فصل دوم

برخی از کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در سلامت

یکی از نکات مهم در آینده پزشکی و نظام سلامت، تواناتی تولید کلان داده‌ها در زمان مناسب و به موازات آن توسعه روزافزون الگوریتم‌های یادگیری عمیق جهت مدلسازی‌های دقیقتر و کاراتر می‌باشد. لذا انتظار می رود که ادغام فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی ایجاد انقلاب در بسیاری از زمینه‌های پزشکی و مراقبت‌های بهداشتی در خصوص افزایش کارایی، کنترل کیفیت، کاهش تقلب ایجاد کند. مهمترین ذینفعان این حوزه شهروندان، بیماران، پزشکان، اساتید دانشگاه، مدیران و سیاستگذاران نظام سلامت میباشند. بعلاوه در خصوص مراکز درگیر دانشکده‌ها، مراکز آزمایشگاهی، بخش ارتباط با صنعت و فناوری، مراکز درمانی، بیمارستان‌ها و بخش IT خواهند بود. از اینرو می‌توان بطور کلی جایگاه هوش مصنوعی را به شش قسمت تقسیم نمود، (۱) علوم پایه، (۲) علوم بالینی، (۳) بیمارستان هوشمند، (۴) آموزش پزشکی،(۵) صنعت و فناوری، (۶۵) بخش مدیریتی (شکل ۲-۱).

شکل ۲-۱- برخی از کاربردهای هوش مصنوعی در دانشگاه

در ادامه به توضیح موارد اشاره شده پرداخته شده است.

۲-۱- هوش مصنوعی در علوم پایه

۱) پزشکی شخص محور با هوش مصنوعی: هدف پزشکی شخصی محور، ارائه درمان‌هایی است که به طور خاص با ساختار ژنتیکی، سبک زندگی و سابقه پزشکی فرد مطابقت دارد. هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل حجم وسیعی از داده‌های بیمار، از جمله اطلاعات ژنتیکی، سوابق بالینی و حتی داده‌های پایش بلادرنگ، نقشی اساسی در این امر ایفا می‌کند(۲). این تجزیه و تحلیل عمیق، ارائه دهندگان مراقبت‌های بهداشتی را قادر می‌سازد تا تصمیمات آگاهانه‌ای در مورد برنامه‌های درمانی، انتخاب دارو

و اقدامات پیشگیرانه بگیرند(۳). علاوه بر این، ابزارهای مدیریت بیمار مبتنی بر هوش مصنوعی، افراد را قادر می‌سازد تا نقش فعالتری در مراقبت‌های بهداشتی خود داشته باشند. برنامه‌ها و پلتفرم‌های مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند توصیه‌های بهداشتی شخصی، یادآوریهای دارویی و راهنماییهای سبک زندگی را به بیماران ارائه دهند. بیماران می‌توانند سلامت خود را در زمان واقعی کنترل کنند و رویکردی فعالانه برای رفاه را تقویت کنند(۴).

۲) نانوبیوتکنولوژی و هوش مصنوعی: همگرایی نانوبیوتکنولوژی و هوش مصنوعی نشاندهنده یک پیشرفت تحول آفرین در زمینه دارورسانی هدفمند است. این همافزایی قدرتمند، دقت مواد در مقیاس نانو را با قابلیتهای مبتنی بر داده‌های هوش مصنوعی ترکیب می‌کند و روشی را که به دارورسانی برای افزایش کارایی و کاهش عوارض جانبی نزدیک می‌سازد، متحول می‌کند(۵). نانوبیوتکنولوژی شامل دستکاری مواد در مقیاس نانو، اغلب در سطح مولکولی، برای ایجاد سیستم‌های دارورسانی با دقت بی نظیر است. این نانوحامل‌ها می‌توانند داروها را مستقیماً به بافت‌ها یا سلول‌های آسیب دیده منتقل کنند و آسیب به بافت‌های سالم را به حداقل برسانند. با این حال، چالش در بهینه سازی طراحی این حامل‌ها برای بیماریها و بیماران خاص نهفته است. هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل مجموعه داده‌های گسترده ای از اطلاعات بیمار، پروفایل‌های ژنتیکی و ویژگی‌های بیماری، نقشی محوری در این فرآیند ایفا می‌کند(۶). الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند الگوها و همبستگی‌هایی را شناسایی کنند که ممکن است از طریق روش‌های سنتی آشکار نباشند و امکان طراحی سفارشی نانوحامل‌ها را فراهم کنند. این سطح از شخصی‌سازی تضمین می‌کند که داروها دقیقاً در جایی که مورد نیاز هستند تحویل داده شوند و نتایج درمانی را به حداکثر و اثرات نامطلوب را به حداقل رسانند(۷).

۳) طراحی کیت‌های تشخیصی با کمک هوش مصنوعی: کیتهای بیوتکنولوژیک و ژنتیک مولکولی ابزارهای ضروری در آزمایشگاه‌های زیست شناسی و تحقیقاتی مدرن هستند. آنها دانشمندان و بیولوژیست‌ها را قادر میسازند آزمایشها و تجزیه و تحلیل‌هایی را انجام دهند که برای درک فرآیندهای ژنتیکی و دستکاری مولکول‌های بیولوژیکی حیاتی هستند. علاوه بر این، سفارشیسازی مبتنی بر هوش مصنوعی یکی دیگر از ویژگی‌های بارز کیتهای بیوتکنولوژیک و ژنتیک مولکولی مدرن است(۸). این کیتها را می‌توان برای اهداف تحقیقاتی یا نیازهای آموزشی خاص تنظیم کرد و به کاربران این امکان را داد تا اجزا و آزمایشهایی را انتخاب کنند که با اهداف آنها هماهنگ باشد. این انعطاف پذیری محققان و مربیان را قادر می‌سازد تا کیتها را با نیازهای منحصر به فرد خود تطبیق دهند و کاربرد آنها را به حداکثر برسانند(۹).

۴) کشف و طراحی دارو: علیرغم پیشرفت‌های چشمگیر علم و فناوری، هزینه و زمان صرف شده برای ورود یک دارو به بازار تجاری بسیار بالاست. این به این دلیل است که ۹۰ درصد داروهایی که کشف می‌شوند در فاز یک برای تایید دارو به دلیل عوارض جانبی یا اثرات معکوسِ دارو رد می‌شوند و بنابراین برای ارائه یک داروی پیشنهادی جدید، میلیاردها دلار هزینه صرف شده و زمانی در حدود ۱۰ الی ۱۵ سال صرف می‌گردد (۱۰). از طرفی به طور متوسط هر دارو تا ۶ پروتئین را در بدن هدف قرار می‌دهد که از بین آن‌ها تنها یک پروتئین هدف، در طراحی دارو مورد توجه قرار گرفته است. امروزه طراحی دارو با استفاده از روش‌ها ی کامپیوتری یک تکنیک نوین جهت دستیابی به ساختارهای ملکولی به عنوان مهارکننده و یا تحریک‌کننده‌ی پروتئین هدف از میان تعداد زیادی ملکول به شمار می‌رود. دلیل استفاده از این روش‌ها کاهش هزینه، زمان و افزایش دقت در مقایسه با روش‌ها ی آزمایشگاهی می‌باشد (۱۱). به این منظور، با استفاده از روش‌ها ی مختلف سعی بر شناسایی بهترین ملکول‌هایی می کنند که از نظر بیولوژیکی توانایی زیستی و سازگاری در دنیای واقعی بدن موجود زنده را داشته باشند. سپس ترکیباتی که دارای ویژگی‌های لازم به عنوان یک نامزد داروئی می‌باشند مورد بررسی‌های فارماکوکینتیکی قرار میگیرند(۱۲).

۵) طراحی و شناسایی ترکیبات گیاهی به کمک هوش مصنوعی: داروهای گیاهی که از منابع گیاهی مختلف به دست میآیند، در قرنهای متمادی در فرهنگهای مختلف به دلیل خواص درمانی مورد استفاده قرار میگرفتند. با این حال، اصالت و کیفیت محصولات گیاهی می‌تواند به طور قابل توجهی متفاوت باشد، و همچنین خطراتی را برای مصرف کنندگان به همراه آورد(۱۳). فناوری هوش مصنوعی اکنون نقشی اساسی در رسیدگی به این چالش‌ها ایفا می کند. یکی از کاربردهای اولیه هوش مصنوعی در شناسایی داروهای گیاهی در احراز هویت گونه‌های گیاهی است(۱۴). الگوریتم‌های تشخیص تصویر مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند تصاویر نمونه‌های گیاهی را تجزیه و تحلیل کرده و آنها را با پایگاه‌های داده‌های گیاهشناسی تطبیق دهند. این امکان شناسایی سریع و دقیق گونه‌های گیاهی مورد استفاده در فرمولاسیون‌های گیاهی را نیز فراهم می کند و خطر برچسب زدن اشتباه یا تقلب را کاهش می دهد(۱۵). علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی آلاینده‌ها یا مواد مخدر در محصولات گیاهی کمک کند. با تجزیه و تحلیل ترکیبات شیمیایی، مدل‌های هوش مصنوعی می‌توانند مواد غیرعادی یا ناسازگار با پروفایل‌های مورد انتظار را شناسایی کنند و به تولیدکنندگان و مقامات نظارتی در مورد مشکلات احتمالی هشدار دهند. این فرایند تضمین می کند که داروهای گیاهی، استانداردهای ایمنی را رعایت کرده و از مواد مضر عاری هستند(۱۶).

۶) هوش مصنوعی و نظریه بازی‌ها در نظام سلامت: ادغام هوش مصنوعی و نظریه

بازی‌ها، یک انقلابی در حوزه مراقبت‌های بهداشتی، بوجود آورده است(۱۷). این همگرایی نه تنها نحوه ارائه خدمات مراقبت‌های بهداشتی را تغییر می‌دهد، بلکه تخصیص منابع، مقرون به صرفه بودن و کیفیت خدمات را نیز بهینه می‌کند. تئوری بازی‌ها، تلفیقی از ریاضیات و اقتصاد است، که به طور سنتی به مطالعه و تصمیم‌گیری استراتژیک در میان بازیگران منطقی می‌پردازد، همچنین کاربرد برجسته‌های نیز در مراقبت‌های بهداشتی دارد(۱۸). هوش مصنوعی با قابلیتهای پردازش داده و قدرت تجزیه و تحلیل پیشبینی کننده، به ابزاری ارزشمند در استفاده از اصول نظریه بازی‌ها برای مقابله با چالشهای مختلف در چشم انداز مراقبت‌های بهداشتی تبدیل شده است(۱۹).

۷) مهندسی بافت: مهندسی بافت، همراه با هوش مصنوعی، یک مرز پیشرفته در قلمرو علم پزشکی است. این می‌دان پیشرفته، از قدرت هوش مصنوعی برای تسریع و افزایش رشد بافت‌ها و اندام‌های زنده استفاده و عصر جدیدی از امکانات در پزشکی احیاکننده را آغاز می‌کند(۲۰). از طریق الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، محققان قادر خواهند بود داربستهای (scaffolds) بهینه ای را طراحی کنند که به عنوان ساختارهای پشتیبان برای رشد بافت عمل کنند، و تمایز سلول‌های بنیادی به انواع سلول‌های تخصصی را بطور دقیق کنترل کنند(۲۱). علاوه‌براین، مدل‌های یادگیری ماشینی مجموعه داده‌های گسترده‌ای از اطلاعات بیولوژیکی را برای شناسایی شرایط رشد ایده‌آل، و پیشبینی عوارض بالقوه، تجزیه و تحلیل میکنند و فرآیندهای مهندسی بافت کارآمدتر و ایمنتر را تقویت میکنند. در نتیجه، همگرایی مهندسی بافت و هوش مصنوعی چشم انداز گسترده‌ای را ارائه می‌دهد که راه را برای پیشرفتهای پیشگامانه در پیوند اعضا، مدلسازی بیماریها و پزشکی شخصی‌سازی شده هموار کند و امیدی دوباره برای بیماران و متخصصان پزشکی ایجاد کند(۲۲).

۲-۲- هوش مصنوعی در علوم بالینی

۱) تصویر برداری پزشکی: تصویر برداری از جمله تخصص های پزشکی است که در سال های گذشته شاهد پیشرفت‌های چشمگیری در اثر گسترش هوش مصنوعی در آن بوده است. در این حوزه پردازش تصاویر پزشکی این امکان را به رادیولوژیستها می‌دهند که با کمی سازی تصاویر پزشکی وشناسایی الگوهای پنهان در تصویر بطور خودکار مرزهای ساختارهای آناتومیک یا ضایعات را ترسیم کرده و تشخیص را برای آنان آسان کند(۲۳,۲۴).

۲) جراحی: در حوزه جراحی، گاهی اوقات نیاز به تصمیم گیری در شرایط بحرانی با محدودیت‌های زمانی و شرایط عدم قطعیت در مورد تشخیص هر بیمار است. عدم قطعیت ممکن است به دلیل در دسترس نبودن سوابق بیمار یا عدم وجود شواهد کافی برای تصمیم‌های مهم ایجاد شود .(۲۵) تحت چنین محدودیت‌های زمانی و عدم قطعیت، پزشکان ممکن است در عوض به قضاوت‌های

فوری با استفاده از تشخیص الگو تکیه کنند. در نهایت، این عوامل می تواند منجر به سوگیری، خطا و آسیب شود. در تعدادی از شرایط، به نظر می‌رسد ابزارهای سنتی به اندازه کافی مجهز نیستند تا محدودیت‌های زمانی و عدم اطمینان در مورد تشخیص‌ها و پاسخ پیش‌بینی‌شده به درمان را برآورده کنند(۲۶). این چالش‌ها را می‌توان با مدل‌های هوش مصنوعی تا حدودی برطرف نمود. در واقع، ابزارهای هوش مصنوعی منابع متنوعی از اطلاعات)عوامل خطر بیمار، اطلاعات آناتومیک و غیره(را فراهم می‌کنند که می‌تواند به تصمیم‌گیری بهتر جراحی کمک کند(۲۷).

۳) پرستاری در منزل: با توجه رشد جمعیت افراد کهنسال در کشور روز به روز در حال افزایش است لذا مراقبت هوشمند از این افراد به جزء جدایی ناپزیر جامعه تبدیل شده است. یکی از نکات مهم در مورد این افراد ابتلا به بیماری آلزایمر است که درمان آنها را مشکلتر کرده است(۲۸). نکته مهم در بکارگیری هوش مصنوعی، نقش آن در خود مدیریتی بیماری‌های مزمن و بیماری‌هایی است‌که سالمندان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. وظایف خود مدیریتی از مصرف دارو تا تنظیم رژیم غذایی بیمار و مدیریت دستگاه های بهداشتی را شامل می شود. مانیتورینگ خانه این پتانسیل را دارد که استقلال را افزایش دهد و پیری را در خانه با پیگیری فضای فیزیکی و زمین خوردن بهبود بخشد(۲۹) (AI. به طور خاص، ابزارها، نرم افزارها، گوشی های هوشمند و برنامه های کاربردی تلفن همراه می توانند بیماران را قادر سازند تا بخش بزرگی از مراقبت های بهداشتی خود را مدیریت کنند و تعاملات خود را با سیستم مراقبت های بهداشتی تسهیل کنند(۳۰).

۴) بیماریهای قلب و عروق: امیدوارکننده ترین کاربرد هوش مصنوعی برای پردازش خودکار داده های تصویربرداری قلب است که برای ارزیابی ساختار و عملکرد قلب و عروق ضروری است. روش‌های تصویربرداری قلب مانند اولتراسوند قلب، توموگرافی کامپیوتری قلب و تصویربرداری‌تشدید مغناطیسی قلبی عروقی داده‌های پیچیده مکانی و زمانی را ارائه می‌دهند که پردازش آنها توسط متخصصان قلب خسته‌کننده و زمان‌بر است(۳۱) .در دسترس بودن تکنیک‌های جدید پردازش تصویر قلبی مبتنی بر هوش مصنوعی، انقلابی در عملکرد بالینی قلب ایجاد کرده است، زیرا متخصصان قلب را قادر می‌سازد تا ارزیابی سریع‌تری از بیماران بطور روزانه انجام دهند(۳۲).

۵) نفرولوژی: کاربرد هوش مصنوعی در نفرولوژی کمتر از سایر رشته های پزشکی گزارش شده است. بااین حال، پتانسیل آن به طور فزاینده ای در حال افزایش است. لذا به دلیل پیشرفت های امیدوارکننده در دهه گذشته توسط پزشکان به رسمیت شناخته شده است. به عنوان مثال، یک مدل جدید یادگیری عمیق برای تصویربرداری سونوگرافی کلیه به طور غیرتهاجمی بیماری مزمن کلیه (CKD)را طبقه بندی می کند. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل دیجیتالی تصاویر هیستوپاتولوژیک با توسعه یک شبکه عصبی عمیق که قادر به حاشیه نویسی و طبقه بندی بیوپسی کلیه انسان است تسهیل شده است(۳۳). در مطالعه دیگر برای بهبود درمان زودهنگام آسیب حاد کلیه ،(AKI) دانشمندان از افزایش گسترده داده‌های موجود در سوابق الکترونیکی مراقبت‌های بهداشتی برای

توسعه یک مدل هوش مصنوعی که امکان پیش‌بینی اپیزودهای بستری AKIرا تا ۴۸ساعت ممکن می‌سازد، استفاده . از سوی دیگر، الگوریتم موسوم به »تجزیه و تحلیل داده‌های جاسازی شده حین عمل« برای پیش‌بینی خطر ایجاد AKIپس از عمل با ادغام داده‌های فیزیولوژیکی مشتق‌شده قبل و بعد از عمل آموزش داده شده است(۳۴).

۶) علـوم اعصـاب: علـوم اعصـاب مطالعـه علمـی سـاختار و عملکردهـای شـناختی مغـز در مـورد پـردازش داده‌هـا، تصمیـم گیـری و تعامـل بـا محیـط اسـت . دانشـمندان علـوم اعصـاب نـه تنهـا بـر مطالعـه مغـز بـرای عملکـرد شـناختی تمرکـز مـی کننـد، بلکـه کل سیسـتم عصبـی را نیـز بررسـی مـی کننـد تـا درک جامعـی از اختـلالات مختلـف عصبـی، روانپزشـکی و رشـد عصبی بدسـت آورنـد. علـوم اعصـاب نشـان مـی دهـد کـه کـدام بخـش از سیسـتم عصبـی انسـان احتمالاً تحـت تأثیـر بیماری‌هـا، اختـلالات و صدمـات قـرار مـی گیـرد و در نتیجـه بـه درمان‌هـای مؤثـر کمـک مـی کنـد. نکتـه کلیـدی دیگـری کـه بایـد در اینجـا ذکـر شـود ایـن اسـت کـه پیشـرفت در فناوری‌هـای تصویربـرداری عصبـی تـا حـد زیـادی بـه درک سـاختار و عملکـرد مغـز کمـک کـرده اسـت(۳۵). سیسـتم‌های مبتنـی بـر هـوش مصنوعـی بـه دانشـمندان علـوم اعصـاب کمـک کـرده انـد فرضیه‌هـای خـود را آزمایـش کننـد و داده‌هـای تصویربـرداری عصبـی را تجزیـه و تحلیـل کننـد، کـه بـه نوبـه خـود بـه پیـش بینـی و تشـخیص زودهنـگام اختـلالات روانپزشـکی کمـک مـی کنـد. عـلاوه بـر ایـن، ایـن سیسـتم‌های هـوش مصنوعـی یـک رابـط بـا مغـز راه‌انـدازی می‌کننـد، سـیگنال‌های عصبـی را اسـتخراج می‌کننـد و دسـتوراتی را تولیـد می‌کننـد کـه بـه دسـتگاه‌هایی ماننـد بازوهـای روباتیـک کمـک می‌کنـد تـا قسـمت‌های فلـج شـده انسـان را حرکـت دهنـد . دانشـمندان کامپیوتـر از یادگیـری تقویتـی (RL) در مدل‌هـای انسـانی و حیوانـی الهـام گرفته‌انـد تـا الگوریتم‌هایـی را بـرای سیسـتم‌های مصنوعـی توسـعه دهنـد کـه نیـاز بـه آمـوزش صریـح هنـگام یادگیـری اسـتراتژی‌های پیچیـده را کاهـش می‌دهـد. RL بـا موفقیـت در برنامه‌هـای مختلـف جراحـی و بـازی مبتنـی بـر ربـات ادغـام شـده اسـت.

۷) توانبخشـی: امـروزه هـوش مصنوعـی بـه بخـش جدایـی ناپذیـر از توانبخشـی، افزایـش ارزیابـی، غربالگـری، درمـان، نظـارت و نتایـج کلـی بـرای افـراد تحـت توانبخشـی تبدیـل شـده اسـت. هـوش مصنوعـی بـا شخصی‌سـازی درمان‌هـا، پیش‌بینـی پیشـرفت بیمـار و طراحـی فن‌آوری‌هـای کمکـی بـا تناسـب منحصربه‌فـرد، انقلابـی در بازسـازی و بهبـود عملکـرد فیزیکـی، ذهنـی یـا اجتماعـی افـراد مبتـلا بـه ناتوانی‌هـای جسـمی و شـناختی ایجـاد می‌کنـد. هـوش مصنوعـی در توانبخشـی یـک زمینـه نسـبتاً در حـال ظهـور بـا تحقیـق و توسـعه رو بـه رشـد توانبخشـی سـلامت دیجیتـال و ابتـکارات آزمایشـی مختلـف بـرای اجـرای بالینـی اسـت. فنـاوری توانبخشـی بـا اسـتفاده از هـوش مصنوعـی نشـان دهنـده یـک رویکـرد نوآورانـه و تحـول آفریـن در زمینـه توانبخشـی اسـت کـه سـزاوار کاوش بیشـتر و اثبـات مفاهیـم اسـت. تحقیقـات در زمینـه توانبخشـی مبتنـی بـر هـوش مصنوعـی بـه دنبـال بهینـه سـازی مداخـلات، افزایـش دسترسـی، و مناسـب سـازی رویکردهـا، ارتقـای بهبـودی و کیفیـت زندگـی بـرای افـراد مبتـلا بـه شـرایط

حـاد یـا مزمـن اسـت. هـدف ایـن موضـوع تحقیقاتـی پوشـش دادن ایـن موضوعـات بـا گنجانـدن آخریـن روندهـا و شـواهد از هـر دو دیـدگاه مهندسـی توانبخشـی و بالینـی بـرای اطـلاع از عملکـرد فعلـی و تحقیـق و توسـعه بیـن رشـته‌ای بیشـتر اسـت. ایـن مجموعـه شـامل آثـاری بـا تمرکـز اولیـه بـر روی افـرادی اسـت کـه بـا ناتوانی‌هـای جسـمی حـاد یـا مزمـن، بیماری‌هـای عصبـی و دردهـای مزمـن مواجـه هسـتند.(۳۶).

۸) پیشـگیری، تشـخیص و درمـان بیماریهـای واگیـر و غیـر واگیـر بـا کمـک هـوش مصنوعـی: هـوش مصنوعـی انقلابـی در زمینه‌هـای پیشـگیری، تشـخیص و درمـان بیماری‌هـای عفونـی و غیـر عفونـی ایجـاد کـرده اسـت. ایـن هـم افزایـی دگرگـون کننـده بیـن هـوش مصنوعـی و مراقبت‌هـای بهداشـتی، توانایـی مـا را بـرای مبـارزه بـا بیماریهـا افزایـش می‌دهـد و رویکردهـای دقیقتـر و فعالتـری ارائـه می‌دهـد.

در حـوزه پیشـگیری، هـوش مصنوعـی نقـش مهمـی در تجزیـه و تحلیـل مجموعـه داده‌هـای گسـترده مرتبـط بـا سـلامت عمومـی، عوامـل محیطـی و تاریخچـه بیمـار ایفـا مـی کنـد. بـا شناسـایی الگوهـا و روندهـا، هـوش مصنوعـی مـی توانـد بـه مقامـات بهداشـت عمومـی در اجـرای مداخـلات هدفمنـد بـرای جلوگیـری از شـیوع بیمـاری کمـک کنـد. عـلاوه بـر ایـن، مدل‌هـای پیـش بینـی مبتنـی بـر هـوش مصنوعـی، ارائـه دهنـدگان مراقبت‌هـای بهداشـتی را قـادر می‌سـازد تـا افـراد در معـرض خطـر بالاتـر را شناسـایی کننـد و بـه مداخـلات اولیـه و اسـتراتژیهای پیشـگیری شخصیشـده اجـازه دهنـد.

در حـوزه تشـخیص، تصویربـرداری پزشـکی و ابزارهـای تشـخیصی مبتنـی بـر هـوش مصنوعـی دقـت و کارایـی را بـه طـور قابـل توجهـی بهبـود بخشـیده اسـت. الگوریتم‌هـای یادگیـری ماشـینی می‌تواننـد تصاویـر پزشـکی ماننـد اشـعه ایکـس، ام آر آی و سـی تـی اسـکن را بـا دقـت قابـل توجهـی تجزیـه و تحلیـل کننـد. ایـن منجـر بـه تشـخیص زودهنـگام و دقیـق بیمـاری از قبیـل بیماری‌هـای عفونـی ماننـد سـل یـا شـرایط غیـر عفونـی ماننـد سـرطان یـا بیمـاری قلبـی می‌شـود.

در زمینـه درمـان، درمانهـای مبتنـی بـر هـوش مصنوعـی در حـال افزایـش اسـت. هـوش مصنوعـی می‌توانـد حجـم عظیمـی از داده‌هـای بیمـار، تحقیقـات بالینـی و تداخـلات دارویـی را پـردازش کنـد تـا برنامه‌هـای درمانـی شـخصی سـازی شـده را پیشـنهاد دهـد. بـرای بیماری‌هـای عفونـی، مدل‌هـای هـوش مصنوعـی می‌تواننـد پیشـرفت بیمـاری را پیـش بینـی کننـد و درمان‌هـای ضـد ویروسـی یـا آنتـی بیوتیکـی مناسـب را توصیـه کننـد. در بیماریهـای غیـر عفونـی، هـوش مصنوعـی بـه توسـعه درمانهـا و داروهـای هدفمنـد متناسـب بـا پروفایل‌هـای بیمـار کمـک می‌کنـد و کارایـی درمـان را بهبـود میبخشـد و در عیـن حـال عـوارض جانبـی را بـه حداقـل میرسـاند.

۲-۳- هوش مصنوعی در آموزش پزشکی

نرم افزارهای پزشکی طراحی شده برای اهداف آموزشی، به ابزاری ضروری در محیطهای آموزشی و یادگیری مراقبتهای بهداشتی مدرن تبدیل شده است. نرم افزارهای تخصصی، با بهره گیری از فناوریهای پیشرفته و ویژگیهای تعاملی، انقلابی در کاربرد دانش پزشکی متخصصان و دانشجویان ایجاد کرده است. در زمینه آموزش پزشکی، نرم افزار به عنوان بستری پویا برای یادگیری جامع عمل می کند. طیف گسترده ای از منابع مجازی از جمله مدلهای آناتومی تعاملی، شبیه سازیهای بالینی و ابزارهای تجسم سه بعدی را ارائه می دهد(AI(۳۷) but artificial intelligence. این نه تنها درک مفاهیم پیچیده پزشکی را افزایش می دهد، بلکه یک تجربه یادگیری عملی جذاب و مؤثر را نیز فراهم می کند. نرم افزارهای پزشکی طراحی شده برای آموزش در حال تغییر چشم انداز آموزش پزشکی و انتشار دانش است. ویژگیهای نوآورانه، تعامل و سازگاری ، آن را به یک ابزار ضروری برای دانشجویان پزشکی، مربیان و متخصصان تبدیل می‌کند. با ادامه پیشرفت فناوری، می‌توانیم انتظار راه حلهای نرم افزاری پزشکی پیچیده تر و مؤثرتری را داشته باشیم که به ارتقای استاندارد آموزش پزشکی ادامه دهند(۳۸).

۲-۴-هوش مصنوعی در صنعت و فناوری:

بطور کلی، دوصنعت مهم در ارتباط با نظام سلامت فعال میباشند که شامل صنعت تجهیزات پزشکی و دارویی است.

۱) هوش مصنوعی در تجهیزات پزشکی: استفاده از هوش مصنوعی در صنعت تجهیزات پزشکی روز به روز در حال گسترش است و به دلیل کاربردهای فراوان، نوآوری و پتانسیل بیشتری را نیز به همراه خواهد داشت. از جمله کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت تجهیزات پزشکی می‌توان به مدیریت دادهها، جراحی از راه دور، کمکهای تشخیصی و رویه ای، آزمایش‌های بالینی و موارد مشابه اشاره نمود. بعلاوه با بکارگیری تجهیزات کامپیوتری قوی می توان حجم عظیمی از دادهها را دریافت، پردازش و در طول مسیر خطاها را یاد گرفته و کاهش دهند که می‌توانند منجر به از بین رفتن خطای انسانی شود. از طرف دیگر، سلامت دیجیتال و هوش مصنوعی بسیار نزدیک به هم مرتبط هستند و هوش مصنوعی می تواند سلامت دیجیتال را برای بیماران در دسترس تر و آسان تر کند. برای مثال، استفاده از هوش مصنوعی در سلامت از راه دور، امکان ایجاد چت رباتهای هوش مصنوعی را فراهم کرده است که می‌توانند علائم بیمار را بررسی کرده و مراحل بعدی را مانند پیگیری حضوری در صورت لزوم پیشنهاد کنند.(۳۹).

۲) هوش مصنوعی در صنایع دارویی: هوش مصنوعی به بخشی جدایی ناپذیر از بخش داروسازی تبدیل شده است و جنبههای مختلف صنعت را متحول کرده است.

ادغـام آن در فرآیندهـای تحقیـق، توسـعه و تولیـد داروسـازی باعـث ایجـاد نـوآوری، کارایـی و بهرهـوری می‌شـود. در تحقیقـات دارویـی، هـوش مصنوعـی بـا تجزیـه و تحلیـل داده‌هـای بیولوژیکـی گسـترده و پیشـبینی نامزدهـای دارویـی بالقـوه، کشـف دارو را تسـریع می‌کنـد. الگوریتم‌هـای مبتنـی بـر هـوش مصنوعـی می‌تواننـد مجموعـه داده وسـیعی را بـرای شناسـایی مولکول‌هـای شـبه دارو غربـال کننـد، بنابرایـن شناسـایی داروهـای جدیـد را تسـریع کـرده و زمانبنـدی تحقیقـات را بـه میـزان قابـل توجهـی کاهـش می‌دهـد. ایـن رویکـرد مبتنـی بـر داده همچنیـن محققـان را قـادر مـی سـازد تـا بینشـهای جدیـدی را در مـورد مکانیسـم‌های بیمـاری و تداخـلات دارویـی کشـف کننـد. تأثیـر هـوش مصنوعـی در توسـعه داروهـا گسـترش میابـد، جایـی کـه آزمایشـات بالینـی را سـاده می‌کنـد. بـا تجزیـه و تحلیـل داده‌هـای بیمـار، هـوش مصنوعـی می‌توانـد شـرکت کننـدگان مناسـب را شناسـایی کنـد و پاسـخهای بیمـار را پیشـبینی کنـد، طرحهـای آزمایشـی را بهینـه کـرده و شـانس موفقیـت آنهـا را افزایـش دهـد. عـلاوه بـر ایـن، هـوش مصنوعـی فرآیندهـای فرمولاسـیون و سـاخت دارو را بهبـود مـی بخشـد، کیفیـت محصـول ثابـت را تضمیـن مـی کنـد و هزینه‌هـای تولیـد را کاهـش می‌دهـد(۴۰)artificial intelligence (AI. عـلاوه بـر ایـن، در بازاریابـی و توزیـع دارویـی، هـوش مصنوعـی شـرکتها را قـادر می‌سـازد تـا کمپینهـای بازاریابـی را شخصی‌سـازی کـرده و مدیریـت زنجیـره تامیـن را بهبـود بخشـند. تجزیـه و تحلیـل مبتنـی بـر هـوش مصنوعـی مـی توانـد جمعیـت بیمـاران هـدف را بـه طـور موثرتـری شناسـایی کنـد و مدیریـت موجـودی را بهینـه کنـد، ضایعـات را کاهـش دهـد و در دسـترس بـودن بـه موقـع دارو را تضمیـن کنـد. در نتیجـه، ادغـام هـوش مصنوعـی در صنعـت داروسـازی می‌توانـد کشـف دارو را تسـریع مـی کنـد، کارآزمایی‌هـای بالینـی را سـاده مـی کنـد، فرآیندهـای تولیـد را بهبـود مـی بخشـد، و اسـتراتژی‌های بازاریابـی و توزیـع را بهبـود دهـد(۴۱).

۲-۵- بیمارستان‌های هوشمند

بیمارسـتان متـاورس در اصـل یـک انقـلاب مهـم حـوزه سـلامت می‌توانـد تلقـی شـود کـه در آن از واقعیـت مجـازی (VR)، واقعیـت افـزوده (AR) و هـوش مصنوعـی (AI) بـرای ایجـاد یـک محیـط دیجیتالـی جامـع و همه‌جانبـه ترکیـب بهـره گیـری می‌شـود. یکـی از نـکات مهـم وقابـل تامـل در ایـن بیمارسـتان‌ها بکارگیـری امکانـات، فراتـر از محدودیت‌هـای فیزیکـی می‌باشـد کـه در آن متخصصـان حـوزه سـلامت، بیمـاران و حتـی همراهـان آنهـا می‌تواننـد بـه طـور یکپارچـه تعامـل و همـکاری کننـد. بـه عبـارت دیگـر، هـدف بیمارسـتان‌های مجـازی، اسـتفاده از فناوری‌هـای پیشـرفته بـرای افزایـش کارایـی و اثربخشـی خدمـات مراقبت‌هـای بهداشـتی از راه دور بـه صـورت مشـاوره‌های پزشـکی، تشـخیص و درمان‌هـا بـدون نیـاز بـه حضـور فیزیکـی می‌باشـد و موانـع جغرافیایـی را کاهـش می‌یابـد . ایـن دسترسـی بـه ویـژه بـرای افـرادی کـه در مناطـق دورافتـاده یـا بـا تحـرک محـدود هسـتند بسـیار موثـر بـوده و

تضمین می کند که می‌توانند مراقبت‌های بهداشتی به موقع و با کیفیت بالا را دریافت کنند. در موارد پیشرفته نیز هدفگذاری این درمانها به صورت استفاده از ابزارها و منابع برای بهبود بیماران و در جراحی‌های مجازی در یک محیط شبیه سازی شده با حداقل خطر می‌باشد(۴۲).

در این فضا، الگوریتم‌های هوش مصنوعی بر پایه تجزیه و تحلیل داده‌های بیمار به کمک تشخیص پزشکان آمده و نقش مهمی در نظارت بر پیشرفت بیمار و مداخلات پیشگیرانه در زمان واقعی ایفا می‌کند. یکی از نکات مهم در این مدل، توانایی گردهمایی و به اشتراک گذاری دانش توجه متخصصین مختلف از مکانهای متفاوت به صورت مجازی به منظور بحث و تبادل نظر فراهم می‌شود. در این رویکرد بیمار محور، امید آن میرود که بیماران را به مراقبت از خود را تشویق کرده و رضایت حداکثری آنها را خصوصا برای بیماران معلول و ساکن در مناطق محروم و کم برخوردار فراهم کند. بعلاوه بتواند مدیریت پیشگیرانه سلامت را ارتقا می دهد. به طور کلی، مفهوم متاورس بیمارستانی پتانسیل بسیار زیادی برای تغییر چشم انداز مراقبت‌های بهداشتی دارد. بعلاوه با یکپارچه‌سازی فناوری‌های پیشرفته و ایجاد محیط‌های مجازی فراگیر، به دنبال آن است که مراقبت‌های بهداشتی را در دسترس‌تر، کارآمدتر، مشارکتی‌تر و بیمار محورتر کرده و در نهایت منجر به بهبود نتایج مراقبت‌های بهداشتی و کیفیت بالاتر مراقبت برای افراد در سراسر جهان شود.

هدف اصلی متاورس بیمارستانی ناشی از تمایل به ایجاد انقلابی در مراقبت‌های بهداشتی و بهبود نتایج بیماران از طریق ادغام فناوری‌های پیشرفته است. برخی از مهم ترین آنها در ادامه به آن پرداخته شده است.

۱) دسترسی راحت به مراقبت‌های بهداشتی. هدف بیمارستان متاورس شکستن موانع جغرافیایی با ارائه خدمات مراقبت‌های بهداشتی مجازی است که به بیماران امکان می دهد مشاوره‌های پزشکی، تشخیص و درمان را از راه دور دریافت کنند. این امر به ویژه برای افرادی که در مناطق دورافتاده زندگی می کنند یا افرادی که تحرک محدودی دارند مفید است، زیرا نیاز به سفرهای طولانی را از بین می برد و دسترسی به موقع به خدمات مراقبت‌های بهداشتی را تسهیل می کند.

۲) بهبود کارایی و اثربخشی ارائه مراقبت‌های بهداشتی. با استفاده از واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و هوش مصنوعی، متاورس بیمارستانی در صدد ساده‌سازی فرآیندها و بهینه‌سازی استفاده از منابع است. جراحی‌های مجازی را می‌توان در یک محیط دیجیتال کنترل‌شده انجام داد و به جراحان اجازه می‌دهد تا روش‌های پیچیده را تمرین کنند، مهارت‌های خود را افزایش دهند و خطر خطا را در طول جراحی‌های واقعی کاهش دهند. علاوه بر این، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند حجم وسیعی از داده‌های

بیمار را تجزیه و تحلیل کنند و به تشخیص دقیق، برنامه‌های درمانی شخصی‌سازی شده و نظارت بر پیشرفت بیمار در زمان واقعی کمک کنند.

۳) افزایش همکاری بین رشته‌ای و اشتراک دانش را در میان متخصصان حوزه سلامت. پلتفرم‌های مجازی پزشکان را از مکان‌های مختلف قادر می‌سازند تا در موارد پیچیده با یکدیگر همکاری کنند، تخصص را به اشتراک بگذارند و بهترین شیوه‌ها را مبادله کنند. این رویکرد مشارکتی نوآوری را تقویت می کند، یادگیری مستمر را تشویق می کند و در نهایت از طریق خرد جمعی متخصصان پزشکی منجر به بهبود مراقبت از بیمار می شود.

۲-۶- چارچوب های نظارتی برای هوش مصنوعی

خطرات هوش مصنوعی را می توان با توجه به شدت آسیبی که ممکن است ایجاد کند و همچنین احتمال و فراوانی آسیب ناشی از آن مشخص و طبقه بندی کرد. در مراقبت‌های بهداشتی، خطرات هوش مصنوعی بسیار متفاوت است، از خطرات نادر ویا کم که آسیب‌های محدود و قابل کنترلی را برای بیماران و شهروندان ایجاد می‌کند تا خطرات مکرر ویا زیاد که ممکن است باعث آسیب جبران‌ناپذیر شود. از این رو، برای به حداقل رساندن خطرات هوش مصنوعی و به حداکثر رساندن مزایای آن در مراقبت های بهداشتی آینده، شناسایی، تجزیه و تحلیل، درک و نظارت بر خطرات احتمالی به صورت موردی برای هر الگوریتم و برنامه جدید هوش مصنوعی مهم است. یک مرحله مهم از روش ارزیابی خطر، طبقه بندی ریسک‌های شناسایی شده می‌باشد. برای هر گروه، مجموعه‌ای از آزمایش‌ها یا مقررات باید برای کاهش و رسیدگی به ریسک‌های هوش مصنوعی مشخص شود، به طوری که طبقات ریسک بالاتر به آزمایش و مقررات بیشتری نیاز دارند، در حالی که ریسک‌های کمتر منجر به اقدامات کاهش ریسک محدود می‌شود. طبقه‌بندی ریسک مناسب هوش مصنوعی بر اساس شدت و احتمال، ارائه‌دهندگان مراقبت و کادر درمان را قادر می‌سازد تا تا آنجا که لازم است برای اطمینان از سلامت بیماران مداخله کنند. با این حال، همچنین مهم است که این طبقه‌بندی‌ها مانع نوآوری در هوش مصنوعی مراقبت‌های بهداشتی نشود.

یکی دیگر از چهارچوبهای نظارتی هوش مصنوعی، خود ارزیابی سیستم بر اساس تهیه چک لیستهای مناسب است. در ادامه نمونهایی از چک لیست پیشنهادی در اتحادیه اروپا به نام ALTAI آورده شده است. چک لیست پیشنهادی بر اساس هفت دسته اصلی تنظیم شده است که عبارتند از: (۱)عاملیت انسانی و نظارت. (۲) استحکام فنی و ایمنی؛ (۳)حریم خصوصی و حاکمیت داده. (۴) شفافیت؛ (۵) تنوع، عدم تبعیض و انصاف. (۶) رفاه محیطی و اجتماعی؛ و (۷) پاسخگویی

جدول ۲-۲- نمونه برخی از سوالات پیشنهادی در چک لیست ارزیابی اتحادیه اروپا

شماره	سوال پیشنهادی
۱	آیا سیستم هوش مصنوعی با درصد تکرار پذیری پایین ممکن است عواقب حیاتی، متخاصم یا مخرب) مثلاً مربوط به ایمنی انسان(ایجاد کند؟
۲	آیا یک فرآیند کاملاً تعریف شده برای نظارت بر اینکه آیا سیستم هوش مصنوعی مطابق با هدف مورد نظر است، قرار داده شده است؟
۳	آیا زمینه ها یا شرایط خاصی باید در نظر گرفته شوند تا اطمینان حاصل شود که مدل قابلیت تکرارپذیری دارد یا نه؟
۴	آیا روش‌ها و اسناد تأیید و اعتبارسنجی)به عنوان مثال ثبت گزارش(را برای ارزیابی و اطمینان از جنبه‌های مختلف قابلیت اطمینان و تکرارپذیری‌سیستم هوش مصنوعی قرار داده شده است؟
۵	آیا فرآیندهای آزمایش و تأیید قابلیت اطمینان و تکرارپذیری سیستم هوش مصنوعی را به وضوح مستند و عملیاتی شده است؟
۶	آیا رویه مناسبی برای رسیدگی به مواردی که سیستم هوش مصنوعی با دقت پایین به نتایج می‌رساند، تعیین شده است؟
۷	آیا تصمیم)های(سیستم هوش مصنوعی را برای کاربران توضیح داده شده است؟
۸	هدف و زمینه الگوریتم چیست؟
۹	داده های مورد استفاده برای آموزش الگوریتم چقدر مورد تایید است؟
۱۰	آیا داده های کافی برای آموزش الگوریتم وجود داشت؟
۱۱	الگوریتم چقدر خوب عمل می کند؟
۱۲	آیا الگوریتم به تنظیمات بالینی جدید قابل انتقال است؟
۱۳	آیا خروجی های الگوریتم از نظر بالینی قابل درک هستند؟
۱۴	آیا الگوریتم می تواند باعث آسیب به بیمار شود؟
۱۵	آیا استفاده از الگوریتم باعث ایجاد نگرانی های اخلاقی، قانونی یا اجتماعی می شود؟