Research Article

Iranian Journal of Wood and Paper Science Research

Vol. 40, No. 1, Page 1-19 (2025) DOI: 10.22092/IJWPR.2025.367868.1788

Identifying and evaluating criteria for selecting sustainable and resilient suppliers (Case study: Wooden furniture and decoration industry)

Shahab Bayatzadeh[1] and Hamidreza talaie[2*]

1-Msc. in Industrial management, Department of industrial management Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'I University, Tehran, Iran

2*-Corresponding Author, Assistant professor, Department of Industrial Management, Faculty of Administrative Sciences and Economics, Arak University, Arak, Iran, Email: h-talaie@araku.ac.ir

Received: November 2024 Revised: December 2024 Accepted: January 2025

Abstract

Background and Objectives: The wood industry, especially in the furniture and decoration sectors, is one of the medium size industries with high entrepreneurial potential that faces numerous challenges in the field of sustainability and resilience due to irresponsible exploitation. The aim of this study is to identify and prioritize criteria for selecting sustainable and resilient suppliers in the Iranian furniture and decoration industry to help reduce environmental impacts, increase productivity, and ensure the continuity of resource supply through improving supply chain performance. This study is designed to fill the scientific gaps in the comprehensive assessment of suppliers in this industry.

Methodology: This research was conducted to identify and prioritize criteria for selecting sustainable and resilient suppliers in the furniture and decoration industry. The research method was both designed analytically and applied with a descriptive-survey approach. First, through a comprehensive review of the research literature, the primary criteria related to supplier selection were identified. These criteria were placed in four main categories: economic, environmental, social, and resilience, and included 17 criteria. In order to verify the identified criteria, the fuzzy Delphi method was used. A questionnaire based on the identified criteria was prepared and distributed among 10 experts in the furniture and decoration industry, including supply chain managers and environmental specialists. The experts were selected based on at least 15 years of work experience and familiarity with the principles of sustainability and resilience. The questionnaires were analyzed in two stages, and the third stage was stopped due to the reduction of the difference in opinions between the responses to less than 0.2. For weighing the criteria, the fuzzy Best-Worst Method (FBWM) was applied. This method calculates the weight of each criterion by selecting the most important and least important criteria and conducting pairwise comparisons. The model was solved using LINGO software, and the final ranking of the criteria was extracted. This method, aiming to reduce subjective errors and manage uncertainties in the data, provides an appropriate approach for prioritization in complex environments like the wood industry.

Results: The results showed that resilience-related and environmental criteria hold higher importance compared to economic and social criteria. This prioritization highlights the crucial role of these two categories in managing the wood supply chain, especially in dealing with

disruptions and ensuring the sustainability of natural resources. The criteria examined included Risk Awareness, Sustainable Resource Use, Supply Chain Flexibility, Recovery Capability, Pollution Control, Cost Efficiency, Delivery Timeliness, Worker Safety, Responsiveness, Quality, Environmental Certifications, Community Impact, Financial Stability, Supplier Relationship, Geographical Location, Technology, and Reputation. Risk Awareness (0.171) and Sustainable Resource Use (0.123) were identified as the most significant factors. Supply Chain Flexibility and Recovery Capability also ranked high. In the economic category, Cost Efficiency and Delivery Timeliness were the most important criteria. Social criteria such as Worker Safety and Community Impact ranked lower, while Supplier Relationship and Reputation received the least importance. These findings emphasize the wood industry's focus on resilience and environmental protection, with economic and social criteria considered as supporting factors in later priorities.

Conclusion: The findings indicate that in an industry like wood, resilience and environmental sustainability play a key role in supplier selection. This research provides a framework that can assist managers in conducting comprehensive supplier evaluations and making optimal decisions to ensure the continuity of the supply chain and reduce environmental impacts. Future research can further explore global and regional conditions to develop more dynamic models for evaluation.

Keywords: Supplier selection, fuzzy Delphi, fuzzy best-worst, wood industry.

شناسایی و ارزیابی معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پایدار و تاب‌آور (مورد مطالعه: صنعت مبلمان و دکوراسیون چوبی)

شهاب بیات‌زاده[۱] و حمیدرضا طلایی[۲*]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اراک، اراک، ایران، پست‌الکترونیک: h-talaie@araku.ac.ir

تاریخ دریافت: آذر ۱۴۰۳ تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۴۰۳ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۴۰۳

چکیده

سابقه و هدف: صنعت چوب، به‌ویژه در بخش‌های مبلمان و دکوراسیون، یکی از صنایع کوچک اما با ظرفیت بالای کارآفرینی است که به دلیل بهره‌برداری غیرمسئولانه، با چالش‌های متعددی در حوزه پایداری و تاب‌آوری مواجه است. هدف این پژوهش، شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور در صنعت مبلمان و دکوراسیون ایران است تا از طریق بهبود عملکرد زنجیره تأمین، به کاهش اثرهای زیست‌محیطی، افزایش بهره‌وری و تضمین تداوم عرضه منابع کمک کند. این مطالعه در راستای پرکردن شکاف‌های علمی موجود در ارزیابی جامع تأمین‌کنندگان این صنعت طراحی شده است.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به‌منظور شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور در صنعت مبلمان و دکوراسیون انجام شده است. روش تحقیق به‌صورت تحلیلی و کاربردی و با رویکرد توصیفی-پیمایشی طراحی شده است. ابتدا با مرور جامع ادبیات پژوهش، معیارهای اولیه مرتبط با انتخاب تأمین‌کنندگان شناسایی شدند. این معیارها در چهار دسته اصلی اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و تاب‌آوری قرار گرفتند و شامل ۱۷ معیار بودند. به‌منظور تأیید معیارهای شناسایی‌شده، از روش دلفی فازی استفاده شد. پرسش‌نامه‌ای براساس معیارهای شناسایی‌شده تهیه و میان ۱۰ نفر از خبرگان صنعت مبلمان و دکوراسیون، شامل مدیران زنجیره تأمین و متخصصان محیط زیست، توزیع گردید. انتخاب خبرگان براساس تجربه کاری حداقل ۱۵ سال و آشنایی با اصول پایداری و تاب‌آوری انجام شد. پرسش‌نامه‌ها در دو مرحله تحلیل شدند و به دلیل کاهش اختلاف نظر میان پاسخ‌ها به کمتر از ۰/۲، مرحله سوم متوقف گردید. برای وزن‌دهی معیارها، از روش بهترین-بدترین فازی استفاده شد. این روش با انتخاب مهمترین و کم‌اهمیت‌ترین معیارها و انجام مقایسه‌های زوجی، وزن هر معیار را محاسبه کرد. مدل به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار LINGO حل شد و نتایج نهایی رتبه‌بندی معیارها استخراج گردید. این روش با هدف کاهش خطاهای ذهنی و مدیریت عدم قطعیت در داده‌ها، رویکردی مناسب برای اولویت‌بندی در محیط‌های پیچیده مانند صنعت چوب ارائه کرد.

نتایج: یافته‌ها نشان دادند که معیارهای مرتبط با تاب‌آوری و زیست‌محیطی در مقایسه با معیارهای اقتصادی و اجتماعی اهمیت بالاتری دارند. این اولویت‌بندی نشان‌دهنده نقش کلیدی این دو دسته معیار در مدیریت زنجیره تأمین چوب، به‌ویژه در مقابله بااختلالات و تضمین پایداری منابع طبیعی است. معیارهای بررسی‌شده شامل آگاهی از خطر، استفاده پایدار از منابع، انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، توانایی بازیابی، کنترل آلودگی، بهره‌وری هزینه، تحویل به‌موقع، ایمنی کارکنان، پاسخ‌گویی، کیفیت، گواهینامه‌های زیست‌محیطی، تأثیر بر جامعه، ثبات مالی، روابط با تأمین‌کننده، موقعیت جغرافیایی، فناوری و شهرت بودند. معیار آگاهی از خطر با وزن ۰/۱۷۱ و معیار استفاده پایدار از منابع با وزن ۰/۱۲۳ به‌عنوان مهمترین عوامل شناسایی شدند. معیارهای انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و توانایی بازیابی نیز در رتبه‌های بالاتر قرار گرفتند. در دسته اقتصادی، بهره‌وری هزینه و تحویل به‌موقع وزن بیشتری داشتند. معیارهای اجتماعی مانند ایمنی کارکنان و تأثیر بر جامعه در رتبه‌های پایین‌تری قرار گرفتند. همچنین معیارهای روابط با تأمین‌کننده و شهرت کمترین اهمیت را داشتند. این نتایج نشان‌دهنده تمرکز صنعت چوب بر تاب‌آوری و حفاظت زیست‌محیطی است، درحالی‌که معیارهای اقتصادی و اجتماعی به‌عنوان عوامل حمایتی در اولویت‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان می‌دهد که در صنعتی مانند مبلمان و دکوراسیون، تاب‌آوری و پایداری زیست‌محیطی نقش کلیدی در انتخاب تأمین‌کنندگان ایفا می‌کنند. این پژوهش چارچوبی ارائه داده که می‌تواند به مدیران در ارزیابی جامع تأمین‌کنندگان کمک کند و به تصمیم‌گیری بهینه در راستای تضمین تداوم زنجیره تأمین و کاهش اثرهای زیست‌محیطی یاری رساند. پژوهش‌های آینده می‌توانند با بررسی شرایط جهانی و منطقه‌ای معیارها، مدل‌های پویاتری برای ارزیابی ارائه دهند.

