

The Components of the Smart Hospital

Saeed Bayyenat¹, Mohammad Gharari^{2*}

¹ Trauma Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

² Department of Health, Relief and Treatment of the Armed Forces General Staff, Tehran, Iran

Received: 11 February 2024 Accepted: 6 April 2024

Abstract

Background and Aim: Smartening the functioning of organizations is one of the important features of the fourth industrial revolution due to the widespread use of new technologies. All processes and equipment in a smart hospital are designed to be connected and integrated through smart software to increase productivity, reduce waste of time and money, and ultimately provide better patient care. For a better understanding of the components of a smart hospital based on modern technologies, this study can be used in the form of a practical and generalizable framework to be used in Iran's health system, especially military hospitals.

Methods: A qualitative study was conducted through document content analysis. Initially, all available documents and articles related to the smart hospital were identified by reviewing electronic sources. The selection of documents was purposeful, considering the four criteria of JUPP. After a multi-stage screening process, 56 documents were ultimately selected for analysis, which took place after coding.

Results: The ideal features for establishing a field hospital to provide optimal medical services to the wounded and injured due to war or accidents were identified and recorded in 40 fields.

Conclusion: Smartening up, it is necessary to make this issue a priority for hospital managers, especially in military hospitals, and to establish the platforms and facilities for implementing and using each of these technologies in the organization to reduce costs, increase productivity, and provide better services to patients.

Keywords: Smart Hospital, New Technologies, Internet of Things, Cloud Computing, Artificial Intelligence.

* **Corresponding Author:** Mohammad Gharari

Address: Department of Health, Relief and Treatment of the Armed Forces General Staff, Tehran, Iran.

E-mail: m.gharari@yahoo.com

مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند

سعید بینات^۱، محمد قراری^{۲*}

^۱ مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران

^۲ اداره بهداشت، امداد و درمان ستاد کل نیروهای مسلح، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۱/۲۲ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۱/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: هوشمندسازی در کارکرد سازمان‌ها یکی از ویژگی‌های مهم انقلاب صنعتی چهارم ناشی از بهره‌برداری وسیع از فناوری‌های نوین می‌باشد. همه فرآیندها و تجهیزات در یک بیمارستان هوشمند، به گونه‌ای طراحی شده‌اند که می‌توانند از طریق نرم‌افزارهای هوشمند به هم متصل و یکپارچه گردند تا باعث افزایش بهره‌وری و کاهش اتلاف وقت و هزینه شده و در نهایت مراقبت‌های بهتری از بیمار صورت پذیرد. این مطالعه برای درک بهتری از مؤلفه‌های یک بیمارستان هوشمند بر اساس فناوری‌های نوین می‌تواند در قالب یک چارچوب عملی و قابل تعمیم مورد استفاده حوزه نظام سلامت ایران و به ویژه بیمارستان‌های نظامی قرار گیرد.

روش‌ها: مطالعه کیفی به روش تحلیل محتوای اسناد انجام شده است. ابتدا با مرور منابع الکترونیکی، تمامی اسناد و مقالات موجود مرتبط با بیمارستان هوشمند شناسایی شد. انتخاب اسناد به صورت هدفمند و با در نظر گرفتن ملاک‌های چهارگانه JUPP صورت گرفت. پس از غربالگری چند مرحله‌ای نهایتاً ۵۶ سند انتخاب و پس از کدگذاری آنالیز انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس یافته‌های این مطالعه شاخص‌های بیمارستان هوشمند عبارتند از: زنجیره بلوک، رایانش ابری، واقعیت مجازی و افزوده، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، کلان داده و تولید افزایشی (سه بعدی) که هر کدام از این فناوری‌ها سهم مهمی در هوشمندسازی بیمارستان‌ها می‌توانند داشته باشند.

نتیجه‌گیری: با توجه به آثار مطلوب هوشمندسازی بیمارستان، نیاز است این موضوع به عنوان اولویت مدیران بیمارستان‌ها به ویژه بیمارستان‌های نظامی قرار گرفته و بسترها و امکانات استقرار و به کارگیری هر یک از این فناوری‌ها را در سازمان برای کاهش هزینه، افزایش بهره‌وری و ارائه خدمات بهتر به بیماران فراهم نمایند. سرمایه‌گذاری در شاخص‌های بیمارستان هوشمند و انطباق تکنولوژی نوین تجهیزات با فناوری‌های تحول‌آفرین و نیز برطرف نمودن چالش‌های پیش‌رو می‌تواند راهکار مناسبی برای مدیران نظام سلامت باشد.

کلیدواژه‌ها: بیمارستان هوشمند، فناوری‌های نوین، اینترنت اشیا، رایانش ابری، هوش مصنوعی.

* نویسنده مسئول: محمد قراری

آدرس: اداره بهداشت، امداد و درمان ستاد کل نیروهای مسلح، تهران، ایران.

ایمیل: m.gharari@yahoo.com

مقدمه

ابعاد تحول دیجیتال بسیار گسترده است و مؤلفه‌هایی که بر کسب و کارها و صنایع مختلف تأثیر گذار بوده است و مدنظر پژوهشگران و مدیران سازمان‌ها قرار گرفته است به نام انقلاب چهارم شناخته می‌شود که از سال ۲۰۱۱ مطرح شده است. همانند سایر تحولات دیگر که تحت عنوان انقلاب صنعتی از آن یاد می‌شود، انقلاب چهارم نیز موجب تغییر پارادایمی در فرایندهای تولید کالا و ارائه خدمات با استفاده از فناوری‌های تحول‌آفرین شده است و مدل‌های جدیدی از کسب و کار را شکل داده است (۱).

حضور فناوری‌های هوشمند در بیمارستان‌های آینده بدون شک نوید بخش ورود به عصری جدید در حوزه درمان و پزشکی است. در یک بیمارستان هوشمند تلاش می‌شود با استفاده از سامانه‌های هوشمند الکترونیکی، کنترلی، مخابراتی و نرم‌افزاری به بهترین نحو ممکن و در کمترین زمان، ارتباط مؤثری بین بخش‌های بیمارستان و همچنین کارکنان با بیماران و نیز مدیریت سیستم برقرار کرد و ارتباطات و تعاملات منسجم و مؤثر، شکل گیرد.

اکثر کشورها در مورد مفهوم "بیمارستان هوشمند" اقدامات قانونی، اعمال استانداردهای لازم و به‌کارگیری برنامه‌های هدفمند را اجرا می‌کنند.

هدف بیمارستان هوشمند ایجاد یک محیط پیشرفته با فناوری اطلاعات است که قادر به انجام فرایندهای تخصصی باشد. در جریان این انقلاب در فناوری جدید، مقدار زیادی از داده‌ها، خدمات پردازش ابری، روش‌های یادگیری ماشین و راهکارهای هوش مصنوعی با یکدیگر ادغام می‌شوند. صنعت هوشمند مسیری است که موجب ایجاد مزیت رقابتی برای سازمان‌ها می‌شود و در ادامه شرط لازم بقای کسب و کارها و صنایع می‌گردد، از همین رو همه سازمان‌ها بایستی خود را برای چنین شرایط رقابتی و محیط کسب و کار متفاوت آماده سازند. در حال حاضر بیمارستان‌های کشور تا حدودی در جهت استفاده از تجهیزات پیشرفته و هوش مصنوعی و رباتیک اقدام کرده‌اند (۲،۳). مسلماً چنانچه هوشمندسازی بیمارستان محقق شود مزایایی را به دنبال خواهد داشت همانند: افزایش کیفیت ارائه خدمات به بیماران و ارتقاء سطح مدیریت و بهبود اقتصاد سلامت بیمارستان، کاهش زمان ارائه خدمات به بیماران، ذخیره اطلاعات بیماران به صورت الکترونیکی و پیشرفته در مراکز داده بیمارستان، افزایش عمر مفید تجهیزات و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، مدیریت بهینه و استفاده دقیق‌تر از منابع انسانی بیمارستان، افزایش سطح ایمنی و امنیتی بیمارستان، کاهش مصرف انرژی، کاهش خطاهای انسانی، کمک به موضوع کنترل عفونت در راستای کاهش و کنترل بهینه شیوع عفونت (۴). از این رو هدف این پژوهش شناسایی و معرفی مؤلفه‌های یک بیمارستان هوشمند بر اساس فناوری‌های تحول‌آفرین به منظور ارائه یک چارچوب عملی و قابل تعمیم مورد استفاده حوزه نظام

سلامت ایران و به ویژه بیمارستان‌های نظامی می‌باشد.

مبانی نظری و پیشینه شناسی

محققان و صاحب نظران این عرصه، فناوری‌های تأثیرگذار و تحول‌آفرین در انقلاب صنعتی چهارم و صنعت هوشمند را شامل فناوری اینترنت اشیا، زنجیره بلوک، رایانش ابری، واقعیت مجازی و افزوده، هوش مصنوعی، کلان داده و تولید افزایشی می‌دانند. با توجه به فراگیر شدن تحول دیجیتال در کسب و کارهای مختلف، مطالعات کاربردی تخصصی پیرامون مفاهیمی همچون خانه هوشمند، شهر هوشمند، کسب و کار هوشمند، مزرعه هوشمند و یا دانشگاه هوشمند انجام شده است. حوزه سلامت و صنعت پزشکی نیز از این قاعده مستثنا نیست. سلامت هوشمند زمینه‌ساز تحقق شهر هوشمند خواهد شد (۵،۶). در مطالعه انجام شده توسط گل‌پیرا و همکاران (۱۴۰۲) مهمترین پیش نیازهای فناوریانه و زیرساختی بیمارستان هوشمند را: پیاده‌سازی کامل پرونده الکترونیک سلامت، استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، استقرار سیستم‌های تصمیم یار بالینی، به‌کارگیری اینترنت اشیا و حس‌گرها، ایجاد زیرساخت مناسب شبکه‌ای و سخت‌افزاری و پیاده‌سازی استانداردهای بین‌المللی ذکر نموده است (۷).

در تحقیق انجام شده توسط رونقی (۱۳۹۹) مؤلفه‌های یک بیمارستان هوشمند را فناوری اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، رباتیک، فناوری واقعیت افزوده و مجازی، کلان داده، زنجیره بلوک، رایانش ابری و تولید افزایشی (سه بعدی) ذکر می‌نماید (۸). در مطالعات Schulz و همکاران (۲۰۱۳) نیز به کاربرد هوش مصنوعی در تحلیل رفتار بیمار اشاره داشته‌اند (۹). استفاده از ربات‌ها در عمل‌های جراحی، کمک زیادی به علم پزشکی کرده است. در مطالعات Ballouhey و همکاران (۲۰۱۵) به کاربرد ربات در عمل جراحی در کودکان اشاره شده است (۱۰). همچنین در پژوهش Shah و همکاران (۲۰۲۰) به کاربرد ربات در عمل جراحی در اورولوژی نیز اشاره شده است (۱۱).

روش‌ها

مطالعه کیفی حاضر به روش تحلیل محتوای اسناد انجام شد. ابتدا با مرور منابع الکترونیک تمامی اسناد، دستورالعمل‌ها و راهنماهای موجود مرتبط شناسایی شد. کلیه فایل‌های مولتی‌مدیا شامل صوتی، نوشتاری و تصویری مرتبط با بیمارستان هوشمند در بازه زمانی تابستان ۱۴۰۲ از طریق جستجو در اینترنت و با مراجعه به وب سایت‌ها و پایگاه‌های داده‌ای با کلیدواژه‌هایی مبتنی بر معیارهای فوق جستجو و جمع‌آوری گردید.

فقط اسنادی که با ذکر مرجع مشخص و معتبر ارائه یا ابلاغ شده بودند بررسی شدند و اسناد غیرمعتبر از مطالعه خارج شدند. انتخاب اسناد به صورت هدفمند و با در نظر گرفتن ملاک‌های چهارگانه JUPP یعنی سندیت (اصولی و درست بودن)، اعتبار (دقت)، نمایندگی (نماینده کل اسناد طبقه خویش) و معنی (چه می‌گوید)

کاربر از طریق شبکه اینترنت به داده‌ها یا اطلاعات تغییر پذیر و پیکربندی شده (مانند: شبکه‌ها، سرورها، برنامه‌های کاربردی و سرویس‌ها) می‌باشد که این دسترسی به آسانی و با حداقل نیاز به مدیریت منابع یا مداخله مستقیم به سرعت میسر می‌گردد (۱۶، ۱۷). استفاده از این فناوری می‌تواند بسیار آسان و سریع باشد. کاربر می‌تواند در هر زمان، اطلاعات مورد نیاز پزشکی از قبیل علائم حیاتی، داروهای مصرفی مورد استفاده را تغییر دهد. همچنین کاربر می‌تواند در مکانی که قرار دارد فارغ از محدودیت‌های جغرافیایی از خدمات مبتنی بر این سرویس بهره‌مند گردد. کاربران می‌توانند در هر مکانی و با هر دستگاهی (مثل PC یا تلفن همراه) به وسیله یک مرورگر وب از راه اینترنت به منابع پزشکی در بیمارستان‌ها دسترسی داشته باشند. بنابراین می‌توان در هر لحظه ممکن و به صورت پویا اطلاعات بیماران را آماده کنند و هیچ نیازی به آماده‌سازی از قبل منابع نیست. از طرفی دیگر اطلاعات پزشکی در این فناوری بایستی قابلیت اندازه‌گیری داشته باشند و نیاز است که مقدار مصرف منابع برای هر کاربر بر پایه واحدهای ساعتی، روزانه، هفتگی و ماهانه دسته‌بندی گردند که با استفاده از این فناوری این امر محقق می‌گردد. به دلیل افزایش و تراکم داده‌ها، امنیت آن‌ها نیز همزمان افزایش می‌یابد، اما نگرانی‌ها به دلیل از دست دادن کنترل روی داده‌های حساس بیماران همچنان پابرجاست. همچنین به دلیل نیاز نداشتن به نصب برنامه‌های مورد نیاز برای هر کاربر، نگهداری مؤثرتر و با هزینه کمتری انجام خواهد شد. بیمارستان‌هایی که برنامه‌های نرم‌افزاری را خودشان پیاده‌سازی و اجرا می‌کنند، باید زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری را خریداری و نگهداری نمایند و کارمندی را برای مراقبت از سیستم استخدام کنند، همه این‌ها می‌تواند بر هزینه و زمان بر باشد. درحالی‌که استفاده از فناوری رایانش ابری نیاز به انجام این کارها را از میان می‌برد. هر سیستم ساده که امکان اتصال و برقراری ارتباط با سرور داشته باشد، برای استفاده از خدمات این فناوری کافی است و در ادامه می‌تواند اطلاعات را با دیگران به اشتراک بگذارد. این فناوری هزینه‌های بیمارستانی و بیماران را به میزان زیادی کاهش می‌دهد و درصد هزینه عملیاتی را افزایش می‌دهد. رایانش ابری، مشتریان را از مخارج سخت‌افزاری، نرم‌افزاری، خدمات و همچنین از مواجهه با نصب و نگهداری نرم‌افزارهای کاربردی به شکل محلی می‌رهاند. همچنین هزینه‌های مرتبط با توسعه نرم‌افزاری را کاهش داده و فرایند کار را مقیاس‌پذیرتر و قابل پیش‌بینی می‌نماید (۱۸، ۱۹).

هوش مصنوعی (Artificial Intelligence)

هوش مصنوعی یک واژه عمومی است که استفاده از رایانه در مدل‌سازی هوشمند رفتار همراه با حداقل دخالت انسانی اشاره دارد. از فناوری هوش مصنوعی در تشخیص‌های پزشکی (در تشخیص بیماری‌های مختلف از قبیل استروک، بیماری‌های قلبی و عروقی، سرطان‌ها و کاهش دادن میزان عفونت‌های بیمارستانی در بخش مراقبت‌های ویژه)، آمار پزشکی و بیولوژی انسانی می‌توان بهره

صورت گرفته است (۱۲).

بازنگری کل متن بعد از کدگذاری، مقایسه کدها از لحاظ تشابه و تفاوت، دسته‌بندی آن‌ها تحت زیرطبقات و طبقات با برچسبی انتزاعی‌تر صورت گرفته؛ تأمل دقیق و عمیق بر روی طبقات اولیه، توافق محققین بر روی دسته‌بندی کدها، زیرطبقات و طبقات، مقایسه طبقات با یکدیگر که در نهایت محتوای نهفته طبقات به صورت تم مطالعه بیان شد. در مرحله رمزگذاری و کدبندی از ۲ محقق دیگر خواسته شد در این مرحله مشارکت داشته باشند و نظرات اصلاحی آن‌ها لحاظ گردید. به منظور بالابردن اعتبار درونی و قابلیت اطمینان از مرور همتایان استفاده شد و در نهایت در مواردی که عدم توافق وجود داشت، از فرد خبره نظرخواهی شد.

نتایج و بحث

یافته‌های به دست آمده نشان داد که فناوری‌های نوین را می‌توان به عنوان مؤلفه‌های تعیین‌کننده بیمارستان هوشمند بر اساس نظر خبرگان به شرح زیر ارائه کرد:

فناوری اینترنت اشیا (Internet of Things)

به طور کلی این فناوری به اشیا و تجهیزات محیط پیرامونمان که به شبکه اینترنت متصل شده و توسط اپلیکیشن‌های موجود از طریق کامپیوتر، موبایل‌های هوشمند و تبلت، قابل ارزیابی و مدیریت هستند، اشاره می‌کند. به زبان ساده‌تر اینترنت اشیا، ارتباط سنسورها و دستگاه‌ها از طریق شبکه‌ای است که می‌تواند با یکدیگر و با کاربرانشان تعامل داشته باشند. بنابراین این فناوری با داده‌ها سروکار دارد.

این داده‌ها می‌تواند اعدادی ساده از قبیل یک سنسور ثابت (مانند یک سنسور دما) تا یافته‌های پیچیده‌تری از دستگاه‌هایی باشند که چندین جریان داده را به طور همزمان اندازه‌گیری و گزارش می‌کنند (۱۳).

با استفاده از فناوری اینترنت اشیا در حوزه پزشکی می‌توان اقدامات مناسب را جهت نظارت و پایش بیماران، استفاده از ابزارهای پوشیدنی درمانی، نگهداری از سالمندان و کودکان، مدیریت بیماری‌های مزمن، خدمات پزشکی فوری، کسب اطلاعات روزانه بیماران و طبقه‌بندی کردن اطلاعات و کنترل واکنش‌های ناسازگار دارو انجام داد. بنابراین این فناوری به عنوان یکی از مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند معرفی می‌گردد (۱۴). از این فناوری می‌توان در نظارت بهتر و سریع‌تر بر اطلاعات سلامت بیماران در جهت کنترل و پایش سلامت آن‌ها استفاده کرد. بنابراین باعث ارتقاء اطلاعات بیماران در زمینه سلامتی خودشان می‌گردد. این فناوری از طریق افزایش کارایی و کیفیت خدمات بیمارستانی می‌تواند باعث کاهش هزینه‌ها گردد و از طریق افزایش دادن کیفیت خدمات منجر به افزایش کیفیت زندگی بیماران می‌گردد (۱۵).

فناوری رایانش ابری (Cloud Computing)

این فناوری برای دسترسی مؤثر و راحت بر پایه درخواست

ارزهای دیجیتالی و در حوزه مالی شناخته شد. اما واقعیت‌هایی همچون امنیت بالای شبکه (۲۷)، قابلیت ردیابی اطلاعات (۲۸،۲۹)، قراردادهای هوشمند (۳۰)، ایجاد شفافیت و عدم تغییرپذیری اطلاعات زمینه ساز استفاده بیشتر از این فناوری در ساختارهای زنجیره تأمین و کسب و کارهای مختلف شده است. در بیمارستان نیز این فناوری امکان ردیابی اطلاعاتی مانند پرونده بیماران و تصمیم‌گیری‌های سازمانی را تسهیل می‌کند.

از این فناوری می‌توان در شرایطی مثل همه‌گیری ویروس کرونا برای ثبت کردن اطلاعات افرادی که تست کرونا داده‌اند، استفاده کرد. این داده‌ها می‌تواند برای دولت و تمامی مدیران در هر سطحی مفید واقع گردد. این فناوری همچنین به بیمارستان‌ها و مراکز درمانی کمک خواهد کرد تا تجهیزات مورد نیاز خود را ثبت و تهیه کنند (۳۱).

فناوری واقعیت افزوده (Augmented Reality) و مجازی (Virtual Reality)

انسان با استفاده از حواس خود، دنیای پیرامونش را درک می‌کند. تلفیق همزمان دنیای واقعی و تصاویر مجازی، مفهوم واقعیت افزوده را شکل می‌دهد. در این فناوری ارزش ابتدایی واقعیت موجود حفظ می‌شود و اطلاعات مهم آن توسط سیستم رایانه‌ای پوشش داده می‌شوند. از این طریق یک نمای فیزیکی زنده به عناصر دنیای واقعی افراد اضافه می‌شود. عناصر پیرامونی عمدتاً توسط سنسورهای خاص دریافت می‌شود و توسط رایانه پردازش می‌گردند. سپس تولیدات آن‌ها از طریق یک رابط با عناصر محیطی تلفیق می‌گردد، به طوری که به صورت یک دنیای واقعی ادراک می‌گردد. در راستای فناوری واقعیت افزوده، فناوری واقعیت مجازی (VR) نیز وجود دارد. این فناوری با ایجاد یک نمای مجازی در جلوی چشمان بیننده که بر پایه حرکت سر و بدن می‌باشد به آن این امکان را می‌دهد که با آن محیط مجازی تعامل برقرار کند. بنابراین هنگامی که یک فرد هدست VR را بر روی سر خود قرار می‌دهد، محیطی را مشاهده می‌کند که بر اساس تغییر موقعیت بدنش تغییر می‌کند و ذهن افراد بعد از مدتی می‌پذیرد که در یک محیط واقعی قرار گرفته است. یک محیط VR در هدست واقعیت مجازی را می‌توان توسط اپلیکیشن‌های اختصاصی آن به وجود آورد (۳۲،۳۳).

استفاده از AR در خدمات پزشکی و در محیط بیمارستانی (در اتاق‌های عمل و بستری) و همچنین در آموزش فوریت‌های پزشکی برای کارکنان می‌تواند بسیار سودمند باشد. به عنوان مثال استفاده از این فناوری در جراحی‌ها با استفاده از تصاویر سه بعدی گرافیکی از بدن انسان و تشخیص موقعیت اندام‌های داخل بدن می‌تواند بسیار سودمند باشد. همچنین از این فناوری در تله‌مدیسن برای فرآیندهای درمانی، آموزشی و پیگیری درمان در مناطق محروم نیز می‌توان استفاده کرد. بنابراین استفاده از این فناوری باعث افزایش کیفیت خدمات درمانی و کاهش خطاهای انسانی و

برد. بنابراین هوش مصنوعی مؤلفه دیگر مؤثر در بیمارستان هوشمند بوده که در قالب فناوری و نرم‌افزارهایی، می‌تواند پزشکان را در تشخیص و درمان بیماری‌های یاری کند. در حوزه سلامت نیز بسیار کاربرد دارند. دستگاه‌های خبره و هوشمندی که با استفاده از پایگاه دانشی برای تشخیص بیماری‌های مختلف طراحی شده‌اند برگرفته از فناوری هوش مصنوعی می‌باشند (۲۰). استفاده از هوش مصنوعی و رباتیک امروزه در کشور نیز در حوزه‌های مختلف پزشکی از جمله تشخیص بیماری‌ها و عمل‌های جراحی متداول است. از این رو در هوشمندسازی بیمارستان و خدمات پزشکی این دو فناوری نقش مهمی ایفا می‌کنند (۲۱،۲۲).

چالش‌های استفاده از فناوری هوش مصنوعی را می‌توان به درستی و صحت اطلاعات نسبت داد جایی که داده‌های غلط باعث تشخیص و درمان نادرست می‌گردد. از طرفی استفاده از این فناوری در ابتدای کار خود قرار دارد و فاصله هوش مصنوعی با انسانی زیاد است. لذا لزوم مدیریت مناسب انسان بر کامپیوتر نیز مطرح می‌باشد. امنیت داده‌ها نیز فاکتور دیگری می‌باشد که در استفاده از هوش مصنوعی مهم است و در صورت بروز خطای انسانی یا نرم‌افزاری مشکلاتی را به دنبال خواهد آورد (۲۳).

زنجیره بلوک (Blockchain)

زنجیره بلوک، فناوری دیگری است که به عنوان یکی از مؤلفه‌های بیمارستان هوشمند مطابق نظر خبرگان شناسایی گردیده است. این فناوری سیستمی برای ثبت و ضبط داده‌ها است. تنوع این اطلاعات بسیار گسترده می‌باشد. به عنوان مثال می‌تواند تراکنش‌های بانکی باشند یا اسناد مالکیت و یا اطلاعات دیگر. از مشخصه‌های دیگر این تکنولوژی می‌توان به انجام ذخیره اطلاعات بدون وجود یک مدیر و صاحب اختیار اشاره کرد. معروف‌ترین کاربرد زنجیره بلوکی، رمز ارز بیت‌کوین است. زنجیره بلوکی معاملات آنلاین امن را تسهیل می‌کند، مبادله بر مبنای زنجیره بلوکی می‌تواند سریع‌تر، امن‌تر و ارزان‌تر از سیستم‌های سنتی انجام شود (۲۴).

فناوری زنجیره بلوکی در ابعاد وسیعی در استفاده‌های مالی و غیر مالی قابل استفاده می‌باشد. استفاده از این فناوری در بورس اوراق بهادار، صنعت، بیمه و بانکداری و پزشکی در حال انجام است. این فناوری، کاربردهای مختلفی در حوزه پزشکی و خدمات درمانی دارد. با استفاده از این فناوری، داده‌های بیماران در محیطی با امنیت بالا ثبت و نگهداری خواهد شد. یکی از موانعی که پزشکان و بیمارستان‌ها با آن مواجه هستند، انتقال دشوار اطلاعات بیماران می‌باشد؛ که این امر ممکن است به حوادثی ناگوار منجر شود. با استفاده از این فناوری، اطلاعات بیماران مابین بیمارستان‌ها یا سایر تیم درمان با امنیت بالا و به آسانی انتقال داده می‌شود (۲۵). همچنین استفاده از این فناوری می‌تواند در انتقال و ردیابی داروها نیز مؤثر باشد؛ چراکه از این طریق ردیابی انتقال دارو از مکان تولید تا مقصد مشخص خواهد شد (۲۶). اگرچه این فناوری در ابتدا با

تجهیزات پزشکی برای ردیابی از راه دور و تشخیص از راه دور (مانند اندازه‌گیری فشار خون، ضربان قلب، اندازه‌گیری گلوکز، ECG و سایر اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی از راه دور)، این تجهیزات ممکن است به صورت پوشیدنی یا کاشتنی باشند و غیره؛ تجهیزات پزشکی برای توزیع دارو (تجویز خودکار دوز) یا برای مدیریت درمان؛ تجهیزات سلامت از راه دور، مانند دوربین‌ها، سنسورها و اتصالات تلفنی / اینترنتی؛ سیستم رایانه‌ای سلامت از راه دور برای بیماران تا خودشان اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی را ثبت کنند؛ دستگاه‌های پزشکی تحت شبکه که استفاده گسترده از آن‌ها به طور معمول مشخصه بیمارستان‌های هوشمند است و همچنین نظارت از راه دور بیماران را نیز امکان‌پذیر می‌کند. مثال‌های آن عبارتند از: دستگاه‌های موبایل (به عنوان مثال دستگاه‌های اندازه‌گیری گلوکز)، دستگاه‌های بیرونی پوشیدنی (مانند پمپ‌های انسولین قابل حمل، شمارشگر بی‌سیم دما)، دستگاه‌های قابل کاشت (به عنوان مثال ضربان‌سازهای قلبی)، دستگاه‌های ثابت (مانند سی‌تی‌اسکن)، ایستگاه‌های توزیع شیمی‌درمانی، دستگاه‌های حمایتی (به عنوان مثال روبات‌های کمکی).

۴ سامانه شناسایی

این سامانه برای ردیابی و احراز هویت بیماران، کارکنان یا تجهیزات بیمارستانی مانند تخت‌خواب استفاده می‌شود. در بیمارستان‌های هوشمند، اسکنرهای بیومتریک نه تنها سیستم‌های شناسایی را می‌خوانند بلکه به صورت هوشمند با دستگاه‌ها و سیستم‌های اطلاعاتی شبکه می‌شوند. علاوه بر این در بیمارستان‌های هوشمند، سیستم‌های امنیتی مدار بسته نقش مهمی در تأیید هویت و متعاقباً مجوز دهی (مثلاً اجازه دسترسی به مناطق خاص) دارند. مثال‌های آن عبارتند از: موارد سیستم شناسایی مانند تگ‌ها، دستبندها، برچسب‌ها و نشان‌های هوشمند (به عنوان مثال فعال‌شونده با اولتراسوند)؛ اسکنرهای بیومتریک، دستگاه‌هایی که به عنوان وسایل مراقبت از راه دور دسته بندی می‌شوند همچنین می‌توانند در بیمارستان به عنوان یک وسیله پزشکی تحت شبکه استفاده شوند؛ سیستم‌های RFID با سرویس‌های موقعیت مکانی (مؤلفه‌های نرم‌افزاری) برای ارزیابی و نظارت بر حرکت نسبی دارایی‌ها/بیماران/کارمندان و غیره؛ دوربین مدار بسته (نظارت ویدیویی) با قابلیت‌های شناسایی/تأیید اعتبار.

۵ دستگاه‌های همراه فرد

که به صورت هوشمندانه در بیمارستان‌های هوشمند یکپارچه شده‌اند تا در زمان مناسب در دسترس و در اختیار کارکنان و بیماران قرار بگیرند و بتوانند امکان تحرک آنان را تسهیل نمایند. مثال‌های آن عبارتند از: کلاینت‌های همراه (به عنوان مثال رایانه‌های شخصی لپ‌تاپ، تبلت، تلفن‌های هوشمند، پیجر)؛ برنامه‌های کاربردی تلفن همراه برای تلفن‌های هوشمند و رایانه‌های لوحی (تبلت)؛ برنامه‌های ارتباطی آلام‌دار و اضطراری برای دستگاه‌های موبایل.

همچنین کاهش هزینه‌های مالی و زمان برای سیستم بهداشت خواهد شد (۳۴،۳۵).

از محدودیت‌های استفاده از فناوری واقعیت افزوده می‌توان به امکان خطا در مرزبندی دقیق اندام‌های بدن در تشخیص بیماری‌ها و انجام جراحی اشاره کرد که با توجه به تکنولوژی موجود ممکن است در تشخیص با مشکلاتی همراه باشد. همچنین کمبود پلتفرم‌های مناسب برای اجرای این نرم‌افزار می‌تواند مشکلاتی را برای بخش درمان ایجاد کند (۳۶).

کلان داده و تولید افزایشی

داده‌های حاصل از فناوری اینترنت اشیا، پرونده الکترونیک سلامت و داده‌های عظیم دیگر فناوری‌ها، همگی نیازمند استفاده از بسترها و نرم‌افزارهای تخصصی تحلیل داده‌های بزرگ و کلان است. از همین رو کلان داده و بستر نرم و سخت‌افزاری تحلیل داده‌های بزرگ مؤلفه دیگر بیمارستان هوشمند است (۳۷،۳۸).

تولید افزایشی یا قابلیت چاپ و تولید سه بعدی، فناوری پیشرفته‌ای است که در حوزه‌های مختلف پزشکی کاربرد دارد. فناوری تولید افزایشی با توجه به انعطاف پذیری بالا در تولید اشکال مختلف محصول و ترکیب بهینه قطعات موجب افزایش اثربخشی و کارایی تولید محصولات می‌شود (۳۹،۴۰).

سامانه‌های هوشمند بیمارستانی

۱) مدیریت هوشمند گازهای طبی در مراکز درمانی نقاط کنترلی که در سیستم گازهای طبی قابل سنجش می‌باشد به سه دسته تقسیم می‌شود: کنترل وضعیت تأسیسات مرکزی هوای فشرده؛ کنترل سیستم‌های پشتیبان؛ کنترل بخش توزیع و کنترل وضعیت تأسیسات مرکزی هوای فشرده.

پیاده‌سازی سیستم گازهای طبی به صورت مرکزی به منظور جلوگیری از کنترل عفونت، نیاز به جابجایی کپسول، نیاز به تجهیزات ویژه جهت تولید هوای فشرده نظیر ساکشن‌ها و در نهایت افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری غالباً در اولویت می‌باشد.

۲) سامانه‌های هوشمند مدیریت تأسیسات

این سامانه‌ها شامل: سیستم هوشمند روشنایی در بیمارستان‌ها و اتاق‌های عمل؛ سیستم هوشمند سرمایش و گرمایش؛ سیستم هوشمند کنترل لوازم برقی و الکتریکی؛ کنترل هوشمند سیستم امنیتی؛ کنترل هوشمند مانیتور و سیستم‌های تصویری اتاق‌های بخش‌های تشخیصی و درمانی؛ کنترل هوشمند سیستم‌های صوتی بیمارستان‌ها و مراکز خدمات درمانی؛ کنترل هوشمند سیستم مدیریت ذخیره انرژی می‌باشد.

۳) سامانه مراقبت از راه

به بیمارستان هوشمند اجازه می‌دهد مرزهای خود را گسترش داده و خدمات درمانی را به بیماران در نقاط دور افتاده (به عنوان مثال در خانه‌های بهداشت و پست‌های امداد فعال در مناطق مرزی و محروم) ارائه دهد:

بالینی و اخلاقی: کیفیت مراقبت‌های بالینی، پذیرش توسط پزشکان، مسئولیت پذیری الگوریتمی؛ ۶- چالش‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی: چالش برنامه‌ریزی راهبردی مناسب، چالش محدودیت‌های ناشی از تحریم، فقدان تشکیلات ساختاری برای بیمارستان هوشمند برای فراهم سازی امکان جذب و نگهداشت نیروهای انسانی، ثبات در مدیریت و اجرای برنامه‌ها (۷).

Aceto و همکاران نیز در پژوهش خود به تبیین مفهوم سلامت با توجه به تأثیر انقلاب صنعتی چهارم پرداختند. نتیجه مطالعه نشان‌دهنده چالش‌های به کارگیری فناوری اینترنت اشیا، نظارت بر عملکرد زیر ساخت و محرمانگی داده می‌باشد (۴۱). همچنین مطالعات دیگری در ارتباط با چالش‌های امنیتی رایانش ابری در حوزه سلامت مورد بررسی قرار گرفته‌اند و با توجه به نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتب فازی حملات شبکه، ارتباطات امن، تشخیص هویت و کنترل دسترسی، اعتماد و حریم خصوصی در بین عوامل امنیتی رایانش ابری دارای بیشترین اهمیت بودند (۴۲، ۴۳).

در پژوهش دیگر اشاره گردید فناوری واقعیت افزوده دارای سه قسمت کالبراسیون دوربین، ثبت اطلاعات و ردیابی اشیاء در حوزه پزشکی است. در مطالعه Negriillo-Cárdenas و همکاران چالش‌های به کارگیری فناوری واقعیت افزوده و مجازی در جراحی‌های ارتوپدی را در سه بخش پیش از عمل، حین عمل و بعد از عمل تشریح کردند (۴۴). چالش‌های استفاده از فناوری هوش مصنوعی را می‌توان به درستی و صحت اطلاعات نسبت داد جایی که داده‌های غلط باعث تشخیص و درمان نادرست می‌گردد. همچنین ممکن است امکان تعصب برای داده‌ها پیش آید (۴۳). از طرفی استفاده از این فناوری در ابتدای کار خود قرار دارد و فاصله هوش مصنوعی با انسانی زیاد است. لذا لزوم مدیریت مناسب انسان بر رایانه نیز مطرح می‌باشد. امنیت داده‌ها نیز فاکتور دیگری می‌باشد که در استفاده از هوش مصنوعی لازم است و در صورت بروز خطای انسانی یا نرم‌افزاری مشکلاتی را به دنبال خواهد آورد (۴۵، ۴۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیر پیامدهای انقلاب صنعتی چهارم بر محیط کسب و کارها و روزآمدسازی محصولات صنعتی و ضرورت همراهی و همگامی حوزه سلامت با پیشرفت‌های نوین فناوری می‌توان به موضوعات زیر به عنوان مؤلفه‌های یک بیمارستان هوشمند اشاره کرد: فناوری اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، رباتیک، فناوری واقعیت افزوده و مجازی، کلان داده، زنجیره بلوک، رایانش ابری و تولید افزایشی (سه بعدی). از همین رو مدیران بیمارستان‌ها و مراکز درمانی کشور به ویژه بیمارستان‌های نظامی برای تبدیل شدن به بیمارستان هوشمند می‌بایست تلاش برای تحقق موارد زیرالذکر را مورد توجه جدی قرار دهند:

۱) هوشمندسازی بیمارستان به عنوان یک هدف سازمانی مورد وفاق همگانی و قابل دستیابی در بازه زمانی مشخص.

۶) سیستم‌های اطلاعات بالینی بهم پیوسته به طور مشترک با دستگاه‌های پزشکی و مؤلفه‌های شناسایی در بیمارستان‌های هوشمند مستقر می‌شوند تا هوشمندانه نقطه به نقطه فرایندهای مراقبت از بیمار انجام شود. علاوه بر این، سیستم‌های اطلاعاتی شبکه‌ای بالینی در بیمارستان‌های هوشمند به طور فزاینده‌ای قادر به تصمیم‌گیری خودکار و مستقل هستند. مثال‌ها عبارتند از: سیستم‌های اطلاعاتی بیمارستان (HIS)؛ سیستم‌های اطلاعات آزمایشگاهی (LIS)؛ سیستم‌های اطلاعات رادیولوژی (RIS)؛ سیستم اطلاعات داروسازی (PIS)؛ سیستم اطلاعات آسیب شناسی؛ سیستم بانک خون؛ بایگانی تصاویر و سیستم‌های ارتباطی (PACS)؛ سیستم اطلاعاتی پژوهش.

۷) امنیت اطلاعات داده‌ها

مثال‌ها عبارتند از: داده‌های بالینی و اداری بیمار (به عنوان مثال سوابق بهداشتی، نتایج آزمایشات، اطلاعات تماس)؛ داده‌های تحقیقاتی (به عنوان مثال گزارش‌های کارآزمایی بالینی) و داده‌های در نظر گرفته شده برای استفاده ثانویه؛ داده‌های کارکنان

۸) ساختمان‌ها و تأسیسات

شامل فرآیندهای هوشمند نقطه به نقطه که عملکردهای مختلفی را مدیریت می‌نمایند و در عملکرد بیمارستان‌های هوشمند بسیار مهم هستند. مثال‌ها عبارتند از: سیستم‌های تنظیم انرژی و آب و هوا، از جمله سیستم‌های تهویه هوشمند؛ سنسور دما؛ تأمین گازهای طبی؛ سیستم‌های عملیات و مدیریت هوشمند اتاق بیمار از جمله تابلوهای هوشمند، اسکرین‌های بیمار، اسکرین‌های کادر پزشکی و غیره؛ سیستم خودکار قفل درب شامل قفل‌های هوشمند (مانند قفل‌های بهم پیوسته، قفل‌های بی‌سیم و غیره)، برنامه‌های مدیریت قفل‌ها و توکن‌ها (مانند قفل‌های مجاورتی از طریق دستگاه تلفن همراه) و نرم افزار مدیریت (۴۰).

چالش‌های پیش رو این فناوری‌ها

گذار به بیمارستان‌های هوشمند و بهره‌مندی از فناوری‌های نوین همچون هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، پزشکی از راه دور و غیره فرصت‌های بسیار مثبتی را برای ارتقای کیفیت مراقبت‌های سلامت و بهبود بهره‌وری نظام سلامت فراهم می‌کند؛ اما پیاده‌سازی و تحقق این امر با چالش‌ها و موانع متعددی نیز روبرو است که باید با برنامه‌ریزی دقیق و همکاری ذی نفعان مختلف برطرف شود. این چالش‌ها شامل موارد زیر است:

۱- چالش‌های فرهنگی و سازمانی: مقاومت در برابر تغییر و فرهنگ منفی نسبت به فناوری، کم بودن مهارت‌های دیجیتالی کارکنان، عدم تمایل به اشتراک گذاری دانش؛ ۲- چالش‌های مالی و اقتصادی: هزینه بالای اولیه، هزینه نگهداری و به روزرسانی، عدم قطعیت بازگشت سرمایه؛ ۳- چالش‌های فناوری و زیرساختی: نبود استانداردهای مشترک، پیچیدگی یکپارچه سازی، مدیریت حجم داده؛ ۴- چالش‌های حقوقی و امنیتی: حریم خصوصی و امنیت داده، ملاحظات اخلاقی، آسیب پذیری در برابر حملات؛ ۵- چالش‌های

عرصه هوشمندسازی مراکز درمانی.

تضاد منافع: بدین وسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

- Xu M, David JM, Kim SH. The fourth industrial revolution: Opportunities and challenges. *International Journal of Financial Research*. 2018;9(2):90-5. doi:10.5430/ijfr.v9n2p90
- Neill DB. Using artificial intelligence to improve hospital inpatient care. *IEEE Intelligent Systems*. 2013;28(2):92-5. doi:10.1109/MIS.2013.51
- Yu L, Lu Y, Zhu X. Smart hospital based on internet of things. *Journal of Networks*. 2012;7(10):1654. doi:10.4304/jnw.7.10.1654-1661
- Nobka. Available from: <https://nobka.ir/blog>
- Sun L, Jiang X, Ren H, Guo Y. Edge-cloud computing and artificial intelligence in internet of medical things: architecture, technology and application. *IEEE Access*. 2020;8:101079-92. doi:10.1109/ACCESS.2020.2997831
- Liaw CY, Guvendiren M. Current and emerging applications of 3D printing in medicine. *Biofabrication*. 2017;9(2):024102. doi:10.1088/1758-5090/aa7279
- Golpiri R, Tara SM, Raeesi A. Prerequisites of Implementing Smart Hospitals in Iran. *Iranian Journal of Culture and Health Promotion*. 2023;7(2):185-95.
- Ronaghi M. A conceptual framework for smart hospital towards industry 4.0. *Journal of Hospital*. 2020;19(2):60-8.
- Schulz PJ, Nakamoto K. Patient behavior and the benefits of artificial intelligence: the perils of "dangerous" literacy and illusory patient empowerment. *Patient Education and Counseling*. 2013;92(2):223-8. doi:10.1016/j.pec.2013.05.002
- Ballouhey Q, Villemagne T, Cros J, Szwarc C, Braik K, Longis B, et al. A comparison of robotic surgery in children weighing above and below 15.0 kg: size does not affect surgery success. *Surgical Endoscopy*. 2015;29:2643-50. doi:10.1007/s00464-014-3982-z
- Shah M, Naik N, Somani BK, Hameed BZ. Artificial intelligence (AI) in urology-Current use and future directions: An iTRUE study. *Turkish Journal of Urology*. 2020;46(Suppl 1):S27-39. doi:10.5152/tud.2020.20117
- Mostafavi H, Rashidian A, Arab M, Mahdavi MR, Ashtarian K. Health priority setting in Iran: Evaluating against the social values framework. *Global Journal of Health Science*. 2016;8(10):53834. doi:10.5539/gjhs.v8n10p212
- Park A, Chang H, Lee KJ. Action research on development and application of Internet of Things services in hospital. *Healthcare Informatics Research*. 2017;23(1):25-34. doi:10.4258/hir.2017.23.1.25
- Kanase P, Gaikwad S. Smart hospitals using internet of things (iot). *International Research Journal*

(۲) سرمایه‌گذاری لازم برای استقرار بسترها و امکانات مورد نیاز در جهت به کارگیری فناوری‌های مرتبط و متناسب‌سازی و توانمندسازی پروتکل‌های امنیتی سازمانی.

(۳) تقویت و تعامل مؤثر با شرکت‌های دانش بنیان فعال در

of Engineering and Technology (IRJET). 2016;3(3):1735-7.

- Chai PR, Zhang H, Baugh CW, Jambaulikar GD, McCabe JC, Gorman JM, et al. Internet of things buttons for real-time notifications in hospital operations: proposal for hospital implementation. *Journal of Medical Internet Research*. 2018;20(8):e251. doi:10.2196/jmir.9454
- Lian JW, Yen DC, Wang YT. An exploratory study to understand the critical factors affecting the decision to adopt cloud computing in Taiwan hospital. *International Journal of Information Management*. 2014;34(1):28-36. doi:10.1016/j.ijinfomgt.2013.09.004
- He C, Jin X, Zhao Z, Xiang T. A cloud computing solution for hospital information system. In 2010 IEEE International conference on intelligent computing and intelligent systems. 2010;2:517-20. doi:10.1109/ICICISYS.2010.5658278
- Alharbi F, Atkins A, Stanier C, Al-Buti HA. Strategic value of cloud computing in healthcare organisations using the balanced scorecard approach: A case study from a Saudi Hospital. *Procedia Computer Science*. 2016;98:332-9. doi:10.1016/j.procs.2016.09.050
- Masrom M, Rahimli A. A review of cloud computing technology solution for healthcare system. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*. 2014;8(20):2150-3.
- Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism*. 2017;69:S36-40. doi:10.1016/j.metabol.2017.01.011
- Clipper B, Batcheller J, Thomaz AL, Rozga A. Artificial intelligence and robotics: a nurse leader's primer. *Nurse Leader*. 2018;16(6):379-84. doi:10.1016/j.mnl.2018.07.015
- Kavirayani S, Uddandapu DS, Papanani A, Krishna TV. Robot for delivery of medicines to patients using artificial intelligence in health care. In 2020 IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference (B-HTC) 2020. doi:10.1109/B-HTC50970.2020.9297948
- Scherer MU. Regulating artificial intelligence systems: Risks, challenges, competencies, and strategies. *Harv. JL & Tech*. 2015;29:353.
- Radanović I, Likić R. Opportunities for use of blockchain technology in medicine. *Applied Health Economics and Health Policy*. 2018;16:583-90. doi:10.1007/s40258-018-0412-8
- Roman-Belmonte JM, De la Corte-Rodriguez H, Rodriguez-Merchan EC. How blockchain technology can change medicine. *Postgraduate Medicine*. 2018;130(4):420-7. doi:10.1080/00325481.2018.1472996

26. Debe M, Salah K, Jayaraman R, Arshad J. Blockchain-based verifiable tracking of resellable returned drugs. *IEEE Access*. 2020;8:205848-62. doi:10.1109/ACCESS.2020.3037363
27. Yu S, Lv K, Shao Z, Guo Y, Zou J, Zhang B. A high performance blockchain platform for intelligent devices. In 2018 1st IEEE international conference on hot information-centric networking (HotICN). 2018. pp. 260-261. doi:10.1109/HOTICN.2018.8606017
28. Chang SE, Chen YC, Lu MF. Supply chain re-engineering using blockchain technology: A case of smart contract based tracking process. *Technological Forecasting and Social Change*. 2019;144:1-1. doi:10.1016/j.techfore.2019.03.015
29. Neisse R, Steri G, Nai-Fovino I. A blockchain-based approach for data accountability and provenance tracking. In Proceedings of the 12th international conference on availability, reliability and security. 2017. pp. 1-10. doi:10.1145/3098954.3098958
30. Alharby M, Van Moorsel A. Blockchain-based smart contracts: A systematic mapping study. *arXiv preprint arXiv:1710.06372*. 2017. doi:10.48550/arXiv.1710.06372
31. Nguyen DC, Ding M, Pathirana PN, Seneviratne A. Blockchain and AI-based solutions to combat coronavirus (COVID-19)-like epidemics: A survey. *Ieee Access*. 2021;9:95730-53. doi:10.1109/ACCESS.2021.3093633
32. Jung T, tom Dieck MC. *Augmented reality and virtual reality*. Ujedinjeno Kraljevstvo: Springer International Publishing AG. 2018. doi:10.1007/978-3-319-64027-3
33. Nilsson S, Johansson B. Fun and usable: augmented reality instructions in a hospital setting. In Proceedings of the 19th Australasian conference on Computer-Human Interaction: Entertaining user interfaces 2007. pp. 123-130. doi:10.1145/1324892.1324915
34. Kim Y, Kim H, Kim YO. Virtual reality and augmented reality in plastic surgery: a review. *Archives of Plastic Surgery*. 2017;44(03):179-87.
35. Shuhaiber JH. Augmented reality in surgery. *Archives of Surgery*. 2004;139(2):170-4. doi:10.1001/archsurg.139.2.170
36. Mekni M, Lemieux A. Augmented reality: Applications, challenges and future trends. *Applied Computational Science*. 2014;20:205-14.
37. Chandrashekar R, Kala M, Mane D. Integration of Big Data in Cloud computing environments for enhanced data processing capabilities. *International Journal of Engineering Research and General Science*. 2015;3(3):240-5.
38. Austin C, Kusumoto F. The application of Big Data in medicine: current implications and future directions. *Journal of Interventional Cardiac Electrophysiology*. 2016;47:51-9. doi:10.1007/s10840-016-0104-y
39. Christensen A, Rybicki FJ. Maintaining safety and efficacy for 3D printing in medicine. *3D Printing in Medicine*. 2017;3:1. doi:10.1186/s41205-016-0009-5
40. Digitalhealth. Available from: http://online-healthir/Digital_Hospital
41. Nikzadipanah A, Rahdar M. Industry 4.0 in Smart Hospital: A Scientometric Study. *Hospital Practices and Research*. 2024;9(2):437-47. doi:10.30491/hpr.2024.480429.1451
42. Mehraeen E, Ghazisaeedi M, Farzi J, Mirshekari S. Security challenges in healthcare cloud computing: a systematic. *Global Journal of Health Science*. 2017;9(3):157-68. doi:10.5539/gjhs.v9n3p157
43. Al-Issa Y, Ottom MA, Tamrawi A. eHealth cloud security challenges: a survey. *Journal of Healthcare Engineering*. 2019;2019(1):7516035. doi:10.1155/2019/7516035
44. Negrillo-Cárdenas J, Jiménez-Pérez JR, Feito FR. The role of virtual and augmented reality in orthopedic trauma surgery: From diagnosis to rehabilitation. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2020;191:105407. doi:10.1016/j.cmpb.2020.105407
45. Casola V, Castiglione A, Choo KK, Esposito C. Healthcare-related data in the cloud: challenges and opportunities. *IEEE Cloud Computing*. 2016;3(6):10-4. doi:10.1109/MCC.2016.139
46. Zheng Z, Xie S, Dai HN, Chen X, Wang H. Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International Journal of Web and Grid Services*. 2018;14(4):352-75. doi:10.1504/IJWGS.2018.095647