مدیریت صنعتی
Journal of Industrial Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۷، شمارهٔ ۲
تابستان ۱۳۹۴
ص. ۴۰۳- ۳۸۵

طراحی یک سیستم خبره برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده

حسنعلی محمدی مطلق[۱]، علیرضا محمدی مطلق[۲]، جلال رضایی نور[۳]

چکیده: یکی از فاکتورهای مهم در مدیریت زنجیرهٔ تأمین، انتخاب تأمین‌کنندهٔ مناسب است، به‌طوری‌که تصمیم‌گیری صحیح در این مورد سبب کاهش هزینه‌های خرید، ایجاد رابطهٔ پایدار با تأمین‌کننده‌ها و تقویت استراتژی رقابتی در بازار می‌شود. در این مقاله ابتدا با بررسی مقالات مرتبط، معیارهای مهم در امر انتخاب به‌دست آمد و سپس با روش دلفی فازی، وزن‌دهی معیارها و ارزیابی گزینه‌ها انجام گرفت. با رتبه‌بندی گزینه‌ها به‌روش تاپسیس فازی، پنج آستانه به‌دست آمد که با استفاده از این آستانه‌ها می‌توان گزینه‌ها را به چهار دستهٔ درجه یک، درجه دو، درجه سه و نامناسب تقسیم کرد. نتایجی که تا این مرحله به‌دست آمد، به دانش و قوانین سیستم خبرهٔ پیشنهادی تبدیل شد. با استفاده از پوستهٔ سیستم خبرهٔ جاوا، طراحی و پیاده‌سازی سیستم، طوری انجام گرفت که در آینده هم بتوان پایگاه دانش آن را بهنگام کرد. برای ایجاد یک رابط گرافیکی کاربرپسند از زبان جاوا کمک گرفته شد. سیستم پیشنهادی و افراد خبره، جداگانه چندین نمونه را ارزیابی کردند که پس از مقایسه، نتایج به‌طور قابل‌قبولی به هم نزدیک بودند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب تأمین‌کننده، تاپسیس فازی، دلفی فازی، سیستم خبره.

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فناوری اطلاعات، دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران
۲. کارشناس نرم‌افزار، دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
۳. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه قم، قم، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۶/۱۱
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۲۷
نویسندهٔ مسئول مقاله: حسنعلی محمدی مطلق
E-mail: h.mohammadi@stu.qom.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

امروزه خواسته و مطلوب مشتری‌ها همراه با پیشرفت فناوری، به‌طور گسترده و مداوم در حال تغییر است و این سبب شده که چرخهٔ عمر محصولات کوتاه‌تر شده و سازمان‌های کسب‌وکار باید برای جلب توجه و رضایت مشتری، محصولات متنوع با ویژگی‌های مطلوبی روانه بازار کنند. به‌همین دلیل، بیشتر سازمان‌ها برای ماندن در صحنهٔ رقابت، استراتژی برون‌سپاری قسمت‌هایی از محصول را به تأمین‌کننده‌هایی که فناوری و توانایی ویژه در آن زمینه را دارند، در مدیریت خود لحاظ می‌کنند و خود به طراحی و تولید قسمت‌های اصلی می‌پردازند. این راهکار نیازمند ارتباط مؤثر با تأمین‌کننده‌هاست و موضوع انتخاب و ارزیابی تأمین‌کننده‌ها را به اصلی مهم در زنجیرهٔ تأمین مبدل ساخته است.

در ارزیابی تأمین‌کننده‌ها ابتدا باید معیارهای مهم که بیشترین اثر را در این روند دارند، مشخص شوند. در مطالعات گذشته، معیارها و شاخص‌هایی مانند قیمت، کیفیت، زمان تحویل، ضمانت و ... در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندهٔ مهم تلقی شده‌اند. دیکسون (۱۹۶۶) از تحقیق روی خریداران نتیجه گرفت که کیفیت، زمان تحویل و تاریخچهٔ کارایی از فاکتورهای مهم‌اند. وبر، کارنت و بنتون (۱۹۹۱) فاکتورهای کلیدی را که در ۷۴ مقالهٔ مرتبط بررسی شده بودند، استخراج کردند که قیمت مهم‌ترین معیار بود و سپس زمان تحویل و کیفیت. اوانز (۱۹۸۱) قیمت را مهم‌ترین معیار در خرید محصولات معرفی کرده است. برخی از این معیارها مبهم و نادقیق‌اند و برای محاسبات روی آنها باید از منطق فازی بهره گرفت.

با مشخص شدن معیارها و داده‌های مرتبط، باید روشی برای آنالیز و رتبه‌بندی تأمین‌کننده‌ها به‌کار گرفت. صائن (۲۰۰۷) روش تحلیل پوششی داده‌های نادقیق را با استفاده از داده‌های کمی و کیفی، برای ارزیابی کارایی تأمین‌کننده‌ها استفاده کرده است. هو و سو (۲۰۰۷) یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مبتنی بر فرایند سلسله‌مراتبی تحلیل را برای فرایند انتخاب تأمین‌کننده به‌کار برده‌اند. چن (۲۰۱۱) با مدل SWOT استراتژی رقابتی سازمان‌ها و معیارهای مؤثر در رقابت را مشخص کرد و سپس با ترکیبی از روش‌های تاپسیس و تحلیل پوششی داده‌ها، تأمین‌کننده‌ها را ارزیابی و فیلتر کرد و در نهایت مدل پیشنهادی را در صنعت نساجی مطالعه کرد. عمید، قدسی‌پور و اوبراین (۲۰۰۶) یک مدل خطی چندهدفهٔ فازی را ارائه کرده‌اند که به ابهام اطلاعات در انتخاب تأمین‌کننده رسیدگی می‌کرد. آراز، ازفیرات و ازکاراهان (۲۰۰۷) با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی هدف فازی، یک سیستم مدیریت و ارزیابی تأمین‌کننده را برای شرکت نساجی پیشنهاد کرده‌اند.

با وجود پژوهش‌های فراوان در زمینهٔ ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، هنوز هم تقویت و بهبود روش‌ها، ضرورت دارد. با پیشرفت روزافزون فناوری اطلاعات و جهانی شدن اقتصاد، برنامهٔ

Archive of SID

www.SID.ir

کاربردی مناسب که در عین دقت در تصمیم‌گیری، بتواند رابط گرافیکی ساده و کاربرپسندی هم داشته باشد، ضروری به‌نظر می‌رسد. مدل معرفی‌شده در این مقاله، طراحی یک سیستم خبره برای ارزیابی تأمین‌کننده است. با استفاده از تحقیقات گذشته، معیارها مشخص و سپس به‌صورت دوره‌ای با روش دلفی فازی، وزن آنها تعیین می‌شود. در این ارزیابی‌ها، صنعت ایران، خاصه صنعت قطعه‌سازی خودرو مورد نظر بود و سه گزینه به نام‌های تأمین‌کنندهٔ درجه یک، تأمین‌کنندهٔ درجه دو و تأمین‌کنندهٔ درجه سه در نظر گرفته شد. از افراد خبره خواسته شد اعلام کنند که این گزینه‌ها به‌ازای هر کدام از معیارها، چه سطحی را دارا هستند. با در نظر گرفتن دو گزینهٔ دیگر به نام‌های ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی، ماتریس تصمیم حاصل با روش تاپسیس فازی ارزیابی شد و رتبه‌بندی انجام گرفت. سیستم خبره با در اختیار داشتن پنج آستانه و سایر ویژگی‌های تأمین‌کنندهٔ مورد نظر، تصمیم‌گیری می‌کند و رتبهٔ آن را ارائه می‌دهد. با کمک این سیستم، مشاورهٔ صحیح و به‌موقع در اختیار کاربر قرار خواهد گرفت و استراتژی رقابتی بین عرضه‌کننده‌ها و سازمان‌های کسب‌وکار تقویت خواهد شد.

پیشینهٔ پژوهش

انتخاب تأمین‌کننده همواره از اصول مهم در مدیریت زنجیرهٔ تأمین بوده و تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته است (عمید، قدسی‌پور و اوبراین، ۲۰۰۶). هدف اصلی انتخاب تأمین‌کننده، کاهش ریسک خرید، بیشینه کردن سود خریدار و توسعهٔ روابط نزدیک و درازمدت بین خریداران و تأمین‌کننده‌هاست که در دستیابی سازمان‌ها به JIT و TQM مؤثر است (لی و فان، ۱۹۹۷). بیشتر هزینهٔ یک محصول مربوط به فرایند خرید است و کاهش این هزینه، موضوعی حیاتی برای ماندن سازمان‌ها در عرصهٔ رقابت محسوب می‌شود. ازاین‌رو طرح و مطالعهٔ بیشتر برای انتخاب شریک‌های تجاری ضروری است.

چن تونگ و چینگ تورنگ (۲۰۰۶) فرایند انتخاب تأمین‌کننده را یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره در نظر گرفته و روش تاپسیس را برای اولویت‌بندی در یک محیط فازی معرفی کرده‌اند. دیکسون (۱۹۶۶) یکی از قدیمی‌ترین محققان در این حوزه است که با تحقیق دربارهٔ خریداران، ۲۳ معیار را در انتخاب تأمین‌کننده شناسایی کرد که کیفیت، تحویل به‌موقع و تاریخچهٔ کارایی از مهم‌ترین آنها بودند. هو، ژو و پراسانتا (۲۰۱۰) موثرترین معیارها را در انتخاب تأمین‌کننده، کیفیت، زمان تحویل و قیمت عنوان کردند. بهاتاچاریا، گراتی و یونگ (۲۰۱۰) ترکیبی از روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و گسترش کارکرد کیفیت را برای ارزیابی و رتبه‌بندی تأمین‌کننده‌ها به‌کار بردند. یو، شانک، بلکهرست و آپالا (۲۰۰۷) روش تحلیل پوششی

Archive of SID

www.SID.ir

داده‌ها به‌همراه یک سیستم مبتنی بر وب را برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده‌ها توسط خریداران به‌کار برده‌اند. چن (۲۰۰۹) با در نظر گرفتن چندین معیار و وجود ابهام در فرایند انتخاب تأمین‌کننده، از برنامه‌ریزی ریاضی فازی استفاده کرد. آلبینو و گاراولی (۱۹۹۸) یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مبتنی بر شبکهٔ عصبی را ارائه کردند. این مدل یک شبکهٔ پس‌انتشار برای رتبه‌بندی پیمانکاران در شرکت‌های ساختمانی است که توانایی یادگیری براساس برخی نمونه‌ها را دارد، بدون اینکه به تبدیل نظر متخصصان به قواعد تصمیم‌گیری نیاز داشته باشد. حق و کنعان (۲۰۰۶) روشی را با استفاده از فرایند سلسله‌مراتبی تحلیل فازی و الگوریتم ژنتیک برای انتخاب تأمین‌کننده در یک شرکت صنعتی معرفی کرده‌اند. بویلاکوا، چاراپیکا و جیاکتا (۲۰۰۶) به‌منظور تشخیص ویژگی‌های محصولات خریداری‌شده و برآوردن نیاز مشتریان، یک HOQ ایجاد کردند و سپس تأمین‌کننده‌ها را با معیارهای به‌دست‌آمده ارزیابی کردند. ها و کریشنان (۲۰۰۸) ترکیبی از روش‌های فرایند سلسله‌مراتبی تحلیل، تحلیل پوششی داده‌ها و شبکهٔ عصبی برای انتخاب تأمین‌کننده‌های رقابتی استفاده کردند. فائز، قدسی‌پور و اوبراین (۲۰۰۹) مدل یکپارچهٔ مبتنی بر استدلال موردی در یک محیط فازی و برنامه‌ریزی ریاضی را توسعه دادند. امیری و جهانی (۱۳۸۹) با در نظر گرفتن ویژگی‌های روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل پوششی داده، یک روش ترکیبی را برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده ارائه دادند. شاه‌بندرزاده، جعفرنژاد و رئیسی (۱۳۹۰) روش تخصیص بدیهی را با در نظر گرفتن دو حالت قطعی و فازی برای انتخاب تأمین‌کننده به‌کار گرفتند. در این روش علاوه‌بر مقایسهٔ گزینه‌ها با هم، نظر و خواست سازمان مشتری هم در نظر گرفته شد. شهریاری، رضوی و اصغری‌زاده (۱۳۹۲) تلفیقی از روش‌های تحلیل پوششی داده‌های فازی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی را برای ارزیابی عملکرد دانشکده‌های علوم انسانی دانشگاه تهران و رتبه‌بندی آنها به‌کار بردند. صفری و طالبی (۱۳۹۰) با مطالعهٔ موردی شرکت صنعتی بهمن، از ترکیب دو روش تاپسیس فازی و برنامه‌ریزی خطی صفر و یک برای انتخاب بهترین محل برای تسهیلات و ایستگاه‌های تولیدی استفاده کردند. خو، تور و لی (۱۹۹۸) یک فناوری مبتنی بر اینترنت به نام عامل‌های نرم‌افزاری هوشمند را که برای خرید اجناس به‌طور اتوماتیک استفاده می‌شود، ارائه کرده‌اند. نویسندگان این مقاله عقیده دارند که با آموزش این عامل‌های هوشمند، می‌توان از آنها برای انتخاب تأمین‌کننده بهره برد. وکورکا، چوبینه و وادی (۱۹۹۶) یک سیستم خبره را توسعه دادند که شامل چندین مرحله در فرایند انتخاب تأمین‌کننده از جمله فرموله کردن معیارهاست. پایگاه دانش این سیستم با نوشته‌های موجود و مدیر ارشد خرید توسعه می‌یابد. دورسان و کارساک (۲۰۱۳) روش تصمیم‌گیری گروهی چندمعیارهٔ فازی مبتنی بر گسترش کارکرد کیفیت را

Archive of SID

www.SID.ir

ارائه دادند که برای رسیدن به سطح مطلوب و واقع‌بینانه‌تری، رتبه‌بندی تأمین‌کننده‌ها را با میانگین ارزش فازی انجام دادند.

اگرچه مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته و مدل‌های متعددی ارائه شده است، به‌نظر می‌رسد که تحقیقات کمی در زمینهٔ استفاده از امکانات نرم‌افزاری و فناوری اطلاعات برای توسعهٔ برنامه‌های کاربردی خبره، انجام گرفته است و نیاز به تحقیق بیشتر در این حوزه احساس می‌شود. در ادامهٔ مقاله، روش و راهکار پیشنهادی برای طراحی و ایجاد سیستم ارائه می‌شود.

روش‌شناسی پژوهش

در این بخش، ابتدا مدل‌های به‌کار گرفته‌شده و سپس مراحل طراحی و پیاده‌سازی سیستم خبرهٔ پیشنهادی در زمینهٔ ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده‌ها توضیح داده می‌شود.

روش دلفی فازی

در فرایند نظرسنجی در هر زمینه‌ای، ابتدا باید معیارهای مرتبط مشخص شوند. برای این منظور می‌توان از نظر متخصصان بهره گرفت یا از مقاله‌های مهمی که در زمینهٔ فرایند ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده‌ها منتشر شده‌اند، استفاده کرد. دیکسون (۱۹۶۶) و وبر، کارنت و بنتون (۱۹۹۱) از جمله افراد پیشروی هستند که بارها به مقاله‌های آنها استناد شده است. با توجه به آنها، معیارهای کیفیت، قیمت، زمان تحویل و ضمانت در نظر گرفته شد. مسئلهٔ بعدی ارزشگذاری معیارها و گزینه‌ها توسط افراد خبره است. ارزش وزنی معیارها و گزینه‌ها را می‌توان با نسبت‌دهی مستقیم یا نسبت‌دهی غیرمستقیم با مقایسه‌های زوجی به‌دست آورد (هسو و چن، ۱۹۹۴). در خیلی از شرایط، داده‌های قطعی برای مدل کردن دنیای واقعی کفایت نمی‌کند، زیرا قضاوت انسان اغلب مبهم است. راه واقعی‌تر استفاده از متغیرهای زبانی است (کافمن و گوپتا، ۱۹۸۵). متغیرهای زبانی را با اعداد فازی مثلثی بیان می‌کنیم. یک عدد فازی مثلثی $\tilde{n}$ می‌تواند با سه‌تایی (n_1, n_2, n_3) نمایش داده شود (شکل ۱) و تابع عضویت آن به‌صورت رابطهٔ ۱ است. تئوری فازی به‌طور گسترده‌ای در جمع‌آوری اطلاعات، مدل کردن، آنالیز، بهره‌وری، کنترل، تصمیم‌گیری و نظارت کاربرد دارد (بلمن و زاده، ۱۹۷۰). در جدول‌های ۱ و ۲ (آنجالی آواستی، چوهان و گویال، ۲۰۱۱) متغیرهای زبانی به‌همراه معادل فازی آنها به‌ترتیب برای وزن‌دهی معیارها و ارزیابی گزینه‌ها آورده شده است.

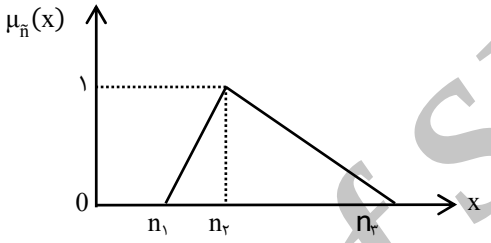
روش دلفی فازی را کافمن و گوپتا در سال ۱۹۸۸ ابداع کردند که مراحل آن به‌صورت زیر است:

Archive of SID

www.SID.ir

$$\mu_{\tilde{n}}(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1 \quad , \\ \dfrac{x - n_1}{n_2 - n_1}, & n_1 \le x \le n_2 \quad , \\ \dfrac{x - n_3}{n_2 - n_3}, & n_2 \le x \le n_3 \quad , \\ 0, & x > n_3 \quad . \end{cases}$$

رابطهٔ ۱)



شکل ۱. عدد فازی مثلثی ñ

جدول ۱. متغیرهای زبانی برای وزن‌دهی معیارها

متغیر زبانی	عدد فازی مثلثی
اهمیت خیلی کم (VLI)	(۰/۳ ، ۰/۱ ، ۰/۱)
اهمیت کم (LI)	(۰/۵ ، ۰/۳ ، ۰/۱)
اهمیت متوسط (MI)	(۰/۷ ، ۰/۵ ، ۰/۳)
اهمیت بالا (HI)	(۰/۹ ، ۰/۷ ، ۰/۵)
اهمیت خیلی بالا (VHI)	(۰/۹ ، ۰/۹ ، ۰/۷)

جدول ۲. متغیرهای زبانی برای ارزیابی گزینه‌ها

متغیر زبانی	عدد فازی مثلثی
خیلی کم (VL)	(۳ ، ۱ ، ۱)
کم (L)	(۵ ، ۳ ، ۱)
متوسط (M)	(۷ ، ۵ ، ۳)
زیاد (H)	(۹ ، ۷ ، ۵)
خیلی زیاد (VH)	(۹ ، ۹ ، ۷)

Archive of SID

www.SID.ir

گام ۱: از افراد خبره خواسته می‌شود که پیش‌بینی خود را در مورد پرسشنامهٔ ارائه‌شده، انجام دهند. اگر تعداد افراد خبره، معیارها و گزینه‌ها به‌ترتیب m, n, k باشد، ماتریس تصمیم فازی گزینه‌ها $\widetilde{D}$ و ماتریس وزن فازی معیارها $\widetilde{W}$ به‌صورت زیر است:

$$\widetilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{21} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad , \quad \widetilde{W} = [\tilde{w}_1 \quad \tilde{w}_2 \quad \dots \quad \tilde{w}_n]$$

که در آنها $\tilde{w}_j$ و $\tilde{x}_{ij}$ متغیرهای زبانی است که با اعداد فازی مثلثی بیان می‌شوند.

گام ۲: میانگین ارزیابی‌های انجام‌گرفته با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شده است:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{k}\left[\tilde{x}_{ij}^1 \oplus \tilde{x}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{x}_{ij}^k\right] \qquad \text{رابطهٔ ۲)}$$

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{k}\left[\tilde{w}_j^1 \oplus \tilde{w}_j^2 \oplus \dots \oplus \tilde{w}_j^k\right] \qquad \text{رابطهٔ ۳)}$$

که اعداد فازی مثلثی $\tilde{x}_{ij}^k$ و $\tilde{w}_j^k$ ارزیابی نفر خبرهٔ kام برای گزینه‌ها و معیارها هستند. میانگین‌های به‌دست‌آمده با معادل فازی متغیرهای زبانی مقایسه شده و مشخص می‌شود که نتایج به‌دست‌آمده معادل یا نزدیک به کدام متغیرهای زبانی‌اند.

گام ۳: از افراد خبره خواسته می‌شود که با توجه به فاصلهٔ نظر آنها با میانگین‌های به‌دست‌آمده، در صورت صلاحدید یک پیش‌بینی جدید ارائه دهند یا نظر قبلی خود را اصلاح کنند. فاصلهٔ دو عدد فازی مثلثی، با کمک رابطهٔ ۹ محاسبه می‌شود.

گام ۴: دوباره به مرحلهٔ دوم بازمی‌گردیم و این فرایند را آن‌قدر تکرار می‌کنیم تا به اجماع و یا ثبات نظر برسیم و به‌عبارتی اختلاف میانگین دو دور متوالی آخر از یک حد آستانه کمتر باشد.

روش تاپسیس فازی

روش تاپسیس یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ ارائه شد. در این روش گزینهٔ منتخب باید کمترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی داشته باشد. در روش تاپسیس کلاسیک از اعداد قطعی برای ارزیابی گزینه‌ها استفاده شده است. برای استفاده از این روش در یک محیط فازی به تغییراتی در آن نیاز است. در این مقاله از روش تاپسیس فازی استفاده شده است که چن (۲۰۰۰) مراحل آن را به‌صورت زیر شرح داده است:

Archive of SID

www.SID.ir

مرحلهٔ ۱: افراد خبره به‌کمک متغیرهای زبانی، ارزش هر معیار و گزینه را مشخص می‌کنند.

مرحلهٔ ۲: میانگین وزن معیارها و گزینه‌ها با رابطه‌های ۲ و ۳ به‌دست می‌آیند.

مرحلهٔ ۳: ماتریس تصمیم به‌دست‌آمده با استفاده از بی‌مقیاس‌سازی خطی نرمالیزه می‌شود. اگر معیار از نوع سود (مثبت) باشد از رابطهٔ ۴ استفاده می‌شود:

رابطهٔ ۴)
$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m\times n}\ ,$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right), \quad c_j^* = \max_i c_{ij}$$

و اگر معیار از نوع هزینه (منفی) باشد از رابطهٔ ۵ استفاده می‌شود:

رابطهٔ ۵)
$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right), \quad a_j^- = \min_i a_{ij}$$

مرحلهٔ ۴: با استفاده از ماتریس وزن معیارها ($\widetilde{W}$) و ماتریس نرمال‌شده ($\widetilde{R}$)، ماتریس نرمال وزن‌دهی‌شده ($\widetilde{V}$) به‌دست می‌آید:

رابطهٔ ۶)
$$\widetilde{V}=[\tilde{v}_{ij}]_{m\times n}\ ,\ \tilde{v}_{ij}=\tilde{r}_{ij}\odot\tilde{w}_j\ ,\quad i=1,2,\ldots,m\ ,\quad j=1,2,\ldots,n$$

مرحلهٔ ۵: فاصلهٔ هر گزینه از راه‌حل‌های ایده‌آل فازی مثبت و منفی که به‌ترتیب با d_i^* و d_i^- نشان داده می‌شوند، با رابطه‌های ۷ و ۸ محاسبه می‌شوند:

$$A^* = (v_1^*, v_2^*, \ldots, v_n^*), \quad \tilde{v}_j^* = (1,1,1), \quad j = 1,2,\ldots,n$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \ldots, v_n^-), \quad \tilde{v}_j^- = (0,0,0), \quad j = 1,2,\ldots,n$$

رابطهٔ ۷)
$$d_i^* = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1,2,\ldots,m$$

رابطهٔ ۸)
$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1,2,\ldots,m$$

که در آن، $d(\ ,\ )$ فاصله دو عدد فازی از هم است و به این صورت محاسبه می‌شود که اگر $\tilde{p} = (p_1, p_2, p_3)$ و $\tilde{q} = (q_1, q_2, q_3)$ باشد، آن‌گاه فاصلهٔ آن دو از هم با رابطهٔ ۹ حاصل می‌شود:

Archive of SID

www.SID.ir

$$d(\tilde{p},\tilde{q}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + (p_3 - q_3)^2]}$$ رابطهٔ ۹)

مرحلهٔ ۶: ضریب نزدیکی هر گزینه به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$ رابطهٔ ۱۰)

مرحلهٔ ۷: گزینه‌ها را بر اساس ضریب‌های نزدیکی به‌دست‌آمده، به‌صورت نزولی مرتب می‌کنیم. گزینه‌های که d_i^- بیشتر و d_i^* کمتر داشته باشند، ضریب نزدیکی آنها به عدد یک نزدیک‌تر است و در نتیجه گزینه‌های برترند.

یافته‌های پژوهش

در یک مطالعهٔ موردی با کمک پنج فرد خبره، تأمین‌کننده‌های صنعت قطعه‌سازی خودرو ایران ارزیابی شدند. نظرسنجی اول برای وزن‌دهی معیارها صورت گرفت که نتیجهٔ دور اول آن در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین نظرها محاسبه و مشخص شد که اعداد فازی مثلثی به‌دست‌آمده در محدودهٔ کدام متغیرهای زبانی قرار دارند. در دور دوم از افراد خبره خواسته شد که با توجه به اختلاف نظر آنها با میانگین وزن‌های محاسبه‌شده، پیش‌بینی خود را در صورت صلاحدید، اصلاح کنند. بعد از گردآوری پرسشنامه‌ها، دوباره میانگین وزن هر معیار محاسبه شد و با توجه به ثباتی که نسبت به دور قبلی داشت، دیگر نیازی به ادامهٔ نظرسنجی نبود و نتیجهٔ به‌دست‌آمده به‌عنوان وزن معیارها لحاظ شد (جدول ۴).

جدول ۳. وزن‌دهی معیارها توسط افراد خبره – دور اول

	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران
خبرهٔ ۱	HI	HI	HI	HI
خبرهٔ ۲	VHI	HI	MI	HI
خبرهٔ ۳	VHI	HI	HI	VHI
خبرهٔ ۴	HI	VHI	HI	HI
خبرهٔ ۵	VHI	MI	HI	VHI
میانگین	(۰/۶۲ ، ۰/۸۲ ، ۰/۹)	(۰/۸۶ ، ۰/۷ ، ۰/۵)	(۰/۸۶ ، ۰/۶۶ ، ۰/۴۶)	(۰/۹ ، ۰/۷۸ ، ۰/۵۸)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤. وزن‌دهی معیارها توسط افراد خبره – دور دوم

	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران
خبرهٔ ۱	HI	HI	HI	HI
خبرهٔ ۲	VHI	HI	MI	HI
خبرهٔ ۳	VHI	HI	HI	VHI
خبرهٔ ۴	HI	VHI	HI	HI
خبرهٔ ۵	VHI	HI	VHI	VHI
میانگین	(۰/۹ ، ۰/۸۲ ، ۰/۶۲)	(۰/۹ ، ۰/۷۴ ، ۰/۵۴)	(۰/۸۶ ، ۰/۷ ، ۰/۵)	(۰/۹ ، ۰/۷۸ ، ۰/۵۸)

جدول ۵. ارزیابی گزینه‌ها توسط افراد خبره

	گزینهٔ درجه ۱				گزینهٔ درجه ۲				گزینهٔ درجه ۳			
	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران
خبرهٔ ۱	H	H	L	H	M	M	M	M	L	M	M	L
خبرهٔ ۲	VH	H	L	VH	H	M	L	M	L	M	M	M
خبرهٔ ۳	VH	VH	VL	VH	H	H	L	H	M	M	L	M
خبرهٔ ۴	VH	H	VL	H	H	H	L	H	M	M	L	L
خبرهٔ ۵	H	M	L	H	M	M	L	M	L	L	L	L

از افراد خبره خواسته شد ارزیابی خود را از یک تأمین‌کننده درجه یک، درجه دو و درجه سه ارائه دهند تا برای رتبه‌بندی‌های آتی، حداقل مقدار به‌ازای هر معیار مشخص شود. نتیجهٔ نهایی نظرسنجی در جدول ۵ آمده است.

در این مرحله برای سهولت محاسبات تاپسیس فازی، نرم‌افزاری با زبان جاوا طراحی شد (شکل ۲). به‌منظور اینکه محاسبات آتی قابل قیاس با محاسبات قبلی باشد، دو آستانه به نام‌های ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی تعریف شد (جدول ۶). با وارد کردن داده‌های جدول ۵ به این نرم‌افزار، میانگین آنها محاسبه می‌شود (شکل ۳) و بدین ترتیب سه آستانهٔ دیگر برای

Archive of SID

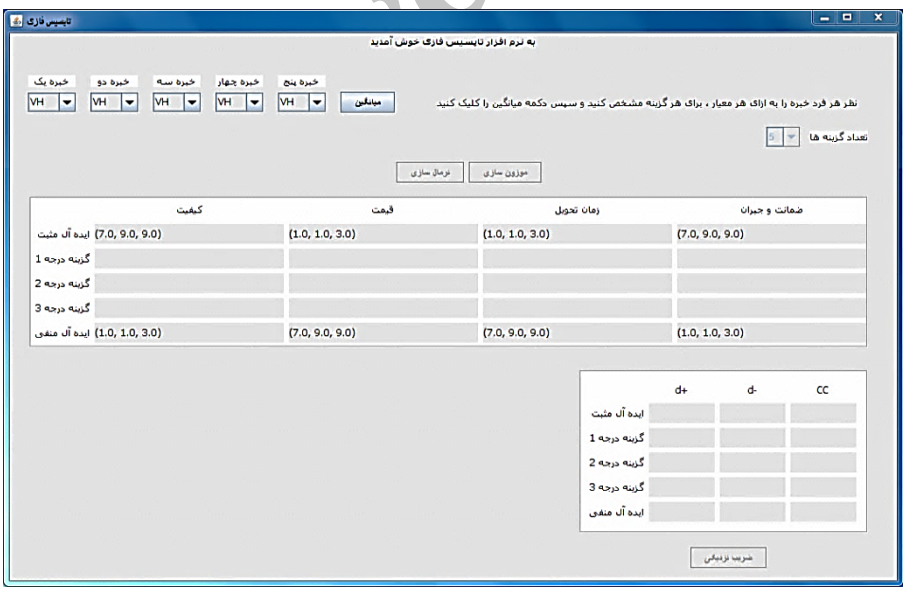
www.SID.ir

ارزیابی‌های آتی به‌دست می‌آید. روش ارائه‌شده شبیه به‌روش الکتره تری است، با این تفاوت که ما درگیر تعیین حدود آستانه‌ها و دیگر ثابت‌ها که به تجربه و خبرگی زیادی نیاز دارند، نمی‌شویم.

جدول ٦. آستانه‌های ایده‌آل مثبت و منفی

	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران
ایده‌آل مثبت	VH	VL	VL	VH
ایده‌آل منفی	VL	VH	VH	VL

بعد از محاسبهٔ نرمال‌سازی و موزون‌سازی ماتریس تصمیم (شکل‌های ۴ و ۵)، ضریب نزدیکی هر گزینه به راه حل‌های ایده‌آل محاسبه می‌شود (شکل ۶) تا مقادیر d_i^*، d_i^- و CC_i برای هر رده مشخص شود. بدین ترتیب با محاسبهٔ مقادیر سه آستانه دیگر، فضای حالت را کاهش می‌دهیم. به‌طور مثال با قطعیت می‌توان گفت که گزینه‌ای با معیارهای کیفیت H، قیمت L، زمان تحویل L و ضمانت و جبران H در چه رده‌ای قرار دارد و این دانش به‌دست‌آمده به‌صورت قوانین در سیستم پیشنهادی استفاده می‌شود.



شکل ۲. نمایی از فرم ورودی نرم‌افزار

www.SID.ir

	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران
ایده‌آل مثبت	(7.0, 9.0, 9.0)	(1.0, 1.0, 3.0)	(1.0, 1.0, 3.0)	(7.0, 9.0, 9.0)
گزینه درجه 1	(6.2, 8.2, 9.0)	(5.0, 7.0, 8.6)	(1.0, 2.2, 4.2)	(5.8, 7.8, 9.0)
گزینه درجه 2	(4.2, 6.2, 8.2)	(3.8, 5.8, 7.8)	(1.4, 3.4, 5.4)	(3.8, 5.8, 7.8)
گزینه درجه 3	(1.8, 3.8, 5.8)	(2.6, 4.6, 6.6)	(1.8, 3.8, 5.8)	(1.8, 3.8, 5.8)
ایده‌آل منفی	(1.0, 1.0, 3.0)	(7.0, 9.0, 9.0)	(7.0, 9.0, 9.0)	(1.0, 1.0, 3.0)

شکل ۳. میانگین نظر افراد خبره

	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران
ایده‌آل مثبت	(0.78, 1.0, 1.0)	(0.33, 1.0, 1.0)	(0.33, 1.0, 1.0)	(0.78, 1.0, 1.0)
گزینه درجه 1	(0.69, 0.91, 1.0)	(0.12, 0.14, 0.2)	(0.24, 0.45, 1.0)	(0.64, 0.87, 1.0)
گزینه درجه 2	(0.47, 0.69, 0.91)	(0.13, 0.17, 0.26)	(0.19, 0.29, 0.71)	(0.42, 0.64, 0.87)
گزینه درجه 3	(0.2, 0.42, 0.64)	(0.15, 0.22, 0.38)	(0.17, 0.26, 0.56)	(0.2, 0.42, 0.64)
ایده‌آل منفی	(0.11, 0.11, 0.33)	(0.11, 0.11, 0.14)	(0.11, 0.11, 0.14)	(0.11, 0.11, 0.33)

شکل ٤. نتیجه نرمال‌سازی

	کیفیت	قیمت	زمان تحویل	ضمانت و جبران
ایده‌آل مثبت	(0.48, 0.82, 0.9)	(0.18, 0.74, 0.9)	(0.17, 0.7, 0.86)	(0.45, 0.78, 0.9)
گزینه درجه 1	(0.43, 0.75, 0.9)	(0.06, 0.11, 0.18)	(0.12, 0.32, 0.86)	(0.37, 0.68, 0.9)
گزینه درجه 2	(0.29, 0.56, 0.82)	(0.07, 0.13, 0.24)	(0.09, 0.21, 0.61)	(0.24, 0.5, 0.78)
گزینه درجه 3	(0.12, 0.35, 0.58)	(0.08, 0.16, 0.35)	(0.09, 0.18, 0.48)	(0.12, 0.33, 0.58)
ایده‌آل منفی	(0.07, 0.09, 0.3)	(0.06, 0.08, 0.13)	(0.06, 0.08, 0.12)	(0.06, 0.09, 0.3)

شکل ۵. نتیجه موزون سازی ماتریس نرمال شده

	d+	d-	CC
ایده آل مثبت	1.6856682	2.819436	0.6258315
گزینه درجه 1	2.3106527	2.0634055	0.4717371
گزینه درجه 2	2.6186476	1.6909864	0.39237353
گزینه درجه 3	2.9411983	1.3125482	0.30856284
ایده آل منفی	3.5344987	0.5539684	0.13549538

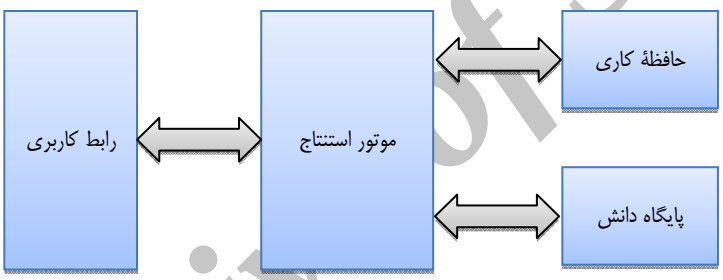
شکل ٦. محاسبه ضریب نزدیک برای هر گزینه

Archive of SID

www.SID.ir

سیستم خبره

سیستم خبره یک برنامهٔ کامپیوتری است که رفتار انسان‌های متخصصی را تقلید می‌کنند که مسائل دنیای واقعی را در یک حوزهٔ دانش خاص حل می‌کنند (وکورکا، چوبینه و وادی ۱۹۹۶). سیستم خبره ابزارهای نیرومندی را برای حل مسائل مختلف مهیا می‌کند که حل آنها به روش‌های مرسوم غیرممکن است، همچنین سیستم خبره یکی از شاخه‌های موفق هوش مصنوعی از نظر تجاری است (متاکسیوتیس، پساراس و اسکونیس، ۲۰۰۲). برای ایجاد این گونه سیستم‌ها، ابتدا باید دانش را از افراد خبره کسب و سپس به‌صورت قوانین تعریف کرد. سیستم خبره دارای قسمت‌های مستقل موتور استنتاج، پایگاه دانش و حافظهٔ کاری است (شکل ۷). موتور استنتاج با توجه به حقایقی که در حافظهٔ کاری وجود دارد، قوانین را در پایگاه دانش تفسیر می‌کند تا نتیجه را به‌دست آورد.



شکل ۷. اجزای یک سیستم مبتنی بر قانون

یکی از سیستم‌های خبرهٔ موفق MYCIN است که عفونت‌های باکتریایی خون را تشخیص می‌دهد. برای طراحی یک سیستم خبره، به یک زبان برنامه‌نویسی هوش مصنوعی یا یک پوستهٔ سیستم خبرهٔ مناسب نیاز است. پوسته شامل موتور استنتاج و قسمت‌های کارکردی است، در واقع سیستم خبره‌ای است که دانش آن حذف شده است، مانند EMYCIN. برنامه‌های کاربردی برای زمان‌بندی تولید، کنترل کیفیت و پیش‌بینی از مواردی است که در زمینهٔ سیستم خبره صورت گرفته‌اند (وکورکا، چوبینه و وادی ۱۹۹۶). آتاناسوپولوس، ریبا و آتاناسوپولوس (۲۰۰۹) یک سیستم خبره برای انتخاب طراحی کرد که در آن هم متغیرهای کمی و هم کیفی بررسی شدند. مدل ریاضی با مجموعه‌های فازی توسعه داده شد و از متد ماکس- مین برای ارزیابی گزینه‌ها و از روش تاپسیس برای رتبه‌بندی استفاده شد. در نهایت فرایند ارائه‌شده در قالب یک نرم‌افزار تصمیم‌یار ایجاد شد. هدف ما ساخت یک سیستم تصمیم‌یار است که کاربر را در انتخاب

Archive of SID

www.SID.ir

و ارزیابی تأمین‌کننده یاری کند. کاربر هنگام مشاوره با سیستم، ارزیابی شخصی خود را از معیارهای تأمین‌کنندهٔ مورد نظر به سیستم ارائه می‌دهد و سیستم با دانش خود نتیجه را اعلام می‌کند. در قسمت بعد مرحلهٔ کسب دانش و سپس طراحی و ایجاد سیستم بیان می‌شود.

کسب دانش

کسب دانش فرایند مشکل و وقتگیری است و تمام موفقیت سیستم وابسته به آن است، به‌طوری‌که از آن به‌عنوان گلوگاه کسب دانش یاد می‌شود، زیرا توسعهٔ سیستم خبره را محدود می‌کند (جکسون ۱۹۹۸). دانش را می‌توان به‌کمک مصاحبه، پرسشنامه و متون منتشرشده در یک حوزهٔ خاص به‌دست آورد. در این طرح، مقالات و کتاب‌های مرتبط با این حوزه، بررسی شد و پس از شناسایی معیارهای مهم، با روش دلفی فازی، از افراد خبره خواسته شد تا میزان اهمیت هر معیار را در انتخاب تأمین‌کننده ارائه دهند تا وزن آنها به‌دست آید (جدول ۴). برای اینکه محاسبات بعدی و رتبه‌بندی‌ها با روش تاپسیس فازی، صحیح و پذیرفتنی باشند، ابتدا دو آستانهٔ پیش‌فرض ایده‌آل مثبت و منفی (جدول ۶) در نظر گرفته شد و سپس برای مشخص کردن سه آستانهٔ دیگر، در پرسشنامه‌ای از افراد خبره سؤال شد که با در نظر گرفتن تأمین‌کننده‌های قطعات خودرو در ایران، ارزیابی خود را از یک تأمین‌کنندهٔ درجه یک، یک تأمین‌کنندهٔ درجه دو و یک تأمین‌کنندهٔ درجه سه بیان کنند(جدول ۵)؛ به این ترتیب سه آستانهٔ دیگر به‌دست آمد. با کمک نرم‌افزاری که برای اجرای روش تاپسیس فازی طراحی شد، میانگین نظر افراد خبره به‌دست آمد و سپس نرمال‌سازی و موزون‌سازی ماتریس تصمیم و محاسبهٔ ضریب نزدیکی هر گزینه انجام گرفت (شکل‌های ۳ تا ۶).

با وجود این پنج آستانه، شبیه روش الکتره تری، می‌توان گزینه‌ها را به چهار گروه تقسیم کرد: گروه درجه یک، گروه درجه دو، گروه درجه سه و گروه نامناسب. تا این مرحله می‌توان از دانش به‌دست‌آمده، قوانینی را استخراج کرد. به‌طور مثال اگر تأمین‌کننده‌ای دارای کیفیت L، قیمت M، زمان تحویل M و ضمانت و جبران L باشد، با در نظر گرفتن شکل ۳ می‌توان گفت که این تأمین‌کننده نامناسب است. قوانین دیگری را که به این صورت قابل نتیجه‌گیری هستند استخراج می‌کنیم. با داشتن چهار معیار و پنج مقدار مختلف برای هر کدام از آنها، تعداد قوانین، حداکثر برابر ۶۲۵ = 5^4 است. در برخی شرایط نمی‌توان با قطعیت اظهار نظر کرد؛ به‌طور مثال اگر تأمین‌کننده‌ای با سطح کیفیت M، قیمت M، زمان تحویل M و ضمانت و جبران M را داشته باشیم از شکل ۳ نمی‌توان گروه آن را مشخص کرد. برای حل این مشکل باید در زمان پیاده‌سازی سیستم تمهیدی لحاظ شود که در زمان اجرای نرم‌افزار، ضریب نزدیکی آن محاسبه و

Archive of SID

www.SID.ir

با درنظر گرفتن مقادیر شکل ۶، گروه آن تعیین شده و همان لحظه قانون جدید به سیستم افزوده شود.

طراحی و پیاده‌سازی سیستم

برای طراحی سیستم خبره از Jess[1] استفاده شد. این زبان برنامه‌نویسی قانون را که در واقع یک پوسته سیستم خبره و کاملاً بر مبنای جاوا است، ارنست فریدمن در سال ۱۹۹۵ در آزمایشگاه‌های ملی ساندیا ایجاد کرد. Jess انعطاف‌پذیری زیادی دارد و می‌تواند در برنامه‌های جاوای مبتنی بر خط فرمان، مبتنی بر رابط گرافیکی کاربر، مبتنی بر وب و اپلت‌ها به‌کار رود. این زبان قانون از کلیپس الهام گرفته و گرامر آن شبیه به لیسپ است. Jess نسبت به خیلی از موتورهای استنتاج از جمله کلیپس سریع‌تر است و نوع توسعه‌یافته‌ای از الگوریتم تورینه که برای تطابق الگو در آن استفاده شده بسیار کاراست. این الگوریتم به حافظهٔ زیادی نیاز دارد و Jess برای کنترل این موضوع از دستورهایی که در جاوا برای مدیریت حافظه وجود دارد استفاده کرده است (فریدمن- هیل، ۲۰۰۳). الگوریتم تورینه، شبکه‌ای از گره‌هاست که هر گره به جز ریشه، مطابق با یک الگو در سمت چپ یک قانون است. هر مسیر از ریشه تا یک برگ، سمت چپ یک قانون را معرفی می‌کند و هر گره دارای حافظه‌ای برای حقایقی است که آن الگو را ارضا می‌کند. هر گاه حقیقت (واقعیت) یا حقایقی اظهار شوند، در تمام شبکه منتشر می‌شوند و اگر تمام گره‌های منتهی به یک برگ ارضا شوند، قانون مربوط به آن فعال می‌شود.

سیستم خبره‌ای را که در زیر مراحل و چگونگی ایجاد آن شرح داده می‌شود، ESSE[2] نامیدیم. قوانین و دیگر تعریف‌های مربوط به سیستم در فایل جداگانه‌ای با نام ES.clp به زبان Jess نوشته شد.

برای بهره بردن از یک رابط گرافیکی خوب، از محیط برنامه‌نویسی Netbeans 7 برای نوشتن کدهای جاوا استفاده شد. برای اجرای این فایل در محیط برنامه‌نویسی جاوا، فایل Jess.java را در مسیر نصب jdk قرار می‌دهیم و با دستور import jess.*، آن را به پروژه اضافه می‌کنیم و سپس با درج کدهای زیر، سیستم خبره قابل اجرا می‌شود:

```
Rete engine = new Rete ();
engine.batch("ES.clp");
engine.reset();
engine.runUntilHalt();
engine.run();
```

1. Java Expert System Shell
2. Expert System for Supplier Evaluation

Archive of SID

www.SID.ir

به‌دلیل اینکه برخی از قوانین در سیستم ارائه شده، ممکن است در حین اجرا به آن افزوده شود؛ با ایجاد اصلاحاتی جزئی در نرم‌افزار تاپسیس فازی، شرایط این کار فراهم شد. با اجرای سیستم ESSE و دریافت ورودی کاربر، مشاورهٔ لازم ارائه می‌شود. درصورتی‌که داده‌های ورودی با هیچ قانونی از سیستم تطبیق داده نشود کاربر به قسمت تاپسیس فازی هدایت می‌شود و همزمان با اعلام نتیجهٔ محاسبات، قانون جدید به سیستم خبره اضافه می‌شود. این سیستم با کمک افراد خبره و آزمودن چندین گزینهٔ مختلف، آزمون شد و نتیجه‌ها پذیرفته شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله برای کمک به تصمیم‌گیرندگان بخش خرید در سازمان‌ها، طراحی و ساخت یک سیستم خبره پیشنهاد شده است تا با استفاده از امکانات فناوری اطلاعات، سازمان‌ها را در تصمیم‌گیری یاری کرد. برای مشخص کردن معیارهای مهم و تأثیرگذار در امر انتخاب، مقالات مرتبط بررسی شد و سپس با روش دلفی فازی، معیارهای مهم وزن‌دهی شدند و سه تأمین‌کنندهٔ فرضی درجه یک، درجه دو و درجه سه ارزیابی شدند. رتبه‌بندی به‌همراه دو گزینهٔ دیگر به نام‌های ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی، با روش تاپسیس فازی انجام گرفت تا پنج آستانه برای رده‌بندی گزینه‌های آتی به‌دست آید. به این ترتیب توانستیم قسمت‌هایی از دانش لازم را استخراج کنیم تا سیستم آن‌ها را به‌منزلهٔ قوانین به‌کار گیرد. سیستم خبرهٔ پیشنهادی ESSE، توانایی یادگیری در حین اجرا را دارد و پایگاه دانش آن قابل بهنگام‌سازی است. طراحی و پیاده‌سازی این سیستم با زبان Jess صورت گرفت و برای ایجاد یک رابط گرافیکی کاربرپسند از جاوا استفاده شد. سیستم ارائه‌شده با چند نمونه، آزمایش شد و پس از مقایسه با ارزیابی افراد خبره در مورد همان گزینه‌ها، نتیجه رضایت‌بخش بود. می‌توان این سیستم را در آینده به‌صورت تحت وب پیاده کرد و با اعمال تغییراتی، آن را به‌صورت آنلاین در تمام صنایع به‌کار گرفت و علاوه‌بر هستهٔ سیستم تحت وب، یعنی سیستم خبره، با افزودن تسهیلاتی برای مشارکت متخصصان، خریداران و مصرف‌کنندگان و گروه‌بندی آنها در حوزه‌های مختلف صنعت، این امکان را به‌وجود آورد تا ضمن جمع‌آوری نظرهای مختلف و محاسبهٔ میانگین فازی آنها در دوره‌های مختلف، اطلاعات مفیدی را کسب کرد و مقادیر آستانه برای رتبه‌بندی را بهنگام‌سازی کرده تا هر چه بیشتر به واقعیت نزدیک شوند. حتی می‌توان با افزودن جزئیات بیشتری به سیستم تحت وب، به کاربران امکان داد تا تأمین‌کنندگان یک محصول خاص را ارزیابی کنند و نتایجی که سیستم خبره از این نوع ارزیابی‌ها ارائه می‌دهد در یک بخش از وب‌سایت ثبت شود. به این ترتیب وقتی صنایع گوناگون به‌صورت لحظه‌ای در معرض یک ارزیابی عمومی قرار

Archive of SID

www.SID.ir

می‌گیرند، برای ارتقای ویژگی‌های محصولات خود بیشتر تلاش می‌کننـد و ایـن موجـب گرمـی بازار رقابتی می‌شود و از طرفی با صرف کمترین هزینه و وقت، کمـک شـایانی بـه خریـداران در انتخاب تأمین‌کننده مناسب می‌کند.

References

Albino, V. & Garavelli, A.C. (1998). A neural network application to subcontractor rating in construction firms. *International Journal of Project Management,* 16 (1): 9-14.

Amid, A., Ghodsypour, S.H. & O'Brien C. (2006). Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics,* 104(2): 394–407.

Amiri, M. & Jahani, S. (2010). Application of IDEA/AHP for Supplier evaluation and Selection. *Journal of Industrial Management* 2(5): 5-18. (*in Persian*)

Anjali Awasthi, Chauhan, S.S. & Goyal, S.K. (2011). A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. *Mathematical and Computer Modeling,* 53(1–2): 98-109.

Araz, C., Ozfirat, P.M. & Ozkarahan, I. (2007). An integrated multicriteria decision-making methodology for outsourcing management. *Computers & Operations Research,* 34(12): 3738–3756.

Athanasopoulos, G., Riba, C. R. & Athanasopoulous, C. (2009). An Expert system for coating selection based on fuzzy logic and multi criteria system decision making. *Expert System with application,* 36: 10848-10853.

Bellman, R.E. & Zadeh, L.A. (1970). Decision-making in a fuzzy environment. *Management Sci.* 17 (4): 141-164.

Bevilacqua, M., Ciarapica, F.E. & Giacchetta, G. (2006). A fuzzy-QFD approach to supplier selection. *Journal OF Purchasing and Supply Management,* 12(1): 14–27.

Bhattacharya, A., Geraghty, J. & Young, P. (2010). Supplier selection paradigm: an integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment, *Applied Soft Computing,* 10(4): 1013–1027.

Chen, C.M. (2009). A fuzzy-based decision-support model for rebuy procurement. *International Journal of Production Economics*, 122(2): 714-724.

Chen, Y.J. (2011). Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain, *Information Sciences,* 181(9): 1651–1670.

Archive of SID

www.SID.ir

Chen, T.C. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets and Systems*. 114(1): 1-9.

Chen, T.C. & Ching-Torng, L. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *Production Economics.* 102: 289-301.

Dickson, G.W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing,* 2 (1): 5–17.

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

Evans, R.H. (1981). Product involvement and industrial buying, *J. Purch. Mater. Manage.* 18: 23–28.

Faez, F., Ghodsypour, S.H. & O'Brien, C. (2009). Vendor selection and order allocation using an integrated fuzzy case-based reasoning and mathematical programming model. *International Journal of Production Economics*, 121: 395–408.

Friedman-Hill, E. (2003). *Jess in Action: Java Rule-Based Systems*, Manning Publications Co., Greenwich, CT.

Ha, S.H. & Krishnan, R. (2008). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. *Expert Systems with Applications,* 34(2): 1303–1311.

Haq, A.N. & Kannan, G. (2006). Design of an integrated supplier selection and multi-echelon distribution inventory model in a built-to-order supply chain environment. *International Journal of Production Research,* 44(10): 1963–1985.

Ho, W., Xu, X. D. & Prasanta K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research,* 202: 16-24.

Hou, J. & Su, D. (2007). EJB–MVC oriented supplier selection system for mass customization. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 18 (1): 54 – 71.

Hsu, H.M. & Chen, C.T. (1994). Fuzzy hierarchical weight analysis model for multicriteria decision problem. *J. Chinese Inst. Industrial Eng.* 11(3): 129-136.

Hwang, C.L. & Yoon, K. (1981). *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, Springer, Berlin Heidelberg.

Jackson P. (1998). *Introduction to Expert Systems.* 3rd ed. USA: Addison Wesley.

Archive of SID

www.SID.ir

Kaufmann, A. & Gupta, M. M. (1988). *Fuzzy Mathematical Models in Engineering and Management Science*. Elsevier Science Inc., New York.

Kaufmann, A. & Gupta, M.M. (1985). *Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications*. Van Nostrand Reinhold, New York.

Khoo, L.P., Tor, S.B. & Lee, S.S.G. (1998). The potential of intelligent software agents in the World Wide Web in the automated part procurement. *International Journal of Purchasing and Materials Management,* 34(1): 46-52.

Li, C.C. & Fun, Y.P. (1997). A new measure for supplier performance evaluation. *IIE Transactions,* 29(1): 753-758.

Metaxiotis, K. S., Psarras, J. E. & Askounis, D. T. (2002). Gensys: An expert system for production scheduling. *Industrial Management and Data System,* 102: 309-317.

Saen, R.F. (2007). Suppliers selection in the presence of both cardinal and ordinal data, *European Journal of Operational Research,* 183 (2): 741–747.

Safari, H. & Talebi, J. (2011). Locating automatic industrial facilities of Group Bahman using ZOLP and Fuzzy TOPSIS. *Journal of Industrial Management* 3(6): 59 – 80. (*in Persian*)

Shahbandar Zadeh, H., Jafarnezhad, A. & Reeysi, R. (2011). Using a Modified Extension of Mixed Fuzzy and Crisp Axiomatic Design Method in Vendor Selection for Supply Chain. *Journal of Industrial Management,* 3(7): 37-54. (*in Persian*)

Shahriari, S., Razavi, S. & Asgharizadeh, E. (2013). Fuzzy DEA and modern approach FIEP / AHP for full ranking DMU (Case Study: Tehran University, Faculty of Humanities). *Journal of Industrial Management,* 5(1): 21 – 42. (*in Persian*)

Vokurka, R.J., Choobineh, J. & Vadi, L. (1996). A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers. *International Journal of Operations and Production Management.* 16(12): 106-127.

Weber, C.A., Current, J.R. & Benton, W.C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research,* 50 (1): 2–18.

Wu, T., Shunk, D., Blackhurst, J., Appalla, R. (2007). AIDEA: A methodology for supplier evaluation and selection in a supplier-based manufacturing environment, *International Journal of Manufacturing Technology and Management,* 11(2): 174–192.

Archive of SID

www.SID.ir