نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات

Journal of Decisions and Operational Research

دوره ۳، شماره (۴)، زمستان ۱۳۹۷

www.journal-dmor.ir

توسعه‌ی یک مدل ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان در زنجیره‌ی تأمین چابک با استفاده از کارت امتیازی متوازن و روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه در محیط عدم‌قطعیت

سروش آوخ دارستانی*، ندا بهبودی

گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، ایران.

چکیده

انتخاب مناسب تأمین‌کنندگان و مدیریت موثر روابط با آن‌ها، فاکتوری کلیدی در افزایش رقابت‌پذیری شرکت‌ها است. در این راستا پیاده‌سازی انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره‌ی تأمین به‌عنوان یک مسئله‌ی مهم مورد توجه قرار گرفته است و تصمیم‌گیران را به این سمت سوق می‌دهد که از روش‌های معتبر برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کنند. انتخاب تأمین‌کننده‌ی مناسب، به‌طور قابل توجهی هزینه‌های خرید مواد اولیه و زمان انتظار تا رسیدن محموله‌ی سفارش شده را کاهش می‌دهد؛ هم‌چنین موجب بالا رفتن سطح رقابت‌پذیری مؤسسه می‌شود. ما در این پژوهش به توسعه‌ی یک مدل ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان در زنجیره‌ی تأمین چابک با استفاده از کارت امتیازی متوازن و روش‌های تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه در محیط عدم‌قطعیت می‌پردازیم. ابتدا به کمک روش DEMATEL روابط علی و معلولی منظرها و شاخص‌های اصلی را تعیین می‌نماییم، سپس با روش ANP فازی، وزن زیرشاخص‌ها را محاسبه می‌کنیم و در نهایت نیز با بهره‌گیری از ساختار VIKOR توسعه‌یافته، به ارزیابی نهایی تأمین‌کنندگان شرکت پاکشو می‌پردازیم. هم‌چنین شاخص‌های چابک را نیز ملاک عمل و تصمیم قرار می‌دهیم. در این تحقیق پنج تأمین‌کننده‌ی اصلی شرکت پاکشو مورد ارزیابی قرار گرفته است که در نهایت شرکت GOLDEAST و شرکت ZHENGDA به ترتیب دارای بهترین و ضعیف‌ترین عملکرد می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌های اجتماعی، انتشار اطلاعات، نظریه‌ی بازی تکاملی، پویایی تکاملی، ایستایی تکاملی.

دریافت: ۱۳۹۷/۸/۹ اصلاح: ۱۳۹۷/۱۱/۲ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲

۱- مقدمه

مدیریت زنجیره‌ی تأمین، رویکرد جدیدی است که در سال‌های اخیر بر مدیریت عملیات حاکم شده است. زنجیره‌ی تأمین شبکه‌ای از مراکز است که یکی از وظایف آن تبدیل مواد خام به محصولات نهایی و توزیع آن‌ها در میان مشتریان است. مدیریت زنجیره‌ی تأمین فعالیت‌ها را طوری هماهنگ می‌کند که مشتریان بتوانند محصولات را با کیفیت بالا و با حداقل هزینه به‌دست آورند. مدیریت زنجیره‌ی تأمین می‌تواند برای شرکت مزیت رقابتی فراهم سازد (لمبرت و کوپر[1]، ۲۰۰۰). انتخاب تأمین‌کننده‌ی

[1] Lambert & Cooper

* عهده‌دار مکاتبات: avakh@qiau.ac.ir

مناسبی که مطابق با شرایط و محدودیت‌های سازمان باشد، یکی از فعالیت‌های مهم کادر مدیریتی خرید است. هدف اصلی فرآیند انتخاب تأمین‌کننده، کاهش ریسک خرید، حداکثرسازی ارزش کل برای خریدار و گسترش، نزدیکی و دوام طولانی مدت رابطه‌ی بین خریدار و تأمین‌کننده می‌باشد. انتخاب چند تأمین‌کننده از بین تعداد زیادی از تأمین‌کنندگان نقش مهمی در مدیریت زنجیره‌تأمین و تصمیم‌گیری در مورد فروش کالا و تعیین بازار، بازی می‌کند و در بعضی موارد اهمیت انتخاب تأمین‌کننده به حدی می‌رسد که یکی از ترفندهای مهم سازمان‌های بزرگ، استراتژی یکپارچه‌سازی رو به پایین می‌باشد که همان خرید از تأمین‌کنندگان است تا بتواند مواد اولیه و محصولات خود را به نحو احسن و با درنظر گرفتن تمام معیارها تأمین نماید (نورمان و جانسون[1]، ۲۰۰۴). انتخاب صحیح تأمین‌کننده نیازمند به‌کارگیری روش‌های مناسب جهت ارزیابی عملکرد آن‌ها می‌باشد. روش‌های کمی متعددی در ادبیات بازاریابی برای انتخاب تأمین‌کننده وجود دارد، که بسته به نوع صنعت، امکانات شرکت خریدار و استراتژی‌های خرید وی متفاوت است (کنعانی‌مقدم، ۱۳۸۵). به‌طورکلی اهداف مدل‌های ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان، ارائه یک روش کمی برای کمک به مدیران جهت میل به تولید ناب و کاهش تعداد تأمین‌کنندگان می‌باشد (قدسی‌پور و اوبرین[2]، ۱۹۹۸). شاخص‌های مورداستفاده در این پژوهش حول محورهای اصلی چابکی می‌باشند. چابکی، شیوه نوینی را برای حرکت‌های سازمان‌های تولیدی در جهت غلبه بر این چالش‌ها مطرح کرده است. چابکی تقریبا شیوه‌ی قدیمی انجام کار را که مناسب شرایط عملیات ایستایی عملیات سنتی بود، مردود کرده است. در یک محیط رقابتی و بسیار متغیر، نیاز به ایجاد و توسعه‌ی سازمان‌ها و تجهیزاتی است که بسیار منعطف بوده و حساسیت بسیار بالایی نسبت به تغییرات داشته باشند (شریفی و ژانگ[3]، ۲۰۰۱). با توجه به اینکه شرکت مورد مطالعه، با توجه به نوع محصولات تولیدی و نیز با درنظر گرفتن میزان حساسیت موجود در تحویل به‌موقع و نوع حمل و بسته‌بندی و سایر امور لجستیکی، شاخص‌های چابک از اهمیت بسیار زیادی در حوزه انتخاب تأمین‌کنندگان این شرکت برخوردار می‌باشند. چابک کردن زنجیره‌تأمین نیازمند ورودی‌های جدیدی است که سبب ایجاد فرصتی برای شرکت‌ها می‌شود تا برای طراحی و تولید محصولات سود ده سرمایه‌گذاری کرده و نیازمندی‌های پایداری را رفع کنند و این نه تنها شامل محصولات مصرف‌کننده است، بلکه شامل ورودی‌ها از تأمین‌کنندگان هم می‌باشد و باعث دخیل شدن آن‌ها برای ایجاد بازار پایدار و چابک می‌گردد (صفایی قادیکلایی و اکبرزاده، ۲۰۱۱). انتخاب مناسب تأمین‌کنندگان و مدیریت مؤثر روابط با آن‌ها، فاکتوری کلیدی در افزایش رقابت‌پذیری شرکت‌ها است. در راستای پیاده‌سازی این فلسفه، انتخاب تأمین‌کننده، در زنجیره‌ی تأمین به‌عنوان یک مسئله‌ی مهم موردتوجه قرار گرفته و تصمیم‌گیران را به این سمت سوق می‌دهد که تکنیک‌ها و روش‌های معتبر برای انتخاب تأمین‌کننده را استفاده کنند؛ چراکه انتخاب تأمین‌کننده‌ی مناسب، به‌طور قابل‌توجهی هزینه‌های خرید مواد اولیه و نیز زمان انتظار تا رسیدن محموله‌ی سفارش شده را کاهش می‌دهد، هم‌چنین موجب بالا رفتن سطح رقابت‌پذیری مؤسسه می‌شود. به‌عقیده بسیاری از متخصصان، انتخاب تأمین‌کننده، مهمترین فعالیت بخش خرید است. هم‌چنین انتخاب تأمین‌کننده در صنایع یک فرآیند تصمیم‌گیری جمعی است یعنی سطوح و گروه‌های مختلف سازمان در این فرآیند مشارکت دارند. یک گروه تصمیم‌گیری می‌تواند از پرسنل، کارشناسان و یا مدیران از واحدهایی چون تحقیق‌وتوسعه، تضمین کیفیت و غیره تشکیل شود. در چنین شرایطی در فرآیند انتخاب و ارزیابی تأمین‌کنندگان، هر یک از گروه‌های تصمیم‌گیری می‌توانند به‌طور مستقل به اعلام‌نظر در مورد ویژگی‌های مختلف تأمین‌کنندگان بپردازند (شرفی ماسوله، ۱۳۸۸). در دنیای پیشرفته و رقابتی امروز، تصمیم‌گیری درست، علمی و به‌موقع، نقش بسیار مهم و تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یا شکست سازمان‌ها دارد. وجود شرایط عدم اطمینان و پیچیدگی‌های موجود در محیط تصمیم‌گیری باعث شده تصمیم‌گیرندگان به‌منظور اخذ تصمیمات مطلوب، نیازمند استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری علمی، منطقی و سازگارتر با شرایط موجود در محیط تصمیم‌گیری باشند. بدین‌منظور، تاکنون مدل‌های تصمیم‌گیری بسیاری در زمینه‌های گوناگون ارائه شده که سعی در ارائه‌ی راهکارهایی منطقی برای حداقل کردن پیچیدگی‌های محیط تصمیم‌گیری داشته‌اند (خوئی، ۱۳۹۲). لذا، توسعه‌ی مدل برای تصمیم‌گیری درمورد ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان در زنجیره‌ی تأمین در شرایط عدم قطعیت کمک شایانی به استراتژی‌های کلان سازمان خواهد نمود.

---

[1] Norrman & Jansson

[2] Ghodsypour & O'Brien

[3] Sharifi & Zhang

تئوری فازی به‌طور وسیعی در توصیف اطلاعات زبانی مورداستفاده قرار می‌گیرد چون آن‌ها می‌توانند تغییرات تدریجی شناخت افراد نسبت به مفاهیم یک موضوع خاص را نشان دهند (دالاله[1] و همکاران، ۲۰۱۱).

در این پژوهش ابتدا به‌کمک روش DEMATEL روابط علی و معلولی منظرها و شاخص‌های اصلی را تعیین و سپس به‌کمک روش ANP، وزن زیرشاخص‌ها را محاسبه می‌نماییم و در نهایت، با بهره‌گیری از ساختار VIKOR توسعه‌یافته، به ارزیابی نهایی تأمین‌کنندگان ارائه تسهیلات می‌پردازیم. هم‌چنین شاخص‌های چابک نیز ملاک عمل و تصمیم قرار می‌گیرد. حال، این سوال مطرح می‌گردد که چگونه می‌توان با ارائه‌ی یک مدل ترکیبی تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه و کارت امتیازی متوازن با درنظر گرفتن معیارهای چابکی در محیط فازی به ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان پرداخت؟ در پژوهش حاضر به مروری بر تحقیقات گذشته و سپس به بررسی مدل تحقیق و تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌پردازیم ؛ در انتها نتیجه‌گیری و پیشنهادات آتی ارائه می‌گردد.

۲- ادبیات تحقیق

در طول دو دهه‌ی اخیر، به واسطه‌ی پیشرفت در تکنولوژی، جهانی شدن بازارها و تثبیت اقتصاد سیاسی، مدیران، شاهد یک دوره تغییرات شگرف جهانی بوده‌اند. با افزایش تعداد رقبا در کلاس جهانی، سازمان‌ها مجبور شدند که سریعا فرآیندهای درون سازمانی را برای بقا در صحنه‌ی رقابت، بهبود بخشند. بنابراین با توجه به میزان اهمیت تأمین‌کنندگان در یک زنجیره‌ی تأمین، تحقیقات بسیاری در این زمینه صورت گرفته است که هر کدام به شیوه‌ای خاص به این مسئله پرداخته‌اند. حسن زاده[2] و همکاران (۲۰۱۱) یک رویکرد دو فازی برای حل مسئله‌ی انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش ارائه کردند. آن‌ها در فاز اول از تحقیق خود، برای اولین بار با استفاده از تکنیک SWOT فازی، به انتخاب نهایی بهترین تأمین‌کنندگان پرداختند. سپس در فاز دوم، با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی خطی فازی، مقادیر بهینه خرید از هر تأمین‌کننده را تعیین نمودند و با استفاده از AHP و با درنظر گرفتن پنج معیار و به منظور رتبه‌بندی و کاهش تعداد تأمین‌کنندگان به‌میزانی که قابل مدیریت باشد و حل مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح غیرخطی، بهترین مقدار سفارش را تعیین کردند. شاو[3] و همکاران (۲۰۱۲) یک روش ادغامی برای انتخاب تأمین‌کننده با توجه به مشکل انتشار کربن و با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و مسئله‌ی چندهدفه‌ی خطی فازی در زنجیره‌ی تأمین ارائه کردند. آن‌ها شش فاکتور هزینه، کیفیت، درصد بازگشت قطعه، تأخیر در تحویل به‌موقع، انتشار گاز گلخانه‌ای، و تقاضا را در نظر گرفتند. نظری شیرکوهی[4] و همکاران (۲۰۱۳) یک مدل برنامه‌ریزی خطی چندهدفه‌ی فازی دومرحله‌ای برای مسئله انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش در حالت چندمحصولی و چندین قیمتی ارائه کرده‌اند. مدل ارائه شده، تلاش می‌کند هزینه‌ی کلی خرید و سفارش، تعداد واحدهای معیوب و تعداد واحدهای دیر تحویل‌داده را به حداقل برساند. جونیور[5] و همکاران (۲۰۱٤) یک تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای بین دو روش AHP فازی و TOPSIS فازی در حوزه‌ی تصمیم‌گیری انتخاب تأمین‌کننده ارائه کرده‌اند. مقایسه‌ی آن‌ها براساس فاکتورهایی همچون کافی بودن تغییرات گزینه‌ها یا معیارها، چابکی در فرآیند تصمیم، پیچیدگی محاسباتی، کافی بودن در حمایت تصمیم‌گیری گروهی، تعداد تأمین‌کنندگان گزینه و معیارها، و مدل‌سازی عدم قطعیت انجام شده است. آزادی[6] و همکاران (۲۰۱۵) مدل DEA یکپارچه اندازه‌گیری راسل را در محیط فازی به‌منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار توسعه دادند. هم‌چنین به‌منظور ارزیابی کارایی روش ارائه‌شده جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت تولیدی رزین به‌عنوان مطالعه‌ی موردی درنظر گرفته شده است. نتایج، نشان‌دهنده‌ی این است که مدل ارائه شده می‌تواند به‌طور موثر و با بهره‌وری بالا در محیط غیرقطعی با سطح آلفاهای متفاوت ارزیابی را انجام دهد. وود[7] (۲۰۱۶) مدلی به‌منظور انتخاب تأمین‌کننده برای توسعه‌ی امکانات

[1] Dalalah
[2] Hassanzadeh
[3] Shaw
[4] Nazari-Shirkouhi
[5] Junior
[6] Azadi
[7] Wood

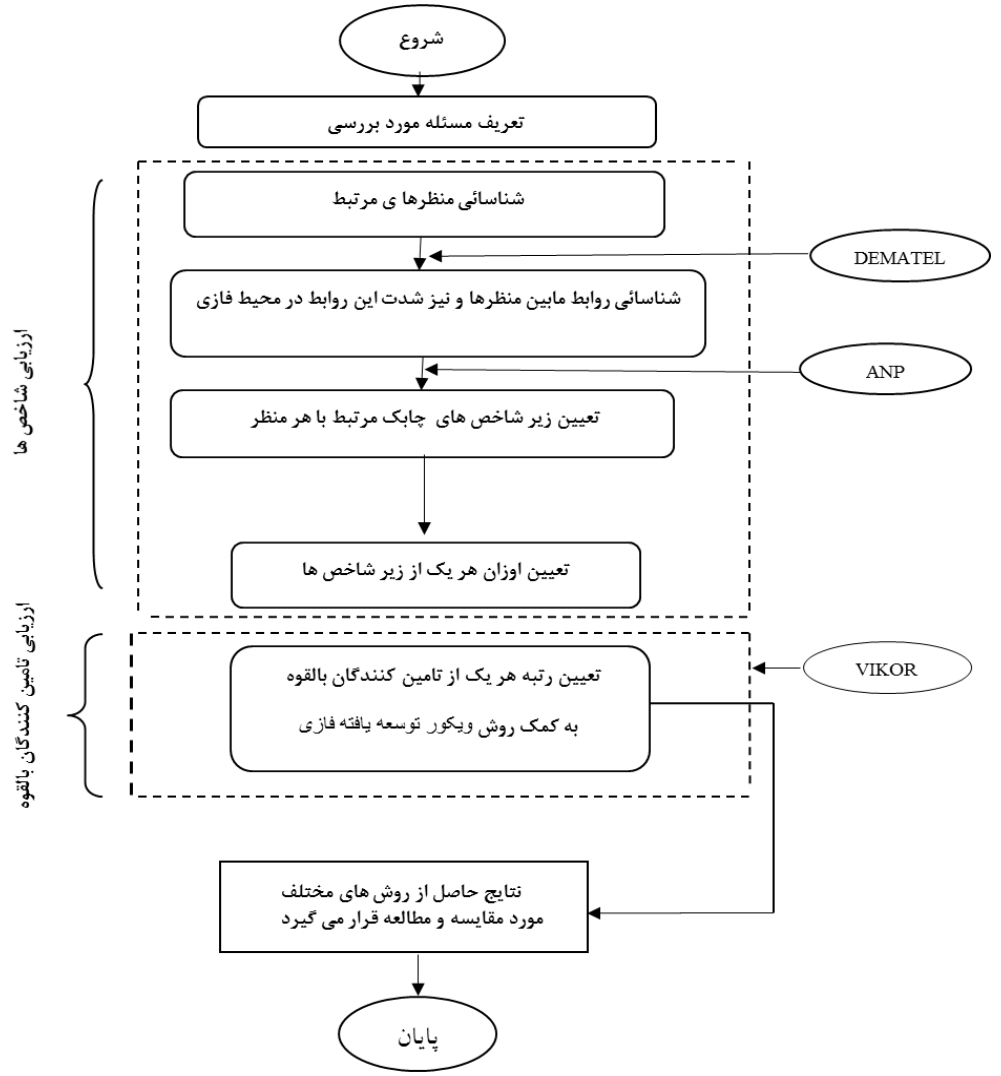
صنعت با استفاده از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره از جمله تاپسیس فازی وزن‌دارشده و تاپسیس شهودی با وزن آنتروپی انعطاف‌پذیر را ارائه نمودند. آن‌ها از ۳۰ معیار جهت ارزیابی و انتخاب پنج تأمین‌کننده‌ی بالقوه‌ی تجهیزات گاز/ نفت با استفاده از نظر سه خبره پرداختند. سینگ پاتل[1] و همکاران (۲۰۱۷) تحقیقی در زمینه‌ی ارزیابی چابکی در زنجیره‌ی تأمین: یک مطالعه‌ی موردی از یک سازمان تولیدی هند انجام دادند. یافته‌ها نشان دادند سازمانی که در آن مطالعه انجام شده است "بسیار چابک" است. پس از ارزیابی سطح چابکی، شاخص اهمیت عملکرد فازی محاسبه گردید، که به شناسایی موانع چابکی در زنجیره‌ی تأمین کمک می‌کند؛ علاوه‌براین به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا اقدامات بهبود مناسب را برای بهبود سطح چابکی انجام دهند. در مجموع، یازده مانع در این مطالعه شناسایی شد. در ادامه نیز روتروی[2] و همکاران (۲۰۱۸) تحقیقی در زمینه‌ی تجزیه و تحلیل عملکرد چابکی زنجیره‌ی تأمین: مطالعه موردی تولیدکننده وسایل نقلیه هند انجام دادند. آن‌ها، یک روش برای ارزیابی چابکی زنجیره‌ی تأمین تولید و مقایسه عملکرد آن با رقبا با استفاده از فرآیند سلسله‌مراتبی تحلیلی فازی و تابع افت تاگوچی ارائه نمودند. نتایج نشان دادند که شرکت AA دارای بالاترین چابکی در مقایسه با دو شرکت دیگر است. با بررسی پژوهش‌های پیشین، تاکنون مدل ترکیبی‌ای براساس روش‌های ترکیبی ANP، DEMATEL و VIKOR توسعه‌یافته‌ی فازی به‌طور همزمان با درنظر گرفتن شاخص‌های چابکی در مسائل مربوط به انتخاب تأمین‌کنندگان در صنایع شوینده و بهداشتی مشاهده نشده است که نوآوری‌های پژوهش حاضر محسوب می‌گردد.

۳- روش‌شناسی

نوع تحقیق حاضر از نوع تحقیق کاربردی و نظری است که به ارزیابی عملکرد سازمان‌های مرتبط با شاخص‌های چابکی به کمک منظرهای BSC و روش‌های تصمیم‌گیری می‌پردازد. از لحاظ قلمرو مکانی و جامعه آماری، انجام تحقیق در شرکت پاکشو اجرا شده است. گروه صنعتی پاکشو در سال ۱۳۵۱ بنیان گذاشته شد. گروه صنعتی پاکشو به‌عنوان یک شرکت پیشتاز و نوآور در صنعت شوینده ایران مطرح است و از آن می‌توان به‌عنوان یکی از بزرگترین و معتبرترین شرکت‌های بخش خصوصی ایران در زمینه‌ی مواد شوینده، بهداشتی و آرایشی نام برد. نمونه‌ی موردنیاز از طریق خبرگان متخصص در این مورد براساس معیارهای چابک به‌دست آمد. برای بررسی روایی از شاخص CVR استفاده گردید. پس از محاسبه CVR با توجه به نظر لاوشه[3] براساس تعداد متخصصینی که سؤالات را مورد ارزیابی قرار داده‌اند، باید حداقل مقدار CVR قابل قبول برای پانزده نفر از متخصیصین ۰/۴۹ باشد و آن‌هایی که مقدار CVR محاسبه‌شده برای آن‌ها کم‌تر از میزان موردنظر با توجه به تعداد متخصصین ارزیابی‌کننده سؤال باشد، بایستی از آزمون کنار گذاشته شوند. هم‌چنین پایایی پرسشنامه‌ها به‌کمک آلفای کرونباخ محاسبه گردیده است. بدین‌صورت که چنان‌چه میزان آلفا بزرگ‌تر یا مساوی با ۰/۷ باشد میزان پایایی پرسشنامه موردنظر، تایید می‌گردد. آلفای کرونباخ به‌وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS محاسبه شده است.

مراحل کلی روش تحقیق بدین گونه است: در ابتدا مسئله‌ی مربوط به ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان موردبررسی قرار می‌گیرد و شاخص‌ها با DEMATEL فازی و ANP موردارزیابی قرار می‌گیرد، سپس با روش VIKOR فازی تأمین‌کنندگان رتبه‌بندی می شوند. در این پژوهش، منظر چابکی به‌عنوان یک منظر جداگانه موردبررسی قرار می‌گیرد، سپس نتایج حاصل از روش‌های مختلف موردمقایسه قرارمی‌گیرد. پس از جمع‌آوری داده‌ها از نرم‌افزارهای MATLAB و EXCEL در گام‌های مختلف به‌منظور انجام محاسبات موردنیاز و به‌منظور تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS استفاده می‌شود. فلوچارت مراحل کلی روش تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.

[1] Singh Patel
[2] Routroy
[3] Lawshe



شکل ۱- فلوچارت مراحل کلی روش تحقیق.

۳-۱ ارائه‌ی مدل جدید ABSC[1]

کارت ارزیابی متوازن، یک مفهوم نوین مدیریتی می‌باشد که به همه‌ی مدیران در همه سطوح کمک می‌کند تا بتوانند فعالیت‌های کلیدی خود را پایش و کنترل نمایند. روبرت کاپلان (R.KAPLAN) و دیوید نورتون (D.NORTON) آفرینندگان این شاهکار عرصه‌ی کنترل استراتژیک به‌شمار می‌روند. آن‌ها پیشنهاد کردند که مدیران، اطلاعاتی درخصوص چهار منظر (Perspective) را در یک کارت جمع‌آوری نمایند و به تحلیل آن‌ها بپردازند. این چهار منظر عبارتند از: منظر مالی، منظر مشتریان، منظر فرآیندهای داخلی، و منظر یادگیری و رشد. برای کسب مزیت رقابتی در محیط متغیر کسب و کار، شرکت‌ها باید در راستای کارآمدی عملیات خود با تأمین‌کنندگان و مشتریان هم‌ردیف شوند و برای کسب سطحی قابل قبولی از چابکی با یکدیگر مشارکت و همکاری کنند. متعاقبا، زنجیره‌های تأمین چابک، طرح‌های رقابتی بارزی بوده و به دنبال ارج نهادن به مشتریان و کارکنان هستند. لذا یک زنجیره‌ی تأمین چابک قادر است تا به طرز شایسته‌ای به تغییراتی که در محیط کاری روی می‌دهند، پاسخ دهد. چابکی در زنجیره‌ی تأمین می‌تواند به این‌صورت تعریف شود: توانایی یک زنجیره‌ی تأمین برای واکنش سریع به تغییرات موجود در بازار و نیازهای مشتریان (جعفرنژاد و شهابی، ۱۳۸۶).

[1] Agility Balanced Score Card

۳-۲ شناسائی و گزینش شاخص‌های ارزیابی عملکرد

پس از جمع‌آوری شاخص‌ها، با انجام مصاحبه و مشاوره‌ی حضوری با تعدادی از کارشناسان، در این پژوهش از رویکرد ترکیبی برای کارت امتیازی متوازن استفاده گردیده است؛ یعنی ترکیب شاخص‌های هزینه‌یابی با شاخص‌های متداول کارت امتیازی متوازن در هر پنج منظر. لازم به ذکر است که شاخص‌های هزینه‌یابی از مقالات علمی و پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه‌های مختلف پژوهشی استخراج شده است که با توجه به ارتباط این شاخص‌ها با سازمان موردمطالعه مثمرثمر واقع گردید. شاخص‌های ارزیابی عملکرد وابسته به پنج منظر کارت امتیازی متوازن برگزیده شده، در جدول ۱ نشان داده می‌شود.

جدول ۱- شاخص‌های منتخب.

معیار	زیر معیار	منبع
مالی	نرخ رشد درآمد	(ربانی[1] و همکاران، ۲۰۱۴)
	هزینه‌ی تولید (قیمت خرید)	(ربانی و همکاران، ۲۰۱۴)
	هزینه‌های سفارش‌دهی	(ربانی و همکاران، ۲۰۱۴)
	هزینه‌های مدیریت لجستیکی	(ربانی و همکاران، ۲۰۱۴)
	زمان و شرایط پرداختی متنوع	(ربانی و همکاران، ۲۰۱۴)
مشتری	انجام پروژه‌های تحقیقاتی متناسب با نیازها و اولویت‌های مشتریان	(کلینسی و اونال[2]، ۲۰۱۱)
	شناسایی مستمر نیازهای مشتری	(کلینسی و اونال، ۲۰۱۱)
	کیفیت کالاهای تولیدی	(کلینسی و اونال، ۲۰۱۱)
	کاهش سطح شکایات مشتریان و محصولات مرجوعی	(کلینسی و اونال، ۲۰۱۱)
	کیفیت خدمات پس از فروش	(کلینسی و اونال، ۲۰۱۱)
فرآیندهای داخلی	اطلاع رسانی سریع و به‌موقع فعالیت‌ها و ظرفیت‌های مؤسسه به ذینفعان	(بوران[3] و همکاران، ۲۰۰۹)
	استقرار سیستم ارزیابی عملکرد مکانیزه (پروژه‌ها، پرسنل، واحدها و مشاوران و پیمانکاران)	(بوران و همکاران، ۲۰۰۹)
	اهداف صریح و شفاف سازمانی	(بوران و همکاران، ۲۰۰۹)
	بهره‌وری نیروی کار	(بوران و همکاران، ۲۰۰۹)
	استقرار سیستم افزایش رضایت‌مندی کارکنان	(کلینسی و اونال، ۲۰۱۱)
یادگیری و رشد	تدوین و اجرای دوره‌های آموزشی برای کارکنان	(ربانی و همکاران، ۲۰۱۴)
	ایجاد شبکه مدیریت دانش	(ربانی و همکاران، ۲۰۱۴)
	سرمایه اطلاعاتی	(ربانی و همکاران، ۲۰۱۴)
	حمایت از ایده‌های خلاقانه و نوآورانه‌ی کارکنان و پژوهشگران	(ربانی و همکاران، ۲۰۱۴)
چابکی	مطابق با خواست مشتری	(اسماعیلی عسکری و کمالی، ۱۳۹۴)
	پاسخگویی تقاضا	(اسماعیلی عسکری و کمالی، ۲۰۱۴)
	بهبود فرآیندهای توزیع	(اسماعیلی عسکری و کمالی، ۲۰۱۴)
	سهولت ارتباطات	(اسماعیلی عسکری و کمالی، ۲۰۱۴)
	سرعت پاسخ‌دهی	(اسماعیلی عسکری و کمالی، ۲۰۱۴)
	سرعت تحویل	(اسماعیلی عسکری و کمالی، ۲۰۱۴)

۳-۳ روش دیمتل فازی

تکنیک دیمتل که اولین‌بار توسط دانشمندان آمریکایی در بین سال‌های ۱۹۲۶ تا ۱۹۲۷ ارائه شد، روشی برای مسائل پیچیده بود. این تکنیک براساس تئوری گراف ساخته شد که قادر بود مسائل را با روش ساده حل کند، ولی عیبی که بر تکنیک دیمتل

[1] Rabbani

[2] Kilincci & Onal

[3] Boran

وارد است، تصمیم‌گیری در شرایط عدم‌اطمینان می‌باشد که موجب ارائه‌ی تکنیک دیمتل فازی شد. روش دیمتل فازی با استفاده از متغیرهای زبانی فازی، تصمیم‌گیری را در شرایط عدم‌اطمینان محیطی آسان می‌کند. این تکنیک در زمینه‌های تولید، مدیریت سازمان، سیستم اطلاعات و علوم اجتماعی کاربرد دارد. افزون‌بر آن، این تکنیک می‌تواند همه‌ی مشکلات پیشروی سازمان‌ها را با به‌کارگیری تصمیم‌گیری گروهی در شرایط فازی حل کند. گام‌های این تکنیک به شرح زیر است (چانگ[1] و همکاران، ۲۰۱۱).

گام اول - تشکیل ماتریس تصمیم فازی. این مرحله نیازمند تعیین معیارهایی برای تصمیم‌گیری است. برای رفع عدم‌اطمینان باید این معیارها را با توجه به معیارهای زبان در اختیار تصمیم‌گیرنده بگذاریم تا با توجه به این معیارها، معیارها با هم مقایسه شود. جدول ۲ تبدیل واژه‌های زبانی به اعداد فازی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- تبدیل واژه‌های زبانی به اعداد فازی (چانگ و همکاران، ۲۰۱۱).

اعداد فازی مثلثی	واژه‌های زبانی برای مقایسات زبانی
(۰/۷،۰/۹،۱)	تأثیر خیلی بالا
(۰/۵،۰/۷،۰/۹)	تأثیر بالا
(۰/۳،۰/۵،۰/۷)	تاثیر کم
(۰/۱،۰/۳،۰/۵)	تأثیر خیلی کم
(۰،۰/۱،۰/۳)	بدون تاثیر

گام دوم- تشکیل ماتریس تصمیم متوسط. جهت تلفیق نظرات خبرگان با توجه به رابطه‌ی (۱) ماتریس متوسط تشکیل می‌شود.

$$z_{ij} = \frac{(z_1 + z_2 + \ldots + z_n)}{n} \qquad (۱)$$

گام سوم- فازی‌زدایی به روش **CFCS**. روش تبدیل داده‌های فازی به رتبه‌های قطعی (CFCS[2]) روش مناسبی جهت فازی‌زدایی است که مقادیر قطعی بهتری به‌دست می‌آورد (اوپرکویک[3]، ۲۰۱۱)؛ در این پژوهش از روش CFCS استفاده شده است. این روش براساس تعیین ماکزیمم و مینیمم محدوده‌ی اعداد فازی مثلثی عمل می‌کند. این روش شامل چهار مرحله می‌باشد که به قرار زیر می‌باشد.

مرحله‌ی اول:

$$xr_{ij}^{n} = (r_{ij}^{n} - \min l_{ij}^{n}) \,/\, \Delta_{\min}^{\max} \qquad (۲)$$

$$xm_{ij}^{n} = (m_{ij}^{n} - \min l_{ij}^{n}) \,/\, \Delta_{\min}^{\max} \qquad (۳)$$

$$xl_{ij}^{n} = (l_{ij}^{n} - \min l_{ij}^{n}) \,/\, \Delta_{\min}^{\max} \qquad (۴)$$

$$\Delta_{\min}^{\max} = \max r_{ij}^{n} - \min l_{ij}^{n} \qquad (۵)$$

[1] Chang
[2] Converting Fuzzy Data into Crisp Scores
[3] Opricovic

مرحله‌ی دوم: محاسبه‌ی مقادیر نرمال شده‌ی چپ (ls) و راست (rs).

$$xrs_{ij}^{n} = xr_{ij}^{n} /(1 + xr_{ij}^{n} - xm_{ij}^{n}) \quad (۶)$$

$$xls_{ij}^{n} = xm_{ij}^{n} /(1 + xm_{ij}^{n} - xl_{ij}^{n}) \quad (۷)$$

مرحله‌ی سوم: محاسبه‌ی مقادیر قطعی نرمال شده.

$$x_{ij}^{n} \;\; xls_{ij}^{n}(1 - xls_{ij}^{n}) + xrs_{ij}^{n\prime} \quad xrs_{ij}^{n} \; - xls_{ij}^{n} + xrs_{ij}^{n} \quad (۸)$$

مرحله‌ی چهارم: محاسبه مقادیر قطعی.

$$z_{ij}^{n} = \min l_{ij}^{n} + x_{ij}^{n} \times \Delta_{\min}^{\max} \quad (۹)$$

گام چهارم- تشکیل ماتریس متوسط نرمال شده. جهت نرمال‌سازی ماتریس تصمیم A و تشکیل ماتریس D به‌صورت زیر عمل می‌شود:

$$S = \max\left(\max_{1\le i\le n} \sum_{j=1}^{n} a_{ij}; \max_{1\le j\le n} \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \right) \quad (۱۰)$$

$$\boldsymbol{D = A / S} \quad (۱۱)$$

در ماتریس D حاصل‌شده، تمام درایه‌های آن اعداد بین صفر و یک می‌باشند.

$$A = \begin{array}{c} \\ x_1 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_n \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} \cdots & a_{1j} & \cdots & a_{1n} \end{array} \\ \begin{bmatrix} 0 & & & & \\ \vdots & & & & \\ a_{i1} & \cdots & 0 & \cdots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nj} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \\ \sum_{i=1}^{n} a_{i1} \quad \cdots \quad \sum_{i=1}^{n} a_{in} \end{array} \begin{array}{c} \\ \sum_{j=1}^{n} a_{1j} \\ \vdots \\ \sum_{j=1}^{n} a_{nj} \\ \\ \end{array} \quad (۱۲)$$

به‌طوری که

$\sum_{i=1}^{n} a_{ij}$ **: کل تاثیر مستقیمی که عامل j از عامل‌های دیگر دریافت کرده است.**

$\sum_{j=1}^{n} a_{ij}$ **: کل اثر مستقیمی که عامل i به عامل‌های دیگر می‌دهد.**

گام پنجم- تشکیل ماتریس رابطه‌ی کل. ماتریس رابطه‌ی کل (T) یك ماتریس n×n می‌باشد که به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$T = D\left(I - D\right)^{-1} = \left[t_{ij}\right]_{n\times 1} \quad (۱۳)$$

به‌طوری‌که I یك ماتریس یکه‌ی n×n می‌باشد.

گام ششم- محاسبه‌ی جمع سطرها و ستون‌ها (r_i ,c_i): با جمع سطر و ستون‌های ماتریس T بردارهای R و C به‌صورت زیر حاصل می‌شوند:

$$R = [r_i]_{n\times 1} = \left[\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\right]_{n\times 1} \qquad (۱٤)$$

$$C = [c_j]_{n\times 1} = \left[\sum_{i=1}^{n} t_{ij}\right]_{1\times n} \qquad (۱۵)$$

پس از تشکیل بردارهای R و C ، r_i و c_j ، به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

r_i **: جمع سطر i ام از ماتریس T می‌باشد، بنابراین r_i تاثیر مستقیم و غیرمستقیمی را نشان می‌دهد که معیار i به معیارهای دیگر گذاشته است.**

c_j **: جمع ستوت j ام از ماتریس T می‌باشد، بنابراین c_j تاثیر مستقیم و غیرمستقیمی را نشان می‌دهد که معیار j از معیارهای دیگر دریافت کرده است.**

گام هفتم- محاسبه‌ی r_i+c_j و r_i-c_j و وزن شاخص‌ها. در این حالت وقتی i=j باشد درنتیجه رابطه‌ی (r_i+c_j) درجه اهمیت عامل i ام را نشان می‌دهد و رابطه‌ی (r_i-c_j) تاثیری که عامل مربوطه در سیستم در ارتباط با عامل‌های دیگر سهیم می‌باشد را نشان می‌دهد به‌طوری‌که اگر $0<(r_i-c_j)$ باشد درنتیجه عامل i ام علت است و در غیر این‌صورت عامل i ام معلول است.

اهمیت یا وزن معیارها با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شوند:

$$\omega_i = \left\{(r_i + c_i)^2\right\}^{1/2} \qquad (۱٦)$$

و در نهایت وزن نرمال شده هر یک از عوامل به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$W_i = \frac{\omega_i}{\sum_{i=1}^{n} \omega_i} \qquad (۱۷)$$

گام هشتم- رسم دیاگرام رابطه‌ی علی و معلولی. دیاگرام علی و معلولی نشان‌دهنده‌ی رابطه‌ی علت و معلولی بین معیارها می‌باشد به‌طوری که محور افقی نشان‌دهنده‌ی r_i+c_j و محور عمودی نشان‌دهنده‌ی r_i-c_j می‌باشد. معیارهایی که بالای خط افق قرار دارند نشان‌دهنده‌ی علت‌ها و معیارهایی که پایین خط افق قرار دارند نشان‌دهنده‌ی معلول‌ها می‌باشند.

گام نهم- محاسبه‌ی مقدار آستانه‌ی p و رسم نمودار CRM. هر یک از درایه‌ها در ماتریس رابطه‌ی کل این اطلاعات را به ما می‌دهد که عامل i عامل j را تا چه اندازه تحت تاثیر قرار می‌دهد. جهت تعیین مقدار آستانه p جهت جداسازی علت‌های کوچک، تنها عواملی که مقدار تاثیرشان در ماتریس رابطه‌ی کل بزرگتر از مقدار آستانه (p) باشد در نمودار CRM نمایش داده می‌شود. مقدار p برابر میانگین عناصر ماتریس رابطه‌ی کل تعریف می‌شود.

۳-۴ روش ANP فازی

زاده[1] (۱۹۶۵) برای اولین بار مفهوم تئوری سیستم فازی را برای اندازه‌های عدم‌اطمینان در شرایط مبهم بیان نمود. چانگ[2] (۱۹۹۶) مبحثی را به‌عنوان تحلیل سلسله‌مراتبی فازی مطرح نمود. البته در مقاله‌های زیادی روش‌های گوناگونی از FAHP و FANP ارائه شده است که ما در این تحقیق مبنای کار خویش را رویه چانگ قرار داده‌ایم.

۳-۵ گام‌های محاسباتیANP فازی

گام اول- این گام شامل انجام مقایسات زوجی مابین شاخص‌های منظرهای به‌هم‌وابسته حاصل از شبکه، به‌دست‌آمده از تکنیک دیمتل و محاسبه‌ی اوزان نسبی به‌وسیله‌ی تکنیک تحلیل توسعه‌ای توسط خبرگان و با توجه به جدول ۳، صرفاً برروی وابستگی‌های خارجی می‌باشد. در ادامه، نرخ سازگاری این مقایسات زوجی را می‌آزماییم که این مقدار می‌بایست کمتر از ۰/۱ باشد؛ در غیر این‌صورت مقایسات زوجی می‌بایست توسط فرد خبره بازنگری شود. فرض کنید $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]$ یک ماتریس مقایسات زوجی فازی با اعداد فازی مثلثی $\tilde{r}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ باشد. ماتریس R را تشکیل می‌دهیم. اگر سازگار باشد، آنگاه $\tilde{R}$ نیز سازگار است (لین[3]، ۲۰۰۹). به‌منظور یکپارچه‌سازی ترجیحات ذهنی خبرگان داریم:

اگر $\tilde{r}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$ یک عدد فازی مثلثی و تجمیع نظرات k خبره باشد، آن‌گاه :

$$l_{ij} = \min\left\{l_{ij}^1, l_{ij}^2, ..., l_{ij}^k\right\} \quad m_{ij} = \sqrt[k]{\prod_{k=1}^{k} m_{ij}^k} \quad u_{ij} = \max\left\{u_{ij}^1, u_{ij}^2, ..., u_{ij}^k\right\} \qquad (۱۸)$$

که $(l_{ij}^k, m_{ij}^k, u_{ij}^k)$ در آن، معرف قضاوت کارشناس kام درمورد اهمیت نسبی دومعیار C_i و C_j است.

از طرفی، طرز عمل ANP در برخورد با وابستگی‌های داخلی کاملا بی‌عیب نیست (وو[4]، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، تکنیک DEMATEL، نه‌تنها می‌تواند روابط مابین علت و معلول را به مدل ساختاری مشهود تبدیل نماید، بلکه به‌عنوان روشی مناسب برای رویارویی با وابستگی‌های داخلی درون مجموعه‌ای از معیارها استفاده می‌شود. در واقع DEMATEL در این زمینه قادر است که اطلاعات ارزشمندتری را به تصمیم‌گیرندگان ارائه دهد (وو، ۲۰۰۹؛ تسای[5] و همکاران، ۲۰۰۹). ازاین‌رو برای محاسبه‌ی اوزان اهمیت معیارهای درون یک خوشه که دارای وابستگی می‌باشند، به‌جای استفاده از ماتریس‌های متعدد مقایسات زوجی، روش ANP فازی، تنها از ماتریس شدت رابطه‌ی کلی تکنیک DEMATEL فازی استفاده می‌نماییم.

گام دوم- قراردادن اوزان به‌دست‌آمده در درون سوپرماتریس و تشکیل سوپرماتریس ناموزون[6] W. نرمال‌سازی به‌منظور استخراج سوپرماتریس موزون انجام می‌پذیرد و سوپرماتریس ناموزون را به ماتریسی با ستون‌هایی با مجموع یک تبدیل می‌کند. مقادیر قضاوت کلامی تعیین اهمیت در جدول ۳ نشان داده می‌شود.

---

[1] Zadeh

[2] Chang

[3] Lin

[4] Wu

[5] Tsai

[6] Unweighted Super matrix

جدول ۳- مقادیر قضاوت کلامی تعیین اهمیت (خاتمی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۵).

اعداد فازی مثلثی	قضاوت کلامی
(۰،۰،۰/۱)	کاملا بی‌اهمیت
(۰،۰/۱،۰/۳)	خیلی بی‌اهمیت
(۰/۱،۰/۳،۰/۵)	نسبتا بی‌اهمیت
(۰/۳،۰/۵،۰/۷)	اهمیت برابر
(۰/۵،۰/۷،۰/۹)	نسبتا با اهمیت
(۰/۷،۰/۹،۱)	خیلی با اهمیت
(۰/۹،۱،۱)	کاملا با اهمیت

۳-٦ تکنیک VIKOR توسعه‌یافته‌ی فازی

مراحل کلی روش‌سازشی تصمیم‌گیری ارائه شده توسط موسوی و همکاران در سال ۲۰۱٦ به شرح ذیل می‌باشد (موسوی[1] و همکاران، ۲۰۱۶):

گام ۱ - ساخت ماتریس تصمیم. درایه‌های این ماترس تصمیم در حالت کلی می‌تواند به‌صورت قطعی یا فازی مطرح گردد. هم‌چنین نظر خبرگان می‌تواند به‌صورت گروهی در قالب ماتریس زیر مطرح گردد:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1(k-1)} & \tilde{x}_{1k} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ x_{21} & \cdots & x_{2(k-1)} & \tilde{x}_{2k} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{m(k-1)} & \tilde{x}_{mk} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (۱۹)$$

که در آن مقادیر ماتریس تصمیم‌گیری همان مقدار نسبت‌داده‌شده به آلترناتیو i ام نسبت به شاخص jام می‌باشد.

گام ۲- کلیه‌ی نظرات گرفته‌شده از L خبره را ادغام نموده و برای هر یک از آلترناتیوها نسبت به هر یک از شاخص‌ها، یک نظر یکپارچه به‌جای چندین نظر مطرح می‌گردد.

$$c_{ij} = \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} \mathrm{c_{ijl}} \qquad b_{ij} = \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} \mathrm{b_{ijl}} \qquad a_{\mathrm{ij}=} \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} \mathrm{a_{ijl}} \quad (۲۰)$$

هم‌چنین وزن‌های ادغام شده‌ی خبرگان در مورد هر آرایه نیز به‌صورت زیر می باشد:

$$w_{j3} = \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} w_{jl3} \quad w_{j2} = \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} w_{jl2} \qquad w_{j1=} \frac{1}{L}\sum_{l=1}^{L} w_{jl1} \quad (۲۱)$$

گام ۳- تبدیل ماتریس تصمیم‌گیری موجود به یک ماتریس "بی‌مقیاس‌شده".

۳-۱- اگر داده‌های مسئله به‌صورت قطعی مطرح شده باشد دراین‌صورت نرمالایز کردن به‌صورت زیر صورت می‌پذیرد:

[1] Mousavi

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \text{ ، } j = 1, 2, \ldots, k\text{-}1, \; i = 1, 2 \ldots m. \qquad (۲۲)$$

۳-۲- اگر داده‌های مسئله به‌صورت فازی مطرح شده باشد در این‌صورت نرمالایز کردن به‌صورت زیر صورت می‌پذیرد.

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{e_j^*}, \frac{b_{ij}}{e_j^*}, \frac{c_{ij}}{e_j^*}\right) \qquad i = 1, 2 \ldots m \; , \qquad j = k, k+1 \ldots n \qquad (۲۳)$$

$$e_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} c_{ij}^2} \qquad (۲۴)$$

گام ٤- ماترسی وزین را محاسبه نمایید. هر یک از عناصر وزین‌شده به‌صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{w}_j r_{ij} \; , \; j = 1, 2 \ldots k\text{-}1, \; i = 1, 2 \ldots m \qquad (۲۵)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{w}_j \tilde{r}_{ij} \; , \; j = k, k+1 \ldots n, \; i = 1, 2 \ldots m \qquad (۲۶)$$

گام ٥- مشخص نمودن مجموعه‌ی ایده‌آل‌های مثبت و ایده‌آل‌های منفی.

$$A^* = \{V_1^*, V_2^*, \ldots V_{(K-1)}^*, \tilde{V}_K^*, \ldots, \tilde{V}_n^*\} = \left(\max_i \{v_{ij}\} \middle| j \in J\right) \quad V_j^* = \max_i \{v_{ij}\} \qquad (۲۷)$$

$$A^- = \{V_1^-, V_2^-, \ldots V_{(K-1)}^-, \tilde{V}_K^-, \ldots, \tilde{V}_n^-\} = \left(\min_i \{v_{ij}\} \middle| j \in J\right) \quad V_j^- = \min_i \{v_{ij}\} \qquad (۲۸)$$

گام ٦- تشکیل ماتریس اندازه‌ی فاصله از ایده‌آل‌های مثبت و منفی. ماتریس فاصله از ایده‌آل مثبت در قالب ماتریس زیر مطرح گردیده است:

$$D = \begin{bmatrix} |\tilde{v}_{11} - \tilde{v}_1^*| & \ldots & |\tilde{v}_{1(k-1)} - \tilde{v}_{(k-1)}^*| & |\tilde{v}_{1k} - \tilde{v}_k^*| & \ldots & |\tilde{v}_{1n} - \tilde{v}_n^*| \\ |\tilde{v}_{21} - \tilde{v}_1^*| & \ldots & |\tilde{v}_{1(k-1)} - \tilde{v}_{(k-1)}^*| & |\tilde{v}_{2k} - \tilde{v}_k^*| & \ldots & |\tilde{v}_{2n} - \tilde{v}_n^*| \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ |\tilde{v}_{m1} - \tilde{v}_1^*| & \ldots & |\tilde{v}_{1(k-1)} - \tilde{v}_{(k-1)}^*| & |\tilde{v}_{mk} - \tilde{v}_k^*| & \ldots & |\tilde{v}_{mn} - \tilde{v}_n^*| \end{bmatrix}. \qquad (۲۹)$$

ماتریس فاصله از ایده‌آل منفی در قالب ماتریس زیر مطرح گردیده است:

$$D = \begin{bmatrix} |\tilde{v}_{11} - \tilde{v}_1^-| & \ldots & |\tilde{v}_{1(k-1)} - \tilde{v}_{(k-1)}^-| & |\tilde{v}_{1k} - \tilde{v}_k^-| & \ldots & |\tilde{v}_{1n} - \tilde{v}_n^-| \\ |\tilde{v}_{21} - \tilde{v}_1^-| & \ldots & |\tilde{v}_{1(k-1)} - \tilde{v}_{(k-1)}^-| & |\tilde{v}_{2k} - \tilde{v}_k^-| & \ldots & |\tilde{v}_{2n} - \tilde{v}_n^-| \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ |\tilde{v}_{m1} - \tilde{v}_1^-| & \ldots & |\tilde{v}_{1(k-1)} - \tilde{v}_{(k-1)}^-| & |\tilde{v}_{mk} - \tilde{v}_k^-| & \ldots & |\tilde{v}_{mn} - \tilde{v}_n^-| \end{bmatrix}. \qquad (۳۰)$$

نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۳ ، شماره (۴)، زمستان ۱۳۹۷ ، صفحه: ۳۳۳-۳۵۰

گام ۷- توابع زیر را به‌عنوان روابطی از دوری و نزدیکی نسبت به ایده‌آل‌ها تعریف می‌کنیم.

$$\mathfrak{H} = \sum_{j=1}^{n} w_j d_{ij}^{*} \quad (۳۱)$$

$$\mathfrak{I} = \max_{i} w_j d_{ij}^{*} \quad (۳۲)$$

$$\zeta = \sum_{i=1}^{n} w_j d_{ij}^{-} \quad (۳۳)$$

$$\xi = \max_{i} w_j d_{ij}^{-} \quad (۳٤)$$

$$\tau_i = \nu \frac{\mathfrak{H}_i - \mathfrak{H}_i^{*}}{\mathfrak{H}_i^{-} - \mathfrak{H}_i^{*}} + (1-\nu) \frac{\mathfrak{I}_i - \mathfrak{I}_i^{*}}{\mathfrak{I}_i^{-} - \mathfrak{I}_i^{*}} \quad (۳٥)$$

$$\eta_i = \nu \frac{\zeta_i - \zeta_i^{-}}{\zeta_i^{*} - \zeta_i^{-}} + (1-\nu) \frac{\xi_i - \xi_i^{-}}{\xi_i^{*} - \xi_i^{-}} \quad (۳٦)$$

به‌طوری که

$$\begin{cases} \mathfrak{I}^{*} = \min_{i} \mathfrak{I}_i \\ \mathfrak{I}^{-} = \max_{i} \mathfrak{I}_i \end{cases} \quad (۳۷)$$

$$\begin{cases} \zeta^{*} = \max_{i} \zeta_i \\ \zeta^{-} = \min_{i} \zeta_i \end{cases} \quad (۳۸)$$

$$\begin{cases} \mathfrak{H}^{*} = \min_{i} \mathfrak{H}_i \\ \mathfrak{H}^{-} = \max_{i} \mathfrak{H}_i \end{cases} \quad (۳۹)$$

$$\begin{cases} \xi^{*} = \max_{i} \xi_i \\ \xi^{-} = \min_{i} \xi_i \end{cases} \quad (٤۰)$$

گام ۸- رتبه‌بندی گزینه‌ها براساس تابع به‌دست‌آمده از مقادیر τ_i و η_i.

$$CI_{\mathrm{i}} = \tau_i + \frac{1}{\eta_i} \quad (٤۱)$$

تابع فوق یک تابع کاهشی می‌باشد؛ بدین معنی که هرچه مقدار تابع کم‌تر باشد، آلترناتیو موردنظر دارای ارزش بیشتری خواهد بود.

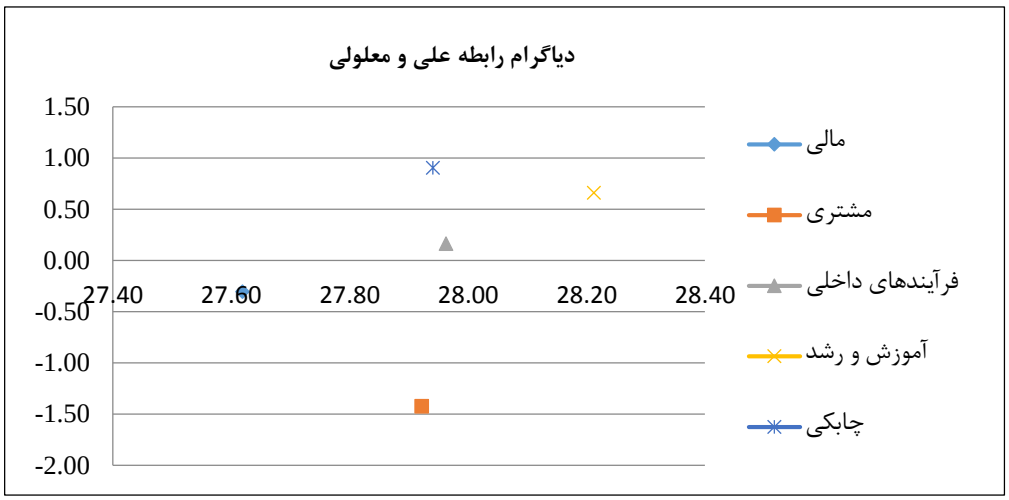
۴- تجزیه‌ی تحلیل داده‌ها

از میان ۲۵ شاخص اولیه‌ی مستخرج از مقالات علمی، در نهایت شانزده شاخص و چهار منظر به‌عنوان معیارهای انتخاب تامین‌کنندگان تایید نهایی شد که در جدول ۴ ارائه گردیده است.

جدول ٤- نظرات ادغامی خبرگان در زمینه‌ی شدت اثر متقابل مناظر بر یکدیگر.

	چابکی		یادگیری و رشد		فرآیندهای داخلی		مشتری		مالی		میانگین تجمیع نظر خبره‌ها
مالی	۰٫۹۰	۰٫۷۷	۰٫۵۷	۰٫۸۷	۰٫۷۱	۰٫۵۱	۰٫۷۸	۰٫۵۹	۰٫۳۹	۰٫۹۰	۰٫۷۷	۰٫۵۷	۰٫۳۰	۰٫۱۰	۰٫۰۰
مشتری	۰٫۸۳	۰٫۶۵	۰٫۴۵	۰٫۷۵	۰٫۵۸	۰٫۳۹	۰٫۷۹	۰٫۶۳	۰٫۴۵	۰٫۳۰	۰٫۱۰	۰٫۰۰	۰٫۹۷	۰٫۸۶	۰٫۶۶
فرآیندهای داخلی	۰٫۹۹	۰٫۸۷	۰٫۶۷	۰٫۸۹	۰٫۷۱	۰٫۵۱	۰٫۳۰	۰٫۱۰	۰٫۰۰	۰٫۸۹	۰٫۷۳	۰٫۵۳	۰٫۸۱	۰٫۶۳	۰٫۴۵
یادگیری و رشد	۰٫۹۶	۰٫۸۲	۰٫۶۲	۰٫۳۰	۰٫۱۰	۰٫۰۰	۰٫۹۶	۰٫۸۲	۰٫۶۲	۰٫۹۰	۰٫۷۴	۰٫۵۴	۰٫۸۳	۰٫۶۵	۰٫۴۶
چابکی	۰٫۳۰	۰٫۱۰	۰٫۰۰	۰٫۸۹	۰٫۸۹	۰٫۵۴	۰٫۹۳	۰٫۷۷	۰٫۵۷	۰٫۹۵	۰٫۸۱	۰٫۶۱	۰٫۸۴	۰٫۶۷	۰٫۴۹

سپس روابط علی‌ومعلولی بین منظرها با روش دیمتل فازی مشخص شدند. در شکل ۲ دیاگرام علی‌ومعلولی مابین مناظر نشان داده می‌شود.



شکل ۲- دیاگرام علی‌ومعلولی مابین مناظر.

از طریق نتایج حاصل از تحلیل روابط علی‌ومعلولی به‌وسیله‌ی روش DEMATEL فازی، آن‌چه مشاهده شد این بود که منظرهای مالی و مشتری مداری معلول بوده است؛ بدین‌معنی که میزان اثرپذیری‌شان بیشتر از اثرگذاری آن‌ها می‌باشد. هم‌چنین منظرهای چابک، فرآیندهای داخلی و یادگیری و رشد به‌عنوان منظرهای علی محاسبه گردیدند؛ یعنی میزان اثرگذاری آن‌ها بیش‌تر از اثرپذیری‌شان بوده است. هم‌چنین منظر فرآیندهای داخلی دارای بیش‌ترین وزن از میان سایر منظرها می‌باشد. نتایج حاصل‌شده از دیمتل فازی به‌منظور طراحی پرسشنامه‌ی فرآیند تحلیل شبکه‌ای به‌کارگیری شد تا این اوزان مربوط به شاخص‌ها تعیین گردد. اوزان اهمیت شاخص‌ها به‌کمک روش ANP ارائه گردید. کلیه‌ی ماتریس‌های مقایسات زوجی نقش‌داشته در تصمیم‌گیری و وزن نهایی شاخص‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است.

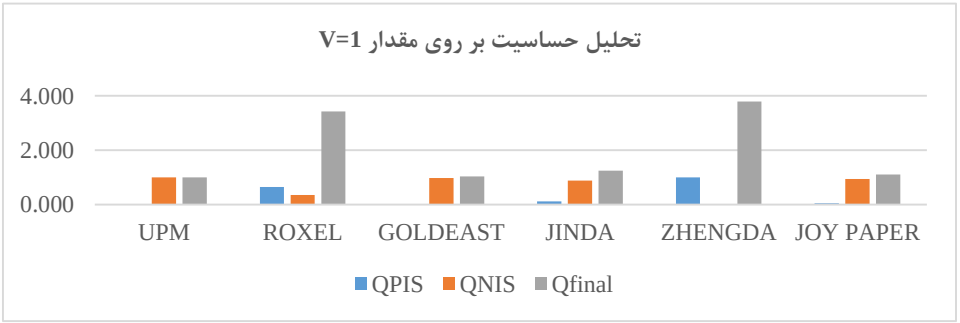
جدول ۵- وزن شاخص‌ها.

نام شاخص	وزن شاخص	وزن شاخص نرمالایز شده
هزینه‌ی تولید (قیمت خرید)	۰/۰۲۰۲	۰/۰۴۹
هزینه‌های سفارش‌دهی	۰/۰۲۳	۰/۰۵۵
زمان و شرایط پرداختی متنوع	۰/۰۳۸۶	۰/۰۹۳
شناسایی مستمر نیازهای مشتری	۰/۰۴۵۲	۰/۱۰۹
کیفیت کالاهای تولیدی	۰/۰۴۹	۰/۱۱۸
کیفیت خدمات پس‌ازفروش	۰/۰۵۱۲	۰/۱۲۳
اطلاع‌رسانی سریع و به‌موقع فعالیت‌ها و ظرفیت‌های مؤسسه به ذینفعان	۰/۰۱۶۸	۰/۰۴۰
استقرار سیستم ارزیابی عملکرد مکانیزه (پروژه‌ها، پرسنل، واحدها، مشاوران و پیمانکاران)	۰/۰۲۲۳	۰/۰۵۴
بهره‌وری نیروی کار	۰/۰۲۵۲	۰/۰۶۱
تدوین و اجرای دوره‌های آموزشی برای کارکنان	۰/۰۱۷۷	۰/۰۴۳
سرمایه‌ی اطلاعاتی	۰/۰۱۹۵	۰/۰۴۷
حمایت از ایده‌های خلاقانه و نوآورانه‌ی کارکنان و پژوهشگران	۰/۰۲۹۱	۰/۰۷۰
پاسخگویی تقاضا	۰/۰۱۳۹	۰/۰۳۳
بهبود فرآیندهای توزیع	۰/۰۱۳۹	۰/۰۳۳
سرعت پاسخ‌دهی	۰/۰۱۴۸	۰/۰۳۶
سرعت تحویل	۰/۰۱۴۸	۰/۰۳۶

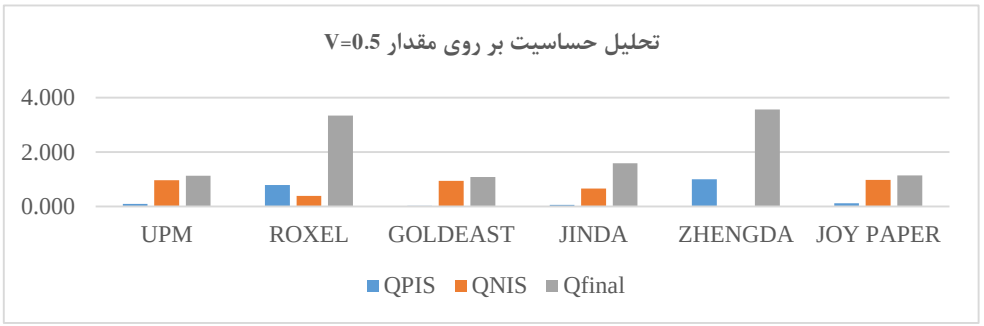
برمبنای ارزیابی عملکرد انجام‌شده توسط روش ویکور، عملکرد چابک تامین‌کنندگان موردبررسی قرار گرفت. این امر بدین‌معنی است که این شرکت در زمینه‌ی عملکرد چابک به‌نسبت سازمان‌های دیگر برتر هست. در کنار این نتیجه، ازمیان جداول روش ویکور فازی می‌توان پی برد که هر سازمان می‌بایست بر روی کدام شاخص عملکردی تمرکز بیش‌تری نماید. علاوه‌براین، نوع رفتار هر یک از توابع موثر بر تصمیم‌گیری نیز در قالب یک شکل مطرح گردید که با توجه به شکل، سه حالت استراتژی را لحاظ نمود و تحلیل حساسیت بر روی آن‌ها صورت پذیرفت. بدین‌معنی که، در این حالت فاصله از ایده‌آل مثبت، حداقل و فاصله از ایده‌آل منفی، حداکثر می‌باشد و این همان چیزی است که در روش ارائه‌شده، ایده‌آل ما می‌باشد. تحلیل حساسیت بر روی سه مقدار از مقادیر v صورت پذیرفت؛ یعنی یک بار فرض گردید که مقدار v برابر با صفر باشد و در این حالت تامین‌کنندگان رتبه‌بندی گردیدند. از بین تامین‌کنندگان شرکت پاکشوما UPM، ROXEL، GOLDEAST، JINDA، ZHENGDA، و JOY PAPER، شرکت GOLDEAST دارای بهترین رتبه یا به‌عبارت‌دیگر به‌عنوان بهترین تامین‌کننده انتخاب گردید. هم‌چنین شرکت ZHENGDA ضعیف‌ترین عملکرد را در این حالت داشته است. سپس بار دیگر مقدار v برابر با نیم درنظر گرفته شد که نتیجه مربوط به این حالت نیز ارائه گردید و شبیه حالت قبلی، شرکت GOLDEAST دارای بهترین رتبه یا به‌عبارت‌دیگر به‌عنوان بهترین تامین‌کننده انتخاب گردید. هم‌چنین شرکت ZHENGDA ضعیف‌ترین عملکرد را در این حالت داشت. در نهایت، یک بار نیز مقدار v برابر با عدد یک فرض گردید. در این حالت بهترین عملکرد مربوط به شرکت UPM و ضعیف‌ترین عملکرد هم مربوط به شرکت ZHENGDA بود. در این پژوهش مقدار V به‌منظور دستیابی به عادلانه‌ترین نتایج برابر با ۰/۵ درنظر گرفته شده است. علاوه‌براین، به‌منظور مشاهده‌ی نتایج حاصل از تغییر در این میزان، تحلیل حساسیتی با مقادیر ۰، ۰/۵ و ۱ و بر روی مقادیر Q انجام گرفت. مقدار Q نهایی در جدول ۶ نمایش داده شده است. در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ به‌ترتیب رتبه‌بندی تامین‌کنندگان با توجه به V=1، V=0 و V=0.5 نمایش داده شده است.

جدول ٦- تحلیل حساسیت بر روی مقدار v (Q_{NIS}).

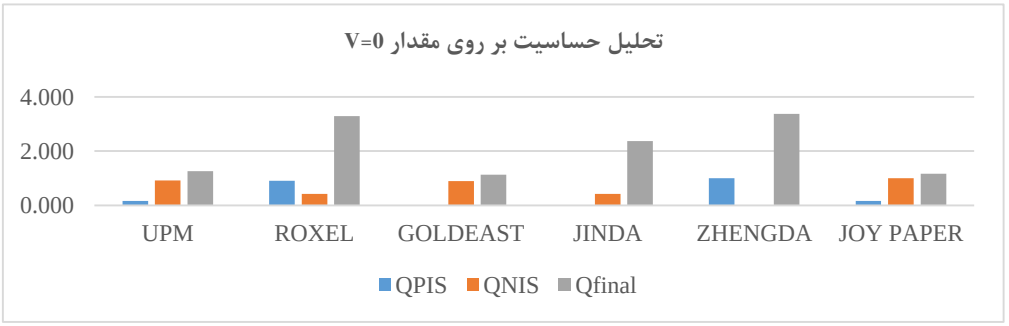
تامین‌کننده	$v=1$		$v=0.5$		$v=0$	
	Q_{NIS}	رتبه	Q_{NIS}	رتبه	Q_{NIS}	رتبه
UPM	۱٫۰۰۰	۱	۰٫۹۶۰	۲	۰٫۹۲۰	۲
ROXEL	۰٫۳۵۹	۵	۰٫۳۹۰	۵	۰٫۴۲۲	۴
GOLDEAST	۰٫۹۸۴	۲	۰٫۹۴۰	۳	۰٫۸۹۵	۳
JINDA	۰٫۸۸۷	۴	۰٫۶۵۴	۴	۰٫۴۲۲	۵
ZHENGDA	۰٫۰۰۰	۶	۰٫۰۰۰	۶	۰٫۰۰۰	۶
JOY PAPER	۰٫۹۴۶	۳	۰٫۹۷۳	۱	۱٫۰۰۰	۱



شکل ۳- نمودار رتبه‌بندی تامین‌کنندگان با درنظر گرفتن V=۱.



شکل ٤- نمودار رتبه‌بندی تامین‌کنندگان با درنظر گرفتن V=۰.۵.



شکل ٥- نمودار رتبه‌بندی تامین‌کنندگان با درنظر گرفتن V=۰.

۵- نتیجه‌گیری

از تحلیل روابط علی‌ومعلولی به‌وسیله‌ی روش DEMATEL فازی، مشاهده شد که منظرهای مالی و مشتری‌مداری، معلول بود؛ بدین‌معنی که میزان اثرپذیری‌شان بیش‌تر از اثرگذاری آن‌ها بوده است. هم‌چنین منظرهای چابک، فرآیندهای داخلی و یادگیری و رشد به‌عنوان منظرهای علی محاسبه گردیدند؛ یعنی میزان اثرگذاری آن‌ها بیش‌تر از اثرپذیری‌شان بوده است. هم‌چنین منظر فرآیندهای داخلی دارای بیش‌ترین وزن از میان سایر منظرها می‌باشد. بنابراین، اگر بتوان این منظر را بهبود بخشید و دائما در وضعیت متعادلی حفظ نمود می‌توان به ارتقاء عملکرد شرکت امیدوار بود که این ارتقاء خود می‌تواند زمینه‌ساز فزونی سود برای سازمان گردد. هم‌چنین نتایج حاصل از روش ANP نشان داد که شاخص‌های کیفیت خدمات پس‌از فروش، کیفیت خدمات و توجه به نیازهای مشتری دارای بیش‌ترین وزن در بین سایر شاخص‌ها می باشند. بنابراین در شرکت موردمطالعه به این شاخص‌ها باید توجه بیش‌تری صورت پذیرد. برمبنای ارزیابی عملکرد انجام‌شده توسط روش ویکور، عملکرد چابک تامین‌کنندگان موردبررسی قرار گرفت. تحلیل حساسیت بر روی سه مقدار از مقادیر v صورت پذیرفت. شرکت GOLDEAST با فرض این‌که مقدار v برابر با صفر باشد دارای بهترین رتبه بوده یا به‌عبارت‌دیگر به‌عنوان بهترین تامین‌کننده انتخاب گردید. هم‌چنین شرکت ZHENGDA ضعیف ترین عملکرد را در این حالت داشته است. شرکت GOLDEAST با فرض این‌که مقدار v برابر با نیم باشد دارای بهترین رتبه بوده یا به‌عبارت‌دیگر به‌عنوان بهترین تامین‌کننده انتخاب گردید. همچنین شرکت ZHENGDA ضعیف ترین عملکرد را در این حالت داشته است. با فرض این‌که مقدار v برابر با عدد یک باشد شرکت UPM بهترین عملکرد و شرکت ZHENGDA ضعیف ترین عملکرد را داشته‌است.

منابع

خوئی، ا. (۱۳۹۲). ارائه مدلی برای تصمیم‌گیری چندمعیاره در حالت عدم قطعیت (مورد مطالعه: ارزیابی و رتبه‌بندی طرح‌های تحقیقاتی وزارت نیرو) (پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی / تولید، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده مدیریت و حسابداری). دریافت از http://library.sbu.ac.ir/islandora/object/thesis%3A32657

شرفی ماسوله، آ. (۱۳۸۸). انتخاب و ارزیابی تامین کنندگان با استفاده از روش FHOQ و متد آنالیز رقابتی. هفتمین کنفرانس بین المللی مدیریت. گروه پژوهشی آریانا.

کنعانی مقدم، ف. (۱۳۸۵). بررسی و الویت‌بندی معیارهای انتخاب تامین‌کنندگان کالاهای مصرفی در شرکت‌های پخش با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی *(AHP)* (پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشگاه الزهرا (س)، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی).

جعفرنژاد، ا و شهابی، ب. (۱۳۸۶). مقدمه‌ای بر چابکی سازمانی و تولید چابک. موسسه کتاب مهربان نشر.

اسماعیلی عسکری, م و کمالی، م، ج. (۱۳۹۴). چابکی سازمانی (سازمان چابک). دومین همایش ملی و دومین همایش بین المللی مدیریت و حسابداری ایران. همدان: دبیرخانه دائمی همایش.

خاتمی فیروزآبادی، س، م، ع؛ دهدشتی شاهرخ، ز؛ روشنی، ا؛ اخگری، ع. (۱۳۹۵). اولویت بندی بازارهای هدف صادرات محصول پسته استان یزد با استفاده از مدل ترکیبی تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در محیط فازی. پژوهشنامه بازرگانی، ۷۹، ۱۲۱-۱۵۴.

صفایی قادیکلایی، ع و اکبرزاده، ز. (۱۳۸۹). ارایه رویکردی ترکیبی از تکنیکهای DEMATEL ANP جهت ارزیابی مقایسه ای عملکرد استراتژی‌های زنجیره ی تامین ناب ، چابک و ناب - چابک. هشتمین کنفرانس بین المللی مدیریت، تهران، گروه پژوهشی آریانا.

Azadi, M., Jafarian, M., Saen, R. F., & Mirhedayatian, S. M. (2015). A new fuzzy DEA model for evaluation of efficiency and effectiveness of suppliers in sustainable supply chain management context. *Computers & operations research*, *54*, 274-285.

Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., & Akay, D. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. *Expert systems with applications*, *36*(8), 11363-11368.

Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, *95*(3), 649-655.

Chang, S. C., Sun, C. C., & Ay, H. (2011). The DEMATEL approach applied to solar cell industry material selection process in Taiwan. *14th conference on interdisciplinary and multifunctional business management*.

Dalalah, D., Hayajneh, M., & Batieha, F. (2011). A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. *Expert systems with applications*, *38*(7), 8384-8391.

Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International journal of production economics*, *56*, 199-212.

Hassanzadeh, A. S., Razmi, J., & Zhang, G. (2011). Supplier selection and order allocation based on fuzzy SWOT analysis and fuzzy linear programming. *Expert system with applications*, *38*(1), 334-342.

Junior, F. R. L., Osiro, L., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A comparison between fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods to supplier selection. *Applied soft computing*, *21*, 194-209.

Kilincci, O., & Onal, S. A. (2011). Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company. *Expert systems with applications*, *38*(8), 9656-9664.
Lin, R. H. (2009). An integrated FANP–MOLP for supplier evaluation and order allocation. *Applied mathematical modelling*, *33*(6), 2730-2736.
Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial marketing management*, *29*(1), 65-83.
Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity, Personnel psychology. 28, 563–575.
Mousavi, S. M., Vahdani, B., & Behzadi, S. S. (2016). Designing a model of intuitionistic fuzzy VIKOR in multi-attribute group decision-making problems. *Iranian journal of fuzzy systems*, *13*(1), 45-65.
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.
Norrman, A., & Jansson, U. (2004). Ericsson's proactive supply chain risk management approach after a serious sub-supplier accident. *International journal of physical distribution & logistics management*, *34*(5), 434-456.
Opricovic, S. (2011). Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning. *Expert systems with applications*, *38*(10), 12983-12990.
Singh Patel, B., Samuel, C., & Sharma, S. K. (2017). Evaluation of agility in supply chains: a case study of an Indian manufacturing organization. *Journal of manufacturing technology management*, *28*(2), 212-231.
Rabbani, A., Zamani, M., Yazdani-Chamzini, A., & Zavadskas, E. K. (2014). Proposing a new integrated model based on sustainability balanced scorecard (SBSC) and MCDM approaches by using linguistic variables for the performance evaluation of oil producing companies. *Expert systems with applications*, *41*(16), 7316-7327.
Routroy, S., Sharma, S., & Bhardwaj, A. (2018). Analysis of Agility Performance of Supply Chain: A Case Study on Indian Automotive Manufacturer. *IOP conference series: materials science and engineering*. IOP Publishing.
Sharifi, H., & Zhang, Z. (2001). Agile manufacturing in practice-Application of a methodology. *International journal of operations & production management*, *21*(5/6), 772-794.
Shaw, M., Hodgkins, P., Caci, H., Young, S., Kahle, J., Woods, A. G., & Arnold, L. E. (2012). A systematic review and analysis of long-term outcomes in attention deficit hyperactivity disorder: effects of treatment and non-treatment. *BMC medicine*, *10*(1), 99.
Tsai, W. H., & Chou, W. C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. *Expert systems with applications*, *36*(2), 1444-1458.
Wood, D. A. (2016). Supplier selection for development of petroleum industry facilities, applying multi-criteria decision making techniques including fuzzy and intuitionistic fuzzy TOPSIS with flexible entropy weighting. *Journal of natural gas science and engineering*, *28*, 594-612.
Wu, D. D. (2009). Supplier selection in a fuzzy group setting: a method using grey related analysis and Dempster–Shafer theory. *Expert systems with applications*, *36*(5), 8892-8899.
Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, *8*(3), 338-353.

نشریه تصمیم گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۳ ، شماره (۴)، زمستان ۱۳۹۷ ، صفحه: ۳۳۳-۳۵۰