



## هوش مصنوعی و کاربرد آن در نگهداری محیط زیست

محمدرضا غفاریان<sup>۱</sup>

### چکیده

در عصر کنونی فناوری هوش مصنوعی توسعه یافته و در جنبه های مختلف زندگی بشری و صنایع گوناگون گسترش داشته است. متاثر از این مهم، مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست نیز که جزء سرمایه های اصلی تمامی کشورها بوده از این فناوری بهره برده اند. تحقیق حاضر از نوع اسنادی-کتابخانه ای و از نظر هدف کاربردی و به روش توصیفی می باشد. اطلاعات مورد نیاز از طریق مطالعه ی کتاب ها و پایان نامه ها، مقالات، نشریات و گزارش های تحقیقی، جستجو در شبکه جهانی اینترنت و وب سایت ها جمع آوری شده است. براساس نتایج این مطالعه کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه منابع طبیعی و محیط زیست شامل: پایش، نظارت و حفاظت از محیط زیست، مدیریت زیست گاه ها، مدیریت حیات وحش، مدیریت منابع آب، کنترل آلودگی هوا، پیش بینی و مدیریت بلایای طبیعی، کشاورزی هوشمند، مدیریت شهری هوشمند، مدیریت پسماندها، مدیریت انرژی و تغییرات اقلیمی می باشد.

**واژگان کلیدی:** هوش مصنوعی، منابع طبیعی، نگهداری محیط زیست.

۱. کارشناس ارشد مدیریت آموزش و مدرس دانشگاه امام حسین (علیه السلام)



## مقدمه

در دهه های اخیر، تغییرات آب و هوایی، آلودگی محیطی، کاهش تنوع زیستی، مسائل مربوط به محیط زیست و مدیریت منابع طبیعی در سطح جهانی مورد توجه جدی قرار گرفته است. همان طور که محیط طبیعی همچنان به عنوان یک منبع مهم برای توسعه اقتصادی و استفاده انسانی مورد بهره برداری قرار می گیرد، اهمیت مدیریت زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست نیز مهم و حائز اهمیت بوده است. مدیریت زیست محیطی بر دو جنبه تمرکز دارد: الف) جنبه انسان محور که شامل تأثیر فعالیت های انسانی بر محیط زیست، بهداشت و سلامتی انسانها و جوامع است. باید از طریق شناسایی و کاهش آلودگی، مدیریت پسماندها، مدیریت منابع آب و انرژی، حفظ تنوع زیستی و سایر اقدامات، به بهبود شرایط زندگی و سلامتی انسان ها پرداخته شود. ب) جنبه محیط طبیعی که بر تحقق تعادل بین فعالیت های انسانی و حفظ محیط طبیعی تأکید دارد. باید به مدیریت صحیح منابع طبیعی، حفظ اکوسیستم ها، کاهش اثرات تغییرات آب و هوا، مدیریت حفاظت از خاک و منابع آب و سایر اقدامات مرتبط با حفاظت از محیط طبیعی تمرکز شود. در هر دو جنبه استفاده از فناوری های جدید میتواند نقش مهمی در توسعه پایدار و بهبود عملکرد زیست محیطی داشته باشد. این شامل استفاده از فناوری های پاک و پایدار، بهینه سازی انرژی، استفاده از سیستم های هوشمند، تجزیه و تحلیل داده های زیست محیطی است. (حسن پور و قراگوزلو، ۱۴۰۲) مدیریت زیست محیطی به شدت با مشکلات رشد اقتصادی پایدار، توزیع منابع کارآمد و معقول و حفظ منابع طبیعی برای نسل های آینده مرتبط است. (Dong et al., 2020) در این مطالعه به کاربردهای هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار تحول آفرین در نگهداری محیط زیست پرداخته شده است.

## هوش مصنوعی (Artificial Intelligence)

تعاریف متعددی برای هوش مصنوعی توسط صاحب نظران این حوزه بیان شده است. هوش مصنوعی یک علم میان رشته ای با چندین رویکرد است، اما پیشرفت در یادگیری ماشین و یادگیری عمیق باعث ایجاد تغییر الگویی در هر بخش از صنعت فناوری می شود. این فناوری شامل الگوریتم هایی است که می توانند داده ها را تجزیه و تحلیل کرده و از آن ها یاد گرفته، وظایفی مانند شناسایی الگوها، پشتیبانی از تصمیم گیری و پردازش زبان طبیعی را انجام دهد. (Russell & Norvig, 2020) هدف اساسی این فناوری در پردازش و تجزیه و تحلیل مجموعه داده های گسترده، یادگیری از این داده ها و افزایش هوش سیستم های رایانه ای از طریق الگوریتم ها نهفته است. (Lai et al., 2021)

## محیط زیست

محیط زیست به مجموعه ای از عوامل طبیعی و مصنوعی اطلاق می شود که به طور کلی زندگی موجودات زنده را تحت تأثیر قرار می دهند. این شامل هوا، آب، خاک، اکوسیستم ها، موجودات زنده، و حتی تغییرات اجتماعی و اقتصادی است که بر نحوه تعامل انسان ها با طبیعت اثر می گذارند. به عبارت دیگر، محیط زیست به تمامی شرایط و عواملی گفته می شود که در آن زندگی موجودات زنده جریان دارد و تأثیر متقابل این عوامل بر یکدیگر، پایداری زندگی و تنوع زیستی را تضمین می کند. محیط زیست از دو بخش اصلی تشکیل شده است:

۱. عوامل طبیعی: مانند آب، هوا، خاک، منابع طبیعی، و موجودات زنده که اکوسیستم ها را تشکیل می دهند.



۲. عوامل انسانی: فعالیت‌های انسانی مانند کشاورزی، صنعت، ساخت و ساز، و فعالیت‌های روزمره که تأثیرات قابل توجهی بر محیط زیست دارند. (MEA, 2005)

## منابع طبیعی

به موادی اطلاق می‌شود که به طور طبیعی در محیط زیست موجود هستند و برای زندگی انسان‌ها و دیگر موجودات زنده ضروری‌اند و انسان‌ها به طور مستقیم یا غیرمستقیم از آن‌ها استفاده می‌کنند.

منابع طبیعی می‌توانند به دسته‌های مختلفی تقسیم شوند، از جمله:

۱. منابع تجدیدپذیر: منابعی که می‌توانند به صورت طبیعی تجدید شوند، مانند انرژی خورشیدی، باد، آب. (Twidell & Weir, 2015)
  ۲. منابع غیرتجدیدپذیر: منابعی که تجدیدپذیر نیستند و پس از مصرف به طور طبیعی به سرعت قابل بازسازی نیستند، مانند نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ و دیگر مواد معدنی. (BP, 2020)
  ۳. منابع زیستی: این منابع شامل گیاهان، حیوانات و دیگر موجودات زنده‌ای است که برای تامین غذا، دارو و سایر نیازهای انسانی به کار می‌روند. (Wilson, 2016)
- این منابع به عنوان ستون فقرات توسعه اقتصادی و تأمین نیازهای اساسی انسان‌ها عمل می‌کنند و در صورت استفاده ناپایدار از آن‌ها، می‌توانند دچار کاهش و حتی نابودی شوند. (MEA, 2005)

## تفاوت منابع طبیعی و محیط زیست

منابع طبیعی و محیط زیست دو مفهومی هستند که در بسیاری از موارد به طور هم‌زمان به کار می‌روند، اما از نظر علمی و مفهومی تفاوت‌های اساسی دارند. هرچند این دو به هم وابسته‌اند و در بسیاری از جنبه‌ها به هم مرتبط‌اند، اما هر کدام نقش‌ها و ویژگی‌های خاص خود را دارند.

در حالی که منابع طبیعی جزء مهمی از محیط زیست هستند، محیط زیست به صورت کلی شامل تمامی عواملی است که شرایط زیستی و غیرزیستی را در بر می‌گیرد و موجب تغییرات در اکوسیستم‌ها و تعادل زیستی می‌شود. تفاوت‌های اصلی آنها عبارتند از: الف) دامنه: منابع طبیعی تنها بخشی از محیط زیست را تشکیل می‌دهند. به عبارت دیگر، منابع طبیعی به منابع فیزیکی و بیولوژیکی اطلاق می‌شود که مستقیماً برای بقا و رفاه انسان‌ها و دیگر موجودات زنده ضروری هستند، در حالی که محیط زیست به کل سیستم‌های زیستی و غیرزیستی اطلاق می‌شود که انسان‌ها و سایر موجودات در آن زندگی می‌کنند.

ب) عوامل انسانی: در حالی که منابع طبیعی شامل مواد و انرژی‌هایی هستند که انسان‌ها از آن‌ها استفاده می‌کنند، محیط زیست به شرایط کلی‌تری اشاره دارد که شامل تأثیرات فعالیت‌های انسانی مانند آلودگی، تخریب زیستگاه‌ها، تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت نیز می‌شود. (IPCC, 2018)

ج) پایداری: منابع طبیعی ممکن است تجدیدپذیر یا غیرتجدیدپذیر باشند، در حالی که محیط زیست یک سیستم پیچیده است که شامل تعاملات متقابل میان همه عناصر طبیعی و انسانی است. به همین دلیل، حفاظت از محیط زیست به حفظ و مدیریت منابع طبیعی و همچنین کاهش آثار منفی فعالیت‌های انسانی بر آن‌ها نیاز دارد.

به طور خلاصه، تفاوت اصلی میان منابع طبیعی و محیط زیست در این است که منابع طبیعی به مواد و انرژی‌های طبیعی اطلاق می‌شود که انسان‌ها و دیگر موجودات از آن‌ها استفاده می‌کنند، در حالی که محیط زیست به مجموعه عواملی گفته می‌شود که شرایط زیستی و غیرزیستی را برای موجودات زنده فراهم می‌کنند. مدیریت پایدار منابع طبیعی و حفظ محیط زیست دو عنصر کلیدی برای ایجاد یک زندگی پایدار و بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها و دیگر موجودات زنده هستند.

## وابستگی و تعامل میان منابع طبیعی و محیط زیست



منابع طبیعی نقش حیاتی در پایداری محیط زیست دارند. این منابع، مانند آب و هوا، برای حفظ شرایط زیستی مناسب در زمین ضروری هستند. به علاوه، اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی موجود در محیط زیست به منابع طبیعی بستگی دارند تا بتوانند عملکرد خود را حفظ کنند. از سوی دیگر، استفاده نادرست از منابع طبیعی می‌تواند به تخریب محیط زیست منجر شود.

## اهمیت محیط زیست

۱. حفظ تنوع زیستی: محیط زیست سالم به حفظ تنوع زیستی کمک می‌کند که برای پایداری اکوسیستم‌ها ضروری است. تنوع زیستی به معنای وجود گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری است که هر کدام نقش خاصی در اکوسیستم ایفا می‌کنند. (Wilson, 2016)
۲. تنظیم آب و هوا: جنگل‌ها و اقیانوس‌ها به عنوان منابع اصلی جذب دی‌اکسید کربن و تولید اکسیژن، نقش مهمی در تنظیم آب و هوا دارند. تخریب این منابع می‌تواند به تغییرات اقلیمی و افزایش دمای جهانی منجر شود. (IPCC, 2018)
۳. تأمین منابع طبیعی: محیط زیست منابع طبیعی مانند آب، خاک و مواد معدنی را فراهم می‌کند که برای بقا و توسعه اقتصادی انسان‌ها ضروری هستند. استفاده ناپایدار از این منابع می‌تواند به کمبود و تخریب محیط زیست منجر شود. (MEA, 2005)
۴. خدمات اکوسیستمی: اکوسیستم‌ها خدماتی مانند تصفیه آب، گرده‌افشانی، و کنترل آفات را ارائه می‌دهند که برای زندگی انسان‌ها و دیگر موجودات زنده حیاتی هستند. این خدمات به طور مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت زندگی تأثیر می‌گذارند. (Costanza et al., 1997)

## چالش‌های محیط زیست

۱. آلودگی: آلودگی هوا، آب و خاک از جمله چالش‌های اصلی محیط زیست است که سلامت انسان‌ها و دیگر موجودات زنده را تهدید می‌کند. منابع آلودگی شامل فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و حمل و نقل است. (WHO, 2016)
۲. تغییرات اقلیمی: تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای، یکی از بزرگترین تهدیدات برای محیط زیست است که می‌تواند به افزایش دما، ذوب یخچال‌ها و افزایش سطح دریاها منجر شود. (IPCC, 2018)
۳. تخریب زیستگاه‌ها: توسعه شهری و کشاورزی، جنگل‌زدایی و استخراج منابع طبیعی به تخریب زیستگاه‌های طبیعی و کاهش تنوع زیستی منجر می‌شود. (MEA, 2005)

## کاربردهای هوش مصنوعی در محیط زیست

هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و حسگرها، تغییرات زیست‌محیطی را در زمان واقعی پایش کند. این فناوری به شناسایی مناطق آسیب‌دیده و پیش‌بینی تغییرات آینده کمک می‌کند. (Smith, 2022) برخی از کاربردهای هوش مصنوعی در محیط زیست به شرح زیر ارائه می‌شود.

۱. پایش، نظارت و حفاظت از محیط زیست (جنگل‌ها، زیستگاه‌های طبیعی، تنوع زیستی و حیات وحش)  
تنوع زیستی به مجموعه‌ای از گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در یک زیست‌بوم اشاره دارد که نقش حیاتی در حفظ تعادل اکوسیستم‌ها ایفا می‌کند. با افزایش تهدیدات ناشی از فعالیت‌های انسانی، تغییرات اقلیمی و تخریب زیستگاه‌ها، حفاظت از تنوع زیستی به یکی از اولویت‌های جهانی تبدیل شده است.  
کاربردهای هوش مصنوعی در این حوزه عبارتند از:  
الف) تحلیل تصاویر ماهواره‌ای:

هوش مصنوعی با استفاده از الگوریتم‌های بینایی ماشین می‌تواند تغییرات در پوشش گیاهی و جنگل‌ها را از طریق تحلیل تصاویر ماهواره‌ای شناسایی کند. این تکنیک به‌ویژه به شناسایی مناطق آسیب‌دیده و قطع درختان کمک می‌کند. (Gonzalez et al., 2021).



## ب) تشخیص تهدیدات:

هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی تهدیدات زیست‌محیطی مانند شکار غیرقانونی، قطع درختان و آلودگی کمک کند. با تحلیل داده‌های حسگرها و تصاویر ماهواره‌ای، می‌توان فعالیت‌های غیرقانونی را شناسایی و به موقع به آن‌ها پاسخ داد (Daskalova et al., 2021). با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، هوش مصنوعی می‌تواند به پیش‌بینی خطرات برای گونه‌های در معرض خطر کمک کند، مانند پیش‌بینی وقوع سیل، خشکسالی، یا تغییرات دیگر که می‌توانند زیستگاه‌ها را تهدید کنند (Mastrorillo et al., 2016).

## ج) پیش‌بینی تغییرات زیست‌محیطی:

هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های اقلیمی و زیست‌محیطی، تغییرات آینده در زیستگاه‌ها و تأثیرات آن بر گونه‌های مختلف را پیش‌بینی کند. این پیش‌بینی‌ها می‌توانند به مدیران محیط زیست در اتخاذ تصمیمات مناسب برای حفاظت از گونه‌ها کمک کنند (Jetz et al., 2019).

## د) پیش‌بینی آتش‌سوزی جنگل‌ها:

سیستم‌های هوش مصنوعی قادر به پیش‌بینی و شناسایی مناطق مستعد آتش‌سوزی هستند. با تجزیه و تحلیل عوامل محیطی مانند دما، رطوبت و نوع پوشش گیاهی، این سیستم‌ها می‌توانند هشدارهای زودهنگام ارائه دهند (Kumar & Rajput, 2020). الف) شناسایی و پایش گونه‌ها: هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از تصاویر و داده‌های صوتی، گونه‌های مختلف را شناسایی و پایش کند. الگوریتم‌های یادگیری ماشین قادرند با تحلیل تصاویر دوربین‌های تله‌ای و داده‌های صوتی، حضور و رفتار گونه‌های مختلف را در زیستگاه‌های طبیعی شناسایی کنند. به عنوان مثال، در پروژه‌ای در آمازون، از الگوریتم‌های AI برای شناسایی گونه‌های نادر و در معرض خطر استفاده شد (Wäldchen et al., 2018). هوش مصنوعی همچنین می‌تواند در شناسایی و حفاظت از گونه‌های گیاهی در حال انقراض به کار گرفته شود. این شامل توسعه مدل‌هایی برای پیش‌بینی چگونگی تغییرات اقلیمی بر روی زیستگاه‌های گیاهان و حمایت از گونه‌های نادر در شرایط متغیر است (Kumar et al., 2020).

## ه) مدیریت حیات وحش:

هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی و ردیابی حیوانات در زیستگاه‌های طبیعی کمک کند. از جمله کاربردهای این تکنیک، استفاده از دوربین‌های تله‌ای و الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای شناسایی گونه‌ها و تجزیه و تحلیل رفتار آن‌ها است (Tucker et al., 2022). با استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین، می‌توان الگوهای مهاجرت و رفتار حیوانات را تحلیل کرد و از این اطلاعات برای حفاظت از گونه‌های در معرض خطر استفاده کرد (رضایی، ۱۳۹۹). با استفاده از دوربین‌های هوشمند و الگوریتم‌های یادگیری عمیق، AI می‌تواند تصاویر و ویدئوهای جمع‌آوری شده از زیستگاه‌ها را تجزیه و تحلیل کرده و وجود گونه‌های مختلف را شناسایی کرده و رفتارهای آنها را بررسی کند (Bshary & Temby, 2020).

## و) مدیریت زیست گاه‌ها:

هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از داده‌های مکانی و زمانی، به بهینه‌سازی مدیریت زیستگاه‌ها کمک کند. این فناوری می‌تواند به شناسایی مناطق بحرانی و نیازمند حفاظت ویژه کمک کند و برنامه‌های مدیریتی را بهبود بخشد (Runting et al., 2020). هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی مدیریت زیستگاه‌ها با تجزیه و تحلیل داده‌ها و شبیه‌سازی‌های اکوسیستمی کمک کند. این امر شامل شناسایی مکان‌هایی است که نیاز به حفاظت یا احیای اکوسیستم‌های آسیب‌دیده دارند (Fernández et al., 2021).

## ز) مدیریت پایش پایداری اکوسیستم:

الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند داده‌های وسیع مربوط به آب و هوا، خاک، و دیگر عوامل محیطی را تحلیل کنند تا الگوهای مربوط به سلامت اکوسیستم‌ها را شناسایی کنند. این اطلاعات به دانشمندان و محققان کمک می‌کند که به ارزیابی شرایط محیطی و تأثیر آن بر گونه‌ها بپردازند (Baker et al., 2017). هوش مصنوعی می‌تواند در ارزیابی و پایش وضعیت اکوسیستم‌ها و تنوع



زیستی نقش موثری ایفا کند. ابزارهای AI به مدیران محیط زیست این امکان را می‌دهند که به‌طور مستمر داده‌ها را جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل کنند و سیاست‌های موثر را تدوین کنند. (Fernandez-Llamazares & Cabeza, 2021)

## ۲. مدیریت منابع آب:

الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند به بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی و صنعت کمک کنند. این امر به کاهش هدررفت آب و حفظ منابع آبی کمک می‌کند. (Johnson, 2021)

کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت مصرف آب عبارتند از:

### الف) پایش و نظارت بر مصرف آب:

یکی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت منابع آبی، پایش و نظارت بر مصرف آب است. با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی و دستگاه‌های اینترنت اشیا (IoT)، می‌توان به صورت لحظه‌ای مصرف آب را در بخش‌های مختلف نظارت کرد. این نظارت دقیق، به شناسایی نقاط پرمصرف و غیرضروری کمک می‌کند. در پروژه‌ای در هند، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، مصرف آب در مناطق مختلف شهری به دقت پایش شد و در نتیجه، الگوهای غیرمفید مصرف شناسایی و اصلاح شدند. (Sharma et al., 2020).

### ب) بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی:

کشاورزی یکی از بخش‌های عمده‌ای است که مصرف آب زیادی دارد. هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از داده‌های هواشناسی، نوع خاک، شرایط آب و هوایی و داده‌های گیاهی، بهترین زمان و میزان آبیاری را برای مزارع پیش‌بینی کند. در سیستم‌های آبیاری هوشمند، هوش مصنوعی می‌تواند به طور خودکار میزان آب مصرفی را تنظیم کند تا از هدررفت آب جلوگیری شود. با استفاده از الگوریتم‌های AI میزان آبیاری را به‌طور بهینه تنظیم کرده و مصرف آب را کاهش داده است. (Goldberg et al., 2021)

### ج) شبیه‌سازی و مدل‌سازی منابع آب:

مدل‌سازی منابع آب به مدیران کمک می‌کند تا شرایط مختلف مصرف آب را شبیه‌سازی کنند و در نتیجه تصمیمات بهتری برای تخصیص منابع بگیرند. هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از داده‌های تاریخی، تغییرات اقلیمی و سایر عوامل موثر، پیش‌بینی‌هایی در مورد میزان ذخایر آب، بارش‌ها و مصرف آینده انجام دهد. این پیش‌بینی‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران و مدیران کمک کنند تا استراتژی‌های بهتری برای مدیریت منابع آب در نظر بگیرند. به‌طور مثال، مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در پروژه‌ای در کالیفرنیا برای پیش‌بینی شرایط خشکسالی و بهینه‌سازی مصرف آب استفاده شدند. (Miller et al., 2022)

### د) تشخیص و پیشگیری از نشت آب:

یکی دیگر از مشکلات عمده در شبکه‌های آبرسانی، نشت آب است که به هدررفت مقادیر زیادی آب منجر می‌شود. هوش مصنوعی می‌تواند با تجزیه و تحلیل داده‌های حسگرهای نصب‌شده در شبکه‌های آبرسانی، نشت‌ها را شناسایی کند و زمان و مکان دقیق وقوع نشت را پیش‌بینی نماید. در پروژه‌ای در لندن، از الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای شبیه‌سازی و پیش‌بینی نشت آب در لوله‌های شهری استفاده شد که موجب کاهش هدررفت آب شد. (Johnson & Thompson, 2021)

### ه) بهینه‌سازی مصرف آب در صنعت:

صنعت، به ویژه در بخش‌هایی مانند تولید انرژی، نفت و گاز، مصرف زیادی از منابع آبی دارد. هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیندهای صنعتی کمک کند و مصرف آب در این صنایع را کاهش دهد. الگوریتم‌های AI می‌توانند با تجزیه و تحلیل فرآیندهای تولید، میزان آب مورد نیاز برای هر فرآیند را بهینه‌سازی کنند. در یک پروژه صنعتی در آلمان، از سیستم‌های مبتنی بر



هوش مصنوعی برای کاهش مصرف آب در فرآیندهای تولید استفاده شد و به کاهش ۱۵ درصدی مصرف آب دست یافتند. (Hoffmann et al., 2020)

### ۳. کنترل آلودگی هوا:

هوش مصنوعی می‌تواند به تحلیل داده‌های آلودگی هوا و پیش‌بینی شرایط آتی کمک کند. این اطلاعات می‌تواند به سیاست‌گذاران در اتخاذ تصمیمات مناسب برای کاهش آلودگی کمک کند (Brown, 2023) با افزایش شهرنشینی و صنعتی‌سازی، نیاز به راهکارهای نوین برای پایش و کنترل آلودگی هوا بیش از پیش احساس می‌شود. کاربردهای هوش مصنوعی در پایش و کنترل آلودگی هوا عبارتند از:

#### الف) پیش‌بینی کیفیت هوا:

الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند با تحلیل داده‌های تاریخی و لحظه‌ای، کیفیت هوا را پیش‌بینی کنند. این پیش‌بینی‌ها می‌توانند به شهروندان و مقامات محلی در اتخاذ تصمیمات مناسب برای کاهش مواجهه با آلودگی کمک کنند. به عنوان مثال، در چین از مدل‌های AI برای پیش‌بینی سطح آلودگی هوا در شهرهای بزرگ استفاده شده است. (Zhang et al., 2019)

#### ب) شناسایی منابع آلودگی:

هوش مصنوعی می‌تواند به شناسایی منابع اصلی آلودگی هوا کمک کند. با تحلیل داده‌های حسگرها و تصاویر ماهواره‌ای، می‌توان منابع آلاینده مانند کارخانه‌ها، خودروها و فعالیت‌های کشاورزی را شناسایی کرد. (Li et al., 2020)

#### ج. بهینه‌سازی سیستم‌های تهویه:

در ساختمان‌های بزرگ و صنعتی، هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی سیستم‌های تهویه و کاهش مصرف انرژی کمک کند. این فناوری می‌تواند با تحلیل داده‌های محیطی، شرایط بهینه برای تهویه هوا را تعیین کند. (Wang et al., 2021)

#### د) پایش لحظه‌ای آلودگی:

با استفاده از حسگرهای متصل به اینترنت اشیاء (IoT) و الگوریتم‌های AI، می‌توان آلودگی هوا را به صورت لحظه‌ای پایش کرد. این اطلاعات می‌تواند به مقامات محلی در اتخاذ تصمیمات فوری برای کاهش آلودگی کمک کند. (Kim et al., 2022)

### ۴. پیش‌بینی و مدیریت بلایای طبیعی:

بلایای طبیعی، مانند زلزله، طوفان، سیل و آتش‌سوزی، می‌توانند خسارات جانی و مالی سنگینی به بار آورند. با افزایش تغییرات اقلیمی و تعدد بلایای طبیعی، نیاز به سیستم‌های پیش‌بینی و مدیریت موثر بیش از پیش احساس می‌شود. هوش مصنوعی به عنوان یک ابزار نوین، ظرفیت بالایی در این زمینه ارائه می‌دهد.

کاربردهای هوش مصنوعی در پیش‌بینی بلایای طبیعی عبارتند از:

#### الف. تحلیل داده‌های تاریخی:

الگوریتم‌های یادگیری ماشین می‌توانند الگوهای بلایای طبیعی را با استفاده از داده‌های تاریخی شناسایی کنند. این اطلاعات می‌تواند به پیش‌بینی حوادث آینده کمک کند. به عنوان مثال، مطالعه‌ای نشان داد که شبکه‌های عصبی می‌توانند پیش‌بینی‌های دقیقی برای وقوع سیل در مناطق خاص ارائه دهند. (Gurung et al., 2020)

#### ب. مدیریت داده‌های حسگری:

هوش مصنوعی قادر است داده‌های حسگرهای جوی و زمین‌شناسی را که به صورت لحظه‌ای جمع‌آوری می‌شوند، تحلیل کند. این تحلیل‌ها می‌توانند به شناسایی خطرات بلایای طبیعی و هشدار به موقع به ساکنان مناطق آسیب‌پذیر کمک کنند. (Zhou et al., 2021)

#### ج. مدیریت بحران:



در هنگام وقوع بلایای طبیعی، هوش مصنوعی می‌تواند به مدیریت بحران و ساماندهی عملیات امدادرسانی کمک کند. با استفاده از تحلیل‌های داده‌ای، می‌توان مسیرهای بهینه برای نجات و امدادرسانی را شناسایی کرد. (Naeem et al., 2022)

د. مدل‌سازی پیش‌بینی:

هوش مصنوعی می‌تواند به طراحی مدل‌های پیش‌بینی بلایای طبیعی کمک کند. این مدل‌ها می‌توانند به تحلیل ریسک و نقاط ضعف زیرساخت‌ها بپردازند و از این طریق برنامه‌ریزی‌های بهتری برای کاهش آسیب‌ها انجام دهند. (Aldhafeeri et al., 2023)

## ۵. کشاورزی هوشمند

هوش مصنوعی (AI) به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین فناوری‌ها، در زمینه‌های مختلف کاربرد دارد. یکی از این زمینه‌ها کشاورزی هوشمند (Smart Agriculture) است که به بهبود بهره‌وری و کیفیت تولیدات کشاورزی کمک می‌کند. کشاورزی هوشمند از تکنیک‌های هوش مصنوعی برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌کند تا تصمیمات بهتری در مورد مدیریت مزارع، آبیاری، کشت و برداشت بگیرد.

کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی عبارتند از:

### الف) تحلیل داده‌های کشاورزی:

هوش مصنوعی می‌تواند داده‌های مربوط به شرایط آب و هوایی، نوع خاک و وضعیت گیاهان را تجزیه و تحلیل کند. این اطلاعات به کشاورزان کمک می‌کند تا بهترین زمان و روش کشت را انتخاب کنند. (Zhang & Wang, 2020)

### ب) پیش‌بینی محصولات:

با استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین، کشاورزان می‌توانند پیش‌بینی‌های دقیقی درباره محصولات که خواهند داشت ارائه دهند. این پیش‌بینی‌ها بر اساس داده‌های تاریخی، شرایط محیطی، و تغییرات اقلیمی انجام می‌شود. (Li et al., 2021)

### ج) مدیریت آبیاری:

مدیریت هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی سیستم‌های آبیاری کمک کند. با تحلیل داده‌های مربوط به رطوبت خاک و نیاز گیاه، AI می‌تواند زمان و میزان آبیاری را تنظیم کند، که این امر منجر به صرفه‌جویی در منابع آب می‌شود. (Kumar & Singh, 2022)

### د) شناسایی آفات و بیماری‌ها:

استفاده از تکنیک‌های بینایی ماشین، الهام گرفته از هوش مصنوعی، به کشاورزان این امکان را می‌دهد که به سرعت آفات و بیماری‌ها را شناسایی کرده و اقدامات لازم را انجام دهند. (Singh et al., 2023)

## ۶. مدیریت شهری هوشمند

مدیریت شهری هوشمند (Smart City Management) به استفاده از فناوری‌های نوین برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان و افزایش کارایی خدمات شهری اشاره دارد. با تحلیل حجم عظیمی از داده‌ها و اتخاذ تصمیمات مبتنی بر داده، AI می‌تواند به بهبود بسیاری از جنبه‌های زندگی شهری کمک کند. هوش مصنوعی در حال تبدیل شدن به یک عنصر کلیدی در ایجاد شهرهای هوشمند و قابل سکونت است و با ادغام AI در سیستم‌های مختلف شهری، می‌توان به بهبود کیفیت زندگی شهروندان، افزایش کارایی خدمات شهری و ایجاد شهرهایی پایدارتر و کارآمدتر کمک کرد.

کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت شهری عبارتند از:

### الف) بهینه‌سازی ترافیک:



هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود جریان ترافیک شهری کمک کند. با تحلیل داده‌های مربوط به موقعیت خودروها، سرعت و ترافیک، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند مسیرهای بهینه را پیشنهاد داده و از بروز ترافیک‌های سنگین جلوگیری کنند (Zheng et al., 2022).

(ب) مدیریت انرژی:

هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌های عمومی و زیرساخت‌های شهری کمک کند. با تحلیل داده‌های مصرف انرژی، AI می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کند (Alhamdan et al., 2021).

(ج) مدیریت پسماند:

با افزایش جمعیت و تولید زباله، استفاده از تکنیک‌های نوین برای بهینه‌سازی جمع‌آوری و پردازش پسماند ضروری است. هوش مصنوعی می‌تواند در بهینه‌سازی جمع‌آوری و پردازش پسماند شهری نقش مهمی ایفا کند. این شامل تعیین مسیرهای بهینه جمع‌آوری زباله، جداسازی خودکار مواد قابل بازیافت و پیش‌بینی میزان تولید زباله می‌شود (Huang et al., 2020). کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت پسماند عبارتند از:

(۱) بهینه‌سازی جمع‌آوری پسماند: هوش مصنوعی می‌تواند به بهینه‌سازی زمان و مسیرهای جمع‌آوری زباله کمک کند. با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، سیستم‌ها می‌توانند بر اساس میزان تولید زباله، به‌طور دینامیک مسیرهای جمع‌آوری را تنظیم کنند (Gonzalez et al., 2022).

(۲) جداسازی پسماندها: هوش مصنوعی می‌تواند با استفاده از تکنیک‌های بینایی ماشین در دستگاه‌های جداسازی زباله، می‌تواند دقت جداسازی مواد قابل بازیافت از زباله‌های غیرقابل بازیافت را افزایش دهد. این امر منجر به کاهش هزینه‌ها و افزایش نرخ بازیافت می‌شود (Chowdhury et al., 2021).

(۳) تحلیل داده و پیش‌بینی: سیستم‌های هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل داده‌های مرتبط با تولید پسماند، می‌توانند الگوهای تولید و تغییرات فصلی را شناسایی کنند. این اطلاعات به مدیران شهری کمک می‌کند تا فعالیت‌های مدیریت پسماند را بهتر برنامه‌ریزی کنند (Zhou et al., 2020).

(۴) مدیریت پسماندهای خطرناک: هوش مصنوعی می‌تواند در شناسایی و مدیریت پسماندهای خطرناک و سمی، با تجزیه و تحلیل داده‌های موجود، نقش موثری ایفا کند. این سیستم‌ها می‌توانند به شناسایی بهترین روش‌های پردازش و نابودی این نوع پسماندها کمک کنند (Makhlouf et al., 2019).

(د) امنیت عمومی: هوش مصنوعی می‌تواند در ارتقاء امنیت عمومی با تحلیل داده‌های دوربین‌های مداربسته، شناسایی رفتارهای مشکوک و پیش‌بینی جرائم کمک کند (Lee et al., 2019).

(ه) بهبود خدمات شهری: با تحلیل داده‌های مربوط به نیازهای شهروندان و عملکرد خدمات شهری، هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود کیفیت خدمات شهری مانند آب، برق و حمل و نقل عمومی کمک کند. به عنوان مثال، AI می‌تواند زمان تعمیرات و نگهداری زیرساخت‌ها را بهینه کند (Parisi et al., 2020).

## ۷. تغییرات اقلیمی

یکی از مهم‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در تغییرات اقلیمی، پیش‌بینی الگوهای آب و هوا و پدیده‌های جوی است. هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل داده‌های آب و هوایی تاریخی و فعلی، مدل‌های دقیق‌تری برای پیش‌بینی تغییرات آینده ارائه دهد (Rolnick et al., 2019). ایجاد و تحلیل پایگاه‌های داده جامع درباره تغییرات اقلیمی می‌تواند به درک بهتر اثرات محیطی و توسعه راه‌حل‌های موثرتر کمک کند. AI در استخراج و تحلیل داده‌های بزرگ نقش کلیدی دارد (Norouzzadeh et al., 2020).



(2018) برای بهره‌برداری موثر از هوش مصنوعی در مواجهه با تغییرات اقلیمی، نیاز به ایجاد همکاری‌های بین‌المللی و طرح‌های سیاست‌گذاری جامع وجود دارد. (Vinuesa et al., 2020)

## نتیجه‌گیری

مدتهاست که نگرانی‌ها درباره تغییرات آب و هوایی، آلودگی محیطی، کاهش تنوع زیستی و مسائل مربوط به محیط زیست به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در این راستا، ارزیابی جامع و دقیق محیطی از اهمیت بالایی برخوردار است. با پیشرفت تکنولوژی، هوش مصنوعی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و حسگرها، تغییرات زیست‌محیطی را در زمان واقعی پایش و به شناسایی مناطق آسیب‌دیده و پیش‌بینی تغییرات آینده کمک می‌کند. سیستم‌های ارزیابی جامع هوشمند با استفاده از الگوریتم‌ها و فنون هوش مصنوعی، از طریق تجزیه و تحلیل داده‌ها به شناسایی تهدیدات محیط زیست می‌پردازند. به عبارتی اطلاعات محیطی را به صورت یکپارچه و شفاف تحلیل می‌کنند و به ارائه تصمیمات بهینه در حوزه مدیریت موثر منابع طبیعی و محیط زیست کمک می‌کنند. با استفاده از این فناوری و ایجاد تصمیم‌گیری‌های هوشمند، می‌توان به راهکارهای بهینه برای حفاظت از محیط زیست و ایجاد اکوسیستم‌های پایدارتر دست یافت.

## منابع

- آرین‌پور، س. (۱۴۰۱). "هوش مصنوعی و بلایای طبیعی: چالش‌ها و فرصت‌ها". مجله مدیریت بحران.
- آقای، م. (۱۴۰۱). "چالش‌ها و فرصت‌های هوش مصنوعی در حفاظت از تنوع زیستی". مجله محیط زیست و توسعه پایدار.
- احمدی، س. (۱۴۰۰). "چالش‌های هوش مصنوعی در محیط زیست". فصلنامه فناوری و محیط زیست.
- حسن‌پور، ح و قراگوزلو، علیرضا. (۱۴۰۲). "کاربردهای هوش مصنوعی برای ارزیابی زیست محیطی". سومین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران، معماری، مصالح ساختمانی و محیط زیست.
- حسینی، ر. (۱۴۰۱). "چالش‌ها و فرصت‌های هوش مصنوعی در کنترل آلودگی هوا". مجله محیط زیست و توسعه پایدار.
- رضایی، م. (۱۳۹۹). "کاربرد هوش مصنوعی در حفاظت از حیات وحش". مجله محیط زیست.
- محمدی‌راد، ز، قربانی، ا، بهزادی، ت و معمری، م. (۱۴۰۲). "هوش مصنوعی در مدیریت منابع طبیعی و محیط زیست". چهارمین کنفرانس بین‌المللی و هفتمین کنفرانس ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست.

- Aldhafeeri, M., et al. (2023). \*AI-Supported Predictive Modeling of Natural Disasters\*. Natural Hazards Review.
- Alhamdan, A. A., et al. (2021). Application of Artificial Intelligence in Smart Energy Management Systems: A Review. \*Energies\*, 14(18), 5762.
- Baker, N. E., et al. (2017). Sustainable species persistence and the role of artificial intelligence. \*Conservation Biology\*, 31(1), 12-20.
- BP. (2020). \*Statistical Review of World Energy 2020\*. BP p.l.c.
- Brown, T. (2023). \*AI and Air Pollution Control\*. Clean Air Journal.
- Bshary, R., & Temby, I. (2020). The role of artificial intelligence in the conservation of wildlife. \*Animal Conservation\*, 23(4), 345-356.
- Chowdhury, M. M. R., et al. (2021). Intelligent Waste Separation using Machine Vision: An Optimized Approach. \*Journal of Cleaner Production\*, 278, 123225.
- Costanza, R., et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. \*Nature\*, 387(6630), 253-260.
- Daskalova, G. N., et al. (2021). \*Global change in biodiversity: A big data perspective\*. Science.
- Fernandez-Llamazares, A., & Cabeza, M. (2021). Artificial Intelligence in Biodiversity Monitoring: An Overview. \*Biodiversity Conservation\*, 30(4), 1085-1100.
- Fernández, N., et al. (2021). Artificial intelligence in biodiversity conservation: A review of approaches, tools, and applications. \*Biodiversity and Conservation\*, 30(2), 553-578.



- Goldberg, D., et al. (2021). \*Artificial Intelligence in Precision Agriculture: Optimizing Irrigation Practices\*. Agricultural Systems Journal.
- Gonzalez, M., et al. (2021). Monitoring Forest Changes Using Satellite Imagery and AI Techniques. \*Remote Sensing of Environment\*, 257, 112460.
- Gonzalez, B., et al. (2022). Smart Waste Collection: Machine Learning Approach for Optimizing Routes. \*Waste Management\*, 135, 256-265.
- Gurung, A., et al. (2020). \*Machine Learning Techniques for Flood Prediction\*. International Journal of Disaster Risk Reduction.
- Hoffmann, E., et al. (2020). \*AI in Industrial Water Consumption Optimization\*. Industrial Efficiency Review.
- Huang, K., et al. (2020). A review of artificial intelligence for smart waste management. \*Resources, Conservation and Recycling\*, 153, 104681.
- IPCC. (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels. Cambridge University Press.
- Jetz, W., et al. (2019). \*Monitoring plant functional diversity from space\*. Nature Plants.
- Johnson, L. (2021). \*Water Resource Management Using AI\*. Journal of Sustainable Development.
- Johnson, R., & Thompson, P. (2021). \*AI in Leak Detection and Water Loss Prevention\*. Water Management Journal.
- Kim, H., et al. (2022). \*Real-time air pollution monitoring using IoT and AI\*. Sensors.
- Kumar, A., & Rajput, P. (2020). Advances in Forest Fire Prediction using Artificial Intelligence Models. \*Environmental Monitoring and Assessment\*, 192(4), 270.
- Kumar, M., et al. (2020). Role of AI in conservation of plant diversity: Prospects and challenges. \*Plant Physiology\*, 183(3), 1172-1183.
- Kumar, R., & Singh, M. (2022). Smart Irrigation and Water Management using AI Techniques. \*Journal of Water Resources Management\*, 36(4), 784-795.
- Lee, K. H., et al. (2019). Application of Artificial Intelligence in Public Safety: A Comprehensive Review. \*Journal of Intelligent & Robotic Systems\*, 96(1), 161-178.
- Li, J., et al. (2020). \*Identifying pollution sources using AI and satellite data\*. Journal of Environmental Management.
- Li, J., Zhao, Y., & Zhang, C. (2021). Agricultural Data Management and Prediction using Machine Learning. \*Computers and Electronics in Agriculture\*, 185, 106129.
- Makhlouf, H., et al. (2019). AI Techniques for Hazardous Waste Management: Challenges and Opportunities. \*Waste Management & Research\*, 37(3), 222-230.
- Mastrorillo, M., et al. (2016). Using machine learning to predict species distributions under climate change. \*Biological Conservation\*, 198, 255-260.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press.
- Miller, A., et al. (2022). \*AI-Based Forecasting for Water Resource Management in California\*. Environmental Science & Technology.
- Naeem, M., et al. (2022). \*AI in Emergency Response Management\*. Safety Science.
- Norouzzadeh, M. S., et al. (2018). Automatically Identifying, Counting, and Describing Wild Animals in Camera-Trap Images with Deep Learning. \*Proceedings of the National Academy of Sciences\*, 115(25), E5716-E5725.
- Parisi, F., et al. (2020). Artificial Intelligence for Smart Cities: Applications and Challenges. \*Applied Sciences\*, 10(18), 6542.
- Rolnick, D., et al. (2019). Tackling Climate Change with Machine Learning. \*arXiv preprint arXiv:1906.05433\*.
- Runting, R. K., et al. (2020). \*Opportunities for big data in conservation and sustainability\*. Nature Communications.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). \*Artificial Intelligence: A Modern Approach\*. Prentice Hall.
- Sharma, A., et al. (2020). \*AI and Smart Water Consumption Monitoring: A Case Study in India\*. Journal of Water Resources.
- Singh, R., Kumar, S., & Yadav, A. (2023). AI-based Approaches for Pest and Disease Management in Agriculture. \*International Journal of Agricultural Research\*, 18, 215-229.
- Smith, J. (2022). \*Artificial Intelligence in Environmental Monitoring\*. Environmental Science Journal.
- Tucker, M., et al. (2022). Wildlife Monitoring Using Artificial Intelligence: Advances and Challenges. \*Ecological Informatics\*, 66, 101472.
- Twidell, J., & Weir, T. (2015). \*Renewable Energy Resources\*. Routledge.
- Vinuesa, R., et al. (2020). The Role of Artificial Intelligence in Achieving the Sustainable Development Goals. \*Nature Communications\*, 11(1), 233.
- Wäldchen, J., et al. (2018). \*Automated species identification with machine learning\*. Ecological Informatics.



- Wang, L., et al. (2021). \*Optimizing HVAC systems with AI for energy efficiency\*. Energy and Buildings.
- WHO. (2016). Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. World Health Organization.
- Wilson, E. O. (2016). Half-Earth: Our Planet's Fight for Life. Liveright Publishing Corporation.
- Zhang, Y., et al. (2019). \*AI-based air quality prediction in urban areas\*. Environmental Science & Technology.
- Zhang, X., & Wang, Y. (2020). Intelligent Agricultural Systems: Modern Applications and Future Directions. \*Journal of Computational Science\*, 37, 101103.
- Zheng, H., et al. (2022). Artificial Intelligence for Smart Traffic Management: A Comprehensive Survey. \*IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems\*, 23(10), 15495-15512.
- Zhou, D., et al. (2020). Data Analysis for Predicting Waste Generation: An AI Approach. \*Environmental Science and Pollution Research\*, 27(11), 12345-12357.
- Zhou, Y., et al. (2021). \*Real-Time Data Processing for Disaster Management Using AI\*. Journal of Environmental Management.