

کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی



وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات
پژوهشگاه ارتباطات
و فناوری اطلاعات



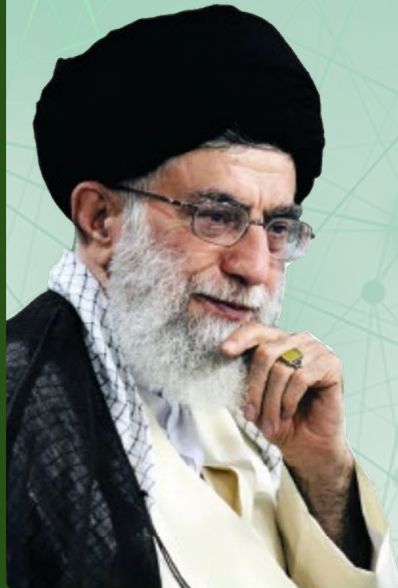
مجموعه کتابچه‌های کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف

کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی

پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات
مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی
زمستان ۱۴۰۰

من پیشنهاد می‌کنم یکی از مسائلی که مورد تکیه و توجه و تعمیق واقع می‌شود، مسئله‌ی هوش مصنوعی باشد که در اداره‌ی آینده‌ی دنیا نقش خواهد داشت. حالا یا در معاونت علمی رئیس‌جمهور یا در دانشگاه باید کاری کنیم که ما در دنیا حداقل در ۱۰ کشور اول در مورد هوش مصنوعی قرار بگیریم که امروز نیستیم. امروز کشورهایی که درجه‌ی اول در مسئله‌ی هوش مصنوعی هستند، حالا غیر از آمریکا و چین و این‌ها که در رده‌های بالا هستند، بعضی از کشورهای آسیایی و بعضی کشورهای اروپایی هم هستند، اما ما نیستیم. البته کشورهای آسیایی ظاهراً بیشتر هم هستند. در ۱۰ تای اول، تعداد کشورهای آسیایی بیشتر است. باید کاری کنیم که حداقل به ۱۰ کشور اول دنیا در این مسئله برسیم.

بخشی از بیانات رهبر معظم انقلاب اسلامی
در خصوص هوش مصنوعی در دیدار با نخبگان
و استعدادهای برتر علمی در تاریخ ۱۴۰۰/۰۸/۲۶





پیام وزیر محترم ارتباطات و فناوری اطلاعات

در فناوری هوش مصنوعی، هدف ساخت ماشین‌های هوشمندی است که بتوانند همانند انسان‌ها و حتی ورای آنها محیط اطراف را درک کرده و تحلیل‌ها و پیش‌بینی‌های لازم را با استفاده از داده‌های کسب کرده انجام دهند و بر این اساس، نحوه عملکرد مؤثر و ایمن را محاسبه و انجام دهند.

در حال حاضر، هوش مصنوعی را می‌توان به‌عنوان بازیگر کلیدی تحول دیجیتال در بسیاری از صنایع در نظر گرفت. پیش‌بینی صورت‌گرفته توسط مؤسسه PWC نشان می‌دهد که توسعه کاربردهای هوش مصنوعی باعث رشد اقتصاد دنیا در سال ۲۰۳۰ تا حدود ۱۵٫۷ تریلیون دلار خواهد شد. سهم هریک از کشورها با توجه به میزان توسعه‌یافتگی آنها در این رشد متفاوت بوده، به‌طوری‌که برای کشورهای پیشرو چون چین و آمریکا بین ۱۸ تا ۲۱ درصد و برای کشورهای با اقتصاد ضعیف چون پاکستان و زامبیا بین ۴ تا ۸ درصد خواهد بود. در بخش سرمایه‌گذاری نیز آمریکا، چین و انگلستان و کانادا سالیانه به ترتیب با ۲۳، ۱۰ و ۱٫۹ میلیارد دلار بیشترین سرمایه‌گذاری را در توسعه هوش مصنوعی داشته‌اند. کمیسیون اروپا نیز برای توسعه هوش مصنوعی طی سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۷ بودجه ۲٫۱ میلیارد یورویی لحاظ کرده است. همه این موارد نشان‌دهنده رشد روزافزون و اهمیت بی‌بدیل هوش مصنوعی در دنیا است.

باتوجه به اهمیت هوش مصنوعی در توسعه اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی کشورها و برنامه‌ریزی گسترده اکثر آنها در به‌کارگیری هوش مصنوعی در حل مسائل و معضلات فعلی و آینده‌شان، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات نیز به‌عنوان متولی ICT کشور از مزایای ناشی از به‌کارگیری هوش مصنوعی در حل چالش‌ها و مسائل کشور غافل نبوده و در همین راستا اقدام به تأسیس «مرکز ملی نوآوری و توسعه هوش مصنوعی» نموده است. یکی از نتایج راه‌اندازی این مرکز، تدوین برنامه توسعه ملی هوش مصنوعی در سال ۱۴۰۰، به‌منظور توانمندسازی کشور در حل مسائل حیاتی، تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه هوش مصنوعی، تسهیل توسعه کسب‌وکارهای حوزه هوش مصنوعی، تدوین قوانین، مقررات و استانداردهای مرتبط با هوش مصنوعی، ایجاد زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موردنیاز و توسعه کاربردهای هوش مصنوعی در بخش‌های

مختلف اقتصادی، محیط‌زیست، اجتماعی، کشاورزی، سلامت، انرژی، آموزش و صنعت، بوده که البته لازم است تا با کمک سایر وزارتخانه‌ها و دستگاه‌های دولتی اجرایی شود.

باتوجه‌به تاکید مقام معظم رهبری به لزوم قرارگرفتن ایران جزو ۱۰ کشور برتر حوزه هوش مصنوعی و استفاده از توان آن برای آینده‌سازی و حل مشکلات کشور و نیز با درنظرگرفتن نقش کلیدی وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در توسعه دولت الکترونیک و هوشمندسازی امور، قطعاً یکی از وظایف مهم وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات ایفای نقش حداکثری در توسعه ملی هوش مصنوعی خواهد بود. این وزارتخانه در حوزه های رگولاتوری هوش مصنوعی، تأمین زیرساخت‌های پردازشی و ذخیره سازی برای بخش‌های پژوهشی و استارت‌آپ‌ها، ایجاد بسترهای به‌اشتراک گذاری داده، ایجاد دادگان پایه جهت توسعه مدل‌ها، ایجاد شبکه‌های همکاری بین دانشگاه، دولت و صنعت، کمک به دستگاه‌های اجرایی کشور در به‌کارگیری حداکثری هوش مصنوعی و تسهیل، پایش و راهبری برنامه ملی توسعه هوش مصنوعی به ایفای نقش خواهد پرداخت.

امید است با اتکال به پروردگار متعال و پیروی از رهنمودهای دایمانه مقام معظم رهبری و با تکیه بر متخصصان داخلی به‌خوبی نقش خود را در توسعه هوش مصنوعی در کشور ایفا نماییم تا مردم از مزایای آن در زندگی بهتر بهره ببرند.

عیسی زارع پور

عنوان پروژه: تدوین نقشه راه ملی هوش مصنوعی

مجری پروژه: دکتر احرام صفری

رئیس مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی: دکتر محمدشهرام معین

تهیه‌کنندگان گزارش: خانم‌ها دکتر حمیرا شهرپرست و دکتر راضیه رضایی قره‌باغ و آقایان مهندس امیر فیاض حیدری و دکتر حسین افتخاری.

تقدیر و تشکر:

از کلیه همکاران بزرگوار در مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات به‌خصوص آقایان دکتر علی‌اصغر انصاری (رئیس سابق مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی)، مهدی عزیزی مهماندوست، مصطفی سلیمان نژاد و خانم‌های مهندس الهام رفتی، مهشاد عظیمی و ملینا اختیاری که در تدوین کتب و کتابچه‌های کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف مشارکت فعال داشتند، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.



در راستای تحقق مأموریت پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات در فراهم سازی سکویی برای ارتقاء دانش، انتقال فناوری و بومی سازی محصولات و خدمات حوزه فاوا و با هدف جلب مشارکت علاقه‌مندان در توسعه و بهره مندی از دستاوردهای پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، آزاد رسانی این دستاوردها در زمره برنامه‌های اولویت دار پژوهشگاه به شمار می آید. به همین منظور مستند حاضر تحت مجوز بین المللی CC-BY-SA نسخه ۴، در دسترس عموم قرار گرفته است. شایان ذکر است تحت این مجوز، ضمن حفظ مالکیت فکری این مستند برای پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، باز انتشار و بکارگیری آن با ذکر نام پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات و تحت شرایط مجوز فوق بلامانع است.

سرفصل مطالب

۶	خلاصه مدیریتی
۸	۱- مقدمه
۱۰	۲- حوزه‌های اولویت‌دار جهت تمرکز دولت‌ها برای به‌کارگیری هوش مصنوعی
۱۱	۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی
۱۲	۳-۱- شناسایی کیفیت محصول
۱۳	۳-۲- تشخیص بیماری گیاهان و محصولات کشاورزی
۱۵	۳-۳- طبقه‌بندی گونه‌ها
۱۶	۳-۴- پیش‌بینی میزان تولید محصولات
۱۹	۳-۵- شناسایی علف‌های هرز
۲۰	۳-۶- مدیریت خاک و آبیاری
۲۱	۳-۷- پیش‌بینی آب‌وهوا
۲۲	۳-۸- مدیریت دام
۲۳	۳-۹- مدیریت زمین
۲۴	۴- شرکت‌های ایرانی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی
	۵- علم‌سنجی و بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» در ایران و جهان
۲۵	
	۵-۱- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی»
۲۶	
	۵-۲- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی»
۲۹	
۳۶	۶- جمع‌بندی
۳۷	منابع

خلاصه مدیریتی

با توسعه و رشد روزافزون فناوری اطلاعات و بخصوص فناوری‌های تولید، انتقال، نگهداری و پردازش داده، استفاده از سیستم‌هایی که بتوانند این داده‌ها را تفسیر کنند و یا بر اساس آن‌ها به صورت خودکار عمل کنند، روندی طبیعی در دنیا شده است که این تنها بخشی از علم هوش مصنوعی است. ایجاد سیستم‌های تشخیص خودکار، ربات‌ها، دستیاران شخصی، پیش‌بینی مخاطرات، روندها و... همگی از زیرشاخه‌های هوش مصنوعی می‌باشد. امروزه هوش مصنوعی زندگی بیشتر انسان‌ها را تحت تأثیر قرار داده است و در آینده ای نه‌چندان دور، بسیاری از مشاغل در کشورهای پیشرفته توسط سامانه‌های هوشمند خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌گیرند. شناخت هر چه بیشتر و بهتر علم هوش مصنوعی به بهبود شرایط زندگی و فضای کسب‌وکار کمک شایانی خواهد کرد.

