Management and Sustainable Development Studies

Volume 4, Issue 2 - Summer 2024 - Pages 179-204

Homepage: https://sanad.iau.ir/journal/msds

Application of Metasynthesis Technique in Identifying the Components of Intelligent Management Systems for Sustainable and Resilient Production Systems in the Cement Industry

Eshagh Jamal Omidi [1], Mohamadali Keramati [2*], Mahdi Rajabion [3], Safieh Mehrinejhad [4]

1. Ph.D. Candidate, Department of industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Prof., Department of industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Assistant Prof., Department of Business Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Assistant Prof., Department of Financial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

OPEN ACCESS

Article type: Research Article

***Correspondence:** Mohhamad Ali Keramati
mohammadalikeramati@yahoo.com

Received: April 4, 2024
Accepted: July 16, 2024
Published: Summer 2024

Citation: Jamal Omidi, E., Keramati, M., Rajabion, M., Mehrinejhad, S. (2024). Application of Metasynthesis Technique in Identifying the Components of Intelligent Management Systems for Sustainable and Resilient Production Systems in the Cement Industry. Journal of Management and Sustainable Development Studies, 4(2), 179-204.

Publisher's Note: MSDS stays neutral with regard to jurisdictional claims in published material and institutional affiliations.

Copyright: © 2024 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/).

Abstract: The purpose of this research is to apply metasynthesis technique in identifying the components of intelligent management systems for sustainable and resilient production systems in the cement industry. Using a systematic and metasynthesis approach, the researcher analyzed the results and findings of previous researchers and identified the effective factors by performing the 7 steps of the Sandelovski and Barroso method. Among the 268 articles, 32 articles were selected based on the CASP method, and the validity of the analysis was confirmed by the values of the Holstein coefficient, Scott's P coefficient, Cohen's kappa index, and Krepinderoff's alpha. In this context, in order to measure reliability and quality control, the transcription method was used, and its value was identified for the indicators identified at the level of excellent agreement. The results of data analysis collected in MAXQDA software led to the identification of 75 primary codes in 12 categories. The identified categories are flexible strategy, resilient innovation, convergence of the Internet of Things, artificial intelligence and distributed database, manufacturing intelligence, design, manufacturing digital logistics, data management, manufacturing technology, stakeholder and people value management, big data integration, and tool crisis. Smart and digital and intelligent customer relationship management. As a result, intelligent management systems focusing on flexible strategy, resilient innovation, and convergence of modern technologies can significantly contribute to increasing sustainable production and resilience in the cement industry. By integrating the technologies of Internet of Things, artificial intelligence and database distribution, these systems enable process monitoring and optimization, reducing resource wastage and increasing productivity.

Keywords: Intelligent Management Systems, Sustainable and Resilient Poduction Systems, Cement Industry.

Extended Abstract

Introduction

Intelligence in the manufacturing industry means the use of new technologies, artificial intelligence algorithms, and automation to improve performance, productivity, and production quality (Perifanis & Fotis, 2023). But if this intelligence is based on resilience and sustainability, it means adopting approaches and strategies that are resilient and flexible against environmental and economic changes and help maintain the balance between economic, social and environmental interests. One of the important aspects of intelligence in the manufacturing industry is the improvement of production processes and resource management (Dubey et al., 2022). This includes the use of intelligent systems to control and monitor processes, predict market needs, and optimize scheduling and resource consumption (Tian & Wang, 2023). These approaches can be used to increase productivity, reduce resource wastage, and even increase flexibility in the face of environmental changes (Alonso-Muñoz et al., 2021).

Along with these issues, the use of artificial intelligence and data analysis can help the manufacturing industry to experience sustainable and resilient recovery (Karbasi et al., 2022). These tools can detect patterns of machine and equipment performance and suggest necessary improvements, as well as by aggregating data from processes and communication with different systems in the supply chain, take advantage of changes caused by various factors and identify approaches that lead to sustainability and resilience (Paul & Tresita, 2020). In general, intelligence in the manufacturing industry can also provide sustainable and resilient improvements through performance optimization and increased flexibility (Gupta et al., 2021).

Intelligent management systems are very important because they help factories and production units to experience sustainable recovery and resilience in the face of various changes and challenges, including raw material supply problems, price fluctuations, changes in customer demands, and economic sanctions (Shahed et al., 2021). In this way, intelligent management systems as a powerful tool can help improve performance and sustainability in the cement industry. Therefore, this research seeks an answer to the question, what are the components of intelligent management systems for sustainable and resilient production systems in the cement industry?

Theoretical framework

Intelligent management systems provide comprehensive and comprehensive improvement in the management and control of processes, resources, and data related to an organization or business. These systems use a combination of new technologies such as artificial intelligence, Internet of Things, data analytics, and automation to improve performance and increase productivity. One of the prominent features of intelligent management systems is the ability to collect and analyze big data collected from various sources, including sensors, devices, information systems, and user activities (Hassanpour Rad & Alizadeh Qadiklai, 2022).

According to the collected data, intelligent management systems have the ability to perform advanced analysis that helps managers make better decisions. This analyzes can help identify patterns, predict issues, improve process performance, and even suggest optimal decisions for complex issues. In addition, intelligent management systems have the possibility of making automatic decisions, which helps to reduce management time and costs and provides new opportunities to improve performance and business (Hashmdar, 2022).

Sustainable and resilient production systems are tools and approaches that help factories and production units to improve their performance in the face of environmental, economic, and social challenges and to be environmentally, socially, and economically sustainable. In these systems, the focus is on the productivity of resources, reducing wastage, maintaining the quality of products, and increasing flexibility in the face of more changes (Appolloni et al., 2022).

The importance of the first systems is related to environmental sustainability. Considering the reduction of energy consumption, optimal use of natural resources, reduction of pollutant emissions, and recycling of materials, these systems help factories to reduce their negative effects on the environment and provide solutions to preserve the environment. Second, sustainable and resilient production systems contribute to a sustainable economy. By improving production processes, reducing costs, and increasing productivity, these systems help factories to remain stable in the face of global competition and benefit from sustainable economic growth and development (Afanasyev et al., 2019).

The third point is the connection of these systems with social sustainability. Given that factories have large impacts on local and global communities, sustainable and resilient production systems must operate in a way that promotes social sustainability as well. This includes creating safe and healthy working conditions, respecting workers' rights, increasing transparency and local community partnerships, and corporate social responsibility. With these approaches, sustainable and resilient production systems can help balance economic, environmental, and social benefits and help maintain the sustainability of society (Jamali & Karimi Asl, 2017).

Methodology

This research is practical in terms of purpose (it is used in the field of cement industry) and in terms of the general approach, it is a qualitative study, and it was carried out with the library research method, with metasynthesis technique in the field of intelligent production. Metasynthesis is not just an integrated review of the qualitative principles of the case or the analysis of secondary data and primary data from selected studies, but the analysis of the findings of these studies. In other words, metasynthesis is the combination of interpretations of the main data of selected studies. To achieve the goal of the research, using the Metasynthesis method, according to the model of Sandelowski & Barroso (2007).

Discussion and Results

The aim of this research was to identify the components of intelligent management systems for sustainable and resilient production systems in the cement industry. Based on the metasynthesis method, 75 codes were identified in 12 categories. The validity and reliability of the research results were also confirmed. The identified categories are flexible strategy, resilient innovation, convergence of the Internet of Things, artificial intelligence and database distribution, manufacturing intelligence, design, digital logistics of production, data management, production technology, value management of stakeholders and people, integration of big data and the crisis of intelligentization and digital tools and intelligent customer relationship management. As a result, intelligent management systems focusing on flexible strategy, resilient innovation, and convergence of modern technologies can significantly contribute to increasing sustainable production and resilience in the cement industry. By integrating the technologies of the Internet of Things, artificial intelligence and database distribution, these systems enable process monitoring and optimization, reducing resource wastage and increasing productivity.

Conclusion

By using smart technologies in all stages from production to distribution, the cement industry can improve its performance and become a stable and resilient system. Data management, big data analysis, and the use of obtained information as a tool for making intelligent decisions and more accurately predicting the state of the market and the business environment are of particular importance. In general, the integration of intelligent management systems in the cement industry makes this industry significantly improve performance, product quality, and efficiency, and face challenges such as unprecedented changes with greater resilience.

Contribution of authors

This article is extracted from Eshagh Jamal Omidi's doctoral thesis entitled "Presentation of intelligent management systems model for sustainable and resilient production systems in the cement industry" of Islamic Azad University, Central Tehran Branch, under the guidance of Dr. Mohamadali Keramati and the advice of Dr. Mahdi Rajabion and Dr. Safieh Mehrinejhad.

Ethical approval

Written informed consent was obtained from the individuals for their anonymized information to be published in this article.

Conflict of interest

No conflicts of interest are declared by the authors.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعـــات مدیریـــت و توسعـــه پایـــدار

سال چهارم، شماره دوم، تابستان ۱۴۰۳ – صفحه ۲۰۴-۱۷۹

Homepage: https://sanad.iau.ir/journal/msds

کاربست تکنیک فراترکیب در شناسایی مؤلفه‌های سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان

اسحق جمال امیدی [۱]، محمدعلی کرامتی [۲*]، مهدی رجبیون [۳]، صفیه مهری نژاد [۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳. استادیار، گروه مدیریت بازرگانی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۴. استادیار، گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده: هدف این تحقیق، کاربست تکنیک فراترکیب در شناسایی مؤلفه‌های سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان است. محقق با به‌کارگیری رویکرد مرور نظام‌مند و فراترکیب، به تحلیل نتایج و یافته‌های محققین قبلی دست‌زده و با انجام گام‌های ۷ گانه روش ساندلوسکی و باروسو، به شناسایی عوامل مؤثر پرداخته است. از بین ۲۶۸ مقاله، ۳۲ مقاله بر اساس روش CASP انتخاب شد و روایی تحلیل با مقدار ضریب هولستی، ضریب پی اسکات، شاخص کاپای کوهن و آلفای کرپیندروف تأیید گردید. در این زمینه به‌منظور سنجش پایایی و کنترل کیفیت، از روش رونوشت استفاده گردید که مقدار آن برای شاخص‌های شناسایی‌شده در سطح توافق عالی شناسایی شد. نتایج حاصل از تحلیل داده‌های گردآوری شده در نرم‌افزار MAXQDA منتج به شناسایی ۷۵ کد اولیه در ۱۲ مقوله مشخص شد. مقوله‌های شناسایی شده عبارتند از استراتژی انعطاف‌پذیر، نوآوری تاب آورانه، همگرایی اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی و پایگاه توزیع داده، هوشمندی تولید، طراحی، لجستیک دیجیتال تولید، مدیریت داده، فناوری تولید، مدیریت ارزش ذی‌نفعان و افراد، تلفیق بیگ دیتا و بحران ابزار هوشمند سازی و دیجیتال و مدیریت ارتباط با مشتری هوشمند. در نتیجه، سیستم‌های مدیریت هوشمند با تمرکز بر استراتژی انعطاف‌پذیر، نوآوری تاب‌آورانه، و همگرایی فناوری‌های مدرن می‌توانند به‌طور قابل توجهی به افزایش تولید پایدار و تاب‌آوری در صنعت سیمان کمک کنند. این سیستم‌ها با ادغام فناوری‌های اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی و پایگاه توزیع داده، مانیتورینگ و بهینه‌سازی فرآیندها، کاهش هدررفت منابع و افزایش بهره‌وری را ممکن می‌سازند.

واژگان کلیدی: سیستم‌های مدیریت هوشمند، سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور، صنعت سیمان.

دسترسی آزاد

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

***نویسنده مسئول:** محمدعلی کرامتی

mohammadalikeramati@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۶

تاریخ انتشار: تابستان ۱۴۰۳

استناد: جمال امیدی، اسحق و کرامتی، محمدعلی و رجبیون، مهدی، مهری‌نژاد، صفیه. (۱۴۰۳). کاربست تکنیک فراترکیب در شناسایی مؤلفه‌های سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان. فصلنامه مطالعات مدیریت و توسعه پایدار، ۲(۱)، ۱۷۹-۲۰۴.

یادداشت ناشر: MSDS درخصوص ادعاهای قضایی در مطالب منتشر شده و وابستگی‌های سازمانی بی‌طرف می‌ماند.

کپی‌رایت: © 2024 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/).

مقدمه

هوشمندی در صنعت تولیدی به معنای بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، الگوریتم‌های هوش مصنوعی، و اتوماسیون برای بهبود عملکرد، بهره‌وری و کیفیت تولید است (Perifanis & Fotis, 2023). اما اگر این هوشمندی بر پایه تاب‌آوری و پایداری بنا شود، به معنای اتخاذ رویکردها و استراتژی‌هایی است که در برابر تغییرات محیطی و اقتصادی مقاوم و انعطاف‌پذیر باشد و به حفظ توازن میان منافع اقتصادی، اجتماعی و محیطی کمک کند. یکی از جوانب مهم هوشمندی در صنعت تولیدی، بهبود فرآیندهای تولید و مدیریت منابع است (Dubey et al., 2022). این امر شامل بهره‌گیری از سامانه‌های هوشمند برای کنترل و نظارت بر فرآیندها، پیش‌بینی نیازهای بازار، و بهینه‌سازی زمان‌بندی و مصرف منابع است (Tian & Wang, 2023). از این رویکردها می‌توان برای افزایش بهره‌وری، کاهش هدررفت منابع، و حتی افزایش انعطاف‌پذیری در مقابل تغییرات محیطی بهره برد (Alonso-Muñoz et al., 2021).

در کنار این مسائل، استفاده از هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌تواند به صنعت تولیدی کمک کند تا بهبودی پایدار و تاب‌آوری را تجربه کند (Karmaker et al., 2021). این ابزارها می‌توانند الگوهایی از عملکرد ماشین‌ها و تجهیزات را تشخیص داده و بهبودهای لازم را پیشنهاد کنند. همچنین، با تجمیع داده‌ها از فرآیندها و ارتباط با سیستم‌های مختلف در سلسله تأمین، از تغییرات ناشی از عوامل مختلف بهره‌برداری کنند و رویکردهایی را که به پایداری و تاب‌آوری کمک می‌کنند، شناسایی نمایند (Paul & Tresita, 2020). به طور کلی، هوشمندی در صنعت تولیدی، همچنین می‌تواند بهبودهای پایدار و تاب‌آوری را از طریق بهینه‌سازی عملکرد و افزایش انعطاف‌پذیری فراهم کند (Gupta et al., 2021).

سیستم‌های مدیریت هوشمند از اهمیت بسیاری برخوردارند؛ زیرا به کارخانه‌ها و واحدهای تولیدی کمک می‌کنند تا بهبودی پایدار و تاب‌آوری را در مقابل تغییرات و چالش‌های مختلف، از جمله مشکلات تأمین مواد اولیه، نوسانات قیمت، تغییرات درخواست‌های مشتریان، و تحریم‌های اقتصادی، تجربه کنند (Shahed et al., 2021).

اولین اهمیت سیستم‌های مدیریت هوشمند این است که امکان بهبود عملکرد و بهره‌وری فرآیندهای تولیدی را فراهم می‌کنند (Nayeri et al., 2023). این سیستم‌ها با استفاده از داده‌های به دست آمده از سنسورها، دستگاه‌ها و فرآیندهای تولید، تحلیل‌هایی انجام می‌دهند که به کاهش هدررفت منابع، بهینه‌سازی زمان‌بندی تولید، و افزایش کیفیت محصولات کمک می‌کند. در دومین مورد، سیستم‌های مدیریت هوشمند به کارخانه‌ها کمک می‌کنند تا برای تغییرات سریع در بازار و شرایط خارجی آمادگی داشته باشند (Bayramova et al., 2021). این سیستم‌ها با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل داده‌ها، به کارخانه‌ها کمک می‌کنند تا به سرعت تصمیمات انعطاف‌پذیر و به موقع را اتخاذ کنند تا به تغییرات بازار و شرایط اقتصادی واکنش نشان دهند (Shahed et al., 2021).

سومین اهمیت سیستم‌های مدیریت هوشمند در صنعت تولیدی این است که بهبودی پایدار و تاب‌آوری را ترویج می‌کنند (Battisti et al., 2022). با تجمیع داده‌ها و اطلاعات از سراسر فرآیندهای تولید، این سیستم‌ها به کارخانه‌ها کمک می‌کنند تا الگوها و رویکردهایی که به حفظ پایداری و تاب‌آوری کمک می‌کنند، شناسایی کنند و از آنها بهره

ببرند؛ مانند کاهش مصرف انرژی، استفاده بهینه از منابع، و افزایش توانایی سرعت واکنش به تغییرات (Liu, 2023). با این رویکردها، کارخانه‌ها می‌توانند در برابر چالش‌های مختلفی که ممکن است بروز کنند، از جمله تغییرات محیطی و اقتصادی، مقاومت نشان دهند و عملکرد پایداری داشته باشند (Faasolo & Sumarliah, 2022).

الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان می‌تواند شامل چندین عنصر کلیدی باشد. اولین گام مهم در این الگو، استفاده از سنسورها و دستگاه‌های هوشمند برای جمع‌آوری داده‌های فرآیند تولید است (Kazancoglu et al., 2023). این سنسورها می‌توانند اطلاعاتی مانند دما، فشار، جریان و سایر پارامترهای مربوط به فرآیند تولید سیمان را به صورت زمان واقعی جمع‌آوری کرده و ارسال کنند. در ادامه، از تکنولوژی‌های هوش مصنوعی و تحلیل داده‌ها برای تفسیر اطلاعات جمع‌آوری شده استفاده می‌شود. با تحلیل داده‌های فرآیند، الگوریتم‌های هوشمند می‌توانند الگوها و روندهای ناپایداری و نقاط ضعف در فرآیند تولید سیمان را شناسایی کنند. سپس با استفاده از این اطلاعات، می‌توان تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه برای بهبود عملکرد و افزایش پایداری فرآیند تولید انجام داد. در نهایت، اتخاذ اقدامات اصلاحی و پیش‌گیرانه بر اساس تحلیل‌های هوشمندانه، می‌تواند به بهبود پایداری و تاب‌آوری سیستم تولید سیمان کمک کند. این اقدامات شامل تنظیمات خودکار در دستگاه‌ها، بهینه‌سازی فرآیندها، و اجرای استراتژی‌های مناسب برای مدیریت منابع و کاهش هدررفت‌ها می‌شود. به این ترتیب، سیستم‌های مدیریت هوشمند به عنوان یک ابزار قدرتمند می‌توانند به ارتقاء عملکرد و پایداری در صنعت سیمان کمک کنند. بنابراین این تحقیق به دنبال پاسخی برای این سؤال است که مؤلفه‌های سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان چیست؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

سیستم‌های مدیریت هوشمند

سیستم‌های مدیریت هوشمند، بهبودی فراگیر و جامع در مدیریت و کنترل فرآیندها، منابع، و داده‌های مربوط به یک سازمان یا کسب و کار را فراهم می‌کنند. این سیستم‌ها از ترکیب فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، تجزیه و تحلیل داده، و اتوماسیون برای بهبود عملکرد و افزایش بهره‌وری استفاده می‌کنند. یکی از ویژگی‌های بارز سیستم‌های مدیریت هوشمند، توانایی جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ است که از منابع مختلفی از جمله سنسورها، دستگاه‌ها، سیستم‌های اطلاعاتی، و فعالیت‌های کاربران جمع‌آوری می‌شوند (Harfouche et al., 2023).

با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده، سیستم‌های مدیریت هوشمند توانایی انجام تحلیل‌های پیشرفته را دارند که به مدیران کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری اتخاذ کنند. این تحلیل‌ها می‌توانند به شناسایی الگوها، پیش‌بینی مسائل، بهبود عملکرد فرآیندها و حتی پیشنهاد تصمیمات بهینه برای مسائل پیچیده کمک کنند. به علاوه، سیستم‌های مدیریت

هوشمند امکان اتخاذ تصمیمات خودکار را نیز دارند، که به کاهش زمان و هزینه‌های مدیریتی کمک می‌کند و فرصت‌های جدیدی را برای بهبود عملکرد و کسب و کار فراهم می‌کند (Helo & Hao, 2022).

سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور

سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور، ابزارها و رویکردهایی هستند که به کارخانه‌ها و واحدهای تولیدی کمک می‌کنند تا عملکرد خود را در مقابل چالش‌های محیطی، اقتصادی، و اجتماعی بهبود دهند و از لحاظ محیطی، اجتماعی و اقتصادی پایدار باشند. در این سیستم‌ها، تمرکز بر روی بهره‌وری منابع، کاهش هدررفت، حفظ کیفیت محصولات، و افزایش انعطاف‌پذیری در مقابل تغییرات بیشتر است (Appolloni et al., 2022).

اهمیت اولین سیستم‌ها به پایداری محیطی مربوط است. این سیستم‌ها با توجه به کاهش مصرف انرژی، استفاده بهینه از منابع طبیعی، کاهش انتشارات آلاینده، و بازیافت مواد، به کارخانه‌ها کمک می‌کنند تا تأثیرات منفی خود را بر محیط زیست کاهش دهند و راهکارهایی برای حفظ محیط زیست ارائه دهند. ثانیاً، سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور به اقتصاد پایدار کمک می‌کنند. این سیستم‌ها با بهبود فرآیندهای تولید، کاهش هزینه‌ها، و افزایش بهره‌وری، به کارخانه‌ها کمک می‌کنند تا در مقابل رقابت جهانی پایدار باقی بمانند و از رشد و توسعه پایدار اقتصادی بهره‌مند شوند (Afanasyev et al., 2019).

سومین نکته، ارتباط این سیستم‌ها با پایداری اجتماعی است. با توجه به اینکه کارخانه‌ها اثرات زیادی بر جوامع محلی و جهانی دارند، سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور باید به شکلی عمل کنند که از نظر اجتماعی نیز پایداری را ترویج کنند. این شامل ایجاد شرایط کاری امن و سالم، رعایت حقوق کارگران، افزایش شفافیت و شراکت جامعه محلی، و مسئولیت‌پذیری اجتماعی شرکت‌ها می‌شود. با این رویکردها، سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور می‌توانند به توازن بین منافع اقتصادی، محیط زیست، و اجتماعی کمک کرده و به حفظ پایداری جامعه کمک کنند (Joshi & Sharma, 2022).

پیشینه تحقیق

در ادامه به بررسی پیشینه‌های داخلی و خارجی همراستا با اهداف تحقیق پرداخته شده است. نایری و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان یک مدل داده محور برای انتخاب تأمین کننده پایدار و تاب آور و مشکل تخصیص سفارش در یک زنجیره تأمین پاسخگو نشان دادند چابکی، هزینه، انتشار گازهای گلخانه‌ای، کیفیت، استحکام و مدیریت پسماند به ترتیب مهم‌ترین معیارها هستند. تأمین کنندگان منتخب، سیستم‌های حمل‌ونقل مورد استفاده و سایت‌های تأسیس شده را تعیین می‌کند. همچنین، مشخص شد که تقاضا به‌طور مستقیم بر تمام توابع هدف تأثیر می‌گذارد در حالی که افزایش نرخ اختلالات تأثیر منفی بر اقدامات پایداری دارد (Nayeri et al., 2023). کازانکوگلو و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان استفاده از فناوری‌های نوظهور برای بهبود پایداری و انعطاف‌پذیری زنجیره‌های تأمین در یک محیط فازی در زمینه کووید ۱۹ نشان دادند مهم‌ترین حوزه‌های مشکل‌آفرینی که در پایداری و انعطاف‌پذیری

زنجیره‌های تأمین پیش از کووید ۱۹ با آن مواجه شده‌اند، ردیابی زنجیره تأمین، برنامه‌ریزی تقاضا و مدیریت تولید و همچنین برنامه‌ریزی فرآیند خرید بر اساس گروه‌های علت و معلولی تعیین می‌شوند. مهم‌ترین مسائلی که در طول کووید ۱۹ باید مورد توجه قرار گیرد، به ترتیب پشتیبانی مدیریت ارشد، برنامه‌ریزی فرآیند خرید و قابلیت ردیابی زنجیره تأمین است (Kazancoglu et al., 2023). لئو (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان تحلیل اثر محرکه مشارکتی هوش مصنوعی بر مدیریت نوآوری دانش نشان داد که هوش مصنوعی بر عناصر پویا، عناصر ظرفیت، عناصر محیطی جریان دانش و مدیریت سهام تأثیر معناداری دارد. هوش مصنوعی تأثیرات درون زا بر ارتقای توانایی جریان دانش و انتشار شبکه گذاشت. فناوری هوش مصنوعی شکل‌گیری مزیت‌های اصلی فن‌آوری نوآوری را ترویج کرد و دارای عملکرد تشخیص خودکار آشکار برای دانش جدید بود که قدرت انتقال داخلی اصلی نوآوری دانش را تحریک کرد (Liu, 2023). پریفانیز و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر ارزش تجاری در عصر دیجیتال استراتژی نشان دادند که سازمان‌ها تنها با بکارگیری و اجرای دقیق این فناوری‌های جدید و پیشرفته، در همسویی تحول دیجیتال عصر حاضر موفق خواهند شد. علیرغم مزایای بالقوه انقلابی که قابلیت‌های هوش مصنوعی ممکن است ترویج کنند، هماهنگ‌سازی منابع، همراه با حکمرانی در این محیط پویا، هنوز به اندازه کافی پیچیده است و در مراحل اولیه تحقیق در مورد پیاده‌سازی استراتژیک هوش مصنوعی در سازمان‌ها است، که موضوعی است که این بررسی با هدف آن می‌خواهد (Perifanis & Fotis, 2023). هچنین، تیان و وانگ (۲۰۲۳)، پژوهشی با عنوان تأثیر ظرفیت‌های فناوری اطلاعات بر مدیریت موجودی مشخص کردند ظرفیت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر استراتژی موجودی و فرآیند عملیات موجودی اثر مثبت و بر سطح اتمام موجودی تأثیر منفی دارد. تحقیقات ما برتری استفاده از فناوری را نشان می‌دهد (Tian & Wang, 2023). ریتا و همکاران (۲۰۲۲)، در پژوهشی با عنوان سیستم پیش‌بینی تقاضای بلندمدت برای تولید مبتنی بر تقاضا ثابت کردند تولید مبتنی بر تقاضا راه حلی است که اکثر شرکت‌ها به سمت آن می‌روند. اگرچه این استراتژی شامل تولید کالا بر اساس تقاضای مصرف‌کنندگان است، اما شرکت‌ها نیز باید با اتکا به سیستم‌های پیش‌بینی دقیق زنجیره تولید خود را برای چنین عملیاتی با تأمین مواد اولیه کافی، افزایش ظرفیت تولید متناسب با تقاضای مورد نظر و غیره آماده کنند (Rita et al., 2022).

در بررسی تحقیقات داخلی ملکی و همکاران (۱۴۰۱) نشان دادند سیمان یکی از بخش‌های صنعتی راهبردی و مهم در کشور از نظر تأمین نیازهای حوزه‌هایی چون مسکن، ساخت‌و ساز و بسیاری از پروژه‌های عمرانی است. این صنعت با مشکلاتی چون مازاد عرضه، فرسودگی تجهیزات و جانمایی نادرست کارخانه‌ها روبرو است؛ بنابراین نیازمند سناریوی مبتنی بر استفاده از فناوری و هوشمندی است (Maleki et al., 2022). ضیائی (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان مدیریت کردن نوآوری در قرن ۲۱ با استفاده از هوش مصنوعی نشان داد مصنوعی می‌تواند جایگزین انسان‌ها شود و توضیح داده که چه چیزی در ایجاد تحول به سازمان دیجیتال نوآوری باید در نظر گرفته شود (Ziyai, 2022). کرباسی و همکاران (۱۴۰۱) ثابت کردند صنعت ۰.۴ با پیشرفت‌های فناورانه در قالب هوشمندسازی و دیجیتال‌سازی، منجر به افزایش بهره‌وری در سازمان‌های تولیدی شده است. از منظر راهبردی و فناوری، نقشه راه فناوری صنعت ۰.۴ علاوه بر

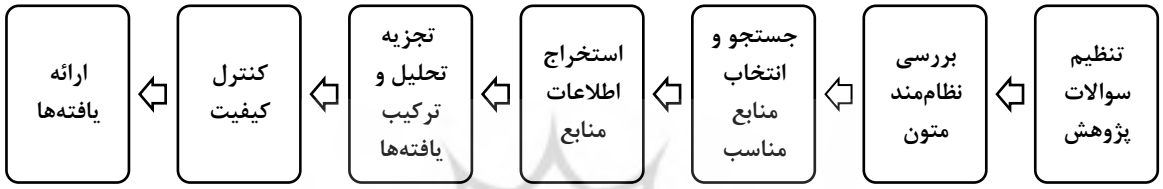
همسوسازی راهبردهای اصلی سازمان با برنامه‌های حوزه فناوری، سازمان‌های تولیدی را به سمت سیستم‌های تولید هوشمند سوق داده و امکان به کارگیری فناوری‌های هوشمند و دیجیتال مانند: کلان داده‌ها، اینترنت اشیا، رایانش ابری و ربات‌ها را برای آن‌ها فراهم کرده است (Karbasi et al., 2022). همچنین کرمی و همکاران (۱۴۰۱)، مشخص کردند احساس کارکنان نسبت به‌جایگزینی شغلشان با فناوری‌های هوشمند، چگونه است و چطور می‌توانند پیشرفت شغلی و دانش فناوری را در پرتو هوش مصنوعی، درک و استفاده کنند (Karami et al., 2022).

حشمدار و همکاران (۱۴۰۱) بیان کردند فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، سیستم هوشمند آینده خواهند بود و همچنین با وابستگی بیشتر به فناوری‌های پیشرفته، فرآیندهای مدیریت منابع انسانی را تغییر می‌دهند (Hashmdar, 2022). حسن پورراد و همکاران (۱۴۰۱)، در پژوهشی با عنوان هوش مصنوعی و چالش‌های پیش رو در تعامل اعضای یک سازمان نشان دادند که هوش مصنوعی نقش مهمی در آینده کار سازمان‌ها ایفا خواهد کرد. تیم‌سازی انسان و هوش مصنوعی، در سازمان‌ها هنوز در مراحل اولیه توسعه و پیاده‌سازی است. استفاده از هوش مصنوعی در سازمان فارغ از منافع اقتصادی که بعه همراه دارد، چالش‌های جدید را نیز وارد یک سامان می‌کند (Hassanpour Rad & Alizadeh Qadiklai, 2022). سلیمی زاویه (۱۳۹۸)، نشان داد سیستم‌های تولید هوشمند در معماری آن‌ها نهفته است، که به‌عنوان شبکه‌هایی از مؤلفه‌های تولید مشترک برای کارکردهای مختلف سازماندهی شده‌اند (Salimi Zawiya, 2018). منوچهری کلانتر (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان تکنولوژی نوین آنالیزگرهای هوشمند بر خط عنصری در صنعت سیمان نشان داد بکارگیری دستگاهای اسکنر هوشمند با توجه به آنالیز دقیقه به دقیقه میانگین بازه‌ای ترکیب‌های مواد می‌تواند نمونه گیری و آنالیزی دقیق از عنصری مواد را نشان دهد تا با توجه به نتایج حاصله، صرفه جویی در هزینه‌ها و مشکلات در تولید و کیفیت تولید ثابت با تغییرات کمتر را در خطوط سیمان دارا بود (Manouchehri Kalantari, 2017). سیدشمالی و صادقیان (۱۳۹۶)، بیان کردند شرکت‌های تولیدی نه تنها ستون فقرات وسنگ بنای اقتصاد اکثرکشورها هستند؛ بلکه محرک بخش‌های دیگر اقتصاد جهانی نیز می‌باشند. تغییر پارادایم‌ها در تولید ازجمله گرایش‌های معاصر و نوظهور، طرح مورد نیاز برای کارخانه‌های آینده را رقم خواهند زد. امروزه از سیستم‌های تولید انتظار می‌رود تنوع زیادی ازمحصولات را در تعداد کم با قیمت رقابتی و رعایت تمامیالزامات و قوانین، به صورتی مستمر ارائه کنند (Seyed Shomali & Sadeghian, 2016).

روش پژوهش

پژوهش حاضر به دنبال شناسایی مؤلفه‌های سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان است. این تحقیق از نظر هدف کاربردی می باشد (در حوزه صنعت سیمان کاربرد دارد) و از نظر رویکرد کلی مطالعه‌ای کیفی بوده و با روش تحقیق کتابخانه‌ای، با تکنیک فراترکیب در حوزه تولید هوشمند صورت گرفته است. فراترکیب یکی از انواع روش‌های زیرمجموعه فرامطالعه است که از طریق مرور نظام‌مند منابع برای استخراج، ارزیابی، ترکیب و در صورت نیاز، جمع‌بندی آماری تحقیقاتی می‌پردازد که قبلاً پیرامون یک حیطه موضوعی خاص به

انجام رسیده‌اند. به‌واقع در فراترکیب اطلاعات و یافته‌های استخراج شده از مطالعات دیگر با موضوع مرتبط و مشابه مورد بررسی و تحلیل قرار می‌گیرد. در این زمینه داده‌های گردآوری شده از این مطالعات به‌صورت کیفی و نه کمّی است. درنتیجه نمونه مورد نظر برای فراترکیب، منتخب و بر اساس ارتباط آن‌ها با سؤال پژوهش تشکیل می‌شود. فراترکیب فقط مرور یکپارچه اصول کیفی مورد یا تجزیه‌وتحلیل داده ثانویه و داده اصلی از مطالعات منتخب نیست، بلکه تحلیل یافته‌های این مطالعات است. به عبارتی فراترکیب، ترکیب تفسیرهای داده‌های اصلی مطالعات منتخب است. برای دستیابی به هدف پژوهش از روش فراترکیب، مطابق از الگوی سندلوسکی و باروسو (۲۰۰۷) (نمودار شماره ۱) استفاده شد.



نمودار ۱. الگوی هفت مرحله‌ای فراترکیب (Sandelowski & Barroso, 2007)

روش گردآوری داده‌ها در این تحقیق، روش کتابخانه‌ای و اسنادی و جمع آوری داده های مربوط به شرکت سیمان می‌باشد. محقق با مراجعه به منابع کتابخانه‌ای شامل: کتب، فصلنامه‌های علمی پژوهشی، مقالات معتبر لاتین، انتشارات مراکز تحقیقاتی و پژوهشی، پایان نامه‌های تحصیلی و رساله‌های تحقیقی مرتبط، جستجو در پایگاه‌های الکترونیکی اطلاعات، بخش تئوریک و ادبیات موضوع مورد مطالعه را گردآوری نموده است. به‌منظور تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار ATLAS TI استفاده شده است.

یافته‌های پژوهش

تحلیل فراترکیب دربردارنده هفت گام است. در این بخش نتایج مربوط به هر یک از گام‌های این تحلیل به‌صورت جداگانه ارائه می‌شود.

مرحله اول: تنظیم سؤالات اساسی پژوهش

نخستین گام درروش سندولوسکی و باروسو، تنظیم پرسش‌های پژوهش است. این پرسش‌ها عموماً بر اساس چهار پارامتر چه چیزی، چه کسی، چه زمانی و چگونه، قابل تنظیم است. پس از آنکه سؤالات پژوهش بر اساس هدف پژوهش تنظیم شد، مرحله بررسی نظام‌مند متون آغاز می‌شود. جدول ۱ پاسخ به این پرسش‌های بنیادین و اساسی مربوط به روش فراترکیب را نشان می‌دهد.

جدول ۱. پرسش‌های پژوهش (Source:By author)

پارامتر	پرسش پژوهش
چه چیزی (What)	شناسایی عوامل مؤثر بر یستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان
چه کسی (Who)	آثار مختلف اعم از کتاب، مقاله، گزارش درزمینه عوامل مؤثر بر سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان
چه وقت (When)	دربرگیرنده تمامی آثار در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳
چگونه (How)	بررسی موضوعی، شناسایی و یادداشت‌برداری، نکته‌های کلیدی، تحلیل مفاهیم

مرحله دوم: بررسی نظام‌مند متون

برای گردآوری داده‌های پژوهش از داده‌های ثانویه به نام اسناد و مدارک گذشته استفاده می‌شود. پایگاه‌های پژوهشی موردتوجه دو پایگاه مطرح Scopus و Web of Science بوده که در این دو پایگاه بر مجموعه پایگاه‌های انتشاراتی زیر تمرکز ویژه‌ای گردید:

Emerald insight- Springer Link- Science Direct- Taylor & Francis Online- SAGE journals- Wiley Online Library

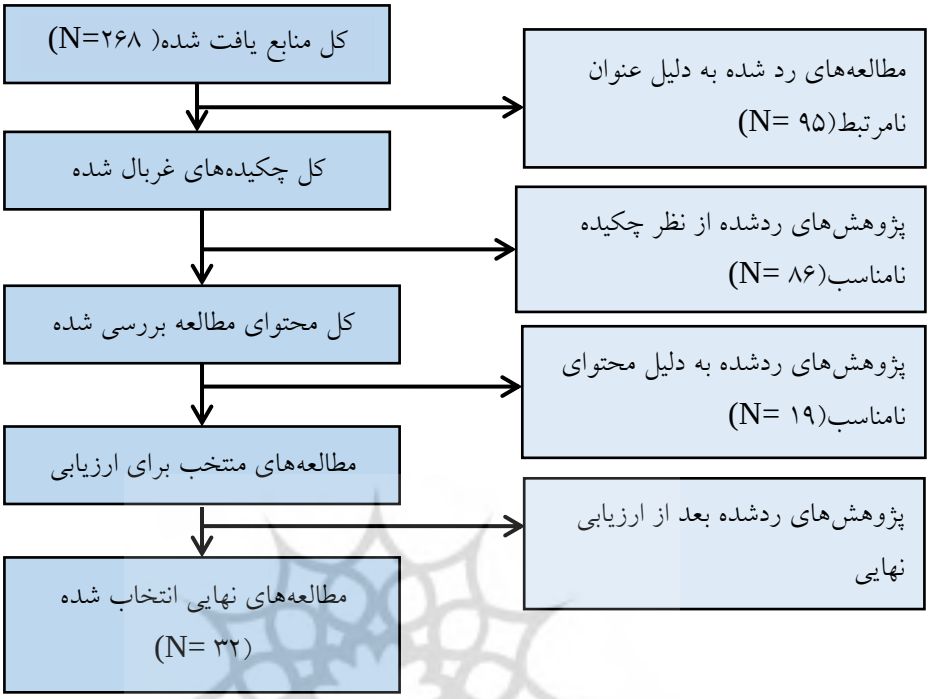
همچنین، در زمینه مقالات فارسی نیز پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی و پرتال جامع علوم انسانی مورد توجه قرار گرفت. جدول شماره ۲ کلیدواژه‌های مناسب برای انجام مرحله دوم روش فراترکیب را نمایش می‌دهد.

جدول ۲. معرفی کلیدواژه‌های مناسب برای انجام مرحله دوم روش فراترکیب (Source:By author)

معادل فارسی مفاهیم کلیدی	واژگان کلیدی لاتین جستجو شده
سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور	Intelligent management systems for sustainable and resilient production systems
مدیریت هوشمند تولید	Intelligent production management
سیستم تولید هوشمند تاب آور	Resilient intelligent production system
سیستم هوشمند تولید پایدار	Intelligent sustainable production system

مرحله سوم: جستجو و انتخاب متون

در نمودار ۲ گام‌های طی شده به‌منظور پالایش مقالات استخراج شده مشاهده می‌گردد. مبتنی بر این نمودار به‌منظور پالایش مقالات مستخرج از ادبیات، چهار مرحله طی گردید که مرحله آخر مبتنی بر نظرات ۵ خبره ناظر در این پژوهش بود. این خبرگان به‌منظور سنجش کیفیت نهایی مقالات مبتنی بر رویکردی که در ادامه معرفی می‌گردد، نظرات خود را برای هر مقاله نهایی غربال شده ارائه نموده و مقالاتی که از حدنصاب اعمال‌شده امتیاز پایین‌تری کسب نموده بودند از فرایند حذف شدند.



نمودار ۲. فرایند بازبینی و انتخاب (Source:By author)

پس از حذف مطالعات نامتناسب با اهداف و سؤالات پژوهش، محقق باید کیفیت روش‌شناختی پژوهش‌ها را ارزیابی کند. هدف از این گام حذف پژوهش‌هایی است که محقق به یافته‌های ارائه شده در آن‌ها اعتمادی ندارد. ابزاری که معمولاً برای ارزیابی کیفیت مطالعات اولیه تحقیق کیفی استفاده می‌شود «برنامه مهارت‌های ارزیابی حیاتی» است که با طرح ده سؤال کمک می‌کند تا دقت، اعتبار و اهمیت مطالعات کیفی تحقیق مشخص گردد. این سؤالات بر موارد زیر تمرکز دارند: ۱. اهداف تحقیق ۲. منطق روش‌شناسی ۳. طرح تحقیق ۴. روش نمونه‌برداری ۵. جمع‌آوری داده‌ها ۶. انعکاس‌پذیری (که به رابطه بین محقق و مشارکت‌کنندگان اشاره دارد) ۷. ملاحظات اخلاقی ۸. دقت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها ۹. بیان واضح و روشن یافته‌ها ۱۰. ارزش تحقیق.

مرحله چهارم: استخراج اطلاعات

این مرحله شامل مرور مقالات باقیمانده و استخراج متون به‌منظور کدگذاری در مرحله بعد است. این گام متمرکز بر تفکیک نتایج و خروجی‌ها و تفاسیر این خروجی‌ها در کنار بحث و نتیجه‌گیری نهایی پژوهشگران است. در این مرحله ۳۲ مقاله وارد نرم‌افزار MAXQDA گردیده و به‌منظور بررسی اولیه به‌صورت پراکنده و گزینشی بخشی‌هایی از مقالات مطالعه و کدگذاری‌های تصادفی و پراکنده صورت گرفت تا مرحله آشنایی پژوهشگر با داده‌های موجود طی گردد. بدین ترتیب پژوهشگر با کلیات بحث و فضای حاکم بر آن آشنا گردید. در جدول ۳ به بررسی نمونه‌ای از کدگذاری انجام‌شده بر مقالات پرداخته‌شده است.

