Journal Website

Article history:
Received 21 February 2026
Revised 11 July 2026
Accepted 18 July 2026
Initial Publication 08 November 2026
Final Publication 23 August 2027

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 6, Issue 3, pp 1-24



E-ISSN: 3041-8933

Global Supply Chain Resilience After COVID-19: An Analysis of Influential Factors Using Structural Equation Modeling

Sattar Karim Salman. Al-Saedi[1], Seyed Kamal. Tourang[2*]

[1] MA Student, Department of Industrial Engineering, Production and Service Systems, Faculty of Industrial Engineering, Noshirvani University of Technology, Babol, Iran
[2] Faculty Member, Department of Industrial Engineering, Noshirvani University of Technology, Babol, Iran

*** Corresponding author email address**: tourang.sk@nit.ac.ir

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Al-Saedi, S. K. S. & Tourang, S. K. (2027). Global Supply Chain Resilience After COVID-19: An Analysis of Influential Factors Using Structural Equation Modeling. *Dynamic Management and Business Analysis*, *6*(3), 1-24.
https://doi.org/10.61838/dmbaj.410

© 2027 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

A B S T R A C T

Objective: This study aimed to analyze the effects of managerial, technological, operational, and interorganizational factors on global supply chain resilience in the post-COVID-19 period using structural equation modeling.

Methodology: This applied study employed a descriptive, cross-sectional survey design. The statistical population consisted of managers, experts, and professionals working in supply chain management, logistics, procurement, and operations planning in manufacturing and service organizations operating in domestic and international markets. Using Cochran's formula and simple random sampling, 250 participants were selected. Data were collected using a structured questionnaire measuring supply chain flexibility, agility, supplier diversification, visibility and transparency, process digitalization, collaboration and information sharing, risk management, alternative and redundant capacity, and supply chain resilience. Data were analyzed using SPSS 26 and SmartPLS 4. Partial least squares structural equation modeling was applied, and the significance of structural paths was assessed through bootstrapping with 5,000 resamples.

Findings: Supply chain risk management had the strongest effect on resilience ($\beta = 0.246$, $t = 4.521$, $p < 0.001$), followed by process digitalization ($\beta = 0.218$, $p < 0.001$), agility ($\beta = 0.181$, $p = 0.001$), collaboration and information sharing ($\beta = 0.164$, $p = 0.001$), visibility and transparency ($\beta = 0.143$, $p = 0.004$), flexibility ($\beta = 0.128$, $p = 0.009$), supplier diversification ($\beta = 0.109$, $p = 0.024$), and alternative and redundant capacity ($\beta = 0.083$, $p = 0.049$). The model explained 68.4% of the variance in supply chain resilience ($R^2 = 0.684$), while $Q^2 = 0.512$ indicated satisfactory predictive relevance.

Conclusion: Post-pandemic supply chain resilience is shaped by an integrated set of managerial, digital, operational, and relational capabilities, with proactive risk management and digitalization emerging as the most influential determinants; therefore, organizations should develop these capabilities simultaneously to strengthen their ability to withstand, adapt to, and recover from future disruptions.

Keywords: *Supply Chain Resilience, COVID-19, Risk Management, Digitalization, Supply Chain Agility, Structural Equation Modeling, PLS-SEM.*

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The COVID-19 pandemic exposed profound vulnerabilities in global supply chains and demonstrated that operational efficiency alone is insufficient for maintaining continuity under conditions of severe and prolonged disruption. Border closures, transportation restrictions, shortages of raw materials, workforce limitations, sudden changes in demand, and interruptions in production and distribution created cascading effects across industries and geographical regions. In the post-pandemic environment, supply chain resilience has consequently become a strategic priority for organizations seeking not only to recover from disruption but also to anticipate, absorb, adapt to, and learn from future shocks. Contemporary research increasingly conceptualizes supply chain resilience as a multidimensional capability involving preparedness, flexibility, agility, visibility, collaboration, technological readiness, and the ability to reconfigure resources in response to environmental turbulence (Kaneberg et al., 2025; Karaoulanis, 2025; Negi, 2025).

Recent studies have emphasized that resilient supply chains depend on the interaction of managerial, technological, structural, and interorganizational capabilities. Risk management is particularly important because disruptions may propagate throughout interconnected supply networks and generate cascading failures if they are not identified and contained at an early stage (Xiao et al., 2025). Advances in predictive analytics and deep learning have further increased organizations' ability to anticipate potential threats and develop proactive responses before disruption becomes critical (Zogaan et al., 2025). Similarly, resilient supply chain design requires organizations to assess vulnerabilities, diversify critical resources, develop contingency plans, and create mechanisms for rapidly reallocating operational capacities when normal supply conditions are interrupted (Mohsenzadeh Ledari & Arshadi Khamseh, 2025).

Digital transformation has also become central to post-pandemic resilience. Digital technologies can increase real-time visibility, improve coordination, accelerate decision-making, facilitate traceability, and enable organizations to respond more rapidly to changes in supply and demand. Empirical studies have demonstrated a positive relationship between digital transformation and supply chain resilience, particularly when digitalization strengthens supply chain integration and network coordination (P. Li et al., 2025; Tian & Cui, 2025; Yu, 2025). Technologies such as blockchain and digital twins may further improve transparency, monitoring, and emergency response capabilities (Rinaldi et al., 2025; Srivastava & Bag, 2025). However, technological investments alone do not guarantee resilience. Their effectiveness depends on complementary organizational capabilities, innovation, human resources, and the ability to integrate technologies into decision-making processes (M. Li et al., 2025; Mubarik & Maciukaite-Zviniene, 2026; Wang et al., 2025).

Other capabilities, including agility, flexibility, information sharing, supplier diversification, and redundancy, are likewise important. Agility enables organizations to respond quickly to unexpected changes, while flexibility supports the reconfiguration of production, sourcing, and distribution arrangements. Collaboration and information sharing help supply chain partners coordinate responses and reduce uncertainty, whereas diversification reduces dependence on a single supplier or geographical region. At the same time, organizations must balance resilience-enhancing redundancy with efficiency because maintaining excess inventory, reserve capacity, and alternative resources may impose substantial

costs (Lücker et al., 2025; Patrucco, 2025; Rachid et al., 2025). The growing literature therefore suggests that resilience is not generated by a single practice but by a portfolio of mutually reinforcing capabilities. Nevertheless, the relative contribution of these capabilities remains insufficiently clarified across heterogeneous manufacturing and service organizations. Accordingly, the present study aimed to examine the effects of supply chain flexibility, agility, supplier diversification, visibility and transparency, process digitalization, collaboration and information sharing, supply chain risk management, and alternative and redundant capacity on post-COVID-19 global supply chain resilience using partial least squares structural equation modeling.

Methods and Materials

This applied study employed a descriptive, cross-sectional survey design. The statistical population consisted of managers, experts, and professionals working in supply chain management, logistics, procurement, inventory management, production planning, and operations planning in manufacturing and service organizations operating in domestic and international markets. Eligibility criteria included professional involvement in a supply chain-related field and at least one year of work experience during or after the COVID-19 pandemic, ensuring that participants had direct experience with disruption-related conditions. Using Cochran's formula with a 95% confidence level and a 5% margin of error, the required sample size was estimated at 250 participants. Participants were selected through simple random sampling.

Data were collected using a structured questionnaire consisting of demographic and occupational characteristics and items measuring the principal constructs of the conceptual model. The exogenous constructs were supply chain flexibility, supply chain agility, diversification of sources and suppliers, supply chain visibility and transparency, process digitalization, collaboration and information sharing, supply chain risk management, and alternative and redundant capacity. Supply chain resilience was considered the principal endogenous construct and reflected the organization's capacity to withstand disruption, maintain critical operations, adapt to changing circumstances, and recover effectively. All construct items were scored on a five-point Likert scale ranging from 1, strongly disagree, to 5, strongly agree. Content and face validity were examined by academic and professional experts, and preliminary reliability was assessed before the main administration.

Data analysis was conducted in two stages. Descriptive statistics were calculated using SPSS version 26. Structural relationships were then examined using partial least squares structural equation modeling in SmartPLS 4. The measurement model was evaluated using factor loadings, Cronbach's alpha, composite reliability, average variance extracted, the heterotrait-monotrait ratio, and variance inflation factors. After establishing adequate reliability and validity, the structural model was assessed using standardized path coefficients, bootstrapping with 5,000 resamples, t statistics, p values, effect sizes, the coefficient of determination, adjusted coefficient of determination, and predictive relevance.

Findings

The final sample consisted of 250 participants, including 154 men and 96 women. The mean age was 39.84 years with a standard deviation of 8.76, and the mean professional experience was 10.93 years with a standard deviation of 6.41. Most participants held either a bachelor's or master's degree, and 59.2% worked in manufacturing organizations, while 40.8% worked in service organizations. A total of 63.2% were employed in organizations operating in both domestic and international markets.

E-ISSN: 3041-8933

The descriptive results indicated that the mean values of all major constructs were above the midpoint of the five-point scale. Process digitalization had the highest mean at 3.74, followed by collaboration and information sharing at 3.69 and supply chain resilience at 3.67. Alternative and redundant capacity had the lowest mean at 3.38, followed by supplier diversification at 3.42. Standard deviations ranged from 0.63 to 0.73, suggesting moderate dispersion of responses.

The measurement model demonstrated satisfactory psychometric properties. Factor loadings ranged from 0.71 to 0.91. Cronbach's alpha values ranged from 0.79 to 0.88, while composite reliability values ranged from 0.86 to 0.92. Average variance extracted ranged from 0.60 to 0.72, confirming convergent validity. The maximum HTMT value was 0.83, indicating satisfactory discriminant validity. The variance inflation factors remained below critical thresholds, indicating no problematic multicollinearity.

All hypothesized structural relationships were positive and statistically significant. Supply chain risk management had the strongest effect on supply chain resilience, with $\beta = 0.246$, $t = 4.521$, and $p < 0.001$. Process digitalization had the second strongest effect, with $\beta = 0.218$, $t = 4.083$, and $p < 0.001$. Supply chain agility significantly predicted resilience with $\beta = 0.181$, $t = 3.476$, and $p = 0.001$. Collaboration and information sharing also had a significant positive effect, with $\beta = 0.164$, $t = 3.198$, and $p = 0.001$. Supply chain visibility and transparency had a significant effect of $\beta = 0.143$, $t = 2.901$, and $p = 0.004$. Flexibility significantly predicted resilience with $\beta = 0.128$, $t = 2.611$, and $p = 0.009$. Supplier diversification had a smaller but significant effect, with $\beta = 0.109$, $t = 2.252$, and $p = 0.024$. Alternative and redundant capacity had the weakest statistically significant effect, with $\beta = 0.083$, $t = 1.972$, and $p = 0.049$.

The structural model explained 68.4% of the variance in supply chain resilience, with $R^2 = 0.684$ and adjusted $R^2 = 0.673$. Predictive relevance was also substantial, with $Q^2 = 0.512$. These results indicated that the integrated model possessed strong explanatory and satisfactory predictive capability.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that post-pandemic supply chain resilience is fundamentally multidimensional and depends on the coordinated development of several organizational capabilities. The strongest role of risk management suggests that resilience begins with the organization's capacity to anticipate rather than merely react to disruption. Organizations that systematically identify vulnerabilities, evaluate exposure, construct contingency scenarios, and establish continuity procedures appear better positioned to absorb shocks and maintain essential operations.

Digitalization emerged as the second most influential factor, indicating that access to timely, integrated, and actionable information is a central requirement for resilience. Digital tools can shorten the interval between disruption detection and managerial response, improve supply chain visibility, and facilitate rapid coordination across organizational boundaries. Nevertheless, the findings imply that technology is most valuable when embedded within broader managerial and operational capabilities rather than treated as an isolated investment.

The significant effects of agility, collaboration, visibility, and flexibility further demonstrate that resilience depends on both speed and coordination. Agility allows organizations to make rapid adjustments, while collaboration and information sharing support synchronized decisions among supply chain partners. Visibility reduces uncertainty by improving awareness of inventory, supplier conditions,

logistics flows, and emerging disruptions. Flexibility provides the operational capacity required to translate decisions into alternative sourcing, production, or distribution arrangements.

Supplier diversification and redundant capacity also contributed positively, although their effects were weaker. This pattern suggests that structural buffers remain relevant but may be less effective when implemented independently of managerial and technological capabilities. Maintaining multiple suppliers, safety stock, reserve capacity, or alternative logistical routes can protect organizations against supply interruption, but these measures may impose substantial costs and increase coordination complexity. Their effectiveness therefore depends on selective deployment based on the criticality of resources and the organization's actual risk profile.

Overall, the model explained a substantial proportion of variance in supply chain resilience, confirming that resilience is best understood as an integrated organizational capability rather than a single operational practice. The results indicate that organizations seeking to strengthen resilience after COVID-19 should prioritize systematic risk management and digital transformation while simultaneously developing agility, information sharing, transparency, flexibility, diversified sourcing, and strategically designed redundancy. The study therefore concludes that sustainable post-pandemic supply chain resilience requires a coordinated architecture of predictive, technological, relational, and operational capabilities that enables organizations not only to withstand disruption but also to adapt and recover efficiently under continuing global uncertainty.

E-ISSN: 3041-8933



شاپای الکترونیکی: ۸۹۳۳-۳۰۴۱

مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار

دوره ۶، شماره ۳، صفحه ۲۴-۱

وبسایت مجله

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۲ اسفند ۱۴۰۴
اصلاح شده در تاریخ ۲۰ تیر ۱۴۰۵
پذیرفته شده در تاریخ ۲۷ تیر ۱۴۰۵
اولین انتشار در تاریخ ۱۷ آبان ۱۴۰۵
انتشار نهایی در تاریخ ۱ شهریور ۱۴۰۶

تاب‌آوری زنجیره تأمین جهانی پس از کرونا: تحلیل عوامل مؤثر با رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری

ستار کریم سلمان الساعدی[۱]، سید کمال تورنگ[*۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع، گرایش سیستم‌های تولید و خدمات، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران
۲. عضو هیئت علمی، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، بابل، ایران

[*]**ایمیل نویسنده مسئول:** tourang.sk@nit.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله
پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:
الساعدی، ستار کریم سلمان.، و تورنگ، سید کمال. (۱۴۰۶). تاب‌آوری زنجیره تأمین جهانی پس از کرونا: تحلیل عوامل مؤثر با رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری. *مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار*، ۶(۳)، ۲۴-۱.

© ۱۴۰۶ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

چکیده

هدف: هدف این پژوهش، تحلیل اثر عوامل مدیریتی، فناورانه، عملیاتی و بین‌سازمانی بر تاب‌آوری زنجیره تأمین جهانی در دوره پس از همه‌گیری کووید-۱۹ با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری بود. **روش‌شناسی:** پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش اجرا توصیفی-پیمایشی و مقطعی بود. جامعه آماری شامل مدیران، کارشناسان و متخصصان حوزه‌های زنجیره تأمین، لجستیک، تدارکات و برنامه‌ریزی عملیات در شرکت‌های تولیدی و خدماتی فعال در بازارهای داخلی و بین‌المللی بود. با استفاده از فرمول کوکران و روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، ۲۵۰ نفر انتخاب شدند. داده‌ها با پرسشنامه‌ای ساختاریافته برای سنجش انعطاف‌پذیری، چابکی، تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان، قابلیت مشاهده و شفافیت، دیجیتالی‌سازی، همکاری و اشتراک اطلاعات، مدیریت ریسک، ظرفیت‌های جایگزین و افزونه و تاب‌آوری زنجیره تأمین گردآوری شد. تحلیل داده‌ها با SPSS ۲۶ و SmartPLS ۴ و با استفاده از PLS-SEM و Bootstrapping با ۵۰۰۰ بازنمونه انجام شد. **یافته‌ها:** مدیریت ریسک زنجیره تأمین قوی‌ترین اثر را بر تاب‌آوری نشان داد (β = ۰.۲۴۶، t = ۴.۵۲۱، $p < ۰.۰۰۱$) و پس از آن دیجیتالی‌سازی (β = ۰.۲۱۸، $p < ۰.۰۰۱$)، چابکی (β = ۰.۱۸۱، p = ۰.۰۰۱)، همکاری و اشتراک اطلاعات (β = ۰.۱۶۴، p = ۰.۰۰۱)، قابلیت مشاهده و شفافیت (β = ۰.۱۴۳، p = ۰.۰۰۴)، انعطاف‌پذیری (β = ۰.۱۲۸، p = ۰.۰۰۹)، تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان (β = ۰.۱۰۹، p = ۰.۰۲۴) و ظرفیت‌های جایگزین و افزونه (β = ۰.۰۸۳، p = ۰.۰۴۹) قرار گرفتند. مدل ۶۸.۴ درصد از واریانس تاب‌آوری زنجیره تأمین را تبیین کرد (R^2 = ۰.۶۸۴) و مقدار Q^2 برابر با ۰.۵۱۲ نشان‌دهنده قدرت پیش‌بینی مطلوب مدل بود. **نتیجه‌گیری:** یافته‌ها نشان داد تاب‌آوری زنجیره تأمین پس از کرونا حاصل تعامل مجموعه‌ای از قابلیت‌های مدیریتی، دیجیتال، عملیاتی و ارتباطی است و مدیریت پیش‌دستانه ریسک و دیجیتالی‌سازی بیشترین سهم را در تقویت آن دارند؛ بنابراین، سازمان‌ها برای افزایش توان مقاومت، سازگاری و بازیابی در برابر اختلالات آینده باید رویکردی یکپارچه به توسعه این قابلیت‌ها اتخاذ کنند.

کلیدواژگان: *تاب‌آوری زنجیره تأمین، کووید-۱۹، مدیریت ریسک، دیجیتالی‌سازی، چابکی زنجیره تأمین، مدل‌سازی معادلات ساختاری، PLS-SEM*

مقدمه

همه‌گیری کووید-۱۹ یکی از فراگیرترین و پیچیده‌ترین شوک‌هایی بود که زنجیره‌های تأمین جهانی در دهه‌های اخیر با آن مواجه شدند. بسته‌شدن مرزها، محدودیت‌های حمل‌ونقل، تعطیلی یا کاهش ظرفیت تولید، کمبود نیروی انسانی، افزایش ناگهانی یا افت شدید تقاضا، اختلال در تأمین مواد اولیه، افزایش هزینه‌های لجستیک و نوسانات مستمر در زمان تحویل، بسیاری از مفروضات سنتی مدیریت زنجیره تأمین را با چالش مواجه کرد. پیش از همه‌گیری، بخش مهمی از معماری زنجیره‌های تأمین بر اصولی مانند حداقل‌سازی موجودی، تمرکز بر کارایی، تولید بهنگام، کاهش هزینه و استفاده گسترده از شبکه‌های تأمین جغرافیایی پراکنده استوار بود؛ با این حال، بحران کرونا نشان داد که کارایی عملیاتی بدون برخورداری از ظرفیت جذب شوک، تطبیق سریع و بازیابی پایدار می‌تواند سازمان‌ها را در برابر اختلالات فراگیر آسیب‌پذیر سازد. از همین رو، در دوره پس از همه‌گیری، مفهوم «تاب‌آوری زنجیره تأمین» از یک قابلیت مکمل به یکی از مؤلفه‌های محوری راهبرد رقابتی و استمرار کسب‌وکار تبدیل شده است. پژوهش‌های جدید نیز بر این نکته تأکید دارند که سازمان‌ها برای مواجهه با محیط‌های پرنوسان، نیازمند بازطراحی زنجیره‌های تأمین بر مبنای ترکیبی از انعطاف‌پذیری، ظرفیت سازگاری، آمادگی در برابر اختلال، هماهنگی میان‌سازمانی و بازیابی سریع هستند (Karaoulanis, 2025; Lücker et al., 2025; Negi, 2025).

تاب‌آوری زنجیره تأمین را می‌توان توانایی یک شبکه تأمین برای پیش‌بینی اختلالات، جذب اثرات آنها، حفظ سطح قابل‌قبولی از عملکرد، سازگاری با شرایط جدید و بازگشت سریع یا حتی انتقال به وضعیت عملکردی بهتر پس از بحران تعریف کرد. در این چارچوب، تاب‌آوری صرفاً به معنای بازگشت به شرایط پیش از اختلال نیست، بلکه ظرفیت یادگیری، بازآرایی منابع، اصلاح روابط و ایجاد قابلیت‌های جدید برای مواجهه با اختلالات آینده را نیز دربر می‌گیرد. این برداشت پویا از تاب‌آوری با دیدگاه قابلیت‌های پویا همسو است؛ زیرا سازمان‌ها باید بتوانند تهدیدها را شناسایی کنند، منابع را بازپیکربندی نمایند و فرایندهای تصمیم‌گیری خود را متناسب با تغییرات محیطی اصلاح کنند. Kaneberg و همکاران نشان داده‌اند که قابلیت‌های پویای حیاتی می‌توانند بنیان مؤثری برای ارزیابی و تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین ایجاد کنند و اتصال این قابلیت‌ها به ابعاد عملکردی سازمان می‌تواند نگاه جامعی به استمرار عملیات فراهم آورد (Kaneberg et al., 2025). همچنین مطالعه Pellegrino و Gaudenzi نشان می‌دهد که تاب‌آوری برای شرکت‌ها یک سازوکار عملی جهت مقابله با اختلالات محسوب می‌شود و زمانی اثربخش است که در سطح فرایندها، منابع و روابط بین‌سازمانی نهادینه شده باشد (Pellegrino & Gaudenzi, 2025).

یکی از مهم‌ترین درس‌های دوره پس از کرونا آن است که تاب‌آوری حاصل یک عامل واحد نیست، بلکه از تعامل مجموعه‌ای از قابلیت‌های فنی، مدیریتی، رفتاری و شبکه‌ای شکل می‌گیرد. انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین یکی از این قابلیت‌هاست و به توانایی سازمان برای تغییر در حجم تولید، مسیرهای حمل‌ونقل، ترکیب تأمین‌کنندگان، تخصیص منابع و الگوی پاسخ‌گویی به تقاضا اشاره دارد. زنجیره‌های تأمینی که وابستگی بسیار بالایی به یک تأمین‌کننده، یک مسیر حمل‌ونقل یا یک ساختار ثابت تولید دارند، در شرایط اختلال با ریسک بالاتری مواجه می‌شوند. طراحی انعطاف‌پذیر امکان می‌دهد سازمان‌ها در مواجهه با محدودیت‌های ناگهانی، منابع جایگزین را فعال و جریان مواد را از مسیرهای جدید هدایت کنند. Mohsenzadeh Ledari و Arshadi Khamseh بر اهمیت طراحی تاب‌آور زنجیره تأمین و استفاده از راهبردهای کاهش ریسک اختلال در محیط‌های ناپایدار تأکید کرده‌اند (Mohsenzadeh Ledari & Arshadi Khamseh, 2025). در همین راستا، Golden و همکاران نیز در بررسی اختلال و تاب‌آوری در زنجیره‌های تأمین صنعت ساخت‌وساز نشان داده‌اند که ماهیت شبکه‌ای و وابستگی متقابل فعالیت‌ها، ضرورت توسعه سازوکارهای انعطاف‌پذیر و واکنش‌پذیر را افزایش می‌دهد (Golden et al., 2026).

E-ISSN: 3041-8933

در کنار انعطاف‌پذیری، چابکی زنجیره تأمین به‌عنوان توانایی تشخیص سریع تغییرات و پاسخ سریع، هماهنگ و مؤثر به آنها شناخته می‌شود. در محیط‌های پرتلاطم، سرعت تصمیم‌گیری و سرعت بازپیکربندی عملیات می‌تواند تعیین کند که یک اختلال موقت به بحران بلندمدت تبدیل شود یا خیر. چابکی به سازمان اجازه می‌دهد تغییرات تقاضا، کمبود مواد، تأخیر تأمین‌کننده یا تحولات بازار را سریع‌تر تشخیص داده و تصمیم‌های متناسب اتخاذ کند. Patrucco با بازاندیشی در چارچوب سنتی چابکی، سازگاری و هم‌راستایی زنجیره تأمین، نشان می‌دهد که در محیط‌های دیجیتال و مسئولانه کنونی، این قابلیت‌ها باید در کنار تاب‌آوری بازتعریف شوند و از حالت صرفاً کارکردی به یک قابلیت یکپارچه راهبردی تبدیل شوند (Patrucco, 2025). از سوی دیگر، Tobing و Santosa نقش ظرفیت جذب دانش را در بهبود عملکرد نوآوری زنجیره تأمین با میانجی‌گری تاب‌آوری نشان داده‌اند و بر این نکته تأکید می‌کنند که قابلیت یادگیری و استفاده از دانش جدید می‌تواند سرعت پاسخ سازمان به شرایط متغیر را ارتقا دهد (Tobing & Santosa, 2025).

تنوع‌بخشی به منابع تأمین نیز یکی از راهبردهای اساسی در کاهش آسیب‌پذیری زنجیره تأمین به شمار می‌رود. تجربه کووید-۱۹ آشکار کرد که تمرکز بیش از حد بر یک منبع، یک منطقه جغرافیایی یا یک تأمین‌کننده می‌تواند در زمان بسته‌شدن مرزها یا توقف تولید، کل شبکه را با اختلال مواجه کند. گسترش شبکه تأمین‌کنندگان، ایجاد تأمین‌کنندگان پشتیبان، توسعه منابع داخلی و منطقه‌ای و طراحی قراردادهای انعطاف‌پذیر از جمله سازوکارهایی هستند که وابستگی ساختاری را کاهش می‌دهند. با این حال، تنوع‌بخشی هزینه‌هایی نیز به همراه دارد و می‌تواند پیچیدگی هماهنگی، کنترل کیفیت و مدیریت روابط را افزایش دهد. بنابراین، سازمان‌ها باید میان بهره‌وری و افزونگی، یا میان تمرکز و تنوع، توازن برقرار کنند. Lücker و همکاران دقیقاً بر همین تعارض میان تاب‌آوری و کارایی تمرکز کرده و نشان می‌دهند که تصمیم‌های مربوط به ظرفیت افزونه، موجودی ایمنی و منابع جایگزین باید با توجه به ماهیت و شدت ریسک اتخاذ شوند (Lücker et al., 2025). همچنین Rachid و همکاران بر نقش مدیریت راهبردی موجودی و یکپارچگی فناوری در افزایش تاب‌آوری در محیط‌های شدید و پرریسک تأکید کرده‌اند (Rachid et al., 2025).

قابلیت مشاهده و شفافیت زنجیره تأمین نیز در ادبیات جدید به‌عنوان یکی از مهم‌ترین پیش‌شرط‌های تاب‌آوری مطرح شده است. هنگامی که سازمان‌ها دید کافی نسبت به سطح موجودی، وضعیت تأمین‌کنندگان، موقعیت محموله‌ها، ظرفیت تولید و تغییرات تقاضا ندارند، احتمال تأخیر در شناسایی اختلال و اتخاذ تصمیم‌های نامتناسب افزایش می‌یابد. در مقابل، دسترسی به داده‌های لحظه‌ای و امکان رصد جریان مواد و اطلاعات، زمان تشخیص بحران را کاهش داده و هماهنگی واکنش‌ها را تسهیل می‌کند. Rinaldi و همکاران نشان داده‌اند که فناوری‌هایی مانند بلاک‌چین و دوقلوی دیجیتال می‌توانند در زنجیره‌های تأمین اضطراری با افزایش شفافیت، قابلیت ردیابی و هماهنگی اطلاعاتی، تاب‌آوری را ارتقا دهند (Rinaldi et al., 2025). Srivastava و Bag نیز در زنجیره‌های تأمین بشردوستانه بر ظرفیت فناوری دوقلوی دیجیتال برای افزایش قابلیت مشاهده، پیش‌بینی و هماهنگی پاسخ‌ها تأکید کرده‌اند (Srivastava & Bag, 2025). این یافته‌ها نشان می‌دهد که شفافیت اطلاعاتی دیگر صرفاً ابزار کنترل عملیات نیست، بلکه بخشی از زیرساخت تاب‌آوری سازمان محسوب می‌شود.

دیجیتالی‌سازی یکی از پررنگ‌ترین تحولاتی است که پس از همه‌گیری در مدیریت زنجیره تأمین شتاب گرفته است. استفاده از هوش مصنوعی، تحلیل کلان‌داده، اینترنت اشیا، فناوری‌های مالی، بلاک‌چین، سامانه‌های ابری، دوقلوهای دیجیتال و اتوماسیون هوشمند امکان تصمیم‌گیری سریع‌تر، پیش‌بینی اختلالات و هماهنگی گسترده‌تر میان اعضای شبکه را فراهم کرده است. Li و همکاران نشان داده‌اند که تحول دیجیتال می‌تواند به‌طور مستقیم ظرفیت تاب‌آوری زنجیره تأمین را افزایش دهد (P. Li et al., 2025). Tian و Cui نیز از منظر شبکه زنجیره تأمین، رابطه میان تحول دیجیتال و تاب‌آوری را بررسی کرده و اهمیت پیوند میان ساختار شبکه و قابلیت‌های دیجیتال را برجسته ساخته‌اند (Tian & Cui, 2025). Yu نیز نشان داده است که یکپارچگی زنجیره تأمین می‌تواند در سازوکار اثرگذاری تحول دیجیتال بر

تاب‌آوری نقش میانجی داشته باشد و به این ترتیب، مزایای فناوری زمانی تقویت می‌شوند که با هماهنگی درون‌سازمانی و بین‌سازمانی همراه باشند (Yu, 2025).

در عین حال، صرف سرمایه‌گذاری در فناوری نمی‌تواند به‌صورت خودکار به تاب‌آوری منجر شود. ارزش فناوری زمانی محقق می‌شود که با قابلیت سازمانی، مهارت‌های انسانی، فرایندهای تصمیم‌گیری و فرهنگ نوآوری ترکیب شود. Mubarik و Maciukaite-Zviniene با استفاده از رویکردهای SEM و fsQCA نشان داده‌اند که فناوری یا نوآوری به‌تنهایی برای شکل‌گیری تاب‌آوری کافی نیست و ترکیب مناسب اتوماسیون هوشمند با سایر قابلیت‌های سازمانی اهمیت دارد (Mubarik & Maciukaite-Zviniene, 2026). Li و همکاران نیز دیجیتالی‌سازی را به‌عنوان یک عامل تعدیل‌کننده در رابطه میان پذیرش هوش مصنوعی و تاب‌آوری زنجیره تأمین بررسی کرده‌اند و این موضوع را مطرح می‌کنند که زیرساخت دیجیتال مناسب می‌تواند امکان بهره‌برداری مؤثرتر از فناوری‌های هوشمند را فراهم کند (M. Li et al., 2025). Wang و همکاران نیز بر سازوکارهای توانمندسازی دیجیتال و پویایی نوآوری در افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین تولیدی تأکید داشته‌اند (Wang et al., 2025). در سطح منابع انسانی نیز Sadeghi و همکاران نقش هم‌زمان مدیریت منابع انسانی و هوش مصنوعی را در شکل‌گیری زنجیره‌های تأمین چابک و تاب‌آور بررسی کرده‌اند که بر ضرورت تلفیق ظرفیت انسانی و فناوری دلالت دارد (Sadeghi et al., 2025).

همکاری و اشتراک اطلاعات میان شرکای زنجیره تأمین نیز در شرایط بحران اهمیت مضاعفی پیدا می‌کند. زنجیره تأمین یک شبکه بین‌سازمانی است و شکست ارتباط میان یک حلقه با سایر حلقه‌ها می‌تواند باعث تشدید اختلال در کل شبکه شود. همکاری مؤثر مستلزم اعتماد، اشتراک به‌موقع اطلاعات، هماهنگی برنامه‌های تولید و توزیع، برنامه‌ریزی مشترک، تبادل پیش‌بینی‌های تقاضا و همکاری در مدیریت بحران است. تحول دیجیتال نیز زمانی بیشترین اثر را دارد که مرزهای اطلاعاتی میان اعضای زنجیره را کاهش دهد. Tortorella و همکاران در مطالعه زنجیره‌های تأمین مواد غذایی نشان داده‌اند که تحول دیجیتال می‌تواند از طریق بهبود هماهنگی و قابلیت پاسخ‌گویی، تاب‌آوری را تقویت کند (Tortorella et al., 2025). Krimi و همکاران نیز در صنعت پتروشیمی حوزه خلیج فارس بر نقش پیشرفت‌های فناوری در توسعه زنجیره‌های تأمین پایدار و تاب‌آور تأکید کرده‌اند و نشان داده‌اند که سیاست‌های سازمانی و فناوری باید به‌صورت هم‌زمان مورد توجه قرار گیرند (Krimi et al., 2025). Tathavadekar نیز ارتباط میان تحول دیجیتال، راهبردهای اقتصاد چرخشی، پایداری و تاب‌آوری را برجسته ساخته است (Tathavadekar, 2025a, 2025b).

مدیریت ریسک از دیگر ارکان اساسی تاب‌آوری زنجیره تأمین است. مدیریت ریسک مؤثر شامل شناسایی منابع بالقوه اختلال، ارزیابی احتمال و شدت پیامد، طراحی سناریو، توسعه برنامه‌های تداوم کسب‌وکار، پایش شاخص‌های هشداردهنده و آماده‌سازی اقدامات پاسخ است. ویژگی مهم اختلالات زنجیره تأمین آن است که پیامدها ممکن است به‌صورت آبشاری در شبکه گسترش یابند؛ به‌طوری که مشکل یک تأمین‌کننده کوچک بتواند در چند مرحله به توقف بخش‌های عمده تولید یا توزیع منجر شود. Xiao و همکاران در مرور نظام‌مند خود بر شکست‌های آبشاری در مدیریت ریسک زنجیره تأمین بر اهمیت شناخت وابستگی‌های شبکه‌ای و سازوکارهای انتشار اختلال تأکید کرده‌اند (Xiao et al., 2025). Zogaan و همکاران نیز استفاده از یادگیری عمیق برای پیش‌بینی ریسک و افزایش تاب‌آوری در صنایع حیاتی را بررسی کرده‌اند که بیانگر حرکت مدیریت ریسک از رویکرد واکنشی به سمت رویکردهای پیش‌بینانه و داده‌محور است (Zogaan et al., 2025). Liu و همکاران نیز نشان داده‌اند که فین‌تک می‌تواند از طریق بهبود جریان اطلاعات و منابع مالی، بر تاب‌آوری زنجیره تأمین اثرگذار باشد (Liu et al., 2025).

E-ISSN: 3041-8933

اهمیت مدیریت ریسک در صنایع مختلف به شکل‌های متفاوتی ظاهر می‌شود. در زنجیره‌های تأمین مراقبت‌های ویژه، اختلال نه‌تنها پیامد اقتصادی دارد، بلکه می‌تواند ایمنی بیماران و استمرار ارائه خدمات حیاتی را مستقیماً تحت تأثیر قرار دهد. Hasmee و همکاران بر ضرورت بهینه‌سازی زنجیره‌های تأمین ICU با تأکید هم‌زمان بر کارایی، تاب‌آوری و ایمنی بیمار تأکید کرده‌اند (Hasmee et al., 2026). در بخش کشاورزی نیز ساختار زنجیره تأمین، ویژگی‌های تولید، وابستگی به شرایط محیطی و حساسیت زمانی محصولات، تاب‌آوری را به موضوعی چندبعدی تبدیل می‌کند. Lu با استفاده از رویکرد ISM-MICMAC عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی را مورد بررسی قرار داده است (Lu, 2025). Yao نیز با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری بیزی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین غلات در چین را تحلیل کرده و نشان داده است که بررسی روابط میان چندین عامل به‌صورت هم‌زمان می‌تواند درک جامع‌تری از سازوکارهای تاب‌آوری ارائه دهد (Yao, 2025). این تنوع زمینه‌ای نشان می‌دهد که اگرچه اصول کلی تاب‌آوری مشترک‌اند، شدت و ماهیت تأثیر عوامل می‌تواند بسته به ویژگی صنعت، ساختار بازار و نوع اختلال متفاوت باشد.

پایداری نیز در ادبیات جدید به‌طور فزاینده‌ای با تاب‌آوری پیوند خورده است. در گذشته، کارایی، پایداری و تاب‌آوری گاه به‌عنوان اهدافی مجزا یا حتی متعارض در نظر گرفته می‌شدند، اما تجربه بحران‌های اخیر نشان داده است که سازمان‌ها باید این سه هدف را در قالب طراحی یکپارچه زنجیره تأمین دنبال کنند. Wietschel و همکاران چارچوب مفهومی یکپارچه‌ای برای ارزیابی تاب‌آوری و بحرانی بودن زنجیره‌های تأمین مواد اولیه ارائه کرده‌اند و نشان داده‌اند که تحلیل تاب‌آوری باید هم احتمال اختلال و هم اهمیت راهبردی منابع را در نظر گیرد (Wietschel et al., 2025). در همین راستا، مطالعات مرتبط با تحول دیجیتال و اقتصاد چرخشی نیز بر این موضوع تأکید دارند که قابلیت‌های فناورانه می‌توانند به‌صورت هم‌زمان زمینه ارتقای پایداری و تاب‌آوری را فراهم سازند (Tathavadekar, 2025a, 2025b). از سوی دیگر، توسعه تاب‌آوری بدون توجه به هزینه ظرفیت مازاد، موجودی ایمنی و افزونگی منابع ممکن است از منظر اقتصادی پایدار نباشد و بنابراین سازمان‌ها باید بین کاهش ریسک و حفظ بهره‌وری توازن ایجاد کنند.

مرور پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد که با وجود گسترش مطالعات تاب‌آوری زنجیره تأمین، هنوز چند خلأ مهم وجود دارد. نخست آنکه بسیاری از پژوهش‌ها بر یک صنعت، یک فناوری یا یک عامل خاص تمرکز کرده‌اند و کمتر مدلی جامع ارائه شده است که مجموعه‌ای از عوامل عملیاتی، دیجیتال، اطلاعاتی و مدیریتی را به‌طور هم‌زمان مورد آزمون قرار دهد. برای مثال، برخی مطالعات بر تحول دیجیتال (P. Li et al., 2025; Tian & Cui, 2025)، برخی بر مدیریت ریسک و پیش‌بینی اختلال (Xiao et al., 2025; Zogaan et al., 2025)، برخی بر موجودی و ظرفیت‌های جایگزین (Rachid et al., 2025) و برخی دیگر بر قابلیت‌های پویای سازمانی (Kaneberg et al., 2025) تمرکز داشته‌اند. دوم آنکه بخش قابل‌توجهی از مطالعات دوره پس از کرونا ماهیت موردی یا زمینه‌محور داشته‌اند و این امر تعمیم یافته‌ها به طیف گسترده‌تری از شرکت‌های تولیدی و خدماتی را محدود می‌کند. سوم آنکه هنوز درباره اهمیت نسبی عوامل مختلف در تبیین تاب‌آوری اتفاق‌نظر کامل وجود ندارد. به‌عبارت دیگر، روشن نیست که در محیط پساکرونا، قابلیت‌هایی مانند مدیریت ریسک، دیجیتالی‌سازی، چابکی، همکاری، شفافیت، انعطاف‌پذیری، تنوع منابع و ظرفیت افزونه تا چه اندازه و با چه شدتی بر تاب‌آوری اثر می‌گذارند.

افزون بر این، رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری امکان می‌دهد روابط میان سازه‌های پنهان و شاخص‌های مشاهده‌شده به‌طور هم‌زمان بررسی شود و سهم نسبی هر عامل در تبیین متغیر وابسته مشخص گردد. استفاده از PLS-SEM به‌ویژه در پژوهش‌هایی که هدف آنها پیش‌بینی و تبیین واریانس سازه‌ای مانند تاب‌آوری است و چندین متغیر پیش‌بین به‌صورت هم‌زمان در مدل حضور دارند، می‌تواند چارچوب تحلیلی مناسبی فراهم کند. نمونه‌هایی از کاربرد رویکردهای ساختاری در مطالعات اخیر نشان داده‌اند که تحلیل چندمتغیره می‌تواند تصویری دقیق‌تر از سازوکارهای پیچیده تاب‌آوری ارائه دهد (Mubarik & Maciukaite-Zviniene, 2026; Yao, 2025). از سوی دیگر، Rinaldi

و همکاران، Srivastava و Bag و Li و همکاران بر نقش فناوری‌های نوظهور در بازآفرینی ظرفیت‌های تصمیم‌گیری و پاسخ‌گویی تأکید کرده‌اند، در حالی که مطالعات Negi و Pellegrino و Gaudenzi بر ضرورت نگاه سازمانی و عملکردی گسترده‌تر به تاب‌آوری تأکید دارند (M. Li et al., 2025; Negi, 2025; Pellegrino & Gaudenzi, 2025; Rinaldi et al., 2025; Srivastava & Bag, 2025). این مجموعه شواهد نشان می‌دهد که تدوین یک مدل تلفیقی برای بررسی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری می‌تواند به پرکردن شکاف میان مطالعات فناوری‌محور، مدیریت‌محور و عملیات‌محور کمک کند.

از منظر مدیریتی نیز شناسایی عوامل اصلی تاب‌آوری اهمیت زیادی دارد؛ زیرا مدیران با محدودیت منابع مواجه‌اند و نمی‌توانند به‌طور هم‌زمان در همه حوزه‌ها به یک اندازه سرمایه‌گذاری کنند. اگر مشخص شود برخی قابلیت‌ها سهم بیشتری در تبیین تاب‌آوری دارند، سازمان‌ها می‌توانند منابع مالی، انسانی و فناوری خود را هدفمندتر تخصیص دهند. برای مثال، ممکن است افزایش ظرفیت ذخیره بدون بهبود سیستم‌های اطلاعاتی یا مدیریت ریسک، اثر محدودی داشته باشد، یا سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی بدون یکپارچگی داده و همکاری بین‌سازمانی نتواند مزیت مورد انتظار را ایجاد کند. همین منطق با نتایج مطالعاتی همخوان است که بر مکمل بودن فناوری، نوآوری، منابع انسانی، مدیریت ریسک و قابلیت‌های شبکه‌ای تأکید کرده‌اند (Mubarik & Maciukaite-Zviniene, 2026; Sadeghi et al., 2025; Wang et al., 2025). بنابراین، بررسی هم‌زمان این عوامل نه‌تنها از نظر نظری برای توسعه ادبیات تاب‌آوری اهمیت دارد، بلکه می‌تواند مبنایی برای اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی در دوره پساکرونا باشد.

