

داده‌های ماهواره‌ای و کشاورزی دقیق

مسلم محمدپور

عضو هیئت علمی مرکز آموزش عالی امام خمینی (ره)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. رایانامه: moslem1346@gmail.com

صص: ۲۷-۳۴

تاریخ چاپ: ۱۴۰۴/۴/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۹

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۲/۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۶

چکیده

کشاورزی دقیق در تضمین امنیت غذایی و توسعه پایدار، به‌ویژه در مواجهه با جمعیت رو به رشد جهان، نقش مهمی دارد. در سال‌های اخیر، برای بهبود تصمیم‌گیری و افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای مطرح شده است. سنجش‌ازدور ابزار قدرتمندی است که می‌تواند در حیطه‌های مختلف به کشاورزان کمک کند. در این مقاله روش‌های مختلف استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و سنجش‌ازدور مانند نظارت بر محصولات، پیش‌بینی میزان محصول، تشخیص آفات و بیماری‌ها، هشدار تغییرات آب‌وهوایی و مدیریت آب برای متحول کردن کشاورزی بررسی می‌شود. همچنین مزایای داده‌های ماهواره‌ای در حوزه کشاورزی را معرفی و توان بالقوه استفاده از این فناوری برای افزایش بهره‌وری، کیفیت و حفظ منابع را بررسی می‌کند. تأثیر قابل توجه داده‌های ماهواره‌ای بر بهبود بهره‌وری کشاورزی و ترویج شیوه‌های کشاورزی پایدار از طریق تجزیه و تحلیل مطالعات موردی و یافته‌های پژوهشی از دیگر موارد مورد بررسی در این پژوهش است.

کلیدواژه‌ها: هوش مصنوعی، سامانه‌های هوشمند، مشاغل، فرصت‌های شغلی، علم اطلاعات و دانش‌شناسی، چالش‌ها و فرصت‌ها، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

مقدمه

کشاورزی یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های بشری است که بقای بشر به آن گره خورده است. افزایش جمعیت و تغییرات زیست‌محیطی در چند دهه اخیر موجب کاهش و نقصان منابع طبیعی شده است. از این رو، صنایع کشاورزی برای تأمین امنیت غذایی جامعه با چالش‌های جدیدی روبرو هستند. صنعت کشاورزی، با توجه به آمار، باید تا سال ۲۰۵۰ رشدی ۷۰ درصدی داشته باشد (تاین و همکاران، ۲۰۲۱)^۱. از این رو راهکارهای سنتی دیگر توان پاسخگویی به نیازها و محدودیت‌های منابع را ندارند. استفاده از فناوری‌های جدید شاید راهی برای ایجاد تعادل باشد.

یکی از این فناوری‌های نوظهور با ظرفیت‌های بسیار برای بهبود شیوه کشاورزی سنتی، اطلاعات ماهواره‌ای است. در سال‌های اخیر بسیاری از کشاورزان از این فناوری برای پایش، رصد و پیش‌بینی وضعیت محصول استفاده کرده‌اند. با یافتن رابطه میان اطلاعات ماهواره‌ای و وضعیت حقیقی محصول و ایجاد شاخص‌ها بر پایه اطلاعات قابل رصد با ماهواره‌ها، کشاورزان توانسته‌اند از مزایای دانش سنجش‌ازدور مانند صرفه‌جویی در وقت، پایش مکرر، کاهش هزینه و پوشش مناطق وسیع در زمان کم استفاده کنند. توان بالقوه این دانش برای بهره‌وری و انجام کشاورزی دقیق بسیار است. در این مقاله، کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در سلامت و رشد گیاه، تخمین میزان محصول، آفت و بیماری و نقش اطلاعات هواشناسی ماهواره‌ای در آبدهی و مراقبت از گیاه بررسی می‌شود.

دستاوردها

سنجش‌ازدور و کاربرد آن در کشاورزی

به علم جمع‌آوری اطلاعات و پایش هدف بدون تماس مستقیم با موضوع را فناوری سنجش از دور می‌گویند. علم سنجش‌ازدور براساس پایش ویژگی‌های زمین از راه دور و با استفاده از طیف‌های مرئی و نامرئی بنا شده است. این طیف‌ها

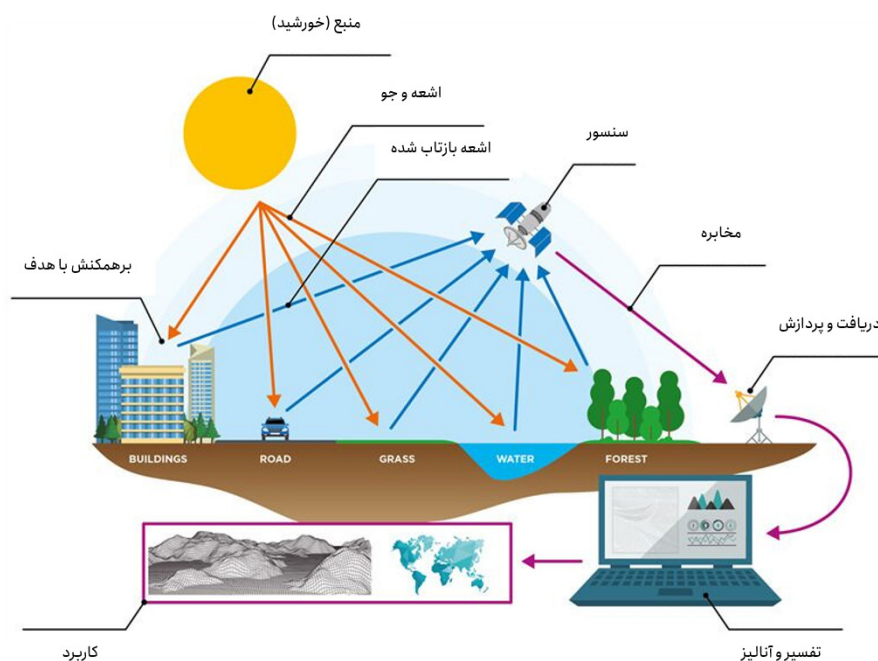
ابتدا از منبع اولیه نور (خورشید) به سطح زمین تابانده می‌شوند و سپس هنگام بازتاب، با ماهواره دریافت و تحلیل می‌شوند (شکل ۱). مزیت سنجش‌ازدور، توانایی آن در فراهم‌آوری اطلاعات به‌صورت مکرر، بدون آسیب زدن به محصول و کاهش هزینه نمونه‌برداری و پایش زمین در ابعاد بزرگ است (دیبریس و همکاران، ۲۰۰۸)^۲. از فناوری پایش از دور می‌توان برای تخمین میزان محصول، اطلاعات پدیده‌شناسی^۳ گیاه و تشخیص تنش و آفت استفاده کرد (پالانسامی و همکاران، ۲۰۱۹)^۴. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در اتریش هزینه اجرای کشاورزی دقیق را تا حدود ۷۰ درصد کاهش و در اتحادیه اروپا میزان محصولات کشاورزی را تا ۲۰ درصد افزایش داده است (نوروزیه و جوکار، ۱۴۰۲).

در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در کشاورزی امری رایج در بین کشاورزان و محققان است. این تصاویر حاوی اطلاعات ارزشمندی است که می‌تواند در زمینه‌های مختلف اعم از بهبود بهره‌وری کشت، پایش سلامت گیاه و تشخیص آفات به کشاورزان یاری رساند. از نکات مثبت تصاویر ماهواره‌ای توانایی جمع‌آوری اطلاعات منطقه وسیعی از زمین در مدت زمان کوتاه و قابلیت تکرارپذیری آن است. تصاویر ماهواره‌ای به کشاورزان امکان می‌دهد تا کمبود مواد مغذی در گیاه، تنش آبی و حمله آفات را سریعاً تشخیص دهند. این اطلاعات به کشاورزان امکان می‌دهد تا به تغییرات مشاهده شده سریعاً پاسخ داده و از میزان خسارت‌ها بکاهند (باقری، ۱۳۹۸).

نظارت بر سلامت و رشد گیاه

سنجش‌ازدور با ارائه اطلاعات طیفی به‌موقع، می‌تواند نقش مهمی در کشاورزی داشته باشد. همچنین برای ارزیابی شاخص‌های زیستی سلامت گیاه می‌توان از آن استفاده کرد.

1. Tian, X. & et al
2. De beurs, K. et al
3. Phenology
4. Palanisamy et al



شکل ۱. مراحل سنجش از دور

گیاه است که حاصل آن عددی بین ۱ و ۱- است. این عدد از تفاضل مقدار اشعه قرمز و مادون قرمز نزدیک به دست می‌آید. استفاده از این شاخص به دلیل دقت و نزدیکی آن به شرایط حقیقی گیاه بسیار رایج است.

شاخص‌های اس‌آی، دبیو دی‌آی، اس‌تی و سی دبیو اس‌آی که به ترتیب شاخص‌های مربوط به تنش، کمبود آب، دمای سطح و تنش آبی محصول هستند رابطه بین تنش آبی و مشخصات دمایی گیاه را توصیف می‌کنند (سروتی، ۲۰۱۵)^۵. همچنین می‌توان از پایش از دور برای تشخیص فقر مواد مغذی، بیماری، علف هرز و نیاز آبی گیاه استفاده کرد. محاسبه هر یک از این عوامل برای رشد و سلامت گیاه بسیار مهم هستند (پالانسمی، ۲۰۱۵)^۶.

تغییرات فیزیولوژیکی یک گیاه در اثر تنش، ویژگی‌های بازتاب طیفی یا انتشار را تغییر می‌دهد و از این طریق و با استفاده از روش‌های سنجش از دور می‌توان تنش در گیاه را تشخیص داد (منون، ۲۰۱۲)^۱. مراحل رشد محصول و بهبود آن از عوامل مختلفی مانند رطوبت خاک موجود، تاریخ کاشت، دمای هوا، طول روز و شرایط خاک تاثیر می‌پذیرد. این عوامل مسئول شرایط گیاه و بهره‌وری آن هستند.

برای رشد گیاه معیارهای مختلفی تعریف شده است که می‌توانند با روش‌های پایش از دور قابل اندازه‌گیری باشد. شاخص گیاهی نرمال شده (ان دی وی‌آی)^۲، شاخص کیفیت گیاه (وی سی‌آی)^۳ و شاخص عمود پوشش گیاهی (پی وی‌آی)^۴ اشاره کرد که مانند شاخص گیاهی نرمال شده است اما نسبت به تغییرات جوی حساس است.

اغلب با استفاده از شاخص‌های مختلف گیاهی، مانند نسبت بازتاب، ان دی وی‌آی و پی وی‌آی، شاخص پوشش گیاهی رشد محصول محاسبه و میزان سبز بودن آن مشخص می‌شود. ان دی وی‌آی روشی برای پایش از دور و محاسبه سلامت و تراکم

1. Menon

2. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

3. Difference Vegetation Index (DVI)

4. Perpendicular Vegetation Index (PVI)

5. Sruthi

6. Palanisamy

تشخیص آفات

به دلیل عوامل زیستی و غیرزیستی، سنجش ازدور به ابزاری ضروری برای نظارت و اندازه گیری تنش محصول تبدیل شده است. سنجش ازدور با پایش گیاه برای تشخیص نشانه هایی از تنش به کشاورزان امکان می دهد تا به سرعت از آلودگی محصول مطلع و به سرعت عکس العمل نشان دهند. این امر به نوبه خود عاملی برای کنترل خسارت است. همچنین با پایش از دور و تصاویر ماهواره ای می توان مناطق مبتلا به آفت یا کمبود را دقیقاً مشخص کرد تا اقدامات لازم و مناسبی مانند سمپاشی انجام شود. توانایی تشخیص دقیق مناطق بحران زده باعث می شود تا از انجام اقدامات اضافه در مناطق سالم پیشگیری و مثلاً از سم پاشی گسترده بی مورد جلوگیری شود. این فرآیند، در منابع انسانی، مصرف سموم و حفاظت از خاک صرفه جویی می کند، بهره وری کشاورز را افزایش می دهد و حاصل آن محصول سالم تری است. همچنین پایش مکرر و مداوم مناطق آلوده از سرایت بیماری و آفات به بقیه زمین جلوگیری می کند.

به شیوه های مختلف می توان از فناوری سنجش ازدور برای کنترل و تشخیص آفات استفاده کرد. با پایش دما و رطوبت مطلوب آفات، مکان های بالقوه برای زاد و ولد آفات شناسایی و بررسی می شوند (جانگیر و همکاران، ۲۰۲۲)^۱. همچنین موارد دیگری مانند برگ زدایی، زرد شدن گل ها و رنگ پریدگی برگ را می توان تشخیص داد و رابطه آن با بروز آفت را بررسی کرد. محمدی سنجی و همکاران (۱۴۰۳) سنجش ازدور را به عنوان یک فناوری مؤثر برای تشخیص گیاهان بیمار و آفت زده معرفی کرده اند. آن ها از سنجش ازدور برای تشخیص انواع خاصی از آفت و بیماری در جو دوسر استفاده کردند. همچنین مدعی شدند که تفاوت پوشش گیاهی و بازتاب طیفی در گیاهان مبتلا به آفت و گیاهان بیمار در جو دوسر با روش های سنجش ازدور قابل اندازه گیری است.

پیش بینی میزان محصول

با همه گیری استفاده از روش های کشاورزی دقیق در مدیریت محصولات کشاورزی، اطلاعات درباره میزان محصول اهمیت بیشتری می یابد. در برنامه ریزی برای سیاست غذایی ملی، آگاهی از میزان محصولات قبل از برداشت بسیار اهمیت دارد. محصول قابل اعتماد جزء مهمی از اهداف پیش بینی تولید است.

میزان محصول به عوامل مهمی مانند نوع گیاه، وضعیت آب، مواد مغذی زمین، تأثیر گیاهان هرز، و آفات و بیماری ها وابسته است (پلانسمی و همکاران، ۲۰۱۹). با استفاده از امواج طیفی و دمایی مختلف ماهواره ای با تفکیک پذیری^۲ مناسب، می توان عوامل مختلف مؤثر در محصول نهایی را پایش و میزان برداشت را محاسبه کرد (ثنکبیل و همکاران، ۲۰۰۲)^۳. هریک از این عوامل که با شاخص های قابل پایش سنجش ازدور قابل اندازه گیری هستند در نهایت برای برآورد و تحلیل میزان محصول نهایی استفاده می شوند. پژوهش جانسون (۲۰۱۴)^۴ نشان داد که بین دمای سطح ماهواره مادیس در طول روز و میزان برداشت نهایی محصول رابطه منفی وجود دارد. این یافته نشان می دهد که حتی اطلاعات درباره خود ماهواره ها نیز می تواند در برآورد میزان محصول با اهمیت باشد.

در سال های اخیر، استفاده از روش های یادگیری عمیق بر پایه تصاویر ماهواره ای، به روشی متداول برای پیش بینی عملکرد محصول بدل شده است. الگوریتم های یادگیری عمیق می توانند داده ها را به گونه ای از ماهواره ها استخراج کنند که از اطلاعات مکانی و زمانی آن بتوان برای تجزیه و تحلیل الگوهای توسعه محصول و عوامل محیطی استفاده کرد. بعضی از روش های تخمین محصول بر پایه تصاویر ماهواره ای تا ۸۸ درصد با برداشت محصول نهایی تطابق دارند (عبدالجبار و همکاران، ۲۰۲۳)^۵.

1. Jangir, et al

2. Resolution

3. Thenkabail, et al

4. Johnson

5. Abdul-Jabbar, et al

استفاده از اطلاعات هواشناسی ماهواره‌ای در کشاورزی

در سال‌های اخیر، استفاده کشاورزان سراسر جهان از داده‌های هواشناسی ماهواره‌ای بیش از پیش متداول شده است. این داده‌ها درباره الگوهای آب‌وهوایی، سطح رطوبت خاک و سلامت محصول اطلاعات لحظه‌ای ارائه می‌دهند. در نتیجه، به کشاورزان امکان می‌دهند تا درباره زمان کاشت، آبیاری و برداشت محصولات خود تصمیمات بهتری بگیرند.

یکی از مزایای عمده داده‌های آب‌وهوایی ماهواره‌ای، توانایی آن‌ها در پوشش مناطق وسیعی از زمین و ارائه نمای جامعی از شرایط آب‌وهوایی است که ممکن است در ایستگاه‌های هواشناسی سنتی ثبت نشوند. این موضوع می‌تواند به کشاورزان کمک کند تا رویدادهای شدید آب‌وهوایی مانند خشکسالی یا بارندگی شدید را بهتر پیش‌بینی کنند و برای آن آماده شوند. این داده‌ها بر عملکرد محصول تأثیر قابل توجهی دارند.

از دیگر کاربردهای استفاده از اطلاعات هواشناسی ماهواره‌ای در کشاورزی، یاری کشاورزان در تعیین الگوی کشت محصولات است. اطلاعات ماهواره‌ای به کشاورز اجازه می‌دهد تا الگوهای خشکسالی و ترسالی را تشخیص داده و بر اساس آن، نوع و میزان محصول زیر کشت را مدیریت کند.

به‌طور کلی، استفاده از داده‌های آب‌وهوای ماهواره‌ای در کشاورزی، شیوه مدیریت عملیات و تصمیم‌گیری کشاورزان را متحول می‌کند. داده‌های ماهواره‌ای با ارائه بینش‌های ارزشمند و اطلاعات عملی، به کشاورزان کمک می‌کند تا در مواجهه با شرایط متغیر محیطی، کارایی، بهره‌وری و انعطاف‌پذیری خود را افزایش دهند.

هشدار درباره تغییرات آب‌وهوایی

پیش‌بینی ماهواره‌ای آب‌وهوا، با تامین چشم‌اندازی جامع و جهانی از شرایط جوی، درک کامل‌تری از نظام‌های آب‌وهوایی پدید می‌آورد. این فناوری به ردیابی حرکت جبهه‌های آب‌وهوایی، شناسایی شکل‌گیری طوفان‌ها و پیش‌بینی تغییرات

در الگوهای آب‌وهوایی کمک می‌کند. داده‌های لحظه‌ای به‌دست آمده از ماهواره‌ها، پیش‌بینی‌های هواشناسی قابل‌اعتمادی را تولید می‌کنند که در بخش‌های مختلف کشاورزی از جمله مدیریت پهپادها، مدیریت فعالیت‌های مختلف مانند کوددهی و سمپاشی، مدیریت بحران و مدیریت منابع انسانی کاربرد دارند. علاوه بر پایش شرایط آب‌وهوایی جاری، پیش‌بینی آب‌وهوا در مشاهده روندهای آب‌وهوایی بلندمدت و درک تأثیر پدیده‌هایی مانند خشکسالی یا طوفان‌ها بسیار بااهمیت است. جریان مداوم داده‌های ماهواره‌ای، توانایی پیش‌بینی و واکنش نسبت به بلایای طبیعی، رویدادهای شدید آب‌وهوایی و دیگر چالش‌های مرتبط با آب‌وهوا را افزایش می‌دهد.

بر اساس داده‌های ناسا^۱، ناوگانی از ماهواره‌های رصد زمین، از جمله نظام‌های ماهواره مشترک قطبی (جی پی اس اس)^۲ و مجموعه ماهواره‌های محیطی - عملیاتی زمین ایستا (جی او ای اس آر)^۳، پیشرفت‌های قابل توجهی در پیش‌بینی طوفان داشته‌اند. ماهواره‌های مدار قطبی، با سنجش دقیق دمای سطح دریا و دما و رطوبت فضا، وضعیت جو را اندازه‌گیری می‌کنند. این داده‌ها برای پیش‌بینی طوفان‌ها از چند روز قبل بسیار حیاتی هستند. همچنین از مرکز یک طوفان در حال شکل‌گیری هر ۳۰ ثانیه یک بار تصویربرداری می‌شود. در نتیجه می‌توان شکل‌گیری طوفان را به‌طور لحظه‌ای پیگیری کرد.

یکی دیگر از پدیده‌های مهم قابل‌پایش با ماهواره، پدیده‌های ال‌نینو و لانینا هستند. این دو پدیده به ترتیب به دمای سطحی بالاتر از معمول و پایین‌تر از معمول اقیانوس آرام اشاره می‌کنند. پی‌آمد هریک از این دو پدیده، بروز تغییرات عمده آب‌وهوایی مثل دما و جهت بادهای در سطح جهانی است که یکی از عوامل مهم در پیش‌بینی‌های آب‌وهوایی است. محل وقوع این دو پدیده در سطح اقیانوس است، جایی که استقرار یک مقرر اندازه‌گیری

1. <https://www.nasa.gov>

2. Joint Polar Satellite System

3. Geostationary Operational Environmental Satellite Automatic irrigation system using weather

کرد. درواقع این سامانه با سنجش این دو متغیر، دما و رطوبت هوا را پیش‌بینی کرده و با مقایسه مقادیر اندازه‌گیری‌شده با الگوریتم، بر آب مصرفی نظارت می‌کند (سوسمیت‌ها و همکاران، ۲۰۱۷)^۳. با استفاده از گزارش ماهواره‌ای پیش‌بینی آب‌وهوا، این سامانه مصرف آب را تا بیست درصد کاهش داده و با بهینه‌سازی ۲۲ درصدی آبیاری، میزان نورساخت^۴ گیاه را افزایش می‌دهد. این سامانه تنها یک نمونه استفاده از پیش‌بینی آب‌وهوا برای تنظیم میزان آبیاری است.

توصیه‌ها

داده‌های ماهواره‌ای ابزار نوظهوری هستند که کشاورزان و محققان را به توانایی‌های تازه‌ای مجهز می‌کنند. به کمک فناوری پایش از دور و با استفاده از طیف‌های مرئی و نامرئی، شاخص‌های مختلفی مانند دما، رطوبت و انواع عوامل قابل اندازه‌گیری پایش‌پذیر شده‌اند. با مقایسه این شاخص‌ها با وضعیت گیاه، شاخص‌های مختلفی به‌وجود آمده‌اند که عواملی مانند میزان تنش آبی، کیفیت گیاه و وجود آفات و بیماری و مرحله رشد گیاه را قابل پایش و نظارت می‌کنند. با بررسی این شاخص‌ها می‌توان میزان محصول را به خوبی پیش‌بینی کرد. داده‌های هواشناسی ماهواره‌ای در بخش‌های مختلف مفید و قابل استفاده هستند. ماهواره‌ها عوامل جوی مرتبط مانند سامانه‌های بارشی و پدیده‌های جوی را به‌صورت لحظه‌ای نظارت می‌کنند. کشاورزان با استفاده از این اطلاعات می‌توانند خود را برای مقابله با تغییرات جوی مؤثر بر سلامت گیاه آماده کنند و با توجه به وضعیت اقلیمی منطقه خود، الگوی کشت مناسبی را برگزینند. اطلاعات ماهواره‌ای هواشناسی برای آبیاری بهینه نیز به

ثابت بر روی زمین وجود ندارد و در آن واحد به پایش سطحی عظیمی نیز نیاز دارد. به همین دلیل، اطلاعات ماهواره‌ای به ابزار قدرتمندی برای پایش آن‌ها تبدیل شده‌اند. این اطلاعات برای کشاورزان اهمیت حیاتی دارند. آب‌وهوا یکی از مهم‌ترین عوامل رشد گیاه است. اقداماتی مانند مل‌پاشی (گل‌پاشی) گلخانه بعد از پیش‌بینی تابش غیرمعمول، پوشاندن گیاهان و تصمیمات مربوط به زمان آبیاری، بخشی از تصمیماتی است که با استفاده از پیش‌بینی‌های آب‌وهوایی ماهواره‌ای اتخاذ می‌شود.

تنظیم میزان آبیاری براساس داده‌های ماهواره‌ای

باتوجه به وضعیت آبی ایران و جهان، آبیاری به یکی از مهم‌ترین موضوعات کشاورزی بدل شده است. خشکسالی معضلی رایج است و بسیاری از کشاورزان به دلیل تنش‌های آبی متضرر شده‌اند. متأسفانه مقدار زیادی از این منبع حیاتی نیز هدر می‌رود. بخش کشاورزی ۶۵ درصد از آب شیرین جهان را مصرف می‌کند که بر اثر آبیاری غیراصولی، بیش از نیمی از آن هدر می‌رود (فائو). در این جاست که کشاورزی دقیق اهمیت می‌یابد. برای مقابله با این بحران‌ها، کشاورزان باید از اطلاعاتی استفاده کنند که فناوری در اختیار آنان قرار می‌دهد.

نیاز آبی گیاه به عوامل مختلفی بستگی دارد که دما و رطوبت از جمله آنهاست. داده‌های ماهواره‌ای با اندازه‌گیری عواملی مانند دما، مقدار تبخیر و تعرق و رطوبت سطح خاک می‌توانند زمان آبیاری بعدی را مشخص کنند (چونا و همکاران، ۲۰۲۳)^۱. با آبیاری اصولی، از آبیاری غیرضروری که عامل هدررفت آب، پوسیدگی و بیماری در گیاه است جلوگیری می‌شود.

داده‌های هواشناسی می‌توانند به شیوه‌های دیگری نیز به کشاورزان کمک کنند تا برای آبیاری محصولات خود بهینه‌تر برنامه‌ریزی کنند. برای مثال «سامانه آبیاری خودکار با استفاده از پیش‌بینی آب‌وهوا» کمک می‌کند تا با سنجش جداگانه رطوبت موجود در خاک و پیش‌بینی آب‌وهوا^۲ با استفاده از شاخص‌های دما و رطوبت هوا، بتوان از منابع آبی موجود به نحو احسن استفاده

1. Chuna et al

2. Automatic irrigation system using weather prediction

3. Susmitha et al

4. photosynthesis

- ogy and Its Applications in Agriculture*. 10.22271/ed.book.1768.
- Thenkabail, P.S., Smith, R.B. and De-Pauw, E. (2002). Evaluation of narrowband and broadband vegetation indices for determining optimal hyperspectral wavebands for agricultural crop characterization. *Photogrammetric Engineering*, 68: 607–621.
- Johnson, D. M. An assessment of pre-and within-season remotely sensed variables for forecasting corn and soybean yields in the united states. *Remote Sensing of Environment*, 141:116–128, 2014.
- Abdul-Jabbar, T. S. et al 2023 IOP Conf. Ser.: *Earth Environ. Sci.* 1129 012004. <https://www.nasa.gov/mis-sions/goes/satellites-have-draastically-changed-how-we-forecast-hurricanes/>
- Cunha, Samuel & Guimarães, Gabriel. (2023). The use of satellite for water applications in agriculture: a review. *Boletim de Ciências Geodésicas*. 29. 10.1590/s1982-21702023000300006.
- A. Susmitha et al 2017 IOP Conf. Ser.: *Mater. Sci. Eng.* 225 012232.
- کشاورزان کمک می‌کند. با پایش رطوبت خاک و تبخیر و تعرق گیاه، آبیاری بهینه می‌شود. هماهنگی سامانه آبیاری با اطلاعات هواشناسی فرایند آبیاری را بهبود بخشیده و باعث صرفه‌جویی در مصرف آب و بهبود کیفیت گیاه می‌شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود ادارات ترویج و آموزش کشاورزی با کمک موسسات تحقیقاتی بکوشند تا استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی مرتبط با کشاورزی دقیق و هوشمند و داده‌های برگرفته از آن را در بین بهره‌برداران کشاورزی بسط و توسعه دهند.
- ### منابع
- باقری، نیکروز (۱۳۹۸). اینترنت اشیاء و کاربردهای آن در کشاورزی. *مجله ترویجی علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی*، سال دوم، شماره چهارم، پاییز و زمستان. ص. ۱۱–۱۹.
- نوروزیه، شهرام و جوکار، محمود (۱۴۰۲). کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در زراعت پنبه. *مجله ترویجی علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی*، دوره شش، شماره یک، ص. ۴۱–۵۰.
- محمدی‌سنجی، شعبان و فرخی تیمورلو، رحمان (۱۴۰۳). کاربرد سنجش‌ازدور در مدیریت آفات و بیماری‌های گیاهی، *شانزدهمین کنفرانس ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون*، شماره ۴، ص ۹۸۳–۹۷۲.
- De beurs, K. and Townsend, P. (2008). Estimating the effect of gypsy moth defoliation using MODIS. *Remote Sens Environ.*, 112: 3983-90.
- Palanisamy, Shanmugapriya & Selvaraj, Rathika & Ramesh, Thanakkan & Ponnusamy, Janaki. (2019). Applications of Remote Sensing in Agriculture - A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 8. 2270-2283. 10.20546/ijcmas.2019.801.238.
- Menon, A.R.R. (2012). Remote sensing applications in agriculture and forestry. A paper from the *proceedings of the Kerala environment congress*, pp. 222-235.
- Sruthi, S. and Mohammed Aslam., M.A. (2015). Agricultural Drought Analysis Using the NDVI and Land Surface Temperature Data; a Case Study of Raichur District. *International Conference On Water Resources, Coastal And Ocean Engineering*, 4: 1252-1264.
- Jangir, Naveen & Suman, Shivani & Kumar, Neeraj & Saxena, Sakshi. (2022). *Remote Sensing Technol-*

Satellite data and Precision agriculture

Moslem Mohammadpour

Faculty member of Imam Khomeini Higher Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran. Email: Moslem_mohammadpour@yahoo.com

Abstract

Precision agriculture plays an important role in ensuring food security and sustainable development, especially in the face of a growing global population. In recent years, the use of satellite data has been proposed in the transformation of the agricultural sector, providing valuable information to improve decision-making and increase productivity. Remote sensing is a powerful tool that can help farmers in many ways. This article reviews the different ways in which satellite data and remote sensing can be used to transform agriculture, such as crop monitoring, yield forecasting, pest and disease detection, climate change warning, and water management, Introduces the benefits of satellite data in agriculture and explores the potential of using this technology to increase productivity, quality, and resource conservation. It also demonstrates the significant impact of satellite data on improving agricultural productivity and promoting sustainable agricultural practices through the analysis of case studies and research findings.

Keywords:*Remote sensing, satellite data, monitoring and forecasting, weather forecasting.*