انتخاب سیستم حمل نیشکر با استفاده از روش تاپسیس فازی (FTOPSIS)

دکتر منصور مؤمنی و شاپور اقبال*

تاریخ وصول: ۸۳/۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۸۳/۷/۱۳

چکیده:

متدولوژی مورد استفاده در این مقاله نشات گرفته از مفاهیم تئوری فازی است. در این مقاله با استفاده از مدلهای تصمیم گیری، انتخاب بهترین روش برای حمل نیشکر از بین دو گزینه صورت گرفته است. در اینجا با شناخت عوامل موثر در حمل نیشکر و با توجه به این که بعضی از عوامل کیفی بودند، مدل تصمیم گیری TOPSIS [1] در حالت فازی مورد استفاده قرار گرفت. از شروط اولیه و مهم استفاده از این تئوری، شناخت متغیرها و استفاده از نظرات خبرگان می باشد. با توجه به نظر خبرگان، نتایج تحقیق نشان داد که گزینه ی حمل نیشکر با استفاده از سبدهای ۱۰ تن مناسب ترین گزینه است.

واژه های کلیدی: *روش فازی، TOPSIS، حمل و نقل، تصمیم گیری چند شاخصه*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- مقدمه

معمولاً مسائل تصمیم گیری، مهمترین و عمده ترین مسائلی هستند که افکار افراد مختلف اعم از اشخاص حقیقی و حقوقی را به خود مشغول می کند. در دنیای کنونی تصمیم گیری صحیح و سریع، یکی از شاخصه های مدیران کارآمد می باشد. اگر تصمیم گیری بر اساس شناخت همه جانبه ی عوامل موثر در تصمیم نباشد، تصمیم اتخاذ شده با شکست روبرو خواهد شد. به خاطر همین نیاز به تصمیم گیری صحیح و سریع بود که مدل های تصمیم گیری ابداع گردید.

---

* به ترتیب استادیار دانشگاه تهران و کارشناس ارشد اقتصاد
mmomeni@ut.ac.ir

[1] Technique for Order-Prefernce by Similarity To Ideal Solution

نظریه مجموعه های فازی[1] شاخه ی نسبتاً جدیدی از ریاضیات است که مبدع آن عسگرزاده دانشمند ایرانی تبار است (طاهری، ۱۳۷۵). این نظریه ابزارهایی فراهم می آورد که می توان به وسیله ی آنها نحوه ی استدلال و تصمیم گیری انسان را به شکل ریاضی مدل سازی کرد و از الگوهای ریاضی به دست آمده در علوم و فنون مختلف استفاده نمود. به طور کلی در زندگی واقعی فهم و زبان طبیعی ما بیشتر با مفاهیمی مانند گل خیلی زیبا، کتاب خوب، کار سخت و ... سروکار دارد. هیچکدام از این تعاریف و مفاهیم، تعاریف دقیقی نیستند که به توان برای آنها مجموعه هایی دقیق تصور کرد. در قلمرو ریاضیات و نظریه ی مجموعه های کلاسیک، جایی برای این مفاهیم نیست و قالبی برای صورت بندی این مفاهیم و ابزاری برای تجزیه و تحلیل آنها وجود ندارد. نظریه ی مجموعه های فازی، یک قالب جدید ریاضی برای صورت بندی و تجزیه و تحلیل این مفاهیم و ویژگی ها است. این نظریه یک تعمیم و گسترش طبیعی نظریه ی مجموعه های معمولی است که موافق با زبان و فهم طبیعی انسان ها است. در مجموعه های فازی، آنچه باعث مشخص شدن وضعیت یک عضو می گردد، درجه ی عضویت آن در مجموعه است. به عنوان مثال، در مجموعه ی گلهای زیبا، آیا گل رز زیباست؟ گل یاس چطور؟ در این مجموعه برای هر کدام از این مفاهیم یک عدد بین صفر و یک وجود دارد که نشان دهنده ی درجه عضویت و نزدیکی گل به این مجموعه است. هر چه این درجه عضویت به یک، نزدیک تر باشد، آن گل زیباتر است.

با توجه به حجم زیاد نیشکر و هزینه های مختلف آن، حمل نیشکر از مزارع به کارخانه، از اهمیت خاصی برخوردار است. به همین خاطر انتخاب یک سیستم حمل نیشکر که فاکتورهای مختلفی روی آن تاثیر می گذارد، دقت بالایی می طلبد.

هدف، انتخاب گزینه ی بهینه ی حمل نیشکر از بین گزینه های مختلف و با توجه به شاخص های متعدد کمی و کیفی با استفاده از روش تاپسیس فازی می باشد.

