Ind. Manag. Persp. 2025, 15(3), 238-263; doi: 10.48308/JIMP.15.3.238

Industrial Management Perspective

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

Original Article

Modeling the Barriers Affecting the Implementation of the Health Industry Based on the Fourth Industrial Revolution

Sanaz Shafiee*

Masarat Ayat**

Extended Abstract

Introduction and objectives: The emergence of the Fourth Industrial Revolution, also referred to as Industry 4.0, has brought about profound transformations across various industries, including the healthcare sector. This transformation is grounded in advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), big data analytics, artificial intelligence (AI), machine learning (ML), and cyber-physical systems, all of which contribute to enhancing productivity, service quality, and patient experience. In this context, the concept of *Healthcare 4.0 has emerged as a novel paradigm focusing on process digitalization, optimization of healthcare systems, and leveraging advanced technologies. Despite its significant potential benefits, the implementation of Healthcare 4.0 in health systems faces substantial challenges, including concerns over data security and privacy, lack of standardization, managerial complexities, and resistance to change. The aim of this study is to identify and analyze the barriers to implementing Healthcare 4.0 within the framework of the Fourth Industrial

Methods: This applied research was conducted through a systematic literature review combined with expert evaluation. The study population comprised all relevant scholarly articles on Healthcare 4.0 and the adoption of Fourth Industrial Revolution technologies in healthcare, collected from reputable domestic and international databases. A purposive sampling method was employed to select the most relevant studies. The extracted data were reviewed and validated by 12 experts in digital health and healthcare technology. The DEMATEL method was used to identify the intensity and direction of relationships between barriers, while the ISM technique was applied to classify and level these barriers based on their degree of influence and dependence.

Received: Mar. 07, 2025; Revised: Aug. 02, 2025; Accepted: Sep. 02, 2025; Published Online: Sep. 17, 2025.

*Assistant Professor, Department of Information Technology Management, Payam Noor University, Tehran, Iran.
Corresponding Author: s.shafiei@pnu.ac.ir

**Assistant Professor, Department of Computer Engineering and Information Technology, Payam Noor University, Tehran, Iran.

Ind. Manag. Persp. 2025, 15(3), 238-263; doi: 10.48308/JIMP.15.3.238

Industrial Management Perspective

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

Original Article

Findings: The analysis revealed that the absence of government incentives and support, lack of clarity regarding economic benefits, high investment costs, inadequate regulations, and the absence of a legal framework constitute the fundamental and most critical barriers to Healthcare 4.0 implementation. Furthermore, data security and privacy concerns, lack of common standards, and interoperability challenges were identified as the most influential factors affecting the adoption of Healthcare 4.0. In contrast, organizational resistance to change and managerial complexities were classified as dependent barriers, influenced by other factors. The ISM-based hierarchical structuring indicated that addressing root barriers could significantly facilitate the adoption process. These findings highlight the interdependence of barriers and the importance of strategic interventions targeting the most influential factors to achieve effective integration of Industry 4.0 technologies into healthcare systems.

Conclusions: The findings of this study provide valuable insights for policymakers and healthcare managers seeking to facilitate the successful adoption of Healthcare 4.0. By understanding the relationships among barriers and their hierarchical structure, decision-makers can prioritize strategic actions that address root causes. The study offers a foundation for future research aimed at integrating Fourth Industrial Revolution technologies into healthcare systems and designing optimal implementation models. Timely and targeted policy actions will enable healthcare systems to harness the full potential of these technologies, ultimately improving service quality, operational efficiency, and patient outcomes. Timely action by policymakers to address the identified barriers will enable healthcare managers and policymakers to develop strategies that ensure the successful implementation of Health 4.0 technologies in various countries, allowing them to fully harness the potential of this revolution in the healthcare sector.

Keywords: Health 4.0; Fourth Industrial Revolution; Barriers to Deployment; DEMATEL; Interpretive Structural Modeling; Systematic Review.

How to Cite: Shafiee, Sanaz; Ayat, Masarat (2025). Modeling the Barriers Affecting the Implementation of the Health Industry Based on the Fourth Industrial Revolution. *Ind. Manag. Persp.*, 15(3), 238-263 *(In Persian)*.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication

license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴۰۴، دوره ۱۵، شماره ۳، صص ۲۳۸ - ۲۶۳، doi: 10.48308/JIMP.15.3.238

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

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

نوع مقاله: پژوهشی

مدل‌سازی موانع مؤثر بر استقرار صنعت سلامت مبتنی بر انقلاب چهارم صنعتی

ساناز شفیعی*

مسرت آیت**

چکیده گسترده

مقدمه و اهداف ظهور انقلاب صنعتی چهارم، که با عنوان صنعت ۴.۰ نیز شناخته می‌شود، موجب تحولات عمیق در صنایع مختلف از جمله بخش سلامت شده است. این تحول بر پایه فناوری‌های نوینی مانند اینترنت اشیا، کلان‌داده، هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی و سیستم‌های فیزیکی-سایبری استوار بوده و به افزایش بهره‌وری، بهبود کیفیت خدمات و ارتقای تجربه بیماران کمک می‌کند. در این میان، مفهوم سلامت ۴.۰ به‌عنوان یک رویکرد نوین در صنعت سلامت شکل گرفته که بر دیجیتالی‌سازی فرآیندها، بهینه‌سازی سیستم‌های مراقبت بهداشتی و بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته تأکید دارد. با وجود مزایای بالقوه این رویکرد، پیاده‌سازی آن در نظام‌های سلامت با چالش‌هایی مانند نگرانی‌های امنیت و حریم خصوصی داده‌ها، نبود استانداردهای یکپارچه، پیچیدگی‌های مدیریتی و مقاومت در برابر تغییر مواجه است. هدف این پژوهش شناسایی و تحلیل موانع استقرار سلامت ۴٫۰ در چارچوب انقلاب صنعتی چهارم با استفاده از رویکردهای دیمتل و مدل‌سازی ساختاری تفسیری است

روش‌ها: این مطالعه از نوع کاربردی و با رویکرد مرور سیستماتیک و تحلیل روابط بین موانع انجام شده است. جامعه پژوهش شامل کلیه مقالات علمی معتبر مرتبط با سلامت ۴.۰ و پیاده‌سازی فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در حوزه سلامت بود که از پایگاه‌های علمی بین‌المللی و داخلی گردآوری شد. نمونه‌گیری به روش هدفمند انجام و داده‌ها پس از استخراج، با نظر ۱۲ نفر از خبرگان حوزه سلامت دیجیتال و فناوری ارزیابی و تأیید شدند. برای تحلیل روابط میان موانع، از روش دیمتل جهت سنجش شدت و جهت تأثیرگذاری عوامل و از مدل‌سازی ساختاری تفسیری (ISM) برای سطح‌بندی آن‌ها استفاده گردید.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۷، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۵/۱۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۱، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۴/۰۶/۲۶.

* استادیار، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: s.shafiei@pnu.ac.ir

** استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چشم‌انداز مدیریت صنعتي، ۱۴۰۴، دوره ۱۵، شماره ۳، صص ۲۳۸ - ۲۶۳، doi: 10.48308/JIMP.15.3.238

Industrial Management Perspective

چشم‌انداز مدیریت صنعتي

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

نوع مقاله: پژوهشی

یافته‌ها: تحلیل داده‌ها نشان داد که نبود مشوق‌ها و حمایت‌های دولتی، عدم شفافیت در منافع اقتصادی، هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری، مقررات ناکافی و فقدان چارچوب قانونی از موانع اصلی و بنیادین استقرار سلامت ۴.۰ هستند. همچنین، موانع امنیت و حریم خصوصی داده‌ها، نبود استانداردهای مشترک و مشکلات تعامل‌پذیری داده‌ها به‌عنوان عوامل با بیشترین میزان تأثیرگذاری در پذیرش این فناوری شناسایی شدند. از سوی دیگر، مقاومت سازمانی در برابر تغییر و پیچیدگی‌های مدیریتی، به‌عنوان موانع وابسته و تأثیرپذیر از سایر عوامل طبقه‌بندی گردیدند. نتایج سطح‌بندی نشان داد که عوامل ریشه‌ای، نقش کلیدی در ایجاد سایر موانع دارند و تمرکز بر رفع آن‌ها می‌تواند مسیر استقرار موفق سلامت ۴.۰ را هموار سازد

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که برای تسهیل پذیرش و پیاده‌سازی سلامت ۴.۰، سیاست‌گذاران و مدیران حوزه سلامت باید ابتدا بر رفع موانع ریشه‌ای و تأثیرگذار تمرکز کنند. درک روابط میان موانع و سطح‌بندی آن‌ها می‌تواند در اولویت‌بندی سیاست‌ها و برنامه‌ریزی راهبردی نقش مؤثری ایفا کند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران، مدیران حوزه سلامت، و پژوهشگران کمک کند تا با درک بهتر موانع کلیدی استقرار سلامت ۴.۰، راهکارهای مؤثرتری برای تسهیل پذیرش این فناوری‌ها تدوین کنند. همچنین، شناسایی سطح تأثیرگذاری هر یک از موانع می‌تواند در اولویت‌بندی سیاست‌ها و استراتژی‌های توسعه صنعت سلامت در عصر دیجیتال نقش مهمی ایفا کند. در نهایت، یافته‌های این پژوهش می‌تواند مبنایی برای تحقیقات آینده در زمینه یکپارچه‌سازی فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در نظام‌های سلامت و طراحی مدل‌های بهینه برای پیاده‌سازی این فناوری‌ها باشد. اقدام به موقع سیاست‌گذاران برای رفع موانع شناسایی شده به مدیران و سیاست‌گذاران حوزه سلامت این امکان را می‌دهد که استراتژی‌هایی را توسعه دهند تا فناوری‌های سلامت مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم با موفقیت در کشورهای مختلف پیاده‌سازی شوند و از پتانسیل واقعی این انقلاب در نظام سلامت بهره‌برداری گردد.

کلیدواژه‌ها: سلامت ۴.۰؛ انقلاب صنعتی چهارم؛ موانع استقرار؛ دیمتل؛ مدل‌سازی ساختاری تفسیری؛ مرور سیستماتیک.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناددهی: شفیعی، ساناز؛ آیت، مسرت (۱۴۰۴). مدل‌سازی موانع مؤثر بر استقرار صنعت سلامت مبتنی بر انقلاب چهارم صنعتی. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۵(۳)، ۲۳۸-۲۶۳.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

۱. مقدمه

اصطلاح صنعت ۴.۰[1] یا انقلاب صنعتی چهارم[2] نخستین بار در سال ۲۰۱۱ در کنفرانس سبیت[3] آلمان توسط گروهی از محققان معرفی شد و به سرعت به یکی از مفاهیم محوری تحول صنعتی تبدیل گردید. این رویکرد به ادغام فناوری‌های نوینی همچون محاسبات ابری[4]، کلان‌داده[5]، سیستم‌های فیزیکی-سایبری[6]، چاپ سه بعدی، هوش مصنوعی[7]، روباتیک و یادگیری ماشین[8] می‌پردازد و با هدف ایجاد سیستم‌های هوشمند و یکپارچه در بخش‌های تولیدی و خدماتی توسعه یافته است [۱,۲]. انقلاب صنعتی چهارم تغییرات بنیادینی در مدل‌های کسب‌وکار و فرآیندهای سازمانی ایجاد کرده و تأثیرات آن از حوزه صنعت فراتر رفته و بخش سلامت را نیز دربر گرفته است[۲۳]. همزمان با گسترش فناوری‌ها، نظام‌های سلامت نیز دستخوش تغییرات اساسی شده‌اند [۲۴]. سلامت ۴.۰ به‌عنوان یکی از دستاوردهای کلیدی انقلاب صنعتی چهارم، با بهره‌گیری از فناوری‌های دیجیتال و نوآوری‌های پزشکی، فرآیندهای درمانی، مدیریتی و مراقبتی را به‌صورت هوشمند بازطراحی کرده و کیفیت خدمات و تجربه بیماران را ارتقا می‌بخشد. این مفهوم نه تنها شامل اتوماسیون فرآیندها، بلکه دربرگیرنده یکپارچه‌سازی اطلاعات، پشتیبانی تصمیم‌گیری و بهبود تعامل بین ذی‌نفعان حوزه سلامت است [۲۳, ۳۷].

به‌کارگیری فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در سلامت مزایای گسترده‌ای به همراه دارد. استفاده از روباتیک پیشرفته موجب افزایش دقت جراحی و کاهش خطاهای انسانی شده، دیجیتالی‌سازی داده‌های پزشکی ذخیره‌سازی سریع‌تر و ایمن‌تر را فراهم کرده، و اینترنت اشیا و سیستم‌های پایش از راه دور مدیریت بهینه منابع بیمارستانی را ممکن می‌سازد [۲۳]. تجربه همه‌گیری کووید-۱۹ نشان داد که ابزارهایی چون اپلیکیشن‌های سلامت، پزشکی از راه دور[9] و سامانه‌های هوشمند می‌توانند نقش مهمی در تداوم خدمات درمانی ایفا کنند [۴۹]. همچنین، روندهای جمعیتی همچون پیری جمعیت و افزایش بیماری‌های مزمن، ضرورت بهره‌گیری از فناوری‌های سلامت ۴٫۰ را به‌عنوان راهکاری پایدار برای ارتقای اثربخشی و دسترسی به خدمات درمانی برجسته می‌کند [۱۴, ۴۹].

با وجود این مزایا، استقرار سلامت ۴.۰[10] در نظام‌های بهداشتی با موانع متعددی مواجه است. چالش‌هایی نظیر امنیت و حریم خصوصی داده‌ها، نبود استانداردهای تعامل‌پذیری، و پیچیدگی در یکپارچه‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی، مانع پذیرش گسترده این فناوری‌ها می‌شوند [۱۴, ۳۷]. علاوه بر این، هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری، نبود مشوق‌های دولتی، ضعف مقررات حمایتی و مقاومت سازمانی در برابر تغییر، فرآیند پیاده‌سازی را دشوارتر می‌سازند [۳۳]. بسیاری از این موانع ماهیت زنجیره‌ای دارند؛ به‌گونه‌ای که وجود موانع ریشه‌ای، زمینه‌ساز بروز موانع ثانویه و وابسته می‌شود.

در سال‌های اخیر، تحقیقات متعددی به بررسی کاربرد فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم برای توسعه و بهینه‌سازی سیستم‌ها در حوزه‌های مختلف، از جمله خدمات بهداشتی و درمانی پرداخته‌اند. همچنین، تلاش‌هایی برای شناسایی حوزه سلامت و نحوه پیوند آن با فناوری‌های این انقلاب صورت گرفته است [۱۲, ۳۳]. برخی پژوهش‌ها به معرفی فناوری‌های کلیدی انقلاب صنعتی چهارم پرداخته‌اند، در حالی که برخی دیگر روندهای اصلی، مزایا، و چالش‌های آن را از جمله امنیت و حریم خصوصی داده‌ها، الزامات داده‌ای و نبود استانداردسازی بررسی کرده‌اند [۳۷, ۴۹]. با این حال، برخی از تعاریف و مفاهیم مرتبط با سلامت در بستر انقلاب صنعتی چهارم هنوز به‌طور کامل استانداردسازی نشده‌اند [۲۳].

با وجود حجم قابل توجهی از مطالعات در حوزه کاربرد فناوری‌های دیجیتال در سلامت و نظام‌های بهداشتی، پژوهش‌های نظام‌مند و جامعی که به شناسایی و تحلیل موانع استقرار سلامت ۴.۰ در چارچوب انقلاب صنعتی چهارم بپردازند، محدود است. این شکاف پژوهشی ضرورت انجام مطالعه‌ای را برجسته می‌کند که بتواند تصویری شفاف از موانع و روابط میان آن‌ها ارائه دهد. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر

1. Industry 4.0
2. Fourh Industrial Revolution
3. CeBIT
4. Cloud Computing
5. Big Data
6. Cyber Physical System (CPS)
7. Artificial Intelligence (AI)
8. Machine Learning (ML)
9. Tele Medicine
10. Healthcare 4.0

انجام یک مرور سیستماتیک از مطالعات موجود و تحلیل موانع استقرار سلامت ۴.۰ با استفاده از روش‌های دیمتل و مدل‌سازی ساختاری تفسیری است. این مطالعه به دنبال پاسخ به پرسش‌های زیر است

موانع و مؤلفه‌های اصلی استقرار سلامت ۴.۰ در چارچوب انقلاب صنعتی چهارم کدامند؟

سطوح تأثیرگذاری مؤلفه‌ها در مدل یکپارچه انقلاب صنعتی چهارم و نظام‌های سلامت چگونه است؟

مؤلفه‌های دخیل در مدل از نظر قدرت نفوذ و میزان وابستگی چه جایگاهی دارند؟

برای پاسخ به سؤالات این پژوهش، نخست موانع از ادبیات موجود و با استفاده از روش مرور سیستماتیک استخراج شدند و در مرحله بعد گروهی از متخصصان این عوامل را بررسی و تائید کردند. سپس از روش دیمتل[1] برای به دست آوردن روابط متقابل بین موانع اصلی استفاده شد. در گام آخر با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری مدل مفهومی پژوهش و میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هریک از عوامل مشخص شد.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

انقلاب‌های صنعتی فرصت‌های بی‌نظیری برای رشد و توسعه کشورها فراهم کرده‌اند و تجربه تاریخی نشان داده است که برندگان این تحولات، کشورهایی بوده‌اند که توانایی تطبیق با تغییرات و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین را داشته‌اند. انقلاب صنعتی چهارم نیز از این قاعده مستثنی نیست و با ایجاد تحول عمیق در ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی، بستری برای افزایش بهره‌وری و رقابت‌پذیری کشورها از طریق به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته فراهم کرده است [۱۵, ۳۹]. صنعت ۴.۰ نشان‌دهنده یک انقلاب تکنولوژیکی بزرگ است که عمدتاً در صنعت، کارخانه‌ها و تولید رخ می‌دهد و به همین دلیل اغلب با عنوان کارخانه هوشمند یا تولید پیشرفته شناخته می‌شود [۳۰]. این انقلاب بر استفاده ترکیبی از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، کلان‌داده و سیستم‌های فیزیکی- سایبری برای بهینه‌سازی عملیات و تصمیم‌گیری داده‌محور تمرکز دارد [۱۳].

مطالعات مرور سیستماتیک اخیر نشان می‌دهند که پیاده‌سازی سلامت ۴.۰ تأثیر مثبت قابل توجهی بر کیفیت خدمات و کارایی سیستم‌ها دارد، اما چالش‌هایی همچون امنیت داده‌ها، تعامل‌پذیری، نابرابری در دسترسی به فناوری و مقاومت سازمانی همچنان پابرجاست [۴۰]. مرورهای تازه نیز بیان کرده‌اند که هرچند حجم مطالعات از سال ۲۰۱۵ به بعد رشد چشمگیری داشته است، تحلیل ساختاری روابط بین موانع و اولویت‌بندی آن‌ها همچنان یک خلأ پژوهشی محسوب می‌شود.

برخی مطالعات منفرد به استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری یا تکنیک دیمتل برای شناسایی موانع در حوزه‌های نزدیک مانند مدیریت کلان‌داده یا واکنش به بحران‌های سلامت پرداخته‌اند و نتایج مثبتی به‌دست آورده‌اند. اما در حوزه سلامت ۴.۰، به‌کارگیری ترکیبی این روش‌ها و تحلیل روابط علّی-معلولی بین موانع، همچنان محدود است [۲۹].

به‌عنوان نمونه، مطالعه‌ای درباره موانع به‌کارگیری تحلیل کلان‌داده در نظام سلامت با ISM انجام گرفت و برجسته‌ترین موانع را مانند امنیت داده، کیفیت اطلاعات و زیرساخت فناوری اطلاعات شناسایی کرد [۲۱]. همچنین دیده شده که در سایر حوزه‌ها (مانند واکنش به بحران‌های سلامت عمومی)، روش ترکیبی دیمتل- مدلسازی ساختاری تفسیری و میک مک، برای شناسایی عوامل پیشه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است [۵۱]. با اینکه این مدل‌ها موثر هستند، در حوزه سلامت ۴.۰ به ندرت بکار رفته‌اند و مطالعاتی که ترکیب این دو روش را برای تحلیل یکپارچه موانع اتخاذ کرده باشند، بسیار محدودند.

پژوهش حاضر با تلفیق مرور سیستماتیک ادبیات و تحلیل دیدگاه خبرگان با تجربه بالا، مدلی جامع از موانع استقرار سلامت ۴.۰ در چارچوب انقلاب صنعتی چهارم ارائه کرده است. نوآوری این پژوهش در چند محور اصلی قابل بیان است:

۱. ارائه یک مدل جامع از موانع استقرار سلامت ۴.۰ در چارچوب انقلاب صنعتی چهارم، با استفاده همزمان از مرور سیستماتیک و تحلیل خبرگان.

1. DEMATEL

۲. به‌کارگیری رویکرد ترکیبی دیمتل و مدلسازی ساختاری- تفسیری برای تعیین روابط علّی و سطح‌بندی موانع.
۳. تمرکز بر نظام سلامت ایران و تطبیق یافته‌ها با شرایط خاص ساختار مدیریتی و فناورانه آن، که کمتر در مطالعات بین‌المللی دیده شده است.
٤. ارائه راهکارهای عملیاتی و سیاستی بر اساس سطوح اثرگذاری و اثرپذیری موانع، به‌منظور تسهیل پیاده‌سازی فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در حوزه سلامت.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از روش پژوهشی آمیخته استفاده کرده است. در بخش کیفی این پژوهش، از روش مرور سیستماتیک برای شناسایی موانع اصلی استفاده شده است. پس از استخراج شاخص‌ها از فرایند مرور سیستماتیک، شاخص‌ها از طریق پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفت تا مورد تائید قرار گیرند

جامعه آماری بخش کیفی شامل کلیه مطالعات علمی منتشر شده در حوزه سلامت ۴.۰ و فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم بوده است که از پایگاه‌های علمی اسکوپوس و وب‌آف‌ساینس با استفاده از کلید واژه‌های مرتبط جست‌وجو شدند. معیارهای ورود شامل مقالات منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۱ تا نیمه اول ۲۰۲۳، نگارش به زبان انگلیسی، ارتباط مستقیم با موضوع پژوهش و دسترسی به متن کامل بود. مقالات فاقد روش‌شناسی شفاف یا مرتبط با حوزه‌های غیرسلامت از بررسی حذف شدند .

در مرحله تأیید شاخص‌ها، جامعه آماری شامل خبرگان حوزه سلامت و صنعت ۴.۰ بود. معیار انتخاب خبرگان شامل داشتن حداقل ده سال تجربه تخصصی یا پژوهشی در زمینه فناوری‌های نوین مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، کلان‌داده، روباتیک، و سیستم‌های سایبر- فیزیکی و همچنین تجربه در پروژه‌های تحول دیجیتال در نظام سلامت بود. روش نمونه‌گیری، هدفمند بوده و تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. در نهایت، ۱۰ خبره (۷ نفر از اعضای هیئت علمی دانشگاه و ۳ نفر از مدیران و کارشناسان ارشد حوزه سلامت دیجیتال) به‌عنوان نمونه نهایی انتخاب شدند

در بخش کمی پژوهش از روش ترکیبی دیمتل و مدل‌سازی ساختاری – تفسیری به ترتیب جهت مشخص کردن ارتباط بین عوامل و محاسبه میزان شدت تأثیر عناصر بر یکدیگر استفاده شده است. برای انجام محاسبات دیمتل و مدل‌سازی ساختاری-تفسیری، از نرم‌افزار مایکروسافت اکسل ۲۰۱۹، جهت آماده‌سازی و برای تحلیل دیمتل و سازمان‌دهی داده‌ها و از نرم‌افزار اکسل و سوپر دیسیژن[1] نسخه ۳.۲ استفاده گردید. به منظور اطمینان از صحت محاسبات، نتایج حاصل با خروجی نرم‌افزار میک مک[2] مقایسه و اعتبارسنجی شد. بر مبناي الگوسازی روش دیمتل و مدل‌سازی ساختاري- تفسيري مجموعه‌ای از متغيرهاي مرتبط به هم مشخص و روابط مفهومی بين متغيرها در قالب مدلي علت - معلولی تبيين شده است[۴۲]. در نهایت ساختار کلی در قالب یک مدل گرافیکی به نمایش درآمد.

شکل ۱ ساختار این پژوهش به تصویر کشیده شده است

1. Super Decisions
2. MICMAC

شکل ۱. ساختار انجام پژوهش

روش مرور سیستماتیک. در بخش کیفی این پژوهش و برای شناسایی موانع مؤثر بر استقرار صنعت سلامت مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم از روش مرور سیستماتیک استفاده شده است. مطالعات مرتبط با توجه به معیارهای شمول مشخص انتخاب شدند و فرایند شناسایی مطالعات تا رسیدن به اشباع نظری و اطمینان از درک کامل موضوع مورد بررسی ادامه یافت [۴۱, ۴۸]. ولفسوئینکل[1] و همکاران (۲۰۱۳) یک فرایند پنج مرحله‌ای را، جهت انجام مرور سیستماتیک معرفی کردند [۵۲]. روش پنج مرحله‌ای مرور سیستماتیک، فرایندی ساختاریافته برای بررسی ادبیات پژوهشی است. در مرحله اول، تعریف، معیارهای شمول و عدم شمول مشخص می‌شوند و حوزه پژوهش، منابع مناسب، و واژه‌های کلیدی به دقت تعیین می‌گردند. در مرحله دوم، جستجوی دقیق در منابع انجام می‌شود. سپس در مرحله سوم، مقالات و منابع مرتبط با توجه به معیارهای تعیین‌شده، انتخاب می‌شوند. مرحله چهارم به تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده اختصاص دارد، که شامل بررسی عمیق و ترکیب نتایج می‌شود. در نهایت، در مرحله پنجم، نتایج تحلیل به‌صورت منسجم و ساختاریافته ارائه می‌گردد. در این پژوهش از این مدل جهت مرور سیستماتیک تحقیقات انجام شده در حوزه مورد نظر استفاده شده است این روش به پژوهشگران کمک می‌کند تا به‌صورت سیستماتیک و دقیق به جمع‌آوری و ارزیابی مطالعات بپردازند.

گام اول: تعریف

در گام نخست به منظور کارآمد بودن جستجو سیستماتیک ادبیات نیاز به مشخص کردن معیارهایی برای بررسی و انتخاب مقاله‌ها داریم. در این مقاله، کلیه پژوهش‌های انجام شده در حوزه انقلاب صنعتی چهارم و سلامت مورد بررسی قرار گرفتند. معیارهای بررسی مقالات در این پژوهش شامل پنج پارامتر اصلی است. از نظر زبان، تنها مطالعات نوشته‌شده به زبان انگلیسی انتخاب شدند و مطالعات غیرانگلیسی حذف گردیدند. دلیل انتخاب مقالات انگلیسی و حذف مقالات غیرانگلیسی این بود که عمده پژوهش‌های باکیفیت و نمایه‌شده در حوزه سلامت ۴.۰ و انقلاب صنعتی چهارم در مجلات و کنفرانس‌های بین‌المللی به زبان انگلیسی منتشر می‌شوند. همچنین، به دلیل محدودیت دسترسی به پایگاه‌های جامع مقالات غیرانگلیسی، تمرکز پژوهش بر پوشش کامل و به‌روز ادبیات بین‌المللی بوده است بازه زمانی مورد بررسی از سال ۲۰۱۱ تا نیمه اول سال ۲۰۲۳ میلادی بوده است؛ زیرا مفهوم انقلاب صنعتی چهارم از سال ۲۰۱۱ مطرح و وارد حوزه‌های مختلف شده و تأثیرگذاری خود را نشان داده است. از نظر موضوع پژوهش، مقالاتی با ارتباط معنایی نزدیک به حوزه پژوهش و دربرگیرنده کلمات کلیدی موردنظر انتخاب

1. Wolfswinkel

شدند، در حالی که مقالات با موضوعات غیرمرتبط حذف شدند. نوع مطالعات شامل مقالات منتشرشده در ژورنال‌ها و کنفرانس‌های معتبر بود و منابعی مانند ژورنال‌های غیرمعتبر، نظرات شخصی، کتاب‌ها و پایان‌نامه‌ها از بررسی کنار گذاشته شدند. در نهایت، وضعیت اطلاعات مقاله نیز معیار مهمی بود؛ بدین ترتیب، تنها مقالات دارای فرایند و نتایج شفاف انتخاب شده و مقالات فاقد این ویژگی‌ها حذف گردیدند. این معیارها به منظور تضمین دقت و کیفیت منابع انتخابی تعیین شدند.

گام دوم: جستجو

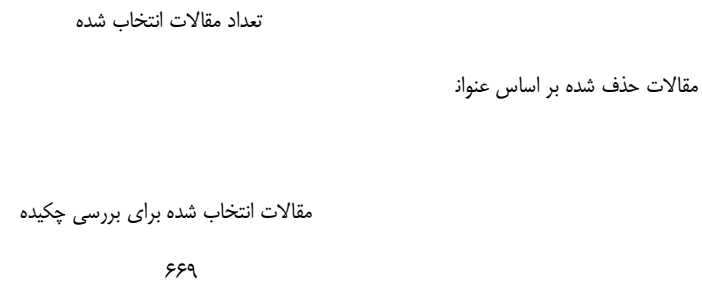
منابع اطلاعاتی مورد استفاده مقالات انگلیسی موجود در پایگاه‌های علمی اسکوپوس و وب‌اف‌ساینس هستند که بیشترین مقالات این حوزه را پوشش می‌دهند. انتخاب پایگاه‌های داده اسکوپوس و وب‌آف‌ساینس به‌عنوان منابع اصلی برای جستجوی سیستماتیک در این مطالعه، بر اساس ویژگی‌های منحصر به فرد و عملکرد برتر این پایگاه‌ها در مقایسه با سایر سیستم‌های جستجو انجام شده است. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که این دو پایگاه داده از نظر دقت، یادآوری و تکرارپذیریدر سطح بالایی قرار دارند و برای انجام مرورهای سیستماتیک و متاآنالیزها بسیار مناسب هستند [۱۷]. اسکوپوس و وب‌آف‌ساینس به‌طور گسترده‌ای در تحقیقات علمی استفاده می‌شوند [۳۲]. این پایگاه‌ها امکان جستجوی پیشرفته و استفاده از عملگرهای بولی را فراهم می‌کنند، که این ویژگی برای انجام جستجوهای سیستماتیک و کاهش خطاهای انسانی ضروری است [۷]. علاوه بر این، مطالعات اخیر نشان داده‌اند که اسکوپوس و وب‌آف‌ساینس در مقایسه با سایر سیستم‌های جستجو مانند گوگل اسکولار، از نظر دقت و یادآوری عملکرد بهتری دارند و نتایج جستجو در این پایگاه‌ها تکرارپذیرتر است [۱۷]. این ویژگی‌ها باعث گردید که این دو پایگاه داده به‌عنوان منابع اصلی برای شناسایی شواهد علمی در مرورهای سیستماتیک و حوزه‌های میان‌رشته‌ای مانند صنعت ۴.۰ و سلامت انتخاب شدند.

بسیاری از محققین برای یافتن مقالات باکیفیت و مرور سیستماتیک به پایگاه داده‌های اسکوپوس و وب‌اف‌ساینس اتکام ی‌کنند. برای جستجوی مقالات مورد نظر از روش پسرو- پیشرو ۱استفاده شده است. جستجو، یافتر کردن و انتخاب مقالات بر اساس دستورالعمل‌های متد گزارش‌دهی اولویت داده شده برای بررسی‌های سیستماتیک و متا-آنالیزها ۲(PRISMA) انجام شد که در شکل ۱ نشان داده شده است. متد PRISMA یک رویکرد معتبر و گسترده برای ارائه یک بررسی سیستماتیک محسوب می‌شود [۳۱].

برای حفظ تمرکز بر هدف مطالعه در جستجوی اول کلمات "سلامت" و "صنعت ۴.۰" جستجو شدند که منجر به استخراج ۱۳۱۹ مقاله از اسکوپوس و ۱۰٤٤ مقاله از وب‌اف‌ساینس شد. پس از تحلیل عنوان، ۱۲۳۵ مقاله حذف شدند، پس از بررسی کلمات کلیدی و چکیده، به ٥۲۰ مقاله از اسکوپوس و ۱٤۹ مقاله از وب‌اف‌ساینس رسیدیم. داده‌های ٦٦۹ مقاله به فایل اکسل وارد شد تا برای بررسی کامل‌تر آماده شوند. با استفاده از ابزارهای تکرار در اکسل، مقالات تکراری شناسایی و حذف شدند .یک ناظر مستقل به جز نویسنده عناوین و چکیده‌های ۳٤٦ مقاله را ارزیابی کرد. حذف تعارض‌ها و اختلافات در مورد انتخاب مقاله، با بحث و توافق رفع شد. در نهایت پس از بررسی با توجه به معیارهای شمول و عدم شمول، جمعاً ۳٤ مقاله برای مرور جامع شناسایی شدند. بیشترین تعداد مقالات استخراج شده، مقالات چاپ شده در ژورنال‌ها به تعداد ۲٦ مقاله بوده‌اند. همچنین ٦ مورد مقالات کنفرانسی و دو مورد مقالاتی بودند که به‌عنوان بخشی از یک کتاب مقالات گردآوری‌شده بوده‌اند. از نظر سال انتشار، بیشترین فراوانی مربوط به سال ۲۰۲۲ با ۱۱ مقاله بوده است. پس از آن، سال ۲۰۲۰ با ۷ مقاله، سال ۲۰۲۱ با ٦ مقاله، سال ۲۰۲۳ با ٥ مقاله، سال ۲۰۱۹ با ۳ مقاله، و در نهایت سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ هرکدام با ۱ مقاله قرار دارند.

1. Forward and backward
2. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

شکل ۲. فرآیند مروری ادبیات بر اساس متد *PRISMA*



گام سوم: انتخاب

در نتیجه جست‌وجو و بررسي مجلات منتخب و با استفاده از واژه‌های کلیدي مد نظر، درمجموع ۳٤ مقاله انتخاب شدند؛ سپس متناسب با ماهیت این پژوهش، معیارهاي پذیرش و عدم پذیرش دیگري نیز براي تعیین محدوده پژوهش به منظور انتخاب یا حذف مقالات، در نظر گرفته شدند. در مطالعات کیفی، رسیدن به اندازه نمونه ۱۲ مقاله یا کمتر عادی است. اگر نمونه به دست آمده دقیق و به صورت سیستماتیک، با رعایت اصول کیفی، انتخاب و بررسی شود، بدون شک تمام اطلاعاتی را که محقق در جستجوی آن است، پوشش می‌دهد [۲۷, ۴۳].

در این پژوهش برای تعیین دقت، اعتبار مقالات انتخاب شده از ابزار برنامه مهارت ارزیابی حیاتی[1] (CASP) استفاده شده است. این ابزار به محقق در برآورد دقت، اعتبار و اهمیت مطالعات کیفی کمک می‌کند. بدین منظور یک فرم با استفاده از معیارهای ارزیابی CASP ایجاد و به هر سؤال برای اساس محتویات هر مقاله امتیازی داده شد. ارزیابی مقالات بر اساس ده معیار برنامه مهارت ارزیابی حیاتی (و با توجه به امتیازات داده شده توسط نویسنده و تیم خبرگان) صورت گرفته است. بر اساس امتیازهاي اخذ شده ۳٤ مقاله برگزیده شدند، حداقل میانگین امتیاز داده شده به مقالات ۳۲ و حداکثر امتیاز داده شده ٤۷ بوده است که در رنج امتیازی عالی(٤۰-۵۰) و خیلی خوب(۳۱-٤۰) می‌باشد.

برای کنترل مفاهیم استخراجی و ارزیابی پایایی، از مقایسه نظرات پژوهشگر با یک خبره دیگر استفاده شد. فرایند کدگذاری داده‌ها توسط دو کدگذار مستقل (یکی از پژوهشگران اصلی و یک خبره دیگر) انجام گردید. پس از تکمیل کدگذاری اولیه، کدها و مقوله‌های استخراج شده با یکدیگر مقایسه شدند و در موارد اختلاف، با برگزاری جلسه بحث و مراجعه مجدد به متن کامل مقالات و مبانی نظری، توافق حاصل گردید. میزان توافق بین دو کدگذار با استفاده از شاخص کاپای کوهن محاسبه شد که مقدار آن ۰.۷۱۲ به دست آمد و بیانگر توافق خوب بین کدگذاران بود.

1. Critical Appraisal Skills Program

زمانی که دو رتبه‌دهنده پاسخی را ارزیابی می‌کنند، برای سنجش میزان توافق بین آن‌ها از شاخص کاپای کوهن[1] استفاده می‌شود. این شاخص تنها در شرایطی کاربرد دارد که سطح سنجش متغیرها یکسان و تعداد طبقات آن‌ها برابر باشد. مقدار شاخص کاپا بین صفر تا یک متغیر است؛ هرچه این مقدار به عدد یک نزدیک‌تر باشد، توافق بیشتری بین ارزیابان وجود دارد و نزدیک‌تر بودن به صفر بیانگر توافق کمتر است [۵۰]. فرمول شاخص کاپا به صورت زیر بیان می‌شود:

$$kappa = \frac{po - pe}{1 - pe} \qquad (۱)$$

که در آن:

Po: توافقات مشاهده شده، و

Pe: توافقات مورد انتظار است

درواقع کاپا روشی برای تائید پایایی مؤلفه‌های استخراج شده توسط دو کدگذار بوده است. برای کنترل نتایج استخراجی، از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. با توجه به تعداد تم‌هاي ایجاد شده مشابه و مختلف مقدار شاخص کاپا برابر ۰/۷۱۲ به دست می‌آید که با توجه به قرار گرفتن ضریب در محدوده ۰/۶۱ – ۰/۸۰ می‌توان اظهار داشت ضریب توافق در سطح خوبی واقع شده و مقالات استخراج شده با روش مرور سیستماتیک از پایایی خوبی برخوردارند خطای استاندارد این مقدار ۰/۱۱۵ گزارش شده و مقدار تقریبی T برابر با ۵/۲۷۵ است. همچنین، سطح معناداری آزمون (Sig.)کمتر از ۰/۰۰۱ بوده که حاکی از معناداری آماری توافق به‌دست‌آمده است.

گام چهارم: تحلیل

در پژوهش حاضر، ابتدا تمام عوامل استخراج شده از مطالعه مقالات به عنوان کد در نظر گرفته شده و سپس با در نظر گرفتن مفهوم و محتوای هریک از این کدها، آن‌ها را در یک مقوله مشابه دسته‌بندی کرده تا به این ترتیب مفاهیم و مقوله‌های پژوهش با ترکیب کدهای مشابه شکل داده شد. سپس کدهای کلیدی مرتبط شناسایی و دسته‌بندی شد. اطلاعات مقالات به صورت منبع هر مقاله، نام و نام خانوادگی نویسنده، سال انتشار، نوع مقاله، محل چاپ و اطلاعات کلیدی مربوط به سؤال پژوهش ثبت شد. در این مرحله منابع منتخب و نهایی مجدداً به طور کامل مطالعه شدند و موانع مؤثر بر استقرار صنعت سلامت مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم از متن مقالات استخراج شدند که در مجموع ۱۱٤ کد شناسایی شد .در نهایت این کدها با توجه به مبانی نظری پژوهش و شهود پژوهشگر در ٦ بُعد و ۲۰ کد مقوله‌بندی شدند.

جدول ۱. موانع استخراج شده از فرایند مرور سیستماتیک

ابعاد	کد	منابع
بعد سازمانی	عدم تعهد از سوی مدیران ارشد تغییر شیوه‌های مدیریتی مقررات دولتی مشارکت و آگاهی پایین افراد نبود فرهنگ صنعت ۴.۰ در سازمان ضعف در نظام مالکیت فکری نبود استراتژی دیجیتال عدم سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	[۲, ۳, ۵, ۱۰, ۲۵, ۲۶, ۳۳, ۳۸, ۴۵]
بعد مدیریت منابع انسانی	نبود کارکنان خبره و ماهر و فقدان تخصص فنی مقاومت کارکنان در برابر تغییر	[۳, ۵, ۸, ۲۵, ۳۳]

1. Cohen

ابعاد	کد	منابع
بعد فنی	حفظ حریم خصوصی داده‌ها و امنیت داده‌های حساس نبود قوانین یکپارچه برای تبادل اطلاعات بالینی نبود زیرساخت مناسب نبود / عدم توافق استانداردها	[۱, ۳, ۵, ۶, ۲۵, ۲۶, ۲۸, ۳۴, ۳۶, ۴۵]
بعد اجتماعی	عدم هماهنگی و همکاری بین ارکان مختلف زنجیره تأمین عدم آمادگی فرهنگی جامعه در پذیرش استفاده از فناوری‌های هوشمند در سیستم سلامت	[۳،۱۰،۱۱،۱۹،۲۵،۴۶]
بعد سیاسی	مسائل قانونی (نبود چارچوب قانونی) عدم وجود محرک‌ها و مشوق‌های کافی از سوی دولت	[۳،۶،۸،۳۶]
بعد اقتصادی	هزینه سرمایه‌گذاری بالا عدم شفافیت در مورد منافع اقتصادی	[۲۰،۶،۴۶]

تائید شاخص‌ها توسط خبرگان. پس از استخراج شاخص‌ها از طریق فرایند مرور سیستماتیک، شاخص‌ها از طریق پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفت تا بررسی و تائید شوند. جامعه آماری این پژوهش خبرگان حوزه سلامت و صنعت ۴.۰ به تعداد ده نفر بودند. خبرگان این پژوهش از بین افرادی انتخاب شدند که تخصص و تجربه مناسب در زمینه‌های مرتبط با فناوری‌های پیشرفته، نوآوری‌های دیجیتال، و انقلاب صنعتی چهارم داشتند. این افراد معمولاً دانش و تجربه عمیقی در حوزه‌هایی مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، تحلیل کلان داده، رباتیک، اتوماسیون، وسیستم‌های سایبر-فیزیکی داشتند. علاوه بر این، تعدادی از این افراد در پیاده‌سازی پروژه‌های نوآوری‌های صنعتی، تحول دیجیتال، و استراتژی‌های سازمانی مرتبط با این فناوری‌ها تجربه داشتند. بیشتر این افراد در پیاده‌سازی پروژه‌های مرتبط با تحول دیجیتال و فناوری‌های نوظهور سابقه فعالیت داشتند. با توجه به روش پژوهش کیفی و محدودیت جامعه متخصصان، از روش نمونه‌گیری هدفمند برای انتخاب این خبرگان استفاده شد. هدف از این نمونه‌گیری انتخاب افرادی بود که دانش عمیق در حوزه‌های مرتبط با موضوع پژوهش داشته باشند.

روایی پرسشنامه از دو روش روایی محتوا و روایی صوری آزمون گردیده است. از نظر روایی محتوا، متغیرهای اصلی پرسشنامه، به صورت کامل از طریق مرور سیستماتیک ادبیات موضوع استخراج شده‌اند. از نظر روایی صوری نیز پرسشنامه مورد استفاده در این تحقیق توسط ۵ نفر از خبرگان دانشگاهی مورد ارزیابی قرار گرفته است جهت تعیین پایایی پرسشنامه نیز، از روش آزمون مجدد استفاده شده است. به همین منظور، پرسشنامه‌ها در بین این ۵ نفر در دو بازه زمانی با اختلاف ۱۴ روز توزیع گردید. نتایج حاصل ضریب همبستگی به میزان ۰/۸۹ را نشان داد

٤. تحلیل داده ها و یافته های پژوهش

در گام نخست تحلیل داده‌ها با استفاده از روش دیمتل الگوی روابط علی میان شاخص‌ها شناسایی شد. روش دیمتل یک رویکرد تصمیم‌گیری چندمعیاره است که برای بررسی و تحلیل روابط متقابل بین معیارها و تعیین میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر عامل نسبت به عوامل دیگر به‌کار می‌رود. این روش با شناسایی متغیرهایی آغاز می‌شود که مرتبط با مسئله یا موضوع مورد بررسی هستند و سپس با دریافت قضاوت‌های خبرگان، شدت روابط بین آن‌ها سنجیده می‌شود.

در این پژوهش، پس از شناسایی متغیرها از طریق مرور سیستماتیک، جهت انعکاس روابط درونی میان معیارهای اصلی از دیدگاه خبرگان استفاده شد. ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه مقیاس لیکرت بود که شدت ارتباط بین هر دو معیار را در پنج سطح از بدون تأثیر تا تأثیر بسیار زیاد ارزیابی می‌کرد. پس از تأیید شاخص‌ها توسط خبرگان و بررسی روایی و پایایی، پرسشنامه بین ۱۰ نفر از خبرگان توزیع شد .

در ادامه، داده‌های حاصل به‌صورت میانگین‌گیری ساده تجمیع شده و ماتریس ارتباط مستقیم تشکیل گردید. سپس با نرمال‌سازی این ماتریس و استفاده از روابط ریاضی مربوط به روش دیمتل، ماتریس ارتباط کامل به‌دست آمد. این ماتریس مبنای محاسبه شاخص‌های قدرت تأثیرگذاری و قدرت تأثیرپذیری هر معیار قرار گرفت و عوامل بر اساس این شاخص‌ها در گروه‌های علت و معلول دسته‌بندی شدند .

از نظر موقعیت سازمانی، تیم خبرگان این پژوهش شامل ۷ نفر عضو هیئت علمی دانشگاه‌های علوم پزشکی و غیرعلوم‌پزشکی با تخصص در حوزه‌های مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، سلامت دیجیتال و مهندسی پزشکی و مدیریت فناوری اطلاعات، ۲ نفر مدیر بیمارستان‌های تخصصی با تجربه اجرایی در پیاده‌سازی فناوری‌های نوین سلامت، و ۱ نفرمدیر برنامه‌ریزی و توسعه سلامت دیجیتال در یکی از دانشگاه‌های علوم پزشکی بود. این ترکیب، نمایانگر تنوع دیدگاه‌های دانشگاهی، مدیریتی و اجرایی در حوزه سلامت ۴.۰ بوده و امکان بررسی جامع موانع و راهکارهای استقرار این فناوری را فراهم ساخت از منظر جنسیت ۷ نفر از خبرگان مرد و ۳ نفر زن بودند. از منظر تحصیلات همگی دارای مدرک دکترا بوده‌اند. از منظر سابقه‌کاری نیز ۸ نفر بین ۱۰ تا ۲۰ سال و ۲ نفر بیش از ۲۰ سال سابقه‌کاری در حوزه‌های مرتبط داشتند.

با توجه به این که از دیدگاه ۱۰ خبره استفاده شده بود، نظرات آن‌ها برای هر جفت معیار بر اساس مقیاس لیکرت ثبت و با روش میانگین‌گیری حسابی ساده تجمیع شد تا یک ماتریس اجماعی واحد به‌دست آید و ماتریس ارتباط مستقیم (X) تشکیل گردد. پس از آن، ابتدا ماتریس نرمال‌شده سازه‌های پژوهش شکل گرفت و در نهایت با استفاده از فرمول‌های مربوطه، ماتریس ارتباط کامل محاسبه شد. ماتریس ارتباط کامل برای ۲۰ مؤلفه در جدول شماره ۵ ترسیم شده است.

جدول ۲. ماتریس ارتباط کامل سازه‌های پژوهش

T	C۰۱	C۰۲	C۰۳	C۰۴	C۰۵	C۰۶	C۰۷	C۰۸	C۰۹	C۱۰	C۱۱	C۱۲	C۱۳	C۱۴	C۱۵	C۱۶	C۱۷	C۱۸	C۱۹	C۲۰
C۰۱	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۱۲
C۰۲	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۸
C۰۳	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۴
C۰۴	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۱
C۰۵	۰/۲۱	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۰
C۰۶	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۸
C۰۷	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳
C۰۸	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۲
C۰۹	۰/۲۴	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۳	۰/۱۲
C۱۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۲
C۱۱	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۸	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۲
C۱۲	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۱۰
C۱۳	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۶
C۱۴	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۵
C۱۵	۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۱۲
C۱۶	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۴
C۱۷	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۶
C۱۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵
C۱۹	۰/۲۴	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۱۶	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۰۹	۰/۱۵
C۲۰	۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۱۹	۰/۱۷	۰/۱۳	۰/۰۸

در این مرحله از ماتریس ارتباط کامل به عنوان ورودی مدلسازی ساختاری-تفسیری استفاده گردید. ماتریس ارتباط کامل می‌تواند به عنوان یکی از ورودی‌های مدلسازی ساختاری-تفسیری مورد استفاده قرار گیرد و با استفاده از آن روابط و ارتباطات بین مولفه‌ها را مدلسازی و تحلیل شود [۹ و ۴۴]. در این روش ابتدا میانگین مقادیر ماتریس ارتباط کامل محاسبه می‌گردد. همه مقادیر بزرگتر از عدد حاصل ۱ و مقادیر کوچکتر یا مساوی با آستانه تحمل، ۰ در نظر گرفته می‌شود. مقادیر قطر اصلی نیز در هر صورت عدد ۱ درج می‌شود. این یک ماتریس دو ارزشی صفر و

یک، ماتریس دریافتی[1] (RM) می‌باشد. همچنین برای اطمینان باید روابط ثانویه کنترل شود. به این معنا که اگر A منجر به B شود و B منجر به C شود در این صورت باید A منجر به C شود .ماتریس دسترسی نهایی در جدول ۳ ارائه شده است

جدول ۳. ماتریس دستیابی نهایی سازه‌های پژوهش

RM	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
C01	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
C02	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C03	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C04	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
C05	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰
C06	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
C07	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C08	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰
C09	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
C10	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
C11	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
C12	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰
C13	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C14	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰
C15	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
C16	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
C17	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
C18	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
C19	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
C20	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

پس از تشکیل ماتریس دستیابی برای تعیین روابط و سطح بندی سازه‌های پژوهش باید «مجموعه دستیابی» و «مجموعه پیش‌نیاز» شناسایی شود. برای متغیر C_i مجموعه دستیابی (خروجی یا اثرگذاری‌ها) شامل متغیرهایی است که از طریق متغیر C_i می‌توان به آنها رسید. مجموعه پیش‌نیاز (ورودی یا اثرپذیری‌ها) شامل متغیرهایی است که از طریق آنها می‌توان به متغیر C_i رسید.

جدول ۴. مجموعه پیش‌نیاز، دستیابی و سطح‌بندی سازه‌های پژوهش

	خروجی: اثرگذاری	ورودی: اثرپذیری	اشتراک	سطح
C 01	C01,C02,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17	C01,C02,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C17,C19,C20	C01,C02,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C17	۴
C 02	C01,C02,C12	C01,C02,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15,C19,C20	C01,C02,C12	۱
C 03	C01,C02,C03,C04,C05,C06,C07,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17,C18,C19,C20	C03,C04,C05,C09,C10,C11,C15,C19,C20	C03,C04,C05,C09,C10,C11,C15,C19,C20	۵
C 04	C01,C02,C03,C04,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17	C03,C04,C09,C15,C19,C20	C03,C04,C09,C15	۵
C 05	C01,C02,C03,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C17,C18	C01,C03,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15,C19,C20	C01,C03,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C15	۲
C 06	C01,C02,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15,C19,C20	C01,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C15	۲
C 07	C07	C03,C07	C07	۱
C 08	C01,C02,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15,C19,C20	C01,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C15	۴
C 09	C01,C02,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17,C18	C03,C04,C09,C10,C15,C19,C20	C03,C04,C09,C10,C15	۵
C 10	C01,C02,C03,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17,C18	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15,C19,C20	C01,C03,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15	۴

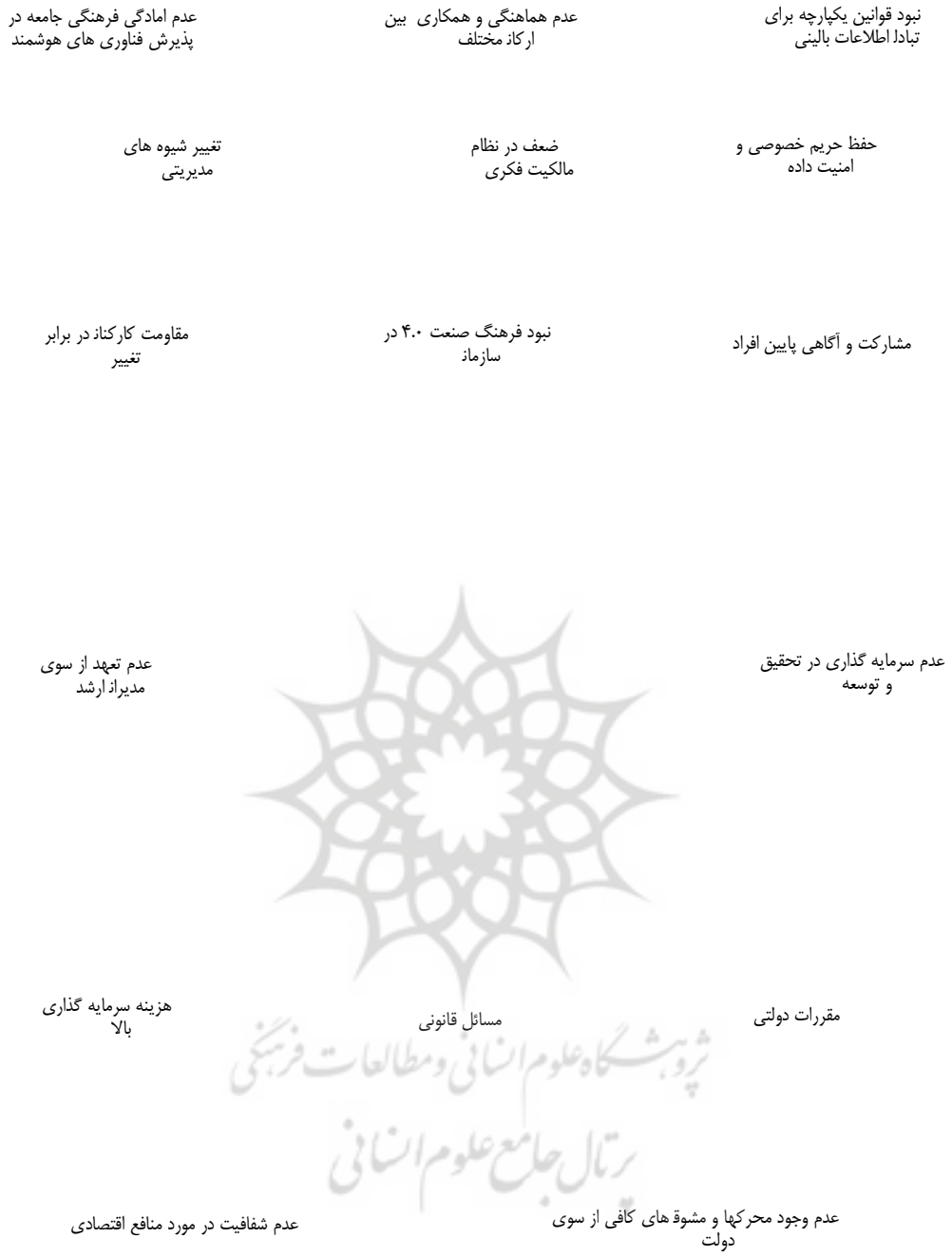
[1] Reachability matrix(RM)

	خروجی: اثرگذاری	ورودی: اثرپذیری	اشتراک	مجموع
C11	C01,C02,C03,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17,C18	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15,C19,C20	C01,C03,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C15	۴
C12	C01,C02,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C17,C18	C01,C02,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C15,C16,C17,C18,C19,C20	C01,C02,C05,C06,C08,C10,C11,C12,C13,C15,C17,C18	۲
C13	C01,C12,C13	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C15,C19,C20	C01,C12,C13	۱
C14	C01,C14	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C14,C15,C19,C20	C01,C14	۱
C15	C01,C02,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17,C18	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15,C19,C20	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15	۴
C16	C12,C16	C01,C03,C04,C08,C09,C10,C11,C15,C16,C19,C20	C16	۳
C17	C01,C12,C17	C01,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C15,C17,C19,C20	C01,C12,C17	۱
C18	C12,C18	C03,C05,C09,C10,C11,C12,C15,C18,C19,C20	C12,C18	۱
C19	C01,C02,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17,C18,C19,C20	C03,C19,C20	C03,C19,C20	۶
C20	C01,C02,C03,C04,C05,C06,C08,C09,C10,C11,C12,C13,C14,C15,C16,C17,C18,C19,C20	C03,C19,C20	C03,C19,C20	۶

در این گام با استفاده از سطوح به دست آمده از معیارها، شبکه تعاملات مدلسازی ساختاری - تفسیری رسم می‌شود. اگر بین دو متغیر i و j رابطه باشد آن را به وسیله یک پیکان جهت‌دار نشان می‌دهیم. دیاگرام نهایی بر اساس سطوح به دست آمده و طبق ماتریس دستیابی نهایی ترسیم می‌گردد. با توجه به سطوح هر یک از معیارها و همچنین ماتریس دسترس‌پذیری نهایی، مدل اولیه ساختاري تفسيري با در نظر گرفتن انتقال‌پذیری‌ها رسم می‌شود. معیارهایی که در سطوح بالاي سلسله مراتب قرار دارند از تأثیرگذاري کمتري برخوردارند، در واقع می‌توان بیان داشت که این معیارها بیشتر برگرفته از معیارهاي سطوح پایین‌تر هستند. هر چه معیارها در سطوح پایین‌تری قرار داشته باشند تأثیرات بیشتري بر کلیه عناصر سیستم دارند.

به‌منظور اطمینان از روایی و پایایی، شاخص‌های شناسایی‌شده توسط خبرگان حوزه سلامت و صنعت ٤/٠ که همگی دارای حداقل ده سال تجربه تخصصی یا پژوهشی بودند، مورد تأیید قرار گرفت. کیفیت مقالات انتخاب‌شده در مرحله مرور سیستماتیک با استفاده از چک‌لیست CASP ارزیابی شد و تنها مقالاتی که امتیاز کافی کسب کردند، وارد تحلیل گردیدند. در فرآیند کدگذاری، دو کدگذار مستقل مشارکت داشتند و میزان توافق آن‌ها با شاخص کاپای کوهن (۰/۷۱۲) محاسبه شد که بیانگر توافق خوب بود. در بخش کمی، سازگاری قضاوت‌های خبرگان با استفاده از میانگین‌گیری حسابی ساده و بازبینی چندباره نتایج توسط پژوهشگران تضمین شد .

بر اساس نتایج تحلیل، مولفه‌های استخراج شده در شش سطح طبقه‌بندي شدند الگوی سازه‌های پژوهش در شکل ۳ نمایش داده شده است.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل ۳. مدل پایه‌اي توسعه داده شده با روش مدل‌سازی ساختاری - تفسیری

قدرت نفوذ-وابستگی متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۵ ارائه شده است

جدول ۵. قدرت نفوذ و میزان وابستگی

متغیرهای پژوهش	میزان وابستگی	قدرت نفوذ	تعاملات	رتبه
عدم تعهد از سوی مدیران ارشد	۱۷	۱۳	۳۰	۲
تغییر شیوه‌های مدیریتی	۱۴	۳	۱۷	۱۴
مقررات دولتی	۹	۲۰	۲۹	۴
نبود چارچوب قانونی	۶	۱۵	۲۱	۱۳
مشارکت و آگاهی پایین	۱۲	۱۴	۲۶	۷
نبود فرهنگ صنعت ۴٫۰ در سازمان	۱۳	۱۲	۲۵	۹
ضعف در نظام مالکیت فکری	۲	۱	۳	۲۰
نبود استراتژی دیجیتال	۱۳	۱۳	۲۶	۷
هزینه سرمایه‌گذاری بالا	۷	۱۷	۲۴	۱۰
عدم سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه	۱۳	۱۶	۲۹	۴
نبود کارکنان خبره و فقدان تخصص فنی	۱۳	۱۵	۲۸	۶
مقاومت کارکنان در برابر تغییر	۱۸	۱۳	۳۱	۱
حفظ حریم خصوصی داده‌ها و امنیت داده	۱۴	۳	۱۷	۱۴
نبود قوانین یکپارچه برای تبادل اطلاعات بالینی	۱۴	۲	۱۶	۱۷
نبود زیرساخت مناسب	۱۳	۱۷	۳۰	۲
نبود / عدم توافق استانداردها	۱۱	۲	۱۳	۱۸
عدم هماهنگی و همکاری بین ارکان مختلف	۱۴	۳	۱۷	۱۴
عدم آمادگی فرهنگی جامعه در پذیرش فناوری‌های هوشمند	۱۰	۲	۱۲	۱۹
عدم وجود محرک‌ها و مشوق‌های کافی از سوی دولت	۳	۱۹	۲۲	۱۱
عدم شفافیت در مورد منافع اقتصادی	۳	۱۹	۲۲	۱۱

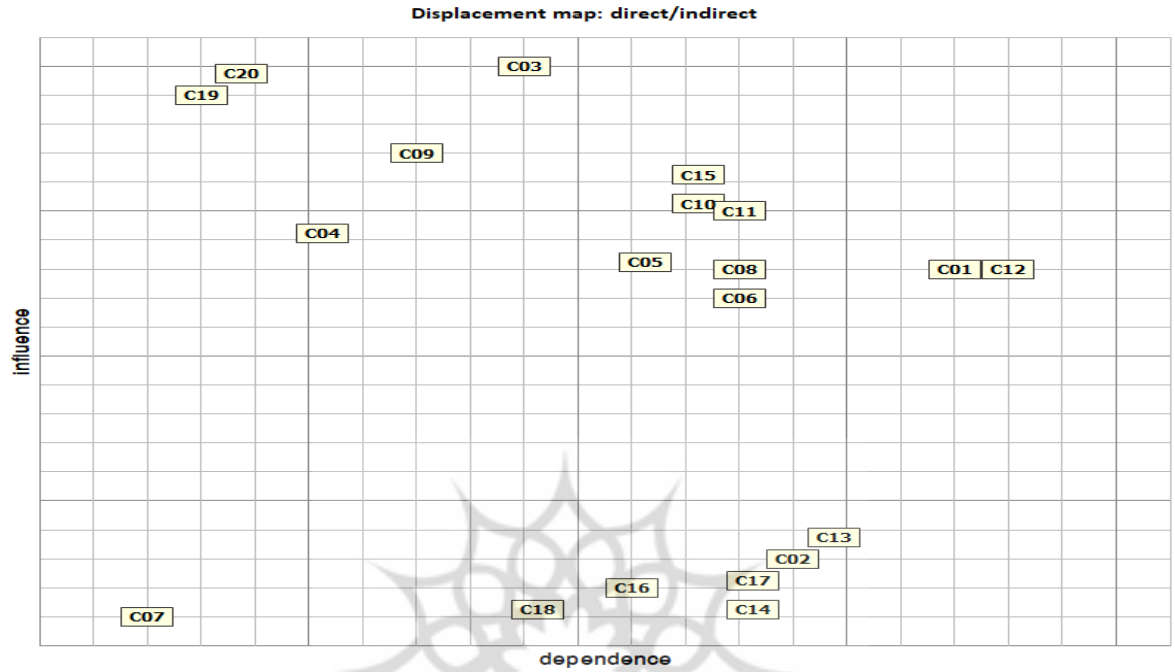
در ادامه، تجزیه و تحلیل میک مک با هدف تشخیص و تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی متغیرها، انجام شد هدف از این تحلیل، تشخیص و تحلیل قدرت نفوذ و وابستگی متغیرها و دسته‌بندی مؤلفه‌های یک سیستم پیچیده بر اساس شدت اثرگذاری و شدت اثرپذیری آن‌هاست. در این مرحله از طریق جمع‌کردن ورودی‌های یک در هر سطر، قدرت نفوذ و همچنین جمع ورودی‌های یک در هر ستون، میزان وابستگی متغیرها به دست می‌آید. در تجزیه تحلیل نمودارِ قدرت- نفوذ، متغیرها به چهار ناحیه تقسیم می‌شوند .

متغیرهای مستقل: متغیرهایی که دارای قدرت نفوذ زیاد ولی وابستگی ضعیف می‌باشند، جزء دسته‌ی متغیرهای نفوذی یا به عبارت دیگر محرک قرار می‌گیرند. عواملِ با قدرت نفوذ بالا که در این ناحیه قرار می‌گیرند جز فاکتورهای کلیدی هستند و براي شروع کارکرد سیستم باید در وهله‌ي اول بر آن‌ها تأکید کرد سازه‌های مقررات دولتی، نبود چارچوب قانونی، هزینه سرمایه‌گذاری بالا، عدم وجود محرک‌ها و مشوق‌های کافی از سوی دولت و عدم شفافیت در مورد منافع اقتصادی در ناحیه مستقل قرار دارند.

متغیرهای وابسته: این نوع از متغیرها دارای قدرت نفوذ کم ولی وابستگی نسبتاً بالا می‌باشند. براي ایجاد یا تقویت این دسته از مؤلفه‌ها، عوامل زیادي دخالت دارند و خود آن‌ها کمتر مي‌توانند زمینه‌ساز متغیرهاي دیگر شوند. این دسته از متغیرها معمولاً متغیرهای نتیجه یا هدف هستند. سازه‌های تغییر شیوه‌های مدیریتی، حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها، نبود قوانین یکپارچه برای تبادل اطلاعات بالینی، نبود/ عدم توافق استانداردها و عدم هماهنگی و همکاری بین بخش‌های مختلف در ناحیه سازه‌های وابسته قرار دارند.

متغیرهای پیوندی: سومین دسته متغیرهایی هستند که دارای قدرت نفوذ زیاد و وابستگی زیاد می‌باشند. این متغیرها غیر ایستا هستند، زیرا هر نوع تغییر در آنان می‌تواند سیستم را تحت تأثیر قرار دهد و درنهایت بازخور سیستم نیز می‌تواند این متغیرها را دوباره تغییر دهد. سازه‌های عدم تعهد مدیران ارشد، مشارکت و آگاهی پایین، نبود فرهنگ صنعت ٤٫٠، نبود استراتژی دیجیتال، عدم سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، نبود کارکنان خبره و فقدان تخصص فنی، مقاومت کارکنان در برابر تغییر و نبود زیرساخت مناسب در ناحیه سازه‌های پیوندی قرار دارند.

متغیرهای خودمختار: این دسته شامل متغیرهایی است که دارای قدرت نفوذ و وابستگی ضعیف و متوسط می‌باشند. این متغیرها نسبتاً غیر متصل به سیستم هستند و داراي ارتباطات کم و ضعیف با سیستم می‌باشند ضعف در نظام مالکیت فکری و عدم آمادگی فرهنگی جامعه در پذیرش استفاده از فناوری‌های هوشمند نیز در ناحیه خودمختار قرار گرفتند.



شکل ٤. ماتریس قدرت نفوذ- وابستگی

همچنین به منظور تبیین نوآوری پژوهش و مقایسه یافته‌های حاصل با ادبیات پیشین، موانع شناسایی‌شده در این مطالعه با نتایج مطالعات قبلی تطبیق داده شد. در این مقایسه، تفاوت‌ها و نوآوری‌های این پژوهش نیز مشخص گردیده است. جدول ٦، خلاصه‌ای از این مقایسه را ارائه می‌دهد.

جدول ۶. مقایسه موانع استخراج‌شده در این پژوهش با مطالعات پیشین

موانع شناسایی‌شده	مطالعات پیشین مرتبط	نوآوری در مقایسه با مطالعات پیشین
نبود مشوق‌ها و حمایت‌های دولتی	[۳۶،۸،۳۶]	تأکید بر نقش سیاست‌های حمایتی به‌عنوان عامل ریشه‌ای و ارتباط آن با سایر موانع ساختاری در مدل نهایی
عدم شفافیت منافع اقتصادی	[۲۰،۶،۴۶]	ترکیب تحلیل ابهام اقتصادی با ارزیابی بازگشت سرمایه در پروژه‌های سلامت4.0
هزینه بالای سرمایه‌گذاری	[۲۰،۶،۴۶]	تبیین ارتباط هزینه‌های سرمایه‌گذاری با موانع مدیریتی و قانونی در استقرار فناوری
مقررات ناکافی و نبود چارچوب قانونی	[۳۶،۸،۳۶]	ادغام دو مانع مقررات ناکافی و نبود چارچوب قانونی در یک بعد تحلیلی و سنجش اثر آن در سطوح مدل
مسائل امنیت و حریم خصوصی داده‌ها	[۱, ۳, ۵, ۶, ۲۵, ۲۶, ۲۸, ۳۴, ۳۶, ۴۵]	بررسی امنیت داده‌ها از منظر سیاست‌گذاری کلان و پیوند آن با اعتماد عمومی به فناوری
عدم استانداردسازی	[۱, ۳, ۵, ۶, ۲۵, ۲۶, ۲۸, ۳۴, ۳۶, ۴۵]	شناسایی و تحلیل عدم استانداردسازی به‌عنوان مانع کلیدی تعامل‌پذیری بین‌المللی در حوزه سلامت

موانع شناسایی‌شده	مطالعات پیشین مرتبط	نوآوری در مقایسه با مطالعات پیشین
چالش‌های تعامل‌پذیری داده‌ها	[۱, ۳, ۵, ۶, ۲۵, ۲۶, ۲۸, ۳۴, ۳۶, ۴۵]	پیوند چالش تعامل‌پذیری داده‌ها با ضعف زیرساخت و ناهمگونی سیستم‌ها
مقاومت در برابر تغییر	[۳, ۵, ۸, ۲۵, ۳۳]	طبقه‌بندی مقاومت کارکنان به‌عنوان مانع وابسته و پیشنهاد مداخلات فرهنگی
پیچیدگی‌های مدیریتی	[۲،۳،۵،۱۰،۲۵،۲۶،۳۳،۳۸،۴۵]	تحلیل پیچیدگی‌های مدیریتی به‌عنوان پیامد زنجیره‌ای موانع ریشه‌ای و پیوند آن با عدم هماهنگی بین ارکان

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پیشرفت‌های انقلاب صنعتی چهارم در حوزه‌هایی مانند ژنتیک و پزشکی، امکانات نوآورانه‌ای برای ارتقای سلامت، افزایش طول عمر و بهبود کیفیت زندگی ایجاد کرده‌اند، اما این تحولات با چالش‌هایی جدی همچون نابرابری دسترسی، مسائل اخلاقی، و حفاظت از داده‌ها همراه هستند. ساختارها و قوانین موجود نظام سلامت برای همگامی با این تغییرات نیازمند بازنگری اساسی‌اند. شورای جهانی آینده سلامت نیز بر ضرورت همکاری بین‌المللی، ارتقای آموزش، و مدرن‌سازی ساختارهای مدیریتی به‌منظور بهره‌گیری بهینه از این فناوری‌ها و مدیریت خطرات اجتماعی آن‌ها تأکید کرده است [۱۶]. انقلاب صنعتی چهارم با تغییر رویکردهای تشخیص و درمان، بازتعریف رابطه حرفه‌ای میان پزشکان و بیماران، و بهینه‌سازی سازمان‌دهی سیستم‌های بهداشتی، در حال متحول ساختن حوزه سلامت است [۴]. ادغام فناوری‌های پیشرفته این انقلاب با نظام سلامت، پتانسیل دستیابی به حداکثر بازده با حداقل استفاده از منابع را دارد و می‌تواند افق‌های جدیدی را برای ارتقای خدمات و تجربه بیماران بگشاید. در چنین شرایطی، مؤسسات بهداشتی ناگزیرند تغییرات فناوری را دنبال کنند تا هم شرایط رقابتی خود را حفظ کنند و هم خدماتی کارآمدتر ارائه دهند. بیماران امروز ترجیح می‌دهند از مراکزی خدمات بگیرند که از نظر فناوری پیشرو باشند. این امر نه تنها کیفیت خدمات را افزایش می‌دهد، بلکه موجب نوآوری‌های پزشکی، پیشگیری از بیماری‌ها و کنترل مؤثر اپیدمی‌ها نیز می‌شود [۳۵].

با وجود این مزایا، صنعت سلامت در مقایسه با سایر صنایع در پذیرش فناوری‌های نوین کندتر عمل کرده است. تحقیقات نشان می‌دهد که این صنعت از نظر بلوغ دیجیتال، اغلب در کنار بخش‌هایی مانند کشاورزی و ساخت‌وساز در پایین‌ترین رتبه‌ها قرار دارد. چالش‌های موجود شامل مقاومت بیماران و کارکنان به دلیل عوامل فرهنگی و کمبود مهارت‌های فناوری اطلاعات، نبود شواهد کافی درباره صرفه‌جویی هزینه‌ها، کمبود منابع مالی، و ابهام در بازده اقتصادی پروژه‌ها است. علاوه بر این، موانع قانونی همچون نبود چارچوب‌های بین‌المللی و سیاست‌های مشخص برای حفظ محرمانگی داده‌ها، احراز هویت و مسئولیت‌پذیری پزشکی، و همچنین مشکلات فنی مانند پیچیدگی سیستم‌ها و آسیب‌پذیری‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، اجرای این فناوری‌ها را دشوار می‌سازد [۴۷].

از سوی دیگر، بخش سلامت یکی از پرداده‌ترین صنایع است که منابع عظیمی از اطلاعات حساس بیماران را در اختیار دارد. با این حال، مشکلاتی در تبادل داده‌ها، اشتراک‌گذاری اطلاعات و تأمین امنیت آن‌ها وجود دارد. پراکندگی سازمانی، تنوع و پیچیدگی ساختارها، و عدم تمایل به همکاری به‌دلیل تهدیدات مالی یا حفظ مزیت رقابتی، مانع هم‌افزایی اطلاعات شده است [۲۲]. مزایای پیاده‌سازی فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم در سلامت قابل توجه و در حال گسترش است. این فناوری‌ها می‌توانند به پیشرفت‌های سریع‌تر و مؤثرتر پزشکی، تحویل به‌موقع داروها و دسترسی عادلانه‌تر به خدمات مراقبت‌های بهداشتی منجر شوند [۱۸].

بررسی ادبیات موجود نشان می‌دهد که نظام سلامت در هنگام پذیرش این پدیده با موانع خاصی مواجه است و علی‌رغم حداکثر تلاش‌ها نتایج مناسب اندکي حاصل شده است جهت شناسایی این موانع در مرحله اول پژوهش، ۲۰ مانع حیاتی در مسیر استقرار صنعت سلامت مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم شناسایی شدند. برای استخراج مؤلفه‌ها با استفاده از روش مرور سیستماتیک، مقالات مرتبط با موضوع پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند و ابعاد و شاخص‌ها شناسایی شدند؛ سپس این شاخص‌ها به صورت پرسشنامه در اختیار خبرگان قرار گرفت. در مرحله دوم، با استفاده از روش ترکیبی دیمتل و مدل‌سازی ساختاري - تفسيري روابط متقابل بین این موانع شناسایی شدند. در نهایت پس از انجام

مدل‌سازی، مؤلفه‌ها در شش سطح دسته‌بندی شدند و میزان قدرت نفوذ و وابستگی متغیرها برآورد شد. مؤلفه‌های سطوح بالایی اثرپذیرترین‌ها و سطح پایین‌تر اثرگذارترین مؤلفه‌های سیستم هستند. سطوح میانی نیز حاوی مولفه‌هایی است که دارای میزان توامی از اثرگذاری و اثرپذیری (وابسته به سطح مولفه) بر سایر مولفه‌های سیستم می‌باشند.

بر اساس یافته‌های این پژوهش و بر مبنای مدل ساخته‌شده با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاري - تفسيري و از بین عوامل شناسایی شده، عوامل عدم وجود محرک‌ها و مشوق‌های کافی از سوی دولت و عدم شفافیت در مورد منافع اقتصادی (سطح اول مدل) و وضع مقررات دولتی، نبود چارچوب قانونی و هزینه سرمایه‌گذاری بالا (سطح دوم مدل) عوامل زیر بنایی مدل هستند و بر سایر عوامل بیشترین تأثیرگذاری را دارند و باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند و کشورها برای شروع پیاده‌سازی صنعت ۴.۰ باید نخست به آن‌ها توجه کنند و با اقدامات لازم به منظور ایجاد امکانات مالی و توسعه سیاست‌ها گامی ارزشمند جهت توسعه سیستم‌های سلامت در انقلاب صنعتی چهارم بردارند. این عوامل در تحلیل میک مک نیز جز دسته متغیرهای مستقل و کلیدی قرار گرفتند. عدم شفافیت در مورد منافع اقتصادی و عدم قطعیت بازده سرمایه‌گذاری در پیاده‌سازی انقلاب صنعتی چهارم در نظام سلامت، به معنای عدم تضمین دقیق و قطعی بودن بازگشت سرمایه‌ای است که یک سازمان یا سیستم سلامت از سرمایه‌گذاری در فناوری‌های صنعت ۴.۰ (مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء و رباتیک) به دست می‌آورد. این عدم قطعیت می‌تواند به علت چندین عامل باشد. به دلیل پیچیدگی و جدید بودن فناوری‌های صنعت ۴.۰، نتایج دقیق و پیش‌بینی شده در حالت عادی در دسترس نیستند. اثرات و نتایج سرمایه‌گذاری در این فناوری‌ها پیش‌بینی نشده و قابل اندازه‌گیری دقیق نیستند. همچنین، فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم نیازمند سرمایه‌گذاری‌های اولیه قابل توجهی هستند و امکان بروز خطرات مالی نیز وجود دارد. در صورتی که پیاده‌سازی به درستی صورت نپذیرد یا با چالش‌های فنی، عملیاتی یا مدیریتی مواجه شود، بازگشت سرمایه ممکن است به خطر بیفتد و عدم قطعیت بازده سرمایه‌گذاری افزایش یابد.

در سطح سوم عوامل عدم تعهد از سوی مدیران ارشد، نبود استراتژی دیجیتال، عدم سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، نبود کارکنان خبره و فقدان تخصص فنی و نبود زیرساخت مناسب شناسایی شدند. همچنین تحلیل قدرت نفوذ نشان داد متغیرهای این سطح از قدرت نفوذ و وابستگی بالایی برخوردار بوده و جزو متغیرهای پیوندی می‌باشند

وجود مدیران ارشدی که نتوانند به درستی تعهد خود را نسبت به پیاده‌سازی انقلاب صنعتی چهارم در سیستم سلامت انجام دهند، می‌تواند به تأخیر در اجرای استراتژی‌های مورد نیاز و کاهش تمرکز بر فرآیندهای دیجیتال منجر شود. از سوی دیگر عدم تدوین و اجرای یک استراتژی دیجیتال قوی و هماهنگ با اهداف سازمان، می‌تواند باعث ناهماهنگی و عدم توجه به نیازها و فرصت‌های انقلاب صنعتی چهارم در سیستم سلامت شود. بسیاری مواقع عدم تخصیص منابع مالی و زمانی کافی برای تحقیق و توسعه فناوری‌های مورد نیاز، می‌تواند باعث عقب‌ماندگی در ارتقای سیستم سلامت و عدم بهره‌وری بهینه از فناوری‌های جدید شود. نبود کارکنان با تجربه و مهارت‌های لازم برای پیاده‌سازی، نیز در این راستا می‌تواند باعث مشکلات در اجرای فناوری‌های پیشرفته و عدم بهره‌وری از ظرفیت‌های آن در سیستم سلامت شود. عدم وجود زیرساخت‌های فنی و فیزیکی مناسب برای پشتیبانی از فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم، می‌تواند باعث محدودیت‌ها در استفاده از این فناوری‌ها و کاهش کارایی سیستم سلامت شود.

در سطح چهارم نیز متغیر نبود/ عدم توافق بر استانداردها شناسایی شد. یکی از جوانب مهم فناوری‌های صنعت چهارم در سیستم سلامت، استفاده از کلان داده‌ها است. اما در صورت عدم توافق بر استانداردها، انتقال و بهره‌برداری از داده‌ها ممکن است دچار مشکل شود. این مشکل می‌تواند باعث کاهش یکپارچگی و کارایی سیستم شود. همچنین تعامل بین سیستم‌ها و دستگاه‌ها از طریق استانداردهای مشترک امکان‌پذیر است. اما در صورت عدم توافق بر استانداردها، تعامل و هماهنگی بین سیستم‌ها و دستگاه‌ها مشکل خواهد داشت این مشکل می‌تواند به کاهش یکپارچگی و افزایش هزینه‌ها منجر شود. انقلاب صنعتی چهارم به توسعه و نوآوری مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته تکیه می‌کند. اما در صورت عدم توافق بر استانداردها، توسعه و نوآوری ممکن است به دلیل عدم هماهنگی و تعامل بین ارکان صنعتی مختلف محدود شود. برای

حل این مشکلات و افزایش یکپارچگی در سیستم سلامت انقلاب صنعتی چهارم لازم است استانداردهای مشترک و قابل قبولی برای انتقال داده‌ها، تدوین شود.

متغیرهاي سطح پنجم مشارکت و آگاهی پایین افراد، نبود فرهنگ صنعت ۴.۰ در سازمان و مقاومت کارکنان در برابر تغییر نیز جز متغیرهاي پیوندي سیستم هستند این متغیرها به طور عمده نتایج هستند که براي ایجاد آن‌ها عوامل زیادي دخالت دارند و خود آن‌ها کمتر می‌توانند زمینه‌ساز متغیرهاي دیگر شوند. این مسئله خاطرنشان می‌سازد که هرگونه تغییر در این عوامل می‌تواند سیستم را تحت تأثیر قرار دهد.

در صنعت ۴.۰، نیاز به همکاری و مشارکت فعال افراد در فرآیندها و استفاده از فناوری‌های جدید بسیار مهم است. اگر افراد در سازمان کمترین میزان آگاهی را درباره انقلاب صنعت چهارم و فناوری‌های مرتبط داشته باشند، قادر به شناسایی و بهره‌برداری از فرصت‌ها و امکانات جدید نخواهند بود. این می‌تواند منجر به عدم اعتماد و عدم تمایل به همکاری با تغییرات صنعت ۴.۰ شود. همچنین برای ایجاد یکپارچگی صنعت ۴.۰ در سازمان، لازم است که یک فرهنگ سازمانی مناسب برای انتقال و تسهیل تغییرات صنعت ۴.۰ شکل بگیرد. اگر در سازمان فرهنگی وجود نداشته باشد که به توسعه و پذیرش فناوری‌های جدید توجه کند، می‌تواند موانعی را برای یکپارچگی صنعت ۴.۰ ایجاد کند. در کنار تغییر فرهنگ، تغییرات انقلاب صنعتی چهارم ممکن است نیازمند تغییر در نحوه کار و فرآیندهای سازمانی باشد. اگر کارکنان در برابر تغییر مقاومت نشان دهند و تمایلی به یادگیری و بهره‌برداری از فناوری‌های جدید داشته باشند، این می‌تواند عملکرد سازمان را تحت تأثیر قرار داده و فرآیند یکپارچگی صنعت را مختل کند .

سایر متغیرها در بالاترین سطح جاي گرفتند. عوامل سطوح آخر تأثیرگذاری کمتری دارند و بیشتر تحت تأثیر عوامل سطوح دیگر هستند. انقلاب صنعتی چهارم نیازمند تغییرات عمده در شیوه‌های مدیریتی است. این تغییرات شامل اصلاح فرآیندها، افزایش اتوماسیون و استفاده از فناوری‌های جدید می‌شود. اما اجرای این تغییرات ممکن است با مقاومت ساختارهای سنتی و مشکلات فرهنگی در سازمان‌ها همراه باشد. یکی از عوامل مهم، به اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات است. اما وجود ضعف در نظام مالکیت فکری می‌تواند باعث محدودیت در به اشتراک‌گذاری داده‌ها و همچنین نگرانی‌های امنیتی شود. برای حل این مشکل، لازم است قوانین و مقررات مربوط به مالکیت فکری و حفاظت از اطلاعات به‌روزرسانی شوند و راهکارهایی برای تعامل امن و قابل اعتماد بین سازمان‌ها و ارائه‌دهندگان خدمات پیاده‌سازی شوند. برای حل این مسئله، وضع قوانین و سیاست‌های مناسب برای حفاظت از حقوق مالکیت فکری و تشویق به همکاری تبادل داده‌ها ضروری است. در کنار این مسئله در سیستم سلامت، حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها حائز اهمیت است. اطلاعات پزشکی شخصی حاوی اطلاعات حساسی است که نیاز به حفاظت دارد. عدم وجود قوانین یکپارچه برای تبادل اطلاعات بالینی می‌تواند منجر به نقض حریم خصوصی و امنیت داده‌ها شود و اعتماد عمومی را به سیستم سلامت و فناوری‌های هوشمند کاهش دهد. وضع قوانین یکپارچه برای تبادل اطلاعات بالینی می‌توانند حفاظت از حریم خصوصی بیماران و افراد مشارکت‌کننده را تضمین کنند. در صورت عدم وجود این قوانین، احتمال نقض حریم خصوصی و دسترسی غیرمجاز به اطلاعات حساس بیماران افزایش می‌یابد. این موضوع می‌تواند باعث کاهش اعتماد عمومی به سیستم سلامت و فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم شود. همچنین قوانین یکپارچه برای تبادل اطلاعات بالینی می‌توانند استانداردهای مشترک و قابل‌فهم را برای تمامی سازمان‌ها و نهادهای مرتبط در سیستم سلامت فراهم کنند. در صورت عدم وجود این قوانین، ممکن است هر سازمان یا نهاد از استانداردها فرمت‌های مختلفی برای ذخیره و انتقال اطلاعات استفاده کند. این موضوع باعث ناهمسانی و دشواری در تبادل اطلاعات بین سازمان‌ها و نهادها می‌شود و به پیچیدگی و کاهش کارایی سیستم سلامت و فناوری‌های صنعت ۴.۰ منجر می‌شود. برای برقراری ارتباط اثربخش صنعت ۴.۰ و سیستم سلامت نیازمند همکاری و هماهنگی بین ارکان مختلف زنجیره تأمین هستند. عدم هماهنگی و همکاری میان بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها، داروخانه‌ها و سایر ارکان ممکن است منجر به افت قابل توجهی در کیفیت خدمات سلامت شود و امکان بهره‌برداری کامل از فناوری‌های هوشمند را کاهش دهد. در نهایت برای پیاده‌سازی صنعت ۴.۰ در سیستم سلامت، نیاز به پذیرش و استفاده از فناوری‌های هوشمند توسط جامعه و کارکنان سلامت است. عدم آمادگی فرهنگی می‌تواند باعث مقاومت در برابر تغییرات فناورانه شود و فرآیند انتقال به سیستم سلامت هوشمند را کند و دشوار کند.

معرفی عوامل و رتبه‌بندی آن‌ها و استفاده از روش تحلیل میک مک جهت تحلیل سطح اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها، بینش ارزشمندی را برای سیاست‌گذاران در رابطه با اهمیت نسبی و وابستگی‌های بین مؤلفه‌ها به دست می‌دهد. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که هزینه سرمایه‌گذاری بالا مانع اصلی پذیرش و پیاده‌سازی موفق انقلاب صنعتی چهارم در حوزه سلامت است، زیرا این مانع قدرت محرکه بسیار بالایی دارد.

بر اساس یافته‌های این پژوهش، راهکارهای عملیاتی زیر برای رفع موانع و تسهیل استقرار سلامت ۴.۰ در چارچوب صنعت ۴.۰ پیشنهاد می‌شود:

۱. حمایت‌های دولتی و سیاست‌گذاری:
- ایجاد کمیته ملی سلامت دیجیتال زیر نظر وزارت بهداشت برای تدوین، اجرا و پایش سیاست‌های استقرار سلامت ۴.۰.
- تخصیص یارانه یا معافیت مالیاتی به مراکز درمانی و شرکت‌های فناوری که پروژه‌های سلامت ۴.۰ را پیاده‌سازی می‌کنند.
- طراحی سازوکارهای تشویقی (مانند گرنت پژوهشی و کمک‌هزینه تجهیزات) برای بیمارستان‌ها و کلینیک‌های پیشرو در استفاده از فناوری‌های انقلاب صنعتی چهارم .

۲. شفافیت اقتصادی و مدل‌های مالی
- توسعه مدل‌های اقتصادی مبتنی بر تحلیل هزینه-فایده برای پروژه‌های سلامت ۴.۰ و ارائه آن‌ها به تصمیم‌گیران.
- ایجاد نظام ارزیابی بازگشت سرمایه (ROI) برای پروژه‌های فناوری سلامت با هدف کاهش ابهام در منافع اقتصادی.

۳. مدیریت هزینه و تأمین مالی
- ایجاد صندوق‌های مشترک بین بخش دولتی و خصوصی برای تأمین مالی پروژه‌های سلامت دیجیتال.
- اجرای طرح‌های پایلوت در مقیاس کوچک پیش از سرمایه‌گذاری کلان برای ارزیابی اثربخشی و کاهش ریسک.

٤. مقررات و چارچوب قانونی
- تدوین قوانین تخصصی برای مالکیت داده، تبادل اطلاعات سلامت و استفاده از هوش مصنوعی در پزشکی.
- استفاده از تجربیات کشورهای پیشرو برای طراحی چارچوب‌های قانونی متناسب با شرایط ایران.

۵. امنیت و حریم خصوصی داده‌ها
- پیاده‌سازی پروتکل‌های امنیتی پیشرفته مانند رمزنگاری انتها به انتها[1] و احراز هویت چندمرحله‌ای.
- ایجاد واحد امنیت سایبری اختصاصی در مراکز درمانی برای پایش و واکنش سریع به تهدیدات.

٦. استانداردسازی و تعامل‌پذیری داده‌ها
- الزام استفاده از استانداردهای بین‌المللی تبادل داده سلامت (مانند HL7 FHIR) در تمام سامانه‌ها .
- ایجاد پایگاه داده مرکزی با معماری ابری برای تبادل امن و یکپارچه اطلاعات بیماران.

۷. مدیریت تغییر و کاهش مقاومت سازمانی
- برگزاری کارگاه‌های آموزشی و شبیه‌سازی کاربرد فناوری برای کادر درمان به منظور کاهش نگرانی‌ها.
- معرفی و انتشار نمونه‌های موفق استقرار سلامت ۴.۰ در رسانه‌های تخصصی و عمومی.

۸. کاهش پیچیدگی‌های مدیریتی
- طراحی ساختارهای سازمانی چابک و ایجاد تیم‌های بین‌رشته‌ای متشکل از پزشکان، متخصصان فناوری و مدیران.
- استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت پروژه و داشبوردهای هوشمند برای پایش لحظه‌ای شاخص‌های عملکردی.

1. End-to-End Encryption

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که رفع موانع کلیدی شناسایی‌شده، به‌ویژه آن‌هایی که در سطوح اول و دوم مدل قرار دارند، می‌تواند تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر موفقیت استقرار سلامت ۴.۰ داشته باشد. مدیران و سیاست‌گذاران باید این عوامل را به‌عنوان نقاط آغازین مداخله در نظر بگیرند، زیرا به‌شدت بر سایر موانع اثرگذارند. از منظر مدیریتی، سه اقدام اولویت‌دار عبارت‌اند از:

۱. ایجاد زیرساخت‌های قانونی و حمایتی از طریق تدوین قوانین شفاف و مشوق‌های مالی.
۲. مدیریت تغییر و فرهنگ‌سازی سازمانی با آموزش، ایجاد تیم‌های بین‌رشته‌ای و الگوسازی از نمونه‌های موفق
۳. استانداردسازی و یکپارچه‌سازی داده‌ها برای ارتقای تعامل‌پذیری سامانه‌ها و تضمین امنیت اطلاعات

استفاده از این یافته‌ها برای طراحی نقشه‌راه تحول دیجیتال سازمان‌ها، می‌تواند به ارتقای کیفیت خدمات درمانی، بهبود بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت بیماران منجر شود. هماهنگی و همکاری بین تصمیم‌گیرندگان، بخش خصوصی و ذینفعان، شرط لازم برای بهره‌برداری عادلانه و پایدار از ظرفیت‌های انقلاب صنعتی چهارم در حوزه سلامت است.

این مطالعه دارای برخی محدودیت‌ها است. اولاً، مدل دیمتل و مدل‌سازی ساختاری-تفسیری به‌کاررفته در این پژوهش بر اساس نظرات خبرگان است، بنابراین ممکن است دیدگاه‌ها تا حدی دارای تعصب یا سوگیری شخصی باشند. برای کاهش این محدودیت، در مطالعات آتی می‌توان از ترکیب روش‌های کیفی تکمیلی (مانند مصاحبه‌های عمیق، گروه‌های متمرکز و دلفی چندمرحله‌ای) به‌همراه مشارکت خبرگانی از سطوح مختلف مدیریتی و اجرایی استفاده کرد تا تنوع دیدگاه‌ها افزایش یابد و سوگیری کاهش یابد. ثانیاً، با وجود تلاش برای شناسایی جامع موانع مؤثر بر استقرار صنعت سلامت مبتنی بر انقلاب صنعتی چهارم از طریق مرور سیستماتیک و نظر خبرگان، احتمال نادیده گرفتن برخی عوامل وجود دارد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، از ترکیب مرور سیستماتیک با مرور دامنه‌ای استفاده شود و دامنه جستجو به منابع خاکستری، گزارش‌های سیاست‌گذاری و اسناد غیررسمی نیز گسترش یابد. سوم، مدل توسعه داده‌شده در این مطالعه هنوز به‌صورت آماری اعتبارسنجی نشده است. توصیه می‌شود در پژوهش‌های بعدی از مدل‌سازی معادلات ساختاری یا تحلیل مسیر برای آزمون مدل استفاده گردد و داده‌ها از نمونه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر گردآوری شود .چهارم، استفاده از پایگاه‌های داده محدود در مرور سیستماتیک ممکن است بر جامعیت نتایج اثر گذاشته باشد. برای کاهش این محدودیت، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی از پایگاه‌های داده بیشتری استفاده شود و جستجو به زبان‌های غیرانگلیسی نیز توسعه یابد تا سوگیری زبانی کاهش یابد.

تشکر و قدردانی

از خبرگانی که در تکمیل این پرسشنامه مشارکت دارند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

ملاحظات اخلاقی

رعایت دستورالعمل‌های اخلاقی: حفظ محرمانگی اطلاعات خبرگان در نگارش این مقاله رعایت گردید.

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 به عنوان شاهدی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

منابع

1. Aceto, G., Persico, V., & Pescapé, A. (2020). Industry 4.0 and health: Internet of things, big data, and cloud computing for healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration, 18*, 100129.
2. Ahsan, M. M., & Siddique, Z. (2022). Industry 4.0 in Healthcare: A systematic review. *International Journal of Information Management Data Insights, 2(1)*, 100079.
3. Ajmera, P., & Jain, V. (2019). Modelling the barriers of Health 4.0—the fourth healthcare industrial revolution in India by TISM. Operations Management Research, 12(3-4), 129–145.

4. Araújo, N. M. F. (2020). Impact of the fourth industrial revolution on the health sector: a qualitative study. *Healthcare Informatics Research, 26(4)*, 328–334.
5. Bharsakade, R., Acharya, P., & Ganapathy, L. (2020). Analysis of Driving & Dependence Power of Factors Influencing Industry 4.0 Adoption in Healthcare. *2020 International Conference on Industry 4.0 Technology (I4Tech)*. IEEE.
6. Blobel, B. (2020). Application of industry 4.0 concept to health care. *pHealth 2020: Proceedings of the 17th International Conference on Wearable Micro and Nano Technologies for Personalized Health*. IOS Press.
7. Bramer, W. M., Rethlefsen, M. L., Kleijnen, J., & Franco, O. H. (2017). Optimal database combinations for literature searches in systematic reviews: a prospective exploratory study. *Systematic Reviews, 6(1)*, 245.
8. Cavallone, M., & Palumbo, R. (2020). Debunking the myth of industry 4.0 in health care: insights from a systematic literature review. *The TQM Journal, 32(4)*, 849–868.
9. Chen, J. K. (2021). Improved DEMATEL-ISM integration approach for complex systems. *PLOS ONE, 16(7)*, e0254694.
10. Chute, C., & French, T. (2019). Introducing care 4.0: an integrated care paradigm built on industry 4.0 capabilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16(12)*, 2247.
11. da Silveira, F., Neto, I. R., dos Santos, B. M., de Oliveira Gasparetto, R. M., Machado, F. M., Rodrigues, P. C. C., & Amaral, F. G. (2021). Industry 4.0 perspectives in the health sector in Brazil. *Independent Journal of Management & Production, 12(1)*, 001–014.
12. da Silveira, F., Neto, I. R., Machado, F. M., da Silva, M. P., & Amaral, F. G. (2019). Analysis of industry 4.0 technologies applied to the health sector: Systematic literature review. *Occupational and Environmental Safety and Health*, 701–709.
13. DeFranco, J. F. (2024). Health Care 4.0 and Clinical Internet of Things. *Computer, 57(10)*, 90–92.
14. Golinelli, D., Boetto, E., Carullo, G., Nuzzolese, A. G., Landini, M. P., & Fantini, M. P. (2020). Adoption of digital technologies in health care during the COVID-19 pandemic: systematic review of early scientific literature. *Journal of Medical Internet Research, 22(11)*, e22280.
15. Goodarzi, G., Jafari, A. J., & Pour Koundelaji, A. Y. (2025). Implementation Strategies for Fourth Industrial Revolution Technologies in Iranian Industries Aimed at Industrial Development Based on Fuzzy DEMATEL. *Industrial Management Perspective, 15(1)* (In Persian).
16. Goy, A., Nishtar, S., Dzau, V., Balatbat, C., & Diabo, R. (2019). Health and healthcare in the fourth industrial revolution: Global Future Council on the future of health and healthcare 2016-2018. *World Economic Forum*.
17. Gusenbauer, M., & Haddaway, N. R. (2020). Which academic search systems are suitable for systematic reviews or meta-analyses? Evaluating retrieval qualities of Google Scholar, PubMed, and 26 other resources. *Research Synthesis Methods, 11(2)*, 181–217.
18. Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., & Suman, R. (2022). Medical 4.0 technologies for healthcare: Features, capabilities, and applications. Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 2, 12–30.
19. Haleem, A., Javaid, M., Singh, R. P., Suman, R., & Rab, S. (2021). Blockchain technology applications in healthcare: An overview. *International Journal of Intelligent Networks*, *2*, 130-139.
20. Ilangakoon, T., Weerabahu, S., & Wickramarachchi, R. (2018). Combining Industry 4.0 with lean healthcare to optimize operational performance of Sri Lankan healthcare industry. *2018 International Conference on Production and Operations Management Society (POMS)*. IEEE.
21. Javan Jafari Bojnordi, A., Zahedian Nezhad, M., Bagheri, R., Bazrafshan, M., & Sohrabi, B. (2025). Identifying, ranking and analyzing obstacles to big data analytics implementation in the healthcare industry using an ISM approach. *Discover Health Systems, 4(1)*, 32.
22. Junaid, S. B., Imam, A. A., Balogun, A. O., De Silva, L. C., Surakat, Y. A., Kumar, G. & Mahamad, S. (2022). Recent Advancements in Emerging Technologies for Healthcare Management Systems: A Survey. *Healthcare, 10(10)*, 1940.
23. Kotzias, K., Bukhsh, F. A., Arachchige, J. J., Daneva, M., & Abhishta, A. (2022). Industry 4.0 and healthcare: Context, applications, benefits and challenges. *IET Software*.
24. Kumar, K., Zindani, D., & Davim, J. P. (2019). Industry 4.0: Developments towards the fourth industrial revolution. *Springer*.

25. Kumar, M. S., Raut, R. D., Narwane, V. S., & Narkhede, B. E. (2020). Applications of industry 4.0 to overcome the COVID-19 operational challenges. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 14(5)*, 1283–1289.
26. Li, J., & Carayon, P. (2021). Health Care 4.0: A vision for smart and connected health care. *IISE Transactions on Healthcare Systems Engineering, 11(3)*, 171–180.
27. Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). Naturalistic inquiry. *Sage*.
28. Manogaran, G., Thota, C., Lopez, D., & Sundarasekar, R. (2017). Big data security intelligence for healthcare industry 4.0. *Cybersecurity for Industry 4.0: Analysis for Design and Manufacturing*, 103–126.
29. Marino, C. A., & Diaz Paz, C. (2025). Enhancing Interoperability for a Sustainable, Patient-Centric Health Care Value Chain: Systematic Review for Taxonomy Development. *Journal of Medical Internet Research, 27*, e69465.
30. Mirzaei Eslamlou, A., Bagherzadeh Khajeh, M., Mahmoudzadeh, M., & Ramazani, M. (2024). Designing the Competency Model of the Workforce in Manufacturing Industries During the Fourth Industrial Revolution. *Journal of Industrial Management Perspective, 14(4)*, 201–222 (In Persian).
31. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine, 6(7)*, e1000097.
32. Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2015). The Journal Coverage of Web of Science and Scopus: a Comparative Analysis. *Scientometrics, 106*.
33. Mwanza, J., Telukdarie, A., & Igusa, T. (2023). Impact of industry 4.0 on healthcare systems of low-and middle-income countries: a systematic review. *Health and Technology*, 1–18.
34. Nwobodo-Anyadiegwu, E., Tambwe, D. B., & Lumbwe, A. K. (2022). The Integration of Industry 4.0 in Healthcare Quality Improvement. 2022 IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association for Management of Technology (IAMOT) Joint Conference. IEEE.
35. Oduncu, F. (2022). Health 4.0 and Health 4.0 Technology Applications. *Aurum Journal of Health Sciences, 4(3)*, 185–196.
36. Paul, S., Riffat, M., Yasir, A., Mahim, M. N., Sharnali, B. Y., Naheen, I. T. & Kulkarni, A. (2021). Industry 4.0 applications for medical/healthcare services. *Journal of Sensor and Actuator Networks, 10(3)*, 43.
37. Popov, V. V., Kudryavtseva, E. V., Kumar Katiyar, N., Shishkin, A., Stepanov, S. I., & Goel, S. (2022). Industry 4.0 and digitalisation in healthcare. *Materials, 15(6)*, 2140.
38. Rayan, R. A., Zafar, I., & Tsagkaris, C. (2023). Industry 4.0 technologies for healthcare: Applications, opportunities, and challenges. *Blockchain Technology Solutions for the Security of IoT-Based Healthcare Systems*, 23–44.
39. Rokneddini, S. A., & Andalib Ardakani, D. (2024). Analysis of Organizational Factors Affecting the Adoption of Industry 4.0 Technologies in Small and Medium-Sized Companies. *Journal of Industrial Management Perspective, 14(2)*, 85–112. (In Persian).
40. Santiago de Mendonça, B., Rodrigues, L. F., & Araújo Ferreira, K. (2025). Healthcare 4.0: a systematic literature review. *Journal of Health Organization and Management*.
41. Shafiee, S., Ghatari, A. R., Hasanzadeh, A., & Jahanyan, S. (2019). Developing a model for sustainable smart tourism destinations: A systematic review. *Tourism Management Perspectives, 31*, 287–300.
42. Shafiee, S., Ghatari, A. R., Hasanzadeh, A., & Jahanyan, S. (2022). Developing a model for smart tourism destinations: an interpretive structural modelling approach. *Information Technology & Tourism, 24(4)*, 511–546.
43. Shafiee, S., Ghatari, A. R., Hasanzadeh, A., & Jahanyan, S. (2021). Smart tourism destinations: a systematic review. *Tourism Review, 76(3)*, 505–528.
44. Shakeri, H., & Khalilzadeh, M. (2020). Analysis of factors affecting project communications with a hybrid DEMATEL-ISM approach (A case study in Iran). *Heliyon, 6(8)*.
45. Sisodia, A., & Jindal, R. (2021). A meta-analysis of industry 4.0 design principles applied in the health sector. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 104*, 104377.
46. Sood, S. K., Rawat, K. S., & Kumar, D. (2022). A visual review of artificial intelligence and Industry 4.0 in healthcare. *Computers and Electrical Engineering, 101*, 107948.

47. Stoumpos, A. I., Kitsios, F., & Talias, M. A. (2023). Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(4)*, 3407.
48. Thorne, S., Jensen, L., Kearney, M. H., Noblit, G., & Sandelowski, M. (2004). Qualitative metasynthesis: reflections on methodological orientation and ideological agenda. *Qualitative Health Research, 14(10)*, 1342–1365.
49. Valamede, L. S., & Santos Akkari, A. C. (2021). Health 4.0: a conceptual approach to evaluate the application of digital technologies in the healthcare field. *Proceedings of the 6th Brazilian Technology Symposium (BTSym'20) Emerging Trends and Challenges in Technology*. Springer.
50. Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Family Medicine, 37(5)*, 360–363.
51. Wang, Q., Meng, N., Ma, Y., Wang, Y., Wang, K., Zhuge, R., ... & Wu, Q. (2025). Exploring the influencing factors affecting the operational effectiveness of public health emergency response mechanism: a DEMATEL-ISM-MICMAC mixed methods study. *BMC Public Health, 25(1)*, 2078.
52. Wolfswinkel, J. F., Furtmueller, E., & Wilderom, C. P. (2013). Using grounded theory as a method for rigorously reviewing literature. *European Journal of Information Systems, 22(1)*, 45–55.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی