Journal of Health in the Field, Vol.12, No.1, Spring 2024 Review Article

Applications of public health informatics: A review article

Farnia Velayati[1], Kimia Zeraatkar[3], Haleh Ayatollahi[2*]

[1] Telemedicine Research Center, National Research Institute of Tuberculosis and Lung Diseases (NRITLD), Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[2] Health Management and Economics Research Center, Health Management Research Institute, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[3] Educational & Developmental Center of Medical Education, Hormozgan University of Medical Sciences, BandarAbbas, Iran

Abstract

Background and Aims: Surveillance is a critical component of public health. In this field, a new discipline called public health informatics has emerged to enhance the efficiency and effectiveness of public health services through the use of various information technologies. The aim of this study was to review public health informatics and its applications.

Materials and Methods: This was a narrative review. The keywords used included "health surveillance," "public health informatics," "surveillance systems," and "registry." The search was conducted in the PubMed and Scopus databases, as well as Google Scholar. Relevant papers were retrieved, and the data were reported narratively.

Results: The findings indicate that public health informatics can be employed for active monitoring and surveillance, supporting effective decision-making, preventive measures, health promotion, disease prevention, and improving population health. Additionally, public health informatics has a wide range of applications in various public health domains, such as primary care, disease prevention, disease control, and health education. Some of the information technologies used in public health informatics include electronic health records, telehealth, and point-of-care diagnostics.

Conclusion: Public health informatics is an evolving field, where the application of technologies is constantly changing to meet the needs of the community. It appears that the application of this science plays a significant role in improving public health conditions, and greater attention should be given to it by health systems.

Keywords: Public health informatics, Health surveillance, Registry, Surveillance systems, Narrative review

Please cite this article as: Velayati F, Zeraatkar K, Ayatollahi H. Applications of public health informatics: A review article. Journal of Health in the Field 2024; 12(1):64-79. **Doi**: https://doi.org/10.22037/jhf.v12i1.44069.

Corresponding Author: Health Management and Economics Research Center, Health Management Research Institute, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Email: ayatollahi.h@iums.ac.ir
Received: 10 December 2023
Accepted: 1 July 2024

فصلنامه علمی-پژوهشی
بهداشت در عرصه
دوره ۱۲ شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، صفحات ۶۴ تا ۷۹
Journal homepage: https://journals.sbmu.ac.ir/jhf

کاربردهای انفورماتیک بهداشت عمومی: یک مطالعه مروری

فرنیا ولایتی[۱]، کیمیا زراعتکار[۳]، هاله آیت‌اللهی[۲*]

[۱] مرکز تحقیقات پزشکی از راه دور، پژوهشکده ملی سل و بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، پژوهشکده مدیریت سلامت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۳] مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس، ایران

مقاله مروری

چکیده

زمینه و اهداف: مراقبت محور اصلی فعالیت‌های حوزه بهداشت عمومی می‌باشد. در این حوزه، زیر شاخه جدیدی از علوم تحت عنوان انفورماتیک بهداشت عمومی معرفی شده تا با بهره‌گیری از انواع فناوری‌های اطلاعات، کارایی و اثربخشی را در این حوزه افزایش دهد. هدف از این مطالعه، مروری بر انفورماتیک بهداشت عمومی و کاربردهای آن بود.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به روش مرور روایتی انجام شد. کلیدواژه‌ها عبارت بودند از Health surveillance، Public health informatics، Surveillance systems و Registry که برای یافتن مقالات مرتبط در پایگاه‌های داده متفاوت مانند PubMed، Scopus و موتور جستجوی Google Scholar استفاده شدند. در نهایت مقالات مرتبط استخراج و یافته‌های آن‌ها به شیوه روایتی ارائه گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که می توان از انفورماتیک بهداشت عمومی برای پایش و مراقبت فعال، حمایت از تصمیم‌گیری موثر، اقدامات پیشگیرانه، ارتقای سلامت، پیشگیری از بیماری‌ها و بهبود سلامت جمعیت استفاده کرد. همچنین، انفورماتیک بهداشت عمومی در طیف گسترده‌ای از زمینه‌های بهداشت عمومی مانند مراقبت‌های اولیه، پیشگیری از بیماری، کنترل بیماری، آموزش سلامت و غیره کاربرد دارد. برخی از فناوری های کاربردی در حوزه انفورماتیک بهداشت عمومی نیز عبارتند از پرونده الکترونیک سلامت، سلامت از راه دور و تشخیص در بالین بیمار.

نتیجه‌گیری: انفورماتیک بهداشت عمومی حوزه‌ای در حال تحول است که در آن کاربرد فناوری‌ها به طور مداوم تغییر می‌کند تا نیازهای جامعه را برآورده نماید. به نظر می‌رسد به کارگیری این علم در ارتقای وضعیت بهداشت عمومی نقش چشمگیری داشته باشد و باید بیش از پیش مورد توجه بخش سلامت قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: انفورماتیک بهداشت عمومی، نظام مراقبت سلامت، نظام ثبت، سیستم‌های مراقبت، مرور روایتی

Please cite this article as: Velayati F, Zeraatkar K, Ayatollahi H. Applications of public health informatics: A review article. Journal of Health in the Field 2024; 12(1):64-79. **Doi**: https://doi.org/10.22037/jhf.v12i1.44069.

*نویسنده مسئول: مرکز تحقیقات علوم مدیریت و اقتصاد سلامت، پژوهشکده مدیریت سلامت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
Email: ayatollahi.h@iums.ac.ir

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۱۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۴/۱۱

مقدمه

بهداشت عمومی، علم و هنر پیشگیری از بیماری، افزایش طول عمر و ارتقای سلامت از طریق انتخاب آگاهانه جوامع و افراد است [۱]. هدف بهداشت عمومی پیشگیری از بیماری‌ها، افزایش طول عمر و ارتقای مراقبت‌های بهداشتی با استفاده از تحلیل گسترش بیماری و رفتارهای اجتماعی در ارتباط با عوامل محیطی است. در این راستا، مراقبت (Surveillance) محور اصلی فعالیت‌های حوزه بهداشت عمومی به شمار می‌آید [۲]. در واقع، مراقبت در بهداشت عمومی شامل جمع‌آوری، تحلیل و تفسیر داده‌ها است تا از این طریق تشخیص زود هنگام و پیش‌بینی طغیان‌ها و همه‌گیری‌های بیماری‌ها امکان‌پذیر گردد [۳،۴]. با این حال، چالش‌های متعددی مانند کم‌گزارش‌دهی، تاخیر درگزارش‌دهی و متعاقب آن تاخیر مداخله موثر در بهداشت عمومی در نظام مراقبت سلامت مشاهده می‌گردد [۲]. همچنین، گزارش‌دهی در اغلب موارد به شکل کاغذی است و وابستگی به سیستم مبتنی بر کاغذ و تاخیر در شناسایی بیماری‌ها بر نحوه و میزان پاسخ و مدل مدیریت بیماری‌ها اثرگذار است [۳]. بدیهی است که نظام‌های مراقبت مبتنی بر کاغذ در ارائه اطلاعات و گزارش‌های به موقع برای ارائه خدمات بهداشت عمومی کارآمدی لازم را ندارند [۱].

در واقع، در نظام‌های مراقبت مبتنی بر کاغذ، ورود داده‌ها دستی، جمع‌آوری داده‌ها ناقص، ظرفیت تحلیل محدود و بازیابی داده‌ها با مشکل همراه است [۳]. علاوه بر این، نظام‌های مبتنی بر کاغذ، هزینه‌هایی را از نظر خریداری کاغذ، نیروی کار و فضایی برای ذخیره‌سازی داده‌ها و هزینه‌هایی از نظر جمع‌آوری و پردازش داده‌های جمع‌آوری شده با کاغذ نیاز دارند [۳]. از طرفی، داده‌های مبتنی بر کاغذ را نمی‌توان به راحتی با سیستم‌های دیگر به اشتراک گذاشت و بیشتر در معرض نقض حریم خصوصی (Privacy) و محرمانگی (Confidentiality) اطلاعات هستند. همچنین، آسیب‌پذیری سوابق کاغذی به ویژه در هنگام بلایای طبیعی وجود دارد [۳].

در این راستا، با پیشرفت فناوری و علوم رایانه استفاده از انواع فناوری‌های اطلاعات برای غلبه بر این چالش‌ها توصیه گردیده و به عنوان روش مکمل سایر روش‌های موجود مستندسازی، در بهداشت عمومی به کار گرفته شده است [۲]. دولت‌ها نیز با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات مدرن، مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشت عمومی را تقویت می‌کنند تا سیستم‌های گزارش‌دهی یکپارچه، موثر، قابل اعتماد و هوشمند ایجاد کنند [۳]. از این‌رو، در حوزه بهداشت عمومی، انفورماتیک بهداشت عمومی (public health informatics) معرفی شده است تا با بهره‌گیری از انواع فناوری‌های اطلاعات، کارایی و اثربخشی را در این حوزه افزایش دهد. از اینرو، هدف از این مطالعه بررسی کاربردهای انفورماتیک بهداشت عمومی بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش مروری انجام شد. کلیدواژه‌های اصلی عبارت بودند از Health surveillance، Public health informatics، Surveillance systems و Registry. همچنین، کلید واژه‌های بیشتر مانند Electronic Health Record ، Telehealth، Telemedicine، Point-of-care diagnostics، Wearables and sensors، Internet of Things، Artificial intelligence، Geographic information system، Decision Support Systems در ارتباط با کارکرد انفورماتیک بهداشت عمومی استخراج شدند و جستجوی وسیع‌تری در پایگاه‌های داده متفاوت مانند PubMed، Scopus و موتور جستجوی Google Scholar انجام شد. در جستجوی مقالات از جدیدترین و مرتبط ترین مقالات به زبان انگلیسی استفاده گردید. عنوان و چکیده مقالات مطالعه و سپس متن کامل مقالات مرتبط بررسی گردید. مقالاتی که اطلاعات ارزشمند و یا نتایج روشن و کافی نداشتند کنار گذاشته شدند. بر اساس حیطه‌های مورد بررسی مقالات دسته‌بندی و در نهایت یافته‌ها به شیوه روایتی گزارش شدند.

انفورماتیک بهداشت عمومی

امروزه، انفورماتیک در حیطه‌های بسیاری مانند تجارت، امنیت، علوم اجتماعی و غیره به کار گرفته شده است. در حوزه بهداشت عمومی نیز با استفاده از علوم کامپیوتر و علوم اطلاعات، راه برای ارتقاء ارائه خدمات هموار شده است [۵،۲]. در واقع، انفورماتیک بهداشت عمومی به عنوان کاربرد انفورماتیک در تحقیقات، آموزش و اقدامات جاری در حوزه بهداشت عمومی تعریف شده که با استفاده از علوم اطلاعات و کامپیوتر برای ارتقای فرایندهای سلامت عمومی، تصمیم‌گیری‌ها و سیاست‌گذاری‌ها تلاش می‌کند [۶]. همچنین، انفورماتیک بهداشت عمومی به عنوان کاربرد نظام‌مند اطلاعات، علوم کامپیوتر و فناوری در حوزه بهداشت عمومی از جمله مراقبت، آموزش، پیشگیری، درمان و ارتقاء سلامت نیز تعریف می‌شود [۳،۲]. انفورماتیک بهداشت عمومی در شناسایی و گزارش عوامل بیماری‌زای نوپدید که باعث بیماری‌های عفونی در جوامع مختلف می‌شوند نیز نقش مهمی دارد [۶]. از کاربردهای اصلی انفورماتیک بهداشت عمومی می‌توان به جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها در راستای پیشگیری از بیماری‌ها و آسیب‌ها اشاره کرد که باعث ارتقای سلامت افراد و در نهایت کل جامعه می‌شود [۳،۲]. همچنین، از انفورماتیک بهداشت عمومی می‌توان برای پایش و مراقبت فعال، حمایت از تصمیم‌گیری موثر، اقدامات پیشگیرانه، ارتقای سلامت، پیشگیری از بیماری‌ها و آسیب‌ها و بهبود سلامت جمعیت استفاده کرد [۲]. امروزه، انفورماتیک به یک جزء مهم در مراقبت تبدیل شده و پیش‌بینی می‌شود که سهم این علم نوپدید در ارتقای وضعیت بهداشت عمومی هر روز بیشتر شود [۳].

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

انفورماتیک بهداشت عمومی می‌تواند در طیف گسترده‌ای از زمینه‌های بهداشت عمومی کاربرد داشته باشد، از جمله:

۱- مراقبت‌های اولیه: انفورماتیک بهداشت عمومی می‌تواند برای بهبود کیفیت مراقبت‌های اولیه از ابزارهایی مانند سیستم‌های پرونده الکترونیک سلامت (EHR: Electronic Health Record) استفاده کند که به وسیله آن پزشکان بتوانند به اطلاعات بیمار به راحتی دسترسی داشته باشند و تصمیمات درمانی بهتری اتخاذ کنند. [۵].

۲- پیشگیری از بیماری: انفورماتیک بهداشت عمومی می‌تواند برای پیشگیری از بیماری و تسهیل تشخیص زودهنگام با استفاده از ابزارهایی مانند سیستم‌های هشدار زودهنگام (EWS: Early Warning System) به مقامات بهداشت عمومی کمک کنند تا بیماری‌های همه‌گیر را زودتر شناسایی کنند و اقدامات پیشگیرانه را انجام دهند [۳].

۳- کنترل بیماری: انفورماتیک بهداشت عمومی می‌تواند برای بهبود کنترل بیماری با استفاده از ابزارهایی مانند سیستم‌های ردیابی تماس به مقامات بهداشت عمومی کمک نمایند تا افرادی را که ممکن است در معرض بیماری قرار گرفته باشند، شناسایی کنند و اقدامات لازم را برای جلوگیری از شیوع بیماری انجام دهند [۶].

۴- آموزش سلامت: انفورماتیک بهداشت عمومی می‌تواند برای بهبود آموزش سلامت با استفاده از ابزارهایی مانند برنامه‌های آموزش سلامت الکترونیک (eHealth) استفاده گردد تا مردم بتوانند در مورد سلامت خود اطلاعات بیشتری کسب کنند و تصمیمات مناسب‌تری بگیرند [۲،۳].

در ادامه به بررسی سیستم‌های اطلاعات در بهداشت عمومی، نظام ثبت (Registries)، سیستم‌های مراقبت (systems Surveillance) و مقایسه آن‌ها و برخی از کارکردهای انفورماتیک بهداشت عمومی شامل پرونده الکترونیک سلامت (EHR: Electronic Health Record)، سلامت از راه دور (Telehealth)، تشخیص‌های در بالین بیمار (Point-of-care diagnostics)، پوشیدنی‌ها و حسگرها (Wearables and sensors)، اینترنت اشیاء (IoT: Internet of IoT Things)، هوش مصنوعی (AI:Artificial intelligence)، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS: Geographic information system) و سیستم‌های تصمیم‌یار (DSS: Decision Support Systems) پرداخته شده است.

سیستم‌های اطلاعات در بهداشت عمومی

داده‌های سلامت علاوه بر کاربرد و ارزش واقعی آن، برای سازمان‌ها، مجرمان سایبری، استفاده‌های سیاسی و غیرقانونی نیز ارزش فوق العاده‌ای دارند. همچنین، کمیسیون اروپا به دلیل امکان استفاده از داده در تحقیقات گذشته‌نگر و آینده‌نگر با هزینه کم، داده‌های سلامت را به عنوان یک منبع منحصر به فرد، معرفی کرده است [۷]. از طرفی، امروزه ابزارهای هوشمند مانند گوشی‌های هوشمند همراه، اطلاعات شخصی، مالی و حتی سلامتی افراد را جمع‌آوری، تحلیل و ذخیره می‌کنند. علاوه بر این، روند رو به افزایشی در استفاده از گوشی‌های هوشمند همراه، برای ذخیره و مدیریت حساس‌ترین داده‌های کاربران وجود دارد. بنابراین، این سیستم‌ها باید چنین داده‌های حساسی را به صورت ایمن به اشتراک بگذارند و در برابر دسترسی‌های غیرمجاز محافظت شوند. از اینرو، یکی از مسائل اصلی داده‌های سلامت و سیستم‌های انفورماتیک بهداشت عمومی، حفظ محرمانگی و حریم‌خصوصی داده‌های سلامت می‌باشد [۷]. در این راستا، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD: Organization for Economic Co-operation and Development) کشورهای عضو را تشویق می‌کند تا سیستم‌های حاکمیت داده‌های سلامت را ایجاد و پیاده‌سازی کنند تا از حریم خصوصی افراد محافظت و در عین حال امکان اشتراک‌گذاری ایمن داده‌ها را فراهم کنند [۷]. از این‌رو، استفاده از رویکردهای پیشرفته برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، مدیریت، تحلیل، استفاده و به اشتراک‌گذاری داده‌ها نقش منحصر به فرد انفورماتیک بهداشت عمومی و سیستم‌های اطلاعاتی این حوزه را پر رنگ‌تر می‌کند [۵].

دامنه انفورماتیک بهداشت عمومی نیز شامل مفهوم‌سازی، طراحی، توسعه، استقرار، اصلاح، نگهداری و ارزیابی سیستم‌های اطلاعاتی، ارتباطی و مراقبتی می‌باشد و می‌توان آن را یکی از مفیدترین علوم کاربردی در مراقبت بیماری‌های واگیر و غیرواگیر، اپیدمی‌ها، بلایای طبیعی و بیوتروریسم در نظر گرفت [۳].

لازم به ذکر است که در دو دهه گذشته، فناوری‌های نوآورانه بی‌شماری در حوزه بهداشت عمومی در زمینه‌های پرونده الکترونیک سلامت، پایش بیماری‌ها، ثبت واکسیناسیون و غیره توسعه یافته‌اند [۸]. در واقع، انفورماتیک بهداشت عمومی حوزه‌ای در حال تحول است که در آن کاربرد فناوری‌ها به طور مداوم تغییر می‌کند تا نیازهای جامعه را برآورده نماید [۹]. برخی از سیستم‌های اطلاعاتی که در زمینه بهداشت عمومی به منظور گردآوری، ذخیره، مدیریت و اشتراک‌گذاری داده‌ها ایجاد شده‌اند؛ شامل سیستم ثبت بیماری‌ها (رجیستری‌ها)، سیستم‌های گزارش‌دهی الکترونیکی آزمایشگاهی، سیستم‌های مراقبت (سندرمیک، دیده‌ور و مبتنی بر رخداد)، سیستم اطلاعات واکسیناسیون می‌باشند [۱۰].

نظام ثبت

واژه نظام ثبت در لغت، به معنای ثبت کردن و همچنین به عنوان پرونده یا مدرک نیز آورده شده است. بنابراین نظام ثبت، هم به برنامه‌های گردآوری و ذخیره داده می‌پردازد و هم به پرونده‌هایی که بدین صورت ایجاد شده‌اند [۱۱]. هدف از نظام ثبت بیماری، به طور معمول جمع‌آوری داده‌های بیماری، برای کمک به بهبود عملکرد از طریق فرآیند ارزیابی نتایج و ارائه بازخورد به پزشکان، متخصصان و بیمارستان‌ها و ارگان‌های ذیربط دیگر می‌باشد [۱۲]. از نظر کمیته ملی آمار حیاتی ایالات متحده، نظام ثبت سیستمی سازماندهی شده برای گردآوری، ذخیره، بازیابی و تحلیل و توزیع اطلاعات در مورد افرادی می‌باشد که به یک بیماری مبتلا هستند یا دارای شرایطی مشابه از نظر وقوع رویدادهای مرتبط با سلامت

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

یا رویدادهای ناگوار ناشی از استفاده از موادی نظیر داروها می‌باشند. آژانس پژوهش و کیفیت در مراقبت بهداشتی (AHRQ: Agency for Healthcare Research and Quality) نیز نظام ثبت را نظامی سازمان‌یافته می‌داند که از شیوه‌های مشاهده‌ای برای گردآوری داده‌های همسان، در مورد جمعیتی از مبتلایان به بیماری که دارای شرایط یا مواجهه‌ای خاص هستند، استفاده می‌کند تا اهداف علمی، بالینی یا سیاست‌گذاری را پوشش دهد [۱۱].

نظام‌های ثبت در کارآزمایی‌های بالینی، ایمنی بیمار (نظام‌مراقبت پسا بازار) و پایش عملکرد ارائه دهنده مراقبت به کار می‌روند [۱۱]. همچنین، نظام ثبت بیماری برای غلبه بر محدودیت‌های تحقیقاتی در مطالعه بیماری‌های نادر که در آن تعداد بیماران معمولاً کم است، ارزشمند است [۱۳]. از طرفی، نظام‌های ثبت مبتنی بر جمعیت (ملی و بین‌المللی) ممکن است برای مطالعه جنبه‌های اپیدمیولوژیک بیماری‌های نادر و فوق‌نادر، مناسب‌تر باشند، زیرا بیشتر بر تعداد بیماران و داده‌های زمانی پیرامون تشخیص تمرکز دارند [۱۴]. به نظر می‌رسد که در بیماری‌های نادر، نظام ثبت به عنوان ابزاری کلیدی جهت دستیابی به حجم نمونه کافی برای تحقیقات بالینی، ایجاد راهنمای برنامه‌ریزی مراقبت‌های بهداشتی، تقویت، توسعه و ارزیابی مداخلات تشخیصی و درمانی، کاربرد داشته باشد [۱۵].

علاوه بر این، داده‌های موجود در نظام‌های ثبت را می‌توان جهت انجام تحلیل‌های متعدد برای بیماران با تشخیص‌های نادر، طبقه‌بندی خطر، شناسایی بیماران پرخطری که نیاز به غربالگری دارند و کمک به توسعه ابزارهای تصمیم‌یار به منظور ارتقای مدیریت بالینی پیشگیرانه به کار گرفت [۱۴]. همچنین، نظام ثبت بیماری به طور قابل توجهی به پزشکی مبتنی بر شواهد به خصوص در زمینه بیماری‌های نادر کمک می‌کند، زیرا می‌توان از آن برای اهداف متعددی مانند بهبود تعریف موارد بیماری، تجدید نظر در طبقه‌بندی بیماری، ارزیابی نشانه‌های درمان و طبقه‌بندی خطر و همچنین ارزیابی ایمنی، اثربخشی، امکان‌سنجی، محدودیت‌ها و مزایای استراتژی‌های تشخیصی و درمانی در دنیای واقعی استفاده کرد [۱۵].

گاهی نظام‌های ثبت چندملیتی هستند و اقدامات بالینی از چندین کشور در آن ثبت می‌گردند. در اینگونه نظام‌های ثبت راهنماهای مبتنی بر شواهد آنلاین می‌توانند یکپارچه باشند و حتی می‌توانند ایجاد راهنماهای بالینی جامع را تسهیل کنند [۱۴]. با وجود تفاوت‌های موجود در تعاریف نظام‌های ثبت، این مطلب روشن است که نظام‌ثبت فرایند گردآوری داده به صورت طولانی‌مدت، نظام‌مند و سازماندهی شده است که با توجه به اهداف از پیش تعیین شده، صورت می‌گیرد [۱۱]. امروزه، واژه نظام ثبت بیماری‌ها علاوه بر مجموعه داده‌های سلامت بر پیگیری نیز دلالت دارد. با پیگیری بیماران در قالب زمان و مکان، پیامدهای میان مدت و طولانی مدت درمان قابل بررسی هستند [۱۱].

علاوه بر این، در بلند مدت، نظام‌های ثبت حتی با در نظر گرفتن هزینه‌های اولیه راه‌اندازی، می‌توانند به بهبود اقتصاد سلامت کمک کنند [۱۴]. لازم به ذکر است طراحی، توسعه و ایجاد نظام ثبت شامل جنبه‌های فنی و غیر فنی نظیر، مسائل اخلاقی و قانونی برای اطمینان از حفظ حریم خصوصی و حفاظت از داده‌ها و در عین حال امکان اشتراک‌گذاری و استفاده مجدد از داده‌ها، جنبه‌های حاکمیتی و مدیریتی با توجه به جنبه‌های مختلف بیماران، پزشکان، محققان، سیاست‌گذاران، شرکت‌های دارویی و سایر ذی‌نفعان می‌باشد [۱۳]. یک نظام ثبت ممکن است یک یا چند ذی‌نفع از افراد یا سازمان‌ها داشته باشد که شامل پزشکان، محققان، مؤسسات دانشگاهی، بیماران، مردم، رهبران جامعه، سیاست گذاران، انجمن‌های حرفه‌ای، آژانس‌های نظارتی و شرکای صنعتی هستند [۱۴]. از آنجا که اهداف یک نظام ثبت بر چگونگی شکل‌گیری ساختار و مجموعه داده آن موثر است، لذا تفاوت قایل شدن میان اهداف اصلی، فرعی و ثانویه نظام ثبت بیماری ضرورت دارد. با این حال، منطق ردیابی چگونگی پیشرفت بیماران در طول زمان و پیامدهای در نظر گرفته شده با توجه به نوع بیماری متفاوت است [۱۱].

در واقع، طراحی، راه‌اندازی و ارزیابی نظام‌های ثبت براساس اهداف آنها صورت می‌گیرد. به طور کلی نظام‌های ثبت را با توجه به اهدافی که دنبال می‌کنند می‌توان در دو گروه نظام‌های ثبت با اهداف مراقبتی و نظام‌های ثبت با اهداف پژوهشی جای داد. بسیاری از انواع نظام‌های ثبت نیز به‌طور همزمان این دو نوع هدف را دنبال می‌کنند. تعیین بروز و شیوع بیماری یا سایر پیامدهای بهداشتی و بررسی روند تغییرهای آن در طول زمان، ارزیابی ارائه خدمات بهداشتی و شناسایی گروه‌های در معرض خطر، برخی از مهم‌ترین اهداف مراقبتی نظام‌های ثبت هستند. لازم است تا تمام اهداف مراقبتی یک نظام ثبت به طور دقیق و شفاف ذکر شود. [۱۱].

چهار نوع دسته‌بندی کلی برای انواع نظام‌های ثبت درنظر گرفته می‌شود که عبارتند از مواردی که در آن‌ها بیمار از محصول یا خدمتی استفاده می‌کند، یا فرد مبتلا به بیماری یا شرایط خاصی است یا ترکیبی از این موارد. هر یک از این موارد در ذیل شرح داده شده‌اند.

۱- نظام‌ثبت محصولات (Product registries): شامل افراد یا بیمارانی است که از فراورده‌های زیست دارویی، تجهیزات پزشکی، یا تجهیزات تشخیصی درمانی نظیر یک دارو یا یک ابزار استفاده کرده یا می‌کنند. در نظام‌ثبت محصولات، مواجهه (در معرض قرار گرفتن) می‌تواند به صورت استفاده کوتاه مدت از یک دوز دارویی یا استفاده طولانی مدت از یک ابزار کاشتنی یا دارو باشد. نظام‌ثبت محصول/ ابزار می‌تواند در برگیرنده همه یا بخشی از جمعیت استفاده کننده از محصول/ ابزار باشد. نظام ثبت افرادی که از لنزهای تماسی استفاده می‌کنند یا نظام‌ثبت افرادی که پروتز لگن دارند، نمونه‌هایی از نظام‌ثبت محصولات است. در برخی موارد، مقامات بهداشتی مسئول، استفاده از چنین نظام‌های ثبتی را به منظور کسب اطمینان از استفاده ایمن از داروها اجباری

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

می‌کنند [۱۱].

۲- نظام ثبت خدمات بهداشتی (Health services registries): نوع دیگری از نظام ثبت، استفاده از یک خدمت مراقبت بهداشتی است. خدمات مراقبت بهداشتی که می‌توانند مبنای ایجاد یک نظام‌ثبت قرار گیرند، عبارتند از مواجهه‌های بالینی فردی، نظیر ویزیت در مطب یا بستری شدن در بیمارستان، رویه‌ها یا رویدادهای کامل مراقبت. به بیان ساده، نظام‌های ثبت خدمات بهداشتی شامل بیمارانی است که در بیمارستان بستری شده‌اند یا مواجهه بالینی داشته یا اقدام خاصی برای آنها صورت گرفته است. هدف نظام ثبت خدمات بهداشتی، ارزیابی خدمات مراقبت بهداشتی با در نظر گرفتن پیامدها است. نظام‌های ثبت خدمات مراقبت بهداشتی گاهی به منظور ارزیابی فرایندها و پیامدهای مراقبت با اهداف سنجش کیفیت به کار می‌روند [۱۱].

۳- نظام‌ثبت بیماری (Disease registry): معیار اصلی ورود یک مورد به یک نظام ثبت بیماری، ابتلا به یک بیماری یا داشتن شرایطی خاص است. با توجه به نوع بیماری مزمن یا غیرمزمن، شیوه ثبت در نظام ثبت هم متفاوت می‌شود. نظام ثبت بیماری می‌تواند ابزار قدرتمندی برای شناخت درمان و پیامدهای آن، بررسی عوامل موثر بر پیش آگهی و کیفیت زندگی، توصیف الگوهای مراقبت، ارزیابی اثربخشی درمان، پایش ایمنی و صدمه و اندازه‌گیری کیفیت مراقبت محسوب شود. نظام‌های ثبت بیماری از طریق کارکردهایی نظیر بازخورد اطلاعات، می‌توانند برای بهبود کیفیت مراقبت بیمار نیز به کار گرفته شوند. هدف نظام‌های ثبت بیماری در وهله اول توصیف وضعیت بیماری، برای مثال توصیف ویژگی‌های بالینی افراد مبتلا به بیماری، تنوع فنوتیپ بیماری و پیشرفت بالینی بیماری در طول زمان است. نظام‌های ثبت بیماری از ارزش شایانی برخوردار هستند، زیرا قادرند داده‌های قابل مقایسه را در طول زمان ارائه کنند، ارزیابی‌های طولانی مدت را به انجام رسانند و به عنوان مکملی برای کارآزمایی‌های بالینی عمل کنند. زمانی که بیماری، نادر باشد یا نیاز به مداخله‌های بسیار تخصصی باشد، نظام‌های ثبت برای متخصصان اهمیت ویژه‌ای می‌یابند [۱۱].

۴- نظام‌های ثبت ترکیبی (Hybrid registries): بسیاری از نظام‌های ثبت فوق الذکر می‌توانند با یکدیگر همپوشانی داشته باشند و یا با هم ادغام گردند.

سیستم‌های مراقبت

تعریف مراقبت در طول زمان دستخوش تغییراتی شده است. برای مثال بین سال‌های ۱۹۶۰-۱۹۴۰ واژه مراقبت به گردآوری، تحلیل، تفسیر و توزیع داده‌های سلامت اطلاق می‌شد. سپس مراقبت بهداشت عمومی به عنوان گردآوری مداوم نظام‌مند، تحلیل و تفسیر داده‌های مربوط به پیامدها به منظور بهره‌گیری در برنامه‌ریزی، پیاده‌سازی و ارزیابی در حرفه بهداشت عمومی تعریف شد. به عبارت بهتر، داده‌های مراقبت در مرکز بهداشتی یعنی اولین سطح تماس بیمار با نظام سلامت گردآوری شده، پس از تحلیل و تفسیر، استفاده می‌شوند. مراقبت، به این مفهوم، شامل اقدام/اقدام‌های بهداشت عمومی حاصل از تفسیر داده‌ها نمی‌شد. اما در سال ۱۹۶۳ سازمان جهانی بهداشت به اهمیت ارتباط میان مراقبت با اقدام بهداشت عمومی پی برد. در این چارچوب مفهومی، مراقبت بهداشت عمومی شامل شش فعالیت اساسی کشف (Detection)، ثبت (Register)، تایید (Confirmation) (اپیدمیولوژیک/ آزمایشگاهی)، گزارش‌دهی (Reporting)، تحلیل (Analysis) و بازخورد (Feedback) می‌شد. در همین راستا، دو اقدام اصلی مراقبت بهداشت عمومی نیز عبارتند از: پاسخ‌های حاد (نوع اپیدمیولوژیک) و پاسخ‌های برنامه‌ریزی شده (نوع مدیریتی). شایان ذکر است که همه فعالیت‌ها و اقدام‌های مراقبت بهداشت عمومی با چهار فعالیت ارتباط، آموزش، نظارت و فراهم‌آوری منابع، حمایت می‌شوند [۱۶،۱۷].

مراقبت به عنوان جمع‌آوری مداوم، سیستماتیک، تحلیل و تفسیر داده‌های پیامدهای خاص برای استفاده در برنامه‌ریزی، اجرا و ارزیابی عملکرد بهداشت عمومی و انتشار به موقع اطلاعات برای کسانی که مسئول پیشگیری و کنترل بیماری و آسیب هستند، تعریف می‌شود. مراقبت پایه‌ای است که بسیاری از موفقیت‌های بهداشت عمومی بر آن استوار است. داده‌های مراقبت، سیاست‌ها و برنامه‌ها را هدایت کرده و جهان را به سمت ریشه‌کن کردن کامل بیماری‌هایی که سال‌ها باعث رنج انسان‌ها شده، سوق می‌دهند. به طور مثال، چنین داده‌هایی ریشه‌کنی جهانی آبله را هدایت و سپس تأیید کردند [۱۸،۱۹].

مراقبت امکان جمع‌آوری اطلاعات استاندارد قابل اندازه‌گیری در مورد وقوع بیماری‌ها و عوامل خطر بیماری را فراهم می‌کند. محصول مراقبت، یعنی داده‌های مراقبتی، یک زبان استاندارد بین‌المللی بهداشت عمومی را تشکیل می‌دهد. از طریق داده‌های موجود، شناسایی زودهنگام و پیش‌بینی شیوع احتمالی بیماری از طریق دریافت به‌هنگام، بررسی و کشف گزارش‌های بیماری امکان‌پذیر است [۲۰]. همچنین، نقش مراقبت بهداشت عمومی جمع‌آوری، تحلیل و تفسیر داده‌ها در مورد عوامل زیستی، بیماری‌ها، عوامل خطر و سایر رویدادهای بهداشتی و ارائه به موقع اطلاعات جمع‌آوری شده برای تصمیم‌گیرندگان است [۱۶].

روش‌های مراقبت که می‌توانند بیماری را در مراحل اولیه تشخیص دهند، یک حوزه تحقیقاتی مهم برای بهداشت عمومی هستند. این روش‌ها، اغلب تحت عنوان مراقبت سندرمیک (Syndromic surveillance) شناخته می‌شوند، زیرا هدف آن‌ها شناسایی همه‌گیری بیماری‌ها بر اساس علائم و نشانه‌های عفونت و حتی اثرات آن بر رفتار انسان قبل از اولین تماس با سیستم مراقبت‌های بهداشتی است [۱۶]. مراقبت سندرمیک را نمی‌توان برای ایجاد تشخیص خاص در هر فرد خاص مورد استفاده قرار داد، بلکه باید برای شناسایی الگوهای علائم بیماری در یک جمعیت طراحی شوند تا به ویژگی کافی دست یابند. به

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

عنوان مثال، استفاده از علامت تب و علائم دیسترس تنفسی، برای تشخیص سیاه‌زخم استنشاقی در یک فرد، بی‌معنی است، اما به منظور تشخیص سیاه زخم در یک جامعه به کارگیری این سیستم بسیار منطقی است [۲۱]. مراقبت سندرمیک علاوه بر تشخیص همه‌گیری در بیماری‌های واگیر، ممکن است در تشخیص همه‌گیری بیماری‌های غیرواگیر نیز مفید واقع شوند. به عنوان مثال، تماس‌های تلفنی با خدمات بهداشتی ملی در بریتانیا و تماس‌های اعزام آمبولانس در شهر نیویورک، بیماری‌های مرتبط با موج گرما را شناسایی کردند [۲۲]. از طرفی، سیستم‌های مراقبت سندرمیک (SSS: Syndromic Surveillance Systems) مبتنی بر فناوری می‌توانند علایم و ویژگی‌های بالینی یک بیماری یا رویداد بهداشتی تشخیص داده نشده را در زمان واقعی جمع‌آوری کند تا امکان تشخیص در مراحل اولیه همه‌گیری بیماری یا رخداد بیوتروریستی فراهم گردد [۳]. به عنوان مثال، سیستم‌های مراقبت آنلاین در زمان واقعی (Online Real Time Surveillance) مانند GFT:Google Flu Trend ، Flu near you و Influenza Net سیستم‌های معروفی هستند که برای پشتیبانی از مراقبت‌های معمولی بیماری آنفلوانزا توسعه یافته‌اند [۲].

"Google Flu Trend" یکی از اولین سیستم‌های مبتنی بر وب برای ردیابی آنفلوانزا در زمان واقعی بود که به صورت هفتگی به عنوان روشی کمکی برای نظام مراقبت آنفلوانزا و بیماری شبه آنفلوانزا (ILI: Influenza-Like Illness) استفاده می‌شد و انگیزه ایجاد آن پیش‌بینی به موقع، سریع وکاهش عفونت آنفلوانزا بود. این سیستم در سال ۲۰۰۸ توسعه یافت و استفاده از آن توسط ۲۹ کشور تصویب شد [۲]. گوگل جزئیات الگوریتم "Google Flu Trend" را بارها بهبود بخشید و آخرین ارتقاء آن در آگوست ۲۰۱۴ انجام شد. GFT 4.0 تا آگوست ۲۰۱۵، زمانی که گوگل سرویس پیش بینی GFT را تعطیل کرد استفاده می‌گردید [۲۳].

علاوه بر این، سیستم‌های دیده‌ور (Sentinel surveillance) بر اساس مراقبت مبتنی بر شاخص (Indicator-based surveillance) برای اهدافی فراتر از تشخیص همه‌گیری می‌باشند و بررسی موقعیت‌هایی را تسهیل می‌کنند که از طریق روش‌های دیگر شناسایی می‌شوند، مانند جستجوی داده‌های بخش اورژانس برای بیماری‌های مرتبط با غذا پس از فراخوانی محصول آلوده یا استفاده از داده‌های زمان رسیدن به بیمارستان برای شناسایی بیماران عفونی [۲۵،۲۴]. قدرت سیستم‌های مراقبت سندرمیک با قابلیت هشدار اولیه، برای تهدید بیماری‌های نوپدید، مانند تب دنگی است؛ در حالی که نقطه قوت مراقبت مبتنی بر شاخص در تولید گزارش‌های مراقبتی منظم، قوی و قابل اعتماد است. مراقبت سندرمیک همچنین می‌تواند عفونت‌های تشخیص داده نشده را نیز ثبت و ضبط کند [۲۶].

شایان ذکر است که، مراقبت مبتنی بر رخداد (EBS: Event-Based Surveillance) جمع‌آوری سازمان‌یافته، پایش، ارزیابی و تفسیر اطلاعات عمدتاً بدون ساختار در مورد رویدادها یا خطرات بهداشتی است که ممکن است یک خطر حاد برای سلامت انسان باشند [۲۷]. در واقع، مراقبت مبتنی بر رخداد، متفاوت از مراقبت مبتنی بر شاخص است [۲]. مراقبت مبتنی بر رخداد یک روش نظارتی است که داده‌های بدون ساختار را از منابع مختلف اطلاعات مانند گزارش‌های خبری، رسانه‌های اجتماعی و جستجوهای مبتنی بر اینترنت جمع‌آوری و تحلیل می‌کند [۲]. همچنین، در مراقبت مبتنی بر رخداد باید پایش، اجرا و پاسخ همزمان نیز ارائه گردد [۲۷].

یکی از مهم‌ترین سیستم‌های مراقبت مبتنی بر رخداد که از رویکرد الکترونیکی استفاده می‌کند، شبکه هوشمند بهداشت عمومی جهانی (GPHIN: Global Public Health Intelligence Network) است [۲]. این شبکه به صورت نظام‌مند تمام منابع غیررسمی چند زبانه مانند سایت‌های خبری آنلاین، شبکه‌های اجتماعی، جستجوهای وب و سایر سیستم‌های تجمیع داده‌ها (مانند ProMED-mail) را اسکن می‌کند و با استفاده از پردازش زبان طبیعی و رویکردهای یادگیری ماشین، شایعات و رخدادهای غیرعادی را گزارش می‌کند [۲].

یکی دیگر از موارد استفاده، در ردیابی همه‌گیری بیماری‌ها با رسانه‌های اجتماعی درمورد بیماری‌های مرتبط با سبک زندگی و اپیدمیولوژی است. رسانه‌های اجتماعی می‌توانند اطلاعات ارزشمندی در مورد پیشرفت بیماری‌هایی مانند آنفلوانزا و ابولا را در زمان واقعی ارائه دهند. همچنین می‌توان از متن پیام‌های توییتر (Twitter) (تغییر نام به X) برای به دست آوردن اطلاعات درباره آنتی‌بیوتیک‌ها و بیماری‌های عفونی روده استفاده کرد [۲۸].

نتایج بعضی از مطالعات نشان داده که از خدمات رسانه‌های اجتماعی مانند توییتر برای ردیابی مداوم وضعیت سلامت مردم استفاده کرده‌اند. به طور مثال از پیام‌های توییتر یا فیس‌بوک می‌توان برای شناسایی مادران در معرض خطر افسردگی پس از زایمان استفاده کرد. همچنین، از تصاویر برچسب‌گذاری شده جغرافیایی در اینستاگرام برای ردیابی بیماری‌های سبک زندگی مانند چاقی، الکل و سیگار کشیدن با استفاده ازالگوریتم‌های یادگیری عمیق می‌توان استفاده کرد [۲۸]. در واقع، استفاده از منبع اطلاعات غیررسمی مزایای متعددی نسبت به منبع اطلاعات رسمی دارد. در ارزیابی برنامه مراقبت آنفلوانزای پرندگان (Avian influenza)، منبع اطلاعاتی غیررسمی موارد را ۲/۳ روز زودتر از گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت گزارش کرده بود [۲].

در این راستا، نتایج مطالعه‌ای نشان داد که از بین ۱۱۱ طغیان گزارش شده، منبع رسمی اطلاعات در مقایسه با اطلاعات غیررسمی ۱/۲۶ روز (P-value= ۰/۰۰۲) تاخیر در گزارش وجود داشت [۲]. این نشان می‌دهد که اطلاعات بدون ساختار (Unstructured information) ممکن است در نظام مراقبت ارزشمند باشند. با این حال، استفاده از اطلاعات غیررسمی باید با احتیاط انجام شود، زیرا در مطالعه‌ای نشان داده شده

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

که بیشتر سیستم‌هایی که از منبع اطلاعات غیررسمی استفاده می‌کردند، اطلاعات زیادی را در طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها انباشته می‌کنند که منجر به مشکل در استخراج اطلاعات مهم از داده‌ها می‌شود؛ اما این محدودیت را می‌توان با پردازش داده‌ها و ارزیابی تحلیلگر برای فیلترکردن اطلاعات نامربوط و تکراری برطرف کرد [۲].

از سوی دیگر استفاده از سیستم‌های مراقبت الکترونیکی، امکان تشخیص زودهنگام موارد، خوشه‌ها، شیوع، همه‌گیری و روند بیماری‌های واگیر و قرار گرفتن در معرض خطرات زیست محیطی را افزایش می‌دهد. این ویژگی‌ها شانس کشف بیماری، همه‌گیری‌ها، بلایای طبیعی و رویدادهای بیوتروریسمی را بهبود می‌بخشند [۲۹].

استفاده از سیستم‌هایی مانند سیستم‌های تشخیص طغیان بلادرنگ، امکان تشخیص روزانه، تحلیل و انتشار اطلاعات لازم را به جمعیت‌ها و سازمان‌های هدف ممکن می‌سازد [۲۹]. همچنین، سامانه‌های گزارش‌دهی الکترونیکی از ابتدای راه‌اندازی خود، نقش بی‌نظیری در کشف و مهار به موقع همه‌گیری بیماری‌ها و حفظ جان و بهبود سلامت کل جمعیت با کاهش تأثیرات مالی و جانی بیماری‌ها بر کل جامعه ایفا کرده‌اند [۳۰]. در حال حاضر برنامه‌ها و ابتکارات متعددی برای رفع نیازهای رو به رشد روش‌های جمع‌آوری اطلاعات سریع‌تر و دقیق‌تر در دسترس هستند و برنامه‌های کاربردی وب به طور منظم برای جمع‌آوری اخبار در حال توسعه هستند [۳۰].

به عنوان مثال، استفاده از یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، مانند HealthMap، شناسایی، مراقبت، هشدار و پاسخگویی به بیماری‌های نوپدید، بیماری‌های همه‌گیر، بیوتروریسم و بلایای طبیعی را نه تنها در سطح ملی بلکه در سطح جهانی بهبود بخشیده است [۲۹]. همچنین، با ارائه نمایی از تهدیدات جهانی بیماری‌های عفونی، به مسافران قبل از رفتن به کشورها و مناطق خاص هشدار می‌دهد [۳۰].

کارکردهای انفورماتیک بهداشت عمومی در نظام مراقبت سلامت

از آنجا که امروزه با توسعه سریع علم داده، شامل کلان داده‌ها و هوش مصنوعی و با افزایش داده‌های سلامت، حوزه مراقبت و پایش بهداشتی نیز به سرعت در حال تغییر است؛ در حال حاضر، کشورهای مختلف در حال تقویت سیستم‌های مراقبت بهداشت عمومی خود بوده و از فناوری اطلاعات مدرن برای ایجاد سیستم‌های گزارش بیماری یکپارچه، مؤثر و قابل اعتماد بهره می‌برند [۳۱]. علاوه بر این، نظام مراقبت زمانی مؤثر است که اطلاعات مفیدی برای تصمیم‌گیری و اقدام به موقع ارائه دهد. همچنین، با بهبود کیفیت، حیطه و کامل‌بودن داده‌ها تحلیل صحیحی از داده‌ها بیان کند و بتواند از فناوری‌های جدید و علم کلان داده بر اساس نیازها، محدودیت‌ها و شرایط موجود استفاده نماید [۳۲]. در این راستا انفورماتیک بهداشت عمومی نقش مهمی ایفا می‌کند که در ذیل به بعضی از این موارد اشاره گردیده است.

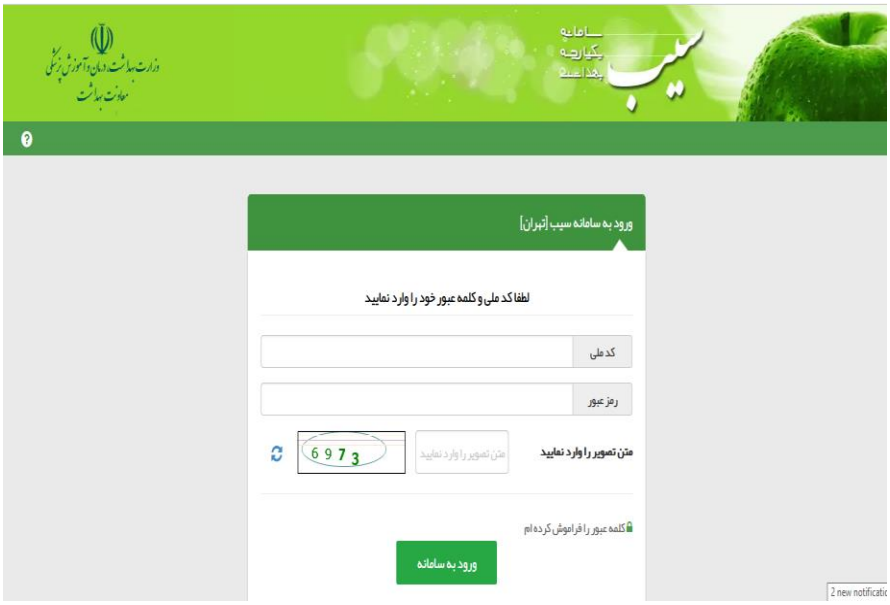
پرونده الکترونیک سلامت

سوابق سلامتی و پرونده‌های بهداشتی و پزشکی افراد در طول عمرشان در بیمارستان‌ها و مکان‌های متفاوت ارائه خدمت پراکنده است و به صورت تکه تکه وجود دارد که منجر به مدیریت ضعیف داده‌های سلامت شده و دسترسی به پرونده‌های سلامت قبلی را با چالش مواجه می‌سازد [۳۳]. از اینرو، استفاده از پرونده الکترونیک سلامت که مستندسازی وضعیت سلامت و مراقبت‌های بهداشتی بیماران به شکل الکترونیکی می‌باشد، دستاوردی بزرگ در فناوری اطلاعات سلامت و بهداشت عمومی به شمار آمده و راه‌حلی امیدوار کننده برای دستیابی به مراقبت مقرون به صرفه، ایمن‌تر و با کیفیت‌تر ارائه کرده است [۳۴]. در واقع، پرونده الکترونیک سلامت، نسخه الکترونیکی پرونده پزشکی کاغذی بیمار است که اطلاعات خصوصی بسیار حساس در مورد تاریخچه سلامتی و بیماری، تشخیص و درمان وی را در بر می‌گیرد [۳۵]. سایر داده‌های ذخیره شده در پرونده الکترونیک سلامت نیز معمولاً شامل ویزیت‌ها، صورتحساب‌ها، پرداخت‌ها، نتایج آزمایشات، سابقه واکسیناسیون و غیره می‌باشند [۳۵].

به نظر می‌رسد پرونده الکترونیک سلامت که شامل مجموعه‌ای گسترده از اطلاعات بیمار در طول حیات شخص است، منبع داده مناسبی برای پژوهش‌ها باشد [۵]. با استفاده از پرونده الکترونیک سلامت نه تنها اطلاعات سلامت بیماران برای بلند مدت ذخیره می‌شود بلکه دسترسی متخصصان و ارائه دهندگان خدمات به این اطلاعات نیز فراهم می‌گردد [۳۴]. همچنین، پرونده الکترونیک سلامت به دلیل در دسترس بودن داده‌ها به طور گسترده در تحقیقات اپیدمیولوژیک، کاربرد دارد [۳۶]. از طرفی، با استفاده از پرونده الکترونیک سلامت، امکان تشخیص زودهنگام بیماری‌ها، همه‌گیری بیماری‌های واگیر و خطرات محیطی بیش از پیش میسر می‌شود [۳].

در کشور ایران در راستای سیاست‌های وزارت بهداشت و درمان مبنی بر تحول زیرساخت نظام سلامت، به‌منظور ارائه خدمات باکیفیت، ارزان، سریع و الکترونیکی به شهروندان، سامانه‌هایی نظیر سامانه سیب (سامانه یکپارچه بهداشت) در کل دانشگاه‌های علوم پزشکی کشور (به‌جز مشهد و گلستان)، سامانه ناب (نرم‌افزار اطلاعات بهداشت) در دانشگاه علوم پزشکی گلستان و سامانه سینا (سامانه یکپارچه نظام اطلاعات) در دانشگاه علوم پزشکی مشهد، پیاده‌سازی شده‌اند [۳۷]. سامانه یکپارچه بهداشت (سیب) از ابتدای مهر ماه ۱۳۹۵ در بیشتر دانشگاه‌های علوم پزشکی راه‌اندازی شد. سامانه سیب (شکل شماره ۱) در راستای ارائه خدمات و در قالب برنامه‌ها و پروژه‌های تحول نظام سلامت، تمام اطلاعات مربوط به خانوارها، انواع خدمات بهداشتی درمانی مورد نیاز در خانه‌های بهداشت، پایگاه‌ها و مراکز خدمات جامع سلامت را جمع‌آوری می‌کند [۳۸،۳۷].

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.



شکل ۱- نمایی از صفحه ورود به سامانه سیب (اقتباس از سامانه سیب)

Figure 1- A view of the SIB login system

سلامت از راه دور

سلامت از راه دور که پزشکی از راه دور (Telemedicine) نیز به کار برده می‌شود به معنای تبادل داده‌های سلامت با استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات است که امکان آموزش، غربالگری، پیشگیری، درمان، ارزیابی، مراقبت و توانبخشی از راه دور را فراهم می‌کند [۳۹]. در واقع، سلامت از راه دور از انواع فناوری‌های پزشکی و ارتباطی برای تبادل داده‌ها استفاده می‌کند و ارتباطات صوتی یا تصویری بین پزشک و بیمار، بین متخصصان و یا بین بیمار و ارائه دهنده خدمات سلامت در مکان‌های جغرافیایی متفاوت برقرار می‌گردد (شکل شماره ۲) [۴۰]. از جمله کاربردهای این فناوری در حوزه بهداشت عمومی می‌توان به غربالگری از راه دور اشاره کرد. به عنوان مثال غربالگری از راه دور در رتینوپاتی دیابتی باعث تشخیص و انجام مداخلات به موقع می‌گردد [۳۹].

با استفاده از این فناوری در برنامه‌های غربالگری چشم، به ویژه در مناطق دوردست و محروم، کارایی و اثربخشی برنامه‌های غربالگری افزایش یافته و منجر به صرفه‌جویی در زمان، هزینه بیماران و شناسایی افرادی می‌گردد که نیاز فوری به ارزیابی شبکیه دارند [۴۱،۳۹]. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که بیماران، غربالگری از راه دور را به دلیل راحتی به معاینه حضوری ترجیح می‌دهند [۴۱].

شایان ذکر است که بلاکچین (Blockchain) می‌تواند نقش مهمی در سلامت از راه دور، ذخیره و ایمن‌سازی داده‌های شخصی بیمار ایفا کند. [۷] در واقع، بلاکچین یک پلتفرم غیرمتمرکز است که از امنیت پشتیبانی می‌کند و زنجیره‌ای از بلوک‌هایی است که تغییر ناپذیرند [۳۳].

یکی از ویژگی‌های خاص بلاکچین این است که تراکنش‌های هر رکورد را نمی‌توان بدون تغییر سایر بلوک‌های بعدی به صورت گذشته‌نگر تغییر داد [۲]. در واقع، مزیت اصلی استفاده از بلاکچین این است که فرآیند سریعتر و قابل مشاهده در زمان واقعی می‌باشد و موجب کاهش هزینه عملیاتی می‌گردد [۲].

علاوه بر این، فناوری بلاکچین با حفاظت از داده‌های موجود، می‌تواند از دست دادن داده‌ها را کاهش و از جعل داده‌ها جلوگیری کند و در دستیابی به اهدافی مانند محوریت کاربر، امنیت، مقیاس‌پذیری و قابلیت همکاری کمک کند [۷]. همچنین، استفاده از بلاکچین باعث ایجاد سیستم‌های ایمن برای بیمار و مدیریت داده‌های کاربر می‌شود [۴۲]. شایان ذکر است که ساختار بلاکچین در امنیت و محرمانگی پرونده‌های الکترونیک سلامت نیز کاربرد دارد [۳۳, ۴۲].

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

شکل ۲- سیستم سلامت از راه دور [۴۳]
Figure 2- Telehealth system [43]

تشخیص‌های در بالین بیمار

تشخیص در محل مراقبت و بالین بیمار، نقش اساسی در مراقبت‌های بهداشتی و مدیریت بیماری‌های حاد و مزمن دارد [۴۵،۴۴]. این فناوری برای تشخیص بیماری‌های مختلف مانند سرطان، دیابت، بیماری‌های واگیر و غیرواگیر و نظارت بر وضعیت سلامت بیماران استفاده می‌شود [۴۴،۴۶]. این فناوری به دلیل سهولت استفاده، قابل حمل بودن و کم هزینه بودن، در مراکز مراقبت‌های اولیه، مطب‌ها، بیمارستان‌ها و خانه‌ها قابل استفاده است [۴۴،۴۵]. از طرفی، این فناوری در محیط‌های با منابع محدود که ممکن است زیرساخت‌های آزمایشگاهی وجود نداشته باشد از تشخیص احتمالی و درمان فرضی مبتنی بر علایم بالینی جلوگیری کرده و می‌تواند جایگزین قابل اعتمادی برای برخی از تست‌های آزمایشگاهی باشد که به راحتی در دسترس نیستند [۴۷]. به عنوان مثال، با توجه به کاهش شیوع مالاریا در سطح جهان، امکان تشخیص اشتباه برای افراد مبتلا به تب و کم‌خونی وجود دارد و در بعضی از کشورها تشخیص در بالین بیمار برای مالاریا (آزمایش تشخیص سریع مالاریا) (mRDTs: Malaria Rapid Diagnostic Tests) و برای کم‌خونی (مقیاس رنگی هموگلوبین) (HCS:Haemoglobin Colour Scale) بخصوص در مراقبت‌های دوران بارداری استفاده می‌گردند [۴۷]. همچنین، در بعضی از کشورهای آفریقایی با استفاده از فناوری تشخیص در بالین بیمار، آزمایش‌های مالاریا، سل، هپاتیت، ایدز و کم‌خونی به عنوان مداخله‌ای ضروری قبل از بارداری انجام می‌گردند [۴۶]. از طرفی، به نظر می‌رسد که تلفن‌های هوشمند به دلیل ویژگی‌های فنی مانند ریزپردازنده‌های قدرتمند، دوربین دیجیتال با کیفیت، ارتباطات بی‌سیم و رابط کاربری لمسی و قابل تجهیز به حسگرهای زیستی (Biosensors) و سایر لوازم جانبی لازم می‌توانند به عنوان پلتفرم‌های تشخیصی در بالین بیمار استفاده گردند (شکل شماره ۳) [۴۴]. همچنین، جمع‌آوری داده و اطلاعات برای مراقبت از بیماری‌ها با استفاده از دستگاه‌های تلفن هوشمند سریع‌تر و ارزان‌تر از شیوه‌های مبتنی بر کاغذ است [۳]. از این‌رو، در حال حاضر در بسیاری از کشورها، آزمایش‌های مبتنی بر تلفن همراه هوشمند (POCT: Smartphone-based Point-Of-Care Testing) به عنوان جایگزینی برای آزمایش‌های تشخیصی مبتنی بر آزمایشگاه به ویژه در مناطق با منابع محدود انجام می‌شوند [۴۴]. البته در مطالعات مختلف بر ادغام نتایج تشخیص در بالین بیمار با پرونده الکترونیک سلامت، سیستم اطلاعات بیمارستان (HIS: Hospital Information System) و سیستم اطلاعات آزمایشگاه (LIS: laboratory Information System) تاکید شده است [۴۵].

پوشیدنی‌ها و حسگرها

فناوری‌های پوشیدنی نقش مهمی در شرایط مختلف محیطی مانند نظارت روزانه و مستمر بر سلامت افراد دارد [۴۹]. این فناوری به دستگاه‌های الکترونیکی و حسگرهایی اطلاق می‌گردد که در داخل لباس‌ها و یا لوازم جانبی وجود دارند و در قسمت‌های مختلف بدن پوشیده می‌شوند (شکل شماره ۴) [۵۰]. حسگرهای زیستی پوشیدنی می‌توانند اطلاعات فیزیولوژیکی بلادرنگ (Real-time) و پیوسته را از طریق اندازه‌گیری‌های پویا و غیرتهاجمی نشانگرهای بیوشیمیایی در سیالات زیستی (Biofluids) (مانند عرق، اشک، بزاق، یا مایعات بافتی) برای درک وضعیت زیست مولکولی عمیق‌تر بدن را بدون ایجاد ناراحتی برای پوشنده ارائه دهند [۵۱]. این حسگرها را می‌توان به شکل عینک، جواهرات، ماسک صورت، ساعت مچی، کمربندهای تناسب اندام، دستگاه‌های خالکوبی، بانداژ یا سایر وسایل و منسوجات استفاده کرد [۵۲].

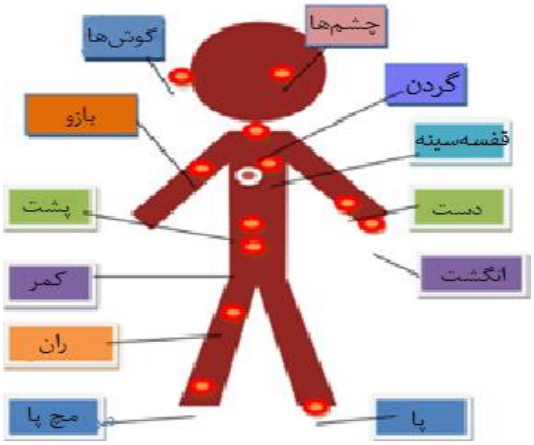
در سال‌های اخیر، دستگاه‌های الکترونیکی پوشیدنی توسعه یافته‌اند و انواعی از آن‌ها می‌توانند علائم حیاتی مانند ضربان قلب، دمای بدن و

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

فشار خون را با دقت اندازه‌گیری کرده، به توصیف شرایط سلامت شخص کمک کنند [۵۱]. پوشیدنی‌ها و حسگرها می‌توانند پارامترهای شخصی زندگی سالم را مانند خواب، فعالیت بدنی و رفتار بی‌تحرک ردیابی کنند و بینشی در مورد سلامت جمعیت، مدیریت بیماری و خدمات فعال زندگی ارائه دهند [۴]. همچنین، فناوری‌های پوشیدنی برای تشخیص سقوط و تغییرات فعالیت‌های رفتاری سالمندانی که به‌طور مستقل زندگی می‌کنند استفاده شده‌اند [۴].

قبل از همه‌گیری کووید-۱۹ این فناوری برای تشخیص بیماری‌هایی مانند اختلالات عصبی، بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی استفاده می‌شد، اما از ابتدای همه‌گیری کووید-۱۹، فناوری‌های پوشیدنی به عنوان روشی برای ارائه مراقبت بهداشت عمومی نظیر ردیابی تماس فیزیکی افراد، غربالگری علائم و آزمایش‌های معمول استفاده گردید [۵۰]. همچنین، شناسایی موارد بیماری با استفاده از حسگرها، از جمله دوربین‌های تصویربرداری حرارتی و حسگرهای مادون قرمز، به طور گسترده برای شناسایی افراد مبتلا به بیماری‌های تب‌دار استفاده می‌شود [۲]. این فناوری‌ها معمولاً در مناطقی با تحرک زیاد جمعیت مانند فرودگاه‌ها، مراکز خرید و ساختمان‌های عمومی نصب می‌شوند، سپس داده‌هایی که از حسگرها گرفته می‌شوند به یک سیستم متمرکز متصل و از نظر جغرافیایی ردیابی می‌گردند تا مناطقی با خوشه‌های نوپدید عفونت را که می‌توان در آن مداخله بهداشت عمومی هدفمند انجام داد ردیابی کرد [۲]. در حال حاضر، با توسعه فناوری تشخیص پزشکی، حوزه حسگرهای زیستی پوشیدنی در حال توسعه است و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای مشکلات پزشکی فعلی ارائه می‌دهد [۵۱].

شکل ۳ – تشخیص در بالین بیمار برای اندازه‌گیری هموگلوبین [۴۸]
Figure 3- Point of care diagnostic for Hemogolobine [48]



شکل ۴ – قسمت‌هایی از بدن که انواع فناوری‌های پوشیدنی به آن متصل می‌شوند [۵۳]
Figure 4- Parts of the body to which a variety of wearable technologies attach [53]

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

اینترنت اشیاء

اینترنت اشیاء به مفهومی اشاره دارد که در آن سیستم‌ها و دستگاه‌ها می‌توانند همزمان از طریق اتصال به اینترنت با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و قادر به جمع‌آوری و انتقال داده‌ها بین اشیاء بدون دخالت انسان باشند [۴،۲]. به عنوان مثال، چندین دستگاه خانگی برای دستیابی به یک هدف مشترک، مانند نظارت بر دما یا حرکت، به هم متصل می‌شوند. این دستگاه‌های یکپارچه می‌توانند شامل حسگرهای مختلف، تلفن‌های همراه، برنامه‌های کاربردی تلفن همراه، دستگاه‌های پوشیدنی و برچسب‌های شناسایی فرکانس رادیویی (RFID: Radio-Frequency Identification tags) باشند [۴]. در واقع، اینترنت اشیاء دنیایی از اشیای ناهمگون است که علاوه بر دارا بودن ویژگی‌های فیزیکی دارای هویت نیز هستند و به شکل یکپارچه، با استفاده از اینترنت و در بستر یک پروتکل ارتباطی به یکدیگر متصل شده‌اند [۵۴].

از اینرو، اینترنت اشیاء در حال تبدیل شدن به یک الگوی نوپدید است که به ارتباط بی‌سیم دستگاه‌های الکترونیکی و حسگرها اجازه می‌دهد، فعالیت‌های روزانه انسان را تسهیل کنند [۵۴،۲]. علاوه بر این، دستگاه‌های اینترنت اشیاء جمع‌آوری داده‌ها را تسریع کرده‌اند، فاصله زمانی را در ارتباطات کاهش و دامنه ارتباطات را با ارائه انتخاب‌های مختلف، اعم از صوتی، بصری، متنی یا ترکیبی از روش‌های چندگانه گسترش داده‌اند [۴]. اینترنت اشیاء راه حل‌های نوآورانه‌ای برای چالش‌های مختلف به ویژه در حوزه بهداشت عمومی ارائه می‌دهد [۲]. دستگاه‌های اینترنت اشیاء در حوزه مراقبت‌های سلامت، کاربردهای چندمنظوره دارند؛ زیرا قابلیت‌های آن‌ها می‌تواند از ارائه مراقبت‌های دوران بارداری گرفته تا توانبخشی و نظارت بر سالمندان یا ورزشکاران متفاوت باشد. دستگاه‌های اینترنت اشیاء با موفقیت اطلاعات سلامتی را در زمان واقعی در مورد سلامت مادر و جنین بین قرار ملاقات‌های منظم بارداری به متخصص ارائه می‌کنند [۴]. همچنین، با استفاده از حسگرها و با نظارت بر علائم حیاتی، پلتفرم‌های اینترنت اشیاء برای ارائه بازخورد و هشدار در رابطه با میزان قند خون برای افراد مبتلا به دیابت طراحی شده‌اند [۴].

علاوه بر این، اینترنت اشیاء می‌تواند بر شرایط محیطی و مناطقی که افراد در آن زندگی می‌کنند، نظارت کند [۴]. نظارت بر تصفیه هوا در محیط‌های بیمارستانی در کاهش عفونت‌های بیمارستانی نقش دارد. در برخی مطالعات اینترنت اشیاء برای نظارت بر حجم هوای گردشی بیمارستان، غلظت ازن، دما، رطوبت و میزان اشعه ماوراء بنفش نشت‌یافته، استفاده شده است. بررسی شاخص‌های محیط‌های بیرونی سالم، مانند آلودگی آب و کیفیت هوا، یکی دیگر از اهداف تحقیقات سلامت با استفاده از اینترنت اشیاء بوده است [۴].

برنامه‌های کاربردی مبتنی بر تلفن‌های همراه از طریق اینترنت اشیاء نیز می‌توانند در مراقبت‌های سلامت با استفاده از سلامت از راه دور و پزشکی از راه دور مورد استفاده قرار گیرند [۴۹]. در این راستا، نتایج مطالعات نشان داده است که حوزه‌های نورولوژی، قلب‌وعروق، چشم‌پزشکی، روان‌پزشکی و روان‌شناسی توجه بیشتری به استفاده از اینترنت اشیاء داشته‌اند [۵۴]. همچنین، اینترنت اشیاء برای کمک به نظارت بر شاخص‌های مربوط به سلامت زنان از جمله بارداری، سلامت سربازان در مرزها، مراقبت‌های پرستاری در بیمارستان‌ها، مراقبت از سالمندان در خانه‌های مراقبت سالمندی، مراقبت از افراد مبتلا به بیماری‌های عصبی در مراکز توانبخشی و برای مراقبت از افراد دارای شکایات تنفسی از جمله آسم به کار گرفته شده است [۴].

هوش مصنوعی

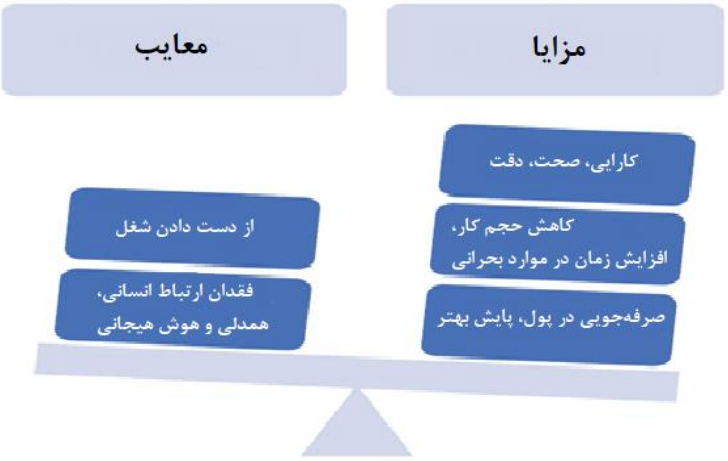
هوش مصنوعی در بسیاری از رشته‌ها و صنایع کاربرد دارد و حوزه بهداشت عمومی نیز از این امر مستثنی نیست [۵۶]. هوش مصنوعی رویکردی از علم کامپیوتر برای ایجاد ماشین‌های هوشمند است [۵۷،۲]. امروزه، پیشرفت سریع در ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی باعث شناسایی مشکلات پیچیده‌ای مانند روابط کشف نشده قبلی در فنوتیپ بیمار، بهینه‌سازی فرایندهای مراقبت سلامت و بهبود تصمیم‌گیری‌های پزشکی شده است [۵۶]. همچنین، با استفاده از هوش مصنوعی می‌توان داده‌های تصویری را با داده‌های غیرتصویری از پرونده الکترونیک سلامت یا دیگر موارد برای شناسایی نشانگرهای زیستی و پیش‌بینی عوامل خطر بیماری ترکیب کرد [۵۶]. هوش مصنوعی درک دقیق و به روز از بیماری‌های جمعیتی و توزیع عوامل خطر ارائه داده و فرایند پیش‌بینی بروز بیماری، راهنمایی برای رویکرد هدفمند در مداخله و ارزیابی را تسهیل می‌کند [۲].

از طرفی، با توجه به اهمیت کلان داده‌های چند بعدی نقش تحلیل داده‌ها در انفورماتیک بهداشت عمومی بسیار پررنگ‌تر از قبل شده است [۵۸،۲۸]. این موضوع باعث افزایش علاقه محققان به تولید و مدل‌های تحلیلی مبتنی بر داده با استفاده از رویکردهایی نظیر یادگیری ماشین (Machine learning) و یادگیری عمیق (Deep learning) در حوزه انفورماتیک بهداشت عمومی شده است [۵۸،۲۸]. رویکردهای مبتنی بر یادگیری ماشین یکی از زیرمجموعه‌های مهم هوش مصنوعی می‌باشد که استفاده از این رویکرد شناسایی تهدیدهای نوپدید مانند کووید ۱۹ را تسریع کرده است [۲]. هدف از یادگیری ماشین، توسعه الگوریتم‌هایی است که می‌توانند در طول زمان یاد بگیرند، بهبود یابند و برای پیش‌بینی‌ها مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از یادگیری ماشین در حوزه سلامت می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد شود [۵۹].

یادگیری عمیق نیز یکی از تکنیک‌های یادگیری ماشین است که در حوزه‌های مختلف مراقبت‌های سلامت مانند تصویربرداری پزشکی (Medical imaging)، بیوانفورماتیک (Bioinformatics)، مراقبت‌های بهداشت عمومی، کاربرد دارد [۶۰]. همچنین، هوش مصنوعی روش‌های جمع‌آوری داده برای اهداف اپیدمیولوژیک را بهبود

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

بخشیده و استفاده از یادگیری عمیق در مطالعات اپیدمیولوژیک برای تفسیر داده‌ها به خصوص در رابطه با پیش‌بینی سرطان‌ها مورد استفاده قرار گرفته است [۵۷]. در واقع، یادگیری عمیق، تکنیکی بر پایه شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial neural networks) است و در سال‌های اخیر به عنوان ابزاری قدرتمند برای به کارگیری هوش مصنوعی در سلامت، مطرح شده است [۲۸]. به عنوان مثال، پایش و پیش‌بینی غلظت آلاینده‌های هوا از جمله حوزه‌هایی است که به کارگیری یادگیری عمیق در پژوهش‌های آن موفقیت‌آمیز بوده است [۲۸]. با این وجود، باید توجه داشت که رویکردهای یادگیری عمیق به عنوان روش‌های مبتنی بر داده ممکن است تحت تأثیر نادرستی و ناقص بودن داده‌های دنیای واقعی قرار گیرند [۲۸]. مزایا و معایب هوش مصنوعی در پزشکی در شکل شماره ۵ ارائه شده است.



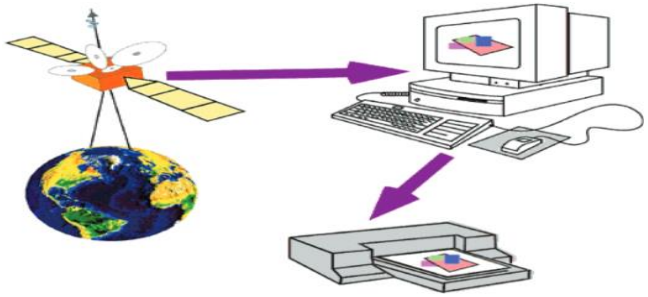
شکل۵- مزایا و معایب هوش مصنوعی در پزشکی [۶۱]

Figure 5- Advantages and disvantages of using AI in medicine [61]

سیستم اطلاعات جغرافیایی

به طور کلی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، یک سیستم کامپیوتری است که داده‌های مرجع مبتنی بر جغرافیا را جمع‌آوری، ذخیره، پردازش و تحلیل می‌کند (شکل شماره ۶) [۶۲]. تا به امروز، سیستم اطلاعات جغرافیایی در بسیاری از رشته‌ها مانند علوم محیطی، علوم کامپیوتر، بوم‌شناسی، جغرافیا، کتابداری و علم اطلاعات و غیره استفاده شده است [۶۲].

در حوزه سلامت نیز، سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان جمع آوری، مدیریت، پردازش و تحلیل موثر داده‌های پزشکی و بهداشتی را فراهم کرده است [۶۳]. این سیستم از نقشه‌های دیجیتال یا عکسبرداری دیجیتال استفاده کرده و امکان ترکیب اطلاعات مختلف مانند موقعیت جغرافیایی، روندها، شرایط و الگوهای فضایی را فراهم می‌کند. همچنین، سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه با فناوری تلفن همراه در ردیابی بیماری‌های عفونی، بلایای بهداشت عمومی و بیوتروریسم مفید است [۳]. به عنوان مثال، در سودان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، اطلاعات در مورد بیماران مبتلا به سل جمع‌آوری می‌شود و بر اساس توزیع جغرافیایی عرضه و مصرف دارو انجام می‌گردد تا کنترل عرضه دارو بر اساس گزارش‌های پزشکی عادلانه انجام گردد [۶۳].



شکل ۶- اجزای سیستم اطلاعات جغرافیایی [۶۴]

Figure 6- Geographic Information System [64]

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

سیستم‌های تصمیم‌یار

سیستم‌های تصمیم‌یار نوعی از سیستم‌های اطلاعاتی هستند که برای کمک به تصمیم‌گیرندگان طراحی شده‌اند و به صورت تعاملی از تمام مراحل تصمیم‌گیری انسانی پشتیبانی می‌کنند [۶۵]. در حوزه بالین نیز، سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی (Decision Support Systems: Clinical CDSSs) به کار گرفته شده‌اند [۶۵] که ترکیبی از دانش بالینی، داده‌های بیمار و فناوری اطلاعات هستند و امکان تصمیم‌گیری بهتر و با کیفیت را برای مؤسسات ارائه خدمات فراهم می‌کنند [۶۶]. سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی انواع مختلفی دارند، از جمله یادآوری خدمات پیشگیرانه (به عنوان مثال، ایمن‌سازی و تست‌های غربالگری)، هشدارها برای تداخلات دارو، توصیه‌هایی در راستای طرح‌های تشخیصی یا درمانی، توصیه‌هایی برای پایبندی به دستورالعمل‌های فعلی بالینی و غیره [۶۷]. در حالی که می‌توان سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی را از نظر کارکرد به انواع مختلف طبقه‌بندی کرد، دو زیرگروه اصلی این سیستم‌ها بر اساس روش‌های مورد استفاده در طراحی عبارتند از سیستم تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر دانش (KB-CDSS: CDSS knowledge-based) و سیستم تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر داده (DB-CDSS: Data-based CDSS) [۶۶].

سیستم تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر دانش از سه جزء تشکیل شده است: پایگاه دانش مرکزی، موتور استنتاج و رابط کاربر نهایی. پایگاه‌های دانش بر اساس دانش متخصصان و در قالب‌های آنتولوژی، قوانین، راهنماهای قابل تفسیر کامپیوتری و منطق فازی شکل می‌گیرند [۶۶]. این بازنمایی‌های دانش می‌تواند مستقیماً مفاهیم معنایی و پزشکی را برای پزشکان و بیماران بیان کند. سیستم تصمیم‌یار بالینی مبتنی بر داده شامل مقادیر زیادی داده‌های پزشکی و روش‌های آماری مبتنی بر یادگیری ماشین است که معمولا از دقت بالایی برخوردار است. این سیستم‌ها برای پیش‌بینی سکته مغزی، درجه‌بندی رتینوپاتی دیابتی، تشخیص منتژیت و ارزیابی اثرات درمانی استفاده شده‌اند [۶۶].

علاوه بر این، سیستم‌های تصمیم‌یار هوشمند (I-DSS: Intelligent Decision Support Systems) و سیستم‌های تصمیم‌یار مبتنی بر ابزارهای هوش مصنوعی در پشتیبانی از تصمیمات نقش دارند. سیستم‌های تصمیم‌یار هوشمند زیرشاخه‌ای از سیستم‌های تصمیم‌یار سنتی است که با استفاده از قدرت رایانه‌های مدرن برای پشتیبانی و تقویت تصمیم‌گیری از رویکردهای یادگیری ماشین استفاده می‌کنند [۶۵]. به طور کلی، سیستم‌های تصمیم‌یار بالینی و دیگر سیستم‌های مشابه به‌طور گسترده برای ارائه خدمات مراقبت سلامت ایمن‌تر و بهتر استفاده می‌گردند [۶۷،۶۸].

بحث

نظام‌های سلامت با محدودیت منابع روبه‌رو هستند و همه‌گیری کووید ۱۹ به دنیا نشان داد که در مواقع بحرانی اجرای رویکردهای هماهنگ و مبتنی بر داده یک ضرورت انکارناپذیر خواهد بود [۶۹]. از سوی دیگر، استفاده از منابع داده متنوع، برای سرمایه‌گذاری در حوزه سلامت، بهبود نظارت، ارتقای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد و در نتیجه پیشبرد نتایج سلامت و رسیدگی به نابرابری‌ها، ضروری می‌باشد [۷۰]. علاوه بر این، دسترسی بهتر به داده‌ها می‌تواند فرصت‌های بیشتری برای بهبود سلامت جامعه از طریق مشارکت، مسئولیت‌پذیری بیشتر و کارایی بهتر ایجاد کند و سلامت عمومی را بهبود بخشد [۷۰]. در واقع، نظام‌های سلامت به دنبال فرایندهایی هستند که به وسیله آن تیم‌های بالینی بتوانند سلامت جمعیت را مدیریت و افراد را برای رفتارها و زندگی سالم ترغیب کنند [۶]. در این میان، با افزایش حجم داده‌های بهداشت عمومی، مدیران و متخصصان بهداشت عمومی باید روند فعلی استفاده از فناوری و تأثیر آن را بهتر درک کنند و برای ادغام فناوری‌های نوپدید در بخش بهداشت عمومی تمهیداتی اتخاذ نمایند [۲]. همچنین، با توجه به چالش‌ها و پیچیدگی‌های مسائل بهداشتی مانند تغییرات اقلیمی و بلایای محیطی، بیماری‌های عفونی، عوامل اجتماعی موثر بر سلامت و غیره انفورماتیک بهداشت عمومی اهمیت دو چندان یافته است [۶]. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که انفورماتیک بهداشت عمومی در زمینه‌هایی مانند پرونده الکترونیک سلامت، سلامت از راه دور، تشخیص در بالین بیمار، حسگرهای زیستی پوشیدنی، اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی، سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های تصمیم‌یار کاربرد دارد. از این‌رو، سرمایه‌گذاری برای سیستم‌های الکترونیکی جمع‌آوری داده و به کارگیری انفورماتیک بهداشت عمومی باید مورد توجه دولت‌ها قرار گیرد [۵۷]. زیرا انفورماتیک بهداشت عمومی به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که بهتر پاسخگو باشند و سازنده‌تر عمل کنند [۷۰]. با این حال، مدیران و متخصصان بهداشت عمومی باید بدانند که سرمایه‌گذاری در حوزه انفورماتیک، در زمینه منابع انسانی، منابع فیزیکی و ابزارها (سیستم‌ها، برنامه‌ها و غیره) یا نوآوری، باید به طور منطقی با نتایج نهایی سلامت و تأثیر بر سلامت مرتبط باشد. علاوه بر این، داشتن یک نقشه کامل و جامع از فرایندهای بهداشت عمومی (به عنوان مثال، گردش‌های کاری و فرایندهای کسب‌وکار) می‌تواند به بهبود کارایی و اثربخشی منجر شده و در عین حال مشخص شود که به چه میزان بهبود در جریان‌های کاری فعلی باید از سرمایه‌گذاری انفورماتیک حاصل گردد [۷۱]. از این‌رو، وجود مدیران و متخصصان آگاه، قوی و پایدار با استراتژی متمرکز برای ایجاد ظرفیت انفورماتیک بهداشت عمومی بسیار مهم است [۷۰].

علاوه بر این، آموزش انفورماتیک برای کارکنان بهداشت عمومی در تمام سطوح سازمانی از جمله ضروریات محسوب می‌گردد و از آنجا که کارکنان حوزه بهداشت عمومی وظایف متنوعی بر عهده دارند، باید از مهارت‌های انفورماتیکی تمامی کارکنان بهداشت عمومی اطمینان حاصل گردد. همچنین، می‌توان از طریق آموزش‌های رسمی حین کار،

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

برگزاری دوره‌های ملی همراه با صدور گواهی و برگزاری دوره‌های انفورماتیک بهداشت عمومی در دانشکده‌های بهداشت، شکاف آموزشی را برطرف کرد و بر شایستگی‌های کارکنان بهداشت عمومی افزود [۷۰].

نتیجه‌گیری

امروزه، انفورماتیک به یک جزء مهم در مراقبت تبدیل شده و پیش‌بینی می‌شود که سهم این علم نوپدید در ارتقای وضعیت بهداشت عمومی هر روز بیشتر گردد. همچنین، انفورماتیک بهداشت عمومی حوزه‌ای در حال تحول است که در آن کاربرد فناوری‌ها به طور مداوم تغییر می‌کند تا نیازهای جامعه را برآورده نماید. از اینرو، به نظر می‌رسد که سرمایه‌گذاری، آموزش انفورماتیک برای کارکنان بهداشت عمومی در تمام سطوح سازمانی و به کارگیری انفورماتیک بهداشت عمومی باید بیش از پیش مورد توجه دولت‌ها قرار گیرد و برای ادغام فناوری‌های نوپدید در بخش بهداشت عمومی تمهیداتی اتخاذ گردد. در واقع، دولت‌ها با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات مدرن، مراکز ارائه دهنده خدمات بهداشت عمومی را تقویت کنند تا سیستم‌های گزارش‌دهی یکپارچه، موثر، قابل اعتماد و هوشمند ایجاد کنند.

تضاد منافع

در این مطالعه نویسندگان هیچگونه تضاد منافعی ندارند.

References

1- Williams F, Oke A, Zachary I. Public health delivery in the information age: The role of informatics and technology. Perspectives in Public Health 2019; 139(5):236-54.
2- Amir PN, Sazali MF, Salvaraji L, Dulajis N, Rahim SSSA, Avoi R. Public health informatics in global health surveillance: A review. Borneo Epidemiology Journal 2021; 2(2):74-88.
3- Aziz HA. A review of the role of public health informatics in healthcare. Journal of Taibah University Medical Sciences 2017; 12(1):78-81.
4- Sahu KS, Majowicz SE, Dubin JA, Morita PP. NextGen public health surveillance and the internet of things (IoT). Frontiers in Public Health. 2021; 9. Doi: 10.3389/fpubh.2021.756675.
5-Magnuson J, Dixon BE. Public health informatics and information systems. 3nd ed. Chsm Switzerland: Springer Nature 2020; P:1-17.
6- Schwartz DG, McGrath SP, Monsen KA, Dixon BE. Current approaches and trends in graduate public health informatics education in the United States: Four casestudies from the field. Online Journal of Public Health Informatics. 2020;12(1):e7. Doi: 10.5210/ojphi.v12i1.10703.
7- Elvas LB, Serrão C, Ferreira JC. Sharing health information using a blockchain. Healthcare 2023; 11(2):170. Doi: 10.3390/healthcare11020170.
8-Matthews SD, Proctor MD. Public health informatics, human factors and the end-users. Health Services Research and Managerial Epidemiology 2021; 8:1-3. Doi: 10.1177/23333928211012.
9- Carney TJ, Shea ChM. Informatics metrics and measures for a smart public health systems approach: Information science perspective. Computational and Mathematical Methods in Medicine 2017:1-12. Doi: 10.1155/2017/1452415.
10- Dixon BE. Applied public health informatics: An eHealth discipline focused on populations. Journal of the International Society for Telemedicine and Ehealth 2020; 8:e14.
11- Gliklich RE, Dreyer NA, Leavy MB. Registries for evaluating patient outcomes: A user's guide. 4th ed. US: Agency for Healthcare Research and Quality 2020; P:1-17.
12- Quigley M, Apos E, Truong TA, Ahern S, Johnson MA. Comorbidity data collection across different spine registries: An evidence map. European Spine Journal 2023; 32:753-77. Doi: 10.1007/s00586-023-07529-3.
13- Hageman IC, van Rooij IA, de Blaauw I, Trajanovska M, King SK. A systematic overview of rare disease patient registries: Challenges in design, quality management, and maintenance. Orphanet Journal of Rare Diseases 2023; 18(1):106.
14- Pericleous M ,Kelly C, Schilsky M, Dhawan A, Ala A. Defining and characterising a toolkit for the development of a successful European registry for rare liver diseases: A model for building a rare disease registry. Clinical Medicine 2022; 22(4):340-47.
15-Kölker S, Gleich F, Mütze U, Opladen T. Rare disease registries are key to evidence-based personalized medicine: Highlighting the European experience. Frontiers in Endocrinology 2022; 13: 832063.
16- Mcnabb SJ, Chungong S, Ryan M, Wuhib T, Nsubuga P, Alemu W, et al. Conceptual framework of public health surveillance and action and its application in health sector reform. BMC Public Health 2002; 2:1-9.
17- Choi BC. The past, present, and future of public health surveillance. Scientifica 2012; 2012. Doi: 10.6064/2012/875253.
18- Dworkin MS. Surveillance of infectious diseases is information for action. AMA Journal of Ethics 2006; 8(4):223-26.
19- Groseclose SL, Buckeridge DL. Public health surveillance systems: Recent advances in their use and evaluation. Annual Review of Public Health 2017; 38(1):57-79.
20-Rojanaworarit C. Principles of public health surveillance: a revisit to fundamental concepts. Journal of Public Health and Development 2015.
21-Tsui FC, Espino J, Dato VM, Gesteland PH, Hutman J, Wagner MM. Technical description of RODS: A real-time public health surveillance system. Journal of the American Medical Informatics 2003; 10(5):399-408.

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

22- Chretien JP, Tomich NE, Gaydos JC, Kelley PW. Real-time public health surveillance for emergency preparedness. American Journal of Public Health 2009; 99(8):1360-63.
23- Guo S, Fang F, Zhou T, Zhang W, Guo Q, Zeng R, et al. Improving Google flu trends for COVID-19 estimates using Weibo posts. Data Science and Management 2021; 3:13-21. Doi: 10.1016/j.dsm.2021.07.001.
24- Frérot M, Lefebvre A, Aho S, Callier P, Astruc K, Aho Glélé LS. What is epidemiology? Changing definitions of epidemiology 1978-2017. PLOS One 2018; 13(12):e0208442.
25- Pastor-Escuredo D. Digital Epidemiology: A review. Medical Research Archives 2022; 10(10):1-20.
26- Katz R, May L, Baker J, Test E. Redefining syndromic surveillance. Journal of Epidemiology and Global Health 2011; 1(1):21-31.
27- Kuehne A, Keating P, Polonsky J, Haskew C, Schenkel K, De Waroux OLP ,et al. Event-based surveillance at health facility and community level in low-income and middle-income countries: A systematic review. BMJ Global Health 2019; 4(6):e001878.
28- Ravì D, Wong C, Deligianni F, Berthelot M, Andreu-Perez J, Lo B, et al. Deep learning for health informatics. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics 2016; 21(1):4-21.
29- Nadol P, Stinson K, Coggin W, Naicker M, Wells C, Miller B, et al. Electronic tuberculosis surveillance systems: a tool for managing today's TB programs. The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease 2008; 12(3):S8-S16.
30- Bahkali S, Almaiman A, Almadani W, Househ MS, El Metwally A. The state public health informatics in saudi arabia. Studies in Health Technology and Informatics 2014; 202:257-60.
31- Chiolero A, Buckeridge D. Glossary for public health surveillance in the age of data science. Journal of Epidemiology and Community Health 2020; 74(7):612-16.
32- Chiolero A, Anker D. Data are not enough to reimagine public health. American Journal of Public Health 2020;110(11):1614
33- Chelladurai U, Pandian S. A novel blockchain based electronic health record automation system for healthcare. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 2022; 13(1):693-703.
34- Ge S, Song Y, Hu J, Tang X, Li J, Dune L. The development and impact of adopting electronic health records in the United States: A brief overview and implications for nursing education. Health Care Science 2022; 1(3):186-92.
35- Han Y, Zhang Y, Vermund SH. Blockchain technology for electronic health records. International Journal of Environmental Research and Public Health 2022; 19(23):15577.
36- Gianfrancesco MA, Goldstein ND. A narrative review on the validity of electronic health record-based research in epidemiology. BMC Medical Research Methodology 2021; 21(1):234.
37- Sarbaz M, Zanganeh A, Jamal N, Etesami Rad MR. The success and failure factors of the integrated health system (SIB) in comprehensive health care centers of Torbat Heydariyeh, Iran. Journal of Modern Medical Information Sciences 2022; 8(2):100-13 (In Persian).
38- Hazhir F, Jahanbakhsh M, Peikari H, Saghaeiannejad-Isfahani S. Investigating the realization of the consequences of using the integrated health system (SIB) from users' point of view in primary healthcare centers in Isfahan, Iran. Journal of Health System Research 2020; 16(2):136-42 (In Persian).
39- Avidor D, Loewenstein A, Waisbourd M, Nutman A. Cost-effectiveness of diabetic retinopathy screening programs using telemedicine: A systematic review. Cost Effectiveness and Resource Allocation 2020; 18:1-9.
40- Molkizadeh AH, Baghban R, Rahmanian S, Bayyenat S, Kiani MA. Telemedicine: An essential requirement for the health care providers, with emphasis on legal aspects. International Journal of Pediatrics 2020; 8(9):12131-42.
41- Curran DM, Kim BY, Withers N, Shepard DS, Brady CJ. Telehealth screening for diabetic retinopathy: Economic modeling reveals cost savings. Telemedicine and e-Health 2022; 28(9):1300-08.
42- Ghosh PK, Chakraborty A, Hasan M, Rashid K, Siddique AH. Blockchain application in healthcare systems: A review. Systems 2023; 11(1):38.
43- Ikumapayi OM, Kayode JF, Afolalu SA, Bodunde OP. Telehealth and telemedicine–an overview. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management 2022 April. 5-7; Nsukka, Nigeria. P:1-12.
44- Chaudhery MH. Smartphone-based detection devices. 1st ed. New Jersey: Elsevier 2021; P:363-74.
45- Fung AW. Utilizing connectivity and data management system for effective quality management and regulatory compliance in point of care testing. Practical Laboratory Medicine 2020; 22: e00187. Doi: 10.1016/j.plabm.2020.e00187.
46- Young N, Achieng F, Desai M, Phillips-Howard P, Hill J, Aol G, et al. Integrated point-of-care testing (POCT) for HIV, syphilis, malaria and anaemia at antenatal facilities in western Kenya: A qualitative study exploring end-users' perspectives of appropriateness, acceptability and feasibility. BMC Health Services Research 2019; 19:1-15.
47- Palmer T, Aiyenigba AO, Bates I, Okyere DD, Tagbor H ,Ampofo GD. Improving the effectiveness of point of care tests for malaria and anaemia: A

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.

qualitative study across three Ghanaian antenatal clinics. BMC Health Services Research 2020; 20(1):1-13.
48- Xia Y, Hu J, Zhao S, Tao L, Li Z, Yue T, et al. Build-in sensors and analysis algorithms aided smartphone-based sensors for point-of-care tests. Biosensors and Bioelectronics: X 2022; 11:100195. Doi: 10.1016/j.biosx.2022.100195.
49- Gangwar PS, Hasija Y. Biomedical Data Mining for Information Retrieval: Methodologies, Techniques and Applications. 1st ed. New Yourk: John Wiley 2021; P :197-212.
50- Takahashi S, Nakazawa E, Ichinohe S, Akabayashi A, Akabayashi A. Wearable technology for monitoring respiratory rate and SpO_2 of COVID-19 patients: A systematic review. Diagnostics 2022; 12(10):2563.
51- Gao F, Liu C, Zhang L, Liu T, Wang Z, Song Z, et al. Wearable and flexible electrochemical sensors for sweat analysis: A review. Microsystems & Nanoengineering 2023; 9(1). Doi: 10.1038/s41378-022-00443-6.
52- Ates HC, Nguyen PQ, Gonzalez-Macia L, Morales-Narváez E, Güder F, Collins JJ, et al. End-to-end design of wearable sensors. Nature Reviews Materials 2022; 7(11):887-907.
53- Hema N, Dawn S. Smart and wearable sensors used in numerous modern applications and their significance. Advances in Modern Sensors: Physics, design, simulation and applications 2020: 6-1-6-31.
54- Khorshidzadeh M, Sadat Dehghani A, Ghavi S. Application of internet of thing (IoT) in health industry. Paramedical Sciences and Military Health 2022; 16(3):66-73 (In Persian).
55- Patel KK, Patel SM, Scholar P. Internet of things-IOT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges. International Journal of Engineering Science and Computing 2016; 6(5):6122-31.
56- Abdulkareem M, Petersen S. The promise of AI in detection, diagnosis and epidemiology for combating COVID-19: Beyond the hype. Frontiers in Artificial Intelligence 2021; 4. Doi: 10.3389/frai.2021.652669.
57- Yu C, Helwig EJ. The role of AI technology in prediction, diagnosis and treatment of colorectal cancer. Artificial Intelligence Review 2021; 55(1):323-43.
58- Saha J, Chowdhury C, Biswas S. Review of machine learning and deep learning based recommender systems for health informatics. Deep Learning Techniques for Biomedical and Health Informatics 2020:101-26. Doi: 10.1007/978-3-030-33966-1_6.
59- Holzinger A. Interactive machine learning for health informatics: When do we need the human-in-the-loop?. Brain Informatics 2016; 3(2):119-31.
60- Navamani T. Efficient deep learning approaches for health informatics. In Deep Learning and Parallel Computing Environment for Bioengineering Systems 2019:123-37. Doi: 10.1016/B978-0-12-816718-2.00014-2.
61- Malik P, Pathania M, Rathaur VK. Overview of artificial intelligence in medicine. Journal of Family Medicine and Primary Care 2019; 8(7):2328-31.
62- Polat ZA, Kırtıloğlu OS, Kayalık M. Evolution and future trends in global research on geographic information system (GIS): A bibliometric analysis. Advanced GIS 2023; 3(1):22-30.
63- Siddik MSM, Ahmed TE, Awad Ahmed FR, Mokhtar RA, Ali ES, Saeed RA. Development of health digital GIS map for tuberculosis disease distribution analysis in Sudan. Journal of Healthcare Engineering. 2023; 2023. Doi: 10.1155/2023/6479187.
64- Geyer NR, Lengerich EJ. LionVu: A data-driven geographical Web-GIS tool for community health and decision-making in a catchment area. Geographies 2023; 3(2):286-302.
65- Khalfallah HB, Jelassi M, Demongeot J, Saoud NBB. Decision support systems in healthcare: Systematic review, meta-analysis and prediction, with example of COVID-19. AIMS Bioengineering 2023; 10(1):27-52.
66- Xu Q, Xie W, Liao B, Hu C, Qin L, Yang Z, et al. Interpretability of clinical decision support systems based on artificial intelligence from technological and medical perspective: A systematic review. Journal of Healthcare Engineering. 2023;2023. Doi: 10.1155/2023/9919269.
67- Jing X, Min H, Gong Y, Biondich P, Robinson D, Law T, et al. Ontologies applied in clinical decision support system rules: Systematic review. JMIR Medical Informatics 2023; 11:e43053. Doi: 10.2196/43053.
68- Detopoulou P, Papandreou P, Papadopoulou L, Skouroliakou M. Implementation of a nutrition-oriented clinical decision support system (CDSS) for weight loss during the COVID-19 epidemic in a hospital outpatient clinic: A 3-month controlled intervention study. Applied Sciences 2023; 13(16):9448.
69- Mudumbai SC, Gabriel RA, Howell S, Tan JM, Freundlich RE, Reilly-Shah VO, Kendale S, Poterack K, Rothman BS. Public health informatics and the perioperative physician: Looking to the future. Anesthesia & Analgesia 2024; 138(2):253-72.
70- Gibson PJ, Shah GH, Streichert LC, Verchick L. Urgent challenges for local public health informatics. Journal of Public Health Management and Practice 2016; 22:S6-S8.
71- Ross DA, Baker EL. A brief history of public health informatics—lessons for leaders and a look into the future. Journal of Public Health Management and Practice 2023; 29(1):101-04.

این کار از مجوز Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) تبعیت می‌کند.