

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senacnf.ir

هوش مصنوعی و تحقق اهداف توسعه پایدار در صنعت

کشاورزی

کمال ایمانیان^۱

^۱بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، ارومیه، ایران
k.imanian@areo.ac.ir

چکیده

با توجه به پیشرفت‌های فناوری و گسترش استفاده از هوش مصنوعی در صنایع مختلف، کشاورزی نیز از این فناوری برای بهبود عملکرد و بهره‌وری خود استفاده می‌کند. استفاده از هوش مصنوعی در کشاورزی نقش بسزایی در بهبود عملکرد و بهره‌وری این صنعت دارد. مطالعات و پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که هوش مصنوعی قادر است به تصمیم‌گیری بهینه در انتخاب روش‌های بهره‌برداری، بهبود کیفیت و کمیت محصولات، کنترل بیماری‌ها و آفات، پیش‌بینی هواشناسی، بهبود مدیریت منابع آبیاری و افزایش دقت در تشخیص و شناسایی مسائل مرتبط با کشاورزی کمک کند. هوش مصنوعی می‌تواند الگوها و روندهای موجود در داده‌های کشاورزی را شناسایی کرده و به پیش‌بینی و تصمیم‌گیری بهینه بپردازد. انتظار می‌رود کاربرد هوش مصنوعی در آینده نزدیک بتواند بهره‌وری و پایداری تولیدات کشاورزی را افزایش دهد. البته پیاده‌سازی هوش مصنوعی چالش‌هایی مانند محدودیت داده‌ها و زیرساخت‌ها دارد، اما در مجموع مزایای آن برای تحقق اهداف کشاورزی پایدار بسیار زیاد است.

واژه‌های کلیدی

کشاورزی، هوش مصنوعی، توسعه پایدار، بهره‌وری

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senacnf.ir

۱. مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از بنیادی‌ترین و مهم‌ترین صنایع اقتصادی جهان، نقش بسزایی در تأمین غذا و توسعه انسانی ایفا می‌کند. با افزایش جمعیت جهان و تغییرات اقلیمی، چالش‌های بسیاری در رابطه با کشاورزی پدیدار شده‌اند. برخی از این چالش‌ها عبارت‌اند از: کاهش بهره‌وری، افزایش هزینه‌ها، کمبود منابع آب‌و خاک، آلودگی محیط‌زیست... برای مقابله با این چالش‌ها و توسعه کشاورزی پایدار، لازم است که از روش‌های نوین و بهینه استفاده شود. هوش مصنوعی یک راهکار قدرتمند و قابل‌اعتماد است که می‌تواند به بهبود فرآیندهای کشاورزی، کاهش هدررفت منابع، افزایش دقت و سرعت تصمیم‌گیری، پاسخگویی به نیازهای بازار و ... کمک کند.

هوش مصنوعی یک شاخه از علوم کامپیوتر است که به مطالعه و طراحی سامانه‌هایی می‌پردازد که قادر به انجام وظایف هوشمندانه هستند. این وظایف شامل یادگیری، استدلال، تصمیم‌گیری، تشخیص الگو، بینایی ماشین، پردازش زبان طبیعی و ... هستند. هوش مصنوعی به عنوان یک علم رایانه‌ای، قابلیت تحلیل داده‌های پیچیده و انجام وظایف هوشی انسان را براساس الگوریتم‌ها و مدل‌های ریاضی فراهم می‌کند. در حوزه کشاورزی، این فناوری رویکردی نوین را برای بهبود فرآیندهای مختلف ارائه می‌دهد و امکاناتی را فراهم می‌سازد که قبلاً غیرقابل‌تصور بوده‌اند. با استفاده از الگوریتم‌ها و مدل‌های هوش مصنوعی، می‌توان به صورت خودکار و هوشمندانه، برنامه‌ریزی کاشت، داشت و برداشت محصولات کشاورزی را انجام داد، مشکلات آب‌وهوا و تغذیه گیاهان را پیش‌بینی نمود، بهینه‌سازی مصرف منابع آب و کود را انجام داد و در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی بهره‌وری بالا را به دست آورد.

بالاترین اهداف توسعه جوامع امروزی شامل تحقق پایداری در بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیطی است. در این راستا، صنعت کشاورزی به عنوان یکی از پایه‌های اصلی اقتصاد و منبع تأمین غذای جامعه، می‌تواند نقش مهمی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار ایفا کند. کشاورزی پایدار یک روش کشاورزی است که با توجه به نیازهای فعلی و آینده جامعه، به حفاظت از منابع طبیعی، بهبود کیفیت زندگی کشاورزان و تأمین امنیت غذایی می‌پردازد. کشاورزی پایدار سعی می‌کند تأثیرات منفی کشاورزی بر محیط‌زیست را کاهش دهد و به استفاده بهینه از منابع آب، خاک، هوا، انرژی و ... بپردازد.

بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی، یکی از عوامل اساسی توسعه پایدار در کشاورزی است. هوش مصنوعی با امکانات پردازش داده‌ها و تحلیل‌های پیشرفته، می‌تواند به مدیران کشاورزی در بهبود مدیریت منابع آب، خاک و انرژی کمک کند. تشخیص الگوهای مصرف آب، پیش‌بینی تغییرات آب‌وهوا و بهینه‌سازی الگوی کشت با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده، از مزایای این فناوری در بهبود بهره‌وری منابع است. کاهش ضایعات محصولات کشاورزی و افزایش تولید پایدار، هدف‌هایی که در جهت توسعه پایدار در کشاورزی اهمیت دارند. هوش مصنوعی از طریق تکنیک‌های پردازش تصویر، انتقال داده‌ها و پیش‌بینی برداشت‌ها، به مدیران کمک می‌کند تا عملکرد محصولات را بهبود بخشند و تلفات را کاهش دهند. همچنین، مدیریت دقیق تراکتورها و ماشین‌آلات کشاورزی با استفاده از هوش مصنوعی، به کاهش خرابی‌ها و هدررفت‌های انرژی منجر می‌شود. امنیت غذایی به عنوان یکی از چالش‌های اساسی جوامع، نیازمند توجه ویژه است. هوش مصنوعی با پیش‌بینی تغییرات تولید و تقاضای مواد غذایی، بهبود مدیریت ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل محصولات، به تحقق امنیت غذایی کمک می‌کند. این فناوری توانمندی‌هایی را برای بهره‌گیری از منابع طبیعی به‌طور مستدام و اثربخش فراهم می‌کند.

تلفیق هوش مصنوعی با کشاورزی باعث می‌شود که صنعت کشاورزی توانمندی‌های بیشتری در جهت دستیابی به اهداف توسعه پایدار پیدا کند. این فناوری نوین قادر به بهبود بهره‌وری منابع، کاهش ضایعات، تضمین امنیت غذایی و حفاظت از محیط‌زیست است که باعث تحقق توسعه پایدار در کشاورزی می‌شود.

۲. روش‌ها و زمینه‌های استفاده از هوش مصنوعی در کشاورزی

۱-۲. تولید

هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود فرآیندهای تولید محصولات کشاورزی، از جمله انتخاب بذر، کوددهی، آبیاری، حفاظت از گیاهان و ... کمک کند. با استفاده از حس‌گرها، دوربین‌ها، ربات‌ها و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، می‌توان داده‌های دقیق و به‌روز در مورد شرایط

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

زمین‌های زراعی، نیازهای گیاهان، عوامل خطرناک و ... جمع‌آوری و پردازش کرد. این داده‌ها می‌توانند به تصمیم‌گیری بهتر و سریع‌تر در مورد روش‌های تولید مناسب کمک کنند [۱].

۲-۲. برداشت

هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود فرآیندهای برداشت محصولات کشاورزی، از جمله تعیین زمان مناسب، انتخاب روش مناسب، جداسازی محصولات باکیفیت و ... کمک کند. با استفاده از حس‌گرها، دوربین‌ها، ربات‌ها و الگوریتم‌های یادگیری عمیق، می‌توان داده‌های دقیق و به‌روز در مورد رسیدگی، سلامت، شکل و ... محصولات جمع‌آوری و پردازش کرد. این داده‌ها می‌توانند به تصمیم‌گیری بهتر و سریع‌تر در مورد روش‌های برداشت مناسب کمک کنند [۲].

۲-۳. فروش

هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود فرآیندهای فروش محصولات کشاورزی، از جمله تعیین قیمت مناسب، بازاریابی هدفمند، بررسی باخورد‌ها و سفارش‌سازی محصولات کمک کند. با استفاده از سامانه‌های تجارت الکترونیک، شبکه‌های اجتماعی، سامانه‌های توصیه‌گر و الگوریتم‌های یادگیری تقویتی، می‌توان داده‌های دقیق و به‌روز در مورد تقاضا، عرضه، رقابت و ارزش‌افزوده محصولات جمع‌آوری و پردازش کرد. این داده‌ها می‌توانند به تصمیم‌گیری بهتر و سریع‌تر در مورد روش‌های فروش مناسب کمک کنند [۱].

۲-۴. نظارت

هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود فرآیندهای نظارت بر کیفیت و ایمنی محصولات کشاورزی، از جمله تشخیص آفات، بیماری‌ها، آلودگی‌ها، فساد و ... کمک کند. با استفاده از حس‌گرها، دوربین‌ها، ربات‌ها و الگوریتم‌های یادگیری عمیق، می‌توان داده‌های دقیق و به‌روز در مورد وضعیت فیزیکی و شیمیایی محصولات جمع‌آوری و پردازش کرد. این داده‌ها می‌توانند به تشخیص سریع و دقیق مشکلات و اتخاذ اقدامات لازم کمک کنند [۳].

۳. کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی

۳-۱. نظارت و مدیریت محصول

این بخش بر روی کاربرد هوش مصنوعی در نظارت و مدیریت محصولات تمرکز دارد و نشان می‌دهد که چگونه راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند به بهبود شیوه‌های کشاورزی کمک کنند. این بخش را می‌توان به زیر بخش‌های زیر تقسیم کرد:

۳-۱-۱ سنجش‌ازدور و تصاویر ماهواره‌ای

فن‌آوری‌های هوش مصنوعی، همراه با سنجش‌ازدور و تصاویر ماهواره‌ای، کشاورزان را قادر می‌سازد تا مناطق کشاورزی در مقیاس بزرگ را به‌طور مؤثرتری نظارت و تجزیه‌وتحلیل کنند. با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی، این سامانه‌ها می‌توانند حجم وسیعی از داده‌های گرفته‌شده توسط ماهواره‌ها، پهپادها یا سایر دستگاه‌های سنجش‌ازدور را پردازش کنند. این به ارزیابی سلامت محصول، شناسایی تغییرات در رشد پوشش گیاهی، شناسایی عوامل استرس‌زا (به‌عنوان مثال، کمبود آب یا مواد مغذی) و نقشه‌برداری از الگوهای کاربری زمین کمک می‌کند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند اطلاعات ارزشمندی را از داده‌های تصویری استخراج کنند و به کشاورزان در تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد مدیریت محصول کمک کنند [۴، ۵].

