Ind. Manag. Persp. 2026, 16(1), 103-132; doi: 10.48308/JIMP.16.1.103

Industrial Management Perspective

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

Original Article

Designing a Model for Implementing Industry 4.0 Technologies in the Humanitarian Supply Chain

Ahmad Jafarnajad*
Reza Jalali**
Mohammad Hidari***

Extended Abstract

Introduction and Objectives: The rapid advancements associated with the Fourth Industrial Revolution—including the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), blockchain, big data analytics, robotics, and 3D printing—have created new opportunities to enhance efficiency, transparency, and responsiveness in humanitarian supply chains. However, the complex nature of relief operations, scarcity of resources, lack of digital infrastructure, and limited inter-organizational coordination have made the adoption of these technologies in crisis environments particularly challenging. Moreover, the literature indicates that most existing studies adopt isolated, technology-specific approaches, while comprehensive and integrated models explaining how Industry 4.0 technologies can be deployed in real crisis contexts remain limited. In this context, the present study aims to develop a conceptual model that systematically and contextually explains the influencing factors, challenges, implementation strategies, and potential outcomes of adopting Fourth Industrial Revolution technologies within humanitarian supply chains.

Methods: This study is applied in purpose and qualitative–exploratory in methodology, utilizing a grounded theory approach. Participants included eighteen experts comprising humanitarian logistics specialists, technology professionals, managers of government and non-governmental relief organizations, and crisis management officials. They were selected using purposive and snowball sampling. Data were collected through semi-structured interviews, fully transcribed, and analyzed using the three-stage coding process—open, axial, and selective coding—supported by MAXQDA software. Research validity was ensured through participant checking, independent coding by multiple researchers, and the application of credibility, transferability, dependability, and confirmability criteria. Theoretical saturation was achieved at the seventeenth interview.

Findings: Data analysis identified a set of causal conditions including the need for enhanced transparency, improved inter-organizational coordination, faster relief operations, and reduced human error. Contextual conditions such as weak communication infrastructure, unstable data

Received: Feb. 23, 2025; Revised: May. 25, 2025; Accepted: Feb. 26, 2026; Published Online: Feb. 26, 2026.

*Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Technology and Industrial Management, University of Tehran, Tehran, Iran.
Corresponding Author: jafarnjd@ut.ac.ir
**Assistant Professor, Department of Industrial Management, Faculty of Business and Economics, Persian Gulf University, Bushehr, Iran.
***Ph.D. student of industrial management, Kish campus faculty, University of Tehran, Kish, Iran.

Ind. Manag. Persp. 2026, 16(1), 103-132; doi: 10.48308/JIMP.16.1.103

Industrial Management Perspective

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

Original Article

networks, limited access to digital equipment, financial constraints, and the absence of shared standards among humanitarian organizations were also identified. Additionally, intervening factors such as cultural resistance, insufficient digital skills, cybersecurity threats, and the technical complexity of emerging technologies were found to significantly influence the implementation process.

The main strategies extracted from the data include developing technical infrastructures, creating modular and cloud-based platforms, strengthening inter-organizational collaboration, specialized staff training, establishing AI-based predictive systems, and deploying IoT, edge computing, robotics, and 3D printing technologies. The findings further revealed that these technologies not only operate independently but also function as components of an integrated "data cycle": IoT generates data; cloud and edge computing process the data; AI analyzes it; and blockchain ensures its security and transparency. This cycle forms the technological backbone for operating effectively in high-uncertainty crisis environments.

The positive outcomes of successful technology adoption include improved supply chain resilience, reduced response time, enhanced resource traceability, reduced administrative corruption, and increased efficiency in resource allocation. However, potential negative consequences—such as over-reliance on technology, exposure to cyberattacks, and increased maintenance costs—were also identified.

Conclusion: The proposed conceptual model demonstrates that the effective implementation of Industry 4.0 technologies in humanitarian supply chains requires an integrated framework aligned with real-world crisis conditions. The model's distinction between the preparedness phase (emphasizing prediction, planning, and infrastructure creation) and the response phase (emphasizing real-time monitoring, operational coordination, and live data analysis) enhances its practical applicability. This model can serve as a strategic guideline for policymakers, humanitarian organizations, and technology designers seeking to advance digital transformation within humanitarian operations.

Keywords: Humanitarian Supply Chain, Industry 4.0, Internet of Things, Blockchain, Big Data, Grounded Theory, Crisis Management.

How to Cite: Jafarnajad, Ahmad; Jalali, Reza; Hidari, Mohammad (2026). Designing a Model for Implementing Industry 4.0 Technologies in the Humanitarian Supply Chain. *Ind. Manag. Persp.*, 16(1), 103-132 *(In Persian)*.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴۰۵، دوره ۱۶، شماره ۱، صص ۱۰۳ - ۱۳۲، doi : 10.48308/JIMP.16.1.103

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

Journal hompage : https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

نوع مقاله: پژوهشی

طراحی مدل بکارگیری فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه

احمد جعفرنژاد چقوشی*

رضا جلالی**

محمد حیدری***

چکیده گسترده

مقدمه و اهداف: پیشرفت‌های صنعت نسل چهارم شامل اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، بلاکچین، کلان‌داده، رباتیک و چاپ سه‌بعدی، فرصت‌های مهمی برای ارتقای کارایی، شفافیت و تاب‌آوری زنجیره تأمین بشردوستانه ایجاد کرده است. با این حال، پیچیدگی عملیات امدادی، محدودیت شدید منابع، کمبود زیرساخت‌های دیجیتال و ناهماهنگی بین‌سازمانی، پذیرش مؤثر این فناوری‌ها را در محیط‌های بحرانی با چالش‌های جدی مواجه ساخته است. مرور ادبیات نیز حاکی از آن است که بیشتر مطالعات رویکردی تک‌فناوری و پراکنده داشته و مدل‌های جامع و یکپارچه برای تبیین نحوه پیاده‌سازی این فناوری‌ها در شرایط واقعی بحران اندک است. این پژوهش با هدف طراحی مدل مفهومی یکپارچه، به شناسایی عوامل مؤثر، چالش‌ها، راهبردهای اجرایی و پیامدهای به‌کارگیری فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه می‌پردازد.

روش‌ها: پژوهش حاضر کاربردی، کیفی و اکتشافی است و با رویکرد نظریه داده‌بنیاد (الگوی استراوس و کوربین) انجام شده است. جامعه خبرگان شامل مدیران لجستیک بشردوستانه، متخصصان فناوری و مسئولان سازمان‌های امدادی دولتی و غیردولتی بود که ۱۸ نفر از آنان با روش نمونه‌گیری هدفمند و گلوله‌برفی انتخاب شدند. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته جمع‌آوری و پس از پیاده‌سازی کامل، با کدگذاری سه‌مرحله‌ای (باز، محوری و انتخابی) در نرم‌افزار MAXQDA تحلیل گردید. اعتبار و پایایی پژوهش از طریق بازبینی مشارکت‌کنندگان، کدگذاری مستقل توسط چند پژوهشگر و رعایت معیارهای اعتبار، انتقال‌پذیری، پایایی و تأییدپذیری تأمین شد. اشباع نظری در مصاحبه هفدهم حاصل گردید.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۵، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۳/۰۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۷، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۰۷.

*استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول : jafarnjd@ut.ac.ir

**استادیار،گروه مدیریت صنعتی، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.

***دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده پردیس کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران.

چشم‌انداز مدیریت صنعتي، ۱۴۰۵، دوره ۱۶، شماره ۱، صص ۱۰۳ - ۱۳۲، doi : 10.48308/JIMP.16.1.103

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

Journal hompage : https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

نوع مقاله: پژوهشی

یافته‌ها: تحلیل داده‌ها نشان داد که شرایط علی شامل نیاز به افزایش شفافیت، بهبود هماهنگی بین‌سازمانی، تسریع عملیات امدادی و کاهش خطای انسانی است. شرایط زمینه‌ای عمدتاً شامل ضعف زیرساخت‌های ارتباطی و پردازشی، ناپایداری شبکه‌های داده، کمبود تجهیزات دیجیتال، محدودیت‌های مالی و نبود استانداردهای مشترک میان سازمان‌ها بود. عوامل مداخله‌گر نیز مقاومت فرهنگی و سازمانی، کمبود مهارت‌های دیجیتال کارکنان، تهدیدات امنیت سایبری و پیچیدگی فنی فناوری‌ها را دربرمی‌گیرد. راهبردهای اصلی اجرایی عبارتند از توسعه زیرساخت‌های فنی (رایانش ابری و پردازش لبه)، ایجاد پلتفرم‌های یکپارچه و ماژولار، تقویت همکاری بین‌سازمانی، آموزش تخصصی کارکنان، استقرار سیستم‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی و بهره‌گیری از فناوری‌های اینترنت اشیا، رباتیک و چاپ سه‌بعدی. یافته‌ها حاکی از آن است که این فناوری‌ها در قالب یک چرخه یکپارچه داده (تولید داده توسط اینترنت اشیا، پردازش توسط رایانش ابری و لبه، تحلیل توسط هوش مصنوعی و تضمین امنیت و شفافیت توسط بلاکچین) عملکرد بهینه‌ای در محیط‌های بحرانی دارند. پیامدهای مثبت شامل افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین، کاهش زمان واکنش، بهبود ردیابی منابع، کاهش فساد و افزایش کارایی تخصیص منابع است؛ هرچند پیامدهای منفی احتمالی نظیر وابستگی بیش‌ازحد به فناوری، آسیب‌پذیری در برابر حملات سایبری و هزینه‌های بالای نگهداری نیز شناسایی شد.

نتیجه‌گیری: مدل مفهومی پیشنهادی نشان می‌دهد که پیاده‌سازی موفق فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه مستلزم چارچوبی یکپارچه و متناسب با واقعیت‌های بحران است. تمایز این مدل میان فاز آمادگی (با تمرکز بر پیش‌بینی، برنامه‌ریزی و زیرساخت‌سازی) و فاز پاسخ (با تمرکز بر نظارت بلادرنگ، هماهنگی عملیاتی و تحلیل لحظه‌ای داده‌ها) کاربرد عملی آن را تقویت می‌کند. این مدل می‌تواند راهنمایی راهبردی برای سیاست‌گذاران، مدیران سازمان‌های امدادی و طراحان سامانه‌های فناورانه در مسیر تحول دیجیتال عملیات بشردوستانه باشد.

واژگان کلیدی: زنجیره تأمین بشردوستانه، صنعت نسل چهارم، اینترنت اشیا، بلاکچین، کلان‌داده، نظریه داده‌بنیاد، مدیریت بحران.

استناددهی: جعفرنژاد چقوشی، احمد؛ جلالی، رضا؛ حیدری، محمد (۱۴۰۵). طراحی مدل بکارگیری فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۶(۱)، ۱۰۳-۱۳۲.

Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

۱. مقدمه

در سال‌های کنونی، وقوع بحران‌ها و فجایع طبیعی و ساخته دست بشر بشدت افزایش یافته است و هر بار در گوشه‌ای از جهان خسارات شدیدی به وجود آورده است. این حوادث به شکل طبیعی مانند زلزله، سیل، طوفان و ... و ساخته دست بشر مانند جنگ، حملات تروریستی و شیوع بیماری‌های واگیردار بوده است که خسارات جانی و مالی فراوانی به همراه داشته است. آمارها نشان می‌دهد که خسارات اقتصادی ناشی از این بحران‌ها طی دو دهه گذتشه د رحدود ۲.۹ تریلیون دلار بوده است و در کنار آن آن حدود ۱.۲ میلون نفر در اثر بلایای طبیعی و انسانی جان خود را از دست داده‌اند. این آمارها بیانگر توجه جدی به بحران‌ها و بهبود فرآیندهای امدادرسانی است [۲].

مدیریت لجستیک امدادبشردوستانه دربرگیرنده یک فرآیند کامل شامل برنامه‌ریزی، مدیریت و کنترل کارای جریان امداد، اطلاعات و خدمات از مبدأ به مقصد به منظور برآورده کردن نیازهای ضروری افراد آسیب‌دیده در شرایط پیچیده بحرانی و اضطراری تعریف می‌شود. این فرآیندها به دلیل تعدد ذینفعان، محدودیت منابع، عدم اطمینان در پیش‌بینی حوادث و نیاز به هماهنگی بین سازمان‌های مختلف دارای پیچیدگی‌های بسیاری زیادی است. این پیچیدگی‌ها، برنامه‌ریزی و اجرای عملیات امدادرسانی را با چالش‌ها و سختی‌های فراوانی مواجه می‌سازد و لازم است که رویکردهای نوین و کارآمد برای آن بکار برد [۴ و ۶].

برای بهبود مدیریت بحران و افزایش کارایی لجستیک بشردوستانه مدیران بدنبال راه‌حل‌های گوناگونی هستند که با وقوع صنعت نسل چهارم، فناوری‌های نوین به‌عنوان ابزاری قدرتمند در این راستا می‌توانند بکار گرفته شوند. فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی با ارائه ابزارهایی برای جمع‌آوری، پردازش و توزیع اطلاعات به‌صورت بهنگام، امکان تصمیم‌گیری سریع‌تر و دقیق‌تر را فراهم می‌کنند. این فناوری‌ها همچنین هماهنگی بین سازمان‌های درگیر در عملیات امدادرسانی را تسهیل نموده و امکان مدیریت منابع محدود را به شیوه‌ای کارآمدتر فراهم می‌کنند [۱۷].

معرفی فناوری‌های تحول‌آفرین نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، بلاکچین، رباتیک پیشرفته و چاپ سه‌بعدی، در صنعت نسل چهارم، زمینه‌های نوینی برای بهبود مدیریت بحران و عملیات امداد بشردوستانه فراهم نموده است. این فناوری‌ها با افزایش اتوماسیون، بهبود ارتباطات و ارائه راهکارهای نوین، موجب افزایش کارایی و اثربخشی عملیات امدادرسانی شده‌اند. که از جمله می‌توان به جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ از مناطق بحران‌زده و ارائه اطلاعات حیاتی به تصمیم‌گیرندگان توسط اینترنت اشیاء اشاره نمود. همچنین هوش مصنوعی نیز با تحلیل داده‌های بزرگ و پیش‌بینی الگوهای بحران، امکان برنامه‌ریزی دقیق‌تر و واکنش سریع‌تر را فراهم می‌کند. بلاکچین نیز با ایجاد شفافیت و امنیت در زنجیره تأمین، می‌تواند به مدیریت بهتر منابع کمک کند [۲۷].

حرکت به سمت بهره‌گیری از این فناوری‌ها و ایجاد تغییرات اساسی برای بکارگیری آن‌ها با چالش‌ها و محدودیت‌های فراوانی همراه است. نیاز به سرمایه بالا و لزوم سرمایه‌گذاری قابل توجه، نیاز به مهارت بالا و لزوم آموزش و توسعه مهارت‌های جدید و حرفه‌ای برای کارکنان، ایجاد و حفظ امنیت سایبری، عدم دسترسی به زیرساخت‌های فنی و انسانی، عدم بلوغ فرهنگ سازمانی مناسب جهت بکارگیری فناوری‌های مدرن و مقاومت کارکنان سنتی در برابر تغییرات سازمانی، چالش‌هایی هستند که علی‌رغم همه اثرات مطلوب آن، در بکارگیری این فناوری‌ها وجود دارد. برای مثال، پیاده‌سازی فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا نیازمند زیرساخت‌های فنی و مالی قابل‌توجهی است که ممکن است در برخی مناطق بحران‌زده وجود نداشته باشد. همچنین، آموزش کارکنان و تطبیق سازمان‌ها با فناوری‌های جدید، زمان‌بر و پرزینه است. علاوه بر این، مسائل امنیت سایبری و حفاظت از داده‌های حساس در عملیات امدادرسانی، از دیگر چالش‌های پیش‌روی بکارگیری این فناوری‌ها است [۲۴].

با عنایت به اثرات بسیار مهم بکارگیری فناوری‌ها و نقش مهم آنان در ایجاد بهره‌وری و بهبود عملیات بشردوستانه و از طرفی دیگر چالش‌های بسیار زیادی که در راه بکارگیری این فناوری‌ها وجود دارد، استفاده از رویکردها و روش‌های علمی که بتواند مدل مناسبی را برای پیاده‌سازی این فناوری‌ها ارائه دهد، ضرورت دارد. یکی از این رویکردهای کیفی که می‌تواند با شناسایی شرایط علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر، راهکارها و استراتژی‌های مناسبی برای بکارگیری این فناوری‌ها در مدیریت بحران ارائه دهد، روش داده بنیاد است. این مدل‌ها می‌توانند با در نظر گرفتن

شرایط خاص هر منطقه و نیازهای ذینفعان مختلف، راهکارهای سفارشی‌سازی شده‌ای را ارائه دهند که به بهبود کارایی و اثربخشی عملیات امدادرسانی منجر شود.

مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که اگرچه تحقیقات متعددی به بررسی کاربرد فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه پرداخته‌اند، همچنان شکاف‌های قابل‌توجهی در این حوزه وجود دارد. مهم‌ترین آن‌ها شامل فقدان یک مدل جامع و یکپارچه برای تلفیق فناوری‌های نوین، کمبود شواهد میدانی و تجربی از کاربرد واقعی این فناوری‌ها در شرایط بحران، ضعف در ارائه راهکارهای عملی برای چالش‌های زیرساختی، نبود چارچوب‌های مؤثر جهت ارتقای هماهنگی بین‌سازمانی، محدود بودن تحلیل‌های هزینه-فایده و مقیاس‌پذیری، و بی‌توجهی نسبی به ابعاد انسانی، فرهنگی و قانونی در پیاده‌سازی این فناوری‌ها است. این شکاف‌ها ضرورت انجام پژوهش حاضر را برجسته می‌سازد؛ پژوهشی که با رویکردی داده‌بنیاد تلاش دارد مدلی جامع برای به‌کارگیری فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه ارائه دهد و از این طریق اثربخشی عملیات امدادرسانی و مدیریت بحران را ارتقا بخشد.

در این مقاله، به بررسی نقش فناوری‌های نوین در بهبود مدیریت بحران و لجستیک بشردوستانه پرداخته می‌شود و با استفاده از روش داده بنیاد ، مدل پیاده‌سازی مناسبی برای بکارگیری فناوری‌های نوین در مدیریت بحران پیشنهاد می‌شود. این مقاله با ارائه دیدگاهی جامع و عملی، به بهبود فرآیندهای مدیریت بحران و افزایش کارایی لجستیک بشردوستانه کمک می‌کند.

