طراحی مدل ریاضی برنامه‌ریزی سفارش مبتنی بر رویکرد کارت امتیازی متوازن
(مورد مطالعه: شرکت ساپکو)

دکتر عادل آذر
عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس
azara@modares.ac.ir

لعیا الفت
عضو هیأت علمی گروه مدیریت، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
layaolfat@gmail.com

فرزانه خسروانی
دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
Farzane.khosravani@yahoo.com

رضا جلالی
دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران
Jalali.reza@live.com

چکیده

یکی از مفاهیم مهم مطرح در دهه‌های اخیر، مدیریت زنجیره تأمین است. شرایطی که باعث توجه به این مفهوم شده‌است، افزایش روزافزون رقابت‌پذیری و تلاش برای بقاء سازمان‌هاست که با نزدیک شدن ارتباطات و پیشرفت در تکنولوژی اطلاعات حاصل شده‌است. با ظهور زنجیره تأمین، واحدهای صنعتی و خدماتی، ذهن خود را معطوف تأمین‌کنندگان خود کرده‌اند و با پیشرفت صنایع و خدمات به این نکته دست یافتند که قیمت پیشنهادی تأمین‌کنندگان تنها ملاک انتخاب و همکاری با آن‌ها نیست. مدل ارائه‌شده در این تحقیق که براساس فرآیند عملی انتخاب تأمین‌کنندگان در محیط‌های واقعی شکل گرفته‌است، ابتدا براساس رویکرد کارت امتیازی متوازن به انتخاب تأمین‌کننده می‌پردازد و سپس با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی مقدار مطلوب سفارش از هر تأمین‌کننده را مشخص می‌سازد. در این تحقیق، ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع، معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین‌کنندگان شناسایی شد. سپس با استفاده از آزمون فرض فازی 29 معیار که اهمیت بیشتری در انتخاب تأمین‌کننده داشتند، انتخاب شدند، و بر مبنای معیارهای انتخاب‌شده و با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و روش تحلیل عاملی تأمین‌کنندگان رتبه‌بندی شدند. در نهایت جهت تعیین میزان مطلوب سفارش از برنامه‌ریزی آرمانی استفاده گردید. آرمان‌های این مسأله حداقل کردن هزینه، حداکثر کردن کیفیت و مطلوبیت می‌باشد.

واژگان کلیدی:
زنجیره تأمین، کارت امتیازی متوازن، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، تحلیل عاملی، برنامه‌ریزی آرمانی

مقدمه

رقابت، مفهومی کاملاً شناخته‌شده در دنیای پیچیده امروزی است. کاهش قیمت تمام‌شده، افزایش سطح خدمت‌رسانی به مشتریان، برآوردن سریع نیازهای مشتریان، افزایش کیفیت محصول وخدمات ارائه‌شده به مشتریان از جمله مواردی است که به منظور باقی ماندن در صحنه رقابت، برای هر محصول و هر خدمت ارائه‌شده الزامی است. در این راستا در سالیان گذشته مفهومی به نام زنجیره‌تأمین شکل گرفته تا با ایجاد هماهنگی بین بخش‌های مختلف دست‌اندر کار تهیه و

توزیع محصول (یا خدمت) و به اصطلاح مدیریت اثربخش زنجیره‌تأمین بتوان تا حد امکان هزینه‌ها را کاهش داده و در عین حال کیفیت کالا و خدمات ارائه‌شده به مشتریان را افزایش داد. پیچیدگی و اهمیت تصمیم‌گیری در انتخاب تأمین‌کنندگان، ضرورت ارائه روشی قاعده‌مند و شفاف را کاملاً روشن می‌کند. انتخاب تأمین‌کننده یکی از مهمترین فعالیت‌های حیاتی سازمان‌ها در زنجیره‌تأمین است. انتخاب نادرست تأمین‌کننده، می‌تواند برای از بین بردن موقعیت مالی و فنی یک زنجیره‌تأمین کافی باشد. دردنیای رقابتی امروز، بدون داشتن تأمین‌کنندگان مناسب نمی‌توان محصولی با کیفیت عالی و هزینه پایین تولید کرد. گزینش و انتخاب دقیق تأمین‌کننده، در واقع گزینش شرکای بالقوه می‌باشد که می‌توانند شرکت‌ها را در دستیابی به اهدافشان همراه کنند.

در فرآیند تصمیم‌گیری، معیارهای مختلف باید در نظر گرفته شود که این خود باعث می‌شود انتخاب تأمین‌کننده بسیار پیچیده شود. در اقتصاد باز جهانی امروز که توسعه همزمان محصول و تأمین‌کننده یک قانون است، ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده را دیگر نمی‌توان بر اساس معیارهای سنتی نظیر هزینه، کیفیت و تحویل انجام داد. در انتخاب تأمین‌کننده استراتژیک، سایر معیارها نیز باید درنظر گرفته شود تا بتوان یک رابطه بلندمدت را با تأمین‌کننده توسعه داد (Dulmin & Mininno, 2003).

در طول دهه اخیر، کاهش طول عمر محصول، جهانی شدن بازار محصول و سرعت بالای تغییرات توانایی‌های فنی باعث شده‌اند شرکت‌ها بر روی توسعه محصول تمرکز کنند. فشار رقابتی زیاد، شرکت‌ها را مجبور کرده‌است استراتژی‌هایی را جهت کاهش هزینه‌ها و زمان بین مراحل زنجیره‌تأمین اتخاذ کنند. در چنین محیط رقابتی، تأمین نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. تأمین‌کنندگان تأثیر مستقیم و بسیار مهمی بر روی هزینه، کیفیت، تکنولوژی و زمان رسیدن محصول به بازار دارند. دراین بحث، دو دیدگاه مهم وجود دارد:

- بی شک، مهمترین جنبه در سفارش‌دهی، ایجاد ارتباط قوی با تعدادی از تأمین‌کننده‌های متعهد، به منظور کاهش هزینه‌های تولید و حفظ استاندارد کیفی آن و خدمات‌رسانی به مشتریان است.
- در زمینه تصمیم‌گیری برای سفارش‌دهی، نیاز به روش‌های سیستماتیکی است که درآن تأمین‌کنندگان شناسایی‌شده باشند.

مسأله انتخاب تأمین‌کننده دارای ویژگی‌های فوق است. با بررسی بحث سفارش‌دهی خواهیم دید که سه تصمیم اصلی در ارتباط با مسأله انتخاب تأمین‌کننده وجود دارد.

§ چه محصولی را سفارش دهیم؟

§ چه مقدار و از کدام تأمین‌کننده تهیه کنیم؟ اصولاً، دو موقعیت سفارش‌دهی وجوددارد: سفارش‌دهی تک محصولی یا سفارش‌دهی **چند محصولی**. **در نوع اول، همگی تأمین‌کننده‌ها کاملاً به سفارش خریدار در مورد**

کمیت، کیفیت و تحویل به موقع کالا اهمیت می‌دهند. در نتیجه، تنها مسأله در اینجا شناخت بهترین تأمین‌کننده است. در خصوص نوع دوم، نوع خدمات‌دهی بستگی به عدم تعهد به سفارش مشتری از سوی تأمین‌کننده (از جمله قیمت، کمیت، تحویل، تخفیف وغیره) و دیگر راهبردهای تأمین و تدارک به منظور جلوگیری از ارائه خدمات تک محصولی جهت حفظ بازار رقابتی دارد. با توجه به این نکات، این مسأله دو بعد دارد: انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص مقدار سفارش به هر کدام.

§ در چه مواقعی؟ اندازه سفارش و انتخاب تأمین‌کننده کاملاً مرتبط با یکدیگر هستند. ارتباط تصمیم‌گیری با سفارش خریدار در طی زمان معین به همراه انتخاب تأمین‌کننده باعث کاهش عمده هزینه‌ها در امور می‌شود.

از آنجا که انتخاب تأمین‌کننده معیارهای متعددی را در بر می‌گیرد، در این تحقیق جهت شناسایی معیارهای مهم در انتخاب تأمین‌کننده از رویکرد کارت امتیازی متوازن استفاده گردید. مدیریت تجارت نوین، نیازمند آگاهی مؤثر عملکرد برای تبدیل استراتژی‌های سازمان به عمل است. اطلاعات سنتی که سازمان‌ها بوسیله آن کارایی را ارزیابی می‌کردند (اطلاعات متمرکز بر صورت‌های مالی)، بسیار محدود بوده‌اند. نادیده گرفتن فاکتورهای کلیدی ارزیابی متوازن از قبیل آموزش و پیشرفت تجاری، فرآیند داخلی، مشتریان، مالی (سهامداران)که سازمان‌ها را به موفقیت می‌رساند، می‌تواند به ضرر سازمان باشد (Kaplan & Norton, 1996). پس از دهه‌های گذشته که سازمان‌ها برای ارزیابی خروجی و عملکرد خود، تنها متکی بر معیارهای صرفاً مالی بودند و ارزیابی از این طریق، نتوانست برای بعضی از سازمان‌ها راهگشا باشد، طرح مدل ارزیابی عملکرد دریچه‌ای را به روی سازمان‌ها گشود. بنابراین، در این تحقیق جهت شناسایی همه فاکتورهای مؤثر بر ارزیابی شرکت‌های تأمین‌کننده از رویکرد کارت امتیازی متوازن استفاده گردید.

پس از شناسایی معیارها بر مبنای رویکرد کارت امتیازی متوازن تأمین‌کنندگان شرکت ساپکو با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و تحلیل عاملی رتبه‌بندی شدند. در ادامه، بر اساس نتایج حاصل از این مرحله و با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی میزان مطلوب سفارش از هر کدام از تأمین‌کنندگان جهت حداقل کردن هزینه‌های شرکت و حداکثر کردن مطلوبیت شرکت و همچنین حداکثر کردن کیفیت محصولات سفارش داده‌شده تعیین شد.

1. ادبیات موضوع

در اوایل دهه 1990، مؤسسه نولان نورتن بازوی تحقیقاتی KPMG، تحقیقی را با عنوان «اندازه‌گیری عملکرد سازمان‌های آینده» به‌عهده گرفت (Lamotte & Carter, 2000; Anderson, Lawrie & Shulver, 2000, p5) دیوید نورتن مدیر اجرایی این مؤسسه، به عنوان رهبر و رابرت کاپلان به عنوان مشاور آکادمیکی این پژوهش بود (Wongrassamee, Gardiner & Simmons, 2003, p3) بعد از یک سال تحقیق روی 12 شرکت، گروه چارچوبی جامع به نام «کارت امتیازی متوازن» را معرفی نمودند. نتیجه تحقیق طبق گفته کاپلان و نورتن مجموعه‌ای از معیارها بود که به مدیران بینش جامع و سریعی از کسب و کار می‌دهد. آن‌ها به این حقیقت پی بردند که شرکت‌ها نخواهند توانست

مزیت رقابتی خود را تنها با ایجاد و توسعه دارایی‌های مشهود حفظ نمایند. به عبارت دیگر «دارایی‌های نامشهود» یا «سرمایه ذهنی» عامل بحرانی موفقیت در ایجاد و حفظ مزیت رقابتی خواهد بود (Sime & Koh, 2001, p11).

کارت امتیازی متوازن شامل معیارهای مالی است که نتایج فعالیت‌های گذشته را نشان می‌دهد و همچنین در برگیرنده معیارهای عملیاتی در حوزه‌های رضایت مشتری، فرآیندهای داخلی و یادگیری و نوآوری است. این معیارها، محرک‌های عملکرد مالی آینده هستند (Kaplan & Norton, 1992, p6) و همچنین میزان پیشرفت جنبه‌هایی را نشان می‌دهد که به‌منظور دستیابی به «سرمایه ذهنی» و «دارایی‌های نامشهود» ضروری است (Sim & Koh, 2001, p8). به این ترتیب ضعف سیستم‌های اندازه‌گیری عملکرد سنتی در ارتباط با خلق ارزش از دارایی‌های نامشهود پوشانده می‌شد (Decoene & Gruggeman, 2006). چنان‌که نتایج تحقیقات 83 شرکت نشان می‌دهد BSC می‌تواند به عنوان ابزاری جهت پایش فرآیند ایجاد ارزش در بلندمدت استفاده شود (Sim & Koh, 2001, p12).

بدون شک مهم‌ترین تصمیم خرید، انتخاب و حفظ روابط نزدیک با تأمین‌کنندگان اندک و قابل اعتماد می‌باشد که هزینه‌های محصول را در عین حفظ کیفیت عالی محصول و خدمات پس از فروش مناسب کاهش می‌دهد. بنابراین رویکرد سیستماتیک به تصمیم‌گیری درباره خرید در زمینه شناخت تأمین‌کنندگان مناسب، نیاز ضروری شرکت‌های امروزی می‌باشند. در مسأله انتخاب تأمین‌کننده ویژگی‌های ضروری درباره انتخاب تأمین‌کننده را می‌بایست در نظر گرفت (Aissaoui & et al, 2006). چن و لین (2004) دیدگاهی جامع از ادبیات و 183 ویژگی شناخته‌شده برای ارزیابی گزینه‌ها در زنجیره تأمین معرفی کردند. این ویژگی ها بیشتر در 8 بعد دسته‌بندی شده بودند: (1) مالی، (2) مدیریت منابع انسانی، (3) ویژگی‌های صنعتی، (4) مدیریت دانش، (5) بازاریابی، (6) رقابت‌پذیری، (7) توسعه محصول و مدیریت لجستیک و (8) ساخت و هماهنگی روابط. بیش از 50 درصد ویژگی‌های ارزیابی بر اساس دو دسته آخر می‌باشد (Chen & Lin, 2004). ماروین و همکارانش (2004) اهمیت فرآیند انتخاب تأمین‌کننده را در تولید بررسی کرده‌اند و با ارزیابی تأمین‌کنندگان به دنبال بهبود کیفیت در فرآیند تولید بوده‌اند (Marvin & et al, 2004). رزمی و همکارانش (2008) از مدل TOPSIS فازی و ترکیب آن با برنامه‌ریزی خطی برای انتخاب تأمین‌کننده استفاده کردند (Razmi & et al, 2008). میخائیلوف (2002) رویکردی فازی برای انتخاب تأمین‌کننده در سازمان‌های مجازی ارائه نمود (Mikhailov, 2002). وی تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را با استفاده از فازی نمودن داده‌ها توسعه داد. چن و لین (2004) چارچوب تصمیم‌گیری فازی را برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب به کار بردند (Chen & Lin, 2004).

با مطالعه مقالات گوناگون در زمینه انتخاب تأمین‌کننده، برخی از جدیدترین تحقیقات صورت گرفته در این زمینه و معیارهای مورد استفاده جهت انتخاب تأمین‌کننده توسط این محققین در جدول 1 آمده‌است:

جدول (1) تحقیقات و معیارهای مورد استفاده در انتخاب تأمین‌کننده

عنوان تحقیق و نام محقق	معیارهای مورد استفاده
A Fuzzy linguistic computing approach to supplier selection (2010) Wen Pai Wang	1. کیفیت محصول: عملکرد محصول، سطح تکنولوژی 2. تحویل و توانایی برآورده نمودن سفارشات: سیکل زمانی سفارشات، تحویل به‌موقع، توانایی براورده نمودن سفارشات اضطراری، دقت و صحت در صدور قبض و اعتبارات، تخفیفات 3. قیمت و عملکرد کاهش هزینه: توان مالی، قیمت محصولات و خدمات، توانایی مهار هزینه‌ها 4. خدمات پستی فروش: راحتی برقراری ارتباطات، توانایی و تمایل به کمک به طراحی فرآیند، پشتیبانی و همکاری، خدمات پس از فروش
The Fuzzy ART algorithm: A categorization method for supplier evaluation and selection (2010) Gulsen Aydin Keskin, Sevinc Ilhan, Coskun Ozkan	***داشتن تجهیزات، کارکنان مناسب و کافی، تولید بخش‌های ایمن (محصولات ایمن و حیاتی)، داشتن ظرفیت مناسب تولید، وجود سیستم ارزیابی و کنترل، توانایی مدیریت تنوع، توانایی طراحی و بهبود، انجام تعهدات مالی، قیمت، بسته‌بندی، حمل‌ونقل، موقعیت جغرافیایی، تأثیرات محیطی و عملیات پیشگیرانه، ایمنی، مصرف منابع غیرقابل تجدید نظر و قابل بازیافت، توانایی تولید در مقیاس جهانی***
Single VS. multiple objective supplier selection in make to order environment (2010) Tadeusz Sawik	***ظرفیت تأمین‌کننده، هزینه سفارش، قیمت محصول، نرخ رشد، نرخ خرابی، نرخ دیرکرد تحویل، میزان خرید، هزینه ضایعات***
An integrated multi-objective decision making process multi-period lot-sizing with supplier selection (2008) Ozden Ustun, Ezgi Aktar Demirtas	***سود (کیفیت، خدمات)، هزینه‌ها، فرصت‌ها، ریسک***
A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain (2008) Sung Ho Ha, Ramayya Krishnan	***رضایتمندی، انعطاف‌پذیری، ریسک، اعتماد***
A material supplier selection model for property developers using Fuzzy Principal Component Analysis (2010) Ka-Chi Lam, Ran Tao, Mike Chun-Kit Lam	- هزینه: هزینه کل، ثبات قیمت - کیفیت: هزینه پیشگیری شکست، عملیات ارزیابی، استانداردهای کیفیت - خدمات: تحویل به‌موقع، پشتیبانی و همکاری تکنیکی، ارتباطات و همکاری - روابط تأمین‌کننده و خریدار: وفاداری مشتریان - تضمین تأمین و تدارک: توانمندی، انعطاف‌پذیری، اعتماد - ضوابط پرداخت - سابقه عملکرد: سابقه گذشته، اعتبار
An integrated multi-objective decision making for supplier selection with bundling problem (2009) Wann-Yih Wu, Badri Monir Sukoco, Chia-Ying Li, Shu Hui Chen	***مدیریتی، تکنیکی، عملیاتی، هزینه‌های ثابت، هزینه‌های متغیر***
Supplier selection model using Tagouchi loss function, analytical hierarchy process and multi-choice goal programming (2010) Chin-Nung Liao, Hsing-Pei Kao	***کیفیت، قیمت، زمان تحویل، خدمت‌دهی، خدمات پس از فروش، زمان رسیدگی به شکایات***
Supplier selection based on hierarchical potential support vector machine (2009) Xuesong Guo, Zhiping Yuan, Bojing Tian	***کیفیت، قیمت، گارانتی، تحویل، کاتالوگ، خدمات پس از فروش، پشتیبانی فنی، کمک‌های آموزشی، گرایشات، عملکرد و داده‌های تاریخی، توانایی تجارت الکترونیکی، توانایی بسته‌بندی، قابلیت نگهداری، میزان دوباره‌کاری، توافق‌های دو جانبه، ظاهر محصول، موقعیت مالی، موقعیت مکانی، پاسخگویی به مشتریان، کنترل عملیاتی، توانایی JIT، استفاده آسان، عملکرد زیست محیطی، اعتبار، سیستم ارتباطات، توانایی تولید، روابط نیروی کار، کاربرد تکنولوژی، کاربرد نوآوری، میزان تجارت***
Long term supplier selection using a combined Fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company (2009) Semih Onut, Selin Soner, Elif Isik	***هزینه، سابقه و اعتبار تأمین‌کننده، کیفیت محصول، زمان تحویل، وضعیت سازمانی، مدت زمان همکاری***
Applying hazardous substance management supplier selection using Analytical network process (2009) Chia-Wei Hsu, Allen H. Hu	***مدیریت تدارکات، R & D، فرآیند مدیریتی، کنترل کیفیت، مدیریت سیستم***
Supplier selection: A hybrid model using DEA decision tree neural network (2009) Desheng Wu	- ورودی‌ها (سیستم و عملیات مدیریت کیفیت، بازرسی، توانایی بهبود در فرآیندهای تولید، مدیریت شرکت، قابلیت طراحی و توسعه، قابلیت کاهش هزینه) - خروجی‌ها (کیفیت، قیمت، تحویل، عملکرد کاهش قیمت)
An integrated Fuzzy approach for supplier selection problem in SCM (2009) A. F. Guneri, Atakan Yucel, Gokhan Ayyildiz	***اعتبار و موقعیت در صنعت، عملکرد گذشته، حل تضاد و تعارض، قابلیت تحویل، ارتباطات نزدیک، رسیدگی به شکایات***
Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and FANP (2010) I. Ohamodrakes, D. Batis, D. Martakes	کیفیت (اصلاح مشکلات کیفی، نرخ خرابی)، هزینه‌های تحمیلی، تحویل (برآورد نمودن مقدار تقاضا، برآوردن تاریخ تحویل)، بهره‌وری در منابع (انرژی)
Supplier selection in agil supply selection: An information processing model and an illustration (2009) Xinxing Luo, Chang Wu, Duska Rosenberg, David Barnes	***توانایی مدیریتی و تکنولوژیکی، توانایی مالی، منابع شرکت، کیفیت***
Enhancing the efficacy of supplier selection decision making on the initial stage of new product development: A hybrid Fuzzy approach considering the strategic and operational factors simultaneously (2009) Chun Ying Shen, Kun-Tzu Yu	***سیکل زمانی، ارتباط، سازمان، خدمات، کیفیت***
A Fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, cost and risk (2009) Amy H. I. Lee	فرصت (ایجاد فرصت، رشد مشترک، تکنولوژی)، ریسک (پروفایل تأمین‌کننده، محدودیت‌های خریدار و تأمین-کننده، محدودیت‌های صنعت)، هزینه (هزینه ارتباطات و تبلیغات، هزینه تولید، هزینه حمل‌ونقل)، سود (تحویل، انعطاف، کیفیت)

همانطور که ذکر شد، در کلیه تحقیقات گذشته انتخاب تأمین‌کننده براساس معیارهای محدودی صورت گرفته است و بنابراین ارائه مدلی جامع که تمامی ابعاد مهم در انتخاب تأمین‌کننده را در نظر بگیرد ضروری به نظر می‌رسد، که در این مدل از رویکرد کارت امتیازی متوازن بدین منظور استفاده گردید.

2. اجرای مدل

2.1. شناسایی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت ساپکو

با مروری بر ادبیات پژوهش، بسیاری از معیارها شناسایی گردید که در مرحله اول توسط کارشناسان غربالگری شد و معیارهایی که همپوشانی داشتند کنار گذاشته شدند. در نهایت 161 معیار شناسایی شد. این معیارها بر مبنای کارت امتیازی متوازن و در 6 منظر؛ 1. فرآیندهای داخلی، 2. محصول و R&D، 3. مالی، 4. مشتری- بازار، مسئولیت اجتماعی و تعامل با ذینفعان، 5. فن‌آوری، 6. سازمانی، مدیریتی و منابع انسانی قرار گرفتند. سپس برای کاهش تعداد معیارها و انتخاب مهم‌ترین معیارها از آزمون فرض فازی استفاده شد. آزمون فرض فازی، تعمیم آزمون فرض کلاسیک می‌باشد که دارای ارزشی قطعی $\{0,1\}$ است. آزمون فرض فازی برای تعیین درجه درستی (نادرستی) یک فرضیه مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرضیه ممکن است شامل داده‌های قطعی یا فازی باشد. یک آزمون فرضیه، ارزشی در بازه $[0,1]$ تولید می‌نماید که بیانگر درجه درستی فرضیه تهی و فرضیه‌های جایگزین (برای داده‌های نمونه) می‌باشد. آزمون فرض فازی، فرضیه H_0 را به اندازه μ و فرضیه‌های جایگزین را به اندازه $(1-\mu)$ تأیید می‌نماید (آذر، فرجی، 1389). به‌طور کلی در آزمون فرض فازی هدف قبول یا رد یک فرضیه به‌صورت کامل نمی‌باشد، بلکه میزان (درجه) درستی هر یک از فرضیه‌ها بیان می‌شود. بنابراین، فرضیه‌های آزمون براساس طیف 7 تایی و برای هر معیار پیشنهادی تدوین شد. بر این اساس، معیارهایی انتخاب شدند که درجه تأیید آن‌ها از 66/7 درصد بیشتر است. جدول 2 معیارهای انتخاب‌شده و درجه تأیید آن‌ها را نشان می‌دهد.

2.2. ارزیابی اوزان برای شاخص‌ها

در اکثر مسائل MCDM به خصوص مسائل MADM نیاز به داشتن و دانستن اهمیت نسبی شاخص‌ها (یا اهداف) موجود داریم، به طوری که مجموع آن‌ها برابر واحد (نرمالیزه) شده و این اهمیت نسبی درجه ارجحیت هر شاخص (هدف) را نسبت به بقیه برای تصمیم‌گیری مورد نظر بسنجد (اصغرپور، 1385، 196).

در این پژوهش از روش آنتروپی برای ارزیابی اوزان شاخص‌های موجود استفاده گردید. آنتروپی یک مفهوم عمده در علوم فیزیکی، علوم اجتماعی و تئوری اطلاعات می‌باشد به‌طوری که نشان‌دهنده مقدار عدم‌اطمینان موجود از محتوای مورد انتظار اطلاعاتی از یک پیام است (اصغرپور، 1385، 196). وزن معیارها که با استفاده از روش آنتروپی محاسبه شده در جدول 2 آمده‌است:

جدول (2) معیارهای نهایی جهت انتخاب تأمین‌کننده شرکت ساپکو

منظر	معیار	درجه تأیید	وزن معیار	منظر	معیار	درجه تأیید	وزن معیار
فرآیند داخلی	انعطاف پذیری شرکت تأمین‌کننده به تغییر در حجم و تاریخ تحویل درخواست	0/74	0/0358	مسئولیت اجتماعی، مشتری و بازار	هزینه توقف	0/69	0/0221
	زمان تأخیر شرکت تأمین‌کننده	0/79	0/0299		تعداد توقف	0/74	0/0222
	امتیاز عملکرد گذشته شرکت تأمین‌کننده	0/73	0/0361		سطح روابط و همکاری شرکت تأمین‌کننده و شرکت ساپکو	0/69	0/0359
	تعداد قطعات تأمینی توسط تأمین‌کننده	0/68	0/0319		PPM	0/71	0/0232
مالی	ثبات قیمت	0/73	0/0358		رضایت مشتری IK	0/68	0/0355
	میزان فروش IK	0/69	0/0235		رضایت مشتری غیر IK	0/74	0/0359
	هزینه حمل هر واحد قطعه	0/7	0/0279		تصویر جامعه از شرکت تأمین‌کننده	0/72	0/0359
	وضعیت و ثبات مالی شرکت تأمین‌کننده	0/69	0/0357	سازمانی، مدیریتی و منابع انسانی	تناسب استراتژیک شرکت تأمین‌کننده با شرکت ساپکو	0/67	0/0358
	میزان فروش غیر IK	0/74	0/0273		ثبات سازمانی و مدیریتی	0/69	0/0357
محصول و R&D	توانایی در طراحی قطعات	0/71	0/0356		سابقه همکاری	0/78	0/0354
	مدت زمان ساخت نمونه اولیه قطعات جدید	0/65	0/0357		شهرت و اعتبار شرکت تأمین‌کننده	0/71	0/0352
	انعطاف‌پذیری تأمین‌کننده به درخواست جدید	0/83	0/0356		تعهد سازمانی	0/70	0/0359
	قابلیت اطمینان قطعات	0/79	0/0359				
فناوری اطلاعات	رضایت کاربران	0/69	0/0362				
	پوشش سرویس‌های IT کاربران	0/71	0/0761				
	پوشش سیستم‌های اطلاعاتی با فرآیندهای کلیدی	0/71	0/0362				

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

3. رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان شرکت ساپکو با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

پس از تعیین معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت ساپکو رتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از تکنیک‌های TOPSIS و VIKOR صورت گرفت.

1.3. رتبه‌بندی با TOPSIS

در این روش، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از نرم اقلیدسی نرمالایز شده، و سپس ماتریس نرمالایز شده در بردار وزن ضرب شده تا بردار نرمالایز وزین حاصل شود و ایده‌آل‌های مثبت و منفی محاسبه شود. در مرحله بعد فاصله گزینه‌ها با روش اقلیدسی از ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه می‌گردد و در نهایت نزدیکی نسبی هر گزینه به راه حل ایده‌آل محاسبه می‌گردد.

2.3. رتبه‌بندی با VIKOR

در روش VIKOR پس از تشکیل ماتریس تصمیم، بی‌مقیاس‌سازی خطی و تعیین بهترین و بدترین مقدار از میان مقدارهای موجود، S، Q و R محاسبه می‌شوند.

در گروه Q گزینه‌ای به عنوان گزینه برتر انتخاب می شود که بتواند دو شرط زیر را ارضاء کند:

الف- شرط1: اگر $A^{(1)}$ و $A^{(2)}$ به ترتیب اولین و دومین گزینه برتر در گروه Q و n بیانگر تعداد گزینه‌ها باشد، رابطه زیر برقرار باشد:

$$Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \geq \frac{1}{n-1}$$

ب- شرط2: گزینه $A^{(1)}$ باید حداقل در یکی از گروه‌های R و S به عنوان رتبه برتر شناخته شود.

زمانی که شرط اول برقرار نباشد، مجموعه‌ای از گزینه‌ها به صورت زیر به عنوان گزینه‌های برتر انتخاب می‌شوند:

گزینه‌های برتر= $A^{(1)}, A^{(2)}, \ldots, A^{(M)}$

بیشترین مقدار M با توجه به رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Q(A^{(M)}) - Q(A^{(1)}) < \frac{1}{n-1}$$

زمانی که شرط دوم برقرار نباشد دو گزینه $A^{(1)}$ و $A^{(2)}$ به‌عنوان گزینه‌های برتر انتخاب می‌شوند.

جدول 3 رتبه‌بندی شرکت‌های تأمین‌کننده براساس تکنیک‌های TOPSIS و VIKOR را نشان می‌دهد:

جدول (3) رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ساپکو با استفاده از تکنیک‌های TOPSIS و VIKOR

نام تأمین‌کننده	TOPSIS				VIKOR					
	d^-	d^+		رتبه		رتبه		رتبه		رتبه نهایی
واثق فورج	0/041	0/048	0/530	14	0/5055	16	0/0740	14	0/5908	13
لولا خودرو	0/041	0/052	0/559	11	0/3899	7	0/1542	24	0/3432	3
صنایع خودرو پیوند توسعه	0/038	0/039	0/502	20	0/3887	6	0/0740	14	0/6861	19
شایان کاو	0/043	0/041	0/486	21	0/4902	12	0/0555	5	0/6822	18
تولید منابع تغذیه الکترونیک	0/040	0/042	0/511	18	0/4385	9	0/1357	22	0/3825	6
فراکلون	0/029	0/055	0/651	2	0/1977	2	0/0382	3	0/9946	24
صنعتی کوبن مبدل فرد	0/036	0/057	0/615	4	0/5166	17	0/0740	14	0/5818	12
تهران تکنیک	0/047	0/051	0/522	16	0/8107	24	0/0704	13	0/3573	4
کوثر صنعت ابرار	0/041	0/045	0/522	15	0/1308	1	0/1419	23	0/1993	1
سازه پویش	0/025	0/057	0/698	1	0/2492	3	0/0591	6	0/8635	22
توانا نیکان قالب	0/058	0/034	0/369	24	0/5880	19	0/1172	21	0/3395	2
صدر صنعت پایدار	0/038	0/054	0/586	8	0/5012	13	0/0678	8	0/6206	16
غرب استیل	0/032	0/056	0/637	3	0/4685	10	0/0864	18	0/5684	11
سیم کون	0/047	0/048	0/505	19	0/7911	23	0/0740	14	0/3579	5
کلاچ سازی شایان صنعت	0/035	0/050	0/587	7	0/3803	5	0/0370	2	0/8508	21
راه فدک قطعه	0/039	0/049	0/558	12	0/4731	11	0/0678	8	0/6435	17
مهندسی تولیدی قطعات خودرو	0/044	0/046	0/514	17	0/3130	4	0/0369	1	0/9060	23
قالبسازی و قطعه زنی امید اتحاد پارت	0/037	0/048	0/564	9	0/5189	18	0/0678	8	0/6062	14
گروه صنعتی آراد غرب	0/038	0/054	0/589	6	0/6146	20	0/0987	20	0/3966	7
آوام صنعت	0/039	0/050	0/561	10	0/5020	14	0/0678	8	0/6200	15
زیبا فراز پارس	0/049	0/040	0/448	23	0/7361	22	0/0695	12	0/420	8
آذر صنعت اسکو	0/045	0/043	0/484	22	0/7298	21	0/0668	7	0/4384	9
مهد خودرو طوس	0/034	0/051	0/600	5	0/4066	8	0/0432	4	0/8031	20
میلاد قم	0/041	0/049	0/584	13	0/5025	15	0/0864	18	0/5407	10

جدول 5 نشان می‌دهد که شرکت سازه پویش بر اساس تکنیک TOPSIS دارای بالاترین رتبه می‌باشد. همچنین کوثر صنعت ابرار در روش VIKOR دارای رتبه بالاتری نسبت به سایر شرکت‌های تأمین کننده می‌باشد.

3.3. رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با ترکیب تحلیل عاملی و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

با توجه به فرض عدم وابستگی ابتدایی، نمی‌توان تأثیرات همبستگی و بازخورد را نادیده گرفت. هر چند در بسیاری از پژوهش‌ها این امر نادیده گرفته می‌شود. به هر حال در تصمیم‌گیری‌های جهان واقع، معمولاً تأثیرات بازخورد و وابستگی‌ها پدیدار می‌گردند. در این پژوهش با استفاده از تحلیل عاملی، مسأله وابستگی بین شاخص‌ها حذف شده و عامل‌های ناهم‌بسته جدید به عنوان ورودی در ماتریس تصمیم‌گیری وارد شدند و سپس با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، کار رتبه‌بندی انجام گردید.

قبل از انجام تحلیل عاملی، مقادیر مربوط به تصمیم‌گیری بی‌مقیاس‌سازی گردید. در بی‌مقیاس‌سازی خطی مقادیر بدست‌آمده مقداری بین صفر تا یک است. این مقیاس خطی است و کلیه نتایج را به یک نسبت خطی می‌کند، بنابراین وضعیت شاخص‌ها و نتایج آن‌ها یکسان باقی می‌ماند (مؤمنی،1385، 11).

در جدول 4 مقدار واریانسی که توسط متغیرهای ابتدایی، مؤلفه‌های استخراجی و مؤلفه‌ها پس از چرخش تبیین می‌گردد، در سه بخش نشان داده شده‌است:

جدول (4) میزان واریانس تبیین‌شده عامل‌ها قبل و بعد از چرخش

Total Variance Explained

Component	values Initial Eigen			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۱۲,۶۰۶	٤۳,٤٦۸	٤۳,٤٦۸	۱۲,۶۰۶	٤۳,٤٦۸	٤۳,٤٦۸	۱۱,٥٤۷	۳۹,۸۱٦	۳۹,۸۱٦
۲	۳,۰۲۰	۱۰,٤۱٥	٥۳,۸۸۳	۳,۰۲۰	۱۰,٤۱٥	٥۳,۸۸۳	۲,۷٤۷	۹,٤۷۲	٤۹,۲۸۸
۳	۲,۷٦۲	۹,٥۲٥	٦۳,٤۰۸	۲,۷٦۲	۹,٥۲٥	٦۳,٤۰۸	۲,٦۰۱	۸,۹٦۸	٥۸,۲٥٦
٤	۱,۷۹۰	٦,۱۷۱	٦۹,٥۷۹	۱,۷۹۰	٦,۱۷۱	٦۹,٥۷۹	۲,٥۰۱	۸,٦۲۳	٦٦,۸۷۹
٥	۱,٤٤٦	٤,۹۸٥	۷٤,٥٦٤	۱,٤٤٦	٤,۹۸٥	۷٤,٥٦٤	۱,۸۹۸	٦,٥٤٦	۷۳,٤۲٥
٦	۱,۲٤٦	٤,۲۹۸	۷۸,۸٦۲	۱,۲٤٦	٤,۲۹۸	۷۸,۸٦۲	۱,٥۷۷	٥,٤۳۷	۷۸,۸٦۲
۷	.۹۷۹	۳,۳۷۷	۸۲,۲۳۸						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

بخش اول مقادیر ویژه متغیرهای ابتدایی را نشان می‌دهد. ستون کل در این بخش مقدار واریانسی که توسط هر مؤلفه در متغیرهای ابتدایی تبیین می‌شود (یا همان مقدار ویژه) مشخص گردیده‌است. ستون درصد واریانس، نسبت درصد واریانسی را که توسط این مؤلفه تبیین می‌شود به کل واریانس تبیین‌شده در تمام متغیرها نشان می‌دهد. مقادیر این بخش از تقسیم مقدار ویژه بر تعداد مؤلفه‌ها بدست می‌آید. در ستون بعد نیز درصد تجمعی واریانس تبیین‌شده هر مؤلفه آورده شده‌است.

بخش دوم، محاسبات مربوط به مؤلفه‌های استخراجی را نشان می‌دهد. در این جا از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای استخراج عامل‌ها استفاده گردید. همان‌طور که مشخص است با استفاده از این 6 عامل نزدیک به 0/7862 درصد از واریانس تبیین می‌گردد. در بخش سوم، محاسبات مربوط به مقادیر ویژه و مقدار واریانس تبیین‌شده عامل‌ها پس از چرخش عاملی مشخص گردیده‌است. در اینجا از روش اکواماکس به دلیل برخورداری از مزیت هر دو روش واریماکس و کوارتیماکس استفاده گردید. همان طور که قبلاً بیان گردید، در چرخش عامل‌ها درصد تجمعی واریانس تبیین‌شده با حالت قبل از چرخش تفاوتی نمی‌کند، اما درصد واریانس تبیین‌شده به‌طور یکنواخت‌تری نسبت به قبل بین عامل‌ها توزیع شده‌اند.

سپس بارهای عاملی قبل و بعد از چرخش محاسبه شد. بارهای عاملی، همبستگی متغیرها با عامل است، به‌عبارت دیگر بارهای عاملی، ترکیب وزن‌دار متغیرهایی است که به بهترین صورت واریانس را تبیین می‌کند (کلاین، 1380، 51).

برای رتبه‌بندی شرکت‌های تأمین‌کننده در این مرحله نیاز به شناسایی اهمیت نسبی عامل‌های جدید داریم. وزن شاخص‌های (عامل‌های) جدید بدین‌گونه محاسبه گردید:

$$W_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} w_i (l_{ij})^2}$$

در این رابطه:

w_j وزن عامل‌های استخراجی با استفاده از تحلیل عاملی و w_i وزن شاخص‌ها و L_{ij} بار عامل j ام بر روی شاخص i ام است.

پس از محاسبه w_j وزن تعدیل‌شده شاخص‌ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$w_j^{-} = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^{F} w_j}$$

بارهای عاملی، همبستگی‌های متغیرها با عوامل هستند (کلاین،1380، 51). زمانی که عوامل، ناهمبسته (مستقل) است، بارهای عاملی هم همبستگی متغیر با عوامل را نشان می‌دهد و هم به عنوان وزن برای پیش‌بینی متغیر از روی عوامل به کار برده می‌شود (کلاین،1380، 52). در این‌جا از مجذور بارهای عاملی برای سنجش میزان همبستگی عامل‌ها با شاخص‌های قبلی استفاده می‌گردد. وزن عامل‌ها طبق جدول 5 است:

جدول (5) وزن عامل‌های جدید شناسایی‌شده

فاکتور	1 Factor	2 Factor	3 Factor	4 Factor	5 Factor	6 Factor
وزن	0/303	0/163	0/158	0/112	0/127	0/137

هر چند در بسیاری از مطالعات نیازی به نمره‌های عاملی نیست (هومن، 1385، 439). اما در این پژوهش با توجه به این که هدف تحلیل عاملی، دستیابی به شاخصهای ناهمبسته است، باید نمره‌های عاملی برای استفاده در روش‌های

