سلامت دیجیتالی

رقیه ستاری، علی اکبر موسوی موحدی[۱،۲،*]

چکیده

همه‌گیری اخیر کووید-۱۹ موجب توسعه اهمیت حیاتی فناوری‌های دیجیتال در مراقبت‌های بهداشتی شده است. هم‌اکنون بیش‌از هر زمان دیگری، مدل‌های سنتی مراقبت‌های بهداشتی با فناوری‌های دیجیتالی که به‌طور فزاینده‌ای در حال رشد هستند در حال جایگزینی‌اند. به‌طوری‌که بسیاری از مردم برای دسترسی به خدمات و درمان‌های پزشکی به اینترنت و دستگاه‌های دیجیتال تکیه می‌کنند. پیشرفت ابزارهای دیجیتال، متحول‌کننده در خدمات سلامت می‌باشد و نویدبخش مراقبت‌های ویژه برای بیماران هستند. زیست‌حسگرها برای نظارت بر بیمار به‌صورت تمام وقت استفاده می‌شوند که امکان تشخیص و مداخلات سریع را فراهم می‌کنند. ربات‌ها نیز برای مراقبت، توانبخشی و جراحی‌های دقیق حتی از راه دور و یا تحویل هدفمند دارو فعال می‌باشند. همچنین از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به‌طور گسترده برای ساخت سیستم‌های تصمیم‌گیری بالینی خودکار در پزشکی، استفاده می‌شود. دستگاه‌های دیجیتال توانایی تشخیص دقیق حتی در مراحل اولیه بیماری، درمان بیماری‌ها و ارتقاء مراقبت‌های بهداشتی برای پزشکی فردی را دارند و فرصت‌های متعددی را برای تسهیل پیشگیری، تشخیص زودهنگام بیماری‌های تهدیدکننده زندگی و مدیریت شرایط مزمن خارج از محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی سنتی ارائه می‌دهند.

سلامت دیجیتال گردش داده از بیماران (داده‌های تولید شده همزمان توسط بیمار)، انتقال به دستگاه‌ها و یا متخصصان و یا ماشین‌های سلامت که داده‌ها را تجزیه‌وتحلیل و معنا و ابداع مدل می‌کنند فراهم ساخته، سپس اطلاعات و درمان‌هایی که مورد نیاز بیمار می‌باشد توصیه و مدیریت می‌شود.

برای پیشرفت و کاربری بهینه پزشکی، موضوع حائز اهمیت، سواد سلامت دیجیتال است که نیاز مبرم به پشتیبانی علوم پایه و بنیادی همگرا با علوم مهندسی می‌باشد تا کار عمیق و تشخیص اصیل بیماری به‌ویژه بیماری‌های پیچیده و صعب‌العلاج در مراحل اولیه حاصل شود.

واژگان کلیدی: سلامت دیجیتال، زیست حسگر، ربات، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، پزشکی فردی، داده‌های همزمان بیمار، سواد سلامت دیجیتال

* عهده‌دار مکاتبات: استاد. تلفن: ۰۲۱۶۱۱۱۳۳۸۱، نمابر: ۰۲۱۶۶۴۰۴۶۸۰، نشانی الکترونیکی: moosavi@ut.ac.ir

[۱] مرکز تحقیقات بیوشیمی و بیوفیزیک، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۲] شاخه شیمی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.13.1.10.3

سلامت دیجیتال چیست؟

فن‌آوری‌های سلامت دیجیتال، که می‌توانند به‌عنوان برنامه‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده در سیستم بهداشت و مراقبت تعریف شوند، به‌طور فزاینده‌ای در حال پیشرفت هستند. این فناوری‌ها، طیف عظیمی از محصولات و خدمات سیستمی برمبنای فناوری اطلاعات سطح بالا را پشتیبانی می‌کنند [۱].

