ترجمه فا
TarjomeFa.Com

ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

AHP فازی برای تعیین اوزان نسبی معیار های ارزیابی و تاپسیس فازی برای رتبه بندی جایگزین ها

چکیده

هدف این مطالعه، پیشنهاد یک رویکرد تصمیم گیری چند معیاره فازی(FMCDM) به منظور ارزیابی گزینه های جایگزین از حیث ترتیب ارجحیت کاربران می باشد. دو روش FMCDM برای حل مسئله MCDM پیشنهاد می شوند: فرایند سلسله مراتبی تحلیل فازی(FAHP) برای تعیین وزن های نسبی معیار های ارزیابی استفاده شده و نسخه روش فازی برای ارجحیت بر اساس تشابه با راه حل ایده آل(FTOPSIS) برای رتبه بندی جایگزین ها استفاده می شود. نتایج تجربی نشان می دهد که روش های پیشنهادی، رویکرد های عملی و مناسب برای حل مسئله هستند. وقتی که رتبه بندی عملکرد مبهم و غیر دقیق باشد، این MCDM فازی یک راه حل ایده ال و مطلوب است.

لغات کلیدی:MADM، تصمیم گیری فازی، AHP فازی، تاپسیس فازی.

1-مقدمه

MADM اشاره به یافتن بهترین ایده از میان همه جایگزین های ممکن در حضو معیار های تصمیم گیری مختلف و اغلب متضاد دارد. روش های مبتنی بر اولویت، غیر رتبه ای و فاصله محور و ترکیبی را می توان به عنوان انواع مهم روش های فعلی در نظر گرفت(1). تصمیم گیری چند منظوره(MODM) متشکل از مجموعه ای از اهداف متضادی می باشد که هم زمان نمی توان به آن ها دست یافت. این روش همواره بر فضا های تصمیم پیوسته تاثیر گذاشته و می تواند با روش های برنامه نویسی ریاضی حل شود. به طور کلی MODM با 1- ارجحیت ها و اولویت های مربوط به اهداف تصمیم گیران و 2- روابط بین اهداف و ویژگی ها سرو کار دارد. یک جایگزین را می توان یا از حیث ویژگی های آن و یا از حیث میزان دست یابی به اهداف تصمیم گیرنده توصیف کرد(11).

MODM مسئله انتخاب یک گزینه را از میان مجموعه ای از جایگزین ها حل می کند که از حیث ویژگی های خاص خود تعیین می شوند. MODM یک رویکرد کیفی به دلیل وجود معیار های ذهنی و کارشناسی است. این روش مستلزم اطلاعاتی در خصوص اولویت های میان نمونه های یک ویژگی و اولویت ها و سلایق در بین ویژگی های موجود است. تصمیم گیرنده می تواند رتبه بندی را برای ویژگی ها از حیث اهمیت و وزن بیان کرده یا تعریف کند. هدف MODM دست یابی به یک جایگزین بهینه ای است که بیشترین درجه رضایت را برای همه ویژگی های مربوطه خود دارد(11).

یکی از برجسته ترین رویکرد های MODM، فرایند سلسله مراتبی تحلیلی(AHP)(2-39) می باشد که ریشه در دست یابی به اوزان نسبی در میان عوامل و مقادیر کل هر جایگزین بر اساس این وزن ها دارد. در مقایسه با سایر روش های MODM، یک روش AHP به طور گسترده ای در تصمیم گیری چند معیاره استفاده شده است و به طور موفق در بسیاری از مسائل تصمیم گیری عملی به کار گرفته شده است(40). علی رغم محبوبیت بالای روش AHP، این روش اغلب به دلیل ناتوانی خود در حل مسائل تصمیم گیری غیر قطعی و غیر دقیق همواره مورد نقد قرار گرفته است(3). تاپسیس، که یک روش دیگر MCDM است، بر اساس انتخاب بهترین جایگزین می باشد و دارای کوتاه ترین فاصله از جایگزین ایده ال مثبت و طولانی ترین فاصله از جایگزین ایده ال منفی است. اطلاعات دقیق تر در مورد روش تاپسیس را می توان در مطالعات هوانگ و یان(4) یافت.

مقایسات کارشناسان در اشکال ابتدایی روش های AHP و تاپسیس در مورد معیار ها، زیر معیار ها و جایگزین ها به شکل اعداد دقیق نشان داده می شود. با این حال، در بسیاری از موارد کاربردی، ارجحیت و اولویت کارشناسان غیر قطعی بوده و آن ها در انجام مقایسات عددی اکراه داشته یا ناتوان می باشند. تصمیم گیری فازی یک روش قوی برای تصمیم گیری در محیط فازی است. روش های تصمیم گیری کلاسیک تنها با داده های دقیق و ترتیبی کار می کنند از این روی جایی برای داده های فازی ومبهم وجود ندارد. انسان توانایی خوبی در پردازش داده های کیفی دارد که این موضوع به او در انجام تصمیمات در محیط های فازی کمک می کند.

هدف اصلی این مقاله، پیشنهاد چارچوب های TOPSIS و AHP جدید برای رسیدگی به عدم قطعیت و عدم دقت ارزیابی هایی است که در آن ها مقایسات کارشناسان به صورت اعداد فازی نمایش داده می شود. در این مقاله، ما از روش فرایند سلسله مراتبی تحلیلی فازی(FAHP) برای تعیین اوزان نهایی جایگزین ها و نیز مقایسات انجام شده توسط گروهی از کارشناسان بهره خواهیم گرفت. با این حال، برای ارزیابی جایگزین های مسائل چند معیاره، وزن های مختلف داده شده به ویژگی ها نقش مهمی در فرایند تصمیم گیری ایفا می کنند.

استام و سالیوا(4) از روش های رتبه بندی اولویت چند گانه ضربی برای AHP استفاده کردند. ساتی(2) نشان داد که بردار ویژه یک ماتریس مقایسه زوجی نشان دهنده اوزان اولویت محلی عناصر مقایسه شده(معیار ها، زیر معیار ها و جایگزین ها) می باشد ابوسینا و امر(42)، رویکرد تاپسیس را برای حل مسائل برنامه نویسی غیر خطی بزرگ مقیاس چند منظوره(MOLSNLP) توسعه دادند. آگوران و همکاران(5) بر ارزیابی پیوستگی قضاوت های کارشناسان در سیستم پشتیبان تصمیم گیری AHP(DSS) تاکید کردمد. هالووی و وایت(43) با عدم قطعیت از فرایند پرسش-پاسخ به عنوان یک روش تصمیم گیری متوالی استفاده کرده و یک برنامه نویسی پویا را برای آن توسعه دادند. یکی از رایج ترین رویکرد ها در MCDM، روش وزنی افزایشی ساده(SAW) می باشد که در آن همه معیار ها توسط یک عدد حقیقی مناسب وزن دهی شده و اهمیت آن ها را نشان می دهد. علی رغم سادگی آن، روش SAW با برخی مشکلات نیز مواجه است: اثر متقابل میان ویژگی ها و صفات مجاز نیست، از این روی ، اصل استقلال ترجیحی لازم است. به علاوه برخی از از مشکلات در خصوص تخصیص وزن وجود دارد. به این ترتیبف برخی از روش های جدید نظیر AHP پیشنهاد می شوند(2) و سایر ابزار ها نظیر منطق فازی و تئوری اپراتور های تجمع فازی(6) برای بهبود روش های تصمیم گیری چند منظوره استفاده شده اند.

برای ارزیابی کیفیت خدمات خطوط هوایی، تزار و همکاران(7) از روش AHP برای محاسبه اوزان معیار ها و از روش TOPSIS برای تعیین رتبه بندی جایگزین ها استفاده کردند. فنگ و وانگ(19) از روش تاپسیس برای ارزیابی عملکرد خطوط هوایی مختلف استفاده کردند. روش های تاپسیس و تاپسیس فازی در شرایط

مختلف استفاده شده است و معمولا در حل مسائل تصمیم گیری چند شاخصه استفاده می شوند(MADM(8-9).

ایسیکلار و بایکوزکان(10) از رویکرد تصمیم گیری چند معیاره برای ارزیابی جایگزین های تلفن موبایل استفاده کردند.. در این مقاله، هدف ما حل مسائل فوق ولی در یک محیط فازی است. یانک و هوانگ(11) بر ارزیابی طرح های ترتیب جایگزین تاکید کردند. ما از مسئله آن ها استفاده می کنیم ولی آن را با روش های FAHP و FTOPSIS حل می کنیم. روش پیشنهادی ما متشکل از دو مرحله است: در اولین مرحله، فرایند سلسله مراتبی تحلیلی فازی برای تعیین اوزان نسبی معیار های ارزیابی استفاده می شود. در دومین مرحله، روش تاپسیس فازی (FTOPSIS) برای رتبه بندی جایگزین ها استفاده می شود.

ادامه مقاله به شکل زیر سازمان دهی شده شده است. چارچوب ارزیابی در شکل 2 مطرح شده است.بخش بعدی به بررسی روش های مورد استفاده برای محاسبه اوزان معیار و انتخاب بهترین جایکزین ها می پردازد. بخش چهارم به طور دقیق به بررسی این روش ها برای حل مسائل تعریف شده در این مقاله می پردازد. نتایج محاسباتی در بخش 5 نشان داده شده و بخش 6 شامل نتیجه گیری و تحقیقات آینده است.

2-چارچوب ارزیابی

MCDM یک ابزار قوی است که به طور گسترده ای برای حل مسائل چند معیاره و اغلب با معیار های متناقض و مبهم استفاده می شود(1). روش های MCDM به طور کلی قادر به سازمان دهی دقیق و سیستماتیک مسئله می باشند. با این مشخصه، تصمیم گیران توانایی بررسی و مقیاس بندی دقیق مسئله را بر اساس نیاز های خود دارند(10). هدف اصلی این مقاله، همان طور که قبلا نیز گفته شد، انتخاب بهترین جایگزین از حیث ارجحیت و ترتیب اولویت کاربران است. برای این منظور، ما از FAHP برای تعیین اولویت های معیار های مختلف استفاده کرده و سپس بهترین جایگزین تلفن موبایل را با روش تاپسیس انتخاب می کنیم. یانک و هوانگ(11) از روش های تاپسیس و تاپسیس فازی برای انتخاب بهترین طرح کارخانه با توجه

به معیار های مختلف استفاده کردند. روش ارزیابی در این مقاله، شامل سه مرحله می باشد که در شکل 1 خلاصه شده است.

شکل 1: روش ارزیابی

1- شناسایی معیار های انتخاب
2- ساخت سلسله مراتب معیار های انتخاب
3- وزن معیار ها با AHP فازی
4- نتایج رتبه بندی نهایی
5- رتبه بندی با تاپسیس فازی

گام 1- شناسایی معیار های انتخاب(ارزیابی) که به صورت مهم ترین معیار ها برای کاربران در نظر گرفته می شود

گام 2- بعد از ساخت سلسله مراتب معیار های ارزیابیف محاسبه اوزان معیار ها از طریق روش FAHP W صورت می گیرد

گام 3- انجام روش FTOPSIS برای دست یابی به نتایج رتبه بندی نهایی

توصیف دقیق هر مرحله در بخش های زیر نشان داده شده است.

3- روش FAHP و FTOPSIS

3-1 مدل AHP فازی

AHP یک روش تصمیم گیری قوی برای تعیین اولویت های میان معیار های مختلف است. AHP در بر گیرنده شش گام اساسی است(10)و در ابتدا ما به بررسی دلیل استفاده از تئوری فازی قبل از توسعه AHP فازی و تاپسیس فازی به شکل زیر می پردازیم:

تعریف 3-1: یک مجموعه فازی $\tilde{a}$ در یک دنیای گفتمانX، با تابع عضویت $\mu_{\tilde{a}}(x)$ مشخص می شود که مربوط به هر مولفه x درX می باشد که یک عدد حقیقی در بازه $[0,1]$ است. مقدار تابع $\mu_{\tilde{a}}(x)$ موسوم به درجه عضویت x در $\tilde{a}$ (12) است. این مطالعه از اعداد فازی مثلثی استفاده می کند. یک عدد فازی مثلثی، $\tilde{a}$، را می توان با یک سه گانه تعریف کرد(a_1, a_2, a_3). طرح های مفهومی و شکل ریاضی با معادله 1(13) نشان داده شده است.

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a_1 \\ \dfrac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \prec x \leq a_2 \\ \dfrac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & a_2 \prec x \leq a_3 \\ 1 & x \succ a_3 \end{cases} \qquad (1)$$

تعریف 3-2: فرض کنید که $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ و $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ دو عدد فازی مثلثی باشد، سپس روش راس برای محاسبه فاصله بین آن ها همانند معادله 2 تعریف می شود:

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2\right]} \qquad (2)$$

تعریف 3-3: یک عدد فازی مثلثی $\tilde{a}$ را فرض کنید، انگاه آلفا کات فازی به صورت معادله 3 تعریف می شود:

$$\tilde{a}_\alpha = [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, a_3 - (a_3 - a_2)\alpha] \quad (3)$$

شکل 3-4: فرض کنید $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3), \tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ دو عدد فازی مثلثی باشند و $\tilde{a}_\alpha, \tilde{b}_\alpha$ به صورت آلفا کات $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$ باشند، انگاه روش برای محاسبه تقسیم بین $\tilde{a}$ و $\tilde{b}$ اعریف می شود همانند معادله های4-7(14):

$$\frac{\tilde{a}_\alpha}{\tilde{b}_\alpha} = \left[\frac{(a_2 - a_1)\alpha + a_1}{-(b_3 - b_2)\alpha + b_3}, \frac{-(a_3 - a_2)\alpha + a_3}{(b_2 - b_1)\alpha + b_1}\right] \quad (4)$$

وقتی که $\alpha = 0$ است،

$$\frac{\tilde{a}_0}{\tilde{b}_0} = \left[\frac{a_1}{b_3}, \frac{a_3}{b_1}\right] \quad (5)$$

وقتی که $\alpha = 1$ است

$$\frac{\tilde{a}_1}{\tilde{b}_1} = \left[\frac{(a_2 - a_1) + a_1}{-(b_3 - b_2) + b_3}, \frac{-(a_3 - a_2) + a_3}{(b_2 - b_1) + b_1}\right]$$
$$\frac{\tilde{a}_1}{\tilde{b}_1} = \left[\frac{a_2}{b_2}, \frac{a_2}{b_2}\right] \quad (6)$$

از این روی، مقدار تقریبی $\tilde{a}/\tilde{b}$ به صورت زیر است

$$\frac{\tilde{a}}{\tilde{b}} = \left[\frac{a_1}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_3}{b_1}\right] \quad (7)$$

اصل 3-1: فرض کنید که هر دو $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ و $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ اعداد حقیقی باشند، اندازه گیری فاصله $d(\tilde{a}, \tilde{b})$ مشابه با فاصله اقلیدسی است(15).

