Archive of SID

انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از رویکرد ترکیبی ANP-DEMATEL-VIKOR فازی

نعیمه باقری‌راد[۱] و جواد بهنامیان[۲،*]

اطلاعات مقاله

دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶
پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۱/۰۷

واژگان کلیدی:
انتخاب تأمین‌کننده،
تئوری فازی،
تصمیم‌گیری چند معیاره،
فرآیند تحلیل شبکه‌ای،
DEMATEL،
VIKOR.

چکیده

یکی از مهم‌ترین مراحل در فرآیند خرید، انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب است. انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب می‌تواند به‌شکل قابل ملاحظه‌ای هزینه‌های خرید را کاهش و قابلیت رقابت‌پذیری سازمان را افزایش دهد. این مسأله در واقع یک مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در آن عمل تصمیم‌گیری براساس یک‌سری معیارهای کیفی وکمی صورت می‌گیرد. هدف از این مقاله، ارائه یک روش تصمیم‌گیری جهت انتخاب تأمین‌کننده مناسب در زنجیره تأمین است. در این مقاله، یک مدل ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای زمانی که تعداد معیارها زیاد و بین آن‌ها روابط یا وابستگی برقرار باشد ارائه‌شده‌است. در این مدل از روش DEMATEL به‌منظور تعیین ساختار روابط بین معیارها و از روش ANP جهت شناسایی وزن هر یک از معیارها و از روش بهینه‌سازی چندمعیاره حل سازشی VIKOR برای رتبه‌بندی بهترین تأمین‌کننده استفاده‌شده‌است. در این تحقیق به‌منظور پوشش حالات مبهم تصمیم‌گیری، به‌جای استفاده از اعداد قطعی از متغیرهای کلامی استفاده‌شده‌است. مدل ترکیبی پیشنهادی می‌تواند به مدیران و کارشناسان سازمان‌ها در جهت بهبود انتخاب‌های خود به‌خصوص زمانی که تعداد معیارها زیاد و بین آن‌ها وابستگی وجود دارد تحت شرایط عدم اطمینان، کمک کند. همچنین روش پیشنهادی، تعداد ماتریس‌های مقایسه زوجی و حجم محاسبه‌ها را کاهش داده و سرعت محاسبه‌ها را نیز افزایش و از پیچیدگی مسأله کاسته است.

مقدمه

در بیش‌تر صنایع، هزینه مواد خام و اجزای تشکیل‌دهنده محصول، قسمت عمده‌ای از بهای تمام شده محصول را در بر می‌گیرد. در چنین شرایطی بخش تدارکات می‌تواند نقش کلیدی در کارایی و اثر بخشی سازمان ایفاء کند و تأثیر مستقیمی روی کاهش هزینه‌ها، سودآوری و انعطاف‌پذیری یک شرکت داشته باشد[۱]. فرآیند انتخاب تأمین‌کننده فرآیند پیچیده‌ای است که نشان می‌دهد چگونه سازمان‌ها تأمین‌کنندگان استراتژیک را برای افزایش مزایای رقابتی انتخاب می‌کنند. امّا این فرآیند، یک مسأله با چندین شاخص است که فاکتورهای کمّی و کیفی را دربر می‌گیرد. اهمیت نسبی این شاخص‌ها و شاخص‌های فرعی توسط مدیریت ارشد و مدیران خرید، تعیین می‌گردد. اخیراً با حضور مفهوم مدیریت زنجیره تأمین بیشتر محققان، دانشمندان و مدیران پی‌برده‌اند که انتخاب تأمین‌کننده مناسب و مدیریت آن وسیله‌ای است که می‌توان برای افزایش رقابت‌پذیری زنجیره‌تأمین استفاده‌نمود[۲]. تکنیک‌های انتخاب تأمین‌کننده را می‌توان به دو دسته تقسیم‌کرد: ۱- انتخاب تأمین‌کنندگان هنگامی که هیچ محدودیتی وجود ندارد؛ به‌عبارتی هر تأمین‌کننده به‌تنهایی قادر است که نیازهای خریدار از جمله میزان تقاضا، کیفیت، زمان تحویل و غیره را برآورده‌سازد (منبع‌یابی منفرد). در این‌حالت مدیریت تنها یک تصمیم اتخاذ می‌کند و اینکه کدام تأمین‌کننده، بهترین است.

* پست الکترونیک نویسنده مسئول مکاتبات: Behnamian@basu.ac.ir
۱. دانشجوی دکتری، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی صنایع، همدان
۲. دانشیار، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی صنایع، همدان

www.SID.ir

Archive of SID

۲- انتخاب تأمین‌کننده در حالتی که محدودیت‌هایی در ظرفیت تأمین‌کننده، کیفیت محصول تأمین‌کننده و غیره وجود دارد. به عبارتی یک تأمین‌کننده به تنهایی قادر به برآورد احتیاجات خریدار نمی‌باشد و خریدار به اجبار باید بخشی از تقاضای خود را از یک تأمین‌کننده و بخش دیگر تقاضایش را از تأمین‌کننده دیگر به منظور جبران کمبود ظرفیت یا کیفیت پایین تأمین‌کننده اول، برآوردسازد در این‌حالت بیش‌تر از یک تأمین‌کننده باید انتخاب شود (منبع‌یابی چندگانه). در این حالت مدیریت باید دو تصمیم اخذ کند: اول اینکه کدام یک از تأمین‌کنندگان، بهترین هستند؟ و دوم، از هریک از تأمین‌کنندگان انتخابی چه مقدار باید خریداری کرد؟[۱].

در سال‌های اخیر محققان زیادی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در حل مسائل مختلف استفاده کرده‌اند. بهشتی-نیا و آهنگریان ابهری [۳]، ترک زاد و بهشتی‌نیا [۴] و یاداو و همکاران [۵] از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به‌ترتیب، در مسأله انتخاب روش انتقال فناوری جاده‌ای، کیفیت خدمات بیمارستانی و انتخاب مواد در کاربردهای دریایی استفاده‌کردند. به‌دلیل کارایی خوب این‌روش‌ها در حل مسائل، در این مقاله سعی‌شده‌است یک روش ترکیبی برای حل مسأله انتخاب بهترین تأمین‌کننده در حالت منبع یابی منفرد ارائه‌گردد. روش ترکیبی پیشنهادی بر مبنای روش‌های تصمیم‌گیری DEMATEL[1]، فرآیند تحلیل شبکه‌ای[2] و روش بهینه‌سازی چندمعیاری حل سازشی[3] در حالت فازی می‌باشد. این روش در حالت قطعی در سال ۲۰۰۹ در کنفرانس بین‌المللی MCDM به‌عنوان روشی برای بررسی ناسازگاری معیارها همراه با وابستگی و بازخورد در روش‌های حل‌سازشی مطرح‌شده است[۶]. با توجه به مطالب بیان شده در فوق سوالات اصلی تحقیق به‌صورت ذیل بیان می‌شوند: (۱) آیا رویکرد ترکیبی پیشنهادی می‌تواند مسأله انتخاب تأمین‌کننده را به دنیای واقعی نزدیک‌تر نماید؟ (۲) رویکرد ترکیبی پیشنهادی می‌تواند روابط و وابستگی بین معیارها را درنظر بگیرد؟ سوالات فرعی تحقیق این‌است که استفاده از رویکردترکیبی در انتخاب تأمین-کننده به چه‌صورت قابل‌انجام است؟

ساختار این مقاله به‌شرح ذیل است: در بخش ۲ به مرور ادبیات و پیشینه تحقیق مسأله پرداخته می‌شود. در بخش ۳، مبانی نظری تحقیق ارائه می‌گردد. در بخش ۴ روش پیشنهادی و ساختار آن‌ها شرح‌داده می‌شود. در بخش ۵ مثال عددی از روش پیشنهادی ارائه می‌گردد. نتیجه‌گیری از کار و تحقیقات آتی نیز در بخش ۶ ارائه می‌شود.

مرور ادبیات

ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان فرآیندی است که در طی آن تأمین‌کنندگان، به‌عنوان یک جزء از زنجیره تأمین، مورد تحلیل، ارزیابی و انتخاب قرار می‌گیرند. با ظهور بحث مدیریت زنجیره تأمین، توجه خاصی نیز به مسأله انتخاب تأمین‌کننده شده‌است و در این‌زمینه تاکنون مقالات بسیاری به چاپ رسیده است. که هر کدام از جنبه خاصی به این مسأله توجه‌کرده‌اند. در ذیل به‌برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. دیکسون برای اولین‌بار یک پرسشنامه، مشتمل بر ۲۳ معیار برای ۲۷۳ نفر از مدیران و عوامل خرید[4] از آمریکا و کانادا ارسال و از آن‌ها خواست معیارهای مشخص‌شده را در مقیاس صفر(غیر مهم) تا چهار(بسیار مهم) رتبه‌بندی کنند. ایشان به این نتیجه‌رسید که سه عامل کیفیت استاندارد، تحویل به‌موقع کالا و سابقه‌عملکرد عوامل بسیار مهمی هستند که در امر انتخاب تأمین‌کنندگان مطرح هستند [۷]. ناراسیمهان در سال ۱۹۸۳ برای اولین‌بار کاربرد روشAHP را در حل مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان مطرح‌کرد[۸]. همچنین چان و کومار از یک‌روش AHP فازی برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده‌کردند. آن‌ها از اعداد مثلثی فازی و از روش تحلیل توسعه‌ای برای تجزیه و تحلیل مقایسات زوجی و استخراج وزن معیارها استفاده‌کردند [۹]. بهشتی‌نیا و نعمتی ابوذر یک رویکرد ترکیبی بر مبنای روش منطق دیجیتالی اصلاح‌شده[5] و TOPSIS فازی جهت رتبه-بندی تأمین‌کنندگان را پیشنهاد کردند. در این رویکرد ترکیبی وزن هر یک از معیارها با استفاده از روش MDL و امتیاز هر تأمین‌کننده با استفاده از روش TOPSIS فازی انجام تعیین می‌گردد[۱۰]. جایانت و همکاران [۱۱] از رویکرد ترکیبی جدید DEMATEL، AHP و TOPSIS جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز استفاده کردند بوران و

[1] Decision Making Trial And Evaluation(DEMATEL)
[2] Analytic Network Process (ANP)
[3] Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) in Serbian which means Multi-criteria Optimization and Compromise Solution
[4] Purchasing Agents
[5] Modified Digital Logic (MDL)

www.SID.ir

Archive of SID

همکاران یک رویکرد ترکیبی TOPSIS فازی را به‌منظور انتخاب تأمین‌کننده در یک محیط تصمیم‌گیری گروهی ارائه داده‌اند. در این رویکرد، یک عملگر متوسط وزنی برای جمع‌بندی عقاید فردی تصمیم‌گیرندگان برای رتبه‌بندی معیارها و گزینه‌ها باتوجه‌به اهمیت مورداستفاده قرارمی-گیرد[۱۲]. ایرج‌پور و همکاران با استفاده از روش DEMATEL مؤثرترین شاخص ها را در انتخاب تأمین-کننده سبز را شناسایی و ارزیابی کردند. آن‌ها یک الگویی برای انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان بارویکرد چندمعیاره و سیزده عامل را ارائه‌کردند. از بین شاخص‌های ارائه‌شده مؤثرترین آن‌ها پس از وزن‌دهی باروش DEMATEL تعیین‌گردید [۱۳]. جونیر و همکاران در مقاله‌ای روش AHP فازی را باروش TOPSIS فازی جهت حل‌مسأله انتخاب تأمین‌کننده با ۷ معیار مورد مقایسه‌قرار دادند. آن‌ها نیز بیان کردند که روش TOPSIS فازی نسبت به‌روش AHP فازی بهتر عمل‌می‌کند[۱۴].

بیک خانیان و همکاران از روش ترکیبی FAHP_FTOPSIS جهت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده‌کردند. در این‌روش در ابتدا معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان شناسایی و سپس با استفاده از مدل ساختاری تفسیری رتبه‌بندی می‌شوند[۱۵]. ژائو و همکاران [۱۶] و وئو و همکاران[۱۷] برای مسأله انتخاب تأمین‌کننده از روش VIKOR فازی استفاده کردند. پرامانیک و همکاران یک رویکرد ترکیبی AHP-TOPSIS-QFD در محیط فازی، جهت انتخاب تأمین‌کننده انعطاف‌پذیر را پیشنهادکردند [۱۸]. جان و همکاران یک رویکرد ترکیبی AHP فازی و TOPSIS را به‌منظور انتخاب تأمین‌کننده در شرکت خوردوسازی هند را پیشنهاد کردند. در این رویکرد ترکیبی وزن معیارها با استفاده از روش AHP و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش TOPSIS انجام می‌شود [۱۹]. فی و همکاران روش D-SVIKOR را جهت انتخاب تأمین‌کننده پیشنهاد کردند. برای مقابله با عدم‌قطعیت موجود در قضاوت‌ها از تئوری –Dempster Shafer(D-S) و جهت تعیین وزن معیارها از روش آنتروپی وزنی دنگ و از روش VIKOR برای به‌دست‌آوردن رتبه‌بندی نهایی استفاده‌کردند [۲۰]. پورینگ و همکاران از روش AHP فازی جهت انتخاب تأمین‌کننده تابلوهای مدار چاپی استفاده‌کردند. جهت جمع‌آوری داده‌ها از یک پرسشنامه استفاده‌کردند[۲۱].

در ادامه نیز برخی از تحقیقات داخلی انجام‌شده در حوزه انتخاب تأمین‌کنندگان که از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کرده‌اند، ارائه‌می‌شود.

محقر و همکاران به تحقیقی تحت‌عنوان" انتخاب تأمین-کنندگان، مطالعه موردی: شرکت‌های مهندسی و ساخت" پرداختند. آن‌ها یک رویکرد (مبتنی بر روش Fuzzy QFD)چند مرحله‌ای جامع به‌منظور انسجام‌بخشی به فرآیند انتخاب تأمین‌کننده را ارائه‌کردند[۲۲]. مصدق‌خواه و همکاران مقاله‌ای تحت عنوان" ارائه روش تلفیقی DEA و ANP با استفاده از یک الگوریتم ابتکاری برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان مواد اولیه تولید مخازن نفتی" را نیز ارائه-کرده‌اند[۲۳]. کدخدازاه و مروتی شریف‌آبادی(۱۳۹۲) تأمین‌کنندگان یک شرکت مواد غذایی را با استفاده از سیستم استنتاج فازی و روش AHP ارزیابی و انتخاب نمودند [۲۴]. سپهوند در پژوهشی به کمک روش AHP به منظور اولویت‌بندی ویژگی‌های و استفاده از دو سری از خانه‌های کیفیت QFD، روشی جدید برای انتخاب تأمین-کننده نمودند[۲۵]. ثابت مطلق و همکاران از روش ترکیبی AHP و TOPSIS خاکستری جهت انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان استراتژیک استفاده کردند[۲۶]. محمدنژاد چاری و صفائی قادیکلایی معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین-کنندگان در زنجیره تأمین لارج (مطالعه موردی صنایع غذایی و لبنی کاله) را مورد مطالعه قراردادند. همچنین آن-ها برای رتبه‌بندی نهایی هر یک از شاخص‌ها از روش ANP فازی استفاده‌کردند[۲۷]. نعمتی‌ابوذر و بهشتی‌نیا یک رویکرد ترکیبی برمبنای روش‌های AHP فازی و TOPSIS فازی را به‌منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان در صنعت تبلیغاتی را پیشنهادکردند[۲۸]. عباس‌زاده توسلی و همکاران از روش TOPSIS برای محاسبه وزن و رتبه‌بندی معیارها و از روش DEMATEL جهت تعیین‌ارتباط بین معیارها در مسأله انتخاب تأمین کننده سبز استفاده-کردند[۲۹].

همچنین برخی از مقالات جدید که از روش‌های تصمیم-گیری چندمعیاره ترکیبی در حوزه‌های مختلف استفاده کرده‌اند در ادامه آورده‌شده است. بهشتی‌نیا و آهنگریان ابهری [۳] برای انتخاب روش انتقال فناوری جاده‌ای از یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره (ترکیبی ازروش MDL و TOPSIS) استفاده کردند. ترک‌زاد و بهشتی‌نیا [۴] چهار روش ترکیبی برمبنای روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

www.SID.ir

Archive of SID

برای ارزیابی معیارهایی که برکیفیت خدمات بیمارستانی تأثیر می‌گذارند را پیشنهادکردند. یاداو و همکاران [۵] یک رویکرد ترکیبی جدید (TOPSIS-PSI) جهت انتخاب مواد در کاربردهای دریایی را پیشنهادکردند. ارشادی و آشتیانی [۳۰] جهت تحلیل عوامل مؤثر بر ریسک‌های محیطی پروژه‌ها از روش ترکیبی DEMATEL - ANP و شبکه عصبی مصنوعی استفاده‌کردند. وینود و همکاران [۳۱] یک روش تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برمبنای روش‌های DEMATEL، ANP و TOPSIS جهت‌انتخاب مفهوم چابکی را پیشنهاد کردند. بادولسکو و چیخروهو [۳۲] دو رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره(AHP-TOPSIS ANP-TOPSIS /) جهت‌ارزیابی و رتبه‌بندی اندازه‌گیری خطای مدل‌های پیش‌بینی را پیشنهادکردند. میترا و گوسوامی [۳۳] جهت انتخاب مدل دسکتاپ کامپیوتر از روش ترکیبی AHP-TOPSIS استفاده‌کردند.

سدادی و بهشتی‌نیا [۳۴] نیز روش جدید MCDM برای اولویت‌بندی ساخت نیروگاه‌های تجدیدپذیر با نام TOPKOR پیشنهاددادند. باتوجه‌به بررسی‌های انجام-شده که خلاصه‌آن در جدول ۱ آمده است، تاکنون تحقیقات مختلفی در زمینه مسأله انتخاب تأمین‌کننده انجام‌شده-است اما در اکثر این روش‌ها، روابط بین‌ملاک‌ها و بازخورد-های بین‌عناصر موجود در یک فرآیند تصمیم‌گیری درنظر-گرفته‌نشده‌است؛ که همواره‌می‌تواند در دنیای واقعی مصداق نداشته‌باشد.

در این تحقیق، یک مدل ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی برای زمانی که تعداد معیارها زیاد و بین‌آن‌ها روابط یا وابستگی وجودداشته‌باشد، ارائه‌شده‌است. در این‌رویکرد، به-منظور پوشش ابهامات موجود در قضاوت‌های انسانی، به-جای استفاده از اعداد قطعی از متغیرهای کلامی استفاده شده‌است. روش ترکیبی پیشنهادی، تعداد ماتریس‌های مقایسه زوجی و حجم‌محاسبه‌ها را کاهش‌داده و سرعت محاسبه‌ها را نیز افزایش و از پیچیدگی مسأله می‌کاهد.

جدول ۱- تحقیقات انجام‌شده در زمینه مسأله انتخاب تأمین‌کننده

مقاله	روش‌حل
ناراسیمهان[۸]	AHP
چان و کومار[۹]	AHP فازی
بهشتی‌نیا و نعمتی ابوذر [۱۰]	روش‌ترکیبی MDL و TOPSIS
جایانت و همکاران [۱۱]	روش‌ترکیبی DEMATEL - TOPSIS -AHP
بوران و همکاران [۱۲]	رویکردترکیبی Topsis فازی
ایرج پور و همکاران [۱۳]	DEMATEL
جونیر و همکاران [۱۴]	AHP فازی/Topsis فازی
بیک خانیان و همکاران [۱۵] جان و همکاران [۱۹] نعمتی‌ابوذر و بهشتی‌نیا [۲۸]	روش‌ترکیبی FTopsis-FAHP
ژائو و همکاران [۱۶] / وئو و همکاران [۱۷]	VIKOR فازی
پرامانیک و همکاران [۱۸]	AHP- TOPSIS-QFD فازی
فی و همکاران [۲۰]	روش D-SVIKOR
ثابت مطلق و همکاران [۲۶]	روش‌ترکیبی AHP و TOPSIS خاکستری
سپهوند [۲۵]	روش QFD، AHP
محقر و همکاران [۲۲]	Fuzzy QFD
مصدق‌خواه و همکاران [۲۳]	روش‌تلفیقی DEA و ANP و الگوریتم ابتکاری
کدخدازاه و مروتی شریف آبادی [۲۴]	سیستم استنتاج فازی و روش AHP
محمدنژاد چاری و صفائی قادیکلایی [۲۷] پورسینگ و همکاران [۲۱]	ANP فازی
عباس‌زاده توسلی و همکاران [۲۹]	رویکردترکیبی DEMATEL - TOPSIS
تحقیق حاضر	رویکردترکیبی **ANP-DEMATEL-VIKOR** فازی

www.SID.ir

Archive of SID

مبانی نظری تحقیق

هدف از انتخاب، شناسایی تأمین‌کنندگانی با بالاترین پتانسیل برای رفع نیازهای شرکت به‌طور سازگار و با هزینه قابل قبول می‌باشد. انتخاب بهترین گزینه‌ها در هر یک از تصمیم‌گیری‌های زنجیره‌تأمین نیاز به تجزیه و تحلیل عوامل زیادی دارد که در نتیجه سازمان‌ها را با یک مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره [8]روبه‌رو می‌سازد. مراحل ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان را با توجه به مطالعات انجام‌شده می‌توان به دو زیر گروه تعیین معیارها و شاخص‌ها و روش-های ارزیابی عملکرد برای گزینش تقسیم‌بندی کرد [۳۸].

۳-۱- تعیین معیارها و شاخص‌های عملکرد

در موضوع انتخاب تأمین‌کنندهٔ برتر، گام اول، تهیه فهرستی کامل و جامع از معیارهای مرتبط با انتخاب گزینه‌ها است که به یقین، تعیین این معیارها، یکی از مهم‌ترین مراحل طراحی مدل است، چرا که اگر در این‌مرحله دقت لازم به-کارگرفته نشود، معیارها به‌طور صحیح و همه‌جانبه انتخاب نشده و در نتیجه مدل نهایی قابلیت ارزیابی دقیقی نداشته و نتایج درستی را ارائه نخواهد داد.

شناسایی معیارها برای انتخاب و اندازه‌گیری کارایی تأمین-کنندگان از دهه ۱۹۶۰ به بعد مورد توجه بسیاری از مراکز دانشگاهی و صنعتی بوده است. به‌طوری‌که مطالعات متعددی در خصوص طراحی و تعیین شاخص‌های ارزیابی تأمین‌کنندگان صورت پذیرفته است. فرض اصلی این مطالعات این‌است که بسیاری‌از سازمان‌ها زمان زیادی را صرف ارزیابی اعضای زنجیره‌تأمین خود می‌کنند. در مقالات مرتبط با موضوع ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده که تاکنون ارائه‌گردیده‌اند، براساس تجارب خریداران، معیارهای مختلف و متنوعی، شناسایی شده‌اند. اولین تحقیق در این-باره را دیکسون در سال۱۹۶۲م انجام داد. وی ۲۳ معیار برای ارزیابی تأمین‌کنندگان ارائه داد. باتوجه به معیارهای دیکسون برای انتخاب تأمین‌کننده، کیفیت تنها معیار بسیارمهم با میانگین ۳,۵ می‌باشد. معیارهای موعد تحویل، سابقه تاریخی عملکرد، سیاست‌های گارانتی و خسارت‌دهی، تأسیسات و ظرفیت تولید، قیمت، توان‌فنی و وضعیت مالی شرکت با میانگین ۲,۵ تا ۳,۵ به‌عنوان معیارهایی با درجه‌ی اهمیت قابل توجه شناسایی شدند. از ۱۵ معیار باقی‌مانده، ۱۴ معیار به عنوان معیارهایی با درجه‌ی اهمیت متوسط، با میانگین ۱,۵تا ۲,۵، و معیار ارتباط دوطرفه به عنوان معیار کم اهمیت شناخته شد[۳۶].

از سال۱۹۹۴، 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 به‌وجود آمده‌اند. وبر و همکاران، ۷۴ مقاله را که در طول سال‌های۱۹۶۶تا۱۹۹۱ منتشر شده بودند و معیارهای گزینش تأمین‌کننده در محیط تولید و فروش را مورد بررسی قرار داده بودند، مطالعه کردند. آن‌ها دیدگاه جامعی را درباره معیارهایی که باید در تصمیم‌های گزینش تأمین‌کننده موردت وجه قرار گیرند، تهیه کردند. آن‌ها همچنین نشان دادند که کیفیت، تحویل و قیمت خالص بسیار مورد توجه هستند و تسهیلات و تأسیسات تولید، موقعیت جغرافیایی، وضعیت مالی و ظرفیت از توجهی در حد متوسط برخوردارند[۳۷]. پژوهشی از سوی ورما و پولمن در میان ۱۳۹ مدیر به‌منظور مطالعه چگونگی بده بستان میان کیفیت، هزینه، تحویل به موقع، زمان منتهی به‌تحویل و خصیصه‌های انعطاف‌پذیری که مدیران به‌هنگام گزینش تأمین‌کننده اعمال می‌کنند صورت پذیرفت، آن‌ها نشان دادن که مدیران، کیفیت را مهم‌ترین خصیصه و متعاقب آن تحویل به موقع و هزینه را برای ارزیابی تأمین-کننده در نظر می‌گیرند[۳۸]. ترسی بر روی معیارهای کیفیت، میزان اطمینان به تحویل و افزایش عملکرد محصول تأکید کرده و علاوه بر آن، برنامه بهبود مستمر و گروه‌های طراحی محصول را برای توسعه روابط با تأمین-کنندگان مناسب دانسته است[۳۹]. بوتا و هوک چهار معیار را برای ارزیابی تأمین‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌دهند؛ هزینه‌های ساخت و تولید، کیفیت، فناوری و خدمات[۴۰]. همچنین در سال ۲۰۱۰ هو و همکاران ۷۸ مقاله منتشر شده در این حوزه را مرور نموده و بیان نمودند که مشهورترین معیارهای انتخاب به ترتیب عبارتنداز: کیفیت، تحویل، قیمت/ هزینه، ظرفیت‌تولید، سرویس، مدیریت، تکنولوژی، تحقیق و توسعه‌مالی، انعطاف‌پذیری، شهرت، روابط، ریسک، امنیت و معیارهای محیطی[۴۱].

۳-۲- روش‌های ارزیابی عملکرد

در مورد روش‌های ارزیابی عملکرد می‌توان به برخی از این روش‌ها اشاره کرد. مدل وزنی- خطی، این مدل سعی داشته

[8] Multiple Attribute Decision Making (MADM)

www.SID.ir

Archive of SID

تا با وزن‌دهی معیارها، روش طبقه‌بندی را بهبود بخشد و در نهایت با محاسبه امتیاز نهایی عملکرد، تأمین‌کنندگان را رتبه‌بندی کند. مدل‌های غیرجبرانی شامل روش‌هایی می‌شود که در آن‌ها بده بستان بین شاخص‌ها مجاز نیست؛ یعنی مثلاً نقطه ضعف موجود در یک شاخص به‌وسیله مزیت موجود از شاخص (شاخص‌های) دیگر جبران نمی-شود[۳۲]. مدل‌های جبرانی، شامل روش‌هایی است که اجازه بده بستان در بین شاخص‌های آن‌ها مجاز است[۴۳]. روش فرآیند تجزیه و تحلیل سلسه‌مراتبی، با به‌کارگیری این روش مسأله ابتدا ساخت‌مند شده و سپس گزینه‌های مختلف براساس معیارهای مطرح با هم مقایسه شده و آن-گاه اولویت انتخاب هریک از آن‌ها مشخص می‌شود[۴۴]. مدل‌های آماری، این مدل‌ها به عدم اطمینان‌های احتمالی در انتخاب تأمین‌کنندگان برمی‌گردد. مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، برای فرموله‌سازی مسأله گزینش تأمین‌کننده با توجه به تابع هدف که باید حداکثر(مانند سود) و یا حداقل(مانند هزینه) شود، بکار گرفته می‌شوند. مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی را می‌توان به چهار دسته عمده تفکیک کرد: ۱- تک هدفه(مانند برنامه‌ریزی عدد صحیح و برنامه-ریزی خطی)؛ ۲- چند هدفه(مانند چند هدفه و برنامه‌ریزی آرمانی)؛ ۳- غیر خطی و ۴- پیوندی(ترکیبی از سه دسته قبلی). تحلیل پوششی داده‌ها، این روش مبتنی بر مفهوم کارایی است و تأمین‌کنندگان براساس معیارهای سود و هزینه ارزیابی می‌شوند[۴۵]. روش استدلال مبتنی برمورد، این روش براساس استفاده از پاسخ مسائل قبلی برای حل مسأله جدید شکل گرفته است و به‌عنوان روشی شناخته می‌شود که از نحوه رفتار انسان‌ها در برخورد با مسائل جدید الگوبرداری کرده است[۴۶]. شبکه‌های عصبی، سیستم‌های دینامیکی هستند که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند[۴۷]. منطق فازی، با استفاده از این منطق می‌توان مشکلات مبهم و غیر دقیق بودن داده‌های واقعی مسأله و قضاوت‌های تصمیم‌گیرندگان را برطرف کرد[۴۸]. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بسیاری تاکنون توسعه یافته‌اند، اما مشکل اساسی که بر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره وارد است، عدم در نظرگرفتن روابط بین ملاک-ها و بازخوردهای بین عناصر موجود دریک فرآیند تصمیم-گیری برای انتخاب تأمین‌کننده، می‌باشد. در این تحقیق جهت رفع این مشکل از رویکرد ترکیبی DEMATEL &ANP& VIKOR فازی استفاده می‌شود. مزیت این روش بر سایر روش‌ها در نظر گرفتن روابط موجود بین عناصر یک فرآیند تصمیم‌گیری، کاهش تعداد ماتریس مقایسات زوجی و کمک کننده در مسائلی است که تعداد معیارهای موجود در آن‌ها زیاد می‌باشد.

روش پیشنهادی

به‌منظور تبیین روش پیشنهادی، ابتدا هر یک از روش‌ها به‌طور مختصر شرح‌داده می‌شود و در ادامه گام‌های روش پیشنهادی تشریح می‌گردد.

۴-۱- روش ANP

توماس ساعتی در سال ۱۹۹۶روشی را برای تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه‌کرده‌است که این روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای نامیده شد. این روش برای پرکردن خلاء عدم ایجاد ارتباطات بین عناصر و معیارها در مدل سلسله مراتبی به-وجودآمد و اساس آن شکل‌دهی یک شبکه‌ای از ارتباطات، وابستگی‌ها و پیوندهای بین عناصر و خوشه‌ها است. در واقع می‌توان گفت ANP تعمیم‌یافته روش AHP می‌باشد. شکل(۱) تفاوت بین یک شبکه تصمیم‌گیری و یک سلسله-مراتب تصمیم را نشان‌می‌دهد[۴۹]. روشANP به‌منظور رتبه‌بندی ترجیحات، از ماتریس مقایسات زوجی استفاده می‌کند که داده‌های ورودی آن اعداد قطعی بوده و در مواردی که داده‌های ورودی با ابهام روبرو هستند نمی‌توان از این ماتریس جهت حصول نتایج مطلوب استفاده نمود. لئونگ و چاوو معتقدند از جمله دلایل دقت پایین بودن این نوع کسب نظرات از افراد آن‌است که از فرد خواسته‌می‌شود براساس درک خود از پدیده‌ها، نسبتی دقیق به مقایسات زوجی آن‌ها اختصاص‌دهد و این درحالی‌است که درک فرد از پدیده در قالب عددی قطعی قابل‌بیان نیست بلکه بازه‌ای از اعداد می‌تواند بهتر از عدد قطعی منعکس کننده درک فرد از اهمیت یک پدیده در قیاس با پدیده‌ای دیگر باشد[۵۰]. بنابراینANP فازی قادراست بهتر از ANP معمولی روند تصمیم‌گیری در ذهن انسان را شبیه‌سازی کند. تفاوت روش ANP در حالت فازی با روش ANP معمولی در استخراج اوزان اهمیت از ماتریس مقایسات زوجی می‌باشد و سایر مراحل آن با روشANP معمولی یکسان است.

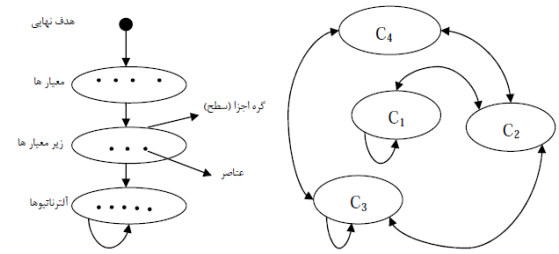
۴-۲- روش DEMATEL

تکنیک دیمتل توسط Fonetla و Gabus در سال ۱۹۷۱

www.SID.ir

Archive of SID

ارائه‌شد. تکنیک دیمتل یکی از انواع روش‌های تصمیم‌گیری براساس مقایسه‌های زوجی است که بابهره‌مندی از قضاوت خبرگان در استخراج عوامل یک سیستم و ساختاردهی نظام‌مند به آن‌ها، شدت اثر روابط را به صورت امتیاز عددی معین می‌کند[۵۱]. روش دیمتل، که براساس تئوری گراف توسعه‌داده‌شده‌است، تصمیم‌گیرنده را قادر می‌سازد تا مسأله را به‌صورت گرافیکی، به‌صورتی برنامه‌ریزی و حل نماید که عوامل مرتبط براساس گروه‌های علت و معلولی، به‌منظور درک بهتر روابط علی دسته‌بندی شوند[۵۲].



سلسله مراتب تصمیم‌گیری　　شبکه‌تصمیم‌گیری

شکل.۱- تفاوت بین شبکه و سلسله مراتب تصمیم‌گیری

مهم‌ترین دلیل استفاده از این روش در تصمیم‌گیری چند-معیاره، توانمندی آن در ساخت‌دهی به روابط داخلی بین معیارها است. با توجه به اینکه برای استفاده از روش DEMATEL به نظرات کارشناسان نیازاست و این نظرات دربردارنده عبارات کلامی مبهم و دوپهلو است، به‌منظور یکپارچه‌سازی و رفع ابهام آن‌ها بهتر است این عبارات به اعداد فازی تبدیل شوند. روش دیمتل فازی با استفاده از متغیرهای زبانی فازی، تصمیم‌گیری را در شرایط عدم اطمینان محیطی آسان می‌کند.

۴-۳- روش VIKOR

روش VIKOR به‌عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای حل مسائل تصمیم‌گیری گسسته با معیارهای نامتناسب و متعارض توسط اپروکوویچ و اپروکوویچ وژنگ توسعه‌یافته‌است. کلمه VIKOR برگرفته از عبارت صربستانی Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje به‌معنی "بهینه‌سازی چند-معیاره وحل سازشی" است. این‌روش برروی رتبه‌بندی و انتخاب از میان مجموعه‌ای از گزینه‌ها متمرکز است و راه-حل سازشی را برای یک مسأله با توجه به شاخص‌های متضاد ارائه می‌دهد که می‌تواند تصمیم‌گیرنده را در دستیابی به راه حل نهایی یاری نماید. راه حل سازشی، موجه‌ترین و نزدیک‌ترین راه‌حل به نقطه ایده‌آل است (راه حل سازشی به معنی ایجاد امتیازهای متقابل است)[۵۳]. در سال ۲۰۰۵رویکرد VIKOR فازی برای نخستین‌بار از-سوی ونگ و همکاران معرفی‌شد. VIKOR فازی فرآیندی نظامند و منطقی برای دستیابی به بهترین راه‌حل است که برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی مورد - استفاده قرارمی‌گیرد [۵۴].

در این‌روش، گزینه‌ها به صورت $A_1,A_2,\ldots,A_m$ نمایش داده می‌شوند. برای گزینه A_i، رتبه‌بندی jامین معیار توسط f_{ij} نمایش‌داده می‌شود، یعنی f_{ij} بیانگر ارزش معیار jام برای گزینه i ام است، به‌طوری که n تعداد معیارها و j تعداد گزینه‌ها را نشان می‌دهد. توسعه روش vikor به‌صورت $L_{p\text{-metric}}$ براساس رابطه ۱ مطرح‌شده‌است.

$$L_{p,i}=\left\{\sum_{j=1}^{n}\left[w_j^*\left(f_j^*-f_{ij}\right)/\left(f_j^*-f_j^-\right)\right]^p\right\}^{1/p} \qquad (۱)$$

بطوری که $1\le p\le\infty$ و $i=1,2,\ldots,m$ می‌باشد. در روش VIKOR، $L_{1,i}=S_i=\sum_{j=1}^{n} w_j^*\frac{(f_j^*-f_{ij})}{(f_j^*-f_j^-)}$ و $L_{\infty,i}=R_i=\max\left\{w_j^*\frac{(f_j^*-f_{ij})}{(f_j^*-f_j^-)}\right\}$ برای اندازه رتبه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند. $L_{1,i}$ به عنوان ثبات[۹] تعریف می‌شود و می‌تواند برای تصمیم‌گیرندگان اطلاعاتی پیرامون ماکزیمم مطلوبیت گروهی یا اکثریت را فراهم آورد. به‌طور مشابه $L_{\infty,i}$ نیز به‌عنوان عدم ثبات[۱۰] تفسیرشده و اطلاعاتی پیرامون حداقل اثر فرد مخالف را برای تصمیم‌گیرندگان فراهم می‌آورد[۵۳].

۴-۴- رویکرد فازی

منطق فازی اولین‌بار در سال ۱۹۶۵ میلادی توسط پروفسور لطفی‌زاده در مقاله‌ای تحت‌عنوان(مجموعه‌های فازی) در مجله اطلاعات و کنترل، عرضه شد. او در این مقاله چیزی را که برتراندراسل، جان لوکاسیه ویچ، ماکس بلک و دیگران آن را ابهام یا چند ارزشی نامیده بودند، فازی نامید[۵۵]. این نظریه قادراست بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم-هایی را که نادقیق و مبهم هستند؛ چنان‌چه در عالم واقع اکثراً چنین است، صورت‌بندی ریاضی ببخشد و زمینه را برای استدلال، استنتاج ،کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم‌آورد[۵۶]. برای ارائه روش پیشنهادی، لازم است که در ابتدا برخی از تعاریف و نمادهای مهم نظریه

[9] Concordance

[10] Discordance

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه‌های فازی مرور شوند.

۴-۴-۱- اعداد فازی[11]

عباراتی مانند حدوداً ۱۰،۲۵ یا نزدیک به ۷را نمی‌توان به‌سادگی و با استفاده از تعریف معمولی مدل‌سازی کرد. برای مدل‌کردن این عبارات از اعداد فازی استفاده می‌شود به‌گونه‌ای که عبارتی مانند تقریباً ۳ با استفاده از مفهوم فازی بدین معناست که اعداد پیرامون مقدار مرکزی ۳ با درجه عضویت کمتری نسبت به این مقدار به آن تعلق دارند. به‌طور کلی اعداد فازی دسته‌ای از مجموعه‌های فازی هستند که دارای ویژگی‌های زیر باشند.

۱- محدب باشند: مجموعه فازی $\widetilde{A}$ محدب است، اگر در رابطه ۲ صدق کند.

$$\forall x ,\forall y \in R, \quad if\ x<z<y : \mu_A(z)\leq \min[\mu_A(x), \mu_A(y)] \qquad (۲)$$

۲- نرمال باشند: مجموعه فازی $\widetilde{A}$ را نرمال گویند اگر و فقط اگر ارتفاع $\widetilde{A}$ برابر ۱ باشد در غیر این‌صورت مجموعه فازی را زیر- نرمال گویند.

۳- تابع عضویت آن‌ها بطور قطعه‌ای پیوسته باشد و روی اعداد حقیقی تعریف شوند.

۴- تک‌نمایی باشند. این ویژگی بیان می‌کند که تنها و تنها در یک نقطه مقدار عضویت به ۱ می‌رسد.

گونه‌های مختلفی از اعداد فازی وجوددارد که دو مورد از کاربردی‌ترین این اعداد که در این مقاله مورد استفاده قرار خواهد گرفت، عدد فازی مثلثی و عدد فازی ذوزنقه‌ای است؛ که در ادامه به توضیح و معرفی این روش‌ها می‌پردازیم.

۴-۴-۱-۱-عدد فازی مثلثی[12]

عدد فازی مثلثی عمدتاً به دلیل خطی‌بودن و سادگی محاسبات با آن، برای حل مسائل مهندسی همواره مورد توجه بوده‌است. یک عدد فازی مثلثی به‌صورت $\widetilde{M}=(a , b ,c)$ نشان داده شده و با رابطه ۳ نشان داده می‌شود. اعداد فازی مثلثی را معمولاً به‌صورت $\widetilde{A}=\langle a , b ,c\rangle_{TFN}$, $trimf\ \widetilde{A}=[a , b , c]$ نشان می‌دهند. شکل (۲) نمودار اعداد فازی مثلثی را در بازه (a,b) نشان می‌دهد که در آن a کران پایین، b مقدار میانه و c کران بالای عدد فازی است.

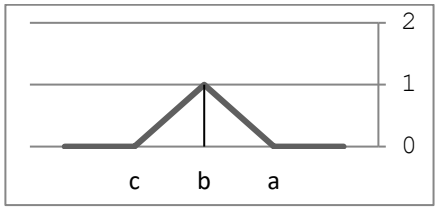
$$\mu(x)=\begin{cases}\frac{x-a}{b-a} & \text{if } a\leq x\leq b\\ \frac{x-c}{b-c} & \text{if } b\leq x\leq c\\ 0 & \text{otherwise}\end{cases} \qquad (۳)$$

۴-۴-۱-۲- عدد فازی ذوزنقه‌ای[13]

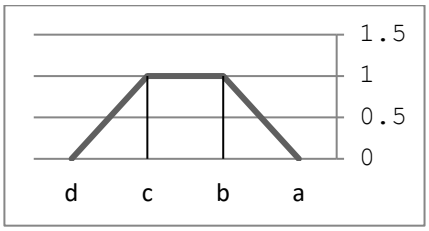
تابع عضویت اعدا فازی ذوزنقه‌ای درره‌ی توابع خطی قرار می‌گیرد و با رابطه ۴ نشان‌داده‌می‌شود. شکل (۳) نمودار اعداد فازی ذوزنقه‌ای را در بازه (a,b) نشان‌می‌دهد.

$$\mu(x)=\begin{cases}\frac{x-a}{b-a} & \text{if } a\leq x<b\\ 1 & \text{if } b\leq x\leq c\\ \frac{x-d}{c-d} & \text{if } c<x\leq d\\ 0 & \text{otherwise}\end{cases} \qquad (۴)$$

اعداد فازی ذوزنقه‌ای را معمولاً به صورت $\widetilde{A}=\langle a , b , c , d\rangle_{trap}$ و $trapmf\ \widetilde{A}=[a , b , c , d]$ نشان می‌دهند.



شکل ۲- نمودار عدد فازی مثلثی $\widetilde{A}=\langle a , b ,c\rangle_{TFN}$



شکل ۳- نمودار عدد فازی ذوزنقه‌ای $\widetilde{A}=\langle a , b ,c\rangle_{trap}$

۴-۴-۲- غیرفازی سازی

گاهی نیز به دلیل متغیرهای زیاد و محاسبات گسترده‌ی اعداد فازی، ناچار می‌شویم اعداد فازی را به اعداد قطعی تبدیل کنیم. به این عمل دی‌فازی کردن گفته می‌شود. روش‌های مختلفی برای غیرفازی سازی وجوددارد که متداول‌ترین آن‌ها عبارتند از: روش میانگین وزنی، روش مرکز ثقل، روش میانگین سطح، روش ماکزیمم، روش میانگین ماکزیمم و روشa برش. از بین روش‌های ذکر شده، روش دی‌فازی مرکز ثقل در این مقاله مورد استفاده

[11] Fuzzy numbers
[12] Triangular fuzzy number

www.SID.ir

Archive of SID

قرارخواهد گرفت که در ذیل نحوه محاسبه آن آورده‌شده است.

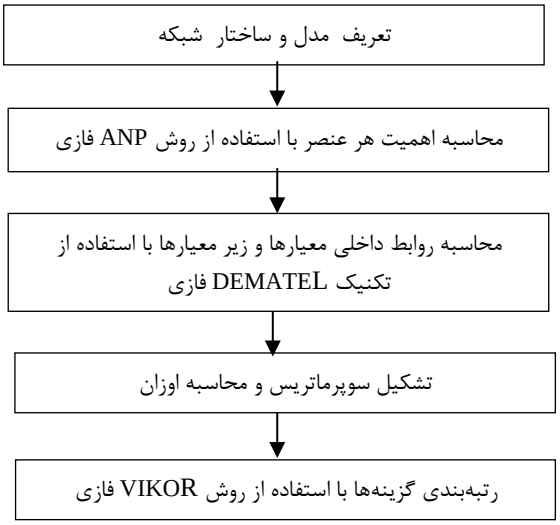
۴-۴-۲-۱- روش مرکز ثقل

در این روش مرکز ناحیه‌ای که به وسیله‌ی نمودار عدد فازی موردنظر پوشانده‌شده‌است، محاسبه می‌شود. اگر A یک عدد فازی و$\mu_A(x)$ تابع عضویت آن باشد، آن‌گاه غیرفازی شده A با استفاده از روش مرکزثقل توسط رابطه‌ی ۵ بدست می‌آید. در این رابطه، بازه‌ی[a , b] در برگیرنده تکیه‌گاه A است[۵۷].

$$x^* = \frac{\int_a^b x\,\mu_A(x)dx}{\int_a^b \mu_A(x)dx} \qquad (۵)$$

۴-۵-گام‌های روش پیشنهادی

در ادامه مراحل روش ANP فازی وDEMATAL فازی وVIKOR فازی متناسب با ساختار پژوهش در حالت ترکیبی توضیح داده می‌شود. شمای کلی روش پیشنهادی در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل۴- شمای کلی روش پیشنهادی

گام ۱: پایه‌ریزی مدل و ساخت شبکه: در این مرحله، هدف تصمیم‌گیری، شاخص‌های تصمیم‌گیری وگزینه‌های ممکن را مشخص می‌نماییم. و سپس موضوع مورد نظر به ساختار شبکه‌ای که در آن گروه‌ها به‌عنوان خوشه‌ها مطرح هستند، تبدیل می‌شود.

گام ۲: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و محاسبه اوزان در سطوح معیارها و زیرمعیارها: در این مرحله عناصر زوج‌های تصمیم‌گیری در هر دسته با توجه به اهمیت آن‌ها، توسط تصمیم‌گیرنده با هم مقایسه‌می‌شوند؛ روش تخمین وزن‌ها در حالت فازی با حالت قطعی متفاوت می‌باشد. یکی از این روش‌ها در محاسبه وزن‌های فازی، روش میانگین هندسی است که در ذیل مراحل بدست آوردن اوزان به وسیله این روش شرح‌داده شده‌است. در این تحقیق به‌منظور محاسبه اوزان، شش متغیر زبانی به شرح جدول ۲ تعریف شده است.

جدول ۲- طیف اعداد فازی و متغیر زبانی جهت تعیین اوزان

متغیر زبانی	کاملاً مهم تر	خیلی مهم تر	مهم تر
مقیاس فازی مثلثی(l,m,u)	(۷،۹،۹)	(۵،۷،۹)	(۳،۵،۷)
متغیر زبانی	کمی مهم‌تر	ترجیح بسیارناچیز	دقیقاً یکسان
مقیاس فازی مثلثی(l,m,u)	(۱،۳،۵)	(۱،۱،۳)	(۱،۱،۱)

مراحل محاسبه اوزان به روش میانگین هندسی:

۱- در این روش ماتریس مقایسات زوجی به صورت اعداد فازی ذوزنقه‌ای$D=(a,b,c,d)$ استفاده می‌گردد.

۲- وزن‌های W_i (میانگین هندسی هر ردیف ماتریس مقایسات زوجی) طبق رابطه ۶ محاسبه می‌شود.

$$Z_i=\left\{\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right\}^{1/n},\ a_i=\left\{\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right\}^{1/n} \qquad (۶)$$

$$b_i=\left\{\prod_{j=1}^{n} b_{ij}\right\}^{1/n} \quad c_i\left\{\prod_{j=1}^{n} c_{ij}\right\}^{1/n} \quad d_i=\left\{\prod_{j=1}^{n} d_{ij}\right\}^{1/n}$$

$$a=\sum_{i=1}^{m} a_i \quad b=\sum_{i=1}^{m} b_i \quad c=\sum_{i=1}^{m} c_i \quad d=\sum_{i=1}^{m} d_i$$

۳-اوزان فازی W_i به‌صورت رابطه ۷ می‌باشد.

$$W_i=\left(\frac{a_i}{d},\frac{b_i}{c},\frac{c_i}{b},\frac{d_i}{a}\right)\ ;\ \forall i \qquad (۷)$$

وزن‌های بدست‌آمده در این مرحله فازی بوده و جهت قرار-گرفتن در سوپر ماتریس و محاسبه نرخ ناسازگاری لازم است دی‌فاز شوند. به‌منظور کنترل نتیجه مقایسه‌ها، نرخ ناسازگاری برای هر ماتریس محاسبه شده تا میزان سازگاری مقایسه‌های زوجی تخمین زده شود. جهت محاسبه نرخ ناسازگاری، ابتدا وزن‌های فازی را قطعی کرده و سپس طبق فرمول$Aw = Q\lambda_{max}$ مقدار متوسطλ را محاسبه‌کرده و در نهایت نرخ ناسازگاری از طریق روابط ۸ و۹ محاسبه می-شود. به توصیف آقای ساعتی چنان‌چه$C.R\geq 0.1$ باشد، ثبات ماتریس مفروض پذیرفته می‌شود و چنان‌چه این نسبت بزرگتر از ۰،۱ باشد باید از تصمیم‌گیرنده خواسته‌شود که در قضاوت‌های مقایسه‌ای خود در جهت سازگاری بیش‌تر تجدیدنظر نماید. در این روابط n تعداد معیارها و R.I شاخص تصادفی می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

$$CI=\frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad (۸)$$

$$C.R=\frac{C.I}{R.I} \quad (۹)$$

گام ۳: محاسبه روابط داخلی بین معیارها و زیرمعیارها با استفاده از تکنیک DEMATEL فازی: همان‌طور که ذکر- شد، درجه اهمیت هر عنصر تحت کنترل عنصر دیگر با استفاده از روشANP فازی اندازه‌گیری شد. حال برای سهولت در کار و کاهش تعداد مقایسه‌های زوجی موردنیاز، ارتباطات داخلی عناصر با استفاده از روش DEMATEL سنجش می‌شود. بنابراین مراحل تکنیک دیمتل فازی عبارتنداز:

۱- طراحی معیارهای زبانی فازی: در این مرحله نیاز است معیارهای زبانی فازی مشخص شوند. بنابراین طیف اعداد فازی و متغیرهای زبانی جهت محاسبه ارتباطات داخلی به شرح جدول (۳) است.

جدول ۳- طیف اعداد فازی و متغیرهای زبانی جهت تعیین ارتباطات داخل

متغیر زبانی	تأثیر بسیار بالا	تأثیر بالا	تأثیر کم
مقیاس فازی مثلثی (l,m,u)	(۳،۳،۴)	(۲،۳،۴)	(۱،۲،۳)
متغیر زبانی	تأثیر بسیار کم	بدون تأثیر	
مقیاس فازی مثلثی (l,m,u)	(۰،۱،۲)	(۰،۰،۱)	

۲- تشکیل ماتریس رابطه مستقیم فازی(A): تصمیم‌گیرنده مقایسه زوجی را براساس اثر و جهت بین متغیرها تعیین می‌کند. درایه‌های ماتریس شماره ۱۰ ماتریس رابطه مستقیم نامیده می‌شود. بر مبنای تأثیر معیار i بر j شکل خواهد گرفت.

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (۱۰)$$

۳- در این مرحله ماتریس رابطه مستقیم به‌دست آمده باید نرمال شود. که به‌منظور نرمال‌کردن ماتریس رابطه مستقیم از رابطه۱۱ استفاده می‌شود.

$$M=\frac{1}{\max_{1<i<n}\sum_{j=1}^{n} u_{ij}}, \quad a_{ij}=(l_{ij},m_{ij},u_{ij})$$
$$S=M^{*} \quad (۱۱)$$

۴- بعد از محاسبه ماتریس نرمالایز شده، ماتریس روابط کل با استفاده از رابطه ۱۲ قابل‌محاسبه است.

$$T_L=X_L(I-X_L)^{-1}=\begin{pmatrix} 0 & I_{12} & I_{13} \\ I_{21} & 0 & I_{23} \\ I_{31} & I_{32} & 0 \end{pmatrix} \quad (۱۲)$$

$$T_m=\begin{pmatrix} 0 & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & 0 & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & 0 \end{pmatrix}, T_u=\begin{pmatrix} 0 & u_{12} & u_{13} \\ u_{21} & 0 & u_{23} \\ u_{31} & u_{32} & 0 \end{pmatrix}$$

براساس ماتریس‌های جزئی قطعی محاسبه‌شده در مرحله ۴، ماتریس ارتباط کل (T) با استفاده از رابطه ۱۳محاسبه می‌شود.(I ماتریس همانی)

$$T=X(I-X)^{-1}=\begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} \end{pmatrix},$$
$$t_{ij}=(l_{ij},m_{ij},u_{ij}) \quad (۱۳)$$

۵- محاسبه ماتریس روابط داخلی: در این مرحله بعد از دی‌فازی سازی ماتریس روابط کل با روش دی‌فازی سازی مرکز ثقل، ماتریس قطعی حاصل‌شده را باید نرمال نمود. به‌طوری که مجموع عناصر هر ستون برابر یک شود. ماتریس خروجی روش DEMATEL ماتریس ارتباط داخلی نامیده می‌شود که به‌عنوان بخشی از سوپر ماتریس روش ANP می‌باشد.

گام ۴: تشکیل سوپرماتریس و محاسبه اوزان: بعد از محاسبه ماتریس ارتباط داخلی و بردارهای اولویت، به تشکیل سوپرماتریس اقدام می‌شود. سوپرماتریس، یک ماتریس بخش‌بندی شده‌است که هر زیرماتریس از مجموعه روابطی که بین دو خوشه در مدل گرافیکی وجوددارد، تشکیل شده است. با واردکردن اولویت‌های بدست‌آمده از ANP فازی و ماتریس روابط داخلی حاصل از DEMATEL فازی در ستون‌های مناسب، سوپر ماتریس اولیه (بدون وزن) تشکیل می‌شود. برای حل سوپرماتریس ، ابتدا هر ستون را با تقسیم بر مجموع اعضای ستون نرمال- سازی می‌کنیم. مرحله نهایی در این گام، بدست‌آوردن درجه اهمیت هریک از عناصر مورد نظر است. در این مرحله سوپرماتریس وزنی به‌توانی می‌رسد تا همگرا گردد؛ یعنی تمام عناصر موجود در یک سطر مشابه شوند و اثر کلی هر عنصر نیز بر دیگر عناصر که با آن اثر متقابل دارد، حاصل- آید.

گام ۵: رتبه‌بندی و بهبود گزینه‌ها با استفاده از روش vikor فازی: بعد از محاسبه اوزان معیارها با استفاده از روش ترکیبی ANP&DEMATEL فازی، جهت انتخاب و ارزیابی بهترین تأمین‌کننده، از روش vikor فازی استفاده

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود. مراحل روش ویکورفازی، در یک مسأله تصمیم-گیری چندمعیاره، با n معیار و m آلترناتیو به‌شرح ذیل است:

۱- تشکیل ماتریس تصمیم: با توجه به ارزیابی همه آلترناتیوها برای معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم به شکل ماتریس۱۴ تشکیل می‌شود.

$$x=\begin{matrix}A_1\\ \vdots\\ A\end{matrix}\begin{bmatrix}x_{11} & \cdots & x_{1n}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ x_{m1} & \cdots & x_{mn}\end{bmatrix} \qquad (۱۴)$$

در این ماتریس، A_i نشان‌دهنده‌ی گزینه iام، C_j نشان-دهنده شاخص jام وx_{ij} نشان‌دهنده‌ی ارزش گزینه‌یA_i با توجه به شاخصC_j است. طیف اعداد فازی و متناظر متغیر کلامی، مورداستفاده در مثال عددی بیان‌شده، جهت رتبه-بندی گزینه‌ها به‌شرح جدول ۴ است.

جدول ۴- طیف اعداد فازی و متناظر متغیر کلامی

متغییر زبانی	خیلی خوب	خوب	نسبتاً خوب	قابل قبول
عدد فازی مثلثی	(۹ ۱۰ ۱۰)	(۷ ۹ ۱۰)	(۵ ۷ ۹)	(۳ ۵ ۷)
متغییر زبانی	نسبتاً ضعیف	ضعیف	خیلی ضعیف	
عدد فازی مثلثی	(۱ ۳ ۵)	(۰ ۱ ۳)	(۰ ۰ ۱)	

۲- در این مرحله با توجه به ضریب اهمیت معیارهای مختلف در تصمیم‌گیری، با استفاده از روش‌هایی مانند آنتروپی یا AHP و غیره بردار وزن به‌صورت رابطه ۱۵ تعریف می‌شود. در این مدل ضریب اهمیت معیارها با استفاده از روش ترکیبی ANP&DEMATEL فازی محاسبه می‌شود.

$$W=[w_1,w_2,\ldots,w_n] \qquad (۱۵)$$

۳- استفاده از یک روش فازیی‌زدایی برای تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی: درایه‌های ماتریس مرحله ۱ به اعداد غیر-فازی تبدیل می‌شوند. جهت فازیی‌زدایی در مثال عددی بیان‌شده در این پژوهش از روش فازیی‌زدایی مرکز ثقل استفاده‌شده‌است.

۴- تعیین نقطه ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی: در این مرحله بهترین و بدترین مقدار هر یک از گزینه‌ها را در هر معیار تعیین‌کرده و به‌ترتیب f_j^* و f_j^- می‌نامیم.

$$x=\begin{bmatrix}x_{11} & \cdots & x_{1n}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ x_{m1} & \cdots & x_{mn}\end{bmatrix}$$

$$f_j^-=\min\ f_i\ ,\ f_j^*=\max\ f_{ij}$$

$$i=1,2,\ldots,m \quad j=1,2,3\ldots,n \qquad (۱۶)$$

f_j^* بهترین مقدار برای معیار j ام، f_j^- بهترین مقدار برای معیار j ام.

اگر تمامی f_j^* را به‌هم پیوند بزنیم یک ترکیب بهینه با بیش-ترین امتیاز خواهد داد (نقطه ایده‌آل مثبت) و در مورد f_j^- نیز بدترین امتیاز (نقطه ایده‌آل منفی).

۵- محاسبه مقدار سودمندی (S) و مقدار تأسف(R) برای هر گزینه با استفاده از روابط ۱۷و۱۸.

$$L_{1,i}=S_i=\sum_{j=1}^{n} w_j*\frac{(f_j^*-f_{ij})}{(f_j^*-f_j^-)} \qquad (۱۷)$$

$$L_{\infty,i}=R_i=\max\left\{w_j*\frac{(f_j^*-f_{ij})}{(f_j^*-f_j^-)}\right\} \qquad (۱۸)$$

که S_i بیانگر فاصله نسبی گزینه iام از راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین ترکیب) و R_i بیانگر حداکثر ناراحتی گزینه iام از دوری راه حل ایده آل مثبت می‌باشد.

۶- محاسبه شاخص ویکور(Q) برای هرگزینه: برای هر گزینه شاخص ویکور توسط رابطه ۱۹ محاسبه می‌شود. $V\in[0,1]$ ، وزن برای استراتژی ماکسیمم مطلوبیت گروهی است.

$$Q_i=v\left[\frac{S_i-S^*}{S^--S^*}\right]+(1-v)\left[\frac{R_i-R^*}{R^--R^*}\right] \qquad (۱۹)$$

$$S^-=\max\ S_i \qquad S^*=\min S_i$$

$$R^-=\max\ R_i \qquad R^*=\min\ R_i$$

۷- مرتب کردن گزینه‌ها بر اساس مقادیر S ،R وQ:

- آلترناتیوها بر اساس مقادیر S ،R وQ و به‌صورت صعودی مرتب می‌شوند.
- آلترناتیو a' به‌عنوان یک حل توافقی به‌گونه‌ای که با توجه به مقدار Q و با در نظر گرفتن دو شرط زیر، به‌عنوان بهترین، رتبه‌بندی شده است پیشنهاد می‌شود.

شرط اول) مزیت قابل قبول

$$Q(a'')-Q(a')\geq\frac{1}{i-1}\quad i:\text{number of alternatives} \qquad (۲۰)$$

a'' آلترناتیو با موقعیت دوم در لیست رتبه‌بندی Q

شرط دوم) ثبات قابل‌قبول در تصمیم‌گیری: آلترناتیو a' باید دارای بالاترین رتبه در لیست رتبه‌بندی S یا R یا هردو باشد. اگر یکی از دو شرط برقرارنشود، مجموعه‌ای از راه حل های توافقی پیشنهاد می‌گردد:

الف) آلترناتیوهای a'',a' ، اگر فقط شرط دوم برقرارنباشد.

ب) آلترناتیوهای $a^m,\ldots,a'',a'$، اگر شرط اول برقرار نباشد، a_m به کمک رابطه ۲۱ برای بیشترین مقدار m

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین می‌شود:

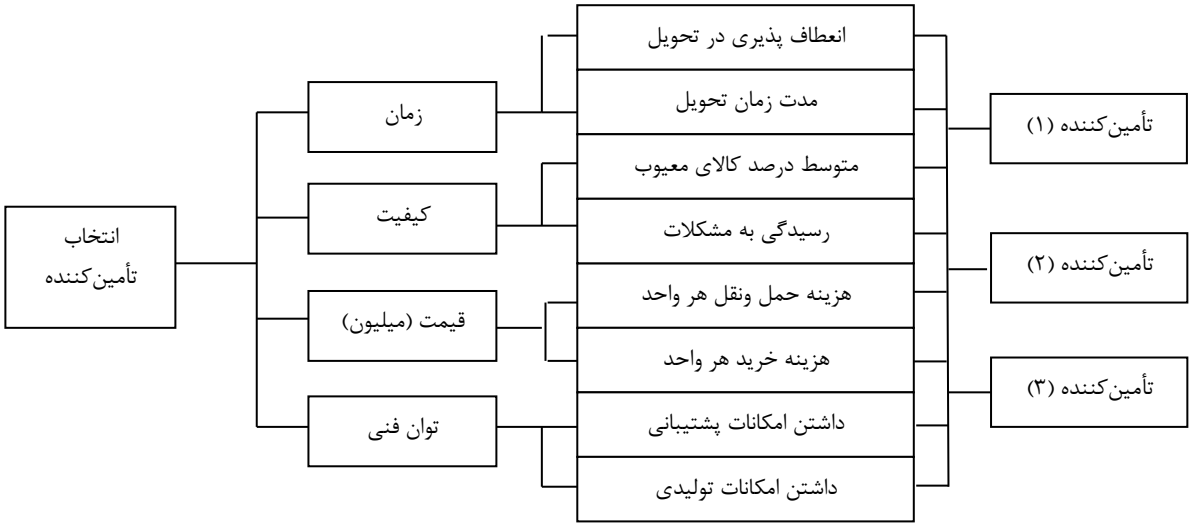
$$Q(a^m)-Q(a')<\frac{1}{i-1} \quad (۲۱)$$

مثال عددی

به‌منظور تشریح مدل ارائه شده مثال عددی زیر ارائه می‌شود. بسته به‌نوع کسب وکار، طیف متنوعی از معیارها برای ارزیابی تأمین‌کنندگان به‌کار می‌رود. از آنجائیکه این تحقیق برای مورد عملی خاصی در نظرگرفته‌نشده‌است، معیارها و زیرمعیارهای انتخاب شده در شکل باتوجه به اهمیت آن‌ها در مرور ادبیات در نظرگرفته‌شده‌اند. باتوجه به نظرات تصمیم‌گیرنده می‌خواهیم سه تأمین‌کننده را با استفاده از روش پیشنهادی(Vikor&Dematel&Anp فازی) نسبت به چهار معیار ذکر شده رتبه‌بندی نماییم.

گام ۱: پایه‌ریزی مدل و ساخت شبکه:. ساختار شبکه‌ای تصمیم جهت انتخاب بهترین تأمین‌کننده مطابق شکل(۵) ترسیم می‌شود.

گام۲: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی و محاسبه اوزان در سطوح معیارها و زیرمعیارها: در این گام ابتدا جداول مقایسات زوجی توسط تصمیم‌گیرنده مطابق جداول ۵ تا ۹ تشکیل‌شده‌است. و سپس اوزان هریک از زیرمعیارها در حالت فازی و قطعی (دی‌فازی شده با استفاده از روش مرکز ثقل) با توجه به مراحل ذکر شده مطابق جدول ۱۰ محاسبه شده‌است.



شکل ۵- شبکه تصمیم‌گیری (مثال)

جدول ۶- ماتریس مقایسه زوجی معیار زمان تحویل

معیار (زمان تحویل)	انعطاف‌پذیری در تحویل	مدت زمان تحویل
انعطاف‌پذیری در تحویل	(۱ ۱ ۱ ۱)	(۷ ۵ ۵ ۳)
مدت‌زمان تحویل	(۱/۳ ۱/۵ ۱/۵ ۱/۷)	(۱ ۱ ۱ ۱)

جدول ۷- ماتریس مقایسه زوجی معیارکیفیت محصول

معیار (کیفیت محصول)	متوسط درصد کالای معیوب	رسیدگی به مشکلات
متوسط درصد کالای معیوب	(۱ ۱ ۱ ۱)	(۹ ۷ ۷ ۵)
رسیدگی به مشکلات	(۱/۹ ۱/۷ ۱/۷ ۱/۵)	(۱ ۱ ۱ ۱)

جدول ۸- ماتریس مقایسه زوجی معیارقیمت

معیار (قیمت)	هزینه حمل و نقل هر واحد	هزینه خرید هر واحد
هزینه حمل ونقل هر واحد	(۱ ۱ ۱ ۱)	(۱/۹ ۱/۷ ۱/۷ ۱/۵)
هزینه خرید هر واحد	(۹ ۷ ۷ ۵)	(۱ ۱ ۱ ۱)

جدول ۹- ماتریس مقایسه زوجی معیار تون فنی

معیار (توان فنی)	داشتن امکانات پشتیبانی	داشتن امکانات تولیدی
داشتن امکانات پشتیبانی	(۱ ۱ ۱ ۱)	(۱/۳ ۱/۵ ۱/۵ ۱/۷)
داشتن امکانات تولیدی	(۷ ۵ ۵ ۳)	(۱ ۱ ۱ ۱)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۰- اوزان فازی و قطعی معیارها

i	معیار	وزن در حالت فازی	وزن درحالت قطعی
۱	زمان تحویل	(۰,۱۱۵۶ ۰,۲۲۸۵ ۰,۳۸۸۷)	۰,۲۴۴۵
۲	کیفیت محصول	(۰,۲۹۳۸ ۰,۵۸۴۲ ۱,۰۷۲۱)	۰,۶۵۰۲
۳	قیمت	(۰,۰۲۶۹ ۰,۰۴۲۴ ۰,۰۸۱۲)	۰,۰۵۰۲
۴	توان فنی	(۰,۱۱۳۴ ۰,۱۴۴۸ ۰,۲۷۶۸)	۰,۱۷۸۷
۵	انعطاف پذیری در تحویل	(۰,۵۳۷۴ ۰,۸۴۰۷ ۱,۲۵۴)	۰,۸۷۷۵
۶	مدت زمان تحویل	(۰,۱۱۷۳ ۰,۱۵۹۲ ۰,۲۷۳۶)	۰,۱۸۲۹
۷	متوسط درصد کالای معیوب	(۰,۶۴۸۷ ۰,۸۷۵ ۱,۱۶۷۷)	۰,۹۱۰۶
۸	رسیدگی به مشکلات	(۰,۰۹۶۶ ۰,۱۲۵ ۰,۱۷۴۱)	۰,۱۳۱۸
۹	هزینه حمل و نقل هر واحد	(۰,۰۹۶۶ ۰,۱۲۵ ۰,۱۷۴۱)	۰,۱۳۱۸
۱۰	هزینه خرید هر واحد	(۰,۶۴۸۷ ۰,۸۷۵ ۱,۱۶۷۷)	۰,۹۱۰۶
۱۱	داشتن امکانات پشتیبانی	(۰,۱۱۷۳ ۰,۱۵۹۲ ۰,۲۷۳۶)	۰,۱۸۲۹
۱۲	داشتن امکانات تولیدی	(۰,۵۳۷۴ ۰,۸۴۰۷ ۱,۲۵۴)	۰,۸۷۷۵

گام ۳: محاسبه روابط‌داخلی بین معیارها و زیرمعیارها با استفاده از تکنیک DEMATEL فازی: جهت اندازه‌گیری وابستگی میان معیارهای تصمیم‌گیری از روش DEMATEL فازی استفاده می‌شود.

با استفاده از مراحل ذکرشده ماتریس نرمال‌شده روابط داخلی معیارها و زیرمعیارها مطابق جداول (۱۱) تا (۱۴) محاسبه‌شده‌است.

جدول ۱۱- ماتریس نرمال شده روابط داخلی معیارها

معیار	زمان تحویل	کیفیت محصول	قیمت	توان فنی
زمان تحویل	۰,۲۳۷۹	۰,۱۵۷۷	۰,۲۳۸۸	۰,۱۷۶۷
کیفیت محصول	۰,۲۸۴۹	۰,۲۱۰۱	۰,۳۵۱۷	۰,۳۲۸۷
قیمت	۰,۱۸۹۶	۰,۱۶۵۵	۰,۱۱۱۲	۰,۲۵۸۲
توان فنی	۰,۲۸۷۶	۰,۴۶۶۷	۰,۲۹۸۳	۰,۲۳۶۴

جدول ۱۲- ماتریس نرمال‌شده روابط داخلی معیار زمان تحویل

معیار	انعطاف‌پذیری در تحویل	مدت زمان تحویل
انعطاف‌پذیری در تحویل	۰,۴۱۴۳	۰,۵۰۵۱
مدت زمان تحویل	۰,۵۸۵۷	۰,۴۹۴۹

جدول ۱۳- ماتریس نرمال‌شده روابط داخلی معیار کیفیت محصول

معیار	متوسط درصد کالای معیوب	رسیدگی به مشکلات
متوسط درصد کالای معیوب	۰,۵۲۵۶	۰,۶۸۶۴
رسیدگی به مشکلات	۰,۴۷۴۴	۰,۳۱۳۶

ماتریس روابط‌کل حدبالا(T_u) در اعداد فازی مثلثی معیار قیمت معکوس ندارد. بنابراین ماتریس روابط کل و ماتریس روابط داخلی معیار قیمت ۰ می‌شود.

جدول ۱۴- ماتریس نرمال‌شده روابط داخلی معیار توان فنی

معیار	داشتن امکانات پشتیبانی	داشتن امکانات تولیدی
داشتن امکانات پشتیبانی	۰,۵۱۵۶	۰,۶۰۶۷
داشتن امکانات تولیدی	۰,۴۸۴۴	۰,۳۹۳۳

گام ۴: تشکیل سوپرماتریس و محاسبه اوزان:

بعد از محاسبه‌ی اولویت‌های به‌دست‌آمده با استفاده ازروش ANPفازی و ماتریس روابط داخلی حاصل از روش DEMATEL فازی، سوپر ماتریس اولیه (بدون وزن) مطابق جدول (۱۵) تشکیل می‌شود. برای حل سوپر-ماتریس، ابتدا هر ستون را با تقسیم بر مجموع اعضای ستون نرمال‌سازی‌شده و سپس با استفاده از نرم افزار ریاضی MATLAB به‌توان حدی رسانده تا مقادیر هر سطح آن همگرا شوند. سوپرماتریس حدی محاسبه‌شده نیز در جدول (۱۶) آورده شده است. در جدول (۱۶) اوزان بدست آمده از روش ترکیبی ANP & DEMATEL فازی مشخص‌شده است.

گام ۵: رتبه‌بندی و بهبود گزینه‌ها با استفاده از روش vikor فازی: مقدار شاخص‌های R_i،S_iوQ_i براساس روابط ۱۷و۱۸و۱۹ برای تأمین کننده ۱ به صورت ذیل محاسبه-شده است. برای تأمین‌کننده‌های ۲ و۳ این مقادیر به همین

www.SID.ir

Archive of SID

صورت محاسبه می‌شوند؛ که مقادیر آن‌ها در جدول (۱۷) آورده شده‌است. مقدار وزن حداکثر مطلوبیت گروهی V=۰,۵ در نظرگرفته شده است.

$$S_1=\left(0.4631*\frac{7-5}{7-5}\right)+\left(0.5369*\frac{4-2}{4-2}\right)+\left(0.5913*\frac{3-3}{3-1.333}\right)+\left(0.4087*\frac{7-7}{7-3}\right)+\left(0.5660*\frac{9.666-7}{9.666-5}\right)+\left(0.444*\frac{9.666-3}{9.666-1.333}\right)=1.6729$$

$$R_{1=}\max\left(\left(0.4631*\frac{7-5}{7-5}\right),\left(0.5369*\frac{4-2}{4-2}\right),\left(0.5660*\frac{9.666-7}{9.666-5}\right),\left(0.444*\frac{9.666-3}{9.666-1.333}\right)\right)=0.5369$$

$$Q_1=0.5*\left(\frac{1.6729-0.64835}{1.82455-0.64835}\right)+0.5*\left(\frac{0.5369-0.444}{.5913-0.444}\right)=0.7508$$

جدول ۱۷- مقادیر S وR وQ برای تمام گزینه‌ها

	S_i	R_i	Q_i
تأمین کننده۱	۱,۶۷۲۹	۰,۵۳۶۹	۰,۷۵۰۸
تأمین کننده۲	۰,۴۰۸۸	۰,۵۹۱۳	۱
تأمین کننده۳	۱,۸۲۴۵۵	۰,۴۴۴۰	۰
	S^- ۱,۸۲۴۵۵	R^- ۰,۵۹۱۳	
	S^* ۰,۶۴۸۳۵	R^* ۰,۴۴۴۰	

جدول ۱۸- رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس S ،R وQ به ترتیب صعودی

S_i		R_i		Q_i	
تأمین کننده۳	۰,۶۴۸۳۹	تأمین کننده۳	۰,۴۴۴	تأمین کننده۳	۰
تأمین کننده۱	۱,۶۷۲۹	تأمین کننده۱	۰,۵۳۶۹	تأمین کننده۱	۰,۷۵۰۸
تأمین کننده۲	۱,۸۲۴۵۵	تأمین کننده۲	۰,۵۹۱۳	تأمین کننده۲	۱

راه حل توافقی: شرط اول)

$$Q\left(\text{تأمین‌کننده ۱}\right)-Q\left(\text{تأمین‌کننده ۳}\right)\geq\frac{1}{2}$$

$$0.7508>0.5$$

شرط دوم) تأمین‌کننده (۳) دارای بالاترین رتبه در ستون S_i و R_i می‌باشد.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود به‌علت برقرار بودن هردو شرط، تأمین‌کننده (۳) شرط پذیرش به عنوان بهترین گزینه را دارا است. از این‌رو بهترین گزینه جهت انتخاب، تأمین‌کننده (۳) می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۵- سوپر ماتریس بدون وزن (اولیه)

معیار	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
انتخاب تأمین کننده (a)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
زمان تحویل (b)	۰,۲۴۴۵	۰,۲۳۷۹	۰,۱۵۷۷	۰,۲۳۸۸	۰,۱۷۶۷	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
کیفیت محصول (c)	۰,۶۵۰۲	۰,۲۸۴۹	۰,۲۱۰۱	۰,۳۵۱۷	۰,۲۳۸۷	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
قیمت (d)	۰,۰۵۰۲	۰,۱۸۹۶	۰,۱۶۵۵	۰,۱۱۱۲	۰,۲۵۸۲	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
توان فنی (e)	۰,۱۷۸۷	۰,۲۸۷۶	۰۴۶۶۷	۰,۲۹۸۳	۰,۲۳۶۴	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
انعطاف پذیری در تحویل (f)	۰	۰,۸۷۷۵	۰	۰	۰	۰,۴۱۴۳	۰,۵۰۵۱	۰		۰	۰	۰	۰
مدت زمان تحویل g)	۰	۰,۱۸۲۹	۰	۰	۰	۰,۵۸۵۷	۰,۴۹۴۹	۰		۰	۰	۰	۰
متوسط درصد کالای معیوب (h)	۰	۰	۰,۹۱۰۶	۰	۰	۰	۰	۰,۵۲۵۶	۰,۶۸۶۴	۰	۰	۰	۰
رسیدگی به مشکلات (i)	۰	۰	۰,۱۳۱۸	۰	۰	۰	۰	۰,۴۷۴۴	۰,۳۱۳۶	۰	۰	۰	۰
هزینه حمل و نقل هر واحد (j)	۰	۰	۰	۰,۱۳۱۸	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
هزینه خرید هر واحد (k)	۰	۰	۰	۰,۹۱۰۶	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
داشتن امکانات پشتیبانی (l)	۰	۰	۰	۰	۰,۱۸۲۹	۰	۰	۰		۰	۰	۰,۵۱۵۶	۰,۶۰۶۷
داشتن امکانات تولیدی (m)	۰	۰	۰	۰	۰,۸۷۷۵	۰	۰	۰		۰	۰	۰,۴۸۴۴	۰,۳۹۳۳

جدول ۱۶- سوپر ماتریس حددار

معیار	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
انتخاب تأمین کننده (a)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
زمان تحویل (b)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کیفیت محصول (c)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
قیمت (d)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
توان فنی (e)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
انعطاف‌پذیری در تحویل (f)	۰,۰۹۴۵	۰,۲۸۷۴	۰,۰۳۹۹	۰,۰۴۹۳	۰,۰۴۲۰	۰,۴۶۳۱	۰,۴۶۳۱	۰	۰	۰	۰	۰	
مدت زمان تحویل (g)	۰,۱۰۶۹	۰,۳۳۳۳	۰,۰۴۶۲	۰,۰۵۷۱	۰,۰۴۸۷	۰,۵۳۶۹	۰,۵۳۶۹	۰	۰	۰	۰	۰	
متوسط درصد کالای معیوب (h)	۰,۲۵۲۶	۰,۰۸۲۰	۰,۳۷۴۲	۰,۰۹۱۹	۰,۰۸۸۴	۰	۰	۰,۵۹۱۳	۰,۵۹۱۳	۰	۰	۰	
رسیدگی به مشکلات (i)	۰,۱۷۴۶	۰,۰۵۶۷	۰,۲۵۸۶	۰,۰۶۳۵	۰,۰۶۱۱	۰	۰	۰,۴۰۸۷	۰,۴۰۸۷	۰	۰	۰	
هزینه حمل و نقل هر واحد (j)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
هزینه خرید هر واحد (k)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
داشتن امکانات پشتیبانی (l)	۰,۱۴۱۷	۰,۰۸۳۰	۰,۱۰۷۳	۰,۰۸۵۸	۰,۳۶۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۵۵۶۰	۰,۵۵۶۰
داشتن امکانات تولیدی (m)	۰,۱۱۳۱	۰,۰۶۶۲	۰,۰۸۵۷	۰,۰۶۸۵	۰,۲۸۹۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۴۴۴۰	۰,۴۴۴۰

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

با افزایش تمایلات به سمت ایجاد شراکت استراتژیک و رابطه همکاری سازمان‌ها با تعداد کمتر ولی بهتری از تأمین‌کنندگان، ارزیابی تأمین‌کنندگان و انتخاب آن‌ها تبدیل به موضوع بسیار مهمی در حوزه مدیریت زنجیره تأمین شده است. بنابراین ایجاد رابطه‌ای نزدیک و بلندمدت بین تأمین‌کننده و خریدار به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی موفقیت در ایجاد زنجیره تأمین مدنظر قرار می‌گیرد. به‌طوری که می‌توان گفت مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان مهم‌ترین مسأله در اجرای موفقیت‌آمیز زنجیره تأمین می‌باشد در این تحقیق رویکرد ترکیبی ANP&DEMATEL &VIKOR برای انتخاب بهترین تأمین‌کنندگان ارائه شده و با توجه به اینکه مسأله انتخاب تأمین‌کنندگان به‌طور ذاتی با داده‌های غیردقیق و مبهم مواجه است از تئوری مجموعه‌های فازی جهت پوشش حالات مبهم تصمیم‌گیری نیز استفاده‌شده است. استفاده از رویکرد ترکیبی ANP & DEMATEL & VIKOR فازی سبب کاهش حجم محاسبه‌ها و پیچیدگی تحقیق شده است.

معرفی رویکرد ANP & DEMATEL & VIKOR فازی در انتخاب بهترین تأمین‌کننده در زنجیره تأمین، ویژگی مهم تحقیق حاضر محسوب می‌شود که تاکنون تحقیقی با استفاده از این رویکرد ترکیبی ارائه نشده است. نتیجه محاسبات مثال عددی ارائه‌شده در بخش ششم نشان می‌دهد که این مدل قادر می‌باشد علاوه بر استخراج رتبه‌های گزینه‌ها، وزن نهایی هر یک از ملاک‌های وارد شده در تصمیم‌گیری را به‌دست آورد و تأثیرات متقابل عناصر تصمیم‌گیری را وارد محاسبات کرده و فرآیند تصمیم‌گیری را به بهترین نحو ممکن انجام دهد. در ادامه پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی پیشنهاد شده است. به‌منظور رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان از سایر روش‌های وزن‌دهی استفاده شود، تحقیق مذکور در صنایع واقعی اجراشود، فرآیند تصمیم‌گیری گروهی در محیط فازی مورد استفاده قرار گیرد و روش پیشنهادی درحالت احتمالی ارائه و با روش مذکور مورد مقایسه قرار گیرد.

منابع

[1] S. H. Ghodsypour, C. O'Brien, "A decision support system for suppleir selection .using onintegrated analytic hierarchy process and linear programing". Internation Journal of Production Economics, 1998, pp: 56-57.

[2] E. K. Lee, S. Ha, and S. K. Kim, "Supplier selection and management system considering relationships in supply chain management", IEEE transactions on Engineering Management, Vol. 48, No. 39, 2001, pp. 307-318.

[3] M. A. Beheshtinia, and M. Ahangareian Abhari, "A New Hybrid Decision Making Method for Selecting Roller Concrete Road Pavement Technology Transfer Method", International Journal of Transportation Engineering (IJTE), Vol. 5, NO. 3, 2018, pp. 229-249.

[4] A. Torkzad, and M.A. Beheshtinia, "Evaluating and prioritizing hospital service quality", International Journal of Health Care Quality Assurance. Vol. 32, No. 2, 2019, pp. 332-346.

[5] S. Yadav, V. Kumar Pathak, and S. Gangwar, "A novel hybrid TOPSIS-PSI approach for material selection in marine applications", Sādhanā, 2019, pp. 44-58.

[6] Y. P. Yang, H. Shieh, and G. H. Tzeng, "A VIKOR Technique with Applications Based on DEMATEL and ANP", Springer, Vol. 35, 2009, pp. 780–788.

[7] A. G. W. Dickson, "An analysis of vendor selection systems and management". Journal of Purchasing, Vol. 2, No.1, 1996.

[8] R. Narasimhan, "An analytical approach to supplier selection", Journal of Purchasing and Supply Management, Vol. 19, No. 4, 1983, pp: 27–32.

[9] F. T. S. Chan, and N. Koumar, "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach", OMEGA-International Journal of Management Science, Vol. 35, No. 4, 2007, pp: 417-43.

www.SID.ir

Archive of SID

[10] M.A. Beheshti-Nia, and V. Nemati-Abozar, "A Novel Hybrid Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Model for Supplier Selection Problem (A Case Study in Advertising industry)", Journal of Industrial and Systems Engineering, Vol. 9, No. 4, 2016, pp: 65-79.

[11] A. Jayant, A. Agarwal, and N. Chaudhary, "A novel hybrid MCDM approach based on DEMATEL, AHP and TOPSIS to evaluate green suppliers", Journal of Physics Conference Series, 2019.

[12] E. B. Baron, S. Genc, M. Kurt, and D. Akay, "A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method", Expert Systems with Applications, Vol. 36, 2009, pp: 11363-11368.

[13] A. Irajpour, M. hajimirza, M. golsefid alavi, and S. Kazemi, "Identification and evaluation of the most effective factors in green supplier selection using DEMATEL method", Journal of basic and applied scientific research, Vol. 5, 2012, pp: 4485-4493.

[14] F. R. Lima junior, L. Osiro, L. C. Ribeiro Carpinetti, "A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection", Applied Soft Computing, Vol. 21, 2014, pp: 194-209.

[15] Y. Beikkhakhian, M. Javanmardi, M. Karbasian, and B. Khayambashi, "The application of ISM model in evaluating agile suppliers' selection criteria and ranking suppliers using fuzzy TOPSIS-AHP methods", Expert Systems with Applications, Vol. 42, 2015, pp: 6224-6236.

[16] J. Zhao, X. Y. You, H. C. Liu, and S. M. Wu, "An Extended VIKOR Method Using Intuitionistic Fuzzy Sets and Combination Weights for Supplier Selection", Symmetry, Vol. 9, No. 169, 2017.

[17] Y. Wu, k. Chen, B. Zeng, H. Xu, and Y. Yang, "Supplier selection in nuclear power industry with extended VIKOR method under linguistic information", Applied Soft Computing, Vol. 48, 2016, pp: 444-457.

[18] D. Pramanik, A. Haldar, S.C. Mondal, S. Kumar Naskar, A. Ray, "Resilient supplier selection using AHP-TOPSIS-QFD under a fuzzy environment". International Journal of Management Science and Engineering Management, Vol. 1, No. 1, 2017, pp: 45-54.

[19] V. Jain, A. K. Sangaiah, S. Sakhuja, N. Thoduka, and R. Aggarwal, "Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: a case study in the Indian automotive industry". Neural Computing and Applications, Vol. 29, No. 7, 2018, pp: 555-564.

[20] L. Fei, Y.Deng, and Y. Hu, "DS-VIKOR: A New Multi-criteria Decision-Making Method for Supplier Selection", International Journal of Fuzzy Systems, Vol. 21, No. 1, 2019, pp: 157-175.

[21] C. Pornsing, P. Jomtong, J. Kanchana-anotai, and T. Tonglim, "Solving Supplier Selection Problem Using Fuzzy-AHP for an Electronic Manufacturer", IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA),2019.

[30] M. J. Ershadi, F. Karimi_Ashtiyani, "Analyzing the factors affecting environmental risks of projects using a hybrid approach of DEMATEL-ANP, artificial neural network: A case study", Environmental Quality Management, Vol. 1, 2019, pp: 77-88.

[31] S. Vinod, T. S. Sai Balagi,and A. Patil, "A hybrid MCDM approach for agile concept selection using fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 83, No. 9-12, 2016, pp: 1979-1987.

[32] Y. Badulescu, and N.Cheikhrouhou, "Evaluation of forecasting approaches using hybrid multi-criteria decision-making models ", Proceedings of International Conference on Time Series and Forecasting (ITISE 2018), 2018.

[33] S. Mitra, and S. S. Goswami, "Selection of the Desktop Computer Model by AHP-TOPSIS Hybrid MCDM Methodology", International Journal of Research and Analytical Reviews, Vol. 6, No. 1, 2019.

[34] F. Sedady, and M. Beheshtinia, "A novel MCDM model for prioritizing the renewable power plants' construction", Management of Environmental Quality, Vol. 30, No.2 , 2019, pp: 383-399.

[36] G. W. Dickson, "An Analysis of Vendor Selection Systems and Management", Journal of Purchasing, Vol. 2, No.1, 1966, pp: 5-17.

[37] C. A. Weber, J. R. Current, and W. E. Benton, "Vendor selection criteria and methods", European Journal of Operation Research, Vol. 50, 1991, pp: 2-18.

[38] R. Verma, and M. E. Pullman, "An analysis of the supplier selection process", International Journal of Management Science, Vol. 26, 1998, pp: 739-750.

www.SID.ir

Archive of SID

[39] M. Tracey, "Empirical analysis of supplier selection and evolution; Supply chain management". An International Journal, Vol. 6, 2001, 174-188.

[40] K. S. Bhutta, and F. Huq, " Supplier selection problem: A comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches", Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 7, 2002, pp: 126-135.

[41] W. Ho, X. Xiaowei, and K. D. Prasanta, "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review", European Journal of Operational Research, Vol. 202, 2010, pp: 16-24.

[44] R. P. Nydick, and R. P. Hill, "Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure", International Journal of Purchasing & Materials Management, Vol. 28, No. 2, 1992.

[49] Iwan. J. Azis, "Analytic Network Process with Feedback Influence: A New Approach to Impact Study", Prepared for a seminar organized by the Department of Urban and Regional Planning, University of Illnois at Urbana Champaign, in conjunction with the Investiture Ceremony for Professor John Kim, 2003.

[50] L. C. Leung, and D. Cao, "On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP", European Journal of Operational Research, Vol. 124, No.1 , 2000, pp: 102-113.

[51] G. H. Tzeng, C. H. Chiang, and C. W. Li, "Evaluating intertwined effects in elearning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL", Expert Systems with Applications, Vol. 32, 2007, pp: 1028–1044.

[52] S. Pouradab, A. Nadali, and H. Eslami, "A Hybrid Method for Credit Risk Assessment of Bank Customers", International Journal of Trade, Economics and Finance, Vol. 2, No. 2, 2011.

[53] M. T. Chu, J. Shyu, G. H. Tzeng, and R.Khosla, "Comparison among three analytical methods for knowledge communities group-decision analysis", Expert Systems with Applications, Vol. 33, No. 4, 2007, pp: 1011–1024.

[54] L.Y. Chen, T. C. Wang, "Optimizing partners' choice in IS/IT out sourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR", International Journal Production Economics, Vol. 120, 2009, pp: 233–242.

[۵۵] علی محقر، مژگان نوری، محمد میر کاظمی مود و نیما سرابی، "انتخاب تأمین‌کنندگان شرکت‌های مهندسی و ساخت"، فصلنامه‌ی کاوش‌های مدیریت بازرگانی، سال ۳، شماره ۶، ۱۳۹۰.

[۵۶] مسعود مصدق‌خواه، بهروز فرهاد زارع، هاتف فتوحی ومصطفی زارعی،"ارائه روش تلفیقی DEA و ANP با استفاده از یک الگوریتم ابتکاری برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان مواد اولیه تولید مخازن نفتی"، نهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، ۱۳۹۱.

[۵۷] حمیدرضا کدخدازاده و علی مروتی شریف‌آبادی، "انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از سیستم استنتاج فازی"، مدیریت تولید و عملیات، شماره۲، ۱۳۹۲، صفحه ۱۱۳-۱۳۱.

[۵۸] رضا سپهوند، "طراحی استفاده از رویکردهای QFD و AHP در انتخاب تأمین‌کننده با مطالعه موردی در شرکت زمزم"، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال ۱۱، شماره ۱، ۱۳۹۳، صفحه ۱۹-۳۰.

[۵۹] محمد ثابت مطلق، جمشیدصالحی صدقیانی، سید علی ایازی و مهدی عابدینی نایینی، "ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان استراتژیک با استفاده از روش ترکیبی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس خاکستری"، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال ۱۱، شماره ۴، ۱۳۹۴، صفحه ۱۱۷-۱۰۱.

[۶۰] فاطمه محمدنژاد چاری و عبدالحمید صفائی قادیکلایی، "شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره‌تأمین لارج (مطالعه موردی: صنایع غذایی و لبنی کاله)"، مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، شماره ۴، ۱۳۹۵، صفحه ۱۰۳-۱۲۰.

[۶۱] وحید نعمتی‌ابوذر و محمد علی بهشتی‌نیا، "ترکیب روش‌های فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی برای انتخاب تأمین کنندگان (مطالعه موردی: شرکت تبلیغاتی)". مجله مدل‌سازی در مهندسی، سال ۱۵، شماره ۴۸ ، ۱۳۹۶، صفحه ۲۱۷-۲۲۹.

[۶۲] سارا عباس‌زاده توسلی، سروش آوخ دارستانی و میترا عباس‌زاده توسلی، "ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده سبز با استفاده از DEMATEL & TOPSIS (مطالعه موردی: مجتمع فولاد گیلان)". فصلنامه مدیریت صنعتی، سال ۱۲، شماره ۳۹، ۱۳۹۶، صفحه ۱۵-۲۸.

[۶۳] مرتضی موسی‌خانی، محمد امین نایبی و جواد بخشی، " ارائه یک متدولوژی فازی برای ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان در فرآیند برون‌سپاری"، نشریه مدیریت‌دانش، شماره۷۷، ۱۳۸۶.

www.SID.ir

Archive of SID

[۶۴] جعفر رزمی، منصوره عقیقی و سعید کرباسیان،" استفاده از روش جایگشت در حل مسائل تصمیم‌گیری انتخاب تأمین‌کنندگان با رویکرد ELECTRE"، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، ۱۳۸۶.

[۶۵] عادل حاتمی ماریینی، صابر ساعتی مهتدی واحمد ماکوئی، " تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره در انتخاب تأمین‌کنندگان با رویکرد ELECTRE "، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، ۱۳۸۶.

[۶۶] احمد جعفرنژاد، بهنام اژدری ومحمدرضا صالح،"به‌کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها و روش کارایی متقاطع برای ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت مهندسین اندیشه فرافن"، دومین کنفرانس ملی مدیریت عملکرد، ۱۳۸۴.

[۶۷] فرهاد فائز، سید حسن قدسی پور و سید محمد تقی فاطمی قمی، " طراحی یک مدل تلفیقی برای انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارشات با استفاده از روش استدلال موردگرا و برنامه‌ریزی ریاضی چن هدفه"، نشریه دانشکده فنی، سال۴۰، شماره۴، ۱۳۸۵، صفحه ۵۶۸-۵۵۳.

[۶۸] علیرضا سروش، عیسی نخعی علی آبادی، ابراهیم اسدی گنگر و محمد ملک زاده "مرور و تحلیل کاربردهای شبکه‌های عصبی در مدیریت زنجیره‌تأمین"، نخستین کنفرانس بین‌المللی مدیریت زنجیره‌تأمین و سیستم‌های اطلاعات، ۱۳۸۶.

[۶۹] سامان حسن‌زاده امین، هومن ملک لی و محمد جعفرتارخ،"انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از منطق‌فازی". نخستین کنفرانس بین‌المللی مدیریت زنجیره تأمین و سیستم‌های اطلاعات، ۱۳۸۶.

[۷۰] عادل آذر "علم مدیریت فازی"، چاپ اول، مؤسسه کتاب مهربان نشر، تهران، ۱۳۸۶.

[۷۱] کازوئو تاناکا "مقدمه‌ای بر منطق‌فازی برای کاربردهای علمی"، ترجمه علی وحیدیان کامیاد و حامد رضا طارقیان، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۱.

[۷۲] حمید رضا خاتمی و محمد رنجبر "مبانی مدل‌سازی فازی"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۸۷.

www.SID.ir