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

سعید رمضان زاده[1]، غلامرضا شاه محمدی[2]، بهزاد لک[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۲٤
تاریخ اصلاح: ۱۳۹۰/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰٤/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: یکی از موضوعات مطرح در تمامی سازمان‌ها، اتخاذ انتخاب گزینهٔ 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[4] 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[5] 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 ذوزنقه‌ای

❑ **استناد: رمضان‌زاده، سعید؛ شاه‌محمدی، 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)، ۳۹۷ـ ۴۱۲.**

۱. استادیار دانشگاه علوم انتظامی ramezanzadeh_s@yahoo.com
۲. استادیار دانشگاه علوم انتظامی
۳. مربی دانشگاه علوم انتظامی

4. MADM

5. FAHP

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

تصمیم‌گیری مناسب در سازمان‌های گسترده، نقش اساسی در انجام بهینه مأموریت‌ها و وظایف دارد. این مهم بدون بهره‌گیری از فنون نوین تصمیم‌گیری میسّر نیست. اگر فرایند تصمیم‌گیری برمبنای 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)[1] 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)[2]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 SAW، ELECTER، AHP 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

Archive of SID

www.SID.ir

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 به‌کار 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 قرارگیرد، وسیلهٔ 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، درخصوص 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 زمانی‌که شاخص‌ها به‌صورت کیفی باشند نیز می‌توان استفاده نمود. داده‌های کیفی به صورت اعداد فازی مدل‌سازی می‌شوند. منطق فازی در سال ۱۹۶۵ توسط پروفسور ایرانی تبار دانشگاه برکلی، لطفی عسگرزاده مطرح

Archive of SID

www.SID.ir

و مورد توجه جهانیان قرار گرفت. بر این اساس، لارهوون[1] و پدریکز، 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[2]، ۱۹۹۶). همچنین چن و هوانگ نیز روش‌شناسی مدل TOPSIS فازی را پایه ریزی نمودند (چن[3] 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 تصمیم گیرنده در مورد مطلوبیت یا ارجحیت عناصر به‌صورت اعداد فازی مثلثی یا ذوزنقه‌ای باشد. می‌دانیم که اعداد مثلثی حالت خاصی از اعداد ذوزنقه‌ای 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) به‌دست 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 D۱ , D۲ ,..., Dm, m گزینه و C۱, C۲ , ... , Cn , n شاخص برای سنجش مطلوبیت هرگزینه باشد، مسئله تصمیم‌گیری چند شاخصه دارای ماتریس اطلاعات یا تصمیم‌گیری D به‌صورت جدول ۱ است که در آن درآیه dij نشان دهنده ارزش گزینه Di نسبت به شاخص Cj می‌باشد. داده‌های

1. Laarhoven
2. Chang
3. Chen

www.SID.ir

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

جدول۱: 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}
⋮	⋮	⋮	⋮
D_m	d_{m1}	$d_{m2}.$	d_{mn}

انواع شاخص

شاخصCj جنبه مثبت دارد اگر بزرگ‌تر بودن مقدار متناظر هرگزینه نسبت به گزینه دیگر بر مبنای شاخصCj بیشتر بودن ارجحیت آن را نتیجه دهد. در غیر این‌صورت 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 به‌صورت مجموعه‌های فازی مدل‌سازی کرد. در این مقاله نوعی از مجموعه‌های فازی به نام اعداد فازی ذوزنقه‌ای استفاده شده است (گوئن و والکر، ۱۹۹۶).

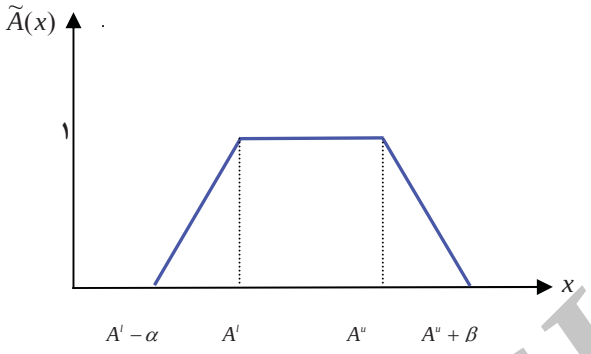
عدد فازی ذوزنقه‌ای

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

$$\widetilde{A}(x)=\begin{cases}\dfrac{x-A^l+\alpha}{\alpha} & , \ A^l-\alpha\le x\le A^l\\ ۱ & , \ A^l\le x\le A^u\\ \dfrac{A^u+\beta-x}{\beta} & , \ A^u\le x\le A^u+\beta\\ ۰ & , \ \text{در غیر اینصورت}\end{cases}$$

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: عدد فازی ذو زنقه ای

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

روش مقایس‌های روبنز(Robens)

تابع مقایسه روبنز برای عدد فازی ذوزنقه ای $\widetilde{A}=(A^l,A^u,\alpha,\beta)$ به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$F(\widetilde{A})=\tfrac{1}{2}(A^l+A^u+\tfrac{1}{2}(\beta-\alpha))$$

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 به‌صورت اعدادی از ۱ تا ۹. ماتریس مقایسه زوجی معیارها را با $\mathbf{A}^{(0)}$ و ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها نسبت به شاخص‌ها را با $\mathbf{A}^{(k)}$ ˇ $k=1,2,...,m$ 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 ۶،۴،۲ و ۸ می‌باشد. بنابراین قضاوت‌ها به مقادیر کمی بین

Archive of SID
www.SID.ir

۱ تا ۹ تبدیل شده‌اند. این ترجیحات در AHP فازی به‌صورت اعداد فازی $\tilde{1},\tilde{2},\ldots,\tilde{9}$ 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 (جدول۱) 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 زمانی‌که داده‌های ماتریس‌های مقایسه زوجی به‌صورت کمی و هم زمانی که به‌صورت 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

گام۱: تبدیل ماتریس‌های $\mathbf{D}=(d_{ij})_{m\times n}$ و $\mathbf{A}^{(0)}=(a_{ij})_{m\times m}$ به ماتریس‌های $F(D)=(d'_{ij})_{m\times n}$ و $F(\mathbf{A}^{(0)})=(a'_{ij})_{m\times m}$ با استفاده از رابطه روبنز که در آن،

$$a'_{ij}=F(a_j) \text{ و } d'_{ij}=F(d_j)$$

گام۲: تشکیل ماتریس‌های $\mathbf{A}^{(k)}=(a_{ijk})_{n\times n}$، $k=1,2,\ldots,m$. که در آن،

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

گام۳: محاسبه بردارهای وزن $\mathbf{w}^{(0)},\mathbf{w}^{(1)},\ldots,\mathbf{w}^{(n)}$ به ترتیب برای ماتریس‌های $\mathbf{A}^{(0)},\mathbf{A}^{(1)},\ldots,\mathbf{A}^{(n)}$، با استفاده از روابط زیر (جمع ستونی نرمالیزه):

Archive of SID

www.SID.ir

$$\mathbf{w}_i^{(k)} = \frac{a_{ijk}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ijk}} \qquad , i = 1,2,\ldots,m$$

گام۴: تشکیل ماتریس جدیدی از بردارهای وزن نسبی $\mathbf{w}^{(k)}$ و محاسبه وزن نهایی با استفاده از رابطه زیر:

$$\left[\mathbf{w}_{m\times 1}^{(1)}\ \mathbf{w}_{m\times 1}^{(2)}\ \cdots \mathbf{w}_{m\times 1}^{(n)}\right]\times \mathbf{w}_{n\times 1}^{(0)} = \mathbf{w}_{m\times 1}$$

گام۵: تعیین ترتیب ارجحیت گزینه‌ها بر اساس مقادیر $\mathbf{w}_i$ ˇ $i = 1,\ldots,m$ به‌دست آمده از بردار $\mathbf{w}_{m\times 1}$.

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 ذوزنقه ای. این اعداد در مرحله چهارم به کار خواهند رفت. در واقع نمرات مناطق انتظامی(گزینه ها) 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.

تذکر: 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، نسبتی حدود ۰/۲ (۲۰ درصد) می‌باشد. در این صورت خوب بودن را به صورت عدد

Archive of SID
www.SID.ir

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(C۱)؛
- نسبت کشفیات مواد مخدر به جمعیت منطقه (C۲)؛
- نسبت کشف سرقت به کل سرقت در منطقه (C۳)؛
- واکنش مناسب به موارد ارجاعی از سوی فوریت‌های پلیسی منطقه (C۴)؛
- رضایتمندی مردم از عملکرد منطقه (C۵)؛

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:

$$A^{(\circ)}=\begin{bmatrix} (۱,۱,۱,۱) & (۱,۳,۱,۱) & (۳,۵,۱,۱) & (۴,۶,۱,۱) & (۱,۳,۱,۱) \\ (۱,۳,۱,۱)^{-۱} & (۱,۱,۱,۱) & (۱,۱,۱,۱) & (۱,۳,۱,۱) & (۱,۳,۱,۱)^{-۱} \\ (۳,۵,۱,۱)^{-۱} & (۱,۱,۱,۱) & (۱,۱,۱,۱) & (۱,۱,۱,۱) & (۱,۳,۱,۱)^{-۱} \\ (۴,۶,۱,۱) & (۱,۳,۱,۱)^{-۱} & (۱,۱,۱,۱) & (۱,۱,۱,۱) & (۱,۱,۱,۱) \\ (۱,۳,۱,۱)^{-۱} & (۱,۳,۱,۱) & (۱,۳,۱,۱) & (۱,۱,۱,۱) & (۱,۱,۱,۱) \end{bmatrix}$$

هر یک از درآیه‌های ماتریس $A^{(\circ)}$ میزان ارجحیت یک شاخص نسبت به معیار دیگر را نشان می‌دهد که توسط تصمیم گیرنده تعیین می‌شود. به‌عنوان مثال، $(۱,۱,۱,۱)=\tilde{۱}$ ارجحیت یکسان و حدوداً چهار $(۳,۵,۱,۱)=\tilde{۴}$ ارجحیت قوی را نشان می‌دهد و $(۳,۵,۱,۱)^{-۱}$ به معنی حدوداً

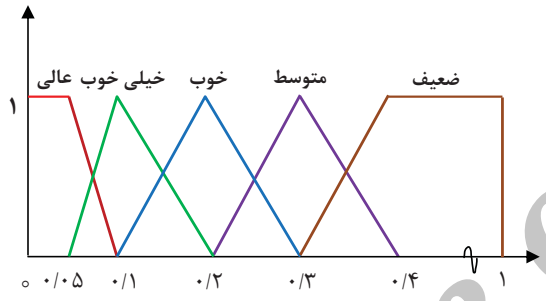
Archive of SID

www.SID.ir

یک چهارم است و ارجحیت C۱ به C۲ برابر با (۱,۳,۱,۱) یعنی حدود ۲ می‌باشد.

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

مقادیر در نظر گرفته شده برای شاخص C۱ (نسبت جرم به جمعیت منطقه) که جنبه منفی دارد عبارت است از ضعیف= حدود ۰/۴ و بیشتر، متوسط= حدود ۰/۳، خوب= حدود ۰/۲، خیلی خوب= حدود ۰/۱، عالی= حدود ۰/۰۵ و کم‌تر (شکل۲).



ضعیف = (۰، ۰/۱، ۱، ۰/۴)

متوسط = (۰/۱، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۳)

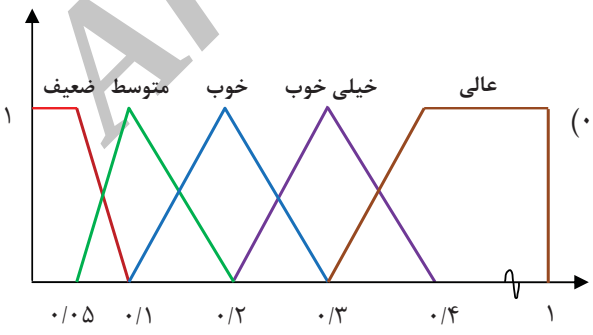
خوب = (۰/۱، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۲)

خیلی خوب = (۰/۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱)

عالی = (۰/۰۵، ۰، ۰/۰۵، ۰)

شکل۲: میزان مطلوبیت بر اساس معیار C_1

مقادیر در نظر گرفته شده برای شاخص‌های C۲ و C۳ (نسبت کشفیات مواد مخدر به جمعیت منطقه و نسبت کشف سرقت به کل سرقت در منطقه) که جنبه مثبت دارند عبارت‌اند از عالی=حدود ۰/۴ و بالاتر، خیلی خوب= حدود ۰/۳، خوب= حدود ۰/۲، متوسط= حدود ۰/۱، ضعیف= حدود ۰/۰۵ و پایین تر، که به صورت اعداد فازی زیر مدل‌سازی می‌شود (شکل۳):



عالی = (۰، ۰/۱، ۱، ۰/۴)

خیلی خوب = (۰/۱، ۰/۱، ۰/۳، ۰/۳)

خوب = (۰/۱، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۲)

متوسط = (۰/۱، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۱)

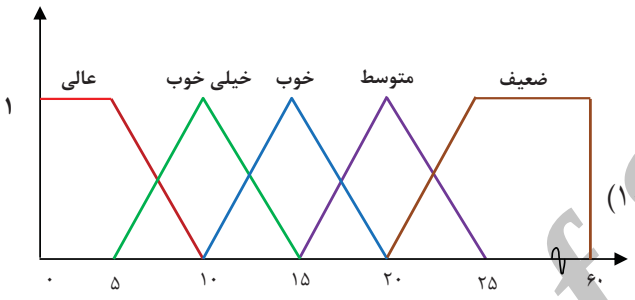
ضعیف = (۰/۰۵، ۰، ۰/۰۵، ۰)

شکل۳: میزان مطلوبیت بر اساس معیارهای C_2 و C_3

برای شاخص C۴ مقادیر بر اساس متوسط زمان حضور پلیس ۱۱۰ در صحنه پس از تماس

Archive of SID
www.SID.ir

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 ۱۰دقیقه، عالی= حدود ۵ دقیقه و پایین‌تر (شکل ۴).



ضعیف = (۲/۵، ۲/۵، ۶۰، ۲۵)

متوسط = (۲/۵، ۲/۵، ۲۰، ۲۰)

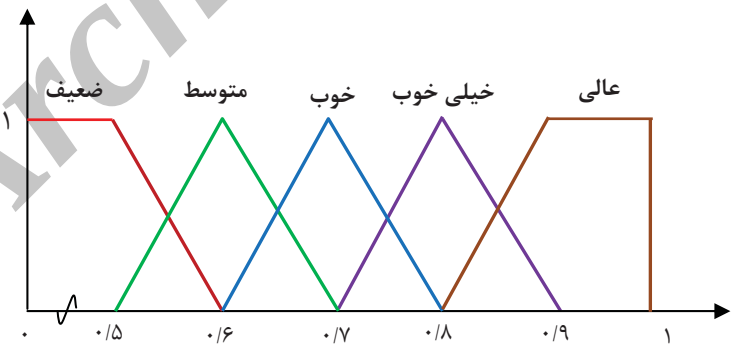
خوب = (۲/۵، ۲/۵، ۱۵، ۱۵)

خیلی خوب = (۲/۵، ۲/۵، ۱۰، ۱۰)

عالی = (۲/۵، ۰، ۵، ۰)

شکل۴: میزان مطلوبیت بر اساس معیار C_4

مقادیر در نظر گرفته شده برای شاخص C۵ (رضایتمندی مردم از عملکرد منطقه) که جنبه مثبت دارد عبارت است از ضعیف= حدود ۰/۵ و پایین تر، متوسط= حدود ۰/۶، خوب= حدود ۰/۷، خیلی خوب= حدود ۰/۸، عالی= حدود ۰/۹ و بالاتر (شکل۵).



شکل۵: میزان مطلوبیت بر اساس معیار C_5

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

Archive of SID
www.SID.ir

۴. تشکیل ماترس 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.

جدول۲: ماتریس اطلاعات مناطق انتظامی

شاخص‌ها / مناطق انتظامی	C۱	C۲	C۳	C۴	C۵
منطقه۱	خوب	متوسط	خوب	ضعیف	متوسط
منطقه۲	متوسط	عالی	خوب	متوسط	خوب
منطقه۳	ضعیف	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
منطقه۴	متوسط	ضعیف	خوب	خوب	خوب
منطقه۵	خوب	خوب	متوسط	متوسط	متوسط
منطقه۶	عالی	متوسط	متوسط	خوب	خوب
منطقه۷	صعیف	خوب	متوسط	خوب	متوسط
منطقه۸	متوسط	متوسط	متوسط	خوب	ضعیف

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

گام۱: تبدیل ماتریس‌های $\mathbf{D}$ و $\mathbf{A}^{(\circ)}$ به ماتریس‌های $F(D)$ و $F(\mathbf{A}^{(\circ)})$ با استفاده از رابطه روبنز.

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

Archive of SID

www.SID.ir

گام۲: تشکیل ماتریس های $\mathbf{A}^{(k)} = \left(a_{ijk}\right)_{n\times n}$. در اینجا برای نمونه $\mathbf{A}^{(۱)}$ را ارائه کرده ایم.

$$A^{(۱)} = \begin{bmatrix} ۱ & ۱.۵ & ۳.۶۲۵ & ۱.۵ & ۱ & ۰.۱۸۷ & ۳.۶۲۵ & ۱.۵ \\ ۰.۶۶۷ & ۱ & ۲.۴۱۷ & ۱ & ۰.۶۶۷ & ۰.۱۲۵ & ۲.۴۱۷ & ۱ \\ ۰.۲۷۶ & ۰.۴۱۴ & ۱ & ۰.۴۱۴ & ۰.۲۷۶ & ۰.۰۵۲ & ۱ & ۰.۴۱۴ \\ ۰.۶۶۷ & ۱ & ۲.۴۱۷ & ۱ & ۲.۶۶۷ & ۰.۱۲۵ & ۲.۴۱۷ & ۱ \\ ۱ & ۱.۵ & ۳.۶۲۵ & ۱.۵ & ۱ & ۰.۱۸۷ & ۳.۶۲۵ & ۱.۵ \\ ۵.۳۳۳ & ۸ & ۹ .۳ & ۸ & ۵.۳۳۳ & ۱ & ۹ .۳ & ۸ \\ ۰.۲۷۶ & ۰.۴۱۴ & ۱ & ۰.۴۱۴ & ۰.۲۷۶ & ۰.۰۵۲ & ۱ & ۰.۴۱۴ \\ ۰.۶۶۷ & ۱ & ۲.۴۱۷ & ۱ & ۰.۶۶۷ & ۰.۱۲۵ & ۲.۴۱۷ & ۱ \end{bmatrix}$$

گام۳: محاسبه وزن ها. برای تمامی ماتریس‌ها وزن‌ها به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\mathbf{w}^{(۰)} = \begin{bmatrix} ۰.۴۲۵ \\ ۰.۱۵۸ \\ ۰.۱۱۴ \\ ۰.۱۱۲ \\ ۰.۱۹۷ \end{bmatrix}, \mathbf{w}^{(۱)} = \begin{bmatrix} ۰.۱۰۱ \\ ۰.۰۶۷ \\ ۰.۰۲۸ \\ ۰.۰۶۷ \\ ۰.۱۰۱ \\ ۰.۵۳۹ \\ ۰.۰۲۸ \\ ۰.۰۶۷ \end{bmatrix}, \mathbf{w}^{(۲)} = \begin{bmatrix} ۰.۷ \\ ۰.۵ \\ ۰.۷ \\ ۰.۰۲۳ \\ ۰.۱۲۴ \\ ۰.۷ \\ ۰.۱۲۴ \\ ۰.۷ \end{bmatrix}, \mathbf{w}^{(۳)} = \begin{bmatrix} ۰.۱۷۲ \\ ۰.۱۷۲ \\ ۰.۰۹۷ \\ ۰.۱۷۲ \\ ۰.۰۹۷ \\ ۰.۰۹۷ \\ ۰.۰۹۷ \\ ۰.۰۹۷ \end{bmatrix}, \mathbf{w}^{(۴)} = \begin{bmatrix} ۰.۰۵۳ \\ ۰.۱۱۴ \\ ۰.۱۱۴ \\ ۰.۱۵۱ \\ ۰.۱۱۴ \\ ۰.۱۵۱ \\ ۰.۱۵۱ \\ ۰.۱۵۱ \end{bmatrix}, \mathbf{w}^{(۵)} = \begin{bmatrix} ۰.۱۲۶ \\ ۰.۱۴۷ \\ ۰.۱۲۶ \\ ۰.۱۴۷ \\ ۰.۱۲۶ \\ ۰.۱۴۷ \\ ۰.۱۲۶ \\ ۰.۰۵۸ \end{bmatrix}$$

گام۴: محاسبه وزن نهایی. وزن نهایی را به صورت زیر به‌دست آورده‌ایم:

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} .۱۰۴ \\ .۱۶۱ \\ .۰۷۲ \\ .۰۹۷ \\ .۱۱۱ \\ .۲۹۷ \\ .۰۷۱ \\ .۰۷۹ \end{bmatrix}$$

گام۵: سرانجام رتبه نهایی مناطق نظامی با توجه به گام ۵ به صورت جدول(۳) معین می‌گردد:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: رتبه مناطق

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

براساس نتایج به‌دست 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:

۱. 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.

۲. با توجه به الگوریتم ارائه شده ثابت شده است که ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها همواره سازگارند در حالی‌که در AHP همیشه این طور نیست (رمضان زاده و عالی ۱۳۸۲).

۳. 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 روبنز 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.

Archive of SID

www.SID.ir

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 قرارگیرد. 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 تأمین کننده با رویکرد فازی*. مجموعه مقالات یازدهمین کنفرانس نظام‌های فازی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

شرفی ماسوله، آرش (۱۳۸۸، بهار). انتخاب و ارزیابی تأمین کنندگان 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).

قدسی‌پور، سید حسن (۱۳۹۰). *فرایند تحلیل سلسله مراتبی*. تهران: انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

Archive of SID

www.SID.ir

علیرضایی، ابوتراب؛ امینی، امین (۱۳۸۸). سروکوال و فرایند تحلیل سلسله مراتبی ابزارهایی مناسب برای سنجش و اولویت‌بندی کیفیت خدمات آموزشی در صنعت نفت. *فصلنامه مدیریّت و منابع انسانی در صنعت نفت*، ۳ (۹۰).

نوری، ایرج؛ اسدی، بابک؛ رضازاده، امیر (۱۳۸۶). ارزیابی کیفیت آموزش با فن MCDM فازی. *مجله دانش مدیریّت*. (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, Bocaraton, 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.

Archive of SID

www.SID.ir