نشریه فرهنگ و ارتقای سلامت فرهنگستان علوم پزشکی
دوره هفتم، پاییز ۱۴۰۲، شماره سوم، صفحات ۴۵۳ تا ۴۶۲

مروری

فناوری‌های هوش مصنوعی در حوزه سلامت: کاربردها و چالش‌ها با افق آینده

مصطفی قانعی[۱]، امیر جویا طلایی[۲]، حامد صاحبی[۳]، فاطمه اخوان انوری[۴]، حسین رستگار[۵*]

۱. استاد، مرکز تحقیقات آسیب‌های شیمیایی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله العظم (عج)، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری بیوتکنولوژی، مرکز تحقیقات حلال جمهوری اسلامی ایران، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران
۳. دکتری تخصصی شیمی تجزیه، مرکز تحقیقات حلال جمهوری اسلامی ایران، سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران
۴. کارشناسی ارشد ویروس‌شناسی، گروه آینده‌نگری، نظریه‌پردازی و رصد کلان سلامت فرهنگستان علوم پزشکی، تهران، ایران
۵. ***نویسنده مسئول:** استاد، مرکز تحقیقات فرآورده‌های آرایشی و بهداشتی سازمان غذا و دارو، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران، mhrastegar2@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۸/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: با پیشرفت فناوری‌های هوش مصنوعی در حوزه سلامت، اثرات مثبت آن بر بهبود شاخص‌های بهداشتی و درمانی افزایش یافته است. این تحقیق به بررسی نقش هوش مصنوعی، به‌ویژه بر پایه یادگیری ماشینی، در بهینه‌سازی فرآیندها و روندهای مراقبتی می‌پردازد.

روش: این مطالعه به عنوان یک مرور توصیفی طراحی شده است. برای این منظور، جستجوی گسترده‌ای در پایگاه‌های معتبر علمی از جمله Pubmed، Web of Science، و Scopus صورت گرفته است. جستجو با استفاده از معادل انگلیسی کلیدواژه‌هایی مانند «اینترنت اشیاء پزشکی»، تلفیق هوش مصنوعی با «مولکول‌های زیستی»، «دیابت»، «سرطان»، و «جراحی رباتیک» انجام شده است. مقالات یافت شده در حدود ۹۲ مقاله بودنده است که ۴۰ مقاله مرتبط با پژوهش انتخاب شد.

یافته‌ها: این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی در حوزه سلامت، شامل تشخیص بیماری، پیش‌بینی‌های بالینی، مدیریت بهتر بیمارستان‌ها و بهینه‌سازی منابع، رو به افزایش است این روند به افزایش کارایی و ارتقای کیفیت خدمات بهداشتی منجر می‌شود، بااین‌حال، چالش‌هایی نیز وجود دارد.

نتیجه‌گیری: فناوری‌های هوش مصنوعی به عنوان نقاط عطف فناورانه در حوزه سلامت شناخته شده‌اند که نه تنها به اصلاح و بهبود فرآیندهای درمانی کمک می‌کنند، بلکه در زمینه‌هایی مانند نظارت بر علائم حیاتی و جراحی نیز مؤثرند. با وجود چالش‌هایی مانند ناهمگونی و مدیریت داده‌ها، توانایی این فناوری‌ها در پیش‌بینی بیماری‌ها چشم‌انداز مراقبت‌های بهداشتی را تغییر داده است. موفقیت در این زمینه نیازمند رویکردهای چند رشته‌ای، آینده‌نگر و استراتژی‌های خردمندانه است.

کلیدواژه‌ها: ارائه مراقبت‌های بهداشتی، تکنولوژی زیست‌پزشکی، فراگیری ماشینی، هوش مصنوعی

مقدمه

هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری متحول کننده با ظرفیت ایجاد نگرش انقلابی در فرآیندهای تصمیم‌گیری کلان ملی ظهور کرده است، که با تکیه بر ابزارهایی از جمله یادگیری ماشینی (Machinc Learing, ML)، یادگیری عمیق (Deep Lealing, DL)، و براساس روش‌های نوین چون شبکه‌های عصبی و منطق فازی، قابلیت‌های ویژه‌ای ایجاد می‌کند که می‌تواند عملکرد هرسیستمی را بهبود بخشد (۱). در حوزه خدمات اجتماعی، هوش مصنوعی ظرفیت تحول‌آفرینی در چندین زمینه دارد. این زمینه‌ها شامل سیاست‌گذاری و حکمرانی، امنیت و دفاع، توسعه اقتصادی و ایجاد شغل، رفاه اجتماعی و کمک، آموزش و توسعه مهارت‌ها، و همچنین مراقبت‌های بهداشتی و خدمات عمومی سلامت می‌شوند (۲).

هوش مصنوعی به دلیل توانایی در پردازش مقادیر زیادی داده، تولید نتایج دقیق و کنترل فرآیندها برای ایجاد بهینه‌ترین نتیجه، از جمله فناوری‌های مورد توجه در زیست پزشکی بوده است. ادغام هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی به‌ویژه با توجه به ظرفیت آن برای پردازش مجموعه داده‌های گسترده، ارائه نتایج دقیق و بهینه‌سازی فرآیندها برای نتایج بهینه قابل توجه بوده است. این نتایج ریشه در اصول انصاف، توضیح‌پذیری، پاسخگویی، قابلیت اطمینان و مقبولیت دارند، زیرا نتایج تولید شده توسط

هوش مصنوعی با فرآیندهای الگوریتمی همسو می‌شوند (۳). هوش مصنوعی را می‌توان به عنوان توانایی کامپیوتر یا ربات برای بازتولید هوش انسانی در قالب نرم‌افزار و الگوریتم تعبیر کرد. هوش مصنوعی می‌تواند فرآیندهای فکری مانند استدلال منطقی، یادگیری مبتنی بر دانش، کشف دارو، جراحی هدایت شده و تصویربرداری پیشرفته را انجام دهد.

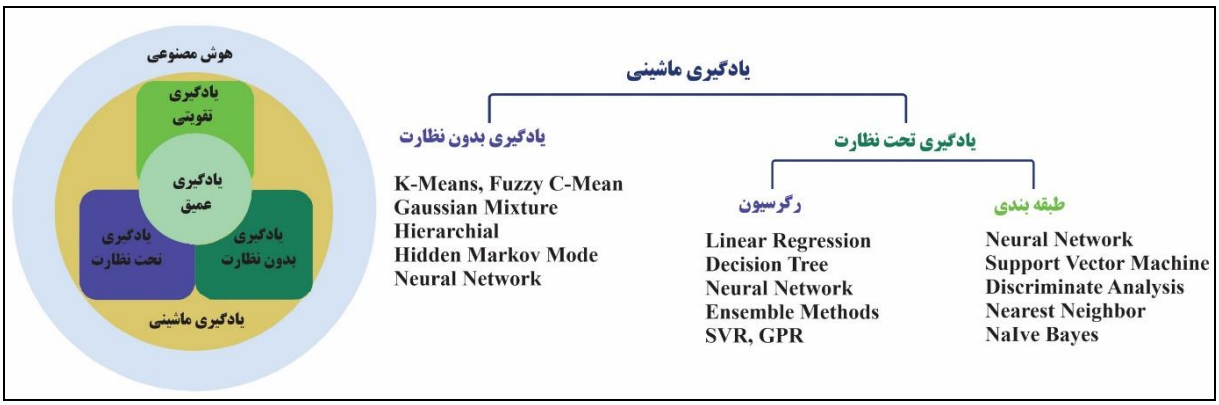
ML پرکاربردترین روش هوش مصنوعی برای پیش‌بینی الگوها است (شکل ۱). به‌طورکلی روش‌های یادگیری را می‌توان بیشتر به عنوان یادگیری تحت نظارت، بدون نظارت و تقویت شده طبقه‌بندی کرد (۴). در یادگیری نظارت شده، الگوریتم با داده‌های ورودی آموزش داده می‌شود. یادگیری نظارت شده در برنامه‌هایی استفاده می‌شود که داده‌های تاریخی در دسترس هستند و می‌توان از آن‌ها برای پیش‌بینی رویدادهای احتمالی آینده استفاده کرد. از آنجایی که این الگوریتم‌ها از داده‌های تاریخی برای آموزش استفاده می‌کنند، ساده‌تر و دقیق‌تر هستند. این الگوریتم‌ها را می‌توان بیشتر به الگوریتم‌های رگرسیون و طبقه‌بندی تقسیم کرد. الگوریتم‌های رگرسیون زمانی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که متغیر ورودی و متغیر خروجی با هم رابطه داشته باشند. در الگوریتم‌های طبقه‌بندی، متغیرهای خروجی را می‌توان با توجه به متغیرهای ورودی به کلاس‌هایی مانند بله – خیر و درست – نادرست دسته‌بندی کرد. روش‌های یادگیری بدون نظارت می‌توانند یک الگو را در هر مجموعه داده شناسایی کنند، حتی اگر داده‌ها به درستی طبقه‌بندی یا برچسب‌گذاری نشده باشند، راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای پردازش داده‌ها و یافتن ناهنجاری‌ها استفاده می‌شود. به طور مثال، در بیمارستان‌ها، داده‌های تولید شده از دستگاه‌های نظارت بر سلامت برای بیماران فردی می‌تواند موارد اضطراری احتمالی را پیدا کند و به کارکنان بهداشتی هشدار دهد. به این ترتیب، هوش مصنوعی با کاهش بار سیستم مراقبت‌های بهداشتی، جلوگیری از تشخیص‌های اشتباه و بستری‌های غیرضروری بیماران و همچنین صرفه‌جویی در هزینه و زمان برای بیماران با اجتناب از قرار ملاقات‌های غیرضروری، بهره‌وری سیستم سلامت را افزایش می‌دهد.

چشم‌انداز سنتی نظارت بر مراقبت‌های بهداشتی در حال تغییری ژرفی است. با همه‌گیر شدن و گسترش ابزارهای نظارت دیجیتالی درمراقبت‌های بهداشتی و تشخیص خودکار و توسعه محصولات یکپارچه مبتنی بر فضای ابری نقش محوری این ابزار بیش از پیش ملموس خواهد بود. این انقلاب فناوری، بیماران، پزشکان و حتی جوامع روستایی را با فراهم کردن دسترسی به خدمات نوین مراقبت‌های بهداشتی با کیفیت بالا، توانمند می‌سازد و در نهایت منجر به بهبود نتایج مراقبت‌های بهداشتی می‌شود.

دراین مقاله به بررسی نقش هوش مصنوعی در بهینه‌سازی و تصمیم‌گیری می‌پردازیم و مزایای بالقوه، چالش‌ها و ملاحظات برای استقرار موفق آن در حوزه سلامت را مرور می‌کنیم. بهره‌برداری مناسب، کارآمد، و اثربخش گروه‌های مختلف دخیل در حوزه سلامت از جمله ارائه دهندگان خدمات درمانی، بیماران و خانواده آن‌ها، و مدیران نظام سلامت از خدمات هوش مصنوعی مستلزم وجود دانش و مهارت استفاده از فناوری‌های مرتبط با آن می‌باشد.

روش

بررسی و ارزیابی مقالات در پایگاه‌های داده شامل Pubmed، Web of Science و Scopus در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۳ میلادی انجام شد. برای استراتژی جستجو، مرورگر MeSH و کلیدواژه‌های هوش مصنوعی؛ یادگیری عمیق؛ یادگیری ماشینی؛ اینترنت اشیا پزشکی؛ هوش مصنوعی و مولکول‌های زیستی؛ هوش مصنوعی و دیابت؛ هوش مصنوعی و سرطان؛ و جراحی رباتیک انجام شده است. علاوه‌براین، جستجوی مقالات مرتبط در گوگل اسکالر و وبسایت سازمان‌هایی نظیر سازمان بهداشت جهانی و سازمان جهانی غذا انجام گرفت. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از مقالات و دیگر متون انگلیسی زبان مرتبط، دسترسی به متن کامل مقالات، به‌روز بودن مقالات و تمرکز بر روی موضوع کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه سلامت و چالش‌های استقرار آن. معیارهای خروج مقالات و متون منتشر شده از مطالعه عبارت بودند از



شکل ۱. نمایش شماتیک رابطه بین هوش مصنوعی و طبقه‌بندی الگوریتم‌ها (۵)

مواردی که به زبان انگلیسی منتشر نشده بودند و مقالات و دیگر متون که در بیان دقیق اهداف مورد نظر در این مطالعه جامعیت نداشته‌اند. پس از بررسی مقالات، در مرحله انتخاب مطالعات، ابتدا عنوان و چکیده مقالات مورد بررسی قرار گرفتند. سپس متن کامل مقالات مرتبط و آن دسته از مقالاتی که در آن‌ها احتمال ارتباط موضوعی وجود داشت ذخیر گردید. در مرحله بعد مقالات مرتبط و آن دسته از مطالعاتی که در ارتباط موضوعی آنها تردید وجود داشت، مورد بررسی قرارگرفتند. در انتها، اطلاعات مربوط به نحوه بکارگیری، مهارت‌های لازم، و در نهایت چالش‌های استقرار هوش مصنوعی در حوزه سلامت از مقالات استخراج و یافته‌ها ارائه شد. تعداد مقالات بازبینی شده در حدود ۹۲ مقاله بودند. از این میان حدود ۴۰ مقاله مرتبط با پژوهش انتخاب شد.

یافته‌ها

در بررسی جامع خود از پیشرفت‌های اخیر در فناوری سلامت، هم‌افزایی قابل‌توجهی بین فناوری‌های جدید و ادغام آن‌ها با هوش مصنوعی مشاهده کردیم. این ترکیب قابلیت‌های پیشرفته‌ای را در جنبه‌های مختلف مراقبت‌های بهداشتی ایجاد کرده است. ادغام این فناوری‌ها راه حل‌های تشخیصی، درمانی و مراقبتی بهبود یافته‌ای را ارائه می‌دهد. در ذیل برخی از کاربردهای هوش مصنوعی مورد استفاده در صنعت مراقبت‌های بهداشتی آورده شده است.

الف. نقش هوش مصنوعی و همگام‌سازی آن با اینترنت اشیا در بهبود خدمات حوزه سلامت

هوش مصنوعی نقشی اساسی در بهبود عملکرد، افزایش دقت تشخیصی، امکان تصمیم‌گیری برای دستگاه‌های اینترنت اشیا پزشکی (IoMT)و ارزیابی خطرات تصمیم‌گیری مرتبط با سلامت دارد (۶). امروزهIoMT به یک جزء جدایی ناپذیر از پرداختن به خواسته‌ها و ضرورت‌های ترکیب هوش مصنوعی در فرآیندهای حوزه سلامت تبدیل شده است. با ادغام تخصص انسانی با قابلیت‌های هوش مصنوعی، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند با در نظر گرفتن ابعاد علمی، اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و قانونی، رویکردی جامع را برای رسیدگی به چالش‌های مراقبت‌های بهداشتی اتخاذ کنند. این رویکرد جامع خلاقیت را تقویت می‌کند، تفکر نوآورانه را ترویج می‌کند و توسعه راه‌حل‌های مبتنی بر داده را در مقیاسی بی‌سابقه توانمند می‌سازد. در حوزه بهداشت و درمان، یکپارچگی هوش مصنوعی با فناوری‌های نوین نظیر IoMT برای بهبود چرخه درمان و پیشگیری از هدر رفت منابع حیاتی است. این ترکیب نوآورانه به ما امکان می‌دهد تا با استفاده از ابزارهای پیشرفته و تحلیل‌های دقیق، مراقبت‌های بهداشتی را به شیوه‌ای کارآمدتر و مؤثرتر ارائه دهیم. بهره‌گیری از IoMT در کنار هوش مصنوعی نه تنها کیفیت مراقبت‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه به مدیریت بهینه منابع کمک کرده و فرایندهای درمانی را به گونه‌ای هوشمندانه ساده‌سازی می‌کند. این رویکرد نه تنها برای بیماران بلکه برای کل سیستم بهداشت و درمان منفعت‌های بزرگی به همراه دارد، از جمله بهبود دسترسی به خدمات بهداشتی و کاهش هزینه‌های درمانی.

اینترنت اشیا یک فناوری برهم‌زن (Disruptive) و در حال رشد سریع است که با ورود به عرصه پزشکی، کل زیست بوم نظام سلامت را متحول ساخته است و می‌توان از آن به عنوان یک انقلاب در مراقبت‌های بهداشتی درمانی نام برد. به لطف نوآوری‌ها از جمله توسعه ریزپردازنده‌ها، معماری حسگرهای زیستی و فناوری‌های در حال تکامل نسل پنجم، بهبود قابل‌توجهی در کارایی، اثربخشی و استاندارد درمان حاصل خواهد شد. فناوری IoMT به طور مؤثر بیماران را با متخصصان مراقبت‌های بهداشتی از طریق دستگاه‌های پزشکی شبکه‌ای متصل می‌کند و جمع‌آوری داده‌ها از راه دور، پردازش و انتقال ایمن را تسهیل می‌کند. این فناوری با فعال کردن نظارت بی‌سیم پارامترهای مراقبت های بهداشتی به کاهش اقامت‌های غیرضروری در بیمارستان و هزینه‌های مربوط به مراقبت‌های بهداشتی کمک می‌کند. دستگاه‌های نظارت بر سلامت شخصی مانند مچ‌بندهای هوشمند، منسوجات پوشیدنی، دستگاه‌های ادغام‌شده با گوشی‌های هوشمند و ردیاب‌های تناسب اندام به نمونه‌های برجسته‌ای در زمینه نظارت بر تناسب اندام و فعالیت تبدیل شده‌اند (۷).

ب. تلفیق نانوفناوری و IoMT در مراقبت‌های بهداشتی

نوآوری‌های زیست‌پزشکی کیفیت مراقبت‌های بهداشتی را افزایش می‌دهند؛ اما نقش نانوفناوری نیازمند درک عمیق‌تر از طریق هوش مصنوعی برای حساسیت بهینه و کوچک‌سازی تجهیزات پزشکی است. ادغام فناوری نانو با هوش مصنوعی و IoMT برای راه‌حل های نوآورانه مراقبت‌های بهداشتی مانند نانوپزشکی و نانورباتیک ضروری است. دستگاه‌های پوشیدنی مبتنی بر فناوری نانو که در مراقبت‌های بهداشتی محبوب هستند، به طور مداوم پارامترهای فیزیولوژیکی را پایش می‌کنند. برای تفسیر داده‌های بالینی گسترده از این دستگاه‌ها، تجزیه و تحلیل هوش مصنوعی برای تشخیص دقیق و پیش آگهی حیاتی است. این دستگاه‌های کوچک‌شده، فناوری نانو را با مهندسی زیست‌پزشکی مرتبط می‌کنند و چالش‌های تشخیصی و درمانی را برطرف می‌کنند. مواد دو بعدی پیشرفته، از جمله گرافن، بوروفن و مکسین‌ها، توسعه دستگاه‌های سنجش زیستی نسل بعدی با ویژگی‌های پیشرفته را تقویت کرده‌اند. به‌تازگی، حسگرهای پوست الکترونیکی ادغام شده با مکسین‌ها برای ردیابی حرکت انسان با استفاده از انتقال فشار معرفی شده‌اند (۸).

نانومواد مبتنی بر کربن مانند نانولوله‌های کربنی و گرافن دارای خواص الکتریکی ذاتی و زیست سازگاری مناسب برای نظارت بر

سیگنال‌های زیستی هستند. آن‌ها را می‌توان با دستگاه‌های سازگار با پوست برای ایجاد مانیتورهای پوشیدنی ادغام کرد. گرافن، یک نانومواد دو بعدی که به طور گسترده تحقیق شده است، کاربردهای بالقوه‌ای در دستگاه‌های حسگر زیست‌پزشکی، از جمله دستگاه‌های پوشیدنی دارد (۹). مساحت سطح بالای آن، ایجاد دستگاه‌های حسگر زیستی بسیار حساس را تسهیل می‌کند، در حالی که خواص مکانیکی آن، آن را برای نظارت مداوم بر پوشیدنی‌ها ایده‌آل می‌کند. از خواص الکتریکی گرافن برای طراحی حسگرهایی استفاده شده است که عملکردهای حسی انسان مانند لمس و بویایی را تقلید می‌کنند. به عنوان مثال، حسگرهای کرنش مبتنی بر گرافن می‌توانند از حس لامسه انسان تقلید کنند و هوش ماشینی دقت آن‌ها را تا بیش از ۸۰ درصد برای شناسایی سطوح افزایش می‌دهد. کاربرد دیگر شامل حسگرهای الکترونیکی بینی ساخته شده از گرافن برای تشخیص گاز است که از سیستم بویایی انسان تقلید می‌کند (۱۰). کارهای قابل توجه در این زمینه شامل سیستم بویایی مصنوعی توسط هایاسکا و همکاران معرفی شده است که گازهای آلی فرار را با استفاده از ترانزیستورهای اثر میدانی مبتنی بر گرافن شناسایی می‌کند و از ML نظارت شده برای بهبود صحت عملکرد استفاده می‌کند (۱۱).

ادغام هوش مصنوعی با دستگاه‌های مانیتورینگ سیگنال زیستی چاپی انعطاف‌پذیر، اندازه‌گیری بی‌سیم را در زمان واقعی امکان‌پذیر می‌کند. منسوجات الکترونیکی یک پلتفرم مشابه برای نظارت مداوم سیگنال فیزیولوژیکی ارائه می‌دهند. به طور خاص، فانگ و همکاران، یک حسگر مبتنی بر نساجی الکترونیکی برای اندازه‌گیری فشار خون غیرتهاجمی ایجاد کرد که از یک شبکه نانولوله کربنی سه‌الکتریک برای تبدیل سیگنال‌های فشار به برق استفاده می‌کند (۱۲). این سیستم پایدار، رسانا است و با یک برنامه تلفن همراه جفت می‌شود که داده‌های قلب و عروق را در زمان واقعی پردازش کرده و برای ذخیره‌سازی طولانی‌مدت به فضای ابری ارسال می‌کند. توسعه دیگر شامل آرایه‌های نانوذرات طلا برای تشخیص پره اکلامپسی در دوران بارداری است (۱۳). این دستگاه‌ها از آرایه‌های هوشمند نانوذرات طلا استفاده می‌کنند که به گازهای فرار واکنش نشان می‌دهند، با الگوریتم‌هایی که الگوها را تجزیه و تحلیل می‌کنند تا بین بارداری‌های پره‌اکلامپسی و غیر پره‌اکلامپسی تمایز قائل شوند. این سیستم نانوذرات طلا می‌تواند به سرعت با حساسیت و دقت بالا اندازه‌گیری و تشخیص دهد.

