Review

Review of New Technologies in the Field of Digital Health and Provide a New Pattern of Health Technology Classification

Aboulfazl Mirzapoor[1*], Zeinab Tavasoli[2], Zahra Meghdari[1], Zeinab Bagheri[3]

1. Department of Nano Biotechnology, Faculty of Biological Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2. Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.
3.Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
*.Corresponding Author: E-mail: a.mirzapour@modares.ac.ir

(Received 26 April 2022; Accepted 1 July 2023)

Abstract

Digital tools provide a broader view of patients 'health through access to data and provide greater control over patients' health. Digital health offers real opportunities to improve medical outcomes and increase efficiency. Digital health is: A variety of technologies based on electronic systems, telecommunications or artificial intelligence in the areas of education, research and health-oriented training or in one of the sub-sectors of health, including prevention, diagnosis and treatment and care "Medicine is used. The use of technologies, such as smartphones, social networks and Internet applications, has not only changed the way we communicate, but also offers innovative ways to monitor patients' health and provide more access to information. In this study, while briefly reviewing digital health technologies and classifications in the field of digital health by combining the classification model based on the main parts of the field of health and the application of digital health technologies with the thematic classification of digital health technologies to the desired model. In the selected model, the highest level includes four general categories of training and skills development of medical staff, prevention and promotion of personal health, medical diagnosis and medicine and treatment, and in the next layer, technological product in digital health placed in each of the main categories.

Keywords: Digital Health, Telemedicine, Mhealth, Technology Classification.

ClinExc 2023;13(55-65) (Persian).

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

بررسی مروری فناوری‌های نوین در حوزه سلامت دیجیتال و ارائه الگویی نوین از دسته‌بندی این فناوری‌های پیشرفته

ابوالفضل میرزاپورارمکی [۱*]، زینب توسلی[۲]، زهرا مقداری[۱]، زینب باقری[۳]

چکیده

ابزارهای دیجیتال از طریق دسترسی به داده‌ها، با ارائه دید کلی‌تری از سلامت بیماران کنترل بیشتری بر سلامت بیماران فراهم می‌کنند. سلامت دیجیتال فرصت‌های واقعی را برای بهبود نتایج پزشکی و افزایش کارایی ارائه می‌دهد. سلامت دیجیتال عبارت است از: فناوری‌های متنوع مبتنی بر سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی و یا هوش مصنوعی که در حوزه‌های آموزش، پژوهش و مهارت‌آموزی سلامت‌محور و یا در یکی از زیر بخش‌های سلامت شامل؛ پیشگیری، تشخیص و درمان و مراقبت‌های پزشکی مورداستفاده قرار می‌گیرد. استفاده از فناوری‌ها، مانند تلفن‌های هوشمند، شبکه‌های اجتماعی و برنامه‌های کاربردی اینترنتی، نه‌تنها نحوه برقراری ارتباط را تغییر داده است، بلکه راه‌های نوآورانه‌ای را برای نظارت بر سلامتی بیماران و دسترسی بیشتر به اطلاعات ارائه می‌دهد. در این مطالعه ضمن مروری کوتاه بر انواع دسته‌بندی‌ها و طبقه‌بندی‌ها در حوزه سلامت دیجیتال با ترکیب الگوی دسته‌بندی مبتنی بر بخش‌های اصلی حوزه سلامت و کاربرد فناوری‌های سلامت دیجیتال با الگوی دسته‌بندی موضوعی فناوری‌های سلامت دیجیتال به الگوی مطلوب و موردنظر دست یافتیم. در الگوی منتخب دسته‌بندی فناوری‌های سلامت دیجیتال، بالاترین سطح شامل چهار دسته کلی آموزش و مهارت‌افزایی کادر درمان، پیشگیری و ارتقا سلامت فردی، تشخیص پزشکی و دارو و درمان بوده و در لایه بعد هر یک از دسته‌های اصلی حوزه‌های فناوری که در آن دسته قابل‌تطبیق است قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: سلامت دیجیتال، تله‌مدیسین، سلامت مبتنی بر موبایل، دسته‌بندی فناوری.

۱. گروه نانوبیوتکنولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲.دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.
۳ دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
* نویسنده مسئول: مازندران، ساری، مرکز تحقیقات بهداشت سلامت جنسی و باروری
Email:khanisog343@gmail.com
تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۶/۰۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۴۰۱/۰۹/۰۲ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۹/۱۰

