

مدل سازی مساله انتخاب و تخصیص سفارش به تامین کنندگان برپایه برنامه‌ریزی آرمانی و رویکرد ترکیبی QFD و ANP

میلاذ توکلیان^۱، محمدجواد ارشادی^{۲*}، امیر عزیزی^۳

^(۳) 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 تامین کننده نقش کلیدی در قیمت، کیفیت، تحویل به موقع و سرویس دهی در دست‌یابی به اهداف زنجیره تامین دارد که با توجه به این امر، امروزه عملکرد تامین کنندگان تبدیل به یک عنصر حیاتی در موفقیت یا عدم موفقیت یک شرکت شده است. در فرایند انتخاب تامین کننده 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 فرایند تحلیل شبکه و برپایه گسترش عملکرد کیفیت فازی توسعه داده شده است. همچنین، روشی جدید در رتبه‌بندی، انتخاب و تخصیص سفارش به تامین کنندگان ارائه شده است. بدین منظور، از مفهوم گسترش عملکرد کیفیت فازی و تحلیل شبکه‌ای به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی تامین کنندگان و از مدل برنامه‌ریزی ریاضی به منظور تخصیص سفارش به تامین کنندگان استفاده می‌شود. مدل مورد نظر همزمان انتخاب تامین کننده، انتخاب حامل و تخصیص سفارش به تامین کننده را انجام می‌دهد و دارای اهداف حداقل کردن 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 تامین کنندگان و همچنین تخصیص سفارش به آنها می‌باشد. مزیت این مدل نسبت به روش‌های مشابه در استفاده توأم از ابزارهای QFD و ANP به منظور اندازه‌گیری اولویت‌ها و نیازهای شرکت جهت رتبه‌بندی تامین کنندگان 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 به گونه‌ای که همزمان برگشتی‌ها از تامین کننده، تاخیرها و هزینه‌های تامین در کمترین مقدار ممکن باشد، از مهم‌ترین نتایج این پژوهش محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: گسترش عملکرد کیفیت (QFD)؛ فرایند تحلیل شبکه (ANP)؛ برنامه‌ریزی آرمانی؛ انتخاب تامین کننده.

۱- مقدمه

عملیاتی برای تامین منافع سازمان در راستای برآورده کردن نیاز مشتری است. از این رو 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 تامین کننده معیارهای متفاوتی وجود دارد (مانند هزینه، کیفیت و ...). اولویت بندی این معیارها با وجود پیچیدگی‌ها و برهم کنش‌هایی که بر روی 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 تامین کننده صورت گرفته است و حتی برخی از این تکنیک‌ها در تلفیق با QFD بوده‌اند اما نویسندگان کمی از مدل QFD فازی به منظور انتخاب تامین کننده 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 رتبه بندی و انتخاب تامین کننده 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.

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 تامین، ارزش تهیه خدمت برای مشتری به وسیله افزایش ارزش در شبکه زنجیره آن می‌باشد. به علاوه، هدف هر سازمانی افزایش ایجاد ارزش و به طور همزمان کاهش هزینه‌ها است؛ بنابراین، انتخاب تامین کننده مناسب یک مساله کلیدی و حیاتی در زنجیره ارزش هر سازمانی می‌باشد [۱]. فرآیند انتخاب تامین کننده با اهمیت‌ترین عامل در مدیریت موثر شبکه زنجیره تامین مدرن است چرا که در دستیابی به محصولات با کیفیت بالا و رضایت مشتری کمک شایانی می‌کند. همچنین عملکرد تامین کننده نقش کلیدی در قیمت، کیفیت، تحویل و خدمات در دستیابی به اهداف زنجیره تامین دارد [۲]. بنابراین یک انتخاب تامین کننده 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 تامین کننده خود مواجه می‌باشند. بنابراین تصمیم‌گیری برای انتخاب تامین کننده 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 رتبه بندی، انتخاب و تخصیص سفارش به بهترین تامین کننده با توسعه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی با رویکرد فرآیند تحلیل شبکه (ANP) و بر پایه گسترش عملکرد کیفیت فازی (QFD) 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 تامین کننده یک مساله

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

ریسک‌های محیطی دست یافته شد [۶]. بابایی و عمرانی در سال ۱۳۹۴ از رویکرد بهینه‌سازی استوار در مقاله خود به منظور بهینه‌سازی مدل چندهدفه ارائه شده برای انتخاب تامین‌کننده استفاده کردند. در این مقاله یک مدل خطی چندهدفه جهت انتخاب تامین‌کننده بر اساس بهینه‌سازی استوار توسعه داده شده تا بر ابهام اطلاعات غلبه کند. [۷]. فیروز آبادی و خداوردی (۱۳۹۱) به انتخاب و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان قطعات در صنعت خودرو با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی پرداخته‌اند. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی انتخاب تامین‌کننده، اوزان معیارها با کمک AHP گروهی مشخص شده است. ماتریس مقایسات زوجی نیز توسط کارشناسان خبره تکمیل و میانگین هندسی پاسخها گرفته شده است. در این مقاله چهار معیار توانایی تولید، کیفیت قطعه، قیمت و زمان تحویل در نظر گرفته شده است [۸].

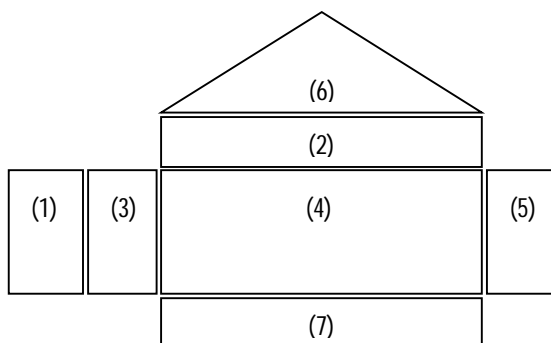
در حوزه کاربرد QFD، بابار و امین (۲۰۱۸) یک مدل ریاضی جهت انتخاب تامین‌کننده و تخصیص سفارش در یک شرکت نوشابه سازی با توجه به معیارهای زیست محیطی توسعه داده‌اند. آنها به دلیل وجود ابهام و مدیریت عدم قطعیت‌ها از اعداد فازی دوزنقه‌ای کمک گرفته‌اند و از یک مدل دو فازی شامل یک QFD فازی دو مرحله‌ای و یک مدل 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]. فرانسيسكو و کارپینتی (۲۰۱۶) معیارهای انتخاب تامین‌کننده 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 تامین‌کننده و کالاهای خریداری شده را با استفاده از مفهوم خانه کیفیت^۱ توضیح دادند و در ادامه آنها وزن و رتبه‌بندی تامین‌کننده را با استفاده از HOQ و تئوری فازی محاسبه کردند [۱۲].

۲- مرور ادبیات

اخیرا مطالعات زیادی در زمینه انتخاب تامین‌کنندگان 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 از این 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 شده است.

مفرح و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده با استفاده از تکنیک FAHP پرداختند. در این تحقیق ضمن شناسایی شاخص اصلی و شاخص‌های فرعی انتخاب تامین‌کنندگان قطعات ریخته‌گری با استفاده از ساختار سلسله مراتبی فازی (FAHP) و اولویت‌بندی هریک از شاخص‌ها با نظر خبرگان، بهترین تامین‌کننده انتخاب شد [۴]. صفایی و هندوکلائی (۱۳۹۶) در تحقیقی به ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تامین سبز با استفاده از روش ترکیبی QFD فازی و VIKOR فازی پرداختند [۵]. ولی‌زاده و برمی (۱۳۹۶) در تحقیقی به ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان در زنجیره تامین 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 تامین‌کننده برتر و چهار شاخص اصلی اقتصادی، سیاسی، بلایای طبیعی و فرهنگی / اجتماعی با ۸ شاخص فرعی در زمینه

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

Rizzi (۲۰۱۲) رویکرد TOPSIS فازی را به منظور 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 و نقل مواد و هزینه پردازش در تسهیلات می‌باشد. همچنین الگوریتمی ژنتیک بر مبنای درخت فراگیر با استفاده از نمایش کدگذاری تعیین‌کننده 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].

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 &

برنامه ریزی آرمانی به منظور ارزیابی و تخصیص سفارش به تأمین کنندگان و برپایه دو تکنیک QFD و ANP نوآوری این مقاله محسوب می شود.

۳- روش تحقیق

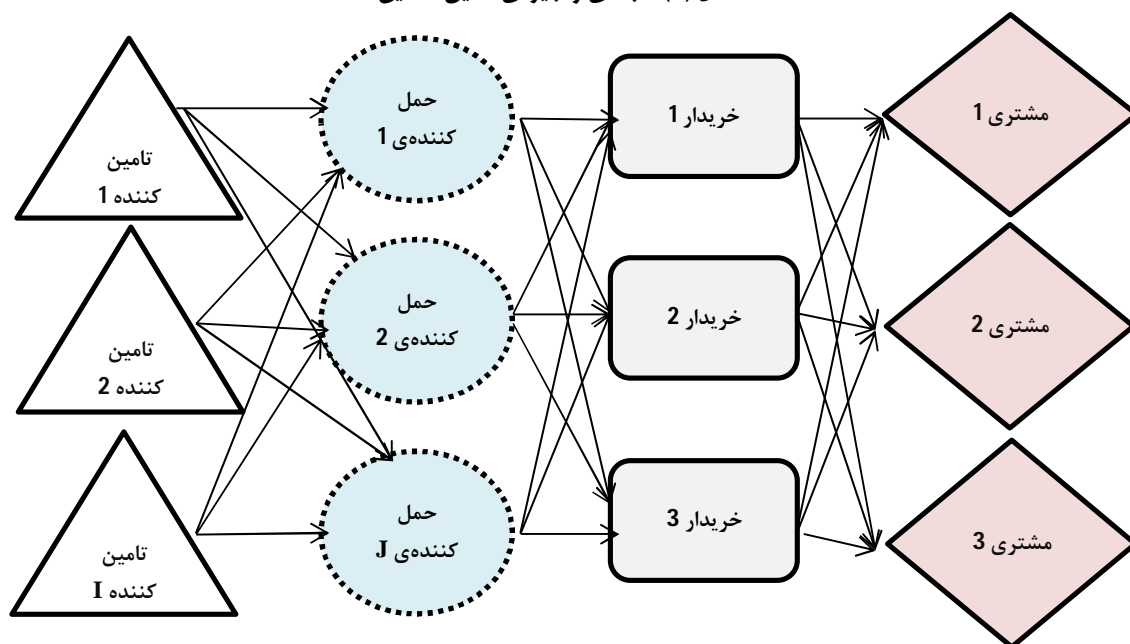
۱.۳- بیان مسئله

مسئله انتخاب مناسب ترین تأمین کنندگان و تخصیص سفارش به آنها تأثیر مهمی در عملکرد کلی زنجیره تأمین دارد. مسئله تخصیص سفارش هر مرکز مصرف به یکی از آنها یک برنامه ریزی ریاضی شناخته شده می باشد. اما با بررسی روند مطالعات در زمینه لجستیک مشخص می شود که تمرکز لجستیک در حال تغییر از حداقل سازی مجموع هزینه حمل و نقل و تدارکات و یا به حداکثر کردن سود کل به سوی ارائه خدمات بهتر و بیشتر به مشتریان می باشد. در این تحقیق به منظور ارزیابی تأمین کنندگان و تخصیص سفارش، تنها به معیارهای مالی توجه نمی شود و افزون بر آن معیارها و شاخص های کیفی نیز لحاظ می گردند. در طول دوره های زمانی محدود، کمبود مجاز بوده و در شرایطی که موجودی فعلی به علاوه موجودی تهیه شده کمتر از تقاضای خریدار باشد کمبود رخ می دهد. از طرفی دیگر، کالاهای اضافی می توانند برای استفاده در دوره های بعدی نگهداری شوند. با این حال، نگهداری کالاهای اضافی از جهتی موجب افزایش هزینه ها می گردد. تحقیق حاضر ۲ فاز اصلی دارد که عبارتند از تعیین اهمیت و وزن هر تأمین کننده با توجه به معیارهای تأثیرگذار با استفاده از روش QFD فازی و ANP و سپس طراحی مدل ریاضی برای انتخاب تأمین کننده، تخصیص سفارش به تأمین کننده و انتخاب ابزارهای حمل و نقل می باشد. شبکه زنجیره تأمین در این تحقیق از ۴ جزء اصلی تشکیل می شود که در شکل ۲ ساختار این زنجیره نشان داده شده است.

در برخی از مطالعه ها نیز محققان بر روی استفاده فازی و تکنیک های تصمیم گیری مانند برنامه ریزی آرمانی، خطی و برنامه ریزی عدد صحیح مختلط برای فرآیند انتخاب بهترین تأمین کننده تمرکز کرده اند. دویری و همکاران (۲۰۱۶) تکنیک AHP را در صنعت خودرو پیاده سازی کرده اند و یک مدل تصمیم گیری برای مشکل انتخاب تأمین کننده ارائه داده اند [۱۳]. نظری شیرکوهی و همکاران (۲۰۱۳) یک مدل برنامه ریزی خطی چندهدفه بر اساس یک رویکرد دو مرحله ای فازی را توسعه دادند. این مدل تابع هدف چندگانه ای مانند حداقل کردن هزینه، نرخ خرابی و تأکید بر حذف تداخل مشاغل دارد [۱۹]. لانگ و همکاران (۲۰۰۹) فرآیند تحلیل شبکه و انتگرال چوکوت را با هم برای ارزیابی استراتژی مدیریت زنجیره تأمین ادغام کرده اند [۲۰]. دمیتراس و ازدن (۲۰۰۸) عوامل ملموس و غیر ملموس را در نظر گرفتند و از یک برنامه ریزی خطی مختلط عددی چندهدفه و فرآیند تحلیل شبکه استفاده کردند تا بهترین تأمین کننده را پیدا کنند و کل ارزش خرید را افزایش دهند [۲۱]. چان و کومار (۲۰۰۷) یک متدولوژی AHP فازی برای انتخاب مناسب ترین تأمین کننده در سطح جهانی برای یک شرکت تولیدی معرفی کردند [۲۲]. گنسر و گوربینار (۲۰۰۷) فرآیند انتخاب تأمین کننده را به عنوان یک مسئله تصمیم گیری 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 سیستماتیک پرداختند [۲۳]. هاک و کانان (۲۰۰۶) یک رویکرد با استفاده از AHP فازی و الگوریتم ژنتیک برای انتخاب تأمین کننده در یک شرکت تولید کننده تجهیزات ارائه داده اند [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 تصمیم گیری ANP وزن دهی کند کمتر مشاهده شده است. همچنین توسعه مدلی مبتنی بر

