

فرصت‌ها و ملاحظات هوش مصنوعی در نظام سلامت (۱): مروری بر مستندات و مطالعات ایران و جهان



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۲۰۶۷۸
کد موضوعی: ۲۱۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۲/۱۵

فرصت‌ها و ملاحظات هوش مصنوعی در نظام سلامت (۱): مروری بر مستندات و مطالعات ایران و جهان

نوع گزارش: طرح و لایحه ☐، نظارتی ☐، راهبردی ☒، پیش‌نویس قانونی ☐

نام دفتر: مطالعات اجتماعی (گروه بهداشت و درمان)

تهیه و تدوین کننده:

سید محمدحسین غفاری (دانشجوی پزشکی عمومی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)

مدیر مطالعه:

محمد بختیاری علی‌آباد

اظهار نظر کننده:

سهیلا خردمندنیا (دفتر مطالعات انرژی)

اظهار نظر کننده خارج از مرکز:

زهرا رحمانی زاده (رئیس گروه آینده پژوهی دفتر برنامه ریزی معاونت توسعه وزارت بهداشت)

همکار:

فاطمه قویدل (گروه بهداشت و درمان)

همکار خارج از مرکز:

پرهام لطیفی (دانشجوی پزشکی عمومی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی)

ناظر علمی خارج از مرکز:

فاطمه محمدبیگی (نماینده محترم مجلس شورای اسلامی)

ناظران علمی:

هادی افراسیابی، محمدرضا مالکی

ویراستار ادبی:

مهدیه قمچیلی

گرافیک و صفحه آرایی:

محمد دهقانی شهبابی

واژه‌های کلیدی:

۱. هوش مصنوعی

۲. نظام سلامت

۳. قانونگذاری هوش مصنوعی

تاریخ شروع مطالعه: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱



فهرست مطالب

۶	چکیده.....
۷	خلاصه مدیریتی.....
۸	۱. مقدمه.....
۹	۲. تعاریف هوش مصنوعی و کاربرد آن در حوزه سلامت.....
۱۱	۳. بررسی پیشینه مطالعات انجام شده در ایران.....
۱۲	۴. چالش‌ها و فرصت‌های هوش مصنوعی در حوزه سلامت.....
۱۸	۵. تجربیات جهانی در تنظیم‌گری هوش مصنوعی در حوزه سلامت.....
۲۷	۶. قوانین کلان‌وزیر ساختی مؤثر بر حوزه هوش مصنوعی سلامت.....
۲۹	۷. جمع‌بندی و پیشنهادها.....
۳۰	منابع و مآخذ.....

فهرست جداول

۹	جدول ۱. تعاریف و مفاهیم اصلی در هوش مصنوعی پزشکی.....
۱۲	جدول ۲. پرسش‌های متداول در خصوص کاربرد هوش مصنوعی در عرصه سلامت.....
۲۰	جدول ۳. خلاصه از سیاست‌های تنظیمی مصوب اتحادیه اروپا در حوزه هوش مصنوعی.....
۲۷	جدول ۴. اصول کلی تعریف شده از سوی سازمان بهداشت جهانی در حوزه هوش مصنوعی.....
۲۸	جدول ۵. قوانین قابل تعمیم و تفسیر به حوزه هوش مصنوعی در ایران.....
۲۸	جدول ۶. بندهای مرتبط با هوش مصنوعی در برنامه هفتم توسعه.....

فهرست شکل‌ها

۱۰	شکل ۱. ابعاد شکل ۱. نمای کلی از اهداف و کاربردهای هوش مصنوعی در نظام سلامت.....
۱۸	شکل ۲. چالش‌های پیش روی کاربردهای هوش مصنوعی در سلامت جهانی.....
۱۹	شکل ۳. طبقه‌بندی ریسک هوش مصنوعی براساس پیشنهاد سال ۲۰۲۱.....
۲۵	شکل ۴. رویکرد تنظیم‌گری هوش مصنوعی در استرالیا.....



فرصت‌ها و ملاحظات هوش مصنوعی در نظام سلامت (۱): مروری بر مستندات و مطالعات ایران و جهان

چکیده



هوش مصنوعی، به عنوان یکی از فناوری‌های پیشرفته قرن، تحولاتی در حوزه سلامت ایجاد کرده است. این گزارش به بررسی فرصت‌ها، چالش‌ها و ملاحظات مرتبط با تنظیم‌گری استفاده از هوش مصنوعی در نظام سلامت می‌پردازد. فرصت‌های استفاده از هوش مصنوعی شامل بهبود تشخیص و درمان، خودکارسازی فرایندها، و کاهش هزینه‌های نظام سلامت است. با این حال، چالش‌هایی همچون حفاظت از حریم خصوصی، سوگیری الگوریتمی و مخاطرات اخلاقی و اجتماعی نیز وجود دارد. علاوه بر این، کمبود قوانین شفاف و یکپارچه برای تنظیم‌گری به کارگیری هوش مصنوعی در سلامت می‌تواند مشکلاتی به همراه داشته باشد. تنظیم‌گری مناسب، شامل مسائلی از قبیل تعریف استانداردها، شفافیت الگوریتم‌ها و تضمین دسترسی برابر به خدمات هوش مصنوعی، نقش مهمی در کاهش چالش‌های مربوطه دارد.

در این مطالعه پیشنهاد شده است تا قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های لازم به منظور مواجهه مؤثر با چالش‌ها و ایجاد زمینه بهره‌برداری بهینه از فرصت‌های هوش مصنوعی نظیر حفاظت از داده‌ها، تعیین مسئولیت‌های هوش مصنوعی، تعریف چرخه توسعه ساختار یافته، تعادل بین شفافیت و حریم خصوصی، عدالت در دسترسی، مسئولیت مدنی و کیفری و ... پیش بینی شود.



بیان / شرح مسئله

در سال های اخیر، هوش مصنوعی به عنوان یکی از فناوری های تحول آفرین قرن بیست و یکم، جایگاه ویژه ای در حوزه های مختلف از جمله نظام سلامت یافته است. این فناوری با توانایی پردازش حجم انبوه داده ها، یادگیری عمیق، و انجام تحلیل های پیچیده، قابلیت بهبود فرایندهای تشخیصی، درمانی، و مدیریتی را فراهم می کند. با این حال، به کارگیری هوش مصنوعی در نظام سلامت، علاوه بر فرصت هایی که دارد، چالش هایی را نیز به همراه دارد.

نبود قوانین و چارچوب های نظارتی شفاف و یکپارچه یکی از مسائل کلیدی در این حوزه است که نگرانی هایی در زمینه هایی نظیر حفظ حریم خصوصی داده های بیماران، شفافیت الگوریتم ها، و جلوگیری از سوگیری های نظام مند به وجود آورده است. همچنین، می تواند استفاده از هوش مصنوعی را در تصمیم گیری های پزشکی، مسئولیت پذیری و اطمینان عمومی با چالش هایی مواجه کند.

ضرورت دارد ضمن بهره گیری از تجربیات جهانی و تطبیق آن با نیازهای بومی، راهکارهایی جامع برای تنظیم گری و نظارت بر استفاده از هوش مصنوعی تدوین شود. این راهکارها نه تنها باید به فرصت های موجود پاسخ دهند، بلکه باید به چالش های اخلاقی، اجتماعی، و فنی نیز بپردازند تا استفاده از این فناوری هم راستا با تأمین امنیت، عدالت، و کیفیت خدمات سلامت باشد.

نقطه نظرات / یافته های کلیدی

هوش مصنوعی فرصت های متعددی به منظور تحول در نظام سلامت کشور فراهم می کند. از جمله این فرصت ها عبارت اند از: ارتقای کیفیت خدمات پیشگیری، تشخیصی و درمانی، خودکارسازی فرایندها و کاهش خطاهای انسانی، بهبود کیفیت آموزش پزشکی، عدالت الگوریتمی و تصمیم گیری دقیق تر، تسهیل در توسعه و ارزیابی اثربخشی داروهای جدید، و مدیریت هوشمند داده ها و منابع سلامت. هوش مصنوعی در نظام سلامت می تواند با چالش هایی مواجه باشد؛ از جمله: نقض حریم خصوصی و امنیت داده ها، احتمال جایگزینی نیروی انسانی با این فناوری، انحصاری شدن بازار توسط توسعه دهندگان، کمبود زیرساخت های سخت افزاری و فنی، مسائل اخلاقی مربوط به استفاده از هوش مصنوعی در فرایندهای حساس، تبعیض الگوریتمی و نابرابری های ناشی از آن و آگاهی ناکافی کارکنان و بیماران نسبت به فناوری و پذیرش آن. تنظیم استانداردهای قانونی و فنی برای به کارگیری هوش مصنوعی در پزشکی، از جمله ارزیابی ایمنی و اثربخشی الگوریتم ها و نرم افزارهای مرتبط با سلامت اهمیت زیادی دارد. این استانداردها شامل تعیین مسئولیت ها و الزامات ثبت نام برای سیستم هایی است که بدون مداخله انسانی عمل می کنند.

نیاز به شفافیت در تصمیم های هوش مصنوعی و اعتبارسنجی نتایج آنها از طریق تحقیقات بالینی معتبر، به منظور افزایش اعتماد به این فناوری ها و پذیرش آنها در جامعه پزشکی ضروری به نظر می رسد.

ایجاد پایگاه های داده و زیرساخت های لازم برای جمع آوری و تحلیل داده های بزرگ پزشکی به عنوان یک پیش نیاز برای پیاده سازی مؤثر هوش مصنوعی در سلامت شناخته می شود.

کشورهای مختلف -از جمله اتحادیه اروپا، آمریکا، استرالیا، چین، برزیل و سنگاپور- قوانین، سیاست ها و دستورالعمل هایی را برای استفاده از هوش مصنوعی در بخش سلامت تدوین کرده اند که برخی از آنها به مرحله اجرا رسیده اند. سازمان بهداشت جهانی نیز، با توجه به اهمیت این موضوع، مجموعه ای از آیین نامه ها را منتشر کرده است تا به کشورها در تنظیم گری هوش مصنوعی در نظام سلامت کمک کند.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

ضروری است قوانین، مقررات و دستورالعمل های لازم ناظر بر موارد ذیل برای زمینه سازی بهره برداری بهینه از فرصت های هوش مصنوعی و مقابله مؤثر با چالش ها پیش بینی شود:

حفاظت از داده ها، تعیین مسئولیت های هوش مصنوعی، امنیت سایبری و اصول اخلاقی در طراحی فناوری ها،



تعریف چرخه توسعه ساختاریافته همراه با نظارت قانونی در همه مراحل توسعه هوش مصنوعی، ایجاد تعادل بین شفافیت داده‌ها و حفاظت از حریم خصوصی افراد، تضمین عدالت در دسترسی به خدمات سلامت مبتنی بر هوش مصنوعی، مسئولیت مدنی و کیفری مطابق با شرایط جدید هوش مصنوعی شامل مسئولیت محض، بیمه اجباری، مسئولیت نیابتی و اعطای شخصیت حقوقی به هوش مصنوعی، اصلاح قوانین کار با تأکید بر اصول انسانی و اخلاقی و حمایت از افرادی که شغلشان در معرض خطر جایگزینی توسط هوش مصنوعی قرار دارد، طراحی چارچوب حکمرانی هماهنگ که شامل ساختارهای مردم‌محور، نظام مجوزدهی پویا و همکاری‌های بین‌بخشی و بین‌المللی باشد، حمایت از مالکیت فکری، ارائه مشوق‌های مالی و مالیاتی، جلوگیری از انحصارطلبی و ایجاد محیط‌های آزمایشی همراه با مقررات حمایتی برای تقویت نوآوری‌های داخلی در زمینه هوش مصنوعی، تضمین رقابت آزاد و جلوگیری حداکثری از انحصارطلبی.

۱. مقدمه



هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم کامپیوتر بوده که برای شبیه‌سازی هوش انسانی در ماشین‌ها طراحی شده است. این سیستم‌ها با بهره‌گیری از الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند، بدون نیاز به دخالت مستقیم انسان‌ها، فعالیت‌هایی مشابه تفکر و تصمیم‌گیری انسان انجام دهند. در حال حاضر، استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی در حال رشد بوده و صنایع مختلف را دچار تغییرات عمده کرده است. از این رو، به‌روز بودن و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین برای پیشرفت در همه زمینه‌ها ضروری است. شاید در گذشته توسعه این فناوری دور از ذهن بود، اما اکنون در همه حوزه‌ها کاربرد دارد. به‌رغم چالش‌ها، سیستم‌های این فناوری برای ایجاد جهانی پیشرفته در حال پیشرفت‌اند، بنابراین دستاوردهای نوین در این زمینه همچنان رخ خواهد نمود.

با توجه به افزایش شیوع بیماری‌های مزمن و کمبود نیروی متخصص در عرصه سلامت، هوش مصنوعی به‌دلیل قابلیت پردازش حجم بالای داده‌ها و تولید نتایج دقیق به یکی از فناوری‌های مورد توجه در حوزه سلامت تبدیل شده است [۱][۲]. البته استفاده از هوش مصنوعی باید با احتیاط انجام شود زیرا هدف از به‌کارگیری این فناوری در نظام سلامت، بهبود وضعیت سلامت جامعه و ارتقای نتایج درمانی بیماران است. بدون آزمایش و اطمینان از ایمنی این سیستم‌ها، ممکن است خطراتی به‌همراه داشته باشد و اضطراب‌های اجتماعی ایجاد کند. همچنین، لازم است که قوانین دقیقی برای ثبت‌نام و پاسخ‌گویی توسعه‌دهندگان وضع شود تا فعالیت‌ها به‌طور شفاف و مسئولانه انجام گیرد. سپردن تصمیم‌گیری‌ها به هوش مصنوعی ممکن است تهدیدهایی برای استقلال انسان داشته باشد؛ بنابراین، رعایت اصول اخلاقی از جمله محافظت از خودگردانی، توجه به منافع عمومی، اطمینان از شفافیت، رعایت عدالت و تضمین دسترسی برابر به خدمات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱][۳][۴][۵]. تحولات اساسی ناشی از ورود عصر سیستم‌های هوش مصنوعی می‌تواند ضمن بهبود رفاه فردی و اجتماعی، نگرانی‌هایی را درخصوص تهدید کرامت انسانی، حقوق بشر و حاکمیت قانون ایجاد کند [۶]. با توجه به این مسائل و دیگر چالش‌های اخلاقی و قانونی، نیاز فوری به تدوین قوانین جامع برای نظارت بر توسعه و به‌کارگیری این فناوری نوظهور در سطح جهانی به‌وجود آمده است [۷]. این قوانین به‌منظور استفاده بهینه از مزایای این فناوری و جلوگیری از هرگونه تخلف و آسیب‌پذیری تدوین خواهند شد.

این تحقیق پس از معرفی تعاریف اولیه و بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در نظام سلامت، به چالش‌ها و فرصت‌های موجود در استفاده از این فناوری در حوزه سلامت می‌پردازد و تجربه‌های جهانی در زمینه قانونگذاری هوش مصنوعی در سلامت را مرور خواهد کرد. در ادامه، قوانین موجود در کشور که به این حوزه مرتبط هستند و برخی مطالعات انجام شده در ایران بررسی خواهند شد. در نهایت، راهکارهایی برای مواجهه با چالش‌های این فناوری پیشنهاد خواهد شد.

۲. تعاریف هوش مصنوعی و کاربرد آن در حوزه سلامت



در حال حاضر هیچ تعریف جهانی و مورد توافقی برای هوش مصنوعی وجود ندارد [۸]. براساس یکی از تعاریف ارائه شده در دانشنامه بریتانیکا،^۱ هوش مصنوعی به توانایی کامپیوتر دیجیتال یا ربات تحت کنترل کامپیوتر گفته می‌شود که بتواند کارهایی را انجام دهد که معمولاً به موجودات هوشمند نسبت داده می‌شود [۴][۹]. در تعریفی دیگر که در «سند ملی هوش مصنوعی جمهوری اسلامی ایران» ارائه شده است، هوش مصنوعی به توانایی ماشین‌ها برای انجام وظایف خودکار و ساختارمند مانند یادگیری، درک، استنتاج، حل مسائل، پیش‌بینی، تصمیم‌گیری و عمل کردن از طریق به‌کارگیری دانش و اطلاعات و پردازش داده‌ها اشاره دارد. این توانایی‌ها می‌توانند آثار گسترده‌ای بر انسان و روابط انسانی در محیط‌های فیزیکی یا مجازی ایجاد کنند و همچنین بازتاب‌هایی در زمینه محیط زیست داشته باشند [۱۰].