۲- ادبیات تحقیق

نظریه ی فازی برای اولین بار توسط یک دانشمند ایرانی به نام لطفی عسگرزاده (۱۹۶۵)[2] ارایه شد. او رئیس بخش برق دانشگاه برکلی آمریکا است. پس از او افراد

[1] Fuzzy Set Theory

[2] Zade

دیگری در توسعه ی این نظریه، نقش اساسی داشتند که می توان به کافمن و گاپتا، (۱۹۸۸)[1] و زیمرمن (۱۹۸۷)[2] اشاره کرد. کیکرت (۱۹۷۸)[3] نیز به کاربرد نظریه های فازی و تصمیم گیری چند معیاره در مهندسی و علم مدیریت پرداخته است.

استفاده از تئوری فازی در تصمیم گیری تدریجاً سیر صعودی داشته و از زمان ارائه نظریه فازی تا کنون گسترش یافته است. در سال ۱۳۷۵ مقاله ای درباره استراتژی مکان یابی صنایع چرم در کشور بررسی، و با توجه به این که عوامل کیفی نیز در جایابی دخیل هستند، این مسأله به کمک روش تاپسیس فازی (FTOPSIS) حل گردید. در سال ۱۳۷۸ مقاله ای در مورد کاربرد روش تصمیم گیری تاپسیس در حالت فازی در جایابی صنایع تبدیل زعفران توسط عباس احمدی در دانشگاه علم و صنعت ارائه گردید. در این مقاله مسأله جایابی صنایع تبدیلی زعفران، که یکی از صنایع استراتژیک در زمینه صادرات کالاهای غیرنفتی کشور می باشد، بررسی و با توجه به معیارهای کیفی و کمی تایید شده، مسأله ارجحیت شهرهای پیشنهادی جهت جایابی با روش تاپسیس فازی حل شده است. در سال ۱۳۷۹ در دانشگاه تربیت مدرس، پایان نامه ای در مقطع دکتری در خصوص طراحی مدل تصمیم گیری در انتخاب پروژه های انتقال تکنولوژی رویکرد فازی- نظریه امکان توسط حبیب اله طباطبائیان ارائه گردید. این تحقیق به منظور طراحی مدلی مناسب در انتخاب پروژه های انتقال تکنولوژی صورت پذیرفته است. در این تحقیق برای اولین بار، یک مدل چند مرحله ای طراحی شده است. در این پایان نامه، از یک مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی[4] (FAHP) برای مقایسه پروژه ها در خانواده، تکنولوژی مربوطه استفاده شده است. در سال ۱۳۷۹ در هشتمین همایش دانشجویی مهندس صنایع در دانشگاه الزهرا، مقاله ای در خصوص کاربرد منطق فازی در تصمیم گیری چند معیاره توسط سهیل سرمد سعیدی ارائه شد. در سال ۱۳۸۰ در دانشگاه تربیت مدرس پژوهشی در مقطع دکتری مهندسی صنایع برای ارائه ی یک مدل ارزیابی تصمیم گیری در مجلس شورای اسلامی توسط علی محقر ارائه گردید که در آن با استفاده از مدلهای تحلیل پوششی داده ها (DEA)[5] و مجموعه ی مشترک وزن ها

---

[1] Kaufman & Gupta

[2] Zimmerman

[3] Kickert

[4] Fuzzy Analytic Hierarchy Process

[5] Data Envolop Analisys

(CSW)[1] دوره سوم، دوره اول، دوره دوم، دوره چهارم و در نهایت دوره پنجم به ترتیب کارایی معرفی شدند.

۳- متدولوژی تحقیق

۳-۱- تعریف مقدماتی تئوری فازی

همان طور که قبلاً ذکر گردید در هر مجموعه فازی برای هر عضو، یک درجه ی عضویت تعریف می شود که بین صفر تا یک می باشد. این درجه ی عضویت یا بر اساس توابع ریاضی یا بر اساس نظر خبرگان و متخصصان امر است. یک مجموعه ی فازی به صورت زیر نمایش داده می شود:

$$A\{x, \mu_A(x) : x \in X\} \qquad (۱)$$

یا

$$A = \{\frac{\mu_A(x_۱)}{x_۱}, \frac{\mu_A(x_۲)}{x_۲}, \ldots\} \qquad (۲)$$

$\mu_A(x)$ درجه عضویت می باشد که به صورت $A(x)$ نیز نمایش داده می شود.

۳-۲- تعیین درجه عضویت

برای تعیین درجه عضویت باید مطابق با نظر متخصصان امر یک فضای چند حالته در نظر گرفت. این فضا با توجه به عوامل کیفی مورد نظر و مقدار تاثیر هر کدام از آنها در نظر گرفته می شود. به عنوان مثال، وقتی که درباره ی عاملی بحث می شود که فقط سه حالت زیاد و کم و متوسط را در بر می گیرد، این سه حالت بین اعداد صفر تا یک تقسیم می شوند. پس از تعیین درجه ی عضویت، این حالات فازی را به وسیله ی تعیین نمودارهای فازی، به اعداد و سپس به اعداد قطعی تبدیل می نماییم. به طور کلی، فضای فازی برای حالت های مختلف وجود دارد.

۳-۳- روش های تبدیل اعداد فازی به اعداد طبیعی

بعد از این که فضای فازی مشخص گردید، با استفاده از روش های مختلف، آنها را به اعداد قطعی تبدیل می کنیم. برای حل این مسأله از اعداد فازی ذوزنقه ای استفاده

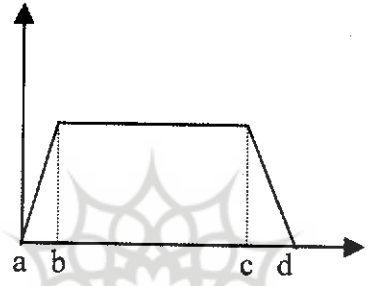
[1] Common Sum Weighs

می شود. یکی از روش های تبدیل اعداد فازی ذوزنقه ای که به میانگین واریانس معروف است در اینجا ذکر می گردد.

$$A=(A,b,c,d,) \quad (۳)$$

$$M(A)=\frac{-a^{۲}-b^{۲}+d^{۲}-ab+cd}{۳(-a-b+c+d)} \quad (۴)$$

نمودار ۱: نمایش روش تبدیل اعداد فازی ذوزنقه ای



برای اعداد فازی مثلثی نیز به همین ترتیب می توان عمل نمود.

۳-۴- روش تاپسیس فازی (FTOPSIS)

وقتی که یک ماتریس تصمیم با معیارهای کیفی وجود داشته باشد، بعد از تبدیل معیارهای کیفی به اعداد فازی (ذوزنقه ای) مراحل زیر اجرا می شود.

مرحله ۱: بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم

در این مرحله بر اساس نرم خطی با توجه به نوع شاخص ها (مثبت و منفی) این کار صورت می گیرد.

الف) شاخص های کمی

$$n_{ij}=\frac{r_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=۱}^{m} r^{۲}{}_{ij}}} \qquad j=۱,۲,\ldots,n \quad (۵)$$

ب) شاخص های کیفی

شاخص مثبت

$$r_{ij} \div r_j^* = \left(\frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{b_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*}\right) \qquad r^* j = \max r_{ij} \tag{۶}$$

شاخص منفی

$$r_{ij} \div r_{ij} = \left(\frac{a^-_{ij}}{d^*_{ij}}, \frac{b^-_{ij}}{c^*_{ij}}, \frac{c^-_{ij}}{b^*_{ij}}, \frac{d^-_{ij}}{d^*_{ij}}\right) \qquad r^- j = \max r_{ij} \tag{۷}$$

مرحله ۲: تعیین ماتریس V

در این مرحله با استفاده از ضرب کردن وزن هر معیار در عناصر تصمیم، ماتریس را تشکیل می دهیم. برای ضرب معیارهای کیفی از ضرب فازی استفاده می کنیم که در آن وزن به صورت یک عدد فازی ذوزنقه ای است. در این مرحله یک ماتریس قطری از اوزان تشکیل می دهیم که غیر از قطر اصلی، بقیه عناصر این ماتریس صفر باشند و سپس با استفاده از ضرب ماتریس ها، ماتریس را تشکیل می دهیم.

$$w_j = (\alpha_j, \beta_j, \gamma_j, \lambda_j) \tag{۸}$$

$$n_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}) \tag{۹}$$

$$V_{ij} = n_{ij} \times w_{ij} = (a_{ij}\alpha_j, b_{ij}\beta_j, c_{ij}\gamma_j, d_{ij}\lambda_j) \tag{۱۰}$$

بعد از عملیات ضرب، اعداد فازی حاصل شده به اعداد قطعی تبدیل و در نهایت ماتریس V تشکیل می شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$N_{m.n}.W_{n.n} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{m1} & \cdots & \cdots & v_{mn} \end{bmatrix} \tag{۱۱}$$

مرحله ی سوم: تعیین گزینه ی ایده آل مثبت و ایده آل منفی

گزینه ایده آل مثبت عبارت است از:

$$A^+ = \{(\max\ V_{ij} | j \in J), (\min\ V_{ij} | j \in J') | j = 1,2,\ldots,n\} = \{v_1^+, v_2^+, \ldots, v_n^+\} \tag{۱۲}$$

گزینه ایده آل منفی عبارت است از:

$$A^- = \{(\min \ V_{ij} | j \in J), (\max \ V_{ij} | j \in J') | i = ۱,۲,....,n\} = \{v_۱^-, v_۲^-, ..., v_n^-\} \quad (۱۳)$$

به طوری که:

$J = \{j = ۱,۲,...n|$ {jهای مربوط به سود

$J' = \{j' = ۱,۲,...n|$ {jهای مربوط به هزینه

مرحله چهارم: محاسبه اندازه فاصله

فاصله ی گزینه با ایده آل ها، با استفاده از فاصله ی اقلیدسی به گونه زیر حساب می شود:

$$d_i^+ = \{\sum_{j=۱}^{n} (v_{ij} - v_۱^-)^۲\}^{\frac{۱}{۲}} \quad i = ۱,۲,...,m \quad (۱۴)$$

فاصله گزینه i ام از ایده آل مثبت =

$$d_i^- = \{\sum_{j-۱}^{n} (v_{ij} - v_۱^-)^۲\}^{\frac{۱}{۲}} \quad i = ۱,۲,...,m \quad (۱۵)$$

فاصله گزینه i ام از ایده آل منفی =

مرحله پنجم: محاسبه ی نزدیکی A_i

$$CL_j = \frac{d_i^-}{(d_i^- + d_i^+)} \quad ۰ < CL < ۱, \quad i = ۱,۲,...,m \quad (۱۶)$$

هر چه CL بیشتر به یک نزدیکتر باشد، گزینه مورد نظر به جواب ایده آل نزدیکتر است.

۳-۵- عوامل مؤثر بر انتخاب سیستم حمل نیشکر

بعد از بررسی های مختلف و مصاحبه با افراد متخصص و خبره، ۱۵ مورد موثر بر انتخاب سیستم حمل نی شناسایی شد و با توجه به این که هشت مورد از آن موارد از نظر ابعاد، قابلیت جمع شدن با یکدیگر را داشتند، آنها را با یکدیگر جمع و تحت نام هزینه های سالانه منظور نمودیم. عوامل موثر به شرح زیر می باشند:

۱- هزینه های سرمایه گذاری اولیه ($X_۱$) ؛

۲- هزینه سالانه (استهلاک، نگهداری و تعمیرات، ضایعات نی، پرسنلی، روان کننده ها و سوخت) ($X_۲$) ؛

۳- عمر مفید($X_۳$) ؛

۴- راحتی بهره برداری ($X_۴$) ؛

۵- امکان برنامه ریزی ترافیکی ($X_۵$) ؛

۶- ایمنی در ترافیک ($X_۶$) ؛

۷- تطابق ظرفیت حمل در واحد زمان نسبت به نیاز ورودی کارخانه (X_7)؛
۸- راحتی مدیریت پرسنلی (X_8).

۳-۶- گزینه های موردنظر

برای حمل نیشکر در شرکت توسعه ی نیشکر و صنایع جانبی، روش های مختلفی مورد بررسی قرار گرفتند. از جمله راه آهن، کامیون با سبد ۲۵ تن، کشنده با سبد ۱۸ تن، کشنده با سبد ۱۴ تن، کشنده با سبد ۱۰ تن (دو حالت) که در نهایت و بعد از بررسی های فنی و مالی، دو گزینه ی کشنده با سبد ۱۸ تن با بارگیری و تخلیه غیر مستقیم، و کشنده با سبد ۱۰ تن با بارگیری و تخلیه مستقیم برای انتخاب نهائی مورد توجه قرار گرفتند؛ زیرا گزینه های کامیون، با سبد ۲۵ تن و همچنین کشنده با سبد ۱۰ تن از نظر شاخص های فنی و مالی، در وضعیت ضعیفی قرار داشتند.

۴- حل مدل

بعد از تعیین عوامل مؤثر و همچنین گزینه های مورد نظر، اندازه های هر کدام از عوامل در ارتباط با گزینه ها را تعیین می کنیم. برای عوامل کمی از تحقیقات کتابخانه ای و بررسی اسناد و محاسبات معمول استفاده می شود؛ ولی برای عوامل کیفی از نظرات خبرگان و متخصصان امر استفاده می شود. همچنین از نظرات آنان برای تعیین اهمیت هر عامل استفاده می گردد. در نهایت، جدول تصمیم به صورت جدول ۱ در می آید.

