

اولویت بندی تکنولوژی های بهره برداری از CO₂ تولید شده در صنایع گاز با رویکرد تاپسیس فازی

حسین یزدانی^{۱*}، محمد صادق مبین^۲

دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی، (hosein_yweb@yahoo.com)
دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی، (m_s_mobin_86@yahoo.com)

چکیده

هدف عمده این مطالعه ارزیابی، اولویت بندی و انتخاب تکنولوژی های مناسب برای بهره برداری از CO₂ تولید شده در پارس جنوبی می باشد. بدین منظور پس از استخراج تکنولوژی های موجود جهت بهره برداری از CO₂ و تعیین شاخص های ارزیابی با استفاده از نظر خبرگان، این تکنولوژی ها جهت اجرا اولویت بندی شده اند. جهت اولویت بندی راهکارهای پیشنهاد شده از رویکرد تاپسیس فازی استفاده شده است. این تکنیک تصمیم گیری، بر مبنای اصلی بنیان گذاشته شده است که بدیل انتخاب شده باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده آل مثبت و بیشترین فاصله از راه حل ایده آل منفی باشد. از آنجائیکه وضعیت برخی از شاخص ها به صورت دقیق قابل بیان نمی باشد و دارای ابهام و عدم اطمینان است، لذا در این مقاله برای امتیازدهی به این دسته از شاخص ها، متغیرهای زبانی در نظر گرفته شده است که با لحاظ کردن اعداد فازی متناسب و استفاده از تئوری مجموعه های فازی، محاسبات مربوط به شاخص های مورد نظر انجام پذیرفت. بر اساس این مطالعه تکنولوژی شماره ۳ مناسب ترین روش جهت بهره برداری از CO₂ تولید شده شناخته شده و جهت اجرا به شرکت پارس جنوبی معرفی گردید.

واژه های کلیدی: انتخاب تکنولوژی، TOPSIS، فازی، CO₂، تصمیم گیری، آنتروپی شانون، رتبه بندی

۱- مقدمه

از زمانیکه چند پروژه در سازمان تعریف می شود همواره مشکلات عدیده ای سازمان را احاطه می کند و این امر باعث به وجود آمدن دغدغه های اساسی در سازمان خواهد شد. از طرفی یک سازمان با توجه به محدودیت های موجود درون سازمان (محدودیت های زمانی، محدودیت ریالی و اجرایی و ...) ممکن است نتواند به راحتی تمامی معیار های مورد نیاز جهت اجرای پروژه را تشخیص داده و این معیارها را در اولویت بندی پروژه ها لحاظ نماید. همچنین اهمیت هر معیار نسبت به معیار های دیگر ممکن است بیشتر باشد که در صورت لحاظ نکردن وزن هر معیار، اولویت بندی پروژه ها با معیار های دارای وزن یکسان نتیجه مناسبی ارائه نمی دهد. بدین منظور در این مقاله از روش آنتروپی شانون استفاده گردیده است. همچنین بکارگیری نظرات افراد خبره سازمانی جهت اولویت بندی پروژه های تعریف شده کاری بس دشوار میباشد. چرا که نظرات افراد جنبه

۱ و *مهندسی شیمی گرایش گاز، دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی گرایش OR
۲- مهندسی صنایع گرایش تولید صنعتی، دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی گرایش OR



کیفی داشته و می بایست به مقادیر کمی تبدیل گردند تا محاسبات ریاضی جهت اولویت بندی پروژه ها میسر باشد. بدین منظور از رویکرد فازی استفاده شده است تا نظرات کیفی به مقادیر کمی تبدیل گردد.

۲. مبانی نظری تحقیق

۱.۲. روش های تصمیم گیری

در مورد روش های تصمیم گیری می توان به این روش ها اشاره کرد. **مدل طبقه بندی^۱**، این مدل بر اساس سوابق و تجربیات گذشته سازمان در اجرای پروژه، در ارتباط با یک سری از معیارهای بنا نهاده شده است. اگر پروژه معیار مورد نظر جهت اجرا را داشته باشد، امتیاز مثبت دریافت می کند و در غیر این صورت امتیاز منفی می گیرد که از جمع جبری امتیازات کسب شده، رتبه نهایی پروژه به دست می آید [۱]، **مدل وزنی - خطی**، این مدل سعی داشته تا با وزن دهی معیارها، متد طبقه بندی را بهبود بخشد و در نهایت با محاسبه امتیاز نهایی، پروژه را رتبه بندی نماید. **مدل های غیر جبرانی**، شامل روش هایی می شود که در آنها بده بستان بین شاخص ها مجاز نیست، یعنی مثلاً نقطه ضعف موجود در یک شاخص توسط مزیت موجود از شاخص (شاخص های) دیگر جبران نمی شود [۲]. **مدل های جبرانی**، شامل روش هایی است که اجازه بده بستان در بین شاخص های آنها مجاز است، برای مثال تغییری (احتمالاً کوچک) در یک شاخص می تواند توسط تغییری مخالف در شاخص (شاخص های) دیگر جبران شود [۳]. **روش فرآیند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی**، توسط این روش می توان تصمیمات وابسته به معیارهای مختلف و یا تصمیمات چند معیاره را اتخاذ نمود، با به کارگیری این روش مسئله ابتدا ساختارمند شده و سپس گزینه های مختلف بر اساس معیارهای مطرح با هم مقایسه شده و آنگاه اولویت انتخاب هر یک از آنها مشخص می شود [۴]. **مدل های آماری**، این مدل ها به عدم اطمینان های احتمالی در اجرای پروژه ها بر می گردد. اگر چه عدم اطمینان در هر شرایطی وجود دارد، ولی روش های دقیق تحت کنترل شدن آنها کشف نشده است و مدل هایی که وجود دارند، به منظور تطبیق یک معیار در یک برهه خاص از زمان به کار می رود. **تحلیل خوشه ای^۲**، با این روش می توان پروژه ها را بر اساس معیارهای مشخص رتبه بندی و سپس با یکدیگر مقایسه نمود [۵]. **مدل های برنامه ریزی ریاضی**، برای فرموله سازی مسئله گزینش پروژه با توجه به تابع هدف که باید حداکثر (مانند سود) و با حداقل (مانند هزینه) شود، به کار گرفته می شوند. مدل های برنامه ریزی ریاضی^۳ را می توان به چهار دسته عمده تفکیک نمود:

الف) تک هدفه (مانند برنامه ریزی عدد صحیح) [۶]

ب) برنامه ریزی خطی [۷] چند هدفه (مانند چندهدفه [۸] و برنامه ریزی آرمانی [۹۰])،

ج) غیر خطی [۱۰]

د) پیوندی (ترکیباتی از سه دسته قبلی) [۱۱]

تحلیل پوششی داده ها^۵، این روش مبتنی بر مفهوم کرائی است و پروژه ها بر اساس معیارهای سود و هزینه ارزیابی می شوند، در این روش پروژه ها به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم می شوند [۱۲]. **روش استدلال مبتنی بر مورد^۴**، این روش بر اساس استفاده از پاسخ مسائل قبلی برای حل مسأله جدید الگوبرداری کرده است، به این ترتیب که از تجربیات کسب شده در حل مسائل گذشته به عنوان راهنمایی برای حل مسائل جدید بهره می گیرد [۱۳]. **مدل های مبتنی بر هوش مصنوعی**، این مدل ها بر اساس سیستم های کامپیوتری استوار هستند که به طریقی می توانند با استفاده از کارشناسان خبره و یا داده های

¹ Categorical method

² Cluster analysis

³ Mathematical programming

⁴ Goal programming (GP)

⁵ Data envelopment analysis (DEA)

⁶ Case-based reasoning

گذشته به امر یادگیری مبادرت ورزند. مدل سیستم خبره^۱، به عنوان یکی از کاربردی‌ترین شاخه‌های هوش مصنوعی شناخته می‌شود، سیستم خبره با دریافت اطلاعات لازم و پرسش‌های مورد نیاز از کاربر و به کارگیری مجموعه‌ای از دانسته‌ها و قواعد می‌تواند پروژه‌ها را رتبه‌بندی نماید [۱۴]. شبکه‌های عصبی^۲، سیستم‌های دینامیکی هستند که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را، به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. این سیستم‌ها بر اساس محاسبات روی داده‌های عددی یا مثال‌ها، قوانین کلی را فرا می‌گیرند [۱۵]. منطق فازی، با استفاده از این منطق می‌توان مشکلات مبهم و غیر دقیق بودن داده‌های واقعی مسأله و قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان را برطرف نمود [۱۶]، گروهی از پژوهشگران منطق فازی را در دیگر روش‌های تصمیم‌گیری به کار گرفته‌اند که از جمله آنها می‌توان به تحلیل فرآیند سلسله مراتبی فازی و یا تاپسیس فازی اشاره کرد [۱۷].

۲.۲. منطق فازی^۳ :

به عنوان سیستمی از مفاهیم، اصول و روش‌ها برای استدلال که بر پایه تقریبی بنا نهاده شده است قابل تعریف است. به معنای اختصاصی تر، منطق فازی حالت تعمیم یافته منطق چند ارزشی بوده که در آغاز قرن اخیر پدیدار گشته است. بطور کلی، منطق فازی محدوده عملی و کاربردی از تئوری مجموعه‌های فازی است. این منطق با استفاده از مفاهیم، اصول و ارزش‌های بکار رفته در مجموعه‌های فازی جهت فرموله نمودن اشکال مختلف استدلال تقریبی قابل فهم بکار می‌رود [۱۸].

مفاهیم اساسی مجموعه‌های فازی:

تابع عضویت: مجموعه \tilde{A} در یک مجموعه مرجع X با تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ نشان داده می‌شود که به هر عنصر x از X عددی از بازه $[0, 1]$ نسبت می‌دهد. مقدار تابع $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ، درجه تعلق مقدار حقیقی x به مجموعه \tilde{A} را نشان می‌دهد. مجموعه فازی محدب: یکی از خواص بسیار مهم مجموعه‌های فازی از نظر کاربرد، تحدب آنها می‌باشد. یک مجموعه فازی محدب است اگر و فقط اگر هر یک از برش‌های یک مجموعه محدب باشد. همچنین می‌توان گفت که مجموعه فازی \tilde{A} محدب است اگر و فقط اگر برای هر $x_1, x_2 \in X$ و هر $\lambda \in [0, 1]$ رابطه زیر برقرار باشد [۱۹]

$$\mu_{\tilde{A}}[\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2] \geq \min[\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)]$$

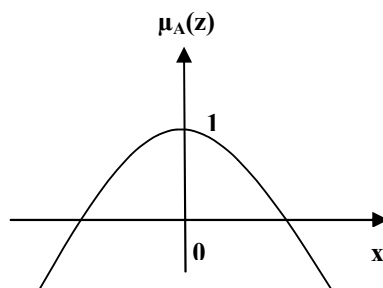
اعداد فازی: یک مجموعه فازی N از مجموعه اعداد حقیقی (R) را یک عدد فازی حقیقی گوئیم اگر سه ویژگی زیر را داشته باشد:

۱- مجموعه فازی N محدب باشد.

۲- نرمال و تک‌نمایی باشد (یعنی فقط یک $x_0 \in X$ وجود داشته باشد که $\mu_N(x_0) = 1$)

۳- $\mu_N(x)$ قطعه به قطعه پیوسته باشد.

نمودار شماره (۱) یک عدد فازی را نشان می‌دهد. زیرا تابع عضویت محدب، تک‌نمایی (یک مد بیشتر ندارد، مد آن صفر است) و قطعه به قطعه پیوسته است.



نمودار شماره (۱): نمودار تابع عضویت عدد فازی " تقریباً صفر "

¹ Expert system

² Neural networks

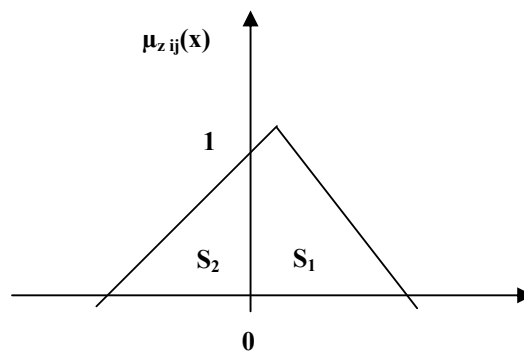
³ Fuzzy Logic

بر حسب نوع تابع عضویت و توزیع امکان پذیری تعداد بی نهایت انواع عدد فازی وجود دارد. در این پژوهش بر حسب نیاز اعداد فازی مثلثی را معرفی می کنیم:

عدد فازی مثلثی^۱:

اگر در تعریف عدد فازی، ویژگی تک نمایی بودن را حذف کنیم، آنگاه به آن بازه فازی گوئیم. به عبارت دیگر در این حالت یک بازه وجود دارد که در طول این بازه، تابع عضویت برابر یک است. با این تعریف، عدد فازی حالت خاصی از بازه فازی است. بازه فازی را به تسامح عدد فازی مثلثی نیز می نامند.

یک عدد فازی مثلثی را به صورت (n_1, n_2, n_3) نشان می دهند که در نمودار شماره ۲ نشان داده شده است.



نمودار شماره ۲- عدد فازی مثلثی

تابع عضویت یک عدد فازی مثلثی به صورت رابطه (۱) است:

$$\tilde{\mu}(x) = \begin{cases} 0 & x < n_1 \\ \frac{x - n_1}{n_2 - n_1} & n_1 \leq x \leq n_2 \\ \frac{x - n_3}{n_2 - n_3} & n_2 \leq x \leq n_3 \\ 0 & x > n_3 \end{cases} \quad (1)$$

۳. اولویت بندی با استفاده از مدل TOPSIS فازی

در این بخش از پژوهش به ارائه متودولوژی مورد نظر برای اولویت بندی تکنولوژی های موجود می پردازیم. در مدل ارائه شده تمامی متغیرها فازی و از نوع مثلثی می باشند. در ارزیابی شاخصها نسبت به یکدیگر و گزینه ها نسبت به هر شاخص از متغیر های زبانی به شرح جدول (۶) استفاده شده است. گامهای توسعه این مدل به قرار ذیل است:

¹ Triangular Fuzzy Number

۱.۳. بخش اول: ایجاد ماتریس تصمیم

گام ۱: معرفی شاخص ها

در این مرحله با توجه به نظرات خبرگان سازمان شاخص هایی جهت اولویت بندی تکنولوژی های موجود معرفی گردید که در جدول (۱) ارائه شده اند. این شاخص ها دارای اهمیت یکسان نبوده و در ادامه وزن دهی خواهند شد.

جدول ۱: شاخص های شناسایی شده جهت اولویت بندی آلترناتیو ها

علامت اختصاری	شاخص ها
C ₁	مقدار نیاز به خلص سازی CO ₂
C ₂	مقدار سرمایه گذاری لازم(هزار دلار)
C ₃	نرخ بازگشت سرمایه
C ₄	دسترسی داخلی به فناوری
C ₅	امکان انتقال تکنولوژی
C ₆	میزان پیچیدگی تکنولوژی
C ₇	میزان بلوغ تکنولوژی
C ₈	اثرات زیست محیطی
C ₉	فضای لازم جهت اجرای طرح
C ₁₀	میزان اشتغال زایی
C ₁₁	میزان دسترسی به متخصص

گام ۲: معرفی آلترناتیو ها

در یک تحقیق جامع با تکیه بر مسائل فنی و مهندسی تمامی تکنولوژی های ممکن برای بهره بردای و تولید ارزش افزوده از CO₂ استخراج شده همراه گاز طبیعی مورد بررسی قرار گرفت و سعی شد شاخص های ذکر شده برای تمامی آنها بررسی شود، در نهایت هشت آلترناتیو برای استفاده از این گاز مشخص شد. (که بنا به درخواست شرکت مربوطه از ذکر آنها خود داری می شود.)

گام ۳: با فرض اینکه m گزینه و n شاخص داشته باشیم. اعداد داخل ماتریس متغیر های زبانی هستند که با توجه به نظرات خبرگان سازمان استخراج شده و جهت اولویت بندی تکنولوژی ها به کار رفته اند.

در این مرحله با استفاده از محاسبات فنی ، پتنت ها، استاندارد ها و با توجه به نظرات کارشناسان خبره سازمانی و همچنین شاخص ها و آلترناتیو های شناسایی شده جهت اولویت بندی ماتریس تصمیم بدست آمده که به صورت زیر می باشد:

جدول ۲: ماتریس تصمیم با توجه به نظرات کیفی

C ₁₁	C ₁₀	C ₉	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	شاخص ها آلترناتیو ها
زیاد	زیاد	44	56771	خیلی زیاد	99	متوسط	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	A ₁
کم	کم	34	19892	کم	89	کم	متوسط	متوسط	متوسط	کم	A ₂
زیاد	متوسط	28	73542	متوسط	99	متوسط	خیلی زیاد	کم	زیاد	خیلی زیاد	A ₃
کم	کم	55	18597	کم	99.9	خیلی کم	کم	کم	متوسط	کم	A ₄
متوسط	متوسط	21	17308	متوسط	99.9	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	کم	A ₅
زیاد	زیاد	26	93293	خیلی زیاد	95	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	A ₆
متوسط	کم	0	15302	متوسط	99	زیاد	متوسط	کم	متوسط	خیلی کم	A ₇
کم	کم	23	28254	کم	99	متوسط	متوسط	زیاد	کم	کم	A ₈

۲.۳. بخش دوم: بدست آوردن اوزان شاخص ها توسط آنتروپی شانون:

از آنجا که وزن هر شاخص نقش تعیین کننده ای در انتخاب بهترین گزینه دارد تعیین وزنی که بر اساس اطلاعات به واقعیت نزدیک باشد از اهمیت بسزایی برخوردار است. در انتخاب یک تکنولوژی شاخص های متعددی با وزن های متفاوت لحاظ می گردد، وزن دهی به شاخص ها امری ضروری در فرایند تصمیم گیری می باشد. به منظور ارزیابی اوزان شاخص ها روش های متعددی از جمله روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه و روش های تقریبی وجود دارد. در این روش ها با توجه به مقایسات زوجی شاخص ها توسط خبرگان وزن نهایی هر یک از شاخص ها محاسبه می شود. از آنجا که مبنای محاسبه اوزان، مقایسات زوجی شاخص ها با یکدیگر می باشد، این روش ها از اوزان شاخص ها را به صورت واقعی بیان نمی کنند. در این مطالعه از روش آنتروپی شانون جهت محاسبه وزن معیار ها (W_i) استفاده شده است. در این روش هر چه انحراف معیار و پراکندگی معیار بیشتر باشد، وزن کمتری به شاخص اختصاص می یابد و بالعکس. بدین منظور با استفاده از ماتریس تصمیم، گام های زیر اجرا می شود.

گام ۱: ماتریس تصمیم را تشکیل داده و با جایگزینی اعداد قطعی بجای واژه های بیانی آنرا برای محاسبه اوزان شاخص ها با روش آنتروپی شانون مهیا می کنیم .

جدول ۳: جایگذاری واژه های بیانی با اعداد قطعی برای محاسبه آنتروپی شانون

C ₁₁	C ₁₀	C ₉	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	شاخص آلترناتیو
۹	۷	۷	۷	۹	۵	۹	۹	۲۸	۷۳۵۴۲	۹۹	A ₁
۵	۵	۵	۳	۵	۵	۷	۵	۵۵	۱۸۵۹۷	۹۹.۹	A ₂
۹	۹	۹	۷	۹	۹	۹	۹	۴۴	۵۶۷۷۱	۹۹	A ₃
۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۵	۲۱	۱۷۳۰۸	۹۹.۹	A ₄
۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۹	۲۶	۹۳۲۹۳	۹۵	A ₅
۷	۵	۷	۹	۷	۵	۷	۳	۰.۰۰۱	۱۵۳۰۲	۹۹	A ₆
۵	۵	۵	۷	۷	۹	۵	۵	۲۳	۲۸۲۵۴	۹۹	A ₇
۵	۵	۵	۵	۷	۷	۷	۵	۳۴	۱۹۸۹۲	۸۹	A ₈

گام ۲: مقادیر ماتریس جدول ۳ را با استفاده از فرمول (۲) نرمالایز می کنیم: [۲۰]

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (2)$$

جدول ۴: ماتریس نرمالایز ماتریس تصمیم

C ₁₁	C ₁₀	C ₉	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	شاخص آلترناتیو
۰.۱۸	۰.۱۴	۰.۱۳	۰.۱۳	۰.۱۶	۰.۰۸	۰.۱۶	۰.۲۱	۰.۱۲	۰.۲۳	۰.۱۳	A ₁
۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۳	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۱۱	۰.۰۹	۰.۲۴	۰.۰۶	۰.۱۳	A ₂
۰.۱۸	۰.۱۹	۰.۱۸	۰.۱۳	۰.۱۶	۰.۱۸	۰.۱۶	۰.۲۱	۰.۱۹	۰.۱۸	۰.۱۳	A ₃
۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۳	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۰۹	۰.۰۹	۰.۰۵	۰.۱۳	A ₄
۰.۱۸	۰.۱۹	۰.۱۸	۰.۱۸	۰.۱۶	۰.۱۸	۰.۱۶	۰.۲۱	۰.۱۱	۰.۲۹	۰.۱۲	A ₅
۰.۱۳	۰.۰۸	۰.۱۳	۰.۱۸	۰.۱۱	۰.۰۸	۰.۱۱	۰.۰۳	۰.۰۰	۰.۰۵	۰.۱۳	A ₆
۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۱۸	۰.۰۷	۰.۰۹	۰.۱۰	۰.۰۹	۰.۱۳	A ₇
۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۱۱	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۰۹	۰.۱۵	۰.۰۶	۰.۱۱	A ₈

گام ۳: آنتروپی معیار زام را با استفاده از فرمول (۳) محاسبه می کنیم:

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m r_{ij} \cdot \ln(r_{ij}) \quad (3)$$

در این رابطه داریم:

$$K = \frac{1}{\ln(m)} \quad (4)$$

$$D_j = 1 - E_j$$

گام ۴: محاسبه وزن نهایی شاخص ها با استفاده از فرمول زیر:

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (5)$$

جدول ۵: اوزان نهایی

C ₁₁	C ₁₀	C ₉	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	شاخص پارامتر
۰.۹۷۰	۰.۹۶۸	۰.۹۷۴	۰.۹۵۵	۰.۹۸۵	۰.۹۷۰	۰.۹۸۵	۰.۹۳۱	۰.۹۰۸	۰.۸۹۱	۱.۰۰۰	E _j
۰.۰۳۰	۰.۰۳۲	۰.۰۲۶	۰.۰۴۵	۰.۰۱۵	۰.۰۳۰	۰.۰۱۵	۰.۰۶۹	۰.۰۹۲	۰.۱۰۹	۰.۰۰۰	D _j =1-E _j
۰.۰۶۴	۰.۰۶۹	۰.۰۵۷	۰.۰۹۷	۰.۰۳۲	۰.۰۶۴	۰.۰۳۲	۰.۱۴۹	۰.۱۹۹	۰.۲۳۷	۰.۰۰۱	W _j

۳.۳. بخش سوم: اولویت بندی آترناتیو ها با استفاده از تاپسیس فازی

گام ۱: جایگزینی واژه های بیانی با مقادیر فازی جهت تبدیل متغیر های بیانی به مقادیر فازی از جدول (۶) استفاده گردیده است:

جدول ۶: متغیر های زبانی فازی

خیلی ضعیف / خیلی کم	۱	۱	۳
ضعیف / کم	۱	۳	۵
متوسط / عادلانه	۳	۵	۷
زیاد / بالا	۵	۷	۹
خیلی زیاد / خیلی بالا	۷	۹	۹

ماتریس تصمیم با توجه به جدول (۶) به صورت زیر تشکیل می شود:

جدول ۷: ماتریس جایگزاری واژه های بیانی با اعداد فازی

شاخص آترناتیو	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁
A ₁	۹۹	۷۳۵۴۲	۲۸	۷ ۷ ۹	۷ ۷ ۹	۱ ۳ ۵	۷ ۷ ۹	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۵ ۷ ۹
A ₂	۹۹.۹	۱۸۵۹۷	۵۵	۱ ۳ ۵	۳ ۵ ۷	۱ ۳ ۵	۱ ۳ ۵	۱ ۳ ۵	۱ ۳ ۵	۱ ۳ ۵	۱ ۳ ۵
A ₃	۹۹	۵۶۷۷۱	۴۴	۵ ۷ ۹	۵ ۷ ۹	۵ ۷ ۹	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷
A ₄	۹۹.۹	۱۷۳۰۸	۲۱	۱ ۳ ۵	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷
A ₅	۹۵	۹۳۲۹۳	۲۶	۵ ۷ ۹	۵ ۷ ۹	۵ ۷ ۹	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷
A ₆	۹۹	۱۵۳۰۲	۰	۱ ۱ ۳	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷
A ₇	۹۹	۲۸۲۵۴	۲۳	۱ ۳ ۵	۱ ۳ ۵	۱ ۳ ۵	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷
A ₈	۸۹	۱۹۸۹۲	۳۴	۱ ۳ ۵	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷	۳ ۵ ۷

گام ۲: نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم گیری با روش خطی

برای محاسبه \tilde{r}_{ij} برای شاخصهای مثبت از رابطه (۶) و در مورد شاخصهای منفی از رابطه (۷) استفاده می نماییم. در نتیجه ماتریس نرمال \tilde{R} بصورت زیر می باشد [۲۱].

$$\left\{ \begin{array}{l} \tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad j \in B \\ \tilde{r}_{ij} = \left(\frac{c_j^-}{c_{ij}}, \frac{c_j^-}{b_{ij}}, \frac{c_j^-}{a_{ij}} \right), \quad j \in C \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} c_j^* = \max_i c_{ij} \quad \text{if } j \in B \\ c_j^- = \min_i a_{ij} \quad \text{if } j \in C \end{array} \right. \quad (7)$$

جدول ۸: ماتریس فازی نرمالایز شده

مثبت			مثبت			مثبت			منفی			منفی			جنبه
C ₅			C ₄			C ₃			C ₂			C ₁			شاخص آلترناتیو
۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۷۷۸	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۵۰۹	۰.۵۰۹	۰.۵۰۹	۰.۲۰۸	۰.۲۰۸	۰.۲۰۸	۰.۸۹۹	۰.۸۹۹	۰.۸۹۹	A ₁
۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۰.۸۲۳	۰.۸۲۳	۰.۸۲۳	۰.۸۹۱	۰.۸۹۱	۰.۸۹۱	A ₂
۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۸۰۰	۰.۸۰۰	۰.۸۰۰	۰.۲۷۰	۰.۲۷۰	۰.۲۷۰	۰.۸۹۹	۰.۸۹۹	۰.۸۹۹	A ₃
۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۳۸۲	۰.۳۸۲	۰.۳۸۲	۰.۸۸۴	۰.۸۸۴	۰.۸۸۴	۰.۸۹۱	۰.۸۹۱	۰.۸۹۱	A ₄
۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۴۷۳	۰.۴۷۳	۰.۴۷۳	۰.۱۶۴	۰.۱۶۴	۰.۱۶۴	۰.۹۳۷	۰.۹۳۷	۰.۹۳۷	A ₅
۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۰.۱۱۱	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۰.۸۹۹	۰.۸۹۹	۰.۸۹۹	A ₆
۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۴۱۸	۰.۴۱۸	۰.۴۱۸	۰.۵۴۲	۰.۵۴۲	۰.۵۴۲	۰.۸۹۹	۰.۸۹۹	۰.۸۹۹	A ₇
۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۶۱۸	۰.۶۱۸	۰.۶۱۸	۰.۷۶۹	۰.۷۶۹	۰.۷۶۹	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	A ₈

مثبت			مثبت			منفی			منفی			مثبت			جنبه	
C ₁₁			C ₁₀			C ₉			C ₈			C ₇			شاخص آلترناتیو	
۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۷۷۸	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۱.۰۰۰	A ₁
۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۱.۰۰۰	۰.۳۳۳	۱.۰۰۰	۱.۰۰۰	۰.۱۱۱	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۱.۰۰۰	A ₂
۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۱۱۱	۰.۱۴۳	۰.۱۴۳	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۱۱۱	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	A ₃
۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۳۳۳	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	A ₄
۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۱.۰۰۰	۰.۱۱۱	۰.۱۴۳	۰.۱۴۳	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۱۱۱	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	A ₅
۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۷۷۸	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۱۱۱	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۱.۰۰۰	A ₆
۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۱.۰۰۰	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۰.۳۳۳	۰.۱۱۱	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	A ₇
۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۱۱۱	۰.۳۳۳	۰.۵۵۶	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۱.۰۰۰	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	۱.۰۰۰	۰.۳۳۳	۰.۱۴۳	۰.۲۰۰	۰.۳۳۳	A ₈

گام ۳: محاسبه ماتریس فازی وزن دار

در این قدم بردار وزن نهایی فازی شاخصها یا \tilde{w}_i با کمک ضرب فازی در اعداد \tilde{r}_{ij} ماتریس \tilde{V} بطریق زیر بدست می

آید:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{\max}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_{ave i}$$

جدول ۹: ماتریس فازی وزین

مثبت			مثبت			مثبت			منفی			منفی			جنبه شاخص
C ₅			C ₄			C ₃			C ₂			C ₁			شاخص آلترناتیو
۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۳۳	۰.۰۱۲۲	۰.۰۱۲۲	۰.۰۱۵۶	۰.۰۱۰۱	۰.۰۱۰۱	۰.۰۱۰۱	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	A ₁
۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۸۷	۰.۰۱۹۹	۰.۰۱۹۹	۰.۰۱۹۹	۰.۰۲۰۵	۰.۰۲۰۵	۰.۰۲۰۵	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	A ₂
۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۳۳	۰.۰۰۸۷	۰.۰۱۲۲	۰.۰۱۵۶	۰.۰۱۵۹	۰.۰۱۵۹	۰.۰۱۵۹	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۶۷	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	A ₃
۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۸۷	۰.۰۰۷۶	۰.۰۰۷۶	۰.۰۰۷۶	۰.۰۲۲۱	۰.۰۲۲۱	۰.۰۲۲۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	A ₄
۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۳۳	۰.۰۰۸۷	۰.۰۱۲۲	۰.۰۱۵۶	۰.۰۰۹۴	۰.۰۰۹۴	۰.۰۰۹۴	۰.۰۰۴۱	۰.۰۰۴۱	۰.۰۰۴۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	A ₅
۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۲۴۹	۰.۰۲۴۹	۰.۰۲۴۹	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	A ₆
۰.۰۰۰۴	۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۸۷	۰.۰۰۸۳	۰.۰۰۸۳	۰.۰۰۸۳	۰.۰۱۳۵	۰.۰۱۳۵	۰.۰۱۳۵	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	A ₇
۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۸۷	۰.۰۱۲۳	۰.۰۱۲۳	۰.۰۱۲۳	۰.۰۱۹۲	۰.۰۱۹۲	۰.۰۱۹۲	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱	A ₈

مثبت			مثبت			منفی			منفی			مثبت			منفی			جنبه شاخص
C ₁₁			C ₁₀			C ₉			C ₈			C ₇			C ₆			شاخص آلترناتیو
۰.۰۳۸	۰.۰۵۳	۰.۰۶۸	۰.۰۲۴	۰.۰۴۰	۰.۰۵۶	۰.۰۰۰۸	۰.۰۱۲	۰.۰۲۰	۰.۰۱۴	۰.۰۲۰	۰.۰۳۴	۰.۰۲۶	۰.۰۲۶	۰.۰۳۳	۰.۰۱۴	۰.۰۲۳	۰.۰۶۸	A ₁
۰.۰۰۰۸	۰.۰۲۳	۰.۰۳۸	۰.۰۰۰۸	۰.۰۲۴	۰.۰۴۰	۰.۰۰۱۲	۰.۰۲۰	۰.۰۵۹	۰.۰۳۴	۰.۰۱۰	۰.۰۱۰	۰.۰۰۰۴	۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۱۴	۰.۰۲۳	۰.۰۶۸	A ₂
۰.۰۳۸	۰.۰۵۳	۰.۰۶۸	۰.۰۴۰	۰.۰۵۶	۰.۰۷۲	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۱۴	۰.۰۲۰	۰.۰۳۴	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۳۳	۰.۰۰۰۸	۰.۰۱۰	۰.۰۱۴	A ₃
۰.۰۲۳	۰.۰۳۸	۰.۰۵۳	۰.۰۲۴	۰.۰۴۰	۰.۰۵۶	۰.۰۰۰۸	۰.۰۱۲	۰.۰۲۰	۰.۰۱۴	۰.۰۲۰	۰.۰۳۴	۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۱۰	۰.۰۱۴	۰.۰۲۳	A ₄
۰.۰۳۸	۰.۰۵۳	۰.۰۶۸	۰.۰۴۰	۰.۰۵۶	۰.۰۷۲	۰.۰۰۰۷	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۱۱	۰.۰۱۴	۰.۰۲۰	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۳۳	۰.۰۰۰۸	۰.۰۱۰	۰.۰۱۴	A ₅
۰.۰۲۳	۰.۰۳۸	۰.۰۵۳	۰.۰۰۰۸	۰.۰۲۴	۰.۰۴۰	۰.۰۰۰۸	۰.۰۱۲	۰.۰۲۰	۰.۰۱۱	۰.۰۱۴	۰.۰۲۰	۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۱۴	۰.۰۲۳	۰.۰۶۸	A ₆
۰.۰۰۰۸	۰.۰۲۳	۰.۰۳۸	۰.۰۰۰۸	۰.۰۲۴	۰.۰۴۰	۰.۰۰۱۲	۰.۰۲۰	۰.۰۵۹	۰.۰۱۴	۰.۰۲۰	۰.۰۳۴	۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۰۰۸	۰.۰۱۰	۰.۰۱۴	A ₇
۰.۰۰۰۸	۰.۰۲۳	۰.۰۳۸	۰.۰۰۰۸	۰.۰۲۴	۰.۰۴۰	۰.۰۰۱۲	۰.۰۲۰	۰.۰۵۹	۰.۰۲۰	۰.۰۳۴	۰.۰۱۰	۰.۰۱۱	۰.۰۱۹	۰.۰۲۶	۰.۰۱۰	۰.۰۱۴	۰.۰۲۳	A ₈

گام ۴: تعیین نقاط ایده آل مثبت و منفی

از آنجایی که اساس الگوریتم تاپسیس فازی بر اساس دوری یا نزدیکی یک گزینه از حالات ایده آل مثبت و منفی می باشد، برای محاسبه ایده آل های مثبت و منفی به طریق زیر عمل می نماییم [۲۱]:

$$\tilde{V}_{ij} = (V_{ij1}, V_{ij2}, V_{ij3}) \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n$$

و برای بدست آوردن V_k^- و V_k^+ را به صورت زیر تعریف می شود:

$$V_k^+ = \max(V_{ij3}) \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n; \quad k=1,2,\dots,n$$

$$V_k^- = \min(V_{ij3}) \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n; \quad k=1,2,\dots,n$$

و برای بدست آوردن \tilde{V}_k^* و \tilde{V}_k^- داریم:

$$\tilde{V}_k^* = (V_k^+, V_k^+, V_k^+), \quad k=1,2,\dots,n$$

$$\tilde{V}_k^- = (V_k^-, V_k^-, V_k^-), \quad k=1,2,\dots,n$$

در نهایت برای نقاط ایده آل مثبت و منفی داریم:

$$A^* = (\tilde{V}_1^*, \tilde{V}_2^*, \tilde{V}_3^*, \dots, \tilde{V}_n^*)$$

$$A^- = (\tilde{V}_1^-, \tilde{V}_2^-, \tilde{V}_3^-, \dots, \tilde{V}_n^-)$$

جدول ۱۰: تعیین ایده آل مثبت و ایده آل منفی با توجه به نوع جنبه شاخص ها

مثبت			مثبت			مثبت			منفی			منفی			جنبه شاخص		
C ₅			C ₄			C ₃			C ₂			C ₁			شاخص		
۰.۰۳۳	۰.۰۳۳	۰.۰۳۳	۰.۱۵۶	۰.۱۵۶	۰.۱۵۶	۰.۱۹۹	۰.۱۹۹	۰.۱۹۹	۰.۰۴۱	۰.۰۴۱	۰.۰۴۱	۰.۰۰۱	۰.۰۰۱	۰.۰۰۱	ایده آل مثبت		
۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۱۷	۰.۰۱۷	۰.۰۱۷	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۲۴۹	۰.۲۴۹	۰.۲۴۹	۰.۰۰۱	۰.۰۰۱	۰.۰۰۱	ایده آل منفی		
مثبت			مثبت			منفی			منفی			مثبت			منفی		
C ₁₁			C ₁₀			C ₉			C ₈			C ₇			C ₆		
۰.۰۶۸	۰.۰۶۸	۰.۰۶۸	۰.۰۷۲	۰.۰۷۲	۰.۰۷۲	۰.۰۰۷	۰.۰۰۷	۰.۰۰۷	۰.۰۱۱	۰.۰۱۱	۰.۰۱۱	۰.۰۳۳	۰.۰۳۳	۰.۰۳۳	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸
۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۰۸	۰.۰۵۹	۰.۰۵۹	۰.۰۵۹	۰.۱۰۱	۰.۱۰۱	۰.۱۰۱	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۰۴	۰.۰۶۸	۰.۰۶۸	۰.۰۶۸

گام ۵: محاسبه فاصله از ایده آل های مثبت و منفی

در این مرحله اختلاف دو عدد فازی را از طریق فرمول (۹) محاسبه می کنیم [۲۱]

$$h(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (9)$$

در نتیجه فاصله هر گزینه از ایده آل مثبت و منفی بصورت زیر است:

جدول ۱۱: فاصله نقاط از ایده آل مثبت

C ₁₁	C ₁₀	C ₉	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	شاخص فواصل
۰.۰۱۹	۰.۰۳۵	۰.۰۰۸	۰.۰۱۴	۰.۰۰۶	۰.۰۳۶	۰.۰۱۰	۰.۰۲۸	۰.۰۹۸	۰.۰۱۱	۰.۰۰۰	h ₁₊
۰.۰۴۷	۰.۰۵۰	۰.۰۳۲	۰.۰۷۵	۰.۰۲۳	۰.۰۳۶	۰.۰۱۶	۰.۱۰۸	۰.۰۰۰	۰.۱۶۴	۰.۰۰۰	h ₂₊
۰.۰۱۹	۰.۰۲۱	۰.۰۰۲	۰.۰۱۴	۰.۰۱۰	۰.۰۰۴	۰.۰۱۰	۰.۰۴۵	۰.۰۴۰	۰.۰۲۶	۰.۰۰۰	h ₃₊
۰.۰۳۲	۰.۰۳۵	۰.۰۰۸	۰.۰۱۴	۰.۰۱۶	۰.۰۰۹	۰.۰۱۶	۰.۱۰۸	۰.۱۲۳	۰.۱۸۰	۰.۰۰۰	h ₄₊
۰.۰۱۹	۰.۰۲۱	۰.۰۰۲	۰.۰۰۶	۰.۰۱۰	۰.۰۰۴	۰.۰۱۰	۰.۰۴۵	۰.۱۰۵	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	h ₅₊
۰.۰۳۲	۰.۰۵۰	۰.۰۰۸	۰.۰۰۶	۰.۰۱۶	۰.۰۳۶	۰.۰۱۶	۰.۱۲۸	۰.۱۹۹	۰.۲۰۹	۰.۰۰۰	h ₆₊
۰.۰۴۷	۰.۰۵۰	۰.۰۳۲	۰.۰۱۴	۰.۰۱۶	۰.۰۰۴	۰.۰۲۳	۰.۱۰۸	۰.۱۱۶	۰.۰۹۴	۰.۰۰۰	h ₇₊
۰.۰۴۷	۰.۰۵۰	۰.۰۳۲	۰.۰۵۴	۰.۰۱۶	۰.۰۰۹	۰.۰۱۶	۰.۱۰۸	۰.۰۷۶	۰.۱۵۱	۰.۰۰۰	h ₈₊

جدول ۱۲: فاصله نقاط از ایده آل منفی

C ₁₁	C ₁₀	C ₉	C ₈	C ₇	C ₆	C ₅	C ₄	C ₃	C ₂	C ₁	شاخص فواصل
۰.۰۴۷	۰.۰۳۵	۰.۰۴۶	۰.۰۷۹	۰.۰۲۵	۰.۰۴۱	۰.۰۲۳	۰.۱۱۷	۰.۱۰۱	۰.۱۹۸	۰.۰۰۰	h ₁₋
۰.۰۱۹	۰.۰۲۱	۰.۰۳۶	۰.۰۳۹	۰.۰۱۰	۰.۰۴۱	۰.۰۱۶	۰.۰۴۵	۰.۱۹۹	۰.۰۴۴	۰.۰۰۰	h ₂₋
۰.۰۴۷	۰.۰۵۰	۰.۰۵۲	۰.۰۷۹	۰.۰۲۳	۰.۰۵۷	۰.۰۲۳	۰.۱۰۸	۰.۱۵۹	۰.۱۸۲	۰.۰۰۰	h ₃₋
۰.۰۳۲	۰.۰۳۵	۰.۰۴۶	۰.۰۷۹	۰.۰۱۶	۰.۰۵۳	۰.۰۱۶	۰.۰۴۵	۰.۰۷۶	۰.۰۲۹	۰.۰۰۰	h ₄₋
۰.۰۴۷	۰.۰۵۰	۰.۰۵۲	۰.۰۸۶	۰.۰۲۳	۰.۰۵۷	۰.۰۲۳	۰.۱۰۸	۰.۰۹۴	۰.۲۰۹	۰.۰۰۰	h ₅₋
۰.۰۳۲	۰.۰۲۱	۰.۰۴۶	۰.۰۸۶	۰.۰۱۶	۰.۰۴۱	۰.۰۱۶	۰.۰۲۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	h ₆₋
۰.۰۱۹	۰.۰۲۱	۰.۰۳۶	۰.۰۷۹	۰.۰۱۶	۰.۰۵۷	۰.۰۱۰	۰.۰۴۵	۰.۰۸۳	۰.۱۱۴	۰.۰۰۰	h ₇₋
۰.۰۱۹	۰.۰۲۱	۰.۰۳۶	۰.۰۶۱	۰.۰۱۶	۰.۰۵۳	۰.۰۱۶	۰.۰۴۵	۰.۱۲۳	۰.۰۵۸	۰.۰۰۰	h ₈₋

گام ۶: محاسبه فواصل نهایی نقاط

در این مرحله با توجه به فرمول (۱۰) و (۱۱) فاصله نهایی نقاط محاسبه شده است:

$$S_i^* = \left[\sum_{j=1}^n (h_{ij}^*)^2 \right]^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

$$S_i^- = \left[\sum_{j=1}^n (h_{ij}^-)^2 \right]^{1/2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

جدول ۱۳: فاصله نهایی نقاط از ایده آل منفی

0.278432	S_{1-}
0.221506	S_{2-}
0.296799	S_{3-}
0.150099	S_{4-}
0.288294	S_{5-}
0.116703	S_{6-}
0.184299	S_{7-}
0.17177	S_{8-}

جدول ۱۴: فاصله نهایی نقاط از ایده آل مثبت

0.278432	S_{1}^*
0.221506	S_{2}^*
0.296799	S_{3}^*
0.150099	S_{4}^*
0.288294	S_{5}^*
0.116703	S_{6}^*
0.184299	S_{7}^*
0.17177	S_{8}^*

گام نهایی: محاسبه ضریب نزدیکی و رتبه بندی هر گزینه

ضریب مذکور از طریق رابطه (۱۲) محاسبه می گردد [۲۱].

$$CC_i = \frac{s_i^-}{s_i^* + s_i^-}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

جدول ۱۵: ضریب نزدیکی هر آلترناتیو

آلترناتیو ها		CC _i
A ₁	تکنولوژی ۱	0.703961
A ₂	تکنولوژی ۲	0.492681
A ₃	تکنولوژی ۳	0.800229
A ₄	تکنولوژی ۴	0.375794
A ₅	تکنولوژی ۵	0.708809
A ₆	تکنولوژی ۶	0.264851
A ₇	تکنولوژی ۷	0.477757
A ₈	تکنولوژی ۸	0.435913

با توجه به محاسبات بالا گزینه ها بدین صورت رتبه بندی میگردد.

$$A4 < A6 < A8 < A7 < A2 < A1 < A5 < A3$$

نتیجه گیری و پیشنهادات

مسئله ارزیابی، انتخاب و اولویت بندی پروژه های نوین پیشنهادی با توجه به جایگاه تکنولوژی در سازمان از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این مورد خاص ما با دو مشکل مواجه بودیم، اول استفاده از واژه های بیانی مشخص شده برای برخی از شاخص ها در محاسبات و دوم وزن دهی شاخص ها. استفاده از اعداد فازی برای حل مشکل اول بسیار مفید است، بدین منظور مقادیر شاخصها را با استفاده از اعداد فازی جایگزین کرده و سپس با استفاده از مدل TOPSIS فازی، آلترناتیو ها اولویت بندی شدند. برای وزن دهی شاخص ها از آنتروپی شانون استفاده شد تا بر اساس میزان پراکندگی آلترناتیو ها در هر شاخص آن شاخص وزن دهی شود، برای تحقیقات آتی می توان از روشهای دیگر تصمیم گیری چند معیاره همچون الکتوری، ویکور و غیره و یا ایجاد یک الگوریتم ترکیبی همزمان از سایر روش های تصمیم گیری چند معیاره استفاده نمود. باتوجه به محیط مساله تصمیم گیری و برای هرچه نزدیک شدن به واقعیت بجای اعداد مثلثی فازی می توان از ترکیب همزمان اعداد مثلثی فازی و اعداد ذوزنقه ای فازی استفاده نمود. از این رویکرد ترکیبی می توان در سایر روشهای تصمیم گیری استفاده نمود و یا با همین روش از ترکیب دیگری از روشهای تعیین اوزان استفاده نمود.

منابع

- [۲] رزمی ج.، اکبری جوکار م. ر.، کرباسیان س. (۱۳۸۳). ارائه یک مدل پشتیبانی تصمیم‌گیری جهت برنامه‌ریزی، ارزیابی و انتخاب بازار در زنجیره تأمین. فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۳۰
- [۳] حاتمی ماریینی ع.، ساعتی مهتدی ص.، ماکوئی ا. (۱۳۸۶). تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره در انتخاب تأمین کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین با توجه به رویکرد ELECTRE. پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع.
- [۱۲] جعفرنژاد ا.، اژدری ب.، صالح م. ر. (۱۳۸۴). به کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها و روش کارایی متقاطع برای ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان شرکت مهندسی اندیشه فرافن. دومین کنفرانس ملی مدیریت عملکرد.
- [۱۳] فائز ف.، قدسی پور س. ح.، فاطمی قمی س. م. ت. (۱۳۸۵). طراحی یک مدل تلفیقی برای انتخاب تأمین کننده و تخصیص سفارشات با استفاده از استدلال موردگرا و برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه. نشریه دانشکده فنی، شماره ۴.
- [۱۴] شریعتی ع.، فاطمی قمی س. م. ت. (۱۳۸۴). طراحی یک سیستم خبره و تلفیق با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به منظور ارزیابی و انتخاب سازندگان قطعات در زنجیره تأمین. چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع.
- [۱۵] سروش ع. ر.، نخعی علی‌آبادی ع.، اسدی گنجر ا.، ملک‌زاده م. (۱۳۸۶). مرور و تحلیل کاربردهای شبکه‌های عصبی در مدیریت زنجیره تأمین. نخستین کنفرانس بین‌المللی مدیریت زنجیره تأمین و سیستم‌های اطلاعات.
- [۱۶] حسن‌زاده ا. س.، ملک لی ه.، جعفر تارخ م. (۱۳۸۶). انتخاب تأمین کننده با استفاده از منطق فازی. نخستین کنفرانس بین‌المللی مدیریت زنجیره تأمین و سیستم‌های اطلاعات.
- [۱۹] آذر، عادل و حجت فرجی، (۱۳۸۷) "علم مدیریت فازی" انتشارات مهربان نشر، چاپ دوم.

- [1] Timmerman E. (1986). An approach to vendor performance evaluation. The Journal of Supply Chain Management, Vol. 22, No. 4.
- [4] Nydick R.P., Hill R.P. (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure. International Journal of Purchasing & Materials management, Vol. 28, No. 2.
- [5] Hinkle C.L., Green P.J., Green P.E. (1969). Vendor evaluation using cluster analysis. Journal of Purchasing Vol. 5, No. 3.
- [6] Bender P.S., Brown R.W., Isaac H., Shapiro J.F. (1985). Improving purchasing productivity at IBM with a normative decision support. Interfaces, Vol. 15, No. 3.
- [7] Pan A.C. (1989). Allocation of order quantities among supplier. Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 25, No. 2.
- [8] Weber C.A., Current J.R. (1993). A multi-objective approach to vendor selection. European Journal of Operational Research 68.
- [9] Buffa F.P., Jackson W.M. (1983). A goal programming model for purchasing planning. Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 19, No. 3.
- [10] Benton W.C. (1991). Quantity discount decision under condition of multiple items, multiple supplier and resource limitation. International Journal of Production Research, Vol. 29, No. 10.
- [11] Sharma D., Benton W.C., Srivastava R. (1989). Competitive strategy and purchasing decision. Proceedings of the 1989 Annual Conference of Decision Sciences Institute.
- [17] Zaim S., Seviki M., Tarim M. (2003) Fuzzy analytic hierarchy base approach for supplier selection. Logistics Inf
- [20] Buckley, J.J., (1985), "Fuzzy hierarchical analysis", Fuzzy Sets and Systems, 17, 3, 233–247.
- [21] Wang, T-C & Chen, Y-H, (2008), "Applying fuzzy linguistic preference relations to the improvement of consistency of fuzzy AHP", Information Sciences, 178, 3755–3765.