Journal of Strategic Value Chain Management, 3 (10), 2026, 97-125.

Journal of Strategic Value Chain Management

Journal homepage: **https://svcm.semnan.ac.ir/**

ISSN: 3092-6386

Semnan University

The Components of Resilience in the Detergent Industry Supply Chain Based on Artificial Intelligence: A Multi-Grounded Theory Approach

Ahmad reza Doustmohammadi
Department of Industrial Management, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.
E-mail: 4569577709@iau.ir

Ali Atashsooz*
Department of Industrial Management, Mah.C., Islamic Azad University, Mahabad, Iran.
E-mail: atashsooz@iau.ac.ir

Fariba Salahi
Department of Industrial Management, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.
E-mail: Salahi@iau.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2026-05-09
Revised: 2026-05-21
Accepted: 2026-06-15

Keywords:
Supply Chain Resilience; Detergent Industry; Artificial Intelligence; Components of Resilience; Multi-Grounded Theory.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: The detergent industry, as a strategic sector, plays a key role in public health. In recent years, this industry has faced growing uncertainties driven by environmental concerns, competitive pressures, demand volatility, and economic–political conditions. A review of the literature shows that most studies in this industry have focused on sustainable marketing, sustainable supply chains, firm-level resilience, entrepreneurial supply chain management, new product development, and risk management. Although these strands of research explain parts of supply chain complexity, supply chain resilience in the detergent industry has not been examined in an integrated and systematic way from an artificial intelligence-enabled, data-driven perspective. Against this background, the present study aims to identify and explain the components of AI-based supply chain resilience in the detergent industry and to develop an integrated model to support managerial and policy decision-making.

Materials and Methods: This study adopts a Multi-Grounded Theory approach, which simultaneously integrates two analytical bases by combining empirical analysis with the theoretical data. On the theoretical base, a qualitative meta-synthesis was conducted through a systematic review of 37 selected scholarly documents in the areas of supply chain resilience, the detergent industry, and AI applications. On the empirical base, data were collected through 13 semi-structured interviews with industry managers, academic faculty members, and technology experts. The analysis process for the two data sources was carried out in parallel and comparatively, using open, axial, and selective coding in MAXQDA 2020. This integrative approach strengthened theoretical robustness and empirical validity and enabled the development of a comprehensive and credible model. To ensure research quality, data triangulation, participant checking of the findings, full process documentation, and external auditing of the results were employed.

* Corresponding author.
E-mail address: atashsooz@iau.ac.ir
https://orcid.org/0000-0002-6014-7130

Results: Data analysis led to the identification of five main categories as the key dimensions of supply chain resilience in the detergent industry. The first category, "agility and recovery speed," emphasizes shortening the diagnosis-to-action cycle, accelerating operational recovery, and leveraging digital infrastructures for rapid restoration. The second category, "operational flexibility," highlights multi-sourcing, reconfiguration of the logistics network, and flexible production capacity to enable rapid adaptation to changing conditions. The third category, "visibility and information transparency," regards data integration, digital traceability, and real-time monitoring as prerequisites for managing uncertainty and coordinating supply chain partners. The fourth category, "resilience costs," conceptualizes resilience as a dynamic balance among preventive expenditures, emergency logistics, and risk reduction. Finally, the fifth category, "risk-taking level," underscores risk tolerance, risk–return-based decision-making, and a risk-embracing organizational culture as the behavioral foundation of resilience.

Conclusion: By integrating theoretical and empirical data, this study develops a context-specific model of AI-enabled supply chain resilience in the detergent industry. The findings indicate that supply chain resilience in this industry is the outcome of the dynamic interaction of operational, technological, and behavioral mechanisms and cannot be reduced merely to higher inventory levels or sectional actions. Purposeful use of artificial intelligence and digital technologies becomes effective when it is accompanied by process redesign, improvements in decision-making systems, and the enhancement of risk-taking and organizational learning cultures.

Cite this article as:
Doustmohammadi, A. R., Atashsooz, A., & Salahi, F. (2026). The components of artificial intelligence-based supply chain resilience in the detergent industry: A multi-grounded theory approach. . *Journal of Strategic Value Chain Management, 3(10), 97-125.*

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2026.41067.1108

© 2026 authors retain the copyright and full publishing rights. Journal of Strategic Value Chain Management Published by **Semnan University Press**.

This is an open access article under the CC-BY-4.0 license. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

مدیریت زنجیره ارزش راهبردی

https://svcm.semnan.ac.ir

ISSN: 3092-6386

مولفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده مبتنی بر هوش مصنوعی: رویکرد نظریه داده‌بنیاد چندگانه

احمد رضا دوست محمدی

گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

ایمیل: 4569577709@iau.ir

علی آتش سوز*

گروه مدیریت صنعتی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران.

ایمیل: atashsooz@iau.ac.ir

فریبا صلاحی

گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

ایمیل: Salahi@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۱۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۲۵

واژه‌های کلیدی:

تاب‌آوری زنجیره تأمین؛

صنعت شوینده؛

هوش مصنوعی؛

مولفه های تاب آوری؛

نظریه داده‌بنیاد چندگانه.

چکیده

سابقه و هدف: صنعت شوینده به‌عنوان یکی از صنایع راهبردی، نقشی کلیدی در بهداشت عمومی دارد. طی سال‌های اخیر، این صنعت تحت تأثیر ملاحظات محیط‌زیستی، فشارهای رقابتی، نوسانات تقاضا و شرایط اقتصادی–سیاسی، با عدم‌قطعیت‌های فزاینده‌ای مواجه شده است. بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که تمرکز عمده مطالعات این صنعت بر بازاریابی پایدار، زنجیره تأمین پایدار، تاب‌آوری بنگاه، مدیریت زنجیره تأمین کارآفرینانه، توسعه محصول جدید و مدیریت ریسک بوده و اگرچه این تحقیقات بخشی از پیچیدگی‌های زنجیره تأمین را تبیین کرده‌اند، اما تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت شوینده با رویکرد هوش مصنوعی و داده‌محور به‌صورت منسجم و نظام‌مند بررسی نشده است. در چنین بستری، هدف پژوهش حاضر شناسایی و تبیین مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده مبتنی بر هوش مصنوعی و ارائه یک مدل تلفیقی برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران است.

روش: این پژوهش با بهره‌گیری از رویکرد نظریه داده‌بنیاد چندگانه انجام شده است؛ رویکردی که با تلفیق تحلیل داده‌های میدانی و ادبیات نظری، به‌صورت هم‌زمان دو بنیان تحلیلی را به کار می‌گیرد. در بنیان نظری، فراترکیب کیفی با مرور نظام‌مند ۳۷ سند علمی منتخب در حوزه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین، صنعت شوینده و کاربردهای هوش مصنوعی انجام شد. در بنیان تجربی، داده‌ها از طریق ۱۳ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با مدیران صنعت، اعضای هیئت‌علمی و متخصصان فناوری گردآوری گردید.

فرایند تحلیل برای دو منبع داده به‌صورت موازی و مقایسه‌ای اجرا شد و شامل کدگذاری باز، محوری و انتخابی و با استفاده از نرم‌افزار مکس کیودا ۲۰۲۰ صورت گرفت. این رویکرد تلفیقی، ضمن تقویت استحکام نظری و اعتبار تجربی، زمینه را برای استخراج مدلی جامع و معتبر فراهم کرد. برای اطمینان از کیفیت پژوهش، از مثلث‌سازی داده‌ها، بازبینی یافته‌ها توسط مشارکت‌کنندگان، مستندسازی کامل مراحل و ممیزی خارجی نتایج استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل داده‌ها به شناسایی پنج مقوله‌ی اصلی به‌عنوان ابعاد کلیدی تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده منجر شد. مقوله‌ی نخست، «چابکی و سرعت بازیابی» است که بر کاهش چرخه تشخیص تا اقدام، تسریع بازگشت عملیاتی و بهره‌گیری از زیرساخت‌های دیجیتال برای بازیابی سریع تأکید دارد. مقوله‌ی دوم، «انعطاف‌پذیری عملیاتی» است که چندمنبعی بودن تأمین، پیکربندی مجدد شبکه لجستیک و ظرفیت تولید انعطاف‌پذیر را برای انطباق سریع با شرایط متغیر برجسته می‌کند. مقوله‌ی سوم، «رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات» است که یکپارچگی داده‌ها، ردیابی دیجیتال و پایش بلادرنگ را پیش‌شرط مدیریت عدم‌قطعیت و هماهنگی شرکای زنجیره می‌داند. مقوله‌ی چهارم، «هزینه‌های تاب‌آوری» است که تاب‌آوری را به‌مثابه موازنه‌ی پویا میان هزینه‌های پیشگیرانه، لجستیک اضطراری و کاهش ریسک تبیین می‌کند. نهایتاً، مقوله‌ی پنجم «سطح ریسک‌پذیری» است که بر تحمل ریسک، تصمیم‌گیری مبتنی بر ریسک–بازده و فرهنگ سازمانی ریسک‌پذیر به‌عنوان بنیان رفتاری تاب‌آوری تأکید دارد.

نتیجه‌گیری: این پژوهش با تلفیق داده‌های نظری و تجربی، الگویی بومی از تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت شوینده مبتنی بر هوش مصنوعی ارائه می‌کند. نتایج نشان می‌دهد تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده، برآیند تعامل پویای سازوکارهای عملیاتی، فناورانه و رفتاری است و نمی‌توان آن را صرفاً به افزایش موجودی یا اقدام‌های مقطعی تقلیل داد. بهره‌گیری هدفمند از هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال، هنگامی مؤثر است که با بازطراحی فرایندها، با مواردی مثل بهبود نظام تصمیم‌گیری، و ارتقای فرهنگ ریسک‌پذیری و یادگیری سازمانی همراه شود.

استناد: دوست‌محمدی، احمدرضا؛ آتش‌سوز، علی؛ و صالحی، فریبا. (۱۴۰۵). مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده مبتنی بر هوش‌مصنوعی: رویکرد نظریه داده‌بنیاد چندگانه. *مجله مدیریت زنجیره ارزش راهبردی*، ۳ (۱۰)، ۹۷-۱۲۵.

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2026.41067.1108

ناشر: دانشگاه سمنان

۱. مقدمه

صنعت شوینده یکی از صنایع راهبردی در پیوند با بهداشت عمومی، سلامت محیط‌زیست و اقتصاد به‌شمار می‌آید. محصولات این صنعت نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ بهداشت فردی و عمومی، کنترل آلودگی‌ها و ارتقای کیفیت زندگی دارند و از منظر شیمی کاربردی، توسعه فرمولاسیون‌های شوینده طی دهه‌های اخیر به‌طور مستقیم با بهبود سلامت انسان و محیط‌زیست مرتبط بوده است؛ به‌گونه‌ای که شیمی شوینده نه تنها یک حوزه صنعتی، بلکه بستری برای نوآوری‌های مرتبط با سلامت عمومی محسوب می‌شود (اورنر[1]، ۲۰۲۶). همچنین در سال‌های اخیر، صنعت شوینده در نتیجه ملاحظات زیست‌محیطی، در دسترس بودن و هزینه منابع خام و انرژی، ترجیحات مصرف‌کننده، روندهای جمعیتی و جامعه‌شناختی و همچنین عوامل اقتصادی و سیاسی جهانی، تغییرات قابل توجهی را تجربه کرده است. این تغییر بر روندهای علمی و پژوهشی تاثر گذار بوده است به طوری که توجه دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به حوزه شوینده‌ها به‌طور معناداری افزایش یافته است و در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲، تعداد مقالات علمی منتشرشده درباره شوینده‌ها رشد چشمگیری داشته است(حاج بابایی و همکاران[2]، ۲۰۲۳).

در سطح بنگاهی نیز، این تحول با چالش‌های ویژه‌ای همراه است. نتایج پژوهش ها در شرکت‌های کارآفرین فعال در صنعت شوینده ایران، مؤلفه‌های مرتبط با مدیریت زنجیره تأمین کارآفرینانه در پیوند با فرایند توسعه محصول جدید اهمیت اساسی دارند و علاوه بر شاخص‌های متعارف عملکردی، لازم است ابعادی همچون رشد و نوآوری نیز در طراحی و راهبری زنجیره تأمین مورد توجه قرار گیرد. این مطالعه همچنین بر نقش مؤلفه‌هایی مانند بازاریابی و فروش، رشد سهم بازار و عوامل سازمانی به‌ویژه منابع انسانی در موفقیت محصول جدید تأکید می‌کند(سجادی و همکاران[3]، ۲۰۱۵). در ادامه این خط فکری، بر ضرورت طراحی مدل‌های کسب‌وکار نوآورانه در زنجیره تامین صنعت شوینده تأکید شده است که برای نوآوری باید بر چهار حوزه، مالی، مشتری، تأمین‌کنندگان و شرکا و ارزش پیشنهادی نوآوری‌های تمرکز داشت. مواردی که اهمیت بازآرایی مدل‌های کسب‌وکار در بخش‌های پایین‌دست زنجیره تأمین برای پاسخ‌گویی به تغییرات سریع بازار را نشان می‌دهد(مبینی دهکردی و همکاران[4]، ۲۰۱۴).

مطالعات جدید بیان می‌کنند که زنجیره تأمین صنعت شوینده تنها به رقابت بازار و توسعه محصول محدود نیست، بلکه باید ابعاد پایداری را نیز مدنظر قرار دهد. چیسونگو و همکاران[5] (۲۰۲۵) نشان می‌دهند که زنجیره تأمین پایدار می‌تواند عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌های فعال در صنعت تولید مواد شوینده را بهبود بخشد و راهبردهایی مانند منبع‌یابی سبز، تدارکات الکترونیکی و استفاده از مواد زیست‌تخریب‌پذیر از مهم‌ترین سازوکارهای تحقق این هدف هستند. در همین راستا، پدیدار و همکاران[6] (۲۰۲۲) نشان داده‌اند که بازاریابی پایدار در صنعت شوینده تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل قرار دارد؛ موضوعی که بر ضرورت هماهنگی میان زنجیره تأمین، تولید و بازاریابی برای دستیابی به عملکرد پایدار دلالت دارد. افزون بر این، مجیبیان و همکاران[7] (۲۰۲۵) تأکید کرده‌اند که کوتاه شدن چرخه عمر محصول، فشار رقابتی و نیاز به پاسخ‌گویی سریع به بازار، اهمیت استراتژی‌های کاهش ریسک در فرایند توسعه محصول جدید را در این صنعت افزایش

[1] Urner
[2] Hajbabaie et al.
[3] Sajadi et al.
[4] Mobini Dehkordi et al.
[5] Chisungo et al.
[6] Padidar et al.
[7] Mojibian et al.

داده است که مستلزم توجه جدی به مقوله های پایداری در زنجیره تامین صنایع شوینده می باشد. با این وجود، نتایج تحلیل کتاب‌سنجی حاج بابایی و همکاران (۲۰۲۳) نشان می‌دهد که برخی حوزه‌ها در ادبیات موجود همچنان کم‌بررسی مانده‌اند. به‌طور خاص، تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده و کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت ریسک زنجیره تأمین این صنعت هنوز در مرکز توجه پژوهش‌ها قرار نگرفته‌اند و یک شکاف پژوهشی قابل توجه می باشد.

از منظر نظری، تاب‌آوری زنجیره تأمین صرفاً به بازیابی پس از اختلال محدود نیست، بلکه برهم‌کنش قابلیت‌هایی چون چابکی، انعطاف‌پذیری، رویت‌پذیری، سرعت بازیابی و کاهش ریسک را در بر می‌گیرد. اهمیت هوش مصنوعی در این میان از آن روست که این قابلیت‌ها را از سطحی واکنشی به سطحی پیش‌بینانه، پایش‌گر و تصمیم‌ساز ارتقا می‌دهد؛ به‌گونه‌ای که تحلیل‌های پیش‌بین، پردازش بلادرنگ داده‌ها، یکپارچه‌سازی جریان اطلاعات و تصمیم‌گیری داده‌محور، امکان تشخیص زودهنگام اختلال، بازپیکربندی سریع عملیات و تخصیص هوشمند منابع را فراهم می‌سازند (زاهدی و احسانی[1]، ۲۰۲۵؛ شارما و جوشی[2]، ۲۰۲۴؛ بتا و همکاران[3]، ۲۰۲۵). همچنین، مرورهای جدید نشان می‌دهد که ادغام روش‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، دقت ارزیابی ریسک و کیفیت برنامه‌ریزی اقتضایی را در زنجیره‌های تأمین تقویت کرده است؛ با وجود این، نحوه تجلی این ظرفیت‌ها در صنایع خاص، از جمله صنعت شوینده، همچنان نیازمند تبیین زمینه‌مند و نظری است (جاهین و همکاران[4]، ۲۰۲۳). بر این اساس، مسئله اصلی پژوهش حاضر، تبیین مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده مبتنی بر هوش مصنوعی و ارائه الگویی نظری برای فهم نحوه اثرگذاری این مؤلفه‌ها در شرایط واقعی این صنعت است.

دغدغه اصلی این پژوهش، مواجهه صنعت شوینده ایران با چالش‌هایی مانند نوسان تقاضا، محدودیت تأمین مواد اولیه، تورم، تحریم و ناپایداری شبکه توزیع است؛ در حالی که بسیاری از تصمیمات زنجیره تأمین همچنان به‌صورت واکنشی و غیرپیش‌بینانه اتخاذ می‌شوند. ازاین‌رو، پژوهش حاضر بر این فرض استوار است که تاب‌آوری زنجیره تأمین تنها با اقدامات مقطعی حاصل نمی‌شود، بلکه نیازمند رویکردی هوشمند، داده‌محور و مبتنی بر هوش مصنوعی است. نوآوری و ارزش افزوده پژوهش در سه بعد قابل بیان است: تبیین پیوند میان تاب‌آوری زنجیره تأمین و هوش مصنوعی، بهره‌گیری از نظریه داده‌بنیاد چندگانه و تلفیق داده‌های نظری و تجربی، و ارائه چارچوبی کاربردی برای مدیریت پیش‌بینانه و هوشمند تاب‌آوری در صنعت شوینده.

بر این اساس، پرسش اصلی پژوهش حاضر عبارت است از: مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین مبتنی بر هوش مصنوعی در صنعت شوینده ایران کدام‌اند و این مؤلفه‌ها چگونه از طریق سازوکارهای پیش‌بینانه، داده‌محور و تصمیم‌ساز به ارتقای توان پیشگیری، انطباق و بازیابی زنجیره تأمین منجر می‌شوند؟

۲. پیشینه پژوهش

۲.۱. مبانی نظری پژوهش

توزیع زنجیره تأمین، بنگاه‌ها با طیفی از عدم‌قطعیت‌ها مانند نوسانات تقاضا، اختلال در تأمین و ناهماهنگی اطلاعاتی مواجه‌اند؛ عواملی که در فضای پرتلاطم کنونی بازار، به‌صورت پویا بر یکدیگر اثر گذاشته و شاخص‌هایی همچون سرعت

[1] Zahedi & Ehsani
[2] Sharma & Joshi
[3] Beta et al.
[4] Jahin et al.

تحویل، سطح موجودی و رضایت مشتری را در طول زمان تحت تأثیر قرار می‌دهند. عملکرد این زیرسیستم توزیع، نقشی کلیدی در بهره‌وری و رقابت‌پذیری کل زنجیره ایفا کرده و نشان داده شده است که عامل تاب‌آوری بیشترین سهم را در بهبود پایداری و مهار نوسانات دارد؛ به‌گونه‌ای که افزایش سطح تاب‌آوری، ضمن کاهش دامنه تغییرات موجودی و هزینه‌های عملیاتی، می‌تواند شدت اثر شلاقی و ریسک‌های ناشی از اختلال را به‌طور معناداری تعدیل کند (موسوی طباطبایی و باویلی[1]، ۲۰۲۵). اما برای توسعه تاب آوری زنجیره تامین، روش‌های سنتی اغلب از نظر دقت دچار نقص هستند و منجر به عدم تعادل و ناکارآمدی موجودی می‌شوند. از منظر رویکردهای نوین، تقویت تاب‌آوری و کارایی زنجیره تأمین به‌شدت به بهره‌گیری از تحلیل‌های پیش‌بین و هوش محاسباتی وابسته شده است(بو و ژو[2]، ۲۰۲۴).

همانطور که گفته شد، پیچیدگی و غیرقابل‌پیش‌بینی بودن فزاینده زنجیره‌های تأمین، ادغام فناوری‌های پیشرفته مثل هوش مصنوعی را برای حفظ کارایی و تاب‌آوری عملیاتی ضروری می‌سازد. هوش مصنوعی و تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده به‌عنوان ظرفیت‌های کلیدی در ایجاد زنجیره‌های تأمین تاب‌آور مطرح شده‌اند و نقش آن‌ها در ابعاد مختلف عملکرد زنجیره تأمین به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. به‌کارگیری مدل‌های یادگیری ماشین در تحلیل داده‌های فروش، رفتار مشتریان و شرایط بازار، دقت پیش‌بینی تقاضا و عرضه را افزایش داده و امکان برنامه‌ریزی سناریومحور و تدوین برنامه‌های جایگزین را فراهم می‌کند. همچنین، استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته بهینه‌سازی مسیر و زمان‌بندی مبتنی بر داده‌های ترافیکی و محیطی، در کنار تحلیل کلان‌داده برای انتخاب تأمین‌کنندگان و مسیرهای کم‌ریسک و کم‌هزینه، به بهبود کارایی لجستیک و کاهش آسیب‌پذیری زنجیره کمک می‌کند. استقرار ربات‌ها و سامانه‌های هوشمند در حوزه‌های انبارداری، سفارش‌گیری و کنترل موجودی، همراه با ارتقای مهارت‌های تحلیلی و داده‌محور نیروی انسانی، از دیگر عوامل مهمی است که می‌تواند تاب‌آوری زنجیره تأمین را در برابر اختلالات افزایش دهد. در این چارچوب، هوش مصنوعی نه‌تنها ابزار ارتقای کارایی، بلکه سازوکاری برای تقویت قابلیت مشاهده، نظارت دوره‌ای، تحلیل داده‌های نقطه فروش و واکنش چابک به تغییرات محیطی محسوب می‌شود(زاهدی و احسانی، ۲۰۲۵).

با وجود این مزایا، پیچیدگی و عدم‌قطعیت فزاینده در محیط‌های کسب‌وکار و زنجیره‌های تأمین، ضرورت طراحی نظام‌مند سیستم‌های تصمیم‌گیری پیش‌بینی‌کننده مبتنی بر هوش مصنوعی را برجسته می‌سازد. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که هوش مصنوعی از طریق بهبود پیش‌بینی تقاضا و عرضه، حل دقیق مسائل پیچیده، افزایش بهره‌وری عملیاتی و ارتقای سطح خدمات به مشتریان، نقش مهمی در افزایش تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین ایفا می‌کند؛ هرچند پیامدهای اخلاقی و اجتماعی آن، از جمله جابه‌جایی شغلی، نگرانی‌های حریم خصوصی، امنیت داده و سوگیری الگوریتمی، نیازمند توجه و حکمرانی مناسب است (بتا و همکاران، ۲۰۲۵). همچنین ، هوش مصنوعی را به‌عنوان یک قابلیت یکپارچه پشتیبان تصمیم‌گیری مفهوم‌پردازی شده است که با تکیه بر یادگیری ماشین، تحلیل پیش‌بین و پردازش بلادرنگ داده‌ها، امکان پیش‌بینی اختلالات، بهینه‌سازی تخصیص منابع و ارتقای هماهنگی میان بازیگران زنجیره تأمین را فراهم می‌آورد(شارما و جوشی، ۲۰۲۴). در این راستا، برای ادغام فناوری‌های هوش مصنوعی در زنجیره تأمین، بهبود تعامل و همکاری میان واحدهای فناوری اطلاعات و بخش‌های عملیاتی و راهبردی، جذب، آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص نیروی در

[1] Moosavi Tabatabaei & Bavili
[2] Bo & Xu

حوزه‌های هوش مصنوعی و مهندسی ضروری است و می تواند زمینه‌ساز شناسایی فرصت‌ها و تهدیدهای پیش رو باشد.(حمزوی و همکاران[1]، ۲۰۲۵).

در چارچوب تاب‌آوری زنجیره تأمین، مفاهیم مختلفی وجود دارد که در ادامه به آنها پرداخته می شود. چابکی و سرعت بازیابی به توان زنجیره تأمین در تشخیص سریع اختلال، واکنش به‌موقع و بازگشت سریع به سطح قابل قبول عملکرد اشاره دارد. از این منظر، چابکی یکی از قابلیت‌های بنیادین زنجیره‌های تأمین تاب‌آور است، زیرا به سازمان کمک می‌کند در برابر نوسانات تقاضا، محدودیت‌های تأمین و اختلالات عملیاتی، زمان پاسخ و بازیابی را کاهش دهد(کریستوفر و پک[2]، ۲۰۰۴). در کنار آن، انعطاف‌پذیری عملیاتی بیانگر توان زنجیره تأمین در تغییر سریع منابع، مسیرهای تأمین، ظرفیت تولید، آرایش لجستیکی و سازوکارهای پاسخ‌گویی در شرایط بحران است. کالوو و همکاران تأکید می‌کنند که تاب‌آوری زنجیره تأمین بدون قابلیت‌های مکملی مانند چابکی، سازگاری و انعطاف‌پذیری عملیاتی تحقق نمی‌یابد، زیرا زنجیره‌های تأمین در محیط‌های ناپایدار نیازمند قابلیت بازآرایی سریع ساختار و فرایندها هستند(کالوو و همکاران[3]، ۲۰۲۰). به علاوه سطح ریسک‌پذیری سازمان تعیین می‌کند که بنگاه تا چه اندازه آمادگی پذیرش عدم‌قطعیت، سرمایه‌گذاری در راهکارهای پیشگیرانه و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین را دارد. در ادبیات تاب‌آوری، سازمان‌های تاب‌آور تنها به حذف ریسک نمی‌اندیشند، بلکه با شناخت، ارزیابی و مدیریت ریسک، ظرفیت تحمل و پاسخ‌گویی خود را افزایش می‌دهند. شفی و رایس نیز تاب‌آوری را با توان سازمان برای جذب اختلال، انطباق با شرایط جدید و بازگشت به عملکرد مطلوب پیوند می‌دهند و نشان می‌دهند که رویکرد سازمان نسبت به ریسک و سرمایه‌گذاری در قابلیت‌های پاسخ‌گویی، نقش مهمی در تداوم فعالیت زنجیره تأمین دارد(شفی و رایس[4]، ۲۰۰۵). بر این اساس، مؤلفه های یادشده می‌توانند مبنایی نظری برای تبیین تاب‌آوری زنجیره تأمین مبتنی بر هوش مصنوعی فراهم کنند؛ زیرا هوش مصنوعی از طریق تحلیل پیش‌بینانه، پایش بلادرنگ، پردازش داده‌های حجیم، ارزیابی ریسک و پشتیبانی از تصمیم‌گیری، امکان تقویت هم‌زمان چابکی، انعطاف‌پذیری، شفافیت اطلاعات، کنترل هزینه‌های تاب‌آوری و مدیریت ریسک‌پذیری را فراهم می‌سازد.

۲.۲. پیشینه تجربی پژوهش

با توجه به پیشینه پژوهش‌های انجام‌شده در صنعت شوینده، تمرکز اصلی مطالعات موجود بیش‌تر بر ابعادی چون بازاریابی پایدار، زنجیره تأمین پایدار، تاب‌آوری بنگاه، مدیریت زنجیره تأمین کارآفرینانه، توسعه محصول جدید، انتخاب تأمین‌کننده، ریسک‌های زنجیره تأمین و چالش‌های یکپارچگی زنجیره بوده است و اگرچه این پژوهش‌ها هر یک بخشی از پیچیدگی‌های این صنعت را تبیین می‌کنند، اما تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت شوینده با رویکرد هوش مصنوعی و داده‌محور به‌صورت منسجم و نظام‌مند واکاوی نشده است. از سوی دیگر، صنعت شوینده به‌دلیل پیوند تنگاتنگ با بهداشت عمومی، الزامات محیط‌زیستی، فشارهای رقابتی و نوسانات محیطی (از تحریم و تورم تا تغییرات تقاضا و ریسک‌های تأمین) نیازمند زنجیره‌های تأمین هوشمند، پایدار و تاب‌آور است؛ زنجیره‌هایی که بتوانند با استفاده از ظرفیت‌های هوش مصنوعی، کلان‌داده و مدل‌های پیش‌بینی، اختلالات را پیش‌بینی، ریسک‌ها را مدیریت و کارایی و پایداری را به‌طور هم‌زمان ارتقا دهند. بر این اساس، ضرورت این پژوهش از یک‌سو ناشی از اهمیت راهبردی صنعت شوینده و نقش تاب‌آوری زنجیره

[1] Hamzavi et al.
[2] Christopher & Peck
[3] Calvo et al.
[4] Sheffi & Rice

تأمین در حفظ عملکرد، پایداری و رقابت‌پذیری آن است و از سوی دیگر، ریشه در شکاف نظری و کاربردی موجود در ادبیات دارد؛ به‌گونه‌ای که هنوز چارچوبی یکپارچه برای تبیین و ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین این صنعت مبتنی بر هوش مصنوعی ارائه نشده است. نوآوری این پژوهش در آن است که با تلفیق مفاهیم تاب‌آوری، پایداری و مدیریت زنجیره تأمین با رویکردهای هوش مصنوعی، مدلی نوین و کاربردی برای تحلیل و تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین صنعت شوینده ارائه می‌کند و بدین‌ترتیب می‌تواند مبنایی برای تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران در مواجهه با عدم‌قطعیت‌ها و اختلالات آینده فراهم آورد.

جدول ۱ خلاصه ای از پژوهش های صورت گرفته در این حوزه را نشان می دهد.

جدول ۱. پیشینه تجربی پژوهش

ردیف	نویسندگان و سال انتشار	خلاصه پژوهش
۱	محبیان و همکاران، ۲۰۲۵	این پژوهش با هدف ارزیابی استراتژی‌های کاهش ریسک در فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت شوینده انجام شد. نتایج نشان می‌دهد ریسک‌های فنی، بازار و زنجیره تأمین مهم‌ترین ریسک‌ها در فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت شوینده‌اند و در مقابل، استراتژی‌های «بهینه‌سازی فرآیندهای تولیدی»، «تحقیقات بازار و تحلیل رقبا» و «تست و اعتبارسنجی محصول جدید» بالاترین اولویت را برای کاهش ریسک دارا هستند.
۲	موسوی طباطبایی و باویلی, ۲۰۲۵	در این پژوهش تمرکز بر بخش توزیع زنجیره تأمین است که با مسائلی مانند نوسان تقاضا، اختلال در تأمین و عدم‌هماهنگی اطلاعاتی مواجه است. هدف پژوهش، مدل‌سازی عوامل کلیدی مؤثر بر عملکرد زنجیره تأمین در حوزه توزیع‌کننده از طریق یک مدل ترکیبی مبتنی بر پویایی سیستم است. ابتدا ۱۳ عامل مؤثر شامل عوامل سنتی و نوآورانه‌ای چون تاب‌آوری، سودآوری، پاسخگویی و اشتراک اطلاعات شناسایی و اهمیت نسبی آن‌ها تعیین شده است. یافته‌ها جایگاه محوری تاب‌آوری را در بهبود عملکرد زنجیره تأمین و کاهش نوسانات نشان داده و حاکی از قابلیت تعمیم مدل به صنایع مشابه است.
۳	پدیدار و همکاران، ۲۰۲۲	این مقاله با هدف شناسایی و تبیین عوامل مؤثر بر بازاریابی پایدار در صنعت شوینده انجام شده است. در بخش کیفی، بازاریابی پایدار به‌عنوان پدیده محوری و ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی به‌عنوان عوامل علّی، اصول کنفوسیوس به‌عنوان عامل زمینه‌ای، تحریم و تورم به‌عنوان عوامل مداخله‌گر، و راهبردهای حمایت از مشتری و افزایش رفاه او به‌عنوان راهبردهای اصلی و رضایت، وفاداری مشتری و بهبود عملکرد شرکت به‌عنوان پیامدها شناسایی شدند. نتایج بخش کمی نیز این ساختار مفهومی را تأیید کرده و نشان می‌دهد که توجه هم‌زمان به ابعاد سه‌گانه پایداری، زمینه‌های فرهنگی–ارزشی، شرایط محیطی و راهبردهای مشتری‌محور، برای استقرار بازاریابی پایدار و بهبود عملکرد شرکت‌های صنعت شوینده ضروری است.
۴	حسین آبادی و همکاران، ۲۰۲۰	این مقاله با هدف تبیین الگوی تاب‌آوری بنگاه‌های تولیدی صنعت شوینده، یکی از صنایع پرگردش مالی، انجام شده است. ۲۱ مؤلفه مؤثر بر تاب‌آوری بنگاه‌های این صنعت شناسایی شده و در گام ساختاری، این مؤلفه‌ها در ۹ سطح سلسله‌مراتبی دسته‌بندی شده‌اند. بر اساس نتایج، این مؤلفه‌ها در شش طبقه کلی سامان می‌یابند: منابع و رویه‌های درونی بنگاه، سرمایه انسانی، جایگاه ساختاری در صنعت، استراتژی تعاملی با محیط، ویژگی‌های فرآیندی بنگاه و سبد تصمیمات. این چارچوب نشان می‌دهد که تاب‌آوری بنگاه‌های صنعت شوینده حاصل تعامل هم‌زمان عوامل درونی، انسانی، ساختاری و راهبردی است.
۵	سجادی و همکاران، ۲۰۱۵	این پژوهش به ارزیابی مؤلفه‌های مدیریت زنجیره تأمین کارآفرینانه مرتبط با فرایند توسعه محصول جدید در شرکت‌های کارآفرین فعال در صنعت شوینده ایران می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد در ارزیابی موفقیت توسعه محصول جدید، معیارهای سودآوری از فروش محصول جدید و افزایش سهم بازار حاصل از آن، بالاترین اهمیت را دارند. همچنین در رتبه‌بندی مؤلفه‌های زنجیره تأمین کارآفرینانه، «بازاریابی و فروش»، «رشد سهم بازار زنجیره صنعت شوینده» و «عوامل سازمانی/منابع انسانی» مهم‌ترین نقش را در موفقیت توسعه محصول جدید ایفا می‌کنند.

ردیف	نویسندگان و سال انتشار	خلاصه پژوهش
۶	چیسونگو و همکاران، ۲۰۲۵	این مقاله به بررسی نقش زنجیره تأمین پایدار در ارتقای عملکرد زیست‌محیطی شرکت‌های تولیدکنندهٔ مواد شوینده می‌پردازد. تمرکز اصلی بر چهار مؤلفه «تأمین سبز»، «لجستیک معکوس»، «همکاری با تأمین‌کنندگان» و «کارایی منابع» و تأثیر آن‌ها بر عملکرد زیست‌محیطی است. نتایج نشان می‌دهد تأمین سبز بیشترین اثر مثبت و کارایی منابع کمترین اثر را بر عملکرد زیست‌محیطی دارند، اما تأثیر هر چهار متغیر مستقل به‌طور معناداری مثبت است؛ امری که حاکی از هم‌راستا شدن فرایندهای زنجیره تأمین این صنعت با ابعاد پایداری است. یافته‌ها بر نقش راهبردهایی مانند تدارکات الکترونیکی برای ردیابی سفارش و به‌کارگیری مواد اولیه دوستدار محیط‌زیست و تجزیه‌پذیر تأکید کرده است.
۷	جانا و همکاران[1] ۲۰۲۲	در یک صنعت تولید شوینده در هند، از رویکردهای یادگیری ماشین برای مدل‌سازی و بهینه‌سازی فرایند تصفیه پساب صنعتی استفاده کرده‌اند. آن‌ها با به‌کارگیری شبکه‌های مختلف عصبی و رگرسیون بردار پشتیبان و مقایسه دقت آن‌ها، نشان می‌دهند که یک شبکه عصبی پیش‌خور با الگوریتم پس‌انتشار[2] و ساختار بهینه (۱۰ نرون در لایه پنهان) قادر است با خطای بسیار پایین و ضریب تعیین بالا، عملکرد واقعی تصفیه‌خانه را پیش‌بینی کند. این نتایج بیانگر آن است که تکنیک‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توانند ابزارهای مؤثری برای بهینه‌سازی تصفیه پساب در صنعت شوینده و ارتقای پایداری و کارایی مصرف منابع آبی باشند.
۸	معتمدی و همکاران[3]، ۲۰۲۱	این پژوهش به شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های زنجیره تأمین در صنعت شوینده می‌پردازد و ریسک زنجیره تأمین را به چهار دسته اصلی تقسیم می‌کند: ریسک تأمین‌کننده، تولیدکننده، توزیع‌کننده و مشتری. نتایج نشان می‌دهد که ریسک تأمین‌کننده تاکنون مهم‌ترین منبع آسیب‌پذیری در زنجیره تأمین مواد شوینده است و پس از آن ریسک‌های تولیدکننده، توزیع‌کننده و مشتری قرار دارند. این یافته‌ها نقش محوری آسیب‌پذیری‌های بالادستی (مانند قابلیت اطمینان تأمین‌کننده، در دسترس بودن و کیفیت ورودی) را در مواجهه کلی با ریسک زنجیره تأمین برجسته می‌کند و مبنایی را برای مدیران فراهم می‌کند تا استراتژی‌های کاهش ریسک خود را بر تأثیرگذارترین دسته ریسک متمرکز کنند.
۹	آتنافو[4]، ۲۰۱۸	این مقاله به بررسی چالش‌های یکپارچگی زنجیره تأمین در شرکت‌های تولیدکننده شوینده پرداخته است. پژوهش با رویکرد کمی و از طریق پیمایش انجام شده و داده‌ها با آمار توصیفی تحلیل شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که نظام‌های سازمانی انعطاف‌ناپذیر، فقدان اعتماد و تعهد در کانال‌های توزیع، مقاومت در برابر تغییر و نبود تعهد مدیریت عالی، از مهم‌ترین موانع یکپارچگی زنجیره تأمین در این صنعت هستند. نویسنده تأکید می‌کند که این چالش‌ها توانایی شرکت‌ها در ایجاد جریان‌های هماهنگ اطلاعات و مواد در زنجیره تأمین را محدود کرده و به‌دلیل تمرکز مطالعه بر دیدگاه تولیدکنندگان، نتایج مستقیماً قابل تعمیم به کل شبکه زنجیره تأمین (شامل تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان) نیست.
۱۰	روشن دل و همکاران[5]، ۲۰۱۳	این پژوهش به مسئله ارزیابی و انتخاب تأمین‌کننده در صنعت تولید شوینده پرداخته‌اند که یکی از تصمیمات کلیدی در مدیریت زنجیره تأمین و تعیین‌کننده هزینه‌های خرید و قدرت رقابتی سازمان است. با توجه به ماهیت پیچیده و چندمعیاره انتخاب تأمین‌کننده و ضرورت توجه هم‌زمان به شاخص‌های کمی و کیفی، این پژوهش مسئله انتخاب تأمین‌کننده را به‌صورت یک مسئله تصمیم‌گیری چندمعیاره مدلسازی کرده است. در مطالعه موردی، چهار تأمین‌کننده مواد اولیه وارداتی «تری‌پلی‌فسفات» به‌عنوان یکی از مواد اصلی تولید پودر شوینده در ایران، بر اساس ۲۵ معیار مؤثر ارزیابی شده‌اند.

[1] Jana et al.
[2] Backpropagation
[3] Motamediet al.
[4] Atnafu
[5] Roshandelet al.

۳. روش

در این پژوهش از رویکرد «نظریه داده‌بنیاد چندگانه» یا مولتی‌گرندد تئوری[1] استفاده شده است. این رویکرد، نسخه‌ای توسعه‌یافته از نظریه داده‌بنیاد است که با هدف افزایش استحکام نظری و اعتبار تجربی، به‌طور هم‌زمان دو بنیان تحلیلی را به کار می‌گیرد: الف) بنیان تجربی مبتنی بر داده‌های میدانی، و ب) بنیان نظری مبتنی بر دانش و ادبیات موجود. در نظریه داده‌بنیاد چندگانه ، پژوهشگر علاوه بر تحلیل نظام‌مند داده‌های میدانی (نظیر مصاحبه‌ها)، ادبیات و مفاهیم نظری موجود را نیز کدگذاری و تحلیل می‌کند تا نظریه نهایی از حیث تجربی، نظری و انسجام درونی، مستحکم و قابل اتکا باشد. این رویکرد بر مبنای آثار اصلی گلدکول و کرونهلم [2] (۲۰۱۰) شکل گرفته است که در سال ۲۰۱۸ به‌روزرسانی شده است. در این آثار تأکید می‌شود که نظریه داده‌بنیاد چندگانه باید به‌صورت هم‌زمان داده‌های تجربی، مفاهیم نظری موجود و انسجام منطقی درونی نظریه را مدنظر قرار دهد.

این روش به دلیل ماهیت اکتشافی و چندبعدی پژوهش انتخاب شد. موضوع تاب‌آوری زنجیره تأمین مبتنی بر هوش مصنوعی، هم به تجربه‌های عملی خبرگان صنعت و هم به مبانی نظری مرتبط با تاب‌آوری، هوش مصنوعی و تحلیل داده وابسته است. ازاین‌رو، استفاده همزمان از داده‌های نظری و تجربی برای ارائه مدلی جامع و زمینه‌مند ضروری بود. در بخش نظری، از فراترکیب کیفی برای استخراج و یکپارچه‌سازی مفاهیم موجود در ۳۷ سند علمی استفاده شد. در بخش تجربی نیز مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته به کار گرفته شد تا ضمن حفظ چارچوب پژوهش، امکان کشف دیدگاه‌ها و مفاهیم جدید فراهم شود. تحلیل داده‌ها با استفاده از کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام شد تا مفاهیم اولیه شناسایی، در قالب مقوله‌ها سازمان‌دهی و در نهایت در یک مدل مفهومی یکپارچه تبیین شوند. همچنین، نرم‌افزار مکس کیودا ۲۰۲۰[3] برای مدیریت و تحلیل نظام‌مند داده‌ها به کار گرفته شد. تلفیق مستمر داده‌های نظری و تجربی نیز به غنی‌سازی یافته‌ها و تدوین مدلی منطبق با واقعیت‌های صنعت شوینده ایران کمک می کند.

به‌منظور استخراج مفاهیم نظری پایه و چارچوب اولیه برای مقایسه با داده‌های تجربی، فراترکیب کیفی مطالعات داخلی و خارجی در سه حوزه اصلی انجام شد: تاب‌آوری زنجیره تأمین، صنعت شوینده و کاربردهای هوش مصنوعی در تاب‌آوری و مدیریت زنجیره تأمین. برای این منظور، ادبیات پژوهش به‌صورت نظام‌مند مرور و تحلیل گردید و فرایند فراترکیب مطابق با الگوی هفت‌مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو[4] (۲۰۰۶) اجرا شد. در مجموع ۳۷ سند علمی (مقاله پژوهشی داخلی و خارجی) واجد شرایط وارد تحلیل شدند. این مقالات شامل پژوهش‌هایی درباره چارچوب‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین، طراحی شبکه‌های تاب‌آور، نقش هوش مصنوعی و تحلیل‌های پیش‌بین در تاب‌آوری زنجیره تأمین، تلفیق رویکردهای چابک، پایدار و تاب‌آور، و نیز مطالعاتی درباره تاب‌آوری در صنایع شوینده و صنایع مرتبط بودند. فهرست کامل این ۳۷ منبع در جدول ۲ ارائه شده است و در تحلیل نظری به‌عنوان داده‌های متنی مبنا مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

[1] Multi Grounded Theory
[2] Goldkuhl & Cronholm
[3] MAXQDA 2020
[4] Sandelowski & Barroso

جدول۲. کدگذاری منابع منتخب مورد استفاده به‌عنوان داده‌های نظری در فرایند فراترکیب

کد	نویسنده/نویسندگان(سال چاپ)	عنوان	ناشر
۱	Dwaikat, N. Y., Zighan, S., Abualqumboz, M., & Alkalha, Z. (2022).	The 4Rs supply chain resilience framework: A capability perspective.	Journal of Contingencies and Crisis Management
۲	Chisungo, C., Njini, K., Chazuza, T., & Mpofu, T. (2025).	Sustainable Supply Chain to Enhance the Environmental Performance in the Cleaning Detergents Manufacturing Industry: Case of Harare, Zimbabwe.	International Journal of Research and Innovation in Social Science
۳	Chopra, S., Sodhi, M., & Lücker, F. (2021)	Achieving supply chain efficiency and resilience by using multi-level commons	Decision Sciences
٤	Hoque, M. E., Thavaneswaran, A., Appadoo, S. S., Thulasiram, R. K., & Banitalebi, B. (2021, July)	A novel dynamic demand forecasting model for resilient supply chains using machine learning	In 2021 IEEE 45th Annual Computers, Software, and Applications Conference
٥	Alemtabriz, A., Mohebbi, P., Ershadi, M. J., & Azizi, A. (2025	Designing a resilient supply chain network with a decentralized strategy under uncertainty	Engineering Review
٦	Hossain, N. U. I., Fazio, S. A., Lawrence, J. M., Gonzalez, E. D. S., Jaradat, R., & Alvarado, M. S. (2022)	Role of systems engineering attributes in enhancing supply chain resilience: Healthcare in context of COVID-19 pandemic	Heliyon
۷	Thavaneswaran, A., Thulasiram, R. K., Hoque, M. E., & Appadoo, S. S. (2021, December)	Data-Driven Fuzzy Demand Forecasting Models for Resilient Supply Chains	In 2021 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence
۸	Shafiee, M., Zare Mehrjerdi, Y., & Keshavarz, M. (2022)	Integrating lean, resilient, and sustainable practices in supply chain network: mathematical modelling and the AUGMECON2 approach	International Journal of Systems Science: Operations & Logistics
۹	Lin, X., & Wang, J. (2025)	Simulation optimization of supply chain uncertainty factors based on support vector machines optimized with improved Jellyfish Search Algorithm.	Discover Computing
۱۰	Beta, K., Nagaraj, S. S., & Weerasinghe, T. D. (2025)	The role of artificial intelligence on supply chain resilience	Journal of Enterprise Information Management,
۱۱	Sharma, A., & Joshi, P. (2024)	Artificial Intelligence Enabled Predictive Decision Systems for Supply Chain Resilience and Optimization	Journal of Computational Analysis and Applications
۱۲	Xu, J., & Bo, L. (2024)	Optimizing supply chain resilience using advanced analytics and computational intelligence techniques	IEEE Access
۱۳	Abaku, E. A., Edunjobi, T. E., & Odimarha, A. C. (2024)	Theoretical approaches to AI in supply chain optimization: Pathways to efficiency and resilience	International journal of science and technology research archive,
۱٤	Riad, M., Naimi, M., & Okar, C. (2024)	Enhancing supply chain resilience through artificial intelligence: developing a comprehensive conceptual framework for AI implementation and supply chain optimization	Logistics

کد	نویسنده/نویسندگان(سال چاپ)	عنوان	ناشر
۱۵	Modgil, S., Singh, R. K., & Hannibal, C. (2022)	Artificial intelligence for supply chain resilience: learning from Covid-19	The international journal of logistics management,
۱۶	Zerine, I., Islam, M. S., Ahmad, M. Y., Islam, M. M., & Biswas, Y. A. (2023)	AI-Driven Supply Chain Resilience: Integrating Reinforcement Learning and Predictive Analytics for Proactive Disruption Management	Business and Social Sciences,
۱۷	Zamani, E. D., Smyth, C., Gupta, S., & Dennehy, D. (2023)	Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: a systematic literature review.	Annals of Operations Research
۱۸	Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S. S., Khan, S. A. R., & Verma, S. (2024)	Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation	Annals of operations research
۱۹	Kalusivalingam, A. K., Sharma, A., Patel, N., & Singh, V. (2022)	Enhancing supply chain resilience through AI: Leveraging deep reinforcement learning and predictive analytics	International Journal of AI and ML
۲۰	Ahatsi, E., & Olanrewaju, O. A. (2025)	Enhancing humanitarian supply chain resilience: Evaluating artificial intelligence and big data analytics in two nations	Logistics
۲۱	Mukherjee, S., Baral, M. M., Nagariya, R., Chittipaka, V., & Pal, S. K. (2024)	Artificial intelligence-based supply chain resilience for improving firm performance in emerging markets	Journal of Global Operations and Strategic Sourcing,
۲۲	Bo, L., & Xu, J. (2024)	Enhancing supply chain efficiency resilience using predictive analytics and computational intelligence techniques	IEEE Access
۲۳	Ali, S. M., Rahman, A. U., Kabir, G., & Paul, S. K. (2024)	Artificial intelligence approach to predict supply chain performance: implications for sustainability	Sustainability
۲۴	Camur, M. C., Ravi, S. K., & Saleh, S. (2024)	Enhancing supply chain resilience: A machine learning approach for predicting product availability dates under disruption	Expert systems with applications
۲۵	Ghafoor, W., Wasim, M., Baig, A. H., Abbasi, A. S., & Butt, M. A. (2025)	Building Supply Chain Resilience Through Artificial Intelligence: Transforming Towards A Digital Supply Chain	International Journal of Social Sciences Bulletin
۲۶	Katragadda, S. R. (2026)	AI-Driven Resilient Supply Chain Architectures: Machine Learning Frameworks for Risk Anticipation, Disruption Mitigation, and Adaptive Decision-Making	Journal of Business and Management Studies
۲۷	Gupta, S., Modgil, S., Meissonier, R., & Dwivedi, Y. K. (2021)	Artificial intelligence and information system resilience to cope with supply chain disruption	IEEE Transactions on Engineering Management
۲۸	Kashem, M. A., Shamsuddoha, M., Nasir, T., & Chowdhury, A. A. (2023)	Supply chain disruption versus optimization: a review on artificial intelligence and blockchain	*Knowledge*
۲۹	Vadigicherla, M. S. (2024)	The role of artificial intelligence in enhancing supply chain resilience	International Journal of Computer Engineering and Technology
۳۰	Naz, F., Kumar, A., Majumdar, A., & Agrawal, R. (2022)	Is artificial intelligence an enabler of supply chain resiliency post COVID-19? An exploratory state-of-the-art review for future research	*Operations Management Research*
۳۱	Sadeghi, K., Ojha, D., Kaur, P., Mahto, R. V., & Dhir, A. (2024)	Explainable artificial intelligence and agile decision-making in supply chain cyber resilience	*Decision Support Systems*

کد	نویسنده/نویسندگان(سال چاپ)	عنوان	ناشر
۳۲	نظری زاده,فرهاد , متولی,سید حسام الدین و میر شاه ولایتی,فرزانه . (۲۰۲۳)	سناریوهای تاب آوری زنجیره تامین شرکت کاله در افق ۱۰ ساله	فصلنامه انجمن علوم مدیریت ایران
۳۳	ترابی,حسن , تقی لو,امیررضا و خلوصی آرام,محمدرضا . (۲۰۲۴)	چارچوبی برای ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین از طریق فناوری‌های شالوده شکن	مدیریت بحران
۳٤	تابلی,حمید و ابراهیم پور سامانی,جمشید (۲۰۲۵)	شناسایی و اولویت‌بندی مؤلفه‌های کلیدی تاب‌آوری زنجیره تأمین هوشمند با رویکردی چندمعیاره مبتنی بر فناوری‌های نوین هوش مصنوعی و بلاک‌چین	پژوهش های نوین در تصمیم گیری
۳۵	گرمسیری, کریم , بالوئی جام خانه, هادی و قربان پور, احمد (۲۰۲۵)	ارزیابی میزان آمادگی شرکت‌های صنایع پتروشیمی در سازگاری با تحولات صنعت نسل چهارم با رویکرد یادگیری ماشین	پژوهش در مدیریت تولید و عملیات
۳٦	حسین آبادی, وحید , قره چه, منیژه و حسینی, سید محمود (۲۰۲۰)	تبیین الگوی تاب‌آوری بنگاه‌های تولیدی صنعت شوینده	کاوش‌های مدیریت بازرگانی
۳۷	مجیبیان,فاطمه , دانشور,مریم و قاسمیان,سید امیر (۲۰۲۵)	ارزیابی استراتژی های کاهش ریسک فرآیند توسعه محصول جدید در صنعت شوینده	پژوهش های نوین در تصمیم گیری

در بخش تجربی پژوهش، جامعه مورد مطالعه شامل خبرگان و مطلعان کلیدی مرتبط با تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده بود. با توجه به ماهیت کیفی، اکتشافی و نظریه‌پردازانه پژوهش، جامعه آماری به معنای کمّی و مبتنی بر سرشماری تعریف نشد، بلکه جامعه خبرگانی پژوهش بر اساس ارتباط مستقیم با پدیده مورد مطالعه تعیین گردید. بر این اساس، سه گروه اصلی به‌عنوان جامعه مورد مطالعه انتخاب شدند: الف) مدیران ارشد و فعالان صنعت شوینده در حوزه‌های تولید، تأمین، توزیع و راهبری زنجیره تأمین؛ ب) اعضای هیئت علمی و صاحب‌نظران دانشگاهی در حوزه‌های مدیریت، اقتصاد، مهندسی صنایع، مدیریت زنجیره تأمین و تاب‌آوری سازمانی؛ و ج) متخصصان فناوری، هوش مصنوعی و سیستم‌های هوشمند. انتخاب این سه گروه از آن جهت انجام شد که گزاره اصلی پژوهش، یعنی تبیین مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین مبتنی بر هوش مصنوعی، ماهیتی چندبعدی دارد و مستلزم ترکیب داده‌های عملیاتی، نظری و فناورانه است. مدیران صنعت شوینده تجربه مستقیم از اختلالات تأمین، تولید، توزیع، نوسان تقاضا، هزینه‌های تاب‌آوری و سطح ریسک‌پذیری را در اختیار پژوهش قرار دادند؛ اعضای هیئت علمی امکان صورت‌بندی مفهومی، طبقه‌بندی نظری و تفسیر علمی مؤلفه‌های تاب‌آوری را فراهم کردند؛ و متخصصان فناوری، امکان‌پذیری فنی کاربرد هوش مصنوعی، تحلیل داده، پایش بلادرنگ، تصمیم‌گیری پیش‌بینانه و زیرساخت‌های دیجیتال را تبیین نمودند. بنابراین، ارتباط جامعه مورد مطالعه با پرسش و گزاره‌های پژوهش در این است که هر یک از این سه گروه بخشی از ابعاد اصلی مدل نهایی، شامل چابکی و سرعت بازیابی، انعطاف‌پذیری عملیاتی، رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات، هزینه‌های تاب‌آوری و سطح ریسک‌پذیری را از منظر تخصصی خود پوشش می‌دهند.

روش نمونه‌گیری در بخش تجربی، هدفمند و مبتنی بر منطق نمونه‌گیری نظری بود و در ادامه، برای دسترسی به خبرگان واجد شرایط، از روش زنجیره‌ای/گلوله‌برفی نیز استفاده شد. معیارهای ورود مشارکت‌کنندگان شامل برخورداری از تجربه مدیریتی یا تخصصی مرتبط با صنعت شوینده، زنجیره تأمین، مدیریت عملیات، تاب‌آوری، هوش مصنوعی یا سیستم‌های

هوشمند؛ آشنایی با مسائل تأمین، تولید، توزیع یا تصمیم‌گیری داده‌محور؛ و آمادگی برای مشارکت در مصاحبه نیمه‌ساختاریافته بود. در مرحله نخست، مشارکت‌کنندگان اولیه بر اساس ارتباط مستقیم با موضوع پژوهش انتخاب شدند و سپس، همزمان با تحلیل داده‌ها، نمونه‌های بعدی برای تکمیل خلأهای مفهومی و غنی‌سازی مقوله‌ها وارد پژوهش شدند. فرایند نمونه‌گیری تا دستیابی به اشباع نظری ادامه یافت؛ به این معنا که مصاحبه‌های پایانی مفهوم، مقوله یا رابطه نظری جدیدی به مدل در حال شکل‌گیری اضافه نکردند. در نهایت، نمونه نهایی بخش تجربی شامل ۱۳ نفر بود که از میان آنان ۹ نفر از مدیران صنعت شوینده، ۳ نفر از اعضای هیئت علمی و ۱ نفر از متخصصان فناوری/هوش مصنوعی بودند. مشخصات مشارکت‌کنندگان در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول۳. فهرست مصاحبه شوندگان برای داده های تجربی

ردیف	محل فعالیت	سابقه	تخصص- تحصیلات	سمت/نقش	گروه	کد
۱	تهران	۲۰ سال	مهندس صنایع	مدیرعامل	توزیع	I1
۲	تهران	۳۰ سال	مهندسی مواد- متالوژی	مدیرعامل	توزیع	I2
۳	تهران	۲۰ سال	مهندس شیمی	مدیرعامل	تولید وصنعت	I3
۴	تهران	۲۵ سال	حسابداری	مدیرعامل	تولیدوصنعت	I4
۵	تهران	۳۵ سال	کشاورزی	مدیرعامل	تولیدوصنعت	I5
۶	تهران	۴۰ سال	مهندس شیمی	مدیرعامل	تولیدوصنعت	I6
۷	تهران	۳۵ سال	مهندس شیمی	مدیرعامل	تولید و صنعت	I7
۸	تهران	۳۵ سال	مهندس شیمی	مدیرعامل	تولید و صنعت	I8
۹	تهران	۵۰ سال	مهندس شیمی	مدیرعامل	تولید وصنعت	I9
۱۰	مهدیشهر	۱۰سال	اقتصاد صنعتی-دکترای تخصصی	هیات علمی	دانشگاه	U1
۱۱	سمنان	۲۰ سال	مدیریت صنعتی -تولید و عملیات	هیات علمی	دانشگاه	U2
۱۲	سمنان	۱۵سال	مهندسی صنایع	هیات علمی	دانشگاه	U3
۱۳	تهران	۲۵ سال	مهندس صنایع-دکتری هوش مصنوعی	مدیرعامل	فناوری	T1

فرایند تحلیل داده‌ها (اعم از داده‌های نظری و تجربی) بر اساس الگوی کلاسیک کدگذاری در نظریه داده‌بنیاد نزد اشتراوس و کوربین[1] (۱۹۹۸) انجام شد. سه مرحله اصلی کدگذاری عبارت بودند از: کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی. این فرایند برای دو منبع داده به‌صورت موازی و مقایسه‌ای اجرا شد؛ یعنی هم بر متون نظری (۳۷ سند فراترکیب) و هم بر متن مصاحبه‌های تجربی همزمان تاکید شد. در مرحله کدگذاری باز، داده‌ها به واحدهای مفهومی کوچک‌تر شکسته شدند. در این مرحله، هدف اصلی شناسایی مفاهیم اولیه، نام‌گذاری پدیده‌ها و استخراج کدهای نخستین بود. در تحلیل داده‌ها عبارات کلیدی در متون نظری و مصاحبه‌ها شناسایی و با برچسب‌های مفهومی مناسب کدگذاری شدند. خروجی این مرحله، مجموعه‌ای از کدهای اولیه بود که نمایانگر مفاهیم پراکنده در ادبیات و گفتار مشارکت‌کنندگان بودند. این کدگذاری به‌طور جداگانه اما هم‌راستا برای دو منبع داده (متون نظری و مصاحبه‌های تجربی)

[1] Strauss & Corbin

انجام گرفت تا امکان مقایسه و تلفیق بعدی فراهم شود. در مرحله کدگذاری محوری، کدهای اولیه به‌صورت نظام‌مند حول مقولات سازمان‌دهی شدند و روابط میان کدها مورد بررسی قرار گرفت. هدف در این مرحله، تبدیل کدهای پراکنده به مقولات مفهومی منسجم و مشخص کردن الگوهای ارتباطی میان آن‌ها بود. تحلیل در این بخش بر اساس مدل پارادایمی نظریه داده‌بنیاد انجام شد. این مرحله به شناسایی ابعاد و زیربعدهای اصلی تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده با تأکید بر نقش هوش مصنوعی کمک کرد. در نهایت، در مرحله کدگذاری انتخابی، یک مقوله مرکزی که بهترین تبیین را از پدیده مورد مطالعه ارائه می‌داد، شناسایی و انتخاب شد. سپس سایر مقولات اصلی و فرعی حول این مقوله مرکزی سازمان‌دهی و پیوند داده شدند و روایت نظری یکپارچه‌ای شکل گرفت. در این مرحله، مدل نظری نهایی پژوهش ساخته شد؛ مدلی که هم‌زمان بر داده‌های تجربی حاصل از مصاحبه‌ها و مفاهیم استخراج‌شده از ادبیات (۳۷ مقاله) استوار است. به‌منظور مدیریت نظام‌مند داده‌های کیفی و افزایش دقت در فرایند کدگذاری، از نرم‌افزار مکس کیودا ۲۰۲۰ برای تحلیل داده‌ها استفاده شد. متن کامل مصاحبه‌ها و اسناد فراترکیب در این نرم‌افزار وارد گردید و مراحل کدگذاری باز، محوری و انتخابی، همراه با ثبت و سازمان‌دهی کدها، مقولات و یادداشت‌های تحلیلی، در آن انجام گرفت.

برای تضمین کیفیت و استحکام نتایج، معیارهای اعتمادپذیری پژوهش کیفی بر اساس راهنمای شنتون[1] (۲۰۰۴) مورد توجه قرار گرفت. در این چارچوب، چهار معیار اعتبار، انتقال‌پذیری، قابلیت اتکا و تأییدپذیری [2] لحاظ شده است. برای افزایش اعتبار یافته‌ها، چند راهبرد به‌کار گرفته شد: (۱) مثلث‌سازی داده‌ها از طریق استفاده هم‌زمان از دو منبع داده (ادبیات نظری و مصاحبه‌های تجربی)، (۲) بازبینی یافته‌ها توسط برخی مشارکت‌کنندگان به‌منظور اطمینان از درستی برداشت پژوهشگر از داده‌ها، و (۳) درگیر شدن طولانی‌مدت با داده‌ها و بازنگری مکرر در فرایند کدگذاری و تحلیل. در چارچوب نظریه داده‌بنیاد چندگانه، خودِ وجود دو منبع مستقل داده (نظری و تجربی) نوعی مثلث‌سازی محسوب می‌شود که به تقویت اعتبار کمک می‌کند. برای ارتقای انتقال‌پذیری، تلاش شد زمینه پژوهش به‌صورت غنی و دقیق توصیف شود. بدین منظور، ویژگی‌های زمینه‌ای صنعت شوینده و زنجیره تأمین آن، و نیز مشخصات مشارکت‌کنندگان (گروه، نقش، تخصص، سابقه و محل فعالیت) به‌تفصیل گزارش شده است تا خوانندگان بتوانند درباره امکان تعمیم یا انتقال نتایج به موقعیت‌های مشابه قضاوت آگاهانه‌ای داشته باشند. قابلیت اتکا از طریق مستندسازی کامل مراحل پژوهش و تحلیل داده‌ها مدنظر قرار گرفت. کلیه گام‌های مرتبط با انتخاب نمونه‌ها، جمع‌آوری داده‌ها، مراحل کدگذاری (باز، محوری و انتخابی)، و فرایند تلفیق داده‌های نظری و تجربی به‌صورت سیستماتیک ثبت و نگهداری شده است تا در صورت نیاز، مسیر انجام پژوهش قابل پیگیری و بازبینی باشد. برای ارتقای تأییدپذیری، یادداشت‌های تحلیلی و تأملی در طی فرایند تحلیل ثبت شد و تلاش گردید تا تصمیمات تحلیلی بر پایه داده‌ها و نه پیش‌فرض‌های پژوهشگر اتخاذ شود. هم‌چنین، بخشی از فرایند تحلیل و نتایج به‌صورت ممیزی خارجی توسط صاحب‌نظران مورد بازبینی قرار گرفت تا از هم‌خوانی نتایج با شواهد داده‌ای اطمینان حاصل شود. جدول ۴. راهبردهای اعتباربخشی کیفی مدل نهایی را نشان می دهد.

[1] Shenton
[2] Credibility, Transferability, Dependability and Confirmability

جدول ٤. راهبردهای اعتباربخشی کیفی مدل نهایی بر اساس معیارهای شنتون(۲۰۰۴)

معیار اعتمادپذیری	راهبرد به‌کاررفته در پژوهش	نقش در اعتباربخشی مدل نهایی
اعتبار	مثلث‌سازی داده‌ها از طریق تلفیق ادبیات نظری و مصاحبه‌های خبرگان؛ بازبینی یافته‌ها توسط مشارکت‌کنندگان؛ مقایسه مستمر داده‌های نظری و تجربی	اطمینان از اینکه مؤلفه‌های مدل با شواهد نظری و تجربه واقعی خبرگان صنعت همخوانی دارند
انتقال‌پذیری	توصیف زمینه صنعت شوینده، ویژگی‌های مشارکت‌کنندگان، نوع تخصص خبرگان و شرایط حاکم بر زنجیره تأمین	فراهم کردن امکان قضاوت برای کاربرد مدل در صنایع مشابه یا موقعیت‌های نزدیک
قابلیت اتکا	مستندسازی مراحل انتخاب منابع، مصاحبه‌ها، کدگذاری، تلفیق داده‌ها و استخراج مدل؛ استفاده از مکس کیودا برای مدیریت داده‌ها	ایجاد مسیر قابل پیگیری برای بازبینی فرایند شکل‌گیری مدل
تأییدپذیری	ثبت یادداشت‌های تحلیلی، اتکای تصمیمات تحلیلی به شواهد داده‌ای، ممیزی خارجی و بازبینی مدل توسط خبرگان	کاهش سوگیری پژوهشگر و تقویت انطباق مدل با داده‌های واقعی

یکی از ویژگی‌های اصلی رویکرد مولتی‌گرندد تئوری در این پژوهش، تلفیق تکاملی[1] داده‌های نظری و تجربی است. این تلفیق به‌صورت فرایندی رفت‌وبرگشتی میان ادبیات، مصاحبه‌ها و تحلیل مفهومی انجام شد؛ به این معنا که پژوهشگر به‌طور مکرر میان سه سطح حرکت کرده است: (۱) مرور و تحلیل ادبیات، (۲) گردآوری و تحلیل داده‌های مصاحبه، و (۳) بازگشت به ادبیات برای مقایسه، اصلاح و غنی‌سازی مفاهیم. این چرخه تا زمانی ادامه یافت که چارچوب مفهومی نسبتاً باثبات و منسجمی شکل گرفت. در تلفیق نهایی، مفاهیم استخراج‌شده از ادبیات (بنیان نظری) و مفاهیم حاصل از داده‌های تجربی مصاحبه‌ها (بنیان تجربی) در قالب یک مدل مفهومی واحد ترکیب شدند. هدف از این تلفیق، ساخت مدلی است که از یک‌سو با داده‌های واقعی و تجربه‌های گزارش‌شده توسط خبرگان و مدیران صنعت شوینده سازگار باشد و از سوی دیگر، با نظریه‌ها و یافته‌های موجود در ادبیات پژوهش پیرامون تاب‌آوری زنجیره تأمین و نقش هوش مصنوعی هم‌خوانی و هم‌افزایی داشته باشد. نتیجه این فرایند، مدل نظری نهایی پژوهش است که بر بنیان‌های نظری و تجربی استوار بوده و از انسجام منطقی درونی برخوردار است که در ادامه در بخش یافته های پژوهش تشریح می شود.

٤. یافته‌ها

بر اساس فرایند کدگذاری چندگانه در چارچوب نظریه داده‌بنیاد چندگانه، استخراج یافته‌ها به‌صورت گام‌به‌گام انجام شد. در گام نخست، داده‌های نظری حاصل از ۳۷ منبع علمی (جدول ۲) و داده‌های تجربی حاصل از ۱۳ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با خبرگان (جدول ۳) گردآوری و در نرم‌افزار مکس کیودا وارد شدند. سپس در مرحله کدگذاری باز، داده‌ها به واحدهای معنایی کوچک‌تر تفکیک و مفاهیم اولیه از متون و مصاحبه‌ها استخراج شد. در ادامه، از طریق مقایسه مستمر داده‌های نظری و تجربی، کدهای مشابه ادغام و کدهای تکراری حذف شدند تا مجموعه‌ای منسجم از مفاهیم اولیه شکل گیرد. در گام بعد، کدهای استخراج‌شده در قالب کدگذاری محوری سازمان‌دهی و روابط میان آن‌ها شناسایی شد. سپس در مرحله کدگذاری انتخابی، کدهای محوری با یکدیگر تلفیق و مقوله‌های اصلی که بیشترین قدرت تبیین پدیده مورد مطالعه را داشتند، استخراج شدند. در نهایت، با تطبیق و یکپارچه‌سازی یافته‌های نظری و تجربی، پنج مقوله اصلی به‌عنوان ابعاد کلیدی تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده شناسایی گردید (جدول ۵). این مقوله‌ها حاصل تلفیق نظام‌مند داده‌های نظری،

[1] Iterative Integration

مصاحبه‌های خبرگان و سایر واحدهای داده‌ای بوده و مبنای تدوین مدل نهایی پژوهش را تشکیل می‌دهند. در ادامه، هر یک از مقوله‌های اصلی تشریح می‌شوند.

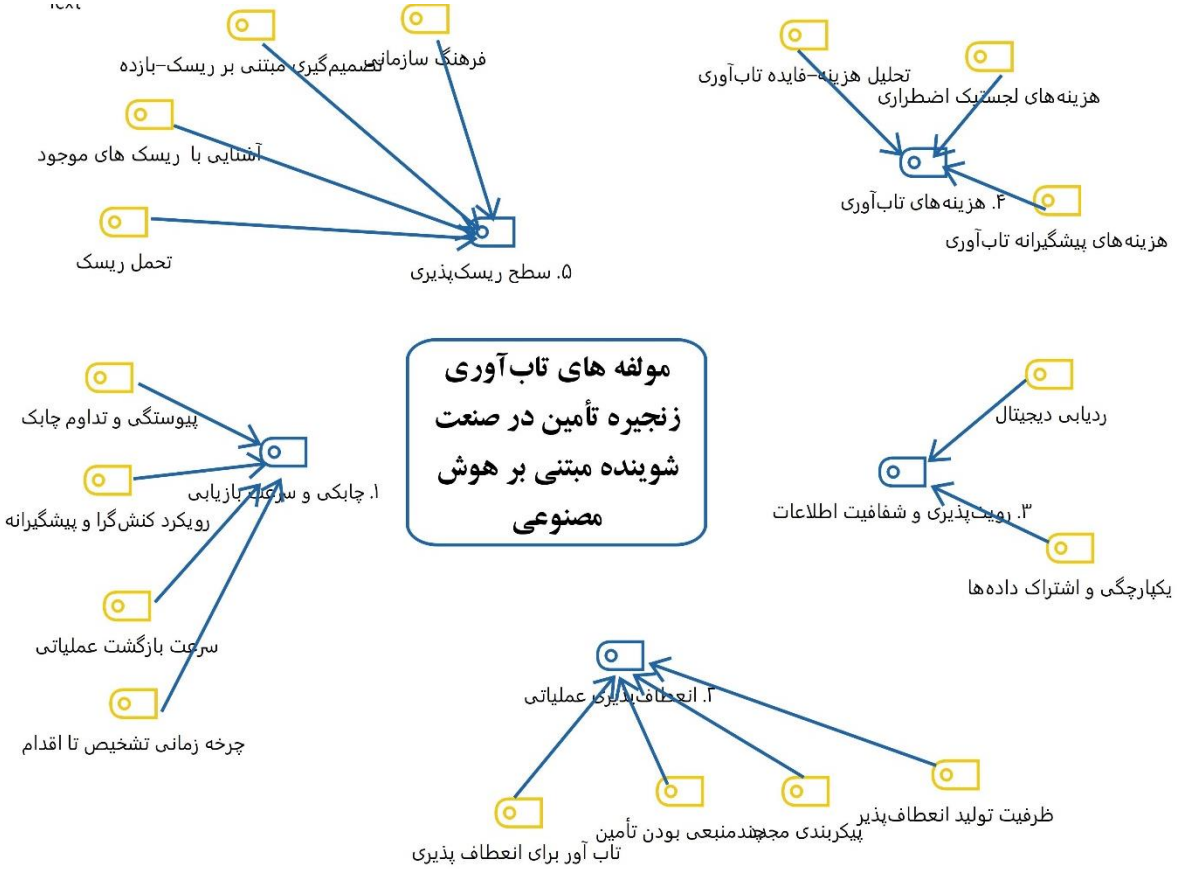
جدول ۵. ساختار مقوله‌های اصلی، کدهای محوری و کدهای باز تاب‌آوری زنجیره تأمین

مقوله اصلی	کد محوری	کد باز	منبع
۱. چابکی و سرعت بازیابی	چرخه زمانی تشخیص تا اقدام	تصمیم‌گیری پویا و سریع در محیط‌های عملیاتی	13, 31, I1, I7
		تکنولوژی و دیجیتال برای چرخه زمانی تشخیص تا اقدام	19, 26, 33, I1, U3, T1
		مدیریت داده‌های زیاد با سرعت	27, 29, I3, T1
	سرعت بازگشت عملیاتی	مدیریت و بهینه سازی موجودی	13, 16, 24, I5
		تصمیم گیری سریع برای بازگشت عملیاتی	15, 28, 29, I6, I9
		پاسخ سریع و تنظیم پویای برنامه‌ها	14, 17, 36, I6
		تکنولوژی و دیجیتال برای بازگشت عملیاتی	20,23, 27 , I3, T1
	رویکرد کنش‌گرا و پیشگیرانه	آینده‌نگری کنش گرا	22, 26, ,16, I2, U1, U3
		تحلیل پیش بینانه	25, 32, I2
		شفافیت برای چابکی	31, I2, I8
	پیوستگی و تداوم چابک	تدوین طرح‌های تثبیت و بازیابی	1, 36, I7
		تنظیمات پیشگیرانه برای چابکی	12, 26, 32, 37, I6
		یادگیری مستمر برای سازگاری	13, 26, I1, U2
		تطبیق سریع با شرایط متغیر	6, 34, I6, U1
۲. انعطاف‌پذیری عملیاتی	چندمنبعی بودن تأمین	تعامل با چندین تأمین‌کننده جهت کاهش ریسک و وابستگی تک‌منبعی	1,3, I5
		استفاده از تأمین چندگانه و تأمین‌کنندگان پشتیبان	8, 10, 11, I5
		توزیع ریسک از طریق تنوع‌بخشی به مکان‌های تولید و تأمین	5, 37, I7
	پیکربندی مجدد شبکه لجستیک	گذار از مدل متمرکز به غیرمتمرکز	5, I1, I3
		استفاده از تکنولوژی برای باز تعریف فرایندها	20 , 33, 34, I7, T1
		بازنگری فرآیند پیش‌بینی تقاضا	15, 24, I8
	ظرفیت تولید انعطاف‌پذیر	تجهیز کارخانه به سیستم‌های تولید هوشمند	1, 23, I7, T1
		پیش‌بینی تقاضا برای افزایش انعطاف‌پذیری	14 , 20, 29, 37, I9, U3
		سرمایه‌گذاری در ظرفیت تولید منعطف	3, I3, I8
	تاب آور برای انعطاف پذیری	توسعه ظرفیت دیجیتال برای تاب آوری	18, 21, 23, 34, I7, U2, T1
		تطبیق سریع با الزامات جدید	29,30, 35, I1, I6
۳. رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات	یکپارچگی و اشتراک داده‌ها	ایجاد منابع مشترک برای تسهیل جریان اطلاعات و کالا	2, 3, 27, I5, U3
		اشتراک دانش و تبادل اطلاعات	6, 10 , 15, 23, 26, 28, 34, I7, T1
		تسهیل مذاکرات تجاری و هماهنگی شرکا با استفاده از فناوری	2, 17, 29, I2,T1
	ردیابی دیجیتال	افزایش رویت‌پذیری شبکه جهت کسب فوری اطلاعات	1, 6, 11 , 20, 31 , 34, I1
		پیش‌بینی روندهای بازار	13, I5, U2
		ردیابی دیجیتال بلادرنگ	12, 17 , 19 , 25, I8, T1

منبع	کد باز	کد محوری	مقوله اصلی
5, I3	بکارگیری تحلیل داده‌های بلادرنگ برای مدیریت عدم‌قطعیت		
2, 10 , 14, 16, I9, U2, T1	پایش بلادرنگ فعالیت‌ها از طریق دیجیتالی‌سازی		
8, 9, 22 , I4	نگهداری موجودی اضطراری	هزینه‌های پیشگیرانه تاب‌آوری	**٤. هزینه‌های تاب‌آوری**
23, I3	هزینه های مالی		
7, I2, U1	پیش بینی پویای هزینه ها آینده	هزینه‌های لجستیک اضطراری	
8, I2, I4	پذیرش هزینه‌های بالاتر برای دستیابی به تاب‌آوری		
30, I2, U2, U3	چالش های لجستیکی		
4, 12, 24 , 29, I4	کاهش هزینه‌های موجودی غیرضروری از طریق پیش‌بینی دقیق تقاضا	تحلیل هزینه–فایده تاب‌آوری	
12, I3, U1	موازنه بین هزینه و ریسک		
9, I1, I4	ایجاد تعادل بهینه میان تاب‌آوری و کنترل هزینه		
4, 32, 35, 36, I8	سنجش تاب آوری با استفاده از معیارهای مختلف	تحمل ریسک	**٥. سطح ریسک‌پذیری**
21,25, 26, 37, T1	تکنولوژی برای تحمل ریسک		
9, 11, 37, I8	شناسایی ریسک های مختلف	آشنایی با ریسک های موجود	
14, 30 , 37 , I4	ارزیابی احتمال و اثر ریسک‌ها		
7 , 19, I3, U3	بهبود سفارش‌گذاری با لحاظ کردن ریسک تقاضا	تصمیم‌گیری مبتنی بر ریسک–بازده	
9, 10, 11, 17, 18 , 22, I4, U1, U3	پیش‌بینی و مدل‌سازی عوامل عدم‌قطعیت برای تصمیم‌گیری		
2, 27, I1, U2	تقویت ظرفیت سازمانی و آموزش	فرهنگ سازمانی ریسک‌پذیر	
25, 27,I6, U1	مقاوت سازمانی		

مقوله‌ی نخست، چابکی و سرعت بازیابی است که پیرامون کدهای محوری‌ای مانند چرخه زمانی تشخیص تا اقدام، سرعت بازگشت عملیاتی، رویکرد کنش‌گرا و پیشگیرانه و پیوستگی و تداوم چابک شکل گرفته است. این مقوله نشان می‌دهد که توان تشخیص به‌موقع اختلال، تصمیم‌گیری سریع و استفاده از زیرساخت‌های دیجیتال برای بازگشت سریع به سطح عملکرد قابل قبول، بُعدی محوری در تاب‌آوری زنجیره تأمین محسوب می‌شود. مقوله‌ی دوم، انعطاف‌پذیری عملیاتی است که کدهای محوری‌ای مانند چندمنبعی بودن تأمین، پیکربندی مجدد شبکه لجستیک، ظرفیت تولید انعطاف‌پذیر و تاب آور برای انعطاف پذیری را دربرمی‌گیرد. یافته‌ها حاکی از آن است که تنوع‌بخشی به منابع، امکان بازپیکربندی شبکه و بهره‌گیری از ظرفیت‌های تولید هوشمند، زمینه جابه‌جایی سریع بین گزینه‌های مختلف و انطباق با شرایط متغیر را فراهم می‌کند. مقوله‌ی سوم، رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات است که بر یکپارچگی و اشتراک داده‌ها، ردیابی دیجیتال و پایش بلادرنگ تأکید دارد. این مقوله نشان می‌دهد دسترسی به اطلاعات یکپارچه و به‌روز در سراسر شبکه، پیش‌شرط مدیریت عدم‌قطعیت، هماهنگی میان شرکا و فعال‌شدن سازوکارهای چابکی و انعطاف‌پذیری است. مقوله‌ی چهارم، هزینه‌های تاب‌آوری است که جنبه‌های هزینه‌ای اقدامات تاب‌آورانه را در قالب هزینه‌های پیشگیرانه، هزینه‌های لجستیک اضطراری و تحلیل هزینه–فایده تاب‌آوری بازتاب می‌دهد. بر اساس این یافته‌ها، سازمان‌ها تاب‌آوری را نه صرفاً به‌عنوان افزایش هزینه، بلکه به‌مثابه موازنه‌ای پویا میان هزینه‌ها و ریسک‌های محتمل درک می‌کنند. نهایتاً

مقوله‌ی پنجم، سطح ریسک‌پذیری است که شامل تحمل ریسک، آشنایی با ریسک‌های موجود، تصمیم‌گیری مبتنی بر ریسک–بازده و فرهنگ سازمانی ریسک‌پذیر می‌شود. این مقوله نشان می‌دهد که تاب‌آوری زنجیره تأمین، علاوه بر سازوکارهای عملیاتی و فناورانه، به نگرش سازمان نسبت به ریسک، ظرفیت تحمل آن و سرمایه‌گذاری بر آموزش، یادگیری و تقویت مقاومت سازمانی وابسته است. خلاصه مقوله‌های اصلی، کدهای محوری، ترکیب منابع نظری و تجربی هر کد در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱ . مولفه های تاب آوری زنجیره تامین مبتنی بر هوش مصنوعی، خروجی مکس کیودا

بر اساس نتایج حاصل از کدگذاری داده‌های نظری و تجربی، مدل نهایی پژوهش در شکل ۲ ارائه شده است. این مدل نشان می‌دهد که تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده مبتنی بر هوش مصنوعی، حاصل تعامل و هم‌افزایی پنج مؤلفه اصلی شامل «چابکی و سرعت بازیابی»، «انعطاف‌پذیری عملیاتی»، «رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات»، «هزینه‌های تاب‌آوری» و «سطح ریسک‌پذیری» است. به عبارت دیگر، تاب‌آوری در این پژوهش به‌عنوان خروجی نهایی مدل در نظر گرفته شده و از طریق تقویت هم‌زمان قابلیت‌های عملیاتی، اطلاعاتی، مالی و مدیریتی در زنجیره تأمین تحقق می‌یابد.



شکل۲. مدل نهایی پژوهش

۵. بحث و نتیجه‌گیری

۵. ۱. بحث پیرامون یافته ها

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که چابکی و سرعت بازیابی در زنجیره تأمین زمانی محقق می‌شود که سه سازوکار کلیدی شامل تشخیص سریع اختلال، تصمیم‌گیری چابک و رویکرد کنش‌گرا به‌صورت هم‌افزا عمل کنند. تحلیل داده‌های کیفی نشان داد که کوتاه‌شدن چرخه «تشخیص تا اقدام» و افزایش سرعت بازگشت عملیاتی، پیوندی مستقیم با بهره‌گیری از فناوری‌های هوش مصنوعی دارد. مرور نظام‌مند منابع نیز این نتیجه را تقویت می‌کند. به‌ویژه، کالوسیوالینگام و همکاران[1](۲۰۲۲) نشان می‌دهند که به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری تقویتی عمیق[2] و تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده موجب شناسایی زودهنگام الگوهای اختلال و کاهش زمان واکنش اولیه می‌شود. همچنین، آباکو و همکاران[3](۲۰۲۴) تأکید می‌کنند که سیستم‌های هوشمند هشدار سریع و بازپیکربندی بلادرنگ فرآیندها، بنیان چابکی و بازیابی سریع را تشکیل می‌دهند. از سوی دیگر، صادقی و همکاران[4](۲۰۲۴) با برجسته‌سازی نقش هوش مصنوعی قابل توضیح[5] نشان می‌دهند که کاهش ابهام تصمیم‌گیری و افزایش شفافیت، سرعت و دقت واکنش سازمان به اختلالات را افزایش می‌دهد. این شواهد با

[1] Kalusivalingam et al.
[2] Deep Reinforcement Learning
[3] Abaku et al.
[4] Sadeghi et al.
[5] Explainable AI

یافته کیفی «رویکرد کنش‌گرا و پیشگیرانه» هم‌راستاست و نشان می‌دهد که چابکی مؤثر بیش از آنکه یک عملکرد واکنشی باشد، حاصل آمادگی پیش‌دستانه و کاهش دامنه اختلال است. در امتداد این منطق، تداوم چابکی و سرعت بازیابی پایدار، نیازمند وجود زیرساخت‌های دیجیتال مقاوم است. یافته‌های پژوهش نشان داد که پیوستگی عملیات و تداوم چابکی زمانی تضمین می‌شود که تصمیم‌گیری هوشمند با بسترهای فناورانه یکپارچه همراه باشد. بر این اساس، کالوسیوالینگام و همکاران (۲۰۲۲) بر نقش هماهنگ‌سازی فناوری‌های اینترنت اشیا، رایانش ابری و هوش مصنوعی در حفظ جریان داده و پایداری عملیاتی تأکید می‌کنند. همچنین، آباکو و همکاران (۲۰۲۴) اشاره می‌کنند که قابلیت بازپیکربندی شبکه تأمین و انعطاف تصمیمات مبتنی بر هوش مصنوعی، بازگشت سریع سازمان به وضعیت پایدار را تسهیل می‌کند. در منابع فارسی، مطالعه تابلی و ابراهیم‌پور[1] (۲۰۲۵) نشان می‌دهد که ترکیب بلاک‌چین و هوش مصنوعی نه‌تنها شفافیت و امنیت داده را افزایش می‌دهد، بلکه ستون فقرات تداوم عملیات در شرایط اختلال محسوب می‌شود.

یافته ها نشان می‌دهد که انعطاف‌پذیری عملیاتی یک مؤلفه چندلایه است که از تعامل بین چندمنبعی بودن، پیکربندی مجدد شبکه، ظرفیت تولید انعطاف‌پذیر و فناوری‌های نوین شکل می‌گیرد. چندمنبعی بودن به‌عنوان ستون افزونگی، ریسک اختلالات را با شکستن اتکا بر تأمین‌کنندگان یگانه کاهش می‌دهد (ریاد و همکاران، ۲۰۲۴[2]). عالم‌تبریز و همکاران، ۲۰۲۳[3]) بیان می کنند که این افزونگی زمانی اثربخش‌تر می‌شود که شبکه لجستیک توان بازپیکربندی سریع داشته باشد و هوش مصنوعی بتواند بر اساس تحلیل‌های بلادرنگ، مسیرهای جایگزین و ساختارهای جدید شبکه را پیشنهاد دهد. از طرفی با توجه به موکرجی و همکاران، ۲۰۲۴[4]) ظرفیت تولید انعطاف‌پذیر نیز به‌عنوان یک توان عملیاتی درونی، میزان آسیب‌پذیری عملیاتی را با امکان تغییر سریع حجم و الگوی تولید کاهش می‌دهد. در مجموع، این عناصر زیربنای یک معماری مقاوم در زنجیره تأمین را شکل می‌دهند که قادر است در برابر اختلالات شدید واکنش سریع، کم‌هزینه و مؤثر داشته باشد. در این میان، فناوری‌های هوش مصنوعی و بلاک‌چین به‌عنوان موتورهای توانمندساز، کارکرد تصمیم‌گیری را تقویت کرده و شبکه‌های چندمنبعی را از طریق شفافیت، ردیابی امن و تحلیل پیش‌بینانه پشتیبانی می‌کنند (ریاد و همکاران، ۲۰۲۴؛ عالم تبریز و همکاران، ۲۰۲۳). این فناوری‌ها با کاهش عدم‌تقارن اطلاعاتی و تسهیل هماهنگی میان بازیگران، بستر لازم برای بازپیکربندی سریع شبکه و تولید انعطاف‌پذیر را فراهم می‌سازند. با این حال، محدودیت‌هایی مانند مسائل مقیاس‌پذیری بلاک‌چین و نیاز هوش مصنوعی به داده‌های باکیفیت، مانعی برای تعمیم کامل این راهکارها، به‌ویژه در محیط‌هایی با زیرساخت‌های ناقص، ایجاد می‌کند (تابلی و ابراهیم پور ، ۲۰۲۵). در نتیجه، چارچوب نهایی تاب‌آوری باید ترکیبی از افزونگی هوشمند، بازپیکربندی پویا و ظرفیت تولید انعطاف‌پذیر، همراه با بهره‌گیری هدفمند از فناوری‌های هوش مصنوعی و بلاک‌چین باشد تا تعادل میان هزینه و انعطاف‌پذیری عملیاتی برقرار شود.

مقوله بعدی یعنی رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات، زمانی به یک قابلیت پایدار در زنجیره تأمین تبدیل می‌شود که سه محور یکپارچگی داده، شفافیت اطلاعات و ردیابی دیجیتال در کنار یکدیگر عمل کنند. بررسی های بتا و همکاران (۲۰۲۵) نشان می‌دهد که الگوریتم‌های هوش مصنوعی، با استانداردسازی داده‌ها و یکپارچه‌سازی جریان‌های عملیاتی، نمای واحدی از وضعیت زنجیره ایجاد می‌کنند که کاهش عدم‌قطعیت را ممکن می‌سازد؛ به‌ویژه زمانی که مدل‌های یادگیری

[1] Tabli & Ebrahimpuor
[2] Riad et al.
[3] Alemtabriz et al.
[4] Mukherjee et al. 2024

ماشین شاخص‌های اختلال را از میان داده‌های پراکنده استخراج و هم‌زمان‌سازی می‌کنند. در همین راستا، صادقی و همکاران (۲۰۲۴) نشان می‌دهند که شفافیت اطلاعات تنها زمانی معنادار است که تبیین‌پذیری نیز در کنار آن وجود داشته باشد؛ زیرا با آشکارسازی منطق تصمیمات الگوریتمی، اعتماد کنشگران زنجیره را افزایش می‌دهد و از تبدیل شفافیت به جعبه سیاه جلوگیری می‌کند. بنابراین، برآیند این مسیر آن است که هوش مصنوعی، چه در سطح پردازش پیش‌بینانه و چه در سطح تبیین‌پذیری، ستون اصلی یکپارچگی و وضوح داده‌ها را شکل می‌دهد. با این حال، پژوهش حاضر تأکید می‌کند که بدون ردیابی دیجیتال و ثبت تغییرناپذیر سوابق، این شفافیت دوام عملیاتی نخواهد داشت. یافته‌های تابلی و ابراهیم پور (۲۰۲۵) نشان می‌دهد که بلاک‌چین با ایجاد زنجیره‌های تأییدپذیر و مقاوم در برابر دستکاری، سطح بالاتری از اعتماد میان اعضای زنجیره تأمین فراهم می‌کند و امکان مشاهده لحظه‌ای جریان مواد و اطلاعات را افزایش می‌دهد. کاشم و همکاران[1] (۲۰۲۳) نیز تأیید می‌کنند که هم‌افزایی هوش مصنوعی و بلاک‌چین به‌طور هم‌زمان دو مسئله تاریخی زنجیره تأمین را حل می‌کند: آشفتگی داده‌ها و عدم امکان ردیابی منشأ. این ترکیب نه‌تنها منشأ هر جزء را قابل‌احراز می‌کند، بلکه الگوهای اختلال را نیز پیش‌بینی‌پذیر می‌سازد. بنابراین، در جمع‌بندی این مقوله می‌توان گفت که رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات یک قابلیت چندلایه است که تنها در صورت ادغام سه محور یکپارچگی داده، شفافیت مبتنی بر هوش مصنوعی، و ردیابی دیجیتال مبتنی بر بلاک‌چین به‌صورت کاملاً پایدار و قابل اتکا شکل می‌گیرد.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که هزینه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین باید در سه سطح متمایز اما به‌هم‌پیوسته تحلیل شود: هزینه‌های پیشگیرانه تاب‌آوری، هزینه‌های لجستیک اضطراری و تحلیل هزینه–فایده سرمایه‌گذاری در تاب‌آوری مبتنی بر فناوری‌های هوشمند. وادیجیچرلا[2] (۲۰۲۴) نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی در قالب مدل‌های پیش‌بین اختلال، بهینه‌سازی موجودی ایمن، پیکربندی چندگانه تأمین و بهبود برنامه‌ریزی ظرفیت، مستلزم تحمل سطحی از هزینه‌های پیشینی (سرمایه‌گذاری در داده، زیرساخت و الگوریتم) است؛ اما این هزینه‌ها در منطق طراحی تاب‌آور، نه به‌عنوان بار اضافی، بلکه به‌عنوان «حق بیمه» برای کاهش شدت و فراوانی اختلالات آینده مفهوم‌سازی می‌شوند. این یافته با نتایج نظری و تجربی پژوهش حاضر همسو است که در آن مشارکت‌کنندگان، سرمایه‌گذاری در سامانه‌های تحلیلی و هوشمند را به‌عنوان بخشی از هزینه ساخت اکوسیستم تاب‌آور تلقی کرده‌اند، نه صرفاً هزینه فناوری. در سطح دوم، مطالعه ناز و همکاران[3] (۲۰۲۲) نشان می‌دهد که در شرایط بحران‌هایی نظیر کووید-۱۹، بخش قابل‌توجهی از هزینه‌های تاب‌آوری در قالب لجستیک اضطراری، قراردادهای حمل‌ونقل سریع، تغییرات ناگهانی در مسیرهای توزیع و تأمین‌کنندگان جایگزین بروز می‌کند؛ به‌عبارتی، زمانی‌که برنامه‌ریزی پیشگیرانه ناکافی باشد، هزینه تاب‌آوری به‌صورت واکنشی و پرهزینه ظاهر می‌شود. بو و ژو (۲۰۲۴) این تصویر را از طریق قاب تحلیلی هزینه–فایده تکمیل می‌کنند و نشان می‌دهند که به‌کارگیری تحلیل‌های پیش‌بین و تکنیک‌های هوش محاسباتی (مانند الگوریتم‌های فراابتکاری و مدل‌های یادگیری ماشین) امکان ارزیابی کمی سناریوهای مختلف تاب‌آوری را فراهم می‌آورد؛ به‌گونه‌ای که تصمیم‌گیرندگان بتوانند بین هزینه‌های پیشگیرانه، هزینه‌های لجستیک اضطراری و منافع ناشی از کاهش زمان ازکارافتادگی، بهبود سطح خدمت و کاهش ریسک، توازن برقرار کنند. نتیجه ضمنی برای این پژوهش آن است که «هزینه‌های تاب‌آوری» نه یک قلم هزینه منفرد، بلکه یک سبد پویا از هزینه‌ها و منافع است که باید در یک چارچوب تحلیلی مبتنی بر داده و هوش مصنوعی ارزیابی شود؛ رویکردی

[1] Kashem et al.
[2] Vadigicherla
[3] Naz et al.

که با ساختار مفهومی و شواهد تجربی به‌دست‌آمده در این تحقیق نیز هم‌راستا است.

سطح ریسک‌پذیری، یکی از عوامل بنیادین در مدیریت زنجیره تأمین است و تعیین می‌کند که سازمان تا چه حد و در چه شرایطی قادر به تحمل اختلالات، نوسانات یا عدم‌قطعیت‌های عملیاتی است. منابع تحلیلی بررسی‌شده در این پژوهش، از جمله کاتراگادا [1](۲۰۲۶)، لین و وانگ[2] (۲۰۲۵) و گوپتا و همکاران[3] (۲۰۲۱)، نشان می‌دهند که نقش هوش مصنوعی در شناسایی ریسک، تنظیم پویا و بهینه سطح ریسک‌پذیری، و پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر ریسک–بازده به‌طور فزاینده‌ای حیاتی شده است. یافته‌ها بیانگر آن است که هوش مصنوعی به توانمندسازی سازمان‌ها برای واکنش سریع‌تر، پیش‌بینی دقیق‌تر و تحمل مؤثرتر ریسک کمک می‌کند. طبق یافته‌های کاتراگادا (۲۰۲۶)، استفاده از هوش مصنوعی تطبیقی و سیستم‌های عامل‌محور در زنجیره‌های تأمین مدرن به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که سطح تحمل ریسک خود را بر اساس داده‌های بلادرنگ به‌صورت دینامیک تنظیم کنند. این روند با نتایج لین و وانگ (۲۰۲۵) هم‌راستاست؛ این پژوهش‌ها تأکید می‌کنند که مدل‌های هوش مصنوعی با انجام تحلیل‌های کمی و به‌کارگیری الگوریتم‌های پیش‌بینی‌گر، موجب شفاف‌تر شدن ساختار ریسک در زنجیره تأمین می‌شوند و تصمیم‌گیری ریسک–بازده را تقویت می‌کنند. پژوهش گوپتا و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان می‌دهد که کاربردهای اولیه هوش مصنوعی، هرچند در مراحل مقدماتی، اما زمینه‌ساز تحول بعدی در شناسایی و تحمل ریسک بوده‌اند و سیر تکاملی به سمت مدل‌های پیچیده‌تر و خودکار در سال‌های بعد را توجیه می‌کنند .در مجموع، این منابع تأکید دارند که هوش مصنوعی از ابزارهای کمکی شناسایی ریسک به یک زیرساخت تصمیم‌گیری هوشمند تبدیل شده است که توانایی تشخیص الگوهای پنهان، پیش‌بینی اختلالات و تنظیم دقیق سطح ریسک‌پذیری را دارد. این تحول موجب بالا رفتن تاب‌آوری زنجیره تأمین می‌شود، زیرا سازمان‌ها نه‌تنها می‌توانند تصمیمات ریسک–بازده را مؤثرتر اتخاذ کنند، بلکه می‌توانند به‌صورت پیش‌دستانه وارد عمل شوند.

۵. ۲. پیشنهادات کاربردی

با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهادهای کاربردی زیر برای ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده ارائه می‌شود:

۱. تقویت چابکی و سرعت بازیابی زنجیره تأمین: استفاده از سامانه‌های هشدار زودهنگام، ابزارهای پیش‌بینی و برنامه‌های واکنش سریع می‌تواند زمان تشخیص و رفع اختلالات را کاهش داده و سرعت بازیابی عملیات را افزایش دهد.

۲. افزایش انعطاف‌پذیری عملیاتی: تنوع‌بخشی به تأمین‌کنندگان، مسیرهای حمل‌ونقل و ظرفیت‌های تولید، وابستگی به منابع محدود را کاهش داده و توان پاسخ‌گویی به شرایط بحرانی را بهبود می‌بخشد.

۳. ارتقای رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات: ایجاد سامانه‌های یکپارچه اطلاعاتی و استفاده از ابزارهای پایش و ردیابی دیجیتال، دسترسی به اطلاعات دقیق و تصمیم‌گیری سریع‌تر را امکان‌پذیر می‌کند.

٤. مدیریت هزینه‌های تاب‌آوری: شرکت‌ها باید هزینه‌های اقدامات پیشگیرانه را در مقایسه با خسارات ناشی از

[1] Katragadda
[2] Lin & Wang
[3] Gupta et al.

اختلالات ارزیابی کرده و از ابزارهای تحلیلی و هوش مصنوعی برای تصمیم‌گیری اقتصادی‌تر بهره بگیرند.

۵. تقویت فرهنگ ریسک‌پذیری: استقرار نظام مدیریت ریسک، آموزش کارکنان و توسعه فرهنگ یادگیری و نوآوری می‌تواند آمادگی سازمان را در مواجهه با عدم‌قطعیت‌ها افزایش دهد.

٦. توسعه تدریجی کاربردهای هوش مصنوعی: پیشنهاد می‌شود پیاده‌سازی هوش مصنوعی از کاربردهایی مانند پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی و ارزیابی ریسک تأمین‌کنندگان آغاز شده و به‌تدریج گسترش یابد.

در مجموع، ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین مستلزم توجه هم‌زمان به ابعاد عملیاتی، اطلاعاتی، مالی، فناورانه و مدیریتی است و باید به‌عنوان یک قابلیت راهبردی در سازمان‌ها مورد توجه قرار گیرد.

۵. ۳. محدودیت‌های پژوهش و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تاب‌آوری زنجیره تأمین در صنعت شوینده مبتنی بر هوش مصنوعی، پدیده‌ای چندبعدی است که از تعامل پنج مقوله اصلی شامل چابکی و سرعت بازیابی، انعطاف‌پذیری عملیاتی، رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات، هزینه‌های تاب‌آوری و سطح ریسک‌پذیری شکل می‌گیرد. بر این اساس، پیشنهادهای آتی این پژوهش نه به‌صورت کلی، بلکه بر مبنای گزاره‌های حاصل از مدل، نتایج به‌دست‌آمده و محدودیت‌های پژوهش ارائه می‌شود.

نخست، از آنجا که این پژوهش در بافت نهادی و اقتصادی خاص صنعت شوینده ایران و تحت شرایطی مانند تحریم، نوسانات ارزی، محدودیت‌های زیرساختی و بی‌ثباتی در تأمین مواد اولیه انجام شده است، تعمیم نتایج به سایر صنایع و کشورها باید با احتیاط صورت گیرد. بنابراین، به پژوهشگران آینده پیشنهاد می‌شود مدل ارائه‌شده را در صنایع مشابه، مانند صنایع شیمیایی، آرایشی و بهداشتی، دارویی و کالاهای تندمصرف، و نیز در کشورهایی با سطوح متفاوت بلوغ دیجیتال و ثبات نهادی بررسی کنند. چنین مطالعاتی می‌تواند نشان دهد که کدام مؤلفه‌های تاب‌آوری ماهیتی عمومی دارند و کدام مؤلفه‌ها وابسته به زمینه صنعت شوینده ایران هستند.

دوم، با توجه به اینکه پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و بر اساس نظریه داده‌بنیاد چندگانه انجام شده است، هدف آن ارائه تعمیم آماری نبوده، بلکه تبیین نظری و زمینه‌مند مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین مبتنی بر هوش مصنوعی بوده است. ازاین‌رو، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، مقیاس‌های سنجش برای پنج مقوله اصلی و زیرمقوله‌های شناسایی‌شده طراحی و اعتبارسنجی شود. سپس روابط میان این مؤلفه‌ها با استفاده از روش‌های کمی مانند مدل‌یابی معادلات ساختاری، حداقل مربعات جزئی، تحلیل عاملی تأییدی یا مدل‌های ترکیبی کمی–کیفی آزمون شود. این مسیر می‌تواند میزان اثرگذاری هر یک از مؤلفه‌ها بر عملکرد زنجیره تأمین، پایداری، کاهش اختلال و سرعت بازیابی را روشن‌تر سازد.

سوم، یکی از محدودیت‌های پژوهش، دسترسی محدود به داده‌های عملیاتی و مالی دقیق در شرکت‌های صنعت شوینده بود؛ به‌ویژه در زمینه هزینه‌های اختلال، هزینه سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی، بازده سرمایه‌گذاری دیجیتال و هزینه‌های پیشگیرانه تاب‌آوری. با توجه به شناسایی «هزینه‌های تاب‌آوری» به‌عنوان یکی از مقوله‌های اصلی پژوهش، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده به توسعه مدل‌های کمی هزینه–فایده، تحلیل بازگشت سرمایه و سنجش اقتصادی راهکارهای هوش مصنوعی در تاب‌آوری زنجیره تأمین بپردازند. این مطالعات می‌توانند مشخص کنند که کدام سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه پیش‌بینی تقاضا، پایش ریسک، ردیابی دیجیتال، مدیریت موجودی و بهینه‌سازی لجستیک بیشترین ارزش افزوده را برای شرکت‌های صنعت شوینده ایجاد می‌کنند.

چهارم، با توجه به اینکه سطح بلوغ پیاده‌سازی هوش مصنوعی در زنجیره تأمین صنعت شوینده هنوز در مراحل اولیه قرار دارد، بخشی از مدل پژوهش ناظر بر وضعیت مطلوب و قابلیت‌های قابل توسعه آینده است. بنابراین، به محققان پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مداخله‌ای، طراحی‌محور و موردکاوی طولی انجام دهند و اثر استقرار واقعی ابزارهای هوش مصنوعی، مانند مدل‌های پیش‌بینی تقاضا، داشبوردهای هشدار سریع، سیستم‌های پایش بلادرنگ تأمین‌کنندگان، الگوریتم‌های بهینه‌سازی موجودی و ابزارهای ردیابی دیجیتال را بر شاخص‌هایی مانند سرعت بازیابی، کاهش اختلال، کاهش هزینه‌های اضطراری و بهبود هماهنگی زنجیره تأمین ارزیابی کنند.

پنجم، یافته‌های پژوهش نشان داد که تاب‌آوری زنجیره تأمین صرفاً تابع فناوری نیست، بلکه به سطح ریسک‌پذیری، فرهنگ سازمانی، پذیرش مدیریتی، یادگیری سازمانی و آمادگی کارکنان نیز وابسته است. بر همین اساس، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده نقش عوامل رفتاری و سازمانی مانند اعتماد به هوش مصنوعی، سواد داده‌ای مدیران، آمادگی دیجیتال سازمان، سبک رهبری، مقاومت سازمانی، فرهنگ ریسک‌پذیری و قابلیت یادگیری را در پذیرش و اثربخشی راهکارهای هوش مصنوعی بررسی کنند. این مطالعات می‌توانند به فهم بهتر این موضوع کمک کنند که چرا برخی سازمان‌ها با وجود دسترسی به فناوری، در تبدیل قابلیت‌های دیجیتال به تاب‌آوری واقعی زنجیره تأمین موفق‌تر عمل می‌کنند.

ششم، از آنجا که یکی از گزاره‌های اصلی پژوهش بر نقش رویت‌پذیری و شفافیت اطلاعات در تاب‌آوری زنجیره تأمین تأکید دارد، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، نقش کیفیت داده، یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی، اشتراک‌گذاری داده میان تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان، امنیت داده و تبیین‌پذیری الگوریتم‌ها بررسی شود. این محور می‌تواند به توسعه چارچوب‌هایی برای حکمرانی داده در زنجیره تأمین صنعت شوینده منجر شود و زمینه استفاده مطمئن‌تر از هوش مصنوعی را فراهم سازد.

در مجموع، مسیرهای پیشنهادی برای تحقیقات آتی نشان می‌دهد که مدل ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند مبنایی برای توسعه مطالعات کمی، تطبیقی، مداخله‌ای، اقتصادی و رفتاری در حوزه تاب‌آوری زنجیره تأمین مبتنی بر هوش مصنوعی باشد. این مطالعات ضمن رفع محدودیت‌های پژوهش حاضر، می‌توانند اعتبار، تعمیم‌پذیری و کاربردپذیری مدل را در بافت‌های صنعتی و فناورانه گوناگون تقویت کنند.

تعارض منافع

نویسنگان تعارض منافع ندارند.

سپاسگزاری

از تمامی شرکت‌کنندگان در این پژوهش که با دقت، زمان‌بندی و صبر و شکیبایی خود ما را در انجام هر چه بهتر فرآیند پژوهش یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

ORCID

Ahmad reza Doustmohammadi		**https://orcid.org/0009-0007-8821-4757**
Ali Atashsooz		**https://orcid.org/0000-0002-6014-7130**
Fariba Salahi		**https://orcid.org/0000-0002-6798-1179**

References

Abaku, E. A., Edunjobi, T. E., & Odimarha, A. C. (2024). Theoretical approaches to AI in supply chain optimization: Pathways to efficiency and resilience. *International journal of science and technology research archive*, *6*(1), 092-107. Doi: https://doi.org/10.53771/ijstra.2024.6.1.0033

Alemtabriz, A., Mohebbi, P., Ershadi, M. J., & Azizi, A. (2025). Designing a resilient supply chain network with a decentralized strategy under uncertainty. *Engineering Review*: Međunarodni časopis namijenjen publiciranju originalnih istraživanja s aspekta analize konstrukcija, materijala i novih tehnologija u području strojarstva, brodogradnje, temeljnih tehničkih znanosti, elektrotehnike, računarstva i građevinarstva, 45(1), 0-0. Doi: https://doi.org/10.30765/er.2622

Atnafu, M. D. (2018). Challenges of supply chain integration: The case of soap and detergent manufacturing companies in Ethiopia. *Global Journal of Management and Business Research*, 18(7).

Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S. S., Khan, S. A. R., & Verma, S. (2024). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation. *Annals of operations research*, *333*(2), 627-652. Doi: https://doi.org/10.1007/s10479-021-03956-x

Beta, K., Nagaraj, S. S., & Weerasinghe, T. D. (2025). The role of artificial intelligence on supply chain resilience. *Journal of Enterprise Information Management*, *38*(3), 950-973. Doi: https://doi.org/10.1108/JEIM-12-2023-0674

Bo, L., & Xu, J. (2024). Enhancing supply chain efficiency resilience using predictive analytics and computational intelligence techniques. IEEE Access, 12, 183451-183465. Doi: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3507161

Calvo, J., Olmo, J. L. D., & Berlanga, V. (2020). Supply chain resilience and agility: a theoretical literature review. *International Journal of Supply Chain and Operations Resilience*, *4*(1), 37-69. Doi: https://doi.org/10.1504/IJSCOR.2020.105950

Chisungo, C., Njini, K., Chazuza, T., & Mpofu, T. (2025). Sustainable Supply Chain to Enhance the Environmental Performance in the Cleaning Detergents Manufacturing Industry: Case of Harare, Zimbabwe. *International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)*, *9*(10). Doi: https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.910000046

Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. Doi: https://doi.org/10.1108/09574090410700275

Garmsiri, Baloui Jamkhaneh, & Ghorbanpour. (2025). Assessing the readiness of petrochemical companies to adapt to the fourth generation industry developments using a machine learning approach. Research in Production and Operations Management, 16(2), 1-26. doi: https://doi.org/10.22108/pom.2025.143022.1582

Goldkuhl, G. & Cronholm, S. (2010). Adding theoretical grounding to Grounded Theory: Toward Multi-Grounded Theory. *International Journal of Qualitative Methods*. (9)2, 187-205. Doi: https://doi.org/10.1177/16094069100090020

Goldkuhl, G. & Cronholm, S. (2018). Reflection/Commentary on a Past Article: multi-grounded Theory: An Update. *International Journal of Qualitative Methods*, 2018. Published. https://doi.org/10.1177/1609406918795540

Gupta, S., Modgil, S., Meissonier, R., & Dwivedi, Y. K. (2021). Artificial intelligence and information system resilience to cope with supply chain disruption. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *71*, 10496-10506. Doi: https://doi.org/10.1109/TEM.2021.3116770

Hajbabaie, M., Sabour, M. R., Zarrabi, H., Dezvareh, G. A., & Hatami, A. M. (2023). Global trends of the scientific literature on detergents: A bibliometric analysis during 2000-2022. *Journal of Advanced Environmental Research and Technology*, 1(4), 53-69. Doi: https://doi.org/10.22034/JAERT.1.4.53

Hamzavi, H. , Salehi Sadaghyani, J. and Azarpara, R. (2025). Identifying and ranking the drivers for improving and developing the application of artificial intelligence in the Iranian oil and gas industry value chain. *Strategic Value Chain Management*, *2*(1), 59-85. Doi: https://doi.org/10.22075/svcm.2025.38434.1033

Hosseinabadi, V., Ghareche, M. and Hosseini, S. M. (2020). Explaining the Resilience Components Pattern of Detergent Industry Firms. *Journal of Business Administration Researches*, *12*(23), 35-58. Doi: https://doi.org/10.22034/bar.2020.11297.2942

Jahin, M. A., Naife, S. A., Saha, A. K., & Mridha, M. F. (2023). Ai in supply chain risk assessment: A systematic literature review and bibliometric analysis. *arXiv preprint arXiv:2401.10895*. Doi: https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.10895

Jana, D. K., Bhunia, P., Adhikary, S. D., & Bej, B. (2022). Optimization of effluents using artificial neural network and support vector regression in detergent industrial wastewater treatment. *Cleaner Chemical Engineering*, 3, 100039. Doi: https://doi.org/10.1016/j.clce.2022.100039

Katragadda, S. R. (2026). AI-Driven Resilient Supply Chain Architectures: Machine Learning Frameworks for Risk Anticipation, Disruption Mitigation, and Adaptive Decision-Making. *Journal of Business and Management Studies*, *8*(3), 38-50. Doi: https://doi.org/10.32996/jbms.2026.8.3.4

Kalusivalingam, A. K., Sharma, A., Patel, N., & Singh, V. (2022). Enhancing supply chain resilience through AI: Leveraging deep reinforcement learning and predictive analytics. *International Journal of AI and ML*, *3*(9).

Kashem, M. A., Shamsuddoha, M., Nasir, T., & Chowdhury, A. A. (2023). Supply chain disruption versus optimization: a review on artificial intelligence and blockchain. *Knowledge*, 3(1), 80-96. Doi: https://doi.org/10.3390/knowledge3010007

Lin, X., & Wang, J. (2025). Simulation optimization of supply chain uncertainty factors based on support vector machines optimized with improved Jellyfish Search Algorithm. *Discover Computing*, *28*(1), 8. Doi: https://doi.org/10.1007/s10791-025-09501-9

Motamedi, M., Darvish Motevalli, M. H., & Norouzzadeh, A. (2021). Identify Supply Chain Risks in the Detergent Industry and Rank it Using Analytical Hierarchy Process. *Journal of Industrial Strategic Management*, 6(2), 1-17.

Moosavi Tabatabaei, S. R., & Bavili, S. (2025). Modeling the Key Factors Influencing Supply Chain Performance in the Distributor Sector. *Supply Chain Management*, *27*(87), 83-101. Doi: 20.1001.1.20089198.1404.27.87.6.0

Mobini Dehkordi, A. , Rezvani, M. , Davari, A. and Forozanfar, F. (2014). Innovative business model for B2C distribution's companies (Case Study: Golrang-pakhsh). *Journal of Entrepreneurship Development*, *7*(3), 569-588. Doi: https://doi.org/10.22059/jed.2014.52508

Mojibian,F , Daneshvar,M and Ghasemian,S A . (2025). Evaluation of Risk Mitigation Strategies in the New Product Development Process in the Detergent Industry Using a Hybrid SWARA and QFD Fermatean fuzzy Approach. *Modern Research in Decision Making*, *10*(2), 81-110.

Mukherjee, S., Baral, M. M., Nagariya, R., Chittipaka, V., & Pal, S. K. (2024). Artificial intelligence-based supply chain resilience for improving firm performance in emerging markets. Journal of Global Operations and Strategic Sourcing, 17(3), 516-540. Doi: https://doi.org/10.1108/JGOSS-06-2022-0049

Nazarizadeh,F , motevalli,S H O and mir shah velayati,F . (2023). Designing a Resilient Supply Chain Model via Scenario-Based Approach: A study of Kaleh dairy supply chain in a Ten-Years Horizon. *Iranian journal of management sciences*, 18(69), 135-162.

Padidar,S. , haghighi,M. and Hassan Gholipour Yasory,T. (2022). Effective Factors On Sustainable Marketing - Case Study: Detergent Industry. *Management Research in Iran*, *26*(1), 227-244. Doi: https://doi.org/20.1001.1.2322200.1401.26.1.9.6

Riad, M., Naimi, M., & Okar, C. (2024). Enhancing supply chain resilience through artificial intelligence: developing a comprehensive conceptual framework for AI implementation and supply chain optimization. *Logistics*, *8*(4), 111. Doi: https://doi.org/10.3390/logistics8040111

Roshandel, J., Miri-Nargesi, S. S., & Hatami-Shirkouhi, L. (2013). Evaluating and selecting the supplier in detergent production industry using hierarchical fuzzy TOPSIS. *Applied mathematical modelling*, 37(24), 10170-10181.

Sandelowski, M., & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. Springer publishing company.

Sadeghi, K., Ojha, D., Kaur, P., Mahto, R. V., & Dhir, A. (2024). Explainable artificial intelligence and agile decision-making in supply chain cyber resilience. *Decision Support Systems*, *180*, 114194. Doi: https://doi.org/10.1016/j.dss.2024.114194

Sheffi, Y., & Rice Jr, J. B. (2005). A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan management review*.

Sajadi, S. M. , Meigounpoory, M. and Dargahi, M. (2015). Evaluation of the factors of entrepreneurial supply chain management effecting on new product development process. *Journal of Entrepreneurship Development*, *8*(3), 513-530. Doi: https://doi.org/10.22059/jed.2015.57648

Sharma, A., & Joshi, P. (2024). Artificial Intelligence Enabled Predictive Decision Systems for Supply Chain Resilience and Optimization. *Journal of Computational Analysis and Applications*, *33*(8). Doi: https://doi.org/10.48047/jocaaa.2024.33.08.396

Shenton, A. K. (2004). Strategies for ensuring trustworthiness in qualitative research projects. *Education for Information*, *22*(2), 63–75. Doi: https://doi.org/10.3233/EFI-2004-22201

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basic of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage Publications.

Tabli,H, Ebrahimpuor samani,J . (2025). Identifying and prioritizing key components of smart supply chain resilience with a multi-criteria approach based on new artificial intelligence and blockchain technologies. *Modern Research in Decision Making*, *10*(3), 118-151.

Torabi, Hassan, Taghi Lu, Amir Reza and Kholosi Aram, Mohammad Reza. (2024). A framework for enhancing supply chain resilience through disruptive technologies. *Crisis Management*, 13(4), 71-88. http://www.joem.ir/article_718720.html

Urner, L. H. (2026). Research and Industry for Human Health Enabled by Detergent Chemistry. *ChemPlusChem*, 91(1), e202500690. Doi: https://doi.org/10.1002/cplu.202500690

Vadigicherla, M. S. (2024). The role of artificial intelligence in enhancing supply chain resilience. *International Journal of Computer Engineering and Technology*, *15*(5), 45-55. Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.13709767

Zahedi, A. E. , Ehsani, A. (2025). Improving Supply Chain Resilience through Artificial Intelligence and Big Data: A Total Interpretive Structural Model. *Strategic Value Chain Management*, *2*(3), 93-117. Doi: https://doi.org/10.22075/svcm.2025.39112.1053