

# کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه سلامت



وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات  
پژوهشگاه ارتباطات  
و فناوری اطلاعات



# مجموعه کتابچه‌های کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف

کاربردهای هوش مصنوعی در

سلامت

مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی

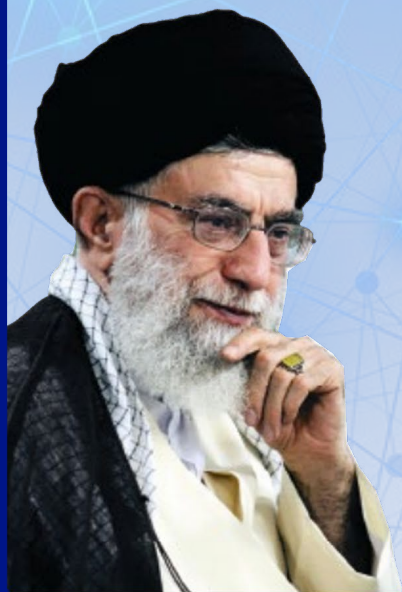
پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات

مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی

زمستان ۱۴۰۰

من پیشنهاد می‌کنم یکی از مسائلی که مورد تکیه و توجه و تعمیق واقع می‌شود، مسئله‌ی هوش مصنوعی باشد که در اداره‌ی آینده‌ی دنیا نقش خواهد داشت. حالا یا در معاونت علمی رئیس‌جمهور یا در دانشگاه باید کاری کنیم که ما در دنیا حداقل در ۱۰ کشور اول در مورد هوش مصنوعی قرار بگیریم که امروز نیستیم. امروز کشورهایی که درجه‌ی اول در مسئله‌ی هوش مصنوعی هستند، حالا غیر از آمریکا و چین و این‌ها که در رده‌ی های بالا هستند، بعضی از کشورهای آسیایی و بعضی کشورهای اروپایی هم هستند. در ۱۰ تای اول، تعداد کشورهای آسیایی ظاهراً بیشتر هم کنیم که حداقل به ۱۰ کشور اول دنیا در این مسئله برسیم

بخشی از بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی  
در خصوص هوش مصنوعی در دیدار با نخبگان  
و استعداد‌های برتر علمی در تاریخ ۱۴۰۰/۰۸/۲۶







## پیام وزیر محترم ارتباطات و فناوری اطلاعات

در فناوری هوش مصنوعی، هدف ساخت ماشین‌های هوشمندی است که بتوانند همانند انسان‌ها و حتی ورای آنها محیط اطراف را درک کرده و تحلیل‌ها و پیش‌بینی‌های لازم را با استفاده از داده‌های کسب کرده انجام دهند و بر این اساس، نحوه عملکرد مؤثر و ایمن را محاسبه و انجام دهند.

در حال حاضر، هوش مصنوعی را می‌توان به‌عنوان بازیگر کلیدی تحول دیجیتال در بسیاری از صنایع در نظر گرفت. پیش‌بینی صورت گرفته توسط مؤسسه PWC نشان می‌دهد که توسعه کاربردهای هوش مصنوعی باعث رشد اقتصاد دنیا در سال ۲۰۳۰ تا حدود ۱۵٫۷ تریلیون دلار خواهد شد. سهم هریک از کشورها با توجه به میزان توسعه‌یافتگی آنها در این رشد متفاوت بوده، به طوری که برای کشورهای پیشرو چون چین و آمریکا بین ۱۸ تا ۲۱ درصد و برای کشورهای با اقتصاد ضعیف چون پاکستان و زامبیا بین ۴ تا ۸ درصد خواهد بود. در بخش سرمایه‌گذاری نیز آمریکا، چین و انگلستان و کانادا سالیانه به ترتیب با ۲۳، ۱۰ و ۱٫۹ میلیارد دلار بیشترین سرمایه‌گذاری را در توسعه هوش مصنوعی داشته‌اند. کمیسیون اروپا نیز برای توسعه هوش مصنوعی طی سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۷ بودجه ۲٫۱ میلیارد یورویی لحاظ کرده است. همه این موارد نشان‌دهنده رشد روزافزون و اهمیت بی‌بدیل هوش مصنوعی در دنیا است.

با توجه به اهمیت هوش مصنوعی در توسعه اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی کشورها و برنامه‌ریزی گسترده اکثر آنها در به‌کارگیری هوش مصنوعی در حل مسائل و معضلات فعلی و آینده‌شان، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات نیز به‌عنوان متولی ICT کشور از مزایای ناشی از به‌کارگیری هوش مصنوعی در حل چالش‌ها و مسائل کشور غافل نبوده و در همین راستا اقدام به تأسیس «مرکز ملی نوآوری و توسعه هوش مصنوعی» نموده است. یکی از نتایج راه‌اندازی این مرکز، تدوین برنامه توسعه ملی هوش مصنوعی در سال ۱۴۰۰، به‌منظور توانمندسازی کشور در حل مسائل حیاتی، تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه هوش مصنوعی، تسهیل توسعه کسب‌وکارهای حوزه هوش مصنوعی، تدوین قوانین، مقررات و استانداردهای مرتبط با هوش مصنوعی، ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موردنیاز و توسعه کاربردهای هوش مصنوعی در بخش‌های



مختلف اقتصادی، محیط‌زیست، اجتماعی، کشاورزی، سلامت، انرژی، آموزش و صنعت، بوده که البته لازم است تا با کمک سایر وزارتخانه‌ها و دستگاه‌های دولتی اجرایی شود.

باتوجه‌به تاکید مقام معظم رهبری به لزوم قرارگرفتن ایران جزو ۱۰ کشور برتر حوزه هوش مصنوعی و استفاده از آن برای آینده‌سازی و حل مشکلات کشور و نیز با درنظرگرفتن نقش کلیدی وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در توسعه دولت الکترونیک و هوشمندسازی امور، قطعاً یکی از وظایف مهم وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات ایفای نقش حداکثری در توسعه ملی هوش مصنوعی خواهد بود. این وزارتخانه در حوزه های رگولاتوری هوش مصنوعی، تأمین زیرساخت‌های پردازشی و ذخیره سازی برای بخش‌های پژوهشی و استارت‌آپ‌ها، ایجاد بسترهای به‌اشتراک گذاری داده، ایجاد دادگان پایه جهت توسعه مدل‌ها، ایجاد شبکه‌های همکاری بین دانشگاه، دولت و صنعت، کمک به دستگاه‌های اجرایی کشور در به‌کارگیری حداکثری هوش مصنوعی و تسهیل، پایش و راهبری برنامه ملی توسعه هوش مصنوعی به ایفای نقش خواهد پرداخت.

امید است با اتکال به پروردگار متعال و پیروی از رهنمودهای داهیانیه مقام معظم رهبری و با تکیه بر متخصصان داخلی به‌خوبی نقش خود را در توسعه هوش مصنوعی در کشور ایفا نماییم تا مردم از مزایای آن در زندگی بهتر بهره ببرند.

**عیسی زارع پور**

**عنوان پروژه:** تدوین نقشه راه ملی هوش مصنوعی

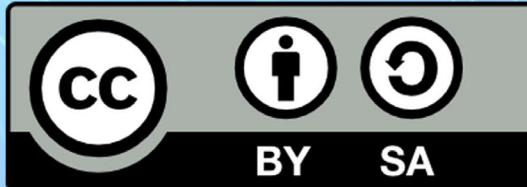
**مجری پروژه:** دکتر احرام صفری

**رئیس مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی:** دکتر محمدشهرام معین

**تهیه‌کنندگان گزارش:** خانم‌ها دکتر حمیرا شهرپرست و دکتر راضیه رضایی قره‌باغ و آقایان مهندس امیر فیاض حیدری و دکتر حسین افتخاری.

### **تقدیر و تشکر:**

از کلیه همکاران بزرگوار در مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات به‌خصوص آقایان دکتر علی‌اصغر انصاری (رئیس سابق مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی)، مهدی عزیزی مهماندوست، مصطفی سلیمان نژاد و خانم‌های مهندس الهام رافتی، مهشاد عظیمی و ملینا اختیاری که در تدوین کتب و کتابچه‌های کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف مشارکت فعال داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.



در راستای تحقق مأموریت پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات در فراهم سازی سکویی برای ارتقاء دانش، انتقال فناوری و بومی سازی محصولات و خدمات حوزه فاوا و با هدف جلب مشارکت علاقه‌مندان در توسعه و بهره مندی از دستاوردهای پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، آزاد رسانی این دستاوردها در زمره برنامه‌های اولویت دار پژوهشگاه به شمار می آید. به همین منظور مستند حاضر تحت مجوز بین المللی CC-BY-SA نسخه ۴، در دسترس عموم قرار گرفته است. شایان ذکر است تحت این مجوز، ضمن حفظ مالکیت فکری این مستند برای پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، باز انتشار و بکارگیری آن با ذکر نام پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات و تحت شرایط مجوز فوق بلامانع است.



## سرفصل مطالب

- ۶ ..... خلاصه مدیریتی
- ۸ ..... ۱- مقدمه
- ۹ ..... ۲- حوزه‌های اولویت دار برای به کارگیری هوش مصنوعی
- ۱۰ ..... ۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه سلامت
- ۱۰-۳ ..... ۱- موارد کاربردی هوش مصنوعی در تشخیص بیماری و تصویربرداری پزشکی
- ۱۰ ..... ۲-۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در مراقبت از بیمار
- ۲۱ ..... ۳-۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در مدیریت بهداشت و درمان
- ۲۲ ..... ۳-۴- موارد کاربردی هوش مصنوعی در تحقیق و توسعه در حوزه سلامت
- ۲۵ ..... ۴- شرکت‌های داخلی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی در حوزه سلامت
- ۲۶ ..... ۵- علم‌سنجی و بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» در ایران و جهان
- ۲۶ ..... ۵-۱- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت»
- ۳۰ ..... ۵-۲- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت»
- ۳۵ ..... ۶- جمع‌بندی
- ۳۷ ..... منابع

## خلاصه مدیریتی

با توسعه و رشد روزافزون فناوری و اطلاعات و بخصوص فناوری‌های تولید، انتقال، نگهداری و پردازش داده، استفاده از سیستم‌هایی که این داده‌ها را بفهمند، تفسیر کنند و یا بر اساس آن‌ها به صورت خودکار عمل کنند روندی طبیعی در دنیا شده است. این تنها بخشی از علم هوش مصنوعی است. ایجاد سیستم‌های تشخیص خودکار، ربات‌ها، دستیاران شخصی، پیش‌بینی کردن و... همگی از زیرشاخه‌های کاربردهای هوش مصنوعی است. امروزه هوش مصنوعی زندگی بیشتر انسان‌ها را تحت تأثیر قرار داده است و در آینده ای نه‌چندان دور، بسیاری از مشاغل در کشورهای پیشرفته توسط سامانه‌های هوشمند خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌گیرند. شناخت هر چه بیشتر و بهتر علم هوش مصنوعی به بهبود شرایط زندگی و فضای کسب‌وکار کمک شایانی خواهد کرد.

در راستای توسعه هوش مصنوعی در کشور پروژه‌ای تحت عنوان توسعه راهبردی هوش مصنوعی، توسط پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، برای شناسایی و شناساندن نقش هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف انجام شده است. یکی از خروجی‌های این پروژه شناسایی کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه‌های اصلی و اولویت‌های کشور است. یکی از این اولویت‌ها حوزه سلامت بهداشت و مراقبت است که در این کتابچه سعی شده است به کارکردها و کاربردهای هوش مصنوعی در این زمینه پرداخته شود و به صورت خلاصه برخی از کاربردهای مهم هوش مصنوعی در حوزه سلامت و بهداشت بیان شود. برای توضیحات تکمیلی‌تر و جزئیات بیشتر در خصوص این کاربردها می‌توان به کتاب اصلی این کتابچه مراجعه کرد.

حوزه سلامت از اولین حوزه‌هایی است که در آن از علوم و فناوری‌های جدید استفاده می‌شود. امروزه هوش مصنوعی نقش کلیدی در بسیاری از حوزه‌های مربوط به سلامت، از توسعه روش‌های پزشکی جدید گرفته تا بررسی داده‌ها و سوابق بیماران ایفا می‌کند. افزایش روزافزون کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه بهداشت و سلامت به ما این امکان را می‌دهد تا آینده‌ای را جستجو کنیم که ارائه‌دهندگان خدمات بهداشت و درمان از داده‌ها و تجزیه و تحلیل آن‌ها برای ارائه خدمات بهتر، بهبود فرایندها و خودکار کردن وظایف استفاده می‌کنند. در این کتابچه به بررسی موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه سلامت و آخرین تحولات استفاده از هوش مصنوعی در این حوزه، از

جمله تشخیص و پیش‌بینی بیماری، کمک به درمان، پردازش اطلاعات و تحقیقات زیست‌پزشکی و کمک به مدیریت درمانی پرداخته شده است.

یکی از مباحث مهمی که این روزها کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت را بیشتر از پیش نمایان کرد، استفاده از هوش مصنوعی در زمینه مدیریت و درمان کووید - ۱۹ بوده است. استفاده از هوش مصنوعی در تشخیص بیماری، تشخیص کووید - ۱۹ از سرماخوردگی، تشخیص فرد مبتلا برحسب علائم ظاهری، تحقیق و توسعه در ایجاد دارو و واکسن و ... همگی از کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه مدیریت، کنترل و درمان کووید - ۱۹ بوده است.

تحلیل و ارزیابی شرکت‌ها و سازمان‌های داخلی که به نحوی از هوش مصنوعی در حوزه پزشکی و سلامت بهره می‌گیرند از دیگر مواردی است که در این کتابچه به آن پرداخته شده است. در مقابل تعدد شرکت‌های بین‌المللی که از هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف سلامت بهره می‌گیرند، تنها تعداد محدودی از شرکت‌های داخلی در این زمینه متمرکز شده‌اند. همچنین، اغلب شرکت‌های موجود در سطح داخلی در حوزه‌هایی مانند ربات‌های کمک جراح و تجهیزات توان‌بخشی فعال بوده‌اند؛ بنابراین در بسیاری از زمینه‌های پرکاربرد پزشکی مانند تشخیص زودهنگام بیماری، پیش‌بینی بیماری، کمک به درمان و خصوصاً در تصویربرداری پزشکی، کمبود شرکت‌هایی در جهت استفاده از روش‌های هوش مصنوعی به چشم می‌خورد.

همچنین در انتهای این کتابچه نیز به بررسی وضعیت اسناد علمی منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» در ایران و جهان با استفاده از علم‌سنجی پرداخته شده است و مواردی همچون کشورهای برتر جهان، کشورهای برتر مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران (رقبای منطقه‌ای)، روند انتشار تولیدات علمی در ایران و جهان، نهادهای تأمین مالی برتر در جهان و نویسندگان برتر ایران و جهان در این حوزه مورد بررسی قرار گرفته‌اند؛ بنابراین، این کتابچه می‌تواند در جهت آگاهی از زمینه‌هایی که در کشور ما همچنان جای بررسی توسط هوش مصنوعی دارند و نیز کمک به شناخت روند این جریان و آشنایی با روش‌های پرکاربرد در جهت تسریع پیشرفت در این حوزه گام مهمی بردارد.





هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم و مهندسی کامپیوتر است که در آن به طراحی و ساخت سامانه‌های هوشمند پرداخته می‌شود. این سامانه‌ها با تقلید از توانایی‌های انسانی از قبیل درک و کشف محیط پیرامون و قدرت یادگیری، سعی در خودکارسازی هر چه بهتر رفتارهای هوشمندانه دارند. امروزه هوش مصنوعی زندگی بیشتر انسان‌ها را تحت تأثیر قرار داده است و در آینده‌ای نه‌چندان دور، بسیاری از مشاغل در کشورهای پیشرفته توسط سامانه‌های هوشمند خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌گیرند. شناخت هر چه بیشتر و بهتر علم هوش مصنوعی به بهبود شرایط زندگی و فضای کسب‌وکار کمک شایانی خواهد کرد.

همچنین با پیشرفت‌های اخیر در زمینه جمع‌آوری داده‌های مراقبت‌های بهداشتی، الگوریتم‌های یادگیری ماشین و زیرساخت‌های محاسبات، استفاده از هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی پیشرفت قابل توجهی داشته است. کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت تشخیص در بسیاری از حوزه‌های پزشکی، مهم‌ترین مزیت استفاده از سامانه‌های هوشمند در حوزه پزشکی و سلامت است. این‌گونه سامانه‌ها قادرند کیفیت تشخیص و معاینات پزشکان را بالا برده و در بعضی از زمینه‌های عملکردی مراقبت‌های بهداشتی (مانند رادیولوژی) حتی جایگزین قضاوت انسان شوند.

هوش مصنوعی را می‌توان برای انواع مختلف داده‌های مراقبت‌های بهداشتی از جمله ساخت یافته و غیر ساخت یافته استفاده کرد. از تکنیک‌های محبوب هوش مصنوعی می‌توان به روش‌های یادگیری ماشین برای داده‌های ساخت یافته، مانند ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و یادگیری عمیق مدرن و همچنین روش‌هایی مانند پردازش زبان طبیعی برای داده‌های بدون ساختار اشاره کرد.

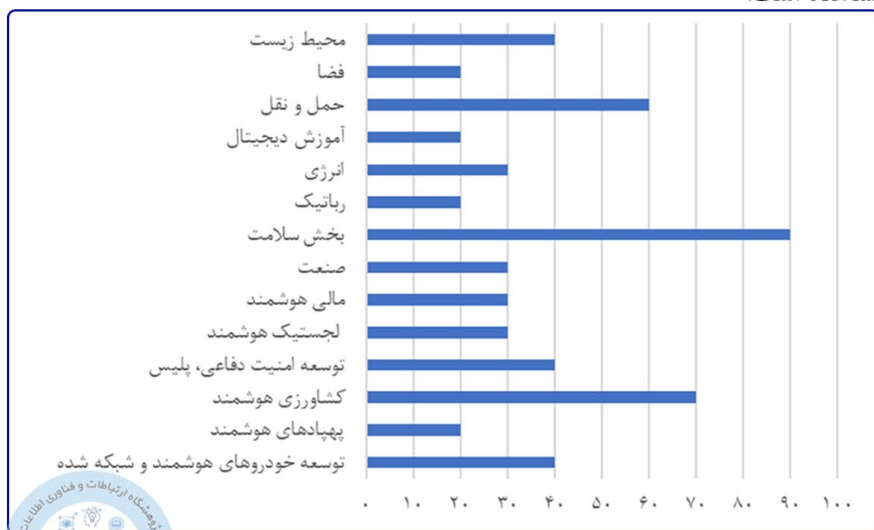
در این کتابچه، سعی شده است تا حوزه‌های اولویت‌دار توسعه هوش مصنوعی در کشور، برخی از موارد کاربردی مرسوم هوش مصنوعی در حوزه سلامت، شرکت‌های داخلی فعال در استفاده از هوش مصنوعی در حوزه سلامت و علم‌سنجی کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه سلامت در ایران و جهان مورد بررسی قرار گیرد.



## ۲- حوزه‌های اولویت‌دار برای به‌کارگیری هوش مصنوعی

یکی از بخش‌های مهم در سند راهبردی توسعه هوش مصنوعی در کشورهای مختلف تعیین حوزه‌های تمرکز می‌باشد که معمولاً بر اساس چالش‌های فعلی و آتی کشورها تعیین می‌گردد. پس از بررسی حوزه‌های تمرکز در راهبرد کشورهایی چون چین، فرانسه، لیتوانی، مکزیک، قطر، سوئد، امارات، انگلستان، آمریکا، آلمان، کانادا، جمهوری چک، استونی، دانمارک، فنلاند، هند، ژاپن، لوکزامبورگ، هلند، نروژ، تایوان، کره جنوبی، سنگاپور و ترکیه حوزه‌های اولویت‌دار توسعه هوش مصنوعی شناسایی و فراوانی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت که در شکل ۱ درصد فراوانی بر اساس حوزه قابل مشاهده می‌باشد.

یکی از اقدامات مهم در سند راهبردی توسعه هوش مصنوعی در ایران تعیین حوزه‌های اولویت‌دار برای به‌کارگیری هوش مصنوعی است. برای اولویت‌بندی حوزه‌ها، ابتدا ۹ حوزه شامل اقتصاد و خدمات مالی، مسائل زیست‌محیطی، مسائل اجتماعی، کشاورزی، سلامت، حمل‌ونقل و مدیریت شهری، آموزش، انرژی و صنعت، معدن، تجارت با کمک خبرگان شناسایی و سپس حوزه‌های مذکور با استفاده از ۴۹ شاخص (که در دو دسته جذابیت و توانمندی تقسیم شده بود) اولویت‌بندی شد که نتایج در جدول ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱: درصد فراوانی حوزه تمرکز براساس کشورهای مورد بررسی

جدول ۱: حوزه‌های قابل تمرکز توسط ایران برای به‌کارگیری هوش مصنوعی

اولویت‌ها	حوزه کاربرد
اولویت ۱	اقتصاد و خدمات مالی
اولویت ۲	مسائل زیست‌محیطی
اولویت ۳	مسائل اجتماعی
اولویت ۴	کشاورزی
اولویت ۵	سلامت
اولویت ۶	حمل‌ونقل و مدیریت شهری
اولویت ۷	آموزش
اولویت ۸	انرژی
اولویت ۹	صنعت، معدن، تجارت



یکی از حوزه‌های قابل تمرکز برای ایران بر اساس جدول ۱ حوزه سلامت می‌باشد. بر اساس شکل ۲، این بخش شامل تشخیص بیماری و تصویربرداری پزشکی، مراقبت از بیمار، مدیریت بهداشت و درمان و تحقیق و توسعه و زیر حوزه‌های آن‌ها می‌باشد.

### ۳-۱ موارد کاربردی هوش مصنوعی در تشخیص بیماری و تصویربرداری پزشکی

**۱) پیش‌بینی آلزایمر:** بیماری آلزایمر (AD) یک اختلال تخریب عصبی است که بخش قابل توجهی از جمعیت افراد مسن در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این بیماری صدمات جبران‌ناپذیری به مغز وارد می‌کند و کیفیت زندگی بیماران را به شدت مختل می‌کند. آلزایمر وضعیتی است که در آن سلول‌های عصبی مغز از کار می‌افتند، ارتباط خود را با سایر سلول‌های عصبی از دست می‌دهند و می‌میرند. این شایع‌ترین علت زوال عقل است. از دست دادن عملکرد مغز می‌تواند بر حافظه، تفکر، زبان، قضاوت و رفتار تأثیر منفی بگذارد. آلزایمر غیرقابل برگشت و پیش‌رونده است.

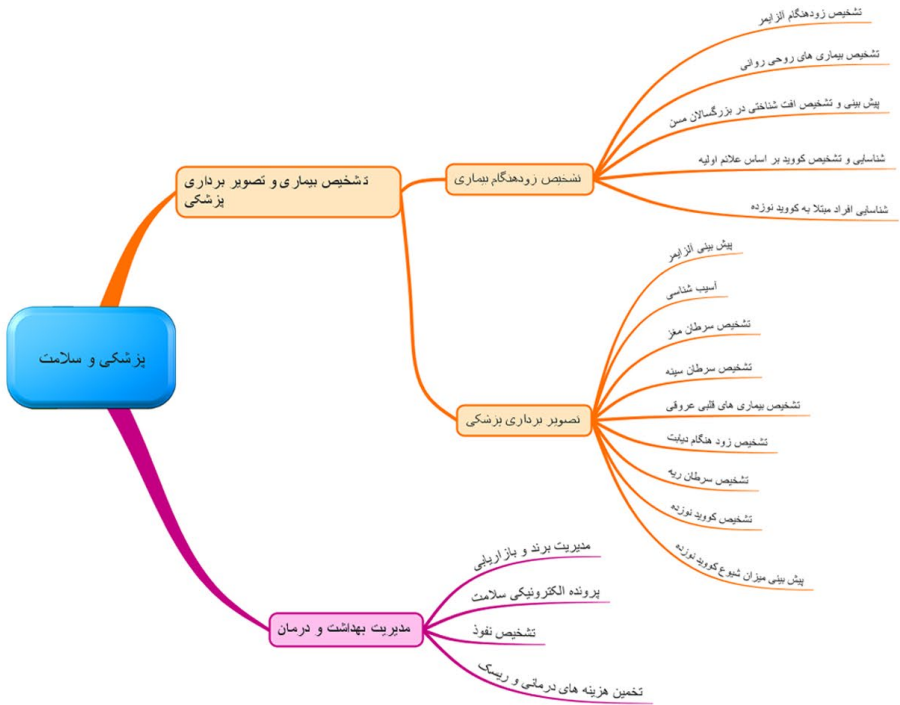
**۲) تشخیص زودهنگام آلزایمر:** بیماری آلزایمر قابل درمان نیست، بنابراین تشخیص به‌موقع می‌تواند به کند شدن روند بیماری و مدیریت علائم آن کمک کند. تحقیقات زیادی در جهت تشخیص زودهنگام و حتی پیش‌بینی



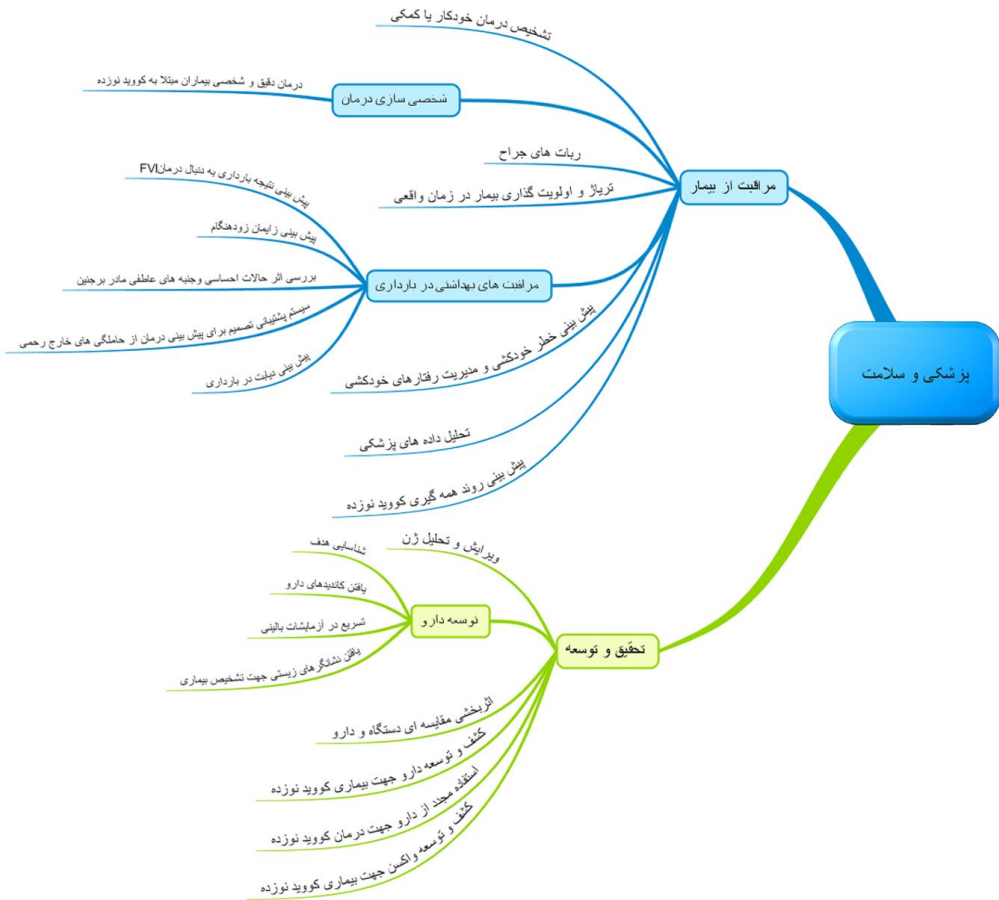


وقوع آلزایمر توسط محققین هوش مصنوعی صورت گرفته است. به طور کلی، با جمع‌آوری اطلاعات محیطی، ژنتیکی و تصاویر پزشکی و استفاده از روش‌های هوش مصنوعی می‌توان به پزشکان در تشخیص و پیش‌بینی بیماری آلزایمر کمک نمود. روش‌های به کار گرفته شده در این حوزه، شامل پیش‌پردازش داده‌های با حجم زیاد مانند انتخاب ویژگی‌ها، پردازش تصاویر مانند حذف نویز و استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین مانند روش‌های فازی و شبکه‌های عصبی می‌باشد. از بین این روش‌ها، روش‌های یادگیری عمیق اخیراً بیشتر به کار گرفته شده و موفقیت بیشتری کسب نموده‌اند.





شکل ۲: درخت موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه پزشکی و سلامت





**۳) تشخیص سرطان مغز:** پس از بیماری‌های قلبی عروقی، سرطان دومین دلیل مرگ‌ومیر در جهان است. از انواع سرطان‌ها، سرطان مغز کمترین احتمال بهبود را دارد. تومورهای مغزی بسته به شکل، بافت و موقعیت آن‌ها می‌توانند انواع مختلفی داشته باشند. با توجه به اینکه درمان بیمار بر اساس نوع و شدت تومور متفاوت است، تشخیص صحیح نوع تومور پزشک را قادر می‌سازد تا روش درمانی صحیحی را انتخاب کرده و به نجات جان بیمار کمک کند. همچنین در هنگام جراحی تومورهای مغزی، تشخیص مکان دقیق آن به نتیجه بهتر جراحی کمک می‌نماید. متأسفانه با روش‌های دستی و سنتی زمان زیادی جهت تشخیص توسط آزمایشگاه پاتوبیولوژی صرف می‌شود و حتی امکان خطا وجود دارد. این در حالی است که با سیستم‌های تشخیص هوش مصنوعی نیاز به قسمت زمان‌بر فرایند تشخیص در آزمایشگاه حذف شده و کمک قابل توجهی به پزشکان و رادیولوژیست‌ها می‌شود. فرایند تشخیص نوع و مکان تومور شامل گرفتن تصاویر مختلف از تومور، پردازش تصویر و سپس تشخیص نوع تومور با استفاده از هوش مصنوعی می‌باشد.

**۴) تشخیص و درمان سرطان سینه:** سرطان سینه شایع‌ترین شکل سرطان در میان زنان در سراسر جهان است. تشخیص به موقع این سرطان می‌تواند گزینه‌های درمانی و بقای بیماران را افزایش دهد. به علاوه تشخیص نوع سرطان از جمله خوش‌خیم و بدخیم بودن، همچنین مکان دقیق توده سرطان می‌تواند به جراح در درمان این بیماری یاری رساند. از روش‌های تصویربرداری متفاوتی جهت تشخیص و تعیین نوع و مکان دقیق توده سرطان استفاده می‌شود. اخیراً سیستم‌های تشخیص به کمک هوش مصنوعی جهت یاری به رادیولوژیست‌ها به منظور افزایش دقت تشخیص ایجاد شده‌اند که می‌توانند از طریق ساده‌تر کردن فرایند تشخیص به پزشک و بیمار کمک کنند.

**۵) تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی:** بیماری‌های قلبی عروقی علت بیشترین مرگ‌ومیر در سراسر جهان هستند؛ بنابراین تشخیص زودهنگام و دقیق این بیماری می‌تواند نقش عمده‌ای در درمان به موقع آن داشته باشد. هوش مصنوعی به دو صورت می‌تواند در تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی مؤثر باشد. در نوع اول می‌توان از هوش مصنوعی جهت کمک به اشخاص استفاده کرد. بدین صورت که هر شخص در ابتدا اطلاعات فردی و سلامت خود که می‌تواند به وسیله تلفن همراه هوشمند و یا دستگاه‌های قابل دسترس برای عموم اشخاص مانند دستگاه کوچک اندازه‌گیری اکسیژن خون اندازه‌گیری شود، را به دست آورد. پس از آن با کمک سامانه هوشمند

و برخط این اطلاعات را تحلیل می‌نماید. سامانه هوشمند با گرفتن اطلاعات اشخاص به آن‌ها در تشخیص بیماری و یا سلامت آن‌ها کمک می‌کند. از آنجاکه حجم اطلاعات همه اشخاص بسیار زیاد است در تحلیل دقیق و سریع این اطلاعات نیاز به روش‌های پردازش داده‌های کلان می‌باشد. در نوع دوم، هوش مصنوعی با تحلیل تصاویر پزشکی بیماران به پزشک متخصص قلب و عروق در تشخیص این بیماری کمک می‌نماید. تصاویری که پزشکان از آن‌ها برای تشخیص این‌گونه از بیماری‌ها بهره می‌گیرند شامل دامنه وسیعی از تصاویر می‌باشند. تکنیک‌های هوش مصنوعی به پزشکان در بررسی دقیق این تصاویر کمک می‌کنند.

**۶) تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی توسط الکتروکاردیوگرام:** بیماری‌های قلبی عروقی علت بیشترین مرگ‌ومیر در سراسر جهان هستند؛ بنابراین تشخیص زودهنگام و دقیق این بیماری می‌تواند نقش عمده‌ای در درمان به‌موقع آن داشته باشد. یکی از روش‌های تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی تشخیص توسط سیگنال الکتروکاردیوگرام (ECG) می‌باشد که توسط این روش تشخیص حمله قلبی، تغییر ضربان قلب، افزایش ضخامت عضله قلب و بزرگ شدن قلب ممکن است. مراحل تشخیص شامل تجزیه سیگنال، استخراج ویژگی و استفاده از رویکردهای یادگیری ماشین برای تشخیص خودکار و فرایند تصمیم‌گیری است.

**۷) پیش‌بینی بیماری‌های قلبی عروقی:** پیش‌بینی این نوع بیماری به چهار دسته تقسیم می‌شود: پیش‌بینی بیماری عروق کرونر با روش‌های مختلف یادگیری ماشین که در بین آن‌ها روش boosting بیشترین دقت را داشته است. پیش‌بینی نارسایی قلبی در بین روش‌های یادگیری ماشین به ترتیب boosting سپس SVM و در نهایت CNN از دقت بالایی برخوردار بوده‌اند.

**۸) تشخیص زودهنگام دیابت:** در سال‌های اخیر میزان بروز دیابت به طور قابل توجهی افزایش یافته است. اما تشخیص زودهنگام این بیماری از روی نشانه‌های آن به‌موقع صورت نمی‌پذیرد. این در حالی است که تشخیص زودهنگام بیماران در معرض خطر می‌تواند از هشتاد درصد عوارض ماندگار دیابت، به‌خصوص دیابت نوع دوم جلوگیری کرده و یا آن‌ها را به تعویق اندازد. مشکل اصلی، تشخیص بیماری از روی مشخصه‌های ساده پیش از ظهور نشانه‌های اصلی و خطرناک بیماری است. در این راستا می‌توان از تکنیک‌های هوش مصنوعی جهت کمک به اشخاص در تشخیص زودهنگام بیماری، پیش از ظهور علائم پزشکی بهره گرفت. در ابتدا اطلاعات فردی مانند سن، شاخص توده بدنی و ... به یک سامانه هوش مصنوعی داده می‌شود.

سپس داده‌ها تحلیل شده و در نهایت پاسخ سیستم به‌عنوان نتیجه قطعی دیابت (مثبت یا منفی بودن بروز دیابت) مشخص می‌گردد.

**۹) تشخیص زودهنگام بیماری صعب‌العلاج:** بسیاری از بیماری‌ها قابل درمان نیستند. این در حالی است که تشخیص به‌موقع این بیماری‌ها می‌تواند به کند شدن روند بیماری و مدیریت علائم آن کمک کند. تجزیه و تحلیل شرایط خاص با استفاده از داده‌های آزمایشگاهی و سایر داده‌های پزشکی جهت تشخیص زودهنگام بیماری‌ها با استفاده از هوش مصنوعی قابل انجام است. روش‌های یادگیری عمیق در این حوزه با کارایی بالا به طور گسترده استفاده می‌گردند.

**۱۰) پیش‌بینی و تشخیص افت شناختی در بزرگسالان مسن:** سلامت شناختی یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده توانایی عملکرد افراد مسن است. در برخی از افراد مسن اختلال شناختی خفیف ایجاد می‌شود. در سراسر جهان، ۵۰ میلیون نفر به زوال عقل مبتلا هستند. از آنجاکه هیچ درمان شناخته شده‌ای برای زوال عقل وجود ندارد، برای دستیابی به بیشترین تأثیر رویکردهای درمانی فعلی و جدید برای به تأخیر انداختن پیری شناختی پاتولوژیک، ابزارهایی برای تشخیص زودهنگام کاهش شناخت لازم است. متأسفانه، تشخیص به‌موقع اختلال شناختی به دلیل پیشرفت موزیانه علائم، یک تلاش روان‌سنجی است که در مراحل اولیه ممکن است با نقص شناختی مربوط به سن طبیعی اشتباه شود. ابزارهای هوش مصنوعی قادرند از داده‌های با ابعاد بالا برای تعیین پیش‌بینی‌های عملکرد شناختی استفاده کنند. تکنیک‌های تحلیلی AI به طور ایده‌آل برای کنترل حجم زیاد و پیچیدگی مجموعه داده مناسب هستند و می‌توانند این کار را با کارایی بیشتری نسبت به انسان انجام دهند.

**۱۱) کاربرد هوش مصنوعی در تصویربرداری پزشکی:** تصاویر پزشکی در تشخیص بسیاری از بیماری‌ها به کار گرفته می‌شوند. با این حال تشخیص ناهنجاری‌ها توسط پزشک به‌راحتی صورت نمی‌گیرد، زیرا تصاویر دارای نویز زیادی بوده و همچنین تجزیه و تحلیل داده‌های آن بسیار پیچیده است؛ بنابراین روش‌های هوش مصنوعی مانند پردازش تصویر و الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند بسیار مؤثر واقع شوند. روش‌های پردازش تصویر با ارتقاء کیفیت تصاویر، مانند حذف نویز، بهبود کنتراست و ... وضوح مناطقی از تصویر که در جهت تشخیص ناهنجاری‌ها مفید می‌باشند را افزایش می‌دهند. سپس روش‌های یادگیری ماشین خصوصاً یادگیری عمیق، این ناهنجاری‌ها را دسته‌بندی کرده و بیماری را در صورت وجود، شناسایی می‌کنند. این روش‌ها



به بیماران، پزشکان و رادیولوژیست‌ها در تشخیص بیماری کمک می‌کنند.

**۱۲) کاربرد هوش مصنوعی در آسیب‌شناسی:** آسیب‌شناسی مبتنی بر هوش مصنوعی به‌عنوان یک رشته در حال ظهور اخیراً نوید بزرگی برای افزایش دقت و در دسترس بودن مراقبت‌های بهداشتی با کیفیت بالا برای بیماران در بسیاری از زمینه‌های پزشکی است. گردشکار آسیب‌شناسی سنتی معمولاً شامل تهیه بافت، پردازش بافت و ایجاد اسلایدهای شیشه‌ای است. آسیب‌شناس وظیفه تفسیر اسلایدهای شیشه‌ای را دارد. این گردشکار دستی است و مراحل زیادی را می‌طلبد. این امر ممکن است یک فرایند زمان‌بر و پرهزینه باشد. در موارد خاص به نظر بیش از یک پاتولوژیست نیاز است و حتی برای مواردی که چالش‌برانگیز و دشوار است، ممکن است برای مشاوره به یک متخصص ارسال شود که ممکن است روزها تا هفته‌ها طول بکشد. فرایند استفاده از هوش مصنوعی در آسیب‌شناسی شامل دیجیتالی کردن اسلایدها و تبدیل به پیکسل، سپس استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی جهت جستجوی اشکال، ویژگی‌ها یا الگوها با استفاده از تجزیه و تحلیل تصویر، یادگیری عمیق و ابزارهای هوش مصنوعی می‌باشد. هوش مصنوعی با بهتر کردن دقت تشخیص، بهینه‌سازی مراقبت از بیمار و کاهش هزینه‌ها به آسیب‌شناسان یاری می‌رساند.

**۱۳) تشخیص بیماری کووید - ۱۹ با استفاده از تصویربرداری پزشکی:** با توجه به نیاز فوری به شناسایی موارد مثبت بیماری کووید - ۱۹ در جهت قطع فوری زنجیره انتشار، تصویربرداری رادیولوژی قفسه سینه مانند توموگرافی کامپیوتری (CT) و اشعه ایکس نقش مهمی در تشخیص و درمان زودهنگام این بیماری همه‌گیر ایفا کرده است. استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشینی همراه با تصویربرداری رادیولوژیک در تشخیص این علائم بیماری در افراد بسیار مفید است.

**۱۴) شناسایی افراد مبتلا به کووید - ۱۹:** مشاهده شده است که بیماری همه‌گیر کووید - ۱۹ به سرعت در حال گسترش در سراسر جهان است، بنابراین نیاز شدیدی به کاوش افراد مبتلا به این بیماری جهت درمان یا تشخیص وجود دارد. فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی مانند پردازش زبان طبیعی، بینایی ماشین و. رایانه‌ها را قادر می‌سازد تا از مدل‌های فعال داده‌های بزرگ برای تشخیص، تفسیر و پیش‌بینی الگو در این داده‌ها استفاده نمایند. به‌عنوان مثال تحقیقاتی اولیه جهت تشخیص اشخاص مبتلا از روی صدای آن‌ها با استفاده از هوش مصنوعی انجام شده است.

**۱۵) شناسایی و تشخیص کووید - ۱۹ بر اساس علائم اولیه مانند**



**تب، سرفه و سرماخوردگی:** تب، سرفه و سرماخوردگی از علائم اولیه هر آنفلوآنزا هستند. از آنجاکه بیماری کووید - ۱۹ علائمی مشابه آنفلوآنزای رایج دارد، تشخیص صحیح این بیماری بر اساس نشانه‌های اولیه بسیار مهم است. در این راستا، توسعه کیت‌های آزمایشگاهی به‌گونه‌ای که بتوانند در تشخیص بیماری به ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی راهنمایی و کمک کنند ضروری است. سنسورهای هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی (AI) جهت تشخیص علائم ویروس کووید استفاده می‌گردند.

**۱۶) پیش‌بینی میزان شیوع (پیش‌روی) بیماری کووید - ۱۹: تعیین** دقیق میزان پیش‌روی بیماری کووید - ۱۹ در اسرع وقت و شروع درمان به موقع ممکن است پیش‌روی بیماری را بهبود بخشد و مرگ‌ومیر ناشی از آن را کاهش دهد. همچنین، توانایی شناسایی خطر وخامت بیمار در طول بستری شدن در بیمارستان برای تخصیص مؤثر منابع پزشکی و اطمینان از اینکه بیماران مدیریت مناسب را در طول همه‌گیری کووید - ۱۹ دریافت می‌کنند، حیاتی است. مدل‌های هوش مصنوعی توانایی ارزیابی و بررسی ناهنجاری‌های ریوی مربوط به کووید - ۱۹ از روی تصاویر سی تی قفسه سینه و تشخیص شدت و پیش‌روی این بیماری به طور دقیق را دارند. به‌علاوه روش‌های یادگیری ماشین به‌عنوان مثال یادگیری عمیق می‌توانند خطر ابتلا به بیماری بحرانی در بیماران کووید - ۱۹ را بر اساس ویژگی‌های بالینی در هنگام پذیرش در بیمارستان، مانند ویژگی‌های بالینی، آزمایشگاهی و رادیولوژیکی پیش‌بینی کنند.

**۱۷) پیش‌بینی روند همه‌گیری کووید - ۱۹: بیماری کووید - ۱۹ از** سوی سازمان بهداشت جهانی، به‌عنوان یک بیماری همه‌گیر تعریف شده است. از این رو، تمرکز بر ساخت مدل‌های پیش‌بینی جهت کمک به سیاست‌گذاران و مدیران سلامت برای تخصیص منابع مراقبت‌های بهداشتی و جلوگیری یا محدود کردن شیوع آن از اهمیت زیادی برخوردار است. مطالعات زیادی از یادگیری ماشین جهت پیش‌بینی بروز، موارد تأیید شده، مرگ و میرها و بهبودی، روند توسعه و زمان توقف احتمالی بیماری کووید - ۱۹ استفاده کرده‌اند. نتایج این مطالعات می‌توانند در جهت کمک به کنترل و پیشگیری از این بیماری مزایای گسترده‌ای به همراه داشته باشد.

## ۲-۳ موارد کاربردی هوش مصنوعی در مراقبت از بیمار

**۱) تشخیص درمان خودکار یا کمکی:** سوابق پزشکی ناقص و بار

اطلاعات زیاد و پیچیده می‌تواند منجر به خطاهای انسانی مرگبار شود. به منظور ایمنی در این شرایط، هوش مصنوعی می‌تواند بیماری را با سرعت بیشتری نسبت به بیشتر متخصصان پزشکی پیش‌بینی و تشخیص دهد. در این راستا، چت‌بات‌های هوشمند می‌توانند به بیماران کمک کنند تا خودشان بیماری را تشخیص دهند یا به پزشکان در تشخیص بیماری کمک کنند. این سیستم‌ها اطلاعات پزشکی و علائم را از اشخاص دریافت کرده و با تحلیل این اطلاعات توسط روش‌های یادگیری ماشین، بیماری را در صورت وجود تشخیص می‌دهند و بدین صورت می‌توانند به اشخاص و پزشکان در تشخیص دقیق بیماری یاری رسانند. به دلیل حجم زیاد داده‌های پزشکی، روش‌های هوشمند می‌توانند در جهت افزایش سرعت و دقت تشخیص به کار گرفته شوند.

**۲) تحلیل داده‌های پزشکی:** جهت استخراج اطلاعات مربوط به بیماری‌ها، داده‌های پزشکی بیماران توسط روش‌های هوش مصنوعی تحلیل شده و برنامه‌های درمانی مناسب پیشنهاد داده می‌شود. هوش مصنوعی به مؤسسات (بیمارستان‌ها و ...) اجازه می‌دهد تا با تحلیل عمیق داده‌های بالینی بیماران، راهکارهای مناسبی جهت حفظ سلامتی آن‌ها اتخاذ شود. با تحلیل داده‌ها توسط هوش مصنوعی، هزینه‌ها کاهش می‌یابد، به شکل بهینه از منابع استفاده می‌گردد و سلامت و درمان اشخاص به‌آسانی مدیریت می‌شود. با توجه به حجم بالای داده‌ها، از روش‌های مربوط به پردازش کلان‌داده‌ها مانند روش یادگیری عمیق توزیع شده در این زمینه استفاده شده و اطلاعات مفید موجود در داده‌ها استخراج می‌گردد.

**۳) شخصی‌سازی درمان:** با استفاده از هوش مصنوعی می‌توان بهترین برنامه درمانی را با توجه به داده‌های هر بیمار ارائه کرد. شخصی‌سازی درمان هزینه‌ها را کاهش و تأثیر درمان را افزایش می‌دهد. همچنین قادر به تشخیص زودهنگام بیماری برای هر شخص بیمار می‌باشد. سامانه شخصی‌سازی درمان در مراکز بهداشتی توسط پزشکان و همچنین توسط خود اشخاص قادر به استفاده است. این سامانه اطلاعات بیماران که علائم بیماری است را دریافت کرده و با پردازش این اطلاعات قادر است درمان شخصی انجام دهد. روش‌های یادگیری ماشین مانند شبکه‌های عصبی با یادگیری عمیق در این مورد بسیار کارآمد می‌باشند.

**۴) تریاژ و اولویت‌گذاری بیمار در زمان واقعی:** تریاژ و اولویت‌بندی بیماران به طور نامناسب ممکن است منجر به تصمیمات اشتباه استراتژیک شود. نمونه‌ای از این تصمیم‌گیری‌های اشتباه شامل تریاژ بیماران مبتلا به



بیماری مزمن قلب به گروه‌های دارای اولویت پایین است. تصمیمات نادرست ممکن است سلامت بیماران را به خطر بیندازد. سیستم‌های تریاژ مدرن که در سراسر جهان اجرا می‌شوند، به‌ندرت بر اساس دانش و تجربه پزشکی است که این امر باعث محدودیت این سیستم‌ها می‌شود؛ زیرا ممکن است الگوهای مهمی در حجم زیادی از سوابق داده‌های بالینی بیماران وجود داشته باشد؛ بنابراین می‌توان با استفاده از تکنیک‌های هوشمند، سیستم‌های پشتیبانی از تصمیم‌گیری بالینی را توسعه داد و در نتیجه سیستمی قوی را به متخصصان بهداشت ارائه کرد.

**۵) مراقبت‌های بهداشتی در بارداری:** استفاده از هوش مصنوعی برای رسیدگی به سلامت مادر و جنین، در تمام مراحل بارداری شامل نگرانی‌های مربوط به قبل از بارداری، قبل از تولد، قبل از زایمان و سلامت بعد از تولد می‌باشد. هوش مصنوعی با طراحی سیستم تصمیم‌گیری بالینی (CDSS) با تمرکز بیشتر بر روی تشخیص، مدیریت بیماری و سیستم‌های خبره در این زمینه به کار گرفته می‌شود. روش‌های مختلفی جهت تشخیص و پیش‌بینی در مراقبت‌های بهداشتی در بارداری استفاده می‌گردند. به‌عنوان مثال می‌توان استفاده از هوش مصنوعی در پیش‌بینی زایمان زود هنگام را نام برد. مثال‌های دیگر: پیش‌بینی مبتنی بر نظارت بر سلامت در زنان باردار، سیستم پشتیبانی تصمیم برای پیش‌بینی درمان از حاملگی‌های خارج رحمی، بررسی اثر حالات احساسی و جنبه‌های عاطفی مادر بر جنین، هوش مصنوعی در غربالگری برای نتایج نامطلوب در دوران بارداری و پس از زایمان، پیش‌بینی دیابت در بارداری.

**۶) پیش‌بینی نتیجه بارداری به دنبال لقاح آزمایشگاهی**  
**IVF:** لقاح آزمایشگاهی (IVF) روشی محبوب برای درمان زوجین نابارور است. در درمان ناباروری توسط این روش بدون هیچ ابزار خودکار، برای پزشکان دشوار است که روند تأثیرگذاری ویژگی‌ها را ارزیابی کنند و در واقع ممکن است منجر به عدم موفقیت بارداری IVF شود. در این راستا، بهترین مدیریت ممکن در درمان IVF توسط روش‌های هوش مصنوعی برای بیماران و پزشکان بسیار تأثیرگذار است.

**۷) پیش‌بینی خطر افسردگی پس از زایمان در زنان باردار:** روش‌های یادگیری ماشین می‌توانند به طور پیشگیرانه زنان در معرض خطر بیشتر از افسردگی پس از زایمان را شناسایی کنند (پیش‌بینی کنند). سابقه سلامت روان، تعداد مراجعه به بخش‌های اورژانس، استفاده از بلاکرها، چاقی و عوارض در دوران بارداری از مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده‌های الگوریتم یادگیری ماشین

است. به طور عمده از داده‌های پرونده الکترونیک سلامت (EHR) در این راستا استفاده می‌گردد. فرایند آماده‌سازی داده‌ها شامل استخراج، پردازش و یادگیری ماشین با استفاده از داده‌ها برای انتخاب حداقل لیست ویژگی‌ها از مجموعه داده‌های EHR می‌باشد.

### ۳-۳ موارد کاربردی هوش مصنوعی در مدیریت بهداشت و درمان

**۱) مدیریت برند و بازاریابی:** ایجاد استراتژی بازاریابی بهینه جهت برند، بر اساس بازار و هدف. هوش مصنوعی بازاریابان را قادر می‌سازد تا تمرکز بیشتری بر مشتری داشته و به‌موقع به نیازهای او توجه کنند. داده‌هایی که الگوریتم‌ها جمع‌آوری و تولید می‌کنند درک بازاریابی برای نحوه هدف قراردادن مشتری را برای بازاریابان آسان‌تر می‌کند. چگونگی ایجاد برند تجاری مراقبت‌های بهداشتی و رشد در مشتریان، موفقیت درازمدت سازمان بهداشت و درمان را تعیین می‌کند. در این زمینه از تکنیک‌های تحلیل داده، جهت داده‌هایی مانند ارزیابی میزان بیماری، مشارکت بیمار در مدیریت بهداشت شخصی قبل و بعد از مشارکت در برنامه و جمع‌آوری بازخورد برنامه استفاده می‌شود.

**۲) کاربردهای هوش مصنوعی در پرونده الکترونیکی سلامت:** پرونده الکترونیکی سلامت (EHR)، یک نسخه الکترونیکی از تاریخچه پزشکی بیماران است و شامل تمام داده‌های کلیدی کلینیکی اداری از جمله: مشخصات جمعیتی، یادداشتهای پیشرفت، مشکلات، داروها، علائم حیاتی، سابقه پزشکی گذشته، واکسیناسیون، داده‌های آزمایشگاهی و گزارش‌های رادیولوژی و ... می‌باشد. این پایگاه‌های بزرگ بالینی منابع داده‌های ارزشمند در جهت تحقیقات بالینی و تشخیص و درمان بیماری‌ها می‌باشند. تمام گزارش‌ها و داده‌های بهداشتی فوق در قالب‌های غیرساختاری و غیراستاندارد در سیستم‌های الکترونیکی مراقبت‌های بهداشتی ذخیره می‌شوند و بسیاری هنوز در پرونده‌های دست‌نویس هستند. برای پرونده‌های دست‌نویس شده، اطلاعات باید اسکن شوند تا به‌صورت الکترونیکی ذخیره شوند. درحالی‌که سوابق بیماران در قالب الکترونیکی هستند، نمی‌توان از اطلاعات غیرساختاری موجود در آن‌ها استفاده کرد؛ بنابراین تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی (NLP) و متن‌کاوی به‌منظور ضبط داده‌های بدون ساختار، تجزیه و تحلیل ساختار دستوری، تعیین معنی اطلاعات و خلاصه‌سازی اطلاعات می‌توانند به کار گرفته شوند. این تکنیک‌ها می‌توانند هزینه‌ها را کاهش داده و اطلاعات لازم

را برای تجزیه و تحلیل عمیق کلان داده‌ها استخراج کنند. به کمک این تکنیک در زمان و هزینه پزشکان و مسئولین ثبت اطلاعات الکترونیکی به مقدار قابل توجهی صرفه جویی می‌شود.

**۳) تشخیص نفوذ:** یادگیری ماشین، روشی معمول در جهت تشخیص نفوذ و تشخیص ناهنجاری است. داده‌کاوی و شناسایی الگو اجزای اصلی در ساخت مدلی جهت تشخیص ناهنجاری می‌باشند. یکی از موارد نفوذ در بهداشت و درمان، سو استفاده از سیستم‌های بیمه درمانی است. کشف دستی تقلب در صنعت بهداشت و درمان کاری مشکل است؛ بنابراین به منظور تشخیص خودکار تقلب در مراقبت‌های بهداشتی از تکنیک‌های یادگیری ماشین و داده کاوی استفاده می‌شود. با استفاده از ابزارهای تشخیص نفوذ به مدیران بیمارستان‌ها و مراکز درمانی در راستای شناسایی کلاهبرداران یاری می‌شود.

**۴) تخمین هزینه‌های درمانی و ریسک:** هزینه بهینه جهت درمان و سایر سرویس‌ها با توجه به اطلاعات بازاریابی و رقابتی به طور خودکار توسط هوش مصنوعی تعیین می‌گردد. از روش‌های پردازش داده‌های کلان و یادگیری ماشین جهت پیش‌بینی ریسک‌های درمانی، مالی و عملیاتی با استفاده از داده های منابع موجود در این زمینه استفاده می‌شوند.

### ۳-۴ موارد کاربردی هوش مصنوعی در تحقیق و توسعه در حوزه سلامت

**۱) ویرایش و تحلیل ژن:** از آنجاکه بیماری‌هایی که یک فرد در طول زندگی تجربه می‌کند، عمدتاً توسط ژنتیک تعیین می‌شود، سال‌ها علاقه چشمگیری برای درک بهتر ترکیب ژنتیکی و اصلاح نقص ژن‌ها وجود داشته است. پیشرفت علم در این زمینه به دلیل پیچیدگی و حجم زیاد داده‌هایی که باید ارزیابی شوند متوقف شد. با پیشرفت در کاربردهای هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، محققان بهتر می‌توانند داده‌های ژنومی را از طریق توالی ژنوم و ویرایش ژن تفسیر و ویرایش کنند.

**۲) استفاده از هوش مصنوعی در توسعه دارو:** تولید داروها روندی پیچیده، زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد. هزینه قرارداد هر دارو در آزمایشات بالینی حدود ۶/۲ میلیارد دلار است و فقط ۱۰٪ از این داروها با موفقیت به بازار عرضه می‌شوند. بسیاری از فرایندهای تحلیلی مربوط به تولید دارو را می‌توان با یادگیری ماشین کارآمدتر کرد. در سال‌های اخیر روش‌های یادگیری عمیق با دقت بالا و صرفه‌جویی در زمان و هزینه در ساخت و کشف دارو در هریک از چهار مرحله ساخت و تولید دارو به کمک محققین آمده‌اند. این

چهار مرحله شامل یافتن کاندیدهای دارو، شناسایی هدف برای شفاعت، تسریع در آزمایشات بالینی و یافتن نشانگرهای زیستی برای تشخیص بیماری می‌باشند.

**۳) یافتن کاندیدهای دارو:** در این مرحله باید ترکیبی که با مولکول شناسایی شده در مرحله شناسایی مولکول هدف مطابقت داشته باشد پیدا شود. این شامل غربالگری تعداد زیادی - اغلب هزاران یا حتی میلیون‌ها - ترکیبات بالقوه برای تأثیر آن‌ها بر هدف، بدون ذکر اثرات جانبی خارج از هدف آن‌ها می‌باشد. این ترکیبات می‌توانند طبیعی، مصنوعی یا مهندسی زیستی باشند. باین‌حال، روش‌های سنتی بسیاری از پیشنهادها (مثبت نادرست) را ایجاد می‌کند - بنابراین محدود کردن آن به بهترین نامزدهای دارویی مدت‌زمان زیادی طول می‌کشد. الگوریتم‌های یادگیری ماشین نیز می‌توانند در اینجا کمک کنند: آن‌ها می‌توانند یاد بگیرند که مناسب بودن یک مولکول بر اساس اثر ساختاری و توصیف‌کننده‌های مولکولی است. سپس آن‌ها میلیون‌ها مولکول بالقوه را بررسی کرده و همه آن‌ها را به بهترین گزینه فیلتر می‌کنند - آن‌هایی که حداقل عوارض جانبی نیز دارند. این در نهایت باعث صرفه‌جویی در وقت زیادی در طراحی دارو می‌شود.

**۴) شناسایی منشأ بیولوژیکی بیماری:** اولین قدم در توسعه دارو، شناخت منشأ بیولوژیکی یک بیماری و همچنین مکانیسم‌های مقاومت آن و سپس شناسایی مولکول هدف (پروتئین مناسب) جهت درمان بیماری می‌باشد. در دسترس بودن گستره وسیعی از تکنیک‌ها مانند توالی عمیق به مقدار قابل توجهی داده‌های موجود جهت کشف مولکول‌ها را افزایش داده است، اما بررسی تمام این داده‌ها با روش‌های معمول و سنتی امکان‌پذیر نمی‌باشد. درحالی‌که الگوریتم‌های یادگیری ماشینی با سهولت بیشتری می‌توانند تمام داده‌های موجود را تجزیه و تحلیل کنند و حتی می‌توانند پروتئین‌های هدف خوب را به طور خودکار شناسایی کنند.

**۵) تسریع در آزمایشات بالینی:** یافتن کاندیدهای مناسب برای آزمایشات بالینی دشوار است. اگر کاندیدهای نامناسبی انتخاب شوند، دوره آزمایشی طولانی‌تر شده و موجب اتلاف هزینه و زمان بسیار زیادی می‌شود. یادگیری ماشینی می‌تواند با شناسایی خودکار کاندیدهای مناسب و همچنین اطمینان از توزیع صحیح برای گروه‌های شرکت‌کننده در آزمایش، طراحی آزمایشات بالینی را تسریع کند. الگوریتم‌ها می‌توانند به شناسایی الگوهایی کمک کنند که کاندیدهای خوب را از بد جدا می‌کنند. آن‌ها همچنین می‌توانند به عنوان یک سیستم هشدار سریع برای یک آزمایش بالینی که نتایج قطعی



ندارد به محققان اجازه مداخله سریع‌تر را بدهند و به طور بالقوه موجب صرفه‌جویی در توسعه دارو می‌شوند.

**۶) یافتن نشانگرهای زیستی برای تشخیص بیماری:** نشانگرهای زیستی مولکول‌هایی هستند که در مایعات بدن (به طور معمول خون انسان) یافت می‌شوند و اطمینان کامل در مورد بیماری یا عدم وجود بیماری را فراهم می‌کنند. آن‌ها فرایند تشخیص بیماری را ایمن و ارزان می‌کنند. همچنین می‌توان از آن‌ها جهت تعیین پیشرفت بیماری استفاده کرد. این امر باعث می‌شود پزشکان بتوانند روش درمانی صحیح را انتخاب کرده و بررسی کنند که آیا دارو مؤثر است یا نه. اما کشف نشانگرهای زیستی مناسب برای یک بیماری خاص فرایندی هزینه‌بر و زمان‌بر است که شامل غربالگری ده‌ها هزار نامزد احتمالی مولکول است. هوش مصنوعی می‌تواند بخش بزرگی از کار دستی را خودکار کرده و روند کار را تسریع کند. الگوریتم‌ها، مولکول‌ها را به نامزدهای خوب و بد طبقه‌بندی می‌کنند که به پزشکان کمک می‌کند تا بر روی تجزیه و تحلیل بهترین چشم‌اندازها تمرکز کنند.

**۷) کشف و توسعه دارو جهت بیماری کووید - ۱۹:** با توجه به اینکه شیوع کووید - ۱۹ هیچ نشانه‌ای از کند شدن روند این بیماری نداشته و درمان‌های مؤثر ثابت شده کمی برای آن وجود دارد، هزاران نفر همچنان به دلیل ابتلا به این بیماری هرروزه از بین می‌روند؛ بنابراین تولید داروهای مؤثر جهت درمان یا کاهش خطرات آن ضروری است. معمولاً برای تولید دارو با استفاده از روش‌های سنتی به زمان طولانی نیاز است، این در حالی است که جهت تسریع این فرایند، از تکنیک‌های هوش مصنوعی به‌منظور شناسایی داروهای بالقوه مؤثر و ایمن با کارایی بالا می‌توان بهره جست.

**۸) استفاده مجدد از دارو جهت درمان کووید - ۱۹:** استفاده مجدد از داروها به کاربرد داروهای تأیید شده برای نشانه‌های درمانی جدید اشاره دارد که به یک استراتژی موفق توسعه دارو برای کاهش هزینه‌های توسعه و افزایش سادگی رویه‌های تأیید دارو تبدیل شده است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی را می‌توان آموزش داد و سپس برای غربالگری داروهای موجود که ممکن است در درمان کووید - ۱۹ شده با گرادیان جهت غربالگری ۸۵۶۵ دارو در بانک دارو آموزش داده شده است که در نهایت منجر به یافتن ۲۰ داروی مورد تأیید شده است که می‌توانند در برابر کووید - ۱۹ مؤثر باشند.

**۹) کشف و توسعه واکسن جهت بیماری کووید - ۱۹:** بدون درمان دارویی مؤثر موجود جهت بیماری کووید - ۱۹، توسعه یک واکسن مؤثر و ایمن یک روش مهم برای مقابله با این بیماری بسیار عفونی است. استفاده از

بازار یادگیری ماشین جهت پیش‌بینی پروتئین‌های چسبنده به پروتئوم ویروس کووید - ۱۹ و بررسی میزان تهاجم میزبان از اهمیت بسیاری برخوردارند. پروتئین کووید - ۱۹ دارای بالاترین امتیاز آنتی ژنی محافظ است و به‌عنوان مطلوب‌ترین کاندید واکسن شناخته شده است. روند مطالعات و ارزیابی‌های ذکر شده با استفاده از هوش مصنوعی با دقت و سرعت بیشتری قابل انجام است.

## ۴ - شرکت‌های داخلی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی در حوزه سلامت

از بین شرکت‌های ایرانی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی بر اساس اطلاعات موجود در سایت معاونت علمی و فناوری ۱۳ شرکت در حوزه پزشکی و سلامت شناسایی شد که سطح پوشش کاربردها توسط آن‌ها در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲: سطح پوشش کاربردهای حوزه خدمات هوش مصنوعی در حوزه سلامت توسط شرکت‌های داخلی

عنوان مورد کاربرد	سان طب کرمانشاه	تحلیل پردازش ارقام هوشمند	توزان ریتمک و پزشکی	هوش‌مهندسان هانلک	شرکت سامانه جراحی	صنایع هوش مصنوعی	شرکت سبز مالمین نقش	شرکت دانسیس	فیندار طب ویرا	تحرک فناوری ریتمک	صنایع طب دانش گستر	پژوهشگاه نگاه پارسه	صنایع گویش پرواز
مدیریت بیمارستانی و درمانی	✓												
تشخیص بیماری		✓	✓										
تولید ریتم‌های جراح و کمک جراح			✓		✓								
تولید سامانه تصمیم‌یار پزشکی					✓								
ساخت و توسعه تجهیزات و فناوری‌های نوین پزشکی			✓										
تعمیرات و راه‌اندازی تجهیزات داروسازی						✓							
سیستم‌های ریتمک کمک حرکتی و تجهیزات توان‌بخشی			✓					✓	✓	✓	✓		
فعالیت در زمینه‌های مختلف پزشکی و سلامت				✓									✓

## ۵- علم‌سنجی و بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» در ایران و جهان

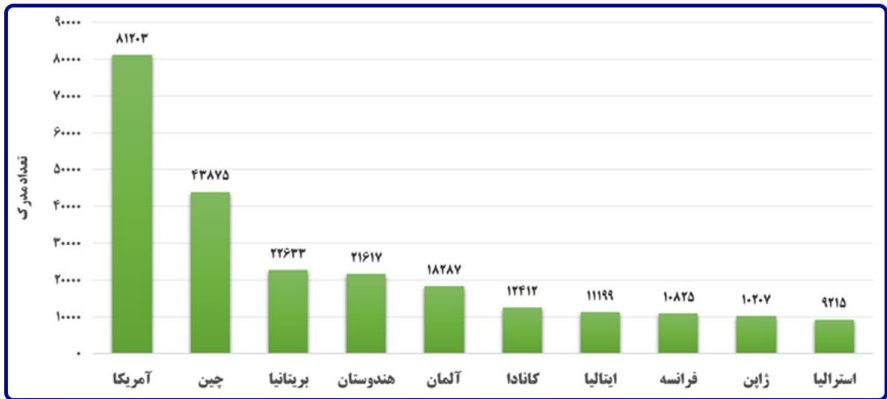
یافته‌های حاصل از مطالعات سنجش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری از مهم‌ترین ابزارهای سیاست‌گذاری در هر کشور به شمار می‌رود. بهره‌گیری از ابزارهای سنجش علم بر پایه استفاده از روش‌های آماری، امکان تعیین معیارهای رشد و توسعه علوم و تأثیر آن بر جوامع بشری برای ارائه آخرین دستاوردهای علمی محققان را فراهم نموده است. در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های کمی ارزیابی علمی برای مقایسه کشورها، دانشگاه‌ها، مؤسسات علمی و نویسندگان بسیار مورد توجه سیاست‌گذاری‌های علمی قرار گرفته است. یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین روش‌های سنجش کمیت و کیفیت تولید علم در جهان، روش علم‌سنجی است که فنون مختلف آن، از نیمه دوم قرن بیستم ارائه شده و در سطح وسیعی به کار برده می‌شوند. هدف این بخش به کارگیری ابزار علم‌سنجی جهت بررسی وضعیت اسناد علمی منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» در ایران و جهان است. جامعه پژوهش شامل کلیه اسناد علمی است که در پایگاه «اسکوپوس» تا پایان سال ۲۰۲۰ نمایه شده‌اند. در ابتدا، کلیه اسناد مربوطه (شامل مقاله، کتاب، فصل کتاب، گزارش‌های علمی و ...) در این حوزه از پایگاه «اسکوپوس» استخراج شدند. در گام بعدی وضعیت اسناد بازیابی شده جهان در این حوزه مابین سال‌های ۱۹۵۷ تا ۲۰۲۰ میلادی (۲۹۰۶۱۷ سند) و اسناد منتشر شده ایران در این حوزه مابین سال‌های ۱۹۸۳ تا ۲۰۲۰ میلادی (۴۲۰۹ سند) در مواردی همچون کشورهای برتر جهان، کشورهای برتر مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران (رقبای منطقه‌ای)، روند انتشار تولیدات علمی در ایران و جهان، نهادهای تأمین مالی برتر در جهان و نویسندگان برتر ایران و جهان مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین در رابطه با کشور ایران، به ترسیم نقشه‌های دانشی (زیر حوزه‌های موضوعی) و نقشه همکاری‌های بین‌المللی نیز اقدام شده است.

### ۵-۱ بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت»

در این بخش، اسناد مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» در جهان استخراج شده‌اند. برای این منظور و با استفاده از نظرات خبرگان و همچنین مطالعه ادبیات موجود، مهم‌ترین واژگان در این حوزه شناسایی شده

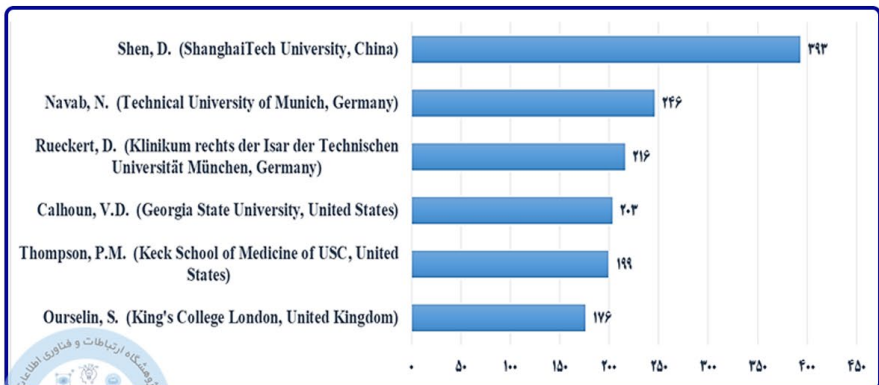
و با جستجو در پایگاه استنادی اسکوپوس، تعداد ۲۹۰۶۱۷ سند (شامل مقاله، کتاب و...) مابین سال‌های ۱۹۵۷ تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی استخراج و بازبینی شده است که در ادامه به تحلیل نتایج به‌دست‌آمده پرداخته خواهد شد.

وضعیت رتبه‌بندی کشورهای دارای بیشترین سند منتشر شده در جهان در شکل نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است کشورهای ایالات متحده آمریکا، چین، بریتانیا، هندوستان و آلمان در صدر این رتبه‌بندی قرار دارند و از قاره آسیا نیز کشورهای چین، هندوستان و ژاپن در بین ۱۰ کشور برتر قرار دارند.



شکل ۳: کشورهای دارای بیشترین سند منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۱۹۵۷-۲۰۲۰)

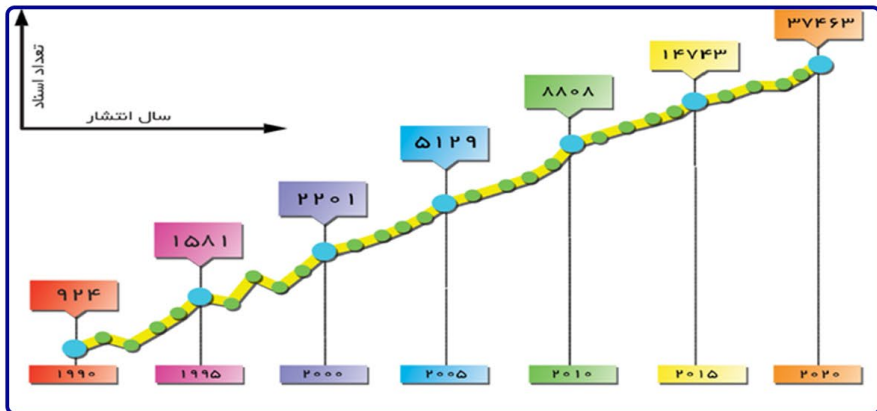
نویسندگان این حوزه در جهان، با بیشترین تعداد سند منتشر شده (۶ نویسنده برتر) نیز در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: نویسندگان برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۱۹۵۷-۲۰۲۰)



روند و تعداد اسناد منتشر شده در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» در شکل ۵ نشان داده شده است. همان طور که در شکل مذکور مشخص است، روند انتشار اسناد در این حوزه صعودی است که نشان دهنده جذابیت این حوزه و توجه ویژه پژوهشگران به آن است.



شکل ۵: روند اسناد منتشر شده جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت»

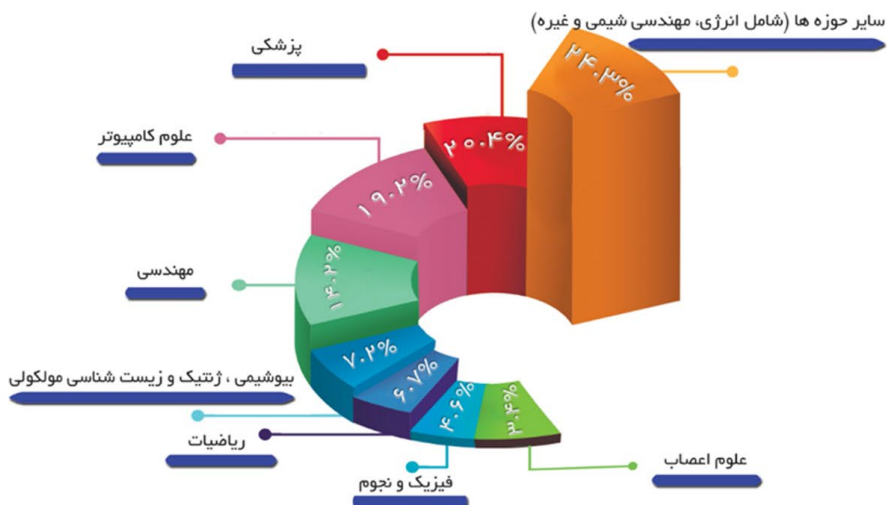
همچنین ۱۰ دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی در جهان که بیشترین تعداد سند را در این زمینه منتشر نموده‌اند در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: ده دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۵۷)

ردیف	نام دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی	تعداد سند منتشر شده
۱	مدرسه پزشکی هاروارد	۴۰۷۹
۲	آکادمی علوم چین (CAS)	۳۳۰۴
۳	وزارت آموزش چین	۲۶۸۸
۴	مؤسسه ملی سلامت و تحقیقات پزشکی فرانسه	۲۳۶۰
۵	بیمارستان عمومی ماساچوست	۲۲۲۷
۶	دانشگاه استنفورد	۲۲۰۲
۷	کالج دانشگاهی لندن	۲۰۲۳
۸	مؤسسه ملی سلامت آمریکا	۱۹۵۱
۹	دانشگاه پنسیلوانیا	۱۹۴۵
۱۰	دانشگاه تورنتو	۱۹۴۵



وضعیت و میزان اسناد منتشر شده جهان در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» نیز در شکل ۶ نشان داده شده است. همانگونه که در این شکل مشخص است، حوزه‌های پزشکی، علوم کامپیوتر و مهندسی دارای بیشترین میزان سند منتشر شده در این حوزه در جهان هستند.



شکل ۶: درصد اسناد منتشر شده جهان در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۵۷)

در نهایت وضعیت نهادهای تأمین‌کننده مالی برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» نیز در جدول ۴ نشان داده شده است. مطابق با اطلاعات جدول ۴، اغلب نهادهای تأمین‌کننده مالی مربوط به ۲ کشور آمریکا و چین هستند.

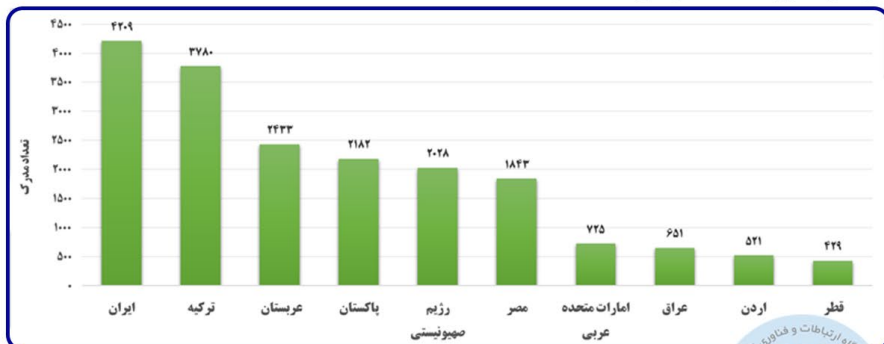
جدول ۴: نهادهای تأمین‌کننده مالی برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۵۷)

ردیف	نهادهای	تعداد سند منتشر شده
۱	مؤسسه ملی سلامت (NIH)	۲۲۳۵۶
۲	وزارت بهداشت و خدمات انسانی ایالات متحده آمریکا	۱۹۱۳۵
۳	بنیاد ملی علوم طبیعی چین (NSFC)	۱۴۸۵۸
۴	بنیاد ملی علوم (NSF)	۵۱۴۷
۵	کمیسیون اروپا (EC)	۵۰۰۵
۶	مؤسسه ملی سرطان ایالات متحده آمریکا	۴۲۱۱
۷	مؤسسه ملی بهداشت روان ایالات متحده آمریکا	۲۳۴۶
۸	مؤسسه ملی تصویربرداری زیست‌پزشکی و مهندسی زیستی آمریکا	۳۰۱۷
۹	تحقیق و نوآوری انگلستان	۲۹۲۷
۱۰	وزارت علم و فناوری چین	۲۳۲۵

## ۲-۵ بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت»

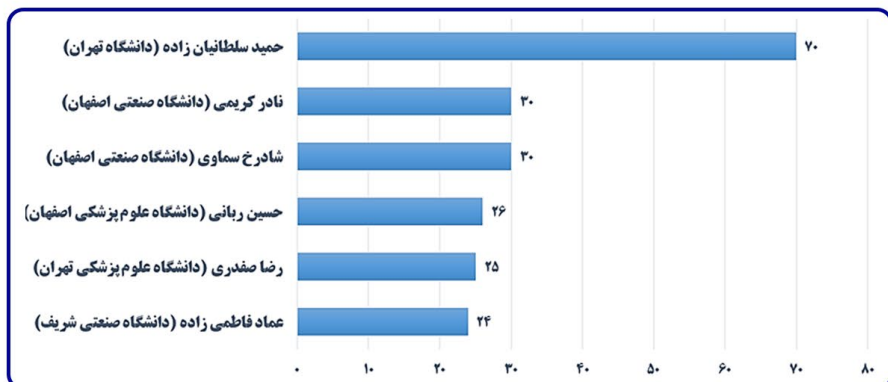
همان‌طور که در بخش قبل ذکر شد، ۲۹۰۶۱۷ سند در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» از پایگاه اسکوپوس بازیابی شدند. پس از محدود نمودن این نتایج به کشور ایران، تعداد نتایج حاصله برابر با ۴۲۰۹ سند (شامل مقاله، کتاب و...) مابین سال‌های ۱۹۸۳ تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی می‌باشند که از این پایگاه بازیابی شده و در ادامه به تحلیل نتایج به‌دست‌آمده خواهیم پرداخت.

وضعیت و جایگاه ایران در میان رقبای مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران در شکل ۷ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مذکور مشخص است، کشورهای ایران، ترکیه و عربستان کشورهای برتر منطقه در این حوزه به شمار می‌آیند.



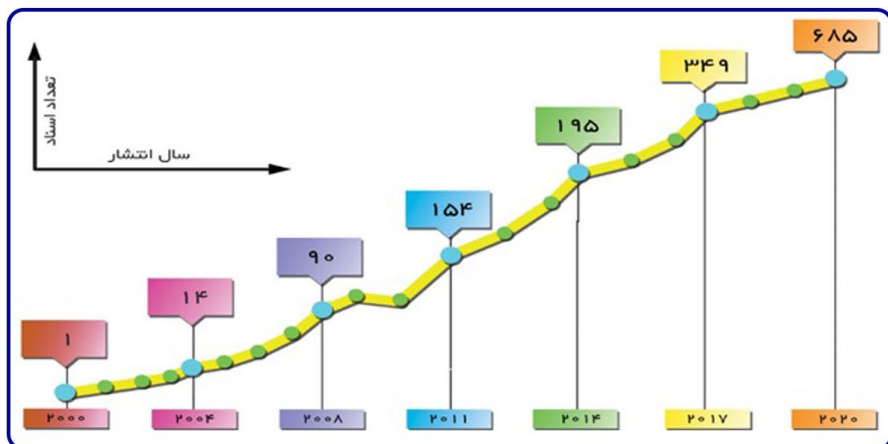
شکل ۷: جایگاه ایران در میان رقبای مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۱۹۸۳-۲۰۲۰)

نویسندگان این حوزه در ایران، با بیشترین تعداد سند منتشر شده (۶ نویسنده برتر) در شکل ۸ نشان داده شده است. مطابق با این شکل، حمید سلطانیان زاده و نادر کریمی نویسندگان برتر در کشور ایران هستند.



شکل ۸: نویسندگان برتر ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال های ۲۰۲۰-۱۹۸۳)

تعداد اسناد منتشر شده در ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» و روند آن در شکل ۹ نشان داده شده است. مطابق با این شکل، انتشار اسناد این حوزه در ایران، روندی صعودی دارد که نشان دهنده اهمیت بالای این حوزه است.



شکل ۹: روند اسناد منتشر شده ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت»



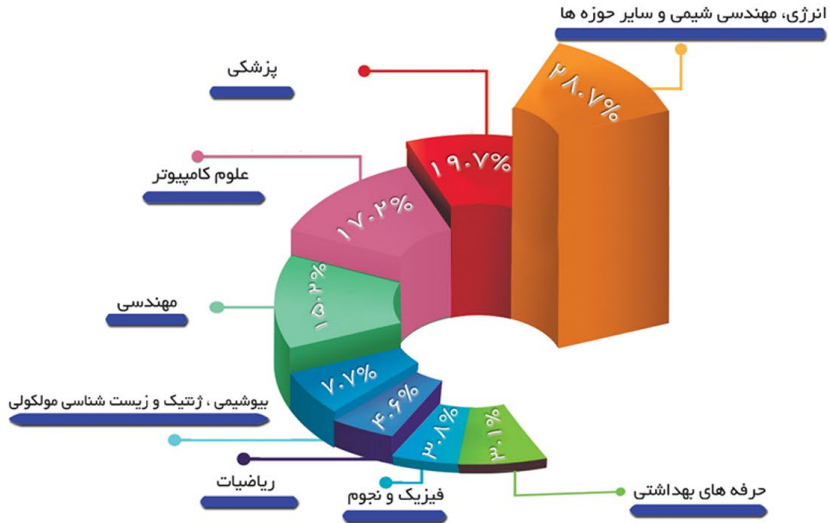


همچنین ۱۰ مؤسسه/دانشگاه/مرکز تحقیقاتی در ایران که بیشترین تعداد اسناد را در این زمینه منتشر نموده‌اند، در جدول ۵ نشان داده شده است. مطابق با جدول مذکور، دانشگاه آزاد اسلامی (کلیه واحدها)، دانشگاه تهران و دانشگاه علوم پزشکی تهران رتبه‌های اول تا سوم را در میان دانشگاه‌های ایران به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۵: ده دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی برتر ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۸۳)

ردیف	نام دانشگاه/مؤسسه/انهاد	تعداد سند منتشر شده
۱	دانشگاه آزاد اسلامی (کلیه واحدها)	۶۶۹
۲	دانشگاه تهران	۴۸۱
۳	دانشگاه علوم پزشکی تهران	۴۷۰
۴	دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۲۵۶
۵	دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی	۲۴۷
۶	دانشگاه تربیت مدرس	۲۴۵
۷	دانشگاه علوم پزشکی ایران	۲۰۷
۸	دانشگاه صنعتی شریف	۱۷۲
۹	دانشگاه علوم پزشکی اصفهان	۱۵۹
۱۰	دانشگاه علم و صنعت ایران	۱۵۰

وضعیت و میزان اسناد منتشر شده در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» در ایران نیز در شکل ۱۰ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، پژوهشگران ایرانی در حوزه‌های گوناگون و متنوعی (همچون علوم کامپیوتر، پزشکی، مهندسی، ریاضیات و ...) در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» فعالیت می‌کنند.



شکل ۱۰: درصد اسناد منتشر شده ایران در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۸۳)

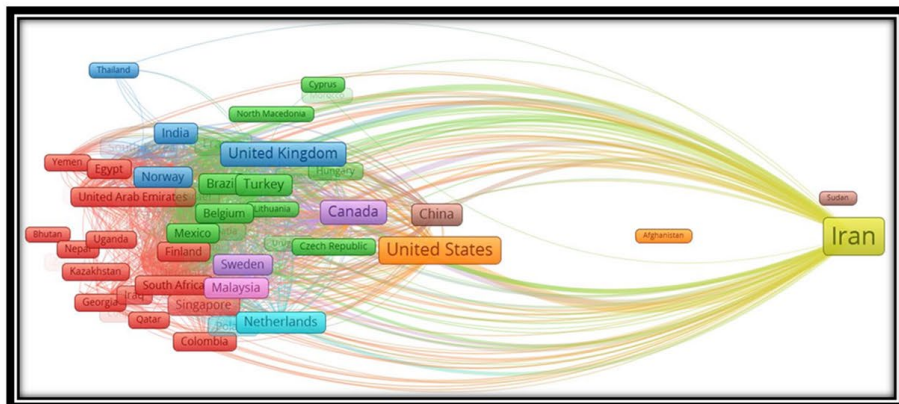
مطابق با نتایج بدست آمده و همانطور که در جدول مشخص است، محققان کشور ایران با محققان کشورهایی همچون آمریکا، کانادا، استرالیا، بریتانیا و ایتالیا بیشترین میزان همکاری در این حوزه را دارند.

جدول ۶: میزان مشارکت پژوهشگران کشورمان در زمینه تدوین مقالات «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» با پژوهشگران سایر کشورها (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۸۳)

ردیف	نام کشور	تعداد همکاری مشترک با ایران
۱	آمریکا	۴۸۷
۲	کانادا	۲۱۳
۳	استرالیا	۱۵۱
۴	بریتانیا	۱۴۵
۵	ایتالیا	۱۰۶
۶	مالزی	۹۳
۷	چین	۹۰
۸	آلمان	۸۴
۹	هلند	۶۹
۱۰	ترکیه	۵۹



وضعیت ارتباطات و همکاری‌های علمی میان ایران و سایر کشورها در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» در شکل ۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۱: نقشه ارتباطات بین‌المللی کشور ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۸۳)

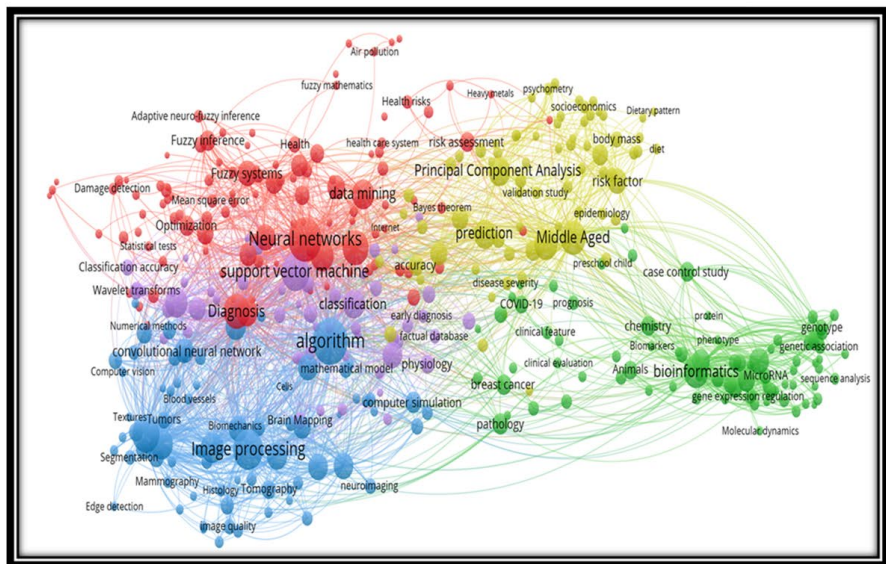
در ادامه و به منظور ترسیم ساختار حوزه دانشی «کاربرد هوش مصنوعی در زمینه سلامت» در ایران، در ابتدا با استفاده از خروجی‌های حاصل از پایگاه «اسکوپوس» و با بهره‌گیری از نرم‌افزار Bibexcel، تحلیل واژگان مربوطه در ۴۲۰۹ سند انجام شده است. در این قسمت لغات با بیشترین تکرار، از لغات موجود در اسناد استخراج شده است. اینکار باعث می‌شود که لغاتی که تکرار کمتری در این اسناد دارند، حذف شده و شبکه نیز فقط بر روی نمایش لغات مهم در این حوزه متمرکز شود. در جدول ۷ برخی از واژه‌های با تکرار بالا در اسناد ایران نشان داده شده است.

جدول ۷: پرتکرارترین واژگان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (مستخرج از اسناد کشور ایران) (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۸۳)

واژه	تعداد تکرار
Neural networks	۷۴۵
algorithm	۵۹۴
image processing	۵۵۹
Medical imaging	۴۲۹
support vector machine	۴۰۹
machine learning	۳۸۵
Diagnosis	۳۷۷
Principal component analysis	۳۷۶
bioinformatics	۳۷۲
Data mining	۳۳۶



در ادامه، شبکه هم واژگانی برای تمامی کلمات کلیدی مطرح شده در اسناد علمی ایران ترسیم شده است. شکل ۱۲ میزان ارتباط و تکرار هر واژه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲: شبکه هم واژگانی کشور ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه سلامت» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۸۳)

کوچک یا بزرگ بودن دایره‌ها در این شکل نشان‌دهنده این موضوع است که در این حوزه، به چه میزان هر واژه تکرار شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، واژگانی همچون "شبکه‌های عصبی"، "پردازش تصویر" و "تشخیص" چون دایره‌های بزرگ‌تری دارند، در واقع بیشترین تکرار در میان اسناد منتشر شده در این حوزه در ایران را به خود اختصاص داده‌اند.

## ۶- جمع‌بندی

مزایای هوش مصنوعی به طور گسترده‌ای در حوزه بهداشت و سلامت مورد بحث قرار گرفته است. هوش مصنوعی می‌تواند از الگوریتم‌های پیچیده برای "یادگیری" ویژگی‌ها از حجم زیادی از داده‌های مراقبت‌های بهداشتی





استفاده کند و سپس از بینش‌های به‌دست‌آمده در جهت یاری رساندن در روش‌های بالینی استفاده کند. هوش مصنوعی همچنین می‌تواند به توانایی یادگیری و خود اصلاح‌کننده مجهز شود تا دقت خود را بر اساس بازخورد بهبود بخشد. یک سیستم هوش مصنوعی می‌تواند با ارائه اطلاعات پزشکی به‌روز به‌دست‌آمده از ژورنال‌ها، کتاب‌ها و نتایج حاصل از فرایندهای بالینی به پزشکان در جهت افزایش اطلاعات به‌منظور مراقبت صحیح از بیماران کمک کند. علاوه بر این، یک سیستم هوش مصنوعی می‌تواند به کاهش خطاهای تشخیصی و درمانی که در روندهای بالینی انسان اجتناب‌ناپذیر است، یاری رساند. همچنین، یک سامانه هوش مصنوعی، اطلاعات مفیدی از جمعیت زیادی از بیماران جهت کمک به استنباط در زمان واقعی به‌منظور هشدار ریسک سلامتی و پیش‌بینی نتیجه سلامتی استخراج می‌کند.

در این کتابچه، آخرین تحولات استفاده از هوش مصنوعی در پزشکی و سلامت، از جمله تشخیص و پیش‌بینی بیماری، کمک به درمان، پردازش اطلاعات و تحقیقات زیست‌پزشکی و کمک به مدیریت درمانی بررسی شده است.

علاوه بر این موارد، این کتابچه سعی در آشنایی مخاطب با مشکلات، نقایص و چالش‌های موجود در حوزه‌های گوناگون پزشکی و نحوه یاری رساندن تکنیک‌های هوش مصنوعی جهت رفع این مشکلات، کاهش هزینه‌ها و افزایش دقت اعمال پزشکی دارد. به‌طور خاص، روش‌های یادگیری ماشین، انواع داده‌ها، پلتفرم‌ها و ابزارهای مناسب، تخصص‌های مورد نیاز و روند پردازش توسط هوش مصنوعی مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، شرکت‌ها و سازمان‌های داخلی که به نحوی از هوش مصنوعی در حوزه پزشکی و سلامت بهره می‌گیرند مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

در این کتابچه برای حوزه سلامت، بهداشت و مراقبت ۳۳ مورد کاربردی را استخراج کرده‌ایم و آن‌ها را در ۴ دسته اصلی تشخیص بیماری، مدیریت بهداشت و درمان، مراقبت از بیمار، توسعه دارو جای داده‌ایم. البته لازم به ذکر است که این چهار دسته اصلی خود به زیرشاخه‌هایی نیز تقسیم شده‌اند. همچنین، ۱۳ شرکت فعال که عمدتاً دانش‌بنیان نیز هستند در ایران شناسایی شده است. نکته مهم این است که تنها تعداد محدودی از موارد کاربردی شناسایی شده توسط شرکت‌های داخلی به اجرا درآمده‌اند. اغلب شرکت‌های موجود در سطح داخلی در حوزه‌هایی مانند ربات‌های کمک جراح و تجهیزات توان‌بخشی فعال بوده‌اند؛ بنابراین در بسیاری از زمینه‌های پرکاربرد پزشکی، مانند تشخیص زودهنگام بیماری، پیش‌بینی

بیماری، کمک به درمان و خصوصاً در تصویربرداری پزشکی، کمبود شرکت‌هایی در جهت استفاده از روش‌های هوش مصنوعی به چشم می‌خورد. نتایج به‌دست‌آمده در بخش علم‌سنجی نیز نشان می‌دهد که کشورهای آمریکا، چین و بریتانیا دارای بیشترین سند منتشر شده در جهان در این حوزه هستند. از طرفی ایران در میان کشورهای منطقه در این حوزه، جایگاه نخست را در تولید علم کسب کرده است. همچنین بیشترین میزان همکاری محققان ایرانی در این حوزه با محققان کشورهای آمریکا، کانادا و استرالیا بوده است. از طرفی بیشترین محققان فعال در این حوزه شامل اساتید و دانشجویان حوزه‌های پزشکی، علوم کامپیوتر و مهندسی هستند.

## منابع

۱. فهرست شرکت‌های دانش‌بنیان <https://daneshbonyan.isti.ir>
۲. صفری، احرام و همکاران، تدوین برنامه توسعه ملی هوش مصنوعی، ۱۴۰۰، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات.
۳. پرتال مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی <https://ai-center.ir>