واژه‌های کلیدی: انتخاب تأمین‌کننده، دلفی فازی، بهترین–بدترین فازی، صنعت چوب

مقدمه

صنعت چوب در ایران یکی از بخش‌های مهم و تأثیرگذار در اقتصاد و محیط‌زیست است. باوجود منابع جنگلی محدود و نیاز بالای صنایع مختلف به چوب، ایران به واردات چوب وابسته است. صنایع مرتبط با چوب شامل تولید مبلمان، ساخت‌وساز، کاغذسازی و صنایع‌دستی می‌باشد. اما بهره‌برداری غیرمجاز از جنگل‌ها و کمبود برنامه‌ریزی برای کاشت و بازسازی منابع جنگلی باعث کاهش ذخایر طبیعی و آسیب به اکوسیستم شده است. این وضعیت نیازمند تغییر به‌سوی استفاده پایدار از منابع و واردات مدیریت‌شده است.

زنجیره تأمین مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، فرایندها و نهادهایی است که از تأمین مواد اولیه تا تحویل محصول نهایی به مصرف‌کننده را شامل می‌شود. این زنجیره شامل مراحل مختلفی مانند استخراج و تأمین منابع، تولید، انبارداری، توزیع و ارائه خدمات پس از فروش است (Hugos, 2024). هدف زنجیره تأمین، اطمینان از انتقال روان مواد و اطلاعات در طول زنجیره و ارائه محصول با کیفیت به مشتری است. زنجیره تأمین می‌تواند به‌صورت محلی، منطقه‌ای یا جهانی باشد و به عواملی مانند کارایی، هزینه‌ها و زمان تحویل وابسته است. این سیستم در صنایع مختلف، نقش کلیدی در دستیابی به رقابت‌پذیری و ارزش‌آفرینی دارد (Sanders, 2024).

مدیریت زنجیره تأمین فرایندی راهبردی است که برای هماهنگی و بهینه‌سازی فعالیت‌های زنجیره تأمین طراحی شده است. این مدیریت شامل برنامه‌ریزی، اجرا و کنترل فرایندهایی مانند تأمین مواد اولیه، تولید، توزیع و مدیریت اطلاعات است تا بهره‌وری افزایش یابد و هزینه‌ها کاهش پیدا کند (Gammelgaard & Nowicka, 2024). مدیریت زنجیره تأمین به هماهنگی بین تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان توجه دارد تا زنجیره به‌صورت کارآمد و انعطاف‌پذیر عمل کند. در دنیای امروز، عواملی مانند فناوری، جهانی‌سازی و پایداری نقش مهمی در موفقیت مدیریت زنجیره تأمین ایفا می‌کنند (Oriekhoe *et al.*, 2024).

زنجیره تأمین پایدار سیستمی است که در آن تمام مراحل تولید، توزیع و ارائه خدمات به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند که نیازهای اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی را به‌طور همزمان تأمین کنند. این مفهوم بر استفاده بهینه از منابع طبیعی، کاهش تولید ضایعات، بهبود بهره‌وری انرژی و انتخاب تأمین‌کنندگان مسئولیت‌پذیر تأکید دارد (Hmouda *et al.*, 2024). در این نوع زنجیره تأمین، شرکت‌ها تلاش می‌کنند اثرهای منفی زیست‌محیطی را کاهش دهند و حقوق کارگران و جوامع محلی را رعایت کنند. استفاده از فناوری‌های نوآورانه مانند انرژی‌های تجدیدپذیر و به‌کارگیری روش‌های اقتصادی گردشی (Circular Economy) از عناصر کلیدی در این مدل است. هدف نهایی زنجیره تأمین پایدار، ایجاد تعادل بین سودآوری و حفاظت از منابع برای نسل‌های آینده است (Ahmed *et al.*, 2024).

زنجیره تأمین تاب‌آور سیستمی است که توانایی انطباق با تغییرات و مقابله با اختلالات غیرمنتظره را دارد و درعین‌حال تداوم عملکرد خود را حفظ می‌کند. این مفهوم بر شناسایی و کاهش خطرهای احتمالی، تنوع‌بخشی به منابع تأمین و ایجاد انعطاف‌پذیری در فرایندهای تولید و توزیع تأکید دارد. زنجیره تاب‌آور نه‌تنها بر واکنش سریع به بحران‌هایی مانند بلایای طبیعی، نوسانهای بازار یا مشکلات لجستیکی تمرکز می‌کند،

بلکه برای جلوگیری از وقوع مشکلات نیز راهکارهایی ارائه می‌دهد (Adeleye *et al.*, 2024). ابزارهایی مانند فناوری‌های دیجیتال، تحلیل داده‌ها و ارتباطات شفاف میان تمام اعضای زنجیره برای شناسایی سریع مشکلات و اجرای راه‌حل‌های مناسب حیاتی هستند. شرکت‌ها همچنین از ذخایر راهبردی، ایجاد زیرساخت‌های جایگزین و مشارکت‌های پایدار بهره می‌برند تا انعطاف‌پذیری بیشتری به دست آورند. هدف نهایی این زنجیره، به حداقل رساندن تأثیر بحران‌ها، تضمین تحویل به موقع کالا و خدمات و بازیابی سریع عملکرد در شرایط پس از اختلال است (Atadoga *et al.*, 2024).

پایداری و تاب‌آوری، هرچند مفاهیمی متفاوت، اما به‌طور عمیق مکمل یکدیگرند و در کنار هم می‌توانند زنجیره تأمین را به سیستمی کارآمد، مقاوم و آینده‌نگر تبدیل کنند. پایداری به استفاده بهینه و مسئولانه از منابع برای کاهش اثرهای منفی زیست‌محیطی و اجتماعی تأکید دارد، درحالی‌که تاب‌آوری بر حفظ عملکرد و انطباق در شرایط بحرانی متمرکز است. بدون در نظر گرفتن تاب‌آوری، یک زنجیره تأمین پایدار ممکن است در برابر اختلالات شکننده باشد و نتواند تعهدات خود را در بحران‌ها حفظ کند. از سوی دیگر، تاب‌آوری بدون توجه به اصول پایداری ممکن است به استفاده ناپایدار از منابع و تخریب محیط‌زیست منجر شود (Holgado *et al.*, 2024). ترکیب این دو رویکرد کمک می‌کند زنجیره تأمین در برابر چالش‌های کوتاه‌مدت مقاوم و درعین‌حال برای نسل‌های آینده مسئولیت‌پذیر باشد. با در نظر گرفتن هر دو، سازمان‌ها در صنعت چوب می‌توانند نه‌تنها از بروز بحران‌های محیط‌زیستی و اجتماعی جلوگیری کنند، بلکه در مواجهه با بحران‌های اقتصادی یا بلایای طبیعی نیز انعطاف‌پذیر باقی بمانند. این هماهنگی یک مزیت رقابتی کلیدی و تضمین‌کننده پایداری بلندمدت کسب‌وکارهاست.

در صنعت چوب ایران، به‌ویژه در بخش مبلمان و دکوراسیون، انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور و پایدار به دلایل متعددی اهمیت دارد. این صنعت به‌شدت وابسته به منابع طبیعی است و تأمین پایدار مواد اولیه، مانند چوب باکیفیت، برای تولید مداوم و حفظ استانداردهای کیفی ضروریست. تأمین‌کنندگان پایدار می‌توانند با مدیریت مسئولانه منابع و کاهش ضایعات، در حفظ منابع جنگلی و کاهش اثرهای زیست‌محیطی نقش کلیدی ایفا کنند. همچنین، تاب‌آوری تأمین‌کنندگان در مواجهه با اختلالات زنجیره تأمین، مانند افزایش تقاضا یا شرایط بحرانی، اهمیت ویژه‌ای دارد. تأمین‌کنندگان تاب‌آور قادرند با انعطاف‌پذیری و بازیابی سریع، تداوم تولید را تضمین کنند و از بروز مشکلاتی مانند تأخیر در تحویل یا کاهش کیفیت جلوگیری نمایند. این ویژگی به‌ویژه در صنعت مبلمان و دکوراسیون که وابسته به زمان‌بندی دقیق برای پروژه‌ها و تقاضای متغیر مشتریان است، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. انتخاب تأمین‌کنندگان با این ویژگی‌ها می‌تواند به افزایش کارایی، بهبود رقابت‌پذیری و ارتقای کیفیت محصولات در این صنعت منجر شود. با وجود اهمیت و نقش اساسی بهبود عملکرد زنجیره تأمین در صنعت چوب، تاکنون هیچ تحقیق جامعی به بررسی مسائل مربوط به زنجیره تأمین این صنعت با تأکید بر ابعاد پایداری و تاب‌آوری در این صنعت نپرداخته است. به‌ویژه، شکاف علمی در شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور در صنعت مبلمان و دکوراسیون کاملاً محسوس است. این شکاف تحقیقاتی اصلی است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است.

برای این پژوهش، سؤال‌های تحقیق به شرح زیر تدوین شده است.

۱- معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پایدار و تاب‌آور در صنعت مبلمان و دکوراسیون کدام‌اند؟

۲- اهمیت معیارهای تأیید شده به چه ترتیب است؟

انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور یکی از موضوعات کلیدی در مدیریت زنجیره تأمین است که در پژوهش‌های مختلفی بررسی شده است. Navarro و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود، مدل ریاضی مبتنی بر روش تحلیل سلسله مراتبی را برای ارزیابی تأمین‌کنندگان در صنعت الیاف چوب ارائه کردند. این مدل براساس مرور ادبیات و نظرات خبرگان طراحی شده و معیارهایی مانند هزینه، تحویل، روابط، قابلیت اطمینان و شهرت به‌عنوان مهمترین عوامل شناسایی شدند. ابزار پیشنهادی ازطریق

مصاحبه در صنعت اعتبارسنجی شد و نشان داد که انتخاب تأمین‌کنندگان می‌تواند عملکرد زنجیره تأمین را بهبود بخشد، اگرچه محدودیت‌هایی مانند ارزیابی ذهنی و کمبود داده‌های پیشین در این مدل وجود داشت. Kannan و همکاران (۲۰۲۰) فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان در زنجیره تأمین حلقه بسته را بررسی کرده و معیارهای ارزیابی را به سه دسته اقتصادی، اجتماعی و چرخه‌ای تقسیم کردند. آنان نشان دادند که هزینه، سیستم‌های ایمنی و بهداشت شغلی و استفاده از مواد اولیه قابل بازیافت از مهمترین زیرمعیارهای این فرایند هستند.

در ادامه، برخی پژوهش‌ها از رویکردهای ترکیبی استفاده کرده‌اند. Alipour و همکاران (۲۰۲۱) با ارائه مدلی ترکیبی از روش‌های آنتروپی، SWARA و COPRAS، فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان را تحلیل کردند. آنان وزن معیارها را با ترکیب داده‌های عینی و ذهنی محاسبه کرده و نشان دادند که هزینه‌های لجستیک، کیفیت، رابطه با تأمین‌کننده و تجربه از مهمترین معیارها هستند. Leong و همکاران (۲۰۲۲) به ارزیابی تأمین‌کنندگان تاب‌آور با مدل GRA-BWM-TOPSIS پرداختند و هفت معیار شامل کیفیت، زمان تحویل، هزینه، انعطاف‌پذیری، شفافیت، پاسخ‌گویی و پایداری مالی را شناسایی کردند. نتایج آنان نشان داد که هزینه مهمترین معیار است، درحالی‌که معیار کیفیت اهمیت کمتری داشت.

Afrasiabi و همکاران (۲۰۲۲) یک مدل ترکیبی برای انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور در محیط فازی ارائه کردند. در این پژوهش، ۱۶ معیار در چهار دسته اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و تاب‌آوری تعریف و وزن‌دهی شدند. معیارهایی مانند کنترل آلودگی، سیستم مدیریت زیست‌محیطی و آگاهی از خطر به‌عنوان مؤثرترین معیارها شناسایی شدند و روش‌های GRA و TOPSIS برای ارزیابی تأمین‌کنندگان استفاده شد. Rahmawati و Salimi (۲۰۲۲) نیز با ارائه چارچوبی برای انتخاب تأمین‌کنندگان قهوه پایدار و تاب‌آور، از روش بهترین–بدترین برای تعیین اهمیت معیارها استفاده کردند. آنان نشان دادند که معیارهای اقتصادی در پایداری و معیارهای کاهش خطر در تاب‌آوری بیشترین اهمیت را دارند، اما به رابطه میان این دو بعد نپرداختند. همچنین تأثیر تأمین‌کنندگان منتخب بر فرایند خرید و عملکرد زنجیره تأمین بررسی نشد. علاوه بر این، Ghamari و همکاران (۲۰۲۲) چارچوبی نوین برای انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه کرده و ۱۴ عامل کلیدی مانند شهرت، موقعیت تأمین‌کننده، کنترل آلودگی و انعطاف‌پذیری در خدمات را شناسایی کردند. آنان با استفاده از تحلیل MICMAC و روش بهترین–بدترین نشان دادند که عواملی با تأثیرگذاری بالا و وابستگی کم، اهمیت بیشتری در انتخاب تأمین‌کنندگان دارند.

پژوهش‌های اخیر نیز بر ابزارهای پیشرفته‌تر برای مدیریت عدم قطعیت تأکید دارند. Zhao و همکاران (۲۰۲۳) یک رویکرد دو مرحله‌ای برای انتخاب تأمین‌کنندگان تاب‌آور و پایدار ارائه کردند. آنان از نظریه مجموعه‌های راف و روش VIKOR برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان استفاده کردند و در ادامه، یک مدل بهینه‌سازی چندهدفه با الگوریتم ژنتیک توسعه دادند. همچنین، Majumdar و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از روش فازی شهودی ذوزنقه‌ای، تأمین‌کنندگان را در شرایط عدم قطعیت ارزیابی کرده و تأکید کردند که این مدل در صنایعی با داده‌های ناقص بسیار کارآمد است. درنهایت، Agarwal و Nishad (۲۰۲۴) با استفاده از مدل ارزیابی فازی مبتنی بر فاصله از میانگین، چهار دسته معیار اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و تاب‌آوری را شناسایی و تأمین‌کنندگان را رتبه‌بندی کردند. این پژوهش نشان داد که ترکیب معیارهای پایداری و تاب‌آوری می‌تواند به بهبود عملکرد زنجیره تأمین و مدیریت بهتر عدم قطعیت‌ها کمک کند.

تحلیل پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر مطالعات زیادی بر ترکیب معیارهای پایداری و تاب‌آوری در انتخاب تأمین‌کنندگان متمرکز شده‌اند، اما عمدتاً در صنایع دیگری مانند فولاد، قهوه و پوشاک بوده است. شکاف اصلی در این حوزه، نبود پژوهش‌هایی است که این ترکیب را در صنعت چوب بررسی کند، صنعتی که به دلیل وابستگی به منابع طبیعی و آسیب‌پذیری در برابر اختلالات زنجیره تأمین، نیاز ویژه‌ای به این رویکرد دارد.

معیارهای شناسایی شده از پیشینه پژوهش به همراه تعریف مرتبط با صنعت چوب در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱– معیارهای شناسایی شده از طریق مرور ادبیات به‌منظور ارزیابی تأمین‌کنندگان تاب‌آور و پایدار

Table 1- Criteria identified through literature review to assess resilient and sustainable suppliers

Category	Criterion	Definition	Source
Economic	Cost Efficiency	Refers to the supplier's ability to provide competitively priced wood products while maintaining quality, critical due to tight profit margins in the wood sector.	(Navarro *et al.*, 2020), (Kannan *et al.*, 2020), (Alipour *et al.*, 2021), (Leong *et al.*, 2022), (Zhao *et al.*,2023), (Majumdar *et al.*,2023), (Agarwal & Nishad, 2024)
	Delivery Timeliness	Evaluates the supplier's reliability in delivering wood materials on schedule, crucial for avoiding delays in construction and furniture manufacturing projects.	(Navarro *et al.*, 2020), (Kannan *et al.*, 2020), (Alipour *et al.*, 2021), (Afrasiabi *et al.*, 2022), (Ghamari *et al.*, 2022), (Rahmawati & Salimi, 2022)
	Financial Stability	Indicates the supplier's ability to manage long-term commitments in volatile wood markets, including price fluctuations of timber and global trade dynamics.	(Navarro *et al.*, 2020), (Leong *et al.*, 2022)
	Geographical Location	Evaluates the supplier's proximity to the buyer, which affects transportation costs, delivery speed, and responsiveness to urgent needs in the wood supply chain.	(Navarro *et al.*, 2020), (Alipour *et al.*, 2021), (Zhao *et al.*, 2023)
	Quality	Examines the durability, finishing, and grading of the wood provided by the supplier, ensuring it meets industry standards and end-user requirements.	(Navarro *et al*., 2020), (Kannan *et al.*, 2020), (Leong *et al.*, 2022), (Afrasiabi *et al*., 2022), (Ghamari *et al.*, 2022), (Rahmawati & Salimi, 2022), (Zhao *et al.*, 2023), (Majumdar *et al.*, 2023), (Agarwal & Nishad, 2024)
	Technology	Assesses the supplier's use of advanced machinery and digital tools for efficient wood processing, ensuring precision and waste reduction in production.	(Navarro *et al*., 2020), (Kannan *et al*., 2020), (Afrasiabi *et al*., 2022), (Ghamari *et al*., 2022), (Rahmawati & Salimi, 2022), (Zhao *et al*., 2023)
Environmental	Sustainable Resource Use	Assesses the supplier's adherence to sustainable forestry practices, such as selective logging and replanting, to prevent overexploitation of natural forests.	(Kannan *et al.*, 2020), (Afrasiabi *et al*., 2022), (Ghamari *et al*., 2022), (Zhao *et al*., 2023)
	Pollution Control	Measures efforts to limit emissions and waste during wood processing, such as sawdust management and energy-efficient machinery.	(Kannan *et al*., 2020), (Afrasiabi *et al*., 2022), (Ghamari et al., 2022)
	Environmental Certifications	Verifies if the supplier holds certifications like FSC (Forest Stewardship Council) or PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification), ensuring sustainable forestry.	(Kannan *et al*., 2020), (Zhao *et al.*, 2023)
Social	Worker Safety	Evaluates the safety protocols in place for workers involved in high-risk tasks such as logging, sawmilling, and heavy machinery operation in the wood industry.	(Kannan et al., 2020), (Afrasiabi *et al*., 2022), (Afrasiabi *et al*., 2022)
	Community Impact	Assesses the supplier's role in supporting local communities, such as creating jobs in rural areas where logging and wood processing are predominant.	(Kannan *et al*., 2020), (Afrasiabi *et al*., 2022), (Ghamari *et al*., 2022), (Rahmawati & Salimi, 2022), (Zhao *et al*., 2023), (Agarwal & Nishad, 2024)
	Supplier Relationship	Examines the supplier's ability to maintain strong partnerships with manufacturers and buyers in the wood supply chain, ensuring transparency and trust.	(Navarro *et al*., 2020), (Alipour *et al*., 2021), (Rahmawati & Salimi, 2022)
	Reputation	Evaluates the supplier's credibility and market standing, especially in maintaining ethical forestry practices and long-term commitments in the wood industry.	(Kannan *et al*., 2020), (Afrasiabi *et al*., 2022), (Ghamari *et al*., 2022), (Rahmawati & Salimi, 2022)

Category	Criterion	Definition	Source
Resilience	Risk Awareness	Measures the supplier's ability to anticipate and mitigate risks specific to the wood industry, such as forest fires, pest outbreaks, and supply shortages.	(Afrasiabi *et al.*, 2022), (Rahmawati & Salimi, 2022)
	Supply Chain Flexibility	Assesses the supplier's capacity to adapt to changes in demand for different types of wood, such as hardwood or softwood, or adjust to sudden market conditions.	(Kannan *et al.*, 2020), (Leong *et al.*, 2022)
	Recovery Capability	Refers to the supplier's ability to recover operations after disruptions like natural disasters, ensuring continuity in wood supply chains.	(Afrasiabi *et al.*, 2022), (Majumdar *et al.*, 2023)
	Responsiveness	Measures the supplier's ability to handle urgent orders, adjust to buyer needs, and respond swiftly to supply chain disruptions in the wood industry.	(Leong *et al.*, 2022), (Zhao *et al.*, 2023), (Agarwal & Nishad, 2024)

روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، یک تحقیق تحلیلی با نتایج کاربردی است و از لحاظ شیوه گردآوری اطلاعات، در دسته مطالعات توصیفی-پیمایشی قرار می‌گیرد. هدف پژوهش شناسایی و توصیف معیارهای ارزیابی تأمین‌کننده با تمرکز بر پایداری و تاب‌آوری در صنعت چوب است. این تحقیق از روش مطالعه میدانی بهره می‌برد و پرسش‌نامه‌ای را میان خبرگان صنعت چوب برای تأیید معیارهای شناسایی‌شده از ادبیات موضوع و رتبه‌بندی آنها توزیع کرده است.

در گام نخست، پژوهش با مطالعه و تحلیل تحقیقات پیشین در حوزه انتخاب تأمین‌کننده در صنعت چوب و به‌ویژه در صنعت مبلمان و دکوراسیون آغاز می‌شود. معیارهای مرتبط شناسایی شده و بعد از طریق روش دلفی فازی، این معیارها توسط خبرگان تأیید می‌گردند. برای تعیین وزن معیارها، از روش بهترین-بدترین فازی استفاده شده و مدل حاصل حل شده است. پس‌ازآن، رتبه‌بندی معیارها استخراج شده و مهمترین آنها شناسایی می‌شود. در پایان، نتیجه‌گیری پژوهش به همراه پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده ارائه می‌گردد.

جدول ۲- مشخصات خبرگان

Table 2- Expert Profiles

Position/Role	Industry Sector	Education	Experience (Years)	Gender
Production Manager	Furniture and Decoration	Master's Degree	20	Male
University Professor	Supply Chain Management & Environment	PhD	25	Male
Industry Owner	Wood-Based Panels	Master's Degree	18	Male
Supply Chain Consultant	Furniture and Decoration	Master's Degree	15	Female
CEO of Manufacturing Company	Flooring and Wooden Wall Panels	Master's Degree	22	Male
University Professor	Wood Industries	PhD	30	Male
Procurement Manager	Raw and Processed Wood	Master's Degree	16	Male
R&D Manager	Wooden Construction Products	PhD	19	Male
Quality Manager	Furniture and Decoration	Master's Degree	17	Male
Industry Owner	Decorative and Artistic Wooden Products	Master's Degree	25	Male

در این مطالعه، نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و قضاوتی انجام شده است. ۱۰ نفر از خبرگان صنعت چوب که با مفاهیم نوین مدیریتی آشنایی داشته‌اند، انتخاب شده‌اند. تعداد ۱۰ نفر برای مطالعاتی با موضوعات تخصصی و چندمعیاره کافی است (Danacı & Yıldırım, 2023). معیارهای انتخاب شامل حداقل ۱۵ سال سابقه کاری و مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد بوده است. از میان این خبرگان، ۹ نفر مرد و ۱ نفر زن بودند و ۳۰ درصد از آنان مدرک دکتری داشتند.

دلفی فازی

روش دلفی برای ایجاد اجماع میان متخصصان درباره یک موضوع خاص طراحی شده است. این روش با استفاده از چندین دور پرسش‌نامه ناشناس، نظرات گروهی از کارشناسان را جمع‌آوری می‌کند. کارشناسان منتخب معمولاً دانش و تجربه قابل توجهی در حوزه مورد بررسی دارند. فرایند دلفی به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی شده که شرکت‌کنندگان بتوانند به‌طور مستقل و بدون تأثیرپذیری از دیگران، دیدگاه‌های خود را بیان کنند. همچنین، بازخوردهای ارائه‌شده در هر دور پرسش‌نامه در دورهای بعدی لحاظ می‌شود تا در نهایت به اجماع دست یابند. با این حال، روش دلفی سنتی با چالش‌هایی همراه است که می‌تواند بر کارایی و دقت نتایج اثر بگذارد. ازجمله این چالش‌ها، می‌توان به ابهام در تفسیر پاسخ‌ها و نتایج اشاره کرد. افزون بر این، ماهیت چندمرحله‌ای و زمان‌بر این روش ممکن است باعث خستگی شرکت‌کنندگان و کاهش مشارکت مؤثر آنان شود. گاهی نیز طولانی شدن اجرای این فرایند، با توجه به تغییر شرایط محیطی و متغیرهای مرتبط، می‌تواند دقت و کاربردپذیری نتایج را کاهش دهد (Moradpour *et al.*, 2024).

دلفی فازی با ادغام نظریه فازی و روش دلفی، به عنوان یک ابزار پیشرفته برای تصمیم‌گیری گروهی طراحی شده است. این روش با تکیه بر عواملی مانند ناشناس بودن شرکت‌کنندگان، ایجاد اجماع در نظرات، ارائه بازخوردهای کنترلی و ترکیب پاسخ‌ها براساس اولویت‌های زبانی، دقت و کارایی فرایند را بهبود می‌بخشد. دلفی فازی به‌ویژه در شرایطی که با ابهام و عدم قطعیت مواجه هستیم، نقش مؤثری ایفا می‌کند و می‌تواند در حوزه‌های پیچیده‌ای مانند تحلیل خطر، ارزیابی فناوری‌های جدید و تصمیم‌گیری‌های راهبردی استفاده شود. این قابلیت‌ها، دلفی فازی را به ابزاری کارآمد برای کاهش ابهام و تقویت فرایند تصمیم‌گیری گروهی تبدیل کرده است (Kamarudin *et al.*, 2024).

مراحل اجرای روش دلفی فازی به شرح زیر تنظیم می‌شود (Rejeb *et al.*, 2022).

گام اول: مطالعه ادبیات مرتبط: بررسی منابع و پژوهش‌های پیشین درباره مفاهیم پایداری و تاب‌آوری به‌منظور شناسایی و جمع‌آوری معیارهای مناسب برای این ابعاد در صنعت چوب.

گام دوم: ارزیابی معیارها: معیارهای شناسایی‌شده در گام نخست، با هدف بررسی ارتباط آنها با صنعت چوب و تأثیرشان بر بهبود پایداری و تاب‌آوری، از طریق پرسش‌نامه دلفی فازی ارزیابی می‌شوند. در این پژوهش، برای بیان اهمیت هر معیار از عبارات زبانی که در جدول ۳ مشخص شده‌اند استفاده شده است. به‌علاوه، برای تسهیل درک و کاربرد، از اعداد مثلثی فازی استفاده گردیده است که در مطالعات مشابه نیز معمول هستند. یک عدد فازی به‌صورت $F=(l,m,u)$ تعریف می‌شود، که در آن l حداقل مقدار ممکن، u حداکثر مقدار ممکن و m محتمل‌ترین مقدار عدد فازی است.

جدول ۳- اعداد فازی مثلثی طیف لیکرت ۵ درجه‌ای

Table 3- Triangular fuzzy numbers of the 5-degree Likert scale

Linguistic Term	Fuzzy Number
Very Low	(0, 0, 0.25)
Low	(0, 0.25, 0.5)
Medium	(0.25, 0.5, 0.75)
High	(0.5, 0.75, 1)
Very High	(0.75, 1, 1)

گام سوم: تعیین معیارهای نهایی ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور در صنعت چوب: در این گام، وزن هر معیار با مقدار آستانه تعیین‌شده مقایسه می‌شود و معیارهایی که وزن آنها از مقدار آستانه بیشتر باشد، تأیید می‌گردند. این فرایند اطمینان می‌دهد که معیارهای مؤثر بر پایداری و تاب‌آوری در فرایند تصمیم‌گیری لحاظ شوند. وزن هر معیار با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه شده و معیارهایی که تأیید می‌شوند، به‌عنوان اولویت‌های اصلی برای ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور در مراحل بعدی در نظر گرفته خواهند شد.

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \; for \; i = 1 \dots n; j = 1 \dots m \qquad ۱$$

$$\tilde{\tau}_j = (l_j, m_j, u_j) = \left(min\{l_{ij}\}, \left(\prod_{i=1}^{n} m_{ij} \right)^{\frac{1}{n}}, max\{u_{ij}\} \right) \qquad ۲$$

در این روابط، i نمایانگر هریک از خبرگان و n تعداد کل خبرگان، j نشان‌دهنده یک معیار خاص و m تعداد کل معیارهاست. همچنین، αارزش فازی اختصاص داده‌شده به هر معیار توسط خبره و τمیانگین ارزش فازی هر معیار است. به‌منظور دی‌فازی‌سازی میانگین فازی معیارها، از روش مرکز ثقل استفاده می‌شود که در رابطه ۳ ارائه شده است. این روش کمک می‌کند تا ارزش فازی هر معیار به یک مقدار دقیق تبدیل شود و امکان تحلیل و مقایسه بهتر معیارها فراهم گردد.

$$crisp\ value = \frac{l + m + u}{3} \qquad ۳$$

اگر مقدار دی‌فازی‌شده یک معیار از مقدار آستانه تعیین‌شده فراتر رود، آن معیار پذیرفته خواهد شد؛ در غیر این صورت، کنار گذاشته می‌شود. مقدار آستانه می‌تواند با روش‌های مختلف تعیین شود و با توجه به نظر پژوهشگر و خبرگان متغیر است. در این پژوهش، مقدار آستانه معادل ۰/۷ در نظر گرفته شده است.

بهترین-بدترین فازی

روش بهترین-بدترین (Best-Worst Method) تکنیکی نوین در تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است که با کاهش تعداد مقایسه‌ها و افزایش دقت در تعیین وزن معیارها، کارایی قابل‌توجهی دارد. در این روش، تصمیم‌گیرنده ابتدا بهترین و بدترین معیارها را از میان معیارهای مورد بررسی شناسایی می‌کند. سپس، سایر معیارها به‌صورت زوجی در مقایسه با بهترین و بدترین معیارها ارزیابی می‌شوند. این ارزیابی‌ها اغلب به‌صورت مقیاسی انجام می‌شود که نشان‌دهنده اهمیت نسبی هر معیار نسبت به بهترین و بدترین معیار است. برای محاسبه وزن نهایی معیارها، یک مدل ریاضی مبتنی بر فرمول‌بندی حداکثر-حداقل (Max-Min) طراحی و حل می‌شود. این مدل به‌گونه‌ای طراحی شده است که سازگاری میان مقایسه‌های انجام شده را تضمین کرده و وزن‌هایی ارائه

دهد که تا حد امکان با داده‌های مقایسه‌ای سازگار باشند (Rezaei, 2015). از ویژگی‌های بارز روش بهترین–بدترین می‌توان به‌سادگی فرایند، کاهش عدم قطعیت در مقایسه‌ها و توانایی ارائه نتایج دقیق حتی با تعداد معیارهای زیاد اشاره کرد. این روش در مسائل پیچیده‌ای مانند انتخاب تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور یا ارزیابی گزینه‌های راهبردی در محیط‌های پویا و متغیر به‌طور گسترده کاربرد دارد.

Guo و Zhao (۲۰۱۷) روش بهترین–بدترین فازی را به‌عنوان ابزاری نوین برای مقابله با چالش‌های ناشی از عدم قطعیت‌ها در فرایندهای تصمیم‌گیری چندمعیاره معرفی کردند. این روش با استفاده از مدل فازی به‌طور مؤثری دقت و انعطاف‌پذیری فرایند تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد و پیچیدگی‌های محاسباتی را کاهش می‌دهد. با اعمال این روش، تصمیم‌گیرندگان قادر خواهند بود تا قضاوت‌های خود را در محیط‌های پیچیده و دارای ابهام، به‌طور طبیعی‌تر و دقیق‌تری اعمال کنند. این رویکرد به‌ویژه در مسائلی که با داده‌های غیرقطعی یا مبهم مواجه هستند، کارایی بالایی از خود نشان می‌دهد و موجب بهبود کارآیی و دقت نتایج تصمیم‌گیری می‌شود.

گام‌های روش بهترین–بدترین فازی به شرح زیر است (Guo & Zhao, 2017).

گام ۱– شناسایی معیارهای ارزیابی: در این مرحله، معیارهایی که برای ارزیابی گزینه‌های مختلف ضروری هستند، شناسایی می‌شوند. هریک از این معیارها نمایانگر جنبه‌ای خاص از عملکرد یا ویژگی‌های گزینه‌های بررسی‌شده است و قادر است تأثیر یا سطح موفقیت هر گزینه را منعکس کند.

گام ۲– شناسایی معیارهای مهم و کم‌اهمیت: در این مرحله، تصمیم‌گیرندگان باید مهمترین و کم‌اهمیت‌ترین معیارها را از بین معیارهای شناسایی‌شده انتخاب کنند. معیار مهمترین با c_B و کم‌اهمیت‌ترین معیار با c_W مشخص می‌شود.

گام ۳– انجام مقایسه مرجع فازی برای بهترین معیار: در روش بهترین–بدترین فازی، مقایسه مرجع فازی اهمیت زیادی دارد. این مقایسه شامل دو بخش است: مقایسه زوجی a_{ij} زمانی که i بهترین معیار c_B است و مقایسه زوجی a_{ij} زمانی که j بدترین معیار c_W است. در این گام، بخش اول از مقایسه مرجع فازی انجام می‌شود. با استفاده از اصطلاحات زبانی که در جدول ۴ آمده است، ترجیحات فازی برای بهترین معیار نسبت به سایر معیارها مشخص می‌شود و این ترجیحات سپس به اعداد فازی سه‌گانه تبدیل می‌شوند. درنهایت، رابطه ۴ بردار فازی ترجیحات بهترین معیار را نسبت به سایر معیارها نشان می‌دهد.

$$\tilde{A}_B = (\tilde{a}_{B1}, \tilde{a}_{B2}, \cdots, \tilde{a}_{Bn}) \qquad ۴$$

که در رابطه ۴، $\tilde{A}_B$ نمایانگر مقایسه فازی بهترین معیار نسبت به معیار c_j c_B است. واضح است که مقدار $\tilde{a}_{BB} = (1,1,1)$ در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۴– متغیرهای زبانی و شاخص سازگاری برای روش بهترین–بدترین فازی

Table 4- Linguistic variables and consistency index for fuzzy best-worst method

Linguistic terms	Equally importance (EI)	Weakly important (WI)	Fairly Important (FI)	Very important (VI)	Absolutely important (AI)
a_{BW}	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(5/2, 3, 7/2)	(7/2, 4, 9/2)
CI	3.00	3.80	5.29	6.69	8.04

گام ۴– اجرای مقایسه مرجع فازی برای معیار بدترین: در این مرحله، مشابه گام قبلی، مقایسه مرجع فازی برای بدترین معیار انجام می‌شود. در این مقایسه، ترجیحات فازی برای بدترین معیار نسبت به سایر معیارها تعیین می‌شود. این مقایسه

به‌طور خاص نشان می‌دهد که چگونه سایر معیارها در مقایسه با کم‌اهمیت‌ترین معیار (بدترین معیار) ارزیابی می‌شوند. با استفاده از اصطلاحات زبانی تعریف‌شده، این ترجیحات به اعداد فازی سه‌گانه تبدیل می‌شوند و درنهایت، رابطه ۵ بردار فازی ترجیحات سایر معیارها نسبت به بدترین معیار را نمایش می‌دهد.

$$\tilde{A}_W = (\tilde{a}_{1W}, \tilde{a}_{2W}, \cdots, \tilde{a}_{nW}) \qquad ۵$$

که در رابطه ۵، $\tilde{A}_W$ نمایانگر مقایسه فازی معیار c_j نسبت به بدترین معیار c_W است. واضح است که مقدار $\tilde{a}_{WW} = (1,1,1)$ در نظر گرفته می‌شود.

گام ۵- تعیین وزن‌های بهینه فازی $(\tilde{w}_1^*, \tilde{w}_2^*, \cdots, \tilde{w}_n^*)$.

با حل مدل ۶ وزن‌های معیار به دست می‌آید.

$$\min \tilde{\xi}^* \quad s.t \begin{cases} \left| \frac{(l_B^w, m_B^w, u_B^w)}{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)} - (l_{Bj}, m_{Bj}, u_{Bj}) \right| \le (k^*, k^*, k^*) \\ \left| \frac{(l_j^w, m_j^w, u_j^w)}{(l_W^w, m_W^w, u_W^w)} - (l_{jW}, m_{jW}, u_{jW}) \right| \le (k^*, k^*, k^*) \\ \sum_{j=1}^{n} R(\tilde{w}_j) = 1 \\ l_j^w \le m_j^w \le u_j^w \\ l_j^w \ge 0 \\ j = 1,2,\cdots,n \end{cases} \qquad ۶$$

در مدل شماره ۶، $\tilde{\xi}^* = (k^*, k^*, k^*), k^*$ نشان‌دهنده مقادیر فازی بهینه است که از طریق حل مدل به دست می‌آید و $R(\tilde{w}_j)$ مقادیر فازی دی‌فازی‌شده $\tilde{w}_j$ هستند که از رابطه ۷ به دست می‌آید.

$$R(\tilde{w}_j) = \frac{l_j + 4m_j + u_j}{6} \qquad ۷$$

در اینجا، میزان سازگاری در روش بهترین-بدترین فازی با استفاده از رابطه ۸ محاسبه می‌شود.

$$CR = \frac{k^*}{CI} \qquad ۸$$

در این رابطه، k از حل مدل‌های مربوطه به دست می‌آید و CI (شاخص سازگاری) از جدول ۴ استخراج می‌شود. هرچه مقدار میزان سازگاری نزدیک‌تر به صفر باشد، مدل از سازگاری بیشتری برخوردار است (Rezaei, 2016). اگرچه هیچ معیار ثابت و خاصی برای میزان سازگاری تعیین نشده است. در این پژوهش، مقادیر کمتر از ۰/۱ به‌عنوان مقادیر قابل قبول در نظر گرفته می‌شوند.

نتایج

پس از شناسایی معیارهای ارزیابی تأمین‌کنندگان در صنعت مبلمان و دکوراسیون با استناد به مطالعات قبلی (جدول ۱)، پرسش‌نامه‌ای طراحی شد تا این معیارها توسط خبرگان در زمینه پایداری و تاب‌آوری صنعت مبلمان و دکوراسیون ارزیابی شود. برای اجرای روش دلفی فازی، حداقل ۵ نفر خبره لازم است و تعداد بین ۵ تا ۲۰ نفر کافی می‌باشد؛ البته در صورت امکان، استفاده از تعداد بیشتری از خبرگان توصیه می‌شود (Danacı & Yıldırım, 2023). این پرسش‌نامه میان ۱۰ نفر از خبرگان صنعت چوب، با تمرکز بر ارزیابی تأمین‌کنندگان تاب‌آور و پایدار و با توجه به مشخصات جدول ۲، توزیع و پاسخ‌ها جمع‌آوری شد. پس از انجام دو مرحله، چون اختلاف مقدار دی‌فازی معیارها در دو مرحله کمتر از ۰/۲ بود و معیار جدیدی توسط خبرگان اضافه نشد، ارسال

پرسش‌نامه متوقف گردید (Naghipour *et al.*, 2024). با در نظر گرفتن مقدار آستانه ۰/۷، تمامی ۱۷ معیار اولیه تأیید گردید که محاسبات مربوطه در جدول ۵ به نمایش درآمده است.

جدول ۵- نتایج دلفی فازی

Table 5- Fuzzy Delphi results

Category	Criterion		Fuzzy numbers	Defuzzification
Economic (C1)	Cost Efficiency	C11	(0.5,0.866,1)	0.808
	Delivery Timeliness	C12	(0.5,0.772,1)	0.761
	Financial Stability	C13	(0.5,0.972,1)	0.861
	Geographical Location	C14	(0.25,0.907,1)	0.766
	Quality	C15	(0.75,1,1)	0.938
	Technology	C16	(0.5,0.794,1)	0.772
Environmental (C2)	Sustainable Resource Use	C21	(0.5,0.891,1)	0.821
	Pollution Control	C22	(0.25,0.881,1)	0.753
	Environmental Certifications	C23	(0.5,0.917,1)	0.834
Social (C3)	Worker Safety	C31	(0.5,0.818,1)	0.784
	Community Impact	C32	(0.25,0.856,1)	0.740
	Supplier Relationship	C33	(0.25,0.881,1)	0.753
	Reputation	C34	(0.25,0.907,1)	0.766
Resilience (C4)	Risk Awareness	C41	(0.5,0.972,1)	0.861
	Supply Chain Flexibility	C42	(0.5,0.841,1)	0.796
	Recovery Capability	C43	(0.5,0.866,1)	0.808
	Responsiveness	C44	(0.25,0.822,1)	0.723

به منظور وزن‌دهی به معیار از ۳ خبره دارای مدرک تحصیلی دکتری خواسته شد تا با استفاده از روش بهترین-بدترین فازی ترتیب اولویت‌های هر معیار را مشخص کنند. برای بدست آوردن وزن معیار، نیاز است که ۵ مدل حل شود.

مدل ۱. شناسایی وزن C1، C2، C3، C4.

مدل ۲. شناسایی وزن‌های محلی در C1.

مدل ۳. شناسایی وزن‌های محلی در C2.

مدل ۴. شناسایی وزن‌های محلی در C3.

مدل ۵. شناسایی وزن‌های محلی در C4.

به منظور حل مدل ۱، مقایسات انجام شده توسط خبره اول در جدول ۶ نمایش داده شده است.

مدل مربوط به مقایسات مربوط به جدول ۶ در رابطه ۹ نشان داده شده است.

جدول ۶- میزان ارجحیت معیارهای انتخاب تأمین‌کننده پایدار و تاب‌آور در صنعت چوب

Table 6- The priority of sustainable and resilient supplier selection criteria in the wood industry

Best Criteria	Worst Criteria	sustainable and resilient supplier selection criteria			
		C1	C2	C3	C4
	C3	FI	VI	EI	AI
C4		FI	WI	AI	EI

$$\min k^*$$
$$l_4 - 1.5 * u_1 \le k * u_1; l_4 - 1.5 * u_1 \ge -k * u_1;$$
$$m_4 - 2 * m_1 \le k * m_1; m_4 - 2 * m_1 \ge -k * m_1;$$
$$u_4 - 2.5 * l_1 \le k * l_1; u_4 - 2.5 * l_1 \ge -k * l_1;$$
$$l_4 - 0.67 * u_2 \le k * u_2; l_4 - 3.5 * u_2 \ge -k * u_2;$$
$$m_4 - 1 * m_2 \le k * m_2; m_4 - 2 * m_2 \ge -k * m_2;$$
$$u_4 - 1.5 * l_2 \le k * l_2; u_4 - 1.5 * l_2 \ge -k * l_2;$$
$$l_4 - 3.5 * u_3 \le k * u_4; l_3 - 3.5 * u_4 \ge -k * u_3;$$
$$m_4 - 4 * m_3 \le k * m_4; m_3 - 4 * m_4 \ge -k * m_3;$$
$$u_4 - 4.5 * l_3 \le k * l_4; u_3 - 4.5 * l_4 \ge -k * l_3;$$

$$l_1 - 1.5 * u_3 \le k * u_3; l_1 - 1.5 * u_3 \ge -k * u_3;$$
$$m_1 - 2 * m_3 \le k * m_3; m_1 - 2 * m_3 \ge -k * m_3;$$
$$u_1 - 4.5 * l_3 \le k * l_3; u_1 - 4.5 * l_3 \ge -k * l_3;$$

۹

$$l_2 - 1.5 * u_3 \le k * u_3; l_2 - 1.5 * u_3 \ge -k * u_3;$$
$$m_2 - 2 * m_3 \le k * m_3; m_2 - 2 * m_3 \ge -k * m_3;$$
$$u_2 - 4.5 * l_3 \le k * l_3; u_2 - 4.5 * l_3 \ge -k * l_3;$$

$$\frac{1}{6} * l_1 + \frac{1}{6} * 4 * m_1 + \frac{1}{6} * u_1 + \frac{1}{6} * l_2 + \frac{1}{6} * 4 * m_2 + \frac{1}{6} * u_2$$
$$+ \frac{1}{6} * l_3 + \frac{1}{6} * 4 * m_3 + \frac{1}{6} * u_3 + \frac{1}{6} * l_4 + \frac{1}{6} * 4 * m_4$$
$$+ \frac{1}{6} * u_4 = 1;$$
$$l_1 \le m_1 \le u_1; l_2 \le m_2 \le u_2; l_3 \le m_3 \le u_3; l_4 \le m_4 \le u_4;$$

پس از حل این مدل توسط نرم‌افزار LINGO18.0 وزن‌های فازی بدست می‌آید.

$$\tilde{w}_1^* = (0.234808, 0.183439, 0.162197); \tilde{w}_2^* = (0.2568, 0.320225, 0.381622)$$
$$\tilde{w}_3^* = (0.102738, 0.102738, 0.102738); \tilde{w}_4^* = (0.337546, 0.388915, 0.440284)$$
$$\tilde{\xi}^* = (0.425845, 0.425845, 0.425845)$$

ضریب سازگاری با توجه به جدول ۴ و ۶ و رابطه ۸ برابر است با:

$$CR = \frac{0.214504}{8.04} = 0.0266 < 0.1$$

مقدار دی‌فازی وزن‌ها با استفاده از رابطه ۷ برابر است با:

$$w_1^* = 0.232; w_2^* = 0.242; w_3^* = 0.119; w_4^* = 0.408$$

سایر محاسبات برای معیارهای اصلی و زیرمعیارها به همین روال انجام شد. تعداد ۱۴ مدل ریاضی دیگر با استفاده از LINGO 18.0 حل شد. در نهایت، با استفاده از میانگین هندسی، نظرات خبرگان تجمیع و اوزان نهایی مشخص گردید و در جدول ۷ نشان داده شده‌اند.

جدول ۷- اوزان معیارها و زیرمعیار

Table 7- Weights of criteria and sub-criteria

Category	Local Weight	Criterion		Local weight	Global weight	Rating
Economic (C1)	0.232	Cost Efficiency	C11	0.270	0.063	6
		Delivery Timeliness	C12	0.248	0.058	7
		Financial Stability	C13	0.120	0.028	13
		Geographical Location	C14	0.075	0.017	15
		Quality	C15	0.219	0.051	10
		Technology	C16	0.069	0.016	16
Environmental (C2)	0.242	Sustainable Resource Use	C21	0.510	0.123	2
		Pollution Control	C22	0.306	0.074	5
		Environmental Certifications	C23	0.184	0.044	11
Social (C3)	0.119	Worker Safety	C31	0.451	0.054	8
		Community Impact	C32	0.267	0.032	12
		Supplier Relationship	C33	0.162	0.019	14
		Reputation	C34	0.120	0.014	17
Resilience (C4)	0.408	Risk Awareness	C41	0.418	0.171	1
		Supply Chain Flexibility	C42	0.268	0.110	3
		Recovery Capability	C43	0.189	0.077	4
		Responsiveness	C44	0.125	0.051	9

بحث

در معیارهای اصلی به ترتیب تاب‌آوری، محیطی، اقتصادی و اجتماعی بیشترین اهمیت را دارا بودند. در صنعت چوب، تاب‌آوری بیشترین اهمیت را دارد، زیرا این صنعت به شدت تحت تأثیر عواملی مانند تغییرات اقلیمی، بلایای طبیعی، نوسانهای عرضه و تقاضا و قوانین زیست‌محیطی قرار دارد. تأمین‌کنندگانی که توانایی تطبیق با این شرایط را داشته باشند، می‌توانند تداوم زنجیره تأمین را تضمین کنند. پس از آن، معیارهای محیطی اهمیت بالایی دارند؛ زیرا صنعت مبلمان و دکوراسیون مستقیماً با منابع طبیعی و جنگل‌ها در ارتباط است و نیاز به رعایت مقررات زیست‌محیطی و کاهش اثرهای تخریبی بر اکوسیستم، نقش مهمی در پایداری بلندمدت این صنعت ایفا می‌کند. معیار اقتصادی نیز در رتبه بعدی قرار دارد، زیرا هزینه‌ها و عملکرد مالی تأمین‌کنندگان همواره یکی از ملاحظات کلیدی است، اما تمرکز بیش از حد بر اقتصاد می‌تواند به قیمت نادیده گرفتن کیفیت و پایداری تمام شود. در نهایت، معیار اجتماعی کمترین اهمیت را دارد؛ اگرچه رعایت حقوق کارگران، مسئولیت اجتماعی و مشارکت در توسعه جوامع محلی مهم است، اما این عوامل به‌طور مستقیم تأثیر کمتری بر عملکرد عملیاتی و پایداری زنجیره تأمین در مقایسه با سایر معیارها دارند، به‌ویژه در شرایطی که الزامات قانونی یا فشارهای اجتماعی کمتر باشد.

نتایج نشان می‌دهد که آگاهی از خطر (Risk Awareness) با وزن ۰/۱۷۱ به عنوان مهمترین معیار در ارزیابی تأمین‌کنندگان پایدار و تاب‌آور در صنعت مبلمان و دکوراسیون شناخته شده است. این اهمیت به دلیل ضرورت

شناسایی و مدیریت خطراتی است که می‌تواند زنجیره تأمین را تحت تأثیر قرار دهد، به‌ویژه در صنعتی که به شدت به منابع طبیعی وابسته است.

پس از آن، استفاده پایدار از منابع (Sustainable Resource Use) با وزن ۰/۱۲۳ در جایگاه دوم قرار گرفته است. این موضوع ناشی از اهمیت حفظ منابع جنگلی و کاهش فشار بر اکوسیستم‌ها برای تأمین مواد اولیه چوبی است. در جایگاه سوم، انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین (Supply Chain Flexibility) با وزن ۰/۱۱۰ قرار دارد که به توانایی تأمین‌کنندگان برای تطبیق سریع با تغییرات تقاضا و شرایط بازار اشاره دارد. این عامل به دلیل ماهیت متغیر و حساس بازار چوب از اهمیت بالایی برخوردار است. توانایی بازیابی (Recovery Capability) با وزن ۰/۰۷۷ در رتبه چهارم قرار دارد، زیرا در مواجهه با اختلالات احتمالی، بازگرداندن عملیات به حالت عادی در کوتاه‌ترین زمان ممکن بسیار حیاتی است. معیارهای محیطی دیگر مانند کنترل آلودگی (Pollution Control) با وزن ۰/۰۷۴ و گواهینامه‌های زیست‌محیطی (Environmental Certifications) با وزن ۰/۰۴۴ نیز در رتبه‌های میانی قرار گرفتند. این موضوع به نقش فزاینده مسائل زیست‌محیطی در زنجیره تأمین چوب اشاره دارد. در بخش اقتصادی، معیارهای بهره‌وری هزینه (Cost Efficiency) و تحویل به‌موقع (Delivery Timeliness) نیز به دلیل اثرگذاری مستقیم بر سودآوری و رضایت مشتریان در رتبه‌های بالاتر قرار گرفتند.

در مقابل، معیارهای اجتماعی مانند ایمنی کارکنان (Worker Safety) با وزن ۰/۰۵۴ و تأثیر بر جامعه (Community Impact) با وزن ۰/۰۳۲ در رتبه‌های پایین‌تر بودند. این موضوع به این دلیل است که اگرچه این عوامل مهم‌اند، اما در مقایسه با معیارهای تاب‌آوری و محیطی، اولویت کمتری دارند. معیارهای روابط با تأمین‌کننده (Supplier Relationship) و شهرت (Reputation) نیز با وجود اهمیت‌شان در ایجاد تعاملات بلندمدت، به دلیل تأثیر محدود مستقیم بر زنجیره تأمین چوب در مقایسه با سایر معیارها، در پایین‌ترین رتبه‌ها قرار گرفتند.

معیارهای مرتبط با تاب‌آوری مانند آگاهی از خطر و انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و معیارهای زیست‌محیطی مانند استفاده پایدار از منابع در بالاترین رتبه‌ها قرار گرفته‌اند. این موضوع نشان می‌دهد که در صنعتی مانند چوب که وابسته به منابع طبیعی و تحت تأثیر مستقیم اختلالات محیطی و اقتصادی است، تاب‌آوری و پایداری منابع اولویت ویژه‌ای دارند. بهره‌برداری غیرمسئولانه از منابع و عدم توجه به توانایی مقابله با اختلالات می‌تواند به شدت به این صنعت آسیب برساند. این رتبه‌بندی نشان‌دهنده تمرکز صنعت چوب بر تاب‌آوری و مدیریت منابع زیست‌محیطی است، زیرا این حوزه وابسته به منابع طبیعی و حساس به اختلالات زنجیره تأمین است. معیارهای اقتصادی مانند بهره‌وری هزینه و تحویل به‌موقع به دلیل تأثیر عملیاتی و رقابتی، اهمیت میانه‌ای دارند. معیارهای اجتماعی، با وجود اهمیت در بهبود روابط و ایمنی، به دلیل تأکید بیشتر بر پایداری زیست‌محیطی و کاهش هزینه‌ها، اهمیت کمتری پیدا کرده‌اند.

نتایج ما نشان می‌دهد که بهره‌وری هزینه و به‌موقع بودن تحویل در رتبه‌های بالاتر قرار دارند که با یافته‌های Navarro و همکاران (۲۰۲۰) و Kannan و همکاران (۲۰۲۰) که به اهمیت بالای این معیارها در صنایع وابسته به منابع طبیعی پرداخته‌اند، همخوانی دارد. با این حال، وزن پایین‌تر موقعیت جغرافیایی در مقاله ما با تأکید Alipour و همکاران (۲۰۲۱) بر اهمیت نزدیکی جغرافیایی برای کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، کمی تفاوت دارد.

استفاده پایدار از منابع در این مقاله در صدر زیرمعیارهای محیطی قرار گرفته است که با یافته‌های Kannan و همکاران (۲۰۲۰)، Zhao و همکاران (۲۰۲۳) و Agarwal و Nishad (۲۰۲۴) که اهمیت جنگل‌داری پایدار را در صنایع چوب مطرح کرده‌اند، سازگار است. اما در حالی که ما کنترل آلودگی را در رتبه بالاتری از گواهینامه‌های زیست‌محیطی قرار دادیم. مقاله Zhao و همکاران (۲۰۲۳) گواهینامه‌ها را شاخص مهمتری می‌داند که علت آن می‌تواند تفاوت در اجرای مقررات و گواهینامه‌ها در کشورهای مختلف باشد.

ایمنی کارگران در مقاله ما بیشترین وزن را در

زیرمعیارهای اجتماعی دارد که با یافته‌های Afrasiabi و همکاران (۲۰۲۲) درباره اهمیت ایمنی در محیط‌های پرخطر مانند چوب‌بری تطابق دارد. با این حال، وزن پایین‌تر معیارهای اعتبار و تأثیر بر جامعه در مقاله ما با تأکید Rahmawati و Salimi (۲۰۲۲) بر تأثیرات اجتماعی و اعتماد بازار کمی متفاوت است. برخلاف صنایع جهانی‌تر، تأثیرات اجتماعی صنعت چوب بیشتر در مناطق محلی و روستایی احساس می‌شود. بنابراین، ممکن است تأثیرات گسترده‌تر مانند شهرت بین‌المللی یا اثرهای اجتماعی در سطح ملی، برای تصمیم‌گیرندگان این حوزه اولویت کمتری داشته باشند.

رتبه بالای آگاهی از خطر در مقاله ما با یافته‌های Rahmawati و Salimi (۲۰۲۲) و Afrasiabi و همکاران (۲۰۲۲) که چالش‌های خاص مانند آتش‌سوزی و کمبود منابع را برجسته کرده‌اند، همسو است. همچنین، انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین نیز در جایگاه بالایی قرار دارد که یافته‌های Leong و همکاران (۲۰۲۲) و Majumdar و همکاران (۲۰۲۳) را تأیید می‌کند. با این حال، وزن پایین‌تر معیار پاسخگویی در مقایسه با Leong و همکاران (۲۰۲۲) که بر اهمیت تطابق سریع در شرایط بحرانی تأکید دارند، تفاوت دارد. وزن پایین‌تر معیار پاسخگویی در مقاله ما می‌تواند به دلیل ماهیت نسبتاً پایدار زنجیره تأمین در صنعت چوب باشد، جایی که تأخیرات کوتاه‌مدت اثرهای کمتری دارند؛ در حالی که Leong و همکاران (۲۰۲۲) بیشتر بر صنایعی با نیازهای فوری و نوسانهای بالا تمرکز داشته‌اند.

این تحلیل نشان می‌دهد که یافته‌های ما در بسیاری از موارد با مقالات دیگر هم‌راستا بوده، اما در برخی معیارها، تفاوت‌هایی وابسته به اولویت‌های خاص صنعت چوب وجود دارد.

مدیران صنعت مبلمان و دکوراسیون باید معیارهای کلیدی شناسایی‌شده را در فرایند انتخاب تأمین‌کنندگان به‌صورت راهبردی اولویت‌بندی کنند. آگاهی از خطر به‌عنوان مهمترین معیار، ایجاب می‌کند که مدیران ارزیابی دقیقی از خطرات بالقوه، مانند کمبود مواد اولیه یا حوادث طبیعی، انجام دهند و با تأمین‌کنندگانی که برنامه‌های جامع کاهش خطر دارند، همکاری کنند. همچنین، تأکید بر استفاده پایدار از منابع نشان می‌دهد که مدیران باید تأمین‌کنندگانی را انتخاب کنند که به شیوه‌های جنگل‌داری پایدار، مانند قطع انتخابی و بازکاشت درختان، پایبند باشند؛ این موضوع نه تنها باعث حفظ منابع طبیعی می‌شود بلکه اعتبار برند شرکت را در میان مشتریان آگاه به محیط‌زیست تقویت می‌کند.

علاوه بر این، معیارهای مرتبط با تاب‌آوری زنجیره تأمین مانند انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و قابلیت بازیابی باید در مذاکرات و قراردادها لحاظ شوند تا توانایی تأمین‌کنندگان در تطبیق با تغییرات بازار و بازیابی سریع در زمان اختلال تضمین شود. مدیران باید با سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته و ایجاد ارتباطات قوی با تأمین‌کنندگان، ایمنی کارگران را ارتقا دهند و در عین حال با افزایش نظارت و شفافیت، کنترل آلودگی و رعایت استانداردهای محیطی را تضمین کنند. این اقدامات، علاوه بر افزایش تاب‌آوری و کارایی، می‌تواند مزیت رقابتی پایداری برای شرکت‌ها در این صنعت ایجاد کند.

یکی از محدودیت‌های اصلی این تحقیق، محدود بودن تعداد نمونه‌ها و خبرگان مورد استفاده در فرایند دلفی فازی بوده است. اگرچه تعداد خبرگان بین ۵ تا ۲۰ نفر برای دقت در نتایج کافی است، اما این تعداد نمونه می‌تواند در تحقیقات آینده افزایش یابد تا نتیجه‌گیری‌ها نمایانگر دیدگاه‌های گسترده‌تری از خبرگان و ذینفعان مختلف صنعت چوب باشد. علاوه بر این، محدود بودن جغرافیای تحقیق به یک منطقه خاص می‌تواند تعمیم‌پذیری نتایج به سایر بازارها یا صنایع را تحت تأثیر قرار دهد، بنابراین پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران آینده تحقیقات خود را در سطح جهانی یا در کشورهای مختلف اجرا کنند تا مقایسه‌ای جامع‌تر از نیازهای صنعت چوب حاصل شود. از دیگر محدودیت‌ها می‌توان به استفاده از معیارهای مشخص و ثابت در ارزیابی تأمین‌کنندگان اشاره کرد که ممکن است در شرایط مختلف یا با پیشرفت تکنولوژی و تغییرات اقتصادی دستخوش تغییراتی شوند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود پژوهشگران به بررسی روند تکامل این معیارها در طول زمان و تأثیر تحولات جهانی مانند تغییرات

اقلیمی یا پیشرفت‌های فناورانه در صنعت چوب بپردازند. این بررسی می‌تواند به ارائه مدل‌های پویا و به‌روزتر برای ارزیابی تأمین‌کنندگان کمک کند.

References

-Adeleye, R.A., Oyeyemi, O.P., Asuzu, O.F., Awonuga, K.F. & Bello, B.G., 2024. Advanced analytics in supply chain resilience: a comparative review of African and USA practices. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, *6*(2), 296–306.

-Afrasiabi, A., Tavana, M. & Di Caprio, D., 2022. An extended hybrid fuzzy multi-criteria decision model for sustainable and resilient supplier selection. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(25), 37291–37314.

-Agarwal, R. & Nishad, A.K., 2024. A Fuzzy Mathematical Modeling for Evaluation and Selection of a Best Sustainable and Resilient Supplier by Using EDAS Technique. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, *8*(1), 71–80.

-Ahmed, H., Al Bashar, M., Taher, M.A. & Rahman, M.A., 2024. Innovative Approaches To Sustainable Supply Chain Management In The Manufacturing Industry: A Systematic Literature Review. *Global Mainstream Journal of Innovation, Engineering & Emerging Technology*, *3*(02), 1–13.

-Alipour, M., Hafezi, R., Rani, P., Hafezi, M. & Mardani, A., 2021. A new Pythagorean fuzzy-based decision-making method through entropy measure for fuel cell and hydrogen components supplier selection. *Energy*, *234*, 121208.

-Atadoga, A., Osasona, F., Amoo, O.O., Farayola, O.A., Ayinla, B.S. & Abrahams, T.O., 2024. The role of IT in enhancing supply chain resilience: a global review. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, *6*(2), 336–351.

-Danacı, M. & Yıldırım, U., 2023. Comprehensive analysis of lifeboat accidents using the Fuzzy Delphi method. *Ocean Engineering*, *278*, 114371.

-Gammelgaard, B. & Nowicka, K., 2024. Next generation supply chain management: the impact of cloud computing. *Journal of Enterprise Information Management*, *37*(4), 1140–1160.

-Ghamari, R., Mahdavi-Mazdeh, M. & Ghannadpour, S.F., 2022. Resilient and sustainable supplier selection via a new framework: a case study from the steel industry. *Environment, Development and Sustainability*, 1–39.

-Guo, S., & Zhao, H. (2017). Fuzzy best-worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Knowledge-Based Systems*, *121*, 23–31.

-Hmouda, A. M.O., Orzes, G. & Sauer, P.C., 2024. Sustainable supply chain management in energy production: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *191*, 114085.

-Holgado, M., Blome, C., Schleper, M.C. & Subramanian, N., 2024. Brilliance in resilience: operations and supply chain management's role in achieving a sustainable future. *International Journal of Operations & Production Management*, *44*(5), 877–899.

-Hugos, M.H., 2024. *Essentials of supply chain management*. John Wiley & Sons.

-Kamarudin, N., Hassan, N.M.H.N., Muhamad, M.M., Talib, O., Kamarudin, H., Wahab, N.A., Ismail, A.S., Borhan, H. H. & Idris, N., 2024. Unveiling Collaborative Trends in Fuzzy Delphi Method (FDM) Research: A Co-Authorship Bibliometrics Study. *International Journal of Computational Thinking and Data Science*, *2*(1), 1–20.

-Kannan, D., Mina, H., Nosrati-Abarghooee, S. & Khosrojerdi, G., 2020. Sustainable circular supplier selection: A novel hybrid approach. *Science of the Total Environment*, *722*, 137936.

-Leong, W.Y., Wong, K.Y. & Wong, W.P., 2022. A new integrated multi-criteria decision-making model for resilient supplier selection. *Applied System Innovation*, *5*(1), 8.

-Majumdar, A., Kaliyan, M. & Agrawal, R., 2023. Selection of resilient suppliers in manufacturing industries post-COVID-19: implications for economic and social sustainability in emerging economies. *International Journal of Emerging Markets*, *18*(10), 3657–3675.

-Moradpour, N., Pourahmad, A., Ziari, K., Hataminejad, H. & Sharifi, A., 2024. Downscaling urban resilience assessment: A spatiotemporal analysis of urban blocks using the fuzzy Delphi method and K-means clustering. *Building and Environment*, *263*, 111898.

-Naghipour, M. S., Rahim, Z. A. & Iqbal, M.S., 2024. A 5G competency model based on the fuzzy Delphi method. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, *8*(10), 6788.

-Navarro, N., Fallas Valverde, P.D., Quesada, H.J. & Madrigal-Sánchez, J., 2020. A Supplier Selection Model for the Wood Fiber Supply Industry. *BioResources*, *15*(1).

-Oriekhoe, O.I., Omotoye, G.B., Oyeyemi, O.P., Tula, S.T., Daraojimba, A.I. & Adefemi, A., 2024. Blockchain in supply chain management: a systematic review: evaluating the implementation, challenges, and future prospects of blockchain technology in supply chains. *Engineering Science & Technology Journal*, *5*(1), 128–151.

-Rahmawati, D.U. & Salimi, N., 2022. Sustainable and resilient supplier selection: the case of an Indonesian coffee supply chain. *Journal of Supply Chain Management Science*, *3*(1–2), 16–36.

-Rejeb, A., Rejeb, K., Keogh, J.G. & Zailani, S., 2022. Barriers to blockchain adoption in the circular economy: a fuzzy Delphi and best-worst approach. *Sustainability*, *14*(6), 3611.

-Rezaei, J., 2015. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, *53*, 49–57.

-Rezaei, J., 2016. Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega*, *64*, 126–130.

-Sanders, N.R., 2024. *Supply chain management: A global perspective*. John Wiley & Sons.

-Zhao, P., Ji, S. & Xue, Y., 2023. An integrated approach based on the decision-theoretic rough set for resilient-sustainable supplier selection and order allocation. *Kybernetes*, *52*(3), 774–808

.