جدول ۱: جدول تصمیم مربوط به مساله

اوزان ذهنی	خیلی زیاد	خیلی زیاد	متوسط	زیاد	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	متوسط
معیار / گزینه	X_1^+	X_2^+	X_3^+	X_4^+	X_5^+	X_6^+	X_7^+	X_8^+
روش ۱۰ تن	۱۶۸۴۰	۱۲/۹۲	۸/۲۲	زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد
روش ۱۸ تن	۱۸۶۶۰	۱۱۸۵۲	۱۰/۳۴	متوسط	خیلی زیاد	زیاد	خیلی زیاد	زیاد

ماخذ: نتایج تحقیق

۴-۱- تعیین وزن هر شاخص

با توجه به این که یک فضای پنج حالته فازی برای حل این مسأله در نظر گرفته شده است، این فضا با استفاده از نمودار چانگ به این صورت در نظر گرفته می شود: (اعداد مثلثی به روش $A=(a,b,c) \rightarrow A=(a,b,c)$ به ذوزنقه ای تبدیل می شوند)

خیلی کم= (۰, ۰, ۰/۱ , ۰/۲)

کم = (۰/۱, ۰/۲۸,۰/۴) ⟶ (۰/۱, ۰/۲۵,۰/۲۵,۰/۴)

متوسط = (۰/۳, ۰/۵ ,۰/۷) ⟶ (۰/۳, ۰/۵, ۰/۵,۰/۷)

زیاد =(۰/۶, ۰/۷۵, ۰/۹) ⟶ (۰/۶, ۰/۷۵, ۰/۷۵,۰/۹)

خیلی زیاد = (۰/۸ , ۰/۹, ۱, ۱)

برای تعیین وزن هر شاخص به دو صورت عمل می کنیم:

الف) معیارهای کمی

برای نرمالایزه کردن به صورت زیر اقدام می کنیم:

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}} \qquad j = 1,\dots,n \qquad (17)$$

$$E_j = -\frac{1}{\ln k}\left(\sum_{i=1}^{m} \ln n_{ij}\right) \qquad j = 1,\dots,n \qquad (18)$$

که در آن k تعداد گزینه ها می باشد.

$$d_j = 1 - E_j \qquad (19)$$

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{n} d_j} \qquad (20)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

سپس با استفاده از نظرات خبرگان و اوزان ذهنی آنها، این وزنها را تعدیل می کنیم:

$$w_1' = \text{وزن ریاضی} \times \text{وزن ذهنی} = w_j \times (a,\ b,\ c,\ d) = (a',\ b',\ c',\ d') \qquad (21)$$

در نتیجه برای سه معیار کمی خواهیم داشت:

$w_1 = ۰/۱۶۶۴ \quad w_2 = ۰/۰۰۶۴ \quad w_3 = ۰/۸۲۷۳$

حال با استفاده از نظرات خبرگان و فضای پنج حالته ی فازی ایران، اوزان را تعدیل می کنیم و به صورت فازی در می آوریم (در جدول تصمیم آمده است):

$$w_1' = w_1 \times \text{خیلی زیاد} = ۰/۱۶۶۴ \times (۰/۸,\ ۰/۹,\ 1,\ 1)$$

$$= (۰/۱۳۳۱,\ ۰/۱۴۹۷,\ ۰/۱۶۶۴,\ ۰/۱۶۶۴)$$

$w'_۲ = w_۲ \times$ خیلی زیاد $= (۰/۰۰۵۱,\ ۰/۰۰۵۷,\ ۰/۰۰۶۴,\ ۰/۰۰۶۴)$

$w'_۳ = w_۳ \times$ متوسط $= (۰/۲۴۸۲,\ ۰/۴۳۳۶,\ ۰/۴۳۳۶,\ ۰/۵۷۹۱)$

ب) معیارهای کیفی

برای تعیین وزن معیارهای کیفی از نظرات خبرگان متخصص بهره جسته، اوزان مربوط به معیارهای کیفی را که در فضای پنج حالته انتخاب شده است، به دست می آوریم که در نتیجه خواهیم داشت:

$w_۴ =$ خیلی زیاد $= (۰/۶,\ ۰/۷۵,\ ۱,\ ۰/۹) \longrightarrow (۰/۶,\ ۰/۷۵,\ ۰/۷۵,\ ۰/۹)$

$w_۵ =$ متوسط $= (۰/۳,\ ۰/۵,\ ۰/۷) \longrightarrow (۰/۳,\ ۰/۵,\ ۰/۵,\ ۰/۷)$

$w_۶ =$ زیاد $= (۰/۶,\ ۰/۷۵,\ ۰/۹) \longrightarrow (۰/۶,\ ۰/۷۵,\ ۰/۷۵,\ ۰/۹)$

$w_۷ =$ خیلی زیاد $= (۰/۸,\ ۰/۹,\ ۱,\ ۱)$

$w_۸ =$ متوسط $= (۰/۳,\ ۰/۵,\ ۰/۷) \longrightarrow (۰/۳,\ ۰/۵,\ ۰/۵,۰/۷)$

ج) بی مقیاس کردن

ج-۱) معیارهای کمی

معیارهای کمی به صورت زیر هستند:

