چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۲ ـ تابستان ۱۳۹۰
ص‌ص ۴۲ - ۲۷

رویکرد ارزیابی و انتخاب عرضه کنندگان در طول زنجیره تأمین با استفاده از تکنیک ترکیبی فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی (مطالعه موردی مرکز بهمن موتور)

داوود طالبی*، فاطمه ملاطایفه**

چکیده

در دهه اخیر، نحوه تأمین مواد اولیه و انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین، چالشی برای بیشتر سازمان‌ها بوده است. از آنجا که عملکرد تأمین‌کنندگان، اثر اساسی بر موفقیت یا شکست زنجیرهٔ تأمین دارد، انتخاب تأمین‌کننده، یک وظیفه راهبردی شناخته می‌شود.

از این رو در این تحقیق که در مرکز بهمن موتور انجام گرفت، سعی بر آن است تا ضمن شناسایی معیارهای مهم در انتخاب تأمین‌کنندگان و تعیین اهمیت هر یک از آنها از نظر کارشناسان، بهترین تأمین‌کننده انتخاب گردد. بنابراین، ابتدا معیارهای اصلی انتخاب تأمین‌کنندگان برای یک قطعه از قطعات مرکز بهمن موتور ـ با نظرسنجی از کارشناسان مربوطه از طریق پرسشنامه ـ شناسایی شد و سپس با استفاده از روش AHP فازی بر اساس روش آنالیز توسعه، امتیاز هر معیار و وزن هر تأمین‌کننده در ارتباط با هر معیار تعیین شد و بعد از آن، یک تابع هدف فازی برای هر معیار ایجاد شد که هدف از آن، حداکثر کردن عملکرد تأمین‌کننده در ارتباط با هر معیار بود پس از خارج کردن مدل از حالت فازی، با استفاده از روش جمع پذیری وزنی، بهترین تأمین‌کننده انتخاب شد.

کلید واژه‌ها: زنجیره عرضه، فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، منطق فازی، برنامه‌ریزی چندهدفی فازی.

تاریخ دریافت مقاله:۸۹/۸/۳ ، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۳/۲.

* استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه شهید بهشتی.

** کارشناس ارشد رشته مدیریت صنعتی، دانشگاه شهید بهشتی (نویسنده مسئول).

E-mail: fmollatayefe@yahoo.com.

مقدمه

در دو دهه اخیر با به کارگیری مفهوم مدیریت زنجیرهٔ تأمین در صنایع، موضوع انتخاب تأمین‌کننده، توجه زیادی را جلب کرده است و روش‌شناسایی‌های مختلفی برای آن ارائه شده است. از آنجا که مواد خام و قطعات، مهمترین بخش از هزینه‌های یک شرکت را به خود اختصاص می‌دهند، مدیریت خرید صحیح، اهمیت قابل توجهی در کارایی، اثربخشی و سودآوری یک موسسه دارد. از سوی دیگر، امروزه با توجه به مفاهیم جدید مدیریت زنجیره عرضه و موارد مشابه که موجب ایجاد مشارکت با تأمین‌کنندگان و روابط نزدیک شرکت با تأمین‌کنندگان می‌شود، تأمین‌کنندگان و مشتریان، دیگر عنوان رقبای سازمان شناخته نمی‌شوند بلکه اعضایی از یک مجموعه اصلی با نام زنجیره تأمین هستند که هدف هر یک، حداکثر کردن سود و افزایش بهره‌وری کل زنجیره است. بدین ترتیب، کاملاً آشکار است که تصمیم‌گیری در باره انتخاب تأمین‌کننده، نقش قابل توجهی در تولید و مدیریت لجستیک کارخانه‌ها دارد و بسیاری از شرکت‌های باتجربه بر این باورند که انتخاب تأمین‌کننده، مهمترین فعالیت یک سازمان به شمار می‌آید. همچنین از آنجا که عملکرد تأمین‌کنندگان، اثر اساسی بر موفقیت یا شکست یک زنجیره دارد، هم اکنون انتخاب تأمین‌کننده، یک وظیفه استراتژیک شناخته می‌شود. در نتیجه، تصمیم‌گیریهای نادرست در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان، پیامدهای منفی و زیان‌های بسیاری را برای شرکت پی بخواهد داشت. بنابراین، با توجه به موارد ذکر شده، بررسی و به کارگیری مفاهیم جدید در انتخاب تأمین‌کنندگان، ضروری به نظر می‌رسد.

تحقیقات بسیار زیادی در باره فرایند انتخاب تأمین‌کننده صورت پذیرفته است که هر کدام از جنبه خاصی به این مسأله توجه کرده‌اند. در ذیل به برخی از آنها اشاره می‌شود.

گابالا اولین محققی بود که در ۱۹۷۴، برنامه‌ریزی ریاضی را برای انتخاب تأمین‌کننده در یک مورد واقعی به کار برد. او از برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح برای حداقل‌کردن کل قیمت اقلام تخصیص داده شده به هر تأمین‌کننده استفاده کرد. او همچنین یک برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح یک هدفه را برای حداقل کردن جمع خرید، هزینه‌های موجودی و حمل و نقل ـ با در نظر گرفتن چند آیتم، چند دوره زمانی، کیفیت، تحویل و ظرفیت ـ تدوین کرد.

«اوبرین و قدسی پور» در ۱۹۹۷، یک سیستم پشتیبانی تصمیم را برای کاهش تعداد تأمین‌کنندگان ـ بر اساس استراتژی بهینه‌سازی پایگاه عرضه ـ ایجاد کردند. آنها از یک فرایند تحلیل سلسله مراتبی با برنامه‌ریزی مختلط عدد صحیح استفاده کردند و محدودیت ظرفیت تأمین‌کنندگان و محدودیت‌های بودجه و کیفیت خریدار را در نظرگرفتند. آنها در تحقیق دیگری در ۱۹۹۸ یک مدل ترکیبی AHP و برنامه‌ریزی خطی را برای کمک به مدیران در زمینه انتخاب تأمین‌کننده ارائه کردند که هم عوامل کمّی و هم عوامل کیفی را در فعالیت خرید به حساب می‌آورد.

وبر و همکارانش در ۲۰۰۰ از یک رویکرد بهینه‌سازی ترکیبی، شامل برنامه‌ریزی چندهدفه و رویکرد DEA استفاده کردند. در این رویکرد، ابتدا از برنامه‌ریزی چندهدفه برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده شد و سپس برای ارزیابی کارآمدی تأمین‌کنندگان انتخاب شده براساس چندین معیار، از رویکرد DEA بهره گرفته شد.

دهل در ۲۰۰۳ یک رویکرد برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط چندهدفه را ارائه کرد که همزمان تعداد تأمین‌کنندگان و مقدار سفارش تخصیصی به هر کدام را در محیط منبع‌یابی چند منبعی با چند محصول تعیین می‌کرد.

وانگ و همکارانش در ۲۰۰۵ یک روش‌شناسی تصمیم‌گیری را برای زنجیره عرضه طراحی کردند که مدیرکارخانه را قادر به انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب می‌سازد. در این روش‌شناسی، از تکنیک‌های AHP و برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده است.

سوکلی و همکارانش در ۲۰۰۸ از یک روش ترکیبی شامل AHP و برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی، برای انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده کردند و نشان دادند که نتیجه مدل ترکیبی در مقایسه با حالتی که مسأله انتخاب تأمین‌کننده تنها با مدل AHP حل می‌شود، سازگاری بیشتری دارد با واقعیت و لذا استفاده از مدل ترکیبی را برای قطعات در کلاس A پیشنهاد کردند. در تحقیق حاضر، برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان از دو مقاله استفاده شده است: سوکلی (۲۰۰۸) و «اوبرین و قدسی پور» (۱۹۹۸).

اهداف اصلی این تحقیق عبارتست از تعیین معیارهای مهم در انتخاب تأمین‌کنندگان و اهمیت هر یک از آنها از نظر مدیران در انتخاب فروشندگان با استفاده از روش فرایند آنالیز سلسله مراتبی فازی. سپس با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی، انتخاب تأمین‌کنندگان با توجه به معیارهای شناسایی شده، بهینه خواهد شد.

بقیه مقاله به صورت زیرسازماندهی شده است:

ابتدا به تشریح معیارها و تکنیک‌های انتخاب تأمین‌کننده پرداخته می‌شود و در ادامه، مباحثی در ارتباط با فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی، روش آنالیز توسعه، نحوه تعیین نرخ سازگاری و مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی بیان می‌گردد. در بخش پایانی، گام‌های اصلی اجرای تحقیق به همراه یک مثال عددی واقعی ـ که در مرکز بهمن موتور اجرا گردید ـ آورده می‌شود.

انتخاب معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان

هدف از انتخاب، شناسایی تأمین‌کنندگانی با بالاترین پتانسیل برای رفع نیازهای شرکت به طور سازگار و با هزینه قابل قبول می‌باشد[۹].

به طور کلی، در تصمیمات مربوط به انتخاب تأمین‌کننده، دو موضوع از اهمیت ویژه برخوردار هستند. یکی اینکه چه معیارهایی باید استفاده شود و دیگری اینکه چه روش‌هایی برای مقایسه تأمین‌کنندگان باید به کار رود. آنالیز این دو موضوع در انتخاب تأمین‌کننده، توجه بسیاری از دانشگاهیان و مدیران خرید را از دهه ۱۹۶۰ جلب کرده است. اولین تحقیق در این باره را دیکسون در ۱۹۶۲ انجام داد. وی ۲۳ معیار برای ارزیابی تأمین‌کنندگان ارائه داد و آنها را برحسب اهمیت رتبه‌بندی کرد. که نتایج آن در جدول زیر آمده است:

جدول۱. معیارهای دیکسون برای انتخاب تأمین‌کننده دیکسون (وبر و همکاران، ۱۹۹۱)

رتبه	معیار
۱	کیفیت (توانایی هر تأمین‌کننده برای دستیابی به ویژگی‌های کیفی)
۲	موعد تحویل (توانایی هر تأمین‌کننده برای دستیابی به زمانبندی تحویل)
۳	سابقه تاریخی عملکرد
۴	سیاست‌های گارانتی و خسارت دهی
۵	تاسیسات و ظرفیت تولید
۶	قیمت
۷	توان فنی (شامل تسهیلات برای تحقیق و توسعه)
۸	وضعیت مالی شرکت
۹	سازگاری با فرایند خریدار(قبول رویه‌ها و دستورالعمل‌های خریدار از سوی تأمین‌کننده)
۱۰	سیستم ارتباطی
۱۱	موقعیت در صنعت در بین رقبا
۱۲	تمایل به دادوستدد
۱۳	مدیریت و سازماندهی
۱۴	کنترل‌های عملیاتی (شامل گزارش‌دهی، کنترل کیفیت و سیستم‌های کنترل موجودی)
۱۵	خدمات پس از فروش
۱۶	طرز برخورد فروشنده با سازمان
۱۷	تصور ما از فروشنده
۱۸	توانایی بسته‌بندی (توانایی هر تأمین کننده برای رسیدن به بسته بندی مورد نیاز محصول)
۱۹	سابقه روابط کاری
۲۰	موقعیت جغرافیایی
۲۱	سابقه تجاری
۲۲	برنامه‌های آموزشی (موجود بودن کمک‌های آموزشی برای محصول از طرف تأمین‌کننده)
۲۳	ارتباط دوطرفه

از ۱۹۹۴، معیارهای جدیدی در مقالات مربوط به انتخاب تأمین‌کننده ارائه شده‌اند که برخی از آنها توسعه معیارهای اولیه دیکسون هستند و برخی دیگر با توسعه فلسفه مدیریت به وجود آمده‌اند؛ به طوری که دو معیار تحویل و کیفیت همچنان به عنوان معیارهای مهم انتخاب مطرح

می‌باشند و طراحی و توسعه محصول و انعطاف‌پذیری، دو معیاری هستند که به تازگی با توسعه مدیریت زنجیره تأمین در ادبیات مربوطه آورده شده‌اند [۱۶].

تکنیک‌های انتخاب تأمین‌کننده

وبر و همکارانش، رویکردهای کمّی برای انتخاب تأمین‌کننده را در ۳ طبقه گروه بندی کردند: مدل‌های وزنی خطی، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، و رویکردهای آماری/ احتمالی [۱۶].

الف) مدل‌های وزنی خطی

در این مدل‌ها، یک وزن (که معمولا ذهنی تعیین می‌گردد) به هر معیار داده می‌شود که بیشترین وزن، نشاندهنده بالاترین اهمیت است. رتبه هر معیار در وزن آن ضرب می‌شود و سپس برای رسیدن به یک شکل واحد برای هر تأمین‌کننده،نتایج با یکدیگر جمع می‌شوند. در نتیجه، تأمین‌کننده با بالاترین رتبه کلی انتخاب می‌شود. این مدل‌ها شامل روش‌هایی همچون AHP،ANPو multi-attributeutility approach هستند[۴].

ب) مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی

مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، امکان تنظیم مسأله تصمیم را برحسب تابع هدف ریاضی برای تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌سازد. بر اساس تعداد توابع هدف، فرایند انتخاب تأمین‌کننده می‌تواند به دو گروه تقسیم گردد: ۱- مدل برنامه‌ریزی ریاضی یک هدفه ۲- مدل برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه.

اکثر محققین از تکنیک‌های یک هدفه همچون برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط یا خطی استفاده می‌کنند که در آنها یک معیار ـ معمولا هزینه ـ به عنوان تابع هدف در نظر گرفته می‌شود و سایر معیارها به عنوان محدودیت‌ها محسوب می‌شوند. اغلب مدل‌های یک هدفه برای حداقل کردن جمع هزینه‌های خرید، هزینه‌های موجودی و هزینه‌های سفارش به کار می‌روند اما در مدل‌های چندهدفه، محققین به دنبال دستیابی همزمان به چند معیار هستند که بدین ترتیب، چند تابع هدف به صورت حداکثر شدن و یا حداقل شدن ارائه می‌گردند[۱۷].

ج) مدل‌های آماری

این مدل‌ها در شرایط عدم اطمینان تصادفی در گزینش به کار می‌روند. بیشتر مدل‌های آماری موجود، در هر زمان، تنها عدم اطمینان مربوط به یک معیار را در نظر می‌گیرند و گزینه‌ای برگزیده می‌شود که بیشترین اثربخشی مورد انتظار را دارد[۱۶].

در این تحقیق از یک روش ترکیبی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در طول زنجیره عرضه استفاده می‌شود که شامل روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و روش برنامه‌ریزی ریاضی خطی چندهدفه فازی است.

فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

روش‌شناسی FAHP براساس مفهوم تئوری مجموعه فازی ـ که توسط پروفسور لطفی‌زاده در ۱۹۶۵ ارائه کرد ـ بنا نهاده شده است[۶]. فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP)، AHP «ساعتی» را از رهگذر ترکیب آن با تئوری مجموعه فازی بسط می‌دهد. درAHP فازی، بعد از ایجاد ساختار سلسله مراتبی برای مسأله‌ای که باید حل شود، برای نشان دادن اهمیت نسبی عوامل متناظر با معیارها از مقیاسهای نسبی فازی استفاده می‌شود. به این ترتیب، یک ماتریس قضاوت فازی ساخته می‌شود، امتیازات نهایی گزینه‌ها توسط اعداد فازی ارائه می‌گردند، و گزینه بهینه از رهگذر رتبه‌بندی اعداد فازی با استفاده از عملگرهای جبری خاص به دست می‌آید[۷].

مفاهیم و تعاریف فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی بر اساس روش آنالیز توسعه

وقتی تصمیم‌گیرنده با یک مسأله غیر قطعی و پیچیده مواجه می‌شود و قضاوت‌های مقایسه‌ای خود را به صورت نسبت‌های غیر قطعی مانند "حدوداً دو برابر مهم‌تر" و "بین دو تا چهار برابر کم‌اهمیت‌تر " بیان می‌کند، گام‌های AHP استاندارد و به خصوص، رویکرد اولویت‌بندی بردار ویژه نمی‌توانند به عنوان رویه‌های درست در نظرگرفته شوند [۷]. در ۱۹۹۶، یک محقق چینی به نام «یونگ چانگ»، روش تحلیل توسعه‌ای[1] را ارائه کرد. در این روش‌شناسی، اعداد فازی مثلثی[2] ۳ همه عناصر را در ماتریس قضاوت و بردارهای وزن این روش، به علت سادگی محاسباتش، در اکثر تحقیقات به کار می‌رود [۱۵].

فرض کنید $\widetilde{A} = \{\widetilde{M}_{ij}\}$ یک ماتریس مقایسه زوجی فازی باشد که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\widetilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \widetilde{M}_{12} & \dots & \widetilde{M}_{1n} \\ \widetilde{M}_{21} & 1 & \dots & \widetilde{M}_{2n} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ \widetilde{M}_{n1} & \widetilde{M}_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

1. Extent Analysis Method
2. Triangular Fuzzy Numbers

$$\tilde{M}_{ji} = 1/\tilde{M}_{ij}$$

آنگاه رابطه برقرار خواهد بود.

حال برای حل مدل با روش EA در هر یک از سطرهای ماتریس مقایسات زوجی، ارزش S_k ـ که خود یک عدد فازی مثلثی است ـ به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$S_k = \sum_{j=1}^{n} M_{kj} * \left[\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} M_{ij} \right]^{-1}$$

که در آن، k بیانگر شماره سطر و i و j، به ترتیب، نشان‌دهنده گزینه‌ها و شاخص‌ها هستند. در این روش، پس از محاسبه S_k ها درجه بزرگی آنها را نسبت به هم باید به دست آورد. به طورکلی، اگر M_1 و M_2 دو عدد فازی مثلثی باشند، درجه بزرگی M_1 بر M_2 به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{cases} V(M_1 \geq M_2) = 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots M_1 \geq M_2 \\ V(M_1 \geq M_2) = hgt(M_1 \cap M_2) \end{cases}$$

و در غیر این صورت داریم:

$$hgt(M_1 \cap M_2) = \frac{u_1 - l_2}{(u_1 - l_2) + (m_2 - m_1)}$$

برای محاسبه وزن شاخص‌ها در ماتریس مقایسات زوجی به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$W'(X_i) = \min \{V(S_i \geq S_k)\} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots k = 1,2,\ldots\ldots, n, k \neq i$$

بنابراین، بردار وزن شاخص‌ها به صورت زیر خواهد بود:

$$W' = [W'(X_1), W'(X_2), \ldots, W'(X_n)]^t$$

که همان بردار ضرایب نابهنجار AHP فازی است. براساس رابطه $W_i = \frac{W_i'}{\sum W_i'}$ اوزان بهنجار شده شاخص‌ها به دست می‌آید[۱].

تعیین نرخ سازگاری در فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی

برای اندازه‌گیری درجه سازگاری ماتریس قضاوت فازی $\widetilde{A}$، یک شاخص γ را می‌توان بعد از تعیین بردار اولویت کریسپ (غیر فازی) به صورت زیر بهینه تعریف کرد:

$$\widetilde{A}=\begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & 1 & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & & 1 \end{bmatrix}$$

که در آن، $\widetilde{A}$ ماتریس مقایسه فازی زوجی، W_1 وزن عامل ۱، W_2 وزن عامل ۲، w وزن عامل n ام است[۱۴].

فرض می‌کنیم یک ماتریس قضاوت فازی به صورت $\widetilde{A}=\{\widetilde{a}_{ij}\}$ ساخته می‌شود که در آن، عدد فازی مثلثی $\widetilde{a}_{ij}$ به صورت (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) بیان می‌گردد. آنگاه برای بردار وزن کریسپ $W=(W_1, W_2, ..., W_n)^T$ می‌توان $\mu_{ij}\left(\frac{W_i^*}{W_j^*}\right)$ را به صورت تابع زیر تعریف کرد:

$$\gamma=\exp\left\{-\max_{ij}\left\langle \mu_{ij}\left(\frac{W_i^*}{W_j^*}\right)\middle| i,j=1,2,\ldots,n, i\neq j\right\rangle\right\}$$

$$\mu_{ij}\left(\frac{W_i^*}{W_j^*}\right)=\begin{cases}\frac{m_{ij}-(W_i/W_j)}{m_{ij}-l_{ij}}, & 0<\frac{W_i}{W_j}\leq m_{ij} \\ \frac{(W_i/W_j)-m_{ij}}{u_{ij}-m_{ij}}, & \frac{W_i}{W_j}>m_{ij}\end{cases}$$

ارزش γ همواره بین صفر و یک است. اگر مقدار آن از $e^{-1}=0.3679$ بزرگتر باشد، آنگاه تمام نسبت‌های واقعی نامساوی‌های $l_{ij}\leq\frac{W_i^*}{W_j^*}\leq u_{ij}$ ارضاء می‌شوند و ماتریس قضاوت فازی از سازگاری خوبی برخوردار خواهد بود. اگر γ مساوی یک باشد، نشاندهنده آنست که ماتریس

قضاوت فازی، کاملا سازگار است. در نتیجه، ماتریس قضاوت فازی با یک γ بزرگتر، سازگارتر است[۱۵].

برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی

در مسائل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه، با توجه به محدودیتهای مفروض، به ندرت می‌توان همه توابع هدف را به طور همزمان بهینه کرد. بنابراین، تصمیم‌گیرنده، در عمل، برخی راه‌حل‌های کارآمد را به عنوان تصمیم نهایی منطبق با درجه رضایت هر هدف انتخاب می‌کند. برنامه‌ریزی خطی فازی را با جدا کردن هر تابع هدف Z_j درون ارزش حداکثر آن Z_j^+ و ارزش حداقل آن Z_j^- به صورت زیرحل می‌کنیم:

$$Z_k^+ = \max Z_k , Z_k^- = \min Z_k$$

$$Z_l^+ = \max Z_l , Z_l^- = \min Z_l$$

Z_l^+ و Z_k^- از طریق حل مسأله چندهدفه به صورت مسأله یک هدفه درمی‌آیند.

یک مسأله برنامه‌ریزی خطی با هدف فازی و محدودیت‌های فازی به صورت زیر ارائه می‌گردد تا بردار X به دست آید، به طوری‌که:

$$\widetilde{Z}_k = \sum_{i=1}^{n} c_{ki} x_i \ \widetilde{\leq}\ Z_k^0 , k = 1,2,3,\ldots,p,$$

$$\widetilde{Z}_l = \sum_{i=1}^{n} c_{li} x_i \ \widetilde{\geq}\ Z_l^0 , l = p+1, p+2,\ldots,q$$

$$s.t:$$

$$\widetilde{g}(x) = \sum_{i=1}^{n} a_{ri} x_i \ \widetilde{\leq}\ b_r , r = 1,2,..h$$

$$g(x) = \sum_{i=1}^{n} a_{pi} x_i \leq b_p , p = h+1,\ldots,m$$

$$x_i \geq 0, i = 1,2,3,..n.$$

در این مدل، علامت ~ محیط فازی را نشان می‌دهد. علامت $\widetilde{\leq}$ در محدودیت‌ها بیانگر شکل فازی شده $\leq$ است و تفسیر زبانی آن "ضرورتاً کوچکتر و مساوی با" و تفسیر زبانی علامت $\widetilde{\geq}$

"ضرورتاً بزرگتر و مساوی با" می‌باشد. Z_l^{o} و Z_k^{o} سطوح آرمانی هستند که تصمیم‌گیرنده می‌خواهد به آنها برسد.

با فرض اینکه توابع عضویت، براساس ترجیح یا ارضاء خطی هستند، تابع عضویت خطی برای اهداف حداقل Z_k و اهداف حداکثر Z_l به صورت زیر است[۳]:

$$\mu_{zk}(x)=\begin{cases}1 & Z_k \le Z_k^-,\\ \dfrac{Z_k^+ - Z_k(x)}{Z_k^+ - Z_k^-} & Z_k^- \le Z_k \le Z_k^+, k=1,2,\dots p,\\ 0 & Z_k \ge Z_k^+.\end{cases}$$

$$\mu_{zl}(x)=\begin{cases}1 & Z_l \ge Z_l^+,\\ \dfrac{Z_l(x) - Z_l^-}{Z_l^+ - Z_l^-} & Z_l^- \le Z_l \le Z_l^+, l=p+1, p+2,\dots,q,\\ 0 & Z_l \le Z_l^-.\end{cases}$$

گام‌های اجرای تحقیق

برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در این تحقیق، گام‌های زیر برداشته شد:

۱. پس از مطالعه وضعیت موجود در مرکز بهمن موتور و انتخاب قطعه مورد نظر برای بررسی، پرسشنامه اول که شامل ۲۸ معیار بود، در میان کارشناسان مربوطه توزیع شد. بعد از جمع‌آوری نظر کارشناسان، ۶ معیار(قابلیت تأمین مشخصات کیفی، توانایی بسته‌بندی و ارسال قطعات، تاسیسات و ظرفیت تولید، انعطاف‌پذیری سازنده در پاسخ به الزامات درخواستی مشتری، مقید بودن سازنده به تعهدات زمانی، و توان فنی) به عنوان معیارهای اصلی ارزیابی تأمین‌کنندگان انتخاب شدند.

۲. پس از تعیین معیارهای اصلی، از کارشناسان خواسته شد به مقایسه زوجی معیارها و تأمین‌کنندگان در ارتباط با هر معیار بپردازند. بعد از ترکیب نتایج مقایسات زوجی، با توسعه فازی مقیاس «ساعتی» برای ۹ طیف تعیین شده در پرسشنامه و با استفاده از روش آنالیز توسعه، وزن‌های معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان و امتیاز هر تأمین‌کننده در زمینه هر معیار تعیین گردید(در جدول پیوست، امتیاز هر تأمین‌کننده در ارتباط با ۶ معیار مورد بررسی برای قطعه انتخابی آورده شده است).

۳. برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب، از روش برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی استفاده شد. به تعداد معیارها، تابع هدف به منظور حداکثر کردن عملکرد تأمین‌کنندگان در ارتباط با هر

معیار در نظر گرفته شد. ضریب متغیرها در توابع هدف، همان امتیاز تأمین‌کننـدگان در هـر معیار بود.

۴. برای حل مدل، ابتدا توابع عضویت خطی برای هر تابع هـدف تعریـف شـد و بـا اسـتفاده از روش جمع‌پذیر وزنی، مدل به صورت یک‌هدفه و کریسپ درآمد. بـا اسـتفاده از نـرم افـزار LINGO0.8، مدل مورد نظر در ارتباط با قطعه "چراغ داخل سپر چپ وانت مزدا" حل شد و تأمین‌کننده مناسب تعیین گردید.

مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی برای «چراغ داخل سپر چپ وانت مزدا» در زیر آورده شده است:

x_j به عنوان تأمین‌کننده j ام در نظر گرفته شده است.

$$\max \widetilde{Z}_1 = 0249X_1 + 0.359X_2 + 0.392X_3 \geq \widetilde{Z}_1^o$$
$$\max \widetilde{Z}_2 = 0.303X_1 + 0.368X_2 + 0.33X_3 \geq \widetilde{Z}_2^o$$
$$\max \widetilde{Z}_3 = 0.266X_1 + 0.37X_2 + 0.364X_3 \geq \widetilde{Z}_3^o$$
$$\max \widetilde{Z}_4 = 0.284X_1 + 0.36X_2 + 0.356X_3 \geq \widetilde{Z}_4^o$$
$$\max \widetilde{Z}_5 = 0.303X_1 + 0.339X_2 + 0.358X_3 \geq \widetilde{Z}_5^o$$
$$\max \widetilde{Z}_6 = 0.265X_1 + 0.354X_2 + 0.382X_3 \geq \widetilde{Z}_6^o$$
$$s.t:$$
$$X_1 + X_2 + X_3 = 1$$
$$X_j = 0,1$$

نتایج زیر بدست آمده است:

$X_1 = 0, X_2 = 0, X_3 = 1$ که نشان می‌دهد که تأمین‌کننده ۳، بهترین انتخـاب بـر اسـاس ترجیحات تصمیم‌گیرنده است.

هدف Z_K و ارزشهای توابع عضویت $\mu_{ZK}(X)$ یا λ_K به صورت زیر است:

(هر λ_K درجه دستیابی به هدف مربوط به آن را نشان می‌دهد)

$$\mu_{Z1}(X) = \lambda_1 = 1, \mu_{Z2}(X) = \lambda_2 = 0.415, \mu_{Z3}(X) = \lambda_3 = 0.94,$$
$$\mu_{Z4}(X) = \lambda_4 = 0.95, \mu_{Z5}(X) = \lambda_5 = 1, \mu_{Z6}(X) = \lambda_6 = 1$$

ارزشـهای توابـع عضـویت نشـان مـی‌دهنـد کـه سـطوح دسـتیابی بـه Z_1, Z_5, Z_6 بـیش از Z_2, Z_3, Z_4 است ($\lambda_1, \lambda_5, \lambda_6$ بزرگتر از $\lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ هستند). بـه عبـارت دیگـر، بـا انتخـاب

تأمین‌کننده ۳ می‌توان با درجه بالاتری به سه معیار «کیفیت، مقید بودن به تعهدات زمانی، و توان فنی» دست یافت.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که در بحث‌های پیشین بیان گردید، استدلال‌ها و قضاوت‌های انسانی، نقش بسیار زیادی در تعیین امتیاز عملکرد تأمین‌کنندگان دارند. لذا هرچه یک تصمیم‌گیری، درگیری بیشتری با نیروی انسانی و همچنین سیستم‌های پیچیده داشته باشد، پدیده فازی، تسلط بیشتری بر توضیح این سیستم‌ها پیدا می‌کند. گرچه هر دو روشAHP و MOLP برای ارزیابی تأمین‌کنندگان، دارای مزایایی نسبت به سایر رویکردها هستند، اما هر کدام از آنها کاستی‌هایی نیز دارند. AHP نمی‌تواند ریسک و عدم اطمینان در ارزیابی عملکرد تأمین‌کننده را به طور کارآمد به حساب آورد. وقتی تصمیم‌گیرنده با یک مسأله غیر قطعی و پیچیده مواجه می‌شود و قضاوت‌های مقایسه‌ای خود را به صورت نسبت‌های غیر قطعی مانند "حدوداً دو برابر مهم‌تر" و "بین دو تا چهار برابر کم‌اهمیت‌تر" بیان می‌کند، گام‌های AHP استاندارد و به خصوص، رویکرد اولویت‌بندی بردار ویژه نمی‌توانند به عنوان رویه‌های درست در نظر گرفته شوند [۷]. در نتیجه، برای غلبه بر اشکالات مذکور، نیاز به یک توسعه فازی از AHP می‌باشد.

از طرفی، مدلMOLP که برای انتخاب تأمین‌کننده به کار می‌رود، دارای اشکالاتی در زمینه به‌کارگیری معیارهای کیفی ـ که در تصمیم‌گیری، بسیار مهم هستند ـ است. از طرف دیگر، در تدوینMOLP، بسیاری از اهداف غالباً به عنوان محدودیت‌ها در نظر گرفته می‌شوند که آنها را می‌توان با ترکیب این رویکردها مرتفع کرد.

ضمائم

نحوه تعریف پارامترها و توسعه فازی مقیاس ساعتی

برای ساخت ماتریس قضاوت، از اعداد فازی مثلثی متقارن $\tilde{1}$ تا $\tilde{9}$ از طریق تکنیک مقایسه زوجی استفاده می‌شود.

جدول زیر، پارامترهای تابع ویژگی اعداد فازی مورد استفاده را تعریف می‌کند.

جدول۲. پارامترهای تابع ویژگی اعداد فازی (مون و همکاران،۱۹۹۴).

اعداد فازی	تعریف
$\tilde{1}$	$a=1,c=2,a\le x\le a+c$
$\tilde{3}$	$a=3,c=2,a-c\le x\le a+c$
$\tilde{5}$	$a=5,c=2,a-c\le x\le a+c$
$\tilde{7}$	$a=7,c=2,a-c\le x\le a+c$
$\tilde{9}$	$a=9,c=2,a-c\le x\le a$

جدول ۳. امتیاز هر تأمین‌کننده در ارتباط با ۶ معیار مورد بررسی برای قطعه چراغ داخل سپر چپ وانت مزدا(۰/۴۲= γ)

معیارها	قابلیت تأمین مشخصات کیفی (۰/۲) γ =۰/۴۳۷	توانایی بسته بندی و ارسال قطعات (۰/۱۴) γ =۰/۶۱۷	تجهیزات و ظرفیت تولید (۰/۱۸) γ =۰,۴۲	انعطاف پذیری سازنده (۰/۱۷) γ =۰/۴۳۶	مقید بودن به تعهدات زمانی (۰/۱۷) γ =۰/۶۰۵	توان فنی (۰/۱۴) γ =۰/۴۳۷
تأمین‌کننده ۱	۰/۲۴۹	۰/۳۰۳	۰/۲۶۶	۰/۲۸۴	۰/۳۰۳	۰/۲۶۵
تأمین‌کننده ۲	۰/۳۵۹	۰/۳۶۸	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۳۳۹	۰/۳۵۴
تأمین‌کننده ۳	۰/۳۹۲	۰/۳۳	۰/۳۶۴	۰/۳۵۶	۰/۳۵۸	۰/۳۸۲

منابع

۱. آذر، عادل و فرجی، حجت ، ۱۳۸۷، "علم مدیریت فازی" چاپ دوم، تهران، انتشارات مؤسسه کتاب مهربان نشر

۲. زوکرمن، امی، ۱۳۸۳، "مدیریت زنجیره تأمین" تقی زاده، علی، صالحی، بهرام، چاپ اول، شیراز، انتشارات ترمه.

3. Amid,A., Ghodsypour , S.H., OBrien , C., (2006) , Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics* 104. 394-407.
4. Boer.de Luitzen, Labro.Eva , Morlacchi. Pierangela ,(2001) , A review of methods supporting supplier selection . *European journal of purchasing & supply management* 7 ,. 75-89.
5. Cebi,Ferhan, Bayraktar, Demet ,(2003), an integrated approach for supplier selection. *logistic information management*.16(6),pp.395-400.
6. Celik,M., Er,I.D, Ozok,A.F,(2009), Application of fuzzy extended AHP methodology on shipping registry selection: The case of Turkish maritime industry. *Expert Systems with Applications* 36 , 190-198.
7. Duran,O.,Aguilo,J., (2008) , Computer-aided machine-tool selection based on a Fuzzy-AHP approach. *Expert Systems with Applications* 34 ,1787-1794.
8. Ghodsypour,S.H.,Obrien,C.,(2001), the total cost of logestics in supplier selection , under conditions of multiple sourcing ,multiple criteria and capacity constraints. *international journal of production economics* , 15-27.
9. Kahraman ,C., Cebeci ,U.,Ulukan ,Z.,(2003) , Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP . *Logistics Information Management* 6 ,382-394.
10. Kumar , N., Chan , F., (2007) , Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP- based approach . *Omega* 35 , 417-431.
11. Mon,D-L., Cheng , C-H., Lin , J.C., (1994) , Evaluating weapon system using fuzzy analytic hierarchy process based on entropy weight. *Fuzzy sets and Systems* 62,127-134.
12. Percin , S.,(2008) , Use of fuzzy AHP for evaluating the benefits of information-sharing decisions in a supply chain . *Journal of Enterprise Information Management* 3,263-284.
13. Tracey , M.,Tan, C.L., (2001), empirincal analysis of supplier selection and involvement , costomer satisfaction , and firm performance. *supply chain management: an international journal*, 6(4),174-188.
14. Vahidian ,M.H., Alesheikh , A., Alimohammadi, A., Bassiri, A., (2008), Fuzzy analytical hierarchy process in GIS application .593-596.

15. Wang,L.,Chu,J.,Wu,J.,(2007), Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process . *international journal of production economics* 107 , 151-163 .
16. Weber,.C.A.,Current,L.R.,Benton,W.C.,(1991),Vendor selection criteria and methods. *Eur.J.Oper.Res*.50, 2-18.
17. Xia,W.,Wu,Z.,(2007), Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments . *Omega* 35, 494-504.