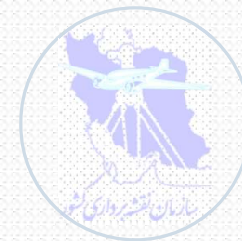




آموزش دستورالعمل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی به روش فتوگرامتری پهپاد

تهیه کننده : سمیه طحان پور



فهرست مطالب

۶

گزارش فنی

۵

محصولات مکانی

۴

پردازش داده‌ها و
محاسبات
مثلث‌بندی هوایی

۳

عملیات میدانی

۲

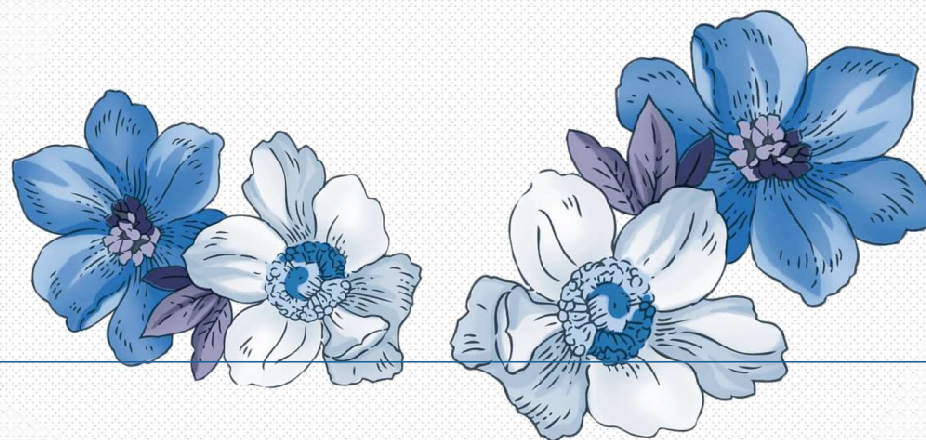
عملیات طراحی

۱

معرفی سامانه
فتوگرامتری پهپاد



معرفی سامانه فتوگرامتری پهپاد





آشنایی با پهپاد

پرنده هدایت پذیر از دور

کاربردهای غیرنظامی پهپاد

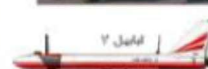
- سنجش از دور
- نقشه برداری
- نظارت هوایی
- فیلمسازی و تصاویر متحرک
- امور ورزشی
- اجرای مربوط به قانون
- اکتشاف و تولید نفت، گاز و معدنی
- کمکهای اضطراری و پزشکی
- تحقیقات علمی



آشنایی با پهپاد

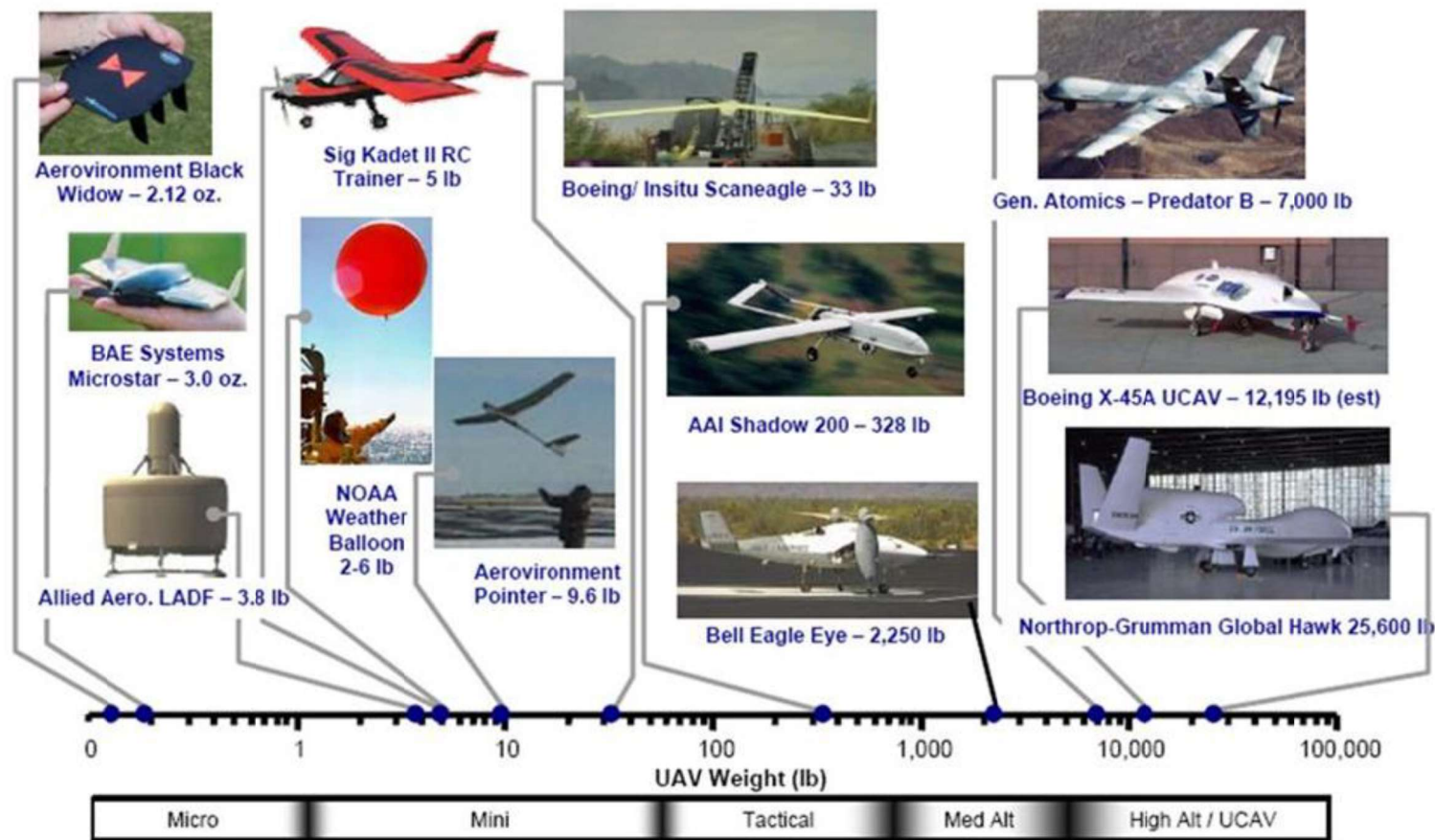
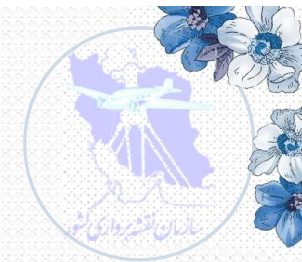
پهپاد در ایران

نام پهپاد	کاربرد
تلاش ۱	آموزش خلبانی هواپیماهای بدون سرنشین
تلاش ۲ (هدف ۳۰۰۰)	هواپیمای هدف
مهاجر ۲	مراقبت هوایی و عملیات شناسایی در مناطق دوردست و دسترس ناپذیر
مهاجر ۳ (درنا)	نسل بعد از مهاجر ۲ یا رویکرد افزایش بُرد و مداومت پروازی یا لا
مهاجر ۴	مراقبت هوایی و شناسایی
صاعقه ۱	آموزش عملیات پداند هوایی یه عنوان هدف و فریب دشمن
صاعقه ۲	آموزش یه عنوان هدف
طوفان (چمران ۲)	یافتن و تهدام دشمن
یاز	ماموریت شناسایی و آموزش خلبانی و آموزش یه عنوان هدف
چایک پر	آموزش خلبانی هواپیمای بدون سرنشین
تندیس	آموزش خلبانی هواپیمای بدون سرنشین
سپند	اطلاعات خاصی منتشر نشده
سفره ماهی	رادارگریز در حال توسعه
کرار	اولین و تنها پهپاد کشور یا ماموریت آفندی



آشنایی با پهپاد

طبقه بندی پهپاد ها



- ابعاد فیزیکی
- مداومت پروازی
- ارتفاع پرواز
- بارگذاری بال



آشنایی با پهپاد

طبقه بندی پهپاد ها

جدول ۱-۳ انواع معیارهای مورد استفاده در طبقه بندی پهپادها

تعداد معیارها	معیارهای طبقه بندی
تک معیاره	وزن پرنده
	پیچیدگی فرمان های پرواز
	پیچیدگی پرنده (تعداد و نوع موتورها و ...)
دو معیاره	وزن و سرعت پرنده
	وزن پرنده و کاربرد آن
	وزن پرنده و برد عملیاتی
	هوافضا و مساحت تحت پوشش
	انرژی جنبشی و مساحت تحت پوشش
	انرژی جنبشی و برد عملیاتی
	انرژی جنبشی و پیامدهای شکست عملیاتی
سه معیاره	وزن پرنده، ارتفاع و برد عملیاتی
	وزن پرنده، انرژی جنبشی و برد عملیاتی
	وزن پرنده، ارتفاع و کاربرد
	وزن پرنده، ارتفاع و سرعت پرنده

جدول ۱-۴ طبقه بندی بر مبنای اندازه، ارتفاع و مداومت پروازی

نمونه پرنده موجود	حداکثر وزن پرخاست (kg)	مداومت پروازی (h)	ارتفاع پرواز (m)	برد (km)	نوع
Md4-200	<30	<2	300	<10	پهپادهای مینی و میکرو (MUAV)
Talarion, predator	1,500-7,000	24-48	15,000	>500	پهپاد یا ارتفاع متوسط و مداومت پرواز طولانی (MALE)
Global Hawk	4,500-15,000	24-48	20,000	>2,000	پهپاد یا ارتفاع زیاد و مداومت پرواز طولانی (HALE)
Nano Hummingbid, MQ-8 Fire Scout	0,019-1,400	0.18-8	x-6,100	x-204	پهپاد یا قابلیت نشست و برخاست عمودی (VTOL UAV)



آشنایی با پهپاد

طبقه بندی پهپاد ها در نقشه برداری

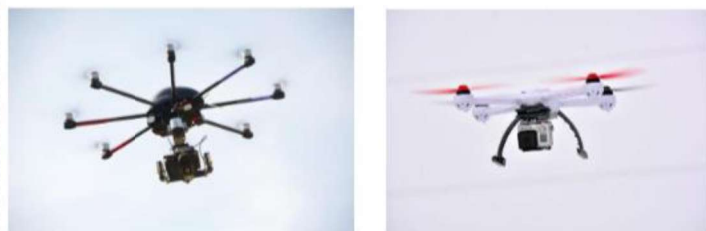
• بال ثابت Wing Fix



• بالگرد



• مولتی روتور Rotor-Multi



• هیبرید ترکیبی Hybrid

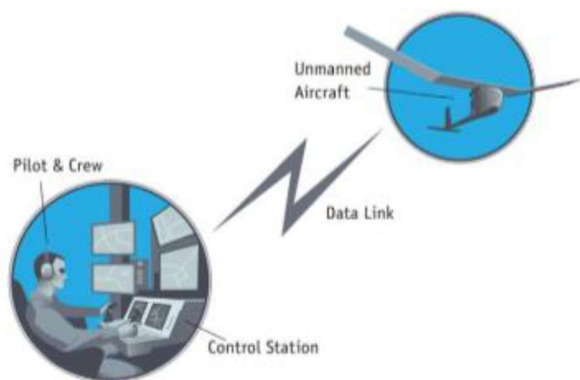




آشنایی با پهپاد

بخشهای یک سامانه فتوگرامتری پهپاد

- بخش هوایی: هدایت دستی از طریق RC، هدایت نیمه خودکار با Stabilizer و هدایت تمام خودکار از طریق اتوپایلوت روی WPهای طراحی شده. بکارگیری دوربین ویدئویی و OSD در فواصل دورتر
- بخش مخابرات: انتقال داده های ناوبری به ایستگاه زمینی، Video Sender و ارسال دستورات پایلوت به پهپاد
- بخش تعیین موقعیت: GPS/IMU دقیق و سریع برای زمین مرجع سازی
- بخش برداشت داده: سنجنده های تصویربرداری، پایدارساز و قائم نگر





آشنایی با پهپاد

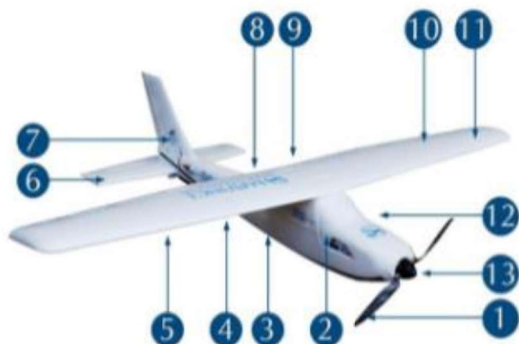
بخشهای یک سامانه فتوگرامتری پهپاد

• بخش هوایی

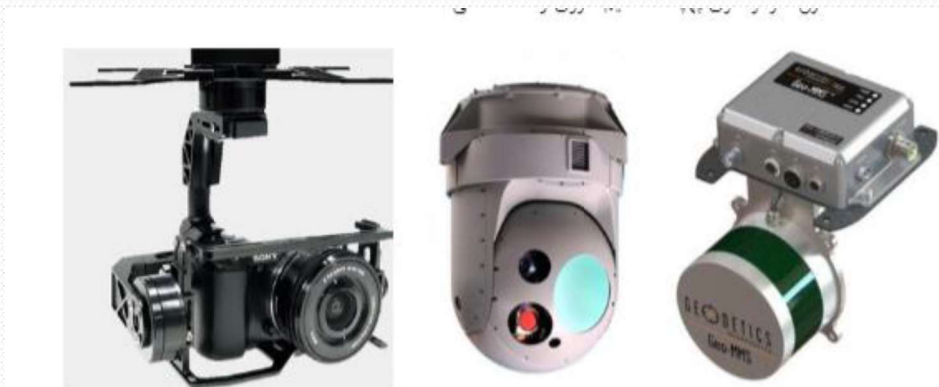
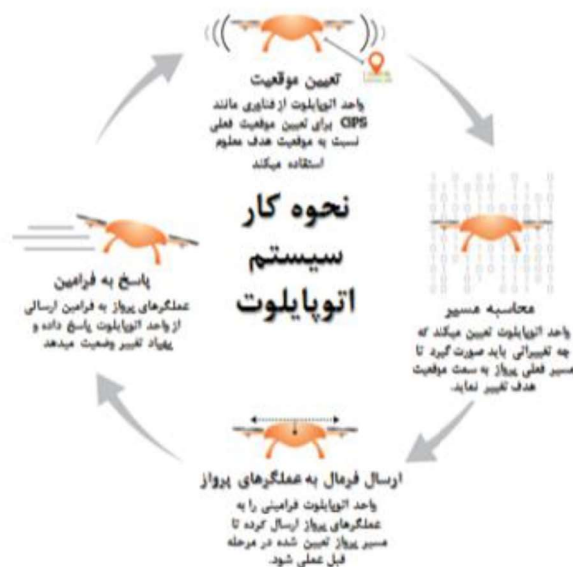
بدنه

هدایت و کنترل

محموله



۱. ملخ
۲. پهپاد تک‌یاتری (شامل دوربین)
۳. دوربین واسنجیده شده یا حسگر یزرگ
۴. اتوپایلویت MAVinci.
۵. چراغ‌های چشمک‌زن در زیر بال
۶. رادارهای جداشونده از دم برای سهولت تغییر قطعات یدکی
۷. محرک طول عمر ویژه
۸. خنک‌کننده فعال ادپتیو اتوپایلویت مانع از داغ شدن می‌شود
۹. سوئیچ امنیتی برای کنترل موتور
۱۰. مواد فوم بسیار سبک وزن
۱۱. رنگ سفید از داغ شدن جلوگیری می‌کند
۱۲. دسترسی به کارت ذخیره‌سازی دوربین
۱۳. موتور الکتریکی بدون پراش





آشنایی با پهپاد

بخشهای یک سامانه فتوگرامتری پهپاد

• بخش مخابراتی

گیرنده

فرستنده

بخش کنترل زمینی FVP

نرم افزار های بخش زمینی

نشست و درخواست



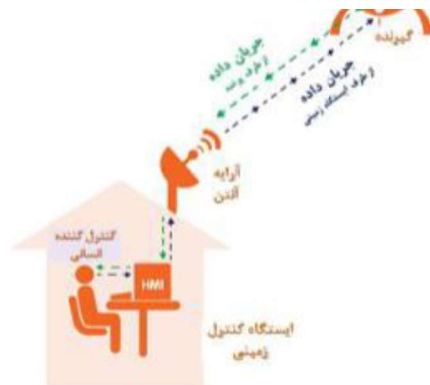
۱. نمایش موقعیت و وضعیت پرنده روی نقشه؛

۲. نمایش شاخص‌های شرایط پرنده مانند سرعت باد روی بدنه، جهت باد، میزان مصرف باتری یا ولتاژ و دمای موتور؛

۳. دستورهای کنترلی ارسالی از واحد دورسنجی به واحد زمینی؛

۴. نمایش ویدئویی دوربین جلوی پهپاد به همراه نمایش اطلاعات بر روی صفحه نمایش و پایش مربوط اطراف پهپاد که به صورت زنده در ویدئو نشان داده می‌شود؛

۵. آنتن‌های مخابراتی مربوط به رادیوکنترل، اتوپایلوت و OSD در ایستگاه زمینی قرار دارند.

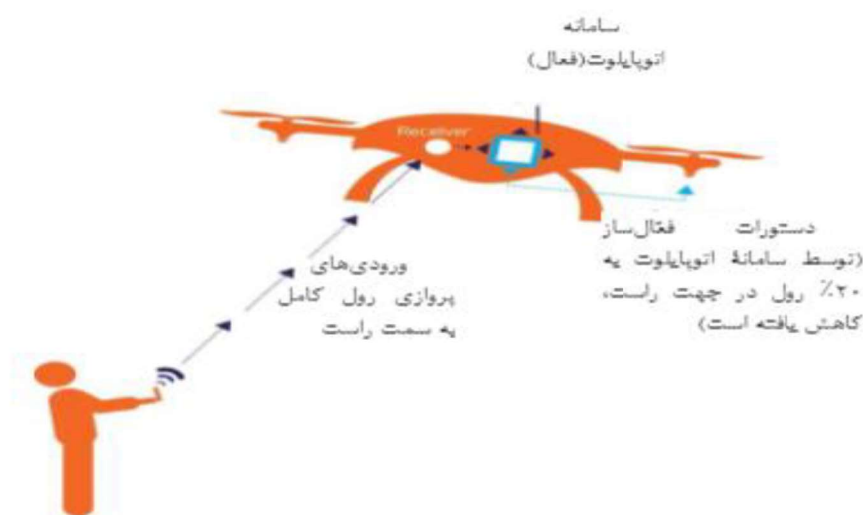




آشنایی با پهپاد

۳-۳-۲ حالت هدایت با پایدارساز^۱

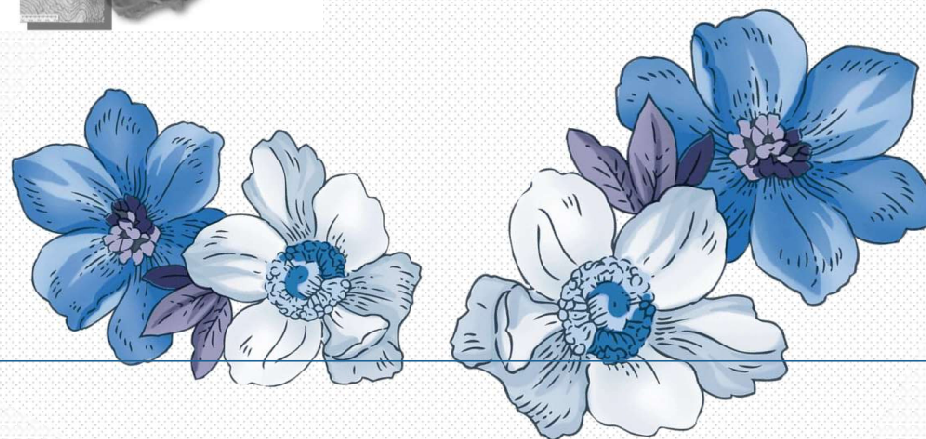
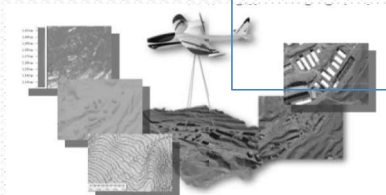
همان‌طور که در شکل ۳-۱۷ دیده می‌شود، حالتی از کنترل پرواز است که اگرچه هدایت پرنده به‌طور کامل در اختیار عملگر است، اتوپایلوت وظیفه حرکت مستقیم و تراز پرواز را بر عهده دارد. دستیابی به این حالت تعادل و پایداری در پرواز، با به‌کارگیری سنجنده‌های ژیرسکوپ و شتاب‌سنج توسط اتوپایلوت میسر می‌شود. در واقع پایدارساز همان نقش کمپانساتور تراز در دوربین‌های نقشه‌برداری را دارد. همان‌طور که می‌توان دوربین را با آن برای مثال در تلورانس تیلت ۱۵ درجه به‌طور اتوماتیک تراز کرد، پایدارساز هم یک تلورانس کاری دارد و بیش از آن عمل نمی‌کند.



شکل ۳-۱۷ حالت پایدارساز کنترل مولتی روتور



فتوگرامتری پهپاد عملیات طراحی





فتوگرامتری با پهپاد

- فتوگرامتری با توجه به محدودیت ها (نرم افزاری-سخت افزاری-انجام محاسبات سنگین و پیچیده) بر اساس تعاریف سنتی عبارت است از :
"تهیه نقشه از تصویر هوایی قائم حاصل از دوربین متریک" • با رفع بسیاری از محدودیت های در تعریف مجدد فتوگرامتری
بسیاری از موارد از قبیل بهره گیری از تصاویر قائم (حداکثر ۵ درجه تیلت) و بهره گیری از دوربین های متریک گران قیمت تا حد زیادی بر طرف شده است.
- هدایت پرنده بدون سرنشین برای مقاصد نقشه برداری هوایی حامل سنجنده هایی مانند دوربین تصویربرداری، فیلمبرداری، مادون قرمز، حرارتی، چندطیفی، فراطیفی، لیدار و سنجنده های تعیین موقعیت و وضعیت



فتوگرامتری با پهپاد

چالش ها و مسائل

- مجوز های پرواز
- مشکلات پردازش داده های تصاویری

نام پردازش	سی پی یو (CPU)	رم (RAM)	هارد دیسک
مثلث بندی هوائی	مهم ترین فاکتور! کم تریش تا ۱۰۰٪ مصرف!	مصرف کم	مصرف کم
تولید ایرنقاط متراکم	مهم ترین فاکتور! همیشه تا ۱۰۰٪ مصرف!	مهم ترین فاکتور! همیشه تا ۱۰۰٪ مصرف!	مصرف کم
تولید مدل رقبوسی زمین و ارنو فو	مصرف کم	مصرف زیاد	مهم ترین فاکتور! محدود کننده سرعت پردازش که توصیه یریه کارگیری هارد اس اس دی (SSD) است.

مقایسه با فتوگرامتری هوایی

نام مرحله	فتوگرامتری پهپاد	فتوگرامتری هوایی
طراحی	دستی - خودکار	نیمه خودکار - خودکار
پرواز و اخذ داده	دستی - یا نظارت - خودکار	دستی - یا نظارت
وسعت محدوده کار	m^2-km^2	km^2
حد تفکیک زمینی GSD	mm-m	cm-m
فاصله تا شیء	m-km	۱۰۰m-۱۰km
توجیه تصاویر	قائم - مایل / دید زمینی یا هوایی	قائم - مایل / دید هوایی
صحت مطلق توجیه اولیه	cm-۱۰m	cm-dm
تعداد تصاویر	چند ده هزار	چند هزار
کاربردها و ویژگی ها	تهیه نقشه از نواحی کوچک یا قابلیت آبی	تهیه نقشه از نواحی وسیع



فتوگرامتری با پهپاد

مقایسه با فتوگرامتری هوایی

ارتفاع پرواز (متر)	کیفیت تصاویر	سرعت برداشت	کیفیت نقشه	کیفیت ارتفاعات	کیفیت ایرنقاط	فناوری پهپاد
۲۰۰-۵۰	#####	###	#####	#####	####	مولتی روتور + دوربین SLR
۱۰۰-۵۰	# / ندارد	#	##	# / ندارد	#####	مولتی روتور + LIDAR
۵۰۰-۱۰۰	#####	#####	###	#####	###	یال نایت خیالی سیک + دوربین بسیار سیک
۵۰۰-۱۰۰	#####	#####	#####	#####	###	یال نایت سیک + دوربین SLR سیک

- زمان
- هزینه
- ابعاد پیکسل زمینی
- ابعاد تصویر
- اعوجاج های تصویری
- هندسه تصویر برداری



فتوگرامتری با پهپاد

کیفیت هندسی نقشه تهیه روش فتوگرامتری

- تراکم و صحت نقاط کنترل زمینی
- کیفیت و استحکام هندسی و رادیومتریکی تصاویر هوایی

جدول ۷-۳ مقایسه فتوگرامتری پهپاد با دیگر روش های نقشه برداری

روش تهیه نقشه	زمان عملیات میدانی	زمان عملیات دفتری	میزان	تراکم داده	کیفیت داده تصویری	چالش ها
نقشه برداری کلاسیک	۰۱	۰۱:۰۰:۰۰:۰۱	۰۱:۰۱	۰۱	ندارد	زمانبر - نیاز به دسترسی زمینی
GPS RTK	۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱	۰۱	ندارد	زمانبر - نیاز به دسترسی زمینی - دید آسمانی
لیزر اسکینر زمینی	۰۱:۰۱:۰۱	۰۱	۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱	محران - زمان بر به علت نواحی پنهان - عدم دید از بالا تصاویر
لایدار مجاریل مینگ (نقشه برداری همراه)	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱	۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱	محران - عدم دید از بالا تصاویر
فتوگرامتری پهپاد	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	مجوز - ایمنی در مناطق شهری - وابستگی به شرایط جوی - انعوجات تصویری
فتوگرامتری هوایی	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	تجهت پرواز زمان بر - مناسب برای مناطق مساحت وسیع
لایدار هوایی	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱	۰۱	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱	محران - خطای ترسیم لایه های عوارض مسطحانی
تصاویر ماهواره ای	۰۱:۰۱:۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱	۰۱:۰۱	۰۱:۰۱:۰۱	قابلیت تهیه نقشه در حد ۱:۵۰۰۰ - ارزیابی از کشور

خط تولید فتوگرامتری با پهپاد

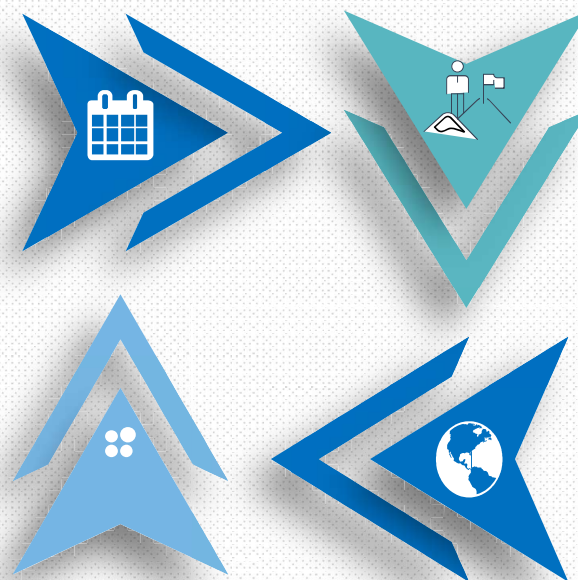


عملیات طراحی

- تعیین نوع پهپاد و سنجنده
- طراحی پرواز
- طراحی نقاط کنترل و چک زمینی

محصولات مکانی

- ابر نقطه سه بعدی
- رویه یا مش
- مدل ارتفاعی رقومی
- ارتوفتوموزائیک
- نقشه و پایگاه داده مکانی



مراحل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی
به روش فتوگرامتری پهپاد

عملیات میدانی

- عملیات تصویربرداری هوایی
- نقشه برداری زمینی
- تکمیلی زمینی
- پردازش داده های کمکی
- پیش پردازش تصاویر
- مثلث بندی هوایی

پردازش و محاسبات



سامانه فتوگرامتری پهپاد

- ✓ ایستگاه زمینی
- ✓ پهپاد نقشه برداری
- ✓ دوربین هوایی غیرمتریک
- ✓ نرم افزار طراحی و هدایت عملیات تصویربرداری
- ✓ تجهیزات تعیین موقعیت و وضعیت پرنده
- ✓ نرم افزارهای پردازش داده و تولید محصولات مکانی

در دوربین های تصویر برداری هوایی متریک معمول GRD وضوح اپتیکی تصویر ($Distance Resolving Ground$) یا همان ابعاد کوچکترین عارضه قابل تشخیص بر روی تصویر از ابعاد زمینی پیکسل GSD بهتر می باشد اما در دوربین های مورد استفاده در پهپادها GRD از GSD بزرگتر است. تعیین GRD دوربین در هر پروژه ضروری است و در دستیابی به دقت های مورد نظر در تهیه نقشه واطالعات مکانی می بایست در تعیین ارتفاع پرواز می بایست به GRD توجه نمود.