در راستای توسعه هوش مصنوعی، پروژه‌های تحت عنوان «تدوین برنامه توسعه ملی هوش مصنوعی» توسط در پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات انجام شده است. یکی از خروجی‌های این پروژه شناسایی کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه‌های اصلی و اولویت‌دار کشور است. یکی از این اولویت‌ها حوزه کشاورزی بوده است که در این کتابچه به کارکردها و کاربردهای هوش مصنوعی در این حوزه پرداخته شده است.

در این کتابچه به بررسی برخی از موارد کاربردی مهم هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی و نیز وضعیت تأثیرپذیری این حوزه از فناوری هوش مصنوعی پرداخته شده است. امروزه به کارگیری روش‌های هوش مصنوعی در کشاورزی بسیار متداول شده است و از آنجایی که می‌دانیم صنعت کشاورزی نقش مهمی در اقتصاد کشورها دارد، از این رو به گردآوری برخی از کاربردهای مهم هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی روی آورده‌ایم. این کاربردها به ۹ حوزه اصلی و ۲۹ حوزه فرعی دسته‌بندی شدند. در ادامه نیز شرکت‌های فعال داخلی که در این حوزه‌ها فعالیت می‌کنند، مورد بررسی قرار گرفته است که مطالعات انجام شده نشان می‌دهد بیشتر شرکت‌های فعال داخلی در زمینه هوشمندسازی مزارع فعالیت داشته‌اند. نحوه عملکرد آن‌ها به این صورت است که اطلاعات مربوط به آب‌وهوا، رطوبت و خاک را از طریق سنسورها و تصاویر دریافت می‌کنند سپس اقدامات لازم را به طور خودکار

انجام می‌دهند. با توجه به اینکه شرکت‌های داخلی در سایر حوزه‌ها فعالیت نداشته‌اند، نیاز است در آینده در سایر حوزه‌ها سرمایه‌گذاری بیشتری انجام شود. همچنین در انتهای این کتابچه نیز به بررسی وضعیت اسناد علمی منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» در ایران و جهان با استفاده از علم‌سنجی پرداخته شده است و مواردی همچون کشورهای برتر جهان، کشورهای برتر مطروح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران (رقبای منطقه‌ای)، روند انتشار تولیدات علمی در ایران و جهان، نهادهای تأمین مالی برتر در جهان و نویسندگان برتر ایران و جهان در این حوزه مورد بررسی قرار گرفته‌اند و تلاش شده است مطالبی جامع و مفید برای مدیران و صنعتگران عرصه کشاورزی گردآوری و ارائه شود تا از طریق مطالعه این کتابچه میزان علاقه و استفاده از هوش مصنوعی در این حوزه ارتقاء یابد.



هوش مصنوعی شاخه‌ای از علوم و مهندسی کامپیوتر است که در آن به طراحی و ساخت سامانه‌های هوشمند پرداخته می‌شود. این سامانه‌ها با تقلید از توانایی‌های انسانی از قبیل درک، کشف محیط پیرامون و قدرت یادگیری، سعی در خودکارسازی هرچه بهتر رفتارهای هوشمندانه دارند. امروزه هوش مصنوعی زندگی بیشتر انسان‌ها را تحت تأثیر قرار داده که در آینده‌ای نه‌چندان دور، بسیاری از امور در کشورهای پیشرفته توسط سامانه‌های هوشمند خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌گیرند که شناخت هر چه بیشتر و بهتر علم هوش مصنوعی به بهبود شرایط زندگی و فضای کسب‌وکار کمک شایانی خواهد کرد.

از طرفی کشاورزی و زراعت یکی از قدیمی‌ترین و مهم‌ترین فعالیت‌های سودآور در جهان است و این صنعت در همه کشورها نقش مهمی در اقتصاد دارد. در سراسر جهان، کشاورزی یک صنعت پربرازده است و ارزش آن در دنیا به حدود ۵ تریلیون دلار می‌رسد. پیش‌بینی می‌شود جمعیت جهان تا سال ۲۰۵۰ به بیش از ۹ میلیارد نفر برسد؛ بنابراین برای تأمین تقاضای این جمعیت نیاز به ۷۰٪ افزایش تولید محصولات کشاورزی دارد و از آنجا که جمعیت جهان در حال افزایش است، به همین دلیل آب و منابع حیاتی زمین برای ادامه زنجیره تأمین تقاضا با کاستی مواجه خواهد شد؛ بنابراین به یک روش هوشمندانه‌تر برای تأمین مواد غذایی طبیعی نیاز است و ضرورت دارد که راهکارهایی برای دستیابی به هوشمندی در کشاورزی صنعتی به کار گرفته شود.

اساسی‌ترین مشکلی که صنعت کشاورزی با آن روبه‌رو است، کاهش نیروی کار و نیاز به گسترش تولید محصولات غذایی برای تغذیه جمعیت کره زمین است و این در حالی است که جمعیت کشاورزان در حال کاهش می‌باشد و کمتر جوانی اقدام به کاشت و پرورش محصول به روش سنتی می‌کند و این تهدیدی برای اقتصاد در حوزه کشاورزی است. بهترین راه حل برای چالش کاهش نیروی کار و نیاز به رشد مداوم تولیدات کشاورزی این است که مراحل مختلف تولید به‌صورت خودکار انجام شود، همچنین استفاده از حسگرها و روش‌های مختلف هوش مصنوعی، منجر به هوشمندسازی خواهد شد. این امر موجب می‌شود که سیستم‌های هوش مصنوعی بتوانند در

نهایت تصمیماتی مشابه انسان بگیرند به به‌گونه‌ای با استفاده از سنسورها، هوش مصنوعی می‌تواند برای کوددهی، آبیاری، تشخیص و درمان گیاهان و حیوانات مورد استفاده قرار گیرد. تکنیک‌های اصلی هوش مصنوعی در کشاورزی شامل یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی مصنوعی، سیستم‌های فازی، سیستم‌های خبره، سیستم‌های ترکیبی مانند عصبی فازی یا پردازش تصویر همراه با شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشند.

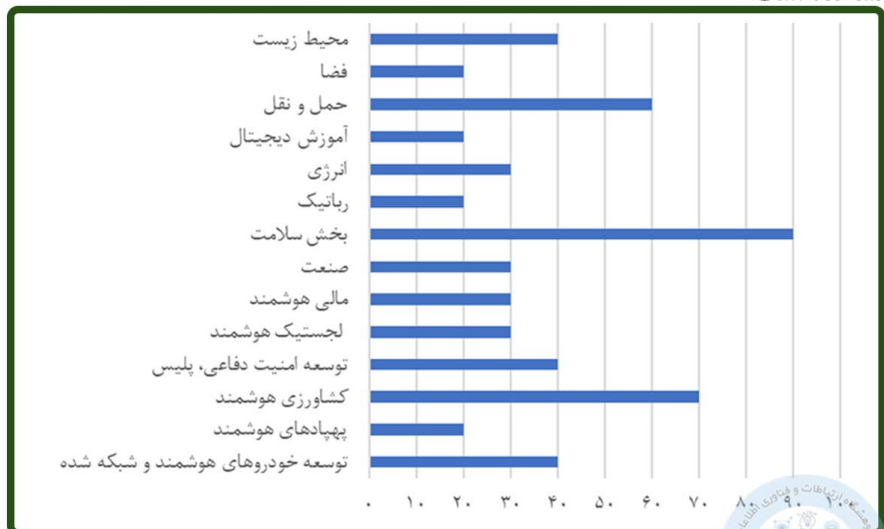
همچنین سعی شده است تا حوزه‌های اولویت‌دار توسعه هوش مصنوعی کشور، برخی از کاربردهای مرسوم و شرکت‌های داخلی فعال هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی و علم‌سنجی کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی در ایران و جهان مورد بررسی قرار گیرد.



۲- حوزه‌های اولویت‌دار برای به‌کارگیری هوش مصنوعی

یکی از بخش‌های مهم در سند راهبردی توسعه هوش مصنوعی در کشورهای مختلف تعیین حوزه‌های تمرکز می‌باشد که معمولاً بر اساس چالش‌های فعلی و آتی کشورها تعیین می‌گردد. پس از بررسی حوزه‌های تمرکز در راهبرد کشورهایی چون چین، فرانسه، لیتوانی، مکزیک، قطر، سوئد، امارات، انگلستان، آمریکا، آلمان، کانادا، جمهوری چک، استونی، دانمارک، فنلاند، هند، ژاپن، لوکزامبورگ، هلند، نروژ، تایوان، کره جنوبی، سنگاپور و ترکیه حوزه‌های اولویت‌دار توسعه هوش مصنوعی شناسایی و فراوانی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت که در شکل ۱ درصد فراوانی بر اساس حوزه قابل مشاهده می‌باشد.

یکی از اقدامات مهم در سند راهبردی توسعه هوش مصنوعی در ایران تعیین حوزه‌های اولویت‌دار برای به‌کارگیری هوش مصنوعی است. برای اولویت‌بندی حوزه‌ها، ابتدا ۹ حوزه شامل اقتصاد و خدمات مالی، مسائل زیست‌محیطی، مسائل اجتماعی، کشاورزی، سلامت، حمل‌ونقل و مدیریت شهری، آموزش، انرژی و صنعت، معدن، تجارت با کمک خبرگان شناسایی و سپس حوزه‌های مذکور با استفاده از ۴۹ شاخص (که در دو دسته جذابیت و توانمندی تقسیم شده بود) اولویت‌بندی شد که نتایج در جدول ۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱: درصد فراوانی حوزه تمرکز براساس کشورهای مورد بررسی

جدول ۱: حوزه‌های قابل تمرکز توسط ایران برای به‌کارگیری هوش مصنوعی

اولویت‌ها	حوزه کاربرد
اولویت ۱	اقتصاد و خدمات مالی
اولویت ۲	مسائل زیست‌محیطی
اولویت ۳	مسائل اجتماعی
اولویت ۴	کشاورزی
اولویت ۵	سلامت
اولویت ۶	حمل‌ونقل و مدیریت شهری
اولویت ۷	آموزش
اولویت ۸	انرژی
اولویت ۹	صنعت، معدن، تجارت

۳- موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی

کاربردهای هوش مصنوعی در کشاورزی را می‌توان به ۹ دسته تقسیم‌بندی کرد که در ادامه بر اساس درختواره شکل ۲ هر یک از دسته‌بندی‌های تشریح خواهند شد. در خصوص تعداد مقالات، روش‌ها، الگوریتم‌ها، نتایج و مزیت‌های هوش مصنوعی استفاده شده در هر زمینه می‌توانید به کتاب اصلی که جزئیات بیشتری را نسبت به این کتابچه در خود جای‌داده، مراجعه نمایید.



شکل ۲: درخت موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی



۳-۱- شناسایی کیفیت محصول

شناسایی کیفیت محصولات از اهمیت خاصی برخوردار است و می‌تواند در تعیین قیمت و درجه‌بندی محصولات مورد استفاده قرار گیرد که از جمله مهم‌ترین کاربردهای آن می‌توان به تعیین خودکار قیمت محصولات در فروشگاه‌ها، مدیریت صادرات محصولات و برداشت خودکار محصولات رسیده توسط ربات‌ها که معمولاً با استفاده از روش‌های پردازش تصویر و استفاده از بینایی ماشین انجام می‌گیرد و تاکنون برای محصولاتی مانند برنج، گلابی، توت‌فرنگی، گندم و ... اتفاق افتاده، اشاره نمود.

۱) شناسایی کیفیت برنج: شناسایی کیفیت محصولات از اهمیت خاصی برخوردار است، به ویژه در خصوص برنج که یکی از مهمترین و پرکاربردترین محصولات غذایی است، در تعیین نوع، کیفیت و قیمت محصول از روی تصویر ورودی، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این مورد کاربردی، با دسته‌بندی و نگهداری تصویر برنج‌های مختلف و باتوجه‌به محل کشت آن‌ها، در خروجی می‌شود نوع برنج را تعیین نمود، این قابلیت می‌تواند برای دسته‌بندی برنج داخلی و خارجی یا دسته‌بندی برنج با توجه به محل کشت آن استفاده نمود. رده‌بندی محصول از اصلی‌ترین کاربردهای مشاغل مربوط به کشاورزی می‌باشد.

۲) شناسایی کیفیت گلابی: در این مورد کاربردی، نوع گلابی از روی تصویر شناسایی می‌شود و شناسایی کیفیت نیز می‌تواند در تعیین قیمت محصول مورد استفاده قرار گیرد که اصلی‌ترین کاربرد آن دسته‌بندی محصول گلابی و شناسایی محصول باکیفیت از کم‌کیفیت است که این کارکرد می‌تواند در مراکز تهیه و توزیع میوه مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

۳) شناسایی تازگی میوه: می‌توان از روی تصویر میوه، تازه یا پوسیده بودن آن را شناسایی نمود، دادگانی که در این زمینه استفاده می‌شود، تصویر میوه‌های سالم و پوسیده می‌باشد که از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت‌ورز و پرورش میوه و همچنین شناسایی میوه تازه از پوسیده و تعیین قیمت گذاری خودکار آنها در مراکز و فروشگاه‌ها اشاره نمود.

۴) درجه‌بندی کیفیت میوه: در این مورد کاربردی، از روی تصویر میوه محصولات درجه‌بندی می‌شوند، درجه‌بندی محصولات کشاورزی خصوصاً میوه‌ها و سبزیجات به یکی از نیازهای تجارت در خارج از مرزها تبدیل شده؛ زیرا شناسایی کیفیت و درجه بندی میوه‌ها در کنترل صادرات تأثیرگذار است، ضمن اینکه می‌تواند در تعیین خودکار قیمت میوه‌ها در فروشگاه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. در پژوهش‌های متعدد بر روی محصولات مختلف مانند موز، سیب و برخی دیگر از مرکبات، درجه‌بندی‌های مختلفی ارائه شده است که از سطح تازه تا پوسیده را در بر می‌گیرد. (سطح ۱ تا ۴؛ ۴ نشان‌دهنده تازه بودن و ۱ پوسیدگی را نشان می‌دهد). اصلی‌ترین کارکرد آن درجه‌بندی میوه از روی تصویر آن است. ورودی تصویر میوه‌ها و خروجی دسته‌بندی میوه‌ها بر اساس درجه‌بندی مربوطه است که از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت‌وزرع و پرورش میوه اشاره کرد. همچنین در مراکز و فروشگاه‌ها برای شناسایی میوه‌ها، درجه‌تازگی آن‌ها و قیمت‌گذاری خودکار آن‌ها یا به‌صورت برنامه‌های کاربردی توسط خریداران می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۵) شناسایی میزان رسیدگی میوه: در این مورد از روی تصویر میوه، میزان رسیدگی آن تعیین می‌شود که معمولاً میزان رسیدگی را در سه سطح رسیده، نارس و بیش از حد رسیده دسته‌بندی می‌کنند و از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت‌وزرع و پرورش میوه اشاره کرد. یکی از اصلی‌ترین کاربردهای آن در برداشت خودکار محصول است که در این راستا Tevel Aerobotics Technologies یک ربات پرنده ساخته که میوه‌های رسیده را به‌طور خودکار شناسایی و برداشت می‌نماید.

۳-۲- تشخیص بیماری گیاهان و محصولات کشاورزی

بیماری‌های گیاهی در جهان یک عامل مهم برای کاهش میزان تولید و درآمد در صنعت کشاورزی است، نظارت بر سلامت و تشخیص بیماری گیاهان و درختان یکی از مسائل مهم کشاورزی است که شناسایی یک گیاه بیمار و انجام اقدامات لازم برای درمان آن به تخصص و تجربه قابل توجهی نیاز دارد. سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند برای تشخیص بیماری‌ها مورد



استفاده قرار گیرند، بدین صورت که با استفاده از تصاویر برگ و ساقه گیاهان نوع بیماری آنها شناسایی می‌شود که این امر موجب می‌شود افزایش میزان تولید محصولات کشاورزی و کاهش میزان مصرف آفت‌کش‌ها خواهد شد.

۱) شناسایی بیماری از روی برگ: در این مورد کاربردی، از روی تصویر برگ یک گیاه، سالم یا بیمار بودن گیاه شناسایی می‌شود و در صورت وجود بیماری، نوع بیماری تشخیص داده می‌شود؛ دادگانی که در این زمینه استفاده می‌شود تصویر برگ‌های سالم و بیمار گیاهان مختلف را در برمی‌گیرد. اصلی‌ترین کارکرد این کاربرد، تشخیص بیماری گیاهان و محصولات غذایی از روی برگ آن‌ها است، امروزه برنامه‌هایی برای این منظور طراحی شده است که کاربران می‌توانند با نصب برنامه در تلفن همراه خود از این ویژگی استفاده کنند. استارت‌آپی به نام FarmShots نیز نرم‌افزاری با همین نام ارائه کرده است که می‌تواند بر روی گوشی‌های تلفن همراه نصب شود و تمرکز آن بر روی تحلیل داده‌هایی است که از تصاویر ماهواره‌ها و پهپادها گرفته شده و برای شناسایی بیماری‌ها، آفت‌ها استفاده می‌شود، این نرم‌افزار قادر است آفت را شناسایی کند و به کاربر بگوید که دقیقاً چه زمانی نیاز است تا به گیاهان کود دهد. از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت‌وزرع و پرورش گیاهان و استفاده از روش‌های مختلف به‌منظور تشخیص بیماری‌ها اشاره کرد.

۲) شناسایی بیماری برنج: در این مورد کاربردی، از روی تصویر برگ و ساقه گیاه برنج، سالم یا بیمار بودن گیاه شناسایی می‌شود و در صورت وجود بیماری، نوع بیماری نیز تشخیص داده می‌شود که اصلی‌ترین کارکرد آن، تشخیص بیماری برنج است و از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان اشاره کرد. روش‌های مختلفی به‌منظور تشخیص بیماری استفاده شده و یکی از روش‌هایی که در این زمینه نتایج خوبی به همراه داشته است روش دسته‌بندی SVM است.

۳) شناسایی بیماری گندم: گندم یکی از مهم‌ترین محصولات اقتصادی در جهان است و از روی تصویر گیاه گندم، سالم یا بیمار بودن گیاه شناسایی می‌شود و دادگانی که در این زمینه استفاده می‌شود تصویر گیاه گندم بیمار و سالم می‌باشد. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تشخیص بیماری گندم و همچنین تشخیص گندم سالم از زردرنگ می‌باشد. این امر موجب می‌شود تا با توجه به نیاز گیاهان بتوان از قارچ‌کش‌ها و کودها به شکل مؤثرتری

استفاده نمود که از مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان اشاره کرد.

۴) شناسایی بیماری توت‌فرنگی: در این مورد کاربرد، از روی تصویر توت‌فرنگی، سالم یا بیمار بودن محصول شناسایی می‌شود که می‌تواند در یک سیستم ربات خودکار قرار گیرد. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، روش‌های مختلفی به‌منظور تشخیص بیماری توت‌فرنگی است و از مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان اشاره کرد.

۳-۳- طبقه‌بندی گونه‌ها

به دلیل تنوع بالای گونه‌های گیاهی، شناسایی برخی از گونه‌های گیاهی برای متخصصین این حوزه نیز دشوار است و طبقه‌بندی هوشمند گونه‌ها آن است که بدون استفاده از نیروی متخصص بتوان انواع گونه‌ها را به‌طور خودکار شناسایی کرد و این کار طبیعتاً باید به‌صورت برخط، در مسیر خطوط تولید و بسته‌بندی و با استفاده از پردازش تصویر و استفاده از سنسورهای وزنی و یا رنگی صورت گیرد.

۱) تشخیص گیاه: شناخت دقیق گیاهان و کاربردهای آن‌ها یک امر ضروری است و از آنجایی که در مورد اکوسیستم‌هایی که تنوع بالایی دارند، اطلاعات ناقصی موجود است که از این رو شناسایی گونه‌های مختلف گیاهان حتی برای متخصصین این زمینه دشوار است. در این مورد کاربرد، از روی تصویر ورودی با این تفاوت که تصویر ورودی می‌تواند کل گیاه، ساقه، ریشه، گل یا میوه آن باشد، نوع گیاه شناسایی می‌شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربردی، تشخیص نوع گیاه است، PLantNet یک برنامه کاربردی در گوشی‌های اندروید است که کاربران می‌توانند در این زمینه از آن استفاده کنند و از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به مشاغل مربوط به گیاه‌شناسی به‌منظور تشخیص انواع گونه‌های گیاهی و همچنین کاربردهایی مانند حفظ تنوع زیستی و مدیریت منابع طبیعی نیز اشاره کرد.

۲) دسته‌بندی برگ: شناخت گیاهان و تعیین نام آن‌ها برای انجام هر نوع مطالعات در علوم گیاهی نقش کلیدی دارد که در این مورد کاربردی، از روی تصویر برگ یک گیاه، نوع گیاه شناسایی می‌شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تشخیص نوع گیاهان از روی برگ آن‌ها است که با توجه به گسترده بودن گیاهان موجود در طبیعت، تشخیص و دسته‌بندی گیاهان دشوار است. امروزه برنامه‌هایی برای این منظور طراحی شده که کاربران



می‌توانند با نصب برنامه در گوشی تلفن همراه خود از این ویژگی استفاده کنند. از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به مشاغل مربوط به گیاه شناسی به‌منظور تشخیص انواع گونه‌های گیاهی جدید و همچنین مردم عادی به‌منظور تشخیص سمی یا غیرسمی بودن گیاهان و تشخیص نوع گیاه اشاره کرد که باتوجه‌به کاربرد مد نظر خود می‌توانند از این نرم‌افزارها استفاده کنند و از دیگر موارد کاربرد آن نیز می‌توان به مدیریت جداگانه خودکار در باغ‌ها و مزارع و تولید دارو از گیاهان باتوجه‌به نوع آن‌ها اشاره نمود.

۳- رده‌بندی نوع محصول زمین: شناسایی خودکار محصولات زراعی کشت شده در زمین از اهمیت خاصی برخوردار است و از آنجایی که پوشش زمین یک متغیر اصلی در زمینه تغییرات آب‌وهوایی است و به‌طور خاص، اطلاعات نوع محصول برای درک توزیع فضایی استفاده از آب و پیش‌بینی خطر کمبود آب و در نتیجه خطر عدم امنیت غذایی ضروری است. در این مورد کاربرد، از روی تصویر ورودی که عموماً توسط ماهواره‌ها گرفته می‌شود، نوع محصولات کشت شده در زمین شناسایی می‌شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، دسته‌بندی نوع محصول است و از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به مشاغل مربوط به تجزیه و تحلیل تغییر کاربری زمین‌ها، حفظ تنوع زیستی و مدیریت منابع طبیعی اشاره کرد و به‌عنوان یکی دیگر از کاربردهای آن می‌توان به ارزیابی میزان تخصیص یارانه به کشاورزان اشاره نمود؛ بدین صورت که از طریق شناسایی خودکار محصولات که کشاورزان کشت می‌کنند، به آن‌ها یارانه تعلق می‌گیرد که در این راستا به‌کارگیری روش‌های یادگیری عمیق مانند شبکه‌های عصبی نتایج خوبی به همراه داشته است.

۳-۴- پیش‌بینی میزان تولید محصولات

پیش‌بینی میزان تولید محصولات می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های مربوط به واردات و صادرات و بخش‌های دیگر مدیریتی مورد استفاده قرار گیرد، با به‌کارگیری تکنیک‌های هوش مصنوعی می‌توان با استفاده از تصاویر و سری داده‌های زمانی مانند کیفیت خاک، بارش، نور خورشید، دما و سایر دادگانی که از سال‌های قبل نگهداری شده است، می‌توان میزان تولید محصول در سال جاری را پیش‌بینی کرد و سال‌ها این کار را انجام داد.

۱) **شمارش میوه:** در این مورد کاربردی، تصویر درختان میوه به‌عنوان ورودی داده می‌شود و خروجی تعداد میوه‌های درخت است. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، شمارش تعداد میوه‌های درختان است. از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید و کشت‌وزرع اشاره کرد. تشخیص و شمارش دقیق میوه‌ها می‌تواند در فرایند خودکارسازی فرایند برداشت و پیش‌بینی عملکرد محصول نیز به کار گرفته شود.

۲) **پیش‌بینی عملکرد گندم:** پیش‌بینی به‌موقع و دقیق عملکرد محصول برای امنیت غذایی و توسعه در بخش کشاورزی بسیار مهم است، تخمین و پیش‌بینی عملکرد گندم بسیار حائز اهمیت است. در این مورد کاربرد، از روی دادگان سال‌های قبل، عملکرد محصول گندم (میزان تولید محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار) پیش‌بینی می‌شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، پیش‌بینی عملکرد محصول گندم است سیاست‌گذاران برای تصمیم‌گیری در مورد واردات و صادرات به‌موقع برای تقویت امنیت غذایی ملی اشاره کرد. دادگانی که برای این منظور استفاده می‌شود شامل اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای، اطلاعات مربوط به آب و هوا و خاک است.

۳) **پیش‌بینی عملکرد برنج:** ارزیابی دقیق عملکرد برنج (میزان تولید محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار) برای امنیت غذایی بسیار حائز اهمیت است. در این مورد کاربرد، هدف این است که عملکرد محصول برنج پیش‌بینی شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربردی، پیش‌بینی عملکرد محصول برنج است. بدین صورت که بر اساس دادگان و تصاویری که از سال‌های قبل جمع‌آوری شده است، عملکرد محصول سال جاری پیش‌بینی می‌شود. از طرفی دیگر برای تخمین عملکرد برنج خصوصاً در مقیاس‌های منطقه ای از تصاویری که به‌وسیله پهپادها تهیه شده است استفاده می‌شود. از مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به سیاست‌گذاران برای تصمیم‌گیری مدیریتی و مالی بهتر در مورد واردات و صادرات برنج برای تقویت امنیت غذایی اشاره کرد و دادگانی که برای این منظور استفاده می‌شود می‌توان به شرایط محیطی آب‌وهوا سالیان گذشته و تصاویر تهیه شده توسط پهپادها اشاره کرد.

۴) **پیش‌بینی عملکرد سیب‌زمینی:** در این مورد کاربردی از روی تصاویر ماهواره‌ای، عملکرد محصول سیب‌زمینی (میزان تولید محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار) پیش‌بینی می‌شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربردی، پیش‌بینی عملکرد محصول سیب‌زمینی است. بدین صورت که بر اساس دادگانی که از سال‌های قبل جمع‌آوری شده، عملکرد محصول



پیش‌بینی می‌شود. از مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به سیاست‌گذاران برای تصمیم‌گیری در مورد واردات و صادرات به‌موقع برای تقویت امنیت غذایی ملی اشاره کرد و دادگانی که برای این منظور استفاده می‌شود شامل اطلاعات تصاویر ماهواره‌ای است.

۵) پیش‌بینی عملکرد گوجه‌فرنگی: پیش‌بینی به موقع و دقیق عملکرد محصول یکی از بخش‌های مهم در صنعت کشاورزی است. در این مورد کاربردی، از روی تصاویر سال‌های قبل و سال جاری، عملکرد محصول گوجه فرنگی (میزان تولید محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار) در سال جاری پیش‌بینی می‌شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، پیش‌بینی عملکرد محصول گوجه فرنگی است؛ بدین صورت که بر اساس دادگانی که از سال‌های قبل جمع‌آوری شده است، عملکرد محصول در سال جاری پیش‌بینی می‌شود و از مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به سیاست‌گذاران برای تصمیم‌گیری در مورد واردات و صادرات به‌موقع برای تقویت امنیت غذایی ملی اشاره کرد، دادگانی که برای این منظور استفاده می‌شود شامل اطلاعات و تصاویری است که توسط پهپادها فراهم شده است.

۶) پیش‌بینی عملکرد ذرت: در این مورد کاربردی، از روی دادگان سال‌های قبل، عملکرد محصول ذرت (میزان تولید محصول بر حسب کیلوگرم در هکتار) پیش‌بینی می‌شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، پیش‌بینی عملکرد محصول ذرت است؛ بدین صورت که بر اساس دادگانی که از سال‌های قبل جمع‌آوری شده است، عملکرد محصول پیش‌بینی می‌شود و از مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به سیاست‌گذاران برای تصمیم‌گیری در مورد واردات و صادرات به‌موقع برای تقویت امنیت غذایی ملی، شرکت‌های تولید بذر برای تولید انواع بذر بهتر باتوجه‌به شرایط محیطی و تولیدکنندگان و کشاورزان به‌منظور تصمیم‌گیری مدیریتی و مالی بهتر اشاره کرد، دادگانی که برای این منظور استفاده می‌شود شامل اطلاعات ژنتیکی محصولات، شرایط محیطی (آب‌وهوا و خاک) در سال‌ها و مکان‌های مختلف و میزان عملکرد محصول است.

۳-۵- شناسایی علف‌های هرز

علف‌های هرز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تهدیدها برای تولید محصولات کشاورزی شناخته می‌شوند، تشخیص و دسته‌بندی علف‌های هرز دشوار است و از این رو دسته‌بندی خودکار آن‌ها برای کشاورزان از اهمیت بالایی برخوردار است. تشخیص خودکار علف‌های هرز موجب می‌شود ربات‌هایی برای از بین بردن علف‌های هرز توسعه داده شوند که در نتیجه استفاده از آفت کش‌ها کاهش می‌یابد، معمولاً این فرایند با استفاده از روش‌های پردازش تصویر، شناسایی الگو و تصویر صورت می‌گیرد.

۱) دسته‌بندی علف هرز: در این مورد کاربرد، از روی تصویر علف‌های هرز، نوع آن‌ها شناسایی می‌شود و اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربردی، تشخیص نوع علف هرز است. این امر موجب می‌شود تا بتوان باتوجه‌به علف هرز تشخیص داده‌شده، از آفت‌کش مناسب استفاده شود و در نتیجه محصولات بهتر و باکیفیت‌تری تولید شود. امروزه برنامه‌هایی برای این منظور طراحی شده است که کاربران می‌توانند با نصب برنامه در گوشی تلفن همراه خود از این ویژگی استفاده کنند، از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت‌وزرع و پرورش گیاه اشاره کرد.

۲) تفکیک علف هرز از محصول: در این مورد کاربرد، ورودی تصویری حاوی گیاه و علف هرز است و هدف این است که سیستم بتواند پیکسل به پیکسل تصویر را برچسب‌گذاری کند تا علف هرز و محصول برچسب‌گذاری شود، اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تفکیک علف هرز از محصول است و این امر موجب می‌شود تا با استفاده از ربات بتوان تنها علف‌های هرز را جدا کرد و در نتیجه محصولات بهتر و باکیفیت‌تری تولید شود. از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید کشت‌وزرع اشاره کرد، تکنولوژی Blue River رباتی را به اسم See & Spray توسعه داده که با استفاده از دید کامپیوتری به‌صورت خیلی دقیق بر روی علف‌های هرز گیاه پنبه، ماده شیمیایی اسپری می‌کند. این ربات در زمینه آفت‌کشی علف‌های هرز به کار گرفته می‌شود و روش‌های مختلفی به‌منظور تقسیم‌بندی علف‌های هرز استفاده می‌شود.



۳-۶- مدیریت خاک و آبیاری

شناسایی خصوصیات خاک کشاورزی، مانند تخمین میزان خشک شدن خاک، مواد آلی موجود در خاک، دما و رطوبت کار دشواری است؛ خواص خاک به محققان این امکان را می‌دهد تا از پویایی اکوسیستم‌ها و تأثیرگذاری در کشاورزی آگاه شوند. برآورد دقیق شرایط خاک می‌تواند منجر به بهبود مدیریت خاک شود و چون دمای خاک به‌تنهایی نقش مهمی در تحلیل دقیق اثرات تغییر اقلیم یک منطقه و شرایط محیطزیست دارد، این یک پارامتر مهم هواشناسی است که تعامل بین زمین و جو را کنترل می‌کند. علاوه بر این، رطوبت خاک نیز نقش مهمی در عملکرد محصول دارد. با این حال، اندازه‌گیری خصوصیات خاک به‌طور کلی زمان‌بر و گران است و این در حالی است که به کارگیری روش‌های یادگیری ماشین با استفاده از سنسورها، یک راه‌حل کم‌هزینه و قابل‌اعتماد برای تخمین دقیق خصوصیات خاک است.

۱) پیش‌بینی میزان رطوبت خاک: در این مورد کاربردی، از روی تصاویر و سنسورهای محیطی، میزان رطوبت خاک پیش‌بینی می‌شود، اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تشخیص میزان رطوبت خاک است تا بدین‌وسیله آبیاری به‌صورت خودکار مدیریت شود و از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت‌وزرع و پرورش گیاه اشاره کرد.

۲) پیش‌بینی میزان دمای خاک: در این مورد کاربردی، از روی اطلاعات مربوط به هواشناسی، میزان دمای خاک پیش‌بینی می‌شود؛ اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تشخیص دمای خاک است و از این قابلیت به منظور مدیریت آبیاری مزارع می‌توان استفاده کرد، در این مورد کاربردی به عنوان ورودی حداقل و حداکثر درجه حرارت، میزان تابش جهانی خورشید و فشار اتمسفر دریافت می‌شود و خروجی پیش‌بینی دمای خاک در ۶ عمق ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ سانتی‌متری است و از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت‌وزرع و پرورش گیاه اشاره کرد. کشاورزان می‌توانند از این طریق برنامه‌ریزی بهتری برای آبیاری محصولات داشته باشند ضمن اینکه می‌تواند به‌منظور طراحی سامانه‌های خودکار آبیاری نیز مورد استفاده قرار گیرد.



۳) پیش‌بینی میزان خشکی خاک: در این مورد کاربردی، از روی سنسورهای محیطی و اطلاعات مربوط به هواشناسی، میزان خشکی خاک پیش‌بینی می‌شود؛ اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تشخیص میزان خشکی خاک است تا بدین‌وسیله آبیاری به‌صورت خودکار مدیریت شود، در این مورد کاربردی به‌عنوان ورودی داده‌های مربوط به بارش و تبخیر محیط دریافت می‌شود و خروجی آن پیش‌بینی میزان خشکی خاک است. از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت و زرع و پرورش گیاه اشاره کرد؛ کشاورزان می‌توانند از این طریق، برنامه‌ریزی بهتری برای آبیاری محصولات داشته باشند ضمن اینکه می‌تواند به‌منظور طراحی سامانه‌های خودکار آبیاری نیز مورد استفاده قرار گیرد.

۴) پیش‌بینی شرایط خاک: خاک یک منبع طبیعی ناهمگن است و ارزیابی کیفیت خاک کار پیچیده‌ای است. در این مورد کاربرد، هدف این است که شرایط خاک پیش‌بینی شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تشخیص شرایط خاک است، منظور از شرایط خاک، میزان نیتروژن، کربن آلی و رطوبت خاک است. در این مورد کاربردی، ورودی از طریق سنسورهای اطلاعات دریافت می‌شود و خروجی آن پیش‌بینی میزان محتویات خاک است. از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت و زرع و پرورش گیاه اشاره کرد. کشاورزان می‌توانند از این طریق برنامه‌ریزی بهتری برای کوددهی و تغذیه بهتر خاک داشته باشند. ضمن اینکه می‌تواند به‌منظور تغذیه خودکار خاک نیز استفاده شود. استارت‌آپی به نام PEAT با استفاده از یادگیری عمیق نرم‌افزاری به نام Plantix را توسعه داده است که می‌تواند نقص‌ها و کمبود مواد مغذی در خاک را تشخیص دهد، این نرم‌افزار با استفاده از تصاویری که با دوربین گوشی تلفن همراه گرفته می‌شود، می‌تواند کمبودهای موجود در خاک را تشخیص دهد.

۳-۷- پیش‌بینی آب و هوا

با تغییر در شرایط آب‌وهوایی و افزایش آلودگی، تعیین زمان مناسب برای کاشت بذر برای کشاورزان دشوار شده است، با کمک هوش مصنوعی کشاورزان می‌توانند با پیش‌بینی هوشمند هوا همراه شوند و شرایط آب و هوایی را تجزیه و تحلیل کنند که این امر به آن‌ها کمک می‌کند تا بتوانند بر اساس نوع محصول مورد نظر خود، زمان کاشت بذر را برنامه‌ریزی



کنند، ضمن اینکه در مدیریت خودکار آبیاری نیز می‌توان از پیش‌بینی آب و هوا بهره‌برداری نمود.

۱) پیش‌بینی وضعیت آب و هوا برای کشاورزان: در این مورد کاربرد، از روی دادگان سال‌های قبل، وضعیت آب و هوا پیش‌بینی می‌شود، اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، پیش‌بینی وضعیت آب و هوا است؛ بدین صورت که بر اساس دادگانی که از سال‌های قبل جمع‌آوری شده است، دما، میزان بارش و تابش خورشید پیش‌بینی می‌شود. از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به کشاورزان و مشاغل مربوط به تولید، کشت‌وزرع و پرورش گیاه اشاره کرد. کشاورزان می‌توانند با استفاده از این اطلاعات، زمان مناسب برای کاشت بذر را شناسایی کنند، این اطلاعات کمک می‌کند تا بتوانند بر اساس نوع محصول خود، برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهند. در همین راستا کمپانی به نام aWhere با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و از طریق ماهواره‌ها، وضعیت آب و هوا و پایداری محصولات کشاورزی را پیش‌بینی می‌کند.

۳-۸- مدیریت دام

فرایند ارزیابی انفرادی دام‌ها، کاری زمان‌بر و پرهزینه است و استفاده از روش‌های یادگیری ماشین می‌تواند با نظارت بر رفتار حیوان، تغییر رژیم غذایی و سایر ویژگی‌های رفتاری و محیطی حیوانات از طریق تصاویر و سنسورهای مناسب، سلامت و بیماری حیوانات را به‌موقع شناسایی کند و همچنین به منظور پیش‌بینی وزن حیوانات می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد که این امر منجر به افزایش بهره‌وری اقتصادی خواهد شد.

۱) پیش‌بینی وزن مرغ: در این مورد کاربردی؛ از طریق سنسور، هرچند دقیقه اطلاعات محیطی و میزان خوراک مرغ اندازه‌گیری می‌شود، دادگانی که در این زمینه استفاده می‌شود، اطلاعاتی شامل میزان آمونیاک، دمای هوای بیرون و داخل محیط، مقدار خوراک و تهویه هوا است و خروجی پیش‌بینی وزن مرغ (یک عدد) است. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تشخیص وزن مرغ است و از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به مشاغل مربوط به پرورش مرغ اشاره نمود.

۲) دسته‌بندی رفتاری گاو: توانایی شناسایی تغییرات در رفتارهای حیوانات دشوار است و با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین می‌توان بر رفتار حیوانات نظارت دقیق داشت، این امر موجب می‌شود تا مشکلات بهداشتی و بیماری حیوانات زودتر شناسایی شود و در صورت نیاز، تغذیه حیوان زودتر اصلاح شود. در این مورد کاربرد، از طریق سنسور و تصاویر ورودی، اطلاعات دریافت می‌شود و خروجی دسته‌بندی رفتار حیوان به دسته‌های در حال چرا، جستجو، استراحت و نشخوار کردن است. هدف این است که بتوان به‌صورت خودکار رفتار حیوان را شناسایی و نظارت کرد تا در صورت وجود مشکل و بیماری، زودتر تشخیص داده شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، رده‌بندی رفتار حیوان است که از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به مشاغل مربوط به پرورش دام اشاره کرد.

۳-۹- مدیریت زمین

مطالعه میزان تغییرات و تخریب منابع طبیعی در سال‌های گذشته و امکان سنجی و پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آینده حائز اهمیت است که از جمله کاربردهای آن می‌توان به برنامه‌ریزی و استفاده بهینه از منابع و کنترل تغییرات غیراصولی در آینده اشاره کرد. یکی از حوزه‌های فعال در این زمینه، بررسی پوشش زمین، پیش‌بینی میزان تغییرات و کاربری زمین‌های کشاورزی، برآورد مساحت زمین و سایر کاربردهای مرتبط با مدیریت منابع طبیعی است.

۱) دسته‌بندی پوشش زمین: پوشش زمین یک ویژگی جغرافیایی است که می‌تواند کاربردهای مختلفی در کشاورزی داشته باشد؛ در این مورد کاربرد، از روی تصویر ورودی، نوع پوشش زمین دسته‌بندی می‌شود و دادگانی که در این زمینه استفاده می‌شود شامل تصویر پوشش‌های مختلف زمین است. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد، تشخیص نوع پوشش زمین است و از جمله مهم‌ترین کاربران آن می‌توان به مشاغل مربوط به تجزیه و تحلیل تغییر کاربری زمین‌ها، حفظ تنوع زیستی و مدیریت منابع طبیعی اشاره نمود.

۲) برآورد مساحت زمین: محاسبه مساحت زمین کاربردهای زیادی دارد، در این مورد کاربردی هدف این است که از روی تصاویر ماهواره‌ای زمین مربوطه، مساحت آن محاسبه شود. اصلی‌ترین کارکرد این مورد کاربرد تعیین



مساحت زمین از روی تصویر ورودی است و کاربران آن می‌توانند مشاغل مربوط به خرید و فروش زمین و مشاغل مربوط به مدیریت منابع طبیعی باشند. یکی از نرم افزارهای پرکاربردی که در این زمینه استفاده می‌شود GPS Fields Area Measure برای گوشی‌های اندروید و GPS Area Measure برای IOS است. برای استفاده از این نرم‌افزار، کاربران به دو صورت می‌توانند مساحت زمین را محاسبه کنند. در صورتی که به زمین مورد نظر دسترسی دارند، می‌توانند از طریق گزینه پیمایش با GPS استفاده کرده و با روشن کردن GPS و حرکت دور زمین یا خانه مساحت آن را به دست آورند. در غیر این صورت می‌توانند از گزینه "پیمایش دستی" استفاده کنند، برای این منظور گوشه های مختلف زمین را با دقت و با لمس نوک انگشتان نقطه‌گذاری نموده و مساحت زمین را محاسبه نمایند.

۴- شرکت‌های ایرانی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی

از بین شرکت‌های ایرانی ارائه‌دهنده خدمات هوش مصنوعی بر اساس اطلاعات موجود در سایت معاونت علمی و فناوری، فعالیت ۹ شرکت در حوزه کشاورزی شناسایی شد که سطح پوشش کاربردها توسط آن‌ها در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲: سطح پوشش کاربردهای خدمات هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی توسط شرکت‌های داخلی

عنوان مورد کاربرد	شکله ایرانیان هوشمند زمین سبز	هوش اجولان صنعت الیز	کنترل گستر گویا	ترکت هوش تدبیر آسا	گروه افی پیچمنی سگهان صنعت نوین بزرگ	هیر آریا تک	فناوری اقیانوس	فرا سنجش افکار پردازش	شرکت پرواز پاران سبزک
کیفیت محصول									
شناسایی بیماری									
عملکرد محصول									
علف هرز									
طبقه‌بندی گونه‌ها									
مدیریت خاک و آبیاری	✓	✓	✓	✓					
پیش‌بینی آب‌وهوا									
مدیریت دام									
زمین						✓			
تولید سنسور							✓		
هوشمندسازی چاه کشاورزی								✓	
ساخت پهپاد									✓



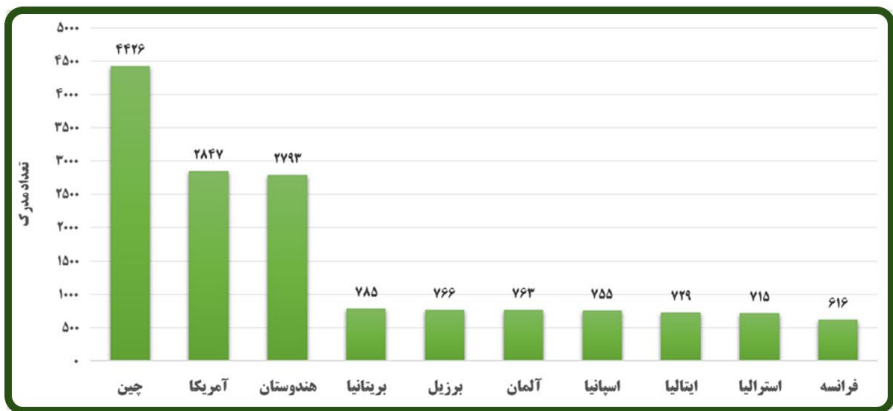
۵- علم‌سنجی و بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» در ایران و جهان

یافته‌های حاصل از مطالعات سنجش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری از مهم‌ترین ابزارهای سیاست‌گذاری در هر کشور به شمار می‌رود. بهره‌گیری از ابزارهای سنجش علم بر پایه استفاده از روش‌های آماری، امکان تعیین معیارهای رشد و توسعه علوم و تأثیر آن بر جوامع بشری برای ارائه آخرین دستاوردهای علمی محققان را فراهم نموده است. در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های کمی ارزیابی علمی برای مقایسه کشورها، دانشگاه‌ها، مؤسسات علمی و نویسندگان، بسیار مورد توجه سیاست‌گذاری‌های علمی قرار گرفته است. یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین روش‌های سنجش کمیت و کیفیت تولید علم در جهان، روش علم‌سنجی است که فنون مختلف آن، از نیمه دوم قرن بیستم ارائه شده که در سطح وسیعی به کار برده می‌شوند. هدف این بخش به‌کارگیری ابزار علم‌سنجی جهت بررسی وضعیت اسناد علمی منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» در ایران و جهان است. جامعه پژوهش شامل کلیه اسناد علمی نمایه شده تا پایان سال ۲۰۲۰ در پایگاه «اسکوپوس» است. در ابتدا، کلیه اسناد مربوط به این حوزه (شامل مقاله، کتاب، فصل کتاب، گزارش‌های علمی و ...) از پایگاه «اسکوپوس» استخراج شدند و در گام بعدی وضعیت اسناد بازیابی شده جهان مابین سال‌های ۱۹۶۷ تا ۲۰۲۰ میلادی (۱۹۸۵۴ سند) و اسناد منتشر شده ایران مابین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۲۰ میلادی (۵۵۴ سند) در حوزه کشاورزی و مواردی همچون کشورهای برتر جهان، کشورهای برتر مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران (رقبای منطقه‌ای)، روند انتشار تولیدات علمی در ایران و جهان، نهادهای تأمین مالی برتر در جهان و نویسندگان برتر ایران و جهان مورد بررسی قرار گرفته‌اند و همچنین در رابطه با کشور ایران، نسبت به ترسیم نقشه‌های دانشی (زیر حوزه‌های موضوعی) و نقشه همکاری‌های بین‌المللی در زمینه مقالات علمی نیز اقدام شده است.

۵-۱- بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی»

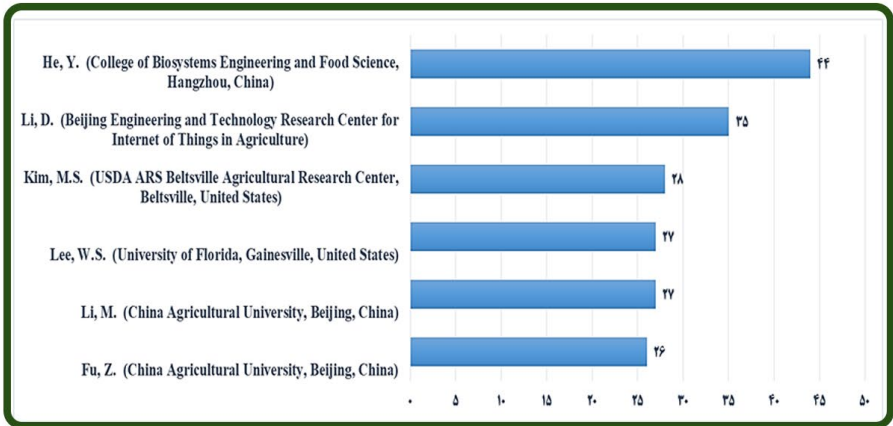
در این بخش اسناد استخراج شده مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» در جهان مورد بررسی قرار گرفته است، به این منظور با استفاده از نظرات خبرگان و همچنین مطالعه ادبیات موجود، مهم‌ترین واژگان این حوزه شناسایی شده و با جستجو در پایگاه استنادی اسکوپوس، تعداد ۱۹۸۵۴ سند (شامل مقاله، کتاب و...) نمایه شده مابین سال‌های ۱۹۶۷ تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی استخراج و مورد تحلیل قرار گرفته است.

وضعیت رتبه‌بندی کشورهای دارای بیشترین سند منتشر شده در جهان در شکل ۳ نشان داده شده است. همانگونه که مشخص است کشورهای چین، ایالات متحده آمریکا، هندوستان، بریتانیا و برزیل در صدر این رتبه‌بندی قرار دارند و از قاره آسیا نیز کشورهای چین و هندوستان در میان ۱۰ کشور برتر قرار دارند.



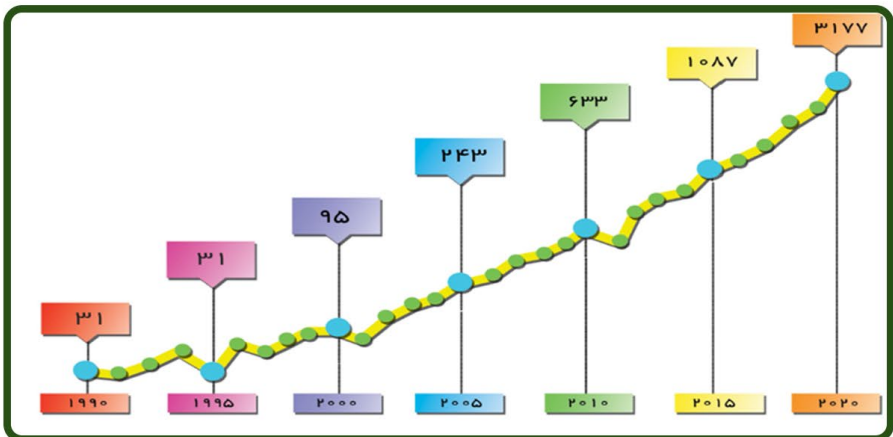
شکل ۳: کشورهای دارای بیشترین سند منتشر شده در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۶۷)

نویسندگان (۶ نویسنده برتر) دارای بیشترین تعداد سند منتشر شده این حوزه در جهان نیز در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴: نویسندگان برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال های ۱۹۶۷-۲۰۲۰)

روند و تعداد اسناد منتشر شده در جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» در شکل ۵ نشان داده شده است، همانطور که در شکل مربوطه مشخص است؛ روند انتشار اسناد در این حوزه صعودی بوده که حاکی از جذابیت این حوزه و توجه ویژه پژوهشگران به آن است.



شکل ۵: روند اسناد منتشر شده جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی»

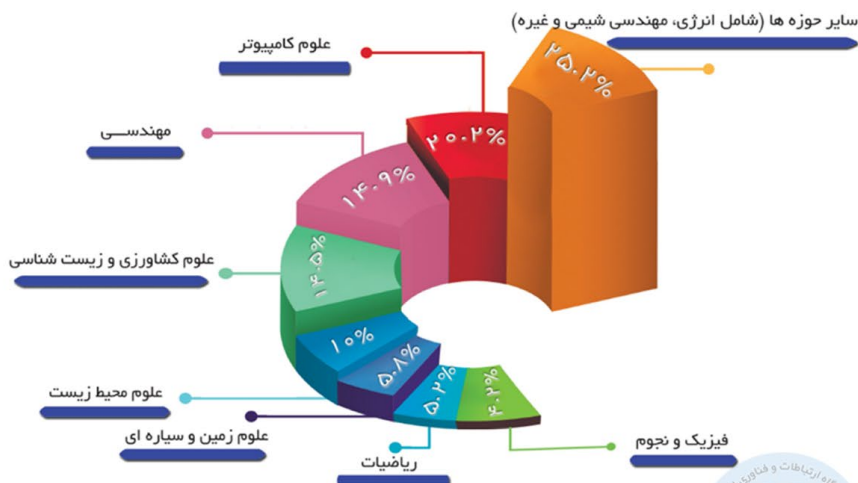


اسامی ۱۰ دانشگاه، مؤسسه و مرکز تحقیقاتی در جهان که بیشترین تعداد سند را در این زمینه منتشر نموده‌اند در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: ده دانشگاه، مؤسسه و مرکز تحقیقاتی برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۶۷)

ردیف	نام دانشگاه/مؤسسه/مرکز تحقیقاتی	تعداد سند منتشر شده
۱	آکادمی علوم چین	۷۰۲
۲	دانشگاه کشاورزی چین	۴۲۶
۳	وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا	۳۴۱
۴	وزارت آموزش چین	۲۵۲
۵	وزارت کشاورزی چین	۲۲۸
۶	دانشگاه و پژوهشگاه واخنینگن هلند	۱۸۹
۷	دانشگاه ججیانگ	۱۸۸
۸	آکادمی علوم کشاورزی چین	۱۷۲
۹	دانشگاه فلوریدا	۱۴۸
۱۰	دانشگاه ساتوپولو برزیل	۱۴۷

وضعیت و میزان اسناد منتشر شده جهان در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» نیز در شکل ۶ نشان داده شده است. همان گونه که در این شکل مشخص است، حوزه‌های علوم کامپیوتر، مهندسی، علوم کشاورزی و زیست‌شناسی دارای بیشترین میزان سند منتشر شده در این حوزه در جهان هستند.



شکل ۶: درصد اسناد منتشر شده جهان در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۶۷)



وضعیت نهادهای تأمین‌کننده مالی برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» نیز در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴: نهادهای تأمین‌کننده مالی برتر جهان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۶۷)

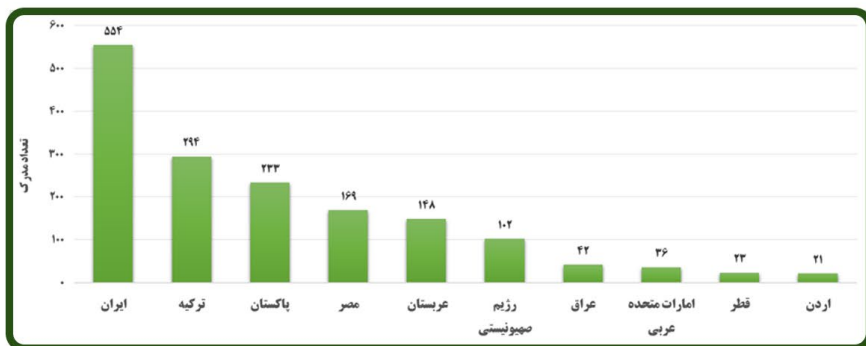
ردیف	نهاد	تعداد سند منتشر شده
۱	بنیاد ملی علوم طبیعی چین (NSFC)	۱۰۳۸
۲	کمیسیون اروپا (EC)	۴۳۴
۳	وزارت علم و فناوری چین	۲۹۲
۴	برنامه ملی تحقیق و توسعه چین	۲۴۱
۵	بنیاد ملی علوم (NSF)	۲۳۷
۶	شورای ملی توسعه علمی و فناوری برزیل	۲۱۷
۷	وزارت کشاورزی آمریکا	۱۹۴
۸	وزارت علوم، فناوری و نوآوری برزیل	۱۸۶
۹	آژانس هماهنگی برای ارتقای پرسنل آموزش عالی برزیل	۱۸۴
۱۰	صندوق توسعه منطقه‌ای اروپا	۱۶۳

۵-۲ بررسی وضعیت اسناد منتشر شده در ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی»

از مجموع ۱۹۸۵۴ سند جهانی که در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» از پایگاه اسکوپوس بازیابی شدند. پس از محدود نمودن این نتایج به کشور ایران، تعداد نتایج حاصله برابر با ۵۵۴ سند (شامل مقاله، کتاب و...) مابین سال‌های ۱۹۹۹ تا پایان سال ۲۰۲۰ میلادی می‌باشند که در ادامه مورد تحلیل قرار گرفته است.

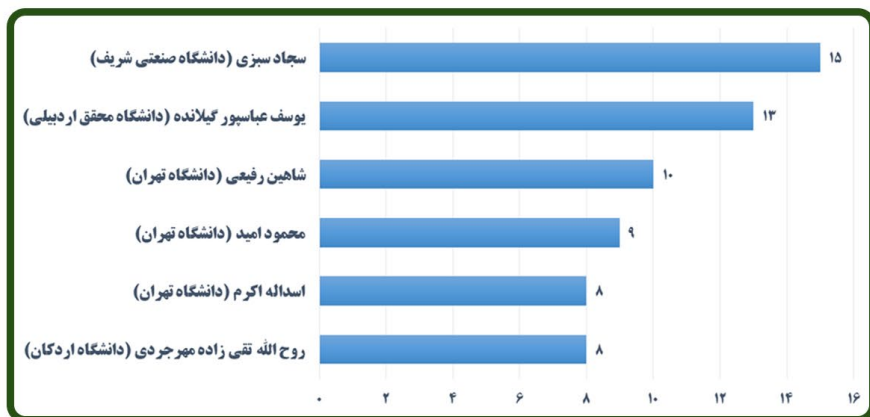
وضعیت و جایگاه ایران در میان رقبای مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ جمهوری اسلامی ایران در شکل ۷ نشان داده شده است. همانگونه که در شکل مشخص است، کشورهای ایران، ترکیه و پاکستان از کشورهای برتر منطقه در این حوزه به شمار می‌آیند.





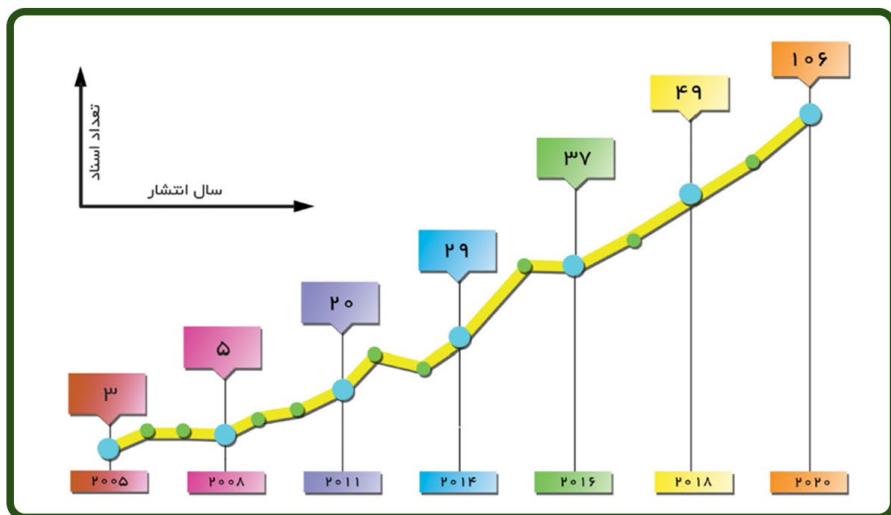
شکل ۷: جایگاه ایران در میان رقبای مطرح در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۹)

نویسندگان ایرانی (۶ نویسنده برتر) دارای بیشترین تعداد سند منتشر شده این حوزه در شکل ۸ نشان داده شده است. مطابق با این شکل، سجاد سبزی و یوسف عباسپور گیلانده نویسندگان برتر در کشور ایران هستند.



شکل ۸: نویسندگان برتر ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۹)

تعداد اسناد منتشر شده ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» و روند آن در شکل ۹ نشان داده شده است. مطابق با این شکل، انتشار اسناد این حوزه در ایران، روندی صعودی دارد که نشان‌دهنده اهمیت بالای این حوزه می باشد.



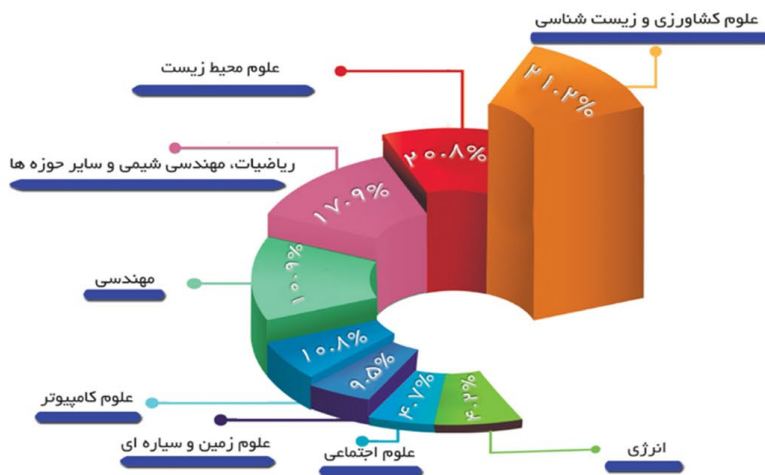
شکل ۹: روند اسناد منتشر شده ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی»

اسامی ۱۰ مؤسسه، دانشگاه و مرکز تحقیقاتی ایران که بیشترین تعداد اسناد را در این زمینه منتشر نموده‌اند، در جدول ۵ نشان داده شده است. مطابق با این جدول، دانشگاه تهران، دانشگاه آزاد اسلامی (کلیه واحدها) و دانشگاه شیراز رتبه‌های اول تا سوم را در میان دانشگاه‌های ایران به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۵: ده دانشگاه، مؤسسه و مرکز تحقیقاتی برتر ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۹)

ردیف	نام دانشگاه، مؤسسه یا نهاد	تعداد سند منتشر شده
۱	دانشگاه تهران	۱۲۳
۲	دانشگاه آزاد اسلامی (کلیه واحدها)	۷۶
۳	دانشگاه شیراز	۴۰
۴	دانشگاه محقق اردبیلی	۳۷
۵	دانشگاه تربیت مدرس	۳۴
۶	دانشگاه تبریز	۳۲
۷	دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی	۲۳
۸	دانشگاه صنعتی اصفهان	۲۲
۹	دانشگاه فردوسی مشهد	۲۱
۱۰	دانشگاه شهید بهشتی	۱۸

وضعیت و میزان اسناد منتشر شده در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» در ایران نیز در شکل ۱۰ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، پژوهشگران ایرانی در حوزه‌های گوناگون و متنوعی (همچون علوم کشاورزی، زیست‌شناسی، علوم محیط زیستی، مهندسی و ...) در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» فعالیت می‌کنند.



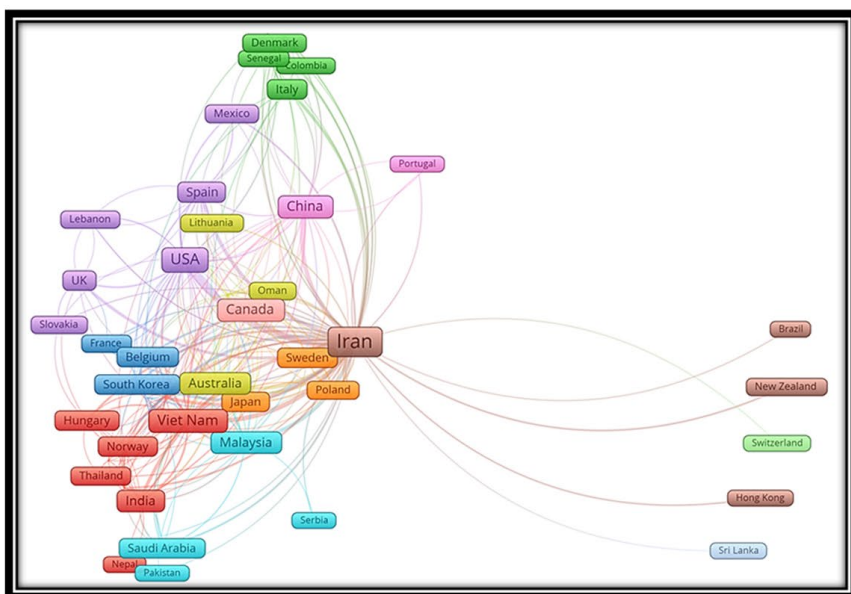
شکل ۱۰: درصد اسناد منتشر شده ایران در حوزه‌های موضوعی مختلف مرتبط با «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۱۹۹۹-۲۰۲۰)

مطابق با نتایج بدست آمده و همانطور که در جدول ۶ مشخص است، محققان ایران با محققان کشورهای همچون آمریکا، کانادا، ویتنام، چین و مالزی بیشترین میزان مشارکت و همکاری در زمینه تدوین مقالات این حوزه را داشته اند.

جدول ۶: میزان مشارکت پژوهشگران کشورمان در زمینه تدوین مقالات «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» با پژوهشگران سایر کشورها (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۹)

ردیف	نام کشور	تعداد همکاری مشترک با ایران
۱	آمریکا	۷۲
۲	کانادا	۳۲
۳	ویتنام	۲۹
۴	چین	۲۴
۵	مالزی	۲۰
۶	استرالیا	۲۰
۷	اسپانیا	۱۷
۸	آلمان	۱۵
۹	هندوستان	۱۵
۱۰	ترکیه	۱۳

وضعیت ارتباطات و همکاری‌های میان ایران و سایر کشورها در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» در شکل ۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۱: نقشه ارتباطات بین‌المللی کشور ایران در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۹)



در ادامه و به منظور ترسیم ساختار حوزه دانشی «کاربرد هوش مصنوعی در زمینه کشاورزی» در ایران، ابتدا با استفاده از خروجی‌های حاصل از پایگاه «اسکوپوس» و با بهره‌گیری از نرم افزار Bibexcel، تحلیل واژگان مربوطه در ۵۵۴ سند انجام شده و لغات دارای بیشترین تکرار، از لغات موجود در اسناد استخراج شده است. اینکار باعث می‌شود که لغاتی که تکرار کمتری در این اسناد دارند، حذف شده و شبکه نیز فقط بر روی نمایش لغات مهم در این حوزه متمرکز شود. در جدول ۷ برخی از واژه‌های پر تکرار در اسناد ایران نشان داده شده است.

جدول ۷: پرتکرارترین واژگان در زمینه «کاربرد هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی» (مستخرج از اسناد کشور ایران) (سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۹)

تعداد تکرار	واژه
۲۰۹	agriculture
۱۵۳	Neural network
۷۷	Agricultural robots
۷۶	principal component analysis
۶۴	Genetic algorithm
۶۲	Support Vector Machine (SVM)
۶۱	Algorithms
۵۸	Remote sensing
۵۶	Optimization
۵۴	Artificial intelligence

در ادامه، شبکه هم واژگانی برای تمامی کلمات کلیدی مطرح شده در اسناد علمی ایران ترسیم شده است. شکل ۱۲ میزان ارتباط و تکرار هر واژه را نشان می‌دهد.

در این کتابچه به بررسی موارد کاربردی هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی و نیز وضعیت تأثیرپذیری این حوزه از فناوری هوش مصنوعی پرداخته شد. می‌دانیم که صنعت کشاورزی نقش مهمی در اقتصاد کشورها دارد و امروزه به کارگیری روش‌های هوش مصنوعی در کشاورزی بسیار متداول شده است. آبیاری هوشمند، بررسی بیماری‌های محصولات، تشخیص رسیدگی و یا پوسیدگی محصول، جداسازی محصولات، تشخیص و از بین بردن علف‌های هرز و... همگی نمونه‌هایی از کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی هستند که به دلیل اهمیت و جذابیت هوش مصنوعی در حوزه کشاورزی به گردآوری کاربردهای هوش مصنوعی در این حوزه پرداخته شده است.

کاربردهای هوش مصنوعی در زمینه کشاورزی باتوجه‌به دسته‌بندی مقالات، علم‌سنجی و تمرکز پژوهش‌های انجام شده در چند سال اخیر به ۹ حوزه اصلی و ۲۹ حوزه فرعی دسته‌بندی شده است، سپس شرکت‌های فعال داخلی که در این حوزه‌ها فعالیت می‌کنند، مورد بررسی قرار گرفته و در ادامه هر یک از ۲۹ حوزه شناسایی شده، به تفکیک بررسی شده‌اند. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد بیشتر شرکت‌های فعال داخلی در حوزه هوش مصنوعی و کشاورزی در زمینه هوشمندسازی مزارع فعالیت دارند. نحوه عملکرد آن‌ها به این صورت است که اطلاعات مربوط به آب‌وهوا، رطوبت و خاک را از طریق سنسورها و تصاویر دریافت می‌کنند و سپس اقدامات لازم را به طور خودکار انجام می‌دهند. باتوجه‌به اینکه شرکت‌های داخلی در سایر حوزه‌ها فعالیت نداشته‌اند، نیاز است در آینده در سایر حوزه‌ها تمرکز و سرمایه‌گذاری بیشتری معطوف گردد.

نتایج به‌دست‌آمده در بخش علم‌سنجی نیز نشان می‌دهد که کشورهای چین، آمریکا و هند دارای بیشترین سند منتشر شده این حوزه در جهان هستند و ایران نیز در میان کشورهای منطقه، جایگاه نخست را در تولید علم این حوزه کسب کرده است. همچنین بیشترین میزان همکاری محققان ایرانی در زمینه انتشار مقالات علمی این حوزه با محققان کشورهای آمریکا و کانادا بوده و بیشترین محققان فعال در این حوزه اساتید و دانشجویان حوزه علوم کشاورزی، زیست‌شناسی و مهندسی می‌باشند.

۱. فهرست شرکت‌های دانش‌بنیان <https://daneshbonyan.isti.ir>

۲. صفری، احرام و همکاران، تدوین برنامه توسعه ملی هوش مصنوعی، ۱۴۰۰، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات.

۳. پرتال مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی <https://ai-center.ir>





www.ai-center.ir
[@aicenter.itrc.ir](https://twitter.com/aicenter.itrc.ir)
aicenter@itrc.ac.ir
www.itrc.ac.ir

آدرس : تهران، انتهای خیابان کارگر شمالی، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات

اطلاعات تماس : ۸۸۰۰۵۰۲۰

نمابر: ۸۸۶۳۵۵۸۸