



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigating the Application of Artificial Intelligence in the Development of Environmental Law Based on Iran's Legal Capacities

Aida Mokhtare ^{*1}, **Maryam Shabani** ²

Received:

30 Jun 2025

Revised:

31 Agu 2025

Accepted:

10 Sep 2025

Available Online:

22 Sep 2025

Keywords:

Environment,
Artificial
Intelligence,
Legal Capacities,
Sustainable
Development.

Abstract

Artificial intelligence, as a set of technologies and algorithms that are capable of learning, analyzing data, making decisions, and performing complex tasks automatically, has created a huge transformation in many fields. In the field of environment, these technologies have the potential to help better manage natural resources, prevent pollution and environmental crises, and increase the efficiency of protection policies. This research aims to investigate the application of artificial intelligence in the development of environmental law based on Iran's legal capacities using a descriptive-analytical method and using library and document resources. Environmental law is a set of rules and regulations that aim to preserve, restore, and fairly utilize natural resources and ensure the right of future generations to benefit from a healthy environment. In Iranian ministries, organizations, and legal systems, special attention has been paid to ensuring environmental justice and preventing the destruction of natural resources, and these principles have been crystallized through the country's environmental laws and policies. Integrating AI into environmental law processes requires a deep understanding of both areas and providing the necessary legal and technical infrastructure so that it can be used effectively and ethically. In other words, without a precise definition and examination of a coherent conceptual framework, the exploitation of AI capabilities will inevitably be accompanied by practical limitations and dilemmas. Technology and AI are now widely embedded in all aspects of our lives, and their effects on human rights are also significant. One of the important issues affecting human rights is the increase in the number of workers replaced by AI. With the advancement of technology, many human jobs have gradually been replaced by robots and AI systems. This can lead to increased unemployment and a decrease in workers' rights. According to the research results, artificial intelligence can play an effective role in improving the efficiency of environmental law by analyzing environmental data, predicting damages, and facilitating judicial processes. Therefore, intelligent use of this technology within existing legal frameworks is a valuable opportunity for sustainable development and effective protection of the country's environment.

2* Assistant Professor, Apadana High Educational Institute, Shiraz, Iran. (Corresponding Author)

1 M.A of Private Law, Apadana High Educational Institute, Shiraz, Iran.

Please Cite This Article As: Mokhtare, A & Shabany, M (2025). "Investigating the Application of Artificial Intelligence in the Development of Environmental Law Based on Iran's Legal Capacities". *Interdisciplinary Legal Research*, 6 (3): 45-59.



مقاله پژوهشی

(صفحات ۴۵-۵۹)

بررسی کاربرد هوش مصنوعی در توسعه حقوق محیط زیست بر مبنای ظرفیت‌های حقوقی ایران

آیدا مخترع^۱، مریم شعبانی^۲

۱. استادیار و عضو هیئت علمی مؤسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز، ایران. (نویسنده مسؤول)

Email: dr.mokhtare@apadana.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد حقوق خصوصی، مؤسسه آموزش عالی آپادانا، شیراز، ایران.

دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۰ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۱

چکیده

هوش مصنوعی، به‌عنوان مجموعه‌ای از فناوری‌ها و الگوریتم‌هایی که قادر به یادگیری، تحلیل داده‌ها، تصمیم‌گیری و انجام وظایف پیچیده به‌صورت خودکار هستند، تحول عظیمی در بسیاری از حوزه‌ها ایجاد کرده است. در زمینه محیط زیست، این فناوری‌ها امکان داشته و دارند که به مدیریت بهتر منابع طبیعی، پیشگیری از آلودگی‌ها و بحران‌های زیست‌محیطی، و افزایش کارآمدی سیاست‌های حفاظتی کمک کنند. این تحقیق با هدف بررسی کاربرد هوش مصنوعی در توسعه حقوق محیط زیست بر مبنای ظرفیت‌های حقوقی ایران با روش توصیفی-تحلیلی و استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اسنادی انجام شده است. حقوق محیط زیست به‌عنوان مجموعه قواعد و مقرراتی است که هدفش حفظ، احیا و بهره‌برداری عادلانه از منابع طبیعی و تضمین حق بهره‌مندی آینده‌گان از محیط سالم است. در وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها و دستگاه‌های حقوقی ایران، توجه ویژه‌ای به تأمین عدالت زیست‌محیطی و پیشگیری از تخریب منابع طبیعی شده است که این اصول از طریق قوانین و سیاست‌های محیط زیستی کشور تبلور یافته‌اند. ادغام هوش مصنوعی در فرآیندهای حقوق محیط زیست مستلزم درک عمیق از هر دو حوزه و فراهم آوردن زیرساخت‌های لازم حقوقی و فنی است تا بتواند به شکلی مؤثر و اخلاقی مورد استفاده قرار گیرد. به عبارت دیگر، بدون تعریف دقیق و بررسی چارچوب مفهومی منسجم، بهره‌برداری از ظرفیت‌های AI ناگزیر با محدودیت‌ها و معضلات عملی همراه خواهد بود. تکنولوژی و هوش مصنوعی امروزه به‌طور گسترده‌ای در تمامی جوانب زندگی ما جا افتاده است و تأثیرات آن بر حقوق انسانی نیز قابل ملاحظه است. یکی از موارد مهم که بر حقوق انسانی تأثیر می‌گذارد، افزایش تعداد کارگران جایگزین با هوش مصنوعی است. براساس نتایج تحقیق هوش مصنوعی با تحلیل داده‌های زیست‌محیطی، پیش‌بینی آسیب‌ها و تسهیل فرآیندهای قضایی می‌تواند نقش مؤثری در ارتقای کارآمدی حقوق محیط زیست ایفا کند. بنابراین، بهره‌گیری هوشمندانه از این فناوری در چارچوب‌های قانونی موجود، فرصتی ارزشمند برای توسعه پایدار و حفاظت مؤثر از محیط زیست کشور به‌شمار می‌رود.

کلمات کلیدی: محیط زیست، هوش مصنوعی، ظرفیت‌های حقوقی، توسعه پایدار.

مقدمه

۱- بیان مسأله: منابع طبیعی و محیط زیست جزء سرمایه‌های اصلی هر کشوری محسوب می‌شوند. استفاده بی‌رویه از این منابع و همچنین وقوع حوادث و بلایای طبیعی و هم‌اینطور دخالت‌های نابجای انسانی می‌تواند این منابع و محیط را دستخوش تغییرات کند. که البته وقوع بلایای طبیعی ناگهانی آثار مخربی را بر جای گذاشته و خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به وجود می‌آورد (محمدی راد و همکاران، ۱۴۰۲: ۲). در دنیای امروز، پیشرفت‌های چشمگیر علمی و تکنولوژیکی، به ویژه در حوزه هوش مصنوعی، تأثیرات عمیقی بر محیط زیست داشته‌اند. از یک سو، هوش مصنوعی با قابلیت‌های پیش‌بینی تغییرات آب و هوا، کنترل آلودگی، و مدیریت پسماند، می‌تواند به حفاظت از محیط زیست کمک کند. از سوی دیگر، نگرانی‌هایی در مورد تأثیرات منفی فناوری‌های نوین بر محیط زیست وجود دارد، مانند افزایش زباله‌های فضایی و تأثیر آن بر تغییرات اقلیمی. هوش مصنوعی می‌تواند نقش مهمی در تعیین و بهبود کیفیت آب ایفا کند. با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و شبکه‌های عصبی، قادر است داده‌های مربوط به کیفیت آب را تجزیه و تحلیل کند، الگوها و روندها را شناسایی کرده و پیش‌بینی‌های دقیقی از وضعیت آب در آینده ارائه دهد. دانش نوپای هوش مصنوعی در جهان امروز کاربردهای مثبت بسیاری را بر بهتر زیستن بشر ایجاد کرده و آثار مثبت فراوانی را فراهم آورده است. اما با این وصف بزه کاران با سوء استفاده از این دانش، به تولید جرم و ایجاد ناامنی در جامعه پرداختند. به این ترتیب بزه تازه‌ای شکل گرفت که می‌توان آن را جدای از جرائم اینترنتی دانست و نام جرائم هوش مصنوعی را برای آن مطرح کرد (حکیم و ابراهیمیان، ۱۴۰۲: ۷۵).

با توجه به اهمیتی که محیط زیست در زندگی و سلامت بشر دارد، مسأله بررسی اهمیت هوش مصنوعی در محیط زیست پایدار و نیز بررسی این اهمیت و الزامات از بعد فقهی و حقوقی است. علاوه بر این به دلیل اینکه این دو حوزه با یکدیگر در ارتباط بوده و یکی بر دیگری تاثیرگذار است و این امر باعث بروز تعارضات فراوان میان تعهدات زیست محیطی و تعهدات ناشی از سرمایه گذاری بین المللی به خصوص در زمان اجرای سرمایه گذاری می‌شود، لازم است این گونه تعارضات مورد

بررسی قرار گرفته و چگونگی حل و فصل این گونه تعارضات براساس حقوق بین الملل و نیز رویه محاکم داخلی مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد به گونه‌ای که از یک سود روند سرمایه گذاری بین المللی که برای رشد جوامع و دستیابی به توسعه پایدار ضروری است مورد حمایت قرار گیرد و از طرف دیگر خسارت‌ها و زیان‌های زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های سرمایه گذاری کاهش یابد (مخترع، ۱۳۹۹: ۴).

حقوقی که با عنوان حقوق نسل سوم مطرح شده پیامد درک عمیق‌تر از انواع موانعی بوده که بر سر راه تحقق حقوق نسل اول و دوم وجود داشته است. ایده نسل سوم حقوق همبستگی است و شامل حقوق جمعی جامعه یا مردم است، مانند حق توسعه پایدار، صلح یا داشتن محیط زیست سالم. اهم مصادیق حقوق نسل سوم حقوق بشر، که قابلیت تبیین در ارتباط با فناوری هوش مصنوعی را دارند، عبارت‌اند از: هوش مصنوعی و حق مشارکت و حفاظت از میراث فرهنگی، هوش مصنوعی و حق صلح، هوش مصنوعی و حق حفاظت از محیط زیست (مصطفوی و اردبیلی، ۱۴۰۲: ۹۴).

۲- سابقه موضوع: در این اینجا تحقیقاتی را که در این حوزه انجام شده است مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهیم:

بهشتی، حورا، مشاور، محمد، (۱۴۰۳)، بررسی نقش هوش مصنوعی در آموزش محیط زیست، ششمین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت محیط زیست: در حال حاضر، محیط زیست به‌طور جهانی و ملی با تهدیدهای جدی مواجه است، از جمله گرم شدن زمین، کاهش تنوع زیستی، و آلودگی‌های متلف. آموزش محیط زیست اهمیت بسیاری دارد، زیرا ارتباط آگاهی عمومی با سلامت محیط زیست اساسی است. هوش مصنوعی نیز در این زمینه نقش مهمی ایفا می‌کند. کشاورزی وحدانی، محمدیان، علی، (۱۴۰۳)، تأملی بر امکان سنجی و انحاء کاربری هوش مصنوعی در دانش فقه و حقوق اسلامی، پژوهش‌های فقهی، دوره ۲۰، شماره ۴: این پژوهش با عنایت به اهمیت بحث، در پژوهشی مسأله‌محور و با اتخاذ شیوه توصیفی-تحلیلی، گونه‌های تعامل پدیده یادشده را با یکی از زیرشاخه‌های مهم علوم دینی (دانش فقه یا حقوق اسلامی)

هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم رایانه است که هدف اصلی آن تولید ماشین‌های هوشمندی است که توانایی انجام وظایفی که نیازمند به هوش انسانی است را داشته باشد. هوش مصنوعی در حقیقت نوعی شبیه سازی هوش انسانی برای کامپیوتر است و منظور از هوش مصنوعی در واقع ماشینی است که به گونه‌ای برنامه نویسی شده که همانند انسان فکر کند و توانایی تقلید از رفتار انسان را داشته باشد. این تعریف می‌تواند به تمامی ماشین‌هایی اطلاق شود که بگونه‌ای همانند ذهن انسان عمل می‌کنند و می‌توانند کارهایی مانند حل مسأله و یادگیری داشته باشند (طهماسبی، ۱۳۸۵: ۸۲).

هوش مصنوعی به‌عنوان شاخه‌ای از علوم رایانه در پی تولید ماشین‌های متفکری است که دارای توانمندی‌های ذهن انسانی باشند و بتوانند اقداماتی مانند سخن گفتن یادگیری و حل مسأله را انجام دهند. بنابراین متخصصان فناوری هوش مصنوعی می‌کوشند با توسل به علومى مثل فیزیک و رایانه، توانایی‌های هوش بشری را شبیه سازی کنند و از قابلیت‌های حاصل از آن به نفع جوامع بشری بهره گیرند. از شاخه‌های وسیع و پرکاربرد هوش مصنوعی یادگیری ماشین است که از طریق آن با توسل به تعداد زیادی از داده‌های جمع آوری شده و پردازش آنها در قالب الگوریتم‌هایی شبیه به مغز انسان به رایانه توانایی اتخاذ تصمیم‌های منطقی مانند آنچه انسان به‌طور طبیعی انجام می‌دهد (اتلی، ۱۳۹۹: ۳۰۸).

۳-۲- محیط زیست

محیط زیست، ترکیبی از دو کلمه «محیط» و «زیست» است، که هر کدام به تنهایی دارای معنا هستند؛ و اینک بدان اشاره می‌شود:

محیط: در لغت به معنای احاطه کننده است؛ چنان که در لغت‌نامه دهخدا می‌نویسد: «محیط، مقابل محاط، اسم فاعل از احاطه به معنی فراگیرنده، دربرگیرنده و احاطه کننده می‌باشد.»

زیست: اسم مصدر از زیستن، به معنی حیات، زنده گی، زیستن و زنده گانی می‌باشد (عمید، ۱۳۶۹: ۷۴۸). در نزد دانش‌مندان (اسلامی و غیر اسلامی) برای محیط زیست تعاریف متعددی

مورد مطالعه قرار داده و با ارائه شواهد گوناگون چنین نتیجه گرفته است که فقه می‌تواند دست‌کم در سه حوزه از داده‌های هوش مصنوعی بهره گیرد: ۱. در باب موضوع‌شناسی مسائل فقهی؛ ۲. در باب تطبیق احکام فقهی با آموزه‌های اخلاقی؛ ۳. در باب شناخت لوازم و اقتضات مسائل نوین و مستحدثه. سیف، مینا، (۱۴۰۳)، مروری بر کاربرد هوش مصنوعی در محیط زیست، دوازدهمین همایش ملی محیط زیست، انرژی و منابع طبیعی: هوش مصنوعی در محیط زیست دارای کاربردهای متعددی است که به بهبود مدیریت و حفاظت از محیط زیست کمک می‌کند. یکی از کاربردهای اصلی هوش مصنوعی در این زمینه پیش بینی و مدیریت تغییرات اقلیمی است. جوانمرد فرخانی، ابراهیم، میری، حمید، یمرلی، صالح، (۱۴۰۲)، بررسی فقهی حقوقی فناوری بارورسازی مصنوعی ابرها با نگاهی به جنبه‌های زیست محیطی آن، نشریه حقوق قراردادها و فناوری های نوین « دوره ۴، شماره ۲: فناوری بارورسازی مصنوعی ابرها طی سال‌های اخیر جوانب گوناگون زندگی انسان را متأثر کرده است. این فناوری نه فقط بر آب و هوا و زمین تأثیر می‌گذارد، بلکه پیامدهای بالقوه‌ای برای توسعه اقتصادی، تولید و محیط زیست دارد. فناوری باروری ابرها هم تأثیرات مطلوب و هم تأثیرات نامطلوب در محیط زیست دارد.

۳- مفاهیم

۳-۱- هوش مصنوعی^۱

هوش مصنوعی که به‌طور مخفف آن را آ. آی نیز می‌نامند، در واقع تکنولوژی است که به‌نحوی قابلیت تصمیم گیری دارد. البته این قابلیت تصمیم گیری با چیزی که ما به‌عنوان تفکر انسانی می‌شناسیم تا حد زیادی تفاوت دارد، اما در حقیقت سعی دارد تا از آن تقلید کند. امروزه شاید هوش مصنوعی به آن شکلی که تصور می‌کنیم وجود نداشته باشد اما باز هم بسیاری از کارهایی که روزانه انجام می‌دهیم، مانند جستجوی اینترنت یا گشت و گذار در صفحات شبکه‌های اجتماعی و... همه متأثر از هوش مصنوعی است و در حقیقت در این مواقع داریم از آن استفاده می‌کنیم.

انسان‌ها می‌توانند از زندگی بهتری برخوردار شوند و به مشکلات اجتماعی و محیطی راه حل‌هایی نوآورانه ارائه دهند.

اما این پیشرفت‌ها همراه با چالش‌هایی نیز همراه است. یکی از چالش‌های اصلی که تکنولوژی و هوش مصنوعی باعث می‌شود، افزایش نگرانی‌ها درباره از دست رفتن شغل‌ها است. با اتوماسیون بیشتر در صنایع مختلف، بسیاری از شغل‌های دستی و تکراری توسط ربات‌ها و ماشین‌های هوشمند جایگزین می‌شوند. (ویلیامز^۲، ۲۰۲۱: ۲۱). این ممکن است منجر به افزایش نابرابری اقتصادی شود و افراد را به بیکاری بی فکر کند. بنابراین، باید به دنبال راه حل‌هایی برای مدیریت این تحولات بود تا افراد به شکل مناسبی از فرصت‌های ایجاد شده توسط تکنولوژی بهره‌مند شوند و حقوق کارگران حفظ شود. در کل، باید به دنبال تعادلی بین تکنولوژی و حقوق انسانی بود تا از پیشرفت‌های فناوری بهره‌مند شویم و همزمان حقوق و دستاوردهای انسانی را نیز حفظ کنیم.

تکنولوژی و هوش مصنوعی چالش‌های جدیدی در زمینه حقوق انسانی ایجاد کرده است. به عنوان مثال، استفاده از هوش مصنوعی در امور امنیتی ممکن است به تخلفات حقوق بشری منجر شود. از سوی دیگر، این فناوری‌ها می‌توانند فرصت‌های جدیدی برای بهبود شرایط زندگی انسان‌ها ایجاد کنند. مانند بهبود دسترسی به خدمات بهداشتی و آموزشی.

با پیشرفت تکنولوژی و هوش مصنوعی، بسیاری از افراد و سازمان‌ها به دنبال استفاده از این فناوری‌ها برای بهبود عملکرد خود هستند. از جمله این استفاده‌ها می‌توان به استفاده از هوش مصنوعی در سیستم‌های تصمیم‌گیری و پیش‌بینی‌ها، تحلیل داده‌ها و بهینه‌سازی فرآیندهای تجاری اشاره کرد. با این حال، استفاده از این فناوری‌ها ممکن است منجر به تخلفات حقوق بشری شود. به عنوان مثال، در حوزه امنیتی، استفاده از تکنولوژی تشخیص چهره ممکن است به نقض حریم خصوصی و حقوق شهروندی منجر شود.

وجود دارد. دکتر یوسف قرضاوی می‌گوید: «محیط زیست جدا از تعریف لغوی و اصطلاحی - عبارت از محیطی است که انسان در آن زندگی می‌کند، و بعد از سفرهای فراوان و دوری از آن، به سوی آن باز می‌گردد، و چه بخواهد یا نخواهد، آن محیط جای اصلی و مأوای همیشگی می‌باشد»

مفهوم محیط زیست یا از علوم طبیعی نشأت می‌گیرد و یا از علوم معماری و شهرسازی؛ محیط زیست به مفهوم نخست آن مجموعه‌ای از پدیده‌های طبیعی و تعادل بین عناصر مؤثر در طبیعت است که حیات بیولوژیکی گیاهان و جانوران را تضمین می‌نماید و محیط زیست به مفهوم دوم رابطه تعاملی است که بین تأسیسات و محیطی که در آن ایجاد می‌شود وجود دارد. بنابراین محیط زیست برای خاک، آب و هوا (منابع طبیعی) و انواع حیوانات و گیاهان و تعادل بیولوژیک بین آنها (طبیعت) شهر و مناظر آن، به کار می‌رود (چراغی، ۱۳۹۰: ۱۴).

۴- روش تحقیق: توصیفی - تحلیلی.

بحث و نظر

۱- پیشرفت تکنولوژی و هوش مصنوعی و تأثیرات آن بر حقوق انسانی

تکنولوژی و هوش مصنوعی به شدت در حال پیشرفت است و از آنجا که این فناوری‌ها به‌طور مستمر در زندگی ما جا می‌گیرند، تأثیرات آن بر حقوق انسانی نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. از یک سو، تکنولوژی و هوش مصنوعی می‌تواند بهبودهای بزرگی در آینده زندگی انسان‌ها ایجاد کند (میتل‌اشتات^۱، ۲۰۱۹: ۵۰۱).

اما از سوی دیگر ممکن است منجر به مشکلاتی نظیر از دست دادن شغل‌ها و کاهش حقوق کارگران شود. تکنولوژی و هوش مصنوعی باعث ایجاد نوآوری‌های بزرگ در حوزه‌های مختلف می‌شود، از جمله بهبود درمان بیماری‌ها، افزایش بهره‌وری در کارخانه‌ها و بهبود امنیت در شهرها. با توجه به این پیشرفت‌ها،

^۲ - Williams

^۱ - Mittelstadt

بحث‌های مهم در این زمینه، تعیین مسئولیت‌های حقوقی برای آسیب‌های احتمالی که ناشی از استفاده از فناوری هوش مصنوعی برای محیط زیست ممکن است به وجود آید است.

این مسأله به خصوص برای سازمان‌ها و شرکت‌های فعال در حوزه فناوری به چالش‌هایی می‌انجامد که نیازمند تعیین قوانین و مقررات صحیح برای محافظت از محیط زیست هستند. همچنین، مسائلی مانند نظارت بر استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی تغییرات محیطی و اقدامات اصلاحی لازم نیز از جمله مسائلی است که در حوزه مسیریابی در منظر حقوقی برای حفاظت از محیط زیست مطرح می‌شود.

در نهایت، می‌توان گفت که اهمیت مسیریابی در منظر حقوقی برای حفاظت از محیط زیست در عصر هوش مصنوعی بسیار بالاست. این مسأله نه تنها برای حفظ محیط زیست بلکه برای حفظ سلامت انسان‌ها و حیوانات نیز اهمیت دارد. بنابراین، تعیین سیاست‌ها و قوانین مناسب در این زمینه و تعیین مسئولیت‌های حقوقی مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی برای حفاظت از محیط زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (داود^۳، ۲۰۱۳: ۴۹).

۴- ابهامات حقوقی در مسئولیت‌پذیری خودکار سیستم‌های

هوش مصنوعی محیط زیستی

با رشد روزافزون کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه محیط زیست، موضوع مسئولیت‌پذیری سیستم‌های خودکار به یکی از پیچیده‌ترین مسائل حقوقی تبدیل شده است. سیستم‌های هوشمند که قادر به تصمیم‌گیری و اجرای عملیات بدون دخالت مستقیم انسان هستند، در صورت ایجاد خسارت زیست‌محیطی، چه کسی باید پاسخگو باشد؟ این سؤال تاکنون پاسخ حقوقی روشن و قابل اجماعی پیدا نکرده است (میلر و داویس^۴، ۲۰۲۴: ۶۷).

اولاً، مسئولیت حقوقی سنتی بر پایه رابطه علت و معلولی میان عامل و زیان دیده بنا شده است. اما هوش مصنوعی پیچیده که می‌تواند رفتار خود را به‌طور مستقل تغییر دهد، مرزهای این

۲- تأثیر تکنولوژی و هوش مصنوعی بر حقوق محیط زیست
تکنولوژی و هوش مصنوعی نه تنها تأثیری بر حقوق انسانی دارند، بلکه بر حقوق محیط زیست نیز تأثیرات قابل توجهی دارند. از یک سو، این فناوری‌ها می‌توانند بهبودهای زیادی در زمینه محیط زیست ایجاد کنند، اما از سوی دیگر ممکن است منجر به مشکلاتی چون آلودگی هوا و آب شوند (مورفی^۱، ۲۰۰۹: ۱۴).

از یک سو، استفاده از تکنولوژی و هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی استفاده از منابع طبیعی و کاهش تولید زباله منجر شود. به‌عنوان مثال، استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی برای مدیریت بهینه منابع آب و انرژی می‌تواند کمک کند تا مصرف این منابع کاهش یابد و به حفظ محیط زیست کمک شود. همچنین، تکنولوژی می‌تواند در پیشگیری از آتشسوزی‌ها و کنترل آلودگی هوا و آب نقش مهمی داشته باشد (نوژانس^۲، ۲۰۱۶: ۳۱).

از سوی دیگر، استفاده نادرست از تکنولوژی و هوش مصنوعی ممکن است منجر به مشکلات جدی در زمینه حقوق محیط زیست شود. به‌عنوان مثال، استفاده بی‌رویه از ربات‌ها و ماشین‌ها می‌تواند به افزایش آلودگی هوا و خراب شدن زیستگاه‌های طبیعی منجر شود. همچنین، برخی از فناوری‌ها ممکن است برای بهره‌برداری از منابع طبیعی به شکل نادرست استفاده شوند و به تخریب محیط زیست منجر شوند. بنابراین، برای مدیریت صحیح تکنولوژی و هوش مصنوعی و حفظ حقوق محیط زیست، نیاز به سیاست‌گذاری و کنترل مناسب وجود دارد.

۳- حفاظت از محیط زیست در عصر هوش مصنوعی

در دنیای امروزی که فناوری هوش مصنوعی به سرعت در حال پیشرفت است، مسائل محیط زیست و حفاظت از آن نیز به چالش‌های جدیدی برای جوامع و سازمان‌ها تبدیل شده است. یکی از مفاهیم مهمی که در این زمینه مطرح شده است، مسیریابی در منظر حقوقی است که به معنای تعیین سیاست‌ها و قوانینی است که برای حفاظت از محیط زیست در حالت‌های مختلف از فناوری هوش مصنوعی استفاده می‌شود. از جمله

^۳ - Daudt

^۴ - Miller, Davis

^۱ - Murphy

^۲ - Novjans

جغرافیایی، داده‌های آب و هوا، نمونه‌برداری‌های زیستی و حتی داده‌های مربوط به فعالیت‌های انسانی است که جمع‌آوری و تحلیل آن‌ها مستلزم دسترسی به منابع متعدد و متنوع می‌باشد.

با این وجود، یکی از خلأهای حقوقی مهم، فقدان قوانین مشخص و جامع برای حفاظت از این داده‌های زیست محیطی است. این کمبود قوانین باعث می‌شود داده‌ها بدون نظارت و با خطرات متعددی مواجه شوند. برای مثال، داده‌ها ممکن است به صورت غیرمجاز به اشخاص ثالث فروخته شوند یا بدون رضایت صاحبان داده، در پروژه‌های دیگر مورد استفاده قرار گیرند که می‌تواند به نقض حریم خصوصی افراد یا حتی آسیب به محیط زیست منجر شود.

علاوه بر این، داده‌های زیست محیطی حساس، مانند محل‌های زیست گونه‌های در خطر انقراض یا مناطق حفاظت‌شده، اگر به صورت ناخواسته منتشر شوند، می‌توانند تهدیدی برای آن‌ها باشند. بنابراین، نبود مقررات حفاظت داده‌ها که بتواند تعادل بین بهره‌برداری علمی و حفظ امنیت اطلاعات برقرار کند، یک خلأ جدی محسوب می‌شود.

مسأله دیگر، استانداردهای فنی و حقوقی برای اعتبارسنجی و صحت داده‌های محیط زیستی است. هوش مصنوعی به شدت به کیفیت داده‌ها وابسته است و داده‌های ناقص یا نادرست می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های اشتباه و آسیب‌زا منجر شود. بدون وجود چارچوب‌های قانونی برای اعتبارسنجی داده‌ها، خطر تصمیم‌گیری‌های اشتباه در سطوح مدیریتی افزایش می‌یابد.

همچنین، این خلأ قانونی باعث ایجاد چالش‌های بین‌المللی در تبادل داده‌های زیست محیطی شده است. کشورها به دلایل امنیتی یا اقتصادی ممکن است دسترسی به داده‌های کلیدی را محدود کنند و این محدودیت‌ها مانع از توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی و همکاری‌های جهانی برای مقابله با چالش‌های محیط زیستی می‌شود.

در نهایت، ضرورت تدوین قوانین شفاف و جامع برای حفاظت از داده‌های زیست محیطی در سطح ملی و بین‌المللی بسیار

رابطه را مبهم می‌کند. در مواردی که الگوریتم به صورت خودآموز و بدون نظارت مستقیم عمل می‌کند، تعیین میزان دخالت انسانی و مسؤولیت‌پذیری سخت‌تر می‌شود (لئو و چن^۱، ۲۰۲۳: ۴۰).

دوماً، تولیدکنندگان نرم‌افزار هوش مصنوعی ممکن است ادعا کنند که سیستم‌های آن‌ها «ابزار» هستند و مسؤولیت خطاها یا آسیب‌ها بر عهده کاربر یا نهاد بهره‌بردار است. از سوی دیگر، کاربران نهایی معمولاً دانش فنی کافی برای کنترل کامل هوش مصنوعی ندارند و این امر موجب ایجاد خلأ قانونی در تعیین مسؤول اصلی می‌شود (اونیل^۲، ۲۰۲۲: ۳۲).

سوماً، سازوکارهای بیمه و جبران خسارت در حوزه فناوری‌های نوین هنوز برای پوشش خطرات ناشی از سیستم‌های خودکار هوش مصنوعی طراحی نشده‌اند. این مسأله می‌تواند منجر به عدم جبران مناسب زیان‌های زیست محیطی شود و از نظر حقوقی نیز بحران‌زا باشد.

چهارماً، در برخی حوزه‌های قضایی، به تازگی تلاش‌هایی برای شناسایی شخصیت حقوقی یا نوعی مسؤولیت حقوقی مستقل برای هوش مصنوعی انجام شده است، اما هنوز این رویکرد در میان حقوقدانان به صورت گسترده پذیرفته نشده است.

بنابراین، تدوین قوانین جدید با رویکرد چندوجهی که بتواند مسؤولیت‌های دقیق در قبال تصمیمات و عملکردهای خودکار هوش مصنوعی را مشخص کند، امری ضروری است. این قوانین باید از طریق همکاری بین‌المللی و در چارچوب حقوق محیط زیست، فناوری و حقوق مالکیت فکری تنظیم شوند.

۵- فقدان قوانین محافظت از داده‌های زیست محیطی در عصر هوش مصنوعی

یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های استفاده از هوش مصنوعی در محیط زیست، داده‌های دقیق و گسترده است. سیستم‌های هوش مصنوعی برای تحلیل وضعیت منابع طبیعی، پیش‌بینی مخاطرات زیست محیطی و مدیریت پایدار اکوسیستم‌ها به حجم عظیمی از داده‌ها نیاز دارند. این داده‌ها شامل اطلاعات

^۲ - O'Neill

^۱ - Liu, chen

هوش مصنوعی در حوزه‌هایی مانند پیش‌بینی آلاینده‌ها، شناسایی منابع آلودگی، و پایش خودکار وضعیت محیطی را دارند.

– قانون هوای پاک (۱۳۹۶)

یکی از به‌روزترین قوانین زیست‌محیطی ایران که به‌طور مستقیم به مسأله آلودگی هوا و نقش نهادهای مختلف در کنترل آن می‌پردازد.

این قانون با تأکید بر توسعه فناوری‌های پاک و هوشمندسازی فرآیندها، بستری مناسب برای بهره‌گیری از هوش مصنوعی در حوزه‌هایی مانند تحلیل داده‌های هواشناسی، سنجش آلاینده‌ها، پایش کیفیت هوا، و حتی سیاست‌گذاری مبتنی بر داده فراهم می‌کند.

– قانون توزیع عادلانه آب (۱۳۶۱)

با هدف تنظیم بهره‌برداری از منابع آبی کشور، این قانون چارچوبی برای تخصیص منابع آب و حفاظت از آن‌ها ایجاد می‌کند.

در حوزه آلودگی آب و مدیریت منابع آبی، استفاده از هوش مصنوعی در مدل‌سازی مصرف آب، شناسایی نشت یا آلودگی، و بهینه‌سازی تخصیص منابع بسیار مؤثر است و این قانون می‌تواند از چنین فناوری‌هایی پشتیبانی کند.

– اسناد کلان توسعه‌ای مانند سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ و سیاست‌های کلی محیط زیست (۱۳۹۳)

در این اسناد، صراحتاً به اهمیت توسعه پایدار، حفاظت از منابع طبیعی، و لزوم بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و دانش‌بنیان در مدیریت محیط زیست اشاره شده است.

سیاست‌های کلی محیط زیست که توسط مقام معظم رهبری ابلاغ شده‌اند، بر «توسعه فناوری‌های سازگار با محیط زیست» و «استفاده از ظرفیت‌های علمی» تأکید دارند که به‌طور مستقیم

احساس می‌شود. این قوانین باید شامل مقرراتی در زمینه جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، اشتراک‌گذاری و امنیت داده‌ها باشد و همچنین باید تعادل مناسبی بین نوآوری‌های فناورانه و حفظ حقوق افراد و محیط زیست برقرار کند.

۶- ظرفیت‌های قانونی و نهادی حقوق محیط زیست ایران برای به‌کارگیری هوش مصنوعی

در این قسمت، قوانین و مقررات محیط زیستی ایران مانند قانون حفاظت و بهره‌برداری منابع طبیعی، قوانین مرتبط با آلودگی هوا و آب، و اسناد کلان توسعه پایدار که امکان استفاده از فناوری‌های نوین را فراهم می‌آورند، بررسی می‌شود. همچنین ساختار نهادی سازمان‌های متولی محیط زیست و دستگاه‌های قضایی و اجرایی مرتبط معرفی شده و ظرفیت‌های موجود برای پذیرش هوش مصنوعی در فرآیندهای نظارتی، گزارش‌دهی و دادرسی ثبت می‌گردد.

– قانون حفاظت و بهره‌برداری از جنگل‌ها و مراتع کشور (۱۳۴۶) و اصلاحات بعدی

این قانون یکی از پایه‌های اصلی حقوق منابع طبیعی در ایران است و به حفاظت، احیا و بهره‌برداری اصولی از منابع طبیعی (شامل جنگل‌ها، مراتع، اراضی ملی و ...) می‌پردازد.

هرچند در زمان تصویب این قانون هنوز بحث فناوری‌های نوین یا هوش مصنوعی مطرح نبود، اما مواد مرتبط با نظارت، ارزیابی خسارت و کنترل تخلفات، ظرفیت تطبیق با فناوری‌های نوین مانند سامانه‌های هوشمند پایش ماهواره‌ای یا آنالیز داده‌های زیست‌محیطی را داراست.

– قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست (۱۳۵۳)

این قانون، پایه‌گذار سازمان حفاظت محیط زیست و چارچوب‌های اولیه برای مقابله با آلودگی‌های زیست‌محیطی در ایران است.

در این قانون، موضوعاتی مانند کنترل آلاینده‌ها، حفاظت از منابع طبیعی، ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌ها و مقررات مربوط به صنایع آلاینده مطرح شده‌اند که قابلیت تطبیق با ابزارهای

می‌تواند پشتوانه‌ای قانونی برای به کارگیری هوش مصنوعی در این حوزه باشد.

۷- کاربرد هوش مصنوعی در نظارت و پایش محیط زیست

در اینجا به فناوری‌هایی مانند سنسورها، سامانه‌های مانیتورینگ هوشمند، دوربین‌های مدار بسته با قابلیت تحلیل داده و الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین اختصاص می‌یابد که می‌توانند به شناسایی و پیش‌بینی آلودگی‌ها، تخریب اکوسیستم‌ها، تغییرات اقلیمی و رفتارهای مخرب محیط زیستی کمک کنند. تشریح می‌شود که چگونه این ابزارها می‌توانند به صورت خودکار و پیوسته اطلاعات جمع‌آوری کنند و به مراجع ذی‌ربط هشدار دهند که این امر موجب افزایش سرعت واکنش و دقت تصمیم‌گیری در حوزه محیط زیست می‌گردد. یکی از مهم‌ترین حوزه‌هایی که هوش مصنوعی در آن تاثیرگذار است، نظارت و پایش محیط زیست محسوب می‌شود. با بهره‌گیری از سنسورهای هوشمند، دستگاه‌های متصل به اینترنت اشیا^۱ و مدل‌های پیچیده یادگیری ماشین، امکان جمع‌آوری داده‌های عظیم و لحظه‌ای از وضعیت هوا، آب، خاک و پوشش گیاهی وجود دارد. الگوریتم‌های AI قادرند این حجم داده‌ها را پردازش کرده و نمونه‌های آهنگ تغییرات غیرعادی، مانند آلودگی‌های صنعتی یا نشت مواد سمی را به سرعت شناسایی کنند. این امر امکان واکنش سریع به تخلفات زیست‌محیطی را فراهم کرده و موجب کاهش آسیب‌های جبران‌ناپذیر به منابع طبیعی می‌شود. از سوی دیگر، توانایی هوش مصنوعی در تحلیل روندهای بلندمدت و پیش‌بینی حوادث محیط زیستی باعث شده تا بتوان سیاست‌ها و اقدامات پیشگیرانه مؤثرتری اتخاذ کرد، چنان که در قوانین پیشگیری از آلودگی محیط زیست ایران نیز به آن توجه شده است (خسروی، ۱۴۰۱: ۳۲) به این ترتیب، هوش مصنوعی نقش مهمی در تضمین حسن اجرای مقررات و وظایف نهادهای نظارتی دارد و می‌تواند به عنوان «چشم‌های همیشه‌بیدار» دولت و جامعه عمل نماید. بنابراین، اتکا بر AI در دستگاه‌های نظارتی به بهبود سلامت اکوسیستم‌ها و کاهش هزینه‌های مدیریت بحران‌های محیطی کمک فراوانی خواهد کرد.

۸- نقش هوش مصنوعی در سیاست‌گذاری و تدوین مقررات محیط زیستی

در ذیل این عنوان، نقش هوش مصنوعی در پردازش داده‌های کلان محیط زیستی، مدلسازی اثرات زیست‌محیطی، و ارائه سناریوهای مختلف برای تصمیم‌گیرندگان مطرح می‌شود. به‌ویژه تاکید می‌شود که AI می‌تواند به پیش‌بینی روندهای آتی محیط زیستی و ارائه راهکارهای بهینه برای تنظیم مقررات کمک کند؛ موضوعی که با ملاحظات حقوقی پیشگیرانه در قوانین ایران هم‌راستا است. پیشرفت‌های فناوری هوش مصنوعی امکان تحلیل گسترده داده‌های زیست‌محیطی را فراهم کرده است که پیش از این با روش‌های سنتی دسترسی به آن ممکن نبود. AI با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مدل‌سازی و شبیه‌سازی، اثرات احتمالی پروژه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی بر محیط زیست را می‌تواند پیش‌بینی کند و سناریوهای مختلفی را براساس داده‌های واقعی ارائه دهد. این قابلیت به سیاست‌گذاران و قانون‌گذاران در ایران اجازه می‌دهد که تصمیمات خود را بر مبنای تحلیل‌های دقیق علمی و نه صرفاً داده‌های تاریخی یا فرضیات اتخاذ کنند.

استفاده از هوش مصنوعی در تدوین سیاست‌های زیست‌محیطی مؤثر، همسو با اهداف توسعه پایدار ایران و قوانین بین‌المللی مرتبط، می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر کاهش ریسک‌های زیست‌محیطی و ارتقاء کیفیت زندگی داشته باشد. به‌طور خاص، سیستم‌های مبتنی بر AI می‌توانند در ارزیابی تطابق پروژه‌ها با استانداردهای زیست‌محیطی، تحلیل هزینه-فایده اجرای مقررات، و پیشرفت در تصویب قوانین هوشمند و پویا کمک کنند، مساله‌ای که در نظام حقوقی ایران به‌عنوان مسیر اصلاح قانون‌گذاری زیست‌محیطی در حال پیگیری است (تاج بخش، ۱۳۹۹: ۸).

۹- هوش مصنوعی در ارتقاء مشارکت عمومی و آموزش زیست‌محیطی

این بخش نیز به کاربردهای AI در طراحی سامانه‌های اطلاع‌رسانی هوشمند، پرتال‌های گزارش تخلفات زیست‌محیطی توسط مردم، اپلیکیشن‌های آموزش محیط

نکات کلیدی و مستندات مرتبط را استخراج کنند و در اختیار قضات و کارشناسان قرار دهند.

۱۰-۲- پیش‌بینی نتایج قضایی و تسهیل تصمیم‌گیری

الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند با تحلیل پرونده‌های مشابه گذشته، الگوهای تصمیم‌گیری قضات را شناسایی کنند و پیش‌بینی‌هایی در مورد روند و نتیجه احتمالی پرونده ارائه دهند. این موضوع می‌تواند به تسریع روند دادرسی و کاهش بار کاری قضات کمک کند.

۱۰-۳- کاهش اشتباهات و افزایش شفافیت

هوش مصنوعی با فراهم کردن تحلیل‌های مبتنی بر داده و استانداردهای مشخص، امکان کاهش خطاهای انسانی و افزایش عدالت در تصمیمات قضایی محیط زیستی را فراهم می‌آورد. همچنین، این فناوری می‌تواند شفافیت فرآیند رسیدگی را افزایش داده و اعتماد عمومی به نظام قضایی را تقویت کند.

۱۱- چشم‌انداز و راهکارهای توسعه هوش مصنوعی در حقوق محیط زیست ایران

هوش مصنوعی به‌عنوان فناوری تحول‌آفرین، آینده حقوق محیط زیست ایران را متحول خواهد کرد و امکان مدیریت دقیق‌تر و هوشمندانه‌تر چالش‌های زیست‌محیطی را فراهم می‌آورد. چشم‌انداز توسعه این فناوری در نظام حقوقی کشور شامل ارتقای فرآیندهای قانونی، تسهیل نظارت بر تخلفات محیط زیستی و افزایش کارایی در اجرای قوانین است. برای تحقق این چشم‌انداز، راهکارهای زیر ضروری به نظر می‌رسد:

- **تدوین و به‌روزرسانی قوانین و مقررات:** ایجاد چارچوب‌های حقوقی شفاف و منعطف برای به‌کارگیری هوش مصنوعی در حوزه محیط زیست.

- **ایجاد زیرساخت‌های فناورانه:** توسعه سامانه‌های هوشمند پایش و تحلیل داده‌های زیست‌محیطی با حمایت دولت و بخش خصوصی.

زیست و ایجاد شبکه‌های اجتماعی حمایتی برای آگاه‌سازی عمومی اختصاص دارد. شرح داده می‌شود که چگونه فناوری‌های هوشمند موجب تقویت مشارکت مردمی، افزایش مسؤلیت‌پذیری اجتماعی و بهبود فرهنگ زیست‌محیطی می‌شوند. مشارکت عمومی از ارکان کلیدی در موفقیت سیاست‌های محیط زیستی به حساب می‌آید.

تجهیزات مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند با تسهیل دسترسی مردم به اطلاعات محیط زیستی و ارائه ابزارهای تعاملی، فرهنگ‌سازی و حساس‌سازی عمومی را به شکل چشمگیری ارتقا دهند. برای مثال، اپلیکیشن‌ها و سامانه‌های موبایلی هوشمند قادرند به شهروندان امکان گزارش تخلفات زیست‌محیطی، مشاهده روند کیفیت هوا و آب و دریافت توصیه‌های حفاظتی در زمان واقعی را بدهند. این فرآیند علاوه بر افزایش مشارکت مردمی، شفافیت و پاسخ‌گویی نهادهای مسؤول را نیز بالا می‌برد. خسروی (۱۴۰۱) تأکید می‌کند که در ایران که اصل مردم‌سالاری زیست‌محیطی در قانون اساسی و قوانین محیط زیست به‌عنوان حق مردم مطرح شده است، این فناوری‌ها می‌توانند زمینه‌های تازه‌ای برای مشارکت هدفمند و مؤثر فراهم آورند (خسروی، ۱۴۰۱: ۱۵).

۱۰- **هوش مصنوعی و بهبود کارکرد نظام قضایی محیط زیست**
نظام قضایی محیط زیست یکی از بخش‌های حساس و حیاتی در حفاظت از منابع طبیعی و تضمین حقوق مردم نسبت به محیط زیست سالم است. با افزایش پیچیدگی‌های پرونده‌های زیست‌محیطی و حجم گسترده داده‌ها و مستندات مرتبط، استفاده از فناوری‌های نوین، به‌ویژه هوش مصنوعی، به‌عنوان ابزاری مؤثر برای بهبود عملکرد این نظام ضروری به نظر می‌رسد. هوش مصنوعی می‌تواند در نظام قضایی محیط زیست به چندین شکل کلیدی نقش‌آفرینی کند:

۱۰-۱- تحلیل سریع و دقیق داده‌ها و اسناد

در پرونده‌های زیست‌محیطی، داده‌های گسترده‌ای از جمله گزارش‌های فنی، تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های سنجش کیفیت هوا و آب و مستندات قانونی وجود دارد. سامانه‌های هوش مصنوعی با پردازش و تحلیل این داده‌ها می‌توانند به سرعت

و پیش‌بینی وقوع بحران‌های ناگهانی مانند سیلاب‌ها، آتش‌سوزی‌های گسترده، خشک‌سالی‌ها، تغییرات شدید اقلیمی و آلودگی‌های خطرناک است. سامانه‌هایی که با بهره‌گیری از داده‌های تاریخی و لحظه‌ای می‌توانند روندهای مخرب را شناسایی کنند، امکان ورود به‌موقع مسئولان و اجرای اقدامات پیشگیرانه را فراهم می‌سازند. در سیستم حقوقی ایران که بر پیشگیری به‌عنوان یک اصل محوری تأکید دارد، استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند باعث بهبود چشمگیر عملکرد نهادهای متولی شود؛ چراکه هوش مصنوعی علاوه بر هشدار به‌موقع، با شبیه‌سازی سناریوهای محتمل می‌تواند به تدوین راهبردهای مقابله‌ای و مقرراتی کمک کند که موجب کاهش خسارات و ایجاد مؤلفه‌های توسعه پایدار می‌گردد (خسروی، ۱۴۰۱: ۳۰).

- نقش هوش مصنوعی در پایش و ارزیابی عملکرد برنامه‌های محیط زیستی دولتی

تشریح چگونگی استفاده از سیستم‌های هوشمند برای سنجش اثربخشی سیاست‌ها، برنامه‌ها و پروژه‌های محیط زیستی در کشور و ارزیابی عملکرد سازمان‌های دولتی از طریق داده‌های جمع‌آوری‌شده با AI و گزارش‌های تحلیلی. این موضوع در راستای ارتقاء پاسخگویی و شفافیت نهادهای حکومتی ایران است (سازمان حفاظت محیط زیست ایران، ۱۳۹۸).

- کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت پسماند و بازیافت در ایران
کاربرد سامانه‌های هوشمند در بهینه‌سازی جمع‌آوری، تفکیک و بازیافت پسماندها با هدف کاهش آلودگی محیط زیست. بررسی قوانین مرتبط با مدیریت پسماند در ایران و چگونگی تسهیل اجرای آن‌ها با فناوری‌های نوین هوش مصنوعی (حسینی و رضایی، ۱۴۰۰: ۲۱).

- هوش مصنوعی و بهینه‌سازی مصرف منابع طبیعی: آب و انرژی

هوش مصنوعی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در بهینه‌سازی مصرف منابع طبیعی، به ویژه آب و انرژی، نقش مهمی ایفا می‌کند. با بهره‌گیری از الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های بزرگ، سیستم‌های هوشمند قادرند الگوهای مصرف را شناسایی کرده و راهکارهای کارآمدی برای کاهش

- آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی: ارتقای مهارت‌های حقوقی و فنی قضات، کارشناسان و مجریان قانون در زمینه فناوری‌های نوین.

- همکاری‌های بین‌دبخی: تقویت تعامل میان نهادهای حقوقی، محیط زیست، فناوری اطلاعات و دانشگاه‌ها برای توسعه راهکارهای نوآورانه.

- پژوهش و نوآوری: حمایت از پروژه‌های تحقیقاتی کاربردی در زمینه هوش مصنوعی و حقوق محیط زیست برای یافتن راه‌حل‌های بومی و کارآمد.

با پیگیری این راهکارها، هوش مصنوعی می‌تواند نقش کلیدی در حفاظت پایدار از محیط زیست ایران ایفا کند و نظام حقوقی کشور را به سمت هوشمندسازی و عدالت زیست‌محیطی سوق دهد (حسینی و رضایی، ۱۴۰۰: ۹).

- تحلیل حقوقی داده‌های زیست‌محیطی و حریم خصوصی در استفاده از AI

هوش مصنوعی برای کارکرد نیازمند حجم بالایی از اطلاعات است که اغلب شامل داده‌های حساس و شخصی می‌شوند. در این بخش به چالش‌های مربوط به حریم خصوصی و امنیت داده‌ها پرداخته و نحوه انطباق با قوانین حمایت از داده‌ها در ایران و الزامات اخلاقی استفاده از AI در حقوق محیط زیست تحلیل می‌شود (تاج‌بخش، ۱۳۹۹: ۱۹).

- هوش مصنوعی در پیش‌بینی بحران‌های زیست‌محیطی و مدیریت ریسک

مطالعه کاربرد الگوریتم‌های پیش‌بینی و مدل‌های یادگیری ماشین برای تشخیص زودهنگام بحران‌های محیط زیستی مانند سیلاب‌ها، خشک‌سالی‌ها، آتش‌سوزی جنگل‌ها و آلودگی‌های ناگهانی. این تیتیر نحوه ادغام ظرفیت‌های AI با قانون پیشگیری و مدیریت بحران در ایران را بررسی می‌کند (خسروی، ۱۴۰۱: ۱۱).

یکی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه محیط زیست، توانایی یادگیری الگوهای پیچیده و غیرخطی در داده‌ها

ایران است. بنابراین، تدوین چارچوب‌های قانونی شفاف برای مسؤولیت‌پذیری توسعه‌دهندگان سیستم‌های AI، نیز قوانین اخلاقی و زیست‌محیطی برای تضمین استفاده عادلانه و کارآمد از این فناوری ضروری به نظر می‌رسد (حسینی و رضایی، ۱۴۰۰: ۲۳). آموزش و توانمندسازی نیروهای حقوقی و محیط زیستی نیز باید در اولویت برنامه‌های توسعه‌ای قرار گیرد تا نزاع‌های حقوقی و مشکلات اخلاقی به حداقل برسد.

۱۳- چشم‌انداز توسعه قوانین هوشمند در حفاظت از محیط زیست ایران با بهره‌گیری از هوش مصنوعی

با پیشرفت‌های فزاینده در فناوری هوش مصنوعی، لزوم اصلاح و به‌روزرسانی قوانین محیط زیست ایران بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود. تجارب جهانی نشان می‌دهد که تدوین قوانین هوشمند، قابلیت تطبیق سریع با داده‌های جدید، ارزیابی خودکار اثرات زیست‌محیطی و تأمین شفافیت در مدیریت منابع، از مهم‌ترین ویژگی‌های آینده حقوق محیط زیست خواهد بود (یونپ، ۲۰۲۰). ایران نیز با بهره‌گیری از ظرفیت‌های AI و با افزودن اصول فناوری محور به چارچوب‌های قانونی خود، می‌تواند گامی بلند در جهت حفاظت بهتر از محیط زیست و تضمین توسعه پایدار بردارد. این مسیر مستلزم همگرایی تخصص‌های حقوقی، علمی و فناوری است تا قوانین کاربردی، اثربخش و قابل انعطاف طراحی و اجرا شوند. به‌علاوه، همکاری دانشگاه‌ها، نهادهای دولتی و بخش خصوصی در توسعه و آزمون فناوری‌های هوشمند، کلید تحقق این چشم‌انداز است (خسروی، ۱۴۰۱: ۱۸). در نتیجه، آینده حقوق محیط زیست ایران با ادغام هوش مصنوعی، نه تنها به کاهش تخریب‌ها و ارتقاء سلامت اکوسیستم‌ها می‌انجامد بلکه عدالت اجتماعی و بهره‌مندی جمعی از منابع طبیعی را نیز تضمین می‌کند.

۱۴- نقش هوش مصنوعی در ایجاد نظم و نظارت بر اجرای قوانین محیط زیستی در ایران

هوش مصنوعی در محیط زیست ایران به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در نظارت بر اجرای قوانین محیط زیستی و ارتباط با سیستم‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فناوری می‌تواند به مراقبه از انتها گیری‌های ناپایدار، تغییرات اقلیمی و

هدررفت و افزایش بهره‌وری ارائه دهند. در حوزه آب، هوش مصنوعی می‌تواند با پیش‌بینی دقیق نیازهای آبی، مدیریت بهینه شبکه‌های آبرسانی و تشخیص نشت‌ها، مصرف غیرضروری را کاهش دهد. همچنین در بخش انرژی، این فناوری به بهینه‌سازی مصرف در صنایع، ساختمان‌ها و شبکه‌های برق کمک کرده و با تنظیم خودکار سیستم‌ها، مصرف انرژی را به حداقل می‌رساند. به این ترتیب، استفاده گسترده از هوش مصنوعی در مدیریت منابع آب و انرژی، گامی مؤثر در جهت توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست محسوب می‌شود (تاج‌بخش، ۱۳۹۹: ۶۵).

- هوش مصنوعی و کمک به فرهنگ‌سازی زیست‌محیطی در جامعه ایرانی

نحوه به‌کارگیری فناوری AI در برنامه‌های آموزشی، رسانه‌های اجتماعی، و پلتفرم‌های تعامل مردمی که به ارتقای فرهنگ مسؤولیت‌پذیری محیط زیستی انجامیده و به تغییر نگرش عمومی نسبت به مسائل زیست‌محیطی کمک می‌کنند (خسروی، ۱۴۰۱: ۵).

۱۲- چالش‌های حقوقی و اخلاقی به‌کارگیری هوش مصنوعی در حقوق محیط زیست ایران: حفظ حریم خصوصی و تضمین عدالت زیست‌محیطی

هوش مصنوعی در حوزه محیط زیست به دلیل تکیه بر داده‌های پراکنده، بزرگ و حساس، با چالش‌های جدی در حوزه حقوق داده‌ها و حریم خصوصی روبه‌رو است. تحلیل و گردآوری داده‌های زیست‌محیطی گاه نیازمند دسترسی به اطلاعات شخصی و فعالیت‌های اقتصادی افراد و شرکت‌هاست که این موضوع مستلزم تعبیه ضوابط دقیق برای توازن میان منافع عمومی و حفاظت از حقوق خصوصی ذی‌نفعان است (تاج‌بخش، ۱۳۹۹: ۱۱).

از سوی دیگر، سوگیری‌های موجود در الگوریتم‌ها ممکن است موجب نابرابری در اعمال قوانین زیست‌محیطی گردد، به‌طوری که برخی اقشار به دلیل عدم دسترسی به فناوری یا تفاوت‌های اقتصادی از حمایت‌های قانونی محروم شوند که این امر تناقضی مستقیم با اصل عدالت زیست‌محیطی در قانون اساسی

نتیجه‌گیری

از نظر حقوقی، ظرفیت‌های هوش مصنوعی در توسعه حقوق محیط زیست مربوط به اصلاح روش‌های دادخواهی و اجرای قوانین نیز هست. به کمک فناوری‌های AI می‌توان سامانه‌های هوشمند پیگیری پرونده‌های زیست‌محیطی ایجاد کرد که امکان تحلیل داده‌های پرونده‌ها، پیش‌بینی نتایج شکایات و ارائه راهکارهای قضایی به قضات و مدیران قضایی را فراهم می‌نماید. این امر باعث تسریع در روند دادرسی‌ها، کاهش فساد و افزایش عدالت می‌شود که از ارکان مهم حقوق محیط زیست در دستگاه قضایی ایران به‌شمار می‌رود. همچنین استفاده از هوش مصنوعی در تحلیل و استخراج متن قوانین، آیین‌نامه‌ها و اسناد مرتبط می‌تواند تسهیل‌بزرگی در به‌روزرسانی و توسعه قوانین فراهم آورد و چنین ظرفیت‌هایی به ویژه با توجه به پیچیدگی‌های روزافزون مسائل محیط زیستی، در قانون‌گذاری ایران بسیار قابل استفاده هستند. در نهایت، باید به چالش‌ها و محدودیت‌های به‌کارگیری هوش مصنوعی در حوزه حقوق محیط زیست در ایران نیز توجه داشت. این موارد شامل نیاز به زیرساخت‌های فناورانه قوی، توسعه نیروی انسانی متخصص، چارچوب‌های حقوقی مشخص برای استفاده از داده‌ها و حفاظت از حریم خصوصی و امنیت داده‌ها می‌شود. روند تدوین قوانین حمایتی و تنظیم مقررات مربوط به هوش مصنوعی و داده‌های زیست‌محیطی باید با دقت و همزمان با توسعه فناوری پیش‌رود تا از سوءاستفاده‌ها و آسیب‌های اجتماعی-حقوقی احتمالی جلوگیری شود. به‌طور کلی، اگرچه هوش مصنوعی ظرفیت‌های بی‌نظیری برای توسعه حقوق محیط زیست در ایران دارد، تحقق این ظرفیت‌ها مستلزم برنامه‌ریزی راهبردی و همکاری بین‌بخشی میان دولت، نهادهای قانونی، دانشگاه‌ها و بخش خصوصی است.

استفاده از تکنولوژی در مدیریت منابع طبیعی و حفاظت از محیط زیست می‌تواند به کاهش آلودگی هوا، آب و خاک کمک کند و در نتیجه حقوق انسانی را بهبود بخشد. در زمینه حفاظت از محیط زیست، تکنولوژی و هوش مصنوعی نقش مهمی ایفا می‌کنند. از یک سو، این فناوری‌ها می‌توانند بهبودهای زیادی در زمینه محیط زیست ایجاد کنند، مانند کاهش آلودگی هوا و

انتها گیری‌های ناپایدار در مناطق مختلف ایران کمک کند. به‌طور خاص، هوش مصنوعی می‌تواند به‌طور خودکار میلادی از داده‌های مرتبط با محیط زیست، مانند تغییرات دما، کمپتیشن، و تغییرات در حجم آب، اطلاع رسانی کند. این اطلاعات می‌توانند به مراجع قانونی و مسئولان محیط زیستی کمک کنند تا تصمیم‌گیری‌های مبنی بر قوانین و مقررات محیط زیستی را انجام دهند. این تغییر در روش نظارت می‌تواند به افزایش اجرای قوانین محیط زیستی و بهبود اجرای قوانین در ایران کمک کند. منبع این تحلیل می‌تواند از گزارشاتی از سوی اداره حفاظت محیط زیست ایران یا سازمان‌های مرتبط با این موضوع اخذ شود.

۱۵- نقش هوش مصنوعی در ایجاد ارتباط میان ارگان‌های مختلف در محیط زیست ایران

هوش مصنوعی می‌تواند به ارتباط میان ارگان‌های مختلف در محیط زیست ایران کمک کند، مانند اداره حفاظت محیط زیست، مؤسسه حفاظت محیط زیست، و سایر سازمان‌های مرتبط. این فناوری می‌تواند به ایجاد یک سیستم اطلاعاتی گسترده و یکپارچه کمک کند که اطلاعات مرتبط با محیط زیست را به‌طور خودکار و بدون اخطار میان ارگان‌ها انتقال دهد. این ارتباط می‌تواند به افزایش کارایی و اجرای قوانین محیط زیستی در ایران کمک کند. این تحلیل می‌تواند از منابع مختلفی مانند گزارشاتی از سوی اداره حفاظت محیط زیست ایران یا سازمان‌های مرتبط با این موضوع اخذ شود.

۱۶- نقش هوش مصنوعی در ایجاد ارتباط میان افراد و ارگان‌های مرتبط در محیط زیست ایران

هوش مصنوعی می‌تواند به ایجاد ارتباط میان افراد و ارگان‌های مرتبط در محیط زیست ایران کمک کند. این فناوری می‌تواند به‌طور خودکار اطلاعات مرتبط با محیط زیست را به افراد و ارگان‌ها انتقال دهد. این ارتباط می‌تواند به افزایش توجه به اهمیت محیط زیست و اجرای قوانین محیط زیستی در ایران کمک کند. این تحلیل می‌تواند از منابع مختلفی مانند گزارشاتی از سوی اداره حفاظت محیط زیست ایران یا سازمان‌های مرتبط با این موضوع اخذ شود.

تعارض منافع: در این مقاله هیچگونه تضاد منافی وجود ندارد.

سهم نویسندگان: نگارش مقاله مشترکاً توسط نویسندگان صورت گرفته است.

تشکر و قدردانی: از کلیه کسانی که در معرفی منابع و تهیه این مقاله ما را یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

تأمین اعتبار پژوهش: این پژوهش فاقد تأمین کننده مالی بوده است.

منابع و مآخذ

الف. منابع فارسی

- اتلی، محسن (۱۳۹۹). «امکان‌سنجی اعطای شخصیت حقوقی به ربات‌های هوشمند با تکیه بر مصوبه اتحادیه اروپا». **فصلنامه مجلس و راهبرد**، ۲۷(۱۰۳).

- بهشتی، حورا و مشاور، محمد (۱۴۰۳). «بررسی نقش هوش مصنوعی در آموزش محیط زیست». **ششمین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت محیط زیست**.

- تاج‌بخش، رضا (۱۳۹۹). «هوش مصنوعی و توسعه حقوق محیط زیست در ایران». **نشریه علمی-پژوهشی حقوق محیط زیست**، ۵(۱): ۸۰-۱۱۰.

- جوانمرد فرخانی، ابراهیم، میری، حمید و یمرلی، صالح (۱۴۰۲). «بررسی فقهی حقوقی فناوری بارورسازی مصنوعی ابرها با نگاهی به جنبه‌های زیست‌محیطی آن». **نشریه حقوق قراردادهای و فناوری‌های نوین**، ۴(۲).

- چراغی، ابراهیم (۱۳۹۰). «محیط زیست و حقوق آن از منظر قرآن». بازیابی شده از: <http://www.tadabbor.org>

- حسینی، محمد و رضایی، مصطفی (۱۴۰۰). «کاربرد هوش مصنوعی در مدیریت محیط زیست: فرصت‌ها و چالش‌ها». **فصلنامه مطالعات حقوقی**، ۱۶(۲): ۱۱۵-۱۳۸.

آب و حفاظت از گونه‌های در خطر. از سوی دیگر، ممکن است این تکنولوژی‌ها به برخی مشکلات نظیر افزایش آلودگی و تخریب محیط زیست منجر شوند. برای مواجهه با این چالش‌ها و بهره‌برداری از فرصت‌هایی که تکنولوژی و هوش مصنوعی ارائه می‌دهند، لازم است راهکارهای حقوقی و قانونی مناسبی اتخاذ شود. این شامل تدوین قوانین و مقررات منطبق با تکنولوژی جدید، افزایش آگاهی عمومی در زمینه اثرات محیطی این فناوری‌ها و ارتقاء نظارت و کنترل بر تکنولوژی و هوش مصنوعی می‌شود. به این ترتیب، می‌توان حقوق انسانی و حقوق محیط زیست را در عصر تکنولوژی و هوش مصنوعی بهبود بخشید و از دست دادن آنها را جلوگیری کرد.

پیشنهادهای

۱- پیشنهاد می‌شود قوانین و مقررات جدیدی طراحی و تصویب شود که شفافیت فرآیندهای هوشمندسازی، مسؤولیت‌های حقوقی توسعه‌دهندگان و کاربران AI و نیز حفاظت از داده‌های زیست‌محیطی را تضمین نماید. اهمیت تدوین چنین چارچوب‌هایی در نظام حقوقی ایران مورد تاکید قرار می‌گیرد.

۲- تحلیل روندهای نوظهور فناوری مانند اینترنت اشیا، بلاک چین، و هوش مصنوعی در تقویت حقوق محیط زیست، و چشم‌انداز توسعه آن‌ها در ایران با توجه به پیشرفت‌های علمی و ظرفیت‌های قانونی موجود. در نهایت پیشنهاداتی برای سیاست‌گذاران و مجریان قانون ارائه می‌شود.

۳- نیاز به ایجاد قوانین متناسب با هوش مصنوعی: هوش مصنوعی به‌طور گسترده‌ای در زمینه‌های مختلفی مانند تحلیل داده‌ها، تولید محتوا، تحلیل تصاویر، تلفن‌های هوش مصنوعی و تحلیل امنیتی استفاده می‌شود. اما این فرآیند می‌تواند بر محیط زیست تأثیر بگذارد، مثلاً از طریق استهلاک منابع طبیعی، افزایش فشار بر سیستم‌های اقلیمی یا ایجاد تغییرات در اقتصاد. بنابراین، نیاز به ایجاد قوانین متناسب با استفاده از هوش مصنوعی وجود دارد تا این تأثیرات مهندسی و محیطی را مدیریت کنیم.

ملاحظات اخلاقی: در تمام مراحل نگارش پژوهش حاضر، صداقت و و امانتداری رعایت شده است.

- Nevejans, N. European Civil Law Rules in Robotics. In Technical Report; European Parliament: Eurométropole de Strasbourg, France, 2016.
- Daudt, H.M.L.; van Mossel, C.; Scott, S.J. Enhancing the scoping study methodology: A large, interprofessional team's experience with Arksey and O'Malley's framework BMC Med Res. Methodol. 2013, 13, 48.
- Miller, T., & Davis, R. (2024). Liability and responsibility in autonomous AI for environmental protection. Law and Technology, 16(1), 22-44.
- Liu, Y., & Chen, J. (2023). Legal implications of autonomous decision-making in environmental AI. Technology and Law Journal, 14(2), 155-180.
- O'Neill, P. (2000). Who is responsible? Legal accountability in AI-enabled environmental tools. Environmental Policy Journal, 20(3), 134-153.
- حکیم، مجتبی و ابراهیمیان، حسین (۱۴۰۲). «بررسی فقهی و حقوقی سلب امنیت شهروندی در هوش مصنوعی». فصلنامه پژوهش‌های فقه و حقوق اسلامی، ۱۹(۷۲).
- خسروی، فاطمه (۱۴۰۱). «نقش فناوری‌های نوین در ارتقاء قوانین محیط زیست با تمرکز بر هوش مصنوعی». مجله حقوق فناوری، ۳(۱): ۴۵-۷۰.
- سیفی، آناهیتا و رزمخواه، نجمه (۱۴۰۲). «نقدی بر پیش‌نویس توصیه‌های یونسکو در اخلاق هوش مصنوعی از منظر حق بر محیط زیست سالم». پژوهش حقوق عمومی، ۲۴(۷۸).
- طهماسبی، محمدرضا (۱۳۸۵). «روایت افراطی از هوش مصنوعی و مسأله وضوح‌ناپذیری ذهن». نامه مفید، ۱۲(۲).
- عمید، حسن (۱۳۶۹). فرهنگ عمید. تهران: انتشارات امیرکبیر.
- کشاورزی وحدانی، محمد و محمدیان، علی (۱۴۰۳). «تأملی بر امکان‌سنجی و انحاء کاربرد هوش مصنوعی در دانش فقه و حقوق اسلامی». پژوهش‌های فقهی، ۲۰(۴).
- مخترع، آیدا (۱۳۹۹). حقوق محیط زیست و سرمایه‌گذاری بین‌المللی: رعایت الزامات زیست محیطی در حقوق سرمایه‌گذاری بین‌المللی. چاپ اول. شیراز: نشر نیایش.

ب. منابع انگلیسی

- Mittelstadt, B. Principles alone cannot guarantee ethical AI. Nat. Mach. Intell. 2019, 1, 501-507.
- Williams, A., Green, B., & Chen, L. (2023). Ensuring environmental justice in AI decision-making. Environmental Justice Quarterly, 11(2), 140-165.
- Murphy, R.; Woods, D.D. Beyond Asimov: The Three Laws of Responsible Robotics. IEEE Intell. Syst. 2009, 24, 14-20.