دستگاه‌های مراقبت‌های بهداشتی (به دستگاه‌های پزشکی اطلاق می‌شوند که علائم حیاتی بیماران را بررسی می‌کنند) قابلیت بهبود تشخیص و درمان آنی و دقیق بیماری را دارند. این دستگاه‌ها به مراقبت‌های پزشکی اجازه می‌دهند نه‌تنها در محیط‌های بالینی سنتی، بلکه در خانه‌ها، محل کار و مکان‌های سفر نیز نفوذ کنند. به این ترتیب، پزشکی مشارکتی، بار مؤسسات مراقبت‌های بهداشتی فیزیکی را کاهش می‌دهد و در عین حال مراقبت‌هایی را به بیماران ارائه می‌دهد که با زندگی روزمره آنها ادغام می‌شود. دستگاه‌ها می‌توانند بیماران را برای دفاع از خود، کنترل و مراقبت از خود و تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر در مورد سلامتی خود توانمند کنند. مراقبت‌های بهداشتی دیجیتال همچنین راه‌های جدیدی را برای تسهیل پیشگیری و مدیریت بیماری‌های مزمن در سطح جمعیت ارائه می‌دهد [۱،۲].

طبق تعریف سازمان غذا و دارو (FDA) حوزه گسترده سلامت دیجیتال شامل مقوله‌هایی مانند mHealth به‌معنی استفاده از تکنولوژی‌های موبایل و بی‌سیم (Wireless) و فناوری اطلاعات سلامت، دستگاه‌ها و ابزارهای پوشیدنی، بهداشت از راه دور، پزشکی از راه دور، و پزشکی فردی می‌باشد [۱،۳،٤].

در واقع سلامت دیجیتال کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) برای تبادل اطلاعات پزشکی است. این برنامه‌ها به‌شدت بر داده‌های سلامت انسان تکیه دارند. معمولاً، جمع‌آوری داده‌های بهداشتی توسط دستگاه‌های پزشکی دارای مجوز رسمی، مانند ابزارهای تشخیصی یا توالی‌سنجی ژنوم انجام می‌شود که توسط متخصصان بهداشت در محیط‌های بالینی و تحت شرایط نظارتی سخت‌گیرانه اداره می‌شوند. علاوه‌بر این، داده‌های بالینی معمولاً در لیست‌های بهداشت عمومی، در بیمارستان‌ها و یا در آرشیو پزشکان شخصی ذخیره می‌شوند [۳،۵].

سلامت دیجیتال، به نوبه خود، مستلزم اتصال داده‌های مرتبط با سلامت، از جمله داده‌های تولید شده توسط خود بیماران، و استفاده از پتانسیل پزشکی ابزارهای فن‌آوری رایج، مانند تلفن‌های هوشمند، نوارهای سلامتی، برنامه‌ها، رسانه‌های اجتماعی و دستگاه‌های حسگر است که در محیط زندگی ما منتشر شده‌اند [۳]. بیشتر این ابزارها در ابتدا برای استفاده پزشکی طراحی نشده‌اند و به‌عنوان ابزار پزشکی به بازار عرضه نمی‌شوند. برخی از ابزارهای سلامت دیجیتال ویژگی‌های کاملاً جدیدی دارند، مانند قرص‌های دیجیتالی که به لطف یک ریزمدار فعال در هنگام تماس با مایعات در معده بیمار، می‌توانند به حسگر خارجی بفهمانند که آیا بیمار داروی خود را مصرف کرده است یا خیر [۳،٦].

با این حال، ویژگی تعیین‌کننده سلامت دیجیتال به‌جای فناوری، به داده‌ها مربوط می‌شود. چیزی که در مورد سلامت دیجیتال از این نظر متمایز است، این است که معمولاً از طریق دستگاه‌های پوشیدنی، قابل حمل، قابل بلع یا کاشتنی، جریان یکپارچه داده‌های پزشکی حیاتی بین بیماران، خانواده‌ها و پزشکانشان ایجاد می‌شود [۳].

بنابراین، سلامت دیجیتال به‌عنوان گردش داده از بیماران (داده‌های تولیدشده توسط بیمار)، به دستگاه‌ها و/یا متخصصان سلامت (که داده‌ها را تجزیه‌وتحلیل و معنا می‌کنند)، و سپس بازگشت به دستگاه‌های مورد نظر که توصیف‌کننده داده‌ها می‌باشد معنا می‌شود که در نهایت اطلاعات و درمان‌هایی که مورد نیاز بیمار می‌باشد توصیه و مدیریت می‌شود.