عملیات پایه بر روی اعداد مثلثی فازی به صورت زیر هستند(11)

برای تقریب ضرب: $\tilde{a} \times \tilde{b}$

$$= (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3) \quad (8)$$

برای جمع:

$$\tilde{a} + \tilde{b} = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (9)$$

با توجه به تئوری فازی فوق الذکر، روش AHP فازی پیشنهادی به صورت زیر تعریف می شود:

گام 1: AHP از چندین زیر مسائل کوچک برای ارایه یک مسئله تصمیم گیری پیچیده استفاده می کند. از این روی، نخستین گام، تجزیه مسئله تصمیم گیری به یک سلسله مراتب با یک هدف در راس، معیار ها و زیر معیار ها در سطوح و زیر سطوح و جایگزین تصمیم گیری در انتهای سلسله مراتب(شکل 3) می باشد.

گام 2: ماتریس مقایسه شامل مقایسه زوجی درایه ها و عناصر سلسله مراتب ساختاری است. هدف اصلی اولویت بندی نسبی آن ها از حیث هر یک از مولفه ها در سطوح بالاتر بعدی است.

$$D = \begin{array}{c} \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ \vdots \\ C_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} C_1 & C_2 & C_3 & \cdots & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & & x_{3n} \\ \vdots & & & & \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & & x_{nn} \end{bmatrix} \end{array} \quad (10)$$

درایه های $\{x_{ij}\}$ را می توان به صورت درجه اولویت و برتری i امین معیار نسبت به j امین معیار تفسیر کرد. بدیهی است که تعیین وزنی معیار ها هنگام استفاده از مقایسات زوجی به جای بدست آوردن مستقیم آن ها دارای اطمینان پذیری بیشتری است زیرا انجام مقایسه بین دو ویژگی نسبت به تخصیص وزنی کلی ساده تر است. قبل از همه محاسبات بردار های اولویت، ماتریس مقایسه باید به دامنه $[0,1]$ با معادله 11 نرمال سازی شود

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}} \qquad (11)$$

$$R = \begin{array}{c} \\ C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ \vdots \\ C_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} C_1 & C_2 & C_3 & \cdots & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & & r_{2n} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & & r_{3n} \\ \vdots & & & & \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & & r_{nn} \end{bmatrix} \end{array} \qquad (12)$$

گام 3: AHP هم چنین، شاخص ناپیوستگی(یا نسبت پیوستگی) را برای نشان دادن پیوستگی مرحله ارزیابی محاسبه می کند. شاخص ناپیوستگی در هر دو ماتریس تصمیم گیری و در ماتریس های مقایسه زوجی را می توان با معادله 13 (5) محاسبه کرد:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - N}{N - 1} \qquad (13)$$

که $\lambda_{\max}$ مقدار ویژه اصلی ماتریس قضاوت و n، رتبه ماتریس قضاوت است. هر چه شاخص ناپیوستگی به صفر نزدیک تر باشد، پیوستگی بیشتر است. پیوستگی ارزیابی در صورتی حاصل می شود که مساوی $(a_{ij}a_{jk} = a_{ik}, \forall i, j, k)$ به ازای همه معیار ها صادق باشد.برای این که نتایج AHP به صورت قابل قبول تلقی شود، شاخص مربوطه باید کم تر از 0.10 باشد. در صورتی که این شرایط صادق نباشد، تصمیم گیرنده باید برگردد و ارزیابی و مقایسات را دوباره انجام دهد(10).

گام 4: در مرحله بعدی، مولفه های واقعی ماتریس R به اعداد فازی تبدیل می شود

گام 5: قبل از انجام همه محاسبه بردار اولویت ها، ماتریس مقایسه D باید توسط معادله 11 نرمال سازی شود.

گام 6: برای یافتن اوزان معیار ها، میانگین مولفه ها یا درایه های هر ردیف از ماتریس بدست آمده از مرحله 4 با تعریف 3-4 را محاسبه کنید.

3-2 تابع عضویت فازی

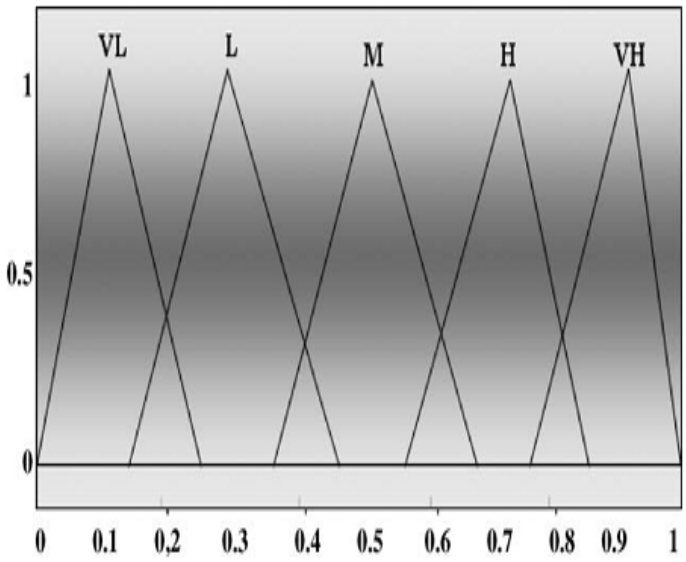
کارشناسان معمولا از متغیر زبانی برای ارزیابی اهمیت معیار ها و رتبه بندی جایگزین ها با توجه به معیار های مختلف استفاده می کنند. مثال مربوط به این مطالعه، تنها دارای مقادیر دقیق برای رتبه بندی عملکرد و برای اوزان معیار ها است. به منظور شفاف سازی ایده MACD فازی، ما تعمدا مقادیر دقیق موجود را به پنج سطح تبدیل می کنیم: متغیر های زبانی فازی بسیار پایین(VL)، پایین (L)، متوسط (M)، بالا (H)، و بسیار بالا (VH). فرایند تبدیل دو هدف را دنبال می کند:1- مشخص کردن روش MACD فازی پیشنهادی و 2- معیار بندی نتایج تجربی با استفاده از سایر روش های مقداری دقیق در تحلیل بعدی.

در میان اعداد فازی رایج، اعداد فازی مثلثی و ذو ذنقه ای احتمالا اعداد اقتباسی به دلیل سادگی آن ها در مدل سازی تفاسیر آسان می باشند. هر دو اعداد فازی مثلثی و ذو ذنقه ای قابل تعمیم به مطالعه حاضر هستند. فرض ما این است که یک عدد فازی مثلثی می تواند به طور کافی بیانگر متغیر های زبانی فازی پنج سطحی بوده و از این روی برای تجزیه تحلیل بعدی استفاده می شود.

به عنوان یک قانون تجربی(قانون سر انگشتی)، هر رتبه به یک تابع عضویت با توزیع یکنواخت نسبت داده می شود که دارای بازه های 0.30 یا 0.25 است. بر اساس این فرضیات یک جدول تبدیل را می توان همانند جدول 1 نشان داد. برای مثال، یک متغیر فازی بسیار پایین، دارای عدد فازی مثلثی مربوطه خود با حداقل مد 0.00 از 0.10 و ماکزیمم 0.25 می باشد. همین تعریف به متغیر فازی پایین، متوسط، بالا و بسیار بالا قابل کاربرد است. شکل 2 تابع عضویت فازی را نشان می دهد(11).

جدول 1: تبدیل برای توابع عضویت فازی

رتبه	درجه معیار فرعی	تابع عضویت
بسیار پایین	1	(0.00,0.10,0.25)
پایین	2	(0.15,0.30,0.45)
متوسط	3	(0.35,0.50,0.65)
بالا	4	(0.55,0.70,0.85)
بسیار بالا	5	(0.75,0.90,1.00)



شکل 2: توابع عضویت مثلثی فازی

3-3 اصول تاپسیس

روش تاپسیس بر اساس انتخاب بهترین جایگزین می باشد که دارای کوتاه ترین فاصله از راه حل ایده ال مثبت و طولانی ترین فاصله از راه حل ایده ال منفی است، اطلاعات دقیق تر در مقاله هوانگ و یان(4) ارایه شده است.

3-4 مدل تاپسیس فازی

اغلب تخصیص یک رتبه عملکردی دقیق به یک جایگزین برای معیار های مورد نظر برای یک تصمیم گیرنده سخت است. نقطه قوت استفاده از روش فازی، تخصیص اهمیت نسبی معیار ها با استفاده از اعداد فازی به جای اعداد دقیق است. این بخش، تاپسیس را به محیط فازی توسعه می دهد. MCDM فازی را می توان به طور مختصر در فرمت ماتریس همانند معادلات 14 و 15 بیان کرد:

$$\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} C_1 & C_2 & C_3 & \cdots & C_n \end{array} \\ \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \tilde{x}_{13} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \tilde{x}_{23} & & \tilde{x}_{2n} \\ \tilde{x}_{31} & \tilde{x}_{32} & \tilde{x}_{33} & & \tilde{x}_{3n} \\ \vdots & & & & \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \tilde{x}_{m3} & & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{array} \quad (14)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \quad \tilde{w}_2, \quad \ldots, \quad \tilde{w}_n] \quad (15)$$

که $\tilde{x}_{ij}, i = 1, 2, \ldots, m;\ j = 1,\ 2, \ldots, n$ و $\tilde{w}_j,\ j = 1,\ 2, \ldots, n$ ، اعداد فازی مثلثی زبانی ، $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ و $\tilde{w}_j = (a_{j1}, b_{j2}, c_{j3})$ می باشد. توجه داشته باشید که $\tilde{x}_{ij}$ رتبه عملکردی i امین جایگزین، A_i با توجه به j امین معیار، C_j و $\tilde{w}_j$ نشان دهنده وزن j امین معیار، CJ است. ماتریس تصمیم گیری فازی نرمال که با علامت $\tilde{R}$ مشخص می شود در معادله 16 نشان داده شده است

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (16)$$

ماتریس تصمیم گیری نرمال فازی وزنی در معادله 17 نشان داده شده است

$$V = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \ldots & \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \tilde{v}_{m1} & \tilde{v}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{v}_{m1} & \tilde{v}_{n2} & \tilde{v}_{m1} & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1\tilde{r}_{11} & \tilde{w}_2\tilde{r}_{12} & \ldots & \tilde{w}_n\tilde{r}_{1n} \\ \tilde{w}_1\tilde{r}_{21} & \tilde{w}_2\tilde{r}_{22} & \ldots & \tilde{w}_n\tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{w}_1\tilde{r}_{m1} & \tilde{w}_2\tilde{r}_{m2} & \ldots & \tilde{w}_n\tilde{r}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (17)$$

نقطه قوت در استفاده از رویکرد فازی، تعیین اهمیت نسبی معیار ها با استفاده از اعداد فازی به جای اعداد حقیقی است. این بخش، تاپسیس را به محیط فازی توسعه می دهد. این روش برای حل مسئله تصمیم گیران گروهی تحت محیط فازی مناسب است. با توجه به تئوری فازی فوق، روش تاپسیس فازی پیشنهادی به صورت زیر تعریف می شود

گام 1: انتخاب رتبه های زبانی $(\tilde{x}_{ij})\ \ i = 1,\ 2, \ldots, m;\ \ j = 1,2, \ldots, n$ برای جایگزین ها با توجه به معیار ها و متغیر های زبانی مناسب $(\tilde{w}_i, j = 1,\ 2, \ldots, n)$ برای وزن معیار ها. رتبه بندی زبانی فازی $(\tilde{x}_{ij})$ در بر گیرنده این ویژگی است که دامنه های اعداد فازی مثلثی نرمال متعلق به $[0,1]$می باشد، از این روی، نیازی به روش نرمال سازی نیست. برای این نمونه، $\tilde{D}$ تعریف شده با معادله 14 با $\tilde{R}$ تعریف شده توسط معادله(16) معادل است.

گام 2: ساخت ماتریس تصمیم فازی نرمال وزنی. مقدار نرمال وزنی $\tilde{V}$ با معادله 17 محاسبه می شود.

گام 3:شناسایی راه حل های ایده ال مثبت (A^*) و ایده ال منفی (A^-) . راه حل ایده ال مثبت فازی (FPIS, A^*) و راه حل ایده ال منفی فازی (FNIS, A^-) در معادلات 18 و 19 نشان داده می شود.

$$A^* = \{\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \ldots, \tilde{v}_n^*\} = \{(\max_i \tilde{v}_{ij} | i = 1, \ldots, m), j = 1, 2, \ldots, n\}. \quad (18)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \ldots, \tilde{v}_n^-\} = \{(\min_i \tilde{v}_{ij} | i = 1, \ldots, m), j = 1, 2, \ldots, n\}. \quad (19)$$

عملیات مینیمم و ماکزیمم به یک عدد فازی مثلثی منتهی نمی شود بلکه امکان بیان مقادیر تقریبی ماکزیمم و مینیمم را به صورت اعداد فازی مثلثی می دهد(14)، با این حال می دانیم که درایه های $\tilde{v}_{ij}\ \forall i,j$ ، اعداد فازی مثلثی مثبت نرمال بوده و دامنه آن ها متعلق به بازه بسته(0-1) است. از این روی، ما می توانیم راه حل ایده ال مثبت فازی و ایده ال منفی را به صورت $\tilde{v}_j^* = (1,1,1)$ و $\tilde{v}_i^- = (0,0,0), j = 1, 2, \ldots, n$ (10) تعریف کنیم.

گام 4:محاسبه شاخص های تفکیک، فاصله هر جایگزین از A^* و A^- را می توان با استفاده از معادله 20 و 21 محاسبه کرد

$$d_i^* = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \ldots, m \qquad (20)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \ldots, m \qquad (21)$$

گام 5: محاسبه شباهت ها با راه حل ایده ال. این مرحله، تشابهات را با راه حل ایده ال با معادله 22 حل می کند:

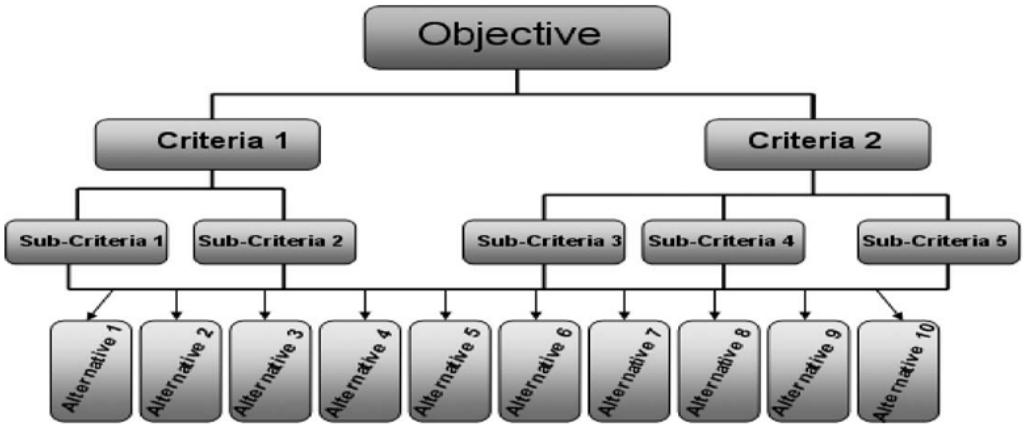
$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \qquad (22)$$

گام 6: رتبه بندی ترتیب اولویت. انتخاب یک جایگزین با ماکزیمم CC_i^* یا رتبه بندی جایگزین ها بر اساس CC_i^* به ترتیب نزولی(11).

4- مثال های تجربی و بحث ها

4-1 مثال های تجربی برای روش AHP

ساختار سلسله مراتبی مدل تصمیم مقاله با جایگزین ها و معیار ها در شکل 3 نشان داده شده است. مسئله تصمیم متشکل از سه سطح است: در بالاترین سطح، هدف مسئله واقع شده و در دومین سطح، معیار ها قرار گرفته و در سومین سطح، زیر معیار ها یا معیار های فرعی لیست شده اند و سطح آخر مربوط به جایگزین هاست.



					هدف				
				معیار 2		معیار 1			
	معیار فرعی5	معیار فرعی4	معیار فرعی3	معیار فرعی 2		معیار فرعی 1			
جایگزین 10	جایگزین 9	جایگزین 8	جایگزین 7	جایگزین 6	جایگزین 5	جایگزین 4	جای زین 3	جایگزین 2	جایگزین 1

جدول 2: ماتریس مقایسه زوجی معیار ها و زیر معیار ها

No.	C_1	C_2	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4	SC_5
C_1	1	0.5	-	-	-	-	-
C_2	2	1	-	-	-	-	-
SC_1	-	-	1	1	0.3333	1	1
SC_2	-	-	1	1	0.3333	1	7
SC_3	-	-	3	3	1	3	5
SC_4	-	-	1	1	0.3333	1	3
SC_5	-	-	1	0.1428	0.2	0.3333	1

جدول 3: اوزان اولویت در درخت تصمیم AHP

Criteria1	0.3333333				
Sub-criteria11		0.425	2	0.14166	4
Sub-criteria12		0.575	1	0.19166	2
Criteria2	0.6666666				
Sub-criteria21		0.644835	1	0.42989	1
Sub-criteria22		0.244575	2	0.16305	3
Sub-criteria23		0.11059	3	0.07372	5

معیار 1، زیر معیار 11، زیر معیار 12، معیار 2، زیر معیار 21، زیر معیار 22، زیر معیار 23

همان طور که گفته شد، روش AHP ابتدا نیازمند مقایسات زوجی معیار ها و زیر معیار ها به منظور تعیین وزن آن ها می باشد. این ماتریس های مقایسات پیوسته در جدول 2 نشان داده شده است. اوزان اولویت نرمال در میان دو معیار و پنج زیر معیار و رتبه بندی آن ها در جدول 3 نشان داده شده است.

4-2 مثال های تجربی برای روش AHP فازی

گام 1:ماتریس مقایسه 2 باید به دامنه $[0,1]$ با معادله 11 نرمال سازی شود. جدول 2 را می توان به جدول 4 تبدیل کرد.

ماتریس های مقایسه 4 بر اساس گفته ایسکلار و بایکوزکان(10) پیوسته و نامتناقض($CI < 0.1$) می باشند. در مرحله بعد، ما از تابع عضویت فازی بحث شده در بخش 3-2 برای تبدیل جدول 4 به جدول 5 استفاده کنیم که با مثال زیر توضیح داده شده است. اگر رتبه عددی 0.45 باشد، آنگاه، متغیر زبانی فازی آن M خواهد بود. از این روی، ماتریس مقایسه زوجی جدید به شکلی که در جدول 5 نشان داده شده است خواهد بود.

جدول 4: ماتریس مقایسه زوجی نرمال معیار ها و زیر معیار ها برای تحلیل AHP

No.	C_1	C_2	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4	SC_5
C_1	0.333333	0.333333	–	–	–	–	–
C_2	0.666666	0.666666	–	–	–	–	–
SC_1	–	–	0.5	0.5	0.5	0.5	0.125
SC_2	–	–	0.5	0.5	0.5	0.5	0.875
SC_3	–	–	0.6	0.724138	0.652174	0.692308	0.55555
SC_4	–	–	0.2	0.241379	0.217391	0.230769	0.33333
SC_5	–	–	0.2	0.034483	0.130435	0.076923	0.11111

متغیر های زبانی فازی ماتریس فوق به تابع عضویت مثلثی فازی به شکلی که در جدول 6نشان داده شده است تبدیل می شود.

در گام سوم، ما میانگین عناصر هر ردیف را محاسبه می کنیم، ماتریس های حاصله در جداول 7 و 8 نشان داده شده است.

3-4 مثال های تجربی برای روش تاپسیس

ماتریس تصمیم جدول 9 برای تحلیل تاپسیس استفاده می شود. بر اساس نخستین گام روش تاپسیس، هر درایه یا عنصر با معادله 11 نرمال سازی می شود. دومین گام مستلزم اطلاعات وزن معیار برای محاسبه رتبه نرمال وزنی است. این اوزان معیار با روش AHPمحاسبه می شوند. سومین گام، ماتریس تصمیم نرمال وزنی می باشد.سپس تجزیه تحلیل تا مرحله 4 و 5 ادامه می یابد. نتایج در جدول 11 خلاصه شده است.

در نهایت، مرحله پنجم، جایگزین را بر طبق نتایج جدول 11 به صورت زیر رتبه بندی می کند:

$$A_8 > A_2 > A_7 > A_6 > A_1 > A_{10} > A_9 > A_3 = A_4 > A_5$$

4-4 مثال های تجربی برای روش تاپسیس فازی

جدول 9، رتبه های عملکرد عددی را برای تحلیل تاپسیس فازی نشان می دهد. به منظور تبدیل رتبه های عملکرد به متغیر های زبانی فازی، رتبه های عملکردی در جدول 9 به دامنه $[0\ 1]$ با معادلات 23 و 24 نرمال سازی می شوند.

1-هر چه بزرگ تر ، بهتر(11):

$$r_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min\{x_{ij}\}]}{[\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}]}. \qquad (23)$$

جدول 5: ماتریس مقایسه زوجی معیار ها و زیر معیار ها با استفاده از متغیر های زبانی فازی

No.	C_1	C_2	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4	SC_5
C_1	L	L	–	–	–	–	–
C_2	H	H	–	–	–	–	–
SC_1	–	–	M	M	M	M	VL
SC_2	–	–	M	M	M	M	VH
SC_3	–	–	M	H	H	H	M
SC_4	–	–	VL	L	L	L	L
SC_5	–	–	VL	VL	VL	VL	VL

جدول 6: ماتریس مقایسه زوجی فازی معیار ها و زیر معیار ها

No.	C_1	C_2	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4	SC_5
C_1	(0.15,0.30,0.45)	(0.15,0.30,0.45)	-	-	-	-	-
C_2	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	-	-	-	-	-
SC_1	-	-	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.00,0.10,0.25)
SC_2	-	-	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.75,0.90,1.00)
SC_3	-	-	(0.35,0.50,0.65)	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	(0.35,0.50,0.65)
SC_4	-	-	(0.00,0.10,0.25)	(0.15,0.30,0.45)	(0.15,0.30,0.45)	(0.15,0.30,0.45)	(0.15,0.30,0.45)
SC_5	-	-	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)

جدول 7: ماتریس مقایسه زوجی فازی زیر معیار ها و اوزان معیار های فازی

No.	SC_1	SC_2	SC_3	SC_4	SC_5	W	Rank
SC_1	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.05,0.15,0.29)	4
SC_2	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.08,0.21,0.38)	2
SC_3	(0.55,0.70,0.85)	(0.35,0.50,0.65)	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	(0.41,0.63,0.85)	1
SC_4	(0.15,0.30,0.45)	(0.00,0.10,0.25)	(0.15,0.30,0.45)	(0.15,0.30,0.45)	(0.15,0.30,0.45)	(0.08,0.21,0.38)	3
SC_5	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.70,0.21)	5

جدول 8: ماتریس مقایسه زوجی فازی معیارها و اوزان معیار های فازی

No.	C_2	C_1	W	Rank
C_1	(0.15,0.30,0.45)	(0.15,0.30,0.45)	(0.15,0.30,0.45)	1
C_2	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	2

(Rank= رتبه)

جدول 9: ماتریس تصمیم گیری

No.	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	185.9500	3.7500	0.0119	8.0000	0.0575
A_2	206.3800	7.8500	0.0596	9.0000	0.0345
A_3	211.4600	7.7100	0.0714	8.0000	0.0690
A_4	228.0000	14.0000	0.0357	8.0000	0.0920
A_5	185.8500	6.2500	0.0476	8.0000	0.0575
A_6	183.1800	7.8500	0.0595	9.0000	0.0575
A_7	225.2600	2.0000	0.0714	5.0000	0.0690
A_8	202.8200	13.3000	0.0952	10.0000	0.0920
A_9	216.3800	7.7100	0.0476	8.0000	0.0345
A_{10}	185.7500	10.1600	0.0595	9.0000	0.0230

2-هر چه کوچک تر، بهتر:

$$r_{ij} = \frac{[\max\{x_{ij}\} - x_{ij}]}{[\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}]} \qquad (24)$$

برای مطالعه حاضر، C4 و C5، از نوع هر چه کوچک تر ، بهتر می باشند. سایر موارد مربوط به نوع " هر چه بزرگ تر ، بهتر" می باشند. سپس، این جدول را می توان به جدول 12 تبدیل کرد. گام بعدی، استفاده از تابع عضویت فازی بحث شده در بخش 3-2 برای تبدیل جدول 12 به جدول 13 می باشد.

جدول 11: نتایج تحلیل تاپسیس

No.	v_{i1}	v_{i2}	v_{i3}	v_{i4}	v_{i5}	S_i^+	S_i^-	C_i^*
A_1	0.041102	0.058458	0.027022	0.021958	0.021854	0.191591	0.068669	0.522671
A_2	0.024661	0.065765	0.135339	0.045966	0.024255	0.097256	0.118143	0.683672
A_3	0.049322	0.058458	0.162134	0.045146	0.024852	0.067332	0.145524	0.33287
A_4	0.065763	0.058458	0.081067	0.081977	0.026796	0.153081	0.076381	0.33287
A_5	0.041102	0.058458	0.10809	0.036597	0.021843	0.114562	0.098714	0.002525
A_6	0.041102	0.065765	0.135112	0.045966	0.021529	0.091689	0.120293	0.567469
A_7	0.049322	0.036536	0.162134	0.011711	0.026474	0.067457	0.094549	0.583613
A_8	0.065763	0.073072	0.216179	0.077878	0.023837	0.085465	0.198931	0.699485
A_9	0.024661	0.058458	0.10809	0.045146	0.025431	0.121324	0.092078	0.431478
A_{10}	0.016441	0.065765	0.135112	0.059492	0.021831	0.106495	0.114315	0.517709
v_j^*	0.065763	0.073072	0.216179	0.011711	0.021529			
v_j^-	0.016441	0.036536	0.027022	0.081977	0.026796			
W	0.141667	0.191666	0.42989	0.16305	0.075727			

جدول 10: ماتریس تصمیم نرمال برای تحلیل تاپسیس

No.	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	0.29013	0.304997	0.062859	0.134672	0.288593
A_2	0.174078	0.343122	0.314823	0.281912	0.3203
A_3	0.348156	0.304997	0.377153	0.276885	0.328184
A_4	0.464208	0.304997	0.188577	0.502774	0.353854
A_5	0.29013	0.304997	0.251435	0.224453	0.288437
A_6	0.29013	0.343122	0.314294	0.281912	0.284294
A_7	0.348156	0.190623	0.377153	0.071825	0.349601
A_8	0.464208	0.381246	0.502871	0.477635	0.314775
A_9	0.174078	0.304997	0.251435	0.276885	0.33582
A_{10}	0.116052	0.343122	0.314294	0.36487	0.288282
W	0.141667	0.191666	0.42989	0.16305	0.075727

متغیر زبانی فازی به یک تابع عضویت مثلثی فازی که در جدول 14 نشان داده شده است تبدیل می شود. این نخستین گام تحلیل تاپسیس فازی است. وزن معیار های فازی نیز در جدول 14 جمع آوری می شود. دومین مرحله در تحلیل، یافتن ماتریس تصمیم فازی وزنی است. با استفاده از معادله(8)، معادله ضرب فازی، ماتریس تصمیم وزنی فازی حاصله در جدول 15 نشان داده شده است. بر طبق جدول 15، می توان راه حل ایده ال مثبت فازی و راه حل ایده ال منفی فازی را به صورت زیر تعریف کرد: $\tilde{v}_j^* = (1,1,1)$ و $\tilde{v}_i^* = (0,0,0), j = 1,2,\ldots,n$. این سومین گام تحلیل تاپسیس فازی است. برای چهارمین مرحله، فاصله هر جایگزین از A^* و A^- را می توان با استفاده از معادلات 19 و 21 محاسبه کرد. پنجمین مرحله، تشابهات را با راه حل ایده ال با معادله 22 حل می کند. تحلیل تاپسیس فازی حاصله در جدول 16 خلاصه شده است.

جدول 12: ماتریس تصمیم نرمال برای تحلیل تاپسیس فازی

No.	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	0.5	0.6	0	0.854167	0.938197
A_2	0.166667	0.8	0.572629	0.5125	0.482374
A_3	0.666667	0.6	0.714286	0.524167	0.369032
A_4	1	0.6	0.285714	0	0
A_5	0.5	0.6	0.428571	0.645833	0.940428
A_6	0.5	0.8	0.571429	0.5125	1
A_7	0.666667	0	0.714286	1	0.061133
A_8	1	1	1	0.058333	0.561803
A_9	0.166667	0.6	0.428571	0.524167	0.259259
A_{10}	0	0.8	0.571429	0.32	0.94266
W	0.141667	0.191666	0.42989	0.16305	0.075727

جدول 13: ماتریس تصمیم با استفاده از متغیر های زبانی فازی

No.	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	M	H	VL	VH	VH
A_2	VL	VH	M	M	M
A_3	H	H	H	M	M
A_4	VH	H	L	VL	VL
A_5	M	H	M	H	VH
A_6	M	VH	M	M	VH
A_7	H	VL	H	VH	VL
A_8	VH	VH	VH	VL	H
A_9	VL	H	M	M	L
A_{10}	VL	VH	M	L	VH
W	L	H	VH	M	VL

آخرین مرحله ،یافتن اولویت برای 10 جایگزین به صورت زیر است

A8 > A3 > A6 > A5 > A2 > A7 > A10 > A1 > A9 > A4

تحلیل تاپسیس فازی جایگزین ها در شکل 4 خلاصه سازی شده است

جدول 14: ماتریس تصمیم فازی و اوزان معیار های فازی

No.	C_1	C_2	C_3	C_3	C_4
A_1	(0.35,0.50,0.65)	(0.55,0.70,0.85)	(0.00,0.10,0.25)	(0.75,0.90,1.00)	(0.75,0.90,1.00)
A_2	(0.00,0.10,0.25)	(0.75,0.90,1.00)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)
A_3	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	(0.55,0.70,0.85)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)
A_4	(0.75,0.90,1.00)	(0.55,0.70,0.85)	(0.15,0.30,0.45)	(0.00,0.10,0.25)	(0.00,0.10,0.25)
A_5	(0.35,0.50,0.65)	(0.55,0.70,0.85)	(0.35,0.50,0.65)	(0.55,0.70,0.85)	(0.75,0.90,1.00)
A_6	(0.35,0.50,0.65)	(0.75,0.90,1.00)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.75,0.90,1.00)
A_7	(0.55,0.70,0.85)	(0.00,0.10,0.25)	(0.55,0.70,0.85)	(0.75,0.90,1.00)	(0.00,0.10,0.25)
A_8	(0.75,0.90,1.00)	(0.75,0.90,1.00)	(0.75,0.90,1.00)	(0.00,0.10,0.25)	(0.55,0.70,0.85)
A_9	(0.00,0.10,0.25)	(0.55,0.70,0.85)	(0.35,0.50,0.65)	(0.35,0.50,0.65)	(0.15,0.30,0.45)
A_{10}	(0.00,0.10,0.25)	(0.75,0.90,1.00)	(0.35,0.50,0.65)	(0.15,0.30,0.45)	(0.75,0.90,1.00)
W	(0.15,0.30,0.45)	(0.55,0.70,0.85)	(0.75,0.90,1.00)	(0.35,0.50,0.65)	(0.00,0.10,0.25)

جدول 15: ماتریس تصمیم وزنی فازی

No.	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
A_1	(0.05,0.15,0.29)	(0.30,0.49,0.72)	(0.00,0.09,0.25)	(0.26,0.45,0.65)	(0.00,0.90,0.25)
A_2	(0.00,0.03,0.11)	(0.41,0.63,0.85)	(0.26,0.45,0.65)	(0.12,0.25,0.42)	(0.00,0.05,0.16)
A_3	(0.08,0.50,0.65)	(0.30,0.49,0.72)	(0.41,0.63,0.85)	(0.12,0.25,0.42)	(0.00,0.05,0.16)
A_4	(0.11,0.27,045)	(0.30,0.49,0.72)	(0.11,0.27,045)	(0.00,0.05,0.16)	(0.00,0.01,0.06)
A_5	(0.05,0.15,0.29)	(0.30,0.49,0.72)	(0.26,0.45,0.65)	(0.19,0.35,0.55)	(0.00,0.90,0.25)
A_6	(0.05,0.15,0.29)	(0.41,0.63,0.85)	(0.26,0.45,0.65)	(0.12,0.25,0.42)	(0.00,0.90,0.25)
A_7	(0.08,0.50,0.65)	(0.00,0.07,0.21)	(0.41,0.63,0.85)	(0.26,0.45,0.65)	(0.00,0.01,0.06)
A_8	(0.11,0.27,045)	(0.41,0.63,0.85)	(0.56,0.81,1.00)	(0.00,0.05,0.16)	(0.00,0.07,0.21)
A_9	(0.00,0.03,0.11)	(0.30,0.49,0.72)	(0.26,0.45,0.65)	(0.12,0.25,0.42)	(0.00,0.03,0.11)
A_{10}	(0.00,0.03,0.11)	(0.41,0.63,0.85)	(0.26,0.45,0.65)	(0.05,0.15,0.29)	(0.00,0.09,0.25)

جدول 16: تحلیل تاپسیس فازی

No.	$\tilde{v}_{i1}$	$\tilde{v}_{i2}$	$\tilde{v}_{i3}$	$\tilde{v}_{i4}$	$\tilde{v}_{i5}$	d_i^+	d_i^-	CC_i
A_1	(0.05,0.15,0.29)	(0.30,0.49,0.72)	(0.00,0.09,0.25)	(0.26,0.45,0.65)	(0.00,0.90,0.25)	3.71	1.5	0.28790
A_2	(0.00,0.03,0.11)	(0.41,0.63,0.85)	(0.26,0.45,0.65)	(0.12,0.25,0.42)	(0.00,0.05,0.16)	3.61	1.57	0.30308
A_3	(0.08,0.50,0.65)	(0.30,0.49,0.72)	(0.41,0.63,0.85)	(0.12,0.25,0.42)	(0.00,0.05,0.16)	3.38	1.81	0.34874
A_4	(0.11,0.27,045)	(0.30,0.49,0.72)	(0.11,0.27,045)	(0.00,0.05,0.16)	(0.00,0.01,0.06)	3.9	1.25	0.24271
A_5	(0.05,0.15,0.29)	(0.30,0.49,0.72)	(0.26,0.45,0.65)	(0.19,0.35,0.55)	(0.00,0.90,0.25)	3.47	1.74	0.33397
A_6	(0.05,0.15,0.29)	(0.41,0.63,0.85)	(0.26,0.45,0.65)	(0.12,0.25,0.42)	(0.00,0.90,0.25)	3.46	1.79	0.34095
A_7	(0.08,0.50,0.65)	(0.00,0.07,0.21)	(0.41,0.63,0.85)	(0.26,0.45,0.65)	(0.00,0.01,0.06)	3.63	1.53	0.29651
A_8	(0.11,0.27,045)	(0.41,0.63,0.85)	(0.56,0.81,1.00)	(0.00,0.05,0.16)	(0.00,0.07,0.21)	3.27	1.97	0.37595
A_9	(0.00,0.03,0.11)	(0.30,0.49,0.72)	(0.26,0.45,0.65)	(0.12,0.25,0.42)	(0.00,0.03,0.11)	3.74	1.42	0.27519
A_{10}	(0.00,0.03,0.11)	(0.41,0.63,0.85)	(0.26,0.45,0.65)	(0.05,0.15,0.29)	(0.00,0.09,0.25)	3.66	1.53	0.29479
A^*	(0,0,0)	(0,0,0)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)			
A^-	(1,1,1)	(1,1,1)	(0,0,0)	(0,0,0)	(0,0,0)			
W	(0.15,0.30,0.45)	(0.55,0.70,0.85)	(0.75,0.90,1.00)	(0.35,0.50,0.65)	(0.00,0.10,0.25)			

5-نتایج محاسباتی

سه جایگزین فوق بر طبق دو روش پیشنهادی و نیز نتایج تحلیل پوششی داده ها(DEA)(16) در جدول 17 خلاصه سازی شده است. همه روش ها منتهی به انتخاب A8 شدند. تاپسیس فازی به سه جایگزین اول همانند DEA می رسد با این حال، روش تاپسیس به یک جایگزین برتر همانند جایگزین های حاصل از DEA و تاپسیس فازی دست یافت. از این روی، روش پیشنهادی توسط ارزیابی سیستمی فازی مسئله MCDM می تواند موجب کاهش خطر تصمیم ضعیف در مدیریت شود.

جدول 17: سه جایگزین اصلی از روش های مختلف

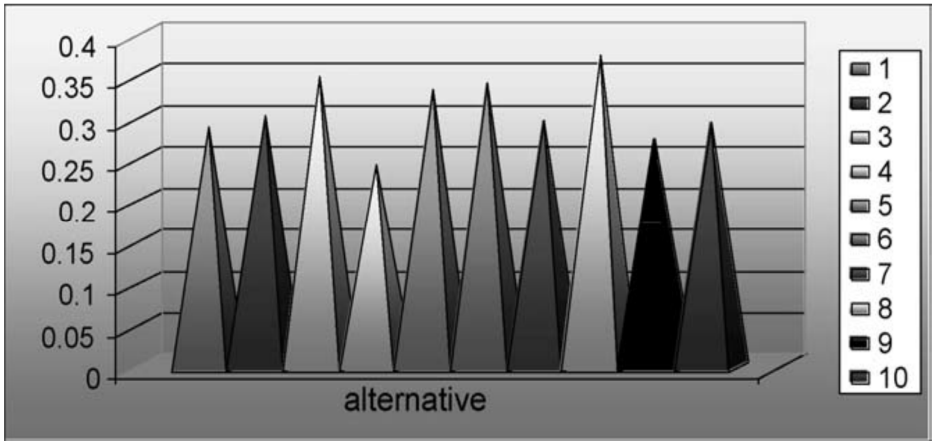
Preference order	Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS	AHP and TOPSIS	DEA
1	A_8	A_8	A_8
2	A_3	A_2	A_3
3	A_6	A_7	A_6

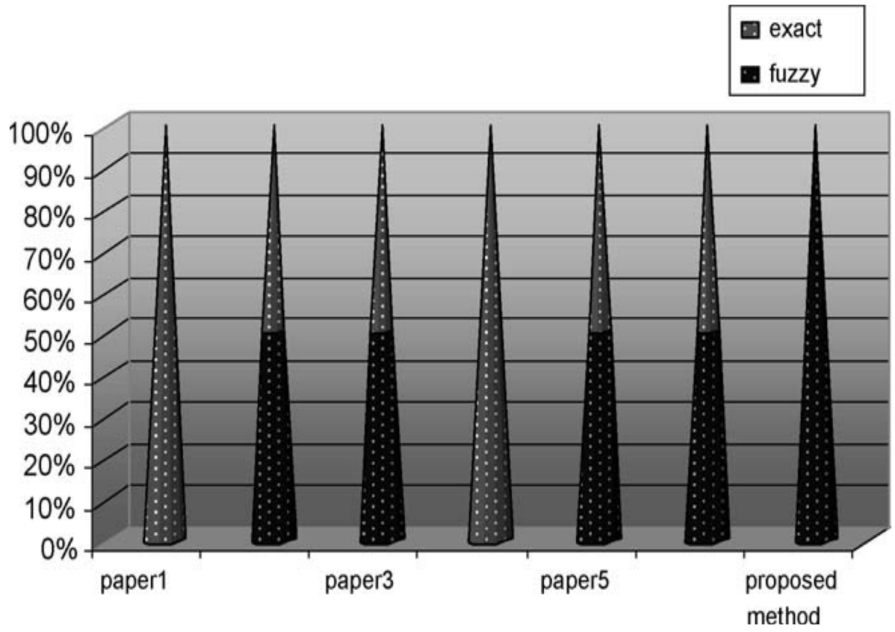
ترتیب ارجحیت، تاپسیس فازی و AHP فازی، AHP و TOPSIS، DEA

جدول 18: روش پیشنهادی مقایسه با چندین مقاله

منبع	ایکلار و بایزوزکان (10)	یانگ و هوانک (11)	چیو و همکاران (37)	وانگ و همکاران (38)	تسوینوف و میخالوف (34)	فابریمانیاه (18)	روش پیشنهادی

نوع مسئله	MCDM	MADM	MCDM	MCDM	MCDM	MCDM
زمینه کاربرد (روش پیشنهادی بدون برخی ابعاد)	انتخاب تلفن موبایل (بدون فازی سازی)	مسئله طراحی کارخانه(بدون FAHP)	ایجاد نقشه راه کنسرسیوم تحقیق و توسعه(بدون تاپیسی و اف تاپسیس)	ارزیابی نوت بوک دو دو هسته ای 64 بیتی(بدون FAHP و FTOPSIS)	منطق تحت عدم قطعیت در طی قبل از مذاکرات (بدون TOPSISو FTOPSIS)	تخصیص آب آبیاری بدون TOPSIS و FTOPSIS	مسئله تصمیم کاملا فازی
سطح	4	3	4	3	4	3	4
معیار ها	2	6	5	7	3	6	2
زیر معیار ها	6	-	20	30	6	-	5
جایگزین	3	18	10	8	3	6	5
روش حل	AHP و TOPSIS	AHP و TOPSIS و FTOPSIS	FAHP	TOPSIS	FAHP	روش غالب AHP و فازی	FAHP و FTOPSIS
سه جایگزین اصلی	$A_2 > A_1 > A_3$	$A_{11} > A_{15} > A_{18}$	$A_6 > A_9 > A_{10}$	$A_4 > A_5 > A_7$	$A_1 > A_3 > A_2$	$A_3 > A_6 > A_4$	
حل از طریق روش پیشنهادی	$A_2 > A_1 > A_3$	$A_{11} > A_{15} > A_{18}$	$A_6 > A_9 > A_{10}$	$A_4 > A_5 > A_7$	$A_1 > A_3 > A_2$	$A_3 > A_6 > A_4$	
توانایی فازی سازی	0	50	50	0	50	50	100





وقتی که رتبه های عملکردی دقیق قابل دسترس باشد، روش TOPSIS به عنوان یک رویکرد عملی در حل یک مسئله تصمیم در نظر گرفته می شود. با این حال این دارای محدودیت هایی از نظر تعداد واحد های تصمیم گیری و محدودیت اختلاف بین مرز های عملکرد است. برای نمونه رتبه های عملکردی مبهم و غیر دقیق، تاپسیس فازی یک گزینه ارجح است(11).

روش مقایسه پیشنهادی با چندین مقاله از یک داده ورودی فازی در جدول 18 و شکل 5 نشان داده شده است.

6-نتیجه گیری

این مطالعه به بررسی استفاده از AHP، AHP فازی، TOPSIS و تاپسیس فازی در حل مسئله MCDM پرداخت. هدف این مطالعه بررسی و جست و جوی یک راه حل پیشرفته برای مسائل MCDM بود. وقتی که اوزان معیار ها و رتبه های عملکردی مبهم و غیر دقیق باشد، آنگاه AHP فازی و تاپسیس فازی، روش های ارجح و مطلوب هستند. به علاوه، سایر روش های مفید MADM برای مسئله MADM وجود دارند که مطالعه بر روی آن ها مهم است. این یکی از فرصت های تحقیقاتی آینده در زمینه پژوهشی کلاسیک ولی هنوز با اهمیت می باشد.

ترجمه فا
TarjomeFa.Com

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

✔ لیست مقالات ترجمه شده

✔ لیست مقالات ترجمه شده رایگان

✔ لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی