



Ripple Effect in Supply Chain: Analysis of Intensifiers

Esmail Mazroui Nasrabadi *^{ID}

Assistant professor, department of business administration, faculty of financial science, management and entrepreneurship, university of Kashan, Kashan, Iran. drmazroui@kashanu.ac.ir

Zahra Sadeqiarani^{ID}

Assistant professor, department of business administration, faculty of financial science, management and entrepreneurship, university of Kashan, Kashan, Iran. sadeqiarani@kashanu.ac.ir

Alireza Fakhari^{ID}

Master graduate, department of business administration, faculty of financial science, management and entrepreneurship, university of Kashan, Kashan, Iran. alirezafakhari@grad.kashanu.ac.ir

Mehdi Mohammadkazemi^{ID}

Master graduate, department of business administration, faculty of financial science, management and entrepreneurship, university of Kashan, Kashan, Iran. mahdi.kazemi59@grad.kashanu.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 2024-10-04

Revise: 2025-01-11

Accepted: 2025-01-11

Keywords:

supply chain, ripple effect, intensifiers, machine-made carpets

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: In today's rapidly evolving global economy, supply chain management (SCM) plays a pivotal role in maintaining business continuity, enhancing competitiveness, and ensuring long-term sustainability. Organizations are increasingly embedded in complex, highly interdependent supply chain networks that extend across multiple industries and geographies. This heightened interconnectedness makes supply chains more susceptible to a wide range of disruptions, which can emerge from diverse sources such as natural disasters, geopolitical instabilities, regulatory and policy shifts, financial crises, labor strikes, transportation failures, and technological breakdowns. These disruptions not only pose significant operational challenges but also have the potential to destabilize entire industries, leading to substantial economic losses and strategic setbacks.

Among the various challenges in supply chain risk management (SCRM), one of the most critical yet underexplored phenomena is the ripple effect—a cascading disruption where an initial disturbance propagates through multiple tiers of the supply chain, amplifying risks and exacerbating instability. The ripple effect is particularly concerning due to its low-frequency but high-impact nature, making it difficult to anticipate and effectively mitigate. While considerable research has been conducted on general supply chain disruptions and resilience-building strategies, limited academic attention has been devoted to the specific factors that accelerate and intensify the ripple effect, referred to as intensifiers. Understanding these intensifiers is essential for reinforcing supply chain resilience, minimizing financial and operational losses, and strengthening strategic preparedness in uncertain environments. A particularly vulnerable industry to supply chain disruptions is the machine-made carpet industry in Iran. As one of the country's most significant non-oil export industries, this sector plays a crucial role in national economic development and global trade. However, it faces persistent challenges such as raw material shortages, financial instability, export limitations, supply chain

* Corresponding author.

E-mail address: drmazroui@kashanu.ac.ir

<https://orcid.org/0000-0002-0270-4293>

bottlenecks, and volatile market conditions. The ripple effect within this industry can severely impair productivity, escalate costs, and erode competitive advantage in international markets. Despite the industry's economic significance, there is a notable gap in research regarding the specific intensifiers that exacerbate the ripple effect in the machine-made carpet supply chain.

Materials and Methods: This research employs a mixed-method approach (qualitative-quantitative), conducted in two main phases:

Phase 1: Identifying Intensifiers (Qualitative Study)

- Population: Supply chain experts in the Iranian machine-made carpet industry, including executives, supply chain managers, logistics specialists, and industry consultants.

- Sampling Method: Purposive (judgmental) sampling, ensuring that participants possess substantial expertise in supply chain risk management.

- Data Collection Tool: Semi-structured interviews with 17 experts to gather in-depth insights into intensifiers of the ripple effect.

- Data Analysis Method: Thematic analysis, where interview transcripts were coded to extract common themes and intensifiers.

Phase 2: Modeling and Analysis (Quantitative Study)

- Population: A subset of 12 experts from Phase 1, selected for their deep understanding of supply chain disruptions.

- Data Collection Tool: A structured researcher-made questionnaire, developed based on the intensifiers identified in Phase 1.

- Analysis Technique: Interpretive Structural Modeling (ISM), used to determine the hierarchical structure and interrelationships among intensifiers.

- Additional Analytical Tools: Initial reachability matrix and impact-dependency matrix, utilized for classification and structuring.

Results:

1. Identification of Intensifiers

- The qualitative phase revealed 40 key intensifiers of the ripple effect, which were grouped into 12 main categories:
 - Weakness in Planning and Foresight (lack of contingency plans, rigid supply chain structures, failure to forecast demand fluctuations)
 - Structural Intensifiers (high bureaucracy, excessive centralization, poor organizational agility)
 - Upstream Intensifiers (regulatory volatility, frequent policy changes, price instability in raw materials)
 - Weakness in Supply Management (over-reliance on a limited number of suppliers, lack of alternative sourcing strategies)
 - Overemphasis on Lean Manufacturing (Purity) (minimum inventory levels leading to stockouts, excessive cost-cutting measures)
 - Operational Intensifiers (inefficient processes, absence of standardized procedures, outdated production methods)
 - Technological Intensifiers (lack of digital integration, outdated IT infrastructure, absence of predictive analytics tools)
 - Weakness in Market Orientation (insufficient market intelligence, limited customer feedback mechanisms, over-reliance on price competition)
 - Structural Weakness in the Supply Chain (high geographical concentration of suppliers, inadequate transportation networks)
 - Supply Chain Culture Issues (lack of trust among stakeholders, misalignment of objectives, resistance to collaboration)
-

-
- Human Resource Intensifiers (shortage of skilled workforce, lack of crisis management training)
 - Knowledge Management Issues (absence of knowledge-sharing platforms, failure to institutionalize best practices)
-

2. Structural Modeling of Intensifiers

The ISM analysis revealed that three intensifiers—upstream intensifiers, structural intensifiers, and weakness in planning and foresight—are the most influential factors driving the ripple effect. These factors act as independent variables, directly impacting other intensifiers.

The impact-dependency matrix indicated that weakness in supply management, market orientation, overemphasis on lean practices, and supply chain culture are the most vulnerable to changes in other factors, suggesting that addressing foundational issues in regulatory frameworks, supply chain structures, and planning mechanisms could significantly mitigate the ripple effect.

Conclusion: Developing different scenarios, creating rapid response teams, creating market monitoring systems and simplifying processes and regulations are among the solutions to deal with intensifiers.

Cite this article: Mazroui Nasrabadi, E., Sadeqi Arani, Z., Fakhari, A. and Mohammad Kazemi, M. (2024). Ripple Effect in Supply Chain: Analysis of Intensifiers. *Strategic Value Chain Management*, 1(2), 79-92.

© 2024 Published by Semnan University Press. All rights reserved.



DOI: <https://doi.org/10.22075/svcm.2025.9428>



اثر موجی در زنجیره تأمین: تحلیل بر تشدیدکننده‌ها

اسماعیل مزروعی نصرآبادی * 

استادیار، گروه مدیریت کسب و کار، دانشکده علوم مالی، مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
Drmazroui@kashanu.ac.ir

زهرآ صادق‌آرانی 

استادیار، گروه مدیریت کسب و کار، دانشکده علوم مالی، مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
Sadeqiarani@kashanu.ac.ir

علیرضا فخاری 

استادیار، گروه مدیریت کسب و کار، دانشکده علوم مالی، مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
alirezafakhari@grad.kashanu.ac.ir

مهدی محمدکاظمی 

استادیار، گروه مدیریت کسب و کار، دانشکده علوم مالی، مدیریت و کارآفرینی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
mahdi.kazemi59@grad.kashanu.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

سابقه و هدف: اثر موجی آثار مخرب زیادی برای زنجیره‌های تأمین دارد زیرا در صورت وقوع می‌تواند تعداد زیادی از لایه‌های زنجیره تأمین را درگیر کند. بعد از رخ دادن اثر موجی، مسائلی در زنجیره تأمین می‌تواند نقش تشدیدگرهای آن را داشته باشد. این موضوع در پژوهش‌های قبلی مورد بررسی قرار نگرفته است در نتیجه این پژوهش به شناسایی و مدل‌سازی آن‌ها در زنجیره تأمین فرش ماشینی ایران پرداخته است.

روش: جامعه آماری این تحقیق خبرگان زنجیره تأمین فرش ماشینی هستند. ابزار گردآوری داده‌ها در مرحله اول مصاحبه نیمه ساختاریافته و در مرحله دوم پرسشنامه محقق ساخته است. شیوه تحلیل داده‌ها در مرحله اول تحلیل مضمون و در مرحله دوم مدل‌سازی ساختاری تفسیری است.

یافته‌ها: نتایج بیانگر ۴۰ تشدیدکننده است که در قالب ۱۲ دسته گروه‌بندی شدند که عبارت‌اند از: «ضعف در برنامه‌ریزی و آینده‌نگری»، «تشدیدکننده‌های ساختاری»، «تشدیدکننده‌های بالادستی»، «ضعف تأمین»، «ناب‌گرایی»، «تشدیدکننده‌های عملیاتی»، «تشدیدکننده‌های فناورانه»، «ضعف بازارگرایی»، «ضعف ساختاری زنجیره»، «فرهنگ زنجیره»، «تشدیدکننده‌های منابع انسانی» و «تشدیدکننده دانشی». بعد از شناسایی این عوامل، مدل ساختاری تفسیری آن ارائه شد. مدل

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی-پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴ آذر ۱۴۰۳

تاریخ بازنگری: ۲۲ دی ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲۲ دی ۱۴۰۳

واژه‌های کلیدی:

زنجیره تأمین، اثر موجی، تشدیدگرها، فرش ماشینی

ساختاری بیانگر اهمیت زیاد «تشدیدکننده‌های بالادستی»، «تشدیدکننده‌های ساختاری» و «ضعف در برنامه‌ریزی و آینده‌نگری» است.

نتیجه‌گیری: توسعه سناریوهای مختلف، ایجاد تیم‌های واکنش سریع، ایجاد سیستم‌های رصد بازار و ساده‌سازی فرایندها و مقررات از جمله راهکارهای مقابله با تشدیدگرها است.

استناد: مزروعی نصرآبادی، اسماعیل، صادقی آرانی، زهرا، فخاری، علیرضا و محمدکاظمی، مهدی. (۱۴۰۳). اثر موجی در زنجیره تأمین: تحلیل بر تشدیدکننده‌ها. مدیریت زنجیره ارزش راهبردی، ۱(۲)، ۷۹-۹۲.

ناشر: دانشگاه سمنان



DOI: <https://doi.org/10.22075/svcm.2025.9428>

۱. مقدمه

در دنیای در حال تغییر امروزی، زنجیره تأمین به یک تمایز رقابتی تبدیل شده است (گوستاوسون^۱، ۲۰۲۳). ریسک‌های متعددی می‌تواند در زنجیره تأمین رخ بدهد که ممکن است ناشی از بلایای طبیعی، اعتصابات کارگری، آتش‌سوزی و غیره باشد (لی و لای^۲، ۲۰۲۳). باید پذیرفت که برخی از ریسک‌های زنجیره تأمین اجتناب‌ناپذیر هستند (دوبگ^۳ و همکاران، ۲۰۲۳). اختلالات زنجیره تأمین، ثبات اقتصادی و چالش‌های رشد قابل توجهی را ایجاد می‌کند و صنایع را در سطح جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (کورد^۴ و همکاران، ۲۰۲۴).

هرچه زنجیره‌های تأمین به هم پیوسته و پیچیده‌تر شوند خطر اختلالات و انتشار در آن‌ها افزایش می‌یابد (سایریدهار^۵ و همکاران، ۲۰۲۴). در نتیجه ریسک‌های زنجیره تأمین در سال‌های اخیر علاقه علمی فزاینده‌ای را به خود جلب کرده است (اسچلپ^۶ و همکاران، ۲۰۲۴). پیچیدگی فزاینده زنجیره‌های تأمین و افزایش ریسک‌ها، ارتباط بین بازیگران زنجیره تأمین در این زنجیره‌ها را برای کاهش ریسک‌های ذاتی آن ضروری می‌کند (ای اواراک و همیوی^۷، ۲۰۲۳).

با توجه به بروز ریسک‌های متعدد، اجرای مدیریت ریسک در زنجیره تأمین برای وظایف روزانه شرکت‌ها مهم است (تیاین^۸، ۲۰۲۴). یکی از مهم‌ترین انواع اختلالاتی که می‌تواند در زنجیره تأمین رخ دهد اثر موجی است. اثر موجی دارای فراوانی کم اما تأثیر زیاد است (فیگویرا دلموس^۹ و همکاران، ۲۰۲۴). این اثر در سال‌های اخیر مورد توجه تحقیقاتی زیادی قرار گرفته است (سیندوانی^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۳) زیرا اثرات منفی زیادی را بر اقتصاد جهانی گذاشته است.

اختلالات اجتماعی-اقتصادی مداوم، اثر موجی در زنجیره تأمین جهانی در سرتاسر جهان ایجاد کرده است. این اثر به‌طور ویژه در اقتصادهای نوظهور رخ داده است (آلام^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۴) در نتیجه لازم است در این اقتصادها مورد توجه بیشتری قرار بگیرد. در کشور ایران نیز تحولات مختلف منطقه‌ای، تصمیم‌گیری‌های درون کشوری و فضای رقابت جهانی باعث ایجاد اختلالات زیادی در روندهای کسب و کار شده است که نمود عینی آن ایجاد اثرهای موجی متعدد برای کسب و کارها است.

یکی از صنایعی که نقش قابل توجهی در صادرات غیرنفتی کشور دارد صنعت فرش ماشینی است. این صنعت اختلالات متعددی مانند کمبود مواد اولیه، کمبود منابع مالی، عدم امکان صادرات، مشکلات تبادل مالی، آتش‌سوزی در لایه‌های مختلف زنجیره و از کار افتادن تأمین‌کننده و ... روبرو بوده است. تمامی این اختلالات به‌صورت موج وار روی سایر لایه‌های زنجیره تأمین اثر گذاشته در نتیجه لازم است تحلیل دقیقی از اثر موجی در این زنجیره تأمین صورت بگیرد. تحقیقات قبلی از منظرهای مختلفی اثر موجی را تحلیل کرده‌اند اما تشدیدکننده‌های اثر موجی مورد تحلیل دقیق قرار نگرفته است. در این پژوهش این عوامل شناسایی و مدل‌سازی می‌شوند تا امکان تحلیل دقیق آن‌ها وجود داشته باشد.

¹ Gustavsson

² Li & Lai

³ Dogbe

⁴ Korder

⁵ Saisridhar

⁶ Schelp

⁷ El Ouarrak & Hmioui

⁸ Tiainen

⁹ Figueira-de-Lemos

¹⁰ Sindhwani

¹¹ Alam

۲. پیشینه پژوهش

اثر موجی در زنجیره تأمین در صورتی رخ می‌دهد که امکان متمرکز کردن یا محدود کردن اختلال به وجود آمده در یک تأمین‌کننده یا یک رابط حمل‌ونقل وجود نداشته باشد و اثر آن به دیگر بخش‌های زنجیره تأمین شیوع پیدا کند. اثر موجی می‌تواند به اثر دومینویی در زیرساخت‌های فرایندی صنعت مربوط باشد (خاکراد^۱، ۲۰۱۵). اثر موجی هنگامی که رویدادی مخرب اتفاق بیفتد با ۳ ویژگی مشخص خود را نشان می‌دهد: (پالما^۲ و همکاران، ۲۰۱۹)

۱- رویداد مخرب در یک فرایند یا محتوایی خاص از زنجیره تأمین باقی نمی‌ماند و بین سطوح مختلف آن شایع می‌شود

۲- اختلال بر عملکرد کلی زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارد

۳- وقوع چنین رویداد مخربی کم است، از این رو قابلیت پیش‌بینی کمتری دارد و نیاز به اقدامات اقتضایی دارد

تحقیقات مختلفی در زمینه اثر موجی انجام شده است. مرور زیر به منظور ترسیم خلاصه تحقیقاتی انجام شده است. ایوانف^۳ و همکاران (۲۰۱۵) اثر موجی را در سیاست‌های بازیابی زنجیره تأمین مواد غذایی در زمان بحران مطالعه کرده و تأثیر این اثر را در سیاست‌های بازیابی زنجیره تأمین غذایی استرالیا مورد بررسی قرار دادند. این مقاله به توصیف اختلالات اقتصادی ناشی از اثر موجی و نیاز به تغییرات در ساختارها و پارامترهای تأمین برای حفظ انعطاف‌پذیری می‌پردازد. نتایج این مطالعه می‌تواند به مقایسه استراتژی‌های فعال و واکنشی در برابر اثر موجی از دیدگاه تاب‌آوری و انعطاف‌پذیری در آینده کمک کنند.

سوکولف^۴ و همکاران (۲۰۱۶) به کمی‌سازی اثر موجی در زنجیره تأمین از منظر ساختاری پرداختند. این تحقیق با هدف ارزیابی اثر موجی از دیدگاه کمی، یک روش چندمعیاره و دو مدل اصلی برای سنجش قابلیت طراحی زنجیره تأمین پایدار و انعطاف‌پذیر معرفی کرده است. رویکرد مدل‌سازی این تحقیق بر پایه ترکیب مدل‌های استاتیک و پویا بنا شده و نتایج آن می‌تواند ابزار مفیدی برای تحلیل طراحی زنجیره تأمین باشد.

ایوانف و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با مدل‌سازی شبیه‌سازی اثر موجی در زنجیره تأمین، به بررسی شکاف‌های تحقیقاتی در این زمینه پرداخته‌اند. آن‌ها مدل شبیه‌سازی برای طراحی زنجیره تأمین چندمرحله‌ای با در نظر گرفتن اختلالات ظرفیت و نتایج تجربی را ارائه داده و کاربردهای مدل‌سازی شبیه‌سازی در تحلیل اثر موجی را مطرح کردند.

دولگویی و همکاران (۲۰۱۸) به تحلیل ادبیات اخیر مرتبط با اثر موجی در زنجیره تأمین پرداخته‌اند. این مطالعه تأثیر اثر موجی بر عملکرد زنجیره تأمین و دامنه تغییرات ناشی از اختلالات در پارامترهای طراحی و برنامه‌ریزی را توصیف می‌کند و ویژگی‌های اصلی اثر موجی را در مقایسه با اثر شلاقی مشخص می‌سازد. در نهایت، ادبیات اخیر که به طور مستقیم یا غیرمستقیم به مقابله با اثر موجی اشاره دارد، مرور می‌شود.

ایوانف و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی دیگر به بررسی اثر موجی در زنجیره تأمین پرداختند و سعی کردند ویژگی‌های اصلی این اثر و روش‌های کاهش اختلالات را شناسایی کنند. این مقاله راهکارهایی برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین در

¹ khakzad

² Palma

³ Ivanov

⁴ Sokolov

مواجهه با اختلالات شدید را ارائه می‌دهد و چارچوبی برای کنترل اثر موجی بر اساس افزونگی و انعطاف‌پذیری معرفی می‌کند.

ییلماز^۱ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به تحلیل پایداری زنجیره تأمین معکوس در مواجهه با اثر موجی پرداخته و یک مدل بهینه‌سازی تصادفی دو مرحله‌ای طراحی کردند. در این مطالعه، سناریوهایی با دو سطح اختلال، کم و زیاد، مورد بررسی قرار گرفت. به علاوه، محدودیت‌هایی برای تحلیل دقیق‌تر وقوع سناریوها در مدل گنجانده شد. نتایج محاسباتی نشان می‌دهد که اثر موجی می‌تواند هزینه‌ها و میزان انتشار را تا ۴۰ درصد افزایش دهد.

مزروعی نصرآبادی (۱۴۰۲) پژوهشی با هدف آینده‌پژوهی زنجیره تأمین صنعت فرش ماشینی ایران و تحلیل پیشران‌های اثر موجی انجام داد. جامعه آماری این پژوهش صنعت فرش ماشینی ایران بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های میدانی، نرم‌افزارهای میک مک و سناریوویزارد استفاده شد. نتایج نشان داد که ۱۵ پیشران برای اثر موجی در زنجیره تأمین شناسایی شد که ۱۲ پیشران به عنوان پیشران‌های مهم انتخاب گردید. همچنین چهار سناریوی سازگار برای آینده اثر موجی شناسایی شد که شامل یک سناریو مطلوب و دو سناریو نامطلوب است. برای تحقق سناریوی مطلوب، ایجاد انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین ضروری است.

میرزایی و مزروعی نصرآبادی (۱۴۰۳) پژوهشی با هدف مدل‌سازی و تحلیل سناریوی شرایط علی اثر موجی در زنجیره تأمین صنایع غذایی ایران انجام دادند. جامعه آماری این پژوهش در مرحله کیفی خبرگان صنعتی (۱۵ نفر) و در مرحله کمی خبرگان صنعتی و استادان دانشگاهی (۱۰ نفر) بوده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های تحلیل مضمون در مرحله کیفی و نگاشت‌شناختی فازی در مرحله کمی استفاده شد. نتایج نشان داد که ۵۶ دلیل رخداد اثر موجی شناسایی شد که در ۴ دسته اصلی شامل مشکلات سطح کسب و کار، مسائل زنجیره تأمین، بلایای طبیعی و مشکلات کلان کشور قرار گرفتند. همچنین بحران‌های سیاسی، مسائل کلان اقتصادی و پیچیدگی در فضای کسب و کار بالاترین درجه اثرگذاری را دارند. بر اساس یافته‌ها، پیشنهادهایی برای بهبود سیاست‌های لجستیکی و انتخاب تأمین‌کننده ارائه شد.

میرزایی و مزروعی نصرآبادی (۱۴۰۳) پژوهشی تحت عنوان "مدل‌سازی و تحلیل سناریوی راهبردهای مقابله با اثر موجی در زنجیره تأمین فراورده‌های غذایی ایران: رویکرد نقشه‌شناختی فازی" منتشر کردند. در این تحقیق، از رویکردی آمیخته برای بررسی اثر موجی در زنجیره تأمین غذا استفاده شده است. پژوهش در دو مرحله انجام شده که در مرحله اول، با هدف شناسایی راهبردهای مقابله، تحلیل تماتیک به کار رفته؛ و در مرحله دوم، با هدف مدل‌سازی و تحلیل سناریو، از نقشه‌شناختی فازی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که ۸۴ کد اولیه در ۲۱ دسته فرعی و ۴ دسته اصلی شامل «مدیریت استراتژیک»، «مدیریت عملیات»، «تدوین و اجرای صحیح قوانین» و «مدیریت زنجیره تأمین» گروه‌بندی شدند. همچنین، تحلیل سناریوها بر اهمیت مدیریت ارتباط با تأمین‌کنندگان، همکاری و هماهنگی در زنجیره تأمین و برنامه‌های اقتضایی تاکید دارد. یافته‌ها همچنین نشان داده‌اند که «پایش تحولات محیطی» و «برنامه استراتژیک» برای مقابله با اثرات منفی ضروری است. بر اساس این نتایج، تمرکز بر تقویت مهارت‌های تصمیم‌گیری مدیران، تعدیل معیارهای انتخاب تأمین‌کننده و طراحی شبکه تأمین مناسب پیشنهاد شده است.

مزروعی نصرآبادی و همکاران (۱۴۰۳) در مقاله‌ای تحت عنوان "مدل عوامل کلیدی موفقیت برای مقابله با اثر موجی در زنجیره تأمین فرش ماشینی ایران: نگاهی بر همه‌گیری کرونا" به بررسی ظرفیت زنجیره‌های تأمین در مقابله با اختلالات

¹ Yilmaz

پرداخته‌اند. این مطالعه به دنبال شناسایی عوامل کلیدی موفقیت برای مقابله با اثر موجی ناشی از همه‌گیری کرونا در زنجیره تأمین فرش ماشینی ایران است. به‌منظور دستیابی به این هدف، پژوهشگران با استفاده از مصاحبه‌های عمیق، عوامل کلیدی موفقیت را شناسایی و سپس با رویکرد نقشه‌شناختی فازی، مدلی را برای این عوامل ایجاد کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ۲۳ عامل کلیدی موفقیت برای مقابله با اثر موجی وجود دارد. از میان این عوامل، "دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین"، "مدیران توانمند و کارآمد" و "هماهنگی در زنجیره تأمین" به‌عنوان مهم‌ترین عوامل اثرگذار شناسایی شده‌اند. همچنین "هماهنگی در زنجیره تأمین"، "برنامه‌ریزی مناسب" و "انعطاف‌پذیری در تولید" به‌عنوان مهم‌ترین عوامل مرکزی مطرح شده‌اند.

آنچه از بررسی پیشینه تحقیق مشخص است تاکنون پژوهشی به‌منظور شناسایی تشدیدکننده‌های اثر موجی در زنجیره تأمین انجام نشده است. با توجه به اهمیت اثر موجی و آثار مخربی که دارد لازم تشدیدکننده‌های آن شناسایی و تحلیل گردند. این پژوهش به‌منظور شناسایی این تشدیدکننده‌ها و ارائه مدلی از آن‌ها انجام شده است.

۳. روش

این پژوهش در ۲ مرحله انجام شده است. مرحله اول به‌منظور شناسایی تشدیدکننده‌های اثر موجی در زنجیره تأمین فرش ماشینی ایران انجام شده است. جامعه آماری در این مرحله از تحقیق خبرگان صنعتی و دانشگاهی هستند. شیوه نمونه‌گیری به‌صورت قضاوتی است. حجم نمونه تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت. برای گردآوری داده‌ها از مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته استفاده شد. مصاحبه‌ها در نفر ۱۳ ام به اشباع رسید اما جهت اطمینان از حصول اشباع تا نفر ۱۷ ام ادامه یافت. از مجموع مصاحبه‌ها، ۷ مصاحبه به‌صورت تلفنی، ۵ مصاحبه به‌صورت متنی و ۵ مصاحبه به‌صورت حضوری و در محل کار انجام شد. برای تحلیل داده‌ها از روش تحلیل مضمون بهره‌گیری شد. برای ارزیابی استحکام یافته‌ها از بازگشت کدها به مصاحبه‌شوندگان جهت تأیید، کدگذار ثانویه و تشریح محیط پژوهش استفاده شده است.

مرحله دوم پژوهش به‌منظور ارائه مدل تشدیدکننده‌های اثر موجی در زنجیره تأمین فرش ماشینی ایران انجام شد. جامعه آماری این پژوهش مشابه مرحله قبل، شیوه نمونه‌گیری قضاوتی و حجم نمونه برابر با ۱۲ نفر بود. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه محقق ساخته است که براساس عوامل تشدیدکننده شناسایی شده در مرحله قبل طراحی گردید. این پرسشنامه بر اساس رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری طراحی شده است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری استفاده شد.

۴. یافته‌ها

در این پژوهش ابتدا با ۱۷ خبره مصاحبه گردید. بعد از انجام مصاحبه‌ها، فرایند کدگذاری آغاز شد. بعد از بازخوانی چندباره متون، کدهای اولیه استخراج شدند و بعد از پایش، تبدیل به کدهای اصلی شدند. ۴۰ کد اصلی در این پژوهش شناسایی شد که در قالب ۱۲ مقوله گروه‌بندی شدند. جدول ۱ بیانگر کدها و مقوله‌ها است:

جدول ۱: کدها و مقوله‌ها

مقوله	کد	مقوله	کد
تشدیدکننده‌های فناورانه	شکاف بالای فناوری	ضعف در برنامه‌ریزی و آینده‌نگری	نداشتن برنامه اقتضایی
	زیرساخت اطلاعاتی ضعیف		برنامه‌ریزی غیر انعطاف‌پذیر
	عدم اشتراک اطلاعات		عدم کنترل زمان
ضعف بازارگرایی	آمیخته بازار ضعیف	تشدیدکننده‌های ساختاری	بی‌توجهی به تحولات محیطی
	عدم اولویت به مشتریان وفادار		نداشتن بیمه
	نبود آنالیز بازار		ساختار مکانیکی سازمان
	نداشتن سبد محصول متنوع		تمرکز بالا
ضعف ساختاری زنجیره	تمرکز زیاد در انبارها	تشدیدکننده‌های بالادستی	رسمیت بالا
	زیرساخت‌های حمل‌ونقل ضعیف		پیچیدگی زیاد ساختار
	توسعه نامتوازن لایه‌های زنجیره		عدم امکان تعاملات بین‌المللی
فرهنگ زنجیره	نبود صداقت در تعاملات بین سازمانی	ضعف تأمین	عدم ثبات قیمت‌ها
	نبود تعهد در مدیران زنجیره		تغییرات قوانین بالادستی
	نگاه جزیره‌ای در مدیران		نداشتن تأمین‌کننده پشتیبان
تشدیدکننده‌های منابع انسانی	تعامل انسانی ناکارآمد	ناب‌گرایی	تمرکز صرف بر قیمت در قراردادهای تأمین
	هوش هیجانی پایین		تأمین‌کنندگان خارجی
	نیروی انسانی تک‌مهارته		تاکید صرف بر نابی
تشدیدکننده دانشی	نبود مدیریت دانش	تشدیدکننده‌های عملیاتی	کمبود موجودی
	نبود اشتراک دانش در زنجیره		موجودی صفر
	عدم آگاهی از الگوی اثرگذاری بحران		بی‌توجهی به نت پیشگیرانه
			ظرفیت پایین و غیر انعطاف‌پذیر
			عدم وجود رویه‌ها و قوانین صحیح و کارآمد

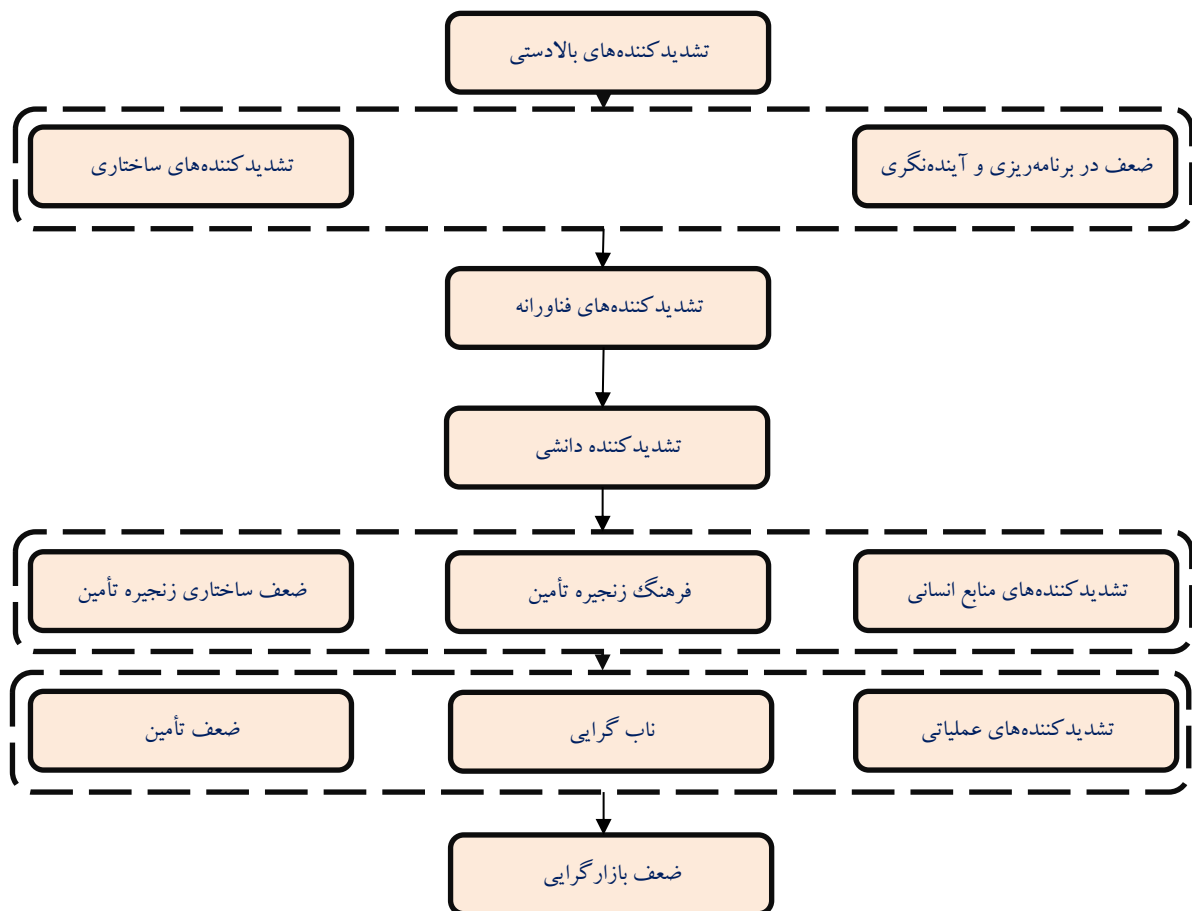
همان‌طور که در جدول ۱ مشخص است ۱۲ مقوله شناسایی شد که عبارت‌اند از: «ضعف در برنامه‌ریزی و آینده‌نگری»، «تشدیدکننده‌های ساختاری»، «تشدیدکننده‌های بالادستی»، «ضعف تأمین»، «ناب‌گرایی»، «تشدیدکننده‌های عملیاتی»، «تشدیدکننده‌های فناورانه»، «ضعف بازارگرایی»، «ضعف ساختاری زنجیره»، «فرهنگ زنجیره»، «تشدیدکننده منابع انسانی» و «تشدیدکننده دانشی». بعد از شناسایی تشدیدکننده‌ها پرسشنامه‌ای مبتنی بر روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری آماده و توزیع گردید. ماتریس دستیابی اولیه در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول ۲: ماتریس دستیابی اولیه

۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
V	V	V	V	V	V	V	V	V	A	X		ضعف در برنامه‌ریزی و آینده‌نگری
V	V	O	O	V	V	V	V	V	O			تشدیدکننده‌های ساختاری
O	O	V	V	O	V	O	V	V				تشدیدکننده‌های بالادستی
O	O	A	A	V	O	V	A					ضعف تأمین
O	O	O	O	O	X	X						ناب‌گرایی
A	A	O	A	V	A							تشدیدکننده‌های عملیاتی
V	O	O	V	V								تشدیدکننده‌های فناورانه

۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
A	A	O	O									ضعف بازارگرایی
O	O	O										ضعف ساختاری زنجیره
X	A											فرهنگ زنجیره
A												تشدیدکننده منابع انسانی
												تشدیدکننده دانشی

بعد از تکمیل ماتریس دستیابی اولیه و انجام سایر مراحل روش مدل سازی ساختاری تفسیری، سطح بندی تشدیدکننده ها انجام شد که در شکل ۱ ارائه شده است:



شکل ۱: مدل سازی ساختاری تفسیری

بر اساس شکل ۱ تشدیدکننده های بالادستی بالاترین تأثیر را در تشدید اثر موجی دارند زیرا بنیادی ترین تشدیدکننده هستند و لازم است به صورت جدی رفع شوند. در سطح بعدی ضعف در برنامه ریزی و آینده نگری و تشدیدکننده های ساختاری وجود دارند که اهمیت بالایی دارند. در شکل ۲ نمودار قدرت نفوذ-وابستگی ترسیم شده است.



شکل ۲: نمودار قدرت نفوذ-وابستگی

در ناحیه اثرگذاری بالا و اثرپذیری پایین (متغیرهای مستقل) تشدید کننده‌های ساختاری، برنامه‌ریزی و آینده‌نگری و بالادستی قرار دارند. در ناحیه اثرگذاری بالا و اثرپذیری بالا (متغیرهای دوجبهه) تشدید کننده ناب گرایی قرار گرفته است. در ناحیه اثرپذیری بالا و اثرگذاری کم (متغیرهای وابسته) تشدید کننده‌های عملیاتی، فرهنگ زنجیره؛ بازارگرایی و ضعف تأمین قرار دارند. در قسمت اثرگذاری و اثرپذیری پایین (متغیرهای خودمختار) هیچ تشدید کننده‌ای قرار ندارد. سایر تشدید کننده‌ها در نقاط مرزی قرار گرفته‌اند.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

اثر موجی می‌تواند آسیب‌های زیادی در زنجیره‌های تأمین ایجاد کند در نتیجه توجه به آن اهمیت زیادی برای محققان دارد. یکی از موضوعاتی که در تحقیقات قبلی مورد توجه قرار نگرفته است تشدید کننده‌های اثر موجی در زنجیره تأمین است. این پژوهش به منظور شناسایی این تشدید کننده‌ها انجام گردید. نتایج بیانگر ۴۰ تشدید کننده است که در قالب ۱۲ دسته گروه‌بندی شدند. بعد از شناسایی این عوامل، مدل ساختاری تفسیری آن ارائه شد. مدل ساختاری بیانگر اهمیت زیاد «تشدید کننده‌های بالادستی»، «تشدید کننده‌های ساختاری» و «ضعف در برنامه‌ریزی و آینده‌نگری» است. بر اساس یافته‌ها پیشنهادها زیر برای مقابله با تشدید کننده‌ها ارائه می‌گردد:

توسعه سناریوهای مختلف: بر اساس تحلیل‌های محیطی و بازار، چندین سناریوی ممکن (به‌ویژه بدبینانه و خوش‌بینانه) طراحی شود و برای هر یک برنامه‌ریزی گردد. ایجاد تیم‌های واکنش سریع: تشکیل تیم‌هایی که توانایی پاسخ سریع به تغییرات ناگهانی را دارند. استفاده از تکنیک‌های پیش‌بینی: بهره‌گیری از تکنیک‌های پیش‌بینی تقاضا و تحولات بازار برای برنامه‌ریزی بهینه زنجیره تأمین. اجرا و به‌روزرسانی مستمر برنامه‌ها: بازنگری و به‌روزرسانی دوره‌ای برنامه‌ها بر اساس اطلاعات جدید. استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت زمان: به‌کارگیری نرم‌افزارهای مدیریت پروژه برای زمان‌بندی و کنترل بهینه فرآیندها. برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارکنان: آموزش‌های لازم در زمینه مدیریت زمان و استفاده از ابزارهای مرتبط. ایجاد سیستم‌های رصد بازار: طراحی سیستمی برای رصد و تحلیل تغییرات محیطی و اثرات آن بر زنجیره تأمین. برقراری ارتباط با مشتریان و تأمین‌کنندگان: دریافت بازخورد مستمر از مشتریان و تأمین‌کنندگان برای به‌روزرسانی اطلاعات. بیمه مناسب برای زنجیره تأمین: بررسی و خرید بیمه‌های مرتبط با بروز خطرات طبیعی و اقتصادی. برنامه‌های مدیریت ریسک: تدوین و مدیریت برنامه‌های ریسک برای شناسایی و کاهش خطرات در زنجیره تأمین.

انتقال به ساختارهای چابک: تغییر از ساختار مکانیکی به ساختارهای منعطف و چابک که قادر به تطبیق با تغییرات سریع بازار باشند. کاهش تمرکز: ترویج تصمیم‌گیری در سطوح مختلف سازمانی و ایجاد تیم‌های میان‌بخشی برای افزایش قابلیت انطباق. ساده‌سازی فرآیندها و مقررات: بررسی و حذف مراحل غیرضروری در فرآیندها و مقررات اداری. تشویق فرهنگ همکاری و ارتباطات باز: ایجاد محیطی که در آن ارتباطات میان‌سازمانی تسهیل شود.

توسعه روابط بین‌المللی: برقراری همکاری با شرکت‌های بین‌المللی جهت انتقال دانش، فناوری و بازارهای جدید. شرکت در نمایشگاه‌ها و همایش‌های بین‌المللی: معرفی محصولات و خدمات و جلب نظر مشتریان خارجی. تنوع در تأمین‌کنندگان: تنوع در زنجیره تأمین با استفاده از تأمین‌کنندگان مختلف برای کاهش وابستگی به یک منبع خاص. استفاده از قراردادهای بلندمدت: توسعه قراردادهای بلندمدت با تأمین‌کنندگان برای ثبات قیمت و کاهش نوسانات. ایجاد نهادهای قانونی: مشاوره با وکلا و مشاوران حقوقی برای آشنایی با تغییرات قوانین و تدوین استراتژی‌های مؤثر. گزارش‌های دائمی و پایش قوانین: ایجاد گروهی جهت رصد قوانین و مقررات و بررسی تأثیر آن‌ها بر زنجیره تأمین. همچنین به محققین آتی پیشنهاد می‌شود به بررسی میزان تأثیر هر یک از این تشدیدکننده‌ها در حالت وقوع اثر موجی و میزان تأثیر استراتژی‌های پیشگیرانه برای جلوگیری از تشدیدگرها بپردازند.

تعارض منافع

این پژوهش تعارض منافع ندارد.

سپاسگزاری

از کلیه مشارکت‌کنندگان در تحقیق قدردانی می‌گردد.

ORCID

Esmail Mazroui Nasrabadi		https://orcid.org/0000-0002-0270-4293
Zahra Sadeqiarani		https://orcid.org/0000-0002-6750-9800
Alireza Fakhari		https://orcid.org/0009-0009-8366-1878
Mehdi Mohammadkazemi		https://orcid.org/0000-0001-7721-083X

منابع

- مزروعی نصرآبادی، اسماعیل. (۱۴۰۲). آینده‌پژوهی زنجیره تأمین صنعت فرش ماشینی ایران: تحلیلی بر پیشران‌های اثر موجی. پژوهشنامه مدیریت اجرایی، ۱۵(۳۰)، ۳۱۱-۳۳۳. doi: 10.22080/jem.2024.23655.3754
- میرزایی، علی؛ و مزروعی نصرآبادی، اسماعیل. (۱۴۰۳). مدل‌سازی و تحلیل سناریوی شرایط علی اثر موجی در زنجیره تأمین صنایع غذایی ایران. پژوهش در مدیریت تولید و عملیات، ۱۵(۱)، ۱-۲۸. doi: 10.22108/pom.2024.138612.1523
- مزروعی نصرآبادی، اسماعیل؛ حبیبی راد، امین؛ و شول، عباس. (۱۴۰۲). ارائه مدل عوامل کلیدی موفقیت برای مقابله با اثر موجی در زنجیره تأمین فرش ماشینی ایران: نگاهی بر همه‌گیری کرونا. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۳(۱)، ۱۹۹-۲۱۷. doi: 10.48308/jimp.13.1.199
- میرزایی، علی؛ و مزروعی نصرآبادی، اسماعیل. (۱۴۰۳). مدل‌سازی و تحلیل سناریوی راهبردهای مقابله با اثر موجی در زنجیره تأمین فراورده‌های غذایی ایران: رویکرد نقشه شناختی فازی. مطالعات مدیریت صنعتی، ۲۲(۷۲)، ۲۲۷-۲۶۹. <https://doi.org/10.22054/jims.2024.76091.2880>

Alam, M. F. B., Tushar, S. R., Ahmed, T., Karmaker, C. L., Bari, A. M., de Jesus Pacheco, D. A., ... & Islam, A. R. M. T. (2024). Analysis of the enablers to deal with the ripple effect in food grain supply chains under disruption: Implications for food security and sustainability. *International Journal of Production Economics*, 270, 109179.

- Dogbe, C. S. K., Iddris, F., Duah, E., Boateng, P. A., & Kparl, E. M. (2023). Analyzing the health supply chain risks during COVID-19 pandemic: The moderating role of risk management. *Cogent Business & Management*, 10(3), 2281716.
- El Ouarrak, Y., & Hmioui, A. (2023, February). Communication Between Supply Chain Actors: A Risk Reduction Factor in Supply Chains. In *International Congress on Information and Communication Technology* (pp. 695-703). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Figueira-de-Lemos, F., Silva, S. C., Pinto, R. P., & Kury, B. (2024). Impacts and Trends on Global Supply Chain After COVID-19 Outbreak. *Thunderbird International Business Review*.
- Gustavsson, I. (2023). AI-Driven Supply Chain Resilience for Revitalizing US Defense Manufacturing: Techniques and Applications. *Journal of Artificial Intelligence Research and Applications*, 3(2), 678-695.
- Khakzad, N. (2015). Application of dynamic Bayesian network to risk analysis of domino effects in chemical infrastructures. *Reliability Engineering & System Safety*, 138, 263-272.
- Korder, B., Maheut, J., & Konle, M. (2024). Simulation methods and digital strategies for supply chains facing disruptions: Insights from a systematic literature review. *Sustainability*, 16(14), 5957.
- Li, Y., & Lai, K. K. (2023). *Strategies for Supply Chain Risk Management*. Routledge.
- Palma, F., Saucedo, J. A., Marmolejo-Saucedo, J. A., & Rodriguez-Aguilar, R. (2019). The supply chain event management application: a case study. *IFAC PapersOnLine*, 52(13), 2698-2703.
- Saisridhar, P., Thuerer, M., & Avittathur, B. (2024). Assessing supply chain responsiveness, resilience and robustness (Triple-R) by computer simulation: a systematic review of the literature. *International Journal of Production Research*, 62(4), 1458-1488.
- Schelp, P., Skipworth, H., Aktas, E., & Vieth, B. (2024). Supply Chain Risk Management. In *Supply Chain Disruptions and Stock Prices: The Effects of Hurricane-Induced Disruptions on Company Stock Price* (pp. 1-23). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Sindhwani, R., Jayaram, J., & Saddikuti, V. (2023). Ripple effect mitigation capabilities of a hub and spoke distribution network: an empirical analysis of pharmaceutical supply chains in India. *International Journal of Production Research*, 61(8), 2795-2827.
- Tiainen, A. (2024). Risk management in the supply chain as strategic competitive advantage. master's thesis, School of Engineering Science, Tuotantotalous.