برای این هدف، اطلاعات فنوتیپی و رفتاری، و همچنین داده‌های مربوط به وضعیت اجتماعی–اقتصادی و محیط سکونت، باید جمع‌آوری شود. اطلاعات ارسال‌شده در رسانه‌های اجتماعی نیز می‌تواند به‌طور بالقوه به سلامت افراد و جمعیت مرتبط باشد [۳].

نقش هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در تشخیص بیماری‌ها در مراحل اولیه قبل از بالینی شدن

هوش مصنوعی به توانایی سیستم‌ها در تفسیر صحیح داده‌های خارجی، یادگیری از این داده‌ها و استفاده از آن یادگیری برای دستیابی به اهداف و وظایف خاص با استفاده از سازگاری انعطاف‌پذیر اشاره دارد [۷]. یادگیری ماشینی، یکی از زیرشاخه‌های محبوب هوش مصنوعی، از مجموعه داده‌های بزرگی استفاده می‌کند و الگوهای تعامل بین متغیرها را شناسایی می‌کند. در یادگیری ماشین از کامپیوترها برای اعمال مدل‌های آماری بر روی

داده‌ها استفاده می‌شود که در آن برنامه‌های کامپیوتری (الگوریتم‌ها) روابط بین داده‌های ورودی و خروجی را یاد می‌گیرند [۷،۸].
این تکنیک‌ها می‌توانند ارتباط‌های ناشناخته قبلی را کشف کنند، فرضیه‌های جدیدی ایجاد کنند، و محققان و منابع را به سمت ثمربخش‌ترین مسیرها سوق دهند. در پزشکی، یادگیری ماشینی به‌طور گسترده برای ساخت سیستم‌های تصمیم‌گیری بالینی خودکار استفاده می‌شود. هدف نهایی یادگیری ماشین توسعه الگوریتم‌هایی است که قادر به بهبود خود، با تجربه و یادگیری مداوم از داده‌ها و بینش‌های جدید برای یافتن پاسخ برای مجموعه‌ای از سؤالات هستند. زمینه‌هایی که در آن فناوری‌های هوش مصنوعی به‌کار رفته است می‌توان به پذیرش بیمار، رادیولوژی، هماتولوژی، نورولوژی، انکولوژی، زیست‌شناسی سلولی، سلول درمانی، قلب و عروق و چشم پزشکی اشاره کرد.
چنین سیستم‌هایی به پزشکان در صرفه‌جویی در زمان و تلاششان در جهت تشخیص بیماری و تصمیم‌گیری کمک می‌کنند. با توجه به نمونه‌های بسیار زیادی که این سیستم‌ها با آنها آموزش دیده‌اند، مشاهدات آنها فراتر از چیزی است که هر پزشک به‌تنهایی در طول حرفه خود شاهد بوده است و می‌تواند سود زیادی داشته باشد. به نظر می‌رسد هوش مصنوعی به‌تنهایی یا با مشارکت یادگیری ماشین، راه‌حلی مؤثر برای افزایش کیفیت پزشکی شخصی‌سازی شده باشد [۷،۸]. این شاخه از علم بیوانفورماتیک و بیوفیزیک محاسباتی می‌باشد که می‌باید بیشتر به آن توجه نمود.

نقش ربات‌ها در سلامت و جراحی‌های از راه دور

موضوع رباتیک نیز برای پشتیبانی از خدمات مراقبت‌های بهداشتی متعدد مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. به‌طور خاص، ربات‌های بزرگ برای تسریع در توزیع دارو و انجام روش‌های جراحی استفاده می‌شوند، در حالی که ربات‌های کوچکتر از راه دور هدایت می‌شوند تا مواد دارویی را به‌طور دقیق به محل‌های بیماری هدف در بدن برسانند. برخی از مفاهیم مرسوم جراحی توسط ربات‌های جراح، بازتعریف شده است. به‌منظور دقت بیشتر و حداقل تهاجم و نتایج بهینه‌شده در جراحی، مجموعه‌ای از نوآوری‌های فنی جراحی ایجاد شده‌اند. جراحی رباتیک همچنین نقش مهمی در تسهیل توسعه ابزارهای جراحی و به اشتراک‌گذاری تخصص پزشکی بین بیمارستان‌های بزرگ و کوچک، شهری و روستایی دارد. استفاده از فناوری رباتیک و ارتباطات از راه دور، روش‌های جراحی تعاملی از راه دور را امکان‌پذیر کرده است. کاربرد ربات‌های جراحی به‌سرعت در حال رشد است و پیشرفت‌هایی در جراحی به کمک ربات در جراحی‌های کم تهاجمی قلب، شکم و اورولوژی ایجاد شده است. از آنجایی که سیستم دستکاری از راه دور کاملاً خودکار نیست، برای انجام عمل جراحی هم‌چنان به یک جراح مغز و اعصاب نیاز است. با این حال اعتقاد بر این است که توسعه فناوری، خودکارسازی کامل را ممکن می‌کند. پیشرفت بیشتر در رباتیک پزشکی نویدبخش استفاده گسترده‌تر از سیستم ربات در جراحی از راه دور است [۱۰،۱۱] .

نقش زیست‌حسگرها در سلامت دیجیتال

زیست‌حسگرها، به‌گونه‌ای طراحی می‌شوند تا بتوانند با یک ماده خاص واکنش نشان دهند. نتیجه این واکنش‌ها به‌صورت پیام‌هایی در می‌آیند که یک ریزپردازنده، می‌تواند آنها را تحلیل کند. از این حسگرها برای آشکارسازی و تعیین مقدار گونه‌ها در سیستم‌های زیستی استفاده می‌شود. از آنجا که زیست‌حسگرها ابزاری توانمند جهت شناسایی مولکول‌های زیستی هستند، امروزه از آنها در علوم مختلف پزشکی، صنایع شیمیایی، صنایع غذایی، دیده‌بانی (مانیتورینگ) محیط زیست، تولید محصولات دارویی، بهداشتی و غیره بهره می‌گیرند [۱۲،۱۳].
زیست‌حسگرها از واکنش‌های بیوشیمیایی و بیوفیزیکی برای تشخیص ترکیبات شیمیایی که توسط مبدل‌های الکتریکی، حرارتی یا نوری انجام می‌شوند، استفاده می‌کنند. تشخیص و کمی‌سازی پیام‌های بیوشیمیایی و بیوفیزیکی توسط زیست‌حسگرها، فرصت‌های کلیدی را برای پیشرفت مراقبت‌های بهداشتی فراهم می‌کند. در حال حاضر، اکثر سیستم‌های نظارتی در دسترس بالینی بر تجهیزات حجیم و سنگین تکیه می‌کنند که نظارت طولانی‌مدت و فوری وضعیت سلامت بیمار را به‌ویژه در محیط‌های سرپایی دشوار می‌کند. اخیراً، دسته جدیدی از زیست‌حسگرهای پوشیدنی یکپارچه با پوست با ویژگی‌های سبکی، انعطاف‌پذیری و قابلیت حمل، کاربردهای قدرتمندی در تشخیص سریع و پیوسته حالت‌های فیزیولوژیکی پیدا کرده‌اند. قابلیت چنین زیست‌حسگرهای پوشیدنی از تشخیص پیام‌های فیزیکی رایج، مانند دما، به نشانگرهای بیوشیمیایی خاص‌تر، مانند گلوکز خون برای پایش دیابت گسترش یافته است [۱٤].

زیست‌حسگرهای نوری سریع‌ترین بخش در حال رشد در این صنعت هستند، میکروفلوسایتومترهایی در دست توسعه هستند که شامل تصویربرداری و همچنین طیف‌سنجی فلورسانس برای شناسایی سلول‌ها می‌باشد. نکته جالب توجه در مورد کاربرد زیست‌حسگرهای نوری شامل تصویربرداری مولکولی، توالی‌یابی سریع، الکترونیک آلی، مولکول‌های شناسایی طراح و ماشین‌های مولکولی است. پیشرفت در مواد و اجزای نوری، و همچنین کوچک‌سازی الکترونیک، ایجاد مولکول‌های نو، و پیشرفت‌هایی در فناوری نانو، فرصت‌های جدیدی را برای زیست‌حسگرهای نوری باز کرده است. تشخیص‌های نقطه‌ای مراقبت که برای محیط‌هایی با منابع کم توسعه یافته‌اند، مقبولیت گسترده‌ای برای استفاده در مطب و خانه به‌دست خواهند آورد و این حسگرهای زیستی نوری به عامل اصلی کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی برای همه تبدیل خواهند شد. دستگاه‌های تصویربرداری ساده، عملکردهای خاص در بافت‌های زنده را برای نظارت بر پزشکی، درمان‌های سرطان و توانبخشی فیزیکی فراهم می‌کنند [۱۵].

هم‌چنین پیشرفت‌ها در زیست‌حسگرهای همراه (موبایل)، به گسترش داده‌های بهداشتی که در محیط‌های غیرمتمرکز، جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل می‌شوند، دامن می‌زند. از آنجایی که حسگرهای زیستی به طور فزاینده‌ای برای استفاده مستقیم توسط مصرف‌کنندگان و بیماران مورد هدف قرار می‌گیرند، می‌توان آنها را در شکل آشنای گوشی‌های هوشمند ارائه کرد. به‌عنوان مثال، زیست‌حسگر می‌تواند به‌عنوان یک تراشه میکروسیال مجزا ساخته شود که می‌تواند به‌عنوان یک لوازم جانبی بی‌سیم با گوشی هوشمند ارتباط برقرار کند. علاوه‌بر آن، امکان ایجاد حس زیستی –همراه با محاسبات و اتصال– در خود گوشی هوشمند وجود دارد و در نتیجه استفاده از سخت‌افزار اضافی را به حداقل می‌رساند، قابلیت حمل و نقل را بهبود می‌بخشد و به طور بالقوه هزینه‌ها را کاهش می‌دهد [۱۶].

مزایای سلامت دیجیتال

این مجموعه گسترده از داده‌های مرتبط با سلامت، پیشرفت عظیمی را در پزشکی ایجاد کرده است. به‌عنوان مثال کمک به افراد در نظارت بر وضعیت سلامتی خود، کمک به بیماران در کنار آمدن با شرایط خود، استنباط مسائل مربوط به سلامت در مراحل اولیه، شخصی‌سازی درمان با ویژگی‌های فردی بیماران، بهبود نتایج، کاهش هزینه‌ها و ناکارآمدی‌ها و همچنین افزایش کشفیات پزشکی و تسریع توسعه داروها از جمله این موارد است. مسلماً، انتظارات قابل‌توجهی از سلامت دیجیتال وجود دارد و بسیاری از سهامداران علاقه زیادی به ترویج آن و مشاهده پیشرفت آن خواهند داشت. سلامت دیجیتال افراد را توانمند می‌کند و هم چنین مجموعه ای از کنترل ها را فعال می کند که به موجب آن سیستم های بهداشتی می توانند انطباق افراد با مراقبت های بهداشتی خود را تشخیص دهند. با افزایش استفاده از دیده بان های دیجیتال سلامت، نه تنها وضعیت سلامت افراد کنترل می شود، بلکه ممکن است توانایی مداخله زودهنگام در مراحل اولیه بیماری و ابداع مدل‌های کاملاً جدید برای درمان بیماری‌های خاص را نیز به‌دست آورد. انتظار می‌رود فناوری‌های دیجیتال سلامت به افزایش دسترسی به مراقبت‌های بهداشتی به‌ویژه در جمعیت‌های صعب‌العبور کمک کند که نابرابری‌های سلامت را کاهش می‌دهد. هم‌چنین این سیستم‌ها پتانسیل حمایت و مشاوره از راه دور را دارند، بنابراین به دسترسی سریع به مراقبت و برابری‌های بهداشتی در موقعیت‌های خاص مانند همه‌گیری کووید-۱۹کمک می‌کنند [۳،۱۷].

در عین حال، برای تحقق سلامت دیجیتال، چندین چالش اخلاقی و سیاستی باید برطرف شود.

معضلات سلامت دیجیتال

محدودیت‌ها در سواد سلامت دیجیتال و سلامت الکترونیک به‌ویژه در میان گروه‌های جمعیتی که تحت تأثیر نابرابری قرار دارند، شایع است. افرادی که سطح تحصیلات پایین‌تری دارند، در رفتارهای رایج سلامت الکترونیکی کمتری شرکت می‌کنند، مانند پیگیری رژیم غذایی و فعالیت بدنی یا برقراری ارتباط آنلاین با ارائه‌دهندگان سیستم‌های سلامت. آن دسته از افرادی که تحت تأثیر عوامل اجتماعی تعیین‌کننده سلامت قرار می‌گیرند، به‌دلیل فقدان ابزارهای لازم برای دسترسی به سلامت الکترونیک، دچار مشکل می‌شوند. در حالی‌که بسیاری از گروه‌ها به کاربران عادی اینترنت و تلفن‌های هوشمند تبدیل شده‌اند، گروهی دیگر، از جمله افراد مسن و کسانی که حداقل دستمزد یا کمتر دریافت می‌کنند، احتمال کمتری دارد که مجهز به این دستگاه‌ها باشند. برای بیمارانی که می‌توانند به رسانه‌های دیجیتال دسترسی داشته باشند، موانع دیگری از جمله نیاز به سواد عمومی سطح بالا برای درک محتوا نیز وجود دارد. در حالی که بیماران ممکن است به اطلاعات بیشتری نسبت

به قبل دسترسی داشته باشند، اما این اطلاعات فراوان بدون راهنمایی و توضیح کافی می‌تواند منجر به سردرگمی و استرس شود. سازمان‌های مراقبت بهداشتی باید اطمینان حاصل کنند ضمن این که فرصت‌های بیشتری برای دسترسی به‌وجود می‌آید، اطلاعات به‌گونه‌ای منتقل می‌شود که درک و تصمیم‌گیری مشترک واقعی را تسهیل کند. خدمات سلامت دیجیتال نحوه مدیریت سلامت افراد و مشارکت در مراقبت از آنها را تغییر می‌دهد. در حالی‌که چنین فناوری‌هایی نویدهای زیادی را در بهبود مراقبت از بیمار ارائه می‌دهد، نابرابری در دسترسی و سواد سلامت دیجیتال وجود دارد که همچنان بر جمعیت‌های آسیب‌پذیر تأثیر می‌گذارد. در حال حاضر همان موانعی که افراد با سواد سلامت محدود با آن مواجه هستند در حوزه دیجیتال وجود دارد. پتانسیل تداوم و رشد نابرابری‌ها در عصر سلامت الکترونیک بسیار زیاد است، به‌ویژه که اطلاعات بیشتری به صورت آنلاین ارائه می‌شود. سازمان‌های مراقبت‌های بهداشتی باید یک رویکرد مبتنی بر احتیاط‌های جهانی را در طراحی خدمات سلامت الکترونیک اتخاذ کنند تا دسترسی همه بیماران را فراهم کنند [۱۸].

ملاحظات برای طراحی و ارزیابی‌های آینده

کارآفرینی سلامت دیجیتال به‌دنبال فرصت برای کاربر از طریق به‌کارگیری نوآوری سلامت دیجیتال است. بستن شکاف‌های سلامت دیجیتال و ایجاد محصولات و خدماتی که از نظر فنی، تجاری و بالینی معتبر باشند، یک چالش و فرصت برای آینده خواهد بود. درست مانند سازمان‌های دیگر صنایع، شرکت‌های مراقبت‌های بهداشتی باید به‌طور مداوم خدمات جدیدی را برای حفظ توجه بیمار و ایجاد ارزش ارائه دهند. سازمان‌ها می‌توانند هنگامی که بیماران با ایده کلی ارائه خدمات دیجیتال آشنا شدند، خدمات پیچیده‌تر و با ارزش‌تری را ارائه دهند. این روش از مدل رفتاری گوگل و سایر درگاه‌های دیجیتال پیروی می‌کند که با استفاده از خدمات اصلی خود موفق به ایجاد پایگاه کاربری قابل‌توجهی شدند و سپس خدمات بیشتری را ارائه کردند، بنابراین به‌طور مداوم آشنایی کاربران خود را با خدماتشان افزایش دادند که از آنها استفاده می‌کنند [۱۷].

صنعت مراقبت‌های بهداشتی در آستانه پذیرش فناوری اطلاعات است و اکنون زمان آن فرا رسیده است با درک آنچه بیماران می‌خواهند به هموار کردن راه کمک کرد.

نتیجه‌گیری

امروزه دیجیتالی شدن به تمام جنبه‌های زندگی رسیده است. همگرایی فناوری‌های نوآورانه و علم زیست پزشکی در حال تغییر نحوه ارائه و مصرف خدمات بهداشتی به جامعه است. مدل‌های فعلی مراقبت‌های بهداشتی پایدار نیستند و در حال گذار هستند و به تدریج به مراقبت‌های بهداشتی دیجیتال تبدیل می‌شوند. آنچه در حال ظهور است، یک اکوسیستم مراقبت‌های بهداشتی است که فراتر از سلسله مراتب سنتی حرکت می‌کند و خدمات ارزشمند را به بیماران ارائه می‌دهد. مسئولان ذیربط برای دستیابی به اهداف راهبردی سلامت دیجیتال می‌باید کوشش نمایند تا علم پزشکی را با هوش مصنوعی و سیستم‌های دیجیتالی پیوند دهند. شایان ذکر است این جایگاه نیاز به سواد دیجیتالی در سلامت دارد که هم سیستم پزشکی و هم بیمار می‌باید اموزش داده شوند. موضوع قابل‌اهمیت این است که سواد دیجیتالی فقط کاربری آن نیست بلکه پیوند و همگرایی بین رشته‌ای نیاز دارد که موتور محرکه آن در علوم پایه و علوم بنیادی شکل می‌گیرد. لذا آینده خدمات پزشکی به‌سوی پزشکی فردی نیل می‌یابد و زیرساخت سیستم های دیجیتالی بستگی به سواد آن دارد. اصل سواد در گسترش مرزهای دانش شکل خواهد گرفت که بنیان آن در علوم پایه و طراحی و ساخت آن به علوم مهندسی بر می‌گردد تا سیستم پزشکی بتواند بهتر و راحت تر استفاده نماید.

سپاسگزاری

نویسندگان از دانشگاه تهران، صندوق حمایت از پژوهشگران، موسسه ملی توسعه تحقیقات علوم پزشکی(نیماد)، کرسی یونسکو در تحقیقات بین رشته ای در دیابت تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع و مؤاخذ

[1]. Shi C, Dumville JC, Juwale H, Moran C, Atkinson R. Evidence assessing the development, evaluation and implementation of digital health technologies in wound care: A rapid scoping review. Journal of Tissue Viability. 31(4) (2022)567-574

[2]. Awad A, Trenfield SJ, Pollard TD, Ong JJ, Elbadawi M, McCoubrey LE, Goyanes A, Gaisford S, Basit AW. Connected healthcare: Improving patient care using digital health technologies. Advanced Drug Delivery Reviews. 178(2021)113958.

[3]. Vayena E, Haeusermann T, Adjekum A, Blasimme A. Digital health: meeting the ethical and

policy challenges. Swiss Medical Weekly. 148(2018) w14571.

[٤]. لیلا ماه رخ، خشایار کریمیان و علی اکبر موسوی موحدی "پزشکی فردی: تحولی جدید در مراقبت از بیمار به سمت پیش بینی و پیشگیری" نشریه نشا علم، مجلد ٦، شماره ١ ، صفحات ٦٠-٦٤ سال ١٣٩٥

[٥]. سحر عجب شیر، جمشید خان چمنی " کارت هوشمند سلامت" فصلنامه نشاء علم، سال اول، شماره ی١، صفحه ٧٢-٧٧ـ سال ١٣٨٩

[6]. Elenko E, Speier A, Zohar D. A regulatory framework emerges for digital medicine. Nature Biotechnology. 33(7) (2015) 697-702.

[7]. Alsuliman T, Humaidan D, Sliman L. Machine learning and artificial intelligence in the service of medicine: Necessity or potentiality? Current Research in Translational Medicine. 68(4) (2020)245-51.

[8]. Noorbakhsh-Sabet N, Zand R, Zhang Y, Abedi V. Artificial intelligence transforms the future of health care. The American journal of medicine. 2019 Jul 1;132(7):795-801.

[9]. Deo RC. Machine learning in medicine. Circulation. 132(20) (2015)1920-30.

[10]. Awad A, Trenfield SJ, Pollard TD, Ong JJ, Elbadawi M, McCoubrey LE, Goyanes A, Gaisford S, Basit AW. Connected healthcare: Improving patient care using digital health technologies. Advanced Drug Delivery Reviews. 178(2021)113958.

[11]. Tian Z, Lu W, Wang T, Ma B, Zhao Q, Zhang G. Application of a robotic telemanipulation system in stereotactic surgery. Stereotactic and Functional Neurosurgery. 86(1) (2008)54-61.

[١٢]. رشید، افشین(١٤٠٠)" نانوبیوسنسورها" ، انتشارات کتاب سبز.

[13]. Tu J, Torrente-Rodríguez RM, Wang M, Gao W. The era of digital health: A review of portable and wearable affinity biosensors. Advanced Functional Materials. 30(29) (2020)1906713.

[14]. Zhu P, Peng H, Rwei AY. Flexible, wearable biosensors for digital health. Medicine in Novel Technology and Devices. (2022)100118.

[15]. Ligler FS, Gooding JJ. Lighting up biosensors: Now and the decade to come. Analytical Chemistry. 91(14) (2019) 8732-8.

[16]. Arumugam S, Colburn DA, Sia SK. Biosensors for personal mobile health: a system architecture perspective. Advanced Materials Technologies. 5(3) (2020) 1900720.

[17]. Zajicek H, Meyers A. Digital health entrepreneurship. In Digital health 2018 (pp. 271-287). Springer, Cham.

[18]. Smith B, Magnani JW. New technologies, new disparities: the intersection of electronic health and digital health literacy. International Journal of Cardiology. 292(2019)280-282.

Science and Education

Digital Health

Roghayeh Sattari, Ali A. Moosavi Movahhedi[*,1,2]

The recent Covid-19 pandemic has developed the critical importance of digital technologies in healthcare. Now more than ever, traditional models of healthcare are being replaced by increasingly digital technologies, with many people relying on the Internet and digital devices to access medical services and treatments. The advancement of digital tools is revolutionizing health services and many emerging devices promise special care for patients.

Biosensors are used for full-time patient monitoring, which enables rapid diagnosis and interventions. Robots are also active for care, rehabilitation and precise surgeries even remotely or targeted delivery of medicine. Also, artificial intelligence and machine learning are widely used to build automated clinical decision-making systems in medicine. Digital devices have the ability to accurately diagnose even early stages of disease, treat disease, and enhance health care for personalized medicine, offering numerous opportunities to facilitate prevention, early detection of life-threatening diseases, and management of chronic conditions outside of traditional health care settings.

Digital health is the flow of data from patients (data generated simultaneously by the patient), transfer to devices or specialists or health machines that analyze the data and provide meaning and model creation, then provide information and treatments and managed the needs of the patient.

For the progress and optimal use of medicine, the issue of digital health literacy is an urgent need for the support of basic and fundamental sciences converging with engineering sciences so that in-depth work and genuine diagnosis of diseases, especially complex and incurable diseases, can be achieved in the early stages.

Keywords: Digital Health, Biosensor, Robot, Artificial Intelligence, Machine Learning, Personalized Medicine, Real Time Patient Data, Digital Health Literacy

[*] Corresponding Author, Professor, Tel: +982161113381, Fax: +982166404680, E-mail: moosavi@ut.ac.ir

[1] Institute of Biochemistry and Biophysics, University of Tehran, Tehran, Iran

[2] Chemistry Branch, The Academy of Sciences, Islamic Republic of Iran

DOR: 20.1001.1.2008935.1401.13.1.10.3