



Identification and Analysis of Barriers to Sustainable Supply Chain Implementation in Industrial Companies of Yazd Province: A Hybrid ISM-MICMAC and DEMATEL Approach

Mohammad Zarei Mahmoudabadi* 

Zeinab Momeni*** 

Motahareh Safari**** 

Extended Abstract

Introduction and Objectives: Although manufacturing industries play a pivotal role in economic development, they are also considered among the primary sources of environmental pollution. In this regard, moving towards a sustainable supply chain has become a strategic necessity. However, industrial companies face numerous and intertwined barriers in implementing this concept. The present study was conducted with the aim of identifying, prioritizing, and elucidating the structural relationships between the key barriers to implementing a sustainable supply chain in industrial companies of Yazd Province. Understanding these relationships can greatly assist managers in formulating effective strategies to overcome these challenges and accelerate the transition towards sustainability.

Methods: In terms of purpose, this research is applied, and regarding data collection, it is classified as a mixed-methods (qualitative-quantitative) study. In the first step, through a systematic literature review and utilizing the Delphi technique with 12 academic and industrial experts, 12 key barriers were identified and extracted from an initial set of 44 barriers. In the next step, a combined approach including Interpretive Structural Modeling (ISM) and DEMATEL techniques was used to analyze the internal and hierarchical relationships of these barriers. The ISM model was employed for leveling and delineating the hierarchical structure of the barriers, and MICMAC analysis was performed to categorize the barriers based on their driving power and dependence. Subsequently, the DEMATEL technique was used to identify cause-and-effect relationships and to separate the barriers into two groups: cause and effect.

Findings: Based on the findings of the ISM model, the barriers were organized into four hierarchical levels. The lower-level barriers (Level 4), including 'Financial constraints and lack of budget for sustainability measures', 'Cultural resistance and lack of managerial and organizational commitment and motivation', and 'Lack of strategic planning and policymaking in the field of

Received: Dec. 07, 2025; Revised: Mar. 29, 2026; Accepted: Apr. 21, 2026; Published Online: Jun. 06, 2026.

*Associate Professor, Department of Industrial Management, Meybod University, Meybod, Iran.

Corresponding Author: zareim@meybod.ac.ir

**M.Sc., Department of Industrial Management, Meybod University, Meybod, Iran.

***M.Sc., Department of Industrial Management, Meybod University, Meybod, Iran.



sustainable supply chain', are the most important and critical barriers to implementing a sustainable supply chain and were identified as fundamental barriers having the greatest impact on other levels. MICMAC analysis also confirmed this finding and placed barriers M1 and M2 in the "Independent factors" quadrant (having high driving power and low dependence), indicating their key and driving role within the system. The results of the DEMATEL technique, consistent with the previous findings, classified six barriers into the cause group (influential factors) and the other six into the effect group (influenced factors). The barriers 'Financial constraints (M1)', 'Cultural resistance (M2)', and 'Lack of strategic planning (M3)' were ranked as the top causal barriers. Drawing the cause-and-effect diagram based on the total influence matrix clearly showed the direction and intensity of the influence of these fundamental barriers on other barriers such as 'Lack of performance evaluation systems (M9)' and 'Lack of human resource awareness and skills (M7)'. The results show that all causal barriers precisely correspond with the Level 3 and 4 barriers of the ISM model. The DEMATEL method supports the results obtained from the ISM and MICMAC techniques. The overlap and confirmation of the results from these three techniques significantly increase the validity and reliability of the findings.

Conclusion: The findings of this research decisively show that financial and cultural-managerial issues are the core challenges of implementing a sustainable supply chain in the industrial companies of Yazd Province. Without injecting sufficient financial resources and creating a transformation in the attitudes and commitment of managers and employees, other corrective actions in areas such as training, green technologies, and information transparency will not have a desirable and sustainable impact. Therefore, it is recommended that managers and industrial policymakers prioritize addressing these fundamental barriers in their planning and investment. Focusing on providing financial incentives, organizational culture building, and developing a strategic roadmap can act as powerful leverage, enabling the overcoming of a wide range of secondary barriers and smoothing the path towards a sustainable supply chain.

Keywords: Sustainability Barriers; Sustainable Supply Chain; Interpretive Structural Modeling (ISM); MICMAC Analysis; DEMATEL Method; Yazd Industrial Companies; Causal Analysis.

How to Cite: Zarei Mahmoudabadi, Mohammad; Momeni, Zeinab; Safari, Motahareh (2026). Identification and Analysis of Barriers to Sustainable Supply Chain Implementation in Industrial Companies of Yazd Province: A Hybrid ISM-MICMAC and DEMATEL Approach. *Ind. Manag. Persp.*, 16(1), 218-247 (In Persian).



شناسایی و تحلیل موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار در شرکت‌های صنعتی استان یزد: رویکرد ترکیبی ISM-MICMAC و دیمتل

محمد زارعی محمودآبادی^{ID*}

زینب مؤمنی^{ID**}

مطهره صفری^{ID***}

چکیده گسترده

مقدمه و اهداف: صنایع تولیدی، اگرچه نقش محوری در توسعه اقتصادی ایفا می‌کنند، اما از جمله منابع اصلی آلودگی‌های زیست‌محیطی محسوب می‌شوند. در این راستا، حرکت به سمت زنجیره تأمین پایدار به یک ضرورت استراتژیک تبدیل شده است. با این وجود، شرکت‌های صنعتی در مسیر استقرار این مفهوم با موانع متعدد و درهم‌تنیده‌ای روبرو هستند. مطالعه حاضر با هدف شناسایی، اولویت‌بندی و تبیین روابط ساختاری بین موانع کلیدی پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار در شرکت‌های صنعتی استان یزد انجام شده است. درک این روابط می‌تواند به مدیران در تدوین راهبردهای مؤثر برای غلبه بر این چالش‌ها و تسریع در گذار به سمت پایداری کمک شایانی کند.

روش‌ها: این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها، در زمره پژوهش‌های آمیخته (کیفی-کمی) قرار دارد. در گام نخست، با انجام یک مرور نظام‌مند ادبیات و بهره‌گیری از تکنیک دلفی با ۱۲ خبره دانشگاهی و صنعتی، ۱۲ مانع کلیدی از میان ۴۴ مانع اولیه شناسایی و احصاء شد. در گام بعد، از یک رویکرد ترکیبی شامل تکنیک‌های مدل‌سازی ساختاری-تفسیری (ISM) و دیمتل (DEMATEL) برای تحلیل روابط درونی و سلسله‌مراتبی این موانع استفاده شد. مدل ISM برای سطح‌بندی و ترسیم ساختار سلسله‌مراتبی موانع به کار رفت و تحلیل MICMAC برای دسته‌بندی موانع بر اساس قدرت نفوذ و وابستگی انجام شد. سپس، تکنیک دیمتل برای شناسایی روابط علی-معلولی و تفکیک موانع به دو گروه علت و معلول استفاده شد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۱۶، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۱/۰۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۱، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۵/۰۳/۱۶.

*دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه میبد، میبد، ایران.

نویسنده مسئول: zareei.m@meybod.ac.ir

**کارشناس ارشد، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه میبد، میبد، ایران.

***کارشناس ارشد، گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه میبد، میبد، ایران.

نوع مقاله: پژوهشی

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های مدل ISM، موانع در چهار سطح سلسله مراتبی سازماندهی شدند. موانع سطح پایین‌تر (سطح ۴)، شامل «محدودیت‌های مالی و کمبود بودجه برای اقدامات پایداری»، «مقاومت فرهنگی و نبود تعهد و انگیزش مدیریتی و سازمانی» و «فقدان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری استراتژیک در زمینه زنجیره تأمین پایداری» مهم‌ترین و بحرانی‌ترین موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایداری هستند و به‌عنوان موانع بنیادین شناسایی شدند که بیشترین تأثیر را بر سایر سطوح دارند. تحلیل MICMAC نیز این یافته را تأیید و موانع M1 و M2 را در ربع «عوامل مستقل» (دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی کم) قرار داد که نشان از نقش کلیدی و محرک آن‌ها در سیستم دارد. نتایج تکنیک دیمتل نیز همسو با یافته‌های قبلی، شش مانع را در گروه علل (عوامل تأثیرگذار) و شش مانع دیگر را در گروه معلول‌ها (عوامل تأثیرپذیر) طبقه‌بندی کرد. موانع «محدودیت‌های مالی (M1)»، «مقاومت فرهنگی (M2)» و «فقدان برنامه‌ریزی استراتژیک (M3)» در صدر موانع علی قرار گرفتند. ترسیم نمودار علت و معلول بر پایه ماتریس تأثیر کل، به وضوح جهت و شدت تأثیرگذاری این موانع بنیادین بر موانع دیگر مانند «فقدان سیستم‌های ارزیابی عملکرد (M9)» و «کمبود آگاهی و مهارت نیروی انسانی (M7)» را نشان داد. نتایج نشان می‌دهد که کلیه موانع علی به‌طور دقیق با موانع سطح سوم و چهارم مدل ISM مطابقت دارند. روش دیمتل از نتایج حاصل از تکنیک‌های ISM و MICMAC پشتیبانی می‌کند. همپوشانی و تأیید نتایج حاصل از این سه تکنیک، اعتبار و قابلیت اتکای یافته‌ها را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش به‌طور قاطع نشان می‌دهد که مسائل مالی و فرهنگی-مدیریتی، هسته اصلی چالش‌های پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایداری در شرکت‌های صنعتی استان یزد هستند. بدون تزریق منابع مالی کافی و ایجاد تحول در نگرش و تعهد مدیران و کارکنان، سایر اقدامات اصلاحی در زمینه‌هایی مانند آموزش، فناوری‌های سبز و شفافیت اطلاعات، تأثیر مطلوب و پایداری نخواهند داشت. بنابراین، به مدیران و سیاست‌گذاران صنعتی توصیه می‌شود که اولویت برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری خود را بر رفع این موانع بنیادین قرار دهند. تمرکز بر تأمین مشوق‌های مالی، فرهنگ‌سازی سازمانی و تدوین نقشه راه استراتژیک می‌تواند به‌عنوان اهرمی قدرتمند، غلبه بر طیف وسیعی از موانع ثانویه را میسر ساخته و مسیر حرکت به سوی زنجیره تأمین پایداری را هموار کند.

واژه‌های کلیدی: موانع پایداری؛ زنجیره تأمین پایداری؛ مدل‌سازی ساختاری-تفسیری (ISM)؛ تحلیل میک‌مک؛ روش دیمتل (DEMATEL)؛ شرکت‌های صنعتی یزد؛ تحلیل علی.

استناددهی: زارعی محمودآبادی، محمد؛ مؤمنی، زینب؛ صفری، مطهره (۱۴۰۵). شناسایی و تحلیل موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایداری در شرکت‌های صنعتی استان یزد: رویکرد ترکیبی ISM-MICMAC و دیمتل. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۶(۱)، ۲۴۷-۲۱۸.



۱. مقدمه

در دنیای امروز، زنجیره تأمین^۱ به عنوان شبکه‌ای از سازمان‌ها و فعالیت‌ها تعریف می‌شود که همه مراحل لازم برای تأمین مواد اولیه تا تحویل محصول نهایی به مشتری را شامل می‌شود. این زنجیره شامل تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان، حمل‌کنندگان، عمده‌فروشان، خرده‌فروشان و مشتریان است که با هم همکاری می‌کنند تا ارزش افزوده ایجاد کنند. مدیریت زنجیره تأمین هدفش بهبود هماهنگی و افزایش کارایی در جریان مواد، اطلاعات و سرمایه در کل شبکه است. مفاهیمی مانند مدیریت زنجیره تأمین ناب، چابک، تاب‌آور، سبز و پایدار به عنوان استراتژی‌هایی برای بهبود عملکرد این شبکه توسعه یافته‌اند [۲۵]. امروزه، صنعت، مرز جغرافیایی نمی‌شناسد و می‌تواند به عنوان بخش پیشرو، سایر بخش‌های اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد. توسعه صنعتی و تجهیز شهرک‌های صنعتی برای افزایش تولید و صادرات، نیازمند سیاست‌هایی منطقی و متناسب با توانایی‌ها و امکانات مناطق مختلف است. این امر به تقویت زیرساخت‌ها و تغییر رویکرد صنعت از درون‌نگر به صادرات‌گرا کمک می‌کند و مستلزم شناسایی مزیت‌های نسبی هر منطقه و هدایت سرمایه‌گذاری‌ها به سوی آن‌هاست [۳۷]. از این‌رو، در سال‌های اخیر، پایداری^۲ در زنجیره تأمین به یکی از موضوعات نو و اثرگذار در حوزه مدیریت زنجیره تأمین تبدیل شده و توجه گسترده پژوهشگران را به خود جلب کرده است [۵۳]. تسنگ و هیونگ^۳ (۲۰۱۴)، پیاده‌سازی پایداری در مدیریت زنجیره تأمین را به عنوان مسئله‌ای حیاتی برای سازمان‌ها بیان کرده‌اند. در پژوهش‌های گذشته به مزایای متعددی از ادغام پایداری در زنجیره تأمین اشاره شده است، از جمله: جذب حمایت‌های دولتی و ایجاد مزیت رقابتی، ایجاد شهرت سازمانی، کاهش هزینه‌ها، کاهش مؤثر بیکاری، تضمین رفتار برابر، حفاظت و بهداشت کارکنان، ایمنی و جلوگیری از محرومیت اجتماعی، کیفیت بهتر محصول، بهره‌وری بهتر و افزایش انگیزه کارکنان، افزایش ماندگاری کارمندان و کاهش ضایعات و زباله. از این‌رو ادغام مفهوم پایداری در زنجیره تأمین به دغدغه اصلی صاحبان صنایع و جامعه دانشگاهی تبدیل شده است [۳۴]. با وجود تأکید فراوان بر مزایای پایداری، مطالعات نشان می‌دهند که بسیاری از سازمان‌ها در مسیر استقرار کامل آن با چالش‌های متعدد روبه‌رو هستند [۲۵]. با توجه به افزایش فشار رسانه‌های اجتماعی، مقررات دولتی، آگاهی‌های عمومی و انتظارات مختلف مشتریان و ذینفعان برای پایداری؛ شرکت‌ها در مورد تأثیرات زیست محیطی خود تحت بررسی قرار می‌گیرند که باعث شده است تا سیاست‌های زنجیره تأمین خود را به سمت زنجیره تأمین پایدار تغییر دهند [۳۰].

با توجه به اهمیت روزافزون زنجیره تأمین پایدار و پیچیدگی چالش‌های استقرار آن، پژوهش حاضر با عنوان شناسایی و تحلیل موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار در شرکت‌های صنعتی استان یزد و با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی مدل‌سازی ساختاری تفسیری^۴ (ISM) و دیمتل^۵ (DEMATEL)، چارچوبی جامع برای ارزیابی روابط درونی و سلسله‌مراتبی این موانع ارائه می‌دهد. نتایج این پژوهش قادر است مدیران و سیاست‌گذاران صنعتی را در شناسایی نقاط ضعف، اولویت‌بندی چالش‌ها و برنامه‌ریزی برای استقرار اثربخش پایداری در زنجیره تأمین یاری کند. ساختار ادامه مقاله به شرح زیر است: در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه پژوهش با تمرکز بر مفاهیم پایداری و موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار بررسی می‌شود. در بخش سوم، روش‌شناسی پژوهش، شامل رویکرد و مراحل اجرای پژوهش، تشریح خواهد شد. بخش چهارم و پنجم به ارائه و تحلیل یافته‌های پژوهش و بحث اختصاص دارد. در نهایت، در بخش ششم، ضمن جمع‌بندی نتایج و ارائه نتیجه‌گیری، پیشنهادها و کاربردی و پژوهشی بر اساس یافته‌های مطالعه مطرح خواهد شد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مفهوم و ماهیت زنجیره تأمین پایدار

1. Supply Chain
2. Sustainability
3. Tseng & Hyung
4. Interpretive Structural Modeling (ISM)
5. Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL)

پایداری به معنای استفاده مسئولانه از منابع طبیعی و انسانی به گونه‌ای است که نیازهای نسل کنونی برآورده شود، بدون آنکه توان نسل‌های آینده برای رفع نیازهای خود به خطر افتد. در حوزه مدیریت زنجیره تأمین، پایداری به ادغام اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در فعالیت‌های سازمانی اشاره دارد. مدیریت زنجیره تأمین پایدار با بهره‌گیری از راهبردهای دوستدار محیط زیست و رویکردهای مبتنی بر مسئولیت اجتماعی، ضمن افزایش کارایی و سودآوری، به کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی و اجتماعی نیز کمک می‌کند. بنابراین، زنجیره تأمین پایدار را می‌توان مدیریت هماهنگ جریان مواد، اطلاعات و سرمایه با در نظر گرفتن سه بُعد اصلی توسعه پایدار دانست [۳۱]. مدیریت ریسک، شفافیت، استراتژی و فرهنگ سازمانی از جمله عوامل مهم پشتیبان پایداری در سازمان‌ها به شمار می‌آیند [۲۱]. ارزیابی پایداری زنجیره‌های تأمین نه تنها به شناسایی زنجیره‌های پایدار کمک می‌کند، بلکه نقاط ضعف و کاستی‌های موجود در زنجیره‌های ناپایدار را نیز آشکار می‌کند [۵۵، ۳۰]. در راستای یکپارچه‌سازی اهداف پایداری در سطح زنجیره تأمین، انگیزه اولیه تصمیم‌گیری شرکت‌ها اغلب تحت تأثیر فشارهای بیرونی و مشوق‌های ذی‌نفعان مختلف از جمله مشتریان، رقبا، دولت‌ها و سازمان‌های غیردولتی شکل می‌گیرد. این فشارها معمولاً از سوی شرکت‌های قانونی آغاز شده و در مسیر حرکت به سوی پایداری به تأمین‌کنندگان آن‌ها منتقل می‌شود و در نهایت به اصلاح و توسعه مفهوم زنجیره تأمین پایدار منجر می‌شود. همچنین رویکرد پایداری می‌تواند در جذب و به کارگیری نیروی انسانی آگاه و حساس به مسائل زیست‌محیطی نقش مؤثری ایفا کند [۴۲]. یکی از موضوعات مهم در مدیریت زنجیره تأمین پایدار، ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد است. همانند سایر نظام‌های مدیریتی، موفقیت در اجرای این رویکرد مستلزم وجود سازوکارهایی برای سنجش میزان دستیابی به اهداف تعیین شده است. اندازه‌گیری عملکرد به سازمان‌ها کمک می‌کند تا میزان پاسخگویی به نیازهای مشتریان را ارزیابی کرده، درک بهتری از فرآیندهای داخلی خود به دست آورند و دانش جدیدی درباره نحوه عملکرد سیستم‌های سازمانی کسب کنند. افزون بر این، ارزیابی عملکرد، امکان شناسایی نقاط قوت و ضعف زنجیره تأمین را فراهم کرده و زمینه لازم برای بهبود مستمر را ایجاد می‌کند. پژوهشگران معتقدند که بدون وجود نظام مناسب ارزیابی عملکرد، کنترل و مدیریت اثربخش زنجیره تأمین امکان‌پذیر نخواهد بود؛ زیرا اندازه‌گیری عملکرد پیش‌شرط اصلی کنترل و بهبود فرآیندهای مدیریتی محسوب می‌شود [۲]. با وجود پژوهش‌های گسترده در حوزه مدیریت زنجیره تأمین پایدار، هنوز چارچوبی جامع و مشخص برای انطباق کامل اصول پایداری در این حوزه ارائه نشده است. یکی از رویکردهای مطرح برای تحقق پایداری در زنجیره تأمین، رویکرد توانمندسازی است. در این رویکرد، توانمندسازها به عواملی اطلاق می‌شود که مدیریت سازمان یا زنجیره تأمین را در استقرار و توسعه رویه‌های پایدار یاری می‌دهند. در ادبیات مدیریت زنجیره تأمین پایدار، این عوامل معمولاً در دو دسته توانمندسازهای داخلی و خارجی طبقه‌بندی می‌شوند [۴۳]. از مهم‌ترین توانمندسازهای داخلی می‌توان به تعهدات زیست‌محیطی سازمان، حمایت مدیریت ارشد، دسترسی به منابع، توسعه قابلیت‌های منابع انسانی، رهبری پروژه و وجود سیستم‌های مناسب ارزیابی عملکرد اشاره کرد. در مقابل، عواملی مانند اعتماد، فرهنگ ملی، یکپارچگی لجستیکی و فناوری، و شفافیت و وضوح اهداف در زمره توانمندسازهای خارجی قرار می‌گیرند [۴۱]. سامانه انبارداری، مدیریت موجودی و فناوری اطلاعات از عوامل کلیدی در تحقق مدیریت پایدار زنجیره تأمین محسوب می‌شوند. سامانه انبارداری با مدیریت مناسب ذخیره‌سازی، جابجایی کالا و جریان اطلاعات و همچنین همسویی با استانداردهای زیست‌محیطی، به بهبود کارایی زنجیره تأمین و کاهش آثار منفی زیست‌محیطی کمک می‌کند. از سوی دیگر، مدیریت مؤثر موجودی با ایجاد تعادل میان میزان موجودی و تقاضا، موجب کاهش هزینه‌های عملیاتی، جلوگیری از حمل‌ونقل و جابجایی‌های غیرضروری و در نتیجه کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود. همچنین فناوری اطلاعات و ارتباطات با افزایش هماهنگی و یکپارچگی میان واحدهای سازمانی، بهبود زمان‌بندی و انتخاب مسیرهای مناسب برای انتقال مواد و محصولات، باعث کاهش مصرف سوخت، کاهش هزینه و زمان و در نهایت تحقق همزمان اهداف اقتصادی و زیست‌محیطی در زنجیره تأمین می‌شود [۵۶]. عوامل موفقیت زنجیره تأمین پایدار در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. عوامل موفقیت زنجیره تأمین پایدار [۴۶]

کریستوفر و رادفورد^۱ (۲۰۰۵) تأکید می‌کنند که زنجیره‌های تأمین پایدار باید از انعطاف‌پذیری و چابکی بالایی برخوردار باشند تا بتوانند در مواجهه با تغییرات محیطی و اختلالات احتمالی، خود را سریعاً تطبیق دهند. این ویژگی سبب می‌شود زنجیره بتواند پس از بروز اختلال، یا به وضعیت اولیه بازگردد یا به شکلی کارآمدتر ادامه فعالیت دهد [۶]. مطالعات نشان می‌دهند که رویکرد شرکت‌ها به زنجیره تأمین پایدار تحت تأثیر عوامل محیطی، منابع داخلی، دانش سازمانی و قدرت کانالی آن‌ها در زنجیره تأمین است. دو رویکرد استراتژیک اصلی در زنجیره تأمین پایدار عبارتند از [۱۳]:

۱. مدیریت تأمین‌کننده برای کاهش ریسک و بهبود عملکرد:

- جلوگیری از آسیب به شهرت شرکت در صورت بروز مشکلات مرتبط با پایداری؛
- افزودن معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی به ارزیابی اقتصادی تأمین‌کنندگان.

۲. مدیریت زنجیره تأمین برای محصولات پایدار:

- تعریف استانداردهای مبتنی بر چرخه عمر محصول برای ارزیابی عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی محصولات؛
- ارتقای همکاری بین اعضای زنجیره برای ایجاد مزیت رقابتی پایدار.

مدیریت زنجیره تأمین پایدار به سازمان‌ها کمک می‌کند تا ریسک‌های مالی، اجتماعی و زیست‌محیطی را کاهش داده و عملکرد بلندمدت اقتصادی خود را بهبود بخشند. ادغام پایداری در زنجیره تأمین معمولاً در چهار سطح انجام می‌شود [۱۴]:

۱. **سطح حاکمیت و مدیریت ارشد:** پایداری به عنوان ارزش بنیادین در سازمان مطرح می‌شود و سیاست‌ها از طراحی تا پایان عمر محصول را در بر می‌گیرند؛

۲. **سطح عملیاتی:** تمامی بخش‌های سازمان شامل مالی، تولید، خرید و لجستیک، اصول پایداری را در فعالیت‌های خود لحاظ می‌کنند؛

۳. **سطح محصول/خدمت:** طراحی محصول و چرخه عمر آن به گونه‌ای انجام می‌شود که اثرات منفی زیست‌محیطی و اجتماعی کاهش یافته و تجربه مشتری بهبود یابد؛

۴. سطح شرکا و تأمین‌کنندگان: توانمندی‌های تأمین‌کنندگان توسعه یافته، آموزش‌های لازم ارائه می‌شود و عملکرد پایداری از طریق ممیزی و پایش آنلاین ارزیابی می‌شود.

مروری بر پژوهش‌های پیشین. به‌منظور درک دقیق‌تر مفاهیم و شناسایی ابعاد اثرگذار، مرور پیشینه‌های داخلی و خارجی ضروری است تا نحوه پرداخت پژوهشگران به مدیریت زنجیره تأمین پایدار مشخص شود. این بررسی، تصویری جامع از یافته‌ها و رویکردهای موجود ارائه کرده و مبنایی برای تبیین چارچوب پژوهش حاضر فراهم می‌آورد.

شریفی حسینی و سیدی (۱۴۰۴)، پژوهشی با هدف بررسی ارتباط میان مدیریت زنجیره تأمین پایدار، مدیریت ارتباط با مشتری و مزیت رقابتی با عملکرد سازمانی در شرکت فاتح صنعت کیمیا انجام دادند. این مطالعه که از روش توصیفی-همبستگی بهره برده، جامعه آماری متشکل از ۲۵۰ نفر را هدف قرار داد و با استفاده از فرمول کوکران، نمونه‌ای ۳۳۱ نفری به روش تصادفی برای آن انتخاب شد. ابزارهای گردآوری داده‌ها، پرسشنامه‌های استاندارد معتبری بودند که روایی و پایایی آن‌ها به تأیید رسید. تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار لیزرل و از طریق آزمون‌های آماری پیرسون، تحلیل واریانس و رگرسیون صورت گرفت که در نهایت نتایج حاکی از وجود رابطه‌ای معنادار و مثبت میان متغیرهای مدیریت زنجیره تأمین پایدار، مدیریت ارتباط با مشتری و مزیت رقابتی با بهبود عملکرد سازمانی در این شرکت است [۴۵].

کرمی و استخریان حقیقی (۱۴۰۴) در یک پژوهش به بررسی نقش بلاکچین در آینده زنجیره تأمین پایدار در صنعت ۴۰ پرداختند. در عصر صنعت چهارم، دیجیتالی‌سازی فرصت‌هایی برای پایداری زنجیره تأمین فراهم کرده است. بلاکچین با شفافیت، قابلیت ردیابی و امنیت بالا، می‌تواند مدیریت زنجیره تأمین پایدار را متحول کند و بر ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پایداری تأثیر بگذارد. در این پژوهش، مفاهیم پایه بلاکچین، زنجیره تأمین پایدار و فناوری‌های صنعت ۴۰ معرفی شده است و سپس مزایا، چالش‌ها و مسیرهای پیاده‌سازی بلاکچین در راستای پایداری با بررسی مطالعات موردی و روندهای نوظهور تحلیل می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد که هم‌افزایی بلاکچین با اینترنت اشیا، کلان‌داده و هوش مصنوعی می‌تواند به افزایش شفافیت، کاهش ضایعات، بهبود مصرف منابع و ارتقای مسئولیت‌پذیری اجتماعی در زنجیره تأمین کمک کند [۲۰].

رحمانی داوودکلایی و شعبان‌پسندی (۱۴۰۴)، در پژوهشی با هدف ارائه یک مرور نظام‌مند ریسک‌های زیست‌محیطی در زنجیره تأمین، ۱۰۳ مقاله منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ را در پایگاه‌های داده Web of Science و Scopus بررسی کرده‌اند. یافته‌ها نشان‌دهنده افزایش چشمگیر تمرکز پژوهش‌ها بر این موضوع، به‌ویژه از سال ۲۰۲۰ به بعد است. ریسک‌های زیست‌محیطی به دو دسته اصلی درون‌زا (فعالیت‌های داخلی) و برون‌زا (عوامل خارجی) طبقه‌بندی شده‌اند. همچنین، دسته‌بندی دیگری شامل ریسک‌های آلاینده، اکولوژیکی، اقلیمی، عملیاتی و نظارتی ارائه شده است. پیامدهای این ریسک‌ها شامل آسیب به اعتبار برند، خسارات مالی، اختلال در عملیات، تعارض با ذینفعان و پیامدهای قانونی است. این مطالعه ضمن شناسایی شکاف‌های پژوهشی، پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده ارائه می‌دهد، از جمله استفاده از فناوری‌های نوین و تمرکز بر کشورهای در حال توسعه، با هدف غنی‌سازی ادبیات علمی و بهبود تصمیم‌گیری‌های استراتژیک در مدیریت پایدار زنجیره تأمین [۳۶].

رئیس‌نافچی و شازندوانی (۱۴۰۴)، در یک پژوهش به شناسایی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار پرداختند. طی دهه‌های اخیر، سازمان‌ها برای حفظ و تقویت جایگاه خود در بازارهای رقابتی و همگام شدن با پیشرفت‌های فناوری، به منظور پاسخگویی به نیازهای به‌سرعت در حال تغییر مشتریان، به سمت همکاری و یکپارچگی بیشتر با تأمین‌کنندگان و مشتریان حرکت کرده‌اند؛ روندی که به شکل‌گیری زنجیره‌های تأمین انجامیده است. در کنار این تحولات، الزامات قانونی و رقابتی، توجه روزافزون به مسائل زیست‌محیطی، مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها در قبال جامعه و همچنین ضرورت دستیابی به اهداف اقتصادی از طریق بهینه‌سازی فرایندهای تولید و کاهش هزینه‌ها، موجب مطرح شدن مفهوم پایداری در زنجیره تأمین شده است. در چنین شرایطی، حفظ سودآوری سازمان‌های تولیدی در عین اجرای فعالیت‌های زیست‌محیطی و اجتماعی پایدار به یکی از چالش‌های مهم جهانی تبدیل شده است. امروزه دستیابی به مزیت رقابتی در هزینه‌ها صرفاً به

افزایش حجم تولید و بهره‌گیری از صرفه‌های مقیاس محدود نمی‌شود، بلکه مدیریت کارآمد زنجیره تأمین نقشی اساسی در این زمینه ایفا می‌کند. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار انجام شده است. به طور کلی، این عوامل در سه دسته اصلی سازمانی، اقتصادی و زیست‌محیطی قابل طبقه‌بندی هستند [۳۵].

علی‌نژادی و عنایتی شیرازی (۱۴۰۴)، تأثیر ابعاد فرهنگ سازمانی بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار را در یک پژوهش بررسی کردند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر ابعاد فرهنگ سازمانی بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار با نقش میانجی یکپارچگی خارجی در شرکت فولاد خوزستان انجام شد. تحقیق از نوع کاربردی و توصیفی-تحلیلی بوده و داده‌ها از طریق پرسشنامه استاندارد اوسی (۲۰۲۳) در میان ۲۷۴ نفر از کارکنان جمع‌آوری و با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون و مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) در نرم‌افزارهای SPSS و AMOS تحلیل شد. نتایج نشان داد که ابعاد فرهنگ سازمانی شامل فرهنگ سلسله‌مراتبی، گروهی، رشد و عقلانی تأثیر مستقیم و مثبتی بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار دارند و یکپارچگی خارجی نیز با ایفای نقش میانجی، این تأثیر را تقویت می‌کند. یافته‌ها بر اهمیت تقویت فرهنگ سازمانی و توسعه هماهنگی و تبادل اطلاعات با شرکای خارجی برای بهبود کارایی و پایداری زنجیره تأمین تأکید دارند [۴].

جعفری کلیجی و محسن‌زاده لداری (۱۴۰۴) در پژوهشی به بررسی و ارزیابی شاخص‌های کلیدی برای تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین پایدار در صنعت نساجی ایران پرداختند. در این پژوهش، ابتدا یک شبکه زنجیره تأمین با در نظر گرفتن ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی طراحی و با نرم‌افزار anyLogistix بهینه‌سازی شده است. سپس، شاخص‌های پایداری با استفاده از روش SWARA و نظرات کارشناسان اولویت‌بندی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که شاخص‌های اقتصادی مانند سودآوری و زمان تدارکات در اولویت بالاتری نسبت به شاخص‌های اجتماعی (مانند ایمنی کارکنان) و زیست‌محیطی (مانند مصرف انرژی) قرار دارند. این پژوهش بر اهمیت توجه همزمان به هر سه بعد توسعه پایدار برای ایجاد زنجیره تأمینی با تاب‌آوری و مزیت رقابتی بهتر تأکید می‌کند [۱۹].

امیدی (۱۴۰۳)، در پژوهشی به بررسی چارچوب مدل مفهومی زنجیره تأمین پایدار مبتنی بر مزیت رقابتی بر اساس نظریه داده بنیاد پرداخت. این پژوهش با هدف ارائه مدل مفهومی زنجیره تأمین پایدار مبتنی بر مزیت رقابتی در شرکت پالایش نفت آبادان انجام شد. برای نیل به این هدف، از روش تحقیق ترکیبی شامل مراحل کیفی و کمی با رویکرد اکتشافی بهره گرفته شد. در بخش کیفی، داده‌ها از طریق مصاحبه با ۱۲ نفر جمع‌آوری و با استفاده از نظریه داده‌بنیاد در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی تحلیل شد. در بخش کمی، ۲۸۴ پرسشنامه معتبر از کارکنان واحد تدارکات و خرید شرکت پالایش نفت آبادان جمع‌آوری و با استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری و نرم‌افزار PLS تحلیل شد. پژوهش، مدلی مفهومی شامل ۳۳۹ کد باز، ۶۲ مفهوم و ۲۲ مقوله ارائه کرد و نتایج نشان داد که اجزای مدل با یکدیگر در ارتباط بوده و شاخص‌های نیکویی برازش مدل در سطح مطلوب قرار دارند [۳۳].

نظری و همکاران (۱۴۰۳)، در یک پژوهش به ارائه مدل ریاضی دوهدفه زنجیره تأمین پایدار مبتنی بر پارامترهای عدم قطعیت (کاهش ظرفیت در اثر اختلال، هزینه‌های ارسال و تقاضا) پرداختند. این پژوهش، یک مدل ریاضی دوهدفه برای طراحی زنجیره تأمین پایدار ارائه می‌کند که هدف آن به حداقل رساندن همزمان هزینه‌ها و آلاینده‌های زیست‌محیطی است. این مدل با در نظر گرفتن عدم قطعیت در پارامترهای کلیدی مانند تقاضا، هزینه‌های حمل‌ونقل و کاهش ظرفیت ناشی از اختلالات، به‌عنوان ابزاری کارآمد برای طراحی شبکه‌های زنجیره تأمین پایدار و انعطاف‌پذیر عمل می‌کند. با استفاده از روش سناریومحور مالوی و نرم‌افزارهای GAMS، EXCEL و Microsoft VISIO، پژوهشگران دریافته‌اند که مدل پیشنهادی در مدیریت عدم قطعیت‌ها نتایج مطلوبی به همراه دارد. با این حال، مشخص شده است که کارایی مدل با افزایش تعداد مجموعه‌ها (مانند محصولات یا نقاط در زنجیره تأمین) کاهش می‌یابد. به طور کلی، این مطالعه راهکاری عملی برای مدیران در راستای بهینه‌سازی زنجیره تأمین پایدار در شرایط عدم قطعیت ارائه می‌دهد، هرچند با محدودیت‌هایی در مقیاس‌پذیری مواجه است [۲۹].

شفیعی نیک‌آبادی و همکاران (۱۴۰۳)، پژوهشی با هدف بررسی تأثیر استراتژی‌های مدیریت دانش بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار با در نظر گرفتن نقش میانجی نوآوری سازگار با محیط‌زیست انجام دادند. پژوهش به روش توصیفی-پیمایشی و با استفاده از پرسش‌نامه

محقق ساخته در میان ۲۰۰ نفر از کارکنان شرکت‌های کوچک و متوسط استان سمنان انجام شد و روایی و پایایی ابزار نیز مورد تأیید قرار گرفت. نتایج نشان داد که استراتژی‌های مدیریت دانش تأثیر مثبت و معناداری بر نوآوری سازگار با محیط‌زیست و عملکرد زنجیره تأمین پایدار دارند و همچنین نوآوری سازگار با محیط‌زیست نیز به‌طور معناداری عملکرد زنجیره تأمین پایدار را بهبود می‌دهد. در نهایت، مشخص شد که نوآوری سازگار با محیط‌زیست به‌عنوان متغیر میانجی، اثر استراتژی‌های مدیریت دانش بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار را تقویت می‌کند [۴۴].

رکن‌الدینی و همکاران (۱۴۰۲)، در پژوهشی به مدل‌سازی توانمندسازهای صنعت ۴۰ در پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار با رویکرد دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی پرداختند. هدف این مطالعه، شناسایی عوامل توانمندساز و ارائه چارچوبی برای پر کردن شکاف‌های نظری بود. ابتدا توانمندسازهای مؤثر بر پذیرش قابلیت پایداری از طریق مرور مقالات، شناسایی و در قالب پرسشنامه مقایسه زوجی در اختیار ۱۲ کارشناس صنعت کاشی استان یزد قرار گرفت. تحلیل داده‌ها با روش ترکیبی دیمتل و تحلیل شبکه‌ای فازی انجام شد و در نهایت ۷ عامل کلیدی شامل ابعاد سازمانی، سیستم تولید، محیط زیست، محصول، اقتصادی، فناوری و اجتماعی تعیین شدند. نتایج نشان داد بعد «فناوری» بیشترین تأثیرگذاری، بعد «محصول» بیشترین تأثیرپذیری و بعد «اقتصادی» یکی از مهم‌ترین ابعاد است [۳۸].

ضامن و همکاران (۱۴۰۲)، در یک پژوهش به بررسی طراحی مدل زنجیره تأمین پایدار با رویکرد اقتصادی در صنعت تولید لاستیک پرداختند. در این پژوهش با توجه به اهمیت پایداری در زنجیره تأمین و نقش آن در ایجاد تعادل میان جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی، مدل زنجیره تأمین پایدار با رویکرد اقتصادی در صنعت لاستیک طراحی شده است. بدین منظور؛ ابتدا عوامل مؤثر بر پایداری از طریق مرور ادبیات شناسایی و سپس با استفاده از آزمون‌های آماری اثر آن‌ها بررسی و تمامی هشت فرضیه پژوهش تأیید شد. در ادامه، با بهره‌گیری از تکنیک مدل‌سازی ساختاری تفسیری، روابط بین متغیرها، تحلیل و مدل مفهومی نهایی ارائه شد. نتایج نشان داد که مؤلفه‌های مالی، تحقیق و توسعه و فناوری اطلاعات به‌عنوان عوامل زیربنایی، نقش اساسی در دستیابی به زنجیره تأمین پایدار در صنعت لاستیک دارند [۵۷].

شبه‌شه و شارما (۲۰۲۵)، در پژوهشی به بررسی تأثیر شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار بر مزیت رقابتی و عملکرد سازمانی در صنایع تولیدی اتیوپی پرداختند. داده‌ها از ۲۲۱ شرکت تولیدی فعال در چهار گروه تولیدی جمع‌آوری و با استفاده از روش حداقل مربعات جزئی (PLS) در نرم‌افزار SmartPLS تحلیل شد. نتایج نشان داد که مدیریت زنجیره تأمین پایدار، تأثیر مثبت و معناداری بر مزیت رقابتی و عملکرد سازمانی دارد و مزیت رقابتی، نقش میانجی غیرمستقیم در رابطه میان مدیریت زنجیره تأمین پایدار و عملکرد سازمانی ایفا می‌کند. محدودیت اصلی مطالعه، استفاده از طراحی مقطعی بود که قابلیت تعمیم یافته‌ها را محدود می‌کند و متغیر عملکرد سازمانی به عنوان مفهومی پویا ارزیابی شده است. این پژوهش اطلاعات ارزشمندی برای مدیران و پژوهشگران فراهم می‌کند تا تأثیر استراتژی‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار بر مزیت رقابتی و عملکرد سازمانی در محیط‌های صنعتی و تجاری را بهتر درک کنند و با ارائه داده‌ها و بینش‌های تجربی جدید، به توسعه دانش در حوزه مدیریت زنجیره تأمین پایدار و عملکرد شرکت‌های تولیدی در اتیوپی کمک می‌کند [۴۸].

موگونی (۲۰۲۴)، پژوهشی با هدف بررسی تأثیر شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار بر عملکرد زیست‌محیطی با استفاده از یک مرور نظام‌مند و تحلیل محتوای ۱۴۰ مقاله علمی و پژوهشی منتشرشده در بازه زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ انجام داد. نتایج مطالعه نشان داد که اجرای شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار تأثیر مثبت و قابل‌توجهی بر عملکرد زیست‌محیطی سازمان‌ها دارد. با این حال، بیشتر پژوهش‌های موجود بر جنبه‌های زیست‌محیطی تمرکز داشته‌اند و توجه اندکی به عملکرد عملیاتی و اجتماعی شده است. این مطالعه همچنین پیشنهاد می‌کند که پژوهش‌های آینده باید نقش عملکرد اجتماعی و عملیاتی را به‌عنوان متغیرهای میانجی بررسی کرده و با استفاده از روش‌های تحقیق قوی‌تر، مانند روش‌های ترکیبی و شامل متغیرهای میانجی و تعدیلی، رابطه میان شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار و عملکرد زیست‌محیطی را به‌طور جامع‌تر و دقیق‌تر تحلیل کنند. این مطالعه دیدگاه‌های ارزشمندی برای پژوهشگران و مدیران فراهم می‌کند تا اثرگذاری اقدامات پایدار در زنجیره تأمین را بهتر درک کرده و استراتژی‌های بهینه برای ارتقای عملکرد زیست‌محیطی طراحی کنند [۲۷].

ابوعلیقه و همکاران (۲۰۲۳)، به موضوع انقلاب در مدیریت زنجیره تأمین پایدار با مروری بر الگوریتم‌های فراابتکاری پرداختند. در ابتدا

اصول مدیریت زنجیره تأمین پایدار و چالش‌هایی که کسب‌وکارها در دستیابی به آن مواجه هستند مرور می‌شود. سپس مفهوم الگوریتم‌های فراابتکاری معرفی شده و نحوه استفاده از آن‌ها در حل مسائل پیچیده بهینه‌سازی توضیح داده می‌شود. مقاله الگوریتم‌های مختلف فراابتکاری که در مدیریت زنجیره تأمین پایدار به کار گرفته شده‌اند را مرور کرده و اثربخشی آن‌ها را در مواجهه با چالش‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار تحلیل می‌کند. همچنین عوامل کلیدی مؤثر بر موفقیت استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری در مدیریت زنجیره تأمین پایدار؛ مانند انتخاب الگوریتم، پیچیدگی مسئله و کیفیت داده‌ها شناسایی می‌شوند. در پایان، پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده در این حوزه ارائه شده و بر ظرفیت الگوریتم‌های فراابتکاری در ارتقای مدیریت زنجیره تأمین پایدار تأکید می‌شود. این پژوهش نشان می‌دهد که الگوریتم‌های فراابتکاری می‌توانند ابزاری ارزشمند برای بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تأمین پایدار و بهبود پایداری، کارایی و رقابت‌پذیری عملیات زنجیره تأمین باشند [۱].

شان و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی تأثیر یکپارچه‌سازی ابعاد مختلف زنجیره تأمین (تأمین‌کننده، داخلی، مشتری) و انعطاف‌پذیری بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار را بررسی کردند. با استفاده از تکنیک مدل‌سازی معادلات ساختاری، مشخص شد که یکپارچه‌سازی تأمین‌کننده، یکپارچه‌سازی داخلی و یکپارچه‌سازی مشتری همگی انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشند. درحالی‌که یکپارچه‌سازی تأمین‌کننده و یکپارچه‌سازی داخلی به‌طور مستقیم بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارند، یکپارچه‌سازی مشتری تأثیر مستقیم کمتری دارد؛ اما به‌عنوان یک میانجی کلیدی بین عوامل یکپارچه‌سازی و عملکرد زنجیره تأمین پایدار عمل می‌کند. انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین نیز به‌طور مستقیم عملکرد زنجیره تأمین را ارتقا داده و به‌عنوان یک واسطه مهم بین یکپارچه‌سازی و زنجیره تأمین پایدار عمل می‌کند [۴۷].

چک و ارکاتانتان (۲۰۲۳)، در یک مطالعه به بررسی رابطه میان نوآوری زیست‌محیطی، مدیریت پایدار زنجیره تأمین، عملکرد زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیت شرکتی (ESG) و عملکرد مالی شرکت‌ها پرداختند. این مطالعه با تکیه بر دیدگاه مبتنی بر منابع و نظریه ذی‌نفعان انجام شد. داده‌های پژوهش از ۲۲۳ شرکت مستقر در بریتانیا طی سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۱ و از پایگاه Thomson Reuters ASSET4 گردآوری شد و با استفاده از روش‌های حداقل مربعات معمولی (OLS) و حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که نوآوری زیست‌محیطی، مدیریت پایدار زنجیره تأمین و فعالیت‌های مرتبط با ESG، تأثیر مثبت و معناداری بر ارزش شرکت و عملکرد مالی آن دارند و می‌توانند به تقویت نوآوری سبز و ارتقای توسعه پایدار در سازمان‌ها کمک کنند. همچنین یافته‌ها بیانگر آن است که توجه به شاخص‌های ESG می‌تواند نقش مهمی در بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و افزایش مزیت رقابتی شرکت‌ها ایفا کند. بر این اساس، به‌کارگیری رویکردهای پایدار در زنجیره تأمین می‌تواند علاوه بر بهبود عملکرد زیست‌محیطی، نتایج اقتصادی مطلوبی نیز برای سازمان‌ها به همراه داشته باشد [۷].

کازانکوگوال و همکاران (۲۰۲۲)، در یک پژوهش به نقش تاب‌آوری، چابکی و پاسخگویی در زنجیره‌های تأمین پایدار جهانی، به‌ویژه در شرایط اختلالات جهانی مانند همه‌گیری کووید-۱۹، پرداختند. با به‌کارگیری حداقل مربعات جزئی (PLS)، این مطالعه دریافت که چابکی زنجیره تأمین به‌طور مستقیم تحت تأثیر انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و تاب‌آوری زنجیره تأمین قرار دارد. علاوه بر این، چابکی زنجیره تأمین به‌عنوان یک متغیر میانجی جزئی در رابطه بین انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین و پاسخگویی عمل می‌کند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که برای دستیابی به زنجیره‌های تأمین جهانی پایدار و تاب‌آور، تمرکز همزمان بر یکپارچه‌سازی، انعطاف‌پذیری، چابکی و تاب‌آوری ضروری است، زیرا این عوامل به‌صورت درهم‌تنیده‌ای بر عملکرد کلی تأثیر می‌گذارند [۲۲].

زاید و یاسین (۲۰۲۱)، در پژوهشی به بررسی موانع اجرای مدیریت زنجیره تأمین پایدار در صنایع مصر با رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری پرداختند. این مطالعه به‌صورت تجربی و با رویکرد کیفی و توصیفی طراحی شده است؛ داده‌ها از طریق مصاحبه با کارشناسان فعال در حوزه پیاده‌سازی پایداری در زنجیره تأمین جمع‌آوری شده و با بهره‌گیری از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری، روابط میان موانع تحلیل شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که موانع زنجیره تأمین پایدار در صنایع مصر تفاوت‌های جزئی نسبت به مطالعات پیشین دارند. تحلیل

مدل‌سازی ساختاری تفسیری امکان تدوین مدلی ساختاریافته و تفصیلی از موانع را فراهم کرده و روابط میان آن‌ها را به‌صورت شفاف نمایش می‌دهد؛ همچنین توصیه‌هایی کاربردی برای مدیریت این موانع ارائه شده است [۵۸].

بیگ و همکاران (۲۰۲۰)، در یک مطالعه به بررسی موانع پذیرش شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار با تأکید بر نقش تعدیل‌کننده اندازه شرکت پرداختند. این مطالعه با هدف شناسایی موانع کلیدی مدیریت زنجیره تأمین پایدار و بررسی تأثیر اندازه شرکت بر مواجهه با آن‌ها در صنایع نساجی پاکستان انجام شد. داده‌ها از طریق پرسشنامه جمع‌آوری و با تحلیل عاملی اکتشافی سه گروه از موانع شناسایی شدند. نتایج نشان می‌دهد که پایین بودن میزان پذیرش شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین پایدار در کشورهای در حال توسعه، ناشی از مواجهه این زنجیره‌ها با موانع بیشتری نسبت به کشورهای توسعه‌یافته است؛ همچنین موانع بخش‌محور و تأمین‌کنندگان بر شیوه‌های زیست‌محیطی و موانع مدیریتی بر یکپارچه‌سازی زنجیره تأمین اثرگذارند و اندازه شرکت نقش تعدیل‌کننده مهمی در این روابط دارد. افزایش آگاهی اجتماعی نیز برای تشویق سازمان‌ها به پذیرش اقدامات پایدار ضروری است [۵].

جدول ۱ خلاصه‌ای از پیشینه پژوهش‌های مرتبط با حوزه مدیریت زنجیره تأمین پایدار را نشان می‌دهد.

جدول ۱. خلاصه پیشینه پژوهش‌های مرتبط با مدیریت زنجیره تأمین پایدار

منابع	نتیجه	موضوع
[۴۵]	رابطه مثبت و معنادار مدیریت زنجیره تأمین پایدار، مدیریت ارتباط با مشتری و مزیت رقابتی با عملکرد سازمانی.	ارتباط مدیریت زنجیره تأمین پایدار با عملکرد سازمانی
[۱۹]	شاخص‌های اقتصادی بالاترین اولویت را دارند؛ تأکید بر توسعه همزمان ابعاد سه‌گانه پایداری.	شناسایی شاخص‌های کلیدی تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین پایدار صنعت نساجی
[۲۰]	بلاکچین با شفافیت و ردیابی بالا نقش مهمی در پایداری زنجیره تأمین در صنعت ۴/۰ دارد.	نقش بلاکچین در آینده زنجیره تأمین پایدار
[۳۶]	طبقه‌بندی ریسک‌های زیست‌محیطی و ارائه شکاف‌های پژوهشی برای آینده.	مدیریت ریسک‌های زیست‌محیطی در زنجیره تأمین پایدار
[۳۵]	سه دسته عامل سازمانی، اقتصادی و زیست‌محیطی بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار اثرگذارند.	شناسایی عوامل مؤثر بر مدیریت زنجیره تأمین پایدار
[۴]	ابعاد فرهنگ سازمانی و یکپارچگی خارجی بر عملکرد پایدار زنجیره تأمین تأثیر مثبت دارند	تأثیر فرهنگ سازمانی بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار
[۳۳]	ارائه مدل مفهومی شامل ۳۳۹ کد باز، ۶۲ مفهوم و ۲۲ مقوله.	مدل مفهومی زنجیره تأمین پایدار مبتنی بر مزیت رقابتی
[۲۹]	مدل دوهدفه برای کاهش هزینه و آلاینده‌ها با در نظر گرفتن عدم قطعیت	مدل ریاضی دوهدفه زنجیره تأمین پایدار
[۴۴]	مدیریت دانش و نوآوری سبب تأثیر مثبت بر عملکرد پایدار دارند.	تأثیر مدیریت دانش بر عملکرد زنجیره تأمین پایدار
[۳۸]	هفت عامل کلیدی شامل فناوری، محصول، اقتصاد و ... شناسایی شد.	توانمندسازهای صنعت ۴/۰ در زنجیره تأمین پایدار
[۵۷]	مولفه‌های مالی و فناوری اطلاعات عوامل زیربنایی پایداری هستند.	مدل زنجیره تأمین پایدار در صنعت لاستیک
[۴۸]	مدیریت پایدار تأمین تأثیر مثبت بر مزیت رقابتی و عملکرد سازمانی دارد.	تأثیر مدیریت پایدار بر مزیت رقابتی و عملکرد سازمانی
[۲۷]	مدیریت پایدار تأمین عملکرد زیست‌محیطی را بهبود می‌دهد؛ نیاز به بررسی ابعاد اجتماعی/عملیاتی.	مرور نظام‌مند تأثیر مدیریت پایدار بر عملکرد زیست‌محیطی
[۱]	الگوریتم‌های فراابتکاری ظرفیت بهینه‌سازی پایدار زنجیره تأمین را دارند.	کاربرد الگوریتم‌های فراابتکاری در زنجیره تأمین پایدار
[۴۷]	یکپارچه‌سازی و انعطاف‌پذیری، عملکرد پایدار زنجیره تأمین را بهبود می‌دهد.	تأثیر یکپارچه‌سازی و انعطاف‌پذیری بر عملکرد پایدار
[۷]	نوآوری زیست‌محیطی و ESG عملکرد مالی و ارزش شرکت را تقویت می‌کند.	رابطه نوآوری زیست‌محیطی، ESG و زنجیره تأمین پایدار
[۲۲]	تاب‌آوری و چابکی نقش کلیدی در زنجیره تأمین پایدار جهانی دارند.	نقش چابکی و تاب‌آوری در زنجیره‌های تأمین پایدار
[۵۸]	شناسایی موانع پایداری در صنایع مصر و ارائه مدل ساختاریافته روابط.	موانع اجرای زنجیره تأمین پایدار در مصر
[۵]	سه گروه مانع شناسایی شد و اندازه شرکت نقش تعدیل‌کننده دارد.	موانع پذیرش زنجیره تأمین پایدار در کشورهای در حال توسعه

در این پژوهش، با بررسی ادبیات و پیشینه پژوهش‌های مرتبط، مجموعه‌ای از موانع مؤثر بر پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار شناسایی شد. این موانع در پژوهش‌های مختلف توسط پژوهشگران داخلی و خارجی مطرح شده‌اند و هر یک به جنبه‌های متفاوتی از چالش‌های مالی، مدیریتی، اجتماعی، زیست‌محیطی و فناورانه اشاره دارند. به منظور ارائه تصویری جامع و قابل مقایسه، یافته‌های پژوهش‌های منتخب در قالب جدول ۲ گردآوری و نمایش داده شده است.

جدول ۲. موانع شناسایی شده در مدیریت زنجیره تأمین پایدار

منابع	تعریف کوتاه	موانع
[۱۰]	اشتباه در تخمین آینده یا نتایج، که باعث تصمیم‌گیری نادرست می‌شود.	خطای پیش‌بینی
[۱۰]	ناتوانی در انجام وعده‌ها و مسئولیت‌های اجتماعی شرکت.	عدم تحقق تعهد اجتماعی
[۱۰]	اشتباهات انسانی در اجرای فرایندها و عملیات.	خطای اپراتور
[۱۶]	کمبود منابع مالی برای اجرای برنامه‌ها.	محدودیت‌های مالی
[۱۶]	خطر تقلید محصولات به دلیل نبود حمایت حقوقی مناسب.	احتمال کپی‌برداری
[۱۶]	افت جایگاه بازار به دلیل عدم اعتبارسنجی سرمایه‌گذاری‌ها.	کاهش سهم بازار
[۱۲]	ایجاد پسماندهایی که سلامت و محیط زیست را تهدید می‌کند.	تولید زباله‌های خطرناک
[۱۲]	آسیب به شهرت و اعتماد مشتریان.	از دست دادن اعتبار
[۱۲]	تغییرات غیرقابل پیش‌بینی در هزینه‌ها و قیمت‌ها.	نوسانات قیمت
[۸]	نبود سرمایه کافی برای اجرای زنجیره تأمین پایدار.	فقدان بودجه
[۸]	نبود فشار بازار برای کاهش قیمت‌ها.	کمبود تقاضا
[۱۷]	توجه بیش از حد به منافع فوری و غفلت از اهداف بلندمدت.	تمرکز کوتاه‌مدت
[۱۷]	قوانین سخت و چندلایه که اجرای برنامه‌ها را دشوار می‌کند.	محیط قانونی پیچیده
[۱۷]	عدم تمایل کارکنان یا سازمان به تغییر روش‌ها.	مقاومت در برابر تغییر
[۱۷]	نبود تعامل و تبادل داده‌های لازم بین بخش‌ها.	عدم همکاری و اشتراک اطلاعات
[۳]	رفتارهای غیراخلاقی در محیط کسب‌وکار.	نقص اخلاق
[۴۹]	ناسازگاری بین اهداف داخلی شرکت و خواسته‌های بازار.	تفاوت اهداف شرکت و مشتری
[۴۹]	نبود برنامه‌های منسجم برای پایداری زنجیره تأمین.	کمبود سیاست و استراتژی
[۴۹]	عدم توجه کافی به نوآوری در زمینه پایداری.	کمبود تحقیق و توسعه
[۱۸]	مشکلات در اجرای روش‌های حمل‌ونقل دوستدار محیط زیست.	مسائل حمل‌ونقل پایدار
[۱۸]	کمبود انگیزه یا توانایی تأمین‌کنندگان برای پایبندی به استانداردها.	تعهد محدود تأمین‌کنندگان
[۵۱]	تمایل به استفاده از فناوری‌های قدیمی به جای نوین و کارآمد.	محبوبیت فناوری سنتی
[۱۵]	نبود حمایت و مشارکت جدی مدیریت ارشد.	فقدان تعهد مدیریت
[۱۵]	نبود مشوق‌ها برای ترغیب سازمان‌ها به اقدامات پایدار.	فقدان انگیزه‌های تشویقی
[۱۵]	عدم دانش کافی کارکنان درباره مزایا و روش‌های پایدار.	کمبود آگاهی تخصصی
[۱۵]	نبود شناخت و علاقه مشتریان به محصولات پایدار.	کمبود آگاهی مشتریان
[۱۵]	عدم همکاری مؤثر بین افراد و نهادهای مرتبط.	فقدان هماهنگی ذینفعان
[۴۰]	ناآگاهی از مفهوم و اهمیت پایداری.	عدم درک پایداری
[۴۰]	تمرکز نابرابر بر جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی یا زیست‌محیطی.	عدم تعادل مزایا
[۴۰]	نبود چشم‌انداز و برنامه منسجم مدیریتی.	عدم برنامه‌ریزی استراتژیک
[۱۱]	زمان‌بندی و سازماندهی ناکافی پروژه‌ها.	برنامه‌ریزی نامناسب
[۱۱]	استفاده از ابزارهای نامرغوب یا غیرمتناسب با استانداردها.	عدم استفاده از تجهیزات استاندارد
[۱۱]	خطر بروز مشکلات کیفی در محصولات یا خدمات.	ریسک کیفیت
[۱۱]	نبود سرمایه کافی برای تأمین هزینه‌ها.	کمبود نقدینگی
	نبود اطلاعات دقیق و قابل پیگیری در کل زنجیره تأمین.	نبود شفافیت
	عدم دسترسی به اطلاعات دقیق برای تصمیم‌گیری.	کمبود داده‌های قابل اتکا
	ناسازگاری قوانین محیط‌زیستی بین کشورها.	تفاوت استانداردهای زیست‌محیطی
	تأثیرات منفی تغییرات آب و هوا بر عملیات.	تغییرات اقلیمی
	عدم وجود سازوکارهای مؤثر برای ترغیب کارکنان به مشارکت.	نبود سیستم انگیزشی پایدار
	سختی در پیگیری و نظارت بر زنجیره تأمین.	قابلیت ردیابی محدود
	توان پایین تأمین‌کنندگان برای تأمین نیازها.	کمبود ظرفیت تأمین‌کننده

برگرفته از نظرات خبرگان
برگرفته از نظرات خبرگان
برگرفته از نظرات خبرگان
برگرفته از نظرات خبرگان
برگرفته از نظرات خبرگان
برگرفته از نظرات خبرگان

منابع	تعریف کوتاه	موانع
برگرفته از نظرات خبرگان	مشکلات عملیاتی و ارتباطی که عملکرد را مختل می‌کند.	اختلال در شبکه زنجیره تأمین
برگرفته از نظرات خبرگان	عدم وجود ابزار و روش‌های سنجش عملکرد پایداری.	نبود سیستم‌های اندازه‌گیری

۳. روش‌شناسی پژوهش

ابتدا در مرحله مرور گسترده ادبیات پژوهش (فارسی و انگلیسی) مرتبط با موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار، در مجموع ۴۴ مانع اولیه شناسایی شد. به منظور افزایش روایی محتوایی و پرهیز از تکرار یا هم‌پوشانی مفهومی، فهرست اولیه موانع با استفاده از تکنیک دلفی و با مشارکت ۱۲ نفر از خبرگان دانشگاهی و صنعتی مورد پالایش قرار گرفت. از این تعداد، ۸ نفر دارای تجربه صنعتی و ۴ نفر دارای سابقه فعالیت آکادمیک در حوزه مدیریت زنجیره تأمین و پایداری بودند و همگی دارای دانش و تجربه تخصصی در این حوزه بودند. این ویژگی‌ها امکان ارزیابی دقیق‌تر اهمیت موانع و همچنین بررسی روابط میان آن‌ها را فراهم کرد. در این فرایند، موانع مشابه در قالب گروه‌های مفهومی تجمع شدند (برای مثال، ادغام «کمبود بودجه» و «کمبود نقدینگی» در قالب عامل «محدودیت‌های مالی») و موانع جزئی یا غیرمرتبط با دامنه پژوهش (نظیر «خطای اپراتور» یا «احتمال کپی‌برداری») حذف شدند. فرایند دلفی در دو مرحله انجام شد. در مرحله نخست، فهرست موانع استخراج‌شده از ادبیات پژوهش در قالب پرسشنامه‌ای در اختیار خبرگان قرار گرفت و از آنان خواسته شد میزان اهمیت هر مانع را در پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار بر اساس طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت از ۱ (خیلی کم) تا ۵ (خیلی زیاد) ارزیابی کنند.

به منظور سنجش میزان توافق خبرگان در روش دلفی، از شاخص میانگین امتیاز اهمیت و درصد توافق خبرگان استفاده شد. در این پژوهش ابتدا میانگین امتیاز هر مانع بر اساس نظرات خبرگان محاسبه شد و موانعی که میانگین امتیاز آن‌ها بیشتر از مقدار آستانه ۲/۹۲ بود، به عنوان موانع دارای اهمیت قابل قبول در نظر گرفته شدند. علاوه بر این، برای بررسی میزان اجماع میان خبرگان، درصد توافق خبرگان نیز محاسبه شد. این شاخص از طریق تقسیم تعداد خبرگانی که به یک مانع امتیاز ۴ یا ۵ داده‌اند بر کل تعداد خبرگان و ضرب در ۱۰۰ به دست می‌آید. در این مطالعه، زمانی توافق خبرگان حاصل می‌شود که حداقل ۷۵ درصد خبرگان به یک مانع امتیاز بالا (۴ یا ۵) اختصاص داده باشند. در مرحله دوم، پرسشنامه اصلاح‌شده بر اساس نتایج مرحله نخست تنظیم و مجدداً در اختیار خبرگان قرار گرفت تا نظر نهایی خود را درباره اهمیت موانع اعلام کنند. این مرحله با هدف افزایش همگرایی دیدگاه‌های خبرگان و دستیابی به اجماع بیشتر انجام شد. در نهایت، بر اساس میانگین امتیاز اهمیت، سطح توافق خبرگان (بیش از ۷۵ درصد) و با در نظر گرفتن محدودیت حجم مقایسه‌های زوجی در مدل‌های ISM و DEMATEL، تعداد ۱۲ مانع کلیدی به عنوان عوامل نهایی برای تحلیل انتخاب شد (جدول ۳). انتخاب این ۱۲ مانع ضمن حفظ پوشش ابعاد سه‌گانه پایداری (اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی)، موجب افزایش دقت قضاوت خبرگان، کاهش پیچیدگی محاسبات و بهبود قابلیت تفسیر نتایج مدل ترکیبی شد.

جدول ۳. کدگذاری و تعریف عملیاتی موانع زنجیره تأمین پایدار

کد	عنوان مانع	تعریف عملیاتی
M1	محدودیت‌های مالی و کمبود بودجه برای اقدامات پایداری	فقدان منابع مالی، نقدینگی یا حمایت اقتصادی کافی جهت اجرای پروژه‌های سبز، فناوری‌های پاک و برنامه‌های پایداری در زنجیره تأمین.
M2	مقاومت فرهنگی و نبود تعهد و انگیزش مدیریتی و سازمانی	عدم تمایل یا انگیزش مدیران و کارکنان برای تغییر رفتارها و فرایندهای موجود در جهت اهداف پایداری.
M3	فقدان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری استراتژیک در زمینه زنجیره تأمین پایدار	نبود نقشه راه یا استراتژی مدون برای تلفیق اصول پایداری در فرایندهای تصمیم‌گیری زنجیره تأمین.
M4	کمبود شفافیت، داده‌های دقیق و قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین	محدود بودن دسترسی به داده‌های محیطی و اجتماعی و دشواری در ردیابی جریان مواد و اطلاعات.
M5	کمبود ظرفیت، توانایی و تعهد تأمین‌کنندگان	ناکافی بودن زیرساخت‌ها، مهارت‌ها و انگیزه تأمین‌کنندگان برای رعایت استانداردهای پایداری.
M6	آگاهی محدود ذی‌نفعان و مشتریان نسبت به پایداری	عدم شناخت کافی مشتریان، سرمایه‌گذاران و جامعه نسبت به اهمیت محصولات یا فرایندهای پایدار.
M7	کمبود آگاهی و مهارت نیروی انسانی در حوزه پایداری	فقدان آموزش، مهارت‌های تخصصی و دانش مرتبط با اصول پایداری در بین کارکنان سازمان.

کد	عنوان مانع	تعریف عملیاتی
M8	محیط قانونی و مقرراتی ناکافی یا پیچیده	نبود سیاست‌های الزام‌آور یا وجود مقررات متناقض که مانع اجرای اقدامات پایداری می‌شود.
M9	فقدان سیستم‌های ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد پایداری	نبود شاخص‌ها و معیارهای مشخص برای سنجش موفقیت اقدامات پایداری در زنجیره تأمین.
M10	فقدان نوآوری و تحقیق و توسعه در زمینه فناوری‌های سبز	نبود سرمایه‌گذاری یا فرهنگ نوآوری برای توسعه فناوری‌ها و محصولات سازگار با محیط‌زیست.
M11	فقدان هماهنگی و همکاری میان اعضای زنجیره تأمین	نبود ارتباط مؤثر، اعتماد متقابل و تبادل اطلاعات بین تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان و مشتریان.
M12	عدم تعادل بین اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی	تمرکز بیش از حد بر منافع اقتصادی و غفلت از جنبه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی در تصمیم‌گیری‌های زنجیره.

روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری

روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری نخستین بار توسط وارفیلد^۱ در سال ۱۹۷۳ معرفی شد و در ادامه به‌عنوان رویکردی نظام‌مند برای تحلیل و تبیین ساختار مسائل پیچیده توسعه یافت. این روش با تبدیل روابط و تعاملات میان عوامل مختلف به یک ساختار سلسله‌مراتبی و قابل تفسیر، امکان درک بهتر پدیده‌های پیچیده و چندبعدی را فراهم می‌کند. به بیان دیگر، ISM فرایندی است که از طریق آن، ادراکات و مدل‌های ذهنی نسبتاً مبهم و پراکنده درباره یک سیستم، به یک مدل ساختاری منسجم، عینی و قابل مشاهده تبدیل می‌شوند. منطق اساسی این روش بر شناسایی و تجزیه اجزای یک سیستم پیچیده، تعیین روابط متقابل میان این اجزا و سازمان‌دهی آن‌ها در قالب سطوح سلسله‌مراتبی استوار است. حاصل این فرایند، ارائه یک مدل ساختاری چندسطحی است که ضمن نمایش ارتباطات میان عوامل، جایگاه و نقش هر عامل را در ساختار کلی مسئله مشخص می‌کند. از این منظر، ISM علاوه بر ساده‌سازی و تبیین روابط پیچیده، به شناسایی عوامل زیربنایی و تأثیرگذار و تمایز آن‌ها از عوامل وابسته کمک می‌کند و می‌تواند مبنایی برای تحلیل و تدوین راهبردهای مناسب در مواجهه با مسائل پیچیده باشد. با توجه به قابلیت ISM در ساختاربندی مسائل پیچیده و آشکارسازی روابط متقابل میان مجموعه‌ای از عوامل، این روش به یکی از رویکردهای پرکاربرد در حوزه یادگیری تعاملی، تحلیل ساختاری و تصمیم‌گیری در شرایط پیچیده تبدیل شده است. به‌ویژه، زمانی که روابط میان عوامل از جنس تعاملات متقابل و چندسطحی بوده و تعیین مستقیم ساختار مسئله دشوار باشد، استفاده از ISM می‌تواند چارچوبی نظام‌مند برای تبیین این روابط و ارائه تصویری روشن از ساختار مسئله فراهم آورد [۵۰].

روش دیمتل

روش دیمتل توسط فونتلا و گابوس^۲ در سال ۱۹۷۲ معرفی شد و به‌عنوان رویکردی نظام‌مند برای تحلیل مسائل پیچیده و ساختاربندی روابط متقابل میان عوامل توسعه یافت. این روش با بهره‌گیری از قضاوت خبرگان، امکان تعیین شدت تأثیرگذاری هر عامل بر سایر عوامل را فراهم می‌کند و روابط میان آن‌ها را در قالب مقادیر عددی کمی‌سازی می‌کند [۲۸]. دیمتل عمدتاً با هدف شناسایی، تحلیل و تبیین روابط علی و متقابل میان معیارها یا عوامل یک سیستم به کار گرفته می‌شود. در این روش، پس از گردآوری و تجمیع قضاوت‌های خبرگان درباره میزان تأثیر هر عامل بر سایر عوامل، ماتریس روابط مستقیم تشکیل شده و با انجام محاسبات لازم، روابط مستقیم و غیرمستقیم میان عوامل تعیین می‌شود. در نهایت، ساختار علی سیستم از طریق نقشه روابط تأثیرگذاری به‌صورت گرافیکی نمایش داده می‌شود؛ به‌گونه‌ای که هم شدت و هم جهت تأثیرگذاری عوامل بر یکدیگر قابل مشاهده است. یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های دیمتل، تفکیک عوامل به گروه‌های علت و معلول و شناسایی عوامل محرک و تأثیرگذار در ساختار سیستم است. از این رو، این تکنیک به‌ویژه در مسائل پیچیده‌ای که در آن‌ها عوامل متعدد دارای روابط متقابل و وابستگی‌های علی هستند، ابزار مناسبی برای آشکارسازی ساختار روابط و درک بهتر سازوکار حاکم بر سیستم محسوب می‌شود. نتایج حاصل از دیمتل می‌تواند ضمن ارائه تصویری ساختاریافته از روابط میان عوامل، مبنایی مناسب برای اولویت‌بندی عوامل و اتخاذ تصمیمات و راهبردهای مؤثر در مواجهه با مسائل پیچیده فراهم آورد [۹].

1. Warfield

2. Fontela & Gabus

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از به‌کارگیری روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری

تدوین ماتریس خودتعاملی ساختاری^۱ (SSIM). در این مرحله متغیرهای مسئله به صورت دوبه‌دو و زوجی با هم مقایسه می‌شوند و پاسخ‌دهندگان با استفاده از نمادهای زیر به تعیین روابط بین متغیرها می‌پردازند (جدول ۴).

V: متغیر i به تحقق متغیر j کمک می‌کند؛ A: متغیر j به تحقق متغیر i کمک می‌کند؛

X: متغیر i و j هر دو به تحقق هم کمک می‌کنند؛ O: متغیر i و j با هم ارتباطی ندارند.

جدول ۴. ماتریس خودتعاملی ساختاری (SSIM)

M12	M11	M10	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1
O	O	V	V	A	V	O	V	O	A	O	X
O	V	O	O	O	V	V	V	O	A	X	
O	V	O	V	A	O	O	V	V	X		
O	V	O	V	O	O	O	O	X			
O	V	O	V	A	O	O	X				
O	A	O	O	O	O	X					
O	A	O	O	O	X						
O	O	V	V	X							
V	A	A	X								
V	O	X									
V	X										
X											

تشکیل ماتریس دسترسی‌پذیری اولیه^۲ (IRM). پس از تهیه ماتریس خودتعاملی ساختاری، گام بعدی تشکیل ماتریس دسترسی‌پذیری اولیه است. IRM شامل قدرت نفوذ^۳ و قدرت وابستگی^۴ هر یک از موانع است. این ماتریس با اختصاص مقادیر نمادها تکمیل می‌شود، که ابتدا تنها نیمه بالایی ماتریس تکمیل می‌شود. برای تکمیل نیمه پایینی ماتریس، مراحل پایه‌ای روش ISM دنبال می‌شود که بر اساس روابط مستقیم و معکوس است. به این ترتیب کل ماتریس تکمیل می‌شود. جدول ۵ که در ادامه آمده است، ماتریس دسترسی‌پذیری اولیه را نشان می‌دهد.

جدول ۵. ماتریس دسترسی‌پذیری اولیه

M12	M11	M10	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1
.	.	\	\	.	\	.	\	.	.	.	.
.	\	.	.	.	\	\	\	.	.	.	.
.	\	.	\	.	.	.	\	\	.	.	.
.	\	.	\	.	.	.	.	.	.	.	.
.	\	.	\	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	\	\	.	.	.	.	.	.	.	.

1. Structural Self-Interaction Matrix (SSIM)

2. Initial Reachability Matrix (IRM)

3. Driving Power

4. Dependence Power

M12	M11	M10	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	M9
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	M10
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	M11
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	M12

تشکیل ماتریس دسترسی پذیری نهایی. ماتریس دسترسی پذیری اولیه یک بار دیگر بر اساس روابط وابستگی تکرار می‌شود تا ماتریس دسترسی پذیری نهایی به دست آید. این مرحله برای دستیابی به قابلیت انتقال^۱ بسیار مهم و ضروری است. جدول ۶، ماتریس دسترسی پذیری نهایی را ارائه می‌دهد.

جدول ۶. ماتریس دسترسی پذیری نهایی

موانع	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	میزان نفوذ
M1	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۷
M2	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۷
M3	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۶
M4	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۴
M5	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۴
M6	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
M7	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱
M8	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۴
M9	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۲
M10	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۲
M11	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۲
M12	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱
میزان وابستگی	۱	۱	۱	۲	۴	۲	۳	۱	۷	۳	۶	۱۰	۴۱

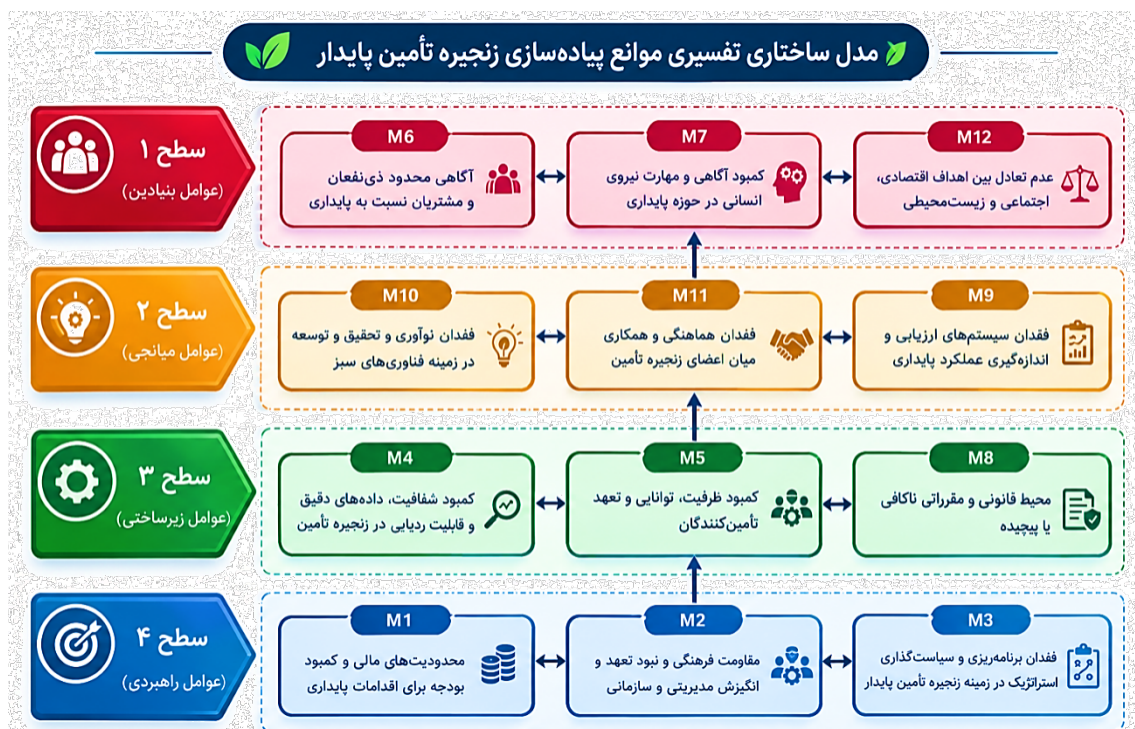
طبقه‌بندی سطوح موانع. پس از محاسبه امتیاز تجمعی قدرت نفوذ و قدرت وابستگی هر مانع، آن‌ها در سطوح مختلف طبقه‌بندی شدند. این فرایند شامل شناسایی مجموعه ورودی و مجموعه خروجی است که در جدول ۷ نشان داده شده‌اند. مجموعه خروجی شامل خود مانع و سایر موانعی است که ممکن است تحت تأثیر آن قرار گیرند؛ درحالی‌که مجموعه ورودی شامل خود مانع و سایر موانعی است که ممکن است بر آن تأثیر بگذارند. از این دو مجموعه، عناصر مجموعه مشترک استخراج می‌شوند. تعیین سطح، زمانی انجام می‌شود که مجموعه مشترک دقیقاً با مجموعه خروجی یکسان باشد؛ در این مرحله آن سطح تثبیت شده و مقادیر مربوطه حذف می‌شوند. این فرایند به‌طور پیوسته تکرار می‌شود تا زمانی که سطوح تمام موانع مشخص شوند.

جدول ۷. طبقه‌بندی موانع در سطوح مختلف

موانع	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک سطح
M6	M6	M2, M6	۱ M6
M7	M7	M1, M2, M7	۱ M7
M12	M12	M1, M2, M3, M4, M5, M8, M9, M10, M11, M12	۱ M12
M9	M9	M1, M2, M3, M4, M5, M8, M9	۲ M9

موانع	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مجموعه مشترک سطح
M10	M10	M1, M8, M10	M10 ۲
M11	M11	M1, M2, M3, M4, M5, M11	M11 ۲
M4	M4	M3, M4	M4 ۳
M5	M5	M1, M2, M3, M5	M5 ۳
M8	M8	M8	M8 ۳
M1	M1	M1	M1 ۴
M2	M2	M2	M2 ۴
M3	M3	M3	M3 ۴

ساخت مدل ساختاری تفسیری. پس از مشخص شدن سطوح هر یک از موانع و با توجه به نتایج حاصل از ماتریس دسترسی‌پذیری نهایی، مدل ساختاری-تفسیری ترسیم می‌شود. شکل ۲ مدل نهایی را نمایش می‌دهد که شامل چهار سطح اصلی است. عواملی که در سطوح بالاتر سلسله‌مراتب قرار دارند، تأثیرگذاری کمتری بر سایر عوامل داشته و بیشتر تحت تأثیر متغیرهای موجود در سطوح پایین‌تر قرار می‌گیرند.



شکل ۲. مدل ساختاری تفسیری موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار

تحلیل MICMAC. در این مرحله بر اساس مقادیر قدرت نفوذ و وابستگی، تمام موانع در ۴ بخش (ربع) به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند. شکل ۳، نمودار قدرت نفوذ-وابستگی موانع را نشان می‌دهد.

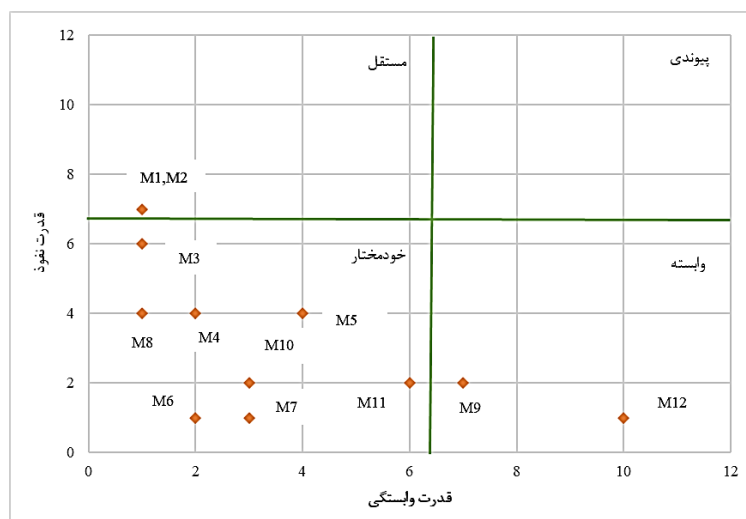
عناصر خودمختار^۱: این عناصر در ربع اول قرار دارند و دارای قدرت نفوذ کم و وابستگی کم هستند. این ربع شامل موانع فقدان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری استراتژیک در زمینه زنجیره تأمین پایدار (M3)، کمبود شفافیت، داده‌های دقیق و قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین (M4)، کمبود

ظرفیت، توانایی و تعهد تأمین‌کنندگان (M5)، آگاهی محدود ذی‌نفعان و مشتریان نسبت به پایداری (M6)، کمبود آگاهی و مهارت نیروی انسانی در حوزه پایداری (M7)، محیط قانونی و مقرراتی ناکافی یا پیچیده (M8) فقدان نوآوری و تحقیق و توسعه در زمینه فناوری‌های سبز (M10) و فقدان هماهنگی و همکاری میان اعضای زنجیره تأمین (M11) است.

عناصر وابسته^۱: این عناصر در ربع دوم قرار دارند و دارای وابستگی زیاد و قدرت نفوذ کم هستند. موانع وابسته از یک دیدگاه، کم‌اهمیت‌ترین عناصر محسوب می‌شوند، زیرا قدرت نفوذ پایینی دارند و از این‌رو نمی‌توانند از سایر موانع حمایت کنند. این ربع شامل موانع فقدان سیستم‌های ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد پایداری (M9) و عدم تعادل بین اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (M12) است.

عناصر پیوندی^۲: این عناصر در ربع سوم قرار دارند و دارای وابستگی و قدرت نفوذ بالایی هستند. هیچ یک از موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار شناسایی شده در این پژوهش در این ربع قرار نگرفته‌اند.

عناصر مستقل^۳: این عناصر در ربع چهارم قرار دارند و همان‌طور که از نامشان پیداست، مستقل هستند. این عناصر میزان وابستگی پایینی دارند، اما قدرت نفوذ بالایی دارند. بنابراین توانایی تأثیرگذاری بر سایر عناصر را دارا هستند. این ربع شامل دو نوع مختلف از موانع است: محدودیت‌های مالی و کمبود بودجه برای اقدامات پایداری (M1) و مقاومت فرهنگی و نبود تعهد و انگیزش مدیریتی و سازمانی (M2).



شکل ۳. نمودار قدرت نفوذ-وابستگی

نتایج حاصل از به‌کارگیری روش دیمتل

تشکیل ماتریس روابط مستقیم. در این مرحله، از خبرگان خواسته می‌شود تا میزان تأثیر هر عامل یا مانع را بر سایر عوامل با عددی از ۰ تا ۴، بر اساس طیف لیکرت، تعیین کنند. این داده‌ها به شکل یک ماتریس $N \times N$ سازمان‌دهی می‌شوند که هر درایه آن نشان‌دهنده تأثیر یک عامل بر عامل دیگر است. زمانی که چندین خبره وجود دارند، معمولاً از میانگین نظرات آنان استفاده می‌شود. مقادیر متناظر با معانی به‌ترتیب عبارتند از: ۰ = بدون تأثیر، ۱ = تأثیر بسیار کم، ۲ = تأثیر کم، ۳ = تأثیر زیاد و ۴ = تأثیر بسیار زیاد. جدول ۸، ماتریس روابط مستقیم را نشان می‌دهد.

1. Dependent
2. Linkage
3. Independent

جدول ۸. ماتریس روابط مستقیم

M12	M11	M10	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	
۱	۲	۱	۲	۲	۲	۲	۴	۳	۳	۳	۰	M1
۲	۳	۱	۲	۲	۳	۴	۳	۳	۳	۰	۲	M2
۲	۳	۲	۳	۳	۲	۲	۳	۴	۰	۳	۲	M3
۲	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۳	۰	۲	۱	۱	M4
۲	۳	۲	۳	۲	۳	۳	۰	۲	۲	۱	۱	M5
۲	۱	۱	۲	۰	۲	۰	۱	۱	۱	۰	۰	M6
۲	۲	۱	۲	۰	۰	۳	۲	۱	۱	۱	۰	M7
۲	۳	۲	۳	۰	۱	۱	۲	۲	۲	۱	۱	M8
۳	۳	۳	۰	۱	۲	۲	۲	۱	۱	۰	۰	M9
۳	۲	۰	۳	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	M10
۳	۰	۳	۳	۲	۲	۲	۲	۱	۱	۰	۰	M11
۰	۲	۲	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	M12

ماتریس روابط مستقیم نرمال شده. میانگین ماتریس روابط مستقیم اولیه‌ای که از نظر کارشناسان جمع‌آوری شده است، در این مرحله محاسبه می‌شود، همان‌طور که در جدول ۹ نمایش داده شده است. این میانگین طبق فرمول زیر به دست می‌آید؛ که در آن:

$D =$ ماتریس روابط مستقیم نرمال شده (جدول ۹) است؛

$A =$ ماتریس میانگین روابط مستقیم اولیه است؛

$a_{ij} =$ مقادیر موجود در ماتریس A هستند.

$$D = \frac{1}{\sum_j^n a_{ij}} A \quad \text{رابطه (۱)}$$

جدول ۹. ماتریس روابط مستقیم نرمال شده

M12	M11	M10	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	موانع
۰/۰۳۴۵	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۱۳۷۹	۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۰۰۰۰	M1
۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۳۴۵	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۱۳۷۹	۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۹۰	M2
۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۱۳۷۹	۰/۰۰۰۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۳۴۵	M3
۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	M4
۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	M5
۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۶۹۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	M6
۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۶۹۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۰۰۰	M7
۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	M8
۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	M9
۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۰۰۰۰	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	M10
۰/۱۰۳۴	۰/۰۰۰۰	۰/۱۰۳۴	۰/۱۰۳۴	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	M11
۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۶۹۰	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۳۴۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	M12

محاسبه ماتریس تأثیر کل. محاسبه ماتریس تأثیر کل با استفاده از رابطه (۲) انجام می‌شود و در جدول ۱۰ نشان داده شده است. سطر آخر و ستون آخر ماتریس تأثیر کل شامل مجموع تمام ورودی‌های ستون‌ها و سطرها می‌باشند و در ادامه فرایند مورد استفاده قرار خواهند گرفت.

$$T = (t_{ij}) = D(I - D)^{-1}$$

رابطه (۲)

که در آن:

T = ماتریس تأثیر کل (جدول ۱۰):

t_{ij} = مقادیر متناظر در ماتریس T :

D = ماتریس نرمال شده میانگین روابط مستقیم اولیه:

I = ماتریس همانی است.

جدول ۱۰. ماتریس تأثیر کل

موانع	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	مجموع
M1	۰/۰۵۲۴	۰/۱۶۵۶	۰/۲۲۶۶	۰/۲۴۱۲	۰/۳۰۰۸	۰/۲۴۱۸	۰/۲۲۹۰	۰/۱۹۴۵	۰/۲۸۰۰	۰/۱۹۷۲	۰/۲۷۱۵	۰/۲۲۴۱	۲/۶۲۴۷
M2	۰/۱۱۴۰	۰/۰۱۶۹	۰/۲۲۸۱	۰/۲۴۲۸	۰/۳۰۷۷	۰/۲۶۴۷	۰/۱۹۴۵	۰/۲۸۹۷	۰/۲۰۵۵	۰/۳۰۷۱	۰/۲۶۵۰	۰/۲۶۴۰	۲/۷۶۴۰
M3	۰/۱۱۸۱	۰/۱۶۶۶	۰/۱۴۲۹	۰/۲۸۱۲	۰/۲۸۶۲	۰/۲۵۵۷	۰/۲۴۲۵	۰/۲۳۷۵	۰/۲۳۳۸	۰/۲۴۸۵	۰/۳۲۳۳	۰/۲۷۷۹	۲/۹۱۴۲
M4	۰/۰۷۰۱	۰/۰۸۴۳	۰/۱۶۹۴	۰/۱۱۵۸	۰/۲۳۷۳	۰/۲۰۹۳	۰/۲۰۰۲	۰/۱۷۲۱	۰/۲۷۹۶	۰/۲۰۹۱	۰/۲۶۹۲	۰/۲۳۱۷	۲/۲۴۸۱
M5	۰/۰۶۹۰	۰/۰۸۴۲	۰/۱۶۹۶	۰/۱۸۰۵	۰/۱۴۳۸	۰/۲۴۲۰	۰/۲۳۱۸	۰/۱۷۰۳	۰/۲۸۱۱	۰/۲۰۹۵	۰/۲۶۹۶	۰/۲۳۴۳	۲/۲۸۵۷
M6	۰/۰۱۴۷	۰/۰۲۱۷	۰/۰۷۷۸	۰/۰۸۲۸	۰/۰۹۵۹	۰/۰۶۵۹	۰/۱۸۶۵	۰/۴۷۵۰	۰/۱۴۹۷	۰/۱۰۰۰	۰/۱۱۲۱	۰/۱۴۲۴	۱/۰۳۴۴
M7	۰/۰۲۱۸	۰/۰۶۰۷	۰/۰۹۶۶	۰/۱۰۲۹	۰/۱۵۰۱	۰/۱۸۸۱	۰/۱۵۳۹	۰/۰۶۵۵	۰/۱۷۸۷	۰/۱۲۳۳	۰/۱۷۰۹	۰/۱۷۰۴	۱/۴۱۵۶
M8	۰/۰۶۶۷	۰/۰۷۸۹	۰/۱۵۸۳	۰/۱۶۵۸	۰/۱۹۲۵	۰/۱۶۱۱	۰/۱۵۳۶	۰/۰۹۸۵	۰/۲۶۰۰	۰/۱۹۵۱	۰/۲۵۱۴	۰/۲۱۴۱	۱/۹۹۸۶
M9	۰/۰۲۲۵	۰/۰۳۱۷	۰/۱۰۴۲	۰/۱۱۱۰	۰/۱۶۰۷	۰/۱۶۵۵	۰/۱۵۹۳	۰/۱۰۸۹	۰/۱۳۴۹	۰/۲۰۱۶	۰/۲۱۸۱	۰/۲۱۹۶	۱/۶۳۸۰
M10	۰/۰۲۰۵	۰/۰۲۷۹	۰/۰۹۵۰	۰/۱۰۱۱	۰/۱۱۸۱	۰/۱۸۸۴	۰/۱۱۳۸	۰/۱۲۹۹	۰/۲۱۰۳	۰/۰۹۳۹	۰/۱۷۳۳	۰/۲۰۲۱	۱/۴۰۴۶
M11	۰/۰۲۴۶	۰/۰۳۴۲	۰/۱۰۹۲	۰/۱۱۶۲	۰/۱۱۶۶۷	۰/۱۷۰۵	۰/۱۶۴۱	۰/۱۴۳۲	۰/۲۳۶۷	۰/۲۰۷۷	۰/۱۳۲۲	۰/۲۲۶۳	۱/۷۳۱۷
M12	۰/۰۱۷۱	۰/۰۲۳۶	۰/۰۸۳۸	۰/۰۸۹۳	۰/۱۰۳۳	۰/۱۰۴۵	۰/۱۰۰۵	۰/۰۱۸۸۱	۰/۱۶۰۲	۰/۱۴۱۱	۰/۱۵۳۲	۰/۰۸۸۵	۱/۱۵۳۳
مجموع	۰/۶۱۱۵	۰/۸۴۸۵	۱/۶۶۱۶	۱/۸۳۳۳	۲/۲۳۰۱	۲/۲۳۰۴	۲/۰۷۱۷	۱/۶۵۱۴	۲/۷۹۳۱	۲/۱۳۲۵	۲/۶۵۲۰	۲/۴۹۶۵	-

تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر مانع. تأثیرگذاری و تأثیرپذیری یک عامل با استفاده از جمع سطرها و ستون‌های ماتریس تأثیر کل مشخص می‌شود؛ که در آن:

R = مجموع مقادیر سطر در ماتریس T :

C = مجموع مقادیر ستون در ماتریس T :

t_{ij} = مقدار متناظر در ماتریس T است.

$$R = \sum_{1 \leq j \leq n} t_{ij} \quad ; \quad C = \sum_{1 \leq i \leq n} t_{ij} \quad \text{رابطه (۳)}$$

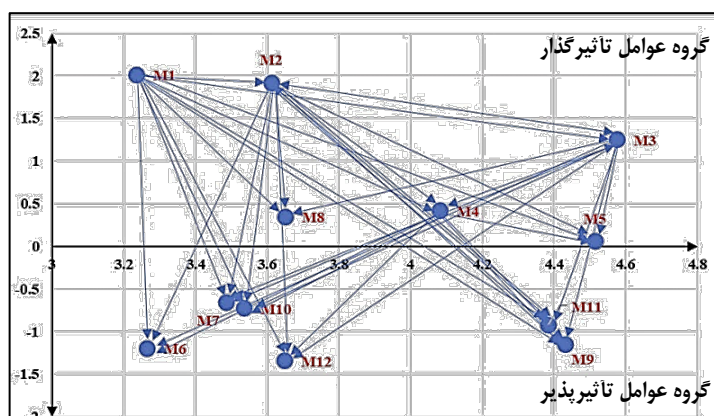
نمودار رابطه علت و معلولی. با استفاده از ماتریس تأثیر کل و تحلیل مقادیر مجموع سطرها و ستون‌ها، رابطه علت و معلولی شناسایی می‌شود. مقادیر مجموع و تفاضل مجموع سطرها (R_i) و مجموع ستون‌ها (C_i) در جدول ۱۱ نمایش داده شده‌اند. مقادیر منفی ($R_i - C_i$) نشان‌دهنده رابطه معلولی و مقادیر مثبت نشان‌دهنده رابطه علی هستند.

جدول ۱۱. اهمیت و روابط علت-معلولی عوامل در مدل دیمتل

عامل	R_i	C_i	$R_i + C_i$	$R_i - C_i$	نوع رابطه
M3	۲/۹۱۴۲	۱/۶۶۱۶	۴/۵۷۵۸	۱/۲۵۲۶	علت
M2	۲/۷۶۴۰	۰/۸۴۸۵	۳/۶۱۲۵	۱/۹۱۵۶	علت
M1	۲/۶۲۴۷	۰/۶۱۱۵	۳/۲۳۶۲	۲/۰۱۳۱	علت
M5	۲/۲۸۵۷	۲/۲۳۰۱	۴/۵۱۵۸	۰/۰۵۵۶	علت
M4	۲/۲۴۸۱	۱/۸۳۳۳	۴/۰۸۱۴	۰/۴۱۴۸	علت
M8	۱/۹۹۸۶	۱/۶۵۱۴	۳/۶۵۰۰	۰/۳۴۷۲	علت
M11	۱/۷۳۱۷	۲/۶۵۲۰	۴/۳۸۳۷	-۰/۹۲۰۴	معلول
M9	۱/۶۳۸۰	۲/۷۹۳۱	۴/۴۳۱۱	-۱/۱۵۵۲	معلول
M7	۱/۴۱۵۶	۲/۰۷۱۷	۳/۴۸۷۳	-۰/۶۵۶۲	معلول
M10	۱/۴۰۴۶	۲/۱۳۲۵	۳/۵۳۷۱	-۰/۷۲۸۰	معلول
M12	۱/۱۵۳۳	۲/۴۹۶۵	۳/۶۴۹۸	-۱/۳۴۳۲	معلول
M6	۱/۰۳۴۴	۲/۲۳۰۴	۳/۲۶۴۹	-۱/۱۹۶۰	معلول

یافته‌های حاصل از تکنیک دیمتل

همان‌طور که از جدول ۱۱ مشخص است، ۶ مانع در دسته علل (عوامل تأثیرگذار) و ۶ مانع در دسته معلول‌ها (عوامل تأثیرپذیر) قرار گرفته‌اند. شش مانع مربوط به دسته علی عبارتند از: فقدان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری استراتژیک در زمینه زنجیره تأمین پایدار (M3)، مقاومت فرهنگی و نبود تعهد و انگیزش مدیریتی و سازمانی (M2)، محدودیت‌های مالی و کمبود بودجه برای اقدامات پایداری (M1)، کمبود ظرفیت، توانایی و تعهد تأمین‌کنندگان (M5)، کمبود شفافیت، داده‌های دقیق و قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین (M4)، محیط قانونی و مقرراتی ناکافی یا پیچیده (M8). شش مانع دسته معلول‌ها عبارتند از: فقدان هماهنگی و همکاری میان اعضای زنجیره تأمین (M11)، فقدان سیستم‌های ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد پایداری (M9)، کمبود آگاهی و مهارت نیروی انسانی در حوزه پایداری (M7)، فقدان نوآوری و تحقیق و توسعه در زمینه فناوری‌های سبز (M10)، عدم تعادل بین اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (M12)، آگاهی محدود ذی‌نفعان و مشتریان نسبت به پایداری (M6). در ادامه، نمودار علت-معلولی با محاسبه مقادیر میانگین ماتریس T رسم شده است. مقدار میانگین برای این ماتریس برابر ۰/۱۶۱۲ به دست آمد. این مقدار به عنوان حد آستانه (α) برای ماتریس T شناخته می‌شود. جهت فلش‌ها از هر مانع بر اساس این مقدار آستانه تعیین می‌شود. اگر مقادیر موجود در ماتریس T بزرگ‌تر از مقدار آستانه باشند، فلش از آن مانع به مانع دیگر متناظر رسم می‌شود. این فرایند همانند شکل ۴ در قالب نمودار علت-معلولی انجام شده است.



شکل ۴. نمودار علت و معلولی

۵. بحث

نتایج پژوهش نشان داد که مجموعه‌ای از موانع ساختاری، مدیریتی و نهادی بر توسعه زنجیره تأمین پایدار در شرکت‌های صنعتی در استان یزد اثرگذار هستند. بررسی روابط علی میان این موانع نشان می‌دهد که برخی از آنها نقش ریشه‌ای و محرک داشته و زمینه‌ساز شکل‌گیری سایر موانع می‌شوند. در این بخش تلاش شده است تا هر یک از این عوامل در بستر واقعی فعالیت‌های صنعتی و ویژگی‌های زنجیره تأمین در استان یزد به صورت تحلیلی بررسی شود.

محدودیت‌های مالی و کمبود بودجه برای اقدامات پایداری (M1): یکی از مهم‌ترین چالش‌های توسعه پایداری در زنجیره تأمین، محدودیت منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در اقدامات زیست‌محیطی و اجتماعی است. بسیاری از بنگاه‌های صنعتی، به‌ویژه بنگاه‌های کوچک و متوسط، با محدودیت نقدینگی و دسترسی محدود به منابع مالی بلندمدت مواجه هستند. اجرای اقدامات مرتبط با پایداری نظیر به‌کارگیری فناوری‌های پاک، بهینه‌سازی مصرف انرژی، نصب سیستم‌های کنترل آلودگی، مدیریت پسماند صنعتی و استفاده از مواد اولیه سازگار با محیط زیست نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه قابل توجهی است. در چنین شرایطی، مدیران اغلب ترجیح می‌دهند منابع مالی محدود خود را صرف فعالیت‌های عملیاتی و تولیدی کوتاه‌مدت کنند که بازگشت سرمایه سریع‌تری دارد. این امر موجب می‌شود پروژه‌های پایداری در اولویت‌های پایین‌تر قرار گرفته و توسعه زنجیره تأمین پایدار با کندی مواجه شود.

مقاومت فرهنگی و نبود تعهد و انگیزش مدیریتی و سازمانی (M2): پیاده‌سازی اصول پایداری در زنجیره تأمین مستلزم تغییر در نگرش‌ها، ارزش‌ها و الگوهای تصمیم‌گیری در سطح سازمان است. در بسیاری از سازمان‌های صنعتی، رویکردهای سنتی مدیریتی هنوز غالب است و پایداری به عنوان یک الزام استراتژیک تلقی نمی‌شود. در چنین شرایطی ممکن است مدیران ارشد سازمان تمایل چندانی برای تغییر فرایندهای موجود، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز یا بازطراحی ساختارهای زنجیره تأمین نداشته باشند. این مقاومت فرهنگی می‌تواند در میان کارکنان نیز گسترش یابد و موجب کاهش انگیزه برای مشارکت در برنامه‌های پایداری شود. نبود تعهد مدیریتی همچنین سبب می‌شود سیاست‌ها و برنامه‌های مرتبط با پایداری به صورت نمادین یا مقطعی اجرا شوند و در ساختار تصمیم‌گیری سازمان نهادینه نشوند.

فقدان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری استراتژیک در زمینه زنجیره تأمین پایدار (M3): یکی از الزامات اساسی برای تحقق زنجیره تأمین پایدار، وجود برنامه‌ریزی راهبردی و سیاست‌های سازمانی منسجم است. در بسیاری از سازمان‌ها، اقدامات مرتبط با پایداری به صورت پراکنده و بدون چارچوب استراتژیک مشخص انجام می‌شود. نبود نقشه راه مشخص برای ادغام اهداف اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی در تصمیم‌گیری‌های زنجیره تأمین باعث می‌شود سازمان‌ها نتوانند اقدامات پایداری را در بلندمدت برنامه‌ریزی و مدیریت کنند. این موضوع می‌تواند موجب ناهماهنگی در سیاست‌های خرید، تولید، توزیع و مدیریت تأمین‌کنندگان شود و در نهایت مانع از شکل‌گیری یک رویکرد سیستماتیک برای مدیریت پایداری در زنجیره تأمین شود.

کمبود شفافیت، داده‌های دقیق و قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین (M4): شفافیت اطلاعاتی و دسترسی به داده‌های دقیق از الزامات اساسی مدیریت زنجیره تأمین پایدار محسوب می‌شود. در بسیاری از زنجیره‌های تأمین، اطلاعات مرتبط با منشأ مواد اولیه، میزان مصرف منابع، انتشار آلاینده‌ها و شرایط اجتماعی تولید به صورت کامل ثبت یا به اشتراک گذاشته نمی‌شود. نبود سیستم‌های اطلاعاتی مناسب و ضعف در قابلیت ردیابی جریان مواد و اطلاعات باعث می‌شود سازمان‌ها نتوانند عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی تأمین‌کنندگان و سایر اعضای زنجیره را به طور مؤثر ارزیابی کنند. این مسئله همچنین مانع از ایجاد اعتماد و شفافیت میان اعضای زنجیره شده و امکان تصمیم‌گیری مبتنی بر داده را محدود می‌کند.

کمبود ظرفیت، توانایی و تعهد تأمین‌کنندگان (M5): پایداری زنجیره تأمین تنها به عملکرد یک سازمان محدود نمی‌شود و به میزان زیادی به توانایی و تعهد تأمین‌کنندگان وابسته است. در بسیاری از موارد، تأمین‌کنندگان به ویژه تأمین‌کنندگان کوچک‌تر فاقد زیرساخت‌های فنی، منابع مالی و دانش لازم برای اجرای استانداردهای پایداری هستند. برای مثال ممکن است توانایی لازم برای کاهش مصرف انرژی، مدیریت پسماند یا رعایت استانداردهای زیست‌محیطی را نداشته باشند. علاوه بر این، در صورتی که فشار یا مشوق کافی از سوی شرکت‌های اصلی

وجود نداشته باشد، تأمین‌کنندگان انگیزه محدودی برای سرمایه‌گذاری در اقدامات پایداری خواهند داشت. این موضوع باعث می‌شود تلاش‌های سازمان اصلی برای بهبود پایداری در کل زنجیره تأمین با چالش مواجه شود.

آگاهی محدود ذینفعان و مشتریان نسبت به پایداری (M6): زمانی که مشتریان، سرمایه‌گذاران و جامعه نسبت به اهمیت پایداری آگاهی کافی داشته باشند، سازمان‌ها نیز برای پاسخگویی به این انتظارات ناگزیر به بهبود عملکرد پایداری خود خواهند بود. اما در شرایطی که سطح آگاهی عمومی نسبت به مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی محدود باشد، تقاضای بازار برای محصولات پایدار نیز کاهش می‌یابد. در چنین فضایی، سازمان‌ها انگیزه اقتصادی کمتری برای سرمایه‌گذاری در اقدامات پایداری خواهند داشت و تمرکز خود را بیشتر بر رقابت قیمتی و کاهش هزینه‌ها قرار می‌دهند.

کمبود آگاهی و مهارت نیروی انسانی در حوزه پایداری (M7): اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های پایداری در سازمان نیازمند وجود نیروی انسانی آگاه و توانمند است. بسیاری از اقدامات مرتبط با پایداری نظیر مدیریت انرژی، تولید پاک‌تر، ارزیابی چرخه عمر محصول و طراحی فرایندهای سازگار با محیط زیست نیازمند دانش تخصصی و مهارت‌های فنی است. در صورتی که کارکنان سازمان آموزش‌های لازم را در این زمینه دریافت نکرده باشند، اجرای این اقدامات با دشواری مواجه خواهد شد. علاوه بر این، نبود فرهنگ آموزشی مناسب در سازمان می‌تواند مانع از توسعه دانش و مهارت‌های مورد نیاز برای مدیریت پایداری شود.

محیط قانونی و مقرراتی ناکافی یا پیچیده (M8): چارچوب‌های قانونی و مقرراتی نقش مهمی در هدایت سازمان‌ها به سمت رفتارهای پایدار دارند. در صورتی که قوانین مرتبط با حفاظت محیط زیست، مدیریت منابع و مسئولیت اجتماعی به صورت شفاف و الزام‌آور تدوین نشده باشند، سازمان‌ها ممکن است انگیزه کافی برای رعایت استانداردهای پایداری نداشته باشند. از سوی دیگر، وجود مقررات پیچیده یا متناقض نیز می‌تواند اجرای اقدامات پایداری را دشوار کند. در چنین شرایطی سازمان‌ها ممکن است با عدم قطعیت‌های قانونی مواجه شوند که تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های پایداری را پیچیده می‌کند.

فقدان سیستم‌های ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد پایداری (M9): یکی از چالش‌های اساسی در مدیریت پایداری، نبود شاخص‌ها و سیستم‌های ارزیابی مناسب برای سنجش عملکرد سازمان در حوزه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی است. بدون وجود معیارهای مشخص و قابل اندازه‌گیری، سازمان‌ها نمی‌توانند میزان پیشرفت خود در مسیر پایداری را ارزیابی کنند. این موضوع همچنین امکان مقایسه عملکرد میان سازمان‌ها یا بخش‌های مختلف زنجیره تأمین را محدود می‌کند. در نتیجه، نبود سیستم‌های ارزیابی عملکرد می‌تواند موجب شود اقدامات پایداری به صورت غیرسیستماتیک و بدون بازخورد مؤثر اجرا شوند.

فقدان نوآوری و تحقیق و توسعه در زمینه فناوری‌های سبز (M10): نوآوری و توسعه فناوری‌های سبز از عوامل کلیدی در ارتقای پایداری در زنجیره تأمین به شمار می‌رود. با این حال، در بسیاری از سازمان‌ها سرمایه‌گذاری کافی در حوزه تحقیق و توسعه برای بهبود فرایندهای تولید، کاهش مصرف منابع و توسعه محصولات سازگار با محیط زیست صورت نمی‌گیرد. محدودیت منابع مالی، نبود زیرساخت‌های تحقیقاتی و ضعف همکاری میان صنعت و مراکز علمی می‌تواند از جمله عوامل مؤثر در این زمینه باشد. نبود نوآوری در فناوری‌های سبز باعث می‌شود سازمان‌ها همچنان از روش‌های تولید سنتی استفاده کنند که اغلب با مصرف بالای انرژی و منابع همراه است.

فقدان هماهنگی و همکاری میان اعضای زنجیره تأمین (M11): پایداری در زنجیره تأمین نیازمند تعامل، همکاری و تبادل اطلاعات میان تمامی اعضای زنجیره است. در صورتی که ارتباط مؤثری میان تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، توزیع‌کنندگان و سایر ذینفعان وجود نداشته باشد، اجرای اقدامات مشترک پایداری با مشکل مواجه خواهد شد. نبود اعتماد متقابل، ضعف در سیستم‌های ارتباطی و عدم اشتراک اطلاعات می‌تواند موجب شود هر یک از اعضای زنجیره به صورت مستقل عمل کنند و تلاش‌های آنها برای بهبود پایداری هم‌افزایی لازم را نداشته باشد.

عدم تعادل بین اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (M12): یکی از چالش‌های اساسی در پیاده‌سازی پایداری، ایجاد تعادل میان سه بعد اصلی آن یعنی اقتصاد، محیط زیست و جامعه است. در بسیاری از سازمان‌ها، فشارهای رقابتی و ضرورت‌های اقتصادی

کوتاه‌مدت باعث می‌شود تصمیم‌گیری‌ها عمدتاً بر اساس معیارهای مالی انجام شود. در چنین شرایطی، ملاحظات زیست‌محیطی و اجتماعی ممکن است در اولویت‌های پایین‌تر قرار گیرد. این عدم تعادل می‌تواند موجب شود برخی اقدامات پایداری که در بلندمدت مزایای قابل توجهی دارند، در کوتاه‌مدت نادیده گرفته شوند و مسیر حرکت به سمت زنجیره تأمین پایدار با موانع جدی روبه‌رو شود. در مجموع، تحلیل این موانع نشان می‌دهد که توسعه زنجیره تأمین پایدار نیازمند رویکردی جامع و سیستماتیک است که همزمان به عوامل مالی، مدیریتی، نهادی و فناورانه توجه داشته باشد.

بر اساس نتایج مدل‌سازی ساختاری تفسیری موانع و همچنین نظرات خبرگان حوزه مدیریت زنجیره تأمین، می‌توان مجموعه‌ای از راهکارهای مدیریتی و سیاستی را برای کاهش یا رفع موانع شناسایی شده پیشنهاد کرد. این راهکارها با تکیه بر رویکردهای نوین مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت پایداری و الگوهای مفهومی مطرح در ادبیات مدیریت ارائه شده‌اند.

در رابطه با محدودیت‌های مالی و کمبود بودجه برای اقدامات پایداری (M1)، یکی از مهم‌ترین راهکارها ایجاد سازوکارهای تأمین مالی پایدار است. سازمان‌ها می‌توانند از ابزارهایی نظیر تأمین مالی سبز، سرمایه‌گذاری مشترک با شرکای زنجیره تأمین، استفاده از تسهیلات بانکی حمایتی و بهره‌گیری از مشوق‌های دولتی برای توسعه پروژه‌های زیست‌محیطی استفاده کنند. همچنین اجرای پروژه‌های بهبود بهره‌وری انرژی و مدیریت منابع می‌تواند در میان‌مدت موجب کاهش هزینه‌های عملیاتی و جبران بخشی از سرمایه‌گذاری اولیه شود.

برای کاهش مقاومت فرهنگی و نبود تعهد مدیریتی (M2)، توسعه فرهنگ سازمانی مبتنی بر پایداری ضروری است. برگزاری برنامه‌های آموزشی برای مدیران و کارکنان، تبیین مزایای اقتصادی و رقابتی پایداری، گنجاندن شاخص‌های پایداری در ارزیابی عملکرد مدیران و ایجاد نظام‌های انگیزشی مرتبط با اهداف پایداری می‌تواند به افزایش تعهد سازمانی در این حوزه کمک کند. در بسیاری از مدل‌های مدیریتی نوین، رهبری تحول‌آفرین به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در نهادینه‌سازی پایداری در سازمان‌ها مطرح شده است.

در مورد فقدان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری استراتژیک در زنجیره تأمین پایدار (M3)، تدوین یک نقشه راه استراتژیک برای ادغام پایداری در تصمیم‌گیری‌های زنجیره تأمین اهمیت زیادی دارد. سازمان‌ها می‌توانند با استفاده از چارچوب‌هایی مانند مدیریت زنجیره تأمین سبز، مدل سه‌گانه پایداری (اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) و رویکردهای برنامه‌ریزی استراتژیک، اهداف و برنامه‌های مشخصی برای بهبود عملکرد پایداری در مراحل مختلف زنجیره تأمین تعریف کنند.

برای رفع کمبود شفافیت و قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین (M4)، توسعه سیستم‌های اطلاعاتی و دیجیتالی‌سازی فرایندهای زنجیره تأمین بسیار مؤثر است. استفاده از سیستم‌های مدیریت اطلاعات، فناوری‌های ردیابی، و پلتفرم‌های اشتراک داده میان اعضای زنجیره می‌تواند شفافیت اطلاعاتی را افزایش دهد. این اقدام امکان پایش عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی تأمین‌کنندگان و سایر شرکای زنجیره را نیز فراهم می‌کند.

در خصوص کمبود ظرفیت و تعهد تأمین‌کنندگان (M5)، سازمان‌ها می‌توانند برنامه‌های توسعه تأمین‌کنندگان را اجرا کنند. این برنامه‌ها شامل آموزش تأمین‌کنندگان، انتقال دانش فنی، تعیین استانداردهای پایداری در قراردادهای و ایجاد سازوکارهای ارزیابی عملکرد تأمین‌کنندگان است. همکاری بلندمدت با تأمین‌کنندگان و ایجاد روابط مبتنی بر اعتماد نیز می‌تواند انگیزه آنها برای رعایت استانداردهای پایداری را افزایش دهد.

برای مقابله با آگاهی محدود ذی‌نفعان و مشتریان نسبت به پایداری (M6)، افزایش اطلاع‌رسانی و فرهنگ‌سازی در بازار اهمیت دارد. سازمان‌ها می‌توانند از طریق برچسب‌های زیست‌محیطی، گزارش‌های پایداری، کمپین‌های اطلاع‌رسانی و تعامل با جامعه و مشتریان، آگاهی عمومی نسبت به مزایای محصولات پایدار را افزایش دهند. افزایش آگاهی مشتریان می‌تواند تقاضا برای محصولات پایدار را تقویت کرده و انگیزه اقتصادی لازم برای سرمایه‌گذاری در این حوزه را ایجاد کند.

برای کاهش کمبود آگاهی و مهارت نیروی انسانی در حوزه پایداری (M7)، توسعه برنامه‌های آموزشی تخصصی ضروری است. سازمان‌ها می‌توانند با برگزاری دوره‌های آموزشی، همکاری با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و ایجاد برنامه‌های یادگیری سازمانی، دانش و مهارت کارکنان را در زمینه مدیریت پایداری افزایش دهند. این اقدامات می‌تواند توان سازمان در اجرای پروژه‌های مرتبط با پایداری را تقویت کند.

در رابطه با محیط قانونی و مقرراتی ناکافی یا پیچیده (M8)، تعامل فعال میان صنعت و نهادهای سیاست‌گذار اهمیت دارد. تدوین مقررات شفاف، ایجاد استانداردهای مشخص برای عملکرد زیست‌محیطی و ارائه مشوق‌های قانونی برای سازمان‌های پیشرو در حوزه پایداری می‌تواند نقش مهمی در تسهیل اجرای اقدامات پایداری ایفا کند. مشارکت تشکلهای صنعتی و انجمن‌های تخصصی در فرایند سیاست‌گذاری نیز می‌تواند به بهبود کارایی قوانین و مقررات کمک کند.

برای رفع فقدان سیستم‌های ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد پایداری (M9)، طراحی و استقرار شاخص‌های کلیدی عملکرد پایداری ضروری است. استفاده از چارچوب‌هایی مانند گزارش دهی پایداری، کارت امتیازی متوازن پایدار و شاخص‌های عملکرد زیست‌محیطی و اجتماعی می‌تواند امکان پایش و ارزیابی مستمر عملکرد سازمان را فراهم کند. وجود چنین سیستم‌هایی به مدیران کمک می‌کند تا نقاط ضعف زنجیره تأمین را شناسایی کرده و اقدامات اصلاحی مناسب را اتخاذ کنند.

در مورد فقدان نوآوری و تحقیق و توسعه در فناوری‌های سبز (M10)، تقویت همکاری میان صنعت، دانشگاه و مراکز تحقیقاتی اهمیت زیادی دارد. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، ایجاد واحدهای نوآوری سازمانی و حمایت از پروژه‌های فناورانه مرتبط با تولید پاک‌تر می‌تواند زمینه توسعه فناوری‌های سازگار با محیط زیست را فراهم کند. همچنین مشارکت در شبکه‌های نوآوری و خوشه‌های صنعتی می‌تواند به انتقال دانش و فناوری کمک کند.

برای کاهش فقدان هماهنگی و همکاری میان اعضای زنجیره تأمین (M11)، ایجاد سازوکارهای همکاری و مشارکت میان اعضای زنجیره ضروری است. توسعه قراردادهای مشارکتی، ایجاد پلتفرم‌های تبادل اطلاعات و تشکیل کارگروه‌های مشترک میان سازمان‌ها می‌تواند سطح هماهنگی و اعتماد میان بازیگران زنجیره تأمین را افزایش دهد. همکاری نزدیک میان اعضای زنجیره به ویژه در حوزه‌های برنامه‌ریزی تولید، مدیریت منابع و کاهش اثرات زیست‌محیطی می‌تواند به بهبود عملکرد کلی زنجیره کمک کند.

در نهایت، برای رفع عدم تعادل بین اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی (M12)، سازمان‌ها باید رویکرد تصمیم‌گیری مبتنی بر پایداری را در استراتژی‌های خود نهادینه کنند. استفاده از چارچوب «سه‌بعدی پایداری» در ارزیابی تصمیمات، توجه همزمان به منافع اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و لحاظ کردن اثرات بلندمدت تصمیمات مدیریتی می‌تواند به ایجاد تعادل میان این اهداف کمک کند. این رویکرد نه تنها به بهبود عملکرد پایدار سازمان‌ها منجر می‌شود، بلکه در بلندمدت مزیت رقابتی پایدار نیز ایجاد خواهد کرد. به‌طور کلی، اجرای این راهکارها می‌تواند زمینه کاهش یا رفع بسیاری از موانع شناسایی شده در تحقیق را فراهم کرده و مسیر حرکت سازمان‌ها به سمت توسعه زنجیره تأمین پایدار را هموار سازد.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و تحلیل ساختار روابط میان موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار در شرکت‌های صنعتی استان یزد انجام شد. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که موانع موجود دارای ساختاری سلسله‌مراتبی و درهم‌تنیده هستند و برخی از آن‌ها به‌عنوان عوامل زیربنایی، نقش تعیین‌کننده‌ای در شکل‌گیری سایر موانع دارند. مهم‌ترین یافته پژوهش این است که محدودیت‌های مالی و کمبود بودجه برای اقدامات پایداری، مقاومت فرهنگی و نبود تعهد مدیریتی و سازمانی و فقدان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری استراتژیک در حوزه زنجیره تأمین پایدار، بنیادی‌ترین موانع محسوب می‌شوند که بیشترین قدرت نفوذ را در میان سایر عوامل دارند. این نتایج نشان می‌دهد که بسیاری از چالش‌های عملیاتی و اجرایی در حوزه پایداری، ریشه در عوامل ساختاری و مدیریتی دارند و تا زمانی که این عوامل زیربنایی برطرف نشوند، اقدامات فنی و عملیاتی در زمینه توسعه پایداری نمی‌تواند به‌طور مؤثر تحقق یابد.

تحلیل نتایج همچنین نشان داد که عواملی نظیر کمبود آگاهی و مهارت نیروی انسانی، فقدان سیستم‌های ارزیابی عملکرد پایداری، ضعف همکاری میان اعضای زنجیره تأمین و محدود بودن نوآوری‌های مرتبط با فناوری‌های سبز، بیشتر در جایگاه پیامد یا معلول قرار دارند. به بیان دیگر، این عوامل در بسیاری از موارد نتیجه ضعف در سیاست‌گذاری، مدیریت منابع و فرهنگ سازمانی هستند. این یافته حاکی از آن است که برای حرکت مؤثر به سمت زنجیره تأمین پایدار، سازمان‌ها باید ابتدا زیرساخت‌های مدیریتی و اقتصادی لازم را فراهم سازند و سپس به توسعه ابزارها و سازوکارهای عملیاتی بپردازند. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج برخی مطالعات پیشین همسو است. برای مثال، خداپرست و همکاران (۱۴۰۳)، در پژوهشی درباره موانع زنجیره تأمین پایدار در صنعت نساجی نشان دادند که انگیزه‌های مالی ناکافی و ضعف در اجرای قوانین از مهم‌ترین موانع توسعه پایداری در زنجیره تأمین هستند [۲۴]. روحی و جمالی (۱۴۰۳) در بررسی موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین پایدار در منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی، نبود اهداف و برنامه‌های استراتژیک زیست‌محیطی و کمبود دانش و آموزش در حوزه پایداری را از مهم‌ترین چالش‌ها معرفی کردند که با یافته‌های این پژوهش در خصوص اهمیت عوامل مدیریتی و برنامه‌ریزی راهبردی همخوانی دارد [۳۹]. طریقی و رضوی (۱۴۰۴)، در مطالعه‌ای درباره مدیریت ریسک زنجیره تأمین پایدار نشان دادند که ریسک‌های اقتصادی و مدیریتی از مهم‌ترین تهدیدهای پایداری در زنجیره تأمین محسوب می‌شوند که این نتیجه نیز با یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص نقش عوامل اقتصادی و مدیریتی هم‌راستا است [۵۲]. در سطح بین‌المللی نیز نتایج این تحقیق با یافته‌های ویشواکارما و همکاران (۲۰۲۲) همسو است؛ به‌طوری‌که آن‌ها نیز کمبود آموزش، شکاف ارتباطی میان ذی‌نفعان و محدودیت‌های سازمانی را از مهم‌ترین موانع پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین پایدار معرفی کرده‌اند [۵۴]. در مقابل، برخی مطالعات نتایجی متفاوت با یافته‌های پژوهش حاضر گزارش کرده‌اند. برای مثال، مهرابی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای در بخش کشاورزی استان خوزستان نشان دادند که نبود روش‌های مناسب کشاورزی پایدار و ضعف زیرساخت‌های فنی مهم‌ترین مانع اجرای زنجیره تأمین پایدار است؛ درحالی‌که در پژوهش حاضر عوامل مالی و فرهنگی در اولویت بالاتری قرار گرفتند [۲۶]. خراسانی و مؤمنی (۱۴۰۲)، در بررسی ریسک‌های زنجیره تأمین پایدار در صنعت لبنیات، ریسک تأمین‌کننده و ریسک عرضه را مهم‌ترین چالش‌ها معرفی کردند که با نتایج این پژوهش تفاوت دارد [۲۳]. علاوه بر این، نوروزی (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای درباره نقش مدیریت ریسک در زنجیره تأمین پایدار صنعت فرش دستباف نشان داد که مدیریت دانش و اطلاعات و روابط بین سازمانی بیشترین تأثیر را بر پایداری دارند، درحالی‌که در پژوهش حاضر نقش عوامل مالی و مدیریتی بنیادی‌تر ارزیابی شد [۳۲].

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که موفقیت در پیاده‌سازی زنجیره تأمین پایدار در صنایع مورد مطالعه بیش از هر چیز به تقویت زیرساخت‌های اقتصادی، تغییر نگرش مدیریتی و توسعه برنامه‌ریزی راهبردی وابسته است. در واقع، اگر سازمان‌ها نتوانند منابع مالی لازم را برای اجرای اقدامات پایداری تأمین کنند و در سطح مدیریتی تعهد و فرهنگ سازمانی مناسب ایجاد نشود، اجرای سیاست‌ها و برنامه‌های پایداری با چالش‌های جدی مواجه خواهد شد. این پژوهش سهمی نوآورانه در ادبیات حوزه زنجیره تأمین پایدار دارد، زیرا نه تنها موانع را شناسایی کرده، بلکه روابط علت و معلولی و شدت تأثیرگذاری آن‌ها را نیز بررسی کرده است. نتایج این پژوهش می‌تواند در موارد زیر به مدیران و تصمیم‌گیرندگان کمک کند:

۱. بر موانع بحرانی تمرکز کرده و سیاست‌ها و استراتژی‌های موثری برای کاهش آن‌ها تدوین کنند؛

۲. از تحلیل روابط بین موانع برای بهبود تصمیم‌گیری و تخصیص منابع استفاده کنند؛

۳. پیش از اجرای برنامه‌های پایداری، آمادگی سازمان و نقاط ضعف زنجیره تأمین را شناسایی کنند.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. همچنین نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

منابع

1. Abualigah, L., Hanandeh, E. S., Zitar, R. A., Thanh, C. L., Khatir, S., & Gandomi, A. H. (2023). Revolutionizing sustainable supply chain management: A review of metaheuristics. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 126, 106839. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.106839>
2. Ahmadpour, M., Movahhedi, M. M., & Gholipour Kanaani, Y. (2023). Developing a strategic model for evaluating the performance of a sustainable supply chain in the service sector (Case study: Social Security Organization of the Country). *Scientific Journal of Supply Chain Management*, 25(1), Serial No. 78. (In Persian)
3. Alem Tabriz, A., Modarresi, M., & Arab, A. (2017). Risk analysis of sustainable supply chain management using FSWARA method. *International Conference on Industrial Management*, Babolsar. <https://civilica.com/doc/633392> (In Persian)
4. Alinejad, M. B., & Enayati Shirazi, M. A. (2025). The effect of organizational culture dimensions on sustainable supply chain performance with the mediating role of external integration (Case study: Khuzestan Steel Company). *10th National Conference on Organizational and Management Research*, Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/2412535> (In Persian)
5. Baig, S. A., Abrar, M., Batool, A., Hashim, M., & Shabbir, R. (2020). Barriers to the adoption of sustainable supply chain management practices: Moderating role of firm size. *Cogent Business & Management*, 7(1), 1841525. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1841525>
6. Barzegar Vajehi Abadi, T., Vakil Al-Raya, Y., Aghaei, A., & Heydarieh, S. A. (2019). Sustainable supply chain model of NAJA. *Andisheh-ye Amad (Logistics Thought)*, 18(70), 1–19. <https://sid.ir/paper/390433/fa> (In Persian)
7. Cek, K., & Ercantan, O. (2023). The relationship between environmental innovation, sustainable supply chain management, and financial performance: The moderating role of environmental, social and corporate governance.
8. Davoudi, S. M., & Sazgari, S. (2020). Identifying and ranking barriers of sustainable supply chain using fuzzy DEMATEL–ANP approach. *Business Research Quarterly*, 25(100), 105–130. <https://doi.org/10.22034/ijts.2021.246907> (In Persian)
9. Du, Y. W., & Li, X. X. (2021). Hierarchical DEMATEL method for complex systems. *Expert Systems with Applications*, 167, 113871. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113871>
10. Falahpour, M., Safaei Qadikolaei, A., & Falah Lajimi, H. (2020). Identification and determination of risks in sustainable supply chain in dairy industry using CRITIC theory. *Commercial Strategies*, 17(16), 165–184. <https://doi.org/10.22070/cs.2021.15056.1150> (In Persian)
11. Fathi, M. R., Saei, M., Sadeghi, R., & Jandaghi, G. (2021). Risk assessment of sustainable supply chain using best–worst method and graph theory. *Andisheh Amad*, 21(81), 119–143. <https://sid.ir/paper/1036914/fa> (In Persian)
12. Farrokhi, M., Shoaleh, M., & Zabihi Jamkhaneh, M. (2019). Risk assessment of sustainable supply chain using fuzzy FMEA (Case study: Saba Battery). *Industrial Management of Islamic Azad University*, 14(48), 97–112. (In Persian)
13. Formentini, M., & Taticchi, P. (2016). Corporate sustainability approaches and governance mechanisms in sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 112, 1920–1933.
14. Fritz, M. (2019). Sustainable supply chain management. In *Responsible Consumption and Production* (pp. 1–14). Springer, Cham.
15. Ghehari, N., & Safaei Qadikolaei, A. (2018). Identifying effective barriers in implementing sustainable supply chain. *4th National Conference on Applied Research in Management Sciences*, Tehran. <https://civilica.com/doc/849439> (In Persian)
16. Gholizadeh, P., Molaalizadeh, S., & Karam Salahi, A. (2020). Interactive risk analysis model of sustainable supply chain in information technology. *Technology Development Management*, 8(4), 107–142. <https://doi.org/10.22104/jtdm.2021.4278.2559> (In Persian)
17. Hadi Najafi, G., & Hajizadeh, P. (2024). Identifying and prioritizing barriers of risk management in sustainable supply chain. *7th International Conference on New Approaches in Management, Psychology and Humanities*, Tehran. <https://civilica.com/doc/2019453> (In Persian)
18. Hussain, S. A., Ullah, A., Ayadi, N., & Deen, A. (2025). Sustainable supply chain management: Challenges and solutions. *Journal of Informatics Education and Research*, 5(1), 3023–3040.
19. Jafari Kaliji, H., & Mohsenzadeh Ledari, A. (2025). Designing and optimizing a sustainable supply chain network for textile products and prioritizing sustainability indicators. <https://civilica.com/doc/2449673> (In Persian)
20. Karami, Z., & Estekharian Haghighi, A. R. (2025). Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. *Second National Conference on the Era of Technology Explosion*, Tabriz, Iran. <https://civilica.com/doc/2541606> (In Persian)

21. Karimi, F., Haghighat Monfared, J., & Keramati, M. (2024). Evaluating the resilience and sustainability of the supply chain with integrated TOC, process approach and MCDM. *Industrial Management Perspective*, 14(2), 34–65. <https://doi.org/10.48308/JIMP.14.2.34> (In Persian)
22. Kazancoglu, I., Ozbiltekin-Pala, M., Mangla, S. K., Kazancoglu, Y., & Jabeen, F. (2022). Role of flexibility, agility and responsiveness for sustainable supply chain resilience during COVID-19. *Journal of Cleaner Production*, 362, 132–431.
23. Khorasani, E., & Momeni, M. (2023). Risk analysis in sustainable supply chain using Delphi and fuzzy MCDM (Case study: Taravat Dairy Products Company). <https://civilica.com/doc/2335158> (In Persian)
24. Khodaparast, P., Hadizadeh, M., Fakhrzadeh, M. B., & Ghasemi, A. R. (2024). Analysis of sustainable supply chain barriers in the textile industry using fuzzy DEMATEL. *3rd International Conference on Management Laboratory*, Tehran, Iran. <https://civilica.com/doc/2025947> (In Persian)
25. Kiani, M., & Andelib Ardakani, D. (2023). Analysis of causal relationships of challenges in implementing sustainable supply chain management. *Production and Operations Management Research*, 14(2), 99–124. (In Persian)
26. Mehrabi, A., Mehdipour, Z., Nisi, A. H., & Hasibi, P. (2022). Analysis of sustainable supply chain barriers in agriculture based on circular economy and Industry 4.0. <https://civilica.com/doc/1645150> (In Persian)
27. Mugoni, E., Kanyepe, J., & Tukuta, M. (2024). Sustainable supply chain management practices (SSCMPS) and environmental performance: A systematic review. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 3(1), 100050. <https://doi.org/10.1016/j.stae.2023.100050>
28. Nasouhi, A., Etebarian, A., & Hadi Peykani, M. (2023). Designing a model of mutual expectations in individual–organization relations using DEMATEL. *Decision Making and Operations Research*, 8(2), 540–565. (In Persian)
29. Nazari, M., Dehghan Niri, M., & Fathi Hafshejani, K. (2024). Presenting a bi-objective mathematical model of sustainable supply chain under uncertainty. *Journal of Organizational Resource Management Research*, 14(2). <https://civilica.com/doc/2095912> (In Persian)
30. Nikjou, Z., Safaie, N., & Roghnia, E. (2025). Selecting sustainable suppliers in pharmaceutical industry using MCDM–DEA in fuzzy environment. *Industrial Management Perspective*, 15(1), 225–256. <https://doi.org/10.48308/jimp.15.1.225> (In Persian)
31. Norouzi, H. (2025). Studying the impact of sustainable supply chain management enablers on competitive advantage in automotive industry. *Managerial Modeling in Sustainable Development*, 1(1), 47–77. <https://doi.org/10.22075/mmsd.2025.38066.1005> (In Persian)
32. Norouzi, M. (2023). The role of risk management in sustainable supply chains in achieving competitive advantage. <https://civilica.com/doc/1780292> (In Persian)
33. Omid, F. (2024). Conceptual framework of sustainable supply chain based on competitive advantage using grounded theory. *Modern Management*, 28(113), 84–105. (In Persian)
34. Ra'iyat Pisheh, S., Ahmadi Konali, R., & Abbasi, M. (2018). Identifying and evaluating sustainable supply chain indicators in petrochemical industry using MCDM. *Industrial Management Studies*, 16(51), 145–180. <https://doi.org/10.22054/jims.2019.3955.1556> (In Persian)
35. Raeesi Nafchi, S., & Shazandavani, A. (2025). Identifying factors affecting sustainable supply chain management. *11th National Conference on New Studies in Humanities*, Tehran. <https://civilica.com/doc/2431149> (In Persian)
36. Rahmani Dadoukolaei, M., & Shaban Pasandi, A. H. (2025). Environmental risk management in sustainable supply chains: A systematic review. *14th International Conference on Management*, Tehran. <https://civilica.com/doc/2316691> (In Persian)
37. Rezai, M. R., & Khaverian Garmsir, A. R. (2014). Strategic planning for development of Yazd industrial town using SOAR framework. *Geographical Studies of Arid Regions*, 5(18), 77–94. (In Persian)
38. Rokneddini, S. A., Andelib Ardakani, D., Zareh Ahmadabadi, H., & Hosseini Bamakan, S. M. (2023). Modeling enablers of Industry 4.0 for sustainable supply chain using Fuzzy DEMATEL–ANP. *Industrial Management Perspective*, 13(1), 141–172. <https://doi.org/10.48308/jimp.13.1.141> (In Persian)
39. Rouhi, A., & Jamali, H. (2024). Investigating barriers to implementing sustainable supply chain management in Pars SEEZ. *6th National Conference on New Achievements in Engineering*, Esfahan. <https://civilica.com/doc/2413975> (In Persian)
40. Safaei, A., & Chalashi Gerkard Asiabi, M. (2018). Identifying barriers affecting sustainable supply chain management. *3rd International Conference on Dynamic Management*, Tehran. <https://civilica.com/doc/826474> (In Persian)
41. Safi, M. R., Sangbar, M. A., & Azar, A. (2019). Fuzzy cognitive mapping for analyzing enablers of sustainable supply chain in petrochemical industry. *Public Management Research*, 12(43), 5–29. (In Persian)

42. Samiei, H. A., Mehrabian, A., Ashrafi, M., & Khamaki, A. (2023). Identifying financial benefits and costs of sustainable supply chain in uncertainty. *Journal of Value Creating in Business Management*, 3(3), 41–64. <https://doi.org/10.22034/jvcbm.2023.402968.1120> (In Persian)
43. Sangbor, M. A., Safi, M. R., & Azar, A. (2022). Identifying and prioritizing sustainable supply chain enablers in petrochemical industry using meta-synthesis and GTMA. *Journal of Industrial Management Studies*, 20(64), 1–34. <https://doi.org/10.22054/JIMS.2022.39256.2254> (In Persian)
44. Shafiei Nikabadi, M., Moghadam, A., Tourani, P., & Najjar, A. A. (2024). Knowledge management strategies and sustainable supply chain performance. *Organizational Knowledge Management*, 27, 93–115. (In Persian)
45. Sharifi Hosseini, V., & Seyedi, S. M. (2025). Investigating the effect of sustainable supply chain management, CRM and competitive advantage on organizational performance. *2nd International Conference on Management*, Tabriz. <https://civilica.com/doc/2266937> (In Persian)
46. Sharma, V. K., Sachdeva, A., & Singh, L. P. (2021). A meta-analysis of sustainable supply chain management. *International Journal of Supply and Operations Management*, 8(3), 289–313. <https://doi.org/10.22034/IJSOM.2021.3.4>
47. Shawn, P., et al. (2023). The new paradigm in supply chain management. *Top Trader Stock Market Conference*.
48. Shebeshe, E. N., & Sharma, D. (2025). Impact of sustainable supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 74(3), 995–1025.
49. Sirisawat, P., Hasachoo, N., & Rodbundith, T. S. (2024). Sustainable supply chain management challenges in plastic recycling SMEs. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 13, 100188.
50. Sorooshian, S., Tavana, M., & Ribeiro Navarrete, S. (2023). From ISM to TISM and beyond: 50 years of research. *Journal of Business Research*, 157, 113642.
51. Taghaddosi, S., & Alimohammadi, R. (2021). Prioritizing strategies to overcome innovation barriers in sustainable supply chain. *1st Conference on Management and Economics*. <https://civilica.com/doc/1406876> (In Persian)
52. Tarighi, R., & Razavi, S. M. H. (2025). Designing a model of sustainable supply chain risk management in football industry. *Journal of Sport Management and Development*, 14(3), 95–116. <https://doi.org/10.22124/JSMD.2023.23470.2754> (In Persian)
53. Tavakoli Dehagani, M. R., Shahverdiani, S., & Mosaypour, H. (2017). Relationship between sustainable supply chain management and environmental & financial performance. *Business Research Quarterly*, 22(85), 171–194. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17350794.1396.22.85.6.9> (In Persian)
54. Vishwakarma, A., Dangayach, G. S., Meena, M. L., & Gupta, S. (2022). Analysing barriers of sustainable supply chain in apparel & textile sector. *Cleaner Logistics and Supply Chain*. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2022.100073>
55. Yarahmadi, M., & Sakiniya, S. (2023). Intelligent model for supplier productivity evaluation in sustainable supply chain. *Journal of Decisions and Operations Research*, 8(4), 954–974. (In Persian)
56. Zamani, A., Memarzadeh Tehran, G., Alborzi, M., & Pourmahdi, K. (2023). Model of enablers of sustainable supply chain management in governmental organizations. *Andisheh-e Amār*, 22(85), 159–179. <https://doi.org/10.22034/LOT.2022.1270373.1239> (In Persian)
57. Zamen, Sh., Haghighat Manfared, J., & Karamati, M. A. (2023). Designing a sustainable supply chain model in rubber industry. *Journal of Advertising and Business Management*. (in press). (In Persian)
58. Zayed, E. O., & Yaseen, E. A. (2021). Barriers to sustainable supply chain management implementation in Egyptian industries: ISM approach. *Management of Environmental Quality*, 32(6), 1192–1209. <https://doi.org/10.1108/MEQ-12-2019-02>