



Identifying the Requirements for Supply Chain in Fast-Moving Consumer Goods (FMCG): A Thematic Analysis Approach

Golsum Akbari Arbatan¹, Mohammad Bashokouh Ajirlou², Ghasem Zarei³, Naser Seifollahi⁴

¹ Ph.D. student, Department of Business Administration, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email Address: akbari.arbatan69@gmail.com

² Correspondence: Prof, Department of Business Administration, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email Address: bashokouh@uma.ac.ir

³ Prof, Department of Business Administration, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email Address: zarei@uma.ac.ir

⁴ Prof, Department of Business Administration, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email Address: n.seifollahi@uma.ac.ir

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research Paper

Received: 23 September 2025

Received in revised form: 15 December 2025

Accepted: 6 June 2026

Available online: 16 September 2026

Keywords:

Smart Supply Chain

Digital Transformation

Integration Strategy

FMCG

ABSTRACT

Given the requirements of the 4.0 industry and the increasing competitiveness in the fast-moving consumer goods (FMCG) industry, this study aims to provide a pioneering theoretical framework to identify the requirements and paths for implementing a smart supply chain in this industry. The main goal is to provide insights and practical strategies for FMCG companies to systematically transition to a smart supply chain. The present study was conducted with a qualitative approach and using semi-structured interviews. The data were analyzed using the content analysis method and ultimately led to the development of a model. The statistical population included academic experts familiar with the field of supply chain and the FMCG industry, 11 of whom were selected through purposive sampling. The sample size was determined based on the theoretical saturation rule. The results of data analysis led to the identification of concepts in the form of 5 main themes including acceptance process, participation, culture building, process synchronization and supply chain smartization, and were examined at four levels: physical, organizational, data and technology. The main innovation of the research is to provide a comprehensive and multi-level framework as an operational roadmap for supply chain intelligence in the FMCG industry. The findings show that systematic implementation of this framework can lead to improved transparency, enhanced service quality, increased operational agility, and ultimately enhanced competitive advantage and business growth in the digital space. This framework can be used as a practical basis for decision-making by managers and policymakers in the FMCG industry.

Cite this article: G. Akbari Arbatan, M. Bashokouh Ajirlou, Gh. Zarei, and N. Seifollahi, "Identifying the requirements for supply chain in Fast-Moving Consumer Goods (FMCG): A Thematic Analysis Approach, vol. 28, no. 2, pp. 1-20, 2026. DOI: <https://doi.org/10.47176/scmj.2026.1669>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights

Publisher: Imam Hossein University

Introduction

Digital transformation has become one of the most important drivers of change in the world's economic and industrial structures in the last decade. A concept that goes beyond consumer behavioral changes and purely marketing issues, it has today become one of the main drivers of change in organizational structures and processes. This trend was intensified by the emergence of the Covid-19 pandemic, which is known as one of the most devastating global crises, causing various industries, from education and services to manufacturing and logistics, to seriously reconsider and digitize their operations. This study aims to identify, Identifying and explaining the requirements for smartening the supply chain of FMCG products is an undeniable necessity.

Research Objectives and Questions

The research seeks to answer the following main question:

What are the key Requirements for smartening the supply chain of FMCG products?

The objectives are:

1. To identifying the requirements for smart FMCG supply chain
2. To explaining the relationships between the requirements for smart FMCG supply chain
3. To prioritizing them using Shannon Entropy Multiple Criteria

Methodology

This study is of an applied type and is qualitative in nature based on the nature of the data, and uses theme analysis with an interpretive approach in terms of method.

Identification of requirements for smart FMCG supply chain: Field interviews were conducted with 11 prominent experts and lecturers with more than 10 years of experience to identify the requirements for smartening the FMCG supply chain.

1. **Screening of core requirements:** Based on the literature review and expert opinions, 5 core criteria and 20 sub-criteria were extracted and identified.
2. **Causal Analysis Using DEMATEL:** The Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory method was applied to determine cause-and-effect relationships among the factors.
3. **Prioritization via Shannon Entropy:** The Shannon Entropy process was used to calculate weights and rank factors based on their relative importance.

The data collection tool was a semi-structured interview, which was designed based on a review of the research literature and the research objectives. The interviews were conducted in person and online (depending on the conditions) and then fully transcribed. For content validity, the interview questions were reviewed and approved by the supervisors, advisors, and several experts. For reliability, part of the data was analyzed by two independent coders in MAXQDA software and the level of agreement between the coders was examined. The interview protocol in this study was designed and implemented based on Montoya's (2016) four-stage model.

Findings

The results of thematic analysis with an interpretive approach identified five main categories effective in smart FMCG supply chain:

1. **Process synchronization**
2. **Technology adoption**
3. **Stakeholder participation**
4. **Supply chain smartness**

5. Culture building

Among these, the most emphasis has been placed on the six main components of self-regulation and self-organization, continuous integration and realignment, optimization of operations management, coordination and communication of key stakeholders, self-adaptive and self-diagnostic systems, and smart execution, with the remaining components being prioritized later.

This research shows that smart FMCG supply chain is not a mere technological transformation, but rather a gradual and systematic path of change that requires simultaneous alignment of operational and governance elements at different levels of the supply chain. Accordingly, the research findings allow for the drawing of a transformation roadmap that specifies the transition path to a smart supply chain in the FMCG industry in a phased manner.

Discussion

Overall, the research output model provides a clear roadmap for smart supply chain transformation in the FMCG industry, in which the continuity and interaction between physical, organizational, data, and technology levels are considered the main condition for achieving sustainable and value-creating intelligence. The presented framework can be used as a practical guide for FMCG industry managers in planning and prioritizing digital transformation efforts, as well as as a basis for developing future research in the field of smart supply chain. The value of this research lies in providing a model that, beyond previous conceptual approaches, is based on the real experience of organizations and can be used as a practical guide for managers and researchers. However, methodological limitations require that the results be completed and deepened in future studies. The main innovation of this study is in providing a phased, multi-layered, and implementation-based framework for the FMCG smart supply chain; while most previous studies have either focused solely on smart manufacturing or have presented conceptual models without empirical support.

Conclusions and Implications

Practical suggestions: -Start smart at the physical level and create basic infrastructure (sensors, connectivity, data standardization)

- Focus on organizational coordination and process alignment before heavy technological investment
- Create a unified data platform to increase transparency and traceability in the supply chain
- Develop digital collaboration with suppliers and distributors as a key enabler
- Design smart algorithms to determine optimal delivery routes and reduce transportation costs.
- Train supply chain employees to effectively use smart systems and data analytics.

Research suggestions: Design quantitative and qualitative models to measure the effectiveness of smart FMCG supply chain technologies.

Investigate the role of blockchain in FMCG supply chain transparency and product traceability.

Investigate the application of robotics and automation in FMCG warehouses.

Study the impact of organizational culture, resistance to change, and employee skills on the successful implementation of smart FMCG.

Despite its empirical value, this research has limitations. First, the data are based on qualitative interviews and the generalizability of the results to all industries or geographical regions may be limited. Second, the focus of the research on the FMCG industry reduces the possibility of direct comparison with capital-intensive or project-based industries. Future research could validate and develop the proposed model using quantitative methods, longitudinal studies, and comparative analyses across industries and countries. It is also suggested to examine the role of supply chain resilience, sustainability, and generative artificial intelligence as emerging dimensions.

شناسایی الزامات هوشمندسازی زنجیره‌تأمین محصولات تندمصرف: رویکرد تحلیل مضمون

گلثوم اکبری آرباطان^۱، محمد باشکوه اجیرلو^{۲*}، قاسم زارعی^۳، ناصر سیف اللهی^۴

^۱دکترای مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: akbari.arbatan69@gmail.com

^۲استاد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: bashokouh@uma.ac.ir

^۳استاد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: zareei@uma.ac.ir

^۴استاد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: n.seifollahi@uma.ac.ir

چکیده

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۴

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۶

ارائه آنلاین: ۱۴۰۵/۰۶/۲۵

کلیدواژه‌ها:

زنجیره تأمین هوشمند

تحول دیجیتال

راهبرد یکپارچه‌سازی

محصولات تندمصرف

با توجه به الزامات صنعت ۴/۰ و رقابت‌پذیری فزاینده در صنعت کالاهای تندمصرف (FMCG)، این پژوهش با هدف ارائه یک چارچوب نظری پیشگامانه، به شناسایی الزامات و مسیرهای پیاده‌سازی زنجیره‌تأمین هوشمند در این صنعت می‌پردازد. هدف اصلی، فراهم‌سازی بینش‌ها و راهبردهای عملی برای شرکت‌های FMCG به‌منظور گذار نظام‌مند به زنجیره تأمین هوشمند است. پژوهش حاضر با رویکرد کیفی و با استفاده از مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته انجام شده است. داده‌ها با بهره‌گیری از روش تحلیل مضمون تحلیل و در نهایت به تدوین الگو منجر شده‌اند. جامعه آماری شامل خبرگان دانشگاهی آشنا با حوزه زنجیره تأمین و صنعت FMCG بود که ۱۱ نفر از آنان به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. حجم نمونه بر اساس قاعده اشباع نظری تعیین گردید. نتایج تحلیل داده‌ها منجر به شناسایی مفاهیم در قالب ۵ مضمون اصلی شامل فرایند پذیرش، مشارکت، فرهنگ‌سازی، همگام‌سازی فرایندها و هوشمندسازی زنجیره تأمین شدند و در چهار سطح فیزیکی، سازماندهی، داده و فناوری بررسی شدند. نوآوری اصلی پژوهش، ارائه یک چارچوب جامع و چندسطحی به‌عنوان نقشه راه عملیاتی برای هوشمندسازی زنجیره تأمین در صنعت FMCG است. یافته‌ها نشان می‌دهد که پیاده‌سازی نظام‌مند این چارچوب می‌تواند به بهبود شفافیت، ارتقای کیفیت خدمات، افزایش چابکی عملیاتی و در نهایت تقویت مزیت رقابتی و رشد کسب‌وکار در فضای دیجیتال منجر شود. این چارچوب می‌تواند به‌عنوان مبنایی کاربردی برای تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌گذاران صنعت کالاهای تندمصرف مورد استفاده قرار گیرد.

استناد: اکبری آرباطان، گلثوم، باشکوه اجیرلو، محمد، زارعی، قاسم، سیف اللهی، ناصر، "شناسایی الزامات هوشمندسازی زنجیره تأمین

محصولات تندمصرف: رویکرد تحلیل مضمون، دوره ۲۸، شماره ۲، صفحات ۱-۲۰، ۱۴۰۵. DOI: <https://doi.org/10.47176/scmj.2026.1669>

۱- مقدمه

تحول دیجیتال در دهه اخیر به یکی از مهم‌ترین محرک‌های تغییر در ساختارهای اقتصادی و صنعتی جهان تبدیل شده است. مفهومی فراتر از تغییرات رفتاری مصرف‌کنندگان و مباحث صرفاً بازاریابی که امروزه به یکی از محرک‌های اصلی تحول در ساختارها و فرایندهای سازمانی تبدیل شده است. تشدید این روند با ظهور همه‌گیری کووید ۱۹، که به‌عنوان یکی از ویران‌گرترین بحران‌های جهانی شناخته می‌شود، موجب شد صنایع مختلف، از آموزش و خدمات گرفته تا تولید و لجستیک، به‌طور جدی به بازنگری و دیجیتالی‌سازی عملیات خود بپردازند. در این شرایط، فناوری به‌عنوان یک سلاح راهبردی قدرتمند تلقی می‌شود [۱] که با ایجاد کارخانه‌ها و سامانه‌های هوشمند [۲] می‌تواند عملکرد، انعطاف‌پذیری و تداوم عملیاتی سازمان‌ها را از طریق یکپارچه‌سازی فرایندها تضمین کند [۳]. در سطح ملی نیز صنایع تولیدی و توزیعی، به‌ویژه صنایع با وابستگی بالا به شبکه‌های توزیع گسترده، با چالش‌های مشابهی مواجه بوده‌اند. افزایش نوسانات تقاضا، محدودیت‌های لجستیکی و فشار رقابتی ناشی از بازارهای دیجیتال، ضرورت بازطراحی زنجیره‌های تأمین مبتنی بر رویکردهای هوشمند را دوچندان کرده است. در این راستا، الگوی صنعت ۴/۰ که نخستین‌بار با اتکا بر فناوری‌های ICT در آلمان مطرح شد، به‌عنوان چارچوبی جهانی برای تحول دیجیتال در صنایع مختلف پذیرفته شده است [۴]. توسعه گسترده فناوری‌های دیجیتال، امکان تعامل و ارتباط شرکت‌ها و مصرف‌کنندگان را در مقیاسی بی‌سابقه فراهم کرده و با ایجاد ابعاد جدیدی از دسترسی به اطلاعات و بازارها، قدرت و کنترل بیشتری را در اختیار مصرف‌کنندگان قرار داده است [۵].

در عصر زنجیره‌های تأمین جهانی، پراکندگی جغرافیایی بازیگران اصلی شامل شرکت‌های کانونی، تأمین‌کنندگان و مشتریان، موجب افزایش پیچیدگی فرایندهای زنجیره تأمین شده است [۶]. در این میان تکنولوژی نقش مهمی در شکل‌دهی مجدد چشم‌انداز مدیریت زنجیره‌تأمین در پس زمینه نگرانی‌های جهانی ایفا می‌کند. از آنجایی که جهان عصر دیجیتال را در آغوش می‌گیرد، ادغام تکنولوژی‌های هوشمند به‌عنوان یک کاتالیزور قوی برای تقویت شیوه‌های زنجیره تأمین، با پیامدهای عمیق ظاهر شده است. در چنین محیطی، مدیریت سنتی زنجیره تأمین توان پاسخ‌گویی سریع به تغییرات بازار و اختلالات محیطی را ندارد. به‌ویژه در صنعت کالاهای مصرفی تندمصرف (FMCG)، که با حجم بالای جریان کالا، چرخه عمر کوتاه محصولات و حاشیه سود پایین شناخته می‌شود، ناکارآمدی‌های کوچک در زنجیره تأمین می‌تواند پیامدهای مالی قابل‌توجهی داشته باشد [۷]، [۸].

مدیریت زنجیره تأمین به عنوان ستون فقرات مشاغل نقش اساسی در سازماندهی جریان مواد و اطلاعات ایفا می‌کند [۹] در این چارچوب، صنعت کالاهای مصرفی تندمصرف (FMCG) به دلیل پویایی، چابکی و تنوع بالای محصولات جایگاه ویژه‌ای دارد و زنجیره‌های تأمین آن به بستری مناسب برای نوآوری‌های مدیریتی و عملیاتی تبدیل شده‌اند [۱۰]. زنجیره‌های تأمین صنعت FMCG به دلیل حجم بالای جریان کالا، تعامل نزدیک با مشتریان، فرآیندهای تولید ساده و نفوذ بالای خرده‌فروشان از جمله عواملی هستند که این قابلیت را تقویت می‌کنند در این صنعت فعالیت‌های اصلی زنجیره تأمین شامل حمل و نقل، انبارداری، توزیع و مدیریت موجودی محصولات برگشتی است و تصمیمات کلیدی نیز در حوزه‌هایی نظیر بازیافت، بازسازی، تعمیر و نگهداری و دفع نهایی محصولات اتخاذ می‌شود [۹]. در سال‌های اخیر، کارشناسان مدیریت زنجیره تأمین، به دلیل ماهیت پیچیده و جهانی، شروع به تجزیه و تحلیل مزایای زنجیره تأمین هوشمند کرده‌اند [۱۱] و مفهوم زنجیره تأمین هوشمند به‌عنوان یک رویکرد نوین مدیریتی، توجه فزاینده پژوهشگران و متخصصان را به خود جلب کرده است. افزایش چشم‌گیر پژوهش‌های علمی، کنفرانس‌های تخصصی، برنامه‌های آموزشی و دوره‌های دانشگاهی در حوزه مدیریت زنجیره تأمین، گویای اهمیت راهبردی این مفهوم است [۱۲]. امروزه زنجیره تأمین هوشمند نه تنها به‌عنوان عاملی برای رقابت‌پذیری، بلکه به‌عنوان شرطی اساسی برای بقا و پایداری سازمان‌ها در محیط کسب‌وکار رقابتی تلقی می‌شود [۱۳]. اگرچه مفهوم زنجیره تأمین هوشمند در سال‌های اخیر توجه گسترده پژوهشگران و متخصصان را به خود جلب کرده است. مرور ادبیات نشان می‌دهد که بخش عمده مطالعات موجود بر کاربرد فناوری‌های صنعت ۴/۰ از منظر تولید تمرکز داشته‌اند. پژوهش‌هایی نظیر دیوید و همکاران [۱۴]، ساین و شارما [۱۵] و وو و همکاران [۱۶]، استیل و همکاران [۱۷] عمدتاً مدل‌های مفهومی یا نظری ارائه داده‌اند و کمتر به الزامات اجرایی، مرحله‌بندی پیاده‌سازی و شرایط خاص صنایع پرداخته‌اند. به‌ویژه در صنعت FMCG، که زنجیره‌های تأمین چندلایه و پویا دارد، کمبود چارچوب‌های بومی‌سازی‌شده و عملیاتی به‌وضوح احساس می‌شود.

زنجیره تأمین محصولات تندمصرف در ایران، به‌عنوان یکی از گسترده‌ترین و پیچیده‌ترین شبکه‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در تأمین نیازهای روزمره خانوارها و پایداری بازار دارد. زنجیره‌هایی نظیر صنایع لبنی، مواد غذایی بسته‌بندی‌شده، شوینده‌ها و بهداشتی که توسط شرکت‌هایی مانند کاله، پگاه، میهن، گروه صنعتی گلرنگ، پاکسان و سایر بنگاه‌های فعال در حوزه FMCG مدیریت می‌شوند، به دلیل گردش بالای کالا، تنوع زیاد محصولات، حساسیت شدید به زمان و تاریخ انقضا و وابستگی مستقیم به تقاضای بازار، بیش از سایر

دارای عمر مصرفی کوتاه هستند. این گروه شامل اقلامی نظیر مواد غذایی و نوشیدنی، محصولات بهداشتی و آرایشی، داروهای بدون نسخه، مواد شوینده و سایر کالاهای مصرفی روزمره است. از منظر ماهیت مصرف، این محصولات در دسته کالاهای بی‌دوام قرار می‌گیرند و خود به دو گروه فاسدشدنی (مانند لبنیات، گوشت، میوه و سبزیجات) و غیرفاسدشدنی (مانند مواد شوینده، محصولات آرایشی و لوازم اداری) تقسیم می‌شوند [۱۸]. ویژگی‌های اصلی صنعت FMCG شامل حجم بالای تولید و توزیع، تنوع گسترده محصولات، حساسیت شدید به زمان، و رقابت فشرده در بازار است. در چنین بازاری، شرکت‌ها ناگزیرند فعالیت‌های بازاریابی و عملیاتی خود را به گونه‌ای طراحی کنند که پاسخ‌گویی سریع به نیازها، ترجیحات و تغییرات رفتاری مصرف‌کنندگان امکان‌پذیر باشد [۱۹]. از آنجا که بازار FMCG بسیار رقابتی است، شرکت‌ها باید همواره نسبت به نیازها، روندها و سلیقه‌های مصرف‌کنندگان واکنش‌پذیر و انعطاف‌پذیر باشند پیچیدگی این صنعت به دلیل حجم بالای تولید، تنوع زیاد محصولات، زمان‌بندی دقیق در زنجیره تأمین و تغییرات سریع الگوهای تقاضا است؛ در حالی که باید کیفیت، رعایت مقررات و صرفه‌جویی اقتصادی نیز حفظ شود [۲۰]. در چنین شرایطی، بخش تولید این صنعت باید اقداماتی انجام دهد تا بتواند بقا و رشد خود را تضمین کند. امروزه مشتریان انتظار دارند محصولات شخصی‌سازی شده دریافت کنند و همچنین تقاضا برای کالاهای پایدار و مقرون به صرفه به‌طور فزاینده‌ای رو به افزایش است [۲۱]. در این راستا، بهره‌گیری از رویکردهای نوین مبتنی بر صنعت ۴/۰ به‌عنوان راهکاری اثربخش برای افزایش چابکی، انعطاف‌پذیری و پایداری این صنعت مطرح شده است [۲۲]، [۲۳].

در حال حاضر بیش از هر زمان دیگری زنجیره تأمین محصولات تندمصرف شاهد رشد عظیمی هستند و داشتن یک زنجیره تأمین که در آن اجزای زنجیره بتوانند فرایند را ردیابی کنند شفافیت بیشتری را ممکن می‌سازد [۲۴] و به دلیل حجم بالای جریان کالا و تعامل نزدیک با بازار مصرف، مدیریت زنجیره تأمین در این صنعت نقشی حیاتی در ایجاد ارزش و مزیت رقابتی ایفا می‌کند. در سال‌های اخیر، چندین ملاحظات کلیدی در زنجیره تأمین محصولات FMCG اهمیت فزاینده‌ای یافته‌اند، از جمله، اهمیت شفافیت، اصالت محصولات، انطباق با الزامات قانونی، و قابلیت ردیابی. طبق مطالعات دیوید و همکاران [۱۵]، ساین و شارما [۱۶] و وو و همکاران [۱۷] اشاره کرد. پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که ضعف در هر یک از این ابعاد می‌تواند کاهش اعتماد مصرف‌کنندگان، افزایش ریسک‌های عملیاتی و بروز بحران‌های اعتباری برای شرکت‌ها را در پی داشته باشد [۲۴]. این موضوع به‌ویژه در مورد محصولات فاسدشدنی اهمیت بیشتری دارد، زیرا اعتماد مصرف‌کننده نقش تعیین‌کننده‌ای در تصمیم خرید ایفا می‌کند [۱۷].

صنایع در معرض ناکارآمدی‌های زنجیره تأمین قرار دارند و رفتار مصرف‌کننده به شدت تحت تأثیر فرهنگ، قدرت خرید، عادات خرید و کانال‌های توزیع داخلی است. استفاده از زنجیره‌های نمونه داخلی باعث می‌شود نتایج تحقیق با واقعیت بازار ایران هم‌خوانی بیشتری داشته باشد و از تعمیم نادرست داده‌های خارجی جلوگیری شود. برای مثال، در تحقیق مربوط به مصرف محصولات لبنی، استفاده از نمونه‌های داخلی مانند مشتریان فروشگاه‌های زنجیره‌ای ایرانی نشان می‌دهد که مصرف‌کننده ایرانی به قیمت و تخفیف حساسیت بیشتری نسبت به بسته‌بندی لوکس دارد؛ در حالی که در تحقیقات خارجی FMCG، بسته‌بندی پریمیوم عامل مهم‌تری محسوب می‌شود. بنابراین، استفاده از زنجیره‌های نمونه داخلی به بومی‌سازی نتایج تحقیق و تصمیم‌گیری دقیق‌تر در بازار ایران کمک می‌کند. بنابراین، هوشمندسازی زنجیره تأمین محصولات تندمصرف نیازمند چارچوبی است که الزامات فناورانه، مدیریتی و عملیاتی را همزمان پوشش دهد و با شرایط بومی بازار هماهنگ باشد. این پژوهش با بهره‌گیری از تجربیات مدیران و کارشناسان، چارچوبی عملیاتی ارائه می‌دهد که هم با مدل‌های علمی معتبر هم‌راستا است و هم با محدودیت‌ها و رفتارهای خاص مصرف‌کننده ایرانی سازگار است.

از این‌رو، انجام تحقیقی نظام‌مند با هدف شناسایی و تبیین الزامات هوشمندسازی زنجیره تأمین محصولات تندمصرف، ضرورتی انکارناپذیر به شمار می‌رود. نتایج این تحقیق می‌تواند ضمن پر کردن خلأ موجود در ادبیات پژوهشی داخلی، مبنای تصمیم‌گیری آگاهانه مدیران صنعتی و سیاست‌گذاران برای حرکت هدفمند به سوی زنجیره‌های تأمین هوشمند و کارآمد را فراهم آورد. نوآوری پژوهش حاضر در تدوین چارچوبی نوین و چندبعدی نهفته است که مشابهی در ادبیات پیشین ندارد. این چارچوب با ترکیب نظام‌مند مرور پیشینه پژوهش و اجماع خبرگان، مؤلفه‌های کلیدی هوشمندسازی زنجیره تأمین را شناسایی و اعتبارسنجی کرده و با ایجاد پیوندی مؤثر میان مبانی نظری و نیازهای واقعی صنعت FMCG، زمینه‌ساز بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و تسهیل پیاده‌سازی عملی زنجیره تأمین هوشمند می‌شود. ساختار مقاله به این صورت است که در بخش دوم، مبانی نظری و مرور ادبیات پژوهش ارائه می‌شود. بخش سوم به تشریح روش‌شناسی پژوهش اختصاص دارد. در بخش چهارم، یافته‌های پژوهش و چارچوب پیشنهادی تبیین می‌شود و در نهایت، بخش پنجم شامل بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها کاربردی و پژوهشی آینده است.

۲- ادبیات نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- صنعت کالاهای تند مصرف (FMCG)

کالاهای مصرفی تندمصرف به محصولاتی اطلاق می‌شود که با سرعت بالا فروخته می‌شوند، دفعات خرید زیادی دارند و عموماً

۲-۲- دیجیتال سازی و فناوری های هوشمند

دیجیتال سازی در زنجیره تأمین به استفاده نظام مند از فناوری های دیجیتال برای یکپارچه سازی داده ها، بهبود هماهنگی بین بازیگران و ارتقای کیفیت تصمیم گیری اطلاق می شود. در این چارچوب، فناوری های هوشمند نظیر اینترنت اشیا، سامانه های سایبر-فیزیکی، تحلیل داده ها و پلتفرم های دیجیتال، امکان اتصال دارایی های فیزیکی و فرایندهای عملیاتی به محیط های دیجیتال را فراهم می سازند [۲۵]. زنجیره تأمین هوشمند بر پایه شبکه ای از اجزای بهم پیوسته شکل می گیرد که قادر است تغییرات محیطی را به صورت خودکار شناسایی کرده و واکنش های بهینه پیشنهاد دهد [۴]. با این حال، از آنجا که زنجیره تأمین متشکل از بازیگران متعددی است، اثربخشی فناوری های هوشمند مستلزم پذیرش و هماهنگی در کل زنجیره است. عدم آمادگی یا ناتوانی حتی یک بخش می تواند عملکرد کلی زنجیره را مختل کند و مانع تحقق منافع مورد انتظار شود [۱۹]. برای اینکه زنجیره تأمین مانند یک سامانه یکپارچه عمل کند، بخش های مختلف آن باید همچون پلتفرم های متصل به هم کار کنند؛ درست همان طور که دارایی های فیزیکی در یک محیط هوشمند به هم متصل هستند. در چنین شرایطی، تغییر در یک بخش از زنجیره باید واکنش و هماهنگی سایر بخش های مرتبط را نیز برانگیزد این یکپارچگی، پیش نیاز اصلی دستیابی به چابکی، شفافیت و بهینه سازی تصمیمات در زنجیره تأمین FMCG محسوب می شود [۲۵].

گسترش فناوری های نوین موجب افزایش تقاضا برای کالاهای مصرفی شده است. در این میان، تجارت الکترونیک نقشی کلیدی در رشد فروش صنعت FMCG در آینده دارد. پیش بینی ها نشان می دهد که تا سال ۲۰۲۰ بیش از ۱۵۰ میلیون مصرف کننده تحت تأثیر فضای دیجیتال قرار گرفتند و در مجموع بیش از ۴۵ میلیارد دلار در دسته های مختلف محصولات FMCG هزینه کردند [۲۶]. همچنین انتظار می رفت تا سال ۲۰۲۰ حدود ۴۰ درصد از کل خریدها به صورت آنلاین انجام شود که معادل فرصتی تجاری به ارزش ۵ تا ۶ میلیارد دلار برآورد شده است [۲۷]. بر اساس گزارش اکونومیک تایمز (۲۰۱۸)، سهم تجارت الکترونیک از کل فروش FMCG تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۱۱ درصد افزایش خواهد یافت؛ این رقم در مقایسه با سهم ۰٫۴ تا ۱٫۳ درصدی گذشته، رشد قابل توجهی را نشان می دهد [۲۷]، [۲۶]. این روند، ضرورت هوشمندسازی زنجیره تأمین FMCG را بیش از پیش برجسته می سازد، زیرا پاسخ گویی به تقاضای دیجیتال بدون زیرساخت های هوشمند و یکپارچه عملاً امکان پذیر نخواهد بود.

ادبیات پژوهش در سال های اخیر به طور گسترده ای بر اهمیت زنجیره تأمین دیجیتال و نقش آن در بهبود عملکرد سازمان ها تأکید داشته است [۲۸]، [۲۹]، [۳۰]. این مطالعات نشان می دهند که

دیجیتال سازی می تواند شفافیت، هماهنگی و کیفیت تصمیم گیری را در شبکه های تأمین افزایش دهد. با این حال، بخش قابل توجهی از این پژوهش ها تمرکز خود را عمدتاً بر بخش های صنعتی و تولیدی معطوف کرده اند و کمتر به ویژگی ها و اقتضائات صنایع خاص، به ویژه صنعت کالاهای تندمصرف پرداخته اند [۳۱]. برخی مطالعات تجربی، کاربرد فناوری های دیجیتال را در صنایع مشخص بررسی کرده اند.

پژوهش های داخلی به بررسی ابعاد مختلف هوشمندسازی زنجیره تأمین و لجستیک در بستر صنعت ایران پرداخته اند. برای نمونه، زاهدی و حقیقت [۳۲] نشان می دهند که دیجیتال سازی زنجیره تأمین مستلزم برخورداری از زیرساخت های فناوری اطلاعات قوی، مقیاس پذیر و ایمن است. این مطالعه بر نقش حیاتی امنیت اطلاعات، سامانه های پردازش داده و نیروی انسانی متخصص در موفقیت فرآیند هوشمندسازی تأکید دارد. با این حال، تمرکز پژوهش بیشتر بر الزامات زیرساختی و منابع انسانی بوده و به ارائه چارچوب های عملیاتی برای پیاده سازی در صنایع با پیچیدگی بالا کمتر پرداخته است. به طور مشابه، تربتی و همکاران [۳۳] به بررسی اثرات اینترنت اشیا بر عملکرد زنجیره تأمین پرداخته و نتایج آنان حاکی از افزایش سرعت سازگاری و انطباق پذیری محیطی زنجیره تأمین در شرکت های مورد مطالعه است. اگرچه این یافته ها نقش مثبت اینترنت اشیا را برجسته می سازد، محدود شدن مطالعه به یک استان و یک بخش صنعتی خاص، تعمیم پذیری نتایج به سایر صنایع، به ویژه زنجیره های تأمین گسترده و چندسطحی را با محدودیت مواجه می کند. در حوزه لجستیک هوشمند، خادم و همکاران [۳۴] نشان می دهند که بخش عمده ای از مطالعات پیشین بر معرفی ابزارهای هوشمندسازی و مزایای آن ها متمرکز بوده اند، در حالی که سهم کمتری از پژوهش ها به بررسی تهدیدات امنیتی و شرایط ناهمتر از اختصاص یافته است. همچنین، این پژوهش فناوری هایی نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، بلاک چین را به عنوان مهم ترین ابزارهای هوشمندسازی شناسایی می کند. هورشاد و همکاران [۳۵] مدل مفهومی مدیریت زنجیره تأمین هوشمند را ارائه کردند و شاخص ها و مؤلفه های کلیدی هوشمندسازی را شناسایی نمودند. این تحقیق چارچوبی مفهومی برای درک فرآیندهای هوشمندسازی فراهم می آورد، اما عدم آزمون تجربی مدل، قابلیت تعمیم عملی آن را محدود می سازد. مهری نمک آورانی و همکاران [۳۶] بر عوامل کلیدی مانند فناوری، داده و شفافیت اطلاعات تمرکز کردند و اهمیت آن ها در تحقق زنجیره تأمین هوشمند را برجسته نمودند. این پژوهش چارچوبی برای اولویت بندی عوامل توانمندساز ارائه می دهد، اما تعامل این عوامل با ساختارهای سازمانی و فرآیندهای عملیاتی کمتر بررسی شده است، که موجب محدودیت در درک جامع فرآیندهای هوشمندسازی می شود. خدیور و همکاران [۳۷] به

را برای کل زنجیره تامین فراهم می‌کند. علاوه بر این، ماچادو و همکاران [۴۶] شناسایی کردند که فناوری‌های جدید به صنعت ۴/۰ اجازه می‌دهد تا تأثیر مثبتی بر زنجیره‌های تامین پایدار و تمام ابعاد مرتبط با پایداری (به عنوان مثال، سامانه تولید دایره‌ای پایدار و غیره) به صورت یکپارچه بگذارد. در این راستا، تشدید تبادل اطلاعات با همگام‌سازی در عملیات بین شرکای زنجیره تامین، امکان چابکی، کارایی و کاهش هزینه کل در کل شبکه تامین را فراهم می‌کند. از سوی دیگر، بخشی از ادبیات به شناسایی موانع پذیرش فناوری‌های هوشمند اختصاص یافته است. راج و همکاران [۴۷] با مرور گسترده ادبیات، موانعی نظیر سرمایه‌گذاری اولیه بالا، عدم شفافیت در منافع اقتصادی، چالش‌های یکپارچه‌سازی، مخاطرات امنیتی، کمبود مهارت‌ها و مقاومت در برابر تغییر را شناسایی کرده‌اند. هرچند این پژوهش فهرست جامعی از موانع ارائه می‌دهد، اما بیشتر ماهیتی توصیفی دارد و این موانع را در قالب یک چارچوب راهبردی یا اجرایی متناسب با یک صنعت مشخص سازمان‌دهی نمی‌کند.

در مجموع، مرور و نقد ادبیات نشان می‌دهد که اگرچه پژوهش‌های پیشین مزایای دیجیتالی‌سازی و فناوری‌های صنعت ۴/۰ را در بهبود زنجیره تامین به خوبی تبیین کرده‌اند، اما با سه محدودیت اساسی مواجه‌اند: نخست، تمرکز بیشتر این مطالعات بر صنایع تولیدی بوده و صنایع دارای ویژگی‌های خاص مانند FMCG کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ دوم، رویکردهای غالب در پژوهش‌ها مفهومی و فناوری‌محور است و نقشه راه‌های اجرایی و چندبعدی برای پیاده‌سازی زنجیره تامین هوشمند ارائه نشده است؛ و سوم، فقدان چارچوب‌های جامع که بتوانند الزامات فنی، سازمانی، فرهنگی و فرایندی پیاده‌سازی زنجیره تامین هوشمند را به صورت یکپارچه لحاظ کنند، به وضوح دیده می‌شود. بر همین اساس، پژوهش حاضر با هدف پرکردن این شکاف به ارائه الگوی جامع و عملی برای شناسایی الزامات هوشمندسازی زنجیره تامین در صنعت FMCG می‌پردازد و با بهره‌گیری از رویکرد تفسیری و دیدگاه خبرگان، تلاش می‌کند پیوندی معنادار میان ادبیات نظری و نیازهای واقعی صنعت برقرار کرده و مسیر گذار از دیجیتالی‌سازی پراکنده به هوشمندسازی نظام‌مند زنجیره تامین را تبیین نماید.

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر براساس هدف، کاربردی و براساس ماهیت داده‌ها، کیفی است. این پژوهش براساس روش، از تحلیل تم با رویکرد تفسیری بهره می‌برد. تحلیل داده‌ها در رویکرد تفسیری به صورت مرحله‌ای انجام می‌شود و داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته گردآوری شده‌اند. جامعه پژوهش را متخصصان حوزه فناوری دیجیتال و اساتید دانشگاه تشکیل می‌دهند. در این پژوهش، نمونه‌گیری به صورت هدفمند انجام شد. براین اساس، فرایند مصاحبه‌ها با یکی از مدرسان برجسته آغاز گردید و در

تحلیل بهینه‌سازی کانال‌های توزیع پرداختند و بخشی از راهکارهای عملی هوشمندسازی زنجیره تامین را بررسی کردند. با این حال، تمرکز پژوهش بیشتر بر جنبه‌های کمی و الگوریتمی است و ابعاد مدیریتی و سازمانی زنجیره تامین هوشمند کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

در پژوهش‌های خارجی، گریکو و همکاران [۳۸] یک مطالعه موردی در صنعت مد در ایتالیا انجام داد و دریافت که سامانه پشتیبانی تصمیم کاربران را برای تصمیم‌گیری بهتر در مورد فعالیت‌های سازمانی در سراسر زنجیره‌تأمین تسهیل می‌کند. اگرچه این پژوهش بینش‌های ارزشمندی ارائه می‌دهد، تمرکز آن بر یک صنعت خاص و یک ابزار فناوریانه مشخص، قابلیت تعمیم نتایج به زنجیره‌های تامین پیچیده و چندلایه‌ای مانند FMCG را محدود می‌سازد. به‌طور مشابه، قدیمی و همکاران [۳۹]، یک تحقیق اخیر در مورد چهارمین انقلاب صنعتی، با تمرکز بر فرآیندهایی نظیر انتخاب تامین‌کننده در بستر صنعت ۴/۰، بیشتر به جنبه‌های فنی و الگوریتمی پرداخته‌اند و ابعاد سازمانی و فرایندی پیاده‌سازی را کمتر مورد توجه قرار داده‌اند. در حوزه مدل‌های کسب‌وکار، وکینگ و همکاران [۴۰] الگوهایی برای بهره‌برداری از صنعت ۴/۰ ارائه کردند و نشان دادند که ادغام رویه‌های نوین می‌تواند یکپارچگی زنجیره تامین را بهبود دهد. با این حال، این مدل‌ها عمدتاً در سطح مفهومی باقی مانده و به ارائه مسیرهای اجرایی مشخص برای صنایع خاص نپرداخته‌اند. به همین ترتیب، رالستون و بلک‌هورست [۴۱] تأکید می‌کنند که سامانه‌های هوشمند می‌توانند انعطاف‌پذیری زنجیره تامین را افزایش دهند، اما خود پژوهش نیز اذعان دارد که تحقق این مزایا مستلزم توسعه مهارت‌ها و قابلیت‌های سازمانی است؛ موضوعی که در بسیاری از مطالعات به صورت نظام‌مند بررسی نشده است.

مطالعات دیگری نیز به نقش فناوری‌های توانمندساز صنعت ۴/۰ در بهبود عملکرد کلی زنجیره تامین اشاره کرده‌اند و مزایایی نظیر بهبود خرید، تولید، مدیریت موجودی و افزایش شفافیت را گزارش داده‌اند [۴۲]. گادج و همکاران [۴۳] بر نیاز به ادغام مشاغل دیجیتال، با زنجیره‌های تامین دیجیتال تأکید کرد و کمتر به این پرسش پاسخ داده‌اند که چگونه و با چه الزامات مرحله‌ای می‌توانند به زنجیره تامین هوشمند دست یابند. در ادامه این جریان پژوهشی، پریندل و همکاران [۴۴] نشان دادند که تحول دیجیتال و صنعت ۴/۰ توانایی انجام یک زنجیره تامین کاملاً دیجیتالی را از طریق شفافیت بالاتر از نظر تمرکز فرآیندها دارند. با این حال، اگر شرکت‌ها استانداردهای مناسب اشتراک‌گذاری اطلاعات را نداشته باشند، ممکن است این امر محقق نشود. در حالی که قابل توجه است که رویه تصمیم‌گیری با تبادل اطلاعات در سراسر زنجیره تامین، برای کارایی و اثربخشی بهتر فرآیندها همراه است [۴۴]. در ادامه همین زمینه، تحقیقات دینگ [۴۵] نشان داد که نوآوری‌ها و فناوری‌های مرتبط با انقلاب صنعتی چهارم، امکان اقدامات تصمیم‌گیری مستقل

یا مقوله تازه‌ای به تحقیق اضافه نمی‌کرد. مصاحبه‌ها با رضایت آگاهانه مشارکت‌کنندگان و حفظ اصول اخلاق پژوهش، به صورت صوتی ضبط شد. بلافاصله پس از هر مصاحبه، فایل‌های صوتی به طور کامل و کلمه به کلمه پیاده‌سازی گردید و هم‌زمان یادداشت‌های میدانی شامل حالات غیرکلامی، لحن گفتار و شرایط محیطی ثبت شد. متن‌های پیاده‌سازی شده چندین بار بازخوانی شدند تا از دقت، صحت و انطباق آن‌ها با محتوای مصاحبه‌ها اطمینان حاصل شود.

ادامه با توجه به شناخت ایشان از دیگر فعالان این حوزه آزمودنی‌های دیگر معرفی شدند به این ترتیب به تدریج بر تعداد آزمودنی‌ها افزوده شد و این کار تا رسیدن به نقطه کفایت داده‌ها ادامه یافت. جمع‌آوری داده‌ها پس از ۱۱ مصاحبه و با رسیدن به نقطه اشباع یعنی زمانی که مصاحبه جدید بینش جدیدی ایجاد نکند ادامه یافت. در ادامه برای تجزیه و تحلیل مصاحبه‌ها روش تحلیل تم مورد استفاده قرار گرفت. معیار تعیین حجم نمونه، رسیدن به اشباع نظری بود؛ به طوری که پس از مصاحبه یازدهم، داده‌ها به سطحی از تکرار رسیدند که مصاحبه‌های جدید مفهوم

جدول (۱): مستندسازی اشباع نظری

شماره مصاحبه	تعداد کدهای جدید ایجاد شده	وضعیت تم‌ها	نتیجه
۱	داشتن چشم‌انداز و نقشه دانش، گردش موجودی، تحویل به موقع، پایداری و مسئولیت اجتماعی، رضایت مشتری، نظارت و ارزیابی منظم عملکرد، توانایی پاسخگویی سریع به نیازهای متغیر بازار، راهبردهای پاسخ به ریسک، شفافیت و اعتماد، نیاز به سامانه‌های قوی جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌ها، مدیریت زمان	جدید	در حال تشکیل تم‌ها
۲	سامانه‌های مدیریت موجودی، برقراری تعادل بین پاسخ‌گویی و کارایی، بهینه‌سازی زیست‌محیطی، بهبود کنترل کیفیت، ترویج مسئولیت اجتماعی، بهینه‌سازی شبکه توزیع، بهبود در دسترس بودن محصول، تحویل به موقع، مدیریت سفارش و نظارت بر سفارش آنلاین، برنامه‌ریزی مجدد در زمان واقعی	جدید	اضافه شدن تم‌های جدید
۳	در دسترس بودن محصول نظارت بر حمل‌ونقل، استفاده از داده‌کاوی برای تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی روندها و تقاضاها، برنامه‌ریزی تولید، تبادل داده و اطلاعات، پاسخگویی سریع به نیازهای متغیر بازار، بهبود کنترل کیفیت، تسهیل تبادل اطلاعات	جدید/برخی تکراری	اضافه شدن تم‌های جدید
۴	مدیریت چرخه عمر محصول، برقراری تعادل بین پاسخ‌گویی و کارایی، تشویق و حمایت از نوآوری و فناوری‌ها، توانایی مدیریت و هدایت تغییرات، شفافیت و اعتماد، سنسورهای ردیابی، نظارت بر موجودی انبار، بهینه‌سازی توزیع، تسهیل تبادل اطلاعات، پیش‌بینی و مدیریت تقاضا	بیشتر تکراری	روند کاهش کدها
...	...	...	...
۱۱	پاسخگویی سریع به نیازهای بازار، راهبردهای پاسخ به ریسک، جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده‌ها، مدیریت زمان، افزایش کارایی، پایداری و مسئولیت اجتماعی، بهینه‌سازی زیست‌محیطی، بهبود کنترل کیفیت، ترویج مسئولیت اجتماعی، افزایش بهینه‌سازی توزیع، بهبود در دسترس بودن محصول، تحویل به موقع، مدیریت تغییرات	همه تکراری	اشباع نظری رسید

افراد به عنوان خبره انتخاب شدند که:

- دارای تجربه حرفه‌ای و دانش تخصصی مرتبط با موضوع پژوهش بودند،
- دست کم ۵ فعالیت پژوهشی در این زمینه داشتند،
- و با مباحث نظری و کاربردی موضوع آشنایی عمیق داشتند.

جدول (۲): گزارش مشخصات خبرگان

ردیف	سن	تخصص	تجربه کاری
۱	۴۳	دکترای مدیریت بازاریابی، هیئت علمی دانشگاه، استراتژیست	۱۷
۲	۴۵	دکتری مدیریت سیستم‌ها، مدیر پژوهش و فناوری و هیات علمی دانشگاه	۱۸
۳	۴۸	دکترای مدیریت بازرگانی، هیات علمی دانشگاه، مشاور بازاریابی	۱۵
۴	۴۷	دکترای مدیریت بازرگانی، هیات علمی دانشگاه، مدرس، مولف	۱۵
۵	۴۵	دکترای مدیریت بازرگانی، هیات علمی دانشگاه، مدرس، مولف	۱۴
۶	۳۵	کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی از مدیران شرکت گلرنگ	۹
۷	۴۲	کارشناسی ارشد مهندس کامپیوتر، پژوهشگر حوزه امنیت شبکه	۱۳
۸	۳۹	مدیریت بازاریابی، مدیریت استراتژیک، از مدیران بخش حمل و نقل شرکت شیرین عسل	۱۴
۹	۵۵	کارشناس رسمی صنایع غذایی، ارشد مواد غذایی و مسمومیت‌های آن	۱۶
۱۰	۴۱	کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی گرایش تجارت الکترونیک، متخصص سئو شرکت فتاپ	۱۱
۱۱	۳۹	کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، طراح اپلیکیشن شرکت سفیران اندیشه	۱۰

۹۱ کُد توسط پژوهشگر و همکاران طی فرآیند مصاحبه تعیین شد. از این تعداد، در ۳۹ کُد توافق وجود داشت. عدد پایایی بین دو کُدگذار برابر با ۰/۸۹ درصد برآورد شد. از آنجا که این مقدار بیشتر از ۶۰ درصد بود، قابلیت اعتماد کدگذاری‌ها مورد تأیید قرار گرفت.

۴- نتایج و بحث

راهبرد انتخاب‌شده، تحلیل تم با رویکرد تفسیری بود. این روش به پژوهشگر امکان می‌دهد تا مضامین اصلی و فرعی را از دل داده‌ها استخراج کرده، روابط میان آن‌ها را شناسایی و به تبیین معانی نهفته در تجارب خبرگان بپردازد. دلیل انتخاب این راهبرد، تناسب آن با ماهیت داده‌های کیفی و هدف پژوهش در کشف الگوها و مفاهیم پنهان بوده است. داده‌های گردآوری‌شده پس از رونوشت‌برداری، در سه مرحله کدگذاری مضامین پایه، سازمان‌دهنده و مضامین فراگیر در نرم‌افزار MAXQDA تحلیل شدند. این نرم‌افزار به سازماندهی داده‌ها، مدیریت کدها و استخراج شبکه مضامین کمک کرده و امکان تحلیل عمیق‌تری از داده‌ها را فراهم ساخت. در این پژوهش از روش تحلیل تم استقرایی شش مرحله‌ای کلارک و براون [۵۰] استفاده شده است؛ مراحل انجام کار به شرح ذیل می‌باشد:

۱- آشنایی پژوهشگر با داده‌های جمع‌آوری‌شده: پس از ترانویسی داده‌ها همراه با جزئیات توصیفی (از جمله نحوه ابراز احساسات مصاحبه‌شونده در مواجهه با پرسش‌ها، شرایط محیطی و غیره) مطالعه چندباره آن‌ها و نوشتن ایده‌های اولیه توسط پژوهشگر آغاز می‌شود در این مرحله بازخوانی مکرر داده‌های کیفی با هدف جستجوی معانی و الگوها صورت می‌پذیرد.

گزیده‌ای از مصاحبه (P۷):

«به نظر من شرکت‌ها باید طوری کار کنند که اگر بازار یا خواسته‌های مشتری عوض شد، بتوانند سریع خودشان را وفق بدهند. مثلاً اگر مواد اولیه دیر رسید یا کم شد، راه جایگزین داشته باشند و تولید نخوابد. استفاده از فناوری هم خیلی کمک می‌کند؛ چون با سامانه‌های هوشمند می‌شود از مرحله طراحی تا فروش محصول را بهتر کنترل کرد و تصمیم‌های دقیق‌تری گرفت».

گزیده‌ای از مصاحبه (P۱۱):

«اگر بخواهیم زنجیره تأمین هوشمند داشته باشیم، باید توی سازمان فضایی باشد که ایده‌های جدید تشویق شوند و کسی از نوآوری نترسد. وقتی کارمندان ببینند ایده‌های خلاقانه ارزش دارد، راحت‌تر پیشنهاد می‌دهند. از طرفی، این سامانه‌ها همیشه در حال تغییر هستند و ثابت نمی‌مانند، برای همین مدیران و رهبران باید از این تغییرات حمایت کنند و اجازه بدهند فرآیندها و فناوری‌ها به‌روز شوند».

ابزار گردآوری داده‌ها، مصاحبه نیمه‌ساختاریافته بود که بر اساس مرور ادبیات پژوهش و اهداف تحقیق طراحی شد. مصاحبه‌ها به‌صورت حضوری و آنلاین (بسته به شرایط) اجرا و سپس به‌طور کامل پیاده‌سازی (رونوشت‌برداری) گردیدند. برای روایی محتوایی، پرسش‌های مصاحبه توسط اساتید راهنما، مشاور و چند نفر از خبرگان مورد بازبینی و تأیید قرار گرفت. برای پایایی، بخشی از داده‌ها توسط دو کُدگذار مستقل در نرم‌افزار MAXQDA تحلیل شد و میزان توافق میان کدگذاران بررسی گردید. پروتکل مصاحبه در این پژوهش براساس الگوی چهار مرحله‌ای مونتیوا [۴۸] طراحی و اجرا شد. این مراحل به ترتیب عبارتند از: ۱. اطمینان از هماهنگی پرسش‌های مصاحبه با پرسش‌های تحقیق؛ ۲. طراحی مکالمه مبتنی بر پرس‌وجو توسط پژوهشگر؛ ۳. اعمال بازخوردهای دریافتی در پروتکل و ۴. اجرای پروتکل طراحی و اجرا شد. پرسش‌های پروتکل در این مصاحبه عبارت بودند از:

- ۱- به نظر شما برای اینکه تکنولوژی هوشمند در زنجیره تأمین محصولات تندر مصرف پیاده‌سازی شود چه عواملی دخیل هستند؟
- ۲- کارکرد این عوامل و جایگاه آن در پیاده‌سازی را چگونه می‌بینید؟ در هریک از این عوامل کدام موضوعات مهم‌تر هستند؟
- ۳- به نظر شما برای شروع پیاده‌سازی باید از کدام یک از این عوامل شروع کرد و چگونه؟ لطفاً توضیح دهید
- ۴- به نظر شما عوامل اشاره‌شده چگونه می‌توانند بر هم تأثیر بگذارند؟

۳-۱- اعتبارسنجی تحقیق

در پژوهش‌های کیفی، روایی و پایایی مبتنی بر اصول از پیش‌تعیین‌شده و ثابت نیست. روایی در پژوهش کیفی به میزان واقعی بودن توصیف‌ها و یافته‌ها اشاره دارد و بیانگر درجه اعتمادپذیری داده‌ها از دیدگاه مشارکت‌کنندگان و متناسب با زمینه‌ای است که پژوهش در آن انجام شده است. به‌گفته اسماعیل‌پور و همکاران [۴۹]، روش‌هایی مانند تماس طولانی با محیط پژوهش، مشاهده مستمر، بررسی از زوایای مختلف، تبادل نظر با هم‌تایان، تحلیل موارد منفی، کفایت مراجع، کنترل از سوی اعضا و خود بازبینی پژوهشگر از جمله راهکارهای بررسی اعتبار در پژوهش‌های کیفی به‌شمار می‌آیند. برای روایی درونی بخش کیفی این پژوهش از روش‌های مثلثی، بررسی‌های اعضا، دوری از تعصبات و بررسی زوجی استفاده شد. برای سنجش روایی بیرونی نیز از جمع‌آوری داده‌ها از چند منبع و همچنین روش مقایسه دائمی برای تحلیل و تفسیر مقوله‌ها و معیارها استفاده شد. برای سنجش پایایی مصاحبه‌ها از نظر کدگذاری‌های انجام‌شده، روش توافق موضوعی بین دو کُدگذار به‌کار رفت. تعداد

گزیده‌ای از مصاحبه (P۳):

«وقتی فرآیندها را برای زنجیره تأمین هوشمند بهینه می‌کنیم، کارها سریع‌تر و دقیق‌تر انجام می‌شود، هزینه‌ها پایین می‌آید و کیفیت خدمات بهتر می‌شود. استفاده از فناوری‌های ارتباطی هم کمک می‌کند اطلاعات راحت‌تر رد و بدل شود و زمان تأخیر به حداقل برسد».

گزیده‌ای از مصاحبه (P۱):

«کارکنان باید با برنامه‌ها و سامانه‌های جدید زنجیره تأمین آشنا شوند. اگر آموزش ببینند که داده‌ها را تحلیل و تفسیر کنند، می‌توانند تصمیم‌های دقیق‌تر و بهتری بگیرند و کارها هم منظم‌تر پیش می‌رود».

۲- ایجاد کدهای اولیه: پس از آشنایی پژوهشگر با داده‌ها، مرحله کدگذاری اولیه آغاز می‌شود. در این مرحله، ویژگی‌های قابل توجه و معنادار داده‌ها به صورت نظام‌مند و با توجه به کل مجموعه داده‌ها کدگذاری می‌گردد. هر کد می‌تواند شامل یک یا چند واژه، عبارت، جمله یا حتی یک پاراگراف باشد. کدهای استخراج شده یا به طور مستقیم از اظهارات مصاحبه‌شوندگان برگرفته شده‌اند یا به صورت ضمنی توسط پژوهشگر از محتوای مصاحبه‌ها استنباط شده‌اند.

جدول (۳): نمونه‌ای از کدگذاری اولیه

کد اولیه	گزاره از متن
توسعه و آموزش مستمر تصمیم‌گیری مبتنی بر داده	کارکنان باید با برنامه‌ها و سامانه‌های جدید مدیریت زنجیره تأمین آشنا شوند و آموزش کارکنان در زمینه تحلیل و تفسیر داده‌های بزرگ که به تصمیم‌گیری‌های بهتر کمک می‌کند.
بهینه‌سازی فرآیند ارتباطات بی‌درنگ تسهیل تبادل اطلاعات مدیریت زمان	بهینه‌سازی فرآیندها در پیاده‌سازی زنجیره تأمین هوشمند از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند موجب افزایش کارایی، کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت خدمات گردد. به کارگیری فناوری‌های ارتباطی برای تسهیل تبادل اطلاعات و به حداقل رساندن زمان تأخیر.
قابلیت انعطاف‌پذیری افزایش خلاقیت و نوآوری	توسعه سامانه‌ها و فرآیندهایی که امکان تغییر و سازگاری سریع با شرایط بازار و نیازهای مشتری را فراهم می‌کنند. انعطاف‌پذیری در تأمین مواد اولیه و تولید نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. به کارگیری فناوری‌های هوشمند برای مدیریت بهتر چرخه عمر محصول و تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به طراحی تا بازاریابی.
مدیریت تغییر	تشویق و حمایت از نوآوری در فرآیندها و فناوری‌ها به کمک فرهنگ‌سازی که در آن ایده‌های جدید و رویکردهای خلاقانه ارزشمند باشند. زنجیره تأمین هوشمند نیاز به تحول مدام دارد و رهبران باید از این تحولات حمایت کنند.
آموزش و توسعه مهارت‌ها ارتباطات مؤثر	تبادل تجربیات و آموزش‌های لازم برای بهبود قابلیت‌ها. این همکاری می‌تواند شامل برنامه‌های آموزشی مشترک و توسعه مهارت‌های کارکنان در زنجیره تأمین باشد.

در این پژوهش، در مجموع ۹۱ کد اولیه از مصاحبه‌ها استخراج شد که نمونه‌ای از این کدها در جدول (۳) ارائه شده است.

۳- جستجوی تم‌ها: در این مرحله، پژوهشگر به شناسایی تم‌های بالقوه می‌پردازد. به بیان دیگر، وی تصمیم می‌گیرد کدام یک از کدهای سطح اول می‌توانند در قالب یک هسته یا تم مشترک قرار گیرند تا از انسجام و ارتباط معنایی برخوردار باشند (براساس شباهت مفهومی به مضامین سازمان‌دهنده مرتبط می‌شوند). هم‌زمان، کدهای ناقص، تکراری یا نامرتب حذف می‌شوند.

جدول (۴): نمونه‌ای از کدگذاری محوری

کدهای مرتبط	مضامین محوری
بهینه‌سازی شبکه توزیع، بهبود در دسترس بودن محصول، تحویل به موقع، مدیریت چرخه عمر محصول	ایجاد فرایندهای چابک و انعطاف‌پذیر
کنترل خودکار موجودی، برنامه‌ریزی تولید، تبادل داده و اطلاعات، ایجاد شفافیت و اعتماد	خودتنظیمی و خودسازماندهی
فرهنگ حل مسئله و فرهنگ یادگیری، فرهنگ متقابل عملکردی	نهادینه‌سازی فرهنگ نوآوری
پایداری و مسئولیت اجتماعی، بهینه‌سازی زیست-محیطی، بهبود کنترل کیفیت، ترویج مسئولیت اجتماعی	ارتقای کیفیت فرایندها

۴- بازبینی تم‌ها: در گام بعد، پژوهشگر با مرور و ارزیابی اولیه تم‌ها و مقایسه آن‌ها با کدهای سطح اول و سایر تم‌های سطح دوم، به یک نقشه تحلیلی منسجم دست می‌یابد. در این مرحله، با ادغام تم‌های فرعی در تم‌های کلی‌تر و سطوح بالاتر، ساختار کلی یافته‌ها روشن می‌شود. در پژوهش حاضر، پس از جمع‌آوری تم‌های مرتبط در قالب تم‌های بزرگ‌تر، در مجموع ۲۰ تم فرعی شناسایی شد.

۵- ترتیب‌دهی و نام‌گذاری تم‌ها: پس از دستیابی به تصویری رضایت‌بخش از تم‌ها و اصلاح کدهای اختصاص‌یافته به هر تم و روایت کلی تحلیل، نوبت به تعریف و نام‌گذاری تم‌های اصلی توسط پژوهشگر می‌رسد. نام‌گذاری تم‌های اصلی بر اساس محتوای هر تم و با صلاح‌دید پژوهشگر انجام می‌شود. در نهایت، پس از رفت‌وبرگشت میان تم‌های فرعی، تم اصلی شناسایی شد که در موضوع پژوهش قابلیت تبیین دارد که در جدول ۵ آورده شده است.

۶- گزارش‌نویسی: در این مرحله، پژوهشگر با مجموعه‌ای از تم‌های اصلی که به طور کامل انتزاعی بوده و با ساختارهای زمینه‌ای پژوهش همخوانی دارند، مواجه است و بر اساس ادبیات موضوع و پرسش پژوهش، به تدوین یک گزارش علمی - تحلیلی می‌پردازد. در بخش یافته‌ها، این موضوع به تفصیل مورد بحث قرار خواهد گرفت. در ادامه روابط بین مضمون‌های اصلی که براساس نظرها و تجارب مشارکت‌کنندگان در تحقیق شکل گرفته و به صورت‌بندی مفهوم پیاده‌سازی موفق زنجیره‌تأمین هوشمند محصولات تندمصرف منجر شده است، به تفکیک، اشاره شده و

مدل مفهومی آن نیز ارائه شده است. مؤلفه‌های حاصل از بخش میدانی به طور کامل تأییدکننده یافته‌های بخش نظری پژوهش است.

جدول (۵): مضامین و مقوله‌های استخراج شده

مضامین فراگیر	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین پایه
همگام‌سازی فرایندها	بهینه‌سازی مدیریت عملیات	گردش موجودی، تحویل به موقع، رضایت مشتری و نظارت و ارزیابی منظم عملکرد
	ایجاد راهبردهای پاسخ	توانایی پاسخگویی سریع به نیازهای متغیر بازار، راهبردهای پاسخ به ریسک، نیاز به سامانه‌های قوی، جمع‌آوری و ذخیره‌سازی داده، مدیریت زمان، برقراری تعادل بین پاسخ‌گویی و کارایی
	ارتقای کیفیت فرایندها	پایداری و مسئولیت اجتماعی، بهینه‌سازی زیست-محیطی، بهبود کنترل کیفیت، ترویج مسئولیت اجتماعی
	ایجاد فرایندهای چابک و انعطاف‌پذیر	بهینه‌سازی شبکه توزیع، بهبود در دسترس بودن محصول، تحویل به موقع، مدیریت چرخه عمر محصول
	ایجاد سامانه‌های فناوری	سنسورهای ردیابی، نظارت بر موجودی انبار، نظارت بر حمل و نقل، استفاده از داده‌کاوی برای تحلیل داده‌ها، پیش‌بینی روندها و تقاضاها
پذیرش فناوری	ایجاد سامانه راهبردی مدیریت	داشتن چشم‌انداز و نقشه دانش، سامانه‌های مدیریت موجودی، ابزارهای پیش‌بینی تقاضا، سامانه‌های مدیریت ارتباط با مشتری (CRM).
	مقیاس‌پذیری فناوری برای حمایت از رشد و تغییرات آینده	نظارت و خودکارسازی، مدیریت همزمان تعداد زیادی از تراکنش‌ها و اطلاعات، ادغام با فناوری‌ها و نرم‌افزارهای جدید
	یکپارچه‌سازی و تنظیم مجدد مستمر	الگوبرداری در حوزه فناوری، بهبود نقاط گلوگاهی، ایجاد اقدامات اصلاحی، بررسی و اصلاح مستمر فرایندهای زنجیره تامین
	الزامات زیرساخت فنی مناسب فناوری	بهره‌گیری از فناوری‌های نوین هوشمند، بهره‌گیری از متخصصان فناوری‌های هوشمند، زیرساخت‌های دانش فناوری و اطلاعاتی غنی، رعایت امنیت و حریم خصوصی، برنامه‌ریزی دانش زیرساختی - تکنولوژی مناسب
مشارکت ذی‌نفعان	تعهد به فرایند دپارتمان‌های فناوری	نیاز به حمایت و تعهد مدیریت ارشد، مشارکت در نوآوری‌های فناورانه، ایجاد رویکردهایی برای افزایش هوشمندسازی، پشتیبانی از فناوری‌های نوین
	هماهنگی و ارتباطات ذی‌نفعان کلیدی	همکاری با تامین‌کنندگان، توزیع کنندگان، و خرده‌فروشان، مشارکت در به اشتراک‌گذاری داده، تمرکز بر ایجاد ارزش مشترک
	همکاری برای افزایش قابلیت‌ها	تعاملات و تجربیات شخصی‌سازی شده، تسهیل تبادل اطلاعات، همکاری در زمینه تحقیق و توسعه
	پیگیربندی شبکه پویا	پلتفرم مشترک فناوری، ایجاد تیم‌های چند ذینفع، سازگاری و همگرا بودن، انطباق با تغییرات داخلی و خارجی
هوشمندسازی زنجیره تامین	سامانه‌های خودسازگار و خودتشخیصی	شناسایی ریسک، ردیابی محصول، تحلیل مسیرها، تحلیل داده‌ها و تجزیه و تحلیل پیشرفته، ایجاد اکوسیستم‌های بالغ و دیجیتالی
	خودتنظیمی و خودسازماندهی	کنترل خودکار موجودی، برنامه‌ریزی تولید، تبادل داده و اطلاعات، شفافیت و اعتماد
	اجرای هوشمند	جابه‌جایی مواد خام، مدیریت منابع پایدار، مدیریت سفارش و نظارت بر سفارش آنلاین، برنامه‌ریزی مجدد در زمان واقعی، نظارت بر موجودی فروشنده در زمان واقعی، پردازش بدون لمس
	بازطراحی و جایگزینی اطلاعات به روز	آرمان محوری، تأکید بر فرایندهای دارای ارزش افزوده، تغییر ریشه‌ای فرایند محوری
فرهنگ‌سازی	نهادینه‌سازی فرهنگ نوآوری	فرهنگ حل مسئله و فرهنگ یادگیری، فرهنگ متقابل عملکردی، عملکرد فناوری محور
	توسعه رهبری	توانایی ایجاد و اجرای راهبردهای بلندمدت، تشویق و حمایت از نوآوری و فناوری‌ها، توانایی مدیریت و هدایت تغییرات، تفکر تحلیلی و حل مسئله
	بسترسازی محیط آموزش فناوری	آشنایی با نرم‌افزارها و ابزارهای دیجیتال، توسعه مهارت‌های نرم، اجرا در بستر مناسب، استفاده درست و صحیح از فناوری‌های هوشمند، تحلیل بستر اجرایی، تحلیل صحیح سامانه هوشمند

هر یک از این مضامین فراگیر، جنبه‌ای کلیدی از تحول دیجیتال را دربرمی‌گیرند و نشان می‌دهند که برای دستیابی به یک زنجیره تأمین هوشمند، سازمان‌ها باید مسیر زیر را طی کنند:

پذیرش فناوری‌های پیشرفته: در این مرحله، سازمان‌ها با شناسایی و به‌کارگیری فناوری‌های نوین نظیر اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و بلاک‌چین، زیرساخت اولیه‌ی دیجیتالی خود را شکل می‌دهند. این گام، زیربنای «فاز ماشه» محسوب می‌شود که آغازگر تحول فناورانه در زنجیره تأمین است. مشارکت ذی‌نفعان: همکاری مؤثر میان اعضای زنجیره تأمین شامل تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان، توزیع‌کنندگان و مشتریان به‌وسیله فناوری‌های هوشمند تقویت می‌شود. در این مرحله، داده‌ها به‌صورت شفاف و بلادرنگ به اشتراک گذاشته می‌شوند و ارتباطات میان طرفین زنجیره تسهیل می‌گردد. فرهنگ‌سازی دیجیتال: پذیرش فناوری بدون تحول فرهنگی امکان‌پذیر نیست.

در این مرحله، ایجاد نگرش دیجیتال، افزایش مهارت‌های فناورانه کارکنان و ترویج تفکر نوآورانه در سطح سازمانی ضروری است. همگام‌سازی فرایندها: این مرحله بر یکپارچه‌سازی و استانداردسازی فرایندهای زنجیره تأمین تأکید دارد تا جریان داده، مواد و اطلاعات در کل سامانه با کمترین اختلال و بیشترین بهره‌وری انجام گیرد. هوشمندسازی زنجیره تأمین: مرحله نهایی، دستیابی به زنجیره تأمین کاملاً هوشمند است که در آن تصمیم‌گیری‌ها خودکار، پیش‌بینی‌ها دقیق و تعاملات میان اجزا به‌صورت بلادرنگ و داده‌محور صورت می‌گیرد. در مجموع، این پنج مرحله، سیر تکاملی زنجیره تأمین از سطح فیزیکی و فاز ماشه تا مرحله‌ی نهایی هوشمندسازی را به‌خوبی نشان می‌دهند و بر اهمیت تعامل فناوری، فرهنگ و مدیریت در تحقق زنجیره تأمین هوشمند تأکید دارند.

جدول (۶): شرح الزام مضامین اصلی

مضامین فراگیر	شرح الزام	اهمیت / اولویت
همگام‌سازی فرایندها	تمامی فرایندهای سفارش‌گیری، انبارداری، حمل و نقل، توزیع و فروش باید به صورت یکپارچه و هماهنگ عمل کنند. تغییرات در یک فرایند باید بلافاصله بر فرایندهای وابسته اعمال شده و قابل رصد باشد.	حیاتی
پذیرش فناوری	واحدها و کاربران زنجیره تأمین باید فناوری‌های هوشمند (AI, Big Data, IoT, AR, ...) را بپذیرند و استفاده کنند. سامانه باید ابزار آموزشی و راهنمایی ارائه دهد تا اختلالی در عملیات جاری ایجاد نشود.	بالا
مشارکت ذی‌نفعان	تمامی ذی‌نفعان شامل تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان، انبارها، شرکت‌های حمل و نقل و فروشگاه‌ها باید در فرایند هوشمندسازی مشارکت فعال داشته باشند و داده‌ها، بازخورد و پیشنهادات خود را ارائه دهند.	بالا
هوشمندسازی زنجیره تأمین	سامانه باید با استفاده از فناوری‌های هوشمند، پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی، ردیابی لحظه‌ای، بهینه‌سازی مسیر و توزیع و گزارش‌دهی تحلیلی را فراهم کند.	حیاتی
فرهنگ‌سازی	سازمان و شرکای زنجیره تأمین باید فرهنگ پذیرش فناوری، نوآوری و بهبود مستمر را نهادینه کنند. برنامه‌های آموزشی و کمپین‌های داخلی و بیرونی برگزار شود.	متوسط

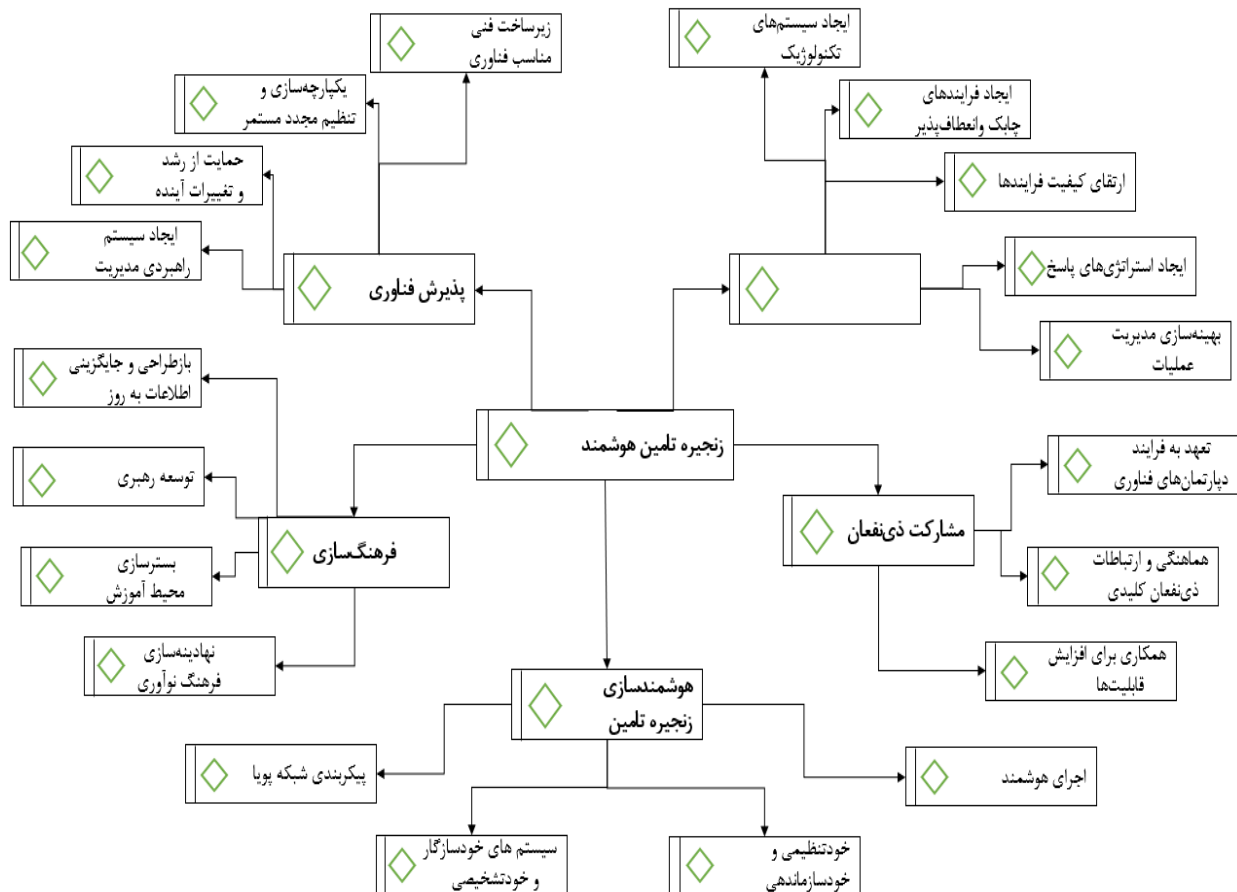
الزام حیاتی مربوط به همگام‌سازی فرایندها، که شامل تمامی مراحل سفارش‌گیری، انبارداری، حمل و نقل، توزیع و فروش است، از دیدگاه کاربردی اهمیت بسیار بالایی دارد زیرا هرگونه اختلال در هماهنگی فرایندها می‌تواند عملکرد کل زنجیره تأمین را مختل کند و تجربه کاربر نهایی و مشتری را تحت تأثیر قرار دهد، بنابراین وزن کاربردی آن حداکثری است. از دیدگاه مدیریتی نیز این الزام حیاتی است، زیرا هر گونه شکست در هماهنگی فرایندها می‌تواند موجب زیان مالی و ایجاد ریسک عملیاتی شود و بنابراین وزن مدیریتی آن نیز بسیار بالا است. الزام بعدی با اهمیت بالا در زمینه پذیرش فناوری‌های هوشمند (AI, Big Data, IoT, AR, ...) و ارائه ابزارهای آموزشی، از دید کاربردی مهم است چون کاربران و واحدها برای بهره‌برداری بهینه از سامانه به آموزش و پذیرش فناوری نیاز دارند، اما از دید مدیریتی، وزن آن متوسط تا بالاست زیرا سرمایه‌گذاری در آموزش و پذیرش فناوری نسبت به ریسک کل سازمان قابل مدیریت است. الزام دیگری با اهمیت بالا مربوط به مشارکت فعال ذی‌نفعان است؛ این الزام از دید کاربردی باعث

بهبود کیفیت داده‌ها و تصمیم‌گیری می‌شود و وزن کاربردی آن بالا است، در حالی که از دید مدیریتی نیز اهمیت بالایی دارد، زیرا مشارکت فعال می‌تواند به کاهش ریسک‌ها و افزایش شفافیت عملیاتی کمک کند. الزام حیاتی هوشمندسازی زنجیره تأمین که شامل پیش‌بینی تقاضا، مدیریت موجودی، ردیابی لحظه‌ای و بهینه‌سازی مسیر و توزیع است، از دیدگاه کاربردی و مدیریتی هر دو وزن بسیار بالایی دارد، زیرا این عملکردها هسته اصلی کارکرد زنجیره تأمین هوشمند را تشکیل می‌دهند و هر گونه نقص در آن تأثیر مستقیم بر کارایی و سودآوری دارد. در نهایت، الزام با اهمیت متوسط در زمینه فرهنگ‌سازی پذیرش فناوری و نوآوری از دید کاربردی تأثیر غیرمستقیم دارد و وزن آن متوسط است، اما از دید مدیریتی نیز اهمیت آن متوسط است، زیرا این الزام بیشتر مربوط به بهبود مستمر و توانمندسازی بلندمدت کارکنان است و تأثیر فوری بر عملیات ندارد.

شبکه مضامین (شکل ۲) ابزاری برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری راهبردی محسوب می‌شود، زیرا روابط علت و معلولی یا همبستگی میان مضامین کلیدی را آشکار می‌سازد.

مدیران با استفاده از این شبکه می‌توانند مضامین حیاتی و نقاط اهرمی را شناسایی کرده و منابع را بر حوزه‌هایی متمرکز کنند که

بیشترین اثر را بر تحقق اهداف سازمانی دارند.



شکل (۱): شبکه مضامین

می‌شود تا از طریق وزن‌های متفاوتی که آنتروپی حاصل می‌سازد، تمایز بین واحدها محقق گردد. در نظریه اطلاعات، آنتروپی نشان‌دهنده مقدار عدم اطمینان موجود در محتوای مورد انتظار اطلاعات یک پیام است. مراحل آنتروپی شانون به شرح ذیل است:

- تشکیل جدول تصمیم‌گیری: اولین مرحله از مراحل روش آنتروپی تشکیل جدول تصمیم‌گیری می‌باشد. بنابراین برای محاسبه وزن شاخص‌ها با استفاده از روش آنتروپی ابتدا باید جدول تصمیم‌گیری مساله را تشکیل داد زیرا همانطور که بیان شد جدول تصمیم‌گیری به عنوان ورودی روش آنتروپی در نظر گرفته می‌شود. ماتریس تصمیم‌گیری مساله را به صورت زیر نشان می‌دهند.

(۱)

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

۴-۱- آنتروپی شانون

یکی از روش‌های استخراج وزن اهمیت معیارها در تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه آنتروپی شانون می‌باشد. در اینجا، فراوانی مضامین (یا میزان اهمیت آن‌ها در داده‌ها) به کار می‌رود تا مشخص شود کدام مضمون‌ها نقش محوری‌تر دارند و کدام پراکنده‌تر یا کمتر تأکید شده‌اند. به زبان ساده، مضامینی که بیشترین وزن یا کمترین پراکندگی دارند، به عنوان عناصر کلیدی و تعیین‌کننده‌تر شناسایی می‌شوند. بنابراین، بخش کیفی بُعد "چه چیزی وجود دارد" را نشان می‌دهد، و بخش کمی بُعد "چقدر مهم/پررنگ است" را. علت انتخاب این روش اینست که تحلیل مضمون ممکن است ذهنی یا وابسته به نظر پژوهشگر باشد ولی آنتروپی شانون با عددی کردن مضامین، درجه‌ای از عینیت و مقایسه‌پذیری ایجاد می‌کند. روش وزن‌دهی آنتروپی، وزن بیشتری برای شاخص‌هایی در نظر می‌گیرد که از تغییرپذیری بیشتری برخوردارند. در نتیجه، این موضوع سبب

$$\ln(0/696) = -0/363$$

$$P_{ij} \times \ln(P_{ij}) = 0/696 \times (-0/363) = -0/253$$

این کار برای همه ۲۳ گزینه انجام می‌شود و جمع کل می‌شود:

$$\left| P_{ij} \ln(P_{ij}) \sum_{i=1}^{23} \right| = 2.79$$

- محاسبه آنتروپی هر شاخص: در این مرحله باید آنتروپی هر یک از شاخص‌ها را با استفاده از رابطه زیر محاسبه نمود.

(۳)

$$k = \frac{1}{\ln(a)}; a = \text{تعداد گزینه‌ها}$$

$$E_j = -k \sum [n_{ij} \ln(n_{ij})]$$

$$K = \frac{1}{\ln(23)} = \frac{1}{3/135} = 0/319$$

$$E_j = \frac{2/79}{\ln(23)} = 0/92$$

نکته: مقدار K باعث می‌شود که مقدار آنتروپی هر شاخص بین صفر و یک باقی بماند.

- محاسبه فاصله هر شاخص از آنتروپی آن (dj): در این مرحله باید فاصله هر یک از شاخص‌ها را از مقدار آنتروپی آن که در مرحله قبل محاسبه شد بدست آوریم. برای این کار از رابطه زیر استفاده می‌شود.

(۴)

$$D_j = 1 - E_j$$

$$D_j = 1 - 0/92 = 0/08$$

- محاسبه وزن هر شاخص: در این مرحله وزن هر شاخص را با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌کنیم.

(۵)

$$W_j = \frac{d_j}{\sum d_j}$$

چون $\sum d_j$ برابر با ۱ هست بنابراین:

$$W_j = \frac{0/08}{1} = 0/08$$

بقیه مولفه‌ها هم به این ترتیب محاسبه شدند (جدول ۸). براساس تحلیل ذکرشده همانطور که در جدول زیر نشان داده شده است، مشاهده می‌شود که براساس نظر خبرگان به ترتیب بیشترین تأکید بر شش مؤلفه اصلی خودتنظیمی و خودسازماندهی، یکپارچه‌سازی و تنظیم مجدد مستمر، بهینه‌سازی مدیریت عملیات، هماهنگی و ارتباطات ذی‌نفعان کلیدی، سامانه‌های خودسازگار و خودتشخیصی و اجرای هوشمند بوده است و بقیه مولفه‌ها در اولویت‌های بعدی قرار گرفتند.

جدول (۷): جدول تصمیم‌گیری

مؤلفه‌ها / معیارها	نفر ۱	نفر ۲	...	نفر ۲۳
بهینه‌سازی مدیریت عملیات	x_{11}	x_{12}	...	x_{231}
ایجاد راهبردهای پاسخ	x_{21}	x_{22}	...	x_{232}
ارتقای کیفیت فرایندها	x_{31}	x_{32}	...	x_{233}
پیکربندی شبکه پویا	x_{41}	x_{42}	...	x_{234}
سامانه‌های خودسازگار و خودتشخیصی	x_{51}	x_{52}	...	x_{235}
خودتنظیمی و خودسازماندهی	x_{61}	x_{62}	...	x_{236}
اجرای هوشمند	x_{71}	x_{72}	...	x_{237}
مقیاس‌پذیری فناوری برای حمایت از رشد و تغییرات آینده	x_{81}	x_{82}	...	x_{238}
یکپارچه‌سازی و تنظیم مجدد مستمر	x_{91}	x_{92}	...	x_{239}
الزامات زیرساخت فنی مناسب فناوری	x_{101}	x_{102}	...	x_{2310}
تعهد به فرایند دپارتمان‌های فناوری	x_{111}	x_{112}	...	x_{2311}
هماهنگی و ارتباطات ذی‌نفعان کلیدی	x_{121}	x_{122}	...	x_{2312}
همکاری برای افزایش قابلیت‌ها	x_{131}	x_{132}	...	x_{2313}
بازطراحی و جایگزینی اطلاعات به روز	x_{141}	x_{142}	...	x_{2314}
نهادینه‌سازی فرهنگ نوآوری	x_{151}	x_{152}	...	x_{2315}
توسعه رهبری	x_{161}	x_{162}	...	x_{2316}
بسترسازی محیط آموزش فناوری	x_{171}	x_{172}	...	x_{2317}
ایجاد فرایندهای چابک و انعطاف‌پذیر	x_{181}	x_{182}	...	x_{2318}
ایجاد سامانه‌های تکنولوژیک	x_{191}	x_{192}	...	x_{2319}
ایجاد سامانه راهبردی مدیریت	x_{201}	x_{202}	...	x_{2320}

- نرمال‌سازی جدول تصمیم‌گیری: مرحله دوم از مراحل روش آنتروپی نرمال‌سازی یا بی‌مقیاس کردن جدول تصمیم‌گیری می‌باشد. برای نرمال‌سازی از روش نرمال‌سازی ساده یعنی همان روش میانگین حسابی استفاده می‌شود. رابطه نرمال‌سازی ساده به صورت زیر می‌باشد.

(۲)

$$E_j = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j}, \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

براساس فرمول مقدار آنتروپی رو برای مولفه بهینه‌سازی مدیریت عملیات محاسبه می‌کنیم. از تعداد ۲۳ نفر خبره نظرسنجی شده است پس تعداد گزینه‌های ما ۲۳ نفر می‌باشد و تعداد فراوانی مولفه بهینه‌سازی مدیریت عملیات ۱۶ می‌باشد پس:

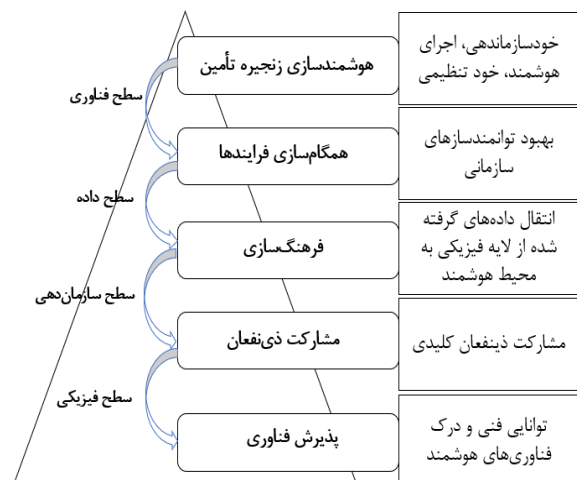
$$P_{ij} = \frac{16}{23} = 0/696$$

جدول (۸): تعیین ضریب اهمیت هر یک از مؤلفه‌های پیشنهادی محقق

رتبه	ضریب اهمیت Wj	عدم اطمینان Ej	$\sum_{i=1}^{23} P_{ij} \times L_n P_{ij}$	فراوانی	مؤلفه‌ها
۲	۰/۰۸	۰/۹۲	-۲/۷۹	۱۶	بهینه‌سازی مدیریت عملیات
۴	۰/۰۵	۰/۶۶	-۲/۰۸	۸	ایجاد راهبردهای پاسخ
۴	۰/۰۵	۰/۶۶	-۲/۰۸	۸	ارتقای کیفیت فرایندها
۴	۰/۰۵	۰/۶۶	-۲/۰۸	۸	پیکرندی شبکه پویا
۲	۰/۰۶	۰/۷۹	-۲/۴۸	۱۲	سامانه‌های خودسازگار و خودتشخیصی
۱	۰/۰۹	۰/۹۲	-۲/۸۹	۱۸	خودتنظیمی و خودسازماندهی
۲	۰/۰۶	۰/۷۹	-۲/۴۸	۱۲	اجرای هوشمند
۸	۰/۰۱	۰/۹۹	-۰/۶۹	۲	مقیاس‌پذیری فناوری برای حمایت از رشد و تغییرات آینده
۱	۰/۰۸	۰/۸۶	-۲/۷۱	۱۵	یکپارچه‌سازی و تنظیم مجدد مستمر
۴	۰/۰۵	۰/۷۰	-۲/۲۰	۹	الزامات زیرساخت فنی مناسب فناوری
۷	۰/۰۲	۰/۳۵	-۱/۱۰	۳	تعهد به فرایند دپارتمان‌های فناوری
۲	۰/۰۶	۰/۸۲	-۲/۵۶	۱۳	همانگی و ارتباطات ذی‌نفعان کلیدی
۵	۰/۰۵	۰/۶۲	-۱/۹۵	۷	همکاری برای افزایش قابلیت‌ها
۶	۰/۰۴	۰/۵۱	-۱/۶۱	۵	بازطراحی و جایگزینی اطلاعات به روز
۷	۰/۰۲	۰/۳۵	-۱/۱۰	۳	نهادینه‌سازی فرهنگ نوآوری
۴	۰/۰۵	۰/۶۶	-۲/۰۸	۸	توسعه رهبری
۶	۰/۰۴	۰/۴۳	-۱/۳۸	۴	بسترسازی محیط آموزش فناوری
۷	۰/۰۲	۰/۳۵	-۱/۱۰	۳	ایجاد فرایندهای چابک و انعطاف‌پذیر
۳	۰/۰۶	۰/۷۱	-۱/۴۲	۱۱	ایجاد سامانه‌های تکنولوژیک
۵	۰/۰۵	۰/۵۴	-۱/۶۷	۶	ایجاد سامانه راهبردی مدیریت
	۱	۱۲/۵۲	مجموع		

مدل مفهومی این پژوهش، حضور چندین مرحله متوالی در مسیر انطباق و هوشمندسازی زنجیره تأمین محصولات تئدمصرف را به تصویر می‌کشد و یک الگوی مرحله‌ای جامع برای تبیین الزامات پیاده‌سازی زنجیره تأمین هوشمند ارائه می‌دهد. این الگو شامل پنج مرحله متمایز اما به هم پیوسته است که گذار تدریجی سازمان‌ها از وضعیت سنتی به زنجیره تأمین هوشمند را تشریح می‌کند. مراحل پیشنهادی، ضمن تأکید بر پذیرش فناوری‌های پیشرفته، نقش محوری مشارکت ذی‌نفعان کلیدی، فرهنگ‌سازی دیجیتال، همگام‌سازی فرایندهای کسب‌وکار و هوشمندسازی یکپارچه زنجیره تأمین را به عنوان پیش‌نیازهای اساسی موفقیت در پیاده‌سازی فناوری‌های هوشمند در سراسر زنجیره تأمین برجسته می‌سازند. این مراحل در قالب چهار سطح تحلیلی شامل سطح فیزیکی، سطح سازماندهی، سطح داده و سطح فناوری ساختار بندی شده‌اند که هر یک الزامات و قابلیت‌های خاص خود را دارا هستند. در مجموع، مضامین اصلی استخراج شده از داده‌ها شامل همگام‌سازی فرایندها، پذیرش و بلوغ فناوری، مشارکت و همسویی ذی‌نفعان، هوشمندسازی زنجیره تأمین و نهادینه‌سازی فرهنگ دیجیتال است. این مضامین، منطق درونی مدل را شکل داده و نشان می‌دهند که هوشمندسازی زنجیره تأمین محصولات تئدمصرف نه یک اقدام فناورانه منفرد، بلکه سفری تکاملی،

مدل مفهومی: براساس تحقیق انجام شده در حوزه پیاده‌سازی زنجیره تأمین هوشمند محصولات FMCG و با تأکید بر داده‌های واقعی به دست آمده از مشارکت‌کنندگان این تحقیق، در شکل (۲) مدل مفهومی ارائه شده است.



شکل (۲): مدل مفهومی الزامات پیاده‌سازی زنجیره تأمین هوشمند

محصولات FMCG

چندبعدی و مرحله‌محور است که مستلزم تعامل هم‌زمان بین فناوری، فرایند و انسان می‌باشد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان می‌دهد که هوشمندسازی زنجیره تأمین محصولات تندمصرف یک تحول فناورانه صرف نیست، بلکه یک مسیر تغییر تدریجی و نظام‌مند است که مستلزم هم‌ترازی هم‌زمان عناصر عملیاتی و حاکمیتی در سطوح مختلف زنجیره تأمین است. بر این اساس، یافته‌های تحقیق امکان ترسیم یک نقشه راه تحول را فراهم می‌کند که مسیر گذار به زنجیره تأمین هوشمند در صنعت FMCG را به صورت مرحله‌ای مشخص می‌سازد.

در مرحله نخست (پایه‌گذاری فیزیکی و عملیاتی)، تمرکز تحول بر استانداردسازی و همگام‌سازی فرآیندهای کلیدی زنجیره تأمین شامل تأمین، تولید، انبارداری و توزیع قرار دارد. در این مرحله، عناصر عملیاتی مانند شفاف‌سازی جریان مواد، کاهش رویه‌های جزیره‌ای و ایجاد قابلیت ردیابی پایه، نقش تعیین‌کننده دارند. در سطح حاکمیتی، تدوین سیاست‌های یکپارچه‌سازی فرآیندها، تعیین مسئولیت‌های شفاف بین بازیگران زنجیره و حمایت مدیریت ارشد، شرط لازم برای عبور موفق از این مرحله است. یافته‌ها نشان می‌دهد که ضعف در این سطح، کل مسیر هوشمندسازی را با شکست مواجه می‌کند. در این سطح، پذیرش فناوری به عنوان زیربنای فیزیکی مدل قرار دارد که بر توانایی فنی سازمان‌ها در درک و به کارگیری فناوری‌های هوشمند دلالت دارد. این سطح امکان انتقال داده از لایه فیزیکی به محیط هوشمند را فراهم می‌سازد و بدون آن، حرکت به سطوح بالاتر امکان‌پذیر نخواهد بود.

در مرحله دوم (سازماندهی و توانمندسازی مدیریتی)، تحول از سطح عملیات به سطح ساختارهای تصمیم‌گیری گسترش می‌یابد. در این مرحله، عناصر عملیاتی شامل بازطراحی فرآیندهای کسب‌وکار، ایجاد تیم‌های بین‌وظیفه‌ای و توسعه مهارت‌های دیجیتال کارکنان است. هم‌زمان، در سطح حاکمیتی، سازوکارهای مشارکت ذی‌نفعان، اشتراک داده بین اعضای زنجیره و استقرار نظام‌های تصمیم‌گیری داده‌محور شکل می‌گیرد. این مرحله نقش پل ارتباطی بین زیرساخت فیزیکی و هوشمندسازی فناورانه را ایفا می‌کند. در این سطح، مشارکت ذی‌نفعان قرار می‌گیرد که بیانگر ضرورت همکاری فعال بازیگران کلیدی زنجیره تأمین در صنعت FMCG است. این مشارکت، بستر لازم برای اشتراک اطلاعات، هم‌راستایی اهداف و کاهش تصمیم‌گیری‌های جزیره‌ای را فراهم می‌کند. بر پایه این تعاملات، فرهنگ‌سازی سازمانی شکل می‌گیرد که نقش پیونددهنده بین ساختارهای

انسانی و داده‌محور را ایفا کرده و پذیرش تغییر، یادگیری سازمانی و استفاده مؤثر از فناوری‌های هوشمند را نهادینه می‌سازد.

در مرحله سوم (یکپارچه‌سازی داده و فناوری)، فناوری‌های هوشمند نظیر اینترنت اشیا، کلان‌داده، رایانش ابری و هوش مصنوعی به صورت هدفمند و متناسب با بلوغ سازمانی به کار گرفته می‌شوند. در سطح عملیاتی، تمرکز بر جمع‌آوری، یکپارچه‌سازی و تحلیل داده‌های زنجیره تأمین برای بهبود پیش‌بینی تقاضا، بهینه‌سازی موجودی و افزایش پاسخگویی به بازار است. در سطح حاکمیتی، سیاست‌های حاکمیت داده، امنیت اطلاعات و سرمایه‌گذاری تدریجی فناوری، مسیر بهره‌برداری پایدار از هوشمندسازی را تضمین می‌کنند. یافته‌ها تأکید می‌کند که پیاده‌سازی شتاب‌زده فناوری بدون طی مراحل پیشین، ارزش‌آفرینی واقعی ایجاد نخواهد کرد. در این سطح، همگام‌سازی فرآیندها به عنوان پیامد مستقیم فرهنگ‌سازی و مشارکت مؤثر ذی‌نفعان تحقق می‌یابد. در این سطح، داده‌های استخراج‌شده از عملیات فیزیکی به صورت یکپارچه در فرآیندهای تأمین، تولید، توزیع و فروش به کار گرفته می‌شوند و زمینه تصمیم‌گیری هماهنگ و پاسخ‌گو به تغییرات سریع بازار FMCG را فراهم می‌کنند. این همگام‌سازی، پیش‌نیاز اساسی برای حرکت به سطح فناوری پیشرفته محسوب می‌شود.

در مرحله نهایی (نهادینه‌سازی هوشمندی)، زنجیره تأمین به سطحی می‌رسد که تصمیم‌گیری داده‌محور، یادگیری سازمانی و نوآوری مستمر به بخشی از رویه‌های روزمره تبدیل می‌شود. در این مرحله، عناصر عملیاتی شامل استفاده پیشرفته از تحلیل‌های هوشمند و سازگاری پویا با تغییرات بازار است و در سطح حاکمیتی، فرهنگ سازمانی مبتنی بر نوآوری، پذیرش فناوری و همکاری بلندمدت بین ذی‌نفعان نهادینه می‌شود. در این سطح، هوشمندسازی زنجیره تأمین قرار دارد که به تحقق زنجیره‌ای خودسازمان‌ده، اجراگر هوشمند و خودتنظیمی منجر می‌شود. در این سطح، بهبود توانمندسازی‌های سازمانی، استفاده پیشرفته از تحلیل داده و فناوری‌های هوشمند، امکان تصمیم‌گیری داده‌محور و واکنش سریع به نوسانات بازار را فراهم می‌کند. بر اساس مدل، این سطح نه نقطه آغاز، بلکه نتیجه بلوغ تدریجی سطوح پیشین است و هرگونه تلاش برای پیاده‌سازی مستقیم آن بدون تقویت لایه‌های پایین‌تر، منجر به کاهش اثربخشی خواهد شد.

در مجموع، مدل خروجی پژوهش نقشه راهی روشن برای تحول هوشمند زنجیره تأمین در صنعت FMCG ارائه می‌دهد که در آن، پیوستگی و تعامل بین سطوح فیزیکی، سازمانی، داده و فناوری، شرط اصلی دستیابی به هوشمندی پایدار و ارزش‌آفرین تلقی می‌شود. چارچوب ارائه‌شده می‌تواند به عنوان راهنمای عملی برای مدیران صنعت FMCG در برنامه‌ریزی و اولویت‌بندی اقدامات تحول دیجیتال و نیز به عنوان مبنایی برای توسعه

کشورها، الگوی پیشنهادی را اعتبارسنجی و توسعه دهند. همچنین بررسی نقش تاب‌آوری زنجیره تأمین، پایداری و هوش مصنوعی مولد به‌عنوان ابعاد نوظهور پیشنهاد می‌شود.

۶- مراجع

- [1] D. Chavarría-Barrientos, R. Batres, P. K. Wright, and A. Molina, "A methodology to create a sensing, smart and sustainable manufacturing enterprise," *International journal Production Research* vol. 56 pp. 584-603, 2018. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1386333>
- [2] A. Rashid, and B. Tjahjono, "Achieving manufacturing excellence through the integration of enterprise systems and simulation," *Production Planning Control*, vol. 27 pp. 837-852, 2016. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1143132>
- [3] R. Srinivasan, and M. Swink, "Leveraging supply chain integration through planning comprehensiveness: an organizational information processing theory perspective," *Decision Sciences*, vol. 46 pp. 823-861, 2015. <https://doi.org/10.1111/deci.12166>
- [4] X. F. Shao, W. Liu, Y. Li, H. R. Chaudhry, and X. G. Yue, "Multistage implementation framework for smart supply chain management under industry 4.0," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 162 pp. 120354, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120354>
- [5] R. Alt, and S. Klein, "Twenty years of electronic markets research looking backwards towards the future," *Electronic Markets The International Journal on Networked Business*, vol. 21 pp. 41-51, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12525-011-0057-z>
- [6] S. Jomthanachai, W. P. Wong, W. P. Soh, C. P. and Lim, "A global trade supply chain vulnerability in COVID-19 pandemic: An assessment metric of risk and resilience-based efficiency of CoDEA method," *Research in Transportation Economics*, vol. 93 pp. 101166, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2021.101166>
- [7] A. Atadoga, F. Osasona, O. O. Amoo, O. A. Farayola, B. S. Ayinla, and T. O. Abrahams, "The role of it in enhancing supply chain resilience: a global review," *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, vol. 6 pp. 336-351, 2024. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i2.774>
- [8] V. Santos, M. Sampaio, and D. H. Alliprandini, "The impact of product variety on fill rate, inventory and sales performance in the consumer goods industry," *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 31 pp. 1481-1505, 2020. <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2019-0213>
- [9] D. Karakabadi, and A. Tayebi Rahani, "Identifying and prioritizing barriers to supply chain digitalization using the ISM approach in the chemical industry," *Supply Chain Management*, vol. 27 pp. 1-18, 2025. <https://doi.org/10.1080/10477315.2025.2478715> (In Persian)
- [10] Y. Guo, F. Liu, J. S. Song, S. and Wang, "Supply chain resilience: A review from the inventory management perspective," *Fundamental Research*, vol. 5 pp. 450-463, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.fmre.2024.08.002>
- [11] M. Nasiri Goleh, and Sh. Sahraei, "Investigating the impact of blockchain implementation in the dairy products supply chain in Iran," *Supply Chain Management*, vol. 26 pp. 95-102, 2024. <https://doi.org/10.1080/10477315.2024.2478715> (In Persian)
- [12] G. Akbari Arbatan, M. Bashkooh Ajirloo, Gh. Zarei, and N. Seifollahi, "Designing a balanced implementation strategy for smart technology in supply chain management," *Industrial Management*, vol. 17 pp. 70-98, 2025. <https://doi.org/10.22059/imj.2025.382273.1008186> (In Persian)
- [13] S. Li, S. S. Rao, T. S. Ragu-Nathan, and B. Ragu-Nathan, "Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices," *Journal of Operations Management*, Vol. 23 pp. 618-641, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.01.002>
- [14] A. David, C. G. Kumar, P. V. Paul, "Blockchain technology in the food supply chain: empirical analysis," *International journal*

پژوهش‌های آتی در حوزه زنجیره تأمین هوشمند مورد استفاده قرار گیرد. ارزش این پژوهش در ارائه مدلی است که فراتر از رویکردهای مفهومی پیشین، بر تجربه واقعی سازمان‌ها استوار است و می‌تواند به‌عنوان راهنمای عملی برای مدیران و پژوهشگران مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، محدودیت‌های روش‌شناختی ایجاب می‌کند که نتایج در مطالعات آتی تکمیل و تعمیق شوند. نوآوری اصلی این مطالعه در ارائه یک چارچوب مرحله‌ای، چندلایه و مبتنی بر اجرا برای زنجیره تأمین هوشمند FMCG است؛ در حالی که اغلب مطالعات پیشین یا صرفاً بر تولید هوشمند تمرکز داشته‌اند یا مدل‌هایی مفهومی بدون پشتوانه تجربی ارائه کرده‌اند.

۵-۱- پیشنهادات کاربردی

آغاز هوشمندسازی از سطح فیزیکی و ایجاد زیرساخت‌های پایه (حسگرها، اتصال، استانداردسازی داده‌ها)

- تمرکز بر هماهنگی سازمانی و همسویی فرآیندها پیش از سرمایه‌گذاری سنگین فناورانه
- ایجاد پلتفرم یکپارچه داده برای افزایش شفافیت و قابلیت ردیابی در زنجیره تأمین
- توسعه همکاری دیجیتال با تأمین‌کنندگان و توزیع‌کنندگان به‌عنوان یک توانمندساز کلیدی
- طراحی الگوریتم‌های هوشمند برای تعیین مسیرهای بهینه تحویل و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل.
- آموزش کارکنان زنجیره تأمین برای استفاده مؤثر از سامانه‌های هوشمند و تحلیل داده‌ها.

۵-۲- پیشنهادات پژوهشی

طراحی مدل‌های کمی و کیفی برای اندازه‌گیری اثربخشی فناوری‌های هوشمند زنجیره تأمین FMCG

بررسی نقش بلاک‌چین در شفافیت زنجیره تأمین FMCG و ردیابی محصولات.

بررسی کاربرد رباتیک و اتوماسیون در انبارهای محصولات تندمصرف.

مطالعه تأثیر فرهنگ سازمانی، مقاومت در برابر تغییر و مهارت‌های کارکنان بر پیاده‌سازی موفق FMCG هوشمند.

این پژوهش با وجود ارزش تجربی، دارای محدودیت‌هایی است. نخست، داده‌ها مبتنی بر مصاحبه‌های کیفی بوده و ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج به همه صنایع یا مناطق جغرافیایی محدود باشد. دوم، تمرکز پژوهش بر صنعت FMCG، امکان مقایسه مستقیم با صنایع سرمایه‌بر یا پروژه‌محور را کاهش می‌دهد. پژوهش‌های آینده می‌توانند با استفاده از روش‌های کمی، مطالعات طولی و تحلیل‌های مقایسه‌ای بین صنایع و

- [30] K. Riemer, and S. Schellhammer, "Collaboration in the Digital Age: diverse, Relevant and Challenging. Collaboration in the Digital Age," Springer, Cham, pp. 1-12, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94487-6_1
- [31] G. Büyükoçkan, and F. Göçer, "Digital Supply Chain: literature review and a proposed framework for future research," Computers in Industry, vol. 97 pp. 157-177, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.010>
- [32] A. E. Zahedi, and M. Haghighat, "Obstacles, Capabilities and Consequences of Supply Chain Intelligence in Iranian Industry," Research Journal of Information Processing and Management, vol. 41 pp. 729931, 2025. <https://doi.org/10.22034/jipm.2025.2061431.2019> . (In Persian)
- [33] Sh. Rashidi Torbati, V. Radfar, and K. Pilehvari, "Supply Chain Intelligence with the Internet of Things Approach (Case Study: Companies Active in the Field of Information and Communication Technology in Tehran Province)," Quarterly Journal of Strategic Management in Industrial Systems (Formerly Industrial Management), vol. 16 pp. 14-29, 2022. <https://doi.org/10.30495/ijm.2022.688461> . (In Persian)
- [34] P. Khadem, M. Abbasian, M. Esmaili, & M. Mirtabai, "Meta-analysis of intelligent logistics management under conditions of future uneven threats," Supply Chain Management, vol. 27, no. 88, pp. 147-166, 2025. <https://doi.org/10.1001/1.20089198.1404.27.88.7.3> . (In Persian)
- [35] A. Horshad, H. Safari, and R. Ghasemi, "Developing a Smart Supply Chain Management Model in the FMCG Industry," Industrial Management Perspectives, Vol. 13 pp. 108 - 148, 2023. <https://doi.org/10.48308/jimp.13.4.108> (In Persian)
- [36] O. Mehri-NamakAvarani, H. Kazemi, F. Rezaei, and R. Ehtesham-Rathi, "Identifying and ranking enabling factors in smart supply chains," Development and Transformation Management, vol. 53 pp. 173-180, 2023. <https://doi.org/10.22094/jdem.2023.705875> . (In Persian)
- [37] A. Khadivar, F. Mojibian, and Gh. Jafari, "Selecting the optimal distribution channel in the electronic supply chain of fast-moving consumer goods (FMCG)," Quarterly Journal of the Iranian Management Sciences Association, vol. 17 pp. 135-164, 2022. https://journal.iams.ir/article_385.html . (In Persian)
- [38] A. Grieco, P. Caricato, D. Gianfreda, M. Pesce, V. Rigon, L. Tregnaighi, and A. Voglino, "An industry 4.0 case study in fashion manufacturing," Procedia Manufacturing, vol. 11 pp. 871-877, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.190>
- [39] P. Ghadimi, C. Wang, M. K. Lim, and C. Heavey, "Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology: theory and application for Industry 4.0 supply chains," Comp. Industrial Engineering, vol. 127 pp. 588-600, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.050>
- [40] J. Weking, M. Stöcker, M. Kowalkiewicz, M. Böhm, and H. Krcmar, "Leveraging industry 4.0-A business model pattern framework," International journal of. Production Economics, pp.107588, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107588>
- [41] P. Ralston, and J. Blackhurst, "Industry 4.0 and resilience in the supply chain: a driver of capability enhancement or capability loss," International journal of Production Research, pp. 1-14, 2020. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1736724>
- [42] H. Fatorachian, and H. Kazemi, "Impact of Industry 4.0 on supply chain performance," Production Planning & Control, pp. 1-19, 2020. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1712487>
- [43] A. Ghadge, M. E. Kara, H. Moradlou, and M. Goswami, "The impact of Industry 4.0 implementation on supply chains," Journal of Manufacturing Technology Management, vol. 31 pp. 669-686, 2020. <https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2019-0368>
- [44] R. Preindl, K. Nikolopoulos, and K. Litsiou, "Transformation strategies for the supply chain: the impact of industry 4.0 and digital transformation," Supply Chain Forum: An International Journal, vol. 21 pp. 26-34, 2020. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/16258312.2020.1716633>
- [45] B. Ding, "Pharma industry 4.0: literature review and research opportunities in sustainable pharmaceutical supply chains," Process Safety and Environmental Protection, vol. 119, pp. 115-130, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.06.031>
- of Inf Syst Supply Chain Manag, vol. 15, pp.1-12, 2022. <https://doi.org/10.1018/IJISSCM.290014>
- [15] A. Singh, and S. K. Sharma, "Application of blockchain technology in shaping the future of food industry based on transparency and consumer trust," Journal Food Sci Technol, vol. 60 pp. 1237-54, 2023. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05360-0>
- [16] H. R. Golden, "Analyzing the drivers of traceability in the food supply chain," Supply Chain Management, vol. 26 pp. 45-60, 2024. <https://doi.org/10.1001/1.20089198.1403.26.84.4.5>
- [17] W. Wu, A. Zhang, R. d. van Klinken, P. Schrobback, and J. M. Muller, "Consumer trust in food and the food system: a critical review," Foods, vol. 10 pp. 2490, 2021. <https://doi.org/10.3390/foods10102490>
- [18] J. Astill, R. A. Dara, M. Campbell, J. M. Farber, E. D. Fraser, S. Sharif, and R. Y. Yada, "Transparency in food supply chains: A review of enabling technology solutions," Trends Food Sci Technol, vol. 91 pp. 240-7, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.024>
- [19] G. Berumen, J. Fischer, and M. Baumers, "Interactions of Fast-Moving Consumer Goods in Cooking: Insights from a Quantitative Ethnographic Study," Packag. Technol. Sci, vol. 36 pp. 265-279, 2023. <https://doi.org/10.1002/pts.2710>
- [20] S. Shahid, J. Paul, F. G. Gilal, and S. Ansari, "The Role of Sensory Marketing and Brand Experience in Building Emotional Attachment and Brand Loyalty in Luxury Retail Stores," Psychol. Mark, vol. 39 pp. 1398-1412, 2022. <https://doi.org/10.1002/mar.21661>
- [21] Y. Zhang, Y. Huang, and X. Wang, "Impact of Economic Policy Uncertainty, Oil Prices, and Technological Innovations on Natural Resources Footprint in BRICS Economies," Resour. Policy, vol. 86 pp. 104082, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104082>
- [22] S. Saniuk, S. Grabowska, and M. Fahlevi, "Personalization of Products and Sustainable Production and Consumption in the Context of Industry 5.0. In Industry 5.0: Creative and Innovative Organizations," Springer International Publishing: Cham, Switzerland, pp. 55-70, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26232-6_3
- [23] S. Atif, "The Role of Industry 4.0-Enabled Data-Driven Shared Platform as an Enabler of Product-Service System in the Context of Circular Economy: A Systematic Literature Review and Future Research Directions," Bus. Strategy Dev, vol. 6 pp. 275-295, 2023. <https://doi.org/10.21203/rs-2397140/v1>
- [24] H. R. Talaei, "Analysis of drivers for establishing traceability in the food supply chain," Supply Chain Management, vol. 26, pp. 45-60, 2024. <https://doi.org/10.1001/1.20089198.1403.26.84.4.5>
- [25] M. Nasiri, J. Ukko, M. Saunila, T. Rantala, "Managing the digital supply chain: the role of smart technologies," Technovation, pp. 102121, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102121>
- [26] A. M. Komolafe, I. A. Aderotoye, O. O. Abiona, A. O. Adewusi, A. Obijuru, O. T. Modupe, and O. C. Oyeniran, "Harnessing business analytics for gaining competitive advantage in emerging markets: a systematic review of approaches and outcomes," International journal of management & entrepreneurship research, vol. 6 pp. 838-862, 2024. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i3.939>
- [27] B. O. Adelakun, E. R. Onwubuariri, G. A. Adeniran, and A. Ntiakoh, "Enhancing fraud detection in accounting through AI: Techniques and case studies", Finance & Accounting Research Journal, vol. 6 pp. 978-999, 2024. <https://doi.org/10.51594/farj.v6i6.1232>
- [28] V. Scuotto, F. Caputo, M. Villasalero, and M. Del Giudice, "A multiple buyer-supplier relationship in the context of SMEs' digital supply chain management," Production Planning & Control, vol. 28 pp. 1378-1388, 2017. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1375149>
- [29] A.B. Crittenden, V.L. Crittenden, and W.F. Crittenden, "The digitalization triumvirate: how incumbents survive," Bus Horiz, vol. 62 pp. 259-266, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.11.005>

- [46] C. G. Machado, M. P. Winroth, and E. H. D. Ribeiro da Silva, "Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda," *International Journal of Production Research*, vol. 58 pp. 1462-1484, 2019. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>
- [47] A. Raj, G. Dwivedi, A. Sharma, A. B. L. de Sousa Jabbour, and S. Rajak, "Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: an inter-country comparative perspective," *International journal of production economics*, vol. 224 pp. 107546, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107546>
- [48] M. C. Montoya, "Preparing for Interview Research: The Interview Protocol Refinement Framework," *The Qualitative Report*, vol. 21 pp. 811-831, 2016. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2016.2337>
- [49] F. Esmail Pour, K. Heydarzadeh Henzaei, Y. Mansourian, and M. Khoon-Siavash, "Children's Experience of Fat Promotional Characters in Marketing Activities: A Phenomenological Study," *Business Management*, vol. 30 pp. 721-744, 2017. <https://doi.org/10.22059/jibm.2017.61297>. (In Persian)
- [50] V. Braun, & and V. Clarke, "Using thematic analysis in psychology," *Qualitative research in psychology*, vol. 3 pp. 77-101, 2006. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>