Doi: 10.22034/IAES.2025.2053562.2110

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۹/شماره۲/صفحه های ۲۴۲-۲۱۱

کاربرد هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها در طراحی برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار

بهارک عزیزی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۶

چکیده

هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها به‌عنوان فناوری‌های نوین در طراحی و مدیریت برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار نقش مهمی ایفا می‌کنند. کشاورزی پایدار به‌عنوان یک رویکرد اساسی در برابر چالش‌های زیست‌محیطی و نیاز به افزایش بهره‌وری، نیازمند راهبردهای نوآورانه‌ای است که بتواند به حل مسئله‌های موجود کمک کند. یکی از این راهبردها، استفاده از هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل کلان‌داده‌ها برای بهینه‌سازی فرآیندهای کشاورزی و ارتقاء پایداری در این حوزه است. هدف اصلی این تحقیق، بررسی کاربرد این فناوری‌ها در طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار و تحلیل اثرگذاری‌های آن‌ها بر فرآیندهای کشاورزی پایدار است. این تحقیق به‌ویژه بر شناسایی ارتباطات میان این فناوری‌ها و بهبود فرآیندهای آموزشی کشاورزی با تأکید بر ایجاد پایداری در کشاورزی تمرکز دارد. روش تحقیق به‌صورت کاربردی و با استفاده از روش‌های پیمایشی و توصیفی انجام شد. داده‌ها از طریق پرسشنامه استاندارد گردآوری و با استفاده از طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای تحلیل شدند. جامعه آماری این تحقیق شامل کشاورزان و صادرکنندگان محصول‌های کشاورزی استان تهران بود و حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران ۳۸۴ نفر محاسبه شد. نمونه‌گیری به‌روش تصادفی ساده انجام گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که آموزش کشاورزی پایدار تأثیر مثبت و معناداری بر فرآیندهای کشاورزی پایدار دارد و استفاده از هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها می‌تواند به بهبود این آموزش‌ها و در نهایت افزایش پایداری کشاورزی کمک کند. همچنین، تحقیق بر چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از این فناوری‌ها تأکید کرده است، به‌طوری‌که این بازدارنده‌ها تأثیر منفی بر آموزش کشاورزی پایدار و نتایج کشاورزی پایدار دارند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تقویت آموزش کشاورزی پایدار می‌تواند اثرگذاری‌های مثبت هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها را تقویت کرده و بازدارنده‌های موجود را کاهش دهد، به‌طوری‌که با ارتقاء این فرآیندها، کشاورزی پایدار در بلندمدت تقویت خواهد شد.

طبقه‌بندی JEL: P13

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی ، کلان‌داده‌ها ، برنامه‌های آموزشی، کشاورزی پایدار

[۱] استادیار ترویج و آموزش کشاورزی دانشگاه جامع علمی کاربردی ایران

Email: baharak_1615@yahoo.com

مقدمه

هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها به عنوان ابزار نوین در طراحی و مدیریت برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند. کشاورزی پایدار به عنوان یک رویکرد کلیدی در جهان امروز برای رویارویی با چالش‌های زیست‌محیطی و افزایش بهره‌وری تولیدهای کشاورزی، نیازمند راهبردهای نوین است. یکی از این راهبردها، استفاده از هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل داده‌های کلان است که می‌تواند فرآیندهای پیچیده کشاورزی را بهینه کرده و به پایداری آن کمک کند. در این راستا، هوش مصنوعی می‌تواند در بهبود مدل‌های پیش‌بینی، مدیریت منابع آبی، شناسایی بیماری‌ها، و ارتقاء کیفیت محصول‌های کشاورزی نقش مؤثری ایفا کند. به‌ویژه، استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی در پیش‌بینی شرایط آب و هوایی و پیش‌بینی تغییرپذیرهای اقلیمی می‌تواند به کشاورزان در اتخاذ تصمیم‌های بهتر و به‌هنگام کمک کند (Mohammadi et al., 2024; Torabi et al., 2024; Esmaeily et al., 2024). افزون بر این، کلان‌داده‌ها با فراهم آوردن اطلاعات جامع و دقیق از همه‌ی جنبه‌های کشاورزی، زمینه‌های جدیدی را برای تحلیل و بهبود فرآیندهای کشاورزی ایجاد می‌کنند. استفاده از داده‌های گردآوری‌شده از منبع‌های مختلف مانند سنجش از دور، اینترنت اشیاء و داده‌های کشاورزی می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا به‌صورت هوشمندانه منبع‌های خود را مدیریت کنند. برای مثال، بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ می‌تواند به شناسایی الگوهای جدید در فرآیندهای کشاورزی و بهینه‌سازی مصرف منابع مانند آب و کودهای شیمیایی منجر شود. این امر موجب کاهش هزینه‌ها و حفظ منبع‌های طبیعی می‌شود. در همین راستا، برخی از تحقیقات به‌ویژه در زمینه مدیریت منابع آبی و کشاورزی دقیق با استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی انجام شده است که نشان‌دهنده تأثیر این فناوری‌ها در افزایش بهره‌وری کشاورزی پایدار است (Hashemi Ghandali and Farkhondeh, 2024; Sood et al., 2024). پیشرفت‌های اخیر در استفاده از هوش مصنوعی در کشاورزی نشان‌دهنده توانمندی‌های فراوان این فناوری در ایجاد تغییرهای مثبت در کشاورزی پایدار است. به‌طور خاص، استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در شبیه‌سازی و مدل‌سازی رفتارهای مختلف کشاورزی، می‌تواند به کشاورزان در تصمیم‌گیری‌های به‌هنگام و مؤثر کمک کند. همچنین، این فناوری‌ها می‌توانند در بهبود مدیریت نظام‌های کشاورزی و کاهش ریسک‌ها در برابر

شرایط محیطی متغیر مانند تغییرپذیری‌های اقلیمی نقش بسزایی ایفا کنند (Gupta et al., 2024; Hakimi Khansar et al., 2024; Hamed et al., 2024). به‌طور کلی، ترکیب هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها در کشاورزی به‌ویژه در زمینه مدیریت منابع، پیش‌بینی عملکرد محصول‌ها و بهینه‌سازی مصرف منابع طبیعی، نویدبخش دگرگونی‌هایی عظیم در زمینه کشاورزی پایدار است (Hernandez et al., 2024; Vasileiou et al., 2024; Fazl Oli et al., 2024). همچنین، پژوهش‌های جدید در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی پایدار نشان‌دهنده روند رو به رشدی است که به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه در حال گسترش است. بررسی‌های بسیاری به کاربردهای موفق هوش مصنوعی در کشاورزی از جمله بهبود کیفیت محصول‌ها، مدیریت بهینه منابع آب و خاک، شناسایی و مهار آفات و بیماری‌ها اشاره کرده‌اند. با بهره‌گیری از داده‌های کلان و هوش مصنوعی، کشاورزان می‌توانند تصمیم‌های مبتنی بر داده‌های دقیق و به‌روز بگیرند که نه‌تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد بلکه به حفظ محیط زیست و منابع طبیعی نیز کمک می‌کند. از این رو، استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند به یک مسیر حیاتی برای تحقق هدف‌های کشاورزی پایدار در آینده تبدیل شود (Senoo et al., 2024; Ali et al., 2024; Fuentes-Peñailillo et al., 2024). دگرگونی‌ها در زمینه هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها در کشاورزی نه‌تنها محدود به کشورهای توسعه‌یافته نیست، بلکه در کشورهای در حال توسعه نیز با استفاده از این فناوری‌ها در زمینه کشاورزی پایدار و مدیریت منابع طبیعی به‌ویژه آب، پیشرفت‌های قابل‌توجهی حاصل شده است. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهند که فناوری‌های نوین می‌توانند به کشاورزان در کشورهای مختلف کمک کنند تا با بهره‌گیری از داده‌های دقیق و تحلیل‌های پیشرفته، بهره‌وری محصول‌های کشاورزی خود را افزایش دهند و به‌طور همزمان از تاثیرگذاری‌های منفی محیطی جلوگیری کنند. از این رو، نقش هوش مصنوعی در ارتقاء کشاورزی پایدار به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌تواند به‌طور چشمگیری برجسته باشد (Mohammadi et al., 2024; Torabi et al., 2024). مسئله تحقیق در این بررسی بر کاربرد هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها در طراحی برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار متمرکز است. کشاورزی پایدار به عنوان یک رویکرد اساسی برای تأمین امنیت غذایی و حفظ منابع طبیعی در برابر تغییرپذیری‌های اقلیمی و افزایش جمعیت جهانی، نیازمند مدل‌های مدیریتی

نوین و کارآمد است. در این زمینه، استفاده از هوش مصنوعی و تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده‌ها می‌تواند به کشاورزان و متخصصان کشاورزی کمک کند تا اطلاعات دقیق‌تری در مورد وضعیت خاک، آب، و شرایط محیطی به‌دست آورند و تصمیم‌های بهتری اتخاذ کنند. به‌ویژه، مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر یادگیری ماشین و الگوریتم‌های هوش مصنوعی می‌توانند در بهینه‌سازی استفاده از منابع، کاهش ضایعات، و افزایش بهره‌وری کشاورزی نقش مؤثری ایفا کنند. اما هنوز چالش‌هایی در زمینه کاربرد عملی این فناوری‌ها در کشاورزی و آموزش کشاورزان در زمینه استفاده بهینه از آن‌ها وجود دارد (Delbāz et al., 2024a; Sani Heydari et al., 2024) .در این تحقیق، با توجه به توان بالقوه بالای هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها، هدف بررسی و تحلیل چالش‌ها و فرصت‌های موجود در طراحی برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار است. استفاده از روش و فن‌های نوین هوش مصنوعی و داده‌های بزرگ در آموزش کشاورزان می‌تواند به‌طور چشمگیری در توسعه کشاورزی پایدار کمک کند، اما محدودیت‌هایی مانند ناآگاهی کشاورزان از کاربرد این فناوری‌ها، کمبود زیرساخت‌های مناسب برای گردآوری داده‌های بزرگ، و چالش‌های اجرایی در پیاده‌سازی برنامه‌های آموزشی وجود دارد. افزون بر این، پذیرش فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی در بخش کشاورزی هنوز با بازدارنده‌هایی مانند مقاومت فرهنگی و کمبود آموزش‌های تخصصی روبه‌رو است. بنابراین، این تحقیق به دنبال ارائه راه‌حل‌هایی برای غلبه بر این چالش‌ها و طراحی برنامه‌های آموزشی مناسب برای ارتقاء کشاورزی پایدار مبتنی بر هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها است (Kamali et al., 2024; Taheri Haji Vand et al., 2024; Gryshova et al., 2024; Gikunda., 2024).

ضرورت و اهمیت تحقیق در زمینه کاربرد هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها در کشاورزی پایدار به‌ویژه در دوران کنونی که با چالش‌های جدی مانند تغییرپذیری‌های اقلیمی، کاهش منابع آبی، و افزایش تقاضا برای غذا روبه‌رو هستیم، روز به روز بیشتر نمایان می‌شود. فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی می‌توانند به کشاورزان کمک کنند تا با استفاده از داده‌های دقیق و به‌روز، مدیریت بهتری بر منابع طبیعی و کشاورزی خود داشته باشند. همچنین، بهینه‌سازی مصرف منابع مانند آب و زمین، به‌ویژه در شرایط خشکسالی و تغییرپذیری‌های اقلیمی، از جمله اولویت‌های اصلی کشاورزی پایدار است که هوش مصنوعی می‌تواند در این زمینه نقش مهمی ایفا کند. با توجه به

این‌که بسیاری از کشورها به دنبال توسعه کشاورزی پایدار برای تضمین امنیت غذایی هستند، استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی در این راستا امری ضروری به‌نظر می‌رسد (Raman et al., 2024; Shams et al., 2024; Yang et al., 2024). اهمیت این تحقیق از آن جهت است که با توجه به پیشرفت‌های روزافزون فناوری‌های هوش مصنوعی و تجزیه‌وتحلیل کلان‌داده‌ها، امکان بهبود فرآیندهای کشاورزی و ارتقای بهره‌وری در این بخش فراهم شده است. استفاده از این فناوری‌ها می‌تواند به کاهش هزینه‌ها، افزایش کیفیت محصول‌های کشاورزی، و کاهش اثرگذاری‌های منفی زیست‌محیطی ناشی از کشاورزی کمک کند. همچنین، آموزش کشاورزان در استفاده از این فناوری‌ها امری ضروری است که می‌تواند تأثیرهای مثبتی در پی داشته باشد. از سویی، با توجه به توسعه سریع اینترنت اشیاء و گردآوری داده‌های محیطی در زمان واقعی، هم‌زمان با استفاده از هوش مصنوعی می‌توان به تحلیل‌های دقیق‌تری دست یافت که کمک شایانی به طراحی برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار می‌کند. بنابراین، تحقیق در این حوزه نه‌تنها در جهت ارتقای کشاورزی پایدار بلکه در راستای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی جهانی نیز اهمیت دارد .

مواد و روش‌ها

نظریه تحقیق

در چند دهه اخیر، هوش مصنوعی به عنوان یکی از حوزه‌های نوین و پُرکاربرد در بسیاری از صنایع، به‌ویژه کشاورزی، شناخته شده است. هوش مصنوعی می‌تواند در تحلیل داده‌های کلان، بهبود فرآیندها، و تصمیم‌گیری‌های هوشمند در کشاورزی بسیار مؤثر باشد. این فناوری می‌تواند در پیش‌بینی شرایط محیطی، مدیریت منابع آبی، بهینه‌سازی تولید، و حتی تشخیص بیماری‌های گیاهی کمک شایانی کند. هوش مصنوعی از روش‌های مختلفی چون یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق بهره می‌برد که امکان تجزیه‌وتحلیل حجم عظیمی از داده‌ها را در زمان واقعی فراهم می‌آورد. این روش‌ها به کشاورزان کمک می‌کنند تا تصمیم‌های دقیق‌تری بگیرند و بهره‌وری محصول‌ها را بهینه کنند. از آنجا که کشاورزی با چالش‌هایی چون تغییرپذیری‌های اقلیمی، کمبود منابع آب و خاک روبه‌رو است، کاربرد هوش مصنوعی در این بخش بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد

(Kisten et al., 2024; Nautiyal et al., 2024; Zhang et al., 2024).در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی، استفاده از داده‌های بزرگ و کلان‌داده‌ها در ترکیب با الگوریتم‌های هوش مصنوعی، به‌ویژه در طراحی سامانه‌های هوشمند برای کشاورزی پایدار، اهمیت زیادی دارد. کلان‌داده‌ها به مجموعه‌ای از داده‌های پیچیده و وسیع اطلاق می‌شود که تجزیه‌وتحلیل آن‌ها به روش‌های معمول دشوار است. در کشاورزی، این داده‌ها شامل اطلاعات محیطی، داده‌های مربوط به گیاهان، خاک، آب و حتی رفتار کشاورزان می‌شود که از طریق حسگرها، ماهواره‌ها، و دستگاه‌های اینترنت اشیاء گردآوری می‌شود. پردازش و تحلیل این داده‌ها با استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند به کشاورزان در مدیریت دقیق‌تر منابع و افزایش بهره‌وری کمک کند. این فرآیند در ایجاد کشاورزی پایدار نقش مهمی ایفا کرده و باعث کاهش ضایعات و بهینه‌سازی فرآیندهای تولید می‌شود (Kotte et al., 2024; Aldin et al., 2024; Uddin et al., 2024)مبانی نظری دیگری که در این حوزه قابل توجه است، کاربرد نظام‌های یادگیری ماشین در تحلیل پیش‌بینی‌های کشاورزی است. یادگیری ماشین به مدل‌ها و الگوریتم‌هایی اطلاق می‌شود که از طریق تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، می‌توانند رفتار و الگوهای خاصی را شبیه‌سازی کنند و بر مبنای آن‌ها پیش‌بینی‌هایی انجام دهند. این پیش‌بینی‌ها می‌توانند به کشاورزان کمک کنند تا بر مبنای شرایط محیطی، بیماری‌ها یا آفات گیاهی، تصمیم‌های بهینه‌ای برای مدیریت کشتزارهای خود اتخاذ کنند(Jafar et al., 2024; Kashyap et al., 2024; Laleh, Azizi et al., 2024; Nath, P. C et al., 2024). به‌عنوان مثال، استفاده از سامانه‌های پیش‌بینی برای مهار آفات و بیماری‌ها یا پیش‌بینی نیاز آبی گیاهان می‌تواند به طور قابل‌توجهی به بهبود عملکرد کشاورزی پایدار کمک کند. افزون بر این، استفاده از هوش مصنوعی در کشاورزی باعث می‌شود که کشاورزان بتوانند به‌طور مؤثرتری از منابع طبیعی استفاده کنند و در نهایت به کاهش اثرگذاری‌های منفی زیست‌محیطی بپردازند (Attri et al., 2024; Pachiappan et al., 2024; Sorboni et al., 2024).از سوی دیگر، هوش مصنوعی در کشاورزی به‌ویژه در زمینه تحلیل تصویر و پردازش داده‌های تصویری نقش برجسته‌ای دارد. در این راستا، فناوری‌هایی چون بینایی ماشین و پردازش تصویر به کشاورزان کمک می‌کند تا با استفاده از تصاویر گرفته‌شده از کشتزارها، اطلاعات دقیق‌تری درباره وضعیت گیاهان و خاک کسب کنند. این فناوری‌ها

می‌توانند در شناسایی بیماری‌ها، آفات، یا کمبودهای تغذیه‌ای گیاهان کمک کنند و به سرعت و دقت وضعیت کشتزار را تحلیل کنند. استفاده از این فناوری‌ها باعث کاهش کاربرد سم‌ها و کودها می‌شود و کشاورزی پایدارتر را آسانگری می‌کند. از این‌رو، پیاده‌سازی این فناوری‌ها در کشاورزی نه تنها به افزایش بهره‌وری کمک می‌کند بلکه به حفظ منابع طبیعی و بهبود محیط زیست نیز کمک می‌کند (Rather et al., 2024; Fountas et al., 2024; SaberiKamarposhti et al., 2024; Sadidi et al., 2024).

جدول(۱) پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی

Table(1) Background of domestic and foreign research

شماره	نام و سال	موضوع	روش تحقیق	یافته‌های مقاله
1	محمدی، حاجی راد، ایمان، احمدالی، و خالد (۲۰۲۴)	هوش مصنوعی و کاهش اثرگذاری‌های تغییر اقلیم در کشاورزی	تحلیل مدل‌ها و بررسی چالش‌ها	استفاده از هوش مصنوعی در مدیریت منابع آبی و کاهش اثرگذاری‌های تغییر اقلیم در کشاورزی پایدار مورد تایید قرار گرفت.
2	ترابی، رجبی فرجاد، و حاجیه (۲۰۲۴)	شاخص‌های پایداری بوم‌شهرها و موتور هوشمند چت جی‌پی‌تی	مدل سازی شاخص‌ها با استفاده از هوش مصنوعی	شناسایی الگوهای پایداری در بوم‌شهرها و ارتقای بهره‌وری کشاورزی از طریق مدل‌های هوشمند مبتنی بر چت جی‌پی‌تی.
3	هاشمی قندعلی، و فرخنده (۲۰۲۴)	بهینه‌سازی سفره آب‌های زیرزمینی با هوش مصنوعی	مدل LM-FNN هوش مصنوعی و تحلیل داده‌های میدانی	پیش‌بینی بهینه مصرف آب و بهبود مدیریت منابع آب در دشت خوزستان با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و مدل‌های هوش مصنوعی.
4	دلباز، ابراهیمیان، و حامد (۲۰۲۴)	علم داده و یادگیری ماشین در مدیریت آب کشاورزی	مروری بر کاربرد علم داده و یادگیری ماشین	تحلیل نقش علم داده و الگوریتم‌های یادگیری ماشین در بهینه‌سازی مصرف آب در کشاورزی و کاربرد آن در حل مسئله‌های مربوط به منابع آبی.

ادامه جدول(۱)پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی

Table(1) Background of domestic and foreign research

5	ثانی حیدری، صفری، و احرام (۲۰۲۴)	عامل‌های مؤثر بر پذیرش هوش مصنوعی در کشاورزی	بررسی‌های موردی و تجزیه و تحلیل آماری	شناسایی عامل‌هایی چون آگاهی کشاورزان و زیرساخت‌های فناوری در پذیرش فناوری‌های هوش مصنوعی در صنعت کشاورزی، با تأکید بر کشت و صنعت‌های کشاورزی رضوی.
6	کمالی، ساکی، احمد، مقدم، دیوبند هفشجانی، و لاله (۲۰۲۴)	پیش‌بینی کیفیت آب برای کشاورزی با هوش مصنوعی	مدل‌های ساده و ترکیبی هوش مصنوعی	استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی شاخص کیفیت آب آنتروپی وزن‌دار و بهبود بهره‌وری مصرف آب در کشاورزی.
7	طاهری حاجی وند، عادل، شیرینی، کیمیا، صمدی قره ورن، و سینا (۲۰۲۴)	پیش‌بینی عملکرد محصول با الگوریتم‌های هوش مصنوعی	مرور ساختارمند و تحلیل کاربردی الگوریتم‌ها	استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در پیش‌بینی دقیق عملکرد محصول‌های کشاورزی و شبیه‌سازی الگوهای رشد گیاهان برای بهینه‌سازی تولیدهای کشاورزی.
8	حکیمی خانسر، حیدری، عباس، راشدی، و باقری (۲۰۲۴)	پیش‌بینی دمای هوا با مدل‌های هوش مصنوعی	مدل‌های پیش‌بینی دمای روزانه با استفاده از هوش مصنوعی	استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی دمای روزانه و تحلیل اثرهای آن بر کشاورزی در منطقه رشت.
9	سدیدی، تام نیا، و رضائیان (۲۰۲۴)	تکمیل داده‌های مکانی با هوش مصنوعی	استفاده از داده‌های داوطلبانه و تحلیل مکانی	بررسی استفاده از هوش مصنوعی برای تکمیل داده‌های مکانی OSM و ارتقای دقت در مدل‌سازی کشاورزی و منابع آبی.
10	توسن، معین، خاشعی سیوکی، عباس، ماروسی، و قریب (۲۰۲۴)	مدیریت هوشمند آب با اینترنت اشیاء	مرور ساختارمند فناوری اینترنت اشیاء و کاربرد هوش مصنوعی	استفاده از اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی برای مدیریت بهینه آب و پیش‌بینی میزان مصرف آن در کشاورزی پایدار.

ادامه جدول(۱)پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی

Table(1) Background of domestic and foreign research

11	لاله، عزیزی، ندا، کفیلی، و مهسان (۲۰۲۴)	برآورد ویژگی‌های شیمیایی خاک با هوش مصنوعی	مدل تحلیل طیفی- هوش مصنوعی	استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی برای برآورد ویژگی‌های شیمیایی خاک و ارتقای کشاورزی دقیق و پایدار از طریق شبیه‌سازی فرآیندهای خاک‌شناسی.
12	استاد هاشمی، علاف جعفری، و روستا (۲۰۲۴)	پذیرش هوش مصنوعی در فروش محصول زعفران	تحلیل آماری و مدل‌سازی پذیرش فناوری	بررسی عامل‌های موثر بر پذیرش هوش مصنوعی در بخش کشاورزی و تأثیر آن بر فروش محصول‌های کشاورزی مانند زعفران.
13	فضل اولی، رامین، صراف، شادی، وجاهت، و عمادی (۲۰۲۴)	بهره‌وری مصرف آب با هوش مصنوعی	مدل‌های پیش‌بینی هوش مصنوعی	استفاده از هوش مصنوعی برای تحلیل و پیش‌بینی بهره‌وری مصرف آب در شهر ساری و بهبود بهره‌وری آب در کشاورزی.
14	حامد، م. ا.، ال-حبیب، م. ف.، سبابا، ر. ز. و همکاران	هوش مصنوعی در کشاورزی: افزایش بهره‌وری و پایداری	تحلیل و مرور ساختارمند فناوری‌های هوش مصنوعی	بررسی کاربرد هوش مصنوعی در بهبود بهره‌وری کشاورزی و توسعه روش‌های پایدار برای کشاورزی در راستای تولید بیشتر و کاهش اثرگذاری‌های زیست‌محیطی.
15	سود، ا.، بهاردواج، ا. ک. ،و شارما، ر. ک	عوامل کلیدی پذیرش هوش مصنوعی در کشاورزی پایدار	بررسی تعیین‌کننده‌ها و تحلیل آماری	شناسایی عامل‌های مؤثر بر پذیرش هوش مصنوعی در کشاورزی پایدار و تأثیر آن بر تولیدهای کشاورزی و بهبود عملکرد آن.
16	هرناندز، د.، پاشا، ل. و یوسف، د. ا. و همکاران	نقش هوش مصنوعی در کشاورزی پایدار و مدیریت پسماند	تحلیل کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی و مدیریت پسماند	بررسی چگونگی کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی پایدار و بهره‌برداری از آن برای مدیریت پسماندهای کشاورزی.

ادامه جدول(۱)پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی

Table(1) Background of domestic and foreign research

17	واسیلیو، م.، کیریاکوس، ل. س. و همکاران	مدیریت علف‌های هرز در کشاورزی پایدار با هوش مصنوعی	مرور ساختارمند و تحلیل کاربردهای یادگیری عمیق در کشاورزی	استفاده از هوش مصنوعی برای شناسایی علف‌های هرز در کشاورزی پایدار و بهینه‌سازی فرآیند مدیریت آنها.
18	سنو، ا. ا. ک.، انگگرینی، ل. و همکاران	راه‌حل‌های IoT با فناوری‌های هوش مصنوعی در کشاورزی دقیق	تحلیل کاربرد TIo و هوش مصنوعی در کشاورزی دقیق	بررسی کاربرد اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی برای مدیریت دقیق کشاورزی و پیش‌بینی و نظارت بر عامل‌های محیطی.
19	علی، گ.، میجویل، م. م. و همکاران	هوش مصنوعی در امنیت سایبری کشاورزی هوشمند	بررسی تهدیدهای سایبری و کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی	تحلیل تهدیدهای سایبری در کشاورزی هوشمند و بررسی روش‌های هوش مصنوعی برای مقابله با آن‌ها.
20	فوئنتس-پنیالیلو، ف.، گوتر، ک. و همکاران	فناوری‌های تحول‌آفرین در کشاورزی دیجیتال با استفاده از هوش مصنوعی	بررسی کاربردهای هوش مصنوعی و اینترنت اشیاء در کشاورزی	استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیاء و هوش مصنوعی در کشاورزی دقیق و مدیریت هوشمند محصول‌های کشاورزی.
21	صبری‌کامرپشتی، م.، وِی، ن. ک. و همکاران	ارزیابی اثرگذاری‌های تغییرپذیری‌های گازهای گلخانه‌ای در کشاورزی با هوش مصنوعی	تحلیل مدل‌های هوش مصنوعی در کاهش گازهای گلخانه‌ای	ارزیابی و تحلیل نقش هوش مصنوعی در کاهش گازهای گلخانه‌ای و ارتقای کشاورزی پایدار از طریق استفاده بهینه از منابع.
22	کاشیاپ، گ. س.، کامانی، پ. و همکاران	بررسی هوش مصنوعی در کشاورزی: روش‌ها و کاربردها	مرور جامع روش‌های هوش مصنوعی در کشاورزی	مروری جامع بر روش‌های هوش مصنوعی در کشاورزی و تحلیل کاربردهای آن در مدیریت منابع، تولید و بهره‌وری کشاورزی.
23	جعفر، ا.، بی‌بی، ن. و همکاران	کشاورزی با هوش مصنوعی: شناسایی بیماری‌های گیاهی	بررسی روش‌های شناسایی بیماری‌ها با هوش مصنوعی	بررسی کاربرد هوش مصنوعی در شناسایی بیماری‌های گیاهی و تحلیل روش‌های آن برای افزایش دقت تشخیص بیماری‌ها.

ادامه جدول(۱)پیشینه تحقیقات داخلی و خارجی

Table(1) Background of domestic and foreign research

24	نات، پ. ک.، میشرا، ا. ک. و همکاران	پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی در صنعت کشاورزی	تحلیل پیشرفت‌های هوش مصنوعی و کاربرد آن در کشاورزی	بررسی پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی و تاثیر آن بر آینده کشاورزی و بهبود کارایی و پایداری تولیدهای کشاورزی.
25	علی، ز. ا.، زین، م. و همکاران	هوش مصنوعی در انتقال به اقتصاد دایره‌ای کشاورزی و صنایع غذایی	بررسی کاربرد هوش مصنوعی در صنایع کشاورزی و غذایی	ارزیابی نقش هوش مصنوعی در تحقق اقتصاد دایره‌ای در کشاورزی و صنایع غذایی و تأثیر آن بر پایداری محیط زیست و تولیدات.
26	رامان، ر. ک.، کومار، ا. و همکاران	کشاورزی دقیق و مدیریت منابع با هوش مصنوعی	مرور جامع از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در کشاورزی	بررسی کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در کشاورزی دقیق و بهینه‌سازی مصرف منابع در کشاورزی پایدار.

منبع : یافته های تحقیق Source: Research findings

بررسی پیشینه تحقیق نشان‌دهنده گسترش و تنوع کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی است. پژوهش‌های مختلف به استفاده از هوش مصنوعی در جنبه‌های مختلف کشاورزی، از جمله بهینه‌سازی مصرف آب، پیش‌بینی عملکرد محصول‌ها، شناسایی بیماری‌ها، و مدیریت منابع خاک و آب پرداخته‌اند. استفاده از مدل‌های پیش‌بینی و یادگیری ماشین برای حل مسئله‌های پیچیده کشاورزی، از جمله بحران آب و بهبود بهره‌وری، به طور فزاینده‌ای در حال توسعه است. بررسی‌هایی مانند Mohammadi et al. (2024) و Hashemi Ghandali & Farkhondeh (2024)نشان‌دهنده تمرکز محققان بر روی بهبود روش‌های مدیریت منابع آبی از طریق مدل‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشین هستند. این تحقیقات به‌ویژه در منطقه‌هایی با بحران منابع آبی اهمیت ویژه‌ای دارند و به کاهش هدررفت آب و بهینه‌سازی مصرف آن کمک می‌کنند.در کنار این، تأکید بر کشاورزی دقیق و استفاده از هوش مصنوعی برای بهبود عملکرد کشاورزی در زمینه‌های مختلف، از جمله شناسایی و درمان بیماری‌های گیاهی، مدیریت پسماند کشاورزی، و بهبود کیفیت محصول‌ها، بخش مهمی از تحقیقات اخیر را تشکیل می‌دهد. پژوهش‌ها

نشان می‌دهند که به‌کارگیری این فناوری‌ها می‌تواند به توسعه کشاورزی پایدار و کاهش تأثیرگذاری‌های منفی محیطی کمک کند. همچنین، استفاده از روش‌های پیشرفته‌تری مانند اینترنت اشیاء و سامانه‌های هوشمند در کشاورزی، به عنوان ابزاری برای بهبود مدیریت منابع و ارتقاء بهره‌وری کشاورزی مطرح شده است (Tosan et al., 2024). این روند نشان‌دهنده حرکت به سمت کشاورزی هوشمند و مبتنی بر داده است که در آن هوش مصنوعی نقش کلیدی در افزایش بهره‌وری و پایداری ایفا می‌کند.

روش تحقیق

روش تحقیق این ارزیابی از نوع کاربردی است که به منظور حل مسئله‌ها و نیازهای موجود در حوزه کشاورزی پایدار و استفاده از هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها در طراحی برنامه‌های آموزشی به کار گرفته می‌شود. در این تحقیق، از روش‌های پیمایشی و توصیفی استفاده خواهد شد. در روش پیمایشی، داده‌ها از طریق ابزار پرسشنامه گردآوری می‌شوند تا دیدگاه‌ها، تجربه‌ها و نظرهای کشاورزان و صادرکنندگان محصول‌های کشاورزی در استان تهران در مورد کاربرد هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها در آموزش‌های کشاورزی پایدار به‌دست آید. پرسشنامه‌ها به صورت استاندارد طراحی خواهند شد و از طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای برای سنجش پاسخ‌های افراد استفاده می‌شود. این ابزار امکان ارزیابی دقیق و جامع نظرها و دیدگاه‌های جامعه آماری را فراهم می‌آورد.جامعه آماری این تحقیق شامل همه کشاورزان و صادرکنندگان محصول‌های کشاورزی در استان تهران است که برای برآورد حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده شده و بر مبنای آن حجم نمونه ۳۸۴ نفر محاسبه شده است. در انتخاب نمونه از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده بهره‌برداری می‌شود تا تضمین شود که همه‌ی افراد جامعه آماری به طور برابر و بدون هیچ‌گونه داوری وارد تحقیق می‌شوند. این روش نمونه‌گیری به محقق این امکان را می‌دهد تا نمونه‌ای نماینده از جامعه آماری انتخاب کرده و نتایج حاصل از آن قابل تعمیم به کل جامعه باشد.

جدول(۲)پرسش‌های تحقیق و میزان پایایی

Table (2) Research questions and reliability level

پرسش‌های کشاورزی پایدار	منبع	آلفای کرونباخ
۱. آیا تاکنون با مفهوم کشاورزی پایدار آشنا شده‌اید؟	(Hamed et al., 2024)	0.75
۲. به نظر شما، کشاورزی پایدار چه تأثیری بر محیط زیست دارد؟	(Sood et al., 2024)	0.92
۳. تا چه اندازه از منابع تجدیدپذیر در کشاورزی استفاده می‌کنید؟	(Hamed et al., 2024)	0.84
۴. آیا تأثیرگذاری‌های مثبت و منفی‌کشاورزی پایدار در آموزش‌های شما پوشش داده شده است؟	(Sood et al., 2024)	0.71
۵. به نظر شما، چرا کشاورزی پایدار برای آینده اهمیت دارد؟	(Hamed et al., 2024)	0.78
۶. آیا آموزش‌های مرتبط با کشاورزی پایدار به شما درک بهتری از مدیریت منابع داده است؟	(Sood et al., 2024)	0.87
۷. تا چه اندازه از اصول کشاورزی پایدار در فعالیت‌های روزانه خود استفاده می‌کنید؟	(Hamed et al., 2024)	0.91
۸. آیا در آموزش‌های ارائه شده، مقایسه‌ای میان کشاورزی پایدار و روش‌های سنتی انجام شده است؟	(Sood et al., 2024)	۰0.87
پرسش‌های اثربخشی دوره‌های آموزشی کشاورزی پایدار	**منبع**	**آلفای کرونباخ**
۱. آیا محتوای آموزشی به نیازهای واقعی کشاورزان مرتبط بوده است؟	(Hernandez et al., 2024)	0.71
۲. تا چه اندازه دوره‌های آموزشی توانسته‌اند مهارت‌های شما را بهبود دهند؟	(Hernandez et al., 2024)	0.78
۳. آیا دوره‌ها به جنبه‌های عملی کشاورزی پایدار پرداخته‌اند؟	(Hernandez et al., 2024)	0.87
۴. تا چه حد از فناوری‌های نوین در دوره‌ها استفاده شده است؟	(Hernandez et al., 2024)	0.91
۵. آیا دوره‌ها توانسته‌اند دیدگاه شما را نسبت به اهمیت کشاورزی پایدار تغییر دهند؟	(Hernandez et al., 2024)	0.71
۶. آیا محتوای دوره‌ها ساده و قابل‌فهم بوده است؟	(Hernandez et al., 2024)	0.78
۷. آیا تجربه شرکت در این دوره‌ها باعث افزایش بهره‌وری شما شده است؟	(Hernandez et al., 2024)	0.87
۸. چه پیشنهادی برای بهبود اثربخشی دوره‌های آموزشی دارید؟	(Hernandez et al., 2024)	0.91
پرسش‌های آشنایی با هوش مصنوعی و کلان‌داده	**منبع**	**آلفای کرونباخ**
۱. آیا با مفهوم هوش مصنوعی در کشاورزی آشنایی دارید؟	(Sood et al., 2024)	0.75
۲. آیا با مفهوم کلان‌داده و کاربردهای آن آشنا هستید؟	(Sood et al., 2024)	0.92

ادامه جدول(۲)پرسش‌های تحقیق و میزان پایایی

Table (2) Research questions and reliability level

پرسش‌های کشاورزی پایدار	منبع	آلفای کرونباخ
۳. چه میزان از ابزار هوش مصنوعی در کشتزار خود استفاده کرده‌اید؟	(Sood et al., 2024)	0.85
۴. آیا دوره‌های آموزشی به توضیح ابزار هوش مصنوعی پرداخته‌اند؟	(Sood et al., 2024)	0.74
۵. آیا آشنایی با کلان‌داده به شما در تصمیم‌گیری بهتر کمک کرده است؟	(Sood et al., 2024)	0.71
۶. آیا ابزار هوش مصنوعی و کلان‌داده باعث افزایش بهره‌وری شده‌اند؟	(Sood et al., 2024)	0.76
۷. آیا می‌دانید هوش مصنوعی چگونه به بهبود مدیریت منابع آبی کمک می‌کند؟	(Sood et al., 2024)	0.71
۸. به نظر شما، چه اطلاعاتی برای آشنایی بیشتر با این فناوری‌ها ضروری است؟	(Sood et al., 2024)	0.86
پرسش‌های چالش‌ها و موانع استفاده از هوش مصنوعی و کلان‌داده	**منبع**	**آلفای کرونباخ**
۱. آیا هزینه‌های استفاده از هوش مصنوعی بازدارنده‌ای برای شما ایجاد کرده است؟	(Hernandez et al., 2024)	0.87
۲. آیا دسترسی به داده‌های کافی برای تحلیل و پیش‌بینی دارید؟	(Hamed et al., 2024)	۰0.71
۳. آیا نیروی انسانی مورد نیاز برای استفاده از این فناوری‌ها در دسترس است؟	(Hamed et al., 2024)	۰,0.78
۴. تا چه اندازه به آموزش‌های فنی برای استفاده از این ابزار نیاز دارید؟	(Hamed et al., 2024)	0.78
۵. آیا ابزار هوش مصنوعی و کلان‌داده به زبان ساده قابل استفاده‌اند؟	(Hamed et al., 2024)	0.91
۶. به نظر شما، چقدر باید روی فرهنگ‌سازی در زمینه استفاده از این فناوری‌ها کار شود؟	(Hamed et al., 2024)	0.71
۷. آیا چالش‌های اخلاقی یا امنیتی خاصی در استفاده از این فناوری‌ها دیده‌اید؟	(Hamed et al., 2024)	0.78
۸. چه پیشنهادی برای رفع بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی در کشاورزی دارید؟	(Hamed et al., 2024)	0.83

منبع : یافته های تحقیق Source: Research findings

تحلیل ابزار تحقیق نشان می‌دهد که در این پژوهش، از پرسشنامه‌های استاندارد با مقیاس لیکرت پنج‌گزینه‌ای برای گردآوری داده‌ها استفاده شده است. این پرسشنامه‌ها شامل چهار بخش اصلی هستند: سوالات مربوط به کشاورزی پایدار، اثربخشی دوره‌های آموزشی کشاورزی پایدار، آشنایی با هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها، و چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از این فناوری‌ها. هر بخش

شامل تعدادی چندین پرسش است که توسط محققان مختلف در زمینه‌های مربوطه طراحی شده‌اند و برای هر پرسش، آلفای کرونباخ محاسبه شده است تا پایایی هر بخش از پرسشنامه مورد تایید قرار گیرد. نتایج آلفای کرونباخ در تمامی بخش‌ها در محدوده‌ای قابل قبول (بین ۰,۷۱ تا ۰,۹۲) قرار دارد که نشان‌دهنده پایایی بالای ابزار است و می‌تواند اطمینان کافی را برای استفاده در تحقیق فراهم کند. این پرسشنامه‌ها برای ارزیابی جنبه‌های مختلف کشاورزی پایدار و فناوری‌های مرتبط با آن طراحی شده‌اند.بخش‌های مختلف پرسشنامه، به طور خاص، به بررسی آشنایی کشاورزان با مفهوم کشاورزی پایدار و اثربخشی دوره‌های آموزشی در این زمینه پرداخته‌اند. همچنین، میزان آشنایی کشاورزان با هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها و چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از این فناوری‌ها نیز توجه شد. استفاده از آلفای کرونباخ برای هر یک از این بخش‌ها نشان می‌دهد که ابزار تحقیق قابلیت لازم برای اندازه‌گیری دقیق و معتبر پاسخ‌های کشاورزان را داشته است. این ابزار به محقق این امکان را می‌دهد که به صورت جامع و معتبر اطلاعات مربوط به نگرش‌ها و تجربه‌های کشاورزان را در زمینه کشاورزی پایدار و فناوری‌های نوین گردآوری کرده و نتایج تحقیق را به طور معتبر تحلیل کند.

نتایج و بحث

آماره های توصیفی

جدول(۳)ویژگی های جمعیت شناختی جامعه آماری

Table (3) Demographic characteristics of the statistical population

پارامتر	تعداد	درصد فراوانی (٪)
سن (۱۸-۳۰)	90	23,44
سن (۳۱-۴۵)	120	31,25
سن (۴۶-۶۰)	130	۳۳،۸۵
سن (۶۰+)	44	11,46
سطح تحصیلات (دیپلم و پایین‌تر)	150	39,06
سطح تحصیلات (کارشناسی)	180	46,88
سطح تحصیلات (کارشناسی ارشد به بالا)	54	14,06
نوع محصول کشاورزی (گندم)	100	26,04
نوع محصول کشاورزی (سبزی‌ها)	140	36,46

جدول(۳)ویژگی های جمعیت شناختی جامعه آماری

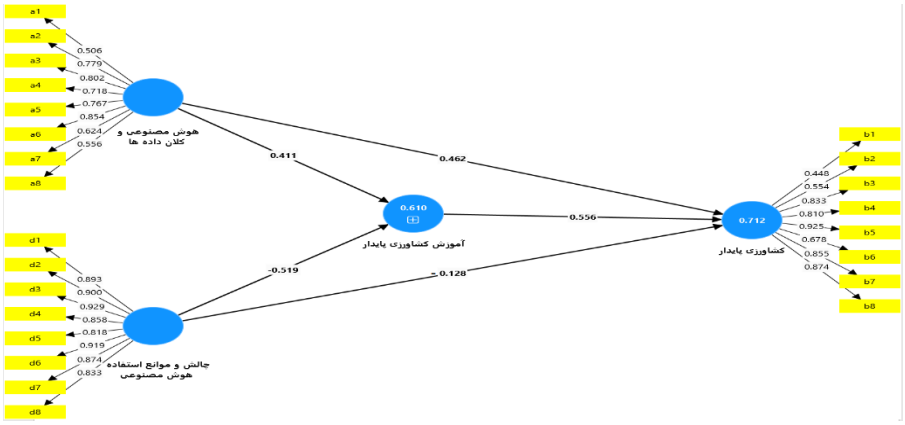
Table (3) Demographic characteristics of the statistical population

پارامتر	تعداد	درصد فراوانی (٪)
نوع محصول کشاورزی (میوه)	144	37,50
پیشینه فعالیت (کمتر از ۵ سال)	50	13,02
پیشینه فعالیت (۵-۱۰ سال)	160	41,67
پیشینه فعالیت (بیش از ۱۰ سال)	174	45,31
دسترسی به منبع‌های آموزشی (دارد)	240	62,50
دسترسی به منبع‌های آموزشی (ندارد)	144	37,50

منبع : یافته های تحقیق Source: Research findings

جدول ویژگی‌های جمعیت‌شناختی جامعه آماری نشان می‌دهد که ۳۳/۸۵ درصد از پاسخ‌دهندگان در رده سنی ۴۶-۶۰ سال قرار دارند که بیشترین فراوانی را در بین گروه‌های سنی مختلف دارند. همچنین، ۳۱/۲۵ درصد از افراد بین ۳۱ تا ۴۵ سال سن دارند و ۲۳/۴۴ درصد نیز در گروه سنی ۱۸-۳۰ سال قرار دارند، در حالی که ۱۱/۴۶ درصد از افراد جامعه آماری بالای ۶۰ سال سن دارند. در زمینه تحصیلات، بیشترین درصد پاسخ‌دهندگان دارای تحصیلات دانشگاهی هستند؛ ۴۶/۸۸ درصد از آنان دارای مدرک کارشناسی و ۱۴/۰۶ درصد کارشناسی ارشد و بالاتر دارند. ۳۹/۰۶ درصد از افراد نیز تحصیلات دیپلم و پایین‌تر دارند. در رابطه با نوع محصول کشاورزی، ۳۷/۵ درصد از افراد به کشت میوه، ۳۶/۴۶ درصد به کشت سبزی‌ها و ۲۶/۰۴درصد به کشت گندم مشغول هستند. در زمینه پیشینه فعالیت، ۴۵/۳۱ درصد از کشاورزان بیش از ۱۰ سال سابقه دارند، ۴۱/۶۷ درصد بین ۵ تا ۱۰ سال سابقه دارند و ۱۳/۰۲ درصد سابقه کمتر از ۵ سال دارند. در نهایت، ۶۲/۵ درصد از پاسخ‌دهندگان دسترسی به منابع آموزشی دارند، در حالی که ۳۷/۵ درصد به منابع آموزشی دسترسی ندارند. این اطلاعات به طور کلی نمایانگر ترکیب مختلف سنی، تحصیلی، نوع محصول کشاورزی، پیشینه فعالیت و دسترسی به منابع آموزشی در میان کشاورزان و صادرکنندگان محصول‌های کشاورزی استان تهران است.

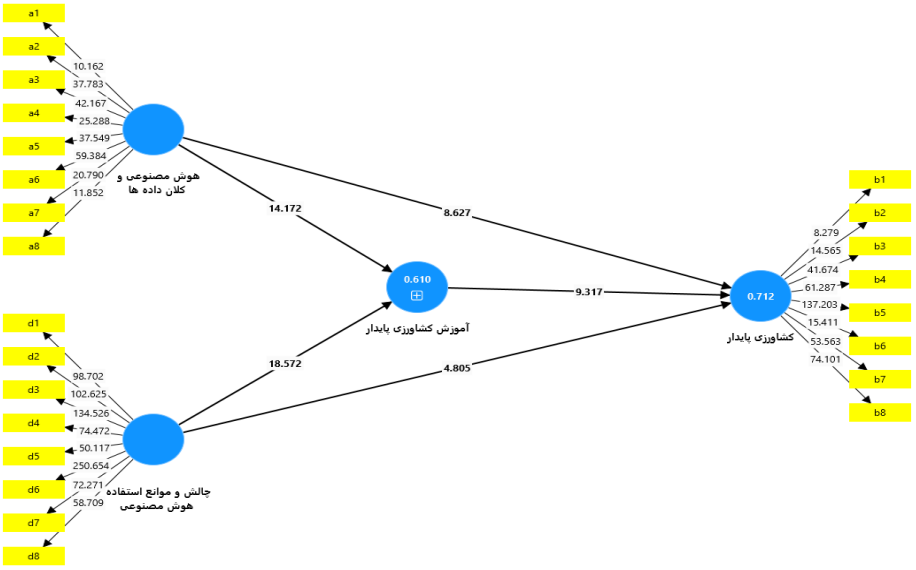
مدل اندازه گیری در حالت ضریب‌های مسیر



نمودار(۱)مدل تحقیق در حالت ضریب‌های مسیر

Figure (1)Research model in path coefficient mode

مدل اندازه گیری در حالت تی ولیو



نمودار(۲)مدل تحقیق در حالت ضریب‌های تی ولیو

Chart (2) Research model in the case of T-value coefficients

بررسی روایی افتراقی(واگرا)

جدول(۴)روایی واگرا(افتراقی)

Table (4)Discriminant Validity

	آموزش کشاورزی پایدار	هوش مصنوعی و کلان داده ها	چالش و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی	کشاورزی پایدار
آموزش کشاورزی پایدار	0.754			
هوش مصنوعی و_ کلان داده ها	0.620	0.755		
چالش و بازدارنده‌های استفاده _هوش مصنوعی	0.684	-0.403	0.879	
کشاورزی پایدار	0.730	0.710	-0.438	0.764

منبع : یافته های تحقیق Source: Research findings

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که همه‌ی متغیرها روایی سازه‌ای مناسبی دارند، زیرا مقدارهای AVEدر قطر اصلی (۰/۷۵۴ تا ۰/۸۷۹) بالاتر از ۰/۷هستند. همچنین، همبستگی بین متغیرها به‌طور کلی مثبت است، به‌جز در مواردی که رابطه منفی مشاهده می‌شود؛ برای مثال، «چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی» با «هوش مصنوعی و کلان داده‌ها» (-۰/۴۰۳) و «کشاورزی پایدار» (-۰/۴۳۸) رابطه منفی دارد، که نشان‌دهنده تأثیر چالش‌ها در کاهش بهره‌برداری از هوش مصنوعی و پایداری کشاورزی است. در مقابل، «آموزش کشاورزی پایدار» با دیگر متغیرها، از جمله «هوش مصنوعی و کلان داده‌ها» (۰/۶۲۰) و «کشاورزی پایدار» (۰/۷۳۰)، همبستگی مثبتی نشان می‌دهد، که بر نقش کلیدی آموزش در آسانگری ارتباط میان فناوری‌های نوین و کشاورزی پایدار تأکید دارد.

بررسی فراسنجه‌های اندازه گیری مدل(پایایی مدل بیرونی)

جدول(۵) فراسنجه‌های اندازه گیری مدل(پایایی مدل بیرونی)

Table (5) Model measurement parameters (external model reliability)

	آلفای کرونباخ	پایایی ترکیبی(rho_a)	پایایی ترکیبی(rho_c)	میانگین واریانس استخراج شده(AVE)
آموزش کشاورزی پایدار	0.875	0.886	0.904	0.547
هوش مصنوعی و کلان داده ها	0.856	0.891	0.888	0.504
چالش و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی	0.958	0.965	0.964	0.772
کشاورزی پایدار	0.890	0.922	0.915	0.584

منبع : یافته های تحقیق Source: Research findings

نتایج جدول۵ نشان می‌دهد که مدل بیرونی پایایی قابل‌قبولی داشته است. مقدار آلفای کرونباخ برای همه‌ی متغیرها بالای ۰/۷ بوده و نشان‌دهنده انسجام درونی مناسب است (۰/۸۷۵ برای «آموزش کشاورزی پایدار» تا ۰/۹۵۸ برای «چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی»). همچنین، مقدارهای پایایی ترکیبی (rho_a و rho_c) برای همه متغیرها بیش از ۰/۷ است، که بیانگر پایداری بالای مدل است. افزون بر این، مقدار میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) برای سه متغیر از حد قابل قبول ۰/۵ بیشتر است، که نشان‌دهنده روایی همگرا است؛ اگرچه مقدار AVE برای «هوش مصنوعی و کلان داده‌ها» (۰/۵۰۴) در کمینه حد قابل قبول قرار دارد. به طور کلی، این شاخص‌ها گویای کفایت اندازه‌گیری مدل در ارزیابی مفهوم‌های مورد نظر است.

بررسی فرضیه های تحقیق

جدول(۶) رابطه بین متغیرهای تحقیق

Table (6) Relationships between research variables

روابط بین متغیرها	ضریب مسیر	آماره T	سطح معناداری
آموزش کشاورزی پایدار -> کشاورزی پایدار	0.556	9.317	0.000
هوش مصنوعی و_ کلان داده ها -> آموزش کشاورزی پایدار	0.411	14.172	0.000
هوش مصنوعی و_ کلان داده ها -> کشاورزی پایدار	0.690	28.883	0.000
چالش و بازدارنده‌های استفاده _هوش مصنوعی -> آموزش کشاورزی پایدار	-0.519	18.572	0.000
چالش و بازدارنده‌های استفاده _هوش مصنوعی -> کشاورزی پایدار	-0.160	5.705	0.000

منبع : یافته های تحقیق Source: Research findings

فرضیه ۱:آموزش کشاورزی پایدار تأثیر مثبت و معناداری بر کشاورزی پایدار دارد.

ضریب مسیر ۰/۵۵۶ و آماره T برابر با ۹/۳۱۷ نشان می‌دهد که آموزش کشاورزی پایدار تأثیر مثبت و قابل‌توجهی بر کشاورزی پایدار دارد. سطح معناداری (۰/۰۰۰) نیز گویای این است که این رابطه به لحاظ آماری تأیید می‌شود. این نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در آموزش کشاورزی پایدار می‌تواند نقشی کلیدی در بهبود و تقویت پایداری در کشاورزی ایفا کند.

فرضیه ۲:هوش مصنوعی و کلان داده‌ها تأثیر مثبت و معناداری بر آموزش کشاورزی پایدار دارد.

ضریب مسیر ۰/۴۱۱ و آماره T برابر با ۱۴/۱۷۲ بیانگر تأثیر مثبت و قوی هوش مصنوعی و کلان داده‌ها بر آموزش کشاورزی پایدار است. با توجه به سطح معناداری ۰/۰۰۰، این رابطه به طور کامل تأیید می‌شود. این یافته تأکید دارد که استفاده از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و کلان داده‌ها می‌تواند کیفیت و اثربخشی آموزش در حوزه کشاورزی پایدار را ارتقا دهد.

فرضیه ۳:هوش مصنوعی و کلان داده‌ها تأثیر مثبت و معناداری بر کشاورزی پایدار دارد.

ضریب مسیر ۰/۶۹۰ و آماره T معادل ۲۸/۸۸۳ نشان‌دهنده تأثیر بسیار قوی و مثبت هوش مصنوعی و کلان داده‌ها بر کشاورزی پایدار است. سطح معناداری ۰/۰۰۰ تأیید می‌کند که این رابطه آماری معتبر است. این نتایج نشان می‌دهد که فناوری‌های هوش مصنوعی و تحلیل کلان داده‌ها می‌توانند ابزار مهمی برای تحقق هدف‌های پایداری در کشاورزی باشند.

فرضیه ۴:چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی تأثیر منفی و معناداری بر آموزش کشاورزی پایدار دارد.

ضریب مسیر -۰/۵۱۹و آماره T برابر با ۱۸/۵۷۲ نشان می‌دهد که چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی تأثیر منفی قوی و معناداری بر آموزش کشاورزی پایدار دارند. سطح معناداری ۰/۰۰۰ تأییدکننده این رابطه است. این نتیجه نشان می‌دهد که برطرف‌کردن بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر بهبود فرآیند آموزش در حوزه کشاورزی پایدار داشته باشد.

فرضیه ۵:چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی تأثیر منفی و معناداری بر کشاورزی پایدار دارد.

ضریب مسیر -۰/۱۶۰ و آماره T برابر با ۵/۷۰۵ نشان‌دهنده تأثیر منفی و معنادار، اما با شدت کمتر، از سوی چالش‌های هوش مصنوعی بر کشاورزی پایدار است. سطح معناداری ۰/۰۰۰ نیز بیانگر تأیید آماری این رابطه است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که بازدارنده‌های مرتبط با هوش مصنوعی می‌توانند بازدارنده‌ای در دستیابی به کشاورزی پایدار باشند، هرچند تأثیر آن در مقایسه با سایر متغیرها کمتر است.

جدول۷- رابطه بین متغیرهای تحقیق در حالت میانجی گری

Table 7- Relationships between research variables in mediation mode

روابط بین متغیرها در حالت میانجی	ضریب مسیر	آماره T	مقادیر P
هوش مصنوعی و_ کلان داده ها -> آموزش کشاورزی پایدار -> کشاورزی پایدار	0.232	6.175	0.000
چالش و بازدارنده‌های استفاده _هوش مصنوعی -> آموزش کشاورزی پایدار -> کشاورزی پایدار	0.288	10.918	0.000

فرضیه‌های میانجی‌گری:

آموزش کشاورزی پایدار میانجی تأثیر هوش مصنوعی و کلان داده‌ها بر کشاورزی پایدار است.

ضریب مسیر ۰/۲۳۲ و آماره T معادل ۶/۱۷۵ نشان می‌دهد که آموزش کشاورزی پایدار نقش میانجی معناداری بین «هوش مصنوعی و کلان داده‌ها» و «کشاورزی پایدار» دارد. سطح معناداری ۰/۰۰۰ نیز تأییدکننده این رابطه است. این نتیجه نشان می‌دهد که تأثیر هوش مصنوعی و کلان داده‌ها بر کشاورزی

پایدار از طریق تقویت آموزش کشاورزی پایدار به میزان قابل‌توجهی تقویت می‌شود. بنابراین، سیاست‌گذاری‌ها باید افزون بر تمرکز بر فناوری، بر تقویت آموزش نیز تأکید داشته باشند.
آموزش کشاورزی پایدار میانجی تأثیر چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی بر کشاورزی پایدار است.
ضریب مسیر ۰/۲۸۸ و آماره T برابر با ۱۰/۹۱۸ نشان می‌دهد که آموزش کشاورزی پایدار نقش میانجی معناداری بین «چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی» و «کشاورزی پایدار» ایفا می‌کند. سطح معناداری ۰/۰۰۰ تأیید می‌کند که این رابطه معتبر است. این نتایج بیانگر این است که اثر منفی چالش‌های استفاده از هوش مصنوعی بر کشاورزی پایدار از طریق تضعیف آموزش کشاورزی پایدار اعمال می‌شود. ازاین‌رو، کاهش چالش‌ها در زمینه هوش مصنوعی می‌تواند از طریق بهبود آموزش، اثرگذاری‌های منفی بر کشاورزی پایدار را کاهش دهد.

نتیجه گیری و پیشنهادات

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که هوش مصنوعی و کلان داده‌ها نقش کلیدی و تأثیرگذار در توسعه برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار دارند. یافته‌ها گویای آن است که هوش مصنوعی و کلان داده‌ها نه‌تنها تأثیر مستقیمی بر کشاورزی پایدار دارند، بلکه با بهبود کیفیت و اثربخشی آموزش کشاورزی نیز این تأثیر تقویت می‌شود. ضریب مسیر بالا و معناداری قوی در این رابطه تأکید می‌کند که بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته می‌تواند به طراحی برنامه‌های آموزشی مؤثر و هدفمند در راستای تحقق پایداری کشاورزی کمک کند. بنابراین، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین به‌عنوان یک رویکرد راهبردی، اثرگذاری‌های مثبتی بر نظام آموزشی و در نهایت بر بخش کشاورزی خواهد داشت.بااین‌حال، بررسی‌ها نشان می‌دهد که چالش‌ها و بازدارنده‌های استفاده از هوش مصنوعی، به‌ویژه در حوزه آموزش، تأثیرات منفی معناداری دارند. این بازدارنده‌ها می‌توانند باعث کاهش کارایی برنامه‌های آموزشی شده و در نتیجه دستیابی به کشاورزی پایدار را با مسئله روبه‌رو کنند. یافته‌های پژوهش تأیید می‌کند که کاهش این بازدارنده‌ها و بهبود زیرساخت‌ها، ازجمله دسترسی به فناوری‌های هوش مصنوعی و افزایش آگاهی کاربران، تأثیر مثبتی بر توانمندسازی آموزش کشاورزی و پایداری کشاورزی خواهد داشت. ازاین‌رو، تمرکز بر برطرف‌کردن

بازدارنده‌ها و چالش‌های موجود می‌تواند به‌عنوان یک اولویت در سیاست‌گذاری‌ها در نظر گرفته شود.افزون بر این، نقش آموزش کشاورزی پایدار به‌عنوان یک میانجی برجسته شد. نتایج نشان داد که آموزش به‌طور مستقیم بر کشاورزی پایدار تأثیرگذار است و همچنین به‌عنوان یک عامل واسطه‌ای، تأثیر هوش مصنوعی و کلان داده‌ها را به کشاورزی پایدار منتقل می‌کند. این یافته بیانگر آن است که آموزش، بستری اساسی برای استفاده بهینه از فناوری‌ها و چیره‌شدن بر چالش‌ها را فراهم می‌کند. بنابراین، توسعه برنامه‌های آموزشی جامع، متناسب با نیازهای فناوری‌محور و مبتنی بر کشاورزی پایدار، دارای اهمیت ویژه‌ای است. این پژوهش بر ضرورت تلفیق فناوری‌های نوین با نظام‌های آموزشی تأکید می‌کند. نتایج به سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان تأکید می‌کند که در کنار گسترش فناوری‌های هوش مصنوعی و کلان داده‌ها، بر رفع بازدارنده‌ها و توسعه آموزش‌های مرتبط تمرکز کنند. این اقدام‌ها می‌توانند منجر به تقویت تعامل میان آموزش، فناوری و کشاورزی پایدار شوند و در نهایت، هدف‌های توسعه پایدار را در بخش کشاورزی محقق سازند.

نتایج این تحقیق، که به بررسی کاربرد هوش مصنوعی و کلان داده‌ها در طراحی برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار پرداخته است، با بسیاری از فعالیت‌های موجود در این حوزه همسو است. برای مثال، تحقیق Mohammadi et al. (2024) که به استفاده از هوش مصنوعی برای کاهش اثرگذاری‌های تغییر اقلیم در کشاورزی می‌پردازد، با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد. تحقیق یادشده نیز مانند این تحقیق، به نقش هوش مصنوعی در ارتقای پایداری کشاورزی اشاره دارد. همچنین، Hashemi Ghandali & Farakhondeh (2024)به بهینه‌سازی مصرف آب با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی در دشت خوزستان پرداخته‌اند که مشابه با کاربردهای هوش مصنوعی در بهبود مدیریت منابع آب در کشاورزی پایدار است که در این تحقیق بررسی شده است. در همین راستا، Kamali et al. (2024)نیز به استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی برای پیش‌بینی کیفیت آب در کشاورزی اشاره کرده‌اند، که با یافته‌های این تحقیق در زمینه بهینه‌سازی مصرف منابع آبی همخوانی دارد. افزون بر این، Delbaz et al. (2024)نیز

کاربرد علم داده و الگوریتم‌های یادگیری ماشین در مدیریت منابع آبی کشاورزی را بررسی کرده‌اند. این یافته‌ها نیز با نتایج این تحقیق که بر کاربرد هوش مصنوعی و کلان داده‌ها در بهینه‌سازی منابع کشاورزی پایدار تأکید دارد، همسو است. به عبارت دیگر، استفاده از هوش مصنوعی و کلان داده‌ها برای بهبود کشاورزی پایدار و ارتقای بهره‌وری در منابع آبی، موضوعی است که در بسیاری از تحقیقات مشابه به آن پرداخته شده است و نتایج این تحقیق نیز بر آن تأکید دارد. اما در مقابل، برخی تحقیقات ممکن است ارتباط کمتری با نتایج این تحقیق داشته باشند. برای مثال، Torabi et al. (2024)که به شناسایی الگوهای پایداری در بوم‌شهرها و ارتقای بهره‌وری کشاورزی از طریق مدل‌های هوشمند مبتنی بر چت جی‌پی‌تی پرداخته‌اند، بیشتر بر بهینه‌سازی فرآیندهای شهری و بهره‌وری کشاورزی تأکید دارند. این تحقیق بیشتر به جنبه‌های شهری و فناوری‌های مبتنی بر چت جی‌پی‌تی مرتبط است که با موضوع این تحقیق در زمینه طراحی برنامه‌های آموزشی کشاورزی پایدار تفاوت دارد. همچنین Sani Heydari et al. , (2024)در تحقیق خود به پذیرش هوش مصنوعی در کشاورزی و تأثیر آن بر کشت و صنعت‌های کشاورزی پرداخته‌اند، که این تحقیق بیشتر به عامل‌هایی چون آگاهی کشاورزان و زیرساخت‌های فناوری مربوط می‌شود و ارتباط مستقیمی با طراحی برنامه‌های آموزشی ندارد.در مجموع، نتایج این تحقیق با بیشتر پیشینه‌های تحقیقاتی در حوزه استفاده از هوش مصنوعی و کلان داده‌ها در کشاورزی پایدار همسو است. این همسویی نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های نوین برای بهبود کشاورزی پایدار و بهینه‌سازی منبع‌های کشاورزی، به‌ویژه در زمینه آموزش کشاورزی پایدار، دارای اهمیت بالایی است و بسیاری از تحقیقات پیشین نیز بر این نکته تأکید داشته‌اند. با این حال، برخی تحقیقات که به پذیرش فناوری یا مدل‌های خاص شهری پرداخته‌اند، کمتر به جنبه‌های آموزشی کشاورزی پایدار مرتبط می‌شوند. لذا تأکید می‌شود که سیاست‌گذاران و مسئولان آموزشی کشاورزی، بر تقویت زیرساخت‌های آموزشی و استفاده بهینه از فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و کلان داده‌ها در آموزش کشاورزی پایدار تمرکز کنند. همچنین، باید بازدارنده‌ها و چالش‌های پذیرش این فناوری‌ها توسط کشاورزان شناسایی و رفع شود تا اثربخشی آن‌ها در بهبود پایداری کشاورزی افزایش یابد.

منبع‌ها

Ali, G., Mijwil, M. M., Buruga, B. A., Abotaleb, M., & Adamopoulos, I. (2024). A survey on artificial intelligence in cybersecurity for smart agriculture: State-of-the-art, cyber threats, artificial intelligence applications, and ethical concerns. *Mesopotamian Journal of Computer Science*, 2024, 53-103.

Ali, Z. A., Zain, M., Pathan, M. S., & Mooney, P. (2024). Contributions of artificial intelligence for circular economy transition leading toward sustainability: an explorative study in agriculture and food industries of Pakistan. *Environment, Development and Sustainability*, 26(8), 19131-19175.

Attri, I., Awasthi, L. K., & Sharma, T. P. (2024). Machine learning in agriculture: a review of crop management applications. *Multimedia Tools and Applications*, 83(5), 12875-12915.

Delbaz, Ebrahimi, & Hamed. (2024). A review of the application of data science and machine learning in agricultural water management. Water and Sustainable Development, 11(2), 39-56. (In Farsi)

Esmaeily, R., Razavi, M. A., & Razavi, S. H. (2024). A step forward in food science, technology and industry using artificial intelligence. *Trends in Food Science & Technology*, 143, 104286.

Fazl Oli, Ramin, Sarraf, Shadi, Vejahat, & Emadi. (2024). Application of artificial intelligence-based methods in estimating water use efficiency (Case study: Sari City). Water and Sustainable Development. (In Farsi)

Fountas, S., Espejo-García, B., Kasimati, A., Gemtou, M., Panoutsopoulos, H., & Anastasiou, E. (2024). Agriculture 5.0: Cutting-edge technologies, trends, and challenges. *IT Professional*, 26(1), 40-47.

Fuentes-Peñailillo, F., Gutter, K., Vega, R., & Silva, G. C. (2024). Transformative technologies in digital agriculture: Leveraging Internet of Things, remote sensing, and artificial intelligence for smart crop management. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 13(4), 39.

Gikunda, K. (2024). Harnessing Artificial Intelligence for Sustainable Agricultural Development in Africa: Opportunities, Challenges, and Impact. *arXiv preprint arXiv:2401.06171*.

Gryshova, I., Balian, A., Antonik, I., Miniailo, V., Nehodenko, V., & Nyzhnychenko, Y. (2024). Artificial intelligence in climate smart in agricultural: toward a sustainable farming future. Access to science, business, innovation in the digital economy, ACCESS Press, 5(1), 125-140.

Gupta, N., & Gupta, P. K. (2024). Robotics and Artificial Intelligence (AI) in Agriculture with Major Emphasis on Food Crops. *Digital Agriculture: A Solution for Sustainable Food and Nutritional Security*, 577-605.

Hakimi Khansar, Heydari, Abbas, Rashidi, & Bagheri. (2024). Using artificial intelligence models to predict daily air temperature in Rasht. Agricultural Meteorology, 12(1), 5-19. (In Farsi)

Hamed, M. A., El-Habib, M. F., Sababa, R. Z., Al-Hanjor, M. M., Abunasser, B. S., & Abu-Naser, S. S. (2024). *Artificial Intelligence in Agriculture: Enhancing Productivity and Sustainability*.

Hashemi Ghandali, & Farkhondeh. (2024). Optimal use of groundwater aquifers using the FNN-LM artificial intelligence model (Case study: Khuzestan Plain). Quarterly Journal of Sustainable Urban and Regional Development Studies. (In Farsi)

Hashemi, A., Alaf Jafari, & Roosta. (2024). Factors influencing the adoption of artificial intelligence in saffron product sales. Intelligent Marketing Management, 5(3), 135-155. (In Farsi)

Hernandez, D., Pasha, L., Yusuf, D. A., Nurfaizi, R., & Julianingsih, D. (2024). The role of artificial intelligence in sustainable agriculture and waste management: Towards a green future. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 2(2), 150-157.

Jafar, A., Bibi, N., Naqvi, R. A., Sadeghi-Niaraki, A., & Jeong, D. (2024). Revolutionizing agriculture with artificial intelligence: plant disease detection methods, applications, and their limitations. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1356260.

Kamali, Saki, Ahmad, Moghadam, Dibvand Hafshejani, & Laleh. (2024). Prediction of weighted entropy water quality index for agricultural purposes using simple and hybrid artificial intelligence methods. Advanced Technologies in Water Productivity, 4(2), 59-76. (In Farsi)

Kashyap, G. S., Kamani, P., Kanojia, M., Wazir, S., Malik, K., Sehgal, V. K., & Dhakar, R. (2024). Revolutionizing Agriculture: A Comprehensive Review of Artificial Intelligence Techniques in Farming.

Kisten, M., Ezugwu, A. E., & Olusanya, M. S. (2024). Explainable Artificial Intelligence Model for Predictive Maintenance in Smart Agricultural Facilities. *IEEE Access*.

Kotte, B., Naveen, A., Lingireddy, H., Gowtham, K. V., Mudhale, A., & Abhishek, E. (2024). Artificial intelligence (AI) and its applications in agriculture: A Review. *Environment Conservation Journal*, 25(1), 274-288.

Laleh, Azizi, Neda, Kefili, & Mahsan. (2024). Spectral-artificial intelligence analysis model with spatial variables in estimating some soil chemical properties. Water and Soil Modeling and Management, 4(3), 321-338. (In Farsi)

Mohammadi, Haji Rad, Iman, Ahmadali, & Khaled. (2024). Artificial intelligence and reducing the effects of climate change: Applications and challenges. Water Management in Agriculture. (In Farsi)

Nath, P. C., Mishra, A. K., Sharma, R., Bhunia, B., Mishra, B., Tiwari, A., ... & Sridhar, K. (2024). Recent advances in artificial intelligence towards the sustainable future of agri-food industry. *Food Chemistry*, 138945.

Nautiyal, C. T., Nautiyal, P., Papnai, G., Mittal, H., Agrawal, K., & Nandini, R. (2024). Importance of Smart Agriculture and Use of Artificial Intelligence in Shaping the Future of Agriculture. *Journal of Scientific Research and Report*s, 30(3), 129-138.

Pachiappan, K., Anitha, K., Pitchai, R., Sangeetha, S., Satyanarayana, T. V. V., & Boopathi, S. (2024). Intelligent Machines, IoT, and AI in Revolutionizing Agriculture for Water Processing. In Handbook of

Research on AI and ML for Intelligent Machines and Systems (pp. 374-399). *IGI Global*.

Raman, R. K., Kumar, A., Sarkar, S., Yadav, A. K., Mukherjee, A., Meena, R. S., ... & Kumar11, V. (2024). Reconnoitering precision agriculture and resource management: A comprehensive review from an extension standpoint on artificial intelligence and machine learning. *Indian Research Journal of Extension Education*, 24(1), 108-123.

Rather, M. A., Ahmad, I., Shah, A., Hajam, Y. A., Amin, A., Khursheed, S., ... & Rasool, S. (2024). Exploring opportunities of Artificial Intelligence in aquaculture to meet increasing food demand. *Food Chemistry: X, 101309*.

SaberiKamarposhti, M., Why, N. K., Yadollahi, M., Kamyab, H., Cheng, J., & Khorami, M. (2024). Cultivating a sustainable future in the artificial intelligence era: A comprehensive assessment of greenhouse gas emissions and removals in agriculture. *Environmental Research*, 118528.

Sadidi, Tam Nia, & Rezaeian. (2024). Evaluation of artificial intelligence use in completing volunteered geographic data: A case study of OSM land use data. Scientific Journals System, 11(1), 0-0. (In Farsi)

Salehi, F. (2024). The role of artificial intelligence in revolutionizing the agriculture industry in Canada. *Asian Journal of Research and Review in Agriculture*, 70-78.

Sani Heydari, Safari, & Ahram. (2024). Examining the factors affecting behavioral intention and the use of artificial intelligence technology: A case study of Razavi Agricultural Industry. Agricultural Economics and Development. (In Farsi)

Senoo, E. E. K., Anggraini, L., Kumi, J. A., Luna, B. K., Akansah, E., Sulyman, H. A., ... & Aritsugi, M. (2024). IoT solutions with artificial intelligence technologies for precision agriculture: Definitions, applications, challenges, and opportunities. *Electronics*, 13(10), 1894.

Shams, M. Y., Gamel, S. A., & Talaat, F. M. (2024). Enhancing crop recommendation systems with explainable artificial intelligence: a study on

agricultural decision-making. *Neural Computing and Applications,* 36(11), 5695-5714.

Sood, A., Bhardwaj, A. K., & Sharma, R. K. (2024). Towards sustainable agriculture: key determinants of adopting artificial intelligence in agriculture. *Journal of Decision Systems*, 33(4), 833-877.

Sorboni, S. G. A review of the concepts and applications of artificial intelligence for advancing and enhancing agriculture.

Taheri Haji Vand, Adel, Shirini, Kimia, Samadi Ghareh Varn, & Sina. (2024). A review of crop yield prediction using artificial intelligence algorithms. Agricultural Mechanization, 9(3), 1-14. (In Farsi)

Torabi, Rajabi Farjad, & Hajieh. (2024). A model of sustainability indicators in eco-cities using the ChatGPT smart engine approach. Urban Ecology Research Quarterly. (In Farsi)

Tosan, Moein, Khashaei Sivaki, Abbas, Marousi, & Gharib. (2024). A review of smart water management in establishing sustainable agriculture based on the Internet of Things. Water Management in Agriculture, 11(1), 145-166. (In Farsi)

Uddin, M., Chowdhury, A., & Kabir, M. A. (2024). Legal and ethical aspects of deploying artificial intelligence in climate-smart agriculture. *AI & SOCIETY*, 39(1), 221-234.

Vasileiou, M., Kyrgiakos, L. S., Kleisiari, C., Kleftodimos, G., Vlontzos, G., Belhouchette, H., & Pardalos, P. M. (2024). Transforming weed management in sustainable agriculture with artificial intelligence: A systematic literature review towards weed identification and deep learning. *Crop Protection*, 176, 106522.

Yang, T., Mei, Y., Xu, L., Yu, H., & Chen, Y. (2024). Application of question answering systems for intelligent agriculture production and sustainable management: A review. *Resources, Conservation and* Recycling, 204, 107497.

Zhang, X., Yang, P., & Lu, B. (2024). Artificial intelligence in soil management: The new frontier of smart agriculture. *Advances in Resources Research*, 4(2), 231-251.

Doi: 10.22034/IAES.2025.2053562.2110

Agricultural Economics/Volume 19/Issue 2/1404

Application of Artificial Intelligence and Big Data in Designing Sustainable Agriculture Educational Programs

***Baharak Azizi*[1]**

Received: 16 Feb.2025 **Accepted:7 July.2025**

Extended Abstract

Introduction: Artificial intelligence (AI) and big data have emerged as key tools in the design and management of educational programs for sustainable agriculture. Sustainable agriculture, as a vital approach to addressing environmental challenges and increasing agricultural productivity, requires innovative strategies to overcome existing problems. One such strategy involves the use of AI and big data analysis to optimize agricultural processes and promote sustainability. This research aims to examine the application of AI and big data in designing educational programs for sustainable agriculture and to analyze their impact on agricultural sustainability. Specifically, the study focuses on identifying the connections between these technologies and the improvement of agricultural education with an emphasis on fostering sustainability in agriculture.

Materials and Methods: This applied research used descriptive and survey-based methods to collect and analyze data. A standardized questionnaire was employed to gather data, and a five-point Likert scale was used for analysis. The statistical population for this study comprised farmers and agricultural exporters in Tehran Province, with a sample size of 384 participants, determined using Cochran's formula. Simple random sampling was employed to select participants. The data were analyzed using descriptive and inferential

[1] Assistant Professor, Faculty of Agricultural Extension and Education, University of Applied Science and Technology, Iran
Email: baharak_1615@yahoo.com

statistical methods to evaluate the relationship between the application of AI and big data and the effectiveness of agricultural education programs in promoting sustainable agriculture.

Results and Discussion: The findings of the research indicated that sustainable agricultural education had a significant and positive impact on agricultural sustainability. Furthermore, the integration of AI and big data in educational programs enhanced the effectiveness of sustainable agricultural education and contributed to the improvement of sustainable farming practices. The study also identified various challenges and barriers to the application of these technologies. These obstacles were found to have a negative impact on both agricultural education and sustainable agriculture, as they hindered the effective implementation of AI and big data in farming practices. However, the research suggests that strengthening agricultural education can amplify the positive effects of AI and big data while mitigating the negative impact of these barriers. By improving educational processes and addressing the challenges, the long-term sustainability of agriculture can be ensured.

Suggestion: To enhance the effectiveness of sustainable agricultural education, policymakers should invest in AI-driven learning platforms and big data analytics. Strengthening digital literacy among farmers and educators can facilitate the seamless integration of these technologies into educational programs. Additionally, addressing infrastructure gaps and providing financial support can mitigate implementation barriers. Future research should explore adaptive AI models to personalize agricultural training and improve long-term sustainability.

Keywords: Artificial intelligence, big data, educational programs, sustainable agriculture