جدول ۱. تعاریف و مفاهیم اصلی در هوش مصنوعی پزشکی [۱۱]

ماشینی است که می‌تواند توانایی‌های مشابه یا برتر از هوش انسانی را در انجام وظایفی مانند پیش‌بینی یا استدلال از خود نشان دهد.	هوش مصنوعی (AI)
یکی از زیرشاخه‌های هوش مصنوعی است که به سیستم‌ها امکان می‌دهد براساس داده‌های موجود، وظایف مشخصی مانند پیش‌بینی یا طبقه‌بندی را بیاموزند.	یادگیری ماشین ^۲
شبکه‌ای از نورون‌های به‌هم‌پیوسته که به‌صورت سلسله‌مراتبی در لایه‌ها سازماندهی شده‌اند. این شبکه‌ها قادرند از داده‌ها یاد بگیرند و وظایف پیچیده را انجام دهند. هر نورون مانند یک واحد پردازشی عمل کرده و داده‌های ورودی را به سیگنال‌های خروجی تبدیل می‌کند.	شبکه‌های عصبی ^۳
شامل شبکه‌هایی عصبی با بیش از سه لایه است که به‌عنوان شبکه‌های عصبی عمیق شناخته می‌شوند. این روش که زیرمجموعه‌ای از یادگیری ماشین محسوب می‌شود، از شبکه‌های عصبی عمیق برای تجزیه و تحلیل داده‌های حجیم استفاده می‌کند.	یادگیری عمیق ^۴
- داده‌های آموزشی مجموعه داده‌هایی هستند که برای آموزش مدل‌های هوش مصنوعی استفاده می‌شوند. - داده‌های اعتبارسنجی این داده‌ها برای تنظیم پارامترهای مدل و بهینه‌سازی عملکرد آن به‌کار می‌روند. - داده‌هایی متمایز از داده‌های آموزشی و اعتبارسنجی که برای ارزیابی عملکرد مدل‌های هوش مصنوعی از سوی افرادی استفاده می‌شوند که در مراحل آموزش و توسعه مدل دخالت نداشته‌اند.	داده‌های آموزش، اعتبارسنجی و آزمایش ^۵
اینها تقریباً مراحل اصلی چرخه زندگی ^۶ هوش مصنوعی هستند. به‌طور کلی چرخه اصلی توسعه هوش مصنوعی معمولاً با همکاری توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی و متخصصان بالینی آغاز می‌شود. در این مرحله، ابزارهای هوش مصنوعی طراحی و کدهای مربوط به مدل ایجاد می‌شوند. مدل با استفاده از داده‌های آموزشی و اعتبارسنجی توسعه یافته و سپس با داده‌های آزمایشی ارزیابی می‌شود. در صورتی که نتایج ارزیابی رضایت‌بخش باشد و برای ذی‌نفعان مرتبط (مانند بیماران، پزشکان، مدیران و مقامات نظارتی) قابل قبول باشد، ابزار هوش مصنوعی تأیید و وارد مرحله اجرا می‌شود. البته در عمل، ممکن است این فرایند با تغییراتی همراه باشد.	آموزش، اعتبارسنجی و آزمایش ^۷ استقرار هوش مصنوعی ^۸

1. Britannica
2. Machine Learning (ML)
3. Neural Networks (NNs)
4. Deep Learning
5. Training, Validation and Testing Data
6. AI design, Development, Evaluation and Deployment
7. Lifecycle

در سال‌های اخیر، علاقه‌مندی به استفاده از هوش مصنوعی در حوزه سلامت به‌طور چشمگیری افزایش یافته و این فناوری به‌عنوان ابزاری امیدوارکننده برای ایجاد تحولات اساسی در این زمینه، از کشف داروهای جدید گرفته تا ارائه خدمات پیشرفته بهداشتی، مطرح شده است. هوش مصنوعی در بخش بهداشت و درمان کاربردهای متنوعی دارد؛ از جمله ارتقای دقت تشخیص، پایش سلامت بیماران از طریق اپلیکیشن‌ها و دستگاه‌های پوشیدنی و خودکارسازی فرایندهای اداری [۱۷][۱۸][۱۹][۲۰][۲۱][۳۶].

در شکل ۱ سه دسته اصلی کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه سلامت به نشان داده شده است:

شکل ۱. نمای کلی از اهداف و کاربردهای هوش مصنوعی در نظام سلامت [۷][۲۲]



اگرچه هوش مصنوعی هنوز به‌طور رسمی و اجرایی وارد ساختارهای سلامت و بهداشت عمومی نشده است، اما در بسیاری از کشورهای پیشرو در حوزه سلامت، سازمان‌های دولتی در حال فراهم کردن زیرساخت‌های لازم و پیشبرد تحقیق و توسعه این فناوری برای به‌کارگیری در نظام سلامت هستند و سالانه بودجه‌های چشمگیری به این موضوع اختصاص می‌دهند. برای نمونه، سرویس ملی سلامت انگلستان فقط برای ایجاد زیرساخت‌های شبکه‌ای لازم در توسعه هوش مصنوعی مرتبط با تصویربرداری‌های پزشکی، مبلغی معادل ۲۱ میلیون پوند تخصیص داده است [۲۳]. علاوه بر این، در آوریل ۲۰۲۴ بودجه‌ای بالغ بر ۳.۴ میلیارد پوند برای فناوری و تحول نظام سلامت به NHS اختصاص یافت که قرار است طی سه سال، از آوریل ۲۰۲۵ به این سازمان تخصیص داده شود [۲۴]. برای مثال دیگر، مؤسسه ملی سلامت آمریکا^۱ در پروژه‌ای موسوم به «پلی به هوش مصنوعی»^۲، طی دوره‌ای چهارساله بودجه‌ای معادل ۱۰۰ میلیون دلار را سرمایه‌گذاری کرده است. هدف این پروژه توسعه هوش مصنوعی برای کمک به تصمیم‌گیری‌های بالینی و شخصی‌سازی خدمات مراقبت سلامت است [۲۵][۲۶].

1. National Institutes of Health (NIH)

۲. Bridge2AI

یک پروژه تحت نظارت NIH بوده که هدف آن پر کردن شکاف بین پزشکی و توسعه مدل‌های هوش مصنوعی و تسريع به‌کارگیری این فناوری در تحقیقات زیست‌پزشکی و سلامت از طریق ایجاد و به‌اشتراک‌گذاری مجموعه‌های داده با کیفیت بالاست. در چارچوب این پروژه و برای تحقق اهداف آن اقداماتی مانند توسعه زیرساخت‌ها، تدوین استانداردها، تسهیل همکاری میان پژوهشگران و ایجاد پایگاه‌هایی از داده‌های شاخص با رعایت اصول قابلیت جست‌وجو، دسترسی‌پذیری، قابلیت همکاری، تکرارپذیری و ملاحظات اخلاقی در تهیه داده‌ها انجام می‌شود (۲۷).

۳. بررسی پیشنهاد مطالعات انجام شده در ایران



مطالعات مرتبط با هوش مصنوعی در حوزه سلامت در ایران عمدتاً به جنبه های فنی این فناوری پرداخته اند و پژوهش های اختصاصی در زمینه قوانین و مقررات هوش مصنوعی در این حوزه محدود بوده است. علاوه بر این، بسیاری از تحقیقات موجود از داده ها و منابع کشورهای دیگر استفاده کرده اند. با وجود محدودیت ها، در این بخش تلاش شده تا از پژوهش های داخلی بهره برداری شود که نتایج آنها در جداول پیوست ۱ و ۲ ارائه شده است.

بررسی ها نشان می دهد چالش های اصلی مرتبط با به کارگیری هوش مصنوعی در نظام سلامت ایران شامل موارد زیر است:

- ۱- نقض حریم خصوصی و امنیت داده ها،
 - ۲- احتمال جایگزینی نیروی انسانی با فناوری هوش مصنوعی،
 - ۳- انحصار ایجاد شده توسط توسعه دهندگان،
 - ۴- کمبود زیرساخت های سخت افزاری و فنی،
 - ۵- مسائل اخلاقی ناشی از استفاده از هوش مصنوعی در فرایندهای حساس،
 - ۶- تبعیض الگوریتمی و نابرابری های ناشی از آن،
 - ۷- آگاهی ناکافی کارکنان و بیماران نسبت به فناوری و پذیرش آن.
- در مقابل چالش ها، هوش مصنوعی فرصت های متعددی در نظام سلامت فراهم می کند؛ از جمله:
- ۱- ارتقای کیفیت خدمات پیشگیری، تشخیصی و درمانی،
 - ۲- خودکارسازی فرایندها و کاهش خطاهای انسانی،
 - ۳- بهبود کیفیت آموزش پزشکی،
 - ۴- عدالت الگوریتمی و تصمیم گیری دقیق تر،
 - ۵- تسهیل در توسعه و ارزیابی اثربخشی داروهای جدید،
 - ۶- مدیریت هوشمند داده ها و منابع سلامت.
- برای غلبه بر چالش ها و بهره برداری از فرصت ها، راهکارهای زیر در مطالعات پیشنهاد شده اند:

۱. تدوین قوانین جامع و فرابخشی:

قوانین باید موانع سازمانی را رفع کرده و تسهیلات لازم برای توسعه دهندگان فراهم کنند. این قوانین باید شامل:

- حفاظت از داده ها و حریم خصوصی،
- استانداردهای امنیت سایبری،
- اصول اخلاقی طراحی و استفاده از فناوری های نوین.

۲. ایجاد شفافیت الگوریتم ها:

توسعه دهندگان ملزم به شفاف سازی عملکرد الگوریتم ها و جلوگیری از تبعیض الگوریتمی باشند.

۳. تقویت زیرساخت های فنی و سخت افزاری:

سرمایه گذاری در تجهیزات و فناوری های مورد نیاز ضروری است.



۴. افزایش آگاهی و مهارت کارکنان نظام سلامت:

برگزاری دوره‌های آموزشی مداوم برای کارکنان جهت سازگاری با عصر هوش مصنوعی پیشنهاد شده است.

۵. مشوق‌ها و حمایت‌های حقوقی:

ایجاد قوانین حمایت از مالکیت فکری و ارائه مشوق‌های مالیاتی برای شرکت‌های نوآور داخلی.

۶. ایجاد ساختار حکمرانی فراگیر و منعطف:

این ساختار باید شامل همکاری میان دولت، بخش خصوصی، دانشگاه‌ها و جامعه مدنی باشد و قوانین آن قابلیت بازنگری و انطباق با شرایط متغیر را داشته باشند.

درمجموع پژوهش‌های انجام شده تأکید دارند که موفقیت در بهره‌گیری از هوش مصنوعی در حوزه سلامت نیازمند همکاری همه‌جانبه ذی‌نفعان و تدوین قوانین متوازن است. در این مسیر، باید علاوه بر توجه به فرصت‌ها، چالش‌ها را به‌طور جدی مدیریت و برای ایجاد یک نظام سلامت هوشمند و کارآمد اقدام کرد.

۴. چالش‌ها و فرصت‌های هوش مصنوعی در حوزه سلامت



توسعه سریع فناوری‌های جدید به‌صورت توأمان با فرصت‌ها، چالش‌هایی را پدید می‌آورد. لازم است در سطوح مختلف این چالش‌ها شناسایی شوند و ضمن بهره‌برداری از فرصت‌ها، برنامه‌ریزی مناسب جهت مواجهه با چالش‌ها و مدیریت آنها انجام شود. این چالش‌ها که ابعاد مختلف اخلاقی، اجتماعی و سیاسی را شامل می‌شوند، از دغدغه‌هایی مهم منشأ می‌گیرند که معمولاً در قالب ۱۰ پرسش مندرج در جدول ۲ مطرح می‌شوند:

جدول ۲. پرسش‌های متداول در خصوص کاربرد هوش مصنوعی در عرصه سلامت [۱۹]

۱	هوش مصنوعی چه تأثیری بر روابط انسانی در سلامت و مراقبت خواهد داشت؟
۲	استفاده، ذخیره‌سازی و به‌اشتراک‌گذاری داده‌های پزشکی چگونه تحت تأثیر هوش مصنوعی قرار می‌گیرد؟
۳	شفافیت الگوریتم‌ها چه مسائل و پیامدهایی را به‌همراه دارد؟
۴	هوش مصنوعی نابرابری‌های حوزه سلامت را ریشه‌کن خواهد کرد یا آنها را تشدید می‌کند؟
۵	تفاوت بین تصمیم الگوریتمی و تصمیم انسانی چیست؟
۶	بیماران و افراد جامعه از هوش مصنوعی و فناوری‌های مرتبط چه می‌خواهند؟
۷	تنظیم‌گری این فناوری‌ها چگونه خواهد بود؟
۸	فقط به این دلیل که این فناوری‌ها می‌توانند دسترسی به اطلاعاتی جدید را امکان‌پذیر کنند، آیا باید همیشه از آن استفاده کنیم؟
۹	چه چیزی الگوریتم‌ها و توسعه‌دهندگان آنها را قابل اعتماد می‌کند؟
۱۰	پیامدهای همکاری بین سازمان‌های بخش دولتی و خصوصی در توسعه این ابزار چیست؟

به منظور پاسخ‌گویی به پرسش‌های مطرح شده و ارائه شفافیت بیشتر در این زمینه، در ادامه به بررسی برخی چالش‌های کلیدی مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی در نظام سلامت می‌پردازیم.

مهم‌ترین چالش‌های ناشی از به کارگیری هوش مصنوعی در نظام سلامت حریم خصوصی و امنیت داده‌ها

برای تحلیل پیامدهای احتمالی اخلاقی، اجتماعی و قانونی ناشی از بهره‌گیری از هوش مصنوعی در حوزه سلامت، ابتدا باید مشخص شود که داده‌هایی که برای طراحی الگوریتم‌ها به کار می‌روند از چه منابعی جمع‌آوری شده‌اند:

- ۱ **داده‌های تحقیقاتی:** شامل اطلاعات موجود در مخازن تحقیقاتی مانند داده‌های بیوبانک.
- ۲ **داده‌های بالینی یا بهداشت عمومی:** نظیر پرونده‌های الکترونیک سلامت،^۱ داده‌های بیمه، نمونه‌های خون جمع‌آوری شده برای غربالگری نوزادان، آمار سرشماری و موارد مشابه.
- ۳ **داده‌های غیربالینی:** داده‌های گردآوری شده از دستگاه‌های پوشیدنی، تلفن‌های همراه، جستجوهای اینترنتی یا شبکه‌های اجتماعی [۷].

چالش مشترک میان هر سه گروه داده‌ها، تأمین امنیت آنهاست. در زمینه هوش مصنوعی، موضوع حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها از جمله دغدغه‌های اصلی به‌شمار می‌رود. هوش مصنوعی بر پایه تحلیل داده‌های عظیم و مهمی همچون اطلاعات شخصی افراد عمل می‌کند و همین مسئله نگرانی‌هایی پیرامون سرقت اطلاعات محرمانه یا سوءاستفاده از آنها به وجود می‌آورد. برای مقابله با این نگرانی‌ها، می‌توان از روش‌هایی نظیر استفاده از الگوریتم‌های رمزگذاری قوی، ذخیره داده‌ها در محیط‌های امن و محدودسازی دسترسی به افراد قابل اعتماد بهره گرفت. همچنین، ارائه‌دهندگان خدمات هوش مصنوعی باید شفاف‌سازی کنند که چه اطلاعاتی از کاربران جمع‌آوری می‌شود و هدف از استفاده آنها چیست؛ به علاوه، فقط اطلاعات ضروری را از کاربران دریافت کنند. گسترش استفاده از هوش مصنوعی و فناوری‌های مرتبط در حوزه سلامت، احتمال وقوع حملات سایبری به این سیستم‌ها را افزایش می‌دهد. اشتراک‌گذاری داده‌ها با توسعه‌دهندگان خارج از نظام سلامت نیز ممکن است امنیت داده‌ها را به خطر اندازد. افزون بر این، هکرها یا عوامل مخرب دیگر ممکن است تلاش کنند خروجی‌های سیستم‌های هوش مصنوعی را دست‌کاری کنند یا داده‌هایی از بیماران که در فرایند آموزش الگوریتم‌ها به کار می‌برند را به سرقت ببرند [۱][۵][۱۷][۲۸][۲۹][۳۰][۳۱][۳۲][۳۳][۶۸][۷۹].

چالش‌های اخلاقی

توسعه و به کارگیری هوش مصنوعی در حوزه سلامت نیازمند رعایت اصول اخلاقی خاصی است تا خودمختاری، کرامت و ارزش‌های انسانی حفظ شود. برخی از مهم‌ترین این اصول عبارت‌اند از:

- الف) رضایت آگاهانه برای استفاده از داده‌ها [۴]،
- ب) امنیت و شفافیت عملکرد هوش مصنوعی،
- ج) عدالت الگوریتمی^۱ و عدم سوگیری،
- د) حفظ حریم خصوصی داده‌ها،
- ه) ایمنی و جلوگیری از آسیب به بیماران،

1. Electronic Health Records (EHRs)

۲. «عدالت الگوریتمی» و «تبعیض الگوریتمی» دو مفهوم مرتبط و متقابل هستند که با پتانسیل وجود سوگیری در الگوریتم‌های هوش مصنوعی (Bias Algorithmic) در ارتباط‌اند. اگر داده‌های مورد استفاده برای آموزش الگوریتم‌های هوش مصنوعی دارای سوگیری یا نقص باشند، این الگوریتم‌ها ممکن است سوگیری‌هایی را در حوزه بهداشت و درمان تقویت یا استمرار بخشند. برای مثال، اگر یک الگوریتم شناسایی دارو با استفاده از مجموعه داده‌ای که بیشتر شامل اطلاعات مربوط به گروه جمعیتی خاصی است آموزش دیده باشد، ممکن است برای گروه‌های دیگر کمتر مؤثر یا حتی مضر باشد، اما در صورتی که این سوگیری‌ها شناسایی و حذف شوند و عدالت الگوریتمی در فرایند توسعه هوش مصنوعی رعایت شود، به ارتقای برابری و عدالت در ارائه خدمات بهداشتی کمک می‌شود [۱][۵][۳۵][۳۶].



(و) عدالت در دسترسی عمومی به خدمات سلامت مبتنی بر هوش مصنوعی [۵][۲۰][۳۴].

کیفیت داده

یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در زمینه هوش مصنوعی، کیفیت داده‌ها است [۲][۳]. سیستم‌های هوش مصنوعی بر پایه یادگیری از داده‌ها عمل می‌کنند، بنابراین به نوع و محتوای داده‌ها بستگی دارند. برای آموزش و آزمایش سیستم‌های هوش مصنوعی، داده‌های بزرگ و با کیفیت بالا ضروری هستند و این داده‌ها می‌توانند از منابع مختلفی بسته به کاربرد مورد نظر استخراج شوند. در مواردی همچون تعیین پروتکل‌های درمانی، این داده‌ها معمولاً از منابع علمی به دست می‌آیند [۳۷][۳۸][۳۹]، درحالی‌که برای برخی کاربردها مانند آموزش و تمرین هوش مصنوعی ممکن است تصاویر بالینی و اطلاعات موجود در پرونده‌های الکترونیکی سلامت به عنوان منابع مورد نیاز استفاده شوند [۱][۸][۱۲][۱۳] [۱۴][۱۵][۱۶]. در برخی موارد، اطلاعات ممکن است به طور مستقیم توسط توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی جمع‌آوری شوند. اگر داده‌های نادرست یا ناقص به هوش مصنوعی ارائه شوند، نتایج حاصل از ابزارهای هوش مصنوعی نیز نادرست خواهند بود. بنابراین، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی باید اطمینان حاصل کنند که داده‌ها از صحت و کیفیت کافی برخوردارند [۲۰][۴۰][۴۱][۴۲].

نیروی انسانی

کادر بهداشت و درمان برای استفاده از هوش مصنوعی به مهارت‌ها و آموزش‌های جدید نیاز دارد [۲][۴۳][۴۴][۴۵][۴۶]. این مهارت‌ها به نوبه خود می‌تواند با بهبود جمع‌آوری و نگهداری داده‌ها، به توسعه و ارزیابی سیستم‌های هوش مصنوعی کمک کند [۵]. مطابق یکی از مطالعات ۹۲ درصد از پزشکان شاغل در NHS از مهارت‌های لازم برای استفاده از هوش مصنوعی برخوردار نیستند [۴۷]. به علاوه، نقش‌های جدید متمرکز بر فناوری در سیستم سلامت ایجاد خواهند شوند، مانند نقش‌هایی که بر مهندسی داده یا حکمرانی متمرکزند. طبق پیش‌بینی شرکت پرایس واتر هاوس کوپرز^۱ در دوره ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۸ با ایجاد فرصت‌های شغلی جدید مرتبط با هوش مصنوعی اشتغال در حوزه بهداشت و درمان در بریتانیا ۲۲ درصد افزایش خواهد یافت. با این حال، هوش مصنوعی به عنوان دانشی نوظهور و در حال تکامل شناخته می‌شود. برای بهره‌گیری از ابزارهای کاربردی آن در بازارهای مختلف، به متخصصانی در این حوزه نیاز است، چرا که استفاده نادرست از این ابزارها، همانند سایر فناوری‌ها، می‌تواند اثرات زیان‌باری به همراه داشته باشد. در حال حاضر، تعداد محدودی از افراد به دانش کافی برای استفاده مؤثر از ابزارهای هوش مصنوعی دست یافته‌اند و این مسئله فرایند یافتن متخصصان مناسب برای پیاده‌سازی سیستم‌های هوش مصنوعی را چالش‌برانگیز کرده است. هرچند در شرایط فعلی پیشنهاد اصلی این است که هوش مصنوعی به عنوان مشاور در نظام سلامت ایفای نقش کند نه به عنوان جایگزین کامل انسان، اما نباید از چالش‌هایی نظیر افزایش نرخ بیکاری به دلیل خودکار شدن برخی وظایف غافل شد [۲۱][۴۷][۴۸][۴۹][۵۰][۵۱].

ارتباط بیمار با ارائه دهنده خدمت

تشخیص سریع‌تر یا دقیق‌تر بیماری به بیماران امکان می‌دهد که پیش از بروز عوارض به درمان دسترسی پیدا کنند، امری که بهبود نتایج سلامت را به دنبال دارد [۵۲]. با این حال، تحقیقاتی درباره افکار عمومی در انگلستان نشان می‌دهد که مردم معتقدند همدلی انسانی بخش اساسی مراقبت‌های بهداشتی است و سیستم‌های هوش مصنوعی نباید به تضعیف روابط بیمار و پزشک منجر شود. عده‌ای بر این باورند که پزشکان می‌توانند ارزیابی‌های جامع‌تری در خصوص تشخیص‌ها یا درمان‌ها پیرامون سیستم‌های هوش مصنوعی ارائه دهند [۴][۵۳][۵۴][۵۵]. همچنین، باید در نظر داشت که استفاده گسترده از هوش مصنوعی ممکن است نظام

۱. شرکت PricewaterhouseCoopers (PwC): شرکت خدمات حرفه‌ای چندملیتی بریتانیایی است، که در زمینه ارائه خدمات مشاوره در زمینه‌های مدیریت، امور مالی و سرمایه‌گذاری، مالیاتی و حسابداری فعالیت می‌کند و هم‌اکنون به عنوان دومین شرکت خدمات حرفه‌ای جهان محسوب می‌شود.

سلامت کشورها را با تعداد زیاد بیماران مواجه کند، به طوری که مدیریت آنها فراتر از ظرفیت منابع و امکانات باشد [۵].

پذیرش اجتماعی هوش مصنوعی در نظام سلامت

یکی از چالش‌های اساسی در توسعه و به کارگیری هوش مصنوعی در نظام سلامت، پذیرش اجتماعی آن است. عواملی مانند اطلاعات کافی درباره مزایا و معایب هوش مصنوعی، سن و سطح تحصیلات، نقش مهمی در میزان پذیرش این فناوری در جامعه دارند. برای مثال، در گروه‌های اجتماعی جوان‌تر با تحصیلات و آگاهی بیشتر درباره هوش مصنوعی، تمایل بیشتری به استفاده از این فناوری در حوزه سلامت مشاهده می‌شود [۵۶]. اگرچه بیماران عموماً به کاربرد هوش مصنوعی در نظام سلامت به دیدی مثبت نگاه می‌کنند، اما تأکید دارند که نظارت پزشک برای پیشگیری از آسیب‌های احتمالی ضروری است. نگرانی از افزایش هزینه‌های سلامت نیز یکی از دغدغه‌های اصلی بیماران است. برای تقویت پذیرش عمومی و کاهش شک و تردیدها، آگاه‌سازی بیماران درباره مزایا و خطرات هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی بسیار اهمیت دارد [۵۷].

پایداری مدل‌های کسب و کار

پایداری مدل‌های کسب و کار یکی دیگر از چالش‌های عمده است که ممکن است قابلیت مقیاس‌پذیری استفاده از هوش مصنوعی را محدود کند. حتی برای دولت‌ها و سیستم‌های بزرگ بهداشتی، هوش مصنوعی ابزاری پرهزینه به شمار می‌رود. این چالش شامل هزینه ابزارهایی که به بیماران ارائه می‌شود نیز می‌گردد. بسیاری از بیماران، حتی در کشورهای توسعه‌یافته، تمایلی به پرداخت مستقیم برای خدمات سلامت دیجیتال ندارند. برای حل این مشکلات، شرکت‌های ارائه‌دهنده راه‌حل‌های هوش مصنوعی به دنبال مدل‌های جایگزین پرداخت و جریان‌های درآمدی هستند. با این حال، برخی از این مدل‌ها، مانند فروش داده‌های بیماران به شرکت‌های داروسازی یا تجهیزات پزشکی، نگرانی‌های اخلاقی و حریم خصوصی را تشدید می‌کنند [۵۸][۵۹].

هزینه‌های سلامت

اجرای سیستم‌های هوش مصنوعی نیازمند زیرساخت‌های مناسبی است که فراهم‌سازی آنها هزینه‌بر است. علاوه بر این، نگهداری، به‌روزرسانی سیستم‌ها و ارتقای مهارت کارکنان برای استفاده مؤثر از این فناوری، هزینه‌های مداومی را به همراه دارد. در مقابل، خودکارسازی وظایف اداری و بالینی به کمک هوش مصنوعی می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری منجر شود [۶۱][۶۰]. به عنوان مثال، در انگلستان گزارش مؤسسه سیاست عمومی در سال ۲۰۱۸ نشان داد که هوش مصنوعی می‌تواند سالانه تا ۱۲ میلیارد پوند در سرویس ملی سلامت (NHS) صرفه‌جویی ایجاد کند. همچنین، برخی مطالعات حاکی از آن هستند که سیستم‌های هوش مصنوعی در تشخیص‌هایی مانند سرطان پوست می‌توانند عملکردی برابر یا حتی بهتر از کلینیک‌ها داشته باشند، که این امر می‌تواند هزینه‌های درمان آینده را کاهش دهد [۶۳][۶۲].

عدالت در سلامت

سیستم‌های هوش مصنوعی، بسته به نحوه توسعه و استفاده، می‌توانند نابرابری‌های بهداشتی را کاهش یا افزایش دهند. برای مثال، این سیستم‌ها قادرند با ارائه تشخیص‌ها و توصیه‌های درمانی دقیق‌تر، تنوع در مراقبت‌ها را کمتر کنند. با این حال، در برخی موارد، تبعیض‌هایی علیه رنگین‌پوستان در عملکرد ابزارهای هوش مصنوعی گزارش شده است، چرا که داده‌های مورد استفاده برای توسعه این ابزارها عمدتاً مربوط به نژاد سفید بوده‌اند [۱۷][۳۵][۶۴][۶۸]. یکی از راهکارهای مقابله با این چالش، توسعه هوش مصنوعی بومی بر پایه اطلاعات سلامت هر منطقه است، به جای استفاده از فناوری‌هایی که براساس داده‌های دیگر کشورها طراحی شده‌اند [۵].

انحصار و تمرکز قدرت

انحصار و تمرکز قدرت در دست تعداد محدودی از شرکت‌های بزرگ یکی دیگر از چالش‌های جدی در حوزه هوش مصنوعی است.



بررسی‌ها نشان می‌دهد که بازار هوش مصنوعی تا حد زیادی در اختیار چند شرکت بزرگ فناوری قرار دارد، که این امر می‌تواند منجر به محدود شدن نوآوری و خلاقیت در این زمینه شود [۶۵] [۱۰۵] [۹۵].

چالش‌های حقوقی

ظهور هوش مصنوعی با چالش‌های حقوقی متعددی همراه است. کمبود قوانین و مقررات حقوقی یکی از موانع اصلی توسعه و استفاده از این فناوری در کشورها به‌شمار می‌رود [۵۹]. در تدوین قوانین نظارتی برای هوش مصنوعی، لازم است میان سه عامل کلیدی تعادل ایجاد شود:

- الف) حمایت از نوآوری و پیشرفت داخلی در حوزه هوش مصنوعی،
 - ب) حفاظت از حقوق و منافع شهروندان در برابر خطرات و نقض حریم خصوصی،
 - ج) جلوگیری از برتری شرکت‌های خارجی و حفظ جایگاه اقتصاد دیجیتال داخلی [۶۵].
- یکی از چالش‌های مهم، تعیین مسئولیت‌های مدنی و کیفری در ارتباط با هوش مصنوعی است. به‌عنوان مثال، پرسش‌هایی همچون تعیین مسئولیت در صورت خطای سیستم یا تصمیم‌گیری‌های اشتباه آن همچنان بی‌پاسخ مانده‌اند، برای مثال:
- اگر یک خدمت مبتنی بر هوش مصنوعی به فرد آسیب برساند مسئولیت آن با چه کسی است؟
 - در صورت بروز خطا در تشخیص بیماری مسئولیت با چه کسی است؟
 - در صورت بروز خطا در مواردی که هوش مصنوعی ارائه‌دهنده توصیه و راهنمایی جهت تصمیم‌گیری است و تصمیم نهایی توسط انسان گرفته می‌شود، مسئولیت آن برعهده چه کسی است؟
 - با توجه به ماهیت جعبه سیاه^۱ برخی الگوریتم‌های هوش مصنوعی آیا امکان تعیین مسئولیت کیفری در شرایط جعبه سیاه وجود دارد؟ برای مثال، در شرایط جعبه سیاه اگر ضرری ایجاد شود، آیا این ضرر از قبل قابل پیش‌بینی بوده است؟ [۱] [۶۶]
 - جهت مواجهه با چالش‌های حقوقی راهکارهای متعددی قابل تصور است:
 - مسئولیت محض. نیازی باتوجه به عدم امکان اثبات برخی از عناصر مسئولیت مدنی عام و پیچیدگی‌های هوش مصنوعی، نیازی با اثبات تقصیر توسعه‌دهنده نیست و به‌صرف وقوع حادثه وی مسئول جبران خسارت خواهد بود.
 - بیمه اجباری. بیمه جبران خسارت را برعهده دارد و بدین‌ترتیب توسعه‌دهنده از جبران خسارت مصون می‌شود. یکی از آثار مثبت چنین رویکردی هموارسازی پیشرفت علم و تکنولوژی در این حوزه است.
 - مسئولیت نیابتی. نایب که در اینجا توسعه‌دهنده است به‌دلیل وجود یک رابطه مسئول ضرری است که دیگری یعنی هوش مصنوعی وارد کرده است؛ حتی اگر خود مرتکب هیچ تقصیری نشده باشد.
 - شخصیت حقوقی هوش مصنوعی. اعطای شخصیت حقوقی به هوش مصنوعی و اقامه دعوا نسبت به آن در صورت بروز خسارت [۶۶].

فرصت‌های هوش مصنوعی در حوزه سلامت

فرصت‌هایی که هوش مصنوعی برای حقوق کار فراهم می‌کند شامل افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها، ایجاد مشاغل جدید و بهبود شرایط کاری است. که البته در حوزه سلامت فرصت‌های اخیرالذکر در قالب پوشش وسیع‌تر، سریع‌تر و دقیق‌تر در عرصه عملیات مراقبت و نظارت بالینی بیمار نمود پیدا می‌کند و به‌تبع آن کاهش نیاز به حضور شمار کمتری از نیروی متخصص حوزه عملیاتی تحت پوشش هوش مصنوعی حادث می‌شود. بدیهی است در حوزه سلامت ناظرینی با شرح وظایف جدید پا به عرصه حضور خواهند

۱ Black Box

یادگیری عمیق یا Deep Learning شاخه‌ای از یادگیری ماشین بوده که مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی است؛ بنابراین، یادگیری عمیق نوعی تقلید از مغز انسان خواهد بود. در الگوریتم‌هایی که در یادگیری عمیق استفاده می‌شوند، برنامه‌نویس از همه مراحل به نتیجه رسیدن هوش مصنوعی آگاه نیست و صرفاً به ماشین بازخورد می‌دهد که خروجی درست است یا خیر. به همین دلیل به آنها الگوریتم‌های جعبه سیاه می‌گویند.

۲. قوانین فعلی مسئولیت مدنی در کشور سه عنصر مشترک دارند: وجود ضرر، ارتکاب فعل زیان‌بار و ارتباط بین فعلیت شخصیت با ضرر وارد شده. همچنین طبق این قوانین ضرری قابل جبران در نظر گرفته می‌شود که مسلم و نه احتمالی، مستقیم، شخصی، ناشی از لطمه به حق شخص یا نفع مشروع، عدم جبران قبلی و پیش‌بینی‌پذیر باشد.

گذاشت که مشخصاً مسئولیت پایش عملکرد هوش مصنوعی و پوشش خلأهای میان بخشی را برعهده خواهند گرفت. با این توصیف فضای تأمین، پایش و حفظ و ارتقای سلامت حوزه تحت پوشش هوش مصنوعی به مراتب کیفی تر، کم خطا تر، گسترده تر، کم هزینه و با بهره‌وری بالاتر و نهایتاً رضایتمندی ارتقایافته‌ای همراه خواهد بود.

این درحالی است که چالش‌هایی مانند از دست رفتن مشاغل سنتی، نیاز به بازآموزی نیروی کار، نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی و اخلاقیات نیز مطرح هستند که باید در تقابل با فرصت‌های مطروحه در حوزه هوش مصنوعی مورد بررسی قرار گرفته و رجحان ضرورت بهره‌گیری از این فرصت‌ها به‌ویژه در نظام سلامت واکاوی شود. از نگاه دیگر مشاغلی جدید پدید می‌آیند که ممکن است به چارچوب‌های قانونی و سیاستگذاری جدیدی نیاز داشته باشند. نحوه مواجهه سیاستگذاران با این چالش حقوقی اجتماعی یکی از مهم‌ترین مسائل عصر هوش مصنوعی خواهد بود [۵۰].

چالش‌های هوش مصنوعی از منظر نظام سلامت

■ حجم داده و ضرورت حفاظت از داده‌های شخصی

قوانین مربوط به جریان داده‌ها و حفاظت از داده‌های شخصی، یکی از حوزه‌های چالش مهمی است که باید به آن توجه ویژه شود. نباید از نظر دور داشت که سیستم‌های هوش مصنوعی نیاز به تغذیه با حجم زیادی از داده‌ها دارند تا به‌درستی آموزش ببینند و نتایج دقیقی تولید کنند. اساساً داده به‌عنوان سوخت اقتصاد دیجیتال شناخته می‌شود و عدم دسترسی شرکت‌های فعال فناوری اطلاعات به آن، رشد و توسعه آنان را غیرممکن می‌سازد. این واقعیت که برخی از این داده‌ها شامل داده‌های شخصی هستند و بسیاری از سیستم‌های هوش مصنوعی ویژگی‌هایی مانند مشکل جعبه سیاه دارند، نگرانی‌هایی را در مورد حفاظت از حقوق و آزادی‌های مشروع و اساسی هنگام استفاده از چنین سیستم‌هایی به‌وجود می‌آورد.

■ تمایز تنظیم‌گری هوش مصنوعی در نظام سلامت

در حیطه نظام سلامت این بعد از امنیت داده‌های شخصی حساسیت ویژه‌ای می‌یابد. از این‌رو، در این زمینه، قانون باید بتواند از اشخاص در برابر آثار سوء هوش مصنوعی بر داده‌های شخصی محافظت کند و درعین حال، ضمن:

۱. حفظ حریم شخصی و اسرار بیمار،

۲. محافظت و پایش داده‌های پرمخاطره و حیاتی،

۳. پوشش شکاف‌های تحقیقاتی، خدماتی، سیستمی و بالینی با دامنه و حواشی حقوقی گسترده مرتبط به سلامت آحاد جامعه.

مانعی برای توسعه فناوری هوش مصنوعی در نظام سلامت نباشد. این تمایز و مرزبندی کارشناسانه در تنظیم‌گری حقوقی حاکم بر هوش مصنوعی در نظام سلامت را در سطح جدی‌تری می‌طلبد.

آنچه مرزبندی در قوانین هوش مصنوعی در نظام سلامت را با حقوق جاری و ساری در عرصه‌های دیگر انکارناپذیر می‌کند بحث مخاطرات جانی و البته برگشت‌ناپذیر و بالطبع جبران‌ناپذیر ناشی از خلأها و خطاهای محتمل این حوزه است. گستردگی دامنه علم پزشکی و نامتناهی بودن پیچیدگی‌ها و درهم‌تنیدگی‌های مرتبط به این علم تمایز بی‌قیدوشرطی با سایر حوزه‌ها را رقم می‌زند و ضرورت مرزبندی معنادار تنظیم‌گری نظام حقوقی انحصاری نظام سلامت را به ذهن اهالی دانش متبادر می‌کند.

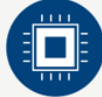
در سال‌های اخیر، کشورهایمانند آمریکا و چین به‌دلیل سیاست‌های داده‌باز، رشد معناداری را در حوزه اقتصاد دیجیتال و از جمله هوش مصنوعی کسب کردند؛ به‌طوری‌که سهم اقتصاد دیجیتال آمریکا فاصله زیادی با دیگر کشورها و حتی کل کشورهای اتحادیه اروپا دارد [۶۷].

البته باید توجه داشت تنظیم‌گری ابزاری حقوقی است که در خدمت سیاست‌ها و اهداف نظام حقوقی قرار می‌گیرد و تنها دربردارنده مقررات محدودکننده و سخت‌گیرانه نسبت به صنعت نیست، بلکه تنظیم‌گری در بسیاری از نظام‌های حقوقی برای تقویت بخش خصوصی و عبور از تصدی‌گری دولتی با خصوصی‌سازی توسعه‌یافته است [۶۸].

به‌عنوان جمع‌بندی این بخش، شکل ۲ چالش‌های استفاده از ابزار هوش مصنوعی در سطح کلان را نشان می‌دهد.



شکل ۲. چالش‌های پیش‌روی کاربردهای هوش مصنوعی در سلامت جهانی [۵۸]

چالش‌هایی که بسته به رویکرد مواجهه با آنها می‌توانند محدود کننده باشند.	چالش‌های مقطعی که نیاز به توجه در سطح کلان دارند.	چالش‌هایی که احتمال برطرف شدن آنها با پیشرفت تکنولوژی وجود دارد.
 دردسترس بودن و کیفیت داده‌ها  مدل کسب و کار و پایداری  حریم خصوصی، اخلاق و مالکیت  قانون گذاری و سیاست گذاری	 ادغام در نظام سلامت  اثبات تاثیر مثبت و اثربخشی	 نقایص ساختاری هوش مصنوعی  کمبودهای موجود در زیرساخت‌های لازم

۵. تجربیات جهانی در تنظیم گری هوش مصنوعی در حوزه سلامت

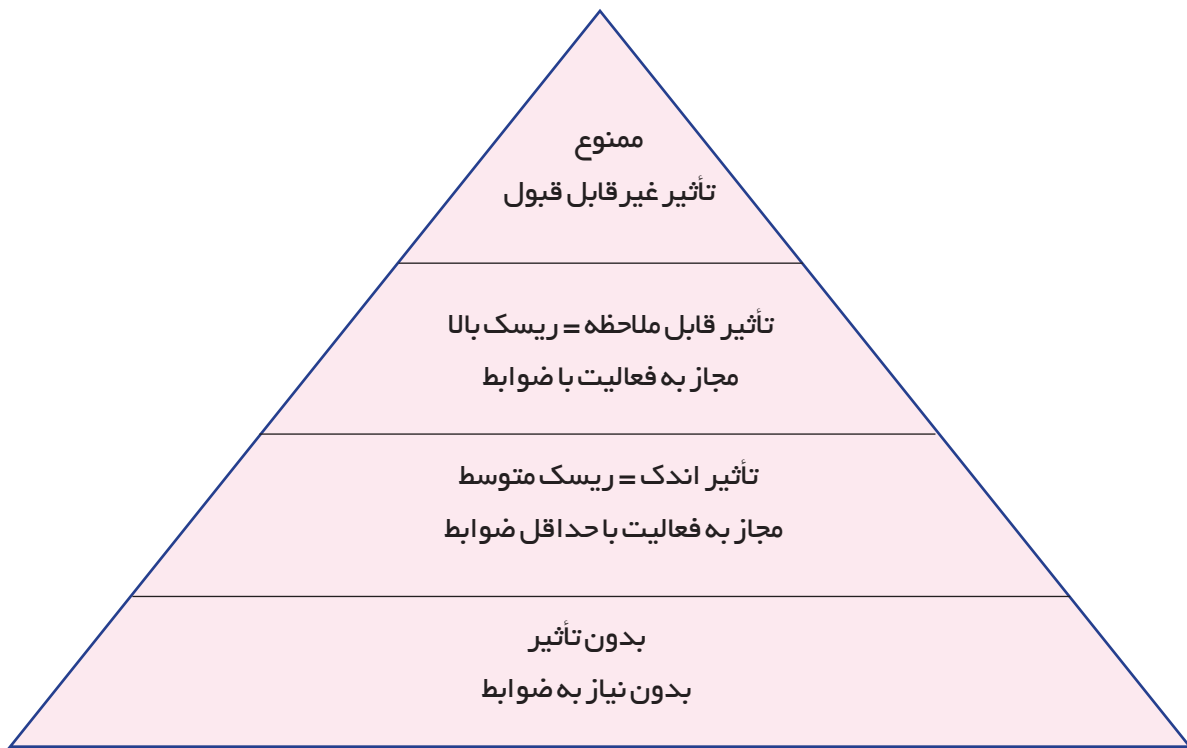


با وجود تلاش‌هایی که در سطح جهانی صورت گرفته است، همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، قوانین موجود در حوزه سلامت برای مسائل مهمی مانند حفاظت از داده‌ها و حقوق افراد در عصر هوش مصنوعی کافی نیستند. در این بخش از پژوهش، به بررسی تجربیات کشورها و نهادهای بین‌المللی در تنظیم‌گری هوش مصنوعی با تمرکز ویژه بر حوزه سلامت خواهیم پرداخت. بدیهی است که نظام هوش مصنوعی مؤثرتر و کارآمدتر، سیستمی است که به‌طور هم‌زمان چالش‌های حوزه سلامت، ناهنجاری‌های اجتماعی، جرایم اداری و مالی و حتی مشکلات فراروی جامعه بشری را پوشش داده و سامان‌دهی کند. به عبارت دیگر، این نظام می‌تواند سلامت در ابعاد مختلف را تضمین کرده و در نهایت منجر به افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها و منابع مورد نیاز در سطح جامعه بشری شود.

با این پیش‌فرض، نگاهی به تلاش‌های انجام شده در عرصه‌های بین‌المللی می‌تواند مفید و آموزنده باشد. اتحادیه اروپا در سال‌های اخیر گام‌های قابل توجهی در تنظیم‌گری هوش مصنوعی برداشته است و تلاش کرده چارچوبی منسجم برای استفاده ایمن و اخلاقی از این فناوری ارائه دهد. یکی از برجسته‌ترین اقدامات در این زمینه، تدوین «قانون هوش مصنوعی اتحادیه اروپا»^۱ بوده که هدف آن طبقه‌بندی سیستم‌های هوش مصنوعی براساس سطح خطر و میزان تأثیرگذاری بر سلامت، ایمنی و حقوق اولیه افراد است. این قانون سازوکارهایی را برای مدیریت و کنترل خطرات مرتبط با فناوری هوش مصنوعی پیشنهاد می‌کند و الزاماتی برای توسعه‌دهندگان و کاربران این سیستم‌ها در نظر گرفته است.

۱. EU AI ACT

شکل ۳. طبقه‌بندی ریسک هوش مصنوعی براساس پیشنهاد سال ۲۰۲۱ اتحادیه اروپا در زمینه قانونگذاری هوش مصنوعی [۷۰]



براساس این قانون، فعالیت سیستم‌هایی که تهدیدی جدی برای ایمنی افراد به‌شمار می‌آیند، مانند فناوری‌هایی که از زیست‌سنجی^۱ یا شناسایی احساسات استفاده می‌کنند، ممنوع است. سایر سیستم‌های هوش مصنوعی در صورتی که الزامات قانونی و سطح خطر مشخص شده را رعایت کنند و تحت نظارت قرار گیرند، مجاز به فعالیت خواهند بود. این قانون همچنین شامل سازوکارهای پیچیده‌ای برای اجرای قوانین و شناسایی تخلفات است. به‌موجب الزامات شفافیت، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی موظف به انتشار خلاصه‌ای از داده‌هایی هستند که برای توسعه این فناوری‌ها استفاده کرده‌اند. برخی از بخش‌های این قانون همچنین الزامات خاصی برای مدیریت ریسک، حاکمیت داده، نظارت انسانی، شفافیت، دقت، استحکام و امنیت سایبری سیستم‌های هوش مصنوعی دارند و برخی دیگر تعهدات توسعه‌دهندگان را نسبت به کاربران این سیستم‌ها مشخص می‌کند. به‌طور کلی، این قانون از یک چارچوب مبتنی بر ریسک استفاده می‌کند و سیستم‌های پرخطر مانند آنهایی که از شناسایی بیومتریک یا مدیریت سوابق سلامت الکترونیکی استفاده می‌کنند، در بخش مراقبت‌های بهداشتی دسته‌بندی می‌شوند. البته ممکن است این سیستم که حاکمیت هوش مصنوعی را به تمهیدات بهداشتی محدود می‌کند، نیاز به بحث و جایگزینی الگوهای چندمنظوره تکامل یافته داشته باشد. همچنین، طبق نظر کارشناسان اتحادیه اروپا، قانون هوش مصنوعی ممکن است انعطاف‌پذیری لازم را نداشته باشد و مقرراتی برای طبقه‌بندی برنامه‌های جدید به‌عنوان سیستم‌های پرخطر در صورت بروز خطرات غیرمنتظره وجود ندارد. برخی توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی نیز به این مقررات اعتراض کرده‌اند و معتقدند که این قوانین ممکن است نوآوری‌ها را محدود کند [۷۱].

مجموعه سیاست‌های ناظر بر حوزه هوش مصنوعی که تا به امروز در اتحادیه اروپا تدوین شده‌اند، در جدول ۳ فهرست شده‌اند.

۱. Biometrics: محاسبات مربوط به ویژگی‌های رفتاری و زیستی انسان که برای شناسایی افراد به‌کار برده می‌شود؛ مانند صدا، چهره، اثر انگشت و... (۷۵).



جدول ۳. خلاصه‌از سیاست‌های تنظیمی مصوب اتحادیه اروپا در حوزه هوش مصنوعی [۶۵]

نام سند	سال تدوین	نهاد تصویبگر	محتوا
مقررات عمومی حفاظت از داده اتحادیه اروپا ^۱ (GDPR) [۷۲]	۲۰۱۶	پارلمان اروپا ^۲ و شورای اتحادیه اروپا ^۳	تنظیم و حفاظت از داده‌های شخصی در فرایندهای هوش مصنوعی
راهنماهای اخلاقی برای هوش مصنوعی قابل اعتماد [۷۳]	۲۰۱۹	کارگروه کارشناسان عالی‌رتبه حوزه هوش مصنوعی، کمیسیون اروپا ^۴	اصول و راهنماهای اخلاقی توسعه هوش مصنوعی مسئولانه
سند سفید هوش مصنوعی ^۵ [۷۴]	۲۰۲۰	کمیسیون اروپا	ارزیابی آثار احتمالی هوش مصنوعی بر حقوق و آزادی‌های شهروندان توسط توسعه‌دهندگان آنها
قانون هوش مصنوعی اتحادیه اروپا [۷۶][۷۷]	۲۰۲۱	کمیسیون اروپا	ایجاد چهارچوب واحد و منسجم برای توسعه، استقرار و استفاده از سامانه‌های هوش مصنوعی در اتحادیه اروپا

۵-۱. انگلستان

هوش مصنوعی از منظر کلان که بر حوزه سلامت اثر می‌گذارد

این کشور در ارتباط با هوش مصنوعی اقداماتی را به انجام رسانده که خواسته یا ناخواسته بر گسترش هوش مصنوعی در نظام سلامت تأثیر گذار خواهد بود و می‌توان گفت در حال حاضر بریتانیا یک رویکرد غیرمتمرکز و تدریجی را اتخاذ کرده است. این چارچوب به‌منظور این طراحی شده که نهادهای تنظیم مقررات خاص در هر حوزه بتوانند به‌سرعت به مشکلات ناگهانی و غیرقابل پیش‌بینی ناشی از هوش مصنوعی واکنش نشان دهند و از تدابیر هدفمند استفاده کنند [۷۸]. در این راستا پارلمان بریتانیا، در سال ۲۰۱۷ به‌منظور بررسی آثار اقتصادی، اخلاقی و اجتماعی پیشرفت‌های هوش مصنوعی و به‌منظور بررسی آثار اقتصادی، اخلاقی و اجتماعی پیشرفت‌های فناوری هوش مصنوعی، کمیته‌ای با عنوان کمیته هوش مصنوعی از اعضای مجلس اعیان بریتانیا تشکیل داد.

قوانین و تنظیم‌گری‌های ویژه نظام سلامت

در ارتباط با توسعه هوش مصنوعی در نظام سلامت [۷۹] در این کشور وظیفه وضع قوانین لازم بر فناوری‌ها و محصولات نوین بر پایه هوش مصنوعی در نظام سلامت به آژانس تنظیم مقررات داروها و محصولات بهداشتی^۶ (MHRA) محول شده است [۸۰]. همچنین، استفاده از داده‌های شخصی در سیستم‌های هوش مصنوعی تحت نظارت دفتر کمیسر اطلاعات^۷ (ICO) قرار دارد. [۸۱] NHS حاکمیت هوش مصنوعی در نظام سلامت را بر چهار اصل استوار می‌داند؛

■ قانونگذاری و تعیین استانداردهای لازم،

■ ارزیابی و اعتبارسنجی براساس آنها،

■ ارائه گایدلاین‌های تشریح‌کننده نحوه استفاده از هوش مصنوعی،

■ تعیین مسئولیت استفاده از هوش مصنوعی در سطح فردی و سازمانی [۸۲].

این سازمان برای نرم‌افزارهای مورد استفاده در **سلامت**، استانداردهای ایمنی اضافی تعیین کرده است. توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی مرتبط با **سلامت** در NHS به‌عنوان تحقیقات پزشکی طبقه‌بندی می‌شود و نیاز به تأیید از طرف اداره تحقیقات سلامت^۸

1. General Data Protection Regulation

2. European Parliament

3. Council of the European Union

4. European Commission, High-level Expert Group on Artificial Intelligence

5. White Paper on Artificial Intelligence

6. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency

7. The Information Commissioner's Office

8. Health Research Authority (NICE)

دارد. طبق اعلام کمیسیون کیفیت هرکدام از ذی‌نفعان هوش مصنوعی که در آینده بتواند بدون مداخله انسانی تشخیص بدهند یا درمان کنند، باید به‌طور رسمی به ثبت برسند. در سال ۲۰۱۹، مؤسسه ملی بهداشت و مراقبت عالی بریتانیا^۱ با همکاری NIH^۲ «چارچوب استانداردهای مستند برای فناوری‌های سلامت دیجیتال»^۳ را منتشر کرد که مقرراتی را برای محصولات مختلف سلامت دیجیتال، از جمله برنامه‌ها و نرم‌افزارها تعریف کرده است. در سپتامبر ۲۰۲۱، MHRA قانون «ترم‌افزار و هوش مصنوعی به‌عنوان ابزار پزشکی، تغییر برنامه»^۴ را برای ایجاد یک چارچوب نظارتی جامع بر هوش مصنوعی در نظام سلامت انگلستان آغاز کرد. این برنامه به دنبال تعریف قوانینی است ناظر بر:

■ امنیت سایبری

■ حریم خصوصی داده‌ها

■ سوگیری الگوریتم‌ها و

■ ارزیابی هوش مصنوعی پس از توسعه

علاوه بر این، در نوامبر ۲۰۲۲، شورای تنظیم مقررات آینده انگلستان^۵ قانونی به نام «مقررات هوش مصنوعی به‌عنوان یک دستگاه پزشکی»^۶ را منتشر کرد که بر تعریف قوانین برای چرخه عمر محصول برای تجهیزات پزشکی هوش مصنوعی تمرکز دارد. با توجه به تعدد نهادهای متولی موضوع در انگلستان، برخی از ذی‌نفعان فرایندهای نظارتی فعلی را دشوار و مانع نوآوری می‌دانند [۸۳][۶۹][۴۷] [۸۴][۸۵][۸۶][۸۷]. با این حال، دولت بریتانیا در حال بررسی تأسیس یک نهاد مرکزی است. در صورت تأسیس، نهادهای تنظیم‌گر در هر حوزه، پیش از اجرای هرگونه دستورالعمل خاص مرتبط باهوش مصنوعی، ملزم به مشورت با این نهاد مرکزی خواهند بود [۸۸].

۲-۵. ایالات متحده آمریکا

هوش مصنوعی از منظر کلان که بر حوزه سلامت اثر می‌گذارد

در تاریخ ۳۰ اکتبر ۲۰۲۳، یک فرمان اجرایی^۷ به تصویب رسید که بر توسعه و استفاده ایمن، امن و قابل اعتماد از هوش مصنوعی در همه حوزه‌ها تمرکز دارد [۸۹]. برخلاف رویکرد اتحادیه اروپا، این فرمان بیشتر بر تدوین دستورالعمل‌ها، استانداردها و روش‌های همکاری بین‌المللی متمرکز است. اگرچه این فرمان به مجموعه‌ای از چالش‌ها و فرصت‌ها پرداخته است، اما مانند اتحادیه اروپا سیستم‌های هوش مصنوعی را براساس ریسک طبقه‌بندی نمی‌کند. این فرمان براساس طرح اولیه حقوق هوش مصنوعی^۸ که شامل پنج اصل غیرالزام‌آور است، طراحی شده و هدف آن کاهش آسیب‌های بالقوه ناشی از سیستم‌های هوش مصنوعی بدون محدود کردن نوآوری است.

در ایالات متحده، در حال حاضر هیچ چارچوب قانونی خاصی برای فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی وجود ندارد و می‌توان گفت دولت آمریکا در مقایسه با برخی کشورهای دیگر، رویکرد کمتری از نظر مداخله در این حوزه دارد. به جای وضع قوانین سخت‌گیرانه، تمرکز بیشتری بر ایجاد استانداردها و دستورالعمل‌های داوطلبانه است. بخش خصوصی و شرکت‌های فناوری نقش کلیدی در تدوین این استانداردها دارند و تأکید عمده بر خودتنظیمی صنعت و نظارت داخلی شرکت‌های فعال در زمینه هوش مصنوعی است [۶۵] [۹۰].

1. National Institute for Health and Care Excellence
2. National Institutes for Health
3. Evidence Standards Framework for Digital Health Technologies
4. Software and AI as a Medical Device Change Programme
5. The Regulatory Horizons Council of UK
6. The Regulation of AI as a Medical Device
7. Executive Order (EO)

۸. The White House Blueprint for AI Bill of Right

این قانون در نوامبر ۲۰۲۲ توسط کاخ سفید منتشر شد. پنج اصل کلیدی این قانون عبارت‌اند از: ۱. ایمنی و اثربخشی ۲. حفاظت در برابر تبعیض الگوریتمی ۳. حریم داده‌ها ۴. اطلاع و توضیح (کاربران باید راجع به نحوه کارکرد هوش مصنوعی و آثار آن اطلاع داشته باشند). ۵. جایگزین انسانی، ملاحظات و پشتیبانی (کاربران باید بتوانند با یک انسان در ارتباط به عنوان پشتیبان باشند) (۹۰).

قوانین و تنظیم‌گری‌های ویژه نظام سلامت

در حال حاضر در آمریکا، وظیفه نظارت بر کلیه محصولات دیجیتال حوزه سلامت به مرکز عالی سلامت دیجیتال^۱ (DHCoE) محول شده است. این مرکز که زیرمجموعه سازمان غذا و داروی آمریکاست، علاوه بر نظارت با رویکرد نوآورانه، مسئول اشتراک‌گذاری دانش، ایجاد شبکه و گسترش همکاری میان فعالان این حوزه نیز می‌باشد. همچنین، NIH علاوه بر سرمایه‌گذاری قابل توجه در پروژه «پلی به هوش مصنوعی» و فراهم کردن زیرساخت‌های ضروری برای توسعه آن، از جمله داده‌های بزرگ و معتبر، اقدام به وضع قوانینی در زمینه هوش مصنوعی کرده است. برای مثال، این نهاد به منظور حفظ اصول محرمانه اطلاعات، از داوران مقالات^۲ خواسته است که از به کارگیری هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل مقالات و قراردادهای خودداری کنند، چرا که قرار دادن اطلاعات حساس و دقیق در اختیار ابزارهای هوش مصنوعی می‌تواند خطر افشای این اطلاعات را افزایش دهد [۹۲].

با وجود شرایط خاص آمریکا در خصوص عدم وجود مسیر شفاف مرتبط با فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، سازمان غذا و دارو،^۳ آن را تحت چارچوب قانونی موجود برای نرم‌افزارها و دستگاه‌های پزشکی^۴ ارزیابی می‌کند. در آوریل ۲۰۱۹، سازمان غذا و دارو چارچوبی قانونی برای نرم‌افزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین معرفی کرد که براساس آن، توسعه‌دهندگان مسئول عملکرد سیستم‌های هوش مصنوعی خود شناخته می‌شوند و هر گونه تغییر در کاربرد مورد نظر سیستم، نیازمند آغاز مجدد فرایند تأیید است. همچنین این سازمان یک برنامه تحت عنوان «چارچوب قانونی برای نرم‌افزارهای و دستگاه‌های پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی و یادگیری ماشین»^۵ را در ژانویه ۲۰۲۱ معرفی کرد که پنج اقدام کلیدی را براساس رویکرد «چرخه عمر کل محصول»^۶ برای نظارت بر دستگاه‌های پزشکی هوش مصنوعی انجام می‌دهد:

۱. طراحی چارچوب قانونی ویژه،

۲. پیاده‌سازی بهترین شیوه‌های یادگیری ماشین،

۳. اتخاذ رویکردی متمرکز بر بیمار برای تضمین شفافیت دستگاه‌ها برای کاربران،

۴. توسعه روش‌هایی برای حذف سوگیری از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و بهبود آنها،

۵. شروع آزمایش‌ها برای ارزیابی عملکرد در محیط‌های واقعی [۶۹].

۳-۵. چین

هوش مصنوعی از منظر کلان که بر حوزه سلامت اثر می‌گذارد

رویکرد قانونگذاری هوش مصنوعی در چین با تأکید بر «کنترل دولتی» مشخص می‌شود. چین هوش مصنوعی را به عنوان یک اولویت راهبردی ملی در نظر گرفته و به طور فعال در حال توسعه و تنظیم‌گری آن است. به منظور تنظیم‌گری این حوزه، «قانون هوش مصنوعی چین» در سال ۲۰۲۱ تصویب شد که چهارچوب قانونی کاملی را ارائه می‌دهد. علاوه بر این، چین استانداردهای فنی و اخلاقی سختگیرانه‌ای برای توسعه و استفاده از هوش مصنوعی تعیین کرده و نظارت مستقیم بر فعالیت‌های شرکت‌های فناوری در این زمینه را اعمال می‌کند. به علاوه، محدودیت‌های زیادی در زمینه حریم خصوصی و امنیت داده‌ها در چین وجود دارد. [۶۵] قانون «اقدامات موقت برای مدیریت خدمات هوش مصنوعی مولد»^۷ که در اپریل ۲۰۲۳ توسط اداره فضای مجازی چین^۸ ابلاغ شده، رویکرد نظارتی مبتنی بر تکنولوژی را مدنظر قرار داده است. براساس این قانون، هر فناوری جدید پیش از عرضه باید از آزمایش‌های امنیتی

1. The Digital Health Center of Excellence

2. Peer Reviewers

3. Food and Drug Administration (FDA)

4. Software as a Medical Device (SaMD)

5. Proposed Regulatory Framework for Modifications to AI/ML-based SaMD

6. Total Product Life Cycle (TPLC)

7. Interim Measures for the Management of Generative AI Services

8. The Cyberspace Administration of China (CAC)

عبور کند. علاوه بر این، الزامات جداگانه‌ای برای بررسی امنیت الگوریتم‌های مختلف در نظر گرفته شده است [۹۳]. این مقررات به‌ویژه برای فناوری‌های هوش مصنوعی که قادر به تأثیرگذاری بر افکار عمومی هستند، اعمال می‌شود. با این حال، باید توجه داشت که چارچوب نظارتی هوش مصنوعی چین تنها شامل فناوری‌هایی می‌شود که خدمات آنها در چین و برای عموم قابل دسترس باشد؛ به این معنا که سیستم‌های هوش مصنوعی مورد استفاده در شرکت‌ها، مؤسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌ها و همچنین فناوری‌هایی که کاربران خارج از چین را هدف قرار می‌دهند، از این قانون معاف هستند [۹۴]. همچنین، طبق قوانین موجود، الگوریتم‌های یادگیری ماشینی که توسط هوش مصنوعی بهبود یافته‌اند، مالکیت معنوی مشخصی ندارند و نیاز فوری به چارچوب‌های قانونی برای حل و فصل حقوق مالکیت معنوی محتوای تولید شده توسط هوش مصنوعی وجود دارد که در محافل دانشگاهی چین در حال بحث است، اما تاکنون هیچ اجماع یا پیشنهاد قانونی در این زمینه ارائه نشده است [۹۵].

قوانین و تنظیم‌گری‌های ویژه نظام سلامت

دو پروتکل «اصول راهنما برای دسته‌بندی و تعریف هوش مصنوعی»^۱ و «اصول راهنما برای بازنگری ثبت دستگاه پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی»^۲ با تمرکز بیشتری قانونگذاری و تعیین خط‌مشی هوش مصنوعی در نظام سلامت را دنبال می‌کنند. [۹۶][۹۷] سازمان ملی محصولات پزشکی چین^۳ که وظیفه نظارت و قانونگذاری برای محصولات پزشکی را برعهده دارد، «راهنمای فنی در مورد نرم افزارهای مجهز به هوش مصنوعی»^۴ را در ژوئن ۲۰۱۹ منتشر کرد. این دستورالعمل با توجه به ویژگی‌های خاص فناوری یادگیری عمیق، از جمله ماهیت جعبه سیاه، اهدافی همچون کنترل کیفیت داده‌ها، اعتبارسنجی الگوریتم‌ها و ارائه روش‌هایی برای ارزیابی خطرات بالینی را مدنظر قرار داده است. در ۸ ژوئیه ۲۰۲۱، NMPA «راهنمای طبقه‌بندی و تعریف نرم‌افزار مبتنی بر هوش مصنوعی به‌عنوان یک دستگاه پزشکی»^۵ را منتشر کرد که شامل اطلاعاتی در مورد طبقه‌بندی و اصطلاحات دستگاه‌های پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی، ایمنی و اثربخشی الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌باشد. در ۷ مارس ۲۰۲۲، یکی از زیر مجموعه‌های NMPA به نام مرکز ارزیابی تجهیزات پزشکی^۶ دستورالعمل «راهنمای ثبت و بررسی دستگاه‌های پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی»^۷ را منتشر کرد. این دستورالعمل‌ها استانداردهایی برای تضمین کیفیت نرم‌افزار و امنیت سایبری دستگاه‌های پزشکی ارائه می‌دهند و تمامی مراحل چرخه عمر محصول را در نظر می‌گیرند. NMPA علاوه بر آغاز استانداردسازی مقررات مرتبط با هوش مصنوعی در سطح ملی، با تمرکز بر عوامل خطر و مدیریت جامع چرخه عمر محصولات هوش مصنوعی از طریق انتشار این دستورالعمل‌ها، تلاش می‌کند تا هماهنگی در سطح بین‌المللی را نیز ارتقا دهد [۹۹].

۴-۵. برزیل

هوش مصنوعی از منظر کلان که بر حوزه سلامت اثر می‌گذارد

قانون عمومی حفاظت از داده‌های شخصی برزیل^۸ که در اوت ۲۰۱۸ به تصویب رسید و از سپتامبر ۲۰۲۰ اجرایی شد، از GDPR اروپا الهام گرفته و بر حریم خصوصی داده‌های شخصی تمرکز دارد؛ اما به‌طور خاص هوش مصنوعی را تنظیم نمی‌کند. [۹۸] در سپتامبر ۲۰۲۱، چارچوب قانونی برزیل برای هوش مصنوعی، با هدف قانونگذاری توسعه و استفاده از فناوری هوش مصنوعی در برزیل توسط «مجمع نمایندگان برزیل»^۹ تصویب شد. این قانون یک رویکرد مبتنی بر ریسک را مدنظر قرار داده، اما فقط ناظر بر

1. Guiding Principles for Classification and Definition of Artificial Intelligence
2. Guiding Principles for Registration Review of Artificial Intelligence Medical Device
3. The National Medical Products Administration (NMPA)
4. Technical Guideline on AI-aided Software
5. Guidelines for the Classification and Definition of Artificial Intelligence-Based Software as a Medical Device
6. The Centre for Medical Device Evaluation
7. Guidelines for Registration and Review of Artificial Intelligence-Based Medical Devices
8. Lei Geral de Proteção de Dados: General Personal Data Protection Law (LGPD)
9. Brazilian Chamber of Deputies



توسعه هوش مصنوعی است و کاربردهای مختلف آن را در نظر نمی‌گیرد. به دنبال تصویب این قانون، مجلس سنای برزیل از طرح‌های قانونگذاری هوش مصنوعی در کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی^۱ الهام گرفت و پیشنهاد ذی‌نفعان مختلف و مردم را برای پیش‌نویس قانون هوش مصنوعی در دسامبر ۲۰۲۲ دریافت کرد.

قوانین و تنظیم‌گری‌های ویژه نظام سلامت

پیش‌نویس قانون هوش مصنوعی، ابزارهای هوش مصنوعی مرتبط با سلامت را به‌عنوان سیستم‌های پرخطر طبقه‌بندی کرده است. توسعه‌دهندگان این سیستم‌ها ملزم‌اند ارزیابی‌های الگوریتمی را به‌طور منظم و با شفافیت کامل انجام دهند. در این قانون حقوق مرتبط با حوزه‌های زیر لحاظ شده است:

- جلوگیری از تبعیض و سوگیری،
- حفظ حریم خصوصی،
- حفاظت از داده‌های شخصی.

علاوه بر این، صرف‌نظر از سطح ریسک سیستم هوش مصنوعی، پیش‌نویس قانون تأکید دارد که ارائه‌دهندگان این سیستم‌ها به‌طور کامل در قبال هرگونه خسارت ناشی از عملکرد آنها مسئول خواهند بود [۶۹][۹۸].

۵-۵. سنگاپور

هوش مصنوعی از منظر کلان که بر حوزه سلامت اثر می‌گذارد

استراتژی ملی هوش مصنوعی سنگاپور بر شناسایی اولویت‌ها و منابع در سطح ملی، ایجاد همکاری میان ذی‌نفعان مختلف برای تحقق تأثیرهای مثبت هوش مصنوعی، و مدیریت ریسک‌ها و تغییراتی که با گسترش این فناوری به‌وجود می‌آید، تمرکز دارد. در همین راستا، در تاریخ ۲۵ مه ۲۰۲۲، اداره توسعه رسانه‌های اطلاعاتی^۲ اولین چارچوب ارزیابی حاکمیت هوش مصنوعی جهان را با عنوان «تأییدیه هوش مصنوعی»^۳ برای توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی در سنگاپور معرفی کرد. این چارچوب شامل یازده اصل اخلاقی هوش مصنوعی است که در حوزه‌های قضایی مختلف جهان مورد توجه قرار گرفته و با چارچوب‌های بین‌المللی شناخته‌شده‌ای مانند اتحادیه اروپا، OECD، و چارچوب حاکمیت مدل هوش مصنوعی سنگاپور هماهنگ است. این یازده اصل عبارت‌اند از:

- شفافیت،
- توضیح‌پذیری،
- تکرارپذیری،
- ایمنی^۴ و امنیت^۵،
- پایداری عملکرد^۶،
- انصاف،
- حاکمیت داده،
- پاسخ‌گویی،
- عاملیت و نظارت انسانی،

1. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

2. Infocomm Media Development Authority (IMDA)

3. AI Verify

۴. Safety: مصونیت در برابر تهدیدهای غیرعامدانه.

۵. Security: مصونیت در برابر تهدیدهای عامدانه.

۶. Robustness: به توانایی سیستم هوش مصنوعی برای عملکرد قابل اعتماد و مؤثر در شرایط مختلف اشاره دارد.

- رشد فراگیر و رفاه اجتماعی،
- پایداری زیست محیطی.

قوانین و تنظیم گری های ویژه نظام سلامت

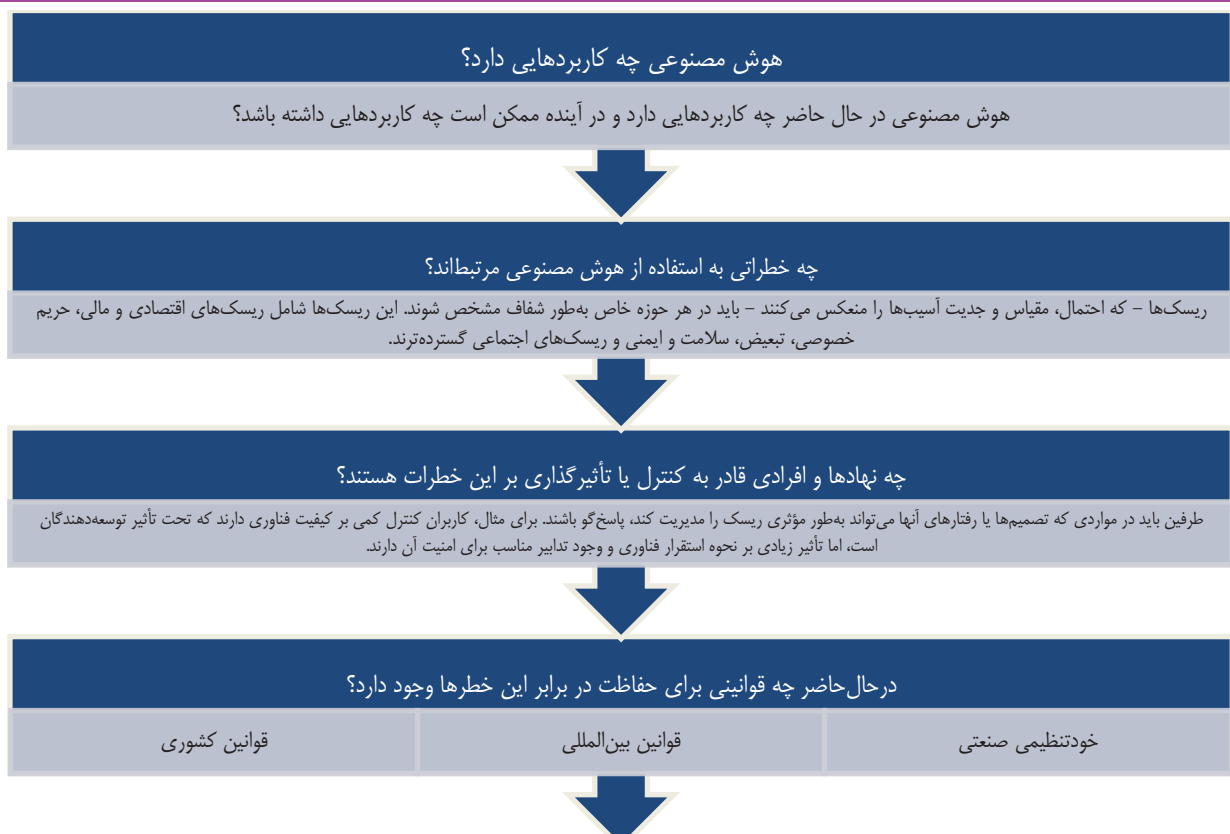
به طور خاص، در خصوص بخش بهداشت و درمان، سازمان علوم بهداشتی^۱ سنگاپور در آوریل ۲۰۲۲ نسخه دوم «راهنمایی های نظارتی برای نرم افزارهای پزشکی دیجیتال - رویکرد چرخه عمر»^۲ را منتشر و بر این نکته تأکید کرد که توسعه دهندگان باید هدف مدنظر، جزئیات داده های ورودی، مشخصات عملکرد، تدابیر کنترلی و گزارش دهی پس از عرضه هوش مصنوعی خود را ارائه دهند. همچنین راهنمای توسعه دهندگان و کاربران هوش مصنوعی تحت عنوان «راهنمای هوش مصنوعی در بهداشت و درمان»^۳ توسط وزارت بهداشت سنگاپور^۴ در اکتبر ۲۰۲۱ منتشر شده است [۶۹].

۵-۶. استرالیا:

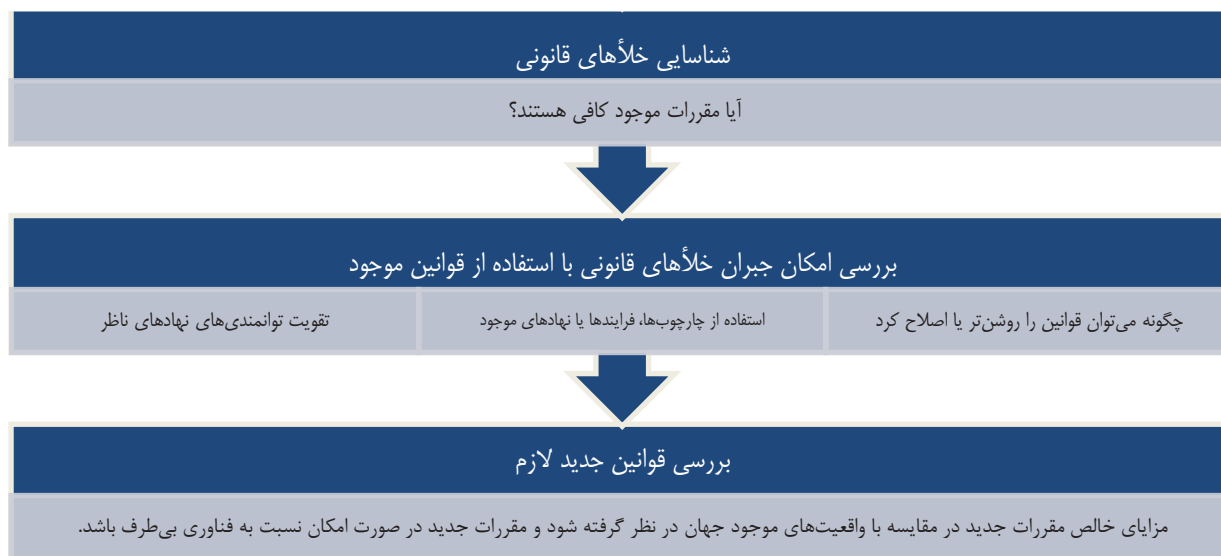
هوش مصنوعی از منظر کلان که بر حوزه سلامت اثر می گذارد

مطابق سندی تحت عنوان «بهترین استفاده از فرصت هوش مصنوعی»^۵ که دولت استرالیا در ژانویه ۲۰۲۴ منتشر کرده است، قانونگذاری هوش مصنوعی فرایند کلی زیر را دنبال خواهد کرد:

شکل ۴. رویکرد تنظیم گری هوش مصنوعی در استرالیا [۹۹]



1. Health Sciences Authority (HSA)
2. Regulatory Guidelines for SaMD - A Life Cycle Approach
3. AI in Healthcare Guidelines (AIHGle)
4. Singapore's Ministry of Health (MOH)
5. Making the most of the AI Opportunity



یکی از جنبه‌های قابل توجه در رویکرد استرالیا به قانونگذاری هوش مصنوعی، تأکید بر خودتنظیمی صنعت^۱ است. توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی برای حفظ اعتبار و ارزش کسب‌وکار خود به رعایت ضوابط اخلاقی و حرفه‌ای ملزم‌اند. این رویکرد می‌تواند تأثیری حتی قوی‌تر از قوانین و نظارت‌های خارجی داشته باشد. با این حال، با گسترش استفاده کاربران از هوش مصنوعی و افزایش رقابت در بازار، برخی توسعه‌دهندگان ممکن است برای دستیابی به مزیت رقابتی، این ضوابط را نادیده بگیرند. در چنین شرایطی، نقش بیمه، به‌ویژه بیمه‌های خصوصی، پررنگ‌تر می‌شود زیرا بیمه‌ها به کسب‌وکارهای هوش مصنوعی فشار می‌آورند تا اصول و چارچوب‌های مشخصی را رعایت کنند. سیستم‌های هوش مصنوعی که از این چارچوب‌ها تبعیت نکنند، بیمه نخواهند شد و این به‌عنوان مانعی جدی در مسیر توسعه آنها عمل می‌کند [۹۹].

قوانین و تنظیم‌گری‌های ویژه نظام سلامت در استرالیا

«کالج سلطنتی متخصصان رادیولوژی استرالیا و نیوزلند»^۲ دستورالعمل «اصول اخلاقی برای هوش مصنوعی در پزشکی»^۳ را در آوریل ۲۰۱۹ منتشر کرد. این سند بر اهمیت ارتقای مهارت پزشکان و توسعه استانداردهای لازم در پزشکی تأکید می‌کند. قانونگذاری هوش مصنوعی در پزشکی تحت کنترل سازمان کالاهای درمانی^۴ قرار دارد. در اوت ۲۰۲۱، ضمن اصلاح مقررات قدیمی، دستورالعملی با عنوان «تغییرات نظارتی برای دستگاه‌های پزشکی مبتنی بر نرم‌افزار»^۵ برای توضیح اصلاحات منتشر شد. این دستورالعمل شامل یک رویکرد طبقه‌بندی مبتنی بر ریسک است. با وجود تلاش برای فراهم کردن زمینه استفاده از هوش مصنوعی در نظام سلامت از جمله تدوین برخی قوانین در سطح ملی، توسعه پرونده سلامت الکترونیک و تحلیل داده‌های آن، TGA سعی دارد در رابطه با عوامل پرخطر که تأثیر زیادی بر ایمنی بیمار دارد، در سطح بین‌المللی هماهنگ شود [۶۹].

هوش مصنوعی از منظر کلان که بر حوزه سلامت اثر می‌گذارد

سازمان بهداشت جهانی:^۶ با اینکه تاکنون هیچ‌یک از نهادهای بین‌المللی، چه در سطح عمومی و چه در حوزه سلامت، قوانین مشخصی برای هوش مصنوعی وضع نکرده‌اند، سازمان بهداشت جهانی به‌عنوان مرجع جهانی در زمینه سلامت، یک چارچوب کلی شامل ۶ اصل را برای هدایت دوران هوش مصنوعی تعریف کرده است [۲۲]:

1. Industry Self Regulation
2. The Royal Australian and New Zealand College of Radiologists
3. Ethical Principles for AI in Medicine
4. Therapeutic Goods Administration (TGA)
5. Regulatory Changes for Software-based Medical Devices
6. World Health Organization (WHO)

جدول ۴. اصول کلی تعریف شده از سوی سازمان بهداشت جهانی در حوزه هوش مصنوعی [۲۲]

مستندسازی و شفافیت داده‌ها: ^۱	باید همه منابع و دیتاست‌ها و دلایل انتخاب آنها به‌صورت کاملاً شفاف مستندسازی شود. همچنین همه مراحل توسعه و به‌روزرسانی هوش مصنوعی قابل رهگیری و شفاف باشند.
مدیریت خطر و توجه به چرخه توسعه سیستم هوش مصنوعی ^۲	باید برای همه مراحل توسعه هوش مصنوعی از آموزش تا به‌کارگیری آن، ساختار چرخه زندگی نظام‌مند تعریف کرد تا ضمن مشخص کردن روند کلی توسعه سیستم هوش مصنوعی، خطرات احتمالی در هر مرحله را در نظر گیرد و برای مقابله با آنها راهکارهایی مناسب پیشنهاد کند.
تعیین کارکرد هدف و اعتبارسنجی تحلیلی و بالینی ^۳	سیستم‌های هوش مصنوعی مربوط به حوزه سلامت باید بر مبنای داده‌هایی غیر از داده‌هایی که بر مبنای آنها توسعه یافته‌اند آزمایش شوند و عملکرد آنها مورد ارزیابی قرار گیرد. برای این کار می‌توان از کارآزمایی‌های بالینی استفاده کرد. باید توجه داشت که حتی پس از اعتبارسنجی و تأیید اولیه، هوش مصنوعی باید به‌طور مداوم ارزیابی شود.
کیفیت داده‌ها: ^۴	برای توسعه هوش مصنوعی خوب باید از کیفیت مطلوب داده‌ها اطمینان حاصل کرد. هرگونه اختلال در فرایند انتخاب و پایش داده‌ها به خطا و نقص در عملکرد هوش مصنوعی منجر خواهد شد.
حفاظت داده و حریم شخصی ^۵	توسعه‌دهندگان باید در توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی، ضمن آگاهی کامل نسبت به قوانین حفاظت داده و حریم شخصی افراد، این قوانین را رعایت کنند و یا حتی به‌صورت داوطلبانه فراتر از انتظار آنها عمل کنند. ساختارها و زیرساخت‌های لازم برای مقابله با تهدیدهای امنیتی باید فراهم باشد و برنامه‌ای مناسب برای کاهش خطرات و مضرات احتمالی تدوین شود.
مشارکت و همکاری ^۶	با توجه به ماهیت پویا و در حال تحول فناوری، مشارکت و همکاری میان ذی‌نفعان و نهادهای قانونگذاری می‌تواند به تسهیل و بهبود فرایند توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی کمک کند. چنین رویکردی به قانونگذاران امکان می‌دهد که از روند توسعه سیستم‌ها مطلع شوند و درعین‌حال، توسعه‌دهندگان را در جریان جدیدترین قوانین و مقررات قرار دهد. برای دستیابی به این همکاری، لازم است پلتفرم‌هایی طراحی و فراهم شود که جریان اطلاعات میان دو طرف را به‌نحوی آسان و در دسترس تسهیل کنند.

۶. قوانین کلان و زیرساختی مؤثر بر حوزه هوش مصنوعی سلامت

۶-۱. قوانین و مقررات بخشی (ویژه نظام سلامت)

۶-۱-۱. نبود قانون جامع در حوزه هوش مصنوعی

در حال حاضر، قانونی جامع و اختصاصی در نظام حقوقی کشور برای هوش مصنوعی وجود ندارد. نظام حقوقی ایران تاکنون رویکردی فعال و تنظیمی نسبت به هوش مصنوعی اتخاذ نکرده است [۶۵].

۶-۱-۲. قوانین مرتبط و قابل تعمیم به هوش مصنوعی

هرچند قانونی اختصاصی در زمینه هوش مصنوعی وجود ندارد، اما برخی قوانین و مقررات عمومی حوزه فناوری را می‌توان به هوش مصنوعی مرتبط یا قابل تعمیم دانست.^۱ مهم‌ترین این قوانین در جدول ۵ آمده است.

۱. این قوانین در قالب کتابی با عنوان مجموعه قوانین و مقررات فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران، از دبیرخانه شورای عالی اطلاع‌رسانی به شابک ۹۶۴-۹۵۵۸۲-۳ و گزارشی از مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی با عنوان «آشنایی با سیاست‌ها و قوانین حوزه فناوری و نوآوری» به شماره مسلسل ۱۰۰۲۴ مرور و منتشر شده‌اند.

جدول ۵. قوانین قابل تعمیم و تفسیر به حوزه هوش مصنوعی در ایران

حوزه	نهاد تصویب‌کننده	تاریخ تصویب	نام قانون
فناوری	مجلس شورای اسلامی	۱۳۸۹/۸/۵	قانون حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری‌ها و اختراعات
سلامت الکترونیک	شورای عالی انقلاب فرهنگی با همکاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی	آذرماه ۱۳۸۹	نقشه جامع علمی سلامت
سلامت الکترونیک	شورای سیاستگذاری وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی	اسفندماه ۱۳۹۰	نقشه توسعه نظام سلامت
فناوری سلامت	کمیته تخصصی سلامت دیجیتال وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی	بهمن‌ماه ۱۳۹۹	آیین‌نامه فعالیت سامانه‌های حوزه سلامت دیجیتال
سلامت الکترونیک	شورای اجرایی فناوری اطلاعات	۱۴۰۰/۱/۱۵	توسعه، تکمیل و گسترش سلامت الکترونیکی (مصوبات شماره ۱ و ۲ جلسه ۲۲ام شورای اجرایی فناوری اطلاعات)
فناوری سلامت	هیئت وزیران	۱۴۰۱/۳/۲۲	آیین‌نامه حمایت از تولید دانش‌بنیان و اشتغال‌آفرین در حوزه سلامت
حوزه فناوری	معاونت فناوری و نوآوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری با همکاری مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور	آذرماه ۱۴۰۱	قوانین، آیین‌نامه‌ها، دستورالعمل‌ها و ضوابط اجرایی حوزه فناوری و نوآوری
هوش مصنوعی	شورای عالی انقلاب فرهنگی	۱۴۰۳/۳/۲۹	سند ملی هوش مصنوعی جمهوری اسلامی

۲-۶. نواقص قوانین موجود

قوانین موجود به برخی الزامات و چالش‌های مشترک تکنولوژی‌های نوین مانند شفافیت و محرمانگی اطلاعات، توسعه زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و تعیین مجوزهای لازم پرداخته‌اند، اما در زمینه هوش مصنوعی نواقص زیر مشهود است:

- بی‌توجهی به ماهیت الگوریتم‌های یادگیری عمیق،
- چالش‌های شفافیت پردازش داده‌ها،
- بی‌توجهی به آثار شگرف هوش مصنوعی بر نیاز به نیروی کار و منابع انسانی،
- نیاز به بازنگری در قوانین موجود در این حوزه و تدوین قوانین پویا و انعطاف‌پذیر مطابق با ماهیت دینامیک هوش مصنوعی و اقتضای زمانه.

۳-۶. جایگاه هوش مصنوعی در برنامه هفتم توسعه

برنامه هفتم توسعه جمهوری اسلامی ایران به فناوری‌های نوین توجه ویژه‌ای داشته است. هرچند فقط در دو بند (بند «ت» ماده ۹۹) و بند «ج» ماده (۶۵) مستقیماً به هوش مصنوعی اشاره شده است، مواد متعددی زیرساخت‌های توسعه این فناوری را فراهم می‌کنند. این بندها در جدول ۶ آورده شده‌اند.

جدول ۶. بندهای مرتبط با هوش مصنوعی در برنامه هفتم توسعه

محور	ماده	موضوع	فصل
شبکه ملی اطلاعات	ماده (۶۵)	توسعه شبکه ملی اطلاعات و اقتصاد دیجیتال	فصل ۱۳
اقتصاد دیجیتال	ماده (۶۶)		
ارتقای کیفیت خدمات	ماده (۶۹)	ارتقای نظام سلامت	فصل ۱۴
منابع مالی	ماده (۹۹)	ارتقای نظام علمی، فناوری و پژوهشی	فصل ۲۰
کاهش اطاله دادرسی و ارتقای خدمات پزشکی قانونی	ماده (۱۱۵)	تحول قضایی و حقوقی	فصل ۲۴

۴-۶. چشم‌انداز پیش‌رو در حکمرانی هوش مصنوعی

با وجود اقدامات پراکنده نهادهای مختلف در تدوین اسناد سیاستی مرتبط با هوش مصنوعی، ناهماهنگی میان دستگاه‌های متولی و ضعف همکاری‌های بین‌بخشی، همچنان از موانع اصلی توسعه مسئولانه و اخلاقی این فناوری است [۶۵]. «مرکز ملی هوش مصنوعی» در آذرماه ۱۴۰۲ با هدف آغاز فعالیت‌های جدی در زمینه حکمرانی و توسعه فناوری هوش مصنوعی تأسیس شد. براساس چشم‌انداز ترسیم شده در سند ملی هوش مصنوعی، جمهوری اسلامی ایران تا افق ۱۴۱۲ هجری شمسی قصد دارد با ایجاد زیست‌بومی پیشرفته و نوآور در حوزه هوش مصنوعی، که مبتنی بر اصول و ارزش‌های اسلامی است، با تکیه بر ظرفیت‌های داخلی و بهره‌گیری هوشمندانه از همکاری‌های جهانی در میان ۱۰ کشور برتر دنیا در این زمینه قرار گیرد. همچنین، هدف از این توسعه، بهره‌گیری از هوش مصنوعی در حکمرانی، حل مسائل کلان کشور و ایجاد بیشترین پیشرفت در حوزه‌هایی چون ثروت‌آفرینی، ارزش‌آفرینی، سلامت، رفاه، امنیت و آسایش مردم است [۱۰].

۷. جمع‌بندی و پیشنهادها

در سال‌های اخیر، گسترش و پیشرفت ابزارها و فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی تأثیر چشمگیری بر حوزه‌های مختلف، از جمله سلامت، داشته است. با این حال، مانند هر فناوری نوظهور دیگری، این پیشرفت‌ها علاوه بر فرصت‌ها، چالش‌هایی را نیز به همراه دارند که نیازمند پیش‌بینی و پیشگیری دقیق و در صورت لزوم، اقداماتی هوشمندانه برای مدیریت آنهاست تا از آسیب‌های احتمالی به سلامت جامعه جلوگیری شود. این مسئله در حوزه سلامت اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا هدف اصلی این حوزه حفظ جان انسان‌هاست و هرگونه نقص در ارائه خدمات می‌تواند پیامدهای ناگوار مالی، جسمی و معنوی برای دریافت‌کنندگان خدمات سلامت به دنبال داشته باشد.

از این‌رو، بسیاری کشورها به بررسی فرصت‌ها و چالش‌های هوش مصنوعی در نظام سلامت پرداخته و طرح‌ها و دستورالعمل‌های مختلفی را برای قانونگذاری و تنظیم‌گری این فناوری پیشنهاد داده‌اند. هوش مصنوعی کاربردهای گسترده‌ای در حوزه سلامت دارد، از جمله بهبود پیشگیری از بیماری‌ها، ارتقای خدمات تشخیصی و درمانی، اولویت‌بندی خدمات و تسهیل تحقیقات و توسعه دارو، که تاکنون نتایج مثبتی نیز به همراه داشته است. به همین دلیل، کشورهای پیشرو در حوزه فناوری، به توسعه زیرساخت‌های لازم برای بهره‌برداری از این فناوری‌ها در نظام سلامت توجه ویژه‌ای نشان داده‌اند. با این حال، باید دقت داشت که تصمیم‌گیری‌های عجولانه و بدون بررسی جوانب مرتبط، به‌ویژه در حوزه سلامت، می‌تواند پیامدهای منفی به همراه داشته باشد و اهداف توسعه‌دهندگان در راستای حفظ و ارتقای سلامت را تحت تأثیر قرار دهد.

با توجه به موارد مذکور، به‌منظور مواجهه مؤثر با چالش‌ها و ایجاد زمینه بهره‌برداری بهینه از فرصت‌های هوش مصنوعی باید قوانین، مقررات و دستورالعمل‌های ضروری ناظر بر موارد ذیل در دستور کار سیاستگذاران این حوزه قرار گیرد:

حفاظت از داده‌ها، تعیین مسئولیت‌های هوش مصنوعی، امنیت سایبری و اصول اخلاقی در طراحی فناوری‌ها،

تعریف چرخه توسعه‌ای ساختاریافته همراه با نظارت قانونی در همه مراحل توسعه هوش مصنوعی،

ایجاد تعادل بین شفافیت داده‌ها و حفاظت از حریم خصوصی افراد،

تضمین عدالت در دسترسی به خدمات سلامت مبتنی بر هوش مصنوعی،

مسئولیت مدنی و کیفری با شرایط جدید ناشی از هوش مصنوعی، شامل مسئولیت محض، بیمه اجباری، مسئولیت نیابتی و اعطای شخصیت حقوقی به هوش مصنوعی،

اصلاح قوانین کار با تأکید بر اصول انسانی و اخلاقی و حمایت از افرادی که شغلشان در معرض خطر جایگزینی توسط هوش مصنوعی قرار دارد،



طراحی چارچوب حکمرانی هماهنگ که شامل ساختارهای مردم‌محور، نظام مجوزدهی پویا و همکاری‌های بین‌بخشی و بین‌المللی باشد، حمایت از مالکیت فکری، ارائه مشوق‌های مالی و مالیاتی، جلوگیری از انحصارطلبی و ایجاد محیط‌های آزمایشی همراه با مقررات حمایتی برای تقویت نوآوری‌های داخلی در زمینه هوش مصنوعی، تضمین رقابت آزاد و جلوگیری حداکثری از انحصارطلبی.

منابع و مأخذ



- [1] Eslamitabar, S., E. Lame, A. Rouzbahani and Z. Roozbahani (2023). "Legal and Ethical Challenges of Artificial Intelligence Applications in Healthcare", Health Tech Ass Act, 7(4).
- [2] hanei. M., A. Jouya Talaei, H. Sahebi, F. Akhavan Anvari, and H. Raftgar (2023). "Artificial Intelligence Technology in the Field of Healthcare: Applications and Challenges in the Future Horizon", Iran J Cult Health Promot, 7 (3) :453-462
- [3] میرمعصومی، مهدی (۱۴۰۲). «بررسی پیشرفت‌های اخیر هوش مصنوعی در بهداشت و درمان و پزشکی براساس منابع سیستماتیک». اکتشاف و پردازش هوشمند دانش. 3(10)، - . doi: 10.30508/kdip.2024.429677.1082
- [4] Farhud, D. D. and S. Zokaei (2021). "Ethical Issues of Artificial Intelligence in Medicine and Healthcare", Iran J Public Health, Nov;50(11):i-v. doi: 10.18502/ijph.v50i11.7600. PMID: 35223619; PMCID: PMC8826344.
- [5] Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health.
<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/341996/9789240029200-eng.pdf?sequence=1>
- [6] <https://www.coe.int/en/web/artificial-intelligence/the-framework-convention-on-artificial-intelligence>
- [7] Artificial Intelligence in Medicine: Technical Basis and Clinical Applications 1st Edition by Lei Xing (Editor), Maryellen L. Giger (Editor), James K. Min (Editor)
- [8] Russell, S. J., and p. Norvig (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach, (4th Edition). (n.p.): Pearson.
- [9] Copeland, B. J. (2024). "Artificial Intelligence". Encyclopedia Britannica, 30 Jul., <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>. Accessed 30 July 2024.
- [10] سند ملی هوش مصنوعی جمهوری اسلامی ایران، مصوبه جلسه ۹۰۱ تاریخ ۲۹ خردادماه ۱۴۰۳ شورای عالی انقلاب فرهنگی.
- [11] European Parliament Think Tank; Artificial Intelligence in Healthcare: Applications, Risks, and Ethical and Societal Impacts, PE 729.512 – June 2022
- [12] Academy of Medical Royal Colleges (2019). Artificial Intelligence in Healthcare.
- [13] EIT Health et al. (2020). Transforming Healthcare with AI.
- [14] Topol, E. J. (2019). High-performance Medicine: the Convergence of Human and Artificial

Intelligence, Nat, Med., Vol. 25, 44–56, Nature Publishing Group.

[15] Polygeia (2018). Advancing AI in the NHS.

[16] Sutton, R. T., D. Pincock, D. C. Baumgart, D. C. Sadowski, R. CN. Fedorak and K. Cl. Kroeker (2020). "An Overview of Clinical Decision Support Systems: Benefits, Risks, and Strategies for Success", npj Digital Medicine, 3, 1-10.

[17] https://eithealth.eu/wp-content/uploads/2020/03/EIT-Health-and-McKinsey_Transforming-Healthcare-with-AI.pdf

[18] https://transform.england.nhs.uk/media/documents/NHSX_A_Buyers_Guide_to_AI_in_Health_and_Care.pdf

[19] <https://wellcome.org/sites/default/files/ai-in-health-ethical-social-political-challenges.pdf>

[20] Naik, N., B. M. Z. Hameed, D. K. Shetty, D. Swain, M. Shah, R. Paul, K. Aggarwal, S. Ibrahim, V. Patil, K. Smriti, S. Shetty, B. P. Rai, P. Chlosta and B. K. Somani (2022). "Legal and Ethical Consideration in Artificial Intelligence in Healthcare: Who Takes Responsibility?" Front Surg, Mar 14;9:862322. doi: 10.3389/fsurg.2022.862322. PMID: 35360424; PMCID: PMC8963864.

[21] shaki, fatemeh and Mohamadsadegh Amilrkhanloo, Danial Jahani and Milad Chahrdori (1403). "Artificial Intelligence in Pharmaceuticals: Exploring Applications and Legal Challenges", <https://civilica.com/doc/1940886>

[22] Regulatory considerations on artificial intelligence for health. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240084759>

[23] <https://transform.england.nhs.uk/ai-lab/ai-lab-programmes/ai-in-imaging/ai-diagnosticfund/#:~:text=%C2%A321%20million%20will%20be,out%20of%20AI%20diagnostic%20tools>.

[24] <https://www.kingsfund.org.uk/insight-and-analysis/blogs/spring-budget-game-changer-nhs-technology>

[25] <https://www.fic.nih.gov/News/GlobalHealthMatters/may-june-2021/Pages/nih-to-advance-artificial-intelligence-bridge2ai.aspx#:~:text=May%20%2F%20June%202021%20%7C%20Volume%2020%20Number%203&text=A%20new%20NIH%20Common%20Fund,clinical%20decisions%20and%20individualize%20care>.

[26] <https://www.nih.gov/news-events/news-releases/nih-launches-bridge2ai-program-expand-use-artificial-intelligence-biomedical-behavioral-research>

[27] <https://bridge2ai.org/bridge2ai-cores/>

[28] Gharfur, S. et al. (2019). Improving Cyber Security in the NHS. Imperial College London.

[29] Information Commissioner's Office (ICO) (2020). Guidance on AI and Data Protection. ICO.

[30] Finlayson, S. G. et al. (2019). Adversarial Attacks on Medical Machine Learning. Science,

Vol. 363, 1287–1289, American Association for the Advancement of Science.

[31] Han, X. et al. (2020). Deep Learning Models for Electrocardiograms are Susceptible to Adversarial Attack, Nat. Med., Vol. 26, 360–363, Nature Publishing Group.

[32] Ma, X. et al. (2021). Understanding Adversarial Attacks on Deep Learning Based Medical Image Analysis Systems, Pattern Recognit, Vol 110, 107332.

[33] Veale, M. et al. (2018). Algorithms that Remember: Model Inversion Attacks and Data Protection Law, Philos. Trans. R. Soc. Math. Phys. Eng. Sci., Vol 376, 20180083. Royal Society.

[34] Prakash S., J. N. Balaji, A. Joshi and K. M. Surapaneni (2022). “Ethical Conundrums in the Application of Artificial Intelligence, (AI) in Healthcare-A Scoping Review of Reviews, J. Pers Med. Nov 16;12(11):1914. doi: 10.3390/jpm12111914. PMID: 36422090; PMCID: PMC9698424.

[35] Jiang, F. et al. (2017). “Artificial Intelligence in Healthcare: Past, Present and Future. Stroke Vasc”, Neurol, Vol. 2, BMJ Specialist Journals.

[۳۶] مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی (۱۴۰۰). [مجموعه کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف: کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه سلامت، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات.](#)

[37] Tym, J. E. et al. (2016). canSAR: an Updated Cancer Research and Drug Discovery Knowledgebase, Nucleic Acids Res., Vol 44, D938–D943. Oxford Academic.

[38] Somashekhar, S. P. et al. (2018). Watson for Oncology and Breast Cancer Treatment Recommendations: Agreement with an Expert Multidisciplinary Tumor Board, Ann, Oncol., Vol 29, 418–423. Elsevier.

[39] Kelly, C. J. et al. (2019). Key Challenges for Delivering Clinical Impact with Artificial Intelligence, BMC Med., Vol 17, 195.

[40] Hu (2019). Want to Build a Personal AI Doctor? Crack these 5 Data Challenges First. Babylon Health.

[41] Doherty, A. et al. (2018). GWAS Identifies 14 loci for Device-measured Physical Activity and Sleep Duration, Nat, Commun, Vol 9, 5257. Nature Publishing Group.

[42] Ada Lovelace Institute (2020). The Data will See You Now.

[43] Mousavi, Fatemeh, Masoumeh Sarbaz, Kosar Ghaddaripouri, Maryam Ghaddaripouri, Atefeh Mousavi and Khalil Kimiafar (2023). “Attitudes, Knowledge, and Skills towards Artificial Intelligence among Healthcare Students: A Systematic Review”, Health Science Reports, 6. 10.1002/hsr2.1138.

[44] Mousavi Baigi, S.F., M. Sarbaz, K. Ghaddaripouri, M. Ghaddaripouri, A.S. Mousavi and K. Kimiafar (2023). “Attitudes, knowledge, and Skills towards Artificial Intelligence among Healthcare Students: A Systematic Review”, Health Sci Rep. Mar 12;6(3):e1138. doi: 10.1002/hsr2.1138. PMID: 36923372; PMCID: PMC10009305.

[45] Esfandiari, Esfandiar, Fatemeh Kalroozi, Nahid Mehrabi and Yasaman Hosseini (2024).

“Knowledge and Acceptance of Artificial Intelligence and its Applications among the Physicians Working in Military Medical Centers Affiliated with Aja University: A Cross-Sectional Study”, Journal of Education and Health Promotion, 13(1):271, July | DOI: 10.4103/jehp.jehp_898_23 [46] Amiri, H., S. Peiravi, S. S. Rezazadeh Shojaee, M. Rouhparvarzamin, M. N. Nateghi, M. H. Etemadi, M. ShojaeiBaghini, F. Musaie, M. H. Anvari, M. Asadi Anar (2024). “Medical, Dental, and Nursing Students’ Attitudes and Knowledge towards Artificial Intelligence: a Systematic Review and Meta-analysis”, BMC Med Educ, Apr 15;24(1):412. doi: 10.1186/s12909-024-05406-1. PMID: 38622577; PMCID: PMC11017500.

[47] <https://digital-transformation.hee.nhs.uk/building-a-digital-workforce/dart-ed/horizon-scanning/ai-and-digital-healthcare-technologies>

[65] Hashemi, S. H. (2024). “Control or Innovation; Legal Requirements of Regulatory Policies in Artificial Intelligence”, Quarterly Journal of “Government and Law” (QGL), 5(1), 9-30.

[48] American Hospital Association (2019). AI and the Health Care Workforce.

[49] PricewaterhouseCoopers (2018). AI will Create as many Jobs as it Displaces by Boosting Economic Growth.

[50] Ghasempour, A., and N. Z. Safaei (2024). “Challenges and Opportunities of Artificial Intelligence From the Perspective of Labor Law”, Quarterly Journal of Government and Law, (QGL), 5(1), 59-80.

[51] https://ai-watch.ec.europa.eu/document/download/3fe522e3-fb67-4845-9436-8zdab3af791e1_en?filename=artificial%20intelligence%20for%20healthcare%20and%20well-being-KJNA31670ENN.pdf

[52] Darzi, A. (2018). Better Health and Care for All, The Institute for Public Policy Research.

[53] Ipsos MORI (2017). Public Views of Machine Learning.

[54] Castell, S. et al. (2018). Future Data-driven Technologies and the Implications for Use of Patient Data - dialogue with Public, Patients and Healthcare Professionals, 48. Ipsos MORI, for the Academy of Medical Sciences.

[55] Longoni, C. et al. (2019). Resistance to Medical Artificial Intelligence, J. Consum. Res., Vol. 46, 629–650. Oxford Academic.

[56] Koohjani, Z., S. Nasir Shirvani and H. Tabesh (2024). “Patient’s Overview of using Artificial Intelligence (AI) in health Care: A Systematic Review”, Razavi International Journal of Medicine, 12(3), 1-11. doi: 10.30483/rijm.2024.254543.1341

[57] Richardson, J.P., Smith, C., Curtis, S. et al. Patient apprehensions about the use of artificial intelligence in healthcare. npj Digit. Med. 4, 140 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00509-1>

[58] https://www.usaid.gov/sites/default/files/2022-05/AI-in-Global-Health_webFinal_508.pdf

[۵۹] صفری، احرام و کریم صفری (۱۴۰۱). «شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های توسعه هوش مصنوعی در ایران مبتنی بر تحلیل

مضمون و نگاشت ادراکی فازی»، مدیریت اطلاعات، doi: 10.22034/aimj.2022.164537

- [60] Sample, I. (2018). "It's Going to Create a Revolution: How AI is Transforming the NHS. the Guardian".
- [61] Mirada Medical (2018). "Mirada Medical Releases DLCExpertTM - First Commercially", available Artificial Intelligence (AI) Autocontouring Software for Radiation Oncology, Mirada.
- [62] Haenssle, H. A. et al. (2018). Man against Machine: Diagnostic Performance of a Deep Learning Convolutional Neural Network for Dermoscopic Melanoma Recognition in Comparison to 58 Dermatologists, *Ann, Oncol.*, Vol 29, 1836–1842. Elsevier.
- [63] Ruamviboonsuk, P. et al. (2019). Deep Learning Versus Human Graders for Classifying Diabetic Retinopathy Severity in a Nationwide Screening Program. *Npj Digit. Med.*, Vol 2, 1–9. Nature Publishing Group.
- [64] Bulten, W. et al. (2020). Artificial Intelligence Assistance Significantly Improves Gleason Grading of Prostate Biopsies by Pathologists, *Mod. Pathol.*, 1–12. Nature Publishing Group.
- [66] Takhshid, Z. (2021). "An Introductory Study on the Challenges of Artificial Intelligence in Tort Law", *Private Law*, 18(1), 227-250. doi: 10.22059/jolt.2021.319529.1007065
- [67] Hosseini, S. A. (2024). "Artificial Intelligence and the Challenges of Personal Data Protection Rules with a Control Approach; Alternative Legal Regime", *Quarterly Journal of Government and Law*, (QGL), 5(1), 99-122.
- [68] <https://www.coe.int/en/web/portal/-/council-of-europe-opens-first-ever-global-treaty-on-ai-for-signature>
- [69] Palaniappan, K., Lin EYT, Vogel S., Global Regulatory Frameworks for the Use of Artificial Intelligence (AI) in the Healthcare Services Sector. *Healthcare (Basel)*. 2024 Feb 28;12(5):562. doi: 10.3390/healthcare12050562. PMID: 38470673; PMCID: PMC10930608.
- [70] European Parliament (2023). Parliament's Negotiating Position on the Artificial Intelligence Act, June, J. Meltzer, and A. Tielemans (2022). The European Union AI Act: Next Steps and Issues for Building International Cooperation, May, The Brookings Institute.
- [71] Mukherjee, S. (2023). "Draft EU artificial Intelligence Rules Could Hurt Europe, Executives Say", *Reuters*, July.
- [72] <https://gdpr-info.eu/>
- [73] <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- [74] European Commission. (2020). White Paper on Artificial Intelligence: A European Approach to Excellence and Trust. COM(2020) 65 final.
- [75] National Research Council (US) Whither Biometrics Committee; J. N. Pato and L. I. Millett, Editors. *Biometric Recognition: Challenges and Opportunities*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2010. 1, Introduction and Fundamental Concepts. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK219892/>

- [76] <https://artificialintelligenceact.eu/>
- [77] <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230601STO93804/eu-ai-act-first-regulation-on-artificial-intelligence>
- [78] UK Department for Science, Innovation and Technology (2023a). Apro-Innovation Approach to AI Regulation
- [۷۹] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۶). «هوش مصنوعی و قانونگذاری (تأسیس کمیته هوش مصنوعی در مجلس اعیان بریتانیا) (۱)»، شماره مسلسل ۱۵۵۴۴.
- [80] Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency (MHRA) (2019). Medical Devices: the Regulations and how We Enforce Them. GOV.UK.
- [81] Information Commissioner's Office (ICO) (2020). Introduction to Data Protection. Introduction to Data Protection, ICO.
- [82] <https://digital-transformation.hee.nhs.uk/binaries/content/assets/digital-transformation/dart-ed/developingconfidenceinai-oct2022.pdf>
- [83] NHS Digital (2020). DCB0129: Clinical Risk Management: its Application in the Manufacture of Health IT Systems.
- [84] NHS Digital (2020). DCB0160: Clinical Risk Management: its Application in the Deployment and Use of Health IT Systems.
- [85] Quality Commission (2020). Using Machine Learning in Diagnostic Services.
- [86] Reform (2020). Data-driven Healthcare: Regulation and Regulators.
- [87] Harwich, E. et al. (2020). Realising Smart Regulation in Healthcare: Policy Hackathon. Reform.
- [88] 2023b, UK Artificial Intelligence Regulation Impact Assessment.
- [89] <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2023/10/30/executive-order-on-the-safe-secure-and-trustworthy-development-and-use-of-artificial-intelligence/>
- [90] <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Blueprint-for-an-AI-Bill-of-Rights.pdf>
- [91] <https://www.fda.gov/medical-devices/digital-health-center-excellence>
- [92] "Has NIH set any Restrictions on the Use of Artificial Intelligence Platforms?" | NIAID: National Institute of Allergy and Infectious Diseases
- [93] Cyberspace Administration of China 2023
- [94] PwC China 2023, p. 3
- [95] <https://iclg.com/practice-areas/digital-health-laws-and-regulations/china#:~:text=In%20addition%20to%20the%20relevant,Therapy%20Technology%20in%20terms%20of>
- [96] <https://chinameddevice.com/artificial-intelligence-software-classification>
- [97] <https://chinameddevice.com/guideline-on-artificial-intelligence-medical-devices>
- [98] Dourado, D.A., and F. M. A. Aith (2022). "The Regulation of Artificial Intelligence for Health

- in Brazil Begins with the General Personal Data Protection Law”, Rev Saude Publica, Sep 12;56:80. doi: 10.11606/s1518-8787.2022056004461. PMID: 36043658; PMCID: PMC9423092.
- [99] <https://www.pc.gov.au/research/completed/making-the-most-of-the-ai-opportunity/ai-paper2-regulating.pdf>
- [100] Insur Health J. Iran (2023). Providing Service in Era New a :Organization Insurance Health Iran in Chatbot Intelligence Artificial, A. Atashi, A. Khanahmadi and F. Hajjaliasgari, 6(2):91-102.
- [101] Haji Pour Talebi A. Sadeghi M. Mehrabi N. Gholamhoseini L. Gol Mohammadi M. Explaining the Challenges and Solutions for Implementing Smart Systems in the Health System. Paramedical Sciences and Military Health 2019; 14 (1) :69-74
- [۱۰۲] حاجی قاسمی، مرضیه (۱۴۰۱). «هوش مصنوعی در بهداشت»، فصلنامه فرهنگی روزنه، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، شماره بیست و پنجم، بهار ۱۴۰۱.
- [103] Mohammadzadeh, N., and R. Safdari (2012). “Artificial Intelligence Tools in Health Information Management”, International Journal of Hospital Research, 1(1), 71-76.
- [104] Mir M. M., G. M. Mir, N. T. Raina, S. M. Mir, S. M. Mir, E. Miskeen, M. H. Alharthi and M. M. S. Alamri (2023). “Application of Artificial Intelligence in Medical Education: Current Scenario and Future Perspectives”, J Adv Med Educ Prof, Jul;11(3):133-140. doi: 10.30476/JAMP.2023.98655.1803. PMID: 37469385; PMCID: PMC10352669.
- [۱۰۵] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۷). «هوش مصنوعی و قانونگذاری (روش‌های استدلالی برای هوش مصنوعی و قانون) (۲)»، شماره مسلسل ۱۵۸۱۲.
- [۱۰۶] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۷). «هوش مصنوعی و قانونگذاری (طرح راهبردی ملی تحقیق و توسعه هوش مصنوعی) (۳)»، شماره مسلسل ۱۵۸۳۶.
- [۱۰۷] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۷). «عصر هوش مصنوعی فنلاند: تبدیل فنلاند به یک کشور پیشرو در استفاده از هوش مصنوعی هدف و توصیه‌هایی برای اقدامات (۴)»، شماره مسلسل ۱۵۸۸۱.
- [۱۰۸] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۷). «هوش مصنوعی و قانونگذاری (قواعد قانون مدنی در حوزه رباتیک پارلمان اروپا) (۵)»، شماره مسلسل ۱۵۹۵۳.
- [۱۰۹] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۷). «هوش مصنوعی و قانونگذاری (۶)»، شماره مسلسل ۱۶۰۱۱.
- [۱۱۰] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۷). «قانونگذاری و هوش مصنوعی در اتحادیه اروپا: ضرورت‌ها و چشم اندازهای اخلاقی و حقوقی (۷)»، شماره مسلسل ۱۶۰۶۳.
- [۱۱۱] مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۴۰۳). «چالش‌های پیش‌روی نظام بین‌المللی مالکیت فکری (با تمرکز بر نظام مالکیت صنعتی) در مواجهه با فناوری‌های هوش مصنوعی»، شماره مسلسل ۲۰۲۹۰.

گزیده سیاستی

بهره‌گیری بهینه از هوش مصنوعی مستلزم زیرساخت‌های فناورانه، منابع انسانی متخصص و سرمایه‌گذاری‌های مالی است. نبود هماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی و نهادهای نظارتی و همچنین، کمبود آگاهی عمومی و تخصصی موانعی بر سر راه توسعه هوش مصنوعی در نظام سلامت است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir