



The Iranian Association of
Medical Law



The Bioethics and Health
Law Institute

Civil Responsibility of Using Artificial Intelligence in Pharmaceuticals

Mobina Montazeri^{1*}, Hossein Shokrian Amiri²

1. Department of Law, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.

2. Department of Jurisprudence and Fundamentals of Islamic Law, Faculty of Theology and Islamic Sciences, Mazandaran University, Mazandaran, Iran.

ABSTRACT

Background and Aim: Civil liability in the use of artificial intelligence (AI) in pharmaceuticals is a complex and important issue that is related to various rights and obligations in the field of manufacturing and distributing drugs. The present research, studies the civil responsibility of using artificial intelligence in pharmaceuticals.

Method: This research is of a theoretical type and the research method is descriptive-analytical and the method of collecting information is library-based and was done by referring to documents, books and articles.

Ethical Considerations: In this research, the principles of trustworthiness, honesty, neutrality and originality of the work have been respected.

Results: Artificial intelligence in pharmaceuticals may be used to analyze data and predict the effects of drugs. If the input data is incorrect or incomplete and results in erroneous results, it is possible that liability may arise for drug manufacturers, algorithm developers, or regulatory bodies. If an AI system mistakenly prescribes a drug and harms a patient as a result, software developers or doctors may be held liable.

Conclusion: Deficiencies in monitoring can lead to liability for regulatory bodies. In many cases, companies enter into collaboration with AI technologies through agreements. The terms of these agreements can help determine responsibilities and obligations. The use of AI in pharmaceuticals also raises various ethical issues, including patient data privacy and fairness in treatment. Finally, given the rapid growth of AI technologies, there is a need for independent regulatory and legal frameworks to clearly define responsibilities and protect the rights of patients and consumers.

Keywords: Civil Liability; Pharmaceuticals; Artificial Intelligence

Corresponding Author: Mobina Montazeri; **Email:** Montazerimobina796@gmail.com

Received: July 28, 2024; **Accepted:** November 09, 2024; **Published Online:** December 07, 2024

Please cite this article as:

Montazeri M, Shokrian Amiri H. Civil Responsibility of Using Artificial Intelligence in Pharmaceuticals. Medical Law Journal. 2024; 18: e34.



مسئولیت مدنی استفاده از هوش مصنوعی در داروسازی

مبینا منتظری^{۱*}، حسین شکران امیری^۲

۱. گروه حقوق، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.

۲. گروه فقه و مبانی حقوق اسلامی، دانشکده الهیات و معارف اسلامی، دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: مسئولیت مدنی در استفاده از هوش مصنوعی (AI) در داروسازی یک موضوع پیچیده و مهم است که به حقوق و تعهدات مختلف در زمینه تولید و توزیع داروها مرتبط می‌شود. تحقیق حاضر، مسئولیت مدنی استفاده از هوش مصنوعی در داروسازی را مورد مطالعه قرار می‌دهد.

روش: این تحقیق از نوع نظری بوده و روش تحقیق به صورت توصیفی - تحلیلی است و روش جمع‌آوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای است و با مراجعه به اسناد، کتب و مقالات صورت گرفته است.

ملاحظات اخلاقی: در تحقیق حاضر، اصل امانتداری، صداقت، بی‌طرفی و اصالت اثر رعایت شده است.

یافته‌ها: هوش مصنوعی در داروسازی ممکن است برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی اثرات داروها استفاده شود. اگر داده‌های ورودی نادرست یا ناقص باشند و نتایج اشتباهی از آن حاصل شود، احتمال دارد که مسئولیت برای تولیدکنندگان دارو، توسعه‌دهندگان الگوریتم‌ها یا نهادهای نظارتی ایجاد شود. اگر یک سیستم AI به اشتباه دارویی را تجویز کند و نتیجه آن آسیب به بیمار باشد، ممکن است مسئولیت بر عهده توسعه‌دهندگان نرم‌افزار یا پزشکان باشد.

نتیجه‌گیری: نقص در نظارت می‌تواند به مسئولیت برای نهادهای نظارتی منجر شود. در بسیاری از موارد، شرکت‌ها با توافقنامه‌هایی وارد همکاری با فناوری‌های AI می‌شوند. شرایط این توافقنامه‌ها می‌تواند به تعیین مسئولیت‌ها و تعهدات کمک کند. استفاده از AI در داروسازی همچنین مسائل اخلاقی مختلفی را به وجود می‌آورد، از جمله حریم خصوصی داده‌های بیماران و انصاف در درمان. در نهایت، با توجه به رشد سریع فناوری‌های هوش مصنوعی، نیاز به چهارچوب‌های قانونی و نظارتی مستقل وجود دارد تا مسئولیت‌ها به وضوح تعریف شوند و از حقوق بیماران و مصرف‌کنندگان محافظت شود.

واژگان کلیدی: مسئولیت مدنی؛ داروسازی؛ هوش مصنوعی

نویسنده مسئول: مبینا منتظری؛ پست الکترونیک: Montazerimobina796@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۱۹؛ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۹/۱۷

خواهشمند است این مقاله به روش زیر مورد استناد قرار گیرد:

Montazeri M, Shokrian Amiri H. Civil Responsibility of Using Artificial Intelligence in Pharmaceuticals. Medical Law Journal. 2024; 18: e34.

مقدمه

مسئولیت مدنی به معنی تعهد قانونی یک شخص یا نهاد به جبران خسارت یا آسیب‌هایی است که به دیگران وارد کرده است، بدون اینکه نیازی به اثبات تقصیر یا خطا باشد. به عبارت دیگر، اگر کسی یا نهادی به دیگری آسیب برساند، مسئولیت مدنی بر عهده اوست و باید خسارت ناشی از آن را جبران کند.

مسئولیت مدنی می‌تواند در دو دسته اصلی تقسیم‌بندی شود: ۱- مسئولیت مدنی قراردادی: این نوع مسئولیت به بررسی وعده‌ها و توافقاتی که در یک قرارداد وجود دارد، می‌پردازد، اگر یکی از طرفین قرارداد به تعهدات خود عمل نکند و دیگری دچار آسیب یا خسارت شود، طرف متخلف مسئولیت دارد؛ ۲- مسئولیت مدنی غیر قراردادی (تقصیری): این نوع مسئولیت به اعمالی که بدون وجود قرارداد انجام می‌شود و موجب آسیب به دیگری می‌گردد، مربوط می‌شود. برای مثال، اگر کسی به دلیل بی‌احتیاطی یا خطای خود باعث آسیب به شخص دیگری شود، می‌تواند مسئول جبران خسارت باشد. مسئولیت مدنی معمولاً شامل پرداخت غرامت مالی برای جبران خسارت‌ها و عوارض ناشی از اقدام یا عدم اقدام فرد یا نهاد مسئول است و می‌تواند شامل هزینه‌های پزشکی، خسارت‌های مالی و حتی خسارت‌های روحی و روانی باشد.

هوش مصنوعی معادل عبارت انگلیسی « Artificial Intelligence » که به اختصار آن را AI می‌نامند، یک موضوع نوین میان‌رشته‌ای در علوم مهندسی است. شروع تحقیقات علمی درباره AI، بعد از جنگ جهانی دوم آغاز شد، اما در سال ۱۹۵۶، به طور رسمی، برای اولین بار، به عنوان رشته‌ای دانشگاهی اعلام شد. این رشته وظیفه و هدف خود را خلق یک سیستم هوشمند می‌داند که نه تنها قادر بر فهم باشد و موضوعات را درک کند، بلکه یک هویت هوشمند مستقل باشد که بدون نیاز به انسان، اهداف تعریف‌شده توسط خودش یا انسان را دنبال کند و به تحقق برساند (۱).

مسئولیت مدنی هوش مصنوعی در داروسازی یک موضوع مهم و پیچیده است که به دلیل استفاده فزاینده از تکنولوژی‌های

هوش مصنوعی در این حوزه، نیازمند بررسی عمیق‌تری است. در زیر برخی از سؤالات کلیدی که ممکن است در این زمینه مطرح شوند را بررسی می‌کنیم: ۱- اگر هوش مصنوعی در کشف یا توسعه دارویی دچار خطا شود و این خطا منجر به آسیب به بیمار شود، چه شخص یا نهادی مسئول جبران خسارت خواهد بود؟ آیا توسعه‌دهنده نرم‌افزار، داروساز یا پزشک دارای مسئولیت خواهند بود؟ ۲- اگر داده‌های مورد استفاده برای آموزش یک مدل هوش مصنوعی نادرست یا ناقص باشند و این موضوع منجر به تصمیمات نادرست درمانی شود، مسئولیت آن به عهده کیست؟ آیا مسئولیت بر عهده جمع‌آوری‌کننده داده‌ها، توسعه‌دهنده مدل یا نهایتاً پزشکان خواهد بود؟ ۳- آیا می‌توان هوش مصنوعی را به عنوان یک واحد مسئول قانونی شناخت؟ بسته به نوع هوش مصنوعی، آیا باید نوعی از حمایت‌های قانونی مشابه با انسان‌ها برای آن در نظر گرفته شود؟ ۴- چه نهادهایی باید نظارت بر توسعه و استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در داروسازی را انجام دهند؟ آیا نیاز به تدوین استانداردهای خاص برای ارزیابی عملکرد و ایمنی این تکنولوژی‌ها وجود دارد؟ ۵- نقش پزشکان به عنوان مشاور در مواجهه با استفاده از هوش مصنوعی چه تغییراتی خواهد کرد؟ آیا آن‌ها موظف به توضیح استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی به بیماران خواهند بود؟ ۶- چگونه می‌توان از خطرات پیش‌بینی‌نشده ناشی از تصمیمات هوش مصنوعی جلوگیری کرد؟ آیا طرح‌های بیمه‌ای خاصی برای پوشش خسارات احتمالی ناشی از استفاده از هوش مصنوعی ضروری هستند؟ ۷- چه نوع توافق‌نامه‌هایی باید بین توسعه‌دهندگان نرم‌افزار، تأمین‌کنندگان داده و کاربران (پزشکان و بیماران) وجود داشته باشد تا مسئولیت‌ها به وضوح مشخص شود؟ بررسی این سؤالات می‌تواند به تدوین سیاست‌های مشخص‌تر و چهارچوب‌های قانونی مناسب برای اداره استخدام هوش مصنوعی در زمینه داروسازی کمک کند. تحقیق حاضر در تلاش است تا به سؤالات مذکور پاسخ دهد.

ملاحظات اخلاقی

در پژوهش حاضر جنبه‌های اخلاقی مطالعه کتابخانه‌ای شامل اصالت متون، صداقت و امانتداری رعایت شده است.

روش

این تحقیق از نوع نظری بوده و روش تحقیق به صورت توصیفی - تحلیلی است و روش جمع‌آوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای است و با مراجعه به اسناد، کتب و مقالات صورت گرفته است.

یافته‌ها

هوش مصنوعی در داروسازی ممکن است برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی اثرات داروها استفاده شود. اگر داده‌های ورودی نادرست یا ناقص باشند و نتایج اشتباهی از آن حاصل شود، احتمال دارد که مسئولیت برای تولیدکنندگان دارو، توسعه‌دهندگان الگوریتم‌ها یا نهادهای نظارتی ایجاد شود. اگر یک سیستم AI به اشتباه دارویی را تجویز کند و نتیجه آن آسیب به بیمار باشد، ممکن است مسئولیت بر عهده توسعه‌دهندگان نرم‌افزار یا پزشکان باشد.

بحث

۱. **اقسام هوش مصنوعی:** هوش مصنوعی به عنوان سیستم‌هایی که می‌توانند رفتارهایی (واکنش‌هایی) مشابه رفتارهای هوشمند انسانی (از جمله درک شرایط پیچیده، شبیه‌سازی فرایندهای تفکری و شیوه‌های استدلالی انسان و پاسخ موفق به آن، یادگیری و توانایی کسب دانش و استدلال برای حل مسائل) داشته باشند (۲) بر چند قسم می‌باشند که عبارتند از: قسم اول: هوش مصنوعی فوق‌العاده: از این قسم از هوش مصنوعی، تحت عنوان هوش مصنوعی خودآگاه نیز تعبیر می‌شود و در حقیقت، هوش مصنوعی عمومی است که ظرفیت‌های آن، با سبقت‌گرفتن از انسان، در طیف وسیعی می‌باشد. هوش مصنوعی فوق‌العاده، از حیث کارکردی و برنامه‌ریزی، به حدی تکامل یافته است که علاوه بر برخورداری

از احساسات، نیازها، خواسته‌ها و باورهای مختص به خود، احساسات و عواطف را نیز درک می‌کند. با لحاظ کارکردی که این قسم از هوش مصنوعی دارد، به کارگیری آن هنوز تحقق نیافته و چه‌بسا می‌تواند که با تبعاتی فاجعه‌بار همراه باشد (۳). بعضی از صاحب‌نظران، وارد شدن این قسم از هوش مصنوعی به سیستم قضایی را در دوره زمانی حدود ۲۰ سال آینده پیش‌بینی نموده‌اند (۴).

قسم دوم: هوش مصنوعی عمومی یا قوی: این قسم از هوش مصنوعی، از هوشی مشابه هوش انسانی و یا حتی فراتر از آن، تفکر، بهره‌مندی از درک عواطف، آگاهی و احساسات برخوردار است (۵)؛ هوش مصنوعی قوی می‌تواند خودآگاه باشد و آنچنان توانایی و کارکردی ذهنی دارد که می‌تواند عملکرد مغز انسان را تقلید کند. در واقع، به عنوان هوش مصنوعی کامل تلقی می‌گردد (۶).

به علاوه اینکه به دلیل برخورداری از استقلال کافی برای تصمیم‌گیری و ارائه راه حل در برابر مشکلات و انجام واکنش‌ها در مقابل تغییرات محیطی، به آن، هوش خودمختار اطلاق می‌گردد.

خودروهای خودران گوگل، از جهت اینکه از هوش مصنوعی خودمختار (قوی) برخوردار هستند، مصداقی از هوش خودمختار تلقی می‌شوند. این خودرو به دلیل وجود حسگرها، سنسورها و الگوریتم‌ها قادرند که در محیط، بدون راننده انسانی حرکت کنند و واکنش مناسبی نسبت به اتفاقات محیط پیرامون نشان بدهند (۷).

قسم سوم: هوش مصنوعی محدود یا ضعیف: این قسم، از پیشرفته‌ترین هوش مصنوعی به شمار می‌رود که اکنون در وضعیت به کارگیری می‌باشد و صرفاً یک کار معلوم که برای آن طراحی گردیده است را انجام می‌دهد و قابلیت دیگری ندارد، بنابراین در این قسم از هوش مصنوعی، آنچه که قابل توجه است، یک کارکرد مورد انتظار و تعریف شده در یک حیطه بدون تفکر انسانی و تخصصی است. به عبارت مناسب‌تر، هوش مصنوعی ضعیف که یک مثال آن، ماشین‌های واکنشی و حافظه محدود است، صرفاً به یک کارکرد مشابه، آن هم در

در داروسازی سخن گفت، ابتدا بایستی قابلیت‌های هوش مصنوعی را بررسی کرد؛ در ادامه به مهم‌ترین این قابلیت‌ها پرداخته می‌شود.

۱-۲. پردازش زبان‌های طبیعی: زبان‌های طبیعی عبارتست از زبان انسانی که وسیله انتقال مفاهیم است. هوش مصنوعی در فرایند پردازش، با شناخت متون زبان انسانی، عبارات را به زبان ماشینی و منطق خود تغییر می‌دهد. پس از آن، به وسیله تحلیل داده‌های متناسب با ساختار خود با انسان، از طریق زبان نوشتاری یا گفتاری، ارتباط برقرار می‌کند. همچنین هوش مصنوعی می‌تواند از منابع صوتی و غیر آن، نظیر منابع متنی، اعم از کتاب و مجلات، برای دستیابی به اهداف معین، استفاده کند. شمار زیادی از ابزارها، مثل ترجمه همزمان، طبقه‌بندی متن و تصحیح خودکار که امروزه، تسهیل‌کننده زندگی انسان است، به دلیل پردازش زبان طبیعی میسر است.

۲-۲. نمایش دانش: مناسب‌ترین روش برای ذخیره‌سازی دانش، دستیابی به آن است، به این صورت که کلیه دانش‌های به دست آمده از طریق ورودی‌های هوش مصنوعی، به شکل یکسان و منظم ذخیره شوند تا در صورت نیاز، بتواند بین آن‌ها، ارتباط مناسب برقرار کند و تحلیل کند، شبیه فرآیندی که در مغز انسان رخ می‌دهد.

۳-۲. استدلال خودکار: هوش مصنوعی می‌تواند به شکل خودکار، به استدلال بپردازد و به نتایجی جدید و صحیح دست یابد.

۴-۲. یادگیری ماشینی: یادگیری ماشینی به معنی انطباق یافتن ماشین با موقعیت‌های جدید و استخراج نمودن الگوها به وسیله قیاس می‌باشد. هوش مصنوعی می‌تواند، از رفتارها و موقعیت‌ها الگوگیری کند و خودآموزی داشته باشد.

۵-۲. دید ماشینی: لازم است که درگاه‌های ورودی برای هوش مصنوعی، تعبیه شود تا بتواند از محیط پیرامون خود و اشیای خارجی، درک مناسبی داشته باشد، نظیر احساسات انسانی که به وسیله حس چشایی، لامسه و بینایی، فراهم می‌گردد. این زیرشاخه، شبیه‌سازی احساسات را نیز شامل می‌شود.

برخی از زمینه‌های توانمندی هوش انسانی اکتفا می‌کند (۸). سیستم‌های اثبات قضایای ریاضی، سامانه‌های پیش‌بینی احکام قضایی، تشخیص درمان، موتورهای جستجو، بازی کردن و دستیاران آنلاین (مانند سیری اپل)، از نمونه‌های هوش مصنوعی محدود به شمار می‌آیند (۹).

هوش مصنوعی ضعیف بر حل مسائل و مشکلات خاص، با به کارگیری روش‌های مبتنی بر علوم رایانه و ریاضیات تمرکز دارد که به موجب آن، سیستم‌های توسعه‌یافته را قادر به خودبهینه‌سازی می‌کند. در حقیقت، این قسم از هوش مصنوعی، بر مبنای تنظیمات و قواعد از پیش تعیین‌شده، عمل می‌نماید و نمی‌تواند از آن قوانین، فراتر برود (۹).

هوش مصنوعی ضعیف، عامل موارد زیادی از ویژگی‌های هوش مصنوعی قوی، مانند قابلیت تطبیق با محیط، خودآموز بودن و خودمختار بودن را ندارد و یا در سطحی بسیار پایین، از این موارد برخوردار است، نظیر خودروی خودران گوگل از سطح یک تا سه، با اینکه از قابلیت‌های متفاوتی برخوردار است، اما برای حرکت، نیازمند به راننده انسانی است.

علیرغم تقسیم یادشده که می‌توان در خصوص هوش مصنوعی ارائه داد، استوارت راسل (Stuart J. Russell) (۱۰)، یک روش نوین ارائه نموده است. وی بر مبنای روش‌های متعدد، هوش مصنوعی را بر چهار قسم، تقسیم‌بندی می‌کند:

قسم اول: سیستم‌های هوش مصنوعی به مثابه شبه انسان در عمل؛ قسم دوم: سیستم‌های هوش مصنوعی به مثابه انسان در تفکر؛ قسم سوم: سیستم‌های هوش مصنوعی به مثابه انسان در تفکر عقلایی؛ قسم چهارم: سیستم‌هایی که معقولانه عمل می‌کنند.

۲. قابلیت‌های هوش مصنوعی: همان‌گونه که انسان به واسطه لمس، شنیدن و دیدن، با محیط اطرافش ارتباط برقرار می‌نماید و ورودی‌های مختلف را دریافت می‌کند، هوش مصنوعی هم، به عنوان یک وسیله شبیه‌سازی، بایستی بتواند که با محیط پیرامونش ارتباط برقرار کند و تجربیات و اطلاعات مورد نیاز را به دست آورد. از این رو، برای اینکه بتوان در خصوص مسئولیت مدنی استفاده از هوش مصنوعی

۶-۲. **رباتیک:** هوش مصنوعی، نیز بایستی نرم افزار و قابلیت های خود را با سخت افزار پیوند بدهد تا بتواند دستورات، اهداف و تصمیمات نیازمند به رفتارهای فیزیکی خود را انجام دهد.

۷-۲. **سامانه های خبره:** برنامه هایی هستند که تفکر منطقی و رفتار یک انسان متخصص در زمینه ای خاص را شبیه سازی می کنند. در ادامه، مواردی عملی از سیستم های خبره اشاره می گردد:

می توان از اولین سیستم های خبره به Dendral اشاره کرد که در سال ۱۹۶۵، در دانشگاه استنفورد، به وسیله ادوارد فیگنباوم (Edward Feigenbaum) و جوشان لیدربرگ (Joshua Lederberg) ساخته شد.

پروژه MYCIN و Centaur نمونه های دیگری هستند که به منظور تشخیص بیماری های خاص ساخته شده اند.

۸-۲. **شبکه های عصبی مصنوعی:** شبکه های عصبی مصنوعی، به عنوان یک مدل ریاضی و به صورت یک الگوریتم کامپیوتری، مجموعه ای از پردازشگرهای کوچک هستند که به یکدیگر متصل بوده، بر روی اطلاعات ورودی پردازش انجام می دهند و به دلیل برخورداری از حافظه ای مجزا، اطلاعات را در خود ذخیره کرده و به شکلی هوشمندانه، با اطلاعات دریافتی، الگوی جدیدی را در پیش می گیرند و به روزرسانی می شوند؛ یک ورودی و یک خروجی دارند و با تقسیم وظایف، به حل یک مسئله می پردازند. ایده این زیرشاخه، از کارکرد ذهن انسان برگرفته شده است.

با به کارگیری زیرشاخه هایی که ذکر گردید، هوش مصنوعی می تواند بر مبنای اطلاعات ورودی و هدف نهایی تعریف شده اش و تجربه های خود از محیط اطراف، مستقلاً، بهترین راه را برای رسیدن به هدف انتخاب نماید و به تبع، کارکرد مورد نیاز را انجام دهد، مثلاً در انگلستان، در سال ۲۰۰۲، در مرکز علوم مگنا چند نسخه از روبات هایی به نام روبات GAAK دارای قابلیت های مختلف تولید شد که شکار دیگر روبات ها و تلاش بهتر برای زنده ماندن، هدف تعیین شده برای آن ها بود تا با گرفتن انرژی روبات های شکار شده، خودشان با محیط سازگار

شوند و بیشتر روشن بمانند. در پشت هر کدام از روبات ها، مخزنی تعبیه شده بود که چنانچه به وسیله روباتی دیگر، شکار می شد، تمامی انرژی ذخیره شده آن درگاه، به شکارچی انتقال می یافت. در پروژه مربوط به ساخت این روبات ها، اتفاقی پیش بینی نشده رخ داد که هیچ یک از مسئولان، پیش بینی نکرده بودند. در آغاز مبارزه، در سالنی ۲۰۰۰ متر مربعی، چندین روبات را از مرکز تحقیقاتی رها نمودند. بعد از مدتی، با استفاده از سنسور مادون قرمز، روبات ها اهداف را شناسایی نموده و حمله می کردند.

این روبات ها به دلیل دارا بودن سیستم شبکه عصبی مصنوعی، با گردآوری اطلاعات از حرکات خود و اطرافیان، خود را ارتقا می دادند و بر مهارت هایشان افزوده می شد، تا بتوانند از این طریق، هرچه بهتر، به هدف زنده ماندن دست یابند، ولی یکی از روبات ها، پس از دریافت شکارهایی متعدد، تصمیم بر درگیر شدن و فرار از محیط می گیرد و در دیوار مرکز تحقیقاتی، با عبور از یک سوراخ، فرار می کند و در حال فرار، با یک ماشین در حال عبور، در پارکینگ کنار مرکز، تصادف می کند و این تصادف، منجر به خسارت ماشین می گردد. این رویداد، نمونه خوبی برای بیان مسأله اصلی تحقیق حاضر، در تعیین مسئولیت مدنی خسارت ناشی از هوش مصنوعی است (۱۱).

۳. **کاربرد هوش مصنوعی در صنعت داروسازی:** سیاست های دارویی نامشخص و متغیر می توانند بر حسب مورد به کمبود دارو، ایجاد بازار سیاه و دادوستدهای بین حرفه ای بینجامد و مسائل دیگری را به همراه بیاورد. هوش مصنوعی (AI) به طرق مختلفی می تواند از آثار مخرب یادشده جلوگیری کند. در این رابطه، اشاره به کاربرد هوش مصنوعی در صنعت داروسازی حائز اهمیت است که عبارتند از:

۳-۱. **طراحی و کشف دارو:** طراحی دارو با استفاده از هوش مصنوعی (AI) فرآیند پیچیده و چند مرحله ای است که شامل شبیه سازی و بهینه سازی ترکیبات شیمیایی برای دستیابی به داروهای مؤثرتر و ایمن تر می باشد. مراحل اصلی این فرآیند عبارتند از:

۳-۱-۱. تحلیل داده‌های زیستی: در این مرحله، داده‌های

زیستی و دارویی مربوط به پروتئین‌ها، مسیرهای بیوشیمیایی و مکانیسم‌های بیماری جمع‌آوری می‌شود. این داده‌ها می‌توانند شامل نتایج آزمایش‌های بالینی، نتایج آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و داده‌های مربوط به عوارض جانبی باشند.

۳-۱-۲. مدل‌سازی ساختاری: ساختار مولکولی ترکیبات

دارویی با استفاده از تکنیک‌های شبیه‌سازی مولکولی و مدل‌سازی ساختاری بررسی می‌شود. هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی ساختارهای مولکولی امیدوارکننده کمک کند که احتمال کارایی بالایی دارند.

۳-۱-۳. شناسایی اهداف دارویی: با تحلیل داده‌های

بیولوژیکی و شیمیایی، می‌توان اهداف دارویی (مانند پروتئین‌های خاص یا مسیرهای متابولیکی) را شناسایی کرد که مورد هدف قرار می‌گیرند تا اثرات لازم برای درمان بیماری‌ها را ایجاد کنند.

۳-۱-۴. طراحی ترکیبات جدید: هوش مصنوعی می‌تواند

برای طراحی ترکیبات جدید شیمیایی از الگوریتم‌های یادگیری عمیق و یادگیری ماشینی استفاده کند. این روش‌ها می‌توانند به طور خودکار ترکیبات جدیدی را پیشنهاد دهند که با اهداف دارویی تعامل داشته باشند.

۳-۱-۵. مدل‌سازی تعاملات زیستی: از مدل‌های

کامپیوتری برای پیش‌بینی تعاملات بین ترکیبات دارویی و اهداف بیولوژیکی استفاده می‌شود. این پیش‌بینی‌ها می‌توانند به شناسایی اثرات مثبت و منفی هر ترکیب کمک کنند.

۳-۱-۶. غربالگری مجازی: ترکیبات شیمیایی می‌توانند به

صورت مجازی غربالگری شوند تا مؤثرترین و ایمن‌ترین گزینه‌ها شناسایی شوند. این مرحله می‌تواند شامل استفاده از پایگاه‌های داده بزرگ و الگوریتم‌های جستجو برای پیدا کردن ترکیباتی با رتبه‌بندی بالا باشد.

۳-۱-۷. بهینه‌سازی ترکیبات: ترکیبات شیمیایی انتخاب

شده، برای بهینه‌سازی خواص دارویی مانند قابلیت حل‌پذیری، پایداری و انتخاب‌پذیری مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. هوش مصنوعی می‌تواند به پیشنهاد تغییرات در ساختار

مولکولی کمک کند که می‌تواند اثرات بهتری را به همراه داشته باشد.

۳-۱-۸. آزمایش‌های آزمایشگاهی: پس از شناسایی

ترکیبات امیدوارکننده، این ترکیبات به آزمایشگاه‌ها منتقل می‌شوند تا در شرایط واقعی مورد آزمایش قرار گیرند. داده‌های حاصل از این آزمایش‌ها می‌تواند به بهبود بیشتر مدل‌های AI کمک کند.

۳-۱-۹. تحلیل داده‌ها و یادگیری مداوم: الگوریتم‌های

هوش مصنوعی به طور مداوم با استفاده از داده‌های جدید بهبود می‌یابند. نتایج آزمایش‌ها دوباره به مدل داده می‌شود تا توانایی پیش‌بینی آن افزایش یابد.

۳-۱-۱۰. توسعه بالینی: در نهایت، پس از موفقیت در

آزمایش‌های پیش‌بالینی، داروهای جدید به مراحل بالینی منتقل می‌شوند تا ایمنی و کارایی آن‌ها در جمعیت‌های انسانی ارزیابی شود.

با در نظر گرفتن فرآیندهای یادشده، هوش مصنوعی می‌تواند به تسريع و بهبود طراحی داروها کمک کند و در نتیجه زمان و هزینه‌های توسعه داروهای جدید را کاهش دهد.

همچنین هوش مصنوعی (AI) می‌تواند به شناسایی مولکول‌های بالقوه برای داروهای جدید کمک کند.

الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند داده‌های بزرگ را تجزیه و تحلیل کنند تا ترکیبات شیمیایی مؤثر را شناسایی کنند. کشف داروهای جدید به وسیله هوش مصنوعی (AI) یک فرآیند پیچیده و چند مرحله‌ای است که شامل تحلیل داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های پیچیده می‌شود. مراحل اصلی این فرآیند به شرح زیر است:

جمع‌آوری داده‌ها: در مرحله اول، داده‌های مختلفی از جمله داده‌های ژنتیکی، بیوشیمیایی، و بالینی از منابع متنوع مانند پایگاه‌های داده علمی، مقالات تحقیقاتی و آزمایش‌های بالینی جمع‌آوری می‌شود.

تحلیل داده‌ها: الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق به تحلیل داده‌ها کمک می‌کنند تا الگوها و روابط میان مولکول‌ها و بیماری‌ها شناسایی شوند. این مرحله شامل

تکنیک‌های مختلفی مانند تجزیه و تحلیل تصویر، پردازش زبان طبیعی و مدل‌سازی مولکولی است.

شناسایی ترکیبات امیدوارکننده: با استفاده از مدل‌های AI، ترکیبات شیمیایی بالقوه‌ای که ممکن است فعالیت دارویی داشته باشند شناسایی می‌شوند. این مدل‌ها می‌توانند پیش‌بینی کنند کدام ترکیبات می‌توانند به هدف‌های خاص بیوشیمی - مولکولی متصل شوند.

مدل‌سازی و شبیه‌سازی: در این مرحله، رفتارهای مولکولی ترکیبات شناسایی‌شده با استفاده از شبیه‌سازی‌های کامپیوتری مورد بررسی قرار می‌گیرد. این شبیه‌سازی‌ها می‌توانند تعامل ترکیبات با پروتئین‌ها و دیگر مولکول‌ها را مدل‌سازی کنند.

غربالگری مجازی: در این مرحله، تعداد زیادی از ترکیبات با استفاده از نرم‌افزارهای غربالگری مجازی مورد بررسی قرار می‌گیرند تا بهترین نامزدها برای آزمایش‌های آزمایشگاهی شناسایی شوند. این کار سرعت بخشیدن به فرآیند کشف دارو را ممکن می‌سازد.

آزمایش‌های اولیه: پس از شناسایی ترکیبات امیدوارکننده، این ترکیبات در آزمایش‌های آزمایشگاهی و پیش‌بالینی تست می‌شوند تا اثرات و عوارض جانبی بالقوه آن‌ها بررسی شود.

تحلیل نتایج: نتایج به دست‌آمده از آزمایش‌ها به کمک الگوریتم‌های AI تحلیل شده و به پژوهشگران کمک می‌کند تا تصمیمات بهتری در مورد ادامه تحقیقات و بهینه‌سازی ترکیبات بگیرند.

هوش مصنوعی در دو بعد ساختار منطقی و ساختار انسانی تعریف می‌شود. این دو بعد می‌بایست با پیوند متناسب به یکدیگر، شبیه‌ساز تفکر و رفتار انسانی باشند (۱۲). با توجه به این روند، استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند زمان و هزینه‌های مورد نیاز برای کشف داروهای جدید را به طور قابل توجهی کاهش دهد و دقت بیشتری در شناسایی ترکیبات مؤثر ارائه دهد.

۲-۳. مدل‌سازی و شبیه‌سازی و تحلیل داده‌های بالینی:

هوش مصنوعی می‌تواند به شبیه‌سازی رفتارهای مولکولی و

واکنش‌های دارویی در محیط‌های مختلف کمک کند. این کار به پژوهشگران این امکان را می‌دهد که پیش‌بینی کنند یک دارو چگونه در بدن عمل می‌کند. همچنین می‌تواند به بهینه‌سازی فرمولاسیون داروها و تعیین دوز مناسب کمک کند که باعث افزایش اثربخشی و کاهش عوارض جانبی می‌شود. هوش مصنوعی می‌تواند در ارزیابی داده‌های بالینی و شناسایی الگوها و روندها کمک کند. این امر می‌تواند به طراحی کارآزمایی‌های بالینی بهتر و اتخاذ تصمیمات درمانی مؤثرتر منجر شود (۱۳).

۳-۳. پیش‌بینی عوارض جانبی: هوش مصنوعی با استفاده از داده‌های بزرگ و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، می‌تواند درمان‌ها را برای هر بیمار به طور خاص طراحی کرد تا کارایی آن‌ها افزایش یابد و به تبع این قابلیت، قادر است به پیش‌بینی عوارض جانبی احتمالی داروها با تحلیل داده‌های تاریخی و اطلاعات بالینی ذهن‌نگر بپردازد. پیش‌بینی عوارض جانبی دارو با استفاده از هوش مصنوعی فرآیندی چند مرحله‌ای است که به تحلیل داده‌های بزرگ و به کارگیری مدل‌های پیشرفته یادگیری ماشین وابسته است. مراحل اصلی این فرآیند عبارتند از:

۳-۳-۱. جمع‌آوری داده‌های بالینی و غیر بالینی: داده‌های مربوط به عوارض جانبی داروها شامل اطلاعات موجود در پایگاه‌های داده بالینی، گزارش‌های عوارض جانبی، مقالات علمی و داده‌های بیماران جمع‌آوری می‌شود. این داده‌ها می‌توانند شامل اطلاعات مربوط به دوز دارو، نوع دارو، ویژگی‌های بیماران و عوارض جانبی مشاهده‌شده باشند.

۳-۳-۲. پیش‌پردازش داده‌ها: هوش مصنوعی با برخورداری از توانایی برای پردازش صحیح داده‌های خارجی، یادگیری از همان داده‌ها و استفاده از آن دانش از طریق سازگاری و انعطاف‌پذیری برای دستیابی به اهداف و وظایف خاص (۱۴) در سطح شاخصی قرار دارد. داده‌ها معمولاً نیاز به تمیز کردن و پیش‌پردازش دارند. این مرحله شامل حذف داده‌های ناخواسته، پر کردن مقادیر گمشده و استانداردسازی فرمت‌های

همچنین می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری برای پزشکان در مورد بیمار فراهم آورد (۱۵). به طور مثال، هوش مصنوعی می‌تواند با جمع‌آوری اطلاعات محیطی و ژنتیکی، به تشخیص و پیش‌بینی بیماری آلزایمر کمک کند (۱۵).

با این روش‌ها، هوش مصنوعی می‌تواند به پیش‌بینی عوارض جانبی داروها کمک کند و به طراحی درمان‌های ایمن‌تری کمک نماید (۱۶).

۴. دلایل عدم استفاده از هوش مصنوعی در داروسازی:

عدم استفاده کامل از هوش مصنوعی در داروسازی به چندین عامل و چالش برمی‌گردد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: عدم اعتماد به دقت و اعتبار، چالش‌های حقوقی و اخلاقی، کمبود داده‌های باکیفیت، پیچیدگی‌های بیولوژیکی، عدم قابلیت تفسیر، هزینه‌های توسعه و نگهداری، مقاومت در برابر تغییر، نیاز به آموزش و تخصص و نگرانی‌های مربوط به امنیت سایبری. این عوامل باعث می‌شود که انجام تحقیقات و توسعه دارو به روش‌های سنتی همچنان ادامه یابد و استفاده از AI به طور کامل در این حوزه به کار نرود. با این حال، با پیشرفت فناوری و برطرف شدن برخی از این چالش‌ها، ممکن است استفاده از AI در داروسازی افزایش یابد (۱۷).

نقد و بررسی: استفاده از هوش مصنوعی به طور مستقیم در متون دینی مانند قرآن کریم بیان نشده است، زیرا این فناوری یک دستاورد معاصر است و در زمان نزول این متون وجود نداشت. با این حال، می‌توان از برخی آیات که به تفکر، علم و فهم دنیا اشاره دارند، به طور غیر مستقیم رویکردهای اخلاقی و فلسفی مربوط به کار با فناوری‌های نوین، از جمله هوش مصنوعی را استخراج کرد، شماری از این آیات عبارتند از:

- آیه ۱ سوره علق: «أَفَرَأَى بِإِسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ؛ بخوان به نام پروردگارت که آفرید» (۱۸): این آیه به اهمیت علم و آموزش اشاره دارد و می‌تواند به نیت شایسته در استفاده از دانش و فناوری‌ها مانند هوش مصنوعی تعبیر شود.

- آیه ۷۶ سوره یوسف: «وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ؛ و (تا مردم بدانند که) فوق هر دانشمندی دانشمندتری وجود دارد» (۱۸): این آیه بر اهمیت علم و دانش تأکید دارد و نشان‌دهنده آن

داده‌هاست. همچنین ویژگی‌های مهم برای مدل‌سازی شناسایی و استخراج می‌شود.

۳-۳-۳. مدل‌سازی با استفاده از یادگیری ماشین: الگوریتم‌های یادگیری ماشین، از جمله درختان تصمیم، شبکه‌های عصبی و ماشین‌های بردار پشتیبان به کار گرفته می‌شوند تا الگوهای مرتبط با عوارض جانبی شناسایی شود. این الگوریتم‌ها با استفاده از داده‌های تاریخی آموزش می‌بینند تا بتوانند عوارض جانبی احتمالی را پیش‌بینی کنند.

۴-۳-۳. تحلیل متون (Text Mining): در این مرحله، تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی (NLP) برای تحلیل متن‌های موجود در مقالات علمی، گزارش‌های بالینی و شبکه‌های اجتماعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کار به شناسایی عوارض جانبی جدیدی که ممکن است در داده‌های ساختاریافته سنتی موجود نباشند، کمک می‌کند.

۵-۳-۳. مدل‌سازی و شبیه‌سازی: از مدل‌های کامپیوتری برای شبیه‌سازی تعاملات داروها با پروتئین‌ها و دیگر ساختارهای بیولوژیک استفاده می‌شود. این شبیه‌سازی‌ها می‌توانند پیش‌بینی کنند که چه عواملی به عوارض جانبی منجر می‌شوند.

۶-۳-۳. اعتبارسنجی مدل‌ها: پس از ایجاد مدل، لازم است که آن را با داده‌های مستقل دیگری اعتبارسنجی کرد تا دقت و قابلیت پیش‌بینی آن سنجیده شود. این مرحله شامل انجام آزمون‌های مختلف و مقایسه نتایج با داده‌های واقعی است.

۷-۳-۳. به روزرسانی و بهینه‌سازی: با حصول نتایج جدید و داده‌های جدید، مدل‌ها باید به روزرسانی و بهینه‌سازی شوند تا دقت و توانایی پیش‌بینی آن‌ها افزایش یابد.

۸-۳-۳. پیش‌بینی نهایی و گزارش‌دهی: در نهایت، بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده، پیش‌بینی‌های عوارض جانبی ارائه می‌شود که می‌تواند به محققین و پزشکان در زمینه مدیریت عوارض و شناسایی بیماران در معرض خطر کمک کند. هوش مصنوعی در مراقبت‌های بهداشتی و پزشکی می‌تواند به برنامه‌ریزی برای درمان بهتر بیماران کمک کند و

است که هر نوع دانشی، محدود به علم بالاتر است. این می‌تواند به ضرورت استفاده صحیح و مسئولانه از فناوری اشاره داشته باشد.

- آیه ۲۷ سوره نمل: «إِنَّمَا أُمِرْتُ أَغْبُدَ رَبَّ هَذِهِ الْبَلَدَةِ الَّتِي حَرَّمَهَا (ای رسول بگو) من مأمورم که منحصرأ خدای این بلد (مکه معظمه) را که بیت‌الحرامش قرار داده» (۱۸): این آیه بر هدف‌داربودن اعمال تأکید دارد و می‌تواند به ضرورت هدایت و اخلاق در استفاده از فناوری‌های نوین اشاره کند.

- آیه ۱۹۱ سوره آل عمران: «وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ؛ و دائم در خلقت آسمان و زمین بیندیشند» (۱۸): این آیه بر اهمیت تفکر و اندیشه در مورد آفرینش اشاره می‌کند و می‌تواند نشان‌دهنده لزوم تحقیق و توسعه در زمینه علم و فناوری باشد.

با توجه به اینکه هوش مصنوعی یک حوزه مدرن و علمی است، مسلمانان می‌توانند از اصول اخلاقی و علمی مرتبط با دین خود برای استفاده صحیح و مسئولانه از این فناوری بهره‌برداری کنند. همچنین استفاده از هوش مصنوعی در داروسازی از منظر عقل و منطق دارای مزایای متعددی است که می‌تواند به بهبود فرآیندها و نتایج درمانی کمک کند. جنبه‌های عقلانی و منطقی استفاده از هوش مصنوعی از آنجایی است که هوش مصنوعی قادر است به طور سریع و دقیق داده‌های کلان (Big Data) را تحلیل کند. این توانایی به محققان و پزشکان کمک می‌کند تا الگوهای پنهان و روابط بین داده‌ها را شناسایی و در نتیجه تصمیمات بهتری اتخاذ کنند. استفاده از AI در داروسازی می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های جاری شود. به عنوان مثال، خودکارسازی فرآیندهای تحقیق و توسعه می‌تواند زمان و منابع مالی را صرفه‌جویی کند. الگوریتم‌های یادگیری ماشین و شبیه‌سازی‌های کامپیوتری می‌توانند فرآیند کشف دارو را تسریع کنند. این موضوع می‌تواند به تولید سریع‌تر درمان‌ها و پاسخ به نیازهای پزشکی کمک نماید. هوش مصنوعی می‌تواند اطلاعات ژنتیکی، پزشکی و محیطی بیماران را تجزیه و تحلیل کرده تا درمان‌های شخصی‌سازی‌شده‌ای ارائه دهد. این نوع

درمان می‌تواند منجر به افزایش اثربخشی و کاهش عوارض جانبی شود، AI قادر است الگوهای غیر عادی را شناسایی کند و به تشخیص زودهنگام بیماری‌ها کمک کند که می‌تواند منجر به بهبود نتایج درمانی و افزایش کیفیت زندگی بیماران شود. سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند به کاهش خطاهای انسانی در درمان و تجویز دارو کمک کنند. این موجب افزایش امنیت بیمار و به حداقل‌رساندن عوارض جانبی می‌شود. AI می‌تواند در انتخاب بیماران، طراحی آزمایش‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌های بالینی کمک کند که به بهبود کیفیت و اعتبار نتایج تجربیات بالینی منجر خواهد شد.

از منظر عقل، این موارد نشان‌دهنده این است که استفاده از هوش مصنوعی در داروسازی نه تنها می‌تواند به کارآمدی و کیفیت فرآیندها کمک کند، بلکه باعث بهبود دسترسی به درمان‌های مؤثر و ایمن برای بیماران خواهد شد. با این حال، مهم است که در استفاده از AI ملاحظات اخلاقی و اجتماعی نیز در نظر گرفته شود تا خطرات و چالش‌های مرتبط با این فناوری به حداقل برسد.

۵. مسئولیت در صورت بروز خطا: مسئولیت در صورتی که هوش مصنوعی در کشف یا توسعه دارویی دچار خطا شود و این خطا منجر به آسیب به بیمار گردد، می‌تواند به عوامل مختلفی بستگی داشته باشد و چندین تیغه و جنبه قانونی را شامل می‌شود. به طور کلی، مسئولیت ممکن است بین چندین طرف تقسیم شود و در زیر به برخی از این موارد اشاره می‌شود:

۵-۱. توسعه‌دهنده نرم‌افزار: اگر خطا ناشی از نقص در الگوریتم یا مدل هوش مصنوعی باشد، توسعه‌دهنده ممکن است مسئول شناخته شود. آن‌ها موظف به ارائه یک محصول ایمن و باکیفیت تحت استانداردهای لازم هستند. اگر ثابت شود که نداشتن دقت لازم در کدنویسی یا استفاده از داده‌های نادرست منجر به خسارت شده است، مسئولیت بر عهده آن‌ها خواهد بود.

۵-۲. شرکت داروسازی: در صورتی که هوش مصنوعی به عنوان ابزاری برای توسعه داروها مورد استفاده قرار گیرد و این

دارو به بازار عرضه شود، شرکت داروسازی نیز ممکن است مسئولیت داشته باشد. این شرکت موظف به انجام آزمایشات ایمنی و اثربخشی قبل از عرضه دارو به بیماران است.

۳-۵. پزشک: پزشکان نیز ممکن است در صورت نادیده گرفتن مشاوره‌های مستند به هوش مصنوعی مسئولیت داشته باشند. اگر یک پزشک خلاف توصیه‌های هوش مصنوعی عمل کند و این امر منجر به آسیب بیمار شود، ممکن است به عنوان سهل‌انگاری متهم شود.

۴-۵. مراکز بهداشتی و درمانی: اگر نرم‌افزاری که به عنوان بخشی از رویکرد درمانی در یک مرکز بهداشتی استفاده می‌شود دچار خطا شود، ممکن است این مرکز نیز به عنوان یک نهاد مسئول پذیرفته شود.

۵-۵. تحلیلگران و مشاوران داده: اگر خطا به دلیل استفاده نادرست یا تفسیر نادرست داده‌ها توسط تحلیلگران یا مشاوران باشد، آن‌ها نیز ممکن است مسئول شناخته شوند. عوامل مؤثر در تعیین مسئولیت عبارتند از: نقص در فرآیند توسعه: اینکه آیا فرآیند توسعه نرم‌افزار به درستی رعایت شده است و آیا شرکت معیارهای کیفیت و ایمنی را رعایت کرده است یا خیر. استخدام و نظارت مناسب: وجود یا عدم وجود نظارت و تأیید مناسب بر روی تصمیمات هوش مصنوعی. مدارک و شواهد: شواهد موجود در مورد چگونگی استفاده پزشکان از نتیجه‌گیری‌های هوش مصنوعی و اتخاذ تصمیمات درمانی. قوانین و مقررات محلی: نحوه تعیین مسئولیت‌ها بسته به قوانین و مقررات موجود در هر کشور ممکن است متفاوت باشد.

به طور کلی، مشخص کردن مسئولیت در این زمینه می‌تواند پیچیده باشد و به شرایط خاص هر مورد وابسته است. لازم به ذکر است که این مسائل باید در زمینه قوانین جدید و پیشرفت‌های علمی و تکنولوژیکی دائم مورد بازنگری و ارزیابی قرار گیرد.

۶. مسئولیت ناشی از داده‌های نادرست: اگر هوش مصنوعی به دلیل داده‌های نادرست یا ناپایدار که در مراحل جمع‌آوری، پردازش یا آنالیز استفاده شده است، به خطا دچار

شود، می‌تواند منجر به نتیجه‌گیری‌های نادرست، تجویزهای نادرست یا توسعه داروهای معیوب گردد. مسئولیت مربوط به تضمین کیفیت و دقت داده‌ها می‌تواند به گردآورندگان داده‌ها، تحلیلگران یا شرکت‌هایی که مسئول جمع‌آوری و پردازش داده‌ها هستند، مرتبط باشد. اگر نقصی در طراحی یا آموزش الگوریتم هوش مصنوعی وجود داشته باشد که مانع از این شود که سیستم به درستی با داده‌های ورودی برخورد کند، مسئولیت بر عهده توسعه‌دهنده خواهد بود. اگر یک سیستم هوش مصنوعی به دلیل عدم رعایت استانداردهای نظارتی و فنی توسعه یافته باشد، ممکن است توسعه‌دهنده مسئول شناخته شود، در صورتی که داده‌های نامعتبری که به هوش مصنوعی داده شده‌اند، منجر به تولید دارویی با خطرات جدی برای بیماران شوند، شرکت‌های داروسازی ممکن است مسئول جبران خسارات باشند. آنان موظف به اطمینان از اثربخشی و ایمنی داروها هستند، پس اگر نشان داده شود که از داده‌های نادرست استفاده کرده‌اند یا نظارت ناکافی داشته‌اند، مسئولیت بر عهده آن‌ها خواهد بود. اگر پزشکان به داده‌های نادرست یا تجویزهای غیر منطقی ناشی از هوش مصنوعی تکیه کنند و به تبع آن به بیماران آسیب برسد، ممکن است در صورت سهل‌انگاری تحت پیگرد قانونی قرار گیرند. پزشکان موظف به ارزیابی دقیق نتایج هوش مصنوعی و ترکیب آن با دانش و تجربیات حرفه‌ای خود هستند. بسته به قوانین و مقررات حاکم در هر کشور، مسئولیت‌ها ممکن است متفاوت باشند. برخی کشورها ممکن است قوانین خاصی برای مدیریت مسئولیت‌ها در مورد هوش مصنوعی و داده‌ها داشته باشند. ممکن است توافقنامه‌هایی بین شرکت‌ها، پزشکان و دیگر ذی‌نفعان برای تعیین مسئولیت‌ها وجود داشته باشد که باید به آن‌ها احترام گذاشته شود (۱۹). بنا بر مطالب یادشده، مسئولیت ناشی از داده‌های نادرست در هوش مصنوعی در داروسازی کاملاً پیچیده و چندوجهی است. بررسی دقیق و تعیین مسئولیت‌ها مستلزم تحلیل شرایط خاص و ارزیابی ریشه‌های خطا در فرآیندهای مختلف مرتبط با داده‌ها و تصمیم‌گیری‌های هوش مصنوعی است.

۷. مسئولیت‌های حقوقی و اخلاقی: موضوع شناسایی

هوش مصنوعی به عنوان یک واحد مسئول قانونی یکی از مهم‌ترین و بحث‌برانگیزترین مسائل در حوزه حقوق فناوری اطلاعات و حقوق بشر است. در حال حاضر، هوش مصنوعی به عنوان یک موجودیت مستقل از نظر قانونی شناخته نمی‌شود. مسئولیت‌های قانونی در ارتباط با تصمیمات هوش مصنوعی معمولاً به توسعه‌دهندگان، مالکین یا کارفرمایان آن‌ها تعلق دارد. غالباً، قوانین موجود بر اساس عمل یا سهل‌انگاری انسانی شکل گرفته و کاربران انسان را مسئول می‌دانند. مدل‌های مسئولیت قانونی بر دو قسم می‌باشند: ۱- مسئولیت مبتنی بر کاربر: در این مدل، هرگونه خسارت یا عواقب ناشی از فعالیت‌های هوش مصنوعی بر عهده توسعه‌دهنده یا کاربر خواهد بود؛ ۲- مسئولیت مشترک: در مواردی ممکن است با توجه به نوع سیستم، هر دو طرف - توسعه‌دهنده و کاربر - مسئول شناخته شوند. در حال حاضر، بیشتر کشورها بر ایجاد قوانین و مقرراتی برای حفاظت از افراد و جوامع در برابر عواقب منفی هوش مصنوعی تمرکز دارند. تصویب قوانین جدید می‌تواند با چالش‌های اخلاقی همراه باشد، از جمله حق تصمیم‌گیری، حق حریم خصوصی و تبعیض. برخی از نهادهای بین‌المللی و سازمان‌ها در حال بررسی و تدوین راهکارهایی برای تنظیم استفاده از هوش مصنوعی و تعیین مسئولیت‌ها هستند. این می‌تواند شامل سازوکارهای نظارتی و برقراری استانداردهای اخلاقی باشد. بنابراین شناسایی هوش مصنوعی به عنوان واحد مسئول قانونی نیازمند تحولات بسیاری در زمینه‌های حقوقی، اخلاقی و اجتماعی است (۲۰). تا زمانی که هوش مصنوعی به سطحی از خودآگاهی و استقلال نرسد، مسئولیت‌های قانونی بیشتر بر عهده انسان‌ها خواهد بود، اما در آینده، با پیشرفت‌های فناوری، ممکن است نیاز به بازنگری در این قوانین و مقررات وجود داشته باشد.

۸. مسئولیت نظارت و تأیید نرم‌افزارهای هوش مصنوعی:

اگر مبنا تقصیر باشد، متصرف نیز به اندازه‌ای که در ورود زیان تقصیر داشته است، مسئول تلقی می‌شود، چنانچه کاربر هوش مصنوعی، در ورود زیان به صورت فعل یا ترک فعل، دخالت

داشته باشد مسئول تلقی می‌شود. به نظر می‌رسد که نظارت بر توسعه و استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در داروسازی یک امر پیچیده و چندوجهی است که نیاز به همکاری و هماهنگی نهادهای مختلف دارد. هر کشور نهاد مربوطه خود را برای نظارت بر محصولات پزشکی دارد، مانند EMA در اروپا یا TGA در استرالیا. کمیته‌های اخلاقی می‌توانند به بررسی جنبه‌های اخلاقی تحقیق و توسعه هوش مصنوعی در داروسازی بپردازند و تضمین کنند که این فناوری‌ها بر اساس اصول اخلاقی توسعه می‌یابند. سازمان‌های بهداشت جهانی (WHO) می‌تواند به تدوین راهنماها و استانداردهایی برای استفاده ایمن از هوش مصنوعی در زمینه داروسازی و سلامت عمومی بپردازد (۲۱). نظارت بر توسعه و استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی در داروسازی نیازمند همکاری بین‌المللی و هماهنگی بین نهادهای مختلف است. تدوین استانداردهای خاص برای ارزیابی عملکرد و ایمنی این فناوری‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند به ایمنی و کیفیت خدمات درمانی کمک کند.

نتیجه‌گیری

مسئولیت در استفاده از هوش مصنوعی (AI) در داروسازی می‌تواند بین چندین طرف تقسیم شود و بستگی به شرایط خاص هر مورد دارد. شرکت‌ها و تیم‌های تحقیق و توسعه که سیستم‌های AI را طراحی و توسعه می‌کنند، مسئولیت اطمینان از دقت، اعتبار و ایمنی الگوریتم‌های خود را دارند. در صورت بروز خطا می‌توانند به عنوان مقصر شناخته شوند. شرکت‌های داروسازی مسئول تولید و توزیع داروها هستند. اگر استفاده از AI در مراحل تحقیق و توسعه منجر به نتایج نادرست شود و دارویی که باعث آسیب به بیماران می‌شود، به بازار بیاید، شرکت‌های داروسازی ممکن است مسئول شناخته شوند. اگر پزشکان از سیستم‌های AI برای تشخیص یا تجویز درمان استفاده کنند، آن‌ها نیز مسئولیت‌های خود را دارند. در صورتی که پزشکی به طور نامناسب به توصیه‌های AI اعتماد کند و به دنبال آن آسیبی به بیمار بیفتد، ممکن است مسئولیت

بر عهده پزشک باشد. سازمان‌های دولتی و نهادهای نظارتی که وظیفه تأیید ایمنی و اثربخشی داروها و فناوری‌ها را دارند نیز در مسئولیت‌های خود سهم دارند. هر نقضی در نظارت و تأیید می‌تواند منجر به مسئولیت برای این نهادها گردد. در برخی موارد، مصرف‌کنندگان یا بیماران ممکن است مسئولیت‌هایی داشته باشند، به ویژه در مواقعی که عدم رعایت دستورات پزشکی یا رفتارهای غیر اصولی منجر به آسیب شود. در مواردی که بیمه‌های درمانی دخالت دارند، آن‌ها نیز ممکن است در پاسخگویی به عواقب ناشی از استفاده از فناوری‌های AI مسئول باشند، به ویژه در زمینه پرداخت خسارت‌های مربوط به خطاهای پزشکی. بنابراین مسئولیت در استفاده از هوش مصنوعی در داروسازی به نحوه استفاده، نوع خطا و شرایط خاص هر وضعیتی بستگی دارد و می‌تواند بین چندین بازیگر مختلف تقسیم شود.

مشارکت نویسندگان

مبینا منتظری: جمع‌آوری مطالب و تدوین مقاله.
حسین شکریان امیری: ارائه ایده و تدوین مقاله.
نویسندگان نسخه نهایی را مطالعه و تأیید نموده و مسئولیت پاسخگویی در قبال پژوهش را پذیرفته‌اند.

تشکر و قدردانی

ابراز نشده است.

تضاد منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تضاد منافع احتمالی را در رابطه با تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله اعلام نکرده‌اند.

تأمین مالی

نویسندگان اظهار می‌نمایند که هیچ‌گونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

References

1. Russell S, Peter N. Artificial Intelligence a Modern Approach. 3rd ed. Amsterdam: Pearson; 2003.
2. Sadouqi F, Sheikh Taheri A. Application of artificial intelligence systems in medical decision-making: Advantages and challenges. *Journal of Health Information Management*. 2010; 8(3): 445-440. [Persian]
3. Baum S, Anthony B, Roman Y. Modeling and Interpreting Expert Disagreement About Artificial Superintelligence. *Informatica*. 2017; 41(7): 50-59.
4. Sourdin T. Artificial Intelligence and Judicial Decision-making. *UNSW Law Journal*. 2018; 41(4): 1131-1132.
5. Pavlacka B. Artificial General Intelligence and the Future of the Human Race. *Berkeley Scientific Journal*. 2012; 16(2): 21-35.
6. Van Harmelen F. Foundations of Artificial Intelligence. 1st ed. Rouen: Elsevier; 2008.
7. Steels L. The Artificial Life Roots of Artificial Intelligence. Edited by Langton CG. *Artificial Life: An Overview*. 1995; 6(11): 75-110.
8. Matlabi Karbkandi H. Analysis of artificial intelligence and its functions compared to human thinking. Master's Thesis. Qom: Qom University; 2012. [Persian]
9. Sharma S, Nakul SH, Rahul V. Artificial Intelligence Legal Aspects, Risks: Are We Ready for Such Intelligent Autonomous Machines. *Neoteric Multidisciplinary Research Journal*. 2018; 1(1): 18-24.
10. Aletras N. Predicting Judicial Decisions of the European Court of Human Rights: a Natural Language Processing Perspective. *Peer J Computer Science*. 2016; 2(2): 30-41.
11. Chesterman S. Artificial Intelligence and Limits of Legal Personality. *Journal of International and Comparative Law Quarterly*. 2017; 9(4): 821-826.
12. Farsa H. Pathology of Pharmaceutical Ethics. *Iranian Journal of Medical Ethics and History*. 2022; 1(1): 61-66. [Persian]
13. Jarvis R. Intelligent Robotics: Past, Present and Future. *International Journal of Computer Science and Applications*. 2008; 5(3): 31-37.
14. Hatlin M, Kaplan A, Haji Vand A, Khosh Manjar A, Sayari Zahan S. A Brief History of Artificial Intelligence: Past, Present and Future of Artificial Intelligence. *Legal Civilization Review*. 2023; 6(18): 73-90. [Persian]
15. Mohammadi M, Abdali M, Akbarineh P. The principles of liability arising from the act of an object (building and animal) in Iranian and French law based on the French Civil Code 2016. *Comparative Law Research*. 2017; 22(1): 107-134. [Persian]
16. McGuire B. The History of Artificial Intelligence. University of Washington. 2006; 6(8): 86-91.
17. The Holy Quran. Alagh: 1; Yosouf: 76; Naml: 27; Al-Emran: 191.
18. Nevejans N. European Civil Law Rules in Robotics. Directorate General for Internal Policies. 2016; 1(5): 41-56.
19. Rajabi A. Warranty in Artificial Intelligence. *Comparative Law Studies*. 2018; 10(2): 449-466. [Persian]
20. Rastgar E, Asoode A. Application of Artificial Intelligence in Medicine and Disease Diagnosis. Hamedan: 6th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology. 2021. [Persian]
21. Valipour A, Ismaili M. Feasibility of civil liability of general artificial intelligence caused by causing damage in civil rights. *Contemporary Legal Thought Journal*. 2021; 2(3): 1-16. [Persian]