تصمیم‌گیری چندشاخصه، محاسبه گردند. با توجه به این که عامل به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی استخراج گردید، می‌توان به نمره‌های عاملی دقیق دست یافت، در حالی که به استثنای PCA هیچ یک از روش‌های تحلیل عاملی، نمره‌های دقیق به دست نمی‌دهد و برای مدل عامل مشترک، ناگزیر باید آن‌ها را برآورد نمود (هومن، 1385، 440). دلیل این مطلب آن است که روش تحلیل مؤلفه‌ای، مولفه‌های اصلی را که به عنوان معادله‌های دقیق ریاضی متغیرهای اصلی تعریف شده‌است، استخراج می‌کند و به هیچ مفروضه‌ای درباره ساختار عمومی متغیرها نیاز ندارد و بر پایه این روش، یک متغیر می‌تواند به تعدادی مؤلفه تجزیه شود و از این مؤلفه‌ها پیش‌بینی دقیقی به عمل آورد (هومن، 1385، 440). ماتریس نمره‌های عاملی به عنوان ماتریس تصمیم این مرحله به شمار می‌آید. سپس رتبه شرکت‌های تأمین‌کننده با استفاده تکنیک‌های TOPSIS و VIKOR مجدداً محاسبه شد. جدول6 رتبه شرکت‌های تأمین‌کننده ساپکو را نشان می‌دهد:

جدول (6) رتبه‌بندی شرکت‌های تأمین‌کننده براساس تحلیل عاملی و تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

نام تأمین‌کننده	TOPSIS				VIKOR					
	d^+	d^-		رتبه		رتبه		رتبه		رتبه نهایی
واثق فورج	0/056	0/023	0/293	19	0/645	22	0/161	19	0/492	19
لولا خودرو	0/056	0/044	0/442	13	0/627	19	0/154	17	0/457	17
صنایع خودرو پیوند توسعه	0/035	0/045	0/560	10	0/511	11	0/124	9	0/267	9
شایان کاو	0/054	0/032	0/373	16	0/609	17	0/116	13	0/355	13
تولید منابع تغذیه الکترونیک	0/052	0/040	0/438	15	0/585	15	0/149	15	0/402	15
فراکلون	0/023	0/090	0/797	1	0/319	1	0/124	1	0/050	1
صنعتی کوبن مبدل فرد	0/041	0/067	0/622	6	0/477	8	0/137	8	0/258	8
تهران تکنیک	0/069	0/023	0/253	21	0/626	18	0/267	23	0/704	23
کوثر صنعت ابرار	0/071	0/014	0/167	23	0/734	24	0/184	20	0/640	20
سازه پویش	0/023	0/080	0/776	2	0/359	2	0/119	2	0/099	2
توانا نیکان قالب	0/049	0/029	0/368	17	0/606	16	0/134	14	0/392	14
صدر صنعت پایدار	0/032	0/046	0/590	9	0/486	9	0/098	7	0/182	7
غرب استیل	0/049	0/038	0/438	14	0/582	14	0/154	16	0/410	16
سیم گون	0/088	0/016	0/152	24	0/716	23	0/303	24	0/881	24
کلاچ سازی شایان صنعت	0/042	0/037	0/471	12	0/527	12	0/136	11	0/311	11
راه فدک قطعه	0/026	0/057	0/689	3	0/425	4	0/101	3	0/122	3
مهندسی تولیدی قطعات خودرو	0/039	0/042	0/522	11	0/509	10	0/149	12	0/319	12
قالبسازی و قطعه‌زنی امید اتحاد پارت	0/027	0/049	0/646	4	0/432	5	0/107	5	0/145	5
گروه صنعتی آراد غرب	0/036	0/056	0/611	8	0/445	6	0/158	10	0/270	10
آوام صنعت	0/029	0/046	0/618	7	0/450	7	0/097	4	0/143	4
زیبا فراز پارس	0/064	0/019	0/228	22	0/634	21	0/245	21	0/665	21
آذر صنعت اسکو	0/066	0/026	0/285	20	0/579	13	0/276	22	0/673	22
مهد خودرو طوس	0/030	0/050	0/623	5	0/424	3	0/122	6	0/168	6
میلاد قم	0/056	0/025	0/312	18	0/627	20	0/165	18	0/482	18

بر اساس جدول فوق شرکت فراکلون در دو تکنیک TOPSIS و VIKOR دارای بالاترین رتبه می‌باشد.

هر روش منجر به رتبه‌بندی متفاوت از دیگر روش‌های رتبه‌بندی شده‌است. برای بررسی تفاوت رتبه‌بندی هر یک از روش‌ها از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن استفاده گردید که نتایج بدست‌آمده از ضریب همبستگی اسپیرمن در جدول 7 آمده‌است. اگر صفات دو متغیر کیفی و یا کمی بوده اما متعلق به جامعه نرمال نباشند، برای بررسی همبستگی بین دو صفت می‌توان از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن که یک آزمون ناپارامتری است، استفاده‌نمود (صالحی‌صدقیانی و ابراهیمی، 1386، 214).

جدول (7) ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن شرکت‌های تأمین‌کننده در هر یک از روش‌های رتبه‌بندی

Correlations

		TOPSIS	VIKOR	PCA-TOPSIS	PCA-VIKOR
TOPSIS	Correlation Coefficient	1,000	-.431*	.711**	.625**
	Sig. (2-tailed)	.	.035	.000	.001
VIKOR	Correlation Coefficient	-.431*	1,000	-.685**	-.714**
	Sig. (2-tailed)	.035	.	.000	.000
PCA-TOPSIS	Correlation Coefficient	.711**	-.685**	1,000	.964**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.	.000
PCA-VIKOR	Correlation Coefficient	.625**	-.714**	.964**	1,000
	Sig. (2-tailed)	.001	.000	.000	.

***. Correlation is significant at the 0,05 level (2-tailed).**

****. Correlation is significant at the 0,01 level (2-tailed).**

نتایج نشان می‌دهد که روش تاپسیس در دو حالت استفاده از تحلیل عاملی و بدون استفاده از تحلیل عاملی دارای ارتباط هستند. همچنین روش تاپسیس و ویکور پس از استفاده از تحلیل عاملی دارای ارتباط بسیار بالایی با یکدیگرند و نتایج آن‌ها بسیار نزدیک به هم می‌باشد. در جدول 7 ارتباط بین سایر روش‌ها نیز آمده‌است.

4. تعیین اندازه انباشته جهت تخصیص به هر تأمین‌کننده (ساخت مدل برنامه‌ریزی آرمانی)

در این مرحله با در نظر داشتن اهداف، پارامترها، محدودیت‌ها، و همچنین مفروضات بیان‌شده، اقدام به ساخت مدل جهت تعیین اندازه انباشته (میزان سفارش تخصیص‌یافته به هر تأمین‌کننده) شده‌است. این اقدام را می‌توان بصورت گام‌های زیر بیان نمود:

- تعیین آرمان‌ها: به منظور مشخص نمودن اهداف (آرمان‌ها) در این تحقیق، محقق ابتدا مطالعات گذشته مورد توجه قرار داده‌است. بر این اساس، با بررسی ادبیات مربوط به انتخاب تأمین‌کننده و همچنین نظرخواهی از مدیران و کارشناسان شرکت ساپکو، اهداف حداقل کردن هزینه خرید (شامل قیمت خرید و هزینه حمل و نقل)،

حداکثر کردن کیفیت کالای خریداری‌شده که در متون مربوطه از بیشترین تکرار برخوردار بوده‌اند، بعنوان اهداف اصلی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. لازم به ذکر است که در مورد آرمان دوم می‌توان به جای تابع حداکثر کردن کیفیت کالاهای خریداری‌شده، تابع حداقل کردن کالاهای ردشده را لحاظ کرد، که در این تحقیق بکار گرفته شده‌است. قیمت‌های خرید کالاهای مورد بررسی قرار گرفته در مدل و همچنین درصد پذیرش آن‌ها نیز، از مستندات خرید شرکت استخراج گردیده‌است. حداکثر کردن خروجی رویکرد تاپسیس و ویکور (در دو حالت استفاده از تحلیل عاملی و بدون استفاده از تحلیل عاملی) که در برگیرنده اوزان نهایی کسب‌شده توسط تأمین‌کنندگان در قبال سایر معیارها بوده، که تابع مطلوبیت نامیده می‌شود، نیز به عنوان هدف سوم در نظر گرفته شده‌است. محدودیت‌های آرمانی فوق را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

$$d^- - d^+ = k + \sum_i \sum_j p_{ij} * x_{ij}$$

$$d^- - d^+ = m + \sum_i \sum_j a_{ij} * x_{ij}$$

$$d^- - d^+ = n + \sum_i \sum_j s_j * x_{ij}$$

- تعیین پارامترها و محدودیت‌های ساختاری مدل: به منظور مشخص نمودن پارامترها و محدودیت‌های مدل از رویکردی مشابه گام قبل استفاده‌شد. بدین ترتیب با مطالعه ادبیات، مدارک و اسناد موجود و همچنین برگزاری جلسات با مدیران و کارشناسان شرکت، پارامترها و محدودیت‌های مدل به صورت زیر استخراج گردید.

تعریف متغیرهای تصمیم مدل:

متغیرهای تصمیم مورد استفاده در مدل را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:

x_{ij} مقدار خرید کالای i از تأمین‌کننده j

محدودیت‌های بیان شده در مدل را می‌توان به 4 دسته تقسیم کرد:

1. محدودیت مربوط به پوشش تمامی تقاضا توسط تأمین‌کننده:

$$\forall_i = \sum_j x_{ij} \qquad D_i$$

2. محدودیت مربوط به ظرفیت تأمین‌کنندگان:

$$x_{ij} \leq C_{ij}$$

3. محدودیت سیاستی ساپکو (حداقل خرید از برخی از تأمین‌کنندگان):

$$\sum_j x_{ij} * x_{ij} \geq v_j$$

4. محدودیت‌های غیرمنفی بودن متغیرها:

$$\forall_{i,j} Integer \qquad 0 \quad and \; x_{ij} \geq$$

پارامترهای مورد استفاده در مدل عبارتند از:

k حداکثر هزینه اختصاصی شرکت ساپکو برای خرید محصولات مورد نظر

سطح کیفی مورد انتظار شرکت ساپکو	m
سطح مطلوبیت مورد انتظار شرکت ساپکو	n
نرخ برگشتی کالای i از تأمین‌کننده j	A_{ij}
هزینه خرید کالای i از تأمین‌کننده j	P_{ij}
امتیاز تأمین‌کننده j	s_j
میزان تقاضای کالای i	D_i
ظرفیت تأمین‌کننده j برای تولید کالای i	C_{ij}
درصد خرید از تأمین‌کننده j ام	v_j

ساخت زیر مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح چندهدفه: پس از مشخص‌شدن آرمان‌ها، پارامترها و محدودیت‌های مدل به ساخت مدل اقدام گردید. این مدل از چارچوب استاندارد برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح آرمانی پیروی می‌کند. لازم به ذکر است با توجه به اینکه ظرفیت تک‌تک تأمین‌کنندگان برای تولید اقلام مورد مطالعه، بیشتر از تقاضا بوده‌است، بنابراین، این محدودیت در مدل عددی لحاظ نشده‌است.

پس از طراحی و اجرای مدل لازم است تا نتایج بدست‌آمده از آن بررسی شده و صحت آن در معرض محک قرار گیرند. در این تحقیق، جهت اعتبارسنجی مدل، سعی شد که از تمامی راه‌های موجود برای اعتبارسنجی مدلسازی ریاضی زنجیره‌تأمین استفاده شود. نخست، مدل‌های ریاضی معتبر که توسط افراد سرشناس در مدلسازی ریاضی زنجیره‌تأمین ارائه شده‌است، مبنای طراحی مدل تحقیق قرار گرفته‌شد. سپس از نظر خبرگان و اهل فن مدلسازی در خصوص مدل مورد مطالعه استفاده‌شد. در پایان، سعی شد نتایج حاصل از مدل با وضعیت موجود مقایسه شود. لازم به ذکر است که مدل فوق 4 بار اجرا گردید، که در هر بار اجرا، وزن‌های حاصل از یکی از روش‌های رتبه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. مقایسه خروجی مدل‌های حاضر با مقادیر خرید در دوره زمانی مورد نظر نتایج جدول 8 را در پی داشت:

جدول (8) نتایج حاصل از مقایسه خروجی‌های مدل با وضعیت موجود

مدل شماره 1 (استفاده از نتایج تکنیک تاپسیس)	14 درصد کاهش هزینه
	25 درصد افزایش کیفیت
	4 درصد کاهش در مطلوبیت
مدل شماره 2 (استفاده از نتایج تکنیک ویکور)	2 درصد افزایش هزینه
	39 درصد افزایش در کیفیت
	11 درصد افزایش مطلوبیت
مدل شماره 3 (استفاده از نتایج ترکیب تکنیک‌های تاپسیس و تحلیل عاملی)	3 درصد کاهش هزینه
	39/5 درصد افزایش کیفیت
	7 درصد کاهش مطلوبیت
مدل شماره 4 (استفاده از نتایج ترکیب تکنیک‌های ویکور و تحلیل عاملی)	9 درصد کاهش هزینه
	38 درصد افزایش کیفیت
	3/2 درصد افزایش مطلوبیت

با توجه به نتایج مشخص می‌شود که مدل شماره 4 توانسته است تمامی اهداف فوق را برآورده کند. این مدل که بر اساس وزن‌های حاصل از روش‌های ویکور و تحلیل عاملی است، توانسته هزینه‌ها را 9 درصد کاهش، کیفیت و مطلوبیت را 38 و 3/2 درصد افزایش دهد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مدل تحقیق، مدل مطلوبی می‌باشد و می‌تواند محققین را در دستیابی به اهداف یاری نماید.

نتیجه‌گیری

این تحقیق در دو بخش کلی صورت گرفت؛ بخش اول به دنبال شناسایی عوامل تأثیرگذار بر انتخاب تأمین‌کننده و ارزیابی و رتبه‌بندی آن‌ها بود و بخش دوم با استفاده از مدلسازی ریاضی و وزن‌های حاصل از روش‌های رتبه‌بندی میزان مطلوب سفارش از هر تأمین‌کننده تعیین شد. این تحقیق بر روی قطعات گروه بدنه در شرکت ساپکو صورت گرفت. بدین منظور ابتدا لازم بود معیارهای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان شناسایی شود. شناسایی معیارها بر مبنای رویکرد کارت امتیازی متوازن و با مطالعه ادبیات موضوع صورت گرفت. در ابتدا 161 معیار در 6 منظر شناسایی گردید، سپس با استفاده از آزمون فرض فازی مهم‌ترین معیارهای هر منظر شناسایی شد. در این پژوهش، 29 معیار که دارای درجه تأیید بالاتر از 0/67 بودند، انتخاب گردید. مهم‌ترین معیار در ارزیابی تأمین‌کنندگان شرکت ساپکو عملکرد گذشته شرکت‌های تأمین‌کننده و زمان تأخیر شرکت تأمین‌کننده است. سپس با استفاده از دو روش تاپسیس و ویکور تأمین‌کنندگان شرکت ساپکو رتبه‌بندی شدند. از آن‌جا که ممکن است بین شاخص‌های رتبه‌بندی، وابستگی وجود داشته باشد، نتایج رتبه‌بندی می‌تواند گمراه‌کننده باشد. از این‌رو با استفاده از تحلیل عاملی، عامل‌های جدید شناسایی و ماتریس تصمیم جدید تشکیل گردید. در ادامه، رتبه‌بندی شرکت‌های تأمین‌کننده با استفاده از روش‌های تاپسیس و ویکور مجدداً محاسبه شد. ضریب رتبه‌ای اسپیرمن نشان داد که نتایج روش تاپسیس در دو حالت استفاده از تحلیل عاملی و بدون استفاده از تحلیل عاملی با یکدیگر دارای ارتباط هستند. همچنین نتایج روش تاپسیس و ویکور پس از استفاده از تحلیل عاملی تفاوت چندانی با هم نداشته و به‌عبارتی شباهت بسیاری با هم دارند. در قسمت دوم این پژوهش، پس از تعیین وزن شرکت‌های تأمین‌کننده میزان مطلوب سفارش قطعات از هر یک از تأمین‌کنندگان مشخص گردید. بدین‌منظور مدل برنامه‌ریزی آرمانی طراحی شد. 3 هدف با اولویت بالاتر این شرکت؛ حداقل کردن هزینه، حداکثر کردن کیفیت و حداکثر کردن مطلوبیت می‌باشد. محدودیت‌های ساختاری شناسایی‌شده نیز محدودیت تقاضا و عرضه است. در این مدل، جهت حداکثر کردن مطلوبیت از وزن‌های شرکت‌ها در رتبه‌بندی با استفاده از روش تاپسیس و ویکور در دو حالت استفاده از تحلیل عاملی و بدون استفاده از تحلیل عاملی بکار گرفته شد. نتایج نشان داد که؛ استفاده از وزن‌های رتبه‌بندی با روش ویکور در حالت استفاده از تحلیل عاملی می‌تواند تمامی اهداف را برای شرکت ساپکو فراهم آورد. در این حالت، 9 درصد کاهش هزینه، 38 درصد افزایش کیفیت و 3/2 درصد افزایش مطلوبیت حاصل شد.

منابع

آذر، عادل، فرجی، حجت (1389). علم مدیریت فازی. تهران: نشر اجتماع..

اصغرپور، محمد جواد (1385). تصمیم‌گیری چندمعیاره. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ چهارم.

صالحی صدقیانی، جمشید و ابراهیمی، ایرج (1386). تحلیل آماری پیشرفته .چاپ دوم، تهران: نشر هستان.

کلاین، پل (1380). راهنمای آسان تحلیل عاملی، (ترجمه سیدجلال صدرالسادات و اصغر مینایی)، انتشارات سمت.

مؤمنی، منصور (1385). مباحث نوین تحقیق در عملیات. دانشگاه تهران، دانشکده مدیریت.

هومن، حیدرعلی و عسگری، علی (1384). تحلیل عاملی، دشواری‌ها و تنگناهای آن. مجله‌ی روان‌شناسی و علوم تربیتی، سال 35، شماره 2.

هومن، حیدر (1385). تحلیل داده‌های چند متغیره در پژوهش رفتاری. تهران: پیک فرهنگ.

Aissaoui N , Haouari M , Hassini E(۲۰۰۷). Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. Computers & Operations Research ۳٤, ۳۵۱٦-۳۵٤۰.

Amy H. I. Lee (۲۰۰۹). A Fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, cost and risk, Expert Systems with Applications, ۳٦, ۲۸۷۹-۲۸۹۳.

Andersen, H. V., Lawrie, G. and shulver, M. (۲۰۰۰). The balanced Scorecard VS. The EFQM Business Excellence model. ۲GC Limited.

Chia-Wei Hsu, Allen H. Hu (۲۰۰۹). Applying hazardous substance management supplier selection using Analytical network process, Journal of Cleaner Production, ۱۷, ۲۵۵-۲٦٤.

Chin-Nung Liao, Hsing-Pei Kao (۲۰۱۰). Supplier selection model using Tagouchi loss function, analytical hierarchy process and multi-choice goal programming, Computers & Industrial Engineering, ۵۸, ۵۷۱-۵۷۷.

Chun Ying Shen, Kun-Tzu Yu (۲۰۰۹). Enhancing the efficacy of supplier selection decision making on the initial stage of new product development: A hybrid Fuzzy approach considering the strategic and operational factors simultaneously, Expert Systems with Applications, ۳٦, ۱۱۲۷۱-۱۱۲۸۱.

Decoene, V. & Bruggeman, W. (۲۰۰٦). Strategic alignment and middle-level managers motivation in a Balanced Scorecard setting. International journal of Operations & Production Management, ۲٦(٤), ٤۲۹-٤٤۸.

Desheng Wu (۲۰۰۹). Supplier selection: A hybrid model using DEA decision tree neural network, Expert System, Appl ۳٦(۵), ۹۱۰۵-۹۱۱۲.

Dulmin. R, Mininno. V, (۲۰۰۳), Supplier selection using a multi-criteria decision aid method, Journal of Purchasing & Supply Management , ۹, ۱۷۷- ۱۸۷.

Gulsen Aydin Keskin, Sevinc Ilhan, Coskun Ozkan (۲۰۱۰). The Fuzzy ART algorithm: A categorization method for supplier evaluation and selection, Expert Systems with Applications ۳۷, ۱۲۳۵-۱۲٤۰

.

Guneri A. F., Atakan Yucel, Gokhan Ayyildiz (۲۰۰۹). An integrated Fuzzy approach for supplier selection problem in SCM, Expert Sytem With Applications, ۳٦, ۹۲۲۳-۹۲۲۸.

Ka-Chi Lam, Ran Tao, Mike Chun-Kit Lam (۲۰۱۰). A material supplier selection model for property developers using Fuzzy Principal Component Analysis, Automation In Construction, ۱۹, ٦۰۸-٦۱۸.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (۱۹۹٦). The balanced scorecard translating strategy into action. Boston: Harvard Business School Press.

Kaplan, R. S., & Norton, D. (۱۹۹۲). The balanced scorecard measures that drive performance. Harvard Business Review, ۷۰(۱), ۷۱- ۷۹

.

Lamotte, G & Carter, G. (۲۰۰۰), Are the Balanced Scorecard and the EFQM Excellence model Mutually Exclusive or do they work together or Bring added Value to a company, ۲.

Lin, C.-W. R., & Chen, H.-Y. S. (۲۰۰٤). A fuzzy strategic alliance selection framework for supply chain partnering under limited evaluation resources. Computers in Industry, ٥٥, ۱٥۹-۱۷۹.

Marvin E, Quesada G, Mora Monge C A(۲۰۰٤). Determining the importance of the supplier selection process in manufacturing: a case study. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Vol. ۳٤ No. ٦, ۲۰۰٤ pp. ٤۹۲-٥۰٤

.

Mikhailov, L. (۲۰۰۲). Fuzzy analytical approach to partnership selection information of virtual enterprises. Omega: The International Journal of Management Science, ۳۰, ۳۹۳-٤۰۱.

Ohamodrakes I., D. Batis, D. Martakes (۲۰۱۰). Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and FANP.

Ozden Ustun, Ezgi Aktar Demirtas (۲۰۰۸). An integrated multi-objective decision making process multi-period lot-sizing with supplier selection, Omega, ۳٦, ٥۰۹-٥۲۱.

Razmi J, Jafari M, Khakbaz M H(۲۰۰۸). An integrated fuzzy group decision making/fuzzy linear programming (FGDMLP) framework for supplier evaluation and order allocation. Int J Adv Manuf Technol DOI ۱۰,۱۰۰۷/s۰۰۱۷۰-۰۰۸-۱۷۱۹-۷.

Semih Onut, Selin Soner, Elif Isik (۲۰۰۹). Long term supplier selection using a combined Fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company, Expert System With applications, ۳٦, ۳۸۸۷-۳۸۹٥.

Sim, K. L. & Koh, H.C. (۲۰۰۱). Balanced Scorecard: A rising trend in strategic performance measurement, Measuring Business excellence, ٥(۲), ۱۸-۲٦.

Sung Ho Ha, Ramayya Krishnan (۲۰۰۸). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain, Expert Systems with Applications, ۳٤, ۱۳۰۳-۱۳۱۱.

Tadeusz Sawik (۲۰۱۰). Single VS. multiple objective supplier selection in make to order environment, Omega, ۳۸, ۲۰۳-۲۱۲

.

Xinxing Luo, Chang Wu, Duska Rosenberg, David Barnes (۲۰۰۹). Supplier selection in agil supply selection: An information processing model and an illustration, Journal of Purchasing & Supply Management, ۱٥, ۲٤۹-۲٦۲.

Xuesong Guo, Zhiping Yuan, Bojing Tian (۲۰۰۹). Supplier selection based on hierarchical potential support vector machine, Supplier selection based on hierarchical potential support vector machine, ۳٦, ٦۹۷۸-٦۹۸٥.

Wann-Yih Wu, Badri Monir Sukoco, Chia-Ying Li, Shu Hui Chen (۲۰۰۹). An integrated multi-objective decision making for supplier selection with bundling problem, An integrated multi-objective decision making for supplier selection with bundling problem, ۳٦, ۲۳۲۷-۲۳۳۷.

Wen Pai Wang (۲۰۱۰). A Fuzzy linguistic computing approach to supplier selection, Applied Mathematical Modeling, ۳٤, ۳۱۳۰-۳۱٤۱.

Wongrassamee, S. Gardiner, P. D. & Simmons, J. E. L. (۲۰۰۳). Performance measurement tools, the Balanced Scorecard and EFQM Excellence model. Measuring Business Excellence, ۷(

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی