

انتخاب منطقه انتظامی برتر با استفاده از الگوریتمی ابتکاری برای تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲۴
تاریخ اصلاح: ۱۳۹۰/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۴/۳۰

سعید رمضان زاده^۱، غلام‌رضا شاه محمدی^۲، بهزاد لک^۳

چکیده

زمینه و هدف: یکی از موضوعات مطرح در تمامی سازمان‌ها، اتخاذ انتخاب گزینه برتر با توجه به شاخص‌های مورد نظر است. نیروی انتظامی نیز از این مقوله مستثنی نیست و در بخش‌های مختلف کاری با آن مواجه است. این مهم در صورت استفاده از شیوه‌های مناسب تصمیم‌گیری، نقش مؤثری در پیشبرد اهداف این سازمان خواهد داشت. از طرفی با توجه به مسئله تصمیم‌گیری مورد نظر، معمولاً ضابطه‌هایی متعدد با تقدم‌های مختلف مطرح می‌باشد. بنابراین با شیوه‌هایی موسوم به تصمیم‌گیری چند شاخصه^۴ مواجه می‌شویم. تحقیق حاضر به دنبال ارائه و تبیین یک روش تصمیم‌گیری چند شاخصه برای انتخاب منطقه انتظامی برتر با داده‌های کیفی می‌باشد و رویکردی ریاضی دارد.

روش: در این پژوهش به دلیل مطالعه بر روی روش علمی انتخاب منطقه انتظامی برتر، روش تحقیق مناسب، فرایندی است که مراحل مختلف یافتن راه حل مسئله را تبیین می‌کند. در این مقاله از الگوریتمی جدید برای تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی که تفاوت‌ها و شباهت‌هایی با فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی^۵ دارد، برای انتخاب منطقه انتظامی برتر به عنوان یکی از بخش‌های مورد توجه نیروی انتظامی معرفی و استفاده می‌کنیم. داده‌های کیفی تصمیم‌گیری، با اعداد فازی ذورنقه‌ای مدل‌سازی می‌شوند. یافته‌ها و نتیجه‌گیری: فرایند معرفی شده، قابلیت مدل‌سازی و ارزیابی با استفاده از داده‌های کیفی را دارد؛ بنابراین در مسائل تصمیم‌گیری گسترده قابلیت اجرایی دارد و با توجه به اینکه محاسبات مربوط به بررسی موردی انجام شده با نرم افزار صفحه گسترده اکسل انجام شده است، بخش عمده فرایند تصمیم‌گیری به صورت خودکار انجام خواهد شد.

واژگان کلیدی:

تصمیم‌گیری چند شاخصه، فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، عدد فازی ذورنقه‌ای

□ استناد: رمضان زاده، سعید؛ شاه محمدی، غلام‌رضا؛ لک، بهزاد (۱۳۹۱، پاییز). انتخاب منطقه انتظامی برتر با استفاده از الگوریتمی ابتکاری برای

تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی. فصلنامه پژوهش‌های مدیریت/انتظامی، ۷(۳)، ۳۹۷-۴۱۲.

۱. استادیار دانشگاه علوم انتظامی ramezanzadeh_s@yahoo.com

۲. استادیار دانشگاه علوم انتظامی

۳. مربی دانشگاه علوم انتظامی

4. MADM

5. FAHP

مقدمه

تصمیم‌گیری مناسب در سازمان‌های گسترده، نقش اساسی در انجام بهینه مأموریت‌ها و وظایف دارد. این مهم بدون بهره‌گیری از فنون نوین تصمیم‌گیری میسر نیست. اگر فرایند تصمیم‌گیری بر مبنای اصول علمی استوار باشد، منجر به بهبود عملکرد سازمان در ابعاد مختلف کاری می‌گردد. در بخش‌های مختلف نیروی انتظامی نیز تصمیمات متعددی با اهداف مختلف اتخاذ می‌شود که در این تصمیمات اغلب چندین شاخص در فرایند تصمیم‌گیری دخالت دارد. به عنوان مثال در بخش آماد، خریدهای متعددی صورت می‌گیرد که در این خریدها، عواملی مانند، قیمت کالا، کیفیت کالا و خدمات پس از فروش مطرح است. همچنین در مراکز تحقیقاتی نیروی انتظامی برای انتخاب برترین‌های پژوهش، معیارهای متعددی با اولویت‌های مختلف مطرح است.

در دهه‌های اخیر، مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)^۱ برای تصمیم‌گیری‌های پیچیده مطرح گردیده است. در این تصمیم‌گیری‌ها، ممکن است از چندین معیار سنجش استفاده شود. این مدل‌های تصمیم‌گیری به دو دسته مدل‌های چند هدفه (MODM)^۲ و مدل‌های چند شاخصه (MADM) تقسیم می‌شوند. از مدل‌های چند هدفه معمولاً به منظور طراحی و بهینه‌سازی و از مدل‌های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر و رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده می‌شود. در مدل‌های چند هدفه، گزینه‌ها از قبل مشخص نیستند ولی در عوض مجموعه‌ای از توابع هدف برای بهینه شدن، تحت مجموعه‌ای از محدودیت‌ها وجود دارند. در مقابل، در مدل‌های چند شاخصه، تعداد کمی گزینه از پیش تعیین شده وجود دارند. این گزینه‌ها با توجه به شاخص‌های مطرح در مسئله، با هم مقایسه می‌شوند و گزینه برتر انتخاب می‌شود. از جمله روش‌های MADM می‌توان به AHP، ELECTER، SAW و TOPSIS اشاره نمود.

روش‌های MADM بسیار پر کاربرد بوده در زمینه‌های متعددی مورد توجه محققان قرار گرفته است. برخی از محققان از این روش‌ها برای انتخاب بهترین تأمین کنندگان استفاده نموده‌اند. از جمله می‌توان به (شاهقلیان، ۱۳۹۰، شرفی، ۱۳۸۸ و اصغری‌زاده، ۱۳۸۶) اشاره نمود. از

1. Multi Criteria Decision Making

2. Multi Objective Decision Making

این فنون برای اولویت‌بندی راهبردهای سازمانی نیز می‌توان استفاده کرد (صفایی، ۱۳۹۱). از فنون MADM برای اولویت‌بندی کیفیت خدمات آموزشی نیز استفاده شده است. برای نمونه علیرضایی از AHP برای اولویت‌بندی کیفیت خدمات آموزشی در صنعت نفت استفاده کرده است (علیرضایی، ۱۳۸۸). همچنین نوری برای ارزیابی کیفیت آموزش، فن MADM فازی را به کار برد (نوری، ۱۳۸۶). برخی دیگر از محققان از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه برای ارزشیابی کارکنان استفاده کرده‌اند. رجب زاده با استفاده از AHP، به طراحی نظام ارزشیابی عملکرد کارکنان بانک‌ها اقدام نمود (رجب زاده، ۱۳۸۴).

یکی از مقولات تصمیم‌گیری در نیروی انتظامی، تعیین منطقه انتظامی برتر و به عبارتی ارزیابی مناطق انتظامی می‌باشد. فرماندهی یک منطقه انتظامی، برای پیشرفت و نیل به اهداف از پیش تعیین شده سازمان، نیاز به آگاهی از موقعیت منطقه تحت امر خود دارد. این آگاهی موجب می‌شود که او از نقاط قوت و ضعف مطلع گردد و تمهیدات لازم را برای اثر بخشی بیشتر اتخاذ نماید. اگر ارزیابی و فرایند آن به خوبی طراحی گردد و به نحو صحیح مورد استفاده قرار گیرد، وسیله مناسبی برای آموزش و ارتقای توان فرماندهان مناطق خواهد بود.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، به رغم اینکه روش‌های گوناگونی برای ارزیابی، رتبه‌بندی و انتخاب گزینه برتر ارائه شده است، اما در ناجا، به خصوص معاونت بازرسی که متولی امر ارزیابی‌ها است توجه چندانی به این روش‌های علمی و کلاسیک نمی‌شود. قضاوت‌ها عمدتاً بر اساس روش‌های آمار توصیفی و مقایسه گزینه‌ها براساس درصد افزایش یا کاهش یک یا چند مقوله صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، در خصوص کشفیات مواد مخدر و مشروبات الکلی صرفاً درصد افزایش آن نسبت به سال گذشته مد نظر قرار می‌گیرد. این گونه مقایسه‌ها بسیار سطحی است و به طور واقعی نمی‌تواند اهداف سازمان را برای شناسایی نقاط ضعف و قوت مناطق تأمین کند. برای مواردی مانند مثال فوق می‌توان از فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده نمود.

ویژگی جالب مدل‌های MADM جدید این است که از آنها زمانی که شاخص‌ها به صورت کیفی باشند نیز می‌توان استفاده نمود. داده‌های کیفی به صورت اعداد فازی مدل‌سازی می‌شوند. منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پروفیسور ایرانی تبار دانشگاه برکلی، لطفی عسگرزاده مطرح

و مورد توجه جهانیان قرار گرفت. بر این اساس، لارهوون^۱ و پدريکز، AHP را برای حالتی که به محیط‌های فازی و مبهم منجر می‌شد بسط دادند (لارهوون و همکاران، ۱۹۸۳). چانگ روش تحلیل توسعه یافته‌ای به نام FAHP را پیشنهاد نموده است (چانگ^۲، ۱۹۹۶). همچنین چن و هوانگ نیز روش‌شناسی مدل TOPSIS فازی را پایه ریزی نمودند (چن^۳ و هوانگ، ۱۹۹۲). استفاده از اعداد فازی برای توصیف مقادیر کیفی، به علت نزدیکی آن به واقعیت، به طور روز افزونی مورد استفاده قرار گرفته است. به همین دلیل اکثر مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی مدل‌سازی شدند.

هدف این مقاله، توسعه و تبیین یک فن کارآمد برای ارزیابی مناطق انتظامی است. در این مقاله، فرض بر این است که قضاوت‌های تصمیم‌گیرنده در مورد مطلوبیت یا ارجحیت عناصر به صورت اعداد فازی مثلثی یا دوزنقه‌ای باشد. می‌دانیم که اعداد مثلثی حالت خاصی از اعداد دوزنقه‌ای می‌باشند. بر این اساس برای ارزیابی مناطق انتظامی، از الگوریتم جدیدی استفاده می‌کنیم که شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با AHP فازی دارد. این الگوریتم از توسعه الگوریتم ارائه شده توسط مؤلف اول (رمضان زاده و عالی ۱۳۸۲) به دست آمده است. در ابتدا نیاز به معرفی برخی از مفاهیم خواهیم داشت که این کار در بخش پیش‌نیازها صورت می‌گیرد. سپس در ادامه به معرفی الگوریتم پیشنهادی خود و تبیین فرایند پیشنهادی می‌پردازیم. به منظور درک بهتر فرایند، مثالی نیز بیان شده است.

مبانی نظری

با فرض اینکه $D_1, D_2, \dots, D_m, m, \dots, C_1, C_2, \dots, C_n, n$ شاخص برای سنجش مطلوبیت هرگزینه باشد، مسئله تصمیم‌گیری چند شاخصه دارای ماتریس اطلاعات یا تصمیم‌گیری D به صورت جدول ۱ است که در آن درآیه نشان دهنده ارزش گزینه D_i نسبت به شاخص C_j می‌باشد. داده‌های

1. Laarhoven
2. Chang
3. Chen

موجود در جدول (۱) ممکن است به صورت کمی یا کیفی و یا به هر دو صورت باشد. فرض ما بر این است که داده‌های موجود در جدول به صورت اعداد فازی ذوزنقه‌ای است که در ادامه معرفی خواهد شد.

جدول ۱: ماتریس اطلاعات ورودی D

	C_1	C_2	C_n
D_1	d_{11}	d_{12}	d_{1n}
D_2	d_{21}	d_{22}	d_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
D_m	d_{m1}	d_{m2}	d_{mn}

انواع شاخص

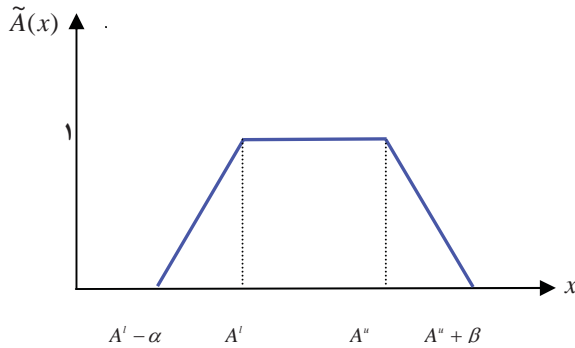
شاخص C_j جنبه مثبت دارد اگر بزرگ‌تر بودن مقدار متناظر هرگزینه نسبت به گزینه دیگر بر مبنای شاخص C_j بیشتر بودن ارجحیت آن را نتیجه دهد. در غیر این صورت آن را شاخصی با جنبه منفی می‌نامیم. به عنوان مثال، نسبت جرم به جمعیت منطقه، شاخصی با جنبه منفی می‌باشد. به این معنی که منطقه‌ای که این نسبت در آن بیشتر باشد ارجحیت کمتری دارد.

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، داده‌های کیفی را می‌توان به صورت مجموعه‌های فازی مدل‌سازی کرد. در این مقاله نوعی از مجموعه‌های فازی به نام اعداد فازی ذوزنقه‌ای استفاده شده است (گوئن و والکر، ۱۹۹۶).

عدد فازی ذوزنقه‌ای

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} \frac{x - A^l + \alpha}{\alpha} & , A^l - \alpha \leq x \leq A^l \\ 1 & , A^l \leq x \leq A^u \\ \frac{A^u + \beta - x}{\beta} & , A^u \leq x \leq A^u + \beta \\ 0 & , \text{در غیر این صورت} \end{cases}$$

مجموعه‌ای است فازی که روی R تعریف می‌شود و تابع عضویت آن به صورت روبه‌رو می‌باشد:



شکل ۱: عدد فازی ذوزنقه ای

که در آن α و β اعداد مثبتی هستند که به ترتیب گسترش‌های چپ و راست نامیده می‌شوند. عدد فازی ذوزنقه‌ای به صورت $\tilde{A} = (A', A'', \alpha, \beta)$ نشان داده می‌شود.

روش مقایسه‌های روبنز (Robens)

تابع مقایسه روبنز برای عدد فازی ذوزنقه ای $\tilde{A} = (A', A'', \alpha, \beta)$ به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$F(\tilde{A}) = \frac{1}{2}(A' + A'' + \frac{1}{2}(\beta - \alpha))$$

با استفاده از تابع فوق می‌توان ترجیحات بین اعداد فازی را با کمی نمودن آنها تعیین نمود که چگونگی آن را در ادامه خواهیم دید.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی

در AHP ماتریس‌های مقایسه زوجی بر اساس قضاوت تصمیم گیرنده در مورد ارجحیت گزینه‌ها نسبت به سایر گزینه‌ها تشکیل می‌شود آن هم صرفاً به صورت اعدادی از ۱ تا ۹. ماتریس مقایسه زوجی معیارها را با $\mathbf{A}^{(0)}$ و ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص‌ها را با $\mathbf{A}^{(k)}$ $k = 1, 2, \dots, m$ نشان می‌دهند. به عبارت دیگر، اطلاعات اولیه در AHP همان ماتریس‌های مقایسه زوجی می‌باشند. ارجحیت هر شاخص یا گزینه نسبت به شاخص یا گزینه دیگر، در AHP یکی از حالات کاملاً مرجح، ترجیح خیلی قوی، ترجیح قوی، کمی مرجح، ترجیح یکسان می‌باشد. این قضاوت‌ها توسط ساعتی به مقادیر کمی به ترتیب ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ تبدیل شده‌اند. ترجیحات بین فواصل فوق نیز ۲، ۴، ۶ و ۸ می‌باشد. بنابراین قضاوت‌ها به مقادیر کمی بین

۱ تا ۹ تبدیل شده‌اند. این ترجیحات در AHP فازی به صورت اعداد فازی $\tilde{1}, \tilde{2}, \dots, \tilde{9}$ نشان داده می‌شوند.