پ. تلفیق هوش مصنوعی و مولکول‌های زیستی

در این راستا، رویکردهای ML برای طراحی و تولید مولکول‌های زیستی مهندسی شده جدید برای کاربردهای سنجش هوشمند استفاده بکار گرفته شده است. پیش‌بینی توانایی تشخیص گیرنده‌ها در یک محیط برای بهبود انتخاب‌پذیری، ویژگی بسیار مهمی تلقی می‌شود. محققان از الگوریتم‌های شبکه عصبی عمیق (DNN) برای طراحی و تجزیه و تحلیل یک سوئیچ RNA قابل برنامه‌ریزی استفاده کرده‌اند. مدل توسعه‌یافته می‌تواند به درک رفتار گیرنده زیستی مصنوعی (حالت روشن و خاموش) کمک کند (۱۴). شیشه‌های فلزی به دلیل ترکیب منحصر به فرد خود از انقباض مغناطیسی و خواص مغناطیسی نرم، نقش مهمی در توسعه حسگرهای زیستی مغناطیسی الاستیک دارند. رن و همکاران با استفاده مکرر از ML وتلفیق آن با روش‌های تجربی به قابلیت شناسایی ترکیبات جدید شیشه‌های فلزی رسیدند (۱۵). استفاده از فناوری ML همچنین به اختراع مواد الکترونیکی انعطاف‌پذیر جدید برای کاربردهای حسگر پوشیدنی کمک می‌کنند. جکسون و همکاران یک الگوریتم ML دانه درشت-ANN الکترونیکی را برای درک ساختارهای الکترونیکی وابسته به ساختار در مواد نرم گزارش کردند (۱۶).

استراتژی‌های سنجش با قابلیت نانومولکول‌ها و قابلیت پیش‌بینی مبتنی بر هوش مصنوعی با پلتفرم‌های IoT به‌طور مؤثر بیماری‌های مزمن را در دوره‌های بسیار اولیه پیش‌بینی می‌کنند. نانومواد نقش مهمی در توسعه دستگاه‌های IoMT با عملکرد بهتر در شناسایی مولکول‌های زیستی ایفا می‌کنند (۱۷). نقش فناوری نانو در بهبود ایمنی و کارایی سیستم‌های زیست پزشکی نسل بعدی مانند ابزارهای ویرایش ژن CRISPR/Cas9 نیز به اثبات رسیده است (۱۸). سونگ و همکاران در مطالعه‌ای پی بردند که حسگرهای IoMT همراه با تجزیه و تحلیل هوش مصنوعی دارای کاربرد گسترده‌ای مبتنی برانتقال ایده و توانایی پردازش عالی برای کارکنان بخش‌های مراقبت‌های بهداشتی در طول COVID-19 هستند (۱۹). دستگاه‌های سنجش نقطه مراقبت (POC) همراه با IoMT و هوش مصنوعی (مانند ML و DL) ثابت کرده‌اند که به ذخیره و تجزیه و تحلیل داده‌ها در راستای بیهنه‌سازی سیستم کمک می‌کنند (۲۰). دستگاه‌های IoMT مانند گجت‌های هوشمند می‌توانند فشار خون، ضربان قلب، نوار قلب و دمای بدن را تشخیص دهند. دستگاه‌های تجاری‌سازی شده بر مبنای IoMT که با هوش مصنوعی ادغام شده‌اند، مانند ساعت‌های هوشمند و مچبندها، در سال‌های اخیر به دلیل ویژگی‌های ترکیبی سنجش و انتقال همزمان داده‌های بی‌سیم مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌اند (۲۱). تشخیص عفونت‌های واگیر اولیه و غیرواگیر از این طریق امکان‌پذیر شده است. این رویکرد منجر به بهبود نرخ تشخیص در مناطق دورافتاده با هزینه کمتر می‌شود (۲۲).

ت. نقش هوش مصنوعی در مدیریت دیابت

دیابت یک نگرانی رو به رشد در جوامع در حال توسعه است که به نظارت دوره‌ای سطح گلوکز خون دارد. پایش دقیق و مکرر گلوکز برای جلوگیری از عوارض بالینی حاد و مزمن مرتبط با دیابت بسیار مهم است. سیستم‌های پایش گلوکز موجود برای اندازه‌گیری POC در بیماران

براساس رویکردهای الکتروشیمیایی است. اگرچه محدودیت‌هایی در مورد دقت گلوکزمتر وجود دارد؛ اما استفاده از گلوکزمتر برای مدیریت دیابت به‌طور پیوسته در حال افزایش است. روش‌های ML، پردازش زبان طبیعی (NLP) و شبکه‌های عصبی مصنوعی نقش مهمی در کنترل دیابت دارند زیرا به پیش‌بینی الگوهای دیابت و ارزیابی خطر ابتلا به دیابت کمک می‌کنند، بنابراین مدیریت دیابت را ساده‌تر می‌کنند (۲۳).

رویکردهای مبتنی بر هوش مصنوعی و مبتنی بر ML با دستگاه‌های پایش گلوکز برای بهبود دقت بالینی ادغام شده‌اند. به عنوان مثال، خانام و همکاران، یک سیستم مجهز به هوش مصنوعی برای تشخیص دقیق سطح گلوکز انسان را توسعه دادند (۲۴). ویژگی‌های ورودی مانند سن، بارداری، شاخص توده بدن، سطح گلوکز و انسولین برای آموزش سیستم مورد استفاده قرار گرفت. الگوریتم‌های ML مانند جنگل‌های تصادفی (RF)، شبکه‌های عصبی، درخت‌های تصمیم‌گیری (DT) و k-نزدیک‌ترین همسایه (KNN) با لایه‌های پنهان برای ارزیابی مجموعه داده‌ها استفاده شدند. همه مدل‌ها اندازه‌گیری قابل اعتماد گلوکز را با دقت بیش از ۷۰درصد ارائه کردند. در مطالعه دیگری حمدی و همکاران سطوح گلوکز را با استفاده از یک سیستم ترکیبی با مدل‌های محفظه تجزیه‌وتحلیل کرد (۲۵). سطح گلوکز با کمک یک الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی اندازه‌گیری شد. این دستگاه از یک حسگر زیر جلدی تشکیل شده است که به‌درستی زیر پوست قرار می‌گیرد و به صورت بی‌سیم به یک فرستنده برای نمایش سطح گلوکز متصل می‌شود. این دستگاه هر ۱۵ دقیقه سطح گلوکز را اندازه‌گیری می‌کند.

در پژوهشی دیگر رگلا و همکاران بیماران دیابت حامله را تحت حمایت تصمیم‌گیری پزشکی از راه دور در طول همه گیری COVID-19 قرار دادند (۲۶). سیستم پایش، شامل یک گوشی هوشمند برای داده‌های فعالیت بدنی و یک گلوکومتر مجهز به بلوتوث برای انتقال داده‌ها بود. داده‌های جمع‌آوری شده از سوابق پزشکی الکترونیکی (EMR)، مانیتورهای فشار خون و گلوکومتر به الگوریتم سیستم پشتیبانی تصمیم (DSS) وارد شدند. الگوریتم ML برای توصیه برنامه غذایی به بیمار و تعیین اینکه آیا مشاوره پزشکی ضروری است یا خیر برنامه‌ریزی شده بود. تغذیه شخصی، مفهوم تنظیم برنامه‌های غذایی بر اساس متابولیسم، جنسیت، سن و بیوشیمی برای درمان، مدیریت و پیشگیری از بیماری، مورد تأکید قرار گرفت. وانگ و همکاران به‌تازگی مفهوم نظارت بر تغذیه شخصی را با ادغام دستگاه‌های حسگر زیستی با سیستم‌های مبتنی بر فضای ابری را معرفی کرده است (۲۷). پلتفرم نظارت چندحسی پیشنهادی بر مصرف و بلع غذا از طریق حسگرهای تصویربرداری و حرکت نظارت می‌کند. علاوه‌براین، حسگرهای پوشیدنی متابولیت‌ها و مواد مغذی موجود در مایعات بیولوژیکی انسان مانند خون، عرق، بزاق، ادرار و مایع بینابینی (ISF) را اندازه‌گیری می‌کنند.

ث. نقش هوش مصنوعی در کنترل مدیریت سرطان

سرطان یک وضعیت بالینی است که با رشد و تکثیر کنترل نشده سلول‌های غیر طبیعی در سراسر بدن مشخص می‌شود. تست‌های تصویربرداری مورد استفاده برای تشخیص سرطان شامل توموگرافی کامپیوتری (CT)، تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI)، اسکن توموگرافی گسیل پوزیترون (PET) و سونوگرافی است. استراتژی‌های تشخیصی مبتنی بر نشانگر زیستی نیز برای تشخیص زودهنگام سرطان، با استفاده از نشانگرهای پروتئین سرطان مورد تأیید سازمان غذا و دارو آمریکا توسعه یافته‌اند (۲۸). فناوری‌های هوش مصنوعی کاربردهای بالقوه‌ای در تحقیقات سرطان دارند، از جمله تشخیص زودهنگام، غربالگری در مقیاس بزرگ، طبقه‌بندی مرحله، پروفایل مولکولی، پیش‌بینی نتیجه بیمار، پاسخ درمانی، درمان شخصی‌شده، گردش کار رادیوتراپی خودکار، و داروهای جدید سرطان. کشف و آزمایش بالینی الگوریتم‌های هوش مصنوعی و ML نیز می‌تواند برای ایجاد مدل‌های پیش‌بینی برای ارزیابی متاستاز، ارزیابی غدد لنفاوی، پاسخ‌های درمان دارویی و پیش‌آگهی استفاده شود. محققان با استفاده از داده‌های بالینی، داده‌های پاتولوژیک و پلی‌مورفیسم‌های ژنتیکی در مدل شبکه عصبی مصنوعی، می‌توانند مراحل قبل از عمل سرطان معده را با دقت ۸۲ درصد پیش‌بینی کنند (۲۹). بسیاری از محققان از الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی برای توسعه مدل‌های محاسباتی برای پیش‌بینی نتیجه سرطان استفاده کرده‌اند. بیان ژن یک رویکرد مؤثر است، البته با محدودیت‌های اندازه نمونه محدود شده است. سیستم‌های ML، همراه با هوش مصنوعی، در تشخیص، شناسایی و طبقه‌بندی زیرگروه‌ها کارآمد هستند (۱۸). الگوریتم‌های تصمیم‌گیری پیش‌بینی‌کننده، از جمله KNN، ماشین‌های بردار پشتیبان (SVM) و DT، به استخراج ویژگی‌های بالینی از مجموعه داده‌های بزرگ کمک می‌کنند. فن و همکاران یک روش ایمونوهیستوشیمی مبتنی بر ۳،۳'-دی آمینوبنزیدین (DAB) با کمک هوش مصنوعی برای تشخیص چند تومور ارائه کرد (۳۰). بر اساس مدل پیشنهادی، این گروه سرطان سینه را با بیان بیش از حد HER2 با حساسیت بالا (۹۵درصد) و ویژگی (۱۰۰درصد) شناسایی کردند.

ج. نقش هوش مصنوعی در جراحی

اهمیت IoMT با تکامل هوش مصنوعی و زیرمجموعه‌های آن از جمله ML، بینایی کامپیوتر (CV)، DL و NLP در حال افزایش است. این عناصر هوش مصنوعی پایه و اساس جراحی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را تشکیل می‌دهند (۳۱). افزایش قابلیت‌های هوش مصنوعی در جراحی‌ها ناشی از ادغام زیرشاخه‌های آن است. هوش مصنوعی در مراحل مختلف جراحی نقش دارد و کاربردهای آن در جراحی‌های ستون فقرات توسط چانگ و همکارانش بیان شده است (۳۲). با گذشت زمان، جراحی‌ها از

انجام کاملاً انسانی به مبتنی بر هوش مصنوعی و خودمختار تبدیل شده‌اند. پانسار و همکاران این تغییر را مورد بحث قرار داد و به پیشرفت‌هایی مانند سیستم جراحی داوینچی اشاره کردند که سیستمی است با کمک رباتیک که در آن جراحان بازوهای ربات را از راه دور کنترل می‌کنند (۳۳). چنین سیستم‌هایی دقیق و کم تهاجمی هستند و توسط بسیاری از پزشکان ترجیح داده می‌شوند. پانسار و همکاران نقش اینترنت یا پلتفرم‌های تلفن همراه کنترل‌شده با هوش مصنوعی که می‌توانند تخصص جراحی را از راه دور حتی در مناطق غیرقابل دسترس ارائه دهند مورد بررسی قرار دادند (۳۴).

از نظر جراحی‌های خاص، انواع مختلفی وجود دارد که برخی از آنها قابل برنامه‌ریزی هستند، در حالی که برخی دیگر اورژانسی هستند. به عنوان مثال، جراحی‌های ستون فقرات چهار هدف اصلی دارند: آماده‌سازی قبل از عمل و انتخاب بیمار، بهبود کیفیت تحقیقات در جراحی‌های ستون فقرات، جمع آوری داده‌ها و ردیابی قبل از جراحی و خود جراحی (۳۵). رشد هوش مصنوعی و ML ابزارهای تجزیه و تحلیل داده‌های دقیق‌تری را در اختیار جراحان قرار می‌دهد. هوش مصنوعی و ML به‌ویژه در مراقبت از ستون فقرات برای کارهایی مانند تصویربرداری تشخیصی، پیش‌بینی مداخلات درمانی و تجزیه و تحلیل بیومکانیکی مفید هستند (۳۶).

هوش مصنوعی نقش مهمی در بهبود روش‌های جراحی و پیش‌بینی نتایج جراحی ایفا می‌کند. مس و همکاران پیشنهاد کردند که استفاده از هوش مصنوعی در این درمان‌های جراحی ممکن است به تعریف کیفیت و هزینه‌های درمان و مراقبت کمک کند. همچنین می‌تواند نتایج را بهبود بخشد و هزینه‌های بیماران و همچنین بیمارستان‌ها را کاهش دهد (۳۷). چندین مدل پیشنهاد شده است که به بیماران و جراحان اجازه می‌دهد تا خطرات ناشی از جراحی را پیش‌بینی کنند. در ارزیابی ریسک توسط بکلیس و همکاران از مدل رگرسیون لجستیک استفاده شد (۳۸). شیر و همکاران از درخت تصمیم برای پیش‌بینی عوارض در جراحی‌های ناهنجاری ستون فقرات بزرگسالان استفاده کرد (۳۹).

هوش مصنوعی اطلاعات گسترده‌ای مانند آناتومی بیمار، ژنتیک، تاریخچه بیماری و وضعیت اقتصادی را پردازش می‌کند تا پیش‌بینی‌های دقیق‌تری انجام دهد. در زمینه بیماران صرعی، یک مدل DL می‌تواند پیش‌بینی کند که کدام بیماران ممکن است بیشتر از جراحی سود ببرند (۴۰).

مطالعات الگوریتم‌های ML را در جراحی‌های قلب قفسه‌سینه به کار گرفته‌اند که توانایی برتر در پیش‌بینی مرگ‌های پس از عمل را نشان می‌دهد. تکنیک‌هایی مانند شبکه های عصبی مصنوعی و شبکه‌های عصبی کانولوشن در جراحی‌های قلب/قفسه‌سینه برای کارهایی مانند تقسیم آئورت و تشخیص آسیب‌شناسی اشعه ایکس استفاده شده است (۴۱). علاوه‌براین، مدل‌های ML می‌توانند خطرات مرتبط با جراحی‌های قلبی، مانند آسیب حاد کلیه را پیش‌بینی کنند (۴۲).

چ. نقش هوش مصنوعی در مدیریت مراقبت‌های درمانی و بهداشتی

هوش مصنوعی به‌تدریج جایگاهی برای خود در مدیریت بیمارستان ایجاد کرده و به ابزاری ضروری تبدیل شده است. به‌طور سنتی، مسئولیت‌های اداری، به‌ویژه تکمیل پرونده پزشکی و کدگذاری، به نظارت دستی دقیق نیاز داشتند که منجر به اختلافات احتمالی می‌شد. بااین‌حال، با هوش مصنوعی، ابزارهای اتوماسیون می‌توانند سوابق بیمار را با دقت کدنویسی کنند و از دقت در درج کامل وضعیت در پرونده پزشکی اطمینان حاصل کنند و بار کاری اداری را به میزان قابل توجهی کاهش دهند. به عنوان مثال، پرونده پزشکی پیچیده بیمار، که ممکن است پیش از این به ساعت‌ها کدگذاری دستی نیاز داشته باشد، اکنون می‌تواند به سرعت و با دقت با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی کدگذاری شود و اطمینان حاصل شود که پرونده پزشکی منعکس‌کننده خدمات دقیق ارائه‌شده است (۴۳).

بهره‌وری عملیاتی حوزه دیگری است که در حال تغییر توسط هوش مصنوعی است. با تجزیه و تحلیل پیش‌بینی‌کننده مبتنی بر هوش مصنوعی، بیمارستان‌ها می‌توانند به‌طور فعال میزان ورودی بیماران را بسنجند. برای مثال، براساس داده‌های تاریخی و اطلاعات لحظه‌ای، یک بیمارستان می‌تواند افزایش پذیرش بیماران را به دلیل شیوع آنفلوانزای فصلی پیش‌بینی کند، بنابراین از نظر تخصیص تخت، زمان‌بندی کارکنان و آمادگی تجهیزات آماده می‌شود. کاربرد هوش مصنوعی به مدیریت زنجیره تأمین نیز گسترش می‌یابد؛ با سیستم‌های هوش مصنوعی که تقاضا برای اقلام ضروری را پیش‌بینی می‌کنند (۴۴). تصور کنید یک بیمارستان در طول یک بیماری همه‌گیر، هرگز داروهای حیاتی خود را تمام نمی‌کند، زیرا هوش مصنوعی افزایش نیاز را پیش‌بینی کرده و براساس آن تدارکات را تنظیم کرده است.

تجربه بیمار همیشه مهم بوده است و در اینجا نیز هوش مصنوعی در حال پیشرفت است. با استفاده از هوش مصنوعی، بیمارستان‌ها می‌توانند وضعیت رسیدگی به بیمار را بهینه کنند و حداقل زمان انتظار را تضمین کنند. برای مثال، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند پیش‌بینی کنند که چه زمانی بخش‌های رادیولوژی شلوغ‌تر هستند و امکان زمان‌بندی بهینه قرار ملاقات را فراهم می‌کنند. علاوه‌براین، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مقادیر وسیعی از بازخورد بیمار را بررسی کنند تا بینش‌های عملی به دست آورند و به طور مداوم مراقبت از بیمار را اصلاح کنند.

با پذیرش هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی، این فناوری می‌تواند به‌طور فعال الگوهای صورتحساب‌های مالی را نظارت کند. به عنوان مثال، اگر بیمارستانی افزایش غیرمنتظره‌ای در صورت‌حساب یک MRI مشاهده کند، هوش مصنوعی می‌تواند آن را با سوابق بیمار، تشخیص‌ها و سایر داده‌های مرتبط بررسی کند. اگر پرداختی‌ها با فعالیت‌های بالینی صورت گرفته برای بیمار همسو نباشد، سیستم هوش مصنوعی می‌تواند این اختلافات را برای

بررسی بیشتر علامت‌گذاری کند. چنین مکانیزم‌هایی می‌توانند به شناسایی خطاهای غیرعمدی صورت‌حساب و فعالیت‌های متقلبانه عمدی کمک کنند. پلتفرم Alaffia Health نمونه‌ای است که هوش مصنوعی را برای اطمینان از یکپارچگی پرداخت ادغام می‌کند.

سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در تضمین امنیت داده‌های سوابق حساس بیمار بسیار مهم هستند. هر گونه تلاش برای دسترسی غیرمجاز، مانند تلاش برای دسترسی به سابقه پزشکی محرمانه بیمار بدون مجوز مناسب، می‌تواند فوراً شناسایی شود. سپس سیستم هوش مصنوعی می‌تواند اقدامات پیشگیرانه‌ای مانند قفل کردن موقت سوابق یا اطلاع دادن به مدیران سیستم انجام دهد. ادغام هوش مصنوعی تضمین می‌کند که محرمانه بودن داده‌های بیمار همیشه حفظ می‌شود (۴۵).

چالش و چشم‌اندازهای آینده

ادغام هوش مصنوعی با IoMT یک راه پیشگامانه در فناوری پزشکی ارائه می‌دهد. با این حال، قبل از اینکه بتوان از این ظرفیت به طور کامل استفاده کرد، چندین چالش وجود دارد که باید به آنها پرداخت. یکی از مسائل اولیه کیفیت و جمع آوری داده‌ها است. سیستم‌های هوش مصنوعی بر اساس داده‌های دقیق و با کیفیت بالا برای نتایج مؤثر رشد می‌کنند. سوابق سلامت فعلی از منابع مختلف ممکن است سوگیری‌ها یا اختلال‌هایی را ایجاد کند که می‌تواند بر آموزش هوش مصنوعی تأثیر منفی بگذارد. این ناهمگونی در داده‌ها بر نیاز به الگوریتم‌های پیچیده برای اصلاح و استانداردسازی مجموعه داده‌ها تاکید می‌کند که تشخیص بالینی دقیق را تضمین می‌کند. اتصال چالش دیگری در این حوزه است. راه‌حل‌های اتصال قوی و بدون وقفه برای عملکرد مؤثر دستگاه‌های IoMT بسیار مهم هستند. در حالی که بلوتوث نیازهای مسافت کوتاه را برآورده می‌کند، Wi-Fi سازمانی چشم انداز اتصال گسترده‌تر و ایمن‌تری را ارائه می‌دهد. اطمینان از اینکه دستگاه‌های IoMT یک اتصال اینترنتی ثابت را حفظ می‌کنند، به‌ویژه در مناطقی که مستعد تداخل یا حرکت هستند، بسیار مهم است. علاوه‌براین، با پیشرفت تکنولوژی، نیاز مبرمی به کوچک‌سازی دستگاه‌های پزشکی بدون به خطر انداختن عملکرد آن‌ها وجود دارد. دستگاه های مرسوم به دلیل اندازه و پیچیدگی‌هایشان همیشه مناسب بیمار نیستند. با این حال، نوآوری‌هایی مانند آنالوگ فرونت اند (AEF) در حال جایگزینی اجزای حجیم‌تر هستند و راه را برای دستگاه‌های قابل حمل‌تر هموار می‌کنند. روند به سمت تحرک در مراقبت‌های بهداشتی با فراگیر شدن تلفن‌های هوشمند تقویت می‌شود. فناوری‌های سلامت موبایل فاصله بین مراقبان و بیماران را پر می‌کنند و مشاوره‌های برخط مقرون‌به‌صرفه و راحت ارائه می‌دهند. بااین‌حال، با افزایش راه‌حل‌های سلامت تلفن همراه، نگرانی‌هایی در مورد امنیت داده‌ها و حفظ حریم خصوصی پدیدار شده است که نیاز به راه‌حل‌های نوآورانه برای اطمینان از انتقال امن داده‌ها دارد. چالش مهم دیگر مدیریت حجم عظیم داده‌های تولید شده توسط این سیستم‌ها است که اغلب به آن‌ها داده‌های کلان می‌گویند. الگوریتم‌های پردازش کارآمد و مقیاس‌پذیر برای اطمینان از چابکی سیستم ضروری هستند. حفظ حریم خصوصی داده‌ها، به‌ویژه با راه‌حل‌های ذخیره‌سازی ابری، یکی دیگر از نگرانی‌های ناشی از نقض احتمالی یا سو استفاده است. سیستم‌های هوش مصنوعی کنونی، در حالی که پیشرفته هستند، تخصصی هستند و برای چندوظیفه‌ای طراحی نشده‌اند، که در کاربردهای گسترده‌تر محدودیت ایجاد می‌کند.

ما در عصر کاوش در عمق هوش مصنوعی در تشخیص مراقبت‌های بهداشتی هستیم که در سیستم‌های IoMT رشد می‌کند و به ما کمک می‌کند راه‌های جدیدی را در بخش مراقبت های بهداشتی باز کنیم. این پیشرفت به ما امکان می‌دهد تا روش‌های نوینی را در حوزه بهداشت و درمان کشف کنیم. با توسعه نانوتکنولوژی و میکروالکترونیک، دستگاه‌های مبتنی بر IoMT و هوش مصنوعی به سمت افزایش کارایی چند بعدی، حساسیت بالا، تولید انبوه، مینیاتوریزه شدن، مصرف انرژی کم و قیمت ارزان‌تر پیش می‌روند. همچنین، با ادغام مستمر سیستم‌های هوش مصنوعی با دستگاه‌های IoMT و پزشکی یکپارچه، مردم رفته‌رفته به خدمات بهداشتی با کیفیت بالا دسترسی پیدا خواهند کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

این مقاله بر مبنای بررسی پیشرفت‌های اخیر در حوزه سلامت با تمرکز بر فناوری هوش مصنوعی است. همچنین، اهمیت نقش IoMT در توسعه نسل جدیدی از دستگاه‌های زیست‌پزشکی بررسی شده است. دستگاه‌های IoMT همراه با هوش مصنوعی در زمینه‌های کلیدی پزشکی نظیر نظارت بر علائم حیاتی، جراحی‌ها، دیابت و نظارت بر سرطان، نقش مهمی دارند و منجر به تغییر پارادایم در مراقبت‌های فردی و مدیریت بیماری شده‌اند. توانایی هوش مصنوعی در پیش‌بینی زودهنگام بیماری‌ها و ارزیابی سطوح خطر از طریق الگوریتم‌های ML پشتیبانی می‌شود، که به دلیل دقت داده‌ها آن توسط بسیاری از پزشکان مورد ترجیح قرار می‌گیرند. بااین‌حال، هوش مصنوعی با چالش‌هایی استقرار مانند ناهمگونی، اتصال و مدیریت داده‌ها روبه‌رو است. با وجود این محدودیت‌ها، کاربرد هوش مصنوعی در زمینه پزشکی بسیار برجسته است و تکامل مستمر آن بسیار امیدوارکننده می‌باشد. این بررسی محققان جوان را تشویق می‌کند که رویکردهای ترکیبی شامل حسگرهای نانو فعال، هوش مصنوعی و IoMT را برای کنترل و مدیریت مؤثر بیماری‌ها بررسی نمایند.

مطالعات موردی در بخش‌های مختلف، از جمله مراقبت‌های بهداشتی، و آموزش، ظرفیت هوش مصنوعی را برای تغییر نتایج سیاست‌گذاری و بهبود حکمرانی نشان می‌دهد. این مثال‌ها نیاز به

همکاری بین دانشگاه‌ها، صنعت و دولت‌ها را برای تقویت نوآوری و پیشرفت فناوری‌های هوش مصنوعی نشان می‌دهد.

بهره‌مندی از مزایای هوش مصنوعی مستلزم دارا بودن دانش، مهارت و توانایی استفاده از فناوری‌های سلامت دیجیتال می‌باشد. در این زمینه، تدوین برنامه آموزشی متناسب با نیاز گروه‌های مختلف اعم از ارائه‌دهندگان مراقبت، بیماران و مراقب‌کنندگان از آنان، و مدیران حوزه سلامت از اهمیت بالایی برخودار می‌باشد. درحالی‌که دوره‌های آموزش مداوم پزشکی، کارگاه‌ها و دوره‌های سایر فناوری‌های مرتبط در تلاش هستند تا شکاف موجود در استقرار و همگام سازی حوزه سلامت با انقلاب هوش مصنوعی را مرتفع کنند، نیاز به تدوین برنامه راهبردی در زمینه آموزش مهارت‌های لازم برای ارائه به دست‌اندرکاران مراقبت‌های بهداشتی، شهروندان و مدیران حوزه سلامت و گنجاندن آموزش هوش مصنوعی در برنامه آموزش درسی ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا، وزارت بهداشت، دانشگاه‌های علوم پزشکی، و انجمن‌های علوم پزشکی می‌توانند نقشی مهم ایفا کنند.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل بخشی از پژوهش‌های بخش بیوانفورماتیک مرکز ملی تحقیقات حلال جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. همچنین از همکاری صمیمانه گروه آینده‌نگری، نظریه‌پردازی و رصد کلان سلامت فرهنگستان علوم پزشکی برای همکاری در گردآوری و تنظیم این مقاله کمال تشکر می‌شود.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع

1. Russell SJ. Artificial intelligence a modern approach. Hoboken, New Jersey: Pearson Education, Inc.; 2010.
2. Stanford University. Artificial intelligence and life in 2030: the one hundred year study on artificial intelligence. 2016. Available at: https://ai100.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj18871/files/media/file/ai100report10032016fnl_singles.pdf
3. Kaur D, Uslu S, Rittichier KJ, Durresi A. Trustworthy artificial intelligence: a review. ACM Computing Surveys 2022; 55(2): 1-38.
4. Jordan MI, Mitchell TM. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. Science 2015; 349 (6245): 255-60.
5. Taye MM. Understanding of Machine Learning with Deep Learning: Architectures, Workflow, Applications and Future Directions. Computers 2023; 12(5): 91.
6. Vishnu S, Ramson SJ, Jegan R. Internet of medical things (IoMT)-An overview. International conference on devices, circuits and systems (ICDCS). 5-6 Mar 2020; Coimbatore, India: Institute of Electrical and Electronics Engineers; 2020.
7. Razdan S, Sharma S. Internet of medical things (IoMT): Overview, emerging technologies, and case studies. IETE technical review 2022; 39(4): 775-88.
8. Chao M, He L, Gong M, Li N, Li X, Peng L, et al. Breathable Ti3C2T x MXene/Protein Nanocomposites for Ultrasensitive Medical Pressure Sensor with Degradability in Solvents. ACS Nano 2021; 15(6): 9746-58.
9. Huang M, Li Z, Zhu H. Recent advances of graphene and related materials in artificial intelligence. Adv Intell Syst 2022; 4(10): 2200077.
10. Pang K, Song X, Xu Z, Liu X, Liu Y, Zhong L, et al. Hydroplastic foaming of graphene aerogels and artificially intelligent tactile sensors. Sci Adv 2020; 6(46): eabd4045.
11. Hayasaka T, Lin A, Copa VC, Lopez Jr LP, Loberternos RA, Ballesteros LIM, et al. An electronic nose using a single graphene FET and machine learning for water, methanol, and ethanol. Microsyst Nanoeng 2020; 6(1): 50.
12. Fang Y, Zou Y, Xu J, Chen G, Zhou Y, Deng W, et al. Ambulatory cardiovascular monitoring via a machine-learning-assisted textile triboelectric sensor. Advanced Materials 2021; 33(41): 2104178.
13. Nakhleh MK, Baram S, Jeries R, Salim R, Haick H, Hakim M. Artificially intelligent nanoarray for the detection of preeclampsia under real-world clinical conditions. Adv Mater Technol 2016; 1(9): 1600132.
14. Angenent-Mari NM, Garruss AS, Soenksen LR, Church G, Collins JJ. A deep learning approach to programmable RNA switches. Nat Commun 2020; 11(1): 5057.
15. Ren F, Ward L, Williams T, Laws KJ, Wolverton C, Hattrick-Simpers J, et al. Accelerated discovery of metallic glasses through iteration of machine learning and high-throughput experiments. Sci Adv 2018; 4(4): eaaq1566.
16. Jackson NE, Bowen AS, Antony LW, Webb MA, Vishwanath V, de Pablo JJ. Electronic structure at coarse-grained resolutions from supervised machine learning. Sci Adv 2019; 5(3): eaav1190.
17. Jin X, Liu C, Xu T, Su L, Zhang X. Artificial intelligence biosensors: Challenges and prospects. Biosens Bioelectron 2020; 165: 112412.
18. Dubey AK, Kumar Gupta V, Kujawska M, Orive G, Kim N-Y, Li C-z, et al. Exploring nano-enabled CRISPR-Cas-powered strategies for efficient diagnostics and treatment of infectious diseases. J Nanostructure Chem 2022; 12(5): 833-64.
19. Song Y, Jiang J, Wang X, Yang D, Bai C. Prospect and application of Internet of Things technology for prevention of SARIs. Clinical eHealth 2020; 3: 1-4.
20. Kaushik AK, Dhau JS, Gohel H, Mishra YK, Kateb B, Kim N-Y, et al. Electrochemical SARS-CoV-2 sensing at point-of-care and artificial intelligence for intelligent COVID-19 management. ACS Appl Bio Mater 2020; 3(11): 7306-25.
21. Ding X, Mauk MG, Yin K, Kadimisetty K, Liu C. Interfacing pathogen detection with smartphones for point-of-care applications. Anal Chem 2018; 91(1): 655-72.
22. Jain S, Nehra M, Kumar R, Dilbaghi N, Hu T, Kumar S, et al. Internet of medical things (IoMT)-integrated biosensors for point-of-care testing of infectious diseases. Biosens Bioelectron 2021; 179: 113074.
23. Hasanzad M, Aghaei Meybodi HR, Sarhangi N, Larijani B. Artificial intelligence perspective in the future of endocrine diseases. J Diabetes Metab Disord 2022; 21(1): 971-8.
24. Khanam JJ, Foo SY. A comparison of machine learning algorithms for diabetes prediction. Ict Express 2021; 7(4): 432-9.
25. Hamdi T, Ali JB, Fnaiech N, Di Costanzo V, Fnaiech F, Moreau E, et

al. Artificial neural network for blood glucose level prediction. International Conference on Smart, Monitored and Controlled Cities (SM2C). 17-19 Feb 2017; Sfax, Tunisia: Institute of Electrical and Electronics Engineers; 2017.
26. Rigla M, Martínez-Sarriegui I, García-Sáez G, Pons B, Hernando ME. Gestational diabetes management using smart mobile telemedicine. J Diabetes Sci Technol 2018; 12(2): 260-4.
27. Sempionatto JR, Montiel VR-V, Vargas E, Teymourian H, Wang J. Wearable and mobile sensors for personalized nutrition. ACS Sens 2021; 6(5): 1745-60.
28. Sakthivel A, Chandrasekaran A, Sadasivam M, Manickam P, Alwarappan S. Sulphur doped graphitic carbon nitride as a dual biosensing platform for the detection of cancer biomarker CA15–3. J Electrochem Soc 2021; 168(1): 017507.
29. Jin P, Ji X, Kang W, Li Y, Liu H, Ma F, et al. Artificial intelligence in gastric cancer: a systematic review. J Cancer Res Clin Oncol 2020; 146: 2339-50.
30. Fan L, Huang T, Lou D, Peng Z, He Y, Zhang X, et al. Artificial Intelligence-Aided Multiple Tumor Detection Method Based on Immunohistochemistry-Enhanced Dark-Field Imaging. Anal Chem 2021; 94(2): 1037-45.
31. Deo RC. Machine learning in medicine. Circulation 2015; 132(20): 1920-30.
32. Chang M, Canseco JA, Nicholson KJ, Patel N, Vaccaro AR. The role of machine learning in spine surgery: the future is now. Front Surg 2020; 7: 54.
33. Panesar S, Cagle Y, Chander D, Morey J, Fernandez-Miranda J, Kliot M. Artificial Intelligence and the Future of Surgical Robotics. Ann Surg 2019; 270(2): 223-226.
34. Panesar S, Ashkan K. Surgery in space. Journal of British Surgery 2018; 105(10): 1234-43.
35. Rasouli JJ, Shao J, Neifert S, Gibbs WN, Habboub G, Steinmetz MP, et al. Artificial intelligence and robotics in spine surgery. Global Spine J 2021; 11(4): 556-64.
36. Galbusera F, Casaroli G, Bassani T. Artificial intelligence and machine learning in spine research. JOR Spine 2019; 2(1): e1044.
37. Ames CP, Smith JS, Pellisé F, Kelly M, Alanay A, Acaroglu E, et al. Artificial intelligence based hierarchical clustering of patient types and intervention categories in adult spinal deformity surgery: towards a new classification scheme that predicts quality and value. Spine 2019; 44(13): 915-26.
38. Bekelis K, Desai A, Bakhoum SF, Missios S. A predictive model of complications after spine surgery: the National Surgical Quality Improvement Program (NSQIP) 2005–2010. The Spine J 2014; 14(7): 1247-55.
39. Scheer JK, Smith JS, Schwab F, Lafage V, Shaffrey CI, Bess S, et al. Development of a preoperative predictive model for major complications following adult spinal deformity surgery. J Neurosurg Spine 2017; 26(6): 736-43.
40. Kilic A. Artificial Intelligence and Machine Learning in Cardiovascular Health Care. Ann Thorac Surg 2020; 109(5): 1323-1329.
41. Li J, Pan C, Zhang S, Spin JM, Deng A, Leung LLK, Dalman RL, Tsao PS, Snyder M. Decoding the Genomics of Abdominal Aortic Aneurysm. Cell. 2018; 174(6): 1361-1372.e10.
42. Tseng PY, Chen Y-T, Wang C-H, Chiu K-M, Peng Y-S, Hsu S-P, et al. Prediction of the development of acute kidney injury following cardiac surgery by machine learning. Crit Care 2020;24(1): 478.
43. Poalelungi DG, Musat CL, Fulga A, Neagu M, Neagu AI, Piraianu AI, et al. Advancing Patient Care: How Artificial Intelligence Is Transforming Healthcare. J Pers Med 2023; 13(8): 1214.
44. Sifat RI, Bhattacharya U. Transformative potential of artificial intelligence in global health policy. J Mark Access Health Policy 2023; 11(1): 2230660.
45. Stanfill MH, Marc DT. Health Information Management: Implications of Artificial Intelligence on Healthcare Data and Information Management. Yearb Med Inform 2019; 28(1): 56-64.

Review

Artificial Intelligence Technology in the Field of Healthcare: Applications and Challenges in the Future Horizon

Mostafa Ghanei[1], Amir Jouya Talaei[2], Hamed Sahebi[3], Fatemeh Akhavan Anvari[4], Hossein Rastgar[5*]

1. Professor, Chemical Injuries Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences (BMSU), Tehran, Iran
2. Ph.D. student in Nanobiotechnology, Halal Research Center, Food and Drug Administration, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran
3. Ph.D. Analytical Chemistry, Halal Research Center, Food and Drug Administration, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran
4. MSc. Virology, Future Studies Group, The Academy of Medical Sciences of the I.R.I, Tehran, Iran
5. ⁎**Corresponding Author**: Professor, Cosmetic Products Research Center, Iran Food and Drug Administration, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran, mhrastegar2@yahoo.com

Abstract

Background: Along with the advancement of artificial intelligence technologies in health, its positive effects on improving health and treatment indicators have increased. This research examines the role of artificial intelligence, especially that based on machine learning, in optimizing care processes and trends.

Methods: This study is designed as a narrative review. For this purpose, an extensive search has been conducted in reliable scientific databases such as Pubmed, Web of Science, and Scopus. The search was conducted using keywords such as 'Internet of Medical Things', integration of artificial intelligence with 'biomolecules', 'diabetes', 'cancer', and 'robotic surgery'. Ninety-two articles were obtained, of which 40 articles related to the research were selected.

Results: Results of this study showed that the use of artificial intelligence in the field of health, including disease diagnosis, clinical predictions, hospital administration healthcare resource optimization, is increasing. This trend leads to an increase in the efficiency and quality of health services. However, there are also challenges.

Conclusion: Artificial intelligence technologies are known as technological milestones in the field of health, which not only help to modify and improve treatment processes, but are effective in fields such as monitoring vital signs and surgery. Despite challenges such as heterogeneity and data management, the ability of these technologies to predict diseases has changed the healthcare landscape. Success in this field requires multidisciplinary, forward-looking approaches and wise strategies.

Keywords: Artificial Intelligence, Biomedical Technology, Delivery of Health Care, Machine learning