فصلنامه مهندسی مدیریت نوین
سال یازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۴

به‌کارگیری مدل برنامه‌ریزی چندهدفه جهت انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین مبنی بر رویکرد QFD

مهدی ابطحی[۱]، مونا فیلی[۲]

چکیده

پژوهش حاضر به بررسی یک رویکرد ترکیبی نوین برای انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش‌ها با هدف بهبود عملکرد کیفیت و استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداخته است. هدف اصلی این پژوهش، توسعه یک روش جامع شامل تکنیک SWARA برای ارزیابی معیارهای کیفی و برنامه‌ریزی آرمانی به همراه تحلیل حساسیت جهت انتخاب بهینه تأمین‌کنندگان است. در این پژوهش، از تکنیک QFD برای استخراج و تعیین معیارهای کیفی و از مرور ادبیات برای شناسایی معیارهای کمی استفاده شده است. سپس، تکنیک ترکیبی SWARA-QFD-GP برای ارزیابی، انتخاب و تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان به‌کاررفته است. یافته‌های پژوهش نشان داد که از میان خواسته‌های کیفی، «تحمل جنس» به‌عنوان مهم‌ترین معیار و «فرم و شکل دسته‌های کیسه یکسان باشد» به‌عنوان کم‌اهمیت‌ترین معیار شناسایی شده است. نتیجه‌گیری نشان داد که پتروشیمی بندر امام به‌عنوان تأمین‌کننده اصلی و اولویت‌دار انتخاب شده و سایر تأمین‌کنندگان به ترتیب پتروشیمی امیرکبیر، پتروشیمی آریا ساسول، پتروشیمی شازند اراک و پتروشیمی لرستان در رتبه‌های بعدی قرار دارند. با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی، مشخص شد که باید تمام تقاضاها از پتروشیمی بندر امام تأمین گردد و تحلیل حساسیت نیز تأیید کرد که این تأمین‌کننده به‌طور مستمر به‌عنوان تأمین‌کننده پایدار شناخته شده است. این پژوهش با نوآوری در ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری و تحلیل حساسیت، به بهبود فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان و تخصیص سفارش‌ها کمک کرده است.

واژگان کلیدی: برنامه‌ریزی آرمانی، زنجیره تأمین، تکنیک SWARA، گسترش عملکرد کیفیت QFD.

طبقه‌بندی موضوعی: C44

۱- گروه مدیریت، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران. (نویسنده مسئول).

Me.Abtahi@iau.ac.ir

۲- گروه مهندسی صنایع، موسسه عالی زند، شیراز، ایران

تاریخ وصول ۱۴۰۳/۶/۱۵ **تاریخ پذیرش ۱۴۰۳/۸/۱۶**

مقدمه

در دنیای تجاری امروز، رقابت‌های شدید و تحولات سریع محیطی، اهمیت مدیریت زنجیره تأمین را برای سازمان‌ها بیش‌ازپیش نمایان می‌سازد. زنجیره تأمین شامل تمامی فعالیت‌ها از مرحله تأمین مواد اولیه تا تحویل محصول نهایی به مصرف‌کننده است (Amani et al., 2013Aghajani et al., 2018 ;). مدیریت مؤثر زنجیره تأمین به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای عملیاتی برای بهبود مزیت رقابتی سازمان‌ها در نظر گرفته می‌شود و می‌تواند به‌طور قابل توجهی به عملکرد سازمان کمک کند (Mohammadi et al., 2011).

در اقتصاد معاصر، رقابت بین شرکت‌ها به رقابت بین زنجیره‌های تأمین مختلف تبدیل شده است (Asgharizadeh et al., 2015; Tamjidi Aghajani et al., 2018 ; & Mehri Cherude, 2021). این تغییرات، اهمیت مدیریت و عملکرد بهینه زنجیره تأمین را به‌عنوان عامل حیاتی در دستیابی به مزیت‌های رقابتی شرکت‌ها بیشتر کرده است. مدیریت زنجیره تأمین[1] با هدف کاهش ریسک‌ها، بهبود رضایت مشتری، بهینه‌سازی موجودی‌ها و افزایش سوددهی دنبال می‌شود (Simchi-Levi et al., 2003). در این راستا، انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب و تعیین میزان بهینه سفارش‌ها از اجزای کلیدی هستند(Garfamy, 2006).

انتخاب تأمین‌کنندگان می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر هزینه‌ها، کیفیت، فناوری و زمان ورود محصولات به بازار داشته باشد (Handfield et al., 1999). تالوری و ناراسیمهان تأکید می‌کنند که مدیریت تأمین‌کنندگان از طریق شناسایی، انتخاب و ایجاد روابط درازمدت و استراتژیک، جزئی کلیدی برای موفقیت زنجیره تأمین است (Talluri & Narasimhan, 2004). در این راستا، بررسی و پیاده‌سازی مفاهیم نوین برای انتخاب تأمین‌کنندگان بسیار ضروری است.

فرآیند انتخاب تأمین‌کننده به‌ویژه بر اساس ویژگی‌های محصول و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان، نقشی مهم در دستیابی به اهداف سازمانی دارد (Büyüközkan & Güleryüz, 2015). ایجاد ابزارهایی مانند خانه کیفیت (QFD) می‌تواند به درک بهتر روابط بین معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده و ویژگی‌های محصول و همچنین بهبود توانایی

[1] Supply Chain Management(SCM)

تأمین‌کننده در برآورده کردن نیازهای خریدار کمک کند (Dursun & Karsak, 2013; Chowdhury & Quaddus, 2015).

برای یک واحد تولیدی انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب و حجم سفارش قابل ارسال به‌وسیله آنها که بتواند با خواست‌های کیفی مشتریان نسبت به محصول دریافتی و همچنین معیارهای تأمین‌کننده مطابقت داشته باشد، مهم به نظر می‌رسد. بااین‌وجود آنها می‌بایست به این مسئله اشراف داشته باشند که معمولاً به‌ندرت می‌توان تأمین‌کننده‌ای را به‌صورت انحصاری انتخاب نمود که سفارش مورد نیاز صنایع تولیدی را بر اساس اهداف موجود به‌طور کامل برآورده نماید. دلیل این امر آن است که اهداف متعددی در هنگام درخواست بهینه سفارش از تأمین‌کنندگان مدنظر قرار است. در بسیاری از مواقع این اهداف ممکن است با یکدیگر حتی در تضاد نیز باشند. ازاین‌جهت به‌منظور تعیین مقدار سفارش بهینه قابل ارسال به‌وسیله آنها، به‌کارگیری مدل‌های برنامه‌ریزی چند هدفه اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

پژوهش حاضر به بررسی رویکردی در انتخاب تأمین‌کننده برای شرکت شیراز پلاست ارم می‌پردازد که به‌طور هم‌زمان معیارهای مرتبط با ارزیابی تأمین‌کنندگان و ویژگی‌های محصول را در نظر می‌گیرد. نظر به اینکه واحدهای تولیدی در راستای تولید محصولات مورد نیاز، می‌بایست سفارش‌ها را از تأمین‌کنندگان به نحوی دریافت نمایند که هم ارزش کلی خرید از آنها معقول بوده و همچنین خرید با کمترین هزینه ممکن قابل وصول باشد. به این منظور این دو هدف که به ترتیب در اولین مورد مقدار حداکثری و در دومین مورد مقدار حداقلی مدنظر است، اهداف ریاضی پژوهش حاضر را در جهت تعیین مقدار سفارش‌های قابل دستیابی از تأمین‌کنندگان تشکیل می‌دهند. از دیگر اهداف این پژوهش شناسایی تأمین‌کنندگان مناسب بر اساس شایستگی آنها در تأمین نیازها و ویژگی‌های مورد نظر شرکت است. این روش به‌منظور افزایش رضایت مشتریان و دسترسی به سهم بیشتری از بازار طراحی شده است. همچنین، این پژوهش به‌طور علمی به شناسایی تأمین‌کنندگان مناسب و تعیین میزان تخصیص سفارش از هر تأمین‌کننده کمک خواهد کرد. با این توضیحات سؤال اصلی تحقیق حاضر این است که انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب در زنجیره تأمین و مقدار سفارش بهینه محصول قابل وصول به‌وسیله آنها بر اساس ضوابط کیفی درخواستی به چه صورت خواهد بود؟

ساختار کلی این مقاله بدین شرح است که در بخش اول به بررسی و تحلیل مطالعات پیشین در زمینه مدیریت زنجیره تأمین و انتخاب تأمین‌کننده پرداخته خواهد شد، در بخش دوم به شرح روش‌های تحقیق، ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها و تکنیک‌های تحلیل مورد استفاده خواهیم پرداخت، نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق در بخش سوم ارائه و تحلیل خواهد شد، در بخش چهارم بررسی تأثیرات متغیرهای مختلف بر نتایج تحقیق و تحلیل حساسیت ارائه می‌شود و در بخش پایانی به ارائه جمع‌بندی و نتایج کلی پژوهش و پیشنهادهایی برای آینده تحقیق پرداخته خواهد شد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در مورد روش‌های ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان می‌توان به روش‌های طبقه‌بندی، وزنی- خطی، جبرانی، فرایند تجزیه‌وتحلیل سلسله مراتبی، هزینه کل مالکیت، آماری، برنامه‌ریزی ریاضی، روش تحلیل پوششی داده‌ها، کنترل موجودی، استدلال مبتنی بر مورد، هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی و منطق فازی اشاره کرد.

توکلیان و همکاران (Tavaklian et al., 2020) در مقاله‌ای با عنوان «مدل‌سازی مسئله انتخاب و تخصیص سفارش به تأمین‌کنندگان بر پایه برنامه‌ریزی آرمانی و رویکرد ترکیبیQFD و ANP» به بررسی و تحلیل نحوه انتخاب تأمین‌کنندگان و بهینه‌سازی فرآیندهای مربوط به آن‌ها می‌پردازد. هدف اصلی مقاله این است که مدل جدیدی برای انتخاب و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ارائه دهد که به بهبود کیفیت، قیمت، و زمان تحویل کمک کند. مدل پیشنهادی شامل استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی و تحلیل شبکه برای بررسی عملکرد تأمین‌کنندگان و انتخاب مناسب‌ترین آن‌ها بر اساس معیارهای مختلف است. این روش به شرکت‌ها کمک می‌کند تا هزینه‌ها را کاهش داده، کالاهای برگشتی و تأخیرها را به حداقل برسانند و در نهایت ارزش خرید مشتری را افزایش دهند. این مقاله همچنین به مزایای این مدل نسبت به روش‌های مشابه پرداخته و نشان می‌دهد که ترکیب ابزارهای QFD و ANP با برنامه‌ریزی آرمانی، می‌تواند دقت و کارایی فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان را بهبود بخشد و نیازهای مشتریان را بهتر شناسایی و ارزیابی کند.

یعقوبی و امیری (Yaqoubi & Amiri, 2016) در پژوهش خود به بررسی انتخاب تأمین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تأمین با تأکید بر معیارهای پایداری (اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) می‌پردازند. هدف این مقاله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان شرکت چاپ فرارنگ آریا در چارچوب توسعه پایدار است. مقاله از دو روش تحلیل شبکه‌ای(ANP) : برای بررسی چندمعیاره و وابستگی‌های درونی در انتخاب تأمین‌کنندگان و تحلیل عاملی تأییدی (CFA): برای استخراج و ارزیابی شاخص‌های مهم عملکرد تأمین‌کنندگان بر اساس نظرات کارشناسان و مرور ادبیات استفاده می‌کند.

صاحبی و همکاران (Sahebi et al., 2015) در پژوهشی به بررسی انتخاب تأمین‌کنندگان با در نظر گرفتن هر دو عامل کیفی و کمی می‌پردازند. این مقاله از ترکیب منطق فازی و خانه کیفیت (QFD) برای در نظر گرفتن معیارهای کیفی و روش TOPSISبرای ارزیابی معیارهای کمی استفاده می‌کند. این پژوهش با توجه به ترکیب هر دو معیار کیفی و کمی و استفاده از روش‌های نوآورانه، به بهبود فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان می‌پردازد.

داوودآبادی و همکاران (Davoudabadi et al., 2020) از روش PCA [1] برای کاهش ابعاد و هم‌بستگی بین معیارها در انتخاب تأمین‌کنندگان انعطاف‌پذیر استفاده کردند. در پژوهش آنان علاوه بر این از تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین وزن معیارها و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده شده‌است. وزن معیارها با استفاده از روش DEA آنتروپی [2] و داوری‌های تصمیم‌گیرندگان [3] (DM) به‌طور هم‌زمان تعیین شده‌است.

چن و همکاران (Chen et al., 2020) نیز مطالعه یک رویکرد - DEMATEL [5] [4] TOPSIS فازی ترکیبی را برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار برای یک زنجیره تأمین هوشمند پیشنهاد می‌کنند. اثربخشی و دقت روش پیشنهادی از طریق کاربرد آن در انتخاب تأمین‌کننده انتقال خودرو پایدار و از طریق مقایسه با روش‌های دیگر نشان داده می‌شود.

[1] Principal Components Analysis
[2] Entropy
[3] Decision Maker
[4] Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
[5] Decision Making Trial and Evaluation Laboratory

دوان و ونچورا (Duan & Ventura, 2019) در پژوهش خود از مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای رسیدگی به این چند دوره‌ای، چند تأمین‌کننده و چندمرحله‌ای با تقاضای متغیر و زمان از پیش تعیین‌شده برای یک محصول استفاده‌شده است. سپس طول دوره زمانی به‌عنوان یک متغیر در نظر گرفته می‌شود. نتایج حاکی از آن است که طول دوره زمانی تأثیر قابل توجهی بر انتخاب تأمین‌کننده، تخصیص اندازه قطعه و تصمیمات برنامه‌ریزی موجودی دارد. این امر ضرورت انتخاب طول مناسب یک دوره زمانی را با در نظر گرفتن مبادله بین پیچیدگی مدل و صرفه‌جویی در هزینه ایجاد می‌کند.

بابار و امین (Babbar & Amin, 2018) در حوزه کاربرد گسترش عملکرد کیفیت، یک مدل ریاضی جهت انتخاب تأمین‌کننده و تخصیص سفارش در یک شرکت نوشابه-سازی با توجه به معیارهای زیست‌محیطی توسعه داده‌اند. آنها به‌دلیل وجود ابهام و مدیریت عدم قطعیت‌ها از اعداد فازی ذوزنقه‌ای کمک گرفته‌اند و از یک مدل دو فازی شامل یک QFD فازی دو مرحله‌ای و یک مدل ریاضی چندهدفه تصادفی استفاده کرده‌اند.

یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2017) در پژوهش خود تحت عنوان «چارچوب یکپارچه QFD-MCDM برای انتخاب تأمین‌کننده سبز» یک رهیافت مجتمع برای انتخاب تأمین‌کننده سبز با در نظر گرفتن ملزومات و معیارهای عملکرد محیط زیستی متنوع ارائه دادند. در این مقاله مدل گسترش تابع کیفیت برای استقرار یک ماتریس رابطه مرکزی به‌منظور شناسایی درجه رابطه بین هر جفت از معیارها و ملزومات انتخاب تأمین‌کننده استفاده می‌شود. در نهایت، ارزیابی متناسب پیچیده (کوپراس) برای اولویت‌بندی و رتبه‌بندی تأمین‌کننده جایگزین استفاده می‌شود.

سیمیچ و همکاران (Simić et al., 2017) در مقاله‌ای به بررسی ۵۰ سال تئوری و مدل مجموعه فازی برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده: بررسی ادبیات پرداختند. هدف از این مقاله نشان دادن این است که چگونه نظریه مجموعه فازی، تصمیم‌گیری‌های فازی و راه‌حل‌های هیبریدی مبتنی بر فازی می‌تواند در مدل‌های مختلف برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در یک دوره ۵۰ ساله استفاده شود.

در ادامه سایر پیشینه‌های پژوهش بر اساس رویکرد مقتضی در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱) خلاصه پیشینه پژوهش

نام نویسندگان (سال)	خلاصه پژوهش	نام نویسندگان (سال)	خلاصه پژوهش
جاماسبی و همکاران (۲۰۲۲)	این تحقیق به انتخاب تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک پایدار در زنجیره تأمین می‌پردازد. با استفاده از روش دلفی فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، شاخص‌های مؤثر بر انتخاب تأمین‌کنندگان شناسایی و وزن‌دهی شدند و سپس از تکنیک کوکوسو جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان خدمات لجستیک استفاده شده است.	ابراهیمی (۲۰۲۳)	استفاده از روش دلفی فازی برای انتخاب و ارزیابی معیارهای کیفیت محصول، خدمات پس از فروش و سایر شاخص‌های کمی و کیفی.
صالحی‌مقدم و همکاران (۲۰۲۲)	مدل‌سازی زنجیره تأمین چندسطحی با اهداف کمینه کردن هزینه، زمان تحویل و بیشینه کردن قابلیت اطمینان و استفاده از تکنیک شبیه‌سازی برای برآورد هزینه‌ها.	آگراوال[1] و همکاران (۲۰۲۳)	استفاده از روش تاپسیس و داده‌های فازی برای انتخاب تأمین‌کننده بر اساس ۱۴ پارامتر.
کبگانی و شاهبندرزاده (۲۰۱۹)	این پژوهش به بررسی تاب‌آوری در زنجیره تأمین و شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور پرداخته است. با تمرکز بر دو معیار اصلی: توانمندی تولیدی-فنی و توانمندی پاسخ‌دهی-پشتیبانی، مدل اولیه تحقیق با استفاده از تحلیل عاملی اکتشافی تدوین شد. سپس، با استفاده از نظر ۱۶ کارشناس و تکنیک‌های	ایسر[2] (۲۰۲۲)	کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی با داده‌های فازی نوع ۲ برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در یک تولیدکننده لوازم خانگی.

[1] Agrawal
2 Ecer

	اولویت‌گذاری غیرخطی فازی و روش سوارا، اولویت‌بندی عوامل انجام شد.		
آقاجانی و همکاران (۱۳۹۷)	این تحقیق به تعیین و بومی‌سازی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان در صنعت خودروسازی ایران پرداخته و با استفاده از روش‌های تحلیل عاملی تأییدی، سیستم استنتاج فازی و تاپسیس فازی، تأمین‌کنندگان مختلف را ارزیابی و رتبه‌بندی کرده است.	علی محمدلو و بنیانی (۲۰۲۰)	استفاده از روش‌های غربالگری، دیمتل، تحلیل شبکه‌ای و برنامه‌ریزی آرمانی در محیط فازی برای انتخاب تأمین‌کنندگان.
اصغری‌زاده و همکاران (۱۳۹۴)	شناسایی و بررسی معیارهای کلیدی در مدیریت زنجیره تأمین و ارزیابی جامعیت آن‌ها برای انتخاب تأمین‌کنندگان با استفاده از مدل آماری مارتل و زاراس.	ایزدخواه و صائن (۲۰۲۰)	توسعه مدلی با تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار، معرفی مدلی جدید برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان.
شاهبندرزاده و پیکام (۲۰۱۵)	مدل‌سازی انتخاب تأمین‌کننده به‌صورت یک مسئله برنامه‌ریزی خطی چندهدفه با استفاده از «مدل برنامه‌ریزی چندهدفه فازی وزن‌دار» و روش «بیشینه ـ کمینه».	وحیدی و همکاران (۲۰۱۸)	استفاده از معیارهای پایداری و تاب‌آوری با مدل برنامه‌ریزی احتمالی-تصادفی دو هدفه و تابع هدف مختلط برای انتخاب تأمین‌کننده پایدار.

