

انتخاب تأمین‌کنندگان با رویکرد MCDM فازی و QFD فازی مورد مطالعه: شرکت سنو پارس یزد

علی مروتی شریف‌آبادی*، فاطمه کاظمی**، مزده حیاتی***

چکیده

انتخاب تأمین‌کنندگان یک مسئله مهم تصمیم‌گیری گروهی است که نیازمند به‌کارگیری گروهی از متخصصین است. در این مقاله رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ی فازی با به‌کار بردن QFD فازی برای انتخاب تأمین‌کنندگان توسعه یافته است. در این روش پیشنهادی ابتدا مشخصه‌هایی را که باید محصول خریداری شده برای قانع کردن شرکت داشته باشد مشخص کرده‌ایم، سپس تأثیرات وابستگی درونی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان را بررسی کردیم و از میانگین وزن‌دهی فازی برای به دست آوردن حدهای بالا و پایین وزن‌ها بهره بردیم. در پایان، روش رتبه‌بندی کردن اعداد فازی را که بر اساس اندازه‌گیری سطح پایه‌گذاری شده است، برای به دست آوردن رتبه‌بندی نهایی تأمین‌کننده‌ها به کار گرفتیم. در الگوریتم پیشنهادی، با روش رتبه‌بندی اعداد فازی، شش تأمین‌کننده‌ی کارخانه‌ی سنو پارس یزد را رتبه‌بندی کردیم. با روش میانگین وزن‌دهی فازی ادغامی از اطلاعات مبهم و ذهنی به عنوان متغیرهای زبانی یا اعداد فازی در نظر گرفته می‌شود، این روش سطح مطلوبیت کلی را تولید می‌کند که واقع‌بینی بیشتر و ابهام کمتر دارد.

کلیدواژه‌ها: انتخاب تأمین‌کننده؛ گسترش عملکرد کیفیت؛ تصمیم‌گیری چندمعیاره؛ میانگین وزنی فازی.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۲/۲۱، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۶/۹.

* استادیار، دانشگاه یزد.

** دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد.

*** دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه یزد (نویسنده مسئول مقاله).

۱. مقدمه

مدیریت زنجیره‌ی تأمین برای مدیریت مؤثر و کارآمد روابط صنعتی، به یک جنبه کلیدی تبدیل شده است و یک مزیت رقابتی برای سازمان‌ها محسوب می‌شود [۹]. زنجیره‌ی تأمین شامل تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان مواد و اطلاعات، از تأمین‌کنندگان مواد اولیه تا تحویل محصول به مشتری نهایی است و بر بهبود خدمت‌رسانی به مشتری، سودآوری و عملکرد سازمان تمرکز دارد [۲۱]. عملکرد تأمین‌کننده‌ها نقش کلیدی در قیمت‌گذاری، کیفیت، تحویل کالا و سرویس‌دهی در رسیدن به اهداف زنجیره‌ی تأمین دارد [۱۴]؛ از این رو انتخاب تأمین‌کنندگان به عنوان یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های مدیریت خرید در یک زنجیره‌ی تأمین در نظر گرفته می‌شود. انتخاب درست تأمین‌کنندگان هزینه خرید را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد و رقابت صنعتی را بهبود می‌بخشد. هدف کلی فرآیند انتخاب تأمین‌کننده‌ها، کاهش ریسک خرید، بیشینه کردن ارزش کلی برای خریدار و ایجاد یک رابطه طولانی‌مدت و نزدیک میان تأمین‌کننده و خریدار است [۱۱].

در ابتدای دهه‌ی ۱۹۸۰، ایوانس^۱ تشخیص داد قیمت مهم‌ترین عامل در خرید محصولات عام است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد تغییر قیمت، یک تعیین‌کننده اصلی در انتخاب تأمین‌کننده است و عامل‌های مهم دیگر چون کیفیت، زمان تحویل و انعطاف‌پذیری نیز در این روابط در نظر گرفته می‌شوند.

تصمیم‌گیری در انتخاب تأمین‌کننده درجه بالایی از ابهام و عدم قطعیت دارد. تئوری فازی یکی از ابزارهای مؤثر برای برخورد با عدم قطعیت و ابهام است. تصمیم‌گیری گروهی یک دغدغه مهم در روش‌های MCDM است. برای بازتاب کامل رفتار واقعی گروه، تصمیم‌نهایی باید بر اساس سطح قابل توجهی از همراهی گرفته شود.

هدف این مطالعه پیشنهاد دادن رویکردهای تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره فازی است که بر اساس مفهوم QFD^۲ برای انتخاب تأمین‌کننده بنا نهاده شده است. در فرآیند انتخاب تأمین‌کننده، هدف نهایی شرکت دستیابی به سطح مطلوبی از کیفیت در محصولات خریداری شده است. رسیدن به این اهداف تا حد زیادی به روابط بین ویژگی‌های محصول خریداری شده و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان وابسته است. همچنین باید به روابط بین معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان توجه کرد و از فرض غیرواقعی مستقل بودن هر معیار صرف نظر کرد [۸]؛ بنابراین ساخت خانه کیفیت (HOQ) که قادر است روابط بین ویژگی‌های محصول خریداری شده و معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده و همچنین وابستگی درونی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان را

1. Evans

2. Quality Function Deployment

در نظر بگیرد، کلیدی است برای شناسایی اینکه هر ویژگی تأمین کننده چگونه به خوبی نیازهای خواسته شده برای محصول را برآورده می کند.