بر این اساس، هدف پژوهش حاضر تحلیل عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین جهانی پس از همه‌گیری کووید-۱۹ و تعیین میزان اثر انعطاف‌پذیری، چابکی، تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان، قابلیت مشاهده و شفافیت، دیجیتالی‌سازی فرایندها، همکاری و اشتراک اطلاعات، مدیریت ریسک و ظرفیت‌های جایگزین و افزونه بر تاب‌آوری زنجیره تأمین با استفاده از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی بود.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر شیوه اجرا، توصیفی-پیمایشی و مقطعی بود که با هدف شناسایی و تحلیل عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین جهانی در دوره پس از همه‌گیری کووید-۱۹ و بررسی روابط میان متغیرهای پژوهش با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری انجام شد. جامعه آماری پژوهش شامل مدیران، کارشناسان و متخصصان فعال در حوزه‌های زنجیره تأمین، لجستیک، تدارکات، خرید، مدیریت موجودی، برنامه‌ریزی تولید و برنامه‌ریزی عملیات در شرکت‌های تولیدی و خدماتی فعال در بازارهای داخلی و بین‌المللی بود. انتخاب این جامعه با توجه به آن صورت گرفت که افراد شاغل در این حوزه‌ها به‌طور مستقیم با اختلالات تأمین مواد اولیه، محدودیت‌های حمل‌ونقل، تغییرات ناگهانی تقاضا، محدودیت‌های تجاری، نوسانات موجودی، تأخیر در تحویل و سایر پیامدهای همه‌گیری کووید-۱۹ بر زنجیره‌های تأمین مواجه بوده‌اند و بنابراین می‌توانند ارزیابی مناسبی از عوامل تقویت‌کننده یا تضعیف‌کننده تاب‌آوری زنجیره تأمین ارائه دهند. معیار ورود به پژوهش شامل اشتغال در یکی از حوزه‌های مرتبط با زنجیره تأمین یا عملیات، داشتن حداقل یک سال سابقه فعالیت حرفه‌ای در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ یا دوره پس از آن، آشنایی با فرایندهای تأمین، لجستیک یا عملیات سازمان و تمایل آگاهانه به شرکت در پژوهش بود. پرسشنامه‌هایی که بخش قابل‌توجهی از اطلاعات آنها تکمیل نشده بود یا پاسخ‌دهنده شرایط ورود به پژوهش را نداشت، از تحلیل نهایی کنار گذاشته شدند.

E-ISSN: 3041-8933

حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران، با توجه به حجم جامعه قابل دسترس، سطح اطمینان ٪۹۵ و خطای مجاز ٪۵، برابر با ۲۵۰ نفر برآورد شد. این تعداد علاوه بر تأمین حجم نمونه موردنیاز در مطالعه پیمایشی، برای برآورد مدل پیشنهادی با رویکرد حداقل مربعات جزئی نیز حجم مناسبی در نظر گرفته شد. نمونه‌گیری به روش تصادفی ساده انجام گرفت؛ بدین ترتیب که پس از شناسایی افراد واجد شرایط و تشکیل چارچوب نمونه‌گیری، افراد بدون اعمال طبقه‌بندی یا اولویت‌بندی خاص و با احتمال انتخاب یکسان وارد نمونه شدند. به‌منظور توصیف ویژگی‌های نمونه و بررسی تنوع پاسخ‌دهندگان، اطلاعات جمعیت‌شناختی و شغلی شامل سن، جنسیت، سطح تحصیلات، سابقه کاری، سمت سازمانی، حوزه تخصصی و نوع صنعت محل فعالیت نیز گردآوری شد. همچنین از پاسخ‌دهندگان خواسته شد نوع فعالیت سازمان خود را از نظر تولیدی یا خدماتی بودن و دامنه فعالیت آن را از نظر حضور در بازارهای داخلی یا بین‌المللی مشخص کنند. مشارکت در پژوهش داوطلبانه بود و پیش از تکمیل پرسشنامه، هدف کلی مطالعه برای پاسخ‌دهندگان توضیح داده شد. به شرکت‌کنندگان اطمینان داده شد که اطلاعات جمع‌آوری‌شده صرفاً در چارچوب اهداف پژوهشی مورد استفاده قرار می‌گیرد و نتایج به‌صورت کلی و بدون اشاره به هویت افراد یا سازمان‌ها گزارش خواهد شد.

ابزار اصلی گردآوری داده‌ها پرسشنامه‌ای ساختاریافته بود که بر اساس مبانی نظری تاب‌آوری زنجیره تأمین و عوامل مؤثر بر عملکرد زنجیره‌های تأمین در شرایط اختلال و بحران تدوین شد. پرسشنامه از دو بخش اصلی تشکیل شده بود. بخش نخست به ثبت ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و حرفه‌ای پاسخ‌دهندگان اختصاص داشت و اطلاعاتی در زمینه سن، جنسیت، تحصیلات، سابقه کاری، سمت سازمانی، حوزه فعالیت و نوع صنعت را دربر می‌گرفت. بخش دوم برای سنجش سازه‌های اصلی مدل مفهومی پژوهش طراحی شد. در تدوین این بخش، تاب‌آوری زنجیره تأمین به‌عنوان متغیر وابسته اصلی در نظر گرفته شد و مجموعه‌ای از قابلیت‌های سازمانی و زنجیره‌ای که می‌توانند توانایی سازمان‌ها را در پیش‌بینی، جذب، پاسخ‌گویی، سازگاری و بازیابی پس از اختلالات افزایش دهند، به‌عنوان عوامل تبیین‌کننده آن مورد سنجش قرار گرفتند. این عوامل شامل انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، چابکی در پاسخ‌گویی، تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان، قابلیت مشاهده و شفافیت زنجیره تأمین، دیجیتالی‌سازی فرایندها، همکاری و اشتراک اطلاعات میان اعضای زنجیره، مدیریت ریسک و برخورداری از ظرفیت‌های جایگزین و افزونه بود. سازه تاب‌آوری نیز بر اساس توانایی زنجیره تأمین در مقاومت در برابر اختلال، ادامه فعالیت‌های حیاتی، سازگاری با شرایط جدید و بازگشت سریع به سطح قابل‌قبول عملکرد عملیاتی سنجیده شد.

گویه‌های پرسشنامه به‌گونه‌ای تنظیم شدند که پاسخ‌دهندگان میزان موافقت خود را با هر عبارت بر اساس تجربه سازمانی و حرفه‌ای خود در دوران همه‌گیری و پس از آن مشخص کنند. پاسخ‌ها با استفاده از طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت از امتیاز ۱ برای «کاملاً مخالفم» تا امتیاز ۵ برای «کاملاً موافقم» ثبت شد؛ به‌گونه‌ای که کسب امتیاز بالاتر در هر سازه بیانگر سطح بالاتر آن قابلیت یا ویژگی در زنجیره تأمین بود. برای بررسی روایی صوری و محتوایی ابزار، نسخه اولیه پرسشنامه در اختیار تعدادی از استادان دانشگاه و متخصصان حوزه مدیریت زنجیره تأمین، لجستیک و مدیریت عملیات قرار گرفت و درباره تناسب گویه‌ها با تعریف مفهومی سازه‌ها، وضوح عبارات، میزان پوشش ابعاد موردنظر و قابل‌فهم بودن آنها برای جامعه هدف نظرخواهی شد. اصلاحات لازم بر اساس بازخورد متخصصان در متن و ترتیب گویه‌ها اعمال شد. همچنین پیش از اجرای اصلی، پرسشنامه به‌صورت مقدماتی در اختیار گروهی از افراد دارای ویژگی‌های مشابه جامعه هدف قرار گرفت تا ابهام‌های احتمالی و مشکلات مربوط به نحوه پاسخ‌گویی مشخص شود. پایایی اولیه سازه‌ها با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ ارزیابی شد و مقدار ۰.۷۰ و بالاتر به‌عنوان سطح قابل‌قبول پایایی در نظر گرفته شد. در مرحله تحلیل مدل اندازه‌گیری نیز پایایی و روایی ابزار مجدداً و با معیارهای دقیق‌تر مدل‌سازی معادلات ساختاری شامل پایایی ترکیبی، میانگین واریانس استخراج‌شده و روایی واگرا بررسی شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام شد. در مرحله نخست، داده‌های گردآوری‌شده از نظر کامل بودن پاسخ‌ها، وجود داده‌های مفقود و کیفیت پاسخ‌گویی بررسی و سپس برای تحلیل آماده شدند. آمار توصیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ محاسبه شد. برای متغیرهای کمی، شاخص‌هایی مانند میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر و برای متغیرهای جمعیت‌شناختی و طبقه‌ای، فراوانی و درصد مورد استفاده قرار گرفت. علاوه بر این، توزیع متغیرها و وجود داده‌های پرت مورد بررسی قرار گرفت تا ویژگی‌های اولیه داده‌ها پیش از اجرای مدل ساختاری مشخص شود. از آنجا که هدف اصلی پژوهش بررسی هم‌زمان روابط میان چندین سازه پنهان و تعیین میزان تأثیر عوامل مختلف بر تاب‌آوری زنجیره تأمین بود، در مرحله دوم از مدل‌سازی معادلات ساختاری مبتنی بر حداقل مربعات جزئی یا PLS-SEM با استفاده از نرم‌افزار SmartPLS نسخه ۴ استفاده شد. انتخاب رویکرد PLS-SEM با توجه به ماهیت پیش‌بینی‌کننده مدل پژوهش، وجود چندین سازه پنهان، بررسی هم‌زمان مدل اندازه‌گیری و مدل ساختاری و تمرکز مطالعه بر تبیین واریانس تاب‌آوری زنجیره تأمین انجام گرفت.

ارزیابی مدل در دو مرحله انجام شد. ابتدا مدل اندازه‌گیری مورد بررسی قرار گرفت تا از پایایی و روایی مناسب سازه‌ها اطمینان حاصل شود. در این مرحله، بارهای عاملی گویه‌ها، آلفای کرونباخ، پایایی ترکیبی یا CR و میانگین واریانس استخراج‌شده یا AVE محاسبه شدند. بار عاملی ۰.۷۰ و بالاتر به‌عنوان مقدار مطلوب در نظر گرفته شد، هرچند در مورد گویه‌های دارای بار عاملی بین ۰.۴۰ تا ۰.۷۰، تصمیم‌گیری برای حفظ یا حذف گویه با توجه به تأثیر آن بر پایایی ترکیبی و روایی همگرا صورت گرفت. مقادیر CR و آلفای کرونباخ حداقل ۰.۷۰ و مقدار AVE حداقل ۰.۵۰ به‌عنوان معیارهای قابل‌قبول در نظر گرفته شدند. روایی واگرا نیز با استفاده از معیار نسبت ویژگی ناهمگون به همگون یا HTMT ارزیابی شد و مقادیر کمتر از ۰.۸۵ یا در موارد قابل‌قبول کمتر از ۰.۹۰ به‌عنوان نشانه تمایز مناسب سازه‌ها در نظر گرفته شد. علاوه بر این، مسئله هم‌خطی میان متغیرهای پیش‌بین از طریق شاخص عامل تورم واریانس یا VIF بررسی شد تا اطمینان حاصل شود ضرایب مسیر تحت تأثیر هم‌خطی شدید قرار نگرفته‌اند.

پس از تأیید کفایت مدل اندازه‌گیری، مدل ساختاری برای آزمون فرضیه‌ها و تعیین قدرت روابط بین سازه‌های مستقل و تاب‌آوری زنجیره تأمین ارزیابی شد. در این مرحله، ضرایب مسیر استانداردشده برای تعیین جهت و شدت تأثیر هر عامل محاسبه شد و معناداری آماری ضرایب با استفاده از روش Bootstrapping با ۵۰۰۰ بازنمونه مورد آزمون قرار گرفت. مقادیر t و سطوح معناداری متناظر برای تصمیم‌گیری درباره تأیید یا رد روابط فرض‌شده استفاده شدند و سطح معناداری ۰.۰۵ به‌عنوان ملاک تصمیم‌گیری آماری در نظر گرفته شد. همچنین ضریب تعیین R^2 برای سازه درون‌زای تاب‌آوری زنجیره تأمین محاسبه شد تا میزان واریانس تبیین‌شده این متغیر توسط عوامل پیش‌بین مشخص شود. برای بررسی سهم نسبی هر متغیر مستقل در تبیین سازه وابسته، اندازه اثر f^2 نیز ارزیابی شد و مقادیر حدود ۰.۰۲، ۰.۱۵ و ۰.۳۵ به‌ترتیب به‌عنوان اثر کوچک، متوسط و بزرگ تفسیر شدند. در کنار قدرت تبیینی مدل، قابلیت پیش‌بینی آن نیز با استفاده از شاخص Q^2 بررسی شد و مقادیر بزرگ‌تر از صفر به‌عنوان نشانه برخورداری مدل از ارتباط پیش‌بینانه برای سازه درون‌زا در نظر گرفته شدند. در نهایت، بر اساس اندازه و معناداری ضرایب مسیر، مقدار واریانس تبیین‌شده و شاخص‌های پیش‌بینی، اهمیت نسبی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین جهانی در شرایط پس از همه‌گیری کووید-۱۹ تعیین و فرضیه‌های پژوهش ارزیابی شدند.

یافته‌ها

در این پژوهش داده‌های حاصل از پاسخ‌های ۲۵۰ نفر از مدیران، کارشناسان و متخصصان حوزه‌های زنجیره تأمین، لجستیک، تدارکات و برنامه‌ریزی عملیات مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. از مجموع پاسخ‌دهندگان، ۱۵۴ نفر معادل ۶۱.۶ درصد مرد و ۹۶ نفر معادل ۳۸.۴ درصد

E-ISSN: 3041-8933

زن بودند. میانگین سنی شرکت‌کنندگان ۳۹.۸۴ سال با انحراف معیار ۸.۷۶ بود. از نظر گروه سنی، ۳۷ نفر معادل ۱۴.۸ درصد کمتر از ۳۰ سال، ۸۸ نفر معادل ۳۵.۲ درصد بین ۳۰ تا ۳۹ سال، ۸۲ نفر معادل ۳۲.۸ درصد بین ۴۰ تا ۴۹ سال و ۴۳ نفر معادل ۱۷.۲ درصد ۵۰ سال و بیشتر سن داشتند. از نظر سطح تحصیلات، ۹۱ نفر معادل ۳۶.۴ درصد دارای مدرک کارشناسی، ۱۲۲ نفر معادل ۴۸.۸ درصد دارای مدرک کارشناسی ارشد و ۳۷ نفر معادل ۱۴.۸ درصد دارای مدرک دکتری بودند. میانگین سابقه فعالیت حرفه‌ای پاسخ‌دهندگان ۱۰.۹۳ سال با انحراف معیار ۶.۴۱ بود. از نظر سابقه کاری، ۵۸ نفر معادل ۲۳.۲ درصد دارای ۱ تا ۵ سال سابقه، ۷۷ نفر معادل ۳۰.۸ درصد دارای ۶ تا ۱۰ سال سابقه، ۶۱ نفر معادل ۲۴.۴ درصد دارای ۱۱ تا ۱۵ سال سابقه و ۵۴ نفر معادل ۲۱.۶ درصد دارای بیش از ۱۵ سال سابقه فعالیت حرفه‌ای بودند. از نظر جایگاه سازمانی نیز ۷۹ نفر معادل ۳۱.۶ درصد در سطح مدیریت، ۱۲۹ نفر معادل ۵۱.۶ درصد در جایگاه کارشناسی و ۴۲ نفر معادل ۱۶.۸ درصد به‌عنوان متخصص یا مشاور حرفه‌ای فعالیت داشتند. همچنین ۱۴۸ نفر معادل ۵۹.۲ درصد از شرکت‌کنندگان در صنایع تولیدی و ۱۰۲ نفر معادل ۴۰.۸ درصد در بخش‌های خدماتی مشغول به کار بودند. در زمینه دامنه فعالیت سازمان نیز ۹۲ نفر معادل ۳۶.۸ درصد در سازمان‌هایی با تمرکز عمده بر بازار داخلی و ۱۵۸ نفر معادل ۶۳.۲ درصد در سازمان‌هایی با فعالیت هم‌زمان در بازارهای داخلی و بین‌المللی فعالیت داشتند. این ترکیب نشان داد که نمونه پژوهش از نظر سن، تحصیلات، سابقه شغلی، جایگاه سازمانی و نوع صنعت از تنوع قابل‌قبولی برخوردار بوده و بخش قابل‌توجهی از پاسخ‌دهندگان نیز تجربه مستقیم فعالیت در زنجیره‌های تأمین دارای ارتباطات بین‌المللی را داشته‌اند.

جدول ۱

شاخص‌های توصیفی سازه‌های پژوهش

سازه	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی
انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین	۳.۶۱	۰.۶۷	۱.۵۰	۵.۰۰	-۰.۳۱	-۰.۱۸
چابکی زنجیره تأمین	۳.۶۳	۰.۶۶	۱.۵۰	۵.۰۰	-۰.۳۶	-۰.۱۱
تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان	۳.۴۲	۰.۷۱	۱.۲۵	۵.۰۰	-۰.۱۷	-۰.۲۷
قابلیت مشاهده و شفافیت زنجیره تأمین	۳.۵۸	۰.۶۹	۱.۲۵	۵.۰۰	-۰.۲۹	-۰.۲۱
دیجیتالی‌سازی فرایندها	۳.۷۴	۰.۶۸	۱.۵۰	۵.۰۰	-۰.۴۱	-۰.۰۶
همکاری و اشتراک اطلاعات	۳.۶۹	۰.۶۵	۱.۵۰	۵.۰۰	-۰.۳۷	-۰.۱۴
مدیریت ریسک زنجیره تأمین	۳.۶۵	۰.۷۰	۱.۲۵	۵.۰۰	-۰.۳۴	-۰.۲۳
ظرفیت‌های جایگزین و افزونه	۳.۳۸	۰.۷۳	۱.۰۰	۵.۰۰	-۰.۱۱	-۰.۳۴
تاب‌آوری زنجیره تأمین	۳.۶۷	۰.۶۳	۱.۸۰	۵.۰۰	-۰.۳۹	-۰.۰۸

بر اساس نتایج جدول ۱، میانگین تمامی سازه‌های پژوهش بالاتر از نقطه میانی مقیاس پنج‌درجه‌ای قرار داشت که نشان می‌دهد پاسخ‌دهندگان وضعیت کلی قابلیت‌های مرتبط با تاب‌آوری زنجیره تأمین را در سازمان‌های خود در سطحی بالاتر از متوسط ارزیابی کرده‌اند. بالاترین میانگین به سازه دیجیتالی‌سازی فرایندها با مقدار ۳.۷۴ و پس از آن به همکاری و اشتراک اطلاعات با میانگین ۳.۶۹ و تاب‌آوری زنجیره تأمین با میانگین ۳.۶۷ اختصاص داشت. این یافته نشان می‌دهد که در دوره پس از همه‌گیری کووید-۱۹، استفاده گسترده‌تر از ابزارهای دیجیتال، سامانه‌های اطلاعاتی و تبادل سریع داده میان اعضای زنجیره تأمین از برجسته‌ترین قابلیت‌های توسعه‌یافته در سازمان‌های مورد مطالعه بوده است. در مقابل، ظرفیت‌های جایگزین و افزونه با میانگین ۳.۳۸ و تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان با میانگین ۳.۴۲ پایین‌ترین میانگین‌ها را به خود اختصاص دادند. این وضعیت می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که ایجاد ظرفیت‌های مازاد، نگهداری منابع جایگزین و گسترش شبکه تأمین‌کنندگان، در مقایسه با راهکارهایی مانند دیجیتالی‌سازی و افزایش همکاری، برای سازمان‌ها دشوارتر یا پرهزینه‌تر بوده است.

میانگین ۳.۶۷ برای تاب‌آوری زنجیره تأمین نیز نشان داد که شرکت‌کنندگان توانایی سازمان‌های خود را در مقاومت، سازگاری و بازیابی پس از اختلالات در سطح نسبتاً مطلوبی ارزیابی کرده‌اند. مقادیر انحراف معیار که بین ۰.۶۳ تا ۰.۷۳ قرار داشتند، حاکی از پراکندگی متوسط پاسخ‌ها و نبود ناهمگنی شدید در ارزیابی شرکت‌کنندگان بود. علاوه بر این، مقادیر چولگی و کشیدگی تمامی سازه‌ها در محدوده قابل‌قبول قرار داشت و هیچ‌یک از متغیرها انحراف شدید از الگوی توزیع متعارف نشان ندادند. اگرچه رویکرد PLS-SEM وابستگی سخت‌گیرانه‌ای به فرض نرمال بودن داده‌ها ندارد، این الگو نشان‌دهنده کیفیت مناسب توزیع داده‌ها و نبود مشکلات جدی ناشی از چولگی یا کشیدگی شدید بود.

جدول ۲

نتایج ارزیابی پایایی، روایی همگرا و کیفیت مدل اندازه‌گیری

سازه	تعداد گویه	دامنه عاملی	بار	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی CR	میانگین استخراج‌شده AVE	واریانس	بیشترین مقدار HTMT با سایر سازه‌ها	دامنه VIF گویه‌ها
انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین	۴	۰.۷۴ تا ۰.۸۷		۰.۸۲	۰.۸۸	۰.۶۵		۰.۷۸	۱.۶۴ تا ۲.۳۱
چابکی زنجیره تأمین	۴	۰.۷۶ تا ۰.۸۹		۰.۸۴	۰.۸۹	۰.۶۷		۰.۸۱	۱.۷۱ تا ۲.۴۴
تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان	۴	۰.۷۱ تا ۰.۸۵		۰.۷۹	۰.۸۶	۰.۶۰		۰.۷۳	۱.۴۲ تا ۲.۰۶
قابلیت مشاهده و شفافیت زنجیره تأمین	۴	۰.۷۷ تا ۰.۹۰		۰.۸۶	۰.۹۰	۰.۷۰		۰.۸۲	۱.۸۳ تا ۲.۵۷
دیجیتالی‌سازی فرایندها	۴	۰.۷۸ تا ۰.۹۱		۰.۸۷	۰.۹۱	۰.۷۲		۰.۸۰	۱.۷۶ تا ۲.۶۳
همکاری و اشتراک اطلاعات	۴	۰.۷۵ تا ۰.۸۸		۰.۸۳	۰.۸۹	۰.۶۶		۰.۸۳	۱.۶۹ تا ۲.۴۸
مدیریت ریسک زنجیره تأمین	۴	۰.۷۶ تا ۰.۸۹		۰.۸۵	۰.۹۰	۰.۶۹		۰.۷۹	۱.۵۸ تا ۲.۳۷
ظرفیت‌های جایگزین و افزونه	۴	۰.۷۲ تا ۰.۸۶		۰.۸۰	۰.۸۷	۰.۶۲		۰.۷۱	۱.۳۹ تا ۲.۰۲
تاب‌آوری زنجیره تأمین	۵	۰.۷۷ تا ۰.۹۱		۰.۸۸	۰.۹۲	۰.۶۹		۰.۸۳	۱.۵۲ تا ۲.۲۱

نتایج جدول ۲ نشان داد که مدل اندازه‌گیری از پایایی و روایی مطلوبی برخوردار است. بارهای عاملی گویه‌ها در تمامی سازه‌ها بالاتر از ۰.۷۰ بود و کمترین بار عاملی برابر با ۰.۷۱ در سازه تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان و بیشترین مقدار برابر با ۰.۹۱ در سازه‌های دیجیتالی‌سازی فرایندها و تاب‌آوری زنجیره تأمین به دست آمد. بنابراین، تمام گویه‌ها سهم مناسبی در تبیین سازه مربوط به خود داشتند و حذف هیچ‌یک از آنها بر مبنای ضعف بار عاملی ضرورت نداشت. ضرایب آلفای کرونباخ نیز بین ۰.۷۹ و ۰.۸۸ قرار گرفت و همگی بالاتر از حد پذیرفته‌شده ۰.۷۰ بودند که نشان‌دهنده همسانی درونی مناسب گویه‌های هر سازه است. پایایی ترکیبی نیز برای تمامی سازه‌ها بین ۰.۸۶ و

E-ISSN: 3041-8933

۰.۹۲ به دست آمد و در نتیجه، پایایی درونی سازه‌های مدل در سطح مطلوب ارزیابی شد. همچنین مقادیر AVE برای تمام متغیرهای پنهان بیش از ۰.۵۰ بود و از ۰.۶۰ برای تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان تا ۰.۷۲ برای دیجیتالی‌سازی فرایندها تغییر داشت. بنابراین، هر سازه بیش از نیمی از واریانس شاخص‌های خود را تبیین کرده و روایی همگرای مدل تأیید شد. برای بررسی روایی واگرا، شاخص HTMT مورد استفاده قرار گرفت. بیشترین مقدار مشاهده‌شده این شاخص برابر با ۰.۸۳ بود که کمتر از آستانه محافظه‌کارانه ۰.۸۵ قرار داشت؛ بنابراین سازه‌های مدل از یکدیگر تمایز مفهومی و تجربی مناسبی داشتند و همپوشانی بیش از حد میان آنها مشاهده نشد. همچنین مقادیر VIF در سطح گویه‌ها همگی به‌طور قابل‌توجهی کمتر از ۵ بودند و بیشترین مقدار ثبت‌شده ۲.۶۳ بود. بر این اساس، مشکل هم‌خطی چندگانه در مدل اندازه‌گیری مشاهده نشد. مجموعه این نتایج نشان داد که ابزار پژوهش از پایایی، روایی همگرا و روایی واگرای کافی برخوردار است و امکان ورود به مرحله ارزیابی مدل ساختاری و آزمون فرضیه‌های پژوهش فراهم بود.

جدول ۳

نتایج آزمون روابط ساختاری عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین

مسیر ساختاری	ضریب مسیر β	آماره t	مقدار p	اندازه اثر f^2	نتیجه
انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین ← تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۱۲۸	۲.۶۱۱	۰.۰۰۹	۰.۰۲۹	تأیید
چابکی زنجیره تأمین ← تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۱۸۱	۳.۴۷۶	۰.۰۰۱	۰.۰۵۲	تأیید
تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان ← تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۱۰۹	۲.۲۵۲	۰.۰۲۴	۰.۰۲۲	تأیید
قابلیت مشاهده و شفافیت زنجیره تأمین ← تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۱۴۳	۲.۹۰۱	۰.۰۰۴	۰.۰۳۶	تأیید
دیجیتالی‌سازی فرایندها ← تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۲۱۸	۴.۰۸۳	<۰.۰۰۱	۰.۰۷۴	تأیید
همکاری و اشتراک اطلاعات ← تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۱۶۴	۳.۱۹۸	۰.۰۰۱	۰.۰۴۴	تأیید
مدیریت ریسک زنجیره تأمین ← تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۲۴۶	۴.۵۲۱	<۰.۰۰۱	۰.۰۹۱	تأیید
ظرفیت‌های جایگزین و افزونه ← تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۰۸۳	۱.۹۷۲	۰.۰۴۹	۰.۰۱۷	تأیید

همان‌گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، تمامی مسیرهای مستقیم پیش‌بینی‌شده در مدل پژوهش از نظر آماری معنادار بودند و در نتیجه همه فرضیه‌های مربوط به اثر عوامل سازمانی و زنجیره‌ای بر تاب‌آوری زنجیره تأمین مورد تأیید قرار گرفتند. مدیریت ریسک زنجیره تأمین با ضریب مسیر ۰.۲۴۶، آماره t برابر با ۴.۵۲۱ و مقدار p کمتر از ۰.۰۰۱، قوی‌ترین اثر مستقیم را بر تاب‌آوری زنجیره تأمین نشان داد. این یافته بیانگر آن است که سازمان‌هایی که از فرایندهای نظام‌مندتر برای شناسایی، ارزیابی، پایش و پاسخ به ریسک‌های بالقوه برخوردار هستند، توانایی بیشتری برای حفظ عملکرد و بازیابی پس از اختلالات دارند. پس از مدیریت ریسک، دیجیتالی‌سازی فرایندها با ضریب ۰.۲۱۸ و آماره t برابر با ۴.۰۸۳ دومین اثر قوی را بر تاب‌آوری نشان داد. بنابراین، گسترش سامانه‌های دیجیتال، دسترسی سریع به داده‌ها، یکپارچه‌سازی اطلاعات و استفاده از فناوری در مدیریت جریان کالا و اطلاعات نقش مهمی در افزایش مقاومت و قابلیت بازیابی زنجیره تأمین در دوره پس از کرونا داشته است. چابکی زنجیره تأمین با ضریب ۰.۱۸۱، همکاری و اشتراک اطلاعات با ضریب ۰.۱۶۴، قابلیت مشاهده و شفافیت با ضریب ۰.۱۴۳ و انعطاف‌پذیری با ضریب ۰.۱۲۸ نیز اثرات مثبت و معناداری بر تاب‌آوری داشتند. این نتایج نشان می‌دهد توانایی پاسخ سریع به تغییرات، هماهنگی میان اعضای زنجیره، دسترسی به اطلاعات قابل‌اعتماد درباره وضعیت جریان مواد و سفارش‌ها و امکان تغییر در فرایندها یا منابع از اجزای مهم تاب‌آوری پس از بحران محسوب می‌شوند. تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان نیز با ضریب ۰.۱۰۹ و مقدار p برابر با ۰.۰۲۴ اثر مثبت و معناداری نشان داد و بیانگر آن بود که کاهش وابستگی به یک یا تعداد محدودی از منابع تأمین می‌تواند توان سازمان برای

مقابله با توقف یا محدودیت عرضه را افزایش دهد. در نهایت، ظرفیت‌های جایگزین و افزونه با ضریب ۰.۰۸۳ و مقدار p برابر با ۰.۰۴۹ دارای ضعیف‌ترین اثر مستقیم بود، هرچند این اثر همچنان در سطح ۰.۰۵ معنادار باقی ماند. بررسی اندازه اثر f^2 نیز نشان داد که مدیریت ریسک و دیجیتالی‌سازی بیشترین سهم نسبی را در افزایش قدرت تبیین مدل داشتند، در حالی که تأثیر ظرفیت‌های جایگزین و افزونه بسیار کوچک بود. بنابراین، یافته‌های مدل ساختاری نشان دادند که تاب‌آوری زنجیره تأمین در دوره پس از کرونا حاصل یک عامل منفرد نیست، بلکه از ترکیب مجموعه‌ای از قابلیت‌های مدیریتی، فناوری، عملیاتی و بین‌سازمانی شکل می‌گیرد.

جدول ۴

شاخص‌های قدرت تبیینی و پیش‌بینانه مدل ساختاری

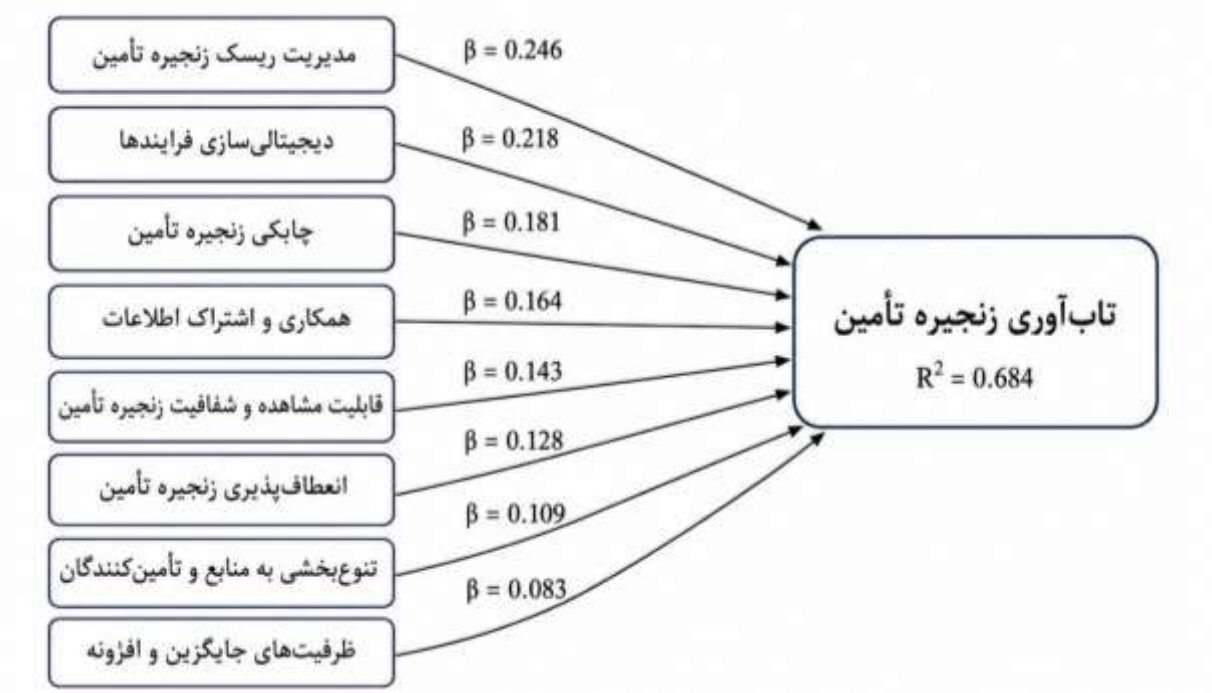
شاخص	مقدار	معیار تفسیر	نتیجه
R^2 تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۶۸۴	قدرت تبیین متوسط تا قوی	مطلوب
R^2 تعدیل‌شده تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۶۷۳	نزدیک بودن به R^2 اصلی و ثبات مدل	مطلوب
Q^2 تاب‌آوری زنجیره تأمین	۰.۵۱۲	بزرگ‌تر از صفر و نشان‌دهنده ارتباط پیش‌بینانه	مطلوب و قوی
بیشترین VIF در مدل ساختاری	۳.۱۸	کمتر از ۵	بدون مشکل هم‌خطی

بر اساس جدول ۴، مقدار ضریب تعیین R^2 برای تاب‌آوری زنجیره تأمین برابر با ۰.۶۸۴ به دست آمد. این مقدار نشان می‌دهد که مجموعه متغیرهای انعطاف‌پذیری، چابکی، تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان، قابلیت مشاهده و شفافیت، دیجیتالی‌سازی، همکاری و اشتراک اطلاعات، مدیریت ریسک و ظرفیت‌های جایگزین و افزونه در مجموع قادر به تبیین ۶۸.۴ درصد از واریانس تاب‌آوری زنجیره تأمین بوده‌اند. با توجه به ماهیت چندعاملی تاب‌آوری زنجیره تأمین و تأثیرپذیری آن از شرایط اقتصادی، سیاسی، فناوری و محیطی، این میزان از واریانس تبیین‌شده نشان‌دهنده قدرت توضیحی قابل‌توجه مدل پژوهش است. مقدار R^2 تعدیل‌شده نیز برابر با ۰.۶۷۳ بود و فاصله اندک آن با R^2 اصلی نشان داد که قدرت تبیینی مدل ناشی از افزایش مصنوعی تعداد متغیرهای پیش‌بین نبوده و مدل از ثبات مناسبی برخوردار است. علاوه بر این، مقدار Q^2 برابر با ۰.۵۱۲ به دست آمد که به‌طور قابل‌توجهی بزرگ‌تر از صفر است و قابلیت پیش‌بینی مطلوب مدل برای سازه تاب‌آوری زنجیره تأمین را تأیید می‌کند. مقدار نسبتاً بالای Q^2 نشان می‌دهد که مدل صرفاً توانایی توضیح روابط مشاهده‌شده در داده‌های نمونه را ندارد، بلکه از قدرت پیش‌بینی مناسبی نیز برخوردار است. همچنین بیشترین مقدار VIF در مدل ساختاری برابر با ۳.۱۸ بود که کمتر از حد بحرانی ۵ است؛ بنابراین، روابط برآوردشده در مدل تحت تأثیر هم‌خطی شدید میان متغیرهای مستقل قرار نگرفته‌اند. در مجموع، این شاخص‌ها نشان دادند که مدل ساختاری پیشنهادی از نظر قدرت تبیینی، ثبات برآوردها، فقدان هم‌خطی جدی و قابلیت پیش‌بینی تاب‌آوری زنجیره تأمین از کیفیت مناسبی برخوردار بوده است.

E-ISSN: 3041-8933

شکل ۱

مدل نهایی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین جهانی در دوره پس از همه‌گیری کووید-۱۹



مدل نهایی پژوهش نشان داد که هر هشت عامل مورد بررسی دارای مسیر مثبت به سمت تاب‌آوری زنجیره تأمین هستند، اما شدت تأثیر آنها یکسان نیست. مدیریت ریسک زنجیره تأمین با ضریب مسیر ۰.۲۴۶ مهم‌ترین پیش‌بین مستقیم تاب‌آوری بود و پس از آن دیجیتالی‌سازی فرایندها با ضریب ۰.۲۱۸، چابکی زنجیره تأمین با ضریب ۰.۱۸۱، همکاری و اشتراک اطلاعات با ضریب ۰.۱۶۴، قابلیت مشاهده و شفافیت با ضریب ۰.۱۴۳، انعطاف‌پذیری با ضریب ۰.۱۲۸، تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان با ضریب ۰.۱۰۹ و ظرفیت‌های جایگزین و افزونه با ضریب ۰.۰۸۳ قرار گرفتند. بنابراین، ساختار نهایی مدل نشان می‌دهد که در شرایط پس از همه‌گیری، قابلیت‌های مدیریتی و اطلاعاتی بیشترین نقش را در شکل‌گیری تاب‌آوری داشته‌اند و صرف وجود ظرفیت فیزیکی یا ذخایر جایگزین، بدون برخورداری از توان شناسایی ریسک، دسترسی به اطلاعات، هماهنگی و پاسخ سریع، اثر محدودتری بر تاب‌آوری دارد. هم‌زمان، مثبت و معنادار بودن تمامی ضرایب مسیر نشان می‌دهد که تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین نیازمند رویکردی چندبعدی است و سازمان‌ها نمی‌توانند تنها با تمرکز بر یک ابزار یا قابلیت خاص به سطح بالایی از مقاومت و بازیابی دست یابند. مدل نهایی همچنین با تبیین ۶۸.۴ درصد از واریانس تاب‌آوری نشان داد که ترکیب این قابلیت‌ها چارچوب مناسبی برای توضیح تفاوت سازمان‌ها در توان مواجهه با اختلالات شدید زنجیره تأمین فراهم می‌کند. در مجموع، نتایج شکل نهایی حاکی از آن است که پس از تجربه اختلالات گسترده ناشی از همه‌گیری کووید-۱۹، تاب‌آوری زنجیره تأمین بیش از هر چیز به توان سازمان‌ها در مدیریت پیش‌دستانه ریسک، بهره‌گیری از زیرساخت‌های دیجیتال، تصمیم‌گیری چابک، تبادل اطلاعات و هماهنگی مؤثر با شرکای زنجیره وابسته است و عوامل ساختاری مانند تنوع منابع، انعطاف‌پذیری و ظرفیت‌های جایگزین در کنار این قابلیت‌ها نقش مکمل ایفا می‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر تحلیل عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین جهانی در دوره پس از همه‌گیری کووید-۱۹ با استفاده از رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری بود. یافته‌ها نشان داد که مدیریت ریسک زنجیره تأمین، دیجیتالی‌سازی فرایندها، چابکی زنجیره تأمین، همکاری و اشتراک اطلاعات، قابلیت مشاهده و شفافیت زنجیره تأمین، انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین، تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان و ظرفیت‌های جایگزین و افزونه، همگی اثر مثبت و معناداری بر تاب‌آوری زنجیره تأمین داشتند. افزون بر این، مقدار ضریب تعیین برابر با ۰.۶۸۴ نشان داد که مجموعه عوامل مذکور توانسته‌اند ۶۸.۴ درصد از واریانس تاب‌آوری زنجیره تأمین را تبیین کنند. مقدار Q^2 برابر با ۰.۵۱۲ نیز نشان‌دهنده برخورداری مدل از قدرت پیش‌بینی مناسب بود. بنابراین، نتایج کلی پژوهش نشان می‌دهد که تاب‌آوری زنجیره تأمین در شرایط پساکرونا یک سازه چندبعدی است و از تعامل قابلیت‌های مدیریتی، فناورانه، عملیاتی و بین‌سازمانی شکل می‌گیرد؛ به‌گونه‌ای که تمرکز بر تنها یک قابلیت برای ایجاد مقاومت پایدار در برابر اختلالات کافی نیست. این نتیجه با دیدگاه‌هایی همسو است که تاب‌آوری را حاصل ترکیب قابلیت‌های پویا، سازوکارهای سازگاری و ظرفیت بازپیکربندی منابع در پاسخ به تغییرات محیطی می‌دانند (Kaneberg et al., 2025; Negi, 2025; Pellegrino & Gaudenzi, 2025).

مهم‌ترین یافته پژوهش آن بود که مدیریت ریسک زنجیره تأمین با ضریب مسیر ۰.۲۴۶ قوی‌ترین اثر را بر تاب‌آوری نشان داد. این یافته را می‌توان بر اساس ماهیت پیش‌بینانه و پیشگیرانه مدیریت ریسک توضیح داد. سازمان‌هایی که به‌صورت نظام‌مند منابع بالقوه اختلال را شناسایی می‌کنند، شدت و احتمال وقوع آنها را ارزیابی می‌کنند، سناریوهای جایگزین می‌سازند و پیش از وقوع بحران برنامه‌های تداوم فعالیت تدوین می‌کنند، در مواجهه با شوک‌های بیرونی ظرفیت بیشتری برای حفظ عملکرد دارند. تجربه همه‌گیری کووید-۱۹ نیز نشان داد که سازمان‌های فاقد برنامه‌های مدیریت بحران معمولاً پس از وقوع اختلال وارد فرایند تصمیم‌گیری می‌شوند، در حالی که سازمان‌های برخوردار از سیستم‌های مدیریت ریسک می‌توانند پیش از تشدید بحران واکنش نشان دهند. این یافته با نتایج Xiao و همکاران همسو است که نشان دادند اختلالات در زنجیره‌های تأمین می‌توانند به‌صورت آبشاری گسترش یابند و مدیریت مؤثر وابستگی‌های شبکه‌ای برای جلوگیری از انتقال بحران ضروری است (Xiao et al., 2025). همچنین Zogaan و همکاران بر نقش روش‌های پیشرفته پیش‌بینی ریسک و یادگیری عمیق در شناسایی تهدیدها و افزایش تاب‌آوری تأکید کرده‌اند (Zogaan et al., 2025). Mohsenzadeh Ledari و Arshadi Khamseh نیز طراحی زنجیره تأمین بر مبنای کاهش ریسک اختلال را یکی از ارکان اصلی تاب‌آوری در محیط‌های ناپایدار معرفی کرده‌اند (Mohsenzadeh Ledari & Arshadi Khamseh, 2025). بنابراین، برتری مدیریت ریسک نسبت به سایر متغیرها نشان می‌دهد که تاب‌آوری بیش از آنکه صرفاً نتیجه واکنش پس از بحران باشد، به کیفیت آمادگی پیش از بحران وابسته است.

دیجیتالی‌سازی فرایندها با ضریب مسیر ۰.۲۱۸ دومین عامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین بود. این نتیجه نشان می‌دهد که سازمان‌هایی که از زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته‌تر، سامانه‌های اطلاعاتی یکپارچه، فناوری‌های هوشمند و تحلیل داده برای مدیریت عملیات استفاده می‌کنند، در شرایط اختلال از قدرت پاسخ‌گویی بیشتری برخوردارند. فناوری‌های دیجیتال می‌توانند فاصله زمانی میان وقوع یک مشکل و تشخیص آن را کاهش دهند، اطلاعات به‌هنگام برای تصمیم‌گیری فراهم کنند، امکان ردیابی جریان کالا و مواد را ایجاد کنند و هماهنگی میان شرکای زنجیره را افزایش دهند. این نتیجه با یافته‌های Li و همکاران که تأثیر تحول دیجیتال بر تاب‌آوری زنجیره تأمین را تأیید کردند هم‌راستا است (P. Li et al., 2025). Tian و Cui نیز نشان دادند که تحول دیجیتال می‌تواند از طریق بهبود ساختار ارتباطی شبکه زنجیره تأمین، ظرفیت آن را برای مقابله با اختلالات افزایش دهد (Tian & Cui, 2025). همچنین Yu نشان داد که یکپارچگی زنجیره تأمین در

E-ISSN: 3041-8933

سازوکار اثرگذاری تحول دیجیتال بر تاب‌آوری نقش مهمی دارد Rinaldi .(Yu, 2025) و همکاران نیز نقش بلاک‌چین و فناوری دوقلوی دیجیتال را در تقویت تاب‌آوری زنجیره تأمین اضطراری برجسته کرده‌اند (Rinaldi et al., 2025). یافته حاضر در کنار این شواهد نشان می‌دهد که در دوره پساکرونا، زیرساخت دیجیتال از یک ابزار افزایش بهره‌وری به یک قابلیت راهبردی برای مدیریت بحران تبدیل شده است.

با این حال، تأثیر دیجیتالی‌سازی باید در بستر قابلیت‌های سازمانی تفسیر شود. صرف خرید فناوری یا استقرار سامانه‌های دیجیتال بدون وجود توان استفاده مؤثر از اطلاعات، مهارت نیروی انسانی و ساختار مناسب تصمیم‌گیری الزاماً به تاب‌آوری منجر نمی‌شود. این موضوع با یافته Mubarik و Maciukaite-Zviniene همسو است که نشان دادند فناوری یا نوآوری به‌تنهایی برای ایجاد تاب‌آوری کافی نیست و ترکیب مناسبی از اتوماسیون هوشمند و قابلیت‌های سازمانی لازم است (Mubarik & Maciukaite-Zviniene, 2026). همچنین Li و همکاران نشان دادند که دیجیتالی‌سازی می‌تواند نقش تعدیل‌کننده در رابطه میان پذیرش هوش مصنوعی و تاب‌آوری داشته باشد (M. Li et al., 2025). Wang و همکاران نیز بر نقش توانمندسازی دیجیتال و پویایی نوآوری در افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین تولیدی تأکید کرده‌اند (Wang et al., 2025). در همین راستا، Sadeghi و همکاران نقش مکمل منابع انسانی و هوش مصنوعی را در ایجاد زنجیره‌های تأمین چابک و تاب‌آور مطرح کرده‌اند (Sadeghi et al., 2025). بنابراین، اثر نسبتاً بالای دیجیتالی‌سازی در پژوهش حاضر را می‌توان ناشی از ظرفیت آن برای تقویت سایر قابلیت‌ها مانند پیش‌بینی، هماهنگی و چابکی دانست.

چابکی زنجیره تأمین با ضریب مسیر ۰.۱۸۱ سومین عامل مؤثر بود. این یافته نشان می‌دهد که توانایی واکنش سریع به تغییرات بازار، تعدیل برنامه‌های عملیاتی، تغییر در الگوی تأمین و اتخاذ تصمیم سریع در شرایط نامطمئن، نقش مهمی در تاب‌آوری دارد. در دوران کرونا، بسیاری از سازمان‌ها با تغییرات ناگهانی تقاضا، کمبود مواد اولیه و محدودیت‌های لجستیکی مواجه شدند و سازمان‌هایی که سرعت تصمیم‌گیری بالاتری داشتند توانستند بهتر با شرایط سازگار شوند. Patrucco نیز بر ضرورت بازتعریف چابکی، سازگاری و هم‌راستایی در زنجیره‌های تأمین دیجیتال و تاب‌آور تأکید کرده است (Patrucco, 2025). Tobing و Santosa نیز نشان داده‌اند که ظرفیت جذب دانش از طریق تقویت تاب‌آوری می‌تواند عملکرد نوآوری زنجیره تأمین را ارتقا دهد (Tobing & Santosa, 2025). این یافته‌ها نشان می‌دهند که چابکی صرفاً به سرعت اجرایی محدود نیست، بلکه شامل سرعت یادگیری، تصمیم‌گیری و بازآرایی منابع نیز می‌شود.

همکاری و اشتراک اطلاعات با ضریب مسیر ۰.۱۶۴ اثر مثبت و معناداری بر تاب‌آوری داشت. این نتیجه از ماهیت شبکه‌ای زنجیره تأمین ناشی می‌شود. هیچ سازمانی به‌صورت مستقل از سایر اعضای زنجیره عمل نمی‌کند و اطلاعات مربوط به تقاضا، موجودی، ظرفیت تولید، تأخیرهای احتمالی و محدودیت‌های لجستیکی باید میان اعضا مبادله شود تا امکان هماهنگی پاسخ‌ها فراهم شود. در شرایطی که هر سازمان اطلاعات را نزد خود نگه دارد، امکان تصمیم‌گیری هماهنگ کاهش می‌یابد و احتمال تشدید اختلال افزایش پیدا می‌کند. Tortorella و همکاران در بررسی زنجیره تأمین مواد غذایی نشان دادند که تحول دیجیتال از طریق بهبود هماهنگی و پاسخ‌گویی می‌تواند تاب‌آوری را تقویت کند (Tortorella et al., 2025). Krimi و همکاران نیز بر نقش هماهنگ پیشرفت فناوری و سیاست‌های سازمانی در توسعه زنجیره‌های تأمین تاب‌آور تأکید کرده‌اند (Krimi et al., 2025). همچنین Tathavadekar در مطالعات خود بر نقش تحول دیجیتال و راهبردهای پایدار در ایجاد زنجیره‌های تأمین مقاوم تأکید کرده است (Tathavadekar, 2025a, 2025b). از این رو، اشتراک اطلاعات را می‌توان یکی از سازوکارهایی دانست که از طریق آن سایر قابلیت‌ها به عملکرد تاب‌آور تبدیل می‌شوند.

قابلیت مشاهده و شفافیت زنجیره تأمین نیز با ضریب مسیر ۰.۱۴۳ اثر مثبت و معناداری نشان داد. این یافته بیانگر آن است که دسترسی سازمان به اطلاعات درباره وضعیت تأمین‌کنندگان، موجودی، جریان سفارش‌ها، حمل‌ونقل و شرایط بازار، نقش مهمی در افزایش توان پاسخ‌گویی به بحران دارد. هنگامی که اطلاعات با تأخیر یا به‌صورت ناقص در دسترس باشد، سازمان ممکن است زمانی متوجه اختلال

شود که فرصت واکنش مؤثر از دست رفته است. Rinaldi و همکاران نشان دادند فناوری‌های بلاک‌چین و دوقلوی دیجیتال می‌توانند قابلیت ردیابی و شفافیت را در زنجیره تأمین افزایش دهند (Rinaldi et al., 2025). Srivastava و Bag نیز استفاده از دوقلوی دیجیتال را عاملی مؤثر بر افزایش تاب‌آوری زنجیره‌های تأمین بشردوستانه معرفی کرده‌اند (Srivastava & Bag, 2025). علاوه بر این، Wietschel و همکاران در چارچوب ارزیابی تاب‌آوری و بحرانی بودن زنجیره تأمین مواد اولیه بر اهمیت شناخت ساختار وابستگی‌ها و نقاط آسیب‌پذیر تأکید کرده‌اند (Wietschel et al., 2025). بنابراین، شفافیت می‌تواند زمینه لازم برای شناسایی زودهنگام اختلال و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را فراهم کند.

انعطاف‌پذیری زنجیره تأمین با ضریب مسیر ۰.۱۲۸ نیز به‌طور معناداری تاب‌آوری را پیش‌بینی کرد. این یافته نشان می‌دهد که توانایی تغییر در شیوه تولید، تأمین، توزیع یا تخصیص منابع می‌تواند سازمان را در برابر اختلالات مقاوم‌تر کند. انعطاف‌پذیری به سازمان امکان می‌دهد در صورت مسدود شدن یک مسیر تأمین یا کاهش ظرفیت یک تأمین‌کننده، از گزینه‌های جایگزین استفاده کند. Golden و همکاران در بررسی زنجیره‌های تأمین ساخت‌وساز نشان داده‌اند که ساختارهای انعطاف‌پذیرتر در مواجهه با اختلالات پیچیده ظرفیت بیشتری برای حفظ تداوم عملیات دارند (Golden et al., 2026). همچنین Karaoulanis انعطاف‌پذیری و توان سازگاری را از مهم‌ترین راهبردهای بقای زنجیره تأمین در محیط‌های پرتلاطم می‌داند (Karaoulanis, 2025). Pellegrino و Gaudenzi نیز نشان داده‌اند که تاب‌آوری از طریق مجموعه‌ای از قابلیت‌های عملیاتی و سازگاری ایجاد می‌شود (Pellegrino & Gaudenzi, 2025). بنابراین، انعطاف‌پذیری را می‌توان ظرفیت عملیاتی تبدیل تصمیم‌های مدیریتی به اقدام واقعی در مواجهه با بحران دانست.

تنوع‌بخشی به منابع و تأمین‌کنندگان با ضریب مسیر ۰.۱۰۹ تأثیر مثبت و معناداری بر تاب‌آوری داشت. این نتیجه نشان می‌دهد که وابستگی کمتر به یک تأمین‌کننده یا یک منطقه جغرافیایی می‌تواند خطر توقف کامل جریان تأمین را کاهش دهد. با این حال، اندازه اثر این متغیر نسبت به مدیریت ریسک، دیجیتالی‌سازی و چابکی کمتر بود. یک توضیح ممکن آن است که تنوع تأمین‌کنندگان به‌تنهایی تضمین‌کننده تاب‌آوری نیست و بدون وجود سیستم‌های اطلاعاتی مناسب، هماهنگی و ارزیابی ریسک، افزایش تعداد منابع ممکن است فقط پیچیدگی مدیریتی را افزایش دهد. Lu در بررسی عوامل تاب‌آوری زنجیره تأمین کشاورزی نشان داده است که تاب‌آوری از تعامل مجموعه‌ای از عوامل ساختاری و مدیریتی حاصل می‌شود (Lu, 2025). Yao نیز از طریق مدل‌سازی معادلات ساختاری بیزی نشان داد که عوامل مختلف به‌صورت هم‌زمان در شکل‌گیری تاب‌آوری زنجیره تأمین غلات نقش دارند (Yao, 2025). یافته حاضر نیز تأیید می‌کند که تنوع منابع باید در کنار سایر قابلیت‌های مدیریتی و فناورانه مورد توجه قرار گیرد.

ظرفیت‌های جایگزین و افزونه با ضریب مسیر ۰.۰۸۳ ضعیف‌ترین، اما همچنان معنادارترین اثر مثبت را بر تاب‌آوری نشان داد. این یافته از یک سو اهمیت موجودی ایمنی، ظرفیت مازاد، منابع جایگزین و گزینه‌های پشتیبان را تأیید می‌کند و از سوی دیگر نشان می‌دهد که این راهبردها به‌تنهایی قدرت محدودی دارند. ظرفیت افزونه معمولاً هزینه‌بر است و سازمان‌ها نمی‌توانند بدون توجه به کارایی اقتصادی مقادیر زیادی منابع مازاد حفظ کنند. Lücker و همکاران بر ضرورت ایجاد تعادل میان تاب‌آوری و کارایی تأکید کرده‌اند و نشان داده‌اند که افزونگی باید متناسب با سطح ریسک طراحی شود (Lücker et al., 2025). Rachid و همکاران نیز مدیریت راهبردی موجودی و ادغام فناوری را به‌صورت توأمان برای افزایش تاب‌آوری توصیه کرده‌اند (Rachid et al., 2025). این امر توضیح می‌دهد که چرا در پژوهش حاضر ظرفیت افزونه در مقایسه با مدیریت ریسک و دیجیتالی‌سازی اثر کمتری داشته است؛ زیرا منابع مازاد زمانی کارآمد هستند که با تشخیص درست ریسک و سازوکارهای فعال‌سازی سریع همراه باشند.

E-ISSN: 3041-8933

قدرت تبیینی نسبتاً بالای مدل نیز از یافته‌های مهم پژوهش بود. مقدار R^2 برابر با ۰.۶۸۴ نشان داد که هشت عامل مورد بررسی بخش قابل‌توجهی از تفاوت‌های موجود در تاب‌آوری زنجیره تأمین را توضیح می‌دهند. این یافته از دیدگاه چندبعدی به تاب‌آوری حمایت می‌کند و با مرور Negi همسو است که تاب‌آوری را مرتبط با اثربخشی سازمانی و عملکرد بنگاه و متأثر از مجموعه‌ای از قابلیت‌ها می‌داند (Negi, 2025). همچنین Kaneberg و همکاران بر لزوم نگاه جامع به قابلیت‌های پویا و ابعاد مختلف عملکردی تأکید کرده‌اند (Kaneberg et al., 2025). مطالعات انجام‌شده در بخش مراقبت سلامت نیز نشان می‌دهند که حتی در محیط‌های بسیار حساس، تاب‌آوری مستلزم ایجاد تعادل میان کارایی، آمادگی و ایمنی است (Hasmee et al., 2026). بنابراین، یافته حاضر تأکید می‌کند که توسعه تاب‌آوری نیازمند بسته‌ای هماهنگ از اقدامات است و هیچ راهبرد منفردی نمی‌تواند جایگزین یک معماری جامع تاب‌آوری شود.

پژوهش حاضر با چند محدودیت همراه بود که باید در تفسیر یافته‌ها مورد توجه قرار گیرد. نخست، ماهیت مقطعی مطالعه سبب می‌شود روابط مشاهده‌شده میان متغیرها بیشتر به‌عنوان روابط تبیینی در یک مقطع زمانی تفسیر شوند و استنباط قطعی درباره علیت نیازمند طرح‌های طولی باشد. دوم، داده‌ها بر اساس پرسشنامه و خودگزارش‌دهی مدیران و متخصصان گردآوری شد و بنابراین احتمال سوگیری ادراکی، تمایل به ارائه تصویر مطلوب از عملکرد سازمان و تفاوت در برداشت پاسخ‌دهندگان از گویه‌ها وجود دارد. سوم، نمونه شامل شرکت‌های تولیدی و خدماتی با حوزه‌های فعالیت متفاوت بود و هرچند این تنوع به تعمیم‌پذیری کمک می‌کند، ممکن است تفاوت‌های ساختاری صنایع بر شدت روابط اثر گذاشته باشد. چهارم، در مدل حاضر مجموعه‌ای از مهم‌ترین عوامل سازمانی و عملیاتی بررسی شد، در حالی که عوامل کلان مانند سیاست‌های تجاری، شرایط ژئوپلیتیکی، زیرساخت‌های ملی، نرخ ارز، تحریم‌ها، مقررات و ویژگی‌های فرهنگی نیز می‌توانند بر تاب‌آوری تأثیر بگذارند. همچنین داده‌های واقعی عملیاتی مانند زمان بازیابی، نرخ تأخیر تحویل یا تغییر هزینه لجستیک وارد مدل نشدند.

پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده از طرح‌های طولی استفاده کنند تا تغییر تاب‌آوری و قابلیت‌های مرتبط با آن در گذر زمان و در مراحل پیش از بحران، هنگام بحران و پس از بازیابی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین انجام مطالعات چندگروهی در صنایع مختلف می‌تواند مشخص کند که آیا وزن عوامل مؤثر بر تاب‌آوری در صنایع تولیدی، خدماتی، سلامت، مواد غذایی، انرژی و فناوری متفاوت است یا خیر. استفاده از داده‌های عینی سازمانی در کنار پرسشنامه، مانند مدت زمان بازیابی پس از اختلال، درصد تحقق سفارش‌ها، تغییرات موجودی، هزینه‌های اضطراری و نرخ وقفه تولید نیز می‌تواند اعتبار یافته‌ها را افزایش دهد. پیشنهاد می‌شود در مدل‌های آینده نقش میانجی یا تعدیل‌کننده متغیرهایی مانند یکپارچگی زنجیره تأمین، بلوغ دیجیتال، ظرفیت جذب دانش، فرهنگ سازمانی، نوآوری و شدت عدم‌اطمینان محیطی بررسی شود. همچنین مقایسه مدل PLS-SEM با روش‌هایی مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری کوواریانس‌محور، تحلیل شبکه، مدل‌سازی بیزی و روش‌های ترکیبی می‌تواند درک دقیق‌تری از روابط پیچیده و غیرخطی میان قابلیت‌های تاب‌آوری ارائه دهد.

بر اساس یافته‌های پژوهش، مدیران زنجیره تأمین باید سرمایه‌گذاری در تاب‌آوری را از رویکردی پراکنده به یک برنامه یکپارچه تبدیل کنند. اولویت نخست باید ایجاد نظام رسمی مدیریت ریسک، سناریونویسی، پایش مستمر تأمین‌کنندگان و تدوین برنامه‌های تداوم کسب‌وکار باشد. هم‌زمان، توسعه زیرساخت‌های دیجیتال، یکپارچه‌سازی داده‌ها و ایجاد داشبوردهای بلادرنگ برای رصد موجودی، سفارش‌ها، تأمین‌کنندگان و حمل‌ونقل باید در دستور کار قرار گیرد. سازمان‌ها همچنین باید سرعت تصمیم‌گیری و اختیار واحدهای عملیاتی را افزایش دهند، سازوکارهای اشتراک اطلاعات با شرکای کلیدی ایجاد کنند و برای منابع حیاتی، تأمین‌کنندگان جایگزین و مسیرهای پشتیبان تعریف نمایند. با این حال، ایجاد موجودی اضافی و ظرفیت مازاد باید بر اساس تحلیل ریسک و اهمیت اقلام انجام شود تا هزینه‌های غیرضروری افزایش نیابد. در نهایت، آموزش مدیران و کارکنان، اجرای مانورهای بحران، بازنگری دوره‌ای نقشه ریسک و ارزیابی مستمر آمادگی تأمین‌کنندگان می‌تواند تاب‌آوری را از یک واکنش موقت پس از بحران به یک قابلیت پایدار و نهادینه‌شده در سازمان تبدیل کند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

Golden, J., Mahdavisharif, M., Castelblanco, G., Mangano, G., & Ferrari, A. (2026). Disruptions and Resilience in Construction Supply Chains. *Automation in Construction*, *181*, 106577. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106577

Hasmee, N., Joshi, H., Gurung, M., Singh, B., & Naseema, S. (2026). Optimising ICU Supply Chains: Evidence-Based Strategies for Efficiency, Resilience and Patient Safety—a Structured Narrative Review. *BMJ Open Quality*, *15*(2), e003422. https://doi.org/10.1136/bmjoq-2025-003422

Kaneberg, E., Piotrowicz, W. D., Jensen, L. M., Hertz, S., & Kedziora, D. (2025). Supply Chain Resilience and Critical Dynamic Capabilities: A Balanced Scorecard Approach. *Production & Manufacturing Research*, *13*(1). https://doi.org/10.1080/21693277.2025.2523957

Karaoulanis, A. (2025). Supply Chain Resilience: Survival Strategies for Turbulent Times. https://doi.org/10.4128/9781637427798

Krimi, I., Saikouk, T., Badraoui, I., & Bahou, Z. (2025). Enabling sustainable and resilient supply chain expansion through technological advancements: Corporate policy insights from the Gulf petrochemical industry. *Journal of Environmental Management*, *390*, 126068. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126068

Li, M., Wang, Q., & Chen, R. (2025). Digitalization as a moderator in AI adoption and supply chain resilience. *Journal of Supply Chain Management*, *61*(3), 45–62. https://doi.org/10.1111/jscm.12256

Li, P., Chen, Y., & Guo, X. (2025). Digital transformation and supply chain resilience. *International Review of Economics & Finance*, *99*, 104033. https://doi.org/10.1016/j.iref.2025.104628

Liu, F., Xie, L., & Liu, W. (2025). Impact of Fintech on supply chain resilience. *International Review of Financial Analysis*, *103*, 104241. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2025.104241

Lu, J. (2025). Influencing Factors of Agricultural Supply Chain Resilience Based on ISM-MICMAC. *International Journal of High Speed Electronics and Systems*. https://doi.org/10.1142/s0129156425405042

Lücker, F., Timonina-Farkas, A., & Seifert, R. W. (2025). Balancing Resilience and Efficiency: A Literature Review on Overcoming Supply Chain Disruptions. *Production and Operations Management*, *34*(6), 1495-1511. https://doi.org/10.1177/10591478241302735

Mohsenzadeh Ledari, A., & Arshadi Khamseh, A. (2025). Resilient Supply Chain Design: Strategies for Mitigating Disruption Risks in a Volatile World. In. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.1011708

Mubarik, M., & Maciukaite-Zviniene, S. (2026). Technology or innovation alone is not enough: A SEM-fsQCA based study on intelligent automation driven supply chain resilience. *Journal of Innovation & Knowledge*, *13*, 100930.

E-ISSN: 3041-8933

Negi, P. (2025). Supply Chain Resilience, Organizational Effectiveness, and Firm Performance: A Systematic Review and Future Research Agenda. *Sage Open*, *15*(4). https://doi.org/10.1177/21582440251393994

Patrucco, A. S. (2025). From Triple-A To <scp>AAA</Scp> +: Recalibrating Agility, Adaptability, and Alignment for Digital, Responsible, and Resilient Supply Chains. *Journal of Business Logistics*, *47*(1). https://doi.org/10.1111/jbl.70049

Pellegrino, R., & Gaudenzi, B. (2025). Supply Chain Resilience as a Viable Way to Cope with Disruptions: An Empirical Analysis of Italian Firms. *Review of managerial science*. https://doi.org/10.1007/s11846-025-00911-z

Rachid, M., Kacem Abderrahmane, B., Hassan, M., & Abdelmajid, E. (2025). Enhancing Supply Chain Resilience through Strategic Inventory Management and Technological Integration in Extreme Climate Contexts. In. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.1010248

Rinaldi, M., Caterino, M., Riemma, S., Macchiaroli, R., & Fera, M. (2025). Emergency Supply Chain Resilience Enhanced through Blockchain and Digital Twin Technology. *Logistics*, *9*, 43. https://doi.org/10.3390/logistics9010043

Sadeghi, H., Asgari, V., & Elahiari, N. (2025). The Role of Human Resource Management and Artificial Intelligence in Agile and Resilient Supply Chains (Case Study: Hospitality Industry of Isfahan City). Third National Conference on the Modern Management Student Branch in the Age of Artificial Intelligence, Tehran.

Srivastava, G., & Bag, S. (2025). Harnessing Digital Twin Technology To enhance Resilience in Humanitarian Supply Chains: An Empirical Study. *Benchmarking an International Journal*. https://doi.org/10.1108/bij-12-2024-1143

Tathavadekar, V. P. (2025a). Sustainable and Resilient Supply Chain Practices through Digital Transformation and Circular Economy Strategies. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://zenodo.org/records/15605978/files/V13i601.pdf%3Fdownload%3D1&ved=2ahUKEwieoc2ai9eSAxUIXKQEHa4GApsQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw0S-paBPhl3RbMbSdYMcOWv

Tathavadekar, V. P. (2025b). *Sustainable and Resilient Supply Chain Practices through Digital Transformation and Circular Economy Strategies*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5448394

Tian, Y., & Cui, L. (2025). Supply chain resilience and digital transformation: perspectives from a supply chain network. *Humanities and Social Sciences Communications*, *12*(1). https://doi.org/10.1057/s41599-025-06011-3

Tobing, A. E. N., & Santosa, W. (2025). The Effect of Absorptive Capacity on Supply Chain Innovation Performance Through Supply Chain Resilience in Manufacturing Companies: Empirical Study From Bogor Region, Indonesia. *Golden Ratio of Data in Summary*, *5*(1), 119-131. https://doi.org/10.52970/grdis.v5i1.927

Tortorella, G., Gloet, M., Samson, D., Kurnia, S., Fogliatto, F. S., & Anzanello, M. J. (2025). Food supply chain resilience through digital transformation: a mixed-method approach. *The International Journal of Logistics Management*, *36*(2), 381-412. https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2024-0030

Wang, H., Chen, Y., Xie, J., & Liu, C. (2025). Research on Digital Empowerment, Innovation Vitality and Manufacturing Supply Chain Resilience Mechanism. *PLoS One*, *20*(2), e0316183. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316183

Wietschel, L., Helbig, C., Hillenbrand, M., & Thorenz, A. (2025). Integrated conceptual framework for resilience and criticality assessments for raw material supply chains. *Resources, Conservation and Recycling*, *218*, 108249-108249. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2025.108249

Xiao, X., Zhu, J., Regan, D., & Wen, Z.-m. (2025). Exploring Cascading Failures in Supply Chain Risk Management: A Systematic Review, 2013-2024. *Journal of Safety Science and Resilience*, 100234. https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2025.100234

Yao, J. (2025). Analysis of the Factors Influencing Grain Supply Chain Resilience in China Using Bayesian Structural Equation Modeling. *Sustainability*, *17*(7), 3250. https://doi.org/10.3390/su17073250

Yu, Y. (2025). The Impact of Digital Transformation on Supply Chain Resilience in Manufacturing: The Mediating Role of Supply Chain Integration. *Sustainability*, *17*(9), 3873. https://doi.org/10.3390/su17093873

Zogaan, W. A., Ajabnoor, N., & Salamai, A. A. (2025). Leveraging deep learning for risk prediction and resilience in supply chains: insights from critical industries. *Journal of Big Data*. https://doi.org/10.1186/s40537-025-01143-4