بررسی نقش پهپاد در کشاورزی دقیق با رویکرد سنجش از دور

مهرداد بابایی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم،
گرایش فناوری پس از برداشت، دانشگاه تهران

babaei_hs@ut.ac.ir

چکیده

روش‌های کشاورزی نوین به سرعت در حال تکامل است و یکی از فناوری‌های شگفت‌آور و نوظهور، استفاده از پهپادها در کشاورزی دقیق است. پهپادهای کشاورزی وسایل پرنده بدون‌سرنشینی هستند که قادرند با هزینه پایین و در هر زمان، اطلاعات محصولات را جمع‌آوری نمایند و یا در امور سم‌پاشی و کاشت به‌کار گرفته شوند. در این مطالعه، با هدف معرفی پتانسیل کاربردی پهپادها در کشاورزی، نقش پهپادها در کشاورزی دقیق با رویکرد سنجش از دور مورد بررسی قرار گرفته است. پهپادها امکان تصویربرداری با وضوح بالا و تصویربرداری زنده را روی زمین‌های کشاورزی فراهم می‌کنند و به کشاورزان کمک می‌کنند با صرف زمان و هزینه کمتر، اطلاعات موردنیاز خود را کسب نمایند و اقدامات لازم را انجام دهند.

مقدمه

اگرچه امروزه تمام علوم در حال توسعه روزافزون هستند ولی هنوز تأمین غذای بشر یکی از دغدغه‌های اصلی سردمداران جهان است. متأسفانه آمار تولیدات محصولات‌کشاورزی رابطه‌ای معکوس با ازدیاد جمعیت در دنیا دارد. بالا بودن هزینه‌های تولید و کمبود محصولات کشاورزی و مواد غذایی بسیار نگران‌کننده است. هشدارهای پی‌درپی سازمان خواربار جهانی[1] (FAO) در سال‌های اخیر نیز این مطلب را تصدیق می‌کند (فرشاد و فرزانه، ۱۳۹۶).

نیاز به غذا و امنیت غذایی و اهمیت آن‌ها از چالش‌های عصر حاضر و آینده هستند که صنعت کشاورزی را به سمت افزایش عملکرد در واحد سطح سوق داده‌اند. از طرفی کمبود آب و تلاش برای حفظ محیط زیست و منابع انرژی، متخصصان علوم کشاورزی را بر آن داشته تا با ایجاد شیوه‌های نوین، به‌دنبال کاهش مصرف نهادهها و افزایش عملکرد و در نهایت بالا بردن بازده اقتصادی باشند. برای دست‌یابی به این اهداف کشاورزی دقیق[2] برای کاربرد ابزار و ماشین‌ها در عملیات کشاورزی پا به عرصه نهاده‌است (مخلص آبادی فراهانی و همکاران، ۱۳۹۲).

کشاورزی دقیق یک اصل مدیریتی و یک فناوری است که به آن کشاورزی خاص مکانی نیز می‌گویند. این روش مناطق کوچک در مزرعه را مدیریت می‌کند؛ تغییرات را در مزرعه تشخیص داده و کوشش دارد میزان نهاده‌ها و انواع آن‌ها را با نیازهای واقعی محصولاتی که در مناطق کوچک‌تر زمین قرار دارند، تطبیق دهد (بردبار و حسینی، ۱۳۸۹). کشاورزی دقیق شامل مجموعه اقداماتی از قبیل آبیاری، کوددهی، بذرپاشی، سمپاشی و علف‌کشی در زمان و مکان مناسب است که موجب افزایش بهره‌وری و سودآوری محصولات کشاورزی می‌شود (صیدی‌پور و همکاران، ۱۳۹۷).

هدف کشاورزی دقیق، جمع‌آوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل آن‌ها بر روی خاک، وضعیت محصول و مزرعه است. کشاورزان می‌توانند به‌وسیله سیستم کشاورزی دقیق، تغییرات و مشکلات داخل مزارع را شناسایی نموده و سپس در جهت رفع مشکلات و افزایش بهره‌وری گام بردارند (غلامرضا و صادقیان، ۱۳۹۵).

امروزه با پیشرفت فناوری، اتوماسیون امور در صنعت کشاورزی نیز درحال رشد است. استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های جدید، علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری، به حفظ منابع طبیعی نیز کمک می‌کند. از جمله فناوری‌های کاربردی در کشاورزی که می‌تواند به‌طور وسیع در همه مراحل کاشت، داشت و برداشت به کار گرفته‌شود، رویکرد سنجش از راه دور است. در سال‌های اخیر، استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در مطالعات کشاورزی و تهیه نقشه‌های موضوعی گسترش فراوانی پیدا کرده است. پیش‌بینی میزان محصول، تعیین وضعیت مزرعه، مشخص کردن مناطق آلوده به علف‌های هرز، بیماری‌ها و کمبودهای غذایی و تعیین سطح نورخواست رنگ‌دانه‌ها (ایجاد و تشکیل مواد آلی در گیاهان به کمک روشنایی) از جمله کاربردهای سنجش از دور در پیشبرد کشاورزی دقیق می‌باشند (غلامرضا و صادقیان، ۱۳۹۵).

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations
2. Precision Agriculture

پهپادها

هواپیمای بدون سرنشین به اشیای پرنده‌ی هدایت‌پذیر از راه دور[3] (RPV) گفته می‌شود. هواپیماهای بدون سرنشین در ایران به «پهپاد» شهرت دارند که از حروف اول «پرنده هدایت پذیر از راه دور» گرفته شده است. پرنده‌های بدون سرنشین هدایت‌پذیر از راه دور که امروزه در بسیاری از علوم به‌کار گرفته شده‌اند، چندسالی است وارد علوم نقشه‌برداری و کشاورزی نیز شده‌اند (غلامرضا و صادقیان، ۱۳۹۵).

اجزای اصلی یک پهپاد عبارتند از: بدنه، موتور و محموله. بدنه یک پهپاد باید علاوه بر دارا بودن شرایط مناسب آیرودینامیکی، طوری طراحی شود که بتواند سامانه‌های ارتباطی، جنگ‌افزارها، اشخاص و محموله‌ها و کلیه لوازم مرتبط با مأموریت محوله‌اش را در خود جای دهد و همچنین با شرایط جوی منطقه مأموریت سازگار باشد. پهپادها نیاز به نوع خاصی از موتورها دارند. منظور از محموله‌های پهپاد در واقع تجهیزات و اجزای اضافی است که همراه پرنده برای انجام مأموریت خاصی فرستاده می‌شود. (رئیسی، ۱۳۹۵).

پهپادهای امروزی می‌توانند امکانات فناوری تصویربرداری هوایی و ماهواره‌ای را با قیمتی بسیار ارزان‌تر و با وضوح و کیفیتی بسیار بالاتر برای مصارف مختلف فراهم کنند، به‌گونه‌ای که در اکثر کشورهای پیشرفته به یک ابزار بسیار مفید، ارزان‌قیمت، سریع، کم‌خطر و کارآمد تبدیل شده‌اند (نصیری اردکانی و همکاران، ۱۳۹۲).

3. Remotely Piloted Vehicle

پهپادها در صنعت کشاورزی

در دهه گذشته، توسعه هواپیماهای بدون سرنشین و در ابعاد کوچک، معروف به پَهپاد[4] (UAV) ، یک راه‌حل جدید برای مدیریت و نظارت بر محصولات زراعی ارائه داده که قادر به تهیه به‌موقع تصاویر با وضوح بالا است، به خصوص در مواقعی که نیاز به نظارت بر منطقه کوچکی باشد (اونال و توپاکچی، ۲۰۱۵).

پهپادهای کشاورزی انواع مختلفی دارند. معمولاً پهپادهای بال ثابت و مولتی‌روتورها در کشاورزی کاربرد دارند و هر کدام از این دو نوع پهپاد دارای مزایا و محدودیت‌های خاص خود هستند.

مولتی‌روتورها:

این نوع پهپادها قادر به حفظ موقعیت پایدار هستند و کنترل آن‌ها آسان است، اما از جنبه استقامت محدودیت دارند. پهپادهای مولتی روتور از یک بدنه اصلی و چندین موتور ساخته شده‌اند که معمولاً دارای چهار موتور (کوادکوپتر) یا شش موتور (هگزاکوپتر) و یا هشت موتور (اکتاکوپتر) هستند.

بال ثابت[5]:

این نوع پهپاد شبیه به یک هواپیما است. مشکل آن، عدم شناور بودن در آسمان و کنترل سخت است، اما قادر به پوشش مناطق و فاصله‌های زیاد می‌باشد. پهپادهای بال ثابت دارای طراحی ساده‌تر هستند و به همین دلیل کم‌تر نیاز به تعمیر و نگهداری دارند و همچنین دارای خاصیت آیرودینامیکی بهتری نسبت به مولتی‌روتورها هستند، بنابراین می‌توانند سریع‌تر و طولانی‌مدت پرواز کنند.

علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند بارهای سنگین‌تر را با استفاده از قدرت کم‌تر حمل کنند. برخواستن و فرود این نوع پهپادها کمی پیچیده است. به طور کلی برای مزارع و باغ‌های کوچک استفاده از مولتی‌روتورها و برای مزارع و باغ‌های بزرگ پهپادهای بال ثابت توصیه می‌شود (توکلی، ۱۳۹۷).

4. Unmanned Aerial Vehicle
5. Fixed wing

پرواز در ارتفاع پایین و مانورپذیری بسیار بالای پهپادها به خصوص نمونه‌های عمودپرواز باعث می‌گردد تصاویری که آن‌ها از سطح زمین برداشت می‌کنند، وضوح بسیار بالایی داشته و این میزان از توان تفکیک، امکان ثبت پدیده‌های متنوعی از جمله تشخیص آفات و علف‌های هرز، تعیین سطح زیر کشت محصولات مختلف، پایش اراضی و جلوگیری از تخریب آن‌ها و ارزیابی خسارات به مزارع و باغات در سوانح غیرمترقبه را در فرایند آنالیز تصاویر به‌وجود می‌آورد (توکلی، ۱۳۹۷).

از گذشته تا به امروز پهپادهای گوناگون برای مصارف مختلف در کشاورزی به کار گرفته شده‌اند که از جمله می‌توان به پهپاد غیرنظامی شرکت یاماها که برای استفاده در برنامه‌های کاربردی کشاورزی مانند کنترل آفات و حشرات در شالیزارهای برنج، سویا و گندم طراحی شد. اولین سیستم سم‌پاشی هوایی با کنترل از راه دور[6] (RCASS) و به دنبال آن بالگرد R۵۰ با ظرفیت حمل بار ۲۰ کیلوگرم و یک سیستم لیزری برای تعیین ارتفاع می‌باشد. همچنین می‌توان به بالگردهای شرکت خدمات بالگرد یانمار، اوساکای ژاپن برای ساخت بالگردهای KG-AYH۳,۱۳۵ و YH۳۰۰ برای سم‌پاشی آفت‌کش‌ها بر روی مزارع محصول با ظرفیت حمل بار تا ۲۲/۷ کیلوگرم و سقف پروازی ۱۵۰۰ متر و نیز مداومت پرواز پنج ساعت اشاره کرد (غلامرضا و صادقیان، ۱۳۹۵).

استفاده از پهپادها برای تصویربرداری از مزارع و نواحی کوچک تا متوسط بسیار مناسب بوده و به‌طور کلی می‌توانند در موارد زیر مورد استفاده قرار گیرد:

۱) برای تشخیص تنش و بیماری در گیاهان و نمایی از خسارت ناشی از آفات گیاهی

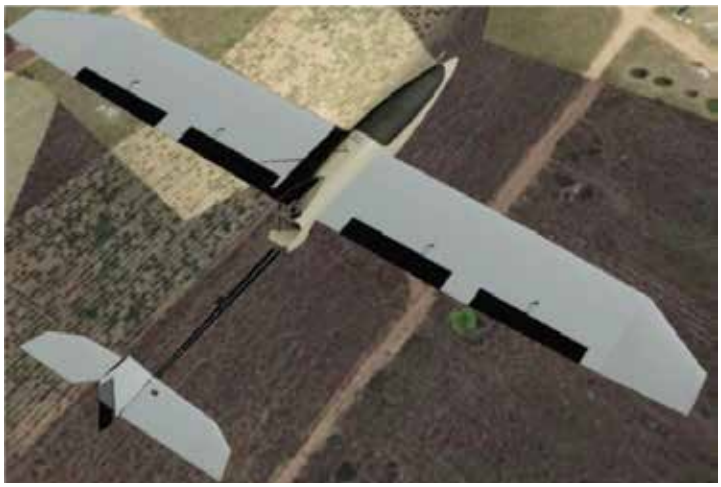
۲) تصاویر خاک‌های بدون پوشش اگر در زمان مناسب برداشت شود، برای تشخیص نوع خاک کارساز می‌باشد.

۳) عکس‌های هوایی پیوسته و چندلایه می‌توانند برای تشخیص مسائل و مشکلات آبیاری و زهکشی مورد استفاده قرار گیرد.

۴) برای بعضی از محصولات، این امکان وجود دارد تا با تهیه عکس‌هایی با وضوح بالا و پردازش آن‌ها، تخمین خوبی از میزان تولید و ارزیابی عملکرد داشته باشیم (ریاضی و همکاران، ۱۳۹۳).

استفاناکیس[7] در سال ۲۰۱۳ برای پرورش محصولات متنوع جهت تعیین شاخص‌های رشد، توسعه، محصول‌دهی و هم‌چنین فراهم کردن اطلاعات جامع، یک بستر هوایی سنجش از راه دور کامل خودکار ساخت. سیستم هوایی بدون سرنشین حامل سنسورها و دوربین‌هایی بود که در منطقه موردنظر پرواز و داده‌های برنامه‌ریزی شده را به صورت آنی جمع‌آوری و ارسال می‌کرد. داده‌های جمع‌آوری شده عبارت بودند از پوشش زمین، موقعیت جغرافیایی، داده‌های آب و هوایی، داده‌های ژئومورفولوژیکی، قسمت‌های تصحیح شده و داده‌های کیفی، پوشش زیست‌توده و سایر پارامترهایی که از طریق روال‌های محاسباتی GIS (سیستم اطلاعات جغرافیایی) به سامانه معرفی شده‌اند. تصویر پهپاد ساخته شده در تصویر بعد نشان داده شده است. این پهپاد توسعه‌یافته به عنوان بستر سنجش از دور برای کشاورزی دقیق مورد آزمایش قرار گرفته است. پهپاد حین پرواز بر فراز منطقه مورد مطالعه، اطلاعاتی از زمین‌های زراعی، میزان تولید محصول و زیست توده فعلی را جمع‌آوری می‌کند. گیاهان تحت‌فشار و مناطق کم‌آب یا فاقد خاک حاصلخیز را به صورت زنده از طریق فرآیندهای محاسباتی مشخص می‌کند (اونال و توپاکچی، ۲۰۱۵).

6. Remote-Controlled Aerial Spraying System
7. Stephanakis



طـی گزارشـی کـه از سـوی انجمـن بین‌المللـی وسـایل نقلیـه بـدون سرنشـین منتشـر شـده، پیش‌بینـی می‌شـود کـه قانونـی شـدن هواپیماهـای بـدون سرنشـین تجـاری در سـال هـای ۲۰۱۵ تـا ۲۰۲۵ بیـش از ۷۰ میلیـارد یـورو رشـد اقتصـادی (هم‌چـون درآمـد و ایجـاد شـغل) ایجـاد خواهـد کـرد و کشـاورزی دقیـق سـهم بالایـی را در ایـن رشـد اقتصـادی خواهـد داشـت (فرشـاد و فرزانـه، ۱۳۹۶).

نتیجه‌گیری

نتایـج تحقیقـات انجـام شـده کـه در ایـن مطالعـه بررسـی شـده‌اند نشـان‌دهنده توانایـی پرنده‌هـای بـدون سرنشـین (پهپادهـا) در گـردآوری داده‌هـای لازم در خصـوص آبیـاری، کوددهـی، بذرپاشـی، سمپاشـی، علف‌کشـی، ارزیابـی و ... جهـت اسـتفاده در کشـاورزی دقیـق می‌باشـند. پهپادهـای کشـاورزی ظرفیـت بی‌نظیـری بـرای تجزیـه و تحلیـل داده‌هـا در اختیـار کشـاورزان قـرار می‌دهنـد.

نیـاز بـه نیـروی انسـانی کمتـر، افزایـش سـرعت عمـل، افزایـش دقـت، افزایـش بازدهـی، صرفه‌جویـی در هزینه‌هـا، افزایـش بهـره‌وری و عملکـرد، صرفه‌جویـی در مصـرف آب، افزایـش امنیـت غذایـی و نداشـتن تاثیـرات زیسـت محیطـی همگـی از مزیت‌هـای اسـتفاده از پهپادهـای کشـاورزی هسـتند.

منابع و مآخذ

- اونـال، ایلکـر و توپاکچـی، محمـد (۲۰۱۵). مـروری بـر مـوارد اسـتفاده از هواپیمـای بـدون سرنشـین در کشـاورزی دقیـق، دانشـگاه آکدنیـز، دانشـکده فنـی و حرفـه‌ای علـوم فنـی، گـروه ماشـین آلات کشـاورزی، دانشـکده کشـاورزی، آنتالیـا ـ ترکیـه.
- بردبـار، مرضیـه و حسـینی، سـیدمحمود (۱۳۸۹). بررسـی مناسـب بودن اسـتفاده از فناوری کشـاورزی دقیـق در اسـتان فـارس از دیـدگاه کارشناسـان کشـاورزی، مجلـه پژوهش‌هـای ترویـج و آمـوزش کشـاورزی، سـال سـوم، شـماره ۲، صـص ۱۰-۱.
- توکلـی، حمیـد (۱۳۹۷). نقـش پهپادهـا در کشـاورزی، کنفرانـس ملـی فناوری‌هـا و کاربردهـای نویـن ژئوماتیـک، دانشـگاه تبریـز، تبریـز.

- ریاضی، قدرت‌الله؛ شیردره، ایمان و ریضی، علیرضا (۱۳۹۳). نقش پرنده‌های بدون سرنشین مجهز به حسگرهای سنجش از دور در کشاورزی دقیق، اولین همایش ملی فناوری‌های نوین برداشت و پس از برداشت محصولات کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد مقدس.
- رئیسی، الناز (۱۳۹۵). گذری بر تاریخ پهپادها، فصلنامه علمی فرهنگی انجمن علمی هوافضا، شماره ۱، صص ۶-۵.
- صیدی‌پور، عرفان، صمدزادگان، فرهاد، دادرس جوان، فرزانه و عسکری، امید (۱۳۹۷). تشخیص بیماری زوال مرکبات با استفاده از سامانه بدون سرنشین هوایی مجهز به دوربین چندطیفی، نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، سال ششم، شماره ۳، صص ۴۹-۳۱.
- غلامرضا، علی و صادقیان، سعید (۱۳۹۵). بررسی نقش پهپاد در کشاورزی دقیق با رویکرد سنجش از دور، کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و منظر شهری، ترکیه -دانشگاه استانبول، دبیرخانه دائمی همایش، دانشگاه استانبول.
- فرشاد، عباس و فرزانه، علی (۱۳۹۶). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی و کاربرد آنها در منابع طبیعی، کشاورزی و محیط زیست، انجمن آبخیزداری ایران، چاپ دوم.
- مخلص آبادی فراهانی، مرتضی؛ سواری، مسلم و مطیعی، ناصر (۱۳۹۲). کشاورزی دقیق، چشم انداز نوین در کشاورزی جهان، اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط زیست و و انجمن حمایت از طبیعت ایران.
- نصیری اردکانی، فاطمه؛ گلزاریان، محمودرضا و آق خانی، محمد حسین (۱۳۹۲). مروری بر روش‌های غیرتماسی مبتنی بر تصویر به منظور ارزیابی و تخمین محصولات کشاورزی، هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون، دانشگاه فردوسی مشهد.