در چارچوب تصمیم گیری توسعه یافته در این مقاله، QFD را به عنوان ابزار تصمیم گیری گروهی چندمعیاره‌ی فازی در نظر می گیریم و با بهره گیری از ماتریس دو به دو وابسته، از HOQ برای ارزیابی تأمین کنندگان استفاده می کنیم. ابتدا وزن نسبی ویژگی محصول خریداری شده، رابطه‌ی بین ویژگی های محصول و معیار ارزیابی تأمین کننده‌ها را به صورت اعداد فازی ارائه داده ایم و سپس وزن دهی معیار ارزیابی تأمین کننده‌ها و رتبه بندی تأمین کننده‌ها را با رابطه میانگین وزن دهی فازی محاسبه کرده ایم [۱۸]. روش پیشنهاد شده، هم وزن دهی معیار انتخاب تأمین کننده و هم رتبه بندی تأمین کننده‌ها را به وسیله روش میانگین وزن دهی فازی محاسبه می کند. روش FWA^۱ ترکیبی از اطلاعات مبهم را فراهم می کند که به عنوان متغیرهای زبانی یا اعداد فازی نمایش داده می شوند. این روش نگرانی از دست دادن اطلاعات را کاهش می دهد. الگوریتم پیشنهاد شده تأثیرات وابستگی درونی میان معیارهای ارزیابی تأمین کننده را در نظر گرفته است، بنابراین فرض غیرواقعی استقلال معیارها را نادیده می گیرد. روش رتبه بندی که بر اساس اندازه گیری مساحت پایه ریزی شده و برای کاهش اشکالات روش های رتبه بندی موجود تلاش می کند، برای رتبه بندی تأمین کننده های بالقوه به کار گرفته می شود [۱۳]؛ همچنین بیشتر روش های رتبه بندی فقط زمانی به کار گرفته می شوند که تابع عضویشان شناخته شده باشد.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

امروزه روابط خریدار و تأمین کننده نقش قابل توجه و مهمی در ادبیات مدیریت تجارت ایفا می کند. مسئله خرید به عنوان یک موضوع استراتژیک در سلسله مراتب زنجیره تأمین دیده می شود. وبر و کارنت^۲ اظهار داشته اند که در صنایع فناوری مدرن کالای خریداری شده از خارج می تواند تا حدود ۸۰ درصد هزینه محصول کل را شامل شود. برای رقابت بیشتر شرکت ها این موضوع حیاتی است که هزینه بعضی خریدها را به کمترین مقدار خود برسانند و برای رسیدن به این هدف شرکت باید شریک های تجاری خود را تعیین کند [۲۴]. پیچیدگی مسئله انتخاب و ارزیابی تأمین کننده محققین را به توسعه مدل هایی برای کمک به تصمیم گیرندگان ترغیب می کند. مطالعات اخیر بر انتخاب تأمین کننده برای شناساندن معیارهایی تمرکز می کند که برای انتخاب تأمین کننده ها استفاده می شوند. دیکسون^۳ یکی از تازه ترین کارها بر انتخاب تأمین کننده ها را هدایت کرده و ۲۳ مشخصه را شناسایی می کند که مدیران هنگام انتخاب یک

1. Fuzzy Weighted Average

2. Weber & Current

3. Dickson

تأمین‌کننده در نظر می‌گیرند. مطالعه به این نتیجه رسیده است که کیفیت، تحویل به موقع و کارایی، ۳ معیار بسیار مهم در ارزیابی تأمین‌کننده به شمار می‌روند. بیشتر تحقیقات در انتخاب تأمین‌کننده بر جوانب قابل سنجش انتخاب تأمین‌کننده، از جمله هزینه، کیفیت و اطمینان‌پذیری تحویل تمرکز می‌کنند. این معیارها عامل‌های مبهمی هستند که تعیین کمیت و کیفیت آن‌ها مشکل است. تئوری مجموعه فازی به عنوان یک وسیله تأثیرگذار برای رسیدگی کردن به ابهامات ذاتی در فرایند انتخاب تأمین‌کننده ظاهر می‌شود. امید^۱ و همکارانش مدل چندمنظوره عددی را ارائه داده‌اند که نامفهومی اطلاعات در مسئله انتخاب تأمین‌کننده را در نظر گرفته است [۴]. اخیراً امید و همکارانش مدل چندمنظوره Max-Min را برای بررسی کردن ابهامات اطلاعات ورودی و اوزان معیارها را به طور مؤثر در انتخاب تأمین‌کننده گسترش داده‌اند [۵]. هاگ و کانان^۲ یک رویکرد را برای انتخاب تأمین‌کننده ارائه داده‌اند که ترکیب AHP فازی و الگوریتم ژنتیک است [۱۵]. کانان و چن روشی را برای انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کننده جهانی برای شرکت سازنده معرفی کرده‌اند که بر مبنای AHP تعمیم یافته‌ی فازی است [۱۲]. لانگ^۳ و همکارانش فرآیند شبکه تحلیلی (ANP) و انتگرال توده‌ای را برای ارزیابی استراتژی مدیریت زنجیره تأمین ترکیب کردند [۱۷]. وانگ رویکرد تصمیم‌گیری گروهی را پیشنهاد کرد که بر اساس مدل محاسبه زمانی دوگانه برای ارزیابی تأمین‌کننده‌ها پایه‌ریزی شده است. تعداد کمی از محققین QFD را در انتخاب تأمین‌کننده به کار گرفته‌اند [۲۳]. راجش^۴ و همکارانش انتخاب تأمین‌کننده‌ها را با در نظر گرفتن معیارهای کیفیت، انعطاف‌پذیری و همچنین زمان تحویل محصول با استفاده از روش AHP-QFD انجام داده‌اند [۱۹]. بوی لاکوا^۵ و همکارانش برای شناسایی ساختارهایی که محصولات خریداری‌شده برای کسب رضایت مشتری باید داشته باشند، یک خانه کیفیت ساخته‌اند. امین و رزمی یک الگوی تصمیم‌گیری برای مدیریت تأمین‌کننده پیشنهاد دادند که شامل انتخاب تأمین‌کننده است. در فاز اول مدل QFD با یک مدل مقداری برای انتخاب یک تأمین‌کننده خدمات اینترنتی مناسب ترکیب می‌شود، در فاز دوم فراهم‌کننده تأمین‌کننده خدمات اینترنتی انتخاب‌شده از نظر مشتری، عملکرد و جنبه‌های رقابتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد [۶]. گرچه مطالعات قبلی رویکردهایی را برای فرآیند انتخاب تأمین‌کننده گسترش داده‌اند، مطالعات بیشتری برای جمع‌آوری اطلاعات مهم با در نظر گرفتن اهمیت مشخصه‌های محصولات خریداری‌شده، رابطه بین مشخصه‌های محصول خریداری‌شده و معیار ارزیابی تأمین‌کننده و وابستگی بین معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده در یک تحلیل لازم است. تصمیم‌گیری

1. Amid
2. Kannan & Hog
3. Long
4. Rajesh
5. Bevilacqua

صحیح برای انتخاب تأمین کننده باید هدف خود را جبران کردن مشکل از دست دادن اطلاعات زمانی که با متغیرهای زبانی محاسبه می شوند قرار دهد. در این مقاله رویکرد تصمیم گیری گروهی چندمعیاره فازی که بر اساس QFD بنا شده است مورد توسعه قرار می گیرد. روش پیشنهادی محاسبه، وزن معیارها و رتبه بندی تأمین کننده را با میانگین وزنی فازی محاسبه می کند که سطح مطلوبیت کلی واقع گرایانه تر با ابهام کمتر را تولید می کند و سپس رتبه بندی نهایی تأمین کننده را با روش رتبه بندی اعداد فازی انجام می دهد که از ناهماهنگی هایی که ممکن است با روش های رتبه بندی دیگر پیش بیاید اجتناب می کند.

