اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

*The 1st National Conference on Geospatial Information Technology*
**K.N.Toosi University of Technology**
**Faculty of Geomatics Engineering**
19 - 20 January 2016

# جمع‌آوری اطلاعات سه بعدی سطح زمین با استفاده از فتوگرامتری سکوهای پرنده بدون سرنشین

**مهدی مدیری ، عباسعلی صالح آبادی ، محمود محبی ، علیرضا محمدی هاشمی، منوچهر معصومی**

سازمان جغرافیایی کشور

## چکیده :

در حال حاضر روش‌های تهیه نقشه شامل عملیات زمینی ، سنجش از دور ، فتوگرامتری و استفاده از سامانه های لیزراسکن زمینی و هوایی می‌باشد. در برخی موارد به دلیل مسائلی از قبیل هزینه، دسترسی به امکانات، مدت زمان انجام پروژه و دسترسی به داده ها و مدت زمان تهیه نقشه، نیازمند به یک روش مقرون به صرفه از نظر اقتصادی و داری کارایی بالا می باشیم که نه تنها متناسب با ابعاد منطقه باشد بلکه دقت مورد نیاز را نیز برآورده نماید. به منظور کاهش مشکلات فوق روشی که به تازگی برای تهیه نقشه های بزرگ مقیاس استفاده گردیده است روش استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین یا فتوگرامتری پهپاد است. در سال‌های اخیر پرنده های بدون سرنشین به طور گسترده ای در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته اند. امروزه بسیاری از مأموریت های هوایی تولید نقشه های بزرگ مقیاس بخصوص در مناطق غیر وسیع توسط این پرنده ها انجام می‌گیرد. مهمترین دلایلی که باعث گرایش کشورهای مختلف به سمت این پرنده ها شده است، هزینه های نسبتاً پایین مربوط به طراحی و ساخت این پرنده ها در مقایسه با نمونه های سرنشین دار (با مأموریت های مشابه) و همچنین خطر کم برای نیروهای انسانی می باشد. سیستم های UAV به دلیل نداشتن سرنشین(خلبان)، دارای مزایایی همچون کاهش وزن و پیچیدگی و توسعه پایداری سیستم هستند. با توجه به قابلیت های بالای این سکوها استفاده از آنها در فتوگرامتری بعنوان موضوعی مطرح و پویا در سالهای اخیر می باشد. در این مقاله اهمیت ، قابلیت و مزایای استفاده از این سکوها در مباحث فتوگرامتری مورد بررسی قرار گرفته و تحقیقات و پروژه های انجام شده در این زمینه مورد بررسی و ارزیابی قرار داده شده است.

**واژه‌های کلیدی :** سکوهای بدون سرنشین فتوگرامتری ، تولید نقشه، جمع آوری داده

**نویسنده مکاتبه کننده :**
**آدرس پستی :**
**تلفن :**
**آدرس پست الکترونیک :**

## ۱- مقدمه

فتوگرامتری پهپاد یک شاخه جدید از فتوگرامتری است که اخیراً در بسیاری از کاربردهای نقشه برداری مورد استفاده قرار می گیرد. در واقع فتوگرامتری پهپاد تلفیقی از فتوگرامتری هوایی و فتوگرامتری برد کوتاه می باشد که در آن با نصب یک حس گر اخذ داده بر روی یک وسیله پرواز بدون سرنشین (UAV) از ارتفاع اندک داده اخذ می گردد. به دلیل استفاده از پهپادها در این روش در مقایسه با فتوگرامتری سنتی به آن فتوگرامتری پهپاد می گویند. اصطلاح جدید فتوگرامتری پهپاد به معنای یک سکوی فتوگرامتری است که از طریق کنترل از راه دور، نیمه‌خودکار یا خودکار عمل می‌کند.این پلت فرم یکسری سنجنده فتوگرامتری ، مانند دوربین‌های غیر متریک، سیستم دوربین‌های حرارتی یا مادون قرمز، سیستم LIDAR هوایی و یا ترکیبی از آن‌ها را در ابعاد کوچک یا متوسط شامل می‌شود. اخیراً پهپادهای استاندارد اجازه ثبت و ردیابی موقعیت و توجیه سنسورهای وسیله را در یک سیستم مختصات محلی و یا جهانی می‌دهند. از این رو، پهپاد های فتوگرامتری می‌توانند به عنوان یک ابزار اندازه‌گیری جدید فتوگرامتری قابل درک باشند. پهپادهای فتوگرامتری برنامه‌های کاربردی مختلف جدیدی را در حوزه برد کوتاه، ترکیب فتوگرامتری هوایی و زمینی باز می‌کنند. همچنین کاربردهای جدیدی مانند کاربرد آنی و جایگزین های ارزان قیمتی برای فتوگرامتری هوایی کلاسیک ( سرنشین دار) معرفی می کند. مطالعه دقیق بر روی جمع آوری داده ها بصورت آنی با استفاده از سنسورهای هوایی موجود از جمله UAV ها می توان در مقاله ارائه شده توسط kerle و همکارانش در سال ۲۰۰۸ یافت. در ادامه این مقاله ابتدا مروری مختصر به مفاهیم و المانهای تاثیر گذار بر عملکرد سکوهای بدون سرنشین فتوگرامتری داشته و سپس روند انجام این پروژه ها مورد بررسی قرار داده می شود. در پایان با مرور تحقیقات مشابه انجام شده، توانایی سکوهای بدون سرنشین هوایی تولید اطلاعات مکانی در فتوگرامتری مورد بررسی و ارزیابی قرار داده می شود.

### ۱-۱- مزایا و معایب UAV فتوگرامتری

در مقایسه با فتوگرامتری معمولی، به دلیل استفاده از سکوی پرنده مدل در UAV فتوگرامتری، این روش بسیار انعطاف پذیر خواهد بود.UAV ها را معمولاً می توان از هر مکانی پرواز داد و باند پرواز نیازمند نیست.همچنین ارتفاع پرواز بسیار کمتر از ارتفاع پرواز در فتوگرامتری معمولی است.بنابراین UAV معمولاً پایین تر از ابرها قرار خواهد گرفت.در نتیجه در روزهای ابری نیز قابلیت انجام عملیات برای این سیستم ها وجود خواهد داشت.به دلیل ارتفاع پایین پرواز در فتوگرامتری UAV، تصاویری بزرگ مقیاس به دست خواهد آمد.بنابراین، می توان مدل ارتفاعی زمین را با جزئیات بیشتری به دست آورد.همچنین با دقت بیشتری عوارض را انتخاب کرد که منجر به افزایش دقت خواهد شد.

البته UAV فتوگرامتری در مقایسه با فتوگرامتری معمولی چالش هایی نیز دارد. این چالش ها، ناشی از کوچکتر بودن سکو و همچنین به کار بردن تجهیزاتی است که اغلب ساده تر و ارزان تر از تجهیزات به کار برده شده در فتوگرامتری معمولی هستند.به کار بردن تجهیزات ساده تر و با دقت کمتر، چالش هایی را ایجاد خواهد کرد.اولین مسئله این است که دقت تجهیزات پیشرفته UAV فتوگرامتری، کمتر از دقت تجهیزات مشابه در فتوگرامتری معمولی خواهد بود.بنابراین دقت اندازه گیری های موقعیت و وضعیت هواپیما پایین خواهد بود.اعوجاجات زیاد لنز دوربین مورد استفاده در UAV فتوگرامتری دقت را به شدت کاهش می دهد و همچنین دوربین به جای قرار گرفتن روی یک صفحه ژایرو، مستقیماً روی هواپیما قرار می گیرد، بنابراین تمام دوران های سکو به دوربین منتقل خواهد شد.همچنین هواپیماهای ملخ دار، لرزش هایی ایجاد می کنند که باز هم به دوربین منقل می شوند و منجر به ابهام در تصویر می شوند.از طرفی به دلیل وزن کم UAV، کنترل آن را، به خصوص در هوای بادی مشکل می کند. در حال حاضر فتوگرامتری پهپاد براساس دوربین‌های غیرمتریک و نیمه‌متریک پایه‌گذاری شده است. این دوربین‌ها که به طور گسترده در اختیار مصرف‌کنندگان قرار دارند، به دلیل ارزان بودن و کم بودن هزینه نگهداری،به صورت روزافزون در

کاربردهای مختلف در زمینه فتوگرامتری مورد استفاده قرار می‌گیرند. پهپادهای فتوگرامتری برنامه‌های کاربردی مختلف جدیدی را در حوزه برد کوتاه، ترکیب فتوگرامتری هوایی و زمینی باز می‌کنند.

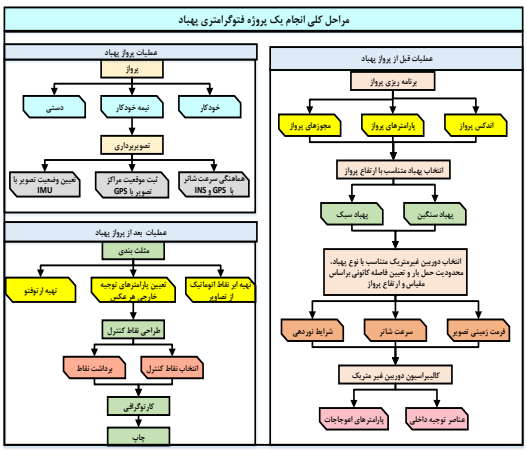
### ۱-۲- معیارهای مناسب بودن سکوی بدون سرنشین برای اهداف فتوگرامتری

معیارهای مختلفی برای مناسب بودن سکوی بدون سرنشین برای اهداف فتوگرامتری بیان شده است. با این حال تمامی آن ها، معیارهای توان تفکیک بالای دوربین، دقت نهایی، هزینه و قابلیت حمل را نیازهای اصلی برای سکو دانسته اند.علاوه بر ملاحظات عمومی بالا، برای اطمینان از کارایی و پایداری UAV به عنوان ابزاری ژواینفورماتیک، سکوی مورد استفاده در فتوگرامتری باید ویژگی های و قابلیت های دیگری نیز داشته باشد.سایر ملاحظاتی برای مناسب بودن سیستمUAV می توان لحاظ کرد عبارتند از:

- سیستم مورد نظر از لحاظ حداقل زمان و منابع مورد نیاز برای راه اندازی و پرواز سیستم باید به آسانی در دسترس باشد؛
- سیستم باید به راحتی قابل حمل باشد؛
- زمان مورد نیاز برای باز کردن و بستن سیستم، سرعت اجرا را افزایش می دهد؛
- محدودیت مهارت خلبان. در کاربرد های غیر نظامی، سیستمی مناسب تر است که خلبانی با حداقل میزان مهارت توان هدایت آن را داشته باشد؛
- خلبان اتوماتیک و ناوبری بر نقاط هوایی و ایمنی. برای امکان پرواز در مسیر طراحی شده برای پرواز و تصویر برداری در نقاط مورد نظر، وجود خلبان خودکار برای ناوبری الزامی است؛
- ماژولار بودن محموله سیستم.استفاده از سنجنده های چندگانه را آسان می کند.بنابراین سیستم برای کاربردهای چندگانه قابل استفاده خواهد بود؛
- حجم و وزن حداکثر بار مفید قابل حمل با سکو. سیستم مورد نظر باید توانایی و ظرفیت قراردادن محموله های مورد نظر را داشته و تاحدی در مورد تغییر نوع محموله قابل انعطاف باشد؛
- میزان پایداری و لرزش. برای اخذ تصاویری قائم و با کیفیتی خوب، پرواز سیستم باید پایدار و با کمترین تلاطم بوده و لرزش موتور به سنجنه ها منتقل نشود؛

### ۲- فرایند UAV فتوگرامتری

با توجه به مزایا و محدودیت‌های فتوگرامتری پهپاد برنامه‌ریزی پرواز برای پروژه‌های فتوگرامتری پهپاد پیچیده‌تر از فتوگرامتری هوایی می‌باشد، بنابراین در پروژه فتوگرامتری پهپاد، این گونه سیستم‌ها باید تمامی جوانب را در نظر گرفت. شکل ۲ مراحل انجام یک پروژه فتوگرامتری پهپاد را نشان می‌دهد.




**شکل ۲- مراحل انجام یک پروژه فتوگرامتری پهپاد**

مطابق شکل ۲ یک پروژه فتوگرامتری پهپاد از سه بخش کلی شامل عملیات قبل از پرواز، عملیات حین پرواز و عملیات بعد از پرواز تشکیل شده است که انجام هر یک از این عملیات مستلزم دیگر عملیات است. با توسعه روش‌های فتوگرامتری تحلیلی ، رشد وسیعی در کاربردهای فتوگرامتری پهپاد انجام شده است. اگر چه مفاهیم اولیه فتوگرامتری پهپاد و فتوگرامتری سنتی شبیه هستند، ولی فاکتورهایی باعث پیچیده شدن کاربردهای فتوگرامتری پهپاد می‌شوند.

### ۲-۱- کالیبراسیون دوربین

کالیبراسیون دوربین فرآیندی است که طی آن برآوردهای عددی از پارامترهای توجیه داخلی سنجنده، شامل فاصله اصلی و موقعیت مرکز تصویر، و تصحیحات لازم برای به دست آوردن مختصات تصویری صحیح و بدون اعوجاج به دست می آید. در واقع اعوجاج در یک تصویر هر آن چیزی است که باعث خروج اشعه فتوگرامتری از حالت خط مستقیم می شود. منابع اصلی و عمده اعوجاج ها را می توان به چند عامل اصلی به ترتیب زیر بیان کرد:

- اعوجاج شعاعی لنز دوربین
- اعوجاج مماسی لنز دوربین
- شکست نور در هوا
- خطای ناشی از تغییرات سیستم مختصات در فضای تصویر

### ۲-۲- طراحی خطوط پرواز

در این مرحله با توجه به محدوده مورد نیاز و مقیاس مورد نظر و با توجه به توان تفکیک دوربین، فاصله کانونی و ابعاد آن، حداقل و حداکثر سرعت پرتاب سکو، حداقل و حداکثر ارتفاع پرتاب سکو و میزان پوشش طولی وعرضی، مسیر و ارتفاع پرواز و مکان های اخذ تصاویر در خطوط پرواز تعیین می شوند.

پس از طراحی پرواز، تصاویر توسط UAV با هدایت دستی، نیمه اتوماتیک و یا اتوماتیک، اخذ می شوند.این مرحله بسیار مهم بوده و تولید اتوماتیک DSM و ارتوفتو به کیفیت تصاویر اخذ شده بستگی دارند. در یک تصویر برداری خوب، پوشش تصاویر باید طوری باشد تا عوارض منطقه مورد بررسی حداقل در سه تصویر ثبت شده باشند. علاوه بر این، تصاویر اخذ شده باید حاوی اطلاعات رادیومتریکی خوب و عاری از کشیدگی تصویر باشند.

### ۲-۳- پیش پردازش تصاویر و تهیه اندکس مدل ها

هنگامی که تصاویر در شرایط نامناسبی اخذ شده باشند، می توان با روش های پیش پرداز تصاویر کیفیت آن ها را افزایش داد. با به کار بردن این پردازش ها می توان اثرات نویز در تصاویر را کاهش و تباین تصاویر را افزایش داد تا کیفیت تصاویر بهبود یابد. به این منظور بر روی تصاویر فیلترهایی( همچون فیلتر Wallis) اعمال می شوند تا اطلاعات رادیومتریکی برای شناسایی نقاط و نواحی مناسب شود. با نهایی شدن تصاویر قابل استفاده، اندکس مدل ها تهیه می شود. با انجام این کار وجود گپ مشخص می شود.

### ۲-۴- طراحی نقاط کنترل زمینی

در صورتی که قرار بر برآورد غیر مستقیم پارامترهای توجیه تصاویر باشد، باید نقاط کنترل زمینی طراحی شده و با انجام محاسبات مثلث بندی، پارامترهای مرکز تصویر تعیین گردد. این کار، بخشی پرهزینه در روش های غیر مستقیم و ترکیبی زمین مرجع نمودن در فتوگرامتری است؛ بنابراین در طراحی آن ها باید دقیق عمل کرد. در روش های زمین مرجع نمودن غیر مستقیم، برای تعیین موقعیت و وضعیت سکو فقط از نقاط کنترل زمینی استفاده می شود. بنابراین این روش بیشترین تعداد GCP را نیاز داشته و ملاحظات بیشتری را شامل می شوند. از طرفی، به دلیل مستقل بودن

دقت مسطحاتی و ارتفاعی نقاط از یکدیگر، طراحی نقاط ارتفاعی و مسطحاتی به طور مجزا انجام شده و هر یک ملاحظات خاص خود را دارند.

### ۲-۵- مثلث بندی هوایی

دسته اشعه هایی که از نقاط زمینی شروع شده و با عبور از مرکز تصویر دوربین و به نقاط عکسی می رسند، اساس محاسبات مثلث بندی هوایی را تشکیل می دهند. در این روش، پارامترهای مطلوب که به عنوان نتیجه سرشکنی تمام عکس ها مد نظر است، از طریق اصل کمترین مربعات به روش تکرار یکجا تعیین می شوند. با انجام مثلث بندی، المانهای مراکز تصویر برای تمامی تصویرها تعیین می گردد.پس از انجام محاسبات و تعیین المان های مراکز تصویر، تصاویر برای انجام پردازش های بعدی و تولید محصولاتی نظیر اوربو، مدل رقومی و نقشه آماده خواهد بود.

## ۳- مروری بر تحقیقات انجام شده

محدوده جغرافیایی: روستای والیجرد استان قم

ارتفاع پرواز از سطح منطقه ۸۰۰ متر ، متوسط ارتفاع منطقه از دریا ۱۲۰۰ متر ، ابعاد بلوک عکسبرداری ۲*۲ کیلومتر ، فاصله کانونی دوربین ۸۰ میلیمتر ، مقیاس عکسبرداری ۱/۱۰۰۰۰ ، تعداد نوار تصویربرداری ۹ نوار ، تعداد تصاویر بلوک ۱۷۵ فریم ، پوشش طولی و عرضی ۸۰٪ و ۶۰٪ ، ابعاد زمینی پیکسل ۵ سانتیمتر

**شکل ۳- محدوده مورد مطالعه**

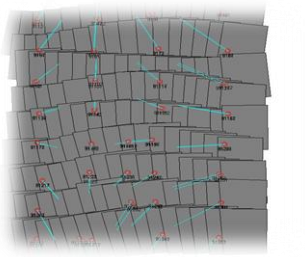
### ۳-۱- نتایج عملی و ارزیابی

جهت انجام مثلث بندی و سرشکنی متناسب با کیفیت تصاویر وپوشش منطقه نقاط تای بصورت اتوماتیک و دستی قرائت شده اند و در محاسبات فتوگرامتری بلوک از روش سرشکنی دسته اشعه استفاده شده است. در محاسبات سرشکنی پارامترهای دوربین بصورت پیش و خود کالیبراسیون دخالت داده شدند و نتایج با یکدیگر مقایسه گردیدند. با توجه به طراحی کافی نقاط کنترل زمینی محاسبات سرشکنی با ترکیب و ساختارمختلف نقاط انجام و نتایج ارزیابی و مقایسه گردیدند.

#### ۳-۱-۱- سرشکنی بدون استفاده از نقاط کنترل

| | X (meter) | Y (meter) | Z (meter) |
|---|---|---|---|
| Min | 0.519 | 5.0333 | 34.7759 |
| Max | 107.8299 | 264.9331 | -376.7842 |
| RMSE | 59.9706 | 81.7776 | 122.1124 |

محاسبات با اطلاعات حاصل از GPS-IMU نصب شده روی سکوی پرنده و بدون نقطه کنترل انجام شده است. برای برآورد دقت از ۳۷ نقطه چک استفاده شده است. بدلیل دقت پایین GPS/IMU که فقط با هدف ناوبری روی سکو نصب و استفاده گردیدند، نتایج بیانگر دقت پایین خروجی می باشند.

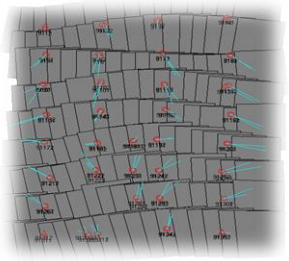


**شکل ۴- بردار خطاهای باقیمانده در حالت سرشکنی بدون استفاده از نقاط کنترل**

**۳-۱-۲- سرشکنی با ۴ نقطه کنترل در چهارگوشه بلوک**

| | X (meter) | Y (meter) | Z (meter) |
|---|---|---|---|
| Min | -0.0249 | -0.0181 | 23.4557 |
| Max | 3.7350 | 3.1057 | 112.7403 |
| RMSE | 1.7912 | 1.7166 | 78.5448 |

در محاسبات علاوه بر اطلاعات حاصل از GPS-IMU، از ۴ نقطه کنترل کامل در ۴ گوشه بلوک استفاده شده است. برای برآورد دقت در این حالت از ۳۳ نقطه چک استفاده شده است. نتایج بیانگر این است که دقت ارتفاعی اصلاً مناسب نیست و فقط برای تهیه نقشه ۱:۱۰۰۰۰ مسطحاتی کفایت می نماید.لذا اگر چنانچه با هر روش ممکن بتوان دقت ارتفاعی مراکز تصویر را در زمان تصویر برداری افزایش داد امکان تهیه اطلاعات سه بعدی با دقت ۱:۱۰۰۰۰ میسر خواهد شد.

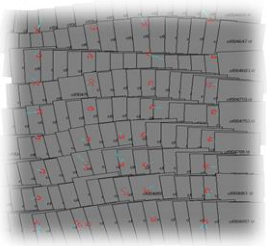


**شکل ۵ - بردار خطاهای باقیمانده در حالت سرشکنی بدون استفاده از نقاط کنترل**

**۳-۱-۳- سرشکنی با تمام نقاط کنترل مسطحاتی در بلوک**

| | X (meter) | Y (meter) | Z (meter) |
|---|---|---|---|
| Min | **-0.0948** | **0.0221** | **2.3596** |
| Max | **1.0165** | **-1.8893** | **-58.1724** |
| RMSE | **0.6928** | **0.8261** | **30.3510** |

در این حالت برای محاسبات از ۳۸ نقطه کنترل مسطحاتی در کل بلوک و برای برآورد دقت از ۳۴ نقطه چک استفاده شده است. از مقادیر مندرج در جدول نتیجه گیری می شود با پیش بینی فقط نقاط مسطحاتی در بلوک، تنها امکان تهیه اطلاعات دو بعدی با دقت استاندارد ۱:۲۰۰۰ وجود دارد.

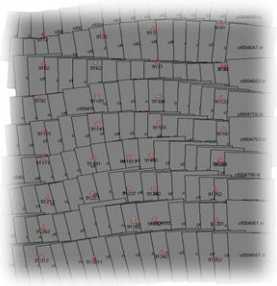


**شکل۶ - بردار خطاهای باقیمانده در حالت سرشکنی با تمام نقاط کنترل مسطحاتی در بلوک**

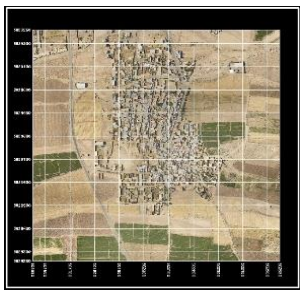
**۳-۱-۴- سرشکنی با ۴ نقطه کنترل در چهارگوشه بلوک**

| | X (meter) | Y (meter) | Z (meter) |
|---|---|---|---|
| Min | **0.0334** | **-0.0106** | **-0.0040** |
| Max | **0.4577** | **0.8381** | **0.9206** |
| RMSE | **0.2288** | **0.3029** | **0.5677** |

در این حالت ۲۲ نقطه کنترل کامل در لبه های بلوک و ۱۴ نقطه کنترل ارتفاعی در وسط بلوک استفاده شده است. دقت برآورد شده با نقاط کنترل بیانگر این است که با استفاده از نقاط ارتفاعی در وسط بلوک، مقادیر دقت در هردو مولفه مسطحاتی وبویژه ارتفاعی به شکل قابل ملاحظه ایی افزایش یافته و تهیه اطلاعات سه بعدی با دقت استاندارد ۱:۲۰۰۰ فراهم گردیده ،دقت ارتفاعی نسبت حالت قبل تا بیش از ده برابر افزایش یافته است.



**شکل۷ - بردار خطاهای باقیمانده در حالت سرشکنی با تمام نقاط کنترل کامل در لبه ها و نقاط ارتفاعی در وسط بلوک**



**شکل ۸ - اورتوفتوی حاصله با دقت مسطحاتی و ارتفاعی مناسب با دقت استاندارد ۱:۲۰۰۰**

## ۴- نتیجه گیری

استفاده از سکوهای بدون سرنشین هوایی به عنوان سکوی حمل دوربین در انجام پروژه های تصویر برداری هوایی دارای مزایای بسیار می باشد.از جمله ان ها می توان سرعت عمل بالا و هزینه پایین، وابستگی به نیروی انسانی کمتر، امنیت بالاتر اشاره کرد.همچنین می توان استفاده از این سیستم ها به ویژه در مناطقی که دسترسی به فرودگاه در آنها دشوار بوده و درعین حال به دلیل کوچک بودن محدوده منطقه استفاده از هواپیماهای سرنشین دار برای تهیه نقشه به صرفه نمی باشد،بهترین راه حل ممکن است. در جمع بندی تحقیق انجام شده می توان گفت دقت حاصل از انجام

فتوگرامتری هوایی در این سیستم ها متفاوت بوده و بسته به دقت سیستم های ناوبری و تصویر برداری، طراحی پرواز، شرایط محیطی، طراحی نقاط کنترل و مانند آنها متغیر خواهد بود. بر این اساس می توان گفت با توجه به قابلیت های بالای سکوهای بدون سرنشین در کنار دقت های قابل دستیابی برای آنها استفاده از این سیستم ها در داخل کشور و به عنوان جایگزینی برای روش های معمول فتوگرامتری هوایی با سکوهای سرنشین دار و به ویژه برای مناطقی که دارای محدودیت های پرواز با سکوهای سرنشین دار می باشند، دارای اهمیت بالایی می باشد. طراحی و پراکندگی مناسب نقاط کنترل می‌تواند موجب بهبود نتایج و افزایش دقت گردد. بر اساس نتایج حاصل دقت برآورد شده با نقاط کنترل بیانگر این است که با استفاده از نقاط ارتفاعی در وسط بلوک، مقادیر دقت در هردو مولفه مسطحاتی وبویژه ارتفاعی به شکل قابل ملاحظه ایی افزایش یافته و تهیه اطلاعات سه بعدی با دقت استاندارد ۱:۲۰۰۰ فراهم گردیده ،دقت ارتفاعی نسبت حالت قبل تا بیش از ده برابر افزایش یافته است.

## منابع و مأخذ

[1] Douterloigne, K., Goeman, W., Gautama, S., & Philips, W. (2013). Automatic detection of a one dimensional ranging pole for robust external camera calibration in mobile mapping. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 86, 111-123.

[2] Eisenbeiss, H. (2004). A mini unmanned aerial vehicle (UAV): system overview and image acquisition. International Archives of Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 36(5/W1).

[3] Fraser, C. S., & Riedel, B. (2000). Monitoring the thermal deformation of steel beams via vision metrology. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 55(4), 268-276.

[4] Niemeyer, F., Schima, R., & Grenzdörffer, G. (2013). Relative and absolute calibration of a multihead camera system with oblique and nadir looking cameras for a UAS. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-1 W, 2, 287-291

[5] Shortis, M. R., Snow, W. L., & Goad, W. K. (1995). Comparative geometric tests of industrial and scientific CCD cameras using plumb line and test range calibrations. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing,30(5W1), 53-59.

[6] Shortis, M. R., Clarke, T. A., & Robson, S. (1995). Practical testing of the precision and accuracy of target image centring algorithms. Videometrics IV, SPIE, 2598, 65-76.

[7] Schwarz,K.,El-Sheimy,N.,2004,Mobile Mapping Systems- State of the art and future trends,University of Calgary.

# 3D data Collection from the land using unmanned aerial vehicles (UAVs) photogrammetry

## Abstract

At the moment, maps are produced using the methods of field-operation, remote sensing, photogrammetry and "surface and air laser scan systems".

Sometimes, because of some problems such as lack of costs and facilities, time and data limits and time-consuming map revision, we need an economical method with the high efficiency which not only is proportional to the area range but also meets necessary accuracy.

In order to decrease mentioned problems, recently, a new method is utilized to produce large-scale maps in which the unmanned aerial vehicle photogrammetry is used. In recent years, UAVs are increasingly used in aerial missions of generating large-scale maps specially in non-extensive areas. The most important reasons for the different countries to use such a method, is rather low-cost UAVs design and manufacturing than the aircrafts with the similar missions as well as the non-existence risk for the human. Because UAVs do not have any pilot or crew, they have such advantages as light being, less complexity and system stability expansion. Because of their high capabilities, using such platforms in photogrammetry has been a notable and serious issue in recent years. In this article, we have tried to study on capabilities and advantages of such platforms in photogrammetry issues, and research and performed projects in this field as well.

**Key words: Mapping, UAV photogrammetry, Data collection**