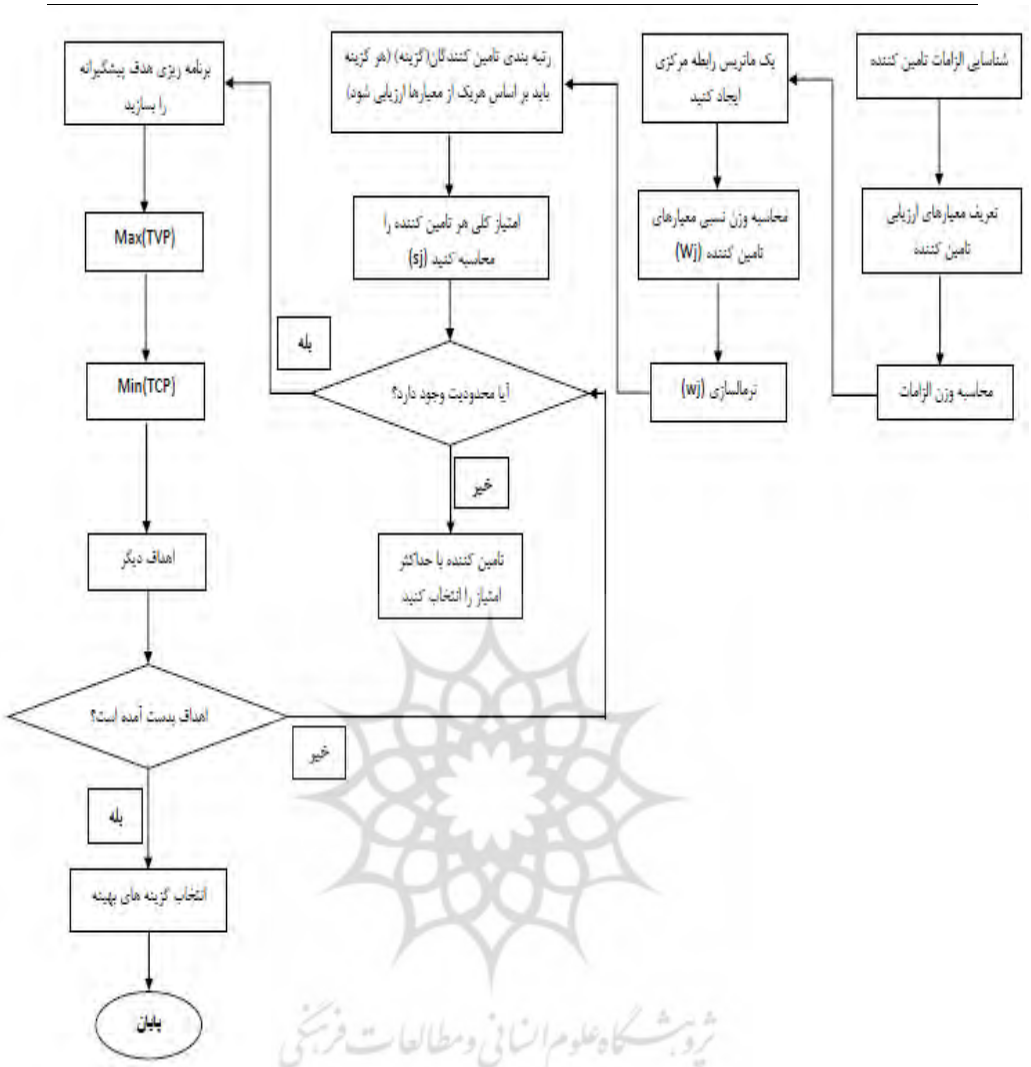
با مطالعه تحقیقات و پیشینه پژوهش، ابعاد مختلفی در خصوص انتخاب تأمین‌کنندگان مورد بررسی قرار گرفتند. بااین‌وجود تحقیقی که از روش گسترش عملکرد کیفیت و تصمیم‌گیری چند شاخصه مورد نظر این تحقیق برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان و همچنین تکنیک چند هدفه برنامه‌ریزی آرمانی در جهت حداکثر نمودن ارزش کلی خرید و حداقل نمودن هزینه خرید سفارش درخواستی از تأمین‌کنندگان انتخابی استفاده کند، مورد ارزیابی واقع نشده است. لذا انجام تحقیق حاضر

می‌تواند خلأ موجود در ادبیات تحقیق را تکمیل نموده و به گسترش مرزهای دانش در این حوزه کمک نماید.

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نوع تحلیلی پیمایشی است و از نظر گستره عملکرد نتایج تحقیق نیز در دسته تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد. جامعه آماری شامل عناصر، اجزا، افراد و یا واحدهایی است که حداقل در یک صفت مشترک باشند. جامعه آماری این مطالعه را کلیه خبرگانی که در امر ثبت سفارش و کنترل مؤلفه‌های انتخاب تأمین‌کننده تبحر و تخصص دارند، تشکیل می‌دهند. نمونه شامل گروه کوچکی از جامعه آماری است که در این تحقیق شامل تعداد چهار نفر از مدیران، کارشناسان و کارمندان حوزه امور خرید و طرح و برنامه‌ریزی شرکت شیراز پلاست ارم که با انتخاب تأمین‌کنندگان به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم سروکار دارند، است. نمونه‌گیری نیز به‌صورت هدفمند است. در این تحقیق از مطالعه کتابخانه‌ای و میدانی استفاده می‌شود. بدین ترتیب که جهت شناسایی و تعیین مؤلفه‌های پژوهش، محقق به بررسی ادبیات موضوع با استفاده از روش کتابخانه‌ای خواهد پرداخت و جهت جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز نیز با استفاده از پرسشنامه‌های طراحی‌شده، به کار میدانی پرداخته می‌شود. مراحل کار بدین‌صورت است که در مرحله اول از تحلیل نسبت ارزیابی وزنده‌ی تدریجی[۱] (SWARA) برای اندازه‌گیری وزن اهمیت نسبی برای هر یک از خواسته‌های کیفی مشتریان در فرآیند استقرار عملکرد کیفیت[۲] (QFD)، استفاده می‌شود. در مرحله دوم، برای تعیین امتیاز ارزیابی برای هر یک از تأمین‌کنندگان در هر معیار استفاده می‌شود. برای مقابله با برخی از محدودیت‌های تأمین‌کنندگان برنامه‌ریزی آرمانی[۳](GP) ساخته شده‌است، به‌طوری‌که مجموع ارزش خرید[۴] (TVP) بیشینه و مجموع هزینه خرید[۵] (TCP) کمینه می‌شود. مراحل اجرای پژوهش در شکل (۱) ارائه شده است.

[1] Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis
[2] Quality Function Deployment
[3] Goal Programming
[4] Total Value of Purchase
[5] Total Cost of Purchase



شکل (۱) مراحل اجرای پژوهش

روش گسترش عملکرد کیفیت (QFD): گسترش عملکرد کیفیت یک فرآیند برنامه‌ریزی مشتری‌مدار است که پاسخ پرسش‌های چه چیز و چگونه را با شنیدن صدای مشتری صنعت و جامعه می‌دهد. QFD سیستمی است برای طراحی یک محصول یا خدمت بر اساس خواسته‌های مشتریان که تمام اعضای سازمان تأمین‌کننده را درگیر می کند و به ایجاد فرصت‌هایی برای دستیابی به رضایت کامل مشتری به‌طور مؤثر کمک می کند. گسترش عملکرد کیفیت یک فرصت ایده‌آل برای تغییر دیدگاه از « ما بهترین چیزهایی را که مشتریان می‌خواهند را می‌دانیم به یک فرهنگ جدید که اجازه می‌دهد صدای مشتری را بشنویم» است؛ بنابراین، سازمان‌ها را قادر می‌سازد نسبت به مسائل

کیفیت نقشی فعال و سازنده داشته باشند و منتظر شکایت‌های مشتریان نباشند و معیارهایی برای آنها فراهم می‌کند که استانداردهای کیفیتی محصولشان را با رقبا مقایسه کنند و بنابراین به آنها برای برقرار کردن یک لبه رقابتی کمک می‌کند. این ابزار به شرکت ها اجازه می‌دهد تا محصولاتی مشتری محور و با کیفیت بالا را با سرعت بیشتری به بازار عرضه نمایند و از این طریق رقابت بین شرکت‌ها را افزایش می‌دهد (Akao, 1997).

به‌طورکلی QFD در مراحل مختلف و تکنیک‌های متفاوت، کمابیش به این موارد توجه دارد:

۱) WHO (درک مشتری)
۲) WHAT (خواسته مشتری)
۳) WHO-WHAT (تعیین وابستگی‌های موجود بین اهمیت خواسته‌های مشتریان)
۴) NOW (مقدار کنونی ارضای مشتری در کالای موجود (اصلاً، کمی، کاملاً))
۵) HOW (نحوه پاسخ به مشتری (قابل سنجش و کمی باشد،...))
۶) HOW TO WATH (روابط خواسته‌ها و پاسخ‌ها)
۷) توجه به موارد و اهداف مهندسی
۸) HOW ON HOWS (روابط بین پاسخ فنی)

روش سوارا: روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی[1] یکی از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است که کرشالینه و همکاران (Keršuliene et al., 2010) در سال ۲۰۱۰ برای توسعه روش تحلیل اختلاف معقول بین معیارها به کار گرفت. به‌طورکلی، در روش SWARA معیارها براساس ارزش رتبه‌بندی می‌شوند. در این، روش به مهم‌ترین معیار رتبه یک و به کم‌اهمیت‌ترین آنها رتبه آخر تعلق می‌گیرد. در این روش کارشناسان نقش مهمی در ارزیابی وزن‌های محاسبه شده دارند (Ejali & Ghasemian Sahibi, 2015).

گام‌های اصلی برای وزن دهی براساس روش سوارا به شرح زیر است:

[1] Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

- گام اول: مرتب کردن شاخص‌ها ابتدا شاخص‌های مدنظر تصمیم‌گیرندگان به‌عنوان شاخص‌های نهایی و بر اساس درجه اهمیت، انتخاب و مرتب می‌شوند. بر این اساس، مهم‌ترین شاخص‌ها در رده‌های بالاتر و شاخص‌های کم‌اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار می‌گیرند. همچنین در این گام باید معیارهای وابسته حذف شوند و تمامی معیارها از نوع مستقل باشند.

گام دوم: تعیین اهمیت نسبی هر شاخص (S_j) :در این مرحله باید اهمیت نسبی هریک از شاخص‌ها نسبت به شاخص مهم‌تر قبلی مشخص شود که در فرایند روش سوارا این مقدار با S_j نشان داده می‌شود.

- گام سوم: محاسبه ضریب k_j

ضریب k_j که تابعی از مقدار اهمیت نسبی هر شاخص است، با استفاده از رابطه) محاسبه می‌شود.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (۱)$$

- گام چهارم: محاسبه وزن اولیه هر شاخص وزن اولیه شاخص‌ها از طریق رابطه (۲) محاسبه می‌شود. در این زمینه باید توجه داشت که وزن شاخص نخست که مهم‌ترین شاخص است برابر یک در نظر گرفته می‌شود.

$$q_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (۲)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

- گام پنجم: محاسبه وزن نرمال نهایی در آخرین گام از روش سوارا وزن نهایی شاخص‌ها که وزن نرمال شده نیز محسوب می‌شود از طریق رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

$$W_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \quad (۳)$$

برنامه‌ریزی آرمانی: برای فرمول‌بندی و حل مسائلی که مستلزم اهداف و آرمان‌های متعدد هستند، روش معتبری جهت تکمیل تکنیک برنامه‌ریزی خطی به وجود آمده که برنامه‌ریزی آرمانی نامیده می‌شود. برنامه‌ریزی آرمانی در عین داشتن انعطاف‌پذیری برنامه‌ریزی خطی، اهداف متضاد را شامل می‌شود و با توجه به اولویت‌های اهداف از نگاه تصمیم‌گیرندگان جواب بهینه را ارائه نماید. مدل‌سازی اهداف چندگانه در برنامه‌ریزی آرمانی شامل تابع هدف، محدودیت‌های خطی یا غیرخطی و نیز متغیرهای پیوسته و گسسته می‌شود.

برنامه‌ریزی آرمانی نخستین‌بار توسط چارنز و کوپر در ۱۹۵۵ معرفی شد و به‌وسیله‌ی همین محققین در ۱۹۶۱ به‌صورت روشن‌تری تعریف شد (Charnes & Cooper, 1955). سپس به‌وسیله ایجری در طول دهه ۱۹۶۰ توسعه بیشتری یافت (Ijiri, 1965). نخستین کتاب‌هایی که به موضوع برنامه‌ریزی آرمانی اختصاص داشتند، به‌وسیله لی (Lee, 1972) و ایگنیزیو (Ignizio, 1976) در اوایل ۱۹۷۰ تا اواسط این دهه منتشر شد. ایگنیزیو با گسترش و کاربرد دقیق دستورالعمل‌های برنامه‌ریزی آرمان‌های با اعداد صحیح و همچنین کار روی برنامه‌ریزی آرمانی غیرخطی نقش عمده‌ای در پیشرفت این روش ایفا کرد.

ساختار کلی برنامه‌ریزی آرمانی به شرح زیر است:

فرض کنید که هدف اصلی k مورد نظر است و به‌طورکلی به فرم $g_i\ (i = 1, \dots, k)$ تعریف می‌شود. این اهداف ممکن است متضاد و یا مکمل یکدیگر باشند. اهداف به‌صورت تابع هدف‌های آرمانی مدل‌سازی می‌شوند. برای هر هدف، مقدار مطلوب G_i تعیین می‌شود و متغیرهای انحراف d_i^+ و d_i^- به‌منظور اندازه‌گیری انحراف مثبت و منفی از هدف استفاده می‌شوند. تابع هدف در برنامه‌ریزی آرمانی به‌صورت مجموع وزن‌های اهداف و انحرافات آنها مدل‌سازی می‌شود و معمولاً به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$Minimize\ Z = \sum_{i=1}^{k} w_i(d_i^+ + d_i^-)$$

که در آن w_i وزن اهمیت هدف i است. محدودیت‌های مدل می‌توانند به‌صورت خطی یا غیرخطی نوشته شوند. همچنین انحرافات مثبت و منفی برای هر هدف به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\max(0, G_i - g_i) = d_i^+$$
$$\max(0, g_i - G_i) = d_i^-$$

با توجه به ساختار و اهداف فوق، فرمول کلی برنامه‌ریزی آرمانی به‌صورت زیر است:

$$Minimize\ Z = \sum_{i=1}^{k} w_i(d_i^+ + d_i^-)$$

با محدودیت‌های:

$$a_{ij}x_j \le b_i \qquad i = 1,2,\dots,m$$
$$x_j \ge 0 \qquad j = 1,2,\dots,n$$

و

$$\max(0, G_i - g_i) = d_i^+$$
$$\max(0, g_i - G_i) = d_i^-$$

این فرمول‌ها به ما این امکان را می‌دهند تا با در نظر گرفتن اهداف متعدد و قیود مختلف، بهترین راه‌حل ممکن را برای مسائل بهینه‌سازی پیدا کنیم.

روش پیشنهادی برای انتخاب تأمین‌کننده

مدل ارائه‌شده در این پژوهش از ترکیب تکنیک‌های QFD، SWARA و GP برای تصمیم‌گیری در انتخاب تأمین‌کنندگان به‌منظور برآورده شدن خواسته‌های کیفی مشتریان، مطابق مراحل زیر دنبال می‌شود:

۱) فرایند پیشنهادی با شناسایی خواسته‌های کیفی مشتریان آغاز می‌شود.

۲) در مرحله دوم، تیم بخش خرید معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان را توسعه می دهد. معیارهایی ارزیابی مورد نیاز به‌طور مستقیم با در نظر گرفتن خواسته‌های کیفی مشتریان به‌دست می‌آیند.

۳) بردار ستون وزن‌دهی اهمیت خواسته‌های کیفی مشتریان، مکانی برای ثبت اهمیت وزن نسبی هر الزام است. در این پژوهش، از فرایند SWARA برای انجام این کار استفاده می‌شود.

۴) یک ماتریس رابطه مرکزی برای تعیین درجه ارتباط بین هر زوج الزام و معیار ارزیابی تأمین‌کننده متناظر برای فرآیند QFD باید ایجاد شود. این ماتریس باید

با تلفیق دانش تخصصی عرضه شده توسط تیم بخش خرید ساخته شود. در ماتریس رابطه مرکزی، یک مقیاس ۱، ۵، ۹ که به‌ترتیب یک رابطه ضعیف، متوسط و قوی را نشان می‌دهد در هر سلول استفاده می‌شود و نشان می‌دهد که معیار ارزیابی تأمین‌کننده به چه میزان به برآورد الزام مربوطه کمک می‌کند.

۵) درجه اهمیت هر معیار تأمین‌کننده از جمع ستون وزن‌دهی اهمیت هر الزام ضرب در مقدار رابطه کمی معیار ارزیابی تأمین‌کننده متناظر در ماتریس رابطه مرکزی، محاسبه می‌شود. به این صورت که اگر n معیار ارزیابی تأمین‌کننده جهت رفع m الزام مدنظر در نظر گرفته شود، درجه اهمیت هر معیار تأمین کننده توسط رابطه (۴) محاسبه می‌شود:

$$w_j = \sum_{i=1}^{m} R_{ij} C_i \qquad (۴)$$

به‌طوری‌که:

w_j: وزن مربوط به معیار ارزیابی برای تأمین‌کننده j–ام $(j = 1,2,\dots,n)$است.

R_{ij}: مقدار رابطه کمی بین الزام i –ام (برای تأمین‌کنندگان) و معیار ارزیابی تأمین کننده j–ام در ماتریس رابطه مرکزی است.

C_i: اهمیت وزنی الزام i –ام $(i = 1,2,\dots,m)$است.

سپس درجه اهمیت هر معیار تأمین‌کننده بر مجموع وزن معیارهای تأمین‌کننده تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شده تا وزن نرمال هر معیار انتخاب تأمین‌کننده تعیین شود. فرایند نرمال‌سازی برای هر تأمین‌کننده در زیر نشان داده شده است:

وزن نرمال معیار ارزیابی j–امین تأمین‌کننده:

$$w_j = W_{jN} = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^{n} w_j} \times 100 \qquad (۵)$$

۶) با لیست کردن معیارهای تأمین‌کننده به‌همراه وزن ارزیابی متناظر که در واقع وزن نرمال شده استفاده‌شده در رابطه (۵) است، مدل انتخاب تأمین‌کننده ساخته می‌شود.

۷) برای هر معیار تأمین‌کننده، تیم بخش خرید با استفاده از تکنیک SWARA مقایسات زوج از تأمین‌کنندگان کاندید را برای نشان دادن میزان رضایت بخشی بیشتر یک تأمین‌کننده از دیگری، انجام می‌دهند. داده‌های مقایسات زوج به وسیله SWARA تجزیه‌وتحلیل شده و امتیاز ارزیابی هر تأمین‌کننده نسبت به هر یک از معیارهای تأمین‌کننده محاسبه می‌شود.

۸) برای انتخاب تأمین‌کننده مناسب توسط تصمیم‌گیر، یک امتیاز کلی برای هر یک از تأمین‌کننده‌های کاندید با استفاده از رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} w_{jN} e_{ij} \qquad (۶)$$

به‌طوری‌که:

S_j: امتیاز کلی برای تأمین‌کننده j-ام کاندید $(j = 1,2,\dots,n)$.

w_{jN}: وزن نرمال شده از معیار تأمین‌کننده j-ام که از رابطه (۶) به‌دست می‌آید.

e_{ij}: امتیاز ارزیابی تأمین‌کننده j-ام کاندید برای iامین معیار تأمین‌کننده که توسط فرآیند SWARA محاسبه شده است.

در صورت عدم محدودیت، تأمین‌کننده با بیشترین نمره در S_jرا انتخاب کرده و تمام تقاضا را از این تأمین‌کننده خریداری کنید و متوقف شوید. به‌عبارت دیگر، امتیاز کلی بیشتر برای تأمین‌کننده کاندید به معنی این است که او در مجموع در برآورد معیارهای تأمین‌کننده رضایت‌بخش‌تر عمل نموده است و در نتیجه به تأمین‌کنندگان مطابق خواسته‌های کیفی مشتریان کلی کمک می‌کند.

در صورت وجود محدودیت‌هایی مانند ظرفیت تأمین‌کننده، کیفیت، هزینه، تعداد تأمین‌کنندگان و غیره، امتیازات تأمین‌کننده به‌عنوان ضرایب یک تابع هدف در برنامه‌ریزی ریاضی برای تخصیص مقدار سفارش به تأمین‌کنندگان و دستیابی به‌تمامی اهداف به کار برده می‌شوند. فرمول‌بندی مسئله GP برای انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین تولید در زیر به‌صورت مرحله‌به‌مرحله نشان داده‌شده است.

۹) مدل برنامه‌ریزی آرمانی

در این مدل، شرایطی مانند ظرفیت تأمین‌کنندگان، کیفیت و تقاضا در نظر گرفته می‌شود و از امتیاز تأمین‌کنندگان به‌عنوان ضرایب توابع چندهدفه در برنامه‌ریزی هدف استفاده می‌شود تا مقادیر سفارش به مطلوب‌ترین و کمترین تعداد تأمین کننده (های) با نسبت تقسیم‌بندی مرتبط از سفارش‌ها تخصیص داده شود، به طوری‌که ارزش کل خرید (TVP) به‌عنوان اولین اولویت بیشینه، هزینه کل خرید (TCP) به‌عنوان دومین اولویت کمینه شود. توابع هدف و محدودیت‌های برنامه‌ریزی هدف به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

علائم:

r_j : وزن تأمین‌کننده j–ام کاندید $\left(S_{j/_{100}}\right)$

Q_j : حجم سفارش برای تأمین‌کننده j–ام.

V_j : ظرفیت تولید تأمین‌کننده j –ام .

c_j : درصد عیب تأمین‌کننده j –ام .

C : حداکثر نرخ قابل قبول خرابی خریدار.

T_{pc}: تقاضای مشتری برای قطعه c یا محصول p.

TVP : ارزش کل خرید.

TCP : هزینه کل خرید.

D_j : هزینه خرید واحد تأمین‌کننده j –ام .

R_j : ظرفیت تولید تأمین‌کننده j–ام.

K_{pc} : تعداد کل جایگزین‌های بالقوه برای قطعه c یا محصول p.

توابع هدف

برای یافتن مقدار بهینه سفارش تأمین‌کننده Q_j به‌گونه‌ای که ارزش کل خرید (TVP) بیشینه و هزینه کل خرید (TCP) کمینه شود، مدل چندهدفه به‌شکل زیر ارائه می‌شود:

- ماکزیمم کردن ارزش کل خرید (TVP):

$$Max\left\{\sum_{j=1}^{K_{pc}} r_j Q_j\right\} \qquad (۷)$$

- مینیمم کردن هزینه کل خرید (TCP):

$$Min\left\{\sum_{j=1}^{K_{pc}} D_j Q_j\right\} \quad (۸)$$

بیشینه کردن ارزش کل خرید (TVP) و کمینه کردن هزینه کل خرید (TCP) به نظر می‌رسد در بیشتر موارد با یکدیگر در تناقض باشند. در اینجا، هنگامی‌که TVP حداکثر می‌شود، Q_j بهینه به‌دست می‌آید اما حداکثر نیست (بهترین نیست). به همین ترتیب هنگامی‌که TCP حداقل می‌شود، Q_j بهینه به‌دقت می‌آید اما حداقل نیست (بهترین نیست).

محدودیت‌ها

- محدودیت تقاضا: چون مجموع مقادیر سفارش اختصاص داده شده به j تأمین‌کننده باید مطابق با تقاضای خریدار باشد، می‌توان گفت:

$$\sum_{j=1}^{K_{pc}} Q_j = T_{pc} \quad (۹)$$

- محدودیت ظرفیت: فرض می‌شود تأمین‌کننده j حداکثر V_j واحد محصول را ارائه می‌دهد و مقدار سفارش (Q_j) باید برابر یا کمتر از ظرفیت آن باشد؛ این محدودیت‌ها به‌شکل زیر بیان می‌شود:

$$Q_j \leq V_j, j = 1,2,\ldots,n \quad (۱۰)$$

از طرف دیگر، ظرفیت کل تأمین‌کنندگان باید برابر یا بیشتر از تقاضا باشد، بنابراین:

$$\sum_{j=1}^{K_{pc}} V_j \geq T_{pc} \quad (۱۱)$$

- محدودیت کیفیت: چون C حداکثر نرخ قابل قبول خرابی خریدار است و c_j نرخ خرابی تأمین‌کننده j–ام است؛ محدودیت کیفیت به‌شکل زیر نشان داده می‌شود:

$$\sum_{j=1}^{K_{pc}} Q_j c_j \leq CT_{pc} \quad (۱۲)$$

مدل نهایی

مدل نهایی برنامه‌ریزی آرمانی چندهدفه به‌صورت زیر است:

$$Max\left\{\sum_{j=1}^{K_{pc}} r_j Q_j\right\}$$

$$Min\left\{\sum_{j=1}^{K_{pc}} D_j Q_j\right\}$$

$$s.t.\sum_{j=1}^{K_{pc}} Q_j = T_{pc} \quad \text{محدودیت تقاضا}$$

$$Q_j \le V_j \; j = 1,2,\dots,n \quad \text{محدودیت ظرفیت} \qquad (۱۳)$$

$$\sum_{j=1}^{K_{pc}} Q_j \, c_j \le CT_{pc} \quad \text{محدودیت کیفیت}$$

$$Q_j \ge 0, j = 1,2,\dots,n$$

یافته‌های پژوهش

شرکت **شیراز پلاست ارم** که با نام تجاری **ارم پلاست**[1] شناخته می‌شود، در سال ۱۳۹۲ با هدف تولید و تأمین کیسه نایلکس فروشگاهی تجزیه‌پذیر تأسیس گردید. این شرکت در شهرک صنعتی بزرگ شیراز با استفاده از تجهیزات پیشرفته و کادر مجرب به تولید کیسه‌های نایلکس پرداخته و ظرفیت ماهیانه آن ۵۰۰ تن است. تولید این نایلکس‌ها عمدتاً با استفاده از پلی‌اتیلن سنگین (۸۰ درصد) و پلی‌اتیلن سبک (۲۰ درصد) انجام می‌شود. پس از مشورت با خبرگان، پنج پتروشیمی به‌عنوان تأمین‌کننده‌های اصلی پلی‌اتیلن سنگین انتخاب شدند: پتروشیمی امیرکبیر، پتروشیمی آریا ساسول، پتروشیمی بندر امام، پتروشیمی شازند اراک و پتروشیمی لرستان.

برای شناسایی نیازهای کیفی مشتریان، تیم گسترش عملکرد کیفیت شرکت متشکل از مدیرعامل، مدیر مالی، مدیر بازرگانی و مدیر کنترل کیفیت، پس از مشورت و بررسی انتقادها و پیشنهادها، ۸ خواسته کیفی را به‌عنوان مهم‌ترین نیازهای مشتریان تعیین کرد.

معیارهای اساسی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان نیز بر اساس مقاله اونسیم[2] و همکاران (۲۰۰۴) تعیین و مورد تأیید خبرگان قرار گرفت.

[1] Eram Plast
[2] ONESIME

جدول (۲) خواسته‌های کیفی مشتریان و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان

ردیف	خواسته‌های کیفی	معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان
۱	تحمل جنس	تغییرات در حجم محصول
۲	مواد نو	سرعت تحویل
۳	بدون بو باشد	تحویل پایدار
٤	کیفیت رنگ چاپ	میزان تطابق با استانداردها (کیفیت تطابق)
٥	تعداد در کیلو رعایت شود	فعالیت‌های (اقدامات) کاهش هزینه
٦	دوخت پذیری محکم	قیمت اولیه کمتر
۷	سایز کیسه	–
۸	فرم و شکل دسته‌های کیسه یکسان باشد	–

برای شناسایی خواسته‌های کیفی مشتریان، تیمی متشکل از مدیران مختلف تشکیل و از پرسشنامه سوارا برای رتبه‌بندی اهمیت خواسته‌ها استفاده شد. سپس با استفاده از روش سوارا، وزن نهایی هر خواسته کیفی مشخص شد. جدول (۳) وزن نهایی خواسته‌های کیفی مشتریان را نشان می‌دهد:

جدول (۳) وزن نهایی هر خواسته‌ی کیفی (W_j)

خواسته‌های کیفی مشتریان	W_j	رتبه
تحمل جنس	۰/۱۸۵	۱
دوخت پذیری محکم	۰/۱۷۶	۲
بدون بو باشد	۰/۱۶۸	۳
کیفیت رنگ چاپ	۰/۱۵۲	۴
مواد نو	۰/۱۴۰	۵
تعداد در کیلو رعایت شود	۰/۱۳۹	۶
سایز کیسه	۰/۱۱۹	۷
فرم و شکل دسته‌های کیسه یکسان باشد	۰/۱۰۷	۸

با توجه به جدول فوق وزن هر یک از خواسته‌های کیفی مشتریان با استفاده از روش سوارا مشخص است به‌طوری‌که «تحمل جنس» پررنگ‌ترین خواسته و «فرم و شکل

دسته‌های کیسه یکسان باشد» کمرنگ‌ترین خواسته هستند، وزن سایر خواسته‌های کیفی مشتریان نیز قابل مشاهده است.

برای تعیین ارتباط میان خواسته‌های کیفی و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان، پرسشنامه QFD طراحی و در اختیار کارشناسان قرار گرفت. کارشناسان به میزان رابطه هر خواسته با معیارها به‌صورت قضاوت‌های زبانی در طیف سه‌گانه (ضعیف، متوسط، قوی) امتیاز دادند. این قضاوت‌ها به‌منظور محاسبه R_{ij} استفاده شدند که نمایانگر رابطه و تأثیر هر معیار بر هر خواسته است. سپس با تجمیع نظرات و میانگین‌گیری از داده‌های خبرگان، ماتریس ارتباطات خانه کیفیت تهیه شد که در آن روابط بین معیارها و خواسته‌های کیفی شناسایی و تحلیل شد. در این ماتریس، ارتباط میان خواسته‌های کیفی مشتریان و معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان با استفاده از مقادیر عددی مشخص گردید. جدول (۴) و توضیحات به‌طور مختصر نحوه تعیین و نرمال‌سازی وزن معیارها را با تأکید بر نتایج مهم‌ترین معیار نشان می‌دهد. طبق داده‌های این جدول **میزان تطابق با استانداردها** به‌عنوان مهم‌ترین معیار انتخاب تأمین‌کننده شناخته شده و دارای بالاترین وزن نرمال است. همچنین، وزن نهایی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش سوارا محاسبه شده و پس از تعیین وزن نرمال معیارها، ارزیابی کلی از تأمین‌کنندگان انجام شد.

برای ارزیابی تأمین‌کنندگان و تعیین وزن نهایی آنها، ابتدا با استفاده از روش سوارا، اهمیت معیارها و تأمین‌کنندگان به ترتیب زیر محاسبه شد:

۱. **مهم‌ترین معیار**: میزان تطابق با استانداردها (کیفیت تطابق) به‌عنوان مهم‌ترین معیار برای انتخاب تأمین‌کنندگان شناخته شد.
۲. **وزن نهایی تأمین‌کنندگان**: با استفاده از پرسشنامه سوارا و ارزیابی نظرات خبرگان، وزن نهایی تأمین‌کنندگان نسبت به هر معیار به‌دست آمد. نتایج در جدول (۵) آورده شده است.

جدول (٤) تحلیل نیازهای کیفی و وزن معیارهای تأمین‌کنندگان

خواسته‌های کیفی مشتریان / معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان	تغییرات حجم محصول	سرعت تحویل	تحویل پایدار	میزان تطابق با استانداردها (کیفیت تطابق)	فعالیت‌های (اقدامات) کاهش هزینه	قیمت اولیه کمتر	وزن خواسته‌های کیفی مشتریان (سوار)
تحمل جنس		۵	۷/۶۷	۹	۹	۹	۰/۱۸۵
مواد نو	۶/۳۳	۴	۷	۹	۹	۹	۰/۱۳۹
بدون بو باشد		۵	۷/۶۷	۹	۶/۳۳	۷/۶۷	۰/۰۱۶۸
کیفیت رنگ چاپ	۵	۷/۶۷		۹	۷/۶۷	۶/۳۳	۰/۱۵۲
تعداد در کیلو رعایت شود		۷		۷/۶۷	۷	۳	۰/۱۴۰
دوخت پذیری محکم		۳	۵	۹	۹	۹	۰/۱۷۶
سایز کیسه		۵		۷/۶۷	۵	۵	۰/۱۱۹
فرم و شکل دسته‌های کیسه یکسان باشد		۳		۷/۶۷	۵	۵	۰/۱۰۷
وزن معیارها (نیازهای فنی)	۱/۶۳۵	۴/۹۴۱	۴/۵۵۰	۸/۴۳۹	۷/۶۹۶	۷/۱۵۷	۳۴/۴۱۸
وزن نرمال معیارها (نیازهای فنی)	۴/۷۵۱	۱۴/۳۵۵	۱۳/۲۲۰	۲۴/۵۲۰	۲۲/۳۶۱	۲۰/۴۹۴	۱۰۰
رتبه معیارها	۶	۴	۵	۱	۲	۳	

جدول (۵) وزن نهایی تأمین‌کنندگان نسبت به معیارها با استفاده از روش سوارا

تأمین‌کنندگان	تغییرات در حجم محصول	سرعت تحویل	تحویل پایدار	تطابق با استانداردها	فعالیت‌های کاهش هزینه	قیمت اولیه کمتر	امتیاز کلی (z_j)	وزن نهایی (z_j)	رتبه
پتروشیمی بندر امام	۰/۱۷۵	۰/۲۲۷	۰/۲۲۲	۰/۲۳۷	۰/۲۲۰	۰/۲۱۲	۲۱/۷۹۲	۰/۲۱۸	۱
پتروشیمی امیرکبیر	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۲۲۹	۰/۱۷۲	۰/۲۳۳	۰/۲۱۸	۲۱/۷۴۲	۰/۲۱۷	۲
پتروشیمی آریا ساسول	۰/۱۹۷	۰/۲۲۰	۰/۱۷۶	۰/۲۲۱	۰/۱۸۶	۰/۱۹۹	۱۸/۹۷۸	۰/۱۹۰	۳
پتروشیمی شازند اراک	۰/۲۱۳	۰/۱۶۶	۰/۲۰۰	۰/۱۷۱	۰/۱۹۵	۰/۱۹۳	۱۸/۶۰۵	۰/۱۸۶	۴
پتروشیمی لرستان	۰/۲۳۰	۰/۲۰۲	۰/۱۷۳	۰/۱۹۹	۰/۱۶۳	۰/۱۷۸	۱۸/۵۲۷	۰/۱۸۵	۵

بر اساس این ارزیابی، پتروشیمی بندر امام بهترین گزینه برای تأمین مواد اولیه است و سایر تأمین‌کنندگان به‌ترتیب رتبه‌بندی شدند.

ارائه مدل برنامه‌ریزی آرمانی جهت تعیین میزان سفارش به هر تأمین‌کننده

مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای تعیین مقدار سفارش به تأمین‌کنندگان به‌گونه‌ای طراحی شده است که هم به ظرفیت تأمین‌کنندگان و هم به کیفیت و تقاضا توجه کند. هدف این مدل، تخصیص سفارش‌ها به تأمین‌کنندگان با هدف حداکثر کردن ارزش کل خرید و حداقل کردن هزینه کل خرید است.

جدول (۶) اطلاعات مربوط به تأمین‌کنندگان، شامل وزن تأمین‌کننده‌ها، ظرفیت تأمین، نرخ خرابی، هزینه خرید هر تن و میزان تقاضای شرکت را نمایش می‌دهد.

جدول (٦) اطلاعات عرضه و تقاضای شرکت

تأمین‌کننده	پتروشیمی امیرکبیر	پتروشیمی آریا ساسول	پتروشیمی بندر امام	پتروشیمی شازند اراک	پتروشیمی لرستان
وزن تأمین‌کننده‌ها با استفاده از رویکرد (SWARA_QFD) (از خرید از هر تأمین‌کننده)	۰/۲۱۷	۰/۱۹۰	۰/۲۱۸	۰/۱۸۶	۰/۱۸۵
ظرفیت تأمین (هزار تن ماهیانه)	۱۱/۷	۳۱/۳	۱۲/۵	۷/۱	۱۲/۵
نرخ (میزان) خرابی (نقص / عیب) ٪ (D)	۱/۱	۱/۵	۱	۱/۸	۲
هزینه خرید هر تن (صد هزار ریال)	۳۰۵۳	۳۲۴۶	۳۲۴۶	۳۰۵۳	۳۱۲۸
میزان تقاضای شرکت (هزار تن ماهیانه)	۰/۲۴				
حداکثر میزان نقص قابل قبول توسط شرکت ٪	۱				

مدل برنامه‌ریزی آرمانی با استفاده از داده‌های فوق و با نرم‌افزار لینگو ۲۰ به‌صورت زیر حل شد:

- تابع هدف اول: حداکثر کردن ارزش کل خرید
- تابع هدف دوم: حداقل کردن هزینه کل خرید
- محدودیت‌ها: شامل کیفیت، تقاضا، ظرفیت تأمین‌کننده‌ها و نامنفی بودن متغیرها

با حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی، میزان سفارش برای هر تأمین‌کننده و میزان انحراف از آرمان‌ها در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول (۷) مقدار سفارش برای هر تأمین‌کننده و میزان انحراف از آرمان‌ها

تأمین‌کننده (پتروشیمی)	مقدار تخصیص داده شده
پتروشیمی امیرکبیر	۰
پتروشیمی آریا ساسول	۰
پتروشیمی بندر امام	۰/۲۴
پتروشیمی شازند اراک	۰
پتروشیمی لرستان	۰

جواب بهینه	۴۶/۰۴
dn1	۰
dp1	۰/۰۰۷
dn2	۰
dp2	۴۶/۰۴

بنابر نتایج جدول فوق شرکت بایستی تمام تقاضای خود را از پتروشیمی بندر امام تأمین نماید، همچنین میزان انحراف مثبت از آرمان اول (dp1) و انحراف مثبت از آرمان دوم (dp2) مثبت شده است که بیانگر این است که انحراف مثبت آرمان اول، به‌عنوان انحراف مطلوب، مقدار گرفته و تغییر کرده است و همچنین انحراف مثبت آرمان دوم، به عنوان انحراف مطلوب، مقدار گرفته و تغییر نموده است، همچنین میزان انحراف از آرمان ها برابر با ۴۶.۰۴ است (نشان‌دهنده این است که برخی آرمان‌ها برآورده نشده‌اند).

میزان انحراف مثبت (انحراف مطلوب) از آرمان اول و دوم (حداقل هزینه‌ی کل خرید) به‌ترتیب ۰.۰۰۷ و ۴۶.۰۴ است که بیانگر این است که مدل آرمانی حداکثر به میزان ۰.۰۰۷ واحد اجازه کاهش ارزش خرید در محصول را به شرکت می‌دهد (به عبارتی می‌توان گفت این مقدار ارزش خرید در نظر نگرفته شده برای شرکت بلااستفاده باقی می‌ماند) و ۴۶.۰۵ واحد اجازه افزایش هزینه برای خرید محصول را به شرکت می دهد (به‌عبارتی می‌توان گفت این مقدار هزینه مصرف نشده برای شرکت بدون استفاده باقی می‌ماند).

عدم‌تغییر در انحراف نامطلوب آرمان اول و دوم (dn1.dn2) شان می‌دهد که نیازهای کیفی و ایده‌آل‌های شرکت به‌خوبی برآورده شده است. به‌طورکلی، تخصیص سفارش‌ها به تأمین‌کنندگان به‌گونه‌ای انجام شده که مطابق با ترجیحات تصمیم‌گیرنده باشد و به تأمین خواسته‌های کیفی مشتریان و افزایش رضایت و سودآوری شرکت منجر شده است.

تحلیل حساسیت

یکی از راهکارهای اعتبارسنجی مدل‌ها و به‌خصوص مدل‌های تحقیق در عملیات را می‌توان بهره‌گیری از روش تحلیل حساسیت در نظر گرفت. این موضوع به‌وضوح در

مرجع اسمیث و همکاران (Smith et al., 2008) تشریح شده است؛ بنابراین با توجه به نوع ساختار مدل بررسی‌شده، در پژوهش پیش رو از روش تحلیل حساسیت برای بررسی اعتبار مدل استفاده‌شده است. در تحلیل حساسیت، هدف تعیین حساسیت نسبت به پارامترهای تعریف شده در مدل ریاضی است. پارامترهای تغییر دادنی در بازه‌ی مدنظر تغییر داده می‌شوند تا میزان حساسیت آنها بررسی شود.

حذف تأمین‌کننده سوم (پتروشیمی بندر امام)

در این حالت مسئله نشدنی گردید.

تغییر در مقادیر سمت راست

با تغییرات اعمال شده در مقادیر سمت راست جواب‌های مدل به‌صورت جدول ۸ تعیین گردید.

جدول (۸) مقدار سفارش برای هر تأمین‌کننده و میزان انحراف از آرمان‌ها در صورت تغییر در مقادیر سمت راست

تأمین‌کننده (پتروشیمی)	مدل اصلی	دو برابر شدن مقادیر سمت راست	نصف شدن مقادیر سمت راست	۱۰٪ افزایش در مقادیر سمت راست	۲۰٪ افزایش در مقادیر سمت راست	۱۰٪ کاهش در مقادیر سمت راست	۲۰٪ کاهش در مقادیر سمت راست
پتروشیمی امیرکبیر	۰	۰	مسئله نشدنی	۰/۳۴	۰/۴۴	مسئله نشدنی	مسئله نشدنی
پتروشیمی آریا ساسول	۰	۰/۴۷۹		۰	۰		
پتروشیمی بندر امام	۰/۲۴	۰		۰	۰		
پتروشیمی شازند اراک	۰	۰		۰	۰		
پتروشیمی لرستان	۰	۰.۰۰۰۷		۰	۰		
جواب بهینه	/۰۴	۰		/۹۹۱۲	/۲۶۹۵		

	۴۶			۲۵۸	۵۶۴		
dn1	۰	۰		۰/۰۷۱۲	۰/۱۴۹۵۲		
dp1	/۰۰۷ ۰	۰.۰۰۱۲		۰	۰		
dn2	۰	۰		۰	۰		
dp2	/۰۴ ۴۶	۰		۲۵۸/۹۲	۵۶۴/۱۲		

تغییر در عرضه و تقاضا برای Q1،Q2 ،Q3، Q4 و Q5

با تغییر در عرضه و تقاضا برای Q1، Q2، Q3، Q4 و Q5 نتایج زیر حاصل شد:

جدول (۹) مقدار سفارش برای هر تأمین‌کننده و میزان انحراف از آرمان‌ها در صورت تغییر در عرضه و تقاضا برای Q1، Q2، Q3، Q4 و Q5

تأمین‌کننده (پتروشیمی)	مدل اصلی	٪۱۰ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q1	٪۱۰ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q1	٪۱۰ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q2	٪۱۰ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q2	٪۱۰ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q3	٪۱۰ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q3	٪۱۰ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q4	٪۱۰ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q4	٪۱۰ افزایش در عرضه و تقاضا برای Q5	٪۱۰ کاهش در عرضه و تقاضا برای Q5
پتروشیمی امیرکبیر	۰	۰	۰/۰۵۲	۰	۰	۰/۱۳۹۱	مسئله نشدنی	۰	۰	۰	۰
پتروشیمی آریا ساسول	۰	۰	۰	۰	۰/۰۴۵	۰		۰	۰	۰	۰/۰۷۷
پتروشیمی بندر امام	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۱۲۳۲	۰/۲۴	۰/۱۴۹۱	۰/۰۵۷		۰/۲۴	۰/۱۸۴۵	۰/۲۴	۰/۱۲۳۸
پتروشیمی شازند اراک	۰	۰	۰/۰۶۵	۰	۰	۰		۰	۰/۰۵۵۵	۰	۰
پتروشیمی لرستان	۰	۰	۰	۰	۰/۰۴۸	۰/۰۴۴		۰	۰	۰	۰/۰۳۸۷
جواب بهینه	۴۶/۰۴	۰/۰۴	۰	۰/۰۴	۰	۰		۰/۰۴	۰	۰/۰۴	۰
dn1	۰	۰	۰	۰	۰	۰		۰	۰	۰	۰
dp1	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷۳۲	۰	۰/۰۰۷۳۲	۰	۰		۰/۰۰۷۳۲	۰	۰/۰۰۷۳۲	۰

dn2	۰	۰	۰	۵/۳۳		۳۱/۹۳	۰	۰	۰	۴/۵۳۴
dp2	۴۶/۰۴	۰/۰۴	۲۲/۵۱	۰/۰۴		۰	۰۴/۰۴	۰	۰۴/۰۴	۰

برای نتیجه‌گیری کلی از تحلیل حساسیت‌های فوق می‌توان گفت که پتروشیمی بندر امام در اغلب مواقع به‌عنوان تأمین‌کننده مشخص گردیده است، در نتیجه شرکت می‌تواند روی این تأمین‌کننده به‌عنوان یک تأمین‌کننده پایدار حساب کند. همچنین مشاهده می شود که در اکثر موارد هر دو آرمان یا یکی از آرمان‌ها محقق نشده‌اند و در برخی موارد هر دو محقق شده‌اند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سازمان‌های تولیدی و خدماتی برای ارتقاء کیفیت محصولات و خدمات خود به تأمین‌کنندگان با سطح کیفیت برتر وابسته‌اند. تحقیق حاضر مدلی مؤثر و کاربردی برای انتخاب و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان ارائه کرده است که با بهره‌گیری از روش‌های QFD و SWARA، توانسته به‌خوبی نیازها و خواسته‌های مشتریان را مدنظر قرار دهد. این مدل به دلیل توانایی شنیدن «صدای مشتری» و ارائه نتایج به‌صورت ساده و قابل‌فهم، به شرکت‌ها کمک می‌کند تا به‌طور مؤثری تأمین‌کنندگان را انتخاب کنند و به بهبود کیفیت محصولات خود بپردازند. با افزایش چشمگیر رقابت‌پذیری در سطوح مختلف بازارهای بین‌المللی، به‌صورت موازی کوشش سازمان‌ها به‌منظور بقا در بازارها نیز افزایش پیدا کرده است. این موضوع لازمه داشتن مدیریت زنجیره تأمین را بیش از هر زمانی مهم جلوه داده است. از طرف دیگر انتخاب تأمین‌کننده مناسب به‌صورت رویکردی استراتژیک و حیاتی در این بخش محسوب می‌شود و ایجاد ارتباط پایدار و طولانی با آنها نقش حائز اهمیتی دارد. این رابطه هم برای تأمین‌کننده و هم برای تولیدکننده فرصتی را در راستای بهبود عملیات ایجاد می‌نماید. در جهت ارزیابی موضوع ذکر شده، انتخاب تأمین‌کننده بیش از هر زمانی مهم بوده است که در این تحقیق نیز به همین منظور مورد بررسی قرار گرفت. برای این امر، شرکت‌های پتروشیمی که به‌منظور شناسایی خواسته‌های کیفی مشتریان شرکت شیراز پلاست ارم از محصول مورد نیاز آنها واجدالشرایط بوده‌اند، ارزیابی و مشخص شدند. ضمناً خواسته‌های کیفی مورد نظر مشتری در این تحقیق بر روی محصول «پلی‌اتیلن سنگین» ارزیابی گردید. این خواسته‌ها همان‌گونه که در جدول دو نیز نشان داده شد، شامل هشت خواسته کیفی بوده است. بر

اساس نتایج حاصل از به‌کارگیری تکنیک تصمیم‌گیری سوارا مشخص شد که به ترتیب خواسته‌های کیفی «تحمل جنس» و «دوخت پذیری محکم» با میزان اهمیت ۰/۱۸۵ و ۰/۱۷۶ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. از سوی دیگر نتایج حاصل از روش گسترش عملکرد کیفیت به‌منظور سنجش اهمیت معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان مشخص نمود که معیارهای «میزان تطابق با استانداردها» و «فعالیت‌های کاهش هزینه» به ترتیب بیشترین سهم را در انتخاب تأمین‌کنندگان که در این پژوهش شامل پنج پتروشیمی بوده است را دارا هستند. همچنین نتایج ارزیابی هر یک پتروشیمی‌ها در ارتباط با معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان نشان داد که پتروشیمی بندر امام با مقدار اهمیت ۰/۲۱۸ در اولویت اول و پتروشیمی امیرکبیر و پتروشیمی آریا ساسول با مقادیر ۰/۲۱۷ و ۰/۱۹۰ به ترتیب در جایگاه دوم و سوم قرار گرفتند. همچنین نتایج مربوط به حل مدل چندهدفه برنامه‌ریزی آرمانی نشان داد که تنها مقدار ۰/۲۴ از حجم سفارش به‌وسیله پتروشیمی بندر امام قابل وصول است.

هر تحقیقی در حین انجام با محدودیت‌هایی روبرو است که این تحقیق نیز در این میان با محدودیت‌های متعددی مواجه بوده است. عدم همکاری کافی از سمت برخی کارشناسان به علت عدم توجه به رویکردهای نوین و همچنین بسنده کردن به روش‌های سنتی یکی از محدودیت‌های ذکر شده بوده است. همچنین عدم آشنایی مدیران سازمان‌ها با مفاهیم گسترش عملکرد کیفیت و عدم تجربه کارشناسان در پیاده‌سازی آن از دیگر محدودیت‌های تحقیق حاضر است. ازآنجاکه محصول مورد نظر برای ارزیابی خواسته‌های کیفی پلی‌اتیلن سنگین بوده است، پیشنهاد می‌گردد که تأمین‌کنندگان ویژگی‌های شیمیایی این محصول را به‌صورت منطقی کنترل نمایند تا بتواند تأثیر مثبت و قابل قبولی را برای محصول ارسالی به دنبال داشته باشد. کنترل این عامل می‌تواند در قیمت نهایی محصول تمام شده و بازارپسندی آن نقش مؤثری داشته باشد. ایجاد بستری مناسب در حوزه فناوری می‌تواند برای کلیه افراد مشمول زنجیره تأمین مفید واقع شود. مهیا بودن این بستر باعث می‌گردد تا هم تأمین‌کننده و هم شرکت تولیدی در هنگام دریافت محصول بتوانند مدیریت بهینه زمان داشته باشند. اعتبار و سابقه تأمین‌کننده نیز می‌تواند در انتخاب تأمین‌کننده مورد ارزیابی قرار گیرد. لحاظ نمودن این مؤلفه می‌تواند نهایتاً رضایتمندی مصرف‌کننده و وفاداری آنها را در افق زمانی درازمدت تضمین نماید.

برای گسترش و بهبود استفاده از این مدل، پیشنهاد می‌شود که شرکت‌ها به‌جای استفاده از قضاوت‌های شهودی، از نتایج این تحقیق برای انتخاب تأمین‌کنندگان به‌صورت سیستماتیک و علمی بهره‌برداری کنند. همچنین، ترکیب این مدل با سایر روش‌های اولویت‌بندی و تحلیل، مانند AHP و مدل‌های فازی، می‌تواند دقت و کارایی آن را افزایش دهد. توسعه مدل‌های جامع و بررسی ارتباطات بین معیارها و خواسته‌های کیفی نیز می‌تواند به بهبود فرآیند انتخاب تأمین‌کنندگان کمک کند. در نهایت، توصیه می‌شود که مدل‌های توسعه‌یافته با توجه به اطلاعات و محدودیت‌های خاص هر سازمان به‌روزرسانی شوند و در صنایع و شرکت‌های دیگر نیز به‌کار گرفته شوند تا نتایج گسترده‌تری حاصل گردد. استفاده از چندین رویکرد و مقایسه نتایج می‌تواند به تجزیه‌وتحلیل جامع‌تری از تأمین‌کنندگان منجر شود.

References:

Agarwal, R., Agrawal, A., Kumar, N., Ray, S., & Voumik, L. C. (2023). Selection of a Sustainable Supplier by Using a Fuzzy MCDM Mathematical Modelling.

Aghajani, H. A., Samadi-Miyarklai, H., Samadi-Miarklai, H., & Sohanian, M. (2018). Evaluation and ranking of suppliers in the supply chain using trapezoidal fuzzy multi-criteria decision-making systems. *Quarterly magazine of strategic management in industrial systems (former industrial management)*, *13*(45), 49-64. [In persian]

Akao, Y. (1997). QFD: Past, present, and future. International symposium on QFD,

Alimohammadlou, M., & Bonyani, A. (2020). A decision framework for supplier selection under a fuzzy environment. *Modern Research in Decision Making*, *5*(4), 119-143.

Amani, H., Nurang, A., & Jahanshahi, H. (2013). Development of a supplier selection model using the fuzzy multi-criteria decision making technique with the assumption of criteria dependence. *Iranian Journal of Supply Chain Management*, *15*(41), 60-69. [In persian]

Asgharizadeh, E., Ahmadi, S., Behroz, R., & hosseini Ghoghani, A. (2015). Rankings the Suppliers Using SMADM : Martel and Zaras method (Alborz Production Group). *Business research paper*, *19*(74), 115-141. [In persian]

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.

Büyüközkan, G., & Güleryüz, S. (2015). Extending fuzzy QFD methodology with GDM approaches: An application for IT planning in

collaborative product development. *International Journal of Fuzzy Systems*, *17*, 544-558.

Charnes, A., & Cooper, W. W. (1955). Management models and industrial applications of linear programming. *Management science*, *4*(1), 38-91.

Chen, Z., Ming, X., Zhou, T., & Chang, Y. (2020). Sustainable supplier selection for smart supply chain considering internal and external uncertainty: An integrated rough-fuzzy approach. *Applied Soft Computing*, *87*, 106004.

Chowdhury, M. M. H., & Quaddus, M. A. (2015). A multiple objective optimization based QFD approach for efficient resilient strategies to mitigate supply chain vulnerabilities: The case of garment industry of Bangladesh. *Omega*, *57*, 5-21.

Davoudabadi, R., Mousavi, S. M., & Sharifi, E. (2020). An integrated weighting and ranking model based on entropy, DEA and PCA considering two aggregation approaches for resilient supplier selection problem. *Journal of Computational Science*, *40*, 101074.

Duan, L., & Ventura, J. A. (2019). A dynamic supplier selection and inventory management model for a serial supply chain with a novel supplier price break scheme and flexible time periods. *European journal of operational research*, *272*(3), 979-998.

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

Ebrahimi, A. (2023). Identifying and ranking hospital suppliers and choosing the right supplier in supply chain management. *Quarterly Scientific Journal of Rescue and Relief*, *15*(2), 153-161.

Ecer, F. (2022). Multi-criteria decision making for green supplier selection using interval type-2 fuzzy AHP: a case study of a home appliance manufacturer. *Operational Research*, *22*(1), 199-233.

Ejali, M., & Ghasemian Sahibi, A. (2015). Prioritizing implementation obstacles of comprehensive quality management in the gas industry using the gradual weighting evaluation ratio analysis approach. *Scientific Quarterly Journal of Standard and Quality Management*, *6*(Scientific Quarterly Journal of Standard and Quality Management), 60-69.

Garfamy, R. M. (2006). A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection. *Journal of enterprise information management*, *19*(6), 662-678.

Handfield, R. B., Ragatz, G. L., Petersen, K. J., & Monczka, R. M. (1999). Involving suppliers in new product development. *California management review*, *42*(1), 59-82.

Ignizio, J. P. (1976). Goal programming and extensions. *(No Title)*.

Ijiri, Y. (1965). *Management goals and accounting for control* (Vol. 3). North Holland Publishing Company.

Izadikhah, M., & Farzipoor Saen, R. (2020). Ranking sustainable suppliers by context-dependent data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, *293*(2), 607-637.

Jamasbi, N., Olfat, L., Amiri , M., & Pishvaee, M. S. (2022). Presenting a Model for Evaluation and Selection of Sustainable Third Party Logistics Service Providers in the supply chain Based on the Combined Approach of Fuzzy Analytical Hierarchy and Cocoso Technique (case study: dairy industry). *Quarterly Journal of Iranian Management Sciences Association*, *17*(68), 45-74. [In persian]

Kabgani, M. H., & Shahbandarzada, H. (2019). Quantitative analysis of supplier selection criteria in resilient supply chain using multi-criteria decision making techniques. *Business research paper*, *23*, 115-140. [In persian]

Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step- wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, *11*(2), 243-258.

Lee, S. M. (1972). Goal programming for decision analysis. *(No Title)*.

Mohammadi, A., Sahrakar, M., & Yazdani, H. (2011). Investigating the impact of information technology on the capabilities and performance of the supply chain of dairy companies in Fars province: a multi-case study. *Information technology management*, *3*(8), 151. [In persian]

Onesime, O. C. T., Xu, X., & Zhan, D. (2004). A decision support system for supplier selection process. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, *3*(03), 453-470.

Sahebi, Z., Mottaghi, H., & Shojaee, M. (2015). Utilizing Integrated Fuzzy-QFD and TOPSIS Approach in Supplier Selection. *Research in production and operations management*, *6*(2), 21-40. [In persian]

Salehi, S., Taghavifard, M. T., Abbaspour esfeden, G., & Abootorab, A. (2022). Development of Multi-Objective Supply Chain Model with Stochastic Demand: An Optimization Approach Based on Simulation and Scenario Development. *Industrial management studies*, *66*(20), 199-250. [In persian]

Shahbandarzadeh, H., & Pikam, A. (2015). Using the weighted fuzzy multi-objective planning model in order to determine the optimal purchase amount from suppliers. *The perspective of industrial management*, *5*(2), 129-159. [In persian]

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). *Designing and managing the supply chain: Concepts, strategies, and cases*. McGraw-hill New York. https://books.google.com/books?id=SYKYU06odPgC

Simić, D., Kovačević, I., Svirčević, V., & Simić, S. (2017). 50 years of fuzzy set theory and models for supplier assessment and selection: A literature review. *Journal of Applied Logic*, *24*, 85-96.

Smith, E. D., Szidarovszky, F., Karnavas, W. J., & Bahill, A. T. (2008). Sensitivity analysis, a powerful system validation technique. *The Open Cybernetics & Systemics Journal*, *2*(1).

Talluri, S., & Narasimhan, R. (2004). A methodology for strategic sourcing. *European journal of operational research*, *154*(1), 236-250.

Tamjidi, A., & Mehri Cherude, M. (2021). Supply chain strategies (SCM) to achieve short-term and long-term goals in management. *Accounting and economics in Iran*. https://civilica.com/doc/1275516/ . [In persian]

Tavaklian, M., Ershadi, M. J., & Azizi, A. (2020). Modeling the problem of selecting and assigning orders to suppliers based on ideal planning and the combined approach of QFD and ANP. *New researches in mathematics*, *6*(26), 61-79. [In persian]

Vahidi, F., Torabi, S. A., & Ramezankhani, M. (2018). Sustainable supplier selection and order allocation under operational and disruption risks. *Journal of Cleaner Production*, *174*, 1351-1365.

Yaqoubi, A., & Amiri, M. (2016). *Evaluation and selection of suppliers in sustainable supply chain management using the combined technique of confirmatory factor analysis and the analytical network process (ANP) (Case study: Aria Farcolor Printing)* First National Conference on Quantitative Models and Techniques in Management. [In persian]

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.

COPYRIGHTS

© 2023 by the authors. Licensee Advances in Finance and Investment Journal. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).