استخراج شده است. پس از تکمیل پرسشنامه ماتریس مقایسات زوجی توسط خبرگان، میانگین هندسی پاسخ آنها به عنوان ماتریس مقایسات زوجی نهایی در نظر گرفته شده است.

گام سوم: تعین گزینه‌ها

گام چهارم: تعیین امتیاز گزینه‌ها در معیارها: در این حالت با استفاده از پرسشنامه ماتریس تصمیم امتیاز هر گزینه در هر معیار تعیین می شود. در تعیین امتیاز هر گزینه در هر معیار از متغیرهای زبانی نشان داده شده در جدول ۱ استفاده شده است. در این جدول اعداد فازی معادل هر متغیر زبانی نشان داد شده است. پس از تکمیل پرسشنامه ماتریس تصمیم توسط خبرگان، میانگین حسابی پاسخ آنها به عنوان تصمیم نهایی در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- متغیرهای زبانی مورد استفاده در پرسشنامه ماتریس تصمیم

امتیاز	عدد فازی
خیلی ضعیف	(0,1,2)
ضعیف	(1,2,3)
کمی ضعیف	(2,3.5,5)
متوسط	(4,5,6)
کمی زیاد	(5,6.5,8)
زیاد	(7,8,9)
خیلی زیاد	(8,9,10)

۶ Shiraz
۷ Geographic information system
۸ Zanjan

گام پنجم: رتبه‌بندی مکان‌های احداث پایگاه اورژانس با استفاده از روش FTOPKOR

روش FTOPKOR ترکیب دو روش متفاوت ترجیح بر اساس مشابهت به راه‌حل ایده آل[۹] (TOPSIS) و VIKOR هست. درروش تاپسیس گزینه‌ای برتر است که مجموع فاصله آن از گزینه ایده آل مثبت F_j^+ کم و از گزینه ایده آل منفی F_j^- زیاد باشد. اما درروش VICOR گزینه‌ای برتر است که مجموع فاصله نسبی آن از گزینه ایده آل مثبت و بیشینه فاصله آن از گزینه ایده آل مثبت در هر معیار کم باشد. روش FTOPKOR سعی در یکپارچه نمودن هر دو روش مذکور دارد و گزینه‌ای در آن اولویت بالاتر می‌گیرد که سه پارامتر مجموع فاصله آن با گزینه ایده آل مثبت، بیشینه فاصله آن از گزینه ایده آل مثبت در هر معیار کم بوده و مجموع فاصله آن از گزینه ایده آل منفی زیاد باشد. گام‌های این روش به‌صورت زیر است:

گام۱: ماتریس تصمیم X را در نظر بگیرید که در آن x_{ij} امتیاز گزینه‌ی i ام در معیار j ام هست و w_i وزن معیار و n تعداد معیارها و m تعداد گزینه‌ها هست.

$$\tilde{x}=\left[\tilde{x}_{ij}\right]_{m\times n}=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ . \\ . \\ . \\ A_3 \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} C_1 & C_2 & . & . & . & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & . & . & . & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & . & . & . & \tilde{x}_{2n} \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & . & . & . & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{array} \qquad (۵)$$

$$W_j=[W_1,W_2,...,W_n]$$

گام۲: ماتریس تصمیم نرمال شده را با استفاده از روابط زیر بدست آورید. رابطه اول برای معیارهای از نوع سود و رابطه دوم برای معیارهای از نوع هزینه استفاده می شود.

$$\tilde{r}_{ij}=\left(\frac{a_{ij}}{c_j^*},\frac{b_{ij}}{c_j^*},\frac{c_{ij}}{c_j^*}\right),\quad c_j^*=Max_i\{c_{ij}\} \qquad (۶)$$

$$\tilde{r}_{ij}=\left(\frac{a_j^-}{c_{ij}},\frac{a_j^-}{b_{ij}},\frac{a_j^-}{a_{ij}}\right) \qquad (۷)$$
$$,\quad a_j^-=Min_i\{a_{ij}\}$$

گام۳: ماتریس نرمالایز وزنی را با استفاده از رابطه زیر حساب کنید.

$$\tilde{V}=\left[\tilde{v}_{ij}\right]_{m\times n},\quad \tilde{v}_{ij}=w_j\times\tilde{r}_{ij} \qquad (۸)$$

گام۴: نقطه ایده آل مثبت و ایده آل منفی را با استفاده از روابط زیر به دست آورید.

$$FPIS_j=\begin{cases} Max_i\tilde{V}_{ij} & j=1,2,...,n|if\ j\in B \\ Min_i\tilde{V}_{ij} & j=1,2,...,n|if\ j\in C \end{cases} \qquad (۹)$$

$$FNIS_j=\begin{cases} Min_i\tilde{V}_{ij} & j=1,2,...,n|if\ j\in B \\ Max_i\tilde{V}_{ij} & j=1,2,...,n|if\ j\in C \end{cases} \qquad (۱۰)$$

که در آن معیار B از نوع سود و معیار C از نوع هزینه است.

گام۵: فاصله‌ی هر گزینه از نقطه ایده آل مثبت و ایده آل منفی را با استفاده از روابط زیر محاسبه کنید.

$$d_i^+=\sum_{j=1}^{n}d(\tilde{v}_{ij},FPIS_j),\quad i=1,2,...,m \qquad (۱۱)$$

$$d_i^-=\sum_{j=1}^{n}d(\tilde{v}_{ij},FNIS_j),\quad i=1,2,...,m \qquad (۱۲)$$

که در آن d_i^+ و d_i^- به ترتیب مجموع فاصله‌ی گزینه از نقطه ایده آل مثبت و منفی هستند.

اگر $\tilde{A}=(a_l,a_m,a_u)$ و $\tilde{B}=(b_l,b_m,b_u)$ دو عدد فازی مثلثی باشند، فاصلع بین آنها از رابطه زیر محاسبه می شود.

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

$$d(\tilde{A},\tilde{B})=\sqrt{\frac{1}{3}[(a_l-b_l)^2+(a_m-b_m)^2+(a_u-b_u)^2]} \quad (۱۳)$$

گام۶: بیشینه فاصله بین هر گزینه با نقطه ایده آل مثبت در هر معیار را به دست آورید. این پارامتر درروش VIKOR شاخص تأسف نام دارد و با R نشان داده می‌شود

$$R_i=\max_j^n d(\tilde{v}_{ij},FPIS_j) \quad , \quad i=1,2,...,m \quad (۱۴)$$

گام۷: شاخص VIKOR برای هر گزینه i (Qi) را از رابطه زیر به دست آورید.

$$Q_i=v\times\left[\frac{d_i^+-dp_i^+}{dn_i^+-dp_i^+}\right]+(1-v)\times\left[\frac{R_i-R^+}{R^--R^+}\right] \quad (۱۵)$$

$$dp_i^+=\min_i d_i^+ \;,\; dn_i^+=\max_i d_i^+ \;,\; R^+=\min_i R_i \;,\; R^-=\max_i R_i^- \;.\; 0<v<1$$

v نشان‌دهنده وزن نسبی پارامتر مجموع فاصله از گزینه ایده آل مثبت و شاخص تأسف است. در این پژوهش مقدار این پارامتر ۰.۵ در نظر گرفته‌شده است.

گام۸: شاخص نزدیکی را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کنید. هر گزینه که در آن شاخص CC_i کمتر باشد، گزینه‌ی بهتری است.

$$CC_i^*=\frac{d_i^-}{d_i^-+Q_i}, \quad i=1,2,...,m \quad (۱۶)$$

مطالعه کاربردی

نتایج حاصل از یک نمونه پیاده‌سازی شده گام‌های تحقیق در این بخش ارائه می‌گردد.

گام اول:در این گام به شناسایی معیارهای مؤثر و مکان‌های مناسب برای احداث پایگاه اورژانس با استفاده از ادبیات موضوع و نظرات خبرگان پرداخته شد. فهرستی از معیارهای شناسایی‌شده در جدول ۲ نشان داده‌شده است.

گام دوم: با استفاده از پرسشنامه اول و استفاده از روش AHP وزن هر یک از معیارها محاسبه شد که در جدول ۲ نشان داده‌شده است.

گام سوم: ۹ مکان(گزینه‌ها) کاندید ساخت پایگاه‌های اورژانس در استان سمنان با استفاد از نظرات خبرگان شناسایی شد. این نقاط در شهرهای سمنان، دامغان، شاهرود، ایوانکی، ارادان، میامی، سرخه، گرمسار و مهدی شهر قرار دارند.

گام چهارم: با استفاده از پرسشنامه ماتریس تصمیم امتیاز هر نقطه کاندید در هر معیار (ماتریس تصمیم) به دست آمد. ماتریس تصمیم نهایی در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- معیارهای مؤثر در مکان‌یابی احداث پایگاه‌های اورژانس

ردیف	معیار نهایی	نوع معیار(سود یا هزینه)	وزن معیار	ردیف	معیار نهایی	نوع معیار(سود یا هزینه)	وزن معیار
۱	زمان خدمت‌دهی	سود	۱۲۷.۰	۹	دسترسی به شبکه‌های ارتباطی درجه‌یک	سود	۲۳۱.۰
۲	بیشینه‌سازی پوشش دهی	سود	۰۹۱.۰	۱۰	تعداد تصادفات	سود	۰۴۷.۰
۳	امکان عبور و مرور	سود	۰۳۵.۰	۱۱	جمعیت	سود	۰۲۸.۰
۴	هزینه‌ی خرید زمین	هزینه	۰۴۷.۰	۱۲	تعداد افراد به ازای هر اورژانس	سود	۰۳۶.۰
۵	تجهیزات انتقال	سود	۰۸۵.۰	۱۳	نوع بافت عمرانی	سود	۰۱۳.۰
۶	ترافیک منطقه	سود	۰۲۸.۰	۱۴	حمایت مالی دولت	سود	۰۹۶.۰
۷	موقعیت بقیه‌ی پایگاه‌های اورژانس استان	سود	۱۰۵.۰	۱۵	فاصله از کارگاه‌های صنعتی	سود	۰۱۷.۰
۸	شرایط آب و هوایی منطقه	سود	۰۱۵.۰				

جدول۳- ماتریس تصمیم

معیار -گزینه	سمنان	دامغان	شاهرود	ایوانکی	اردان	میامی	سرخه	گرمسار	مهدی شهر
زمان خدمت دهی	(۱.۲۵,۲.۳۸,۳.۵)	(۲.۶۷,۴,۵.۳۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۵.۵,۶.۹۲,۸.۳۳)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۵.۷۵,۷.۱۳,۸.۵)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)
بیشینه سازی پوشش دهی	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۶۷,۴,۵.۳۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۱,۲,۳)	(۱.۱۷,۲.۲۵,۳.۳۳)	(۱,۲,۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۱.۳۳,۲.۵,۳.۶۷)
امکان عبور و مرور	(۱.۲۵,۲.۳۸,۳.۵)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)
هزینه خرید زمین	(۸,۹,۱۰)	(۴.۹۲,۶.۳۸,۷.۸۳)	(۷,۸.۱۷,۹.۳۳)	(۷.۲۵,۸.۳۸,۹.۵)	(۳.۶۷,۴.۷۵,۵.۸۳)	(۳.۵,۴.۶۳,۵.۷۵)	(۳.۱۷,۴.۳۸,۵.۵۸)	(۶.۵,۷.۷۵,۹)	(۴.۸۳,۶.۲۵,۷.۶۷)
تجهیزات انتقال	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۲.۸۳,۴.۱۳,۵.۴۲)	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۲.۸۳,۴.۱۳,۵.۴۲)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)
ترافیک منطقه	(۶.۲۵,۷.۵۴,۸.۸۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۴.۴۲,۵.۶۳,۶.۸۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۱.۰۸,۲.۱۳,۳.۱۷)	(۱.۲۵,۲.۳۸,۳.۵)	(۱.۳۳,۲.۵,۳.۶۷)	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)
موقعیت بقیه ی پایگاه های اورژانس استان	(۱.۱۷,۲.۲۵,۳.۳۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۵.۲۵,۶.۷۱,۸.۱۷)	(۶,۷.۳۳,۸.۶۷)	(۵.۷۵,۷.۱۳,۸.۵)	(۶.۲۵,۷.۵۴,۸.۸۳)	(۱.۳۳,۲.۵,۳.۶۷)	(۲.۶۷,۴,۵.۳۳)
شرایط اب و هوایی منطقه	(۲.۶۷,۴,۵.۳۳)	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۴.۴۲,۵.۶۳,۶.۸۳)	(۲.۱۷,۳.۶۳,۵.۰۸)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۲.۸۳,۴.۱۳,۵.۴۲)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۸۳,۴.۱۳,۵.۴۲)
دسترسی به شبکه های ارتباطی درجه یک	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۲.۱۷,۳.۶۳,۵.۰۸)
تعداد تصادفات	(۵.۷۵,۷.۱۳,۸.۵)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۲.۶۷,۴,۵.۳۳)	(۱.۴۲,۲.۶۳,۳.۸۳)	(۱.۴۲,۲.۶۳,۳.۸۳)	(۲.۱۷,۳.۶۳,۵.۰۸)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)
جمعیت	(۵.۵,۶.۹۲,۸.۳۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۸۳,۴.۱۳,۵.۴۲)	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)
تعداد افراد به ازای هر اورژانس	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۲.۸۳,۴.۱۳,۵.۴۲)	(۲.۶۷,۴,۵.۳۳)	(۱.۲۵,۲.۳۸,۳.۵)	(۱.۱۷,۲.۲۵,۳.۳۳)	(۱.۲۵,۲.۳۸,۳.۵)	(۱.۱۷,۲.۲۵,۳.۳۳)	(۲.۶۷,۴,۵.۳۳)	(۱.۱۷,۲.۲۵,۳.۳۳)
نوع بافت عمرانی	(۱.۳۳,۲.۵,۳.۶۷)	(۴.۰۸,۵.۱۳,۶.۱۷)	(۲.۳۳,۳.۷۵,۵.۱۷)	(۴.۰۸,۵.۱۳,۶.۱۷)	(۶,۷.۳۳,۸.۶۷)	(۲.۱۷,۳.۶۳,۵.۰۸)	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۲.۵,۳.۸۸,۵.۲۵)	(۲.۶۷,۴,۵.۳۳)
حمایت های مالی دولت	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)	(۴.۰۸,۵.۱۳,۶.۱۷)	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۴.۴۲,۵.۶۳,۶.۸۳)	(۴.۲۵,۵.۳۸,۶.۵)
فاصله از کارگاه های صنعتی	(۴.۳۳,۵.۵,۶.۶۷)	(۱.۵,۲.۷۵,۴)	(۶,۷.۳۳,۸.۶۷)	(۱.۰۸,۲.۱۳,۳.۱۷)	(۱.۰۸,۲.۱۳,۳.۱۷)	(۱.۳۳,۲.۵,۳.۶۷)	(۱.۱۷,۲.۲۵,۳.۳۳)	(۴.۱۷,۵.۲۵,۶.۳۳)	(۱.۳۳,۲.۵,۳.۶۷)

گام پنجم: با توجه به معیارها و ماتریس تصمیم، رتبه‌بندی نهایی با روش FTOPKOR در جدول ۴ آمده است. در این جدول نتایج به دست آمده از پیاده سازی روشهای تاپسیس فازی و ویکور فازی هم نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که هر یک از این روشها نتایج متفاوتی ارایه داده اند. علت این امر توجه روشهای مختلف به پارامترهای مختلف در فرایند تصمی م گیری است. روش تاپسیس به پارامترهای فاصله ز گزینه های ایده ال مثبت و منفی توجه دارد. روش ویکور به پارامترهای فاصله از گزینه ایده آل مثبت و حداکثر فاصله از گزینه ایده آل مثبت در هر معیار توجه دارد. اما روش تاپکور دید جامعتری دارد و هر سه پارامتر فاصله از گزیته ایده آل مثبت، فاصله از گزینه ایده آل منفی و حداکثر فاصله از گزینه ایده آل مثبت در هر معیار را در نظر می گیرد.

نتیجه‌گیری

این پژوهش به ارائه روشی یکپارچه برای مکان‌یابی احداث پایگاه‌های اورژانس پرداخته است. ابتدا معیارهای مؤثر در رتبه‌بندی و ارزیابی مکان پیشنهادی ساخت پایگاه‌های اورژانس شناسایی شد. امتیاز هر مکان در هر معیار تعیین گردید. سپس گزینه‌های احداث پایگاه‌های اورژانس با روش AHP-FTOPKOR رتبه‌بندی شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود معیارهای دسترسی به شبکه‌های ارتباطی درجه‌یک، زمان خدمت‌دهی و موقعیت بقیه‌ی پایگاه‌های اورژانس استان به ترتیب بیشترین اهمیت را بین ۱۵ معیار بررسی‌شده در پژوهش دارد. نتیجه رتبه‌بندی به روش FTOPKOR در جدول ۴ بیان‌شده و مراکز کاندید جهت احداث پایگاه اورژانس رتبه بندی شدند.

استفاده از روش FTOPKOR برای حل مسایل مختلف تصمیم گیری چندمعیاره می تواند به عنوان زمینه ای برای تحقیقات آتی در نظر گرفته شود. همچنین ترکیب روش FTOPKOR با سایر روشهای تصمیم گیری چند معیاره می تواند به‌عنوان زمینه‌ای دیگر برای تحقیقات آتی می‌تواند در نظر گرفته شود.

جدول۴- رتبه‌بندی مکان‌های پیشنهادی احداث پایگاه اورژانس

روش تاپکور فازی		روش ویکور فازی		روش تاپسیس فازی			
رتبه	شاخص تاپکور	رتبه	شاخص ویکور	رتبه	شاخص نزدیکی	فاصله از گزینه ایده آل منفی	فاصله از گزینه ایده آل مثبت
۳	۰.۹۴۱۹۰۹	۴	۰.۰۶۶	۲	۰.۵۶۶	۰.۲۲۷	۰.۱۷۵
۴	۰.۸۶۳۴۶۹	۲	۰.۰۱۷۸۳۳	۴	۰.۴۸۴	۰.۱۹۵	۲۰۸.۰
۱	۱.۴۰۸۶۴۴	۱	۰.۰۰۵۶۶۷	۱	۰.۵۹۲	۰.۲۳۹	۱۶۴.۰
۵	۰.۵۶۵۸۱۵	۷	۰.۱۲۸۳۳۳	۵	۰.۴۷۶	۰.۱۹۲	۲۱۱.۰
۷	۰.۴۸۸۴۳۹	۶	۰.۱۱۳	۷	۰.۴۲	۰.۱۶۹	۲۳۳.۰
۸	۰.۳۳۷۱۶۲	۸	۰.۱۴۱۳۳۳	۸	۰.۳۴۱	۰.۱۳۷	۲۶۵.۰
۶	۰.۵۱۷۸۵۷	۵	۰.۱۰۸	۶	۰.۴۳۲	۰.۱۷۴	۲۲۸.۰
۲	۰.۹۸۱۲۴۵	۳	۰.۰۳۷۱۶۷	۳	۰.۵۴۲	۰.۲۱۸	۰.۱۸۵
۹	۰.۲۶۸۱۹۴	۹	۰.۱۷۰۱۶۷	۹	۰.۳۰۱	۰.۱۲۱	۰.۲۸۱

مراجع

[۱] ReVelle, C. and K. Hogan, *The maximum availability location problem.* Transportation science, 1989. **23**(3): p. 192-200.

[۲] Maleki, A., S.M. Sajadi, and B. Rezaee, *Explanation and improvement performance indicators of the emergency system using discrete event simulation (Case study: Arak Imam Khomeini Hospital).* Health Information Management, 2014. **11**(1): p. 4-16.

[۳] سپهری، محمدمهدی، ملکی، محمد، مجلسی نسب، ناهید سادات، ۱۳۹۲. "طراحی مدل استقرار مجدد آمبولانس های مکان یافته"، نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید، شماره ۲، جلد۲۴، صفحه ۱۸۲-۱۷۲.

[۴] Qingkui, C. and S. Danmei, *Location of Emergency Logistics Distribution Centers Based on RS-AHP.* Logistics Technology, 2013. **7**: p. 034.

[۵] Maleki Nezamabad, R., K. Ziari, and A. Dadashzadeh, *Locational assessment of priority in development of sanitary-therapeutic services centers using AHP (Case Study: Miandoab City).* Human Geography Research, 2022. **54**(3): p. 953-967.

[۶] لولویی جهرمی، صبا، صادقیه، احمد، حسینی نسب، حسن، ۱۳۹۳. "اولویت بندی عوامل مؤثر بر مکان یابی مراکز اورژانس با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی AHP."، فصلنامه مدیریت صنعتی، شماره ۲۹، صفحه ۵۵-۶۸.

[۷] ابراهیم زاده، عیسی، احدنژآد، محسن، ابراهیم زاده، حسین، ۱۳۸۸. "برنامه ریزی و ساماندهی فضایی ـ مکانی خدمات بهداشتی و درمانی با استفاده از GIS مورد: شهر زنجان"، پژوهش جغرافیای انسانی، شماره ۷۳، صفحه ۵۸-۳۹.

[۸] Sedady, F. and M.A. Beheshtinia, *A novel MCDM model for prioritizing the renewable power plants' construction.* Management of Environmental Quality: An International Journal, 2018.