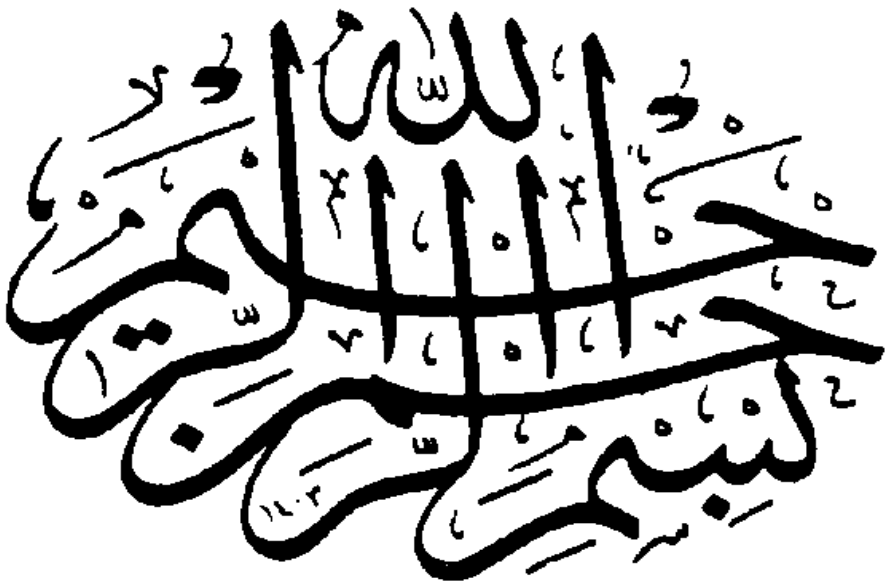

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه برداری

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته فتوگرامتری

امکان سنجی استفاده از وسایل پرواز بدون سرنشین و دوربین های غیرمتریک در تولید نقشه های بزرگ مقیاس

نگارش
میلاد رمضانی

استاد راهنما
دکتر مسعود ورشوساز

زمستان ۱۳۹۰

بسمه تعالی

تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	**تأییدیه هیأت داوران**	شماره: تاریخ:

هیأت داوران پس از مطالعه پایان‌نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان‌نامه تهیه شده تحت عنوان :

" امکان سنجی استفاده از دوربین های غیر متریک بر روی وسایل پرواز فوق سبک جهت استخراج اطلاعات هندسی "

توسط آقای **میلاد رمضانی** صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته گرایش **فتوگرامتری** در تاریخ **۹۰/۱۱/۲۴** مورد تأیید قرار می‌دهند.

۱- استاد راهنمای اول	جناب آقای دکتر مسعود ورشوساز	امضاء
۲- استاد راهنمای دوم	-	امضاء
۳- استاد مشاور	-	امضاء
۴- ممتحن داخلی	جناب آقای دکتر محمدجواد ولدان زوج	امضاء
۵- ممتحن خارجی	جناب آقای دکتر محمد سعادت سرشت	امضاء
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	جناب آقای دکتر محمدرضا ملک	امضاء

بسمه تعالی

تاسیس ۱۳۰۷ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	**اظهارنامه دانشجو**	**شماره:** **تاریخ:**

اینجانب فرزاد رمضانی **دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته** نقشه برداری

گرایش فتوگرامتری **دانشکده** نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در پایان‌نامه با عنوان

امکان سنجی استفاده از وسایل پرواز بدون سرنشین و دوربین های غیرمتریک در تولید نقشه های بزرگ مقیاس

با راهنمایی استاد محترم جناب آقای / سرکار خانم دکتر مسعود مرشوساز ، توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت واصالت مطالب نگارش شده در این پایان‌نامه مورد تأیید می‌باشد، و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب (فرمت) مصوب دانشگاه را بطور کامل رعایت کرده‌ام.

امضاء دانشجو:

تاریخ: ۹۰/۱۲/۷

تشکر و قدردانی

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از پدر و مادر عزیزم که همواره پشتوانه بنده در انجام مطالعات بوده اند اعلام میدارم. همچنین از جناب آقای دکتر ورشوساز که هدایت این تحقیق را بر عهده گرفته و در تمامی مراحل انجام آن دلسوازنه بنده را یاری رساندند تشکر می‌نمایم.

در ضمن از آقای مهندس حامد سعیدی مدیر عامل صنایع هوا فضای فرناس و آقای مهندس رضوانی بخاطر در اختیار قرار دادن وسایل پرواز بدون سرنشین و مشاوره های راهگشا در مورد این گونه سیستم ها و همکاری بی دریغ در انجام این تحقیق کمال تشکر را دارم.

از آقای مهندس تسلیمی مدیر عامل شرکت نقشه پردازان پارس بخاطر در اختیار قرار دادن تجهیزات نقشه برداری، دکتر صادقیان ریاست آموزشکده نقشه برداری سازمان نقشه برداری کشور، خانم مهندس جعفری و کلیه کسانی که بنده را به نحوی در این پایان نامه یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

در انتها از برادرم مهندس علیرضا رمضانی که الگوی بنده در رسیدن به درجات بالا بوده است تشکر و قدردانی می‌نمایم و همواره صحت و سلامتی برای وی و تمامی عزیزانی که بنده را یاری رساندند آرزومندم.

فرم حق طبع و نشر مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان نامه متعلق نویسنده آن می‌باشد. هر گونه کپی برداری بصورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی مجاز می‌باشد.

ضمنا متن این صفحه نیز باید در چند نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

به طور معمول روش هایی که امروزه برای تهیه نقشه های توپوگرافی استفاده می‌شوند فتوگرامتری هوایی با استفاده از دوربین های متریک، استفاده از تصاویر ماهواره ای، نقشه برداری زمینی و یا استفاده از لیزر اسکنرها می‌باشند. اما در بعضی از موارد اجرایی بدلیل مسائلی از قبیل هزینه، دسترسی، مجوزهای مورد نیاز، مدت زمان انجام پروژه و دسترسی سریع به اطلاعات، استفاده از چنین تکنیک هایی کاری طاقت فرسا و عملا دور از انتظار می‌باشد. در این موارد نیازمند به یک روش میسر و مقرون به صرفه می‌باشیم که نه تنها متناسب با ابعاد منطقه(عارضه) و سرعت تغییرات باشد بلکه دقت مورد نیاز را نیز برآورده نماید. به منظور غلبه یا کاهش مشکلات فوق روشی که به تازگی برای تهیه نقشه های بزرگ مقیاس استفاده گردیده است، روش اخذ تصویر توسط وسائل پرواز فوق سبک یا فتوگرامتری هوایی برد کوتاه می‌باشد. با توجه به ضرورت حضور این گونه سیستم ها در کاربردهای فتوگرامتری و جدید بودن موضوع کاربرد آنها در مقایسه با سیستم های دیگر، نیاز به امکان سنجی از این گونه سیستم ها در کاربردهای فتوگرامتری امری کاملا محسوس است. به همین دلیل در این پایان نامه به امکان سنجی استفاده از وسایل پرواز بدون سرنشین از نقطه نظر زمان عملیات، هزینه، دقت مورد نظر، آنلاین بودن اطلاعات و دیگر معیارهای امکان سنجی به منظور تهیه نقشه های بزرگ مقیاس پرداخته شده است. برای این منظور سیستم های مختلف مورد بحث و بررسی قرار گرفتند و یک سری تست های عملی در محیط های باز و بسته توسط یکی از سیستم های موجود انجام گرفت. در محیط بسته با هدف ارزیابی قابلیت پرواز این سیستم ها، سیستم UAV بعد از انجام کالیبراسیون دوربین در باند پرواز به صورت هدایت دستی قرار گرفت و از ارتفاع ۳ متری عملیات اخذ تصویر انجام گرفت. نتایج تحقیق در این تست نشان داد که بدلیل شرایط محدود نوردهی امکان افزایش سرعت شاتر به منظور حذف لرزش های ناشی از موتورها وجود ندارد بنابراین منجر به حضور جابجایی های محسوس در تصاویر می‌گردد که همین امر باعث کاهش دقت می‌شود.

در تست انجام شده در محیط باز نیز نتایج تحقیق نشان داد که این گونه سیستم ها علی رغم محدودیت در ابعاد منطقه، شرایط جوی و حمل بار،متناسب با ارتفاع پرواز و سنسورهای بکار رفته قابلیت تولید نقشه هایی با مقیاس ۱:۵۰۰ تا ۱:۱۰۰ و منحنی ترازهای ۵۰ تا ۱۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشند و در ضمن از لحاظ هزینه و زمان انجام پروژه توسط آنها قابل مقایسه با روش های مشابه نیستند.

کلمات کلیدی: UAV، دوربین غیرمتریک، سیستم فتوگرامتری UAV، نقشه بزرگ مقیاس

فهرست مطالب

فهرست **صفحه**

فصل ۱- مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ ضرورت و انگیزه تحقیق ۲

۱-۳ روش تحقیق ۳

۱-۴ ساختار پایان نامه ۴

فصل ۲- مروری بر سیستم های فتوگرامتری UAV در قالب اجزای سخت افزاری یک سیستم UAV ۶

۲-۱ مقدمه ۶

۲-۲ UAV(Unmanned Aerial Vehicle) ۶

۲-۲-۱ فتوگرامتری UAV ۷

۲-۲-۲ مزایای UAV ها ۸

۲-۲-۳ محدودیت ها در استفاده از UAV ها ۹

۲-۲-۴ جایگاه فتوگرامتری UAV در بین دیگر سکوهای فتوگرامتری ۱۱

۲-۳ اجزای سخت افزاری یک سیستم فتوگرامتری UAV ۱۴

۲-۳-۱ وسیله پرواز ۱۴

۲-۳-۱-۱ بالن ها ۱۴

۲-۳-۱-۲ کایت ها ۱۵

۲-۳-۱-۳ هواپیماها ۱۵

۲-۳-۱-۴ هلی کوپترها ۱۷

۲-۳-۱-۵ مالتی کاپترها(Molticopter) ۱۹

۲-۳-۲ سکوی حمل دوربین ۲۱

۲-۳-۳ سیستم هدایت و مانیتورینگ ۲۳
۲-۳-۴ دوربین ۲۵
۲-۴ تحلیل سیستم های موجود و انتخاب سیستم فتوگرامتری UAV مورد استفاده در این تحقیق ۲۷
۲-۵ نتیجه گیری ۳۱
فصل ۳- تئوری طراحی استفاده از سیستم های UAV جهت تهیه نقشه های بزرگ مقیاس ۳۳
۳-۱ مقدمه ۳۳
۳-۲ مقایسه فتوگرامتری UAV با فتوگرامتری هوایی ۳۳
۳-۲-۱ برنامه ریزی پرواز ۳۴
۳-۲-۲ عکسبرداری ۳۵
۳-۲-۳ محاسبات و پردازش تصاویر ۳۵
۳-۲-۴ طراحی نقاط کنترل ۳۶
۳-۳ تئوری طراحی یک پروژه فتوگرامتری UAV ۳۷
۳-۳-۱ برنامه ریزی پرواز ۳۷
۳-۳-۱-۱ پارامترهای اصلی پرواز ۳۸
۳-۳-۱-۲ برنامه ریزی پرواز برای پروازهای اتوماتیک ۴۱
۳-۳-۱-۳ برنامه ریزی پرواز برای پروازهای غیراتوماتیک ۴۲
۳-۳-۱-۴ فلوچارت برنامه ریزی پرواز ۴۴
۳-۳-۱-۵ ضوابط و مجوزهای پرواز ۴۵
۳-۳-۲ مجموعه عملیات عکسبرداری ۴۶
۳-۳-۲-۱ کالیبراسیون ۴۶
۳-۳-۲-۲ عکسبرداری در باند های طراحی شده ۴۸
۳-۳-۳ طراحی نقاط کنترل ۴۸

۴-۳-۳ انجام محاسبات ۴۹
۱-۴-۳-۳ سرشکنی دسته اشعه ۴۹
۲-۴-۳-۳ مدل مستقل ۵۰
۳-۴ نتیجه گیری ۵۲
فصل۴- تست های انجام شده جهت ارزیابی سیستم های UAV از نقطه نظر تهیه نقشه های بزرگ مقیاس ۵۳
۱-۴ مقدمه ۵۳
۲-۴ ارزیابی سیستم در فضاهای بسته ۵۳
۳-۴ ارزیابی سیستم در فضاهای باز ۵۶
۱-۳-۴ معرفی منطقه مورد استفاده در این تست ۵۷
۲-۳-۴ نحوه طراحی پرواز ۵۷
۳-۳-۴ طراحی نقاط کنترل ۵۹
۴-۳-۴ کالیبراسیون دوربین ۶۱
۵-۳-۴ عکسبرداری هوایی و انجام پردازش تصویر ۶۳
۴-۴ نتیجه گیری ۶۵
فصل۵- ارزیابی و تحلیل ها ۶۷
۱-۵ مقدمه ۶۷
۲-۵ ارزیابی فتوگرامتری UAV از نقطه نظر برنامه ریزی پرواز ۶۷
۳-۵ ارزیابی فتوگرامتری UAV از نقطه نظر عکسبرداری ۶۸
۴-۵ ارزیابی فتوگرامتری UAV از نقطه نظر طراحی نقاط کنترل ۷۲
۵-۶ ارزیابی سیستم از لحاظ هزینه و زمان انجام پروژه ۸۳
۵-۷ نتیجه گیری ۸۴

فصل۶- نتیجه گیری و پیشنهادات ۸۶
۶-۱ مقدمه ۸۶
۶-۲ نتیجه گیری ۸۶
۶-۳ پیشنهادات آتی ۸۷
منابع ۹۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ : فلوچارت روند انجام تحقیق ۴

شکل ۱-۲: صحت روش های اندازه گیری در ارتباط با ابعاد منطقه یا شی مورد نظر ۱۳

برگرفته از تصویر ۱.۴ در کتاب Luhmann و همکاران[۴۶] ۱۳

شکل ۲-۲ : سمت چپ، پر نمودن بالنی که از طریق یک طناب به زمین متصل است. سمت راست، دوربین Hasselbald EL 500 که از طریق جیمبال به حالت قائم قرار گرفته است[۹] ۱۴

شکل ۳-۲ : هواپیمای مدل Ferma Hegi[۱۹] ۱۶

شکل ۴-۲ : هلی کوپتر مدل از Schluter[۲۳] ۱۷

شکل ۵-۲ : هلی کوپتر خوکار RMAX از دانشگاه Linkoping، سوئد[۴] ۱۹

شکل ۶-۲ : سیستم کوادروتور Md4-200 از شرکت Microdrones ۲۰

شکل ۷-۲ : مثالی از کوادکاپتر و اکتاکاپتر ۲۰

شکل ۸-۲ . وسیله پرواز کوادروتور با نام زحل از صنایع هوا فضای فرناس ۲۱

شکل ۹-۲. سکوی استفاده شده در کوادروتور با یک درجه آزادی ۲۲

شکل ۱۱-۲. هلی کوپتر مدل تک سیلندره- شرکت فرناس ۲۸

شکل ۱۲-۲.هواپیمای مدل به همراه سیستم ناوبری- شرکت فرناس ۲۹

شکل ۱۰-۲. سمت راست سیستم کنترل از راه دور، سمت چپ ایستگاه زمینی ۳۱

شکل ۱-۳. فلوچارت مراحل یک پروژه فتوگرامتری هوایی ۳۳

شکل ۲-۳.چپ: مثالی از یک نمونه سه بعدی که DEM موجود از منطقه را نشان می‌دهد. راست: صفحه برازش داده شده به منطقه مورد نظر و صفحه پرواز که به موازات صفحه برازش داده شده و به فاصله H_g از آن است. ۴۲

شکل ۳-۳. بالا: مسیر پروازی که به صورت غیر اتوماتیک هدایت شده است. پایین: مسیر پروازی که به صورت خودکار هدایت شده است(Eisenbeiss، ۲۰۰۹). ۴۳

شکل ۴-۳. فلوچارت برنامه ریزی پرواز برای فتوگرامتری UAV ۴۴

شکل۵-۳ نحوه عکسبرداری از تست فیلد ۴۷

شکل ۶-۳. الف: ابعاد تارگت های استفاده شده در فتوگرامتری برد کوتاه. ب: نمونه ای از تارگت های طراحی شده برای مقیاس ۱:۸۰۰۰ ..... ۴۸
شکل ۱-۴. بخشی از تصاویر اخذ شده توسط کوادروتور از تست فیلد ۵۴
شکل ۲-۴. بخشی از تصاویر اخذ شده توسط کوادروتور از بلوک ۵۵
شکل ۳-۴. موقعیت های دوربین و بیضوی خطاهای تارگت ها در بلوک فتوگرامتری ۵۶
شکل ۴-۴ . منطقه عکسبرداری شده توسط کوادروتور ۵۷
شکل ۵-۴ . نحوه پراکندگی تارگت ها در منطقه ۵۹
شکل ۶-۴. بخشی از تصاویر اخذ شده توسط کوادروتور از تست فیلد در تست دوم ۶۱
شکل ۷-۴ . مراحل موزاییک تصاویر بطور شماتیک ۶۴
شکل ۱-۵ . موقعیت های دوربین در لحظه عکسبرداری از تست فیلد ۶۹
شکل ۲-۵ . سمت راست: تصاویر اخذ شده در یک بلوک در حالت پرواز اتوماتیک، سمت چپ: تصاویر اخذ شده در یک بلوک در حالت پرواز غیراتوماتیک. همان طور که دیده می‌شود باندهای پرواز در حالت پرواز اتوماتیک موازی و پوشش تصاویر یکسان و منظم است ۷۰
شکل ۳-۵ . مسیر پرواز کوادروتور در باندهای طراحی شده ۷۱
شکل۴-۵. قسمتی از عکس استفاده شده در پروژه. همان طور که در عکس دیده می‌شود کشیدگی در بعضی از تصاویر زیاد می‌باشد ۷۲
شکل ۵-۵. بردارهای خطا برای نقاط چک و کنترل در دو حالت مختلف ۷۵
شکل ۶-۵. تصویر ارتوفتو از منطقه با قدرت تفکیک ۲ سانتی متر ۷۷
شکل ۷-۵. مدل ارتفاعی منطقه ۸۰
شکل ۸-۵. منحنی میزان با فواصل ۳۰ سانتی متری ۸۱
شکل ۹-۵. نقشه منطقه عکسبرداری شده در مقیاس ۱:۲۰۰ ..... ۸۲

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۲ مقایسه فتوگرامتری هوایی، برد کوتاه با فتوگرامتری UAV[۴] ۱۱
جدول ۲-۲. مقایسه ویژگی چندین دوربین رقومی غیرمتریک موجود در بازار ۲۶
جدول۱-۳. پارامترهای پرواز برای پروازهای فتوگرامتری استاندارد..... ۴۰
جدول۱-۴. مشخصات دوربین Sony-DSC..... ۵۴
جدول ۲-۴. پارامترهای توجیه داخلی..... ۵۵
جدول۴-۴. متوسط مختصات تارگت ها در شبکه محلی به همراه دقت های مسطحاتی و ارتفاعی ۶۰
جدول۵-۴. پارامترهای توجیه داخلی ۶۱
جدول ۶-۴. ضرایب همبستگی بین پارامترهای کالیبراسیون ۶۲
جدول ۶-۴. پارامترهای توجیه خارجی تصاویر..... ۶۵
جدول ۱-۵. دقت نقاط در دو حالت که تعداد نقاط کنترل متفاوت می‌باشد..... ۷۶
جدول ۲-۵. دقت نقاط در حالت اعمال پارامترهای کالیبراسیون دوربین SONY-HX5V از تست اول در محاسبات تست دوم..... ۷۷
جدول ۳-۵. ارزیابی دقت آماری تصویر ارتو..... ۷۸
جدول ۴-۵. ارزیابی دقت آماری مدل ارتفاعی..... ۷۹
جدول ۵-۵. مدت زمان صرف شده برای هر مرحله از تست انجام شده..... ۸۳

فصل ۱- مقدمه

۱-۱ مقدمه

امروزه روش هایی که برای تهیه نقشه های توپوگرافی استفاده می‌شود فتوگرامتری هوایی، فتوگرامتری فضایی، نقشه برداری زمینی و یا استفاده از لیزر اسکنرها می‌باشد. فتوگرامتری هوایی به همراه تکنولوژی دوربین های رقومی متریک امروزه قابلیت تولید نقشه های مسطحاتی در محدوده ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰ با منحنی تراز ۱۰ تا ۰/۵ متر را دارا هستند[۱]. تصاویر ماهواره ای نیز به عنوان منابعی برای تهیه نقشه های مسطحاتی و توپوگرافی مورد استفاده واقع می‌شوند. اکنون نقشه هایی در مقیاس های ۱:۲۵۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰ توسط ماهواره ها امکان پذیر می‌باشد[۲]. همین طور در نقشه برداری زمینی که یکی از دقیق ترین روش ها در تولید نقشه های مسطحاتی و توپوگرافی می‌باشد می‌توان نقشه هایی با مقیاس ۱:۲۵۰۰ تا ۱:۲۰۰ با منحنی ترازهای ۱ متر تا ۲۰ سانتی متر تولید نمود که البته هزینه این روش نسبت به روش های دیگر بیشتر می‌باشد. به عنوان مثال هزینه یک هکتار عملیات نقشه برداری زمینی برای تولید نقشه ۱:۲۰۰ با منحنی میزان ۲۰ سانتی متر متناسب با نوع منطقه در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ دلار می‌باشد[۱]. استفاده از لیزر اسکنر ها نیز چه بصورت زمینی و چه به صورت هوایی در تولید نقشه ها کاربرد داشته و قابلیت تولید نقشه هایی با مقیاس ۱:۵۰۰ با منحنی میزان ۱۰ سانتی متری را دارا می‌باشند البته پردازش های مربوط به داده های لیزر اسکنر دشوارتر از دیگر روشها می‌باشد[۳].

اما در بعضی از موارد اجرایی بدلیل مسائلی از قبیل هزینه، دسترسی به امکانات، مجوزهای مورد نیاز، مدت زمان انجام پروژه و دسترسی به اطلاعات، استفاده از چنین تکنیک هایی کاری طاقت فرسا و عملا دور از انتظار می‌باشد. در این موارد نیازمند به یک روش میسر و مقرون به صرفه می‌باشیم که نه تنها متناسب با ابعاد منطقه و سرعت تغییرات باشد بلکه دقت مورد نیاز را نیز برآورده نماید. به منظور غلبه یا کاهش مشکلات فوق روشی که به تازگی برای تهیه نقشه های بزرگ مقیاس استفاده گردیده است روش استفاده از وسایل پرواز بدون سرنشین یا فتوگرامتری هوایی برد کوتاه است.

فتوگرامتری هوایی برد کوتاه یک شاخه جدید از فتوگرامتری است که اخیرا در بسیاری از کاربردهای نقشه برداری مورد استفاده قرار می‌گیرد. می‌توان این طور بیان کرد که فتوگرامتری هوایی برد کوتاه تلفیقی از فتوگرامتری هوایی و فتوگرامتری برد کوتاه می‌باشد که در آن با نصب یک سنسور اخذ داده بر

روی یک وسیله پرواز بدون سرنشین(UAV[1]) از ارتفاع اندک داده اخذ می‌گردد. بدلیل استفاده از سیستم های UAV در این روش در [۴] فتوگرامتری UAV جایگزین فتوگرامتری هوایی برد کوتاه گردیده است.

در صورت استفاده از سیستم های UAV امکان دسترسی به مناطقی که بطور معمول از طریق فتوگرامتری هوایی سخت و حتی غیرممکن است فراهم می‌گردد. به عنوان مثال، در تهیه نقشه یک منطقه با ابعادی بین ۱ تا ۱۰۰ هکتار استفاده از فتوگرامتری هوایی بنا به دلایل کوچک بودن منطقه(هر عکس هوایی رقومی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ منطقه ای به مساحت ۴۰هکتار را پوشش می‌دهد)، مجوزهای پرواز، هزینه های موجود معقول و به صرفه نخواهد بود، بنابراین در چنین پروژه هایی نمی‌توان از فتوگرامتری هوایی استفاده نمود. در ضمن در پروژه هایی که احتیاج به قدرت تفکیک بالایی از عوارض وجود دارد باید پرواز در ارتفاع پایین انجام گیرد تا بتوان به قدرت تفکیک مناسب رسید در چنین پروژه هایی نیز امکان پرواز وسایل پرواز سرنشین دار در ارتفاع پایین تر از ۵۰۰ متر وجود ندارد. همین طور رسیدن به این ارتفاع و تصویر برداری از سطح زمین از طریق روشهایی مانند جرثقیل و یا بالابر و غیره محدودیت های حمل و نقلی و زمانی بسیاری به همراه دارند. به غیر از موارد مذکور در پروژه های دیگر که وسعت منطقه محدود و احتیاج به تصاویر بزرگ مقیاس با جزئیات بالا بوده و نیاز فوری به اطلاعات می‌باشد، روش فتوگرامتری UAV به بهترین نحو پاسخگوی نیازها خواهد بود.

۲-۱ ضرورت و انگیزه تحقیق

تلفیق روش های زمینی و هوایی در فتوگرامتری با استفاده از سیستم های UAV دریچه جدیدی را به سوی کاربردهایی ایجاد می‌کند که استفاده از فتوگرامتری هوایی و یا روش های زمینی در آنها بنا به دلایل عدم دسترسی به منطقه، هزینه، زمان و یا دقت مقرون به صرفه نمی‌باشند.

امروزه از UAV ها می‌توان به عنوان یک وسیله پرواز برای اخذ داده و اندازه گیری های دقیق که کاملا توسط کامپیوتر و اتوماتیک کنترل می‌شوند استفاده نمود که این مهم مدیون پیشرفت های اخیر در

[1] Unmanned Aerial Vehicle

دوربین های رقومی ارزان قیمت موجود در بازار، لیزر اسکنرها و سیستم های ناوبری(GPS/INS) می‌باشد.

