

Original article

A systematic review of the challenges and requirements of using digital technologies in the health system

Alireza Ali Ahmadi Jashfeghani ¹, Mohammad Reza Nasiri ², Esmail Karami ³, Zahra Najafi Kalyani^{4*} 

1. Professor of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
2. PhD in Industrial Engineering, System Management and Productivity, Faculty of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.
3. Center for Clinical Biomechanics and Ergonomics Research, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. MSc in Health Services Management, Department of Health Management, Policy and Economics, School of Management and Medical Informatics, Kerman University of Medical Sciences, Kerman.

Article Info.

Received: 04- Sep- 2025

Accepted: 24- Sep- 2025

Abstract

Context and Purpose: In today's world, digital technologies are rapidly evolving and transforming various systems, including healthcare systems. These technologies, which include Artificial Intelligence, Internet of Things, Big Data, telemedicine, and blockchain, have immense potential to improve the quality of healthcare services, enhance access to treatment, and reduce costs. However, the implementation of these technologies in healthcare systems faces numerous challenges and barriers that may hinder their full utilization on a large scale. The purpose of this study is to conduct a systematic review of the challenges and requirements for implementing digital technologies in healthcare systems. This research identifies technical, operational, legal, and cultural barriers and analyzes key requirements, including infrastructure, training, standardization, and necessary policies for the effective implementation of these technologies in healthcare systems.

Materials and Methods: This research is a systematic review based on PRISMA guidelines, aimed at identifying and analyzing studies related to the challenges and requirements of employing digital technologies in healthcare systems. Articles were selected from reputable international databases such as PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar to complete the search. The search for articles was conducted from 2010 to April 30, 2025, and only original research articles in English were considered for final analysis through the Critical Appraisal Skills Program (CASP) quality assessment table. Ultimately, 21 credible articles were selected and reviewed.

Results: Based on the study results, the challenges of applying digital technologies in healthcare systems are categorized into five key areas. First, technical issues such as system integration, data security, and infrastructure stability, which lead to disruptions in data exchange and reduced trust in digital solutions. Second, operational challenges including infrastructure deficiencies, lack of coordination among organizations, shortage of specialized personnel, and resistance to technological changes among healthcare staff. Third, legal and ethical issues such as patient privacy protection and the absence of clear legal frameworks for data usage. Fourth, cultural and social issues, including resistance to new technologies and the digital divide in access to healthcare services, which threaten horizontal equity in access. Finally, economic challenges such as high costs and lack of sustainable financial resources. To address these challenges, requirements such as strengthening infrastructure,



enhancing cybersecurity, developing international standards, training human resources, formulating legal frameworks, and providing sustainable financial resources are essential.

Conclusion: This research demonstrates that the implementation of digital technologies in healthcare systems faces challenges in technical, operational, legal, social, and economic domains. The study emphasizes the need to address issues related to system integration, data security, shortage of specialized personnel, and existing resistance. The findings of this research can serve as a guide for decision-makers and stakeholders in the healthcare sector to improve operational and technical processes for the optimal use of digital technologies and to overcome existing barriers in this field.

Keywords: Digital divide, Digital innovations in healthcare, Digital technology challenges, Digital technology implementation requirements

*** Corresponding Author:** Zahra Najafi Kalyani. MSc in Health Services Management, Department of Health Management, Policy and Economics, School of Management and Medical Informatics, Kerman University of Medical Sciences, Kerman. najafi.zahra@gmail.com

How to Cite: Ali Ahmadi Jashfeghani A R, Nasiri M R, Karami E, Najafi Kalyani Z. A systematic review of the challenges and requirements of using digital technologies in the health system. *Journal of Student Research Committee Sabzevar University of Medical Sciences*, 2026;30(4): 1-23.



مروری سیستماتیک از چالش‌ها و الزامات به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت

علیرضا علی احمدی جشفقانی^۱، محمدرضا نصیری^۲، اسماعیل کرمی^۳، زهرا نجفی کلیانی^{۴*}

۱. استاد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
۲. دکتری مهندسی صنایع، گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.
۳. مرکز تحقیقات بیومکانیک بالینی و ارگونومی، دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.
۴. کارشناسی ارشد، مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، گروه مدیریت سلامت، سیاست و اقتصاد، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۲

چکیده

زمینه و هدف: در دنیای امروز، فناوری‌های دیجیتال به سرعت در حال تحول و تغییر سامانه‌های مختلف از جمله نظام‌های سلامت هستند. این فناوری‌ها، از که شامل هوش مصنوعی^۱، اینترنت اشیا^۲، داده‌های بزرگ^۳، پزشکی از راه دور، و بلاکچین، پتانسیل عظیمی برای بهبود کیفیت خدمات بهداشتی، ارتقای دسترسی به درمان و کاهش هزینه‌ها دارند. با این حال، پیاده‌سازی این فناوری‌ها در نظام سلامت با چالش‌ها و موانع متعددی روبرو است که ممکن است مانع از بهره‌برداری کامل از این فناوری‌ها در سطح وسیع شود. هدف این مطالعه، انجام یک مرور سیستماتیک از چالش‌ها و الزامات پیاده‌سازی فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت است. این تحقیق به شناسایی موانع فنی، اجرایی، قانونی و فرهنگی پرداخته و همچنین الزامات کلیدی از جمله زیرساخت‌ها، آموزش، استانداردسازی و سیاست‌گذاری‌های ضروری را برای پیاده‌سازی مؤثر این فناوری‌ها در نظام سلامت تحلیل خواهد کرد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش یک مرور سیستماتیک مبتنی بر دستورالعمل‌های PRISMA است که به شناسایی و تحلیل مطالعات مرتبط با چالش‌ها و الزامات به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت پرداخته است. مقالات از پایگاه‌های معتبر بین‌المللی نظیر PubMed، Scopus، Web of Science و همچنین Google Scholar برای تکمیل جستجو انتخاب شدند. جستجوی مقالات از سال ۲۰۱۰ تا ۳۰ آوریل ۲۰۲۵ انجام شده که تنها مقالات پژوهشی اصلی به زبان انگلیسی از طریق جدول ارزیابی کیفیت مطالعات کیفی^۴ برای تحلیل نهایی مدنظر قرار گرفتند و در نهایت ۲۱ مقاله معتبر انتخاب و بررسی شدند.

یافته‌ها: طبق نتایج پژوهش، چالش‌های کاربرد فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت در این پژوهش در پنج حوزه کلیدی دسته‌بندی شده‌اند. نخست، مشکلات فنی مانند یکپارچگی سامانه‌ها، امنیت داده‌ها و پایداری زیرساخت‌ها که به اختلالات در تبادل داده‌ها و کاهش اعتماد به راهکارهای دیجیتال می‌انجامد. دوم، چالش‌های اجرایی نظیر کمبود زیرساخت‌ها، عدم هماهنگی میان سازمان‌ها، کمبود نیروی متخصص و مقاومت کادر درمان در برابر تغییرات فناوری. سوم، مسائل قانونی و اخلاقی همچون حفاظت از حریم خصوصی بیماران و نبود چارچوب‌های

1. Artificial Intelligence (AI)
2. Internet of Things (IoT)
3. Big Data
4. Critil Appraisal Skills Programme (CASP)

قانونی مشخص برای استفاده از داده‌ها. چهارم، مسائل فرهنگی و اجتماعی از جمله مقاومت در برابر فناوری‌های نوین و شکاف دیجیتال در دسترسی به خدمات بهداشتی که عدالت افقی دسترسی را تهدید می‌کند. در نهایت، چالش‌های اقتصادی نظیر هزینه‌های بالا و کمبود منابع مالی پایدار. برای مقابله با این چالش‌ها الزاماتی از جمله، تقویت زیرساخت‌ها، ارتقاء امنیت سایبری، توسعه استانداردهای بین‌المللی، آموزش نیروی انسانی، تدوین چارچوب‌های قانونی و تأمین منابع مالی پایدار ضروری است.

نتیجه‌گیری: پژوهش حاضر نشان می‌دهد که پیاده‌سازی فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت با چالش‌هایی در حوزه‌های فنی، اجرایی، قانونی، اجتماعی و اقتصادی روبه‌رو است. این تحقیق بر لزوم توجه به مشکلات مربوط به یکپارچگی سامانه‌ها، امنیت داده‌ها، کمبود نیروی متخصص و مقاومت‌های موجود تأکید دارد. نتایج این تحقیق به‌عنوان یک راهنما برای تصمیم‌گیرندگان و متصدیان حوزه سلامت به‌منظور بهبود فرآیندهای اجرایی و فنی در راستای استفاده بهینه از فناوری‌های دیجیتال و رفع موانع موجود در این حوزه قابل استفاده خواهد بود.

کلید واژگان: چالش فناوری دیجیتال، الزامات به‌کارگیری فناوری دیجیتال، شکاف دیجیتال، نوآوری‌های دیجیتال در سلامت

نویسنده مسئول: زهرا نجفی کلیانی، کارشناسی ارشد، مدیریت خدمات بهداشتی و درمانی، گروه مدیریت سلامت، سیاست و اقتصاد، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران. پست الکترونیکی: najafi.zahrra@gmail.com

استناد به مقاله: علیرضا علی احمدی جشفقانی، محمدرضا نصیری، اسماعیل کرمی، زهرا نجفی کلیانی، مروری سیستماتیک از چالش‌ها و الزامات به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت، مجله کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی سبزوار، زمستان ۱۴۰۴، دوره ۳۰، شماره ۴، صفحات: ۲۳-۱

مقدمه

تحول دیجیتال به عنوان یکی از برجسته ترین روندهای قرن بیست و یک، تغییرات بنیادینی در ابعاد اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و خدماتی ایجاد کرده است (۱). سهم تحول دیجیتال در حال حاضر حدود ۱۵.۵ درصد از تولید ناخالص داخلی جهانی برآورد می شود و با رشدی بیش از دو برابر سریع تر از کل اقتصاد جهانی، بیانگر نفوذ عمیق فناوری های دیجیتال در ساختارهای اجتماعی و اقتصادی است (۲). نظام سلامت به عنوان یکی از حیاتی ترین و درعین حال پرچالش ترین حوزه ها، در کانون این تغییرات قرار دارد و فناوری های دیجیتال به عنوان موتور محرک نوآوری و تحول در آن شناخته می شوند (۳). شواهد در کشور اندونزی نشان می دهد که حدود ۹۲ درصد از مؤسسات و متخصصان حوزه سلامت، بهبود قابل توجهی در کاهش حجم کار و افزایش کارایی پس از پیاده سازی فناوری های دیجیتال گزارش کرده اند که این امر اهمیت نقش آن ها در ارتقای بهره وری و کیفیت خدمات درمانی را آشکار می سازد (۴). فناوری های دیجیتال در نظام سلامت دامنه گسترده ای از ابزارها و رویکردها را در برمی گیرند؛ از هوش مصنوعی^۱ برای پشتیبانی از تصمیم گیری بالینی، اینترنت اشیا^۲ پزشکی برای پایش و ردیابی داده های بیماران، کلان داده ها^۳ برای تحلیل انبوه اطلاعات بالینی و اپیدمیولوژیک، پزشکی از راه دور^۴ به منظور ارتقای عدالت در دسترسی به خدمات، تا بلاکچین^۵ برای تضمین امنیت و شفافیت در تبادل داده های سلامت (۵). بهره گیری از این فناوری ها کارایی نظام سلامت را در سه حوزه کلیدی بهبود بخشیده است: ارتقای کیفیت مراقبت های بالینی، گسترش دسترسی به خدمات در مناطق کمتر برخوردار و کاهش هزینه های اجرایی و نگهداری نظام های درمانی (۶).

