

چارچوبی برای ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین از طریق فناوری‌های شالوده شکن

DOR : [20.1001.1.23453915.1403.13.4.5.2](https://doi.org/10.1001.1.23453915.1403.13.4.5.2)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۶

حسن ترابی^{۱*}، امیررضا تقی‌لو^۲، محمدرضا خلوصی آرام^۲۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، مجتمع مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران (h_torabi@mut.ac.ir)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت کسب‌وکار، گروه مدیریت، مجتمع مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

چکیده

امروزه زنجیره‌های تأمین مدرن با چالش‌های فزاینده‌ای مانند اختلالات آب و هوایی، بحران بیماری‌های فراگیر، حوادث غیرمترقبه، ناپایداری سیاسی و اقتصادی و تحولات سریع فناوری روبرو هستند. برای مقابله با این چالش‌ها، به زنجیره‌های تأمین مقاوم‌تر و تاب‌آور تری نیاز است. فناوری‌های شالوده شکن مانند هوش مصنوعی، بلاک چین و اینترنت اشیا، پتانسیل قابل توجهی برای ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین دارند. این فناوری‌ها می‌توانند اشراف و شفافیت بیشتری برای زنجیره‌های تأمین به ارمغان آورند. این پژوهش که بر اساس هدف، توسعه‌ای-کاربردی، بر اساس ماهیت داده، کیفی و بر اساس روش‌های گردآوری داده و اطلاعات، اسنادی است؛ تلاش دارد تأثیر فناوری‌های شالوده شکن بر تاب‌آوری زنجیره تأمین دفاعی را ضمن بررسی نظام‌مند مطالعات پیشین، با روش فراترکیب نتایج، موردبررسی قرار دهد. این روش با طرح سؤال آغاز شده و ضمن جستجوی ادبیات و ارزیابی ورودی، به سنتز یافته‌ها پرداخته و با ارائه نتایج، به مرحله بازتاب می‌رسد. در مرحله اول سؤالات بر اساس تحلیل هم‌واژگانی طرح و سپس با جستجوی ادبیات و ارزیابی ورودی و سنتز یافته‌ها نتایج حاصل شد که بیانگر این واقعیت است که مهم‌ترین راه‌های ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین از طریق فناوری‌های شالوده شکن عبارت‌اند از: «پیش‌بینی و مدیریت ریسک با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی»، «افزایش شفافیت بلاکچین به‌عنوان یک پایگاه داده توزیع‌شده»، «بهبود عملکرد و بهینه‌سازی فرآیندها با استفاده از هوش مصنوعی و اینترنت اشیا» و همچنین «افزایش امنیت شبکه زنجیره تأمین توسط بلاکچین». با تلفیق این فناوری‌ها و اعمال آن‌ها در زنجیره تأمین، می‌توان بهبود قابل توجهی در تاب‌آوری ایجاد کرد. کارکرد این مقاله در اصل پایش مقالات مرتبط با تاب‌آوری زنجیره تأمین و فناوری‌های شالوده شکن و یافتن چارچوبی به دلیل ارتقای تاب‌آوری شرکت و یا سازمان‌ها با استفاده از این فناوری‌هاست.

واژه‌های کلیدی: تاب‌آوری زنجیره تأمین، فناوری‌های شالوده شکن، فراترکیب، هوش مصنوعی، بلاکچین، اینترنت اشیا

A Framework for Enhancing Supply Chain Resilience through Disruptive Technologies

Hassan Torabi^{*1}, Amirreza Taghiloo², Mohammadreza Kholosi Aram²1. Assist. Prof., Dept. of Industrial Engineering, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. (Corresponding Author: h_torabi@mut.ac.ir)

2. MSc. Student in Business Administration, Dept. of Management, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

Abstract

Modern supply chains face increasing challenges such as climate disruptions, crises of outbreak diseases, unexpected events, political and economic instability, and rapid technological developments. These challenges can lead to significant disruptions and risks to supply chain performance. To encounter these challenges, more resistant and resilient supply chains are needed. Disruptive technologies such as artificial intelligence, blockchain, and the Internet of Things have significant potential to improve supply chain resilience. These technologies can provide supply chains with greater visibility and transparency. Systematically reviewing previous studies and echoing the call, this research, which is developmental-applied, qualitative, and documentary regarding the purpose, nature of the data, and the methods of data and information collection tries to investigate the impact of the aforementioned disruptive technologies on the resilience of the defense supply chain with the method of meta-synthesizing the results. This method starts with the question and while searching the

۷۱

شماره ۲۸

زمستان ۱۴۰۳

فصلنامه علمی

و پژوهشی



literature and evaluating the input, synthesizes the findings and reaches the reflection stage by presenting the results. In the first stage, the questions were asked based on the analysis of the synonyms. Then by searching the literature, evaluating the input, and synthesizing the findings, the results were obtained which indicate fact that the most important ways to improve the resilience of the supply chain through disruptive technologies include: "Prediction and risk management utilizing artificial intelligence algorithms", "increasing the transparency of blockchain as a distributed database", "improving performance and optimizing processes using artificial intelligence and the Internet of Things", and, "increasing the security of the supply chain network by blockchain". When integrated and applied to the supply chain, these technologies can significantly promote the resilience of supply chains.

Keywords: Supply Chain Resilience, Disruptive Technologies, Meta-Synthesis, Artificial Intelligence, Blockchain, Internet of Things.

۱- مقدمه

در دنیای امروز، زنجیره‌های تأمین به‌عنوان یکی از ارکان کلیدی موفقیت کسب‌وکارها شناخته می‌شوند. با پیشرفت فناوری‌های شالوده شکن مانند بلاکچین، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی، فرصت‌های جدیدی برای بهبود کارایی، شفافیت و پاسخگویی در زنجیره‌های تأمین فراهم شده است. این فناوری‌ها نه تنها امکان ردیابی دقیق محصولات را فراهم می‌کنند، بلکه بهینه‌سازی فرآیندها و کاهش هزینه‌ها نیز کمک می‌کنند. علیرغم توصیف جداگانه کاربردهای این فناوری‌ها در ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین در مواقع بحران، چارچوب یکپارچه‌ای در این زمینه وجود ندارد و همچنان به‌صورت شکاف تحقیقاتی باقی‌مانده است. ایجاد این چارچوب یکپارچه برای ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین می‌تواند به کسب‌وکارها در دستیابی به مزیت رقابتی پایدار و افزایش رضایت مشتریان کمک نماید. در این مقاله، به بررسی و احصای یکپارچه اجزای کلیدی این چارچوب و ارتباط بین آنها پرداخته می‌شود. شرکت‌ها در محیط حال حاضر و نامعینی که وجود دارد، خطرات بالقوه‌ای را احساس می‌کنند [۱]. تاب‌آوری در سازمان، به معنای توانمندی یک سازمان برای مواجهه با اتفاقاتی است که از قبل قابلیت پیش‌بینی کردن آنها وجود ندارد؛ برای کسب موفقیت در بعد زمان همواره بروز اتفاقات غیرقابل پیش‌بینی عامل اصلی است [۱،۲]. با این وجود، با در نظر گرفتن زیاد شدن

انواع و تعداد خطرات و تهدیداتی که موجب ایجاد اختلال در اجزای مختلف زنجیره تأمین می‌شود، توجه به موضوع تاب‌آوری در زنجیره تأمین بااهمیت شده است. وجود خلل و عوامل اختلال‌زا در زنجیره تأمین، جریان خدمات و کالاهای سازمان‌ها و شرکت‌های مختلف را دچار مشکل می‌کند [۳]؛ بنابراین، اختلالات در زنجیره تأمین پیامدهای منفی را متوجه شرکت‌ها و سازمان‌ها می‌کند و منتج به ضعیف شدن موقعیت شرکت در بازار رقابتی موجود و کاهش بازدهی سهام آن می‌شود [۴].

یکی از اختلالاتی که در سال‌های اخیر زنجیره تأمین بسیاری از شرکت‌ها و سازمان‌های تولیدی و خدماتی را دچار مشکل کرد، ویروس کرونا یا همان کووید-۱۹ بود که به‌سرعت در سراسر جهان انتشار یافت و اکثر کشورها برای مقابله با آن به مشکل برخوردند. باینکه دولت‌ها و شرکت‌های خصوصی و دولتی تلاش خود را برای متوقف کردن آثار مخرب همه‌گیری کرونا بر بخش‌های اقتصاد و سلامت انجام دادند، اما همچنان این اثرات در نقاط مختلف جهان احساس می‌شود [۵،۶]. پژوهش‌های صورت گرفته آورده‌اند که مابین کسب‌وکار، فناوری اطلاعات و تحلیل داده ارتباط مثبتی به دلیل توسعه دیجیتالی کردن کارها برای مقابله با ریسک‌های موجود در زنجیره تأمین وجود دارد. برای اینکه اثربخشی بهتر و بیشتری در تاب‌آوری زنجیره تأمین داشته باشیم، می‌توانیم از

فناوری‌های جدیدی مثل بلاک چین، صنعت نسل ۴،۰، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و برنامه‌های ردیابی پیشرفته محصول و تولید انبوه که برای تجزیه و تحلیل ریسک‌های موجود در زنجیره تأمین پتانسیل مطلوبی دارند؛ استفاده کرد [۷]. به عنوان مثال شرکت جنرال موتورز، به طور گسترده در طی سال‌های اخیر نقشه‌ای از زنجیره تأمین خود تهیه کرده‌اند. در زمان همه‌گیری ویروس کرونا، شرکت‌هایی که زنجیره تأمین خود را نقشه‌برداری کرده بودند، سریعاً از شرکت‌هایی که تولیدکننده قطعات بودند و به نوعی تأمین‌کننده مواد اولیه شرکت‌ها محسوب می‌شدند؛ اطلاع پیدا کردند و توانستند واکنش سریعی نسبت به این موضوع نشان دهند و از پراکندگی اطلاعات جلوگیری کنند [۸].

استدلالی که متخصصان و کارشناسان بیان می‌کنند این است که شرکت‌هایی که قبل از شیوع ویروس کرونا از فناوری‌های صنعت 4.0 استفاده می‌کردند؛ توانستند پاسخ مناسب و بهتری را نسبت به شرایط پیش‌آمده داشته باشند. با در نظر گرفتن اینکه فناوری‌های صنعت ۴،۰ نقش اساسی در مواقع بروز بحران و تغییرات سریعی که در راستای پویایی کسب‌وکار اتفاق می‌افتد داشتند، شرکت‌های زیادی به دنبال گنجاندن این فناوری در کسب‌وکار خود بودند. فناوری‌های 4.0 می‌توانند قابلیت مشاهده را در همه جنبه‌ها در زنجیره تأمین افزایش دهند و اعتماد و همکاری ایجاد کنند [۹]. در صنعت نسل ۴،۰، قابلیت‌ها و ویژگی‌هایی مثل اشتراک‌گذاری اطلاعات، باعث افزایش قابلیت مشاهده کل زنجیره تأمین یک محصول یا خدمت می‌شود و شرکت‌ها با پاسخ به موقع به اختلالاتی که مربوط به تاب‌آوری زنجیره تأمین است، می‌توانند گام‌های لازم را برای حل هرچه سریع‌تر این اختلالات از قبل تعیین کنند. [۱۰] از

فناوری‌های وابسته به علم داده می‌توان به فناوری بلاک‌چین اشاره کرد که توانایی کم کردن ریسک‌های زنجیره تأمین در ارتباط با اختلالاتی که توسط واسطه‌ها رخ می‌دهد، از جمله رعایت نکردن حریم خصوصی، آسیب‌پذیر شدن در قبال آشفتگی‌های سیاسی، هک شدن، تطبیق شدن با قوانین و مقررات دولتی از طریق صرف هزینه‌های زیاد، تضاد و اختلافات موجود در قراردادها و بی‌ثباتی مؤسسات مالی کمک کند [۱۱].

با توجه به این نکته که اختلالات در زنجیره تأمین عواقب منفی در پی دارد، در حال حاضر شرکت‌ها تمرکز خود را بر روی ایجاد تاب‌آوری در راستای کم کردن اثر اختلالاتی که در آینده متوجه شرکت می‌شود، کرده‌اند [۱۲]. تحقیقاتی که در گذشته در لجستیک انجام شده است؛ اشاره به وجود مشکل در تشخیص و پیش‌بینی اختلالات که به ماهیت و نوع آن‌ها بستگی دارد، کرده‌اند. [۴] هوش مصنوعی (AI) که از جمله فناوری‌های نوین به حساب می‌آید، باعث ایجاد یک روش جدید برای سازمان‌ها در راستای تقویت تاب‌آوری آن‌ها شده است. هوش مصنوعی به دلیل توانمندی که درک روابط، پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های مناسب‌تر، تجزیه و تحلیل مقدار زیادی از داده‌ها و ایجاد شفافیت در عملیات دارد، این قدرت را در اختیار سازمان‌ها می‌گذارد تا در زمان مناسب در مقابل نوسانات ناشی از اختلالات پیش‌بینی نشده، سازگار شوند [۱۳]. با اینکه تجربه استفاده از مزایای هوش مصنوعی بیشتر در به وجود آوردن قابلیت انعطاف‌پذیری و پیش‌بینی دقیق موجودی انبار در زنجیره تأمین، در زمان رخداد یک اختلال مخرب اشاره دارد، اما مطالعات کمی به نقش هوش مصنوعی در تقویت تاب‌آوری سازمان‌ها اشاره کرده‌اند. درحالی‌که استدلال مورد اشاره در مطالعات گذشته این بوده است که فناوری می‌تواند تاب‌آوری زنجیره تأمین را در



شرایط پیش‌بینی‌نشده و رخداد اتفاقات برنامه‌ریزی نشده، تقویت کند تا عملکرد شرکت در شرایط بحران بهتر شود (به‌عنوان مثال، [۱۴])، هوش مصنوعی هم به‌عنوان یکی از این فناوری‌ها مزیت بیشتری در اختیار شرکت‌ها قرار می‌دهد، چراکه می‌تواند در مدت ایجاد اختلالات، فرآیند تصمیم‌گیری را برای آزمایش، نمونه‌سازی و شناسایی راه‌حل‌های نوآورانه سرعت بخشد [۱۵]. پژوهشی برای تحلیل آثار توانمندی‌های تجزیه‌وتحلیل داده‌ها بر تاب‌آوری زنجیره تأمین بیان می‌کند که کنترل و هماهنگی، برنامه‌ریزی اطلاعات، توانمندسازی‌های حیاتی به دلیل ایجاد آمادگی در زنجیره تأمین، چابکی و هوشیاری منجر به تاب‌آوری در زنجیره تأمین می‌شوند [۱۶]. سازمان‌ها باید رویکردی پویا، نوآورانه و پیشگیرانه در مدیریت ریسک داشته باشند. خطرات و اختلالات باید فرصت‌هایی برای انطباق و تکامل در مواجهه با شبکه‌های بیش‌ازحد متصل، تهدیدات سایبری پیشرفته، محیط‌های بسیار رقابتی و تغییر انتظارات مشتری برای بهبود عملکرد زنجیره تأمین باشد. به دلیل ارتقای سطح همکاری داخلی و خارجی، چه به‌صورت افقی و چه عمودی، سازمان‌هایی که از قابلیت تاب‌آوری در زنجیره تأمین خود بهره‌مند هستند، باید از پیشرفت‌های فناوری در هوش مصنوعی، اتوماسیون و اینترنت اشیا استفاده کنند [۱۷، ۱۸]. هوش مصنوعی با تکنیک‌های خودآموزی، آماری و یادگیری ماشینی پیش‌بینی کننده، ارتباطی با هوش انسان به دلیل تقویت آن دارد. [۱۹]. محققین نقش هوش مصنوعی را به‌عنوان یک عامل مفید و سرعت‌دهنده برای ارائه راه‌حل‌های متنوع و ورودی‌های پیشنهادی در فرآیند تصمیم‌گیری در مواجهه با یک وضعیت پیچیده بیان کردند [۲۰]. قدرتی که هوش مصنوعی برای اساس فرآیند تصمیم‌گیری در زنجیره‌های تأمین ارائه می‌دهد، بازتاب عمیقی را

در مورد اینکه چگونه می‌توان هوش مصنوعی را در نوآوری که خود به معنای پیگیری عملکرد بلندمدت و خلق مزیت رقابتی زنجیره تأمین است، ایجاد می‌کند. [۲۱].

مطالعه تاب‌آوری در حوزه زنجیره تأمین می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا بر اختلالاتی که در آینده رخ می‌دهند، غلبه کنند. هوش مصنوعی به‌طور کلی به «توانایی ماشین‌ها برای انجام وظایف شناختی شبیه انسان» گفته می‌شود [۲۲]. سازمان‌ها در حال به‌کارگیری مجموعه‌ای از ابزارها و راه‌حل‌های هوش مصنوعی مانند یادگیری عمیق و یادگیری ماشین برای شناسایی زودهنگام مشکلات و بهبود دقت پیش‌بینی هستند [۲۳].

در صورت استفاده راهبردی برای بازنگری منابع سازمانی و پردازش اطلاعات، هوش مصنوعی می‌تواند به کاهش پیچیدگی کمک کند. [۲۴] تحقیقات صورت گرفته در حوزه هوش مصنوعی نشان می‌دهد که این فناوری می‌تواند در انجام وظایف کلیدی کسب‌وکار، مانند تجزیه‌وتحلیل مالی، به‌خوبی و در مواقعی بهتر از انسان عمل کند؛ از طرفی هوش مصنوعی به سازمان‌ها در انجام فعالیت‌های مختلفی از قبیل پیش‌بینی توسعه فناوری، مدیریت تراکنش‌ها و برنامه‌ریزی لجستیک پیچیده کمک می‌کند [۲۵]. جامعه آماری در این مقاله مشتمل بر مقالات علمی منتشرشده در پایگاه‌های داده معتبر داخلی و خارجی است که در بخش روش تحقیق به‌طور مبسوط بررسی می‌شود. فراترکیب این پژوهش‌ها از آن نظر دارای اهمیت است که دید جامع‌تر و گسترده‌تری نسبت به نتایج پراکنده هرکدام از مقالات ارائه می‌دهد. دانش‌افزایی مقاله شامل ایجاد چارچوبی یکپارچه از کاربردهای فناوری‌های شالوده شکن در ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین و ارتباط بین آن‌هاست. آنچه قبلاً توسط دیگر محققین مورد پژوهش قرار گرفته

است؛ بیان این کاربردها از یک منظر بدون در نظر گرفتن یکپارچگی بوده است.

