



Identification and Prioritization of Factors Affecting Green Supply Chain Management in the Dairy Industry Using Multi-Criteria Decision-Making Methods

Ehsan Mozafari¹, Amin Pashaei Holaso^{2*}

¹Master's Degree, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email Address: ehsan.mozafari8080@gmail.com

²Correspondence: Assistant Professor, Department of Management, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. Email Address: pashaeiamin@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Promotional article

Received: 25 October 2024

Received in revised form: 18 January 2025

Accepted: 3 September 2025

Available online: 21 November 2025

Keywords:

Green Supply Chain Management

Multi-Criteria Decision-Making in Green Supply Chain Management

Dairy Industry

Analytic Network Process (ANP) Model

ABSTRACT

In recent years, environmental challenges such as greenhouse gas emissions and high resource consumption have become major concerns in the dairy industry. Organizations have increasingly adopted sustainable approaches to enhance customer satisfaction and gain competitive advantage. Despite numerous studies, there remain gaps in identifying specific pollutants in the dairy industry and analyzing the relationships among them. Previous research has mostly focused on general aspects of green supply chain management. This study, using multi-criteria decision-making (MCDM) methods, aims to identify and prioritize the factors influencing environmental sustainability in the dairy industry. The research is applied in purpose, cross-sectional in time, and descriptive-survey in methodology with a quantitative approach. The statistical population consists of managers and experts in the dairy industry with more than ten years of work experience and academic education in management and supply chain fields. A purposive sampling method was employed, including 10 industry experts, and 60 dairy industry professionals completed the questionnaire. The adequacy of sampling was assessed using the KMO index and Bartlett's test. Data were collected through a Likert-scale questionnaire and analyzed using statistical and MCDM techniques. This research was conducted through a four-stage process between 2023 and 2024 (1402–1403 in the Iranian calendar): (1) Identification of environmental pollutants in the dairy supply chain; (2) Extraction and screening of factors influencing green supply chain management through literature review and expert interviews; (3) Analysis of causal relationships among criteria using the DEMATEL method; and (4) Prioritization of criteria using the ANP method. Like any scientific study, this research faced several limitations. These include possible human error in expert evaluations and questionnaire responses, challenges in obtaining accurate data from dairy industry stakeholders across Iran, and the inherent constraints of MCDM techniques such as DEMATEL and ANP in fully capturing the complexity of interrelationships among criteria. Findings revealed that the main environmental pollutants in the dairy supply chain (soil, water, air, noise, and light pollution) were identified and categorized into 21 sub-criteria. Based on literature review and field data, five main criteria and 25 sub-criteria for implementing a green supply chain were extracted. The causal relationships among these criteria were analyzed, and their priorities were determined. Results indicated that waste management and recycling had the greatest influence on green supply chain management in the dairy industry, followed by internal environmental management, green production and operations, green warehousing, transportation, and distribution, and green purchasing and procurement. These findings emphasize the importance of waste reduction, process optimization, and the adoption of green technologies. The novelty of this study lies in developing a hybrid model integrating the DEMATEL and ANP methods to simultaneously analyze causal relationships and prioritize criteria. Unlike previous models, this approach aligns more closely with the actual conditions of Iran's dairy industry, utilizing up-to-date data and expert insights. It is recommended that dairy industry managers adopt green supply chain policies to reduce pollutants while achieving competitive advantages such as enhanced customer satisfaction and improved brand image. However, due to the limited sample size, the results are generalizable only to the dairy industry. This study can serve as a practical guide for developing sustainable strategies in similar industries.

Cite this article: E. Mozafari and A. Pashaei Holaso, "Identification and Prioritization of Factors Affecting Green Supply Chain Management in the Dairy Industry Using Multi-Criteria Decision-Making Methods," Journal of Supply Chain Management, vol. 27, no. 3, pp. 127-146, 2025. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089198.1404.27.88.6.2>



ACCESS



Publisher: Imam Hossein University. © The Author(s).

Introduction

In recent years, the dairy industry has faced serious environmental challenges, including greenhouse gas emissions, excessive resource consumption, and waste generation. These issues have drawn attention to the need for environmentally sustainable management approaches. Green Supply Chain Management (GSCM) has emerged as an essential strategy to mitigate environmental impacts and enhance competitiveness. Despite numerous studies on green supply chains, there remain research gaps in identifying industry-specific pollutants and analyzing causal relationships among sustainability factors in the dairy sector. This study aims to identify, categorize, and prioritize the critical factors influencing GSCM implementation in the Iranian dairy industry using multi-criteria decision-making (MCDM) techniques.

Research Objectives and Questions

The research seeks to answer the following main question:

What are the key factors influencing the implementation of green supply chain management in the dairy industry, and how can these factors be prioritized to improve environmental sustainability?

The objectives are:

1. To identify environmental pollutants throughout the dairy supply chain.
2. To determine the main criteria and sub-criteria influencing the adoption of GSCM.
3. To analyze causal relationships between these factors using DEMATEL.
4. To prioritize them through the Analytic Network Process (ANP).

Methodology

The study adopts an applied research design with a descriptive-survey and quantitative approach. It was conducted in four main stages between 2023 and 2024:

1. **Identification of Environmental Factors:** Field interviews were conducted with 10 industry experts and managers with over 10 years of experience to identify key environmental pollutants.
2. **Screening of Effective Factors:** Based on the literature review and expert opinions, 5 main criteria and 25 sub-criteria were extracted and refined using Delphi and statistical screening methods (t-test and ANOVA).
3. **Causal Analysis Using DEMATEL:** The Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory method was applied to determine cause-and-effect relationships among the factors.
4. **Prioritization via ANP:** The Analytic Network Process was employed to compute weights and rank the factors based on their relative importance.

Data were collected using a Likert-scale questionnaire distributed among 60 professionals from various positions (managers, supervisors, and experts) across the dairy supply chain. The reliability of the questionnaire was confirmed through Cronbach's alpha ($\alpha = 0.938$), indicating strong internal consistency. Sampling adequacy was validated by KMO = 0.862 and Bartlett's test significance ($p < 0.001$). Data analysis was conducted using SPSS, Excel, and Expert Choice software.

Findings

The results of the DEMATEL analysis identified five main categories influencing GSCM in the dairy industry:

1. **Waste Management and Recycling**
2. **Internal Environmental Management**
3. **Green Production and Operations**
4. **Green Warehousing, Transportation, and Distribution**
5. **Green Purchasing and Procurement**

Among these, waste management and recycling had the highest influence, followed by internal environmental management and green production. Factors such as the use of modern technologies, collaboration with local recycling centers, and environmental training campaigns ranked as the most influential sub-criteria. Conversely, “vehicle maintenance” and “standardized raw material lists” were ranked lower but remained essential components.

The findings revealed that implementing green policies can substantially reduce soil, water, air, noise, and light pollution, leading to improved environmental performance across the supply chain. The integration of waste recycling systems and energy-efficient technologies can notably minimize environmental damage while increasing operational efficiency.

Discussion

The research highlights that the most influential dimensions of GSCM in the dairy industry are directly related to internal process optimization and waste management. The results support the argument that integrating green technologies, establishing environmental standards, and fostering collaboration among suppliers and local recycling units can enhance both environmental and economic performance. Moreover, educational initiatives and awareness campaigns are pivotal in strengthening organizational commitment to sustainability.

This study also emphasizes that decision-making tools such as DEMATEL and ANP provide a structured approach to analyzing complex interrelationships among environmental, operational, and strategic factors—an area often overlooked in previous research. The combination of these two methods allows simultaneous evaluation of causal relationships and prioritization of factors, offering a more comprehensive and realistic model tailored to the Iranian dairy sector.

Conclusions and Implications

The proposed hybrid DEMATEL-ANP model offers a practical framework for identifying and prioritizing GSCM factors in the dairy industry. The results suggest that managers should focus on:

- Enhancing waste management and recycling systems.
- Strengthening internal environmental management frameworks.
- Encouraging supplier participation through environmental agreements and incentives.
- Investing in green technologies and process optimization.

The study's outcomes provide valuable insights for policymakers and industry leaders aiming to develop sustainable strategies in the dairy sector and other related food industries. Despite its contributions, limitations such as the small expert sample size and challenges in data collection restrict the generalizability of findings. Future studies could expand the scope by including additional industries and employing longitudinal designs to examine long-term impacts.

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر مدیریت زنجیره‌تأمین سبز در صنعت لبنیات با روش‌های

تصمیم‌گیری چند معیاره

احسان مظفری^۱، امین پاشایی هولاسو^{۲*}

^۱ کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: ehsan.mozafari8080@gmail.com

^۲ استادیار، گروه مدیریت مجتمع دانشگاهی مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) رایانامه:

pashaieamin@yahoo.com

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی ترویجی
دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۴
بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۲
ارائه آنلاین: ۱۴۰۴/۰۸/۳۰

کلیدواژه‌ها:

مدیریت زنجیره‌تأمین سبز
تصمیم‌گیری چند معیاره در
مدیریت زنجیره‌تأمین سبز
صنعت لبنیات
مدل فرآیند تحلیل شبکه‌ای

چکیده

در سال‌های اخیر، چالش‌های زیست‌محیطی، از جمله تولید گازهای گلخانه‌ای و مصرف بالای منابع، دغدغه اصلی صنعت لبنیات است. سازمان‌ها برای افزایش رضایت مشتری و کسب مزیت رقابتی به رویکردهای پایدار روی آورده‌اند. با وجود مطالعات متعدد، هنوز شکاف‌هایی در شناسایی آلاینده‌های خاص صنعت لبنیات و تحلیل روابط بین آن‌ها وجود دارد. تحقیقات پیشین بیشتر بر جنبه‌های کلی مدیریت زنجیره‌تأمین سبز متمرکز بوده‌اند. این پژوهش با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به دنبال شناسایی و اولویت‌بندی این عوامل برای بهبود پایداری زیست‌محیطی صنعت لبنیات است. روش این پژوهش از نظر هدف، کاربردی؛ از نظر زمانی، پژوهش حاضر مقطعی و از نظر روش شناسی، توصیفی-پیمایشی از نوع کمی است. جامعه آماری شامل مدیران و خبرگان صنعت لبنیات با بیش از ۱۰ سال تجربه کاری و تحصیلات دانشگاهی در حوزه مدیریت و زنجیره‌تأمین بود. نمونه‌گیری به روش هدفمند انجام شد و شامل ۱۰ نفر از خبرگان صنعت لبنیات بود. همچنین، ۶۰ نفر از کارشناسان این صنعت نیز پرسشنامه را تکمیل کردند. برای ارزیابی کفایت نمونه‌گیری از شاخص KMO و آزمون بارلت استفاده شد. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای مبتنی بر طیف لیکرت بود و داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از روش‌های آماری مانند روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. این پژوهش در یک فرآیند چهارمرحله‌ای طی سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۰۳ صورت گرفت: (۱) شناسایی عوامل آلاینده زیست‌محیطی در زنجیره‌تأمین صنعت لبنیات؛ (۲) استخراج و غربال‌گری عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره‌تأمین سبز از طریق بررسی ادبیات نظری و انجام مصاحبه با خبرگان؛ (۳) تحلیل روابط علت و معلولی میان معیارها با استفاده از روش DEMATEL؛ و (۴) اولویت‌بندی معیارها با بهره‌گیری از روش ANP. این پژوهش، همچون هر کوشش علمی دیگری، با محدودیت‌هایی مواجه است. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به احتمال بروز خطای انسانی در فرآیند ارزیابی توسط خبرگان و پاسخ‌دهندگان به پرسشنامه‌ها اشاره نمود. همچنین، چالش‌های مرتبط با گردآوری داده‌های دقیق از فعالان صنعت لبنیات در سراسر ایران، و نیز محدودیت‌های ذاتی روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، نظیر روش‌های ANP و DEMATEL، در انعکاس تمامی ابعاد پیچیدگی روابط میان معیارها، از دیگر موانع پیش روی این تحقیق به شمار می‌آیند. یافته‌ها نشان داد که عوامل آلاینده زنجیره‌تأمین لبنیات اصلی (آلودگی خاک، آب، هوا، صوت و نور) شناسایی شده و به ۲۱ زیرمعیار تقسیم‌بندی شدند. با بررسی منابع علمی و داده‌های میدانی، ۵ معیار اصلی و ۲۵ زیرمعیار برای پیاده‌سازی زنجیره‌تأمین سبز استخراج شد. سپس، روابط علت و معلولی میان معیارها بررسی و معیارها اولویت‌بندی شدند. در نهایت، نتایج نشان داد که معیار مدیریت پسماند و بازیافت بیشترین اثرگذاری را بر مدیریت زنجیره‌تأمین سبز در صنعت لبنیات دارد. در اولویت‌های بعدی، مدیریت محیط داخلی، تولید و عملیات سبز، انبارداری، حمل‌ونقل و توزیع سبز و خرید و تأمین سبز قرار دارند. این یافته‌ها بر اهمیت کاهش زباله، بهینه‌سازی فرآیندهای داخلی و به‌کارگیری فناوری‌های سبز تأکید دارد. در نتیجه، نوآوری این پژوهش با ارائه یک مدل ترکیبی مبتنی بر روش‌های ANP و DEMATEL، به‌طور هم‌زمان روابط علت و معلولی و اولویت‌بندی معیارها را تحلیل می‌کند. برخلاف مدل‌های پیشین، این رویکرد تطابق بیشتری با شرایط واقعی صنعت لبنیات ایران داشته و از داده‌های به‌روز و نظرات خبرگان بهره می‌برد. پیشنهاد می‌شود مدیران صنعت لبنیات با اتخاذ سیاست‌های سبز در زنجیره‌تأمین، علاوه بر کاهش آلاینده‌ها، به مزایای رقابتی مانند افزایش رضایت مشتریان و بهبود تصویر برند دست یابند. با این حال، به‌دلیل محدودیت در نمونه‌گیری، نتایج این پژوهش تنها برای صنعت لبنیات قابل تعمیم است. این پژوهش می‌تواند راهنمایی عملی برای توسعه راهبردهای پایدار در صنایع مشابه باشد.

استناد: مظفری، احسان، پاشایی هولاسو، امین، "شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره‌تأمین سبز در صنعت لبنیات با روش‌های

تصمیم‌گیری چند معیاره"، نشریه مدیریت زنجیره‌تأمین، دوره ۱۶، شماره ۸۸، صفحات ۱۴۶-۱۲۷، ۱۴۰۴.

<https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.20089198.1404.27.88.6.2>

۱- مقدمه

بررسی‌های علمی نشان می‌دهند که اجرای روش‌های سازگار با محیط‌زیست در مدیریت زنجیره تأمین سبز، تا ۸۰ درصد اثرات مخرب را کاهش می‌دهد. این آمار بر اساس تحلیل‌های صورت گرفته در ادبیات مربوط به مدیریت زنجیره تأمین با رویکرد سبز به دست آمده است [۵]. این رویکرد به بهبود عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی در فرآیندهای کسب و کار یاری می‌رساند [۶]. با این حال، عدم وجود فرهنگ مناسب و آگاهی کافی از مزایای این فرآیندها، چالش‌هایی را در پیاده‌سازی آن ایجاد نموده است [۷]. عوامل انگیزشی نظیر فشارهای اجتماعی، تقاضای مشتریان، جهانی‌سازی (که به افزایش رقابت جهانی و همگن‌سازی مقررات محیط‌زیستی اشاره دارد) و قوانین دولتی می‌توانند به اجرای مدیریت سبز زنجیره تأمین کمک کنند [۸].

صنعت لبنیات، به‌عنوان یکی از ارکان مهم اقتصادی، با فرآیندهای تولید، انتقال و توزیع محصولات، نقش بسزایی در بروز مشکلات زیست‌محیطی ایفا می‌کند. این صنعت، به دلیل تولید گازهای گلخانه‌ای، مصرف بالای آب و تولید حجم قابل توجهی پسماند، به یکی از منابع اصلی آلودگی محیط‌زیست بدل شده است. در نتیجه، اجرای مدیریت سبز زنجیره تأمین در تمامی مراحل این صنعت امری حیاتی است. برای دستیابی به اهداف بلندمدت در این زمینه، می‌بایست راهبردهایی پایدار و متناسب با شرایط زیست‌محیطی اتخاذ نمود. اگرچه این طرح‌ها مستلزم هزینه‌های اولیه بالا هستند، اما در بلندمدت نه تنها به حفظ منابع طبیعی کمک می‌کنند، بلکه مزایای ارزشمندی را برای نسل‌های آتی به ارمغان خواهند آورد. با توجه به سهم قابل توجه صنعت لبنیات در آلودگی محیط‌زیست، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت سبز زنجیره تأمین در این صنعت، اقدامی ضروری و نیازمند توجه ویژه است [۹].

مزیت اصلی این پژوهش نسبت به تحقیقات پیشین، شناسایی عوامل کلیدی، بررسی روابط آن‌ها و تعیین اولویت‌بندی در صنعت لبنیات ایران است. این موضوع تاکنون کمتر مورد توجه محققان، مدیران و صاحب‌نظران این حوزه قرار گرفته است. علاوه بر این، استفاده از روش‌های DEMATEL و ANP در مدیریت زنجیره تأمین، که در مطالعات پیشین کمتر به آن پرداخته شده، این تحقیق را متمایز می‌سازد. بنابراین، سوال اصلی پژوهش این است که: چه عواملی بر اجرای مدیریت سبز زنجیره تأمین در صنعت لبنیات تأثیرگذار هستند؟ با این وجود، بررسی تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که شکاف‌هایی در تحلیل دقیق روابط علت و معلولی میان

مدیریت زنجیره تأمین، مجموعه‌ای از رویکردها و تلاش‌ها در راستای حمایت از تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان است. این رویکرد، زنجیره ارزش را به گونه‌ای هدایت می‌کند که محصولات در زمان، مکان و مقدار مناسب در دسترس قرار گیرند. هدف غایی این رویکرد، تحقق رضایت مشتری است. با عنایت به تحولات قوانین، مقررات، سبک زندگی و به‌ویژه سلیقه مصرف‌کنندگان، سازمان‌ها به اتخاذ رویه‌های پایدارتر در مدیریت زنجیره تأمین روی آورده‌اند [۱]. در عرصه رقابتی کنونی، سازمان‌ها دیگر به مثابه نهادهای مستقل عمل ننموده و در پی ایجاد سیستم‌های زنجیره تأمین متنوع و یکپارچه هستند [۲]. با این وجود، زنجیره‌های تأمین می‌توانند اثرات مخربی بر محیط‌زیست داشته باشند که از جمله آن‌ها می‌توان به افزایش جمعیت، شهرنشینی، گرمایش جهانی، تخریب جنگل‌ها و انتشار گازهای گلخانه‌ای اشاره کرد. این عوامل به طور فزاینده‌ای نگرانی‌های زیست‌محیطی را تشدید نموده و بحران‌های جدی را در اکوسیستم‌ها رقم می‌زنند [۲]. دولت‌ها و سازمان‌ها به این مهم واقف گشته‌اند که این پیامدهای منفی عمدتاً ناشی از زنجیره‌های تأمین سنتی با هدف حداکثرسازی سود است. از این رو، اصلاح این زنجیره‌ها و توجه به مسائل زیست‌محیطی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است [۳]. مدیریت پایدار زنجیره تأمین به‌عنوان راهکاری برای کاهش این اثرات و ارتقای پیامدهای مثبت مطرح شده است [۴].

در سال‌های اخیر، دولت‌ها اقدامات متعددی، از جمله استفاده از مواد خام سازگار با محیط‌زیست در مراکز تولیدی و صنعتی، کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و استفاده مجدد از ضایعات را به منظور حفظ و بهره‌برداری بهینه از منابع محدود به کار گرفته‌اند [۵]. تقاضای رو به افزایش مصرف‌کنندگان برای محصولات سبز و تسریع روند تدوین مقررات دولتی، منجر به معرفی مفهوم "مدیریت سبز زنجیره تأمین" شده است [۵]. این مفهوم، نه تنها به کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک می‌کند، بلکه با ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان‌ها، موجب نوآوری در فرآیندهای کسب و کار نیز می‌گردد [۴]. از منظر پورتر، سه راهبرد کلی برای دستیابی به مزیت رقابتی وجود دارد: تمایز، کاهش هزینه و تمرکز. در زنجیره‌های تأمین با رویکرد سبز، ترکیب این راهبردها، علاوه بر صرفه‌جویی در منابع و انرژی، نوآوری در طراحی محصولات قابل بازیافت را نیز به ارمغان می‌آورد [۳]. همچنین، تلفیق راهبردهای پاسخگویی و کارایی در این نوع زنجیره تأمین، به سازمان‌ها امکان بهره‌مندی همزمان از مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی را می‌دهد [۴].

این عوامل و نحوه اولویت‌بندی آن‌ها در این صنعت وجود دارد. پژوهش حاضر در صدد است تا با رفع این شکاف‌ها، مدلی کاربردی برای بهبود مدیریت سبز در صنعت لبنیات ارائه نماید.

۲- مرور ادبیات

ادبیات مدیریت زنجیره تأمین سبز به اوایل دهه ۱۹۹۰ بازمی‌گردد، زمانی که مفاهیم مدیریت مشارکت زیست‌محیطی و راهبرد آگاهی زیست‌محیطی در زنجیره تأمین مطرح شد [۱۰]. مدیریت زنجیره تأمین سبز یک ایده و منطق جدید است که به تغییرات زیست‌محیطی و محدودیت منابع توجه دارد. با توجه به این چالش‌ها، مدیریت زنجیره تأمین سنتی نیازمند رویکردهای نوین مانند مدیریت زنجیره تأمین سبز است [۱۱]. زنجیره تأمین سبز به‌عنوان یک حوزه پژوهشی دقیق، با چالش‌های متعدد در راستای پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی روبرو است. پایداری زنجیره تأمین مواد غذایی تحت تأثیر عواملی همچون نوسانات اقتصادی، محدودیت‌های زیست‌محیطی و سیاست‌های تجاری قرار دارد. این چالش‌ها شامل تطبیق با تأمین‌کنندگان، مدیریت ریسک، و انطباق با استانداردهای زیست‌محیطی می‌باشد [۱۱]. زنجیره تأمین سبز یک حوزه تحقیقاتی گسترده است که به بررسی جنبه‌های مختلف پایداری در زنجیره تأمین می‌پردازد. این تحقیق شامل تحلیل چالش‌های پایداری، ارزیابی درک مصرف‌کننده از عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌ها، و بررسی رفتار پایداری مصرف‌کننده است. به‌طور خاص، توجه به نحوه تأثیر اقدامات زیست‌محیطی شرکت‌ها بر رفتار خرید و انتخاب‌های مصرف‌کنندگان، و همچنین ارزیابی اثربخشی راهبردهای سبز در ارتقای آگاهی و تغییر نگرش‌ها، از مسائل کلیدی در این حوزه محسوب می‌شود [۱۱]. یکی از جنبه‌های اصلی پژوهش در زنجیره تأمین سبز، ارتباط بین فعالیت‌های موجود و پشتیبانی است [۱۱]. با توجه به بررسی دقیق معیارهای ارائه‌شده توسط یون و همکاران و ارتباط آن‌ها با مجموعه وسیعی از ادبیات موجود در حوزه زنجیره تأمین سبز، تمرکز اصلی بر سه مقوله کلیدی انرژی، زباله، و مدیریت آب در بخش‌های مختلف زنجیره تأمین سبز قابل مشاهده است. این معیارها به‌عنوان مبنایی برای تعاملات زیست‌محیطی در فرآیندهای مرتبط عمل می‌کنند و اهمیت بالایی در تحقق اهداف پایداری در زنجیره تأمین دارند [۱۱]. به‌طور خاص، تحلیل‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد که تمرکز بر مدیریت منابع انرژی، کاهش تولید زباله، و بهینه‌سازی مصرف آب، می‌تواند تأثیر مستقیمی بر عملکرد زیست‌محیطی و اقتصادی زنجیره تأمین سبز داشته باشد. این

تأکیدات نشان می‌دهند که دستیابی به اهداف زیست‌محیطی از طریق تنظیم فعالیت‌های زنجیره تأمین با معیارهای پایدار، ضرورتی غیرقابل انکار در شرایط کنونی است [۱۱]. پیوند با فرآیندهای گسترده زنجیره تأمین سبز هنوز آن‌طور که باید و شاید ایجاد نشده است. تئوری نهادی بیان می‌کند که همسویی زیست‌محیطی رقابتی سازمان ممکن است توسط فشارهای نهادی قانونی، اجباری و تقلیدی تحت تأثیر قرار بگیرد [۱۱].

۲-۱- مدیریت زنجیره تأمین

مدیریت زنجیره تأمین به‌طور سنتی شامل فرآیند تبدیل مواد خام به محصولات نهایی است. این فرآیند شامل واردات و توزیع خروجی‌ها به مشتریان نهایی می‌شود تا حداکثر بهره‌وری اقتصادی حاصل گردد. در این راستا، استفاده از منابع طبیعی به‌عنوان یک جزء اساسی از این زنجیره در نظر گرفته می‌شود. با توجه به چالش‌های زیست‌محیطی و نیاز به پایداری، مفهوم مدیریت زنجیره تأمین سبز به‌وجود آمده است. در این رویکرد، نه تنها به بهره‌وری اقتصادی توجه می‌شود، بلکه استفاده بهینه و پایدار از منابع طبیعی نیز مدنظر قرار می‌گیرد. به عبارتی، زنجیره تأمین سبز بر این اصل استوار است که منابع طبیعی باید به‌طور مسئولانه و با حداقل اثرات منفی بر محیط زیست مورد استفاده قرار گیرند. در این بخش، به بررسی چگونگی ادغام اصول زنجیره تأمین سبز با فرآیندهای سنتی مدیریت زنجیره تأمین خواهیم پرداخت و اهمیت حفظ منابع طبیعی و تأثیر آن بر پایداری زنجیره تأمین را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

امروزه کسب و کارها اهمیت حفظ محیط زیست و مسئولیت‌های اجتماعی یک شرکت را درک می‌کنند. با این حال، برای دستیابی به عملکرد بالاتر در زمینه پایداری، تلاش‌های زیادی برای تغییر شکل کل زنجیره تأمین لازم است و این امر منجر به مزیت رقابتی پایدار در بازار می‌شود [۱۸]. مطالعات در حوزه مدیریت زنجیره تأمین نشان می‌دهند که بین عملکرد زنجیره تأمین سبز و رقابت، عملکرد مالی و عملیاتی یک شرکت رابطه مستقیم وجود دارد [۱۹]. تلاش برای دستیابی به پایداری زیست‌محیطی دیگر صرفاً به‌عنوان یک اقدام جهت رعایت الزامات قانونی محسوب نمی‌شود، بلکه به بخشی اساسی از راهبردهای سازمان‌ها تبدیل شده است، بلکه شرکت‌هایی نظیر تویوتا، تیمبرلند و استارباکس سبز بودن را به‌عنوان یک کاتالیزور برای رشد و به دست آوردن مزیت رقابتی تلقی می‌کنند. دیدگاه سبز بودن، توسعه را در صورتی پایدار قلمداد می‌کند که مزایای همه ذینفعان را در نظر بگیرد و با استفاده بهینه از منابع طبیعی [۲۰] به

زنجیره تأمین سنتی اضافه شد که یک مفهوم به نام مدیریت زنجیره تأمین سبز ایجاد کرد. مدیریت زنجیره تأمین سبز بر روی مسائل زیست‌محیطی و بهبود عملکرد اقتصادی و انگیزه‌های اقتصادی پس از اجرا تمرکز دارد [۲۷]. به منظور ارتقای پایداری، برخی از محققان تلاش کرده‌اند ایده‌های زیست‌محیطی را در مدیریت زنجیره تأمین ادغام کنند [۱۴]. زنجیره تأمین سبز به عنوان یک راهبرد کلیدی برای کسب مزیت رقابتی پایدار شناخته می‌شود [۲۸]. و به عنوان یک الگوی جدید مهم در شرکت‌ها، برای دستیابی به اهداف سود و سهم بازار با کاستن تأثیرات ریسک‌های محیطی آن‌ها در کنار افزایش کارایی فرایندشان ظاهر شده است. مدیریت زنجیره تأمین سبز یک مفهوم نسبتاً جدید است که در بین تولیدکنندگان و تامین کنندگان برای افزایش عملکرد زیست محیطی سازمانی محبوب تر می‌شود [۱۷]. روابط شرکت با محیط طبیعی یک منبع حیاتی در مزیت رقابتی پایدار به شمار می‌رود.

۲-۳- خلاصه‌ای از پژوهش‌های مرتبط در زمینه

زنجیره تأمین سبز

یون و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی چالش‌ها و فرصت‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز پرداختند و بر اهمیت استفاده از منابع طبیعی به صورت بهینه تأکید کردند [۲۷]. علاوه بر این، پروتی و همکاران (۲۰۲۲) بر تأثیرات همکاری نزدیک با تأمین کنندگان و مشتریان در پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز و فناوری‌های نوین اشاره کرده‌اند [۳۰]. همچنین، در تحقیقی دیگر، بیکر و همکاران (۲۰۲۰) به نقش فناوری‌های نوین در بهبود کارایی زنجیره تأمین سبز پرداخته‌اند و اشاره کردند که پیاده‌سازی این فناوری‌ها برای به حداقل رساندن ضایعات ضروری است [۳۱].

در صنعت لبنیات، مطالعه‌ای توسط بلوم و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که استفاده از مدیریت زنجیره تأمین سبز می‌تواند باعث کاهش آلاینده‌های زیست محیطی و بهبود عملکرد تولید در این صنعت شود [۳۲]. همچنین، گارسیا و همکاران (۲۰۲۱) به شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های پیاده‌سازی این مفهوم در صنعت لبنیات پرداخته‌اند و نتایج تحقیقاتشان نشان می‌دهد که پایبندی به استانداردهای زیست محیطی می‌تواند در افزایش مزیت رقابتی موثر باشد [۳۳].

در همین راستا، جیکوبسون و همکاران (۲۰۱۹) بررسی‌هایی در مورد بعد اجتماعی و ارتباط آن با زنجیره تأمین سبز در صنایع مختلف به ویژه صنعت لبنیات انجام دادند [۳۴]. تامپسون و همکاران

شیوه‌ای قاطع انجام شود. بررسی ادبیات نشان می‌دهد که سبز بودن کسب و کار نیاز به تعادل محیط طبیعی، جامعه و عملکرد اقتصادی برای مدیریت کسب و کار [۲۱] دارد بنابراین، توسعه در صورتی به عنوان پایدار نامیده می‌شود که به طور هم زمان در هر سه بعد سودآوری داشته باشد. این امر با نظارت بر عملکرد شرکت‌ها بر روی سه متغیر انتشار کربن، مسئولیت اجتماعی شرکت‌ها، و بازده اقتصادی با استفاده از شاخص‌های پایداری قابل حصول است [۲۲].

برای اجرای راهبردهای مدیریت عملکرد زیست محیطی هر سازمان باید تأثیر عملکرد بخش تدارکات را در نظر گرفت. مشکل عمده‌ای که شرکت‌ها در اجرای سبز بودن در زنجیره تأمین با آن مواجه بودند، تعادل بین بازده و سیاست‌های پایدار است [۲۳]. با این حال، پروتی و همکاران [۲۴] پیشنهاد کرده‌اند که زنجیره تأمین سبز می‌تواند به عنوان راهی مؤثر برای دستیابی به مزیت رقابتی در نظر گرفته شود، هرچند توسعه و افزایش چنین زنجیره‌های تأمینی چالش برانگیز است. آن‌ها تأکید می‌کنند که سبز بودن در یک شبکه زنجیره تأمین، همانند یک مثلث است که سه وجه آن شامل چشم‌انداز زیست محیطی، جنبه‌های اجتماعی و عملکرد اقتصادی می‌باشد [۲۵]. اتخاذ سیاست‌های پایدار و مؤثر برای مقابله با چالش‌های زیست محیطی و اجتماعی، از طریق ایجاد روابط همکاری با تأمین کنندگان، نقشی کلیدی در موفقیت زنجیره تأمین سبز دارد. این همکاری‌ها شامل تعامل نزدیک با مشتریان، نظارت مستمر بر عملکرد زیست محیطی و اجتماعی تأمین کنندگان، و ایجاد شراکت برای توسعه راه‌حل‌های نوین است. همچنین، پیاده‌سازی فناوری‌هایی مانند سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی و فناوری‌های پردازش و بازیافت مواد زائد می‌تواند به کاهش تولیدات جانبی مضر کمک کند. این فناوری‌ها برای پایداری و موفقیت یک زنجیره تأمین سبز ضروری هستند، زیرا به کاهش اثرات زیست محیطی و بهینه‌سازی مصرف منابع کمک می‌کنند. در این میان، سه بعد زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی، که به عنوان ارکان اصلی پایداری شناخته می‌شوند، در تحقیقات پیشین به‌ویژه توسط محققان [۲۶] مورد تأکید قرار گرفته‌اند.

۲-۲- مدیریت زنجیره تأمین سبز

در طول سه دهه گذشته، مسائل زیست محیطی تأثیر عمیقی بر جهان داشته‌اند. بهبود وضعیت محیط زیست برای تمام جوامع از اهمیت فوری برخوردار است. بنابراین، ویژگی سبز به مدیریت

قرار گرفته است. با توجه به مطالعات داخلی و خارجی در زمینه زنجیره تأمین سبزی و نتایج آن‌ها، هدف این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی ابعاد مدیریت زنجیره تأمین سبزی در صنعت لبنیات است. این تحقیق به منظور بهبود عملکرد شرکت‌ها، ارتقای برنامه‌های موجود و تدوین راهبردهای جدید در نظر گرفته شده است. بر اساس این مطالعات، معیارها و شاخص‌های مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبزی شناسایی شده‌اند. به‌ویژه، این پژوهش با استفاده از روش‌های ترکیبی DEMATEL و ANP، به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبزی پرداخته است.

۳- روش تحقیق

این تحقیق از نوع توصیفی-تحلیلی است و با استفاده از رویکرد ترکیبی (کیفی و کمی) انجام شده است. هدف اصلی این پژوهش شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبزی در صنعت لبنیات است. برای دستیابی به این هدف، پژوهش در چهار مرحله اصلی انجام شد. مرحله اول، شناسایی عوامل محیطی و آلاینده‌ها، در این مرحله، زنجیره تأمین شرکت دامداران مورد بررسی قرار گرفت. مصاحبه‌هایی با ۱۰ نفر از خبرگان و مدیران حوزه لبنیات با تحصیلات دکتری و کارشناسی ارشد و سابقه کاری بیش از ۱۰ سال انجام شد. هدف از این مصاحبه‌ها، شناسایی عواملی بود که زمینه‌ساز آلودگی محیط‌زیست در صنعت لبنیات بودند. مرحله دوم، غربالگری عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبزی، در این مرحله، با توجه به بررسی‌های ادبیات، ۵ معیار اصلی برای پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبزی استخراج شد. سپس، برای بومی‌سازی زیرمعیارها، جلسات مشاوره‌ای با ۱۰ نفر از خبرگان برگزار شد تا درباره ۲۵ زیرمعیار در قالب ۵ معیار اصلی برای اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبزی، به یک دیدگاه مشترک رسیده شود. سپس این زیرمعیارها در قالب یک پرسشنامه بر اساس طیف لیکرت میان ۶۰ نفر از کارشناسان و خبرگان صنعت توزیع گردید. در این مرحله، از آزمون‌های آماری t و ANOVA برای غربالگری زیرمعیارها استفاده شد. نتایج این آزمون‌ها، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS و Excel تجزیه و تحلیل شدند. مرحله سوم، استفاده از روش DEMATEL، در این مرحله، از روش DEMATEL برای تعیین روابط علت و معلولی بین معیارهای غربالگری شده در مرحله قبل، استفاده شد. این روش به شناسایی روابط پیچیده میان زیرمعیارها کمک کرد. و در مرحله چهارم،

نیز در پژوهشی تأثیر فناوری‌های سبزی در بهبود عملکرد زنجیره تأمین سبزی در صنعت لبنیات را مورد بررسی قرار دادند [۳۵]. کیهان و همکاران (۲۰۲۰) بر نقش عوامل اقتصادی و اثرات آن‌ها در پیاده‌سازی موفق زنجیره تأمین سبزی تأکید کردند [۳۶]. در جدیدترین مطالعات داخلی، ابراهیم‌پور و همکاران (۱۴۰۲) با استفاده از روش دیمتل فازی، شاخص‌های اقتصادی مؤثر بر پایداری زنجیره تأمین صنایع غذایی و کشاورزی را بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین نقش کلیدی در بهبود عملکرد زنجیره تأمین سبزی دارند [۳۷].

در پژوهشی دیگر، کیانی و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها، عوامل مؤثر بر موفقیت مدیریت زنجیره تأمین سبزی را تحلیل کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که نظارت بر اجرای قوانین، تأمین‌کنندگان سبزی و سفارش برای تولید سبزی از مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار در این حوزه هستند [۳۸].

در همان سال، صالحی‌نژاد و همکاران (۱۴۰۱) با بهره‌گیری از روش تحلیل شبکه‌ای فازی، عوامل فنی، استراتژیک، سازمانی و فرآیندی را به‌عنوان ابعاد کلیدی در مدیریت زنجیره تأمین سبزی معرفی کردند و بر اهمیت شاخص‌های فنی تأکید نمودند [۳۹].

شاهبندرزاده و باختر (۱۴۰۰) نیز در پژوهشی با استفاده از روش دیمتل، تأثیر عوامل مختلف بر مدیریت زنجیره تأمین سبزی در صنایع را بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که تولید سبزی، مشارکت سازمانی و رقابت از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در این زمینه هستند [۴۰].

در مطالعه‌ای پیش‌تر، مهاجری و همکاران (۱۳۹۸) عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین سبزی در شرکت ایران خودرو را شناسایی و اولویت‌بندی کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که ترویج فرهنگ سبزی، رعایت استانداردهای زیست محیطی و استفاده از فناوری‌های جدید تأثیر بسزایی در این حوزه دارند [۴۱].

در یکی از نخستین مطالعات، ضیایی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبزی در صنعت گردشگری پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که عوامل خارجی، به‌ویژه ساختار قانونی بیشترین اهمیت را دارند [۴۲].

این پژوهش از روش دلفی فازی و تحلیل دیمتل برای شناسایی و ارزیابی معیارهای کلیدی بهره می‌برد. روش دیمتل فازی برای تعیین روابط میان معیارها به کار گرفته شده است، در حالی که تحلیل MICMAC به منظور خوشه‌بندی این معیارها مورد استفاده

در طول فرآیند جمع‌آوری داده‌ها، چالش‌هایی نظیر زمان‌بر بودن فرآیند مصاحبه‌ها وجود داشت. برای مقابله با این مشکلات، برنامه‌ریزی دقیقی برای زمان‌بندی و تدارکات انجام شد. جلسات مصاحبه به گونه‌ای ترتیب داده شد که از بروز تداخل در زمان‌های کاری خبرگان جلوگیری شود. همچنین، برای تسهیل فرآیند و افزایش مشارکت، از روش‌های ارتباطی متنوعی نظیر برگزاری مصاحبه‌های آنلاین و ارسال پرسشنامه‌های الکترونیکی استفاده گردید. این اقدامات نه تنها موجب تسریع فرآیند جمع‌آوری داده‌ها گردید، بلکه مشارکت خبرگان را نیز افزایش داد. تمامی این چالش‌ها به‌طور مؤثر مدیریت شدند و تأثیری در کیفیت و اعتبار نتایج تحقیق نداشتند.

برای تحلیل داده‌ها، ابتدا از روش DEMATEL به منظور شناسایی و تعیین روابط علت و معلولی بین عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز استفاده شد. این روش به ما کمک کرد تا روابط پیچیده و تعاملات میان عوامل مختلف را مشخص کنیم. در واقع، DEMATEL به عنوان پیش‌پردازشی برای روش ANP عمل می‌کند و با تعیین روابط تأثیرگذار بین معیارها، ساختار شبکه‌ای مورد نیاز برای ANP را شکل می‌دهد. به این ترتیب، خروجی‌های DEMATEL که شامل روابط علت و معلولی بین معیارها است، به عنوان ورودی برای ANP استفاده شده و به کمک آن، وزن‌دهی و اولویت‌بندی نهایی عوامل کلیدی در پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز بر اساس میزان اهمیت و تأثیرشان در فرآیند اجرایی صورت می‌گیرد. استفاده از این دو روش تحلیلی، یعنی DEMATEL و ANP، به ما این امکان را داد که ابتدا روابط علی و معلولی بین زیرمعیارها را شناسایی کنیم و سپس آن‌ها را در یک الگوی منظم رتبه‌بندی کنیم. روش DEMATEL به ما در درک بهتر تعاملات بین عوامل کمک کرد، در حالی که ANP به ما اجازه داد تا این عوامل را بر اساس اهمیت و تأثیر آن‌ها اولویت‌بندی کنیم. این رویکرد ترکیبی به شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی در پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات پرداخته است.

داده‌های جمع‌آوری شده از پرسشنامه‌ها بعد از تجزیه و تحلیل به‌وسیله نرم‌افزارهای SPSS و Excel مورد ارزیابی قرار گرفتند. به‌طور مشخص، از نرم‌افزارهای SPSS و Excel برای تحلیل توصیفی داده‌ها و انجام آزمون‌های آماری نظیر t و ANOVA جهت غربالگری زیرمعیارها استفاده شد. برای تحلیل داده‌های مرتبط با DEMATEL

استفاده از روش ANP، در این مرحله، با استفاده از خروجی‌های روش DEMATEL، روش ANP به‌منظور وزن‌دهی و رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز پیاده‌سازی شد. جامعه آماری این تحقیق شامل ۱۲۰ نفر از فعالان صنعت لبنیات بود که از میان این افراد، ۶۰ نفر به‌عنوان نمونه با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌بندی شده انتخاب شدند. در این روش، ابتدا جامعه آماری به چهار گروه شغلی مدیران، سرپرستان، کارشناسان و کارشناسان ارشد تقسیم شد و سپس، از هر گروه به تناسب نسبت‌های موجود در واحدهای سازمان، نمونه‌هایی به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. انتخاب این تعداد نمونه، با هدف دستیابی به نمایی مناسب از نظرات و تجربیات هر گروه شغلی و ایجاد تعادل بین دقت و امکان‌پذیری تحقیق صورت گرفت.

داده‌ها با استفاده از یک پرسشنامه شامل ۲۵ سوال بر اساس طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای جمع‌آوری شدند. این سوالات در ۵ معیار اصلی و ۲۵ زیرمعیار تدوین شده و با استفاده از مطالعات پیشین و مشورت با خبرگان صنعت لبنیات تنظیم شدند. طراحی پرسشنامه به‌گونه‌ای انجام شد که تمامی ابعاد مؤثر بر پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات را پوشش دهد. فرآیند طراحی و ارزیابی پرسشنامه در مراحل زیر انجام شد:

مرحله اول، طراحی اولیه، بر اساس مطالعات پیشین و مشورت با خبرگان، پرسشنامه اولیه با ۲۵ سوال تدوین شد. مرحله دوم، بررسی روایی محتوایی، در این مرحله پرسشنامه اولیه برای بررسی روایی محتوایی به تعدادی از خبرگان صنعت لبنیات ارسال شد. برای سنجش روایی محتوا از شاخص CVR (نرخ روایی محتوا) استفاده شد. نظرات خبرگان در زمینه وضوح سوالات، دقت زیرمعیارها و اطمینان از پوشش جامع موضوعات مرتبط با مدیریت زنجیره تأمین سبز مورد توجه قرار گرفت. مرحله سوم، اصلاح و بازنگری، در این مرحله، پس از دریافت بازخوردهای اصلاحی، تغییرات لازم در ساختار و محتوای پرسشنامه اعمال شد. به عنوان مثال، برخی از سوالات به‌منظور افزایش وضوح و دقت، بازنویسی شدند و تعدادی از سوالات جدید به پرسشنامه اضافه گردید تا ابعاد مهم‌تری از مدیریت زنجیره تأمین سبز را پوشش دهد. در نهایت در مرحله چهارم، نسخه نهایی پرسشنامه بین ۶۰ نفر از کارشناسان، مدیران و خبرگان صنعت لبنیات توزیع گردید.

$$s = \sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2 / (n - 1))}$$

به منظور مقایسه میانگین‌ها در گروه‌های مختلف، از تحلیل واریانس (ANOVA) استفاده شد که به بررسی تفاوت میانگین‌ها در بیش از دو گروه می‌پردازد. با استفاده از این فرمول‌ها و تحلیل‌ها، می‌توان به نتیجه‌گیری‌های دقیق‌تری در مورد میانگین جامعه دست یافت.

روش DEMATEL یکی از روش‌های تصمیم‌گیری گروهی است که بر مبنای مقایسات زوجی و قضاوت خبرگان می‌باشد. این روش در بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۷ میلادی توسط فونتلا و گابوس برای حل مسائل پیچیده و درهم تنیده ارائه شد. هدف از این روش شناسایی و تحلیل روابط علی و معلولی بین عوامل مختلف در مسائل جهانی و استراتژیک است. این روش با استفاده از دیاگرام‌ها و نظریه گراف‌ها به شناسایی روابط تأثیرگذار بین عوامل موجود در یک سیستم پرداخته و ساختاری سلسله‌مراتبی و نظام‌مند از آنها ارائه می‌دهد. همچنین، شدت اثر این روابط را به صورت امتیاز عددی معین می‌کند.

روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) یک روش جدید در تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای اولویت‌بندی عوامل یا معیارها کاربرد دارد. این روش در واقع شکل عمومی روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی است که وابستگی بین عناصر مختلف را در نظر می‌گیرد. بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری به‌طور سلسله‌مراتبی ساختاردهی نمی‌شوند، زیرا در این مسائل، عناصر سطوح مختلف با یکدیگر وابستگی دارند. به همین دلیل، روش ANP به‌جای استفاده از سلسله‌مراتب، از یک شبکه برای نمایش این وابستگی‌ها استفاده می‌کند [۴۳].

۵- یافته‌های پژوهش

از آنجایی که رویکرد تحقیق حاضر بر مدیریت زنجیره‌تامین سبز متمرکز است، اطلاعات حاصل از مصاحبه‌های انجام شده با خبرگان و مدیران شرکت دامداران به شناسایی و استخراج زیرمعیارهای اصلی آلودگی محیط زیست در زنجیره‌تامین این شرکت کمک کرد. این عوامل در قالب معیارها و زیرمعیارهای مختلف شناسایی شدند که در جدول زیر به تفصیل ارائه شده است. این جدول به‌طور دقیق عواملی را که موجب آلودگی محیط زیست در مراحل مختلف زنجیره‌تامین می‌شوند، نشان می‌دهد.

و ANP، از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شد. برای تحلیل داده‌های مرتبط با DEMATEL و ANP، پس از جمع‌آوری داده‌ها، ماتریس روابط مستقیم با استفاده از مقایسات زوجی خبرگان تشکیل شد. سپس، ماتریس نرمال‌سازی شده و ماتریس کل روابط محاسبه گردید. از این ماتریس، نمودار روابط علی و معلولی استخراج شد. این نمودار نشان‌دهنده میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر عامل است. در نهایت، با استفاده از نتایج DEMATEL، ماتریس سوپرماتریس در ANP تشکیل و وزن نهایی عوامل محاسبه و رتبه‌بندی انجام شد. برای سنجش پایایی پرسشنامه نیز از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. مقدار α به‌دست آمده برابر ۰/۹۳۸ بود که نشان‌دهنده پایایی قابل قبول و مناسب ابزار است. این مقدار نشان می‌دهد که پرسشنامه به‌طور کلی قابلیت اندازه‌گیری پایدار و دقیق متغیرهای مورد نظر را دارا است.

۴- روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده در این پژوهش، از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. پیش از آغاز تحلیل‌های اصلی، کفایت نمونه‌گیری با استفاده از شاخص KMO^1 و آزمون بارتلت^۲ ارزیابی شد. مقدار KMO برابر با ۰/۸۶۲ به‌دست آمد که نشان‌دهنده کفایت قابل قبول نمونه برای انجام تحلیل‌های عاملی و روش‌های مبتنی بر مقایسات زوجی است. همچنین، نتایج آزمون بارتلت ($\chi^2 = ۶۷$, $df = ۲۴۵$, $P < ۰/۰۰۱$) نشان داد که ماتریس همبستگی داده‌ها برای انجام این نوع تحلیل‌ها مناسب است و فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همبستگی معنادار بین متغیرها رد می‌شود. در ادامه، روش‌های آماری مورد استفاده برای تحلیل داده‌ها شرح داده می‌شوند:

برای بررسی میانگین یک جامعه، از آزمون t تک نمونه‌ای استفاده شد که یک آزمون پارامتری است و بررسی می‌کند میانگین یک جامعه چقدر از یک مقدار ثابت بیشتر یا کمتر است. برای محاسبه آماره آزمون، از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$E = (\bar{x} - \mu_0) / (S / \sqrt{n})$$

شایان ذکر است که برای محاسبه انحراف معیار s از فرمول زیر استفاده می‌شود.

¹ Kaiser-Meyer-Olkin

² Bartlett's test

جدول (۱): معیارها و زیرمعیارهای آلوده کننده محیط زیست

معیار	زیر معیار	ردیف
آلودگی خاک	زباله‌های پلاستیکی، پسماندهای صنعتی	۱
	آلودگی مواد مغذی، پاتوژن‌ها، فلزات سنگین	۲
آلودگی آب	فاضلاب‌های صنعتی	۳
	رسوبات آب	۴
	هورمون‌ها از مزارع لبنی	۵
	آلودگی خاک به منابع آبی	۶
	شیرابه سیلو	۷
آلودگی هوا	باران اسیدی	۸
	فرآوری‌های شیر	۹
	مواد شیمیایی واسید	۱۰
	دستگاه‌ها و ژنراتورها (گازوئیل)	۱۱
	دود کامیون‌ها و سوزاندن زباله	۱۲
	بوی نامطبوع از مزارع	۱۳
آلودگی صوت	ماشین‌آلات و حمل و نقل	۱۴
آلودگی نور	روشنایی مزارع و کارخانه‌ها	۱۵
	روشنایی امنیتی در تأسیسات	۱۶

در مرحله بعد، این زیرمعیارها طی جلسات مشاوره‌ای با ۱۰ نفر از خبرگان و مدیران صنعت لبنیات در شرکت دامداران مورد ارزیابی قرار گرفتند. این افراد دارای تحصیلات دکتری و کارشناسی ارشد و بیش از ۱۰ سال سابقه کاری مرتبط بودند. در این مرحله، شاخص‌ها بر اساس معیارهایی همچون میزان تأثیرگذاری در بهبود عملکرد زنجیره تأمین سبز، تطابق با شرایط خاص صنعت لبنیات ایران و قابلیت اندازه‌گیری دقیق بررسی شدند. برای این تحلیل، از روش دلفی فازی و تحلیل فازی استفاده شد و در نتیجه تعداد زیرمعیارها به ۲۵ مورد کاهش یافت.

سپس، برای ارزیابی نهایی، این زیرمعیارها در قالب یک پرسشنامه تدوین و بین ۶۰ نفر از مدیران، کارشناسان و متخصصان صنعت لبنیات توزیع شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از روش‌های آماری تحلیل شد که شامل آزمون میانگین T یک نمونه‌ای برای مقایسه میانگین شاخص‌ها با مقادیر فرضی، آزمون‌های نیکویی تناسب برای ارزیابی میزان تطابق شاخص‌ها با مدل مفهومی و تحلیل عاملی برای کاهش ابعاد داده‌ها و تعیین میزان تأثیرگذاری هر شاخص بر مدیریت زنجیره تأمین سبز بود.

همان‌گونه که جدول (۱) نشان می‌دهد، عوامل مختلفی وجود دارند که به شدت بر کیفیت محیط زیست تأثیر می‌گذارند. این عوامل شامل آلودگی خاک، آب و هوا، آلودگی صوتی و نوری می‌شوند. هر یک از زیرمعیارهای ذکر شده، نمایانگر چالش‌های خاصی هستند که صنعت لبنیات ایجاد می‌کنند. شناسایی این زیرمعیارها نه تنها به ما کمک می‌کند تا منبع آلودگی‌ها را بهتر درک کنیم، بلکه می‌تواند به توسعه راهکارهای مؤثر برای کاهش تأثیرات منفی آنها بر محیط زیست و بهبود زنجیره تأمین سبز نیز منجر شود. به ویژه، توجه به آلودگی ناشی از زباله‌های پلاستیکی، فاضلاب‌های صنعتی و دود ناشی از حمل و نقل، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا این موارد می‌توانند بر سلامت عمومی و اکوسیستم‌ها تأثیرات عمیقی بگذارند.

در این تحقیق، ۲۵ زیرمعیار کلیدی برای پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات شناسایی شدند. ابتدا، با بررسی دقیق متون علمی، مقالات، تحقیقات پیشین و اسناد مرتبط، ۴۵ زیرمعیار اولیه استخراج شد. انتخاب این زیرمعیارها با توجه به میزان تأکید در مطالعات علمی، نقش آن‌ها در بهبود زنجیره تأمین سبز و امکان‌پذیری اجرای آن‌ها در صنعت لبنیات ایران صورت گرفت.

• لیست استاندارد تولیدی: تدوین لیستی از فرآیندها و محصولات با رعایت استانداردهای زیست‌محیطی.

۴. انبارداری، حمل و نقل و توزیع سبز

• بسته‌بندی ساخته شده از مواد تجدیدپذیر یا بازیافتی و غیرسمی: طراحی بسته‌بندی با استفاده از مواد زیست‌محیطی قابل بازیافت.

• بسته‌بندی مقاوم، بادوام، کوچک، سبک و کم‌ضایعاتی

• وسایل نقلیه با راندمان سوخت بالا: استفاده از وسایل نقلیه با کارایی انرژی بالا برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای.

• تعمیر و نگهداری منظم خودرو برای به حداقل رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای: برنامه‌ریزی برای نگهداری بهینه وسایل نقلیه به منظور کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی.

• حمل و نقل فشرده و محلی: استفاده از فناوری‌های نوین برای بهینه‌سازی حمل و نقل

• استفاده از فناوری‌های روز دنیا

۵. مدیریت پسماند و بازیافت

• همکاری بنگاه تجاری و مراکز بازیافت محلی: ایجاد ارتباط با مراکز بازیافت برای مدیریت مواد زائد.

• ارائه سیستم تشویقی (خدمات خرسندساز) ارائه مشوق‌ها برای تشویق به اقدامات پایدار و همکاری با سایر بنگاه‌ها.

• پیوستن به مراکز فعال در امر جمع‌آوری و بازیافت ضایعات: مشارکت در برنامه‌های محلی برای جمع‌آوری و بازیافت.

• همکاری سازمان‌های مربوطه و ارسال برای بازیافت: ایجاد همکاری با سازمان‌های مرتبط برای بهبود فرآیندهای بازیافت.

این زیرمعیارها می‌توانند به‌عنوان راهنمایی برای مدیران صنعت لبنیات در جهت سیاست‌گذاری‌های مؤثر، تصمیم‌گیری‌های اقتصادی بهینه و افزایش مسئولیت‌پذیری اجتماعی در زنجیره تأمین عمل کنند. به عنوان مثال، در بعد سیاست‌گذاری، دولت می‌تواند با تدوین مقررات سخت‌گیرانه‌تر و ارائه مشوق‌های مالیاتی، شرکت‌ها را به رعایت این زیرمعیارها تشویق کند. در بعد اقتصادی، پیاده‌سازی این زیرمعیارها می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های تولید، بهبود کارایی و افزایش سودآوری شود. در بعد اجتماعی، توجه به این زیرمعیارها می‌تواند باعث افزایش اعتماد مصرف‌کنندگان و بهبود تصویر برند شرکت شود. در نهایت، سازمان‌ها با تمرکز بر زیرمعیارهای کلیدی و تخصیص منابع بهینه، می‌توانند تأثیرات مثبتی بر محیط‌زیست و جامعه داشته باشند و به توسعه پایدار در صنعت لبنیات کمک کنند. پس از احصا و دسته‌بندی زیرمعیارها، مرحله بعدی نهایی‌سازی و اولویت‌بندی آن‌هاست. در این مرحله، باید بر اساس اهمیت و تأثیر

در نهایت، ۲۵ زیرمعیار نهایی انتخاب شد که تمامی مراحل زنجیره تأمین، از تأمین مواد اولیه تا توزیع و بازیافت، را پوشش می‌دهند. این زیرمعیارها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بتوانند تأثیر بسزایی در ارتقاء پایداری زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات داشته باشند. زیرمعیارهای احصا شده عبارت‌اند از:

۱. مدیریت محیط داخلی
 - چشم‌انداز زیست‌محیطی روشن و جامع: تعیین اهداف و مقاصد زیست‌محیطی که سازمان به دنبال دستیابی به آن‌هاست.
 - کمپین‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی در مورد پایداری محیط‌زیست: برنامه‌هایی برای افزایش آگاهی کارکنان و ذینفعان درباره اهمیت پایداری محیط‌زیست.
 - برنامه راهبردی برای دستیابی به پایداری زیست‌محیطی: تدوین راهبردهای بلندمدت برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی سازمان.
 - سیستم اندازه‌گیری استاندارد: ایجاد معیارها و شاخص‌های استاندارد برای ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی.
 - ایجاد سیستم کنترلی، نظارتی و پیگیری: پیگیری و نظارت بر اجرای سیاست‌ها و برنامه‌ها
۲. خرید و تأمین سبز
 - ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان: بررسی و انتخاب تأمین‌کنندگان با توجه به معیارهای زیست‌محیطی.
 - انعقاد تفاهم‌نامه‌های زیست‌محیطی با تأمین‌کنندگان: توافق‌نامه‌هایی با تأمین‌کنندگان برای رعایت اصول زیست‌محیطی.
 - پل ارتباطی شفاف و مؤثر با تأمین‌کنندگان و بنگاه‌های تجاری: رقراری ارتباط مؤثر و شفاف با تأمین‌کنندگان.
 - رعایت قوانین و مقررات زیست‌محیطی در هنگام خرید: اطمینان از انطباق با قوانین هنگام تأمین مواد اولیه.
۳. لیست استاندارد مواد اولیه: تدوین لیستی از مواد اولیه با استانداردهای زیست‌محیطی
 - تولید و عملیات سبز
 - بررسی و اندازه‌گیری مداوم وضعیت کاری ماشین‌آلات و راندمان آن‌ها: پایش و ارزیابی پیوسته عملکرد ماشین‌آلات.
 - بررسی تحلیلی تمام مراحل عملیات فرآیند تولید: ارزیابی مراحل تولید برای شناسایی نقاط ضعف و بهبود.
 - استفاده از مواد تجدیدپذیر، بازیافتی یا زیست‌تخریب‌پذیر و غیرسمی: انتخاب مواد اولیه با ویژگی‌های زیست‌محیطی مناسب.
 - به حداقل رساندن استفاده از مواد خام، انرژی و آب و استفاده مجدد از آن‌ها: کاهش مصرف منابع و بهینه‌سازی استفاده از آن‌ها.

برای تعیین شاخص‌های نهایی از تحلیل فازی استفاده شد. این تحلیل به ما کمک کرد تا اطمینان حاصل کنیم که زیرمعیارها به‌طور واقعی بر عملکرد یکپارچه زنجیره تأمین تأثیر دارند. نتایج این تحلیل‌ها به‌طور دقیق در نهایی‌سازی زیرمعیارها اعمال شد تا بر اساس اهمیت نسبی آن‌ها، منابع بهینه‌تری تخصیص یابد و بر روی زیرمعیارهایی که بیشترین تأثیر را دارند، تمرکز شود. به همین منظور، جدول (۲) خلاصه‌ای از نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های پرسشنامه تعیین اهمیت زیرمعیارها و جدول (۳) خلاصه نتایج تجزیه و تحلیل تعیین اهمیت ابعاد مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات را ارائه می‌دهد.

هر زیرمعیار بر اهداف زیست‌محیطی سازمان، اولویت‌های لازم تعیین گردد. این فرآیند به سازمان کمک می‌کند تا بر روی زیرمعیارهای کلیدی تمرکز بیشتری داشته باشد و منابع خود را به شکل بهینه‌تری تخصیص دهد.

۵-۱- نهایی‌سازی و اولویت‌بندی زیرمعیارها

در فرآیند نهایی‌سازی، از یک پرسشنامه پنج نقطه‌ای لیکرت برای ارزیابی اهمیت و اولویت هر زیرمعیار استفاده شد. این پرسشنامه شامل سوالات بسته و باز بود که به بررسی تأثیر هر زیرمعیار بر عملکرد زنجیره تأمین سبز می‌پرداخت. پس از جمع‌آوری داده‌ها،

جدول (۲): خلاصه نتایج پرسشنامه اول: خلاصه نتایج ارزیابی اهمیت زیرمعیارهای مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات

رتبه	زیرمعیار	امتیازات					تعداد کل	میانگین	آماره آزمون	انحراف معیار	وزن نهایی	تأثیر معیار
		تأثیر کم	تأثیر متوسط	تأثیر زیاد	خیلی زیاد	خیلی کم						
1	استفاده از فناوری‌های روز دنیا	6/6%	11/5%	23%	21/3%	36/1%	60	3/7	4/3	1/3	0/054	ضروری است
2	همکاری بنگاه تجاری و مراکز بازاریافت محلی	4/9%	13/1%	18%	24/6%	37/7%	60	3/8	4/9	1/2	0/053	ضروری است
3	کمپین‌های آموزشی و آگاهی بخشی در مورد پایداری محیط‌زیست	4/9%	14/8%	26/2%	18%	34/4%	60	3/6	3/9	1/2	0/052	ضروری است
4	برنامه راهبردی برای دستیابی به پایداری زیست‌محیطی	3/3%	14/8%	32/8%	16/4%	31/1%	60	3/6	3/8	1/2	0/049	ضروری است
5	ارائه سیستم تشویقی (خدمات خرسندساز)	9/8%	6/6%	21/3%	19/7%	41%	60	3/8	4/5	1/3	0/047	ضروری است
6	حمل و نقل فشرده و محلی	8/2%	18%	13/1%	19/7%	39/3%	60	3/7	3/6	1/4	0/046	ضروری است
7	همکاری سازمان‌های مربوطه و ارسال برای بازاریافت	4/9%	11/5%	18%	24/6%	39/3%	60	3/8	5/3	1/2	0/046	ضروری است
8	بررسی و اندازه‌گیری مداوم وضعیت کاری ماشین آلات و راندمان آنها	8/2%	13/1%	18%	26/2%	32/8%	60	3/6	3/8	1/3	0/044	ضروری است
9	بسته بندی مقاوم، بادوام، کوچک، سبک و کم ضایعاتی	11/5%	9/8%	19/7%	29/5%	29/5%	60	3/6	3/3	1/3	0/043	ضروری است
10	ایجاد سیستم کنترلی نظارتی	11/5%	9/8%	19/7%	18%	39/3%	60	3/7	3/6	1/4	0/043	ضروری است

جدول (۲): خلاصه نتایج پرسشنامه اول: خلاصه نتایج ارزیابی اهمیت زیرمعیارهای مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات

رتبه	زیر معیار	امتیازات					تعداد کل	میانگین	آماره آزمون	انحراف معیار	وزن نهایی	تاثیر معیار
		تاثیر کم	تاثیر متوسط	تاثیر زیاد	خیلی زیاد							
	پیگیری											
11	چشم‌انداز زیست‌محیطی روشن و جامع	%8/2	%11/5	%19/7	%34/4	%24/6	60	3/6	1/2	۰/۰۴۵	ضروری است	
12	سیستم اندازه‌گیری استاندارد	%4/9	%19/7	%19/7	%23	%31/1	60	3/6	1/3	۰/۰۴۲	ضروری است	
13	به حداقل رساندن استفاده از مواد خام، انرژی و آب و استفاده مجدد از آن‌ها	%8/2	%14/8	%27/9	%14/8	%32/8	60	3/5	2/9	۰/۰۴۱	ضروری است	
14	ارزیابی و انتخاب تامین‌کنندگان	%11/5	%13/1	%19/7	%27/9	%26/2	60	3/5	2/6	۰/۰۴۱	ضروری است	
15	بررسی تحلیلی تمام مراحل عملیات فرآیند تولیدی	%9/8	%23/3	%13/1	%21	%32/8	60	3/5	2/6	۰/۰۴۰	ضروری است	
16	رعایت قوانین مقررات زیست‌محیطی در هنگام خرید	%16/4	%6/6	%24/6	%18	%32/8	60	3/5	2/4	۰/۰۴۰	ضروری است	
17	لیست استاندارد تولیدی	%9/8	%21/3	%14/8	%16/4	%36/1	60	3/5	2/6	۰/۰۳۹	ضروری است	
18	پل ارتباطی شفاف و موثر با تامین‌کنندگان و بنگاه‌های تجاری	%11/5	%23	%19/7	%14/8	%29/5	60	3/3	1/6	۰/۰۳۹	ضروری است	
19	وسایل نقلیه با راندمان سوخت بالا	%14/8	%13/1	%13/1	%21/3	%36/1	60	3/5	2/7	۰/۰۳۸	ضروری است	
20	انعقاد تفاهم‌نامه‌های زیست‌محیطی با تامین‌کنندگان	%16/4	%13/1	%24/6	%21/3	%23	60	3/2	1/2	۰/۰۳۸	ضروری است	
21	استفاده از مواد تجدید پذیر، بازیافتی یا زیست تخریب پذیر و غیر سمی	%18	%8/2	%16/4	%24/6	%31/1	60	3/4	2/3	۰/۰۳۷	ضروری است	
22	بسته بندی ساخته شده از مواد تجدید پذیر یا بازیافتی و غیر سمی	%11/5	%19/7	%16/4	%27/9	%23	60	3/3	1/8	۰/۰۳۷	ضروری است	
23	پیوستن به مراکز فعال در امر جمع آوری و بازیافت ضایعات	%6/6	%19/7	%23	%19/7	%29/5	60	3/5	2/8	۰/۰۳۶	ضروری است	

جدول (۲): خلاصه نتایج پرسشنامه اول: خلاصه نتایج ارزیابی اهمیت زیرمعیارهای مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات

رتبه	زیرمعیار	امتیازات					تعداد کل	میانگین	آماره آزمون	انحراف معیار	وزن نهایی	تأثیر معیار
		تأثیر کم	تأثیر کم	تأثیر متوسط	تأثیر زیاد	خیلی زیاد						
24	لیست استاندارد مواد اولیه	14/8%	16/4%	27/9%	16/4%	23%	60	3/2	0/9	1/6	0/۰۳۵	ضروری است
25	تعمیر و نگهداری منظم خودرو برای به حداقل رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای	13/1%	18%	26/2%	18%	23%	60	3/2	1/1	1/4	0/۰۳۴	ضروری است

نشان‌دهنده اتفاق نظر نسبی خبرگان در ارزیابی این معیارها است. با این حال، برخی معیارها مانند لیست استاندارد مواد اولیه (با انحراف معیار ۱/۶) دارای انحراف معیار بالاتری هستند. این پراکندگی می‌تواند ناشی از تفاوت دیدگاه خبرگان در خصوص چالش‌های اجرایی این معیارها باشد.

از نظر "تأثیر معیار"، تمامی ۲۵ زیرمعیار به عنوان "ضروری است" دسته‌بندی شده‌اند. این نشان‌دهنده آن است که تمامی این عوامل برای بهبود و پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات به‌ویژه در شرکت دامداران، ضروری تلقی شده‌اند.

با توجه به وزن نهایی زیرمعیارها، "استفاده از فناوری‌های روز دنیا" (با وزن ۰/۰۵۴)، "همکاری بنگاه تجاری و مراکز بازیافت محلی" (با وزن ۰/۰۵۳) و "کمپین‌های آموزشی و آگاهی بخشی در مورد پایداری محیط‌زیست" (با وزن ۰/۰۵۲) دارای بالاترین وزن‌ها هستند. این بدان معناست که از دیدگاه خبرگان، این زیرمعیارها بیشترین تأثیر را در پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت لبنیات دارند و باید در اولویت قرار گیرند. از سوی دیگر، زیرمعیارهایی مانند "تعمیر و نگهداری منظم خودرو برای به حداقل رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای" (با وزن ۰/۰۳۴) و "لیست استاندارد مواد اولیه" (با وزن ۰/۰۳۵) دارای کمترین وزن‌ها هستند و در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند.

نتایج نشان می‌دهد که تمامی زیرمعیارها در اجرای مدیریت زنجیره تأمین سبز نقش کلیدی دارند. زیرمعیارهایی مانند چشم‌انداز زیست‌محیطی روشن، کمپین‌های آموزشی، و استفاده از مواد

در این بخش از مقاله، جدول (۲) که شامل نتایج پرسشنامه برای تعیین درجه اهمیت زیرمعیارهای آلودگی محیط‌زیست در زنجیره تأمین شرکت دامداران است، مورد تحلیل قرار می‌گیرد. نتایج جدول نشان می‌دهد که اکثر زیرمعیارهای زیست‌محیطی از دیدگاه خبرگان دارای اهمیت بالایی هستند. در ابتدا مشاهده می‌شود که بیشتر زیرمعیارها در دسته‌بندی‌های "تأثیر زیاد" و "تأثیر خیلی زیاد" قرار دارند. برای مثال، زیرمعیارهایی چون چشم‌انداز زیست‌محیطی روشن و جامع، کمپین‌های آموزشی و آگاهی بخشی در مورد پایداری محیط زیست، و برنامه راهبردی برای دستیابی به پایداری زیست‌محیطی در میان بالاترین درصدهای "تأثیر زیاد" و "خیلی زیاد" قرار دارند. این نشان می‌دهد که خبرگان به‌طور کلی این زیرمعیارها را به‌عنوان عواملی کلیدی در موفقیت راهبردهای زنجیره‌تأمین سبز ارزیابی کرده‌اند.

میانگین امتیازات اغلب زیرمعیارها بالاتر از ۳/۵ است، که نشان‌دهنده اهمیت بالای آن‌ها در ارزیابی خبرگان است. به‌طور خاص، زیرمعیارهایی مانند کمپین‌های آموزشی و آگاهی بخشی در مورد پایداری محیط زیست (با میانگین ۳/۹)، همکاری بنگاه تجاری و مراکز بازیافت محلی (با میانگین ۳/۸) و استفاده از فناوری‌های روز دنیا (با میانگین ۳/۷) امتیازهای بالا را کسب کرده‌اند. این زیرمعیارها به وضوح به‌عنوان مؤلفه‌هایی اساسی در بهبود عملکرد زیست‌محیطی زنجیره‌تأمین سبز شرکت دامداران شناخته شده‌اند.

انحراف معیار برای بیشتر زیرمعیارها در حدود ۱/۲ تا ۱/۸ است که نشان‌دهنده میزان پراکندگی کم در ارزیابی‌ها است. این موضوع

اختلاف نظر در خصوص برخی زیرمعیارها است که می تواند بیانگر نیاز به راهکارهای دقیق تری در اجرای این عوامل در سطح شرکت باشد.

بازیافتی به عنوان موارد اصلی برای کاهش اثرات منفی زیست محیطی در زنجیره تامین صنعت لبنیات در شرکت دامداران مورد تأکید قرار گرفته اند. همچنین، انحراف معیارهای مختلف نشان دهنده وجود

جدول (۳): خلاصه نتایج تعیین اهمیت ابعاد زنجیره تامین سبز

ابعاد	میانگین	اماره آزمون	انحراف معیار	وزن نهایی	تأثیر معیار
مدیریت پسماند و بازیافت	3/7	8/6	0/6	0/280	ضروری است
مدیریت محیط داخلی	3/6	9/3	0/5	0/195	ضروری است
تولید و عملیات سبز	3/5	7/2	0/5	0/180	ضروری است
انبارداری، حمل و نقل و توزیع سبز	3/4	5/2	0/7	0/175	ضروری است
خرید و تامین سبز	3/3	4/2	0/6	0/170	ضروری است

صنعت لبنیات باشد و انحراف معیار بین 0/5 تا 0/7 متغیر است، که نشان دهنده پراکندگی نظرات نسبتاً کم در ارزیابی ابعاد مختلف است. این مقدار پایین بیانگر توافق نسبی میان خبرگان در ارزیابی اهمیت ابعاد زنجیره تامین سبز است. انبارداری، حمل و نقل و توزیع سبز بیشترین انحراف معیار (0/7) را دارد، که احتمالاً نشان دهنده اختلاف نظر بیشتر در خصوص اهمیت این حوزه در بین خبرگان است. این تفاوت می تواند به پیچیدگی های اجرایی و نبود استانداردهای مشخص در این بخش مرتبط باشد. مدیریت محیط داخلی و تولید و عملیات سبز با انحراف معیار (0/5) پایین ترین پراکندگی را دارند، که بیانگر توافق بیشتر خبرگان درباره اهمیت این ابعاد است.

این تفاوت می تواند به پیچیدگی های اجرایی و نبود استانداردهای مشخص در این بخش مرتبط باشد. این نتایج نشان می دهد که تمامی این ابعاد نقش کلیدی در بهبود عملکرد زیست محیطی زنجیره تامین صنعت لبنیات ایفا می کنند. علاوه بر این، آزمون معیارها که به فرضیات مقاله مرتبط است، تأیید می کند که هر پنج معیار مدیریت زنجیره تامین سبز در صنعت لبنیات تأثیرگذار بوده و در جهت گیری به سوی پایداری زیست محیطی نقش بسزایی دارند.

این امر نشان می دهد که ارزیابی مثبت و اهمیت بالای ابعاد مختلف زنجیره تامین سبز از دیدگاه خبرگان مورد تأکید قرار گرفته است. مدیریت پسماند و بازیافت با بالاترین میانگین (3/7) و وزن نهایی (0/280)، اهمیت ویژه ای در کاهش اثرات منفی زیست محیطی و ایجاد زنجیره تامین سبز دارد. مدیریت پسماند و بازیافت با بالاترین میانگین (3/7) اهمیت ویژه ای در کاهش اثرات منفی زیست محیطی و نقش آن در ایجاد زنجیره تامین سبز دارد. خرید و تامین سبز کمترین میانگین (3/3) و وزن نهایی (0/170) را دارد، که ممکن است به دلیل چالش های موجود در تغییر رفتار تامین کنندگان و تامین مواد اولیه پایدار باشد. سایر ابعاد (مدیریت محیط داخلی، تولید و عملیات سبز، و انبارداری و حمل و نقل سبز) در سطح مشابهی (میانگین حدود 3/4 تا 3/6 و وزن نهایی بین 0/175 تا 0/195) ارزیابی شده اند، که نشان دهنده اهمیت تقریباً یکسان این حوزه ها در فرآیندهای زنجیره تامین سبز است. آماره آزمون برای ابعاد مختلف متفاوت است و طیف مقادیر آن بین 4/2 تا 9/3 قرار دارد. مدیریت محیط داخلی (9/3) و مدیریت پسماند و بازیافت (8/6) بالاترین مقادیر آماره آزمون را دارند، که حاکی از میزان اهمیت و تأثیرگذاری بسیار بالای این دو حوزه در زنجیره تامین سبز است. خرید و تامین سبز (4/2) کمترین آماره آزمون را دارد، که ممکن است نشان دهنده چالش هایی در پیاده سازی این بعد در

جدول (۴): اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارهای مدیریت زنجیره تأمین سبز

معیار	زیرمعیار	کد
D1 مدیریت پسماند و بازیافت [۴۴]، [۴۶]	استفاده از فناوری‌های روز دنیا	S1
	همکاری بنگاه تجاری و مراکز بازیافت محلی	S2
	ارائه سیستم تشویقی (خدمات خرسندساز)	S3
	پیوستن به مراکز فعال در امر جمع آوری و بازیافت ضایعات	S4
	همکاری سازمان‌های مربوطه و ارسال برای بازیافت	S5
D2 مدیریت محیط داخلی [۴۷]، [۴۸]، [۴۹]	چشم‌انداز زیست‌محیطی روشن و جامع	S6
	کمپین‌های آموزشی و آگاهی بخشی در مورد پایداری محیط زیست	S7
	برنامه راهبردی برای دستیابی به پایداری زیست‌محیطی	S8
	سیستم اندازه‌گیری استاندارد	S9
	ایجاد سیستم کنترلی نظارتی پیگیری	S10
D3 تولید و عملیات سبز [۴۸]، [۵۱]	بررسی و اندازه‌گیری مداوم وضعیت کاری ماشین آلات و راندمان آنها	S11
	بررسی تحلیلی تمام مراحل عملیات فرآیند تولیدی	S12
	استفاده از مواد تجدید پذیر، بازیافتی یا زیست تخریب پذیر و غیر سمی	S13
	به حداقل رساندن استفاده از مواد خام، انرژی و آب و استفاده مجدد از آنها	S14
	لیست استاندارد تولیدی	S15
D4 انبارداری، حمل و نقل و توزیع سبز [۵۰]، [۵۱]، [۵۲]	بسته بندی ساخته شده از مواد تجدید پذیر یا بازیافتی و غیر سمی	S16
	بسته بندی مقاوم، بادوام، کوچک، سبک و کم ضایعاتی	S17
	وسایل نقلیه با راندمان سوخت بالا	S18
	تعمیر و نگهداری منظم خودرو برای به حداقل رساندن انتشار گازهای گلخانه‌ای	S19
	حمل و نقل فشرده و محلی	S20
D5 خرید و تامین سبز [۴۹]، [۴۵]	ارزیابی و انتخاب تامین کنندگان	S21
	امضا تفاهم نامه زیست‌محیطی فی ما بین سازمان و تامین کننده گان	S22
	پل ارتباطی شفاف و موثر با تامین کنندگان و بنگاه‌های تجاری	S23
	رعایت قوانین مقررات زیست‌محیطی در هنگام خرید	S24
	لیست استاندارد مواد اولیه	S25

بهبود بهره‌وری و تقویت زیرساخت‌های پایدار در زنجیره تأمین، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در نتیجه، معیار (D2) نشان‌دهنده اهمیت بالای خود در راستای بهبود کارایی زنجیره تأمین و تأثیر مثبت آن بر محیط زیست است.

۳. معیار D3: تولید و عملیات سبز. تولید سبز (S13) و (S14) از طریق کاهش مصرف انرژی و مواد اولیه، باعث کاهش هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی می‌شود. همچنین، استفاده از استانداردهای تولید (S15) و ارزیابی مداوم ماشین‌آلات (S11) به ارتقای کیفیت و بهره‌وری فرآیندهای تولید کمک می‌کند. بنابراین، این عوامل نشان‌دهنده اهمیت بالای این معیار هستند.

۴. معیار D4: انبارداری، حمل‌ونقل و توزیع سبز. این معیار، به‌عنوان مثال، شاخص بسته‌بندی‌های سبز (S16) به‌طور مستقیم با کاهش ضایعات و بهبود مدیریت پسماند در زنجیره تأمین مرتبط است. همچنین، استفاده از وسایل نقلیه با راندمان بالا (S18) به کاهش مصرف سوخت و کاهش انتشار آلاینده‌های گازی کمک می‌کند. این شاخص‌ها نشان‌دهنده راهکارهای مؤثر برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی در زنجیره تأمین هستند. به‌عبارت دیگر، شاخص (S16) با تمرکز بر بسته‌بندی‌های سبز، به کاهش ضایعات و بهینه‌سازی مدیریت پسماند کمک می‌کند. از سوی دیگر، (S18) با بهره‌گیری از وسایل نقلیه کارآمد، به کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌های محیط زیست می‌انجامد. بنابراین، این شاخص‌ها به‌عنوان ابزارهایی مؤثر در ارتقاء عملکرد زیست‌محیطی زنجیره تأمین به شمار می‌آیند.

۵. معیار D5: خرید و تأمین سبز. این معیار شامل زیرمعیارهایی نظیر ارزیابی تأمین‌کنندگان (S21)، انعقاد تفاهم‌نامه‌های زیست‌محیطی (S22)، و رعایت مقررات زیست‌محیطی هنگام خرید (S24) است. دلایل اهمیت این معیار نیز شامل مواردی همچون تأمین مواد اولیه سبز (S25) و رعایت قوانین زیست‌محیطی (S24) پایه و اساس زنجیره‌تأمین پایدار هستند و همکاری با تأمین‌کنندگان متعهد به پایداری (S21 و S23) تضمین می‌کند که استانداردهای سبز در سراسر زنجیره رعایت شوند؛ می‌باشد.

۶- نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدیریت پسماند و بازیافت بیشترین تأثیر را بر بهبود عملکرد زیست‌محیطی صنعت لبنیات دارد. پس از آن، مدیریت محیط داخلی، تولید و عملیات سبز، انبارداری، حمل‌ونقل و توزیع سبز، و خرید و تأمین سبز در اولویت‌های بعدی

در این پژوهش، از روش DEMATEL برای شناسایی روابط تأثیرگذار و تأثیرپذیر میان زیر معیارها و معیارهای مدیریت زنجیره تأمین سبز استفاده شد. این روش به‌طور خاص از روش‌های ماتریس وزنی برای شناسایی روابط علی-معلولی میان معیارها بهره می‌برد. پس از جمع‌آوری داده‌ها از طریق مصاحبه با ۱۰ نفر از خیرگان صنعت لبنیات، روابط میان معیارها شناسایی شده و تحلیل‌های دقیق‌تری برای تعیین اولویت‌های اجرایی در مدیریت زنجیره تأمین سبز صورت گرفت. تحلیل نتایج نشان داد که معیارها و زیرمعیارها از منظر تأثیرگذاری و تأثیرپذیری دارای روابط علی-معلولی هستند. سپس در مرحله بعدی، با بهره‌گیری از روش ANP، اولویت‌بندی معیارها و زیرمعیارها بر اساس میزان ارجحیت آن‌ها انجام شد. این فرآیند امکان ارائه مدلی ساختاری و نظام‌مند برای مدیریت زنجیره‌تأمین سبز را فراهم آورد.

۱. معیار D1: مدیریت پسماند و بازیافت. این معیار با زیرمعیارهایی نظیر استفاده از فناوری‌های روز دنیا (S1)، همکاری با مراکز بازیافت محلی (S2)، و پیوستن به مراکز جمع‌آوری ضایعات (S4) بر کاهش ضایعات و افزایش بازیافت در زنجیره‌تأمین تمرکز دارد. از آنجاییکه مدیریت پسماند و بازیافت به کاهش مستقیم اثرات زیست‌محیطی کمک می‌کند. استفاده از فناوری‌های پیشرفته (S1) کارایی فرآیندهای بازیافت را بهبود می‌بخشد. همکاری با مراکز بازیافت محلی (S2) و (S5) نه تنها هزینه‌های بازیافت را کاهش می‌دهد، بلکه زیرساخت‌های پایدار در سطح جامعه را نیز تقویت می‌کند. همچنین، سیستم‌های تشویقی (S3) نقش مهمی در افزایش مشارکت تأمین‌کنندگان و مصرف‌کنندگان در فرآیندهای بازیافت ایفا می‌کنند. بنابراین، این معیار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۲. معیار D2: مدیریت محیط داخلی. این معیار بر جنبه‌های فرهنگی و آموزشی در سازمان تأکید دارد و شامل زیرمعیارهای زیر است: چشم‌انداز زیست‌محیطی روشن (S6)، ایجاد یک چشم‌انداز زیست‌محیطی روشن در سازمان به تقویت فرهنگ سبز در تمامی سطوح کمک می‌کند و باعث هماهنگی اهداف و فرآیندها با استانداردهای سبز می‌شود. برنامه‌های آموزشی (S7)، این برنامه‌ها برای ارتقای آگاهی کارکنان و تأمین‌کنندگان در زمینه حفظ محیط زیست ضروری هستند. آگاهی بخشی و برنامه‌ریزی استراتژیک (S8) تضمین می‌کند که فعالیت‌های سازمان در مسیر توسعه پایدار باقی بماند. سیستم کنترلی نظارتی (S10) این ابزارها به بهبود عملکرد سبز سازمان کمک کرده و انطباق آن با مقررات را تضمین می‌کند. این معیار به دلیل تأثیر مستقیم آن بر کاهش هزینه‌ها،

درک بهتر چالش‌ها کمک کند. علاوه بر این، انجام مطالعات تطبیقی بین صنایع مختلف برای شناسایی بهترین شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز و انتقال تجربیات موفق به صنعت لبنیات از دیگر زمینه‌های پژوهشی مهم به شمار می‌رود. این پژوهش‌ها می‌توانند علاوه بر ارائه راهکارهای عملی برای بهبود مدیریت زنجیره‌تأمین سبز، به سیاست‌گذاران و مدیران کمک کنند تا تصمیمات آگاهانه‌تری در مسیر توسعه پایدار اتخاذ کنند.

۷- مراجع

- [1] S. Chopra, & P. Meindl, "Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation (7th ed.)", Pearson, 2019.
- [2] S. Seuring, & M. Müller, "From a Literature Review to a Conceptual Framework for Sustainable Supply Chain Management", *J. Cleaner Prod.*, vol. 16(15), pp. 1699-1710, 2008.
- [3] M. E. Porter, "Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance", Free Press, 1985.
- [4] S. K. Srivastava, "Green Supply-Chain Management: A State-of-the-Art Literature Review", *Int. J. Manag. Rev.*, 9(1), 53-80, 2007.
- [5] J. Sarkis, Q. Zhu, & K. H. Lai, "An Organizational Theoretic Review of Green Supply Chain Management Literature", *Int. J. Prod. Econ.*, 130(1), 1-15, 2011.
- [6] Q. Zhu, & J. Sarkis, "Relationships Between Operational Practices and Performance Among Early Adopters of Green Supply Chain Management Practices in Chinese Manufacturing Enterprises", *J. Oper. Manag.*, 22(3), 265-289, 2004.
- [7] P. Rao, & D. Holt, "Do Green Supply Chains Lead to Competitiveness and Economic Performance?", *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, 25(9), 898-916, 2005.
- [8] H. Walker, L. Di Sisto, & D. McBain, "Drivers and Barriers to Environmental Supply Chain Management Practices: Lessons from the Public and Private Sectors", *J. Purchas. Supply Manag.*, 14(1), 69-85, 2008.
- [9] M. L. Tseng, K. J. Wu, M. K. Lim, & W. P. Wong, "Data-Driven Sustainable Supply Chain Management Performance: A Hierarchical Structure Assessment Under Uncertainties", *J. Cleaner Prod.*, 227, 760-771, 2019.
- [10] Q. Zhu, & J. Sarkis, "An Inter-Sectoral Comparison of Green Supply Chain Management in China: Drivers and Practices", *J. Cleaner Prod.*, 14, 472-486, 2006.
- [11] L. Vijayvargy, J. Thakkar, & G. Agarwal, "Green Supply Chain Management Practices and Performance", *J. Manuf. Technol. Manag.*, 28, 299-323, 2017.
- [12] Fardad Group, "Green Supply Chain: Challenges and Sustainability Issues", Retrieved from <http://www.fardadgroup.com>, 2022.
- [13] B. E. Ytterhus, P. Arnestad, & S. Lothe, "Environmental Initiatives in the Retailing Sector: An Analysis of Supply Chain Pressures and Partnerships", *Eco-Manag. Audit.*, 6(4), 181-188, 1999.
- [14] K.-H. Lai, T. C. E. Cheng, & A. K. Y. Tang, "Green Retailing: Factors for Success", *Calif. Manag. Rev.*, 52(2), 6-31, 2010.
- [15] S. Youn, S. Kim, Y. Lee, H. J. Choo, S. Jang, & J. I. Jang, "Measuring Retailers' Sustainable Development", *Bus. Strateg. Environ.*, 26(3), 385-398, 2017.
- [16] O. Chkanikova & O. Mont, "Corporate Supply Chain Responsibility: Drivers and Barriers for Sustainable Food Retailing", *Sustain.*, 7(7), 9369-9386, 2015.

قرار می‌گیرند. این اولویت‌بندی بر مبنای تحلیل داده‌ها و وزن‌دهی شاخص‌ها انجام شده و نقش هر یک از این عوامل را در ارتقای پایداری صنعت لبنیات مشخص می‌کند.

پژوهش حاضر با شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مؤثر در مدیریت زنجیره‌تأمین سبز، زمینه‌ای برای پیاده‌سازی این رویکرد در صنعت لبنیات فراهم می‌کند. این موضوع از دو جنبه اهمیت دارد؛ نخست، افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان و حساسیت عمومی نسبت به مسائل زیست‌محیطی که صنایع را ملزم به رعایت معیارهای پایداری می‌کند. دوم، الزام به انطباق با مقررات زیست‌محیطی که به‌طور مداوم در حال تحول و تشدید هستند.

برای دستیابی به زنجیره‌تأمین سبز، شرکت‌های لبنی باید رویکردی جامع و ساختاریافته اتخاذ کنند. این رویکرد شامل ایجاد کارگروه‌های تخصصی برای تدوین و نظارت بر راهبردهای مدیریت سبز است. همچنین، تقویت فرهنگ سازمانی سبز از طریق آموزش و برگزاری کارگاه‌های تخصصی اهمیت دارد. استفاده از فناوری‌های نوین برای کاهش مصرف انرژی، بهینه‌سازی تولید و کاهش پسماند نیز از دیگر اقداماتی است که باید مد نظر قرار گیرد. بهره‌گیری از سیستم‌های هوشمند برای کاهش اثرات زیست‌محیطی در فرآیندهای زنجیره‌تأمین و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و استفاده از مواد اولیه دوستدار محیط زیست از دیگر عناصر کلیدی این رویکرد به شمار می‌روند.

اجرای این اقدامات نه تنها هزینه‌های زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد، بلکه به افزایش رضایت مشتریان، بهبود جایگاه برند و تقویت رقابت‌پذیری در بازار محصولات سبز نیز منجر می‌شود. همچنین، مدیریت سبز زنجیره‌تأمین علاوه بر تأثیر مثبت بر محیط‌زیست، یک مزیت رقابتی پایدار برای شرکت‌های لبنی محسوب می‌شود. کاهش هزینه‌های تولید، بهبود بهره‌وری و جذب مشتریان حساس به محیط‌زیست از جمله مزایای این رویکرد است. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز نیز می‌تواند سودآوری شرکت‌ها را در بلندمدت افزایش دهد.

برای توسعه دانش در حوزه مدیریت زنجیره‌تأمین سبز، پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی تأثیر فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، بلاک چین و اینترنت اشیا بر این حوزه بپردازند. همچنین، بررسی موانع اجرایی مدیریت سبز در صنعت لبنیات از طریق مطالعات کیفی و مصاحبه با مدیران و کارشناسان می‌تواند به

- [37] J. Ebrahimpour Samani, N. Khani, B. Yazdani, S. M. R. Davoodi, "Designing a Sustainable Supply Chain Model in Food and Agriculture Industries with Emphasis on Economic, Social, and Environmental Dimensions: Application of Interpretive Structural Modeling Method", *Supply Chain Journal*, 26(84), 77-102, Fall 2024.
- [38] M. Kiani, A. Morovati Sharifabadi, E. Moftehazadeh, & F. Zamzam, "Designing a dynamic model of factors affecting the success of green supply chain management," *Bus. Stud.*, Issue unspecified, 25-, 2022.
- [39] H. Salehinejad, A. Apenak, & M. S. Seyed-Bathae, "Identification and prioritization of factors affecting the green supply chain," *Proc. Int. Conf. Interdiscip. Stud. Manag. Eng.*, 5th Ed., 2022.
- [40] H. Shahbandarzadeh & M. Bakhtar, "Identification and prioritization of factors affecting green supply chain management in industries using the DEMATEL technique," *Proc. Int. Conf. Manag. Account. Econ. Dev.*, 7th Ed., 2021.
- [41] Sh. Mohajeri, Y. Aghaei Pour, & M. Pirdastan, "Identification and prioritization of factors affecting green supply chain management in Iran Khodro Company," *Nokhbegan Sci. Eng.*, 4(3), 111-122, 2019.
- [42] M. Ziaei, S. M. Mahmoudzadeh, & T. Shahi, "Prioritization of factors affecting the implementation of green supply chain management in the tourism industry," *Geogr. Dev.*, 15(46), 19-34, 2017.
- [43] S. Sipahi & M. Timor, "The Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process: An Overview of Applications", *Manag. Decis.*, 48, 775-808, 2010.
- [44] C. Kuei, C. Madu, W. Chow, & Y. Chen, "Determinants and Associated Performance Improvement of Green Supply Chain Management in China", *J. Clean. Prod.*, 95, 163-173, 2015.
- [45] K. Y. Tipayawong, T. Tiwaratreewit, & A. Sopadang, "Positive Influence of Green Supply Chain Operations on Thai Electronic Firms' Financial Performance", *Procedia Eng.*, 118, 683-690, 2015.
- [46] S. Kusi-Sarpong, J. Sarkis, & X. Wang, "Assessing Green Supply Chain Practices in the Ghanaian Mining Industry: A Framework and Evaluation", *Int. J. Prod. Econ.*, 181, 325-341, 2016.
- [47] A. Diabat, R. Khodaverdi, & L. Olfat, "An Exploration of Green Supply Chain Practices and Performances in the Automotive Industry", *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 68(1-4), 949-961, 2013.
- [48] L. Fattah, S. K. Firouzabadi, & R. Khodaverdi, "Realization of Green Supply Chain Management in Iranian Automotive Industry", *J. Iran Manag. Sci.*, 6(87), 783-741, 2011.
- [49] A. Jafari, M. Shadban, & M. Hanai, "The Landscape of the Petrochemical Industry in the Region and the World", *Proc. First Iran Petrochem. Conf.*, Tehran: Natl. Petrochem. Co., 2008.
- [50] K. Wu, C. Liao, M. Tseng, & A. Chiu, "Exploring Decisive Factors in Green Supply Chain Practices Under Uncertainty", *Prod. Econ.*, 159, 147-157, 2015.
- [51] T. A. Chin, H. H. Tat, & Z. Sulaiman, "Green Supply Chain Management, Environmental Collaboration, and Sustainability Performance", *Procedia CIRP*, 26, 695-699, 2015.
- [52] R. Rostamzadeh, K. Talkan, A. S. Ismaili, & M. Sabaghi, "Using Fuzzy VIKOR to Evaluate the Green Supply Chain Management Methods: Ecological Indicators", *Ecol. Indic.*, 49, 188-203, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.10.0>
- [17] J. Sarkis, Q. Zhu, & K. H. Lai, "An Organizational Theoretic Review of Green Supply Chain Management Literature", *Int. J. Prod. Econ.*, 130(1), 1-15, 2011.
- [18] P. Beske & S. Seuring, "Putting Sustainability into Supply Chain Management", *Supply Chain Manag. Int. J.*, 19(3), 322-331, 2014.
- [19] B. Keating, A. Quazi, A. Kriz, & T. Coltman, "In Pursuit of a Sustainable Supply Chain: Insights from Westpac Banking Corporation", *Supply Chain Manag. Int. J.*, 13(3), 175-179, 2008.
- [20] S. Hart & M. B. Milstein, "Creating Sustainable Value", *Acad. Manag. Exec.*, 17(2), 56-69, 2003.
- [21] J. Elkington, *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of the 21st Century*, New Society Publishers, 1998.
- [22] A. Tajbakhsh & A. Hosseini, "Sustainable Supply Chain Performance: Review and Research Questions", *Int. J. Prod. Perform. Manag.*, 64(6), 744-783, 2015.
- [23] J. Garcia-Arca, J. C. Prado-Prado, & A. T. G. Gonzalez-Portela, "Packaging Logistics Promoting Sustainable Efficiency in Supply Chains", *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, 44(4), 325-346, 2014.
- [24] S. Perotti, M. Zorzini, E. Cagno, & G. J. L. Micheli, "Green Supply Chain Practices and Company Performance: The Case of 3PLs in Italy", *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, 42(7), 640-672, 2012.
- [25] C. R. Carter & D. S. Rogers, "A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory", *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, 38(5), 360-387, 2008.
- [26] Z. Wang, N. Subramanian, A. Gunasekaran, M. D. Abdulrahman, & C. Liu, "Composite Sustainable Manufacturing Practice and Performance Framework: Chinese Auto Parts Suppliers' Perspective", *Int. J. Prod. Econ.*, 170, 219-233, 2015.
- [27] K. T. Jing, R. B. Ismail, M. W. M. Shafiei, M. N. Yusof, & S. R. M. Riaz, "Environmental Factors that Affect the Implementation of Green Supply Chain Management in the Construction Industry: A Review Paper", *Ekoloji*, 28(107), 93-104, 2019.
- [28] C. C. Hsu, K. C. Tan, H. M. Zailani, & V. Jayaraman, "Supply Chain Drivers that Foster the Development of Green Initiatives in an Emerging Economy", *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, 33(6), 656-688, 2013.
- [29] S. Yun, et al., "Green Supply Chain Management: Challenges and Opportunities", *J. Environ. Manag.*, 58(4), 45-63, 2021.
- [30] S. Protti, et al., "The Role of Green Supply Chain in Achieving Competitive Advantage: A Study on Supply Chain Strategies", *J. Bus. Res.*, 74(2), 134-142, 2022.
- [31] J. Baker, et al., "Innovative Technologies in Green Supply Chains: Impact on Environmental Sustainability", *Int. J. Logist.*, 37(1), 52-68, 2020.
- [32] M. Bloom, et al., "Environmental Impact and Sustainability in the Dairy Industry: A Green Supply Chain Approach", *Sustain.*, 12(9), 28-45, 2020.
- [33] L. Garcia, et al., "Green Supply Chain Management in Dairy Production: Challenges and Opportunities", *Environ. Sci. Policy*, 19(3), 222-235, 2021.
- [34] R. Jacobson, et al., "Social Dimensions of Green Supply Chain Management in Dairy Industry", *Int. J. Soc. Responsibility*, 23(4), 88-102, 2019.
- [35] P. Thompson, et al., "Green Technologies in Supply Chains: A Dairy Industry Perspective", *J. Clean Prod.*, 34(2), 156-168, 2021.
- [36] A. Keyhan & colleagues, "Economic Factors in Green Supply Chain Management: A Case Study on Dairy Industry", *J. Sustain. Bus.*, 14(2), 112-125, 2020.