با وجود مزایای قابل توجه، حرکت به سمت بهره گیری گسترده از فناوری های دیجیتال در نظام سلامت نیازمند توجه به مجموعه ای از عوامل است (۳). مسائل مرتبط با امنیت داده ها و هماهنگی میان سامانه های اطلاعاتی، زیرساخت های فناوری و همچنین چارچوب های قانونی مرتبط با حریم خصوصی بیماران، بر مسیر این تحول اثرگذار هستند (۷). علاوه بر این، ویژگی های فرهنگی و ساختاری سازمان ها و محدودیت های منابع مالی، بر سرعت و گستره پذیرش نوآوری های دیجیتال تأثیرگذار می باشند (۸).

برای نمونه، امیر اشکان نصیری پور و حجت رحمانی ۲۰۱۲ در مطالعه ای بر روی مراکز درمانی ایران نشان دادند که فقدان استانداردهای تبادل داده و ضعف امنیت سایبری از مهم ترین موانع پذیرش سامانه های سلامت الکترونیک محسوب می شوند (۹). همچنین، اسمیت و همکاران در تحقیقی در ایالات متحده گزارش کردند که مقاومت کارکنان درمانی در برابر تغییر و کمبود نیروی متخصص در حوزه انفورماتیک سلامت، فرآیند استقرار فناوری های نوین را به طور جدی تحت تأثیر قرار داده است (۱۰). علاوه بر این، کاوون و همکاران در مطالعه ای در کره جنوبی تأکید کردند که نبود چارچوب های قانونی شفاف برای حفاظت از داده های بیماران و ضعف در سیاست های ملی سلامت دیجیتال، سرعت پذیرش فناوری های نوین را به میزان قابل توجهی کاهش داده است (۱۱). این شواهد نشان می دهد که در صورت بی توجهی به موانع موجود، دستیابی به مزایای بالقوه فناوری های دیجیتال در نظام سلامت امکان پذیر نخواهد بود. مروری بر ادبیات پژوهش نشان می دهد که طی سال های اخیر مطالعات متعددی در زمینه سلامت دیجیتال انجام شده است، اما اغلب این تحقیقات بر یک جنبه خاص تمرکز

4. Telemedicine
5. Blockchain

1. Artificial Intelligence
2. Internet of Medical Things (IoMT)
3. Big Data Analytics

فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت شناسایی گردد. یک پروتکل مشخص برای مطالعه تدوین شد که شامل تعریف سؤال پژوهشی، تعیین معیارهای ورود و خروج، طراحی استراتژی جستجو در پایگاه‌های داده، بازیابی مطالعات مرتبط، استخراج داده‌ها، ارزیابی کیفیت منابع و تحلیل و گزارش یافته‌ها بود. بازه زمانی جستجو از ۱ ژانویه ۲۰۱۰ تا ۳۰ آوریل ۲۰۲۵ تعیین شد. معیارهای ورود و خروج مطالعه به‌گونه‌ای تعریف شدند که تنها مقالات پژوهشی اصلی به زبان انگلیسی و مرتبط با چالش‌ها و الزامات فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت وارد تحلیل گردند. داده‌های استخراج‌شده از مطالعات منتخب با استفاده از روش تحلیل محتوای چهارچوبی پردازش شدند تا مضامین اصلی مرتبط با چالش‌ها و الزامات شناسایی شوند. شایان ذکر است که این پروتکل به‌صورت عمومی ثبت‌نشده بود.

معیارهای واجد شرایط بودن

برای این مرور نظام‌مند، تنها مقالات پژوهشی اصیل^۳ که به بررسی چالش‌ها، الزامات و مداخلات مرتبط با پیاده‌سازی فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت پرداخته بودند، وارد تحلیل شدند. زبان مقالات محدود به انگلیسی و فارسی بود و تنها مقالات منتشرشده در مجلات معتبر داوری‌شده^۴ در بازه زمانی ۱ ژانویه ۲۰۱۰ تا ۳۰ آوریل ۲۰۲۵ موردبررسی قرار گرفتند. همچنین، مقالاتی که داده‌های تجربی، تحلیلی یا چارچوب مفهومی مشخصی برای تحلیل چالش‌ها و الزامات فناوری‌های دیجیتال ارائه کرده بودند، در این مطالعه گنجانده شدند.

معیارهای خروج شامل مقالات مروری^۵، سرمقاله‌ها، نامه به سردبیر، گزارش‌های غیرعلمی، مطالعات نظری فاقد داده تجربی و مقالاتی که به‌طور مستقیم به موضوع چالش‌ها و الزامات فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت نپرداخته بودند، می‌شد. همچنین، مطالعات ناقص یا فاقد چارچوب مفهومی

داشته‌اند. برای مثال، ژانگ و همکاران بیشتر بر چالش‌های فنی همچون امنیت داده و یکپارچگی سامانه‌ها متمرکز بوده‌اند (۱۲)، درحالی‌که بریت‌ئی. بنته و همکاران بر ابعاد حقوقی و اخلاقی تأکید کرده‌اند (۱۳). نتایج پژوهش واسیلیوس نیتاس و همکاران نشان داد که جنبه‌های فرهنگی و مقاومت کاربران در برابر فناوری‌های نوین نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت یا شکست پروژه‌های سلامت دیجیتال دارد (۱۴). همچنین، روبرتو مورو ویسگنتی و همکاران بیان کردند که ملاحظات اقتصادی و نبود منابع مالی پایدار از مهم‌ترین موانع توسعه راهکارهای دیجیتال در کشورهای درحال‌توسعه محسوب می‌شوند (۱۵). این در حالی است که بررسی جامع و یکپارچه‌ای که هم‌زمان چالش‌ها و الزامات پیاده‌سازی فناوری‌های دیجیتال را در ابعاد فنی، اجرایی، قانونی، اجتماعی و اقتصادی تحلیل کند، کمتر صورت گرفته است. این شکاف پژوهشی ضرورت انجام مطالعه‌ای جامع و نظام‌مند را آشکار می‌سازد.

بر همین اساس، هدف مطالعه حاضر انجام یک مرور سیستماتیک با استفاده از چارچوب PRISMA به‌منظور شناسایی و تحلیل چالش‌ها و الزامات به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت است. در این پژوهش، داده‌های استخراج‌شده با رویکرد تحلیل چهارچوبی و بر اساس مدل^۱ PESTEL دسته‌بندی شدند و نتایج نهایی در قالب دو جدول ارائه گردید: جدول اول به تبیین چالش‌های موجود و جدول دوم به معرفی الزامات کلیدی برای پیاده‌سازی موفق فناوری‌های دیجیتال اختصاص یافته است.

روش کار

این مرور نظام‌مند بر اساس دستورالعمل‌های موارد گزارش دهی ترجیحی برای مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل‌ها^۲ طراحی و اجرا شد تا چالش‌ها و الزامات به‌کارگیری

3. Original Research Articles

4. peer-reviewed

5. Review Articles

1. Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal (PESTEL)

2. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)



"Key Factors"، "Facilitators"، "Enablers"، "Critical Success Factors"، و "Prerequisites".

- گروه چهارم (نظام سلامت / حوزه کاربرد): شامل واژگانی نظیر "Healthcare System"، "Health"، "Services"، "Clinical Services"، "Hospitals"، و "Health Organizations".

این کلیدواژه‌ها با استفاده از عملگرهای منطقی AND و OR ترکیب شده و برای هر پایگاه داده، استراتژی جستجوی اختصاصی تدوین گردید. به منظور افزایش جامعیت، فهرست منابع مقالات استخراج شده نیز به صورت دستی بررسی شد (روش snowballing) تا مطالعات مرتبط بیشتری شناسایی شوند. در نهایت، جستجوی دستی در فهرست منابع مقالات منتخب انجام شد تا داده‌ها و دیدگاه‌های کمتر مستند اما ارزشمند نیز در تحلیل نهایی لحاظ شوند.

شکل ۱ روند انتخاب مقالات و استراتژی جستجو را بر اساس دستورالعمل PRISMA نشان می‌دهد. دلایل حذف مقالات در هر مرحله از فرایند غربالگری به صورت عددی و شفاف در نمودار جریان ارائه شده است.

روشن برای تحلیل نیز از بررسی نهایی حذف شدند. در مواردی که اختلاف نظر بین دو ارزیاب در خصوص شمول یا رد یک مقاله رخ می‌داد، نظریک داور سوم به عنوان تصمیم نهایی لحاظ شد. تمامی مراحل انتخاب مقالات به صورت شفاف و مستند ثبت و گزارش شد تا شفافیت و قابلیت تکرار مطالعه حفظ گردد.

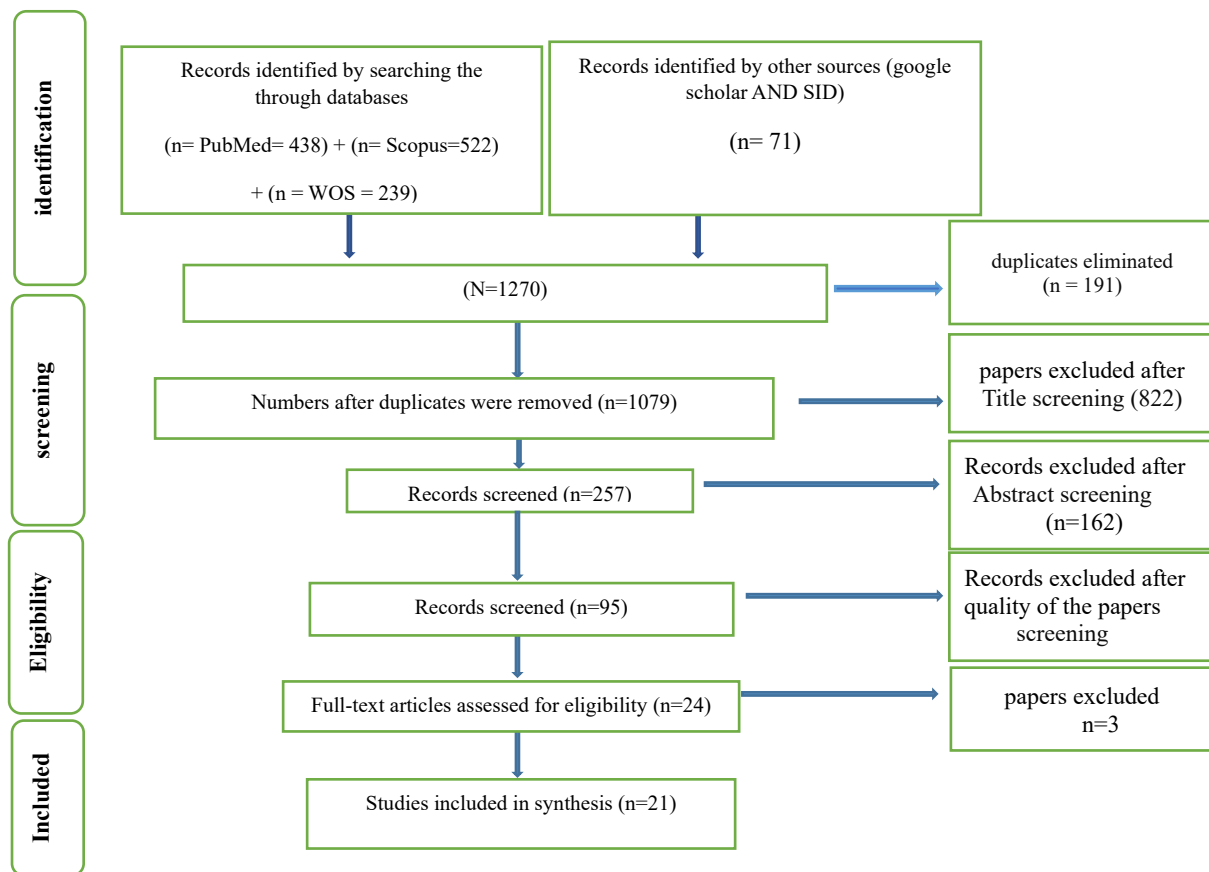
استراتژی جستجو

جستجوی منابع علمی

فرایند جستجوی منابع علمی برای این مرور نظام‌مند در چهار پایگاه داده معتبر بین‌المللی شامل Scopus، PubMed، Web of Science و Google Scholar انجام شد. این جستجو تا تاریخ ۳۰ آوریل ۲۰۲۵ ادامه یافت و به منظور تمرکز بر شواهد مرتبط، تنها مقالات منتشر شده به زبان انگلیسی از سال ۲۰۱۰ به بعد مورد بررسی قرار گرفتند.

کلیدواژه‌ها بر اساس هدف پژوهش یعنی شناسایی "چالش‌ها و الزامات به کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت" طراحی شدند. این کلیدواژه‌ها در چهار گروه اصلی طبقه‌بندی شدند:

- گروه اول (فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت): شامل اصطلاحاتی نظیر "Digital Health"، "eHealth"، "mHealth"، "Telemedicine"، "Artificial Intelligence OR AI"، "Internet of Things OR IoT"، "Blockchain"، "Big Data"، "Health Information Technology OR HIT"، و "Remote Patient Monitoring".
- گروه دوم (چالش‌ها و موانع پیاده‌سازی): شامل واژگانی مانند "Barriers"، "Challenges"، "Obstacles"، "Limitations"، "Difficulties"، "Adoption Issues"، "Implementation Issues"، و "Acceptance Issues".
- گروه سوم (الزامات و نیازمندی‌ها): شامل اصطلاحاتی مانند "Requirements".



شکل ۱: نمودار جریان روند انتخاب مطالعات مطابق با دستورالعمل PRISMA

گردآوری داده‌ها، ملاحظات اخلاقی، دقت تحلیل داده‌ها، شفافیت گزارش یافته‌ها و میزان ارزش و قابلیت انتقال نتایج. ابزار برنامه مهارت‌های ارزیابی انتقادی توسط نهادهایی مانند مؤسسه کوکران^۴ و سازمان جهانی بهداشت تأیید شده و به‌ویژه در مرورهای کیفی برای افزایش شفافیت کاربرد دارد. مطالعات بر اساس چک‌لیست برنامه مهارت‌های ارزیابی انتقادی در ۱۰ بند مورد ارزیابی قرار گرفتند. در بخش اعتبار، مقالات از نظر بیان شفاف اهداف، تناسب روش کیفی و طراحی پژوهش، راهبرد جذب مشارکت‌کنندگان و نحوه

ارزیابی کیفیت مطالعات

برای ارزیابی کیفیت مطالعات کیفی وارد شده به این مرور سیستماتیک، از ابزار برنامه مهارت‌های ارزیابی انتقادی^۱ استفاده شد. این چک‌لیست استاندارد و بین‌المللی شامل ۱۰ سؤال اصلی است که در سه بخش اعتبار^۲، نتایج^۳ و ارزش و کاربرد یافته‌ها^۴ طبقه‌بندی می‌شوند. هر سؤال جنبه‌های کلیدی روش‌شناختی پژوهش‌های کیفی را بررسی می‌کند، از جمله وضوح اهداف مطالعه، تناسب روش‌شناسی کیفی، طراحی مطالعه، راهبرد جذب مشارکت‌کنندگان، نحوه

4. Usefulness
5. Cochrane

1. CASP (Critical Appraisal Skills Program)
2. Validity
3. Results

این فناوری‌ها، که آن نیز بر اساس همان چارچوب PESTEL تنظیم شده است.

تحلیل داده‌ها

برای تحلیل داده‌های استخراج شده از مقالات، از روش تحلیل چارچوبی به عنوان یکی از رویکردهای شناخته شده در پژوهش‌های کیفی استفاده شد. این روش امکان سازمان‌دهی و تفسیر داده‌ها بر اساس چارچوب‌های مفهومی مشخص را فراهم می‌کند و در چند مرحله به صورت نظام‌مند اجرا گردید. در گام نخست، دو پژوهشگر متخصص در حوزه فناوری مقالات را به طور مستقل مرور کرده و بخش‌های مرتبط با چالش‌ها و الزامات به کارگیری فناوری‌های دیجیتال را شناسایی کردند. سپس با استخراج واحدهای معنایی مشابه، کدهای اولیه شکل گرفت و مفاهیم مرتبط در زیرمجموعه‌ها گروه‌بندی شدند. این زیرمجموعه‌ها پس از بازنگری و مقایسه‌های مکرر، در قالب دسته‌های اصلی سازمان‌دهی گردیدند. برای مدیریت دقیق داده‌ها و کدگذاری، از نرم‌افزار MAXQDA نسخه ۲۰۲۲ استفاده شد. کدهای حاصل از تحلیل فردی در جلسات تیمی بررسی و در صورت لزوم اصلاح یا ادغام شدند.

در مرحله نهایی، یافته‌ها بر اساس چارچوب PESTEL (سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، محیطی و قانونی) دسته‌بندی و در قالب جدولی شامل دسته‌های اصلی، زیرمجموعه‌ها و نمونه‌ای از نقل قول‌های مقالات ارائه گردید. اعتبار تحلیل از طریق بازبینی مستمر داده‌ها، تطبیق با اهداف مطالعه و اجماع میان پژوهشگران تضمین شد و اختلاف نظرها با گفت‌وگو و توافق نهایی برطرف گردید.

از آنجا که پیاده‌سازی فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت تنها به مسائل فنی محدود نیست و ابعاد گسترده‌ای همچون سیاستی، اقتصادی، اجتماعی، حقوقی و زیست‌محیطی را نیز دربر می‌گیرد، چارچوب PESTEL مبنای اصلی تحلیل قرار گرفت. این چارچوب امکان طبقه‌بندی و بررسی نظام‌مند عوامل محیطی مؤثر بر سلامت دیجیتال را فراهم ساخت. بر این اساس، جدول ۱ چالش‌های کلیدی

گردآوری داده‌ها بررسی شدند. در بخش نتایج، دقت تحلیل داده‌ها، ملاحظات اخلاقی و وضوح ارائه یافته‌ها ارزیابی شد و بخش ارزش مطالعه به بررسی میزان کاربرد، اهمیت و قابلیت انتقال یافته‌ها اختصاص یافت. تنها مقالاتی که موفق به کسب حداقل امتیاز ۶ از ۱۰ شدند، به عنوان مطالعات باکیفیت کافی برای تحلیل نهایی وارد فرآیند تحلیل گردیدند.

ارزیابی کیفیت به صورت مستقل توسط دو پژوهشگر انجام شد؛ پژوهشگر اول دارای تجربه در حوزه فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت و پژوهشگر دوم متخصص در ارزیابی شواهد علمی و روش‌های تحقیق کیفی بود. نتایج این ارزیابی‌ها در جدولی خلاصه شد.

استخراج داده‌ها

فرم ویژه‌ای برای استخراج داده‌ها طراحی شد که بر اساس اهداف پژوهش یعنی شناسایی و تحلیل چالش‌ها و الزامات به کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت تهیه گردید. این فرم شامل اطلاعاتی همچون سال انجام مطالعه، محل پژوهش، نوع فناوری بررسی شده، یافته‌های کلیدی، نوع مطالعه و نام نویسنده بود. دو پژوهشگر متخصص در حوزه فناوری به طور مستقل فرایند استخراج داده‌ها را انجام دادند تا از هرگونه سوگیری احتمالی در انتخاب یا ثبت اطلاعات جلوگیری شود. این رویکرد موجب شد تمامی مطالعات مرتبط وارد مرحله ارزیابی شوند و از حذف غیرضروری منابع جلوگیری گردد.

پس از تکمیل فرایند گردآوری داده‌ها، تحلیل چارچوبی بر روی مطالعات انجام گرفت و نتایج در قالب طبقه‌بندی PESTEL (سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، محیطی و حقوقی) سازمان‌دهی شد. خروجی این تحلیل در دو جدول ارائه گردید: جدول ۲ شامل چالش‌های شناسایی شده در به کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت، طبقه‌بندی شده بر اساس ابعاد PESTEL؛ و جدول ۳ شامل الزامات و راهکارهای پیشنهادی برای موفقیت در پیاده‌سازی

متون، ۷۱ مقاله کنار گذاشته شد و ۲۱ مقاله اصلی باقی ماند که سه مقاله به دلیل عدم انطباق نتیجه‌گیری با موضوع پژوهش کنار گذاشته شد. همه این مقالات به بررسی چالش‌ها و الزامات به کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت اختصاص داشتند.

جدول اول این مطالعه به منظور ارائه یک نمای کلی جمعیت شناختی از مقالات مورد بررسی طراحی شده است و ویژگی‌های کلیدی هر پژوهش را نشان می‌دهد. این جدول شامل نام نویسنده اول، سال انتشار، نوع مقاله، دسته‌بندی موضوعی و امتیاز کیفیت است.

به کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت را همراه با زیرمجموعه‌ها و نمونه‌های استخراج شده از مقالات ارائه می‌دهد.

یافته‌ها

بررسی و انتخاب مطالعات

در مجموع، ۱۲۷۰ رکورد از پایگاه‌های داده ذکر شده استخراج شد. پس از حذف موارد تکراری، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها و ارائه‌ها، تعداد اسناد به ۱۰۷۹ مقاله کاهش یافت. سپس با غربالگری نظام‌مند عناوین، ۲۵۷ مقاله مرتبط با موضوع انتخاب شد.

در مرحله بعد، چکیده‌ها ارزیابی و در مجموع ۹۵ مقاله برای بررسی متن کامل انتخاب گردید. پس از مطالعه کامل

جدول شماره ۱: مقالات پژوهشی بکار گرفته شده

شماره	نام نویسنده اول	سال چاپ	نام ژورنال یا کشور	نوع مقاله	دسته‌بندی موضوعی پژوهش	ارزیابی کیفیت برحسب CAST از ۱۰
۱	هلن لوی (۱۶)	۲۰۱۴	مجله پزشکی داخلی عمومی (ایالات متحده)	پژوهشی - تحلیل ثانویه داده‌های ملی	چالش‌های شکاف دیجیتال و سواد سلامت در سالمندان و الزامات دسترسی به اطلاعات پزشکی دیجیتال	۹
۲	یونگ جائه کیم (۱۷)	۲۰۱۶	اطلاعات پزشکی JMIR (کره جنوبی/فیلیپین)	پژوهشی - توسعه و اعتبارسنجی الگوریتم	چالش‌های اندازه‌گیری دستی چربی احشایی و زیرپوستی و ارزیابی چالش‌های ابزارهای خودکار پردازش تصویر دیجیتال	۹
۳	سسلیا دالگرن (۱۸)	۲۰۱۸	موسسه کارولینسکا (سوئد)	مطالعه رجیستری کل جمعیت	چالش‌های نابرابری دسترسی در تل‌مدیسین مستقیم به مصرف‌کننده و عوامل جمعیت شناختی	۹
۴	جیمی راس (۱۹)	۲۰۱۸	UCL (بریتانیا)	مطالعه پیاده‌سازی (Implementation study)	چالش‌های اجرای مداخلات دیجیتال در سرویس سلامت ملی ^{۲۰} و توسعه استراتژی‌های مبتنی بر نظریه	۹
۵	فوزیه انور (۲۰)	۲۰۱۹	COMSATS (پاکستان)	مطالعه مفهومی + پیمایش مقطعی	چالش‌های پذیرش HIT در کشورهای در حال توسعه و موانع زیرساختی/فرهنگی و الزامات اجرایی	۷
۶	مارکوس بندتسن (۲۱)	۲۰۲۰	JMIR mHealth و uHealth (سوئد)	پژوهشی - RCT	چالش‌های ارتقای سلامت روان دانشجویان از طریق mHealth و ارزیابی اثربخشی مداخلات دیجیتال	۱۰

۷	سیلوینا کاتوارا-سولارز (۲۲)	۲۰۲۰	JMIR سلامت روان (اسپانیا-بریتانیا)	RCT (Proof-of-principle)	چالش‌های بهبود سلامت روان از طریق برنامه‌های در دوران COVID-۱۹	۹
۸	ماریا هگلوند (۲۳)	۲۰۲۰	دانشگاه‌های اوپسالا، کارولینسکا، لوند (سوئد)	مطالعه کیفی	چالش‌های محیط کاری پزشکان در مراقبت دیجیتال و نیازهای آموزشی/حمایتی	۸
۹	جوآن وودفورد (۲۴)	۲۰۲۱	JMIR تحقیقات فرمت (سوئد)	پژوهشی - کیفی (Document) + analysis (اسناد)	چالش‌های پژوهش سلامت دیجیتال در فاز توسعه، امکان‌سنجی و راه‌اندازی مداخلات دیجیتال برای والدین کودکان سرطانی (شامل محدودیت‌های فنی، سازمانی، تصمیم‌گیری و ارتباطات)	۸
۱۰	کلی ویلیامز (۲۵)	۲۰۲۱	JMIR mHealth و uHealth (ایالات متحده)	RCT (کیفی + کمی)	چالش‌ها و الزامات اجرایی مراقبت دیجیتال برای بیماران چند بیماری مزمن و موانع سواد دیجیتال/اتصال	۹
۱۱	آنیندیا گووز (۲۶)	۲۰۲۱	MIS Quarterly (ایالات متحده - چین)	RCT میدانی (Field Experiment)	چالش‌های تغییر رفتار بیماران دیابتی از طریق mHealth و ارزیابی الزامات شخصی‌سازی یادآوری‌ها	۹
۱۲	کارمن بنویدس (۲۷)	۲۰۲۱	JMIR mHealth و uHealth (اسپانیا)	مطالعه ترکیبی (Mixed-method, pre-post)	چالش‌های بهبود BMI و عادات سالم نوجوانان از طریق eHealth و نقش شبکه‌های اجتماعی	۸
۱۳	آنو مارجا کایحلانن (۲۸)	۲۰۲۱	(فنلاند)	مطالعه کیفی	چالش‌های گروه‌های آسیب‌پذیر در دسترسی به سلامت دیجیتال و نابرابری در دوران COVID-۱۹	۸
۱۴	امی آرمنتو لی (۲۹)	۲۰۲۲	RCT (ایالات متحده، بریتانیا، ایتالیا)	RCT چهارتایی	چالش‌های افزایش فعالیت بدنی از طریق یادگیری تقویتی (RL) و ارزیابی JITAs دیجیتال	۹
۱۵	ینس ویلکنز (۳۰)	۲۰۲۲	مطالعه داده‌های رجیستری سوئدی (سوئد)	پژوهشی - تحلیل ثانویه رجیستری	چالش‌های نسخه‌دهی آنتی‌بیوتیک در مراقبت اولیه دیجیتال و تفاوت با ویزیت حضوری	۹
۱۶	مارسل مایره‌ایم (۳۱)	۲۰۲۲	مطالعه بالینی اروپایی (آلمان، یونان)	مطالعه تجربی و سیاست‌محور	چالش‌های اخلاقی/قانونی و الزامات اجرای دیجیتال سلامت در مطالعات بالینی کودکان سرطانی	۸
۱۷	ایرنه مولی (۳۲)	۲۰۲۲	دانشگاه اوپسالا، کارولینسکا (سوئد)	مطالعه مقطعی Cross-sectional (survey)	چالش‌های پذیرش بلندمدت مشاوره‌های ویدئویی و شکاف دیجیتال سنی/اجتماعی در مراقبت اولیه	۸
۱۸	کارل روکلمر مورلینگ (۳۳)	۲۰۲۳	تحقیقات خدمات بهداشتی BMC (سوئد)	پژوهشی - مقطعی (Survey)	چالش‌های رضایت بیماران از پزشکی از راه دور و عوامل سنی/جنسیتی در پذیرش فناوری دیجیتال	۸

۱۹	لئون شوتزه (۳۴)	۲۰۲۳	مجله بین‌المللی سیاست و مدیریت سلامت (تانزانیا)	پژوهشی - مطالعه پانل کمی	چالش‌های پذیرش و underreporting در سامانه‌های دیجیتال مدیریت بیمه سلامت و موانع سازمانی/ زیرساختی	۹
۲۰	محسن آمویی (۳۵)	۲۰۲۳	(کانادا)	مقاله مفهومی (Framework)	چالش‌های ادغام داده‌های بیمار محور و AI در سلامت دیجیتال و کاهش سوگیری‌ها	۷
۲۱	اومت آریوز (۳۶)	۲۰۲۳	مطالعه چندملیتی (اسلوونی، اتریش، لتونی و غیره)	مطالعه آینده‌نگر تک‌موردی Single-case (experimental)	چالش‌های بهبود خودکارآمدی بازماندگان سرطان از طریق مداخلات دیجیتال mHealth	۸

اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، فناوری، اجرایی و عملیاتی، قانونی و اخلاقی و زیست‌محیطی تقسیم‌شده‌اند. در هر بخش، زیرمحوورها و نمونه‌های واقعی ذکر شده‌اند که ابعاد مختلف مسئله به‌طور شفاف قابل درک باشد.

جدول حاضر مجموعه‌ای از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی پیاده‌سازی و توسعه فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت را به‌صورت دسته‌بندی شده نشان می‌دهد و در ادامه به بررسی و تحلیل هر یک از این چالش‌ها پرداخته خواهد شد. این چالش‌ها بر اساس چارچوب PESTEL به ابعاد سیاسی،

جدول شماره ۲: چالش‌های موجود در به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت

دسته چالش	زیرمجموعه / محور	توضیحات
چالش‌های سیاسی و سیاست‌گذاری	حمایت و تعهد دولت ^۱	کمبود راهبرد ملی برای دیجیتالی شدن سلامت (۲۰)؛ تغییر مداوم اولویت‌های سیاست‌گذاری (۲۰)؛ نبود حمایت مستمر از پروژه‌های نوآوری دیجیتال (۱۷)؛ تصمیمات سیاسی کوتاه‌مدت مانع استمرار پروژه‌ها (۳۲).
	ثبات و هماهنگی بین‌بخشی ^۲	نبود هماهنگی میان وزارت بهداشت، فناوری اطلاعات و بیمه‌ها (۲۴)؛ سیاست‌های پراکنده و متناقض در تله‌مدیسی و پرونده سلامت الکترونیک (۲۳)؛ هزینه خرید تجهیزات پیشرفته (سرورها، زیرساخت‌های ابری، بلاکچین) (۳۱)؛ هزینه‌های جاری نگهداری، به‌روزرسانی و امنیت سایبری (۲۳)؛ فقدان مدل‌های کاهش هزینه در بلندمدت (۳۲).
چالش‌های اقتصادی	منابع مالی محدود ^۴	نبود مدل‌های تجاری پایدار برای پروژه‌های سلامت دیجیتال (۳۴)؛ محدودیت بودجه عمومی در کشورهای کم‌درآمد و متوسط (۳۶)؛ کاهش کمک‌های بین‌المللی؛ وابستگی به مدل‌های تأمین مالی ترکیبی (PPP)، پرداخت مستقیم بیماران (۲۰) (۳۴).

1. Government Support & Commitment
2. Inter-sectoral Coordination
3. High Implementation Costs
4. Limited Financial Sustainability

چالش‌های اجتماعی و فرهنگی	مقاومت در پذیرش فناوری‌های نوین ^۱	بی میلی بیماران به جایگزینی ارتباط چهره به چهره با پزشک توسط تله‌مدیسن (۱۷)؛ (۲۳)؛ نگرانی پزشکان از کاهش کنترل بالینی (۲۳)؛ عدم اعتماد کاربران به صحت نتایج سامانه‌های هوش مصنوعی (۲۴).
	شکاف دیجیتال ^۲	نابرابری در دسترسی به اینترنت و تجهیزات دیجیتال بین مناطق شهری و روستایی (۲۰)؛ اختلاف در توانایی استفاده میان گروه‌های سنی (۲۰) (۳۱) (۳۳)؛ پایین بودن سواد سلامت دیجیتال بیماران و کارکنان درمان (۲۰) (۱۶) (۲۳).
چالش‌های فناوری	امنیت داده‌ها ^۳	تهدید حملات سایبری (Ransomware, Phishing) علیه داده‌های بیماران (۱۷, ۲۶)؛ ذخیره‌سازی ابری نیازمند رمزنگاری چندلایه؛ ضعف در سامانه‌های مدیریت هویت و دسترسی (۱۸, ۲۰)؛ نبود پروتکل‌های امنیتی IoT و لباس‌های پوشیدنی ^۴ (۳۴).
	یکپارچگی سامانه‌ها ^۵	ناهمگونی استانداردهای تبادل داده‌ها (HLV, FHIR, DICOM)؛ (۳۶) سامانه‌های قدیمی فاقد قابلیت ادغام (۳۳)؛ نبود معماری داده ملی و زیرساخت‌های یکپارچه‌سازی (۳۱).
چالش‌های اجرایی و عملیاتی	قابلیت اطمینان و پایداری ^۶	قطعی‌های مکرر در سامانه‌های دیجیتال (۲۳)؛ ضعف زیرساخت ارتباطی در بحران‌ها (۲۴)؛ نبود مکانیسم‌های بازیابی بلایا و امنیت عملیاتی (۳۳).
	ضعف در زیرساخت ^۷	محدودیت پهنای باند و سرعت اینترنت در مناطق محروم (۳۱)؛ کمبود سرورهای IoT پر قدرت و تجهیزات آن (۲۰) (۳۴)؛ وابستگی به زیرساخت‌های خارجی (۲۰) (۳۴).
چالش‌های قانونی و اخلاقی	عدم همکاری بین سازمانی ^۸	نبود پروتکل‌های مشترک بین بیمارستان‌ها، بیمه‌ها و آزمایشگاه‌ها (۲۶)؛ رقابت سازمانی و انحصارطلبی شرکت‌های فناوری (۲۴)؛ تکثر پروژه‌های موازی بدون هماهنگی ملی (۳۲).
	کمبود نیروی متخصص ^۹	کمبود متخصصان انفورماتیک سلامت و امنیت سایبری (۱۷) (۲۳)؛ نبود برنامه‌های آموزشی مستمر (۲۳)؛ مهاجرت نیروهای متخصص به کشورهای توسعه‌یافته (۲۳).
چالش‌های قانونی و اخلاقی	مقاومت کارکنان ^{۱۰}	برداشت کارکنان از فناوری‌های دیجیتال به عنوان بار اضافی (۳۳) (۳۴)؛ بی‌اعتمادی به الگوریتم‌های هوش مصنوعی (مشکل Black-box)؛ (۳۵) (۳۳)؛ ترس از کاهش استقلال بالینی پزشکان (۳۶) (۲۳).
	نبود قوانین جامع ^{۱۱}	فقدان چارچوب حقوقی روشن برای مالکیت داده‌های سلامت (۲۰)؛ ابهام در مسئولیت خطاهای پزشکی ناشی از الگوریتم‌ها (۲۰)؛ نبود مقررات مشخص برای پزشکی از راه دور فرامرزی (۲۰) (۳۲) (۳۳).

1. Resistance to Digital Adoption
2. Digital Divide
3. Data Security
4. Wearables
5. System Interoperability
6. Reliability & Resilience
7. Infrastructure Gaps
8. Inter-organizational Fragmentation
9. Human Resource Shortage
10. Resistance to Change
11. Regulatory Gaps

نگرانی‌های حریم خصوصی ^۱	داده‌های سلامت حساس در معرض افشاگری؛ (۳۵) ردیابی بیماران از طریق دستگاه‌های پوشیدنی بدون رضایت؛ نبود قوانین مشابه GDPR؛ (۳۵)
مصرف انرژی و پایداری ^۲	تهدید سوءاستفاده دولت‌ها علیه گروه‌های آسیب‌پذیر (۳۳). مصرف بالای انرژی سرورها و دیتاسنترها (۳۶)؛ تولید ضایعات الکترونیکی تجهیزات دیجیتال سلامت (۳۱).
چالش‌های زیست‌محیطی	مقاومت در شرایط بحرانی ^۳ ضعف زیرساخت‌ها در بلایای طبیعی (۲۰)؛ نبود سامانه‌های پشتیبان انرژی و ارتباط (۱۷)؛ کاهش دسترسی به خدمات دیجیتال سلامت در شرایط اضطراری (۱۸، ۳۵).

چالش‌های سیاسی

چالش‌های سیاسی در به‌کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت شامل نبود راهبرد ملی واحد، تغییرات مکرر سیاست‌ها و اولویت‌های دولت، ضعف هماهنگی بین وزارت بهداشت، بیمه‌ها و مراکز درمانی و محدودیت حمایت‌های قانونی و نهادی است (۳۱).

این چالش‌ها نشان می‌دهند که سیاست‌گذاری ضعیف و عدم انسجام بین نهادها، اجرای فناوری‌های دیجیتال را با شکست مواجه می‌کند. عدم وجود یک چارچوب ملی استاندارد موجب پراکندگی سامانه‌ها، دوباره‌کاری، هدر رفت منابع و عدم قابلیت مقیاس‌پذیری پروژه‌ها می‌شود. همچنین، فقدان نهادهای هماهنگ‌کننده و شاخص‌های عملکردی مشخص، ریسک کاهش اثرگذاری فناوری‌ها و عدم انطباق با استانداردهای بین‌المللی را افزایش می‌دهد. از منظر علمی، ایجاد ساختار حکمرانی چندسطحی، تعریف شاخص‌های کلیدی عملکرد^۴ و تدوین راهبرد ملی مبتنی بر شواهد، برای تضمین پایداری، هماهنگی و بهبود اثرات فناوری‌های سلامت دیجیتال ضروری است (۳۵) و (۳۱).

چالش‌های اقتصادی

چالش‌های اقتصادی شامل محدودیت بودجه، هزینه بالای پیاده‌سازی و نگهداری سامانه‌ها، نبود مدل‌های تأمین

مالی پایدار، وابستگی به کمک‌های خارجی و فقدان ارزیابی دقیق هزینه فایده است (۲۶).

محدودیت‌های مالی سرعت و مقیاس‌پذیری پروژه‌ها را کاهش دهد و سرمایه‌گذاری‌های ناکارآمد را افزایش می‌دهد. تحلیل‌های اقتصادی ناکافی ریسک شکست پروژه‌ها را بالا می‌برد و از بهره‌وری منابع جلوگیری می‌کند. راهکارهای تخصصی شامل طراحی مدل‌های مالی ترکیبی (مشارکت عمومی-خصوصی)، بهره‌گیری از فناوری‌های متن‌باز و ارزیابی جامع هزینه-فایده بر اساس شاخص‌های مالی و غیرمالی است. علاوه بر این، مدل‌های اقتصاد رفتاری و شبیه‌سازی‌های سناریویی می‌توانند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران را بهینه کنند (۲۳، ۲۶).

چالش‌های اجتماعی و فرهنگی

چالش‌های اجتماعی و فرهنگی شامل مقاومت کارکنان و بیماران، ضعف سواد دیجیتال و سلامت، نگرانی‌های حریم خصوصی و نابرابری دسترسی به فناوری‌ها در مناطق محروم است (۱۶، ۱۸).

پذیرش فناوری‌های دیجیتال مستلزم تغییر نگرش‌ها و رفتارهای کاربران است. مقاومت کارکنان ممکن است ناشی از ترس از جایگزینی نقش‌ها یا پیچیدگی استفاده از سامانه‌ها باشد، و بیماران ممکن است نسبت به حریم خصوصی

1. Privacy Concerns
2. Energy & Sustainability
3. Disaster Preparedness
4. Key Performance Indicator (KPIs)



ارزیابی اثرات می‌شود. راهکار تخصصی شامل ایجاد چارچوب مدیریت پروژه حرفه‌ای، توسعه مهارت‌های فنی و تحلیلی نیروی انسانی، استانداردسازی فرآیندها و استفاده از سامانه‌های یکپارچه داده و مدیریت منابع است (۲۴) و (۲۳).

چالش‌های قانونی و اخلاقی

چالش‌های قانونی و اخلاقی شامل نبود چارچوب‌های قانونی شفاف، ضعف حفاظت از حریم خصوصی، مسئولیت‌های حقوقی ناشی از خطاهای فناوری و نگرانی‌های عدالت و اخلاق در استفاده از داده‌ها و هوش مصنوعی است (۲۰) و (۳۲).

فقدان چارچوب قانونی مشخص منجر به ریسک‌های حقوقی و کاهش اعتماد کاربران می‌شود. حفاظت از داده‌ها، شفافیت الگوریتمی و تعریف مسئولیت‌های قانونی برای خطاهای فناوری، از الزامات حیاتی است. توصیه تخصصی شامل تدوین قوانین ملی و بین‌المللی، اجرای دستورالعمل‌های اخلاقی، پایش مستمر سامانه‌های هوش مصنوعی و ایجاد مکانیسم‌های پاسخگویی و جبران خسارت در صورت خطا است (۲۰)، (۳۲) و (۳۳).

چالش‌های زیست‌محیطی

چالش‌های زیست‌محیطی شامل مصرف بالای انرژی در مراکز داده، تولید زباله‌های الکترونیکی و اثرات منفی زیست‌محیطی تجهیزات و زیرساخت‌ها است (۱۸).

توسعه فناوری‌های دیجیتال بدون مدیریت پایداری محیطی، منجر به اثرات بلندمدت زیان‌بار می‌شود. راهکار تخصصی شامل استفاده از فناوری‌های سبز، بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت چرخه عمر تجهیزات، بازیافت زباله‌های الکترونیکی و بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر در مراکز داده است. این اقدامات علاوه بر کاهش اثرات زیست‌محیطی، مزیت رقابتی و مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها را نیز افزایش می‌دهد (۱۸، ۳۵).

داده‌های شخصی حساس باشند. راهکار تخصصی شامل طراحی سامانه‌های کاربرپسند، آموزش مداوم نیروی انسانی و کاربران نهایی، تقویت سواد سلامت دیجیتال و توسعه زیرساخت‌های ارتباطی در مناطق محروم است (۲۵). همچنین، ایجاد سیاست‌های حفاظت داده و شفافیت در پردازش اطلاعات، اعتماد کاربران را افزایش داده و پذیرش فناوری را تسهیل می‌کند (۱۶) و (۳۵).

چالش‌های فناوریانه

چالش‌های فناوریانه شامل کمبود زیرساخت‌های مقاوم و پایدار، ضعف استانداردسازی و تعامل‌پذیری بین سامانه‌ها، تهدیدات امنیت سایبری، کمبود نوآوری و به‌روزرسانی مستمر است (۱۷).

عدم وجود زیرساخت‌های دیجیتال پایدار موجب کاهش قابلیت اطمینان و عملکرد سامانه‌ها می‌شود. ضعف استاندارد و سازگاری بین سامانه‌های مختلف، مانع تبادل امن و مؤثر داده‌ها شده و کارایی خدمات را کاهش می‌دهد. تهدیدات امنیت سایبری، از جمله حملات باج‌افزار و دسترسی غیرمجاز، ریسک قانونی و مالی و کاهش اعتماد کاربران را افزایش می‌دهند (۱۸). راهکار تخصصی شامل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های مقاوم و امن، پیاده‌سازی استانداردهای بین‌المللی (مانند HL7 FHIR) برای تبادل داده‌های سلامت، مدیریت امنیت سایبری و برنامه‌ریزی نوآوری و به‌روزرسانی مستمر سامانه‌ها است (۲۴).

چالش‌های اجرایی و عملیاتی

چالش‌های اجرایی شامل کمبود نیروی متخصص، ضعف مدیریت پروژه، پراکندگی داده‌ها و فقدان فرآیندهای یکپارچه برای پیاده‌سازی و نگهداری سامانه‌ها است (۲۳).

اجرای فناوری‌های دیجیتال نیازمند مدیریت پروژه دقیق، نیروی انسانی آموزش‌دیده و فرآیندهای هماهنگ است. پراکندگی داده‌ها و عدم یکپارچگی فرآیندها باعث خطاهای بالینی، کاهش کیفیت خدمات و عدم قابلیت

مصنوعی و سامانه‌های شبیه‌ساز در فرآیندهای درمانی، آموزشی و پژوهشی، این الزامات نه تنها به ارتقای کیفیت خدمات بالینی کمک می‌کنند، بلکه تضمین‌کننده ایمنی بیماران، حفظ محرمانگی داده‌ها و پایداری سامانه‌های دیجیتال نیز هستند؛ بنابراین، این جدول به عنوان مرجعی منسجم برای سیاست‌گذاران، مدیران بیمارستان‌ها و پژوهشگران ارائه شده تا برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزشیابی فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت با دقت و کارآمدی بیشتری انجام شود.

جدول ارائه شده الزامات به کارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت را نیز بر اساس چارچوب تحلیلی PESTEL دسته‌بندی می‌کند و به تفکیک محورهای مختلف، نمونه‌ها و جزئیات عملیاتی آن‌ها را ارائه می‌دهد. این جدول تلاش دارد تا الزامات مرتبط با دقت و صحت فناوری‌های تشخیصی، یکپارچگی سامانه‌های اطلاعاتی، ایمنی و اثربخشی فناوری‌های نوین، آموزش دیجیتال کارکنان و بیماران، پژوهش بالینی و غیربالینی، و مدیریت زیرساخت‌های فناورانه را به صورت جامع جمع‌آوری کند. با توجه به اهمیت تعامل فناوری‌های نوین مانند واقعیت مجازی، متاورس، هوش

جدول شماره ۳: الزامات بکارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت

دسته (PESTEL)	زیرمجموعه / محور	توضیحات
سیاسی	سیاست‌گذاری و راهبرد ملی ^۱	تدوین راهبرد ملی سلامت دیجیتال؛ هماهنگی میان وزارت بهداشت، بیمه‌ها و بیمارستان‌ها؛ جلوگیری از موازی کاری پروژه‌ها (تجربه اوگاندا) (۳۱) (۳۵).
	حمایت دولتی و رهبری ^۲	تعهد دولت به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال؛ ایجاد نهادهای هماهنگ‌کننده برای تدوین استانداردهای ملی و بین‌المللی (۲۳).
	مشارکت بین‌بخشی و بین‌المللی ^۳	همکاری با بخش خصوصی، NGO ها و سازمان‌های بین‌المللی؛ همسویی با چارچوب‌های WHO Digital Health (۲۳).
اقتصادی	تأمین مالی پایدار ^۴	طراحی مدل‌های تجاری پایدار؛ PPP، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی، بودجه عمومی، بیمه‌های سلامت؛ کاهش وابستگی به کمک‌های خارجی (۲۰) (۳۴).
	تحلیل هزینه-فایده ^۵	ارزیابی اقتصادی برای توجیه سرمایه‌گذاری؛ برآورد بازگشت سرمایه (ROI) در پروژه‌های سلامت دیجیتال (۳۵).
	کاهش هزینه‌های پیاده‌سازی ^۶	استفاده از فناوری‌های متن‌باز و مدل‌های ابری مقیاس‌پذیر؛ کاهش هزینه‌های نگهداری و توسعه (۳۲).
اجتماعی	ارتقای سواد سلامت دیجیتال ^۷	آموزش بیماران و کادر درمان؛ طراحی رابط کاربری ساده و کاربرپسند (۱۶، ۲۳).
	مدیریت تغییر و پذیرش ^۸	توانمندسازی کارکنان برای کاهش مقاومت؛ مشارکت بیماران در طراحی سامانه‌ها برای افزایش پذیرش (۲۳).
	کاهش شکاف دیجیتال ^۹	توسعه دسترسی به اینترنت پرسرعت در مناطق محروم؛ حمایت از گروه‌های آسیب‌پذیر مانند سالمندان و بیماران مزمن (۱۸).
فنی / تکنولوژیک	زیرساخت دیجیتال پایدار ^{۱۰}	توسعه شبکه‌های پهن‌بند، مراکز داده مقیاس‌پذیر و سامانه‌های ابری امن (۱۷).
	استانداردسازی و تعامل‌پذیری ^{۱۱}	پیاده‌سازی استانداردهای HL7، FHIR، DICOM؛ ایجاد معماری ملی داده‌های سلامت (۲۴).
	امنیت سایبری و تاب‌آوری ^{۱۲}	استفاده از رمزنگاری پیشرفته، سامانه‌های IAM و مکانیسم‌های تحمل خطا؛ طراحی برنامه‌های بازیابی در بحران (۲۴).
قانونی و اخلاقی	نوآوری و به‌روزرسانی مستمر ^{۱۳}	سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوظهور (IoT، Blockchain، AI) و به‌روزرسانی منظم سامانه‌ها (۲۴).
	چارچوب‌های قانونی شفاف ^{۱۴}	تدوین قوانین مالکیت داده‌ها، استفاده از هوش مصنوعی، مسئولیت خطاهای پزشکی؛ تنظیم مقررات پزشکی از راه دور و خدمات فرامری (۳۲، ۳۳).

8. Change Management & Adoption

9. Reducing Digital Divide

10. Robust Digital Infrastructure

11. Standardization & Interoperability

12. Cybersecurity & Resilience

13. Continuous Innovation

14. Clear Legal Frameworks

1. National Strategy & Governance

2. Government Support & Leadership

3. Multi-sectoral & International Collaboration

4. Sustainable Financing Models

5. Cost-Benefit Analysis

6. Cost Reduction Mechanisms

7. Digital Health Literacy

حفاظت از حریم خصوصی ^۱	انطباق با قوانین مشابه GDPR؛ اعمال اصول «رضایت آگاهانه دیجیتال» (۳۲)
اخلاق در استفاده از فناوری ^۲	تضمین شفافیت الگوریتم‌های AI؛ جلوگیری از تبعیض الگوریتمی؛ حفاظت از داده‌های بیماران آسیب‌پذیر (۳۲).
پایداری محیطی در زیرساخت دیجیتال ^۳	مدیریت مصرف انرژی در مراکز داده؛ استفاده از فناوری‌های سبز (Green IT) (۳۵، ۱۸).
مدیریت چرخه عمر تجهیزات ^۴	ایجاد سیاست‌های بازیافت تجهیزات دیجیتال؛ کاهش زباله‌های الکترونیک ناشی از ارتقاهای سخت‌افزاری (۳۱).

الزامات سیاسی

الزامات سیاسی شامل تدوین راهبرد ملی هماهنگ برای پیاده‌سازی فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت، ایجاد نهادهای هماهنگ‌کننده و شاخص‌های عملکرد مشخص، پشتیبانی قانونی و حمایت پایدار دولت و تضمین هماهنگی میان وزارت بهداشت، بیمه‌ها و مراکز درمانی است. سیاست‌های منسجم و هماهنگ، زیرساخت اجرای موفق فناوری‌ها را فراهم می‌کنند (۳۵، ۲۳). طراحی راهبرد ملی مبتنی بر شواهد، تضمین پایداری و انسجام پروژه‌ها و کاهش هدر رفت منابع را امکان‌پذیر می‌کند. به‌علاوه، ایجاد نهادهای هماهنگ‌کننده و پایش مستمر شاخص‌های عملکرد، موجب استانداردسازی و افزایش قابلیت مقیاس‌پذیری فناوری‌ها می‌شود. از منظر علمی، الزامات سیاست‌گذاری باید مبتنی بر چارچوب‌های بین‌المللی و مدیریت ریسک‌های سیاسی و سازمانی باشند (۳۱).

الزامات اقتصادی

الزامات اقتصادی شامل تأمین منابع مالی پایدار، تدوین مدل‌های سرمایه‌گذاری کارآمد، ارزیابی دقیق هزینه-فایده، استفاده از مدل‌های مشارکتی عمومی-خصوصی و کاهش وابستگی به کمک‌های خارجی است. وجود منابع مالی کافی و پایدار، امکان اجرای فناوری‌های دیجیتال باکیفیت و مقیاس‌پذیری بالا را فراهم می‌کند (۳۴). ارزیابی اقتصادی جامع، ریسک‌های سرمایه‌گذاری را کاهش داده و اطمینان از بهره‌وری منابع را افزایش می‌دهد. به‌علاوه، بهره‌گیری از

فناوری‌های متن‌باز و مدل‌های مشارکتی عمومی-خصوصی هزینه‌ها را کاهش و دوام پروژه‌ها را تضمین می‌کند. استفاده از شبیه‌سازی‌های سناریویی و تحلیل حساسیت اقتصادی، تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران را بهینه می‌سازد (۳۴، ۲۰).

الزامات اجتماعی و فرهنگی

الزامات اجتماعی شامل آموزش مداوم نیروی انسانی و بیماران، ارتقای سواد سلامت دیجیتال، افزایش پذیرش فناوری‌ها، کاهش شکاف دیجیتال و تضمین دسترسی برابر به خدمات دیجیتال است (۱۶) و (۲۵). تغییر نگرش‌ها و رفتار کاربران، پیش‌شرط پذیرش فناوری‌های دیجیتال است. آموزش و توانمندسازی کارکنان و بیماران، طراحی سامانه‌های کاربرپسند و شفافیت در حفاظت از داده‌ها، اثر مثبت بر پذیرش فناوری دارد (۲۵). توسعه زیرساخت‌های دیجیتال در مناطق محروم و حمایت از گروه‌های آسیب‌پذیر، نابرابری‌های اجتماعی و دیجیتال را کاهش داده و دسترسی عادلانه به خدمات سلامت دیجیتال را تضمین می‌کند (۱۸) و (۳۵).

الزامات فناورانه

الزامات فناورانه شامل ایجاد زیرساخت‌های دیجیتال پایدار، استانداردسازی و تعامل‌پذیری سامانه‌ها، مدیریت امنیت سایبری، به‌روزرسانی مستمر و تشویق نوآوری است. زیرساخت‌های مقاوم و امن، پیش‌شرط اجرای فناوری‌های دیجیتال است (۱۷) و (۲۴). رعایت استانداردهای بین‌المللی (مانند HL7 FHIR)، امکان تبادل مؤثر و ایمن داده‌ها را فراهم

1. Privacy Protection
2. Ethical Use of Technology
3. Environmental Sustainability
4. E-waste Management



الکترونیکی، برای توسعه پایدار ضروری است. بهره‌گیری از فناوری‌های سبز، بهینه‌سازی مصرف انرژی، بازیافت تجهیزات و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر، هم کارایی سامانه‌ها را حفظ و هم اثرات زیست‌محیطی منفی را کاهش می‌دهد. این الزامات همچنین به مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها و پذیرش عمومی فناوری‌ها کمک می‌کند (۳۱).

بحث

۱. بعد سیاسی

فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت بدون حمایت و راهبرد ملی یکپارچه با چالش‌های جدی مواجه می‌شوند. نبود هماهنگی میان نهادهای سیاست‌گذار، تغییرات مکرر سیاست‌ها و اولویت‌های دولتی و ضعف نهادهای نظارتی باعث پراکندگی پروژه‌ها و کاهش اثربخشی اجرای فناوری‌ها می‌شود (۲۱). علاوه بر این، فقدان سرمایه‌گذاری بلندمدت و برنامه‌ریزی پایدار برای توسعه زیرساخت‌های دیجیتال، اجرای پروژه‌ها را با ریسک بالای شکست مواجه می‌کند و مانع ایجاد شبکه‌های اطلاعات سلامت یکپارچه می‌شود (۱۷).

مطالعات مشابه تطبیقی نشان می‌دهند که کشورهای با راهبردهای ملی شفاف، همچون تانزانیا و آلمان، موفق‌تر در پیاده‌سازی سامانه‌های سلامت دیجیتال عمل کرده‌اند (۳۷). در مقابل، پژوهشی در هند نشان می‌دهد که نبود هماهنگی نهادی و سیاست‌های کوتاه‌مدت مانع توسعه پایدار فناوری‌ها بوده است. این مقایسه تأکید می‌کند که ثبات و انسجام سیاست‌گذاری نقش کلیدی در موفقیت پروژه‌های دیجیتال دارد (۳۸).

۲. بعد اقتصادی

هزینه‌های بالای پیاده‌سازی، نگهداری و به‌روزرسانی سامانه‌های دیجیتال، همراه با محدودیت منابع مالی و عدم وجود مدل‌های تأمین مالی پایدار، اصلی‌ترین چالش اقتصادی محسوب می‌شوند. نبود ارزیابی جامع هزینه-فایده و وابستگی به کمک‌های خارجی، ریسک سرمایه‌گذاری‌ها را

می‌کند. مدیریت امنیت سایبری، کاهش ریسک‌های قانونی و مالی و افزایش اعتماد کاربران را تضمین می‌کند (۱۷). به‌روزرسانی مستمر و تشویق نوآوری، قابلیت تطبیق سامانه‌ها با نیازهای بالینی و تکنولوژیک را افزایش می‌دهد و مقیاس‌پذیری فناوری‌ها را تضمین می‌کند (۲۴).

الزامات اجرایی و عملیاتی

الزامات اجرایی شامل مدیریت حرفه‌ای پروژه، آموزش نیروی انسانی متخصص، یکپارچه‌سازی فرآیندها و داده‌ها و توسعه چارچوب‌های استاندارد مدیریت منابع و خدمات است. موفقیت در پیاده‌سازی فناوری‌ها مستلزم مدیریت سازمانی قوی و فرآیندهای هماهنگ است. آموزش نیروی انسانی و استانداردسازی داده‌ها و فرآیندها، کیفیت خدمات و کاهش خطاها را تضمین می‌کند (۲۱) (۲۳). چارچوب‌های مدیریت پروژه حرفه‌ای، نظارت مستمر و استفاده از ابزارهای یکپارچه مدیریت منابع و داده‌ها، اثربخشی و پایداری پروژه‌ها را افزایش می‌دهد (۱۷).

الزامات قانونی و اخلاقی

الزامات قانونی و اخلاقی شامل تدوین قوانین شفاف، حفاظت از حریم خصوصی بیماران، پاسخگویی حقوقی در صورت خطاهای فناوری، رعایت اصول اخلاقی و عدالت در استفاده از داده‌ها و هوش مصنوعی است. وجود چارچوب قانونی مشخص و رعایت اصول اخلاقی، اعتماد کاربران و پذیرش فناوری‌ها را افزایش می‌دهد. حفاظت از داده‌ها و شفافیت الگوریتمی، پیش‌شرط استفاده مسئولانه از فناوری‌های دیجیتال است (۲۳). توصیه تخصصی شامل تدوین مقررات ملی و بین‌المللی، پایش سامانه‌های هوش مصنوعی و ایجاد مکانیسم‌های پاسخگویی و جبران خسارت است (۳۲).

الزامات زیست‌محیطی

الزامات زیست‌محیطی شامل کاهش مصرف انرژی، مدیریت چرخه عمر تجهیزات، بازیافت زباله‌های الکترونیکی و استفاده از فناوری‌های سبز و مدیریت اثرات محیطی فناوری‌های دیجیتال، از مصرف انرژی تا تولید زباله‌های



۴. بعد فناورانه

چالش‌های فناورانه شامل کمبود زیرساخت‌های دیجیتال پایدار، ضعف استانداردسازی و تعامل‌پذیری سامانه‌ها، تهدیدات امنیت سایبری و نبود به‌روزرسانی مستمر است (۱۷، ۲۶). این مسائل می‌توانند موجب اختلال در ارائه خدمات، از دست رفتن داده‌ها و کاهش اعتماد کاربران شوند. به‌علاوه، نبود نوآوری و محدودیت در همگرایی فناوری‌ها با نیازهای بالینی، بهره‌وری فناوری‌های دیجیتال را کاهش می‌دهد (۲۴).

مطالعات جهانی نشان می‌دهند که رعایت استانداردهای بین‌المللی و سرمایه‌گذاری در امنیت داده‌ها موفقیت فناوری‌ها را تضمین می‌کند (۴۴). به‌عنوان نمونه، بررسی‌های لی و همکاران نشان داد که زیرساخت‌های مقاوم، تعامل‌پذیری سامانه‌ها و امنیت داده‌ها، بهره‌وری و پذیرش فناوری‌ها را افزایش داده‌اند (۴۵). پژوهش‌های منطقه‌ای نیز تأکید دارند که فقدان زیرساخت‌های فناورانه، مانع اصلی در اجرای پروژه‌های دیجیتال در کشورها با منابع محدود است (۴۶).

۵. بعد عملیاتی

کمبود نیروی متخصص، ضعف مدیریت پروژه، پراکندگی داده‌ها و نبود فرآیندهای یکپارچه، از مهم‌ترین چالش‌های عملیاتی برای بکارگیری فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت به شمار می‌رود. این مسائل موجب افزایش هزینه‌ها، کاهش کیفیت خدمات و دشواری در نگهداری و گسترش سامانه‌ها می‌شوند. همچنین عدم هماهنگی میان بخش‌های مختلف سازمان و فرآیندهای ناکارآمد، موجب کاهش اثربخشی پروژه‌ها می‌شود (۲۱).

استنباط از مطالعات بین‌المللی و منطقه‌ای نشان می‌دهد که تقویت مدیریت پروژه و بهره‌گیری از نیروی انسانی آموزش‌دیده نقش حیاتی در موفقیت پروژه‌های دیجیتال دارد.

افزایش داده و مانع مقیاس‌پذیری فناوری‌های دیجیتال می‌شود. به‌علاوه، محدودیت‌های بودجه‌ای اغلب موجب اولویت‌دهی به پروژه‌های کوتاه‌مدت و کاهش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های کلان می‌گردد (۲۰) و (۳۴).

مطالعات بانک جهانی و صندوق بین‌المللی پول نشان داده‌اند که مدل‌های تأمین مالی پایدار و ارزیابی اقتصادی دقیق، موفقیت پروژه‌ها را افزایش می‌دهند (۳۹). به‌عنوان مثال، بررسی‌های بین‌چاو دنگ و همکاران در چین نشان داد که برنامه‌ریزی اقتصادی و سرمایه‌گذاری مشترک عمومی-خصوصی باعث افزایش مقیاس‌پذیری و دوام پروژه‌ها شده است (۴۰). در مقابل، پژوهش‌های منطقه‌ای جوشی‌پورا و همکاران^{۵۵} نشان می‌دهد که نبود مدل‌های مالی پایدار، اجرای فناوری‌های دیجیتال را با شکست مواجه کرده است (۴۱).

۳. بعد اجتماعی

موانع اجتماعی و فرهنگی شامل مقاومت کارکنان و بیماران، ضعف سواد دیجیتال سلامت، نگرانی‌های حریم خصوصی و نابرابری دسترسی به فناوری‌هاست (۱۸). این چالش‌ها موجب پذیرش محدود سامانه‌های دیجیتال و کاهش تعامل کاربران می‌شود. علاوه بر این، تفاوت‌های فرهنگی و نگرش‌های جامعه به فناوری‌های نوین میزان موفقیت پروژه‌ها را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و نیاز به آموزش و فرهنگ‌سازی مستمر را ضروری می‌کند (۱۶).

مطالعات مشابه، مانند پژوهش‌های وایت‌هد^{۵۶} در میان جمعیت‌های متنوع فرهنگی و زبانی، نشان داده‌اند که آموزش کاربران و طراحی سامانه‌های کاربرپسند نقش حیاتی در پذیرش فناوری‌ها دارد (۴۲). همچنین پژوهش‌های یعقوب‌تأکید^{۵۷} می‌کنند که شکاف دیجیتال و عدم دسترسی برابر به فناوری‌ها، یکی از اصلی‌ترین موانع اجتماعی-فرهنگی در کشورهایی با زیرساخت محدود است (۴۳).

55. Joshipura
56. Whitehead
57. Jacob

اثرات منفی محیطی و فشار بر منابع طبیعی را تشدید می‌کند. به کارگیری فناوری‌های سبز و بهینه‌سازی مصرف انرژی، برای کاهش این اثرات ضروری است.

مطالعات جهانی، مانند پژوهش‌های ویلیامز، نشان داده‌اند که استفاده از راهکارهای سبز، بازیافت تجهیزات و بهینه‌سازی مصرف انرژی، نه تنها اثرات زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد، بلکه موجب افزایش کارایی و پذیرش فناوری‌ها نیز می‌شود (۵۰). مطالعه تارپانی و همکاران نیز تأکید می‌کند که در کشورهایی با توسعه محدود، عدم توجه به پایداری محیطی چالش مهمی در اجرای فناوری‌های دیجیتال ایجاد می‌کند (۵۱).

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد که پیاده‌سازی فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت با مجموعه‌ای پیچیده از چالش‌ها و الزامات روبه‌رو است. چالش‌های شناسایی شده شامل ابعاد سیاسی و سیاست‌گذاری، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، فناوریانه، عملیاتی، قانونی و زیست‌محیطی هستند که هر یک مانع یا محدودکننده اثربخشی فناوری‌ها محسوب می‌شوند. برای موفقیت در به کارگیری این فناوری‌ها، الزامات مشخصی شامل حمایت سیاسی پایدار، سرمایه‌گذاری مالی مناسب، توسعه زیرساخت‌های فناوریانه، ارتقای سواد دیجیتال کارکنان و بیماران، تدوین چارچوب‌های قانونی و اخلاقی و توجه به پایداری محیطی لازم است.

این یافته‌ها اهمیت نگاه جامع و چندبعدی در طراحی و اجرای پروژه‌های سلامت دیجیتال را برجسته می‌کنند. نادیده گرفتن هر یک از ابعاد منجر به شکست یا ناکارآمدی برنامه‌ها می‌شود. از منظر عملی، نتایج این مطالعه سیاست‌گذاران، مدیران بیمارستان‌ها و توسعه‌دهندگان فناوری را در تدوین استراتژی‌های هماهنگ، برنامه‌ریزی بودجه، انتخاب فناوری‌های مناسب و طراحی آموزش‌های هدفمند راهنمایی می‌کند. توجه به این ابعاد همچنین به کاهش پراکندگی

برای مثال، پژوهش‌های مارنیویک و همکاران^{۵۸} نشان داده‌اند که آموزش مستمر کارکنان و بهبود فرآیندهای عملیاتی نه تنها پذیرش فناوری‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه خطاهای اجرایی را نیز کاهش می‌دهد (۴۷). علاوه بر این، ویریک^{۵۹} در کتاب خود تأکید دارد که ضعف‌های عملیاتی یکی از مهم‌ترین عوامل شکست پروژه‌های دیجیتال در کشورهای با زیرساخت محدود است (۴۸).

۶. بعد قانونی و اخلاقی

نبود چارچوب‌های قانونی شفاف، ضعف حفاظت از حریم خصوصی، مسئولیت‌های حقوقی ناشی از خطاهای فناوری و نگرانی‌های مربوط به عدالت و اخلاق در استفاده از داده‌ها و هوش مصنوعی، مهم‌ترین چالش‌های قانونی و اخلاقی هستند. این مسائل می‌توانند اعتماد کاربران را کاهش دهند و پذیرش فناوری‌ها را با مشکل مواجه کنند. همچنین فقدان استانداردهای اخلاقی در طراحی و بهره‌برداری از فناوری‌ها، خطر سوءاستفاده و تخطی از اصول انسانی را افزایش می‌دهد (۳۲، ۳۳).

مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهند که تدوین قوانین جامع و رعایت اصول اخلاقی، موفقیت فناوری‌های دیجیتال را افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، پژوهش‌های دیرانی و همکاران نشان دادند که چارچوب‌های قانونی روشن و حفاظت از داده‌ها موجب افزایش اعتماد کاربران و پذیرش فناوری‌ها شده است (۴۹). همچنین مطالعه جین و همکاران در ۲۰۲۵ در ایران بیانگر آن است که نبود قوانین مشخص، یکی از عوامل اصلی کاهش پذیرش فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت است.

۷. بعد زیست‌محیطی

مصرف بالای انرژی، تولید زباله‌های الکترونیک و اثرات منفی تجهیزات دیجیتال بر محیط‌زیست، از چالش‌های مهم زیست‌محیطی به شمار می‌روند. عدم توجه به مدیریت چرخه عمر تجهیزات و راهکارهای سبز، ضمن افزایش هزینه‌ها،

قدردانی

از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی سبزوهار به خاطر حمایت‌های علمی و همکاری‌های ارزشمند در انجام و انتشار این پژوهش، سپاسگزاری می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله تأکید می‌کنند که در انجام این مطالعه، هیچ‌گونه تعارض منافع شخصی، مالی یا حرفه‌ای وجود ندارد.

تأمین مالی

این پژوهش به‌صورت مستقل و بدون دریافت هیچ‌گونه حمایت مالی از نهادهای دولتی، مؤسسات خصوصی یا آموزشی انجام شده است.

منابع، افزایش پذیرش فناوری‌ها توسط کاربران و ارتقای کیفیت خدمات سلامت کمک می‌کند.

مطالعه حاضر محدودیت‌هایی دارد؛ ازجمله تمرکز بر مطالعات منتخب و نمونه‌های خاص جغرافیایی که تعمیم نتایج به سایر کشورها یا مناطق با شرایط متفاوت را محدود می‌کند. تحقیقات آینده بر بررسی مدل‌های مالی پایدار، راهکارهای ارتقای پذیرش اجتماعی، توسعه استانداردهای بین‌المللی و چارچوب‌های قانونی هوشمند برای داده‌های سلامت دیجیتال تمرکز خواهند داشت. جمع‌بندی کلی نشان می‌دهد که موفقیت فناوری‌های دیجیتال در نظام سلامت نیازمند رویکردی هماهنگ و چندبعدی است که تمام ابعاد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، عملیاتی، قانونی و زیست‌محیطی را مدنظر قرار دهد.

References

- [1]. Ning H, editor. A Brief History of Cyberspace. 1st ed. Boca Raton, FL: Auerbach Publications (Taylor & Francis); 2022.
- [2]. Tudose MB, Georgescu A, Avasilcăi S. Global Analysis Regarding the Impact of Digital Transformation on Macroeconomic Outcomes. Sustainability. 2023.
- [3]. Awad A, Trenfield SJ, Pollard T, Ong JJ, Elbadawi M, McCoubrey LE, et al. Connected Healthcare: Improving Patient Care using Digital Health Technologies. Advanced drug delivery reviews. 2021;113958.
- [4]. Dwiyanu BM, Nurulhuda U. Digital Health Technology on Patient Recovery and Nurse Performance in Indonesia. West Science Interdisciplinary Studies. 2024.
- [5]. Stoumpos AI, Kitsios FC, Talias MA. Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023;20.
- [6]. Dicuonzo G, Donofrio F, Fusco A, Shini M. Healthcare system: Moving forward with artificial intelligence. Technovation. 2022.
- [7]. Shrivastava U, Song J, Han BT, Dietzman D. Do data security measures, privacy regulations, and communication standards impact the interoperability of patient health information? A cross-country investigation. International journal of medical informatics. 2021;148:104401.
- [8]. Hussain M, Papastathopoulos A. Organizational readiness for digital financial innovation and financial resilience. International Journal of Production Economics. 2022.
- [9]. Nasiripour AA, Rahmani H, Radfar R, Najafbeigi R. Effective elements on e-health deployment in Iran. African Journal of Business Management. 2012;6:5543-50.
- [10]. Smith CA. Consumer Health Informatics as a Field. Consumer Health Informatics. 2020.
- [11]. Kwon S, editor Changing Health Policy Process: Politics of Health Care Reform in Korea 2002.
- [12]. Zhang Z. A New Design for Public Security Information System Based on Trend Search Algorithm. 2020 2nd International Conference on Information Technology and Computer Application (ITCA). 2020:134-7.
- [13]. Bente BE, Dongen Av, Verdaasdonk RM, Gemert-Pijnen JEWCV. eHealth implementation in Europe: a scoping review on legal, ethical, financial, and technological aspects. Frontiers in Digital Health. 2024;6.
- [14]. Nittas V, Daniore P, Chavez SJ, Wray TB. Challenges in implementing cultural adaptations of digital health interventions. Communications Medicine. 2024;4.

- [15]. Moro Visconti R, Morea D. Healthcare Digitalization and Pay-For-Performance Incentives in Smart Hospital Project Financing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17.
- [16]. Levy H, Janke AT, Langa KM. Health literacy and the digital divide among older Americans. *J Gen Intern Med*. 2015;30(3):284-9.
- [17]. Kim YJ, Park JW, Kim JW, Park C-S, Gonzalez J, Lee S, et al. Computerized Automated Quantification of Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue From Computed Tomography Scans: Development and Validation Study. *JMIR Medical Informatics*. 2016;4:e2.
- [18]. Dahlgren C, Dackehag M, Wändell P, Rehnberg C. Determinants for use of direct-to-consumer telemedicine consultations in primary healthcare—a registry based total population study from Stockholm, Sweden. *BMC Family Practice*. 2021;22(1):133.
- [19]. Ross J, Stevenson F, Dack C, Pal K, May C, Michie S, et al. Developing an implementation strategy for a digital health intervention: an example in routine healthcare. *BMC Health Services Research*. 2018;18(1):794.
- [20]. Anwar F, Shamim A. Barriers in Adoption of Health Information Technology in Developing Societies. *Food Chemistry - FOOD CHEM*. 2011;2.
- [21]. Bendtsen M, Müssener U, Linderöth C, Thomas K. A mobile health intervention for mental health promotion among university students: randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth*. 2020;8(3):e17208.
- [22]. Catuara-Solarz S, Skorulski B, Estella-Aguerrri I, Avella-Garcia CB, Shepherd S, Stott E, et al. The efficacy of “Foundations,” a digital mental health app to improve mental well-being during COVID-19: proof-of-principle randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth*. 2022;10(7):e30976.
- [23]. Hägglund M, Ekwall AK, Davoody N, Farrokhnia N. Escape to the future – a qualitative study of physicians’ views on the work environment, education, and support in a digital context. *BMC Medical Informatics and Decision Making*. 2023;23(1):231.
- [24]. Woodford J, Karlsson M, Hagström J, Hägg Sylvén Y, Norbäck K, Grönqvist H, et al. Conducting digital health care research: document analysis of challenges experienced during intervention development and feasibility study setup of an internet-administered intervention for parents of children treated for cancer. *JMIR Formative Research*. 2021;5(10):e26266.
- [25]. Williams K, Markwardt S, Kearney SM, Karp JF, Kraemer KL, Park MJ, et al. Addressing implementation challenges to digital care delivery for adults with multiple chronic conditions: stakeholder feedback in a randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth*. 2021;9(2):e23498.
- [26]. Ghose A, Guo X, Li B, Dang Y. Empowering patients using smart mobile health platforms: Evidence from a randomized field experiment. *MIS Quarterly*. 2022;46(1):151-92.
- [27]. Benavides C, Benítez-Andrades JA, Marqués-Sánchez P, Arias N. eHealth intervention to improve health habits in the adolescent population: mixed methods study. *JMIR mHealth and uHealth*. 2021;9(2):e20217.
- [28]. Kaihlanen A-M, Virtanen L, Buchert U, Safarov N, Valkonen P, Hietapakka L, et al. Towards digital health equity - a qualitative study of the challenges experienced by vulnerable groups in using digital health services in the COVID-19 era. *BMC Health Services Research*. 2022;22(1):188.
- [29]. Lee A, Hegde N, Deliu N, Rosenzweig E, Suggala A, Lakshminarasimhan S, et al. A Personalized Exercise Assistant using Reinforcement Learning (PEARL): Results from a four-arm Randomized-controlled Trial 2025.
- [30]. Wilkens J, Thulesius H, Arvidsson E, Ekman B. Evaluating the effect of digital primary care on antibiotic prescription: Evidence using Swedish register data. *Digital Health*. 2023;9:20552076231156213.
- [31]. Meyerheim M, Burns-Gebhart A, Mirzaie K, Garani-Papadatos T, Braun Y, Graf N. Challenges and Pitfalls for Implementing Digital Health Solutions in Clinical Studies in Europe. *Frontiers in Digital Health*. 2021;3:730680.
- [32]. Muli I, Hvitfeldt H, Cajander Å, Jäderlund Hagstedt L, Davoody N, Taloyan M, et al. To connect or not connect: long-term adoption of video consultations, and reasons for discontinuing use. *J Telemed Telecare*. 2025;31(4):572-84.
- [33]. Rockler Meurling C, Adell E, Wolff M, Calling S, Milos Nymberg V, Borgström Bolmsjö B. Telemedicine in Swedish primary health care - a web-based survey exploring patient satisfaction. *BMC Health Services Research*. 2023;23(1):129.

- [34]. Schuetze L, Srivastava S, Kuunibe N, Rwezaula EJ, Missenye A, Stoermer M, et al. What Factors Explain Low Adoption of Digital Technologies for Health Financing in an Insurance Setting? Novel Evidence From a Quantitative Panel Study on IMIS in Tanzania. *Int J Health Policy Manag.* 2023;12:6896.
- [35]. Liu M, Ning Y, Teixayavong S, Mertens M, Xu J, Ting DSW, et al. A translational perspective towards clinical AI fairness. *NPJ Digit Med.* 2023;6(1):172.
- [36]. Innominato PF, Macdonald JH, Saxton W, Longshaw L, Granger R, Naja I, et al. Digital Remote Monitoring Using an mHealth Solution for Survivors of Cancer: Protocol for a Pilot Observational Study. *JMIR Res Protoc.* 2024;13:e52957.
- [37]. Holl F, Kircher J, Hertelendy AJ, Sukums F, Swoboda W. Tanzania's and Germany's digital health strategies and their consistency with the World Health Organization's global strategy on digital health 2020-2025: comparative policy analysis. *Journal of Medical Internet Research.* 2024;26:e52150.
- [38]. Aggarwal L, Roy M. A strategic roadmap to the successful implementation of digital health records in India. *Seven Editora Dec.* 2023;11.
- [39]. Ziolo M, Bak I, Cheba K. The role of sustainable finance in achieving sustainable development goals: Does it work? *Technological and Economic Development of Economy.* 2021;27(1):45-70.
- [40]. Deng B, Zhou D, Zhao J, Yin Y, Li X. Fuzzy synthetic evaluation of the critical success factors for the sustainability of public private partnership projects in China. *Sustainability.* 2021;13(5):2551.
- [41]. Joshipura M, Mathur S, Kedia N. Sustainable investing and financing for sustainable development: A hybrid review. *Sustainable Development.* 2024;32(5):4469-85.
- [42]. Whitehead L, Talevski J, Fatehi F, Beauchamp A. Barriers to and facilitators of digital health among culturally and linguistically diverse populations: qualitative systematic review. *Journal of medical Internet research.* 2023;25:e42719.
- [43]. Jacob C, Sanchez-Vazquez A, Ivory C. Social, organizational, and technological factors impacting clinicians' adoption of mobile health tools: systematic literature review. *JMIR mHealth and uHealth.* 2020;8(2):e15935.
- [44]. Lysenko S, Liubchenko A, Kozakov V DY, Krutik Y. Global cybersecurity: Harmonising international standards and cooperation. *Multidisciplinary Reviews 2024 Vol 7, № e2024spe021 DOI: <https://doi.org/1031893/multirev2024spe021>*. 2024.
- [45]. Lee E, Seo Y-D, Oh S-R, Kim Y-G. A Survey on Standards for Interoperability and Security in the Internet of Things. *IEEE Communications Surveys & Tutorials.* 2021;23(2):1020-47.
- [46]. Mantelero A. The future of data protection: Gold standard vs. global standard. *Computer Law & Security Review.* 2021;40:105500.
- [47]. Marnewick C, Marnewick A. Digital intelligence: A must-have for project managers. *Project Leadership and Society.* 2021;2:100026.
- [48]. Wirick D. *Public-sector project management: meeting the challenges and achieving results*: John Wiley & Sons; 2011.
- [49]. Dhirani LL, Mukhtiar N, Chowdhry BS, Newe T. Ethical dilemmas and privacy issues in emerging technologies: A review. *Sensors.* 2023;23(3):1151.
- [50]. Williams E. Environmental effects of information and communications technologies. *nature.* 2011;479(7373):354-8.
- [51]. Tarpani RRZ, Gallego-Schmid A. Environmental impacts of a digital health and well-being service in elderly living schemes. *Cleaner Environmental Systems.* 2024;12:100161.