جدول ۳. مقالات منتخب (Source:By author)

کد مقاله	عنوان	
C01	Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19	۴۰
C02	Analysis of Collaborative Driving Effect of Artificial Intelligence on Knowledge Innovation Management	۴۴
C03	A data-driven model for sustainable and resilient supplier selection and order allocation problem in a responsive supply chain: A case study of healthcare system.	۳۷
C04	Application of AI in SCM or Supply Chain 4.0. In Artificial Intelligence in Industrial	۳۵
C05	تکنولوژی نوین آنالیزگرهای هوشمند بر خط عنصری در صنعت سیمان	۴۵
C06	Impact of IT Capability on Inventory Management: An Empirical Study	۴۱
C07	مروری بر سیستم‌های تولید هوشمند و روندهای آینده	۳۹
C08	Long Term Demand Forecasting System for Demand Driven Manufacturing	۳۴
C09	توسعه مدل تولیدچابک بادرنظرگرفتن پایداری وتاب‌آوری سیستم‌های تولیدی	۳۱
C10	Digitalization of energy manufacture: infrastructure, supply chain strategy and communication	۴۱
C11	Accelerating supply chains with Ant Colony Optimization across a range of hardware solutions	۳۸
C12	Improving supply chain sustainability in the context of COVID-19 pandemic in an emerging economy: Exploring drivers using an integrated model	۳۱
C13	The role of blockchain technology in augmenting supply chain resilience to cybercrime	۳۷
C14	Potentials of industry 4.0 for supply chain management within the triple bottom line of sustainability—A systematic literature review	۴۰
C15	An exploration of the role of blockchain in the sustainability and effectiveness of the pharmaceutical supply chain	۳۹
C16	Optimization of network redundancy and contingency planning in sustainable and resilient supply chain resource management under conditions of structural dynamics	۴۴
C17	Purchasing and supplymanagement (PSM) contribution to supply-side resilience	۳۲
C18	The mediating role of knowledge management processes in the effective use of artificial intelligence in manufacturing firms	۳۲
C19	موقعیت رقابتی زنجیره تأمین لارج در صنعت سیمان و تحلیل اهمیت عملکرد الزامات راهبردی مرتبط با آن	۳۱
C20	Green recovery in the mature manufacturing industry: the role of the green-circular premium and sustainability certification in innovative efforts	۳۷
C21	Creating new tech entrepreneurs with digital platforms: Meta-organizations for shared value in data-driven retail ecosystems	۳۱
C22	Managing labor sustainability in digitalized supply chains: a systematic literature review.	۳۳
C23	The analytic hierarchy process as an innovative way to enable stakeholder engagement for sustainability reporting in the food industry	۳۲
C24	Building supply-chain resilience: an artificial intelligence-based technique and decision-making framework	۳۸
C25	Sustainable food supply chains: overcoming key challenges through digital technologies	۳۱
C26	مدلی برای تدوین نقشه راه فناوری صنعت نسل ۰.۴ با رویکرد مدیریت هوشمند در صنایع تجهیزات نیروگاهی و تأمین انرژی	۳۷
C27	Impact of sustainable supply chain management on performance of SMEs amidst COVID-19 pandemic: an Indian perspective	۴۰
C28	Impact of artificial intelligence-driven big data analytics culture on agility and resilience in humanitarian supply chain: a practice-based view	۴۱

C29	The recursive theory of knowledge augmentation: integrating human intuition and knowledge in artificial intelligence to augment organizational knowledge	۴۴
C30	Artificial intelligence in operations management and supply chain management: an exploratory case study	۳۲
C31	An Artificial Neural Network examination of the intention to implement blockchain in the supply chains of SMEs in Tonga	۳۲
C32	Exploring the role of artificial intelligence in building production resilience: learnings from the COVID-19 pandemic.	۳۲

مرحله پنجم: تجزیه‌وتحلیل یافته‌های کیفی

پژوهشگر در طول تجزیه‌وتحلیل، موضوعاتی را جستجو می‌کند که در میان مطالعه‌های موجود در فراترکیب پدیدار شده است. این مورد به‌عنوان (بررسی موضوعی) شناخته می‌شود. به‌محض اینکه موضوع‌ها شناسایی و مشخص شد، بررسی‌کننده، طبقه‌بندی‌ای را شکل می‌دهد و طبقه‌بندی‌های مشابه و مربوط را در موضوعی قرار می‌دهد که آن را به بهترین گونه توصیف می‌کند. موضوع‌ها اساس و پایه ایجاد توضیحات، الگوها و نظریه‌ها یا فرضیات را ارائه می‌کند. در این پژوهش، ابتدا تمام عوامل استخراج‌شده از مطالعات به‌عنوان شناسه در نظر گرفته و سپس با در نظر گرفتن معنای هر یک از آن‌ها، شناسه‌ها در مفهومی مشابه تعریف شد؛ سپس مفاهیم مشابه در مقولات تبیین‌کننده دسته‌بندی گردید تا به‌این‌ترتیب محورهای تبیین‌کننده شاخص‌های پژوهش در قالب مؤلفه‌های اصلی و فرعی پژوهش شناسایی شود. در جدول شماره ۴ در ستون منبع، هر مقاله با حرف c و شماره‌گذاری مقاله مشخص شده است.

جدول ۴. مقوله‌های اصلی و کدهای مربوطه (Source:By author)

مقوله	کد باز	منبع
استراتژی انعطاف پذیر	راهکارسازی براساس مسائل موجود	C3, C11, C19, C22, C26, C29
	بازنگری راهکارهای حل مسئله	C20, C27
	نیازسنجی حل مسائل	, C10
	متعادل سازی راهکارهای نوین	C4,C6, C17,C20, C23
نوآوری تاب آورانه	استراتژی نواوری	C6,C8,C10,C11, C20, C28, C29, C32
	نوآوری در توسعه محصول جدید	C5,C19,C20
	نوآوری در جهت ایجاد مزیت رقابتی پایدار	C3,C9,C30,C31
	نوآوری همراستا با تغییرات محیطی	C7,C9
همگرایی اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و پایگاه توزیع داده	زمینه سازی هوش مصنوعی با اینترتت اشیاء	C7,C12
	پایگاه توزیع داده‌ها، زیرساخت اصلی اینترنت اشیاء	C9
	فراهم کردن داده هوش مصنوعی از طریق اینترنت اشیاء	C9
	تصمیم گیری براساس اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی	C10, C19
	هوش مصنوعی زمینه ساز خودکارایی اینترنت اشیاء	C3, C18

مقوله	کد باز	منبع
	تلفیق اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی و پایگاه توزیع داده برای افزایش هوشمندی سیستم	C4, C15
	تمرکززدایی سیستم هوش مصنوعی براساس پایگاه توزیع داده	C2, C4, C7, C8, C10, C13, C17, C21
	بازنگری الگوریتم هوش مصنوعی براساس پایگاه توزیع داده	C3, C9, C10
هوشمندی تولید	تولید بدون کاغذ	C11, C19, C28
	نظارت بر تولید هوشمند	C27, C30
	زیست تولید هوشمند	C30, C31, C32
	هوشمندسازی فرآیندهای سیستم تولید	C14, C15, C19
طراحی	فناوری مورد نیاز دیجیتال	C20
	بومی سازی نرم افزار	C14, C19, C22
	هوشمندسازی داده	C16, C18, C19, C30
	هماهنگ سازی منابع	C16, C19, C20, C21, C27
لجستیک دیجیتال تولید	اتوماتیک سازی سفارش محصولات	C11, C12, C14, C16, C20, C23, C28
	مدیریت پروژه	C19, C22, C28, C31
	ردیابی کالا	C1, C6, C10, C19
	لجستیک الکتریکی	C21, C26, C27, C32
	زنجیره تأمین چابک	C1, C9, C13
	نظارت بر تولید	C2, C9
مدیریت داده	ایجاد نقشه دانش	C10
	تخصص سازی داده برای پلتفرم دیجیتالی	C4, C17
	رصد کردن تغییرات جهانی در صنعت سیمان	C2, C5, C8, C19, C20, C25
	مکان یابی داده	C7, C14
	قوانین مکانی	C19, C20, C25
	داده‌های حسگر	C19, C20, C22, C29, C30
	سیستم هشدار دهنده	C14, C16
	داده‌های مکان‌های داخلی و مکان‌های خارجی	C2, C4, C7, C8, C10, C13, C17, C21, C22, C26, C27, C29, C30, C31
	داده‌های دما، رطوبت، تابش مکان	C3, C4, C7, C8, C10, C13, C17, C19, C28
فناوری تولید	تحقیقات هوشمندسازی در صنعت سیمان	C2, C4, C7, C8, C10, C13, C17, C21, C22, C26, C27, C29, C30, C31, C32
	سریال سازی محصولات	C3, C11, C19, C22, C26,C29
	شناسه خودکار	C10, C19, C20, C25, C26, C28, C30
	ژنومیک محاسباتی	C1, C2, C3, C5, C9, C11, C18, C20, C22, C27, C29
	آزمایشات استاندارد جهانی	C3, C9
	زنجیره نگهداری استاندارد	C11, C13, C19

مقوله	کد باز	منبع
	زنجیره تحقیقات و توسعه در صنعت سیمان	C20, C22, C29
مدیریت ارزش ذی نفعان و افراد	مدیریت مشتریان	C1
	مهندسی ارزش تکنولوژیکی	C1, C20
	مدیریت بحران	C4, C20, C30
	مدیریت اجتماعی	C1, C2, C9, C10, C18
	مدیریت تأمین کننده	C3, C11, C19, C22, C26,C29
تلفیقBIG DATA (بیگ دیتا) وبحران	مدلسازی مجازی فروش سیمان	C2, C3, C5, C9, C11, C18, C20, C22, C27, C29
	رصد داده‌های جغرافیایی	C4, C20, C30
	نیازسنجی شرایط بحرانی	C1
	تسهیل محصول رسانی براساس شرایط خاص	C1, C5, C8, C10, C19, C20, C22, C27, C30
	مجازی سازی سیستم بازاریابی	C1, C5, C8, C10, C19, C20, C22, C27, C30
	الکترونیکی سازی سیستم حمل و نقل	C2, C3, C5, C9, C11, C18, C20, C22, C27, C29, C30
ابزار هوشمند سازی ودیجیتال	اینترنت اشیاء	C3, C11, C19, C22, C26
	برنامه ریزی سیستم تولیدی	C14, C18, C30
	رایانش ابری	C3, C19, C20
	شبیه سازی پیشرفته	C1, C2, C4, C6, C7, C8, C10, C11, C12, C19, C21, C22, C24, C26, C29, C30, C31, C32
	دوقلوهای دیجیتال	C18, C21
	هوش مصنوعی و رایانش شناختی	C17, C22
	بلاک چین	C20, C28
	حس گرهای هوشمند	C4, C10, C19
	واقعیت مجازی و افزوده	C18
	داده بزرگ، رایانش ابری	C4, C13
	پیش بینی سیستم تقاضا	C1, C4, C9, C10
	اتوماسیون پیشرفته	C2, C10, C28
مدیریت ارتباط با مشتری هوشمند	نیازسنجی مشتری	C2, C12, C14, C16, C19, C21, C23
	ارتباط با مشتری دیجیتال	C4, C9, C10, C19, C30
	اومنی چنل	C10, C12
	خلق ارزش برای مشتری	C4, C9, C11, C18
	ایجاد مزیت رقابتی هوشمند برای مشتری	C2, C12, C14, C16, C19, C21, C23
	مشتری مداری براساس شرایط بحران	C2, C3, C10, C18, C20

مرحله ششم: کنترل کیفیت خروجی‌ها

میزان همبستگی دیدگاه خبرگان با محاسبه ضریب هولستی (PAO) یا «درصد توافق مشاهده شده» ۰/۷۵۵ بدست آمده است که مقدار قابل توجهی است. با توجه به ایراداتی که به روش هولستی وارد است، شاخص پی-اسکات نیز محاسبه شده که میزان آن ۰/۷۸۴ بدست آمده است. چهارمین شاخص برآورد اعتبار تحقیقات کیفی، شاخص کاپای کوهن است. شاخص کاپای کوهن در این مطالعه ۰/۷۹۵ بدست آمده است. در نهایت نیز از آلفای کرپیندروف استفاده شده است و میزان آن در این مطالعه ۰/۸۴۳ برآورد گردیده است.

مرحله هفتم: جمع‌بندی نهایی

در این مرحله از روش فراترکیب، یافته‌های مراحل قبل ارائه می‌شود. در این مرحله با استفاده از روش آنتروپی شانون، میزان پشتیبانی پژوهش‌های گذشته از یافته‌های این پژوهش به صورت آماری نشان داده می‌شود. براساس روش آنتروپی شانون، پردازش داده‌ها در بحث تحلیل فراترکیب با نگاهی جدید و به صورت کمّی و کیفی مطرح می‌شود. براساس این روش تحلیل داده‌ها، در تحلیل محتوا بسیار قوی‌تر و معتبرتر عمل می‌کند. آنتروپی در تئوری اطلاعات، شاخصی است برای اندازه‌گیری عدم اطمینان که بوسیله یک توزیع احتمال بیان می‌شود. براساس این روش که به مدل جبرانی مشهور است، محتوای طرح مورد تحلیل قرار خواهد گرفت. ابتدا باید فراوانی هریک از مقوله‌های شناسایی شده براساس تحلیل فراترکیب مشخص شود. ماتریس فراوانی‌های مورد نظر باید به هنجار شود. برای این منظور از روش نرمال سازی خطی (رابطه شماره ۱) استفاده می‌شود.

رابطه ۱) $$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum x_{ij}}$$

بار اطلاعاتی هر مقوله باید محاسبه شود. برای این منظور از رابطه شماره ۲ استفاده می‌شود.

رابطه ۲) $$k = \frac{1}{Ln(a)};\ \mathrm{a} = \text{تعداد گزینه‌ها}$$
$$E_j = -k \sum \left[n_{ij} LN(n_{ij}) \right]$$

ضریب اهمیت هر مقوله باید محاسبه شود. هر مقوله که دارای بار اطلاعاتی بیشتری باشد، از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است. برای این منظور از رابطه شماره ۳ استفاده می‌شود.

رابطه ۳) $$W_j = \frac{E_j}{\sum E_j}$$

بنابراین، در گام نخست ماتریس تصمیم تشکیل شده است. امتیازات بدست آمده از ماتریس تصمیم پیرامون مساله مورد نظر در جدول شماره ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. تعیین میزان اهمیت و تأکید پژوهش‌های گذشته بر عوامل شناسایی شده (Source:By author)

کد	فراوانی	$\sum P_{ij} \times knP_{ij}$	عدم اطمینان Ej	ضریب اهمیت Wj
راهکارسازی براساس مسائل موجود	۶	-۰.۰۶۶۱۶	۰.۰۱۴۸۱۵	۰.۰۱۵۸۰۳
بازنگری راهکارهای حل مسئله	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
نیازسنجی حل مسائل	۱	-۰.۰۱۵۸۱	۰.۰۰۳۵۳۹	۰.۰۰۳۷۷۵
متعادل سازی راهکارهای نوین	۵	-۰.۰۵۷۵۷	۰.۰۱۲۸۹	۰.۰۱۳۷۵
استراتژی نواوری	۸	-۰.۰۸۲۰۸	۰.۰۱۸۳۷۹	۰.۰۱۹۶۰۵
نوآوری در توسعه محصول جدید	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
نوآوری در جهت ایجاد مزیت رقابتی پایدار	۴	-۰.۰۴۸۴۳	۰.۰۱۰۸۴۵	۰.۰۱۱۵۶۸
نوآوری همراستا با تغییرات محیطی	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
زمینه سازی هوش مصنوعی با اینترتت اشیاء	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
پایگاه توزیع داده‌ها، زیرساخت اصلی اینترنت اشیاء	۱	-۰.۰۱۵۸۱	۰.۰۰۳۵۳۹	۰.۰۰۳۷۷۵
فراهم کردن داده هوش مصنوعی از طریق اینترنت اشیاء	۱	-۰.۰۱۵۸۱	۰.۰۰۳۵۳۹	۰.۰۰۳۷۷۵
تصمیم گیری براساس اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
هوش مصنوعی زمینه ساز خودکارایی اینترنت اشیاء	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
تلفیق اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی و پایگاه توزیع داده برای افزایش هوشمندی سیستم	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
تمرکززدایی سیستم هوش مصنوعی براساس پایگاه توزیع داده	۸	-۰.۰۸۲۰۸	۰.۰۱۸۳۷۹	۰.۰۱۹۶۰۵
بازنگری الگوریتم هوش مصنوعی براساس پایگاه توزیع داده	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
تولید بدون کاغذ	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
نظارت بر تولید هوشمند	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
زیست تولید هوشمند	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
هوشمندسازی فرآیندهای سیستم تولید	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
فناوری مورد نیاز دیجیتال	۱	-۰.۰۱۵۸۱	۰.۰۰۳۵۳۹	۰.۰۰۳۷۷۵
بومی سازی نرم افزار	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
هوشمندسازی داده	۴	-۰.۰۴۸۴۳	۰.۰۱۰۸۴۵	۰.۰۱۱۵۶۸
هماهنگ سازی منابع	۵	-۰.۰۵۷۵۷	۰.۰۱۲۸۹	۰.۰۱۳۷۵
اتوماتیک سازی سفارش محصولات	۷	-۰.۰۷۴۳۱	۰.۰۱۶۶۴	۰.۰۱۷۷۵
مدیریت پروژه	۴	-۰.۰۴۸۴۳	۰.۰۱۰۸۴۵	۰.۰۱۱۵۶۸
ردیابی کالا	۴	-۰.۰۴۸۴۳	۰.۰۱۰۸۴۵	۰.۰۱۱۵۶۸
لجستیک الکتریکی	۴	-۰.۰۴۸۴۳	۰.۰۱۰۸۴۵	۰.۰۱۱۵۶۸
زنجیره تأمین چابک	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
نظارت بر تولید	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
ایجاد نقشه دانش	۱	-۰.۰۱۵۸۱	۰.۰۰۳۵۳۹	۰.۰۰۳۷۷۵
تخصص سازی داده برای پلتفرم دیجیتالی	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷

کد	فراوانی	$\sum P_{ij} \times knP_{ij}$	عدم اطمینان Ej	ضریب اهمیت Wj
رصد کردن تغییرات جهانی در صنعت سیمان	۶	-۰.۰۶۶۱۶	۰.۰۱۴۸۱۵	۰.۰۱۵۸۰۳
مکان یابی داده	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
قوانین مکانی	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
داده‌های حسگر	۵	-۰.۰۵۷۵۷	۰.۰۱۲۸۹	۰.۰۱۳۷۵
سیستم هشدار دهنده	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
داده‌های مکان‌های داخلی و مکان‌های خارجی	۱۳	-۰.۱۱۶۵۵	۰.۰۲۶۰۹۷	۰.۰۲۷۸۳۸
داده‌های دما، رطوبت، تابش مکان	۹	-۰.۰۸۹۵۱	۰.۰۲۰۰۴۴	۰.۰۲۱۳۸
تحقیقات هوشمندسازی در صنعت سیمان	۱۴	-۰.۱۲۲۷۵	۰.۰۲۷۴۸۵	۰.۰۲۹۳۱۸
سریال سازی محصولات	۶	-۰.۰۶۶۱۶	۰.۰۱۴۸۱۵	۰.۰۱۵۸۰۳
شناسه خودکار	۸	-۰.۰۸۲۰۸	۰.۰۱۸۳۷۹	۰.۰۱۹۶۰۵
ژنومیک محاسباتی	۱۱	-۰.۱۰۳۵۲	۰.۰۲۳۱۸	۰.۰۲۴۷۲۶
آزمایشات استاندارد جهانی	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
زنجیره نگهداری استاندارد	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
زنجیره تحقیقات و توسعه در صنعت سیمان	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
مدیریت مشتریان	۱	-۰.۰۱۵۸۱	۰.۰۰۳۵۳۹	۰.۰۰۳۷۷۵
مهندسی ارزش تکنولوژیکی	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
مدیریت بحران	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
مدیریت اجتماعی	۵	-۰.۰۵۷۵۷	۰.۰۱۲۸۹	۰.۰۱۳۷۵
مدیریت تأمین کننده	۶	-۰.۰۶۶۱۶	۰.۰۱۴۸۱۵	۰.۰۱۵۸۰۳
مدلسازی مجازی فروش سیمان	۱۰	-۰.۰۹۶۶۵	۰.۰۲۱۶۴۲	۰.۰۲۳۰۸۵
رصد داده‌های جغرافیایی	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
نیازسنجی شرایط بحرانی	۱	-۰.۰۱۵۸۱	۰.۰۰۳۵۳۹	۰.۰۰۳۷۷۵
تسهیل محصول رسانی براساس شرایط خاص	۸	-۰.۰۸۲۰۸	۰.۰۱۸۳۷۹	۰.۰۱۹۶۰۵
مجازی سازی سیستم بازاریابی	۸	-۰.۰۸۲۰۸	۰.۰۱۸۳۷۹	۰.۰۱۹۶۰۵
الکترونیکی سازی سیستم حمل و نقل	۱۲	-۰.۱۱۰۱۴	۰.۰۲۴۶۶۳	۰.۰۲۶۳۰۸
اینترنت اشیاء	۵	-۰.۰۵۷۵۷	۰.۰۱۲۸۹	۰.۰۱۳۷۵
برنامه ریزی سیستم تولیدی	۷	-۰.۰۷۴۳۱	۰.۰۱۶۶۴	۰.۰۱۷۷۵
رایانش ابری	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
شبیه سازی پیشرفته	۲۳	-۰.۱۷۱۲۱	۰.۰۳۸۳۳۷	۰.۰۴۰۸۹۳
دوقلوهای دیجیتال	۶	-۰.۰۶۶۱۶	۰.۰۱۴۸۱۵	۰.۰۱۵۸۰۳
هوش مصنوعی و رایانش شناختی	۴	-۰.۰۴۸۴۳	۰.۰۱۰۸۴۵	۰.۰۱۱۵۶۸
بلاک چین	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
حس گرهای هوشمند	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
واقعیت مجازی و افزوده	۱	-۰.۰۱۵۸۱	۰.۰۰۳۵۳۹	۰.۰۰۳۷۷۵