۲. مبانی وچارچوب نظری تحقیق

در دنیای امروز، بحران‌ها و فجایع طبیعی و انسانی به یکی از چالش‌های اساسی جوامع تبدیل شده‌اند. این حوادث نه تنها خسارات گسترده‌ای به زیرساخت‌ها و منابع انسانی وارد می‌کنند، بلکه موجب بروز مشکلاتی در مدیریت امدادرسانی و تخصیص منابع نیز می‌شوند. مدیریت کارآمد این بحران‌ها مستلزم برنامه‌ریزی دقیق، هماهنگی بین سازمان‌های مرتبط و استفاده از فناوری‌های نوین برای بهینه‌سازی فرآیندهای امدادرسانی است. در این میان، لجستیک بشردوستانه نقش کلیدی در تأمین نیازهای آسیب‌دیدگان دارد و به‌عنوان یک حوزه میان‌رشته‌ای، نیازمند بهره‌گیری از روش‌های نوین مدیریتی و فناوری‌های پیشرفته است [۲].

مدیریت بحران به دلیل ماهیت غیرمنتظره و گسترده بودن دامنه اثرگذاری آن، با پیچیدگی‌های فراوانی روبه‌رو است. از جمله چالش‌های اصلی در این حوزه می‌توان به تعدد ذینفعان، کمبود منابع، عدم اطمینان در پیش‌بینی زمان و شدت بحران‌ها، نیاز به تصمیم‌گیری سریع و هماهنگی پیچیده بین نهادهای مختلف اشاره کرد. این مسائل باعث شده است که روش‌های سنتی در مدیریت بحران کارایی لازم را نداشته باشند و نیاز به ابزارها و رویکردهای جدید برای بهینه‌سازی عملیات امدادرسانی بیش از پیش احساس شود [۴].

فناوری‌های نوین، به‌ویژه آن‌هایی که در چارچوب صنعت نسل چهارم توسعه یافته‌اند، پتانسیل بالایی در بهبود عملکرد سیستم‌های مدیریت بحران و لجستیک بشردوستانه دارند. این فناوری‌ها شامل هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان‌داده، واقعیت افزوده، پرینترهای سه‌بعدی، ربات‌های هوشمند و بازی‌گونه‌سازی هستند که با ایجاد ارتباطات سریع‌تر، افزایش دقت در تحلیل اطلاعات و بهینه‌سازی تخصیص منابع، به بهبود فرآیندهای امدادرسانی کمک می‌کنند [۲۲]. هر یک از این فناوری‌ها می‌تواند در بخش‌های مختلف مدیریت بحران نقش مؤثری ایفا کند و به کاهش زمان پاسخگویی و افزایش کارایی عملیات کمک کند.

فناوری‌های نوین و نقش آن‌ها در مدیریت بحران

فناوری‌های صنعت نسل چهارم ظرفیت بالایی برای ارتقای اثربخشی مدیریت بحران و بهبود عملکرد زنجیره تأمین بشردوستانه دارند. هوش مصنوعی با توانایی پردازش حجم گسترده‌ای از داده‌ها، امکان پیش‌بینی بحران‌ها، تحلیل الگوهای رفتاری و تخصیص بهینه منابع را فراهم می‌کند [۱۵، ۳۲]. استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین در شناسایی مناطق پرخطر و پیش‌بینی نیازهای آسیب‌دیدگان نمونه‌ای از این کارکرد است که در بحران سیل توباسکو مکزیک (۲۰۰۷) منجر به بهبود انتخاب تأمین‌کنندگان و افزایش سرعت توزیع منابع شد [۱۰، ۲۸]. اینترنت اشیا نیز با فراهم کردن جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ از طریق حسگرهای هوشمند، نقش مهمی در پایش شرایط محیطی، وضعیت آسیب‌دیدگان

و کنترل زیرساخت‌های حیاتی ایفا می‌کند [۳۸، ۳۱]. داده‌هایی همچون میزان تخریب ساختمان‌ها، وضعیت جاده‌ها و سطح ذخایر آب و انرژی می‌تواند به تصمیم‌گیری سریع‌تر مدیران بحران کمک نماید.

در کنار آن، کلان‌داده ابزارهای تحلیلی لازم برای پردازش داده‌های حجیم و متنوع را فراهم می‌سازد و بدین ترتیب به پیش‌بینی الگوهای بحران و بهینه‌سازی مدیریت زنجیره تأمین کمک می‌کند [۲۶، ۸]. داده‌های استخراج‌شده از شبکه‌های اجتماعی و منابع گوناگون می‌توانند در بهبود توزیع کمک‌های اضطراری به‌کار گرفته شوند [۳]. واقعیت افزوده با شبیه‌سازی شرایط واقعی، آموزش نیروهای امدادی و افزایش آمادگی آن‌ها را تسهیل می‌کند [۱۲، ۲۰]. این فناوری در مدیریت تخلیه اضطراری و هدایت افراد در شرایطی مانند زلزله یا آتش‌سوزی نیز بسیار کاربردی است .

پرینترهای سه‌بعدی قابلیت تولید سریع و غیرمتمرکز تجهیزات و قطعات ضروری را فراهم کرده و در شرایط بحرانی برای تأمین اقلام پزشکی، تعمیر زیرساخت‌ها یا ساخت سرپناه‌های موقت بسیار ارزشمند هستند [۳۴]. تجربه زلزله نپال (۲۰۱۵) نشان داده است که استفاده از این فناوری می‌تواند فرآیند امدادرسانی را تسریع کند [۲۸، ۳۴]. ربات‌های هوشمند نیز به‌ویژه در محیط‌های پرخطر برای عملیات امداد و نجات به‌کار گرفته می‌شوند. این ربات‌ها می‌توانند در عملیات جست‌وجو، ارزیابی وضعیت مناطق آسیب‌دیده و حتی جابه‌جایی مصدومان نقش‌آفرینی کنند [۱۶، ۱۸، ۲۳]. نمونه‌های اخیر نشان داده‌اند که ربات‌ها قادرند وارد ساختمان‌های تخریب‌شده شده و اطلاعات حیاتی در مورد بازماندگان ارائه دهند .علاوه بر این، بازی‌گونه‌سازی با شبیه‌سازی سناریوهای بحران، ابزاری مؤثر برای ارتقای سطح آگاهی و آمادگی عمومی است [۲۴]. این رویکرد می‌تواند در آموزش دانش‌آموزان، نیروهای داوطلب و جوامع محلی نقش مهمی ایفا کند [۱۱]. در بحران‌های بهداشتی مانند شیوع بیماری‌های واگیردار نیز بازی‌گونه‌سازی به افزایش دانش عمومی درباره اقدامات پیشگیرانه کمک کرده است [۵].

فناوری‌های پردازشی و زیرساختی صنعت نسل چهارم، از جمله رایانش ابری، پردازش لبه و شبکه‌های داده‌ای پیشرفته، نقش حیاتی در عملکرد فناوری‌های کاربردی نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، کلان‌داده و نظام‌های خودکار دارند. در محیط‌های بحران‌زده که زیرساخت‌ها تخریب می‌شوند و فناوری‌های محلی کارایی خود را از دست می‌دهند، رایانش ابری امکان ذخیره‌سازی، پردازش و اشتراک اطلاعات را با قابلیت مقیاس‌پذیری بالا فراهم می‌کند. پردازش لبه نیز با تحلیل داده‌ها در محل وقوع بحران، وابستگی به اینترنت را کاهش داده و امکان تصمیم‌گیری بلادرنگ را فراهم می‌سازد. بدون این فناوری‌های زیربنایی، اجرای تحلیل‌های بلادرنگ، ردیابی تجهیزات امدادی، تحلیل پیش‌بینانه و هشدار سریع عملاً غیرممکن خواهد بود. از این‌رو، این فناوری‌ها یکی از پیش‌نیازهای کلیدی پیاده‌سازی فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه محسوب می‌شوند

چرخه مدیریت بحران شامل مراحل گوناگونی است، اما دو مرحله آمادگی و پاسخ بیشترین نقش را در بهره‌گیری از فناوری‌های نسل چهارم ایفا می‌کنند. در مرحله آمادگی، سازمان‌های امدادرسان با هدف افزایش تاب‌آوری، پیش‌بینی‌پذیری و انسجام عملیاتی، اقدام به توسعه زیرساخت‌های اطلاعاتی، گردآوری بانک‌های داده، تحلیل سناریوهای محتمل و آموزش نیروی انسانی می‌کنند. در این مرحله، فناوری‌هایی مانند پردازش ابری، کلان‌داده، شبیه‌سازی و نقشه‌برداری دیجیتال به ایجاد یک بستر داده‌محور برای آمادگی قبل از بحران کمک می‌کنند؛ به‌گونه‌ای که اطلاعات لازم برای تصمیم‌گیری در هنگام حادثه از پیش مهیا باشد.

در مقابل، فاز پاسخ بر اجرای سریع و هماهنگ عملیات امدادی متمرکز است. در این مرحله، نیاز به داده‌های لحظه‌ای، نظارت میدانی، ردیابی تجهیزات و تخصیص پویا منابع وجود دارد. فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، پهپادها، سیستم‌های مبتنی بر GPS، تحلیل بلادرنگ و پردازش لبه بیشترین کارکرد را در پاسخ به بحران دارند. این فناوری‌ها امکان مدیریت عملیات در زمان واقعی، کاهش خطاهای انسانی، و افزایش بهره‌وری در محیط‌های پرتنش و ناپایدار را فراهم می‌کنند.

بنابراین، بررسی کاربرد فناوری‌های نسل چهارم در فازهای آمادگی و پاسخ نه‌تنها دیدی جامع از نقش این فناوری‌ها ارائه می‌دهد، بلکه برای فهم کاربرد عملی مدل پیشنهادی نیز ضروری است. مدل باید به‌گونه‌ای تفسیر شود که توانایی هدایت فعالیت‌های فناورانه در هر دو مرحله را داشته باشد.

با توجه به ظرفیت‌های یادشده، روشن است که بهره‌گیری از فناوری‌های نوین می‌تواند تحولی اساسی در مدیریت بحران و لجستیک بشردوستانه ایجاد کند. با این حال، برای دستیابی به اثربخشی واقعی، لازم است مدل‌های اجرایی مناسبی تدوین شود که ضمن استفاده از رویکرد داده‌بنیاد، عوامل کلیدی مؤثر بر پیاده‌سازی این فناوری‌ها را شناسایی نماید. همچنین، چالش‌هایی مانند نیاز به سرمایه‌گذاری، آموزش نیروی انسانی، و الزامات امنیت سایبری باید در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌های مدیریتی به‌طور جدی مورد توجه قرار گیرند.

مروری بر تحقیقات پیشین

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که فناوری‌های صنعت نسل چهارم، از جمله اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، بلاکچین، رباتیک پیشرفته و چاپ سه‌بعدی، تأثیر بسزایی بر بهینه‌سازی عملیات زنجیره تأمین بشردوستانه دارند [۲۸]. به عنوان مثال، پژوهش انجام‌شده توسط کوواکس و اسپنس (۲۰۱۸) نشان می‌دهد که استفاده از اینترنت اشیا منجر به بهبود ردیابی و شفافیت در عملیات امدادرسانی می‌شود [۱۷]. این فناوری با استفاده از سنسورها و دستگاه‌های متصل به شبکه، امکان ردیابی بلادرنگ کالاها و منابع را فراهم می‌کند، که این امر به ویژه در مدیریت موجودی و کاهش اتلاف منابع در مناطق بحران‌زده بسیار حیاتی است [۳۸]. همچنین، تحقیق دوبی و همکاران (۲۰۲۰) بیان می‌کند که تلفیق هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌تواند پیش‌بینی نیازهای امدادی و مدیریت منابع را بهبود بخشد [۱۰]. الگوریتم‌های هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های تاریخی و بلادرنگ، قادر به پیش‌بینی دقیق‌تر نیازهای آتی و بهینه‌سازی مسیرهای توزیع کمک‌ها هستند [۱۵]. علاوه بر این، فناوری بلاکچین با ایجاد یک سیستم شفاف و امن، امکان ردیابی کمک‌ها و منابع مالی را فراهم می‌کند و از فساد و سوء استفاده در زنجیره تأمین جلوگیری می‌نماید [۷]. رباتیک پیشرفته و چاپ سه‌بعدی نیز با امکان تولید سریع قطعات یدکی و انجام وظایف خطرناک یا تکراری، مانند جستجو و نجات، به بهبود عملیات امدادرسانی کمک می‌کنند [۱۸، ۳۴، ۳۶].

در بسیاری از این مناطق، دسترسی به اینترنت پایدار، برق و سایر امکانات اساسی وجود ندارد، که این امر پیاده‌سازی فناوری‌های پیشرفته را دشوار می‌سازد [۳۱]. علاوه بر این، تحقیق توماسینی و وان واسنهوو (۲۰۰۹) نشان داده است که نبود هماهنگی میان سازمان‌های امدادرسان و پیچیدگی‌های ادغام فناوری‌ها با سیستم‌های موجود، از موانع کلیدی در این مسیر هستند [۳۵]. این چالش‌ها نیازمند رویکردی نظام‌مند و هماهنگ برای پیاده‌سازی موفق فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه است [۳۳].

در این راستا، مدل‌های مختلفی برای پیاده‌سازی فناوری‌های نوین پیشنهاد شده‌اند. مطالعه هیسلپ و همکاران (۲۰۱۸) یک مدل چهارمرحله‌ای شامل شناخت نیازها، انتخاب فناوری مناسب، آزمایش اولیه و گسترش مقیاس را ارائه داده است [۱۳]. در مرحله نخست، نیازهای خاص زنجیره تأمین بشردوستانه شناسایی می‌شوند. سپس، بر اساس این نیازها، فناوری‌های مناسب انتخاب شده و در مقیاس کوچک آزمایش می‌شوند تا کارایی آنها ارزیابی شود. در صورت موفقیت‌آمیز بودن آزمایش‌ها، فناوری‌ها در مقیاس بزرگ‌تر پیاده‌سازی می‌شوند [۱۳]. همچنین، تحقیق وان واسنهوو (۲۰۰۶) بر اهمیت یکپارچگی بین سازمان‌های بشردوستانه و استفاده از راهکارهای داده‌محور تأکید می‌کند [۳۷]. این مدل بر همکاری و اشتراک‌گذاری داده‌ها بین سازمان‌ها به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری و بهبود عملیات زنجیره تأمین تأکید دارد [۹].

در نتیجه، فناوری‌های صنعت نسل چهارم پتانسیل بالایی برای بهبود کارایی و اثربخشی زنجیره تأمین بشردوستانه دارند [۲۸]. با این حال، پیاده‌سازی این فناوری‌ها نیازمند توجه به چالش‌هایی مانند امنیت داده‌ها، هزینه‌های بالا و محدودیت‌های زیرساختی است [۱۴]. مدل‌های پیشنهادی مانند مدل چهارمرحله‌ای هیسلپ و مدل وان واسنهوو می‌توانند به سازمان‌های بشردوستانه در پیاده‌سازی موفق این فناوری‌ها کمک کنند [۱۳, ۳۷]. در نهایت، همکاری بین سازمان‌ها و استفاده از راهکارهای داده‌محور می‌تواند به ایجاد زنجیره تأمین بشردوستانه‌ای کارآمد و پاسخگو منجر شود [۹].

در سال‌های اخیر، فناوری‌های نوظهور به‌طور فزاینده‌ای در حوزه زنجیره تأمین بشردوستانه مورد توجه قرار گرفته‌اند [۲۶]. این فناوری‌ها نه‌تنها به بهبود کارایی و اثربخشی عملیات امدادرسانی کمک می‌کنند، بلکه می‌توانند به کاهش خسارات ناشی از بحران‌ها و افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین کمک کنند [۸]. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به‌عنوان فناوری‌های کلیدی در مدیریت بحران و زنجیره تأمین بشردوستانه شناخته می‌شوند [۳۲]. این فناوری‌ها می‌توانند به پیش‌بینی دقیق‌تر بحران‌ها، بهینه‌سازی توزیع منابع و بهبود تصمیم‌گیری در شرایط بحرانی

کمک کنند [۱۵]. برای مثال، هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های تاریخی و بلادرنگ، الگوهای بحران‌ها را شناسایی کرده و به سازمان‌های امدادرسان در برنامه‌ریزی بهتر کمک کند [۳۲].

بلاکچین به‌عنوان یک فناوری نوظهور، می‌تواند شفافیت و اعتماد را در زنجیره تأمین بشردوستانه افزایش دهد [۷]. این فناوری با ایجاد یک سیستم غیرمتمرکز و امن، امکان ردیابی منابع و کاهش تقلب را فراهم می‌کند [۴]. برای مثال، بلاکچین می‌تواند به سازمان‌های امدادرسان کمک کند تا منابع اهدایی را به‌صورت شفاف و کارآمد مدیریت کنند [۷]. ربات‌های هوشمند و سیستم‌های اتوماسیون به‌طور گسترده‌ای در عملیات امدادرسانی و مدیریت بحران استفاده می‌شوند [۱۸]. این فناوری‌ها می‌توانند به کاهش خطرات برای کارکنان انسانی و افزایش سرعت پاسخگویی کمک کنند [۲۳]. برای مثال، ربات‌های هوشمند می‌توانند در مناطق خطرناک یا غیرقابل دسترس، عملیات جست‌وجو و نجات را انجام دهند [۱۸].

فناوری‌های واقعیت افزوده و واقعیت مجازی در آموزش و شبیه‌سازی شرایط بحرانی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۳۸,۱۲]. این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود آمادگی کارکنان و افزایش اثربخشی عملیات امدادرسانی کمک کنند [۲۰]. برای مثال، واقعیت افزوده می‌تواند به کارکنان امدادرسان کمک کند تا در محیط‌های شبیه‌سازی شده، مهارت‌های لازم را برای مواجهه با بحران‌ها کسب کنند [۱۲]. اینترنت اشیا به‌عنوان یک فناوری کلیدی در مدیریت بحران و زنجیره تأمین بشردوستانه شناخته می‌شود [۳۸]. این فناوری می‌تواند به جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ، نظارت بر شرایط بحرانی و بهبود تصمیم‌گیری کمک کند [۳۱]. برای مثال، حسگرهای اینترنت اشیا می‌توانند شرایط محیطی را در مناطق بحران‌زده رصد کرده و اطلاعات لازم را برای تصمیم‌گیری سریع در اختیار سازمان‌های امدادرسان قرار دهند [۳۸].