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

مقدمه

فناوری‌های سلامت دیجیتال به فرایندها، محصولات، فناوری‌ها و خدمات مرتبط با سلامت اطلاق می‌شود که ذاتاً ماهیت دیجیتالی دارند(۱). سلامت دیجیتال با تغییر توازن قدرت بین ارائه‌دهنده خدمات درمانی و بیمار، ارائه مدل‌های جدید مراقبت و تغییر تمرکز سیستم‌های بهداشتی به سمت «مراقبت‌های سلامت بیمارمحور» تأثیر عمیقی بر سیستم‌های سلامت در کشورهای با درآمد کم و متوسط دارد. با وجود مقاومت‌هایی که از سمت سازمان‌ها و افراد برای اجرای این تغییرات وجود دارد، رشد انفجاری فناوری‌های دیجیتال در سطح جهانی به این معنی است که این تغییرات اجتناب‌ناپذیر هستند و می‌توان انتظار داشت، با افزایش استفاده از تله‌مدیسین برای تشخیص و درمان از راه دور، شاهد بهبود کیفیت مراقبت‌های بهداشتی و دسترسی بهتر به کالاها و خدمات باشیم(۲). استفاده از ابزارهای فناوری سلامت دیجیتال همراه با محصولات پزشکی برای توانمندسازی بیماران برای مدیریت بهتر درمان خود درحال‌توسعه هستند(۳). زیرا دسترسی سریع، راحت و کامل به سوابق الکترونیکی سلامت شخصی، ارتقا و توسعه خدمات مراقبت‌های بهداشتی، درگیرشدن بیماران در تصمیم‌گیری و مدیریت وضعیت‌شان و درعین‌حال افزایش آگاهی در مورد حقوق و مسئولیت‌های خود، اساس توانمندسازی بیماران است(۵-۴). براساس تعریف انجمن مدیریت مالی بهداشت و درمان، فناوری‌های پزشکی دیجیتال شامل محصولات و خدمات دیجیتالی است که در تشخیص، پیشگیری، نظارت و درمان بیماری استفاده می‌شود.

در این مطالعه به برخی از این فناوری‌ها از جمله برنامه‌های سلامت مبتنی بر گوشی همراه، پلتفرم‌های زنجیره‌بلوکی، نرم‌افزار به‌عنوان دستگاه پزشکی، هوش مصنوعی، واقعیت افزوده، واقعیت مجازی می‌پردازیم(۸-۶). جدید بودن فناوری‌های سلامت دیجیتال و ناشناخته بودن اثرات و ویژگی‌های ذاتی آن، بهره‌برداری و توسعه بومی این فناوری‌ها را با چالش‌هایی مواجه کرده است. مطالعه حاضر ضمن تبیین مفهومی سلامت دیجیتال باهدف ایجاد درک بهتری از فناوری‌های نوین در حوزه سلامت دیجیتال و تحلیل مهم‌ترین مؤلفه‌های کاربردی فناوری‌های سلامت دیجیتال، صورت‌گرفته است و الگویی جدید از دسته‌بندی این فناوری‌ها ارائه می‌کند و به دنبال پاسخ به سؤالات زیر است.

تعریف مفهومی صحیح از سلامت دیجیتال چیست؟

مهم‌ترین فناوری‌های سلامت دیجیتال کدام‌اند؟

فناوری‌های سلامت دیجیتال در چه الگویی قابل‌دسته‌بندی هست؟

روش کار

روش اصلی در این پژوهش مطالعه کتابخانه‌ای و مرور اسناد است و به‌منظور جمع‌آوری و بررسی فناوری‌های نوین در حوزه سلامت دیجیتال، در پایگاه‌های اطلاعاتی انگلیسی؛ Google Scholar، PubMed، ScienceDirect از بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۳ جستجو شده است و کلمات و عبارات Digital Health، Digital Health Technologies، E-Health، M-Health، Telemedicine، Biosensor، Digital Health Necessities and Perspectives به کار برده شد. همچنین نوع مقالات برای جستجو، پژوهشی و مروری

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

انتخاب شد. در مجموع بررسی‌های انجام گرفته، در بین مقالات، برخی از آن‌ها به دلیل غیرمرتبط بودن به حوزه مذکور حذف شدند. این پژوهش بیشتر بر طبقه‌بندی و معرفی مهم‌ترین فناوری‌های سلامت دیجیتال می‌پردازد.

تعریف سلامت دیجیتال[1]

باتوجه‌به دایره مفهومی سلامت دیجیتال، واژه‌های متعددی برای بیان این مفهوم مورداستفاده قرار گرفته است. دو واژه سلامت الکترونیک و تله مدیسین(پزشکی از راه دور)[2] در دائرةالمعارف بریتانیکا به‌عنوان نزدیک‌ترین واژه‌ها برای این مفهوم مورداستفاده قرار گرفته‌اند. در تعریف ارائه‌شده در دائرةالمعارف بریتانیکا از سلامت الکترونیک آمده است: سلامت الکترونیک را می‌توان به‌عنوان خدمات مراقبت‌های بهداشتی و اطلاعات بهداشتی که با استفاده از دستگاه‌های تلفن همراه اینترنتی، رایانه‌ها و فناوری اطلاعات ارائه و یا به دست می‌آید، تعریف کرد(۹). همچنین پزشکی از راه دور به ارائه مراقبت‌های بهداشتی و تبادل اطلاعات مراقبت‌های بهداشتی در فواصل دور گفته می‌شود(۱۰).

در ادامه تعریف مفهومی صورت گرفته‌شده در دائرةالمعارف بریتانیکا به مزیت‌ها و کاربردهای این حوزه اشاره شده و می‌افزاید: پزشکی از راه دور می‌تواند با افزایش توانایی بیماران و ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی در ارتباط با مسائل بالینی و آموزشی، تعامل بیمار و کادر مراقبت و درمان را بهبود بخشد. از این حوزه فناوری می‌توان برای مشاوره از راه دوربین پزشکان یا مشاوره پزشکان و بیماران صرف‌نظر از فاصله جغرافیایی استفاده کرد. نمونه‌هایی از پزشکی از راه دور شامل تشخیص و جراحی از راه دور است(۱۱) که در آن متخصص در طول عمل‌های واقعی که در مکان‌های دورافتاده یا در محیط‌های غیرقابل‌دسترس انجام می‌شود، به یک متخصص غیرتخصصی مشاوره و کمک می‌کند. برخی از کاربردهای تخصصی پزشکی از راه دور شامل تله تریاژ جراحی از راه دور و تشخیص از راه دور، و تعاملات پزشکی از راه دور است. تعریف مطلوب محقق از سلامت دیجیتال همان‌طور که در تصویر شماره ۱ نشان‌داده‌شده است، عبارت است از: «فناوری‌های متنوع مبتنی بر سامانه‌های الکترونیکی، مخابراتی و یا هوش مصنوعی که در حوزه‌های آموزش، پژوهش و مهارت‌آموزی سلامت‌محور و یا در یکی از زیر بخش‌های سلامت شامل پیشگیری، تشخیص و درمان و مراقبت‌های پزشکی مورداستفاده قرار می‌گیرد».

معرفی مهم‌ترین فناوری‌های سلامت دیجیتال

سلامت دیجیتال زمینه علمی و تحقیقاتی نوظهوری است که از ترکیب دو حوزه مراقبت‌های بهداشتی و فناوری‌های دیجیتال پدیدآمده و بالغ شده است. این حوزه نوظهور در دهه گذشته در بسیاری از کشورها توجه بسیاری را به خود جلب کرده است. در سال ۲۰۱۹، انجمن پزشکی آمریکا گزارش داد که شرکت‌های خصوصی میلیاردها دلار در کارآفرینی حوزه سلامت دیجیتال سرمایه‌گذاری کرده‌اند(۱۲). سازمان غذا و داروی آمریکا محدوده وسیعی از فناوری‌ها شامل سامانه‌های سلامت مبتنی بر تلفن همراه، دستگاه‌های پوشیدنی، پزشکی از راه دور، سامانه‌های جمع‌آوری و پردازش اطلاعات مربوط به بیمار و فناوری‌های پزشکی

[1]. Digital Health
[2].Tele Medicine

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

شخصی شده را در دامنه فناوری‌های سلامت دیجیتال در نظر می‌گیرد(۱۳). در این بخش برآنیم تا به معرفی و تبیین مهم‌ترین فناوری‌های سلامت دیجیتال بپردازیم.

۱- برنامه‌های سلامت مبتنی بر گوشی همراه[3]

افزایش جمعیت سالمند، شیوع بیماری‌های مزمن و هزینه‌های مربوط به مراقبت‌های بهداشتی به‌شدت افزایش‌یافته است و راه‌حل امیدوارکننده، برای بهبود کیفیت و دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی، تغییر مراقبت‌های بهداشتی از بیمارستان‌ها و آزمایشگاه‌ها به کلینیک‌های کوچک و یا مراقبت در لحظه[4] است(۱۴). در سال ۲۰۰۳، اصطلاح سلامت مبتنی بر گوشی همراه به‌عنوان فناوری‌های نوظهور ارتباطات سیار و شبکه برای نظام‌های مراقبت‌های بهداشتی تعریف شد(۱۵). افزایش قدرت محاسبه و شبکه‌های موبایل، پایه‌ای برای فناوری‌های سلامت موبایل ایجاد کرده است که می‌تواند کیفیت تحقیقات بالینی و مراقبت‌های بهداشتی را در مقیاس جهانی تغییر دهد(۱۶). حسگرهای پزشکی بی‌سیم، یا حسگرهای زیستی متحرک[5]، از این فناوری‌ها هستند و امکان جمع‌آوری داده‌های زیست‌سنجی را فراهم می‌آورند که می‌تواند سرنخ‌های ارزشمندی برای درمان حتی برخی از ویرانگرترین بیماری‌های انسانی داشته باشد(۱۷). پیشرفت‌ها در حسگرهای زیستی متحرک، ادغام پیشرفت‌ها در علم مواد و ابزار و کوچک‌سازی حسگرهای زیستی، به گسترش داده‌های سلامت که در محیط‌های غیرمتمرکز، در خارج از آزمایشگاه بالینی، جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل می‌شوند، دامن می‌زند(۱۸). برای نمونه محصول شرکت کلیپ هلث[6] به نام The Clip COVID Rapid عملیات شناسایی را در زمان کمتر از ۳۰ دقیقه انجام می‌دهد. این سامانه مبتنی بر روش ایمنی سنجی سریع تلفن هوشمند آنتی‌ژن ویروس کووید-۱۹ را شناسایی می‌کند. در کاست ارزیابی جریان جانبی[7] که نمونه قرار می‌گیرد، نانومواد فلورسانس به کار رفته‌اند که بعد از اتصال با مولکول هدف سیگنال قابل‌اندازه‌گیری برای دستگاه خوانش تولید می‌کند(تصویر شماره ۱) (۱۹). یکی دیگر از محصولات کاربردی در این حوزه حسگرهای زیستی پوشیدنی گلوکز است که با تکامل در نظارت و درمان بیماری‌ها، به‌ویژه دیابت در کنترل قند خون و جلوگیری از افزایش و پیشرفت عوارض مرتبط با دیابت مؤثر بوده است(۲۰). برای مثال محصولی که از سوی شرکت پلیکان[8] ارائه شد به‌منظور رفاه بیشتر و همچنین پایش مستمر، حسگر پوشیدنی گلوکوز با سیستم تلفن همراه آیفون ترکیب شد(۲۱).

