مقاله پژوهشی

پایداری، توسعه و محیط زیست، دوره چهارم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲(۶۰-۳۹)

تحلیل کمی انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین پایدار (اقتصادی، زیست-محیطی، اجتماعی) با رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه F-CoCoSo و F-SWARA

سید علی بنی‌هاشمی[۱]

banihashemi@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۳**

چکیده

زمینه و هدف: مدیریت زنجیره تأمین پایدار رویکرد جدیدی در بحث مدیریت زنجیره تأمین است که براساس مفاهیم مثلث پایداری (اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی) درنظر گرفته می‌شود. در این بین، انتخاب تأمین‌کننده پایدار به‌منزله کلید استراتژیک موفقیت در مدیریت زنجیره تأمین پایدار سازمان‌ها محسوب می‌شود. انتخاب بهترین تأمین‌کننده با توجه به معیارهای مختلف و گاهاً متضاد، مسئله را پیچیده می‌کند که استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره یکی از بهترین روش‌ها در حل این مسائل است.

روش بررسی: در این مقاله، مسئله انتخاب تأمین‌کننده پایدار در یک شرکت تولیدی سیمان مورد بررسی قرار گرفته است. برای این کار از رویکرد ترکیبی SWARA و CoCoSo فازی جهت وزن‌دهی معیارها و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده گردید. در مرحله اول، پس از جمع‌آوری معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پایدار براساس ادبیات پژوهش، وزن‌دهی معیارها با استفاده از خبرگان و از روش F-SWARA انجام گردیده است.

یافته‌ها: نتایج وزن‌دهی نشان داد که بعد اقتصادی (۰/۵۵۵) بالاترین اهمیت و ابعاد زیست‌محیطی (۰/۲۹۶) و اجتماعی (۰/۱۴۶) در جایگاه دوم و سوم اهمیت قرار گرفتند. در بین معیارها، قیمت محصول (۰/۲۸۴)، استانداردهای زیست‌محیطی (۰/۱۵۴) و کیفیت محصول (۰/۱۴۰) به ترتیب بالاترین وزن را به‌دست آوردند. سپس رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از روش جدید F-CoCoSo محاسبه شد و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان جهت تصمیم‌گیری نهایی به‌دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به درنظر گرفتن معیارهای یک زنجیره تامین پایدار در این پژوهشی، مدیران و صاحبان صنایع و کسب-وکارهای مختلف با توجه به یافته‌های این پژوهش می‌توانند در جهت انتخاب تامین‌کننده مناسب که از هر سه بعد اقتصادی، زیست-محیطی و اجتماعی مناسب باشد، گام برداشته و از مزایای آن بهره ببرند.

واژه‌های کلیدی: زنجیره تأمین پایدار، تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش SWARA، روش CoCoSo.

۱- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

J. Sus. Dev. & Env., Vol 4, No.2, Summer 2023, pp.39-60

Quantitative analysis of Supplier Selection in Sustainable Supply Chain (Economic, Environmental, Social) with Multi-Criteria Decision Making Approach F-CoCoSo and F-SWARA

Sayyid Ali Banihashemi[1]

banihashemi@pnu.ac.ir

Admission Date: February 22, 2023 Date Received: January 24, 2022

Abstract

Background and Objective: Sustainable supply chain management is a new approach in the discussion of supply chain management, which is considered based on the concepts of sustainability triangle (Economic, Environmental, Social). In the meantime, choosing a sustainable supplier is a strategic key to success in managing the sustainable supply chain of organizations. Choosing the best supplier according to different and sometimes conflicting criteria complicates the problem that using multi-criteria decision making methods is one of the best ways to solve these problems. On the other hand, the choice of supplier is strongly dependent on the opinion of decision makers, and due to the incompleteness of available information, we face a kind of uncertainty.

Material and Methodology: In this paper, the issue of choosing a sustainable supplier in Cement Company is examined. To do this, the combined SWARA and CoCoSo fuzzy approach was used to weight the criteria and rank the suppliers. In the first stage, after collecting the criteria for selecting a sustainable supplier based on the research literature, the criteria were weighted using experts and the F-SWARA method.

Findings: The weighting results showed that the economic dimension (0.555) had the highest importance and the environmental (0.296) and social dimensions (0.146) were in the second and third places. Among the criteria, product price (0.284), environmental standards (0.154) and product quality (0.140) gained the highest weight, respectively. Supplier ratings were then calculated using the new F-CoCoSo method, and supplier ratings were obtained for final decision.

Discussion and Conclusion: According to the criteria of a sustainable supply chain in this study, managers and owners of various industries and businesses according to the findings of this study can choose the right supplier who lives from all three economic dimensions. Environmentally and socially appropriate, take steps and enjoy its benefits.

Keywords: Sustainable Supply Chain, Multi-Criteria Decision Making, SWARA Method, CoCoSo Method.

1- Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Payame Noor University, Tehran, Iran.

مقدمه

با توجه به شرایط اقتصادی کنونی و جهانی‌شدن، زنجیره‌های تأمین پیچیده‌تر شده و متعاقباً طراحی، سازماندهی و تعاملات در زنجیره تأمین به یک کار چالش‌برانگیز تبدیل شده است. از این‌رو تمرکز از سطح شرکت به سطح زنجیره تأمین و همچنین هم‌سویی اهداف سازمانی با اهداف پایداری به دلیل افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی و اجتماعی ضروری است(۱). افزایش قیمت حامل‌های انرژی، آلودگی‌های صنعتی و کمبود مواد اولیه؛ همچنین از بین رفتن منابع طبیعی در جهان، شرکت‌ها توجه بیشتری به زنجیره‌های تأمین برای واکنش به تغییر زندگی تجاری نشان داده‌اند(۲). همه ذینفعان زنجیره تأمین باید برای دستیابی به اهداف پایداری با هم همکاری کنند. تا زمانی که قانون خاصی اعمال نشود، سازمان‌ها از تعهد به استانداردهای پایداری دوری خواهند کرد. اندازه‌گیری موفقیت طرح‌های پایدار از سازمانی به سازمان دیگر متفاوت خواهند بود(۳). بنابراین مفهوم مدیریت زنجیره تأمین پایدار به عنوان یک پارادایم جدید مطرح شد. از نظر محمد[1] و همکاران(۴)، زنجیره تأمین پایدار عبارت است از «مدیریت عملیات، جریان اطلاعات و جریان نقدینگی در طول زنجیره تأمین با درنظرگرفتن سه هدف اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی (ابعاد سه‌گانه پایداری) براساس نیاز تصمیم‌گیرندگان و مشتریان».

بررسی ادبیات موضوع در حوزه زنجیره تأمین پایدار نشان می‌دهد که این پژوهش‌ها به‌طور قابل محسوسی در سال‌های اخیر افزایش یافته است. به‌منظور حفظ پایداری در مدیریت زنجیره تأمین، انتخاب تأمین‌کنندگان و سیاست‌گذاری در این موضوع جزو مهم‌ترین تصمیمات پایه‌ای و اساسی هستند(۵). انتخاب تأمین‌کننده در زنجیره تأمین، یک جزء مهم است زیرا تأمین‌کنندگان در بالادست زنجیره تأمین قرار می‌گیرند و عملکردهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی آنها تأثیرات بسیار مهمی بر زنجیره تأمین خواهد داشت. به‌عبارت دیگر، یکی از مهم‌ترین مسائل در مدیریت زنجیره تأمین پایدار، انتخاب تأمین‌کننده مناسب یا مسئله انتخاب تأمین‌کننده پایدار است(۶). توسعه مفاهیم رشد پایدار در جهان و افزایش علاقه به آن، تصمیم‌گیرندگان را در انتخاب تأمین‌کننده پایدار با توجه به مثلث پایداری (اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی) با مشکل مواجه کرده است. این مورد از آن جهت حائز اهمیت است که اولاً، تصمیم‌گیرندگان انگیزه بیشتری برای توسعه فعالیت‌های زنجیره تأمین خود در برخورد مؤثر با اهداف توسعه پایدار دارند. ثانیاً، رشد پایدار در جهان، شرکای زنجیره تأمین موجود را تهدید می‌کند که یا با قوانین جدید برخورد کنند و یا میدان را خالی کرده و به رقبا واگذار کنند. در نتیجه، انتخاب تأمین‌کننده پایدار یک فرایند حیاتی برای مقابله موفقیت‌آمیز با فعالیت‌های پیچیده امروزی است(۴).

مسئله انتخاب تأمین‌کننده در گذشته تنها بر روی معیارهای اقتصادی شامل زمان تحویل، هزینه، خدمات و کیفیت محصول متمرکز بوده است. اما با تغییرات سریع بازار جهانی امروزه، معیارهای اقتصادی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان به تنهایی کافی نیست و باید بر مبنای اصول پایداری، معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی را نیز درنظر گرفت(۷). پایداری اقتصادی با هدف حداکثر کردن جریان درآمد در کنار به حداقل‌رساندن سرمایه، به موضوع درآمد و سود می‌پردازند، درحالی‌که پایداری اجتماعی بر آموزش، بهداشت و ایمنی و حقوق کارکنان متمرکز است(۸). همچنین پایداری زیست‌محیطی بر موضوعات زیست‌محیطی از قبیل آلودگی، بازیافت و مصرف منابع تأکید زیادی دارد (۹).

از نظر گورن[2]، انتخاب تأمین‌کننده پایدار همان مسئله انتخاب تأمین‌کننده کلاسیک است که معیارهای اجتماعی و زیست‌محیطی را نیز برای انتخاب و نظارت بر عملکرد تأمین‌کنندگان درنظر گرفته می‌گیرد. بنابراین اگر یک شرکت به مسئله انتخاب تأمین‌کننده پایدار عمل کند، می‌تواند کالای خود را به موقع تحویل دهد، هزینه حمل‌ونقل را کاهش دهد، خدمات موجود را بهبود داده و خدمات جدیدی ارائه دهد،

1- Mohammed

2- Gören

هزینه محصول را کاهش و کیفیت آن را افزایش دهد. به‌این‌معنا که شرکت در کنار مزایای اقتصادی، از مزایای زیست‌محیطی و اجتماعی نیز منتفع می‌گردد.

امروزه اهمیت رویکردهای نوین از جمله پایداری در زنجیره تأمین به‌گونه‌ای است که پایداری فعالیت‌های صنعتی برای بسیاری از شرکت‌ها به موضوع مهمی تبدیل شده است و می‌توان گفت، یکی از فاکتورهای مهم ارزیابی شرکت‌ها در عصر حاضر، پایداری است. در این شرایط و در مقابل فشارهای دولت، مشتریان و سایر ذینفعان در در زنجیره تأمین، سازمان‌ها و شرکت‌ها به دنبال اجرای طرح‌هایی هستند که اثرات اجتماعی و زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های آنها را کاهش دهد و در عین حال، همچنان شرکت را سودده نگاه دارد(۱۰).

نگرانی‌های سال‌های اخیر درخصوص آثار زیست‌محیطی و اجتماعی در فعالیت‌های تجاری در حال افزایش است و توجه به این مسائل در کنار عملکرد اقتصادی، پایداری زنجیره تأمین را به‌همراه دارد(۱۱). پایداری زنجیره تأمین موجب ایجاد قدرت رقابتی شرکت‌ها و بهبود عملکرد آن‌ها می‌شود. سازمان‌ها با تلفیق زنجیره تأمین خود با ابعاد مختلف پایداری که شامل حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌شود، موفقیت پایدار خود را تضمین می‌نمایند(۱۲).

اگرچه موضوع پایداری در سال‌های اخیر، توجه محققان و صنعتگران را به خود جلب کرده، اما در موضوع انتخاب تأمین‌کننده پایدار، مطالعات معدودی وجود دارد. بنابراین شکاف تحقیقاتی در خصوص ابعاد پایداری (اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی) در استراتژی‌های عملیاتی وجود دارد(۱۳).

در یک زنجیره تأمین با توجه به اینکه از یک طرف با تقاضا و خواسته‌های مشتریان و از طرف دیگر با عرضه و تأمین‌کنندگان روبه‌رو هستیم، هر تغییر در هر کدام از معیارهای عرضه و تقاضا، تأثیرات زیادی بر شرکت تولیدی خواهد داشت. تغییرات در تقاضای مشتری، زمان پاسخگویی به مشتری، تنوع محصولات موردنیاز، سطح خدمات‌رسانی به مشتری، قیمت محصول در بازار و ... باعث عدم‌قطعیت در تقاضا می‌گردد. از طرف دیگر، توقفات تولید، کیفیت نامناسب منابع تأمین و ظرفیت محدود عرضه بیان‌کننده عدم قطعیت در عرضه است. این دو مورد باعث تشکیل مفهوم عدم‌قطعیت زنجیره تأمین هستند(۱۴).

به‌طور کلی، انتخاب تأمین‌کننده پایدار به دلیل درنظرگرفتن عوامل غیرقابل کنترل و غیر پیش‌بینی، یک نگرانی و چالش اصلی برای تصمیم‌گیرندگان است؛ زیرا یک انتخاب نادرست ممکن است وضعیت مالی و عملیاتی شرکت را به خطر بیندازد. بنابراین، این مشکل با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره قابل حل خواهد بود. از طرف دیگر، نظریه فازی به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با داده‌های مبهم، نادقیق و ذهنی که رفتار و قضاوت انسان‌ها را مشخص می‌کند کنار بیایند. اگر ابهام قضاوت انسانی در فرایند تصمیم‌گیری درنظر گرفته شود، نتایج به‌دست آمده می‌تواند گمراه‌کننده و اشتباه باشد(۱۵).

بنابراین استفاده از روش‌های تصمیم‌گیرنده چندمعیاره فازی می‌تواند برای تصمیم‌گیرندگان مناسب باشد. هدف از این مقاله نیز ارائه یک مدل راهنما برای تصمیم‌گیرندگان، در انتخاب تأمین‌کننده پایدار است. در مرحله اول، با مرور ادبیات و بررسی پژوهش‌های پیشین، معیارهای مناسب در مدیریت زنجیره تأمین پایدار را بر مبنای ابعاد سه‌گانه پایداری مشخص می‌کنیم. سپس با استفاده از روش تصمیم‌گیری سوارا فازی[1] (Fuzzy SWARA)، اهمیت نسبی معیارها را محاسبه می‌کنیم. در نهایت رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان با روش جدید کوکوسو فازی[2] (Fuzzy CoCoSo) و تابع بونفرونی انجام خواهد گرفت.

مقاله حاضر در پنج بخش تهیه و آماده‌سازی شده است. پس از بیان مقدمه و اهمیت و ضرورت انجام تحقیق در بخش اول، بخش دوم به ادبیات و پیشینه پژوهش در خصوص زنجیره تأمین پایدار و معیارهای مرتبط می‌پردازد. بخش سوم، روش‌شناسی پژوهش را بیان می‌کند. در این بخش روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده شامل روش‌های SWARA و CoCoSo تشریح می‌گردد. بخش چهارم یک مطالعه موردی از پیاده‌سازی مدل ارائه شده را تشریح می‌کند و

1- Fuzzy Step wise Weight Assessment Ratio Analysis

2- Fuzzy combined compromise solution

در ادامه آن، تجزیه‌وتحلیل حساسیت مدل بیان می‌شود. در نهایت در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و مفاهیم مدیریتی مرتبط با مدل ارائه خواهد شد.

۲- مبانی نظری

امروزه سازمان‌ها و شرکت‌های تولیدی، به‌عنوان یک واحد تولیدی یا خدماتی به‌طور مجزا نمی‌توانند موفق به کسب مزیت‌های رقابتی و افزایش سهم بازار خود شوند و به مشارکت برنامه‌ریزی شده و اصولی با تأمین‌کنندگان و مشتریان خود نیاز دارند(۱۶). مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت و هماهنگی شبکه پیچیده‌ای از فعالیت‌های درگیر در ارائه محصول نهائی به مشتری است. انجمن حرفه‌ای مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت زنجیره تأمین را به این‌صورت تعریف کرده است: «مدیریت زنجیره تأمین شامل برنامه‌ریزی و مدیریت تمام فعالیت‌های منبع‌یابی و تدارکات، تبدیل کالاها از مرحله ماده خام (استخراج) تا تحویل به مصرف‌کننده نهایی، فعالیت‌های لجستیک و تمام فعالیت‌های هماهنگی و همکاری میان تأمین-کنندگان، واسطه‌ها، خرده‌فروشان و مشتریان است»(۱۷). به-عبارت دیگر، هدف اصلی مدیریت زنجیره تأمین، ادغام و مدیریت منابع، جریان و کنترل مواد با استفاده از چشم‌انداز کل سیستم در چندین عملکرد و سطوح مختلف تأمین‌کنندگان است(۱۸). فراتر از این تعریف، با افزودن کلمه سبز، مدیریت زنجیره تأمین سبز معرفی می‌شود. ایده مدیریت زنجیره تأمین سبز از بین بردن یا به‌حداقل‌رساندن ضایعات از قبیل انرژی، تولید گازهای گلخانه‌ای، مواد زائد جامد و ...) در امتداد زنجیره تأمین است. به‌عبارت دیگر، مدیریت زنجیره تأمین سبز به‌عنوان یک نوآوری مهم، به سازمان در توسعه استراتژی‌هایی برای رسیدن به اهداف مشترک سود و بازار، با کاهش خطرات زیست‌محیطی و افزایش راندمان زیست‌محیطی خود کمک می-کند(۱۹).

در ادبیات زنجیره تأمین، مفاهیم مدیریت زنجیره تأمین سبز و مدیریت زنجیره تأمین پایدار معمولاً به‌جای یکدیگر به‌کار می-روند؛ اما این دو مفهوم با هم متفاوت هستند. در مدیریت زنجیره تأمین سبز، هدف اصلی محدودکردن زباله‌های درون فرایندی و مواد خطرناک در کل زنجیره تأمین است. محققان برای اجرای زنجیره تأمین سبز، شیوه‌های مختلفی درخصوص بسته‌بندی سبز، تولید سبز، خرید سبز، طراحی سبز و ... انجام داده‌اند(۶). مدیریت زنجیره تأمین پایدار می‌تواند به عنوان توسعه‌ای از مدیریت زنجیره تأمین سبز درنظر گرفته شود؛ چراکه علاوه بر معیارهای زیست‌محیطی، معیارهای اجتماعی و اقتصادی نیز درنظرگرفته می‌شود. تعامل و هماهنگی در ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی برای حفظ و نگهداری توسعه پایدار، یکی از مهم‌ترین بیانیه‌های استراتژیک شرکت‌ها در سال‌های اخیر است. گذر از مدیریت زنجیره تأمین سبز به سمت مدیریت زنجیره تأمین پایدار، علاوه بر تأمین نیازهای جامعه (بعد زیست‌محیطی)، نیازهای شرکت‌ها (بعد اقتصادی) و افراد (بعد اجتماعی) را نیز برآورده می‌کند. از این‌رو انتخاب تأمین‌کننده پایدار به عنوان هسته اصلی مدیریت زنجیره تأمین پایدار شناخته می‌شود که تأثیر معنی‌داری بر کل زنجیره خواهد داشت(۷). بنابراین تمرکز تنها بر روی موضوعات اقتصادی (مدیریت زنجیره تأمین سنتی)، یا موضوعات زیست‌محیطی (مدیریت زنجیره تأمین سبز) در زنجیره تأمین کافی نیست و باید کل ذینفعان زنجیره تأمین (شرکت‌ها، جامعه و افراد) را به-صورت یک کل مرتبط درنظر گرفت.

ولف[1](۲۰) مدیریت زنجیره تأمین پایدار را سطحی درنظر می-گیرد که تولیدکننده به‌طور استراتژیکی با شرکای زنجیره تأمین خود همکاری کرده و فرایندهای درون و بیرون سازمان را به-منظور تحقق پایداری مدیریت می‌کند. در تعریف دیگری توسط هاک و سرینگ[2](۲۱)، مجموعه سیاست‌های مدیریت زنجیره تأمین شامل اقدامات و روابط شکل‌گرفته در پاسخ به دغدغه-های مرتبط با محیط طبیعی و مسائل اجتماعی در کنار توجه به طراحی، دستیابی، تولید، توزیع و استفاده مجدد محصولات و خدمات سازمان، به‌عنوان مدیریت زنجیره تأمین پایدار تعریف می‌شود.

هدف از انتخاب، شناسایی تأمین‌کنندگانی است که بالاترین پتانسیل را برای رفع نیازهای شرکت به‌طور سازگار و با هزینه

1- Wolf
2- Haake & Seuring

قابل قبول دارا هستند. ازاین‌رو در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با انتخاب تأمین‌کننده، دو موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اول آنکه چه معیارهایی باید برای ارزیابی تأمین‌کننده درنظر گرفته شود؛ دوم این‌که از چه روشی برای مقایسه تأمین-کنندگان و رتبه‌بندی آنها به‌کار رود. آنالیز این دو موضوع در انتخاب تأمین‌کننده، سالیان بسیاری است که توجه محققان و سازمان‌ها را به خود جلب کرده است(۲۲).

اگر شرکت بتواند با ایجاد زمینه‌ای در جهت انتخاب درست و سپس همکاری با تأمین‌کنندگان و ایجاد همسویی گام بردارد، قطعاً دست به اقدامی راهبردی زده و بنابراین، در حقیقت انتخاب بهترین تأمین‌کننده از میان داوطلبان همکاری، امری حیاتی و راهبردی محسوب می‌شود(۱۶).

۳- پیشینه تحقیق

لی[1] و همکاران(۲۳) در پژوهشی به ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار در پروژه‌های تصفیه آب پرداختند. آن‌ها از روش ارزش شاپلی برای اصلاح وزن شاخص‌های تعیین‌شده توسط فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده نمودند. آن‌ها پنج بعد قابلیت مالی پایداری، قابلیت تکنولوژی پایداری، قابلیت مدیریت پایداری، اعتبار و شهرت و در نهایت راه‌حل‌های فناوری پایدار را درنظر گرفته‌اند. کوسی-سارپونگ[2] و همکاران(۲۴) برای ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار در شرکت تولید نساجی پاکستان از روش‌های تصمیم‌گیری ویکور و بهترین-بدترین استفاده نموده-اند. آنها ابعاد پایداری در زنجیره تأمین را در چهار بعد سازمانی، نظارتی و نهادی، فناوری و زیرساخت‌ها و در نهایت همکاری زنجیره تأمین بررسی کرده‌اند.

در پژوهشی توسط توکلی دهاقانی[3] و همکاران(۲۵)، ارتباط بین مؤلفه‌های زنجیره تأمین پایدار با عملکرد زیست‌محیطی و عملکرد مالی شرکت‌های تولیدکننده مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق حاکی از معنی‌داری رابطه بین مؤلفه‌های زنجیره تأمین پایدار و عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌ها است. همچنین بین مؤلفه‌های تدارکات پایدار و طراحی پایدار از زنجیره تأمین پایدار و عملکرد مالی نیز ارتباط معنی‌داری وجود دارد. در پژوهش دیگری توسط شعاع‌بین[4] و همکاران(۲۶) موضوع مدیریت موجودی در زنجیره تأمین پایدار مورد بررسی قرار گرفته است. آنها پس از مدل‌سازی و حل آن بیان می‌کنند که جنبه‌های پایداری (اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی) در تعیین مقدار بهینه سفارش و همچنین وسیله نقلیه مناسب برای حمل سفارش و در نتیجه، هزینه‌های کلی یک سیستم، نقش به‌سزایی دارد. کماسی و میرزاپور[5](۲۷) به مدل‌سازی یک مسئله برنامه‌ریزی ریاضی برای طراحی زنجیره تأمین پایدار با استفاده از تکنیک‌های ناب پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پیاده‌سازی تکنیک‌های ناب باعث صرفه-جویی در هزینه‌ها شده و علاوه بر آن به سازمان در رسیدن به اهداف زیست‌محیطی و اجتماعی و درنتیجه ایجاد یک زنجیره تأمین پایدار کمک می‌کند.

ازاین‌رو، بررسی پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که پیاده-سازی زنجیره تأمین پایدار بر عملکرد شرکت‌ها مؤثر است و در این بین، یکی از معیارهای مهم در استقرار زنجیره تأمین پایدار، انتخاب تأمین‌کننده پایدار است. مطالعات متعددی در زمینه معیارهای انتخاب تأمین‌کننده در صنایع مختلف و پژوهش‌های گذشته انجام شده است. این پژوهش‌ها براساس تجارب خریداران، معیارهای مختلف و متنوعی را در سه بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی شناسایی کرده‌اند که بخشی از پژوهش‌های اخیر در جدول (۱) آورده شده است.

در این پژوهش، برمبنای نگرانی‌های جهانی موجود درخصوص اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی، موضوع توسعه پایدار در شبکه زنجیره تأمین و انتخاب بهترین تأمین‌کننده بررسی می‌گردد. این موضوع با توجه به آلودگی-های زیست‌محیطی شرکت‌های سیمان در کشور ما از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به بررسی ادبیات و پیشینه پژوهش، نوآوری مطالعه حاضر آن است که انتخاب بهترین تأمین‌کننده از دیدگاه معیارهای پایداری مبتنی بر مدیریت

1- Le
2- Kusi-Sarpong
3- Tavakoli Dehaghani
4- Shoabin
5- Komasi & Mirzapour

زنجیره تأمین پایدار صنعت سیمان صورت می‌گیرد. همچنین در موضوع پایداری زنجیره تأمین، مطالعه گسترده‌ای در ادبیات پژوهش انجام شده تا مهم‌ترین معیارها در هر جنبه پایداری شناسایی شود. توسعه یک روش تصمیم‌گیری ترکیبی فازی جهت تعیین وزن معیارهای پایداری در انتخاب تأمین‌کننده پایدار نیز از نوآوری‌های تحقیق حاضر است. مطالعه موردی در این پژوهش مربوط به یک شرکت سیمان است. امروزه در کشور ما، تاسیس کارخانجات سیمان با سرمایه‌گذاری کلان همراه است. از طرف دیگر، احداث کارخانجات سیمان علاوه بر اشتغال‌زایی و جوانب اقتصادی فراوان، آسیب‌های زیست‌محیطی بسیاری نیز دارد. از این‌رو مطالعه زنجیره تأمین پایدار صنعت سیمان به عنوان یکی از عوامل اصلی در زیربنای توسعه، بازار مالی و اقتصادی کشور بسیار مهم است.

مقاله (منبع)	سال	بعد اقتصادی					بعد زیست محیطی				بعد اجتماعی				
		زمان تحویل	هزینه حمل و نقل	سطح خدمات پس از فروش	قیمت محصول	کیفیت محصول	استانداردهای زیست محیطی	قابلیت های زیست محیطی	مدیریت سبز	هزینه زیست محیطی	آموزش کارکنان	ایمنی و سلامت کارکنان	افشای اطلاعات و شفافیت	توجه به حقوق ذینفعان	منافع و حقوق کارکنان
(۲۸)	۲۰۲۱		✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
(۲۹)	۲۰۲۰						✓	✓	✓	✓					
(۹)	۲۰۱۹	✓		✓		✓	✓						✓		✓
(۳۰)	۲۰۱۹	✓	✓	✓	✓	✓									
(۴)	۲۰۱۹						✓					✓	✓		✓
(۳۱)	۲۰۱۹	✓			✓										
(۳۲)	۲۰۱۹	✓			✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓
(۶)	۲۰۱۹	✓										✓			✓
(۳۳)	۲۰۱۸	✓		✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓	
(۲)	۲۰۱۸	✓			✓	✓						✓			
(۳۴)	۲۰۱۸					✓	✓				✓	✓	✓	✓	
(۳۵)	۲۰۱۸	✓	✓			✓	✓					✓			✓
(۸)	۲۰۱۸		✓								✓	✓			
(۷)	۲۰۱۷	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
(۳۶)	۲۰۱۲								✓						
(۳۷)	۲۰۰۲									✓					
(۳۸)	۱۳۹۹	✓	✓	✓	✓	✓							✓		
(۳۹)	۱۳۹۸			✓	✓	✓			✓			✓	✓		

(۴۰)	۱۳۹۶	✓	✓	✓	✓	✓									
(۴۱)	۱۳۹۵	✓	✓	✓	✓	✓									
(۴۲)	۱۳۹۴	✓			✓	✓									
(۴۳)	۱۳۹۱	✓		✓	✓	✓									
مطالعه حاضر			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

۳- روش‌شناسی پژوهش

الگوریتم تصمیم مسئله در این پژوهش بر مبنای شناسایی و رتبه‌بندی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پایدار براساس ابعاد اقصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی طراحی شده و شامل سه بخش اصلی است. بخش اول، شامل بررسی مبانی نظری و تجربی مدیریت زنجیره تأمین پایدار است. در این مرحله مراحل زیر انجام می‌گیرد:

الف) بررسی مبانی نظری مدیریت زنجیره تأمین پایدار

ب) بررسی مبانی تجربی و پژوهش‌های پیشین مدیریت زنجیره تأمین پایدار

ج) شناسایی معیارهای نهائی انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار.

بخش دوم، مدل‌سازی مسئله انتخاب تأمین‌کننده پایدار است. در این مرحله مراحل زیر انجام می‌گیرد:

الف) ارزیابی کیفی ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی مدیریت زنجیره تأمین پایدار نسبت به یکدیگر

ب) تبدیل اعداد کیفیی ارزیابی به اعداد فازی

ج) وزن‌دهی ابعاد مدیریت زنجیره تأمین پایدار با روش فازی SWARA

د) تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری براساس تأمین‌کنندگان و معیارهای زنجیره تأمین پایدار.

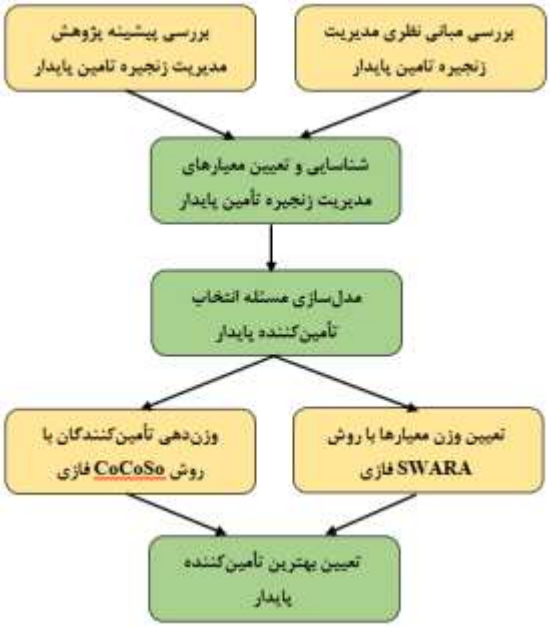
در بخش سوم، به حل مدل و انتخاب بهترین تأمین‌کننده پایدار پرداخته می‌شود. این بخش شامل مراحل زیر است:

الف) تعیین امتیاز تأمین‌کنندگان براساس سه استراتژی روش فازی CoCoSo

ب) تعیین امتیاز نهائی و رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان

ج) تحلیل حساسیت مدل.

شکل (۱) رویکرد مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱- مراحل انجام پژوهش

Figure 1. Research steps

تئوری فازی توسط پروفسور لطفی‌زاده(۴۴) ارائه شده است. عدد فازی $\tilde{A}$ با درجه عضویت μ_A در سطح برش α به صورت زیر تعریف می‌شود:

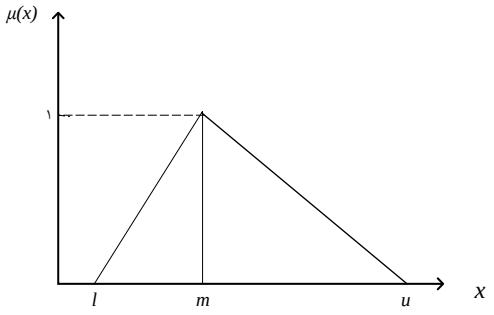
$$A=\left\{X_i:\mu_{\tilde{A}}(X_i)\geq\alpha,x_i\in X\right\} \quad (۱)$$

به‌طوری‌که $\widetilde{A^{\alpha}}$ اعضایی از $\tilde{A}$ هستند که درجه عضویت آن‌ها بزرگتر مساوی α باشد. اگر درجه عضویت بزرگتر از α باشد، آن را برش قوی می‌نامند.

$$A=\left\{X_i:\mu_{\tilde{A}}(X_i)>\alpha,x_i\in X\right\} \quad (۲)$$

یک عدد فازی، یک مجموعه محدب و نرمال فازی است که به‌صورت اعداد فازی مثلثی و یا اعداد فازی ذوزنقه‌ای نمایش بیان می‌گردد. عدد فازی مثلثی $\tilde{M}$ به صورت $\tilde{M}=(l,m,u)$ نشان داده شده و تابع عضویت آن به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{\tilde{M}}(X)=\begin{cases}\dfrac{(x-l)}{(m-l)} & ;l<x\leq m\\ \dfrac{(u-x)}{(u-m)} & ;m<x\leq u\\ 0 & ;otherwise\end{cases} \quad (۳)$$



شکل ۲- نمایش عدد فازی مثلثی(۴۵)

Figure 2. Triangular fuzzy number display

۱-۳- روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی (SWARA) فازی

روش SWARA یکی از روش‌های جدید مربوط به تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط کرسولین[2] و همکاران در سال ۲۰۱۰ پیشنهاد شد(۴۶). در این روش، هر کدام از متخصصین و خبرگان اهمیت هر معیار تصمیم‌گیری را مشخص می‌کند؛ به‌طوری‌که مهم‌ترین معیار رتبه یک گرفته و کم‌اهمیت‌ترین معیار نیز آخرین رتبه را خواهد گرفت. آنگاه با توجه به ارزش متوسط به‌دست‌آمده برای هر معیار، وزن معیار تعیین می‌گردد. این روش بر مبنای نظرات خبرگان استوار است و یک روش کاملاً تصادفی است(۴۷). مراحل اجرای این روش به شرح زیر است:

۱. معیارها به ترتیب از اهمیت بالا به اهمیت کم مرتب می‌شوند. از معیار دوم، هر کدام از خبرگان، اهمیت نسبی معیار را نسبت به معیار قبلی تعیین می‌کنند. این اهمیت براساس مقادیر فازی طبق جدول (۲) مشخص می‌شود. مقادیر میانگین تجمیع قضاوت‌های متخصصان برای معیارهای ارزیابی شده با استفاده از رابطه (۴) محاسبه می‌شود. این گام جهت تعیین اهمیت نسبی هر معیار نسبت به معیار بالاتر از خود است.

۲. اهمیت نسبی هر معیار محاسبه می‌شود (رابطه ۵).

۳. وزن مهم‌ترین معیار (معیار با رتبه اول) یک در نظر گرفته شده و برای سایر معیارها طبق رابطه ۶ محاسبه می‌شود.

۴. وزن نهایی معیارها تعیین می‌گردد (رابطه ۷).

$$\tilde{s}_j=(\tilde{s}_{jl},\tilde{s}_{jm},\tilde{s}_{ju})=\left(\min\tilde{s}_{jlk},\frac{\sum_{k=1}^{K}\tilde{s}_{jmk}}{K},\max\tilde{s}_{juk}\right) \quad (۴)$$

$$\tilde{k}_j=\begin{cases}\tilde{1} & j=1\\ \tilde{s}_j+\tilde{1} & j>1\end{cases} \quad (۵)$$

$$\tilde{q}_j=\begin{cases}\tilde{1} & j=1\\ \dfrac{\tilde{x}_{j-1}}{\tilde{k}_j} & j>1\end{cases} \quad (۶)$$

$$\tilde{w}_j=\frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^{n}\tilde{q}_k}\quad,\quad \tilde{w}_j=(\tilde{w}_{jl},\tilde{w}_{jm},\tilde{w}_{ju}) \quad (۷)$$

هر مجموعه فازی به صورت کامل و منحصربه‌فرد با آلفا-برش‌های آن تعریف می‌شود. آلفا-برش هر عدد فازی، به ازای هر مقدار آلفا در بازه $(0,1)$، بازه‌های بسته از اعداد حقیقی هستند.

1- Lotfizadeh
2- Keršuliene

۲-۳- روش راه‌حل سازش ترکیبی (CoCoSo) فازی

روش CoCoSo از تکنیک‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد که در سال ۲۰۱۸ توسط یزدانی و همکاران ارائه شد(۴۹). در این روش یک راه‌حل ترکیبی سازشی برای رتبه-بندی گزینه‌ها ارائه می‌شود. این روش یک مدل یکپارچه از روش جمع وزنی و مدل ضرب وزنی می‌باشد که مراحل آن به شرح زیر است:

گام اول: تشکیل ماتریس تصمیم

در واقع اولین گام در تمامی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره تشکیل ماتریس تصمیم می‌باشد. ماتریس X_{mn} در واقع ارزیابی گزینه m بر اساس معیار n می‌باشد که این ارزیابی هم می‌تواند براساس عبارات کلامی و هم براساس داده‌های واقعی (کمی) باشد. ماتریس تصمیم‌گیری براساس رابطه (۸) است.

گام دوم: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم

در این گام ماتریس تصمیم‌گیری نرمال می‌شود. برای معیارهای مثبت و معیارهای منفی از دو رابطه جداگانه استفاده می‌شود (رابطه ۹).

گام سوم: محاسبه مقادیر جمع وزنی و ضرب وزنی

در این گام مقادیر جمع وزنی فازی (FS) و ضرب وزنی فازی (FP)برای هر گزینه محاسبه می‌شود. در دو رابطه زیر W_j وزن معیارها می‌باشد که به عنوان ورودی وارد روش CoCoSoشده است. این وزن می‌تواند مستقیم از نظر فرد تصمیم‌گیرنده و یا روش‌های تصمیم‌گیری محاسبه شود (رابطه ۱۰ و ۱۱).

گام چهارم: تعیین نمره ارزیابی گزینه‌ها با استفاده از ۳ استراتژی

در این گام، امتیاز گزینه‌ها بر اساس ۳ استراتژی و از ۳ رابطه حاصل می‌شود. استراتژی اول براساس میانگین حسابی و استراتژی دوم در مقایسه با بهترین‌ها، نمرات نسبی را بیان می-کند. استراتژی سوم مصالحه‌ای بین استراتژی‌های اول و دوم است. در این رابطه λ توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شود، اما در حالت ۰/۵ انعطاف‌پذیری زیادی دارد (رابطه ۱۲، ۱۳، ۱۴).

گام پنجم: تعیین امتیاز نهایی و رتبه‌بندی گزینه‌ها

در این گام، امتیاز نهایی هر گزینه محاسبه می‌شود در واقع این رابطه بیانگر جمع میانگین هندسی و میانگین حسابی ۳ استراتژی مرحله قبل می‌باشد. امتیاز (k) هر گزینه‌ای بزرگتر باشد نشان از برتری آن گزینه دارد (رابطه ۱۵).

جدول ۲- مقیاس مقایسه فازی در ارزیابی معیارها(۴۸)

Table 2. Fuzzy comparison scale in criteria evaluation

متغیر زبانی	عدد فازی	متغیر زبانی	عدد فازی
اهمیت برابر	(۱، ۱، ۱)	خیلی کم	(۰، ۰، ۰/۲۵)
نسبتاً کم اهمیت	(۰/۶۶۷، ۱، ۱/۵)	کم	(۰، ۰/۲۵، ۰/۵)
کم اهمیت	(۰/۴، ۰/۵، ۰/۶۶۷)	متوسط	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)
بسیار کم اهمیت	(۰/۲۸۵، ۰/۳۳۳، ۰/۴)	زیاد	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)
خیلی کم اهمیت	(۰/۲۲۲، ۰/۲۵، ۰/۲۸۵)	خیلی زیاد	(۰/۷۵، ۱، ۱)

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\tilde{x}^l_{11}, \tilde{x}^m_{11}, \tilde{x}^u_{11}) & (\tilde{x}^l_{12}, \tilde{x}^m_{12}, \tilde{x}^u_{12}) & \cdots & (\tilde{x}^l_{1n}, \tilde{x}^m_{1n}, \tilde{x}^u_{1n}) \\ (\tilde{x}^l_{21}, \tilde{x}^m_{21}, \tilde{x}^u_{21}) & (\tilde{x}^l_{22}, \tilde{x}^m_{22}, \tilde{x}^u_{22}) & \cdots & (\tilde{x}^l_{2n}, \tilde{x}^m_{2n}, \tilde{x}^u_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ (\tilde{x}^l_{m1}, \tilde{x}^m_{m1}, \tilde{x}^u_{m1}) & (\tilde{x}^l_{m2}, \tilde{x}^m_{m2}, \tilde{x}^u_{m2}) & \cdots & (\tilde{x}^l_{mn}, \tilde{x}^m_{mn}, \tilde{x}^u_{mn}) \end{bmatrix} \quad (۸)$$

$$\tilde{X}^{N}=\left[\tilde{x}_{ij}^{N}\right],\quad \tilde{x}_{ij}^{N}=\begin{cases}\left(\dfrac{\tilde{x}_{ij}^{l}}{\max_i \tilde{x}_{ij}^{u}},\dfrac{\tilde{x}_{ij}^{m}}{\max_i \tilde{x}_{ij}^{u}},\dfrac{\tilde{x}_{ij}^{u}}{\max_i \tilde{x}_{ij}^{u}}\right), & Benefit-Criteria\\ \left(\dfrac{\min_i \tilde{x}_{ij}^{l}}{\tilde{x}_{ij}^{u}},\dfrac{\min_i \tilde{x}_{ij}^{l}}{\tilde{x}_{ij}^{m}},\dfrac{\min_i \tilde{x}_{ij}^{l}}{\tilde{x}_{ij}^{l}}\right), & Cost-Criteria\end{cases} \quad (۹)$$

$$FS_j=\left(\sum_{j=1}^{n} w_j \tilde{x}_i^{N}\right)=\begin{pmatrix}\sum_{j=1}^{n} w_j \tilde{x}_j^{(l)},\\ \sum_{j=1}^{n} w_j \tilde{x}_j^{(m)},\\ \sum_{j=1}^{n} w_j \tilde{x}_j^{(u)}\end{pmatrix} \quad (۱۰)$$

$$FP_j=\left(\sum_{j=1}^{n} (\tilde{x}_j^{N})^{W_j}\right)=\begin{pmatrix}\sum_{j=1}^{n} (\tilde{x}_j^{(l)})^{W_j},\\ \sum_{j=1}^{n} (\tilde{x}_j^{(m)})^{W_j},\\ \sum_{j=1}^{n} (\tilde{x}_j^{(u)})^{W_j}\end{pmatrix} \quad (۱۱)$$

$$k_{ia}=\frac{FP_i+FS_i}{\sum_{i=1}^{m}(FP_i+FS_i)} \quad (۱۲)$$

$$k_{ib}=\frac{FP_i}{\min_i(FP_i)}+\frac{FS_i}{\min_i(FS_i)} \quad (۱۳)$$

$$k_{ic}=\frac{(1-\lambda)FP_i+\lambda FS_i}{(1-\lambda)\max_i(FP_i)+\lambda\max_i(FS_i)},0<\lambda<1 \quad (۱۴)$$

$$k_i=\frac{1}{(k_{ia}k_{ib}k_{ic})^3}+\frac{(k_{ia}+k_{ib}+k_{ic})}{3} \quad (۱۵)$$

۴- پیاده‌سازی مطالعه موردی

با توجه به مدل ترکیبی ارائه شده در روش‌شناسی پژوهش، پیاده‌سازی آن برای یک مثال واقعی انجام گرفته است. شرکت مورد مطالعه (شرکت سیمان قاین) برای تأمین قطعه مورد نیاز، مناقصه‌ای برگزار کرده است. مناقصه با عنوان خرید گیربکس-های فلندر در چهار تیپ بوده است. شرکت‌های تأمین‌کننده در این مناقصه شامل پنج شرکت بوده که برای ارزیابی معیارها و رتبه‌بندی شرکت‌ها براساس معیارهای زنجیره تأمین پایدار، از چهار متخصص دعوت به عمل آمده است. انتخاب این افراد از کارخانه بنا بر تخصص آنها در مورد قطعه مورد مناقصه شامل مدیر انبار، مدیر تولید و مدیر مکانیک بوده است. همچنین مدیر ایمنی و بهداشت نیز جهت ارزیابی ابعاد زیست‌محیطی و اجتماعی تامین کنندگان در بین این متخصصان حضور داشته است. در مرحله اول، وزن اهمیت ابعاد زنجیره تأمین پایدار (اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی) نسبت به یکدیگر و سپس وزن زیرمعیارهای هر کدام از ابعاد نسبت به هم براساس روش F-SWARA تعیین گردید. برای دی‌فازی کردن این مقادیر از رابطه (۱۶) به شرح زیر استفاده گردید(۵۰).

$$defuzzy = \frac{l_j + 4m_j + u_j}{6} \quad (۱۶)$$

جدول (۳) و (۴)، وزن ابعاد مدیریت زنجیره تأمین پایدار را از دید خبرگان نشان می‌دهد. اهمیت معیارها براساس نظر خبرگان به ترتیب عبارتند از اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی. برای وزن‌دهی زیرمعیارهای هر کدام از ابعاد نیز محاسبات انجام گرفته و نتایج نهائی در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۳- وزن اهمیت ابعاد مدیریت زنجیره تأمین پایدار طبق نظر خبرگان با روش SWARA (منبع: یافته‌های محقق)

Table 3. Importance weight of dimensions of sustainable supply chain management according to experts' opinion with SWARA method

متخصصان	زیست‌محیطی نسبت به اقتصادی			اجتماعی نسبت به زیست‌محیطی		
اول	۱	۱	۱	۰/۶۶۷	۱	۱/۵
دوم	۰/۶۶۷	۱	۱/۵	۰/۶۶۷	۱	۱/۵
سوم	۰/۶۶۷	۱	۱/۵	۱	۱	۱
چهارم	۰/۴	۰/۵	۰/۶۶۷	۱	۱	۱
sj	۰/۴	۰/۸۷۵	۱/۵	۰/۶۶۷	۱	۱/۵

جدول ۴- مراحل محاسبه وزن نهائی ابعاد مدیریت زنجیره تأمین پایدار با روش SWARA (منبع: یافته‌های محقق)

Table 4. Steps to calculate the final weight of sustainable supply chain management criteria with the SWARA method

	kj			qj			wj			defuzzy
اقتصادی	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۴۶۷	۰/۵۵۶	۰/۶۴۱	۰/۵۵۵
زیست‌محیطی	۱/۴	۱/۸۷۵	۲/۵	۰/۴	۰/۵۳۳	۰/۷۱۴	۰/۲۵۶	۰/۲۹۶	۰/۳۳۳	۰/۲۹۶
اجتماعی	۱/۶۶۷	۲	۲/۵	۰/۱۶	۰/۲۶۷	۰/۴۲۸	۰/۱۰۳	۰/۱۴۸	۰/۲	۰/۱۴۹
				۱/۵۶	۱/۸	۲/۱۴۳				

جدول ۵- وزن اهمیت معیارهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار با روش SWARA (منبع: یافته‌های محقق)

Table 5. Importance weight of sustainable supply chain management criteria with SWARA method

ابعاد زنجیره تأمین پایدار			وزن نسبی	وزن کلی
اقتصادی ۰/۵۵۵	C1	زمان تحویل	۰/۱۲۶	۰/۰۷۰
	C2	هزینه حمل و نقل	۰/۰۴۱	۰/۰۲۳
	C3	سطح خدمات پس از فروش	۰/۰۷۰	۰/۰۳۹
	C4	قیمت محصول	۰/۵۱۱	۰/۲۸۴
	C5	کیفیت محصول	۰/۲۵۲	۰/۱۴۰
زیست‌محیطی ۰/۲۹۶	C6	استانداردهای زیست‌محیطی	۰/۵۲۱	۰/۱۵۴
	C7	قابلیت‌های زیست‌محیطی	۰/۰۸۱	۰/۰۲۴
	C8	مدیریت سبز	۰/۱۴۰	۰/۰۴۱

	C9	هزینه زیست‌محیطی	۰/۲۵۸	۰/۰۷۶
اجتماعی ۰/۱۴۹	C10	آموزش کارکنان	۰/۰۴۶	۰/۰۰۷
	C11	ایمنی و سلامت کارکنان	۰/۴۴۸	۰/۰۶۷
	C12	افشای اطلاعات و شفافیت	۰/۰۹۳	۰/۰۱۴
	C13	توجه به حقوق ذینفعان	۰/۱۴۵	۰/۰۲۲
	C14	منافع و حقوق کارکنان	۰/۲۶۸	۰/۰۴۰

پس از تعیین وزن معیارهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار، ارزیابی هر کدام از تأمین‌کنندگان طبق قضاوت‌های زبانی توسط خبرگان انجام گرفت. ماتریس تصمیم‌گیری اولیه براساس میانگین اعداد فازی قضاوت‌های متخصصین طبق جدول (۶) تشکیل گردید. برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان طبق روش F-CoCoSo، مراحل انجام محاسبات صورت گرفت. جدول (۷) ماتریس نرمال‌شده را نشان می‌دهد.

جدول ۶- ماتریس تصمیم‌گیری اولیه براساس نظرات خبرگان (منبع: یافته‌های محقق)

Table 6. Primary decision-making matrix based on experts' opinions

ابعاد زنجیره تأمین پایدار	تامین‌کننده ۱	تامین‌کننده ۲	تامین‌کننده ۳	تامین‌کننده ۴	تامین‌کننده ۵
زمان تحویل	(۳/۷۵، ۳، ۲)	(۳/۵، ۲/۷۵، ۱/۷۵)	(۳، ۲، ۱)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۳/۷۵، ۳، ۲)
هزینه حمل و نقل	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۲/۷۵، ۱/۷۵، ۰/۷۵)	(۳/۲۵، ۲/۲۵، ۱/۲۵)	(۲/۲۵، ۱/۲۵، ۰/۲۵)
سطح خدمات پس از فروش	(۳/۲۵، ۲/۲۵، ۱/۲۵)	(۳/۷۵، ۲/۷۵، ۱/۷۵)	(۳، ۲، ۱)	(۳/۵، ۲/۵، ۱/۵)	(۳/۷۵، ۲/۷۵، ۱/۷۵)
قیمت محصول	(۲، ۱، ۰/۲۵)	(۳/۵، ۲/۷۵، ۱/۷۵)	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۲، ۱، ۰/۲۵)
کیفیت محصول	(۳/۲۵، ۲/۲۵، ۱/۲۵)	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۳/۷۵، ۳/۲۵، ۲/۲۵)	(۲، ۱، ۰/۲۵)	(۴، ۳/۲۵، ۲/۲۵)
استانداردهای زیست-محیطی	(۴، ۳/۷۵، ۲/۷۵)	(۳/۲۵، ۲/۲۵، ۱/۲۵)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۲، ۱، ۰/۲۵)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)
قابلیت‌های زیست‌محیطی	(۳/۵، ۲/۵، ۱/۵)	(۳/۷۵، ۳/۲۵، ۲/۲۵)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۲/۲۵، ۱/۲۵، ۰/۲۵)	(۱/۷۵، ۰/۷۵، ۰/۲۵)
مدیریت سبز	(۲، ۱، ۰/۲۵)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۳/۲۵، ۲/۲۵، ۱/۲۵)	(۴، ۳، ۲)
هزینه زیست‌محیطی	(۲، ۱، ۰/۲۵)	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۱/۷۵، ۰/۷۵، ۰/۲۵)	(۴، ۳/۲۵، ۲/۲۵)	(۲/۲۵، ۱/۲۵، ۰/۲۵)
آموزش کارکنان	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۳/۷۵، ۳/۵، ۲/۵)	(۲/۷۵، ۱/۷۵، ۰/۷۵)
ایمنی و سلامت کارکنان	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۳/۵، ۲/۵، ۱/۵)	(۴، ۳/۲۵، ۲/۲۵)	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۲/۲۵، ۱/۲۵، ۰/۲۵)
افشای اطلاعات و شفافیت	(۴، ۳/۲۵، ۲/۲۵)	(۳/۲۵، ۲/۲۵، ۱/۲۵)	(۲/۷۵، ۱/۷۵، ۰/۷۵)	(۳، ۲، ۱)	(۴، ۳/۲۵، ۲/۲۵)
توجه به حقوق ذینفعان	(۳، ۲، ۱)	(۲/۵، ۱/۵، ۰/۵)	(۳، ۲، ۱)	(۳، ۲، ۱)	(۳/۵، ۲/۷۵، ۱/۷۵)
منافع و حقوق کارکنان	(۴، ۳/۵، ۲/۵)	(۲/۷۵، ۱/۷۵، ۰/۷۵)	(۳/۷۵، ۲/۷۵، ۱/۷۵)	(۳، ۲، ۱)	(۳/۲۵، ۲/۲۵، ۱/۲۵)

جدول ۷- ماتریس تصمیم‌گیری نرمال‌شده (منبع: یافته‌های محقق)

Table 7. Normalized decision making matrix

ابعاد زنجیره تأمین پایدار	تامین‌کننده ۱	تامین‌کننده ۲	تامین‌کننده ۳	تامین‌کننده ۴	تامین‌کننده ۵
زمان تحویل	(۰/۵۰، ۰/۳۳، ۰/۲۶)	(۰/۵۷، ۰/۳۶، ۰/۲۸)	(۱، ۰/۵۰، ۰/۳۳)	(۰/۴۰، ۰/۲۸، ۰/۲۵)	(۰/۵۰، ۰/۳۳، ۰/۲۶)
هزینه حمل و نقل	(۰/۵۰، ۰/۱۶، ۰/۱۰)	(۰/۵۰، ۰/۱۶، ۰/۱۰)	(۰/۳۳، ۰/۱۴، ۰/۰۹)	(۰/۲۰، ۰/۱۱، ۰/۰۷)	(۱، ۰/۲۰، ۰/۱۱)
سطح خدمات پس از فروش	(۰/۸۶، ۰/۶۰، ۰/۳۳)	(۱، ۰/۷۳، ۰/۴۶)	(۰/۸۰، ۰/۵۳، ۰/۲۶)	(۰/۹۳، ۰/۶۶، ۰/۴۰)	(۱، ۰/۷۳، ۰/۴۶)
قیمت محصول	(۱، ۰/۲۵، ۰/۱۲)	(۰/۱۴، ۰/۰۹، ۰/۰۷)	(۰/۵۰، ۰/۱۶، ۰/۱۰)	(۰/۱۰، ۰/۰۷، ۰/۰۶)	(۱، ۰/۲۵، ۰/۱۲)
کیفیت محصول	(۰/۸۱، ۰/۵۶، ۰/۳۱)	(۰/۶۲، ۰/۳۷، ۰/۱۲)	(۰/۹۳، ۰/۸۱، ۰/۵۶)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۶)	(۱، ۰/۸۱، ۰/۵۶)
استانداردهای زیست-محیطی	(۱، ۰/۹۳، ۰/۶۸)	(۰/۸۱، ۰/۵۶، ۰/۳۱)	(۱، ۰/۸۷، ۰/۶۲)	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۶)	(۱، ۰/۸۷، ۰/۶۲)
قابلیت‌های زیست‌محیطی	(۰/۸۷، ۰/۶۲، ۰/۳۷)	(۰/۹۳، ۰/۸۱، ۰/۵۶)	(۱، ۰/۸۷، ۰/۶۲)	(۰/۵۶، ۰/۳۱، ۰/۰۶)	(۰/۴۳، ۰/۱۸، ۰/۰۶)
مدیریت سبز	(۰/۵۰، ۰/۲۵، ۰/۰۶)	(۱، ۰/۸۷، ۰/۶۲)	(۰/۶۲، ۰/۳۷، ۰/۱۲)	(۰/۸۱، ۰/۵۶، ۰/۳۱)	(۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)
هزینه زیست‌محیطی	(۱، ۰/۲۵، ۰/۱۲)	(۰/۵۰، ۰/۱۶، ۰/۱۰)	(۱، ۰/۳۳، ۰/۱۴)	(۰/۱۱، ۰/۰۷، ۰/۰۶)	(۱، ۰/۲۰، ۰/۱۱)
آموزش کارکنان	(۰/۶۲، ۰/۳۷، ۰/۱۲)	(۱، ۰/۸۷، ۰/۶۲)	(۱، ۰/۸۷، ۰/۶۲)	(۰/۹۳، ۰/۸۷، ۰/۶۲)	(۰/۶۸، ۰/۴۳، ۰/۱۸)
ایمنی و سلامت کارکنان	(۰/۶۲، ۰/۳۷، ۰/۱۲)	(۰/۸۷، ۰/۶۲، ۰/۳۷)	(۱، ۰/۸۱، ۰/۵۶)	(۱، ۰/۸۷، ۰/۶۲)	(۰/۵۶، ۰/۳۱، ۰/۰۶)
افشای اطلاعات و شفافیت	(۱، ۰/۸۱، ۰/۵۶)	(۰/۸۱، ۰/۵۶، ۰/۳۱)	(۰/۶۸، ۰/۴۳، ۰/۱۸)	(۰/۷۵، ۰/۵۰، ۰/۲۵)	(۱، ۰/۸۱، ۰/۵۶)
توجه به حقوق ذینفعان	(۰/۸۵، ۰/۵۷، ۰/۲۸)	(۰/۷۱، ۰/۴۲، ۰/۱۴)	(۰/۸۵، ۰/۵۷، ۰/۲۸)	(۰/۸۵، ۰/۵۷، ۰/۲۸)	(۱، ۰/۷۸، ۰/۵۰)
منافع و حقوق کارکنان	(۱، ۰/۸۷، ۰/۶۲)	(۰/۶۸، ۰/۴۳، ۰/۱۸)	(۰/۹۳، ۰/۶۸، ۰/۴۳)	(۰/۷۵، ۰/۵۰، ۰/۲۵)	(۰/۸۱، ۰/۵۶، ۰/۳۱)

برای محاسبه جمع مقادیر وزنی و ضرب مقادیر وزنی، طبق روابط (۱۰) و (۱۱) و برای دی‌فازی کردن مقادیر از رابطه (۱۶) استفاده می‌شود. نتایج محاسبات در جدول (۸) آمده است.

جدول ۸- وزن فازی و غیرفازی تأمین‌کنندگان براساس روش CoCoSo (منبع: یافته‌های محقق)

Table 8. Fuzzy and non-fuzzy weight of suppliers based on CoCoSo method

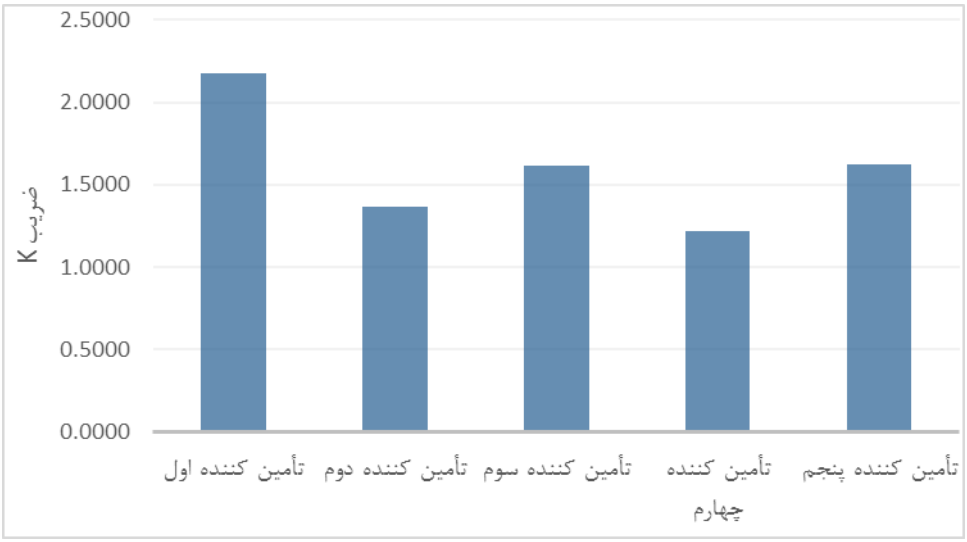
تأمین‌کنندگان	Fuzzy FS_i	Fuzzy FP_i	FS_i	FP_i
تأمین‌کننده ۱	(۰/۸۶۸، ۰/۴۷۵، ۰/۲۸۸)	(۱۳/۸۳۳، ۱۳/۱۹۵، ۱۲/۶۹۰)	۰/۵۱۰۰	۱۱/۴۲۱۸
تأمین‌کننده ۲	(۰/۵۶۵، ۰/۳۷۳، ۰/۲۱۷)	(۱۳/۳۳۹، ۱۲/۹۴۳، ۱۲/۵۰۸)	۰/۳۷۹۶	۱۱/۰۵۰۰
تأمین‌کننده ۳	(۰/۸۰۱، ۰/۵۲۳، ۰/۳۳۸)	(۱۳/۷۴۸، ۱۳/۲۶۰، ۱۲/۸۴۰)	۰/۵۳۹۰	۱۱/۳۷۵۷
تأمین‌کننده ۴	(۰/۴۳۲، ۰/۲۸۳، ۰/۱۵۶)	(۱۳/۰۲۹، ۱۲/۶۶۸، ۱۲/۱۶۵)	۰/۲۸۶۸	۱۰/۷۹۷۹
تأمین‌کننده ۵	(۰/۹۱۳، ۰/۵۰۱، ۰/۳۱۷)	(۱۳/۸۸۴، ۱۳/۲۲۵، ۱۲/۷۴۳)	۰/۵۳۹۶	۱۱/۴۶۰۴

در مرحله نهایی، امتیاز تأمین‌کنندگان بر اساس سه استراتژی طبق جدول (۹) محاسبه می‌گردد. استراتژی اول براساس میانگین حسابی، استراتژی دوم در مقایسه با بهترین‌ها و استراتژی سوم مصالحه‌ای بین استراتژی‌های اول و دوم است. مقدار λ در رابطه استراتژی سوم، ۰/۵ درنظر گرفته شده است.

جدول ۹- اهمیت نسبی و رتبه نهائی تأمین‌کنندگان (منبع: یافته‌های محقق)

Table 9. Relative importance and final ranking of suppliers

تأمین‌کنندگان	k_{ia}	k_{ib}	k_{ic}	k	رتبه نهایی
تأمین‌کننده ۱	۰/۲۰۴۴	۲/۸۳۵۷	۰/۹۹۴۳	۲/۱۷۷۲	۱
تأمین‌کننده ۲	۰/۱۹۵۸	۲/۳۴۶۹	۰/۲۰۱۸	۱/۳۶۷۸	۴
تأمین‌کننده ۳	۰/۲۰۴۲	۲/۹۳۲۷	۰/۲۱۰۳	۱/۶۱۷۳	۳
تأمین‌کننده ۴	۰/۱۸۹۹	۲/۰۰۰۰	۰/۱۹۵۷	۱/۲۱۶۰	۵
تأمین‌کننده ۵	۰/۲۰۵۶	۲/۹۴۲۵	۰/۲۱۱۸	۱/۶۲۴۵	۲



شکل ۳- رتبه نهائی تأمین‌کنندگان براساس روش F-SWARA, F-CoCoSo (منبع: یافته‌های محقق)

Figure 3. Final ranking of suppliers with F-CoCoSo and F-SWARA methods

با توجه به مقدار k به‌دست‌آمده در جدول (۹)، رتبه نهایی تأمین‌کنندگان مشخص می‌شود. از این‌رو تأمین‌کننده اول دارای رتبه یک و تأمین‌کننده چهارم دارای رتبه پنجم و آخر است.

اختلاف ضریب k مربوط به تأمین‌کننده اول (رتبه ۱) نسبت به تأمین‌کننده پنجم (رتبه ۲) بیش از ۳۴درصد است. این اختلاف بین رتبه‌های دوم و سوم (تأمین‌کننده ۵ و ۳) برابر ۰/۴درصد، بین رتبه‌های سوم و چهارم (تأمین‌کننده ۳ و ۲) برابر ۱۸درصد و بین رتبه‌های چهارم و پنجم (تأمین‌کننده ۲ و ۴) برابر ۱۲درصد می‌باشد. این اختلافات نشان می‌دهد که تأمین‌کننده اول با بالاترین اختلاف در بین تأمین‌کنندگان در جایگاه اول قرار دارد. همچنین بین تأمین‌کننده پنجم و سوم، که در رتبه‌های دوم و سوم قرار دارند، کمترین میزان اختلاف وجود دارد که می‌توان این دو را در یک جایگاه نیز قرار داد.

تحلیل حساسیت ضریب k براساس مقدار لاندا از مقدار صفر تا مقدار یک (در بازه‌های ۰/۱) نشان می‌دهد که این با افزایش مقدار لاندا، ضریب k برای همه تأمین‌کنندگان (به‌جز تأمین‌کننده اول) افزایشی است (شکل ۴). البته رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان در همه مقادیر لاندا هیچ تغییری نمی‌کند. اما در مقدار لاندا برابر یک، رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان جابه‌جا می‌گردد. در مقدار لاندا برابر یک، رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان به‌شرح زیر است:

تأمین‌کننده ۵ > تأمین‌کننده ۳ > تأمین‌کننده ۱ > تأمین‌کننده ۲ > تأمین‌کننده ۴

در این رتبه‌بندی، محل تأمین‌کننـدگان ۲ و ۴ تغییـری نکـرده، ولی جایگاه تأمین‌کنندگان ۵ و ۳ و ۱ تغییر کرده است.

شکل ۴- تغییرات ضریب k بر اساس افزایش مقدار لاندا (منبع: یافته‌های محقق)

Table 4. Variations of coefficient k based on the increase of landa value

بحث و نتیجه‌گیری

موضوع مدیریت زنجیره تأمین رویکردی است که در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته و تأثیرات زیادی بر مدیریت عملیات سازمان‌ها دارد. زنجیره تأمین بر کل فعالیت-های مرتبط با جریان تبدیل کالاها از مرحله اولیه (استخراج ماده خام) تا انتها (تحویل محصول به مشتری نهایی) مؤثر است. عوامل زیادی در این سیر مورد نظر محققان قرار گرفته که لزوم توجه به مدیریت زنجیره تأمین را ضروری می‌سازد. موضوع پایداری در زنجیره تأمین و نگاه جامع‌تر به مدیریت این چرخه، مفهوم مدیریت زنجیره تأمین پایدار را بیش از گذشته نشان می‌دهد. انتخاب تأمین‌کننده براساس معیارهای پایداری و با

بالاترین پتانسیل از اهداف این پژوهش می‌باشد. تأمین‌کننده منطبق بر معیارهای پایداری علاوه بر بعد اقتصادی، به ابعاد زیست‌محیطی و اجتماعی نیز توجه دارد. بنابراین انتخاب تأمین‌کننده پایدار یکی از مهم‌ترین مسائل تصمیم‌گیری است که با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره قابل حل است. در این پژوهش، یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر روش‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره ارائه شده تا بهترین تأمین‌کننده را از نظر ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی انتخاب کند. با بررسی گسترده ادبیات تحقیق، شاخص‌های بعد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی شناسایی گردید. اوزان شاخص‌های اصلی و زیرشاخص‌های با استفاده از رویکرد SWARA فازی محاسبه شد. روش SWARA یکی از جدیدترین روش‌هایی است که در زمینه وزن‌دهی معیارها ارائه شده است. مهم‌ترین مزایای این روش نسبت به سایر روش‌های مشابه، توان آن در ارزیابی دقت نظر خبرگان درباره معیارهای وزن‌داده شده در طی فرآیند اجرا، سهولت پیاده‌سازی و عدم‌نیاز به حجم مقایسات بالا می‌باشد(۴۶). همچنین سهولت اجرا و قابل فهم-بودن این روش نسبت به بسیاری از روش‌های وزن‌دهی، سبب شده تا در محیط‌های واقعی، این روش برای مدیران و تصمیم-گیرندگان کاربردی‌تر از روش‌های مشابه باشد.

پس از وزن‌دهی معیارها، بهترین تأمین‌کننده در شرکت مورد مطالعه با استفاده از روش CoCoSo و بعد از محاسبه امتیاز نهایی انتخاب شده است. روش CoCoSo جزو جدیدترین روش‌های ارائه شده جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها است. مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های رتبه‌بندی، انعطاف‌پذیری بالای آن است. در این روش برای هر گزینه، دو مقدار مجموع وزنی و ضربی محاسبه می‌شود و در نهایت با استفاده از سه استراتژی، رتبه هر گزینه تعیین می‌گردد. رتبه‌بندی نهایی هر گزینه با میانگین حسابی و هندسی سه استراتژی به دست می‌آید. از این‌رو، این روش نسبت به سایر روش‌ها از انعطاف‌پذیری و دقت بیشتری برخوردار است.

در این پژوهش، برای بررسی دقیق‌تر اوزان شاخص‌ها و رتبه-بندی تأمین‌کنندگان با استفاده از متخصصین، از رویکرد فازی استفاده گردید. در وزن‌دهی ابعاد مدیریت زنجیره تأمین پایدار براساس نظر خبرگان، بعد اقتصادی با وزن ۰/۵۵۵ بالاترین اهمیت را دارد. بعد از آن، بعد زیست‌محیطی با مقدار ۰/۲۹۶ و بعد اجتماعی با وزن اهمیت ۰/۱۴۹ به دست آمده است. با توجه به این وزن‌دهی، اهمیت عامل اقتصادی تقریباً دو برابر بعد زیست‌محیطی و بعد زیست‌محیطی تقریباً دو برابر عامل اجتماعی در مدیریت زنجیره تأمین پایدار محاسبه گردید. این رتبه‌بندی اهمیت ابعاد مدیریت زنجیره تأمین پایدار با پژوهش زربخش‌نیا[1] و همکاران(۴۸) همسو است. ترتیب وزن اهمیت ابعاد پایداری در پژوهش کوسی-سارپونگ[2] و همکاران(۵۱) در بعد زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی درنظر گرفته شده است. در پژوهش اکر و پاموکار[3](۵۲) بعد اجتماعی بالاترین وزن اهمیت و بعد اقتصادی و زیست‌محیطی در جایگاه دوم و سوم اهمیت قرار دارند. این تقسیم‌بندی به ماهیت زنجیره تأمین و نظر خبرگان امر وابسته است و در پژوهش‌های مختلف، اوزان متفاوتی برای این ابعاد محاسبه گردیده است.

در بین مولفه‌های بعد اقتصادی، "قیمت محصول" با وزن نسبی ۰/۵۱۱ بیشترین اهمیت و "هزینه حمل‌ونقل" با وزن ۰/۰۴۱ کمترین مقدار اهمیت را داشته است. در بعد زیست‌محیطی، رعایت "استانداردهای زیست‌محیطی" بالاترین و "قابلیت‌های زیست‌محیطی" کمترین وزن را دارا بودند. در بعد اجتماعی، "ایمنی و سلامت کارکنان" در جایگاه اول اهمیت و "آموزش کارکنان" در جایگاه آخر اهمیت قرار گرفت.

با توجه به وزن ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی مدیریت زنجیره تأمین پایدار و اوزان نسبی به‌دست آمده از مولفه‌های آنها، وزن کلی مولفه‌ها محاسبه شده است. در بین کل ۱۴ مولفه از هر سه بعد، وزن کلی مولفه‌های قیمت محصول (۰/۲۸۴)، استانداردهای زیست‌محیطی (۰/۱۵۴) و کیفیت محصول (۰/۱۴۰) در جایگاه اول تا سوم اهمیت قرار گرفتند. دو مولفه اول و سوم از بعد اقتصادی و مولفه دوم از بعد زیست-محیطی است. همچنین کمترین وزن کلی مربوط به مولفه

1- Zarbakhshnia
2- Kusi-Sarpong
3- Ecer & Pamucar

آموزش کارکنان با مقدار ۰/۰۰۷ از بعد اجتماعی بوده است. تحلیل این وزن‌دهی نشان می‌دهد هنوز در ارزیابی تأمین-کنندکان در مدیریت زنجیره تأمین، مسائل اقتصادی و مالی در درجه اول اهمیت قرار دارد. با شدت گرفتن موضوعات زیست-محیطی و اهمیت آن به دلیل جرایم سنگین تحمیل شده بر صنایع، شرکت‌ها در ارزیابی تأمین‌کنندگان به مشائل زیست-محیطی نیز توجه می‌کنند. همچنین بعد سوم (بعد اجتماعی) هنوز جایگاه خود را در بین معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان پیدا نکرده است. برای اینکه تأمین‌کنندگان مورد نیاز شرکت‌ها و سازمان‌ها در دسترس باشند، اقدامات عملی جهت ارتباط مداوم و مناسب با آن‌ها مورد نیاز است. با توجه به محدودیت-های زمانی و هزینه‌ای و تغییرات سریع در چرخه عمر کالاها و نیازهای متنوع مشتریان، در صورت ارتباط نامطلوب با تأمین-کنندگان، لطمه‌های جبران‌ناپذیری بر شرکت وارد می‌شود و این موضوع اهمیت این مطالعه را پررنگ‌تر می‌کند.

با توجه به نتایج این پژوهش، به مدیران صنعت مورد بررسی و سایر صنایع پیشنهاد می‌شود، برای ارزیابی تأمین‌کنندگان به صورت تک بعدی اقدام نکرده و فقط به مسائل مالی و اقتصادی توجه نکنند. سایر ابعاد ارزیابی تأمین‌کنندگان مثل ابعاد زیست-محیطی و ابعاد اجتماعی از اهمیت بالایی برخوردار است. مدیران صنایع در مدیریت زنجیره تأمین نباید دید کوتاهمدت داشته باشند. ممکن است زنجیره تأمین یک کالا و خدمات، محصول با کیفیتی را در انتهای زنجیره به مشتریان تحویل دهد ولی در طولانی‌مدت، ضربات جبران‌ناپذیری به محیط زیست و ذینفعان خود بگذارد. بنابراین نگاه راهبردی به مسئله انتخاب تأمین‌کننده در صنعت لازم است. از این‌رو انتخاب بهترین تأمین‌کننده از جنبه پایداری در مدیریت زنجیره تأمین از اهمیت بالایی برخوردار است.

در مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود، سایر عوامل نیز در مدیریت زنجیره تأمین پایدار از جمله می‌توان به عوامل مربوط به ریسک در نظر گرفته شود. همچنین می‌توان میزان تاب‌آوری یک زنجیره تأمین را با انتخاب تأمین‌کننده تاب‌آور ارزیابی کرده و با مدیریت زنجیره تأمین پایدار مقایسه و تحلیل کرد. همچنین پیشنهاد می‌گردد از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره جدید همانند روش‌های بهترین-بدترین، تاپسیس، ویکور، کوپراس و ... در وزن‌دهی معیارها و رتبه‌بندی گزینه‌ها استفاده کرده و نتایج آن با این پژوهش مقایسه کرد تا اثربخشی و کارایی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نیز مورد ارزیابی قرار گیرد.

References

1. Gold, S., Seuring, S., Beske, P. 2010, The constructs of sustainable supply chain management–a content analysis based on published case studies. Progress in Industrial Ecology, An International Journal, 7(2), 114-137.
2. Gören, H. G. 2018, A decision framework for sustainable supplier selection and order allocation with lost sales. Journal of Cleaner Production, 183, 1156-1169.
3. Searcy, C., Karapetrovic, S., McCartney, D. 2009, Designing corporate sustainable development indicators: Reflections on a process. Environmental Quality Management, 19(1), 31-42.
4. Mohammed, A., Harris, I., Govindan, K. 2019, A hybrid MCDM-FMOO approach for sustainable supplier selection and order allocation. International Journal of Production Economics, 217, 171-184.
5. Cheraghalipour, A., Farsad, S. 2018, A bi-objective sustainable supplier selection and order allocation considering quantity discounts under disruption risks: A case study in plastic industry. Computers & Industrial Engineering, 118, 237-250.
6. Li, J., Fang, H., Song, W. 2019, Sustainable supplier selection based on SSCM practices: A rough cloud TOPSIS approach. Journal of cleaner production, 222, 606-621.

7. Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K., Garg, C. P. 2017, An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. Journal of cleaner production, 140, 1686-1698.
8. Ghadimi, P., Toosi, F. G., Heavey, C. 2018, A multi-agent systems approach for sustainable supplier selection and order allocation in a partnership supply chain. European Journal of Operational Research, 269(1), 286-301.
9. Yu, C., Shao, Y., Wang, K., Zhang, L. 2019, A group decision making sustainable supplier selection approach using extended TOPSIS under interval-valued Pythagorean fuzzy environment. Expert Systems with Applications, 121, 1-17.
10. Bouchery, Y., Ghaffari, A., Jemai, Z., Dallery, Y. 2012, Including sustainability criteria into inventory models. European Journal of Operational Research, 222(2), 229-240.
11. Abdi, A., Hajiaghaei-Keshteli, M. 2019, Multi-Objective Closed-loop Supply Chain Considering Vehicles and Solving by New Approaches in Metaheuristics. Journal of Modeling in Engineering, 17(59), 67-85. (In Persian)
12. Rezaeenour, J., yazdian, F., Aghelan, M. 2019, Designing of a four-level closed loop Supply Chain Network with an Integration Approach for Economic, Environmental, and Social Responsibility about Employees. Journal of Modeling in Engineering, 17(57), 69-92. (In Persian)
13. Araz, C., Ozkarahan, I. 2007, Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. International journal of production economics, 106(2), 585-606.
14. Das, R., Shaw, K. 2017, Uncertain supply chain network design considering carbon footprint and social factors using two-stage approach. Clean Technologies and Environmental Policy, 19(10), 2491-2519.
15. Araz, C., Ozkarahan, I. 2007, Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. International journal of production economics, 106(2), 585-606.
16. Kharidar, F., Poya, A. 2016, The Taxonomy of supplier selection strategies and their business performance (The case study of ceramic and tile companies). Iranian Journal of Trade Studies, 20(80), 119-147. (In Persian)
17. Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., Zacharia, Z. G. 2001, Defining supply chain management. Journal of Business logistics, 22(2), 1-25.
18. R.M. Monczka, R.B. Handfield, L.C. Giunipero and J.L. Patterson, "Purchasing and supply chain management". 7th Edition, Cengage Learning, 2020.
19. Agheleh, H., Hamidi, N. 2016, Identification and Ranking of Barriers and Obstacles of SMEs Green Supply Chain deployment (Case Study Qazvin State). Iranian Journal of Trade Studies, 20(80), 171-195. (In Persian)
20. Wolf, J. 2011, Sustainable supply chain management integration: a qualitative analysis of the German

manufacturing industry. Journal of Business Ethics, 102(2), 221-235.

21. Haake, H., Seuring, S. 2009, Sustainable procurement of minor items–exploring limits to sustainability. Sustainable development, 17(5), 284-294.
22. Asgharizadeh, E., Ahmadi, S., Behroz, R., Hosseini Ghoghani, A. 2015, Rankings the Suppliers Using SMADM : Martel and Zaras method (Alborz Production Group). Iranian Journal of Trade Studies, 19(74), 115-141. (In Persian)
23. Li, H., Wang, F., Zhang, C., Wang, L., An, X., Dong, G. 2021, Sustainable supplier selection for water environment treatment public-private partnership projects. Journal of Cleaner Production, 324, 129218.
24. Kusi-Sarpong, S., Gupta, H., Khan, S. A., Chiappetta Jabbour, C. J., Rehman, S. T., Kusi-Sarpong, H. 2021, Sustainable supplier selection based on industry 4.0 initiatives within the context of circular economy implementation in supply chain operations. Production Planning & Control, 1-21.
25. Tavakoli Dehaghani, M., Shahverdiyani, S., Mosapur, H. 2018, Sustainable Supply Chain and Environmental and Financial Performance. Iranian Journal of Trade Studies, 22(85), 171-194. (In Persian)
26. Shoabin, S., Sajadifar, S., Aghaee, A., Aghaee, M., Fathi, M. 2020, Providing Sustainable Inventory Management Model with Stochastic Free Distribution Demand in Single-Level Supply Chain. Iranian Journal of Trade Studies, 24(95), 225-256. (In Persian)
27. Komasi, H., Mirzapour Al-e-hashem, S. 2021, Sustainable supply chain network design using lean principles. Iranian Journal Of Supply Chain Management, 22(69), 101-116. (In Persian)
28. Orji, I. J., Ojadi, F. 2021, Investigating the COVID-19 pandemic's impact on sustainable supplier selection in the Nigerian manufacturing sector. Computers & Industrial Engineering, 160, 107588.
29. Ecer, F. 2020, Multi-criteria decision making for green supplier selection using interval type-2 fuzzy AHP: a case study of a home appliance manufacturer. Operational Research, 1-35.
30. Liu, Y., Eckert, C., Yannou-Le Bris, G., Petit, G. 2019, A fuzzy decision tool to evaluate the sustainable performance of suppliers in an agrifood value chain. Computers & Industrial Engineering, 127, 196-212.
31. Matić, B., Jovanović, S., Das, D. K., Zavadskas, E. K., Stević, Ž., Sremac, S., Marinković, M. 2019, A new hybrid MCDM model: Sustainable supplier selection in a construction company. Symmetry, 11(3), 353.
32. Jain, N., Singh, A. R. 2020, Sustainable supplier selection criteria classification for Indian iron and steel industry: a fuzzy modified Kano model approach. International Journal of Sustainable Engineering, 13(1), 17-32.
33. Sen, D. K., Datta, S., Mahapatra, S. S. 2018, Sustainable supplier selection in intuitionistic fuzzy environment: a decision-making perspective. Benchmarking: An International Journal, 25(2), 545-574.
34. Zhou, X., Xu, Z. (2018). An integrated sustainable supplier selection approach based on hybrid information

aggregation. Sustainability, 10(7), 2543.

35. Arabsheybani, A., Paydar, M. M., Safaei, A. S. 2018, An integrated fuzzy MOORA method and FMEA technique for sustainable supplier selection considering quantity discounts and supplier's risk. Journal of cleaner production, 190, 577-591.
36. Zhu, Q., Sarkis, J., Lai, K. H. 2012, Examining the effects of green supply chain management practices and their mediations on performance improvements. International journal of production research, 50(5), 1377-1394.
37. Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., Melnyk, S. A. 2002, Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. European journal of operational research, 141(1), 70-87.
38. Sangbor, M.A., Javidi, F., Golmohammadi, K., Abbasi, R. 2020, A framework for evaluating and selecting a strategic supplier (case study: Yazd Alloy Steel Corporation). Roshd-e-Fanavari, 16(63), 59-66. (In Persian)
39. Kabgani, M., Shahbandarzadeh, H. 2019, Quantitative Analysis Criteria for Selecting Suppliers in The Resilience Supply Chain Using Multi Criteria Decision Making Techniques. Iranian Journal of Trade Studies, 23(90), 115-140. (In Persian)
40. Beheshtinia, M., Nemati-Abozar, V. 2017, A Combination of Fuzzy AHP and TOPSIS Method for the Supplier Selection Problem (Case Study: Advertising Company). Journal of Modeling in Engineering, 15(48), 217-229. (In Persian)
41. Mennatian, M.A., Chaghouyee, Y., Adibi, M.H. 2016, Development of a strategic model for supplier selection using structural equation modeling and fuzzy logic approaches, Strategic Management Research, 22(60), 115-139. (In Persian)
42. Mozaffari, M.M. 2015, Supplier selection with the approach of combining Fuzzy Delphi Analytic Hierarchy Process (FDAHP) and Grey VIKOR methods, Modiriat-e-Farda, 14(43), 55-69. (In Persian)
43. Ramezanian, M.R., Shaverdi, M., Pourjahani, R. 2012, Presenting a supplier selection model using the fuzzy hierarchical analysis process (case study: Pars Neopan Company), Supply Chain Management, 14(35), 1-12. (In Persian)
44. Lotfizadeh, A. 1965, Fuzzy sets. Information and control, 8(3), 338-353.
45. Gupta, P., Mehlawat, M. K. 2013, A new possibilistic programming approach for solving fuzzy multiobjective assignment problem. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 22(1), 16-34.
46. Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. 2010, Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). Journal of business economics and management, 11(2), 243-258.
47. Mavi, R. K., Goh, M., Zarbakhshnia, N. 2017, Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 91(5), 2401-2418.

48. Zarbakhshnia, N., Soleimani, H., Ghaderi, H. 2018, Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. Applied Soft Computing, 65, 307-319.
49. Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2018). A Combined Compromise Solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. Management Decision, 57(9), 2501-2519.
50. Guo, S., Zhao, H. 2017, Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. Knowledge-Based Systems, 121, 23-31.
51. Kusi-Sarpong, S., Gupta, H., Sarkis, J. 2019, A supply chain sustainability innovation framework and evaluation methodology. International Journal of Production Research, 57(7), 1990-2008.
52. Ecer, F., Pamucar, D. 2020, Sustainable supplier selection: A novel integrated fuzzy best worst method (F-BWM) and fuzzy CoCoSo with Bonferroni (CoCoSo'B) multi-criteria model. Journal of Cleaner Production, 266, 121981.