چاپ سه‌بعدی به‌عنوان یک فناوری نوظهور در تولید سریع تجهیزات و لوازم مورد نیاز در شرایط بحرانی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۴]. این فناوری می‌تواند به کاهش زمان پاسخگویی و افزایش انعطاف‌پذیری در زنجیره تأمین کمک کند [۲۸]. برای مثال، چاپ سه‌بعدی می‌تواند در مناطق دورافتاده، تجهیزات پزشکی یا لوازم ضروری را به‌سرعت تولید کند [۳۴]. تحلیل داده‌های بزرگ به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در پیش‌بینی بحران‌ها و بهینه‌سازی توزیع منابع در زنجیره تأمین بشردوستانه شناخته می‌شود [۲۶]. این فناوری می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری و افزایش کارایی کمک کند [۸]. برای مثال، تحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند به سازمان‌های امدادرسان کمک کند تا نیازهای مناطق بحران‌زده را به‌صورت دقیق‌تر پیش‌بینی کرده و منابع را به‌طور کارآمد توزیع کنند [۲۶].

گیمیفیکیشن به‌عنوان یک روش نوآورانه در آموزش و مشارکت داوطلبان در عملیات امدادرسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۴]. این فناوری می‌تواند به افزایش انگیزه و مشارکت جامعه در مدیریت بحران کمک کند [۵]. برای مثال، بازی‌های آموزشی می‌توانند به شهروندان کمک کنند تا مهارت‌های لازم برای مواجهه با بحران‌ها را کسب کنند [۲۴].

دنیهای، اوردو، اسپاناکی، دسپودی و فیتزگیبون (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با هدف بررسی تأثیر توانمندی داده‌های بزرگ بر تاب‌آوری زنجیره تأمین بشردوستانه دریافتند که داده‌های بزرگ می‌توانند به بهبود آگاهی سازمانی و تقویت عملکرد زنجیره تأمین در شرایط بحرانی کمک کنند [۸]. آن‌ها همچنین دریافتند که آگاهی سازمانی نقش میانجی مهمی در این فرآیند ایفا می‌کند و می‌تواند به بهبود هماهنگی و تصمیم‌گیری در مواقع بحران کمک کند [۸].

در مطالعه دیگری توسط دوبی، براید، فوروپون، تیواری، دویدی و شیفلینگ (۲۰۲۱)، تأثیر مشارکت و هماهنگی اطلاعاتی بر چابکی زنجیره تأمین بشردوستانه بررسی شد [۹]. نتایج این تحقیق نشان داد که توانمندی داده‌های بزرگ می‌تواند به تقویت رهبری بین گروهی و بهبود عملکرد مشارکتی در زنجیره تأمین کمک کند. این مطالعه همچنین بر اهمیت یکپارچه‌سازی منابع اطلاعاتی و بهبود هماهنگی بین ذینفعان مختلف تأکید کرد [۹].

باگ، گوپتا و وود (۲۰۲۰) در تحقیقی به شناسایی موانع پیشروی فناوری داده‌های بزرگ در زنجیره تأمین بشردوستانه پایدار پرداختند [۳]. آن‌ها با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ساختاری تفسیری کامل فازی، موانع را دسته‌بندی کرده و دریافتند که توسعه زیرساخت‌ها و بهبود کیفیت

اطلاعات از نکات کلیدی برای اجرای اقدامات مدیریتی مدرن است. این مطالعه نشان داد که فقدان دانش کافی و هزینه‌های بالای پیاده‌سازی از جمله چالش‌های اصلی در استفاده از داده‌های بزرگ هستند [۳].

بهرمند، مقصودی و کوپی (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی کاربرد فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین بشردوستانه پرداختند [۴]. نتایج این تحقیق نشان داد که بلاکچین می‌تواند به بهبود شفافیت و هماهنگی در تدارکات بشردوستانه کمک کند و اعتماد عمومی را افزایش دهد. این فناوری همچنین می‌تواند به کاهش تقلب و افزایش پاسخگویی در زنجیره تأمین کمک کند [۴].

صاحبی، معصومی و قربانی (۲۰۲۰) در تحقیقی به تحلیل موانع پذیرش فناوری بلاکچین در زنجیره تأمین بشردوستانه پرداختند [۲۹]. آن‌ها با استفاده از روش دلفی فازی و بهترین-بدترین، موانع اصلی را شناسایی کردند که شامل فقدان دانش یا آموزش کارکنان و هزینه‌های بالای پایداری بود. این مطالعه نشان داد که برای موفقیت در پیاده‌سازی بلاکچین، نیاز به آموزش و توسعه زیرساخت‌های مناسب است [۲۹].

لاورگلیو و کیناتدر (۲۰۲۰) در تحقیقی به بررسی کاربرد واقعیت افزوده و واقعیت مجازی در آموزش تخلیه شهروندان در مواقع بحران پرداختند [۲۰]. نتایج این مطالعه نشان داد که این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود انعطاف‌پذیری طراحی و کاهش نیاز به پرینترهای سه‌بعدی کمک کنند. این فناوری‌ها همچنین می‌توانند به افزایش آگاهی و مشارکت جامعه در مواقع بحران کمک کنند [۲۰].

مورفی، تادوکورو و کلاینر (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به بررسی کاربرد ربات‌های هوشمند در پاسخ به همه‌گیری بیماری‌هایی مانند کووید-۱۹ پرداختند [۲۳]. نتایج این تحقیق نشان داد که ربات‌ها در شش حوزه فنی-اجتماعی مختلف استفاده شده‌اند و کشورهایی که سازمان‌های حامی صنعت رباتیک دارند، شانس بیشتری برای ساخت و به کارگیری ربات‌ها دارند. این مطالعه همچنین نشان داد که ربات‌ها می‌توانند به کاهش خطرات برای کارکنان انسانی و افزایش کارایی در عملیات امدادرسانی کمک کنند [۲۳].

اسدزاده، صمد سلطانی و رضایی حاج حسینی (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی کاربرد واقعیت افزوده و واقعیت مجازی در مدیریت بحران بیماری‌های همه‌گیر مانند کووید-۱۹ پرداختند [۲]. نتایج این تحقیق نشان داد که این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود تشخیص و پیشگیری از بیماری‌ها کمک کنند. این فناوری‌ها همچنین می‌توانند به افزایش آگاهی و آموزش کارکنان در مواقع بحران کمک کنند [۲].

عمران، افلی، کاراجیا و تورالبا (۲۰۲۰) در تحقیقی به بررسی کاربرد هوش مصنوعی و شبکه‌های اجتماعی در مدیریت بحران بیماری‌های همه‌گیر پرداختند [۱۵]. نتایج این مطالعه نشان داد که هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود تشخیص و پیش‌بینی شیوع بیماری‌ها کمک کند. این فناوری همچنین می‌تواند به افزایش سرعت و دقت در جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها کمک کند [۱۵].

رودریگز اسپیندولا، چاودری، بلتاکی و البورس (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به بررسی پتانسیل فناوری‌های نوظهور مانند بلاکچین، هوش مصنوعی و چاپ سه‌بعدی در زنجیره تأمین بشردوستانه پرداختند [۲۸]. نتایج این تحقیق نشان داد که این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین در شرایط بحرانی کمک کنند. این فناوری‌ها همچنین می‌توانند به افزایش شفافیت و کارایی در زنجیره تأمین کمک کنند [۲۸].

سنگوپتا، نارایانامورتی، موزر، پریرا و باتاچارجی (۲۰۲۱) در تحقیقی به بررسی کاربرد فناوری‌های نوظهور مانند تصاویر ماهواره‌ای و بلاکچین در زنجیره تأمین ماهی پرداختند [۳۰]. نتایج این مطالعه نشان داد که این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود شفافیت و کارایی زنجیره تأمین کمک کنند. این فناوری‌ها همچنین می‌توانند به کاهش تقلب و افزایش پاسخگویی در زنجیره تأمین کمک کنند [۳۰].

شارما، آناند، سابهروال، تیواری، چیکروحو و فریخا (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به ارائه چارچوبی برای مدیریت بحران با استفاده از اینترنت اشیا پرداختند [۳۱]. نتایج این تحقیق نشان داد که اینترنت اشیا می‌تواند به بهبود هماهنگی و مدیریت بحران در مواقع وقوع فجایع کمک کند. این فناوری همچنین می‌تواند به افزایش سرعت و دقت در جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها کمک کند [۳۱].

بهل و دوتا (۲۰۲۰) در تحقیقی به بررسی تأثیر گیمیفیکیشن (بازی‌گونه‌سازی) بر مشارکت داوطلبان در عملیات امدادرسانی پرداختند [۵]. نتایج این مطالعه نشان داد که گیمیفیکیشن می‌تواند به افزایش مشارکت و بهبود کیفیت اطلاعات کمک کند. این فناوری همچنین می‌تواند به افزایش انگیزه و مشارکت داوطلبان در عملیات امدادرسانی کمک کند [۵].

ما، شی، ژانگ و ژانگ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر آموزش مبتنی بر بازی‌گونه‌سازی بر آمادگی پرستاران در مواقع بحران پرداختند [۲۱]. نتایج این تحقیق نشان داد که این روش در مقایسه با شبیه‌سازی سناریوها، یادگیری بهتری را ایجاد می‌کند. این فناوری همچنین می‌تواند به افزایش انگیزه و مشارکت کارکنان در مواقع بحران کمک کند [۲۱].

فلمینگ، آباد، بوث، شولر، بایلیس، اسکولوبیگ، لئونه و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی به بررسی کاربرد بازی‌های جدی در کاهش خطرات ناشی از فجایع و تغییرات آب‌وهوایی پرداختند [۱۱]. نتایج این مطالعه نشان داد که این بازی‌ها می‌توانند به افزایش آگاهی و مشارکت جامعه در مدیریت بحران کمک کنند. این فناوری همچنین می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری و کاهش زمان پاسخگویی در مواقع بحران کمک کند [۱۱].

او و کاواکامی (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی کاربرد شبیه‌سازی مجازی در آموزش آمادگی برای فجایع طبیعی پرداختند [۲۵]. نتایج این تحقیق نشان داد که این روش می‌تواند به بهبود رفتار تخلیه و افزایش مشارکت جامعه کمک کند. این فناوری همچنین می‌تواند به افزایش آگاهی و آموزش کارکنان در مواقع بحران کمک کند [۲۵].

لیو (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی کاربرد الگوریتم‌های تشخیص تماس و ارزیابی ریسک در مدیریت بحران کووید-۱۹ پرداخت [۱۹]. نتایج این تحقیق نشان داد که این الگوریتم‌ها می‌توانند به بهبود شفافیت و اعتماد عمومی کمک کنند. این فناوری همچنین می‌تواند به افزایش سرعت و دقت در جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها کمک کند [۱۹].

آهیر، تلوان و توماس (۲۰۲۰) در تحقیقی به بررسی تأثیر فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی، بلاکچین و داده‌های بزرگ در مدیریت بحران کووید-۱۹ پرداختند [۱]. نتایج این مطالعه نشان داد که این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود تشخیص و پیش‌بینی شیوع بیماری کمک کنند. این فناوری‌ها همچنین می‌توانند به افزایش سرعت و دقت در جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها کمک کنند [۱].

به‌منظور روشن‌تر شدن جایگاه پژوهش حاضر در ادبیات، جدول ۱ تلفیقی از مرور مطالعات پیشین، شکاف‌های شناسایی‌شده و ارتباط این شکاف‌ها با نوآوری مقاله را ارائه می‌کند. همان‌گونه که جدول نشان می‌دهد، هر یک از پژوهش‌های گذشته به بررسی یک فناوری یا رویکرد خاص در مدیریت بحران پرداخته‌اند، اما اغلب دچار محدودیت‌هایی همچون تمرکز تک‌بعدی، فقدان چارچوب اجرایی، بی‌توجهی به شرایط محیطی و سازمانی، یا نبود تحلیل هزینه-فایده و مقیاس‌پذیری بوده‌اند.

جدول ۱. تلفیقی مرور ادبیات، شکاف‌های پژوهشی و نوآوری مقاله

مرجع	تمرکز اصلی	شکاف تحقیقاتی	ارتباط با نوآوری مقاله حاضر
کوواکس و اسپنس[1] (۲۰۱۸)	کاربرد اینترنت اشیا در امدادرسانی	اتکای کامل به داده‌های بلادرنگ IoT با فرض وجود زیرساخت پایدار؛ عدم توجه به کمبود انرژی/شبکه	مدل جامع شامل چند فناوری نوظهور با نگاه سیستمی
دوبی[2] و همکاران (۲۰۲۰)	ترکیب هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای پیش‌بینی نیازها	تمرکز بر الگوریتم؛ فقدان بحث درباره «کیفیت داده» و «ادغام میان‌سازمانی»	ادغام در چارچوب داده‌بنیاد کاربردی
رودریگز[3] و همکاران (۲۰۲۰)	بررسی فناوری‌های نوظهورAI ، بلاکچین، چاپ سه‌بعدی	صرفاً هم‌نشینی فناوری‌ها؛ بدون تعامل میان تصمیمات (AI) و سازوکار اعتماد (BC)	طراحی مدل اجراپذیر در بستر بحران‌های واقعی
هیسلپ[4] و همکاران (۲۰۱۸)	مدل چهارمرحله‌ای پیاده‌سازی فناوری	عدم طبقه‌بندی نیازها بر اساس نوع بحران و سطح پیچیدگی	توسعه مدل انطباق‌پذیر با عوامل زمینه‌ای و مداخله‌گر
وان واسنهوو[5] (۲۰۰۶)	اهمیت اشتراک‌گذاری داده بین سازمان‌ها	تأکید تاریخی بر نقش سازمان‌ها بدون اشاره به فناوری‌های توزیع‌شده جدید	پیشنهاد راهکارهای عملی برای یکپارچه‌سازی بین‌سازمانی

1. Kovács & Spens
2. Dubey
3. Rodriguez
4. Heaslip
5. Van Wassenhove

مرجع	تمرکز اصلی	شکاف تحقیقاتی	ارتباط با نوآوری مقاله حاضر
بهرمند[1] و همکاران (۲۰۲۱)	کاربرد بلاکچین در زنجیره امداد	تمرکز بر شفافیت مالی؛ عدم توجه به چگالی عملیاتی و سرعت تصمیم‌گیری	تلفیق بلاکچین در مدل مفهومی با استراتژی‌های عملیاتی
صاحبی[2] و همکاران (۲۰۲۰)	موانع پذیرش بلاکچین	تحلیل موانع بدون گره‌زدن به مرحله بحران	پوشش این موانع در بخش عوامل زمینه‌ای و مداخله‌ای
اسدزاده[3] و همکاران (۲۰۲۱)	واقعیت افزوده در مدیریت بحران‌های بهداشتی	خطای بالقوه در داده‌های اجتماعی (bias, noise) بررسی نشده	توسعه‌پذیری مدل پیشنهادی به حوزه‌های مختلف بحران
عمران[4] و همکاران (۲۰۲۰)	استفاده از شبکه‌های اجتماعی و AI در بحران	بدون ارتباط با عملیات لجستیک و تخصیص منابع	افزودن کلان‌داده به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مدل پیشنهادی
بهل و دوتا[5] (۲۰۲۰)	گیمیفیکیشن برای مشارکت داوطلبان	تمرکز بر انگیزه فردی، بدون تحلیل پویایی گروهی	گسترش کاربرد گیمیفیکیشن در آموزش و هماهنگی سازمانی
لاورگلیو و کیناتدر[6] (۲۰۲۰)	آموزش تخلیه شهری با واقعیت افزوده	مدل تاب‌آوری فاقد ابزار عملیاتی برای «تشخیص نقاط ضعف» است	توسعه‌پذیری مدل پیشنهادی به حوزه آموزش نیروی انسانی
آهیر[7] و همکاران (۲۰۲۰)	فناوری‌های نوظهور در بحران کووید-۱۹	موانع شناسایی شده اما به اقدامات اصلاحی تبدیل نشده‌اند	ادغام بین فناوری و زنجیره امداد در بحران‌های مختلف
شارما[8] و همکاران (۲۰۲۱)	چارچوب مدیریت بحران باIoT	عدم توجه به هزینه-فایده و قابلیت استقرار در مناطق کم‌منبع	مدل داده‌بنیاد با پوشش ابعاد انسانی و اقتصادی
دنیهای[9] و همکاران (۲۰۲۱)	نقش کلان‌داده در تاب‌آوری زنجیره تأمین	مدل داده‌محور بدون توجه به «اعتماد اجتماعی»	لحاظ تاب‌آوری در پیامدهای مدل مفهومی پیشنهادی
باگ[10] و همکاران (۲۰۲۰)	موانع به‌کارگیری داده‌های بزرگ	اتکای کامل به داده‌های بلادرنگ IoT با فرض وجود زیرساخت پایدار؛ عدم توجه به کمبود انرژی/شبکه	بررسی جامع موانع در عوامل مداخله‌ای مدل
مورفی[11] و همکاران(۲۰۲۲)	ربات‌ها در پاسخ به همه‌گیری	تمرکز بر الگوریتم؛ فقدان بحث درباره «کیفیت داده» و «ادغام میان‌سازمانی»	تحلیل کاربرد ربات‌ها در مدل به‌صورت تعمیم‌یافته
لیو[12] (۲۰۲۱)	الگوریتم‌های تشخیص و ریسک در کووید	نگاه تک‌بعدی	تلفیق الگوریتم‌های پیش‌بینی با مدل کلان‌داده وAI
ما[13] و همکاران (۲۰۲۱)	بازی‌گونه‌سازی برای آمادگی پرستاران	مطالعه تک‌نمونه‌ای	توسعه‌پذیری به کارکنان امداد و نیروهای داوطلب
اولکو و همکاران (۲۰۲٤)	مرور سیستماتیک بر فناوری‌های صنعت نسل چهارم برای زنجیره تأمین بشردوستانه پایدار (اینترنت اشیا، بلاکچین، هوش مصنوعی، کلان‌داده)	تمرکز بر پایداری کلی اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی، فرهنگی بدون تمایز فازی آمادگی/پاسخ و چالش‌های زمینه‌ای بحران واقعی مانند ناپایداری زیرساخت	مدل پیشنهادی چرخه داده یکپارچه و تمایز فازی را اضافه می‌کند و چالش‌های زمینه‌ای/مداخله‌گر مانند ضعف زیرساخت و مقاومت فرهنگی را پوشش می‌دهد تا کاربرد عملی در بحران واقعی تقویت شود

1. Baharmand
2. Sahebi
3. Asadzadeh
4. Imran
5. Behl & Dutta
6. Lovreglio & Kinateder
7. Ahir
8. Sharma
9. Dennehy
10. Bag
11. Murphy
12. Liu
13. Ma

مرجع	تمرکز اصلی	شکاف تحقیقاتی	ارتباط با نوآوری مقاله حاضر
بریاتوره (۲۰۲۵)	تأثیر فناوری‌های صنعت نسل چهارم بر تاب‌آوری زنجیره تأمین (انبار، موجودی، لجستیک)	تمرکز کلی بر تاب‌آوری بدون تأکید خاص بر زنجیره بشردوستانه، چرخه داده و تمایز فازی	مدل حاضر با چرخه داده و تمایز آمادگی/پاسخ، کاربرد فناوری‌ها را در زنجیره بشردوستانه عملیاتی‌تر و زمینه‌محور می‌کند
آلتای و همکاران (۲۰۲۳)	مرور سیستماتیک نوآوری در لجستیک بشردوستانه) فناوری‌های دیجیتال، چاپ سه‌بعدی، پهپاد(	رویکرد اغلب تک‌فناوری؛ عدم یکپارچگی فناوری‌ها در چرخه داده و عوامل زمینه‌ای بحران	مدل پیشنهادی یکپارچگی فناوری‌ها در چرخه داده + عوامل زمینه‌ای/مداخله‌گر را پوشش می‌دهد و نوآوری سیستم‌نگر ارائه می‌کند
رودریگز-اسپیندولا و همکاران (۲۰۲۰)	ادغام فناوری‌های نوظهور) بلاکچین، هوش مصنوعی، چاپ سه‌بعدی (در زنجیره بشردوستانه	هم‌نشینی فناوری‌ها بدون چرخه یکپارچه داده و تمایز فازی آمادگی/پاسخ	مدل حاضر چرخه داده کامل) تولید ⟶ پردازش ⟶ تحلیل ⟶ امنیت + (تمایز فازی را اضافه می‌کند و چالش‌های واقعی بحران را پوشش می‌دهد
دنیهی و همکاران (۲۰۲۱)	نقش کلان‌داده در تاب‌آوری زنجیره تأمین بشردوستانه	تمرکز تک‌فناوری بر کلان‌داده؛ کمتر به زیرساخت‌های پردازشی و چرخه داده پرداخته	مدل پیشنهادی کلان‌داده را در چرخه داده یکپارچه قرار می‌دهد و با فناوری‌های دیگر) اینترنت اشیا، پردازش لبه (ترکیب می‌کند تا تاب‌آوری واقعی‌تر شود
باگ و همکاران (۲۰۲۰)	موانع کلان‌داده در زنجیره تأمین بشردوستانه پایدار	تمرکز بر موانع بدون مدل راهبردی یکپارچه و تمایز فازی	مدل پیشنهادی موانع زمینه‌ای/مداخله‌گر را پوشش می‌دهد و راهبردهای اجرایی) آموزش، پلتفرم ابری، همکاری (ارائه می‌کند تا موانع را عملیاتی حل کند

تحلیل مقایسه‌ای منابع نشان می‌دهد که ادبیات موجود بیشتر دارای رویکردهای جزیره‌ای است: هر فناوری به‌طور مستقل و با فرض وجود زیرساخت کامل، هماهنگی بین‌سازمانی، داده‌های پاک و محیط پایدار بررسی شده است. در حالی که بحران‌های واقعی با داده‌های ناقص، ساختارهای سازمانی ناهماهنگ، محدودیت‌های دسترسی، و تصمیم‌گیری تحت عدم‌قطعیت همراه‌اند. نکته مهم‌تر اینکه اکثر مطالعات به رابطه میان فناوری‌ها نپرداخته‌اند؛ مثلاً چطور خروجی پیش‌بینی AI با تضمین شفافیت بلاکچین یا سنسورهای IoT یکپارچه می‌شود. این شکاف مفهومی و عملیاتی باعث شده ادبیات نتواند یک مدل واقع‌بینانه و چندلایه برای شرایط بحران ارائه دهد.

بررسی منابع نشان می‌دهد که گرچه فناوری‌های متعددی در مطالعات بررسی شده‌اند، اما هیچ‌یک یک مسیر مشخص اجرایی ارائه نمی‌دهند که نشان دهد از مرحله نیازسنجی تا استقرار میدانی چه مراحلی باید طی شود. نبود تفکیک میان فاز آمادگی و فاز پاسخ باعث شده کاربرد عملی مدل‌ها مبهم بماند. علاوه‌براین، ادبیات موجود کمتر به چالش‌های واقعی مانند محدودیت پهنای باند، اعتماد اجتماعی به فناوری، هزینه استقرار، یا کیفیت داده در شرایط بحران پرداخته است. پژوهش حاضر با ارائه یک چارچوب فازبندی‌شده، معرفی عوامل زمینه‌ای و مداخله‌گر، و تعریف سازوکارهای یکپارچه‌سازی داده و فناوری، شکاف‌های کاربردی ادبیات را هدف قرار داده و مدل را از سطح نظری به سطح قابل‌اجرا ارتقا می‌دهد.

نوآوری اصلی این مقاله در آن است که با تلفیق یافته‌های پیشین و پوشش دادن شکاف‌های موجود، مدلی داده‌بنیاد و جامع برای پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه ارائه می‌کند. این مدل ابعاد مختلفی همچون زیرساخت‌های فنی، عوامل انسانی و سازمانی، ملاحظات اقتصادی و قانونی، استراتژی‌های اجرایی را یکپارچه ساخته و بدین ترتیب، از سطح تحلیل‌های نظری فراتر رفته و چارچوبی عملی برای ارتقای اثربخشی عملیات امدادرسانی و مدیریت بحران فراهم می‌آورد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

نوع روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، کیفی و اکتشافی است و با هدف توسعه یک مدل مفهومی برای پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه انجام شده است. با توجه به نوظهور بودن موضوع و نبود چارچوب‌های نظری جامع، از رویکرد نظریه‌پردازی داده‌بنیاد با الگوی استراوس و کوربین استفاده شد؛ رویکردی که امکان استخراج مفاهیم، مقوله‌ها و روابط ساختاری را بر اساس داده‌های میدانی و بدون پیش‌فرض‌گذاری فراهم می‌کند و برای حوزه‌هایی با ادبیات پراکنده بسیار مناسب است.

جامعه آماری

جامعه آماری این پژوهش شامل خبرگان و متخصصان فعال در حوزه زنجیره تأمین بشردوستانه و فناوری‌های صنعت نسل چهارم در ایران بود. این جامعه به سه گروه اصلی تقسیم می‌شد:

۱. مدیران و کارشناسان ارشد لجستیک و زنجیره تأمین بشردوستانه) با تجربه مستقیم در عملیات امدادی سازمان‌هایی نظیر جمعیت هلال احمر ایران، سازمان مدیریت بحران کشور، نهادهای بین‌المللی فعال در ایران وNGO های معتبر داخلی.

۲. متخصصان و مهندسان فناوری‌های نوین (هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، بلاکچین، کلان‌داده، رایانش ابری، پردازش لبه، رباتیک و چاپ سه‌بعدی) که سابقه همکاری یا مشاوره با پروژه‌های امدادی /بحرانی داشته‌اند؛

۳. مسئولان و سیاست‌گذاران ارشد حوزه مدیریت بحران و امدادرسانی در سازمان‌های دولتی و غیردولتی (مانند وزارت کشور، سازمان مدیریت بحران، بنیاد مسکن انقلاب اسلامی و انجمن‌های مرتبط).

حجم دقیق جامعه آماری به دلیل پراکندگی و ماهیت غیرمتمرکز خبرگان، قابل شمارش دقیق نبود؛ اما برآورد اولیه نشان می‌داد که تعداد افراد واجد شرایط (با حداقل ۵ سال تجربه مرتبط و مشارکت در پروژه‌های فناورمحور یا بحران‌محور) در سطح ملی بیش از ۱۵۰-۲۰۰ نفر است.

شیوه نمونه‌گیری و حجم نمونه

نمونه‌گیری به صورت ترکیبی از **نمونه‌گیری هدفمند** و **گلوله‌برفی** انجام شد که هر دو روش در مطالعات نظریه داده‌بنیاد رایج و توصیه‌شده هستند.

نمونه‌گیری هدفمند در مرحله آغازین به کار گرفته شد تا افراد کلیدی با ویژگی‌های زیر انتخاب شوند:

- حداقل ۵ سال سابقه تخصصی مستقیم در زنجیره تأمین بشردوستانه یا مدیریت بحران،
- تجربه عملی در پروژه‌های امدادی واقعی (زلزله، سیل، بحران‌های بهداشتی یا مهاجرتی)،
- آشنایی یا مشارکت در کاربرد حداقل یکی از فناوری‌های نسل چهارم در زمینه امدادرسانی یا لجستیک،
- جایگاه مدیریتی یا کارشناسی ارشد در سازمان‌های مرتبط.

پس از مصاحبه با ۶-۷ نفر اولیه (که از طریق شبکه پژوهشگران و معرفی سازمان‌های کلیدی شناسایی شدند)، روش گلوله‌برفی فعال گردید؛ به این ترتیب که از هر مشارکت‌کننده خواسته شد ۱-۳ نفر دیگر را که معیارهای فوق را داشته و می‌توانند اطلاعات غنی و متفاوتی ارائه دهند، معرفی کنند. این فرآیند تا رسیدن به **اشباع نظری** ادامه یافت. اشباع نظری زمانی حاصل شد که داده‌های جدید هیچ مقوله یا مفهوم تازه‌ای به ساختار مدل اضافه نکردند و صرفاً تأییدکننده الگوهای قبلی بودند (در مصاحبه هفدهم). برای اطمینان، دو مصاحبه اضافی (شماره ۱۷ و ۱۸) انجام شد که تغییری در مقوله‌ها ایجاد نکرد. در نهایت، ۱۸ نفر (۱۰ نفر با سابقه مدیریتی/عملیاتی امدادی، ۵ نفر متخصص فناوری، ۳ نفر سیاست‌گذار ارشد) مشارکت کردند.

زمان هر مصاحبه بین ۴۵ تا ۷۵ دقیقه بود و تمامی مصاحبه‌ها با رضایت آگاهانه ضبط و واژه‌به‌واژه پیاده‌سازی شدند.

فرآیند طراحی ابزار و جمع‌آوری داده‌ها

داده‌ها از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته جمع‌آوری شد. پرسشنامه مصاحبه بر اساس مرور ادبیات و مشاوره با سه خبره اولیه طراحی گردید. سؤالات از سطح توصیفی (مانند "تجربیات شما از چالش‌های فناوری در عملیات امداد چیست؟") به سطح تحلیلی (مانند "چگونه فناوری‌ها می‌توانند هماهنگی سازمانی را بهبود بخشند؟") هدایت می‌شدند. دو مصاحبه آزمایشی برای ارزیابی وضوح سؤالات و زمان‌بندی انجام شد و بر اساس بازخوردها، ساختار اصلاح گردید. مصاحبه‌ها به صورت حضوری یا مجازی برگزار شدند تا دسترسی به خبرگان پراکنده جغرافیایی تسهیل شود. پس از هر مصاحبه، داده‌ها واژه‌به‌واژه پیاده‌سازی و برای تحلیل آماده شدند.

تحلیل داده‌ها

تحلیل با رویکرد سه‌مرحله‌ای کدگذاری باز، محوری و انتخابی انجام گردید. از نرم‌افزار MAXQDA برای مدیریت داده‌ها، ثبت کدها، ترسیم شبکه‌های مفهومی و پیگیری تغییرات استفاده شد.

- **کدگذاری باز:** در این مرحله، متن مصاحبه‌ها خط به خط بررسی و مفاهیم اولیه استخراج شدند. هر واحد معنایی (جمله یا پاراگراف) با کدهای توصیفی برچسب‌گذاری شد. برای مثال، در متن مصاحبه زیر: "یکی از مشکلات اساسی، ردیابی کمک‌ها و منابع مالی است. گاهی کمک‌های نقدی و تجهیزاتی به‌درستی ثبت نمی‌شوند و در برخی مناطق توزیع نامناسبی اتفاق می‌افتد."، کد "مشکلات در ردیابی کمک‌ها و منابع مالی" و زیرشاخص "نیاز به بهبود شفافیت در زنجیره تأمین بشردوستانه" اختصاص یافت. این فرآیند منجر به استخراج بیش از ۲۰۰ کد اولیه گردید.
- **کدگذاری محوری:** کدها بر اساس روابط علّی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردی و پیامدی سازماندهی شدند. برای مثال، کد "نیاز به بهبود شفافیت" (از کدگذاری باز) با کدهای "ضعف زیرساخت‌های ارتباطی" (زمینه‌ای) و "تهدیدات امنیت سایبری" (مداخله‌گر) مرتبط شد تا مقوله "چالش‌های پیاده‌سازی فناوری" شکل گیرد. تکنیک مقایسه مستمر برای تطبیق داده‌های جدید با مقوله‌های موجود به کار گرفته شد.
- **کدگذاری انتخابی:** مقوله مرکزی "بکارگیری فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه" شناسایی و مدل نهایی حول آن ادغام گردید. برای مثال، روابط بین مقوله‌های محوری (مانند راهبردهای اجرایی و پیامدها) با تمرکز بر این پدیده مرکزی، به تبیین چرخه داده منجر شد.

فرآیند اشباع نظری

اشباع نظری در مصاحبه شانزدهم حاصل شد، زمانی که داده‌های جدید هیچ مفهوم، مقوله یا رابطه تازه‌ای به ساختار اضافه نکردند و صرفاً الگوهای قبلی را تقویت می‌کردند. نشانه‌های توجیه‌کننده توقف شامل تکرار مکرر کدها (مانند "ضعف زیرساخت‌ها" در مصاحبه‌های ۱۵-۱۶)، عدم ظهور زیرشاخص‌های جدید و تأیید ساختار مدل توسط مشارکت‌کنندگان بود. برای اطمینان، دو مصاحبه اضافی (۱۷ و ۱۸) انجام شد که تغییری ایجاد نکرد.

روایی و پایایی

برای تضمین کیفیت و اعتبار یافته‌های پژوهش کیفی، از معیارهای چهارگانه پیشنهادی لینکلن و گوبا استفاده شد که عبارتند از: اعتبار (Credibility)، انتقال‌پذیری (Transferability)، پایایی (Dependability) و تأییدپذیری(Confirmability)

اعتبار اعتبار نتایج از طریق دو راهکار اصلی تأمین گردید:

- بازبینی توسط مشارکت‌کنندگان : بخش‌هایی از یافته‌ها، مقوله‌ها و تفسیرهای اولیه در اختیار مشارکت‌کنندگان قرار گرفت تا صحت برداشت پژوهشگر از گفته‌هایشان تأیید شود. این فرآیند در دو مرحله (پس از کدگذاری محوری و پس از تکمیل مدل مفهومی) انجام شد و اصلاحات پیشنهادی مشارکت‌کنندگان در نسخه نهایی اعمال گردید.

- کدگذاری مستقل : دو پژوهشگر مستقل و آشنا به رویکرد نظریه داده‌بنیاد، بخش قابل‌توجهی از متن مصاحبه‌ها (حدود ۴۰ درصد) را به‌صورت جداگانه کدگذاری کردند. میزان توافق بین کدگذاران با استفاده از ضریب پایایی بین بیش از ۸۴ درصد به دست آمد که نشان‌دهنده ثبات و اعتبار فرآیند کدگذاری است.

انتقال‌پذیری: برای امکان‌پذیر ساختن قضاوت خوانندگان درباره قابلیت انتقال یافته‌ها به زمینه‌های دیگر، توصیف غنی از موارد زیر ارائه شد:

- ویژگی‌های مشارکت‌کنندگان (سابقه کاری، حوزه تخصصی، سطح سازمانی، جنسیت و توزیع جغرافیایی)
- زمینه و شرایط اجرای پژوهش (نوع بحران‌های تجربه‌شده توسط مشارکت‌کنندگان، سازمان‌های درگیر، محدودیت‌های زمانی و مکانی مصاحبه‌ها)
- فرآیند نمونه‌گیری و رسیدن به اشباع نظری
- روش گردآوری و تحلیل داده‌ها با ذکر جزئیات ابزارها و مراحل این توصیفات به خواننده امکان می‌دهد تا قضاوت کند که آیا شرایط پژوهش حاضر با شرایط مورد نظر او شباهت کافی دارد یا خیر.

پایایی: پایایی پژوهش از طریق ثبت دقیق و گام‌به‌گام تمام مراحل تحقیق تأمین گردید. تمامی تصمیمات مربوط به کدگذاری، تغییر کدها، ادغام مقوله‌ها، حذف یا افزودن کدها و دلایل آن‌ها در فایل‌های نرم‌افزار MAXQDA و همچنین در دفترچه بازتاب پژوهشگر مستند شده است. این مستندات امکان بازبینی و پیگیری فرآیند توسط ارزیاب خارجی را فراهم می‌کند.

تأییدپذیری: برای اطمینان از اینکه یافته‌ها بیشتر بازتاب واقعیت‌های میدانی است تا پیش‌فرض‌ها یا تعصبات پژوهشگر، ممیزی خارجی توسط یک متخصص روش‌شناسی کیفی که در فرآیند پژوهش دخالتی نداشت، انجام شد. این متخصص بخش‌هایی از داده‌های خام، کدها، شبکه‌های مفهومی و تفسیرهای نهایی را بررسی کرد و تأیید نمود که استنتاج‌ها و مدل مفهومی به‌طور منطقی از داده‌ها برآمده‌اند و اثری از جهت‌گیری شخصی پژوهشگر در آن‌ها مشهود نیست.

