Archive of SID

دسترسی در سایتِ http://jnrm.srbiau.ac.ir
سال ششم، شماره بیست و ششم، مهر و آبان ۱۳۹۹
شماره شاپا: ۵۸۸-۲۵۸۸X

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

پژوهش‌های نوین در ریاضی

مدل‌سازی مساله انتخاب و تخصیص سفارش به تامین‌کنندگان برپایه برنامه‌ریزی آرمانی و رویکرد ترکیبی QFD و ANP

میلاد توکلیان[۱]، محمدجواد ارشادی[۲*]، امیر عزیزی[۳]

[۱و۳] گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
[۲] استادیار، عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، تهران، ایران

تاریخ ارسال مقاله: ۹۷/۱۱/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۰۸/۰۵

چکیده

عملکرد تأمین‌کننده نقش کلیدی در قیمت، کیفیت، تحویل به موقع و سرویس‌دهی در دست‌یابی به اهداف زنجیره تأمین دارد که با توجه به این امر، امروزه عملکرد تأمین‌کنندگان تبدیل به یک عنصر حیاتی در موفقیت یا عدم موفقیت یک شرکت شده است. در فرایند انتخاب تأمین‌کننده عوامل کمی و کیفی باید به یک میزان در نظر گرفته شوند. در این مطالعه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره با ابزار فرآیند تحلیل شبکه و برپایه گسترش عملکرد کیفیت فازی توسعه داده شده است. همچنین، روشی جدید در رتبه‌بندی، انتخاب و تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان ارائه شده است. بدین منظور، از مفهوم گسترش عملکرد کیفیت فازی و تحلیل شبکه‌ای به منظور ارزیابی و رتبه بندی تأمین‌کنندگان و از مدل برنامه‌ریزی ریاضی به منظور تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان استفاده می‌شود. مدل مورد نظر همزمان انتخاب تأمین‌کننده، انتخاب حامل و تخصیص سفارش به تأمین‌کننده را انجام می‌دهد و دارای اهداف حداقل‌کردن هزینه‌ها در شبکه، حداقل کردن کالاهای برگشتی در شبکه، حداقل کردن تاخیرها در شبکه و حداکثر کردن ارزش خرید مشتری می‌باشد. روش ارائه شده در این مقاله، یک روش امکان‌پذیر، عملی و مفید به منظور شناسایی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان و همچنین تخصیص سفارش به آنها می‌باشد. مزیت این مدل نسبت به روش‌های مشابه در استفاده توام از ابزارهای QFD و ANP به منظور اندازه‌گیری اولویت‌ها و نیازهای شرکت جهت رتبه بندی تأمین‌کنندگان می‌باشد که قابلیت شنیدن صدای مشتری و در نظر گرفتن خواست آنان را میسر می‌کند و همچنین ادغام این دو ابزار با برنامه‌ریزی آرمانی جهت تخصیص سفارش یک رویکرد نوین را ارائه داده است. برپایه نتایج این پژوهش، تکنولوژی و تحویل به موقع به ترتیب مهمترین ویژگی‌ها در ارزیابی انتخاب پیمانکاران بدست آمده‌اند. انتخاب پیمانکاران به‌گونه‌ای که همزمان برگشتی‌ها از تامین‌کننده، تاخیرها و هزینه‌های تامین در کمترین مقدار ممکن باشد، از مهم‌ترین نتایج این پژوهش محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: گسترش عملکرد کیفیت (QFD)؛ فرآیند تحلیل شبکه (ANP)؛ برنامه ریزی آرمانی؛ انتخاب تأمین‌کننده.

*. عهده‌دار مکاتبات: Email: mjershadi@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

در دنیای رقابتی شدید امروز که با انتظار بالای مشتری از کیفیت محصولات و زمان کوتاه فرآیند تولید تعریف شده است، یکی از فعالیت‌های مقدماتی یک مدل زنجیره تأمین، ارزش تهیه خدمت برای مشتری به وسیله افزایش ارزش در شبکه زنجیره آن می‌باشد. به‌علاوه، هدف هر سازمانی افزایش ایجاد ارزش و به طور همزمان کاهش هزینه‌ها است؛ بنابراین، انتخاب تأمین‌کننده مناسب یک مساله کلیدی و حیاتی در زنجیره ارزش هر سازمانی می‌باشد [۱]. فرآیند انتخاب تأمین‌کننده با اهمیت‌ترین عامل در مدیریت موثر شبکه زنجیره تأمین مدرن است چرا که در دستیابی به محصولات با کیفیت بالا و رضایت مشتری کمک شایانی می‌کند. همچنین عملکرد تأمین‌کننده نقش کلیدی در قیمت، کیفیت، تحویل و خدمات در دستیابی به اهداف زنجیره تأمین دارد [۲]، بنابراین یک انتخاب تأمین‌کننده مناسب و موثر به مدل‌های تجزیه و تحلیلی توانمند و ابزارهای پشتیبانی تصمیم‌گیری برای توانایی ایجاد توازن بین معیارهای چندگانه ذهنی و عینی نیازمند است. در یک مرور جامع توسط وبر و همکارانش مشخص گردید که اکثر سازمان‌ها با بیش از یک معیار برای انتخاب تأمین‌کننده خود مواجه می‌باشند. بنابراین تصمیم‌گیری برای انتخاب تأمین‌کننده به طور ذاتی یک مساله چند معیاره و یک تصمیم با اهمیت استراتژیک برای سازمان است [۳]. با توجه به وجود این مسائل، در این مطالعه یک نوع متودولوژی به منظور رتبه‌بندی، انتخاب و تخصیص سفارش به بهترین تأمین‌کننده با توسعه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه (ANP)[1] و بر پایه گسترش عملکرد کیفیت فازی (QFD)[2] یک مدل ابتکاری و نوین ارائه شده است.

QFD یک رویکرد مبتنی بر مشتری است که یک ابزار مفید برای سازمان‌ها به منظور طراحی محصولات و ارائه خدمات خود، به حساب می‌آید. این ابزار بعنوان کاراترین روش در انتقال خواسته‌های مشتریان به سازمان شناخته می‌شود. از سوی دیگر انتخاب تامین‌کننده یک مساله عملیاتی برای تامین منافع سازمان در راستای برآورده کردن نیاز مشتری است. از این‌رو QFD می‌تواند بعنوان یک پل (واسطه) برای حل کارای مساله انتخاب تامین کننده مورد اسفاده قرار گیرد تا هم منافع سازمان و هم نیازهای مشتری به بهترین شکل برآورده شود. بعلاوه در مساله انتخاب تامین‌کننده معیارهای متفاوتی وجود دارد (مانند هزینه، کیفیت و ...). اولویت‌بندی این معیارها با وجود پیچیدگی‌ها و برهم‌کنش‌هایی که برروی یکدیگر دارند مساله مهمی به حساب می‌آید که برای حل آن نیاز است از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه استفاده نمود. ANP یکی از بهترین تکنیک‌های این حوزه به حساب می‌آید. تاکنون مطالعات فراوانی بر مبنای تکنیک‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه در انتخاب تأمین‌کننده صورت گرفته است و حتی برخی از این تکنیک‌ها در تلفیق با QFD بوده‌اند اما نویسندگان کمی از مدل QFD فازی به منظور انتخاب تأمین‌کننده بهره برده‌اند و این خلاء تحقیقاتی موجب شد که در این مطالعه با توسعه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی که حرکت همزمان به سوی چندین هدف (حتی متضاد با هم) را مهیا می‌کند و با استفاده از مفهوم QFD فازی و با استفاده از ابزار ANP که یک رویکرد سیستماتیک و یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری می‌باشد، سعی شده در بحث رتبه‌بندی و انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش یک مدل ابتکاری و نوین ارائه شود تا بتواند در این مقوله تابلو راهنمای جامع‌تری به منظور تبیین این متدولوژی در اختیار صنعت قرار دهد.

ساختار این تحقیق در ادامه به صورت زیر سازماندهی شده است. در بخش دوم به بررسی پژوهش‌ها و مطالعات گذشته موضوع مورد بحث پرداخته شده و ابزارهای مورد استفاده در تحقیق تشریح می‌شوند. بخش سوم به روش تحقیق ارائه شده و بیان مسئله و همچنین ارائه مدل تحقیق می‌پردازد. در بخش چهارم به حل مدل و پیاده سازی گام‌های مدل پرداخته شده و در نهایت بخش پایانی تحقیق شامل بحث و نتیجه‌گیری در خصوص روش انجام بهینه این شیوه می‌باشد.

1. Analytical Network Process (ANP)
2. Quality Function Deployment (QFD)

www.SID.ir

Archive of SID

۲- مرور ادبیات

اخیرا مطالعات زیادی در زمینه انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش به آنها انجام شده است. در برخی از این تحقیقات از روش‌های تصمیم‌گیری مانند ساختار سلسله مراتبی یا فرایند تحلیل شبکه استفاده شده است. هدف ازاین روش‌ها ساختن مدلی می‌باشد که از طریق آن بتوان مسائل پیچیده تصمیم‌گیری چند معیاره را به صورت اجزاء کوچکتر تجزیه نمود و به واسطه مقداردهی معقولانه به اجزاء ساده‌تر و سپس ادغام این مقادیر، تصمیم‌گیری نهایی را انجام داد. مفهوم ابزار گسترش عملکرد کیفیت ارائه یک تکنیک برای شناسایی و تبدیل صدای مشتری به مشخصات و خدمات مهندسی می‌باشد. در ادامه به بررسی تحقیقات داخلی و خارجی انجام شده در سال‌های اخیر در زمینه تحقیق پرداخته شده‌است.

مفرح و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از تکنیک FAHP پرداختند. در این تحقیق ضمن شناسایی شاخص اصلی و شاخص‌های فرعی انتخاب تأمین‌کنندگان قطعات ریخته گری با استفاده از ساختار سلسله مراتبی فازی (FAHP) و اولویت‌بندی هریک از شاخص‌ها با نظر خبرگان، بهترین تأمین‌کننده انتخاب شد [۴]. صفایی و هندوکلایی (۱۳۹۶) در تحقیقی به ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از روش ترکیبی QFD فازی و VIKOR فازی پرداختند [۵]. ولی‌زاده و برمی (۱۳۹۶) در تحقیقی به ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان در زنجیره تأمین سبز با در نظر گرفتن ریسک و استفاده از تکنیک تلفیقی DEMATEL و VIKOR در محیط فازی پرداختند. در این تحقیق پس از بررسی نتایج آماری پرسشنامه‌ها و استفاده از تکنیک تلفیقی DEMATEL و VIKOR فازی، در نهایت به هفت شاخص اصلی کیفیت، انعطاف‌پذیری، تحویل، تکنولوژی، سیستم‌های ارتباطی و فناوری اطلاعات، هزینه و سابقه با ۲۴ شاخص فرعی در زمینه انتخاب تأمین‌کننده برتر و چهار شاخص اصلی اقتصادی، سیاسی، بلایای طبیعی و فرهنگی/ اجتماعی با ۸ شاخص فرعی در زمینه ریسک‌های محیطی دست یافته شد [۶]. بابایی و عمرانی در سال ۱۳۹۴ از رویکرد بهینه‌سازی استوار در مقاله خود به منظور بهینه سازی مدل چندهدفه ارائه شده برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کردند. در این مقاله یک مدل خطی چندهدفه جهت انتخاب تأمین‌کننده بر اساس بهینه‌سازی استوار توسعه داده‌شده تا بر ابهام اطلاعات غلبه کند. [۷]. فیروز آبادی و خداوردی (۱۳۹۱) به انتخاب و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان قطعات در صنعت خودرو با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی پرداخته‌اند. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی انتخاب تأمین‌کننده، اوزان معیارها با کمک AHP گروهی مشخص‌شده است. ماتریس مقایسات زوجی نیز توسط کارشناسان خبره تکمیل و میانگین هندسی پاسخ‌ها گرفته‌شده است. در این مقاله چهار معیار توانایی تولید، کیفیت قطعه، قیمت و زمان تحویل در نظر گرفته شده است [۸].

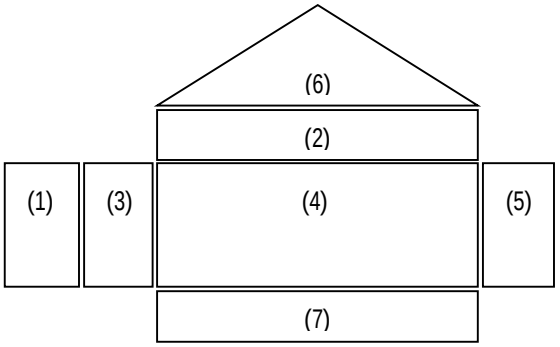
در حوزه کاربرد QFD، بابار و امین (۲۰۱۸) یک مدل ریاضی جهت انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش در یک شرکت نوشابه سازی با توجه به معیارهای زیست محیطی توسعه داده‌اند. آنها به دلیل وجود ابهام و مدیریت عدم قطعیت‌ها از اعداد فازی ذوزنقه‌ای کمک گرفته‌اند و از یک مدل دو فازی شامل یک QFD فازی دو مرحله‌ای و یک مدل ریاضی چند هدفه تصادفی استفاده کرده‌اند [۹]. یزدانی و همکاران (۲۰۱۷) یک ماتریس ارتباطی بین برخی از معیارها و الزامات مشتری برای پیدا کردن ارتباط بین آنها با استفاده از QFD ایجاد کرده‌اند [۱۰]. فرانسیسکو و کارپینتی (۲۰۱۶) معیارهای انتخاب تأمین‌کننده را با استفاده از QFD فازی وزن دادند. اهمیت الزامات فنی در روش توسعه داده شده توسط آنها با اصطلاحات زبانی تعیین شده است. این رویکرد در صنعت خودرو استفاده شده است [۱۱]. کارساک و درسان در سال ۲۰۱۵ رابطه بین نیازهای تأمین کننده و کالاهای خریداری شده را با استفاده از مفهوم خانه کیفیت[1] توضیح دادند و در ادامه آنها وزن و رتبه‌بندی تأمین کننده را با استفاده از HOQ و تئوری فازی محاسبه کردند [۱۲].

1. House of Quality (HOQ)

www.SID.ir

Archive of SID

شکل (۱) نمایی از یک خانه‌ی کیفیت



در شکل ۱ عناصر مختلف HOQ نشان داده شده است.

۱. نیازهای مشتری یا صدای مشتری (WHATs)
۲. ویژگی‌های مهندسی یا الزامات طراحی (HOWs)
۳. درجه اهمیت نیازهای مشتری
۴. رابطه میان نیازهای مشتری و مشخصات فنی
۵. ماتریس ارزیابی رقبا
۶. ماتریس همبستگی میان ویژگی‌های مهندسی
۷. ماتریس مشخصات فنی اولویت‌بندی شده

Kumar & Rahman در سال ۲۰۱۶ برای ایجاد یک زنجیره تأمین بهبودیافته پایدار، از AHP فازی یکپارچه و روش فازی برنامه‌ریزی خطی چندهدفه برای تخصیص سفارش در میان تأمین‌کنندگان استفاده نموده‌اند. AHP فازی برای توزین عوامل مختلف از جمله کیفیت، زمان، هزینه، مصرف انرژی، به حداقل رساندن ضایعات، توزیع، و مسئولیت‌های اجتماعی و وزن عوامل برای توسعه برنامه‌ریزی خطی در نظر گرفته شده است. تقاضاً به عنوان یک متغیر فازی در این مدل در نظر گرفته شده است [۱۳]. Efendigil و همکاران (۲۰۱۳) به منظور انتخاب بهینه لجستیک طرف سوم رویکرد تلفیقی از ترکیب AHP فازی و شبکه‌های عصبی مصنوعی ارائه کرده‌اند. آن‌ها در فرایند تصمیم‌گیری ۱۲ فاکتور را در نظر گرفته‌اند که عبارت‌اند از: تحویل به‌موقع، نرخ انباشتن، کیفیت سرویس، هزینه عملیات واحد، ظرفیت مصرفی، کل زمان فرایند سفارش، شاخص انعطاف‌پذیری سیستم، سطح تلفیق، ترقی در سیستم بازار، تحقیق و توسعه، هزینه‌های محیطی و رضایت مشتری [۱۴]. Bottani & Rizzi (۲۰۱۲) رویکرد TOPSIS فازی را به‌منظور رتبه‌بندی و انتخاب بهترین لجستیک طرف سوم به کار گرفته‌اند. آن‌ها در رویکرد پیشنهادی از ۹ معیار استفاده کرده‌اند که این معیارها عبارت‌اند از سازگاری، پایداری مالی، انعطاف‌پذیری خدمات، عملکرد، قیمت، تجهیزات فیزیکی و اطلاعات سیستمی، کیفیت، سیاست‌های استراتژیک و اعتبار و شایستگی [۱۵]. Hsu در سال ۲۰۱۰ یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح برای طراحی شبکه لجستیک حلقه بسته که شامل تأمین‌کنندگان، کارخانه‌های تولیدی، مراکز توزیع و مراکز اسقاط می‌باشد، ارائه دادند. تابع هدف این مدل کمینه‌سازی هزینه شبکه لجستیک است که شامل هزینه ثابت تأسیس تسهیلات، هزینه حمل ونقل مواد و هزینه پردازش در تسهیلات می‌باشد. همچنین الگوریتمی ژنتیک بر مبنای درخت فراگیر با استفاده از نمایش کدگذاری تعیین کننده برای این مدل توسعه داده شده است [۱۶]. باتاچاریا و همکاران (۲۰۱۰) مدل AHP را با QFD به منظور رتبه‌بندی و سپس انتخاب تأمین‌کننده مناسب تحت محیط چند معیاره متضاد ادغام نموده‌اند [۱۷]. امین و رزمی (۲۰۰۹) یک مدل تصمیم‌گیری دو فازی برای مدیریت تأمین‌کننده ارائه دادند که شامل انتخاب تأمین‌کننده، ارزیابی و توسعه آن می‌باشد. در فاز اول، مدل QFD با یک مدل کمی برای انتخاب ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت ادغام شده و در فاز دوم، سرویس دهنده خدمات اینترنت انتخاب شده و از دیدگاه مشتری، عملکرد و رقابت ارزیابی شده است [۱۸].

www.SID.ir

Archive of SID

در برخی از مطالعه‌ها نیز محققان بر روی استفاده فازی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری مانند برنامه‌ریزی آرمانی، خطی و برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط برای فرآیند انتخاب بهترین تأمین‌کننده تمرکز کرده‌اند. دویری و همکاران (۲۰۱۶) تکنیک AHP را در صنعت خودرو پیاده‌سازی کرده‌اند و یک مدل تصمیم‌گیری برای مشکل انتخاب تأمین‌کننده ارائه داده‌اند [۱۳]. نظری شیرکوهی و همکاران (۲۰۱۳) یک مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه بر اساس یک رویکرد دو مرحله‌ای فازی را توسعه دادند. این مدل تابع هدف چندگانه‌ای مانند حداقل کردن هزینه، نرخ خرابی و تاکید بر حذف تداخل مشاغل دارد [۱۹]. لانگ و همکاران (۲۰۰۹) فرآیند تحلیل شبکه و انتگرال چوکوئت را با هم برای ارزیابی استراتژی مدیریت زنجیره تأمین ادغام کرده‌اند [۲۰]. دمیتراس و ازدن (۲۰۰۸) عوامل ملموس و غیر ملموس را در نظر گرفتند و از یک برنامه‌ریزی خطی مختلط عددی چندهدفه و فرآیند تحلیل شبکه استفاده کردند تا بهترین تأمین‌کننده را پیدا کنند و کل ارزش خرید را افزایش دهند [۲۱]. چان و کومار (۲۰۰۷) یک متدولوژی AHP فازی برای انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کننده در سطح جهانی برای یک شرکت تولیدی معرفی کردند [۲۲]. گنسر و گورپینار (۲۰۰۷) فرآیند انتخاب تأمین‌کننده را به عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره در نظر گرفتند و با ارائه مدلی با هدف استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه (ANP) به بررسی رابطه میان معیارهای انتخاب تأمین کننده در بازخورد سیتماتیک پرداختند [۲۳]. هاک و کانان (۲۰۰۶) یک رویکرد با استفاده از AHP فازی و الگوریتم ژنتیک برای انتخاب تأمین‌کننده در یک شرکت تولید کننده تجهیزات ارائه داده‌اند [۲۴].

با توجه به بررسی پیشینه بالا، پژوهشی که بتواند همزمان علاوه بر اینکه معیارها را به کمک تکنیک QFD فازی (برپایه نیاز مشتری) تعیین کند، و آنها را به کمک ابزار تصمیم‌گیری ANP وزن‌دهی کند کمتر مشاهده شده است. همچنین توسعه مدلی مبتنی بر برنامه‌ریزی آرمانی به منظور ارزیابی و تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان و برپایه دو تکنیک QFD و ANP نوآوری این مقاله محسوب می‌شود.

۳- روش تحقیق

۱.۳- بیان مسئله

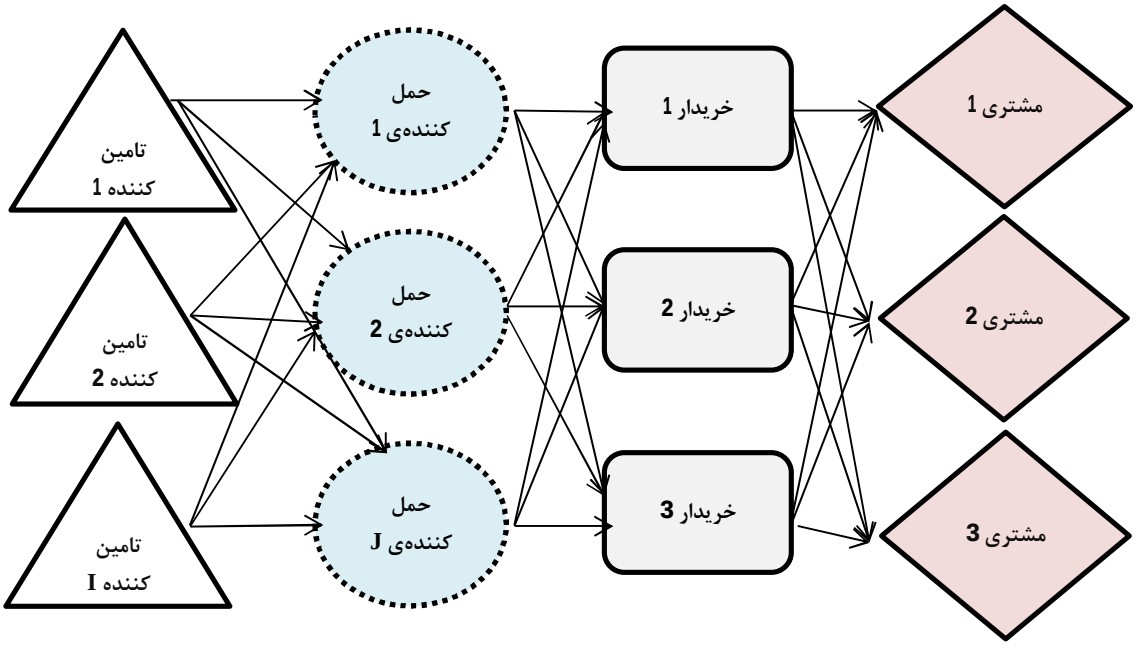
مسئله‌ی انتخاب مناسب‌ترین تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش به آنها تأثیر مهمی در عملکرد کلی زنجیره‌ی تأمین دارد. مسئله‌ی تصمیم‌گیری برای تعیین مراکز تأمین و تخصیص سفارش هر مرکز مصرف به یکی از آن‌ها یک برنامه‌ریزی ریاضی شناخته شده می‌باشد. اما با بررسی روند مطالعات در زمینه‌ی لجستیک مشخص می‌شود که تمرکز لجستیک در حال تغییر از حداقل‌سازی مجموع هزینه‌ی حمل و نقل و تدارکات و یا به حداکثر کردن سود کل به سوی ارائه‌ی خدمات بهتر و بیشتر به مشتریان می‌باشد. در این تحقیق به منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش، تنها به معیارهای مالی توجه نمی‌شود و افزون بر آن معیارها و شاخص‌های کیفی نیز لحاظ می‌گردند. در طول دوره های زمانی محدود، کمبود مجاز بوده و در شرایطی که موجودی فعلی به علاوه‌ی موجودی تهیه شده کمتر از تقاضای خریدار باشد کمبود رخ می‌دهد. از طرفی دیگر، کالاهای اضافی می‌توانند برای استفاده در دوره‌های بعدی نگهداری شوند. با این حال، نگهداری کالاهای اضافی از جهتی موجب افزایش هزینه‌ها می‌گردد. تحقیق حاضر ۲ فاز اصلی دارد که عبارت‌اند از تعیین اهمیت و وزن هر تأمین‌کننده با توجه به معیارهای تأثیرگذار با استفاده از روش QFD فازی و ANP و سپس طراحی مدل ریاضی برای انتخاب تأمین‌کننده، تخصیص سفارش به تأمین‌کننده و انتخاب ابزارهای حمل و نقل می‌باشد.

شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین در این تحقیق از ۴ جزء اصلی تشکیل می‌شود که در شکل ۲ ساختار این زنجیره نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل (۲) شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین تحقیق



همچنین گام‌های این رویکرد به شرح ذیل می‌باشد:

۱. تعیین ویژگی‌های اساسی محصول خریداری شده به منظور پاسخگویی به نیازهای شرکت.

۲. تعیین معیارهای مورد نیاز برای ارزیابی تأمین کنندگان (نیازهای فنی).

۳. تعیین اهمیت نسبی ویژگی‌های اساسی محصول خریداری شده با روش ANP.

۴. تعیین درجه ی همبستگی بین ویژگی‌های مورد نیاز محصول و نیازهای فنی و تشکیل خانه‌ی اول کیفیت (HOQ).

۵. تعیین وزن هر یک از نیازهای فنی.

۶. تشکیل خانه‌ی دوم کیفیت و تعیین درجه‌ی همبستگی بین نیازهای فنی و هر یک از تأمین کنندگان.

۷. تعیین وزن نسبی و نهایی هر یک از تأمین کنندگان.

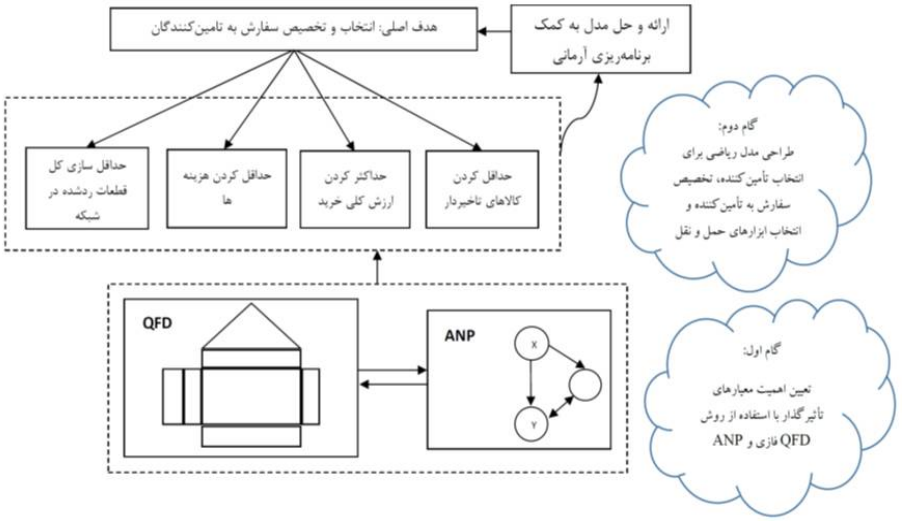
۸. ارائه‌ی مدل برنامه‌ریزی ریاضی به منظور انتخاب و تخصیص سفارش به هر یک از تأمین کنندگان.

۲ فاز اصلی این پژوهش عبارتند از تعیین اهمیت و وزن هر تأمین‌کننده با توجه به معیارهای تأثیرگذار با استفاده از روش QFD فازی و ANP (گام اول) و سپس طراحی مدل ریاضی برای انتخاب تأمین‌کننده، تخصیص سفارش به تأمین‌کننده و انتخاب ابزارهای حمل و نقل (گام دوم). همچنین در شکل ۳ نیز نمایی شماتیک از مدل ارائه شده است. در گام نخست باید نسبت به تعیین هر یک از معیارهای موثر بر ارزیابی تأمین‌کنندگان و سپس رتبه بندی و تعیین اهمیت هر یک از تأمین‌کنندگان اقدام گردد که در این راستا از رویکرد QFD فازی و ANP استفاده می‌گردد. به این صورت که در گام دوم طریق تکنیک ANP برای برقراری ارتباط و وابستگی بین فاکتورها را بر اساس پویایی سیستم‌ها ارزیابی نمائیم. بدین ترتیب که از خبرگان خواسته شد که نسبت به مقایسه‌ی زوجی معیارها اقدام نمایند و در نهایت این پرسشنامه‌ها با استفاده از تکنیک ANP تجزیه و تحلیل شد. همچنین به منظور حل مسئله‌ی چندهدفه‌ی ارائه شده، از رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی استفاده می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل (۳) نمای شماتیک مدل تحقیق



۲.۳- جامعه آماری

جامعه‌ی آماری تحقیق خبرگان و مدیران در شرکت شرکت رامک خودرو می‌باشد که در زمینه‌ی تولید انواع خودرو فعالیت می‌نمایند. این شرکت برای یکپارچه سازی نظام تأمین و توزیع، مراحل تأمین و توزیع کالا را به شرکت‌های بیرونی برون‌سپاری می‌نمایند. خبرگان فوق دارای حداقل ۵ سال فعالیت در زمینه‌ی مدیریت و یا کارشناسی مباحث مرتبط با زنجیره‌ی تأمین، حداقل مدرک کارشناسی و دارای پست سازمانی تعریف شده در شرکت هستند. همچنین به کمک برگزاری نشست‌های مختلف حضوری و توزیع پرسشنامه، از نظر خبرگان در مراحل مختلف تحقیق جهت ارزیابی روایی مدل، تعیین اهمیت فاکتورهای تاثیرگذار بر روی ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان، تعیین میزان ارتباط بین خواسته‌ها و مشخصات فنی و تعیین اهمیت نسبی فاکتورهای تاثیرگذار بر روی ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان استفاده شد.

۳.۳- مدل تحقیق

با توجه به فرضیات ارائه شده در قسمت قبل، در ادامه مدل تحقیق ارائه می‌گردد.

i: مجموعه‌ی تأمین کنندگان و $i = 1, 2,\ldots, I$

m: مجموعه سطوح تخفیف کلی قیمت و $m = 1, 2,\ldots, M$

t: مجموعه‌ی دوره های زمانی گسسته

j: مجموعه‌ی وسایل حمل و نقل و $j = 1 , 2, \ldots, J$

k: اندیس خریدار و $k = 1 , 2, \ldots, K$

پارامترها

W_i: وزن هر تأمین‌کننده براساس خروجی فرآیند تحلیل شبکه‌ی فازی.

$\tilde{d}_{kt}$: تقاضای خریدار k برای محصول در دوره‌ی t.

p_{imt}: هزینه‌ی دریافت یک واحد از کالای از تأمین‌کننده‌ی i در بازه‌ی قیمتی m در دوره‌ی t.

b_{imt}: مقداری که در آن تخفیف کلی بازه‌ی m برای تأمین‌کننده‌ی i در دوره‌ی t اتفاق می‌افتد.

o_{it}: هزینه‌ی سفارش دهی به تأمین‌کننده‌ی i در دوره‌ی t.

t_{ijt}: هزینه‌ی حمل و نقل خرید از تأمین‌کننده‌ی i در دوره‌ی t برای وسیله ی حمل و نقل j.

q_{imt}: درصد کالاهای خراب برگشتی تحویل داده شده توسط تأمین‌کننده‌ی i در بازه‌ی قیمتی m در دوره‌ی t.

l_{imt}: درصد کالاهایی که توسط تأمین‌کننده‌ی i در بازه‌ی قیمتی m در دوره‌ی t با تاخیر تحویل داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

$\tilde{C}_{it}$: ظرفیت تأمین‌کننده‌ی i در دوره‌ی t.
Ω_{jt}: ظرفیت حمل وسیله‌ی حمل حامل j در دوره‌ی t.
V_{tj}: کل تعداد حمل‌کننده‌ی j با ظرفیت حمل یکسان در دسترس در دوره‌ی t
h_{Kt}: هزینه‌ی نگهداری واحد موجودی توسط خریدار k در دوره‌ی t
w_{kt}: ظرفیت ذخیره سازی خریدار k در دوره‌ی t
θ_{kt}: سطح خدمت‌دهی خریدار k در دوره‌ی t. همچنین $1 - \theta_t$ درصدی از تقاضای مشتری نهایی است که ارضا نمی‌شود و در دوره‌ی t برگشت می‌خورد
I_t^+: متغیر واسطه‌ای که نشانگر سطح موجودی در دوره‌ی t می‌باشد
I_t^-: متغیر واسطه‌ای که نشان دهنده‌ی کمبود موجوی در دوره‌ی t می‌باشد
N: آرمان قطعات برگشتی در شبکه
H: آرمان هزینه‌های شبکه
R: آرمان قطعات تاخیردار در شبکه
F: آرمان حداکثر کردن ارزش خرید در شبکه

متغیرهای تصمیم‌گیری

x_{kimtj}: اندازه‌ی انباشته (تعداد واحد محصولات) که خریدار k از تأمین‌کننده‌ی i در سطح شکست قیمت m در دوره‌ی t و با استفاده از تجهیز حمل و نقل j خریداری می‌کند
y_{ikmtj}: متغیر باینری که برای جداسازی سطح قیمتی m برای یک محصول در یک معامله بین خریدار k و تأمین‌کننده‌ی i در دوره‌ی t با استفاده از حمل کننده‌ی j استفاده می‌شود.
u_{imtj}: متغیر باینری نشان دهنده‌ی این که حامل j برای حمل کالای خریداری شده از تأمین‌کننده‌ی i در سطح قیمتی m در دوره‌ی t انتخاب می‌گردد یا خیر.
z_{it}: متغیر باینری نشان دهنده‌ی اینکه آیا تأمین‌کننده‌ی i در دوره‌ی t سفارشی را دریافت می‌کند یا خیر.

مدل ریاضی

با توجه به پارامترها و متغیرهای تصمیم بالا، یک مدل چندهدفه‌ی بهینه سازی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

$$\text{Min}Z_1 = \sum_k \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j q_{imt}\, x_{kimtj} \quad (۱)$$

$$\text{Min}\, Z_2 = \sum_k \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j p_{imt}\, x_{kimtj} + \sum_i \sum_t o_{it} \quad z_{it} \; + \; \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j t_{itj}\, u_{imtj} + \sum_t h_{kt}\, I_t^+ \quad (۲)$$

$$\text{Min}Z_3 = \sum_k \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j l_{imt}\, x_{kimtj} \quad (۳)$$

$$\text{Max}\, Z_4 = \sum_i W_{ki} \sum_t \tilde{d}_{kt}\, x_{kimtj} \quad (۴)$$

تابع هدف ۱ کل قطعات رد شده در شبکه را حداقل می‌سازد. تابع هدف ۲ از ۳ قسمت تشکیل شده است: هزینه‌های خرید، هزینه‌های سفارش دهی و هزینه‌های نگهداری. دومین بخش از رابطه‌ی ۲ کل هزینه‌های سفارش‌دهی را نشان می‌دهد و بخش سوم کل هزینه‌های حمل و نقل را محاسبه می‌کند. باید توجه داشت که هزینه‌های سفارش‌دهی بستگی به این دارد که آیا خرید انجام گرفته است یا خیر. بنابراین متغیر باینری z_{it} در هزینه‌های نگهداری منظور شده است. همچنین هزینه‌های حمل و نقل بستگی به این دارد که کدام وسیله و با چه ظرفیتی انتخاب می‌گردد و از کدام تأمین‌کننده تهیه می‌گردد. بنابراین متغیر باینری u_{imjt} در رابطه‌ی مربوط به محاسبه‌ی هزینه‌های حمل و نقل به کار گرفته شده است. رابطه‌ی شماره‌ی ۳ اشاره به حداقل کردن کل کالاها در شبکه است که در طول افق زمانی با تاخیر به دست مشتریان می‌رسد. رابطه‌ی شماره‌ی ۴ تابع ارزش کلی خرید می‌باشد. این تابع، طوری تعبیه شده است که خرید خریداران از تأمین کنندگان متاثر از اولویت بندی و امتیاز آنان در فاز ارزیابی‌های تحلیل شبکه‌ای شود. به‌عبارتی دیگر، این رابطه سعی دارد تا خرید از تأمین کنندگانی که امتیاز بیشتری را در ارزیابی‌های پیش از سفارش کسب نموده‌اند حداکثر سازد و بدین ترتیب تابع ارزش کلی خرید را حداکثر نماید.

همچنین محدودیت‌های زیر نیز در مدل وجود دارند:

۱. سطح موجودی خریدار: تحقیقات پیشین تأثیر تحویل کالاهای با تاخیر و همچنین برگشتی‌ها را در سطح موجودی در انتهای دوره در نظر نگرفته بودند. در نظر گرفتن بازگشتی‌ها و خرابی‌ها در شبکه و همچنین کالاهای تاخیری به عنوان توابع هدف جداگانه کافی

www.SID.ir

Archive of SID

نمی‌باشد چرا که برگشتی‌ها و تاخیری‌ها تأثیر بسیار زیادی را بر روی هزینه‌های لجستیک کل در شبکه می‌گذارند. در این تحقیق تأثیر عملکرد تأمین‌کننده بر روی شاخص تحویل و برگشت در زمان مشخص کردن سطوح موجودی در نظر گرفته می‌شود.

سطح دقیق موجودی (I_t^+) یا کمبود (I_t^-) خریدار در دوره‌ی t توسط موجودی ذخیره شده (I_{t-1}^+) یا سفارش عقب افتاده (I_{t-1}^-) در دوره‌ی t-1 به علاوه‌ی مقدار خریداری شده (x_{imjt}) و مقادیر تحویلی با تاخیر $(l_{imt}x_{imtj})$، برگشتی‌ها $(q_{imt}x_{imtj})$ و تقاضای مشتری نهایی (d_t) در دوره‌ی t می‌باشد و توسط رابطه‌ی ۵ محاسبه می‌شود:

$$I_{t-1}^+ + \sum_i \sum_m \sum_j x_{kimtj} + \sum_i \sum_m \sum_j l_{imk}\, x_{kimkj} - \sum_i \sum_m \sum_j l_{imt}\, x_{kimtj} - \sum_i \sum_m \sum_j q_{imt}\, x_{kimtj} - d_{kt} - I_{t-1}^- = I_t^+ - I_t^- \;,\; \forall\, t \;,\; k = t-1 \qquad (۵)$$

۲. محدودیت‌های پرداخت هزینه‌ی سفارش‌دهی: بر اساس این محدودیت‌ها، خریدار بدون پرداخت هزینه‌های سفارش‌دهی نمی‌تواند کالا را تهیه نماید.

$$x_{kimtj} \le (\sum_{k=t}^{T} \tilde{d}_{kt}) z_{it}, \quad \forall\, i \;,\; \forall m \;,\; \forall t \;,\; \forall j \qquad (۶)$$

۳. تخفیف کلی: معمولاً تأمین‌کنندگان تخفیفاتی را به خریداران برای خرید بیشتر از حد معمول و نرمال ارائه می‌دهند. محدودیت‌های ۷ تا ۹ با توجه به محدودیت‌های سری ۵ به خریدار کمک می‌کند تا به یک توازن بین مبلغ خرید و هزینه‌های نگهداری توازن برقرار سازد.

$$b_{i(m-1)t}\, y_{ikmtj} \le x_{kimtj} \le b_{imt} y_{ikmtj}, \quad \forall\, i \;,\; \forall m \;,\; \forall t \;,\; \forall j \qquad (۷)$$

$$x_{kiMtj} \le \tilde{C}_{it} y_{ikMtj} \;\forall\, i \;,\; \forall t \;,\; \forall j \qquad (۸)$$

$$\sum_m \sum_j y_{ikmtj} = z_{it}, \;\forall\, i \;,\; \forall t \qquad (۹)$$

بر اساس محدودیت‌های سری ۷، محموله‌های تأمین کنندگان در یک سطح قیمت مشخص با تخفیف و کاهش قیمت مواجه می‌گردد. محدودیت‌های ۸ نشانگر محدودیت اندازه‌ی انباشته‌ی سفارش با توجه به محدودیت فضای انبارش تأمین‌کننده می‌باشد. فرض می‌گردد که حداقل ظرفیت تأمین‌کننده بزرگتر از مقداری است که در آن سطح شکست قیمتی M پیشنهاد شده‌است. محدودیت ۹ بیان می‌کند که برای هر محموله‌ای که در یک دوره از یک تأمین‌کننده خریداری می‌شود تنها یک سطح تخفیف قیمتی ارائه می‌گردد.

۴. محدودیت انتخاب وسیله‌ی حمل و نقل: در عمل هزینه‌ی واحد حمل و نقل در مسافت های طولانی و یا با مقادیر زیاد سفارش‌دهی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، سطوح بالاتر موجودی خریدار و نرخ برگشتی بیشتر تأمین‌کننده ممکن است باعث شود تا صرفه جویی به مقیاس ناشی از خرید بیشتر کالاها به شدت کمرنگ شود. این محدودیت‌های پیچیده در روابط ۱۰ تا ۱۲ نشان داده شده است. بر اساس محدودیت‌های ۱۰، یک حامل انتخاب شده نمی‌تواند بیشتر از ظرفیت خود حمل کند. محدودیت‌های سری ۱۱ تضمین می‌کند که چنانچه محموله‌ای در یک دوره از یک تأمین‌کننده خریداری شود تنها از یک حامل استفاده می‌گردد. محدودیت ۱۲ نشان دهنده‌ی محدودیت در دسترس‌بودن تجهیزات حمل و نقل J با حداکثر ظرفیت مشابه در دوره‌ی t می‌باشد.

$$x_{kimtj} \le \Omega_{tj} \mu_{imtj} \;\forall\, i \;,\; \forall m \;,\; \forall t \;,\; \forall j \qquad (۱۰)$$

$$\sum_m \sum_j \mu_{imtj} = z_{it} \;\; \forall\, i \;,\; \forall t \qquad (۱۱)$$

$$\sum_i \sum_{jm} \mu_{imtj} \le V_{tj} \;\forall\, j \;,\; \forall t \qquad (۱۲)$$

نکته‌ی قابل توجه این است که متغیر باینری z_{it} همزمان ۳ محدودیت را فعال می‌سازد: محدودیت خطی مقدار سفارش بهینه (۶)، محدودیت سطح بهینه ی شکست قیمت (۹) و محدودیت انتخاب حمل‌کننده‌ی بهینه (۱۱). بنابراین این مدل ۳ تصمیم برای خرید یک شرکت را با توجه به صرفه‌جویی به مقیاس در خرید و همچنین هزینه‌های حمل و نقل ادغام می‌کند.

۵. محدودیت‌های ظرفیت انبارش: این محدودیت‌ها تضمین می‌کنند سطح موجودی در انتهای

www.SID.ir

Archive of SID

دوره‌ی t نمی‌تواند بیش از فضای انبار باشد.

$$I_t^+ \le w_{kt} \quad \forall t \qquad (۱۳)$$

۶. محدودیت‌های سطح خدمت: این محدودیت‌ها تضمین می‌کنند که مقدار موجودی دچار کمبود برای یک خریدار نمی‌تواند از سطح خدمت دهی خریدار بیشتر باشد.

$$I_t^- \le (1- \theta_t)\, d_{kt} \,, \forall t \qquad (۱۴)$$

$$\sum_k \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j cc_{ikjt} \le H_{jt} \,, \forall j \qquad (۱۵)$$

۷. محدودیت‌های ۰ و ۱ و غیرمنفی بودن:

$$I_t^- , I_t^+ \ge 0 \,, \forall t \qquad (۱۶)$$

$$x_{kimtj} \ge 0, \text{integer} \; \forall i \,, \forall m \,, \forall t \,, \forall j \qquad (۱۷)$$

$$y_{ikmtj} \in \{0,1\} \forall i \,, \forall m \,, \forall t \,, \forall j \qquad (۱۸)$$

$$u_{imtj} \in \{0,1\} \; \forall i \,, \forall m \,, \forall t \,, \forall j \qquad (۱۹)$$

$$z_{it} \in \{0,1\} \; \forall i \,, \forall t \qquad (۲۰)$$

۴.۳- گام‌های روش ANP

فرآیند تحلیل شبکه‌ای شامل چهار مرحله است که عبارتند از:

گام ۱) ساختن مدل و ساختاربندی مدل: مساله را باید به طوری شفاف بیان کرد و با یک سیستم منطقی برای مثال یک شبکه تجزیه کرد. ساختار مذکور را می‌توان با استفاده از نظر تصمیم‌گیرندگان و از طریق روش‌هایی چون طوفان مغزی و یا دیگر روش‌های مناسب بدست آورد.

گام ۲) مقایسات زوجی بردارهای اولویت: در روش تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای ANP نیز همچون روش تحلیل سلسله مراتبی عناصر تصمیم در هر قسمت نیز با توجه به اهمیت آنها در کنترل معیارها به صورت زوجی مقایسه می‌شوند، و خود قسمت‌ها نیز با توجه به تأثیرشان در هدف به صورت زوجی با هم مقایسه می‌شوند. از تصمیم‌گیرندگان در قالب یک سری مقایسات زوجی پرسیده می‌شود که دو عنصر یا دو قسمت در مقایسه با هم چه تأثیری در معیار های بالا دستی خود دارند.

گام ۳) تشکیل سوپر ماتریس: مفهوم سوپر ماتریس شبیه فرایند زنجیره مارکوف می‌باشد. سوپر ماتریس قادر به محدود کردن ضرایب برای محاسبه تمامی اولویت‌ها و در نتیجه اثر تجمیعی (تجمعی) هر عنصر بر سایر عناصر در تعامل، می‌باشد.

گام ۴) انتخاب بهترین گزینه: در صورتی که سوپر ماتریس تشکیل شده در مرحله قبل همه شبکه را پوشش دهد می‌توان وزنهای اولویت را در ستون گزینه‌ها در یک سوپر ماتریس نرمال شده یافت.

در ادامه به معرفی مدل برنامه‌ریزی آرمانی خواهیم پرداخت.

۴- حل مدل

به منظور حل مسئله‌ی چندهدفه‌ی ارائه شده، از رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی استفاده می‌شود که به شرح ذیل می‌باشد:

$$\text{Min Z} = p_1\, d_1^+ + p_2\, d_2^+ + p_3\, d_3^+ + p_4 d_4^- \qquad (۲۱)$$

S.t.

$$\sum_i \sum_m \sum_t \sum_j q_{imt}\, x_{imtj} + d_1^- - d_1^+$$

(۲۲) آرمان قطعات برگشتی در شبکه

$$\sum_i \sum_m \sum_t \sum_j p_{imt}\, x_{imtj} + \sum_i \sum_t o_{it} \quad z_{it} + \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j t_{itj}\, u_{imtj} + \sum_t h_t \;\; I_t^+ + d_2^- - d_2^+$$

(۲۳) آرمان هزینه‌های شبکه

$$\sum_i \sum_m \sum_t \sum_j l_{imt}\, x_{imtj} + d_3^- - d_3^+$$

(۲۴) آرمان قطعات تاخیردار در شبکه

$$\sum_i W_i \sum_t \tilde{d}_t\, x_{imtj} + d_4^+ - d_4^-$$

(۲۵) آرمان حداکثر کردن ارزش خرید در شبکه

$$d_n^- \,, d_n^+ \ge 0 \,, \forall n \in \{2,2,3,4\} \qquad (۲۶)$$

$d_n^+ d_n^-$, متغیرهای انحرافی می‌باشند که نشان می‌دهند چقدر از هر آرمان فاصله گرفته شده است هم در بعد افزایشی و هم در بعد کاهشی. محدودیت‌های ۵ تا ۱۸ هم به مدل اضافه می‌شوند.

شرکت مورد نظر، بدنه‌ی مورد نیاز خود را از ۳ تأمین‌کننده‌ی اصلی و از طریق دو نوع حامل با ظرفیت‌های مختلف حمل می‌نماید. تقاضای بدنه مورد نیاز در مقیاس واحد برای یک توزیع کننده برای یک

www.SID.ir

Archive of SID

دوره‌ی تصمیم‌گیری ۱ ماهه به نحوی که شامل ۴ هفته می‌باشد. جدول شماره‌ی ۱ اطلاعات تقاضا برای بسته‌های بدنه‌ی خودرو در ۴ دوره را نشان می‌دهد.

جدول ۲ نشان دهنده‌ی سایر داده‌های مورد نیاز برای مدل کردن مسئله می‌باشد.

توزیع کننده ممکن است محصول را یک بار در هر هفته از هر تأمین‌کننده خریداری نماید. همچنین توزیع کننده در هر دوره می‌تواند حداکثر ۲ نوع حامل برای حمل کالا از تأمین کنندگان اجاره نماید. هزینه‌ی واحد حمل و نقل و همچنین ظرفیت هر وسیله‌ی حمل و نقل برای هر تأمین‌کننده به شرح جدول ۳ می‌باشد. توزیع‌کننده محصول را به خرده فروشان زیادی در طول هفته می‌فروشد و ورقه‌های فروخته نشده در انتهای هفته را ذخیره می‌سازد. ظرفیت انبار برای ذخیره سازی ۲۲۰ واحد می‌باشد. هزینه‌ی نگهداری هر واحد در هر دوره ۱۰ واحد می‌باشد. کمبود محصول به صورت پس افت می‌باشد. هر چند که توزیع کننده در نظر دارد سطح سرویس خود را در هر دوره حداقل در سطح ۸۰٪ حفظ کند. موجودی و کمبود ابتدایی و انتهایی برای دوره‌ی زمانی ۰ می‌باشد.

مسئله‌ی فعلی برای توزیع کننده این است که از کدام تأمین‌کننده خرید کند، از هر کدام چه مقدار خرید کند و همچنین از کدام تجهیزات حمل و نقل برای حمل بسته‌های خریداری شده به مشتریان استفاده نماید. مقادیر داخل پرانتز در جدول ۳ هزینه‌ی واحد حمل و نقل برای هر تأمین‌کننده می‌باشد.

جدول (۱) داده‌های نیاز به ورق‌های بدنه‌ی خودرو در ۴ دوره‌ی زمانی

دوره	۱	۲	۳	۴
تقاضا	(۶۳۰ و۶۲۰ و۶۱۰)	(۵۶۰ و۵۵۰ و۵۴۰)	(۵۶۰ و۵۵۰ و۵۴۰)	(۶۱۰ و۶۰۰ و۵۹۰)

جدول (۲) اطلاعات مورد نیاز مسئله

تأمین‌کننده	سطح موجودی	p_{imt}	o_{it}	l_{imt}	q_{imt}	C_{it}
S_1	Q < 150 150≤ Q < 300 300≤ Q	62 61 60	1000	0.14	0.10	(490, 500, 510)
S_2	Q < 200 200 ≤ Q < 350 350≤ Q	72 71 70	1500	0.06	0.08	(440, 450, 460)
S_3	Q < 250 250 ≤ Q < 400 400 ≤ Q	68 67 66	1400	0.12	0.06	(610, 620, 630)

جدول (۳) اطلاعات حمل و نقل

تأمین‌کننده	حامل ۱	حامل ۲
S_1	۳۵۰۰ (۱۰)	۵۰۰۰ (۸.۳۳)
S_2	۲۰۰۰ (۵.۷۱)	۳۵۰۰ (۵.۸۳)
S_3	۷۰۰۰ (۲۰)	۱۰۰۰۰ (۱۶.۶۶)
ظرفیت	۳۵۰	۶۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

۱.۴- پیاده‌سازی گام‌های تحقیق

در این تحقیق، پس از مرور ادبیات تحقیق، فاکتورهای تأثیرگذار بر روی انتخاب و ارزیابی تأمین‌کننده شامل ۴ فاکتور اصلی شناسایی شده و طی جلسه‌ای با خبرگان تحقیق، این معیارهای اصلی در زمینه‌ی انتخاب تأمین کنندگان مورد تایید قرار گرفتند. این موارد در حقیقت Whatsها در جدول خانه‌ی کیفیت می‌باشند که در جدول ۴ قابل مشاهده هستند.

۲.۴- محاسبه‌ی وزن Whatsها و Howsها از طریق میانگین‌گیری

هر یک از تصمیم گیرندگان از طریق قضاوت‌های زبانی، مقایسات خود را به منظور امتیازدهی هر یک از فاکتورها ارائه نمودند. به دلیل آن که ارزیابی‌ها از طریق کلمات توصیفی ابراز می‌شوند، مجموعه‌های فازی بهترین مقیاس می‌باشند. در این راستا، متغیرهای زبانی و معادل عددی آن در جدول ۵ نشان داده شده است.

ارزیابی‌ها توسط ۳ خبره صورت پذیرفت که نتایج در جدول ۶ قابل مشاهده می‌باشد.

همچنین با مطالعه‌ی ادبیات موضوع و همچنین کسب نظر از خبرگان، در نهایت ۵ مشخصه‌ی فنی (Hows) به شرح جدول ۷ مشخص شدند.

در این گام، لازم بود تا میزان ارتباط بین خواسته‌ها و مشخصات فنی مشخص شود. از این روی از خبرگان خواسته شد تا میزان ارتباط بین این ۲ دسته از مولفه‌ها را مشخص نمایند. جدول ۸ امتیازات داده شده برای میزان ارتباط بین Whats و Hows را نشان می‌دهد.

۳.۴- تعیین وزن معیارهای موثر بر مسئله

در این مرحله با استفاده از تکنیک ANP برقراری ارتباط و وابستگی بین فاکتورها را بر اساس پویایی سیستم‌ها ارزیابی نمائیم. بدین ترتیب که از خبرگان خواسته شد که روابط Whats را مشخص نمایند. شکل ۴ نشان دهنده‌ی وابستگی بین Whats طبق نظر خبرگان می‌باشد.

جدول (۴) فاکتورهای تأثیرگذار بر روی ارزیابی و انتخاب تأمین کنندگان

نماد	معیار اصلی
C_1	قیمت
C_2	کیفیت
C_3	تحویل
C_4	تکنولوژی

جدول (۵) متغیرهای زبانی و معادل عددی آن ها

متغیر زبانی	VL = Very Low	L = Low	M = Medium	H = High	VH = Very High
معادل عددی	(۲ و ۱ و ۰)	(۴ و ۳ و ۲)	(۶ و ۵ و ۴)	(۸ و ۷ و ۶)	(۹ و ۹ و ۸)

جدول (۶) امتیازدهی به Whats توسط خبرگان

Whats	خبره‌ی ۱	خبره‌ی ۲	خبره‌ی ۳
قیمت	H	VH	VH
کیفیت	M	M	L
تحویل	M	M	M
تکنولوژی	L	L	M

www.SID.ir

Archive of SID

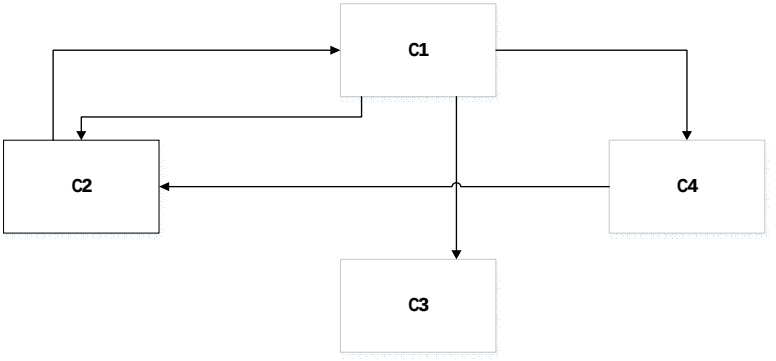
جدول (۷) مشخصات فنی شناسایی شده

نماد	مشخصه ی فنی
D_1	تجربه‌ی تأمین‌کننده
D_2	ظرفیت نوآوری برای برآوردن نیازهای مشتری
D_3	گواهی سیستم مدیریت کیفیت
D_4	انعطاف‌پذیری در ارضای خواسته های مشتری
D_5	ثبات مالی

جدول (۸) ارزیابی همبستگی بین Whats و Hows

Whats	Hows														
	D_1			D_2			D_3			D_4			D_5		
	D M1	D M2	D M3	D M1	D M2	D M3	D M1	D M2	D M3	D M1	D M2	D M3	D M1	D M2	D M3
C_1	H	VH	VH	VH	VH	H	L	L	L	M	M	L	L	L	VL
C_2	M	M	L	M	H	H	H	VH	VH	L	L	L	M	M	L
C_3	M	M	H	M	M	M	L	L	L	H	H	VH	M	M	M
C_4	VH	VH	H	H	H	H	M	M	L	VH	H	H	M	M	L

شکل (۴) روابط بین Whats



با توجه به این شرایط باید مقایسات زوجی برای سنجش ترجیحات هر یک از فاکتورها صورت پذیرد. جدول ۹ نشان دهنده‌ی ماتریس مقایسات زوجی است. از خبرگان خواسته شد تا با استفاده از اعداد مقیاس اصلی، قضاوت خود را بیان نمایند: ۱ = برابر، ۳ = نسبتاً مهم‌تر، ۵ = به شدت مهم‌تر، ۷ = خیلی به شدت مهم‌تر و ۹ = فوق العاده مهم‌تر. با استفاده از مقدار وزنی می‌توان وزن هر معیار را با توجه به همبستگی Whatsها داشته باشیم و ماتریس زیر تولید می‌شود:

$$A = \begin{bmatrix} 0.096 \\ 0.251 \\ 0.292 \\ 0.368 \end{bmatrix}$$

به منظور درک وابستگی‌های معیارهای مهم باید مقایسات زوجی در بین معیارهای مهم صورت پذیرد تا بتوان وزن تمام معیارها را نسبت به هدف به دست آورد. لذا لازم است مقایسات زوجی دیگری داشته باشیم. در این حالت در مقایسه‌ی زوجی روابط درونی ۴ معیار، ابتدا یکی از معیارها ثابت در نظر گرفته می‌شود. سپس سه گزینه‌ی دیگر براساس گزینه‌ی ثابت با هم مقایسه می‌شوند. در نتیجه مشابه گام قبل، بردار ویژه‌ای خواهیم داشت که به شکل ذیل می‌باشد:

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0.331 & 0.138 & 0.125 \\ 0.258 & 0 & 0.337 & 0.408 \\ 0.266 & 0.335 & 0 & 0.481 \\ 0.482 & 0.435 & 0.528 & 0 \end{bmatrix}$$

www.SID.ir

Archive of SID

اکنون با توجه به رابطه‌ی A*B = W_x می‌توان وزن هر یک از معیارها را به دست آورد.

$$W_x = \begin{bmatrix} 0.168 \\ 0.268 \\ 0.286 \\ 0.308 \end{bmatrix}$$

۴.۴- تشکیل خانه‌ی کیفیت

در شکل ۵ نتایج میانگین‌گیری و وزن هر یک از معیارها تحت یک خانه کیفیت فازی مشخص شده است. این خانه‌ی کیفیت به راحتی روابط میان معیارها و مشخصات فنی را نمایش می‌دهد. در این مرحله با استفاده از روش SIR فازی با استفاده از توابع برتری و بدتری، فاصله‌ی برتری و بدتری محاسبه می‌شود که می‌توان از آن‌ها برای وزن دیگر معیارها استفاده کرد. در نتیجه با استفاده از قواعد و توابع SIR فازی، ابتدا ماتریس روابط همبستگی به اعداد قطعی تبدیل شد و سپس از طریق ماتریس برتری (S) و ماتریس بدتری (I) وزن معیارها محاسبه شد (جداول ۱۰ و ۱۱). با جمع ستونی اعداد حاصله در خانه‌ی کیفیت، وزن هر مشخصه‌ی فنی به دست می‌آید که در سطر آخر شکل ۴ قابل مشاهده می‌باشد. در نهایت یک ماتریس توسط ۳ خبره برای ارزیابی تأمین کنندگان تهیه شد که در جدول ۱۲ قابل مشاهده می‌باشد. با میان گیری از ماتریس جدول ۱۲ و وزن نهایی به دست آمده از hows در شکل ۴ نتایج زیر حاصل شد. بدین ترتیب، تأمین‌کننده‌ی شماره‌ی ۳ به عنوان بهترین تأمین‌کننده برای شرکت مطرح بوده و تأمین کنندگان ۲ و ۱ به ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم می‌باشند.

جدول (۹) ماتریس مقایسه‌ی زوجی Whats (CR=0.0132)

بردار ویژه	تکنولوژی	تحویل	کیفیت	قیمت	
۰.۰۹۷	۰.۳۰۱	۰.۲۶۱	۰.۴۲۰	۱	قیمت
۰.۲۴۹	۰.۷۳۲	۰.۸۸۱	۱	۲.۳۹۵	کیفیت
۰.۲۹۱	۰.۶۲۱	۱	۱.۱۵۱	۳.۸۲۱	تحویل
۰.۳۷۲	۱	۱.۶۲۰	۱.۳۷۳	۳.۳۷۵	تکنولوژی

شکل (۵) نتایج خانه‌ی کیفیت فازی

Whats	وزن Whats	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5
C_1	۰.۱۶۸	(۸.۵۶، ۷.۵۶، ۶.۵۶)	(۱۰.۲، ۹.۲، ۸.۲)	(۲.۷۲، ۱.۷۲، ۰.۷۲)	(۴.۷۳، ۳.۷۳، ۲.۷۳)	(۲.۷۳، ۰.۷۳، ۱.۷۳)
C_2	۰.۲۶۸	(۵.۲۵، ۴.۲۵، ۳.۲۵)	(۷.۳۸، ۶.۳۸، ۵.۳۸)	(۱۰.۲، ۹.۲، ۸.۲)	(۴.۳۶، ۳.۳۶، ۲.۳۶)	(۵.۸، ۴.۸، ۳.۸)
C_3	۰.۲۸۶	(۷.۴۵، ۶.۴۵، ۵.۴۵)	(۶.۲، ۵.۲، ۴.۲)	(۴.۲۵، ۳.۲۵، ۲.۲۵)	(۹.۳۶، ۸.۳۶، ۷.۳۶)	(۴.۴، ۳.۴، ۲.۴)
C_4	۰.۳۰۸	(۸.۵۶، ۷.۵۶، ۶.۵۶)	(۱۰.۲، ۹.۲، ۸.۲)	(۴.۴۵، ۳.۴۵، ۲.۴۵)	(۹.۳۶، ۸.۳۶، ۷.۳۶)	(۴.۴، ۳.۴، ۲.۴)
وزن		(۴۵.۲، ۳۳.۱، ۲۱.۲)	(۴۶. ۶، ۳۷.۲، ۲۲.۱)	(۲۴.۸، ۱۶.۱، ۱۲.۲)	(۲۴.۳، ۱۹.۵، ۱۸.۲)	(۲۳.۸، ۱۴.۴، ۶.۸)

جدول (۱۰) ماتریس S (ماتریس برتری)

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	۰.۲۵۸	۲.۸۹۶	۳.۹۰۲	۶.۳۵۱	۵.۸۴۱
A2	۰.۹۰۲	۴.۷۲۱	۳.۹۰۱	۶.۶۶۱	۳.۴۴۱
A3	۰.۲۳۸	۷.۸۷۷	۵.۸۳۳	۴.۴۶۳	۱.۵۳۲
A4	۰.۹۰۶	۴.۶۶۱	۰.۶۸۲	۲.۸۱۶	۳.۴۲۸

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱۱) ماتریس I (ماتریس بدتری)

	C1	C2	C3	C4	C5
A1	۰.۵۱۸	۲.۴۲۳	۰.۳۸۸	۰.۳۶۶	۰.۰۰۰
A2	۰.۰۸۸	۰.۳۹۶	۰.۴۳۱	۰.۲۶۶	۰.۱۵۴
A3	۰.۶۵۴	۰.۰۰۰	۰.۰۰۰	۲.۱۲۳	۱.۱۱۴
A4	۰.۰۸۵	۰.۴۲۴	۷.۱۰۵	۴.۲۳۶	۰.۱۵۴

جدول (۱۲) ماتریس ارزیابی تأمین کنندگان در مقایسه با مشخصات فنی

تأمین کنندگان	How's														
	D_1			D_2			D_3			D_4			D_5		
	DM 1	DM 2	DM 3	DM 1	DM 2	DM 3	DM 1	DM 2	DM 3	DM 1	DM 2	DM 3	DM 1	DM 2	DM 3
۱	M	M	L	M	H	H	VH	M	H	M	H	L	M	L	M
۲	M	H	H	VH	H	M	M	L	H	VH	M	H	H	H	L
۳	H	VH	VH	VH	VH	H	H	H	M	H	M	VH	VH	L	M

جدول (۱۳) اهمیت تأمین کنندگان از دید خبرگان

تأمین‌کننده	اهمیت
۱	۰.۲۰۷
۲	۰.۳۳۷
۳	۰.۴۵۶

۵.۴- نتایج و تحلیل

مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی بحث شده در قسمت قبل به منظور حل مسئله‌ی چندهدفه‌ی موجودی انباشته، انتخاب تأمین‌کننده و حامل مورد استفاده قرار گرفت. جواب‌های ایده‌آل حاصل از بهینه‌سازی هر هدف به صورت جداگانه که توسط روابط ارائه شده در جدول ۱۴ تا ۱۶ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده با توجه به ۳ سطح سرویس مختلف ارائه شده‌اند. تأمین‌کننده‌ی شماره‌ی ۳ به دلیل اهمیت و کیفیت بالاتر بیشتر حجم سفارشات را به خود اختصاص داده است. همچنین تأمین‌کننده‌ی ۲ مقداری از سفارشات را پس از تکمیل ظرفیت تأمین کننده‌ی ۳ دریافت می‌دارد. نتایج بهینه‌سازی اجزای آیتم‌های تاخیردار نشان می‌دهد تأمین‌کنندگان ۲ و ۳ با توجه به عملکرد بهتر خود در معیارهای تحویل سفارشات بیشتری را نصیب خود می‌سازند. به همین ترتیب همانطور که در این جدول ملاحظه می‌گردد با توجه به اهداف مختلف، میزان تخصیص سفارش به تأمین کنندگان متفاوت می‌باشد.

جدول (۱۴) جواب ایده آل مسئله به ازای $\theta = 0.8$

اهداف	برگشتی‌ها	هزینه‌ها	زمان‌های تاخیر
مقادیر ایده‌آل آرمان	۱۶۲.۴۳	۲۰۳۱۲۴	۱۸۷.۲۳
متغیرهای مسئله	X_{1141} =1 X_{2111}= 36 X_{2131} = 122 X_{3312} = 580 X_{3322} = 580 X_{3332} = 580 X_{3342} = 580	X_{1312} =483 X_{1322}= 486 X_{1332} = 486 X_{1342} = 450 X_{2311} = 340 X_{2341} = 340	X_{2312} = 435 X_{2322}= 435 X_{2332} = 435 X_{2342} = 435 X_{3111} = 158 X_{3141} = 5 X_{3221} = 308 X_{3231} = 246

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱۵) جواب ایده‌آل مسئله به ازای θ = 0.9

اهداف	برگشتی‌ها	هزینه‌ها	زمان‌های تاخیر
مقادیر ایده‌آل آرمان	۱۶۲.۴۳	۲۰۸۲۳۶	۱۸۷.۲۳
متغیرهای مسئله	$=1X_{1141}$ $= 94X_{2111}$ $= 580X_{3312}$ $= 580X_{3322}$ $= 580X_{3332}$ $= 580X_{3342}$	$=504X_{1312}$ $= 495X_{1322}$ $= 486X_{1332}$ $= 309X_{2211}$ $= 344X_{2331}$ $= 418X_{2342}$	$= 445X_{2312}$ $= 445X_{2322}$ $= 445X_{2332}$ $= 445X_{2342}$ $= 228X_{3111}$ $= 242X_{3121}$ $= 256X_{3131}$ $= 4X_{3141}$

جدول (۱۶) جواب ایده آل مسئله به ازای θ = 0.99

اهداف	برگشتی‌ها	هزینه‌ها	زمان‌های تاخیر
مقادیر ایده‌آل آرمان	۱۶۴.۱۸	۲۳۲۴۱۲	۱۸۷.۲۳
متغیرهای مسئله	$= 182X_{2111}$ $= 590X_{3312}$ $= 588X_{3322}$ $= 593X_{3332}$ $= 564X_{3342}$	$=494X_{1312}$ $= 495X_{1322}$ $= 495X_{1332}$ $= 354X_{1342}$ $= 66X_{2121}$ $= 343X_{2311}$ $= 343X_{2341}$	$= 445X_{2312}$ $= 445X_{2322}$ $= 445X_{2332}$ $= 445X_{2342}$ $= 308X_{3211}$ $= 326X_{3221}$ $= 82X_{3131}$ $= 5X_{3141}$

در مدل برنامه‌ریزی آرمانی، هدف برگشتی‌ها در شبکه بالاترین اولویت را دارد. سپس هدف ارزش خرید اولویت دوم را دارد، سپس هزینه‌های شبکه و در نهایت کالاهای با تاخیر در شبکه می‌باشد. این اولویت بر اساس نظرات خبرگان امر طراحی و ارائه شده است. بالاترین اولویت به هدف حداقل کردن بازگشتی‌ها در شبکه داده شده است چرا که تحویل کالاهای خراب موجب ضرر و زیان بالایی می‌باشد. مقادیر هدف برای اجزای برگشتی در شبکه، هزینه‌ها، تاخیر در شبکه و ارزش خرید برابر با ۱۷۳، ۲۴۶۷۲۴، ۲۲۴ و ۳۶۸ می‌باشد. جداول ۱۷ تا ۱۹ نتایج حل با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی را نشان می‌دهد. تأمین کنندگان ۲ و ۳ انتخاب می‌شوند و هدف مورد نظر برای اجزای رد شده در شبکه محقق شد ولی در اهداف دیگر مقداری تجاوز صورت گرفت. به منظور حداقل ساختن هزینه، بیشتر دسته‌ی محصولات در بالاترین سطح شکست قیمت خریداری می‌شوند. همانطور که ملاحظه می‌گردد در این رویکرد با تغییر سطح سرویس، جواب‌های بهینه تغییر نمی‌کنند.

جدول (۱۷) جواب مسئله به ازای θ = 0.8

اهداف	اولویت ها	مقادیر هدف	مقادیر دست یافته شده
بازگشتی ها	۱	۱۷۳	۱۷۳
هزینه ها	۳	۲۴۶۷۲۴	۲۵۴۷۲۸
تاخیری ها	۴	۲۲۴	۲۳۵
ارزش خرید	۲	۳۶۸	۳۵۷

$X_{2211} = 274, X_{2342} = 455, X_{3312} = 604, X_{3322} = 610, X_{3332} = 600$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول (۱۸) جواب مسئله به ازای θ = 0.9

اهداف	اولویت‌ها	مقادیر هدف	مقادیر دست یافته شده
بازگشتی‌ها	۱	۱۷۳	۱۷۳
هزینه‌ها	۳	۲۴۶۷۲۴	۲۵۴۷۲۸
تاخیرها	۴	۲۲۴	۲۳۵
ارزش خرید	۲	۳۶۸	۳۵۷

$X_{2211} = 274, X_{2342} = 455, X_{3312} = 604, X_{3322} = 610, X_{3332} = 600$

جدول (۱۹) جواب مسئله به ازای θ = 0.99

اهداف	اولویت ها	مقادیر هدف	مقادیر دست یافته شده
بازگشتی‌ها	۱	۱۷۳	۱۷۳
هزینه‌ها	۳	۲۴۶۷۲۴	۲۵۴۷۲۸
تاخیری‌ها	۴	۲۲۴	۲۳۵
ارزش‌خرید	۲	۳۶۸	۳۵۷

$X_{2211} = 274, X_{2342} = 455, X_{3312} = 604, X_{3322} = 610, X_{3332} = 600$

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

همانطور که پیش از این بحث شد، هدف از این تحقیق توسعه یک مدل برنامه ریزی آرمانی مبتنی بر QFD فازی و ANP برای رتبه‌بندی و انتخاب بهترین تأمین‌کننده است. در ادامه یک نمونه‌ی موردی مربوط به تهیه‌ی ورقه‌های بدنه‌ی خودرو از تأمین‌کنندگان برای توزیع به شرکت رامک خودرو ارائه شد. به منظور اولویت بندی تأمین‌کنندگان، از فرآیند تحلیل شبکه و QFD فازی به صورت توام استفاده شد. در این راستا معیارهای قیمت، کیفیت، تحویل و تکنولوژی به عنوان مهم‌ترین معیارها در زمینه‌ی انتخاب تأمین‌کننده شناخته شدند. سپس وزن هر یک از معیارها و نهایتاً تأمین‌کنندگان مشخص شد و در نهایت مدل آن طراحی و با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی حل شد. نتایج حکایت از کارایی مناسب رویکرد حل برای حل مسئله داشت. در مدل برنامه‌ریزی آرمانی پیشگیرانه، هدف برگشتی‌ها در شبکه بالاترین اولویت را دارد. سپس هدف ارزش خرید اولویت دوم را دارد، سپس هزینه‌های شبکه و در نهایت کالاهای با تاخیر در شبکه می‌باشد. این اولویت بر اساس نظرات خبرگان امر طراحی و ارائه گشته است. بالاترین اولویت به هدف حداقل کردن بازگشتی‌ها در شبکه داده شده است چرا که تحویل کالاهای خراب موجب ضرر و زیان بالایی می‌باشد.

علاوه بر این در تحقیق حاضر سه هدف کلی شامل شناسایی مهم‌ترین عوامل موثر در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان بر اساس معیارهای کمی و کیفی شناسایی شده و ارائه یک مدل نوین و کارآمد به‌منظور انتخاب تأمین‌کننده و حامل به‌طور همزمان و تخصیص سفارش به آن‌ها، در نظر گرفته شده بود که با بررسی تحقیق صورت گرفته می‌توان به روشنی دریافت که به هر سه هدف تحقیق دستیابی صورت گرفت. یعنی علاوه بر شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان، نسبت به ارائه‌ی مدل برای انتخاب و تخصیص تأمین‌کننده و حامل نیز اقدام شده، و تمامی اهداف تحقیق را برآورده می‌سازد و تا حد زیادی به اهداف مدنظر دست یافته شد.

همچنین با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، مطالب زیر برای علاقه مندان می‌تواند زمینه‌ی مطالعات آتی را فراهم نماید.

- مسئله برای داده‌های صنایع دیگر به کار گرفته شود.
- سایر الگوریتم‌ها برای مسئله امتحان و نتایج مقایسه گردد.
- عدم قطعیت در مسئله در نظر گرفته شود
- سایر مباحث زنجیره‌ی تأمین در مسئله در نظر گرفته شود.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

[1] Bhattacharya, A., Sarkar, B., Mukherjee, S. K., (2005). Integrating AHP with QFD for robot selection under requirement perspective. International Journal of Production Research, 43(17), 1 September, 3671–3685.

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

[3] Kahraman, C., Ruan, D., Dogan, I. (2003). Fuzzy group decision-making for facility location selection. Information Sciences, 157, 135–153.

[۴] مفرح، مژده؛ دکتر علی محمد احمدوند و مهندس حسین اقبالی، ۱۳۹۶، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده با استفاده از تکنیک fahp، سومین کنفرانس بین‌المللی علوم و مهندسی، استانبول- کشور ترکیه، موسسه مدیران ایده پرداز پایتخت ویرا.

[۵] صفایی قادیکلایی، عبدالحمید و فاطمه هندوکلایی، ۱۳۹۶، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین سبز با استفاده از روش ترکیبی QFD فازی و VIKOR فاز ی، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت و حسابداری، تهران، موسسه آموزش عالی صالحان.

[۶] ولی‌زاده، جابر و مهدی علیزاده برمی، ۱۳۹۶، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین سبز با در نظر گرفتن ریسک و استفاده از تکنیک تلفیقی DEMATEL و VIKOR در محیط فازی (مطالعه موردی انتخاب تأمین‌کننده اگزوز در شرکت ایران خودرو)، کنفرانس بین‌المللی زنجیره تأمین سبز.

[۷] بابایی. مهدیه، عمرانی. هاشم، (۱۳۹۳)، رویکرد بهینه سازی استوار در انتخاب تأمین‌کننده تحت تدارکات ناب، یازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع، دانشگاه تربیت مدرس، دی ماه ۱۳۹۳.

[۸] فیروزآبادی. علی، خداوردی. روح اله، (۱۳۹۱)، انتخاب تأمین کنندگان قطعات در صنعت خودروسازی با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی، فصلنامه مدیریت توسعه و تحول، شماره ۹.

[9] Babbar, C., & Amin, S. H. (2018). A multi-objective mathematical model integrating environmental concerns for supplier selection and order allocation based on fuzzy QFD in beverages industry. Expert Systems with Applications, 92, 27-38.

[10] Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Zolfani, S. H. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. Journal of Cleaner Production, 142, 3728-3740.

[11] Lima-Junior, F. R., & Carpinetti, L. C. R. (2016). A multicriteria approach based on fuzzy QFD for choosing criteria for supplier selection. Computers & Industrial Engineering, 101, 269-285.

[12] Karsak, Eul., & Dursun, M. (2015). An integrated fuzzy MCDM approach for supplier evaluation and selection. Computers & Industrial Engineering, 82, 82–93.

[13] Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S. A., & Jain, V. (2016). Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. Expert Systems with Applications, 62, 273-283.

[14] Efendigil, T., S. Önüt, and E. Kongar, (2013). "A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness".

www.SID.ir

Archive of SID

[22] Chan, F. T., & Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. Omega, 35(4), 417-431.

[23] Gencer, C., & Gürpinar, D. (2007). Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. Applied mathematical modelling, 31(11), 2475-2486.

[24] Noorul Haq, A., & 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.

Computers & industrial engineering. 54(2): p. 269- 287.

[15] Bottani, E. and A. Rizzi, (2012). "A fuzzy TOPSIS methodology to support outsourcing of logistics services". Supply Chain Management: An International Journal. 11(4): p. 294-308.

[16] Wang, W. P. (2010). A fuzzy linguistic computing approach to supplier evaluation. Applied Mathematical Modelling, 34(10), 3130-3141.

[17] 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.

[18] Amin, S. H., & Razmi, J. (2009). An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation. Expert systems with applications, 36(4), 8639-8648.

[19] Nazari-Shirkouhi, S., Shakouri, H., Javadi, B., & Keramati, A. (2013). Supplier selection and order allocation problem using a two-phase fuzzy multi-objective linear programming. Applied Mathematical Modelling, 37(22), 9308-9323.

[20] Tseng, M. L., Chiang, J. H., & Lan, L. W. (2009). Selection of optimal supplier in supply chain management strategy with analytic network process and choquet integral. Computers & Industrial Engineering, 57(1), 330-340.

[21] Demirtas, E. A., & Üstün, Ö. (2008). An integrated multiobjective decision making process for supplier selection and order allocation. Omega, 36(1), 76-90.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir