

Feasibility of Using Artificial Intelligence in the Process of Inferring Religious Rulings

Mehdi Shabani^{1*}, Alireza Ebrahimi²,
Rouhollah Dianat³

1- Ph.D. Candidate in the Department of Jurisprudence and Islamic Law Principles, Faculty of Theology, University of Qom, Qom, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Jurisprudence and Islamic Law Principles, Faculty of Theology, University of Qom, Qom, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, University of Qom, Qom, Iran.

Received Date: 2024/03/15

Accepted Date: 2024/06/17

Abstract

Today, one of the most significant contemporary topics is artificial intelligence (AI). AI is a branch of computer science that simulates human intelligence, aiming to create intelligent machines capable of performing tasks that require human-like cognitive abilities. AI has entered and influenced various fields, including jurisprudence and inference. This article employs a descriptive-analytical method and utilizes library resources to analyze the capabilities of AI in accelerating the inference process and examines its various applications. Initially, the study analyzes the impacts of AI on reporting outcomes and altering foundational principles and jurisprudential tenets. It then investigates the role of this technology in preventing comparative errors and establishing a balance between technology and jurisprudence. The discussion also encompasses a comprehensive and qualitative perspective on jurisprudential sources, correcting the confusion between method and content, and identifying logical gaps in the process of inferring religious rulings through AI. Various methods and techniques for achieving these objectives are mentioned, including expert systems, natural language processing, machine learning, neural networks, and deep learning. The research findings indicate that utilizing AI can expedite and facilitate the inference process, enhancing accuracy and speed in this domain.

Keywords: Artificial Intelligence, Religious Ruling, Inference of Rulings.

امکان سنجی استفاده از هوش مصنوعی در فرایند استنباط احکام شرعی

مهدی شعبانی^{۱*}، علیرضا ابراهیمی^۲، روح‌الله دیانت^۳

۱- دانشجوی دکتری گروه فقه و مبانی حقوق اسلامی، دانشکده الهیات، دانشگاه قم، قم، ایران.

۲- استادیار، گروه فقه و مبانی حقوق اسلامی، دانشکده الهیات، دانشگاه قم، قم، ایران.

۳- استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه قم، قم، ایران.

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۲/۲۵

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۲۸

چکیده

امروزه یکی از مهم‌ترین موضوعات مستحدثه هوش مصنوعی است. هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم رایانه است که نوعی شبیه‌سازی هوش انسانی برای کامپیوتر است و هدف اصلی آن تولید ماشین‌های هوشمندی است که توانایی انجام وظایفی که نیازمند به هوش انسانی است، را دارا باشد. هوش مصنوعی در بسیاری از عرصه‌ها از جمله فقه و استنباط ورود پیدا کرده و اثرگذار است. این مقاله به روش توصیفی تحلیلی و استفاده از منابع کتابخانه‌ای به تحلیل قابلیت‌های هوش مصنوعی در تسریع فرایند استنباط پرداخته و کاربردهای مختلف آن را بررسی می‌کند. در این تحقیق ابتدا به تحلیل تأثیرات هوش مصنوعی در گزارش پیامدها و تغییر مبانی اصولی و فقهی و سپس به بررسی نقش این فناوری در پیشگیری از خطاهای تطبیقی و ایجاد تعادل بین فناوری و فقه پرداخته می‌شود. سپس بحث جامع‌نگری و کیفی‌نگری در منابع فقهی، تصحیح درهم آمیختگی میان روش و محتوا و کشف بریدگی استدلالی در فرایند استنباط حکم شرعی توسط هوش مصنوعی مورد بررسی قرار گرفته است. البته به روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی نیز برای دستیابی به این موارد اشاره شده که از آن جمله می‌توان سیستم‌های خبره، پردازش زبان طبیعی، یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق را نام برد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به تسریع و تسهیل فرایند استنباط، ارتقای دقت و سرعت در این مسیر منجر شود. **واژگان کلیدی:** هوش مصنوعی، حکم شرعی، استنباط احکام.

مقدمه

هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از تکنولوژی‌های نوظهور، توانسته است در بسیاری از حوزه‌ها، از جمله علم فقه و استنباط احکام شرعی، تحولات شگرفی ایجاد کند. این تکنولوژی با ارائه ابزارهای پیشرفته‌ای همچون پردازش زبان طبیعی، یادگیری ماشین، و سیستم‌های استدلال مبتنی بر قاعده، امکان تحلیل سریع و دقیق منابع فقهی را فراهم آورده و توانایی پیش‌بینی پیامدهای احتمالی اتخاذ یا تغییر مبانی فقهی را به‌طور قابل توجهی افزایش داده است. از این‌رو، بررسی نقش هوش مصنوعی در تسریع فرآیند استنباط احکام شرعی و ایجاد تعادل بین نوآوری‌های تکنولوژیکی و اصول فقهی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۱. مفهوم‌شناسی هوش مصنوعی

برای هوش مصنوعی تعریف‌های متعددی ذکر شده است که همگی آن‌را می‌توان در قالب دو رویکرد عمده هوش مصنوعی ضعیف و هوش مصنوعی قوی قرار داد. رویکرد قوی به مسئله هوش مصنوعی در پی آن است ماشینی بسازد که تمامی قابلیت‌هایی که تداعی‌گر هوش در انسان است از قبیل آگاهی، اراده، تفکر، فهم معنا و زبان، یادگیری و ... را از خود بروز دهد. از این‌رو، تعریف‌هایی منطبق با چنین عملکردی از هوش مصنوعی ارائه می‌کند. به‌عنوان مثال گفته‌اند: خودکارسازی فعالیت‌های مرتبط با تفکر انسان مانند تصمیم‌گیری، حل مسئله، ادراک، یا یادگیری و ... (نوربخش، ۱۳۹۷ ش ۹). در مقابل، در رویکرد ضعیف به هوش مصنوعی، تنها به داشتن کارکرد مشابه آن هم در برخی زمینه‌های توانمندی هوش انسانی اکتفا می‌شود. از این‌رو لازم نیست مثلاً ماشین ساخته شده دارای آگاهی یا توانمندی از این قبیل باشد. به عبارت دیگر، همین توانایی‌ای که امروزه در رایانه‌ها برای انجام امور محاسباتی دیده می‌شود، هوش مصنوعی به معنای ضعیف آن است. البته بدیهی است قابلیت‌های هوش مصنوعی امروزه نیز که به آن اشاره می‌شود در مقابل هوش مصنوعی‌ای که در آینده ظهور می‌کند ضعیف و ناچیز است. فناوری هوش مصنوعی با دو نوع کارکرد انفعالی و فعال خود، می‌تواند به تحلیل اطلاعات پردازد و رفتاری براساس نتیجه‌ی تحلیل‌های خود بروز دهد. این تکنولوژی در نوع اول عملکرد خود کارکردی صرفاً واکنشگر دارد (موسوی، ۱۳۹۸، ۱۲۹).

این فناوری با بهره‌گیری از برنامه‌های پیش‌طراحی شده و تجزیه و تحلیل داده‌های پیش‌بینی شده، به ارزیابی دقیق واکنش‌ها در برابر رویدادهای خارجی می‌پردازد. در مرحله پیشرفته‌تر (فعال)، این

تکنولوژی قادر است به صورت خودآگاه و خلاقانه عمل کند، به طوری که فراتر از قابلیت‌های اولیه، توانایی درک و پاسخ به احساسات و حالات را داراست. همچنین، می‌تواند براساس داده‌های موجود و درک خود از محیط اطراف، ایده‌ها و فکرهای نوینی را تولید کرده و در رفتار خود اعمال نماید (موسوی، ۱۳۹۸، ۱۳۵).

هوش مصنوعی به سیستم‌هایی اطلاق می‌شود که می‌توانند وظایفی را انجام دهند که به طور معمول به هوش انسانی نیاز دارند، مانند درک زبان طبیعی، تشخیص الگوها، حل مسائل پیچیده و یادگیری از تجربه. این سیستم‌ها شامل الگوریتم‌ها و مدل‌های یادگیری ماشین هستند که توانایی‌های تحلیلی و تصمیم‌گیری انسان را شبیه‌سازی می‌کنند (راسل و نورویگ، ۲۰۲۰، ۵۴).

۲. تاریخچه هوش مصنوعی و نحوه پیدایش آن

تاریخچه هوش مصنوعی به دوران باستان بازمی‌گردد، زمانی که انسان‌ها ایده ساخت ماشین‌هایی که بتوانند هوش انسانی را تقلید کنند، مطرح کردند. این ایده‌ها ابتدا به صورت «اتومات‌ها» که ماشین‌های مکانیکی مستقل بودند، ظاهر شدند. با پیشرفت‌های علمی در دهه ۱۹۴۰ و اختراع رایانه‌های الکترونیکی، تحقیقات جدی در زمینه هوش مصنوعی آغاز شد. سه عنصر اصلی هوش مصنوعی شامل داده‌ها، سخت‌افزار و نرم‌افزار است که در کنار الگوریتم‌های پیچیده، به توسعه این فناوری کمک کرده‌اند (شیخی، ۱۴۰۱، ۴). الگوریتم‌های هوش مصنوعی به دو دسته منطق مبتنی بر اصول عقلائی و یادگیری عمیق تقسیم می‌شوند که نقش مهمی در توسعه این فناوری دارند (زرین‌هور، ۱۴۰۰، ۱۴۰).

هوش مصنوعی در طی سال‌ها به طور قابل توجهی پیشرفت کرده است. یکی از اولین پیشرفت‌های مهم در تاریخ هوش مصنوعی، پیشنهاد آزمایش تورینگ توسط آلن تورینگ در دهه ۱۹۴۰ بود که توانایی ماشین‌ها در تقلید رفتار انسانی را ارزیابی می‌کرد (تورینگ، ۱۹۵۰، ۳۹). در دهه ۱۹۵۰، جان مک‌کارتی اصطلاح «هوش مصنوعی» را ابداع کرد و اولین زبان برنامه‌نویسی هوش مصنوعی به نام LISP را توسعه داد (کمپبل و همکاران، ۲۰۰۲، ۲۴). یکی از نقاط عطف در این حوزه در سال ۱۹۹۷ رخ داد، زمانی که کامپیوتر Deep Blue شرکت IBM موفق شد قهرمان شطرنج جهان، گری کاسپاروف، را شکست دهد (کمپبل و همکاران، ۲۰۰۲، ۷۸). در سال‌های بعد، ربات‌های پیشرفته و سیستم‌های

هوش مصنوعی متعددی توسعه یافتند که توانستند در محیط‌های ناشناخته و چالش‌برانگیز مانند مریخ عمل کنند (اسکواپرز و همکاران، ۲۰۰۴، ۷۸).

هوش مصنوعی در دهه‌های اخیر با ورود به زمینه‌های مختلف مانند تبلیغات، بازی‌های ویدئویی و پردازش زبان طبیعی، به شدت رشد کرده است. در سال ۲۰۱۱، کامپیوتر Watson شرکت IBM توانست در یک مسابقه تلویزیونی برنده شود و دو نفر از برندگان قبلی را شکست دهد (فروچی و همکاران، ۲۰۱۳، ۵۹). در سال ۲۰۲۰، مدل GPT-3 توسط OpenAI برای ایجاد محتوا و پاسخ به سؤالات طراحی شد و در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳، فناوری‌های هوش مصنوعی مانند ChatGPT به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفتند (براون و همکاران، ۲۰۲۰، ۱۸۷). پیش‌بینی می‌شود که هوش مصنوعی به‌سرعت به سمت توسعه‌های بیشتر حرکت کند و تأثیرات گسترده‌ای بر زندگی روزمره انسان‌ها داشته باشد (تگمارک، ۲۰۱۷، ۳۶).

۳. ویژگی‌های هوش مصنوعی و عملکرد آن

یکی از ویژگی‌های برجسته هوش مصنوعی، یادگیری ماشینی است که به سیستم‌ها اجازه می‌دهد از داده‌ها یاد بگیرند و بهبود یابند. الگوریتم‌های یادگیری نظارت‌شده، نظارت‌نشده و تقویتی این امکان را فراهم می‌آورند که سیستم‌های هوشمند بتوانند الگوهای پیچیده را شناسایی و تحلیل کنند (آلپایدین، ۲۰۲۰، ۶۷). پردازش زبان طبیعی (NLP) از دیگر قابلیت‌های حیاتی هوش مصنوعی است که توانایی درک، تفسیر، و تولید زبان انسانی را به سیستم‌ها می‌دهد و کاربردهایی همچون چت‌بات‌ها و ترجمه ماشینی را ممکن می‌سازد (جورافسکی و مارتین، ۲۰۲۱، ۱۵۹). بینایی ماشینی، که توانایی تحلیل تصاویر و ویدئوها را شامل می‌شود، در کاربردهایی نظیر تشخیص چهره و خودروهای خودران بسیار موثر است (زلزکی، ۲۰۲۱، ۲۵/۱). علاوه بر این، رباتیک با استفاده از هوش مصنوعی قادر است تا روبات‌ها را به‌گونه‌ای برنامه‌ریزی کند که وظایف پیچیده را انجام دهند و با محیط فیزیکی به‌طور مؤثری تعامل داشته باشند (سیسیلی و خطیب، ۲۰۱۶، ۵۴). عملکردهای هوش مصنوعی شامل تحلیل داده‌ها به منظور استخراج الگوهای مفید، تصمیم‌گیری‌های پیچیده براساس داده‌های ورودی، و خودکارسازی وظایف تکراری و زمان‌بر است که به‌طور چشمگیری بهره‌وری را افزایش و خطاهای انسانی را کاهش می‌دهد (راسل و نورویگ، ۲۰۲۰، ۱۸۴). هوش مصنوعی کمک می‌کند فرآیندی که توسط انسان در مدت چند ساعت یا چند روز آن هم با درصد بالایی خطا صورت می‌گیرد در چند ثانیه و با دقت بالا تحقق یابد

(بهرامی، ۱۹۹، ش، ۲). در قسمت یادگیری ماشین یک نسل پیشرفته‌تری نیز تحت عنوان یادگیری عمیق یا Deep Learning وجود دارد که در این مبحث ما حتی آن ویژگی‌ها را نیز به سیستم نمی‌دهیم؛ بلکه خود سیستم باید با تحلیل حجم انبوه نمونه‌ها ویژگی‌های اثرگذار در خروجی را شناسایی کند (ریبعی زاده، ۱۴۰۰، ش، ۲۹).

هوش مصنوعی را می‌توان براساس توانایی‌ها و قابلیت‌ها به سه دسته تقسیم‌بندی کرد: هوش مصنوعی محدود (Narrow AI)، هوش مصنوعی عمومی (General AI) و ابر هوش مصنوعی (Super AI) هر یک از این دسته‌ها، ویژگی‌ها و کاربردهای متفاوتی دارند.

۱. کاربردها در تسریع اجتهاد و استنباط

هوش مصنوعی از طریق پردازش زبان طبیعی و یادگیری ماشین، قادر به تجزیه و تحلیل سریع و دقیق منابع فقهی و اصولی است و بدین وسیله دقت و سرعت در استنباط احکام شرعی را ارتقا بخشد. این فناوری با ارائه قابلیت‌هایی مانند تشخیص ناسازگاری‌های مبنايي، تحلیل پیامدهای تغییرات اصولی، و شناسایی خطاهای تطبیقی، به فقها کمک می‌کند تا در تحلیل و استخراج احکام به دقت بیشتری دست یابند. همچنین می‌تواند با تسهیل دسترسی به منابع مرتبط، به جامع‌نگری و کیفی‌نگری در فرآیند اجتهاد کمک کرده و استنباط‌های دقیق‌تر و جامعی را ممکن سازد. علاوه بر این، در پاسخگویی به مسائل مستحدثه و فقه‌های مضاف، با ارائه راهکارهای تطبیقی و تحلیل تعارضات احتمالی، به تسریع فرآیند تصمیم‌گیری کمک کند. از دیگر قابلیت‌های این فناوری، بازسازی استدلال‌های ناقص در متون فقهی است که به فقها امکان می‌دهد مقدمات حذف شده را شناسایی و تحلیل کنند و نیز با بهره‌گیری از سیستم‌های توصیه‌گر و تحلیل داده‌های تاریخی، بستر مناسبی برای انطباق اصول فقهی با نیازهای نوین جامعه فراهم آورده و امکان مواجهه دقیق‌تر و سریع‌تر با چالش‌های جدید را بهبود می‌بخشد.

۴-۱. گزارش پیامدها و تغییر مبانی و ناسازگاری‌ها

اولین بخش از کاربردهای هوش مصنوعی در این فرایند گزارش پیامدها و تغییر مبانی و ناسازگاری‌ها است که در دو بخش زیر تبیین می‌شود:

۴-۱-۱. گزارش پیامدها: پیامدهای اتخاذ یا تغییر یک مبنا، یکی از مهم‌ترین نیازهایی است که توسط هوش مصنوعی برطرف می‌شود. گاهی تغییر در یک مبنا اصولی می‌تواند منجر به تغییر مستقیم در دیگر مبانی اصولی و فقهی، یا تغییر غیرمستقیم در فتاوی فقهی شود. به‌عنوان مثال، مبناى مرحوم نائینی و آیت‌الله خوئی در بحث منشأ فهم و جواب از ماده و صیغه امر، حکم عقل است. شهید صدر، که در طبقه شاگردان این دو بزرگوار قرار دارد، پس از گذشت چندین سال، پیامد نظریه ایشان را این‌گونه بیان می‌کند:

- نتایجی بر این مبنا بار می‌شود که معمولاً هیچ فقیهی به آن ملتزم نیست. برای مثال، اگر خطابی امر به اکرام فقیه کند، مانند «اکرم الفقیه»، و خطاب دیگری وارد شود «لا بأس باکرام الفقیه»، طبق این مبنا بین دو خطاب تنافی وجود ندارد؛ بلکه منافات بین حکم عقل و خطاب ترخیصی است. از آنجا که حکم عقل تعلیقی است و معلق بر عدم ورود ترخیص در ترک، با ورود خطاب ترخیصی، حکم عقل کنار می‌رود.

- اگر در وجود خطاب منفصل ترخیصی شک شود، لازم می‌آید که امتثال خطاب امر واجب نباشد؛ زیرا اگر حکم عقل متوقف بر عدم وجود مخصص منفصل باشد، مطلوب ما ثابت است؛ چراکه در صورت شک، عدم وجوب لازم می‌آید و اگر متوقف بر عدم علم به مخصص منفصل باشد، دیگر مشترک بین عالم و جاهل نیست و حکم ظاهری می‌شود و حکم ظاهری از محل نزاع خارج است (صدر، ۱۴۴۰ق، ج ۲، ص ۲۰). همچنین، در بحث کنارگذاری احادیث مخالف با قرآن، باید دقت شود که وجوب به‌دست آمده از ماده و هیئت امر، مفاد قرآن نیست، بلکه لازمه عقلی آن است.

با توجه به قابلیت‌های هوش مصنوعی که ذکر گردید، این فناوری می‌تواند پیامدهایی را که پس از گذشت چندین سال بیان شده است، در کسری از ثانیه در اختیار مرحوم نائینی و آیت‌الله خوئی قرار دهد.

۴-۱-۲. گزارش ناسازگاری‌ها: آنچه در روش نقد علما معروف است، دو دسته از اشکالات به نام‌های اشکالات نقضی و حلی است. ناسازگاری‌ها همان اشکالات نقضی هستند. هنگام اتخاذ یا تغییر یک مبنا، هوش مصنوعی می‌تواند مجموعه‌ای از اشکالات نقضی را که به محقق وارد می‌شود، بیان کند. چگونه هوش مصنوعی می‌تواند این کار را انجام دهد؟ پاسخ این است که پس از کشف پیامد نظریه جدید (که در مورد قبل بیان شد)، به بررسی مبانی یا فتاوی می‌پردازد که پیامد آنها با پیامد نظریه جدید

ناسازگار باشد. سپس، هوش مصنوعی این ناسازگاری‌ها را برای محقق لیست می‌کند. به این ترتیب، مجموعه‌ای از اشکالات نقضی طراحی می‌شود.

در حال حاضر، اشکالات نقضی گاهی با فاصله چندین عصر به محقق وارد می‌شود. حال تصور کنید اگر محقق هنگام تحقیق بر آنها واقف شود، این امر تا چه میزان می‌تواند در سرعت پیشرفت علم تأثیر داشته باشد؟ (صاعدرازی، ۱۳۹۹ ش، ۴۶۷)

۴-۲. جلوگیری از خطای تطبیقی: گاهی کلیات و مبانی در جای خود اخذ می‌شود؛ اما در مقام تطبیق اشتباه صورت می‌گیرد. به‌عنوان مثال شیخ انصاری در بحث اصل مثبت قائل به حجیت اصل مثبت در صورت خفاء واسطه است و علت آن را چنین می‌داند که عرف حکم با واسطه خفی را حکمی برای نفس مستصحب می‌داند (شیخ انصاری، ۱۲۸۱ ق، ۲ / ۶۶۴). بعد از ایشان، مرحوم نائینی و آیت الله خویی با استناد به کارکرد ابزاری عرف برای تشخیص مفاهیم به شدت کلام ایشان را نقد کرده و خلاصه نقدشان این است که عرف ابزاری است که برای تشخیص مفاهیم، از آن استفاده می‌شود نه در تشخیص مصادیق، به همین جهت این‌که عرف حکم با واسطه خفی را مصداق حکم بی‌واسطه می‌داند، ارزشی ندارد (خوئی، بی تا، ۲ / ۱۵۹؛ آخوند خراسانی، ۱۳۵۵ ش، ۴ / ۴۹۴).

- تکنیک‌ها و ابزارهای بالقوه:

در این مبحث به بیان تکنیک‌ها و ابزارهایی که مورد استفاده قرار می‌گیرد، پرداخته می‌شود.

- (۱) استدلال مبتنی بر قاعده: هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از سیستم‌های خبره و موتورهای استنتاجی، قواعد فقهی را به احکام خاص در مصادیق مشخص تطبیق دهد.
- (۲) یادگیری ماشین: هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، از داده‌های فقهی برای شناسایی الگوهای رایج در خطاهای تطبیقی و پیش‌بینی احتمال خطا در موارد خاص یاد بگیرد (شیخی، ۱۴۰۱ ش، ۵).
- (۳) پردازش زبان طبیعی: هوش مصنوعی می‌تواند برای پردازش متون فقهی و استخراج اطلاعات و مفاهیم کلیدی از آنها، مانند موضوع حکم، شرایط و قیود آن، و مصادیق مختلف آن استفاده شود.

استفاده از هوش مصنوعی برای جلوگیری از خطای تطبیقی در فقه، ابزاری قدرتمند و نوظهور است که می‌تواند به ارتقای دقت و انسجام استنباط احکام شرعی کمک کند (محمدی و دهقانی، ۱۳۹۸، ۴۷).

از اشکالاتی که در اینجا می‌تواند وارد شود، دو اشکال عمده به شرح زیر است:

- تعریف دیتاها در هوش مصنوعی نیز از طریق انسان صورت می‌گیرد؛ لذا این خطا در تطبیق هوش مصنوعی نیز متصور است.

- از تفاوت‌های علوم انسانی تغییر تحلیل براساس زاویه نگرش و اولویت‌ها و پذیرش ضرورت و حاجت است. اشکال مطروحه ناظر به امکان خطای تطبیقی در فقه با استفاده از هوش مصنوعی است. برای تحلیل این اشکال، ابتدا باید به چند نکته علمی و فلسفی توجه کرد:

- تعریف داده‌ها توسط انسان: در بخش اول متن گفته شده که «تعریف دیتاها در هوش مصنوعی از طریق انسان صورت می‌گیرد»، و از این نتیجه گرفته شده که خطا در تطبیق هوش مصنوعی نیز متصور است. این ادعا از نظر علمی درست است؛ زیرا مدل‌های هوش مصنوعی براساس داده‌هایی که به آن‌ها داده می‌شود آموزش می‌بینند و اگر این داده‌ها اشتباه یا ناقص باشند، نتیجه‌ای که مدل ارائه می‌دهد، نیز ممکن است اشتباه باشد. بنابراین، این قسمت از اشکال از نظر علمی معتبر است؛ زیرا حتی پیشرفته‌ترین مدل‌های هوش مصنوعی هم به داده‌هایی که توسط انسان تهیه می‌شود وابسته هستند و این داده‌ها می‌توانند منبع خطا باشند.

- تطبیق در فقه: در بخش دوم بحث، به تفاوت بین تشخیص مفهوم و تشخیص مصداق اشاره شده است. شیخ انصاری می‌گوید عرف می‌تواند حکم واسطه خفی را مانند حکم بی‌واسطه بدانند. ولی نائینی و آیت‌الله خوئی معتقدند که عرف فقط در تشخیص مفاهیم می‌تواند کمک‌کننده باشد، نه در تشخیص مصداق. این نقد نیز به‌طور اصولی درست است؛ زیرا در علم اصول فقه، تفاوت بین مفهوم و مصداق اساسی است. تشخیص مفهوم یعنی این‌که یک قاعده کلی یا اصل فقهی را بشناسیم؛ اما تشخیص مصداق به معنای این است که بدانیم این قاعده در کجاها و چگونه قابل اعمال است.

- نقد هوش مصنوعی در تطبیق مصداق: در تطبیق احکام فقهی با مصداق خاص، مسأله تشخیص دقیق مصداق اهمیت دارد. از آنجا که هوش مصنوعی به داده‌های ورودی خود وابسته است و نمی‌تواند به‌صورت مستقل و کامل مصداق را تشخیص دهد، احتمال خطا در اینجا بالاست. به‌ویژه در فقه که مصداق اغلب براساس ویژگی‌های خاص فرهنگی، عرفی و اجتماعی تعریف می‌شوند، تشخیص مصداق

نیازمند قضاوت و استدلال‌های پیچیده‌ای است که ممکن است در داده‌های ورودی به هوش مصنوعی وجود نداشته باشد. بنابراین این اشکال نیز وارد است؛ زیرا استفاده از هوش مصنوعی در تطبیق مصادیق بدون نظارت و قضاوت انسانی می‌تواند منجر به خطاهای جدی شود.

در ارزیابی به این نتیجه می‌رسیم که اشکالاتی که در اینجا وارد شده از دو جهت علمی و فقهی معتبر است. از یک سو، داده‌های ورودی به هوش مصنوعی که توسط انسان تعریف می‌شوند می‌توانند منبع خطا باشند، و از سوی دیگر، تشخیص مصادق در فقه نیازمند قضاوت انسانی است و هوش مصنوعی به‌خاطر محدودیت‌هایش در این زمینه با چالش‌های جدی مواجه است.

۳-۴. ایجاد تعادل بین نوآوری‌های تکنولوژیکی و فقه: ایجاد تعادل بین نوآوری‌های تکنولوژیکی و فقه چالشی حیاتی و پیچیده است که به همکاری مستمر بین علما و متخصصان فناوری نیاز دارد تا نوآوری‌های جدید بدون تخطی از اصول دینی به‌کار گرفته شوند. استفاده از هوش مصنوعی در این فرآیند نقش کلیدی ایفا می‌کند؛ زیرا با تحلیل داده‌های بزرگ و بهره‌گیری از تکنیک‌های یادگیری ماشین، می‌توان مدل‌های پیشرفته‌ای برای تشخیص نقاط تعارض بین فناوری‌های نوین و اصول فقهی ارائه داد. در حوزه‌هایی مانند ارزش‌های دیجیتال و بانکداری الکترونیکی، استفاده از سیستم‌های مدیریت دانش که با کمک هوش مصنوعی دیدگاه‌های دینی و تکنولوژیکی را گردآوری و تحلیل می‌کنند، راه را برای استفاده مسئولانه از فناوری‌های جدید هموار می‌سازد. این سیستم‌ها همچنین به‌عنوان پلتفرم‌هایی برای اشتراک‌گذاری دانش در بین الملل عمل کرده و راهنمایی‌های لازم را در مورد نوآوری‌های تکنولوژیکی در چارچوب شرعی ارائه می‌دهند (کوپیلوت، بی‌تا، ۲). علاوه بر این، تحقیقات بین‌رشته‌ای که با استفاده از پایگاه‌های داده مشترک و هوش مصنوعی هدایت می‌شوند، به علما امکان می‌دهند تا با تحولات سریع تکنولوژیکی سازگار شوند و پاسخ‌های مناسب فقهی را ارائه دهند (کریمی، ۱۴۰۰، ۵۸). هوش مصنوعی همچنین می‌تواند در تدوین قوانین تطبیقی جدید نقش مؤثری داشته باشد؛ تحلیل بیگ دیتا می‌تواند روندهای جدید را بهتر شناسایی کرده و به تصمیم‌گیری‌های شرعی کمک کند (موسوی تبریزی، ۱۴۰۰، ۱۳). در زمینه آموزش و آگاهی‌بخشی، دوره‌های آنلاین تعاملی که به کمک تکنیک‌های نوین یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی ارائه می‌شوند، به علما و دانشجویان کمک می‌کنند تا با جدیدترین تحولات تکنولوژیکی آشنا شده و آن‌ها را با اصول فقهی تطبیق دهند (کوپیلوت، بی‌تا، ۲). همچنین استفاده از

هوش مصنوعی در سیستم‌های مشاوره مستمر و دریافت بازخورد از طریق پلتفرم‌های تعاملی، امکان تحلیل نظرات و بازخوردهای کاربران را فراهم می‌کند و به بهبود راه‌حل‌های پیشنهادی کمک می‌کند. در نهایت، بهره‌گیری از ابزارهای نوین مانند هوش مصنوعی، نه تنها تسهیل‌کننده ایجاد تعادل بین فناوری و فقه است، بلکه نوآوری‌های تکنولوژیکی را به گونه‌ای هدایت می‌کند که با ارزش‌های دینی همخوانی داشته باشند و از سوءاستفاده‌های ناخواسته جلوگیری شود (موسوی تبریزی، ۱۴۰۰، ۱۹).

اشکالاتی نیز به این موضوع وارد است که مهم‌ترین آن این است که غالب مباحث مذکور در شیوه‌های معمول نیز محقق می‌شوند و اختصاصی به هوش مصنوعی ندارند.

پاسخ به این اشکال نیازمند توضیح تمایزات کلیدی میان روش‌های سنتی و قابلیت‌های نوین هوش مصنوعی است. اگرچه برخی از فعالیت‌ها مانند مشاوره دینی، تدوین قوانین و تطبیق نوآوری‌های تکنولوژیکی با اصول فقهی ممکن است به طور سنتی نیز انجام شده باشند، هوش مصنوعی این فرآیندها را با دقت، سرعت، و کارایی بسیار بالاتری انجام می‌دهد. برای مثال، در مشاوره‌های دینی سنتی، تجمیع و تحلیل دیدگاه‌های مختلف علما زمان‌بر و پیچیده است؛ اما با استفاده از سیستم‌های مدیریت دانش مبتنی بر هوش مصنوعی، این کار به طور لحظه‌ای و دقیق انجام می‌شود و اطلاعات به صورت هوشمند تحلیل و طبقه‌بندی می‌شوند. این تکنولوژی نه تنها روند اشتراک‌گذاری دانش را تسریع می‌کند، بلکه قادر است مقیاس گسترده‌تری از داده‌ها را از منابع مختلف جمع‌آوری و تحلیل کند، که در شیوه‌های سنتی بسیار دشوار یا حتی غیرممکن است.

همچنین، در مورد تحقیقات بین‌رشته‌ای، پایگاه‌های داده هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند مقالات، تحقیقات و داده‌های مرتبط را با دقت و سرعت بسیار بیشتری نسبت به روش‌های سنتی بررسی کرده و ارتباطات پنهان میان مسائل دینی و تکنولوژیکی را کشف کنند. از طرفی، تکنیک‌های یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های بزرگ (بیگ دیتا) به طور خاص در تبیین الگوها و روندهای پیچیده تکنولوژیکی و تأثیرات آن‌ها بر جامعه، که در روش‌های سنتی بسیار سخت‌تر است، کاربرد دارند.

در زمینه آموزش و آگاهی‌بخشی نیز، استفاده از سیستم‌های آموزشی تعاملی مبتنی بر هوش مصنوعی، تجربه آموزشی شخصی‌سازی شده و پویا را برای دانشجویان و علما فراهم می‌کند که در روش‌های معمول با محدودیت‌های بیشتری همراه است. برای مثال، ماک‌ها و دوره‌های آنلاین هوشمند می‌توانند براساس نیازها و سطح دانش هر فرد، محتوای آموزشی متفاوتی ارائه دهند که به ارتقای کیفیت

یادگیری کمک می‌کند. از سوی دیگر، در بخش تدوین قوانین تطبیقی، هوش مصنوعی قادر است به کمک تحلیل داده‌های گسترده و بررسی قوانین مختلف، سریع‌تر و با دقت بیشتری قوانین جدید را پیشنهاد دهد. این تکنولوژی از طریق مدل‌های پیش‌بینی و شبیه‌سازی، می‌تواند تأثیرات احتمالی هر قانون را بر اساس داده‌های گذشته پیش‌بینی کند، که در شبیه‌های سنتی به زمان و منابع بیشتری نیاز دارد.

در نهایت، آنچه هوش مصنوعی را متمایز می‌سازد، توانایی آن در پردازش حجم عظیمی از داده‌ها، شناسایی الگوهای پیچیده و ارائه راه‌حل‌های دقیق‌تر و هوشمندتر است. این ویژگی‌ها در کنار سرعت و انعطاف‌پذیری بالا، به وضوح نشان می‌دهند که اگرچه برخی از این مسائل ممکن است در شبیه‌های سنتی نیز به‌طور محدود محقق شوند؛ اما هوش مصنوعی این فرآیندها را به سطحی بسیار بالاتر و کارآمدتر می‌برد و امکان مواجهه سریع‌تر و دقیق‌تر با چالش‌های جدید را فراهم می‌آورد.

۴-۴. جامع‌نگری و کیفی‌نگری در منابع: با توجه به گستره منابع استنباط استفاده از همه آنها و بررسی و تحلیل آنها در هر مسئله‌ای از توان عادی یک فقیه و اصولی خارج است. به همین جهت در عموم درس‌های خارج از قدیم تا به حال، علما به نقد یکدیگر می‌پردازند؛ زیرا در خلال این نقدها کم‌کم آن جامع‌نگری و کیفی‌نگری ایجاد می‌شود. امروزه فقها در اغلب موارد برای حل هر مسئله فقهی، یک دور کتاب و سائل الشیعه نمی‌خوانند؛ زیرا چنین کاری عادتاً ممکن نیست و باعث می‌شود حل یک مسئله ماه‌ها زمان ببرد؛ بلکه روایات را تنها در باب‌های مناسب با آن مسئله بررسی کرده و در حد توان، به تتبع در کتب فقهی می‌پردازند. این امر در حالی است که معترفند ممکن است ادله‌ای در ابواب دیگر وجود داشته باشد (خوئی، ۱۴۱۳ق، ۱/۳۳۵).

همچنین، علاوه بر عدم جامع‌نگری، دغدغه کیفی‌نگری نیز وجود دارد در معنا کردن روایات، عموماً دقت فقیه اگرچه زیاد است؛ اما کافی نیست؛ زیرا امور متعددی همچون بستر تحول تاریخی واژه‌ها، ارتکازات عمومی و حتی حالات و اعتقادات راویان احادیث در معنا کردن روایت تأثیرگذار است. روشن است که یک فقیه نمی‌تواند برای معنا کردن هر روایت تمام مسیرها را بررسی کند. گرچه در طول زمان این جامع‌نگری و کیفی‌نگری ایجاد شده است و علما با نقدهایی که به یکدیگر کرده‌اند این مسیر را بیش از پیش جلو بردند؛ اما باید توجه داشت که این ضعف به قیمت کندی پیشرفت علم تمام می‌شود. علما نیز به این ضعف واقف بودند شاهد این مطلب پاسخشان در مقدار لازم در فحوص است (صاعدرازی،

۱۳۹۹ش، ۴۶۷). یکی از مهم‌ترین دلایل آنها بر عدم لزوم فحص کامل، عدم توان بر آن است (خوئی، بی تا، ۴۲۸؛ انصاری، ۲۸۱، ف، ۵۲۴).

حال سؤال این است که آیا امروزه نیز چنین است؟ آیا هوش مصنوعی نمی‌تواند چنین امری را میسر کند؟ هوش مصنوعی می‌تواند در مساله جامع‌نگری و کیفی‌نگری در منابع فقهی کمک‌های متعددی ارائه دهد. حتی در مسائل تاریخی که البته فقهای امامیه تمایلی به استناد به منابع تاریخی در استنباط‌های خود ندارند. (جهرمی و دیگران، ۱۴۰۲ش، ۴۰) در ادامه، با مثال‌ها و جزئیات بیشتر توضیح داده می‌شود که چگونه هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود این فرآیندها کمک کند:

(۱) پردازش زبان طبیعی: پردازش زبان طبیعی به هوش مصنوعی این امکان را می‌دهد تا

متون فقهی را به صورت خودکار پردازش کرده و اطلاعات مهم را استخراج کند. برای مثال:

- استخراج مفاهیم کلیدی: فرض کنید فقهی در حال بررسی مسئله‌ای مانند «بیع» است. با استفاده از NLP، می‌توان تمامی متون مرتبط با بیع را از منابع مختلف مانند «وسائل الشیعه»، «الکافی»، و سایر کتب فقهی استخراج و دسته‌بندی کرد.

- تشخیص اصطلاحات تخصصی: هوش مصنوعی می‌تواند اصطلاحات تخصصی فقهی را شناسایی کرده و معانی دقیق آنها را در متن مشخص کند، که این امر به تفسیر صحیح متون کمک می‌کند (کوپایلو، بی تا، ۳).

(۲) جستجوی هوشمند: جستجوی هوشمند به کمک الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌تواند سرعت و دقت در یافتن اطلاعات را بهبود بخشد:

- پیدا کردن روایات مرتبط: فرض کنید فقهی به دنبال تمام روایاتی است که به موضوع «طهارت» مرتبط هستند. یک سیستم جستجوی هوشمند می‌تواند به سرعت این روایات را از مجموعه‌ای بزرگ از کتب فقهی و حدیثی پیدا کند و آنها را به ترتیب اولویت نمایش دهد (بیک زاده، ۱۳۷۸، ۲۳).

- جستجوی معنایی: به جای جستجوی صرفاً مبتنی بر کلمات کلیدی، هوش مصنوعی می‌تواند با درک معنای متن، نتایج مرتبط‌تری ارائه دهد. به عنوان مثال، جستجو برای «حکم وضو با آب قلیل» می‌تواند شامل تمامی مباحث مرتبط با وضو و آب قلیل شود، حتی اگر دقیقاً از همان کلمات استفاده نشده باشد.

(۳) شبکه‌های عصبی و مدل‌سازی ارتباطات: شبکه‌های عصبی عمیق می‌توانند برای مدل‌سازی روابط پیچیده بین روایات و منابع فقهی استفاده شوند:

- ارتباطات متقابل: با استفاده از شبکه‌های عصبی، می‌توان ارتباطات متقابل بین روایات و فتاوی‌های مختلف را مدل‌سازی کرد. این مدل‌ها می‌توانند به فقیه نشان دهند که چگونه یک روایت خاص با سایر روایات و فتاوا در دیگر ابواب فقهی مرتبط است.

- تشخیص تعارضات: هوش مصنوعی می‌تواند به تشخیص تعارضات میان روایات مختلف کمک کند و پیشنهاداتی برای حل این تعارضات ارائه دهد (موسوی تبریزی، ۱۴۰۰، ۲۴).

۴) سیستم‌های توصیه‌گر: سیستم‌های توصیه‌گر می‌توانند به فقها در انتخاب منابع و روایات مرتبط کمک کنند:

- پیشنهاد منابع: اگر فقیه‌ای در حال تحقیق درباره موضوعی مانند «ازدواج موقت» است، سیستم توصیه‌گر می‌تواند پیشنهاد کند که کدام منابع و روایات را باید بررسی کند و حتی ترتیب اولویت آنها را مشخص کند.

- تحلیل شباهت‌ها: این سیستم‌ها می‌توانند با تحلیل شباهت‌های متون مختلف، روایات مشابه یا مکمل را پیدا کرده و به فقیه پیشنهاد دهند.

۵) تحلیل داده‌های تاریخی: تحلیل داده‌های تاریخی به کمک هوش مصنوعی می‌تواند به فهم بهتری از تحول مفاهیم و واژگان کمک کند:

- تحول واژگان: هوش مصنوعی می‌تواند تاریخچه تغییرات واژگان را در متون فقهی بررسی کرده و به فقیه نشان دهد که چگونه معنای یک واژه خاص در طول زمان تغییر کرده است (کریمی، ۱۴۰۰، ۳۹).

- تحلیل تاریخی روایات: با تحلیل تاریخی روایات، هوش مصنوعی می‌تواند به فقیه نشان دهد که چگونه روایات مختلف در دوره‌های زمانی مختلف تفسیر و استفاده شده‌اند.

به‌عنوان مثال، فرض کنید فقیه‌ای در حال بررسی مسئله «خمس» است. او می‌خواهد تمام روایات و فتاوی‌های مرتبط با خمس را از منابع مختلف استخراج کرده و تحلیلی جامع و کیفی انجام دهد. در اینجا هوش مصنوعی به کمک ابزارهای زیر وارد عمل می‌شود به این صورت که:

الف) پردازش زبان طبیعی، متون مربوط به خمس را از کتب مختلف استخراج کرده و مفاهیم کلیدی را شناسایی می‌کند. ب) جستجوی هوشمند، روایات مرتبط با خمس را از پایگاه‌های داده جستجو کرده و نتایج را براساس ارتباط معنایی نمایش می‌دهد. ج) شبکه‌های عصبی، روابط بین روایات مختلف در

زمینه خمس را مدل‌سازی کرده و تعارضات احتمالی را نشان می‌دهد (موسوی تبریزی، ۱۴۰۰، ۲۷). (د سیستم توصیه‌گر، پیشنهاداتی برای منابع و روایات مکمل ارائه می‌دهد که فقیه ممکن است به آنها توجه نکرده باشد. ه) تحلیل داده‌های تاریخی، تغییرات مفهومی و تفسیری روایات خمس را در طول زمان بررسی و تحلیل می‌کند (کریمی، ۱۴۰۰، ۵۰). استفاده از هوش مصنوعی در فقه می‌تواند به بهبود فرآیند جامع‌نگری و کیفی‌نگری کمک شایانی کند. این فناوری می‌تواند به فقیهان کمک کند تا با سرعت و دقت بیشتری به تحلیل متون فقهی بپردازند و از این طریق، پیشرفت علم فقه را تسریع کند.

۴-۵. تطبیق نظریات اصولی با کاربردهای فقهی: در علم اصول که علمی آلی و روشی است، موضع‌گیری خاصی صورت می‌گیرد که توقع می‌رود در فقه مطابق آن عمل شود؛ اما وقتی در فقه مورد کاربرد آن می‌رسد گاهی خلاف آن عمل می‌شود. به عنوان مثال، آیت الله خوئی در بحث اصولی مفهوم وصف به مفهوم وصف فی الجمله معتقدند (خوئی، بی تا، ۲۷۸)؛ اما در فقه ذیل بحث اعتبار استقبال قبله در حال حَضَر در موردی که تطبیق مفهوم وصف فی الجمله است، می‌فرماید وصف، مفهوم ندارد؛ مخصوصاً اگر قید غالبی باشد (خوئی، ۱۴۱۳ق، ۲۹/۱۲). منشأ این نوع اشتباهات یا در تطبیق است یا در این‌که خصوصیتی در این مثال هست که در هنگام تدوین قاعده اصولی به آن خصوصیت متوجه نبودند (صاعدرازی، ۱۳۹۹ش، ۴۷۱).

هوش مصنوعی می‌تواند در حل مشکلات ناشی از عدم تطابق نظریات اصولی با کاربردهای فقهی کمک‌های متعددی ارائه دهد. این فناوری می‌تواند به تحلیل دقیق‌تر منابع، و بهبود تصمیم‌گیری در فرآیند استنباط فقهی کمک کند. در ادامه، روش‌ها و ابزارهای هوش مصنوعی که می‌توانند در این زمینه مؤثر باشند، با مثال‌ها و جزئیات شرح داده می‌شود:

۴-۵-۱. تشخیص تعارضات و تناقضات (Inconsistency Detectin)

یکی از کاربردهای کلیدی هوش مصنوعی در زمینه فقه، تشخیص تعارضات و تناقضات میان نظریات اصولی و فتاوی فقهی است. این تکنولوژی با پردازش مقالات و کتب فقهی می‌تواند تناقضاتی که ممکن است به دلیل اختلاف در مبانی اصولی یا تغییر در ادله رخ دهد را شناسایی کند. برای مثال، اگر آیت‌الله خوئی در اصول مفهوم وصف را بپذیرد؛ اما در فقه آن را رد کند، هوش مصنوعی قادر است این تناقض را شناسایی کرده و به فقیه هشدار دهد که این تغییر موضع می‌تواند نیاز به بررسی بیشتری داشته باشد (موسوی تبریزی، ۱۴۰۰، ۳۰). افزون بر این، سیستم‌های توصیه‌گر می‌توانند با تحلیل داده‌های اصولی و

فقهی، منابع مرتبط را به فقیهان پیشنهاد دهند تا در حل تناقضات به بهترین منابع دسترسی پیدا کنند و به تطبیق دقیق‌تر برسند. برای مثال، اگر یک فقیه با مسئله‌ای مواجه شود که در آن اختلاف نظر یا تناقض دیده می‌شود، سیستم توصیه‌گر می‌تواند منابعی که توسط دیگر فقها در موارد مشابه به کار گرفته شده‌اند را پیشنهاد دهد و به تبیین بهتر مسئله کمک کند. علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند تعارضات میان فتاوا را شناسایی کرده و راه‌حل‌های ممکن را ارائه دهد. این فناوری با تحلیل روابط پیچیده میان اصول و فقه، می‌تواند نشان دهد که چگونه در موارد مشابه، دیگر فقها این مشکلات را حل کرده‌اند و از چه استدلال‌هایی استفاده کرده‌اند. بنابراین، استفاده از هوش مصنوعی به فقیهان در حل تعارضات اصولی و فقهی کمک می‌کند و فرآیند استنباط احکام را با دقت و سرعت بیشتری بهبود می‌بخشد.

اشکالی نیز در اینجا مطرح است که گاهی اختلاف در پذیرش مفهوم مخالف وصف به دلیل تعارض مبانی و ادله است، نه به خاطر تناقض و نسیان مجتهد.

برای پاسخ به این اشکال باید به دو نکته کلیدی توجه شود:

- نقش تعارض مبانی و ادله در اختلافات فقهی: بسیاری از اختلافات فقهی میان علما ناشی از تعارض در مبانی اصولی یا استدلال‌های مختلف است، نه الزاماً نسیان یا تناقض. به عنوان مثال، ممکن است یک مجتهد در بحث اصولی، مفهوم وصف را بپذیرد ولی در یک موضوع فقهی خاص به دلیل وجود ادله و شرایط خاص آن موضوع، آن را نپذیرد. در اینجا، هوش مصنوعی باید قادر باشد به جای تشخیص ساده تناقضات، تفاوت‌های ناشی از مبانی و ادله را درک کرده و بین مواردی که تعارض اصولی وجود دارد و مواردی که تناقض واقعی است، تمایز قائل شود. این وظیفه هوش مصنوعی نیست که یک نظریه را به عنوان صحیح یا نادرست قضاوت کند، بلکه باید بتواند براساس تحلیل داده‌ها به فقیه نشان دهد که تفاوت‌ها ناشی از تعارض ادله یا مبانی اصولی است.

- توسعه هوش مصنوعی برای شناسایی تفاوت‌های مبانی: هوش مصنوعی می‌تواند طوری توسعه یابد که نه تنها به شناسایی تناقضات بپردازد، بلکه تفاوت‌های مبانی و ادله‌ی استنباطی را نیز تحلیل کند. به عنوان مثال، در مورد آیت‌الله خوئی و بحث «مفهوم وصف»، ممکن است اختلاف او در اصول و فقه ناشی از استفاده از ادله‌های متفاوت در دو موضوع باشد. هوش مصنوعی می‌تواند با پردازش حجم زیادی از داده‌های اصولی و فقهی، توضیح دهد که در چه شرایطی یک مجتهد مبانی اصولی خود را تغییر

داده است و چرا. این ابزار می‌تواند به فقیه کمک کند تا متوجه شود که دلیل تغییر موضع ناشی از تعارض در ادله است و نه تناقض.

در نتیجه، این اشکال معتبر است که همه اختلافات به دلیل تناقض نیستند؛ اما هوش مصنوعی می‌تواند به‌عنوان ابزاری برای شناسایی ریشه‌های این اختلافات، به‌ویژه تعارضات مبنایی و ادله، استفاده شود. این توانایی به فقیه اجازه می‌دهد تا درک عمیق‌تری از تفاوت‌های نظری داشته باشد و به‌جای تمرکز بر تشخیص تناقض، به تحلیل دقیق‌تر مبنایی بپردازد.

۴-۵-۲. تحلیل معنایی (Semantic Analysis): تحلیل معنایی می‌تواند به درک دقیق‌تر متن و تشخیص خصوصیات مختلف آن کمک کند. به‌عنوان مثال اگر در مسئله‌ای خاص، قید غالبی مورد بحث است، هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل معنایی متن، این قید را شناسایی کرده و تاثیر آن را بر حکم نهایی بررسی کند. این تحلیل می‌تواند به فقیه کمک کند تا در تصمیم‌گیری خود دقت بیشتری داشته باشد و از اشتباهات احتمالی جلوگیری کند.

۴-۵-۳. شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق (Neural Networks and Deep Learning): این روش‌ها می‌توانند برای مدل‌سازی روابط پیچیده میان مفاهیم اصولی و کاربردهای فقهی استفاده شوند. به‌عنوان مثال شبکه‌های عصبی می‌توانند به شناسایی الگوهای پیچیده در داده‌های فقهی و اصولی کمک کنند. این مدل‌ها می‌توانند نشان دهند که چگونه تغییر در یک قاعده اصولی می‌تواند بر کاربردهای فقهی مختلف تاثیر بگذارد و بالعکس.

۴-۵-۴. تحلیل داده‌های تاریخی (Historical Data Analysis): هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های تاریخی، روند تغییرات و تأثیرات متقابل میان اصول و فقه را شناسایی کند. با تحلیل داده‌های تاریخی می‌توان مشاهده کرد که چگونه نظریات اصولی در دوره‌های مختلف تغییر کرده‌اند و چگونه این تغییرات بر کاربردهای فقهی تاثیر گذاشته‌اند. این تحلیل می‌تواند به فقیهان کمک کند تا درک بهتری از روند تحولات داشته باشند و در تصمیم‌گیری‌های خود از این روندها استفاده کنند.

۴-۶. تصحیح درهم آمیختگی روش و محتوا: اجتهاد چیزی جز قدرتی کامل در به‌کارگیری روش استنباط نیست. برای فهم انواع روش استنباط، تفاوت‌ها و مقایسه‌ها به کجا باید رجوع کرد؟ به کجا باید رجوع کرد تا آن‌را فهمید و سپس اتخاذ مینا کرده، در به‌کارگیری آن تمرین کرد و چیره شد؟ پاسخ این سؤال در حال حاضر، «هیچ جا» می‌باشد؛ زیرا روش فنی استنباط در لا به لای فقه آمده است. تفاوت روش استنباطی شهید صدر با آیت الله خوئی زمانی معلوم می‌شود که بخش مفصلی از فقه‌شان خوانده شود و چون عموماً چنین امری میسر نیست و تسلط به مبانی و روش‌های استنباط تمام علما کار بسیار دشواری است؛ لذا ابزارها و قابلیت‌های هوش مصنوعی نقش فقیه یاری خود را به‌درستی می‌تواند ایفا کند. لازم به ذکر است که می‌توان با فعالیت‌های پژوهشی کتاب‌هایی در تفاوت روش فقها تدوین کرد؛ اما؛ سؤال این است که آیا راه سریع‌تری وجود دارد؟ این‌خلاف تنها از جهت آموزشی آسیب‌های جدی وارد می‌کند بلکه از جهت فهمی و درکی نیز آسیب زاست تفسیر عبارت‌های علما با سیطره بر روش و طرز تفکر آنها عمیق می‌شود به‌عنوان مثال، اصطلاح جعل و مجعول، در کاربرد علما نزدیک به سه اصطلاح داشته و ریشه در تفسیر آنها در مراحل تحقق حکم دارد. تفاوت‌ها را در این آدرس‌ها می‌توان ملاحظه کرد: (خوئی، ۱۴۱۳ق، ۲/۱۶۰؛ عراقی، ۱۳۶۱ش، ۱/۱۶۱؛ نائینی، ۱۴۱۳ق، ۱/۱۰۵).

چنین مطلبی که بسیار در فهم احکامی که برای جعل و مجعول گفته می‌شود به‌کار می‌آید، در حال حاضر تنها در صورتی به‌دست می‌آید که محقق زمان زیادی صرف مطالعه آنها کرده و در معماهای مختلف دست و پا بزند. سؤال این است که آیا هوش مصنوعی می‌تواند چنین خلأیی را برطرف کرده و تفکیک روش از محتوا و مقایسه را ممکن کند؟ برای پاسخ به این پرسش ابتدا باید به چند نکته کلیدی توجه شود:

نکته اول: تفکیک روش از محتوا در استنباط فقهی: تفکیک روش از محتوا در استنباط فقهی چالش‌های خاص خود را دارد. روش استنباط، مجموعه‌ای از اصول و قواعدی است که فقیه برای استخراج احکام شرعی از منابع فقهی به‌کار می‌گیرد. این روش‌ها ممکن است بین فقهای مختلف تفاوت‌های قابل توجهی داشته باشند و این تفاوت‌ها عمدتاً در مباحث فقهی و اصولی آنها پدیدار می‌شوند. نکته دوم: منابع و متون برای فهم روش‌های استنباطی: برای فهم و مقایسه روش‌های استنباطی فقها، لازم است به منابع اصلی آنها رجوع کرد. برخی از منابع مهم شامل:

- کتب اصول فقهی: مانند «کتاب الرسائل» و «فرائد الأصول» اثر شیخ انصاری.
- کتب فقهی: مانند «موسوعه الفقهیه» اثر آیت الله خوئی و «بحوث فی شرح العروة الوثقی» اثر شهید صدر.
- نکته سوم: استفاده از هوش مصنوعی برای تحلیل فقهی: هوش مصنوعی می تواند نقش مهمی در تحلیل و تفکیک روش های استنباطی ایفا کند. برخی از کاربردهای هوش مصنوعی در این زمینه عبارتند از:
- الف) استخراج و تحلیل داده ها: هوش مصنوعی می تواند متون فقهی و اصولی را تحلیل کرده و اصول و روش های استنباطی مختلف را استخراج و مقایسه کند. الگوریتم های یادگیری ماشینی می توانند الگوها و تفاوت های موجود در روش های استنباطی را شناسایی کنند (همان طور که در بخش های قبلی بررسی شد).
- ب) تدوین و مرتب سازی اطلاعات: هوش مصنوعی می تواند اطلاعات مربوط به روش های استنباطی مختلف را به شکل سازمان یافته و قابل فهمی ارائه دهد. این می تواند شامل ایجاد پایگاه های داده ای از متون فقهی و اصولی باشد که امکان جستجو و مقایسه سریع را فراهم می آورد.
- ج) ایجاد ابزارهای آموزشی: با استفاده از هوش مصنوعی، می توان ابزارهای آموزشی و کمکی برای دانشجویان و محققان فقهی ایجاد کرد که به آنها کمک می کند تا روش های استنباطی مختلف را بهتر درک کرده و به کار گیرند. (همان طور که در بخش های قبلی بررسی شد).
- به طور کلی، هوش مصنوعی می تواند به عنوان یک ابزار قدرتمند در جهت تحلیل و تفکیک روش های استنباطی فقهی عمل کند. این امر می تواند به فهم بهتر و سریع تر این روش ها کمک کرده و امکان مقایسه و یادگیری آنها را برای محققان و دانشجویان فراهم آورد. با این حال، تحقق کامل این هدف نیازمند تلاش های پژوهشی و توسعه ای گسترده در حوزه هوش مصنوعی و مطالعات فقهی است.
- ۴-۷. بریدگی استدلال ها: بسیاری از استدلال هایی که در کتاب های تحقیقی بیان می شود با حذف مقدمات است. کمتر کتابی مانند کتاب های آیت الله خوئی، تقریری سلیس دارد و در آن تمام مسیر طی شده برای رسیدن به مطلوب بیان می شود. حتی در کتاب های آیت الله خوئی بعضی از استدلال ها به صورت کامل بیان نشده است. علت چنین امری وضوح این مقدمات برای گوینده است؛ اما همین مراحل بیان نشده گاهی دقت هایی دارد که نسل های بعد این استدلال ها را باز کرده و از زاویه همان مقدماتی که بیان نشده است، آن را مورد نقد قرار می دهند (ربیعی زاده، ۱۴۰۰ش، ۲۸). آیا هوش مصنوعی می تواند بازسازی

استدلال کند و حدس بزند فلان عالم طبق مبانی خودش، قاعدتاً برای رسیدن به چنین مطلوبی باید چه مقدماتی را طی کرده باشد؟ هوش مصنوعی اگر بتواند این خلاها را پر کند، خدمت بزرگی در راستای سرعت کمیت و کیفیت پیشرفت کرده است و همچنین می‌تواند آموزش و انتقال و تبادل علم را به شدت سهولت بخشیده و زمان آن‌را کوتاه کند. در اینجا در صدد تبیین و توصیف خدمات هوش مصنوعی است تا در ضمن آن چگونگی پر شدن خلاها توسط هوش مصنوعی روشن گردد. هوش مصنوعی می‌تواند در بازسازی استدلال‌ها و حدس زدن مقدمات حذف شده نقش مهمی ایفا کند. این توانایی هوش مصنوعی در چندین زمینه علمی و تحقیقی می‌تواند به‌طور چشمگیری به پیشرفت‌ها کمک کند. در ادامه به برخی از روش‌ها و ابزارهایی که هوش مصنوعی برای پر کردن خلاهای استدلالی می‌تواند استفاده کند، اشاره می‌کنیم:

هوش مصنوعی با تحلیل متنی گسترده می‌تواند الگوها و ساختارهای معمول در استدلال‌های مشابه را استخراج کند، که این کار با استفاده از مدل‌های NLP پیشرفته مانند BERT و GPT-3 انجام می‌شود و مدل‌های زبانی بزرگ مانند GPT-4 قادرند متون پیچیده را فهمیده و تحلیل کنند و با تحلیل متون علمی و فقهی، استدلال‌های ناقص را بازسازی و مقدمات احتمالی را ارائه دهند (براون و همکاران، ۲۰۲۰، ۱۸۷). شبکه‌های عصبی و یادگیری عمیق نیز با یادگیری از داده‌های بزرگ و پیچیده، توانایی تشخیص الگوهای پیچیده و بازسازی مقدمات حذف شده را دارند (لوکان و همکاران، ۲۰۱۵، ۴۳۹؛ گودفلو و همکاران، ۲۰۱۶، ۱۹). سیستم‌های خبره با استفاده از دانش انباشته شده از کارشناسان و متون علمی می‌توانند پیشنهادهای برای مقدمات احتمالی بدهند و به‌طور خاص برای بازسازی استدلال‌های فقهی و اصولی آموزش داده شوند (جکسون، ۱۹۹۹، ۲۱). تحلیل تاریخی و تطبیقی نیز با استفاده از تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی و یادگیری ماشین، متون تاریخی را تحلیل و الگوهای مشترک را استخراج می‌کند. هوش مصنوعی با همکاری متخصصان انسانی، بازسازی دقیق‌تری انجام می‌دهد و این تعامل بین هوش مصنوعی و متخصصان نتایج بهتری به همراه دارد. استفاده از هوش مصنوعی دارای مزایایی همچون سرعت و دقت بالا در تحلیل و ارائه نتایج (ساتن، ۲۰۱۶، ۷۴). تسهیل آموزش و انتقال دانش (برینجولفسون و مک‌آفی، ۲۰۱۴، ۳۳)، و پیشرفت علمی با پر کردن خلاهای استدلالی و افزایش

کیفیت تحقیقات است (جردن و میچل، ۲۰۱۵، ۲۵۴). با توسعه بیشتر این فناوری‌ها، انتظار می‌رود که هوش مصنوعی نقش به‌سزایی در حل مسائل پیچیده علمی و فقهی ایفا کند (ساتن، ۲۰۱۶، ۷۴).

۴-۸. پرداختن سریعتر به مسائل مستحدثه فقهی و فقه‌های مضاف: هوش مصنوعی ابزاری قدرتمند برای بررسی و تحلیل مسائل پیچیده و متنوع است و اعتبار آن در زمینه مسائل مستحدثه فقهی و فقه‌های مضاف بستگی به چگونگی برنامه‌ریزی و طراحی الگوریتم‌های مورد استفاده دارد. توسعه یک سیستم هوش مصنوعی برای پرداختن به مسائل فقهی به چالش‌هایی از قبیل پیچیدگی و تفسیر صحیح مفاهیم دینی برمی‌خورد. با این حال، در سال‌های اخیر، توجه بیشتری به توسعه هوش مصنوعی در زمینه مسائل فقهی و فقه‌های مضاف شده است. هوش مصنوعی در مسائل فقهی می‌تواند به‌نحوه‌ای کمک کند: ابتدا باید داده‌های مرتبط با مسائل فقهی را جمع‌آوری کنیم که شامل متون دینی، فتاواها، کتب فقهی و مطالب مرتبط است، و این داده‌ها باید به شکل مناسبی ساختاردهی شوند تا هوش مصنوعی بتواند از آنها استفاده کند (برینجولفسون و مک‌آفی، ۲۰۱۴، ۲۲). با استفاده از الگوریتم‌های مختلف، داده‌ها پردازش شده و شامل استخراج اطلاعات، تحلیل متون و تشخیص الگوها می‌شود که می‌توان از تکنیک‌های متن‌کاوی، دسته‌بندی و تحلیل شبکه‌های اجتماعی استفاده کرد. با استفاده از الگوریتم‌ها، داده‌ها با مسائل فقهی مقایسه می‌شوند و می‌توان از تکنیک‌های مطابقت الگو، تحلیل مفهومی و استنتاج منطقی استفاده کرد (ساتن، ۲۰۱۶، ۷۴). براساس تطابق داده‌ها با مسائل فقهی، هوش مصنوعی می‌تواند تصمیم‌هایی اتخاذ کند که شامل تشخیص حلال یا حرام بودن یک عمل، تفسیر متون و ارائه فتاواها می‌شود (براون و همکاران، ۲۰۲۰، ۱۹۱).

نتایج

با توجه به بخش‌های مختلف این تحقیق در استفاده از هوش مصنوعی در اجتهاد و تسریع در فرایند استنباط، نتایج زیر قابل استقراء است:

۱. هوش مصنوعی با بهره‌گیری از ابزارهای پردازش زبان طبیعی، یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی، توانسته است فرآیند استنباط را از مراحل ابتدایی تا استنتاج حکم نهایی به طرز قابل توجهی تسهیل و دقت آن را افزایش دهد.

۲. یکی از دستاوردهای هوش مصنوعی، امکان شناسایی سریع تعارضات و ناسازگاری‌های نظری میان فقها و ارائه پیشنهادها برای حل این تعارضات است.

۳. هوش مصنوعی قادر است به بررسی جامع و دقیق‌تر منابع و روایات مرتبط با احکام بپردازد، به طوری که به شناسایی و تحلیل تمامی جوانب و شواهد مورد نیاز کمک کند.
۴. با بهره‌گیری از الگوریتم‌های تحلیل متن و بازسازی استدلال‌ها، هوش مصنوعی می‌تواند به بازسازی استدلال‌های ناقص و ارائه مقدمات منطقی از دست رفته کمک کند.
۵. در مواجهه با مسائل مستحدثه و جدید، هوش مصنوعی می‌تواند با سرعت و دقت بیشتری به تحلیل داده‌ها پرداخته و راه‌حل‌های کاربردی ارائه دهد.
۶. استفاده از هوش مصنوعی در فرآیند استنباط امکان تطبیق بهتر اصول فقهی با نیازهای نوین جامعه و ایجاد توازن میان نوآوری‌های تکنولوژیکی و ارزش‌های دینی را فراهم می‌آورد.
۷. هوش مصنوعی با ایجاد سیستم‌های جستجوی هوشمند، جستجوی معنایی و سیستم‌های توصیه‌گر، به فقها و محققان کمک می‌کند تا به سرعت به منابع و اطلاعات مورد نیاز خود دست یابند و استنباط‌های دقیق‌تری انجام دهند.
۸. با کمک ابزارهای هوش مصنوعی، امکان یادگیری و مقایسه بهتر روش‌های استنباطی فقها فراهم می‌شود، به طوری که دانشجویان و پژوهشگران قادر به تحلیل و به‌کارگیری سریع‌تر این روش‌ها باشند.

منابع

- احمدی، محمد. (۱۴۰۰ش). هوش مصنوعی در اجتهاد فقهی، پژوهشگاه فرهنگ و اندیشه اسلامی، بازپایی شده از <https://www.ricac.ac.ir>
- آقاجانی، محمد. (۱۴۰۱ش). هوش مصنوعی و دین: نظریه‌ها و کاربردها. قم: پژوهشگاه حوزه و دانشگاه.
- الوانی، سید مهدی. (۱۳۷۷ش). سازمان دانشی، مجله کنترلر، سال دوم، شماره ۷ و ۸، ۶۷-۹۰.
- انصاری، مرتضی. (۱۲۸۱ق). فرائد الاصول. قم: موسسه النشر الاسلامی التابعه لجماعه المدرسین بقم.
- بهرامی، محمدحسین. (۱۳۹۹ش). ضرورت کاربست هوش مصنوعی در علوم اسلامی، گفتگو با حجه الاسلام و المسلمین دکتر محمدحسین بهرامی رئیس مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی، کتابداری، آرشیو و نسخه پژوهشی، نشریه ره‌آورد نور، پاییز، شماره ۷۲، ۲.

بیک‌زاده، حسین. (۱۳۷۸ش). چگونه می‌توان در استنباط فقهی از هوش مصنوعی بهره برد، نشریه ره‌آورد نور، ۱(۴)، تیر، ۲۰-۴۱.

خراسانی، محمد کاظم. (۱۳۵۵ش). *فوائد الاصول*. قم: جامعه مدرسین، مرکز تحقیقات کامپیوتری علوم اسلامی.

خویی، سید ابوالقاسم. (۱۴۱۳ق). *موسوعه الإمام الخوئی*. قم: مؤسسه احیاء آثار الإمام الخوئی.

خویی، سید ابوالقاسم. (بی‌تا). *محاضرات فی اصول الفقه*. قم: مؤسسه احیاء آثار الإمام الخوئی.

ربیع‌زاده، احمد. (۱۴۰۰ش). کاربرد هوش مصنوعی در پژوهش‌های علوم اسلامی، کتابداری، آرشیو و نسخه پژوهشی، نشریه ره‌آورد نور، تابستان، شماره ۷۵، ۲۸-۲۹.

سبویی جهرمی، سعید، نظری توکلی، سعید، و تقوایان، سید رضا. (۱۴۰۲ش). اعتبارسنجی گزارش‌های مورخان از سیره عملی معصومان و کاربست آن در استنباط احکام شرعی، *دوفصلنامه مطالعات تطبیقی فقه و اصول مذاهب*، ۶(۲)، ۴۰.

صاعدرازی، محمد. (۱۳۹۹ش). هوش مصنوعی چه تحولی در فقه ایجاد می‌کند؟ همایش هوش مصنوعی و علوم اسلامی، دوره اول.

صدر، محمدباقر. (۱۴۴۰ق). *بحوث فی علم الاصول*. قم: مؤسسه دائره المعارف فقه اسلامی بر مذهب اهل بیت علیهم السلام.

صوفی، محسن، علی احمدی، علیرضا، علی احمدی، حسین، و مینایی، بهروز. (۱۳۹۷ش). خوشه‌بندی سوره‌های قرآن با تکنیک داده‌کاوی، *علوم قرآن و حدیث*، شماره ۲، پاییز و زمستان.

فردوسی بلاگ. (۲۰۲۳). هوش مصنوعی در صنایع نظامی، یک دوست یا دشمن، بازیابی شده از <https://blog.ferdowsi.cloud/ai-in-the-military-industry/>.

فتاوی‌ای هوشمند. (۱۴۰۱ش). *پژوهشگاه بین‌المللی المصطفی*، بازیابی شده از <https://iri.miu.ac.ir/>.

کاپیلوت. (۲۰۲۳). ربات چت هوش مصنوعی مایکروسافت که زندگی شما را آسان‌تر می‌کند، *مایکروسافت*، بازیابی شده از <https://www.microsoft.com/en-us>.

کریمی، محمد. (۱۴۰۰ش). نقش هوش مصنوعی در اجتهاد و فقه. قم: مرکز تحقیقات هوش مصنوعی در علوم اسلامی.

محمدی، علی، و دهقانی، حسین. (۱۳۹۸ش). هوش مصنوعی در استنباط احکام فقهی: تحلیل و بررسی، *مطالعات اسلامی*، ۱۵(۲)، ۴۷-۶۹.

موسوی، علی، و حسینی، حسن. (۱۳۹۸ش). هوش مصنوعی و اجتهاد: چالش‌ها و فرصت‌ها، *پژوهش‌های فقهی*، ۲۳(۴)، ۱۲۳-۱۴۵.

موسوی تبریزی، سعید. (۱۴۰۰ش). هوش مصنوعی و مبانی دینی: مفاهیم و کاربردها. قم: پژوهشگاه حوزه و دانشگاه.

شرکت نبض. (۲۰۲۲). کاربردهای هوش مصنوعی در پزشکی و حوزه سلامت، بازیابی شده از <https://nabzgroup.com/mag/artificial-intelligence-in-medicine>.

نوربخش، علی. (۱۳۹۷ش). مبانی هوش مصنوعی. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

ویکی پدیا، دانشنامه آزاد. (۲۰۲۳). هوش، بازیابی شده از <https://fa.m.wikipedia.org/wiki/>.

همراه آکادمی. (۱۳۹۹ش). هوش مصنوعی چیست؟ ۲۵ کاربرد و ۹ شغل مرتبط با هوش مصنوعی،

<https://hamrah.academy/blog/artificial-intelligence/>. بازیابی شده از

<https://amerandish.com/>. (۱۳۹۹ش). بازیابی شده از

Alpaydin, E. (2020). *Introduction to machine learning*. MIT press.

Brown, T. B. (2020). Language models are few-shot learners. *arXiv preprint arXiv:2005.14165*.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & company.

Campbell, M., Hoane Jr, A. J., & Hsu, F. H. (2002). Deep blue. *Artificial intelligence*, 134(1-2), 57-83.

Copilt. n.d. Gemini. Retrieved from <https://www.gemini.com/>.

Ferrucci, D., Brown, E., Chu-Carroll, J., Fan, J., Gondek, D., Kalyanpur, A. A., ... & Welty, C. (2010). Building Watson: An overview of the DeepQA project. *AI magazine*, 31(3), 59-79.

Goodfellow, I. (2016). *Deep learning*.

Jackson, P. (1990). *Introduction to expert systems*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc..

Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260.

Jurafsky, D. (2000). *Speech and language processing*.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI magazine*, 27(4), 12-12.

OpenAI. (2024). Latest advancements in NLP tools. *AI Research Journal*, 12(4), 45-67.

Qureshi, A. M., & Khan, Y. I. (2022). Artificial intelligence in Islamic jurisprudence: Challenges and opportunities. *Islamic Law Review*, 40(1), 88104.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: a modern approach*. Pearson.

Sarea, A. M., Bin-Nashwan, S. A., & Elsayed, A. H. (2021). *Artificial Intelligence and Islamic Finance*. Routledge.

Sicilian, D., and Khatib, Oussama.(2016) *Springer Handbook of Robotics*. 2nd ed., Springer, 2016.

Squyres, S. W., Arvidson, R. E., Bell Iii, J. F., Bruckner, J., Cabrol, N. A., Calvin, W., ... & Yen, A. (2004). The opportunity rover's Athena science investigation at Meridiani Planum, Mars. *science*, 306(5702), 1698-1703.

Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT press.

Szeliski, R. (2022). *Computer vision: algorithms and applications*. Springer Nature.

Tegmark, M. (2018). *Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence*. Vintage.

Turing, A. M. (2009). *Computing machinery and intelligence* (pp. 23-65). Springer Netherlands.