(۲۲)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=۱}^{n} r_{ij}^{۲}} \qquad i = ۱,۲,\ldots,m$$

$$n_{۱۱} = \frac{۱۶۸۴۰}{\sqrt{(۱۶۸۴۰)^{۲} + (۱۸۶۶۰)^{۲}}} = ۰/۶۶۹۹۸ = ۰/۶۷$$

$n_{۲۱} = ۰/۷۴۲۴ \qquad n_{۱۲} = ۰/۷۱۴۲ \qquad n_{۲۲} = ۰/۶۷$

$n_{۱۳} = ۰/۶۲۲۳ \qquad n_{۲۳} = ۰/۷۴۲۴$

ج-۲) معیارهای کیفی

با توجه به روش ذکر شده در بخش قبل برای شاخصهای چهارم تا هشتم خواهیم داشت:

$r^{-}_{۴}$=زیاد=(۰/۶، ۰/۷۵، ۰/۷۵، ۰/۹)

$$n_{۱۴}=(\frac{۰/۶}{۰/۹},\frac{۰/۷۵}{۰/۷۵},\frac{۰/۷۵}{۰/۷۵},\frac{۰/۹}{۰/۶})=(۰/۶۷,\ ۱,\ ۱,\ ۱/۵)$$

$$n_{۲۴}=(\frac{۰/۳}{۰/۹},\frac{۰/۵}{۰/۷۵},\frac{۰/۵}{۰/۷۵},\frac{۰/۷}{۰/۶})=(۰/۳۳۳,\ ۰/۶۶۷,\ ۰/۶۶۷,\ ۱/۶۶۷)$$

برای بقیه معیارهای کیفی نیز به همین صورت عمل می کنیم و در نتیجه داریم:

$$n_{۱۵}=(۰/۶,\ ۰/۷۵,\ ۰/۸۳۳,\ ۱/۱۲۵)$$

$$n_{۲۵}=(۰/۸,\ ۰/۹,\ ۱/۱۱,\ ۱/۲۵)$$

$$n_{۱۶}=(۰/۸,\ ۰/۹,\ ۱/۱۱,\ ۱/۲۵)$$

$$n_{۲۶}=(۰/۵,\ ۰/۷۵,\ ۰/۸۳۳,\ ۱/۱۲۵)$$

$$n_{۱۷}=(۰/۶,\ ۰/۷۵,\ ۰/۸۳۳,\ ۱/۱۲۵)$$

$$n_{۲۷}=(۰/۸,\ ۰/۹,\ ۱/۱۱,\ ۱/۲۵)$$

$$n_{۱۸}=(۰/۸,\ ۰/۹,\ ۱/۱۱,\ ۱/۲۵)$$

$$n_{۲۸}=(۰/۶,\ ۰/۷۵,\ ۰/۸۳۳,\ ۱/۲۵)$$

حال با استفاده از اوزان به دست آمده در بخش قبل و اعداد بی مقیاس شده در اینجا و ضرب آنها در یکدیگر ماتریس V را تشکیل می دهیم:

$$V_{ij}=w_j\times n_{ij}$$

$$V_{۱۱}=w_۱n_{۱۱}=(۰/۱۳۳۱,\ ۰/۱۴۹۷,\ ۰/۱۶۶۴,\ ۰/۱۶۶۴)\times ۰/۶۷$$

$$=(۰/۰۸۹۲,\ ۰/۱۰۰۳,\ ۰/۱۱۱۵,\ ۰/۱۱۱۵)$$

$$V_{۲۵}=w_۲\times n_{۲۵}=(۰/۳,\ ۰/۵,\ ۰/۵,\ ۰/۷)\times(۰/۸,\ ۰/۹,\ ۱,\ ۱)$$

$$=(۰/۲۴,\ ۰/۴۵,\ ۰/۵۵۶,\ ۰/۸۷۵)$$

در نهایت ماتریس V به صورت جدول ۲ ارائه می گردد.

