



تحلیل تطبیقی رویکردهای تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری در اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان (فولاد مبارکه اصفهان)

احمد رضا قاسمی (نویسنده مسئول)

استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران

Email: ghasemiahmad@ut.ac.ir

هاشم معزز

استادیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران

فاطمه عابدی جبلی

کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، پردیس فارابی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱ * تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۲۸

چکیده

زنجیره تأمین اخیراً نظر بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. هدف این مقاله، شناسایی تأمین‌کنندگانی است که بیشترین توان بالقوه را در برآورده ساختن نیازهای شرکت با صرف هزینه معقولانه، داشته باشند و همچنین کاهش ریسک و حداکثر کردن ارزش کلی برای خریداران است. از آنجایی که تأمین‌کنندگان از لحاظ نقاط قوت و ضعف و شرایط عمومی محصولاتشان متفاوت هستند، نیازمند ارزیابی دقیق به‌وسیله خریداران می‌باشند. جهت انجام این فعالیت‌ها در شرکت‌ها، مشکلات فراوانی وجود دارد که یکی از آن مشکلات مربوط به تعیین معیارهای مناسب جهت ارزیابی تأمین‌کننده است. این موضوع به این دلیل است که غالباً نیازها در قالب مفاهیم کیفی اظهار می‌شوند درحالی‌که باید به‌صورت کمی مورد ارزیابی قرار گیرند. علاوه بر این، از نظر تصمیم‌گیرنده، معیارها نسبت به یکدیگر از اهمیت و اولویت متفاوتی برخوردار می‌باشند و این موضوع یکی از دلایل اصلی است که نگارندگان را بر آن داشت که به دنبال ارائه الگویی باشند تا به‌وسیله آن بتوان انتخاب تأمین‌کننده را بر اساس معیارهای مناسب و با تأکید بر میزان اهمیت هر یک از آن‌ها در فرآیند تصمیم‌گیری انجام داد. بدین منظور ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع، معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین‌کنندگان شناسایی شدند، سپس با استفاده از پرسشنامه‌ای که توسط گروهی از کارشناسان تکمیل شد به غربالگری شاخص‌ها پرداخته شد. داده‌های کمی و کیفی شاخص‌های انتخاب‌شده جمع‌آوری شدند و توسط روش AHP درجه اهمیت معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین‌کنندگان مشخص شد و درنهایت تأمین‌کنندگان شرکت با روش کوپراس خاکستری رتبه‌بندی شدند. مهم‌ترین معیار جهت ارزیابی تأمین‌کنندگان دارایی و زیرساخت (۰/۲۷۵) و تأمین‌کننده بهران به‌عنوان بهترین تأمین‌کننده شناسایی شد.

کلمات کلیدی: انتخاب تأمین‌کننده، تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری، عدد خاکستری، کوپراس خاکستری.

۱- مقدمه

در رقابت‌های جهانی عصر حاضر، بنگاه‌های اقتصادی و تولیدی به منظور دستیابی به مزیت یا مزایای رقابتی باهدف کسب سهم بیشتری از بازار به سمت مدیریت زنجیره تأمین^۱ روی آورده‌اند. در عصر جهانی‌شدن و ارتباطات، سازمان‌ها نیازمند اتخاذ تصمیمات صحیح و سریع هستند تا بتوانند در عرصه رقابت تنگاتنگ گامی جلوتر باشند. افزایش رقابت و فشار جهانی‌سازی و تحولات بازار، روش‌های تأمین اقلام و ارتباط با خریداران و تأمین‌کنندگان را تغییر داده است. در شرایط جدید، انتخاب تأمین‌کنندگان و افزایش روابط با تأمین‌کنندگان و توسعه روابط مشارکتی و پایدار بر آن‌ها برای کاهش هزینه‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری در برابر تغییرات بازار ضروری است. از این رو، کسب رضایت مشتری، تأمین نیازها و کاهش هزینه‌ها مستلزم انتخاب سریع و مناسب تأمین‌کنندگان است. مسئله کلیدی در یک زنجیره تأمین، مدیریت و کنترل هماهنگ تمامی فعالیت‌هاست. مدیریت زنجیره تأمین پدیده‌ای است که این کار را به طریقی انجام می‌دهد که مشتریان بتوانند خدمات و محصولات با کیفیت و قابل اطمینان را سریع و با حداقل هزینه دریافت کنند. در حالت کلی زنجیره تأمین از دو یا چند سازمان تشکیل شده که رسماً از یکدیگر جدا هستند و به وسیله جریان‌های مواد، اطلاعات و جریان‌های مالی به یکدیگر مرتبط می‌شوند (Wilson & Mit, 2000). مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان بالقوه، یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره است که درجه عدم اطمینان داده‌ها، تعداد تصمیم‌گیرندگان و ماهیت معیارها از جمله موضوعاتی است که باید در این مسائل مورد توجه قرار گیرد (Ting & Cho, 2008). در پژوهش حاضر با توجه به اهمیت مسئله انتخاب تأمین‌کنندگان مناسب در زنجیره تأمین در شرکت فولاد مبارکه اصفهان، از ادبیات تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری بهره‌گیری شده است. بدین منظور در ادامه نخست به ادبیات ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان پرداخته شده است. در ادامه روش‌شناسی و خروجی‌های روش کوپراس خاکستری مورد بحث قرار گرفته‌اند. در خاتمه نیز به ارائه پیشنهادهایی برای شرکت فولاد مبارکه در رابطه با انتخاب تأمین‌کنندگان و همچنین پیشنهادهایی برای محققین در مطالعات آتی در حوزه‌ی زنجیره تأمین پرداخته شده است.

روش‌های گوناگونی به منظور کمک به تصمیم‌گیرندگان خرید برای روبه‌رو شدن با پیچیدگی‌های انتخاب یک تأمین‌کننده مناسب بیان شده است. این روش‌ها غالباً نگاهی تک‌بعدی و منفرد به فرآیند انتخاب تأمین‌کننده دارند و معمولاً ابهام و عدم اطمینان موجود در مسئله انتخاب تأمین‌کننده را در نظر نمی‌گیرند و از مقادیر عددی استفاده می‌کنند (Mohaghar & et al, 2011). با انجام این پژوهش به صورت علمی می‌توان تأمین‌کننده مناسب را از میان سایر تأمین‌کنندگان، برای این واحد شناسایی کرد. در جهت افزایش توان تولیدی و کاهش هزینه‌ها، توجه ویژه به بخش صنعت و تأمین‌کنندگان دارای مزیت و قدرت رقابتی، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این مطالعه سعی بر آن است تا از طریق ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان مواد اولیه در شرکت فولاد مبارکه اصفهان به کمک روش تصمیم‌گیری ذکر شده (COPRAS-G)، تصویر روشنی از ساختار فعالیت‌های مدیران خرید و بخش تدارکات و تأمین مواد اولیه این شرکت ارائه شود؛ تا بدین ترتیب گامی هرچند کوتاه در جهت افزایش و بهبود کارایی و اقتصادی شرکت برداشته شود؛ بنابراین اهمیت شناسایی معیارها و ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان مواد اولیه این شرکت واضح به نظر می‌رسد. زنجیره تأمین مجموعه ارتباطات فیزیکی و اطلاعاتی و فعالیت‌های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد، از مرحله تهیه مواد اولیه تا مرحله تحویل کالای نهایی به مصرف‌کننده را شامل می‌شود (شکل ۱). تولید، توزیع، خرید و فروش و حمل‌ونقل عناصر مهم‌اند که اگر هر یک فاقد عملکرد لازم باشند، این زنجیره را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

¹ Supply Chain Management (SCM)



شکل شماره (۱): مدل مفهومی زنجیره تأمین (Asgharizadeh & Ghasemi, 2011)

طراحی و مدیریت زنجیره تأمین، به تولید و تحویل محصولات گوناگون با هزینه پایین، کیفیت بالا و زمان کوتاه تحویل کمک می‌کند. رقابت جهانی فشار زیادی را بر محصول و عرضه دهندگان خدمات تحمیل کرده است تا عملیات و شیوه‌های آن را بهبود دهند. باین‌حال، موفقیت زنجیره تأمین به چگونگی طراحی و اجرای آن، شناسایی ترکیبی مؤثر از تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و نظارت بر عملکرد زنجیره تأمین بستگی زیادی دارد (Burgess & et al, 2006). مدیریت زنجیره تأمین از جمله مفاهیم استعاره‌ای در عرصه مدیریت است و از این‌رو از دیدگاه‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. از آن جمله می‌توان به تحلیل فراروش^۲ در این زمینه اشاره کرد (جدول ۱). شرکت‌ها می‌توانند از طریق فناوری اطلاعات به‌طور خودکار جریان محصول و اطلاعات مربوط به ظرفیت تولید، تقاضای مشتری، موجودی در هزینه پایین‌تر را مدیریت کنند. اطلاعات به اشتراک گذاشته شده عملکرد زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشد. یکی از چالش‌های مهم شرکت‌های بزرگ چگونگی به‌کارگیری فناوری اطلاعات برای افزایش بهره‌وری زنجیره تأمین است (Russell & Anne, 2007).

جدول شماره (۱): برخی دیدگاه‌های رایج زنجیره تأمین

| دیدگاه | هدف SCM | منطقه کانونی بهبود |
|-----------------|---|--|
| پویایی سیستم | مدیریت تجارت در طول زنجیره تأمین | مدیریت سفارش‌ها |
| تحقیق در عملیات | محاسبه راه‌حل‌های بهینه درون مجموعه‌ای داده‌شده از درجه‌های آزادی | تنظیمات شبکه و جریان |
| لجستیک | یکپارچه‌سازی فرایندهای عملیاتی به ترتیب، به‌طور عمودی و افقی | یکپارچه‌سازی فرایندها |
| بازاریابی | بخش‌بندی محصولات و بازاریابی و ترکیب هر دو با به‌کارگیری حق کانال توزیع | تناسب میان محصول، کانال و مشتری |
| سازمان | تقسیم‌بندی سرمایه‌گذاری / تشکیلات اقتصادی داخلی | تعیین و تسلط بر نیاز به هماهنگی و مدیریت |
| راهبرد | ادغام شایستگی‌ها و مکان‌یابی مجدد به عمیق‌ترین بخش سبد سود | موقعیت‌یابی در زنجیره |

در مقالات مرتبط با موضوع ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده که تاکنون ارائه گردیده‌اند، بر اساس تجارب خریداران، معیارهای مختلف و متنوعی شناسایی شده‌اند. محققینی چون دیکسون، ال‌رام، اسپیکمن، تریسیومین نیز در زمینه معیارهای شناسایی و انتخاب تأمین‌کننده تحقیق نموده‌اند و معیارهایی چون معیارهای استراتژیک، روابط طولانی‌مدت بین خریدار و تأمین‌کننده برای رسیدن به موقعیت‌های رقابتی مستحکم، ایجاد همکاری و بهبود در روابط با تأمین‌کنندگان منحصر به فرد به‌جای روابط کوتاه‌مدت با چندین تأمین‌کننده، کیفیت، میزان اطمینان به تحویل و بالا بردن عملکرد محصول، برنامه بهبود مستمر و گروه‌های طراحی محصول، محدودیت‌های تجاری و موانع مربوط به فرهنگ و ارتباطات و ریسک‌های پیش‌بینی‌شده را شناسایی نمودند. در سال‌های ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۰ میلادی مهم‌ترین معیارهایی چون کیفیت، قیمت، تحویل به هنگام؛ ضمانت محصول، خدمات پس از فروش، پشتیبانی فنی، آموزش، برخورد با مشتری، سابقه عملکرد، وضعیت مالی، موقعیت جغرافیایی، مدیریت و سازمان‌دهی، روابط نیروی کار، سیستم ارتباطی، پاسخ‌گویی به خواسته‌های مشتری، توانایی در زمینه انجام تجارت

^۲ Meta Method: به رویکردی اطلاق می‌شود که پژوهشگر روش‌های جاری در حوزه مطالعاتی را تحلیل و طبقه‌بندی می‌کند.

الکترونیک، توانایی تأمین‌کننده بهنگام، توانایی فنی، امکانات و ظرفیت تولید، توانایی بسته‌بندی، کنترل‌های عملیاتی، سهولت استفاده، قابلیت نگهداری، میزان فعالیت‌های گذشته، رتبه و موقعیت در صنعت، تولید محصول دوستدار طبیعت و ظاهر محصول، شناسایی شدند. در سال‌های پس از ۲۰۰۰ میلادی نیز معیارهای جدیدی به معیارهای قبل اضافه گردید که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: توانایی فنی، در دسترس بودن، قابلیت اعتماد، ظرفیت، سابقه، عملکرد و تجربه، وضعیت باثبات مالی، حل مشکلات مربوط به کیفیت محصول، هزینه، توسعه فنی آتی (توانایی طراحی محصول جدید)، تنوع تأمین، کیفیت و انعطاف‌پذیری، وضعیت ارتباط، مشتری محوری، توانایی مدیریت و سازمان‌دهی، موقعیت جغرافیایی، حمل‌ونقل، کارکرد طبق رویه کانبان، پیگیری، تحویل به‌موقع، خدمات پس از فروش، صلاحیت و شایستگی، پاسخ‌گویی سریع به سفارش‌ها، میزان فاصله، زمان لازم برای تولید نمونه اولیه، رفع تضادها، صداقت، پیروی از فرآیندها و بالاخره امکانات و ماشین‌آلات (Shafiee & et al, 2010).

دی بوئر در سال ۱۹۹۸ چارچوب کلی زیر را در امر خرید و انتخاب تأمین‌کنندگان مطرح ساخت (جدول ۲):

- درک این مسئله که با انتخاب تأمین‌کنندگان به چه چیزی دست پیدا می‌کنیم.
- تعریف معیارهای مربوط به انتخاب تأمین‌کنندگان
- برآورد و ارزیابی اولیه از شرایط و صلاحیت تأمین‌کنندگان (جدول ۳)
- انتخاب نهایی تأمین‌کننده موردنظر

جدول شماره (۲): چارچوب انتخاب تأمین‌کنندگان (De Boer, 2001)

| Straight rebuy (strategic/bottleneck) | Straight rebuy (routine item) | Modified rebuy (leverage item) | New task | |
|--|---|--|---|------------------------|
| نحوه ارتباط با تأمین‌کنندگان | جایگزینی برای تأمین‌کنندگان فعلی | استفاده از تعداد کمتر یا بیشتر تأمین‌کنندگان یا استفاده از دیگران | استفاده یا عدم استفاده از تأمین‌کننده | تعریف مسئله |
| موارد بااهمیت ارزیابی مجدد داده‌های تاریخی در مورد تأمین‌کنندگان موجود ولی تعداد تأمین‌کنندگان واقعی کم است | موارد کمتر تعدیل شده تکرار تصمیمات داده‌های تاریخی در مورد تأمین‌کنندگان موجود | تعدیل موارد مهم تکرار تصمیمات داده‌های تاریخی در مورد تأمین‌کنندگان موجود | تغییر موارد مهم تصمیمات یک مرحله‌ای عدم وجود داده‌های تاریخی در مورد تأمین‌کنندگان موجود | فرموله کردن معیارها |
| موجود بودن معیارهای قبلی مجموعه کوچکی از تأمین‌کنندگان مرتب کردن به‌جای دسته‌بندی وجود داده‌های تاریخی | موجود بودن معیارهای قبلی مجموعه بزرگی از تأمین‌کنندگان دسته‌بندی در حین مرتب‌سازی وجود داده‌های تاریخی | موجود بودن معیارهای قبلی مجموعه بزرگی از تأمین‌کنندگان دسته‌بندی در حین مرتب‌سازی وجود داده‌های تاریخی | عدم استفاده از معیارهای گذشته تغییر موارد مهم مجموعه کوچکی از تأمین‌کنندگان مرتب کردن به‌جای دسته‌بندی عدم وجود داده‌های تاریخی ثبت شده | تأیید صلاحیت |
| مجموعه خیلی کوچکی از تأمین‌کنندگان (اغلب فقط یکی) وجود داده‌های تاریخی ارزیابی همراه انتخاب فروش منحصربه‌فرد | تعدیل کوچکی در مجموعه تأمین‌کنندگان دسته‌بندی به‌جای مرتب‌سازی تعداد کم معیارها تعاملات کم وجود داده‌های | تعدیل کوچکی در مجموعه تأمین‌کنندگان دسته‌بندی به‌جای مرتب‌سازی تعداد کم معیارها تعاملات کم وجود داده‌های تاریخی | مجموعه کوچکی از تأمین‌کنندگان دسته‌بندی به‌جای مرتب‌سازی تعداد زیاد معیارها تعاملات زیاد عدم وجود داده‌های تاریخی ثبت شده | انتخاب |

| تغییر موارد مهم | استفاده دوباره از مدل | تاریخی |
|--|---|--------------------|
| استفاده از مدل یک‌بار | استفاده دوباره از مدل | استفاده از یک منبع |
| | | به‌جای چند منبع |
| جدول شماره (۳): روش‌هایی برای تأیید صلاحیت اولیه تأمین‌کنندگان (De Boer, 2001) | | |
| روش | مشخصه‌های کلی | |
| Conjunctive screening | تأمین‌کننده در صورتی انتخاب می‌شود که امتیاز مساوی یا بیشتر از کمترین امتیاز هر معیار به دست آورد. | |
| Disjunctive screening | تأمین‌کننده در صورتی انتخاب می‌شود که حداقل امتیازی مساوی یا بیشتر از کمترین امتیاز یک معیار به دست آورد. | |
| Lexicographical screening | ابتدا معیارها به ترتیب اهمیت درجه‌بندی می‌شوند، سپس تأمین‌کنندگان با مهم‌ترین معیارها ارزیابی می‌شوند. تأمین‌کنندگانی که از این معیارها عبور نمایند، با معیار بعدی ارزیابی می‌شوند. | |

اینکه شیوه رتبه‌بندی و انتخاب تأمین‌کننده باید دارای چه خصوصیتی باشند تا بتوان از طریق آن تأمین‌کنندگان ناب را شناسایی و انتخاب کرد، از اهمیت شایانی برخوردار است. در کنکاش برای تعیین خصوصیات و معیارهای رتبه‌بندی مؤثر ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، موارد زیر از اهمیت بسزایی برخوردارند (Ghazanfari & et al, 2001):

جامع بودن: ملاحظه و موردتوجه قرار دادن معیارها و طبقه‌بندی‌های مهم

قابل فهم و درک بودن: به‌کارگیری سیستم‌های ارزش دهی مقداری

سادگی ریاضیاتی: سهولت محاسباتی

قابلیت اطمینان: سنجش یکسان و قابلیت درک عمیق و دقیق توسط میزان آموزش دیده

انعطاف پذیر بودن: قابلیت به‌کارگیری در طول خریدهای مختلف

یکی از ویژگی‌های تصمیم‌گیری و پژوهش در حوزه علوم انسانی اتکای آن به دیدگاه‌ها و نگرش‌های انسانی است. نگرش‌های و دیدگاه‌های انسانی همواره دارای بار ابهام‌برانگیز بوده و از این رو کمیت بخشی این دیدگاه‌ها و ترجیحات همواره با انتقادهایی همراه بوده است. از این رو از دهه هفتاد میلادی به بعد پارادایم پژوهش کیفی توسعه‌ای چشم‌گیر در عرصه علوم انسانی داشته است. رویکرد رایج دیگر برای مواجهه با این مسائل نظریه فازی و خاکستری بوده است. تئوری خاکستری که یکی از روش‌های پیشرو در تحلیل ریاضی سیستم‌های با اطلاعات غیرقطعی است که در سال ۱۹۸۲ توسط جولانگ دنگ بر اساس مفهوم مجموعه‌های خاکستری معرفی شده است. در مدت کوتاهی تئوری سیستم‌های خاکستری به سرعت رشد و گسترش یافت و به‌طور گسترده‌ای در ارزیابی، مدل‌سازی، پیش‌بینی، تصمیم‌گیری و کنترل به کار گرفته شد و نتایج قابل توجیهی نیز ارائه کرد (Malek & Dabaghi, 2011). هدف سیستم‌های خاکستری پر کردن خلأ موجود بین علوم اجتماعی و علوم طبیعی است. از این رو می‌توان گفت که سیستم‌های خاکستری از نوع بین‌رشته‌ای و محل تقاطع شاخه‌های مختلف علمی است (Faraji sabokbar, 2012). تئوری سیستم‌های خاکستری (Deng, 1982) به‌عنوان تئوری ریاضی جدید و روشی مؤثر برای حل مسائل با عدم قطعیت با داده‌های گسسته و اطلاعات ناقص است. در تئوری سیستم‌های خاکستری برحسب درجه اطلاعات، اگر اطلاعات کاملاً معلوم باشد سیستم سفید نام می‌گیرد و اگر اطلاعات نامعلوم باشد سیستم سیاه گفته می‌شود و اگر بخشی از اطلاعات معلوم و بخشی از اطلاعات نامعلوم باشد سیستم خاکستری اطلاق می‌شود. مقایسه اطلاعات سیاه، سفید و خاکستری را می‌توان در قالب جدول زیر نمایش داد.

| | | | | |
|-----------------|------------|-----------------------|-----------|-----------|
| اطلاعات | نامشخص | سیاه | خاکستری | سفید |
| ظاهر | تیره | خاکستری | ناقص | مشخص |
| فرآیند (پردازش) | جدید | جایگزینی قدیم با جدید | شفاف | قدیمی |
| خصوصیت | بی‌نظم | پیچیده | منظم | منظم |
| روش‌شناسی | سلیبی | انتقالی | یقینی | یقینی |
| رفتار و هنجار | افراطی | متفاوت | محدود | محدود |
| نتیجه | بدون نتیجه | چندراه حل | یک‌راه حل | یک‌راه حل |

سیستم خاکستری یک روش اثرگذار در حل مسائل در شرایط ناکامل بودن اطلاعات و عدم قطعیت است. رویکرد فازی نیز یکی از رویکردهای ارائه‌شده برای حل مسائل انتخاب تأمین‌کننده در شرایط عدم قطعیت است؛ اما مزیت تئوری خاکستری بر تئوری فازی این است که تئوری خاکستری شرایط فازی بودن را نیز بررسی می‌کند. در واقع تئوری خاکستری با شرایط فازی نیز منعطف است. می‌توان گفت در مقایسه با آمار و احتمالات و ریاضیات فازی که با مسائل ساده و عدم قطعیت روبرو هستند، تئوری خاکستری به دلیل مواجهه با مسائل نیمه پیچیده و غیرقطعی از جایگاه بالاتری برخوردار است و به‌منظور حل مسائل پیچیده در شرایط عدم قطعیت می‌توان از ریاضیات غیرخطی بهره برد (Malek & Dabaghi, 2011).

عدد خاکستری عددی است که مقدار دقیق آن معلوم نیست اما محدوده‌ای که در آن قرار می‌گیرد مشخص است. در حقیقت عدد خاکستری عددی غیرقطعی است که مقدار ممکن خود را از یک بازه یا مجموعه‌ای از اعداد اتخاذ می‌کند. طبق تعریف لی و همکاران (۲۰۰۷) اعداد خاکستری را می‌توان به‌صورت زیر تعریف نمود:

فرض کنیم X مجموعه مرجع باشد. آنگاه مجموعه خاکستری G از مجموعه مرجع X به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mu^-(X): x \rightarrow [0,1] \\ \mu(X): x \rightarrow [0,1] \end{array} \right.$$

که به ترتیب حد بالا و حد پایین از تابع عضویت G می‌باشند. هنگامی که حد بالا و حد پایین با یکدیگر برابر باشند، مجموعه خاکستری G تبدیل به مجموعه فازی می‌شود. این قابلیت نشان‌دهنده شمول تئوری خاکستری به حالت‌های فازی و انعطاف آن در مواجهه با مسائل فازی است. مطالعات کمی در عرصه ارزیابی و رتبه‌بندی شاخص‌ها با رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری انجام شده است. در جدول ۵ به معرفی اهم مطالعات رایج در این عرصه پرداخته شده است.

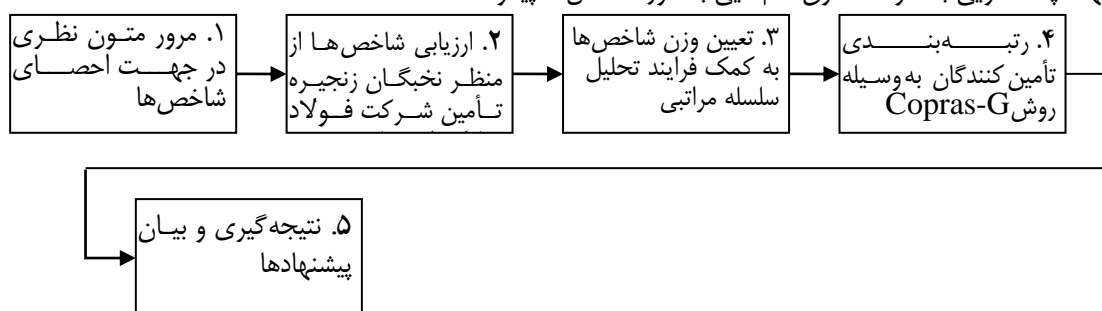
جدول شماره (۵): برخی مطالعات انجام‌شده در حوزه تصمیم‌گیری چند معیاره خاکستری

| ردیف | نویسندگان | موضوع |
|------|--------------------------------------|---|
| ۱ | Zolfani & et al, 2012 | ارزیابی مراکز فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد AHP, G-SAW |
| ۲ | Dou, Qinghua Zhu & Sarkis, 2014 | ارزیابی توسعه برنامه ارزیابی تأمین‌کنندگان سبز با رویکرد فرایند تحلیل شبکه‌ای خاکستری |
| ۳ | Mity, Chatterjee & Chakraborty, 2012 | انتخاب و ارزیابی دستگاه‌های برش مواد با روش COPRAS-G |
| ۴ | Datta, Sahu & Mahapatra, 2013 | انتخاب و گزینش رباطها با روش تصمیم‌گیری Grey-MOORA |
| ۵ | Y.H, Lin & Lee Ting, 2008 | ارزیابی و رتبه‌بندی به‌وسیله روش تاپسیس با داده‌های خاکستری |

در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز از روش‌های کتابخانه‌ای و پیمایشی استفاده شده است. ابزار جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه بررسی اهمیت شاخص‌ها و پرسشنامه مقایسات زوجی و همچنین پرسشنامه سنجش عملکرد تأمین‌کنندگان از حیث شاخص‌ها است که جامعه پاسخگویان این پژوهش شامل مدیران و سرپرستان تولید و کارشناسان بخش لجستیک و تدارکات سازمان است. به دیگر سخن این پژوهش درصدد پاسخگویی به سؤالات زیر است:

۱. شاخص‌های دخیل در ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان مواد اولیه چیست؟
۲. وزن هر یک از شاخص‌های مؤثر در انتخاب تأمین‌کنندگان به چه صورت است؟
۳. وضعیت تأمین‌کنندگان شرکت فولاد مبارکه اصفهان با روش کوپراس خاکستری چگونه است؟

جهت پاسخگویی به سؤالات فوق گام‌هایی به صورت شکل ۲ پیموده شده است.



شکل شماره (۲): مراحل اجرای پژوهش

قبل از اینکه روش‌های وزن دهی و رتبه‌بندی بررسی شود، باید توضیحی در مورد اعداد خاکستری مورد استفاده، ارائه شود. در این مقاله از عبارات‌های کلامی به جای اعداد قطعی برای تعیین وزن شاخص‌ها و همچنین رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده شده است. در جدول ۶ متغیرهای زبانی جهت بیان برتری تأمین‌کنندگان نسبت به یکدیگر ارائه گردیده است.

جدول شماره (۶): متغیرهای کلامی مرتبط با عملکرد تأمین‌کنندگان نسبت به معیارها

| اعداد خاکستری | متغیرهای زبانی |
|---------------|----------------|
| [۱ و ۲] | خیلی کم |
| [۲ و ۴] | کم |
| [۴ و ۶] | متوسط |
| [۶ و ۸] | زیاد |
| [۸ و ۹] | خیلی زیاد |

متغیرهای کلامی و زبانی متغیرهایی هستند که مقادیر آن‌ها توسط عبارات‌های کلامی بیان می‌گردد و ارزش مقادیر آن‌ها کلمات یا جملاتی است که در یک زبان طبیعی یا ساختگی (مصنوعی) وجود دارد (Azar & faraji, 2008). فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با شاخص‌های چندگانه است که به منظور تصمیم‌گیری و انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های متعدد تصمیم، با توجه به شاخص‌هایی که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌گردد به کار برده می‌شود که اولین بار توسط توماس ال. ساعتی عراقی الاصل در دهه ۱۹۷۰ ابداع گردید. همچنین می‌توان با محاسبه‌ی نرخ ناسازگاری ماتریس‌های تصمیم حاصل از قضاوت هر کدام از پاسخ‌دهندگان، از پایایی نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها اطمینان حاصل کرد (Saaty, 1989). ارزیابی نسبی پیچیده‌ی گزینه‌ها با روابط خاکستری توسط زاوادسکاس و همکاران (۲۰۰۸) پیشنهاد شده است که در آن، شاخص‌ها در مقادیر بازه‌ای بیان می‌شوند و برای موقعیت‌های واقعی تصمیم‌گیرندگان برنامه‌های کاربردی - نظریه‌ی خاکستری مناسب هستند. این روش از نظر ریاضی برای پردازش اطلاعات ناقص در مورد سیستم کاملاً مفید و منطقی است و برای افزایش بهره‌وری و بهبود سطح دقت فرایند تحلیل در فرآیند تصمیم‌گیری در نظر گرفته می‌شود. روش COPRAS-G برای تحلیل گزینه‌های مختلف به کار می‌رود و گزینه‌ها را با توجه به اهمیت و درجه‌ی سودمندی آن‌ها تخمین

می‌زند. درجه‌ی سودمندی یک گزینه به صورت درصد نشان داده می‌شود. این درصد، درجه‌ای را که یک گزینه بهتر یا بدتر از سایر گزینه‌های موجود در نظر گرفته می‌شود، نشان می‌دهد، ارزش بازار گزینه‌ها را تخمین زده و توصیه‌های گوناگون را جمع-آوری می‌کند. سایر روش‌های MADM چنین ویژگی‌هایی ندارند و به همین دلیل است که COPRAS-G در فرایند تصمیم-گیری موفق عمل می‌کند و در چند سال اخیر بارها مورد استناد قرار گرفته است (Zavadskas, 2010). الگوریتم زیر برای حل مسئله انتخاب تأمین‌کننده به کار گرفته شده است.

- استخراج و تعیین شاخص‌های مؤثر بر انتخاب تأمین‌کننده
- ایجاد ماتریس تصمیم خاکستری: همان‌گونه که در بخش‌های پیشین ذکر شد، انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره است. مسئله انتخاب تأمین‌کننده به طور خلاصه در یک ماتریس تصمیم به صورت زیر بیان می‌شود.

$$X = [x_{ij}, u_{ij}] = \begin{bmatrix} [x_{11}, u_{11}] & \cdots & [x_{1n}, u_{1n}] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [x_{m1}, u_{m1}] & \cdots & [x_{mn}, u_{mn}] \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

- ایجاد ماتریس تصمیم خاکستری نرمال شده با استفاده از رابطه‌ی ۲.

$$[\bar{X}_{ij}] = \frac{2x_{ij}}{[\sum_{i=1}^m x_{ij} + \sum_{i=1}^m u_{ij}]} \quad (2)$$

$$[\bar{U}_{ij}] = \frac{2u_{ij}}{[\sum_{i=1}^m x_{ij} + \sum_{i=1}^m u_{ij}]} \quad (3)$$

- محاسبه وزن هریک از معیارها (q_j) با روش AHP به دلیل عدم وابستگی بین معیارها از این روش وزن دهی استفاده شده است.

ایجاد ماتریس تصمیم خاکستری نرمال شده موزون: با توجه به این که اهمیت هر معیار متفاوت است ماتریس تصمیم خاکستری نرمال شده موزون باید ایجاد گردد.

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot q_j \quad (4)$$

$$\hat{u}_{ij} = \bar{u}_{ij} \cdot q_j \quad (5)$$

- محاسبه‌ی مجموعه‌های نرمال شده میانگین وزنی شاخص‌های سودمند و غیر سودمند برای تمام گزینه‌ها

$$P_i = 1/2 \sum_{j=1}^k (\bar{X}_{ij} + \bar{U}_{ij}) \quad (6)$$

$$R_j = 1/2 \sum_{j=k+1}^{m-k} (\bar{X}_{ij} + \bar{U}_{ij}) \quad (7)$$

- محاسبه‌ی مقدار مینیمم شاخص‌های غیر سودمند

$$R_{min} = \min R_i (i = 1, 2, \dots, m) \quad (8)$$

- محاسبه‌ی وزن گزینه‌ها

$$Q_i = P_i + \frac{R_{min} \sum_{i=1}^m R_i}{R_i \sum_{i=1}^m (R_{min}/R_i)} = P_i + \frac{\sum_{i=1}^m R_i}{R_i \sum_{i=1}^m (1/R_i)} \quad (9)$$

- تعیین وزن ماکسیمم گزینه‌ها

$$Q_{max} = \max Q_i (i = 1, 2, \dots, m) \quad (10)$$

- محاسبه‌ی سودمندی کمی بر اساس مقادیر وزنی گزینه‌ها

$$U_i = \left[\frac{Q_i}{Q_{max}} \right] \times 100\% \quad (11)$$

۳- نتایج و بحث

هدف نهایی از انجام این پژوهش، ارائه مدلی برای تحلیل و ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان مواد اولیه در شرکت فولاد مبارکه اصفهان بود. به‌منظور دستیابی به این هدف، ابتدا با مرور دقیق و جامع ادبیات موجود و بررسی تحقیقات و پژوهش‌های انجام‌شده، فهرستی کامل از معیارهای مورد استفاده در انتخاب تأمین‌کننده استخراج گردید. سپس با بررسی فراوانی معیارهای به کار گرفته‌شده در فرآیند انتخاب، معیارهای بالاترین فراوانی انتخاب گردید. در مرحله‌ی بعدی با انجام نظرخواهی از خبرگان از طریق پرسشنامه، معیارهای مورد نظر پالایش و لیست معیارهای نهایی تهیه شد. به‌منظور دسته‌بندی معیارها بررسی جامعی در خصوص دسته‌بندی‌های انجام‌شده صورت گرفته و در نهایت با توجه به ادبیات پژوهش و نظرات استادان و کارشناسان ۳۰ معیار شناسایی شده و در قالب سلسله مراتبی در ۶ حوزه‌ی عمده‌ی تحویل (عرضه)، قیمت/ هزینه، دارایی و زیرساخت، سازمان و مدیریت (توانمندی سازمانی)، برنامه‌ریزی کیفیت و عملکرد زیست‌محیطی طبقه‌بندی گردید. بالا بودن تعداد معیارها می‌تواند منجر به مشکلاتی در استخراج وزن معیارها (افزایش نرخ ناسازگاری در پاسخ‌ها، کاهش دقت پاسخ‌دهنده به دلیل نیاز به زمان قابل توجه در تکمیل پرسشنامه و ...) گردد. به همین دلیل لازم است تا قبل از محاسبه‌ی اوزان معیارها، با استفاده از نظر خواهی از خبرگان و انجام آزمون نسبت اقدام به غربال و کاهش تعداد آن‌ها نمود؛ و با انجام آزمون نسبت در نرم‌افزار SPSS زیر معیارهای تخفیف، قابلیت ماشین‌آلات و حمل‌ونقل و انبارداری حذف شدند و لیست معیارهای نهایی به شرح جدول ۷ تعیین شدند.

جدول شماره (۷): معیارهای نهایی انتخاب تأمین‌کننده

| نماد | معیار | نماد | زیر معیار | درصد توافق |
|------|------------------|------|--|------------|
| C1 | تحویل | C11 | تحویل به موقع | ۷۸/۵۷ |
| | | C12 | تأمین حجم دقیق سفارش‌ها | ۷۱/۴۳ |
| | | C13 | پاسخگویی سریع به تقاضاهای ویژه و خاص و ضروری | ۸۹/۲۹ |
| | | C14 | انعطاف‌پذیری | ۸۹/۲۹ |
| | | C15 | تنوع محصولات | ۶۰/۷۱ |
| | | C16 | قابلیت اطمینان | ۷۱/۴۳ |
| C2 | قیمت | C21 | توانایی و ثبات مالی تأمین‌کننده | ۸۲/۱۴ |
| | | C22 | قیمت واحد | ۷۵ |
| | | | تخفیف | ۳۹/۲۹ |
| | | C23 | زمان و شرایط پرداخت | ۷۸/۵۷ |
| C3 | دارایی و زیرساخت | C31 | ظرفیت تأمین‌کننده | ۷۵ |
| | | C32 | فعالیت نگهداری | ۶۰/۷۱ |
| | | C33 | چیدمان کارخانه و جابه‌جایی مواد | ۶۰/۷۱ |
| | | | قابلیت ماشین‌آلات و تجهیزات | ۴۶/۴۳ |
| | | | انبارداری | ۳۹/۲۹ |
| | | C34 | قابلیت تولید | ۷۸/۵۷ |
| | | C35 | قابلیت طراحی، توسعه و بهبود محصول | ۶۰/۷۱ |
| | | C36 | قابلیت تبادل الکترونیکی داده‌ها | ۷۱/۴۳ |
| | | C37 | تاریخچه‌ی عملکرد | ۶۷/۸۶ |
| | | C38 | قراردادهای بلندمدت | ۶۰/۷۱ |
| C4 | سازمان و مدیریت | C41 | وجهه/ اعتبار تأمین‌کننده | ۸۲/۱۵ |
| | | C42 | چشم‌انداز مدیریت و تناسب استراتژیک با شرکت | ۸۲/۱۴ |

| | | | |
|-------|---|-----|----------------|
| ۷۵ | قابلیت مذاکره | C43 | |
| ۷۱/۴۳ | مشتری مداری | C44 | |
| ۶۰/۷۱ | مدیریت کیفیت پیشگیرانه | C51 | C5 برنامه‌ریزی |
| ۷۸/۵۷ | اقدامات کنترل کیفیت | C52 | کیفیت |
| ۷۱/۴۳ | ارزیابی فعالیت‌های مربوط به بهبود کیفیت | C53 | |
| ۶۰/۷۱ | استفاده از سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی | C61 | C6 عملکرد |
| ۶۰/۷۱ | استفاده از مواد دوستدار محیط‌زیست | C62 | زیست‌محیطی |
| ۶۷/۸۶ | پیاده‌سازی نظام مدیریت پسماند | C63 | |

پس از تعیین و مشخص نمودن معیارها و زیر معیارهای مؤثر در انتخاب تأمین‌کنندگان، لازم است وزن معیارها و زیر معیارها با استفاده از روش AHP به دست آید. به دلیل این‌که معیارها و زیر معیارها مستقل از یکدیگر می‌باشند روش AHP برای مشخص نمودن وزن معیارها انتخاب شده است لذا پژوهشگران در تحقیقات آتی می‌توانند از دیگر روش‌های وزن دهی مانند آنترپوی شانون و ... استفاده نمایند. مقایسه زوجی معیارهای اصلی و زیر معیارها بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی و به همان ترتیبی که در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) مورد استفاده قرار می‌گیرد، انجام می‌شود. جدول ۸ وزن معیارها و زیر معیارهای مورد استفاده در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۸): اوزان معیارها و زیر معیارهای انتخاب تأمین‌کننده

| وزن هر یک از معیارها | شاخص | وزن هر یک از معیارها | معیار |
|----------------------|---|----------------------|------------------|
| ۰/۲۳۴ | تحویل به موقع | ۰/۱۰۵ | تحویل |
| ۰/۲۳۴ | تأمین کردن حجم (مقدار) دقیق سفارش‌ها | | |
| ۰/۰۸۲ | پاسخگویی سریع به تقاضاهای ویژه | | |
| ۰/۰۸۱ | انعطاف‌پذیری | | |
| ۰/۰۸۷ | تنوع محصولات | | |
| ۰/۲۸۲ | قابلیت اطمینان | | |
| ۰/۲۸۳ | توانایی (قدرت) و ثبات مالی شرکت تأمین‌کننده | ۰/۲۰۹ | قیمت/ هزینه |
| ۰/۳۰۵ | قیمت واحد | | |
| ۰/۴۱۲ | زمان و شرایط پرداخت | | |
| ۰/۰۹۸ | ظرفیت تأمین‌کننده | ۰/۲۷۵ | دارایی و زیرساخت |
| ۰/۰۵۸ | فعالیت نگهداری | | |
| ۰/۰۶۷ | چیدمان کارخانه و جابه‌جایی مواد | | |
| ۰/۱۶۹ | قابلیت تولید/ فرآیند | | |
| ۰/۲۲۴ | قابلیت طراحی | | |
| ۰/۱۱۷ | قابلیت تبادل الکترونیکی داده‌ها | | |
| ۰/۱۴۰ | تاریخچه‌ی عملکرد | | |
| ۰/۱۲۷ | قراردادهای بلندمدت | | |
| ۰/۳۲۸ | وجهه/ اعتبار تأمین‌کننده | ۰/۱۴۳ | سازمان و مدیریت |
| ۰/۲۷۶ | چشم‌انداز مدیریت و تناسب استراتژیک با شرکت | | |
| ۰/۱۹۷ | قابلیت مذاکره | | |
| ۰/۱۹۹ | مشتری مداری | | |
| ۰/۴۳۹ | مدیریت کیفیت پیشگیرانه | ۰/۱۹۵ | برنامه‌ریزی |
| ۰/۳۹۷ | اقدامات کنترل کیفیت | | کیفیت |
| ۰/۱۶۴ | ارزیابی فعالیت‌های مربوط به بهبود کیفیت | | |
| ۰/۴۳۶ | استفاده از سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی (ایزو) | ۰/۰۷۳ | عملکرد |

| زیست‌محیطی | |
|-----------------------------------|-------|
| استفاده از مواد دوستدار محیط‌زیست | ۰/۴۱۱ |
| پیااده‌سازی نظام مدیریت پسماند | ۰/۱۵۳ |

پس از محاسبه‌ی اوزان مربوط به اهمیت معیارها لازم بود تا امتیاز نهایی تأمین‌کنندگان با توجه به معیارهای لحاظ شده، محاسبه گردد. در این راستا از رویکرد کوپراس خاکستری استفاده گردیده و در نهایت امتیاز تأمین‌کنندگان در قبال معیارهای کمی و کیفی محاسبه گردید. جداول پیوست شده داده‌های حاصل از مراحل کوپراس خاکستری را نشان می‌دهد. امتیازات نهایی و رتبه‌بندی نهایی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش کوپراس خاکستری در جدول ۱۰ و ۹ ارائه شده است.

جدول شماره (۹): سودمندی کمی گزینه‌ها

| سودمندی کمی (U_i) | وزن گزینه‌ها (Q_i) | میانگین وزنی شاخص‌های غیر سودمند (R_i) | میانگین وزنی شاخص‌های سودمند (P_i) |
|--------------------------|------------------------|---|---|
| ۸۸/۴۶۲۰۵ | ۰/۵۹۷۳۹۲۵۴۸ | ۰/۱۰۹۴۴۳۹۵۶ | ۰/۴۵۳۸۶۷۷ |
| ۸۸/۲۴۰۳۵ | ۰/۵۹۵۸۹۵۴۰۹ | ۰/۱۱۷۵۴۱۰۷۴ | ۰/۴۶۲۲۵۷۶ |
| ۸۸/۶۳۸۶۷ | ۰/۵۹۸۵۸۵۲۹۶ | ۰/۰۹۸۰۶۳۸۲۱ | ۰/۴۳۸۴۰۴۶ |
| ۸۸/۱۷۳۶۱ | ۰/۵۹۵۴۴۴۶۸ | ۰/۱۰۱۹۰۷۰۶۱ | ۰/۴۴۱۳۰۴۹ |
| ۹۱/۶۴۹۶۶ | ۰/۶۱۸۹۱۸۷۹۴ | ۰/۰۹۵۶۴۹۶۹۷ | ۰/۴۵۴۶۹۵۳ |
| ۹۵/۰۹۸۲۱ | ۰/۶۴۲۲۰۷۱۹۴ | ۰/۱۰۶۳۸۳۹۳۵ | ۰/۴۹۴۵۵۴ |
| ۹۲/۸۹۷۸۱ | ۰/۶۲۷۳۴۷۶۸۶ | ۰/۱۲۱۱۵۹۳۱۶ | ۰/۴۹۷۷۰۰۸ |
| ۸۳/۵۷۹ | ۰/۵۶۴۴۱۶۹۰۲ | ۰/۳۸۲۳۴۱۰۸۷ | ۰/۵۲۳۳۳۳۴ |
| ۹۳/۹۲۷۴۵ | ۰/۶۳۴۳۰۰۹۵۸ | ۰/۱۲۱۷۲۶۴۹۸ | ۰/۵۰۵۲۵۸۲ |
| ۱۰۰ | ۰/۶۷۵۳۰۹۴۳۹ | ۰/۱۰۲۳۶۵۷۱۲ | ۰/۵۲۱۸۶۰۳ |

جدول شماره (۱۰): امتیازات نهایی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش کوپراس خاکستری

| رتبه | تأمین‌کننده | امتیاز محاسبه‌شده با استفاده از روش کوپراس خاکستری |
|------|-------------|--|
| ۱ | بهران | ۱۰۰ |
| ۲ | زرند | ۹۵/۰۹۸۲۱ |
| ۳ | پارس | ۹۳/۹۲۷۴۵ |
| ۴ | سیرجان | ۹۲/۸۹۷۸۱ |
| ۵ | برق ایران | ۹۱/۶۴۹۶۶ |
| ۶ | یافق | ۸۸/۶۳۸۶۷ |
| ۷ | گل‌گهر | ۸۸/۴۶۲۰۵ |
| ۸ | چادرملو | ۸۸/۲۴۰۳۵ |
| ۹ | گاز ایران | ۸۸/۱۷۳۶۱ |
| ۱۰ | ایرانول | ۸۳/۵۷۹ |

با توجه به جدول ۱۰ که نتایج حاصل از رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان مواد اولیه با روش کوپراس خاکستری است، برای مشخص کردن تفاوت بین رتبه‌بندی موجود در شرکت فولاد مبارکه و نتایج حاصل از روش کوپراس خاکستری از ضریب همبستگی اسپیرمن در نرم‌افزار Spss 18 استفاده می‌شود و مقدار آن برابر با ۰/۹۸۸ است که در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

جدول شماره (۱۱): خروجی ضریب همبستگی اسپیرمن

| | | همبستگی | |
|----------------------|---------------|-------------|-----------|
| | | رتبه کوپراس | رتبه شرکت |
| ضریب همبستگی اسپیرمن | رتبه شرکت | ۰/۹۸۸ | ۱/۰۰۰ |
| | عدد معناداری | - | - |
| | تعداد داده‌ها | ۱۰ | ۱۰ |
| رتبه کوپراس | ضریب همبستگی | ۰/۹۸۸ | ۱/۰۰۰ |
| | عدد معناداری | ۰/۰۰۰ | - |
| | تعداد داده‌ها | ۱۰ | ۱۰ |

نتایج جدول نشان‌دهنده‌ی این است که رتبه‌بندی به روش مذکور با رتبه‌بندی موجود در شرکت فولاد مبارکه که بر اساس روش‌های دیگر و دخیل کردن قضاوت‌های شهودی کارشناسان انجام شده است تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند و تنها تفاوت آن‌ها در روش رتبه‌بندی و همچنین نوع داده‌ها برای تجزیه و تحلیل است که در روش کوپراس خاکستری نوع داده‌ها به صورت خاکستری است یعنی مقدار دقیق عدد مشخص نیست در حالی بازه‌ای که آن عدد را در برمی‌گیرد مشخص است اما در شرکت فولاد مبارکه تاکنون از این نوع داده‌ها برای رتبه‌بندی استفاده نشده است.

این پژوهش به بررسی عوامل مؤثر بر انتخاب تأمین‌کنندگان و اولویت‌بندی تأمین‌کنندگان در شرکت فولاد مبارکه اصفهان با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و کوپراس خاکستری پرداخته است. پس از بررسی ادبیات مرتبط با این موضوع، مهم‌ترین معیارها شناسایی شدند و به سؤال اول پژوهش پاسخ داده شد و سپس وزن معیارها با استفاده از روش AHP و با نرم‌افزار Expert choice 11 مشخص و بدین ترتیب پاسخ سؤال دوم تعیین گردید و در نهایت تأمین‌کنندگان به کمک روش کوپراس خاکستری رتبه‌بندی شدند. یکی از ویژگی‌های این پژوهش در نظر گرفتن شاخص‌های عملکرد زیست‌محیطی برای انتخاب تأمین‌کنندگان است که در مقالات و پژوهش‌های کمی به آن اشاره شده است. ویژگی متمایز دیگر این پژوهش ترکیب دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و کوپراس خاکستری است. در بسیاری از پژوهش‌ها رتبه‌بندی به وسیله‌ی اعداد فازی و یا اعداد قطعی انجام می‌شود اما در این پژوهش به کمک اعداد خاکستری و با استفاده از روش جدید کوپراس انجام گرفته است. نتایج این پژوهش الگوی مناسبی جهت رشد و تقویت تولید صنعتی برای دستیابی به مزیت‌های نسبی و استراتژیک است که در تمام شرکت‌های تولیدی و صنعتی می‌تواند به کار برده شود.

همچنین نتایج این پژوهش در زمینه‌های زیر کاربرد دارد:

- شناسایی موانع و تنگناهای شرکت در خرید و فروش مواد اولیه و تجهیزات و تأثیر آن‌ها بر بازاریابی مناسب شرکت
- ارائه راهکارهای مناسب جهت افزایش سودآوری شرکت با استفاده از کاهش هزینه‌های تأمین
- برنامه‌ریزی جهت سرمایه‌گذاری و سرمایه‌برداری در بخش بازاریابی شرکت و تأمین مواد اولیه
- کاربرد پژوهش در بخش تأمین مواد اولیه و قطعات شرکت فولاد مبارکه، ذوب‌آهن، ایران خودرو، سایپا، شرکت‌های بزرگ تولیدی و محققان آینده که اطلاعات آن‌ها دقیق نبوده و معیارهایشان متنوع و مبهم هستند.

محدودیت‌ها و مشکلات موجود در این پژوهش به صورت موارد زیر است:

به دلیل نبود زمینه کافی، اهمیت موضوع برای مهندسی و کارشناسان چندان روشن نبود و حتی با توضیحات ارائه شده به نظر می‌رسد ابهاماتی موجود باشد که غیردقیق بودن داده‌های جمع‌آوری شده را نتیجه می‌دهد، برای رفع آن و معرفی مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه خاکستری نیاز به آموزش کارشناسان است. و در نهایت مواردی نظیر مدت‌زمان طولانی جهت اعلام موافقت و همکاری شرکت فولاد مبارکه اصفهان در پر نمودن پرسشنامه‌ها است. محدودیت‌ها و یافته‌های پژوهش حاضر فرصت‌ها و جهت‌گیری‌های تحقیقاتی متعددی را برای محققین پیشنهاد می‌کند. برخی از این جهت‌گیری‌ها در ادامه مورد توجه قرار می‌گیرد: ارزیابی تأمین‌کنندگان مواد اولیه در این روش با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام گرفت که زمان‌بر بود. لذا جهت

تسریع در امر ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده، پیشنهاد می‌شود تا با استفاده از فرآیند به‌کاررفته در پژوهش، یک نرم‌افزار کاربردی برای رتبه‌بندی خاکستری ارائه شود. همان‌طور که می‌دانیم شاخص‌های انتخاب تأمین‌کنندگان در بسیاری از شرکت‌ها کم‌وبیش یکسان بوده و می‌توان فرآیند این پژوهش را با اندکی تغییرات در مورد تأمین‌کنندگان سایر شرکت‌ها نیز اجرا نمود و به نتایج قابل‌توجهی رسید. البته باید دقت شود که بسته به نوع صنعت، معیارها و زیر معیارها باید موردبازنگری قرار گیرد. پیشنهاد دیگر به پژوهشگران استفاده از سایر روش‌های وزن دهی، مانند نظرسنجی از خبرگان با اجرای روش دلفی، آنتروپی شانون، روش LINMAP و... و مقایسه نتایج با پژوهش حاضر و یا استفاده از چندین روش وزن دهی به‌طور هم‌زمان و تلفیق جواب‌های حاصل است.

همچنین پیشنهادهای کاربردی برای شرکت فولاد مبارکه اصفهان به شرح زیر است:

- تشویق و آگاه‌سازی در مورد مدیریت زنجیره تأمین در تمام سطوح سازمان و استقرار سیستم مدیریت زیست‌محیطی
- نتایج ارائه‌شده در این پژوهش، قابلیت استفاده عمومی دارد. بدین ترتیب به شرکت فولاد مبارکه اصفهان پیشنهاد می‌شود از این مدل برای انتخاب تأمین‌کنندگان مختلف و برای سایر کالاها نیز استفاده نماید. واضح است که در این خصوص، بسته به کالای موردنظر، بازنگری در عوامل تأثیرگذار و محاسبه اهمیت نسبی این عوامل اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.
- با توجه به این‌که محقق بررسی کامل و جامعی در خصوص معیارها و عوامل مؤثر در انتخاب تأمین‌کننده صرف نموده است، پیشنهاد می‌گردد این شرکت در زمان انتخاب تأمین‌کنندگان مواد اولیه تا حد امکان به عوامل شناسایی‌شده در این پژوهش و اوزان اهمیت آن‌ها توجه نموده و در فواصل زمانی منظم اقدام به بروز رسانی معیارها نماید. به‌علاوه استفاده از این معیارها برای سایر اقلام (پس از بازنگری در عوامل مؤثر) امکان‌پذیر خواهد بود.
- ایجاد یک سیستم منسجم برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگانی که شرکت تا به حال از آنان خریدی نکرده است.

۴- منابع

1. Azar, A., & Faraji, H. (2008). Fuzzy Management Science. Publications kind Publishing. Tehran.
2. Asgharizadeh, E. & Ghasemi, AR. (2011). The path supply chain performance excellence, the new indicator in assessing competitiveness and Corporate Excellence (Case study: supply chain department stores citizenship). Business Research Quarterly, 13(2), 65-72.
3. Burgess, K., Singh, P. J., & Koroglu, R. (2006). Supply chain management: a structured literature review and implications for future research. International Journal of Operations & Production Management, 26(7), 703-729.
4. Chen, C. T., Lin, C. T., & Huang, S. F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. International journal of production economics, 102(2), 289-301.
5. Darabi, M. & Saeedi, S. (2008). Design an integrated model for evaluating the performance of suppliers and allocating orders using multi-objective DEA models and planning. Journal Automotive Eng and related industries (first year), No. 4.
6. De Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. European journal of purchasing & supply management, 7(2), 75-89.
7. Ju-Long, D. (1982). Control problems of grey systems. Systems & Control Letters, 1(5), 288-294.
8. Dou, Y., Zhu, Q., & Sarkis, J. (2014). Evaluating green supplier development programs with a grey-analytical network process-based methodology. European Journal of Operational Research, 233(2), 420-431.
9. Faraji, S. H., Motieei, L. S., Yadollahi, F. J., & Karimzadeh, H. (2012). Ranking the development of tourism and its backgrounds in rural areas, using gray topsis (Case study: rural areas of varzaghan township). Journal of Rural Research, 3(1), 1-6.
10. Ghafarian, V. (2000). Man, computer and decision-making, an analytical review of decision support systems. Journal of prudence, 108.
11. Ghazanfari, M. Riazzi, A. Kazemi, M. (2001). Supply chain management and the importance of relationships. Journal of prudence, 117.

12. Ghodsi poor, S. H. (2006). Multi Objective Programming. (Second Edition). Publications Amirkabir University of Technology, Tehran
13. Ha, S. H., & Krishnan, R. (2008). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. *Expert Systems with Applications*, 34(2), 1303-1311.
14. Hoshmandi Maher, M. (2006). Designing mathematical model using Multiple Criteria Decision Making, Case Studies department stores citizenship: Beyhaghi terminal. (Master's thesis). Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabaei University.
15. Mohaghar, A. Noori, M. Mirkazemi, M. Sarabi, N. (2011). Selection of suppliers of engineering and construction companies. *Journal Excavations of Business Management*, 3(6), 22-50.
16. Russell, D. M. Anne, M. Hoag (2007). People and information technology in the supply chain: Social and organizational influences on adoption. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(2), 102-122.
17. Saaty, T. (1989). Group decision making and the AHP, in: B.L. Gdden, E.A. Wasil, P.T. Harket, *The Analytic Hierarchy Process. Application and Studies*, Springer, New York, 12(2), 59-67.
18. Maity, S. R., Chatterjee, P., & Chakraborty, S. (2012). Cutting tool material selection using grey complex proportional assessment method. *Materials & Design*, 36, 372-378.
19. Datta, S., Sahu, N., & Mahapatra, S. (2013). Robot selection based on grey-MULTIMOORA approach. *Grey Systems: Theory and Application*, 3(2), 201-232.
20. Shafiee, S. Ahadi, H. (2010). A combination of multiple criteria decision making model for supplier selection metro equipment. *The First National Conference on Localization of Iranian Rail Industries*, Tehran.
21. Ting, S. C., & Cho, D. I. (2008). An integrated approach for supplier selection and purchasing decisions. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(2), 116-127.
22. Wilson, D. Mit. Jr. (2000). Managing a global supply chain whit durable arm's -length supplier relationship. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 30(1), 7-25.
23. Lin, Y. H., Lee, P. C., & Ting, H. I. (2008). Dynamic multi-attribute decision making model with grey number evaluations. *Expert Systems with Applications*, 35(4), 1638-1644.
24. Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Tamošaitiene, J. (2010). Risk assessment of construction projects. *Journal of civil engineering and management*, 16(1), 33-46.
25. Zolfani, S. H., Sedaghat, M., & Zavadskas, E. K. (2012). Performance evaluating of rural ICT centers (telecenters), applying fuzzy AHP, SAW-G and TOPSIS Grey, a case study in Iran. *Technological and Economic Development of Economy*, 18(2), 364-387.