۲- نرم‌افزار به‌عنوان دستگاه پزشکی[9]

در سال‌های گذشته، نوآوری‌ها در حوزه دستگاه‌های پزشکی افزایش‌یافته است. از طرفی، گوشی‌های هوشمند، نحوه زندگی ما و بنابراین نحوه رسیدگی به مراقبت‌های بهداشتی را تغییر داده است. در این میان به‌طور خاص، اصطلاح نرم‌افزار به‌عنوان دستگاه پزشکی[10] برای اشاره به نرم‌افزاری استفاده می‌شود که به‌تنهایی یک دستگاه پزشکی است، بدون اینکه بخشی از دستگاه پزشکی سخت‌افزاری باشد(۲۲).

3. M-Health
4. Point of care: POC
5. Mobile biosensors
6. Cliphealth
7. Lateral Flow Assay: LFA
8. Pelikan technologies
9. SaMD
10. Software as a Medical Device: SaMD

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

چند نمونه از نرم‌افزار به‌عنوان دستگاه پزشکی:

۱- برنامه‌ای که دوز انسولین را بر اساس سطح گلوکز محاسبه می‌کند(۲۳).

۲- نرم‌افزاری که با استفاده از هوش مصنوعی برای تجزیه‌وتحلیل تصاویر رادیولوژی و شناسایی ناهنجاری‌ها استفاده می‌شود(۲۴).

۳- نرم‌افزاری که با استفاده از میکروفون تلفن هوشمند برای تشخیص اختلالات خواب با ضبط صدای تنفس با استفاده از میکروفون(۲۵).

۴- نرم‌افزار پردازش تصویر نمونه‌های بیوپسی شده برای تشخیص سلول‌های سرطانی(۲۶).

۳- واقعیت مجازی[11]

اصطلاح واقعیت مجازی را، اولین‌بار جارون لانیر[12] معرفی کرد و منظور از آن فناوری بود که به کاربر امکان می‌داد تا با یک محیط شبیه‌سازی شده رایانه‌ای تعامل داشته باشد(۲۷). واقعیت دیجیتال علاوه بر شبیه‌سازی محیط‌های واقعی این امکان را در اختیار کاربر قرار می‌دهد که بتواند خودش را در نقش و شکل‌های مختلفی ببیند. در این میان استفاده از واقعیت مجازی در بهداشت و درمان بر دو جنبه واقعیت دیجیتال به‌عنوان یک ابزار شبیه‌سازی و واقعیت دیجیتال به‌عنوان یک ابزار تعامل تمرکز دارد(جدول شماره ۱). همچنین، استفاده از واقعیت مجازی و بازی‌های رایانه‌ای مبتنی بر آن تأثیر مثبتی در حوزه بهداشت و درمان دارد. زیرا این بازی‌ها از طریق ارائه دانش مربوط به سلامت و تغییر نگرش‌های ناسالم بر ترویج سبک زندگی و عادت‌های سالم تمرکز دارند و در حوزه‌های متنوعی از سلامت قرار دارند که به برخی از این بازی‌ها در جدول شماره ۲ اشاره شده است. واقعیت مجازی در جراحی، تجربه آموزش جراحی از نزدیک را قبل و حین عمل به تیم جراحی برای انجام بهتر جراحی فراهم می‌کند(۲۸). همچنین در حوزه سلامت روان می‌تواند به مواجهه‌درمانی در شرایط روانی مانند اختلال استرس پس از سانحه[13] با قرارگرفتن در معرض آن‌ها کمک کند(۲۹). در همین رابطه آیریس‌ویژن[14] برای بازتوانی بیماران، محصولی طراحی کرده که با استفاده از عینک واقعیت دیجیتال به مبتلایان گلوکوم و... برای دیدن عزیزانشان، مطالعه و انجام فعالیت‌های روزانه به‌صورت مستقل کمک می‌کند(۳۰). علاوه بر این، پیشرفت‌های سریع در فناوری‌هایی مانند واقعیت دیجیتال برای درمان انواع بیماری‌ها مانند دردهای مزمن نویدبخش بوده است(۳۱). طبق مطالعات، بیمارانی که روزانه، از واقعیت دیجیتال برای تجربه محیط طراحی‌شده برای کنترل درد استفاده می‌کنند، دردشان کاهش می‌یابد و حتی تخفیف درد تا چند ساعت ادامه می‌یابد. به‌کارگیری واقعیت دیجیتال و واقعیت افزوده؛ مانند استفاده از برنامه‌های شبیه‌ساز جراحی مانند تاچ‌سرجری[15]، در آموزش پزشکان موجب افزایش مهارت‌هایشان برای تصمیم‌گیری و اقدام درست در شرایط بحرانی می‌شود(۳۲).

٤- واقعیت افزوده[16]

علی‌رغم پیشرفت‌ها در فناوری‌های پردازش داده، جراحان و تیم‌های آن‌ها باید به طور مداوم تصاویر، داده‌های علائم حیاتی و سایر شاخص‌های بیمار در

[11].Virtual Reality
[12]. Jaron Lanier

[13].Post-traumatic stress disorder: PTSD
[14].IrisVision
[15].TouchSurgery
[16].Augmented Reality

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

نمایشگرهای متعدد و صفحه‌های تخت دوبعدی پراکنده در اتاق عمل را بررسی کنند. اگر به این نکته، دقت نقطه پین را که برای جنبه‌هایی مانند عمق برش، قراردادن پیچ یا ایمپلنت و همچنین قرارگیری کامل عضوی در اعماق بدن بیمار لازم است، اضافه کنیم، تمرکز از کارایی جراحی، به پیشگیری از خطا تغییر می‌کند. راه‌حل‌های مبتنی بر واقعیت افزوده که با استفاده از تصاویر دوبعدی و سایر داده‌های بیمار، یک مدل سه‌بعدی آناتومی بیمار را بر روی بدن بیمار ایجاد و روی‌هم می‌گذارد، نمونه‌ای از فناوری واقعیت افزوده است که برای پاسخ به این مسئله طراحی شده است(۳۳).

۵- پلتفرم زنجیره‌های بلوکی[17]

در سیستم مدیریت داده‌های پزشکی فعلی که توسط مؤسسات پزشکی ارائه شده است، هیچ تضمینی برای یکپارچگی اطلاعات بیمار و قابل‌اطمینان بودن آن‌ها وجود ندارد. خطرات ازدست‌دادن یا هک داده‌های پزشکی اجتناب‌ناپذیر است و حفاظت از اطلاعات پزشکی بیمار و ذخیره ایمن آن‌ها از موارد حیاتی در طول خدمات پزشکی هستند که همیشه از دغدغه‌های عموم مردم بوده است(۳۴). ظهور فناوری زنجیره‌های بلوکی ایده جدیدی را برای حل این مشکل به ارمغان می‌آورد. «زنجیره‌های بلوکی سابقه‌ای به اشتراک گذاشته شده و تغییرناپذیر از تراکنش‌های به هم متصل است که از بلوک‌های مرتبط به هم ساخته شده و در یک حافظه دیجیتال ذخیره می‌شود»(۳۵).

۶- هوش مصنوعی[18]

هوش مصنوعی اصطلاحی است که برای توصیف استفاده از رایانه و فناوری برای شبیه‌سازی رفتار هوشمند و تفکر انتقادی قابل‌مقایسه با رفتار انسان استفاده می‌شود(۳۶). باتوجه‌به چالش‌های تصویربرداری پزشکی شامل خطا و تشخیص غلط و همچنین صرف زمان طولانی برای تجزیه‌وتحلیل تصاویر توسط متخصصان(۳۷) و قابلیت‌های هوش مصنوعی در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها به‌ویژه بررسی و ارزیابی تصاویر رادیولوژی(۳۸) امکان بهره‌مندی از این فناوری در حوزه تصویربرداری تشخیص پزشکی را فراهم کرده است. استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تجزیه‌وتحلیل تصویر می‌تواند به‌عنوان عامل کلیدی در صرفه‌جویی وقت و بهره‌وری و بهبود دقت تشخیصی عمل کند.

طبقه‌بندی و دسته‌بندی حوزه سلامت دیجیتال

پس از بررسی مروری مهم‌ترین فناوری‌های سلامت دیجیتال به‌منظور مقایسه دقیق‌تر و شناخت بهتر این فناوری‌ها طبقه‌بندی و دسته‌بندی این فناوری‌ها موردتوجه قرار گرفته است. در حقیقت به‌منظور شناسایی و بررسی دقیق‌تر از فناوری‌های حوزه سلامت دیجیتال لازم است، این حوزه علم و فناوری طبقه‌بندی و دسته‌بندی شود. در این راستا باتوجه‌به انواع دسته‌بندی‌ها و طبقه‌بندی‌های صورت‌گرفته در حوزه سلامت دیجیتال الگوی مطلوب و موردنظر برای دسته‌بندی این فناوری ارائه شد. در این الگوی دسته‌بندی پنج مرحله مهم و کلیدی مدیریت سلامت موردنظر قرار گرفته است. پیشگیری و ارتقاء مؤلفه‌های

[17].Block Chain

[18].Artificial Intelligence

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

سلامت فردی در شروع این زنجیره قرار می‌گیرد. پایش علامت‌های ابتدایی و پیش‌ارزیابی به‌عنوان دومین مرحله کلیدی که به‌عنوان مؤلفه اولیه در فرایند ترکیبی تشخیص و درمان قلمداد می‌شود. در واقع در این مرحله نشانه‌های اولیه از یک ناهنجاری توسط شخص بیمار و احتمالات مختلف پیرامون آن علائم موردتوجه است. تشخیص پزشکی که مبتنی بر علائم آشکار شده و توسط یک متخصص صورت می‌گیرد در مرحله سوم این فرایند و رصد و پایش متغیرهای تعیین‌کننده و حیاتی که توسط متخصص تعیین می‌شود و میزان پیشرفت روندها را تعیین می‌کند در مرحله چهارم تعیین می‌شود. درمان در آخرین مرحله از این فرایند بر تعیین مسیرهای درمانی و تجویز الگوهای دارویی تمرکز خواهد داشت.

در لایه دوم از دسته‌بندی فناوری‌های حوزه سلامت الکترونیک، مصرف‌کننده‌های این فناوری‌ها ملاک و معیار دسته‌بندی موردنظر قرار گرفتند. براین‌اساس **دسته اول:** فناوری‌هایی که مورداستفاده بیماران قرار می‌گیرند. **دسته دوم:** فناوری‌های که مورداستفاده پزشکان و کادر درمان قرار می‌گیرند و دسته سوم: فناوری‌هایی که در تعامل بین بیمار و پزشک مورداستفاده قرار می‌گیرد. در لایه سوم که صرفاً از محصولات فناوری و حوزه‌های فناورانه اولویت‌دار مرتبط با حوزه سلامت دیجیتال ارائه شده است، بر اساس مطالعه انجام‌گرفته بر روی فناوری‌های دیجیتال، می‌توان محصولات فناورانه حوزه سلامت دیجیتال در شش دسته کلی به شرح زیر دسته‌بندی کرد؛

- سامانه‌های الکترونیکی ثبت و ذخیره داده‌ها
- برنامه‌های کاربردی مرتبط با سلامت مبتنی بر تلفن همراه
- سامانه‌های رصد و تشخیص پوشیدنی و همراه
- هوش مصنوعی و یادگیری ماشین
- ویزیت دیجیتال
- درمان دیجیتال بیمار(۳۹).

در تقسیم‌بندی دیگری که از سوی سازمان غذا و داروی آمریکا در خصوص سلامت دیجیتال مطرح شده است، فناوری‌های سلامت دیجیتال به زیر حوزه‌های فناوری سلامت مبتنی بر تلفن همراه[19]، فناوری اطلاعات حوزه سلامت، ابزارها و سامانه‌های تشخیصی و درمانی پوشیدنی و کاشتنی، فناوری‌های سلامت از راه دور و پزشکی از راه دور(تشخیص و درمان از راه دور بیماران با استفاده از فناوری ارتباطات از راه دور) و پزشکی شخصی شده تقسیم‌بندی نموده است(۴۰).

طبقه‌بندی منتخب محققان از فناوری‌های سلامت دیجیتال

در الگوی منتخب که از سوی محقق برگزیده شده است از ترکیب میان دو الگوی دسته‌بندی حوزه سلامت و دسته‌بندی محصولات فناورانه الگوی مطلوب استخراج شد. این الگو در بالاترین سطح شامل چهار دسته کلی آموزش و مهارت‌افزایی کادر درمان، پیشگیری و ارتقا سلامت فردی، تشخیص پزشکی و دارو و درمان بوده و در لایه بعد هر یک از دسته‌های اصلی حوزه‌های فناوری که در آن دسته قابل‌تطبیق است قرار می‌گیرد(تصویر شماره ۲).

نتیجه‌گیری

رشد روزافزون صنایع ارتباطی، مخابراتی و انفورماتیکی، هر روز دنیا را با انقلابی جدید مواجه

[19]. Mobile Health

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

می‌کند. انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات در تمام بخش‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و امنیتی کشورها تأثیراتی قابل‌توجه بر جای گذاشته است. با توسعه این فناوری در بخش پزشکی، می‌توان به دنبال تحول بزرگی در نظام ارائه خدمات بهداشتی و درمانی بود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که علی‌رغم تعاریف متعددی که از سلامت دیجیتال ارائه شده است دو واژه سلامت الکترونیک و تله مدیسین(پزشکی از راه دور) بیشترین تطابق مفهومی را با این لفظ دارد. لازم به تأکید است که مفهوم کانونی که در تعریف سلامت دیجیتال موردتوجه قرار دارد استفاده از ابزارهای ارتباط مخابراتی بی‌سیم به‌منظور یکی از کاربردهای تشخیص، درمان و پایش بیمار می‌باشد. باتوجه‌به گستره موضوعی فناوری سلامت دیجیتال به‌منظور دسته‌بندی علمی این حوزه نیز دو الگوی مختلف با یکدیگر ترکیب و هر دو مؤلفه کاربردها و کارکردهای فناوری سلامت دیجیتال در لایه اول و سوم موردتوجه قرار گرفته و در لایه دوم انواع فناوری‌ها معرفی شده است. همچنین در لایه سوم مهم‌ترین اهداف به‌کارگیری از فناوری‌های سلامت دیجیتال با نگاهی نو تبیین شده است. نتایج بررسی اثرات فناوری‌های سلامت دیجیتال نشان می‌دهد که این فناوری‌ها به‌عنوان یک سیستم مفید و کارآمد در تشخیص و پیشگیری از بیماری‌ها، افزایش سطح آگاهی و بهبود سلامت جامعه ایفای نقش می‌کند. بااین‌حال، برای استفاده بهینه از این فناوری، نیاز به توسعه زیرساخت‌های لازم، آموزش و آگاهی جامعه و همچنین حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها وجود دارد.

References

1. Pistorius C. Developments in emerging digital health technologies. DeltaHealth. 2017;(1):1–17.
2. Mitchell M, Kan L. Digital Technology and the Future of Health Systems. Heal Syst Reform [Internet]. 2019;5(2):113–120.
3. Colloud S, Metcalfe T, Askin S, Belachew S, Ammann J, Bos E, et al. Evolving regulatory perspectives on digital health technologies for medicinal product development. NPJ Digit Med. 2023;6(1):1–11.
4. EPF Background Brief: Patient Empowerment. 2015; Available from: http://www.eu-patient.eu/globalassets/campaign-patient-empowerment/briefing_paperpatient-empowerment_final_external.pdf%0Aww w.eu-patient.eu%0Afile:///C:/Mendeley Pliki/European Patients' Forum - 2015 - EPF Background Brief Patient Empowerment.pdf
5. Hägglund M, McMillan B, Whittaker R, Blease C. Patient empowerment through online access to health records. bmj. 2022;378.
6. HFMA. Introduction to digital healthcare technologies. 2021;(July). Available from: https://www.hfma.org.uk/docs/default-source/publications/briefings/introduction-to-digital-healthcare_july21.pdf?sfvrsn=e0f873e7_2
7. Becker K, Lipprandt M, Neumuth T. Digital health – Software as a medical device in focus of the medical device regulation (MDR). it – Inf Technol. 2020;61:211–218.
8. Senbekov M, Saliev T, Bukeyeva Z, Almabayeva A, Zhanaliyeva M, Aitenova N, et al. The recent progress and applications of digital technologies in healthcare: A review. Int J Telemed Appl. 2020;2020.
9. Helena M, Kovaleski F, Picinin CT, Pedroso B, Rubbo P. E-Health Practices and Technologies : A Systematic Review from 2014 to 2019. MDPI. 2021;1–32.
10. Richard Wootton, John Craig VP. Introduction to Telemedicine, second edition. CRC Press; 2017; 226.
11. Kochsaraei, Rabiei, Mohammad, Roshni & MB. Application of remote surgery (robotics). Robotics Hospital Quarterly. 2014: 1–9.
12. Fatehi F, Samadbeik M, Kazemi A. What is digital health? review of definitions.

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

Stud Health Technol Inform. 2020;275:67–71.
13. Vinet L, Zhedanov A. A missing family of classical orthogonal polynomials. J Phys A Math Theor [Internet]. 2011;44(8):1689–1699.
14. Lan T, Zhang J, Lu Y. Transforming the blood glucose meter into a general healthcare meter for in vitro diagnostics in mobile health. Biotechnol Adv. 2016;34(3):331–341.
15. Silva BMC, Rodrigues JJPC, de la Torre Díez I, López-Coronado M, Saleem K. Mobile-health: A review of current state in 2015. J Biomed Inform. 2015;56:265–272.
16. Steinhubl SR, Muse ED, Topol EJ. The emerging field of mobile health. Sci Transl Med. 2015;7(283):1–7.
17. Munos B, Baker PC, Bot BM, Crouthamel M, de Vries G, Ferguson I, et al. Mobile health: the power of wearables, sensors, and apps to transform clinical trials. Ann N Y Acad Sci. 2016;1375(1):3–18.
18. Arumugam S, Colburn DAM, Sia SK. Biosensors for Personal Mobile Health: A System Architecture Perspective. Adv Mater Technol. 2020;5(3):1–18.
19. Zeinab Bagheri AM. An overview of rapid detection systems for COVID-19 and their technological classification. Biotechnology-Tarbiat Modares University An; 2021: 1–19.
20. Pullano SA, Greco M, Bianco MG, Foti D, Brunetti A, Fiorillo AS. Glucose biosensors in clinical practice: Principles, limits and perspectives of currently used devices. Theranostics. 2022;12(2):493–511.
21. Aramaki AM. A review of the scientific principles of designing and manufacturing biosensors for blood glucose measurement and diabetes control. donyayenano; 201AD: 1–9.
22. Gerke S, Babic B, Evgeniou T, Cohen IG. The need for a system view to regulate artificial intelligence/machine learning-based software as medical device. npj Digit Med [Internet]. 2020;3(1):1–4.
23. Obeidat Y, Ammar A. A System for Blood Glucose Monitoring and Smart Insulin Prediction. IEEE Sens J. 2021;21(12):13895–13909.
24. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL, Biology C, et al. QI in radiology. QA Rev. 1990;2(10):500–510.
25. Kim T, Kim JW, Lee K. Detection of sleep disordered breathing severity using acoustic biomarker and machine learning techniques. Biomed Eng Online [Internet]. 2018;17(1):1–19.
26. Robertson S, Azizpour H, Smith K, Hartman J. Digital image analysis in breast pathology-from image processing techniques to artificial intelligence. Transl Res [Internet]. 2018;194:19–35.
27. Reality V, Lanier J, Gibson W. Virtual reality. Ieee Potentials. 1998;20–23.
28. Pulijala Y, Ma M, Pears M, Peebles D, Ayoub A. Effectiveness of Immersive Virtual Reality in Surgical Training—A Randomized Control Trial. J Oral Maxillofac Surg. 2018;76(5):1065–1072.
29. Bun P, Gorski F, Grajewski D, Wichniarek R, Zawadzki P. Low - Cost Devices Used in Virtual Reality Exposure Therapy. Procedia Comput Sci. 2016;104(December 2016):445–451.
30. De Lange C. Vision restored with virtual reality. New Sci. 2018;239(3189):4.
31. Low C, Pain B, Series AC, Trujillo MS, Alvarez AF, Nguyen L, et al. Embodiment in Virtual Reality for the Treatment of Embodiment in Virtual Reality for the Treatment of Chronic Low Back Pain : A Case Series. J Pain Res ISSN. 2022;1–8.
32. Kowalewski KF, Hendrie JD, Schmidt MW, Proctor T, Paul S, Garrow CR, et al. Validation of the mobile serious game application Touch SurgeryTM for cognitive training and assessment of laparoscopic cholecystectomy. Surg Endosc. 2017;31(10):4058–4066.
33. Elmi-Terander A, Burström G, Nachabe R, Skulason H, Pedersen K, Fagerlund M, et al. Pedicle Screw Placement Using Augmented Reality Surgical Navigation with Intraoperative 3D Imaging: A First In-Human Prospective Cohort Study. Spine (Phila Pa 1976). 2019;44(7):517–525.
34. Chen Y, Ding S, Xu Z, Zheng H, Yang S. Blockchain-Based Medical Records Secure Storage and Medical Service Framework. J Med Syst. 2018;43(1).
35. Pirtle C, Ehrenfeld J. Blockchain for Healthcare: The Next Generation of Medical Records? J Med Syst. 2018;42(9):1–3.
36. Chowdhury S, Chakraborty P pratim. Overview of artificial intelligence in medicine. J Fam Med Prim Care [Internet]. 2017;6(2):169–170.
37. Driver CN, Bowles BS, Bartholmai BJ, Greenberg-Worisek AJ. Artificial Intelligence in Radiology: A Call for Thoughtful Application. Clin Transl Sci. 2020;13(2):216–218.
38. King BF. Artificial Intelligence and Radiology: What Will the Future Hold? J Am Coll Radiol [Internet]. 2018;15(3):501–503.
39. Solomon DH, Rudin RS. Digital health technologies: opportunities and challenges

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]

in rheumatology. Nat Rev Rheumatol. 2020;16(9):525–535.
40. NEJM Catalyst. What is Digital Health? 2018; Available from: https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence/what-digital-health
41. "Clip COVID Rapid Antigen Test," [Online]. Available: https://cliphealth.com/. Available from: available: https://cliphealth.com/. Available from: https://cliphealth.com/.
42. Griffiths MD. The Therapeutic and Health Benefits of Playing Video Games. Oxford Handb Cyberpsychology. 2019;(March):484–505.
43. Beale IL, Kato PM, Marin-Bowling VM, Guthrie N, Cole SW. Improvement in Cancer-Related Knowledge Following Use of a Psychoeducational Video Game for Adolescents and Young Adults with Cancer. J Adolesc Heal. 2007;41(3):263–270.
44. Fukuchi SG, Offutt LA, Sacks J, Mann BD. Teaching a multidisciplinary approach to cancer treatment during surgical clerkship via an interactive board game. Am J Surg. 2000;179(4):337–340.

[Downloaded from ce.mazums.ac.ir on 2024-11-23]