چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۲۲ ـ تابستان ۱۳۹۵
ص‌ص ۱۶۷ ° ۱۴۹

انتخاب تأمین‌کننده با رویکرد گسترش عملکرد کیفی و تاپسیس خاکستری

سیدهادی میرقادری*، اشکان عیوق، الیکا طاهرزاده*****

چکیده

انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها در زنجیره تأمین است که درنهایت بر رضایت مشتریان از عملکرد شرکت اثر می‌گذارد. پژوهش حاضر با لحاظ‌کردن عدم‌قطعیت‌های موجود در فضای کسب‌وکار، رویکردی را برای انتخاب تأمین‌کننده به‌منظور برآوردن نیاز مشتری نهایی ارائه می‌دهد که ترکیبی از روش‌های گسترش عملکرد کیفی و تاپسیس در فضای تئوری خاکستری است. مورد مطالعه این پژوهش، قطعه پرکاربرد ساعت نجومی در «شرکت صنایع روشنایی آرم» است. مصاحبه با نمایندگان مشتریان به شناسایی ۳۰ نیاز عام و خاص مشتریان منجر شد که با استفاده از گروه تمرکز و حذف موارد غیرمرتبط با قطعه انتخاب‌شده، ۱۴ نیاز برای روش گسترش عملکرد کیفی نهایی شد. پس از ترجمه نیازهای مشتریان به الزامات فنی قطعه توسط مهندسان شرکت، ۴۳ الزام فنی در ماتریس خانه کیفیت قرار گرفت و با تحلیل اعداد خاکستری، وزن هر یک از الزامات فنی تعیین شد. روش تاپسیس با داده‌های خاکستری برای رتبه‌بندی ۱۳ تأمین‌کننده داخلی و خارجی ساعت نجومی به‌کار رفت و بهترین رتبه به‌عنوان مناسب‌ترین تأمین‌کننده انتخاب شد. خرید قطعه از تأمین‌کننده منتخب باعث می‌شود که الزامات فنی موردنیاز برای برآوردن نیاز مشتری در بالاترین حد ممکن تأمین شود.

واژه‌های کلیدی: انتخاب تأمین‌کننده؛ تئوری خاکستری؛ تاپسیس خاکستری؛ گسترش عملکرد کیفی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۳/۲۸، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۶/۵.

* استادیار دانشگاه شیراز.

E-mail: mirghaderi@shirazu.ac.ir

** استادیار، مرکز مطالعات مدیریت ایران.

*** دانش آموخته ارشد، دانشگاه کار قزوین.

۱. مقدمه

امروزه ایجاد ارزش برای مشتریان همزمان با صرفه‌جویی در هزینه‌ها به‌عنوان شاخص اصلی سازمان‌ها مطرح شده و به یکی از مهم‌ترین اقدامات در زنجیره تأمین تبدیل شده است [۲۱]؛ بنابراین ایجاد یک سیستم یکپارچه و ساختاریافته انتخاب تأمین‌کننده به‌منظور افزایش ارزش برای مشتری اقدامی مهم و ضروری برای سازمان‌ها است [۲۶]. بسیاری از شرکتهای با تجربه بر این باورند که انتخاب تأمین‌کننده، مهمترین فعالیت یک سازمان به شمار می‌آید[۲۴]. اهمیت این فعالیت از آن رو است که رسیدن به محصولات با کیفیت و به‌تبع آن کسب رضایت مشتری به‌شدت به انتخاب تأمین‌کننده بستگی دارد که در این فرآیند، عدم‌قطعیت‌های بسیاری وجود دارد. انتخاب تأمین‌کننده می‌تواند دشوار باشد؛ زیرا اثرات بلندمدت و عدم‌قطعیت ذاتی دارد [۱۴]. لی و همکاران [۱۵] نیز بر دشواری تصمیم انتخاب تأمین‌کننده صحه می‌گذارند و آن را ناشی از قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان در فضای عدم‌قطعیت و ناتوانی در برآورد این قضاوت‌ها با یک مقدار عددی دقیق می‌دانند؛ از سوی دیگر انتخاب تأمین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چندشاخصه است که از چند عامل متضاد تأثیر می‌پذیرد [۲۳]. در شرایط عدم‌اطمینان، اتکای ساده‌انگارانه به عامل قیمت، به انتخاب بهترین گزینه برای تأمین منجر نمی‌شود [۲۵]. به‌طورکلی ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده نه‌تنها معیارهای کمّی را دربرمی‌گیرد؛ بلکه عوامل کیفی را نیز مدنظر قرار می‌دهد و این امر به ابهام و عدم‌دقت منجر می‌شود که این ابهامات با استفاده از روش‌های گوناگون به حداقل می‌رسند [۱۲].

به‌دلیل عدم‌قطعیت موجود در دنیای امروز و نادقیق‌بودن اطلاعات، استفاده از نظریه‌های عدم‌قطعیت نظیر تئوری فازی یا خاکستری[1] مفید است؛ همچنین به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه در شرایط عدم‌قطعیت به‌دلیل استفاده از اعداد خاکستری یا فازی با ابهام در قضاوت تصمیم‌گیران مقابله می‌کند و به‌تبع آن فرآیند انتخاب تأمین‌کننده با دقت بالاتری انجام می‌گیرد [۲۲].

نوآوری این پژوهش در اتخاذ رویکردی خاص به حل مسئله انتخاب تأمین‌کننده است که نظرها و نیازمندی‌های مشتریان نهایی شرکت را در این انتخاب لحاظ می‌کند و شاخص‌های تصمیم‌گیری در مورد انتخاب تأمین‌کنندگان، برآمده از الزامات طراحی محصول است که با خواسته‌های مشتری ارتباط کامل دارد و دارای کیفیت بالایی است. این روش برخورد با مسئله انتخاب تأمین‌کننده، عملیاتی‌سازی رویکرد مشتری‌مداری و مبنا قراردادن نیاز مشتری در تصمیم‌گیری‌ها است. این امر از طریق ترکیب دو ابزار گسترش عملکرد کیفی و تصمیم‌گیری چندمعیاره حاصل شده است. دیگر نوآوری روش‌شناسانه مقاله، تلاش برای انطباق با دنیای

1. Grey or Fuzzy Theory

واقعی است. بسیاری از ساده‌سازی‌های کمّی، به قطعی‌انگاشتن متغیرها در دنیای واقعی منجر می‌شود که فرض صحیحی نیست و موجب ناکارآمدی جواب مسئله و ناسازگاری روش توصیه‌شده با شرایط دنیای واقعی می‌شود. در این پژوهش برای غلبه بر عدم‌اطمینان طبیعی موجود در محیط کسب‌وکار، از تئوری خاکستری استفاده شده است و داده‌های ماتریس خانه کیفیت و ورودی‌های تاپسیس، اعداد خاکستری و نه قطعی هستند.

در ادامه، پیشینه پژوهش با تأکید بر مرتبط‌ترین پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه مسئله انتخاب تأمین‌کننده ارائه می‌شود که در آن مبانی نظری گسترش عملکرد کیفی و تاپسیس خاکستری نیز مرور می‌شود؛ سپس روش‌شناسی پژوهش و تئوری خاکستری و در ادامه، چگونگی تجزیه‌وتحلیل داده‌ها موردبررسی قرار می‌گیرند و در انتها به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها پرداخته می‌شود.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پژوهش‌های اولیه در ارزیابی تأمین‌کنندگان در درجه اول بر عوامل هزینه‌ای تأکید داشتند، مطالعات اخیر از عوامل متعددی نظیر قابلیتهای فنآوری اطلاعات در فرآیند ارزیابی استفاده کرده‌اند[۹] دیکسون (۱۹۹۶) برای نخستین بار ۲۳ معیار را از دیدگاه مدیریت خرید برای انتخاب تأمین‌کننده مشخص و آن‌ها را تحلیل کرد [۶].

تقسیم‌بندی‌های مختلفی از معیارهای انتخاب تأمین‌کننده در پیشینه موضوع وجود دارد؛ ولی برای دستیابی به رضایت مشتریان نهایی و حفظ آن‌ها برای سازمان، بهتر است برخی از معیارهای انتخاب تأمین‌کننده نظیر الزامات فنی محصول با نیاز مشتریان مرتبط بوده و برآورنده آن باشد. نیاز مشتریان خواسته‌های عام و خاص آن‌ها است که سازمان مربوطه به‌منظور تأمین این نیازها تلاش می‌کند. کارآمدترین سازمان، سازمانی است که نیازهای مشتریان خود را با مشخصات فنی خریداری‌شده از تأمین‌کننده منطبق سازد.

اتخاذ روش مناسب برای انتخاب تأمین‌کننده به‌طور مؤثر به کاهش ریسک خرید و افزایش کیفیت تأمین منجر می‌شود. روش‌های انتخاب تأمین‌کننده، مدل‌ها و یا رویکردهای مورداستفاده برای انجام فرآیند انتخاب هستند. معمولاً زمانی که یک شرکت شروع به توسعه و یا انتخاب روش انتخاب تأمین‌کننده می‌کند، ممکن است یک روش یا ترکیبی از چندین روش را برای رفع نیازهای خاص خود انتخاب کند که این انتخاب به میزان زیادی به عوامل سازمانی و محیطی بستگی دارد [۱۷].

فرآیند انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهم‌ترین مسائل در زنجیره تأمین هر سازمان است. پژوهشگران زیادی در سال‌های گذشته به فرآیند انتخاب تأمین‌کننده پرداخته‌اند که در ادامه به

برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

چانگ بی و همکاران (۲۰۱۰) برای انتخاب تأمین‌کنندگان از یک روش تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی بر اساس معیار زبان‌شناختی فازی استفاده کردند که این روش ورودی‌ها را در نظر نمی‌گرفت و به اثر شناخت ذهنی و یا ویژگی‌های تجربه‌ای تصمیم‌گیرنده در زمان امتیازدهی در مقیاس بازه‌های زبان‌شناختی توجه نمی‌کرد [۳].

لی و همکاران (۲۰۰۷)، پژوهشی باعنوان «یک رویکرد مبتنی بر تصمیم‌گیری خاکستری برای انتخاب تأمین‌کنندگان» انجام دادند و در آن با استفاده از مفهوم درجه امکان خاکستری و با کاربرد متغیرهای معین و متغیرهای زبانی، رویکرد جدیدی برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره در شرایط عدم‌اطمینان و ناکامل‌بودن اطلاعات ارائه کردند [۱۶].

لی و همکاران (۲۰۰۷)، با ارائه مقاله «کاربرد تئوری خاکستری به‌منظور تصمیم‌گیری برای انتخاب تأمین‌کننده» با ارائه روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه و به‌کارگیری تئوری خاکستری برای مسئلهٔ عدم‌اطمینان موجود در انتخاب تأمین‌کننده در سیستم مدیریت زنجیره تأمین راهکاری ارائه کردند [۱۵].

دی و همکاران (۲۰۱۲)، تأکید می‌کنند که با توجه به اینکه ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چندشاخصه شامل عوامل ملموس و ناملموس در سیستم مدیریت زنجیره تأمین است، می‌توان از طریق ادغام اوزان روش‌های دیمتل با گسترش عملکرد کیفی به موضوع انتخاب تأمین‌کننده پرداخت [۵].

موخرجی (۲۰۱۳) از یک درجه اولویت فازی برای حل مسئله انتخاب تأمین‌کننده استفاده کرد که این درجه اولویت فازی بین دو عدد فازی مثلثی قرار دارد و یک فرآیند منحصربه‌فرد برای طبقه‌بندی تأمین‌کنندگان ارائه می‌کند [۱۹].

دورسان و کارسوک (۲۰۱۳) با استفاده از روش‌های QFD[1] و تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی سعی کردند تا اوزان معیارهای انتخاب تأمین‌کننده را به‌دست آورند و با استفاده از روش‌های دقیق رتبه‌بندی فازی، تأمین‌کنندگان را رتبه‌بندی کنند [۷].

امیری و همکاران (۱۳۹۱)، عوامل مختلف مؤثر بر انتخاب تأمین‌کننده را با استفاده از تحلیل عاملی مشخص کردند و وزن هر عامل را از میانگین وزن معیارهای مربوطه به‌دست آوردند. ماتریس‌های تصمیم خاکستری را تشکیل دادند و درنهایت تأمین‌کنندگان را با استفاده از مفهوم درجه امکان خاکستری رتبه‌بندی کردند [۱].

با بررسی پیشینه پژوهش مشخص شد که استفاده از QFD کمتر برای انتخاب تأمین‌کننده به‌کار رفته و بیشتر برای ترجمه نیاز مشتری به الزامات فنی استفاده شده است؛ از طرفی استفاده

1. Quality Function Deployment

از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای انتخاب تأمین‌کننده بسیار پرکاربرد بوده است؛ اما تعیین شاخص‌های مناسب برای این مسئله موردبحث فراوان بوده است. در این پژوهش برای حل این مشکل، شاخص‌ها با استفاده از روش QFD خاکستری تعیین و ماتریس تصمیم تشکیل شد. برای نتیجه‌گیری از ماتریس تصمیم نیز روش تاپسیس- که نزدیکی و دوری از ایده‌آل مثبت و منفی را مدنظر قرار می‌دهد- برای دستیابی هر چه بیشتر به الزامات مشتری به‌کار رفت.

گسترش عملکرد کیفی. گسترش عملکرد کیفی یک نوآوری است که بیش از دو دهه قدمت دارد و برای نخستین بار در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل ۱۹۷۰، توسط «پروفسور یوجی آکااو» در سال ۱۹۷۲ در ژاپن پایه‌گذاری شد. گسترش عملکرد کیفی یکی از روش‌های طراحی فرآیندگرا برای ترجمه نیازهای مشتری به مشخصات محصول و کسب اطمینان از اجرای مناسب یافته‌ها است [۲]. QFD یک فرآیند بصری است که به گروه‌ها کمک می‌کند تا بر نیازهای مشتریان در سراسر چرخه توسعه کلی تمرکز کنند. این روش مفاهیمی برای ترجمه نیازهای مشتری به الزامات فنی مناسب برای هر مرحله از توسعه چرخه محصول/ فرآیند فراهم می‌کند [۴]. QFD فرآیندی است که به شرکت‌ها کمک می‌کند تا رابطه‌ای نزدیک بین آنچه مشتری می‌خواهد و آنچه شرکت قادر به ساخت آن است، ایجاد کنند.

نخستین مرحله از روش QFD، ماتریس خانه کیفیت است که چهار مرحله اصلی دارد. در گام اول خانه کیفیت، داده‌های مشتری از طریق برگزاری طوفان ذهنی با مشارکت واحد فروش و از طریق مصاحبه، پرسشنامه و دیگر بررسی‌ها جمع‌آوری می‌شوند.

در گام دوم، خواسته‌های مشتری عمدتاً توسط مهندسان و با استفاده از طوفان ذهنی به ویژگی‌ها یا مشخصه‌های فنی (الزامات) محصول برگردان می‌شود. این الزامات باید بر اساس اصطلاحات قابل‌سنجش مهندسی بیان شود. دشوارترین کار در این مرحله شناسایی الزاماتی است که اهمیت دارند و واقعاً خواسته‌ها یا نیازهای مشتری را پوشش خواهند داد. این الزامات فنی در بالای ماتریس خانه کیفیت نوشته می‌شوند[۱۳].

در گام سوم، گروه با مشخص کردن اینکه آیا رابطه‌ای قوی، ضعیف و یا هیچ رابطه‌ای بین هر یک از الزامات فنی محصول با هریک از نیازهای مشتری وجود داد یا خیر، ماتریس را ارزیابی می‌کند. در گام آخر، هر یک از الزامات محصول با سایر الزامات مقایسه می‌شود تا بررسی شود که آیا رابطه قوی یا رابطه‌ای ضعیف وجود دارد و یا هیچ رابطه‌ای وجود ندارد.

QFD خاکستری نیز همانند QFD سنتی برای تبدیل چه‌ها (نیازها) به چگونه‌ها (الزامات فنی) استفاده می‌شود. به‌طورکلی در QFD خاکستری که بر نیازهای حال مشتریان تمرکز دارد، برای پیش‌بینی دقیق‌تر، مجموعه داده‌های نسبتاً بزرگی موردنیاز است؛ اما نیازهای مشتری پویا هستند

و ممکن است از یک زمان به زمان دیگر به‌شدت تغییر کنند؛ درنتیجه به‌دست‌آوردن نیازهای آینده مشتری به‌منظور رقابت طولانی‌مدت شرکت بسیار مهم است. برای درک نیاز مشتری که ممکن است در آینده نزدیک اهمیت بیشتری پیدا کند و یا از دیدگاه مشتریان کم‌اهمیت‌تر شود، روند تجزیه‌وتحلیل خاکستری ارائه شده است. در این پژوهش با الگوگیری از اعداد بازه‌ای، ماتریس روابط در خانه کیفیت به‌صورت خاکستری تکمیل شده است.

تاپسیس خاکستری. روش‌های تصمیم‌گیری در شرایط عدم‌اطمینان به‌منظور برخورد با ابهام موجود در پدیده‌ها و همچنین عدم‌قطعیتی که در ذات و نهاد طبیعت جای دارد، گسترش یافتند. با این توضیحات پژوهشگران به توسعه روش تاپسیس با داده‌های خاکستری و فاصله‌ای پرداختند. در زیر به مراحل مختلف این روش پرکاربرد اشاره می‌شود [۲۰].

گام اول: مجموعه‌ای از شاخص‌ها (الزامات فنی) برای ارزیابی گزینه‌ها شناسایی و تعیین می‌شود.

گام دوم: با توجه به نظرها و ارزیابی‌های تصمیم‌گیرنده و همچنین اطلاعات واقعی به‌دست‌آمده از گزینه‌ها درخصوص امتیاز هر یک از گزینه‌ها نسبت به شاخص‌های تصمیم‌گیری، ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری -که در این پژوهش ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری مربوط به قطعه ساعت نجومی است- تشکیل می‌شود. در این ماتریس $\otimes r_{ij} = \left[\underline{r_{ij}}, \overline{r_{ij}}\right]$ امتیاز گزینه iام در شاخص jام که همان اطلاعات واقعی به‌دست‌آمده از گزینه‌ها است و به‌صورت یک عدد خاکستری و بازه‌ای بیان می‌شود. برای شاخص‌های هزینه‌ای نیز با معکوس‌سازی اعداد ستون مربوط به این‌گونه شاخص‌ها، هم‌جهت‌سازی انجام می‌شود.

گام سوم: برای ازبین‌بردن اثر مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری، بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری خاکستری انجام می‌شود. جهان‌شاهلو و همکاران(۲۰۱۱) برای بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم خاکستری رابطه زیر را پیشنهاد کردند[۱۱]:

رابطه (۱)
$$\otimes\left[\underline{n_{ij}}, \overline{n_{ij}}\right] = \left[\frac{\underline{r_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}\left[\left(\underline{r_{ij}}\right)^2 + \left(\overline{r_{ij}}\right)^2\right]}}, \frac{\overline{r_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m}\left[\left(\underline{r_{ij}}\right)^2 + \left(\overline{r_{ij}}\right)^2\right]}}\right]$$

گام چهارم: وزن شاخص‌های تصمیم‌گیری باید در ماتریس اعمال شود. این اوزان ممکن است از روش‌های مختلفی تعیین شوند و می‌توانند اعداد خاکستری یا قطعی باشند. محصول این گام، ماتریس بی‌مقیاس‌شده موزون است. برای به‌دست‌آوردن این ماتریس، امتیاز هر گزینه در هر شاخص ماتریس تصمیم بی‌مقیاس در وزن آن شاخص ضرب می‌شود. در حالت کلی:

رابطه (۲) $$\otimes v = \otimes N . \otimes W$$

گام پنجم: همانند تاپسیس قطعی در حالت خاکستری نیز باید ایده‌آل مثبت و منفی تعیین شود. لین و لیو (۲۰۰۷) و سایر پژوهشگران بردارهای ایده‌آل مثبت و منفی را به‌صورت رابطه ۳ و ۴ بیان می‌کنند[۱۸]:

رابطه (۳) $$A^{+} = \left\{ v_1^{+}, v_2^{+}, \ldots, v_n^{+} \right\} = \left\{ \left(\max \overline{v}_{ij}, j \in J \right) \right\}$$

رابطه (۴) $$A^{-} = \left\{ v_1^{-}, v_2^{-}, \ldots, v_n^{-} \right\} = \left\{ \left(\min \underline{v}_{ij}, j \in J \right) \right\}$$

گام ششم: در این گام، فاصله هر یک از گزینه‌ها نسبت به بردارهای ایده‌آل مثبت منفی محاسبه می‌شود. لین و لیو (۲۰۰۷) روابط زیر را برای این محاسبه ارائه کردند[۱۸]:

رابطه (۵) $$d_i^{+} = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^{m} \left(\left| v_j^{+} - \underline{v_{ij}} \right|^2 + \left| v_j^{+} - \overline{v_{ij}} \right|^2 \right)}$$

گام هفتم: با توجه به فواصل محاسبه‌شده هر گزینه از ایده‌آل‌های مثبت و منفی، اکنون می‌توان شاخص نزدیکی نسبی به ایده‌آل مثبت هر گزینه را از طریق رابطه زیر به‌دست آورد:

رابطه (۶) $$d_i^{-} = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^{m} \left(\left| v_j^{-} - \underline{v_{ij}} \right|^2 + \left| v_j^{-} - \overline{v_{ij}} \right|^2 \right)}$$

رابطه (۷) $$C_i^{+} = \frac{d_i^{-}}{d_i^{+} + d_i^{-}}$$

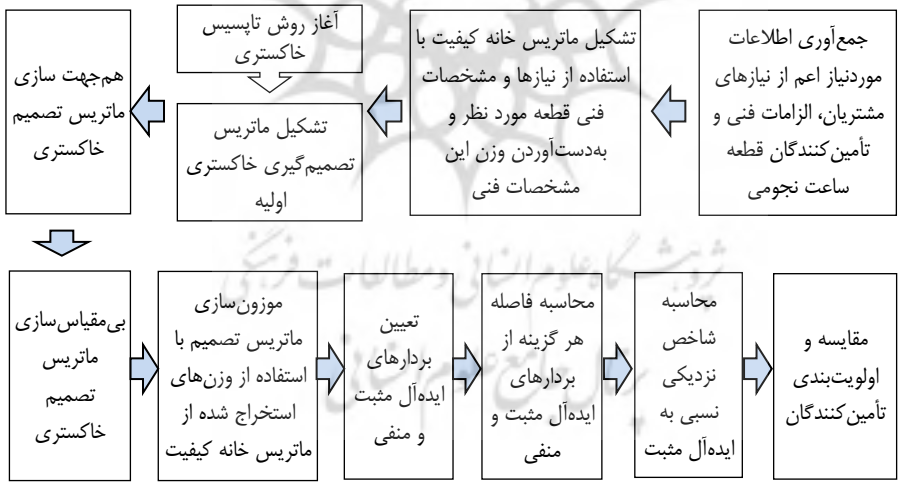
هرچه مقدار C_i به‌دست‌آمده بیشتر باشد، به‌معنای بهتربودن گزینه iام است؛ سپس اعداد به‌دست‌آمده با هم مقایسه شده و گزینه‌ها به‌ترتیب رتبه‌بندی می‌شوند [۸].

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ماهیت و روش در دسته پژوهش‌های مطالعه موردی قرار دارد؛ زیرا در یک سازمان خاص انجام شده و به‌دنبال حل مسئله انتخاب تأمین‌کننده برای آن است. از نظر

هدف جزو پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد. در این پژوهش برای شناسایی نیازها و الزامات فنی موردنیاز، جمع‌آوری اطلاعات لازم و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان، تمامی کارشناسان بخش‌های مختلف «شرکت صنایع روشنایی آرم» که اشراف کامل بر موضوع داشتند و دارای تجربه و تخصص لازم بودند به همراه تعدادی از نمایندگان مشتریان به‌عنوان جامعه موردمطالعه شناسایی شدند؛ همچنین به دلیل اینکه برخی از داده‌ها و اطلاعات موردنیاز نیز مستقیماً از تأمین‌کنندگان قطعه موردمطالعه اخذ شده است، برای تعیین تأمین‌کنندگان بالقوه از روش نمونه‌گیری دردسترس (به‌معنای دردسترس‌بودن اطلاعات قطعه تولیدی آن‌ها) استفاده شد.

«شرکت صنایع روشنایی آرم» که در زمینه تولید محصولات روشنایی اعم از چراغ‌های اتوبان‌ها، معابر، پایه‌ها، دکل‌ها و کانال‌های انتقال نیرو فعالیت دارد به‌عنوان قلمرو مکانی انتخاب شد و یک قطعهٔ پرکاربرد در محصولات نهایی این شرکت موردبررسی قرار گرفت. این قطعه «ساعت نجومی»[1] است که زمان‌بندی روشن و خاموش‌شدن چراغ‌ها به‌وسیله آن انجام می‌شود. در این پژوهش ابتدا با مطالعه سوابق موجود و از طریق پرسشنامه نظرسنجی از مشتریان و به کمک همفکری گروه تمرکز مهم‌ترین نیازهای مشتریان «شرکت آرم» استخراج و متناسب با آن‌ها الزامات فنی نیز تعیین شد؛ همچنین فهرستی از تأمین‌کنندگان قطعه ساعت نجومی نیز تهیه شد؛ سپس با استفاده از ماتریس خانه کیفیت خاکستری، وزن خاکستری هری ک از الزامات فنی موردنیاز محاسبه گردید؛ درنهایت نیز تأمین‌کنندگان قطعه ساعت نجومی به کمک روش تاپسیس خاکستری رتبه‌بندی و مناسب‌ترین تأمین‌کننده با توجه به معیار الزامات فنی انتخاب شد. شکل ۱، مراحل انجام پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱. مراحل انجام پژوهش

1. Astronomical Time Switch

در ادامه تئوری خاکستری مورداستفاده در این پژوهش توضیح داده می‌شود.

تئوری خاکستری. در دنیای واقعی، اصولاً عدم‌قطعیت در ذات و نهاد طبیعت جای دارد. برای مواجهه با عدم‌قطعیت و ابهام موجود در دنیای واقعی، منطق دو ارزشی (در این منطق یک گزاره یا درست است یا نادرست) به‌تدریج جای خود را به پذیرش منطق عدم‌قطعیت می‌سپارد. در این منطق ارزش هر پدیده در بازه‌ای از صفر تا یک تعریف می‌شود، نه دقیقاً در مجموعه صفر و یک؛ یعنی امکان بیان یک پدیده به‌صورت نسبتاً درست یا نسبتاً نادرست نیز وجود دارد. برای توصیف و مطالعه این جنبه از پدیده‌ها می‌توان از ریاضیات فازی[1] استفاده کرد که مفهومی واضح و دامنه‌ای غیرقطعی دارد و بر پایه توابع عضویت بنا نهاده شده است. وابسته بودن به تجربه خبرگان و یا نمونه‌های تجربی پیشین برای برآورد تابع عضویت ضعف این روش محسوب می‌شود. تئوری سیستم‌های خاکستری به‌عنوان بسط‌یافته تئوری فازی در شرایط با اطلاعات غیرکامل برای مطالعه مسائلی با نمونه‌های کوچک و از اطلاعات ضعیف توسط دنگ(۱۹۸۲) توسعه یافت [۱۰]. تئوری سیستم‌های خاکستری الگوریتمی است که روابط اعضای یک مجموعه با یک عضو مرجع در شرایط عدم‌قطعیت را بررسی و تحلیل می‌کند و در ارائه راه‌حل برای مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره کاربرد فراوان دارد.

اعداد خاکستری نیز مانند اعداد معمولی دارای محاسبات جبری هستند. برای مثال، وقتی دو عدد بازه‌ای با هم جمع می‌شوند، بازه حاصل مجموعه‌ای است که دربرگیرنده جمع دوبه‌دوی تک‌تک اعداد آن بازه‌ها است. اگر دو عدد بازه‌ای A=[l, r] و B=[m, n] در نظر گرفته شوند، چهار عمل اصلی بر روی اعداد بازه‌ای را می‌توان به شکل زیر فرموله کرد:

رابطه (۸)
$$A+B=[m+l,n+r]$$

رابطه (۹)
$$A-B=[l-n,r-m]$$

رابطه (۱۰)
$$AB=[\min S,\max S] \qquad S=\{lm,ln,rm,rm\}$$

رابطه (۱۱)
$$A/B=A.(\frac{1}{B})=[lr].[\frac{1}{n},\frac{1}{m}] \qquad 0\notin[m,n]$$

1. Fuzzy Mathematics

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

در این پژوهش به کمک روش تاپسیس خاکستری و داده‌های موجود و با توجه به الزامات فنی تعیین‌شده، تأمین‌کنندگان قطعه ساعت نجومی در «صنایع روشنایی آرم» به‌ترتیب اولویت‌بندی و مناسب‌ترین تأمین‌کننده انتخاب شد؛ بدین منظور ابتدا۳۰ نیاز عام و خاص مشتریان «شرکت آرم» از طریق مطالعه سوابق موجود جمع‌آوری شدند؛ سپس به کمک یک پرسشنامه نظرسنجی اهمیت نیازها و همچنین همفکری گروه تمرکز (کارشناسان واحد فروش و فنی و نمایندگان مشتریان) ۱۴ نیاز به‌عنوان مهم‌ترین و مرتبط‌ترین نیازهای مشتریان شرکت تعیین شدند؛ زیرا هر ۳۰ نیاز برای تمامی مشتریان اهمیت و اولویت یکسانی نداشتند و مستقیماً به قطعه موردمطالعه مربوط نبودند. مهم‌ترین نیازهای استخراج‌شده مربوط به قطعه موردمطالعه عبارت‌اند از:

۱. درخشندگی بیشتر و خیرگی کمتر؛ ۲. قابلیت ذخیره‌کردن انرژی؛ ۳. ایمنی بیشتر نسبت به لامپ‌های گازی؛ ۴. روشن و خاموش شدن خودکار چراغ؛ ۵. قیمت مناسب محصول؛ ۶. زمان تحویل به‌موقع محصولات.

پس از شناسایی نیازها، الزامات فنی متناسب با آن‌ها باید تعیین شوند که این مشخصات توسط گروه تمرکز که متشکل از واحد فنی و واحد فروش هستند و اشراف کامل بر الزامات فنی دارند مشخص می‌شوند. برخی از الزامات فنی متناسب با نیازهای مشتری در جدول ۱ نمایش داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱. الزامات فنی مرتبط با نیازهای مشتری

نماد	شرح	عدد خاکستری	واحد
T1	سختی حباب لامپ (سختی پلی‌کربنات)	[۲۰ ،۳۵]	شور
T2	داشتن حافظه جانبی برای حفظ تاریخ، ساعت و کلیه تنظیمات پس از قطع برق ورودی	[۳۲ ،۲۰]	گیگابایت
T3	تعداد کدهای از پیش تعیین‌شده برای کارهای مختلف	[۵ ،۳۰]	عدد
T4	دقت بالای ساعت نجومی در محاسبه شدت نور در طلوع و غروب خورشید	[۳۰۰ ،۱۰۰۰]	کندل
T5	تابندگی بالای لامپ	[۷۸۰ ،۳۸۰]	لوکس
T6	شار نوری بالای لامپ	[۱۳۰۰۰ ،۱۴۵۰۰]	لومن
T7	بازه وسیع توان الکتریکی	[۳۵ ،۲۰۰۰]	وات
T8	نورافشانی بدون مادون‌قرمز و فرابنفش	[۳۰ ،۷۰]	درصد
T9	کاهش اندازه ساعت نجومی به‌دلیل جایابی بهتر در داخل چراغ از ۱۳۷*۲۳۷ به ۱۰۰*۲۰۰	[۲۰ ،۳۷]	دابسون
T10	استفاده از پلاستیک با ضخامت کمتر اما استحکام بیشتر در بدنه ساعت نجومی	[۱۰ ،۱۵]	میلی‌متر
T11	استفاده از تعداد نرم‌افزارهای بیشتر در طراحی ساعت نجومی به‌جای استفاده از سخت‌افزار	[۱ ،۴]	عدد
T12	قابلیت تنظیم تایمر ساعت نجومی از ۱تا ۱۲ ساعت	[۱ ،۱۲]	ساعت
T13	طول عمر زیاد شارژ–دشارژ باتری لیتیوم–یون بدون نیاز به شارژ پیاپی	[۳۰۰ ،۵۰۰]	چرخه
T14	درجه حفاظت بالای لامپ (IP نزدیک به ۶۸)	[۵۰ ،۶۸]	IP
T15	اثربخشی نوری بالای لامپ (۷۵تا ۱۸۰)	[۷۵ ،۱۸۰]	لومن بر وات
T16	درصد کمتر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نسبت به سایر لامپ‌ها	[۱۰ ،۲۰]	درصد
T17	انتشار نور یکنواخت در دمای ۴۵تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد	[۴۵ ،۵۵]	سانتی‌گراد
T18	ضخامت حباب (۵ تا ۷)	[۵ ،۷]	میلی‌متر
T19	به‌کارگیری لودسل با مقاومت مشخص در داخل ساعت نجومی به جای حس‌گر تک‌اهمی	[۵۰ ،۱۰۰]	کیلواهم

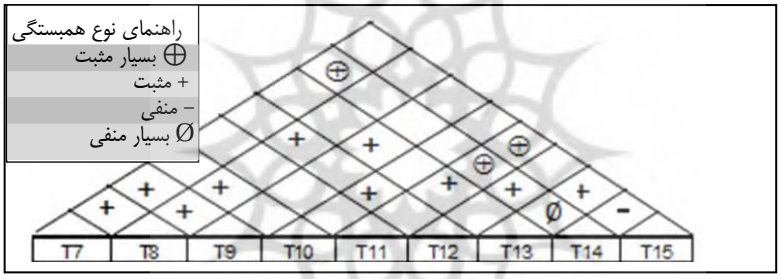
الزامات فنی تعیین‌شده به‌عنوان مشخصات فنی ورودی در ماتریس خانه کیفیت مورداستفاده قرار می‌گیرند و از میان این الزامات آن دسته از مشخصات که مربوط به قطعه موردنظر، یعنی ساعت نجومی هستند (T12, T11, T10, T9, T3)، معیارهای ورودی ماتریس‌های تصمیم می‌شوند.

مرحله بعدی تهیه فهرستی از تأمین‌کنندگان قطعه ساعت نجومی است. این تأمین‌کنندگان ۱۳ شرکت هستند که عبارت‌اند از:

۱. «شرکت گیو»؛ ۲. «شرکت شیوا امواج»؛ ۳. «شرکت آرا الکتریک پایا»؛ ۴. «شرکت شکوه الکتریک»؛ ۵. «شرکت صنایع سونا»؛ ۶. «شرکت تکین تایسیز اراک»؛ ۷. «شرکت تابنده گستر»، ۸. «شرکت زیمنس»؛ ۹. «شرکت هاینول»؛۱۰. «شرکت بالوف»؛ ۱۱. «شرکت اپتکس»؛ ۱۲. «شرکت زیک» و ۱۳. «شرکت ایزومی».

پس از جمع‌آوری داده‌های موردنیاز، ماتریس خانه کیفیت تشکیل می‌شود. هدف از تشکیل این ماتریس محاسبه اوزان الزامات فنی موردنیاز برای ماتریس‌های تصمیم است. ماتریس ارتباط در خانه کیفیت، تأثیر الزامات فنی را بر نیازها نشان می‌دهد و در این پژوهش این تأثیر با اعداد خاکستری نمایش داده می‌شود. این اعداد خاکستری با الهام از اعداد فازی مثلثی تشکیل شدند.

پس از تشکیل ماتریس خانه کیفیت و به‌دست‌آوردن اوزان الزامات فنی، تمامی الزامات مربوط به ساعت نجومی به «روش ساعتی» نرمال شده‌اند سپس ماتریس تصمیم خاکستری اولیه تشکیل شد. گزینه‌های ورودی در این ماتریس، شرکت‌های تأمین‌کننده قطعه ساعت نجومی و معیارهای ورودی درواقع همان الزامات فنی مربوط به قطعه ساعت نجومی است. اعداد این جدول داده‌های واقعی شرکت‌های تأمین‌کننده هستند. جدول ۳، بخشی از ماتریس اولیه خاکستری را نشان می‌دهد.



شکل ۲. قسمتی از سقف خانه کیفیت

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲. قسمتی از ماتریس خانه کیفیت خاکستری

نیاز مشتری الزام فنی	درخشندگی بیشتر و خیرگی کمتر	قابلیت ذخیره‌کردن انرژی	ایمنی بیشتر	روشن و خاموش‌شدن خودکار	قیمت پایین‌تر علی‌رغم کیفیت مطلوب	کوتاه شدن تعداد روزهای تحویل محصول به مشتری	وزن مطلق	وزن نسبی
T1	[۴,۶]		[۴,۶]				[۳۲,۴۸]	[۰/۰۳۷,۰/۰۸۴]
T2		[۴,۶]		[۴,۶]			[۲۸,۴۲]	[۰/۰۳۲,۰/۰۷۳]
T3				[۴,۶]			[۱۶,۲۴]	[۰/۰۱۸,۰/۰۴۱]
T4		[۴,۶]		[۷,۹]			[۳۱,۳۵]	[۰/۰۳۶,۰/۰۷۸]
T5	[۷,۹]	[۱,۳]					[۳۸,۵۴]	[۰/۰۴۳,۰/۰۹۴]
T6	[۴,۶]						[۲۰,۳۰]	[۰/۰۲۳,۰/۰۵۲]
T7	[۱,۳]	[۴,۶]					[۱۷,۳۳]	[۰/۰۱۹,۰/۰۵۷]
T8	[۴,۶]		[۴,۶]				[۳۲,۴۸]	[۰/۰۳۷,۰/۰۸۴]
T9					[۴,۶]		[۲۰,۳۰]	[۰/۰۲۳,۰/۰۵۲]
T10					[۴,۶]		[۲۰,۳۰]	[۰/۰۲۳,۰/۰۵۲]
T11				[۱,۳]	[۱,۳]	[۷,۹]	[۳۷,۶۲]	[۰/۰۴۳,۰/۰۸۱]
درجه اهمیت	۵	۳	۳	۴	۵	۴		
جایگاه فعلی	۴	۲	۳	۳	۴	۳		
جایگاه رقیب	۳	۳	۴	۲	۴	۲		
جایگاه مدنظر	۵	۴	۴	۵	۵	۴		
نسبت بهبود	۱/۳	۲	۱/۳	۱/۷	۱/۳	۱/۳		
ضریب اهمیت	۱/۵	۱	۱/۲	۱/۲	۱/۵	۱/۲		
وزن مطلق	۹/۴	۶	۴/۸	۸	۹/۴	۶/۴		
وزن نسبی	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۱		
رتبه نیاز	۱	۵	۶	۳	۲	۴		

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳. قسمتی از ماتریس تصمیم خاکستری اولیه

نوع الزام فنی	مثبت	منفی	منفی	مثبت	مثبت
وزن شاخص‌ها	[۰/۰۴۴,۰ /۰۴۶]	[۰/۰۶۴,۰ /۰۶۶]	[۰/۰۶۴,۰ /۰۶۶]	[۰/۱۶۱,۰ /۱۶۲]	[۰/۱۵,۰ /۱۶]
الزام فنی تأمین‌کننده	T3	T9	T10	T11	T12
شرکت گیو	[۱۳,۲۱]	[۲۵,۳۰]	[۱۱,۱۳]	[۱,۳]	[۴,۶]
شیوا امواج	[۱۱,۱۸]	[۲۷,۳۳]	[۱۳,۱۵]	[۲,۴]	[۴,۷]
آرا الکتریک	[۱۲,۱۶]	[۲۶,۳۵]	[۱۲,۱۵]	[۱,۳]	[۳,۱۱]
شکوه الکتریک	[۱۲,۱۶]	[۲۴,۲۹]	[۱۱,۱۳]	[۲,۴]	[۵,۸]
صنایع سونا	[۱۰,۱۷]	[۲۵,۳۶]	[۱۰,۱۲]	[۱,۴]	[۲,۶]
تکین تایسیز	[۱۰,۱۵]	[۲۱,۳۱]	[۱۱,۱۳]	[۲,۴]	[۵,۹]
تابنده گستر	[۱۲,۱۹]	[۲۳,۳۰]	[۱۰,۱۳]	[۱,۴]	[۱,۴]
زیمنس	[۱۵,۲۷]	[۲۲,۲۸]	[۱۱,۱۴]	[۱,۳]	[۵,۱۱]
هاینول	[۱۵,۲۵]	[۲۸,۳۲]	[۱۲,۱۴]	[۲,۴]	[۴,۹]
بالوف	[۱۵,۲۵]	[۲۵,۳۵]	[۱۱,۱۴]	[۲,۴]	[۱,۴]
اپتکس	[۱۴,۲۰]	[۲۲,۲۸]	[۱۲,۱۵]	[۱,۳]	[۳,۱۱]
زیک	[۱۱,۲۴]	[۲۰,۲۳]	[۱۰,۱۴]	[۲,۴]	[۳,۱۰]
ایزومی	[۱۳,۱۷]	[۲۰,۲۵]	[۱۳,۱۵]	[۱,۳]	[۴,۸]

طبق جدول ۳، دو الزام فنی ۹ و ۱۰ از جنس هزینه هستند و باید با سایر الزامات هم‌جهت شوند که این کار از طریق معکوس‌کردن اعداد این دو ستون انجام می‌گیرد. پس از هم‌جهت‌کردن ماتریس اولیه، مرحله بعد، تشکیل ماتریس تصمیم بی‌مقیاس‌شده خاکستری برای ساعت نجومی است؛ بنابراین از طریق فرمول مربوطه ماتریس نرمال شده ایجاد می‌شود.

در گام بعد ماتریس بی‌مقیاس موزون از ضرب امتیاز هر گزینه در وزن الزام فنی مربوطه به‌دست می‌آید. این اوزان همان اوزانی هستند که از ماتریس خانه کیفیت به‌دست آمدند و سپس نرمال شدند. جدول ۴، قسمتی از ماتریس بی‌مقیاس‌شده موزون را نشان می‌دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۴. قسمتی از ماتریس تصمیم بی‌مقیاس‌شده موزون خاکستری

الزام فنی / تأمین‌کننده	T3		T9		T10	T11		T12	
	حد بالا	حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا	حد پایین
شرکت گیو	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۳۴	۰/۰۱۱	۰/۲۸	۰/۰۱۸۹
شیوا امواج	۰/۰۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۴۵	۰/۰۲۳	۰/۰۳۳	۰/۰۱۹
آرا الکتریک	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۱۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱۳	/۰۱۰	۰/۰۳۴	۰/۰۱۱	۰/۰۵۲	۰/۰۱۴
شکوه الکتریک	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۱۴	۰/۰۱۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۴۵	۰/۰۲۳	۰/۰۳۸	۰/۰۲۴
صنایع سونا	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵	۰/۰۱۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱۶	۰/۰۱۳	۰/۰۴۵	۰/۰۱۱	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹
تکین تایسیز	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۱۶	۰/۰۱۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۴۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۳	۰/۰۲۴
تابنده گستر	۰/۰۰۹	۰/۰۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۲	۰/۰۴۵	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴
زیمنس	۰/۰۱۴	۰/۰۰۸	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	۰/۰۱۱	۰/۰۳۴	۰/۰۱۱	۰/۰۲۴	۰/۰۵۲
هاینول	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱	۰/۰۴۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۳	۰/۰۱۹
بالوف	۰/۰۱۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۱	۰/۰۴۵	۰/۰۲۳	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴
اپتکس	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۱	۰/۰۳۴	۰/۰۱۱	۰/۰۵۲	۰/۰۱۴
زیک	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۱	۰/۰۴۵	۰/۰۲۳	۰/۰۴۷	۰/۰۱۴
ایزومی	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۳۴	۰/۰۱۱	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹
ایده‌آل مثبت	۰/۰۱۴		۰/۰۱۷		۰/۰۱۶	۰/۰۴۵		۰/۰۵۲		
ایده‌آل منفی	۰/۰۰۵		۰/۰۰۹		۰/۰۱	۰/۰۱۱		۰/۰۰۴		

در مرحله بعد بردارهای ایده‌آل مثبت و منفی تعیین می‌شوند. ایده‌آل مثبت حداکثر حدهای بالای هر گزینه در هر شاخص و ایده‌آل منفی حداقل حدهای پایین هر گزینه در هر شاخص در ماتریس خاکستری بی‌مقیاس‌شده موزون هستند که در دو سطر آخر جدول قبل دیده می‌شوند و به‌طور کامل در جدول ۵، ارائه شده‌اند.

جدول ۵. قسمتی از بردارهای ایده‌آل مثبت و منفی

الزامات	ایده‌آل مثبت (+A)	ایده‌آل منفی (-A)
T3	۰/۰۱۴	۰/۰۰۵
T9	۰/۰۱۷	۰/۰۰۹
T10	۰/۰۱۶	۰/۰۱
T11	۰/۰۴۶	۰/۰۱۱
T12	۰/۰۵۱	۰/۰۰۴

گام بعدی مربوط به محاسبه فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و منفی است که با توجه به روابط معرفی‌شده محاسبه می‌شود. آخرین مرحله، به‌دست‌آوردن شاخص نزدیکی نسبی (Ci) است. جدول ۶، مقادیر فاصله هر گزینه از ایده‌آل‌های مثبت و منفی، شاخص نزدیکی هر گزینه به ایده‌آل مثبت و درنهایت رتبه هر گزینه را نشان می‌دهد. هرچه مقدار شاخص نزدیکی بیشتر باشد، آن گزینه در شرایط بهتری قرار دارد.

جدول ۶. فاصله رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان

تأمین‌کننده	فاصله تا ایده‌آل مثبت	فاصله تا ایده‌آل منفی	C_i	رتبه
ساعت نجومی شرکت گیو	۰/۰۴۹	۰/۰۳۴	۰/۴۰۳	۱۱
ساعت نجومی شرکت شیوا امواج	۰/۰۴	۰/۰۴۲	۰/۵۰۹	۵
ساعت نجومی شرکت آرا الکتریک پایا	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۴۴۷	۹
ساعت نجومی شرکت شکوه الکتریک	۰/۰۳۷	۰/۰۴۶	۰/۵۵۳	۲
ساعت نجومی شرکت صنایع سونا	۰/۰۵۳	۰/۰۳۵	۰/۳۹۵	۱۲
ساعت نجومی شرکت تکین تایسیز اراک	۰/۰۴۱	۰/۰۴۴	۰/۵۱۶	۳
ساعت نجومی شرکت تابنده گستر	۰/۰۵	۰/۰۳۹	۰/۴۳۵	۱۰
ساعت نجومی شرکت زیمنس	۰/۰۴۲	۰/۰۴۵	۰/۵۱۵	۴
ساعت نجومی شرکت هاینول	۰/۰۴۳	۰/۰۴۳	۰/۵۰۲	۶
ساعت نجومی شرکت بالوف	۰/۰۵۶	۰/۰۳۴	۰/۳۸۱	۱۳
ساعت نجومی شرکت اپتکس	۰/۰۴۹	۰/۰۴۲	۰/۴۶۱	۷
ساعت نجومی شرکت زیک	۰/۰۳۸	۰/۰۴۹	۰/۵۶۷	۱
ساعت نجومی شرکت ایزومی	۰/۰۴۵	۰/۰۳۷	۰/۴۵	۸

طبق جدول ۶، شرکت‌های تأمین‌کننده قطعه ساعت نجومی به‌ترتیب شاخص نزدیکی نسبی اولویت‌بندی شدند و مشخص می‌شود «شرکت زیک» که بالاترین شاخص نزدیکی نسبی را دارد رتبه یک را به خود اختصاص داده و مناسب‌ترین تأمین‌کننده قطعه مربوطه است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

فرآیند انتخاب تأمین‌کننده به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل در زنجیره تأمین هر سازمان مطرح است و انتخاب تأمین‌کننده مناسب به میزان زیادی هزینه‌های مربوط به خرید را کاهش می‌دهد، روابط بلندمدت با تأمین‌کنندگان موردنظر برقرار می‌کند و درنهایت به رضایت مشتری منجر می‌شود. در این پژوهش برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب از رویکردهای تاپسیس با گسترش عملکرد کیفی مبتنی بر تئوری خاکستری استفاده شد؛ همچنین مهم‌ترین نیازهای مشتریان «شرکت آرم» و به‌تبع آن الزامات فنی متناسب با آن‌ها نیز تعیین و وزن هر یک از الزامات فنی که درواقع همان درجه اهمیت آن‌ها است، محاسبه شد.

در این پژوهش برعکس پژوهش لی و همکاران (۲۰۰۷) که صرفاً به ارائه روش اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان با منطق خاکستری بر اساس شاخص‌های از پیش معلوم پرداخته بود، شاخص‌ها طی یک فرایند ابتکاری و منطقی از QFD خاکستری استخراج و با منطق خاکستری برای یک مورد واقعی اولویت‌بندی شد. سایر پژوهشگران ازجمله کول و همکاران (۲۰۱۴) به عدم‌اطمینان‌های رفتاری در زنجیره تأمین پرداخته‌اند [۱۴] که بخش دیگری از عدم‌اطمینان موجود در انتخاب تأمین‌کننده است و در محدوده تعریف‌شده این پژوهش قرار ندارد.

در راستای یافته‌های پژوهش حاضر به تصمیم‌گیران «شرکت آرم» پیشنهاد می‌شود تا بر اساس نتایج اولویت عقد قرارداد با تأمین‌کنندگان را مطابق نتیجه نهایی این پژوهش تعیین کنند و سعی نمایند با تأمین‌کننده دارای مقدار Ci بیشتر (شرکت زیک) کار کنند و در صورت رضایت‌بخش‌بودن نتیجه، این روش را برای تعیین تأمین‌کنندگان سایر قطعات نیز به‌کار گیرند؛ همچنین با توجه به اوزان به‌دست‌آمده برای الزامات فنی، پیشنهاد می‌شود که بر «به‌کارگیری لودسل با مقاومت مشخص به‌جای حس‌گر تک‌اهمی» -که دارای وزن بیشتری است- تمرکز بیشتری شود و درصدد انجام این تغییر در ساعت نجومی تولیدی باشند.

این پژوهش محدودیت تمایل مدیریت به خرید چند نوع قطعه از یک تأمین‌کننده و به‌تبع آن کاهش هزینه‌های خرید را در نظر نگرفته است. با توجه به این محدودیت، به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود تا در آینده این موضوع را مدنظر قرار دهند و با توجه به آن مناسب‌ترین گزینه را انتخاب کنند. در این پژوهش تنها شاخص‌های مرتبط با الزامات فنی برای انتخاب تأمین‌کننده در نظر گرفته شده است؛ ازاین‌رو توصیه می‌شود شاخص‌های عمومی دیگری نظیر شهرت تأمین‌کننده و بُعد مسافتی نیز در پژوهش‌های آتی موردتوجه قرار گیرند.

منابع

1. Amiri, M., Baghban, A., Olfat, L., Sharafi-Avarzaman, Z. (2012). Evaluating and ranking contractors and enhancing the inefficient contractors with DEA approach (case study: Contractors of MAPNA Group). *Journal of Operational Research and its Applications, 33,* 21-38. (In Persian)

2. Bouchereau, V., & Rowlands, H. (2000). Methods and techniques to help quality function deployment (QFD). *An International Journal of Benchmarking, 7(1),* 8-20.

3. Chang, B., Chang, C. W., & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert systems with Applications, 38(3),* 1850-1858.

4. Clausing, D., & Pugh, S. (1991). *Enhanced quality function deployment*. Proceedings of the Design Productivity International Conference, Massachusetts, 15-25.

5. Dey, S., Kumar, A., Ray, A., & Pradhan, B. B. (2012). Supplier selection: integrated theory using DEMATEL and quality function deployment methodology. *Procedia Engineering, 38,* 3560-3565.

6. Dickson, G. W. (1996). An analysis of vendor selection systems and decisions. J. Purch, 2(1), 5-17.

7. Dursun, M., & Karsak, E. E. (2013). A QFD-based fuzzy MCDM approach for supplier selection. *Applied Mathematical Modelling, 37(8),* 5864-5875.

8. Faraji-Sabokbar, H., Moti i-Langroodi, H., Yadollahi-Farsi, J., Karimzadeh, H. (2012). Developing tourism development subjects in rural arias using grey TOPSIS- Case study: Rural Arias in Varzaghan. *Journal of rural research, 1(9),* 1-26. (in Persian)

9. Hooshmandi-Maher, M., Amiri, M., Olfat, L. (2013) An Integerated Supplier Selection Model in supply chain: IT capabilities approach, *Journal of Industrial Management Perspective, 2(8),* 91-115. (In Persian)

10. Hsu, C. I., & Wen, Y. H. (2000). Application of grey theory and multiobjective programming towards airline network design. *European Journal of Operational Research, 127(1),* 44-68.

11. Jahanshahloo, G. R., Khodabakhshi, M., Lotfi, F. H., & Goudarzi, M. M. (2011). A cross-efficiency model based on super-efficiency for ranking units through the TOPSIS approach and its extension to the interval case. *Mathematical and Computer Modelling, 53(9),* 1946-1955.

12. Karsak, E. E., & Dursun, M. (2014). An integrated supplier selection methodology incorporating QFD and DEA with imprecise data. *Expert Systems with Applications, 41*(16), 6995-7004.

13. Khatami-Firoozabadi, A., Mazrooei, E. (2011). Using AHP in QFD for evaluationg the customer requirements and ranking the technical specifications in Farsh Shayesteh Kashan, *Journal of Industrial Management Perspective, 1(1).* (in Persian)

14. Kull, T. J., Oke, A., & Dooley, K. J. (2014). Supplier Selection Behavior Under Uncertainty: Contextual and Cognitive Effects on Risk Perception and Choice. *Decision Sciences, 45(3),* 467-505.

15. Li, G. D., Yamaguchi, D., & Nagai, M. (2007). Application of grey-based rough decision-making approach to supplier selection. *Journal of Modelling in Management*, *2(2)*, 131-142.

16. Li, G. D., Yamaguchi, D., & Nagai, M. (2007). A grey-based decision-making approach to the supplier selection problem. *Mathematical and computer modelling*, *46(3)*, 573-581.

17. Li, C. C., Fun, Y. P., & Hung, J. S. (1997). A new measure for supplier performance evaluation. *IIE transactions*, *29(9)*, 753-758.

18. Lin, Y., & Liu, S. (2007). National economic strength as evaluated using grey systems theory. *Kybernetes*, *36(1)*, 89-97.

19. Mukherjee, S., & Kar, S. (2013). A three phase supplier selection method based on fuzzy preference degree. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, *25*(2), 173-185.

20. Razavi, S., Hashemi, S., Amoozad-Mehdirji, H. (2014). *Multi-criteria Decesion-making under certainty and uncertainty conditions*. Tehran: Termeh Publication (In Persian)

21. Robbins, S. (1997). Fundamentals of organizational behavior. *Translation By: Parsaeian&A'rabi, Cultural Investigation Office*. (In Persian)

22. Rouyendegh, B. D., & Saputro, T. E. (2014). Supplier selection using integrated fuzzy TOPSIS and MCGP: a case study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *116*, 3957-3970.

23. Sepahvand, M. (2014). Using QFD and AHP Approach for Supplier Selection the Case Study Zam Zam Company. *Journal OF Operational Research and Its Applications (Journal of Applied Mathematics)*, 40, 19-30.

24. Talebi, D., Molataefe, F. (2011). An approach for evaluating and selecting suppliers in supply chain using hybrid technique of FAHP and Fuzzy multi-objective linear programming, *Journal of Industrial Management Perspective*, *1(2)*, 27-42. (In Persian)

25. Wu, L. C. (2009). Supplier selection under uncertainty: a switching options perspective. *Industrial Management & Data Systems*, *109*(2), 191-205.

26. Yazdani, M. (2014). An integrated MCDM approach to green supplier selection. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, *5(3)*, 443.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی