



Analysis of Information technology Components Effective in Lean Supply Chain Resilience

Negar Jamshidi¹, Mozhde Rabbani^{2*}, MohammadReza DehghaniAshkezari³,
MohammadTaghi Honari⁴

¹ PHD, Department of Management, Ya.C., Islamic Azad University, Yazd, Iran. Email Address: Negar.jamshidi6540@iau.ir

² Correspondence: Assistant Professor, Department of Management, Ya.C., Islamic Azad University, Yazd, Iran. Email Address: Moz.rabbani@iau.ac.ir

³ Assistant Professor, Department of Management, Ya.C., Islamic Azad University, Yazd, Iran. Email Address: Mr.dehghani.ashkezari@iau.ir

⁴ Assistant Professor, Department of Management, Ya.C., Islamic Azad University, Yazd, Iran Email Address: mthonari@iau.ac.ir

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research Paper

Received: 4 November 2025

Received in revised form: 20 June 2026

Accepted: 26 August 2026

Available online: 16 September 2026

Keywords:

Information Technology

Supply Chain

Resilience Approach

Lean Approach

Fuzzy Topsis Technique

ABSTRACT

In a fiercely competitive world, the most successful organizations are those that design smart supply chains based on modern technologies, supply chains that are resilient against sudden shocks and lean in their operations and resource utilization. Today, the supply chain is not merely a channel for transporting goods; it is a vital factor in an organization's survival and the maintenance of its competitive advantage. The aim of the present study is to identify and analyze the information technology components that influence the resilience of lean supply chains. To this end, a qualitative categorical content analysis approach involving an examination of prior studies, was employed to gather data and extract these components; by analyzing 22 purposively selected articles, 40 initial concepts were identified during open coding, and 10 main categories were identified during axial coding using MAXQDA software. Next, the main categories were prioritized using the Fuzzy TOPSIS method. The results indicate that among the ten finalized categories, the technology facilitation factor ranks first, following that, Factors of technical knowledge and skills factors and technological capabilities. From a practical perspective, the research findings can serve as a guide for decision-making by organizations seeking a roadmap to transition from pure efficiency to resilient efficiency.

Cite this article: N. Jamshidi, M. Rabbani, M. R. DehghaniAshkezari, M. T. Honari, "Analysis of Information technology Components Effective in Lean Supply Chain Resilience, vol. 28, no. 2, pp. 39-57, 2026.

DOI: <https://doi.org/10.47176/scmj.2026.1678>



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

Publisher: Imam Hossein University

Introduction

In a highly competitive world, organizations that design supply chains based on modern and smart technologies are more successful. A supply chain that is resilient against sudden shocks and lean in its operations and resource utilization. Today, the supply chain is not merely a channel for transporting goods; it is a vital factor in an organization's survival and the maintenance of its competitive advantage. Therefore, it is essential for manufacturing industries and companies to review their systems in order to enhance their efficiency and performance, aligning with market needs, while simultaneously improving working conditions. Therefore, it appears that the adoption of modern technologies can enhance the sustainable positioning of manufacturing companies, given that technology and its associated developments are considered key elements of an organization's strategic environment today.

Despite the growing focus on lean or resilient approaches in supply chain, as well as the emphasis placed on technology and modern tools to advance the objectives of organizations and manufacturing industries, a review of the existing literature reveals a significant research gap regarding the integration of the factors and components of these two approaches within the supply chain, particularly with an emphasis on information technology components.

Therefore, given the role and importance of modern technologies in enabling organizations to cope with environmental changes and gain competitive advantages, the necessity of addressing digital transformation, while considering various approaches within the supply chain, is felt more than ever. Therefore, the present study examines and analyzes the information technology components that influence the resilience of lean supply chains. The objectives of this research are as follows:

- 1- Identifying the technology factors and components that enhance lean supply chain resilience.
 - 2- Determining the priority and role of each of these components using the Fuzzy TOPSIS method.
- In line with the objective of the present study and considering the significant role of technology in the resilience of lean supply chains, a brief review of prior research was conducted; this review reveals that the existing literature examines supply chains from a general perspective, without focusing on the integration of specific approaches. Existing research has tended to focus on either lean or resilient supply chain principles in isolation, paying less attention to the interactive mechanisms between these approaches. Therefore, this study aims to identify and analyze key information technology components capable of enhancing supply chain resilience without compromising lean principles.

Research Methodology

The research was conducted using a mixed qualitative-quantitative approach. In the first step and in the qualitative phase, the research topic was examined through a review of the literature and an analysis of past studies; subsequently, the factors through which information technology influences lean-resilient supply chains were identified using a categorical content analysis approach. In the second step and in the quantitative phase, the Fuzzy TOPSIS method was employed to prioritize and analyze the factors, utilizing a researcher-designed questionnaire. To this end, the insights of 20 experts from industry and academia were utilized; these individuals were selected from the target population using a non-random, purposive sampling method. The Content Validity Index (CVI) was used to assess the content validity of the questionnaire. Since the CVI value for all 10 indicators exceeds 0.79, the content validity is considered satisfactory, and all indicators are approved for inclusion in the subsequent analysis phase using the Fuzzy TOPSIS method.

Results and Discussion

To achieve the study's objective, a mixed-methods approach, combining qualitative content analysis with the quantitative Fuzzy TOPSIS method, was employed. First, categorical content analysis was used to separately identify the factors through which information technology influences resilient and lean supply chains. By examining a purposive sample of 22 domestic and international articles, 40 initial concepts were identified during open coding, and 10 main categories were established during axial coding using MAXQDA software. Subsequently, the main categories were prioritized using the Fuzzy TOPSIS method; the results are presented in the table below.

Table: Prioritization of categories (Output of the Fuzzy TOPSIS method)

Key Categories	Technology facilitation	Technical knowledge and skills	Technological capabilities	Information sharing	Technology localization
Normalized weight	0.135594825	0.125984941	0.12485086	0.102060115	0.096589037
Rank	1	2	3	4	5
Key Categories	Communication infrastructure	Intelligent control system	Stakeholder convergence	Redundancy	Technology development
Normalized weight	0.095317316	0.093448906	0.079847787	0.07455718	0.071749033
Rank	6	7	8	9	10

The results indicate that, among the identified categories, the technology facilitation factor holds the highest score and ranking. The more an organization possesses facilitating elements that support the adoption and implementation of new technologies, the more efficiently, agilely, and resiliently it can perform when facing rapid market changes and potential disruptions. In lean-resilient supply chains, information technology enhances the capacity to anticipate and rapidly respond to disruptions by ensuring transparency in the flow of materials and information, thereby reducing waste, waiting times, and inventory levels. The factor of Technical knowledge and skills ranks second. This factor refers to the proficiency in utilizing technological tools, a capability an organization can acquire by recruiting knowledge workers and investing in employee training and skill development. Investing in employee training is crucial for the successful implementation of industrial technologies.

Technological capabilities rank third among the factors. Technological competencies and capabilities go beyond mere possession of technology; they encompass a combination of skills, resources, infrastructure, and technical knowledge aimed at achieving competitive goals, assets that enable an organization to develop technology and adapt to new technological advancements. In lean-resilient supply chains, technological capability drives the digitization of key processes, eliminating various forms of waste, such as the squandering of human resources and time thereby facilitating the achievement of lean production objectives. Furthermore, this capability empowers the organization to respond more effectively to sudden environmental shocks and anticipated disruptions. The cornerstone of a lean supply chain is the elimination of waste, including excess inventory, surplus capacity, and parallel suppliers. From a lean perspective, redundancy (such as stockpiling goods or using multiple suppliers for a single component) is considered waste. On the other hand, from a Lean perspective, organizations prefer to build resilience through precise forecasting tools and high levels of coordination, rather than increasing overhead costs by creating redundancies that could drive up operational expenses.

Consequently, based on the consensus of the research experts, redundancy ranks at the bottom of this list, because it directly contradicts the cost-reduction ethos of the lean supply chain. Similarly, technology development, which, in supply chain literature, encompasses fundamental innovations, long-term R&D, and structural technological changes, occupies the final position. This is significant because Lean philosophy focuses on the continuous improvement and optimization of existing processes with minimal waste. In contrast, technology development often entails heavy investment, long payback periods, and radical changes, factors that conflict with the agile, low-cost nature of a Lean supply chain.

Conclusion

Recent technological advancements have led to the development of smart factories and drawn the attention of industries toward modern technologies and the concept of Smartification. In such industries, the entire system is expected to operate optimally through the use of advanced data management and analysis tools. Today, many businesses have turned toward smart manufacturing. Smart technology refers to the extent to which physical devices or processes are connected to various digital systems. Investing in smart technologies can exponentially improve a company's internal and external performance. On the other hand, supply chain digitalization accelerated by the rapid advancement of digital technologies is increasingly being adopted by companies, opening up new avenues to enhance resilience through technological progress and process improvements. Indeed, supply chain digitalization entails integrating digital resources into supply chain management processes to boost operational efficiency across various domains. Consequently, technology plays a vital and decisive role in creating a supply chain that is both lean and resilient. the use of modern technological tools fosters agility and reduces costs within the supply chain network.

Based on the results regarding the ten components, derived using the Fuzzy TOPSIS method, these are, in order: technology facilitation, technical knowledge and skills, technological capabilities, information sharing, technology localization, communication infrastructure, intelligent control systems, stakeholder convergence, redundancy, and technology development. The concept of technology facilitation, which tops this ranking, requires the technology acceptance across the organization by everyone, from management to staff. Without the willingness and support of management and the cooperation of the workforce, taking subsequent steps toward organizational digitalization appears difficult. Indeed, managers and policymakers must possess a solid understanding of emerging technologies and how they impact supply chain resilience.

These findings confirm that resilience models in lean environments seek to enhance process and informational flexibility rather than relying on hardware, based solutions or redundancy. From a practical perspective, the research findings can serve as a guide for decision making by organizations seeking a roadmap for transitioning from pure efficiency to resilient efficiency. In general, it can be acknowledged that technology serves as a bridge between the "lean" and "resilient" approaches within the digital supply chain. Reconciling these two approaches through the use of technological tools can ensure an organization's survival in today's competitive and challenging environment.

Therefore, it is recommended that organizations, whether in manufacturing or services, align their strategies with technology and embrace modern technological tools. By fostering an appropriate culture, training their workforce, welcoming digitalization and its associated tools, and investing in the smart transformation of production or service processes, organizational leadership should modernize their systems; this ensures the organization keeps pace with evolving business trends and avoids the risk of stagnation.

تحلیل مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر در تاب‌آوری زنجیره تأمین ناب

نگار جمشیدی^۱، مژده ربانی^{۲*}، محمدرضا دهقانی اشکذری^۳، محمد تقی هنری^۴

^۱ دکتری، گروه مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. رایانامه: Negar.jamshidi6540@iau.ir

^۲ استادیار، گروه مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: Moz.rabbani@iau.ac.ir

^۳ استادیار، گروه مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. رایانامه: Mr.dehghani.ashkzari@iau.ir

^۴ استادیار، گروه مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. رایانامه: mthonari@iau.ac.ir

چکیده

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: علمی پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۳

بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۶/۰۴

ارائه آنلاین: ۱۴۰۵/۰۶/۲۵

کلیدواژه‌ها:

فناوری اطلاعات،

زنجیره تأمین

رویکرد تاب‌آوری

رویکرد ناب

روش Topsis فازی

در دنیای به شدت رقابتی، سازمان‌هایی موفق‌ترند که زنجیره تأمینی بر پایه فناوری‌های نوین و هوشمند طراحی می‌کنند. زنجیره تأمینی که تاب‌آور در برابر شوک‌های ناگهانی و ناب در عملکرد و استفاده از منابع باشد. امروزه، زنجیره تأمین، تنها مسیری برای انتقال کالا نیست، بلکه عاملی حیاتی در بقای سازمان و حفظ مزیت رقابتی است. هدف از مطالعه حاضر، شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر در تاب‌آوری زنجیره تأمین ناب است. به این منظور، جهت گردآوری داده‌ها و استخراج این مؤلفه‌ها از رویکرد کیفی تحلیل محتوای مقوله‌ای با واکاوی مطالعات گذشته استفاده شده و با بررسی ۲۲ مقاله که به عنوان نمونه و به صورت هدفمند انتخاب شدند، ۴۰ مفهوم اولیه در فرآیند کدگذاری باز و ۱۰ مقوله اصلی در فرآیند کدگذاری محوری با استفاده از نرم‌افزار مکس کیودا شناسایی گردید. سپس، اولویت‌بندی مقوله‌های اصلی با کمک روش Topsis فازی صورت گرفت. نتایج حاکی از آن است که از بین مقوله‌های دهگانه نهایی‌شده، عامل تسهیل‌گری فناوری در اولین رتبه و پس از آن، عوامل دانش و مهارت فنی و قابلیت‌های فناورانه قرار دارند. از منظر کاربردی، یافته‌های تحقیق می‌تواند راهنمای تصمیم‌گیری برای سازمان‌هایی باشد که در پی یافتن نقشه راه‌گذار از کارایی محض به سمت کارایی تاب‌آور هستند.

استناد: جمشیدی، نگار، ربانی، مژده، دهقانی اشکذری، محمدرضا، هنری، محمدتقی، "تحلیل مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر در

تاب‌آوری زنجیره تأمین ناب، دوره ۲۸، شماره ۲، صفحات ۵۷-۳۹، ۱۴۰۵. DOI: <https://doi.org/10.47176/scmj.2026.1678>

۱- مقدمه

تأمین ناب مؤثر هستند؟ ۲- اولویت و نقش هر یک از این مؤلفه‌ها با استفاده از روش Topsis فازی چگونه است؟

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

با توجه به پویایی زنجیره تأمین، امروزه ضرورت پذیرش مقوله فناوری و دیجیتالی‌سازی فرآیندهای تولید، نمود بیشتری یافته است. در واقع، زنجیره‌های تأمین شامل کلیه واحدهایی است که به طور مستقیم و غیرمستقیم در برآورده‌سازی درخواست مشتریان درگیر هستند. و زنجیره‌های تأمین دیجیتال به روشی محبوب برای تقویت زنجیره‌های تأمین سنتی تبدیل شده‌اند. در سطح پایه، تفاوت‌های بسیار کمی بین یک زنجیره تأمین سنتی و یک زنجیره تأمین دیجیتال وجود دارد. هر دو شامل تأمین منابع، تبدیل مواد به محصول، توزیع محصول و سپس فروش محصول هستند. با این حال، زنجیره‌های تأمین دیجیتال می‌توانند این وظایف را از طریق فرآیندهای دیجیتالی خودکار ردیابی و تکمیل کنند که کارایی بیشتری را ممکن می‌سازد [۷]. علاوه بر این، قابلیت‌های پویای دیجیتال به زنجیره‌های تأمین کمک می‌کنند تا اختلالات را حس کنند، به آنها پاسخ داده و از آنها بهبود یابند. اختلال زنجیره تأمین هنگامی بروز می‌کند که ساختار، تسهیلات و برنامه‌های فرآیندی معین زنجیره شامل تأمین، تولید، انبارداری و توزیع و گزینه‌های حمل و نقل به علت وقوع رویدادهای غیرمنتظره ناشی از عوامل غیرعمدی طبیعی یا عوامل عمدی انسانی بطور اساسی تحت تأثیر قرار گرفته یا برای ادامه فعالیت‌های عملیاتی از دسترس خارج شوند [۸].

لذا، با توجه به احتمال پیشامد هرگونه خطر اختلال، یکپارچه‌سازی و تلفیق همزمان رویکردهای (مختلف) در زنجیره تأمین، به منظور دستیابی به منافع تمامی رویکردها و بهبود عملکرد و مزیت رقابتی ضروری است [۹]. از جمله این رویکردها، می‌توان به رویکرد نابی و رویکرد تاب آوری اشاره کرد. نابی یکی از قابلیت‌های پویای کلیدی است که توانایی یک شرکت را برای پاسخگویی در بازار افزایش می‌دهد و بیانگر بهره‌وری بهینه فرآیندهای کسب و کار برای ایجاد مزیت رقابتی پایدار است [۱۰]. تاب آوری نیز توانایی مدیریت ریسک و داشتن موقعیت بهتر نسبت به رقا در رویارویی با اختلالات است [۱۱]. تاب آوری زنجیره تأمین، توانایی یک زنجیره تأمین برای حفظ تداوم، بازیابی و واکنش سریع در هنگام مواجهه با فشارهای مختلف داخلی یا خارجی، اختلالات، خطرات یا رویدادهای غیرمنتظره است [۴]. در واقع، اتخاذ فناوری‌های هوش مصنوعی و تحول دیجیتال در سراسر زنجیره تأمین، یک پیش‌نیاز کلیدی برای سازمان‌ها برای برآوردن نیازهای بازار موجود در تلاش برای یک مزیت رقابتی است [۱۲].

امروزه، برای رقابت در سطح جهانی، شرکت‌های تولیدی باید کارایی را بهبود بخشند و هزینه‌ها را از طریق نوآوری‌های جدید، کاهش دهند. نوآوری‌هایی مانند رباتیک، اتوماسیون انبار، کارخانه‌های هوشمند و کمک به تولید انعطاف‌پذیر [۱]. بنابراین، لازم است صنایع و شرکت‌های تولیدی اقدام به بازنگری در سامانه‌های خود کنند تا ضمن بهبود شرایط کاری، همسو با نیازهای بازار، کارایی و عملکرد خود را بهبود دهند. از این رو، به نظر می‌رسد بکارگیری فناوری‌های نوین می‌تواند موقعیت‌های پایدار شرکت‌های تولیدی را افزایش دهد. چرا که، امروزه فناوری و تحولات آن، از عناصر مهم محیط راهبردی سازمان به شمار می‌رود. این مهم، به ایجاد و توسعه دانش علمی در حوزه مدیریت فناوری منجر شده است [۲]. روندهای جهانی نیز نشان می‌دهد که فناوری‌های دیجیتال، زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشند. مدیریت هوشمند زنجیره تأمین می‌تواند منجر به بهبود تصمیم‌گیری، کارایی و پاسخگویی شود. این مزایا، پیاده‌سازی مدیریت زنجیره تأمین هوشمند را با وجود مشکلات و پیچیدگی‌های آن، ممکن می‌سازد [۳]. و منجر به ارتقای تاب آوری زنجیره می‌گردد. تاب‌آوری، ظرفیت تطبیقی یک زنجیره تأمین جهت آماده شدن برای رویدادهای غیرمنتظره، پاسخ به اختلالات، و بازیابی از آنها با حفظ تداوم عملیات و کنترل بر ساختار و عملکرد آن است [۴]. و برنامه ریزی تاب آوری زنجیره تأمین تلاش می‌کند تا با دستیابی به سطح مناسبی از توانمندی، افزونگی و قابلیت بازیابی، تأثیرات کلی در ایجاد اختلال را به حداقل برساند [۵]. رویکرد ناب نیز شامل مجموعه‌ای از شیوه‌ها و اصولی است که به سازمان‌ها کمک می‌کند تا از طریق حذف سیستماتیک ضایعات و مشارکت فعال افراد، محصولات و فرآیندهای خود را به طور مداوم بهبود بخشند [۶].

با وجود توجه فزاینده به رویکردهای ناب یا تاب‌آور در زنجیره‌های تأمین و همچنین، توجه به مقوله فناوری و ابزارهای نوین در پیشبرد اهداف سازمان‌ها و صنایع تولیدی، بررسی ادبیات موجود منجر به آشکار شدن شکاف تحقیقاتی قابل توجهی در تلفیق عوامل و مؤلفه‌های این دو رویکرد در زنجیره تأمین با تأکید بر مؤلفه‌های فناوری اطلاعات شده است. بنابراین، با اذعان به نقش و اهمیت فناوری‌های نوین در رویارویی سازمان با تغییرات محیطی و نیز برخورداری از مزیت‌های رقابتی، لزوم پرداختن به تحول دیجیتال با در نظر گرفتن رویکردهای مختلف در زنجیره تأمین، بیش از پیش احساس می‌شود. از این روست که مطالعه حاضر به بررسی و تحلیل مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر در تاب آوری زنجیره تأمین ناب می‌پردازد و در این راستا، درصدد پاسخ به سؤالات زیر برآمده است:

۱- کدام عوامل و مؤلفه‌های فناوری در ارتقای تاب آوری یک زنجیره

محصولات به بازار را تسهیل می‌کنند [۱۳]. از این روست که پیرو هدف مطالعه پیش رو و با توجه به اهمیت نقش مقوله فناوری در تاب‌آوری زنجیره تأمین ناب، در ادامه، به مروری کوتاهی بر مطالعات گذشته در این زمینه پرداخته شده است و جدول زیر نیز گذری بر این پژوهش‌هاست.

در سازمان‌های تولیدی، فناوری‌های پیشرفته تولید، سیستم‌های الکترونیکی، مکانیکی و کامپیوتری را برای بهینه‌سازی فرآیندهای تولید، افزایش کارایی و ایمنی ادغام می‌کنند. این فناوری‌ها، هم انعطاف‌پذیری و هم چابکی را ارتقا می‌دهند و از طریق فرآیندهای طراحی و مهندسی مجدد سریع، معرفی سریع طیف متنوعی از

جدول (۱): مروری بر مطالعات گذشته

ردیف	عنوان	منبع	روش تجزیه و تحلیل	مورد مطالعه
۱	بررسی مسیرهای افزایش تاب‌آوری انرژی شرکت‌ها: نقش دیجیتالی شدن زنجیره تأمین	[۱۴]	رگرسیون و یادگیری ماشین	شرکت‌های چینی
۲	تأثیر عوامل اقتضایی بر میزان دیجیتالی شدن و عملکرد عملیاتی در شرکت‌های حسابداری	[۱۵]	مدل معادلات ساختاری	شرکت‌های حسابداری
۳	زنجیره تأمین پاسخگو در صنعت مکزیکی: نقش فناوری پیشرفته تولید، اشتراک‌گذاری اطلاعات و فرآیند تولید کششی	[۱۳]	مدل معادلات ساختاری	در صنایع تولیدی
۴	بررسی موانع و تدوین استراتژی‌ها برای اجرای مدیریت زنجیره تأمین هوشمند با روش دلفی و ISM-MICMAC	[۳]	روش دلفی و ISM-MICMAC	صنعت الکترونیک اندونزی
۵	پذیرش بلاکچین در زنجیره تأمین: عوامل مؤثر، موانع و فرصت‌ها بر اساس یک بررسی سیستماتیک	[۱۶]	کیفی (مرور سیستماتیک)	زنجیره تأمین کشاورزی- غذایی
۶	شناسایی و تحلیل ساختاری عوامل کلیدی موفقیت و چالش‌های زنجیره تأمین شرکت‌های ارائه‌دهنده محصولات و خدمات فناورانه	[۱۷]	روش DEMATEL و روش ISM	شرکت‌های فناور
۷	ارائه مدل شبکه‌ای عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی صنعت ۴.۰ در مدیریت زنجیره تاب‌آور	[۱۸]	رویکرد فراترکیب و روش دیمتل فازی	صنعت فولاد
۸	مدلسازی ریسک‌های توسعه بلاک چین در بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی	[۱۹]	معادلات ساختاری تفسیری	زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی
۹	تاب‌آوری زنجیره تأمین دارو با به کارگیری فناوری بلاکچین	[۲۰]	بررسی رابطه ای	زنجیره تأمین دارو

اقتضایی شامل استراتژی و محیط فناوری بر میزان دیجیتالی شدن و عملکرد عملیاتی در شرکت‌های حسابداری را بررسی می‌کند. نتایج حاکی از آن است که اتخاذ استراتژی‌های دیجیتالی به افزایش رابطه بین سطوح دیجیتالی شدن و عملکرد عملیاتی کمک می‌کند. در عین حال، محیط فناوری پرخطر منجر به ایجاد چالش می‌شود [۱۵].

یافته‌های حاصل از پژوهشی دیگر که با بکارگیری مدلسازی معادلات ساختاری انجام شد، بیانگر تأثیر مستقیم استراتژی زنجیره تأمین پاسخگو با اشتراک‌گذاری اطلاعات و همچنین، اثر اشتراک‌گذاری اطلاعات بر همکاری و اثر سیستم‌های تولید کششی بر بهبود پاسخگویی به بازار است.

محققان در پژوهشی به مطالعه این می‌پردازند که چگونه هوش مصنوعی، کارایی همکاری، شفافیت اطلاعات و ثبات اعتماد را در محیط‌های پیچیده سازمانی افزایش می‌دهد. برای این منظور، از مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) استفاده شد. یافته‌ها حاکی از این است که تصمیم‌گیری با کمک هوش مصنوعی به طور قابل توجهی اعتماد را بهبود می‌بخشد [۲۱]. نتایج مطالعه دیگری با بکارگیری روش رگرسیون و یادگیری ماشینی، نشان می‌دهد که دیجیتالی شدن زنجیره تأمین به طور قابل توجهی تاب‌آوری انرژی شرکت‌ها و ظرفیت آنها برای مقاومت، سازگاری و بازیابی از خطرات مرتبط با انرژی را بهبود می‌بخشد [۱۴]. مطالعه‌ای دیگر تأثیر عوامل

آوری و شفافیت زنجیره تأمین دارو را بررسی کرده است، نشان‌دهنده تأثیر مثبت شفافیت زنجیره تأمین دارو مبتنی بر بلاکچین بر تاب‌آوری است [۲۰]. کشمیری حق و باقری قره‌بلاغ [۱۲] در مطالعه خود به واکاوی نقش پذیرش هوش مصنوعی و تحول دیجیتال بر تاب‌آوری زنجیره تأمین پرداخته‌اند. یافته‌های پژوهش بیانگر تأثیر مثبت و معنادار پذیرش هوش مصنوعی و تحول دیجیتال بر تاب‌آوری زنجیره تأمین است.

بررسی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که ادبیات موجود در حوزه مورد مطالعه، به زنجیره تأمین از زاویه دید کلی و فارغ از تمرکز بر ترکیب رویکردهای خاص پرداخته است. یا بر اصول زنجیره تأمین ناب یا تاب‌آور، مستقل از دیگری توجه شده و کمتر به بررسی سازوکارهای تعاملی میان رویکردها متمرکز است. از این رو، پژوهش حاضر، به دنبال شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های کلیدی فناوری اطلاعات است که می‌توانند بدون نقض اصول نابی، قابلیت تاب‌آوری زنجیره تأمین را ارتقا دهند.

۳- روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر از منظر هدف، کاربردی است که می‌تواند جهت افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین ناب برای بنگاه‌ها و صنایع تولیدی کمک‌کننده باشد. از نظر روش پژوهش، توصیفی و از نوع پیمایشی به شمار می‌رود. محقق به دنبال تحلیل مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر در زنجیره تأمین ناب- تاب‌آور با استمداد از رویکرد آمیخته کیفی- کمی می‌باشد. در گام اول و در مرحله کیفی، با مرور ادبیات تحقیق، بررسی‌های لازم پیرامون موضوع پژوهش بعمل آمده و عوامل مؤثر فناوری اطلاعات در زنجیره تأمین ناب- تاب‌آور استخراج شدند. در این راستا، با بکارگیری رویکرد تحلیل محتوای مقوله‌ای، در مرحله کدگذاری باز، دو دسته عوامل مؤثر فناوری اطلاعات در زنجیره تأمین ناب و عوامل مؤثر فناوری اطلاعات در زنجیره تأمین تاب‌آور به تفکیک شناسایی و لیست شدند. در این مرحله، مقالات موجود در پایگاه‌های علمی معتبر خارجی از سال ۲۰۱۵ میلادی و داخلی از سال ۱۳۹۳ شمسی به بعد در حوزه مورد مطالعه به عنوان جامعه آماری تحقیق، مدنظر محقق است و نرم افزار Maxqda جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت نیز، با هدف کدگذاری محوری، اقدام به دسته‌بندی عوامل با اخذ نظرات جامعه خبرگان گردید که منطبق انتخاب این نفرات، همان منطقی است که در بخش کمی پژوهش مورد استفاده قرار گرفت.

در گام دوم و در مرحله کمی، به منظور تعیین اولویت و تحلیل عوامل، روش Topsis فازی با استفاده از ابزار پرسشنامه محقق ساخته بکار گرفته شد. از آنجا که روش Topsis بر پایه مفهوم فاصله اقلیدسی از دو نقطه ایده‌آل مثبت و منفی استوار است. در

از سوی دیگر، تحلیل‌ها، نیاز به ادغام راهبردی، پذیرش فناوری و همکاری برای بهبود استراتژی زنجیره تأمین را تأیید می‌کند [۱۳]. در مطالعه‌ای، پس از بررسی نقش فناوری بلاکچین در افزایش به اشتراک‌گذاری اطلاعات دیجیتال، مجموعه‌ای از توانمندسازهای مبتنی بر فناوری بلاکچین مانند شفافیت، کارایی، قابلیت ردیابی، قراردادهای هوشمند و توکن‌ها تعیین گردید که از بهبود اعتماد ذینفعان، اصالت محصول، یکپارچگی برند و عملکرد عملیاتی پشتیبانی می‌کنند [۱۶]. محققان در مقاله‌ای، اقدام به بررسی موانع و تدوین استراتژی‌ها برای اجرای مدیریت زنجیره تأمین هوشمند در صنعت الکترونیک اندونزی نموده و چارچوب سلسله مراتبی برای این موانع ایجاد کرده‌اند. بر این اساس، دوازده مانع ضروری در نظر گرفته شد که فقدان مقررات و حمایت‌های دولتی و فقدان انگیزه‌های دولتی، اساسی‌ترین موانع هستند [۳].

محمدکاظمی و نمازیان [۱۷] با اعتقاد به رویارویی شرکت‌های فناور با چالش‌هایی مانند تغییرات سریع فناوری، جهانی‌شدن زنجیره تأمین و فشار برای نوآوری‌های مستمر، بر اساس نتایج مطالعه خود، عوامل اصلی و محرک در موفقیت زنجیره تأمین شرکت‌های فناور را شامل یکپارچه‌سازی فناوری، تحول دیجیتال و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده می‌دانند. همچنین، از منظر آنها، چالش‌هایی مانند رقابت شدید، تهدیدات امنیت سایبری و حفاظت از مالکیت فکری به عنوان عوامل زیربنایی و تأثیرگذار در بروز اختلالات زنجیره تأمین به شمار می‌روند. مطالعه دیگری، مهمترین موانع دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین را که با استفاده از رویکرد ISM در صنایع شیمیایی بررسی کرده، عبارت از سبک مدیریت سنتی، عدم آموزش، موانع فرهنگی و سازمانی، موانع محیطی، عدم وجود زیرساخت‌های مناسب، محدودیت منابع مالی، عدم آگاهی از مزایای دیجیتالی‌سازی زنجیره تأمین می‌داند [۷]. حسینی و همکاران [۱۸] در پژوهشی به تدوین مدل شبکه‌ای عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی صنعت ۴،۰ در مدیریت زنجیره تاب‌آور پرداخته‌اند. در این اقدام، ۲۱ عامل در قالب ۵ بُعد با استفاده از رویکرد فزاینده، شناسایی و با کمک روش دیمتل فازی، روابط علی و معلولی بین عوامل شناسایی شد. نتایج نشان می‌دهد عامل سرمایه‌گذاری در فناوری در بُعد فناوری-ساختاری از جمله تأثیرگذارترین عوامل برای اجرای صنعت ۴،۰ در مدیریت زنجیره تأمین تاب‌آور است [۱۸].

محققان در مطالعه‌ای با در نظر گرفتن نقش فناوری بلاکچین در تاب‌آوری زنجیره تأمین تجهیزات پزشکی، از جمله ریسک‌های توسعه بلاکچین در این حوزه را ریسک‌های سیاسی-حکومتی، قابلیت اطمینان و سودآوری می‌دانند که به ترتیب در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند [۱۹]. یافته‌های پژوهش دیگری که با توجه به تئوری پردازش اطلاعات سازمانی، تأثیر ویژگی‌های بلاکچین بر تاب

پژوهش‌های زنجیره تأمین ناب که هدف نهایی، دستیابی به بهینگی است، این منطق که گزینه‌ها باید کمترین فاصله را با راهکار ایده‌آل مثبت و بیشترین فاصله را با راهکار ایده‌آل منفی داشته باشند، پاسخ دقیق‌تری ارائه می‌دهد. در مقایسه با سایر مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، Topsis فازی به دلیل سادگی و اثربخشی بیشتر، نیاز به مشارکت و تعداد قضاوت‌های کم برای پارامترسازی و عدم محدودیت تعداد معیارها و گزینه‌های سیستم، به عنوان یک روش مؤثر به شمار رفته و در مسائل تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین بکار گرفته می‌شود. به این منظور، استفاده از نظرات ۲۰ خبره برای ارزیابی‌های مؤثر و ارائه یافته‌های قابل اعتماد، مناسب تلقی می‌شود [۲۲]. از این رو، از نظرات تعداد ۲۰ نفر از خبرگان در صنعت و دانشگاه بهره برده شد که با استفاده از روش نمونه‌گیری غیرتصادفی و هدفمند از بین جامعه مورد نظر گزینش شدند. نمونه آماری در این بخش شامل ۱۴ نفر از مدیران و متخصصان حوزه‌های فناوری اطلاعات فعال در صنعت و ۶ نفر از اساتید دانشگاهی مطلع در حوزه مورد مطالعه است.

که دارای حداقل ۱۵ سال سابقه هستند. به‌منظور افزایش روایی و اعتبار پرسشنامه مورد استفاده از ابزارهایی چون تأیید روایی صوری و روایی محتوایی با نظر و قضاوت خبرگان تحقیق درباره سؤالات (مقوله‌ها) در پرسشنامه و مطالعه پیشینه‌های فارسی و لاتین استفاده گردید. علاوه بر این، از شاخص روایی محتوا (CVI)^۱ نیز جهت سنجش روایی محتوای پرسشنامه استفاده شد. به این منظور، تعداد ۲۰ نفر از خبرگان شامل متخصصان حوزه‌های فناوری اطلاعات و اساتید دانشگاهی مطلع در این حوزه، شاخص‌های تحقیق را از نظر «میزان ارتباط» در یک طیف چهار درجه‌ای لیکرت (نامرتب، تاحدی مرتبط، مرتبط و کاملاً مرتبط) ارزیابی کردند. جدول زیر نتایج حاصل از این ارزیابی را نشان می‌دهد که در آن، تعداد خبرگان موافق، تعداد پاسخ‌دهندگان با پاسخ مرتبط و کاملاً مرتبط است و شاخص CVI برای هر شاخص، عبارت است از این تعداد تقسیم بر کل پاسخ دهندگان که ۲۰ نفر هستند.

جدول (۲): شاخص CVI هر یک از مقوله‌ها

ردیف	مقوله‌ها	تعداد خبرگان موافق	مقدار CVI	وضعیت
۱	سیستم کنترل هوشمند	۱۷	۰/۸۵	تأیید
۲	تسهیل‌گری فناوری	۱۹	۰/۹۵	تأیید
۳	همگرایی ذینفعان	۱۶	۰/۸	تأیید
۴	زیرساخت‌های ارتباطی	۱۷	۰/۸۵	تأیید
۵	قابلیت‌های فناورانه	۱۸	۰/۹۵	تأیید
۶	اشتراک اطلاعات	۱۶	۰/۸	تأیید
۷	توسعه فناوری	۱۶	۰/۸	تأیید
۸	دانش و مهارت فنی	۱۹	۰/۹۵	تأیید
۹	افزونگی	۱۶	۰/۸	تأیید
۱۰	بومی‌سازی فناوری	۱۷	۰/۸۵	تأیید

^۱Content Validity Index

در پژوهش‌های کیفی، اندازه نمونه باید بر اساس نیازهای اطلاعاتی مشخص گردد تا به سؤال پژوهش با اعتماد کافی پاسخ داده شود. موضوع اصلی در تصمیم‌گیری برای نمونه، چیزی است که پژوهشگر در جستجوی آن است. وقتی که از تحلیل محتوا استفاده می‌شود، معیاری برای اندازه‌گیری نمونه یا واحد تحلیل وجود ندارد. اما معمول است که تعداد نمونه‌ها یا واحدهای تحلیل یک تا ۳۰ در نظر گرفته شود [۲۴]. لذا، تعداد نمونه انتخابی، تعداد ۲۲ مقاله است که از بین مقالات داخلی و خارجی انتخاب و دو دسته مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر بر زنجیره تأمین تاب آور و زنجیره تأمین ناب طی فرآیند کدگذاری باز، از این مقالات استخراج گردید. روش نمونه‌گیری این تحقیق در فاز کیفی، نمونه‌گیری غیرتصادفی از نوع نمونه‌گیری هدفمند است که محقق تلاش کرده است با کاوش‌های دقیق در بین مقالات موجود در حیطه جامعه آماری، به ترتیب با پالایش موضوعی، چکیده و در نهایت بررسی متن کامل مقالات انتخابی، تأثیرگذارترین مقالات با بیشترین و مرتبط‌ترین اطلاعات جهت استخراج عوامل را انتخاب کند.

از این رو، در ابتدا، مرتبط‌ترین مقالات از لحاظ موضوعی، انتخاب و چکیده آنها مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی چکیده، در صورتی که به نظر محقق، مقاله می‌توانست مفید باشد، متن کامل (Fulltext) آن دریافت و بصورت متن کامل بررسی شدند. در این گام، محقق به خوبی می‌تواند تشخیص دهد مقاله مورد بررسی جهت استفاده در تحقیق مفید است یا خیر. پس از آن، تحلیل محتوا بر روی مقالات انتخابی، برای استخراج مفاهیم و کدهای اولیه صورت پذیرفت. لازم به ذکر است، معیار توصیف پژوهش حاضر، هرگونه نوشته متنی است که مرتبط با موضوع تحقیق است. واحد ثبت یا تحلیل در این پژوهش، هرگونه متن، تصویر یا جدول در متن مقالات و پژوهش‌های مورد بررسی است که بیان‌کننده عوامل فناوری اطلاعات مؤثر بر زنجیره تأمین تاب‌آور یا زنجیره تأمین ناب است. این عوامل همان کدهای اولیه یا مفاهیم هستند که در مرحله کدگذاری باز حاصل گردیدند. جدول (۳)، هر یک از مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر بر زنجیره تأمین ناب و زنجیره تأمین تاب آور را به تفکیک و بر اساس پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که جمعاً تعداد ۴۰ کد اولیه حاصل شده است.

جدول (۳): مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین ناب

مقوله‌های اصلی	ردیف	کدهای اولیه	منابع	
			تاب آور	ناب
زیرساخت‌های ارتباطی	۱	تبادل الکترونیکی داده‌ها		[۲۵]
	۲	استفاده از ابزارهای فناوری اطلاعات	[۲۶]	
	۳	ردیابی و مستندسازی دیجیتال	[۲۷]	
	۴	خودکارسازی فرآیندها	[۲۷]	
اشتراک اطلاعات	۵	به اشتراک گذاری اطلاعات	[۲۸]، [۲۹]، [۳۰]	[۲۵]
	۶	اشتراک اطلاعات با شرکای زنجیره تأمین	[۳۱]	

چنانچه ملاحظه می‌شود مقدار شاخص CVI برای تمامی ۱۰ شاخص از ۰/۷۹ بالاتر است. این دستاورد، حاکی از اتفاق نظر بالای خبرگان بر روی مجموعه شاخص‌های انتخابی بوده و بیانگر روایی محتوایی مطلوب و تأیید تمامی شاخص‌ها برای ورود به ادامه روند تحقیق در فرآیند تحلیل توسط روش Topsis فازی است. همچنین، اخذ تأییدیه و موافقت و نیز، اجماع نظر جامعه خبرگان پیرامون روش یا ابزار جمع‌آوری داده‌ها، خود، گواه پایایی از نوع «پایایی ارزیاب‌ها» به شمار می‌رود. پایایی ارزیاب‌ها از جمله انواع پایایی است که بر میزان موافقت ارزیاب‌ها یا مشاهده‌گران در مورد روش یا ابزار جمع‌آوری داده‌ها دلالت دارد [۲۳].

۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

چنانچه گذشت به منظور دست یافتن به هدف پژوهش پیش رو، از رویکرد ترکیبی کیفی، تحلیل محتوا و کمی، روش Topsis فازی استفاده شد. نخست، از رویکرد تحلیل محتوا از نوع تحلیل محتوای مقوله‌ای جهت استخراج عوامل مؤثر فناوری اطلاعات در زنجیره تأمین تاب‌آور و زنجیره تأمین ناب بطور جداگانه بهره برده شد. در ابتدای فرآیند تحلیل محتوا، مرحله کدگذاری باز به منظور استخراج عوامل که در واقع همان کدهای اولیه و مفاهیم هستند، اجرا شد. این مهم با واکاوی متون مطالعات گذشته به انجام رسید که جامعه آماری تحقیق در این بخش، شامل تمام مقالات و پژوهش‌های گذشته در حوزه مورد مطالعه اعم از مقالات لاتین از سال ۲۰۱۵ میلادی و مقالات فارسی، از سال ۱۳۹۳ شمسی به بعد است. در این راستا، پایگاه‌های علمی معتبر خارجی مانند پایگاه ساینس دایرکت (sciencedirect) و پایگاه امرالد (Emerald) مورد بررسی قرار گرفت. کلیدواژه‌های فارسی نیز در پایگاه‌های فارسی مانند پایگاه مرکز علمی اطلاعات جهاد دانشگاهی (sid)، بانک اطلاعات نشریات کشور (magiran)، پایگاه مجلات تخصصی نور (noormags) جستجو شد. به این منظور، بطور مستقیم به وبسایت‌های مجلات علمی- پژوهشی و تخصصی لاتین و فارسی نیز مراجعه شد.

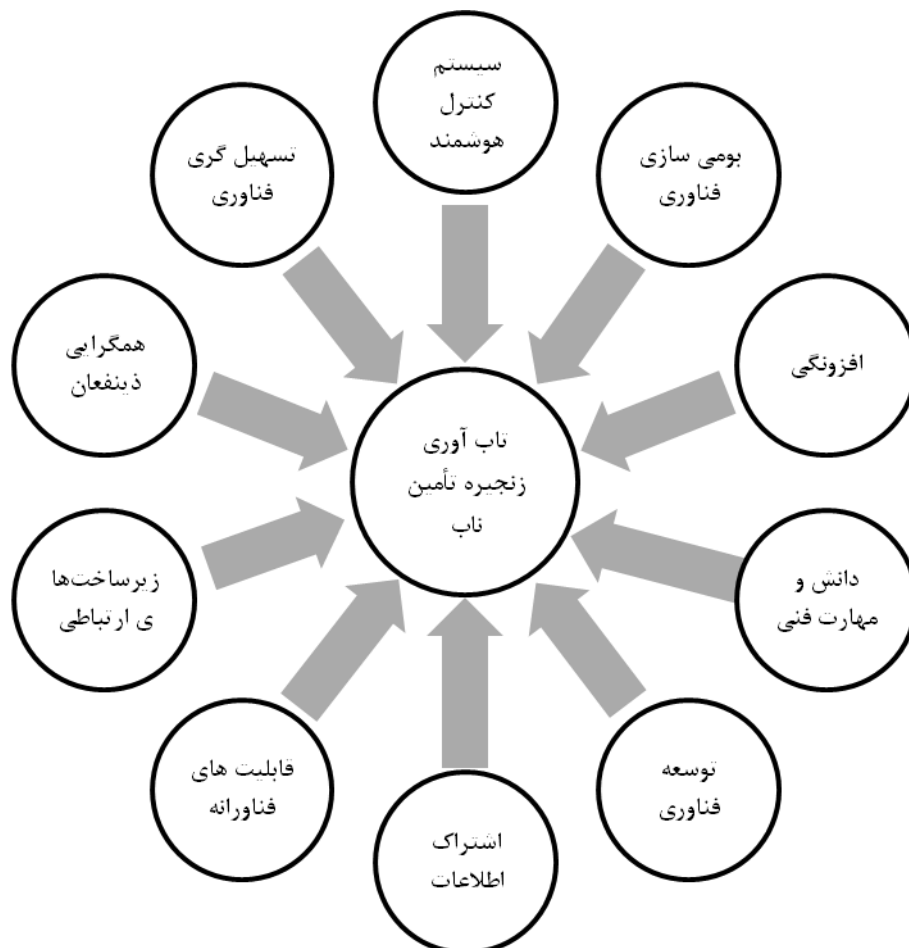
با توجه به حجم بالای مقالات استخراج شده، جهت تحلیل، نیاز به انتخاب بخشی از جامعه آماری به عنوان نمونه است.

جدول (۳): مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین ناب

مقوله های اصلی	ردیف	کدهای اولیه	منابع	
			تاب آور	ناب
تسهیل‌گری فناوری	۷	اشتراک اطلاعات با تأمین کنندگان	[۳۳]	[۳۲]
	۸	بکارگیری فناوری اطلاعات	[۳۴]	[۳۲]
	۹	تغییرات فرهنگی و فرهنگ‌سازی		[۳۵]
	۱۰	پشتیبانی و حمایت مدیریت ارشد	[۱۸]، [۳۶]	
	۱۱	نگرش مدیریت به آینده	[۳۷]	
	۱۲	پذیرش فناوری در زنجیره	[۲۷]، [۳۱]، [۳۰]، [۱۲]	
	۱۳	سرمایه‌گذاری در فناوری	[۳۶]، [۱۸]	
	۱۴	ارتباط با مشتری	[۳۱]، [۳۰]	[۳۲]، [۳۸]
همگرایی ذینفعان	۱۵	ارتباط با تأمین‌کننده	[۳۳]، [۳۱]، [۳۰]	[۳۸]، [۲۵]، [۹]، [۳۲]، [۳۹]
	۱۶	ارتباط بین کارکنان		[۳۲]
	۱۷	ارتباط کافی و مناسب با ذینفعان		[۲۲]
	۱۸	یکپارچگی فناوریانه در زنجیره تأمین	[۲۷]	
	۱۹	آموزش دوجانبه با سایر سازمانهای تجاری	[۳۶]	
	۲۰	فرهنگ همکاری و توسعه کار مشترک برای کاهش خطر	[۳۹]	
	۲۱	همکاری میان بازیگران زنجیره	[۲۹]	
	۲۲	توسعه مفاهیم هوشمند در تمامی حوزه‌ها	[۲۷]	
توسعه فناوری	۲۳	توسعه مناسب فناوری		[۲۲]
	۲۴	توسعه فناوری آینده	[۳۷]	
	۲۵	دانش بنیادی روشهای نوآورانه		[۲۲]
دانش و مهارت فنی	۲۶	آموزش و توانمندسازی کارکنان	[۱۸]	[۳۸]
	۲۷	توسعه مهارت و کارایی از طریق آموزش	[۳۱]	
	۲۸	توسعه و آموزش کارآمد برای کارکنان	[۳۶]	
	۲۹	استخدام و نگهداشت کارکنان دانشی	[۳۶]	
	۳۰	استفاده از سیستم های کنترل اطلاعات	[۳۳]	
سیستم کنترل هوشمند	۳۱	امنیت سایبری	[۲۷]	
	۳۲	مدیریت هوشمند منابع دیجیتال	[۴۰]	
	۳۳	استفاده از پروتکل‌های امنیتی مناسب شبکه ارتباطی (امنیت فضای مجازی)	[۲۶]	
	۳۴	تسهیم و شفاف سازی اطلاعات	[۲۰]، [۲۶]	
	۳۵	بومی‌سازی و انطباق فناوری وارداتی با شرایط کشور	[۲۶]	
قابلیت‌های فناوریانه	۳۶	قابلیت‌های سازمانی (شبیه‌سازی سناریوها، تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، سامانه‌های بازخورد)	[۲۷]	
	۳۷	توانایی‌های فناوریانه	[۲۹]، [۴۱]	
	۳۸	داشتن سرورهای پشتیبان در مناطق دیگر برای بازیابی اطلاعات در صورت وقوع حادثه	[۲۶]	
افزونگی	۳۹	قراردادهای هوشمند	[۲۰]	
	۴۰	برنامه‌ریزی پشتیبانی فناوری اطلاعات و ارتباطات	[۳۱]	

با توجه به هدف تحقیق که پیوند بین دو رویکرد تاب آوری و نابی در زنجیره تأمین است، پس از استخراج دو گروه از عوامل مؤثر فناوری اطلاعات در زنجیره تأمین تاب آور و زنجیره تأمین ناب به صورت جداگانه، کدگذاری محوری جهت دسته‌بندی عوامل و یافتن مقوله‌ها صورت گرفت. این امر با بازنگری عمیق و مرور چندین باره توسط

محقق و نیز با استناد به نظرات جامعه خبرگان طی جلسات متعدد و بر اساس مشابهت یا نزدیکی مفاهیم و کدهای اولیه صورت گرفت که در جدول فوق قابل ملاحظه است. چارچوب گرافیکی مقوله‌های اصلی مؤثر بر تاب آوری زنجیره تأمین ناب نیز به عنوان مبنای ادامه روند پژوهش در تصویر زیر به نمایش درآمده است.



شکل (۱): چارچوب مفهومی تاب آوری زنجیره تأمین ناب

در مرحله بعد، اقدام به اولویت‌بندی مقوله‌های اصلی با بکارگیری روش Topsis فازی می‌گردد. روش Topsis فازی با استفاده از متغیرهای زبانی فازی، تصمیم‌گیری حاصل از ترجیحات و

قضایات ذهنی در شرایط عدم اطمینان محیطی را آسان می‌کند. به این منظور، از طیف پنج درجه‌ای لیکرت بر اساس جدول زیر استفاده شد.

جدول (۴): عبارات کلامی و مقیاس‌های زبانی فازی معادل

عبارات کلامی	تأثیر خیلی کم (VL)	تأثیر کم (L)	تأثیر متوسط (M)	تأثیر زیاد (H)	تأثیر خیلی زیاد (VH)
اعداد فازی مثلثی	(۰، ۰/۰، ۲/۴)	(۰/۰، ۲/۰، ۴/۵)	(۰/۰، ۴/۰، ۶/۸)	(۰/۰، ۶/۱، ۸)	(۰/۰، ۸/۱، ۹)

گزینه ایده‌آل منفی؛

رابطه (۷):

$$A_i^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-)$$

$$v_1^- = (a, a, a)$$

$$a = \min_i c_{ij}$$

گام (۵) محاسبه اندازه مجموع فواصل هر یک از گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت فازی و ایده‌آل منفی فازی.

فاصله بین دو عدد فازی $\tilde{A} = (a_1, b_1, c_1)$ و $\tilde{B} = (a_2, b_2, c_2)$ بر اساس رابطه زیر بدست می‌آید؛

رابطه (۸):

$$D(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2 + (c_2 - c_1)^2]}$$

بنابراین می‌توان فاصله هر یک از مؤلفه‌ها را از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی محاسبه کرد؛

رابطه (۹):

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_{ij}^*) \quad i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه (۱۰):

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_{ij}^-) \quad i = 1, 2, \dots, m$$

گام (۶) محاسبه نزدیکی نسبی گزینه نام از راه‌حل ایده‌آل.

رابطه (۱۱):

$$CL_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m$$

مقدار CL_i ، بین صفر و یک است و هر چه این مقدار به یک نزدیکتر باشد، راهکار به جواب ایده‌آل نزدیکتر می‌باشد.

گام (۷) رتبه‌بندی گزینه‌ها: در این گام، بر اساس ترتیب نزولی CL_i می‌توان گزینه‌های موجود را بر اساس بیشترین اهمیت رتبه‌بندی نمود. پس از طی گام‌های فوق از روش Topsis فازی، فاصله تا ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی برای هر مقوله و همچنین، نزدیکی نسبی هر مقوله از راه‌حل ایده‌آل به صورت جدول زیر حاصل گردید. در نهایت نیز با توجه به محاسبات مربوط به هر مقوله، وزن نرمالایز و رتبه هر یک بر اساس این وزن، محاسبه گردید. نتایج نهایی فرآیند پیش گفته در جدول (۵) قابل مشاهده است.

پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌های حاصل از نظرات کلامی ۲۰ نفر از خبرگان مطالعه، روش TOPSIS فازی مطابق با گام‌های زیر بکار گرفته شد [۴۲]؛

گام (۱) تشکیل ماتریس تصمیم فازی ارزیابی گزینه‌ها نسبت به معیارها.

گام (۲) تشکیل ماتریس تصمیم فازی نرمالایز شده بر اساس رابطه زیر:

رابطه (۱):

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

اگر اعداد فازی بصورت (a, b, c) باشند، ماتریس بی‌مقیاس $\tilde{R}$ به صورت رابطه (۲) قابل محاسبه است؛

رابطه (۲):

$$\tilde{r}_{ij} = (\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*})$$

در این رابطه c_j^* ماکزیمم مقدار c در خبره نام یعنی ماکزیمم کران‌های بالاست.

رابطه (۳):

$$c_j^* = \max_i c_{ij}$$

گام ۳. تشکیل ماتریس تصمیم فازی نرمالایز (بی‌مقیاس) وزن فازی $\tilde{V}$.

رابطه (۴):

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

رابطه (۵):

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$$

در این رابطه $\tilde{r}_{ij}$ ماتریس بی‌مقیاس حاصل از گام ۲ می‌باشد و منظور از $\tilde{w}_j$ وزن نظرات خبرگان است که یکسان در نظر گرفته شده است.

گام (۴) تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت فازی و راه‌حل ایده‌آل منفی فازی.

گزینه ایده‌آل مثبت؛

رابطه (۶):

$$A_i^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+)$$

$$v_1^+ = (c, c, c)$$

$$c = \max_i c_{ij}$$

جدول (۵): تعیین اولویت مقوله‌ها (خروجی روش Topsis فازی)

رتبه	وزن نرمالایز	نزدیکی نسبی هر معیار از راه حل ایده-آل	فاصله تا ایده‌آل منفی	فاصله تا ایده‌آل مثبت	مقوله‌های اصلی
۷	۰/۰۹۳۴۴۸۹۰۶	۰/۵۲۹۵۲۳۸۱۸	۱/۱۱۶۰۴۸۷۵۲	۰/۹۹۱۵۹۷۲۴	سیستم کنترل هوشمند
۱	۰/۱۳۵۵۹۴۸۲۵	۰/۷۶۸۳۴۱۶۷۸	۱/۲۹۹۳۹۵۸۵	۰/۳۹۱۷۷۳۴۳۹	تسهیل‌گری فناوری
۸	۰/۰۷۹۸۴۷۷۸۷	۰/۴۵۲۴۵۳۷۱۹	۰/۹۶۳۲۷۸۴۸	۱/۱۶۴۵۸۱۰۶۴	همگرایی ذینفعان
۶	۰/۰۹۵۳۱۷۳۱۶	۰/۵۴۰۱۱۱۰۷۴	۱/۱۳۹۵۰۱۴۴۶	۰/۹۷۰۲۵۲۴۵۵	زیرساخت‌های ارتباطی
۳	۰/۱۲۴۸۵۰۸۶	۰/۷۰۷۴۶۱۵۱	۰/۹۳۳۷۳۱۴۵۷	۰/۳۸۶۱۰۲۱۲۲	قابلیت‌های فناورانه
۴	۰/۱۰۲۰۶۰۱۱۵	۰/۵۷۸۳۱۸۸۲۹	۱/۲۲۳۷۲۲۷۲۸	۰/۸۹۲۲۷۷۴۱۹	اشتراک اطلاعات
۱۰	۰/۰۷۱۷۴۹۰۳۳	۰/۴۰۶۵۶۲۵۱۱	۰/۸۵۱۷۱۶۳۶۵	۱/۲۴۳۲۰۴۶۹۱	توسعه فناوری
۲	۰/۱۲۵۹۸۴۹۴۱	۰/۷۱۳۸۸۷۷۲۲	۱/۲۱۴۱۷۶۲۳	۰/۴۸۶۶۱۸۱۵۵	دانش و مهارت فنی
۹	۰/۰۷۴۵۵۷۱۸	۰/۴۲۲۴۷۴۷۴۴	۰/۸۸۱۵۲۱۸۱۷	۱/۲۰۵۰۴۵۰۸۴	افزونگی
۵	۰/۰۹۶۵۸۹۰۳۷	۰/۵۴۷۳۱۷۲۲۲	۱/۱۵۲۴۱۱۳۹	۰/۹۵۳۱۵۲۵۲	بومی‌سازی فناوری

ابزارهای فناوری است که سازمان می‌تواند با استخدام نیروهای دانشی و همچنین، آموزش و توسعه مهارت کارکنان، از آن برخوردار شود. سرمایه‌گذاری در آموزش کارکنان برای موفقیت پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت بسیار مهم است. سازمان‌ها باید اطمینان حاصل کنند که نیروی کارشان با مهارت‌های لازم برای بهره‌برداری مؤثر از سیستم‌های جدید مجهز است [۱۸]. در زنجیره‌های تأمین ناب-تاب آور، کارکنان دانشی با تمرکز بر فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، فناوری‌های بلاکچین و دیگر مصادیق فناوری‌های نوین و قدرت تحلیل فرآیندها، علاوه بر شناسایی فرصت‌های حذف اتلاف، قابلیت یادگیری سازمانی و سازگاری و مقابله با هر گونه اختلال و شوک ناگهانی را افزایش می‌دهند.

از بین عوامل، عامل قابلیت‌های فناورانه با وزن ۰/۱۲۴۸۵۰۸۶ در سومین جایگاه قرار دارد. شایستگی‌ها و قابلیت‌های فناوری، تنها در اختیار داشتن فناوری نیست، شامل مجموعه‌ای از مهارت‌ها، منابع، زیرساخت‌ها و دانش فنی جهت دستیابی به اهداف رقابتی است که سازمان با تکیه بر آن‌ها می‌تواند اقدام به توسعه فناوری و انطباق با فناوری‌های جدید نماید. سرمایه‌گذاری سازمان در زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری قوی، برخورداری از کارکنان دانشی و تخصص فنی کارکنان در کار با فناوری‌ها و ابزارهای نوین و همچنین، چابکی سازمان در به‌روزرسانی فناوری و نوآوری مستمر نیز نمادی از توانمندی‌های فناورانه است که سازمان را مجهز به آن می‌کند. نتایج مطالعه محققان نیز قابلیت‌های دیجیتال را از جمله پیش‌زمینه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین می‌داند [۴۳]. در زنجیره‌های تأمین ناب-تاب آور، قابلیت فناورانه، دیجیتالی شدن فرآیندهای

چنانچه ملاحظه می‌گردد از بین مقوله‌ها، عامل تسهیل‌گری فناوری با وزن ۰/۱۳۵۵۹۴۸۲۵ بالاترین امتیاز و رتبه را داراست. از زیرمؤلفه‌های مهم این مقوله، نوع نگاه و نگرش مدیریت به آینده و در نتیجه آن، پشتیبانی و حمایت مدیریت از مقوله فناوری، پذیرش و تصمیم برای سرمایه‌گذاری در آن است. در ذیل عوامل تسهیل‌گر، پذیرش فناوری از سوی کاربران، یکی از مهمترین عوامل موفقیت یک فناوری است. در صورت عدم پذیرش تکنولوژی توسط کاربران یا ضعف در پذیرش آن، قابلیت سیستم بسیار تنزل یافته و سبب هدر رفتن منابع می‌شود [۲]. پذیرش فناوری در مطالعات محققان دیگر ([۳۰]، [۳۱]، [۲۷]، [۱۲]) نیز در تاب‌آوری زنجیره تأمین مؤثر شناخته شده است. در واقع، پذیرش فناوری به منزله ورود سازمان به فرآیند دیجیتالی‌سازی و ایجاد تحول دیجیتال در زنجیره تأمین است. هر چه در سازمانی، مؤلفه‌های تسهیل‌گر در راستای پذیرش و امکان بکارگیری فناوری‌های نوین در سازمان بیشتر باشد، آن سازمان در رویارویی با تغییرات سریع بازار و احتمال هر گونه اختلال، می‌تواند عملکردی به مراتب کاراتر، چابک‌تر و مقاوم‌تر از خود نشان دهد. فناوری اطلاعات در زنجیره‌های تأمین ناب-تاب آور، ضمن، شفافیت جریان مواد و اطلاعات و در نتیجه کاهش اتلاف، زمان‌های انتظار و ذخیره موجودی، توان پیش‌بینی و پاسخ سریع به اختلالات را افزایش می‌دهد.

عامل دانش و مهارت فنی با وزن ۰/۱۲۵۹۸۴۹۴۱ در رتبه دوم جای گرفته است. این عامل بیانگر سواد بکارگیری و استفاده از

۵- بحث و نتیجه گیری

پیشرفت‌های اخیر فناوری، منجر به توسعه کارخانه‌های هوشمند یا جلب توجه صنایع به سوی فناوری‌های نوین و مقوله هوشمندسازی شده است. در چنین صناعی، انتظار می‌رود کل سیستم با کمک ابزارهای پیشرفته مدیریت داده و تجزیه و تحلیل، عملکرد بهینه داشته باشد. امروزه، بسیاری از مشاغل به سمت تولید هوشمند روی آورده اند. فناوری هوشمند، میزان ارتباط دستگاه‌ها یا فرآیندهای فیزیکی با سیستم عامل‌های مختلف دیجیتالی است. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های هوشمند می‌تواند به طور تصاعدی عملکرد داخلی و خارجی شرکت را بهبود بخشد. از دیگر سو، دیجیتالی‌شدن زنجیره تأمین که با پیشرفت سریع فناوری‌های دیجیتال تسریع شده است، به طور فزاینده‌ای توسط شرکت‌ها پذیرفته شده و مسیرهای جدیدی را برای تقویت تاب‌آوری از طریق پیشرفت‌های فناوری و بهبود فرآیندها فراهم می‌کند. در واقع، دیجیتالی‌شدن زنجیره تأمین شامل ادغام منابع دیجیتال در فرآیندهای مدیریت زنجیره تأمین برای افزایش بهره‌وری عملیاتی در حوزه‌های مختلف، از جمله مدیریت موجودی، تحقیق و توسعه، تولید، استراتژی‌های منبع‌یابی و همچنین، مدیریت عرضه و تقاضا است [۱۴]. از این روست که نقش فناوری در ایجاد زنجیره تأمین ناب و در عین حال تاب آور، حیاتی و تعیین‌کننده است و استفاده از ابزارهای فناوری‌های نوین منجر به چابکی و کاهش هزینه‌ها در شبکه زنجیره تأمین می‌شود.

با توجه به این مهم، پژوهش پیش رو به شناسایی و تحلیل مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر در تاب‌آوری زنجیره تأمین ناب پرداخته است. به این منظور، مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر بر زنجیره تأمین ناب و مؤلفه‌های فناوری اطلاعات مؤثر بر زنجیره تأمین تاب آور طی فرآیند کدگذاری باز از متون گذشته استخراج گردید. سپس، با توجه به هدف تحقیق و پیوند دو رویکرد ناب و تاب آور، این مؤلفه‌ها طی فرآیند کدگذاری محوری، با اجماع نظر جامعه خبرگان تحقیق، در قالب ده مقوله اصلی ادغام شدند. در نهایت نیز، مؤلفه‌های دهگانه با بکارگیری روش Topsis فازی، رتبه‌بندی و تحلیل شدند. نتیجه این اولویت‌بندی، به ترتیب شامل تسهیل‌گری فناوری، دانش و مهارت فنی، قابلیت‌های فناوریانه، اشتراک اطلاعات، بومی‌سازی فناوری، زیرساخت‌های ارتباطی، سیستم کنترل هوشمند، همگرایی ذینفعان، افزونگی و توسعه فناوری است. مقوله تسهیل‌گری فناوری در صدر قرار دارد که در وهله اول، نیازمند پذیرش فناوری در سازمان و بین افراد اعم از مدیریت و کارکنان است. تا زمانی که تمایل و حمایت مدیریت و همراهی کارکنان در سازمان نباشد، برداشتن گام‌های بعدی در حوزه دیجیتالی‌سازی در سازمان، سخت به نظر می‌رسد. به تعبیر محققان، صلاحیت فنی دیجیتال‌سازی، دانش و تخصص دیجیتالی‌سازی، ویژگی‌های مدیریت عالی و

کلیدی را به همراه داشته و منجر به حذف انواع اتلاف مانند اتلاف منابع انسانی و زمانی و در نتیجه دستیابی به اهداف تولید ناب می‌گردد. از سوی دیگر، سازمان در مواجهه با شوک‌های ناگهانی محیطی و اختلالات پیش رو، توانمندتر عمل می‌کند.

پس از آن، نیز عوامل اشتراک اطلاعات، بومی‌سازی فناوری، زیرساخت‌های ارتباطی، سیستم کنترل هوشمند، همگرایی ذینفعان، افزونگی و توسعه فناوری به ترتیب در رتبه‌های چهارم تا دهم قرار گرفته‌اند. اشتراک‌گذاری اطلاعات، مزایای متعددی از جمله تسهیل فرآیندهای تصمیم‌گیری چابک با مشتریان، سازگاری سریع با نوسانات تقاضا و ادغام پیشرفته در سراسر زنجیره تأمین را به دنبال دارد. بطور کلی، فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش مهمی در مدیریت سفارشات، ردیابی محصولات و تسهیل پشتیبانی سریع از تولیدکنندگان به مشتریان ایفا می‌کند [۱۳]. برای نمونه، پلتفرم‌های اشتراک‌گذاری اطلاعات دیجیتال که توسط فناوری‌های بلاکچین پشتیبانی می‌شوند، امکان اشتراک‌گذاری، تبادل و پردازش اطلاعات را در عملیات، امور مالی، روابط با مشتری و عملکردهای پایداری زنجیره تأمین فراهم می‌کنند [۱۶]. در واقع، اشتراک‌گذاری اطلاعات، تبادل سریع و شفاف اطلاعات را بین بازیگران شبکه زنجیره تأمین و اعتماد و همکاری در یک سیستم را به دنبال دارد. در یک زنجیره تأمین ناب- تاب آور، تبادل آزاد و دقیق داده‌ها، علاوه بر هماهنگی بین تصمیمات عملیاتی، کاهش هر گونه تأخیر را به همراه داشته و از زنجیره تأمین، یک زنجیره چابک می‌سازد. ضمن این که در مواقع اختلال و بحران، واکنش هماهنگ بازیگران در زنجیره را به دنبال دارد و مانع از ایجاد وقفه در زنجیره می‌شود که مصداق تاب‌آوری زنجیره تأمین است.

اصلی‌ترین ستون زنجیره تأمین ناب، حذف اتلاف‌ها از جمله موجودی مازاد، ظرفیت مازاد و تأمین‌کنندگان موازی است. از دیدگاه ناب، افزونگی (مانند دپوی کالا یا وجود چند تأمین‌کننده برای یک قطعه) به معنای اتلاف است. از سوی دیگر، در دیدگاه ناب، سازمان‌ها ترجیح می‌دهند از طریق ابزارهای پیش‌بینی دقیق و هماهنگی بالا، تاب‌آوری ایجاد کنند تا اینکه با ایجاد افزونگی که ممکن است منجر به افزایش هزینه عملیاتی شود، هزینه‌های سربار را افزایش دهند. بنابراین، افزونگی بنا به اجماع نظر خبرگان تحقیق، در انتهای این رتبه‌بندی قرار گرفته است چرا که با روح کاهش هزینه‌های زنجیره ناب در تناقض مستقیم است. همچنین، توسعه فناوری که در ادبیات زنجیره تأمین، شامل نوآوری‌های بنیادین، تحقیق و توسعه بلندمدت و تغییرات فناوریانه ساختاری است، در آخرین رتبه قرار دارد. این مهم از این روست که فلسفه ناب بر بهبود مستمر و بهینه‌سازی فرآیندهای موجود با کمترین اتلاف تمرکز دارد. در مقابل، توسعه فناوری اغلب نیازمند سرمایه‌گذاری‌های سنگین، دوره‌های بازگشت سرمایه طولانی و تغییرات رادیکال است که در تضاد با ماهیت چابک و کم‌هزینه زنجیره تأمین ناب قرار می‌گیرد.

مشارکت در فرآیند اجرا، دارای بیشترین شاخص مرکزی در پذیرش فناوری است [۴۴].

کشمیری حق و باقری قره‌بلاغ [۱۲] نیز پذیرش فناوری مانند هوش مصنوعی را بر تاب‌آوری زنجیره تأمین مؤثر دانسته و معتقدند که پذیرش فناوری می‌تواند نقش مهمی در بهبود عملکردهای مختلف مدیریت زنجیره تأمین داشته باشد. از این‌رو، مدیران و سیاستگذاران باید درک خوبی از فناوری‌های نوظهور و چگونگی تأثیر آن‌ها بر تاب‌آوری زنجیره تأمین داشته باشند. ناگفته نماند که قرار گرفتن دو مؤلفه افزونگی و توسعه فناوری در انتهای رده‌بندی انجام شده، نه به معنای بی‌اهمیت بودن آنها، بلکه بیانگر اولویت رویکرد

ناب بر سایر راهبردها در دیدگاه خبرگان است. در واقع، زنجیره تأمین ناب به دنبال دستیابی به تاب‌آوری از طریق بهینه‌سازی است، نه از طریق انباشت منابع و افزونگی یا تغییرات ساختاری پرهزینه مانند توسعه فناوری. این یافته‌ها تأیید می‌کند که مدل‌های تاب‌آوری در محیط‌های ناب، بیش از آنکه به دنبال راهکارهای سخت‌افزاری و مازاد باشند، به دنبال افزایش انعطاف‌پذیری فرآیندی و اطلاعاتی هستند. با توجه به اهمیت موضوع و لزوم تبیین پیوند میان مؤلفه‌های فناوری اطلاعات با زنجیره تأمین تاب‌آور و زنجیره تأمین ناب، بر اساس نتایج تحقیق، این مهم در جدول (۶)، به ترتیب اولویت

جدول (۶): تبیین پیوند میان مؤلفه‌های فناوری اطلاعات با زنجیره تأمین ناب- تاب‌آور

اولویت	مقوله‌های اصلی	تبیین پیوند میان مؤلفه‌های فناوری اطلاعات با زنجیره تأمین ناب- تاب‌آور
۱	تسهیل‌گری فناوری	تسهیل‌گری بیانگر آن است که در زنجیره تأمین ناب، ابزارهای فناوری اطلاعات، نه برای پیچیدگی، بلکه برای ساده‌سازی و تسهیل در فرآیندها، حیاتی هستند. علاوه بر این، مفاهیمی مانند فرهنگ‌سازی و پذیرش فناوری، و همچنین، پشتیبانی، حمایت و نگرش مثبت مدیریت در بکارگیری ابزارهای فناوری و هوشمندسازی زنجیره، به عنوان کاتالیزور جریان ناب عمل می‌کنند که این خود هسته اصلی فلسفه ناب است. در زنجیره ناب، تسهیل‌گری فناوری، زمان چرخه را کاهش می‌دهد. در عین حال، همین تسهیل‌گری با ایجاد کانال‌های ارتباطی شفاف، به زنجیره اجازه می‌دهد در هنگام بروز اختلال، به جای توقف، به سرعت فرآیندها را مجدداً پیکره‌بندی کند.
۲	دانش و مهارت فنی	بکارگیری سرمایه انسانی متخصص با استخدام و نگهداشت کارکنان دانشی و توسعه مهارت و کارآیی کارکنان از طریق آموزش‌های فنی و فناوری، پیش‌شرط تاب‌آوری در زنجیره تأمین ناب است. وجود مهارت فنی بالا باعث می‌شود کارکنان با استفاده از ابزارهای فناوری، اختلالات کوچک را پیش از تبدیل شدن به بحران، حل کنند. این دانش فنی در واقع تاب‌آوری شناختی زنجیره را بالا می‌برد تا در شرایط عدم قطعیت، تصمیمات چابک در کوتاه‌ترین زمان ممکن اخذ گردد.
۳	قابلیت‌های فناورانه	با وجود قابلیت‌هایی مانند شبیه‌سازی سناریوها و تصمیم‌گیری بر اساس داده‌های موجود، قابلیت‌های فناورانه، در واقع زیرساخت انعطاف‌پذیری‌های کم‌هزینه در زنجیره تأمین هستند. این مؤلفه به زنجیره ناب اجازه می‌دهد بدون نیاز به انباشت موجودی (اتلاف)، ظرفیت‌های تولیدی خود را با وجود قابلیتی چون سامانه‌های بازخورد، از طریق تغییرات نرم‌افزاری و تنظیمات فناورانه، به سرعت با تغییرات تقاضا یا اختلالات عرضه‌کننده وفق دهد که این، خود بیانگر توانایی جایگزینی موجودی با اطلاعات و مصداقی بر پیوند دو رویکرد ناب و تاب‌آور در زنجیره تأمین با تأکید بر مفهوم فناوری اطلاعات است.
۴	اشتراک اطلاعات	اشتراک اطلاعات، ستون فقرات هماهنگی است. در زنجیره ناب، اشتراک اطلاعات مانع از اثر شلاقی و گسترش تغییرات نوسانی و پیش‌بینی نشده می‌شود (جنبه ناب). از منظر تاب‌آوری نیز، اشتراک لحظه‌ای داده‌ها با شرکای زنجیره تأمین، باعث ایجاد وسعت دید برای مدیران شده و به آنها این امکان را می‌دهد که بلافاصله پس از بروز حادثه، راهبردهای جبرانی را به منظور جلوگیری از گسترش اختلال و توقف تولید پیاده کنند.

جدول (۶): تبیین پیوند میان مؤلفه‌های فناوری اطلاعات با زنجیره تأمین ناب- تاب آور

اولویت	مقوله های اصلی	تبیین پیوند میان مؤلفه‌های فناوری اطلاعات با زنجیره تأمین ناب- تاب آور
۵	بومی سازی فناوری	در صورت شناسایی و درک نیازهای محیط داخلی، بومی سازی و انطباق فناوری‌های وارداتی با شرایط داخلی کشور، باعث افزایش سرعت پیاده سازی و کاهش هزینه‌های پشتیبانی می‌شود. این کار منجر به حذف وابستگی به پشتیبانی‌های فنی خارجی و پرهزینه می‌شود که با فلسفه ناب (کاهش هزینه) سازگار است. از منظر تاب‌آوری نیز، بومی سازی باعث می‌شود در زمان تحریم یا بروز هر گونه تنش و بحران منطقه‌ای و جهانی، زنجیره تأمین به جای وابستگی خارجی، بر توانمندی، دانش و ابزار بومی خود تکیه کند.
۶	زیرساخت‌های ارتباطی	در یک زنجیره تأمین ناب که به شدت بر حذف هر گونه اتلاف و زمان‌بندی دقیق تأکید دارد، خودکارسازی فرآیندها، تبادل الکترونیکی داده‌ها، استفاده از ابزارهای نوین فناوری اطلاعات و ردیابی و مستندسازی دیجیتال داده‌ها و فرآیندها و بطور کلی، وجود زیرساخت ارتباطی پایدار، تضمینی برای تداوم جریان فعالیت و جلوگیری از هدر رفتن و اتلاف زمان است. چنین زیرساختی در زمان ایجاد بحران، تضمین می‌کند که داده‌های حیاتی جهت اخذ تصمیم سریع، در دسترس بوده و بازایی زنجیره با سرعت انجام شود (تاب آوری).
۷	سیستم کنترل هوشمند	این سیستم‌ها با استفاده از سیستم‌های کنترل دیجیتال و پروتکل‌های امنیتی مناسب شبکه ارتباطی و در نتیجه پایش و تحلیل پیش‌بینانه، با مدیریت هوشمند منابع دیجیتال، باعث می‌شود در زنجیره ناب، ردیابی دقیق انحرافات از استاندارد صورت گرفته و اتلاف‌های فرآیندی در لحظه شناسایی شوند. از منظر تاب‌آوری، این سیستم‌ها با تحلیل‌ها و هشدارهای زود هنگام، به زنجیره اجازه می‌دهند که قبل از وقوع اختلال کامل، اقدامات اصلاحی آغاز شود.
۸	همگرایی ذینفعان	این مؤلفه با ایجاد ارتباط مناسب و زبان مشترک دیجیتال میان بازیگران زنجیره، هزینه‌های معاملات و چانه‌زنی را که نوعی اتلاف است، به شدت کاهش می‌دهد. در زمان بروز اختلالات بزرگ، این همگرایی دیجیتال، فرهنگ همکاری و توسعه کار مشترک برای کاهش ریسک، باعث می‌شود ذینفعان به جای نگاه رقابتی، به صورت یک شبکه یکپارچه عمل کرده و منابع خود را برای عبور از بحران با یکدیگر به اشتراک بگذارند.
۹	افزونگی	در حالی که نگاه سنتی به رویکرد ناب، افزونگی را نوعی اتلاف می‌داند، در این پژوهش، افزونگی فناورانه مانند برنامه‌ریزی‌های پشتیبانی، سیستم‌ها و سرورهای پشتیبان یا داده‌های انباشته شده امن، در واقع به عنوان نوعی بیمه برای سازمان به شمار می‌رود. مؤلفه افزونگی با کاهش ریسک توقف کامل فعالیت، هزینه‌های ناشی از اثرات فاجعه‌بار اختلال را خنثی کرده و باعث ایجاد تعادل میان کارایی ناب و تاب‌آوری می‌شود.
۱۰	توسعه فناوری	توسعه مناسب و مستمر فناوری، ضمن به روز نگه‌داشتن فناوری در زنجیره، محرکی جهت شناسایی روش‌های جدید به منظور حذف اتلاف است. از منظر تاب‌آوری نیز، توسعه مفاهیم هوشمند و در نتیجه، توسعه فناوری باعث می‌شود زنجیره تأمین به طور مداوم، سناریوهای اختلال را شبیه‌سازی کرده و ضمن ارتقاء روش‌های پاسخگویی خود، به این پاسخگویی سرعت بخشد.

دیجیتال سازی را بهتر مدیریت کنند تا عملکرد عملیاتی را بهینه نمایند.

۶- مراجع

- [1] A. E. Zahedi, and M. Haghghat, "Digital Supply Chain Implementation Model in Automotive Industry", *Journal of Intelligent Strategic Management*, vol. 5 (1), pp. 113-140, 2026, doi: 10.87453/bumara.2026.372301.7839. (In Persian)
- [2] S.A. Heydarieh, S.M. Seyed Hosseini, and A. Shahabi, "Simulation of Technology Acceptance Model in Iranian Banking with System Dynamics Approach (Case Study: Refah Bank)", *Journal of Technology Development Management*, vol. 1 (1), pp. 67-98, 2013, doi:10.22104/jtdm.2013.4. (In Persian)
- [3] B. Kurrita Aini, and M-C. Chen, "Exploring barriers and developing strategies for implementing smart supply chain management with Delphi method and ISM-MICMAC", *Research in Transportation Business & Management*, vol. 62, 101439, 2025, doi:10.1016/j.rtbm.2025.101439.
- [4] Q. Yang, S-J. Wei, Z-S. Wang, M. Deveci, and G. Demir, "A novel decision support framework for unveiling critical determinants in resilient-sustainable supply chain performance measurement", *Advanced Engineering Informatics*, 104540, vol. 73, pp. 1-21, 2026, Doi:10.1016/j.aei.2026.104540.
- [5] N. Goldbeck, P. Angeloudis, and W. Ochieng, "Optimal supply chain resilience with consideration of failure propagation and repair logistics", *Transportation Research Part E* 133, 101830, pp. 1-20, 2020. Doi:10.1016/j.tre.2019.101830.
- [6] G. Tortorella, M. Kumar, M. Thürer, T-R. Browning, P. Hines., D. Romero, and A. Furlan, "Lean and organizational resilience. A discussion", *International Journal of Production Economics*, 109897, vol. 293, 2026, Doi: 10.1016/j.ijpe.2025.109897.
- [7] D. Karkabadi, and A. Tayyebi Rahani, "Identifying and Prioritizing Supply Chain Digitization Barriers Using the ISM Approach", *Journal of Supply Chain Management*, vol. 27, No. 2, Serial No. 87, pp. 1-18, 2025. DOR: 20.1001.1.20089198.1404.27.87.1.5. (In Persian)
- [8] F. Ghasedi Ghazvini, F. Faezi Razi, M.M. Movahedi, and K. Fathi Hafshejani, "Fuzzy Modeling for Measuring and Promoting Innovation Resilience of Supply Chains - Case Study: Automotive Parts Manufacturing Industry in Iran", *Journal of Supply Chain Management*, vol. 27, No. 1, Serial No. 86, pp. 61-85, 2025, doi: 20.1001.1.20089198.1404.27.86.5.7. (In Persian)
- [9] M. Amiri, S.J. Hosseini Dehshiri, and A.Yousefi Hanoommarvar, "Determining the Optimal Combination of LARG Supply Chain Strategies Using SWOT Analysis, Multi-criteria Decision-making Techniques and Game Theory", *Journal of Industrial Management*, vol. 10, Issue 2, pp. 221-246, 2018. Doi:10.22059/imj.2018.257030.1007420. (In Persian)
- [10] K.N.S.Iyer, P. Srivastava, and M. Srinivasan, "Performance Implications of Lean in Supply Chains: Exploring the Role of Learning Orientation and Relational Resources", *International Journal of Production Economics*, vol. 216, pp. 1-36, 2019. Doi:10.1016/j.ijpe.2019.04.012.
- [11] R. Rajesh, "A fuzzy approach to analyzing the level of resilience in manufacturing supply chains", *Sustainable Production and Consumption*, vol. 18, pp. 224-236, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.02.005>.
- [12] M-A. Keshmiri Hagh, and H. Bagheri Garabollagh, "Examining the Role of Adoption of Artificial Intelligence and Digital Transformation on Supply Chain Resilience and Value Co-Creation: the Moderating Role of Market Uncertainty", *Journal of Supply Chain Management*, vol. 26, No. 4, Serial No. 85, 2025, pp. 35-46 DOR.۲۰,۱۰۰۱,۲۰۰۸۹۱۹۸,۱۴۰۳,۲۶,۸۵,۳,۶. (In Persian)
- [13] J.L.García-Alcaraz, J.R. Díaz Reza, Y. Aryanfar, A. Keçebaş. S. Mohtaram, and A.I. Osman. "Responsiveness supply chain in the Mexican Maquiladora Industry: The role of AMT, information sharing and pull production process", *Sustainable Futures*, vol. 10, 101283, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2025.101283>.

بطور کلی، می‌توان اذعان کرد که فناوری، پلی میان دو رویکرد ناب و تاب آور در زنجیره تأمین دیجیتال است. ایجاد آشتی بین این دو رویکرد با استمداد از ابزارهای فناوری می‌تواند ادامه حیات سازمان را در محیط رقابتی و پرچالش امروز تضمین کند. از این رو، پیشنهاد می‌شود سازمان‌ها اعم از تولیدی و خدماتی، ضمن همسوسازی راهبردهای خود با فناوری، پذیرای فناوری و ابزارهای نوین آن باشند. مدیریت سازمان با فرهنگ‌سازی و آموزش نیروهای خود و با استقبال از دیجیتال‌سازی و بکارگیری ابزارهای آن، و همچنین، سرمایه‌گذاری در زمینه هوشمندسازی فرآیندهای تولید یا خدمات سازمان، اقدام به روزآمد کردن سیستم سازمانی و تولیدی خود کنند تا همگام با تحولات دنیای کسب و کار، سازمان را از خطر رکود نجات دهند.

علاوه بر این، بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و در صدر قرار گرفتن مقوله تسهیل‌گری فناوری و کدهای اولیه ذیل آن مانند نگرش و حمایت مدیریت ارشد، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با رویکرد پویایی سیستم، تغییرات چنین مفاهیمی را بر میزان تاب‌آوری عملیاتی زنجیره تأمین ناب در طول زمان، مدل‌سازی و بررسی کنند. همچنین، با توجه به اهمیت برخورداری از دانش و مهارت در حوزه فناوری، مطالعاتی با رویکرد کیفی و میدانی یا مطالعات موردی، جهت شناسایی و تدوین نیازهای آموزشی و مهارتی با هدف مدیریت همزمان نابی و تاب‌آوری دیجیتال صورت گیرد. از سوی دیگر، تأثیر فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیاء و تحلیل کلان‌داده‌ها، بر ابعاد مختلف تاب‌آوری در سازمان‌های با اصول ناب بررسی گردد تا مشخص شود چگونه ابزارهای فناوری می‌توانند هزینه‌های اشتراک اطلاعات با بازیگران زنجیره تأمین یا هزینه‌های کنترل و مدیریت هوشمند سازمان را در بلند مدت کاهش دهند.

لازم به ذکر است، پژوهش حاضر علیرغم دستاوردهای خود، با محدودیت‌های اجتناب‌ناپذیری روبه‌رو بود که چارچوب تعمیم‌پذیری نتایج را تحت الشعاع قرار می‌دهد. از جمله اینکه، با وجود استفاده از نظرات خبرگان دارای تخصص، نتایج پژوهش به‌شدت متأثر از قضاوت‌های خبرگان منتخب است، چرا که نگاه آنان ممکن است تحت تأثیر نوع صنعت یا ساختار سازمانی خاصی باشد که در آن فعالیت می‌کنند. ناگفته نماند، این مطالعه در یک مقطع زمانی خاص صورت گرفته است و از آنجا که فناوری اطلاعات و ابزارهای آن به سرعت در حال تغییر و تحول هستند، ماهیت پرداختن به مؤلفه‌ها ممکن است در بازه‌های زمانی مختلف تغییر کند. بنابراین، لازم است مدیران آگاه باشند که موفقیت فرآیند تحول دیجیتال در شرکت‌ها به عوامل متعددی بستگی دارد که توجه به همه آنها مهم است، لیکن اهمیت و اولویت توجه به هر یک، متفاوت از دیگری است. در این صورت است که مدیران می‌توانند ریسک‌های مرتبط با

- [30] M.H. Chowdhury, and M.A. Quaddus, "Supply chain resilience: conceptualization and scale development using dynamic capability theory", *International Journal of Production Economics*, vol. 188, pp. 185–204, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.020>.
- [31] M.H. Chowdhury, and M.A. Quaddus, "A multiple objective optimization based QFD approach for efficient resilient strategies to mitigate supply chain vulnerabilities: The case of garment industry of Bangladesh", *Omega*, vol. 57, pp: 1-61, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.016>.
- [32] A. Rahimi, Raad, A. Alem Tabrizi, and A. Motameni, "Providing a Lean Supply Chain Model for Iran's Defense Industries Using Interpretative Structural Modeling Approach", *Industrial Management Studies*, vol. 18, Issue 56, pp. 1-49, 2020. <https://doi.org/10.22054/jims.2018.32671.2069>. (In Persian)
- [33] R. Ruiz-Benitez, C. López, and J.C. Real, "Environmental benefits of lean, green and resilient supply chain management: the case of the aerospace sector", *Journal of Cleaner Production*, JCLP 10204, pp: 1-51, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.201.
- [34] M. Jahani, A. Moghbel Baarz, and A. Azar, "Designing a Model for the Measurement of Supply Chain Resilience through SEM Approach", *Industrial Management Perspective*, vol. 7, Issue 1, pp. 91-114, 2017. (In Persian)
- [35] A. Elkhairi, F. Fedouaki, and S. ElAlami, "Barriers and Critical Success Factors for Implementing Lean Manufacturing in SMEs", *IFAC PapersOnLine* 52-13, pp. 565–570, 2019. DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.11.303.
- [36] M.M. Mozaffari, and M. Ajalli, "Critical Success Factors for Information Technology Implementation in Humanitarian Supply Chain Management", *Business Intelligence Management Studies*, vol.6, Issue 23, pp. 5-32, 2018. Doi: 10.22054/ims.2018.8850. (In Persian)
- [37] S. Valipour Parkouhi, A. Safaei Ghadikolaei, and M. Madhoushi, "Determination of causal relationships of influential factors in resilient supplier selection", *Journal of Executive Management*, vol. 9 (18), pp. 89-114, 2018. Doi: 10.22080/jem.2018.13038.2486 (In Persian)
- [38] A. Salari, H. Farsijani, M.R. Hamidizadeh, and B. DoriNokurani, "Prioritization of Lean Production interpretive structural modeling approach Case Study: Automotive industry Supply Chain", *Management Research in Iran*, vol. 8, Issue 2, pp. 107-126, 2014. Doi: 20.1001.1.2322200.1393.18.2.6.9 (In Persian)
- [39] Gh. Jamali, and E. Karimi-Asl, "Evaluation of large supply chain competitive strategies management based on gap analysis in the cement industry", *Production and Operations Management*, vol. 9, Issue 16, No. 1, pp. 29-54, 2018. Doi: 10.22108/jpom.2018.92479.0. (In Persian)
- [40] P. Moeini and S. Khalilnezhad, "Development of a Strategic Model of Digital Resilience in Organizations Based on Multilayer Architectures under Conditions of Infrastructural Disruption", *Journal of Intelligent Strategic Management*, vol. 5(2), pp. 69-102, 2026. doi:10.87453/bumara.2026.373601.5813. (In Persian)
- [41] A. Jafamejad Choqoshi, A. Kazemi, and A. Arab, "Identification and Prioritization of Supplier's Resiliency Evaluation Criteria Based on BWM", *Journal of Industrial Management Perspective*, vol. 6, Issue 3 - Serial Number 23, pp. 159-186, 2016. (In Persian)
- [42] D. Kannan, A. Beatriz Lopes de Sousa Jabbour and C.J. Chiappetta Jabbour, "Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company", *European Journal of Operational Research*, vol. 233 (2), pp. 432- 447, 2014. Doi: 10.1016/j.ejor.2013.07.023.
- [43] D. Nakandala, J. Chen and T. Chikweche, "SME supply chain resilience in disruptive times: The effects of supply chain robustness, access to government assistance, and disruption intensity" *Business Process Management Journal*, vol. 31, Issue 2, pp. 467–496, 2025. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-02-2024-0073>.
- [44] S.A. Rokneddini, and D. Andalib Ardakani, "Analysis of Organizational Factors Affecting the Adoption of Industry 4.0 Technologies in Small and Medium-Sized Companies", *Industrial Management Perspective*, vol. 14, Issue 2, pp. 85-112, 2024. doi: 10.48308/JIMP.14.2.85 (In Persian)
- [14] Y. Yu, X. Jian, and H. Wu, "Exploring the pathways to enhance corporate energy resilience: The role of supply chain digitization", *Economic Analysis and Policy*, vol. 91, pp. 1653-1671, 2026, <https://doi.org/10.1016/j.eap.2026.05.013>.
- [15] H. Hentati, M. Khemakhem Jarda, and N. Boulila, "The impact of contingency factors on the degree of digitization and the operational performance in accounting firms", *Journal of Accounting & Organizational Change*, vol. 22, Issue 1, pp. 64-88, 2026, <https://doi.org/10.1108/JAOC-06-2024-0188>.
- [16] N.N. Abdullah, and N.H.S. Alani, "Blockchain adoption in the supply chain: Enablers, barriers, and opportunities from a systematic review", *Sustainable Futures*, vol. 10, 101429, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2025.101429>.
- [17] M. Mohammad Kazemi, and A. Namazian, "Identification and Structural Analysis of Key Success Factors and Supply Chain Challenges in Companies Providing Technology-Based Products and Services", *Supply Chain Management*, vol. 28, Issue 90, pp. 87-106, 2026. Doi: 10.47176/scmj.2026.1677. (In Persian)
- [18] M. Hosseini, D. Andalib Ardakani, A. Naser Sadrabadi, and S. M. Hosseini Bamkan, "Presenting a Network Model of Influencing Factors the Implementation of Industry 4.0 in Resilient Supply Chain Management", *Industrial Management Studies*, vol. 23, No.78, pp. 197-241, 2025. DOI: 10.22054/jims.2025.88102.2986. (In Persian)
- [19] A. Maleki, M. Zeinalnezhad, T. Aliheydari Bioki, E. Hedayati, "Modeling the Risks of Blockchain Development in Improving the Resilience of the Medical Equipment Supply Chain", *Journal of Modeling in Engineering*, vol. 22, Issue 78, pp. 141-156, 2024. doi: 10.22075/jme.2024.31737.2529 (In Persian)
- [20] A. Nikzadipناه, M. Rahdar, and Gh. Bandani, "Resilience of the Drug Supply Chain Using Blockchain Technology", *Journal of Military Medicine*, vol. 26, Issue 3, pp. 2332-2346, 2024. Doi: 10.30491/JMM.2024.1006641.1154 (In Persian)
- [21] L. Liu and Y. Liu, "AI-assisted decision-making and dynamic trust in lean construction: synergy mechanisms and insights; Engineering", *Construction and Architectural Management*, vol. 33, Issue 2, pp. 1012-1034, 2026. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2025-0093>.
- [22] I.J. Orji, and S. Liu, "A dynamic perspective on the key drivers of innovation- led lean approaches to achieve sustainability in manufacturing supply chain", *International Journal of Production Economics*, PROECO 7228, pp: 1-59, 2018. DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.12.002.
- [23] Kh.Mirzaei, "Practical Essay Writing", Tehran, Sociologists Publications, 373 pages, 2014. (In Persian)
- [24] H. Khneifer and N. Moslemi, "Principles and Foundations of Qualitative Research Methods (A Practical and New Approach); Tehran: Negah Danesh Publications, 560 pages, 2017. Book, (In Persian)
- [25] A. Jafamejad, H. Safari, and M. Mohseni, "Analysis Relationships among Practices of Supply Chain Management Paradigms and Performance Measures by Interpretive Structural Modeling Approach (ISM)", *Industrial Management Perspective*, Vol. 5, Issue 2, pp. 9-31, 2015. (In Persian)
- [26] A.M. Fakoor Sagihe, L. Olfat, K. Feizi, M. Amiri, "A model of Supply chain resilience for competitiveness in Iranian automotive companies", *Research in Production and Operations Management*, vol. 5, Issue 1, pp. 143-164, 2014. (In Persian)
- [27] H. Tabli, and j. Ebrahimpour samani, "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*, vol. 10, Issue 3, pp. 118-151, 2025, (In Persian)
- [28] M.A. Salehi Abarghoi, M. Amiri, L. Olfat, and K. Feizi, "A Framework For Evaluating Organizational Resilience In Iran Leather Industry", *Modern Research in Decision Making*, vol.3(3), pp. 105-128, 2018. (In Persian)
- [29] A. Ghorbanpour, and E. Rasuli, "Interpretive Structural Modeling of Supply Chain Resilience: Case of Power Distribution Company of Bushehr Province", *Journal of Energy Planning and Policy Research*, vol. 4, Issue 2, pp. 169-200, 2018. (In Persian)