

Research Paper

Structural Insights into the Impact of Supply Chain Digitalization on Resilience and PerformanceDariush Mohamadi Zanjirani *¹ 

¹ Associated professor, Department of Management, Faculty of Administrative Science and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran

<https://doi.org/10.22034/jmps.2025.143003.1009>**Keywords:**

Resilience; Digitalization;
Supply Chain; Performance;
Interpretive Structural
Modeling

Received:

November 1, 2025

Accepted:

December 9, 2025

Available online:

August 1, 2025

Abstract

In recent years, the growing complexity, uncertainty, and widespread disruptions in global supply chains have highlighted the importance of supply chain resilience as a key factor in maintaining continuity and improving organizational performance. The experience of the COVID-19 pandemic demonstrated that traditional supply chain management approaches lack the capacity to respond effectively to sudden disruptions, underscoring the increasing need to leverage advanced technologies. Nevertheless, much of the existing research has examined resilience from a single-dimensional perspective, and the role of digitalization in strengthening the multiple dimensions of resilience and its impact on supply chain performance has not been comprehensively addressed. Drawing on the dynamic capabilities theory, this study examines the effect of digitalization on the multidimensional resilience of supply chains—encompassing absorptive, responsiveness, and recovery capabilities—and its subsequent implications for supply chain performance.

The research methodology is based on expert consensus among professionals active in the country's online retail sector and employs interpretive structural modeling to analyze the direct and indirect relationships among digitalization, resilience dimensions, and supply chain performance. The findings indicate that digitalization, by enhancing transparency, improving information flows, and enabling data-driven decision-making, directly strengthens the absorptive capability of the supply chain and indirectly enhances responsiveness and recovery capabilities. The results further demonstrate the mediating role of multidimensional resilience in the relationship between digitalization and supply chain performance, such that improved resilience leads to greater operational efficiency, more optimal resource allocation, and a reduction in the negative impacts of disruptions. Overall, this study offers a novel framework for the development of digital, intelligent, and resilient supply chains and outlines a clear practical pathway for enhancing the sustainable performance of organizations.

* **corresponding author:** Dariush Mohamadi Zanjirani

Email: d.mohamadi@ase.ui.ac.ir

Phone: 09134209401

تحلیل ساختاری ارتباط دیجیتال سازی زنجیره تأمین با تاب‌آوری و عملکرد آن

داریوش محمدی زنجیرانی *1 

^۱ دانشیار، دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران



<https://doi.org/10.22034/jmps.2025.143003.1009>

چکیده

کلیدواژه‌ها:

تاب‌آوری؛ دیجیتال سازی؛ زنجیره
تأمین؛ عملکرد؛ مدلسازی
ساختاری تفسیری

تاریخ دریافت:

۱۴۰۴/۰۸/۱۰

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۹/۱۸

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۰۵/۱۵

در سال‌های اخیر، افزایش پیچیدگی، عدم قطعیت و بروز اختلالات گسترده در زنجیره‌های تأمین جهانی، اهمیت تاب‌آوری زنجیره تأمین را به عنوان عاملی کلیدی در حفظ تداوم و بهبود عملکرد سازمان‌ها برجسته ساخته است. تجربه همه‌گیری کووید-۱۹ نشان داد که رویکردهای سنتی مدیریت زنجیره تأمین توان پاسخگویی مناسب به اختلالات ناگهانی را ندارند و نیاز به بهره‌گیری از فناوری‌های نوین بیش از پیش احساس می‌شود. با وجود این، بخش عمده‌ای از پژوهش‌های پیشین، تاب‌آوری را به صورت تک بعدی بررسی کرده و نقش دیجیتال سازی در تقویت ابعاد مختلف تاب‌آوری و تأثیر آن بر عملکرد زنجیره تأمین به طور جامع مورد توجه قرار نگرفته است. در این پژوهش، با اتکا به نظریه قابلیت‌های پویا، اثر دیجیتال سازی بر تاب‌آوری چندبعدی زنجیره تأمین شامل قابلیت جذب، پاسخگویی و بازیابی و همچنین پیامدهای آن بر عملکرد زنجیره مورد بررسی قرار گرفته است. روش‌شناسی پژوهش مبتنی بر اجماع نظر خبرگان فعال در فروشگاه‌های اینترنتی کشور و به کارگیری مدل سازی ساختاری تفسیری برای تحلیل روابط مستقیم و غیرمستقیم میان دیجیتال سازی، ابعاد تاب‌آوری و عملکرد زنجیره تأمین است. یافته‌ها نشان می‌دهد دیجیتال سازی با افزایش شفافیت، بهبود جریان اطلاعات و تصمیم‌گیری داده‌محور، به طور مستقیم قابلیت جذب زنجیره تأمین را تقویت کرده و به صورت غیرمستقیم موجب بهبود قابلیت‌های پاسخگویی و بازیابی می‌شود. نتایج همچنین بیانگر نقش میانجی تاب‌آوری چندبعدی در رابطه بین دیجیتال سازی و عملکرد زنجیره تأمین است، به گونه‌ای که ارتقای تاب‌آوری منجر به افزایش کارایی عملیاتی، تخصیص بهینه منابع و کاهش آثار منفی اختلالات می‌شود. در مجموع، این پژوهش چارچوبی نوین برای توسعه زنجیره‌های تأمین دیجیتال، هوشمند و مقاوم ارائه کرده و مسیر عملی روشنی برای بهبود عملکرد پایدار سازمان‌ها ترسیم می‌کند.

* نویسنده مسئول: داریوش محمدی

ایمیل: d.mohamadi@ase.ui.ac.ir
تلفن: 09134209401

آدرس: دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، گروه مدیریت

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، پیچیدگی و پویایی فزاینده زنجیره‌های تأمین در سطح جهانی موجب شده است که این سیستم‌ها بیش از پیش در معرض انواع اختلال‌ها و ریسک‌های محیطی قرار گیرند. فعالیت‌های غیرمتمرکز، شبکه‌های پیچیده تأمین و ناپایداری بازار، ثبات عملکرد زنجیره‌های تأمین را تضعیف کرده و آسیب‌پذیری آن‌ها را در برابر رویدادهای غیرمنتظره افزایش داده است. (Pettit et al., 2019) اختلالات زنجیره تأمین معمولاً به دلیل وقوع حوادث ناگهانی نظیر بلایای طبیعی، آتش‌سوزی، از دست دادن تأمین‌کنندگان، جنگ یا تروریسم به وجود می‌آیند. (Jahani et al., 2017) تجربه همه‌گیری جهانی کووید-۱۹ به روشنی نشان داد که تقریباً تمامی زنجیره‌های تأمین جهانی در نتیجه این بحران با درجات متفاوتی از اختلال مواجه شده‌اند و این مسئله تأثیر چشمگیری بر جریان تولید و عملیات شرکت‌ها داشته است (Belhadi et al., 2022).

در چنین شرایطی، تاب‌آوری زنجیره تأمین به عنوان یک قابلیت کلیدی برای مقابله با اختلال‌ها، کاهش آسیب‌پذیری و حفظ تداوم عملکرد سازمان‌ها مورد توجه گسترده محققان و مدیران قرار گرفته است. (Li et al., 2022) تاب‌آوری زنجیره تأمین به توانایی سیستم برای پیش‌بینی، جذب، پاسخ‌دهی و بازیابی از اختلال‌ها اشاره دارد، به نحوی که بتواند در برابر بحران‌ها مقاومت کرده و پس از وقوع آن‌ها، به حالت اولیه یا حتی به وضعیتی بهینه‌تر بازگردد. با این حال، علی‌رغم اهمیت بالای مفهوم تاب‌آوری، بسیاری از مطالعات پیشین، این مفهوم را به صورت تک‌بعدی مورد بررسی قرار داده و صرفاً بر استراتژی‌های کلی تاب‌آوری متمرکز بوده‌اند. از این‌رو، شناخت ابعاد مختلف تاب‌آوری و ارزیابی جامع آن در زنجیره تأمین همچنان یک خلأ علمی محسوس به شمار می‌آید. (Shen & Sun, 2021)

از سوی دیگر، تحولات فناورانه و دیجیتال‌سازی فرآیندهای زنجیره تأمین در سال‌های اخیر، افق جدیدی برای مدیریت تاب‌آوری فراهم ساخته است. فناوری‌های نوظهور همچون تحلیل داده‌های بزرگ، بلاک‌چین و هوش مصنوعی، امکان نظارت، پیش‌بینی و واکنش سریع‌تر به اختلالات را فراهم کرده‌اند. (Song et al., 2021) دیجیتال‌سازی، با ایجاد شفافیت، افزایش سرعت جریان اطلاعات و بهبود هماهنگی بین بخش‌های مختلف زنجیره تأمین، ظرفیت سازمان‌ها را در مقابله با بحران‌ها افزایش می‌دهد. با این وجود، هنوز به‌طور دقیق مشخص نیست که دیجیتال‌سازی از چه مکانیسم‌هایی و از طریق چه ابعادی می‌تواند بر تاب‌آوری زنجیره تأمین تأثیر بگذارد و این تأثیر چگونه بر عملکرد کلی زنجیره تأمین بازتاب می‌یابد (Yang & Zhang, 2021).

همچنین، پژوهش‌های موجود عمدتاً بر استفاده از فناوری‌های دیجیتال به عنوان ابزارهایی مستقل تمرکز کرده‌اند، در حالی که تاب‌آوری دیجیتال محور زنجیره تأمین مفهومی فراتر از به‌کارگیری فناوری‌های منفرد است و نیازمند ادغام هوشمندانه فناوری‌های دیجیتال در کل ساختار و فرآیندهای زنجیره تأمین و ایجاد یک چارچوب پویا برای مدیریت دیجیتال تاب‌آوری می‌باشد (Ivanov & Dolgui, 2020). با توجه به این شکاف نظری و نیاز عملی، مطالعه حاضر با تکیه بر نظریه قابلیت‌های پویا^۱ درصدد است تا به دو پرسش اساسی پاسخ دهد:

ابعاد مختلف تاب‌آوری در زنجیره تأمین کدام‌اند و هر یک چه نقشی در مدیریت زنجیره و فرآیندهای عملیاتی ایفا می‌کنند؟
دیجیتال‌سازی چگونه بر تاب‌آوری و عملکرد زنجیره تأمین اثر می‌گذارد و مکانیسم‌های میانجی یا تعدیل‌گر این ارتباط چیست؟
برای پاسخ به این پرسش‌ها، پژوهش حاضر به تدوین و آزمون یک مدل ساختاری تفسیری می‌پردازد که در آن تأثیر دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین بر تاب‌آوری و در نهایت بر عملکرد زنجیره تأمین بررسی می‌شود. نتایج حاصل می‌تواند ضمن پرکردن خلأ موجود در ادبیات، مدیران سازمان‌ها و کسب‌وکارهای آنلاین را در طراحی زنجیره‌های تأمین هوشمند، منعطف و تاب‌آور یاری رساند.

۲. ادبیات پژوهش

¹ Dynamic Capabilities Theory

تاب‌آوری زنجیره تامین. تاب‌آوری از دیرباز به عنوان یکی از قابلیت‌های اصلی زنجیره تامین در مقابله با رویدادهای مخرب تلقی شده است که می‌تواند آسیب‌پذیری آن را کاهش داده و به شرکت‌ها کمک کند تا با اختلالات موجود کنار بیایند و اگر وضعیت جدیدتر، بهتر نباشد، به وضعیت عملیاتی ماقبل خود بازگردند. اپیدمی کووید ۱۹ تاب‌آوری زنجیره تامین را به اولویت اصلی شرکت‌ها تبدیل کرد و بحث‌های گسترده‌ای را در محافل دانشگاهی و مدیریتی ایجاد کرد. (Raj et.al, 2022). تاب‌آوری مفهومی چند رشته‌ای است که شامل روانشناسی، مهندسی، بوم‌شناسی و اقتصاد می‌شود.

محققین مختلف عوامل چندی نظیر انعطاف‌پذیری زنجیره تامین، افزونگی^۱، چابکی، دیدارپذیری^۲، همکاری و یادگیری زنجیره تامین را به عنوان عناصری از قابلیت‌هایی که می‌توانند تاب‌آوری زنجیره تامین را تقویت کنند، شناسایی کرده‌اند. با این حال، همانطور که پاراست (۲۰۲۲) نشان می‌دهد، تاب‌آوری زنجیره تامین قابلیت چند بعدی است و توجه به ابعاد مختلف آن، مستلزم توسعه انواع مختلفی از منابع و قابلیت‌های سازمانی است (Parast, 2022).

علی و همکاران (۲۰۲۲) استدلال می‌کنند که تاب‌آوری زنجیره تامین، شامل سه بعد از قابلیت‌ها است: قابلیت آمادگی، قابلیت پاسخگویی و قابلیت بازیابی (Ali et.al, 2022). مطالعه حاضر با ادغام دیدگاه‌های دانشمندان مختلف، چارچوبی قابلیت‌ی را برای تاب‌آوری زنجیره تامین در اختیار می‌گذارد که بر پایه تئوری قابلیت پویا و ویژگی‌های مرحله‌ای زنجیره تامین در مقابله با ریسک‌های اختلال است. مطابق این چارچوب، تاب‌آوری زنجیره تامین شامل سه بعد، یعنی قابلیت جذب (قبل از اختلال)، قابلیت پاسخ (در حین اختلال)، و قابلیت بازیابی (بعد از اختلال) است. قابلیت‌های جذب و پاسخگویی، بازتابی از قابلیت‌های درون‌زای زنجیره تامین هستند، در حالی که قابلیت بازیابی، قابلیت‌های برون‌زا را منعکس می‌کنند (Hosseini et.al, 2019). قابلیت جذب بر توانایی سیستم زنجیره تامین برای جذب و مقاومت در برابر اختلالات زنجیره تامین با استفاده از منابع اضافی اولیه و سایر فعالیت‌های آماده‌سازی جهت مقابله با ریسک تأکید دارد. این قابلیت به عنوان اولین خط دفاعی، برای زنجیره‌های تامین در مقابله با رویدادهای اختلال در نظر گرفته می‌شود. شرکت‌های درگیر در یک زنجیره تامین دارای قابلیت جذب، وضعیت عملیات زنجیره تامین را به طور کامل درک می‌کنند و بر این اساس قبل از وقوع رویدادهای مخرب، از آمادگی لازم برخوردارند (Parast, 2022). همچنین قابلیت جذب منعکس‌کننده سه عنصر تاب‌آوری زنجیره تامین است: آگاهی موقعیتی زنجیره تامین، افزونگی و دیدارپذیری (Ivanov & Dolgui, 2020). دیدارپذیری تضمین می‌کند که بازیگران زنجیره تامین به اطلاعات عرضه و تقاضا، دقیق و به موقع دسترسی دارند. گاداس و قوداری (۲۰۱۷) اذعان می‌کنند که یک زنجیره تامین باید قبل از وقوع یک رویداد مخرب، خطر قریب الوقوع را پیش‌بینی کند. پیش‌بینی اولیه فاجعه، امکان آماده‌سازی منابع کاهش‌دهنده را از قبل فراهم می‌کند، مانند موجودی اضافی و تامین‌کنندگان متعدد که به زنجیره تامین کمک می‌کند تا از منابع خود استفاده کرده و برخی از اختلالات را در زمان وقوع خطر جذب کند.

قابلیت پاسخگویی، شامل توانایی زنجیره تامین در پاسخ صحیح و بهنگام به ریسک، با تنظیم جریان فعالیت‌ها و تخصیص منابع در مواجهه با رویداد اختلال است. قابلیت پاسخگویی به عنوان یک عامل تعیین‌کننده برای تاب‌آوری زنجیره تامین در نظر گرفته می‌شود و دومین خط دفاعی در برابر اختلالات زنجیره تامین است (Hosseini et.al, 2019). یک زنجیره تامین با سطح بالایی از قابلیت پاسخگویی، می‌تواند وضعیت عملیاتی زنجیره تامین را در صورت بروز خطر اختلال، به سرعت بررسی کند، استراتژی‌های واکنش سریع در مقابل ریسک را اتخاذ کند و شیوه‌های غیر استاندارد را برای کاهش اختلالات به اجرا گذارد.

قابلیت بازیابی نیز به توانایی یک شرکت برای دستیابی سریع به عملیات اولیه یا وضعیت بهتر، با استفاده از روش‌های بهینه برای حل سریع و مقرون به صرفه شوک‌های ریسک (در مراحل بعدی وقوع آن) اشاره دارد. قابلیت بازیابی، آخرین خط دفاعی سیستم‌های زنجیره تامین در برابر ریسک‌های اختلال است. زمانی که قابلیت‌های جذب و پاسخ نتوانند حالت عملیاتی اولیه را حفظ کنند، قابلیت بازیابی به تقویت فوری نیاز دارد. قابلیت بازیابی بر پیکربندی مجدد منابع و قابلیت‌های داخلی و خارجی برای کمک به بازگشت سریع زنجیره تامین به حالت اولیه تأکید دارد؛ قابلیت بازیابی شامل سه عنصر کارایی بازیابی زنجیره تامین، برنامه‌ریزی اقتضایی و مدیریت دانش است (Han et.al, 2020). با یکپارچه‌سازی دانش و اطلاعات در مورد رویدادهای اختلال و یادگیری از بازخورد، شرکت‌ها می‌توانند برنامه‌ها و راه‌حل‌های بهتری را برای عملیات آینده زنجیره تامین توسعه دهند و به وضعیت عملیاتی بهتری دست یابند.

¹ redundancy

² visibility

دیجیتال سازی زنجیره تامین. با ظهور عصر دیجیتال، خدمات دیجیتالی زنجیره تامین و الگوریتم های تحلیلی پشت آن، به عوامل اصلی رقابت در عصر جدید تبدیل شده اند (Ivanov & Dolgui, 2020). برای دستیابی به اهداف دیجیتال سازی، شرکت ها فناوری ها و مؤلفه های دیجیتال و همچنین سایر آماده سازی های دیجیتالی همانند استراتژی دیجیتال، ساختار سازمانی دیجیتال، فرهنگ دیجیتال و استعداد های دیجیتال را معرفی می کنند (Li et.al, 2022). دیجیتال سازی زنجیره تامین، به ادغام فناوری های دیجیتال (مانند داده های بزرگ، محاسبات ابری، بلاک چین، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی) در فعالیتهای زنجیره تامین اشاره دارد تا فرآیند عملیاتی "تصمیم گیری داده محور" را شکل دهد (Colombari et.al, 2022). ادغام فناوری های دیجیتال در فعالیتهای زنجیره تامین سنتی، حجم زیادی از داده ها و اطلاعات را ایجاد می کند. استفاده از نتایج تحلیلی داده ها برای افزایش کارایی فرآیندهای تجاری خاص می تواند ارزش های قابل توجهی را به زنجیره تامین بیافزاید. برای مثال، ژو و همکاران (۲۰۲۳) پیشنهاد می کنند که استفاده از فناوری های دیجیتال مانند قراردادهای هوشمند، ذخیره سازی دیجیتال و برچسب های هوشمند، قابلیت ردیابی را در کل چرخه عمر محصول، از تولید مواد خام تا تحویل محصول نهایی ممکن می سازد (Zhou et.al, 2023). برخلاف سایر مفاهیم مرتبط مانند تحول دیجیتال و پذیرش فناوری دیجیتال، دیجیتال سازی بر دگرگونی خاص فرآیندهای کسب و کار زنجیره تامین و فرآیندهای تصمیم گیری که توسط کاربردهای فناوری دیجیتال ایجاد می شود، تاکید دارد (Ageron, 2020). روکس و همکاران (۲۰۲۱) استدلال می کنند که دیجیتال سازی می تواند در دو حوزه اصلی، یعنی محصولات/خدمات دیجیتال و فرآیندهای دیجیتال منعکس شود. تروانت و همکاران (۲۰۲۱) نیز پیشنهاد می کنند که دیجیتال سازی شامل دو جنبه است: افزودن اجزای دیجیتال به محصولات فیزیکی برای شکل گیری محصولات/خدمات دیجیتال و توانمندسازی قابلیت های دیجیتال در فرآیندهای عملیاتی برای آوردن محصولات و خدمات با ارزش افزوده به شرکت (Truant, 2021). همچنین تحقیقات موجود، نقش دیجیتالی شدن را در افزایش سطوح عملکرد نشان می دهد. دیجیتال سازی می تواند دیدارپذیری زنجیره تامین، اتصال پذیری، نوآوری، بلادرنگی، شفافیت، سرعت و ... را افزایش دهد، بنابراین شرکت های علاقمند را قادر می سازد تا منابع را بهتر برنامه ریزی کنند و قابلیت هایی را برای رفع نیازهای متنوع مصرف کنندگان ایجاد کنند (Culot et.al, 2020).

مطالعات اخیر نشان داده اند که دیجیتال سازی می تواند تاب آوری زنجیره تامین را افزایش دهد. هالد و گوسلاگنا (۲۰۲۲) چهار قابلیت حیاتی انعطاف پذیری را شناسایی می کنند که می توان آن ها را با استفاده از فناوری های دیجیتال افزایش داد، این قابلیت ها شامل انعطاف پذیری، دیدارپذیری، مدیریت ریسک و همکاری است. پاپانائو و همکاران (۲۰۲۲) اذعان می کنند که تجزیه و تحلیل پیش بینی کننده، به عنوان یک فناوری دیجیتال در حال ظهور، می تواند به زنجیره های تامین کمک کند تا به سرعت مسائل مربوط به ریسک های اختلال را پیش بینی کرده و به آن پاسخ دهند و نیز تصمیمات مدیریت ریسک را به موقع اتخاذ کنند، در نتیجه زنجیره تامین را قادر می سازد تا به سمت یک ساختار کامل و استوار حرکت کند (Papanagnou et.al, 2022). بیانکو و همکاران (۲۰۲۲) دستیابی به تاب آوری در شرکت ها از طریق دیجیتال سازی را مطالعه کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که استفاده از فناوری های دیجیتال، مانند داده های بزرگ، محاسبات ابری و اینترنت اشیا در یک زنجیره تامین می تواند به شیوه های مدیریت هوشمند، مانند بهبود استقلال سیستم تولید و بهره وری انرژی منجر شود. شیوه های مدیریت هوشمند، توسعه قابلیت های دیجیتال، مانند فرهنگ دیجیتال و قابلیت های نوآوری را امکان پذیر می سازد، که می تواند تأثیر مثبتی بر تاب آوری داشته باشد (Bianco et.al, 2022). فارستنا و همکاران (۲۰۲۲) معتقدند که مطالعات موجود باید توجه بیشتری به تبیین نقش دیجیتال سازی در افزایش قابلیت های تاب آوری در ابعاد مختلف رنجیره تامین داشته باشد. به این ترتیب، آنها یک چارچوب تاب آوری زنجیره تامین ایجاد می کنند که ابعاد مختلف تاب آوری، از جمله قابلیت های پیش بینی، قابلیت های نظارت، قابلیت های پاسخگویی، و قابلیت های یادگیری را شناسایی می کند. دیجیتال سازی محدود به پذیرش برخی فناوری های دیجیتال خاص برای کاهش خطرات نیست بلکه فناوری های دیجیتال را در کل فرآیند تاب آوری زنجیره تامین ادغام کرده و یک چارچوب مدیریت دیجیتال انعطاف پذیری را ایجاد می کند.

تئوری قابلیت پویا^۱. تئوری قابلیت پویا بر مبنای دیدگاه مبتنی بر منابع^۲ (RBV) توسعه یافته است. RBV. چنین استدلال می کند که شرکت ها از توانایی دستیابی به مزیت رقابتی پایدار برخوردارند زیرا منابعی در اختیار دارند که غیرقابل جایگزین، ارزشمند و کمیاب است. چنین منابعی شامل منابع انسانی مشهود و نامشهود، منابع مالی، دانشی و فکری است. دیدگاه RBV بر اساس دیدگاهی ایستا ساخته شده است و بر تجزیه و تحلیل مزیت رقابتی منابع داخلی منحصر به فرد یک شرکت تمرکز دارد.

¹ Dynamic capability theory² resource-based view (RBV)

برخی از محققان استدلال می‌کنند که در یک محیط پویا، اصل پویایی رقابت ممکن است تغییر کند در حالیکه ایستایی منابع، تداوم مزیت رقابتی را تضمین نکند. (Warner & Wager, 2019). بنابراین، برای توضیح رقابت قوی در بازارهای پویا، محققان مفهوم قابلیت‌های پویا را بر اساس تئوری مبتنی بر منابع توسعه داده‌اند. قابلیت‌های پویا شامل توانایی یک شرکت برای ادغام، ساختاردهی، پیکربندی مجدد منابع داخلی و خارجی و نیز قابلیت انطباق با محیط خارجی به سرعت در حال تغییر است. هنگامی که محیطی که یک شرکت در آن فعالیت می‌کند بسیار پویا است، شرکت باید انعطاف‌پذیر باشد تا قابلیت‌های پویای خود را برای پاسخگویی به این تغییرات تنظیم کند (Karimi-Alagheband & Rivard, 2020).

تیس (۲۰۰۷) اذعان می‌کند که قابلیت‌های پویا شامل درک فرصت‌ها و تهدیدها، بهره‌برداری از فرصت‌ها و رقابتی ماندن است. وانگ و احمد (۲۰۰۷) معتقد بودند که قابلیت پویا، قابلیتی جامع است و سه عنصر آن را شناسایی کردند: قابلیت انطباق، قابلیت جذب و قابلیت نوآوری. ویلهلم و همکاران (۲۰۱۵) نیز سه بعد قابلیت پویا را نشان دادند: قابلیت درک به موقع، قابلیت یادگیری و قابلیت پیکربندی مجدد منابع. هونگ و همکاران (۲۰۱۸) گسترش قابلیت پویا به سطح زنجیره تامین را به پنج بعد: ارزیابی اکتساب دانش و قابلیت جذب، قابلیت ادراک بازارمحور، قابلیت نوآوری، قابلیت تجدید ساختار داخلی و قابلیت ارتباط شبکه اجتماعی گسترش دادند (Hong et.al, 2018).

تاب‌آوری شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا قبل از شروع رویدادهای غیرمنتظره، ریسک را به طور موثری درک کنند و به سرعت منابع و قابلیت‌های خود را برای پاسخگویی و نیز بازایی به سطح اولیه عملیات خود در مواجهه با رویدادهای غیرمنتظره بسیج کنند (ویلند و دارچ، ۲۰۲۱). شرکت‌هایی که به سرعت بهبود می‌یابند می‌توانند بازار را جلوتر از رقبای خود به چنگ آورده، مزیت‌های رقابتی خود را حفظ کرده و یا حتی مزایای جدیدی ایجاد کنند.

طبق دیدگاه تیس (۲۰۰۷) قابلیت‌های پویا، شامل توانایی شرکت‌ها برای درک فرصت‌ها، استفاده از آن‌ها و بالاخره رقابتی ماندن است. مطابق با قابلیت درک، قابلیت جذب در تاب‌آوری زنجیره تامین بر درک و پیش‌بینی ریسک‌ها و مشاهده به موقع تغییرات بازار، جهت آماده‌سازی متناسب با آن تأکید دارد. مطابق با توانایی استفاده از فرصت‌ها، قابلیت پاسخ زنجیره تامین، بر تنظیم سریع ساختار منابع بالادست و پایین دست زنجیره تامین تأکید داشته و مطابق با حفظ رقابت، تاب‌آوری بر اتخاذ ابزارهای بازایی برای بهبود سریع و یادگیری از اختلالات برای بهبود توانایی رقابتی زنجیره تامین تأکید می‌کند. بنابراین، بسیاری از محققان تاب‌آوری را قابلیت پویا دانسته و به تدریج نظریه قابلیت پویا را به عنوان یک مبنای نظری برای مطالعه تاب‌آوری پذیرفته‌اند.