۳-۱-۲ تشخیص بیماری و آفات

الگوریتم‌های هوش مصنوعی را می‌توان برای شناسایی الگوها و ویژگی‌های خاص مرتبط با بیماری‌های محصول و آلودگی آفات آموزش داد. با تجزیه‌وتحلیل تصاویر گیاهان یا استفاده از داده‌های حسگر، سامانه‌های مجهز به هوش مصنوعی می‌توانند به‌سرعت علائم بیماری‌ها،

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

آفات یا گونه‌های مهاجم را شناسایی کنند. تشخیص زودهنگام و اقدام به‌موقع را تسهیل می‌کند و کشاورزان را قادر می‌سازد تا اقدامات مناسب مانند درمان‌های هدفمند یا اقدامات پیشگیرانه را برای به حداقل رساندن شیوع بیماری‌ها و کاهش تلفات محصول انجام دهند. [۶-۸].

۳-۱-۳ پیش‌بینی بازده و بهینه‌سازی

مدل‌های هوش مصنوعی می‌توانند از داده‌های گذشته، الگوهای آب‌وهوا، ویژگی‌های خاک و سایر پارامترهای مرتبط برای پیش‌بینی دقیق عملکرد محصول استفاده کنند. با تجزیه و تحلیل عوامل مختلف مانند دما، بارندگی، رطوبت خاک و سطوح مواد مغذی، الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند پیش‌بینی عملکرد تولید کنند. این پیش‌بینی‌ها به کشاورزان در بهینه‌سازی شیوه‌های کشت، تنظیم برنامه‌های آبیاری، کاربرد دقیق‌تر کودها و اجرای استراتژی‌هایی برای به حداکثر رساندن عملکرد و درعین حال به حداقل رساندن هزینه‌های نهاده کمک می‌کند. هوش مصنوعی همچنین می‌تواند داده‌های به‌روز و لحظه‌ای از حسگرها و مانیتورهای صحرایی را برای ارائه توصیه‌هایی برای تخصیص بهینه منابع و استراتژی‌های مدیریت محصول تجزیه و تحلیل کند [۹].

کاربردهای ذکر شده در این بخش نشان می‌دهد که چگونه راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی ابزارهای ارزشمندی را برای نظارت بر محصول، مدیریت بیماری و آفات و همچنین پیش‌بینی و بهینه‌سازی محصول ارائه می‌دهند. با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی، کشاورزان می‌توانند تصمیمات مبتنی بر داده اتخاذ کنند، کارایی منابع را افزایش دهند و بهره‌وری کلی در کشاورزی را بهبود بخشند [۱۰].

۳-۲- کشاورزی دقیق و مدیریت مزرعه

۳-۲-۱ تجزیه و تحلیل خاک و مدیریت مواد مغذی

سامانه‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند نمونه‌های خاک را تجزیه و تحلیل کنند و اطلاعات ارزشمندی در مورد ترکیب خاک، سطوح مواد مغذی، تعادل pH و سایر پارامترهای مرتبط ارائه دهند. با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، این سامانه‌ها می‌توانند الگوها و همبستگی‌ها را در داده‌های خاک شناسایی کنند و کشاورزان را قادر می‌سازد تا تصمیمات آگاهانه در مورد کاربرد کود بگیرند. هوش مصنوعی می‌تواند استراتژی‌های مدیریت دقیق مواد مغذی، بهینه‌سازی توزیع و زمان‌بندی کودها را برای مطابقت با نیازهای خاص مناطق مختلف در یک مزرعه توصیه کند. این به کاهش ضایعات مواد مغذی، کاهش اثرات زیست‌محیطی و بهبود سلامت و بهره‌وری محصول کمک می‌کند [۴، ۱۱].

۳-۲-۲ بهینه‌سازی آبیاری

فناوری‌های هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل منابع داده‌های مختلف، از جمله حسگرهای رطوبت خاک، پیش‌بینی آب‌وهوا و نیازهای آبی گیاه، نقش مهمی در بهینه‌سازی شیوه‌های آبیاری دارند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند این اطلاعات را در زمان واقعی پردازش کنند و توصیه‌هایی را برای برنامه‌ریزی آبیاری ارائه کنند و اطمینان حاصل کنند که محصولات در زمان مناسب مقدار مناسب آب را دریافت می‌کنند. با اجتناب از آبیاری بیش‌ازحد یا کم آبیاری، کشاورزان می‌توانند منابع آب را حفظ کنند، از تنش آبی در گیاهان جلوگیری کنند و کارایی مصرف آب را بهبود بخشند [۱۲، ۱۳].

۳-۲-۳ تجهیزات مزرعه مستقل

هوش مصنوعی از طریق توسعه تجهیزات مزرعه مستقل، مدیریت مزرعه را متحول می‌کند. ربات‌ها و پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی مجهز به حسگرها، دوربین‌ها و الگوریتم‌های یادگیری ماشینی می‌توانند وظایف مختلفی مانند بذر، سم‌پاشی، برداشت و نظارت بر سلامت

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

محصول را به طور مستقل انجام دهند. این ماشینها می توانند در مزارع پیمایش کنند، علفهای هرز یا گیاهان بیمار را شناسایی کنند و اقدامات هدفمند انجام دهند و نیاز به کار دستی و نیروی انسانی را به حداقل برسانند و هزینه های عملیاتی را کاهش دهند. تجهیزات مزرعه مستقل کارایی را بهبود می بخشد، دقت در عملیات را افزایش می دهد و کشاورزان را قادر می سازد تا مزارع در مقیاس بزرگ را به طور مؤثرتری مدیریت کنند [۱۰، ۱۴].

کاربردهای ذکر شده در این بخش نشان می دهد که چگونه هوش مصنوعی کشاورزی دقیق و مدیریت مزرعه را با بهینه سازی تجزیه و تحلیل خاک و مدیریت مواد مغذی، بهبود شیوه های آبیاری و معرفی تجهیزات مزرعه مستقل امکان پذیر می کند. با استفاده از فناوری های هوش مصنوعی، کشاورزان می توانند به استفاده بهتر از منابع، کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش بهره وری و سودآوری کلی در عملیات خود دست یابند.

۳-۳. نظارت و مدیریت دام

این بخش بر روی استفاده از هوش مصنوعی در نظارت و مدیریت دام متمرکز است و برنامه های کلیدی را که به سلامت و رفاه دام کمک می کنند و کارایی کلی مزرعه را افزایش می دهند، برجسته می کند.

۳-۳-۱ نظارت بر سلامت

هوش مصنوعی نقش حیاتی در نظارت بر سلامت دام دارد. سامانه های مبتنی بر هوش مصنوعی می توانند منابع داده های مختلف، از جمله داده های حسگر، فیلم های ویدئویی و سوابق سلامت تاریخی را برای تشخیص علائم بیماری یا ناراحتی در حیوانات تجزیه و تحلیل کنند. با استفاده از الگوریتم های یادگیری ماشین، این سامانه ها می توانند رفتارهای غیرعادی، تغییرات در علائم حیاتی یا سایر شاخص های مسائل سلامتی را شناسایی کنند. تشخیص زودهنگام مشکلات سلامتی، مداخله به موقع، مانند درمان هدفمند یا جداسازی حیوانات بیمار را امکان پذیر می کند که به جلوگیری از گسترش بیماری ها، به حداقل رساندن رنج حیوانات و بهبود سلامت کلی کمک می کند [۱۵].

۳-۳-۲ تحلیل رفتار

فناوری های هوش مصنوعی برای تجزیه و تحلیل رفتار دام ها، ارائه بینش هایی در مورد رفاه، الگوهای تغذیه، چرخه های تولیدمثل و عملکرد کلی آن ها استفاده می شوند. الگوریتم های یادگیری ماشینی می توانند داده های حسگرها، نظارت تصویری یا دستگاه های پوشیدنی را پردازش کنند تا الگوها و همبستگی ها را در رفتار تشخیص دهند. این اطلاعات به کشاورزان در شناسایی رفتارهای غیرعادی یا انحراف از الگوهای عادی کمک می کند و تشخیص زودهنگام مشکلات احتمالی را تسهیل می کند. به عنوان مثال، تغییر در عادات غذایی یا کاهش سطح فعالیت ممکن است نشان دهنده مشکلات سلامتی یا استرس باشد. با نظارت و تجزیه و تحلیل مداوم رفتار حیوانات، کشاورزان می توانند تصمیمات آگاهانه ای در مورد تغذیه، اصلاح نژاد و مدیریت بگیرند [۱۵].

۳-۳-۳ سامانه های تغذیه و شیردوشی خودکار

هوش مصنوعی توسعه سامانه های تغذیه و شیردوشی خودکار را امکان پذیر کرده است که کارایی و بهره وری را در دامداری افزایش می دهد. سامانه های مجهز به هوش مصنوعی می توانند نیازهای فردی حیوانات مانند نیازهای تغذیه را کنترل کنند و بر این اساس مقادیر مناسبی از خوراک را توزیع کنند. این نه تنها کار دستی را کاهش می دهد، بلکه تغذیه مطلوب را برای هر حیوان تضمین می کند. به طور مشابه، سامانه های شیردوشی مبتنی بر هوش مصنوعی از حسگرها و بینایی رایانه ای برای شناسایی تک تک حیوانات، نظارت بر تولید شیر و خودکار سازی فرآیند شیردوشی استفاده می کنند. این سامانه ها می توانند ناهنجاری ها را در کیفیت شیر تشخیص دهند یا گاوهایی را که مشکلات سلامتی دارند شناسایی کنند و کارایی تولید شیر و رفاه حیوانات را بهبود بخشند [۱۶].

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senacnf.ir

۳-۴. زنجیره تأمین و لجستیک

این بخش به بررسی کاربرد هوش مصنوعی در زنجیره تأمین و تدارکات در صنعت کشاورزی می‌پردازد، با تمرکز بر مناطق خاصی که از راه‌حل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی سود می‌برند.

۳-۴-۱ ردیابی محصول

فناوری‌های هوش مصنوعی ردیابی کارآمد محصولات را در سراسر زنجیره تأمین امکان‌پذیر می‌سازد. سامانه‌های هوش مصنوعی با استفاده از تکنیک‌هایی مانند RFID^۱ (شناسایی فرکانس رادیویی)، بارکدگذاری و بینایی رایانه‌ای، می‌توانند به‌طور دقیق محصولات یا دسته‌ها را از نقطه تولید تا مصرف‌کننده شناسایی و ردیابی کنند. این امر شفافیت، کنترل کیفیت و اقدامات ایمنی مواد غذایی را افزایش می‌دهد. پلتفرم‌های مجهز به هوش مصنوعی همچنین می‌توانند اطلاعات لحظه‌ای درباره منشأ، شیوه‌های کشت و فرآیندهای مدیریت محصولات، تسهیل انطباق با مقررات و رسیدگی به خواسته‌های مصرف‌کننده برای شفافیت در سیستم غذایی ارائه دهند [۹، ۱۰، ۱۷].

۳-۴-۲ پیش‌بینی تقاضا

هوش مصنوعی نقش مهمی در پیش‌بینی تقاضا ایفا می‌کند و به کشاورزان، تأمین‌کنندگان و خرده‌فروشان کمک می‌کند تا درباره تولید، توزیع و مدیریت موجودی تصمیم‌گیری کنند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی داده‌های فروش تاریخی، روند بازار، الگوهای آب‌وهوا و سایر عوامل مرتبط را برای پیش‌بینی تقاضای آینده برای محصولات کشاورزی تجزیه و تحلیل می‌کنند. این به دینفعان امکان می‌دهد تا عملیات زنجیره تأمین خود را بهینه کنند، سطوح تولید را تنظیم کنند، موجودی را برنامه‌ریزی کنند و ضایعات را به حداقل برسانند. پیش‌بینی دقیق تقاضا تضمین می‌کند که مقدار مناسبی از محصولات در زمان مناسب در دسترس است، موجودی‌های اضافی را کاهش می‌دهد و کارایی کلی را در زنجیره تأمین بهبود می‌بخشد [۵، ۱۸].

۳-۴-۳ بهینه‌سازی مسیر و مدیریت موجودی

الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسیر مبتنی بر هوش مصنوعی با تعیین کارآمدترین مسیرها برای حمل‌ونقل محصولات کشاورزی به ساده‌سازی عملیات لجستیک کمک می‌کنند. این الگوریتم‌ها برای بهینه‌سازی مسیرهای حمل‌ونقل و به حداقل رساندن مصرف سوخت و هزینه‌های حمل‌ونقل، عواملی مانند مسافت، شرایط ترافیکی، زمان‌بندی تحویل و ظرفیت خودرو را در نظر می‌گیرند. علاوه بر این، هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل داده‌های تاریخی، الگوهای فروش و روندهای بازار برای بهینه‌سازی سطح موجودی، به مدیریت موجودی کمک می‌کند، ضمن اینکه از کمبود موجودی و درعین حال از انباشته شدن یا موجودی اضافی جلوگیری می‌کند. این کار باعث بهبود کارایی، کاهش هزینه‌ها و افزایش رضایت مشتری با اطمینان از تحویل به‌موقع و به حداقل رساندن ضایعات می‌شود [۵، ۹].

برنامه‌های مورد بحث در این بخش نشان می‌دهد که چگونه هوش مصنوعی به زنجیره تأمین و لجستیک در کشاورزی کمک می‌کند. هوش مصنوعی ردیابی محصول را امکان‌پذیر می‌کند، پیش‌بینی تقاضا را برای مدیریت بهتر تولید و موجودی تسهیل می‌کند و مسیرهای حمل‌ونقل را بهینه می‌کند. این پیشرفت‌ها شفافیت، کارایی و مقرون‌به‌صرفه بودن را در زنجیره تأمین غذا بهبود می‌بخشد و درنهایت به نفع کشاورزان، تأمین‌کنندگان، خرده‌فروشان و مصرف‌کنندگان است.

¹ Radio Frequency Identification

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۳-۵. رباتیک کشاورزی

این بخش بر نقش هوش مصنوعی در رباتیک کشاورزی تمرکز دارد و برنامه‌های کاربردی کلیدی را که وظایف مختلف در بخش کشاورزی را تغییر داده‌اند برجسته می‌کند.

۳-۵-۱ برداشت و چیدن

ربات‌های کشاورزی مجهز به هوش مصنوعی فرآیندهای برداشت و برداشت را در کشاورزی متحول کرده‌اند. این ربات‌ها مجهز به سامانه‌های بینایی کامپیوتری هستند که می‌توانند میوه‌ها یا محصولات رسیده را شناسایی کنند، دقیقاً در مزارع حرکت کنند و کارهای برداشت یا چیدن خودکار را انجام دهند. با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی، این ربات‌ها می‌توانند بین محصولات رسیده و نارس تمایز قائل شوند و از برداشت کارآمد و دقیق اطمینان حاصل کنند. این امر اتکا به نیروی انسانی را کاهش می‌دهد، کمبود نیروی کار را برطرف می‌کند و بهره‌وری را در صنعت کشاورزی بهبود می‌بخشد [۵، ۱۹].

۳-۵-۲ کنترل علف‌های هرز و کاربرد علف‌کش

سامانه‌های رباتیک مبتنی بر هوش مصنوعی برای مقابله با چالش‌های کنترل علف‌های هرز و کاربرد علف‌کش در حال توسعه هستند. این ربات‌ها از الگوریتم‌های بینایی رایانه و یادگیری ماشین برای شناسایی و تمایز بین محصولات و علف‌های هرز در زمان واقعی استفاده می‌کنند. این ربات‌ها با هدف‌گیری دقیق علف‌های هرز و استفاده از علف‌کش‌ها تنها در صورت لزوم، مصرف مواد شیمیایی را کاهش می‌دهند، اثرات زیست‌محیطی را به حداقل می‌رسانند و تخصیص منابع را بهینه می‌کنند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی همچنین این سامانه‌ها را قادر می‌سازد تا یاد بگیرند و سازگار شوند و توانایی آن‌ها را برای تشخیص دقیق و حذف علف‌های هرز در طول زمان بهبود می‌بخشد [۴، ۱۴].

۳-۵-۳ پهبادهای مستقل برای نظارت و پاشش

پهبادهای خودکار مبتنی بر هوش مصنوعی به‌عنوان ابزارهای ارزشمندی برای نظارت و سم‌پاشی عملیات در کشاورزی ظاهر شده‌اند. این پهبادهای که به حسگرها، دوربین‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی مجهز هستند، می‌توانند سلامت محصول را زیر نظر بگیرند، علائم بیماری یا کمبود مواد مغذی را شناسایی کنند و تصاویر هوایی را در زمان واقعی از مزارع ارائه دهند. این اطلاعات به کشاورزان کمک می‌کند تا مناطقی را که نیاز به توجه ویژه دارند شناسایی کرده و مداخلات هدفمند را اجرا کنند. علاوه بر این، پهبادهای خودران را می‌توان به سامانه‌های سم‌پاشی مجهز کرد که امکان کاربرد دقیق و هدفمند کودها، آفت‌کش‌ها یا علف‌کش‌ها را فراهم می‌کند. این کارایی را بهبود می‌بخشد، استفاده از مواد شیمیایی را کاهش می‌دهد و قرار گرفتن انسان در معرض مواد بالقوه مضر را به حداقل می‌رساند [۴، ۵].

برنامه‌های مورد بحث در این بخش نشان می‌دهد که چگونه رباتیک کشاورزی مبتنی بر هوش مصنوعی صنعت را متحول می‌کند. با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی، سامانه‌های رباتیک می‌توانند عملیات برداشت و چیدن را به‌طور خودکار انجام دهند، کنترل علف‌های هرز و کاربرد علف‌کش را بهبود بخشند و عملیات نظارت و سم‌پاشی را با استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین خودران بهبود بخشند. این پیشرفت‌ها کارایی را بهبود می‌بخشد، نیاز به نیروی کار را کاهش می‌دهد، استفاده از منابع را بهینه می‌کند و شیوه‌های کشاورزی پایدار را در کشاورزی ترویج می‌کند.

۴. فواید استفاده از هوش مصنوعی در کشاورزی

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

۱-۴ افزایش بهره‌وری و کارایی کشاورزان و کاهش هزینه‌ها و زمان

با استفاده از هوش مصنوعی، کشاورزان می‌توانند فعالیت‌های خود را به‌صورت خودکار، دقیق و سریع انجام دهند و نیاز به نیروی انسانی، انرژی و مصرف مواد را کاهش دهند. برای مثال، یک ربات هوشمند می‌تواند گلایی درختان سیب را به‌صورت خودکار برداشت کند و آن‌ها را براساس کیفیت، اندازه و رنگ درجه‌بندی و بسته‌بندی کند. این کار باعث صرفه‌جویی در زمان، هزینه و تلفات محصولات می‌شود و به افزایش درآمد کشاورزان منجر می‌شود [۱۰، ۱۴، ۱۸].

۲-۴ بهبود کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی و افزایش سودآوری

با استفاده از هوش مصنوعی، کشاورزان می‌توانند شرایط رشد گیاهان را بهینه‌سازی کرده و عملکرد و سلامت گیاهان را افزایش دهند. برای مثال، یک سامانه هوشمند می‌تواند با استفاده از حسگرهای نصب‌شده در خاک، رطوبت، دما، pH و ترکیبات شیمیایی خاک را پیگیری کند و به کشاورزان پیشنهاد دهد که چه زمانی، چه مقدار و چگونه آب، کود، سم و دارو را به گیاهان بدهند. این کار باعث بهبود کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی و افزایش سودآوری کشاورزان می‌شود [۱۳].

۳-۴ حفاظت از منابع طبیعی و محیط‌زیست و کاهش تلفات و آلودگی

با استفاده از هوش مصنوعی، کشاورزان می‌توانند منابع طبیعی خود را حفظ کرده و تأثیرات منفی خود بر محیط‌زیست را کم کنند. برای مثال، یک پخش هوشمند می‌تواند با استفاده از پهپاد که قابلیت شناسایی و هدفمندسازی گیاهان را دارند، مواد موردنیاز را به‌صورت دقیق و کمتر به گیاهان بپاشند. این کار باعث کاهش مصرف آب، کود، سم و دارو و جلوگیری از آلودگی خاک و آب می‌شود [۵، ۹].

۴-۴ مقابله با چالش‌های جمعیت رو به رشد و تأمین غذای سالم و امن

با استفاده از هوش مصنوعی، کشاورزان می‌توانند نیازهای غذایی جمعیت رو به رشد را برآورده کنند و کیفیت و امنیت غذایی را افزایش دهند. برای مثال، یک سامانه هوشمند می‌تواند با استفاده از تصاویر گرفته‌شده توسط پهپاد، شاخص‌های مختلف مانند شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) را محاسبه کند و به کشاورزان نشان دهد که چه نوع و مقدار گیاهان را برای تأمین نیازهای غذایی منطقه خود کاشته و برداشت کنند. این کار باعث تولید غذای سالم و امن برای جمعیت می‌شود.

۵-۴ ارائه خدمات بهتر و سفارشی‌شده به مشتریان و افزایش رضایتمندی آن‌ها

با استفاده از هوش مصنوعی، کشاورزان و فروشندگان می‌توانند خدمات بهتر و سفارشی‌شده به مشتریان خود ارائه دهند و رضایتمندی آن‌ها را افزایش دهند. برای مثال، یک سامانه هوشمند می‌تواند با استفاده از داده‌های جمع‌آوری‌شده از منابع مختلف مانند حسگرها، ماهواره‌ها، رادارها، تصاویر، اینترنت اشیا، الگوریتم‌های یادگیری ماشین را برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و کشف الگوها و روابط مخفی بین عوامل مؤثر بر کشاورزی استفاده کند و به فروشندگان پیشنهاد دهد که چه نوع و مقدار محصولات را به چه قیمتی به چه نوع مشتریانی بفروشند. این کار باعث افزایش فروش، سود و وفاداری مشتریان می‌شود.

۵. چالش‌ها و محدودیت‌ها در پیاده‌سازی هوش مصنوعی در کشاورزی

۵-۱ در دسترس بودن و کیفیت داده‌ها

² Normalized Difference Vegetation Index

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senaconf.ir

یکی از چالش‌های کلیدی در استفاده از هوش مصنوعی در کشاورزی، در دسترس بودن و کیفیت داده‌ها است. الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای یادگیری و پیش‌بینی دقیق به مجموعه داده‌های بزرگ و متنوع متکی هستند. با این حال، در برخی مناطق یا بخش‌های کشاورزی، ممکن است دسترسی محدود به داده‌های مربوطه وجود داشته باشد، یا داده‌های موجود ممکن است ناقص یا با کیفیت پایین باشند. داده‌های ناکافی می‌تواند اثربخشی و عملکرد مدل‌های هوش مصنوعی را مختل کند و دستیابی به نتایج قابل اعتماد را چالش برانگیز کند [۵، ۱۸].

۵-۲ مشکلات زیرساختی و اتصال

فناوری‌های هوش مصنوعی اغلب برای عملکرد بهینه نیاز به زیرساخت قوی و اتصال قابل اعتماد دارند. در مناطق روستایی یا دورافتاده، جایی که کشاورزی رواج دارد، دسترسی به اتصالات اینترنتی پایدار و منابع محاسباتی پیشرفته ممکن است محدود باشد. فقدان زیرساخت و اتصال می‌تواند مانع پیاده‌سازی و استفاده از هوش مصنوعی در کشاورزی شود و مانع تأثیر بالقوه آن بر شیوه‌های کشاورزی شود [۹، ۱۰].

۵-۳ هزینه و دسترسی به فناوری‌های هوش مصنوعی

فناوری‌های هوش مصنوعی، از جمله سخت‌افزار، نرم‌افزار و تجهیزات تخصصی، می‌توانند پرهزینه باشند و امکان دسترسی برای کشاورزان کوچک یا کسانی که منابع مالی محدودی دارند، کمتر شود. سرمایه‌گذاری اولیه بالا و هزینه‌های تعمیر و نگهداری مداوم مرتبط با پذیرش هوش مصنوعی، به‌ویژه در مناطقی که محدودیت‌های مالی رایج است، یک چالش مهم است. اطمینان از دسترسی مقرون‌به‌صرفه به فناوری‌های هوش مصنوعی و ترویج راه‌حل‌های مقرون‌به‌صرفه همچنان یک چالش در زمینه‌های کشاورزی است [۱۸].

۵-۴ ملاحظات اخلاقی و پذیرش عمومی

همان‌طور که هوش مصنوعی در کشاورزی ادغام می‌شود، ملاحظات اخلاقی و پذیرش عمومی به عوامل مهم تبدیل می‌شوند. نگرانی‌هایی در مورد حفظ حریم خصوصی، مالکیت و امنیت داده‌ها وجود دارد، زیرا داده‌های کشاورزی اغلب شامل اطلاعات حساس در مورد مزارع، محصولات زراعی یا دام است. علاوه بر این، استفاده از هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری سؤالاتی را در مورد مسئولیت‌پذیری، شفافیت و سوگیری‌های احتمالی در الگوریتم‌ها ایجاد می‌کند. پذیرش عمومی و درک هوش مصنوعی در کشاورزی باید از طریق ارتباطات روشن، دستورالعمل‌های اخلاقی و اجرای مسئولانه مورد بررسی قرار گیرد [۲۰].

پرداختن به این محدودیت‌ها و چالش‌ها نیازمند تلاش‌های مشترک از سوی ذینفعان مختلف از جمله دولت‌ها، ارائه‌دهندگان فناوری، سازمان‌های کشاورزان و محققان است. برای غلبه بر این چالش‌ها و به حداکثر رساندن مزایای بالقوه هوش مصنوعی در کشاورزی، استراتژی‌هایی مانند بهبود مکانیسم‌های جمع‌آوری و اشتراک داده‌ها، گسترش زیرساخت‌ها و اتصال، کاهش هزینه‌های فناوری‌های هوش مصنوعی و اطمینان از دستورالعمل‌های اخلاقی و آگاهی عمومی ضروری است.

۶. نتیجه‌گیری

هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری نوآورانه و قدرتمند، توانایی‌های بسیاری در تحقق اهداف توسعه پایدار در صنعت کشاورزی ارائه می‌دهد. از تحسین برانگیزی در بهره‌وری منابع طبیعی، کاهش ضایعات و افزایش تولید پایدار گرفته تا تضمین امنیت غذایی و حفظ محیط‌زیست، هوش مصنوعی به‌عنوان یک ابزار چندمنظوره، در تمامی جنبه‌های صنعت کشاورزی نقش بسیار مؤثری ایفا می‌کند. این فناوری با تجزیه و تحلیل دقیق داده‌ها، پیش‌بینی تغییرات محیطی و بهینه‌سازی فرآیندها، به مدیران، کشاورزان و مسئولان ابزارهایی ارائه می‌دهد تا در جهت تحقق توسعه پایدار و حفظ محیط‌زیست اقدام کنند. همچنین، تلفیق هوش مصنوعی با صنعت کشاورزی، باعث افزایش بهره‌وری، بهبود شرایط اقتصادی کشاورزان و تضمین تأمین غذای جامعه می‌شود. در نتیجه، هوش مصنوعی به‌عنوان یک ابزار قدرتمند، از جهات مختلف به توسعه پایدار و بهبود صنعت کشاورزی کمک می‌کند.

دوازدهمین کنگره ملی سراسری فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران

12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran

senacnf.ir

منابع

- [۱] Fraunhofer-Gesellschaft. (2021, November 2). *AI technologies for sustainable agriculture*. <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2021/november-2021/ai-technologies-for-sustainable-agriculture.html>
- [۲] Gonzalez, W. (2023, February 2). How AI is cropping up in the agriculture industry. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2023/02/02/how-ai-is-cropping-up-in-the-agriculture-industry/>
- [۳] Jiva. (n.d.-b). *How artificial intelligence can be used in agriculture*. Retrieved August 20, 2023, from <https://www.jiva.ag/blog/how-artificial-intelligence-can-be-used-in-agriculture>
- [۴] Kamilaris, A. and F.X. Prenafeta-Boldú, *Deep learning in agriculture: A survey*. Computers and electronics in agriculture, 2018. **147**: p. 70-90.
- [۵] Liakos, K.G., et al., *Machine learning in agriculture: A review*. Sensors, 2018. **18**: p. 2674.
- [۶] Barbedo, J.G.A., *A review on the main challenges in automatic plant disease identification based on visible range images*. Biosystems engineering, 2016. **144**: p. 52-60.
- [۷] Ghosal, S., et al., *An explainable deep machine vision framework for plant stress phenotyping*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2018. **115**(18): p. 4613-4618.
- [۸] Imanian, K., et al., *Identification of Internal Defects in Potato Using Spectroscopy and Computational Intelligence Based on Majority Voting Techniques*. Foods, 2021. **10**(5): p. 982.
- [۹] Wolfert, S., et al., *Big data in smart farming—a review*. Agricultural systems, 2017. **153**: p. 69-80.
- [۱۰] Tzounis, A., et al., *Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges*. Biosystems engineering, 2017. **164**: p. 31-48.
- [۱۱] Kussul, N., et al., *Deep learning classification of land cover and crop types using remote sensing data*. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2017. **14**(5): p. 778-782.
- [۱۲] Balafoutis, A., et al., *Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics*. Sustainability, 2017. **9**(8): p. 1339.
- [۱۳] Sharma, R. *Artificial intelligence in agriculture: a review*. in *2021 5th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*. 2021. IEEE.
- [۱۴] R Shamshiri, R., et al., *Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming*. 2018.
- [۱۵] Tullo, E., I. Fontana, and M. Guarino, *Precision livestock farming: an overview of image and sound labelling*. Precision Livestock Farming'13, 2013: p. 30-38.
- [۱۶] Steeneveld, W., et al., *Comparing technical efficiency of farms with an automatic milking system and a conventional milking system*. Journal of dairy science, 2012. **95**: p. 7391-7398.
- [۱۷] Kamilaris, A., A. Fonts, and F.X. Prenafeta-Boldú, *The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains*. Trends in food science & technology, 2019. **91**: p. 640-652.
- [۱۸] Fountas, S., et al., *Farm management information systems: Current situation and future perspectives*. Computers and Electronics in Agriculture, 2015. **115**: p. 40-50.
- [۱۹] Bac, C.W., et al., *Harvesting robots for high - value crops: State - of - the - art review and challenges ahead*. Journal of Field Robotics, 2014. **1**: p. 888-911.
- [۲۰] Marvin, H.J., et al., *Digitalisation and Artificial Intelligence for sustainable food systems*. Trends in Food Science & Technology, 2022. **120**: p. 344-348.