جدول ۲: ماتریس V

V_{11}	۰/۰۸۹۲	۰/۱۰۰۳	۰/۱۱۱۵	۰/۱۱۱۵
V_{21}	۰/۰۹۸۸	۰/۱۱۱۲	۰/۱۲۳۵	۰/۱۲۳۵
V_{12}	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۴۵	۰/۰۰۴۵
V_{22}	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۴۴
V_{13}	۰/۰۰۳۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۴۴
V_{23}	۰/۱۹۴۳	۰/۵۸۷۱	۰/۵۸۷۱	۰/۷۰۴۵
V_{14}	۰/۴	۰/۷۵	۰/۷۵	۱/۳۵
V_{24}	۰/۲	۰/۵	۰/۵	۱/۰۵
V_{15}	۰/۱۸	۰/۳۷۵	۰/۴۱۶۷	۰/۷۸۷۵
V_{25}	۰/۲۴	۰/۴۵	۰/۵۵۵۶	۰/۸۷۵
V_{16}	۰/۴۸	۰/۶۷۵	۰/۸۳۳۳	۱/۱۲۵
V_{26}	۰/۳۶	۰/۵۶۲۵	۰/۶۲۵	۱/۰۱۲۵
V_{17}	۰/۴۸	۰/۶۷۵	۰/۸۳۳۳	۱/۱۲۵
V_{27}	۰/۶۴	۰/۸۱	۱/۱۱۱۱	۱/۲۵
V_{18}	۰/۲۴	۰/۴۵	۰/۵۵۵۶	۰/۸۷۵
V_{28}	۰/۱۸	۰/۳۷۵	۰/۴۱۶۷	۰/۷۸۷۵

ماخذ: محاسبات نویسندگان

حال با استفاده از روش های تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی، ماتریس V را قطعی می کنیم. برای این کار از روش میانگین واریانس که روش مناسبی تشخیص داده شد، استفاده می شود؛ بنابراین داریم:

$$M(V_{11}) = \frac{-(۰/۰۸۹۲)^۲ - (۰/۱۰۰۳)^۲ + (۰/۱۱۱۵)^۲ - (۰/۰۸۹۲)(۰/۱۰۰۳) + (۰/۱۱۱۵)(۰/۱۱۱۵)}{۳(-۰/۰۸۹۲ - ۰/۱۰۰۳ + ۰/۱۱۱۵ + ۰/۱۱۱۵)} = ۰/۲۶۱۳$$

به همین ترتیب برای بقیه عمل می کنیم که در نهایت ماتریس تصمیم قطعی شده به صورت جدول ۳ خواهد بود.

جدول ۳: ماتریس تصمیم قطعی شده

معیار / گزینه	X_1^+	X_2^+	X_3^+	X_4^+	X_5^+	X_6^+	X_7^+	X_8^+
روش ۱۰ تن	۰/۲۶۱۳	۰/۰۱۰۶	۰/۳۳۴۶	۰/۱۹۴۵۶	۰/۴۸۵۸	۰/۹۷۴۴	۰/۹۷۴۴	۰/۵۸۸۵
روش ۱۸ تن	۰/۲۸۹۶	۰/۰۱۰۴	۰/۵۴۴۶	۰/۶۱۴۷	۰/۵۸۸۵	۰/۷۷۳۶	۱/۲۵۱۶	۰/۴۸۵۸

ماخذ: محاسبات نویسندگان

حال جواب ایده آل منفی و مثبت را به دست می آوریم؛ این جواب مربوط به هر ستون است. اگر شاخص مثبت باشد، برای هر ستون، جواب ایده آل مثبت بیشترین مقدار در نظر گرفته می شود و اگر شاخص منفی باشد، کمترین مقدار در نظر گرفته می شود. برای جواب ایده آل منفی، اگر شاخص مثبت باشد، کمترین مقدار در نظر گرفته می شود و اگر شاخص منفی باشد، بیشترین مقدار موردنظر می باشد:

ایده آل مثبت عبارت است از:

(۰/۲۶۱۳, ۰/۰۱۴۰, ۰/۵۴۴۶, ۰/۹۴۵۶, ۰/۵۸۸۵, ۰/۹۷۴۴, ۱/۲۵۱۶, ۰/۵۸۸۵) (۲۳)

ایده آل منفی عبارت است از:

(۰/۲۸۹۶, ۰/۰۱۰۶, ۰/۳۳۴۶, ۰/۶۱۴۷, ۰/۴۸۵۸, ۰/۷۷۳۶, ۰/۹۷۴۴, ۰/۴۸۵۸) (۲۴)

اکنون فاصله ی گزینه ها را با ایده آل های مثبت (یا منفی) با استفاده از فاصله ی اقلیدسی به دست می آوریم:

فاصله گزینه i از ایده آل مثبت $= d_i^+ = \{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2\}^{\frac{1}{2}}$ (۲۵)

$i = 1,2,...,m$

فاصله گزینی i از ایده آل منفی $= d_i^- = \{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_1^-)^2\}^{\frac{1}{2}}$ (۲۶)