وقوع همه‌گیری کرونا به دیجیتالی شدن شرکت‌ها سرعت بخشید و فناوری‌های دیجیتال به منظور کاهش هزینه‌های تولید و افزایش کارایی عملیات در فرآیندهای زنجیره تامین به کار گرفته شدند. با این حال، این فناوری‌ها بیشتر قابلیت‌های استاندارد هستند که منابع موجود را به کار می‌گیرند و برای حمایت از شرکت‌ها برای رقابت در بازارهای آینده کافی نیستند (Warner & Wager, 2019). گسترش بیماری همه‌گیر کوئید ۱۹ به موازات ظهور نوآوری‌های فناوری دیجیتال باعث تشدید پویایی محیط و نیز سطح رقابت در بازار شده و شرکت‌ها برای دستیابی به مزیت رقابتی و عملکرد بالا، بیشتر بر قابلیت‌های پویا تکیه می‌کنند تا منابع خود را یکپارچه ساخته و پیکربندی مجدد کنند. اهمیت دیجیتال‌سازی بیشتر در یکپارچگی خاص با فرآیندهای عملیاتی زنجیره تامین برای کمک به توسعه آن دسته از قابلیت‌های پویا که توانایی سازگاری با محیط را دارند، منعکس می‌شود. بنر همین اساس، تاب‌آوری زنجیره تامین به عنوان یک قابلیت پویا در نظر گرفته می‌شود که در جریان بحران‌ها، بر پیش‌بینی به موقع ریسک، بسیج کافی منابع و پیکربندی مجدد منابع زنجیره تامین برای حفظ مزیت رقابتی و سطوح عملکرد پایدار در محیطی ناپایدار تأکید دارد. در این مرحله، قابلیت‌های تاب‌آوری مبتنی بر دیجیتال‌سازی منبعی از مزیت رقابتی در یک محیط بحرانی هستند. شرکت‌هایی که نتوانند این قابلیت‌ها را توسعه دهند احتمالاً از بازار حذف خواهند شد. از منظر دیجیتال‌سازی، تاب‌آوری زنجیره تامین به سه طریق ممکن افزایش می‌یابد:

اول، استفاده از فناوری دیجیتال، وضعیت دیداری زنجیره تامین و آمادگی ریسک را افزایش می‌دهد، به شرکت‌ها کمک می‌کند اطلاعات بازار داخلی و خارجی را تجزیه و تحلیل کنند، ریسک‌ها را به موقع پیش‌بینی کنند و توانایی جذب اختلالات را افزایش دهند (Rogerson & Parry, 2020).

دوم، استفاده از فن‌آوری دیجیتال پیشرفته، چابکی و انعطاف‌پذیری فرآیندهای کسب‌وکار را افزایش می‌دهد، همکاری شرکت‌های زنجیره تامین را تقویت کرده و توانایی پاسخگویی به خطرات اختلال را به ارمغان می‌آورد. علاوه، دیجیتالی شدن به شرکت‌ها کمک می‌کند تا پیکربندی مجدد منابع داخلی و خارجی خود را برای بازایی از محیط پویا تسهیل کنند.

مدلسازی ساختاری تفسیری^۱ (ISM). مدلسازی ساختاری تفسیری رویکردی است که به مطالعه رابطه متقابل بین مجموعه‌ای از عناصر مختلف و مستقیماً مرتبط در قالب یک مدل نظام‌مند جامع کمک می‌کند. رویکرد مدلسازی ساختاری تفسیری، الگویی ساده و قابل درک از یک سیستم پیچیده ارائه می‌دهد علاوه بر این تکنیکی شناخته شده است که در حل مشکلات تصمیم‌گیری صنعتی استفاده می‌شود. مدلسازی ساختاری تفسیری به این دلیل انتخاب شده است که یک مدل سلسله‌مراتبی را که به خوبی تعریف شده و قابل درک است ایجاد می‌نماید و با مشخص کردن رابطه پیچیده آنها می‌توان در بررسی‌های مختلف از آن استفاده نمود. این فرآیند تعاملی پرکاربرد با استخراج نظر خبرگان ساختاری توسعه می‌دهد که درواقع نظم و جهت بخشیدن به مجموعه‌ای از عوامل است که آنها را در یک مدل ساختاری یکپارچه می‌سازد و اساساً مدلی سلسله‌مراتبی برای تعریف یک موضوع است. (Shahryari Nia et.al, 2020). خروجی این روش یک مدل ساختاری است که در آن ارتباط بین متغیرها از نظر نوع تاثیرگذاری بر یکدیگر مشخص خواهد بود.

مراحل اجرای این روش شامل تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری، تشکیل ماتریس دسترسی اولیه، تشکیل ماتریس دسترسی نهایی، سطح بندی ماتریس دسترسی نهایی و در نهایت ترسیم مدل ساختاری تفسیری است.

تبیین نظری پژوهش: در دهه‌های اخیر، پیچیدگی زنجیره‌های تأمین، جهانی‌شدن فعالیت‌ها و بروز بحران‌های متوالی مانند همه‌گیری کووید-۱۹، ضرورت بازنگری در نحوه مدیریت و پایداری زنجیره‌های تأمین را آشکار ساخته است. در چنین محیط پویایی، سازمان‌ها دیگر نمی‌توانند تنها بر کارایی عملیاتی تکیه کنند، بلکه نیازمند توسعه توانمندی‌هایی هستند که بتوانند در برابر اختلالات مقاومت کرده و به سرعت بازیابی شوند. این رویکرد در ادبیات علمی با عنوان تاب‌آوری زنجیره تأمین شناخته می‌شود.

بر اساس نظریه قابلیت‌های پویا، مزیت رقابتی پایدار نه از منابع ایستا، بلکه از توانایی سازمان در درک فرصت‌ها و تهدیدها، بازیگربندی منابع و پاسخ مؤثر به تغییرات محیطی حاصل می‌شود. از این منظر، تاب‌آوری زنجیره تأمین نوعی قابلیت پویا محسوب می‌شود که سازمان را قادر می‌سازد تا در مواجهه با بحران‌ها، منابع خود را به گونه‌ای ترکیب و بازآرایی کند که ضمن حفظ تداوم عملیات، به سطح عملکرد مطلوب‌تری نیز دست یابد. تاب‌آوری زنجیره تأمین مفهومی چندبعدی است که ابعاد کلیدی آن شامل قابلیت جذب^۲، قابلیت پاسخ^۳ و قابلیت بازیابی^۴ می‌باشد.

- قابلیت جذب، توانایی زنجیره در پیش‌بینی، شناسایی و آمادگی در برابر ریسک‌ها را توصیف می‌کند.
- قابلیت پاسخ، به توانایی واکنش سریع و هماهنگ در زمان بروز بحران اشاره دارد.
- قابلیت بازیابی، بیانگر بازگشت به شرایط مطلوب و بهبود پس از اختلال است.

با ظهور فناوری‌های دیجیتال، از جمله هوش مصنوعی، داده‌های بزرگ، اینترنت اشیا و بلاک‌چین، مفهوم جدیدی تحت عنوان دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین مطرح شده است. دیجیتال‌سازی با فراهم کردن دیدارپذیری بلادرنگ، اشتراک هوشمند داده‌ها، و قابلیت پیش‌بینی و شبیه‌سازی اختلالات، به‌عنوان بستری برای ایجاد و تقویت قابلیت‌های پویا شناخته می‌شود. در واقع، فناوری‌های دیجیتال با ایجاد جریان هوشمند داده‌ها میان اعضای زنجیره، نه تنها موجب کاهش اثر اختلالات می‌شوند، بلکه به شرکت‌ها امکان می‌دهند تاب‌آوری را به‌صورت داده‌محور و تطبیقی توسعه دهند. مطابق با دیدگاه تئوری قابلیت پویا، دیجیتال‌سازی می‌تواند به سه طریق بر تاب‌آوری تأثیر بگذارد:

۱. افزایش قابلیت جذب از طریق دسترسی سریع به داده‌ها و پیش‌بینی اختلالات؛
۲. تقویت قابلیت پاسخ از طریق تصمیم‌گیری بلادرنگ و هماهنگی دیجیتال در کل زنجیره؛
۳. بهبود قابلیت بازیابی از طریق بازیگربندی منابع و یادگیری مبتنی بر داده پس از بحران.

بنابراین، دیجیتال‌سازی به‌عنوان یک منبع پویا، محرک اصلی شکل‌گیری تاب‌آوری در زنجیره تأمین محسوب می‌شود و این دو متغیر به‌طور مشترک می‌توانند به بهبود عملکرد زنجیره تأمین منجر شوند. در این پژوهش، برای تبیین روابط علی میان این مفاهیم، از مدلسازی ساختاری تفسیری استفاده شده است. این روش با ترکیب قضاوت‌های خبرگان و تحلیل منطقی روابط بین متغیرها، ساختاری سلسله‌مراتبی از

¹ Interpretive Structural Modelling (ISM)

² Absorptive Capability

³ Responsive Capability

⁴ Recovery Capability

عوامل کلیدی ایجاد می‌کند. استفاده از ISM با ماهیت نظری تحقیق کاملاً همسو است، زیرا هدف پژوهش نه صرفاً آزمون روابط آماری، بلکه شناسایی و تفسیر ساختار مفهومی روابط بین دیجیتال‌سازی، تاب‌آوری و عملکرد زنجیره تأمین می‌باشد.

بر این اساس، چارچوب نظری تحقیق بر مبنای فرض زیر شکل گرفته است:

«دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین با تقویت ابعاد مختلف تاب‌آوری (قابلیت جذب، پاسخ و بازیابی)، موجب بهبود عملکرد کلی زنجیره تأمین می‌شود». در این چارچوب، دیجیتال‌سازی به‌عنوان عامل پیش‌ران، تاب‌آوری به‌عنوان قابلیت میانجی و عملکرد زنجیره تأمین به‌عنوان خروجی نهایی در نظر گرفته شده‌اند. یافته‌های حاصل از مدلسازی ISM نیز می‌توانند مبنای طراحی راهبردهای مدیریت دیجیتال تاب‌آوری در سازمان‌های ایرانی و بین‌المللی قرار گیرند.

۳. روش‌شناسی پژوهش

در مطالعه حاضر از روش تحقیق توصیفی — پیمایشی و مدلسازی ساختاری تفسیری برای مدلسازی روابط و بررسی مسیرهای موجود در مدل مفهومی پژوهش استفاده شده است. در این مطالعه از پرسشنامه برای شناخت متغیرهای پژوهش و نیز از ماتریس دسترسی برای بررسی ارتباط (تأثیر) دیجیتال‌سازی بر تاب‌آوری و عملکرد زنجیره تأمین بر اساس تئوری قابلیت پویا و توضیح رابطه علی بین متغیرها استفاده شده است. برای شناسایی متغیرهای تحقیق، ابتدا چارچوب نظری تحقیق و شاخص‌های اندازه‌گیری با توجه به نظریه‌های مربوطه و مطالعات قبلی استخراج شد. در مرحله دوم، تعاریف مفهومی و تنظیم معنایی گویه‌های پرسشنامه انجام گرفت. در نهایت، بر اساس بازخورد دریافتی از خبرگان تحقیق، متغیرهای اصلی تحقیق به شرح جدول ۱ پالایش و سازماندهی شد.

جدول ۱، ساختار و موارد مربوط به متغیرهای تحقیق

نماد	متغیرهای پژوهش	مولفه (سازه)
V ₁	پذیرش محصولات و خدمات دیجیتال	دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین
V ₂	فرآیندهای عملیاتی دیجیتال	
V ₃	مدل‌های کسب‌وکار دیجیتال	
V ₄	افزودگی	قابلیت جذب
V ₅	دیدارپذیری زنجیره تأمین	
V ₆	آگاهی موقعیتی	
V ₇	دقت تصمیمات مدیریت ریسک	قابلیت پاسخگویی
V ₈	چابکی	
V ₉	همکاری	
V ₁₀	کارایی بازیابی زنجیره تأمین	قابلیت بازیابی
V ₁₁	برنامه ریزی اقتضایی	
V ₁₂	مهارت مدیریت دانش	
V ₁₃	هزینه عملیاتی	عملکرد زنجیره تأمین
V ₁₄	بازگشت سرمایه	
V ₁₅	زمان انجام کار	
V ₁₆	رضایت مشتری	

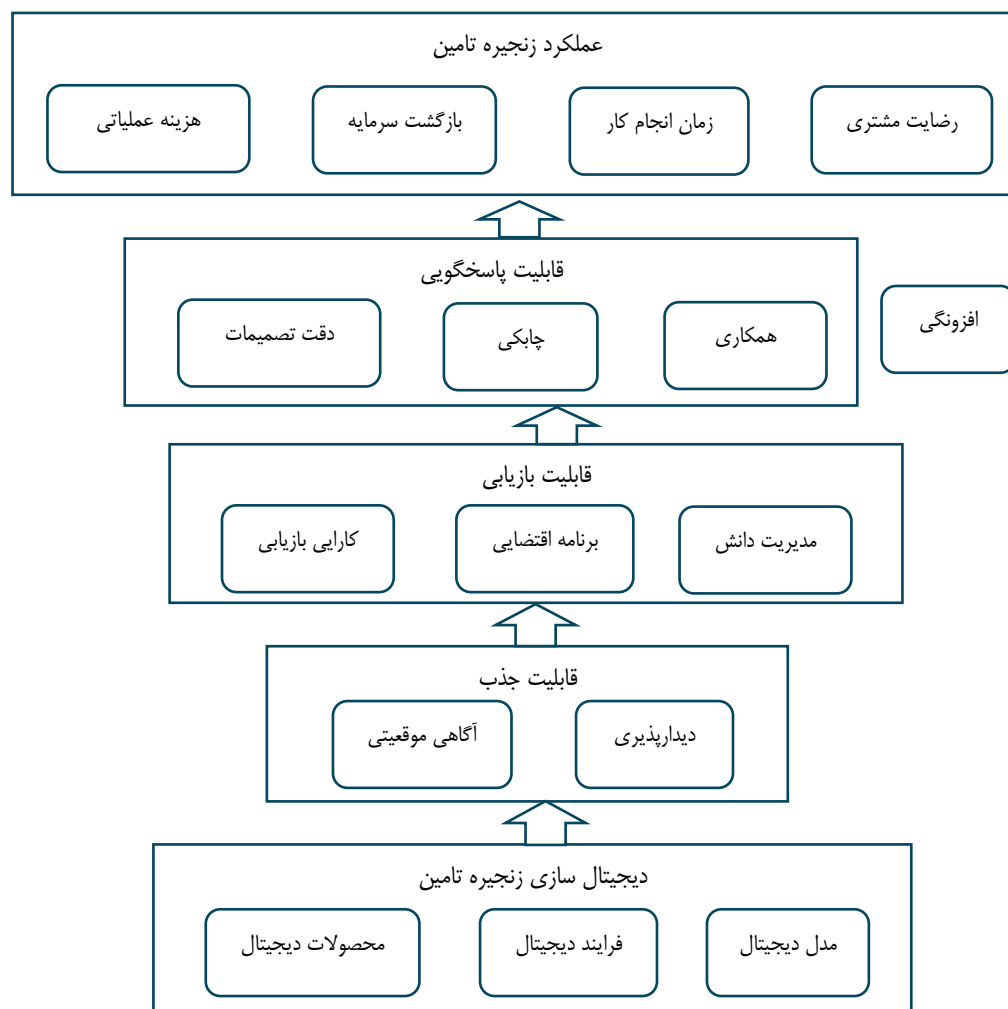
۴. یافته‌ها و بحث

برای بررسی میزان اهمیت روابط موجود بین متغیرهای مدل، از مدلسازی ساختاری تفسیری استفاده شد. ماتریس دسترسی اولیه حاصل از تبدیل ماتریس خودتعاملی ساختاری و بر اساس اجماع نظرات گروه خبره، به شرح جدول ۲ حاصل شده است.

جدول ۲، ماتریس دسترسی اولیه

V ₁₆	V ₁₅	V ₁₄	V ₁₃	V ₁₂	V ₁₁	V ₁₀	V ₉	V ₈	V ₇	V ₆	V ₅	V ₄	V ₃	V ₂	V ₁	
1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	V ₁
1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	V ₂
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V ₃
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	V ₄
1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	V ₅
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	V ₆
1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	V ₇
1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	V ₈
1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	V ₉
1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	V ₁₀
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	V ₁₁
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	V ₁₂
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V ₁₃
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V ₁₄
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V ₁₅
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V ₁₆

با تکمیل ماتریس انتقال پذیری و تشکیل مجموعه های خروجی و ورودی متغیرهای تحقیق، سطح بندی متغیرها به شرح نمودار ۱ حاصل شد:



شکل ۱. مدل ساختاری تفسیری متغیرهای پژوهش

همان گونه که در مدل و نمودار ساختاری تفسیری قابل مشاهده است، دیجیتال سازی زنجیره تامین با واسطه و میانجی گری قابلیت های تاب آوری بر عملکرد زنجیره تامین تأثیرگذار است. علاوه بر این، به صورت مستقیم و در وهله اول بر قابلیت جذب تأثیر دارد. برای توجیه این تأثیر، مشخص است که فناوری های دیجیتال مانند داده های بزرگ، اینترنت اشیا و بلاک چین به تدریج در محصولات و خدمات تعبیه می شوند و به شرکت ها کمک می کنند تا حجم زیادی از داده ها و اطلاعات عملیاتی را از اعضای مختلف زنجیره تامین استخراج کرده و تبادل اطلاعات را در بین شرکت های زنجیره تامین تسهیل کنند. (Frank et al., 2019)

علاوه بر این، فناوری بلاک چین کیفیت داده ها و اطلاعات به دست آمده توسط شرکت ها را بهبود بخشیده و پایگاه های داده ای اطلاعاتی مؤثری را برای دیدپذیری زنجیره تامین فراهم می کند. این افزایش دید به شرکت ها کمک می کند تا ریسک ها را پیش بینی کرده و تغییرات محیطی را پیش از وقوع درک کنند، تقاضای بازار را با دقت بیشتری پیش بینی کرده و برای ریسک های اضافی مهیا شوند (Yang & Zhang, 2021). سایر آمادگی های ریسک، مانند موجودی اضافی و تدارکات متنوع، را می توان به شیوه ای معقول ترتیب داد تا زنجیره تامین بتواند برخی از اختلالات را جذب کرده و احتمال وقوع اختلال در زنجیره تامین را هنگام بروز ریسک کاهش دهد (Azadegan et al., 2021).

در عین حال، با ترکیب فناوری های دیجیتال مانند هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی و داده های بزرگ در فرایندهای زنجیره تامین، می توان عملکردهای تامین کننده را بهتر رصد و تجزیه و تحلیل کرد، تامین کنندگان ضعیف را حذف کرد و یک شبکه قوی همکاری در زنجیره

تأمین ایجاد نمود. این امر سبب کاهش بیشتر ریسک اتمام موجودی انبارها و افزایش قابلیت جذب پیش از وقوع رویدادهای غیرمنتظره خواهد شد. لذا می‌توان چنین استدلال کرد که دیجیتال سازی زنجیره تأمین تأثیر مثبت و قابل توجهی بر قابلیت جذب دارد.

همچنین، با توجه به نمودار ساختاری تفسیری، دیجیتال سازی با واسطه قابلیت جذب بر قابلیت بازایی نیز تأثیر دارد. به عبارت دیگر، به اذعان خبرگان تحقیق، شرکت‌های دارای قابلیت جذب بالا از توان بیشتری در قابلیت بازایی نیز برخوردارند. قابلیت بازایی بر این نکته تأکید دارد که در مرحله پلایانی اختلال، شرکت‌ها می‌توانند به سرعت و به‌طور مؤثر، از طریق ادغام مجدد منابع داخلی و خارجی زنجیره تأمین، به وضعیت عملیاتی اصلی یا حتی بهتر بازگردند.

در مراحل بعدی اختلال، زنجیره‌های تأمین دیجیتال بر توانایی‌های یادگیری ماشینی و شبیه‌سازی قدرتمند تکیه می‌کنند تا به‌طور مؤثری منابع و قابلیت‌های درونی و بیرونی زنجیره تأمین را بازبینی کرده و به شرکت‌ها کمک کنند تا طرح‌های توسعه شبکه زنجیره تأمین خود را بازتعریف کنند. (Lohmer, 2020) این امر نه تنها هزینه و زمان بازایی اختلالات را به‌طور مؤثری کاهش می‌دهد، بلکه گستره آسیب‌پذیری زنجیره تأمین در برابر شوک‌های اختلال را نیز کاهش می‌دهد که در نهایت منجر به بهبود قابل توجهی در کارایی بازایی زنجیره تأمین می‌شود.

دستیابی به پیکربندی مجدد منابع و قابلیت‌های داخلی و خارجی در زنجیره تأمین مستلزم اتصالات قوی در زنجیره تأمین است. پلتفرم‌های دیجیتالی که اتصال انتهابه‌انتهای شرکای زنجیره تأمین را امکان‌پذیر می‌سازند، می‌توانند پیکربندی مجدد منابع بالادستی و پایین‌دستی زنجیره تأمین را در بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین تسریع بخشند. فناوری‌های دیجیتال مانند بلاک‌چین می‌توانند اعتماد بین شرکای زنجیره تأمین را افزایش داده و شرکا را به تبادل اطلاعات، دانش و سایر منابع تشویق کنند تا زنجیره تأمین به وضعیت عملیاتی بهتری نائل شود. (Moshtari, 2016)

زنجیره تأمین دیجیتال با قابلیت‌های استوار یادگیری می‌تواند دانش و اطلاعات کسب‌شده را بهتر جذب کرده و قابلیت‌های نوآوری شرکت را افزایش دهد. فرایند دستیابی به نوآوری نیز می‌تواند ایده‌های جدیدی را برای بازسازی زنجیره تأمین به ارمغان آورده و به شرکت‌ها کمک کند تا به حالت اولیه یا به وضعیت عملیاتی بهتری بازگردند. (Cui & Idota, 2018) بر همین اساس، می‌توان چنین استدلال کرد که دیجیتال سازی زنجیره تأمین بر قابلیت بازایی نیز تأثیر دارد.

همچنین، به‌منظور جذب فرصت‌های بازار ناشی از رویدادهای اختلال و بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین، برای شرکت‌ها این نیاز فوری وجود دارد که توانایی پاسخ‌گویی خود به بازارهای پویا را بهبود بخشند تا بتوانند در برابر اختلالات مقاومت کنند. (Munir et al., 2022) این موضوع در نمودار ساختاری تفسیری بدین‌صورت نمایش یافته است که قابلیت پاسخ‌گویی تحت تأثیر مستقیم قابلیت بازایی قرار دارد و به‌صورت غیرمستقیم نیز از مسیر قابلیت جذب، از دیجیتال سازی متأثر می‌شود.

در توجیه این تأثیرات، ذکر این نکته ضروری است که در طول یک رویداد اختلال، ممکن است در کانال عرضه اصلی شرکت شکست یا توقیف رخ دهد. مدل‌های کسب‌وکار دیجیتال مبتنی بر بلاک‌چین، کلنال‌های تحویل متنوعی را فعال می‌کنند و زمانی که یک کلنال مختل می‌شود، زنجیره تأمین می‌تواند به سرعت به کانال‌های دیگر منتقل شود تا محصولات و خدمات را به‌موقع به مشتریان ارائه دهد و چابکی کانال و قابلیت پاسخ‌گویی را ممکن سازد.

قابلیت پاسخ‌گویی بدون همکاری بین شرکای بالادست و پایین‌دست زنجیره تأمین بهبود نمی‌یابد. پلتفرم‌های دیجیتال می‌توانند نقش هر یک از شرکا را تعریف کرده و اشتراک‌گذاری مهارت‌ها و اطلاعات شرکا را بهبود بخشند؛ به‌گونه‌ای که اثربخشی تخصیص منابع زنجیره تأمین بهینه شده و امکان همکاری‌های متنوع فراهم آید. در عین حال، پلتفرم دیجیتال اطلاعات عملیاتی شرکای زنجیره تأمین را یکپارچه کرده و سطح اعتماد را افزایش می‌دهد که در نتیجه، تخصیص منابع و همکاری در کل زنجیره تأمین برای دستیابی به سطح بالایی از قابلیت پاسخ تسهیل می‌شود. (Dubey, 2022) بر همین مبنا می‌توان استدلال کرد که دیجیتال سازی زنجیره تأمین سبب افزایش قابلیت پاسخ‌گویی خواهد شد.

همان‌گونه که در نمودار ساختاری تفسیری مشخص است، متغیرهای قابلیت‌های تاب‌آوری نقش میانجی را در تبیین مسیر و تأثیر دیجیتال سازی بر عملکرد زنجیره تأمین بر عهده دارند. از یک‌سو، افزایش قابلیت جذب نوسانات مرتبط با رویدادهای مخرب را کاهش داده، از عملکرد قوی زنجیره تأمین محافظت می‌کند و به زنجیره تأمین فرصت و زمان می‌دهد تا به سودآوری بالاتر و سهم بیشتری از بازار دست یابد (Azadegan et al., 2021).

افزایش قابلیت جذب به این معناست که زنجیره‌های تأمین می‌توانند از منابع اضافی، مانند موجودی مازاد و تدارکات متنوع، برای جلوگیری از شکست و فراهم‌سازی زمان لازم برای برنامه‌ریزی پاسخ استفاده کنند که این امر تأثیر مثبتی بر عملکرد مالی دارد (Ruel & Baz, 2021). زنجیره‌های تأمین با آگاهی موقعیتی و قابلیت جذب بالا می‌توانند به سرعت تغییرات محیط کسب‌وکار را حس کرده و به آن پاسخ دهند و اقدامات مدیریتی سریع‌تر و مؤثرتری را اجرا کنند که احتمال اختلالات زنجیره تأمین را کاهش داده و منجر به عملکرد مالی بهتر می‌شود. (Kamalahmadi et al., 2021)

آگاهی از زمینه‌های بروز اختلال، استراتژی‌های هشدار اولیه زنجیره تأمین و برنامه‌ریزی تداوم کسب‌وکار را تسهیل می‌کند و شناسایی به موقع اختلالات احتمالی می‌تواند شکاف‌های زنجیره تأمین را پر کرده، شوک‌های ناشی از ریسک را کاهش دهد و عملکرد اصلی زنجیره تأمین را حفظ کند. لذا می‌توان چنین استدلال کرد که قابلیت جذب تأثیر مثبتی بر عملکرد زنجیره تأمین دارد. از طرف دیگر، قابلیت پاسخ‌گویی زنجیره تأمین بر توانایی شرکت‌ها برای توسعه سریع استراتژی‌های مدیریت ریسک به منظور پاسخ‌گویی به تغییرات بازار در زمان وقوع رویدادهای اختلال تأکید می‌کند. یک زنجیره تأمین با قابلیت پاسخ‌گویی قوی‌تر، تخصیص سریع منابع داخلی را در یک محیط غیرقابل پیش‌بینی، بهبود مستمر در کیفیت محصول و خدمات و نیز توانایی پاسخ‌گویی به تقاضای بازار امکان‌پذیر می‌کند و عملکرد بالاتری را ایجاد می‌کند. (Han et al., 2020)

در عین حال، شرکت‌هایی که توانایی پاسخ‌گویی بالایی دارند، تمایل بیشتری به همکاری افقی و عمودی با شرکای زنجیره تأمین خود در ایجاد شبکه‌های قوی‌تر همکاری دارند که می‌تواند آسیب‌پذیری زنجیره تأمین را کاهش دهد. در همین حال، همکاری در زنجیره تأمین به شرکای زنجیره تأمین کمک می‌کند تا به‌طور مشترک برنامه‌های تداوم کسب‌وکار و دستورالعمل‌های عملیاتی را برای کاهش سطح ریسک‌های درون‌زا ایجاد کنند. این امر، کنترل داخلی زنجیره تأمین را برای محافظت مشترک در برابر خطرات برون‌زا و بهبود مزیت هم‌افزایی زنجیره تأمین افزایش می‌دهد؛ در نتیجه، بهبود پایدار در سطوح عملکرد در طول فرایند اختلال حفظ می‌شود. (Parast, 2022) لذا این استدلال قوت می‌گیرد که قابلیت پاسخ‌گویی تأثیر مثبت و قابل توجهی بر عملکرد زنجیره تأمین دارد.

و بالاخره، بهبود قابلیت بازیابی زنجیره تأمین نیز می‌تواند تلفات زنجیره تأمین را کاهش دهد و منجر به عملکرد عملیاتی قابل توجهی شود. عملکرد زنجیره تأمین تا حد زیادی به سرعت و مقیاس اقدامات بازیابی بستگی دارد. افزایش راندمان بازیابی زنجیره تأمین به معنای کاهش زمان اختلال است که تهدیدات بیشتر زنجیره تأمین ناشی از واکنش‌های زنجیره تأمین را کاهش می‌دهد و باعث بهبود عملکرد می‌شود. (Manupati et al., 2022).

علاوه بر این، انعطاف‌پذیری بهبودیافته می‌تواند روند توسعه خدمات و محصولات باکیفیت را تسریع بخشیده، معرفی به‌موقع محصولات جدید را تسهیل کند و به شرکت‌ها کمک کند تا سهم بیشتری از بازار را به دست آورند که خود تأثیر مستقیمی بر عملکرد مالی دارد. بر همین اساس می‌توان استدلال کرد که قابلیت بازیابی نیز بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر دارد.

به‌طور کلی، دیجیتال‌سازی یکپارچگی گسترده زنجیره تأمین را به ارمغان می‌آورد و درجه اشتراک‌گذاری اطلاعات و شفافیت کل داده‌های زنجیره تأمین را برای بهینه‌سازی فرایندهای آن، مانند تدارکات، تولید، مدیریت موجودی و مدیریت خرده‌فروشی، افزایش می‌دهد و در نهایت سطح عملکرد آن را بهبود می‌بخشد. لذا دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین می‌تواند از طریق بهبود کارایی فرایندها بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر داشته باشد و در یک محیط آشفته، قابلیت پویای تاب‌آوری را افزایش دهد و شرکت‌ها را قادر سازد به عملکرد بهتر و موقعیت رقابتی برتر در بازار دست یابند.

پژوهش حاضر با تمرکز بر تاب‌آوری چندبعدی زنجیره تأمین و نقش دیجیتال‌سازی، دانش جدیدی به علم بهره‌وری در مدیریت اضافه می‌کند. نتایج نشان می‌دهد تاب‌آوری زنجیره تأمین شامل سه بعد اصلی قابلیت جذب، پاسخ‌گویی و بازیابی است که هر یک به‌طور مستقیم بر عملکرد عملیاتی و بهره‌وری کل سیستم اثر می‌گذارند. دیجیتال‌سازی با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین همچون هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های بزرگ، موجب افزایش شفافیت، هماهنگی و تصمیم‌گیری داده‌محور در زنجیره تأمین می‌شود و بهبود قابلیت‌های تاب‌آوری را تسریع می‌کند.

مدل ساختاری تفسیری ارائه‌شده، روابط میان ابعاد تاب‌آوری و عملکرد زنجیره تأمین را به‌طور علمی ترسیم می‌کند و چارچوبی پویا برای مدیریت زنجیره‌های تأمین هوشمند، چابک و مقاوم فراهم می‌آورد. افزون بر این، این مطالعه نشان می‌دهد که اشتراک‌گذاری داده و

یادگیری سازمانی در زنجیره تأمین دیجیتال، نوآوری و بهره‌وری پایدار را تقویت می‌کند و مسیر عملیاتی برای توسعه زنجیره‌های تأمین مقاوم و با عملکرد بهینه ارائه می‌دهد.

۵. نتیجه‌گیری

در این مطالعه، رابطه ساختاری میان دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین، تاب‌آوری و عملکرد آن مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها از طریق اجماع نظر خبرگان فعال در فروشگاه‌های اینترنتی کشور جمع‌آوری شد و مدل‌سازی ساختاری تفسیری به‌عنوان ابزار تحلیل مسیرها و اثرات دیجیتال‌سازی بر تاب‌آوری و عملکرد زنجیره تأمین به کار گرفته شد. یافته‌ها را می‌توان در دو محور اصلی تحلیل کرد.

اولاً، دیجیتال‌سازی تأثیر قابل‌توجهی بر تاب‌آوری زنجیره تأمین دارد و این اثر به‌ویژه بر قابلیت جذب مشهود است که با نتایج لیو و همکاران (۲۰۱۳) همسو است. قابلیت جذب به استفاده بهینه از منابع و توانمندی‌های سازمان برای مواجهه با شوک‌های ناگهانی اشاره دارد. دیجیتال‌سازی با انتقال عملیات و محصولات از حالت آفلاین به آنلاین، دیدپذیری زنجیره تأمین را افزایش داده و اشتراک‌گذاری اطلاعات میان سطوح بالادست و پایین‌دست زنجیره تأمین را تسهیل می‌کند. این امر نه‌تنها آمادگی زنجیره تأمین در برابر ریسک‌ها را بهبود می‌بخشد، بلکه امکان دریافت سیگنال‌های هشداردهنده و حفظ آگاهی موقعیتی بالا را نیز فراهم می‌کند که در نهایت احتمال اختلالات را کاهش می‌دهد.

ثانیاً، دیجیتال‌سازی بر قابلیت پاسخ‌گویی و قابلیت بازیابی نیز اثرگذار است که با یافته‌های ایوانف و دولگای (۲۰۲۱) و چن (۲۰۱۹) تطابق دارد. قابلیت پاسخ‌گویی شامل توانایی اتخاذ تصمیمات سریع، بسیج منابع به شکل انعطاف‌پذیر و بهینه‌سازی تخصیص منابع در مواجهه با ریسک‌ها است. فناوری‌های دیجیتال مانند هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های بزرگ امکان یکپارچه‌سازی داده‌های عملیاتی و محیطی و اتخاذ تصمیمات بصری و مبتنی بر شواهد را فراهم می‌آورند. قابلیت بازیابی نیز با ادغام داده‌های ریسک در پایگاه داده مرکزی و تسهیل اشتراک دانش و یادگیری سازمانی تقویت می‌شود که به ارتقای نوآوری و وضعیت تجاری بهتر زنجیره تأمین منجر می‌شود.

نکته قابل‌توجه، اثر غیرمستقیم قابلیت جذب بر عملکرد زنجیره تأمین است؛ اگرچه قابلیت پاسخ‌گویی و بازیابی اثرات مستقیم و سریع‌تری دارند. این یافته نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری بیش از حد در قابلیت جذب می‌تواند با اهداف تولید ناب و حداقل‌سازی هزینه‌ها تعارض ایجاد کند و سودآوری را کاهش دهد که با دیدگاه فراکاسیا و همکاران (۲۰۲۰) هم‌راستا است.

از منظر نظری، این مطالعه با تلفیق نظریه قابلیت‌های پویا، مفهوم تاب‌آوری چندبعدی و فرایند دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین، چارچوبی نوآورانه و چندلایه برای تحلیل و مدیریت زنجیره‌های تأمین دیجیتال ارائه می‌دهد. یافته‌ها نه‌تنها مرز تحقیقات قابلیت پویا را از سطح سازمان به کل زنجیره تأمین گسترش می‌دهد، بلکه به شرکت‌ها امکان می‌دهد قابلیت‌های انعطاف‌پذیری را به‌طور انتخابی و مرحله‌ای توسعه دهند و به‌سرعت خود را از اختلالات بازیابی کنند.

این مطالعه نشان می‌دهد که دیجیتال‌شدن مستقیماً بر تاب‌آوری و سپس بر عملکرد زنجیره تأمین تأثیر می‌گذارد. یافته‌های تحقیق نه‌تنها مرز تحقیقات نظریه قابلیت پویا را از درون یک شرکت به کل زنجیره تأمین گسترش می‌دهند، بلکه تحقیقات تجربی موجود درباره دیجیتال‌سازی و تاب‌آوری زنجیره تأمین را نیز غنی می‌سازند. همچنین نتایج حاصل، پشتیبانی نظری و عملی برای شرکت‌ها فراهم می‌کند تا به‌طور انتخابی و گام‌به‌گام، قابلیت‌های انعطاف‌پذیری را با استفاده از ابزارهای دیجیتال توسعه دهند و بتوانند از ریسک‌ها و اختلالات موجود، به‌سرعت بازیابی شوند.

به‌طور خلاصه، این پژوهش با تلفیق نظریه قابلیت‌های پویا، مفهوم تاب‌آوری چندبعدی و فرایند دیجیتال‌سازی زنجیره تأمین در قالب یک مدل ساختاری تفسیری، گامی نو در توسعه چارچوب نظری و کاربردی مدیریت زنجیره تأمین دیجیتال برداشته است. این تحقیق، ضمن گسترش مرزهای دانش در حوزه تاب‌آوری دیجیتال، به سازمان‌ها کمک می‌کند مسیر تبدیل‌شدن به زنجیره تأمین هوشمند، چابک و مقاوم در برابر اختلالات را ترسیم کنند.

با وجود این، محدودیت‌های تحقیق شامل تمرکز داده‌ها بر خبرگان فروشگاه‌های اینترنتی داخلی است که می‌تواند عمومیت‌پذیری یافته‌ها را کاهش دهد. مطالعات آینده می‌توانند با گردآوری داده‌های تجربی از صنایع مختلف و استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری، مسیرهای تأثیر دیجیتال‌سازی بر تاب‌آوری و عملکرد زنجیره تأمین را تعمیق بخشند. همچنین، با توجه به تمرکز فعلی تاب‌آوری بر اختلالات ناگهانی، پژوهش‌های آتی می‌توانند بر دوام زنجیره تأمین و اثرات بلندمدت اختلالاتی مانند اپیدمی‌ها تمرکز کنند. دوام زنجیره تأمین، افزون بر

انعطاف‌پذیری، ملاحظات پایداری و سازگاری را نیز دربر می‌گیرد و بررسی نقش دیجیتال‌سازی در آن می‌تواند به دستیابی به عملکرد پایدار و مقاوم در زنجیره‌های تأمین کمک شایانی کند.

حامی مالی

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله هیچ حامی مالی ندارد.

تضاد منافع

نویسنده (نویسندگان) اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسنده، از تمامی افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکت‌شان در این مقاله تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

- Ali, I., Sadiddin, A., Cattaneo, A., 2022. Risk and resilience in agri-food supply chain SMEs in the pandemic era: a cross-country study. *international journal of logistics research and applications*. 1-19.
- Ageron, B., Bentahar, O., Gunasekaran, A., 2020. Digital supply chain: challenges and future directions. *supply chain forum international journal*. 21 (3), 133–138.
- Azadegan, A., Modi, S., Lucianetti, L., 2021. Surprising supply chain disruptions: mitigation effects of operational slack and supply redundancy. *international journal of production economics*. 240, 108218.
- Balakrishnan, A.S., Ramanathan, U., 2021. The role of digital technologies in supply chain resilience for emerging markets' automotive sector. *supply chain management international journal*. 26 (6), 654–671.
- Bianco, D., Bueno, A., Godinho Filho, M., Latan, H., Ganga, G.M.D., Frank, A.G., Jabbour, C.J.C., 2022. The role of industry 4.0 in developing resilience for manufacturing companies during COVID-19. *international journal of production economics*. 256, 108728.
- Belhadi, A., Kamble, S.S., Venkatesh, M., Jabbour, C.J.C., Benkhalti, I., 2022. Building supply chain resilience and efficiency through additive manufacturing: an ambidextrous perspective on the dynamic capability view. *international journal of production economics*. 249, 108516.
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., Sartor, M., 2020. Behind the definition of industry 4.0: analysis and open questions. *international journal of production economics*. 226, 107617.
- Choi, T.-M., Feng, L., Li, R., 2020. Information disclosure structure in supply chains with rental service platforms in the blockchain technology era. *international journal of production economics*. 221, 107473.
- Colombari, R., Geuna, A., Helper, S., Martins, R., Paolucci, E., Ricci, R., Seamans, R., 2022. The interplay between data-driven decision-making and digitalization: a firmlevel survey of the Italian and US automotive industries. *international journal of production economics*. 255, 108718.
- Cui, Y., Idota, H., 2018. Improving supply chain resilience with establishing A decentralized information sharing mechanism. *International Social Networks Conference on - MISNC* 18.
- Dubey, R., Bryde, D.J., Dwivedi, Y.K., Graham, G., Foropon, C., 2022. Impact of artificial intelligence-driven big data analytics culture on agility and resilience in humanitarian supply chain: a practice-based view. *international journal of production economics*. 250, 108618.
- Frank, A.G., Dalenogare, L.S., Ayala, N.F., 2019. Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies. *international journal of production economics*. 210, 15–26.
- Hallikas, J., Immonen, M., Brax, S., 2021. Digitalizing procurement: the impact of data analytics on supply chain performance. *supply chain management international journal*. 26 (5), 629–646.
- Han, Y., Chong, W.K., Li, D., 2020. A systematic literature review of the capabilities and performance metrics of supply chain resilience. *international journal of production research*. 58 (15), 4541–4566.
- Hosseini, S., Ivanov, D., Dolgui, A., 2019. Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *transportation research part e logistics and transportation review*. 125, 285–307.
- Hong, J., Zhang, Y., Ding, M., 2018. Sustainable supply chain management practices, Supply chain dynamic capabilities and enterprise performance. *journal of cleaner production*. 172, 3508–3519.
- Li, G., Xue, J., Li, N., Ivanov, D., 2022. Blockchain-supported business model design, supply chain resilience, and firm performance. *transportation research part e logistics and transportation review*. 163, 102773.

- Lohmer, J., Bugert, N., Lasch, R., 2020. Analysis of resilience strategies and ripple effect in blockchain-coordinated supply chains: an agent-based simulation study. *international journal of production economics*. 228, 107882.
- Ivanov, D., Dolgui, A., 2020. Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *international journal of production research*. 58 (10), 2904-2915.
- Jahani, M., Moghbel, A., Azar, A. 2017. Designing a supply chain resilience measurement model with a **Interpretive Structural Modelling** approach. *Industrial Management Perspective*. ۷(۱). ۹۱-11۴.(in persian)
- Kamalahmadi, M., Shekarian, M., Mellat Parast, M., 2021. The impact of flexibility and redundancy on improving supply chain resilience to disruptions. *international journal of production research*. 60 (6), 1992–2020.
- Karimi-Alagheband, F., Rivard, S., 2020. IT outsourcing success: a dynamic capabilitybased model. *Journal of Strategic Information Systems*. 29 (1), 101599.
- Manupati, V.K., Schoenherr, T., Ramkumar, M., Panigrahi, S., Sharma, Y., Mishra, P., 2022. Recovery strategies for a disrupted supply chain network: leveraging blockchain technology in pre- and post-disruption scenarios. *international journal of production economics*. 245, 108389.
- Moshtari, M., 2016. Inter-organizational fit, relationship management capability, and collaborative performance within a humanitarian setting. *Production Operation Management*. 25 (9), 1542–1557.
- Munir, M., Jajja, M.S.S., Chatha, K.A., 2022. Capabilities for enhancing supply chain resilience and responsiveness in the COVID-19 pandemic: exploring the role of improvisation, anticipation, and data analytics capabilities. *International Journal of Operetion and Production Management*. 42 (10), 1576–1604.
- Papanagnou, C., Seiler, A., Spanaki, K., Papadopoulos, T., Bourlakis, M., 2022. Datadriven digital transformation for emergency situations: the case of the UK retail sector. *international journal of production economics*. 250, 108628.
- Parast, M.M., 2022. Toward a contingency perspective of organizational and supply chain resilience. *international journal of production economics*. 250, 108667.
- Proksch, D., Rosin, A.F., Stubner, S., Pinkwart, A., 2021. The influence of a digital strategy on the digitalization of new ventures: the mediating effect of digital capabilities and a digital culture. *journal of small business management*. 1–29.
- Pettit, T.J., Croxton, K.L., Fiksel, J., 2019. The evolution of resilience in supply chain management: a retrospective on ensuring supply chain resilience. *journal of business logistics*. 40 (1), 56–65.
- Raj, A., Mukherjee, A.A., de Sousa Jabbour, A.B.L., Srivastava, S.K., 2022. Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: mitigation strategies and practical lessons learned. *journal of business research*. 142, 1125–1139.
- Rogerson, M., Parry, G.C., 2020. Blockchain: case studies in food supply chain visibility. *supply chain management international journal*. 25 (5), 601–614.
- Ruel, S., El Baz, J., 2021. Disaster readiness' influence on the impact of supply chain resilience and robustness on firms' financial performance: a COVID-19 empirical investigation. *international journal of production research*. 1–19.
- Shahryari Nia, A., Olfat, L., Amiri, M., Kazazi, A. 2020. A Hybrid Approach to Develop a Structural Model of Factors Affecting Supply Chain Collaboration in Home Appliance Industry. *Industrial Management Perspective*. 10(37). 89-116.(in persian)
- Shen, Z.M., Sun, Y., 2021. Strengthening supply chain resilience during COVID-19: a case study of JD.com. *journal of operations management*. 1–25.
- Song, H., Li, M., Yu, K., 2021. Big data analytics in digital platforms: how do financial service providers customise supply chain finance? *International Journal of Operetion and Production Management*. 41 (4), 410–435.
- Truant, E., Broccardo, L., Dana, L.P., 2021. Digitalisation boosts company performance: an overview of Italian listed companies. *Technol. Forecast. Soc. Change* 173, 121173.
- Warner, K.S., Wager, " M., 2019. Building dynamic capabilities for digital transformation: an ongoing process of strategic renewal. *Long. Range Plan*. 52 (3), 326–349.
- Wieland, A., Durach, C.F., 2021. Two perspectives on supply chain resilience. *journal of business logistics*. 42 (3), 315–322.
- Wong, C.W.Y., Lirn, T.-C., Yang, C.-C., Shang, K.-C., 2020. Supply chain and external conditions under which supply chain resilience pays: an organizational information processing theorization. *international journal of production economics*. 226, 107610.
- Yang, M., Fu, M., Zhang, Z., 2021. The adoption of digital technologies in supply chains: drivers, process and impact. *Technol. Forecast. Soc. Change* 169, 120795.
- Zhou, X., Zhu, Q., Xu, Z., 2023. The role of contractual and relational governance for the success of digital traceability: evidence from Chinese food producers. *international journal of production economics*. 255, 108659.