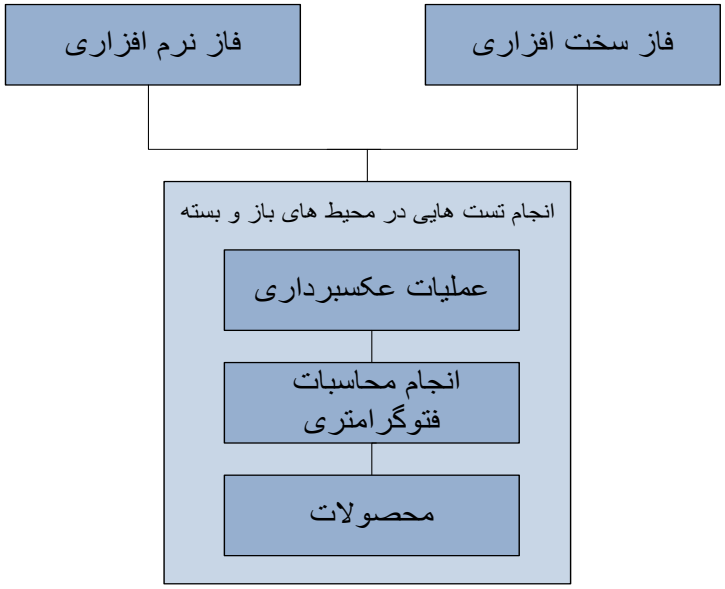
UAV ها بدلیل داشتن پارامترهایی همچون ارزان قیمت بودن، انعطاف پذیری، دسترسی و آمادگی سریع برای یک پروژه می‌توانند جایگزین مناسبی برای فتوگرامتری هوایی و زمینی محسوب شوند. علاوه بر این در مناطق غیرقابل دسترس و یا خطرناک تنها سیستم قابل استفاده UAV ها می‌باشند. همین طور این سیستم ها می‌توانند به تهیه اطلاعات کلی و یا جزیی از یک منطقه بپردازند.

با وجود قابلیت های اشاره شده برای سیستم های UAV، تا کنون این گونه سیستم ها کمتر در کارهای نقشه برداری هوایی مورد استفاده قرار گرفته اند و استاندارد خاصی برای استفاده از این گونه سیستم ها طراحی نگردیده است، بنابراین امکان سنجی استفاده از این گونه سیستم ها در کاربردهای فتوگرامتری امری کاملا محسوس و ضروری می‌باشد. به همین دلیل در این پایان نامه به امکان سنجی استفاده از وسایل پرواز بدون سرنشین از نقطه نظر زمان عملیات، هزینه، دقت بدست آمده، آنلاین بودن اطلاعات و دیگر معیارهای امکان سنجی به منظور تهیه نقشه های بزرگ مقیاس پرداخته شده است.

۳-۱ روش تحقیق

هدف اصلی در این تحقیق امکان سنجی استفاده از سیستم های UAV در پروژه های فتوگرامتری می‌باشد که به منظور رسیدن به این هدف لازم بود تا از یک طرف وسایل پرواز UAV و تجهیزات فتوگرامتری این گونه وسایل از قبیل سیستم ناوبری، دوربین، سکوی نصب دوربین و سیستم اخذ تصویر مورد بررسی قرار گیرند که بحث و بررسی تمامی این مسائل در فاز سخت افزاری یک سیستم UAV مورد استفاده در کاربردهای فتوگرامتری مطرح شده است. از طرف دیگر همان طور که در پیشین ذکر گردید این گونه سیستم ها دارای یک چارچوب استاندارد همانند سیستم های مورد استفاده در فتوگرامتری هوایی نیستند، بنابراین در فاز دیگری موسوم به فاز نرم افزاری ابتدا سعی برآن شد تا با بررسی سیستم های UAV متفاوت یک طرح جامع برای استفاده از این گونه سیستم ها در کاربردهای فتوگرامتری مطرح گردد. سپس در چندین تست انجام شده این گونه سیستم ها در یک پروژه فتوگرامتری مورد استفاده قرار گرفتند و در انتها با ارزیابی نتایج بدست آمده از این گونه سیستم ها جواب این سئوال که آیا این سیستم

ها قابلیت استفاده در تهیه نقشه های بزرگ مقیاس را دارند داده شد. فلوچارت روند انجام تحقیق در شکل ۲-۱ آورده شده است.



شکل ۲-۱ : فلوچارت روند انجام تحقیق

۱-۴ ساختار پایان نامه

این پایان نامه از ۶ فصل تشکیل گردیده است:

فصل اول، مقدمه: در این فصل موضوع تحقیق، انگیزه و ضرورت آن و فعالیت های انجام شده به منظور امکان سنجی سیستم های UAV در تهیه نقشه های بزرگ مقیاس که همان اهداف تحقیق می‌باشند بیان می‌گردد.

فصل دوم، مروری بر سیستم های فتوگرامتری UAV در قالب اجزای سخت افزاری یک سیستم UAV: هدف از نوشتن این فصل از یک طرف آشنایی با سیستم های UAV استفاده شده در کاربردهای فتوگرامتری است و از طرف دیگر معرفی اجزای یک سیستم فتوگرامتری UAV می‌باشد. به عبارت دیگر در این فصل مروری بر سیستم های UAV گذشته در قالب اجزای سخت افزاری یک سیستم UAV مطرح می‌گردد. در انتهای این فصل براساس تحلیل سیستم های موجود دلیل انتخاب سیستم UAV استفاده شده در این تحقیق بیان می‌گردد.

فصل سوم، تئوری طراحی استفاده از سیستم های UAV جهت تهیه نقشه های بزرگ مقیاس: در این فصل مراحل و چگونگی انجام یک پروژه فتوگرامتری UAV که عبارتند از طراحی، کالیبراسیون دوربین، عکسبرداری، انجام محاسبات و پردازش تصاویر ارائه می‌گردند. هدف از نوشتن این فصل ارائه یک چارچوب تا حد ممکن جامع برای استفاده از سیستم های UAV در کارهای فتوگرامتری می‌باشد.

فصل چهارم، تست های انجام شده جهت ارزیابی سیستم های UAV از نقطه نظر تهیه نقشه های بزرگ مقیاس: در این فصل براساس تئوری بیان شده در فصل ۳ دو تست انجام شده به منظور ارزیابی سیستم های فتوگرامتری UAV در داخل فضاهای بسته و فضاهای باز بیان و نتایج مربوط به طراحی، کالیبراسیون و پردازش تصاویر انجام شده در تست ها بیان می‌گردد.

فصل پنجم، ارزیابی ها و تحلیل ها: در این فصل ارزیابی نتایج بدست آمده از نقطه نظر طراحی، کالیبراسیون، نحوه عکسبرداری، دقت، هزینه و زمان انجام پروژه فتوگرامتری UAV ارائه می‌شود تا براساس این ارزیابی ها به امکان سنجی استفاده از این سیستم ها در تهیه نقشه های بزرگ مقیاس رسید.

فصل ششم، نتیجه گیری و پیشنهادات: این فصل جمع بندی کلیه مسائل مطرح شده و کارهای انجام شده در این پایان نامه می‌باشد و مزایا و معایب استفاده از سیستم های UAV در این بخش مطرح می‌گردد و همین طور جایگاه فتوگرامتری UAV در بین دیگر روشهای اندازه گیری بیان شده و در انتها پیشنهادات و راهکارهایی که از انجام این تحقیق بدست آمده است ارائه می‌گردد.

فصل ۲- مروری بر سیستم های فتوگرامتری UAV در قالب اجزای سخت افزاری یک سیستم UAV

۲-۱ مقدمه

ارکان یک پروژه فتوگرامتری هوایی وسیله پرواز و دوربین است. بدون این ابزار اخذ تصاویر از هوا امکان پذیر نمی‌باشد. مجموعه وسیله پرواز، دوربین و سیستم ناوبری سخت افزارهای یک سیستم فتوگرامتری هوایی را تشکیل می‌دهند که معمولا این سخت افزارها در فتوگرامتری هوایی توسط وسایل پرواز سرنشین دار دارای تنوع کم و استانداردهای به خصوصی می‌باشند. بنابراین انتخاب سخت افزار در فتوگرامتری هوایی چندان دشوار و تامل برانگیز نمی‌باشد. اما در فتوگرامتری UAV بدلیل تنوع سخت افزارهای موجود باید متناسب با ابعاد منطقه، ارتفاع پرواز، شرایط جوی، قدرت تفکیک و دقت مورد نظر یک سیستم فتوگرامتری UAV مناسب انتخاب گردد. با توجه به ضرورت این موضوع در این فصل ابتدا UAV و فتوگرامتری UAV تعریف می‌گردد، سپس سخت افزار های یک سیستم فتوگرامتری UAV به همراه تاریخچه ای از آنها معرفی و در انتها براساس تحلیل سخت افزارهای موجود، سیستم فتوگرامتری UAV استفاده شده در این پایان نامه ارائه می‌شود.

۲-۲ UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

UAV اصطلاحا به وسایل پرواز بدون سرنشینی گفته می‌شود که می‌توان از آنها برای مقاصد مختلفی از قبیل دیده بانی، عکسبرداری و نقشه برداری هوایی استفاده نمود[۵]. این وسایل نقلیه معمولا به حالت نیمه اتوماتیک، تمام اتوماتیک و یا ترکیبی از این دو حالت هدایت می‌گردند. در مقایسه UAV با وسایل پرواز سرنشین دار(MAV[1])، اصلی ترین اختلاف بین دو وسیله پرواز عدم حضور فیزیکی خلبان در UAV ها می‌باشد ولی این بدان معنا نیست که این وسایل بدون هیچ دخالت انسانی پرواز می‌کنند. در حقیقت باید گفت در بعضی موارد گروه هدایت کننده این وسایل بیشتر از هواپیماهای سرنشین دار می‌باشد[۶].

[1] Manned Aerial Vehicle