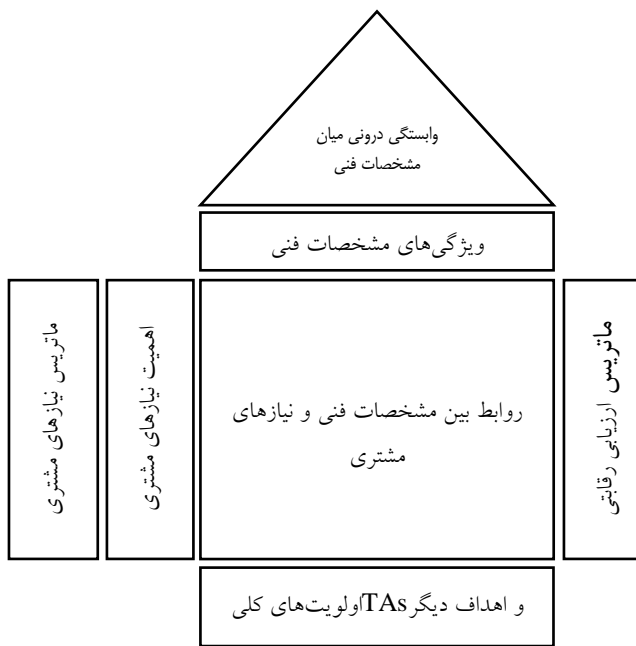
۳. روش شناسی پژوهش

چارچوب تصمیم گیری پیشنهاد شده از مفاهیم QFD فازی و میانگین وزن دهی فازی و روش رتبه بندی اعداد فازی که بر اساس اندازه گیری سطح پایه ریزی شده است استفاده می کند. ضرورت های QFD فازی و میانگین وزن دهی فازی در قسمت های فرعی که در ادامه آمده است مرور می شوند و سپس روش شناسی تصمیم گیری پیشنهاد شده ارائه می شود.

آرایش تابع کیفیت. گسترش کارکرد کیفیت (QFD)، به حوزه مدیریت کیفیت جامع تعلق دارد که یک راهکار ساخت یافته و خطی را برای تبدیل نیازهای مشتری به ویژگی های محصول جدید ارائه می دهد [۷]. QFD برای توسعه دادن بهتر محصولات و خدماتی که به نیازهای مشتری پاسخگو هستند، مورد استفاده قرار می گیرد و یک تابع متقابل را برای شناسایی نیازهای مشتری و برگردان آنها به ساختارهای طراحی، برای طراحی محصولات جدید یا بهبود یافته به کار می گیرد. QFD سطح کیفیتی بالا از انتظارات مشتری را در سراسر مراحل طراحی محصول برآورده می کند [۸].

مفهوم پایه ی QFD برگردان نیازهای مشتری به شاخص های فنی و متعاقباً به ساختارهای قطعات، طرح های فرآیند و نیازهای تولید است. برای تنظیم کردن این روابط، QFD معمولاً چهار ماتریس نیاز دارد که عبارت اند از: برنامه ریزی محصولات، آرایش قطعات، طرح ریزی فرآیند برنامه ریزی تولید و ماتریس های عملیاتی [۲].

در این مقاله در ابتدا به طور گسترده روی کاربردهای این چهار ماتریس تمرکز می کنیم که آن را خانه کیفیت HOQ می نامیم. خانه کیفیت ماتریسی است که در آن رابطه میان WHATS و HOWS مشخص می شود. WHATS خواسته ها و نیازهای مشتریان و HOWS نشان دهنده ی چگونگی ارائه ی خواسته های مشتری در محصول (الزامات فنی) است. خانه کیفیت شامل ۷ رکن است که در شکل ۱ نشان داده ایم [۸].



شکل ۱. خانه کیفیت

میانگین وزنی فازی. به طور کلی میانگین وزنی فازی با n معیار را در نظر بگیرید که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{W}_j = \left\{ \left(w_j, \mu_{\tilde{W}_j}(w_j) \right) \mid w_j \in W_j \right\}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$\tilde{X}_{ij} = \left\{ \left(x_{ij}, \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \right) \mid x_{ij} \in X_{ij} \right\}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

به طوری که \tilde{W}_j اهمیت نسبی معیار j و \tilde{X}_{ij} نرخ جایگزینی i را با در نظر گرفتن معیار j مشخص می‌کند، w_j و x_{ij} مجموعه جامع و کلی اهمیت نسبی و نرخ هستند که $\mu_{\tilde{W}_j}$ و $\mu_{\tilde{X}_{ij}}$ به ترتیب تابع عضویت اعداد فازی \tilde{W}_j و \tilde{X}_{ij} هستند؛ بنابراین میانگین وزنی فازی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{Y}_i = \frac{\sum_{j=1}^n \tilde{W}_j \tilde{X}_{ij}}{\sum_{j=1}^n \tilde{W}_j}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

به این ترتیب، \tilde{W}_j و \tilde{X}_{ij} اعداد فازی هستند و میانگین وزنی \tilde{Y}_i نیز عدد فازی است. چندین روش برای محاسبه متوسط وزن فازی وجود دارد؛ در این مقاله از روش ارائه شده توسط کاو و لیو استفاده کردیم که پیچیدگی کمتری در مقایسه با روش‌های دیگر دارد [۱۶]. خلاصه‌ای از این روش را در زیر آورده‌ایم:

$$(W_j)_\alpha = \{w_j \in W_j \mid \mu_{\tilde{W}_j}(w_j) \geq \alpha\}, \forall_j \quad (4)$$

$$(X_{ij})_\alpha = \{x_{ij} \in X_{ij} \mid \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\}, \forall_{i,j} \quad (5)$$

