فصلنامه علمی تخصصی پژوهش‌های کاربردی مهندسی صنایع
سال پنجم، شماره ۱ (پیاپی: ۱۷)، بهار ۱۴۰۲
ISSN: 2645-4394

کاربرد روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی در رتبه‌بندی پروژه‌ها

شهاب امید[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸
کد مقاله: ۲۴۶۴۶

چکـیده

در سازمان‌های پروژه محور، اولویت‌بندی پروژه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. این امر به معنای تعیین اولویت برای تخصیص منابع سازمان و اجرای پروژه‌ها با سودآوری بیشتر می‌باشد. اما عوامل مختلفی در انتخاب پروژه‌ها برای سازمان، وجود دارند که میزان اهمیت و تأمین این عوامل عموماً مبهم و نامعلوم است. در این مقاله یک تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره فازی برای اولویت‌بندی پروژه‌ها در یک محیط تصمیم‌گیری گروهی پیشنهادشده است که با استفاده از واژه‌های زبانی و تئوری مجموعه فازی، معیارها وزن‌دار می‌شوند. در یک شرکت پروژه محور، با استفاده از مطالعه موردی و نظرات خبرگان این شرکت و با استفاده از روش تاپسیس فازی، امتیاز پروژه‌ها و وزن معیارها جمع‌آوری‌شده و به کمک نظرات خبرگان این حوزه، اولویت‌بندی پروژه‌های این شرکت انجام‌گرفته است.

واژگـان کلـیدی: روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی، اولویت‌بندی، رتبه‌بندی، تکنیک تاپسیس فازی، سازمان‌های پروژه محور

۱- عضو انجمن شرکت‌های مهندسین مشاور صنایع فولاد و صنعت نفت استان خوزستان و صنایع فولاد لجستیک.

۱- مقدمه

در حوزه مدیریت پروژه، امروزه استاندارد PMBOK در سطح‌بندی و دسته‌بندی پروژه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. همواره یکی از دغدغه‌های مدیران ارشد در سراسر جهان، چگونگی انتخاب پروژه‌های مناسب‌تری از میان سایر پروژه‌های در دست بررسی، بوده به‌نحوی‌که از منابع بهترین استفاده صورت گیرد. باید در نظر داشت که پروژه‌های تحت بررسی همگی از اولویت یکسان برخوردار نیستند و برای رتبه‌بندی پروژه‌ها، عوامل اصلی و معیارهای اساسی باید مشخص شوند. ازاین‌رو به کمک تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش تاپسیس فازی پروژه‌ها را بر اساس معیارهای تعیین‌شده در وزن دهی کرده سپس اولویت آن‌ها مشخص شدند.(Pallai et al, 2002:165-177) .

درگذشته، برای رتبه‌بندی و اولویت‌بندی پروژه‌ها از مدل‌های مختلفی استفاده‌شده است. این مدل‌ها شامل روش کارت امتیازی متوازن[1] (BSC) و خانواده مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه[2] (MADM) هستند که شامل تکنیک‌های گوناگونی مانند TOPSIS، AHP[3] و غیره می‌باشند. این مدل‌ها به دلیل کاربردی بودن، در تمام زمینه‌ها و رشته‌های علمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. لازم به ذکر است میزان قضاوت تصمیم‌گیرندگان درباره میزان اهمیت و وزن معیارها در پروژه‌ها، مبهم و نامعلوم است به همین دلیل از واژگان زبانی کمک گرفته می‌شود. ازآنجایی‌که تئوری مجموعه فازی انعطاف‌پذیری موردنیاز برای نمایش عدم اطمینان را فراهم کند به‌عنوان روشی برای تصمیم‌گیری و اداره اطلاعات نادقیق در واقعیت بکار می‌رود. (رجبی و همکاران، ۱۳۹۵، ۲)

با مرور ادبیات تحقیق اولویت‌بندی پروژه‌ها، این نتیجه حاصل‌شده است که از روش (AHP) بیشتر در مقالاتی که در زمینه تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد، استفاده شده است و اندک مواردی وجود دارد که از روش (TOPSIS) فازی برای حل این قبیل مسائل استفاده شده باشد. لذا نیاز است که در این زمینه نیز پژوهش‌هایی صورت گیرد. یکی از روش‌هایی که در مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره مورداستفاده قرار می‌گیرد، تکنیک (TOPSIS)[4] می‌باشد، که نقش مهمی را در مدل‌های توسعه‌یافته جهت اولویت‌بندی پروژه‌ها دارد. در این روش گزینه‌ای که کمترین فاصله را از جواب ایدئال مثبت[5] دارد (PIS) و بیشترین فاصله را از جواب ایدئال منفی[6] دارد (NIS) بهترین گزینه است. از طرفی همان‌طور که در بالا نیز اشاره شد، گاهی اوقات داده‌های موجود در شرایط واقعی قطعی نیستند و به همین دلیل برای مدل‌سازی کافی به نظر نمی‌رسد به همین دلیل است که گاهی اوقات، متغیرهای کلامی بهتر از مقادیر عددی می‌باشد، به‌عبارت‌دیگر وزن معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها به‌وسیله متغیرهای کلامی بیان می‌گردد(هوانگ،۲۰۰۶).

هدف از انجام این پژوهش شناسایی عوامل تصمیم‌گیری سپس اولویت‌بندی آن‌ها به کمک تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره فازی می‌باشد. شرکت پروژه محور پیشرو به‌عنوان مطالعه موردی انتخاب شده که به کمک روش دلفی فازی از نظرات خبرگان این شرکت برای وزن‌دهی به معیارها و همچنین امتیازدهی به پروژه‌ها استفاده شده است و درنهایت منجر به اولویت‌بندی پروژه‌ها می‌شود.

۲- مرور ادبیات

انتخاب و رتبه‌بندی پروژه‌ها به‌منظور حداکثر کردن منافع سازمان و بهره‌وری بیشتر در تخصیص منابع محدود، از دو دهه پیش با معرفی مدل‌های مختلفی همراه بوده است. تحقیقات سیستماتیک و علمی در این زمینه صورت گرفته است. روش دلفی در سال ۱۹۵۹ توسط شرکت تحقیقاتی رند در آمریکا معرفی شد. این روش بر اساس اصلی بنا شده است که در مسائلی که پاسخ دقیقی وجود ندارد، بهترین راهکار مراجعه به نظرات خبرگان موضوع است. این روش شامل مراحل تعریف مسئله، انتخاب اعضای هیئت تصمیم‌گیرنده بر اساس مهارت‌های مورد نیاز، طراحی و ارسال پرسشنامه، دریافت و تجزیه‌وتحلیل پاسخ‌های پرسشنامه، بررسی میزان اجماع حاصل شده در پاسخ خبرگان و در صورت نیاز تهیه اطلاعات درخواستی و طبقه‌بندی پاسخ‌ها و تکرار این فرآیند تا حصول توافق نظر میان خبرگان می‌شود. با توجه به اینکه تصمیم‌های خبرگان بر اساس نظرات شخصی آنان گرفته می‌شود و برگرفته از سلایق و علائق شخصی است، بهتر است داده‌ها با استفاده از اعداد فازی نمایش داده شوند و از مجموعه‌های فازی برای تحلیل نظرات خبرگان استفاده شود. در این پژوهش مراحل روش دلفی در واقع ترکیبی از روش دلفی و نظریه مجموعه‌های

1 Balanced Score Card
2 Multiple Attribute Decision Making
3 Analytic Hierarchy Process
4 Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution
5 Positive Ideal Solution
6 Negative Ideal Solution

فازی است. (Wey and Wu, 2007:985-1000) و(Chu et al, 1996:141-149) و (Cooper et al, 2001:152-180) و (Zanakis et al, 1995:59-79)

۳- اعداد فازی و متغیرهای کلامی

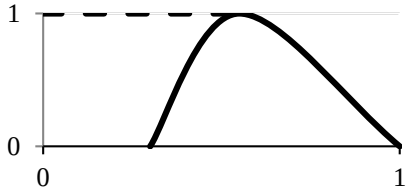
در این بخش برخی تعاریف اساسی از مجموعه‌های فازی، اعداد فازی و متغیرهای کلامی که کوفمان و گوپتا و زاده به آن پرداخته‌اند استفاده می‌شود.

تعریف اول: مجموعه فازی $\tilde{A}$ در مجموعه مرجع U با تابع عضویت$\tilde{A}(x)$ مشخص می‌شود، به‌طوری‌که $\tilde{A}: U \rightarrow [0,1]$ مقدار تابع $\mu\tilde{A}(x)$ را درجه عضویت x در مجموعه فازی $\tilde{A}$ می‌گویند.(کوفمام،۱۹۹۱)

تعریف ۲-۲: مجموعه فازی $\tilde{A}$ در مجموعه مرجع x محدب است، اگر و فقط اگر به ازای $x_2, x_1 \in U$, $\boldsymbol{\lambda}\epsilon[0,1]$ باشد.(کلیر و همکاران،۱۹۹۵)

$$\tilde{\mathbf{A}}(\boldsymbol{\lambda x_1} + (\mathbf{1} - \boldsymbol{\lambda})\boldsymbol{x_2}) \geq \boldsymbol{min}(\tilde{\boldsymbol{A}}(\boldsymbol{x_1}), \tilde{\mathbf{A}}(\boldsymbol{x_2})) \quad (۱)$$

تعریف دوم: هر مجموعه فازی در مجموعه مرجع x که هم نرمال و هم محدب است عدد فازی است. شکل زیر نشان دهنده عدد فازی $\tilde{n}$ در مجموعه مرجع U است،که مطابق تعریف می‌باشد. (کوفمام،۱۹۹۱)



شکل (۱): عدد فازی *n*

تعریف سوم: عدد فازی مثلثی $(\widetilde{m})$ را می‌توان به‌صورت $\widetilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ زیر نشان داد. تابع عضویت عدد فازی مثلثی $(\widetilde{m})$ در فرمول (۲) نشان داده شده است. تابع عضویت$\widetilde{m}(x)$ معادل است با :

$$\widetilde{m} = \begin{cases} 0 & x < m \\ \dfrac{x - m_1}{m_2 - m_1} & m_1 \leq x \leq m_2 \\ \dfrac{m_4 - x}{m_4 - m_3} & m_2 \leq x \leq m_3 \\ 0 & x > m_3 \end{cases} \quad (۱)$$

تعریف چهارم: متغیرهای کلامی، متغیرهایی هستند که مقادیر آن‌ها توسط عبارت‌های کلامی بیان می‌گردد. استفاده از متغیرهای کلامی در وضعیت‌های پیچیده و نامشخص که تنها با استفاده از عبارت‌های کلامی قابل بیان هستند، بسیار مفید خواهند بود. به‌عنوان مثال وزن، یک متغیر کلامی است، که با عبارت‌های کلامی چون کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بیان می‌گردد.

انتخاب اولویت در پروژه‌ها یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره است،که در آن k تصمیم‌گیرنده و m تأمین‌کننده و n معیار تصمیم‌گیری داریم که پروژه‌ها با توجه به این معیارها با هم مقایسه می‌شوند.

۳-۱- استفاده از تکنیک تاپسیس فازی در ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها

قبل از اینکه روش وزن دهی و رتبه‌بندی بررسی شود باید توضیحی در مورد اعداد فازی مورد استفاده ارائه شود. در این مقاله از عبارت‌های کلامی به‌جای اعداد قطعی برای تعیین وزن شاخص‌ها و همچنین رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده شده است. جدول زیر عبارت‌های کلامی را جهت توصیف اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر ارائه می‌کند. (گویندا کانانا و همکاران،۲۰۰۹)

امتیازدهی و میزان تأثیرگذار بودن هر یک از معیارها به کمک واژگان زبانی کیفی، توسط گروه خبرگان و صاحب‌نظران شرکت انجام شده است. گروهی از متخصصین واحد بهره‌وری به‌عنوان گروه خبرگان این شرکت در نظر گرفته شدند. در این اعضای تصمیم‌گیرنده با مقایسه پروژه‌های تعریف شده (به نام‌های A_1 و A_2 و A_3) بر اساس معیارهای تعریف شده(به نام‌های C_1, C_2, C_3 و C_4 و C_5) امتیاز داده می‌شود.

جدول (۱). عبارت‌های کلامی مرتبط با وزن معیارها

خیلی کم VL	(۰و۰و۰,۱)
کم L	(۰و۰,۱و۰,۳)
تاحدودی کمML	(۰,۱و۰,۳و۰,۵)
متوسطM	(۰,۳و۰,۵و۰,۷)
نسبتاً زیادMH	(۰,۵و۰,۷و۰,۹)
زیادH	(۰,۷و۰,۹و۱)
خیلی زیادVH	(۰,۹و۱و۱)

جدول (۲). متغیرهای کلامی مرتبط به عملکرد گزینه‌ها نسبت به معیارها

خیلی ضعیف	(۰و۰و۱)
ضعیف	(۰و۱و۳)
نسبتاً ضعیف	(۱و۳و۵)
متوسط	(۳و۵و۷)
نسبتاً خوب	(۵و۷و۹)
خوب	(۷و۹و۱۰)
خیلی خوب	(۹و۱۰و۱۰)

حال مراحل لازم برای انجام عملیات در این پژوهش به‌صورت گام‌های زیر آورده می‌شوند.

گام اول: اگر گروه تصمیم‌گیری شامل k تصمیم‌گیرنده باشد، قضاوت تصمیم‌گیرنده k ام در مورد اهمیت معیار j ام و عملکرد گزینهi ام نسبت به معیار با استفاده از متغیرهای $\widetilde{W_j^k}$ و $\widetilde{X_{ij}^k}$ نشان داده شود، اهمیت هر معیار j ام و عملکرد گزینه i ام نسبت به معیار j ام توسط روابط زیر به دست می‌آید:

در ابتدا ماتریس تصمیم D (که ماتریس $m \times n$ است) با داده‌های فازی ایجاد می‌شود. (۲)

$$D = \begin{matrix} \\ A_1 \\ \vdots \\ A_i \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_1 & \cdots & x_j & \cdots & x_n \\ \widetilde{x_{11}} & \cdots & \widetilde{x_{1J}} & & \widetilde{x_{1n}} \\ \vdots & & \vdots & \cdots & \vdots \\ \widetilde{x_{i1}} & \cdots & \widetilde{x_{iJ}} & \cdots & \widetilde{x_{in}} \\ & \vdots \quad \vdots & & & \vdots \\ \widetilde{x_{m1}} & \cdots & \widetilde{x_{mJ}} & \cdots & \widetilde{x_{mn}} \end{bmatrix}$$

ستون‌های این ماتریس شامل نظرات کارشناسان واحد خرید شرکت بوده که برابر n ستون است. هم‌چنین، گزینه‌های ماتریس تصمیم شامل تمامی نهادها و ستاده‌ها است که شامل m سطر می‌باشد. داده‌های جدول تاپسیس فازی هم بر اساس نظرات کارشناسان تهیه می‌شود. حال اگر عدد فازی به‌صورت مثلثی باشد، روابط زیر برقرار است.

$$\widetilde{w_j} = (\propto_j, \beta_j, x_j), w = (\widetilde{w_1}, \widetilde{w_j}, \ldots \widetilde{w_r}) \quad (۳)$$
$$, \widetilde{X_{ij}} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$$

مرحله بعد، مرحله نرمال‌سازی یا بی مقیاس سازی ماتریس تصمیم است. روش مورد استفاده این پژوهش، هم چون چن و هوانگ (۱۹۹۲)،روش خطی است. به این منظور باید مقدار حداکثر ستون X_j^+ و مقدار حداقل هر ستون X_j^- را مشخص و با استفاده از روابط زیر، مقادیر r_{ij} را که مقدار بی مقیاس شدهX_{ij} می‌باشند، محاسبه نمود. زمانی که X_{ij} ها به‌صورت فازی هستندr_{ij} ها نیز فازی خواهند بود.حال اگر

$$\widetilde{X_j^-} = (a_j^-, b_j^-, c_j^-) \text{ و } \widetilde{X_j^+} = (a_j^+, b_j^+, c_j^+)$$

به ترتیب بیشترین و کمترین امتیازها باشند، روابط زیر برقرار است:

$$r_{ij} = (\widetilde{X_{ij}}/\widetilde{X_j}^{+}) = \left[\frac{a_{ij}}{c_j^{+}}, \frac{b_{ij}}{b_j^{+}}, \frac{c_{ij}}{a_j^{+}}\right] \quad (۴)$$

$$r_{ij} = (\widetilde{X_j}^{-}/X_{ij}) = \left[\frac{a_j^{-}}{c_{ij}}, \frac{b_j^{-}}{b_{ij}}, \frac{c_j^{-}}{a_{ij}}\right]$$

گام سوم: در مرحله بعدی ماتریس تصمیم نرمالیزه شده موزون را به دست می‌آوریم که :

$$\widetilde{V_{ij}} = (\widetilde{V_{ij}}.\widetilde{W})_j \quad (۵)$$

گام چهارم: گام بعد به دست آوردن جواب ایدئال مثبت (PIS) و جواب ایدئال منفی (NIS) می‌باشد که به ترتیب با $\boldsymbol{A}^{+}$ و $\boldsymbol{A}^{-}$ نمایش داده می‌شوند. در حالت فازی جهت مقایسه اعداد فازی و تعیین $\widetilde{\boldsymbol{V_J}}^{-}$و $\widetilde{\boldsymbol{V_J}}^{+}$ از فرآیندهای رتبه‌بندی اعداد فازی استفاده می‌شود، بر اساس این روش رتبه عدد فازی($\widetilde{\boldsymbol{V_{ij}}}$) که با ($\boldsymbol{M}(\widetilde{\boldsymbol{V_{ij}}})$ نشان داده می‌شود به این صورت تعریف می‌شود.

$$M(V_{ij}) = \frac{-a_{ij}{}^2 + c_{ij}{}^2 - a_{ij} \times b_{ij} + c_{ij} \times b_{ij}}{3(-a_{ij} + c_{ij})} \quad (۶)$$

پس از محاسبه $\mathrm{M}(\widetilde{V_{ij}})$، به ازای هر ستون j ، آن $(\widetilde{V_{ij}})$ را که دارای بیشترین میزان $\mathrm{M}(\widetilde{V_{ij}})$ است به‌عنوان $\widetilde{V_j}^{+}$ و آن $(\widetilde{V_{ij}})$ که دارای کمترین مقدار $\mathrm{M}(\widetilde{V_{ij}})$ است، به‌عنوان $\widetilde{V_j}^{-}$ معرفی می‌کنیم..

گام پنجم: در این مرحله میزان فاصله هر گزینه نسبت به ایدئال مثبت و منفی $(S_i{}^{+}, S_i{}^{-})$ می‌باشد.برای داده‌های فازی، فاصله بین دو عدد فازی بر طبق تعریف آقای زاده به‌صورت زیر قابل محاسبه است:

$$D_{ij}{}^{+} = 1 - SUP_x\left\{min\left[\propto_{Vij(x)}, \propto_{V_j{}^{+}(x)}\right]\right\} \quad (۷)$$

$$D_{ij}{}^{-} = 1 - SUP_x\left\{min\left[\propto_{Vij(x)}, \propto_{V_j{}^{-}(x)}\right]\right\}$$

$$D_{\mathrm{ij}}{}^{+} = \begin{cases} 1 - \dfrac{c_{ij} - a^{+}}{b^{+} + c_{ij} - a^{+} - b_{ij}} & ,(b_{ij} < b^{+}) \\ 1 - \dfrac{c_{ij} - a^{+}}{b_{ij} + c^{+} - a_{ij} - b^{+}} & ,(b^{+} < b_{ij}) \end{cases} \quad (۸)$$

$$D_{ij}{}^{-} = \begin{cases} 1 - \dfrac{c^{-} - a_{ij}}{b_{ij} + c^{-} - a_{ij} - b^{-}} & ,(b^{-} < b_{ij}) \\ 1 - \dfrac{c_{ij} - a^{-}}{b^{-} + c_{ij} - a^{-} - b_{ij}} & ,(b_{ij} < b^{-}) \end{cases} \quad (۹)$$

البته $D_{ij}{}^{+}$ و $D_{ij}{}^{-}$ ، اعداد قطعی هستند و $S_i{}^{+} = \sum_{j=1}^{n} D_{ij}{}^{+}$ فاصله گزینه i ام از ایدئال مثبت و $S_i{}^{-} = \sum_{j=1}^{n} D_{ij}{}^{-}$ فاصله گزینه i ام از ایدئال منفی است.

گام ششم: در مرحله بعد شاخص نزدیکی نسبی هر گزینه به ایدئال‌ها $(C_{\mathrm{i}}{}^{+})$ محاسبه می‌گردد. این شاخص به‌منظور ترکیب مقادیر $S_i{}^{+}$ و $S_i{}^{-}$ و در نتیجه مقایسه گزینه‌ها نسبت به یکدیگر به کار می‌رود که با رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$C_{\mathrm{i}}{}^{+} = \frac{\mathrm{S_i}^{-}}{\mathrm{S_i}^{+} + \mathrm{S_i}^{-}} \quad (۱۰)$$

مرحله نهایی تکنیک تاپسیس فازی، رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس ترتیب نزولی $C_i{}^{+}$ ها خواهد بود. (کاه رامان و همکاران،۲۰۰۷) بدین ترتیب برای تشریح روش ارائه شده یک مثال عددی بیان می‌کنیم.

در این مقاله شرکت پروژه محور پیشرو برای مطالعه موردی انتخاب شده است، که به معرفی مختصری از این شرکت و حوزه‌های کاری آن اشاره شده است. این شرکت در زمینه‌های امور پیمانکاری مربوط به ساخت ساختمان‌ها، ارائه خدمات مهندسی و بازرگانی تولید و مونتاژ، تعمیرات و نگهداری موتور، ارتقا و توسعه موتور در حال انجام فعالیت می‌باشد. ساختار سازمانی شرکت،

نوع ماتریسی متوازن در ساختار مدیریت پروژه‌ها می‌باشد و فعالیت‌های اجرایی مدیر پروژه از طریق واحدهای وظیفه‌ای شرکت انجام می‌گیرد.

تعریف پروژه‌های مختلف این شرکت به شرح زیر است:

پروژه تولیدی: در این نوع پروژه‌ها، محصول خارجی بدون هیچ تغییری تحت لیسانس در حجم انبوه قرار می‌گیرد. و یا محصولی که از قبل طراحی شده بود در حجم انبوه تولید می‌شود.

پروژه توسعه‌ای: در این نوع پروژه‌ها، محصول خارجی یا محصول تولید شده از قبل، توسعه می‌یابد و یا با نام کاربری دیگری تولید می‌شود.

پروژه خدمات مهندسی و بازرگانی: در این نوع پروژه‌ها، پروژه کلید در دست اجرا می‌شود و تجهیزات مورد نیاز و راه‌اندازی کل مجموعه را شرکت تأمین می‌کند.

اجرای صحیح و به موقع پروژه‌ها در شرکت پیشرو با کیفیت مطلوب در حداقل زمان ممکن با رعایت استانداردهای لازم جزو الزامات این مجموعه می‌باشد. ازاین‌رو در این شرکت مدیریت پروژه‌ها امری مهم تلقی می‌شود. ازآنجایی‌که هیچ‌یک از پروژه‌ها به لحاظ هزینه زمان و حجم کاری در سطح یکسانی نیستند، اولویت‌بندی آن‌ها از همه مهم‌تر شناسایی معیارهایی جهت تصمیم‌گیری بیش‌ازپیش اهمیت پیدا خواهد کرد. معیارهایی که برای رتبه‌بندی پروژه‌ها در شرکت پیشرو در نظر گرفته شده‌اند به شرح زیر می‌باشند:

۱- نیروی انسانی درگیر در کار
۲- سطح بودجه پروژه
۳- عدم قطعیت و ریسک پروژه
۴- ساختار شکست پروژه
۵- انجام پروژه در مدت‌زمان معین
۶- سطح تکنولوژی پروژه
۷- الزامات بهداشتی، ایمنی و محیط زیستی پروژه
۸- ارتباطات پروژه
۹- نفوذ در بازار و حفظ بازار در دراز مدت

با توجه به معیارهای در نظر گرفته شده، می‌توان مطابق جدول زیر معیارها را دسته‌بندی نمود.

جدول (۳). معیارهای رتبه‌بندی پروژه‌ها

معیار	شاخص
اقتصادی	C1
نیروی انسانی	C2
محیطی	C3
زمان	C4
تکنولوژی	C5

در بخش قبل، معیارهای تصمیم‌گیری خبرگان انتخاب شدند، در این بخش جهت رتبه‌بندی پروژه‌های فعال این شرکت، به هر پروژه یک کد داده شده است.

۱. پروژه A
۲. پروژه B
۳. پروژه C

حال باید از میان این ۳ پروژه بهترین پروژه را به‌گونه‌ای انتخاب کنیم، که بهترین شرایط را بر اساس معیارهای داده شده برای شرکت به همراه آورد. به همین منظور برای به دست آوردن وزن هریک از معیارها پرسشنامه‌ای تهیه کرده و در اختیار کارشناسان مربوط قرار می‌دهیم. با توجه به تکمیل پرسشنامه توسط کارشناسان، اطلاعات لازم برای تعیین وزن هر معیار مشخص‌شده که در نهایت پس از بررسی نظرات حاصله و با ادغام این نظرات وزن هر یک از این معیارها به دست آمد.

جدول (٤): وزن معیارها با توجه به نظرات تصمیم‌گیرندگان

	α	M	β
$C1$	۰٫۶۳	۰٫۸۳	۰٫۹۷
$C2$	۰٫۶۳	۰٫۸۳	۰٫۹۷
$C3$	۰٫۷۷	۰٫۹۳	۱٫۰۰
$C4$	۰٫۴۳	۰٫۶۰	۰٫۷۳
$C5$	۰٫۵۷	۰٫۷۳	۰٫۸۷

حال پرسشنامه دیگری تنظیم کرده نظر تصمیم‌گیرندگان را در مورد عملکرد پروژه‌ها نسبت به این پنج شاخص بررسی می‌کنیم که در نهایت ماتریس تصمیم جدول(۴) حاصل می‌شود.

با استفاده از تعریفی که در بالا به آن اشاره شده و با استفاده از ماتریس نرمالیز شده وزنی، مقدار MVIJ را به دست می‌آوریم و برای یافتن جواب ایدئال مثبت و منفی بیشترین و کمترین مقدار هر ستون را یافته و مقدار فازی ان را در ماتریس نرمالیز شده وزنی می‌یابیم.

جدول (۵) : ماتریس *M(vij)*

۰٫۸۸	۰٫۷۳	۰٫۷۷	۰٫۵۳	۰٫۷۶
۰٫۷۳	۰٫۶۳	۰٫۹۹	۰٫۴۵	۰٫۶۱
۰٫۸۱	۰٫۸۳	۰٫۸۳	۰٫۶۰	۰٫۶۳

حال در مرحله بعد جواب ایدئال مثبت و منفی را به دست می‌آوریم:

A+=[(.46,.83.1.34),(.57,.83,1.08),(.5,.93,1.53),(.39,.6,.81),(.45,.73,1.10)]

A-=[(.33,.67,1.2),(.36,.51,.93),(.44,.73,1.13), (.22,.42,.7),(.29,.57,.98)]

در نهایت جواب نهایی به‌دست‌آمده برای مثال فوق در جدول زیر نمایش داده می‌شود:

جدول (٦): جواب نهایی مسئله

	$Si-$	$Si+$	Cci	رتبه گزینه‌ها
Aپروژه	۰٫۷۹	۰٫۶۰	۰٫۵۷	۲
Bپروژه	۰٫۲۴	۱٫۱۶	۰٫۱۷	۳
Cپروژه	۱٫۲۸	۰٫۴۴	۰٫۷۴	۱

در نهایت پروژه سوم رتبه اول و پروژه اول رتبه دوم و پروژه دوم رتبه سوم را به دست آورده است.

۸- نتیجه‌گیری

هدف مقاله، اولویت‌بندی پروژه‌های شرکت پیشرو بوده است. برای انجام این کار، از واژه‌های زبانی و روش فازی استفاده شده است؛ زیرا اهداف متعددی در تصمیم‌گیری برای اولویت‌بندی پروژه‌ها مؤثر بوده و بسیاری از آن‌ها قطعی نبوده و مبهم می‌باشند. در گام اول، یک تکنیک مناسب برای اولویت‌بندی پروژه‌ها انتخاب شده است. در گام دوم، معیارها و ضوابطی که در اولویت‌بندی مؤثر هستند شناسایی شده‌اند؛ برای این منظور، از مصاحبه و تکمیل پرسشنامه توسط خبرگان و صاحب‌نظران شرکت پروژه محور پیشرو که به‌عنوان یک نمونه کاربردی در این مقاله استفاده شده است، به روش دلفی فازی عمل گردیده است. در گام بعد، وزن و اهمیت معیارها و ضوابط استخراج شده و به پروژه‌های مدنظر، توسط افراد صاحب‌نظر امتیاز داده شده است.

در این مقاله برای فازی سازی متغیرهای کیفی و تصمیم‌گیری فازی از تکنیک تاپسبس فازی استفاده شده است. داده‌های موجود در نرم‌افزار ثبت شدند، سپس اولویت‌بندی پروژه‌های شرکت انجام گرفت. مطابق با جدول (۶) نتایج نشان می‌دهد، پروژه C با توجه به معیارهای موردنظر در اولویت اول این شرکت می‌باشد.

جدول (۷): داده‌های به‌دست‌آمده از نظر تصمیم گیران

	C1			C2			C3			C4			C5		
W	۰٫۶۳	۰٫۸۳	۰٫۹۷	۰٫۶۳	۰٫۸۳	۰٫۹۷	۰٫۷۷	۰٫۹۳	۱٫۰۰	۰٫۴۳	۰٫۶۰	۰٫۷۳	۰٫۵۷	۰٫۷۳	۰٫۸۷
A1	۷٫۰۰	۸٫۶۷	۹٫۶۷	۷٫۰۰	۸٫۶۷	۹٫۶۷	۷٫۶۷	۹٫۳۳	۱۰٫۰۰	۷٫۰۰	۸٫۶۷	۹٫۶۷	۷٫۶۷	۹٫۰۰	۹٫۶۷
A2	۵٫۰۰	۷٫۰۰	۸٫۶۷	۵٫۶۷	۷٫۳۳	۸٫۶۷	۵٫۶۷	۷٫۳۳	۸٫۶۷	۵٫۰۰	۷٫۰۰	۸٫۶۷	۵٫۰۰	۷٫۰۰	۸٫۶۷
A3	۶٫۳۳	۸٫۰۰	۹٫۰۰	۹٫۰۰	۱۰٫۰۰	۱۰٫۰۰	۷٫۰۰	۸٫۶۷	۹٫۶۷	۹٫۰۰	۱۰٫۰۰	۱۰٫۰۰	۵٫۶۷	۷٫۳۳	۸٫۶۷

جدول (۸): ماتریس تصمیم نرمالیزه شده

	C1			C2			C3			C4			C5		
W	۰٫۶۳	۰٫۸۳	۰٫۹۷	۰٫۶۳	۰٫۸۳	۰٫۹۷	۰٫۷۷	۰٫۹۳	۱	۰٫۴۳	۰٫۶	۰٫۷۳	۰٫۵۷	۰٫۷۳	۰٫۸۷
A1	۰٫۷۲	۱٫۰۰	۱٫۳۸	۰٫۷۰	۰٫۸۷	۱٫۰۷	۰٫۵۷	۰٫۷۹	۱٫۱۳	۰٫۷۰	۰٫۸۷	۱٫۰۷	۰٫۷۹	۱٫۰۰	۱٫۲۶
A2	۰٫۵۲	۰٫۸۱	۱٫۲۴	۰٫۵۷	۰٫۷۳	۰٫۹۶	۰٫۶۵	۱٫۰۰	۱٫۵۳	۰٫۵۰	۰٫۷۰	۰٫۹۶	۰٫۵۲	۰٫۷۸	۱٫۱۳
A3	۰٫۶۶	۰٫۹۲	۱٫۲۹	۰٫۹۰	۱٫۰۰	۱٫۱۱	۰٫۵۹	۰٫۸۵	۱٫۲۴	۰٫۹۰	۱٫۰۰	۱٫۱۱	۰٫۵۹	۰٫۸۱	۱٫۱۳

جدول (۹):ماتریس تصمیم نرمالیز شده وزنی

	C1			C2			C3			C4			C5		
A1	۰٫۴۶	۰٫۸۳	۱٫۳۴	۰٫۴۴	۰٫۷۲	۱٫۰۴	۰٫۴۴	۰٫۷۳	۱٫۱۳	۰٫۳۰	۰٫۵۲	۰٫۷۸	۰٫۴۵	۰٫۷۳	۱٫۱۰
A2	۰٫۳۳	۰٫۶۷	۱٫۲۰	۰٫۳۶	۰٫۶۱	۰٫۹۳	۰٫۵۰	۰٫۹۳	۱٫۵۳	۰٫۲۲	۰٫۴۲	۰٫۷۰	۰٫۲۹	۰٫۵۷	۱٫۹۸
A3	۰٫۴۱	۰٫۷۷	۱٫۲۵	۰٫۵۷	۰٫۸۳	۱٫۰۸	۰٫۴۵	۰٫۷۹	۱٫۲۴	۰٫۳۹	۰٫۶۰	۰٫۸۱	۰٫۳۳	۰٫۵۹	۰٫۹۸

منابع

۱. رجبی سنگتراشانی، میلاد. اسمعیلی مرزونی، حامد. جعفری کلیجی، منوچهر.(۱۳۹۵)، طبقه بندی و رتبه‌بندی پروژه‌ها با استفاده از روش فازی به همراه یک نمونه کاربردی . کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در علوم مهندسی.

2. Chin.C.T.,houang.s.f.(2006),"A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain managment",international journal of production economics ,No.102,pp.289-301.
3. Chu, P.Y.V., Hsu, Y.L., and Fehling, M., (1996). A decision support system for project portfolio selection, Computers in Industry 32, 141-149.
4. Cooper, R.D., Edgett, S.J., and kleinschmidt, E.J., (2001). Portfolio management for new product development results of an industry practice study, R&D management,Vol.31,No.4.
5. Govindankannana.,shaligram.pokharel.,sasykumarc,(2009),"A hybrid approach using ISM and fuzzy topsis for the selection of reverse logistics provider,resource,conservation", No.54,pp.28-36.
6. Gunaydin, H. 2006. The Delphi Method in Optimization Group, accessed at http://www.iyte.edu.tr/~muratgunaydin/delphi.htm .
7. Klier, G.J.andYouanB.(1995), "Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and application", prentice hall Inc.,upper saddle river,NJ.
8. Kaufmam, A.and gupta, M.M.(1991),"Introduction to fuzzy arithmetic theory and application ",van Nostrand Reinhold,newyork.
9. Kahraman.c&sezi.c&nufer.y&murat.g.(2007),"Fuzzy multi-criteria evaluation of industrial robotic system", computer and industrial engineering ,vol.52,No.4,pp.414-433.
10. Moeller, G.H. and Shafer, E.L.1994. The delphi technique:a tool for long-range travel and tourism forecasting in Ritchie, tourism and hospitality research, 2nd edition, John Wiley and Sons, New York, pp. 473 – 480.
11. TURROF, M., And Xiang,Y., And Zheng, L., And Yuangiong, W., And Hee, K.C. 2006. Online Collaborative Learning Enhancement Through the Delphi Method. Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE, Vol. 7, No. 2, Article: 6.
12. Wey, W.M., and Wu, K.Y., (2007). Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation, Mathematical and Computer Modeling 46 .pp. 985–1000.
13. Zanakis, S.H., Mandakovic, T., Gupta, S. K., Sahay, S., and Hong, S., (1995). A Review of Program Evaluation and Fund Allocation Methods Within the Service and Government Sectors , Socio-Econ Plann. Sci. Vol. 29, No. I, pp.59-79.