University of Qom
Engineering Management and Soft Computing
JEMSC.QOM
Online ISSN: 2538-2675

Selection of green supplier by multi-moora combination method and two-stage clustering

Mahsa Niavand[1], Mohammad Amin Adibi[2]✉ and Adel Pourghader chobar[3]

1.Master of Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, Email: maadibi@aut.ac.ir
2. Corresponding Author, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, Email: mahsaniavand@yahoo.com
3.Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial and Mechanical Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, Email: apourghader@qiau.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 25 July 2024
Received in revised form 26 Aug 2024
Accepted 10 Sep 2024
Published online 15 Sep 2024

Keywords:
Clustering,
Green Supplier Selection,
Multi-Criteria Decision Making, MULTI MOORA Method.

ABSTRACT

Today environmental management for companies with an emphasis on environmental protection has become one of the most important issues and global pressures require organizations to produce environmentally friendly products and services. This challenge has led to the creation of a new concept called green supply chain management in the field of business, which combines environmental thinking and supply chain. Also, the problems of green supplier selection methods have become a very important issue. a Hybrid supplier selection method, in the present study, is utilized to select the green supplier by combining the Tow-Step data clustering method and the MADM method which in this research is the MULTI MOORA method. A real-world case study is also presented at Etka Chain Stores which uses a questionnaire that measures the greenness of suppliers in 13 general criteria according to business context and criteria. The advantages of the proposed hybrid method are then discussed here to demonstrate its superiority.The present research has been conducted with the aim of ranking and clustering the suppliers af Etka chain stores in terms of greenness. Investigating the greenness of the suppliers of Etka chain stores and using the Two-Step clustering method is the innovation of this research. The suppliers of Etka chain stores, which includes 454 suppliers, are categorized into 16 groups and the number of companies in each category is specified. Then, using the two-Step clustering and multi moora method, the clusters were ranked and the green suppliers in each group were selected individually. For example, in the packaging group, the final ranking of three suppliers was determined as GSSB18, GSSB23, GSSB7 respectively.

Cite this article: Niavand, M. & Others, (2024)., Selection of green supplier by multi-moora combination method and two-stage clustering. *Enginiiring Management and Soft Computing, 10* (1). 14-49. **DOI**: https://doi.org/

© The Author(s)
DOI: https://doi.org/
Publisher: University of Qom

JEMSC.QOM
شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۵-۲۵۳۸
مدیریت مهندسی و رایانش نرم
دانشگاه قم

انتخاب تامین کننده سبز با روش ترکیبی مولتی مورا و خوشه بندی دو مرحله ای

مهسا نیاوند[۱]، محمد امین ادیبی[۲]✉ و عادل پورقادر چوبر[۳]

۱. کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. رایانامه: maadibi@aut.ac.ir
۲. نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. رایانامه: mahsaniavand@yahoo.com
۳. دانش آموخته دکتری مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران. رایانامه: apourghader@qiau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۰
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۶/۳۱

کلیدواژه‌ها:
انتخاب تامین کنندگان سبز، تصمیم‌گیری چندمعیاره، خوشه‌بندی، روش مولتی مورا.

چکیده

امروزه مدیریت محیطی با تاکید بر حفاظت از محیط زیست به یکی از مهمترین مسائل شرکت‌ها تبدیل شده‌است و فشارهای جهانی، سازمان‌ها را ملزم به تولید محصولات و خدمات سازگار با محیط زیست می‌کند. این چالش منجر به ایجاد مفهوم جدیدی به نام مدیریت زنجیره تامین سبز در حوزه کسب‌وکار شده‌است که ترکیبی از تفکر محیطی و زنجیره تامین است. همچنین مشکلات انتخاب تامین‌کننده سبز به یک موضوع بسیار مهم تبدیل شده که در تحقیق حاضر جهت انتخاب تامین‌کننده سبز از تلفیق تکنیک‌های داده‌کاوی مانند روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای و روش MADM که در این تحقیق روش MULTI MOORA می‌باشد، استفاده شده‌است. همچنین یک مطالعه موردی در دنیای واقعی در شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا ارائه شده‌که با توجه به زمینه‌های کسب‌وکار و معیارها، از پرسشنامه‌ای استفاده شده‌است که میزان سبزبودن تامین‌کنندگان را در ۱۳ معیار کلی بررسی می‌کند. پژوهش حاضر با هدف رتبه‌بندی و خوشه‌بندی تامین‌کنندگان شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا از لحاظ میزان سبزبودن انجام گرفته‌است. بررسی سبزبودن تامین‌کنندگان شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا و استفاده از روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای، نوآوری این پژوهش به شمار می‌رود. تامین‌کنندگان شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا که شامل ۴۵۴ تامین‌کننده است، در ۱۶ گروه دسته‌بندی شده و تعداد شرکت‌ها در هر دسته مشخص شده‌است. سپس با استفاده از روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای و مولتی مورا، خوشه‌ها رتبه‌بندی شده و تامین‌کنندگان سبز در هر گروه به‌صورت جداگانه انتخاب شدند. به‌عنوان مثال در گروه بسته‌بندی، رتبه‌بندی نهایی سه تامین‌کننده به شماره‌های GSSB18، GSSB23 و GSSB7 به‌ترتیب مشخص شدند.

استناد: نیاوند، مهسا؛ ادیبی، محمدامین؛ پورقادر چوبر، عادل. (۱۴۰۳). «انتخاب تامین کننده سبز با روش ترکیبی مولتی مورا و خوشه بندی دو مرحله ای». *مدیریت مهندسی و رایانش نرم*، دوره ۱۰ (۱). صص: ۴۹-۱۴. https://doi.org/

ناشر: دانشگاه قم

© نویسندگان.

۱) مقدمه

در دهه ۹۰ میلادی در دهه ۹۰ میلادی، مفاهیم زنجیره تامین بیش از هر زمان دیگری مورد توجه تولیدکنندگان و عرضه‌کنندگان قرار گرفت. بهادادن به کلیه بخش‌های موثر بر تهیه، تولید و تحویل کالا و خدمات به مشتری نهایی منجر به پدیدآمدن مفهومی اساسی به نام زنجیره تامین گردید (صادقیان و مسندجم، ۱۳۹۴: صفحه۱). از زنجیره تامین و مدیریت آن تعاریف گوناگونی ارائه شده‌است. زنجیره تامین، زنجیره‌ای است که تمام فعالیت‌های مرتبط با جریان کالا و تبدیل مواد از مرحله تولید تا مرحله تحویل کالای نهایی به مصرف‌کننده را دربرمی‌گیرد. مدیریت زنجیره تامین را رویکردی یکپارچه برای اداره شبکه‌های عرضه و توزیع نیز دانسته‌اند. بطورکلی مدیریت زنجیره تامین، هماهنگی و مدیریت شبکه پیچیده‌ای از فعالیت‌هاست که شامل تحویل محصول به استفاده‌کننده نهایی یا مشتری می‌باشد. عملیات تولیدی نقش عمده‌ای در تخریب و آلودگی محیط زیست در مراحل مختلف چرخه عمر محصول از استخراج منابع تا تولید، استفاده، استفاده مجدد، بازیافت و ازبین‌رفتن محصول ایفا می‌کنند. بنابراین شرکت‌های تولیدی می‌توانند از طریق بهبود در فرآیندها به‌منظور کاهش آثار محیط زیست محصول، به مزیت رقابتی و افزایش سهم بازار دست یابند. فراتر از این تعریف، با اضافه‌کردن جزء سبز، مدیریت زنجیره تامین سبز ارائه می‌شود که به‌عنوان تهیه سبز، تولید سبز، توزیع سبز و لجستیک معکوس تعریف شده و منجر به کاهش یا حداقل‌کردن ضایعات (انرژی، انتشار گازها، مواد خطرناک/شیمیایی و ضایعات خاک) در طول زنجیره تامین می‌شود. لجستیک معکوس در این تعریف به معنی بازگشت محصولات از جانب مشتریان یا عرضه‌کنندگان به‌منظور استفاده مجدد، بازیافت و تعویض محصولات می‌باشد. به دلیل اهمیت جهانی مدیریت مواد خطرناک و الزام به قوانین محیط زیستی برای ایجاد زنجیره تامین سبز، مطالعات متعددی برای سنجش میزان سبزبودن یک زنجیره تامین انجام گرفته و معیارها و شاخص‌های متعددی به‌صورت کمی و کیفی و با توجه به هزینه محیط، فرآیند تولید، محصول و سیستم‌های مدیریتی ارائه شده‌است. یکی از معیارها برای ارزیابی میزان سبزبودن زنجیره تامین، تامین و خرید سبز است که یکی از عوامل اولیه و اساسی ایجاد زنجیره تامین سبز، انتخاب تامین‌کنندگان سبز می‌باشد. تامین‌کنندگان، فروشندگانی هستند که مواد خام، اجزا و خدماتی که یک سازمان، خود نمی‌تواند فراهم کند را برای سازمان تامین می‌کنند. در محیط تولید فعلی برای زنجیره تامین، تامین‌کننده یک بخش ضروری برای یک سازمان است و یک تامین‌کننده مناسب می‌تواند محصولات باکیفیت و مقدار مناسب و با قیمت معقول و در زمان مناسب به شرکت ارائه دهد. تامین و خرید سبز باید مولفه‌های زیر را داشته باشد: انتخاب تامین‌کننده با توجه به معیارهای محیطی، ارائه مواد در بسته‌بندی‌های سازگار با محیط زیست، داشتن گواهینامه‌های محیط زیست مانند ISO 14000، تشکیل سمینارهایی به‌منظور آگاهی تامین‌کنندگان از مسائل محیطی، حمایت از تامین‌کننده در جهت بهبود عملکرد محیطی آنها، الزام تامین‌کننده به رعایت قوانین محیط زیست، قابل بازیافت بودن مواد خریداری‌شده از تامین‌کنندگان (میر غفوری و همکاران، ۱۳۹۳). بنابراین برای انتخاب بهترین تامین‌کننده باید تامین‌کنندگانی را که شباهت بیشتری به هم دارند را در یک گروه قرار داد. برای این کار می‌توان از روش خوشه‌بندی استفاده کرد که یکی از مهمترین روش‌های داده‌کاوی است. عامل اصلی گرایش سازمان‌ها به استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی را سرعت بالای رشد داده‌های ذخیره‌شده در پایگاه‌های داده سازمان‌ها می‌دانند. بدیهی است

پایگاه‌های داده مرتبط با مدیریت زنجیره تامین در سازمان هم از این قاعده مستثنی نبوده‌اند. از این منظر، داده‌کاوی را می‌توان فرآیندی ارزیابی‌کننده تلقی نمود که با هدف استخراج دانش مفید و سودمند از داده‌های سازمان وارد حوزه ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان گردیده‌است. تاکنون کاربردهای داده‌کاوی در انتخاب تامین‌کنندگان بیشتر شامل روش شبکه‌های عصبی و سیستم‌های خبره بوده‌است. رویکردهای داده‌کاوی مثل درخت تصمیم و شبکه‌های عصبی ابزار خوبی برای تقریب مسائل ناپارامتریک و غیرخطی محسوب می‌شوند. پس از بررسی چند روش تصمیم‌گیری ازقبیل تحلیل خوشه، رگرسیون چندگانه و تحلیل چندمتغیره نتیجه‌گیری کرده‌اند که برای مسئله انتخاب تامین‌کنندگان، تحلیل خوشه در بین سایر روش‌ها، از پتانسیل بالاتری برخوردار است. زیرا احتمال ردشدن تامین‌کننده " خوب " را در مراحل اولیه کار داده‌کاوی کاهش می‌دهد (ترابی مقدم و همکاران،۱۳۹۱، صفحه ۳). بنابراین در این پژوهش از روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای استفاده شده تا تامین‌کنندگانی که شباهت بیشتری باهم دارند، انتخاب شوند. امروزه خوشه‌بندی نقش مهمی را در اغلب زمینه‌های تحقیقاتی مانند مهندسی، پزشکی، زیست‌شناسی، داده‌کاوی و غیره ایفا می‌نماید. درواقع خوشه‌بندی به معنای تقسیم‌بندی بدون نظارت می‌باشد یعنی با استفاده از آن، داده‌ها به دسته‌هایی که از نظر پارامترهای مورد علاقه، شباهت بیشتری به یکدیگر دارند، تقسیم می‌گردند. یکی از روش‌های معروف، خوشه‌بندی دومرحله‌ای است که درمورد داده‌های بزرگ و استفاده توأم از داده‌های ترکیبی و کمی کاربرد دارد و تفاوت آن با روش‌های دیگر خوشه‌بندی، همین مورد است (چوبر و همکاران، ۲۰۲۲). انتخاب تامین‌کنندگان مناسب و تخصیص سفارش به آنها، یکی از فعالیت‌های مهم استراتژیکی مدیریت زنجیره تامین می‌باشد و در مرحله توسعه انجام می‌شود. انتخاب تامین‌کننده؛ فرآیند تعیین، ارزیابی و بستن قرارداد با تامین‌کنندگان است و منابع مالی زیادی از زنجیره تامین را به خود اختصاص می‌دهد. امروزه تقریبا نصف درآمد زنجیره تامین صرف خرید خدمات، مواد خام و اجزا می‌شود. بطورمثال در صنعت خودروسازی، هزینه اجزای خریداری‌شده از منابع خارجی بیش از ۵۰ درصد هزینه‌ها را شامل می‌شود. بنابراین موفقیت زنجیره تامین بستگی به ارتباط با تامین‌کنندگان دارد و نقش واحد خرید بسیار اهمیت پیدا می‌کند. فرآیند انتخاب تامین‌کنندگان شامل چهار گام اساسی تعریف مسئله، فرموله‌سازی معیارهای تصمیم، انتخاب پیشین تامین‌کنندگان بالقوه و انتخاب نهایی می‌باشد. در تعریف مسئله زنجیره تامین، از دو لایه خریدار و تامین‌کنندگان تشکیل شده‌است. در فرموله‌سازی معیارهای تصمیم، گفته شده‌است که به هر اطلاعاتی که بتوان از آن جهت توصیف وضعیت یک موجودیت استفاده کرد، معیارهای تصمیم گفته می‌شود. در مسئله انتخاب تامین‌کننده، موجودیت اصلی که سیستم باید قادر باشد نسبت به تغییرات آن واکنش نشان دهد، همان کاندیدای تامین می‌باشد. بنابراین محیط در مسئله انتخاب تامین‌کنندگان به‌صورت مجموعه‌ای از کاندیدای تامین تعریف می‌گردد. هرکاندیدای تامین با مجموعه‌ای از ویژگی‌های خاص، به‌عنوان یک موجودیت در این فضا تعریف می‌گردد و این ویژگی‌ها با گذر زمان ممکن است بر اثر شرایط محیط خارج خود همچون تغییرات سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و غیره دستخوش تغییراتی گردند. انتخاب تامین‌کننده یک مسئله مهم در زنجیره تامین است بطوریکه تولیدکنندگان ۶۰ درصد وقت خود را صرف تامین مواد خام و اجزا می‌کنند. در همین حال، ۷۰ درصد هزینه‌های تولید مربوط به خرید کالاها و خدمات است. بنابراین انتخاب و تعیین مناسب‌ترین تامین‌کنندگان در زنجیره تامین موضوع مهمی است. در طول سالیان اخیر، چگونگی انتخاب تامین‌کنندگان مناسب در زنجیره تامین، به اهداف کلیدی استراتژیک تبدیل شده‌است. ماهیت

انتخاب تامین‌کننده یک مسئله پیچیده با معیارهای متعدد است که بطور همزمان شامل عوامل کمی و کیفی می‌شود اگرچه این معیارها ممکن است با یکدیگر اختلاف داشته باشند. (فرزام نیا[1] و بابل قانی[2]، ۲۰۱۴). بنابراین می‌توان از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره برای غلبه بر این مشکل استفاده کرد. انتخاب تامین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره است و برای اکثر شرکت‌ها اهمیت استراتژیک دارد. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش‌هایی هستند که با استفاده از معیارهای کمی و کیفی چندگانه به رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم‌گیری پرداخته و تصمیم‌گیرندگان را در انتخاب یاری می‌کند (میرغفوری و همکاران، ۱۳۹۳).

این پاراگراف ساختار مقاله را نشان می‌دهد. بعد از مقدمه به ترتیب مرور پیشینه‌ها، روش‌شناسی، یافته‌ها، بحث و نتیجه‌گیری بررسی خواهد شد. در بخش مرور پیشینه‌ها، نتایج تحقیقات سایر محققین ارائه خواهد شد. در بخش روش‌شناسی، کلیات روش‌های خوشه‌بندی دومرحله‌ای و مولتی مورا و گام‌های الگوریتم پیشنهادی که شامل هفت گام است و مراحل اجرای الگوریتم مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در بخش یافته‌ها، جزئیات گام‌های شش و هفت شرح داده شده‌است. در ادامه در بخش بحث و نتیجه‌گیری، روش‌های خوشه‌بندی دومرحله‌ای و مولتی مورا با سایر روش‌ها مقایسه شده‌است و دلیل انتخاب این دو روش توضیح داده شده‌است همچنین نتیجه‌گیری کلی انجام شده‌است. در بخش پیوست‌ها، مراحل رتبه‌بندی خوشه‌های تامین‌کنندگان شرح داده شده‌است. بنابراین در این پژوهش معیارهای تامین‌کنندگان را شناسایی کرده و تامین‌کنندگان سبز را به دلیل حذف یا حداقل‌کردن آثار منفی محیطی (آلودگی هوا، آب و خاک) و اتلاف منابع (انرژی، مواد، محصولات) با روش‌های خوشه‌بندی دومرحله‌ای[3] گروه‌بندی و با روش مولتی مورا[4] رتبه‌بندی می‌شوند.

نوآوری در این تحقیق بدین صورت است:

در این راستا پژوهش حاضر با هدف رتبه‌بندی و خوشه‌بندی تامین‌کنندگان شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا از لحاظ میزان سبزبودن انجام گرفته‌است. بررسی سبزبودن تامین‌کنندگان شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا و استفاده از روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای، نوآوری این پژوهش به شمار می‌رود.

۲) پیشینه تحقیق

۲-۱) ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان

مطالعات اولیه در حوزه تامین‌کنندگان اکثرا معطوف به انگیزه‌ها از برون‌سپاری بوده درحالیکه در سالیان اخیر این مطالعات بیشتر معطوف بر روابط سازمان– تامین‌کننده گردیده‌است. جذابیت این موضوع برای صاحبان کسب‌وکار، باعث جلب توجه آکادمیک به این حوزه گردیده است (ترابی مقدم و همکاران،۱۳۹۱).

ژاوو[5] و یو[6] (۲۰۱۱) در مقاله‌ای یک رویکرد استدلال مبتنی بر انتخاب تامین‌کنندگان در شرکت‌های نفتی را مورد

[1] Farzamnia
[2] Babolghani
[3] Two step
[4] MULTI MOORA
[5] Zhao
[6] Yu

ارزیابی قرار دادند. این مقاله ویژگی‌های خاص زنجیره تامین شرکت‌های نفتی چین، محدودیت روش‌های سنتی انتخاب تامین‌کنندگان را بررسی می‌کند و روش را براساس سیستم استدلال مورد[۷] برای شرکت‌های نفتی پیش‌بینی می‌کند. آنها پیشنهاد استدلال مبتنی بر مورد را با توجه به داده‌کاوی و خوشه‌بندی برای محاسبه وزن ویژگی در آنتروپی با شبکه‌های عصبی الگوریتم پس انتشار خطا[۸] برای صنعت نفت در چین داده‌اند. همچنین وتزستین[۹] و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای ارزیابی سیستماتیک از ادبیات انتخاب تامین‌کننده- دامنه پیشرفته و آینده را مورد ارزیابی قرار دادند که در این تحقیق عنوان شده‌است که با رشد در برون‌سپاری در بخش‌های مختلف، انتخاب تامین‌کنندگان حقوقی بطور فزاینده‌ای برای موفقیت تجاری شرکت ضروری است. این مقاله بازنگری ساختاریافته، گسترده و طولی ۲۲۱ مقاله منتشر شده در مجله‌های برجسته از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ را ارائه می‌دهد و توصیه‌های تحقیقاتی را با دقت توصیف می‌کند تا بیشتر به انتخاب تامین‌کنندگان کمک نماید.

عامل اصلی گرایش سازمان‌ها به استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی را سرعت بالای رشد داده‌های ذخیره‌شده در پایگاه‌های داده سازمان‌ها می‌دانند. بدیهی است در سازمان، پایگاه‌های داده مرتبط با مدیریت زنجیره تامین هم از این قاعده مستثنی نبوده‌اند. از این منظر داده‌کاوی را می‌توان فرآیندی ارزیابی‌کننده تلقی نمود که با هدف استخراج دانش مفید و سودمند از داده‌های سازمان وارد حوزه ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان گردیده‌است (ترابی مقدم و همکاران، ۱۳۹۱). در این راستا چای[۱۰] و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله‌ای استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری در انتخاب تامین‌کننده را مورد ارزیابی قرار دادند که این مقاله یک بررسی ادبی سیستماتیک درمورد مقالات منتشرشده از سنوات ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ درمورد کاربرد تکنیک‌های DM برای انتخاب تامین‌کنندگان ارائه می‌دهد. با استفاده از تجزیه‌وتحلیل تصمیم روش‌شناختی در چهار جنبه ازجمله تصمیم‌گیری، تصمیم‌گیرندگان، محیط تصمیم‌گیری و رویکرد تصمیم‌گیری، درنهایت ۱۲۳ مقاله مجله را انتخاب و بررسی کردند. ترابی مقدم و همکاران (۱۳۹۱) در مقاله‌ای بکارگیری داده‌کاوی در تشخیص الگوی رفتار تامین‌کنندگان قطعات خودرویی (مورد مطالعه: شرکت صنعتی مهد خودرو توس) را مورد ارزیابی قرار دادند. تحقیق حاضر گام موثری در جهت بهره‌گیری از بانک‌های داده سازمان در اجرای فرآیند داده‌کاوی است و از نتایج آن در جهت تصمیم‌سازی‌های مفید برای مدیران ارشد استفاده می‌شود.

امروزه خوشه‌بندی، نقش مهمی را در اغلب زمینه‌های تحقیقاتی مانند مهندسی، پزشکی، زیست‌شناسی، داده‌کاوی و غیره ایفا می‌نماید. درواقع خوشه‌بندی به معنای تقسیم‌بندی بدون نظارت می‌باشد. با استفاده از آن داده‌ها به دسته‌هایی که ازنظر پارامترهای مورد علاقه، شباهت بیشتری به یکدیگر دارند، تقسیم می‌گردند (چوبر و همکاران، ۲۰۲۲).

حیدرزاده[۱۱] و همکاران (۲۰۱۶)، در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده با استفاده از روش خوشه‌بندی براساس فاصله جدید برای مجموعه‌های فازی نوع ۲ را با یک مطالعه موردی، مورد ارزیابی قرار دادند. ماوی[۱۲] و همکاران (۲۰۲۳) در مقاله‌ای خوشه‌بندی تامین‌کنندگان پایدار در صنعت پلاستیک، یک رویکرد رابطه هم‌ارزی فازی را مورد ارزیابی قرار دادند. این

[7] CBR
[8] back propagation
[9] Wetzstein
[10] Chai
[11] Heidarzade
[12] Mavi

مقاله روشی نوآورانه برای پیاده‌سازی رابطه هم‌ارزی فازی برای خوشه‌بندی تامین‌کنندگان پایدار از طریق ایجاد یک طبقه‌بندی جامع از معیارهای انتخاب تامین‌کننده پایدار ازجمله ریسک زنجیره تامین ارائه می‌کند.

انتخاب تامین‌کننده یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره است و برای اکثر شرکت‌ها اهمیت استراتژیک دارد. روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش‌هایی هستند که با استفاده از معیارهای کمی و کیفی چندگانه به رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم‌گیری پرداخته و تصمیم‌گیرندگان را در انتخاب یاری می‌کند (میرغفوری و همکاران، ۱۳۹۳: صفحه ۴).

شیخ و همکاران (۱۳۹۵) مقاله‌ای با عنوان ارزیابی نقدشوندگی سهام شرکت‌ها بر مبنای شاخص‌های کمی و عوامل مکنون با تکنیک بهینه‌سازی فازی- گروهی چندهدفه مبتنی بر سیستم نسبت، چاپ کردند. ارزیابی و مقایسه نقدشوندگی سهام با معیارهای کمی متداول و معیارهای کیفی مکنون براساس تکنیک چندهدفه مولتی مورا فازی مبتنی بر تصمیم‌گیری گروهی به‌عنوان رویکرد پیشنهادی در این پژوهش مطرح شده‌است.

سبالوس[۱۳] و همکاران (۲۰۱۶) مقاله‌ای با عنوان تحلیل مقایسه‌ای روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره را چاپ کردند. در این اقدام، آنها بطور تجربی رتبه‌بندی‌های تولیدشده توسط چندین روش تصمیم‌گیری چندمعیاره را مقایسه کرده‌اند. همچنین مولتی مورا، تاپسیس و سه تنظیم مختلف برای ویکور را آنالیز کردند. هو[۱۴] و همکاران (۲۰۱۰) در مقاله‌ای رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده را بررسی کردند که این مقاله ادبیات روش‌های تصمیم‌گیری چندمنظوره را برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان مورد بررسی قرار می‌دهد. مقالات مرتبط در نشریات بین‌المللی سنوات ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل می‌شوند.

النکار[۱۵] و المیدا[16] (۲۰۱۱) در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده را براساس روش PROMETHEE VI Multicriteria مورد ارزیابی قرار دادند. در این مقاله بیان شده‌است که امروزه، انتخاب تامین‌کنندگان برای بسیاری از شرکت‌هایی که مایل به افزایش رقابت زنجیره تامین خود هستند، فعالیت استراتژیک خود را آغاز کرده‌است. بنابراین این مقاله، ساختار برای انتخاب تامین‌کنندگان ارائه می‌دهد که ترجیحات چندین DM را درگیر می‌کند. همچنین درنظر گرفته شده که ترجیحات آنها تغییرات زیادی را نشان نمی‌دهد بنابراین ممکن است با آنها به اندازه کافی مقابله کرده و فروشنده را انتخاب کرد که بهترین روش را با روش پرومته[17]VI ارائه می‌دهد. لیو[۱۸] و ژانگ[۱۹] (۲۰۱۱) در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده زنجیره تامین را براساس وزن آنتروپی و روش الکتره-III[20] بهبودیافته را مورد ارزیابی قرار دادندکه آنها در این مقاله بیان کردند که در زمینه جهانی‌شدن اقتصادی؛ رقابت بین بازار، دیگر رقابت بین شرکت‌ها نیست بلکه رقابت بین زنجیره‌های عرضه است. بنابراین روش جدیدی که ترکیبی از وزن آنتروپی و یک روش الکتره-III[21] بهبود یافته است، پیشنهاد می‌شود که با انتخاب تامین‌کننده زنجیره‌های عرضه در ارتباط باشد. زلفانی[۲۲] و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله‌ای یک مدل ترکیبی

[13] Ceballos
[14] Ho
[15] Alencar
[16] Almeida
[17] PROMETHEE VI
[18] Liu
[19] Zhang
[20] ELECTRE-III
[21] ELECTRE-III
[22] Zolfani

تصمیم‌گیری چندمعیاره[۲۳] شامل روش (فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی)[۲۴] و روش کوپراس خاکستری[۲۵] را برای انتخاب تامین‌کننده شرکتی در ایران مورد ارزیابی قرار دادند که این مقاله با هدف استفاده از مدل تصمیم‌گیری چندمنظوره ترکیبی برای انتخاب یک تامین‌کننده است. به‌منظور نشان‌دادن توانایی عملکردی مدل توسعه‌یافته، شرکت کلوه به‌عنوان یک مطالعه موردی انتخاب شده‌است و می‌تواند به‌عنوان یک الگو برای انتخاب تامین‌کنندگان و تحقیقات آینده مورد استفاده قرار گیرد. صفری[۲۶] و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله‌ای روش پرومته[۲۷] براساس وزن آنتروپی برای انتخاب تامین‌کننده را مورد ارزیابی قرار دادند. هدف از این مطالعه استفاده از روش یکپارچه جدید برای انتخاب تامین‌کنندگان است. در این مقاله، وزن هر معیار با استفاده از آنتروپی شانون محاسبه می‌شود. بعد از آن پرومته برای جایگزینی، رتبه‌بندی شده‌است. سپس براساس این نتایج، بهترین تامین‌کننده انتخاب شده‌است. نتیجه این تحقیق، رتبه‌بندی و انتخاب تامین‌کننده با کمک تکنیک‌های آنتروپی شانون و پرومته است. این مقاله روش جدیدی برای انتخاب تامین‌کننده ارائه می‌دهد. کاراند[۲۸] و چاکرابورتی[۲۹] (2012 a) در مقاله‌ای تصمیم‌گیری برای انتخاب تامین‌کننده با استفاده از روش مورا[۳۰] را مورد ارزیابی قرار دادند که در این مقاله بهینه‌سازی چندهدفه بر مبنای تجزیه‌وتحلیل نسبت (مورا) برای حل دو مشکل در زمان انتخاب تامین‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چانگ[۳۱] و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای چارچوب رویکرد عمومی برای حل یک مشکل انتخاب تامین‌کننده را مورد ارزیابی قرار دادند. این مطالعه یکپارچه‌سازی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش نرم‌افزاری برای حل مشکل انتخاب تامین‌کننده است. در این مطالعه نتایج با روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی سنتی برای مقابله با داده‌های ناقص مقایسه شد. نتایج حاصل از مقایسه نشان داد که رویکردهای ارائه‌شده در این مقاله ازنظر بازتاب عملی قابل‌قبول‌تر است.

وو[۳۲] و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده در صنعت انرژی هسته‌ای با روش ویکور[۳۳] گسترده تحت اطلاعات زبان‌شناسی را مورد ارزیابی قرار دادند. این مقاله یک ویکور توسعه‌یافته تحت اطلاعات زبان‌شناسی را برای ارزیابی عدم قطعیت ارائه‌دهندگان بالقوه به‌صورت کمی و علمی ارائه می‌دهد. ون [۳۴] و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله انتخاب تامین‌کننده با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه[۳۵] والکتره II[36] در محدوده زبانی ۲–tuple را مورد ارزیابی قرار دادند که این مقاله نوعی از مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره با معیارهای دو سطح را مورد بررسی قرار می‌دهد و یک روش ترکیبی جدید را با یکپارچه‌سازی (فرآیند شبکه تحلیلی زبان دوزبانه[۳۷] IT-ELECTRE II) و (بازخوانی و انتخاب واقعیت دوم انتخاب) را بررسی می‌کند. با درنظرگرفتن تعاملات بین معیارها، یک رویکرد TL-ANP که در آن ماتریس‌های مقایسه، یک روابط

[23] MCDM
[24] Analytical Hierachy Process (AHP)
[25] COPRAS-G
[26] Safari
[27] Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations(PROMETHEE)
[28] Karande
[29] Chakraborty
[30] MOORA
[31] Chang
[32] Wu
[33] VIKOR
[34] Wan
[35] ANP
[36] ELECTRE II
[37] TL-ANP

ترجیحی دوزبانه زبانی هستند، برای تعیین وزن معیارها و زیرمعیارها مطرح می‌شود. برای مقابله با مورد معیارهای جبران‌نشده، روش IT-ELECTRE II پیشنهاد شده‌است. در این رویکرد، رأی‌های جایگزین در زیرمعیارها به‌عنوان متغیرهای زنجیره‌ای ۲-tuple نمایش داده می‌شوند. در ادامه یک مورد واقعی انتخاب تامین‌کننده مورد بررسی قرار می‌گیرد و تجزیه‌وتحلیل مقایسه‌ای برای نشان‌دادن کاربرد و برتربودن روش پیشنهادی انجام می‌شود. اجلی(۱۴۰۲) در مقاله‌ای ارزیابی و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان در زنجیره تامین پایدار با فن واس پاس[۳۸] را مورد ارزیابی قرار داد. هدف اصلی از پژوهش حاضر، ارزیابی عوامل کلیدی مدیریت زنجیره تامین پایدار و رتبه‌بندی تامین‌کنندگان با ترکیب رویکرد تحلیل عاملی و فنون تصمیم‌گیری سوارا[۳۹] و واس پاس است. همچنین در ادامه پژوهش‌های زیر، تامین‌کننده با تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی را مورد بررسی قرار دادند.

فرزام نیا[۴۰] و بابل قانی[۴۱] (۲۰۱۴) در مقاله‌ای فرآیند تصمیم‌گیری گروهی برای انتخاب تامین‌کننده با استفاده از تکنیک MULTIMOORA در محیط فازی را مورد ارزیابی قرار دادند. در این مقاله برای جمع‌آوری نظرات کارشناسان، از ارزش‌های زبانی استفاده شده‌است تا مناسب‌ترین روش برای تامین‌کننده انتخاب شود. روش MULTIMOORA که یکی از جدیدترین و قوی‌ترین روش‌هاست، استفاده شده‌است.

آیهان[۴۲] و کیلیک[۴۳] (۲۰۱۵) در مقاله‌ای یک رویکرد دومرحله‌ای برای مشکل انتخاب تامین‌کننده در چند مورد/چند منبع تامین‌کننده با تخفیف کم را مورد ارزیابی قرار دادند. در این مقاله یک فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی ترکیبی و یک برنامه‌ریزی خطی یکپارچه فازی ترکیبی را به یک مشکل انتخاب‌کننده عرضه با توجه به محدودیت به‌عنوان تامین‌کنندگان چند محصول ارائه می‌دهد که تامین‌کنندگان قادر به ارائه همه اقلام نیستند. مرحله اول استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برای پیداکردن وزن نسبی معیارهاست. مرحله دوم مدل پیشنهادی برنامه‌ریزی خطی ترکیبی عدد صحیح[۴۴] را برای انتخاب بهترین تامین‌کنندگان ارائه می‌دهد. میشرا[۴۵] و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان استفاده از روش مولتی مورا یکپارچه فازی به انتخاب تامین‌کننده/شریک در زنجیره تامین چابک را مورد ارزیابی قرار دادند. سهم این مقاله توسعه یک چارچوب و یک مدل تصمیم‌گیری برای انتخاب تامین‌کننده/شریک در زنجیره عرضه چابک با استفاده از یک منطق فازی با یکپارچه‌سازی با روش مولتی مورا است. جین[۴۶] و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی[۴۷] و تاپسیس[۴۸]، مطالعه موردی در صنعت خودرو هند را مورد ارزیابی قرار دادند. این مقاله با یک مشکل انتخاب تامین‌کننده در یک شرکت خودروی هند در ارتباط است. این کار ارائه‌دهنده انتخاب تامین‌کننده چراغ جلو با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمنظوره فازی یکپارچه؛ فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش برای ترتیب

[38] WASPAS
[39] SWARA
[40] Farzamnia
[41] Babolghani
[42] Ayhan
[43] Kilic
[44] MILP
[45] Mishra
[46] Jain
[47] FAHP
[48] TOPSIS

اولویت با تشابه به راه‌حل ایده‌آل (تاپسیس) است. نتایج نشان می‌دهد که رویکردهای فازی می‌تواند موثر و دقیق‌تر از رویکردهای موجود برای مشکلات انتخاب تامین‌کننده باشد.

هندیاری[۴۹] و همکاران (۲۰۲۰) درمقاله‌ای رویکرد تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی چند مرحله‌ای برای انتخاب تامین‌کننده پایدار را مورد ارزیابی قرار دادند. این مطالعه یک رویکرد مبتنی بر شاخص فازی سلسله‌مراتبی چند مرحله‌ای را ارائه می‌دهد که با استفاده از آن تصمیم‌گیرندگان مجاز به انتخاب پایدارترین تامین‌کننده براساس معیارهای خط پایین سه‌گانه پایداری هستند. در مقاله‌های زیر تامین‌کنندگان با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و خوشه‌بندی مورد بررسی قرار گرفتند.

صادقیان و مسندجم (۱۳۹۴) مقاله‌ای تحت عنوان استفاده از روش خوشه‌بندی و تاپسیس برای انتخاب تامین‌کنندگان با محدودیت عرضه چاپ کردند. این مقاله در یک کارخانه تولید قطعات خودرو پیاده‌سازی شده‌است. در این تحقیق تعداد تامین‌کنندگان و اقلام بسیار زیاد درنظر گرفته می‌شوند و با توجه به زیادبودن تعداد تامین‌کنندگان و اقلام، نمی‌توان از روش‌های تصمیم‌گیری بطور مستقیم استفاده نمود. در این تحقیق برای تخصیص از یک روش خوشه‌بندی، تامین‌کنندگان و اقلام را دسته‌بندی نموده و سپس از مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه استفاده می‌شود و یک الگوریتم نیز برای پیاده‌سازی روش مذکور پیشنهاد می‌گردد.

مقصودی[۵۰] و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای مشکل انتخاب تامین‌کننده با روش ترکیبی تحلیل خوشه‌ای و تئوری تصمیم‌گیری معیارها را مورد ارزیابی قرار دادند که CLUS-MCDA نامیده شد که ترکیبی از روش کامینز و روش مولتی مورا است. روش CLUS-MCDA در شرکت ماموت برای یک مشکل انتخاب تامین‌کننده با توجه به مقدار زیادی داده اجرا شده‌است. هدف این مقاله تجزیه خوشه‌ای برای بهبود تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره و شناسایی معیارها برای انتخاب بهترین تامین‌کننده است. در این مقاله ۷ معیار استفاده شده‌است که در این پژوهش معیارها بررسی شده‌است. ریس[۵۱] و همکاران (۲۰۲۳) در مقاله‌ای روش‌شناسی مسئله انتخاب تامین‌کننده و ارزش‌گذاری با استفاده از رویکرد گروه‌بندی ترکیبی و چندمعیاره را مورد ارزیابی قرار دادند. مسئله انتخاب تامین‌کننده (SSP) انتخاب بهترین تامین‌کنندگان را با درنظرگرفتن معیارهای کمی و کیفی تعیین می‌کند. این مقاله یک روش ترکیبی دومرحله‌ای را برای انتخاب تامین‌کنندگان با استفاده از تکنیک گروه‌بندی کامینز[۵۲] و تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره برای عملکرد سفارش با شباهت به راه‌حل ایده‌آل تاپسیس[۵۳] پیشنهاد می‌کند.

در پژوهش زیر تامین‌کنندگان با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و خوشه‌بندی فازی مورد بررسی قرار گرفتند.

آزاد نیا[۵۴] و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده را با استفاده از رویکرد ترکیبی الکتره[۵۵] و خوشه‌بندی فازی مورد ارزیابی قرار دادند. در این مقاله خوشه‌بندی فازی به‌عنوان یک مدل داده‌کاوی به‌منظور خوشه‌بندی

[49] Hendiari
[50] Maghsodi
[51] Reyes
[52] K-means
[53] TOPSIS
[54] Azadnia
[55] ELECTRE

تامین‌کنندگان به گروه‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌است. سپس روش انتخاب و حذف واقعیت (الکتره) برای رتبه‌بندی تامین‌کنندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد. کارآیی این روش با انجام یک مطالعه موردی در صنعت خودرو نشان داده شده‌است. آنها یک ابزار فازی فیزیکی و یک روش ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی فازی[۵۶] و الکتره را پیشنهاد دادند تا بتوانند به‌عنوان تامین‌کننده بهینه با توجه به ساختار بزرگ داده در دو تولیدکننده بزرگ خودرو در ایران یعنی سایپا و ایران‌خودرو رتبه‌بندی کنند.

مدیریت زنجیره تامین سبز به‌عنوان یک نوآوری زیست‌محیطی محسوب می‌شود. مفهوم مدیریت زنجیره تامین سبز تفکر محیطی را در مدیریت زنجیره تامین ادغام می‌کند (سلطانی فر و همکاران،۱۴۰۰) سبزبودن تامین‌کنندگان، سبزبودن کالای تولیدی و درنتیجه سالم‌سازی محیط زیست و توسعه پایدار را به دنبال دارد (میر غفوری و همکاران، ۱۳۹۳). در این راستا رواریچ[۵۷] و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای عملکرد زنجیره تامین از طریق انتخاب تامین‌کنندگان و ارزش‌گذاری داخلی؛ یک دیدگاه نظری خودمختاری را مورد ارزیابی قرار دادند. این مطالعه اهمیت انتخاب تامین‌کنندگان سبز را به ارمغان می‌آورد و بینش قابل توجهی را درمورد انگیزه‌های تامین‌کنندگان و معیارهای مدیریت زنجیره تامین سبز می‌تواند در تامین‌کنندگان ثانویه درنظر بگیرد تا عملکرد مدیریت زنجیره تامین سبز را با استفاده از نظریه خودتعیین به‌دست آورد. هدف از این مقاله استفاده از تئوری خودتمیزی[58] برای مدیریت زنجیره تامین سبز[59] است و بررسی اینکه چگونه انتخاب تامین‌کننده سبز عملکرد مدیریت زنجیره تامین سبز را هدایت می‌کند و نحوه تحقق عملکرد مدیریت زنجیره تامین سبز بهبودیافته وابسته به سازوکارهای تئوری خودتمیزی استقلال، شایستگی و وابستگی است. همچنین در مقاله زیر تامین‌کنندگان سبز با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد بررسی قرار گرفتند.

هسو[۶۰] و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله‌ای استفاده از دیمتل[۶۱] برای توسعه یک مدل مدیریت کربن از انتخاب تامین‌کنندگان در مدیریت زنجیره تامین سبز را مورد ارزیابی قرار دادند. هدف از این مطالعه استفاده از روش آزمایشی تصمیم‌گیری و آزمایش دیمتل برای به‌رسمیت‌شناختن معیارهای موثر مدیریت کربن در زنجیره تامین سبز برای بهبود عملکرد کلی تامین‌کنندگان ازنظر مدیریت کربن است. میرغفوری و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با ارائه مدلی تامین‌کننده سبز را با رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره (مطالعه موردی: شرکت‌های منتخب کاشی و سرامیک استان یزد) مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش، وضعیت شرکت‌های کاشی و سرامیک استان یزد ازنظر میزان سبزبودن مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از دو روش میانگین‌گیری وزنی مرتب‌شده و پرومته، رتبه‌بندی شده‌اند. در این تحقیق تلاش شده‌است با ارائه معیارهای مناسب در این زمینه به مدیران سازمان‌ها در ارزیابی تامین‌کنندگان خود از لحاظ میزان سبزبودن یاری شود. این مقاله ۶ معیار را ارزیابی کرده‌است که در این پژوهش نیز این معیارها بررسی شده‌است.

سید حائری[۶۲] و رضایی[۶۳] (۲۰۱۹) در مقاله‌ای مدل انتخاب تامین‌کننده سبز مبتنی بر خاکستری برای محیط‌های

[56] FAHP
[57] Roehrich
[58] SDT
[59] GSCM
[60] Hsu
[61] DEMATEL
[62] Haeri
[63] Rezaei

نامشخص را مورد ارزیابی قرار دادند. یک مدل تخصیص وزن جدید با ترکیب روش بهترین- بدترین[۶۴] و نقشه‌های شناختی فازی[۶۵] خاکستری برای گرفتن وابستگی متقابل بین معیارها ارائه شده‌است. فولادی و خاکستری (۲۰۲۰) در مقاله‌ای ارائه مدل یکپارچه انتخاب تامین‌کننده سبز در زنجیره تامین ناب- چابک را مورد ارزیابی قرار دادند. این تحقیق در دو فاز به انجام رسیده‌است. در فاز اول از طریق روش ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی[۶۶] و ویکور[۶۷] و با استفاده از معیارهای سبز، تامین‌کنندگان رتبه‌بندی شدند. سپس در فاز دوم، مدلی چهارهدفه طراحی گردید که شامل چهار هدف کمینه سازی هزینه زنجیره تامین، کمینه‌سازی میزان دیرکرد در تحویل (چابک)، کمینه‌سازی میزان ضایعات (ناب) و بیشینه‌سازی توجه به مسائل زیست‌محیطی می‌باشد. در ادامه، مسئله چهارهدفه با روش معیار جامع تک‌هدفه‌سازی شده‌است و چندین مثال عددی به توصیف این استراتژی پرداخته‌است. الگوریتم اجراشده، نتایج خوبی را در زمان محاسباتی مناسب نشان داده‌است. سلطانی فر و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده سبز، یک رویکرد ترکیبی فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی رای‌گیری گروهی را مورد ارزیابی قرار دادند. هدف این پژوهش تعیین شاخص‌های انتخاب تامین‌کننده سبز در یک گروه خودروساز و انتخاب تامین‌کننده براساس شاخص‌های استخراج‌شده است. شاخص‌های تصمیم‌گیری از طریق مرور ادبیات، تعامل با خبرگان و استفاده از روش دلفی به‌صورت طراحی سبز، خرید سبز، تولید سبز، حمل‌و قل سبز، پاسخگویی زیست‌محیطی، سیستم مدیریت زیست‌محیطی، کنترل آلودگی مشخص شد. سپس یک فرآیند جدید سلسله‌مراتبی رای‌گیری گروهی طراحی و از آن برای انتخاب تامین‌کننده سبز در شرکت سایپا استفاده شد. اندام و مومنی (۲۰۲۲) در مقاله‌ای ارائه الگوی انتخاب تامین‌کننده سبز با رویکرد تلفیق تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه را مورد ارزیابی قرار دادند. در این مقاله با تلفیق روش نوسان، تئوری مطلوبیت چندشاخصه و روش ترجیح براساس مشابهت به راه‌حل ایده‌آل مدلی جهت انتخاب بهترین تامین‌کننده سبز ارائه می‌گردد. یافته‌های تحقیق بیانگر آن است که براساس دیدگاه ریسک‌گریز گروه قطعات خودرو عظام، براساس دیدگاه ریسک خنثی شرکت تکوین و براساس دیدگاه ریسک‌پذیر شرکت تکوین، از بهترین شرایط برخوردار بوده و در اولویت قرار می‌گیرند. در مقاله‌های زیر تامین‌کنندگان سبز با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی مورد بررسی قرار گرفتند.

سرآبادانی و همکاران (۲۰۲۴) در مقاله‌ای توسعه مدل انتخاب تامین‌کنندگان سبز با هدف بهینه‌سازی معیارهای گزینش و درنظرگرفتن تخفیف افزایشی را مورد ارزیابی قرار دادند. هدف مقاله حاضر، توسعه یک مدل دوهدفه مبتنی بر معیارهای سنتی و سبز انتخاب تامین‌کننده و تلفیق همزمان روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی[۶۸]، بهینه‌سازی چندهدفه درکنار استفاده از مفهوم تخفیف افزایشی می‌باشد. در این پژوهش یک مدل یکپارچه که تصمیمات مرتبط با قیمت و معیارهای سنتی با معیارهای سبز برای انتخاب تامین‌کننده سبز را با یکدیگر ترکیب می‌نماید، ارائه شده‌است. کانن[۶۹] و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده سبز مبتنی بر طراحی فازی آکسیماتیک، مطالعه موردی از سنگاپور را مورد ارزیابی

[64] BWM
[65] FCM
[66] AHP
[67] VIKOR
[68] FAHP
[69] Kannan

قرار دادند. این مقاله یک رویکرد تصمیمی چندمعیاره را به نام (FAD)[70] پیشنهاد می‌کند تا بهترین تامین‌کننده سبز برای شرکت تولید پلاستیک سنگاپور را انتخاب کند. ابتدا معیارهای زیست‌محیطی با معیارهای سنتی بر مبنای بررسی ادبیات و الزامات شرکت توسعه یافت. سپس روش FAD موردنیاز تولیدکننده (نیازهای طراحی) و تامین‌کننده (نیازهای عملیاتی) را ارزیابی می‌کند و ازآنجاکه باید معیارهای چندگانه را درنظر گرفت، یک مدل بهینه‌سازی چندمنظوره از طبیعت فازی باید توسعه یابد. بناییان[۷۱] و همکاران (۲۰۱۶) در مقاله‌ای انتخاب تامین‌کننده سبز با استفاده از روش تصمیم‌گیری فازی، مطالعه موردی از صنایع کشاورزی و صنایع غذایی را مورد ارزیابی قرار دادند. در این مقاله تامین‌کننده سبز برای یک شرکت واقعی از بخش کشاورزی و مواد غذایی انتخاب شده‌است. مقایسه استفاده از روش‌های انتخاب چند منبع معیوب محبوب انجام شده‌است. از نظریه مجموعه فازی در روش تاپسیس[۷۲] ، ویکور[۷۳] و روش تحلیل رابطه خاکستری[۷۴] استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل نشان می‌دهد که سه روش فازی به رتبه‌بندی تامین‌کننده یکسان می‌رسند. روش تحلیل رابطه خاکستری فازی[۷۵] نیاز به پیچیدگی محاسباتی کمتری برای تولید نتایج مشابه دارند. کشاورز قربایی[۷۶] و زاوادسکاس[۷۷] (۲۰۱۶) در مقاله‌ای تامین‌کنندگان سبز با استفاده از روش گسترده واسپاس[۷۸] با مجموعه‌های فازی نوع ۲ را مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه، یک رویکرد جدید یکپارچه مبتنی بر ارزیابی محصول، ارزیابی مجموع وزن واسپاس، برای مقابله با مشکلات تصمیم‌گیری گروهی چندمعیاره با IT2FS ها پیشنهاد شده‌است. این روش براساس اپراتورهای IT2FSs، برخی از اصلاحات در روش واسپاس کلاسیک و یک روش جدید برای محاسبه وزن معیار است.

در مقاله زیر تامین‌کنندگان سبز با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی و خوشه‌بندی مورد بررسی قرار گرفتند.

لیو[۷۹] و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله‌ای استفاده از یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره[۸۰] با تکنیک‌های داده‌کاوی برای ارزیابی و انتخاب تامین‌کننده سبز را مورد ارزیابی قرار دادند. هدف از این مطالعه ایجاد یک مدل ارزیابی موثر تامین‌کننده سبز است. این مطالعه یک مدل ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره جدید را پیشنهاد می‌کند که ماشین‌بردار پشتیبان[۸۱] ، بهترین بدترین روش فازی[۸۲] و تکنیک فازی برای اولویت سفارش براساس شباهت به یک راه‌حل ایده‌آل تاپسیس فازی[۸۳] را برای انتخاب مناسب‌ترین رویکردها ادغام می‌کند.

[70] Fuzzy Axiomatic Design
[71] Banaeian
[72] TOPSIS
[73] VIKOR
[74] GRA
[75] Fuzzy GRA
[76] Keshavarz Ghorabaee
[77] Zavadskas
[78] Weighted Aggregates Sum Product Assessment (WASPAS)
[79] Liu
[80] MCDM
[81] SVM
[82] FBWM
[83] FTOPSIS

جدول ۱. خلاصه‌ای از مطالعات انجام‌شده

ردیف	مقاله	تامین کننده	تامین‌کننده سبز	روش	مطالعه مورد ی
۱	باچر و همکاران(۲۰۰۴)			خوشه‌بندی دومرحله‌ای [۸۴]	
۲	هوو و همکاران(۲۰۱۰)	*		تصمیم‌گیری چندمعیاره	
۳	آزاد نیا وهمکاران(۲۰۱۱)	*		الکتره و خوشه‌بندی فازی	*
۴	النکار و المیدا(۲۰۱۱)	*		پرومته VI [۸۵]	
۵	ژاوو و یو(۲۰۱۱)	*			*
۶	لیو و ژانگ(۲۰۱۱)	*		الکتره II [۸۶] براساس وزن آنتروپی	
۷	زلفانی و همکاران(۲۰۱۲)	*		فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی [۸۷] و روش کوپراس خاکستری [۸۸]	*
۸	صفری و همکاران(۲۰۱۲)	*		پرومته [۸۹] براساس وزن آنتروپی	
۹	کاراند و چاکرابورتی(۲۰۱۲)	*		مورا [۹۰]	
۱۰	چای و همکاران(۲۰۱۳)	*		DM (داده‌کاوی)	
۱۱	هسو و همکاران(۲۰۱۳)		*	دیمتل [۹۱]	*
۱۲	فرزام نیا [۹۲] و بابل قانی [۹۳] (۲۰۱۴)	*		مولتی مورا در محیط فازی	
۱۳	آیهان و کیلیک(۲۰۱۵)	*		فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی ترکیبی و یک برنامه‌ریزی خطی یکپارچه فازی ترکیبی	*
۱۴	کانن و همکاران(۲۰۱۵)		*	FAD	*
۱۵	میشرا و همکاران(۲۰۱۵)	*		مولتی مورا یکپارچه فازی	
۱۶	حیدرزاده و همکاران(۲۰۱۶)	*		فاصله جدید برای مجموعه‌های فازی نوع ۲	*
۱۷	بناییان و همکاران(۲۰۱۶)		*	سه روش فازی تاپسیس، ویکور و روش تحلیل رابطه خاکستری [۹۴]	*
۱۸	جین و همکاران(۲۰۱۶)	*		فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی [۹۵] و تاپسیس [۹۶]	*
۱۹	سبالوس و همکاران(۲۰۱۶)			تصمیم‌گیری چندمعیاره [۹۷]	

[84] TWO STEP
[85] PROMETHEE VI
[86] ELECTRE II
[87] AHP
[88] COPRAS-G
[89] PROMETHEE
[90] MOORA
[91] DEMATEL
[92] Farzamnia
[93] Babolghani
[94] GRA
[95] FAHP
[96] TOPSIS
[97] MCDM

ردیف	مقاله	تامین کننده	تامین‌کننده سبز	روش	مطالعه موردی
۲۰	چانگ و همکاران(۲۰۱۶)	*		فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی[۹۸]	
۲۱	کشاورز قربایی و زاوادسکاس(۲۰۱۶)		*	واسپاس[۹۹] با مجموعه‌های فازی نوع ۲	
۲۲	وو و همکاران(۲۰۱۶)	*		ویکور[۱۰۰]	
۲۳	وتزستین و همکاران(۲۰۱۶)	*			
۲۴	رواریج و همکاران(۲۰۱۷)		*		*
۲۵	ون و همکاران(۲۰۱۷)	*		الکتره II[۱۰۱] در محدوده زبانی Tuple-2 و فرآیند تحلیل شبکه[۱۰۲]	*
۲۶	مقصودی و همکاران(۲۰۱۸)	*		مولتی مورا[۱۰۳] و کامینز[۱۰۴]	*
۲۷	سید حائری و رضایی(۲۰۱۹)		*	روش بهترین و بدترین[۱۰۵] و نقشه‌های شناختی فازی[۱۰۶]	
۲۸	هندیاری و همکاران(۲۰۲۰)	*		رویکرد تصمیم‌گیری سلسله‌مراتبی چندمرحله‌ای فازی	
۲۹	فولادی و خاکستری(۲۰۲۰)		*	روش ترکیبی تحلیل سلسله‌مراتبی، ویکور و مدل چهارهدفه	
۳۰	لیو و همکاران(۲۰۲۱)		*	ماشین بردار پشتیبان[۱۰۷]، روش بهترین بدترین فازی[۱۰۸] و تاپسیس فازی[۱۰۹] و تکنیک‌های داده‌کاوی	*
۳۱	سلطانی فر و همکاران(۲۰۲۲)		*	فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی گروهی	*
۳۲	اندام و مومنی(۲۰۲۲)		*	روش نوسان، تئوری مطلوبیت چند شاخصه و روش ترجیح براساس مشابهت به راه حل ایده آل	*
۳۳	ماوی و همکاران(۲۰۲۳)	*		خوشه‌بندی فازی	*
۳۴	ریس و همکاران(۲۰۲۳)	*		تاپسیس و کامینز	

[98] AHP
[99] WASPAS
[100] VIKOR
[101] ELECTRE II
[102] ANP
[103] MULTI MOORA
[104] K-means
[105] BWM
[106] FCM
[107] SVM
[108] FBWM
[109] FTOPSIS

ردیف	مقاله	تامین کننده	تامین‌کننده سبز	روش	مطالعه موردی
۳۵	سرآبادانی و همکاران(۲۰۲۴)		*	توسعه یک مدل دو هدفه و تلفیق همزمان روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، بهینه‌سازی چندهدفه در کنار استفاده از تخفیف افزایشی	
۳۶	ترابی مقدم و همکاران (۱۳۹۱)	*		کریسپ[110] داده‌کاوی	*
۳۷	میر غفوری و همکاران(۱۳۹۳)		*	میانگین‌گیری وزنی مرتب‌شده و پرومته[111]	*
۳۸	چوبر و همکاران(۲۰۲۲)			خوشه‌بندی و فراابتکاری	
۳۹	صادقیان و مسندجم(۱۳۹۴)	*		تاپسیس و خوشه‌بندی	*
۴۰	شیخ و همکاران(۱۳۹۵)			مولتی مورا فازی	*
۴۱	اجلی(۱۴۰۲)	*		واس پاس[112] و سوارا[113]	*
۴۲	پژوهش حاضر		*	مولتی مورا و خوشه‌بندی دومرحله‌ای	

در جدول ۱ مطالعات انجام‌شده به‌صورت خلاصه بیان شده‌است. محققان فوق، جهت‌دهی خوبی به ما می‌دهند. مطالعات انجام‌گرفته، نشان می‌دهد که این پژوهش شباهت زیادی به مقاله CLUS-MCDA مقصودی و همکاران دارد. هردو پژوهش، رتبه‌بندی را با روش مولتی مورا انجام داده‌اند اما تفاوت پژوهش حاضر با مقاله مشابه این است که در مقاله حاضر تامین‌کننده سبز شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا مورد بررسی قرار گرفته‌است و برای خوشه‌بندی از روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای استفاده شده‌است درصورتیکه در مقاله CLUS-MCDA در ارزیابی تامین‌کنندگان شرکت ماموت، معیارهای سبزبودن بررسی نشده‌است و برای خوشه‌بندی از روش کامینز استفاده شده‌است.

۳) روش تحقیق

۳-۱) خوشه‌بندی دومرحله‌ای

در تحلیل خوشه‌ای، می‌توان داده‌های نمونه را به چند خوشه یا طبقه، رده‌بندی کرد بطوریکه داده‌های قرار گرفته‌شده در هر خوشه، همگون و یکسان باشند و بین خوشه‌ها بیشترین تفاوت و ناهمگونی وجود داشته باشد و اینگونه خوشه‌بندی زمانی صورت می‌گیرد که پراکندگی جامعه‌ای که نمونه از آن گرفته شده، زیاد باشد. در این حال، شرط اساسی برای تشکیل خوشه‌ها این است که خوشه‌ها افرازی از جامعه یا نمونه باشند. یعنی هر داده تنها در یک خوشه قرار گیرد و از طرفی اجتماع تمام خوشه‌ها، برابر کل نمونه یا جامعه موردنظر باشند. برحسب اینکه تعداد خوشه‌ها از قبل معلوم باشد یا

[110] CRISP-DM
[111] PROMETHEE
[112] WASPAS
[113] SWARA

خیر، روش‌های مختلفی برای خوشه‌بندی داده‌ها وجود دارد. این روش‌ها همچنین به نوع متغیرها نیز بستگی دارد. دلیل انتخاب روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای این است که:

۱. در دسترس است. منظور از در دسترس‌بودن خوشه‌بندی دومرحله‌ای، این است که در پکیج نرم‌افزار SPSS MODELER وجود دارد.

۲. در روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای، نرم‌افزار SPSS MODELER تعداد خوشه‌ها را مشخص می‌کند و نیازی نیست که اپراتور تعداد خوشه‌ها را مشخص کند. نقاط قوت در خوشه‌بندی دومرحله‌ای به این صورت است که می‌تواند انواع زمینه‌های مختلف را کنترل کند و قادر است مجموعه داده‌های بزرگ را بطور موثر مدیریت کند. همچنین این قابلیت را دارد که چندین راه‌حل خوشه‌ای را آزمایش کرده و بهترین‌ها را انتخاب کند. بنابراین لازم نیست بدانید که در ابتدا چند خوشه را بخواهید. خوشه‌بندی دومرحله‌ای می‌تواند به گونه‌ای تنظیم شود که بطور خودکار موارد پرت یا موارد بسیار غیرمعمولی را که می‌توانند نتایج شما را آلوده کنند، حذف کند.

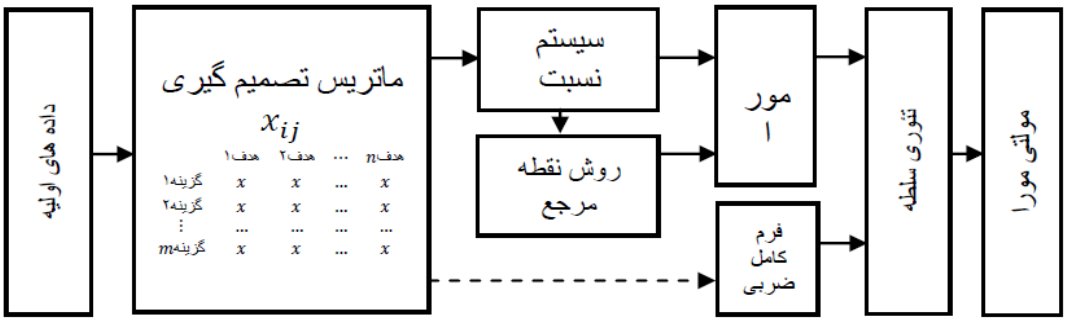
درصورتیکه در روش کامینز تعداد خوشه‌ها از قبل مشخص نیست و اگر آنها به دلخواه معین شود این امکان وجود دارد که تعداد را به درستی مشخص نکرده و نتیجه درستی حاصل نشود (محمدرضا میرزاده، موسسه آموزشی و پژوهشی آمار). خوشه‌بندی دومرحله‌ای نوعی تجزیه‌وتحلیل خوشه را فراهم می‌کند. هنگامیکه در ابتدا نمی‌دانید این گروه‌ها چه هستند، می‌توان از آن برای قراردادن مجموعه داده در گروه‌های مجزا استفاده کرد. همانند روش کوهنن[۱۱۴] و کامینز، در مدل‌های خوشه‌بندی دومرحله‌ای از یک قسمت هدف استفاده نمی‌شود. همچنین به جای تلاش برای پیش‌بینی نتیجه، سعی دارد الگوهای موجود در مجموعه فیلدهای ورودی را کشف کند. سوابق به گونه‌ای گروه‌بندی می‌شوند که سوابق موجود در یک گروه یا خوشه، تمایل به شبیه یکدیگر داشته باشند اما رکوردها در گروه‌های مختلف از یکدیگر متفاوت نیستند. اولین قدم باعث می‌شود که یک داده از داده‌ها عبور کند، در طی آن داده‌های ورودی خام را به یک مجموعه قابل کنترل از زیرخوشه‌ها فشرده می‌کند. مرحله دوم از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی برای ادغام تدریجی خرده خوشه‌ها در خوشه‌های بزرگتر و بزرگتر استفاده می‌کند، بدون اینکه نیازی به عبور دیگری از داده‌ها باشد. خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی این مزیت را دارد که نیازی به انتخاب زودهنگام تعداد خوشه‌ها ندارد. بسیاری از روش‌های خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی با سوابق جداگانه به‌عنوان خوشه‌های شروع کننده، شروع می‌شوند و آنها را به‌صورت بازگشتی ادغام می‌کنند تا خوشه‌های بزرگتر تولید شوند. اگرچه چنین رویکردهایی غالبا با مقادیر زیادی از داده‌ها از بین می‌روند اما پیش‌تولید اولیه خوشه‌بندی دومرحله‌ای[۱۱۵]، خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی را حتی برای مجموعه‌های داده بزرگ نیز تسریع می‌کند. توجه گردد مدل حاصله تاحدودی به ترتیب داده‌های آموزش بستگی دارد. مرتب‌سازی مجدد داده‌ها و بازسازی مدل ممکن است به یک مدل خوشه نهایی متفاوت منجر شود. برای آموزش یک مدل خوشه دومرحله‌ای، به یک یا چند فیلد با نقش تعیین‌شده به ورودی نیاز دارید. قسمت‌های دارای نقش تنظیم‌شده به هدف، هردو یا هیچکدام نادیده گرفته می‌شوند. الگوریتم خوشه‌بندی دومرحله‌ای مقادیر ازدست‌رفته را کنترل نمی‌کند. سوابق خالی برای هریک از قسمت‌های ورودی، هنگام ساخت مدل نادیده گرفته می‌شوند.

[114] Kohonen
[115] TwoStep

با استفاده از SPSS Modeler در Watson Studio، می‌توانید به سرعت با استفاده از تخصص تجارت، مدل‌های پیش‌بینی را توسعه داده و برای بهبود تصمیم‌گیری، آنها را در عملیات تجاری مستقر کنید. رابط جریان با استفاده از نرم‌افزار مشتری SPSS Modeler که از مدت‌ها قبل تاسیس شده و مدل استاندارد صنعت CRISP-DM که از آن استفاده می‌کند، طراحی شده‌است که از کل فرآیند داده‌کاوی، از داده‌ها تا نتایج بهتر کسب‌وکار پشتیبانی می‌کند.

۴) تکنیک مولتی مورا

روش مولتی مورا در سال ۲۰۱۰ توسط بروورز[116] و زاوادسکاس[117] ارائه شد. این دو محقق در سال ۲۰۰۶ نیز روش مورا را ارائه داده بودند. درواقع روش مولتی مورا، کامل‌شده روش مورا می‌باشد که رویکرد دیگری به‌نام ضربی کامل به دو رویکرد روش مورا اضافه شده‌است. این روش سه رویکرد به‌نام‌های ۱) سیستم نسبت ۲) نقطه مرجع ۳) ضربی کامل دارد. توسط هرسه رویکرد گزینه‌ها را رتبه‌بندی می‌کنیم و در انتها نیز توسط روش تئوری سلطه، به رتبه‌بندی نهایی گزینه‌ها می پردازیم. در روش مولتی مورا سه رویکرد آن سه رتبه برای گزینه‌ها ارائه می‌دهند که برای ادغام رتبه‌بندی‌ها از تئوری سلطه استفاده می‌شود.



شکل ۱. نمودار مراحل مختلف تکنیک مولتی مورا (رضا شیخ و همکاران، ۱۳۹۵)

۵) سیستم نسبت تکنیک مورا

با استفاده از داده‌های اولیه ماتریس تصمیم X تشکیل می‌شود که x_{ij} معرف مقدار i–امین گزینه با درنظرگرفتن j–امین هدف می‌باشد (m و ... و 2 و $i = 1$ و n و ... و 2 و $j = 1$) (رضا شیخ و همکاران، ۱۳۹۵: صفحه ۷). مقادیر تصمیم با توجه به جنس هدف، واحدهای مختلفی اختیار می‌کنند. بنابراین بکارگیری برخی روش‌های تصمیم‌گیری ازجمله سیستم نسبت و نقطه مرجع مستلزم یکپارچه‌سازی واحدها یا همان نرمال‌سازی است. بنابراین بعد از تشکیل ماتریس تصمیم با استفاده از رابطه ۱ ماتریس تصمیم نرمال‌شده، ایجاد می‌شود. در این رابطه هر درایه بر مجذور مربعات درایه‌های هر ستون تقسیم می‌شود.

رابطه ۱)

$$x^*_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}$$

x^*_{ij} معرف مقدار x_{ij} نرمال‌سازی‌شده می‌باشد.

[116] Brauers
[117] Zavadskas

وزن شاخص‌ها: در این روش وزن شاخص‌ها $\left[w_1 \text{و } w_2 \text{ و ... و } w_n\right]$، را با درنظرگرفتن خاصیت بی‌مقیاس $\left(\sum_{j=1}^{n} w_j = 1\right)$ ارائه می‌دهد که باید با استفاده از روش‌های دیگر نظیر روش تحلیل سلسله‌مراتبی[۱۱۸] یا روش آنتروپی این اوزان محاسبه شود. همانطورکه قبلا بیان شد در روش مولتی مورا اولین رویکرد رتبه‌بندی سیستم نسبت نام دارد که از رابطه ۲ محاسبه می‌شود. همچنین در این رابطه g و ... و 2 و $j = 1$ شاخص‌های مثبت و n و ... و $j = g + 1$ شامل شاخص‌های منفی است. اگر ماهیت شاخص‌ها مثبت باشد بیشترین مقدار و اگر ماهیت شاخص‌ها منفی باشد کمترین مقدار را درنظر می گیریم. همچنین باید مجموع شاخص‌های مثبت را از مجموع شاخص‌های منفی کم کرد و حاصل بیشتر، نشان از برتری گزینه می‌دهد.

رابطه ۲)
$$y_i^* = \sum_{j=1}^{g} w_j x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^{n} w_j x_{ij}^*$$

y_i^* های به‌دست‌آمده که به‌صورت نزولی مرتب می‌شوند، نخستین رتبه‌بندی را تشکیل می‌دهند.

۶) تئوری نقطه مرجع

در این گام ابتدا باید برای هر شاخص نقطه مرجع را به‌دست آورد. نقطه مرجع برای شاخص‌های مثبت برابر با بزرگترین مقدار شاخص و برای شاخص‌های منفی برابر با کوچکترین مقدار است. در ابتدا، r_j مطابق رابطه زیر به‌دست می‌آید.

رابطه ۳)
$$r_j = \begin{cases} \max_i x_{ij}^* & j = 1 \text{ و } 2 \text{ و ... و } g \\ \min_j x_{ij}^* & j = g+1 \text{ و ... و } n \end{cases}$$

رتبه‌بندی گزینه‌ها در نقطه مرجع از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

رابطه ۴)
$$\min_{(j)}\{\max_{(i)} |(w_j r_j - w_j x_{ij}^*)|\}$$

در این رابطه ابتدا در سطر گزینه‌ها بیشترین مقدار را انتخاب می کنیم سپس از بین این مقادیر کمترین مقدار به‌عنوان گزینه برتر انتخاب می‌شود. انحراف بین مقدار x_{ij}^* و نقطه مرجع r_j به‌صورت $|r_j - x_{ij}^*|$ تعریف شده که با توجه به وزن شاخص‌ها ارزش گزینه i ام تحت نقطه مرجع یه صورت زیر بیان می‌شود:

رابطه ۵)
$$z_i^* = \max_i |w_j r_j - w_j x_{ij}^*|$$

z_i^* کمتر، گزینه بهتر را نشان می‌دهد.

۷) فرم کامل ضربی

روش فرم کامل ضربی ملزم به وزن‌دهی و استفاده از داده‌های نرمال‌سازی نمی‌باشد می‌توان با یکی از رابطه‌های ۶ و ۷ بدون استفاده از وزن شاخص‌ها محاسبه کرد برای حفظ هماهنگی در میان تمام بخش‌های محاسبات در روش مولتی مورا از U_i^* استفاده می کنیم.

رابطه ۶)
$$\acute{U}_\iota = \frac{\prod_{j=1}^{g} (x_{ij})^{w_j}}{\prod_{j=g+1}^{n} (x_{ij})^{w_j}}$$

[118] AHP

رابطه ۷)

$$U_i^* = \frac{\prod_{j=1}^{g}(x_{ij}^*)^{wj}}{\prod_{j=g+1}^{n}(x_{ij}^*)^{w_j}}$$

باید گزینه‌ها بر حسب حداکثر مقادیر U_i^* رتبه‌بندی شوند. تلفیق رتبه‌بندی روش‌های سیستم نسبت، نقطه مرجع و فرم کامل ضربی توسط تئوری سلطه صورت می‌گیرد.

۸) تئوری سلطه

تسلط غالب زمانی روی می‌دهد که رتبه گزینه‌ای بر رتبه سایر گزینه‌ها سلطه یابد. در تکنیک مولتی مورا تسلط غالب تحت شرایط (۱-۱-۱) رویت می‌شود. سلطه عمومی هنگامی اتفاق می‌افتد که دو رتبه از سه رتبه یک گزینه، بر گزینه‌های دیگر برتری داشته باشند. به‌عنوان مثال (d-a-a) بر (c-b-b) تسلط عمومی دارد. ازآنجاکه انتقال‌پذیری در این تئوری صادق است، اگر a بر b تسلط داشته باشد و b بر c نیز مسلط باشد، آنگاه a بر c تسلط خواهد یافت. این قوانین برای هر سه رتبه‌بندی تکنیک مولتی مورا اجرا شده و رتبه‌بندی نهایی ارائه می‌گردد.

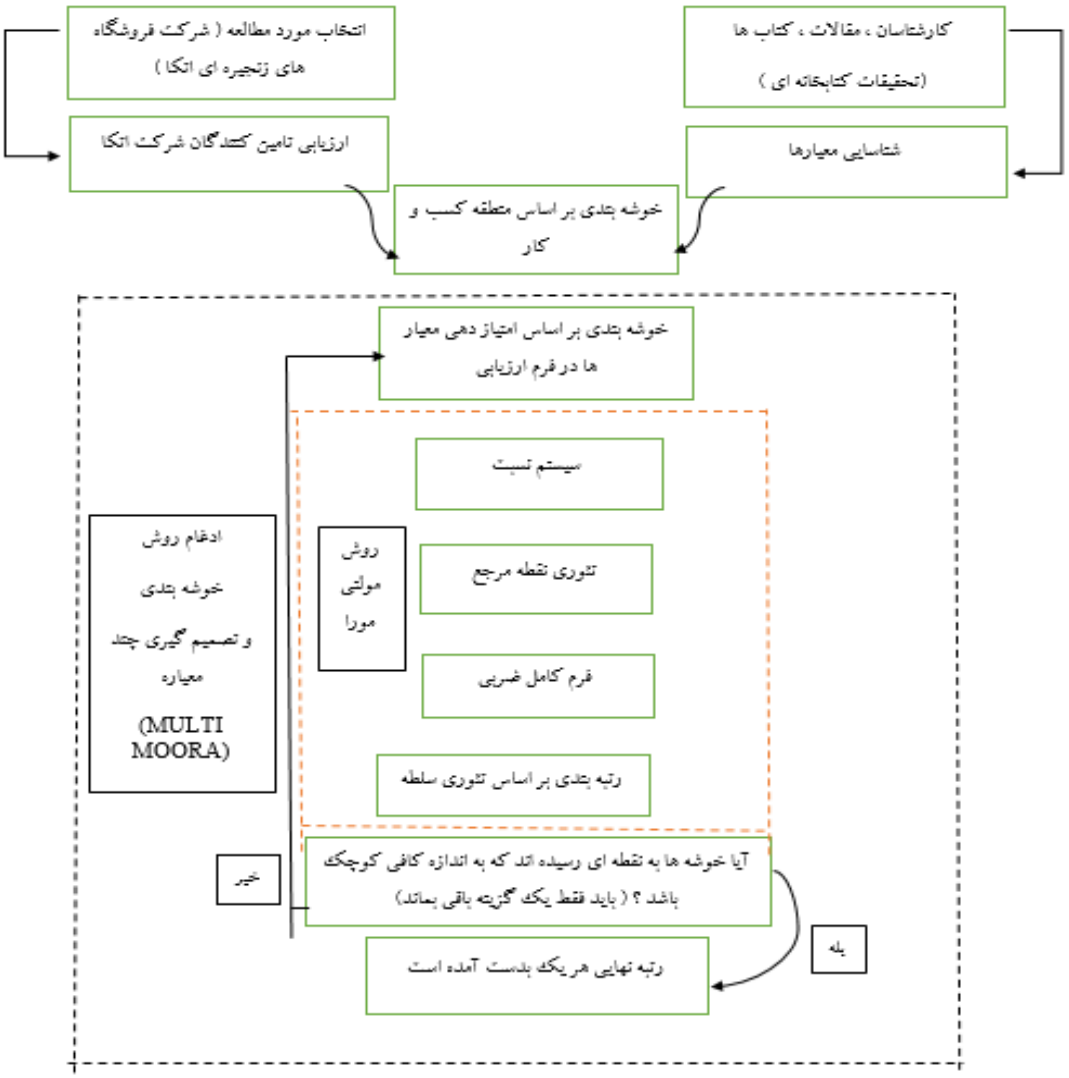
۹) مطالعه موردی

برای پیاده‌سازی مدل پیشنهادی، فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا که از سال ۱۳۳۴ هجری شمسی، فعالیت خود را به یکی از واحدهای تابعه سازمان اتکا آغاز و در سال ۱۳۸۴، پس از تغییرات ساختاری و با ادغام سه گروه زیرمجموعه سازمان اتکا (گروه فروشگاه‌ها، گروه صنایع‌غذایی و معاونت پشتیبانی و خدمات سازمان اتکا، تحت عنوان " شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا " تغییر نام یافت. هم اکنون " شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا " به‌عنوان بهترین برند در فروشگاه‌های زنجیره‌ای، با بیش از ۶۲۰ فروشگاه، شعب مستقل و مشارکتی و عاملیت در سراسر کشور به‌صورت فعال در اختیار مشتریان است. شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا به پشتوانه بیش از ۶۰ سال تجربه در حوزه خرده فروشی، در حال حاضر بخش قابل ملاحظه‌ای از نظام توزیع سازمان‌یافته اقصی نقاط کشور را تشکیل می‌دهد. رسالت اتکا، توسعه شبکه فروش، کاهش هزینه‌های توزیع، ارائه ده‌ها هزار عنوان تنوع کالایی در بخش‌های لوازم خانگی یا سوپری با قیمت مناسب و کیفیت مطلوب به جامعه مصرف‌کنندگان کشور می‌باشد. شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا در طول سال‌های اخیر همواره تلاش نموده‌است تا با تدوین استراتژی‌های مناسب در بازه‌های زمانی مختلف و نگرش به تغییرات محیطی و بازشناسی محیط پیچیده کسب‌وکار و انجام تحولات درونی و تغییرات ساختاری در امر مسئولیت‌های اجتماعی و حمایت از تولید داخلی همواره پیشرو باشد. تعداد تامین‌کنندگانی که با این شرکت مشارکت دارند، ۴۵۴ تامین‌کننده است.

۱۰) گام‌های الگوریتم پیشنهادی

در این مقاله با تحقیقات کتابخانه‌ای (کارشناسان، مقالات، کتاب‌ها و غیره) اطلاعات را جمع‌آوری و معیارهای تامین‌کنندگان سبز شناسایی شده‌است. همچنین مورد مطالعه را انتخاب کرده که در این پژوهش شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا به‌عنوان مطالعه موردی درنظرگرفته شده‌است. سپس تامین‌کنندگان شرکت اتکا مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. بعد از آن با استفاده از روش خوشه‌بندی تامین‌کنندگان سبز را در دسته‌های مختلف گروه‌بندی کرده که تامین‌کنندگانی که در خوشه‌های یکسان هستند بیشترین شباهت و آنهایی که در خوشه‌های متفاوت هستند، کمترین شباهت را باهم دارند. تامین‌کنندگان براساس منطقه کسب‌وکار خوشه‌بندی می‌شوند سپس براساس امتیازدهی شرکت برای تامین‌کنندگان با

استفاده از نرم‌افزار SPSS Modeler 18 با روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای تامین‌کنندگانی که براساس منطقه کسب‌وکار تفکیک شده بودند، خوشه‌بندی می‌شوند. سپس با استفاده از روش مولتی مورا که یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است، خوشه‌های تامین‌کنندگان سبز را رتبه‌بندی می‌شوند. همچنین به جای مقایسه تک‌تک گزینه‌ها، گروهی از آنها (میانگین خوشه‌ها) وارد روش مولتی مورا شده، برای اجرای این روش از نرم‌افزار اکسل استفاده شده‌است که بتوان بهترین تامین‌کننده سبز را انتخاب کرد. در این جا سئوالی مطرح می‌شود که آیا خوشه‌ها به نقطه‌ای رسیدند که به اندازه کافی کوچک باشد (فقط یک گزینه باقی بماند) اگر جواب بله بود رتبه نهایی تامین‌کنندگان به‌دست می‌آید و اگر جواب خیر بود دوباره باید با روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای[۱۱۹]، خوشه‌بندی انجام شده و میانگین خوشه‌ها وارد روش مولتی مورا شوند. این مراحل تا جایی تکرار می‌شود که فقط یک تامین‌کننده باقی بماند تا به‌عنوان تامین‌کننده سبز انتخاب گردد. این مراحل را برای همه دسته‌ها انجام داده تا در همه خوشه‌های کسب‌وکار تامین‌کننده سبز انتخاب شود.



شکل ۲. مراحل اجرای الگوریتم پیشنهادی

[119] Two step

۱۰–۱) گام اول) دسته‌بندی تامین‌کنندگان

با استفاده از روش خوشه‌بندی تامین‌کنندگان سبز را در گروه های مختلف گروه‌بندی کرده یعنی تامین‌کنندگان براساس منطقه کسب‌وکار خوشه‌بندی می‌شوند. در جدول ۲ شرکت‌ها در ۱۶ گروه دسته‌بندی شده و تعداد شرکت‌ها در هر دسته مشخص شده‌است. خوشه‌های تامین‌کنندگان شامل ۱) بسته‌بندی ۲) شیرینی و شکلات ۳)کنسرو ۴) خشکبار ۵) نوشیدنی ۶) عسل، مربا و مارمالاد ۷) چای، دمنوش گیاهی و قهوه ۸) سایر محصولات غذایی ۹) روغن خوراکی ۱۰) ماکارونی و رشته ۱۱) عرقیات ۱۲) نان ۱۳) تنقلات ۱۴) غذاهای آماده یا نیمه‌آماده غیرکنسروی ۱۵) آبلیمو، آبغوره و سرکه ۱۶) لبنیات است که در مجموع تعداد تامین‌کنندگان ۴۵۴ عدد است. در گام ششم مراحل رتبه‌بندی دسته بسته‌بندی بررسی شده‌است. همچنین جداول مراحل سایر خوشه‌ها در بخش پیوست شرح داده شده‌است.

جدول ۲. دسته‌بندی تامین‌کنندگان و تعداد آنها

ردیف	دسته‌بندی تامین‌کنندگان	تعداد تامین‌کنندگان
۱	بسته‌بندی	۱۰۲
۲	شیرینی و شکلات	۷۳
۳	کنسرو	۴۵
۴	خشکبار	۳۹
۵	نوشیدنی	۳۷
۶	عسل، مربا و مارمالاد	۳۱
۷	چای، دمنوش گیاهی و قهوه	۲۴
۸	سایر محصولات غذایی	۲۲
۹	روغن خوراکی	۲۱
۱۰	ماکارونی و رشته	۱۱
۱۱	عرقیات	۱۱
۱۲	نان	۱۱
۱۳	تنقلات	۹
۱۴	غذاهای آماده یا نیمه آماده غیر کنسروی	۸
۱۵	آبلیمو، آبغوره و سرکه	۸
۱۶	لبنیات	۲
	جمع	۴۵۴

۱۰–۲) گام دوم) تعیین معیارهای تامین‌کنندگان

در جدول ۳ معیارهای کلی تامین‌کننده سبز شامل ۱۳ معیار ۱) عناصرمالی(قیمت، هزینه) ۲) میزان همراهی تامین‌کننده با شرکت ۳) خدمات منطبق با استاندارد ۴) انعطاف‌پذیری ۵) خدمات پس‌ازفروش ۶) مدیریت شکایات ۷) زمان انتظار ۸) خرید سبز ۹) طراحی سبز ۱۰) تولید سبز ۱۱) بسته‌بندی سبز ۱۲) حمل‌ونقل سبز ۱۳) هزینه‌های تولید سبز بررسی و شرح داده شده‌است.

جدول ۳. تعریف معیارها برای انتخاب تامین‌کننده سبز

معیارهای انتخاب تامین‌کننده سبز	شرح
عناصر مالی(قیمت، هزینه)	یکی از مهمترین عوامل انتخاب تامین‌کننده مطلوب، نگرانی درمورد عناصر مالی برای خرید محصول است که تامین‌کنندگان مانند خدمات یا کالاها ارائه می‌دهند. در دیدگاه مشتریان، عناصر مالی مانند قیمت محصول، هزینه تعمیر و نگهداری، هزینه حمل‌ونقل و غیره یکی از عوامل تشخیصی برای انتخاب تامین‌کننده است.
میزان همراهی تامین‌کننده با شرکت	همکاری با شرایط و ضوابط مشتریان براساس محصولات ارائه‌شده از فروشندگان (یعنی خدمات یا کالاها) در محیط‌های رضایت بخش‌تر و همچنین میزان تطبیق‌دادن تامین‌کننده با شرکت.
خدمات منطبق با استاندارد	در دیدگاه مشتری، درک کیفیت از محصولات ارائه‌شده به شکل خدمات و یا موارد مربوط به کالاها در موضوعات مختلف به‌دست می‌آید. بنابراین افزایش انطباق محصولات براساس انتظارات مشتریان، موجب رضایت بیشتر می‌شود.
انعطاف‌پذیری	انعطاف‌پذیری تامین‌کننده درمورد عناصر چندگانه مانند هزینه‌ها و زمان و غیره معیارهای مهمی برای همکاری‌های طولانی‌مدت با مشتریان است.
خدمات پس‌ازفروش	یکی از عناصر مهم برای انتخاب تامین‌کننده موردنظر خدمات پس‌ازفروش است. برای حفظ کیفیت بالای خدمات و محصولات خریداری‌شده، مشتریان برای اطمینان از دریافت خدمات گارانتی برای حفظ کیفیت مطلوب محصولات (خدمات/ کالاها) مهم هستند.
مدیریت شکایات	با توجه به صدای مشتری، شکایات مشتریان و رسیدگی به مشکلات مشخص‌شده براساس بازخورد مشتری، رضایت مشتریان و کاربران سرویس یا محصولات مشخص شده افزایش می‌یابد.
زمان انتظار	ازآنجاکه یک زمان خاص برای ارائه یک شایستگی وجود دارد خدمات یا محصول توسط تامین‌کنندگان، زمان انتظار و مدت انتظار برای ارائه محصول (خدمات/کالاها) مهم است. علاوه بر این، یکی از معیارهای مهم برای انتخاب یک تامین‌کننده دوره انتظار است.
خرید سبز	استفاده از تامین‌کنندگان با معیارهای زیست محیطی، ارائه مواد در بسته‌بندی‌های سازگار با محیط زیست، تاکید بر داشتن گواهینامه‌های محیط زیست، تشکیل میزگرد به‌منظور آگاهی تامین‌کنندگان از مسائل زیست‌محیطی، حمایت از تامین‌کننده در جهت بهبود عملکرد آنها در ارتباط با محیط زیست، الزام تامین‌کننده به رعایت قوانین محیط زیست، قابل بازیافت‌بودن مواد خریداری‌شده از تامین‌کنندگان.
طراحی سبز	استفاده از حداقل میزان مصرف مواد یا انرژی و هماهنگی هرچه بیشتر با طبیعت، طراحی محصولات به‌منظورکاهش فرآیند تولیدی نامناسب، کاهش استفاده از مواد خطرناک آسیب‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی، طراحی با قابلیت بازگشت به چرخه زندگی و قابل بازیافت‌بودن طبق استاندارد بین‌المللی.
تولید سبز	داشتن گواهینامه‌های محیط زیست، دارابودن مدیریت محیطی و تعهد مدیران نسبت به رعایت قوانین زیست‌محیطی، استفاده از دستگاه‌های دارای آلودگی کمتر برای محیط زیست، استفاده از شیوه مناسب جهت دفع فاضلاب، داشتن موقعیت محیطی مناسب نسبت به سایر تولیدکنندگان، پایین بودن میزان وقوع حوادث محیطی، استفاده از مواد و فناوری و تجهیزات سازگار با محیط زیست، آموزش زیست‌محیطی کارکنان، ممانعت از آثار زیست محیطی در تمام مراحل فرآیند تولید کالا، استفاده از تکنیک‌های مختلف که اثر کاهشی روی انرژی مصرفی، گازهای گلخانه‌ای، مواد شیمیایی خطرناک، ضایعات، آلودگی و سر و صدا دارند.
معیارهای انتخاب تامین‌کننده سبز	شرح

معیارهای انتخاب تامین‌کننده سبز	شرح
بسته‌بندی سبز	استفاده از مواد و روش‌هایی با کمترین مصرف انرژی و اثرگذاری بر محیط زیست، استفاده از مواد قابل‌بازیافت و تجدیدپذیر، کاهش ضایعات، صرفه‌جویی در مواد مصرفی، استفاده از برچسب بر روی محصول به‌منظور نشان دادن قابل بازیافت‌بودن و میزان تناسب محصول با استانداردهای زیست‌محیطی.
حمل‌ونقل سبز	تاکید بر داشتن گواهینامه‌های محیط زیست، مشارکت عمومی، استفاده از وسایل حمل‌ونقل با کیفیت خوب و سازگار با محیط زیست، آگاهی‌های عمومی مصرف‌کنندگان در رابطه با محیط زیست، بازگشت محصولات به شرکت جهت بازیافت، انتخاب شبکه‌های حمل‌ونقل با تاکید بر معیارهای زیست محیطی، کسب مزیت رقابتی.
هزینه‌های تولید سبز	هزینه‌های صرف‌شده به‌منظور بسته‌بندی و تولید کالای سازگار با محیط زیست، هزینه‌های آموزش کارکنان در رابطه با محصولات محیط زیست، هزینه‌های صرف‌شده به‌منظور دفع مواد مضر و خطرناک.

۱۰-۳) گام سوم) طراحی فرم ارزیابی

بعد از دسته‌بندی تامین‌کنندگان و تعیین معیارها فرم ارزیابی را طراحی کرده و بعد از اینکه شرکت فروشگاه‌های زنجیرهای اتکا به این فرم پاسخ دادند، اعداد و ارقام فرم ارزیابی که در جدول ۴ ارزش عددی و اصطلاح زبانی از رده خیلی‌ضعیف تا خیلی‌خوب مشخص شده‌است باید وارد نرم‌افزار SPSS Modeler 18 شوند.

جدول 4. اصطلاحات زبانی و شماره‌های مربوطه

ارزش عددی	اصطلاح زبانی
۰	خیلی‌ضعیف
٤۰	ضعیف
٦۰	متوسط
۸۰	خوب
۱۰۰	خیلی‌خوب

۱۰-۴) گام چهارم) خوشه‌بندی تامین‌کنندگان

بعد از واردکردن اعداد و ارقام فرم ارزیابی در نرم‌افزار SPSS Modeler 18 با روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای[۱۲۰] تامین‌کنندگان خوشه‌بندی می‌شوند.

۱۰-۵) گام پنجم) واردکردن میانگین خوشه‌ها به روش مولتی مورا

بعد از خوشه‌بندی باید میانگین خوشه‌ها را وارد روش مولتی مورا کرده تا خوشه‌های تامین‌کنندگان رتبه‌بندی شوند. آنقدر این کار تکرار می‌شود تا یک تامین‌کننده باقی بماند و تامین‌کننده سبز انتخاب شود.

۱۰-۶) گام شش) رتبه‌بندی خوشه‌ها

۱۰-۷) گام هفت) انتخاب تامین‌کنندگان سبز

در این گام تامین‌کنندگان براساس منطقه کسب‌وکار تفکیک شده و در هر منطقه شماره و رتبه نهایی تامین‌کننده سبز

[120] Two step

مشخص شده‌است که در جدول ۵، منطقه کسب‌وکار، شماره تامین‌کننده سبز و رتبه‌بندی نهایی تامین‌کنندگان سبز ارائه شده‌است.

۱۱) یافته‌ها

۱۱-۱) مراحل رتبه‌بندی خوشه‌ها

۱۱-۱-۱) مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های بسته‌بندی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U*	Z*	Y*
خوشه ۱	0/0022	0	8/1373
خوشه ۳	0/0002	0/1323	6/9144
خوشه ۲	0/0006	0/1069	7/4035

پس از اینکه خوشه شماره یک انتخاب شد، باید وارد روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای شود و بعد از خوشه‌بندی دوباره میانگین خوشه‌ها وارد روش مولتی مورا می‌شوند. در روش خوشه‌بندی دو تا خوشه به‌دست آمد، آن دو خوشه باید وارد روش مولتی مورا شوند. رتبه‌بندی‌های به‌دست‌آمده در Y^* ، Z^* و U^* با رتبه نهایی یکی شده‌است.

۱۱-۱-۲) مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های بسته‌بندی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U*	Z*	Y*
خوشه ۱	0/0131	0/0572	9/3234
خوشه ۲	0/0087	0/1102	9/0390

خوشه شماره یک انتخاب شد باید وارد روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای شوند. همچنین رتبه‌بندی‌های به‌دست‌آمده در Y^* ، Z^* و U^* با رتبه نهایی یکی شده‌است.

۱۱-۱-۳) مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های بسته‌بندی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U*	Z*	Y*
خوشه ۲	0/0082	0/1007	8/9957
خوشه ۱	0/0140	0/0644	9/3717

رتبه‌بندی‌های به‌دست‌آمده در Y^* ، Z^* و U^* با رتبه نهایی یکی شده‌است. خوشه شماره ۲ انتخاب شد این خوشه دو گزینه دارد. تامین‌کننده‌ای که دارای عددهای بهتری است، به‌عنوان تامین‌کننده سبز در خوشه بسته‌بندی انتخاب می‌گردد.

۱۱-۱-۴) گام هفت) انتخاب تامین‌کنندگان سبز

جدول ۵. رتبه‌بندی نهایی تامین‌کنندگان سبز

منطقه کسب‌وکار	شماره تامین‌کننده سبز	رتبه نهایی	منطقه کسب‌وکار	شماره تامین‌کننده سبز	رتبه نهایی
بسته‌بندی	GSSB18	1	روغن خوراکی	GSSR1	1
	GSSB 23	2		GSSR18	2
	GSSB7	3		GSSR7	3

منطقه کسب‌وکار	شماره تامین‌کننده سبز	رتبه نهایی	منطقه کسب‌وکار	شماره تامین‌کننده سبز	رتبه نهایی
شیرینی و شکلات	GSSSH1 GSSSH8 GSSSH23	1 2 3	ماکارونی و رشته	GSSM6 GSSM10 GSSM5	1 2 3
کنسرو	GSSK6 GSSK2 GSSK10	1 2 3	عرقیات	GSSA8 GSSA10 GSSA9	1 1 2
خشکبار	GSSKH1 GSSKH8 GSSKH19	1 2 3	نان	GSSNA1 GSSNA9 GSSNA8	1 2 3
نوشیدنی	GSSN22 GSSN29 GSSN1	1 2 3	تنقلات	GSST1 GSST8 GSST7	1 2 3
عسل، مربا و مارمالاد	GSSAS1 GSSAS18 GSSAS23	1 2 3	غذاهای آماده یا نیمه‌آماده غیرکنسروی	GSSGH1 GSSGH8 GSSGH7	1 2 3
چای، دمنوش گیاهی و قهوه	GSSCH4 GSSCH7 GSSCH12	1 2 3	آبلیمو، آبغوره و سرکه	GSSAB1 GSSAB5 GSSAB2	1 2 3
سایر محصولات غذایی	GSSS6 GSSS8 GSSS2	1 2 3	لبنیات	GSSL1 GSSL2	1 2

۱۲) بحث

الگوریتم‌های خوشه‌ای روش‌های یادگیری بدون نظارت را برای شناسایی بخش‌های داده با اشیایی که دارای ویژگی‌های مشابه هستند، نشان می‌دهند. خوشه‌بندی دومرحله‌ای نمایانگر جمع‌بندی سلسله‌مراتبی است و کامینز نیز الگوریتم‌های خوشه‌بندی پارتیشن‌بندی را نشان می‌دهد.

می‌توان بیان کرد که خوشه‌بندی داده‌ها اغلب بیش از یک تلاش برای یافتن یک مدل مناسب را در پی دارد. مهم نیست که تعداد خوشه‌ها باید براساس دانش عملی تعیین شود. گره‌های کامینز، خوشه‌بندی دومرحله‌ای وکوهنن را برای شناسایی خوشه‌ها در داده‌ها ارائه می‌دهد. کامینز با اختصاص سوابق به مراکز خوشه‌ای مشخص شده، بطور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد و مجموعه داده‌ها را بخشی می‌کند.کاربر باید تعداد خوشه‌ها را از قبل مشخص کند. "این مورد نیز با استفاده از گره کوهنن ضروری است. این گره پیاده‌سازی شبکه عصبی دو لایه است. الگوریتم کوهنن یک بردار ورودی چندبعدی را به یک فضای دوبعدی تبدیل می‌کند. بردارهای ارائه‌شده به شبکه، به الگویی اختصاص داده می‌شود که اولین بار در یک دوره یادگیری در داده‌ها شناخته می‌شود. "پیاده‌سازی خوشه‌بندی دومرحله‌ای در مدل‌ساز SPSS آسان‌ترین الگوریتم خوشه‌بندی است. همچنین می‌تواند با انواع مقیاس مقابله کند و مقادیر ورودی را استاندارد می‌کند. علاوه بر این، مناسب‌ترین تعداد خوشه را مشخص می‌کند که ساختار داده را به بهترین وجه نشان می‌دهد. این تعداد توصیه

شده در ابتدا بطور خودکار تولید می‌شود و می‌تواند به‌عنوان یک نقطه شروع خوب برای یافتن راه حل خوشه‌بندی بهینه استفاده شود. با این حال، کاربر باید به خاطر داشته باشد که اندازه‌گیری فاصله ورود به سیستم متغیرهای توزیع‌شده بطور معمول را فرض می‌کند اما تبدیل متغیرها اغلب منجر به نتایج رضایت‌بخشی نمی‌شود."گره خودکار خوشه با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی دومرحله‌ای، کامینز و کوهنن در پس‌زمینه قابل استفاده است. لذا به کاربر این فرصت را می‌دهد تا بهترین الگوریتم را با توجه به ساختار داده‌های داده‌شده، پیدا کند. این گره به همین آسانی نیست هرچند که اغلب همه مدل‌های مناسب شناسایی نمی‌شوند. بنابراین توصیه می‌شود به جای آن از گره‌های مدل خوشه‌بندی دومرحله‌ای، کامینز و کوهنن جداگانه استفاده شود.

نسخه‌های SPSS 11.5 و نسخه‌های بعدی یک روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای را ارائه می‌دهند. طبق دانش نویسندگان، این رویه تاکنون در علوم اجتماعی استفاده نشده‌است. این وضعیت تعجب‌آور است: الگوریتم‌های خوشه‌بندی که بطور گسترده استفاده می‌شوند، خوشه‌بندی کامینز و تکنیک‌های سلسله‌مراتبی تجمعی، از مشکلات شناخته‌شده‌ای رنج می‌برند درحالیکه خوشه‌بندی دومرحله‌ای در SPSS نوید حل حداقل برخی از این مشکلات را می‌دهد. بطور خاص، می‌توان ویژگی‌های نوع مخلوط را کنترل کرد و تعداد خوشه‌ها بطور خودکار تعیین می‌شود. این خواص امیدوارکننده هستند. بطورخلاصه نتایج شبیه‌سازی‌ها، SPSS اگر همه متغیرها مداوم باشند، عملکرد خوبی دارد. اگر متغیرها از نوع مختلط باشند، نتایج رضایت بخشی کمتر خواهد بود. دلیل این یافته ناخوشایند این واقعیت است که اختلاف در متغیرهای طبقه‌ای وزن بیشتری نسبت به تفاوت در متغیرهای مداوم دارد. ترکیبات مختلفی از متغیرهای طبقه‌ای می‌توانند نتایج را تحت سلطه خود قرار دهند. علاوه بر این، خوشه‌بندی دومرحله‌ای در SPSS قادر به تشخیص صحیح مدل‌های بدون راه‌حل خوشه نیست. مدل‌های کلاس نهفته عملکرد بهتری را نشان می‌دهند. آنها قادر به شناسایی مدل‌های فاقد ساختار خوشه‌ای اساسی هستند. آنها بیشتر در تصمیم‌گیری‌های صحیح و در برآوردگرهای کمتر مغرض نتیجه می‌گیرند (باچر و همکاران، ۲۰۰۴).

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره بسیاری وجود دارد. به‌عنوان مثال پرومته، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و الکتره و غیره. در این کار، بر روی روش مولتی مورا، تاپسیس و سه پارامترسازی متفاوت ویکور با استفاده از $V = \{0، 0\cdot5، 1\}$ به‌عنوان ($VIKOR^{0}$، $VIKOR^{0.5}$، $VIKOR^{1}$) تمرکز شده‌است. این روش‌ها برای مقایسه انتخاب شده زیرا ورودی آنها یکسان است و همه آنها به یک روش عادی متکی هستند. بطور متوسط، توافق در رتبه‌بندی‌های تولیدشده توسط تاپسیس و $VIKOR^{1}$ و تاپسیس و با مولتی مورا بسیار زیاد است. رتبه‌بندی کمتر مشابهی توسط $VIKOR^{0}$ و تاپسیس تولید می‌شود. درمورد $VIKOR^{0.5}$ نیز می‌توان مشاهدات مشابهی را انجام داد. واقعیت این است که تاثیر مقدار v در خروجی روش ویکور با توجه به تاپسیس شگفت‌آور است. هنگام درنظرگرفتن V=1 ($VIKOR^{1}$)، خروجی روش‌ها تقریبا مشابه است. با این حال، وقتی V=0 ($VIKOR^{0}$)، خروجی‌های تولیدشده کاملا متفاوت هستند. به‌عبارت‌دیگر، ویکور بسته به یک پارامتر که رفتار یا مانند آن را تاپسیس نمی‌کند، طیف گسترده‌ای از رفتارها را نشان می‌دهد. همچنین باید برجسته شود که تاپسیس و مولتی مورا توافق بالایی را در رتبه‌بندی نشان می‌دهند. با بیان اینکه خروجی‌های آنها کاملا مشابه است (سبالوس و همکاران، ۲۰۱۶). تکنیک مولتی مورا به‌دلیل عدم الزام استفاده از روش وزن‌دهی، امکان ارزیابی‌های غیرذهنی را فراهم می‌کند. در حقیقت بروزر و زاوادسکاس به‌منظور رفع مشکلات مربوط به وزن‌دهی در مدل‌های بهینه‌سازی پیشین (فرآیند

تحلیل سلسله‌مراتبی، الکتره، پرومته، تاپسیس) اندازه‌های بدون واحد را در سیستم نسبت به خدمت گرفتند (شیخ و همکاران، ۱۳۹۵: صفحه ۷). بنابراین روش مولتی مورا در این پژوهش نسبت به سایر روش‌ها برتری دارد.

۱۳) نتیجه‌گیری و پیشنهادها

محیط‌های پویا و رقابتی سازمان‌ها در سالیان اخیر توجه زیادی به بهبود سازمان‌ها می‌کنند. یکی از زمینه‌های قابل بحث در هر زنجیره تامین انتخاب تامین‌کننده مطلوب است که با توجه به اهمیت محیط زیست، سبزبودن تامین‌کنندگان نیز حائز اهمیت است که در این تحقیق معیارهای سبزبودن به معیارهای تامین‌کننده مطلوب اضافه شده‌است. همچنین از تحقیقات صورت‌گرفته در این زمینه که در بخش مربوط به مرور پیشینه‌ها نیز به آنها اشاره شد، یک چارچوب جامع برای بررسی میزان سبزبودن زنجیره تامین شرکت فروشگاه‌های زنجیره‌ای اتکا ارائه شده‌است. همزمان با رشد رقابت بازارهای جهانی، انقلاب در تکنولوژی و اطلاعات منجر به معرفی دانش به‌عنوان مهمترین دارایی با ارزش سازمان گردید. در این میان، وجود انباره‌های حجیم داده، توان بالای ذخیره‌سازی و محاسبات و الگوریتم‌های جدید سازمان‌های رقابتی را ناگزیر از ورود به عرصه استفاده از جدیدترین تکنولوژی‌های مرتبط در زمینه اطلاعاتی از جمله داده‌کاوی نموده‌است. داده‌کاوی یک فرآیند تکرارپذیر است و به همین دلیل می‌تواند بارها تکرار گردد. برای اطمینان از اجرای موفق پروژه داده‌کاوی همواره باید یک متدولوژی مشخص جهت اجرا وجود داشته باشد (ترابی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۱). ادغام روش‌های داده‌کاوی با تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به تصمیم‌گیرندگان در یک سازمان مانند مدیران سطح بالا، ابزار آسان و کاربرپسند برای مقابله با مشکلات مدیریتی مانند انتخاب تامین‌کننده مطلوب که سبز نیز باشد می‌دهد. در این مطالعه روش جدید و جامع برای رسیدگی به مشکلات تصمیم‌گیری ارائه شده‌است. با ادغام روش خوشه‌بندی (که در این تحقیق از روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای استفاده شده) و تصمیم‌گیری چندمعیاره (که در این پژوهش برای رتبه‌بندی از روش مولتی مورا استفاده شده) بر غنای نتایج افزوده و تصمیم‌گیری دقیق‌تر، سریع و منطقی را به دنبال داشته‌است. پیاده‌سازی ادغام روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای و مولتی مورا نشان می‌دهد که تلفیق این دو روش می‌تواند یک ابزار تصمیم‌گیری موثر با توجه به ساختار داده‌های واضح و بزرگ در یک مشکل انتخاب تامین‌کننده سبز باشد. با توجه به اینکه امروزه در کشورهای توسعه‌یافته مسئله زنجیره تامین سبز بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌است، در سنوات اخیر این موضوع در ایران نیز از اهمیت خاصی برخوردار شده‌است. در این تحقیق تلاش شده‌است با ارائه معیارهای مناسب در این زمینه به مدیران سازمان‌ها در ارزیابی تامین‌کنندگان خود از لحاظ میزان سبزبودن یاری شود. سبزبودن تامین‌کنندگان، سبزبودن کالای تولیدی و در نتیجه سالم‌سازی محیط زیست را به دنبال دارد. یکی از بیشترین میزان آلایندگی در صنایع، مربوط به ذرات معلق و گازهای خروجی از دودکش کارخانجات است که شامل گازهای مونوکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسیدگوگرد و فلوئور است. به‌منظور رفع این مشکل، کارخانجات باید انتشار گازهای خطرناکی چون آمونیاک و مونوکسیدکربن را کنترل کنند. توسعه فضای سبز و تلاش در جهت عدم انتشار ذرات معلق (گردوغبار) در کاهش آلودگی هوا بسیار موثر است که کارخانجات در این خصوص باید دقت کافی داشته باشند. اصلاح فرآیند تولید، انتخاب و استفاده از تجهیزات موثر در کنترل آلودگی هوا از دیگر راهکارهایی است که می‌تواند در کنترل آلودگی هوای صنایع نقش بسزایی داشته باشد.

همچنین پساب کارخانجات می‌تواند منجر به آلودگی آب‌های زیرزمینی شود، لازم است از شیوه‌های مناسبی جهت دفع فاضلاب استفاده شود. در ارتباط با معیار بسته‌بندی سبز، بایستی صنایع از مواد سازگار با محیط زیست برای ساخت و بسته‌بندی محصولات استفاده نموده و از برچسب‌هایی که محصول متناسب با استانداردهای محیطی نشان می‌دهد، استفاده شود. همچنین می‌توانند به بازیافت محصولات و بازاریابی محصولات با تکیه بر آگاهی‌های محیطی مصرف‌کنندگان بپردازند. ازجمله راهکارهای مناسب به‌منظور بهبود حمل‌ونقل سبز انتخاب شبکه‌های توزیع و مشتریان، با تاکید بر معیارهای محیطی می‌باشد. همچنین با انتخاب محل بسته‌بندی در نزدیکی تولیدکننده محصول حمل‌ونقل کارآمد را خواهیم داشت. استفاده از وسایل حمل‌ونقل مطمئن و کم‌خطر نیز می‌تواند در افزایش توزیع سبز مفید باشد (بناییان و همکاران، ۲۰۱۶)

۱۴) پیشنهادات

داده‌های ورودی این تحقیق که تلفیقی از روش خوشه‌بندی و تصمیم‌گیری چندمعیاره است را می‌توان به مواردی که داده‌های آن از فرم‌های مختلف ریاضی مانند مجموعه‌های فازی، مجموعه‌های L-Fuzzy، مجموعه‌های فازی دو قطبی و غیره به‌دست آورد. در مطالعه حاضر، ضرایب اهمیت ذهنی مورد بررسی قرار گرفت. درحالیکه در مطالعه آینده، ضرایب اهمیت هدف را می‌توان با استفاده از روش آنتروپی شانون محاسبه کرد. علاوه بر این ضرایب اهمیت ذهنی ممکن است با استفاده از روش‌های مختلف مانند فرآیند تحلیل شبکه، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش بهترین-بدترین محاسبه شود. سایر صنایع به‌ویژه صنایع آلاینده می‌تواند نتایج ملموس‌تری را دراختیار تصمیم‌گیرندگان بخش صنعت به‌منظور اتخاذ تصمیم‌های بهتر قرار دهد.

منابع

Ajalli, M. (2023). Evaluating and ranking suppliers in sustainable supply chain by WASPAS technique. *Logistics Thought*, *22*(86), 179-207. doi: 10.22034/lot.2023.1272331.1262

Alencar, L., Almeida, A. (2011). Supplier selection based on the PROMETHEE VI multicriteria method, Applied in: Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 608–618. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-19893-9_42

Andami, F., & Momeni, M. (2022). A Model for Green Supplier Selection using Integrated MADM Techniques Approach. *Journal of Accounting and Management Vision*, *4*(55), 1-22. https://www.jamv.ir/article_145371.html

Ayhan, M.B., Kilic, H.S. (2015). A two stage approach for supplier selection problem in multi-item multi-supplier environment with quantity discounts, Applied Comput. Ind. Eng 85, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.02.026

Azadnia, A.H., Ghadimi, P., Zameri, M., Saman, M., Wong, K.Y., Sharif, S. (2011). Supplier Selection: A Hybrid Approach Using ELECTRE and Fuzzy Clustering, Applied in: Communications in Computer and Information Science. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-25453-6_56

Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I.E., Omid, M. (2016). Green Supplier SelectionUsing Fuzzy Group Decision Making Methods: A Case Study from the Agri-Food Industry, Applied Comput. Oper. Res. 1–11. https://doi.org/10.1016/j.cor.2016.02.015

Ceballos B., Lamata M.T. and Pelta D.A., (2016), A comparative analysis of multi-criteria decision-making. https://doi.org/10.3390/sym13091713

Chai, J., Liu, J. N., Ngai, E. W.(2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature, Applied Expert systems with applications 40(10), 3872-3885. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.040

Chobar, A. P., Adibi, M. A., & Kazemi, A. (2022). Multi-objective hub-spoke network design of perishable tourism products using combination machine learning and meta-heuristic algorithms. *Environment, Development and Sustainability*, 1-28.

Farzamnia, E., Babolghani, M.B. (2014). Group Decision-Making Process for Supplier Selection Using Multimoora Technique Under Fuzzy Environment, Applied Kuwait Chapter Arab. J. Bus. Manag. Rev. 3. https://platform.almanhal.com/Files/Articles/75213

Foladi F, khakestari M. (2020), Introducing Integrated Model for Green Supplier Selection in Leagile Supply Chain. *Journal of Operational Research in its Applications*; 17 (3) :81-97 , http://dorl.net/dor/20.1001.1.22517286.2020.17.3.3.3

Heidarzade. A., Mahdavi. I., Mahdavi-amiri, N. (2016). Supplier selection using a clustering method based on a new distance for interval type-2 fuzzy sets: A case study, Applied Soft Comput. J 38, 213–231. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.09.029

Hendiari, S., Mahmoudi, A., Liao, H. (2020). A multi-stage multi-criteria hierarchical decision-making approach for sustainable supplier selection, Applied Soft Computing 94, 106456. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106456

Ho, W., Xu, X., & Dey, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review, Applied European Journal of operational research 202(1), 16-24. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.05.009

Hsu, C.-W., Kuo, T.-C., Chen, S.-H., Hu, A.H. (2013). Using DEMATEL to developa carbon management model of supplier selection in green supply chain management, Applied J. Clean. Prod 56, 164–172. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.09.012

Jain V., Sangaiah A.K., Sakhuja S., Thoduka N., Aggarwal R., (2016), Supplier selection using fuzzy AHP andTOPSIS: a case study in the Indian automotive industry, Applied Neural Comput. Appl. https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-016-2533-z

Kannan, D., Govindan, K., Rajendran, S. (2015). Fuzzy axiomatic design approach based green supplier selection: A case study from Singapore, Applied J. Clean. Prod 96, 194–208. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.076

Karande, P., & Chakraborty, S. (2012). Decision making for supplier selection using the MOORA method. *IUP Journal of Operations Management*, *11*(2), 6. https://www.proquest.com/openview/08692a23b1ad293b31bd46e2f78661a8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=54466

Ghorabaee, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., & Esmaeili, A. (2016). Multi-criteria evaluation of green suppliers using an extended WASPAS method with interval type-2 fuzzy sets. *Journal of Cleaner Production*, *137*, 213-229. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.031

Liou, J. J., Chang, M. H., Lo, H. W., & Hsu, M. H. (2021). Application of an MCDM model with data mining techniques for green supplier evaluation and selection. Applied Soft Computing, 109, 107534. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107534

Liu, P., Zhang, X. (2011). Research on the supplier selection of a supply chain based on entropy weight and improved ELECTRE-III method, Applied Int. J. Prod. Res 49, 637–646. https://doi.org/10.1080/00207540903490171

Maghsoodi, A. I., Kavian, A., Khalilzadeh, M., & Brauers, W. K. (2018). CLUS-MCDA: A novel framework based on cluster analysis and multiple criteria decision theory in a supplier selection problem. *Computers & Industrial Engineering*, *118*, 409-422. https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.03.011

Masnadjam, M., & Sadeghian, R. (2015). Utilization of Clustering and TOPSIS Method for Selecting Suppliers with Supply's Limitation. *Research in Production and Operations Management*, *6*(1), 171-186. https://jpom.ui.ac.ir/article_19834.html

Mavi, R. K., Zarbakhshnia, N., Mavi, N. K., & Kazemi, S. (2023). Clustering sustainable suppliers in the plastics industry: A fuzzy equivalence relation approach. Journal of Environmental Management, 345, 118811. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118811

Mirghafoure, H., sadeghe, Z., & azizi, F. (2015). Developing a Model for Green Supplier Selection Based on Environmental Performance Approach Using MCDM (Application to Selected Tile Companies of Yazd Province). *Environmental Researches*, *5*(10), 83-96. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20089597.1393.5.10.9.4

Mishra. S., Sahu. A.K., Datta. S., Mahapatra. S.S. (2015). Application of fuzzy integrated MULTIMOORA method towards supplier/partner selection in agile supply chain, Applied Int. J. Oper. Res 22, 466–514. https://doi.org/10.1504/IJOR.2015.068562

Reyes, A., Escobar, J. W., & Londoño, J. C. (2023). Methodology for the supplier selection and valuation problem by using a combined grouping and multi-criteria approach. International Journal of Logistics Systems and Management, 46(2), 174-205. https://doi.org/10.1504/IJLSM.2023.134401

Roehrich, J.K., Hoejmose, S.U., Overland, V. (2017). Driving green supply chain management performance through supplier selection and value internalisation: A self-determination theory perspective, Applied Int. J. Oper. Prod. Manag 37, 489–509. https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2015-0566

Safari, H., Sadat Fagheyi, M., Sadat Ahangari, S., Reza Fathi, M. (2012). Applying PROMETHEE Method based on Entropy Weight for Supplier Selection, Applied Bus. Manag. Strateg. 3. https://doi.org/10.5296/bms.v3i1.1656

SarAbadani, F., Bazoukar, R., & Rashidian, F. (2024). Development of a Green Supplier Selection Model with the Aim of Optimizing the Selection Criteria and Considering Incremental Discounts. *Industrial Innovations: Requirements and Strategies*, *2*(1), 1-21. https://doi.org/10.61186/jii.2.1.1

Haeri, S. A. S., & Rezaei, J. (2019). A grey-based green supplier selection model for uncertain environments. *Journal of cleaner production*, *221*, 768-784. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.193

Sheikh, R., Hajjar, A., & Azari takami, M. (2016). Evaluating stock liquidity with its quantitative and cryptic qualitative measures by means of MULTIMOORA fuzzy group decision making. *Journal of Investment Knowledge*, *5*(17), 1-19. http://www.jik-ifea.ir/article_8414.html?lang=fa

Soltanifar M, Zargar S M, Homayounfar M. (2022), Green Supplier Selection: A Hybrid Group Voting Analytical Hierarchy Process Approach. *Journal of Operational Research in its Applications*; 19 (2) :113-132, http://dx.doi.org/10.52547/jamlu.19.2.113

Torabi Moghadam, Behnaz,. Legzian, Mohammad,. Nazimi, Shamsuddin,. and Kahani, Mohsen. (2011). Application of data mining in detecting the behavior pattern of car parts suppliers (case study: Mahd Khodro Tos Industrial Company). The 6th Iran Data Mining Conference, Tehran .https://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1031768.html

Wan, S. ping., Xu, G. li., Dong, J. ying. (2017). Supplier selection using ANP and ELECTRE II in interval 2-tuple linguistic environment, Applied Inf. Sci. (Ny). –386, 19–38. https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.12.032

Wetzstein, A., Hartmann, E., Benton, W.C., Hohenstein, N.-O., Benton, Jr W.C. (2016), A systematic Assessment of supplier selection literature –state-of-the-art and future scope, Applied Intern. J. Prod. Econ 182, 304–323. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.022

Wu, Y., Chen, K., Zeng, B., Xu, H., Yang, Y. (2016). Supplier selection in nuclear power industry with extended VIKOR method under linguistic information, Applied Soft Comput. J 48, 444–457. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.07.023

Zhao, K., Yu, X. (2011). A case based reasoning approach on supplier selection in petroleum enterprises, Applied Expert Syst. Appl 38, 6839–6847. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.12.055

Zolfani, S.H., Chen, I.-S., Rezaeiniya, N., Tamošaitienė, J. (2012). A hybrid MCDM model encompassing AHP and COPRAS-G methods for selecting company supplier in Iran, Applied Technol. Econ. Dev. Econ 18, 529–543. https://doi.org/10.3846/20294913.2012.709472

پیوست

ادامه گام شش) رتبه‌بندی خوشه‌ها

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های آبلیمو، آبغوره و سرکه

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0255	0	9/8095
خوشه ۲	0/0040	0/1778	8/5177

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های آبلیمو، آبغوره و سرکه

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0149	0	9/4127
خوشه ۲	0/0078	0/0830	8/9593

خوشه یک انتخاب شد که در این خوشه دو تامین‌کننده وجود دارد. تامین‌کننده‌ای که بهتر است انتخاب می‌شود.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های تنقلات

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0287	0	9/8974
خوشه ۲	0/0034	0/1829	8/4195

۱۴-۱-۱) مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های تنقلات

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0105	0/1280	9/1802
خوشه ۲	0/0102	0/1754	9/1638

خوشه یک انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده است. از بین این دو تامین‌کننده‌ای که عددهای بالاتری دارد انتخاب می‌شود.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های خشکبار

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0214	0	9/6752
خوشه ۲	0/0052	0/1086	8/6812

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های خشکبار

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0109	0/1007	9/2006
خوشه ۲	0/0102	0/1280	9/1554

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های خشکبار

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0145	0/0455	9/3919
خوشه ۲	0/0080	0/0830	8/9783

خوشه شماره یک انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده است، تامین‌کننده‌ای که دارای اعداد بهتری است انتخاب می‌شود.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های سایر محصولات غذایی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0132	0/0614	9/3312
خوشه ۲	0/0086	0/1085	9/0314

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های سایر محصولات غذایی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۲	0/0082	0/1007	8/9957
خوشه ۱	0/0140	0/0644	9/3717

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های سایر محصولات غذایی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۲	0/0093	0/0940	9/0758
خوشه ۱	0/0128	0	9/3021

خوشه شماره دو انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده است. تامین‌کننده‌ای که دارای عددهای بهتری است انتخاب می‌شود.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های چای، دمنوش گیاهی و قهوه

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0239	0	9/7578
خوشه ۲	0/0044	0/1690	8/5824

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های چای، دمنوش گیاهی و قهوه

Y^*	Z^*	U^*	رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط
9/1214	0/1754	0/0095	خوشه ۲
9/1983	0/1657	0/0106	خوشه ۱

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های چای، دمنوش گیاهی و قهوه

Y^*	Z^*	U^*	رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط
9/4736	0	0/0162	خوشه ۱
8/8939	0/0940	0/0071	خوشه ۲

خوشه یک انتخاب شد که دارای یک تامین کننده است.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های روغن خوراکی

Y^*	Z^*	U^*	رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط
9/6958	0	0/0220	خوشه ۱
8/6580	0/1144	0/0050	خوشه ۲

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های روغن خوراکی

Y^*	Z^*	U^*	رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط
9/2923	0/1028	0/0125	خوشه ۱
9/0720	0/0984	0/0091	خوشه ۲

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های روغن خوراکی

Y^*	Z^*	U^*	رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط
9/4834	0/0830	0/0161	خوشه ۱
8/8505	0/2	0/0065	خوشه ۲

خوشه یک انتخاب شد که دارای یک تامین کننده است.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های شیرینی و شکلات

Y^*	Z^*	U^*	رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط
9/6681	0	0/0212	خوشه ۱
8/6881	0/1206	0/0052	خوشه ۲

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های شیرینی و شکلات

Y^*	Z^*	U^*	رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط
9/3299	0/0706	0/0131	خوشه ۱
9/0274	0/1310	0/0085	خوشه ۲

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های شیرینی و شکلات

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0120	0/0799	9/2638
خوشه ۲	0/0096	0/0830	9/1061

خوشه شماره یک انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده است که یکی از آنها انتخاب می‌شود چون که شامل عددهای بهتری است.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های عرقیات

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۲	0/0047	0/1754	8/6217
خوشه ۱	0/0226	0	9/7198

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های عرقیات

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0116	0	9/2326
خوشه ۲	0/0103	0/0830	9/1496

خوشه یک انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده با امتیازهای یکسان است.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های عسل، مربا و مارمالاد

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0219	0	9/6909
خوشه ۲	0/0051	0/0986	8/6642

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های عسل، مربا و مارمالاد

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۲	0/0093	0/0954	9/0843
خوشه ۱	0/0123	0/0910	9/2805

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های عسل، مربا و مارمالاد

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0186	0/0199	9/5783
خوشه ۲	0/0059	0/1666	8/7714

مرحله چهارم رتبه‌بندی شرکت‌های عسل، مربا و مارمالاد

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0122	0/0830	9/2762
خوشه ۲	0/0093	0/1127	9/0851

خوشه یک انتخاب شد که دارای یک تامین‌کننده است.

مرحله اول رتبه‌بندی غذاهای آماده یا نیمه‌آماده غیرکنسروی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0295	0	9/9184
خوشه ۲	0/0033	0/1897	8/3934

مرحله دوم رتبه‌بندی غذاهای آماده یا نیمه‌آماده غیرکنسروی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0105	0/1280	9/1802
خوشه ۲	0/0102	0/1754	9/1638

خوشه اول انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده است از بین این دو تامین‌کننده، تامین‌کننده‌ای که دارای گزینه‌های بهتری است انتخاب می‌شود.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های ماکارونی و رشته

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۲	0/0062	0/1052	8/8045
خوشه ۱	0/0183	0	9/5603

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های ماکارونی و رشته

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۲	0/0038	0/3179	8/5132
خوشه ۱	0/0234	0	9/7645

خوشه دو انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده است، تامین‌کننده بهتر انتخاب می‌شود.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های کنسرو

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0182	0/0067	9/5589
خوشه ۲	0/0061	0/1501	8/7987

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های کنسرو

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0121	0/0403	9/2636
خوشه ۲	0/0098	0/0487	9/1168

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های کنسرو

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0172	0	9/5154
خوشه ۲	0/0067	0/0940	8/8529

خوشه یک انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده است، بنابراین تامین‌کننده بهتر انتخاب می‌شود.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های نان

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0152	0/0257	9/4271
خوشه ۲	0/0075	0/1480	8/9381

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های نان

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0267	0	9/8485
خوشه ۲	0/0036	0/2530	8/4616

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های نان

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0127	0	9/2980
خوشه ۲	0/0093	0/0940	9/0805

خوشه یک انتخاب شد که دارای یک تامین‌کننده است.

مرحله اول رتبه‌بندی شرکت‌های نوشیدنی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0216	0	9/6807
خوشه ۲	0/0051	0/1077	8/6748

مرحله دوم رتبه‌بندی شرکت‌های نوشیدنی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۱	0/0120	0/0830	9/2672
خوشه ۲	0/0093	0/1280	9/0915

مرحله سوم رتبه‌بندی شرکت‌های نوشیدنی

رتبه نهایی با استفاده از تئوری تسلط	U^*	Z^*	Y^*
خوشه ۲	0/0089	0/0830	9/0498
خوشه ۱	0/0130	0/0743	9/3197

خوشه دوم انتخاب شد که دارای دو تامین‌کننده است. بنابراین بهترین تامین‌کننده انتخاب می‌گردد.