توسعه یک سامانه عمودپرواز بدون سرنشین طیف نگار به منظور کاربرد کشاورزی دقیق

نیکروز باقری*[۱]، حامد سعیدی[۲]، سید علی شهپری[۳]

۱- پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، n.bagheri@areo.ir
۲- کارشناس ارشد هوا فضا
۳- استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

چکیده

به منظور توسعه یک سامانه تصویربرداری هوایی انعطاف پذیر برای مدیریت خاص- مکانی اراضی کشاورزی، یک عمودپرواز بدون سرنشین طیف نگار (کشتبان) ساخته و ارزیابی شد. این سامانه شامل دو بخش اصلی هوایی و زمینی است. بخش هوایی شامل اجزا مکانیکی پرواز (پایه و بدنه،۱۲موتور و ملخ)، بوردهای پایش و کنترل، GPS، دوربین، سامانه تثبیت دوربین و باتری لیتیومی قابل شارژ می باشد. بوردهای پایش و کنترل شامل ۱۲سیستم کنترل سرعت مجزا، کنترلرPID، سامانه ثبت اطلاعات و تصاویر، رایانه پرواز و سامانه اندازه گیریAHRS باحسگرهای ژیروسکوپ، شتاب سنج، مغناطیس سنج، بارومتر و حسگرهای ولتاژ و جریان است. هم چنین بخش زمینی شامل رادیوکنترل ۸ فرکانسه، ایستگاه گیرنده زمینی و رایانه پرواز همراه با نرم افزار پایش و کنترل است. ارتباط بخش های هوایی و زمینی به صورت تله متری با برد یک کیلومتر است. نرم افزار طراحی شده علاوه بر پایش پارامترها و دریافت دستورهای کنترلی لازم از سوی کارور، قابلیت اتصال به سیستم تله متری برای ارسال و دریافت داده و نمایش موقعیت تصویربرداری بر روی نقشه های Google را دارد. به منظور ارزیابی سامانه عمودپرواز، چندین مرحله تصویربرداری انجام شده و نحوه عمل و انعطاف پذیری دستگاه در انجام فرآمین دریافتی توسط کارور و هم چنین کیفیت تصاویر تهیه شده بررسی شد. نتایج نشان داد که سامانه مذکور قابلیت و انعطاف پذیری کافی برای پایش مزارع کشاورزی با قدرت تفکیک زمانی و مکانی بالا را دارد.

واژه های کلیدی: پرنده بدون سرنشین، سنجش از دور، طیف نگار، عمودپرواز، کشاورزی دقیق.

مقدمه

امروزه کاربرد روش های نوین به منظور پایش و مدیریت لحظه به لحظه سیستم های کشاورزی به منظور ارتقاء کمّی و کیفی محصولات ضروری به نظر می رسد. سنجش تغییرپذیری ها و مدیریت دقیق تولید محصولات بر پایه مدیریت اطلاعات می

تواند به عنوان گامی مؤثر در راستای افزایش بهره وری و توسعه پایدار کشاورزی به شمار آید. از جمله فناوری هایی که می تواند به منظور پایش سیستم های کشاورزی به کار رود، سنجش از دور است. این فناوری که شامل کاربرد تصاویر ماهواره ای و هوایی است، برای شناسایی و پیش بینی تغییرات در مزارع به کار می رود (Stafford, 2000; Warren and Metternicht, 2005).

تصاویر ماهواره ای علیرغم قابلیت های فراوان، دارای محدودیت هایی بوده که کاربرد آنها را برای مطالعات کشاورزی مشکل نموده است. از جمله این موارد، زمان بر بودن تهیه تصاویر ماهواره ای و بالا بودن قیمت آنها، محدود بودن تعداد برداشت تصویر در طول فصل رشد گیاه، نیاز به انجام تصحیحات مختلف، مشکل بودن همزمانی برداشت تصویر با نمونه برداری زمینی و به طور کلی پایین بودن قدرت تفکیک طیفی، زمانی و مکانی است (Moran *et al*. 1997; Stafford, 2000). تصویربرداری هوایی نیز به طور معمول با استفاده از هواپیماها و هلی کوپترهای باسرنشین صورت گرفته که ضمن بالابودن هزینه های تصویربرداری و پیچیدگی سیستم ها، امکان انجام عملیات در زمان و مکان موردنظر را محدود می کند (Moran *et al*., 1997; Zhang *et al*., 2006).

بنابراین، با توجه به اهمیت تصویربرداری از سیستم های کشت و وجود محدودیت های متعدد سکوهای سنجش ماهواره ای و هوایی در تهیه تصاویر، نیاز به سامانه های تصویربرداری هوایی ویژه مطالعات کشاورزی که معایب روش های موجود را مرتفع سازد حائز اهمیت است. از همین رو در چند سال اخیر، طراحی سامانه های سنجش از دور در ارتفاع کم[1](عمودپرواز) به عنوان رویکرد جدیدی برای انجام مشاهدات زمینی مورد توجه قرار گرفته است (Swain *et al*., 2007). این سامانه های بدون سرنشین قادر به تصویربرداری با قدرت تفکیک مکانی بالا[2] برای مدیریت و پایش محصول به ویژه در مزارع کوچک (Lelong *et al*., 2008) و تهیه تصاویر زمان–واقعی[3] با هزینه کم (Hunt *et al*., 2005; Nebiker *et al*., 2008; Rango *et al*., 2009; Hardin and Hardin, 2010; Xiang and Tian, 2011). می باشند. در واقع تصویربرداری هوایی با پرنده های بدون سرنشین، پلی میان مشاهدات زمینی و تصاویر سنجش از دور هواپیماها و ماهواره هاست (Laliberte *et al*., 2006). هم چنین تحولات اخیر در زمینه تصویربرداری و پردازش تصاویر، موقعیت مناسبی را برای تشخیص ویژگی ها و شرایط محصول با توجه به تحلیل بازتاب طیفی پوشش گیاهی و خاک به وسیله تصاویر هوایی به وجود آورده است (Berni *et al*., 2009; Rango *et al*., 2009). از جمله مزایای عمودپرواز های بدون سرنشین عبارتند از:

– امکان بررسی غیرمخرّب و غیرتماسی مبنی بر تحلیل طیفی محصولات کشاورزی.

– شناسایی تغییرپذیری ها و متغیرهای مورد مطالعه در سیستم های کشت و پیش گویی ویژگی های کمّی و کیفی محصول.

1.Low altitude RS
2.High Spatial Resolution
3.Real-time

– برقراری امکان پایش و مدیریت آنلاین سیستم های کشاورزی و توسعه پژوهش های مرتبط با پوشش گیاهی در زمان ها و مکان های مورد نظر.

– توصیف ویژگی های خاص– مکانی[۴] محصولات با قدرت تفکیک مکانی بالا به صورت آنلاین در سطح پوشش وسیع با هزینه کم.

– تلفیق اطلاعات طیف سنجی و موقعیتی منطقه تصویربرداری به منظور تسریع رجوع به مکان های شناسایی شده و مرتفع کردن مشکلات.

کاربرد پرنده های بدون سرنشین در کشاورزی در حال توسعه است. در سال ۲۰۰۲ از یک هلی کوپتر بدون سرنشین برای تهیه نقشه محصول استفاده شد. سامانه مورد نظر حاوی GPS و حسگرهای جبران زاویه Pitch و Roll بود (Sugiura *et al.*, 2002). در پژوهشی دیگر، یک هلی کوپتر کنترل از راه دور به منظور پایش رشد محصول با استفاده از دوربین های چندطیفی توسعه داده شد (Fukagawa *et al.*, 2003). در سال ۲۰۰۴ از یک پرنده بدون سرنشین خورشیدی برای جمع آوری تصاویر با دوربین چند طیفی برای تعیین درجه رسیدگی قهوه استفاده شد. جمع آوری اطلاعات زمینی رابطه مثبتی بین درجه روشنی پوشش گیاهی قهوه و عملکرد آن نشان داد (Herwitz *et al.*, 2004). هم چنین در پژوهش دیگری از یک پرنده بدون سرنشین همراه با دوربین های مرئی و مادون قرمز برای مطالعات کشاورزی استفاده شد. این سامانه امکان پایش وضعیت محصول را در مراحل اولیه رشد نشان داد (Hunt *et al.*, 2005). در سال ۲۰۱۰ یک هلی کوپتر بدون سرنشین با قابلیت کنترل از راه دور برای مدیریت علف های هرز توسعه داده شد(Zhu *et al.*, 2010). هم چنین از یک هلی کوپتر خودکار سبک همراه با دوربین به منظور تصویربرداری از چمن استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که سامانه مذکور روشی قابل اطمینان برای سنجش مزارع کشاورزی با قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالا است (Xiang and Tian, 2011). چند تن از پژوهشگران از یک عمودپرواز بدون سرنشین برای مدیریت تاکستان با استفاده از تحلیل بازتاب طیفی پوشش گیاهی استفاده نمودند. سامانه مذکور دارای شش موتور و حداکثر وزن محموله قابل حمل آن یک کیلوگرم بود (Primicerio *et al.*, 2012). هم چنین اخیراً در پژوهشی، یک عمودپرواز چهار موتوره با حداکثر وزن قابل حمل ۵۰۰ گرم (Valente *et al.*, 2012) و یک عمودپرواز چهار موتوره با حداکثر مداومت پروازی۱۲دقیقه و وزن قابل حمل ۵۰۰ گرم برای مطالعات کشاورزی طراحی و ساخته شده است (Niethammer *et al.*, 2012).

با توجه به اهمیت تصویربرداری هوایی در مدیریت نهاده های کشاورزی و محدودیت های تصاویر ماهواره ای و هوایی موجود، هدف از این پژوهش توسعه یک عمودپرواز بدون سرنشین[۵] طیف نگار به منظور تصویربرداری از مزارع کشاورزی با قدرت تفکیک طیفی، زمانی و مکانی بالا است.

4.Site-Specific
5.VTOL UAV

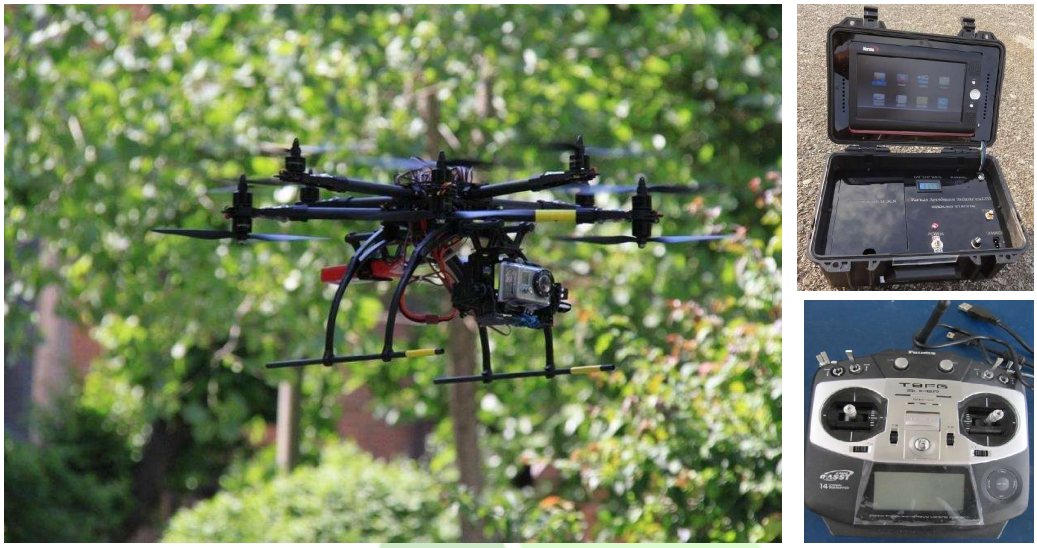
مواد و روش ها

سامانه عمودپرواز طراحی شده شامل دو بخش اصلی هوایی[۶] و زمینی[۷] است. بخش هوایی شامل اجزا مکانیکی پرواز، بوردهای پایش و کنترل، سیستم موقعیت یابی جهانی[۸]، دوربین، سامانه تثبیت دوربین[۹] و باتری لیتیومی قابل شارژ (۵آمپر در ساعت، ۱۱/۱ ولت) است. بخش زمینی برای هدایت و کنترل بخش هوایی طراحی شده و در واقع رابط بین کارور و بخش هوایی است. اجزا اصلی این بخش عبارتند از: رادیوکنترل[۱۰] ۸ فرکانسه، ایستگاه گیرنده زمینی، سامانه پایش وضعیت پرواز و رایانه پرواز همراه با نرم افزار پایش و کنترل. اجزا مکانیکی پرواز شامل پایه و بدنه و ۱۲ موتور و ملخ است. بوردهای پایش و کنترل وظیفه برقراری ارتباط با ۱۲ سیستم کنترل سرعت را دارد. به منظور کنترل جداگانه هر یک از موتورها، از یک سیستم کنترل سرعت مجزا استفاده شد. سامانه به گونه ای طراحی شده که در صورت از کار افتادن یک موتور و یا شکستن ملخ ها، ربات پرنده بتواند تعادل خود را حفظ و نقص حاصله را جبران نماید. از جمله زیربخش های پایش و کنترل عبارتند از: کنترلرPID[۱۱] و سامانه اندازه گیریAHRS[۱۲] با ۳ عدد ژیروسکوپ، ۳ حسگر شتاب سنج برای اندازه گیری شتاب خطی حول سه محور، ۳ عدد مغناطیس سنج برای سنجش میدان مغناطیسی و زاویه های جهتی برای اندازه گیری جهت، بارومتر، حسگر ولتاژ، حسگرجریان. تمامی داده های به دست آمده توسط حسگرها و داده های مربوط به وضعیت باتری، مصرف توان و ... نیز در این سامانه اندازه گیری و ثبت می شود. دوربین های مورد استفاده در این سامانه می تواند از نوع مرئی و چندطیفی[۱۳] باشد. سامانه تثبیت دوربین جهت کاهش اثرات منفی ناشی از حرکات عمودپرواز با قابلیت جبران حرکات محوری Pitch و Roll با استفاده از دو سروموتور تعبیه شده است. این سامانه به گونه ای طراحی شده که امکان تغییر زاویه دوربین (صفر، ۴۵ و ۹۰ درجه) و کنترل جهت دهی آن در حین پرواز از ایستگاه گیرنده زمینی وجود دارد. برای شارژ باتری های لیتیومی از شارژر مخصوص بالانس دارIMAX استفاده شد. در جدول۱- مشخصات فنی سامانه عمودپرواز بدون سرنشین طیف نگار و در شکل۱- بخش های هوایی و زمینی سامانه نشان داده شده است.

جدول۱- مشخصات فنی سامانه عمودپرواز بدون سرنشین طیف نگار

	وزن (کیلوگرم)	طول و عرض (سانتی متر)	ارتفاع (سانتی متر)	حداکثر وزن محموله قابل حمل (کیلوگرم)	مداومت پروازی (دقیقه)
عمودپرواز طیف نگار	۲/۱	۷۸	۲۹	۱/۵	۱۵-۲۰

6.On-board
7.Ground-Stati
8.Global Positioning System (GPS)
9.Camera Mount
10.Radio Control (RC)
12.Proportional Integral Differential
11.Attitude and Heading Reference System
13.Multi-Spectral



شکل۱– بخش هوایی و زمینی عمودپرواز بدون سرنشین طیف نگار

ارتباط بخش های هوایی و زمینی سامانه عمودپرواز به صورت تله متری با برد یک کیلومتر و بسامد ۹۰۰ مگاهرتز بوده و سه لینک ارتباطی به همین منظور طراحی شده است که عبارتند از:

- رادیوکنترل برای هدایت عمودپرواز بر اساس فرآمین خلبان.
- ارسال آنلاین داده ها و برقراری ارتباط بین پرنده و ایستگاه زمینی.
- ارسال آنلاین تصویر از موقعیت تصویربرداری به ایستگاه گیرنده زمینی. این سامانه تله متری به گونه ای طراحی شده که هیچ تعارضی بین امواج رادیویی فرستنده رادیوکنترل و فرستنده ویدیویی ایجاد نمی شود.

اطلاعات و تصاویر ضمن ارسال، در وسیله پرنده ثبت و پس از پایان پرواز قابل بازیابی است. هم چنین امکان ایجاد تغییرات از رایانه زمینی در رایانه پرواز به صورت بی سیم وجود دارد. نرم افزار طراحی شده برای ایستگاه کنترل زمینی قادر به پایش پارامترهای اندازه گیری شده و رسم گراف بوده و امکان اتصال به سیستم تله متری با قابلیت ارسال و دریافت داده و هم چنین نمایش موقعیت تصویربرداری بر روی نقشه هایGoogle را دارد. جهت ارزیابی سامانه عمودپرواز، چندین مرحله تصویربرداری از مزارع کشاورزی انجام شده و سرعت عمل، قدرت مانورپذیری و انعطاف پذیری سامانه در پاسخ به فرآمین دریافتی و نحوه عمل آن در تأمین جهت و مسیر موردنظر کارور بررسی شد. هم چنین کیفیت تصاویر تهیه شده ارزیابی شد.

نتایج و بحث

تصاویر برداشت شده توسط سامانه کشتبان در شکل۲- نشان داده شده است. همان طور که در شکل ها قابل مشاهده است، تصاویر برداشت شده از کیفیت و وضوح خوبی برخوردارند. هم چنین نتایج آزمایش تغییر دستی زاویه قرارگیری عمودپرواز نسبت به زمین و مشاهده تغییر زاویه سامانه تثبیت دوربین حاکی از آن بود که زاویه قرارگیری سامانه تثبیت دوربین متناسب با تغییر وضعیت استقرار عمودپرواز تغییر می یافت به طوری که لنز دوربین همواره در جهت مورد نظر قرار می گرفت. علاوه بر این، مناسب بودن کیفیت تصاویر دریافتی نشانی از عملکرد مناسب سامانه تثبیت دوربین بود. نتایج تحقیقات با یافته هایBeriو همکاران (۲۰۰۹) و Herwitz و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت داشت. هم چنین نتایج آزمون ها نشان داد که مداومت پروازی پرنده در طول انجام آزمون ها بسته به وزن دوربین مورد استفاده و سرعت حرکت وسیله۲۰-۱۵دقیقه بود.

شکل۲- تصاویر برداشت شده با عمودپرواز طیف نگار بدون سرنشین

به طور کلی نتایج حاصل از آزمون ها نشان داد که سامانه ساخته شده به نحو قابل قبولی قادر به حفظ تعادل خود در طول پرواز است. هم چنین تعادل و پایایی سامانه در حال بلند شدن و نشستن بسیار مناسب بود. علاوه بر این، وضعیت دستگاه از حیث کیفیت و سرعت عمل به فرامین رضایت بخش بود. هم چنین نتایج حاکی از آن بود که در سرعت های باد ۱۵ کیلومتر بر ساعت و کمتر از آن، پرواز پرنده بسیار یکنواخت است. به طور کلی با توجه به نتایج به دست آمده می توان نتیجه گرفت که سامانه عمودپرواز طیف نگار بدون سرنشین طراحی شده (کشتبان) توانایی قابل قبولی برای انجام مطالعات کشاورزی دارد.

نتیجه گیری

به منظور انجام مطالعات کشاورزی بر مبنای طیف سنجی و طیف نگاری با هدف پایش سیستم های کشت و مدیریت نهاده های کشاورزی، یک سامانه عمودپرواز بدون سرنشین طیف نگار (کشتبان) ساخته شد. برای ارزیابی سامانه، دستگاه چندین مرحله به پرواز درآمد و نحوه عمل، مانورپذیری و قدرت انعطاف پذیری دستگاه در پاسخ به فرآمین دریافتی از خلبان و کیفیت تصاویر برداشت شده بررسی شد.

نتایج حاصل از آزمون ها نشان داد که عمودپرواز مذکور قادر به حفظ تعادل خود در طول پرواز بوده و تعادل و پایایی آن به ویژه در حال بلند شدن و نشستن مناسب بود. علاوه بر این، عملکرد دستگاه از نظر سرعت عمل در پاسخ به فرآمین دریافتی رضایت بخش بود. هم چنین نتایج حاکی از آن بود که پرواز پرنده به ویژه در سرعت های باد کمتر از ۱۵کیلومتر بر ساعت بسیار یکنواخت بود. نتایج ارزیابی سامانه تثبیت دوربین حاکی از آن بود که این سامانه قادر به ثابت نگه داشتن موقعیت دوربین در شرایط تغییر وضعیت عمودپرواز بود. هم چنین مناسب بودن کیفیت تصاویر برداشت شده، عملکرد مناسب سامانه را تایید می کرد. نتایج آزمایشات نشان داد که مداومت پروازی پرنده بسته به وزن دوربین مورد استفاده و سرعت حرکت وسیله۲۰–۱۵دقیقه بود. به طور کلی، نتایج ارزیابی عملکرد این سامانه نشان داد که عمودپرواز ساخته شده دارای قابلیت های لازم برای تصویربرداری و انجام مطالعات کشاورزی است.

قدردانی

بدین وسیله از مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی به دلیل تأمین هزینه های پژوهش و هم چنین از صنایع هوا فضای فرناس جهت همکاری در ساخت سامانه تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1- Berni, J., P.J. Zarco-Tejada., L. Suarez., and E. Fereres. 2009. Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 47: 722–738.
2- Fukagawa, T., K. Ishii., N. Noguchi., and H. Terao. 2003. Detecting crop growth by a multispectral imaging sensor. ASAE Paper No. 033125. St. Joseph, Mich: ASABE.
3- Hardin, P. J., and T.J. Hardin. 2010. Small-scale remotely piloted vehicles in environmental research. Geography Compass 4: 1297–1311.
4- Herwitz, S. R., L.F. Johnson., S.E. Dunagan., R.G. Higgins., D.V. Sullivan., J. Zheng. B.M. Lobitz., J.G. Leung., B.A. Gallmeyer., M. Aoyagi., R.E. Slye., and J.A. Brass. 2004. Imaging from an unmanned aerial vehicle: Agricultural surveillance and decision support. Computers and Electronics in Agriculture 44: 49–61.
5- Hunt, E. R., C.L. Walthall., C.S.T. Daughtry., S.J. Fujikawa., D. Yoel., F. Khorrami., and M. Tranchitella. 2005. High resolution multispectral digital photography using unmanned airborne vehicles. In Proc. 20th Biennial Workshop on aerial photography, Videography, and high resolution digital imagery for Resource Assessment (pp. 1536-1539). Weslaco, TX: ASPRS.

6- Laliberte, A., A. Rango., and A. Slaughter. 2006. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for rangeland remote sensing. In Proc. 3rd. Annual symposi research Insights in Semiarid Ecosystems RISE. USDA-ARS Walnut Gulch Experimental Watershed.

7- Lelong, C.D., P. Burger., G. Jubelin., B. Roux., S. Labbé., and F. Baret. 2008. Assessment of Unmanned Aerial Vehicles Imagery for Quantitative Monitoring of Wheat Crop in Small Plots. Sensors 8: 3557-3585.

8- Moran, M. S., Y. Inoue., and E.M. Barnes. 1997. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. Remote Sensing of Environment 61: 319–346.

9- Nebiker, S. A. Annen., M. Scherrer., and D. Oesch. 2008. A light-weight multispectral sensor for micro UAV: Opportunities for very high resolution airborne remote sensing. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vo .VII. Part B1, 1193–1200.

10- Niethammer, U., M.R. James., S. Rothmund., J. Travelletti., and M. Joswig. 2012. UAV-based remote sensing of the Super-Sauze landslide: Evaluation and results. Engineering Geology 128: 2–11.

11- Primicerio, J., S.F.D. Gennaro., E. Fiorillo., L. Genesio., E. Lugato., A. Matese., and F.P. Vaccari. 2012. A flexible unmanned aerial vehicle for precision agriculture, Precision Agriculture 13: 517–523.

12- Rango, A., A. Laliberte., J.E. Herrick., C. Winters., K. Havstad., and C. Steele., and D. Browning. 2009. Unmanned aerial vehicle-based remote sensing for rangeland assessment, monitoring, and management. Journal of Applied Remote Sensing 3(1): 033542.

13- Stafford, J. V. 2000. Implementing precision agriculture in the 21st century. Journal of Agricultural Engineering Research 76: 267–275.

14- Sugiura, R., N. Noguchi., K. Ishii., and H. Terao. 2002. The development of remote sensing system using unmanned helicopter. In Proc. Automation technology for off-road Equipment Conference. Chicago, IL: ASAE.

15- Swain, K. C., H. P. W. Jayasuriya., and V. M. Salokhe. 2007. Suitability of low-altitude remote sensing images for estimating nitrogen treatment variations in rice cropping for precision agriculture adoption. Journal of Applied Remote Sensing 1: 013547.

16- Valente, J., D. Sanz., J.D. Cerro., A. Barrientos., A. Miguel., and A. D. Frutos. 2012. Near-optimal overage trajectories for image mosaicing using a mini quad-rotor over irregular-shaped fields. Precision Agriculture 14: 115–132.

17- Warren, G., and G. Metternicht. 2005. Agricultural applications of high-resolution digital multispectral imagery: Evaluating within-field spatial variability of canola (Brassica napus) in Western Australia. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 71: 595–602.

18- Xiang, H. and L. Tian. 2011. Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV). Biosystem Engineering 108 (2): 174-190.

19- Zhang, J. H., K. Wang., J. S. Bailey., and R. C. Wang. 2006. Predicting nitrogen status of rice using multispectral data at canopy scale. Pedosphere 16: 108–117.

20- Zhu, H., Y. Lan., W. Wu., W.C. Hoffmann., Y. Huang., X. Xue. J. Liang., and B. Fritz. 2010. Development of a PWM Precision Spraying Controller for Unmanned Aerial Vehicles. Journal of Bionic Engineering 7(3): 276–283.

Development of an aerial remote sensing system (Spectrometer UAV) for precision agriculture

Nikrooz Bagheri[1*], Hamed Saeedi[2], Seyyed Ali Shahpari[3]

1- Researcher, Agricultural Engineering Research Institute, n.bagheri@areo.ir
2- MS.c, Aerospace
3- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute

Abstract

To develop a flexible aerial system for site-specific management of farms, a VTOL UAV "Keshtban" was constructed and evaluated. This system consisted of on-board and ground subsystems. On-board system equipped with body and legs, 12 rotors, 12 separate control systems, monitoring and control electronic boards, GPS, camera, camera mount and chargeable li-po battery. So, this UAV consisted of PID controller and AHRS system by gyroscope sensors, accelerometers, magnetometers and barometer. Ground subsystem composed of ground station receiver, radio control, computer and monitoring and control software. Telemetry link was used to connect subsystems together. To evaluate the UAV, several flight tests were carried out and system Maneuverability and flexibility were investigated. So, the quality of imagery is evaluated. Results of this study indicated that the designed UAV has enough capability for monitoring agricultural farms with high spatial and temporal resolutions.

Keywords: Precision agriculture, Remote sensing, Spectrometer, UAV, Unmanned vehicle.