- در فتوگرامتری پهپاد به دلیل غیر متریک بودن دوربین
- (دوربین با پارامترهای کالیبراسیون با مقادیر بزرگ، نامعلوم و ناپایدار)
- افزایش خطاهای مسطحاتی و ارتفاعی در مقایسه با فتوگرامتری متریک
 - برای کنترل و کاهش خطاها، تصویربرداری با GSD کمتری
 - افزایش پوشش های تصویری به بالای ۶۰٪
 - افزایش تراکم نقاط کنترل زمینی
 - مشاهدات کمکی $GNSS/IMU$
 - فرآیند بهینه سازی و کاهش اعوجاجات باقیمانده



موارد استفاده سامانه فتوگرامتری پهپاد

- محصولات مکانی
- مسطحاتی و سه بعدی
- تولید و بروز رسانی نقشه
- تولید مدل رقومی زمین
- تولید ارتوفتوموزائیک
- تهیه ارتوفتو موزائیک مناطق شهری و غیرشهری، با اهداف آشکارسازی تغییرات
- تهیه و بهنگام رسانی نقشه‌های بزرگ مقیاس (۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰) از مناطق غیرشهری

- الویت با دوربین های متریک
- نقشه‌های سه بعدی با مدل رقومی ارتفاعی
- تهیه نقشه های شهری





شرایط به کارگیری روش فتوگرامتری پهپاد برای تولید نقشه

مقیاس نقشه	وسعت منطقه	شرایط به کارگیری
۱:۵۰۰	چند هکتار تا چند ده هکتار	در صورت وجود شرایط خاص مانند عدم دسترسی به منطقه، جایگزین روش نقشه برداری زمینی
۱:۵۰۰ تا ۱:۲۰۰۰	چند ده تا چند هزار هکتار	استفاده از پهپادهای با مداومت پروازی ۳۰ دقیقه و بیشتر، به کارگیری دوربین با حد تفکیک مکانی بالای ۲۰ مگاپیکسل و قابلیت پرواز پرنده بال ثابت یا مولتی روتور در ارتفاع بالاتر از ۵۰ متر نسبت به سطح زمین
۱:۵۰۰ تا ۱:۲۰۰۰	چند هزار تا چند ده هزار هکتار	استفاده از پهپادهای با مداومت پروازی یک ساعت و بیشتر، به کارگیری دوربین با حد تفکیک مکانی بالای ۵۰ مگاپیکسل و قابلیت پرواز پرنده بال ثابت در ارتفاع بالاتر از ۱۰۰ متر نسبت به سطح زمین
۱:۲۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰	چند ده هزار تا چند صد هزار هکتار	استفاده از پهپادهای با مداومت پروازی چند ساعت، به کارگیری دوربین با حد تفکیک مکانی بالای صد مگاپیکسل و قابلیت پرواز پرنده بال ثابت بدون/با سرنشین در ارتفاع بالاتر از ۲۵۰ متر نسبت به سطح زمین

تبصره: برای تهیه نقشه بزرگ مقیاس تر از ۱:۵۰۰ و منحنی میزان دقیق تر از ۲۵ سانتیمتر با استفاده از سامانه فتوگرامتری پهپاد، در نظر گرفتن ملاحظات مربوط به نواحی پنهان (تصویربرداری از زوایای مناسب)، حدتفکیک ارتفاعی و حدتفکیک تصویری متناسب با مقیاس نقشه همچنین تراکم مناسب نقاط کنترل زمینی الزامی است در غیر این صورت روش نقشه برداری زمینی از صحت و قابلیت اطمینان بالاتری برخوردار است.

مراحل عملیات طراحی



- تعیین سکو و سنجنده
 - تعیین نوع عدسی
 - تعیین نوع دوربین و تنظیمات آن
- طراحی پرواز
 - تعیین ارتفاع پرواز
 - تعیین ضریب کاهش حد تفکیک تصویری
 - تعیین سی-فاکتور سیستم تصویربرداری
 - تعیین محدوده پرواز
 - تعیین امتداد نوارهای پرواز
 - تعیین پوشش طولی و عرضی تصاویر
- طراحی نقاط کنترل زمینی
 - طراحی شکل و ابعاد تارگت زمینی
 - طراحی نقاط کنترل زمینی



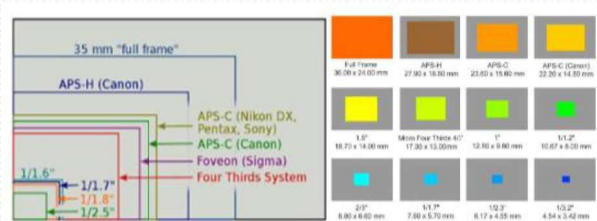
مراحل عملیات طراحی : معیار های انتخاب سنجنده



نوع سنجنده



نوع شاتر



ابعاد

سنجنده

۲۴*۱۶

۳۶*۲۶



مراحل عملیات طراحی : معیار های انتخاب سنجنده

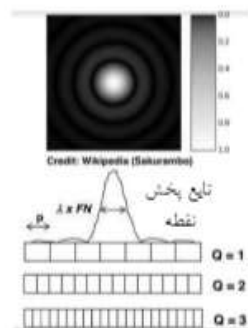
حد تفکیک مکانی

- وضوح صحنه قابلیت مشاهده جزئیات در صحنه (نور ، گرد و غبار ، مه)
- شفافیت عدسی (تابع پخش نقطه ای، کیفیت هم گونی جنس مواد)
- ابعاد پیکسل سنجنده : فاصله نمونه برداری تصویری ← مقیاس عکس فاصله نمونه برداری زمینی
- کشیدگی تصویر جا به جایی نسبی دوربین و شی در زمان باز بودن شاتر



مراحل عملیات طراحی : معیار های انتخاب سنجنده

محاسبه حد تفکیک مکانی



▪ حدتفکیک با اعمال محدودیت تفرق سنجنده و لحاظ معیار رایلی

$$GRD = 1.22 \times (\lambda/D) H$$

▪ ابعاد پیکسل زمینی سنجنده

$$GSD = (p/L) \times H = IFOV \times H$$

▪ شاخص کیفیت سنجنده

$$Q = (-x FN)/p, FN=L/D$$

▪ رابطه GRD-GSD-Q

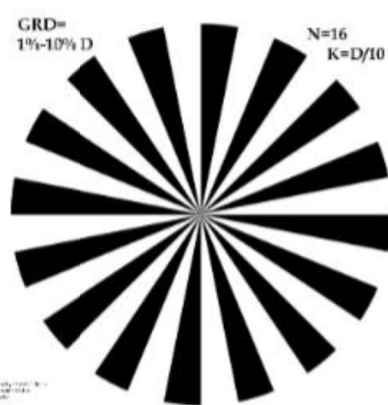
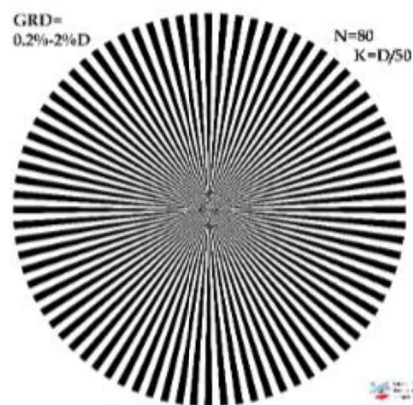
$$GRD = 1.22 Q GSD$$

▪ یا توجه به نمونه برداری Nyquist لحاظ مقدار $Q=2$ منجر به حدتفکیک

پهنه می شود. انتخاب مقدار Q یک پارامتر مهم در طراحی می باشد.

شکل ۸-۷ نحوه محاسبه حد تفکیک مکانی سنجنده از طریق شاخص کیفیت سنجنده Q و GSD

$$\frac{GRD}{GSD} = K = \frac{D}{2 \sin \frac{\pi}{n}}$$



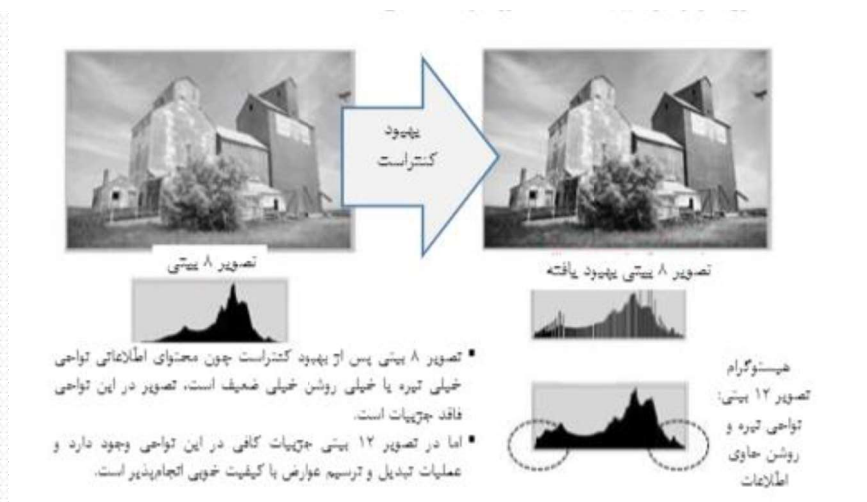


مراحل عملیات طراحی : معیار های انتخاب سنجنده

حد تفکیک رادیومتریکی

عمق بیت	تعداد تون ها در هر کانال در هر پیکسل	تعداد تون های ممکن (میلیون)
8 bit	256	16.78
10 bit	1,024	1070
12 bit	4,095	68 680
14 bit	16,383	4390000
16 bit	65,532	281 000 000

تاثیر عمق بیت در تشخیص عارضه



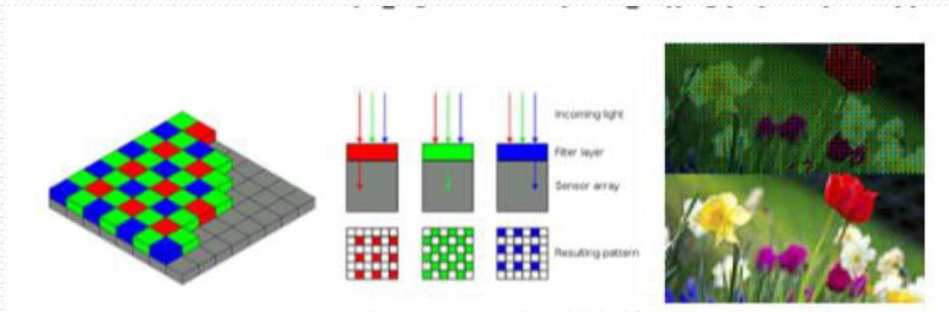
مراحل عملیات طراحی : معیار های انتخاب سنجنده



فاصله زمانی عکس برداری

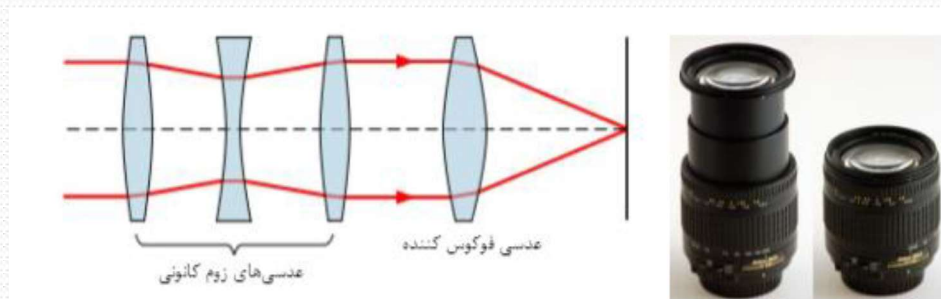
تعداد سنجنده

اعوجاج های سنجنده





مراحل عملیات طراحی : عدسی



نوع عدسی ساده ، زوم

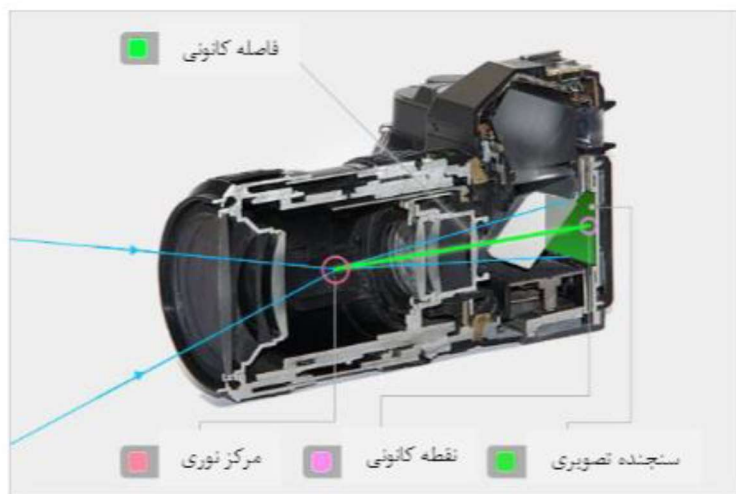
فاصله کانونی ، نرمال ، واید ، سوپر واید ، زوم ، ماکرو ،

دوربین های متریک : ساختار درونی دوربین از نظر هندسه تصویربرداری،

معلوم و پایدار (معلوم و ثابت بودن پارامترهای کالیبراسیون)

دوربین های غیر متریک :

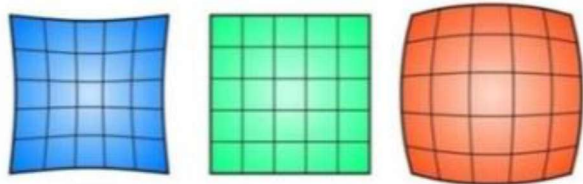
- عدم وجود پارامترهای توجیه داخلی
- فاقد ابزار اندازه گیری المان های هندسه داخلی
- تغییر فاصله کانونی





توان عدسی

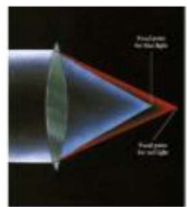
مراحل عملیات طراحی : عدسی



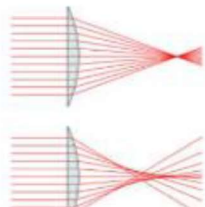
اعوجاج کروی

بدون اعوجاج

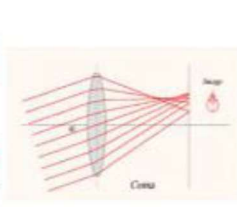
اعوجاج بشکهای



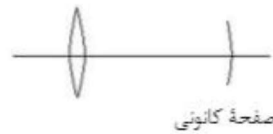
ابیراهی رنگی



ابیراهی کروی



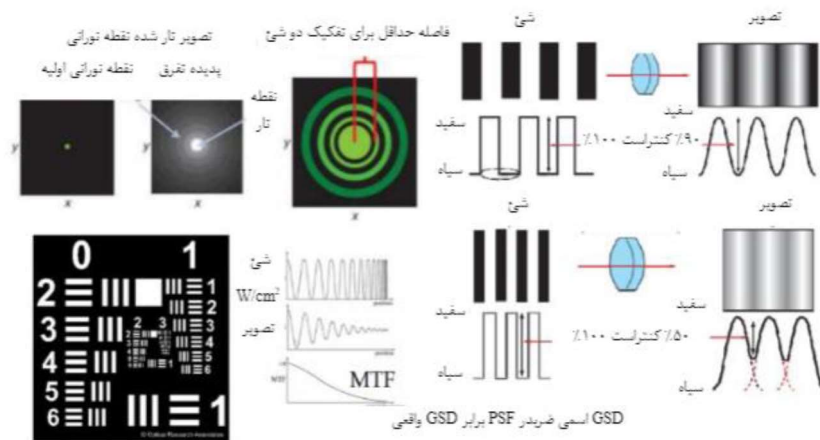
ابیراهی کما



انحنای میدان

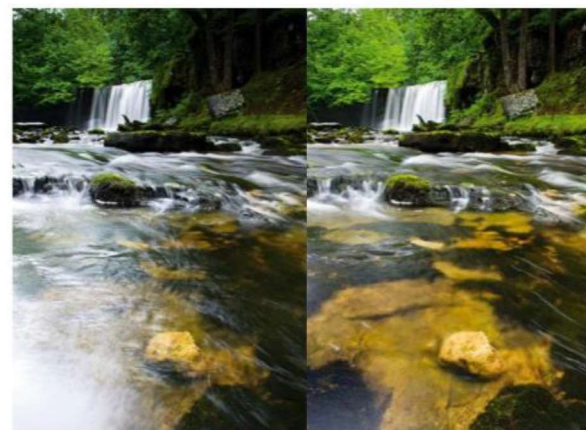
کیفیت هندسی عدسی

کیفیت رنگی عدسی



شفافیت عدسی

فیلترهای نوری





مراحل عملیات طراحی : عدسی

نمونه دوربین های مورد استفاده

تنظیمات دوربین :

- ایزو
- اف استاپ
- سرعت شاتر
- پایدار ساز
- اتوفوکوس
- وایت بالانس
- فرمت تصویر

مود های تصویر برداری

- Canon EOS M
- Sony NEX
- Sony Alpha
- The senseFly
 - S.O.D.A
 - Canon S110
 - Canon G9x
 - Sony G





مراحل عملیات طراحی

• تعیین سکو و سنجنده (دستورالعمل)

- تعیین نوع عدسی
- تعیین نوع دوربین و تنظیمات آن

• نوع عدسی

عدسی زاویه نرمال (لنز ۳۵ تا ۵۰ میلی‌متر): به منظور تهیه نقشه‌های سه‌بعدی یا ارتفاعی، عدسی زاویه نرمال (فاصله کانونی عدسی حدوداً برابر با قطر سنجنده) مناسب است. به‌طور کلی در این حالت، فاصله کانونی عدسی به نحوی انتخاب گردد که در تصاویر با پوشش طولی ۶۰ درصد، نسبت B/H (باز عکس یا فاصله‌ی زمینی بین عکس‌های متوالی به ارتفاع پرواز) از ۲۵/۰ بیشتر باشد.

تعیین نوع دوربین و تنظیمات آن

- حجم تصویر حداقل ۲۰ مگا پیکسل.
- ابعاد پیکسل سنجنده نباید کمتر از ۲ میکرون باشد و در صورت امکان سنجنده با ابعاد پیکسل بیش از ۴ میکرون مورد استفاده قرار گیرد. - خطای تفرق نور
- فاصله کانونی عدسی باید ثابت و پایدار ساز یا لرزش گیر سنجنده و عدسی و اتوفوکوس خاموش
- پایداری اتصال به بدنه دوربین (با چندین فرود و برخاستن تغییر محسوسی در پارامترهای کالیبراسیون عدسی ایجاد نگردد)
- استحکام بدنه دوربین نسبت به تغییرات دما، فشار هوا، ضربه و لرزش
- با توجه به اینکه در اکثر پهپادها دوربین فاقد FMC می‌باشد، برای جلوگیری از کشیدگی تصویری باید سرعت شاتر در حدی باشد که کشیدگی تصویری به کمتر از نیم پیکسل برسد.
- حساسیت دوربین یا ISO می‌بایست مقدار ثابتی باشد. عدد ایده آل برای آن ۱۰۰ بوده و نباید بیشتر از ۴۰۰ باشد.
- پارامتر سرعت عدسی یا f/stop بین ۴ تا ۸ تنظیم شده و مقداری ثابت باشد.
- در صورت فعال بودن تنظیم خودکار روشنایی تصویر، ملاحظات مربوط به سرعت شاتر، f-stop و ISO که در بالا ذکر شده است رعایت شود تا ضمن هماهنگی با شرایط نوری متغیر، کیفیت تصاویر مخدوش نشود.
- حداکثر نرخ تصویربرداری و ذخیره‌سازی دوربین می‌بایست با سرعت پرده و حداقل پوشش طولی مورد نیاز مطابقت داشته باشد.
- تصویربرداری حداقل سه طیفی (RGB) با وضوح ۲۴ بیت
- امکان ذخیره تصاویر با فرمت Multi Heads RAW



انتخاب نوع دوربین پهپاد

- نوع بافت و توپوگرافی منطقه
- وسعت منطقه
- ارتفاع پرواز طراحی شده
- محدودیت‌های زمانی پرواز
- مداومت پروازی
- دقت و مقیاس نقشه و اطلاعات مکانی
- محدودیت‌های حجم و وزن سنجنده
- شرایط آب و هوایی و وضعیت وزش باد
- وجود فضای کافی برای برخاستن و فرود آمدن
- سقف مجاز پروازی پرنده



مراحل عملیات طراحی

طراحی پرواز

- تعیین ارتفاع پرواز
- تعیین ضریب کاهش حد تفکیک تصویری
- تعیین سی-فاکتور سیستم تصویربرداری
- تعیین محدوده پرواز
- تعیین امتداد نوارهای پرواز
- تعیین پوشش طولی و عرضی تصاویر
- طراحی نوارهای متقاطع (کراس)
- طراحی شکل و ابعاد تارگت زمینی
- طراحی نقاط کنترل و چک زمینی

مقیاس نقشه	منحني تراز (متر)	بیشینه وضوح تصویری (سانتی‌متر)	کمینه وضوح تصویری (سانتی‌متر)
۱/۲۰۰۰	۲	۱۶	۲۰
۱/۲۰۰۰	۱	۱۲	۱۶
۱/۱۰۰۰	۱	۸	۱۰
۱/۱۰۰۰	۰/۵	۶	۸
۱/۵۰۰	۰/۵	۴	۵
۱/۵۰۰	۰/۲۵	۳	۴

جدول ۱-۲: مقادیر مناسب GRD مطابق با مقیاس نقشه

مقیاس نقشه	GRD متوسط تصاویر (سانتی‌متر)	بازه مجاز GRD تصاویر (سانتی‌متر)
۱:۵۰۰	۴	۵-۳
۱:۱۰۰۰	۸	۱۰-۶
۱:۲۰۰۰	۱۶	۲۰-۱۲



مراحل عملیات طراحی

طراحی پرواز

محدودیت تعیین GSD تصویربرداری

- الف) محدودیت ناشی از کاهش حد تفکیک مکانی تصویر: GSD تصویربرداری مورد نیاز برای پروژه باید به میزان $k:1$ ($k=GRD/GSD$) کاهش یابد تا کاهش حد تفکیک مکانی تصویر جبران شود.
- ب) محدودیت ناشی از دقت مسطحاتی محصولات مکانی: با توجه به دقت مسطحاتی مورد نیاز پروژه، حد تفکیک مکانی تصویر GRD می‌بایست به نحوی انتخاب شود که ۲.۵ برابر GRD از دقت مسطحاتی متوسط نقشه (۰.۲ میلی‌متر در مقیاس نقشه)، کمتر باشد.
- د) محدودیت ناشی از دقت ارتفاعی محصولات مکانی
- ج) محدودیت ناشی از ایمنی پرواز یا موارد امنیتی: سازمان هواپیمایی کشوری و نهادهای نظامی و امنیتی در کشور، مقرراتی را برای حداقل یا حداکثر ارتفاع پرواز پهپادها در مناطق مختلف وضع نموده‌اند



مراحل عملیات طراحی

- طراحی پرواز
 - تعیین محدوده پرواز
 - تعیین امتداد نوارهای پرواز
 - تعیین پوشش طولی و عرضی تصاویر

محدوده پروژه (محدوده یا مسیر مورد نظر) با استفاده از منابع اطلاعاتی مانند تصاویر گوگل، نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰، نقشه‌های کوچک‌مقیاس، تصاویر یا عکس هوایی کوچک‌مقیاس

محدوده پرواز به میزان حداقل ۶۰ درصد بزرگ‌ترین ضلع محدوده عکس روی زمین (معادل با تعداد پیکسل طولی عکس ضربدر GSD) در مرز بیرونی حد پروژه لحاظ می‌شود. (حفظ استحکام شبکه و کیفیت بازسازی سه‌بعدی)



مراحل عملیات طراحی

• طراحی پرواز

- تعیین محدوده پرواز

- ✓ جهت وزش باد
- ✓ جهت شیب و توپوگرافی زمین
- ✓ شکل حد کار
- ✓ جهت سایه‌ها

- تعیین امتداد نوارهای پرواز

- ✓ پوشش طولی و عرضی تصاویر در حالت ایده آل ۸۰٪-۸۰٪ است.
- ✓ تغییرات پوشش طولی و عرضی تصاویر نسبت به پوشش‌های طراحی شده در حد ۵٪ مجاز می‌باشد.
- ✓ هرچه پوشش تصاویر بیشتر شود تعداد تصاویر همپوشان برای بازسازی سه‌بعدی یک نقطه بیشتر شده و دقت، قابلیت اطمینان و همگونی دقت مختصات سه‌بعدی نقاط بخصوص از لحاظ ارتفاعی در تولید مدل رقومی سطح بیشتر می‌شود.

- تعیین پوشش طولی و عرضی تصاویر

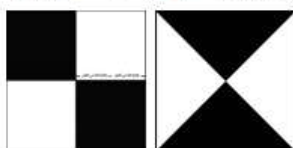


مراحل عملیات طراحی

در مناطق کوهستانی شدید یا شهری شلوغ با ساختمان‌های بلند به منظور افزایش قابلیت دید و استحکام شبکه و ارتقاء کیفیت خروجی می‌بایست طراحی نوارهای متقاطع (کراس) انجام شود.

- طراحی پرواز
- طراحی نوارهای متقاطع (کراس)

- شکل تارگت: اصل تقارن مرکزی در آن رعایت شود (مشابه اشکال زیر).



- اندازه تارگت: ابعاد کلی تارگت می‌بایست حداقل 10 برابر GRD و حداکثر 20 برابر GRD باشد.
- ضخامت خطوط تارگت کراس نیز می‌بایست بین یک GRD تا دو برابر GRD باشد.
- مرکز تارگت: محل مرکز تارگت حداقل با دقت یک‌دهم GRD با یک نقطه یا کراس علامت‌گذاری شود.

- طراحی شکل و ابعاد تارگت زمینی

- فواصل و تراکم نقاط کنترل باید در حدی باشند که خطای مثلث‌بندی هوایی روی نقاط کنترل و چک از نصف خطای نقشه (مطابق پیوست ۵) کمتر باشند.
- نقاط کنترل حتی برای مقاصد تولید محصولات مکانی مسطحاتی، به صورت سه‌بعدی یا زوج مسطحاتی-ارتفاعی برداشت شوند.
- به‌طور کلی نقاط کنترل در دور تا دور بلوک در محل شکستگی‌ها به‌گونه‌ای جانمایی شوند که کل حد کار را پوشش دهند.
- نقاط کنترل در میانه بلوک با تراکم مناسب طراحی شوند.
- نقاط کنترل در ناحیه مشترک مرزی بین بلوک‌ها مشابه با تراکم دورتادور بلوک طراحی و اندازه‌گیری شوند.
- در پروژه‌های کوریدوری که دقت ارتفاعی نقشه اهمیت دارد توصیه می‌شود نقاط ارتفاعی در راستای مسیر، به نحوی طراحی شوند که در هر تصویر یک نقطه کنترل قرار گیرد.
- در صورت به‌کارگیری مشاهدات PPK/ RTK هوایی می‌توان تراکم نقاط کنترل را به میزان قابل توجهی کاهش داد اما به‌واسطه ملاحظات معرفی ارتفاع ژئوئید، قابلیت اطمینان بیشتر به نقشه بخصوص در تهیه محصولات مکانی ارتفاعی و نقشه‌برداری کوریدور (به‌واسطه استحکام پایین شبکه تصاویر) به‌کارگیری تعداد مناسب نقاط کنترل زمینی ضروری است.

- طراحی نقاط کنترل و چک زمینی

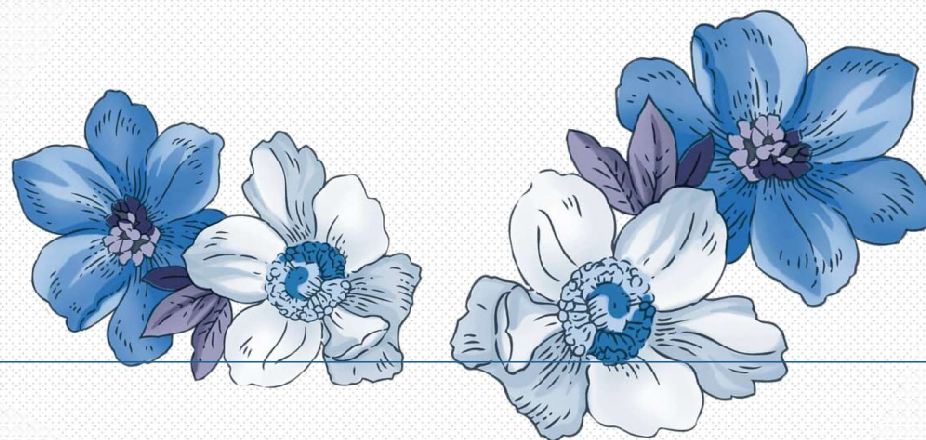


انتخاب نوع پهپاد

- استحکام در انجام تصویربرداری با وضعیت پایدار و اخذ تصاویر با حداقل زوایای انحراف از قائم
- نوع دوربین، نوع شاتر (گلوبال یا رولینگ)، تنظیمات خودکار هوشمند
- توانایی حمل دوربین و سنجنده موردنظر و دارا بودن سقف پرواز مناسب برای تصویربرداری از منطقه
- مداومت پروازی متناسب با ابعاد و وضعیت منطقه
- سقف پروازی کافی بخصوص در مناطق کوهستانی
- مجهز بودن به گیرنده تعیین جهت و تعیین موقعیت مراکز تصویر با دقت موردنظر
- امکان کنترل و هدایت پرنده به نحوی که تصویربرداری به صورت کامل و بدون گپ از منطقه
- متناسب بودن حداکثر سرعت باد قابل تحمل پرنده با شرایط وزش باد در منطقه
- مجهز بودن به سنجنده تعیین سرعت و جهت باد با دقت کافی
- مجهز بودن به امکانات هدایت و کنترل پرنده مانند FVP، RTH و ...



عملیات میدانی





مراحل عملیات میدانی

۱. عملیات نقشه برداری زمینی

- ایجاد شبکه ایستگاههای ماندگار
- نصب تارگت های نقاط کنترل و چک
- تعیین مختصات سه بعدی تارگت های نقاط کنترل و چک

۲. عملیات تصویربرداری هوایی

- مجوز پرواز و تصویربرداری هوایی
- محدوده زمانی و مکانی تصویربرداری هوایی
- تعیین ایستگاههای زمینی پرواز
- کنترل های قبل از پرواز
- کنترل های حین پرواز



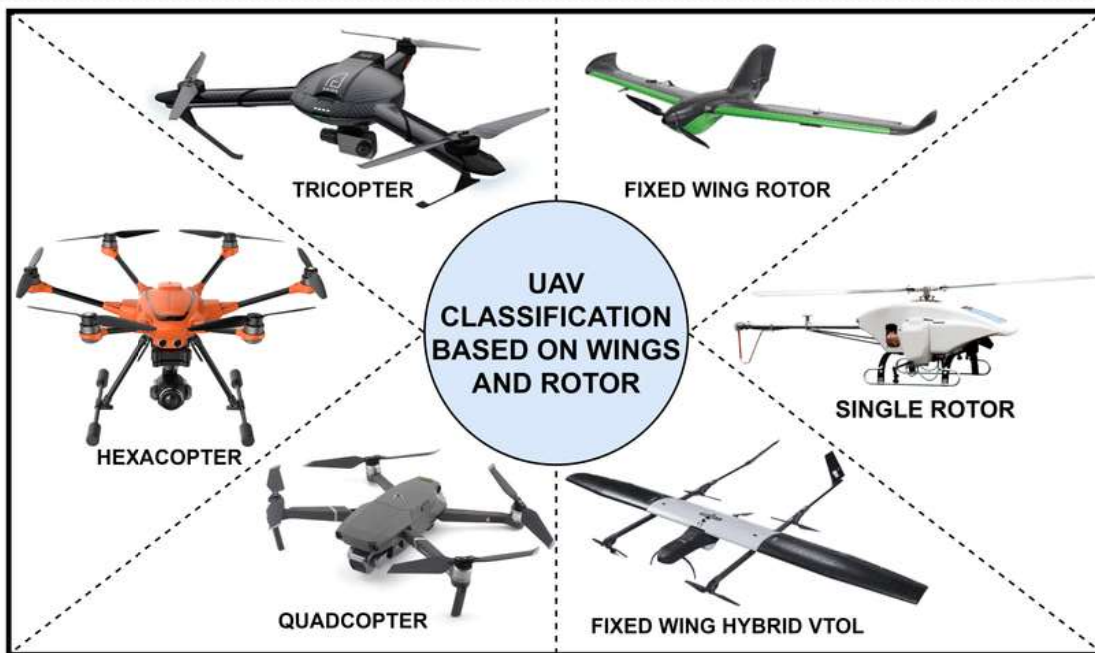












1. Multi rotor drones DJI MAVIC PRO	2. Fixed wing drones senseFly eBee X
3. Single rotor drones Vapor 55 UAV Helicopter	4. Fixed wing hybrid VTOL (vertical take – off and land) Falcon Vertigo

Multi Rotor Drones	Fixed Wing Drones
Single Rotor Drone	Fixed Wing Hybrid VTOL



انتخاب نوع پهپاد

- استحکام در انجام تصویربرداری با وضعیت پایدار و اخذ تصاویر با حداقل زوایای انحراف از قائم
- نوع دوربین، نوع شاتر (گلوبال یا رولینگ)، تنظیمات خودکار هوشمند
- توانایی حمل دوربین و سنجنده موردنظر و دارا بودن سقف پرواز مناسب برای تصویربرداری از منطقه
- مداومت پروازی متناسب با ابعاد و وضعیت منطقه
- سقف پروازی کافی بخصوص در مناطق کوهستانی
- مجهز بودن به گیرنده تعیین جهت و تعیین موقعیت مراکز تصویر با دقت موردنظر
- امکان کنترل و هدایت پرنده به نحوی که تصویربرداری به صورت کامل و بدون گپ از منطقه
- متناسب بودن حداکثر سرعت باد قابل تحمل پرنده با شرایط وزش باد در منطقه
- مجهز بودن به سنجنده تعیین سرعت و جهت باد با دقت کافی
- مجهز بودن به امکانات هدایت و کنترل پرنده مانند FVP، RTH و ...

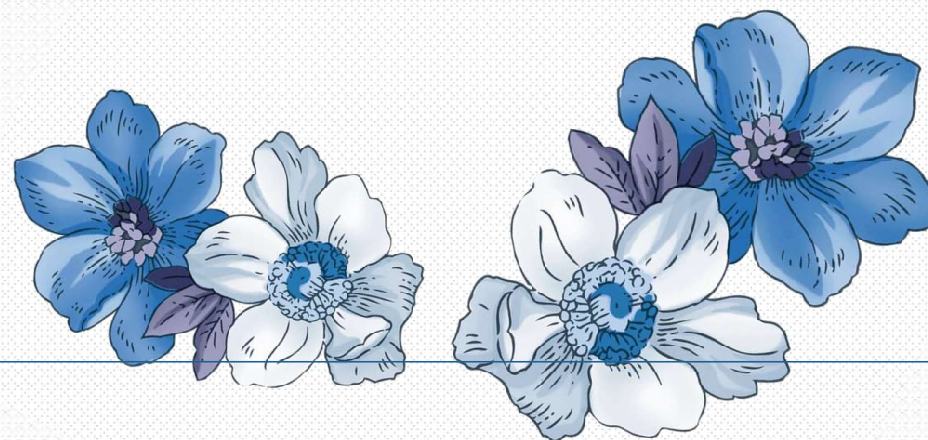


انتخاب نوع پهپاد

- استحکام در انجام تصویربرداری با وضعیت پایدار و اخذ تصاویر با حداقل زوایای انحراف از قائم
- نوع دوربین، نوع شاتر (گلوبال یا رولینگ)، تنظیمات خودکار هوشمند
- توانایی حمل دوربین و سنجنده موردنظر و دارا بودن سقف پرواز مناسب برای تصویربرداری از منطقه
- مداومت پروازی متناسب با ابعاد و وضعیت منطقه
- سقف پروازی کافی بخصوص در مناطق کوهستانی
- مجهز بودن به گیرنده تعیین جهت و تعیین موقعیت مراکز تصویر با دقت موردنظر
- امکان کنترل و هدایت پرنده به نحوی که تصویربرداری به صورت کامل و بدون گپ از منطقه
- متناسب بودن حداکثر سرعت باد قابل تحمل پرنده با شرایط وزش باد در منطقه
- مجهز بودن به سنجنده تعیین سرعت و جهت باد با دقت کافی
- مجهز بودن به امکانات هدایت و کنترل پرنده مانند FVP، RTH و ...



گزارش عملکرد ناظران
ستادی و میدانی

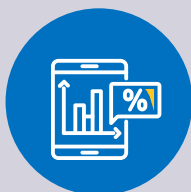




اقدامات عملیاتی و فنی در روند اجرایی و نظارت



توانمند سازی منبع انسانی
انجام تمامی مراحل نظارت و کنترل فنی
(اعلام وصول تا صورت وضعیت قطعی)
یکپارچگی و ادبیات فنی مشترک بین تیم کاری



آشنایی کامل کارشناسان ستادی با عملیات میدانی
و کارشناسان میدانی با عملیات ستادی



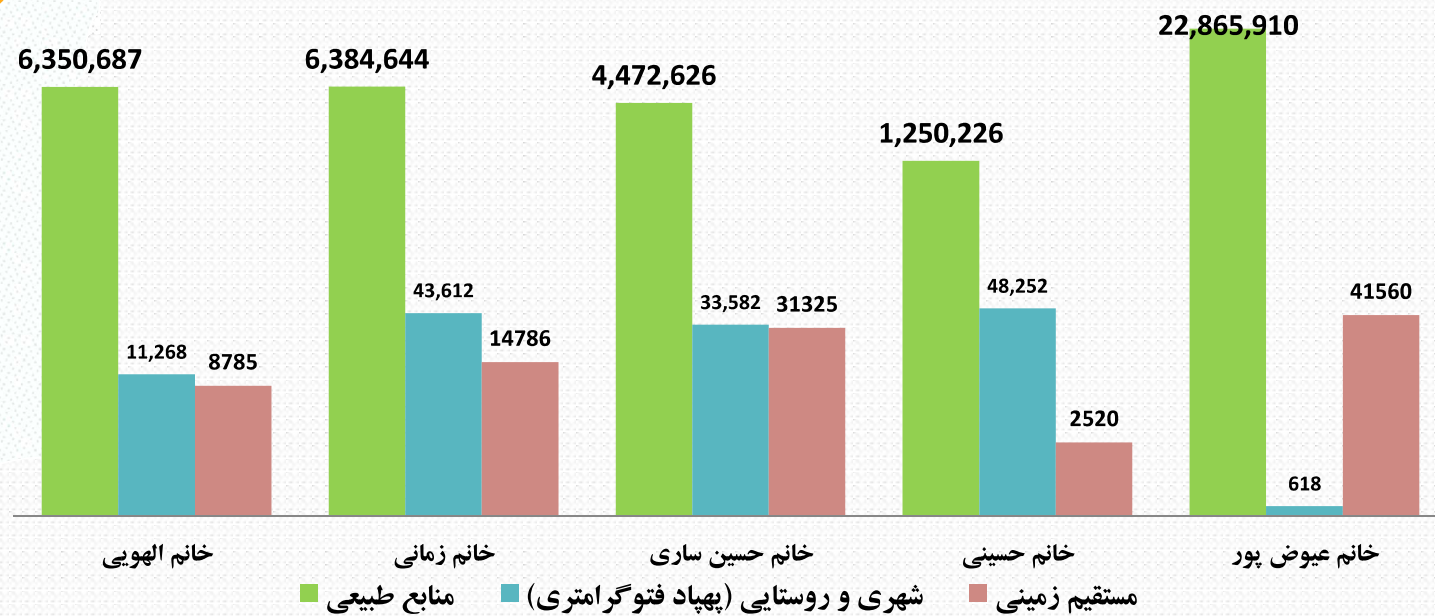
انتقال دانش فنی بین مشاوران و تیم فنی نظارت
اطلاع رسانی به موقع از تغییرات در روند اجرایی

گزارش عملکرد ناظران ستادی

تعداد نفر- ساعت کاری : ۲۶۸۰۰ ساعت

(ساعات کارکرد عادی ۱۲۴۸۰ ساعت ۲/۱ برابر)

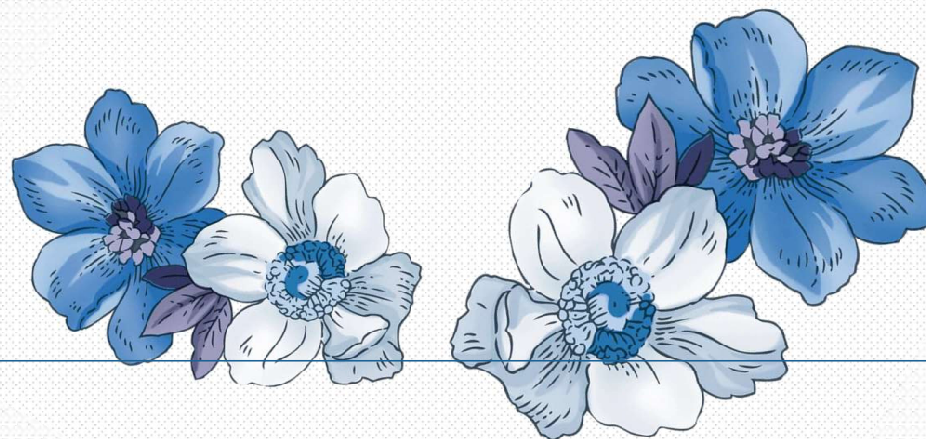
تعداد قرارداد ها : ۲۶۷





گزارش قرارداد های تهیه نقشه پوششی کل کشور

۳





مراحل نظارت و کنترل ارتوفتو موزائیک از تصاویر ۱۳۴۰

محاسبه خطای نقاط کنترل و چک زمینی
اعتبار سنجی در سامانه شمیم ، بررسی خطای کمترین مربعات
نقاط چک زمینی

بررسی مثلث بندی تصاویر و مدل سه بعدی
دقت در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰

کنترل کیفیت ارتوفتو موزائیک
بررسی دقت بصری و هندسی
با استفاده از داده های کمکی

- نقاط کنترل و چک زمینی
- محاسبات و مثلث بندی
- تهیه ارتوفتو موزائیک

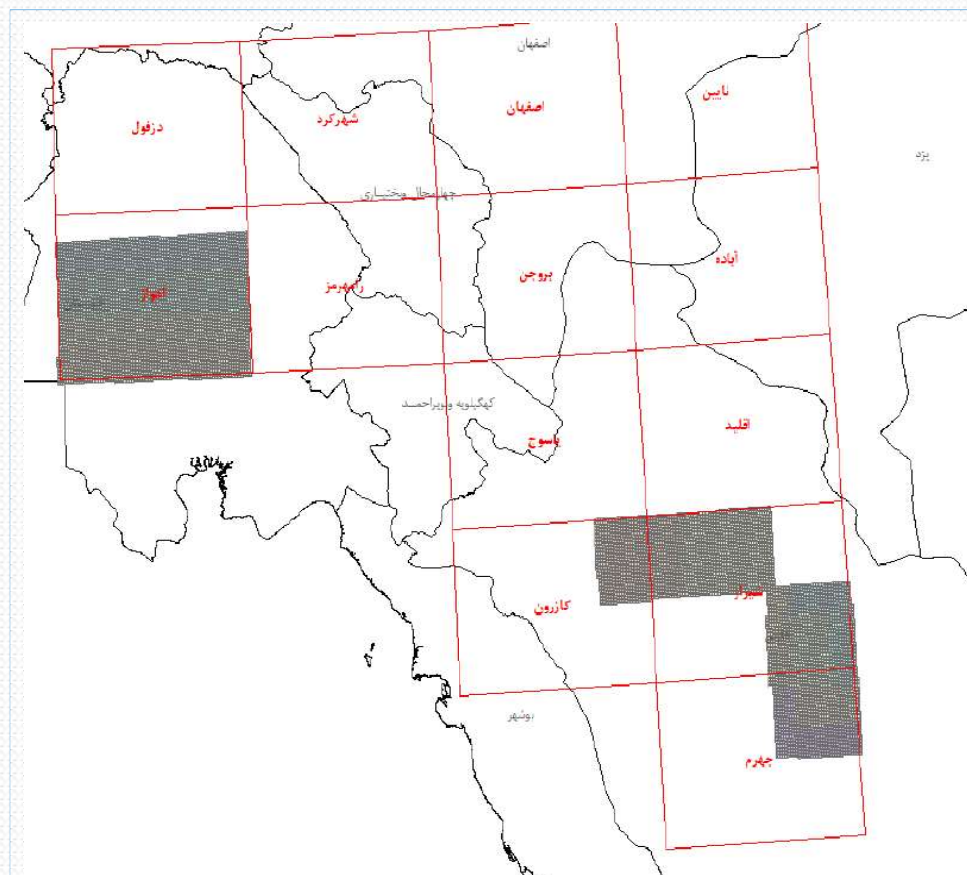
01

02

03



موضوع قرارداد: تهیه و بروز رسانی نقشه - تصویر برداری هوایی منطقه ۳



شرکت پویا نقش امید

تاریخ قرارداد: ۱۳۹۹/۱۲/۲۷ شماره ۲۳۶۹۲۱-۹۹

مساحت کل قرارداد:

مساحت: ۳۳,۶۶۸,۴۴۱,۲۹۸ هکتار
تعداد بلوک: ۱/۲۵۰۰۰ : ۱۳ بلوک

ارسال اطلاعات:

بلوک چهارم - شیراز - اهواز

تعداد شیت (اندکس ۱/۲۰۰۰): ۲۴۱۲۹

مساحت ارتوفتو: ۴,۶۳۲,۷۷۲ هکتار

درصد تایید و پیشرفت: ۲۲٪



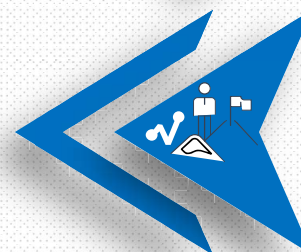
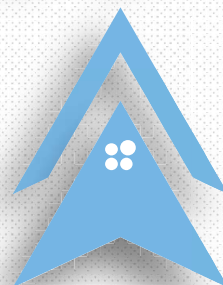
بررسی گزارشات تصویر برداری

چک لیست تصویر برداری
مختصات مراکز تصویر برداری
مشخصات سکو و سنجنده



کنترل ارتوفتوموزائیک

بررسی و کنترل کیفیت هندسی و بصر
بررسی خطای نقاط کنترل و چک زمینی
طراحی نقاط کنترل میدانی

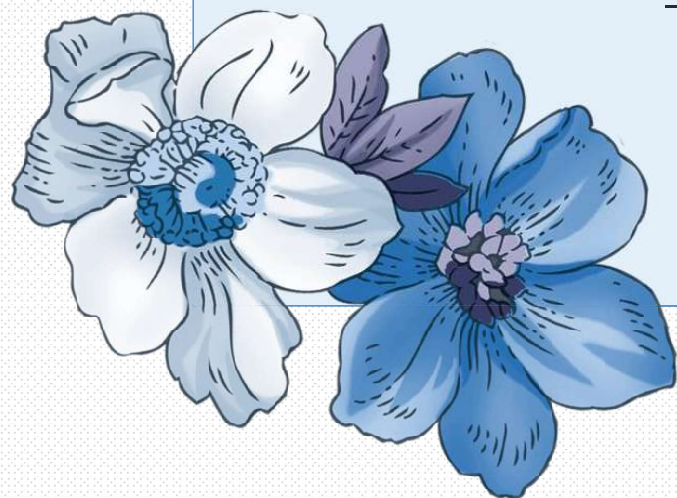
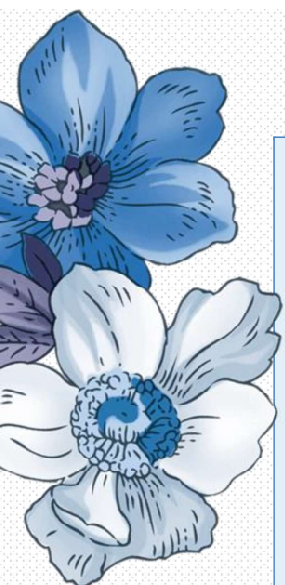


کنترل میدانی

برداشت نقاط طراحی شده
در عملیات میدانی
ارسال لیست نقاط و کروکی
جهت کنترل نهایی

نظارت محاسبات و مثلث بندی

بررسی مدل سه بعدی (پارالاکس و پله شدگی)
بررسی خطای نقاط کنترل و چک زمینی
کنترل ترسیم و تهیه نقشه بر روی مدل سه بعدی
طراحی نقاط کنترل میدانی



سپاس از توجه شما

تهیه کننده : سمیه طحان پور