فناوری‌های نوظهور مانند اینترنت اشیا، بلاکچین و هوش مصنوعی به‌عنوان شالوده شکن‌هایی عمل می‌کنند که با افزایش اِشراف، بهبود همکاری، اتوماسیون فرآیندها و شخصی‌سازی، تاب‌آوری زنجیره تأمین را به‌طور چشمگیری بهبود می‌بخشند. با استفاده از این فناوری‌ها، کسب‌وکارها می‌توانند در برابر اختلالات مقاوم‌تر شده، به تغییرات سریع‌تر پاسخ دهند و در نهایت رقابتی‌تر عمل کنند. این تحقیق می‌تواند به مدیران زنجیره تأمین، کارشناسان فناوری اطلاعات، شرکای تجاری، پژوهشگران و شرکت‌های واسطه در تاب‌آوری در مقابل تهدیدات کمک کند.

۲- مرور ادبیات و مبانی نظری

۲-۱- زنجیره تأمین

زنجیره تأمین شامل اجزایی است که به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم با یکدیگر در ارتباط هستند. این اجزا شامل تولیدکنندگان، تأمین‌کنندگان، حمل‌ونقل‌کنندگان، انبارها، خرده‌فروشی‌ها و مشتریان می‌شوند. فعالیت‌هایی نظیر توسعه محصول جدید، بازاریابی، عملیات اجرایی، توزیع، خدمات مالی، خدمات مشتری و سایر فعالیت‌ها در این بخش‌ها انجام می‌شود. زنجیره تأمین یک سامانه پویا است که جریان اطلاعات، محصول و سرمایه را در سطوح مختلف خود تسهیل می‌کند و مشتری تنها یک بخش از این زنجیره است؛ بنابراین، هدف اصلی زنجیره تأمین، ایجاد رضایت مشتریان در فرآیند تأمین و کسب سود برای اعضای زنجیره است [۱].

هدف اصلی مدیریت زنجیره تأمین، برآوردن نیازهای مشتریان با دستیابی به بیشترین ارزش است. در این زنجیره، تمام مراحل که به‌صورت

مستقیم یا غیرمستقیم در تحقق درخواست مشتریان دخیل هستند، شامل می‌شود. برای دستیابی به این هدف، نیازمند هماهنگی و مشارکت راهبردی بین تمام اعضا است تا با یکپارچگی بیشتر در همه فرآیندهای سازمانی ارائه محصول، تقاضا را مدیریت کنند [۲].

۲-۲- هوش مصنوعی در زنجیره تأمین

ادبیات زنجیره تأمین اخیراً بر پیوند بین کاربرد هوش مصنوعی و بهبود فرآیند تأکید کرده است [۲۶]. اگرچه چندین برنامه کاربردی زنجیره تأمین مبتنی بر هوش مصنوعی در سال‌های اخیر ظاهر شده‌اند، تحقیقات کمی استفاده از آنها را مورد بررسی قرار داده است. مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی راه‌حل‌های تقریباً بهینه را برای طیف گسترده‌ای از چالش‌های مسیریابی، تضمین تحویل به‌موقع و بهینه‌سازی حمل‌ونقل انبار ارائه می‌کنند [۲۷]. با این حال، توجه کمی به این موضوع شده است که چگونه استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی ممکن است بر حراج معکوس که شامل شرکای زنجیره تأمین و برنامه‌ریزی برای مسیریابی خودرو و کسب تخفیف حجمی است، تأثیر بگذارد [۲۶].

فناوری‌هایی که به مفهوم هوش مصنوعی مرتبط هستند، به روش‌های مختلفی شناخته می‌شوند. این فناوری‌ها ابزارهایی هستند که برای حل مشکلات پیچیده و زمان‌بر استفاده می‌شوند و همچنین به‌عنوان یک سامانه تقلید هوش انسانی و فرآیند شناختی عمل می‌کنند. آنها به‌عنوان عوامل محاسباتی هوشمند شناخته می‌شوند که به‌طور هوشمندانه عمل می‌کنند. یکی از بنیان‌های اصلی فناوری‌های هوش مصنوعی این است که آن‌ها به‌گونه‌ای طراحی و توسعه‌یافته‌اند که بر اساس الزامات از پیش تعریف‌شده مبتنی بر داده‌ها و اطلاعات موجود

عمل کنند. این الزام بر توانایی فناوری‌های هوش مصنوعی برای یادگیری از گذشته و نتیجه‌گیری از طریق تجزیه و تحلیل داده‌ها تأکید می‌کند. یک از برجسته‌ترین آن‌ها در حوزه هوش مصنوعی یادگیری ماشین است. فناوری‌های هوش مصنوعی که مبتنی بر یادگیری ماشین هستند می‌توانند پردازش خود را بر اساس اطلاعات جدید به‌دست‌آمده تغییر دهند. [۲۸].

۲-۳- تاب‌آوری زنجیره تأمین

ایده تاب‌آوری در سال‌های اخیر سرعت قابل‌توجهی پیدا کرده است [۳] به‌طوری‌که محققان مختلف آن را به‌عنوان یک موضوع گسترده و چگونگی تأثیر آن را بر زنجیره تأمین مورد مطالعه قرار داده‌اند [۴]. تاب‌آوری مفهومی است که هم قدرت و هم انعطاف‌پذیری را نشان می‌دهد [۵]. عملکرد مداوم یک زنجیره تأمین به توانایی آن در واکنش سریع به اختلال بستگی دارد [۶]. تاب‌آوری را به‌عنوان ظرفیت زنجیره تأمین برای کاهش تأثیر اختلالات تا حد امکان تعریف می‌کنند. یک تعریف پذیرفته‌شده گسترده‌تر، توانایی سامانه برای بازگشت به حالت اولیه یا حرکت به حالت مطلوب‌تر پس از اختلال است [۲۹].

با توجه به تاب‌آوری سامانه‌های انرژی، مرکز تحقیقات انرژی انگلستان آن را به‌عنوان یک ویژگی ذاتی سامانه برای ایجاد ظرفیتی تعریف می‌کند که اختلال در جریان انرژی را از طریق بازیابی سریع یا ارائه جایگزین برای برآوردن نیازهای انرژی تحمل می‌کند [۳۰]. جامع‌ترین تعریف تاب‌آوری زنجیره تأمین این‌گونه بیان شده است: قابلیت انطباق زنجیره برای آمادگی، پاسخ و بهبود در برابر اختلالات، با حفظ تداوم عملیات و کنترل بر ساختار و عملکرد [۳۱]. با بررسی صورت گرفته در مقالات، تعاریفی از زنجیره تأمین تاب‌آور در جدول ۱ آورده شده است.

راجش با استفاده از مدل پیش‌بینی خاکستری و داده‌های نوع دوم، پنج شاخص کلیدی (انعطاف‌پذیری، پاسخگویی، کیفیت، بهره‌وری و دسترسی) را برای پیش‌بینی تاب‌آوری زنجیره تأمین در برابر اختلالات آینده به کار برد. این مطالعه وضعیت فعلی تاب‌آوری زنجیره تأمین و همچنین محدوده‌های حداقل و حداکثر آن را نشان می‌دهد [۳۳]. در مطالعه دیگری چالش‌های زنجیره تأمین شناسایی و سپس چارچوبی برای توسعه و ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین ارائه می‌دهند [۳۴].

پیپرانی و همکاران در مقاله خود رابطه بین رویکردهای تاب‌آوری، چابکی، رقابت‌پذیری و عملکرد زنجیره تأمین را نشان دادند. آنها اقدامات چابک مانند استفاده از فناوری اطلاعات برای هماهنگی و ادغام فعالیت‌ها، تولید در بسته‌های کوچک، سرعت در زمان تحویل و اقدامات تاب‌آور مانند همکاری در سراسر زنجیره تأمین، افزایش شفافیت و نیروی کار چند مهارته را به‌عنوان عواملی معرفی می‌کنند که در عملکرد زنجیره تأمین و رقابت‌پذیری آن تأثیرگذار است [۱۰].

کیاؤو به این نتیجه رسید که می‌توان از طریق یک روش مدون شامل نظارت، پیش‌بینی، پاسخگویی و یادگیری به‌عنوان ابعاد اصلی تاب‌آوری، مدیریت اضطراری کارآمدی را ایجاد و توسعه داد [۱۱].

گوپتا و همکاران در مقاله‌ای با هدف بررسی نقش سامانه‌های اطلاعات تاب‌آور در به حداقل رساندن میزان ریسک در موقعیت‌های اختلال در عملیات زنجیره تأمین به این نتیجه رسیدند که پردازش و قابلیت‌های خودآموزی همراه با زیرساخت سامانه اطلاعاتی می‌تواند به سازمان‌ها کمک کند تا تأثیر اختلال را کاهش دهند و درعین حال شبکه حمل‌ونقل را همسو و امنیت‌سایبری مناسب از نظر جغرافیایی را تضمین کنند. [۳۵].

جدول ۱- زنجیره تأمین تاب‌آور

تعریف	محققین
نه تنها قابلیت حفظ و کنترل تغییرات عملکرد در مواجهه با اختلال را دارد، بلکه توانایی انطباق و پاسخ پایدار به تغییرات ناگهانی را نیز دارا است.	Negri, et al. (2021) [4]
زنجیره‌ای است توانا با آمادگی در برابر خطرات پیش‌بینی نشده و بازیابی سریع پس از اختلالات بالقوه و بازگشت به سوی وضعیتی جدید و مطلوب‌تر در راستای افزایش رضایت مشتری.	Bednarski, L et al. (2024) [5]
زنجیره‌ای است که توانایی بازگشت به وضعیت اولیه خود و یا حرکت به یک وضعیت جدید مطلوب‌تر از قبل را دارد.	Leng, J et al (2023) [6]
بر اساس این فرض اساسی که گریزی از بروز رویدادها وجود ندارد؛ زنجیره‌ای است که قابلیت بهبود وضعیت خود، پس از بروز حوادث خطرناک را به گونه‌ای مطلوب‌تر از قبل دارد [7]. روش‌های ترکیبی، نوآوری و تاب‌آوری را به عنوان قابلیت‌های پویا، تثبیت می‌کنند [8].	Su, W. & Junge, S. (2023) [7], Garrido-Moreno, A. Martín-Rojas, R. & García-Morales, V. J. (2024) [8]
توانا برای پاسخ دادن به اختلالات غیرمنتظره و بازگرداندن آن به حالت نرمال و قبل از وقوع رخداد	[32] رحیمی و همکاران (۱۳۹۷) و Aghaee, M. & Jazini, A. (2023) [29]
زنجیره‌ای توانا برای پاسخگویی سریع به رویدادهای غیرمنتظره به طوری که عملیات خود را به سطح عملکرد قبلی و یا حتی به یک سطح جدید و بهتر بازگرداند.	Phadnis, S. (2024) [30]
توانا برای کاهش احتمال ناگهانی اختلالات، مقاوم در برابر گسترش اختلالات با حفظ کنترل ساختارها و عملکردها و واکنش سریع و مؤثر برای جلوگیری از اختلال و بازگرداندن خود به حالت مطلوب عملیاتی جدید	Ponomarov, S. Y. & Holcomb, M. C. (2019) [31], Jiang, Y. Feng, T. & Huang, Y. (2024) [9]

بله‌آوردی و همکاران دریافتند که درحالی‌که هوش مصنوعی در کوتاه‌مدت تأثیر مستقیمی بر تاب‌آوری دارد، اما توصیه می‌شود از قابلیت‌های پردازش اطلاعات آن نیز استفاده شود. این مطالعه یکی از اولین مطالعاتی است که شواهد تجربی در مورد به حداکثر رساندن مزایای قابلیت‌های هوش مصنوعی برای تولید تاب‌آور ارائه می‌کند [۳۶].

رحیمی و همکاران در مقاله خود، ده مانع مهم و اساسی در مسیر تاب‌آور سازی زنجیره تأمین سازمان توسعه منابع انرژی را شناسایی کردند. مدل جامع ساختاری تفسیری این تحقیق علاوه بر نمایش چگونگی و چرایی روابط بین این موانع، نشان داد که فقدان ارتباط مؤثر با تأمین‌کنندگان و کمبود ذخیره راهبردی موجودی، به‌عنوان مهم‌ترین موانع تاب‌آوری

زنجیره تأمین این سازمان هستند [۳۷]. در یک پژوهش دیگر با تجزیه و تحلیلی جامع، دانش معاصر در مورد اهمیت فناوری‌های نوآورانه، تجزیه و تحلیل داده‌ها و تاب‌آوری زنجیره تأمین، با ادغام ادبیات پراکنده غنی شد و در نتیجه خوشه‌ها یا حوزه‌های تحقیقاتی اصلی و مسیرهای پربار برای تحقیقات آینده مشخص شدند [۱۲].

۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس هدف، توسعه‌ای- کاربردی، بر اساس ماهیت داده، کیفی و بر اساس روش‌های گردآوری داده و اطلاعات، اسنادی است. روش انجام پژوهش، تحلیلی - توصیفی بوده و داده‌های کیفی از روش فراترکیب جمع‌آوری می‌شود. روش فراترکیب یکی از

شکل ۱- مراحل انجام عملیات فراترکیب [۳۸]

جدول ۲- سؤالات پژوهش

ردیف	سؤال	کد
۱	فناوری‌های شالوده شکن مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تأمین کدامند؟	RQ1
۲	معیارها و عوامل تأثیرگذار برای ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین کدامند؟	RQ2
۳	چه راهکارهایی برای مقاومت در برابر اختلالات زنجیره تأمین وجود دارد؟	RQ3

روش‌های جدید سنتز در حوزه مطالعات کیفی است که می‌تواند در گسترش و خلق نظریه‌ها، محققان را یاری رساند [۳۸]. در این بخش سعی می‌شود با استفاده از روش فراترکیب، به‌منظور مقایسه، تفسیر، تبدیل و ترکیب مفاهیم اولیه و مؤلفه‌ها، شاخص‌های پژوهش بر مبنای یافته‌های حاصل از پژوهش‌های پیشین و مرتبط با اهداف پژوهش استخراج شود. شکل ۱، مراحل انجام عملیات فراترکیب را نشان می‌دهد.

۴- تحلیل داده‌ها

مرحله اول: تعیین هدف و طرح سؤالات تحقیق
 در گام اول اجرای تحقیق با روش فراترکیب، نیاز است تا هدف اصلی پژوهش آشکار شود. هدف اصلی این پژوهش، همان‌طور که قبلاً اشاره شد؛ چارچوبی برای ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین از طریق فناوری‌های شالوده شکن تعیین شده است. سپس سؤالات فرعی تحقیق بر اساس تحلیل هم‌واژگانی حاصل به‌عنوان نقطه ورودی روش فراترکیب، مورداستفاده قرار می‌گیرد.

تحلیل هم‌واژگانی شیوه‌ای از تحلیل محتواست که از طریق هم‌رخدادی واژه‌ها یا مفاهیم موجود در متون و منابع حاصل می‌شود و از طریق آن می‌توان مفاهیم اصلی یک زمینه یا حوزه علمی را شناخت و به‌واسطه این شناخت، الگوها و رویدادهای مفهومی، ساختار علمی، شبکه مفهومی، روابط سلسله مراتبی مفاهیم و مقولات مفهومی آن حوزه را کشف، ترسیم و مدیریت کرد. برای پژوهش حاضر، سه سؤال فرعی به شرح جدول ۲ مطرح می‌شود.

حال کلیدواژه‌های مرتبط با موضوع پژوهش را تعیین می‌کنیم که در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳ - کلیدواژه‌های پژوهش

کد	معادل لاتین	کلیدواژه
W1	تاب‌آوری	۱
W2	تاب‌آوری زنجیره تأمین	۲
W3	فناوری‌های شالوده شکن	۳
W4	هوش مصنوعی در زنجیره تأمین	۴
W5	بلاک چین در زنجیره تأمین	۵
W6	اینترنت اشیاء در زنجیره تأمین	۶

مرحله دوم: جمع‌آوری ادبیات پژوهش

با استفاده از کلیدواژه‌های مندرج در جدول ۳، پایگاه‌های استنادی داخلی شامل سیویلیکا و SID و همچنین پایگاه‌های استنادی خارجی شامل Emerald، Google scholar و Science Direct موردبررسی قرار گرفتند. از این بررسی‌ها مجموعاً ۱۰۰ عنوان مقاله استخراج شد که به‌منظور بررسی بیشتر، مورد مطالعه قرار می‌گیرند.

جدول ۴- تقسیم‌بندی موضوعی پژوهش

تکرار	کد	مقوله	مضمون
۱۶٪	A1	مدلی از عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین	تاب‌آوری زنجیره تأمین
۲۴٪	A2	زنجیره تأمین تاب‌آور با تأکید بر فناوری‌های نوظهور	
۴۸٪	A3	هوش مصنوعی در تاب‌آوری زنجیره تأمین	
۸٪	A4	کاربردهای فناوری‌های شالوده شکن در زنجیره تأمین	فناوری شالوده شکن
۸٪	A5	تأثیر بلاکچین بر ارتقا تاب‌آوری زنجیره تأمین	هوش مصنوعی، بلاکچین و اینترنت اشیاء
۵۶٪	A6	هوش مصنوعی در زنجیره تأمین	
۱۶٪	A7	تاب‌آوری زنجیره تأمین با استفاده از هوش مصنوعی در کووید ۱۹	
۸٪	A8	هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ برای تاب‌آوری پذیری زنجیره تأمین	
۸٪	A9	تاب‌آوری در زنجیره تأمین با استفاده از فناوری اینترنت اشیا	

مرحله سوم: ارزیابی ورودی‌ها

در مرحله ارزیابی داده‌های ورودی، ابتدا سعی شده است تا با استفاده از پارامترهایی مثل انتخاب بازه زمانی کوتاه‌تر برای مقالات یافته شده، یک پالایش اولیه‌ای انجام گیرد. برای این کار در مقالات فارسی بازه زمانی سال ۱۳۹۸ به بعد و در مقالات انگلیسی ۲۰۱۸ به بعد مورد مطالعه قرار گرفتند. با این کار تعداد مقالات به ۷۵ عدد کاهش یافت. در مرحله پالایش بعدی چکیده مقالات مورد مطالعه قرار گرفت که باز هم مقالاتی که ارتباط بیشتری با موضوع ما داشتند انتخاب شد: ۵۴ مورد.

در بررسی بخش مقدمه مقالات باقی‌مانده، تعداد مقالات به عدد ۳۲ و در نهایت با بررسی و مطالعه کامل آنها، مقالات مرتبط به عدد ۱۴ رسید. حال مقالات باقی‌مانده به‌عنوان مبنای انجام عملیات فراترکیب، مورد بررسی قرار می‌گیرند تا در مراحل بعدی استفاده شوند. با مطالعه دقیق این مقالات مبانی نظری استخراج می‌شود که در جدول ۴ قابل مشاهده است. این جدول نشان‌دهنده تقسیم‌بندی موضوعی ادبیات

تحقیق همراه با میزان تکرار هر یک از مقولات است.

مرحله چهارم: سنتز یافته‌ها

در این بخش، یافته‌های حاصل از مقالات انتخاب شده، برای انجام سنتز، تجزیه و تحلیل می‌شوند. جدول ۵ فهرست مقالات نهایی را به همراه کلیدواژه‌های مرتبط با آنها نشان می‌دهد. یافته‌های حاصل از بررسی مقالات مطرح شده در جدول ۵، در جدول ۶ ارائه شده است.

مرحله پنجم: یافته‌های پژوهش

در این مرحله مبنای این است که پاسخ‌های مناسبی برای سؤالات مقاله، بر اساس یافته‌های حاصل از پژوهش‌های بررسی شده و همچنین انجام تحلیل بر روی آنها، صورت‌بندی شود. در پاسخ به سؤال اول (RQ1) جدول ۲، در مقالات بررسی شده ۱۱ مورد به تاب‌آوری زنجیره تأمین و مؤلفه‌های اثرگذار بر روی آن اشاره کردند و در مقاله دکتر زمانی (R8) به سؤال مطرح شده پاسخ داده است و عنوان شده که استفاده از هوش

جدول ۵ - فهرست مقالات استفاده شده در فرآیند سنتز به همراه کلیدواژه‌های مرتبط با آنها

W6	W5	W4	W3	W2	W1	کد مرجع	آدرس
				*	*	P1	[39]
			*		*	P2	[40]
				*	*	P3	[41]
				*	*	P4	[42]
		*	*			P5	[43]
		*		*	*	P6	[44]
		*		*		P7	[45]
		*	*	*		P8	[46]
		*		*		P9	[47]
		*			*	P10	[48]
		*		*		P11	[49]
				*	*	P12	[50]
	*			*	*	P13	[51]
*				*	*	P14	[52]

پژوهش‌های پیشین بر این باورند که فناوری‌های موجود در زنجیره تأمین به خودی خود، عاملی برای افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین نیست ولی مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین به شدت تحت تأثیر فناوری‌های شالوده شکن مثل هوش مصنوعی، بلاکچین، اینترنت اشیا و... هستند؛ بنابراین فناوری‌های نوین مذکور از اثرگذاران بر ارتقای تاب‌آوری در زنجیره تأمین هستند. در مقالات بررسی شده با توجه به کلیدواژه‌های انتخابی ۷ مقاله به‌طور مشخص به سؤال دوم (RQ2) پاسخ دادند.

مصنوعی و تحلیل داده‌های کلان در زنجیره تأمین می‌تواند به بازبایی سریع‌تر از اختلالات، انتخاب بهتر تأمین‌کنندگان و افزایش اِشراف، شفافیت و واکنش‌پذیری کمک کند.

همچنین پژوهش‌های بررسی شده به اولویت‌بندی این مؤلفه‌ها و ترسیم ارتباطات بین آنها پرداخته‌اند. پس از شناسایی مؤلفه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین، اکنون به بررسی سؤال دوم که به ارتباط بین این مؤلفه‌ها و اثرگذاری فناوری‌های شالوده شکن بر روی تاب‌آوری زنجیره تأمین اختصاص دارد، می‌پردازیم. اکثر

جدول ۶- یافته‌های حاصل از بررسی مقالات منتخب

کد	استنباط	آدرس	گزاره
R1	با توجه به شواهد موجود، محتمل است که استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا در زنجیره‌های تأمین بتواند منجر به افزایش اِشراف، انعطاف‌پذیری، همکاری و کنترل و در نتیجه زنجیره تأمین تاب‌آور تر، پاسخگو تر و کارآمدتر شود.	[52]	استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا (IoT) در زنجیره‌های تأمین می‌تواند منجر به افزایش اِشراف ^۱ ، انعطاف‌پذیری، همکاری و کنترل و در نتیجه، زنجیره تأمین تاب‌آور تر، پاسخگو تر و کارآمدتر شود.
R2	گزاره تحقیق ارائه‌شده در مورد پتانسیل قابل توجه بلاکچین برای ارتقای مدیریت زنجیره تأمین، به‌ویژه در حوزه مدیریت ریسک، اعتبار دارد. مزایای بالقوه بلاکچین را با ارائه نمونه‌هایی از نحوه افزایش شفافیت، ردیابی و امنیت، تأیید می‌کند. همچنین به دلیل پتانسیل بلاکچین برای تحول زنجیره تأمین و ارتقای مدیریت ریسک و امنیت، از اهمیت بالایی برخوردار است.	[51]	بلاکچین می‌تواند به‌طور قابل توجهی مدیریت زنجیره تأمین را از طریق افزایش شفافیت، ردیابی و امنیت، به‌ویژه در زمینه مدیریت ریسک، ارتقا دهد.
R3	فناوری‌های شالوده شکن، مانند هوش مصنوعی، بلاکچین و اینترنت اشیا، پتانسیل قابل توجهی برای دگرگونی زنجیره‌های تأمین و افزایش تاب‌آوری آنها در برابر اختلالات دارند.	[43]	کاربرد، نوع تکثیر و اکتساب فناوری‌های شالوده شکن را به‌خوبی نمایش می‌دهد.
R4	تاب‌آوری زنجیره تأمین می‌تواند به‌طور قابل توجهی عملکرد را بهبود بخشد. زنجیره تأمین تاب‌آور می‌تواند در برابر اختلالات انعطاف‌پذیر باشد و به‌طور مداوم به ارائه محصولات و خدمات به مشتریان خود ادامه دهد که منجر به مزایای متعددی از جمله کاهش هزینه‌ها، افزایش رضایت مشتری، کاهش ریسک و افزایش نوآوری می‌شود.	[42]	تاب‌آور سازی زنجیره تأمین، می‌تواند منجر به‌بود عملکرد نیز شود. تمرکز بر پیاده‌سازی اقدامات «ارتباط مؤثر با تأمین‌کنندگان» و «انعقاد قرارداد شفاف و تعهد تأمین‌کنندگان به آن»، به‌عنوان پایه‌ای‌ترین اقدامات، به مدیران زنجیره تأمین شرکت، پیشنهاد می‌شود.
R5	متن ارائه‌شده تحلیلی جامع و دقیق از وضعیت فعلی تاب‌آوری زنجیره تأمین شرکت اِشرا ارائه می‌دهد.	[41]	شناسایی نتایج و رتبه‌بندی معیارهای کلیدی مؤثر در تاب‌آوری

¹ Internet of Things

² Visibility

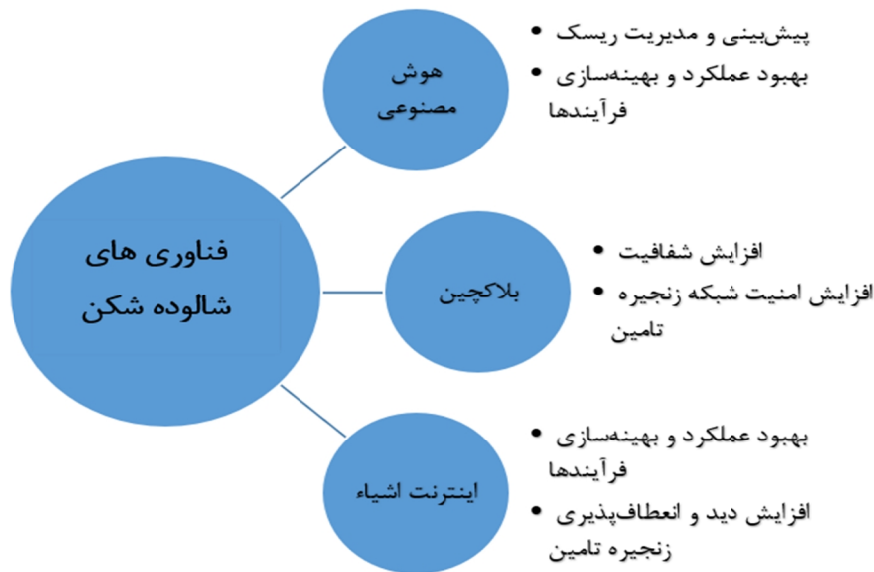
کد	استنباط	آدرس	گزاره
	راهبردهای پیشنهادی در هر دو بخش عملیاتی، قابل اندازه گیری و مرتبط با چالش ها و فرصت های پیش روی شرکت هستند.		زنجیره تأمین (شرکت پشتیبانی اینتر)
R6	دو الزام کلیدی زنجیره تأمین دفاعی تاب آور در عصر صنعت ۴: اشراف در زنجیره تأمین و تجزیه و تحلیل داده های کلان. اهمیت اتوماسیون، چاپ سه بعدی و امنیت سایبری. برای دستیابی به زنجیره تأمین دفاعی واقعاً تاب آور، لازم است از این فناوری ها و رویکردهای نوظهور به طور یکپارچه استفاده شود.	[40]	مهم ترین الزامات زنجیره تأمین دفاعی تاب آور با تأکید بر فناوری های نوظهور صنعت ۴، شامل «رؤیت پذیری زنجیره تأمین دفاعی» و «تجزیه و تحلیل داده های کلان» است.
R7	اهمیت مدیریت ریسک به عنوان یک عنصر کلیدی در افزایش تاب آوری زنجیره تأمین و کاهش زمان بهبود. با اتخاذ رویکردی جامع و فعال برای مدیریت ریسک، مدیران می توانند زنجیره های تأمین خود را در برابر اختلالات مقاوم تر کنند و زمان لازم برای بازیابی را نیز کاهش دهند.	[39]	چابکی، مهندسی مجدد، یکپارچگی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین از طریق سرمایه گذاری در توسعه و یادگیری سازمانی، تاب آوری را تقویت می کنند.
R8	اهمیت هوش مصنوعی و تحلیل داده های کلان در تقویت تاب آوری زنجیره تأمین	[46]	استفاده از هوش مصنوعی و تحلیل داده های کلان می تواند به بازیابی سریع تر از اختلالات، انتخاب بهتر تأمین کنندگان و افزایش اشراف، شفافیت و واکنش پذیری زنجیره تأمین کمک کند.
R9	یافته های این مطالعه برای رهبران صنعت، متخصصان و ذینفعان مربوطه که به دنبال افزایش چابکی و انعطاف پذیری زنجیره تأمین خود در مواجهه با یک محیط پویا و چالش برانگیز هستند، ارزشمند است.	[44]	ردیابی بی درنگ فعالیت های زنجیره تأمین با استفاده از اینترنت اشیا و هوش مصنوعی، حیاتی ترین ضرورت برای بقای زنجیره تأمین در دوران پس از COVID-19 است.
R10	هوش مصنوعی می تواند در کوتاه مدت تأثیر مستقیمی بر عملکرد زنجیره تأمین داشته باشد و در بلندمدت برای ایجاد یک زنجیره تأمین تاب آور مورد استفاده قرار گیرد.	[45]	هوش مصنوعی در کوتاه مدت تأثیر مستقیمی بر عملکرد زنجیره تأمین دارد و توصیه می شود از قابلیت های پردازش اطلاعات آن برای ایجاد تاب آوری در عملکرد طولانی مدت استفاده شود.
R11	نیاز به تخصص و دانش فنی برای پیاده سازی سامانه های مبتنی بر هوش مصنوعی و RIS وجود دارد و	[47]	تاب آوری سامانه اطلاعاتی (RIS ¹) می تواند به سازمان ها در مقابله با اختلالات زنجیره تأمین و کاهش تأثیر آنها بر عملیات کمک کند.

¹ Information System Resilience

کد	استنباط	آدرس	گزاره
	ملاحظات اخلاقی و امنیتی مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی باید مورد توجه قرار گیرد. همچنین هوش مصنوعی و RIS پتانسیل متحول کردن نحوه مدیریت اختلالات و افزایش تاب‌آوری در برابر چالش‌های پیش رو را دارند.		
R12	شواهدی مانند افزایش کارایی، کاهش هزینه‌ها، بهبود انعطاف‌پذیری و افزایش نوآوری از این موضوع پشتیبانی می‌کنند.	[48]	هوش مصنوعی در حال دگرگونی بخش‌های مختلف تجاری، از جمله زنجیره تأمین، با ارائه مزایای رقابتی قابل‌توجهی به کسب‌وکارها است.
R13	هوش مصنوعی از طریق مدیریت تقاضا، مدیریت لجستیک و مدیریت انبار، خدمات مشتری را در برابر اختلالات افزایش می‌دهد و به‌نوبه خود عملکرد شرکت را بهبود می‌بخشد.	[49]	استفاده از هوش مصنوعی، تاب‌آوری شرکت را در برابر اختلالات افزایش می‌دهد و به‌نوبه خود عملکرد شرکت را بهبود می‌بخشد.
R14	هوش مصنوعی می‌تواند مزایای قابل‌توجهی برای تاب‌آوری زنجیره تأمین ارائه دهد. نکاتی که از صحت متن پشتیبانی می‌کنند: <ul style="list-style-type: none"> • هوش مصنوعی می‌تواند به افزایش شفافیت کمک کند. • هوش مصنوعی می‌تواند راه‌حل‌های شخصی برای ذینفعان زنجیره تأمین بالادست و پایین‌دست ارائه دهد. • هوش مصنوعی می‌تواند تأثیر اختلالات را به حداقل برساند. • هوش مصنوعی می‌تواند راهبردهای تدارکات چابک را تسهیل کند 	[50]	هوش مصنوعی می‌تواند با ارتقای شفافیت، اطمینان از تحویل مرسولات، ارائه راه‌حل‌های شخصی، به حداقل رساندن تأثیر اختلالات و تسهیل راهبردهای تدارکات چابک، تاب‌آوری را افزایش دهد.

تأمین دفاعی و تجزیه و تحلیل داده‌های کلان. در سؤال سوم (RQ3) به دلیل فهم راهکارهای مقابله با عوامل مخرب بر زنجیره تأمین، تقریباً تمامی مقالات بررسی شده به نحوی به این موضوع پرداخته و راهکارها را مطرح کردند.

مؤلفه‌های اثرگذار بر زنجیره تأمین، منتج از این مقالات عبارت‌اند از: چابکی، مهندسی مجدد، یکپارچگی و انعطاف‌پذیری، ارتباط مؤثر با تأمین‌کنندگان، انعقاد قرارداد شفاف و تعهد تأمین‌کنندگان به آن و یا رؤیت‌پذیری زنجیره



شکل ۲- ارائه مدل ابعاد و مؤلفه‌های فناوری‌های شالوده شکن مؤثر بر ارتقای تاب‌آوری زنجیره تامین

راهبردی که تاب‌آوری زنجیره تامین را تقویت کند؛ اقدامی حیاتی محسوب می‌شود. در این مقاله هدف آن بوده است تا با استفاده از آنالیزی که بر روی مقالات مرتبط انجام شده، مؤلفه‌های اثرگذار بر ارتقای تاب‌آوری زنجیره تامین از طریق فناوری‌های شالوده شکن استخراج و چارچوبی برای ارتقای تاب‌آوری ارائه شود. با بررسی نقش فناوری‌های هوش مصنوعی، بلاکچین و اینترنت اشیا در افزایش تاب‌آوری زنجیره تامین که با تحلیل بیش از ۱۰۰ مقاله مرتبط انجام شد؛ مشخص شد که این فناوری‌ها می‌توانند بهبود محسوسی ایجاد کنند. اول، پیش‌بینی و مدیریت ریسک. سه منبع ریسک در زنجیره تامین عبارت‌اند از محیطی، ریسک مرتبط با شبکه و سازمانی.

راهبردهای کاهش ریسک عبارت‌اند از اجتناب، کنترل، همکاری و انعطاف‌پذیری. مدیریت ریسک زنجیره تامین شامل درک ارزیابی ریسک، شناخت زمینه ریسک، شناسایی پیشران‌های ریسک و مدیریت ریسک در زنجیره تامین است. توسعه مدل‌های مدیریت ریسک مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند قابلیت زنجیره

در جدول ۶ در مقاله R14 بیان می‌شود که هوش مصنوعی می‌تواند با ارتقای شفافیت، اطمینان از تحویل مرسولات، ارائه راه‌حل‌های شخصی، به حداقل رساندن تأثیر اختلالات و تسهیل راهبردهای تدارکات چابک، تاب‌آوری زنجیره تامین را افزایش دهد یا در مقاله دیگری (R7) گفته شده است که چابکی، مهندسی مجدد، یکپارچگی و انعطاف‌پذیری زنجیره تامین از طریق سرمایه‌گذاری در توسعه و یادگیری سازمانی، تاب‌آوری زنجیره تامین را تقویت می‌کند که این موارد خود به کاهش یا دفع اثرات عوامل مخرب بر زنجیره تامین منتج می‌شوند.

در نهایت با بررسی‌های انجام شده بر روی مقالات، سه بعد اصلی فناوری‌های شالوده شکن که تأثیر به‌سزایی در ارتقای تاب‌آوری زنجیره تامین دارد شناسایی شده و مؤلفه‌های اثرگذار هر یک از این ابعاد به شرح شکل ۲ ارائه شده است.

۵- نتیجه‌گیری، دلالت‌ها و پیشنهاد تحقیقاتی آتی

همواره مخاطراتی در زنجیره‌های تامین هر شرکتی وجود دارد بنابراین انتخاب رویکرد و

تأمین را در محیط پویا و کسب و کار جدید بهبود بخشد.

دوم افزایش شفافیت که بلاکچین به عنوان یک پایگاه داده توزیع شده، اطلاعات را به صورت شفاف و قابل اعتماد ذخیره و به اشتراک می‌گذارد. سوم بهبود عملکرد و بهینه‌سازی فرآیندها که با استفاده از هوش مصنوعی و اینترنت اشیا، می‌توان فرآیندهای زنجیره تأمین را بهبود بخشید و بهینه‌سازی کرد.

چهارم افزایش امنیت که بلاکچین به عنوان یک سامانه امنیتی، اطلاعات را در برابر هرگونه تغییرات غیرمجاز و سرقت‌ها محافظت می‌کند.

این مقاله چند دلالت مهم دارد. ابتدا، تحقیقات در حال ظهور در مورد کاربرد فناوری‌های شالوده شکن در زنجیره تأمین را گسترش می‌دهد.

دوم، این مقاله سعی می‌کند با چارچوب ارائه شده نشان دهد که چگونه شرکت‌ها در قیاس با هم‌تایان و رقبا، می‌توانند زنجیره تأمین خود را با استفاده از منابع موجود در بازار برای رسیدگی به چالش‌های زمینه‌ای دوباره طراحی کنند.

سوم، این مقاله با گسترش بحث در مورد پردازش اطلاعات، تاب‌آوری زنجیره تأمین و ویژگی‌های شبکه، عمیقاً به دانش‌افزایی در مورد کاهش ریسک در شرایط بحران همچون همه‌گیری بیماری‌ها، می‌پردازد. این مطالعه، با وارد کردن مسائل مربوط به یکپارچگی فناوری اطلاعات، مدیریت سهامداران در یک ساختار نسبتاً سازمان‌دهی نشده و مهم‌تر از همه نحوه طراحی شبکه که شامل چگونگی مرتبط شدن ذینفعان مختلف در زنجیره ارزش، به پلتفرم دیجیتال و در نتیجه ردیابی و شفافیت بهتر است؛ به غنای مباحث مربوط به تاب‌آوری زنجیره تأمین در شرایط بحرانی می‌افزاید. در نهایت، این مقاله نقش فناوری را به عنوان یک توانمند ساز برای

ارتقای کسب و کارهایی که مسئولیت اجتماعی دارند؛ برجسته می‌کند.

مقاله حاضر دلالت کاربردی هم دارد به گونه‌ای که قابلیت ردیابی از طریق مفهوم بلاکچین نه تنها ضریب تعیین کیفیت محصول در زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشد؛ بلکه باعث افزایش اعتماد بین ذینفعان در تولید محصولات مانند بخش کشاورزی در کشورهای در حال توسعه می‌شود. در نتیجه، استفاده از چنین نوآوری شالوده شکن می‌تواند هدر رفت منابع را کاهش، فرصت‌های کسب درآمد بازیگران بالادستی زنجیره تأمین را افزایش دهد و مهم‌تر از همه تعیین قیمت مناسب برای یک محصول خاص را بهبود بخشد. از منظر اجتماعی نیز، استفاده از این فناوری‌ها باعث کاهش واسطه‌گری از طریق ارتباط مستقیم فروشندگان و خریداران و اطلاعات دقیق مرتبط با تقاضا و قیمت‌گذاری عادلانه محصولات می‌شود.

از منظر مدیریتی، دولت باید شرکت‌ها را به نوآوری و به کارگیری فناوری‌های شالوده شکن جدید برای بهبود بلوغ فناوری‌ها تشویق کند. دولت می‌تواند با یارانه‌های مالی و تسهیلگری قانونی، از شرکت‌هایی که در زمینه فناوری شالوده شکن و تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌کنند؛ حمایت نماید. این حمایت نه تنها به شرکت‌ها کمک می‌کند تا هزینه‌های نوآوری را کاهش دهند؛ بلکه تاب‌آوری زنجیره تأمین را نیز افزایش می‌دهد. در عین حال، دولت باید به شرکت‌ها کمک کند تا ریسک ناشی از کاربرد یا نوآوری فناوری‌های شالوده شکن را به اشتراک بگذارند. به ویژه، باید به شرکت‌ها کمک کند تا مشکلات شکاف دیجیتال و استانداردهای ناسازگار را در میان اعضای زنجیره تأمین حل کنند. به عنوان مثال، دولت می‌تواند اعضای زنجیره تأمین را تشویق کند تا منابع داده را در یک سکوی اشتراک‌گذاری داده دولتی در دسترس

نویسندگان مقاله از همه افراد حقیقی و حقوقی که در تدوین این مقاله یاریگر بوده‌اند؛ قدردانی می‌کنند. همچنین تشکر ویژه‌ای از داوران محترم و مسئولین نشریه که با دقت و ظرافت، نکات ارزشمندی را در چندین مرحله برای غنی نمودن محتوای مقاله بیان فرمودند، به عمل می‌آید.

۷- منابع

1. Wieland, A. (2021). Dancing the supply chain: Toward transformative supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 57(1), 58-73.
2. Sharma, K., Kumar, R., Kumar, A., Balabantaray, S. & Arora, M. (2024). A digital ecosystem for sustainable fruit supply chain in Uttarakhand: a comprehensive review. *Environment, Development and Sustainability*, 26(5), 13217-13252.
3. Moslehi, S., & Reddy, T. A. (2018). Sustainability of integrated energy systems: A performance-based resilience assessment methodology. *Applied energy*, 228, 487-498.
4. Negri, M., Cagno, E., Colicchia, C. & Sarkis, J. (2021). Integrating sustainability and resilience in the supply chain: A systematic literature review and a research agenda. *Business Strategy and the environment*, 30(7), 2858-2886.
5. Bednarski, L., Roscoe, S., Blome, C. & Schleper, M. C. (2024). Geopolitical disruptions in global supply chains: a state-of-the-art literature review. *Production Planning & Control*, 1-27.
6. Leng, J., Zhong, Y., Lin, Z., Xu, K., Mourtzis, D., Zhou, X. & Shen, W. (2023). Towards resilience in Industry 5.0: A decentralized autonomous manufacturing paradigm. *Journal of Manufacturing Systems*, 71, 95-114.
7. Su, W. & Junge, S. (2023). Unlocking the recipe for organizational resilience: A review and future research directions. *European Management Journal*, 41(6), 1086-1105.
8. Garrido-Moreno, A., Martín-Rojas, R. & García-Morales, V. J. (2024). The key role of innovation and organizational resilience in improving business performance: A mixed-methods approach. *International Journal of Information Management*, 77, 102777.
9. Jiang, Y., Feng, T. & Huang, Y. (2024). Antecedent configurations toward supply chain resilience: The joint impact of supply chain integration and big data analytics capability. *Journal of Operations Management*, 70(2), 257-284.
10. Piprani, A. Z., Khan, S. A. R. & Yu, Z. (2024). Driving success through digital transformation: influence of Industry 4.0 on lean, agile, resilient, green supply chain practices. *Journal of Manufacturing*

پیشنهادهایی که برای انجام پژوهش‌های آتی می‌توان ارائه کرد عبارت‌اند از: بررسی نحوه مدیریت ریسک زنجیره تأمین توسط سازمان‌ها، از جمله فرآیندها و تکنیک‌های مورد استفاده برای تعریف و تجزیه و تحلیل، نحوه الگوبرداری فرآیندهای مدیریت ریسک زنجیره تأمین توسط شرکت‌ها و چگونگی ارزیابی شرکت‌ها از پروفایل مدیریت ریسک زنجیره تأمین خود. همچنین، تحلیل هزینه فایده استفاده از فناوری‌های شالوده شکن در ارتقای تاب‌آوری زنجیره تأمین، مطالعات امکان‌سنجی و آسیب‌شناسی برای کاربرد این فناوری‌ها در زنجیره تأمین. علاوه بر این، بررسی چالش‌های فنی و قانونی مرتبط با انتقال داده از طریق بلاکچین، بررسی استفاده از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی تقاضا در زنجیره تأمین، چالش‌های مربوط به دقت داده‌ها و نیاز به مدل‌های پیچیده، بررسی چگونگی تغییر ساختار سازمانی در نتیجه گسترش فناوری‌ها در زنجیره تأمین و چالش‌هایی مانند مقاومت در برابر تغییر و نیاز به آموزش کارکنان، از دیگر موضوعاتی است که پژوهشگران می‌توانند در مطالعات آتی خود به آن بپردازند.

همچنین در مطالعات آتی می‌توان به دسته‌بندی صنایع مختلف و بررسی مجزای تأثیر هر کدام از فناوری‌های شالوده شکن بر تاب‌آوری آن زنجیره تأمین پرداخت. از سوی دیگر، پیاده‌سازی یک فناوری بلاکچین واقعی همیشه دشوار است زیرا شامل برآورده کردن معیارهای مختلفی مانند دفتر کل توزیع شده، غیرقابل تغییر بودن، قابل برنامه‌ریزی، ایمن و ناشناس بودن است. مطالعات آینده می‌تواند بررسی کند که آیا این معیارها به صورت یکپارچه، برای سازمان‌هایی که ادعا می‌کنند از فناوری بلاک چین برای ارتقای تاب‌آوری استفاده می‌کنند برآورده می‌شود یا خیر.

stock market reaction to supply chain disruptions. *Journal of operations management*, 27(3), 233-246.

25. Dubey, R., Ali, S. S., Aital, P. & Venkatesh, V. G. (2014). Mechanics of humanitarian supply chain agility and resilience and its empirical validation. *International Journal of Services and Operations Management*, 17(4), 367-384.

26. Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P. & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 122, 502-517.

27. Riahi, Y., Saikouk, T., Gunasekaran, A. & Badraoui, I. (2021). Artificial intelligence applications in supply chain: A descriptive bibliometric analysis and future research directions. *Expert Systems with Applications*, 173, 114702.

۲۸- پارسا، خادم، رضایی، محمودزاده و ابراهیم. (۲۰۲۴). بررسی الزامات زنجیره تأمین دفاعی تاب‌آور با تأکید بر فناوری‌های نوپهور صنعت ۴. فصلنامه آماد و فناوری دفاعی، ۶(۴)، ۱۱-۴۰.

29. Aghaee, M. & Jazini, A. (2023). A Hybrid Model of Agile and Resilient Logistics in Police Organizations Using the Thematic Analysis Method. *Industrial Management Studies*, 21(68), 121-152.

30. Phadnis, S. (2024). A review of research on supply chain adaptability: Opening the black box. *Journal of Business Logistics*, 45(1), e12370.

31. Ponomarov, S. Y. & Holcomb, M. C. (2019). Understanding the concept of supply chain resilience. *The international journal of logistics management*, 20(1), 124-143.

۳۲- رحیمی، راد، عباس، عالم تبریز و موتمنی. (۲۰۱۸). ارائه مدل ساختاری تفسیری زنجیره تأمین تاب‌آور در صنایع دفاعی ایران. فصلنامه مدیریت نظامی، ۱۸(۷۱)، ۳۱-۷۰.

33. Rajesh, R. (2016). Forecasting supply chain resilience performance using grey prediction. *Electronic Commerce Research and Applications*, 20, 42-58.

34. Hohenstein N. O., Feisel E., Hartmann E. & Giunipero L. (2015). "Research on the phenomenon of supply chain resilience: a systematic review and paths for further investigation"; *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 45(1/2).

35. Gupta, S., Modgil, S., Meissonier, R. & Dwivedi, Y. K. (2021). Artificial intelligence and information system resilience to cope with supply chain disruption. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

36. Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S. S., Khan, S. A. R. & Verma, S. (2024). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation. *Annals of Operations Research*, 333(2), 627-652.

۳۷- محمدحسین کریمی گوارشکی، اکبر رحیمی و فریبا طالبی. ۱۴۰۲. ارائه مدل ساختاری تفسیری جامع موانع

Technology Management.

11. Qiao, W., Ma, X., Liu, Y. & Deng, W. (2022). Resilience evaluation of maritime liquid cargo emergency response by integrating FRAM and a BN: A case study of a propylene leakage emergency scenario. *Ocean Engineering*, 247, 110584.

12. Iftikhar, A., Ali, I., Arslan, A. & Tarba, S. (2024). Digital innovation, data analytics, and supply chain resiliency: A bibliometric-based systematic literature review. *Annals of Operations Research*, 333(2), 825-848.

13. Ambulkar, S., Blackhurst, J. & Grawe, S. (2015). Firm's resilience to supply chain disruptions: Scale development and empirical examination. *Journal of operations management*, 33, 111-122.

14. Michelman, P. & Sheffi, Y. (2007). Building a resilient supply chain. *Business Review*.

15. Craighead, C. W., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J. & Handfield, R. B. (2007). The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities. *Decision sciences*, 38(1), 131-156.

16. Ivanov, D. & Dolgui, A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 32(9), 775-788.

17. Craven, M., Liu, L., Mysore, M. & Wilson, M. (2020). COVID-19: Implications for business. *McKinsey & Company*, 8.

18. Sarkis, J. (2020). Supply chain sustainability: learning from the COVID-19 pandemic. *International Journal of Operations & Production Management*, 41(1), 63-73.

19. Handfield, R. B., Graham, G. & Burns, L. (2020). Corona virus, tariffs, trade wars and supply chain evolutionary design. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(10), 1649-1660.

20. Paul, S. K. & Chowdhury, P. (2021). A production recovery plan in manufacturing supply chains for a high-demand item during COVID-19. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 51(2), 104-125.

21. Ivanov, D., Dolgui, A. & Sokolov, B. (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International journal of production research*, 57(3), 829-846.

22. Linton, T. & Vakil, B. (2020). Coronavirus is proving we need more resilient supply chains. *Harvard business review*, 5(5), 121-129.

23. Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Bryde, D. J., Giannakis, M., Foropon, C. & Hazen, B. T. (2020). Big data analytics and artificial intelligence pathway to operational performance under the effects of entrepreneurial orientation and environmental dynamism: A study of manufacturing organisations. *International journal of production economics*, 226, 107599.

24. Hendricks, K. B., Singhal, V. R. & Zhang, R. (2009). The effect of operational slack, diversification, and vertical relatedness on the

51. Min, H. (2019). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *Business Horizons*, 62(1), 35-45.

52. Al-Talib, M., Melhem, W. Y., Anosike, A. I., Reyes, J. A. G. & Nadeem, S. P. (2020). Achieving resilience in the supply chain by applying IoT technology. *Procedia Cirp*, 91, 752-757.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

تاب‌آوری زنجیره تأمین "۹۵- شماره ۲۳ - بهار و تابستان ۱۴۰۲- دو فصلنامه علمی و پژوهشی.

۳۸- عابدی جعفری، عابد، و امیری. (۲۰۱۹). فراترکیب، روشی برای سنتز مطالعات کیفی. *روش‌شناسی علوم انسانی*، ۲۵(۹۹)، ۷۳-۸۷.

۳۹- درخشی خواجه، جبارزاده و یونس. (۲۰۲۰). توسعه مدل علی عوامل تأثیرگذار بر تاب‌آوری زنجیره تأمین. *نشریه علمی مدیریت زنجیره تأمین*، ۲۲(۶۸)، ۵۶-۷۳.

۴۰- پارسا، خادم، رضایی، محمودزاده و ابراهیم. (۲۰۲۴). بررسی الزامات زنجیره تأمین دفاعی تاب‌آور با تأکید بر فناوری‌های نوظهور صنعت ۴. *فصلنامه آماد و فناوری دفاعی*، ۶(۴)، ۱۱-۴۰.

42. Sepehri, K. J., Mohtadi, M. M. & GHASEMI, N. Y. (2023). Identification and ranking of effective key criteria in supply chain resilience (case study: Isar Support Company). [42] Rahimi, A., Boshehri, A. & Jafarian, A. (2021). Providing a Resilience Supply Chain Model in PANHA Company. *Journal of Industrial Management Studies*, 19 (63), 85-124.

۴۳- محمدی فاتح، اصغر و مهدوی، علی، ۱۴۰۲، شناسایی و طبقه‌بندی کاربردهای فناوری‌های شالوده شکن در جنگ‌های آینده (مورد مطالعه: ارتش جمهوری اسلامی ایران)، اولین همایش ملی فرماندهی و مدیریت در جنگ‌های آینده، تهران

44. Ahmed, T., Karmaker, C. L., Nasir, S. B., Moktadir, M. A. & Paul, S. K. (2023). Modeling the artificial intelligence-based imperatives of industry 5.0 towards resilient supply chains: A post-COVID-19 pandemic perspective. *Computers & Industrial Engineering*, 177, 109055.

45. Belhadi, A., Mani, V., Kamble, S. S., Khan, S. A. R. & Verma, S. (2024). Artificial intelligence-driven innovation for enhancing supply chain resilience and performance under the effect of supply chain dynamism: an empirical investigation. *Annals of Operations Research*, 333(2), 627-652.

46. Zamani, E. D., Smyth, C., Gupta, S. & Dennehy, D. (2023). Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: a systematic literature review. *Annals of Operations Research*, 327(2), 605-632.

47. Gupta, S., Modgil, S., Meissonier, R. & Dwivedi, Y. K. (2021). Artificial intelligence and information system resilience to cope with supply chain disruption. *IEEE Transactions on Engineering Management*.

48. Dash, R., McMurtrey, M., Rebman, C. & Kar, U. K. (2019). Application of artificial intelligence in automation of supply chain management. *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 14(3).

49. Sullivan, Y. & Wamba, S. (2022). Artificial intelligence, firm resilience to supply chain disruptions, and firm performance.

50. Modgil, S., Singh, R. K. & Hannibal, C. (2022). Artificial intelligence for supply chain resilience: learning from Covid-19. *The International Journal of Logistics Management*, 33(4), 1246-1268.