$i = 1,2,...,m$

که در نتیجه خواهیم داشت (فاصله از ایده آل مثبت):

$$d = +(۰/۲۶۱۳-۰/۲۶۱۳)^2 + (۰/۰۱۰۶-۰/۰۱۰۴)^2 + (۰/۳۳۴۶-۰/۵۴۴۶)^2 + (۰/۹۴۵۶)^2 + (۰/۴۸۵۸-۰/۵۸۸۵)^2 + (۰/۹۷۴۴-۰/۹۷۴۴)^2 + (۰/۹۷۴۴-۱/۲۵۱۶)^2 + (۰/۵۸۸۵-۰/۵۸۸۵)^{\frac{1}{2}} = ۰/۳۶۲۶$$

حال نزدیکی نسبی هر گزینه را حساب می کنیم:

$$CL_1^+ = \frac{۰/۴۰۱۵}{۰/۴۰۱۵+۰/۳۶۲۶} = ۰/۵۳$$

$$CL_2^+ = \frac{۰/۳۶۲۶}{۰/۴۰۱۵+۰/۳۶۲۶} = ۰/۴۷$$

د) انتخاب گزینه برتر

با توجه به این که گزینه اول (گزینه ۱۰ تن) دارای امتیاز بیشتری است و به عدد یک نزدیک است، این روش انتخاب می شود.

۵- نتیجه گیری

همان گونه که نشان داده شد، می توان از مدل تاپسیس برای انتخاب سیستم بهینه ی حمل نیشکر استفاده کرد. در این مدل، برخی از متغیرها از نوع کیفی بوده و بدین جهت از اعداد فازی استفاده شده است. اعداد فازی مورد استفاده در مدل، از نوع ذوزنقه ای است؛ زیرا اعداد فازی مثلثی را در برمی گیرد. برای انتخاب یکی از دو روش ۱۰ تن و ۱۸ تن، هشت شاخص مورد استفاده قرار گرفتند. از بین هشت شاخص مورد نظر، سه شاخص هزینه ی سرمایه گذاری اولیه، هزینه ی سالانه، و عمر مفید کمی بودند. شاخص های راحتی بهره برداری، امکان برنامه ریزی ترافیکی، ایمنی در ترافیک، تطابق ظرفیت حمل، و راحتی مدیریت پرسنلی کیفی بودند. با برآوردهای اولیه برای شاخص های کمی و کسب نظرات خبرگان در مورد شاخص های کیفی، اطلاعات موردنیاز مدل جمع آوری شد. از روش آنتروپی برای تعیین وزن شاخص ها استفاده گردید و با توجه به وزن های ذهنی خبرگان، وزن های به دست آمده از روش آنتروپی تعدیل شد. با قطعی کردن شاخص های کیفی توسط روش میانگین واریانس، از مدل تاپسیس جهت حل مدل استفاده شد. نتایج نشان دهنده ی برتری گزینه ۱۰ تن است. از این مدل می توان برای انتخاب سیستم های حمل و نقل مشابه نیز استفاده کرد.

فهرست منابع

آذر، عادل و حجت فرجی، علم مدیریت فازی، تهران، انتشارات اجتماع، ۱۳۸۱.

اصغرپور، محمد جواد، تصمیم گیری چند معیاره، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۱.

طاهری، سید محمود، آشنایی با نظریه مجموعه فازی، مشهد، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۷۵.

علی احمدی، علیرضا و امیر حسین حوری، "استراتژی مکان یابی صنایع چرم با استفاده از تئوری فازی،" مجله صنایع، شماره ۳، ۱۳۷۷.

محقر، علی، ارایه یک مدل ارزیابی تصمیم گیری مجلس شورای اسلامی، پایان نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۸۰.

Hwang, Ch.L. and K., Yoon, Multiple Attribute Decision Making, Berlin, 1981.

Kaufman, A. and M.M. Gupta, Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science, New York, 1988.

Kickert, W.J.M., Fuzzy Theories on Decision Making, London, Leidon, 1978.

Zadeh, L.A., "Fuzzy Sets," Information and Control, Vol. 8, 1965, pp. 338-353.

Zimmermann, H.J., Fuzzy Sets Theory and Its Applications, Kluwer Academic Publishers, 1996.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Selecting Transportation System for Sugar Cane by Fuzzy TOPSIS

Mansour Momeni (Ph.D.) and Shapoor Eghbal (M.Sc.)*

Abstract:

This study which is based on fuzzy theory, is aimed at selecting a system for transportation of Sugar Cane from farms to factory in Khuzestan. Based of several criteria, multi criteria decision making model is used. There are eight criteria and two alternatives. Five of the criteria are qualitative, thus fuzzy TOPSIS model is used. The finding shows that the best system for transportation of Sugar Cane from farms factory in Khuzestan is using 10 tone baskets.

Keywords: fuzzy, TOPSIS, transportation, MCDM

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* Assistant professor of mangement and postgrauate student of economics, recpectivey, University of Theran.