سه‌سویه‌سازی به‌منظور افزایش دقت و جامعیت یافته‌ها، از سه‌سویه‌سازی داده‌ها استفاده شد. علاوه بر داده‌های اصلی حاصل از مصاحبه‌ها، منابع زیر نیز مورد بررسی قرار گرفتند:

- اسناد و گزارش‌های رسمی سازمان‌های امدادی (گزارش‌های سالانه جمعیت هلال احمر، سازمان مدیریت بحران، گزارش‌های سازمان ملل متحد در ایران)
- مستندات فنی و گزارش‌های پروژه‌های آزمایشی فناوری در حوزه بشردوستانه (در صورت دسترسی)
- یادداشت‌های میدانی و بازتاب‌های پژوهشگر طی فرآیند مصاحبه و تحلیل ترکیب این منابع به اعتبارسنجی یافته‌ها از زوایای مختلف کمک کرد و احتمال سوگیری ناشی از اتکای صرف به یک منبع داده را کاهش داد.

با رعایت مجموعه این راهکارها، تلاش شد تا اعتبار علمی و اعتمادپذیری یافته‌های پژوهش به حداکثر ممکن برسد و مدل مفهومی ارائه‌شده پایه‌ای محکم برای کاربردهای آتی داشته باشد.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

فناوری‌های صنعت نسل چهارم، شامل اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، بلاکچین، یادگیری ماشین، رباتیک پیشرفته و چاپ سه‌بعدی، پتانسیل بالایی برای بهینه‌سازی زنجیره تأمین بشردوستانه دارند. این فناوری‌ها می‌توانند به افزایش شفافیت، کاهش زمان امدادرسانی، بهبود هماهنگی بین سازمان‌های بشردوستانه و کاهش هزینه‌های عملیاتی کمک کنند. با این حال، اجرای موفق آن‌ها مستلزم تحلیل دقیق شرایط محیطی، موانع اجرایی و اتخاذ راهبردهای مناسب است.

ساختار زنجیره تأمین بشردوستانه مورد بررسی در این پژوهش، بر اساس ادبیات موضوع و داده‌های گردآوری‌شده از خبرگان، شامل چهار سطح اصلی و بازیگران کلیدی در هر سطح است:

سطح تأمین‌کنندگان منابع و حامیان:

- بازیگران :سازمان‌های بین‌المللی تأمین کمک (UNHCR، WFP)، دولت‌ها، اهداکنندگان خصوصی، تولیدکنندگان تجهیزات و مواد امدادی، شرکت‌های لجستیکی بین‌المللی.
- وظایف کلیدی :تأمین مالی، تولید یا اهدای اقلام، قراردادهای حمل‌ونقل و خدمات پشتیبانی.

سطح مراکز هماهنگی و انبارهای لجستیک:

- بازیگران :مراکز لجستیک منطقه‌ای، انبارهای مرکزی سازمان‌های بشردوستانه، دفاتر هماهنگی بین‌المللی ، مراکز گمرکی ویژه کمک‌های بشردوستانه.
- وظایف کلیدی : ذخیره‌سازی، بسته‌بندی، تجمیع محموله‌ها، کنترل کیفیت، آماده‌سازی برای توزیع.

سطح عملیات میدانی و توزیع:

- بازیگران :تیم‌های عملیاتی سازمان‌های امدادی (هلال‌احمر، صلیب‌سرخ، NGOها)، نیروهای مسلح پشتیبان، پیمانکاران حمل‌ونقل محلی.
- وظایف کلیدی :توزیع اقلام به مناطق بحران‌زده، ارائه خدمات اضطراری، امداد و نجات، جمع‌آوری بازخورد نیازها.

سطح جامعه دریافت‌کننده و ذینفعان محلی:

- بازیگران : جوامع آسیب‌دیده، مقامات محلی، شوراهای محلی، رهبران جامعه، داوطلبان محلی.
- وظایف کلیدی :دریافت و استفاده از کمک‌ها، مشارکت در عملیات امدادی، بازخورد به سازمان‌های بالادستی.

مدل مفهومی طراحی‌شده در این پژوهش، به‌منظور بررسی عوامل تأثیرگذار بر پیاده‌سازی این فناوری‌ها، از رویکرد داده بنیاد بهره می‌گیرد و شامل پنج بخش اصلی است: عوامل علی، عوامل زمینه‌ای، عوامل مداخله‌ای، استراتژی‌های اجرایی و پیامدهای نهایی.

عوامل علی

عوامل علی به دلایلی اشاره دارند که نیاز به پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت نسل چهارم را در زنجیره تأمین بشردوستانه ضروری می‌کنند. یکی از مهم‌ترین این عوامل، نیاز به افزایش شفافیت در فرآیندهای امدادرسانی است. در بسیاری از عملیات بشردوستانه، عدم شفافیت در تخصیص منابع و عدم امکان ردیابی کمک‌های بشردوستانه منجر به بروز فساد و سوءاستفاده می‌شود. فناوری‌هایی مانند بلاکچین و تحلیل کلان‌داده می‌توانند این مشکلات را برطرف کرده و با ارائه یک سیستم شفاف و قابل‌پیگیری، اعتماد ذینفعان را افزایش دهند.

افزایش سرعت امدادرسانی نیز یکی دیگر از ضرورت‌های استفاده از فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه است. در شرایط بحران، زمان یک عامل حیاتی محسوب می‌شود و تأخیر در تحویل کمک‌ها می‌تواند به وخامت اوضاع منجر شود. مشکلات لجستیکی و ناهماهنگی بین سازمان‌های بشردوستانه، یکی از دلایل اصلی این تأخیرهاست. استفاده از اینترنت اشیا و هوش مصنوعی می‌تواند با ایجاد سیستم‌های ارتباطی هوشمند، امکان تصمیم‌گیری سریع‌تر و مؤثرتر را برای سازمان‌ها فراهم کند.

علاوه بر این، کاهش هزینه‌های عملیاتی یک چالش مهم دیگر در زنجیره تأمین بشردوستانه است. محدودیت‌های بودجه و هزینه‌های بالای حمل‌ونقل، ذخیره‌سازی و توزیع منابع از جمله عواملی هستند که اجرای عملیات امدادرسانی را دشوار می‌کنند. فناوری‌هایی مانند چاپ سه‌بعدی و رباتیک پیشرفته می‌توانند هزینه‌های تولید و توزیع تجهیزات و مواد امدادی را کاهش داده و کارایی عملیات را افزایش دهند.

از سوی دیگر، افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین بشردوستانه در برابر بحران‌های غیرمنتظره نظیر بلایای طبیعی، جنگ و بیماری‌های همه‌گیر، از دیگر عوامل مهمی است که پیاده‌سازی فناوری‌های نوین را ضروری می‌سازد. با استفاده از فناوری‌هایی مانند یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های بلادرنگ، سازمان‌های بشردوستانه می‌توانند پیش‌بینی‌های بهتری از بحران‌های آتی داشته باشند و اقدامات پیشگیرانه مناسب را اتخاذ کنند.

در مدل حاضر، عوامل علّی مرتبط با ضرورت بهره‌گیری از فناوری‌های نسل چهارم در دو فاز آمادگی و پاسخ قابل تبیین است. در فاز آمادگی، عوامل علّی بیشتر به نیاز به پیش‌بینی دقیق، برنامه‌ریزی مبتنی بر داده و ایجاد هماهنگی پیشینی میان سازمان‌ها برمی‌گردد. در فاز پاسخ،

همین عوامل در قالب نیاز به سرعت واکنش، تحلیل بلادرنگ اطلاعات، و نظارت میدانی نمود پیدا می‌کند. این دو دسته نیاز، استفاده از فناوری‌های نسل چهارم را در هر مرحله اجتناب‌ناپذیر می‌سازد (جدول ۲).

جدول ۲. عوامل علی موثر بر پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه

کد	زیرشاخص	متن مصاحبه
نیاز به بهبود شفافیت در زنجیره تأمین بشردوستانه	مشکلات در ردیابی کمک‌ها و منابع مالی	یکی از مشکلات اساسی، ردیابی کمک‌ها و منابع مالی است. گاهی کمک‌های نقدی و تجهیزاتی به‌درستی ثبت نمی‌شوند و در برخی مناطق توزیع نامناسبی اتفاق می‌افتد. به همین دلیل، برخی مناطق کمتر از حد نیاز دریافت می‌کنند و در مقابل، در برخی مناطق منابع هدر می‌رود.
	نبود سیستم‌های شفاف برای گزارش‌دهی	سیستم‌های گزارش‌دهی در سازمان‌های بشردوستانه استاندارد مشخصی ندارند. داده‌ها پراکنده و غیرقابل تأیید هستند و همین موضوع باعث می‌شود تصمیم‌گیری سخت‌تر شود. اگر یک سیستم متمرکز و شفاف وجود داشت، این مشکلات کمتر می‌شد.
	چالش‌های فساد و سوءاستفاده از منابع	نبود شفافیت در مسیر تأمین منابع باعث می‌شود که احتمال فساد افزایش یابد. در برخی موارد، گزارش‌هایی از اختلاس، تغییر مسیر کمک‌ها و یا عدم ثبت دقیق منابع وجود داشته است. اگر فناوری‌هایی مانند بلاکچین پیاده‌سازی شوند، می‌توان این مشکل را کاهش داد.
نیاز به افزایش سرعت و کارایی در امدادرسانی	تأخیر در رسیدن کمک‌ها به مناطق بحران‌زده	زنجیره تأمین ما در شرایط بحرانی عملکرد سریع ندارد. فرآیندهای تصمیم‌گیری و توزیع منابع گاهی کند است، مخصوصاً وقتی داده‌های بلادرنگ در اختیار نداریم. در برخی بحران‌ها، تأخیر در رسیدن کمک‌ها به مناطق آسیب‌دیده باعث تشدید بحران شده است. در راستای افزایش سرعت امدادرسانی و دسترسی به داده‌های بلادرنگ، وجود سامانه‌های پردازش توزیع‌شده مانند رایانش ابری و پردازش لبه الزامی است. بسیاری از تأخیرها ناشی از محدودیت‌های پردازشی محلی و قطع ارتباط در مناطق بحرانی است. بنابراین توسعه زیرساخت‌های پردازشی یک الزام عملیاتی است.
	ناهماهنگی بین سازمان‌های مختلف	هر سازمانی سیستم خاص خود را دارد و این باعث ایجاد موانعی در همکاری بین‌سازمانی می‌شود. به عنوان مثال، اگر اطلاعات یک سازمان به‌درستی با سایر سازمان‌ها به اشتراک گذاشته نشود، منابع به درستی مدیریت نمی‌شوند. این مسأله باعث کاهش سرعت واکنش و ایجاد هرج‌ومرج می‌شود.
	محدودیت دسترسی به اطلاعات بلادرنگ	اگر بتوانیم داده‌های بهتری در زمان واقعی دریافت کنیم، تصمیم‌گیری سریع‌تر و دقیق‌تر خواهد شد. متأسفانه در حال حاضر، ما اغلب باید به اطلاعات ناقص تکیه کنیم که این موضوع امدادرسانی را به چالش می‌کشد
نیاز به کاهش هزینه‌های عملیاتی و اجرایی	هزینه بالای پیاده‌سازی فناوری‌های جدید	بسیاری از سازمان‌های بشردوستانه بودجه محدودی دارند و فناوری‌هایی مانند بلاکچین، اینترنت اشیا یا هوش مصنوعی هزینه‌بر هستند. این هزینه‌ها شامل توسعه سیستم، خرید تجهیزات و آموزش نیروی انسانی است که بسیاری از سازمان‌ها توان مالی برای آن ندارند.
	محدودیت بودجه سازمان‌های بشردوستانه	معمولاً بودجه سازمان‌های بشردوستانه به موارد اضطراری اختصاص داده می‌شود و توسعه فناوری‌های جدید در اولویت نیست. در نتیجه، فرآیندهای سنتی همچنان اجرا می‌شوند که کارایی پایینی دارند.
	عدم سرمایه‌گذاری در نوآوری‌های فناورانه	بسیاری از تصمیم‌گیران در سازمان‌های امدادی تمایلی به سرمایه‌گذاری روی فناوری‌های جدید ندارند .این به دلیل عدم آگاهی، نبود ساختار اجرایی و ترس از شکست است.
نیاز به افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین بشردوستانه	آسیب‌پذیری زیرساخت‌های ارتباطی در بحران‌ها	در بسیاری از بحران‌ها، زیرساخت‌های ارتباطی مثل اینترنت و برق از کار می‌افتد. این مسأله باعث می‌شود ارتباطات مختل شود و فرآیند امدادرسانی دچار مشکل گردد.
	نبود انعطاف‌پذیری در تأمین منابع اضطراری	سیستم تأمین منابع ما انعطاف‌پذیر نیست و در شرایط اضطراری دچار کمبود می‌شویم. بسیاری از اقلام امدادی به سرعت تمام می‌شوند و تأمین مجدد آن‌ها زمان‌بر است.
	چالش‌های لجستیکی در شرایط نامساعد	حمل‌ونقل در مناطق بحران‌زده دشوار است. مسیرهای جاده‌ای تخریب می‌شوند و دسترسی به برخی مناطق ناممکن می‌شود. باید برنامه‌ریزی بهتری داشته باشیم

عوامل زمینه‌ای

عوامل زمینه‌ای به شرایط محیطی اشاره دارند که می‌توانند بر پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت نسل چهارم تأثیر بگذارند. یکی از این عوامل، سیاست‌های دولتی و مقررات است. در بسیاری از کشورها، نبود قوانین حمایتی برای فناوری‌های نوین و پیچیدگی‌های اداری مرتبط با دریافت

مجوزها، روند پذیرش این فناوری‌ها را کند می‌کند. دولت‌ها و نهادهای قانون‌گذار می‌توانند با تدوین سیاست‌های حمایتی و ارائه تسهیلات مالی، فرآیند پیاده‌سازی این فناوری‌ها را تسهیل کنند.

پذیرش فناوری در سازمان‌های بشردوستانه نیز عامل زمینه‌ای دیگری است که می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر اجرای این فناوری‌ها داشته باشد. بسیاری از سازمان‌های بشردوستانه هنوز آمادگی لازم برای پذیرش فناوری‌های جدید را ندارند و در برخی موارد، مدیران و کارکنان نسبت به کارایی این فناوری‌ها بی‌اعتماد هستند. فرهنگ‌سازی در زمینه مزایای فناوری‌های نوین و افزایش سطح آگاهی سازمانی می‌تواند به تسریع این روند کمک کند.

کیفیت زیرساخت‌های فنی و ارتباطی نیز نقش مهمی در موفقیت پیاده‌سازی این فناوری‌ها دارد. بسیاری از مناطق بحران‌زده به اینترنت پرسرعت، شبکه‌های مخابراتی پایدار و تجهیزات سخت‌افزاری مناسب دسترسی ندارند که این امر پیاده‌سازی فناوری‌های جدید را دشوار می‌سازد. در نهایت، شرایط اقتصادی و محدودیت‌های مالی، یکی دیگر از چالش‌های اساسی است که اجرای این فناوری‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

عوامل زمینه‌ای مدل نیز بسته به فاز مدیریت بحران ماهیت متفاوتی پیدا می‌کنند. در فاز آمادگی، زمینه‌ها شامل توسعه زیرساخت‌های اطلاعاتی، ایجاد بانک‌های داده، شکل‌دهی شبکه‌های ارتباطی امن و آموزش نیروهای عملیاتی است. در فاز پاسخ، زمینه‌ها بیشتر حول پایداری ارتباطات، قابلیت اتکا به سامانه‌های ابری، توان عملیاتی تجهیزات هوشمند و دسترسی بلادرنگ به داده‌ها شکل می‌گیرد. این تفکیک نشان می‌دهد که مدل در هر دو فاز از پشتوانه زمینه‌ای مشخص برخوردار است (جدول ۳).

جدول ۳. عوامل زمینه‌ای موثر بر پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه

کد	زیرشاخص	متن مصاحبه
سیاست‌ها و مقررات دولتی	نبود قوانین حمایتی برای فناوری‌های نوین	در حال حاضر، قوانین مشخص و حمایتی برای فناوری‌هایی مثل بلاکچین و اینترنت اشیا وجود ندارد. نبود یک چارچوب قانونی مشخص باعث می‌شود که سازمان‌ها برای پذیرش این فناوری‌ها مردد باشند.
	پیچیدگی‌های اداری در دریافت مجوزها	برای پیاده‌سازی این فناوری‌ها، باید از نهادهای مختلف مجوز دریافت کنیم که این کار معمولاً پیچیده و زمان‌بر است. گاهی روندهای بوروکراتیک باعث تأخیرهای طولانی در اجرای پروژه‌ها می‌شود.
	نقش دولت در تأمین منابع مالی و زیرساختی	دولت‌ها معمولاً روی پروژه‌های سنتی تمرکز دارند و کمتر روی فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه سرمایه‌گذاری می‌کنند. اگر دولت‌ها حمایت مالی و زیرساختی بیشتری ارائه دهند، پیاده‌سازی این فناوری‌ها آسان‌تر خواهد شد.
سطح پذیرش فناوری در سازمان‌های بشردوستانه	مقاومت در برابر تغییر و نوآوری	مدیران و کارکنان سازمان‌های بشردوستانه معمولاً به روش‌های سنتی عادت کرده‌اند و پذیرش تغییر برایشان دشوار است. همچنین، بسیاری از آن‌ها نگران این هستند که فناوری‌های جدید مشکلاتی به همراه داشته باشد.
	عدم آگاهی مدیران و کارکنان درباره فناوری‌های نوین	سیاری از کارکنان با این فناوری‌ها آشنا نیستند. ما هنوز نیاز به دوره‌های آموزشی گسترده برای معرفی این فناوری‌ها داریم.
	نگرانی از ریسک‌های امنیتی و حریم خصوصی	برخی سازمان‌ها از حملات سایبری و نقض حریم خصوصی هراس دارند. برای مثال، در بلاکچین داده‌ها به‌صورت غیرقابل تغییر ذخیره می‌شوند، اما برخی نگران سوءاستفاده از این اطلاعات هستند.
زیرساخت‌های فنی و ارتباطی	کیفیت پایین اینترنت و شبکه‌های مخابراتی	در بسیاری از مناطق بحران‌زده، اینترنت و شبکه‌های مخابراتی ضعیف یا غیرقابل‌اعتماد هستند. در چنین شرایطی، استفاده از سیستم‌های متصل به اینترنت عملاً غیرممکن است.

کد	زیرشاخص	متن مصاحبه
	عدم وجود سیستم‌های یکپارچه بین سازمان‌ها	متأسفانه هر سازمان از سیستم‌های خاص خود استفاده می‌کند و هیچ پلتفرم مشترکی بین سازمان‌ها وجود ندارد. این مسئله باعث مشکلات ارتباطی و تأخیر در عملیات امدادرسانی می‌شود.
	کمبود تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری	در بسیاری از موارد، سازمان‌ها دسترسی کافی به سخت‌افزارهای مناسب و نرم‌افزارهای تخصصی ندارند. برای مثال، اجرای اینترنت اشیا نیاز به تجهیزات پیشرفته‌ای دارد که تأمین آن هزینه‌بر است.
	زیرساخت‌های پردازشی و ذخیره‌سازی داده	یکی از ابعاد مهم زیرساخت‌های فنی که در تحلیل داده‌ها برجسته شد، نیاز به وجود زیرساخت‌های پردازشی و ذخیره‌سازی داده است. فناوری‌هایی مانند رایانش ابری و پردازش لبه، نقش حیاتی در قابلیت استفاده از فناوری‌های نسل چهارم در عملیات امدادی دارند. بسیاری از فناوری‌های هوشمند مانند حسگرهای اینترنت اشیا، الگوریتم‌های هوش مصنوعی و سیستم‌های تحلیلی کلان‌داده تنها زمانی عملکرد مطلوب خواهند داشت که بستری برای پردازش داده‌های حجیم، ذخیره‌سازی ایمن، تبادل لحظه‌ای اطلاعات و ارائه خدمات مقیاس‌پذیر وجود داشته باشد. در غیاب این زیرساخت‌ها، فناوری‌های کاربردی عملاً قابلیت استقرار در محیط‌های بحران‌زده را از دست می‌دهند.
شرایط اقتصادی و تأمین مالی	نوسانات اقتصادی و کمبود بودجه	نوسانات اقتصادی و کمبود منابع مالی تأثیر زیادی روی پذیرش این فناوری‌ها دارد .سازمان‌ها باید در شرایط بحرانی اولویت‌های خود را تغییر دهند و گاهی این فناوری‌ها در اولویت قرار نمی‌گیرند.
	عدم حمایت مالی از پروژه‌های فناوری‌محور	معمولاً حمایت مالی برای این پروژه‌ها کم است. شرکت‌های خصوصی و دولتی تمایل چندانی به تأمین مالی این فناوری‌ها ندارند.
	هزینه‌های بالای نگهداری و ارتقای سیستم‌های فناورانه	هزینه‌های به‌روزرسانی و نگهداری این سیستم‌ها بالا است. بسیاری از سازمان‌ها نمی‌توانند هزینه‌های مداوم این فناوری‌ها را تأمین کنند.

عوامل مداخله‌ای

عوامل مداخله‌ای شامل متغیرهایی هستند که می‌توانند فرآیند پیاده‌سازی فناوری‌های نوین را تسهیل یا مختل کنند. یکی از مهم‌ترین این عوامل، چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی است. نگرانی از حملات سایبری، نشت اطلاعات کاربران و عدم اطمینان به امنیت فناوری‌های نوین، موجب می‌شود که برخی از سازمان‌های بشردوستانه در پذیرش این فناوری‌ها تردید داشته باشند. تدوین پروتکل‌های امنیتی قوی و استفاده از سیستم‌های رمزنگاری‌شده می‌تواند این نگرانی‌ها را کاهش دهد.

سطح مهارت و آموزش نیروی انسانی نیز نقش کلیدی در موفقیت این فناوری‌ها دارد. بسیاری از کارکنان سازمان‌های بشردوستانه فاقد مهارت‌های لازم برای کار با سیستم‌های پیشرفته هستند و این امر باعث کاهش بهره‌وری این فناوری‌ها می‌شود. برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی و ایجاد تیم‌های فناوری در این سازمان‌ها می‌تواند این مشکل را برطرف کند.

علاوه بر این، موانع فرهنگی و اجتماعی می‌توانند روند پیاده‌سازی فناوری‌های نوین را دشوار کنند. برخی از کارکنان و جوامع هدف نسبت به تغییرات فناورانه مقاومت نشان می‌دهند و نگران این هستند که فناوری‌ها جایگزین نیروی انسانی شوند.

در فاز آمادگی، سیاست‌های کلان، محدودیت مالی، ساختارهای بوروکراتیک و سطح همکاری سازمانی نقش مداخله‌گر دارند. اما در فاز پاسخ، موانعی مانند ناپایداری ارتباطات، محدودیت‌های محیطی، دسترسی دشوار به تجهیزات و فشار زمانی به‌عنوان عوامل مداخله‌گر مؤثر ظاهر می‌شوند. این تفاوت‌ها نحوه به‌کارگیری فناوری‌ها را در هر فاز تحت تأثیر قرار می‌دهد (جدول ۴).

جدول ۴. عوامل مداخله‌ای موثر بر پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه

کد	زیرشاخص	متن مصاحبه
چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی	نگرانی از حملات سایبری در سیستم‌های دیجیتال	بزرگ‌ترین نگرانی، خطر حملات سایبری است. با دیجیتالی شدن اطلاعات، امکان هک شدن سیستم‌ها و سرقت داده‌های حیاتی افزایش می‌یابد.
	خطرات نشت اطلاعات حساس کاربران و ذینفعان	بسیاری از اطلاعات مربوط به ذینفعان بشردوستانه حساس هستند. اگر این داده‌ها فاش شوند، می‌تواند برای افراد درگیر خطر ایجاد کند.
	عدم اطمینان به امنیت فناوری‌های نوین	هنوز تردید زیادی در مورد امنیت بلاکچین، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی وجود دارد. برخی معتقدند که این فناوری‌ها آسیب‌پذیر هستند و خطرات ناشناخته‌ای دارند.
سطح مهارت و آموزش نیروی انسانی	عدم آمادگی کارکنان برای کار با فناوری‌های نوین	متأسفانه بسیاری از کارکنان سازمان‌های بشردوستانه آمادگی کار با این فناوری‌ها را ندارند. آن‌ها آموزش ندیده‌اند و در کار با سیستم‌های دیجیتالی مشکل دارند.
	کمبود برنامه‌های آموزشی برای پیاده‌سازی فناوری‌های پیشرفته	دوره‌های آموزشی کافی برگزار نمی‌شود. بیشتر کارکنان تجربه‌ای در کار با فناوری‌های نوین ندارند و نیاز به آموزش دارند.
	ضعف در مدیریت تغییر و پذیرش فناوری‌های جدید	بسیاری از افراد در برابر تغییر مقاومت می‌کنند. تغییر فرهنگ سازمانی زمان‌بر است و برخی کارکنان نگران جایگزینی فناوری با نیروی انسانی هستند.
موانع فرهنگی و اجتماعی	مقاومت فرهنگی در برابر تغییرات فناورانه	در برخی جوامع، فناوری‌های جدید با مقاومت فرهنگی روبه‌رو می‌شوند. افراد به روش‌های سنتی عادت کرده‌اند و پذیرش تغییر برایشان دشوار است.
	نگرانی از جایگزینی فناوری با نیروی انسانی	بسیاری از کارکنان فکر می‌کنند که فناوری‌های جدید ممکن است باعث از بین رفتن فرصت‌های شغلی آن‌ها شود، در حالی که هدف این فناوری‌ها کمک به بهینه‌سازی فرآیندها است.
	درک پایین جامعه هدف از مزایای فناوری‌های نوین	سطح آگاهی عمومی نسبت به این فناوری‌ها پایین است. اگر جوامع محلی به فواید آن‌ها آگاه شوند، احتمال پذیرش بیشتر خواهد شد.
قابلیت همکاری و هماهنگی بین سازمانی	پیچیدگی‌های هماهنگی میان نهادهای مختلف بشردوستانه	همکاری بین سازمان‌ها همیشه پیچیده بوده است. هر سازمان سیستم خاص خود را دارد و گاهی رقابت میان آن‌ها مانع اشتراک‌گذاری اطلاعات می‌شود.
	نبود استانداردهای مشترک برای استفاده از فناوری‌ها	هر سازمان روی فناوری‌های خاص خود تمرکز دارد و استانداردسازی لازم برای ارتباطات بین‌سازمانی انجام نشده است.
	رقابت بین سازمان‌های بشردوستانه در به‌کارگیری فناوری	برخی سازمان‌ها از فناوری‌های جدید برای برتری نسبت به رقبا استفاده می‌کنند، در حالی که باید به‌صورت جمعی برای بهبود زنجیره تأمین بشردوستانه کار کنیم.

استراتژی‌های پیاده‌سازی

به‌منظور غلبه بر چالش‌های موجود و اجرای موفقیت‌آمیز فناوری‌های صنعت نسل چهارم، مجموعه‌ای از استراتژی‌های اجرایی پیشنهاد می‌شود. توسعه زیرساخت‌های فنی و ارتباطی، یکی از گام‌های کلیدی در این مسیر است که شامل بهبود کیفیت اینترنت، ایجاد سیستم‌های یکپارچه، تأمین تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و تقویت زیرساخت‌های پردازشی می‌شود. تقویت همکاری بین سازمان‌های بشردوستانه و دولت‌ها نیز می‌تواند به تسهیل فرآیند پیاده‌سازی کمک کند.

افزایش آگاهی و توانمندسازی نیروی انسانی از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی، فرهنگ‌سازی و ایجاد تیم‌های تخصصی فناوری نیز از دیگر استراتژی‌های مهم محسوب می‌شود. در نهایت، تأمین مالی و ارائه مشوق‌های اقتصادی می‌تواند سازمان‌های بشردوستانه را به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین ترغیب کند.

راهبردهای مدل نیز در دو فاز، جهت‌گیری‌های متفاوتی دارند. در فاز آمادگی، راهبردها شامل توسعه زیرساخت‌های هوشمند، آماده‌سازی سامانه‌های اطلاعاتی، شبیه‌سازی بحران و ایجاد ساختارهای هماهنگی پیش از حادثه است. در فاز پاسخ، راهبردها بر ردیابی لحظه‌ای منابع،

تحلیل بلادرنگ داده‌ها، مدیریت هماهنگ عملیات و استفاده از فناوری‌هایی مانند پهپادها و IoT برای افزایش سرعت واکنش متمرکز است. این امر نشان می‌دهد که مدل، قابلیت اجرای مرحله‌ای متناسب با شرایط بحران را دارد (جدول ۵).

جدول ۵. استراتژی‌های پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه

کد	زیرشاخص	متن مصاحبه
توسعه زیرساخت‌های فنی و ارتباطی	بهبود کیفیت اینترنت و شبکه‌های مخابراتی	یکی از مهم‌ترین راهکارها، ارتقای کیفیت اینترنت و شبکه‌های مخابراتی در این مناطق است. بسیاری از فناوری‌های جدید مانند اینترنت اشیا و هوش مصنوعی به اینترنت پرسرعت و پایدار نیاز دارند که در حال حاضر در بسیاری از مناطق وجود ندارد.
	ایجاد سیستم‌های یکپارچه بین سازمان‌های بشردوستانه	هر سازمان از سیستم‌های خاص خود استفاده می‌کند و این باعث عدم هماهنگی می‌شود. باید یک پلتفرم مشترک برای تبادل داده‌ها بین سازمان‌ها ایجاد شود تا اطلاعات سریع‌تر و دقیق‌تر به اشتراک گذاشته شود.
	تأمین تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مناسب	سازمان‌ها باید برنامه‌ریزی کنند که تجهیزات لازم، مانند سنسورهای IoT و سرورهای ابری، را تهیه کنند. بدون این ابزارها، امکان بهره‌برداری از فناوری‌های نوین وجود ندارد.
	تقویت زیرساخت‌های پردازشی	در چارچوب استراتژی‌های اجرایی، توسعه زیرساخت‌های فنی باید شامل تقویت زیرساخت‌های پردازشی اعم از رایانش ابری، پردازش لبه و ایجاد قابلیت‌های ذخیره‌سازی و تحلیل داده در مقیاس بزرگ باشد. این زیرساخت‌ها امکان اجرای کارآمد فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، الگوریتم‌های پیش‌بینی و سیستم‌های ردیابی مبتنی بر IoT را فراهم کرده و به‌ویژه در شرایط بحران که ناپایداری ارتباطی وجود دارد، قابلیت اطمینان عملیات را افزایش می‌دهند.
تقویت همکاری بین سازمان‌ها و دولت‌ها	ایجاد استانداردهای مشترک برای استفاده از فناوری‌ها	همکاری دولت‌ها و سازمان‌های بشردوستانه در تدوین استانداردهای مشترک ضروری است. اگر استانداردهای مشخصی برای استفاده از فناوری‌ها تعیین شود، فرآیند هماهنگی ساده‌تر خواهد شد.
	گسترش همکاری‌های بین‌سازمانی و بین‌المللی	برخی کشورها تجربه خوبی در استفاده از فناوری‌های نوین دارند. سازمان‌های بشردوستانه باید از تجربیات بین‌المللی استفاده کنند و همکاری‌های فرامرزی خود را گسترش دهند.
	افزایش شفافیت و اشتراک‌گذاری داده‌ها بین نهادها	فناوری بلاکچین می‌تواند مسیر کمک‌های بشردوستانه را شفاف کند. اگر همه سازمان‌ها داده‌های خود را در یک پلتفرم مشترک ثبت کنند، میزان فساد و سوءاستفاده کاهش پیدا می‌کند.
افزایش آگاهی و توانمندسازی نیروی انسانی	برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارکنان	سیاری از کارکنان نیاز به آموزش‌های ویژه دارند. ما باید دوره‌های آموزشی برگزار کنیم تا کارکنان بتوانند با فناوری‌های جدید کار کنند.
	فرهنگ‌سازی برای پذیرش فناوری‌های نوین	مدیران باید با فرهنگ‌سازی و ارائه نمونه‌های موفق، پذیرش فناوری‌های جدید را در سازمان‌ها تسهیل کنند.
	ایجاد تیم‌های تخصصی فناوری در سازمان‌های بشردوستانه	باید تیم‌های متخصص در این حوزه تشکیل شود که بر توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های نوین تمرکز کنند.
جذب سرمایه و تأمین مالی پروژه‌های فناورانه	حمایت مالی از پروژه‌های فناوری‌محور	سیاری از پروژه‌های فناورانه به دلیل کمبود منابع مالی متوقف می‌شوند. دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی باید حمایت بیشتری از این پروژه‌ها داشته باشند.
	ارائه مشوق‌های مالی برای سازمان‌های نوآور	اگر سازمان‌های بشردوستانه برای استفاده از فناوری‌های نوین مشوق‌های مالی دریافت کنند، انگیزه بیشتری برای پذیرش آن‌ها خواهند داشت.

پیامدهای پیاده‌سازی فناوری‌ها

پیاده‌سازی موفق فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه می‌تواند منجر به افزایش کارایی و بهینه‌سازی فرآیندهای امدادرسانی، کاهش زمان واکنش به بحران‌ها، بهبود تخصیص منابع و افزایش سرعت تصمیم‌گیری مبتنی بر داده شود. همچنین، این فناوری‌ها می‌توانند شفافیت را افزایش داده و از بروز فساد جلوگیری کنند. با این حال، برخی چالش‌های احتمالی مانند وابستگی بیش‌ازحد به فناوری و تهدیدات امنیتی نیز ممکن است به وجود آید که باید برای آن‌ها راهکارهای مناسبی اندیشیده شود.

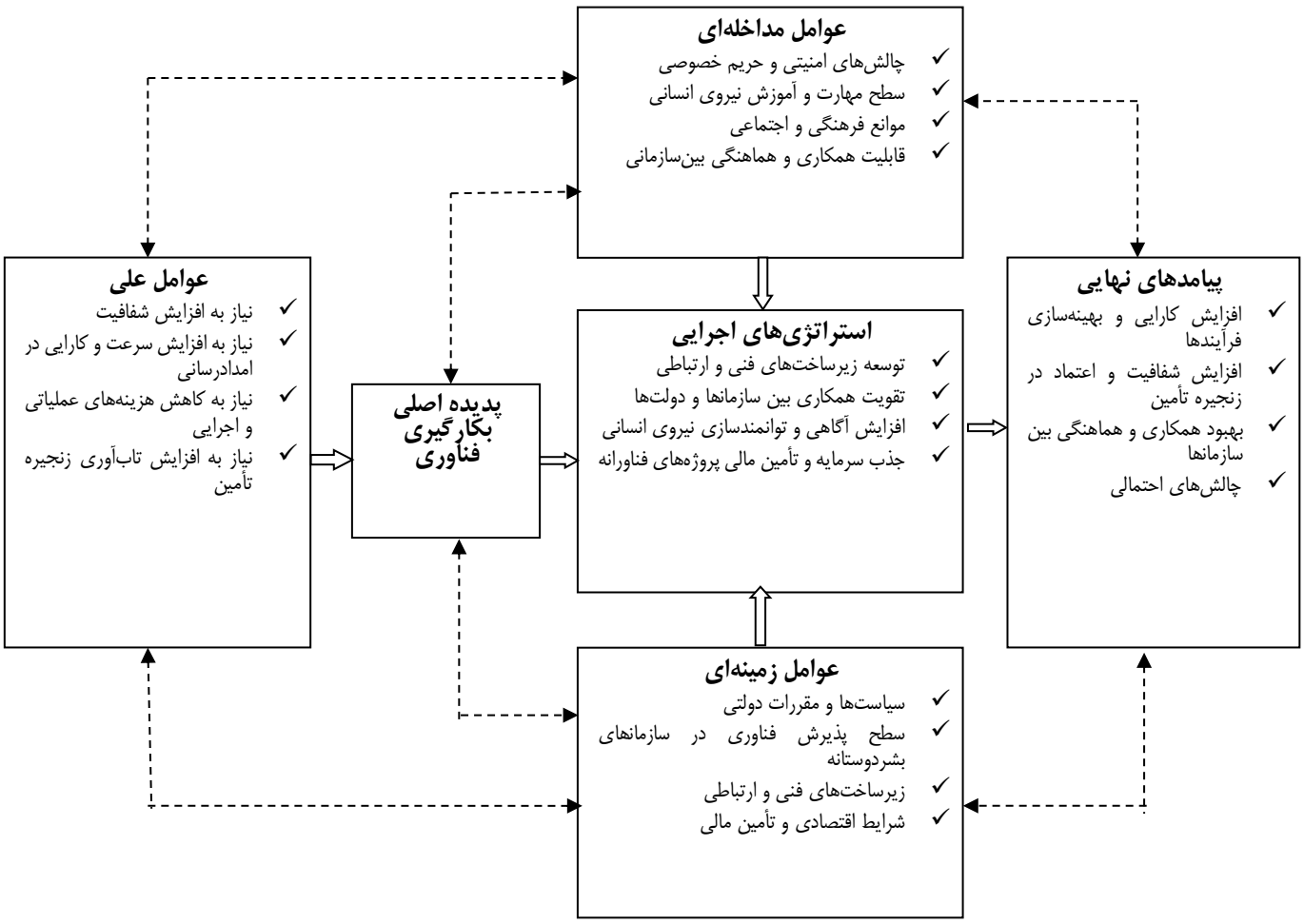
کاربرد مدل در دو فاز نیز پیامدهای متفاوتی ایجاد می‌کند. در فاز آمادگی، پیامدهایی مانند افزایش تاب‌آوری، ارتقای پیش‌بینی‌پذیری، و کاهش آسیب‌پذیری سازمانی حاصل می‌شود. در فاز پاسخ، پیامدها در قالب کاهش زمان واکنش، بهبود هماهنگی عملیاتی، افزایش دقت تصمیم‌گیری و کاهش تلفات نمود می‌یابد. این پیامدها مؤید آن است که مدل قابلیت هدایت تصمیمات فناورانه را در هر دو فاز مدیریت بحران داراست (جدول ۶).

جدول ۶. پیامدهای پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه

کد	زیرشاخص	متن مصاحبه
افزایش کارایی و بهینه‌سازی فرآیندها	کاهش زمان پاسخگویی به بحران‌ها	فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا به ما کمک کرده‌اند که سریع‌تر تصمیم بگیریم و منابع را به‌موقع به مناطق بحران‌زده ارسال کنیم. این موضوع باعث کاهش تأخیر در امدادرسانی شده است. پیاده‌سازی زیرساخت‌های پردازشی همچون رایانش ابری و پردازش لبه، موجب می‌شود تحلیل داده‌ها و تصمیم‌گیری با سرعت بیشتری انجام شود. این موضوع مستقیماً باعث کاهش زمان واکنش، بهینه‌سازی تخصیص منابع و افزایش هماهنگی بین‌سازمانی می‌گردد. همچنین به سازمان‌ها اجازه می‌دهد عملیات را در مقیاس بزرگ، حتی در شرایط اختلال زیرساخت‌های فیزیکی، پایدار نگه دارند.
	بهینه‌سازی تخصیص منابع و کاهش اتلاف	الگوریتم‌های یادگیری ماشین به ما کمک کرده‌اند که تخصیص منابع را بهینه کنیم. در گذشته، کمک‌ها گاهی ناعادلانه توزیع می‌شد، اما اکنون این مشکل کمتر شده است.
	افزایش سرعت تصمیم‌گیری مبتنی بر داده	تحلیل کلان‌داده و داشبوردهای اطلاعاتی باعث شده‌اند که تصمیم‌گیری‌ها سریع‌تر و بر اساس داده‌های واقعی باشد، نه حدس و گمان.
افزایش شفافیت و اعتماد در زنجیره تأمین	ردیابی دقیق کمک‌ها و منابع مالی	بلاکچین به ما این امکان را داده است که مسیر کمک‌ها و منابع مالی را کاملاً ردیابی کنیم و اطمینان حاصل کنیم که هیچ انحرافی در تخصیص منابع وجود ندارد.
	کاهش فساد و سوءاستفاده از منابع	شفافیت ایجادشده توسط این فناوری‌ها باعث شده که نظارت بر جریان کمک‌ها افزایش پیدا کند و سوءاستفاده‌ها کاهش یابد.
	افزایش پاسخگویی سازمان‌ها به ذینفعان	حالا همه چیز مستند است و سازمان‌ها موظفند گزارش‌های دقیقی ارائه دهند که باعث افزایش اعتماد ذینفعان شده است.
بهبود همکاری و هماهنگی بین سازمان‌ها	بهبود ارتباط و تبادل داده بین سازمان‌های بشردوستانه	با استفاده از سیستم‌های یکپارچه، اطلاعات به‌راحتی بین سازمان‌ها به اشتراک گذاشته می‌شود و هماهنگی بین آن‌ها بهبود یافته است.
	ایجاد سیستم‌های مشترک برای بهینه‌سازی عملیات	حالا همه سازمان‌ها در یک پلتفرم مشترک اطلاعات خود را ثبت می‌کنند که باعث بهینه‌سازی عملیات شده است.
	کاهش تضادها و رقابت‌های ناسالم بین سازمان‌ها	این فناوری‌ها باعث شده که سازمان‌ها بیشتر به سمت همکاری پیش بروند تا رقابت ناسالم.

کد	زیرشاخص	متن مصاحبه
چالش‌های احتمالی و پیامدهای منفی	وابستگی بیش از حد به فناوری و کاهش مهارت‌های سنتی	برخی از کارکنان مهارت‌های سنتی خود را از دست داده‌اند، چون بیش از حد به فناوری وابسته شده‌اند.
	افزایش تهدیدات امنیتی و حملات سایبری	هنوز چالش‌هایی در مورد امنیت وجود دارد. حملات سایبری افزایش یافته و نیاز به تدابیر حفاظتی بیشتری داریم.
	هزینه‌های بلندمدت نگهداری و ارتقای فناوری‌ها	هزینه‌های نگهداری و ارتقا بالا است و برخی سازمان‌ها از پس این هزینه‌ها برنمی‌آیند.

در حالی که کدگذاری باز، داده‌ها را به مقوله‌های مختلف تفکیک می‌کند، کدگذاری محوری، مقوله‌ها و زیرمقوله‌های آن‌ها را با توجه به مشخصه‌ها و ابعاد آن‌ها به یکدیگر مرتبط می‌سازد. در این تحقیق از رویکرد پارادایمی جهت ساخت مدل و ارتباط بین مقوله‌ها استفاده شد و سپس مدل پارادایمي حاصله در معرض نقد خبرگان گذاشته شده و مورد تحلیل قرار گرفته شده است. سپس فرآیند کدگذاری انتخابی جهت اعتباربخشی، توسعه و بهبود مقولات صورت گرفت و مدل تئوریکی به صورت شکل ۱ ساخته شد.



شکل ۱. مدل پیاده‌سازی فناوری‌های نوین در زنجیره تأمین بشردوستانه

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

تحقیق حاضر با هدف طراحی یک مدل مفهومی برای پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه انجام شد. به‌منظور دستیابی به این هدف، از رویکرد داده‌بنیاد برای شناسایی نظام‌مند عوامل اثرگذار، چالش‌های محوری، راهبردهای اجرایی و پیامدهای ناشی از استقرار این فناوری‌ها استفاده شد.

عوامل علّی دلایل اصلی نیاز به استفاده از فناوری‌های نسل چهارم را نشان می‌دهند و شامل نیاز به افزایش شفافیت، بهبود هماهنگی بین سازمان‌ها، تسریع عملیات امدادرسانی و کاهش خطای انسانی می‌شود. این عوامل به عنوان نقطه شروع مدل عمل می‌کنند و مشکلات اساسی زنجیره تأمین بشردوستانه را برجسته می‌کنند، مانند ناکارآمدی‌هایی که از تعدد ذی‌نفعان و عدم قطعیت بالا ناشی می‌شوند. این عوامل جهت‌گیری مدل را تعیین می‌کنند و بدون شناسایی آن‌ها، فناوری‌ها بدون هدف پیاده می‌شوند. وجود این عوامل منجر به تمرکز بر فناوری‌هایی می‌شود که شفافیت را افزایش می‌دهند، هماهنگی را بهبود می‌بخشند و عملیات را سریع‌تر می‌کنند، که در نهایت کارایی کلی زنجیره را بالا می‌برد. نبود این عوامل مدل را بدون پایه و جهت نگه می‌دارد، فناوری‌ها را به طور تصادفی انتخاب می‌کند و مشکلات اصلی مانند توزیع ناعادلانه کمک‌ها را حل نمی‌کند، که منجر به هدررفت منابع و افزایش تلفات می‌گردد.

عوامل زمینه‌ای محیط پایه برای پیاده‌سازی را در بر می‌گیرند و شامل ضعف زیرساخت‌های ارتباطی، ناپایداری شبکه‌های داده، کمبود تجهیزات دیجیتال، محدودیت‌های مالی و نبود استانداردهای مشترک می‌شود. این عوامل شرایط خارجی و پایه‌ای را نشان می‌دهند که فناوری‌ها در آن عمل می‌کنند و بدون آن‌ها، مدل از واقعیت جدا می‌ماند. این عوامل امکان‌پذیری پیاده‌سازی را تعیین می‌کنند و مدل را واقع‌بینانه می‌کنند. وجود این عوامل به تقویت پایه فنی و مالی کمک می‌کند، که منجر به پایداری عملیات و کاهش شکست در بحران می‌شود. نبود توجه به این عوامل فناوری‌ها را در محیط‌های ضعیف به شکست می‌رساند، مانند قطع ارتباط در بحران که عملیات را متوقف می‌کند و منجر به تأخیر امداد و افزایش هزینه‌ها می‌گردد.

عوامل مداخله‌گر موانع پویا را در بر می‌گیرند و شامل مقاومت فرهنگی، ضعف مهارت‌های دیجیتال کارکنان، تهدیدات امنیت سایبری و پیچیدگی فنی فناوری‌ها می‌شود. این عوامل به عنوان تنظیم‌کننده‌های فرآیند عمل می‌کنند و نشان می‌دهند که چگونه موانع خارجی یا داخلی بر پیاده‌سازی تأثیر می‌گذارند. این عوامل ریسک‌های پنهان را شناسایی می‌کنند و بدون آن‌ها، مدل ساده‌انگارانه می‌شود. وجود این عوامل به مدیریت بهتر موانع کمک می‌کند، که منجر به پذیرش بیشتر فناوری و کاهش ریسک‌هایی مانند حملات سایبری می‌شود. نبود این عوامل مدل را به شکست عملی می‌رساند، مانند مقاومت کارکنان که پیاده‌سازی را کند می‌کند یا حملات سایبری که اعتماد را از بین می‌برد و عملیات را مختل می‌سازد.

راهبردهای اجرایی پاسخ‌های عملی را در بر می‌گیرند و شامل توسعه زیرساخت‌های فنی مانند پلتفرم‌های ابری و ماژولار، تقویت همکاری بین سازمانی، آموزش تخصصی کارکنان، سیستم‌های پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی و استفاده از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، پردازش لبه، رباتیک و چاپ سه‌بعدی می‌شود. این عوامل به عنوان پل بین چالش‌ها و پیامدها عمل می‌کنند و راهکارهای عملی برای غلبه بر مشکلات را ارائه می‌دهند. این عوامل مدل را از مفهومی به اجرایی تبدیل می‌کنند. وجود این راهبردها چرخه داده را فعال می‌کند، که منجر به عملیات سریع‌تر، هماهنگی بهتر و کاهش هزینه‌ها می‌شود. نبود این عوامل چالش‌ها را حل‌نشده نگه می‌دارد، فناوری‌ها را بدون برنامه اجرا می‌کند و منجر به شکست پروژه‌ها، هدررفت سرمایه و کاهش کارایی امداد می‌گردد.

پیامدها نتایج را در بر می‌گیرند و شامل افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین، کاهش زمان واکنش، بهبود ردیابی، کاهش فساد، کارایی تخصیص منابع و ریسک‌های منفی مانند وابستگی بیش از حد به فناوری، آسیب‌پذیری سایبری و هزینه نگهداری می‌شود. این عوامل خروجی نهایی مدل را نشان می‌دهند و بازخورد به عوامل اولیه می‌دهند تا مدل چرخشی شود. این عوامل ارزش مدل را ارزیابی می‌کنند. وجود این عوامل ارزش افزوده را نشان می‌دهد، مانند کاهش فساد که اعتماد را افزایش می‌دهد و عملیات را پایدار می‌کند. نبود توجه به این عوامل مدل را بدون ارزیابی نگه می‌دارد، ریسک‌های منفی مانند وابستگی فناوری را افزایش می‌دهد و منجر به شکست بلندمدت و کاهش اثربخشی امداد می‌شود.

مدل مفهومی پدیده مرکزی بکارگیری فناوری‌های نسل چهارم را در بر می‌گیرد و شامل روابط میان تمام عوامل می‌شود. این مدل فناوری‌ها را با واقعیت بحران یکپارچه می‌کند و چارچوبی عملی برای عملیات امدادرسانی ارائه می‌دهد. وجود این مدل کارایی کلی را افزایش می‌دهد و رنج انسانی را کاهش می‌دهد. نبود روابط میان عوامل مدل را ناقص نگه می‌دارد، منجر به شکست پیاده‌سازی و هدررفت منابع می‌شود.

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی، علاوه بر فناوری‌های کاربردی نظیر اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و بلاکچین، برای فناوری‌های زیرساختی شامل رایانش ابری، پردازش لبه و شبکه‌های پردازش توزیع‌شده نیز قابل‌استفاده است. این فناوری‌ها نقش بسترساز در پیاده‌سازی فناوری‌های نسل چهارم دارند و بدون آن‌ها امکان پردازش داده‌های حجیم، ذخیره‌سازی امن و تبادل لحظه‌ای اطلاعات میسر نیست. قرار گرفتن این فناوری‌ها در زیرمقوله‌های «زیرساخت‌های فنی» و «استراتژی‌های اجرایی» نشان می‌دهد که مدل قابلیت تعمیم به این حوزه‌ها را دارد و از جامعیت کافی برای هدایت پروژه‌های فناورانه در زنجیره تأمین بشردوستانه برخوردار است.

پژوهش حاضر مدل مفهومی را به گونه‌ای طراحی کرده است که کاربرد آن در دو فاز کلیدی چرخه مدیریت بحران (آمادگی و پاسخ) به طور متمایز و عملیاتی تبیین شود. این تمایز نه تنها از نظر نظری، بلکه از منظر اجرایی نیز اهمیت دارد، زیرا الزامات فناورانه، نوع داده‌های مورد نیاز، سطح هماهنگی و فشار زمانی در این دو فاز کاملاً متفاوت است.

- **فاز آمادگی:** این فاز بر پیشگیری، کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری تمرکز دارد و معمولاً زمان کافی برای برنامه‌ریزی، سرمایه‌گذاری زیرساختی و آموزش وجود دارد. در این مرحله، فناوری‌های نسل چهارم عمدتاً نقش پیش‌بینی‌کننده و برنامه‌ریز دارند:
  - هوش مصنوعی و کلان‌داده برای تحلیل داده‌های تاریخی، پیش‌بینی مناطق پرریسک، شبیه‌سازی سناریوهای بحران و بهینه‌سازی برنامه‌ریزی منابع (پیش‌بینی تقاضا، مکان‌یابی انبارهای استراتژیک، تخصیص بودجه پیشگیرانه).
  - رایانش ابری و بانک‌های داده یکپارچه برای ایجاد زیرساخت‌های اطلاعاتی پایدار و اشتراک‌گذاری داده‌های پایه میان سازمان‌ها پیش از وقوع بحران.
  - آموزش مبتنی بر واقعیت افزوده/مجازی و گیمیفیکیشن برای افزایش آمادگی نیروهای انسانی و جوامع محلی .کاربرد عملی مدل در این فاز: سازمان‌های امدادی می‌توانند با پیاده‌سازی سیستم‌های پیش‌بینی AI و پلتفرم‌های ابری مشترک، زمان واکنش اولیه را ۳۰-٪۵۰ کاهش دهند و از هدررفت منابع در فاز پاسخ جلوگیری کنند.
- **فاز پاسخ :** این فاز با فشار زمانی بالا، عدم قطعیت شدید و ناپایداری زیرساخت‌ها مشخص می‌شود. فناوری‌ها باید بلادرنگ مقاوم در برابر قطع ارتباط و کم‌حجم باشند:
  - اینترنت اشیا و پردازش لبه برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های میدانی لحظه‌ای (وضعیت جاده‌ها، موجودی انبارهای سیار، موقعیت تیم‌های امدادی، نیازهای فوری آسیب‌دیدگان).
  - بلاکچین برای ردیابی شفاف و غیرقابل‌تغییر کمک‌های نقدی و جنسی در شرایط آشوب و تعدد ذی‌نفعان.
  - رباتیک و پهپادها برای دسترسی به مناطق پرخطر یا غیرقابل‌دسترس و چاپ سه‌بعدی برای تولید سریع تجهیزات پزشکی یا قطعات یدکی در محل .کاربرد عملی مدل در این فاز: استقرار چرخه داده یکپارچه امکان نظارت لحظه‌ای، تخصیص پویای منابع و کاهش زمان توزیع کمک از چند روز به چند ساعت را فراهم می‌کند. این امر به ویژه در ۷۲ ساعت طلایی اولیه پس از بحران، تفاوت معناداری در کاهش تلفات و رنج ایجاد می‌کند.

تمایز این دو فاز در مدل پیشنهادی، امکان **پیاده‌سازی مرحله‌ای** را فراهم می‌آورد: ابتدا سرمایه‌گذاری در فاز آمادگی (که بازگشت سرمایه بلندمدت دارد) و سپس فعال‌سازی قابلیت‌های عملیاتی در فاز پاسخ. این رویکرد، ریسک شکست پروژه‌های فناورانه را کاهش داده و با محدودیت‌های منابع در سازمان‌های بشردوستانه همخوانی بیشتری دارد.

علاوه بر این، یافته‌های پژوهش نشان داد که پیاده‌سازی فناوری‌های نسل چهارم زمانی می‌تواند بیشترین اثرگذاری را داشته باشد که هماهنگی میان زنجیره تأمین بشردوستانه و سایر زنجیره‌های تأمین تجاری و دولتی نیز تقویت شود. تحلیل مصاحبه‌ها آشکار ساخت که بسیاری از

چالش‌ها—از جمله کمبود موجودی، تأخیر در تأمین کالاهای حیاتی، شکاف‌های اطلاعاتی و ناهماهنگی در تخصیص منابع—نه ناشی از ضعف فناوری، بلکه نتیجه نبود سازوکارهای ارتباطی و عملیاتی میان بخش‌های مختلف تأمین است. نمونه‌های میدانی ارائه‌شده توسط مشارکت‌کنندگان نشان داد که اتصال سامانه‌های ردیابی تجاری (مانند پلتفرم‌های حمل‌ونقل و پایگاه‌های داده گمرکی) با سامانه‌های امدادی مبتنی بر IoT و بلاکچین می‌تواند دقت موجودی، سرعت تحویل و شفافیت جریان کالا را به‌طور چشمگیری افزایش دهد. همچنین استفاده از پردازش ابری مشترک میان سازمان‌های امدادی و نهادهای دولتی به کاهش دوباره‌کاری، جلوگیری از ازدحام اطلاعاتی و تصمیم‌گیری هماهنگ‌تر در شرایط بحران کمک می‌کند. بنابراین، مدل پیشنهادی بر این نکته تأکید دارد که هم‌افزایی بین زنجیره‌های تجاری، لجستیکی و دولتی نه یک مزیت تکمیلی، بلکه یک الزام حیاتی برای موفقیت استقرار فناوری‌های نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه است.

مقایسه با تحقیقات پیشین

بررسی تطبیقی یافته‌های پژوهش با ادبیات پیشین نشان می‌دهد که مدل مفهومی پیشنهادی، ارتباط مستقیم با نظریه‌های موجود برقرار می‌کند و در عین حال، شکاف‌های کلیدی را پوشش می‌دهد. برای مثال، یافته‌های مربوط به عوامل زمینه‌ای و مداخله‌گر (مانند ضعف زیرساخت‌های ارتباطی و تهدیدات امنیت سایبری) با مطالعات دوبی و همکاران (۲۰۲۰) و کوواکس و اسپنس (۲۰۱۸) هم‌خوانی دارد، که بر نقش هوش مصنوعی و اینترنت اشیا در بهبود پیش‌بینی و شفافیت تأکید کرده‌اند؛ اما مدل حاضر نشان می‌دهد که این فناوری‌ها تنها زمانی اثربخش هستند که در چرخه داده یکپارچه (تولید داده توسط اینترنت اشیا، پردازش توسط رایانش ابری/لبه، تحلیل توسط هوش مصنوعی و تضمین امنیت توسط بلاکچین) قرار گیرند. این رویکرد سیستم‌نگر، بر خلاف مطالعات پیشین که فناوری‌ها را مستقل بررسی کرده‌اند (مانند توماسینی و وان واسنهوو، ۲۰۰۹)، اثربخشی را وابسته به شرایط واقعی بحران (ناپایداری زیرساخت و محدودیت منابع) می‌داند و تمایز فازی (آمادگی پیش‌نگرانه در مقابل پاسخ عملیاتی) را به عنوان نوآوری کلیدی معرفی می‌کند. همچنین، یافته‌های مرتبط با امنیت و موانع پیاده‌سازی با بهرمند و همکاران (۲۰۲۱) سازگار است، اما پژوهش حاضر این موانع را فراتر از فنی (با تمرکز بر هماهنگی سازمانی و مهارت‌های انسانی) تحلیل می‌کند و راهبردهای هم‌زمان برای غلبه بر آن‌ها پیشنهاد می‌دهد.

از منظر نظری، یافته‌های پژوهش مستقیماً با دیدگاه مبتنی بر منابع (RBV) پیوند دارد، جایی که فناوری‌های نسل چهارم به عنوان منابع استراتژیک ارزشمند و دشوار تقلید (مانند پلتفرم‌های ابری یکپارچه و سیستم‌های پیش‌بینی هوش مصنوعی) دیده می‌شوند و مزیت رقابتی پایدار در عملیات امدادی ایجاد می‌کنند. همچنین، تمایز فازی مدل با نظریه قابلیت‌های پویا (DCV) هم‌راستا است؛ فاز آمادگی بر حس کردن و شکل‌دهی فرصت‌ها تمرکز دارد، در حالی که فاز پاسخ بر تحول سریع منابع در شرایط عدم قطعیت تأکید می‌کند. این پیوندها مدل را از رویکردهای توصیفی فراتر می‌برد و نشان می‌دهد که عوامل مداخله‌گر (مانند مقاومت فرهنگی) می‌توانند قابلیت‌های پویا را تضعیف کنند، در حالی که راهبردهای اجرایی (مانند آموزش و همکاری) آن‌ها را تقویت می‌نمایند. در نهایت، یافته‌های مربوط به هم‌افزایی زنجیره‌ها با نظریه‌های تاب‌آوری زنجیره تأمین سازگار است و تأکید می‌کند که بدون ادغام زنجیره‌های تجاری و دولتی، پیامدهای مثبت مدل (مانند کاهش فساد و افزایش کارایی) به طور کامل محقق نمی‌شود.

پیشنهادات کاربردی برای سازمان‌های بشردوستانه

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که سازمان‌های بشردوستانه می‌توانند با تمرکز بر سطوح مختلف مدیریتی، از فناوری‌های نسل چهارم برای بهبود عملیات امدادرسانی بهره ببرند. در سطح سیاست‌گذاران و نهادهای حاکمیتی، تدوین قوانین حمایتی برای فناوری‌هایی مانند بلاکچین و اینترنت اشیا ضروری است تا موانع قانونی و بوروکراتیک رفع شود؛ این اقدام مستقیماً به افزایش شفافیت و کاهش فساد شناسایی‌شده در مدل کمک می‌کند. همچنین، ایجاد صندوق‌های مالی ویژه با تمرکز بر مناطق کم‌توسعه‌یافته، سرمایه‌گذاری هدفمند در زیرساخت‌ها را تسهیل می‌نماید و استانداردهای ملی برای اشتراک‌گذاری داده‌ها، هماهنگی بین‌سازمانی را تقویت می‌کند که یکی از چالش‌های کلیدی یافته‌هاست.
در سطح مدیران سازمان‌های بشردوستانه، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فنی مانند اینترنت پایدار و تجهیزات اینترنت اشیا پیش از بحران، زمان واکنش را کاهش می‌دهد و با عوامل زمینه‌ای مدل هم‌خوانی دارد. بهره‌گیری از هوش مصنوعی و کلان‌داده برای پیش‌بینی نیازها و

بهینه‌سازی توزیع، کارایی تخصیص منابع را افزایش می‌دهد؛ تدوین پروتکل‌های امنیت سایبری نیز ریسک‌های مداخله‌گر مانند حملات سایبری را مدیریت می‌کند و سیستم‌های یکپارچه بین‌سازمانی، ناهماهنگی‌های عملیاتی را برطرف می‌نماید.

در سطح مدیران فناوری و تیم‌های فنی، طراحی پلتفرم‌های ابری ماژولار برای تحلیل داده در فاز آمادگی و هماهنگی بلادرنگ در فاز پاسخ، کاربرد عملی مدل را عملیاتی می‌سازد. پیاده‌سازی پایلوت فناوری‌ها برای ارزیابی ریسک، آموزش مستمر کارکنان با تمرکز بر شبیه‌سازی بحران، و بهره‌گیری از چاپ سه‌بعدی و رباتیک برای تولید سریع تجهیزات در محیط‌های پرخطر، مستقیماً به پیامدهای مثبت مانند افزایش تاب‌آوری و کاهش هزینه‌ها منجر می‌شود.

پیشنهادات برای تحقیقات آینده

با وجود جامعیت مدل مفهومی، محدودیت‌هایی مانند تمرکز بر زمینه ایرانی و ماهیت کیفی پژوهش، زمینه را برای تحقیقات آتی فراهم می‌کند. نخست، اعتبارسنجی میدانی مدل در مقیاس بین‌المللی با روش‌های مقایسه‌ای در کشورهای مختلف یا شبکه‌های چندسازمانی، قابلیت تعمیم آن را افزایش می‌دهد و نقاط قوت/ضعف را در بسترهای متنوع آشکار می‌سازد.

دوم، تحلیل هزینه-فایده فناوری‌ها با ابزارهایی مانند تحلیل سناریو یا مدل‌سازی اقتصادی، ارزش عملی مدل را برای انواع بحران‌ها (سریع‌الوقوع یا تدریجی) ارزیابی می‌کند و به سیاست‌گذاران در تصمیم‌گیری کمک می‌نماید. سوم، توسعه مدل‌های پذیرش فناوری با تأکید بر عوامل انسانی و فرهنگی، نقش مقاومت سازمانی و مهارت‌های دیجیتال را بررسی می‌کند و راهبردهایی برای تغییر رفتار ارائه می‌دهد. در نهایت، مطالعه نقش فناوری‌های زیرساختی مانند رایانش ابری و پردازش لبه با روش‌های تحلیل بار داده، معماری مناسب برای بحران‌های مختلف را تعیین می‌کند و چارچوب‌های سیاست‌گذاری برای هماهنگی بین‌سازمانی را تدوین می‌نماید.

بطور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که پیاده‌سازی فناوری‌های صنعت نسل چهارم در زنجیره تأمین بشردوستانه، نیازمند مدیریت هوشمندانه چالش‌های اجرایی و اتخاذ استراتژی‌های مناسب است. با فراهم‌سازی زیرساخت‌های مناسب، توانمندسازی نیروی انسانی و تدوین استانداردهای یکپارچه، می‌توان این فناوری‌ها را به‌طور موفقیت‌آمیز اجرا کرده و بهره‌وری عملیات امدادرسانی را بهبود بخشید.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. حضور نویسندگان در این پژوهش به‌عنوان شاهدی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

منابع

1. Ahir, S., Telavane, D., & Thomas, R. (2020). The impact of artificial intelligence, blockchain, big data and evolving technologies in coronavirus disease-2019 (COVID-19) curtailment. In 2020 International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC) (pp. 113-120). IEEE.
2. Asadzadeh, A., Samad-Soltani, T., & Rezaei-Hachesu, P. (2021). Applications of virtual and augmented reality in infectious disease epidemics with a focus on the COVID-19 outbreak. Informatics in Medicine Unlocked, 24, 100579.
3. Bag, S., Gupta, S., & Wood, L. (2020). Big data analytics in sustainable humanitarian supply chain: Barriers and their interactions. Annals of Operations Research, 1-40.
4. Baharmand, H., Maghsoudi, A., & Coppi, G. (2021). Exploring the application of blockchain to humanitarian supply chains: Insights from Humanitarian Supply Blockchain pilot project. International Journal of Operations & Production Management, 41(9), 1522-1543.
5. Behl, A., & Dutta, P. (2020). Engaging donors on crowdfunding platform in Disaster Relief Operations (DRO) using gamification: A Civic Voluntary Model (CVM) approach. International Journal of Information Management, 54, 102140.

6. Besiou, M., Pedraza-Martinez, A. J., & Van Wassenhove, L. N. (2014). Vehicle supply chains in humanitarian operations: Decentralization, operational mix, and earmarked funding. *Production and Operations Management, 23*(11), 1950-1965.
7. Brown, A., & Davis, R. (2024). Blockchain for humanitarian aid: Enhancing transparency and accountability. Journal of Humanitarian Technology, 10(2), 45-60.
8. Dennehy, D., Oredo, J., Spanaki, K., Despoudi, S., & Fitzgibbon, M. (2021). Supply chain resilience in mindful humanitarian aid organizations: The role of big data analytics. International Journal of Operations & Production Management, 41(9), 1417-1441.
9. Dubey, R., Bryde, D. J., Foropon, C., Tiwari, M., Dwivedi, Y., & Schiffling, S. (2021). An investigation of information alignment and collaboration as complements to supply chain agility in humanitarian supply chain. International Journal of Production Research, 59(5), 1586-1605.
10. Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Wamba, S. F., Papadopoulos, T., & Giannakis, M. (2020). Big data analytics and artificial intelligence pathway to operational performance under the effects of entrepreneurial orientation and environmental dynamism: A study of manufacturing organizations. *International Journal of Production Economics, 226*, 107599.
11. Fleming, K., Abad, J., Booth, L., Schueller, L., Bailis, A., Scolobig, A., & Leone, M. F. (2020). The use of serious games in engaging stakeholders for disaster risk reduction, management and climate change adaption information elicitation. International Journal of Disaster Risk Reduction, 49, 101669.
12. Goodarzi G., Javan Jafari A., Yaghoubali Pour Koundelaji A. (2025). Implementation strategies for Fourth Industrial Revolution technologies in Iranian industries aimed at industrial development based on fuzzy DEMATEL. Journal of Industrial Management Perspective, 15(1), 132–159. https://doi.org/10.48308/jimp.15.1.132 (In Persian)
13. Heaslip, G., Sharif, A. M., & Althonayan, A. (2018). Employing a systems-based perspective to the identification of interrelationships within humanitarian logistics. *International Journal of Production Economics, 204*, 83-94.
14. Jafarnejad A., Khani A. M. (2024). Evaluating the cellophane production supply chain using multi-criteria decision-making approaches. Research in Production and Operations Management, 15(2), 107–130. https://doi.org/10.22108/pom.2024.141101.1551(In Persian)
15. Jafarnejad A., Rezasoltani A., Khani A. M. (2025). Predicting heart disease using automated machine learning based on genetic algorithms. Journal of Information Technology Management, 17(2), 91–122. https://doi.org/10.22059/jitm.2024.382556.3829 (In Persian)
16. Kim, I. S., Choi, Y., & Jeong, K. M. (2017). A new approach to quantify safety benefits of disaster robots. Nuclear Engineering and Technology, 49(7), 1414-1422.
17. Kovács, G., & Spens, K. M. (2018). Humanitarian logistics and supply chain management: The start of a new journal. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 8*(1), 2-16.
18. Lee, H., & Kim, S. (2025). Robotic systems in disaster response: Challenges and opportunities. Robotics and Autonomous Systems, 15(3), 78-92.
19. Liu, C. (2021). Seeing like a state, enacting like an algorithm: (Re) assembling contact tracing and risk assessment during the COVID-19 pandemic. Science, Technology, & Human Values, 01622439211021916.
20. Lovreglio, R., & Kinateder, M. (2020). Augmented reality for pedestrian evacuation research: Promises and limitations. Safety Science, 128, 104750
21. Ma, D., Shi, Y., Zhang, G., & Zhang, J. (2021). Does theme game-based teaching promote better learning about disaster nursing than scenario simulation: A randomized controlled trial. Nurse Education Today, 103, 104923.
22. Mehregan M. R., Khani A. M. (2024). Improving organizational performance: The role of supply chain 4.0 and financing in reducing supply chain risk. Journal of International Business Administration, 7(3), 39–59. https://doi.org/10.22034/jiba.2024.60005.2164(In Persian)
23. Murphy, R. R., Tadokoro, S., & Kleiner, A. (2022). An analysis of international use of robots for COVID-19. Robotics and Autonomous Systems, 148, 103922.

24. Nooraei Abadeh, M. , Bahadori, S. , Mirzaei, M. and Ebrahimi, N. (2024). A Quantitative Approach for Prioritizing Supply Chain Priorities in Smart Industries Using Data-Driven Prediction: Two Common Industrial Case Studies. Journal of Industrial Management Perspective, 14(3), 169-188. doi: 10.48308/jimp.14.3.169(In Persian)
25. Oe, H., & Kawakami, S. (2021). A disaster prevention programme using virtual schemes: Recommendation of tradition populaire integrated with tendenko as an approach to immersive training. International Journal of Disaster Risk Reduction, 57, 102135.
26. Patel, S., & Kumar, V. (2024). Big data analytics for humanitarian supply chain: A comprehensive review. Journal of Big Data in Humanitarian Contexts, 6(2), 33-50.
27. Rezasoltani A., Jafarnejad A., Khani A. M. (2025). A voting-based hybrid machine learning model for predicting backorders in the supply chain. Journal of Decisions and Operations Research, 10(1), 194–213. https://doi.org/10.22105/dmor.2025.511401.1924
28. Rodriguez-Espindola, O., Chowdhury, S., Beltagui, A., & Albores, P. (2020). The potential of emergent disruptive technologies for humanitarian supply chains: The integration of blockchain, Artificial Intelligence and 3D printing. International Journal of Production Research, 58(15), 4610-4630.
29. Sahebi, I. G., Masoomi, B., & Ghorbani, S. (2020). Expert oriented approach for analyzing the blockchain adoption barriers in humanitarian supply chain. Technology in Society, 63, 101427.
30. Sengupta, T., Narayanamurthy, G., Moser, R., Pereira, V., & Bhattacharjee, D. (2021). Disruptive technologies for achieving supply chain resilience in COVID-19 era: An implementation case study of satellite imagery and blockchain technologies in fish supply chain. Information Systems Frontiers, 1-17.
31. Sharma, K., Anand, D., Sabharwal, M., Tiwari, P. K., Cheikhrouhou, O., & Frikha, T. (2021). A disaster management framework using Internet of Things-based interconnected devices. Mathematical Problems in Engineering, 2021.
32. Smith, J., & Johnson, L. (2023). Application of AI in humanitarian supply chain: A case study of disaster response in urban areas. International Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 12(1), 56-73.
33. Taghi Taghavi Fard M., Khani A. M., Beyrami S. (2022). The social responsibility role of corporate in accepting green supply chain management with respect to the mediating role of big data analysis. Logistics Thought, 20(79), 69–106. https://doi.org/10.22034/lot.2022.210582.1149 (In Persian)
34. Taylor, R., & Anderson, K. (2025). 3D printing in humanitarian aid: A game-changer for rapid response. Additive Manufacturing in Humanitarian Contexts, 7(3), 19-34.
35. Tomasini, R. M., & Van Wassenhove, L. N. (2009). *Humanitarian logistics*. Palgrave Macmillan.
36. Vahdani, B., & Farzaneh Kol Tappeh, F. (2022). A Location-Inventory Model for Casualty Response Planning in Crisis Situations. Journal of Industrial Management Perspective, 12(3), 239–278. https://doi.org/10.52547/jimp.12.3.239(In Persian)
37. Van Wassenhove, L. N. (2006). Blackett memorial lecture humanitarian aid logistics: Supply chain management in high gear. *Journal of the Operational Research Society, 57*(5), 475-489.
38. Wang, Y., & Zhang, X. (2024). IoT in humanitarian supply chain: Real-time data for effective decision-making. Journal of Humanitarian Engineering, 9(2), 41-57.