روش

روش ارائه شده در این مقاله با تبدیل مقادیر کیفی (که به صورت اعداد فازی ذوزنق‌های هستند) به مقادیر کمی، مقایسات را با استفاده از ماتریس اطلاعات ورودی (جدول ۱) انجام می‌دهد. البته برای تعیین وزن شاخص‌ها ناگزیریم از ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها یعنی $\mathbf{A}^{(0)}$ استفاده کنیم. وزن‌های نسبی و نهایی نیز، هم زمانی که داده‌های ماتریس‌های مقایسه زوجی به صورت کمی و هم زمانی که به صورت کیفی باشند قابل محاسبه است. توجه داشته باشید که در این روش، با شرط رعایت اصل همگنب، دیگر ارجحیت عنصری به عنصر دیگر اعداد ۱ تا ۹ نمی‌باشد. یعنی برتری عنصری بر عنصر دیگر بی‌نهایت یا صفر نباشد.

با این توصیف الگوریتم را به صورت زیر ارائه می‌نماییم:

الگوریتم پیشنهادی برای تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی

گام ۱: تبدیل ماتریس‌های $\mathbf{D} = (d_{ij})_{m \times n}$ و $\mathbf{A}^{(0)} = (a_{ij})_{m \times m}$ به ماتریس‌های $F(\mathbf{A}^{(0)}) = (a'_{ij})_{m \times m}$ و $F(\mathbf{D}) = (d'_{ij})_{m \times n}$ با استفاده از رابطه رویز که در آن،

$$a'_{ij} = F(a_{ij}) \text{ و } d'_{ij} = F(d_{ij})$$

گام ۲: تشکیل ماتریس‌های $\mathbf{A}^{(k)} = (a_{ijk})_{n \times n}$ ، $k = 1, 2, \dots, m$ که در آن،

$$a_{ijk} = \begin{cases} \frac{d'_{ik}}{C_k} & , \text{ اگر } C_k \text{ با جنبه مثبت باشد} \\ \frac{d'_{jk}}{C_k} & \\ \frac{d'_{jk}}{d'_{ik}} & , \text{ اگر } C_k \text{ با جنبه منفی باشد} \\ \frac{d'_{ik}}{d'_{jk}} & \end{cases}$$

گام ۳: محاسبه بردارهای وزن $\mathbf{w}^{(0)}, \mathbf{w}^{(1)}, \dots, \mathbf{w}^{(n)}$ به ترتیب برای ماتریس‌های $\mathbf{A}^{(0)}, \mathbf{A}^{(1)}, \dots, \mathbf{A}^{(n)}$ ، با استفاده از روابط زیر (جمع ستونی نرمالیزه):

$$w_i^{(k)} = \frac{a_{ijk}}{\sum_{i=1}^n a_{ijk}}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

گام ۴: تشکیل ماتریس جدیدی از بردارهای وزن نسبی $w^{(k)}$ و محاسبه وزن نهایی با استفاده از رابطه زیر:

$$[w_{m \times 1}^{(1)} \ w_{m \times 1}^{(2)} \ \dots \ w_{m \times 1}^{(n)}] \times w_{n \times 1}^{(o)} = w_{m \times 1}$$

گام ۵: تعیین ترتیب ارجحیت گزینه‌ها بر اساس مقادیر w_i $i = 1, \dots, m$ به دست آمده از بردار $w_{m \times 1}$.

فرایند پیشنهادی برای رتبه بندی مناطق انتظامی

در این بخش، فرایند پیشنهادی برای انتخاب منطقه انتظامی برتر ارائه می‌گردد. این مثال به صورت انتزاعی مطرح شده است و صرفاً به منظور تبیین نحوه استفاده از روش پیشنهادی مطرح گردیده است. مراحل فرایند پیشنهادی به شرح زیر می‌باشد.

۱. تعیین شاخص‌های مورد نظر برای انتخاب منطقه انتظامی برتر با استفاده از نظرهای خبرگان.
۲. تشکیل ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها با استفاده از نظرهای خبرگان.
۳. تعریف مقادیر شاخص‌های کیفی به صورت اعداد فازی دوزنقه ای. این اعداد در مرحله چهارم به کار خواهند رفت. در واقع نمرات مناطق انتظامی (گزینه‌ها) در مورد هر یک از معیارهای کیفی با این اعداد داده خواهند شد.
۴. تشکیل ماتریس اطلاعات اولیه با استفاده از اطلاعات موجود در هر منطقه. مقادیر ماتریس با توجه به معیارها می‌تواند کمی و یا فازی باشد.
۵. رتبه‌بندی مناطق انتظامی با استفاده از الگوریتم پیشنهاد شده.

تذکره: در مورد مرحله سوم ذکر این مطلب ضروری است که برخی اوقات شاخص کمی است ولی ما به علت عدم اطمینان، آن را تقریبی بیان می‌کنیم. به عنوان مثال، ممکن است نسبت سرقت‌های کشف شده به کل سرقت‌های گزارش شده را که مقداری کمی است، خوب ارزیابی کنیم و منظور ما از خوب، نسبی حدود ۰/۲ (۲۰ درصد) می‌باشد. در این صورت خوب بودن را به صورت عدد

فازی تعریف می‌کنیم تا به واقعیت نزدیک باشد.

مثال: در این بخش به منظور تشریح فرایند پیشنهادی، تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب منطقه انتظامی برتر یک ناحیه فرضی بررسی می‌گردد. این عمل طبق فرایند مطرح شده در بخش قبل در قالب مراحل زیر صورت می‌گیرد:

۱. تعیین شاخص‌های مورد نظر در انتخاب منطقه انتظامی برتر با استفاده از نظرهای خبرگان. معیارهایی که در این مورد برای تعیین منطقه انتظامی برتر در نظر گرفته شده به شرح زیر می‌باشد:

- نسبت جرم به جمعیت منطقه (C_۱)؛
- نسبت کشفیات مواد مخدر به جمعیت منطقه (C_۲)؛
- نسبت کشف سرقت به کل سرقت در منطقه (C_۳)؛
- واکنش مناسب به موارد ارجاعی از سوی فوریت‌های پلیسی منطقه (C_۴)؛
- رضایتمندی مردم از عملکرد منطقه (C_۵)؛

۲. تشکیل ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها با استفاده از نظرهای خبرگان. در این مرحله می‌توان از نظرهای تعداد مناسبی از خبرگان در مورد ارجحیت شاخص‌ها نسبت به هم استفاده نمود. معمولاً نظر نهایی با محاسبه میانگین هندسی نظرها تعیین می‌گردد. در اینجا فرض می‌کنیم ماتریس نظرها به صورت زیر دریافت شده است:

$$A^{(0)} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (1,3,1) & (3,5,1) & (4,6,1) & (1,3,1) \\ (1,3,1)^{-1} & (1,1,1) & (1,1,1) & (1,3,1) & (1,3,1)^{-1} \\ (3,5,1)^{-1} & (1,1,1) & (1,1,1) & (1,1,1) & (1,3,1)^{-1} \\ (4,6,1) & (1,3,1)^{-1} & (1,1,1) & (1,1,1) & (1,1,1) \\ (1,3,1)^{-1} & (1,3,1) & (1,3,1) & (1,1,1) & (1,1,1) \end{bmatrix}$$

هر یک از درآیه‌های ماتریس $A^{(0)}$ میزان ارجحیت یک شاخص نسبت به معیار دیگر را نشان می‌دهد که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود. به عنوان مثال، $\tilde{A} = (1,1,1)$ ارجحیت یکسان و حدوداً چهار $\tilde{A} = (3,5,1)$ ارجحیت قوی را نشان می‌دهد و $(3,5,1)^{-1}$ به معنی حدوداً

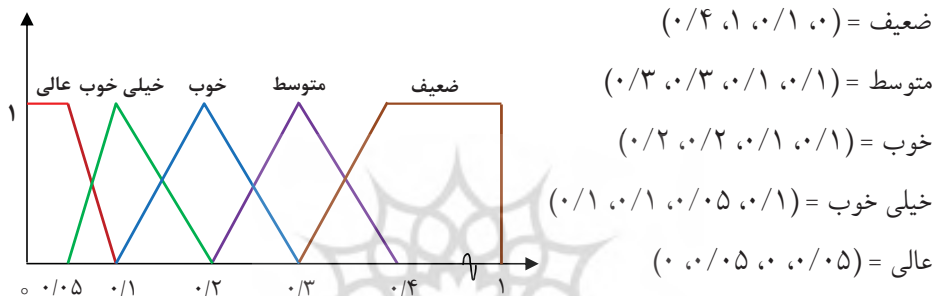
یک چهارم است و ارجحیت C_1 به C_2 برابر با $(1, 3, 1, 1)$ یعنی حدود ۲ می‌باشد.

۳. تعریف مقادیر شاخص‌های کیفی به صورت اعداد فازی دوزنقه‌ای.

مقادیر در نظر گرفته شده برای شاخص C_1 (نسبت جرم به جمعیت منطقه) که جنبه منفی

دارد عبارت است از ضعیف = حدود $0/4$ و بیشتر، متوسط = حدود $0/3$ ، خوب = حدود $0/2$ ،

خیلی خوب = حدود $0/1$ ، عالی = حدود $0/05$ و کم‌تر (شکل ۲).



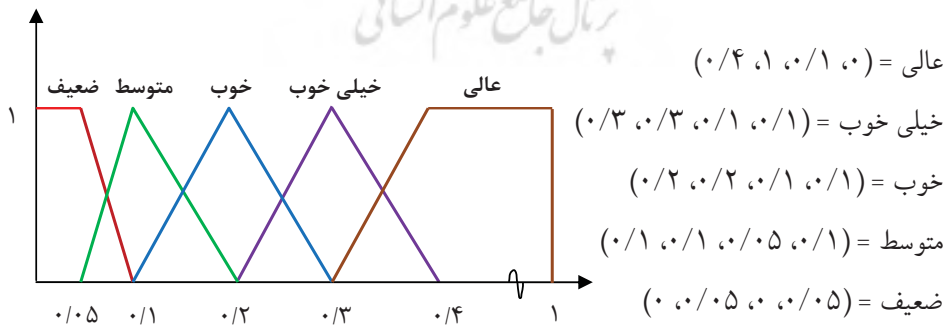
شکل ۲: میزان مطلوبیت بر اساس معیار C_1

مقادیر در نظر گرفته شده برای شاخص‌های C_2 و C_3 (نسبت کشفیات مواد مخدر به

جمعیت منطقه و نسبت کشف سرقت به کل سرقت در منطقه) که جنبه مثبت دارند عبارت‌اند از

عالی = حدود $0/4$ و بالاتر، خیلی خوب = حدود $0/3$ ، خوب = حدود $0/2$ ، متوسط = حدود $0/1$ ،

ضعیف = حدود $0/05$ و پایین‌تر، که به صورت اعداد فازی زیر مدل‌سازی می‌شود (شکل ۳):

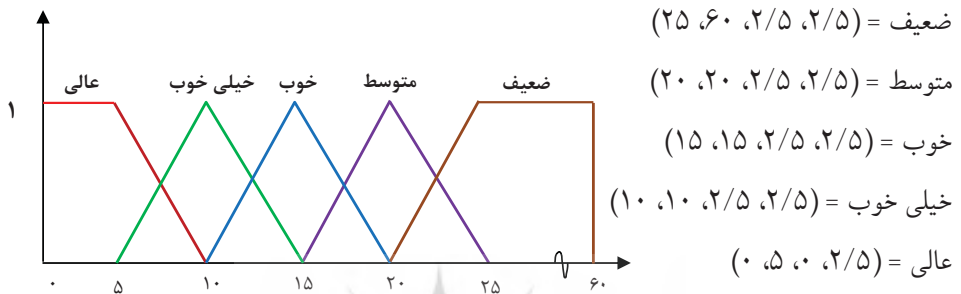


شکل ۳: میزان مطلوبیت بر اساس معیارهای C_2 و C_3

برای شاخص C_4 مقادیر بر اساس متوسط زمان حضور پلیس ۱۱۰ در صحنه پس از تماس

انتخاب منطقه انتظامی برتر با استفاده از الگوریتمی ابتکاری برای تصمیم‌گیری چند شاخصه در محیط فازی ۴۰۷

متقاضی تعیین شده است. مقادیر در نظر گرفته شده برای این شاخص که جنبه منفی دارد عبارت است از ضعیف = حدود ۲۵ دقیقه و بالاتر، متوسط = حدود ۲۰ دقیقه، خوب = حدود ۱۵ دقیقه، خیلی خوب = حدود ۱۰ دقیقه و عالی = حدود ۵ دقیقه و پایین‌تر (شکل ۴).



شکل ۴: میزان مطلوبیت بر اساس معیار C_4

مقادیر در نظر گرفته شده برای شاخص C_5 (رضایتمندی مردم از عملکرد منطقه) که جنبه مثبت دارد عبارت است از ضعیف = حدود ۰/۵ و پایین‌تر، متوسط = حدود ۰/۶، خوب = حدود ۰/۷، خیلی خوب = حدود ۰/۸، عالی = حدود ۰/۹ و بالاتر (شکل ۵).



شکل ۵: میزان مطلوبیت بر اساس معیار C_5

این اعداد در مرحله چهارم به کار خواهند رفت. در واقع امتیازات مناطق انتظامی (گزینه‌ها) در مورد هر یک از شاخص‌های کیفی با این اعداد ارزیابی خواهند شد.

۴. تشکیل ماتریس اطلاعات اولیه با استفاده از اطلاعات موجود در هر منطقه. مقادیر ماتریس با توجه به شاخص‌ها می‌تواند کمی و یا فازی باشد. فرض می‌کنیم که ماتریس مذکور در قالب جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲: ماتریس اطلاعات مناطق انتظامی

C۵	C۴	C۳	C۲	C۱	شاخص‌ها مناطق انتظامی
متوسط	ضعیف	خوب	متوسط	خوب	منطقه ۱
خوب	متوسط	خوب	عالی	متوسط	منطقه ۲
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	ضعیف	منطقه ۳
خوب	خوب	خوب	ضعیف	متوسط	منطقه ۴
متوسط	متوسط	متوسط	خوب	خوب	منطقه ۵
خوب	خوب	متوسط	متوسط	عالی	منطقه ۶
متوسط	خوب	متوسط	خوب	ضعیف	منطقه ۷
ضعیف	خوب	متوسط	متوسط	متوسط	منطقه ۸

۵. رتبه بندی مناطق انتظامی با استفاده از الگوریتم پیشنهادی.

گام ۱: تبدیل ماتریس‌های D و $A^{(۰)}$ به ماتریس‌های $F(D)$ و $F(A^{(۰)})$ با استفاده از رابطه

روبنز:

$$F(A^{(۰)}) = \begin{bmatrix} ۱ & ۲ & ۴ & ۵ & ۲ \\ ۰.۵ & ۱ & ۱ & ۲ & ۰.۵ \\ ۰.۵ & ۱ & ۱ & ۱ & ۰.۵ \\ ۵ & ۰.۵ & ۱ & ۱ & ۱ \\ ۰.۵ & ۲ & ۲ & ۱ & ۱ \end{bmatrix} \quad F(D) = \begin{bmatrix} ۰.۲ & ۰.۱۱۲۵ & ۰.۲ & ۴.۵ & ۰.۶ \\ ۰.۳ & ۰.۷۲۵ & ۰.۲ & ۲ & ۰.۷ \\ ۰.۷۲۵ & ۰.۱۱۲۵ & ۰.۱۱۲۵ & ۲ & ۰.۶ \\ ۰.۳ & ۰.۰۳۷۵ & ۰.۲ & ۵ & ۰.۷ \\ ۰.۲ & ۰.۲ & ۰.۱۱۲۵ & ۲ & ۰.۶ \\ ۰.۰۳۷۵ & ۰.۱۱۲۵ & ۰.۱۱۲۵ & ۵ & ۰.۷ \\ ۰.۷۲۵ & ۰.۲ & ۰.۱۱۲۵ & ۵ & ۰.۶ \\ ۰.۳ & ۰.۱۱۲۵ & ۰.۱۱۲۵ & ۵ & ۰.۲۷۵ \end{bmatrix}$$

گام ۲: تشکیل ماتریس های $A^{(k)} = (a_{ijk})_{n \times n}$. در اینجا برای نمونه $A^{(1)}$ را ارائه کرده ایم.

$$A^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 & 1.5 & 3.625 & 1.5 & 1 & 0.187 & 3.625 & 1.5 \\ 0.667 & 1 & 2.417 & 1 & 0.667 & 0.125 & 2.417 & 1 \\ 0.276 & 0.414 & 1 & 0.414 & 0.276 & 0.052 & 1 & 0.414 \\ 0.667 & 1 & 2.417 & 1 & 2.667 & 0.125 & 2.417 & 1 \\ 1 & 1.5 & 3.625 & 1.5 & 1 & 0.187 & 3.625 & 1.5 \\ 5.333 & 8 & 9.3 & 8 & 5.333 & 1 & 9.3 & 8 \\ 0.276 & 0.414 & 1 & 0.414 & 0.276 & 0.052 & 1 & 0.414 \\ 0.667 & 1 & 2.417 & 1 & 0.667 & 0.125 & 2.417 & 1 \end{bmatrix}$$

گام ۳: محاسبه وزن ها. برای تمامی ماتریس ها وزن ها به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$w^{(0)} = \begin{bmatrix} 0.425 \\ 0.158 \\ 0.114 \\ 0.112 \\ 0.197 \end{bmatrix}, w^{(1)} = \begin{bmatrix} 0.101 \\ 0.067 \\ 0.028 \\ 0.067 \\ 0.101 \\ 0.539 \\ 0.028 \\ 0.067 \end{bmatrix}, w^{(2)} = \begin{bmatrix} 0.7 \\ 0.5 \\ 0.7 \\ 0.023 \\ 0.124 \\ 0.7 \\ 0.124 \\ 0.7 \end{bmatrix}, w^{(3)} = \begin{bmatrix} 0.172 \\ 0.172 \\ 0.097 \\ 0.172 \\ 0.097 \\ 0.097 \\ 0.097 \\ 0.097 \end{bmatrix}, w^{(4)} = \begin{bmatrix} 0.053 \\ 0.114 \\ 0.114 \\ 0.151 \\ 0.114 \\ 0.151 \\ 0.151 \\ 0.151 \end{bmatrix}, w^{(5)} = \begin{bmatrix} 0.126 \\ 0.147 \\ 0.126 \\ 0.147 \\ 0.126 \\ 0.147 \\ 0.126 \\ 0.158 \end{bmatrix}$$

گام ۴: محاسبه وزن نهایی. وزن نهایی را به صورت زیر به دست آورده ایم:

$$w = \begin{bmatrix} 0.104 \\ 0.161 \\ 0.072 \\ 0.097 \\ 0.111 \\ 0.297 \\ 0.071 \\ 0.079 \end{bmatrix}$$

گام ۵: سرانجام رتبه نهایی مناطق نظامی با توجه به گام ۵ به صورت جدول (۳) معین می گردد:

جدول ۳: رتبه مناطق

منطقه	۶	۲	۵	۱	۴	۸	۳	۷
رتبه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸

براساس نتایج به دست آمده در گام ۵ (جدول ۳)، با توجه به تقدم شاخص‌ها، بهترین منطقه انتظامی، منطقه ۶ است و پس از آن به ترتیب مناطق ۲، ۵، ۱، ۴، ۸، ۳ و ۷ قرار دارند. با توجه به اینکه محاسبات فرایند پیشنهادی با نرم افزار صفحه گسترده اکسل صورت گرفته است، به آسانی امکان بررسی نتایج فرایند ارائه شده برای نواحی و شاخص‌های متعدد وجود دارد.

یافته‌ها و نتیجه‌گیری

در این مقاله، با استفاده از الگوریتمی جدید در مبحث تصمیم‌گیری چند معیاره که شباهت‌ها و تفاوت‌هایی با FAHP دارد، فرایندی را برای رتبه بندی گزینه‌ها پیشنهاد نمودیم. تفاوت الگوریتم ارائه شده و AHP فازی را می‌توان در این موارد خلاصه نمود:

- در AHP یا AHP فازی ماتریس اطلاعات اولیه مورد استفاده قرار نمی‌گیرد بلکه از ماتریس‌های مقایسه‌ای زوجی که نظر تصمیم‌گیرنده در مورد میزان ارجحیت گزینه‌ها به یکدیگر است، استفاده می‌شود. در حالی که در روش پیشنهادی ما این ماتریس‌ها از ماتریس اطلاعات اولیه به طریق مذکور ساخته می‌شود.
 - با توجه به الگوریتم ارائه شده ثابت شده است که ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها همواره سازگارند در حالی که در AHP همیشه این طور نیست (رمضان زاده و عالی ۱۳۸۲).
 - در AHP فازی، فرایندی که منتج به انتخاب گزینه برتر می‌گردد، طولانی‌تر از روش پیشنهادی ما است زیرا در روش ما همان ابتدا با استفاده از تابع تبدیل روبرز مقادیر فازی به غیر فازی تبدیل می‌شود.
- تشابه دو روش نیز علاوه بر استفاده از ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌ها نسبت به هم، قاعده تعیین اوزان می‌باشد.

به طور کلی در این پژوهش به نتایج زیر دست یافته‌ایم:

۱. در اغلب مواقع نظرهای ارزیابی کنندگان کیفی است. فرایند پیشنهادی، قابلیت مدل‌سازی و ارزیابی با داده‌های کیفی را دارد.

۲. فرایند از اطلاعات موجود و نظرهای خبرگان، به طور توأم استفاده می‌نماید در حالی که تأکید برخی از روش‌ها بر نظرهای خبرگان یا اطلاعات موجود به تنهایی است.

۳. فرایند معرفی شده در مسائل تصمیم‌گیری گسترده، قابلیت اجرایی دارد. با توجه به اینکه محاسبات مربوط به بررسی موردی با نرم افزار صفحه گسترده اکسل انجام شده است، بخش عمده فرایند تصمیم‌گیری به صورت خودکار انجام خواهد شد.

همان‌گونه که ملاحظه شد فرایند مطرح شده مختص انتخاب منطقه انتظامی برتر نیست. بنابراین پیشنهاد می‌گردد از این فرایند در تصمیم‌گیری‌های بخش‌های متنوع نیروی انتظامی که تصمیم‌گیرندگان با اطلاعاتی کیفی مواجه می‌باشند، مورد استفاده قرار گیرد. تهیه نرم افزار فرایند، می‌تواند در دستور کار محققان علاقمند باشد.

منابع

منابع فارسی:

- اصغرپور، محمدجواد (۱۳۸۸). تصمیم‌گیری‌های چند معیاره. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- رجب زاده علی؛ خدادادحسینی، سیدحمید؛ پرویزیان، کورش (۱۳۸۴). طراحی نظام ارزشیابی کارکنان در نظام بانکی با استفاده از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی. *دو ماهنامه دانشور رفتار*، ۱۲ (۱۴).
- رمضان زاده سعید و وحید عالی (۱۳۸۲)، الگوریتمی برای تصمیم‌گیری چند معیاره با داده‌های کیفی. مجموعه مقالات چهارمین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن.
- شاهقلیان، کیوان؛ شهرکی، علیرضا؛ واعظی، زهره (۱۳۹۰). تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره برای انتخاب تأمین‌کننده با رویکرد فازی. مجموعه مقالات یازدهمین کنفرانس نظام‌های فازی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان.
- شرفی ماسوله، آرش (۱۳۸۸، بهار). انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره. *ماهنامه مهندسی خودرو و صنایع وابسته*، ۱ (۶).
- صفایی قادیکانی، عبدالحمید؛ آقاجانی، حسنعلی؛ درگاهی، هادی (۱۳۹۱)، تابستان. ارائه رویکردی ترکیبی از فنونی تصمیم‌گیری چند معیاره فازی به منظور اولویت‌بندی راهبردهای دستیابی به تولید در کلاس جهانی (مطالعه موردی: صنایع فولاد استان مازندران). *مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن*، ۹ (۲).
- قدسی پور، سید حسن (۱۳۹۰). *فرایند تحلیل سلسله مراتبی*. تهران: انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

علیرضایی، ابوتراب؛ امینی، امین (۱۳۸۸). سروکوال و فرایند تحلیل سلسله مراتبی ابزارهایی مناسب برای سنجش و اولویت‌بندی کیفیت خدمات آموزشی در صنعت نفت. *فصلنامه مدیریت و منابع انسانی در صنعت نفت*، ۳ (۹۰).
نوری، ایرج؛ اسدی، بابک؛ رضازاده، امیر (۱۳۸۶). ارزیابی کیفیت آموزش با فن MCDM فازی. *مجله دانش مدیریت*. (۷۸).

منابع انگلیسی:

- Dubois, D., Prade, H. and Teskmole, C. (1988). Weigthed Fuzzy Pattern Matching, *Fuzzy Sets and Systems*, (28) 313-331.
- Chen S.J., Hwang C.L., (1992). *Fuzzy multiple attribute decision making methods and applications*, Lecture notes in Economics and Mathematical Systems, Springer, New York.
- Hwang, C.L., Yoon, K. (1981). *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kim, K. and Park, K.S. (1990). Ranking Fuzzy Numbers with Index of Optimum, *Fuzzy Sets and Systems*, (35) 143-150.
- Laarhoven, V. P.J.M. and Pedrycz, W. (1983), A fuzzy extension of Saaty's priority theory, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 11, Nos 1-3, pp. 229-41.
- Nguyen, H. and Walker, E. (1996). *A First Course in Fuzzy Logic*, Bocaaton, CRC Press.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority, Resource Allocation*, RWS Publications, USA.
- Saaty, T. L. and Vargas, L. G. (2001). *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*, Kluwer, Academic Publisher, Dordrecht the Netherlands.
- Triantaphyllou, E., Shu, B., Sanchez, N. & Ray, T. (1998). Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach, *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, (15) 175-186.