شکل (۲) شبکه‌ی زنجیره‌ی تأمین تحقیق

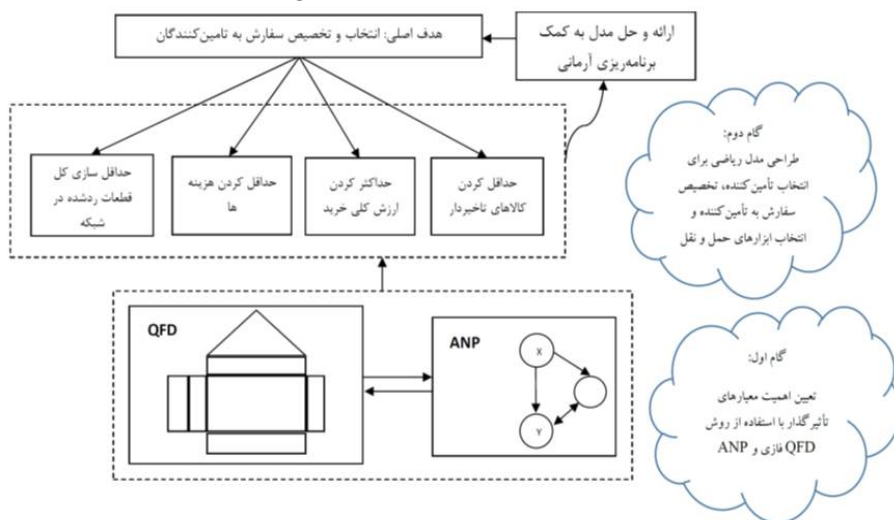


هر تأمین‌کننده با توجه به معیارهای تأثیرگذار با استفاده از روش QFD فازی و ANP (گام اول) و سپس طراحی مدل ریاضی برای انتخاب تأمین‌کننده، تخصیص سفارش به تأمین‌کننده و انتخاب ابزارهای حمل و نقل (گام دوم). همچنین در شکل ۳ نیز نمایی شماتیک از مدل ارائه شده است. در گام نخست باید نسبت به تعیین هر یک از معیارهای 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.

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 تأمین‌کنندگان (نیازهای فنی).
 ۳. تعیین اهمیت نسبی ویژگی‌های اساسی محصول خریداری شده با روش ANP.
 ۴. تعیین درجه‌ی 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 تأمین‌کنندگان.
 ۷. تعیین وزن نسبی و نهایی هر یک از تأمین‌کنندگان.
 ۸. ارائه‌ی مدل برنامه‌ریزی ریاضی به منظور انتخاب و تخصیص سفارش به هر یک از تأمین‌کنندگان.
- ۲ فاز اصلی این پژوهش عبارتند از تعیین اهمیت و وزن

شکل (۳) نمای شماتیک مدل تحقیق



m : مجموعه سطوح تخفیف کلی قیمت و
 $m = 1, 2, \dots, M$
 t : مجموعه‌ی دوره های زمانی گسسته
 j : مجموعه‌ی وسایل حمل و نقل و $j = 1, 2, \dots, J$
 k : اندیس خریدار و $k = 1, 2, \dots, K$

پارامترها

W_i : وزن هر تامین کننده براساس خروجی فرآیند تحلیل شبکه‌ی فازی.

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

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

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

O_{it} : هزینه‌ی سفارش دهی به تامین کننده‌ی i در دوره‌ی t .

t_{ijt} : هزینه‌ی حمل و نقل خرید از تامین کننده‌ی i در دوره‌ی t برای وسیله‌ی حمل و نقل j .

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

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

۲.۳- جامعه آماری

جامعه‌ی آماری تحقیق خبرگان و مدیران در شرکت رامک خودرو می‌باشد که در زمینه‌ی تولید انواع خودرو فعالیت می‌نمایند. این شرکت برای یکپارچه سازی نظام تامین و توزیع، مراحل تامین و توزیع کالا را به شرکت‌های بیرونی برون سپاری می‌نمایند. خبرگان فوق دارای حداقل ۵ سال فعالیت در زمینه‌ی مدیریت و یا کارشناسی مباحث مرتبط با زنجیره‌ی تامین، 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 رویی مدل، تعیین اهمیت فاکتورهای تاثیرگذار بر روی ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان، تعیین میزان ارتباط بین خواسته‌ها و مشخصات فنی و تعیین اهمیت نسبی فاکتورهای تاثیرگذار بر روی ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان استفاده شد.

۳.۳- مدل تحقیق

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

$i = 1, 2, \dots, I$ مجموعه‌ی تامین کنندگان و

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

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

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

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

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 تأمین‌کنندگان متاثر از اولویت بندی و امتیاز آنان در فاز ارزیابی‌های تحلیل شبکه‌ای شود. به عبارتی دیگر، این رابطه سعی دارد تا خرید از تأمین‌کنندگانی 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

\bar{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 ذخیره‌سازی 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 موجودی 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_{kijmt} : 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_{ikmjt} : 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 حمل‌کننده‌ی j استفاده می‌شود.

u_{imjt} : 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 تصمیم‌بالاتر، یک مدل چندهدفه‌ی بهینه‌سازی به شرح زیر ارائه می‌گردد:

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 مسافت‌های 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 دسترس بودن تجهیزات حمل و نقل J با حداکثر ظرفیت مشابه در دوره‌ی t می‌باشد.

$$x_{kijmtj} \leq \Omega_{tj} \mu_{ijmtj} \quad \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (10)$$

$$\sum_m \sum_j \mu_{ijmtj} = Z_{it} \quad \forall i, \forall t \quad (11)$$

$$\sum_i \sum_j \mu_{ijmtj} \leq V_{tj} \quad \forall j, \forall t \quad (12)$$

نکته‌ی قابل توجه این است که متغیر باینری Z_{it} همزمان ۳ محدودیت را فعال می‌سازد: محدودیت خطی مقدار سفارش بهینه (۶)، محدودیت سطح بهینه‌ی 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

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_{ijmtj}) و مقادیر تحویلی با تاخیر $(l_{ijmtj} x_{ijmtj})$ برگشتی‌ها $(q_{ijmtj} x_{ijmtj})$ و تقاضای مشتری نهایی (d_t) در دوره‌ی t می‌باشد و توسط رابطه‌ی ۵ محاسبه می‌شود:

$$I_{t-1}^+ + \sum_i \sum_m \sum_j x_{kijmtj} + \sum_i \sum_m \sum_j l_{ijmk} x_{kijmtj} - \sum_i \sum_m \sum_j l_{ijmt} x_{kijmtj} - \sum_i \sum_m \sum_j q_{ijmt} x_{kijmtj} - d_{kt} - I_{t-1}^- = I_t^+ - I_t^-, \quad \forall t, k = t - 1 \quad (5)$$

۲. محدودیت‌های پرداخت هزینه‌ی

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

$$x_{kijmtj} \leq (\sum_{k=t}^T \bar{d}_{kt}) Z_{it}, \quad \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (6)$$

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.

$$b_{i(m-1)t} y_{ikijmtj} \leq x_{kijmtj} \leq b_{ijmt} y_{ikijmtj}, \quad \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (7)$$

$$x_{kijmtj} \leq \tilde{C}_{it} y_{ikijmtj} \quad \forall i, \forall t, \forall j \quad (8)$$

$$\sum_m \sum_j y_{ikijmtj} = Z_{it}, \quad \forall i, \forall t \quad (9)$$

بر اساس محدودیت‌های سری ۷، محموله‌های تأمین‌کنندگان در یک سطح قیمت مشخص با تخفیف و

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 وزنه‌های 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:

$$\text{Min } Z = p_1 d_1^+ + p_2 d_2^+ + p_3 d_3^+ + p_4 d_4^- \quad (21)$$

S.t.

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

(۲۲) آرمان قطعات برگشتی در شبکه

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

(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

$$d_n^-, d_n^+ \geq 0, \forall n \in \{2,2,3,4\} \quad (26)$$

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 کاهش. 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

دوره‌ی t نمی‌تواند بیش از فضای انبار باشد.

$$I_t^+ \leq w_{kt} \quad \forall t \quad (13)$$

۶. محدودیت‌های سطح خدمت: این محدودیت‌ها

تضمین می‌کنند که مقدار موجودی دچار کمبود برای یک خریدار نمی‌تواند از سطح خدمت دهی خریدار بیشتر باشد.

$$I_t^- \leq (1 - \theta_t) d_{kt}, \quad \forall t \quad (14)$$

$$\sum_k \sum_i \sum_m \sum_t \sum_j c c_{ikjt} \leq H_{jt}, \quad \forall j \quad (15)$$

۷. محدودیت‌های ۰ و ۱ و غیرمنفی بودن:

$$I_t^-, I_t^+ \geq 0, \quad \forall t \quad (16)$$

$$x_{kimtj} \geq 0, \text{integer } \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (17)$$

$$y_{ikmtj} \in \{0,1\} \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (18)$$

$$u_{imtj} \in \{0,1\} \forall i, \forall m, \forall t, \forall j \quad (19)$$

$$z_{it} \in \{0,1\} \forall i, \forall t \quad (20)$$

۴.۳- گام‌های روش ANP

فرآیند تحلیل شبکه‌ای شامل چهار مرحله است که عبارتند از:

گام ۱) ساختن مدل و ساختار بندی 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 معیارهای 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

ذخیره می‌سازد. ظرفیت انبار برای ذخیره سازی ۲۲۰ واحد می‌باشد. هزینه 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.

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 تأمین‌کنندگان 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 خرده‌فروشان زیادی در طول هفته می‌فروشد و ورقه‌های فروخته نشده در انتهای هفته را

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

دوره	۱	۲	۳	۴
تقاضا	(۶۱۰ و ۶۲۰ و ۶۳۰)	(۵۴۰ و ۵۵۰ و ۵۶۰)	(۵۴۰ و ۵۵۰ و ۵۶۰)	(۵۹۰ و ۶۰۰ و ۶۱۰)

جدول (۲) اطلاعات مورد نیاز مسئله

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

جدول (۳) اطلاعات حمل و نقل

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

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 تأمین‌کنندگان مورد تأیید 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 تصمیم‌گیرندگان 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 تأمین‌کنندگان

نماد	معیار اصلی
C_1	قیمت
C_2	کیفیت
C_3	تحویل
C_4	تکنولوژی

جدول (۵) متغیرهای زبانی و معادل عددی آن‌ها

متغیر زبانی	VL = Very Low	L = Low	M = Medium	H = High	VH = Very High
معادل عددی	(۰ و ۱ و ۲)	(۳ و ۴)	(۵ و ۶)	(۷ و ۸)	(۹ و ۱۰)

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

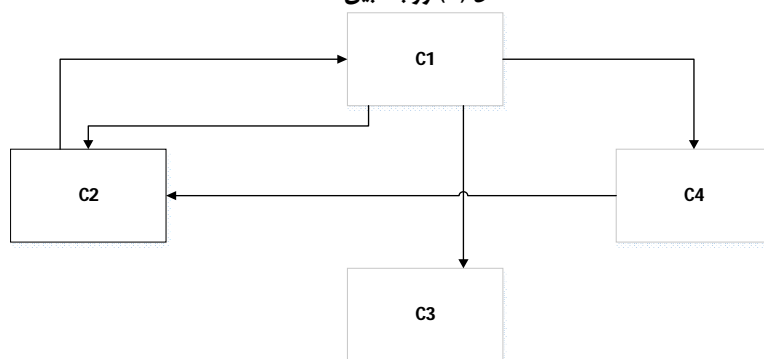
جدول (۷) مشخصات فنی شناسایی شده

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 خواسته‌های مشتری
D_5	ثبات مالی

جدول (۸) ارزیابی همبستگی بین Hows و Whats

Whats	Hows														
	D_1			D_2			D_3			D_4			D_5		
	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	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



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 ویژه‌ی خواهیم داشت که به شکل ذیل می‌باشد:

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

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 Whats ها داشته باشیم و ماتریس زیر تولید می‌شود:

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

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.

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

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

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

شکل (۵) نتایج خانه‌ی کیفیت فازی

Whats	Whats وزن	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5
C_1	۰.۱۶۸	(۰.۷۵۶, ۱.۵۶)	(۱.۲, ۰.۲, ۱.۰.۲)	(۱.۷۲, ۲.۷۲)	(۳.۷۳, ۴.۷۳)	(۱.۷۳, ۰.۷۳, ۲.۷۳)
C_2	۰.۲۶۸	(۰.۴۲۵, ۵.۲۵)	(۶.۳۸, ۷.۳۸)	(۱.۲, ۰.۲, ۱.۰.۲)	(۳.۳۶, ۴.۳۶)	(۳.۸, ۴.۸, ۵.۸)
C_3	۰.۲۸۶	(۶.۴۵, ۷.۴۵)	(۴.۲, ۵.۲, ۶.۲)	(۳.۲۵, ۴.۲۵)	(۸.۳۶, ۹.۳۶)	(۲.۴, ۳.۴, ۴.۴)
C_4	۰.۳۰۸	(۰.۷۵۶, ۱.۵۶)	(۱.۲, ۰.۲, ۱.۰.۲)	(۳.۴۵, ۴.۴۵)	(۸.۳۶, ۹.۳۶)	(۲.۴, ۳.۴, ۴.۴)
وزن		(۳۳.۱, ۴۵.۲)	(۳۷.۲, ۴۶)	(۱۶.۱, ۲۴.۸)	(۱۹.۵, ۲۴.۳)	(۶.۸, ۱۴.۴, ۲۳.۸)

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

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 تأمین‌کنندگان در مقایسه با مشخصات فنی

تأمین‌کنندگان	How's														
	D ₁			D ₂			D ₃			D ₄			D ₅		
	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM	DM
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 تأمین‌کنندگان از دید خبرگان

اهمیت	تأمین‌کننده
۰.۲۰۷	۱
۰.۳۳۷	۲
۰.۴۵۶	۳

۵.۴- نتایج و تحلیل

به خود اختصاص داده است. همچنین تأمین‌کننده‌ی ۲ مقداری از سفارشات را پس از تکمیل ظرفیت تأمین‌کننده‌ی 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 تأمین‌کنندگان متفاوت می‌باشد.

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

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

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

جدول (۱۵) جواب ایده‌آل مسئله به ازای $\theta = 0.9$

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

جدول (۱۶) جواب ایده‌آل مسئله به ازای $\theta = 0.99$

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

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،

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،

جدول (۱۷) جواب مسئله به ازای $\theta = 0.8$

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

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

جدول (۱۸) جواب مسئله به ازای $\theta = 0.9$

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 $\theta = 0.99$

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

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

علاوه بر این در تحقیق حاضر سه هدف کلی شامل شناسایی مهم‌ترین عوامل مؤثر در ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان، رتبه‌بندی و اولویت‌بندی تامین‌کنندگان بر اساس معیارهای کمی و کیفی شناسایی شده و ارائه یک مدل نوین و کارآمد به منظور انتخاب تامین‌کننده 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 تامین‌کنندگان، نسبت به ارائه مدل برای انتخاب و تخصیص تامین‌کننده 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 علاقه‌مندان 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 تامین در مسئله در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

همانطور که پیش از این بحث شد، هدف از این تحقیق توسعه یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی مبتنی بر QFD فازی و ANP برای رتبه‌بندی و انتخاب بهترین تامین‌کننده است. در ادامه یک نمونه‌ی موردی مربوط به تهیه‌ی ورقه‌های بدنه‌ی خودرو از تامین‌کنندگان برای توزیع به شرکت رامک خودرو ارائه شد. به منظور اولویت بندی تامین‌کنندگان، از فرآیند تحلیل شبکه و QFD فازی به صورت توأم استفاده شد. در این راستا معیارهای قیمت، کیفیت، تحویل و تکنولوژی به عنوان مهم‌ترین معیارها در زمینه‌ی انتخاب تامین‌کننده شناخته شدند. سپس وزن هر یک از معیارها و نهایتاً تامین‌کنندگان 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.

فهرست منابع

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".

[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، مزده؛ 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 هندوکلائی، 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

- [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., & Gürpınar, 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.
- [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.