در اینجا $(w_j)_\alpha$ فاصله با کران پایین $(w_j)_\alpha^L$ و فاصله با کران بالا $(w_j)_\alpha^U$ در سطح α را نشان می‌دهد. به طور مشابه $(x_{ij})_\alpha$ فاصله محدود شده به وسیله $(x_{ij})_\alpha^L$ و $(x_{ij})_\alpha^U$ در سطح α را نشان می‌دهد. این فواصل را می‌توانیم به صورت زیر نمایش دهیم:

$$(X_{ij})_\alpha = [(W_j)_\alpha^L, (W_j)_\alpha^U] \\ = [\min_{w_j} \{w_j \in W_j \mid \mu_{\tilde{W}_j}(w_j) \geq \alpha\}, \max_{w_j} \{w_j \in W_j \mid \mu_{\tilde{W}_j}(w_j) \geq \alpha\}] \quad (6)$$

$$(X_{ij})_\alpha = [(X_{ij})_\alpha^L, (X_{ij})_\alpha^U] \\ = [\min_{x_{ij}} \{x_{ij} \in X_{ij} \mid \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\}, \max_{x_{ij}} \{x_{ij} \in X_{ij} \mid \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\}] \quad (7)$$

با توجه به اصل گسترش، تابع عضویت $\mu_{\tilde{Y}_i}$ می‌تواند از معادله زیر مشتق شود [۲۲]:

$$\mu_{\tilde{Y}_i}(y_i) = \sup \min_{x,w} \{ \mu_{\tilde{W}_j}(w_j), \mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}), \forall i, j \mid y_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j x_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_j} \} \quad (8)$$

در یک سطح α (α - level) مشخص \tilde{Y}_i ، معادله ۸ تعیین می‌کند که نیاز است به ازای هر i, j ، $\mu_{\tilde{W}_j}(w_j) \geq \alpha$ و $\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha$ باشد و حداقل یکی از $\mu_{\tilde{W}_j}(w_j)$ یا $\mu_{\tilde{X}_{ij}}(x_{ij})$ برابر با α باشد؛ به طوری که برای برآورد شدن $\mu_{\tilde{Y}_i}(y_i) = \alpha$ ، $y_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j x_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_j}$ برقرار باشد.

برای غلبه بر عدم اطمینان موجود در داده‌های فازی از برش آلفا استفاده می‌شود. هر مجموعه فازی را با تعریف آستانه عضویت (برش آلفا) می‌توان به مجموعه معمولی تبدیل کرد.

برای یافتن تابع عضویت $\mu_{\tilde{Y}_i}$ کافی است تابع شکل راست و تابع شکل چپ $\mu_{\tilde{Y}_i}$ را که هم‌ارز با پیدا کردن مرز بالاتر $(Y_i)_\alpha^U$ و مرز پایین‌تر $(Y_i)_\alpha^L$ در سطح α است، پیدا کنیم. چون $(Y_i)_\alpha^L$ و $(Y_i)_\alpha^U$ به ترتیب ماکسیمم و مینیمم $\sum_{j=1}^n W_j X_{ij} / \sum_{j=1}^n W_j$ هستند، مرزهای بالاتر و پایین‌تر α -cut \tilde{Y}_i می‌تواند این‌گونه حساب شود:

$$\begin{aligned} (W_j)_\alpha^L &\leq w_j \leq (W_j)_\alpha^U, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ (X_{ij})_\alpha^L &\leq x_{ij} \leq (X_{ij})_\alpha^U, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} (W_j)_\alpha^L &\leq w_j \leq (W_j)_\alpha^U, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ (X_{ij})_\alpha^L &\leq x_{ij} \leq (X_{ij})_\alpha^U, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (10)$$

واضح است که ماکسیمم y_i باید در $(X_{ij})_\alpha^U$ اتفاق بیفتد و مینیمم آن در $(X_{ij})_\alpha^L$: بنابراین متغیر X_{ij} در تابع هدف فرمول‌های ۹ و ۱۰ به ترتیب می‌توانند به وسیله $(X_{ij})_\alpha^U$ و $(X_{ij})_\alpha^L$ جایگزین شوند.

با جایگزینی متغیرهای چارنزو کوپر $t^{-1} = \sum_{j=1}^n W_j$ و $v_j = t w_j$ فرمول‌های ۹ و ۱۰ می‌توانند به دستورهای خطی زیر تبدیل شوند:

$$\begin{aligned} (Y_i)_\alpha^U &= \max \sum_{j=1}^n v_j (X_{ij})_\alpha^U \\ \text{Subject to} \\ t(W_j)_\alpha^L &\leq v_j \leq t(W_j)_\alpha^U, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n v_j &= 1 \\ t, v_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (11)$$

$$(Y_i)_\alpha^L = \min \sum_{j=1}^n v_j (X_{ij})_\alpha^L$$

Subject to

$$\begin{aligned} t(W_j)_\alpha^L &\leq v_j \leq t(W_j)_\alpha^U, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n v_j &= 1 \\ t, v_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (12)$$

در سطح \tilde{y}_i, α فاصله واضح $(Y_i)_\alpha^u, (y_i)_\alpha^L$ است که با حل فرمول ۱۱ و ۱۲ به دست می‌آید. با در نظر گرفتن آلفاهای متفاوت تابع عضویت $\mu_{\tilde{y}_i}$ را می‌توانیم به دست آوریم. در ادامه به تشریح ساخت الگوریتم تصمیم‌گیری چندمعیاره گروهی فازی بر اساس اصول روش QFD فازی می‌پردازیم. بوی لاکوا و همکاران (۲۰۰۶) از QFD در فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده کرده‌اند. الگوریتم پیشنهادشده در اینجا از جنبه‌های مختلفی با روش بوی لاکوا و همکارانش متفاوت است؛ برای مثال از میانگین وزن‌دهی فازی برای محاسبه مرزهای بالایی و پایینی وزن TAS و ارزیابی تأمین‌کننده استفاده می‌کند، می‌تواند اثرات وابستگی متقابل در میان الزامات طراحی را در نظر بگیرد و از روش رتبه‌بندی عدد فازی بر اساس اندازه‌گیری مساحت استفاده می‌کند. ترکیبی از روش‌های بالا با جمع‌زنی از کسورات فاصله به عنوان یک اندازه‌گیری مساحت، رتبه‌بندی قوی‌تری نسبت به روش‌های موجود دیگر ایجاد می‌کند.

مراحل دقیق الگوریتم پیشنهادی MCDM فازی را در زیر می‌آوریم:

گام ۱. تشکیل کمیته تصمیم‌گیران از کارشناسان ($Z=1, 2, \dots, Z$) و شناسایی ویژگی‌هایی که محصول خریداری شده باید (CNs) برای رفع نیازهای شرکت و معیارهای مربوط به ارزیابی تأمین‌کننده (TAs) داشته باشد.

گام ۲. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری برای هر تصمیم‌گیرنده که نشان‌دهنده اهمیت نسبی هر CNs و ارزیابی فازی برای تعیین ارتباط نمرات CN-TA است.

گام ۳. ارزش فازی تعیین شده به عنوان رابطه نمره بین L امین $CN(L=1, 2, \dots, L)$ و K امین $TA(K=1, 2, \dots, K)$ و اهمیت وزن L امین CN برای Z امین تصمیم‌گیرنده $\tilde{w}_{lz} = (w_{lz}^1, w_{lz}^2, w_{lz}^3)$ و $\tilde{x}_{klz} = (X_{KLZ}^1, X_{KLZ}^2, X_{KLZ}^3)$ باشد در نظر گرفته می‌شود. محاسبه ارزیابی مجموع فازی از رابطه نمره بین L امین $CN(\tilde{X}_{Kl})$ و K امین TA و اهمیت وزن مجموع L امین $(CN\tilde{W})_L$ به شرح زیر است:

$$\tilde{X}_{KL} = \sum_{Z=1}^Z \Omega_Z \tilde{X}_{KLZ} \quad (13)$$

$$\tilde{W} = \sum_{Z=1}^Z \Omega_Z \tilde{W}_{LZ} \quad (14)$$

$\Omega_Z = [0, 1]$ نشان دهنده وزن Z امین تصمیم گیرنده و $\sum_{Z=1}^Z \Omega_Z = 1$ است.

گام ۴. ماتریس وابستگی درونی میان TAs را برای محاسبه و اندازه‌گیری رابطه اصلی بین K امین TA و L امین CN توسط \tilde{X}_{KL}^* تشکیل می‌دهیم. اجازه دهید D_{KK} نشان دهنده درجه‌ای از وابستگی K امین TA در K امین TA باشد. سپس مطابق کار فونگ^۱ و همکارانش و تانگ^۲ و همکارانش اندازه‌گیری رابطه اصلی بین K امین TA و L امین CN به صورت زیر انجام می‌شود [۲۰]:

$$\tilde{X}_{KL}^* = \sum_{K'=1}^K D_{KK'} \tilde{X}_{K'L} \quad (15)$$

گام ۵. محاسبه محدوده بالا و پایین وزن برای هر TA با به‌کارگیری فرمول‌های ۱۱ و ۱۲. گام ۶. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری برای هر تصمیم‌گیرنده که نشان دهنده امتیاز هر یک از تأمین‌کنندگان بالقوه با توجه به هر TA است.

گام ۷. محاسبه مجموع امتیاز تأمین‌کنندگان با استفاده از فرمول ۱۳.

گام ۸. محاسبه حد بالا و پایین برای هر تأمین‌کننده با استفاده از فرمول‌های ۱۱ و ۱۲. در این زمان، اهمیت نسبی بیان شده در فرمول‌های ۱۱ و ۱۲ مرزهای بالا و پایین‌تر از وزن هر TA در گام ۵ محاسبه شده است.

گام ۹. رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از رتبه‌بندی چن و کلین^۳ که به صورت زیر است [۱۰]:

$$I_i = \sum_{p=0}^s ((X_i)_{\alpha_p}^U - c) / \left(\sum_{p=0}^s ((X_i)_{\alpha_p}^U - c) - \sum_{p=0}^s ((X_i)_{\alpha_p}^L - d) \right), n \rightarrow 0 \quad (16)$$

که $c = \min_{p,i} \{(X_{ip})_{\alpha_p}^L\}$, $d = \max_{p,i} \{(X_{ip})_{\alpha_p}^L\}$ است. شاخص رتبه‌بندی بزرگ‌تر I_i ارجح‌ترین عدد فازی است.

1. Fung
2. Tang
3. Chen and Klein

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل برای انتخاب تأمین کنندگان سیم جوش در کارخانه سنوپارس یزد انجام شده است که تولیدکننده لودر است. در این مطالعه شش ویژگی بنیادی (CN) برای محصولات خریداری شده از تأمین کنندگان توسط این شرکت در نظر گرفته شده است که عبارت‌اند از: «انطباق محصول»، «هزینه»، «اثر بخشی اقدام اصلاحی»، «برنامه ریزی تحویل کالا»، «در دسترس بودن و حمایت از مشتری» و «تحويل به موقع کالا». هفت معیار مربوط به ارزیابی تأمین کننده عبارت‌اند از: «تجربه از بخش (EF)»، «ظرفیت نوآوری به دنبال تکامل مشتری در شرایط تغییر در استراتژی و بازار (IN)»، «صدور گواهینامه کیفیت سیستم (SQ)»، «انعطاف پذیری در پاسخ به درخواست مشتری (FS)»، «ثبات مالی (FS)»، «توانایی برای مدیریت سفارشات بر روی خط (RR)» و «موقعیت جغرافیایی (PG)». ارزیابی توسط یک کمیته ۳ نفره انجام می‌شود. تصمیم گیرندگان با استفاده از متغیرهای زبانی داده شده که در جدول ۱ آمده است، سطحی از اهمیت هر CN و تأثیر هر TA در هر CN را مشخص می‌کنند و به رتبه بندی تأمین کنندگان با توجه به هر TA می‌پردازند (جدول ۲).

جدول ۱. مجموعه اصطلاح زبانی

Very Low(VL)	(۰, ۱, ۲)
Low(L)	(۲, ۳, ۴)
Medium(M)	(۴, ۵, ۶)
High(H)	(۶, ۷, ۸)
Very High(VH)	(۸, ۹, ۱۰)

جدول ۲. مجموع تأثیر هر TA بر هر CN

مشخصات فنی	EF	IN	SQ	FL
نیازمندی مشتری				
انطباق محصول	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)	(۵/۳۳۳, ۶/۳۳۳, ۷/۳۳۳)	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)	(۴/۶۶۷, ۵/۶۶۷, ۶/۶۶۷)
هزینه	(۷/۳۳۳, ۸/۳۳۳, ۹/۳۳۳)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)	(۴/۶۶۷, ۵/۶۶۷, ۶/۶۶۷)
تحويل به موقع کالا	(۵/۳۳۳, ۶/۳۳۳, ۷/۳۳۳)	(۲/۰۰۰, ۳/۰۰۰, ۴/۰۰۰)	(۲/۰۰۰, ۳/۰۰۰, ۴/۰۰۰)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)
اثر بخشی اقدام اصلاحی	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)	(۴/۶۶۷, ۵/۶۶۷, ۶/۶۶۷)	(۶/۰۰۰, ۷/۰۰۰, ۸/۰۰۰)	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)
برنامه ریزی تحويل کالا	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)	(۴/۶۶۷, ۵/۶۶۷, ۶/۶۶۷)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۶/۰۰۰, ۷/۰۰۰, ۸/۰۰۰)
در دسترس بودن و حمایت از مشتری:	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)	(۶/۰۰۰, ۷/۰۰۰, ۸/۰۰۰)	(۲/۰۰۰, ۳/۰۰۰, ۴/۰۰۰)	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)

ادامه جدول ۲. مجموع تأثیر هر TA بر هر CN

مشخصات فنی نیازمندی مشتری	FS	RR	PG
انطباق محصول	(۲/۶۶۷, ۳/۶۶۷, ۴/۶۶۷)	(۱/۳۳۳, ۲/۳۳۳, ۳/۳۳۳)	(۰/۰۰۰, ۱/۰۰۰, ۲/۰۰۰)
هزینه	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)	(۴/۶۶۷, ۵/۶۶۷, ۶/۶۶۷)	(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)
تحويل به موقع کالا	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۵/۳۳۳, ۶/۳۳۳, ۷/۳۳۳)	(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)
اثربخشی اقدام اصلاحی	(۲/۶۶۷, ۳/۶۶۷, ۴/۶۶۷)	(۱/۳۳۳, ۲/۳۳۳, ۳/۳۳۳)	(۲/۰۰۰, ۳/۰۰۰, ۴/۰۰۰)
برنامه‌ریزی تحويل کالا	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)	(۶/۶۶۷, ۷/۶۶۷, ۸/۶۶۷)
دردسترس بودن و حمایت از مشتری	(۵/۳۳۳, ۶/۳۳۳, ۷/۳۳۳)	(۶/۰۰۰, ۷/۰۰۰, ۸/۰۰۰)	(۶/۰۰۰, ۷/۰۰۰, ۸/۰۰۰)

F تجربه کاری در این بخش، IN ظرفیت نوآوری در راستای به‌روز شدن نیازهای مشتری در شرایط استراتژی و بازار، SQ دارنده گواهینامه کیفیت سیستم، FL انعطاف‌پذیری در پاسخ به درخواست مشتری، FS ثبات مالی، RR توانایی برای مدیریت سفارشات بر روی خط و PG موقعیت جغرافیایی است.

در مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده ارائه‌شده توسط بوی لاکوا و همکاران، وابستگی درونی میان TA وجود ندارد؛ به این ترتیب جمع تأثیر هر TA در هر CN معادل اندازه‌گیری رابطه‌ی اصلی بین TA و CN است. حدهای بالایی و پایینی از وزن TA از طریق فرمول‌های ۱۱ و ۱۲ محاسبه می‌شود که در جدول ۳ ارائه شده است. سطح برش آلفا بازه‌های ۰/۱ در نظر گرفته شده است که برای خلاصه کردن جدول ستون‌های ۰/۱، ۰/۳ و ... حذف شده است.

جدول ۳. حدهای بالایی و پایینی هر TA

		α						
TAs		حد بالا و پایین	۰	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰/۸	۱
EF	$(Y_{EF})_{\alpha}^L$	۱۰/۶۸۶	۱۱/۰۳۶	۱۱/۳۸۶	۱۱/۷۳۶	۱۲/۰۸۶	۱۲/۴۳۶	
	$(Y_{EF})_{\alpha}^U$	۱۴/۱۶۶	۱۳/۸۳۵	۱۳/۴۸۵	۱۳/۱۳۶	۱۲/۷۸۶	۱۲/۴۳۶	
IN	$(Y_{IN})_{\alpha}^L$	۶/۲۲۸	۶/۵۷۸	۶/۹۲۸	۷/۲۷۸	۷/۶۰۸	۷/۹۷۸	
	$(Y_{IN})_{\alpha}^U$	۹/۷۲۸	۹/۳۷۸	۹/۰۲۸	۸/۶۷۸	۸/۳۲۸	۷/۹۷۸	
SQ	$(Y_{SQ})_{\alpha}^L$	۵/۵۷۴	۵/۹۲۴	۶/۲۷۴	۶/۶۲۴	۶/۹۷۴	۷/۳۲۴	
	$(Y_{SQ})_{\alpha}^U$	۹/۰۷۴	۸/۷۲۴	۸/۳۷۴	۸/۰۲۴	۷/۶۷۴	۷/۳۲۴	
FL	$(Y_{FL})_{\alpha}^L$	۸/۵۴۹	۸/۸۹۹	۹/۲۴۹	۹/۵۹۹	۹/۴۹۴	۱۰/۲۷۸	
	$(Y_{FL})_{\alpha}^U$	۱۲/۰۴۹	۱۱/۶۹۹	۱۱/۳۴۹	۱۰/۹۹۹	۱۰/۶۴۹	۱۰/۲۷۸	
FS	$(Y_{FS})_{\alpha}^L$	۷/۷۶۸	۸/۱۱۸	۸/۴۶۸	۸/۸۱۸	۹/۱۶۸	۹/۵۱۸	
	$(Y_{FS})_{\alpha}^U$	۱۱/۲۶۸	۱۰/۹۱۸	۱۰/۵۶۸	۱۰/۲۱۸	۹/۶۸۶	۹/۵۱۸	
RR	$(Y_{RR})_{\alpha}^L$	۹/۱۷۲	۸/۵۹۶	۸/۹۴۶	۹/۲۹۶	۹/۶۴۶	۹/۹۹۶	
	$(Y_{RR})_{\alpha}^U$	۱۱/۷۴۶	۱۱/۳۹۶	۱۱/۰۴۶	۱۰/۶۹۶	۱۰/۳۴۶	۹/۹۹۶	
PG	$(Y_{PG})_{\alpha}^L$	۶/۱۵۴	۶/۵۰۴	۶/۸۵۴	۷/۲۰۴	۷/۵۵۴	۷/۹۰۴	
	$(Y_{PG})_{\alpha}^U$	۹/۶۵۴	۹/۳۰۴	۸/۹۵۴	۸/۶۰۴	۸/۲۵۴	۷/۹۰۴	

مجموع امتیاز تأمین کنندگان با استفاده از معادله ۱۳ به دست می‌آید. نتایج به دست آمده را در جدول ۴ نشان داده‌ایم:

جدول ۴. مجموع امتیاز هر تأمین کننده با توجه به هر TA

FL	SQ	IN	EF	مشخصات فنی	تأمین کننده
(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)	(۵/۳۳۳, ۶/۳۳۳, ۷/۳۳۳)	(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)	(۶/۳۳۳, ۷/۳۳۳, ۸/۳۳۳)		sup ₁
(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)	(۷/۳۳۳, ۸/۳۳۳, ۹/۳۳۳)	(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)	(۸/۰۰۰, ۹/۰۰۰, ۱۰/۰۰۰)		sup ₂
(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)	(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)		sup ₃
(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۶/۰۰۰, ۷/۰۰۰, ۸/۰۰۰)		sup ₄
(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۲/۳۳۳, ۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳)	(۵/۳۳۳, ۶/۳۳۳, ۷/۳۳۳)		sup ₅
(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)	(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)	(۲/۳۳۳, ۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳)	(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)		sup ₆

ادامه جدول ۴. مجموع امتیاز هر تأمین‌کننده با توجه به هر TA

PG	RR	FS	مشخصات فنی	تأمین‌کننده
(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)	(۵/۳۳۳, ۶/۳۳۳, ۷/۳۳۳)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)		sup۱
(۱/۳۳۳, ۲/۳۳۳, ۳/۳۳۳)	(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)	(۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳, ۵/۳۳۳)		sup۲
(۸/۰۰۰, ۹/۰۰۰, ۱۰/۰۰۰)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)		sup۳
(۲/۰۰۰, ۳/۰۰۰, ۴/۰۰۰)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)		sup۴
(۲/۰۰۰, ۳/۰۰۰, ۴/۰۰۰)	(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)	(۴/۶۶۶, ۵/۶۶۶, ۶/۶۶۶)		sup۵
(۲/۳۳۳, ۳/۳۳۳, ۴/۳۳۳)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)	(۴/۰۰۰, ۵/۰۰۰, ۶/۰۰۰)		sup۶

محاسبه حدهای بالایی و پایینی برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان را با استفاده از فرمول‌های ۱۱ و ۱۲ در جدول ۵ نشان داده‌ایم:

جدول ۵. حدهای بالایی و پایینی تأمین‌کنندگان

TAs	حد بالا و پایین	α					
		*	+/۲	+/۴	+/۶	+/۸	۱
Sup1	$(Y_{sup1})_{\alpha}^L$	۸/۸۲۰	۹/۱۷۰	۹/۵۲۰	۹/۸۷۰	۱۰/۲۲۰	۱۰/۵۷۰
	$(Y_{sup1})_{\alpha}^U$	۱۲/۳۳۰	۱۱/۹۷۰	۱۱/۶۲۰	۱۱/۲۷۰	۱۰/۹۲۰	۱۰/۵۷۰
Sup2	$(Y_{sup2})_{\alpha}^L$	۱۰/۳۳۲	۱۰/۶۸۲	۱۱/۰۳۲	۱۱/۳۸۲	۱۱/۷۳۲	۱۲/۰۸۲
	$(Y_{sup2})_{\alpha}^U$	۱۳/۸۳۲	۱۳/۴۸۲	۱۳/۱۳۲	۱۲/۷۸۲	۱۲/۴۳۲	۱۲/۰۸۲
Sup3	$(Y_{sup3})_{\alpha}^L$	۷/۰۶۱	۷/۴۱۱	۷/۷۶۱	۸/۱۴۲	۸/۴۹۲	۸/۸۴۲
	$(Y_{sup3})_{\alpha}^U$	۱۰/۵۶۱	۱۰/۲۱۱	۹/۸۶۱	۹/۵۴۲	۹/۱۹۲	۸/۸۴۲
Sup4	$(Y_{sup4})_{\alpha}^L$	۷/۵۰۴	۷/۵۸۶	۸/۲۰۶	۸/۵۵۶	۸/۹۰۶	۹/۲۵۶
	$(Y_{sup4})_{\alpha}^U$	۱۱/۰۰۵	۱۰/۶۵۵	۱۰/۳۰۶	۹/۹۹۵	۹/۶۰۵	۹/۲۵۶
Sup5	$(Y_{sup5})_{\alpha}^L$	۷/۱۰۱	۷/۴۵۱	۷/۸۰۱	۸/۱۵۱	۸/۵۰۱	۸/۸۵۱
	$(Y_{sup5})_{\alpha}^U$	۱۰/۶۰۱	۱۰/۲۵۱	۹/۹۰۱	۹/۵۵۱	۹/۲۰۱	۸/۸۵۱
Sup6	$(Y_{sup6})_{\alpha}^L$	۶/۱۱۳	۶/۴۶۳	۶/۸۱۳	۷/۲۰۶	۷/۵۵۶	۷/۹۰۶
	$(Y_{sup6})_{\alpha}^U$	۹/۶۱۳	۹/۲۶۳	۸/۹۱۳	۸/۶۰۶	۸/۲۵۶	۷/۹۰۶

در پایان، شاخص رتبه‌بندی I برای هر تأمین‌کننده با به‌کارگیری فرمول ۱۶ محاسبه می‌شود (جدول ۶):

جدول ۶ نتایج رتبه‌بندی تأمین‌کننده‌ها با به‌کارگیری الگوریتم پیشنهادی

رتبه	رتبه‌بندی توسط الگوریتم	تأمین‌کنندگان پیشنهادی
۱	۰/۷۴۹	Sup1
۴	۰/۴۹۸	Sup2
۶	۰/۴۹۵	Sup3
۵	۰/۴۹۷	Sup4
۳	۰/۵۰۰	Sup5
۲	۰/۵۰۹	Sup6

طبق اطلاعات جدول ۶، تأمین‌کننده یک با داشتن $I=0/749$ رتبه اول و تأمین‌کننده سه با داشتن $I=0/495$ رتبه ششم را کسب کرده‌اند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله رویکرد تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره فازی را که بر اساس QFD بنا شده است، مورد توسعه قرار دادیم. با روش پیشنهادی محاسبه، وزن معیارها و رتبه‌بندی تأمین‌کننده‌ها را با میانگین وزنی فازی محاسبه کردیم و سپس رتبه‌بندی نهایی تأمین‌کننده‌ها را با روش رتبه‌بندی اعداد فازی انجام دادیم که از ناهماهنگی‌هایی که ممکن است با روش‌های رتبه‌بندی دیگر پیش بیاید جلوگیری می‌کند. در این مقاله برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان الگوریتمی را پیشنهاد دادیم که بر اساس مفهوم QFD فازی و MCDM فازی پایه‌ریزی شده است. این الگوریتم برای انتخاب تأمین‌کنندگان مزایای زیر را نسبت به روش‌های MCDM دیگر دارد:

۱. روش تصمیم‌گیری گروهی را توسعه می‌دهد و باعث می‌شود گروه به شناسایی و درک بهتر تفاوت‌ها و شباهت‌های قضاوت‌های خویش بپردازد؛
۲. داده‌های مبهم را با استفاده از تئوری مجموعه فازی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد؛
۳. اثرات روابط بین ویژگی‌های محصول خریداری‌شده و معیار انتخاب تأمین‌کننده و نیز وابستگی درونی میان معیارهای انتخاب تأمین‌کننده برای برآورده کردن نیازهای شرکت با هدف رسیدن و دستیابی به رضایت بالاتر را در نظر می‌گیرد؛

۴. در این روش برای محاسبه وزن محدوده‌های بالایی و پایینی معیارهای انتخاب عرضه‌کننده کالا و ارزیابی تأمین‌کننده، از میانگین وزنی فازای استفاده شده است که مشکل از دست دادن اطلاعات در هنگام یکپارچه‌سازی اطلاعات مبهم و ذهنی را برطرف می‌کند و برای تولید سطح مطلوبیت کلی واقع‌بینانه‌تر است.

روش پیشنهادی از روش رتبه‌بندی فازای بر اساس اندازه‌گیری مساحت استفاده می‌کند. در تحقیقات آتی می‌توان برای وزن‌دهی معیارها، روش AHP فازای و سایر روش‌های MCDM را به کار گرفت و برای انتخاب تأمین‌کنندگان از رتبه‌بندی اعداد فازای استفاده کرد. این روش را علاوه بر رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان برای موارد مشابه دیگر نیز می‌توان به کار برد.

منابع

۱. ابراهیمی، سید مجید. (۱۳۸۱). توسعه نظام ترجمان کیفیت (QFD) و تجزیه و تحلیل خطا و اثرات آن (FMEA) در محیط فازی. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف
۲. رضایی، کامران. (۱۳۸۱). رویکردی مشتری مدار به طرح ریزی و بهبود کیفیت محصول، شرکت آر و توف ایران
۳. نجمی، منوچهر. (۱۳۸۵). اولویت بندی مشخصه های فنی و مهندسی در مدل QFD با استفاده از روش TOPSIS در حالت فازی، فصلنامه علمی و پژوهشی شریف، شماره سی و چهارم: ص ۳-۹
4. Amid. A., Ghodsypour S.H., & O'Brien. C. (2006). Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain, *Int. J. Prod. Econ.* 104, 394–407.
5. Amid. A., Ghodsypour S.H., & O'Brien. C. (2009). A weighted additive fuzzy multiobjective model for the supplier selection problem under price breaks in a supplychain, *Int. J. Prod. Econ.* 121, 323–332.
6. Amin. S.H, Razmi. & J. (2009). An integrated fuzzy model for supplier management: a case study of ISP selection and evaluation, *Expert Syst. Appl.* 36, 8639–8648.
7. Bhattacharya A, Geraghty J, Young. P.(2010). Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment, *Applied Soft Computing* 10, 1013–1027
8. Bevilacqua. M, Ciarapica F.E, & Giacchetta. G. (2006). A fuzzy-QFD approach to supplier selection, *J. Purch. Supply Manage.* 12, 14–27.
9. Carrera. . D.A., & Mayorga. R.V. (2008). Supply chain management: a modular fuzzy inference system approach in supplier selection for new product development, *J. Intell. Manuf.* 19 1–12.
10. Chen. C.B., & Klein. C.M., (1997), A simple approach to ranking a group of aggregated fuzzy utilities, *IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part B: Cybern.* 27, 26–35.
11. Chen. C.T, Lin. C.T., & Huang. S.F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management, *Int. J. Prod. Econ.* 102 289–301.
12. Chan. F.T.S., & Kumar. N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach, *Omega* 35, 417–431.
13. Dursun. M., Karsak. E.E. .(2013). A QFD-based fuzzy MCDM approach for supplier selection. *J.Industrial Engineering Department* .10-20
14. Gencer. C., & Gürpınar. D. (2007). Analytic network process in supplier selection: a case study in an electronic firm, *Appl. Math. Model.* 31, 2475–2486.
15. Haq .A.N, & Kannan G.. (2006). Design of an integrated supplier selection and multi-echelon distribution inventory model in a built-to-order supply chainenvironment, *Int. J. Prod. Res.* 44, 1963–1985.
16. Kao. C., & Liu. S.T. (2001). Fractional programming approach to fuzzy weighted average, *Fuzzy Sets Syst.* 120, 435–444.

17. Lang, T.M, Chiang, J.H, & Lan. L.W. (2009). Selection of optimal supplier in supply chain management strategy with analytic network process and Choquetintegral, *Comput. Ind. Eng.* 57, 330-340.
18. Liu, S.T. (2005). Rating design requirements in fuzzy quality function deployment via a mathematical programming approach, *Int. J. Prod. Res.*, 43, 497-513.
19. Rajesh.G, Malliga.P.(2013). Supplier Selection Based on AHP QFD Methodology.J. *Procedia Engineering* .64 .1283 - 1292
20. Tang. J., Fung. R.Y.K., Xu. B., & Wang. D. (2002). A new approach to quality function deployment planning with financial consideration, *Comput. Oper. Res.* 29, 1447-1463
21. Vinodh, S., Anesh Ramiya, R., & Gautham, S.G. (2011). Application of fuzzy analytic network process for supplier selection in a manufacturing organization. *Expert Systems with Applications*, 38: 272-280
22. Zadeh. L.A, (1978), Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility, *Fuzzy Sets Syst*, 100, 9-34.
23. Wang,W.P. (2010). A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation, *Appl. Math. Model.* 34, 3130-3141.
24. Weber. C.A., & Current. J.R.. (1993). A multiobjective approach to vendor selection, *Eur. J. Oper. Res.*, 68, 173-184.