

## به سوی کشت هوشمند برنج

جمیله علیلو<sup>۱</sup>، هادی مؤمنی هلالی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی دکتری ترویج و آموزش کشاورزی پایدار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.  
۲- دکتری ترویج کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۴

### چکیده

بخش کشاورزی توان تأمین غذای مورد نیاز جمعیت در سال ۲۰۵۰ را نخواهد داشت. از طرفی اتلاف و هدررفت محصولات تولیدی، این چالش را مضاعف می‌کند. لذا، یکی از مهم‌ترین راهبردها برای امنیت غذایی و جلوگیری از اتلاف منابع و نهاده‌های کشاورزی، هوشمندسازی کشاورزی است. کشاورزی هوشمند بر گردآوری داده‌ها، انتقال داده‌ها و ذخیره‌سازی آن‌ها در نظام‌های ذخیره از راه دور استوار است و با تجزیه و ترکیب اطلاعات، امکان تصمیم‌سازی در حداقل زمان ممکن را فراهم می‌آورد. استفاده از ماشین‌آلات هوشمند در شالیزارها، مدیریت هوشمند بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز شالیزارها، و آبیاری هوشمند شالیزارها، نمونه‌هایی از فناوری‌های استفاده‌شده در نظام کشاورزی هستند. کشاورزی هوشمند، کمیت و کیفیت محصولات را افزایش می‌دهد و با بهینه‌سازی تولید، بهره‌گیری از نیروی انسانی را بهبود می‌بخشد. استفاده از فناوری‌های هوشمند، مدیریت کشاورزی را رونق داده، به مهاجرت معکوس به روستاها کمک کرده و منابع زیست‌محیطی را حفظ می‌کند. علی‌رغم مزایای فراوان نظام هوشمند در مدیریت مزرعه، عدم دسترسی به شبکه اینترنت مناسب در مناطق روستایی و نیاز به مهارت و دقت بالای کاربر در به‌کارگیری کشاورزی هوشمند، دو چالش عمده کشت هوشمند برنج است که در این نوشتار راهکارهای لازم ارائه شده است.

**کلیدواژه‌ها:** امنیت غذایی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، هوشمندسازی، شالی کاری، برنج، کشاورزی هوشمند.

## مقدمه

پیش‌بینی می‌شود جمعیت کنونی جهان با ۷/۸ میلیارد نفر به ۹/۷ میلیارد نفر تا سال ۲۰۵۰ برسد (سازمان ملل متحد<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹). با دسترسی نامناسب به منابع طبیعی از جمله زمین و آب و گسترش شهرنشینی، فرسایش خاک، تغییرات اقلیمی، کمبود آب و استفاده بیش از حد دام، انتظار می‌رود که در آینده، جهان ۷۰ درصد بیش از شرایط حاضر به غذا نیاز داشته باشد. از طرفی، تخمین زده می‌شود که حدود ۳۳ درصد از اتلاف محصولات کشاورزی به دلیل مشکلات محاسبه‌ای و ذخیره‌سازی ضعیف اتفاق می‌افتد (آلفرد<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). در نتیجه، با توجه به وقوع مشکلات متعدد و متنوع، در ابعاد مختلف و در طول زمان، باید کارایی و پایداری نظام‌های سنتی کشاورزی را بازبینی کرد (یانگ و تیلی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۶؛ مؤمنی هلالی و مهدوی‌ماشکی، ۱۴۰۰). بنابراین، هوشمندسازی کشاورزی راهبردی کلیدی برای مقابله با مشکلاتی مثل تغییرات آب‌وهوایی، مسائل زیست‌محیطی و امنیت غذایی است (آلفرد و همکاران، ۲۰۲۱؛ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، ۱۳۹۹). کاربرد فناوری اطلاعات در بهینه‌سازی نظام‌های کشاورزی پیچیده، یکی از تعاریف کشاورزی هوشمند است. در این فناوری، به جای ذخیره‌سازی و دسترسی صرف به داده‌ها، بر نحوه استفاده از اطلاعات گردآوری شده کشاورزی تاکید می‌شود (آلفرد و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به اهمیت کشت برنج در استان‌های شمالی کشور به عنوان قطب کشاورزی و بزرگ‌ترین منطقه تولید برنج در کشور، در این پژوهش به کشت هوشمند برنج توجه شده است.

## کشاورزی هوشمند

بر اساس برخی یافته‌ها، پیشینه حرفه کشاورزی به بیش از دوازده هزار سال پیش بازمی‌گردد. تصویری که اکثر ما از کشاورزی در ذهن داریم، شغلی پر زحمت است که تنها افرادی سخت‌کوش آن را پی می‌گیرند. در نگاه بسیاری از ما، تراکتورها، کمباین‌ها و برخی دیگر از ماشین‌آلات کشاورزی

از جمله معدود ماشین‌های صنعتی هستند که به این حرفه باستانی راه پیدا کرده‌اند. حقیقت این است که با رشد فناوری، حرفه کشاورزی نیز همانند دیگر جنبه‌های زندگی بشر، بالنده‌تر شده و پیشرفت کرده است. به یاری پیشرفت‌های حاصل در زمینه‌های مختلف از جمله ماشین‌آلات کشاورزی، روش‌های نوین آبیاری، فناوری‌های نظارتی، مهندسی ژنتیک و غیره، کشاورزی از حرفه‌ای سخت و پرمشقت، به صنعتی پویا و پرسود بدل شده است. کشورهایی مانند هلند، آلمان و فرانسه با استفاده از فناوری‌های نوین، ضمن آسان ساختن و کاهش قابل توجه زحمات و مشقات حرفه کشاورزی، سود قابل توجهی نیز از این صنعت به دست می‌آورند (علوی، ۱۳۹۷). یکی از فناوری‌های مدرن که ترکیبی از ابزارها و تجهیزات ارتباطی و مکانیکی است و در سال‌های اخیر نیز رشد قابل توجهی داشته است، کشاورزی هوشمند است. کشاورزی هوشمند از ادغام فناوری اطلاعات و ارتباطات در ماشین‌ها و تجهیزات کشاورزی و حسگرها برای استفاده در نظام‌های تولید کشاورزی حاصل می‌آید (اوگرادی و او هیر<sup>۴</sup>، ۲۰۱۷). کشاورزی هوشمند بر گردآوری داده‌ها، انتقال داده‌ها و ذخیره‌سازی آن‌ها در نظام‌های ذخیره از راه دور استوار است و با تجزیه و تحلیل و ترکیب اطلاعات، امکان تصمیم‌سازی در حداقل زمان ممکن را فراهم می‌آورد (چیدامباراناتان<sup>۵</sup> و دیگران، ۲۰۱۸).

1. United Nations

2. Alfred

3. Young & Tilley

4. O'Grady & O'Hare

5. Chidambaranathan



شکل ۱. ادغام ابزار و تجهیزات ارتباطی و مکانیکی در کشاورزی هوشمند

### ارکان کشت هوشمند برنج

یک نظام هوشمند برنج از بخش‌های گردآوری داده‌ها، انتقال داده‌ها، ذخیره‌سازی داده‌ها، تحلیل اطلاعات و تصمیم‌سازی و عملگر تشکیل می‌شود (باقری، ۱۳۹۸).

### گردآوری داده‌ها

در کشاورزی هوشمند، معمولاً با استفاده از حسگرهای مختلف از جمله حسگرهای خاک، دما، رطوبت، فشار و غیره، داده گردآوری می‌شود. حسگرها، ابزارهای الکترونیکی هستند که یا درون خاک و یا بر روی وسایلی مانند پایه‌های ثابت در مزرعه، پهپادها و غیره نصب می‌شوند (علوی، ۱۳۹۷). انتخاب

حسگر مناسب اهمیت زیادی دارد. بسته به نوع پروژه، حسگرها باید در گردآوری داده‌ها دقت و سرعت کافی داشته باشند (گرامی‌طیبری، ۱۳۹۶). در کشاورزی هوشمند معمولاً به شبکه‌ای از حسگرهای بی‌سیم نیاز است. شبکه حسگرهای بی‌سیم از تعداد زیادی حسگر تشکیل شده است که در قسمت‌های مختلف و دور از هم نصب می‌شوند. آن‌ها داده‌ها را گردآوری کرده و به یک ایستگاه پایه ارسال می‌کنند (چیدامباراناتان و دیگران، ۲۰۱۸). همه داده‌های گردآوری شده با حسگرها، در یک پایگاه داده ثبت و ضبط می‌شوند (فانتون و کجی<sup>۱</sup>، ۱۹۹۹).



شکل ۲. کاربرد پهپادها (الف) و پایه‌های ثابت (ب) در گردآوری داده‌ها در یک مزرعه هوشمند

## انتقال داده‌ها

داده‌های گردآوری شده با انواع حسگرها، به یک منبع ذخیره‌سازی داده منتقل می‌شوند. یکی از برتری‌های نظام‌های هوشمند در مقایسه با نظام‌های دیگر، امکان انتقال برخط داده‌ها است. هرچه فاصله زمانی بین گردآوری و انتقال داده‌ها کمتر باشد، نظام هوشمند کاربردی‌تر است. با توجه به عدم قطعیت‌های فراوان در حوزه کشاورزی، مزیت کاربرد این نظام‌ها بیشتر

آشکار می‌شود. با توجه به اینکه داده‌ها به صورت برخط انتقال می‌یابند، استفاده از شبکه اینترنتی یا مخابراتی مناسب و پایدار امری ضروری است. در یک نظام هوشمند، استفاده از مقاله‌نامه<sup>۱</sup> های مناسب بسیار ضرورت دارد. محدودیت شبکه‌های بی‌سیم در گردآوری و انتقال داده به ایستگاه پایه، از دست دادن داده و تأخیر در ارسال آن، از محدودیت‌های یک نظام هوشمند کشاورزی است (چیدامباراناتان و دیگران، ۲۰۱۸).



شکل ۳. انتقال داده به منبع ذخیره

## ذخیره‌سازی داده‌ها

به‌طور معمول، داده‌ها بر روی انواع حافظه‌های اصلی و جانبی ذخیره می‌شوند. این حافظه‌ها معمولاً ظرفیت محدودی دارند و ذخیره داده‌های فراوان بر روی آن‌ها دشوار است. از سوی

دیگر، سرعت انتقال داده‌ها نیز محدودیت دارد. در چند سال اخیر فناوری رایانش ابری، به‌عنوان رویکردی جدید در انجام خدمات پردازش وبی، به خدمت هوشمندسازی درآمده و توسعه این فناوری را سرعت بیشتری بخشیده است (باقری، ۱۳۹۸).



شکل ۴. ذخیره‌سازی داده‌ها

### واحد تحلیل اطلاعات و تصمیم‌سازی

در یک نظام هوشمند، پس از گردآوری و ذخیره‌سازی داده‌ها، فرآیند تحلیل داده و تصمیم‌سازی آغاز می‌شود. این بخش در واقع بخش اصلی و نرم‌افزاری نظام‌های هوشمند است که معمولاً با استفاده از روش‌های مختلف هوش مصنوعی انجام می‌شود. سامانه اطلاعات جغرافیایی با دریافت لایه‌های مختلف اطلاعاتی، شامل داده‌های مکانی و توصیفی و تحلیل

آن‌ها، می‌تواند در کشاورزی هوشمند استفاده شود. همچنین، متخصصین از روش‌های هوش مصنوعی مانند شبکه عصبی مصنوعی، منطق فازی، داده کاوی و غیره در این بخش استفاده می‌کنند. با توجه به حجم زیاد داده‌هایی که انواع حسگرهای به کار گرفته شده در مزرعه، و در فرآیند هوشمندسازی مزارع، تولید و مبادله می‌کنند، تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها امری ضروری است (باقری، ۱۳۹۸).



شکل ۵. واحد تحلیل اطلاعات و تصمیم‌سازی

### رابط کاربری / عملگر

در گام نهایی و پس از تجزیه و تحلیل داده‌ها، باید تصمیم‌های اخذ شده از یک نظام هوشمند به کشاورز/ بهره‌بردار منتقل شده و بر روی هدف مورد نظر اعمال شوند. این فرآیند می‌تواند

با ارسال پیامک به تلفن همراه مخاطب، ارتباط با استفاده از نرم‌افزاری کاربردی یا صفحه‌ای وبی انجام شود. برنامه‌های کاربردی بر روی تلفن همراه مخاطب نصب شده و اطلاعات لازم در هر لحظه به شالی کار مخابره می‌شود (باقری، ۱۳۹۸).



شکل ۶. دریافت اطلاعات از سوی شالی کار



جهانی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۸). ماشین‌آلات هوشمند بدون سرنشین و با قابلیت کنترل از راه دور، می‌توانند همه عملیات کشاورزی را انجام دهند (باقری، ۱۳۹۸). این فناوری‌ها، در مصرف بیش از حد آب، آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها صرفه‌جویی کرده و حاصلخیزی خاک را حفظ می‌کنند. همچنین، به استفاده بهینه از نیروی انسانی، افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت محصولات تولیدی کمک می‌کنند (تالوویا<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۲۰).



شکل ۷. ماشین‌آلات هوشمند در شالی کاری

از تشخیص بیماری و علف‌های هرز و با استفاده از نظام خبره آموزش، می‌توان به صورت خودکار اقدامات مناسب را بر روی منطقه آلوده اعمال کرد (بالرام و کومار<sup>۹</sup>، ۲۰۱۸).

**برخی کاربردهای هوشمندسازی در نظام شالیزاری**  
کشاورزی هوشمند گستره وسیعی از خدمات را در نظام شالیزاری ارائه می‌دهد. برخی از کاربردهای کشاورزی هوشمند در نظام شالیزاری عبارت‌اند از:  
ماشین‌آلات هوشمند

تقریباً ۵۰۰ میلیون کشاورز خرده‌پا حدود ۸۰ درصد غذای جهان را تولید می‌کنند. مکانیزه نکردن مناسب در مزارع باعث کاهش بهره‌وری کشاورزی می‌شود (کاوشرگر فرصت‌های

**مدیریت هوشمند بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز شالیزارها**  
یک نظام هوشمند مدیریت بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز، در تصویربرداری مداوم از سطح محصول و برگ‌های آن، تشخیص بروز علائم بیماری بر روی برگ و نیز در شناسایی علف‌های هرز مزرعه دقت بالایی دارد (روسل<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). علائم برخی بیماری‌های قابل شناسایی در مزارع برنج عبارت‌اند از بلایت باکتریایی<sup>۴</sup>، بلاست<sup>۵</sup>، لکه قهوه‌ای<sup>۶</sup>، تونگرو<sup>۷</sup> و غیره (ستی<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). در این نظام، تصاویر پیوسته به پایگاه داده منتقل و در آنجا تجزیه و تحلیل می‌شوند. نتایج تحلیل پایگاه داده با نتایج پایگاه دانش موجود مقایسه می‌شوند. در صورت تشخیص علائم بیماری و یا شناسایی علف‌های هرز، اطلاعات به صورت برخط به شالی کار منتقل و هشدارهای لازم ارسال خواهد شد. پس از آن، روش‌های مبارزه فعال می‌شود. پس

1. Global Opportunity Explorer
2. Talaviya
3. Rosle
4. Bacterial blight
5. Blast
6. Brown spot
7. Tungro
8. Sethy
9. Balram & Kumar



شکل ۸. مدیریت هوشمند بیماری‌ها و علف‌های هرز

۲۰۲۰). یکی از روش‌ها، استفاده از تصاویر هوایی پهپادهای مجهز به حسگر چندطیفی برای تخمین میزان نیتروژن گیاهی در فاز رویشی محصولات برنج است (وانگ<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۲۲؛ کلورادو و همکاران، ۲۰۲۰). حسگرهای سوارشده بر پهپادها، با قابلیت‌های کاربردی و انعطاف‌پذیری زیاد، می‌توانند به‌عنوان ابزار سنجش امیدوارکننده‌ای برای تخمین وضعیت نیتروژن محصول عمل کنند (لی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۸)

#### تخمین وضعیت نیتروژن گیاه

نیتروژن برگ مستقیماً با تولید سبزینه<sup>۱</sup> ارتباط دارد و بر رشد و عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. کشاورزان ممکن است از دستگاه‌های پیشرفته تجزیه و تحلیل گیاه خاک برای محاسبه میزان سبزینه موجود در گیاهان استفاده کنند. با این حال، استفاده از روش یادشده در فرآیند نظارت بر محصولات کشاورزی در مقیاس بزرگ بسیار وقت‌گیر و دشوار است (کلورادو<sup>۲</sup> و همکاران،



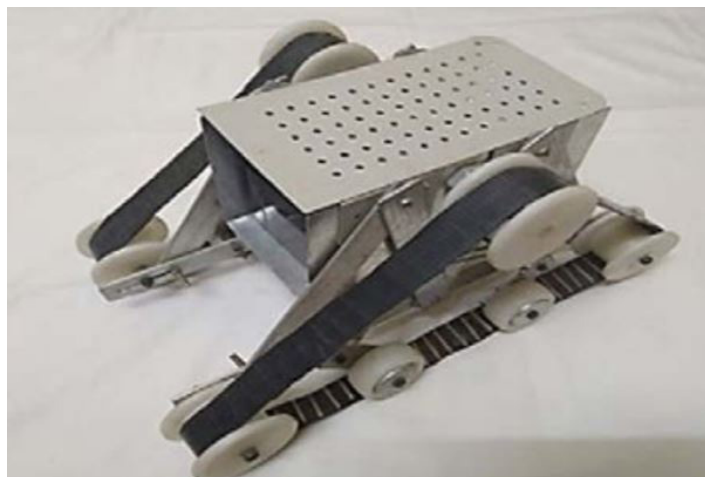
شکل ۹. پهپاد مجهز به حسگرهای چندطیفی

1. Colorophyl  
2. Colorado  
3. Wang  
4. Li

## آبیاری هوشمند در شالیزارها

شالی کاران استان‌های شمالی کشور هر ساله با بحران کم‌آبی و خشک‌سالی دست‌وپنجه نرم می‌کنند. میزان آب مصرفی در مزارع شالیزاری بسیار زیاد است و آبیاری هوشمند شالیزارها، گام بلندی برای کاهش مصرف آب در این مزارع است (خبرگزاری جمهوری اسلامی، ۱۴۰۰). در حال حاضر، در شالیزارهای کشور آبیاری غرقابی معمول است. اما با کمک حسگرها می‌توان آبیاری را هوشمند برنامه‌ریزی کرد. با استفاده از حسگرهای خاک و سنجش میزان دما و رطوبت خاک، میزان نیاز آبی هر مزرعه مشخص می‌شود. همچنین، با ردگیری مداوم داده‌های دریافتی از حسگرها، تنها در زمان مورد نیاز و به میزان لازم آبیاری

می‌شود. استفاده از نظام‌های آبیاری هوشمند، میزان مصرف آب را تا ۳۰ درصد کاهش می‌دهند (باقری، ۱۳۹۸). نظام آبیاری هوشمند تجهیزاتی دارد که در زمان بارش باران، فعالیت نظام آبیاری را قطع می‌کند. نظارت بر شرایط آب و هوایی محلی و سطح رطوبت زمین از توانایی‌های آبیاری هوشمند است. در واقع، در نظام‌های آبیاری هوشمند، با توجه به نیاز واقعی گیاه و به شکلی خودکار فواصل آبیاری تنظیم می‌شود (ربیع‌زاده، ۱۳۹۹). دستگاه زمینی بدون سرنشین<sup>۱</sup> یک ابزار حامل حسگرها برای گردآوری داده‌های حسگر (سطح آب، آب باران، رطوبت، دما، شدت نور) است که در مزارع برنج استفاده می‌شود (سری‌نیواس و جی<sup>۲</sup>، ۲۰۲۱).



شکل ۱۰. یک مدل از دستگاه زمینی بدون سرنشین (سری‌نیواس و جی، ۲۰۲۱)

## مزایا، چالش‌ها و محدودیت‌های کشت هوشمند برنج

- مهم‌ترین مزایای کشت هوشمند برنج عبارت‌اند از:
- استفاده حداقلی از منابع مانند آب، کود، بذر و غیره، و در عین حال تولید محصول بیشتر؛
  - بهبود گردآوری داده‌ها و کمک به نظارت بی‌سیم مزرعه؛
  - افزایش ایمنی کشاورزان و کارگران کشاورزی به دلیل مشارکت محدودتر آن‌ها در فعالیت‌های مزرعه‌ای؛
  - مقرون‌به‌صرفه بودن تولید؛
  - تولید محصول با کیفیت بالا.
- در کنار مزایایی که هوشمندسازی نظام شالیزاری می‌تواند

برای شالی کاران به ارمغان آورد، منافی را نیز برای دولت‌ها به دنبال خواهد داشت. توسعه فناوری در همه بخش‌ها از جمله کشاورزی و تأثیرات شگرف آن در بازدهی تولید، دولت‌ها را در استفاده از این فناوری و ابزارها ترغیب خواهد کرد. مزایایی که در ترغیب دولت‌ها به استفاده از فناوری‌های هوشمندسازی در صنعت کشاورزی نقش بسزایی دارند به شرح زیر است: (گرامی‌طیبی، ۱۳۹۶):

- کاهش قیمت تمام‌شده نهاده‌ها؛

1. Unmanned Ground Vehicle (UGV)

2. Srinivas & J



فراوان اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی استفاده از نظام‌های هوشمند در مدیریت مزرعه، برخی چالش‌ها و محدودیت‌ها روند استفاده از فناوری‌های هوشمند را کند می‌کنند. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، نبود دسترسی به زیرساخت‌های ارتباطی اینترنت و سرعت پایین شبکه اینترنت در مناطق روستایی است. از این رو پیشنهاد می‌شود، برای توسعه هوشمندسازی مزارع برنج و بهره‌مندی از مزایای آن، وزارت جهاد کشاورزی و وزارت ارتباطات برای تقویت زیرساخت‌های شبکه اینترنت در مناطق روستایی تفاهم‌نامه‌هایی را تنظیم و اقدامات لازم را انجام دهند. به‌دلیل به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته و با دقت بالا، کسب مهارت‌های فنی شالی‌کاران در استفاده از تجهیزات کشاورزی هوشمند امری ضروری است. لذا، برای آموزش و هدایت جوانان علاقه‌مند به فعالیت در این حوزه نوین کشاورزی، ضروری است تا مراکز آموزش عالی علمی - کاربردی کشاورزی برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهند و با تدوین پودمان‌های آموزشی هوشمندسازی مزارع برنج، نیروهای فنی لازم برای رشد و توسعه هوشمندسازی مزارع برنج را تامین کنند.

### منابع

- باقری، ن. (۱۳۹۸). فناوری اطلاعات بستر ساز توسعه کشاورزی هوشمند. *مجله ترویجی علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی* ۲(۱). ص. ۴۹-۳۵.
- خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران. (۱۴۰۰). نخستین مزرعه هوشمندسازی نظام شالیزاری کشور. قابل دسترسی در: <https://b2n.ir/k03161>
- ربیع‌زاده، ع. (۱۳۹۹). مزرعه هوشمند چیست؟ مروری بر نسل آینده مزارع در عصر تکنولوژی. قابل دسترسی در: <https://b2n.ir/g47792>.
- علوی، س. ا. (۱۳۹۷). مهندسی بی‌نهایت: کشاورزی هوشمند و تغذیه پایدار. قابل دسترسی در: <https://www.zoomit.ir/fundamental-science/284663smart-farm-sustainable-food-supply/>
- گرامی‌طیپی، م. (۱۳۹۶). مزارع و کشاورزی آینده: کوچک و هوشمند. قابل دسترسی در: <https://b2n.ir/r54728>
- مؤمنی هلالی، ه. و مهدوی‌ماشکی، ک. (۱۴۰۰). نقدی بر فناوری‌های معرفی شده در نظام شالیزاری. *مجله ترویجی شالیزار* ۳(۱). ص. ۲۲-۱۶.
- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری. (۱۳۹۹). اجرای طرح هوشمندسازی پایش مزارع برنج. قابل دسترسی در: <https://b2n.ir/f65134>

- افزایش صادرات به دلیل افزایش تولید؛
  - کاهش نگرانی‌های ناشی از هدررفت منابع آبی در نظام کشاورزی؛
  - رونق کشاورزی و کاهش سیر صعودی مهاجرت به شهرها؛
  - حفظ منابع زیست‌محیطی.
- علی‌رغم مزایای فراوان، کشت هوشمند، همانند همه فناوری‌های نوظهور، با چالش‌ها و محدودیت‌هایی همراه است. مهم‌ترین چالش‌ها / محدودیت‌های کشت هوشمند برنج به شرح زیر است:
- در کشت هوشمند برنج باید به اینترنت پایدار و با سرعت مناسب دسترسی داشت. در بخش روستایی و اکثر مناطق کشور اینترنت مناسب وجود ندارد؛
  - لازمه کشاورزی هوشمند، استفاده از فناوری‌های پیشرفته‌ای است که به مهارت و دقت فنی لازم نیاز دارد. لذا، تجهیزات مبتنی بر کشت هوشمند برنج، شالی‌کاران را به درک و یادگیری استفاده از فناوری ملزم می‌کند.

### جمع‌بندی

جهان برای بقا به کشاورزی وابسته است. با توجه به افزایش جمعیت جهان و نیاز به تأمین امنیت غذایی در مناطق مختلف، تقاضا برای تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه برنج، افزایش یافته است. با پیشرفت فناوری، روش‌های نوین کشاورزی به تدریج جایگزین برخی از روش‌های سنتی می‌شوند. یکی از این روش‌ها، کشاورزی در مزارع هوشمند است. کشاورزی هوشمند مفهومی نوظهور است که به مدیریت مزارع (مزارع برنج) با استفاده از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا، تجهیزات رباتیک، پهپادها و هوش مصنوعی برای افزایش کمیت و کیفیت محصولات و استفاده بهینه نیروی انسانی موردنیاز برای تولید اشاره دارد. مدیریت مزرعه با استفاده از فناوری‌های هوشمند، کشاورزی را رونق داده و به مهاجرت معکوس به روستاها کمک می‌کند. همچنین، منابع زیست‌محیطی را حفظ می‌کند. علی‌رغم مزایای

- Alfred, R., Obit, J. H., Chin, C. P., Haviluddin, H. & Lim, Y. (2021). Towards paddy rice smart farming: a review on big data, machine learning, and rice production tasks. *IEEE Access*, 9: 50358- 50380.
- Balram, G. & Kumar, K. K. (2018). Smart farming: disease detection in crops. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(2/7):33-36.
- Chidambaranathan, C. M., Hand, S.S. & Ramanamurthy, M. V. (2018). Development of smart farming -a detailed study. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.4): 56-58.
- Colorado, J. D., Cera-Bornacelli, N., Caldas, J. S., Petro, E., Rebolledo, M.,C., Cuellar, D., Calderon, F., Mondragon, I. F. & Jaramillo-Botero, A. (2020). Estimation of Nitrogen in Rice Crops from UAV-Captured Images. *Remote Sensing*, 12: 3396.
- Fantun, X. & Kezhi, Q. (1999). Intelligent systems and its application in agriculture. *IFAC Proceedings Volumes*, 32(2): 5597-5602.
- Global Opportunity Explorer (2018). Smart and affordable tractors for smallholder farmers. Available at: <https://goexplorer.org/smart-and-affordable-tractors-for-smallholder-farmers/>.
- Li, S., Ding, X., Kuang, Q., Ata-UI-Karim, S. T., Cheng, T., Liu, X., Tian, Y., Zhu, Y., Cao, W. & Cao, Q. (2018). Potential of UAV-Based Active Sensing for Monitoring Rice Leaf Nitrogen Status. *Frontiers in Plant Science*, 9:1834.
- O'Gradya, M. J. & O'Hare, G. M. P. (2017). Modelling the smart farm. *Information Processing in Agriculture*, 4(3): 179-187.
- Rosle, R., Che'Ya, N. N., Ang, Y., Rahmat, F., Wayayok, A., Berahim, Z., Ilahi, W. F. F., Ismail, M. R. & Omar, M. H. (2021). Weed detection in rice fields using remote sensing technique: a review. *Applied Sciences*, 11: 10701.
- Sethy, P. K., Behera, S. K., Kannan, N., Narayanan, S. & Pandey, C. (2021). Smart paddy field monitoring system using deep learning and IoT. *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 29(1): 16-24.
- Srinivas, A. & J, S. (2021). Smart Irrigation and Precision Farming of Paddy Field using Unmanned Ground Vehicle and Internet of Things System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, 12(12): 407-414.
- Talaviya, T., Shah, D., Patel, N., Yagnik, H. & Shah, M. (2020). Implementation of Artificial Intelligence in Agriculture for Optimisation of Irrigation and Application of Pesticides and Herbicides. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 4: 58-73.
- United Nations (2019). Growing at a slower pace, world population is expected to reach 9.7 billion in 2050 and could peak at nearly 11 billion around 2100. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Available at: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2019.html>.
- Wang, Y. P., Chang, Y. C. & Shen, Y. (2022). Estimation of Nitrogen Status of Paddy Rice at Vegetative Phase Using Unmanned Aerial Vehicle based Multispectral Imagery. *Precision Agriculture*, 23: 1-17.
- Young, W. & Tilley, F. (2006). Can businesses move beyond efficiency? The shift toward effectiveness and equity in the corporate sustainability debate. *Business Strategy and the Environment*, 15: 402-415.

## Towards Smart Rice Cultivation

**Jamileh Aliloo<sup>1</sup>, Hadi Moumeni helali<sup>2\*</sup>**

1-, *Ph.D. Student, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.*

2-*Ph.D., Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email.*

### Abstract

The agricultural sector will not be able to provide the food needed by the population in 2050. On the other hand, the waste of manufactured products double this challenge. Therefore, one of the most important strategies for food security and prevention of waste of agricultural resources and inputs is smart farming. Smart farming is based on data collection, data transfer and storage in remote storage systems, and by analyzing and combining information, enables decision-making in the shortest possible time. Examples of technologies used in the paddy system include the use of smart machinery in paddy fields, smart management of plant diseases and weeds in paddy fields, and smart paddy irrigation. Smart farming increases the quantity and quality of products while optimizing the production and optimal use of manpower. Farm management uses smart technologies to boost agriculture and help reverse migration to rural areas. It also preserves environmental resources. Despite the many advantages of smart systems in farm management, there are two major challenges, including lack of access to a suitable Internet network in rural areas and the need for high skill and accuracy of the operators in smart farming. Necessary solutions have been provided too.

**Keywords:** Food Security, Information and Communication Technology, Smartisation, Paddy Field, Rice.

---

\* Corresponding author: hadi\_moumeni@yahoo.com