کد	فراوانی	$\sum P_{ij} \times knP_{ij}$	عدم اطمینان Ej	ضریب اهمیت Wj
داده بزرگ، رایانش ابری	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
پیش بینی سیستم تقاضا	۴	-۰.۰۴۸۴۳	۰.۰۱۰۸۴۵	۰.۰۱۱۵۶۸
اتوماسیون پیشرفته	۳	-۰.۰۳۸۶۳	۰.۰۰۸۶۴۹	۰.۰۰۹۲۲۶
نیازسنجی مشتری	۷	-۰.۰۷۴۳۱	۰.۰۱۶۶۴	۰.۰۱۷۷۵
ارتباط با مشتری دیجیتال	۵	-۰.۰۵۷۵۷	۰.۰۱۲۸۹	۰.۰۱۳۷۵
اومنی چنل	۲	-۰.۰۲۷۹۱	۰.۰۰۶۲۵	۰.۰۰۶۶۶۷
خلق ارزش برای مشتری	۴	-۰.۰۴۸۴۳	۰.۰۱۰۸۴۵	۰.۰۱۱۵۶۸
ایجاد مزیت رقابتی هوشمند برای مشتری	۷	-۰.۰۷۴۳۱	۰.۰۱۶۶۴	۰.۰۱۷۷۵
مشتری مداری براساس شرایط بحران	۵	-۰.۰۵۷۵۷	۰.۰۱۲۸۹	۰.۰۱۳۷۵

بحث و نتیجه گیری

هدف تحقیق حاضر، شناسایی مؤلفه‌های سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان بوده است. براساس روش فراترکیب ۷۵ کد در ۱۲ دسته شناسایی شدند. روایی و پایایی نتایج تحقیق نیز مورد تأیید قرار گرفت. مقوله‌های شناسایی شده عبارتند از استراتژی انعطاف پذیر، نوآوری تاب آورانه، همگرایی اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و پایگاه توزیع داده، هوشمندی تولید، طراحی، لجستیک دیجیتال تولید، مدیریت داده، فناوری تولید، مدیریت ارزش ذی نفعان و افراد، تلفیق بیگ دیتا و بحران ابزار هوشمند سازی و دیجیتال و مدیریت ارتباط با مشتری هوشمند. در نتیجه، سیستم‌های مدیریت هوشمند با تمرکز بر استراتژی انعطاف‌پذیر، نوآوری تاب‌آورانه، و همگرایی فناوری‌های مدرن می‌توانند به‌طور قابل توجهی به افزایش تولید پایدار و تاب‌آوری در صنعت سیمان کمک کنند. این سیستم‌ها با ادغام فناوری‌های اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و پایگاه توزیع داده، مانیتورینگ و بهینه‌سازی فرآیندها، کاهش هدررفت منابع و افزایش بهره‌وری را ممکن می‌سازند.

با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های هوشمند در همه مراحل از تولید تا توزیع، صنعت سیمان می‌تواند عملکرد خود را بهبود بخشیده و به یک سیستم پایدار و تاب‌آور تبدیل شود. مدیریت داده، تحلیل داده‌های بزرگ، و استفاده از اطلاعات به دست آمده به عنوان ابزاری برای تصمیم‌گیری‌های هوشمندانه و پیش‌بینی دقیق‌تر از وضعیت بازار و محیط کسب و کار، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. به طور کلی، ادغام سیستم‌های مدیریت هوشمند در صنعت سیمان، باعث می‌شود که این صنعت بهبود قابل توجهی در عملکرد، کیفیت محصولات، و کارایی داشته باشد و در مقابل چالش‌هایی همچون تغییرات بی‌سابقه با توانایی تاب‌آوری بیشتری روبرو شود.

در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای صنعت سیمان، استراتژی انعطاف پذیر بسیار اساسی است. این استراتژی به کارخانه‌های سیمان این امکان را می‌دهد تا با تغییرات محیطی، اقتصادی و فناوری سریع واکنش نشان دهند و به راحتی به ساختارهای جدیدی تطبیق یابند. به عنوان مثال، با تغییرات در تقاضا، تکنولوژی‌های تولید را بهبود بخشیده و

پروسه‌های بهره‌وری را افزایش می‌دهد. این استراتژی می‌تواند باعث کاهش هدررفت منابع، افزایش کیفیت محصولات و بهره‌وری بیشتر در تولید گردد.

نوآوری تاب‌آورانه نیز در این سیستم‌ها اهمیت زیادی دارد. توانایی نوآوری به صورت پایدار و تاب‌آور، به کارخانه‌های سیمان این امکان را می‌دهد تا در معرض تحولات فناوری و بازار باقی بمانند. با اعمال نوآوری در فرآیندها، مواد و تجهیزات، کارخانه‌ها می‌توانند همیشه در جبهه تکنولوژی باقی بمانند و رقابت‌پذیری خود را افزایش دهند. این نوآوری می‌تواند شامل به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و پایگاه توزیع داده باشد که به بهبود عملکرد، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری کمک می‌کند. در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای صنعت سیمان، هوشمندی تولید به‌عنوان یک معیار بسیار حیاتی شناخته می‌شود. این معیار به معنای استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند اینترنت اشیاء، تحلیل داده، و هوش مصنوعی در فرآیندهای تولید سیمان است. با استفاده از سنسورها و دستگاه‌های هوشمند، اطلاعات زنجیره تأمین، فرآیندهای تولید، و کیفیت محصول را به‌صورت زمان‌بندی شده و در زمان‌های لازم در دسترس مدیران قرار می‌دهد. این امکان می‌دهد تا تصمیم‌گیری‌های بهتری در مورد بهینه‌سازی عملکرد تولید، کاهش ضایعات، و افزایش بهره‌وری اتخاذ شود. هوشمندی تولید همچنین به مدیران این امکان را می‌دهد تا به‌صورت دقیق‌تر نیازمندی‌های بازار را پیش‌بینی و به تغییرات سریع پاسخ دهند.

در این سیستم‌ها، طراحی نیز یکی از معیارهای کلیدی است. با استفاده از فناوری‌های مدل‌سازی سه‌بعدی و شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای پیشرفته، می‌توان به‌صورت دقیق‌تر و کارآمدتر طرح‌های جدید تولید، بهبود فرآیندهای موجود، و حتی طراحی سیستم‌های بازیافت مواد را انجام داد. این امکان می‌دهد تا قبل از شروع فرآیند تولید، مشکلات و نقاط ضعف محتمل شناسایی و رفع شوند. همچنین، با استفاده از طراحی هوشمند، می‌توان بهینه‌سازی استفاده از منابع، کاهش هزینه‌ها، و ارتقاء کیفیت محصولات را تسهیل کرد. در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان، لجستیک دیجیتال تولید نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. با اتخاذ رویکردهای دیجیتال در مدیریت لجستیک تولید، امکان بهبود کارایی و کاهش هدر رفت مواد و منابع را داریم. از طریق استفاده از سیستم‌های هوشمند برای پیش‌بینی نیازهای مواد اولیه، بهینه‌سازی مسیرهای توزیع، و بهبود ترتیب و تنظیم فرآیندهای تولید، می‌توان تأمین منابع را بهبود داد و همچنین میزان انتقال مواد و کاهش انرژی را مدیریت کرد. همچنین، از طریق ارتباطات دیجیتالی و ابزارهای هوشمند، می‌توان بهبود قابلیت اطمینان و دقت در ارسال و دریافت مواد را نیز فراهم کرد.

در کنار لجستیک دیجیتال، مدیریت داده نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با استفاده از سیستم‌های مدیریت داده مبتنی بر هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل داده‌های حجیم، امکان شناسایی الگوها و تحلیل عملکرد فرآیندهای تولید فراهم می‌شود. این اطلاعات قابلیت ارائه پیش‌بینی‌های دقیق‌تر برای تأمین منابع، بهبود روند تولید و کاهش هدر رفت را دارند. همچنین، با ایجاد پایگاه داده‌های جامع و دقیق، امکان بهبود مدیریت فرآیندهای تولید و کنترل کیفیت محصولات افزایش می‌یابد. در نتیجه، مدیریت داده به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل در بهبود عملکرد و پایداری

سیستم‌های تولید در صنعت سیمان شناخته می‌شود. در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای صنعت سیمان، فناوری تولید نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. با توجه به تحولات سریع در تکنولوژی، استفاده از فناوری‌های پیشرفته در فرآیند تولید سیمان می‌تواند به بهبود بهره‌وری و کاهش مصرف انرژی منجر شود. به کمک تکنولوژی‌های پیشرفته، می‌توان عملکرد فرآیندهای تولید را بهبود بخشید، کنترل دقیق‌تری بر کیفیت محصول داشته باشیم و نقاط ضعف سیستم‌های موجود را شناسایی و بهبود دهیم.

مدیریت ارزش ذی نفعان و افراد نیز در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای صنعت سیمان بسیار حیاتی است. با توجه به اینکه این صنعت با چالش‌های مختلفی همچون تغییرات قیمت‌ها، محدودیت‌های محیطی و نیاز به نیروی کار ماهر مواجه است، مدیریت ارزش ذی نفعان و افراد می‌تواند بهبود مستمر و پایداری را فراهم کند. با بهره‌گیری از ابزارها و روش‌های مدیریت منابع انسانی، می‌توان به کارآیی بیشتری در استخدام، آموزش و ارتقاء کارکنان دست یافت و از طریق ایجاد برنامه‌های مشترک با ذی‌نفعان مختلف، بهبودهای قابل ملاحظه‌ای در عملکرد و سودآوری داشت.

در سیستم‌های مدیریت هوشمند برای صنعت سیمان، تلفیق کلان داده (BIG DATA) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با استفاده از تحلیل داده‌های حجیم، این صنعت می‌تواند به بهبود عملکرد و کارآیی تولید خود بپردازد. از طریق جمع‌آوری، تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به فرآیندهای تولید، می‌توان علائم پیشگویی کننده مشکلات و نقاط ضعف را شناسایی کرده و اقدامات اصلاحی را به صورت بهینه اعمال نمود. از جمله کاربردهای مهم کلان داده در این صنعت می‌توان به بهینه‌سازی مصرف انرژی، بهبود کیفیت محصولات، و کاهش هدر رفت مواد اشاره کرد. همچنین، این داده‌ها می‌توانند به عنوان ابزار پیشگیری از بروز بحران‌های محیطی و عملیاتی در صنعت سیمان مورد استفاده قرار گیرند.

بحران ابزار هوشمند سازی و دیجیتال نیز در سیستم‌های مدیریت هوشمند صنعت سیمان نقش بسیار مهمی دارد. با استفاده از ابزارهای هوشمند، امکان مدیریت بهتر و بهره‌وری بالاتر در فرآیندهای تولید فراهم می‌شود. این ابزارها می‌توانند به صورت خودکار و هوشمند عملیات مختلفی از جمله کنترل دما، فشار و سرعت در فرآیندهای تولید را انجام دهند. همچنین، از طریق اتصال این ابزارها به شبکه‌های دیجیتال، امکان کنترل و مانیتورینگ به دور از محل را فراهم می‌آید که این امر به بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیران و پاسخ به چالش‌های ناشی از شرایط ناهموار و بحرانی کمک می‌کند. براساس نتایج به دست آمده این پیشنهادات کاربردی را می‌توان ارائه داد:

- ایجاد سیستم‌هایی که قادر به تنظیم و تطبیق با تغییرات محیطی، بازاری و فناورانه هستند. این شامل توانایی تغییر سریع در فرآیندها، تأمین منابع متغیر و استفاده از تکنولوژی‌های قابل تنظیم می‌شود.
- تشویق به ارتقاء روش‌ها و فناوری‌های جدید که در مواجهه با چالش‌های بحرانی و تغییرات ناگهانی از کارآمدی و اثربخشی بالایی برخوردارند.
- ادغام فناوری‌های اینترنت اشیا، هوش مصنوعی و پایگاه توزیع داده برای بهبود مانیتورینگ، پیش‌بینی و بهینه‌سازی فرآیندها و مدیریت هوشمند تولید.

- بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند برای بهبود کیفیت، کارایی و بهره‌وری در همه مراحل از تولید تا توزیع محصولات.
- استفاده از سیستم‌های مدیریت داده به‌منظور جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تحلیل داده‌های بزرگ به منظور ارائه برنامه‌های تصمیم‌گیری بهتر و پیش‌بینی دقیق‌تر.
- به‌روزرسانی تجهیزات و فرآیندهای تولید با بهره‌گیری از فناوری‌های مدرن به‌منظور افزایش کیفیت و بهره‌وری.
- توجه به نیازها و ارزش‌های مشتریان و کارکنان و تضمین مشارکت فعال آن‌ها در فرآیندها و تصمیم‌گیری‌های کلیدی.
- بهره‌گیری از تحلیل داده‌های بزرگ برای شناسایی الگوها و روندهای جدید، و استفاده از ابزارهای هوشمند در مدیریت بحران و اتخاذ تصمیمات بهینه در شرایط بحرانی.
- ارائه سیستم‌ها و فرآیندهای مبتنی بر فناوری به منظور بهبود ارتباط با مشتریان، جذب بازخوردهای مشتریان و ارائه خدمات مشتریان.

مشارکت نویسندگان

این مقاله مستخرج از رساله دکتری اسحق جمال امیدی با عنوان «ارائه الگوی سیستم‌های مدیریت هوشمند برای سیستم‌های تولید پایدار و تاب‌آور در صنعت سیمان» دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی با راهنمایی دکتر محمدعلی کرامتی و مشاوره دکتر مهدی رجبیون و دکتر صفیه مهری نژاد می‌باشد.

تأیید اخلاقی

رضایت کتبی آگاهانه از افراد برای انتشار اطلاعات ناشناس آنها در این مقاله اخذ شد.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

References

Afanasyev, V. Y., Lyubimova, N. G., Ukolov, V. F., & Shayakhmetov, S. R. (2019). Digitalization of energy manufacture: infrastructure, supply chain strategy and communication. *International Journal of Supply Chain Management*, *8*(4), 601-609.

Alonso-Muñoz, S., González-Sánchez, R., Siligardi, C., & García-Muiña, F. E. (2021). New circular networks in resilient supply chains: An external capital perspective. *Sustainability*, *13*(11), 6130.

Appolloni, A., Jabbour, C. J. C., D'Adamo, I., Gastaldi, M., & Settembre-Blundo, D. (2022). Green recovery in the mature manufacturing industry: the role of the green-circular premium and sustainability certification in innovative efforts. *Ecological Economics*, *193*, 1-9.

Battisti, S., Agarwal, N., & Brem, A. (2022). Creating new tech entrepreneurs with digital platforms: Meta-organizations for shared value in data-driven retail ecosystems. *Technological Forecasting Social Change*(175), 121392.

Bayramova, A., Edwards, D. J., & Roberts, C. (2021). The role of blockchain technology in augmenting supply chain resilience to cybercrime. *Buildings*, *11*(7), 283.

Dubey, R., Bryde, D. J., Dwivedi, Y. K., Graham, G., & Foropon, C. (2022). Impact of artificial intelligence-driven big data analytics culture on agility and resilience in humanitarian supply chain: a practice-based view. *250*. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108618

Faasolo, M. B., & Sumarliah, E. (2022). An Artificial Neural Network examination of the intention to implement blockchain in the supply chains of SMEs in Tonga. *Information Resources Management Journal (IRMJ)*, *35*(1), 1–27.

Gupta, S., Modgil, S., Bhattacharyya, S., & Bose, I. (2021). Artificial intelligence for decision support systems in the field of operations research: review and future scope of research. *Annals of Operations Research*, *308*(1), 1–60.

Harfouche, A., Quinio, B., Saba, M., & Saba, P. B. (2023). The recursive theory of knowledge augmentation: integrating human intuition and knowledge in artificial intelligence to augment organizational knowledge. *Information Systems Frontiers*, *25*, 55-70. https://doi.org/10.1007/s10796-022-10352-8

Hashmdar, A. Y. d. i., Murad. (1401). . . (2022). Investigating the effectiveness of artificial intelligence systems in human resources functions. *Contemporary researches in management and accounting sciences*, *12*, 1-6. [In Persian]

Hassanpour Rad, A., & Alizadeh Qadiklai, M. (2022). *Artificial intelligence and upcoming challenges in the interaction of members of an organization* The third national conference on organization and management research, Tehran. [In Persian]

Helo, P., & Hao, Y. (2022). Artificial intelligence in operations management and supply chain management: an exploratory case study. *Production Planning and Control*, *33*(16), 1573-1590.

Jamali, G., & Karimi Asl, E. (2017). The competitive position of the large supply chain in the cement industry and the analysis of the importance of the performance of strategic requirements related to it. *Industrial Management Studies Quarterly*, *16*(50), 53-77. [In Persian]

Joshi, S., & Sharma, M. (2022). Impact of sustainable supply chain management on performance of SMEs amidst COVID-19 pandemic: an Indian perspective. *International Journal of Logistics Economics and Globalisation*, *9*(3), 248-276.

Karami, Z., Hosseini, S. R., & Damghanian, T. (2022). The model of employees' perception of artificial intelligence at work using the Foundation's data technology. *Development of human resource management and support*, *65*, 53-90. [In Persian]

Karbasi, S., Hashemzadeh Khorasgani, G., Khamse, A., & Fathi Hafeshjani, K. (2022). A model for compiling the 0.4 generation industry technology roadmap with an intelligent management approach in power plant equipment and energy supply industries. *Smart business management studies*, *11*, 189-220. [In Persian]

Karmaker, C. L., Ahmed, T., Ahmed, S., Ali, S. M., Moktadir, M. A., & Kabir, G. (2021). Improving supply chain sustainability in the context of COVID-19 pandemic in an emerging economy: Exploring drivers using an integrated model. *Sustainable Production and Consumption*, *26*, 411–427.

Kazancoglu, I., Pala, M., Mangla, S., & Kumar, A. (2023). Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19. *Annals of Operations Research*, *322*, 217–240.

Liu, Q. (2023). Analysis of Collaborative Driving Effect of Artificial Intelligence on Knowledge Innovation Management. *Scientific Programming*, 1-8. https://doi.org/10.1155/2022/8223724

Maleki, M. H., Mirzaei, M., & Rahimian Asl, M. M. (2022). Scenario planning of the cement industry in Iran with a mixed approach. *Improve management*, *16*(3), 60-88. [In Persian]

Manouchehri Kalantari, F. (2017). *The new technology of smart analyzers on elemental line in cement industry* The fourth national conference of cement industry and future horizon, Tehran. [In Persian]

Nayeri, S., Khoei, M., & Tazang, M. (2023). A data-driven model for sustainable and resilient supplier selection and order allocation problem in a responsive supply chain: A case study of healthcare system. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *124*, 1-10.

Paul, V., & Tresita, M. (2020). Artificial Intelligence: Pertinence in Supply Chain and Logistics Management. *journal of xi'an University of Architecture & Technology*, *12*, 701–709.

Perifanis, N., & Fotis, K. (2023). Investigating the Influence of Artificial Intelligence on Business Value in the Digital Era of Strategy: A Literature Review. *Information*, *14*(2), ۵۵. https://doi.org/10.3390/info14020085

Rita, S., Kim-Phuc, T., & Sébastien, T. (2022). *Long Term Demand Forecasting System for Demand Driven Manufacturing* IFIP Advances in Information and Communication Technology, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85874-2_2

Salimi Zawiya, S. G. (2018). An overview of intelligent manufacturing systems and future trends. *Industrial Technology Development Quarterly*, *17*(38), 13-24. [In Persian]

Sandelowski, M., & Barroso, J. (2007). *Handbook for Synthesizing Qualitative Research*. Springer Publishing Company, New York.

Seyed Shomali, S. M., & Sadeghian, S. H. (2016). *Development of an agile production model considering the stability and resilience of production systems* The first international conference on systems optimization and business management, Iran: Babol. [In Persian]

Shahed, K. S., Azeem, A., Ali, S. M., & Moktadir, M. A. (2021). A supply chain disruption risk mitigation model to manage COVID-19 pandemic risk. *Environmental Science and Pollution Research*, 1–16.

Tian, X., & Wang, H. (2023). Impact of IT Capability on Inventory Management: An Empirical Study. *Procedia Computer Science*, *199*, 142-148.

Ziyai, A. (2022). *Managing innovation in the 21st century using artificial intelligence* International Conference on Management and Industry, Iran. [In Persian]

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی