

دانشگاه آزاد اسلامی زنجان

گروه مهندسی نقشه برداری

جزوه درس کاربرد های فتوگرامتری

تألیف، ترجمه و گرد آوری شده توسط:

دکتر فرید اسماعیلی



درس کاربرد های فتوگرامتری

بخش اول

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

سرفصل ها

عنوان درس به زبان فارسی: کاربردهای فتوگرامتری عنوان درس به زبان لاتین: Applications of Photogrammetry نوع درس: تخصصی	دروس پیش‌نیاز: فتوگرامتری تحلیلی تعداد و نوع واحد: ۳ واحد نظری جمع ساعات تدریس: ۴۸

هدف:

آشنایی دانشجویان با کاربرد فتوگرامتری در تولید نقشه‌های توپوگرافی، مثلث‌بندی هوایی، کاربرد فتوگرامتری در پروژه‌های عمرانی، صنعتی، پزشکی و ... و مرور کلی فتوگرامتری رقومی

سرفصل	ساعت تدریس
بخش اول: کاربرد فتوگرامتری در تولید نقشه‌های توپوگرافی	
خط تولید نقشه به روش فتوگرامتری هوایی	۲
بخش دوم:	
استانداردهای تولید نقشه به روش فتوگرامتری	۳
بخش سوم:	
برنامه‌ریزی پروژه‌های فتوگرامتری (مقیاس عکس‌برداری، دقت، نقاط کنترل پرواز، پوشش‌های طولی و عرضی و ...)	۳
بخش چهارم: مثلث‌بندی هوائی	
تعریف و تاریخچه مثلث‌بندی هوائی	۳
مثلث‌بندی هوائی دستگاهی	۳
مثلث‌بندی هوائی تحلیلی و محاسبات سرشکنی بلوک فتوگرامتری به روش مدل مستقل	۶
مثلث‌بندی هوائی تحلیلی و محاسبات سرشکنی بلوک فتوگرامتری به روش دسته اشعه برای حالات مختلف (کنترل زمینی ثابت و وزندار، عناصر توجیه خارجی وزندار وسلف کالیبراسیون)	۶
بخش پنجم:	
طراحی نقاط کنترل زمینی برای بلوک‌های فتوگرامتری	۴
بخش ششم:	
مثلث‌بندی هوایی پیشرفته با کمک داده‌های ماهواره‌ای GPS	۴
بخش هفتم:	
کاربردهای فتوگرامتری در پروژه‌های عمرانی، صنعتی و ... میراث‌فرهنگی و پزشکی و	۴
بخش هشتم: فتوگرامتری رقومی	
مقدمه‌ای بر فتوگرامتری رقومی	۲
سخت‌افزار و نرم‌افزار مورد نیاز فتوگرامتری رقومی	۲
تولیدات فتوگرامتری رقومی شامل مدل رقومی ارتفاعی، تصویر ترمیم‌شده و ارتوفتو، مدل سه‌عدی، تصویر پانوراما	۳
معرفی فتوگرامتری پهپاد مبنا و کاربردهای آن	۳
مجموع ساعات تدریس	۴۸

عنوان درس به زبان فارسی: کاربردهای فتوگرامتری عنوان درس به زبان لاتین: Applications of Photogrammetry نوع درس: تخصصی	دروس پیش‌نیاز: فتوگرامتری تحلیلی تعداد و نوع واحد: ۳ واحد نظری جمع ساعات تدریس: ۴۸

هدف:

آشنایی دانشجویان با کاربرد فتوگرامتری در تولید نقشه‌های توپوگرافی، مثلث‌بندی هوایی، کاربرد فتوگرامتری در پروژه‌های عمرانی، صنعتی، پزشکی و ... و مرور کلی فتوگرامتری رقومی

سرفصل	ساعت تدریس
بخش اول: کاربرد فتوگرامتری در تولید نقشه‌های توپوگرافی	
خط تولید نقشه به روش فتوگرامتری هوایی	۲
بخش دوم:	
استانداردهای تولید نقشه به روش فتوگرامتری	۳
بخش سوم:	
برنامه‌ریزی پروژه‌های فتوگرامتری (مقیاس عکس‌برداری، دقت، نقاط کنترل پرواز، پوشش‌های طولی و عرضی و ...)	۳
بخش چهارم: مثلث‌بندی هوائی	
تعریف و تاریخچه مثلث‌بندی هوائی	۳
مثلث‌بندی هوائی دستگاهی	۳
مثلث‌بندی هوائی تحلیلی و محاسبات سرشکنی بلوک فتوگرامتری به روش مدل مستقل	۶
مثلث‌بندی هوائی تحلیلی و محاسبات سرشکنی بلوک فتوگرامتری به روش دسته اشعه برای حالات مختلف (کنترل زمینی ثابت و وزندار، عناصر توجیه خارجی وزندار وسلف کالیبراسیون)	۶
بخش پنجم:	
طراحی نقاط کنترل زمینی برای بلوک‌های فتوگرامتری	۴
بخش ششم:	
مثلث‌بندی هوایی پیشرفته با کمک داده‌های ماهواره‌ای GPS	۴
بخش هفتم:	
کاربردهای فتوگرامتری در پروژه‌های عمرانی، صنعتی و ... میراث‌فرهنگی و پزشکی و	۴
بخش هشتم: فتوگرامتری رقومی	
مقدمه‌ای بر فتوگرامتری رقومی	۲
سخت‌افزار و نرم‌افزار مورد نیاز فتوگرامتری رقومی	۲
تولیدات فتوگرامتری رقومی شامل مدل رقومی ارتفاعی، تصویر ترمیم‌شده و ارتوفتو، مدل سه‌عدی، تصویر پانوراما	۳
معرفی فتوگرامتری پهپاد مبنا و کاربردهای آن	۳
مجموع ساعات تدریس	۴۸

منابع و مراجع پیشنهادی:

1. Moffit and Mikhail, "Photogrammtry 3d Edition"
2. Manual of Photogrammtry (4th Edition), Published by ASPRS Scociety
3. H.Ebadi, "Advanced Analytical Aerial Triangulation" Lecture Note. K.N.Toosi Univercity of Technology.
4. T.Schenk, "Digital Photogrametry", Terra Science,1999
5. Thomas Luhmann, "Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging", 2d Edition, 2014

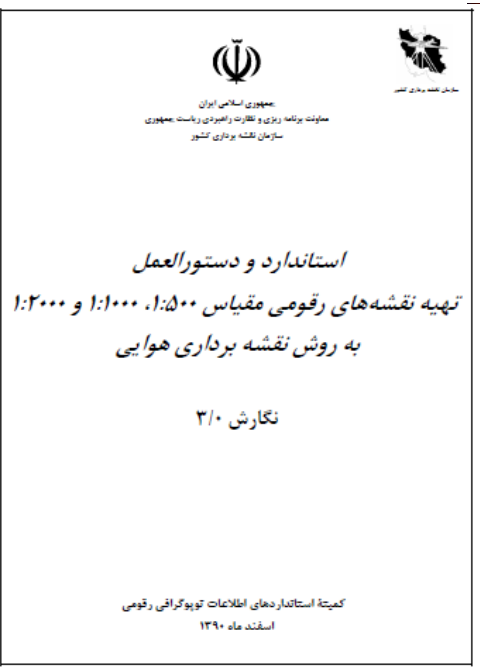
ارزشیابی :

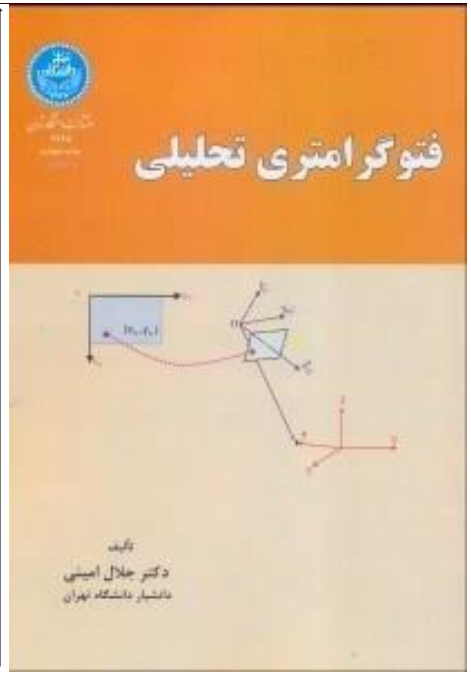
۲ نمره حل تمرین، فعالیت کلاسی (و البته حضور در کلاس!)

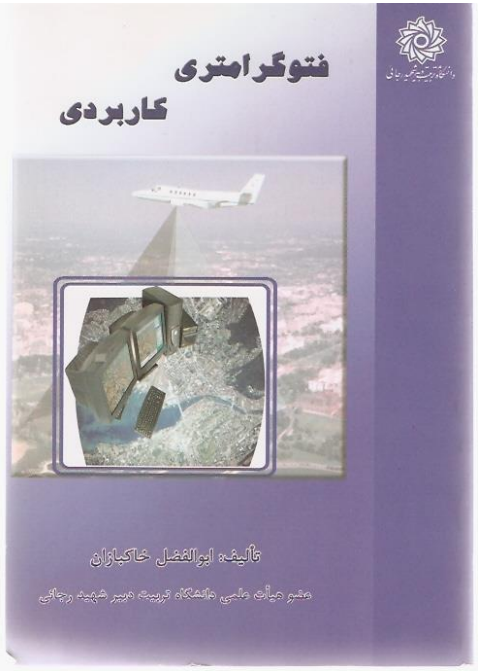
۵ نمره امتحان میان ترم

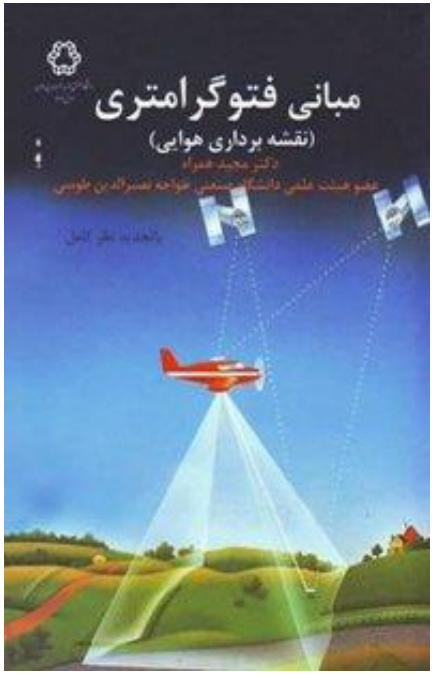
۱۳ نمره امتحان پایان ترم

منابع

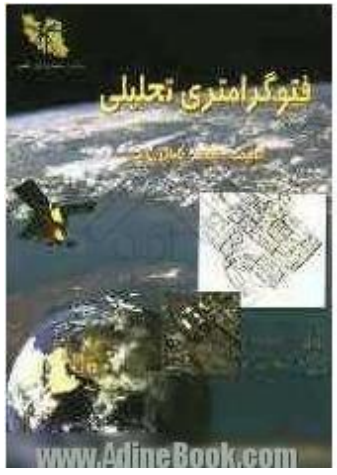








و جزوه کلاسی درس فتوگرامتری پیشرفته، استاد: دکتر حمید عبادی دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی



Photogrammetry :

Francis H.Moffitt

Edward M. Mikhail

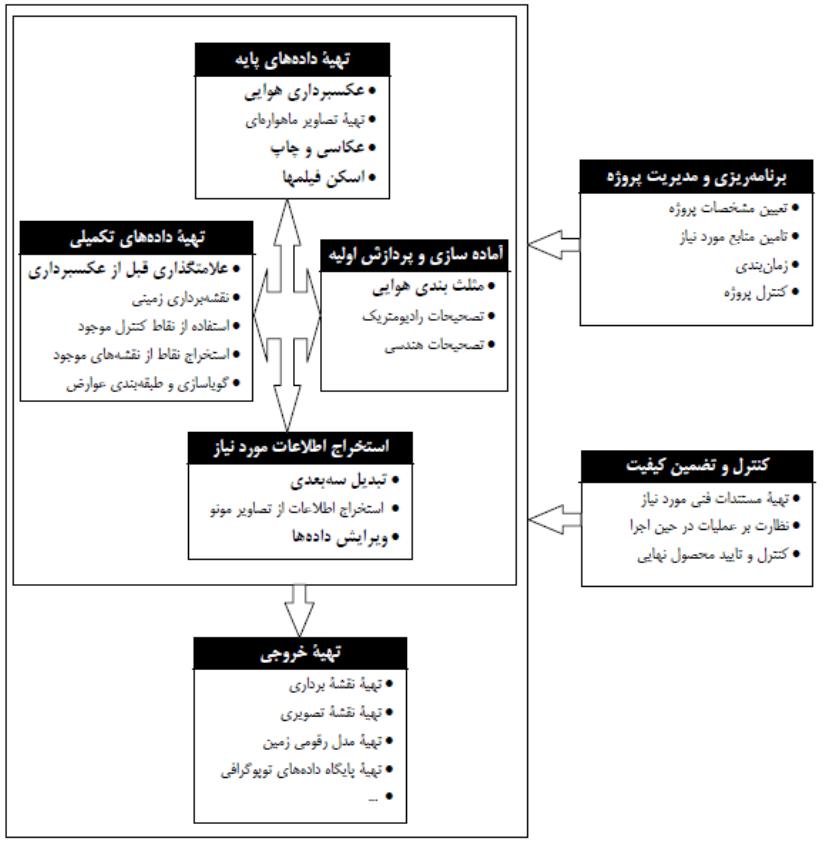
Elements of Photogrammetry

Paul R. Wolf

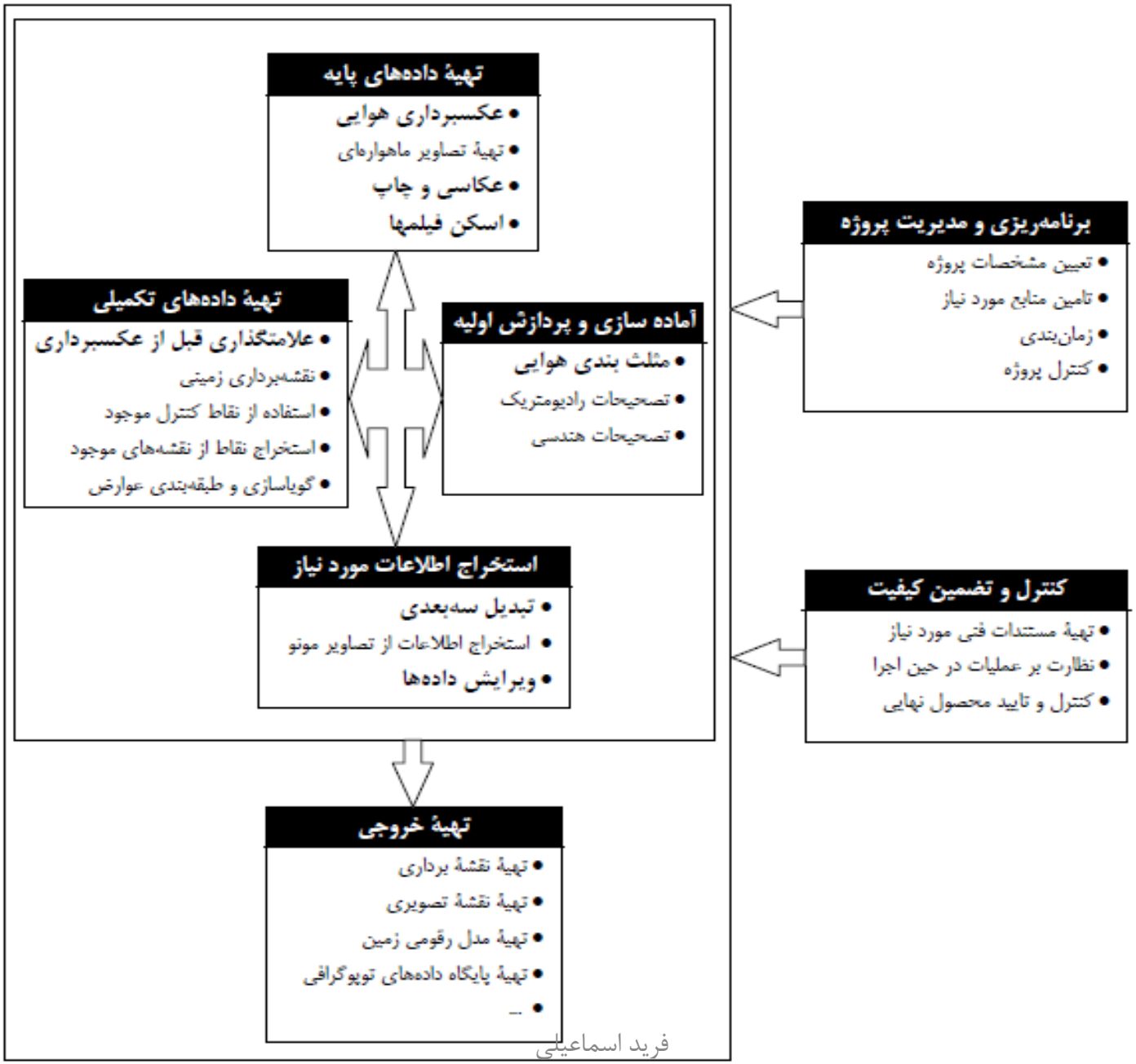
Bon A. Dewitt

۱– مراحل اصلی در انجام پروژه‌های نقشه‌برداری هوایی

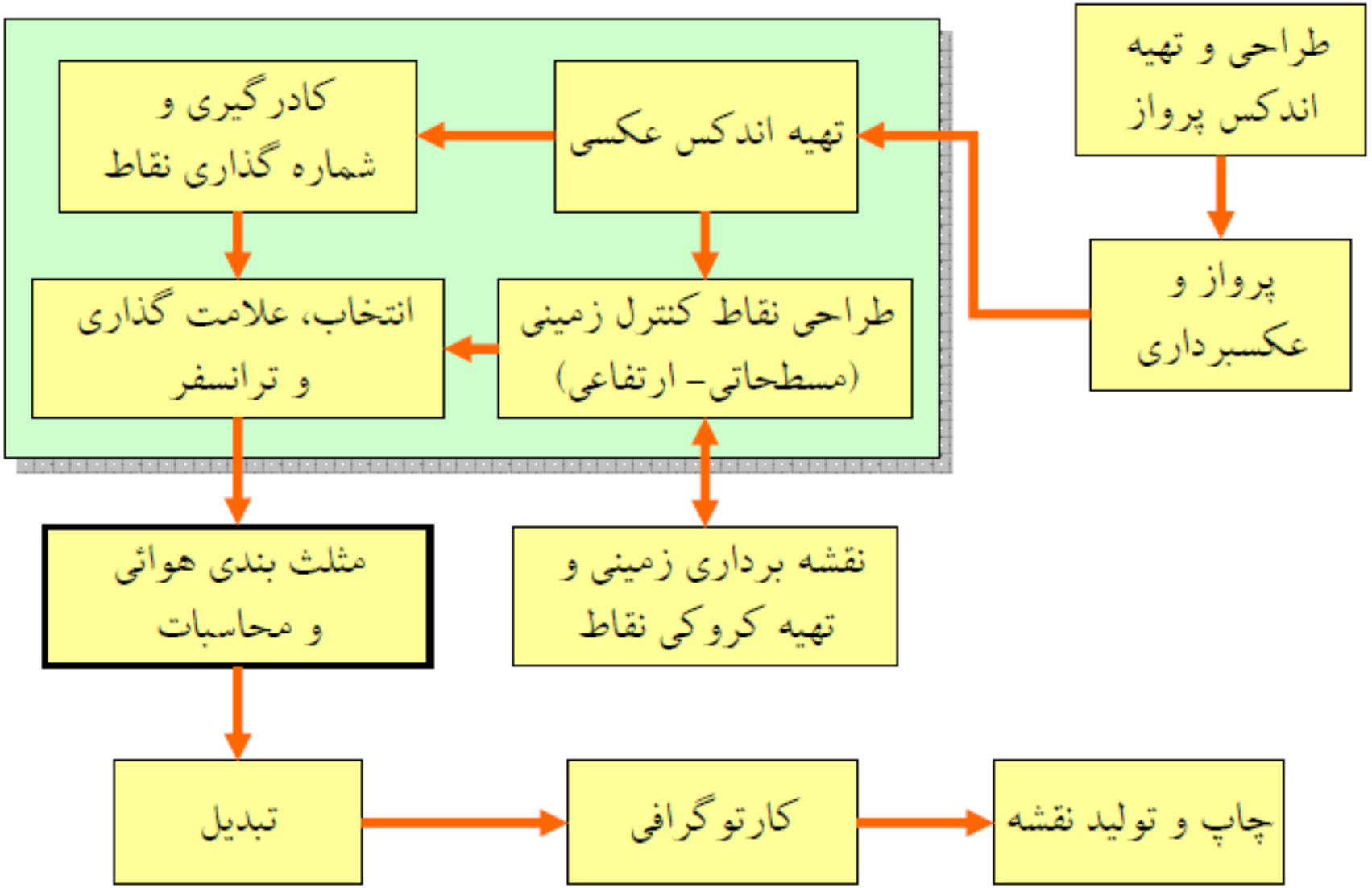
پروژه‌های تهیهٔ نقشه به روش نقشه‌برداری هوایی با توجه به نوع داده‌های ورودی و اطلاعات خروجی مورد نظر، از فرآیندهای مختلفی تشکیل می‌شوند. مراحل مختلف طراحی و اجرای این پروژه‌ها در شکل ۱ نشان داده شده که با توجه به مشخصات پروژه، قسمتهای مختلفی از این نمودار می‌تواند مورد عمل قرار گیرد. با توجه به هدف این جلد، فقط مواردی از نمودار که به صورت ضخیم (Bold) مشخص شده‌اند مورد بحث قرار می‌گیرد و سایر موارد در جلدهای دیگر عنوان خواهد شد.



مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی

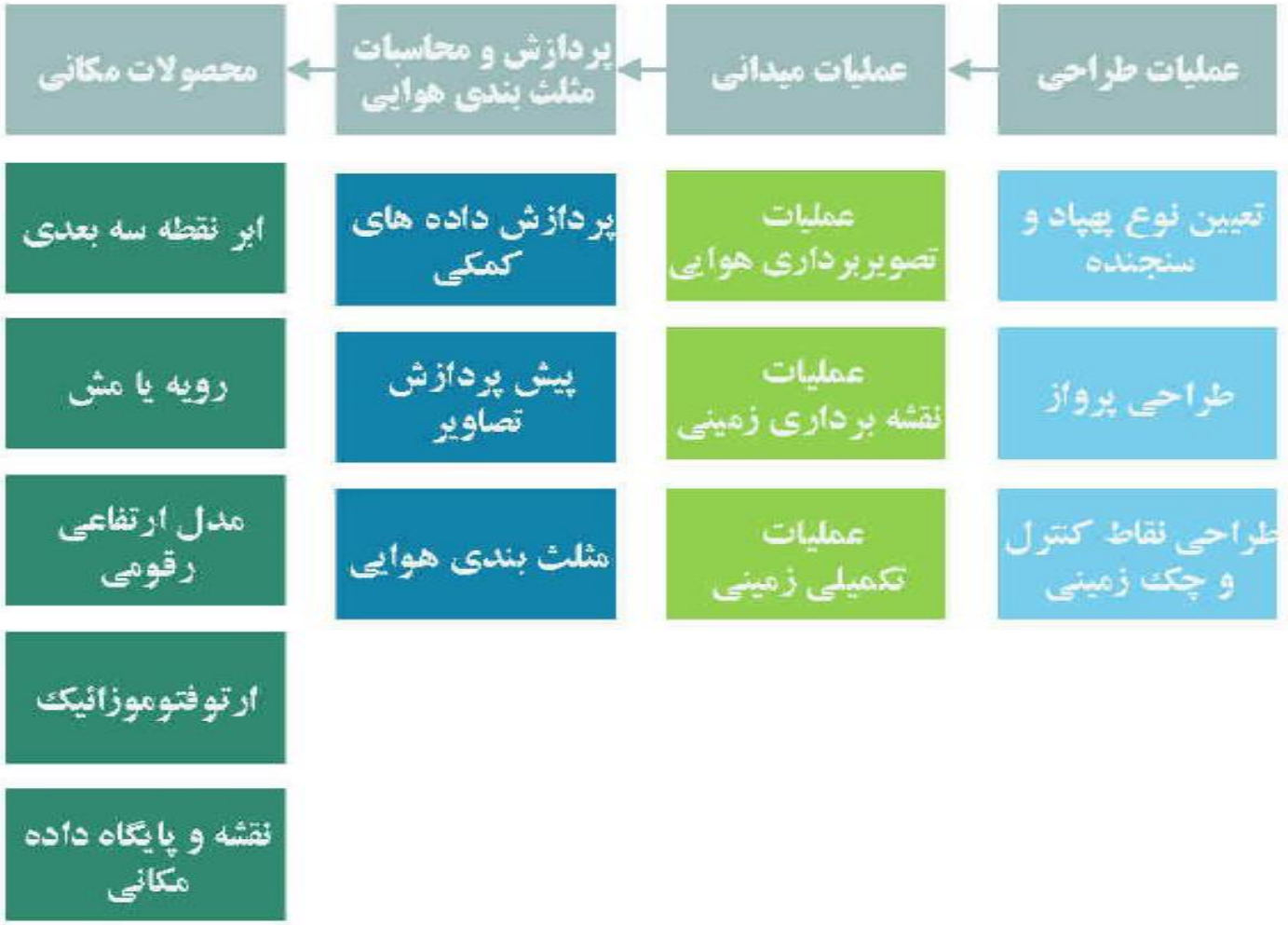


مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

مراحل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی به روش فتوگرامتری پهپاد



مراحل کلی انجام یک پروژه فتوگرامتری برد کوتاه

- تعیین هدف از اندازه گیری و خروجی های مورد نیاز
- آماده سازی، تارگت گذاری و ایجاد سیستم کنترل
- کالیبراسیون (در صورت نیاز)
- طراحی شبکه
- عکسبرداری
- پردازش (محاسبات و در صورت نیاز به همراه کالیبراسیون)
- اندازه گیری عوارض
- تولید محصول مورد نظر و نمایش اطلاعات

تعیین هدف از اندازه گیری و خروجی های مورد نیاز

- عارضه مورد اندازه گیری چیست:
  - ثابت یا متحرک
  - ابعاد
  - موقعیت و شرایط محیطی اندازه گیری
  - آنی یا غیر آنی
- چه نوع اندازه گیری هایی مورد نیاز است؟
  - مختصات
  - مدل های دوبعدی: خطوط، منحنی میزان

آماده سازی، تارگت گذاری و ایجاد سیستم کنترل

- نوردهی مناسب و تنظیم دوربین
- ایجاد بافت
- تارگت گذاری
- معرفی سیستم کنترل

کالیبراسیون (در صورت نیاز)

- تعیین هندسه داخلی دوربین شامل:
  - مختصات نقطه اصلی
  - فاصله اصلی
  - پارامترهای اعوجاج دوربین
- روشهای کالیبراسیون
  - Self Calibration
  - Pre Calibration

طراحی شبکه

- تعیین هندسه عکسبرداری شامل:
  - موقعیت ایستگاه های عکسبرداری
  - ویژگی های دوربین
  - ابعاد تارگت ها
  - فاصله مجاز عکسبرداری

عکسبرداری

- روشهای عکسبرداری (تکنیک ها و روش ها)
- نکات

پردازش (محاسبات و در صورت نیاز به همراه کالیبراسیون)

- مدلهای محاسباتی
- مدلهای کالیبراسیون

اندازه گیری عوارض

- نرم افزار های مورد استفاده
- روش های اندازه گیری آنی و غیر آنی
- مدلسازی RealTime
- مدلسازی اتوماتیک
- تلفیق با لیزر اسکنرها

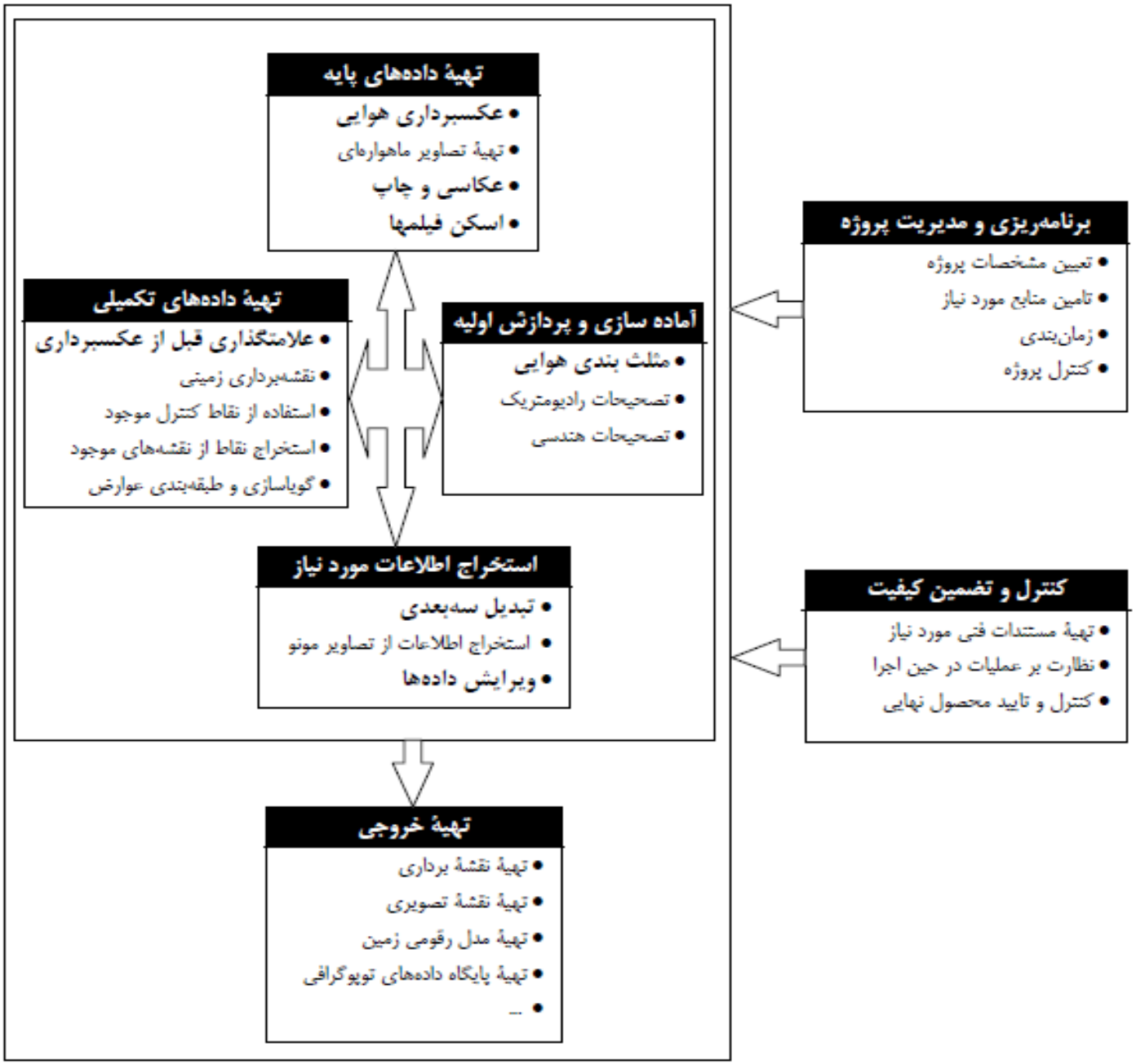
نمایش اطلاعات

- انواع خروجی ها و ویژگی های هر کدام
- روشهای مدلسازی
- فرمت های نمایش اطلاعات

نتیجه

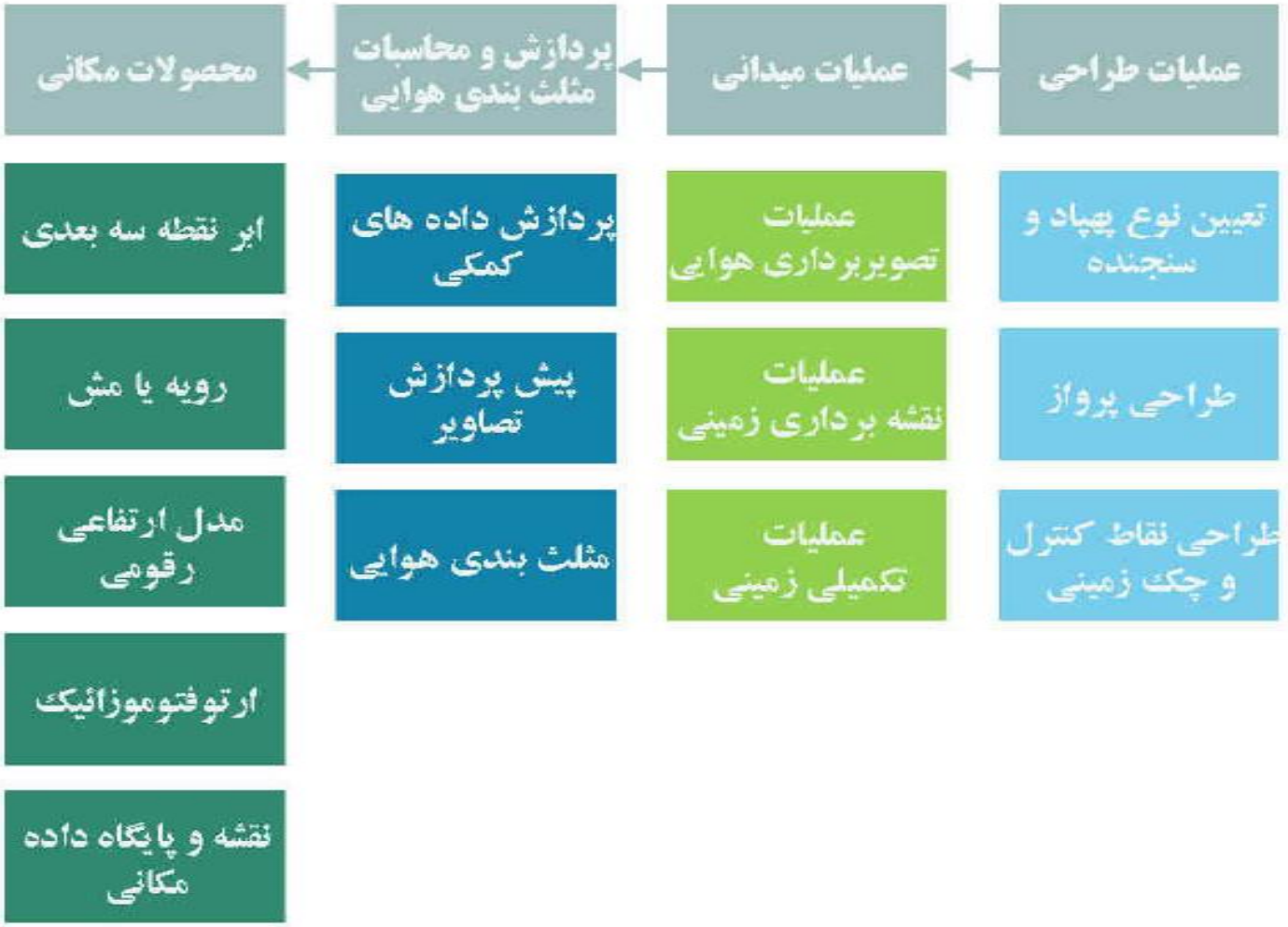
- نتیجه گیری:
  - ***بدون در نظر گرفتن موارد فوق امکان انجام صحیح، دقیق و زمان مند پروژه وجود ندارد***
  - تفاوت جدی با فتوگرامتری هوایی
  - تعیین این موارد بر برخی یا تمام مراحل انجام پروژه تاثیر می گذارد

مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

مراحل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی
به روش فتوگرامتری پهپاد



۲- عکسبرداری هوایی

منظور از عکسبرداری هوایی در این بخش، نوعی از عکسبرداری است که با استفاده از هواپیما و یا هر سکوی هوایی یا فضایی دیگر برای کسب تصاویر مورد نیاز به منظور ایجاد مدلهای سه‌بعدی مناسب برای تهیهٔ نقشه انجام می‌شود. در این نوع عکسبرداری، هر عکس باید دارای دو خصوصیت اصلی زیر باشد:

- اول اینکه منطقهٔ مورد نظر را بطور کامل و با کیفیت مطلوب نمایش دهد، به طوری که تمامی عوارض تصویر شده قابل تشخیص، شناسایی و انتقال به نقشه باشند (دقت طیفی)
- خصوصیت بعدی مربوط به مشخصات هندسی عکسها است، بدین معنی که ارتباط بین تصاویر کاملاً مشخص و قابل اندازه‌گیری بوده و موقعیت نسبی آنها همانند زمان عکسبرداری قابل بازسازی باشد (دقت هندسی)

۲-۱- تجهیزات و مواد مورد نیاز

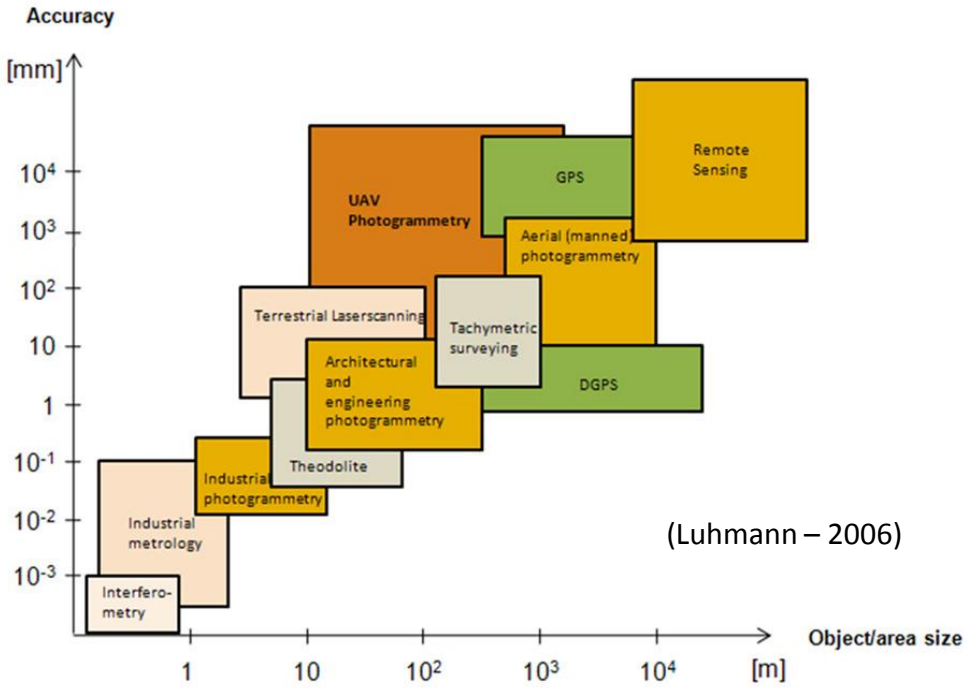
تجهیزات و مواد اصلی مورد نیاز در عکسبرداری هوایی عبارتند از:

۲-۱-۱- هواپیمای عکسبرداری هوایی

هواپیماهای یک یا دو موتورهٔ پیستونی و یا جت معمولی هستند که برای مصارف عکسبرداری هوایی تجهیز شده‌اند. هواپیمای مورد استفاده در عکسبرداری هوایی باید دارای مشخصات اصلی زیر باشد:

- طراحی هواپیما به نحوی باشد که بیشترین میدان دید را برای خلبان و ناوبر هوایی فراهم آورد. بدین منظور هواپیماهایی که بال آنها در بالای کابین قرار دارد (هواپیماهای نوع High Wing) ارجحیت دارند.
- دارای ضریب ایمنی پرواز بالا و در عین حال از نظر اقتصادی به صرفه باشد.
- دارای فضای کافی برای تجهیزات و پرسنل مورد نظر بوده و در عین حال از قدرت موتور مناسب برای حمل آنها برخوردار باشد.
- دارای پایداری مناسب در حین پرواز باشد به طوری که حرکات و لرزش‌های دوربین در حین عکسبرداری به حداقل برسد.
- مخازن سوخت هواپیما دارای ظرفیت مناسب باشد به طوریکه در شرایط جوی مناسب، بیشترین راندمان حاصل گردد.
- حداکثر سقف پروازی مجاز هواپیما بیشتر از حداکثر سقف پروازی مورد نیاز در عکسبرداری هوایی باشد.

لغت UAVو یا Unmanned Aerial Vehicles را می توان به عنوان وسیله نقلیه موتوردار هوایی تعریف کرد که فاقد سرنشین می باشد.



(Luhmann – 2006)

اصطلاح فنی UAV Photogrammetry عملاً یک سکوی اندازه گیری فتوگرامتری نام دارد که از راه دور به صورت اتوماتیک و یا نیمه اتوماتیک کنترل گردیده و مجهز به سیستم های اندازه گیری فتوگرامتری است.

مقایسه ای بین چند ویژگی فتوگرامتری هوایی، فتوگرامتری برد کوتاه و UAV photogrammetry

	فتوگرامتری هوایی	فتوگرامتری برد کوتاه	UAV فتوگرامتری
برنامه ریزی و طراحی پرواز	نیمه اتوماتیک	دستی	اتوماتیک/دستی
اخذ داده و پرواز	دستی/نیمه اتوماتیک	دستی/نیمه اتوماتیک/اتوماتیک	دستی/نیمه اتوماتیک/اتوماتیک
ابعاد محدوده پرواز	Km^2	mm^2 - m^2	m^2 - km^2
قدرت تفکیک تصاویر	cm - m	mm - dm	mm - m
فاصله دوربین تا عارضه	100m - 10km	Cm - ~300m	m - km
نوع توجیه تصاویر	قائم/ بعضی وقت ها مایل	قائم / مایل / خیلی مایل	قائم / مایل/ خیلی مایل
حدود تعداد تصاویر در یک پروژه	10 - 1000	1 - 500	1 - 1000

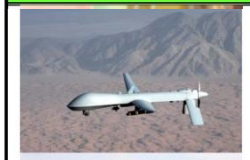
معرفی و طبقه بندی پرنده های بدون سرنشین (UAV)

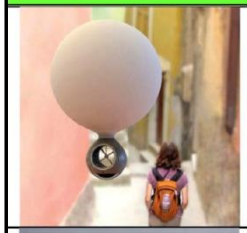
دسته بندی پرنده های بدون سرنشین (UAV) بر اساس استفاده و یا عدم استفاده از منبع انرژی و سبکتر ویا سنگین تر بودن نسبت به هوا

منبع انرژی پرواز	سبکتر از هوا	سنگین تر از هوا		
	بدون بال	چتر یا بال انعطاف پذیر	بال ثابت	پره چرخشی
جریان باد (Unpowered)	Balloon	Hang glider	Gliders	
		Paraglider		
		Kites		
انرژی های فسیلی و یا الکتریکی (Powered)	Airship	Paraglider	Propeller	Single rotors
			Jet engines	Coaxial
				Quadrotors
				Multi-rotors

معرفی و طبقه بندی پرنده های بدون سرنشین (UAV)

رتبه بندی انواع پرنده های بدون سرنشین (UAV) (+ : ضعیف؛ ++ : متوسط؛ +++ : قوی)

نمونه تصویری از پرنده	نوع پرنده	وسعت محدوده پرواز	استقامت (زمان پرواز) و برد پرواز نسبت به ایستگاه کنترل	وابستگی به شرایط جوی و باد	قدرت مانور	وزن قابل حمل
	Propeller & Jet engines	+++	+++	++	++	+++
	Single rotor (helicopter)	++	++	++	+++	++
	Coaxial	++	+++	++	+++	+++
	Quadrotors	+	+	+	+++	+
	Multi- rotors	++	++	++	+++	++

نمونه تصویری از پرنده	نوع پرنده	وسعت محدوده پرواز	استقامت (زمان پرواز) و برد پرواز نسبت به ایستگاه کنترل	وابستگی به شرایط جوی و باد	قدرت مانور	وزن قابل حمل
	Balloon	+	+++	+	+	++
	Airship	+++	+++	+	++	+++
	Gliders/Kites	++	+	+	+	+
	Fixed wing gliders	+++	++	++	++	++

سیستم های معمول پهپاد

- **پهپاد با بال ثابت**



- ✓ نیاز به باند فرود برای نشست و برخاست
- ✓ سرعت بالاتر تا ۴ برابر پرنده عمود پرواز (۴۰-۹۰ کیلومتر بر ساعت)
- ✓ ارتفاع بالاتر (۱۰۰- ۵۰۰ متر)
- ✓ تهیه نقشه از مناطق وسیعتر (روزانه ۱۰۰ -۴۰۰ هکتار)
- ✓ مداومت پروازی بیشتر (۲۰-۶۰ دقیقه)
- ✓ دوران پرنده های افق پرواز حول محور حرکتی ایجاد خطا میکند
- ✓ معمولا محل دوربین در درون بدنه هواپیماهای افق پرواز ثابت است







سیستم های معمول پهپاد فتوگرامتری

✓ مولتی رتور عمود پرواز



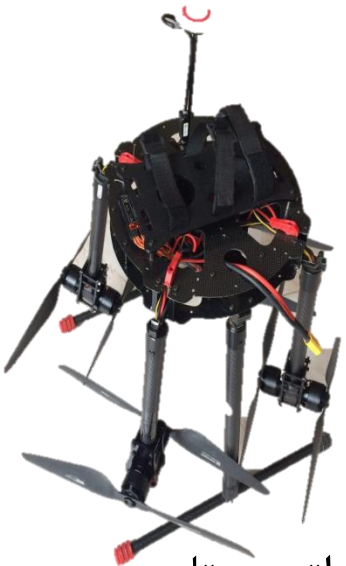
- ❖ عدم نیاز به باند نشست و برخواست
- ❖ قابلیت پرواز ایستا با هدف فیلمبرداری و عکسبرداری
- ❖ ارتفاع پایین (۵۰ – ۱۵۰ متر)
- ❖ سرعت کمتر و وزن بالاتر
- ❖ قابلیت حمل دوربین سنگین تر
- ❖ امکان دوران و تغییر حالت دوربین در حین پرواز
- ❖ مداومت پروازی کم
- ❖ حفظ ارتفاع پروازی و عدم خروج از مسیر مورد نظر در مقابل باد







قسمت های مختلف یک پهپاد مولتی رتور



- ✓ بدنه
- ✓ موتور
- ✓ ملخ
- ✓ گیمبال
- ✓ رادیو کنترل
- ✓ کامپیوتر پرواز
- ✓ تجهیزات مخابراتی و تله متری
- ✓ منبع تغدیه (الکتریک - بنزینی)
- ✓ تجهیزات ایستگاه زمینی و نرم افزارها
- ✓ دوربینهای عکاسی – طیفی – حرارتی – لیدار
- ✓ سیستمهای ناوبری (GPS – کمپاس – بارومتر

















۱-۲- انتخاب نوع پهپاد

پهپادها یا پرنده‌های هدایت‌پذیر از راه دور دارای انواع مختلف می‌باشند. انتخاب نوع پهپاد برای تهیه نقشه و اطلاعات مکانی می‌بایست با توجه به نوع بافت و توپوگرافی منطقه، وسعت منطقه، ارتفاع پرواز طراحی‌شده، محدودیت‌های زمانی برای پرواز، مداومت پروازی، دقت و مقیاس نقشه و اطلاعات مکانی موردنیاز، محدودیت‌های حجم و وزن سنجنده مورد استفاده، شرایط آب و هوایی و وضعیت وزش باد، وجود فضای کافی برای برخاستن و فرود آمدن، سقف مجاز پروازی پرنده و منطقه و محدودیت‌های بهره‌برداری از انواع مختلف پهپاد در منطقه انجام گیرد.

به طور کلی در انتخاب پهپاد می‌بایست موارد زیر مورد توجه قرار گیرد:

- استحکام در انجام تصویربرداری با وضعیت پایدار و اخذ حداقل تصاویر با زوایای انحراف از قائم غیرمعمول که در تشکیل مدل‌ها و پوشش کامل منطقه خلل ایجاد ننمایند.
- 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

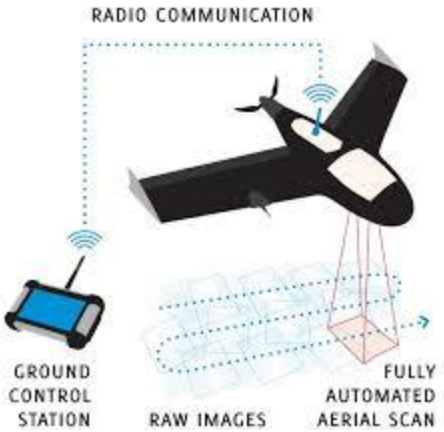
۱-۲- انتخاب نوع پهپاد

- 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 به‌نحوی‌که تصویربرداری به‌صورت کامل و بدون گپ از منطقه انجام گیرد.
- متناسب بودن حداکثر سرعت باد قابل‌تحمل 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[۴]، RTH[۵] و ...

۱-۳- تجهیزات تعیین موقعیت و وضعیت پهپاد (GNSS/IMU)

در تمام پرنده‌ها، تجهیزات تعیین موقعیت و وضعیت تصاویر به‌منظور هدایت و کنترل پرواز پهپاد وجود دارد. در پهپاد فتوگرامتری، داده‌های این تجهیزات ذخیره‌شده و در بعضی موارد به‌عنوان مقادیر اولیه در محاسبات و پردازش تصاویر مورداستفاده قرار می‌گیرند. اگرچه در حال حاضر با توجه به محدودیت وزن و همچنین هزینه‌های بالای IMU، تعیین وضعیت پهپاد (سه زاویه کاپا، فی، امگا) دقیق نبوده و به‌عنوان مقادیر اولیه کم دقت قابل استفاده می‌باشد؛ ولی استفاده از گیرنده‌ی GNSS دقیق برای تعیین مختصات مراکز تصویر با دقت‌های در حد چند سانتیمتر در پهپادهای فتوگرامتری و به‌کارگیری مشاهدات آن‌ها در مثلث‌بندی هوایی متداول گردیده است.

به کار گیری سیستم های UAV سبک و کم هزینه در حوزه های کاری فتوگرامتری برد کوتاه















به کار گیری سیستم های UAV سبک و کم هزینه در حوزه های کاری فتوگرامتری برد کوتاه



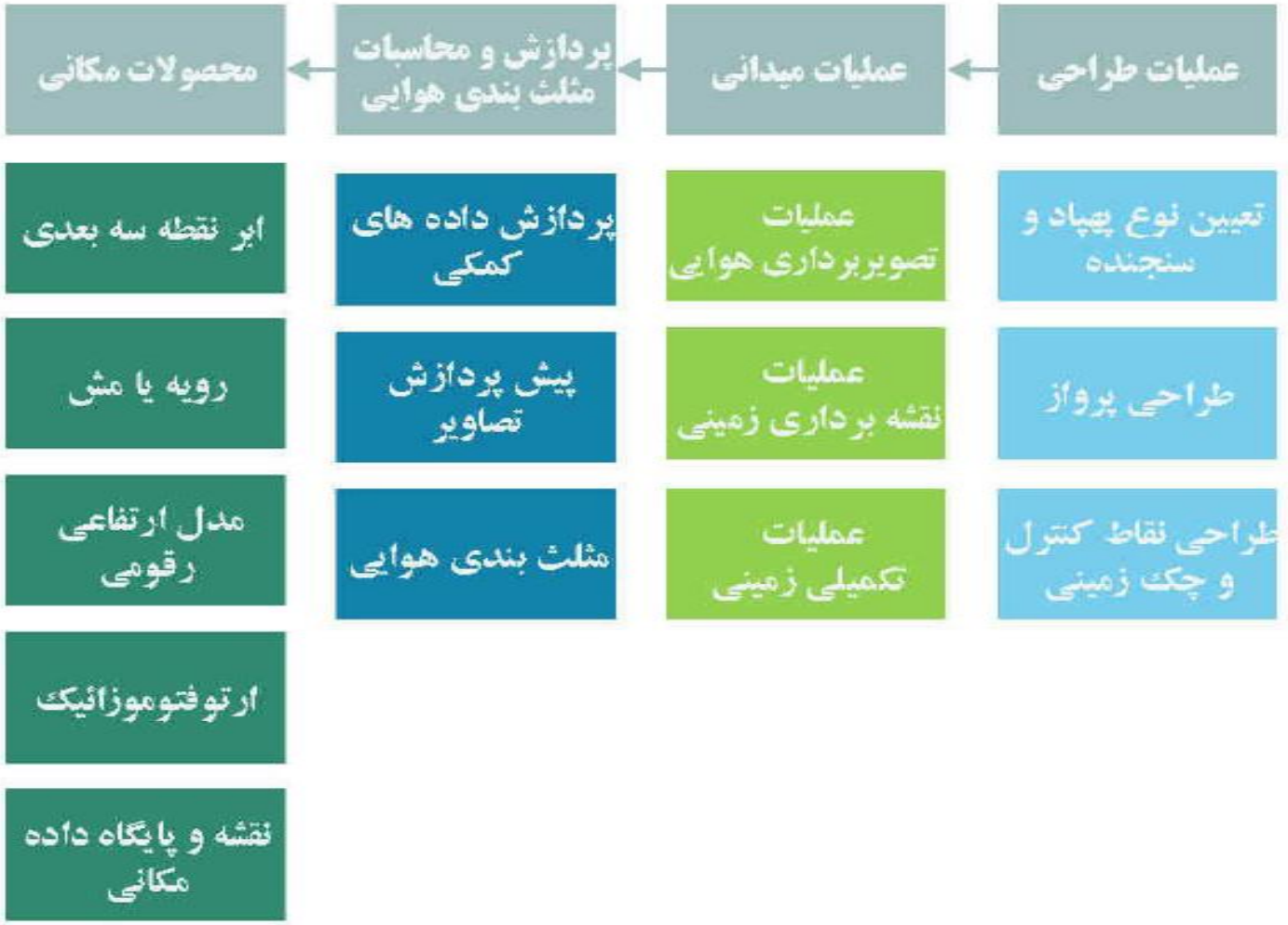


به کار گیری سیستم های UAV سبک و کم هزینه در حوزه های کاری فتوگرامتری برد کوتاه

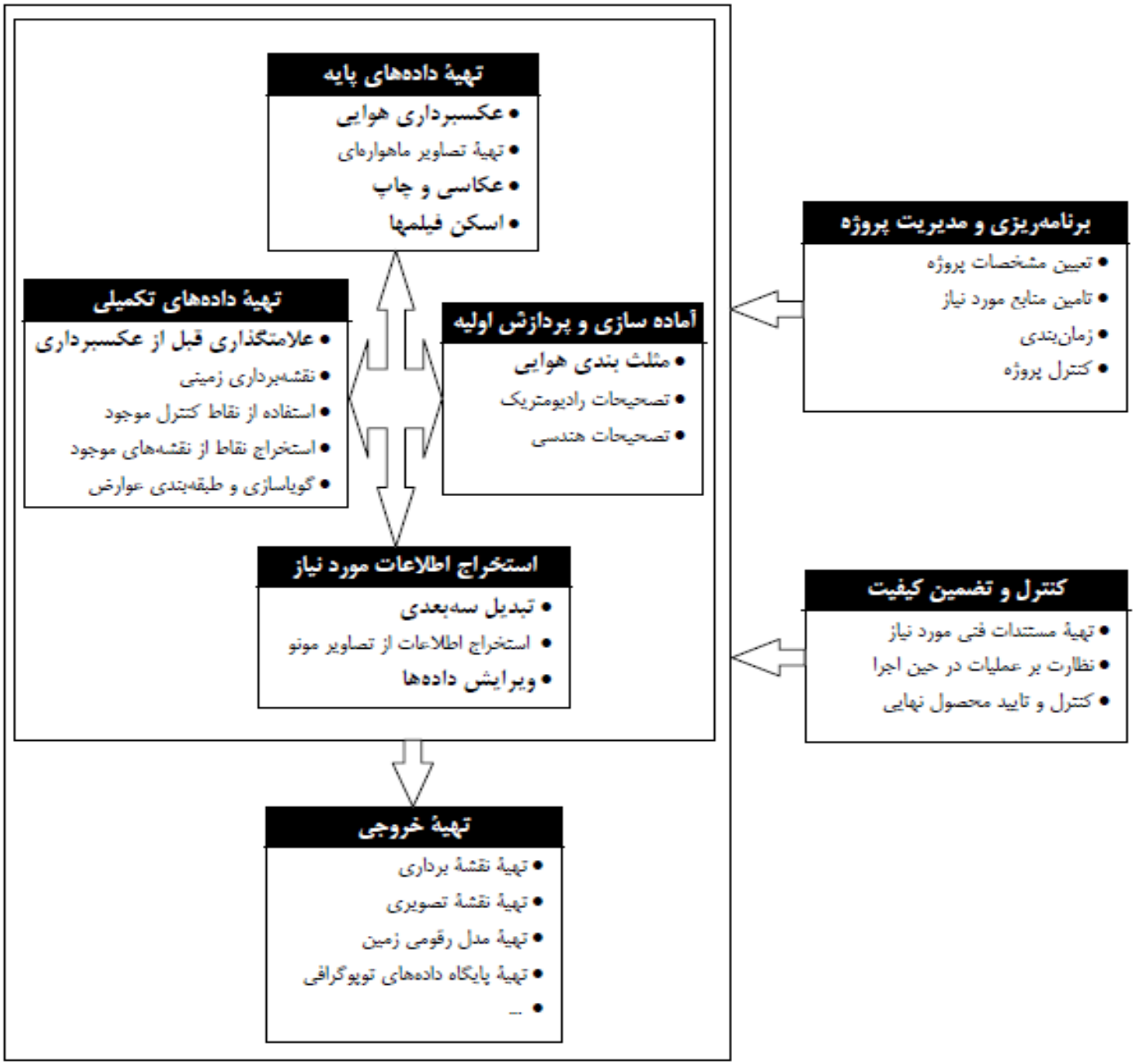


مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

مراحل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی به روش فتوگرامتری پهپاد



مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



۱-۱- موارد استفاده از پهپاد در نقشه‌برداری

با توسعه فناوری پهپادها و قابلیت‌های آن‌ها، امروزه در کاربردهایی از قبیل تولید نقشه، به‌روزرسانی نقشه، تولید مدل رقومی زمین، تولید ارتوفتوموزائیک و ... استفاده می‌شود.

استفاده از روش فتوگرامتری پهپاد برای تهیه محصولات مکانی مسطحاتی مانند ارتوفتوموزائیک در مقایسه با محصولات مکانی ارتفاعی (نقشه‌های سه‌بعدی یا مدل رقومی ارتفاعی) مناسب‌تر می‌باشد.

برای تهیه ارتوفتوموزائیک در انجام مطالعات و طراحی‌های مهندسی از مناطق شهری و غیرشهری، با اهداف آشکارسازی تغییرات و تهیه نقشه تصویری زمینه، استفاده از روش فتوگرامتری پهپاد توصیه می‌شود.

روش فتوگرامتری پهپاد به‌منظور تهیه و بهنگام رسانی نقشه‌های بزرگ‌مقیاس (۱:۵۰۰، ۱:۱۰۰۰ و ۱:۲۰۰۰) از مناطق غیرشهری قابل استفاده است و در مناطق شهری به‌کارگیری دوربین‌های متریک در اولویت نسبت به دوربین‌های غیر متریک (روش فتوگرامتری پهپاد) می‌باشد.

برای تهیه نقشه به روش فتوگرامتری پهپاد در مقیاس‌های مختلف و با توجه به وسعت منطقه، موارد قید شده در جدول ۱-۱، مورد توجه قرار گیرد:[۳]

جدول ۱-۱: شرایط به‌کارگیری روش فتوگرمتری پهپاد برای تولید نقشه

مقیاس نقشه	وسعت منطقه	شرایط به‌کارگیری
۱:۵۰۰	چند هکتار تا چند ده هکتار	در صورت وجود شرایط خاص مانند عدم دسترسی به منطقه، جایگزین روش نقشه‌برداری زمینی
۱:۵۰۰ تا ۱:۲۰۰۰	چند ده تا چند هزار هکتار	استفاده از پهپادهای با مداومت پروازی ۳۰ دقیقه و بیشتر، به‌کارگیری دوربین با حد تفکیک مکانی بالای ۲۰ مگا پیکسل 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 هزارتا چند ده هزار هکتار	استفاده از پهپادهای با مداومت پروازی یک ساعت و بیشتر، به‌کارگیری 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، به‌کارگیری 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 نقشه‌برداری زمینی از صحت و قابلیت اطمینان بالاتری برخوردار است.

۲-۱-۲- دوربین عکسبرداری هوایی

ساختار اصلی یک دوربین هوایی متشکل از مجموعهٔ عدسی، بدنهٔ دوربین (شامل واحد کنترل کننده)، مخزنهای فیلم و فیلترها است که باید بصورت دوره‌ای مورد آزمایش و کالیبراسیون قرار گرفته و دارای مشخصات زیر باشند:

- دوربین و مجموعهٔ عدسی باید دارای گزارش کالیبراسیون معتبر باشند. بدین معنی که در صورت گذشت بیش از پنج سال از تاریخ صدور گزارش، انجام تعمیرات عمدهٔ سیستم نوری مجموعهٔ عدسی و یا هر گونه ضربه یا صدمه به آن، کالیبراسیون دوربین تجدید شده یا با روشی مشخص از اعتبار گزارش قبلی اطمینان حاصل شده باشد. این گزارش باید حداقل نشان‌دهندهٔ نتایج اندازه‌گیری سه مشخصهٔ اصلی دوربین یعنی فاصلهٔ کانونی مجموعهٔ عدسی، اعوجاج شعاعی و مماسی عدسی و موقعیت علائم حاشیه‌ای (Fiducial Marks) در سیستم مختصات عکسی باشد.
- حتی‌الامکان از نوع دوربینهای پیشرفتهٔ مجهز به سیستم جبران کشیدگی تصویر یا FMC باشد. استفاده از این سیستم در مواردی که کشیدگی تصویر بیش از ۲۰ میکرون باشد اجباری است.
- همزمان با عکسبرداری، قابلیت ثبت وضعیت تراز کروی، ارتفاع‌سنج، شمارهٔ فیلم، تاریخ، علائم حاشیه‌ای، شماره و مشخصات مجموعهٔ عدسی و ساعت عکسبرداری بر روی هر قطعه عکس را داشته باشد.
- دارای ۸ علامت حاشیه‌ای باشد. لازم به ذکر است که خطوط اتصال دهندهٔ علائم حاشیه‌ای مقابل باید با زاویهٔ ۹۰ درجه ۱± دقیقه یکدیگر را قطع کنند.
- حداقل قدرت تفکیک قابل قبول 70 lp/mm (برای عدسی‌های زاویه باز) و 50lp/mm (برای عدسی‌های زاویه بسته) در مرکز تصویر است. توضیح اینکه این قدرت تفکیک با قدرت تفکیک حاصل بر روی فیلم ظاهر شده که مربوط به مجموعهٔ سیستم عکسبرداری، ظهور و ثبوت است متفاوت می‌باشد.
- اعوجاج هندسی شعاعی و مماسی عدسی باید کمتر از۱۰ ± میکرون باشد.
- سیستم دوربین باید به نحوی طراحی شده باشد که در صورت خرابی هر یک از سیستمهای اصلی آن مانند سیستم مکش فیلم بر روی صفحهٔ کانونی، متوقف شده و کاربر را از موضوع مطلع سازد.
- فیلترهای مورد استفاده از نوع استاندارد کارخانهٔ سازندهٔ دوربین باشد.

۲-۱-۳- فیلم هوایی

مادهٔ اصلی مورد نیاز در عکسبرداری هوایی عبارت است از فیلم هوایی که باید دارای مشخصات طیفی مورد نیاز (بسته به هدف پروژه) بوده و جنس حامل شفاف (Base) فیلم از نوع پلی‌استر مقاوم در برابر تغییر بعد باشد. طراحی فرآیند عکسبرداری هوایی باید به نحوی باشد که شرایط محیطی توصیه شده توسط کارخانهٔ سازنده در مدت ذخیره‌سازی فیلم در انبار، زمان استفاده و آرشیو فیلمهای ظاهر شده، رعایت گردد.

۲-۲- متغیرهای اصلی در طراحی فرآیند عکسبرداری هوایی

فرآیند عکسبرداری هوایی، مبنا و پایهٔ پروژه‌های نقشه‌برداری هوایی است. بنابراین موفقیت پروژه بستگی زیادی به نحوهٔ پوشش منطقه توسط عکسهای هوایی دارد. طراحی این عملیات به عوامل زیادی بستگی دارد که باید از پیش توسط سفارش دهنده و یا مهندس مشاور به نمایندگی از طرف وی تعیین شوند. مهمترین این عوامل عبارتند از:

۲-۲-۱- محدوده یا مسیر عکسبرداری هوایی

محدوده یا مسیر مورد نظر باید بر روی نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰، سایر نقشه‌های کوچک مقیاس، تصاویر یا عکس هوایی کوچک مقیاس (تقریبا پنج برابر کوچکتر از مقیاس مورد نظر جهت عکسبرداری هوایی) تعیین گردد. در مناطق فاقد عکس یا نقشه، باید با اتکا به عوارض زمینی مشخص، محدوده یا مسیر مورد نظر با ذکر مسافت در جهات چهارگانه مشخص شود.

۲-۱-۳- فیلم هوایی

مادهٔ اصلی مورد نیاز در عکسبرداری هوایی عبارت است از فیلم هوایی که باید دارای مشخصات طیفی مورد نیاز (بسته به هدف پروژه) بوده و جنس حامل شفاف (Base) فیلم از نوع پلی‌استر مقاوم در برابر تغییر بعد باشد. طراحی فرآیند عکسبرداری هوایی باید به نحوی باشد که شرایط محیطی توصیه شده توسط کارخانهٔ سازنده در مدت ذخیره‌سازی فیلم در انبار، زمان استفاده و آرشیو فیلمهای ظاهر شده، رعایت گردد.

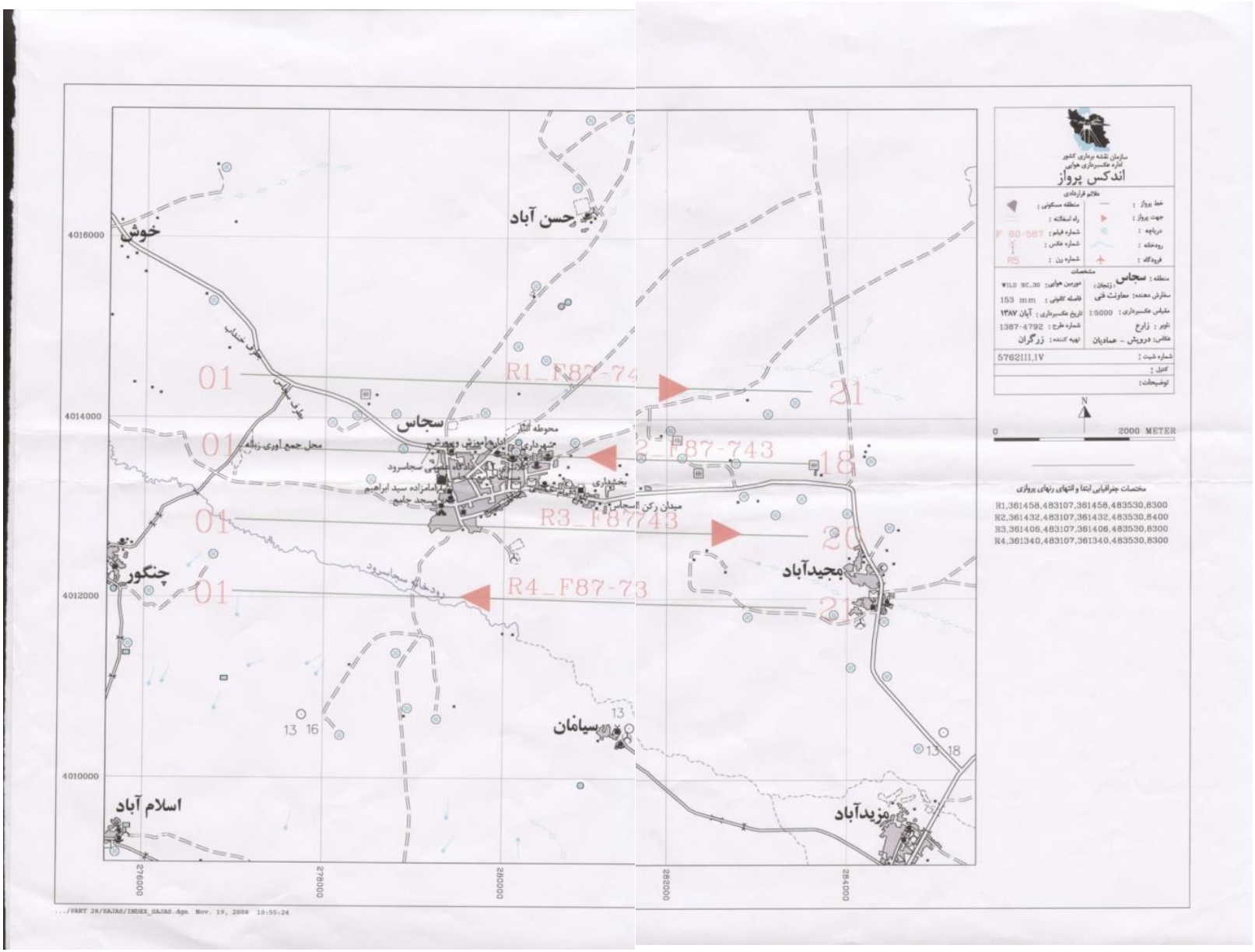
۲-۲- متغیرهای اصلی در طراحی فرآیند عکسبرداری هوایی

فرآیند عکسبرداری هوایی، مبنا و پایهٔ پروژه‌های نقشه‌برداری هوایی است. بنابراین موفقیت پروژه بستگی زیادی به نحوهٔ پوشش منطقه توسط عکسهای هوایی دارد. طراحی این عملیات به عوامل زیادی بستگی دارد که باید از پیش توسط سفارش دهنده و یا مهندس مشاور به نمایندگی از طرف وی تعیین شوند. مهمترین این عوامل عبارتند از:

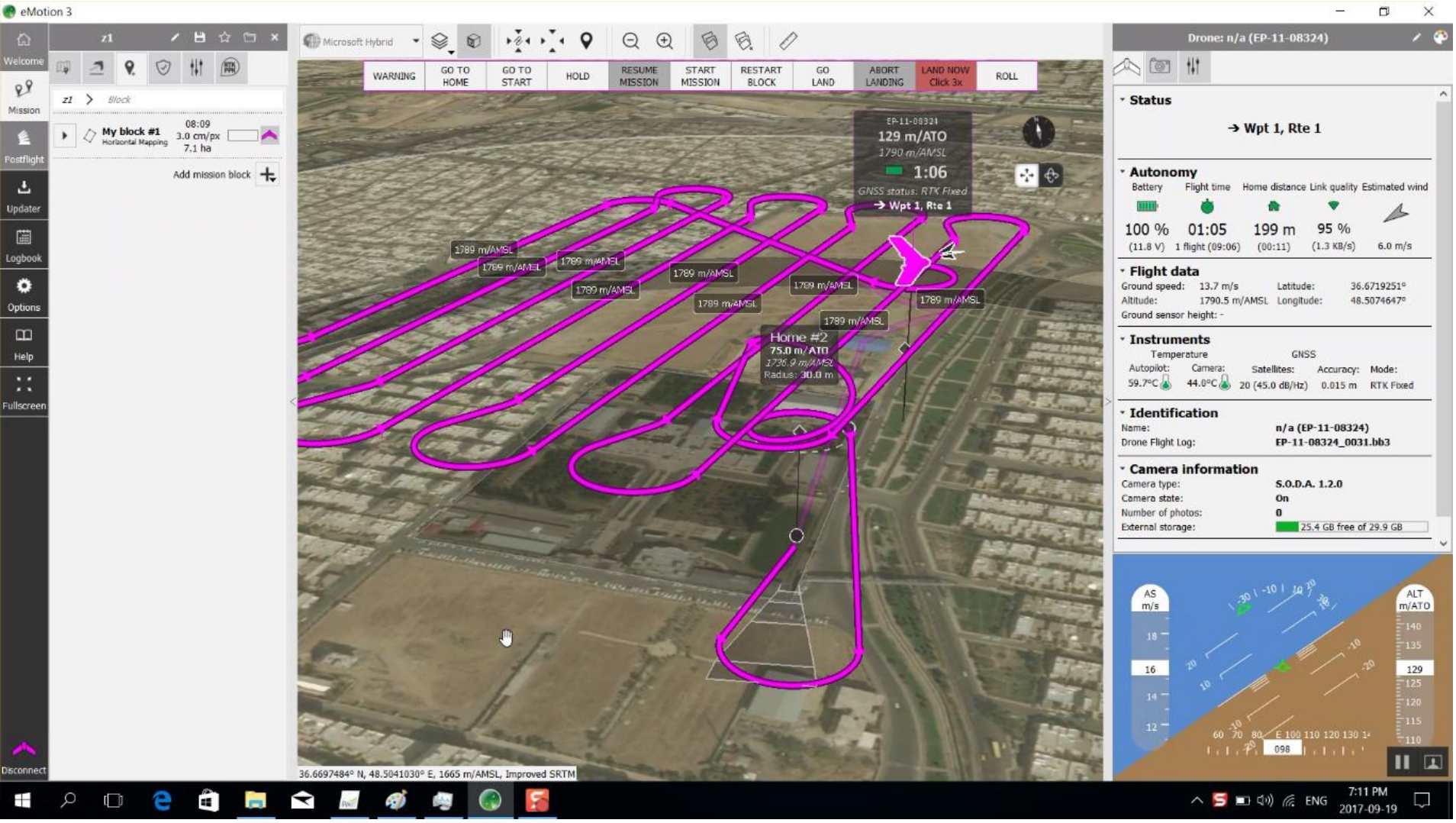
۲-۲-۱- محدوده یا مسیر عکسبرداری هوایی

محدوده یا مسیر مورد نظر باید بر روی نقشه‌های پوششی ۱:۲۵۰۰۰، سایر نقشه‌های کوچک مقیاس، تصاویر یا عکس هوایی کوچک مقیاس (تقریبا پنج برابر کوچکتر از مقیاس مورد نظر جهت عکسبرداری هوایی) تعیین گردد. در مناطق فاقد عکس یا نقشه، باید با اتکا به عوارض زمینی مشخص، محدوده یا مسیر مورد نظر با ذکر مسافت در جهات چهارگانه مشخص شود.

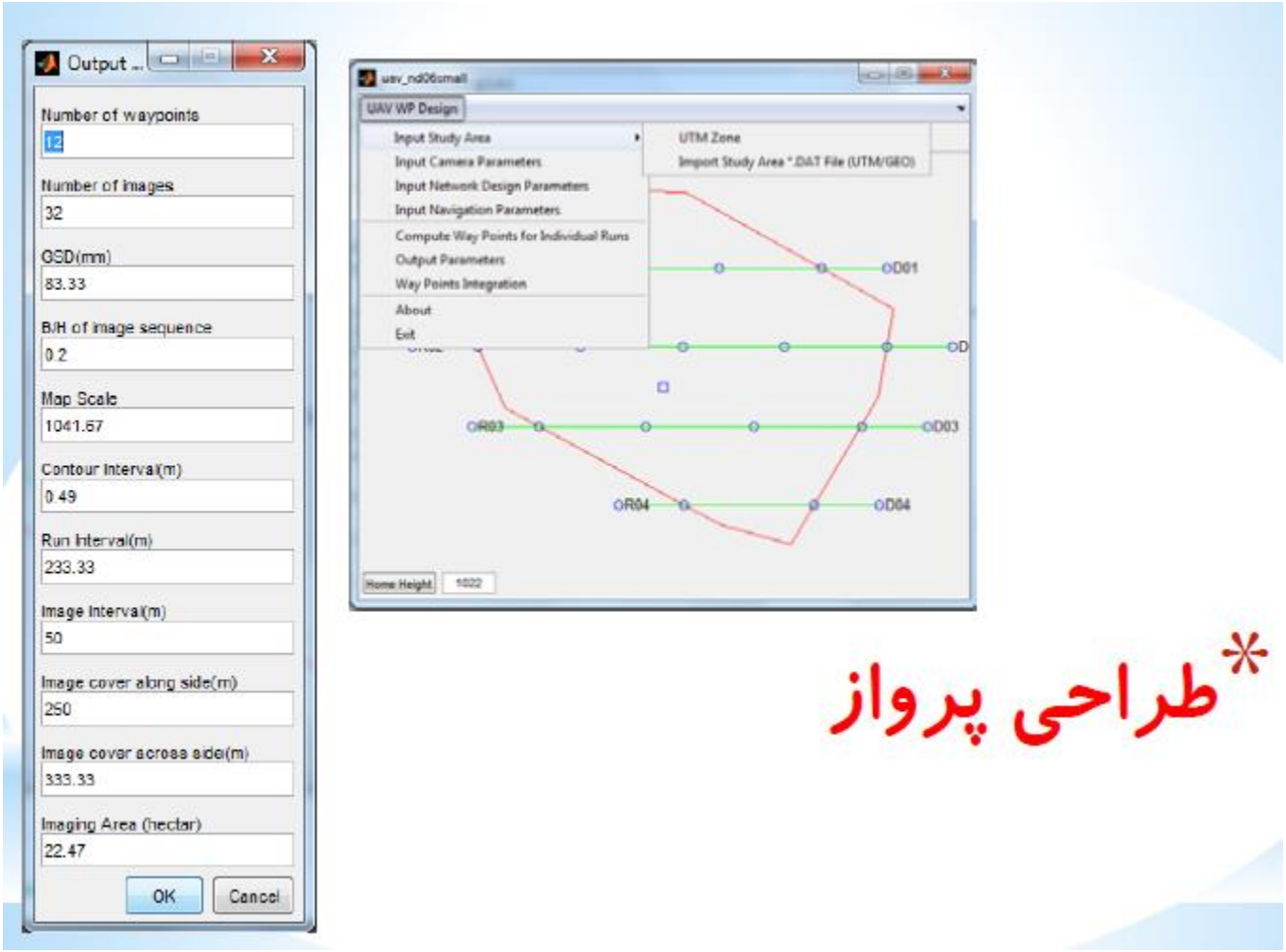
مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا



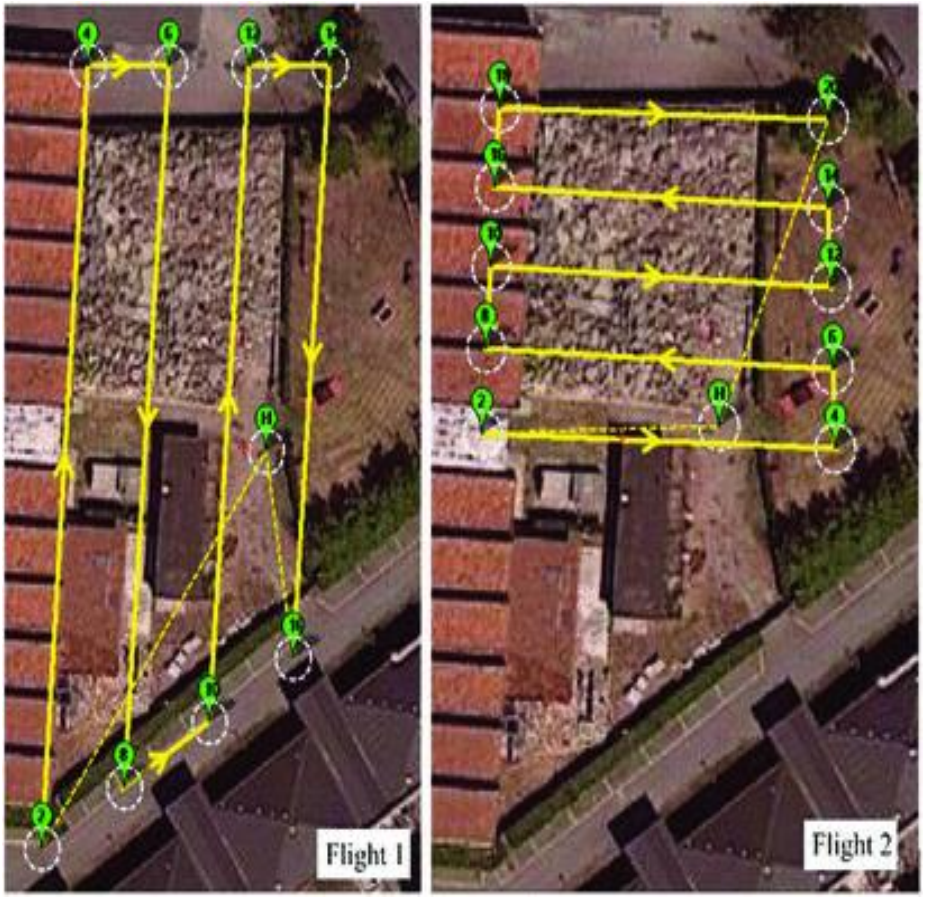
مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

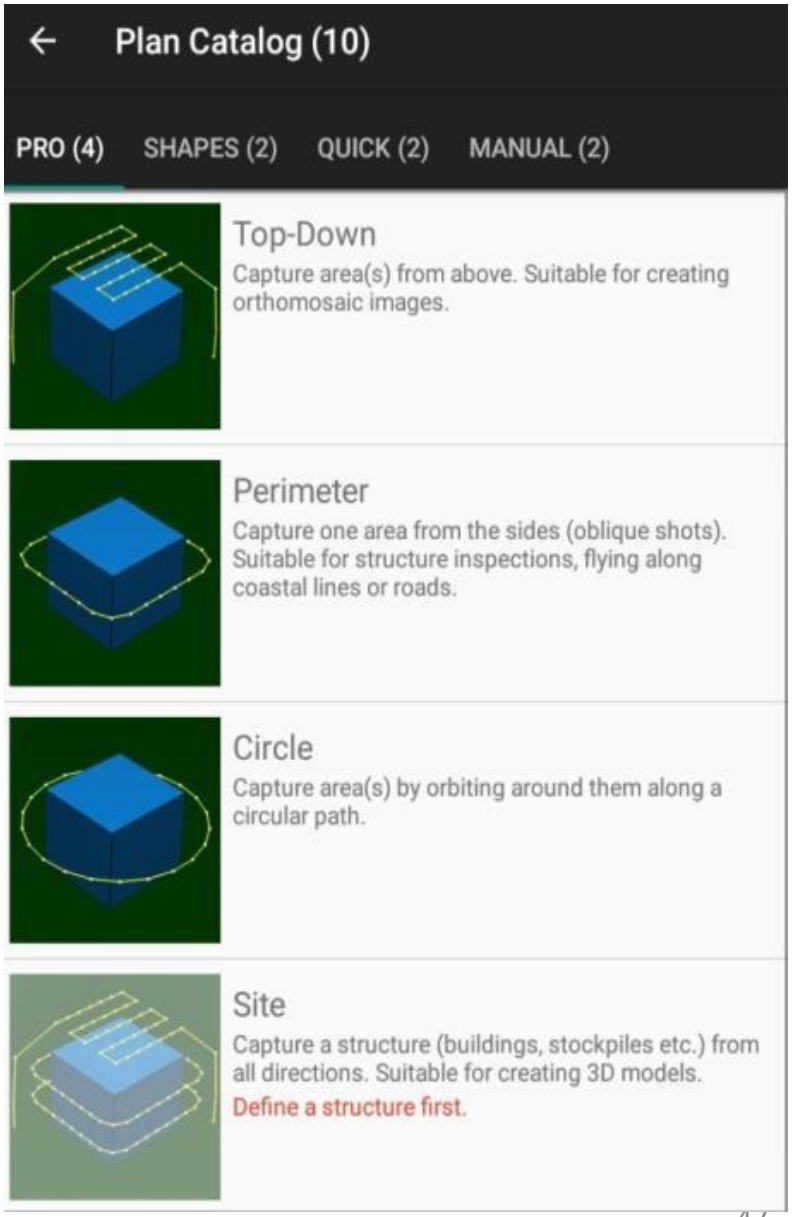


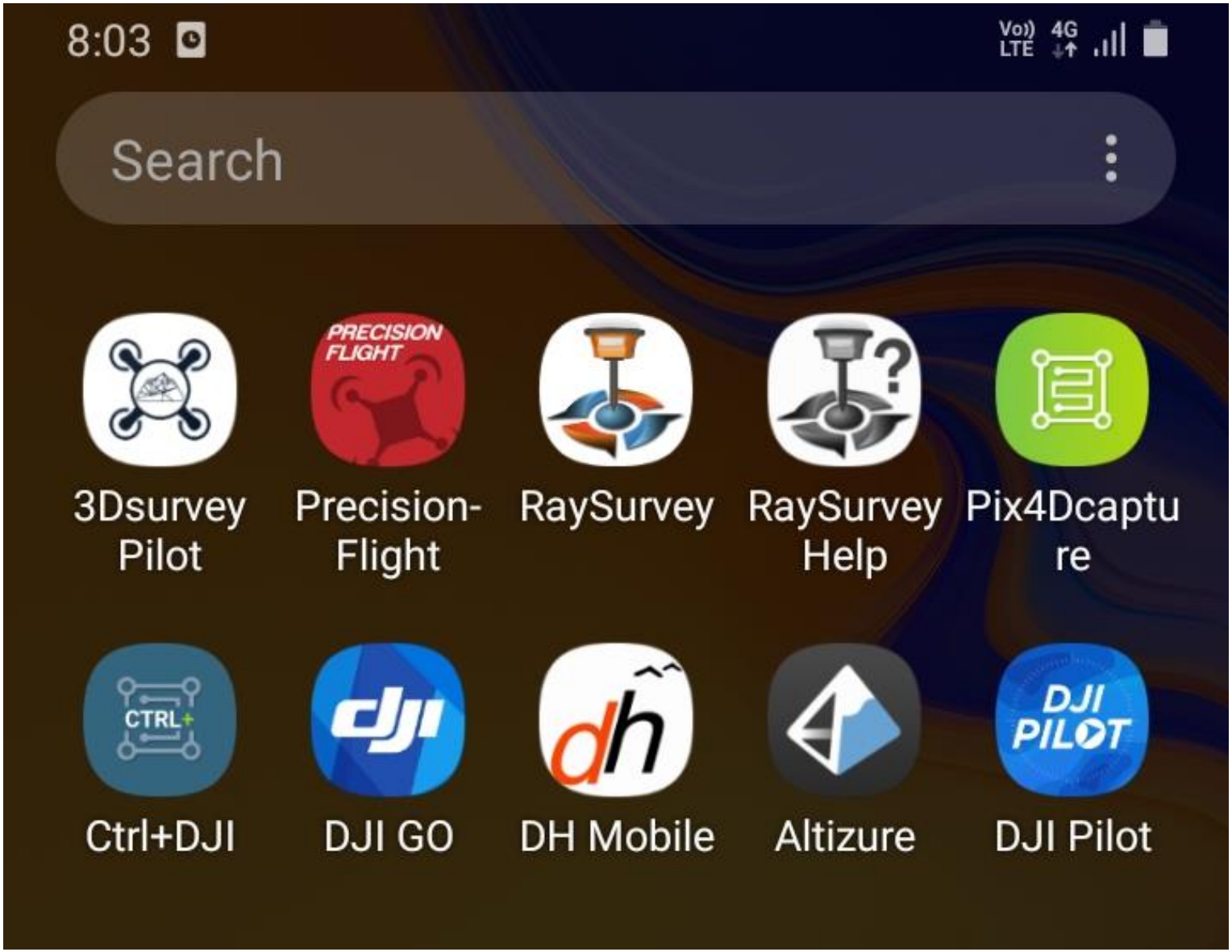


* پرواز و عکسبرداری هوایی

مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی






8:03
Search
3Dsurvey Pilot
Precision-Flight
RaySurvey
RaySurvey Help
Pix4Dcapture
Ctrl+DJI
DJI GO
DH Mobile
Altizure
DJI Pilot

PIX PRO Features Pricing Blog Contact Support Download Sign in Try Pixpro for Free

Drone Duty – a Flight Planner for Photogrammetry

Pixpro Team Dec 15, 2022

https://www.pix-pro.com/blog/post/drone-duty-for-photogrammetry

View this post on Instagram

Full support:
Phantom 3 (all models)
Phantom 4 (all models)
Mavic Pro
Mavic 2 Zoom
Mavic 2 Pro
Matrice (all models)
Mavic Enterprise (all models)
Phantom 4 RTK (no screen version)
Inspire (all models)

To an extent:
Spark
Mavic Air
Mavic Mini
Mini 2
Mini SE
Air 2S

https://www.pix4d.com/product/pix4dcapture/

ing Started | ...ازی وادانا: ورود به سایت | ورود به سیستم | ورود به سیستم | Network Authentication | ورود | ...وهشگران جوان و نخبگان | ورود | ورود | ورود | ...ز آزمون جهاد دانشگاهی

PIX4D

Industries | Products | Training | Support | Resources | Contact

BUY PRODUCTS | TRY FOR FREE

Supported drones

*If you can't find your drone here, you can use any flight planning app to upload your images to Pix4D software.



Mavic

Mavic 3M
Mavic 3E
Mavic 3T
Mavic 2 Pro
Mavic 2 Zoom



Phantom

Phantom 4 Pro V2
Phantom 4 Pro
Phantom 4 RTK
Phantom 4



Matrice

Matrice 300 RTK
Matrice 200 Series V2
Matrice 200 Series



Mini*

Mini 3
Mini 3 Pro

*Drone models only compatible with Generic grid missions.

۲-۲-۲- مقیاس عکسبرداری

مهمترین عوامل تعیین کنندهٔ مقیاس مناسب عکسبرداری هوایی در هر پروژهٔ تهیه نقشه عبارتند از:

- دقت ارتفاعی مورد نیاز
- دقت مسطحاتی مورد نیاز
- میزان اطلاعات مورد نیاز برای شناسایی و استخراج از روی عکس هوایی

این عوامل خود تابعی از عوامل مختلف مانند ارتفاع پرواز، نوع دوربین هوایی، تعداد و تراکم نقاط کنترل زمینی، پوشش طولی و نوع دستگاههای تبدیل مورد استفاده هستند.

البته عوامل دیگری همچون مسائل اقتصادی طرح، حجم فایل تصویر رقومی در سیستمهای فتوگرامتری رقومی و محدودیتهای مربوط به نرم‌افزار مثلث‌بندی هوایی نیز در درجات بعدی اهمیت قرار دارند. لازم به ذکر است که در پروژه‌های تهیه نقشه در مقیاسهای بزرگ، دقت مسطحاتی از اهمیت بیشتری نسبت به دقت ارتفاعی برخوردار است در حالی که در مقیاسهای کوچک، دقت ارتفاعی دارای اهمیت بیشتری نسبت به دقت مسطحاتی می‌باشد. با در نظر گرفتن عوامل فوق می‌توان از نمودار تجربی نشان داده شده در شکل ۲ برای ایجاد رابطه بین مقیاس مناسب عکس و مقیاس نقشهٔ مورد نظر استفاده نمود. در این نمودار، محور Sp عدد مقیاس عکس و محور Sm عدد مقیاس نقشه را نشان می‌دهد (محورهای نمودار لگاریتمی هستند).

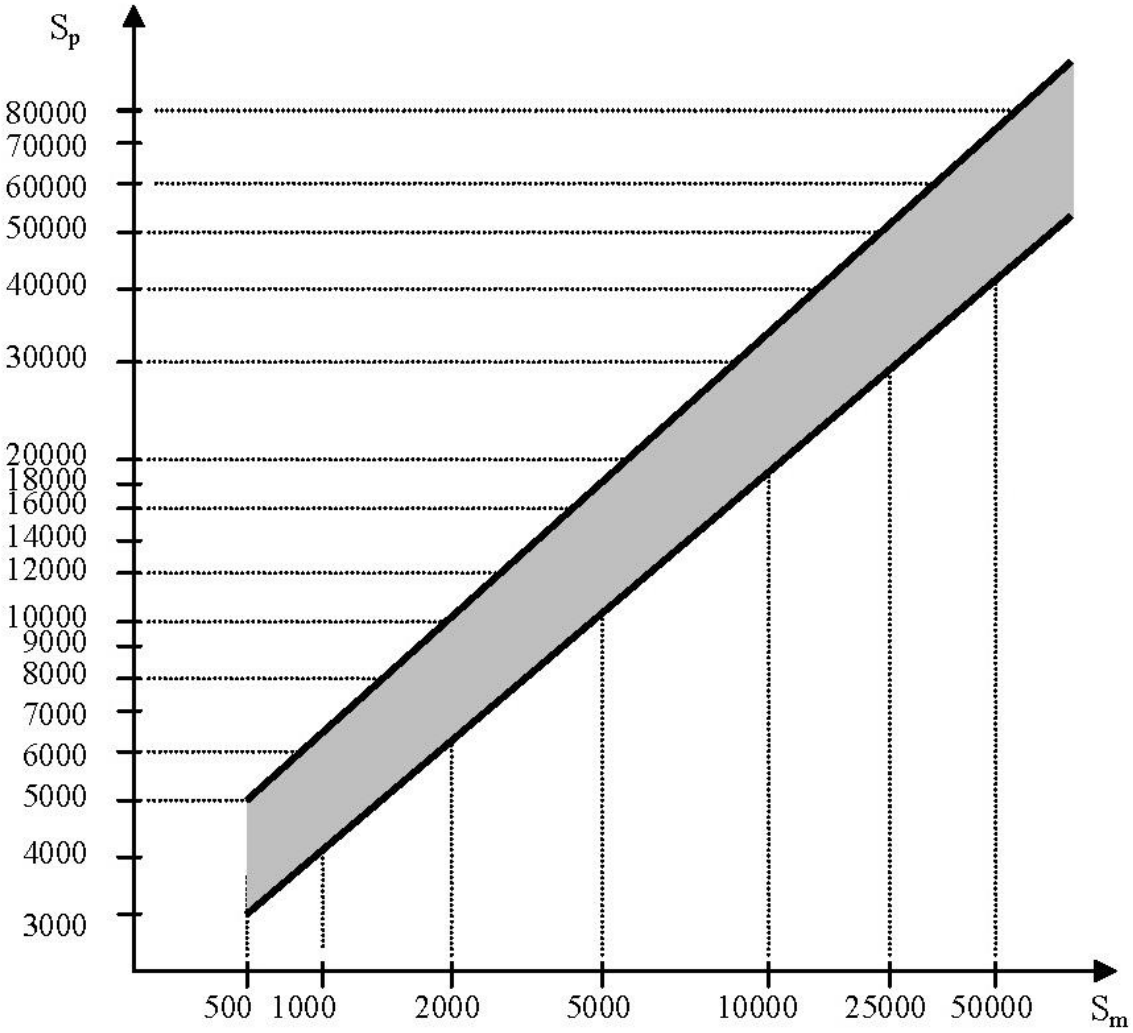
۲-۲-۲- مقیاس عکسبرداری

مهمترین عوامل تعیین کنندهٔ مقیاس مناسب عکسبرداری هوایی در هر پروژهٔ تهیه نقشه عبارتند از:

- دقت ارتفاعی مورد نیاز
- دقت مسطحاتی مورد نیاز
- میزان اطلاعات مورد نیاز برای شناسایی و استخراج از روی عکس هوایی

این عوامل خود تابعی از عوامل مختلف مانند ارتفاع پرواز، نوع دوربین هوایی، تعداد و تراکم نقاط کنترل زمینی، پوشش طولی و نوع دستگاههای تبدیل مورد استفاده هستند.

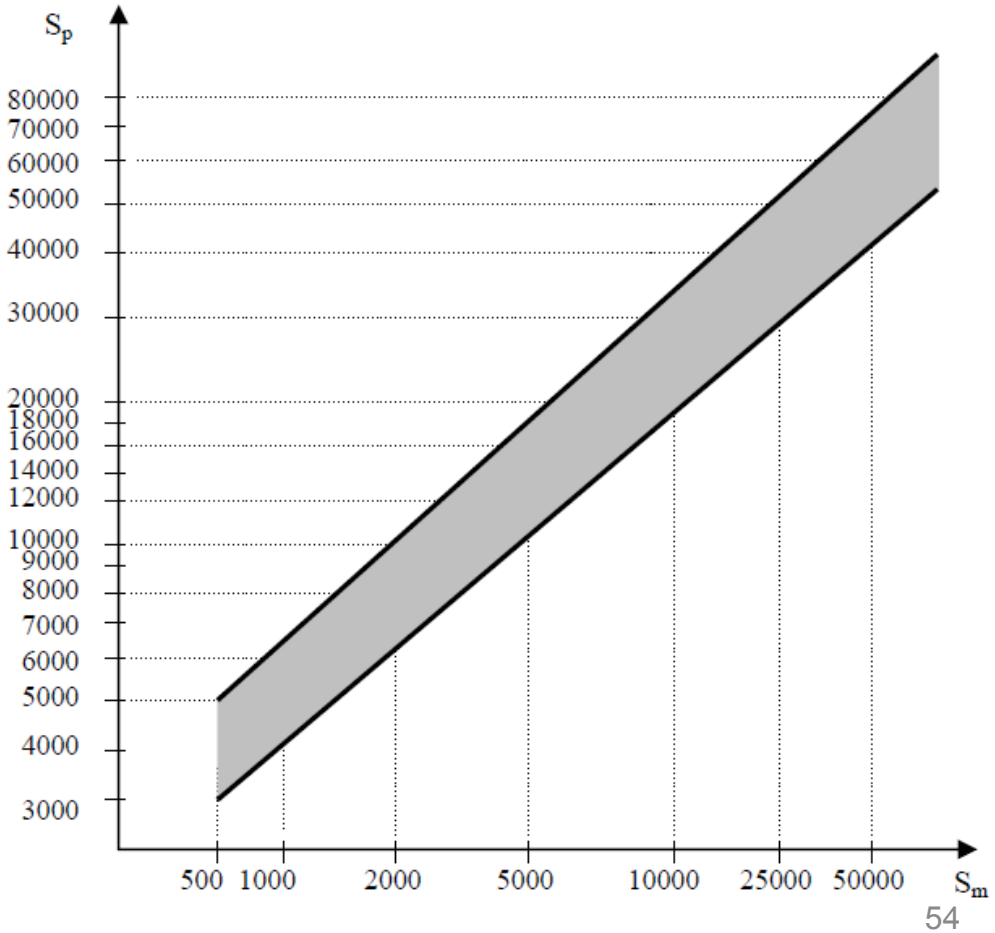
البته عوامل دیگری همچون مسائل اقتصادی طرح، حجم فایل تصویر رقومی در سیستمهای فتوگرامتری رقومی و محدودیتهای مربوط به نرم‌افزار مثلث‌بندی هوایی نیز در درجات بعدی اهمیت قرار دارند. لازم به ذکر است که در پروژه‌های تهیه نقشه در مقیاسهای بزرگ، دقت مسطحاتی از اهمیت بیشتری نسبت به دقت ارتفاعی برخوردار است در حالی که در مقیاسهای کوچک، دقت ارتفاعی دارای اهمیت بیشتری نسبت به دقت مسطحاتی می‌باشد. با در نظر گرفتن عوامل فوق می‌توان از نمودار تجربی نشان داده شده در شکل ۲ برای ایجاد رابطه بین مقیاس مناسب عکس و مقیاس نقشهٔ مورد نظر استفاده نمود. در این نمودار، محور Sp عدد مقیاس عکس و محور Sm عدد مقیاس نقشه را نشان می‌دهد (محورهای نمودار لگاریتمی هستند).



شکل ۲: نمودار مقیاس مناسب عکس هوایی برای هر مقیاس نقشه

- هدف از انجام عکسبرداری هوایی تهیه یک نقشه از منطقه ای بزرگ است.(مثلا ابعاد ۱۰ در ۱۵ کیلومتر)
- ابتدا باید بدانیم مقیاس مورد نظر مابرای نقشه نهایی چیست (مثلا ۱/۵۰۰۰۰)
- ارتفاع پرواز هواپیما با استفاده از مقیاس(S) و فاصله کانونی دوربین(f) قابل تعیین است

$$S = \frac{f}{h_g}$$



شکل ۲: نمودار مقیاس مناسب عکس هوایی برای هر مقیاس نقشه

- طراحی پرواز شامل:

انتخاب GSD متناسب با مقیاس نقشه و یا دقت اطلاعات مکانی مورد نیاز و همچنین وضوح تصاویر دوربین مورد استفاده، طراحی خطوط پرواز متناسب با شکل و ابعاد محدوده مورد نظر، پوشش عرضی مورد نیاز (در هیچ شرایطی پوشش عرضی از ۴۰ درصد کمتر نباشد و پرواز اضافی در حاشیه محدوده در نظر گرفته شود)، تعیین ارتفاع پرواز در خطوط مختلف پروازی با توجه به فاصله کانونی دوربین و با لحاظ نمودن تغییرات ارتفاع منطقه، تعیین پوشش طولی(پوشش طولی در هیچ شرایطی از ۷۰ درصد کمتر نباشد)، طراحی خطوط پروازی کراس (درصورت نیاز)، برآورد تعداد پرواز لازم برای پوشش کامل منطقه با توجه به مشخصات پرنده و مداومت پروازی آن

طراحی پرواز

- انتخاب GSD (**Ground sampling distance**)
- تعیین ارتفاع پرواز
- تعیین رن های پروازی و پوشش های طولی (>۷۰) و عرضی (>۴۰)

دستورالعمل نظارت و کنترل فنی

نقشه‌ها و اطلاعات مکانی

تهیه‌شده با استفاده از پهپاد



سازمان برنامه و بودجه کشور

سازمان نقشه برداری کشور

اداره‌کل نظارت و کنترل فنی

اسفند ۱۳۹۵

نسخه اول

تعیین GSD مطابق با دستورالعمل سازمان نقشه برداری

مقیاس نقشه	منحنی تراز (متر)	حداقل اندازه وضوح تصویر (سانتیمتر)	حداکثر اندازه وضوح تصویر (سانتیمتر)
۱/۲۰۰۰	۲	۱۵	۲۰
۱/۲۰۰۰	۱	۱۰	۱۵
۱/۱۰۰۰	۰٫۵	۵	۱۰
۱/۵۰۰	۰٫۵	۳	۵

جدول شماره یک: ابعاد وضوح تصاویر متناسب با مقیاس و فاصله منحنی تراز نقشه و اطلاعات مکانی

تعیین GSD با توجه به دقت مورد انتظار

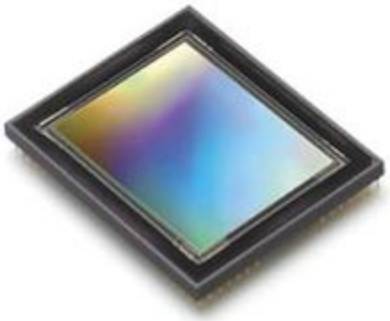
- در پروژه های خوب معمولا دقت مسطحاتی و ارتفاعی قابل دستیابی در پروژه های فتوگرامتری پهپاد به ترتیب حداکثر 2*GSD و 3*GSD
- دقت مسطحاتی مورد انتظار مطابق استاندار سازمان نقشه برداری: 0.2mm * S
- دقت ارتفاعی 1/3 CI

- اندازه GSD به گونه ای تعیین شود که دقت حاصله نصف دقت مجاز با توجه به مقیاس باشد

انواع سنجنده ها از لحاظ نوع داده

سنجنده های رقومی

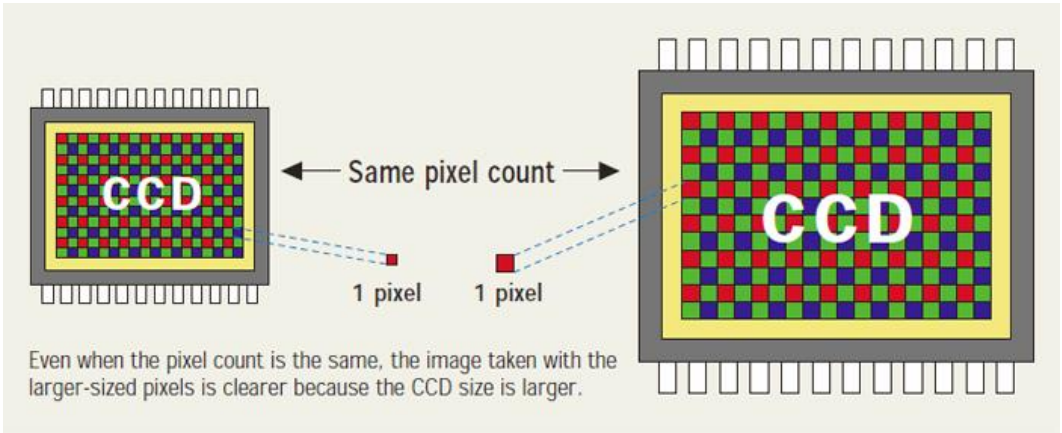
– سنجنده های رقومی عموماً برای اخذ تصاویر از CCD ها (Charge Coupled Device) و یا CMOS ها (complementary metal-oxide semiconductor)استفاده می کنند.

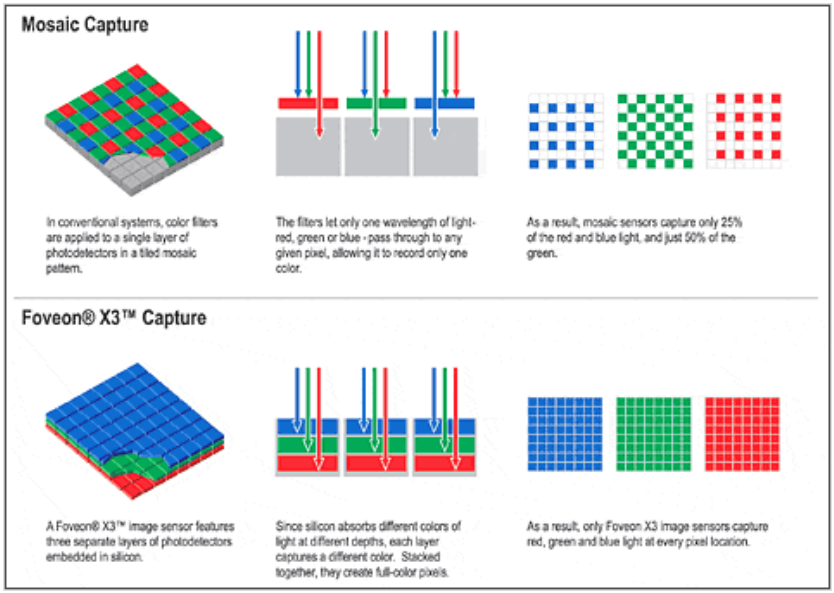


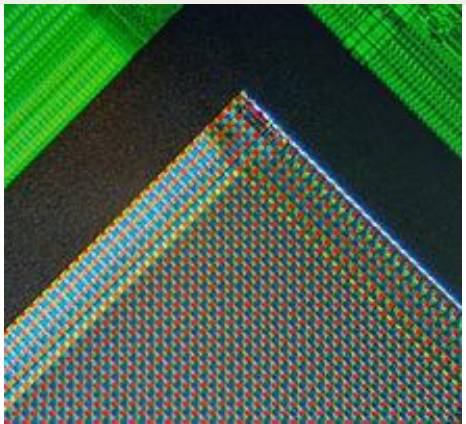
-عنصر پایه این سنجنده ها را نیمه رسانا ها تشکیل می دهندکه معمولاً از سیلیکون ساخته می شوند.
- انرژی الکترو مغناطیس به سطح حساس سنجنده برخورد کرده و فتون ها توسط آشکار ساز جذب می گردند. در صورت برخورد تعداد کافی فتون پس از یک سری فعل و افعالات یک ولتاژ الکتریکی تولید می شود.
- با توجه به مقدار و CCD مربوطه برای انرژی ثبت شده، تصویر تشکیل می گردد.

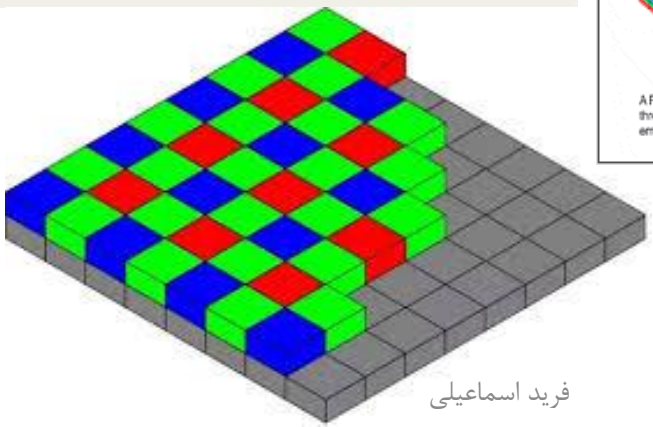

EOS
R


CAMERA
SENSOR
SIZE
EXPLAINED


CCD
Same pixel count
CCD
1 pixel
1 pixel
Even when the pixel count is the same, the image taken with the larger-sized pixels is clearer because the CCD size is larger.


Mosaic Capture
In conventional systems, color filters are applied to a single layer of photodetectors in a tiled mosaic pattern.
The filters let only one wavelength of light - red, green or blue - pass through to any given pixel, allowing it to record only one color.
As a result, mosaic sensors capture only 25% of the red and blue light, and just 50% of the green.
Foveon® X3™ Capture
A Foveon® X3™ image sensor features three separate layers of photodetectors embedded in silicon.
Since silicon absorbs different colors of light at different depths, each layer captures a different color. Stacked together, they create full-color pixels.
As a result, only Foveon X3 image sensors capture red, green and blue light at every pixel location.





تعیین ارتفاع پرواز

- H=GSD.f/ps
- برای تعیین ps (pixel size) مشخصات دوربین را از سایت dpreview به دست آورید
- مثال: دوربین

  – Sensor = 22.3*14.9
  – ابعاد تصویر: 6000*4000 پیکسل
  – ps=22.3/6000=0.0037mm

- برای به دست آوردن f باید نوع لنز مورد نیاز را تعیین کنید

Phantom 4 Pro Specs





دوربین ۲۰ مگاپیکسل با سنسور ۱ اینچی CMOS
قابلیت تصویر برداری حرفه ای و آسان
باتری لیتیومی ۵۸۷۰ میلی آمپر
حدود ۳۰ دقیقه زمان پرواز
۷ کیلومتر برد مسافتی در حالت FCC
500متر ارتفاع پرواز
گیمبال سه محوره
حالت های پروازی بسیار
سنسور عدم برخورد با موانع

Weight (Battery & Propellers Included) 1388 g

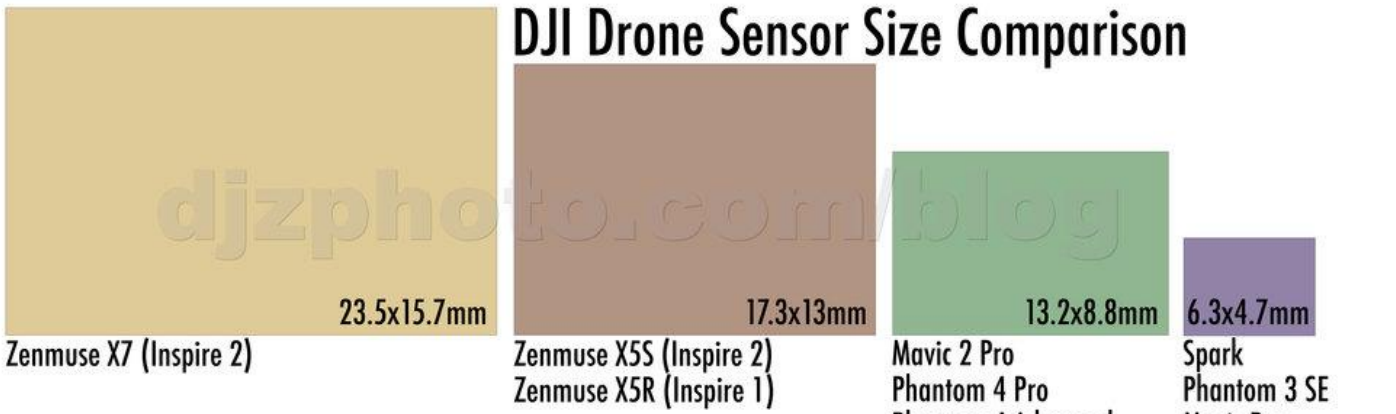
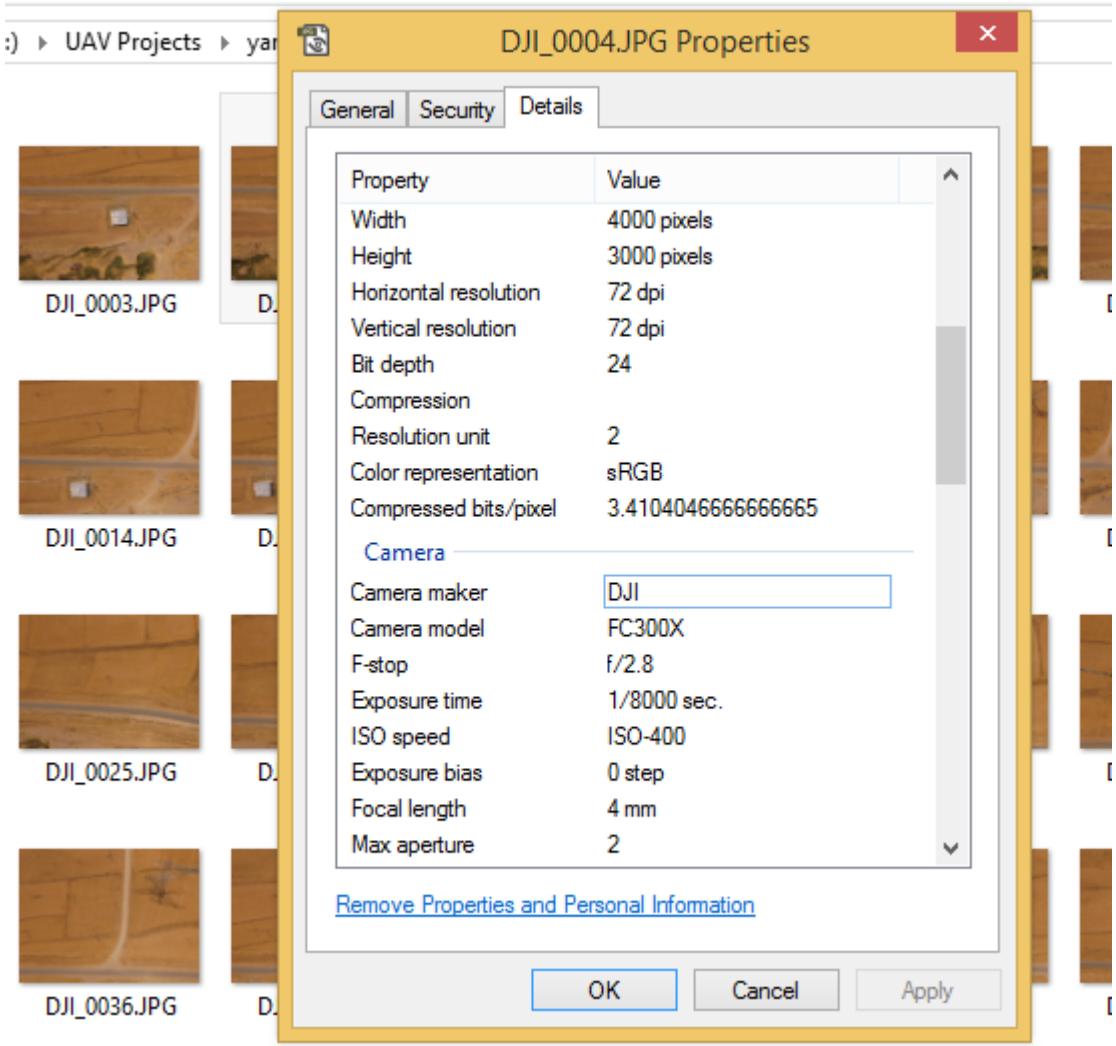
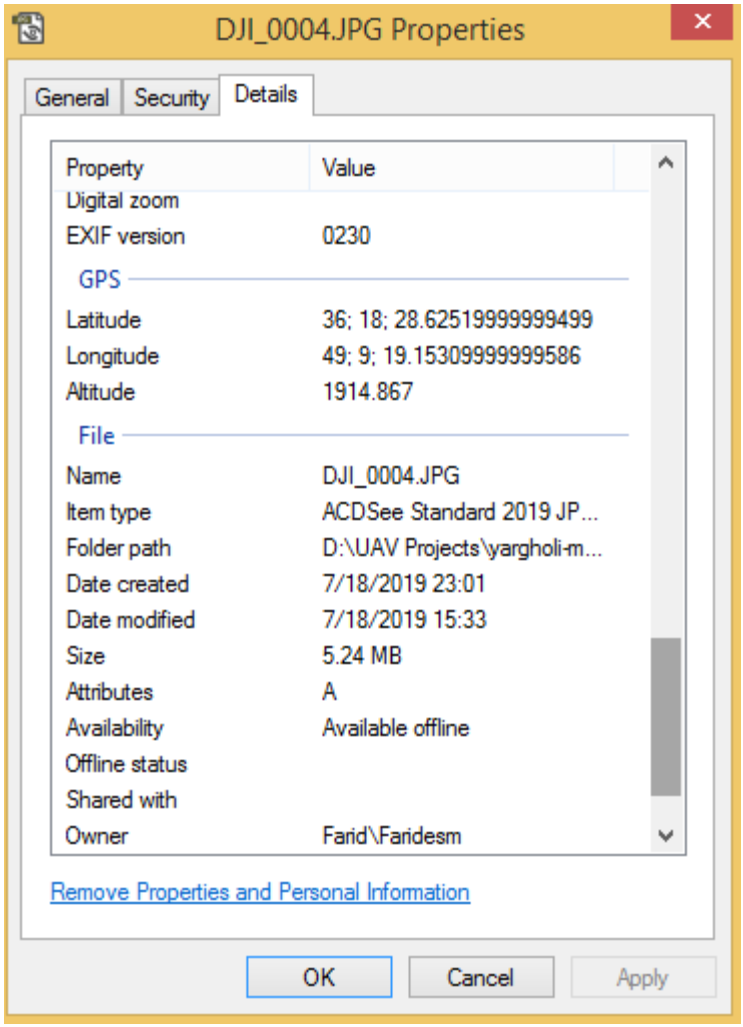


Image Size: 3:2 Aspect Ratio: 5472 × 3648 = 19961856 = 20 MP

ps=13.2/5472=0.0024mm

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا





مقیاس نقشه	منحنی تراز (متر)	حداقل اندازه وضوح تصویر (سانتیمتر)	حداکثر اندازه وضوح تصویر (سانتیمتر)
۱/۲۰۰۰	۲	۱۵	۲۰
۱/۲۰۰۰	۱	۱۰	۱۵
۱/۱۰۰۰	۰/۵	۵	۱۰
۱/۵۰۰	۰/۵	۳	۵

فانتوم ۳ پرو

$$H = \frac{GSD \times F}{Ps}$$

$$H = \frac{30mm \times 5mm}{0.0015mm} = 100\ m$$

Sony EXMOR 1/2.3" – 4K



Type
12.4 Megapixel,1/2.3-inch, EXMOR **CMOS**
sensor size : 6.16×4.62 mm
Focal Length
f= 5 mm, 35 mm format equivalent
Number of Recording Pixels
4000 × 3000 (4:3) [92]

مثال : برای دستیابی به این منحنی ۲۵ سانتیمتری باید دقت ارتفاعی یک سوم ۲۵ سانتیمتر یعنی حدود ۸ باشد. در یک شبکه خوب فتوگرامتری انتظار داریم که دقت ارتفاعی حداکثر در حد ۳ برابر GSDباشد. در این صورت GSDمناسب برای این کار می شود یک سوم ۸ یعنی حدود ۲.۷ سانتیمتر. برای تضمین دستیابی به دقت مورد نظر در شرایط دشوار مقدار GSD را می توان روی ۲ سانتیمتر در نظر گرفت.

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا



مقیاس نقشه	منحنی تراز (متر)	حداقل اندازه وضوح تصویر (سانتیمتر)	حداکثر اندازه وضوح تصویر (سانتیمتر)
۱/۲۰۰۰	۲	۱۵	۲۰
۱/۲۰۰۰	۱	۱۰	۱۵
۱/۱۰۰۰	۰/۵	۵	۱۰
۱/۵۰۰	۰/۵	۳	۵

$$\mathrm{H} = \frac{GSD \times F}{Ps}$$

$$\mathrm{H} = \frac{30mm \times 8.8mm}{0.0024mm} = 110\ m$$

فانتوم ۴ پرو

۲-۳- تعیین ضریب کاهش حد تفکیک تصویری

در فتوگرامتری پهپاد به دلیل عواملی همچون لرزش، کشیدگی تصویری، تاری دید به‌واسطه ابر، مه، رطوبت، Haze، گرد وغبار، آلودگی هوا و پدیده تفرق نور روی سنجنده‌ها، شاخص GRD[۲۲] دارای مقداری بیشتر از ابعاد پیکسل زمینی تصویر یا GSD می‌شود. نسبت این دو (k=GRD/GSD) را ضریب کاهش حد تفکیک تصویری می‌نامند. با توجه به تنوع دوربین‌ها و عدسی‌های مورد استفاده در انواع پهپاد و شرایط محیطی مختلف در حین تصویربرداری، حد تفکیک تصاویر می‌بایست قبل از انجام هر پروژه تصویربرداری هوایی با به‌کارگیری تارگت زیمنس تعیین‌شده و ضریب کاهش حد تفکیک تصویری k برآورد گردد.

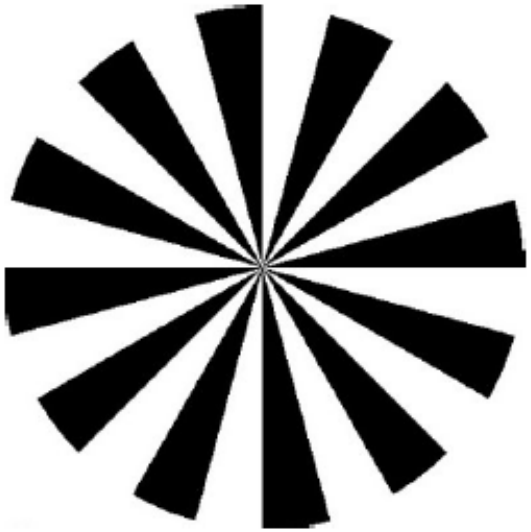
[۲۲] Ground Resolved Distance یا فاصله حد تفکیک زمینی معادل ابعاد زمینی کوچک‌ترین عارضه قابل تشخیص در تصویر بوده و شاخصی برای میزان محتوای اطلاعاتی قابل استخراج از تصویر می‌باشد.

پیوست ۳: تعیین ضریب کاهش حد تفکیک تصویری دوربین با استفاده از تارگت زیمنس

با توجه به تنوع دوربین‌ها و عدسی‌های مورد استفاده در انواع پهپاد و شرایط محیطی مختلف در حین تصویربرداری، حد تفکیک تصاویر می‌بایست قبل از انجام هر پروژه تصویربرداری هوایی تعیین‌شده و ضریب کاهش حد تفکیک تصویری k برآورد گردد.

برای محاسبه $k=GRD/GSD$ از تارگت زیمنس استفاده می‌شود.[۶۵] تارگت زیمنس دارای بازوهای یک در میان سیاه و سفید است. به‌طورکلی اگر n بازوی سیاه و سفید در نظر بگیریم، برای محاسبه ضریب k، قطر دایره ابهام[۶۶] روی تصویر برحسب پیکسل اندازه‌گیری شده و به عدد $2/\sin(180/n)$ تقسیم می‌شود. به‌عنوان مثال اگر تعداد بازوهای سیاه ۱۶ عدد لحاظ شود برای محاسبه ضریب k، قطر دایره ابهام روی تصویر برحسب پیکسل به عدد ۱۰ تقسیم می‌شود. اگر دایره ابهام به شکل بیضی ظاهر شد باید بزرگ‌ترین قطر بیضی بجای قطر دایره ابهام در نظر گرفته شود.

ابعاد تارگت زیمنس نباید از ۱۵ برابر GSD تصویربرداری کمتر باشد. لذا برای نقشه‌های با مقیاس ۱:۵۰۰ و ۱:۱۰۰۰ ابعاد تارگت زیمنس می‌تواند در حد ۱,۵*۱,۵ مترمربع در نظر گرفته شود. برای نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۰۰۰ و کوچک‌تر می‌توان بجای افزایش ابعاد تارگت زیمنس، تعداد بازوهای آن را به ۱۲ عدد کاهش داد.

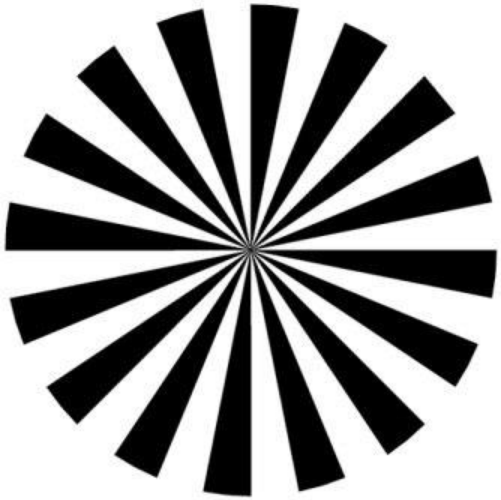


تارگت زیمنس ۱۲ بازویی با ضریب تقسیم 2/sin(180/12)=7.7 (7.7/ قطر دایره ابهام برحسب پیکسل=k)

برای تعیین ضریب کاهش حد تفکیک تصویری در هر پروژه کافی است دو تصویر با پایین‌ترین کیفیت را به نحوی انتخاب نمود که تارگت زیمنس در وسط و گوشه آن‌ها ظاهر شود و متوسط ضریب حد تفکیک برای این دو تصویر محاسبه گردد.

گزارش تعیین ضریب کاهش حد تفکیک تصویری باید برای هر پروژه و تصاویر مربوطه مطابق فرمت زیر ارائه گردد.

تست حد تفکیک تصویر یا تعیین وضوح اپتیکی تصویر با نشانه ستاره
Siemens Star Target



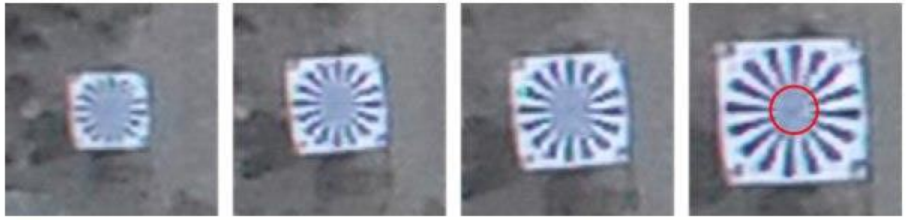
تعداد تقسیمات N = 16
مشکی یا سفید

شعاع دایره ابهام = r

$k = r.\sin(180/N)$

$GRD = k.GSD$





150m 120m 100m 80m

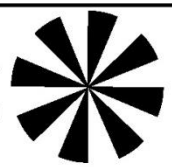
مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

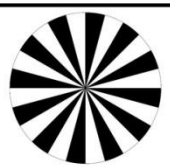
گزارش تعیین ضریب کاهش حد تفکیک تصویری دوربین

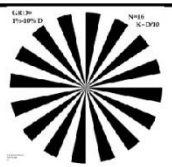
گزارش تعیین ضریب کاهش حد تفکیک تصویری دوربین .....

منطقه تصویربرداری: ..... تاریخ تصویربرداری: ..... GSD تصویربرداری: .....

$$K = \frac{D}{2 / \sin(\frac{180}{n})}$$

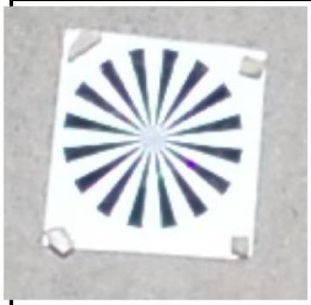






☐n=8,K=D/5 ☐n=12,K=D/8 ☐n=16,K=D/10

Shutter Speed:	f/stop:	ISO:	موقعیت تارگت در وسط تصویر شماره ..... D= ……n=……..K=……





Shutter Speed:	f/stop:	ISO:	موقعیت تارگت در گوشه تصویر شماره ..... D= ……n=……..K=……





تصاویر ارائه شده به‌صورت خام است ☐ آشکار سازی و تغییر روشنایی و کنتراست بر تصاویر اعمال شده است ☐

نتیجه‌گیری	ضریب کاهش حد تفکیک تصویری متوسط ..... می‌باشد که معادل .....=GRD است.

مثال:

در یک پروژه فتوگرامتری پهپاد مبنا، برای ارزیابی ارتفاع پرواز مناسب برای تهیه نقشه ۱:۵۰۰ ، یک تارگت زیمنس با ۱۲ بازوی مشکی بر روی زمین قرار داده ایم. با دوربینی با ابعاد فریم 13.2 × 8.8 میلیمتر و تعداد پیکسل 3648 × 5472 در هر فریم و فاصله کانونی 8.8 میلیمتر از ارتفاع ۱۰۰ متری از این تارگت زیمنس تصویر برداری شده است. تعداد پیکسل های قطر دایره ابهام بر روی تارگت زیمنس در این تصویر برابر 10 پیکسل می باشد. بررسی کنید آیا ارتفاع ۱۰۰ متری در شرایط این پروژه برای تهیه نقشه ۱:۵۰۰ مناسب بوده است یا خیر.

$$K = \frac{D}{\frac{2}{\sin(\frac{180}{12})}} = \frac{10}{7.72} = 1.29$$

ps=13.2/5472=0.0024mm

$$\mathrm{H} = \frac{GSD \times F}{Ps} \rightarrow GSD = \frac{H \times Ps}{F} \qquad GSD = \frac{100\ m \times 0.0024\ mm}{8.8\ mm} = 0.027\ \mathrm{m} = 2.7\ \mathrm{cm}$$

$$GRD = K \times GSD \rightarrow \quad GRD = 1.29 \times 2.7\ cm = 3.49\ \mathrm{cm}$$

جدول ۲-۱: 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

۴-۲- تعیین GSD تصویربرداری

در تعیین GSD تصویربرداری می‌بایست موارد ذیل لحاظ شود:

الف) **محدودیت ناشی از کاهش حد تفکیک مکانی تصویر**: GSD تصویربرداری مورد نیاز برای پروژه باید به میزان 1:k (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. در جدول زیر مقادیر مناسب GRD به‌منظور رسیدن به دقت‌های مسطحاتی متناسب با مقیاس نقشه آورده شده است.

جدول ۲-۱: 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

$0.2 \times 500 = 100\ mm = 10\ cm$

$2.5 \times 4 = 10\ cm$

د) محدودیت ناشی از دقت ارتفاعی محصولات مکانی: به‌منظور تأمین دقت ارتفاعی مورد نیاز نقشه، در حالتی که منحنی میزان ۲۵ سانتیمتر و کمتر مورد نظر باشد، می‌بایست شاخص C-Factor یا CF[۲۳] مورد توجه قرار گیرد. برای این منظور ارتفاع پرواز (H) می‌بایست کمتر از حاصل‌ضرب C-Factor در فاصله منحنی میزان (CI) باشد (نحوه محاسبه سی-فاکتور در پیوست ۴ آورده شده است). همچنین برای محاسبه GSD بر اساس شاخص CF از رابطه ذیل استفاده می‌شود:

$$GSD = \alpha CF.CI \quad , \left(\alpha = \frac{PS}{f}\right)$$

به‌عنوان نمونه با فرض $CF=200$، $PS=3.33$ micron و $f=9$ mm میزان GSD مناسب برای دستیابی به منحنی میزان ۲۵ سانتیمتر معادل ۱/۸۵ سانتیمتر است.

$$\propto = \frac{0.00333}{9} = 0.00037$$

$$GSD = 0.00037 \times 200 \times 25 = 1.851 \text{ cm}$$

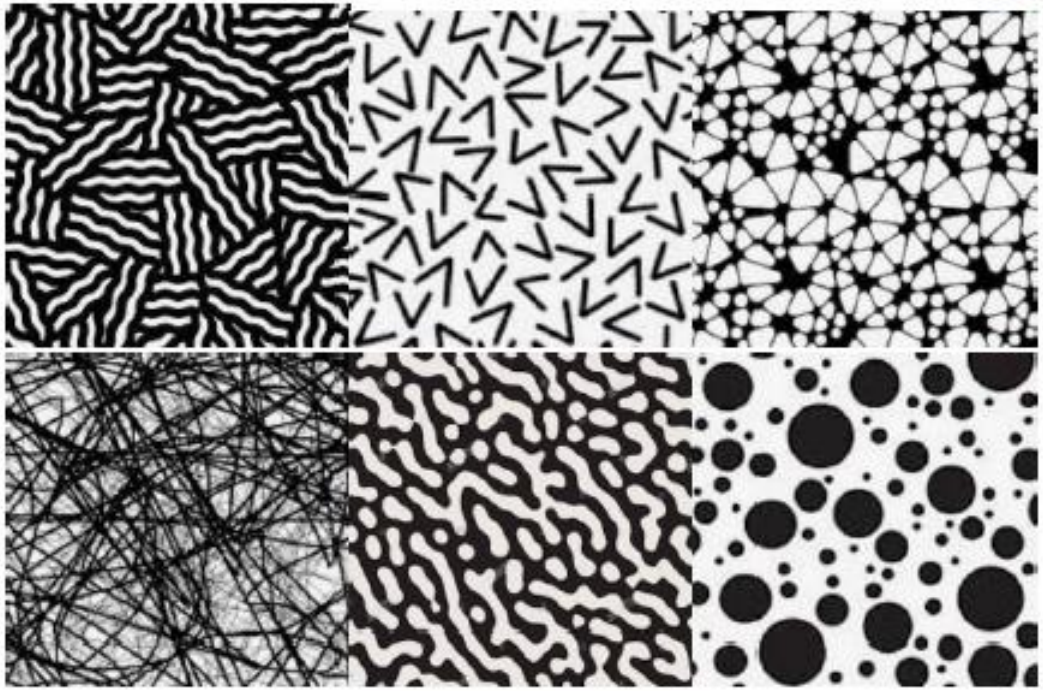
پیوست ۴: تعیین سی-فاکتور سیستم تصویربرداری

شاخص C-Factor نسبت ارتفاع پرواز به فاصله منحنی میزان نقشه تولیدی است. در فتوگرامتری هوایی با دوربین‌های متریک بسته به کیفیت دوربین و فاصله کانونی عدسی، این شاخص، اعدادی بین ۵۰۰ تا ۲۵۰۰ می‌باشد. در دوربین‌های غیر متریک سطح خطاها دو تا پنج برابر بیشتر بوده و لذا شاخص C-Factor اعدادی بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ می‌باشد.

به‌منظور تأمین دقت ارتفاعی مورد نیاز در تهیه نقشه و اطلاعات مکانی به روش فتوگرامتری پهپاد، در حالتی که منحنی میزان ۲۵ سانتیمتر و کمتر مورد نظر باشد، می‌بایست شاخص C-Factor مورد توجه قرار گیرد. با توجه به تنوع دوربین‌ها و عدسی‌های مورد استفاده در انواع پهپاد و شرایط محیطی مختلف در حین تصویربرداری، این شاخص می‌بایست قبل از انجام پروژه تصویربرداری مورد نظر، با استفاده از تارگت تخمین حد تفکیک ارتفاعی برآورد شود و گزارش حد تفکیک ارتفاعی پروژه مطابق نتایج بدست آمده ارائه گردد.

[۲۳] CF شاخص تعیین فاصله منحنی میزان CI قابل استخراج از تصاویر پوشش‌دار در ارتفاع موردنظر H از سطح زمین است و از رابطه CF=H/CI به دست می‌آید. اگرچه خطای متوسط ارتفاعی، علاوه بر H به پارامترهای دیگری مانند میزان پوشش تصویری، میدان دید عدسی، کیفیت تصویر، دقت مثلث‌بندی هوایی و ... وابسته است اما این شاخص به‌صورت تجربی ابزار سریعی برای تخمین دقت ارتفاعی قابل حصول از تصاویر اخذ شده با ارتفاع پرواز مشخص می‌باشد.

تارگت تخمین حد تفکیک ارتفاعی عبارت از یک سطح غیر براق مسطح به ابعاد ۲۰ برابر GSD (یک در یک تا دو در دو مترمربع) و دارای پترن با محتوای تصویری کافی برای تناظر یابی تصویری می‌باشد. برای این منظور می‌توان از سطح طبیعی زمین مسطح نیز استفاده نمود.



نمونه پترن‌های تارگت برای تعیین سی فاکتور ارتفاعی

برای برآورد شاخص سی-فاکتور لازم است در ارتفاع پرواز H و پوشش تصویری موردنظر از این سطح تصویربرداری نمود و خطای ارتفاعی بازسازی سطح (σ_z) را به دست آورد.

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

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 که برای حفظ ایمنی یا ملاحظات امنیتی بایستی از آن‌ها تبعیت نمود.[۲۴]

شیوه نامه ۹۰۶۰- مقررات وسایل پرنده هدایت پذیر از دور (پهپادها)

۲- رده‌بندی پهپادها

۲-۱- کلیات رده‌بندی

دسته‌بندی کسب و کار	کلاس پهپاد	حداکثر وزن مجاز برای پرواز	فاصله از افراد	حداکثر سقف پرواز عملیات	الزامات و صلاحیت پهپاد	سن خلبان پهپاد	رئوس الزامات فنی	ثبت پهپاد	قابلیت ردیابی، قابلیت تعیین محدودیت جغرافیایی
A1	C0	کمتر از ۲۰۰ گرم	مجاز برای پرواز از بالای سر افراد غیر درگیر در عملیات پرواز پهپاد (به غیر از توده جمعیت)	کمتر از ۵۰ متر	مطالعه راهنمای کاربری پهپاد	بدون محدودیت	نیازی نیست مقررات ایمنی اسباب بازی بدون لبه برنده دستورالعمل هشدارها	الزامی نیست	الزامی نیست
	C1	بیش از ۲۰۰ گرم کمتر از ۹۰۰ گرم		کمتر از ۱۰۰ متر از سطح زمین یا ۳۰ متر بالاتر از موانع/ابنیه در صورت تقاضای صاحب مانع/بنا	راهنمای کاربری پهپاد + آموزش و آزمون	۱۴ سال یا افراد کوچکتر با نظارت فرد صاحب صلاحیت بالاتر از ۱۴ سال	حداکثر انرژی جنبشی بدون لبه برنده قابلیت انتخاب سقف پرواز دستورالعمل هشدارها	قفط برای بهره بردار	اگر حامل دوربین بالای ۵ مگاپیکسل باشند در صورت الزام ناحیه عملیات
A2	C2	بیش از ۹۰۰ گرم کمتر از ۴ کیلوگرم	مجاز به پرواز آگاهانه و یا فاصله ایمن از افراد غیردرگیر در عملیات پرواز پهپاد فاصله ایمن: - ۲۰ متر برای پهپادهای موتورچرخان - ۵۰ متر برای بال ثابتها	کمتر از ۱۰۰ متر از سطح زمین یا ۳۰ متر بالاتر از موانع/ابنیه در صورت تقاضای صاحب مانع/بنا	راهنمای کاربری پهپاد + گواهینامه صلاحیت (صلاحیت نظری آزموده شده در مراکز صاحب صلاحیت)	۱۸ سال یا افراد کوچکتر با نظارت فرد صاحب صلاحیت بالاتر از ۱۸ سال	استفامت مکانیکی سامانه جلوگیری از گم شدن قابلیت انتخاب سقف پرواز دستورالعمل هشدارها	بهره بردار و پهپاد	الزامی است
A3	C3	بیش از ۴ کیلوگرم -کمتر از ۲۰ کیلوگرم بشتر از ۲۰ کیلوگرم کمتر از ۳۰ کیلوگرم	مجاز برای پرواز در ناحیهای که متعلقاً انتظار نمی رود خطری برای افراد غیر درگیر ایجاد کند.	کمتر از ۱۰۰ متر از سطح زمین یا ۳۰ متر بالاتر از موانع/ابنیه در صورت تقاضای صاحب مانع/بنا	راهنمای کاربری پهپاد + گواهینامه صلاحیت (صلاحیت نظری آزموده شده در مراکز صاحب صلاحیت)	۱۸ سال	سامانه جلوگیری از گم شدن قابلیت انتخاب سقف پرواز دستورالعمل هشدارها	بهره بردار و پهپاد	الزامی است
	C4		علاوه بر قسمت بالایی، حفظ فاصله ایمن از مرز مناطق متراکم از جمعیت شهر، مراکز حساس نظامی و امنیتی و فرودگاه ها الزامی است				راهنمای عملیات دستورالعمل هشدارها		

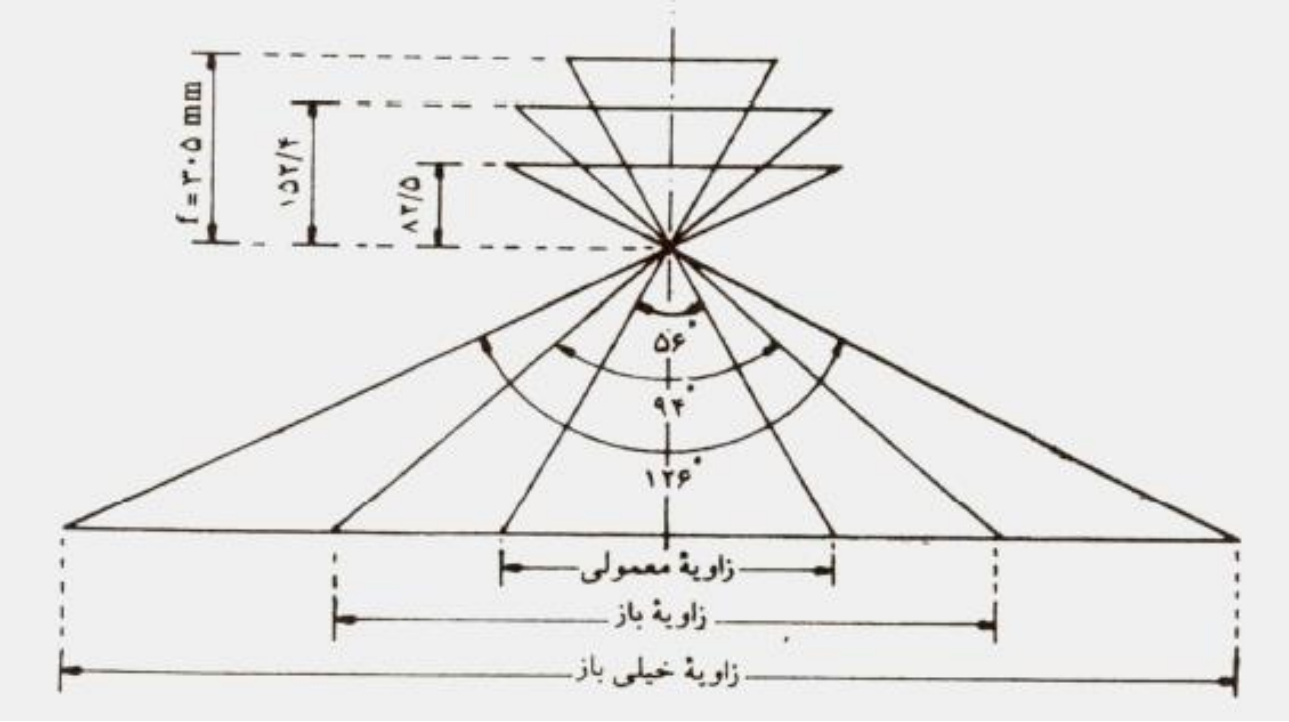
جدول شماره ۱

فرید

دسته‌بندی کسب و کار	کلاس پهپاد	حداکثر وزن مجاز برای پرواز	فاصله از افراد	حداکثر سقف پرواز عملیات	الزامات و صلاحیت پهپاد	سن خلبان پهپاد	رئوس الزامات فنی	ثبت پهپاد	قابلیت ردیابی، قابلیت تعیین محدودیت جغرافیایی
A1	C0	کمتر از ۲۰۰ گرم	مجاز برای پرواز از بالای سر افراد غیر درگیر در عملیات پرواز پهپاد (به غیر از توده جمعیت)	کمتر از ۵۰ متر	مطالعه راهنمای کاربری پهپاد	بدون محدودیت	نیازی نیست مقررات ایمنی اسباب بازی بدون لبه برنده دستورالعمل هشدارها	الزامی نیست	الزامی نیست
	C1	بیش از ۲۰۰ گرم کمتر از ۹۰۰ گرم		کمتر از ۱۰۰ متر از سطح زمین یا ۳۰ متر بالاتر از موانع/ابینه در صورت تقاضای صاحب مانع/بنا	راهنمای کاربری پهپاد + آموزش و آزمون	۱۴ سال یا افراد کوچکتر با نظارت فرد صاحب صلاحیت بالاتر از ۱۴ سال	حداکثر انرژی جنبشی بدون لبه برنده قابلیت انتخاب سقف پرواز دستورالعمل هشدارها	فقط برای بهره بردار	اگر حامل دوربین بالای ۵ مگاپیکسل باشند در صورت الزام ناحیه عملیات
A2	C2	بیش از ۹۰۰ گرم کمتر از ۴ کیلوگرم	مجاز به پرواز آگاهانه و با فاصله ایمن از افراد غیردرگیر در عملیات پرواز پهپاد فاصله ایمن: – ۲۰ متر برای پهپادهای موتورچرخان – ۵۰ متر برای بال ثابتها	کمتر از ۱۰۰ متر از سطح زمین یا ۳۰ متر بالاتر از موانع/ابینه در صورت تقاضای صاحب مانع/بنا	راهنمای کاربری پهپاد + گواهینامه صلاحیت (صلاحیت نظری آزموده شده در مراکز صاحب صلاحیت)	۱۸ سال یا افراد کوچکتر با نظارت فرد صاحب صلاحیت بالاتر از ۱۸ سال	استقامت مکانیکی سامانه جلوگیری از گم شدن قابیلت انتخاب سقف پرواز دستورالعمل هشدارها	بهره بردار و پهپاد	الزامی است
A3	C3	بیش از ۴ کیلوگرم –کمتر از ۲۰ کیلوگرم بشتر از ۲۰ کیلوگرم کمتر از ۳۰ کیلوگرم	مجاز برای پرواز در ناحیهای که منطقاً انتظار نمی رود خطری برای افراد غیر درگیر ایجاد کند.	کمتر از ۱۰۰ متر از سطح زمین یا ۳۰ متر بالاتر از موانع/ابینه در صورت تقاضای صاحب مانع/بنا	راهنمای کاربری پهپاد + گواهینامه صلاحیت (صلاحیت نظری آزموده شده در مراکز صاحب صلاحیت)	۱۸ سال	سامانه جلوگیری از گم شدن قابیلت انتخاب سقف پرواز دستورالعمل هشدارها	بهره بردار و پهپاد	الزامی است
	C4		علاوه بر قسمت بالایی، حفظ فاصله ایمن از مرز مناطق متراکم از جمعیت شهر، مراکز حساس نظامی و امنیتی و فرودگاه ها الزامی است				راهنمای عملیات دستورالعمل هشدارها		

۲-۲-۴- مشخصات اپتیکی و مکانیکی دوربین هوایی

اصلی‌ترین مشخصهٔ دوربین هوایی که باید توسط سفارش دهنده تعیین گردد، نوع عدسی است که با توجه به نوع منطقهٔ پروازی، دقت ارتفاعی مورد نظر، سقف پروازی هواپیما و مقیاس عکسبرداری انتخاب می‌گردد. توجه شود که هنگام استفاده از عدسی‌های زاویه باز (Wide Angle) یا زاویه خیلی باز (Super Wide Angle) ، پوششهای طولی و عرضی عکسها به گونه‌ای انتخاب شود که میزان مناطق مردهٔ ایجاد شده به حداقل ممکن تقلیل یابد. سایر مشخصات دوربین هوایی از قبیل نوع فیلتر، وضعیت دوربین از نظر کالیبراسیون، سیستمهای مکانیکی ضروری، اطلاعات حاشیه‌ای مورد نیاز در عکسها (علاوه بر موارد اجباری که قبلاً ذکر گردید) می‌توانند توسط سفارش دهنده درخواست شوند.



چالش های مرتبط با نوع دوربین

- تاثیرکیفیت دوربین و اجزاء آن بر دقت مدل و محصولات تولیدی به طور مستقیم اثر می گذارد
- انواع دوربین:
  - متریک
- غیر متریک

تقسیم بندی دوربین ها از نظر دقت

دوربین ها از نظر دقت خود به سه دسته زیر تقسیم بندی می شوند:

۱- دوربین های متریک

۲- دوربین های نیمه متریک

۳- دوربین های غیر متریک

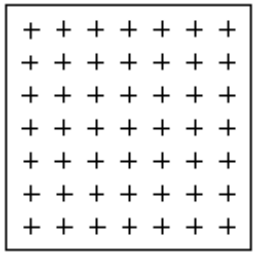
Rolleiflex 6008 Metric camera



دوربین های متریک (۱)

- این دوربین ها دارای هندسه داخلی مشخص هستند.
- از استحکام بالایی برخوردار هستند.
  های داخلی قابل تکرار در طول زمان)
- پارامترهای کالیبراسیون در این دوربین ها معلوم می باشد.
- پارامترهای کالیبراسیون در حین عملیات بدون تغییر باقی می مانند.
- در هر پروژه قابل تکرار هستند.

دوربین های متریک (۲)



- تصاویر این دوربین ها دارای فیدوشال مارک یا رزو می باشد.
- هدف از استفاده این دوربین ها رسیدن به دقت زیر میلیمتر است.
- استفاده از این دوربین ها نیاز به آموزش دارد.
- هزینه خرید این دوربین ها بسیار سنگین است .
- طراحی و تولید در انحصار کمپانی های خاصی می باشد.
- دارای لنزهای ثابت و یا ابزاری جهت اندازه گیری فاصله کانونی هستند.

نمونه ای از دوربین متریک آنالوگ

Rolleiflex 6008

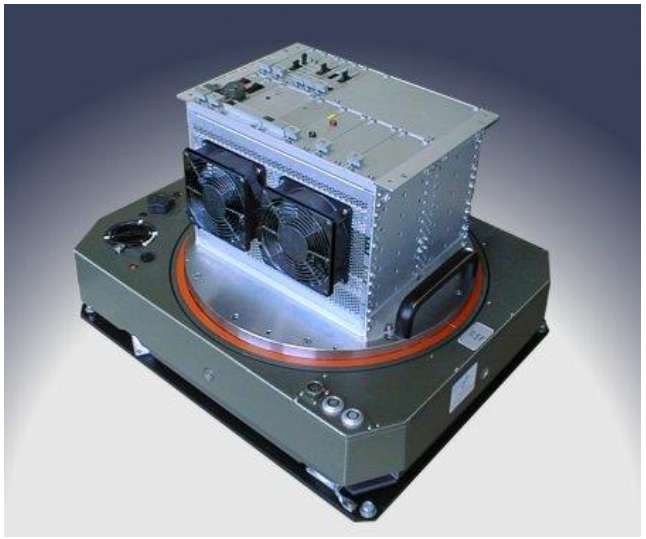


لنز	Zeiss & Schneider Wechselobjektive
فاصله کانونی	دارای دو لنز قابل تغییر با فاصله کانونی ۸۰ و ۴۰ میلیمتر
فاصله فوکوسینگ	۰.۳ متر تا بی نهایت
ابعاد تصویر	۶۰*۶۰ یا ۴۵*۶۰ میلیمتر
وزن دوربین	در حدود ۲ کیلوگرم
زاویه مفید	۴۵-۹۰
ابعاد مفید	۱۲۴*۱۳۹*۱۴۳

K. N. Toosi Univesrity of Technology

نمونه ای از یک دوربین متریک هوایی

- 3 line CCD stereo sensor
- Pixels per CCD Line12,000
- Pixel size6.5 µm
- FOV (across track)52°



LH Systems' airborne digital sensor

دوربین های غیر متریک (۱)

- دارای استحکام هندسی خوبی نیستند.
- فاقد فیدوشال مارک هستند.
- ارزان قیمت بوده و به راحتی قابل خریداری هستند.
- رنج های مختلف از فاصله کانونی را ارائه می دهند.
- کار کردن با این دوربین ها برای عموم آسان می باشد.
- المان های قابل تغییر معمولاً به صورت دستی یا اتوماتیک ثابت می شوند.
- المان های توجیه داخلی ممکن است از یک پروژه به پروژه دیگر و حتی از عکسی به عکس دیگر تغییر نمایند.

دوربین های غیر متریک (۲)

- پارامترهای توجیه داخلی کاملاً و یا تا حدودی برای ما ناشناخته است.
- فاقد ابزار اندازه گیری المان های هندسه داخلی هستند.
- تغییر فاصله کانونی به راحتی انجام شده ولی از مقدار آن اطلاعاتی نداریم.
- هر گونه تغییر در فاصله اصلی سبب تغییر اعوجاجات عدسی می شود.
- در پروژه های کم دقت یا دقیق کاربرد دارند.

دوربین های غیر متریک (۳)

این نوع دوربین ها خود از نظر نحوه عکسبرداری به دو دسته تقسیم بندی می شوند:



۱- دوربین های آنالوگ

۲- دوربین های رقومی

مثالی از دوربین رقومی غیر متریک

Canon Power Shot Pro 90IS

مشخصات این دوربین به قرار زیر است:

فاصله کانونی	۷-۷۰ میلیمتر
فاصله فوکوسینگ	۱۰ سانتیمتر در هر ۱ متر فاصله
ابعاد مفید	۱۲۶.۵*۹،۸۳*۱۳۹.۱ میلیمتر
سرعت شاتر	۸-۱۰۰۰/۱
ابعاد سنسورها	۷.۱۷۶*۵.۳۱۹ میلیمتر
وزن دوربین	۶۸۰ گرم با باطری و کارت حافظه
ابعاد پیکسل	۵ میکرون
تعداد پیکسل های ثبت شده	تصاویر بزرگ:۱۳۹۲*۱۸۵۹ تصاویر متوسط:۷۶۸*۱۰۲۴ تصاویر کوچک:۴۸۰*۶۴۰

دوربین های نیمه متریک

به دوربینی ،دوربین نیمه متریک گفته می شود که برخی از خصوصیات دوربین های متریک و غیر متریک را همزمان دارا می باشند.

- این دوربین ها اغلب فاقد فیدوشال مارک هستند.
- اغلب دارای یک شبکه Reseue کوچک می باشند.
- ابعاد این دوربین ها در مقایسه دوربین های متریک کوچکتر می باشد.

مثالهایی از دوربینهای غیر متریک مورد استفاده در فتوگرامتری پهپاد مبنا

- Canon EOS M
- Sony NEX
- Sony Alpha
- The senseFly
  - S.O.D.A.
  - Canon S110
  - Canon G9x
  - Sony G
- X4s, X5s















دوربین ها: جمع بندی

- در غالب پروژه های فتوگرامتری پهپاد از دروبین های غیر متریک استفاده می شود
- کالیبراسیون دوربین حتما باید مد نظر قرار گیرد
- در عمل معمولا سعی می شود دوربین در حالت ثابت (زوم و فوکوس دستی) و شناخته شده (زوم حداقل یا حداکثر) قرار گیرد تا مقدار اولیه فاصله اصلی قابل تشخیص باشد

محدویت نوع سنجنده



CCD



CMOS

- CCD
  - کیفیت تصویری بالاتر روشنایی
  - عملکرد بسیار بالاتر در نور کم و زیاد (Dynamic Range) مثل افتاب و سایه شدید
- CMOS:
  - در غالب دوربین های غیر متریک
  - ارزانتر (سازگار با فناوری ساخت حافظه و ریزپردازنده)
  - بهبود حدتفکیک مکانی و رادیومتریک بدون افزایش هزینه
  - سرعت بالاتر ۱۰ تا ۱۰۰ برابری ثبت تصویر (fps) لذا توانایی بالا در تصویربرداری از موضوعات متحرک
  - سبکتر و کوچکتر از ccd
  - حساسیت کمتر به رطوبت و حرارت
- اغلب کیفیت CMOS در مقایسه با CCD پایین تر

محدودیت ابعاد سنجنده

- هرچه سایز سنسور یک دوربین بزرگتر باشد، عکس با کیفیت تر و کم نویز تر است
- سایز دوربین های کمپکت غالبا حدود ۴ در ۶ میلیمتر- نیمه فول فریم ۱۶ در ۲۴ و فول فریم ۲۴ در ۳۶ میلیمتر
- بالا بودن تعداد سنسور ها (مگاپیکسل) بدون افزایش ابعاد فریم تنها منجر به افزایش نستب سیگنال به نویز و بالتبع نویز در عکس می شود

Sensor size



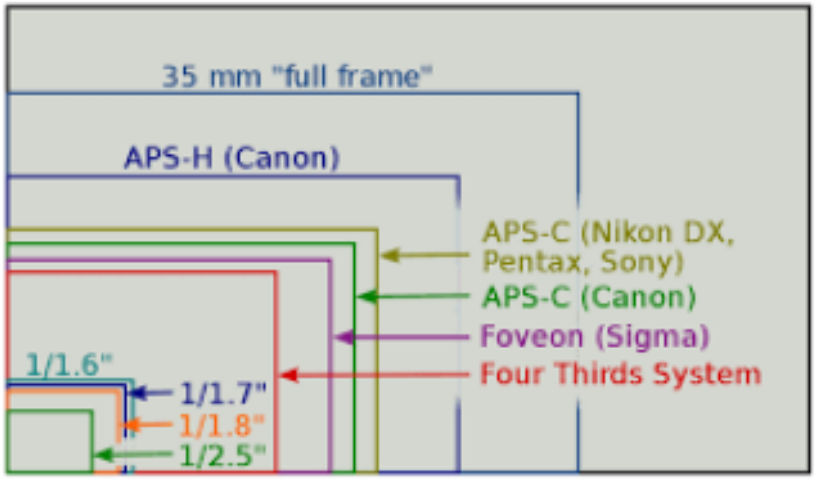
- Compact cameras:
  - Light and cheap >100$ 12-18MP 3-6 mm



- DSLR cameras
  - More professional >1000$ 18-36MP 15-35mm



- Medium camera:
  - For mapping >20000$ 50-100 MP 40-90mm



	tones per channel per pixel	total possible tones
8 bit	256	16.78 million
10 bit	1,024	1.07 billion
12 bit	4,095	68.68 billion
14 bit	16,383	4.39 trillion
16 bit	65,532	281 trillion

محدودیت رادیومتریک

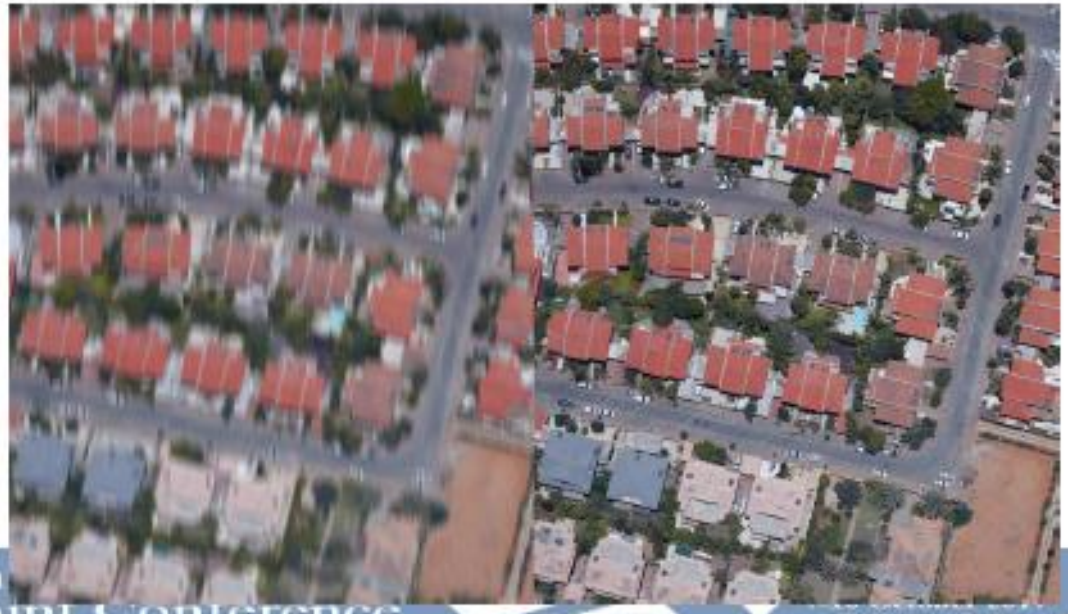
- تصویر ۱۲ و ۸ بیتی به ترتیب قابلیت ذخیره حدود ۴۰۰۰ و ۲۵۰ درجه روشنایی دارند.
- در تصویر ۱۲ بیتی :
  - شناسایی عوارض در سایه ها و نواحی براق بهتر میسر است.
    - افزایش بازه زمانی تصویربرداری (خارج از ساعات ۱۰ صبح تا ۲ عصر) یا شرایط نوری کم (هوای ابری)
  - میتوان بعدا تصویر ۱۲ بیتی را به ۸ بیتی تبدیل کرد. تصویر حاصل کیفیت بهتری از تصویر اخذ شده با سنجنده ۸ بیتی دارد.
- سنجنده های حرفه ای دوربین های فتوگرامتری تا ۱۴ بیت هم عمق تصویر دارند
- دوربین ای غیر متریک معمولا حد تفکیک رادیومتریک پایینی دارند

FM: مشکل خاص هواپیماها

- جبران حرکت رو به جلو یا FMC بخاطر Image Motion در هنگام عکسبرداری در حرکت با سرعت بالا در دوربینهای فتوگرامتری تعبیه شده است.
- بدون FMC مجبوریم سرعت شاتر را تا چندهزارم ثانیه کاهش دهیم که منجر به کاهش نورپردازی و درنتیجه افزایش نویز عکس یا کاهش S/N تصویر خواهد شد.
- این مشکل در هنگامیکه نور محیط کمتر است (هوای ابری، صبح زود یا عصر نزدیک غروب) بسیار حادتر است.
- لذا مجبوریم در این حالات حساسیت سنجنده یا ISO را افزایش دهیم که منجر به کاهش S/N تصویر خواهد شد.

FMC

- Forward motion compensation → less image blurring → lower shutter speed → imaging in low light conditions → more time of imaging per day → no need to use high ISO → better SNR



لرزشهای ریز شدید :

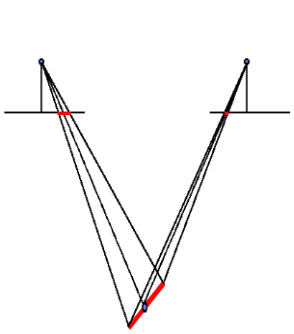
- با توجه به لزرشهای شدید پهپاد بخصوص در پهپادهای مولتی روتور و موتورهای غیرالکتریک، تصویربرداری با لرزشها یا تکانهای شدید همراه است که در سرعتهای شاتر پایین منجر به پدیده کشیدگی تصویری و تاری تصاویر می‌شود.
- راهکار معمول در دوربینهای معمولی فعالسازی گزینه Sensor Stabilization است که سنجنده و عدسی را نسبت به هم طوری در جهت مخالف بصورت لحظه-ای جابجا میکند که کشیدگی تصویری کاهش یابد.
- این گزینه منجر به تغییر پارامترهای توجیه داخلی تصایر خواهد شد و توصیه میشود در کاربردهای فتوگرامتری این گزینه خاموش باشد.
- البته در پهپادهای مولتی روتور نوعی Gimbal استفاده میشود که علاوه بر قائم سازی دوربین، لرزه‌گیر نیز بوده و بخش زیادی از لرزه‌ها را برای عدم انتقال به دوربین Damping می‌کند.
- با اینحال هنوز این مشکل کاملا حل نشده که بعضا مشاهده می‌شود برای دستیابی به کیفیت بالاتر تصویر گزینه Sensor Stabilization و AutoFocus آن را روشن می‌کنند که امری نادرست است.
- درواقع کیفیت تصویر بالاتر میرود اما اعوجاج هندسی آن افزایش می‌یابد.

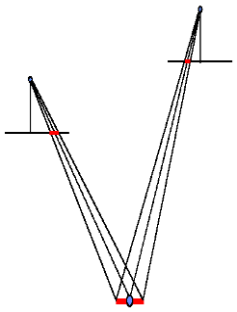
محدودیتهای پروازی

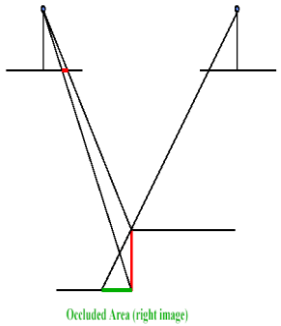
- شناسایی منطقه و تعیین ایستگاه زمینی
  - بهترین شرایط دید نقطه به نقطه مخابراتی (عدم وجود مانع)
  - فضای آسمانی کافی و بدون مانع برای چرخش پرنده هنگام فرود و ارسال- کابل برق
  - فضای مسطح زمینی کافی برای فرود
- انجام طراحی پرواز مناسب با توجه به محدودیت های پروازی
  - شرایط توپوگرافی
  - شرایط آب و هوایی – جهت باد
  - شرایط نوری – ساعت پرواز- تنظیمات دوربین
  - محدودیتهای مخابراتی
  - ارتفاع پرواز با توجه به کیفیت مسطحاتی و ارتفاعی نقشه درخواستی
  - تداوم پروازی با توجه به محدودیتهای مخابراتی و شارژ باطری موتور

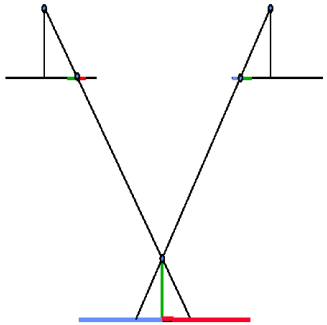
فاصله کم پرنده نسبت به زمین

- نسبت اختلاف ارتفاع عوارض به ارتفاع پرواز زیاد
  - نواحی پنهان
  - اختلاف مقیاس شدید بین نقاط مختلف
    - دقت نا متقارن
    - دشواری در پیدا کردن نقاط متناظر









۲-۲-۵- فیلم هوایی

دو مشخصهٔ اصلی فیلمهای هوایی که در مرحلهٔ طراحی پروژهٔ عکسبرداری هوایی باید مشخص گردند عبارتند از:

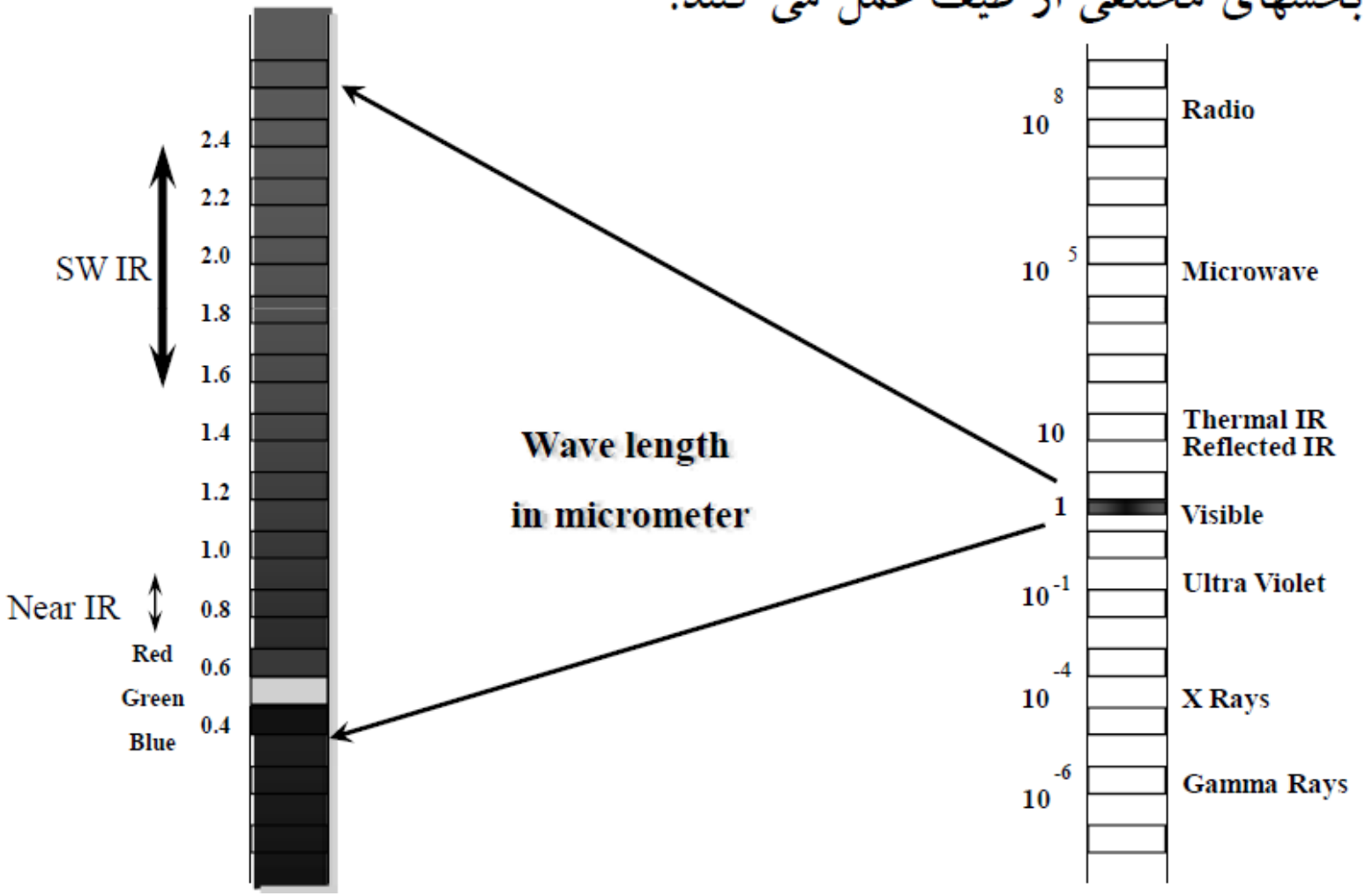
۲-۲-۵-۱- نوع لایهٔ حساس فیلم

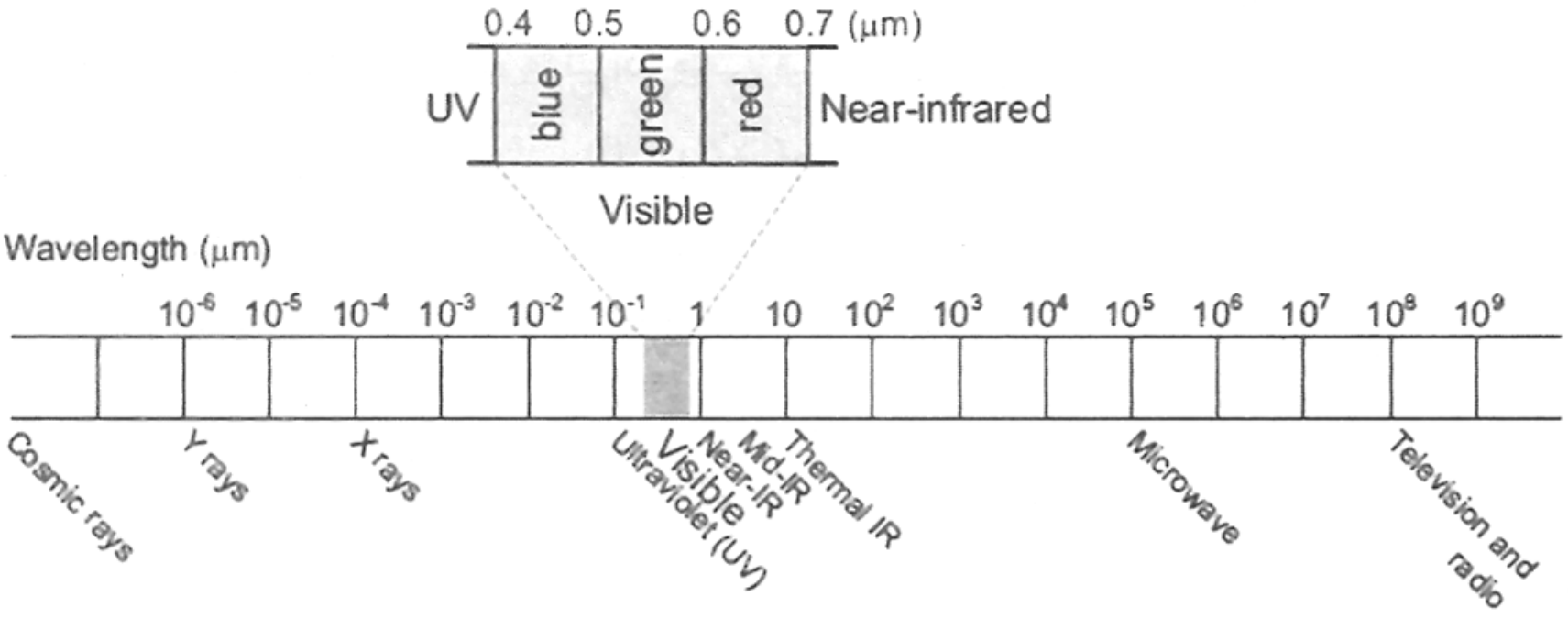
در اکثر پروژه‌های عکسبرداری هوایی، بسته به کاربرد مورد نظر، یکی از سه نوع فیلم زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- فیلمهای منفی سیاه و سفید معمولی (پانکروماتیک): لایهٔ حساس این نوع فیلمها در مقابل نور مرئی (طول موجهای ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر) واکنش نشان می‌دهد. این نوع فیلمها بیشترین کاربرد را در پروژه‌های عکسبرداری هوایی دارند.
- فیلمهای منفی سیاه و سفید مادون قرمز: لایهٔ حساس این نوع فیلمها علاوه بر نور مرئی به محدودهٔ مادون قرمز (تا ۹۰۰ نانومتر) طیف امواج الکترومغناطیسی نیز حساس است. کاربرد عمدهٔ این نوع فیلم در زمینهٔ شناسایی انواع پوشش گیاهی و نوع خاک بوده و کاربرد محدودی دارند.
- فیلمهای منفی رنگی معمولی (سه لایه): پوشش حساس این نوع فیلمها دارای سه لایهٔ مجزا بوده که هر یک به محدودهٔ نور رنگی خاص خود واکنش نشان داده و نهایتاً تصویری رنگی از منطقه ارائه می‌دهند. استفاده از این نوع فیلم مستلزم صرف هزینهٔ بیشتر است ولی به لحاظ حجم بالای اطلاعات قابل استخراج از آن، دارای مزایای زیادی می‌باشند.

البته فیلمهای هوایی مثبت یا نوع رنگی مادون قرمز نیز موجودند ولی کاربردهای بسیار محدودی در زمینهٔ نقشه‌برداری هوایی دارند.

به مجموعه کل طول موجهای امواج الکترومنیتیک طیف الکترومنیتیک گویند.
سنجنده ها در بخشهای مختلفی از طیف عمل می کنند.





EM Spectrum Regions Used in Remote Sensing

- Ultraviolet – 0.3 to 0.4 μm
- Visible – 0.4 to 0.7 μm
- Near Infrared – 0.7 to 1.3 μm
- Middle Infrared – 1.3 to 2.8 μm
- Thermal Infrared – 2.4 to14 μm
- Microwave – 1 mm to 1 m

بخش مرئی (Visible): قسمت کوچکی از طیف الکترومنیتیک حدود ۰.۴ – ۰.۷ میکرون. این بخش به وسیله چشم قابل تشخیص است و با نام رنگها شناخته می شوند و معمولا به این بخش نور(Light) گویند.

بخش مادون قرمز (Infra Red): این بخش قابل دیدن نیست و محدوده ۰.۷۲ میکرون تا ۱ میلیمتر را در بر می گیرد. مادون قرمز به بخشهای متفاوتی تقسیم می شود:

مادون قرمز نزدیک (NIR):	0.72 - 3.0 µm
مادون قرمز میانی (MIR):	3.0 - 30 µm
مادون قرمز دور (FIR):	30 µm- 1 mm
مادون قرمز کوتاه (SWIR):	1 - 2.5 mm
مادون قرمز حرارتی (TIR):	8 - 14 mm

بخش مایکرو ویو (Microwave): محدوده از ۳۰ –۳۰۰ میلیمتر را پوشش می دهد که در سنجنده های راداری استفاده می شود.

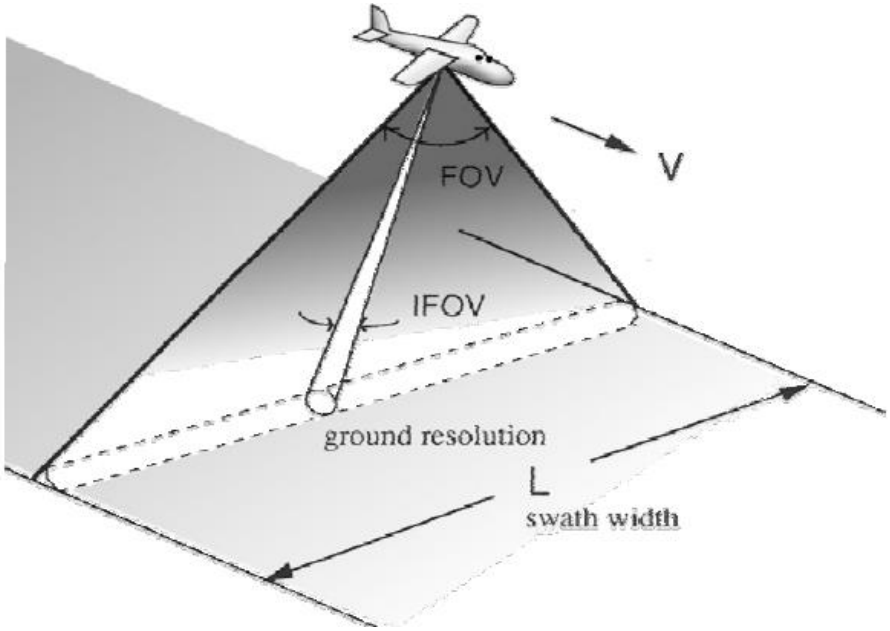
- میدان دید (Field Of View)
- قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)
- قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)
- قدرت تفکیک رادیو متریکی (Radiometric Resolution)
- قدرت تفکیک زمانی (Temporal Resolution)
- سیستم تصویر برداری

میدان دید (Field Of View (FOV))

میدان دید یک سنجنده عبارت است از زاویه اسکن از یک سمت تا سمت دیگر

معادل زمینی این زاویه را عرض برداشت (Swath Width (S.W)) می گویند که برابر عرض تصویر بر حسب کیلومتر بر روی زمین می باشد. رابطه میان این دو پارامتر به صورت زیر است: (h ارتفاع ماهواره)

$$S.W = 2 \times h \times \tan\left(\frac{FOV}{2}\right)$$

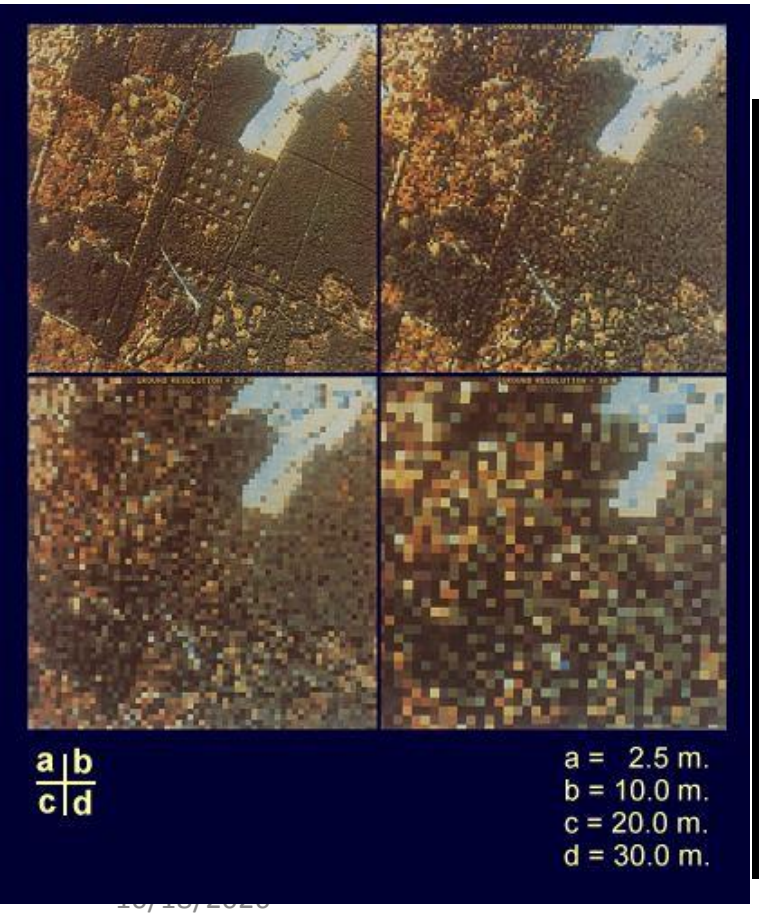


مثال:
در صورتی که زاویه میدان دید برای ماهواره Landsat(TM) ۱۵ درجه باشد و ارتفاع ماهواره ۷۰۵ کیلومتر باشد، حدود ابعاد تصاویر این ماهواره بر روی زمین چند کیلومتر است؟

$$S.W = 2 \times 705 \times \tan\left(\frac{15}{2}\right) \cong 185\ Km$$

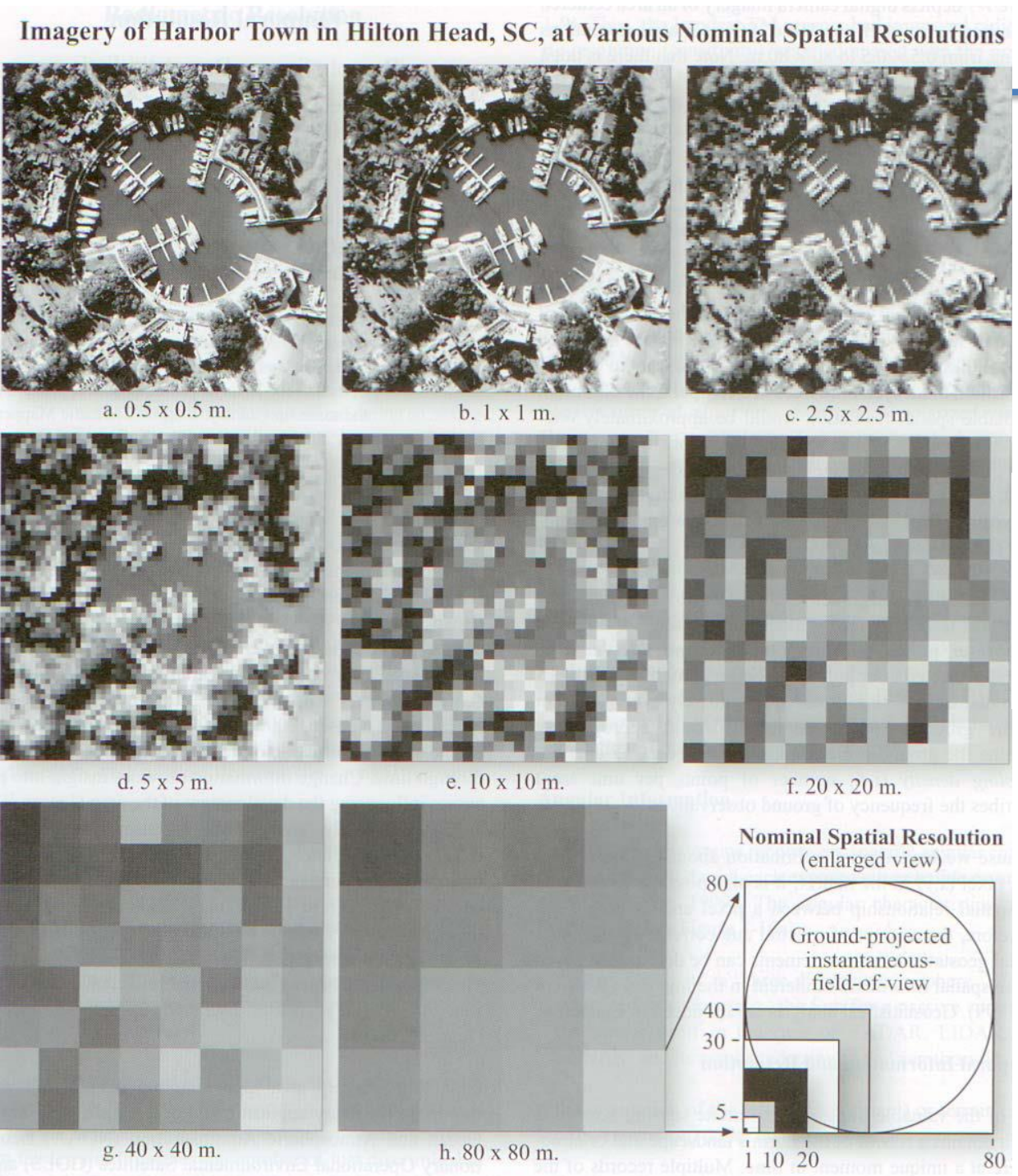
قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)

توانایی ثبت اشیاء کوچک مجاور یکدیگر را گویند. ویا به عبارت دیگر معادل زمینی ابعاد پیکسل تصویر بر حسب متر می باشد.





قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)



چه قدرت تفکیکی مفید است:

بستگی کامل به کاربرد مورد نظر دارد

*** تشخیص برف : ۲۵۰ -۱۰۰۰ متر**

*** پوشش گیاهی (مزارع): ۱۰- ۳۰ متر**

*** استخراج جاده ها: ۱- ۱۰ متر**

قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)



ماهواره
QUICKBIRD
قدرت تفکیک ۶۰ سانتیمتر

ماهواره
IKONOS
قدرت تفکیک ۱ متر

ماهواره
Spot 5
قدرت تفکیک ۵/۲ متر

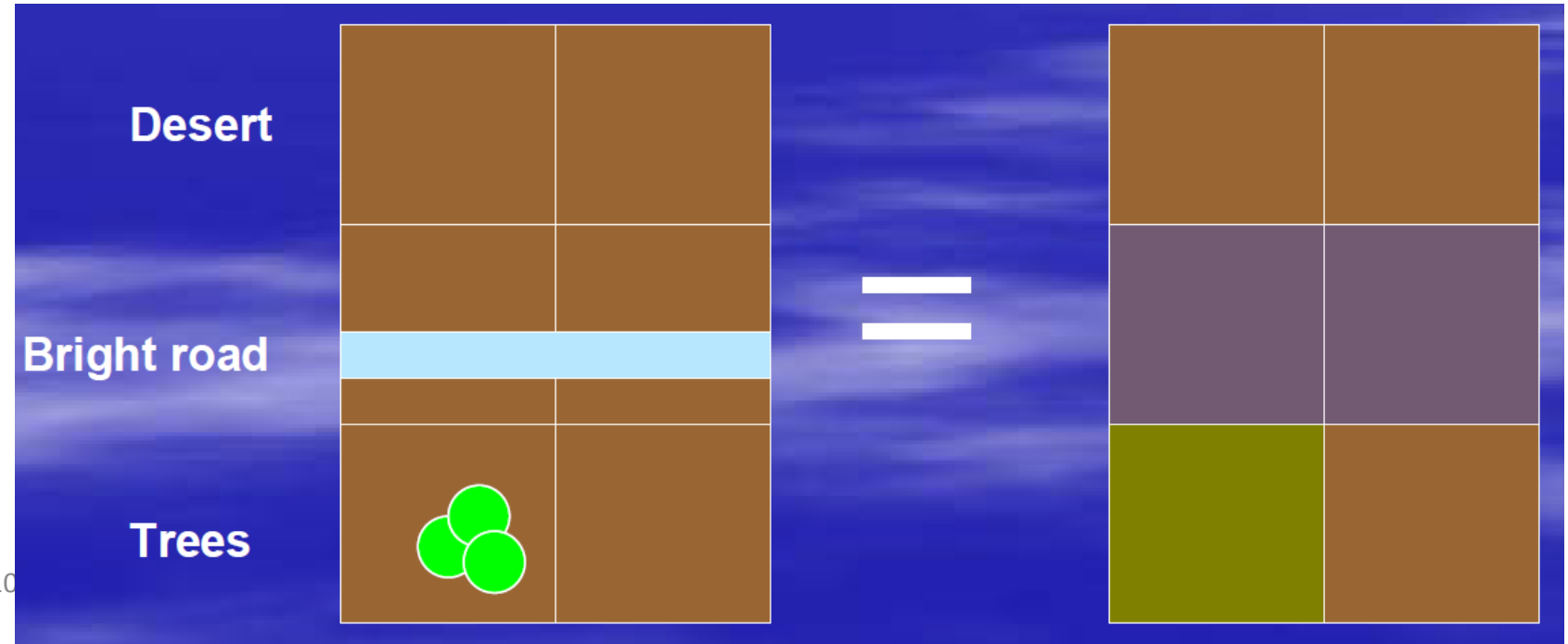
ماهواره
Spot 5
قدرت تفکیک ۱۰متر

ماهواره
LANDSAT
قدرت تفکیک ۱۵ متر

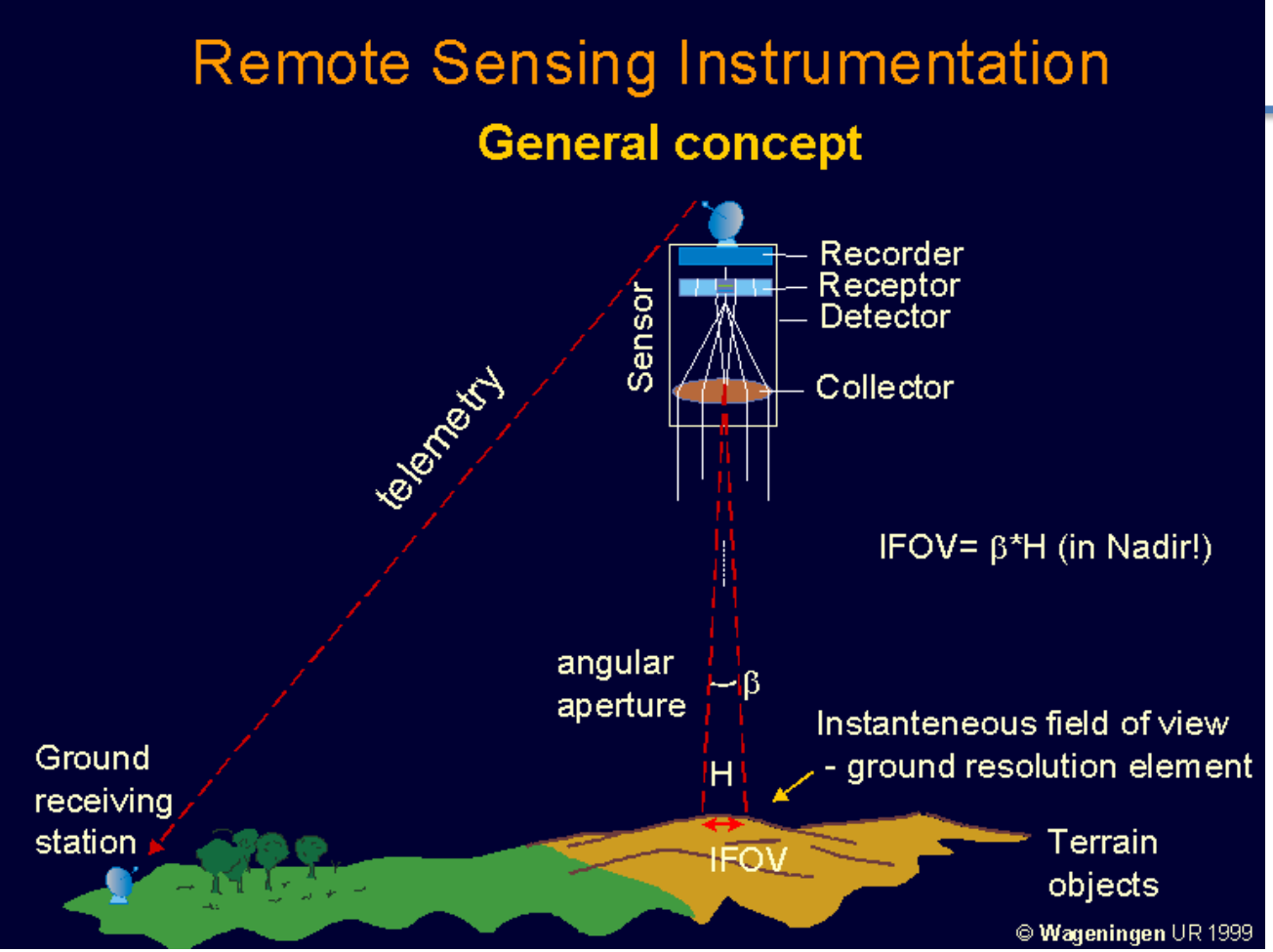
قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)

ماهواره	قدرت تفکیک مکانی	مقیاس نقشه
Landsat-5	30 متر	1:150،000
Landsat-7	15 متر	1:75،000
Spot	10 متر	1:50،000
IRS1C/1D	8/5 متر	1:25،000
IKONOS	87 سانتیمتر	1:5،000

Sub-pixel Resolution

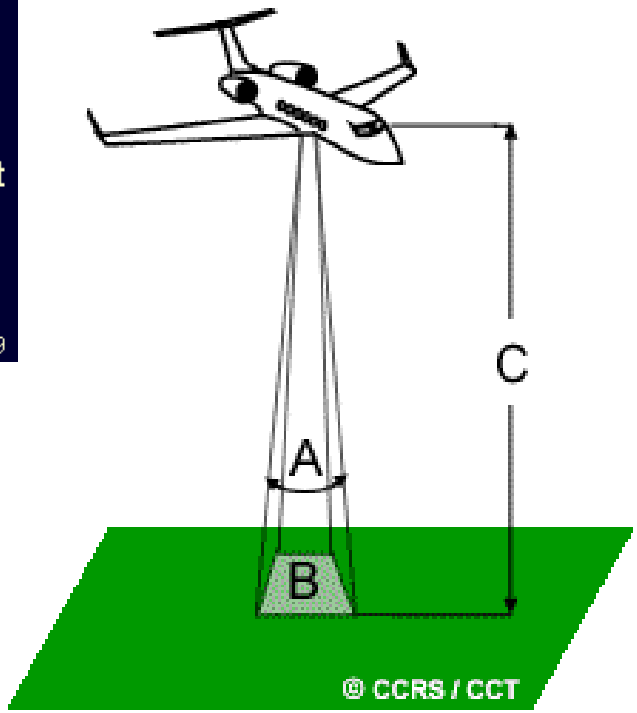


قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)

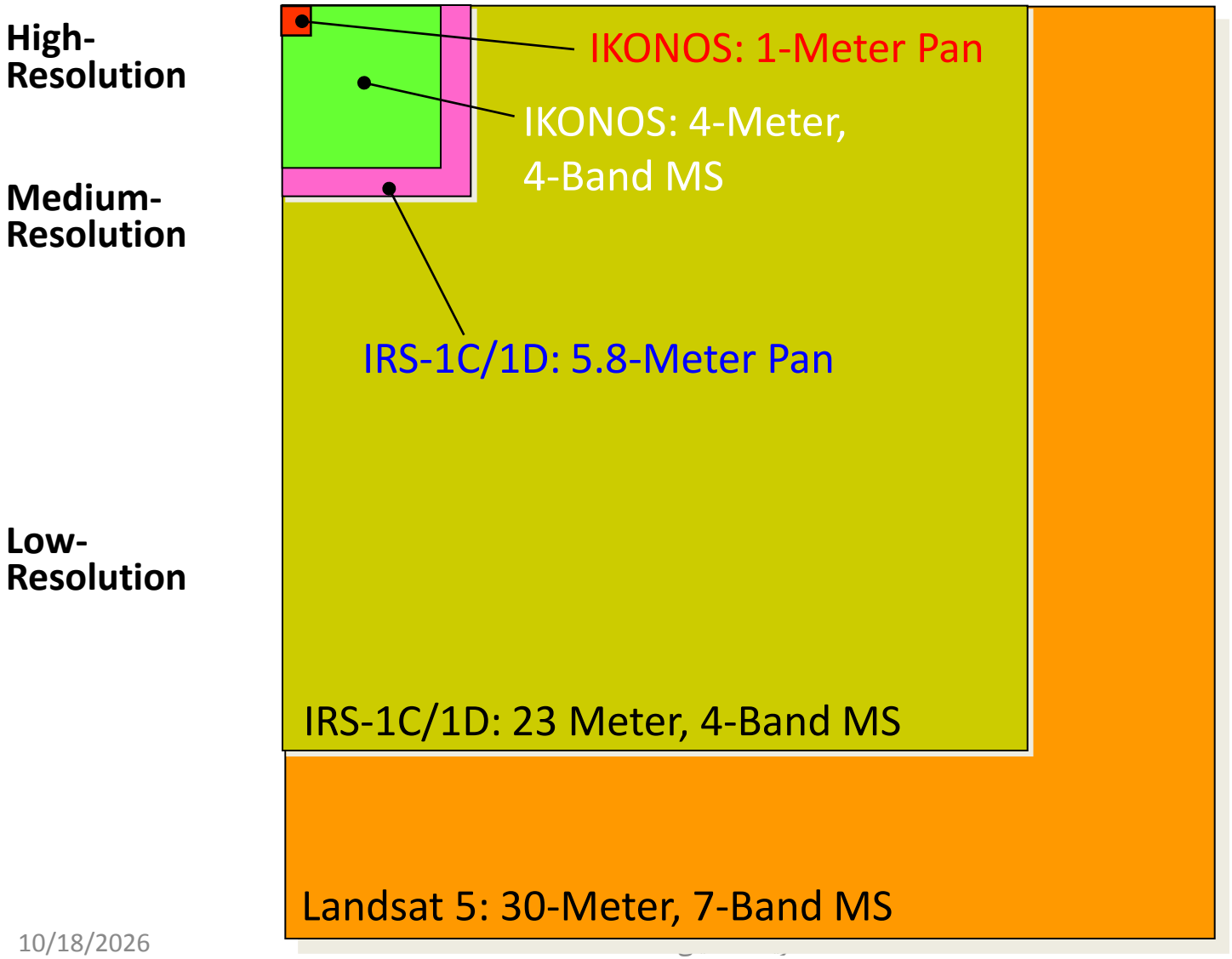


Instantaneous Field of View (IFOV)

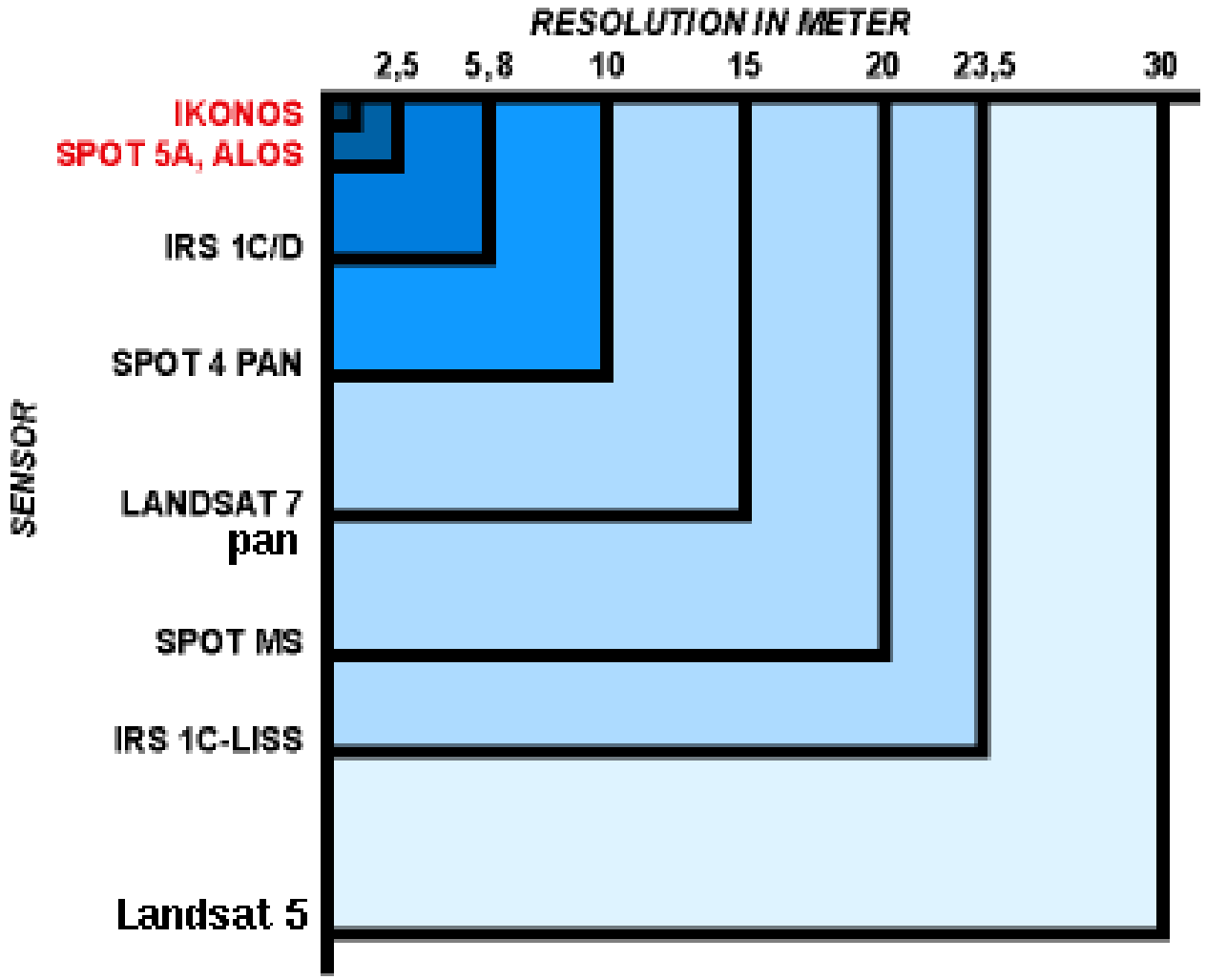
تغییرات ارتفاعی موجب تغییر IFOV می شوند و بنابراین پارامتر خوبی برای بیان قدرت تفکیک مکانی نیست.



قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)



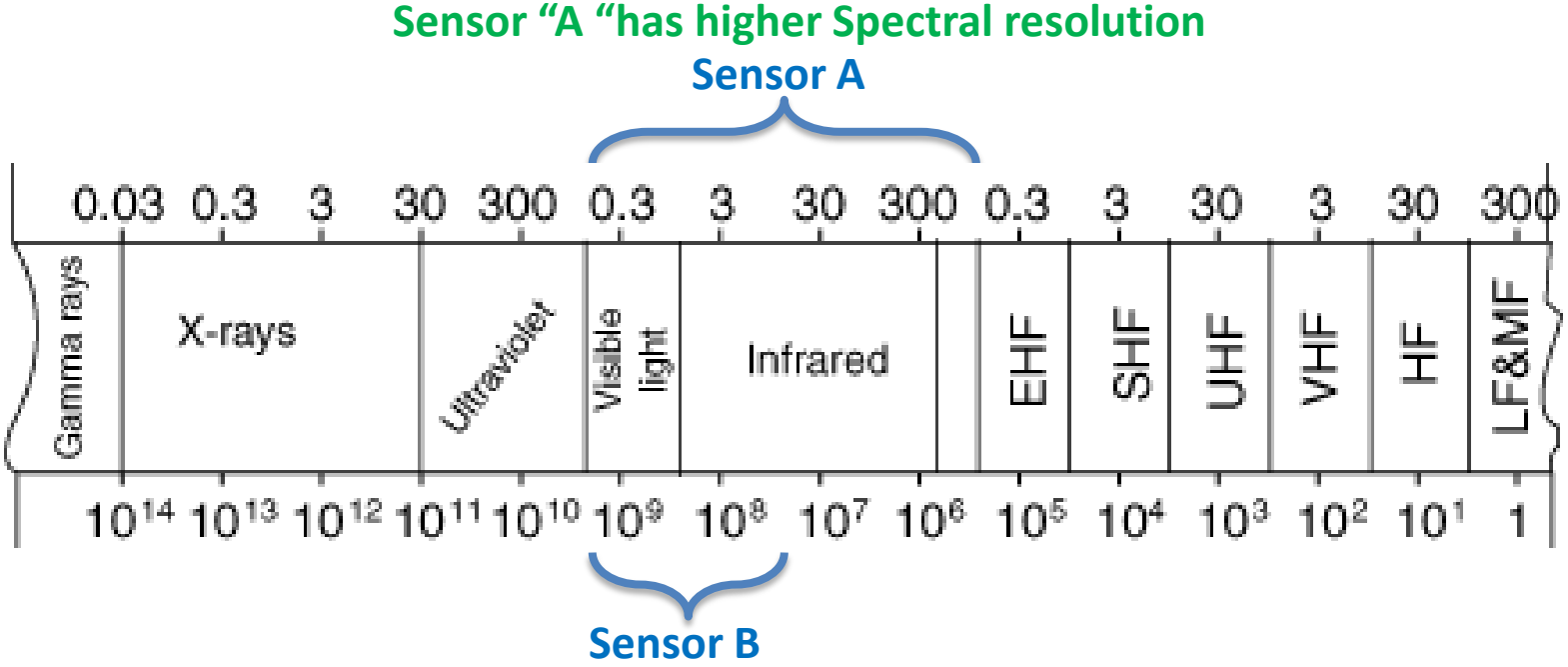
قدرت تفکیک مکانی (Spatial Resolution)



قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)

بیان کننده ابعاد و تعداد بازه های طول موجی خاص در طیف الکترومغناطیسی است که یک سنسور(آشکارساز) نسبت به آنها حساس است.(تعداد باندهای طیفی که یک سنجنده می تواند دریافت کند)

Sensor “A “has higher Spectral resolution



مفاهیمی که معرف قدرت تفکیک طیفی یک سنجنده هستند:

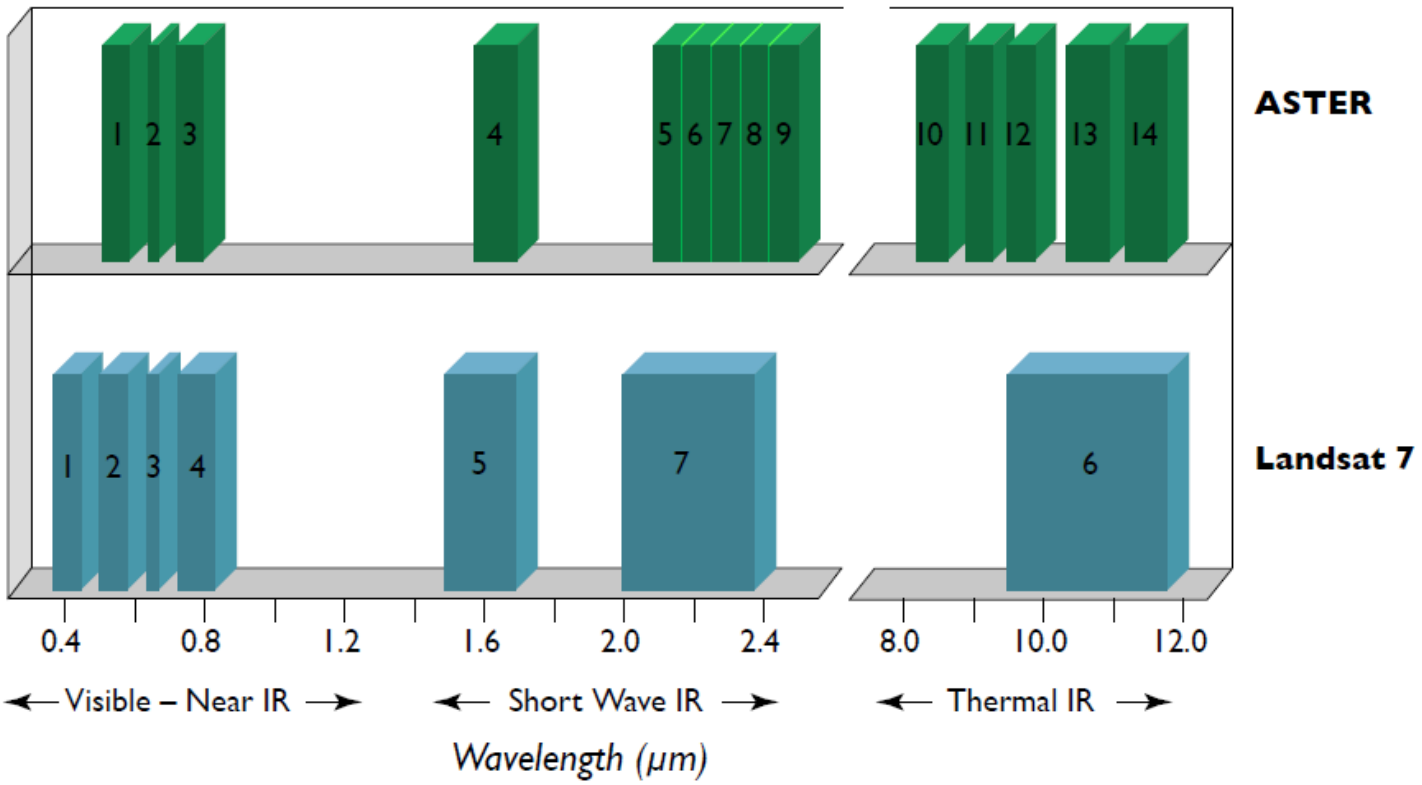
- دامنه طیفی (Spectral Range)
- عرض طیفی باند (Spectral Band Width)
- نمونه برداری طیفی (Spectral Sampling)
- نسبت سیگنال به نویز (Signal/Noise)

قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)

- **دامنه طیفی (Spectral Range):**

مقدار پوشش یک سنجنده از طول موج های طیف الکترو مغناطیس را گویند.

A comparison of ASTER bands with Landsat Thematic Mapper

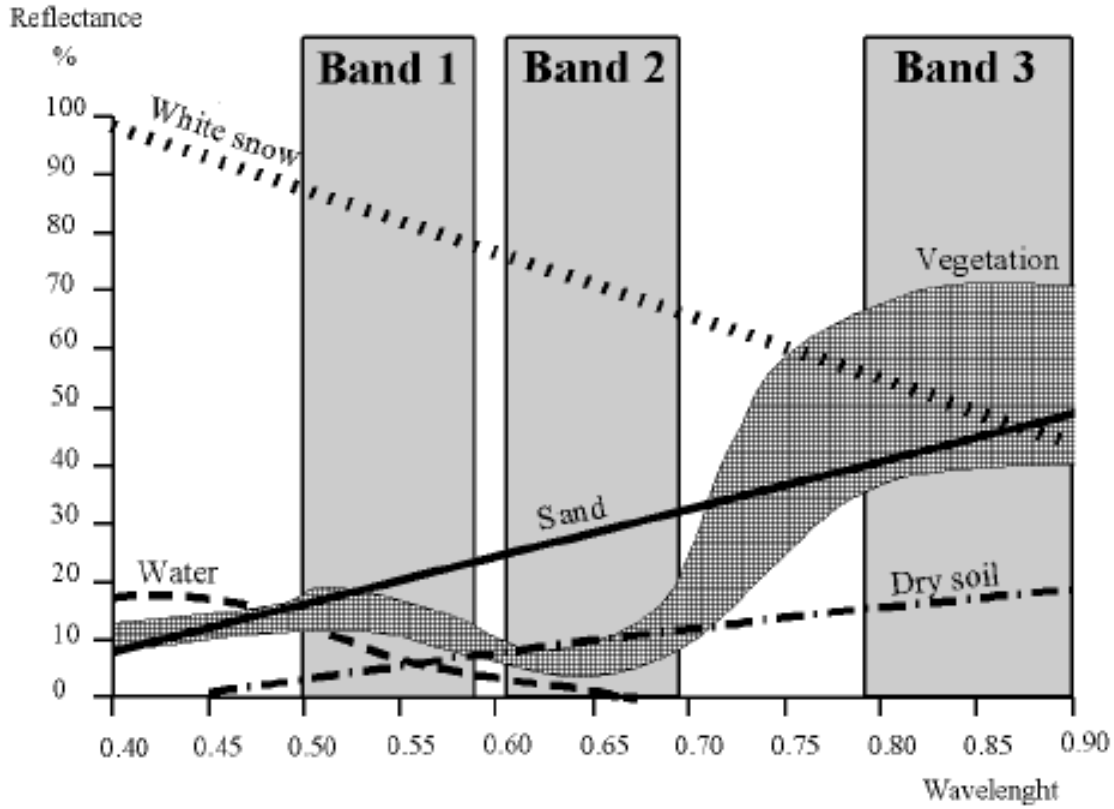


قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)

عرض طیفی باند (Spectral Band Width):

محدوده طول موج های ثبت شده برای یک باند از سنجنده را گویند.

عرض باند وسیع معمولاً منجر به میانگین گیری انرژی های دریافتی و در نتیجه ایجاد ابهام در داده های جمع آوری شده می گردد. همچنین یک عرض باند کوچک باعث کم شدن نسبت سیگنال به نویز شده و محتوای اطلاعاتی داده ها را کم می کند. بنابر این یک حد اعتدال در عرض طیفی باند باید رعایت گردد.



قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)

نمونه برداری طیفی (Spectral Sampling)

منظور از نمونه برداری طیفی تعداد باند ها و فاصله میان باند ها بر حسب طول موج در طیف الکترو مغناطیس می باشد.

- ✓ **تعداد باندهای بیشتر موجب پوشش بیشتر و همچنین سهولت در تمایز میان اشیاء می شود.**
- ✓ **حالت ایده ال: خروجی سنجنده مطابق با منحنی رفتار طیفی**
- ✓ **سنجنده ها از این نظر به چند دسته تقسیم می شوند:**

Panchromatic

Multispectral چند باندی

Hyperspectral تعداد باند زیاد

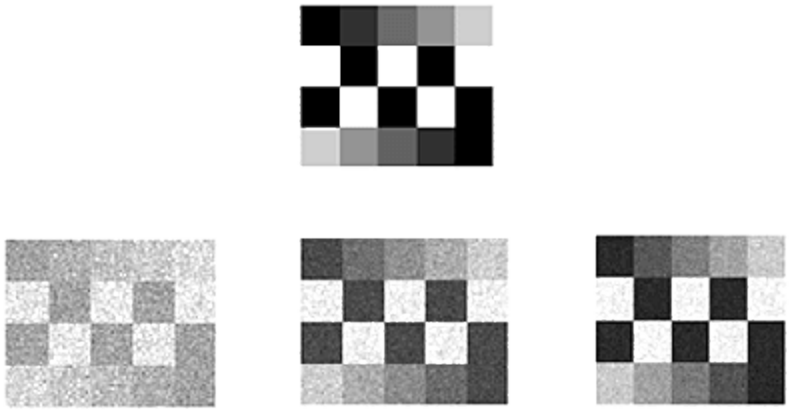
Ultra Spectral تعداد باند فوق العاده زیاد

قدرت تفکیک طیفی (Spectral Resolution)

- **نسبت سیگنال به نویز (Signal/Noise)**

سیگنال محتوای اطلاعات داده های جمع آوری شده در سنجنده است.
نویز تغییرات ناخواسته ای است که به دلایل مختلف به سیگنال اضافه می شود.

نسبت سیگنال به نویز بالا مطلوب بوده و نشان دهنده بالاتر بودن مقدار اطلاعات داده های اخذ شده و قابل اعتماد تر بودن آنها است.

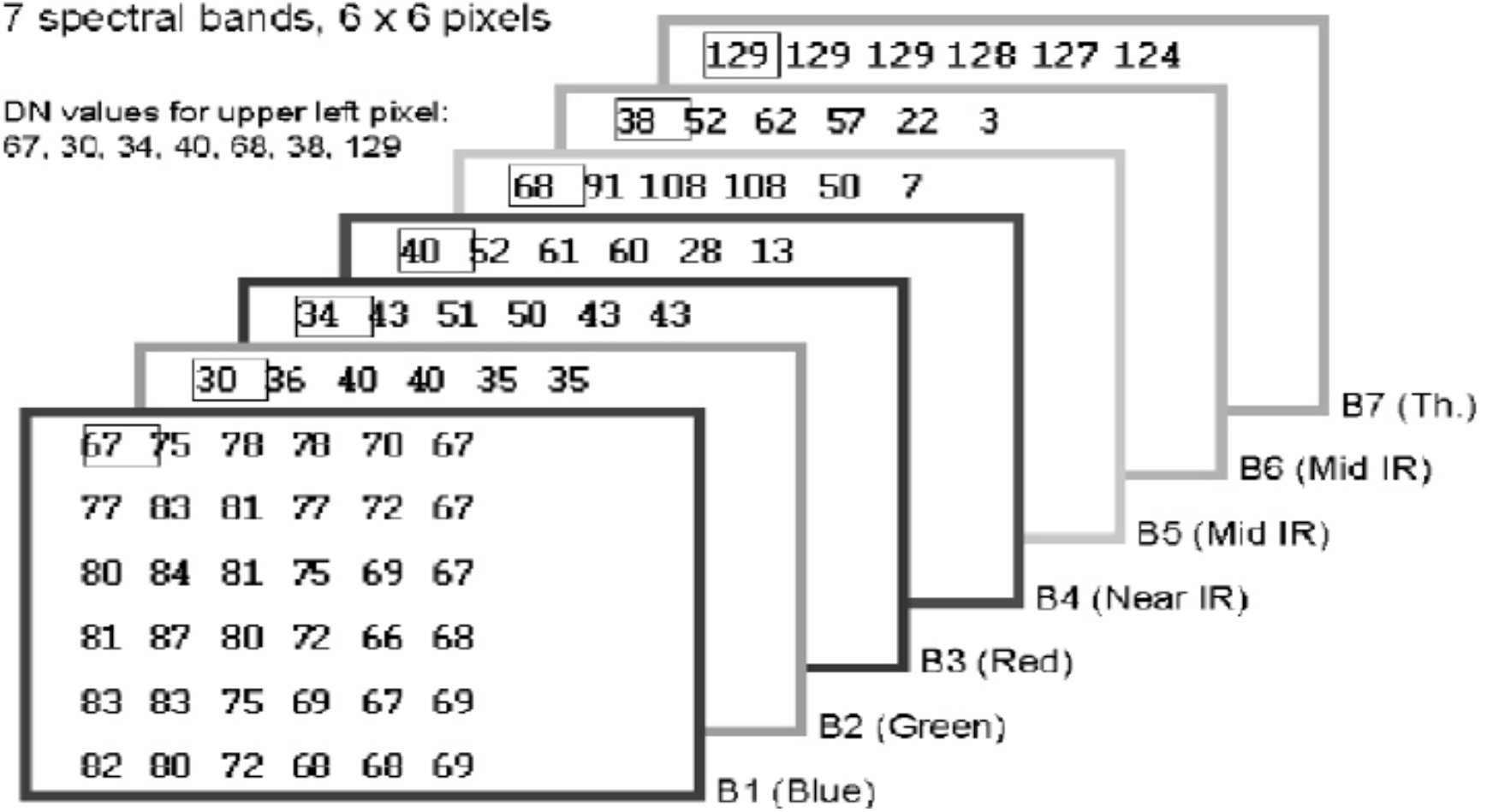


Visual impact of increasing SNR of a typical test pattern.

Bands

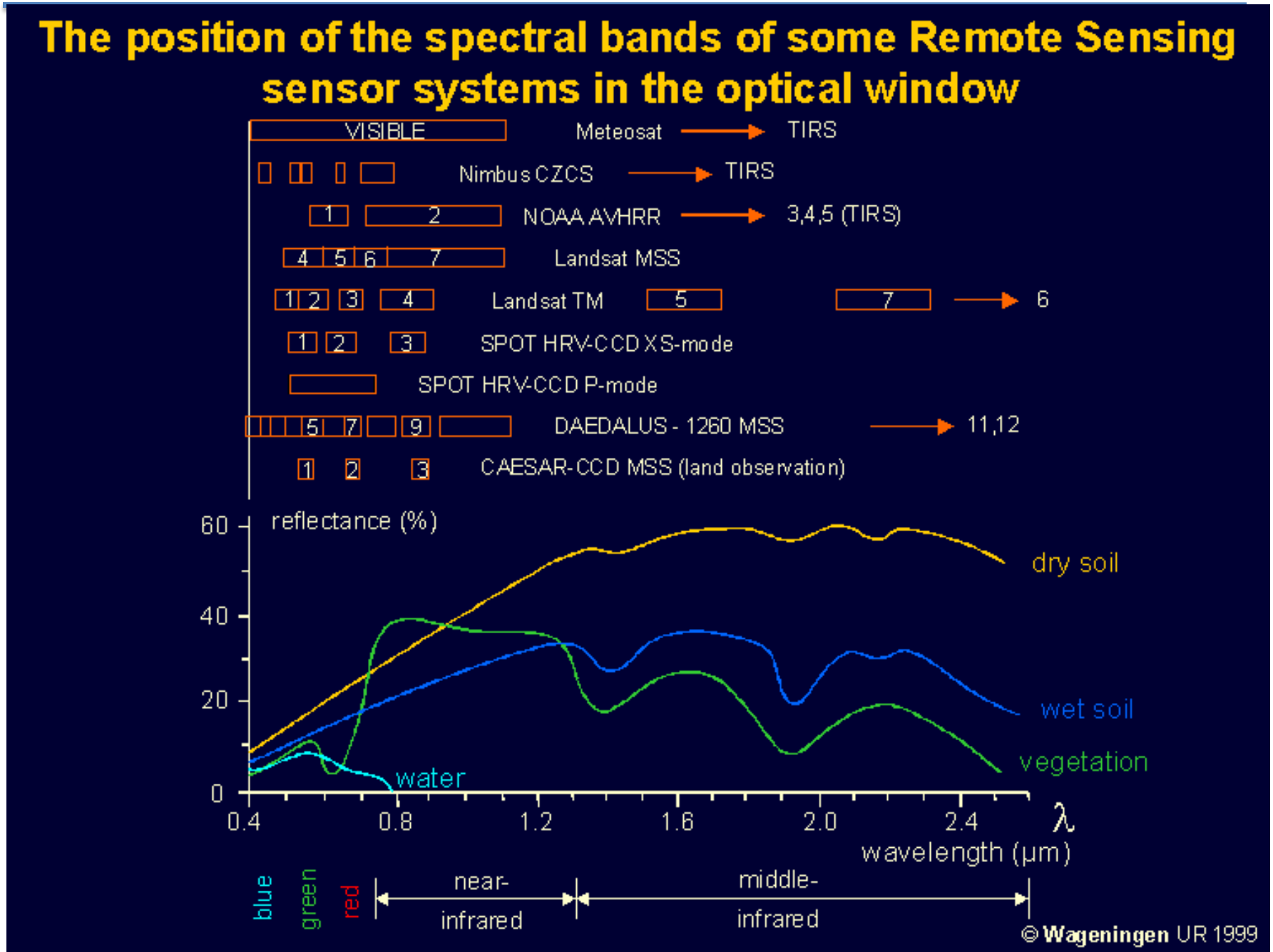
Landsat TM data
7 spectral bands, 6 x 6 pixels

DN values for upper left pixel:
67, 30, 34, 40, 68, 38, 129



Spot satellite spectral bands and resolutions

Spot satellite	Spectral bands	Ground pixel size	Spectral range
Spot 5	Panchromatic	2.5 metres or 5 metres	0.48 - 0.71 µm
	B1: green	10 metres	0.50 - 0.59 µm
	B2: red	10 metres	0.61 - 0.68 µm
	B3: near infrared	10 metres	0.78 - 0.89 µm
	B4: short-wave infrared (SWIR)	20 metres	1.58 - 1.75 µm
Spot 4	Monospectral - Panchromatic	10 metres	0.61 - 0.68 µm
	B1: green	20 metres	0.50 - 0.59 µm
	B2: red	20 metres	0.61 - 0.68 µm
	B3: near infrared	20 metres	0.78 - 0.89 µm
	B4: short-wave infrared (SWIR)	20 metres	1.58 - 1.75 µm
Spot 1 Spot 2 Spot 3	Panchromatic	10 metres	0.50 - 0.73 µm
	B1: green	20 metres	0.50 - 0.59 µm
	B2: red	20 metres	0.61 - 0.68 µm
	B3: near infrared	20 metres	0.78 - 0.89 µm


The position of the spectral bands of some Remote Sensing sensor systems in the optical window
VISIBLE
Meteosat
TIRS
Nimbus CZCS
TIRS
1
2
NOAA AVHRR
3,4,5 (TIRS)
4
5
6
7
Landsat MSS
1
2
3
4
Landsat TM
5
7
6
1
2
3
SPOT HRV-CCD XS-mode
SPOT HRV-CCD P-mode
5
7
9
DAEDALUS - 1260 MSS
11,12
1
2
3
CAESAR-CCD MSS (land observation)
reflectance (%)
60
40
20
0
dry soil
wet soil
vegetation
water
0.4
0.8
1.2
1.6
2.0
2.4
λ
wavelength (μm)
blue
green
red
near-
infrared
middle-
infrared
© Wageningen UR 1999

قدرت تفکیک رادیو متریکی (Radiometric Resolution)

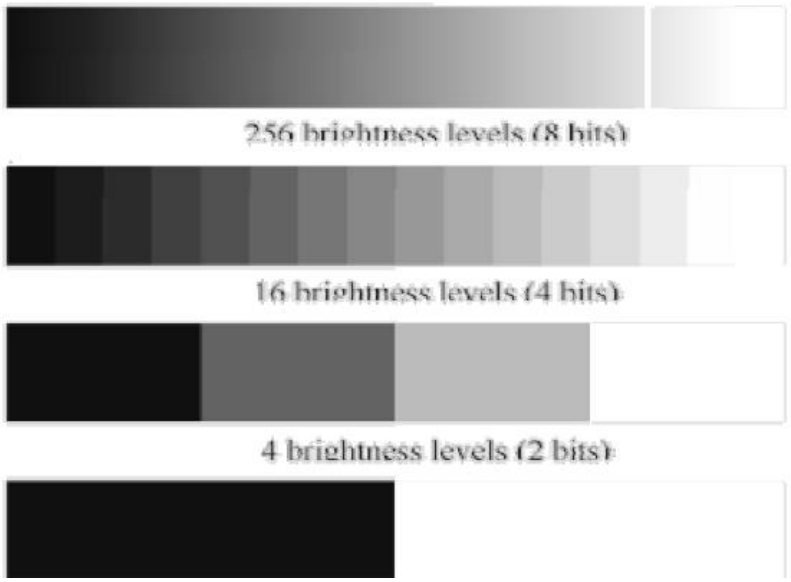
حد درجه جزئیاتی است که که داده های جمع آوری شده در آن بیان می شوند. هرچه این درجات بالاتر باشند جزئیات بیشتری بازگو می شوند.

بفرض یک تصویر به صورت باینری (۰و۱) و یا ۸ بیتی نمایش داده شود.

چشم انسان حساسیت کمی نسبت به این خاصیت تصاویر دارد ولی الگوریتمهای کامپیوتری از این خاصیت به خوبی استفاده می کنند.

معمولا قدرت تفکیک رادیومتریکی به صورت توانی از ۲ بیان می شود : (۸ بیتی)

بالا بردن قدرت تفکیک رادیومتریک به علت کاهش نسبت سیگنال به نویز دچار محدودیت است.



قدرت تفکیک رادیو متریکی (Radiometric Resolution)

Pixel Values = 2^n (n: bits)

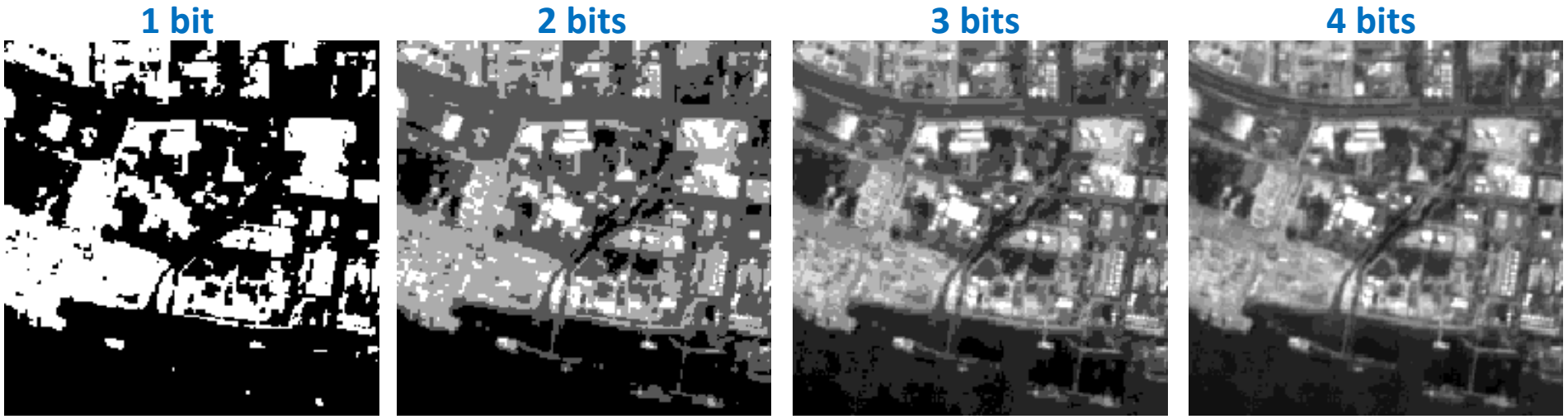
1 bit ➔ 2 Values ➔ 0, 1

2 bit ➔ 4 Values ➔ 0, 1, 2, 3

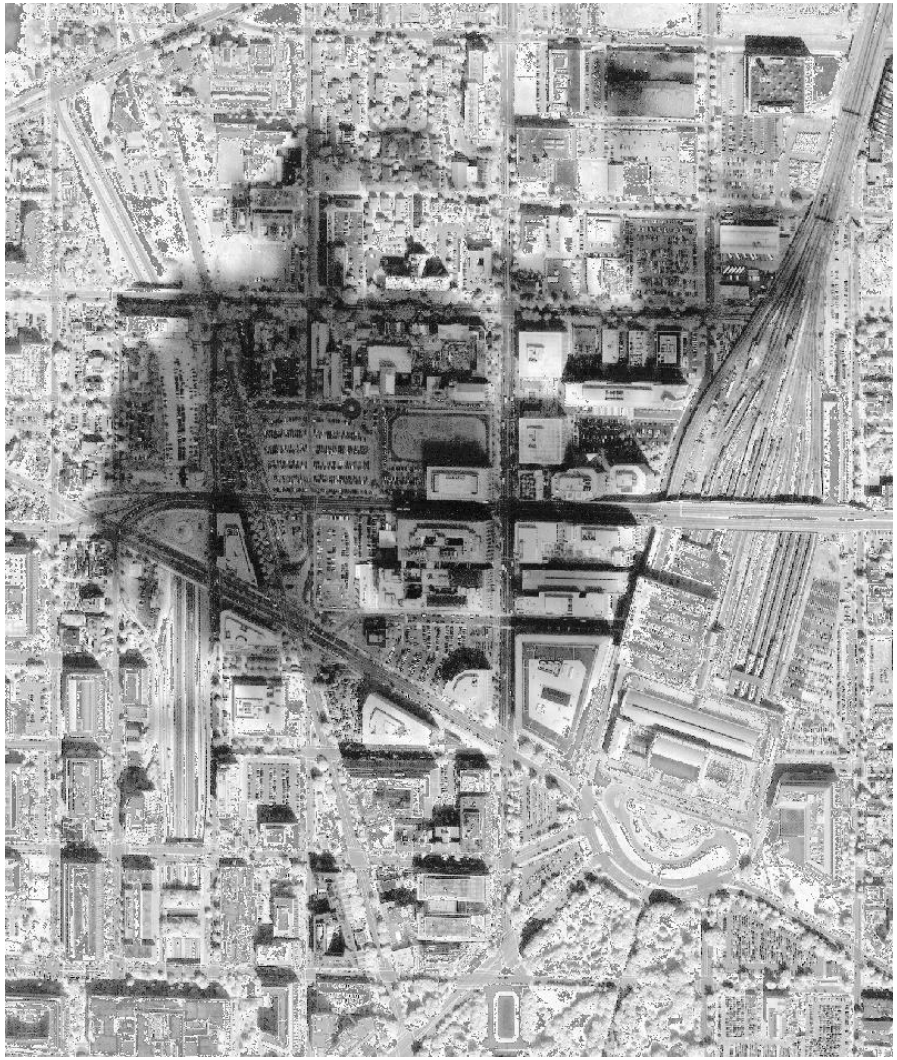
....

More details could be visible

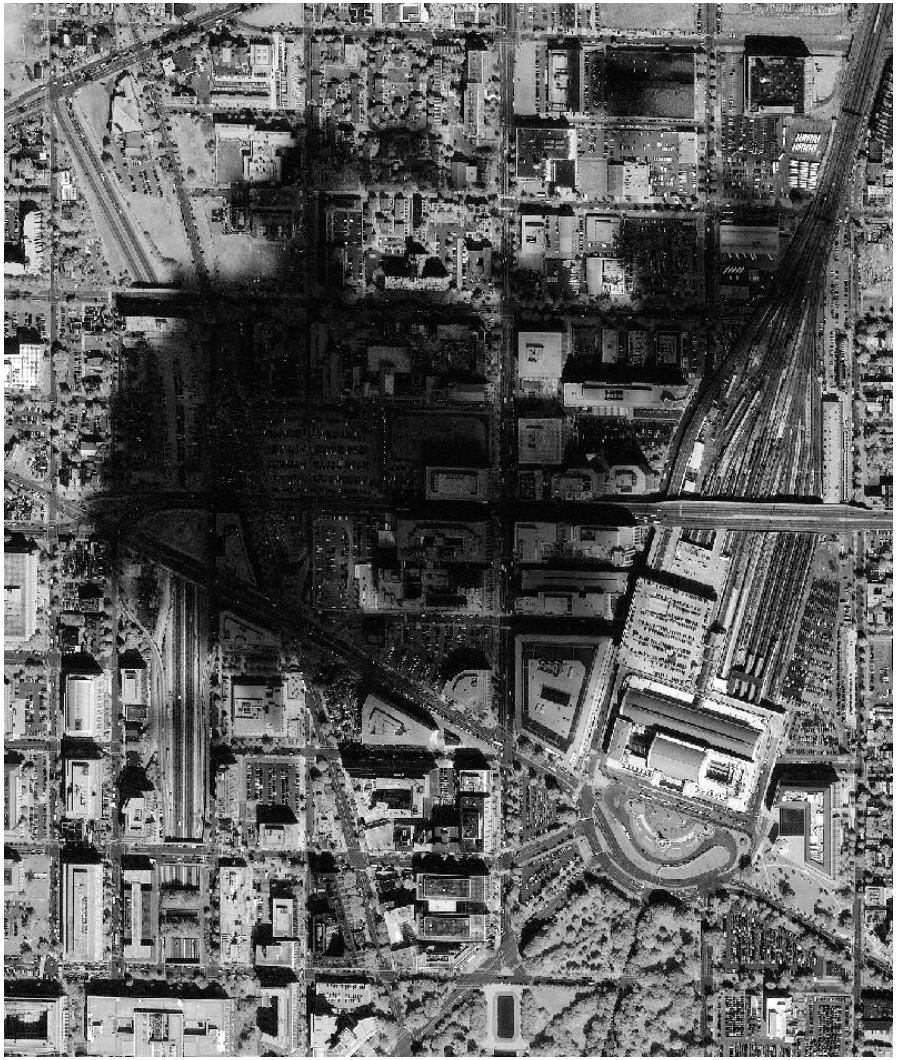
- 6 bits images (64 gray levels) IRS-1C/1D
- 8 bits images (256 gray levels) SPOT
- 11 bits images (2048 gray levels) IKONOS



قدرت تفکیک رادیو متریکی (Radiometric Resolution)



تصویر با ۲۰۴۸درجه خاکستری (۱۱ بیت)



تصویر با ۲۵۶ درجه خاکستری (۸ بیت)

قدرت تفکیک زمانی (Temporal Resolution)

بیان کننده این است که یک سنسور هر چند وقت یکبار قادر است از یک منطقه تصویر برداری کند.

- در مواردی که نیاز است تا تغییرات دوره ای در مورد یک پدیده مانند آتش سوزی، سیل و ... مورد بررسی قرار گیرد از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین در تصویر برداری از پدیده هایی با عمر کوتاه در یک مکان همچون سیل و لکه های نفتی، قدرت تفکیک زمانی بالا مهم است.

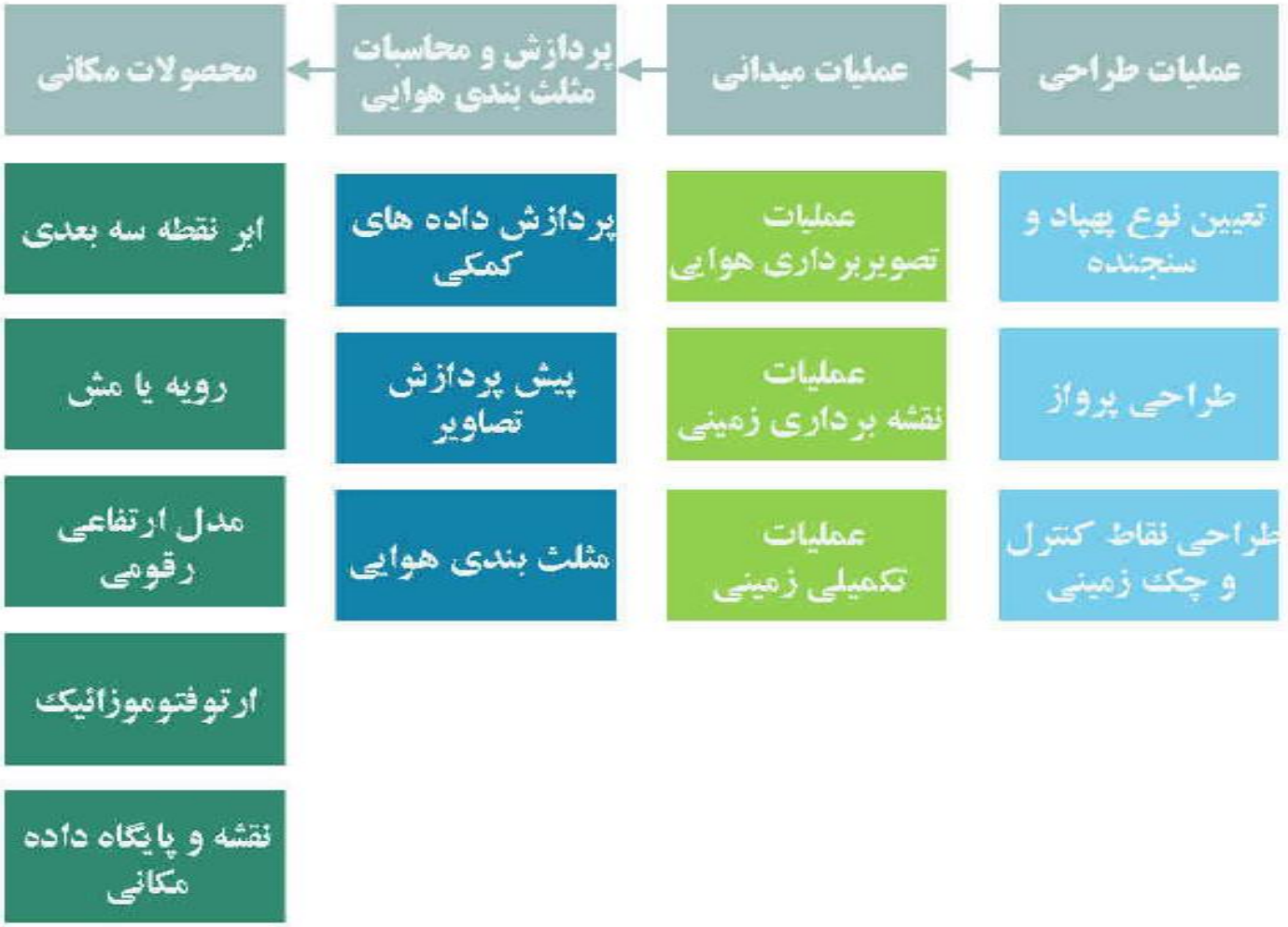
LandSat : 16 روز , SPOT : 26 روز

*** قدرت تفکیک زمانی بستگی دارد به:**

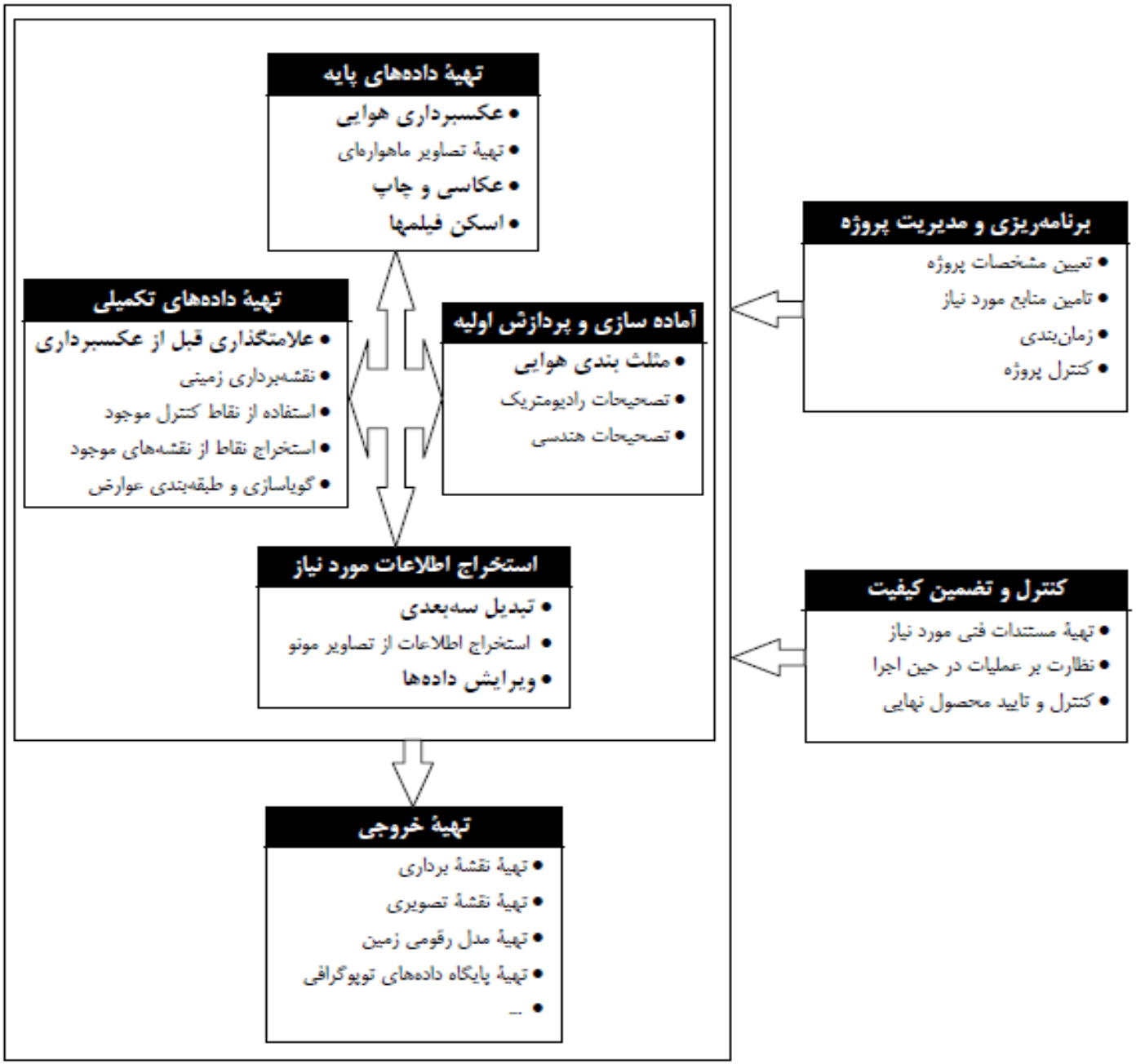
- ✓ **وضعیت خود ماهواره و مسیر سنجنده**
- ✓ **وضعیت آب و هوائی منطقه (ابر)**
- ✓ **قدرت تفکیک مکانی**
- ✓ **وضعیت و توانائیهای ماهواره (چرخش IKONOS)**

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

مراحل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی
به روش فتوگرامتری پهپاد



مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



۲-۲-۳- پوششهای طولی و عرضی

حداقل پوشش طولی و عرضی مناسب برای پروژه‌های تهیه نقشه به ترتیب ۶۰ و ۲۰ درصد است. در مناطق کوهستانی یا شهری با ساختمانهای بلند، به منظور کم کردن مناطق مرده (مناطق پنهان و یا فاقد دید استریوسکوپی) پوشش طولی می‌تواند تا ۸۰ درصد و پوشش عرضی تا ۳۰ درصد افزایش یابد.

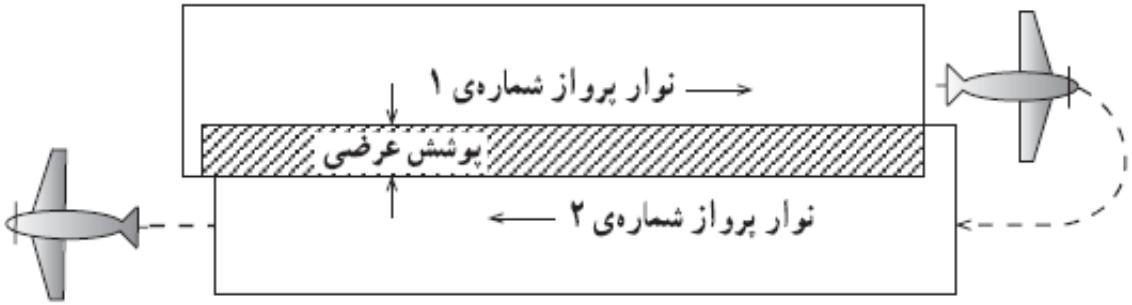
افزایش پوشش عرضی تا ۲۵ یا ۳۰ درصد به شرط ایجاد دو ردیف نقاط کنترل عکسی در محل نقاط استاندارد و در پوشش مشترک نوارها مجاز است. این کار باعث استحکام بیشتر اتصال نوارها و در نتیجه افزایش دقت نهایی عملیات مثلث‌بندی هوایی خواهد شد.

۲-۲-۳- پوششهای طولی و عرضی

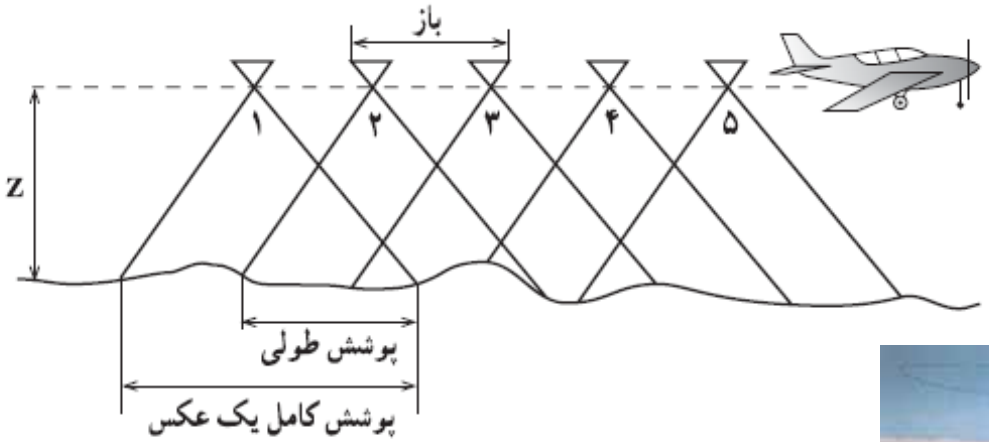
حداقل پوشش طولی و عرضی مناسب برای پروژه‌های تهیه نقشه به ترتیب ۶۰ و ۲۰ درصد است. در مناطق کوهستانی یا شهری با ساختمانهای بلند، به منظور کم کردن مناطق مرده (مناطق پنهان و یا فاقد دید استریوسکوپی) پوشش طولی می‌تواند تا ۸۰ درصد و پوشش عرضی تا ۳۰ درصد افزایش یابد.

افزایش پوشش عرضی تا ۲۵ یا ۳۰ درصد به شرط ایجاد دو ردیف نقاط کنترل عکسی در محل نقاط استاندارد و در پوشش مشترک نوارها مجاز است. این کار باعث استحکام بیشتر اتصال نوارها و در نتیجه افزایش دقت نهایی عملیات مثلث‌بندی هوایی خواهد شد.

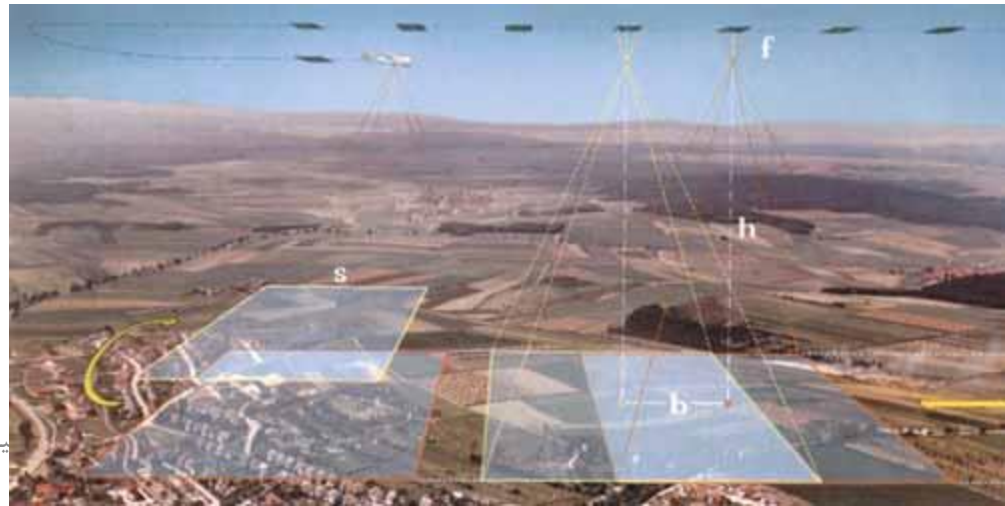
پوششهای طولی و عرضی



پوشش عرضی نوارهای عکس‌برداری



پوشش طولی عکس در راستای نوار پرواز



طرح های پرواز با توجه به هدف پروژه و نوع عوارض

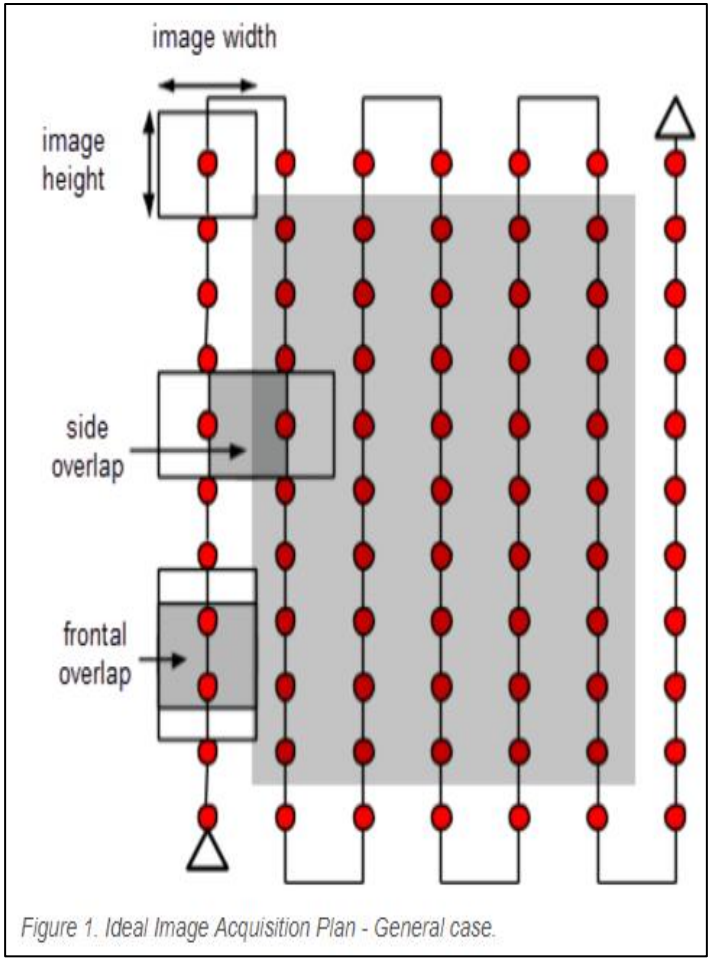
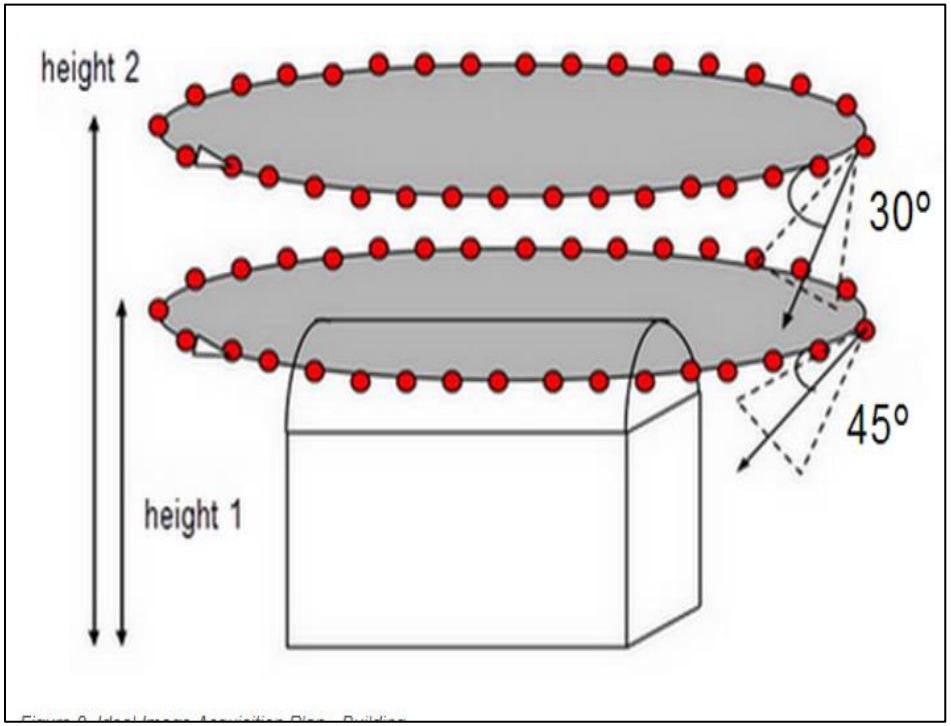


Figure 1. Ideal Image Acquisition Plan - General case.



طرح های پرواز با توجه به هدف پروژه و نوع عوارض

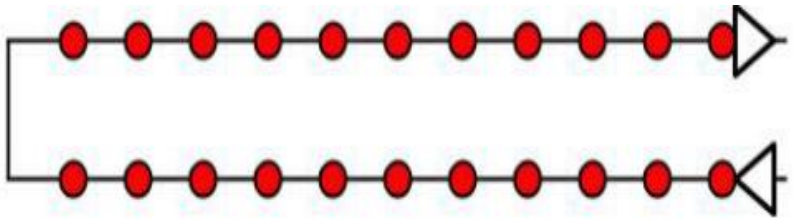
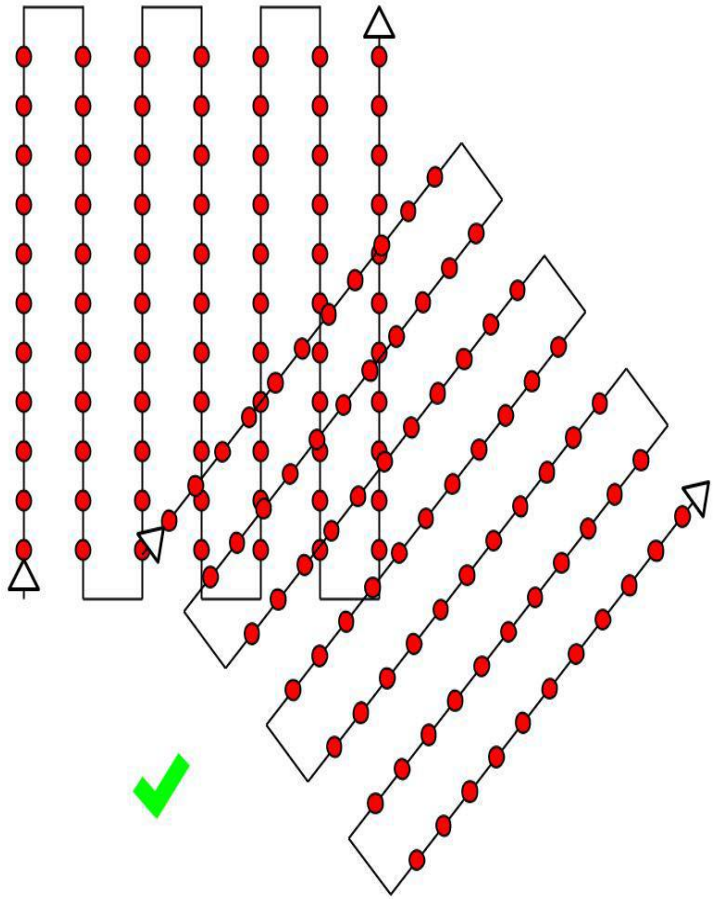
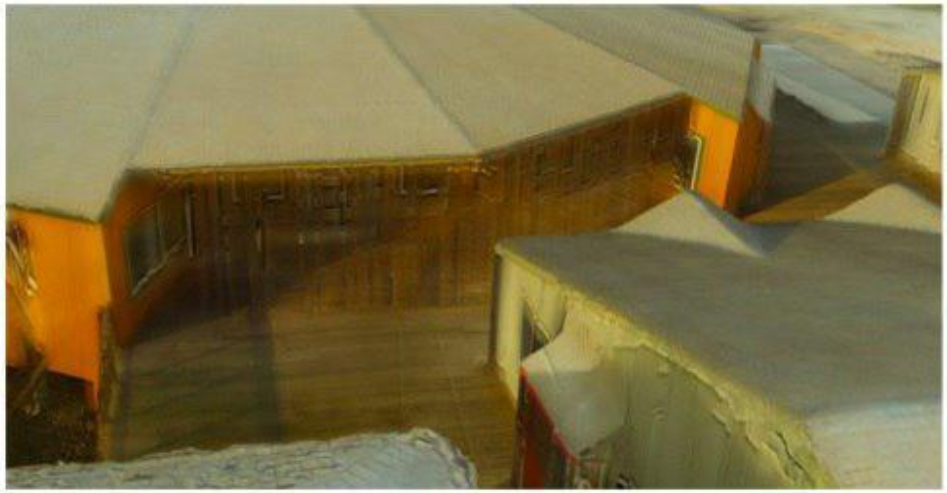


Figure 3. Dual track image acquisition plan for corridor mapping.



3D Model with Only Nadir Imagery



3D Model with Nadir & Oblique Imagery



Inclusion of oblique imagery in the 3D model on the right dramatically improved model quality compared to the model on the left.

تهیه برای مثلث بندی هوائی:

در تهیه برای مثلث بندی هدف مشخص نمودن محل و شماره نقطه گرهی (tie) می‌باشد که دارای مراحل اجرائی زیر می‌باشد:

الف) تهیه اندکس عکسی

ب) کادرگیری و شماره‌گذاری نقاط

ج) انتخاب و علامت‌گذاری و ترانسفر (انتقال)

د) طراحی نقاط کنترل زمینی (مسطحاتی ـ ارتفاعی)

حال به توضیح یرامون مراحل ذکر شده در بالا جهت تهیه اندکس و آماده شدن برای مثلث بندی و دیگر موارد مهم می‌پردازیم:

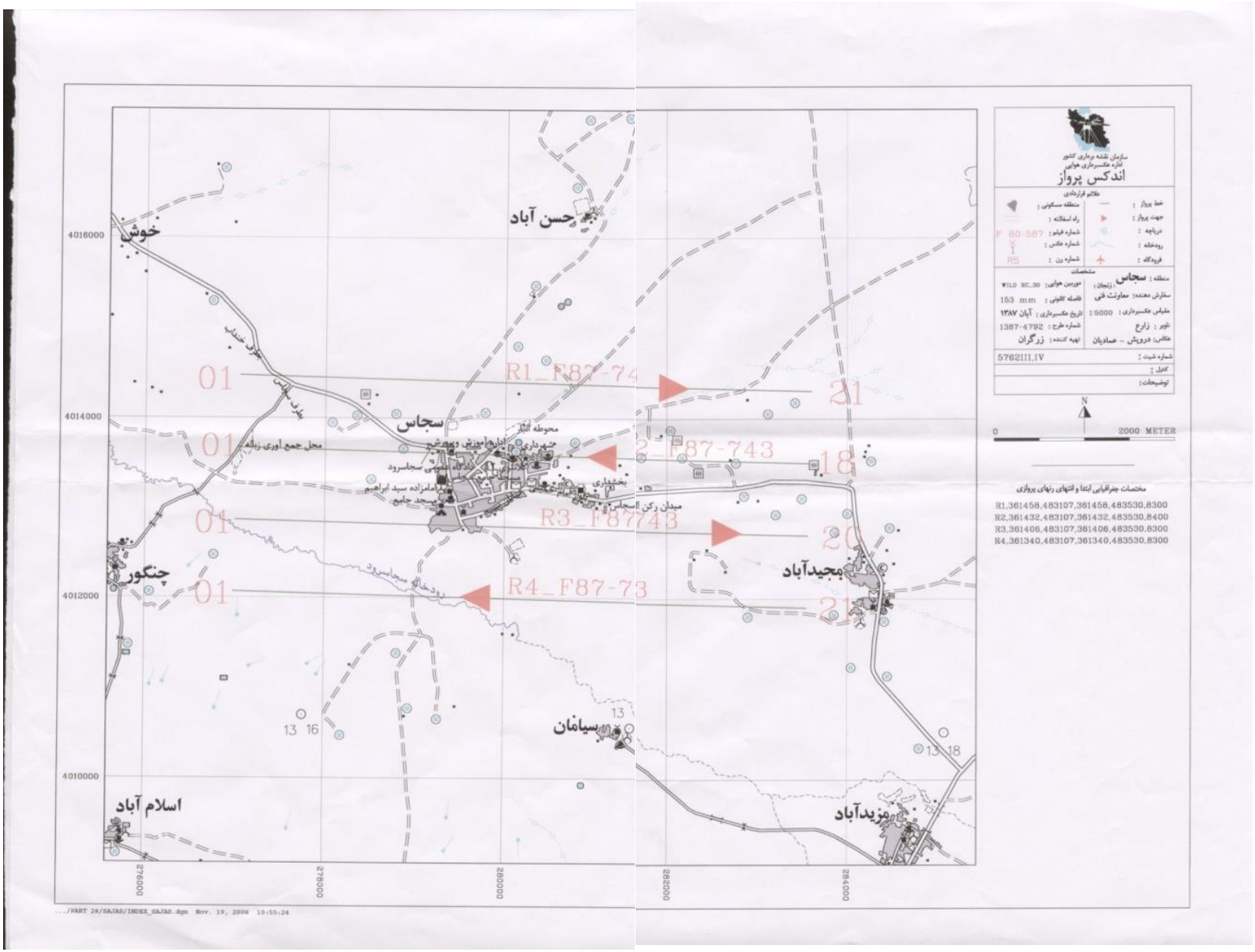
الف) تهیه اندکس عکسی:

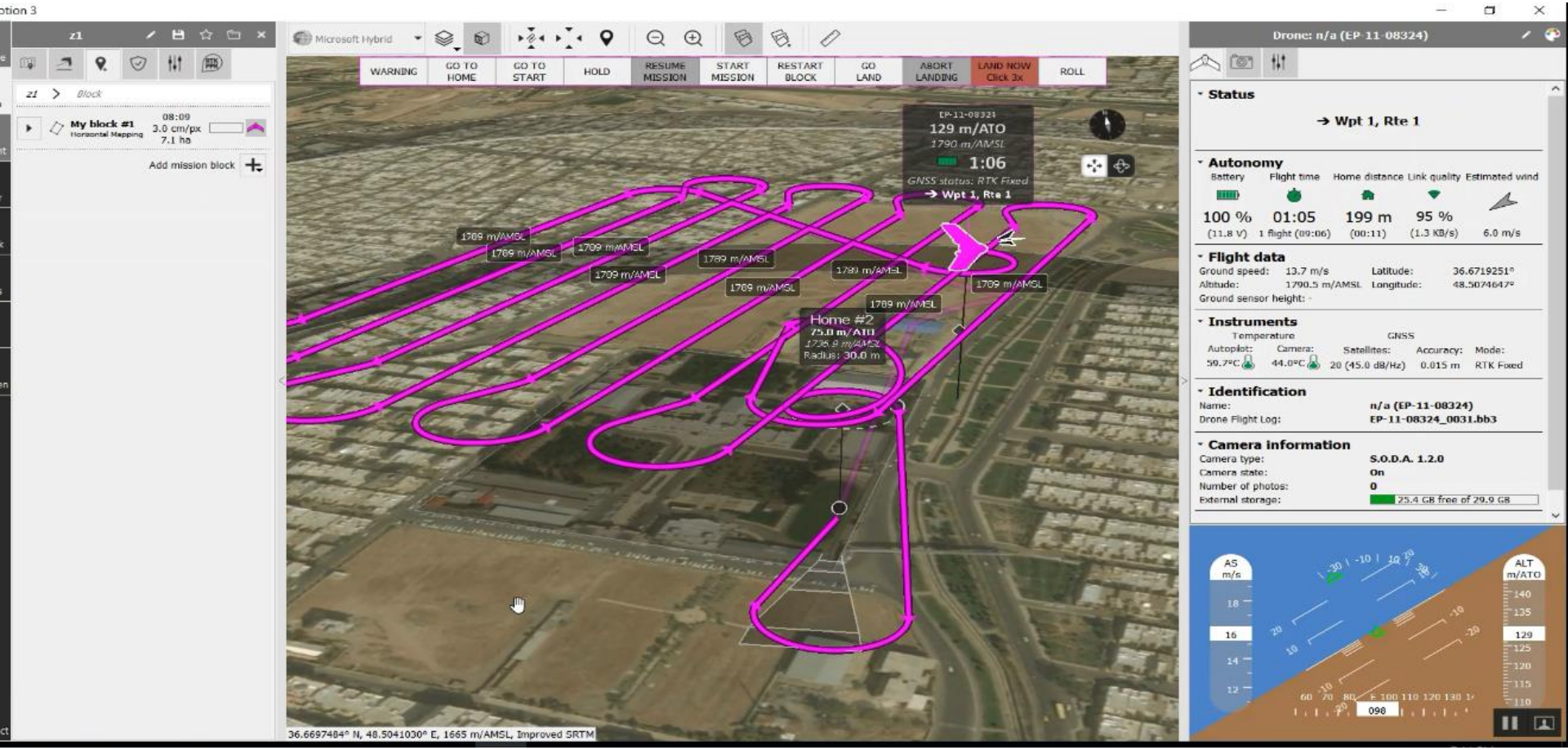
باید بدانیم که اندکس وضعیت نوارهای پرواز و مراکز عکسبرداری را در مقیاس خاص نمایش می‌دهد.و به یکسری نکات و موارد مهم در هنگام تهیه اندکس باید توجه داشته باشـ م که عبارتند از:

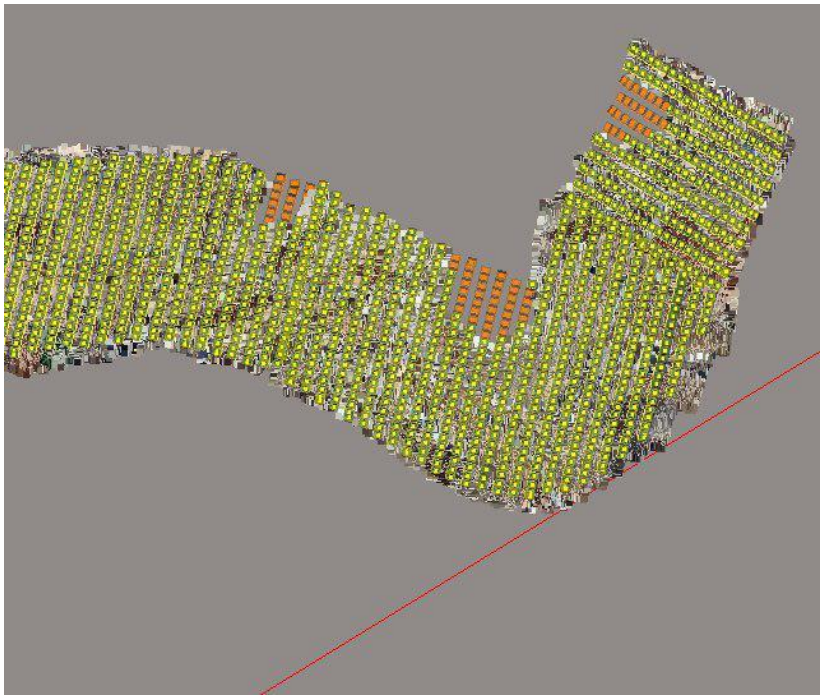
ـ اندکس در مقیاس $\frac{1}{4}$ یا $\frac{1}{5}$ مقیاس عکس تهیه می‌گردد.

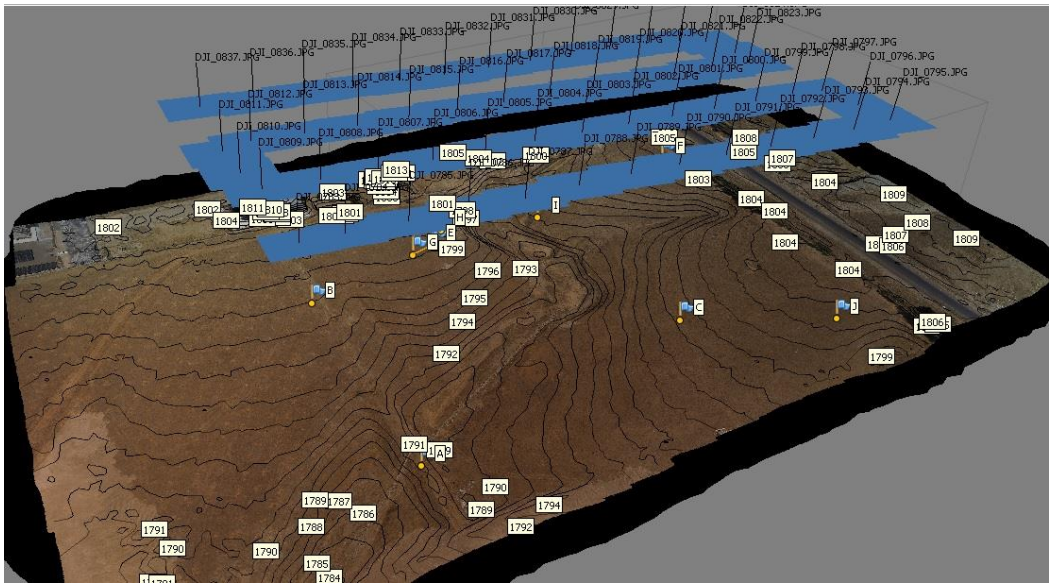
ـ نوارهای پرواز بصورت خطوط مستقیم و موازی (حدالامکان) طراحی می‌گردد.

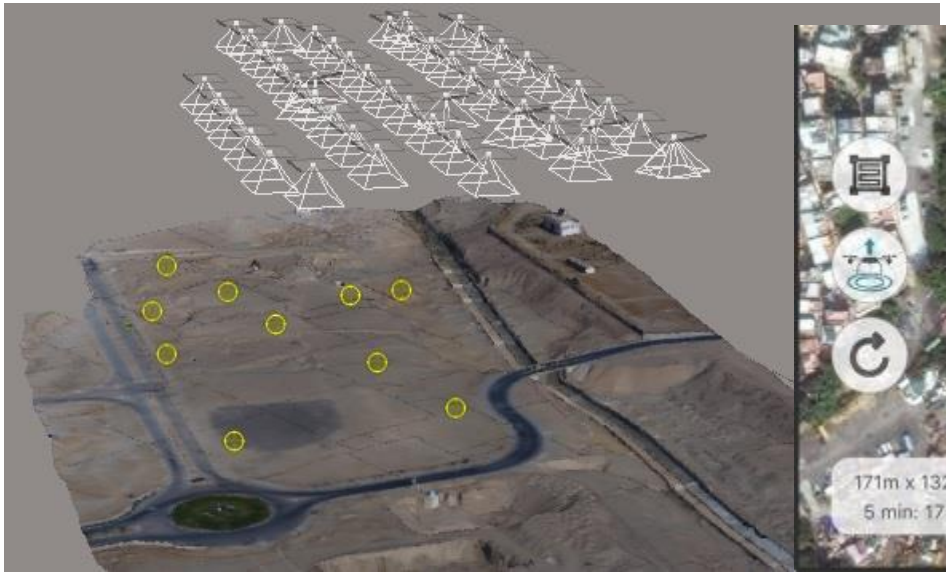
ـ راهنمای اندکس، شمال اندکس و عوارض مهم بر روی اندکس باید نشان داده شود.


سازمان نقشه برداری کشور
اداره عکسبرداری هوایی
اندکس پرواز
علائم قراردادی
خط پرواز :
جهت پرواز :
دریاچه :
رودخانه :
فرودگاه :
منطقه مسکونی :
راه اسفالته :
شماره فیلم : F 80-587
شماره عکس : 1
شماره بن : R5
منطقه : سجاس زنجان
سفارش دهنده: معاونت فنی
مقیاس عکسبرداری : 1:5000
تاریخ عکسبرداری : آبان ۱۳۸۷
شماره طرح : 1387-4792
تهیه کننده : زرگران
دوربین هوایی: WILD RC.30
فاصله کانونی : 153 mm
خلبان : زارع
عکاس: درویش - عمادیان
شماره شیت : 5762III.1V
کنترل :
توضیحات :
N
0
2000 METER
مختصات چهارگوشه ابتدا و انتهای زمانهای پروازی
R1,361458,483107,361458,483530,8300
R2,361432,483107,361432,483530,8400
R3,361406,483107,361406,483530,8300
R4,361340,483107,361340,483530,8300
خوش
حسن آباد
سجاس
چنگور
مجیدآباد
بسیامان
مزیدآباد
اسلام آباد
4016000
4014000
4012000
4010000
276000
278000
280000
282000
284000
R1_F87-74
R3_F87743
R4_F87-73
2_F87-743
01
21
18
20
13 16
13 18
.../PART 28/SAJAS/INDEX_SAJAS.dgn Nov. 19, 2008 10:55:24

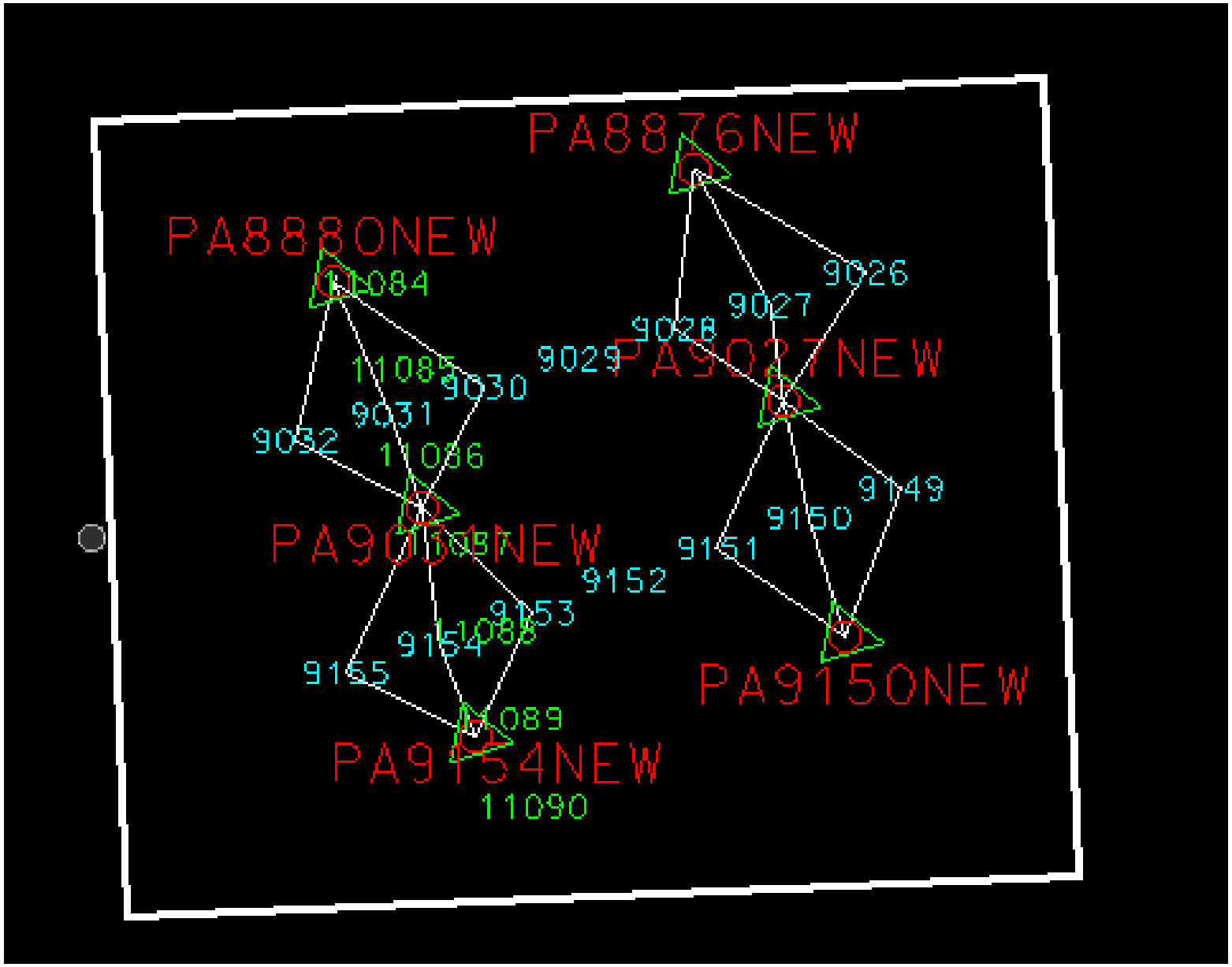

WARNING
GO TO HOME
GO TO START
HOLD
RESUME MISSION
START MISSION
RESTART BLOCK
GO LAND
ABORT LANDING
LAND NOW Click 3x
ROLL
129 m/ATO
1790 m/AMSL
1:06
GNSS status: RTK Fixed
→ Wpt 1, Rte 1
Home #2
75.0 m/ATO
1726.9 m/AMSL
Radius: 30.0 m
Drone: n/a (EP-11-08324)
Status
→ Wpt 1, Rte 1
Autonomy
Battery
Flight time
Home distance
Link quality
Estimated wind
100 %
(11.8 V)
01:05
1 flight (09:06)
199 m
(00:11)
95 %
(1.3 KB/s)
6.0 m/s
Flight data
Ground speed: 13.7 m/s
Altitude: 1790.5 m/AMSL
Ground sensor height: -
Latitude: 36.6719251°
Longitude: 48.5074647°
Instruments
Temperature
Autopilot: 59.7°C
Camera: 44.0°C
GNSS
Satellites: 20 (45.0 dB/Hz)
Accuracy: 0.015 m
Mode: RTK Fixed
Identification
Name: n/a (EP-11-08324)
Drone Flight Log: EP-11-08324_0031.bb3
Camera information
Camera type: S.O.D.A. 1.2.0
Camera state: On
Number of photos: 0
External storage: 25.4 GB free of 29.9 GB
AS m/s
ALT m/ATO
My block #1
Add mission block
36.6697484° N, 48.5041030° E, 1665 m/AMSL, Improved SRTM








171m x 132m
5 min: 17 s
1
2
3
4
5


PA8876NEW
PA8880NEW
11084
9026
9027
9028
9029
PA9027NEW
11085
9030
9031
9032
11086
9149
9150
9151
PA9030NEW
9152
9153
11088
9154
9155
PA9150NEW
11089
PA9154NEW
11090

+ تهیه اندکس دارای فواید و مزایای زیر می‌باشد.

۱ ـ نشان دهنده وضعیت گپی نوارها می‌باشد.
۲ ـ امکان دسترسی سریع به عکسهای مورد نظر
۳ ـ طراحی سریع و آسانتر نقاط کنترل زمینی
۴ ـ نمایش پیشرفت مراحل تهیه نقشه

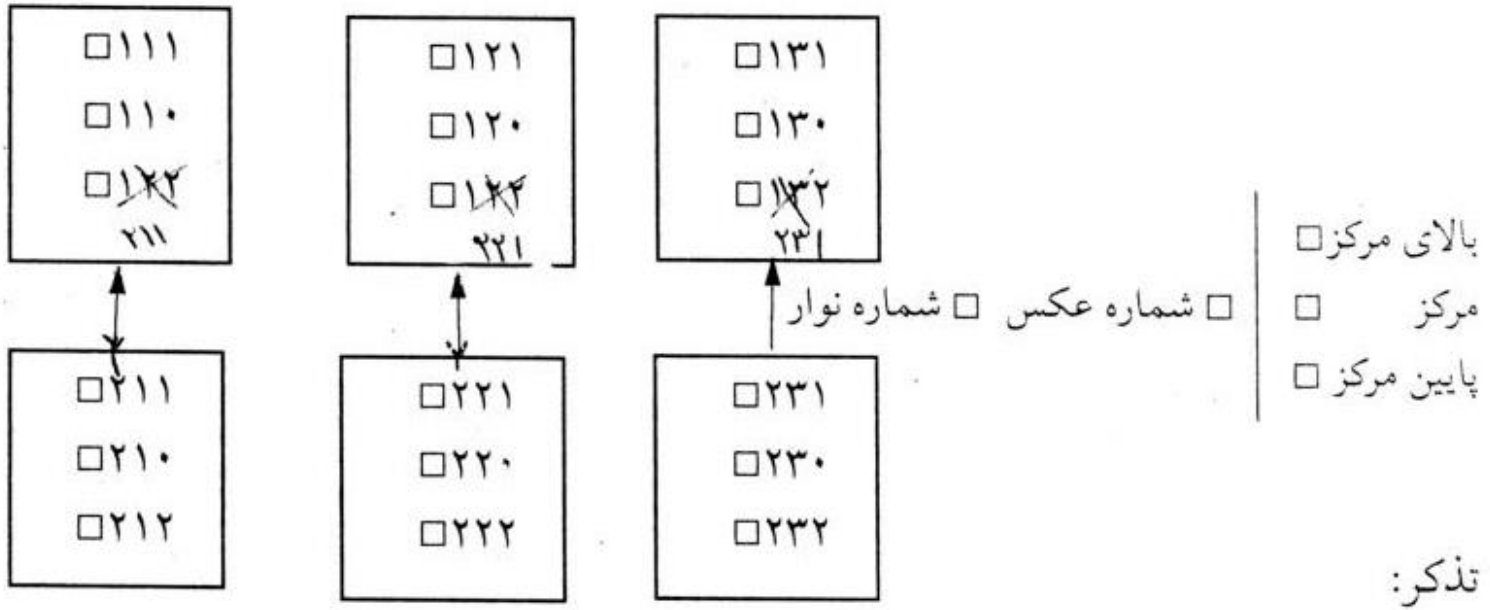
+ روش تهیه اندکس:

برای تهیه اندکس عکسی، ابتدا باید مراکز عکسها را با اتصال نقاط کناری مشخص نماییم و سپس عکسها را موزائیک نمائیم. بطوریکه پوششهای طولی و عرضی را حتماً رعایت نمائیم و بعد از آن باید فاصلهٔ x و y مراکز عکسها را نسبت به هم اندازه‌گیری نموده و با مقیاس مورد نظر ترسیم نمائیم تا در انتها بر روی آن نقاط کنترل ارتفاعی و مسطحاتی را طراحی نمائیم.

ب) کادرگیری و شماره‌گذاری نقاط:

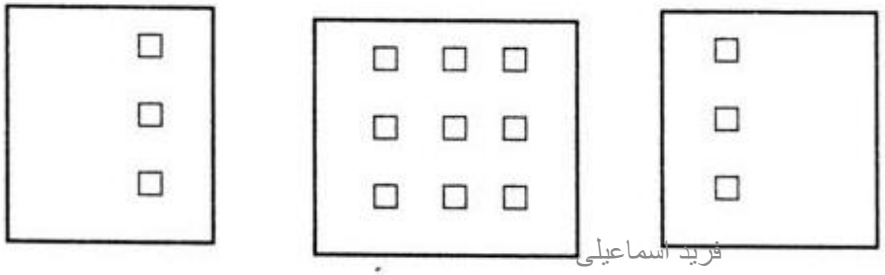
هدف تعیین محل مشترکی که در ۵ یا ۶ عکس وجود دارد با توجه به پوشش طول ۶۰٪ و پوشش عرضی ۲۰٪.
برای اتصال مدلها بهم،باید نقاط مشترکی بین دو عکس که دارای پوشش اند در نظر گرفته شود و بعد مختصات آن نقاط هم بدست آید این نقاط را نقاط گرهی (tie) می‌نامند.

برای یافتن نقاط مشترک، ابتدا عکسها را روی هم پوشش می‌دهیم و حاشیهٔ هر عکس را روی عکس کناری خط می‌کشیم در اینحال اگر مراکز پرواز دقیقاً زیر هم باشند. ۶ عکس حداقل دارای یک ناحیه مشترک خواهند بود. نحوه شماره‌گذاری در عکسها چنین است که عدد اول شماره نوار،عدد وسطی شماره عکس و عدد سمت راست مشخص کننده مرکز یا بالا و پایین مرکز است.



تذکر:

برای مثلث بندی در زمانی که دید برجسته وجود نداشته باشد،نیاز به ۹ نقطه داریم:



ج) انتخاب و علامتگذاری و ترانسفر (انتقال):

بعد از تهیهٔ اندکس و کادرگیری نوبت به مرحلهٔ انتخاب و علامتگذاری می‌رسد.در این مرحله باید نقطه را در جایی علامتگذاری نمائیم که بخوبی قابل رؤیت باشد یعنی بر روی منطقه شیبدار و مناطق آبی و یا بر روی جاهائیکه سایهٔ عوارض بر روی آنها می‌افتد در نظر نگیریم.

انواع علامت گذاری:

- به کمک نقاط طبیعی: مثل خانه‌ها، درخت‌ها، پلها و عوارض طبیعی دیگر
- به کمک نقاط مصنوعی: علامتگذاری به کمک نقاط مصنوعی خود به دو روش جدید تقسیم بندی می‌شود که عبارتند از:

۱ ـ علامتگذاری قبل از عکسبرداری هوائی premarking

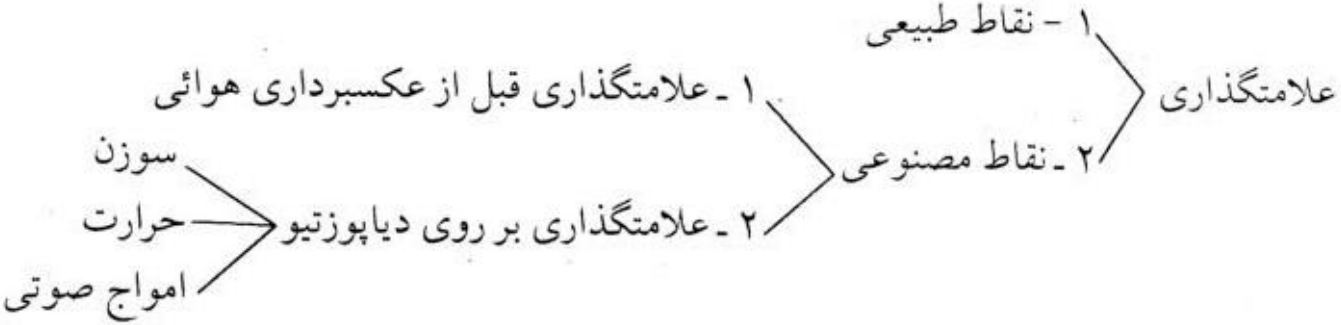
۲ ـ علامتگذاری برروی دیاپوزتیو که به سه نوع تفکیک می‌شود:

۲ ـ الف) سوزن PUG 4

۲ ـ ب) حرارت trans mark

۲ ـ ج) امواج صوتی PUG 5

بطور خلاصه داریم:



و اما در مرحله ترانسفر (انتقال) همانند علامتگذاری، نقاطی راکه بصورت پوشش عرضی مشترک در دو عکس بالا و پایین وجود دارند درون دستگاه می‌گذارند و پس از بر جسته کردن محل آنها را علامت می‌زنیم در واقع نقطه‌ای که در عکس بالا است به عکس پایینی منتقل می‌شود.

در تهیه برای مثلث بندی در روشهای مدلهای پیوسته، مدل مستقل و باندل با استرئوکمپا راتور در هر عکس ۳ نقطه انتخاب می‌شود و علامتگذاری می‌شود،اما در موارد تهیه برای مثلث بندی بر روش شعاعی و باندل با مونوکمپاراتور،۹ نقطه انتخاب و علامتگذاری می‌شود.

+ علامتگذاری قبل از عکسبرداری هوائی:

برای دشتها و کویرها و یا برای بدست آوردن کناره املاک برای کاداستر می‌توان قبل از عکسبرداری هوائی با شناخت دقیق از محدوده مورد نظر برای تهیه نقشه، علامتگذاری لازم را انجام داد و این علامتگذاری به دلایل زیر صورت می‌گیرد:

۱ ـ تهیه نقاط کنترل فرعی بجای انتخاب و علامتگذاری نقاط: که خود این عمل به منظور موارد زیر صورت می‌گیرد:

۱ ـ ۱) ایجاد شبکه‌های ژئودزی درجه ۴

۲ ـ ۱) بررسی دقت‌های بالقوه در مثلث بندی و اصولاً پروژه‌های تحقیقاتی.

۲ ـ علامت‌گذاری روی نقاط ژئودرزی و مسطحاتی موجود در منطقه: که بیشتر در عکسبرداری‌های کوچک مقیاس و تهیه نقشه‌های عمومی کشور انجام می‌گیرد تا استفاده کامل از نقاط موجود در منطقه شده باشد.

۳ ـ علامتگذاری برای مشخص کردن نقاط کنترل مسطحاتی و یا ارتفاعی: این مورد نیز به منظور موارد زیر صورت می‌گیرد:

۱ ـ ۳) ایجاد علامت برای شناسائی نقاط کنترل در مناطقی که مشخص کردن نقاط کنترل عکسی به دلایلی مشکل و یا غیر ممکن است (مناطق کاملاً جنگلی و کویری و...)

۲ ـ ۳) ایجاد علامت برای مناطقی که تعیین مختصات بعضی نقاط برای عملیات اجرائی بعدی لازم است. مثل مسیر راهها، خطوط انتقال نیرو و یا نقاطی که تعیین مختصات دقیق آنها مورد نیاز است مانند کاداستر، بطوریکه با نقاط کنترل اندازه‌گیری روی زمین مثلث بندی هوائی و محاسبات لازم انجام گرفته و برای سایر نقاط علامتگذاری شده مختصات از طریق مثلث بندی هوائی تعیین می‌گردد.

در ایجاد این نقاط رعایت نکاتی لازم الاجرا می‌باشد که ذیلاً این نکات را طبقه بندی و بررسی کرده‌ایم.

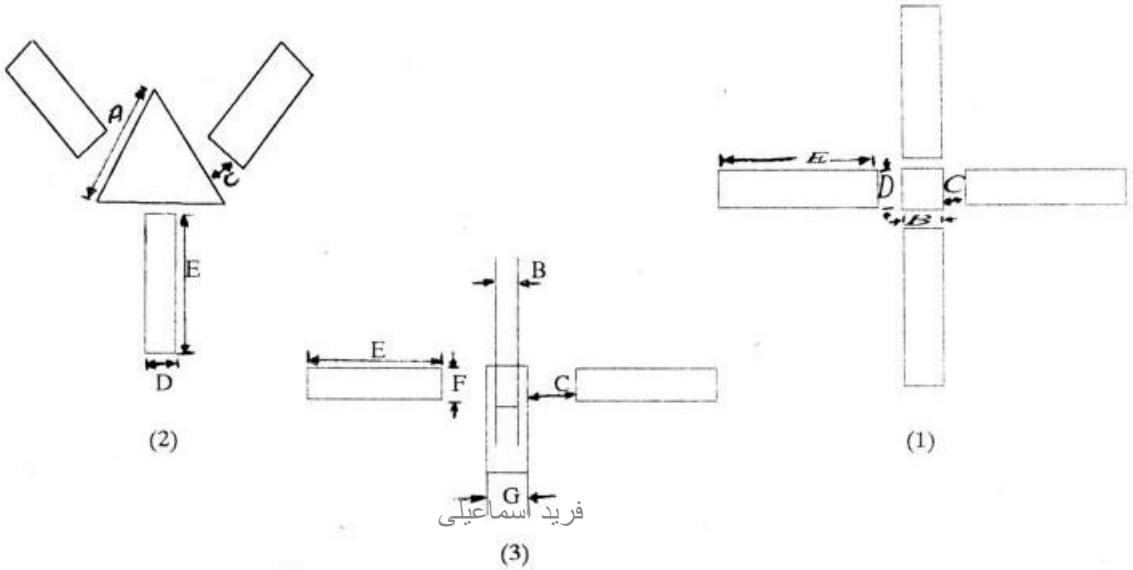
دو نکته مهم:

= در مورد شکل علامتها می‌توان از فرمهای مختلفی استفاده نمود ولی بطورکلی باید این علامتها نسبت به نقطهٔ مرکزی متقارن باشد. در عین حال شکل و اندازه این علامتها تابع دستگاه فتوگرامتری مورد استفاده ما، پرواز، طبیعت زمین و احتیاجات خاص پروژه مورد نظر می‌باشد.

در جدول شماره (۱) اندازه این علامتها را با توجه به شکل‌های شمارهٔ ۱ و ۲ و ۳ نشان می‌دهد. با توجه به اینکه این اندازه‌ها برای دستگاههای فتوگرامتری درجه ۱ در نظر گرفته شده است،برای دستگاههایی که از نظر اپتیکی دقت کمتری دارند، باید این اندازه‌ها بزرگتر و یا حتی دو برابر گردد. فرمهای داده شده همگی در عمل مکرراً مورد آزمایش قرار گرفته و مورد قبول بوده است. فرم شماره (۱) این خاصیت را دارد که اگر یکی از بازوهای آن به دلیلی از بین برود باز هم به سادگی می‌توان مرکز فرم را پیدا نمود در حالیکه فرم شماره(۱) مواد کمتری را مصرف نموده و بیشتر مشخص است. اندازه‌هائی را که در جدول شماره (۱) آمده می‌توان در عمل بیشتر نمود بدون ترس از این که دقت مشخص کردن مرکز آن کمتر گردد چون تمام اشکال بصورت متقارن می‌باشند.

جدول شماره (۱) (اندازهٔ علامتها)

ابعاد قسمت‌های مختلف علائم به متر							مقیاس عکسبرداری
G	F	E	D	C	B	A	
1.5	0.9	0.9	0.2	1.3	0.3	0.5	1:10000
1.9	0.9	1.8	0.4	2.6	0.7	1.1	1:20000
3.2	0.9	2.7	0.5	3.9	1.0	1.6	1:30000
2.5	0.9	3.6	0.7	5.2	1.3	2.2	1:40000
3.8	1.8	5.4	1.1	7.8	2.0	3.2	1:50000
4.1	1.8	6.3	1.3	9.1	2.3	3.8	1:60000
4.4	1.8	7.2	1.4	10.4	2.6	4.4	1:70000
4.8	1.8	8.0	1.5	11.7	3.0	5.0	1.80000
7.6	3.6	10.8	2.2	15.2	4.0	6.4	1:100000



= مسئله مهم در این مورد حداکثر کنتراست بین علامت مورد نظر و زمینه زیر آن است (اختلاف رنگی) و بهترین نتیجه موقعه‌ای بدست می‌آید که علامت، سفید رنگ بوده و زمینه زیر آن سیاه باشد. تجربه نشان می‌دهد که رنگ سفید معمولاً بهترین رنگ برای جنس علامت می‌باشد زمین یا تخته سنگ به رنگ سیاه و یا زمینه‌های سبز معمولاً رنگهای مناسبی برای زمینه زیر علامت می‌باشد، علامت سفید روی خاک یا بوته‌های کوتاه موثر می‌باشد، به شرط اینکه بوته‌ها به اندازه کافی انبوه و متراکم باشند تا لبه‌های علامت بتوانند خود را در عکس نشان دهند.

د) طراحی نقاط کنترل زمینی (مسطحاتی ـ ارتفاعی):

بطور کلی نقاط کنترل زمینی به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از نقاط کنترل مسطحاتی و نقاط کنترل ارتفاعی که در ذیل به شرح و توضیح نکاتی در رابطه با طراحی هر یک از آنها می‌پردازیم.

۱) طراحی نقاط کنترل مسطحاتی (Δ):

در طراحی این نقاط باید به این نکات دقت داشت که:

اولاً: فقط در اطراف بلوک، نقطه طراحی گردد (نقاط داخل بلوک به طور موضعی موثرند).

ثانیاً: در محل شکستگیها نقطه در نظر گرفته بشود.

ثالثاً: نقاط مورد طراحی باید منطقه کار را کاملاً بپوشانند.

رابعاً: فاصلهٔ این نقاط با توجه به مقیاس عکس و نقشه و در ازاء تعداد خاص در نظر گرفته می‌شود. مثلاً به ازای هر دو مدل یک نقطه در نظر می‌گیریم.

جدول فاصله نقاط کنترل عکسی مسطحاتی بر حسب مدل بر بلوک

جدول شماره (۲)

مقیاس نقشه / مقیاس عکس	1:500	1:1000
1:3000	5	8
1:4000	3	6

۲) طراحی نقاط کنترل ارتفاعی (O):

نکاتی که بایستی در طراحی نقاط کنترل ارتفاعی رعایت شود.

اولاً: در محل شکستگیهانقطه گرفته شود.

ثانیاً: نقاط مورد نظر باید منطقه کار را بپوشانند.

ثالثاً: در هر نوار حتماً نقطه گرفته شود.

رابعاً: محل نقاط ارتفاعی در محل پوشش عرضی است.

خامساً: در محلهایی که نصف مدل بایستی ترسیم شود، به تراز شدن مدل توجه شود. یعنی باید نقاط طوری انتخاب شوند که کلیه مدلها از نظر تراز (Level) محکم باشند.

برای رسیدن به حداکثر دقت باید نقاط ارتفاعی به فاصلهٔ ۳ مدل از یکدیگر انتخاب نمائیم. در ضمن فاصلهٔ نقاط ارتفاعی بستگی به مقیاس عکس و ارتفاع پرواز دارد.

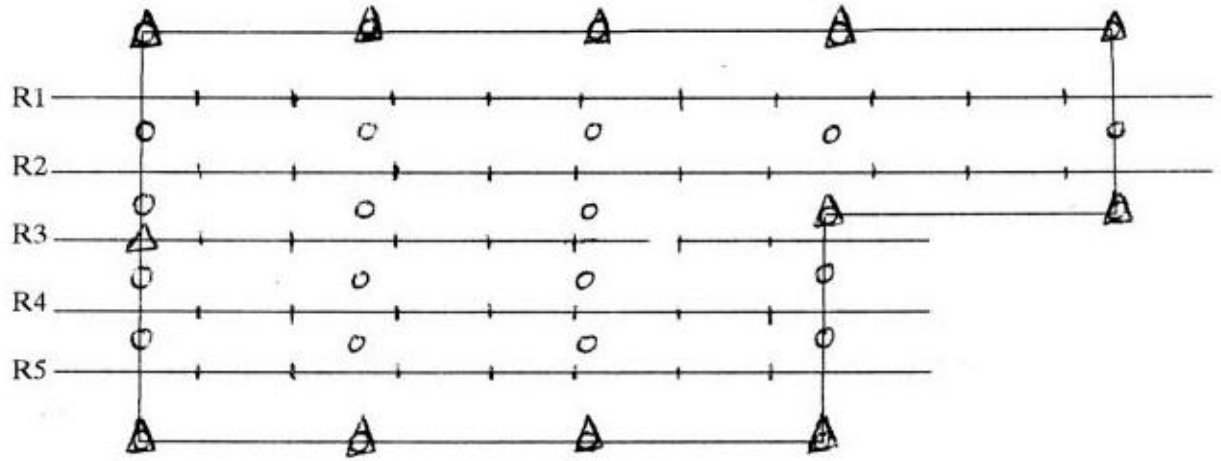
جدول فاصله نقاط کنترل عکسی ارتفاعی بر حسب مدل

جدول شماره (۳)

منحنی میزان / مقیاس عکس	0.5 متری	1 متری	5 متری	10 متری	20 متری
1:3000	4	6	-	-	-
1:300000	-	-	3	5	6

نمونه طراحی شده نقاط کنترل زمینی

(مسطحاتی - ارتفاعی)



Δ مسطحاتی

O ارتفاعی

Δ مسطحاتی - ارتفاعی

۵-٤-۱-٤- طراحی نقاط کنترل زمینی در روش مثلث‌بندی به کمک داده‌های GPS

یکی از سه طریق زیر جهت انجام این کار توصیه می‌گردد (شکل ۷) :

الف) انتخاب تنها چهار نقطهٔ کنترل زمینی مسطحاتی- ارتفاعی در گوشه های بلوک و افزایش میزان پوشش عرضی عکس‌های تشکیل دهندهٔ بلوک تا حدود ۶۰٪ ؛

ب) انتخاب چهار نقطهٔ کنترل زمینی مسطحاتی در گوشه‌های بلوک همراه با دو زنجیره از نقاط کنترل ارتفاعی در عرض ابتدا و انتهای بلوک ؛

ج) انتخاب تنها چهار نقطهٔ کنترل زمینی مسطحاتی- ارتفاعی در گوشه های بلوک و انجام دو نوار عکسبرداری عرضی (Cross Strip) در ابتدا و انتهای بلوک.

حالت " ج " به علت اقتصادی‌تر بودن نسبت به دیگر حالتها ارجحیت دارد.

توجه : به منظور افزایش استحکام هندسی بلوک و اعتمادپذیری بیشتر نتایج، توصیه می‌گردد عملاً بیش از یک نقطهٔ کنترل زمینی در گوشه‌های بلوک طراحی و انتخاب گردد.

نوارهای عرضی باید به کمک نقاط مشترک به تمامی نوارهای پوشش‌دار متصل شده باشند. در ضمن اندازه‌گیری نقاط کنترل زمینی در تمامی عکس‌های در بردارندهٔ آنها ضروری است. باید توجه داشت که در مورد بلوک‌های با اشکال نامنظم، احتمالاً به بیش از دو نوار عکسبرداری عرضی و بیش از ۴ نقطهٔ کنترل زمینی (به ویژه در محل شکستگی‌ها) نیاز خواهد بود.



شکل ۷ : اشکال مختلف انتخاب نقاط کنترل زمینی جهت مثلث بندی بکمک داده های GPS

پوشش طولی و عرضی

- مجموع پوشش ها کمتر از ۱۳۰ نباشد
- پوشش بیش از حد باعث باز کوتاه و کم شدن دقت می شود
- سعی شود که شبکه ایستگاه های تصویر برداری یک هندسه متقارن را بر روی نقاط زمین ایجاد کند
- حالت ایده آل: پوشش طولی ۸۰٪ و عرضی ۷۰٪
  - در این حالت شبکه نسبتا صلب شده و نیاز به نقاط کنترل زمینی بشدت کاهش می یابد

پوشش طولی و عرضی

- برای تهیه نقشه مسطحاتی میتوان پوشش عرضی را تا ۴۰٪ هم کاهش داد
- برای تهیه ارتوفتوموزائیک واقعی در مناطق شهری توصیه بر پوشش طولی و عرضی ۸۰٪ است اما یک راهکار هم انجام دو پرواز کراس با پوشش طولی ۸۰٪ و پوشش عرضی ۳۰٪ است.

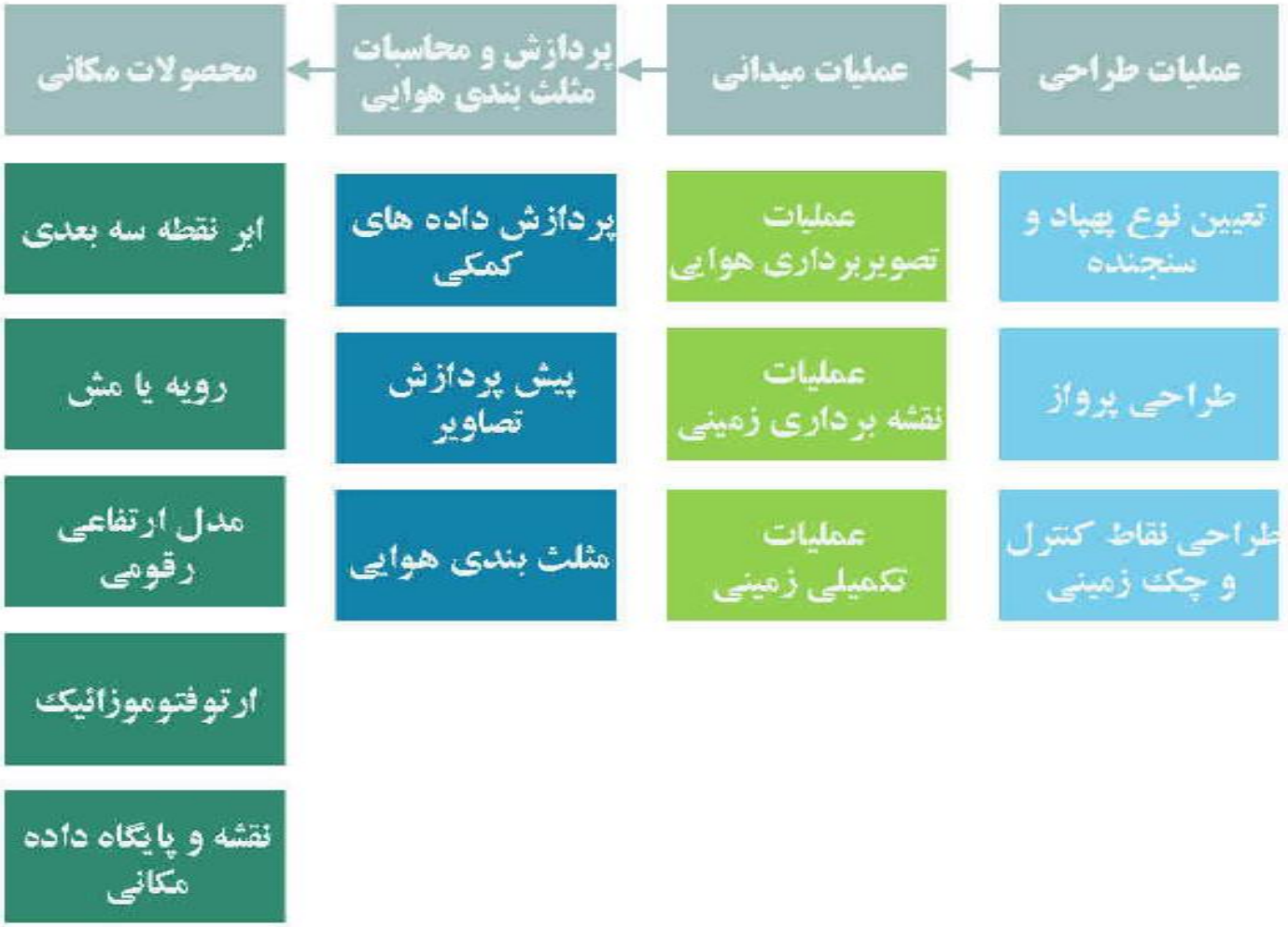
- در ماسه و برف و نواحی با پوشش گیاهی و جنگلی: ۸۵ طولی و حداقل ۷۰ درصد عرضی

جهت و گستره نوارهای پرواز

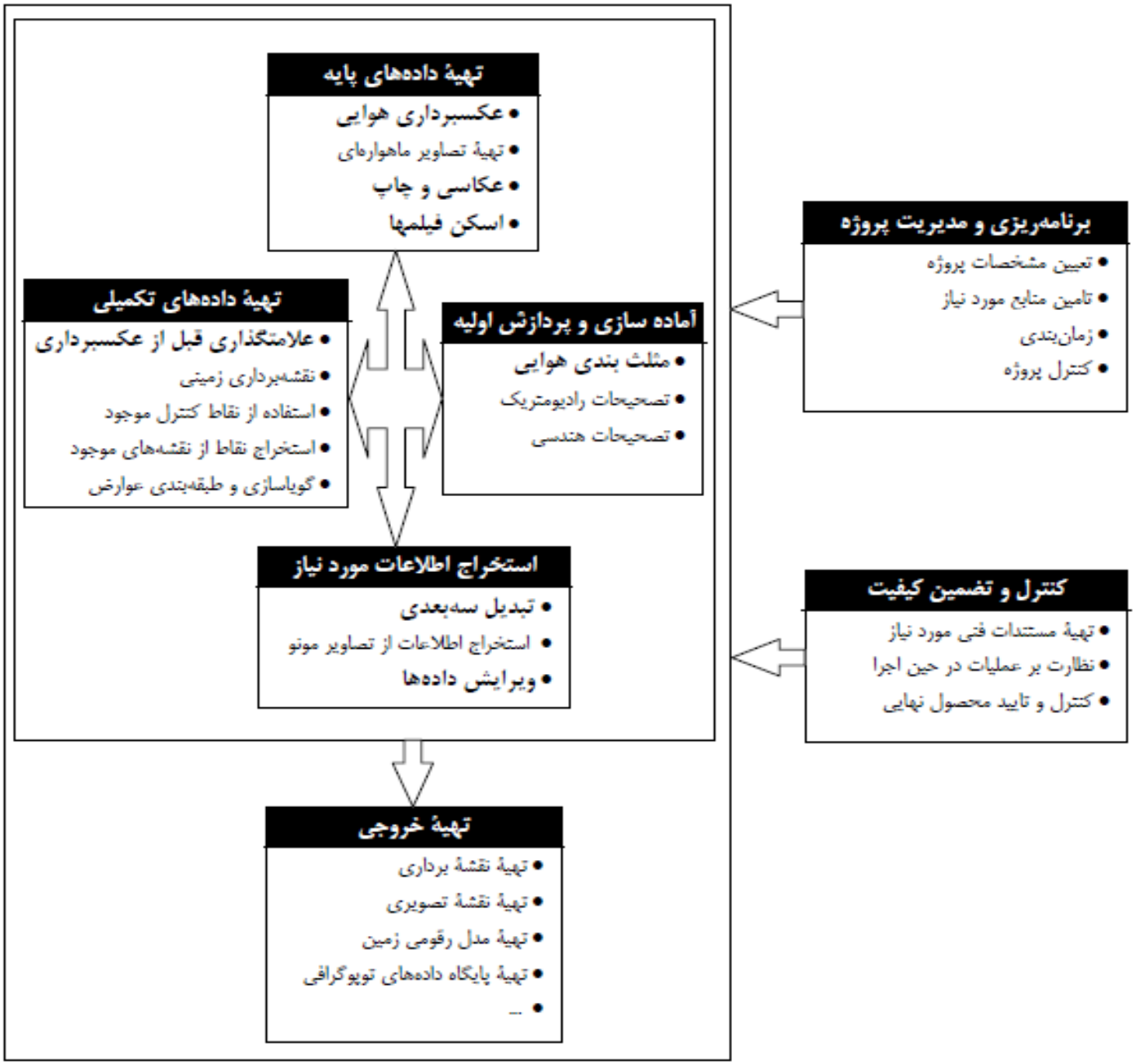
- جهت نوارهای پرواز:
  - اولویت اول جهت باد
  - اولویت دوم: جهت عمود بر خط بزرگترین شیب منطقه یعنی پرواز موازی منحنی میزانها!
- در نواحی کوهستانی سخت بخاطر نواحی پنهان و تغییرات شدید جهت بردارهای نرمال سطح، ترجیح بر پرواز کراس کامل است.
- در کریدورها ترجیحا دو نوار رفت و برگشت بجای یک نوار پرواز شود تا استحکام شبکه بالاتر رود.
- پروازها ترجیحا بصورت بلوکهای مستطیلی طراحی شود.
- یک نوار خارج از محدوده (پوشش عرضی ۳۰ درصد) و دو نوار خارج محدوده (پوشش عرضی ۷۰ درصد) پرواز شود.
- در هر نوار ۳-۴ عکس خارج از محدوده پرواز شود.
- بین زیربلوکها ۱-۲ عکس مشترک پرواز شود.

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

مراحل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی
به روش فتوگرامتری پهپاد



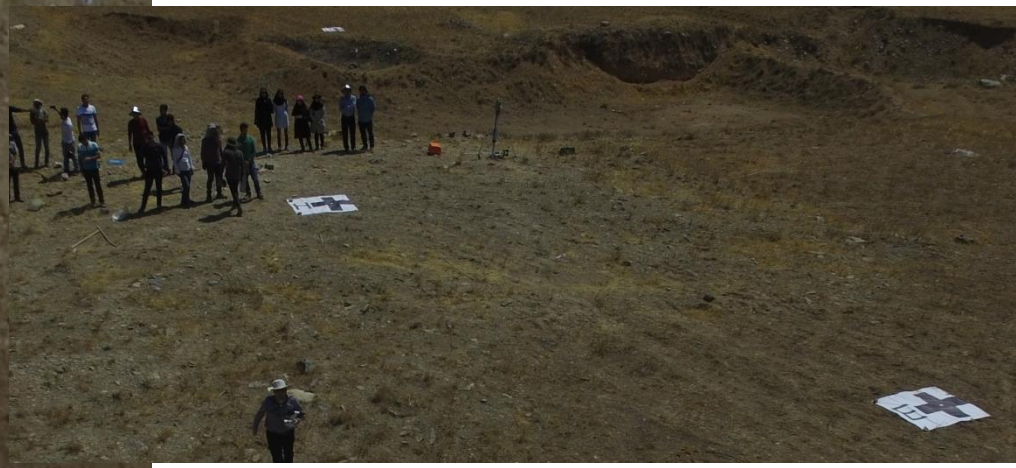
مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



۲-۳- علامت‌گذاری قبل از عکسبرداری هوایی

شناسایی نقاط کنترل زمینی یکی از منابع مهم و بالقوهٔ خطا در تمام مراحل عملیات نقشه‌برداری هوایی است. با شناسایی ناصحیح این نقاط، تمامی عملیات زمینی انجام شده برای تهیهٔ نقشه کم ارزش و یا حتی بی‌ارزش خواهد شد. در برخی مناطق که فاقد عوارض طبیعی یا مصنوعی کافی برای یافتن نقاط مناسب کنترل باشند (مانند مناطق کویری یا جنگلی) یا مواردی که تهیهٔ نقشه با دقتهای بالا مورد نظر باشد (مانند تهیهٔ نقشهٔ کاداستر شهری)، از روش علامت‌گذاری قبل از عکسبرداری هوایی استفاده می‌شود.

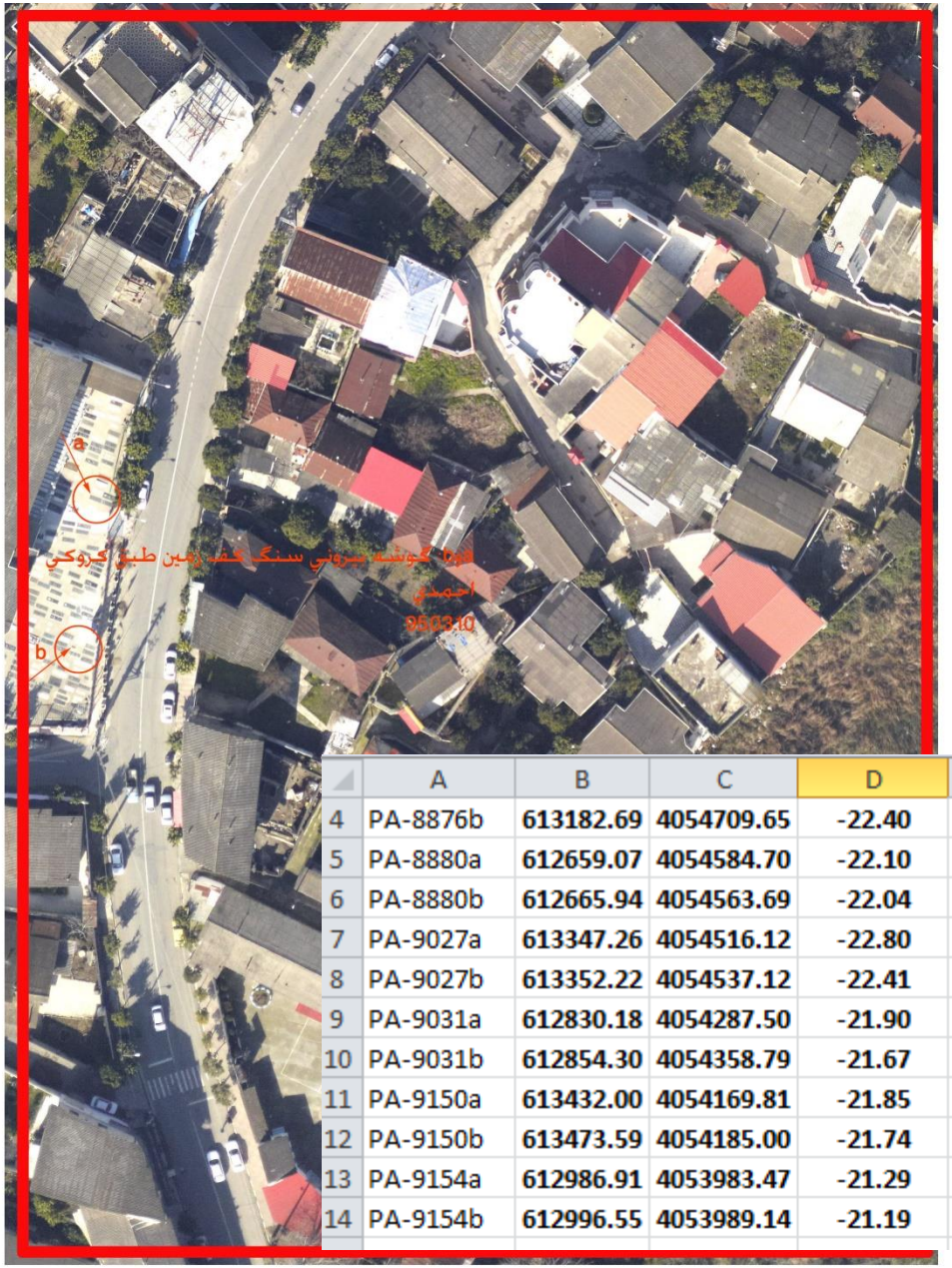




مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



UAV MAHMOD ABAD PA8876NEW



	A	B	C	D
4	PA-8876b	613182.69	4054709.65	-22.40
5	PA-8880a	612659.07	4054584.70	-22.10
6	PA-8880b	612665.94	4054563.69	-22.04
7	PA-9027a	613347.26	4054516.12	-22.80
8	PA-9027b	613352.22	4054537.12	-22.41
9	PA-9031a	612830.18	4054287.50	-21.90
10	PA-9031b	612854.30	4054358.79	-21.67
11	PA-9150a	613432.00	4054169.81	-21.85
12	PA-9150b	613473.59	4054185.00	-21.74
13	PA-9154a	612986.91	4053983.47	-21.29
14	PA-9154b	612996.55	4053989.14	-21.19

UAV MAHMOD ABAD PA8880NEW

۲-۳-۱- هدف از علامت‌گذاری قبل از عکسبرداری هوایی

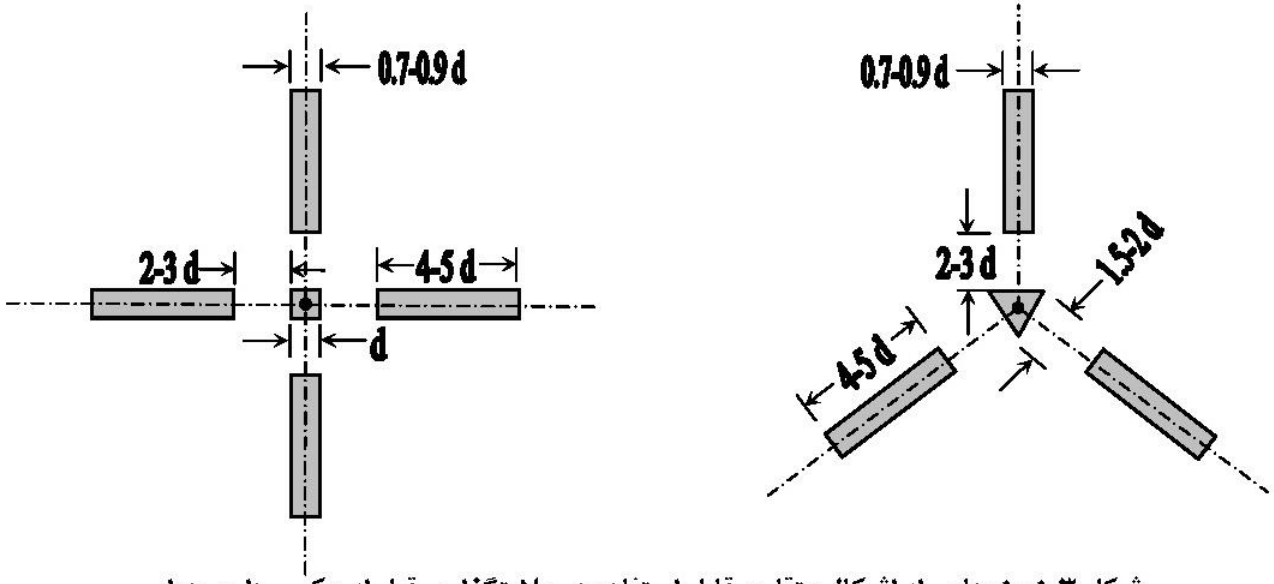
دو هدف اصلی از علامت‌گذاری قبل از عکسبرداری هوایی عبارتند از:

- کاهش خطای شناسایی در نقاط کنترل زمینی (مسطحاتی یا ارتفاعی) و عوارض مورد نظر دیگر مانند محدوده‌های املاک و یا نقاط مختصات‌دار و مهم موجود در منطقه. عمده‌ترین موارد استفاده از روش علامت‌گذاری قبل از عکسبرداری هوایی در این بخش متمرکز بوده و این علامت‌گذاری روی نقاط کنترل عکسی طراحی شده از قبل در مناطق کاملا مسطح یا فاقد عوارض مشخص (مناطق کویری، جنگلی و ...)، گوشه‌های املاک در مورد نقشه‌های بزرگ مقیاس کاداستر، نقاط مشخص شده بر روی محور مسیرهای در دست ساخت یا نقاط ژئودزی موجود در منطقه انجام می‌شود. در مواردی که نقاط کنترل زمینی از قبل در منطقه علامت‌گذاری شده باشند، باید طراحی و اجرای عملیات عکسبرداری هوایی در کوتاهترین فاصلهٔ زمانی ممکن پس از علامتگذاری و با دقت خاصی انجام گیرد تا این نقاط کنترل در محلهای مورد نظر روی عکسها رویت گردند.
- کاهش خطاهای مربوط به انتقال (پریک) نقاط کنترل عکسی. این حالت شامل کاربردهای کمتری بوده و بیشتر به منظور ایجاد شبکه‌های نقاط در حد شبکه‌های ژئودزی درجه ۴ و کاربردهای تحقیقاتی انجام می‌شود. برای اطمینان از قرار گرفتن نقاط کنترل عکسی در محلهای مورد نظر بر روی عکسها و بدست آوردن پوشش مناسب، باید عکسبرداری با استفاده از سیستمهای ناوبری مبتنی بر سیستم GPS انجام شود. در غیر این صورت باید پوشش طولی تا ۹۰ درصد و پوشش عرضی تا ۵۰ درصد افزایش یابد.

۲-۳-۲- شکل و اندازهٔ علامتها

در عکسبرداری بزرگ مقیاس، هر شکل متقارن (مانند دایره یا مربع) با اندازهٔ مناسب (جدول ۱) می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد ولی در مقیاسهای کوچک، شکل علامت باید به گونه‌ای باشد که به راحتی بتوان آن را روی عکس تشخیص داد. بدین منظور بیشتر از علامتهایی با اشکال نشان داده شده در شکل ۳ با بازوهای راهنما استفاده می‌شود. لازم به توضیح است که بازوهای راهنما برای یافتن مرکز علامت در مواردی به کار می‌روند که به هر دلیل قسمتی از علامت قابل رویت نباشد.

اندازهٔ قسمت مرکزی علامت با توجه به نوع دستگاه تبدیل مورد استفاده و دقتهای مورد نظر بین ۲۵ تا ۵۰ میکرون در مقیاس عکس متفاوت است. باید توجه داشت که قابل تشخیص بودن علامت بستگی زیادی به کنتراست آن با محیط اطراف، میزان روشنایی، وضعیت هوا در هنگام عکسبرداری و مواردی از این دست دارد. در شکل ۳ اندازهٔ قسمتهای مختلف علامتها بر حسب متغیر d و مقدار این متغیر برای مقیاسهای مختلف عکسبرداری در جدول ۱ مشخص شده است. توجه شود که با توجه به متقارن بودن شکل علامتها، بزرگتر شدن اندازهٔ آنها به مقدار محدود، بدون خدشه‌دار کردن دقت نهایی، به شناسایی ساده‌تر علامت کمک می‌کند.



شکل ۳: نمونه‌هایی از اشکال متقارن قابل استفاده در علامتگذاری قبل از عکسبرداری هوایی

جدول ۱: حداقل و حداکثر مقدار ضریب d در شکل ۳ (علائم سفید روی زمینهٔ تیره)

مقیاس عکسبرداری	حداقل d (متر)	حداکثر d (متر)
۱:۳۰۰۰	۰/۱	۰/۱۵
۱:۴۰۰۰	۰/۱	۰/۲
۱:۵۰۰۰	۰/۱۲	۰/۲۵
۱:۶۰۰۰	۰/۱۵	۰/۳
۱:۸۰۰۰	۰/۲	۰/۴
۱:۱۰۰۰۰	۰/۲۵	۰/۵
۱:۱۵۰۰۰	۰/۳۷	۰/۷۵
۱:۲۰۰۰۰	۰/۵	۱
۱:۳۰۰۰۰	۰/۷۵	۱/۵
۱:۴۰۰۰۰	۱	۲
۱:۵۰۰۰۰	۱/۲۵	۲/۵

۲-۳-۳- رنگ و جنس علامتها

ایجاد بیشترین کنتراست بین علامت و زمینهٔ آن از اهمیت زیادی برخوردار است. به طور کلی بهترین نتیجه در هنگام استفاده از علامت سفید رنگ در زمینهٔ تیره (سیاه) به دست می‌آید. بدین منظور در مناطق صخره‌ای، زمینهای تیره‌رنگ یا بوته‌زارهای متراکم از علامتهایی به رنگ سفید استفاده می‌شود. در صورت نیاز به ایجاد علامت در مناطق جنگلی یا بوته‌زارهای تراشیده شده، باید زمان عکسبرداری به نحوی انتخاب شود تا علامت در سایهٔ درختان پوشیده نشود.

استفاده از علامت سیاه در زمینهٔ سفید نیز امکان‌پذیر است ولی باید توجه شود این علامتها از علامت هم اندازهٔ سفید رنگ در زمینهٔ سیاه به مراتب (حتی تا دو برابر) کوچکتر ظاهر می‌شوند. دلیل این موضوع پخش نور روی فیلم، به خصوص هنگام ظهور با گامای بالاست. توجه شود که جدول فوق برای علامت سفید در زمینهٔ سیاه تنظیم شده و برای حالت معکوس باید علامتها بزرگتر در نظر گرفته شوند.

فیلم سفید رنگ پلی‌اتیلن با ضخامت ۰/۱ تا ۰/۱۵ میلی‌متر مادهٔ بسیار مناسبی برای ایجاد علامت‌ها است. البته از پارچه‌های سفید با استحکام مناسب نیز می‌توان استفاده نمود. علامتهای ترسیم شده با رنگ روی صفحات چوبی یا مواد مشابه نیز برای این کار مناسب هستند ولی باید توجه نمود که این علامتها در مناطق ناهموار مانند صخره‌ها ایجاد اشکال می‌نمایند.

به منظور کم کردن احتمال تخریب علامتها توسط عوامل طبیعی یا انسانی، فاصلهٔ زمانی علامت‌گذاری تا عکسبرداری هوایی باید حتی‌الامکان کوتاه باشد.

۲-٤- طراحی پرواز

ابتدا محدودهٔ مورد نظر جهت عکسبرداری هوایی روی نقشه‌های با مقیاس مناسب (حتی‌الامکان ۳ تا ۵ برابر کوچکتر از مقیاس عکسبرداری) پیاده شده و با توجه به ارتفاعات موجود در منطقه، ارتفاع متوسط منطقه مشخص می‌شود. بدین ترتیب با مشخص بودن مقیاس مورد نظر و فاصلهٔ کانونی عدسی مورد استفاده، ارتفاع پرواز از سطح زمین و سطح دریا مشخص می‌شود.
محورهای پرواز باید حتماً به صورت مستقیم طراحی شوند. در مورد عکسبرداری از مسیرها، این محورها به نحوی طراحی می‌شوند که کمترین شکستگی در مسیر عکسبرداری ایجاد شود. به عنوان یک قاعدهٔ کلی، محورهای عکسبرداری در پروژه‌های عکسبرداری هوایی از مناطق، معمولاً شرقی- غربی در نظر گرفته می‌شوند ولی این انتخاب می‌تواند متاثر از موارد زیر به صورت دیگری انجام شود:

- شکل منطقهٔ عکسبرداری: امتداد نوارها به صورتی انتخاب می‌شوند که کمترین تعداد نوارهای عکسبرداری و همچنین کمترین تعداد مدل سه‌بعدی حاصل گردد. این شرط منجر به کم شدن عملیات زمینی و در نتیجه کاهش هزینه‌های عملیات تهیهٔ نقشه می‌شود.

- کسب راندمان مناسب: به دلیل محدودیتهای مختلف از قبیل وضعیت جوی، زاویهٔ تابش خورشید، فصل مناسب و ... که متوجه پروژه‌های عکسبرداری هوایی است، طراحی امتدادهای پروازی و روش عکسبرداری باید به نحوی باشد که بیشترین راندمان حاصل گردد، یعنی نسبت زمان مورد نیاز برای عکسبرداری به زمانهای مورد نیاز برای دور زدن هواپیما و تغییر ارتفاع باید حتی‌الامکان افزایش یابد. بدین منظور نوارهای عکسبرداری باید تا حد امکان طولانی و فاقد شکستگی برای تغییر ارتفاع طراحی گردند.
- وضعیت مدلهای سه‌بعدی نسبت به عوارض زمین: در مواردی که منطقهٔ مورد عکسبرداری شدیداً کوهستانی باشد، محورهای پرواز باید در امتداد عوارض مهم توپوگرافی مانند رودها و دره‌ها طراحی گردند. در این صورت نیاز به تغییر ارتفاع به کمترین حد می‌رسد. با توجه به اینکه معمولاً ابرها ابتدا بر فراز ارتفاعات و خطالراسها تشکیل شده و سپس روی دره‌ها گسترش می‌یابند، این کار باعث استفادهٔ بهینه از شرایط مناسب جوی خواهد شد.

پس از تعیین امتداد محور نوار اول، امتداد محور نوار دوم و سایر نوارها به موازات این نوار تعیین می‌شوند. حتی‌الامکان باید سعی شود تمامی منطقه با نوارهای موازی پوشیده شود، مگر در برخی پروژه‌های خاص که رعایت شرایط فوق مستلزم پرواز به موازات دو یا چند محور مختلف باشد. فاصلهٔ نوارها با توجه به کمترین و بیشترین ارتفاع موجود در هر نوار باید به نوعی تعیین شود که پوشش عرضی از حداقل مشخص شده کمتر نشود. ضمناً یکپارچگی نوارها تا حدی که مقیاس عکسها در محدودهٔ تصریح شده در بند ۲-۷ قرار داشته باشند، حفظ گردد.

پس از طراحی محور نوارها، سمت حقیقی و مغناطیسی هر نوار (از دو طرف)، طول هر نوار، سمت حقیقی و مغناطیسی مسیر رفت و برگشت از فرودگاه مبدأ به منطقه، فاصله از فرودگاه مبدأ تا منطقه، تعداد نوارها، فاصلهٔ نوارها با یکدیگر، تعداد عکسهای هر نوار و تعداد کل عکس‌های منطقه، مدت پرواز تا منطقهٔ مورد نظر و مدت کل پرواز محاسبه شده و برای انجام مراحل بعدی در فرمهای مربوطه وارد گردد. ضمناً با توجه به مطالب بند ۲-۲-۶ و فصل عکسبرداری، زمان مناسب برای عکسبرداری انتخاب شده و با توجه به وسعت منطقه و زمان مفید عکسبرداری، مسیر پرواز به منطقه، نوارهای عکسبرداری در هر روز، محل و نحوهٔ دور زدن هواپیما و ... برای هر روز طراحی و مشخص شود.

۲-۵- مراحل اجرایی پرواز و عکسبرداری هوایی

۲-۵-۱- عملیات قبل از پرواز

- اطلاعات مورد نیاز به نرم‌افزار ناوبری هواپیما وارد شده و تنظیمات لازم بر روی این سیستم انجام گیرد. پس از ورود اطلاعات، مسیرهای پروازی بصورت گرافیکی با نقشهٔ اولیه کنترل شود تا از عدم وجود اشتباه در محاسبات اطمینان حاصل گردد. به منظور اطمینان از ثمربخش بودن پرواز، تمرینات لازم توسط ناوبر روی سیستم انجام شود.
- وضعیت جوی در منطقه و همچنین مسیر پرواز کنترل شود.
- هماهنگی‌های لازم با مراجع ذیربط از جمله فرودگاه مبدأ و برج مراقبت پرواز انجام گردد.
- حداقل یک روز قبل از پرواز، منطقهٔ پرواز به خلبانان اعلام گردد و ایشان ضمن بررسی نقشه‌ها و آشنایی با مسیر ومنطقهٔ عکسبرداری، موارد لازم از قبیل انتخاب فرودگاه اضطراری و ... را انجام دهند.
- پیش‌بینی لازم در مورد مقدار فیلم مورد نیاز انجام گیرد. این موضوع در شرایطی که پرواز روزانه از محلی به غیر از مرکز انجام می‌گیرد بسیار ضروری است.
- اگر فیلم خام قبل از استفاده در فریزر (دمای زیر صفر) نگهداری شده باشد، باید آنرا حداقل دو ساعت قبل از استفاده از فریزر خارج کرد تا دمای آن با دمای محیط یکسان شود.

- از عملکرد صحیح و مطمئن تمامی وسایل و تجهیزات از قبیل هواپیما، دوربین عکسبرداری، کامپیوترها و تجهیزات ناوبری اطمینان حاصل گردد. اطلاعات مورد نیاز برای ثبت در حاشیهٔ عکسها به دوربین داده شود یا در آن نصب گردد. بدین منظور باید چک لیست‌های جداگانه‌ای برای هر یک از پرسنل پرواز (خلبان، ناوبر و عکاس) تهیه شده و مطابق آن بازدید و مراقبتهای لازم انجام گیرد.
- پیش‌بینی‌های لازم برای موارد اضطراری از قبیل جلیقه‌های نجات و جعبهٔ کمکهای اولیه در هواپیما انجام شود.
- هنگام استفاده از سیستم GPS فتوگرامتری، تنظیمات لازم بر روی گیرنده بر طبق چک لیست مربوطه انجام شود.
- اتصالات لازم از قبیل اتصال برق به کامپیوتر و دوربین، اتصال دوربین به کامپیوتر و گیرندهٔ GPS و همچنین اتصال آنتن به گیرندهٔ GPS برقرار و کنترل شوند.

۲-۵-۲- عملیات حین پرواز

- پرواز تا منطقهٔ عملیات و بر فراز آن طبق مقررات هواپیمایی کشوری انجام گیرد. برج مراقبت پرواز و سایر مرکز کنترل ذیربط از کیفیت پرواز، ارتفاع و مدت پرواز بر فراز منطقه و هرگونه تغییر در برنامهٔ پرواز مطلع گردند.
- با توجه به درجه حرارت هوا، ارتفاع مورد نظر توسط ناوبر محاسبه و به خلبان اعلام گردد. با توجه به سرعت و سمت باد، هواپیما در جهت و سرعت زمینی مناسب قرار گیرد.
- با توجه به نور منطقه، وضعیت جوی و فیلتر مورد استفاده، تنظیمات مورد نیاز روی دوربین انجام شده و دوربین آمادهٔ عکسبرداری شود. در این شرایط عکسهای کنترلی مورد نیاز بر اساس دستورالعمل کاری ثبت گردند.
- در تمام طول زمان عکسبرداری، شرایط عکسبرداری از طریق منظریاب دوربین کنترل و تصحیحات لازم به سرعت شاتر و فاصلهٔ زمانی بین عکسها اعمال شود و زاویهٔ چرخش دوربین حول محور Z (Drift) اصلاح گردد.

- ابتدا و انتهای فیلمهای هر پروژه با استفاده از امکانات دوربین بر روی فیلم پانچ شود، به طوری که حداقل یک فریم نور نخورده قبل و بعد از پانچ باقی بماند. این قطعه از فیلم و پانچهای مربوطه برای مصارف بعدی در مرحلهٔ ظهور فیلم هوایی مورد استفاده قرار خواهند گرفت.
- فرمهای مربوط به گزارش پرواز و عکسبرداری در فاصلهٔ زمانی بین نوارهای مختلف تکمیل شده و توضیحات لازم در محلهای مربوط درج گردند.
- در موارد ضروری، تعویض مخزن فیلم به نحوی انجام گیرد که حتی‌الامکان یکپارچگی نوارهای عکسبرداری شده خدشه‌دار نگردد.

۲-۵-۳- عملیات بعد از پرواز

- فیلمهای نوردیده تحت شرایط محیطی کنترل شده بلافاصله برای ظهور ارسال گردند. حتی‌الامکان هیچ فیلم نور دیده‌ای نباید در دوربین باقی بماند. در مواردی که امکان خروج فیلم از دوربین تا اتمام حلقهٔ فیلم یا اتمام پروژه وجود نداشته باشد، باید شرایط محیطی مناسب (مانند درجه حرارت) برای فیلم ایجاد شده و اقدامات لازم برای جلوگیری از آسیب دیدن فیلمهای نور دیده انجام شود.
- مهمترین اقدامی که پس از پایان عملیات عکسبرداری هوایی و ظهور فیلمها باید توسط ناوبر و عکاس انجام شود، بازدید و کنترل کیفیت فیلمهای هوایی ثبت شده است. این کار روی فیلم هوایی یا یک سری از عکسهای چاپ شده انجام می‌شود. مهمترین مواردی که باید کنترل گردند عبارتند از: پوششهای طولی و عرضی، کیفیت تصاویر از نظر نوردهی، ثبت صحیح اطلاعات حاشیه‌ای، چرخش حول محور Z (دریفت) و حرکت در امتداد Y در عکسهای مجاور.
- پس از بازدید فیلمهای ظاهر شده، باید ابتدا و انتهای نوارها روی فیلم مشخص شود.
- شمارهٔ طرح عکسبرداری مشخص شده و در مشخصات طرح در جداول مربوط درج گردد.
- گزارش نهایی پرواز و عکسبرداری بلافاصله پس از پایان عملیات تهیه شود. این گزارش باید شامل تعداد نوارهای عکسبرداری شده، تعداد عکسهای هر نوار، زمانهای مربوط، اسامی گروه پروازی و دیگر موارد مهم در طول زمان پرواز باشد.

۲-٦- موارد خاص در هنگام استفاده از GPS فتوگرامتری

هنگام استفاده از سیستمهای GPS فتوگرامتری در عملیات عکسبرداری هوایی، یک گیرندهٔ GPS متصل به دوربین عکسبرداری هوایی، با ثبت لحظهٔ باز شدن شاتر دوربین، امکان محاسبهٔ مختصات مراکز عکسبرداری (مراکز تصویر) را فراهم می‌آورد. این مختصات که دارای دقت محدودی هستند، در عملیات سرشکنی بلوک در مثلث‌بندی هوایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. دقت‌های حاصل از محاسبهٔ مراکز تصویر برای بسیاری از پروژه‌های تهیهٔ نقشه به روش نقشه‌برداری هوایی مناسب بوده و بدین‌ترتیب تا حدود زیادی نیاز به نقاط کنترل زمینی کاهش می‌یابد. به منظور استفادهٔ صحیح از این سیستم رعایت موارد زیر الزامی است:

۲-۶-۱- موارد مربوط به گیرنده و آنتن GPS

- گیرندهٔ مورد استفاده باید از نوع دوفرکانسه با قابلیت ثبت وقایع (Input Event Marking) باشد. ضمناً به منظور ذخیرهٔ اطلاعات، حافظهٔ داخلی یا جانبی (نظیر کارت PCMCIA) کافی برای حداکثر زمان پرواز را داشته باشد.
- آنتن GPS باید در محلی از هواپیما نصب شود که حتی‌الامکان مانعی برای دریافت علائم وجود نداشته باشد. بهترین محل برای نصب آنتن، در بالای کابین هواپیما دقیقاً در امتداد قائم بالای دوربین هوایی است. در صورتی که امکان نصب آن در محل فوق وجود نداشته باشد، حتی‌المقدور باید خروج از مرکزیت آنتن در امتدادهای X و Y نسبت به این محل کوچک باشد.

- آنتن مورد استفاده باید حتماً از نوع مخصوص نصب بر روی هواپیما بوده و مرکز فاز آن نیز مشخص و قابل دسترس باشد. در ضمن در طول کابل اتصال آنتن به گیرنده و در محلی نزدیک به آنتن، یک تقویت کنندهٔ امواج (Preamplifier) مناسب و سازگار با گیرندهٔ مورد استفاده نصب گردد.
- به منظور تخمین هر چه دقیقتر مراکز تصویر، باید مولفه‌های بردار بین مرکز تصویر دوربین (نودال عقبی مجموعهٔ عدسی دوربین) و مرکز فاز آنتن GPS به دقت تعیین گردد. این کار با استفاده از روشهای نقشه‌برداری برد کوتاه با اندازه‌گیری زوایا و فواصل بین علائم حاشیه‌ای (Fiducial Marks) دوربین و مرکز فاز آنتن GPS و محاسبات مربوط انجام می‌شود.

۲-۶-۲- موارد مربوط به اتصال دوربین هوایی و گیرندهٔ GPS

- دوربین مورد استفاده باید حتماً پالس مشخص کنندهٔ مرکز زمان نوردهی (Center of Exposure) را بر روی یکی از خروجی‌های استاندارد خود داشته باشد. عرض این پالس باید به اندازه‌ای باشد که مسافت طی شدهٔ هواپیما در حین این زمان (حاصل‌ضرب عرض پالس در سرعت هواپیما) از خطای تعیین مختصات GPS کمتر باشد.
- به منظور جلوگیری از تضعیف الکتریکی علائم ارسالی و همچنین به حداقل رساندن تأخیر در دریافت این علائم توسط گیرندهٔ GPS، کابل اتصال دوربین به گیرنده باید کوتاهترین طول ممکن را داشته باشد.
- قبل از شروع هر پرواز، صحت اتصال و ثبت اطلاعات دوربین از طریق ثبت چند فریم آزمایشی کنترل شود.

۲-۶-۳- موارد مربوط به طراحی و عملیات اجرایی پرواز

- زمان پرواز باید به نحوی تعیین گردد که علاوه بر رعایت موارد مندرج در بند ۲-۲-۶، حداقل پنج تا شش ماهواره در ارتفاع بیشتر از ۱۵ درجه نسبت به افق در معرض دید قرار داشته باشند. ضمناً مقدار PDOP در طول مشاهدات باید در محدودهٔ ۳ تا ۵ باشد.
- محل ایستگاه یا ایستگاههای زمینی باید طوری تعیین شود که فاصلهٔ آن از مراکز عکسبرداری حداکثر ۶۰ کیلومتر باشد. ایستگاههای مرجع زمینی باید در مکانهایی انتخاب گردد که مانعی بین امواج ارسالی از ماهواره‌ها تا گیرنده‌های مستقر بر روی آنها وجود نداشته باشد. علاوه‌بر آن نباید در مجاورت ایستگاههای مزبور سطوح منعکس کنندهٔ امواج که باعث پیدایش پدیدهٔ چند مسیری شدن امواج (Multipath) می‌گردد وجود داشته باشد (استفاده از آنتن‌های مجهز به تجهیزات حذف این پدیده توصیه می‌گردد).
- گیرنده‌های مستقر روی ایستگاههای مرجع زمینی و گیرندهٔ نصب شده در هواپیما باید به طور همزمان و با نرخ یکسان اقدام به ثبت اطلاعات نمایند. نرخ ثبت مناسب اطلاعات یک ثانیه است.
- قبل از شروع پرواز، گیرندهٔ GPS نصب شده در هواپیما باید به مدت ده دقیقه آماده‌سازی (Initialize) شود. بدین منظور قبل از اقدام به حرکت و یا در ابتدای باند، گیرنده به مدت ده دقیقه اقدام به ثبت اطلاعات می‌نماید.
- به منظور اجتناب از قطع ارتباط با ماهواره و به منظور پیشگیری از پدیدهٔ جهش فاز(Cycle Slip)، خلبان باید از دور زدنهای تند و ناگهانی خودداری کند. بدین منظور زاویهٔ چرخش هواپیما (Bank Angle) در هنگام دور زدن نباید از ۲۰ درجه تجاوز نماید.

- در مرحلهٔ طراحی پرواز عکسبرداری از مناطق، باید حداقل دو نوار قائم یا مورب (Cross Strip) یکپارچه در ابتدا و انتهای نوارها در نظر گرفته شود. این نوارهای قائم باید ابتدا و انتهای تمامی نوارها را قطع کنند. لازم به توضیح است که این نوارهای اضافی به منظور اتصال صحیح نوارها و جلوگیری از پیچش آنها در مرحلهٔ مثلث‌بندی هوایی مورد نیاز است و در صورت لزوم می‌توان آنها را با دو زنجیره از نقاط کنترل زمینی ارتفاعی جایگزین نمود.
- بلافاصله پس از انجام پرواز، یک نسخهٔ پشتیبان از اطلاعات GPS ثبت شده تهیه گردد و در پایان ماموریت، تمامی اطلاعات پروژه برای انجام پردازشهای مربوطه و محاسبهٔ مختصات مراکز تصویر ارسال گردد (فایلهای مذکور با تاریخ روز عملیات پرواز و همگی در یک فهرست مشترک با نام پروژه ذخیره شوند).

۲-۶-۴- موارد مربوط به پردازش اطلاعات GPS و استخراج مختصات مراکز تصویر

- نرم‌افزار مورد استفاده برای پردازش اطلاعات GPS باید با سیستم GPS فتوگرامتری و نرم‌افزار محاسبات مورد استفاده سازگار باشد. این موضوع باعث کمترین تغییر فرمت و از دست رفتن اطلاعات خواهد شد.
- قبل از پردازش نهایی، ضروری است اطلاعات ثبت شده توسط گیرندهٔ هواپیما و گیرنده‌های زمینی توسط فردی متخصص مورد بررسی دقیق قرار گرفته و محلهای جهش فاز (Cycle Slip) شناسایی و تصحیحات لازم به صورت دستی در اطلاعات اعمال گردد.
- در مواردی که بروز جهش فاز در گیرندهٔ هواپیما، نیاز به آماده سازی مجدد گیرنده را ایجاب نماید، می‌توان از سیستم جدید حل ابهام در فاز به روش OTF استفاده نمود. بدیهی است که نرم‌افزار مورد استفاده باید قادر به کار با این روش باشد.

۲-۷- حدود انحرافات مجاز از مقادیر اسمی متغیرهای عکسبرداری هوایی

۲-۷-۱- مقیاس

مقیاس عکسهای پروژه نباید بیش از ۵± درصد با مقیاس طراحی تفاوت داشته باشد. در مناطق کوهستانی، برای حداکثر ۵ عکس متوالی، اختلاف مقیاس تا ۱۰± درصد نسبت به مقیاس طراحی قابل قبول است.

۲-۷-۲- پوشش طولی

پوشش طولی عکسهای پروژه نباید بیش از ۵± درصد با پوشش طولی طراحی تفاوت داشته باشد. در شرایط خاص برای حداکثر ۳ عکس متوالی اختلاف پوشش طولی از ۶- تا ۱۰+ درصد نسبت به پوشش طولی مورد نظر در مرحلهٔ طراحی قابل قبول است.

۲-۷-۳- پوشش عرضی

در هیچ شرایطی پوشش عرضی عکسها نباید کمتر از ۱۰ درصد باشد. در هر خط پروازی حداکثر انحراف قابل قبول از خط پرواز ۱۰± درصد عرض عکس می‌باشد.

۲-۷-۴- چرخش نسبت به محور Z (دریفت)

حداکثر چرخش قابل قبول حول محور Z در دو عکس متوالی ۳± درجه است به شرطی که چرخش هر عکس نسبت به خط پرواز از ۵± درجه تجاوز نکند.

۲-۷-۵- قائم بودن

حداکثر انحراف محور مجموعهٔ عدسی از امتداد قائم در هر عکس، ۵ درجه است.

۲-۷-۶- شرایط جوی

عکسبرداری سیاه–سفید و رنگی در هوای کاملا صاف یا زیر ابرهای مرتفع کم تراکم مجاز است. وجود سایهٔ ابر در عکسبرداری در هوای صاف یا وجود مناطق تحت نور مستقیم خورشید در عکسبرداری زیر ابر تا حداکثر ۱۰ درصد سطح هر عکس قابل قبول است (مشروط بر اینکه به کیفیت کلی تصویر و قابلیت تفسیر اطلاعات آن لطمه‌ای وارد نشود).

۲-۷-۷- زاویه خورشید

تحت هیچ شرایطی، عکسبرداری هوایی نباید تحت زاویهٔ خورشید کمتر از ۳۵ درجه انجام گیرد مگر اینکه صریحاً توسط سفارش دهنده درخواست شده باشد.

۲-۷-۸- مناطق پوشیده از برف

عکسبرداری از مناطق پوشیده از برف فصلی (غیر دائم) در صورتی قابل قبول است که قطر پوشش برف در حدی باشد که عوارض مورد نظر قابل شناسایی باشند و منطقهٔ تحت این پوشش بیش از ۱۰ درصد سطح هر عکس را شامل نشود.

۲-۷-۹- خطوط پروازی شکسته

خطوط پروازی کوتاهتر از ۲۰ کیلومتر باید به صورت پیوسته انجام گیرد. خطوط طولانی‌تر از ۲۰ کیلومتر می‌توانند دارای شکستگی باشند، مشروط بر آنکه حداقل ۳ عکس به صورت مشترک در دو نوار گرفته شود.

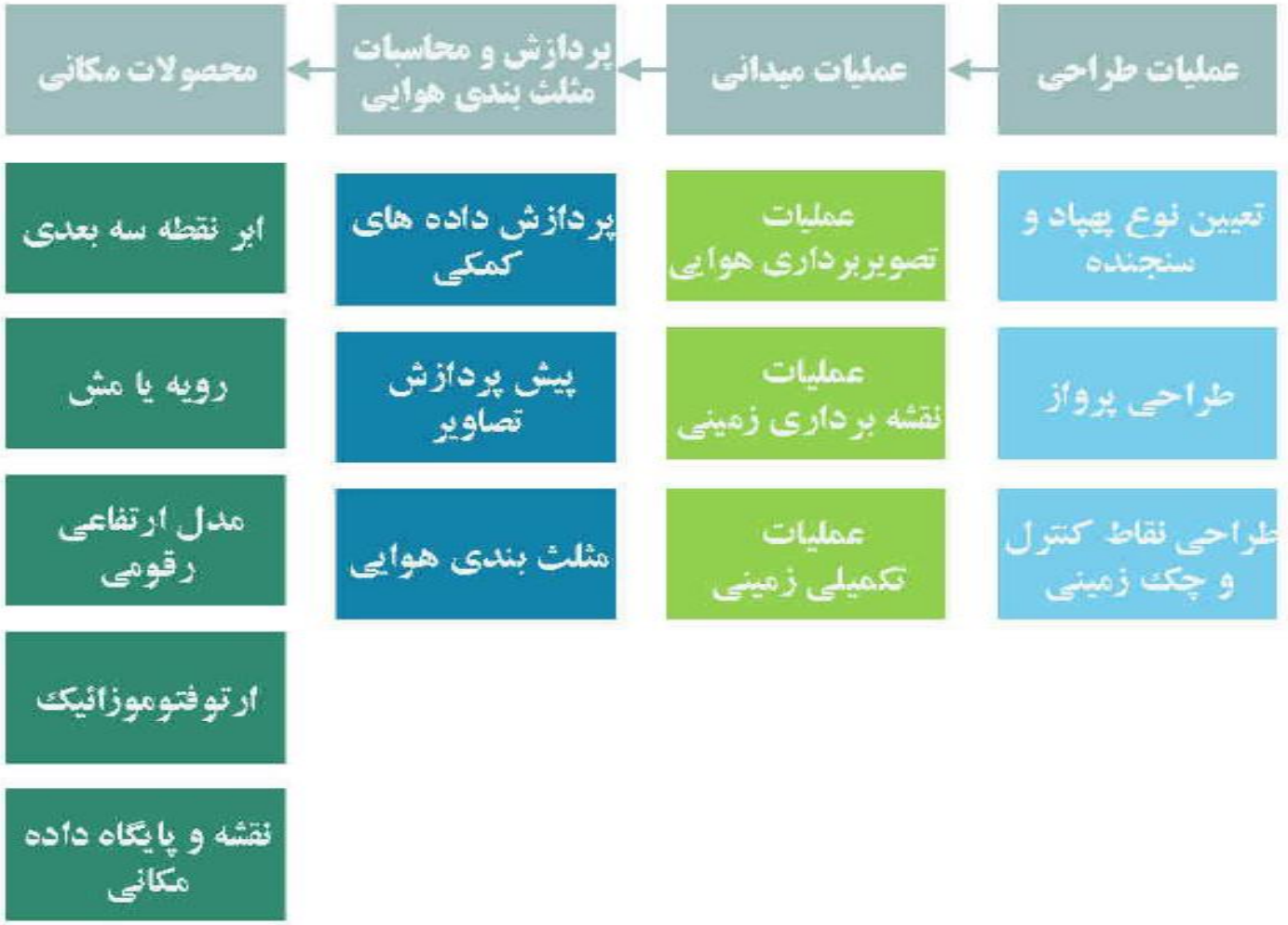
۲-۲-۳- پوششهای طولی و عرضی

حداقل پوشش طولی و عرضی مناسب برای پروژه‌های تهیه نقشه به ترتیب ۶۰ و ۲۰ درصد است. در مناطق کوهستانی یا شهری با ساختمانهای بلند، به منظور کم کردن مناطق مرده (مناطق پنهان و یا فاقد دید استریوسکوپی) پوشش طولی می‌تواند تا ۸۰ درصد و پوشش عرضی تا ۳۰ درصد افزایش یابد.

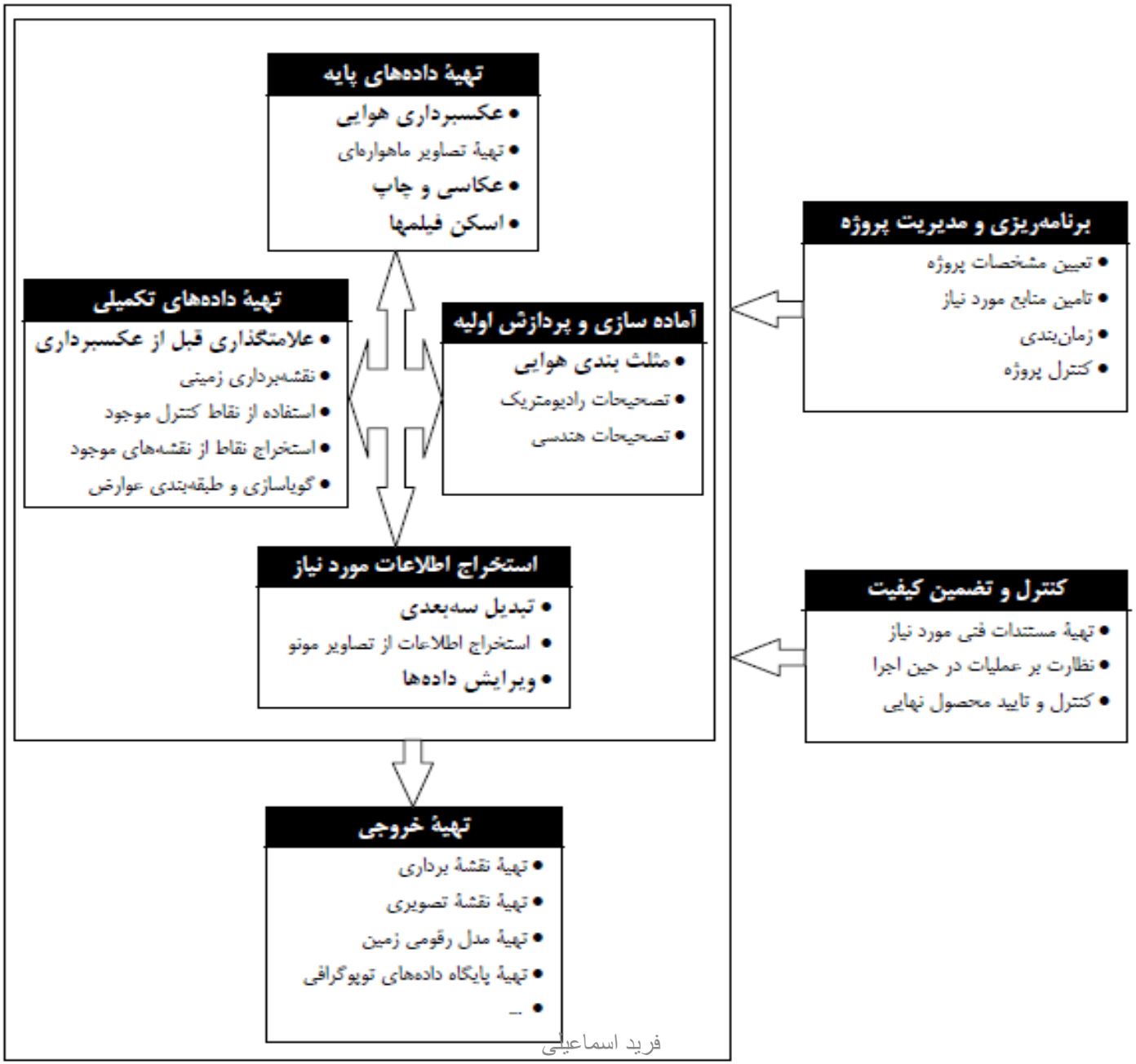
افزایش پوشش عرضی تا ۲۵ یا ۳۰ درصد به شرط ایجاد دو ردیف نقاط کنترل عکسی در محل نقاط استاندارد و در پوشش مشترک نوارها مجاز است. این کار باعث استحکام بیشتر اتصال نوارها و در نتیجه افزایش دقت نهایی عملیات مثلث‌بندی هوایی خواهد شد.

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

مراحل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی به روش فتوگرامتری پهپاد



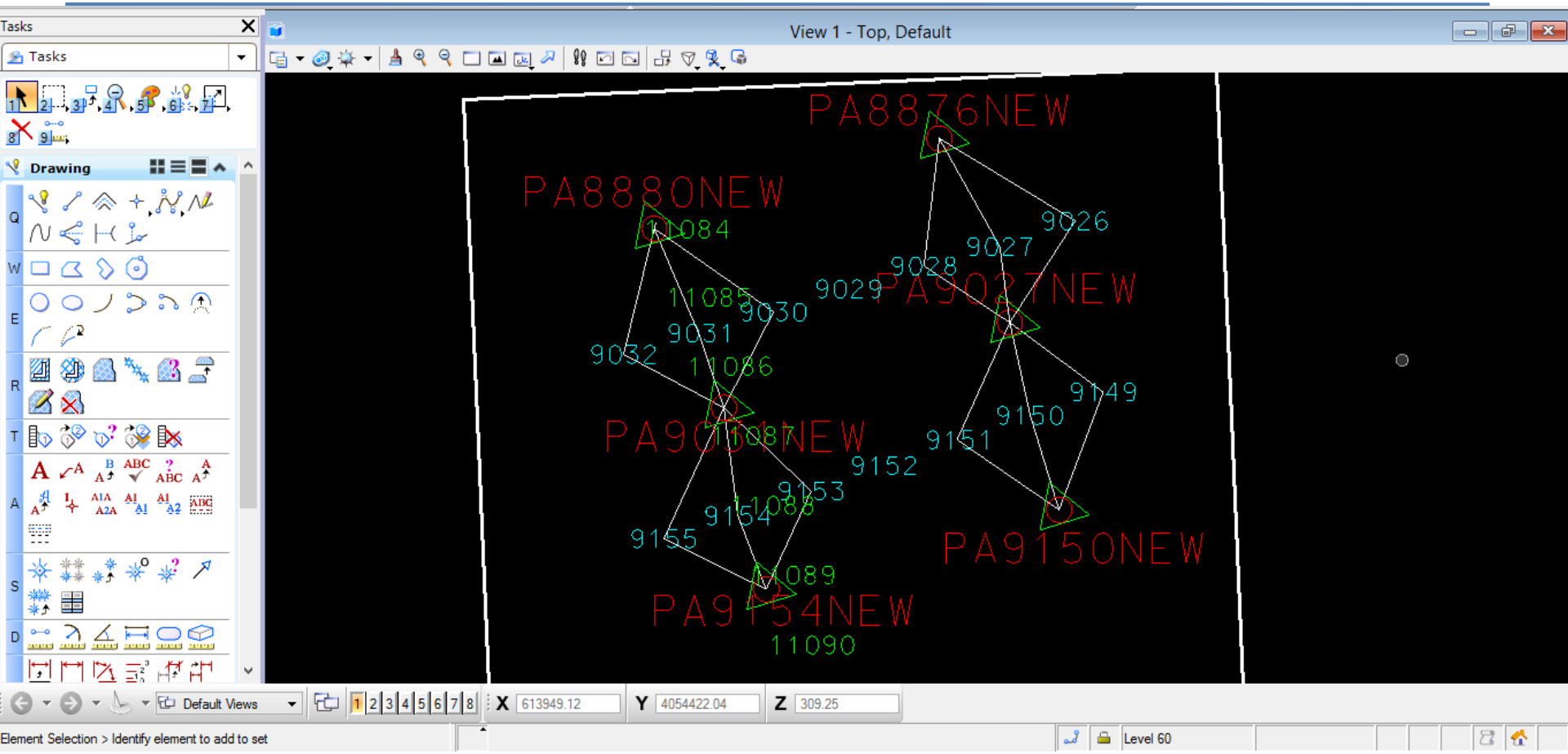
مراحل اصلی در انجام پروژه های نقشه برداری هوایی



۵-٤-۱-۵- شماره گذاری نقاط کنترل زمینی

- شماره گذاری باید همواره از نقطهٔ بالای سمت چپ بلوک آغاز و به نقطهٔ پایین سمت راست ختم گردد.
- شمارهٔ هر نقطهٔ کنترل مسطحاتی عددی پنج رقمی انتخاب گردد بگونه ای که دو رقم سمت چپ آن معرف شمارهٔ نوار و دو رقم بعدی بیانگر شمارهٔ عکس و رقم آخر عدد ۷ یا ۸ در نظر گرفته شود.
- شماره گذاری نقاط کنترل ارتفاعی با عدد ۲۰ و از شروع بلوک آغاز گردیده و به ترتیب ادامه یابد.

- پس از انجام شماره‌گذاری فوق، اطلاعات مربوط باید در جداول مجزایی تنظیم و ثبت گردد به طوری که در آن شمارهٔ نقاط کنترل زمینی در مرحلهٔ مثلث‌بندی به شماره و نام واقعی آنها در مرحلهٔ اندازه‌گیری‌های صحرایی آدرس‌دهی گردد. همچنین مستندات مربوط به نحوهٔ شناسایی و انتقال این نقاط برروی عکس ها باید جزو مدارک خروجی هر پروژه باشد.
- در پروژه‌های مرتبط با کاداستر علاوه بر موارد یاد شده، فهرست و گزارش‌های مشابه و مجزایی نیز برای نقاط کاداستر باید تهیه و به همراه مدارک خروجی ارائه گردند.


Tasks
Drawing
View 1 - Top, Default
PA8876NEW
PA8880NEW
11084
9026
9027
9028
9029
PA9027NEW
11085
9030
9031
9032
11086
9149
9150
9151
PA9088NEW
9152
9153
11088
9154
9155
PA9150ONEW
11089
PA9154NEW
11090
Default Views
X 613949.12
Y 4054422.04
Z 309.25
Element Selection > Identify element to add to set
Level 60

فرآیند تهیه برای مثلث بندی هوایی



	A	B	C	D
2	Point Id	Easting	Northing	Ortho. Hgt.
3	PA-8876a	613257.99	4054731.07	-23.48
4	PA-8876b	613182.69	4054709.65	-22.40
5	PA-8880a	612659.07	4054584.70	-22.10
6	PA-8880b	612665.94	4054563.69	-22.04
7	PA-9027a	613347.26	4054516.12	-22.80
8	PA-9027b	613352.22	4054537.12	-22.41
9	PA-9031a	612830.18	4054287.50	-21.90
10	PA-9031b	612854.30	4054358.79	-21.67
11	PA-9150a	613432.00	4054169.81	-21.85
12	PA-9150b	613473.59	4054185.00	-21.74
13	PA-9154a	612986.91	4053983.47	-21.29
14	PA-9154b	612996.55	4053989.14	-21.19
15				

9026	613395.7478	4054657.876	840
9027	613268.591	4054614.404	841
9028	613140.5435	4054581.834	842
9029	613013.321	4054543.173	838
9030	612886.6954	4054504.337	842
9031	612760.1792	4054468.464	836
9032	612633.5103	4054432.775	832
9149	613443.0827	4054369.282	836
9150	613319.8932	4054329.745	834
9151	613196.4253	4054288.728	833
9152	613073.2823	4054245.498	832
9153	612950.286	4054202.456	834
9154	612826.3788	4054160.514	836
9155	612701.682	4054121.892	835

اهداف به کارگیری نقاط کنترل در پروژه های فتوگرامتری

1. انجام توجیه مطلق
2. افزایش دقت
3. استحکام شبکه

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا (نقاط کنترل)


در خصوص تعداد و پراکندگی نقاط کنترل نظریه ها و نکات مختلفی وجود دارد.

- ✓ به طور تجربی حداکثر فاصله نقاط کنترل برای یک منطقه تپه ماهوری برای نقشه ۱:۵۰۰ برابر ۲۰۰ متر، برای نقشه ۱:۱۰۰۰ برابر ۳۵۰ متر و برای نقشه ۱:۲۰۰۰ برابر ۷۵۰ متر می باشد
- ✓ یک روش تجربی دیگر تعیین فاصله نقاط کنترل بین ۱ تا ۲ برابر ارتفاع پرواز است.
- ✓ در مناطق با اختلاف ارتفاع زیاد حتما باید بالا و پایین منطقه ارتفاعی نقطه کنترل وجود داشته باشد.
- ✓ برای یک منطقه کوچک در حد ۱۰ هکتار حداقل ۵ تا ۹ نقطه کنترل وجود داشته باشد. چینش این نقاط باید حداقل ۴ گوشه و وسط و مناطق با تغییر ارتفاع زیاد باشد.
- ✓ نقاط چک باید تا حد زیادی دور از نقاط کنترل باشند.

اهداف به کارگیری نقاط کنترل در پروژه های فتوگرامتری (انجام توجیه مطلق)

- عدم نیاز به نقطه کنترل جهت انجام مثلث بندی در حالت کلی
- امکان تولید تمامی محصولات (ابر نقطه متراکم، منحنی میزان، ارتوفتو، مدل رقومی زمین و مدل سه بعدی واقعی) بدون استفاده از نقاط کنترل
- ضرورت به کار گیری نقاط کنترل برای انتقال مختصات از سیستم مختصات مدلی به زمینی
  - کافی بودن یک طول کنترل در صورتیکه فقط نیاز به اندازه های واقعی باشد
  - امکان انجام توجیه مطلق بدون نقاط کنترل و صرفا با استفاده از اطلاعات ژئوتگ تصاویر
    - دقت کم در حالت استفاده از GPS های اماتور
    - دقت بالا در صورت استفاده از GPS های دقیق (RTK و PPK)
  - حداقل تعداد نقاط: ۳ نقطه به شرط اینکه بر روی یک خط مستقیم نباشند

اهداف به کارگیری نقاط کنترل در پروژه های فتوگرامتری (افزایش دقت)

- وابستگی میزان بهبود دقت به شرایط پروژه
  - هر قدر هندسه شبکه قوی تر باشد، تعداد نقطه کنترل کمتری نیاز است
  - به تجربه دیده شده که در صورت استحکام بالای شبکه، افزایش زیاد نقاط کنترل دقت را خیلی افزایش نمی دهد
  - به تجربه دیده شده که در صورت استحکام بالای شبکه، افزایش زیاد نقاط کنترل دقت را خیلی افزایش نمی دهد

اهداف به کارگیری نقاط کنترل در پروژه های فتوگرامتری (افزایش دقت)

- هندسه قوی از تجمع خطاها جلوگیری می کند
- هندسه قوی یعنی تعداد نقاط مشترک بیشتر بین تصاویر با زاویه تقاطع بهتر بین دوربین ها
  - پوشش تصاویر بالا
- در صورتی که پوشش های واقعی (با توجه به پوشش های تصویر برداری شده و نقاط مشترک تناظر یابی شده) طولی و عرضی بیش از ۷۵٪ باشد، استحکام شبکه افزایش می یابد و شبکه تصویر تشکیل شده صلب می گردد. در این صورت با استفاده از فقط چند نقطه نیز می توان به دقت های خوبی دست یافت

اهداف به کارگیری نقاط کنترل در پروژه های فتوگرامتری (افزایش دقت)

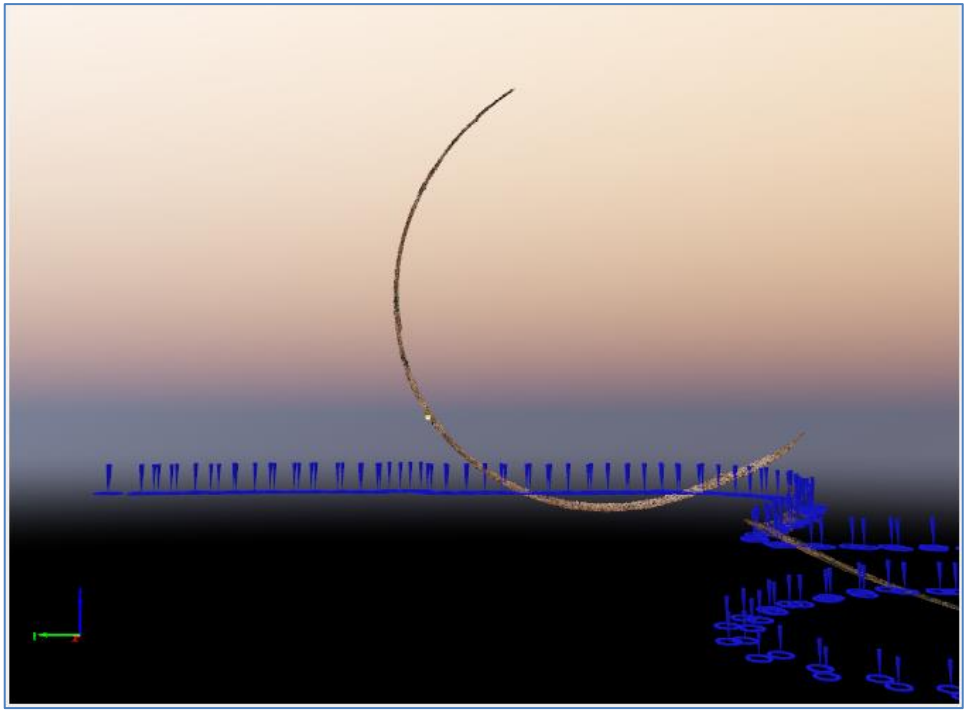
- در صورتی که پوشش طولی و عرضی کم باشد (مثلا طولی ۶۰٪ و عرضی ۳۰٪) استحکام شبکه پایین ضعیف است

- توزیع مناسب تصاویر (همگن بودن پوشش ها و هماهنگی پوشش طولی و عرضی)
- زاویه بین محور نوری دوربین ها با هم (با توجه به فاصله کانونی و ارتفاع پرنده)
- تعداد نقاط مشترک بیشتر:
  - بافت منطقه
  - شباهت بیشتر شرایط تصویر برداری

اهداف به کارگیری نقاط کنترل در پروژه های فتوگرامتری (استحکام شبکه)

- جلوگیری از تجمع خطاها

– نقاط کنترل به عنوان نقطه دستی به معادلات اضافه شده و از خطای تجمعی جلوگیری می کند



تجمع خطا در پروژه ساحل سازی رودخانه کارون اهواز

انواع نقاط کنترل و دقت آنها

- نقاط درجه یک: یک یا دو نقطه در ابتدا و انتهای پروژه (در صورت نیاز، ترازیابی)
  - حدود یکساعت یا بیشتر قرائت GPS، دقت در حد زیر سانتیمتر
- نقاط درجه دو (شبکه استاتیک): هر دو کیلومتر به عنوان چارچوب کلی منطقه
  - حدود نیم ۲۰ دقیقه تا نیم ساعت قرائت GPS
- نقاط درجه سه: نقاط کنترل و چک مورد نیاز جهت مثلث بندی

انواع نقاط کنترل و دقت آنها

- قرائت زیر نیم دقیقه، RTK
- امکان استفاده از Base ثابت، شبکه شمیم و شبکه سازمان نقشه برداری (هدی)

  - در صورت استفاده از Base ثابت، کنترل مختصات به دست آمده با مختصات محاسبه شده از شبکه شمیم
  - شبکه شمیم خطاها به صورت شبکه ای سرشکنی می شوند اما در شبکه سازمان نقشه برداری به صورت محلی
  - دقت مختصات که نسبت به شبکه شمیم یا سازمان نقشه برداری برداشت می شوند تابع فاصله Rover از نقاط شبکه است.

طراحی نقاط کنترل زمینی

- نقاط کنترل مسطحاتی
  - در دور تا دور منطقه و در شکستگیها
  - در میانه منطقه با تراکم کمتر
  - **۴ برابر دقت نقشه (0.2mm*ScaleNumber/4)**
- نقاط کنترل ارتفاعی
  - در پوشش عرضی بالای ۶۰٪ بصورت گرید منظم در دو جهت
  - در پوشش عرضی کمتر تراکم بیشتر در راستای عمود بر نوارها

طراحی نقاط کنترل زمینی

- حدود پایین و بالای ارتفاعات باید در نقاط کنترل منعکس شود
- خطای مجاز یک سوم منحنی میزان (1/3*CI، مثال: 30cm برای نقشه ۱/۲۰۰۰ با منحنی ۱ متری)

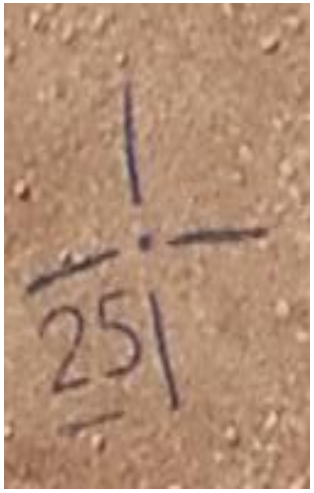
- مثال تجربی از فاصله نقاط کنترل از هم:
  - ناحیه: گرید با تراکم یک تا دو برابر ارتفاع پرواز (بسته به پوشش)
  - کریدور: سه نقطه در هر مقطع با فواصل یک تا دو برابر ارتفاع پرواز (بسته به پوشش)
- نقاط چک: بیشترین فاصله از نقاط کنترل، در لبه های بلوک، روی عوارض متنوع

شکل نقاط کنترل و نحوه اندازه گیری آنها

- دارای اشکال مختلف شطرنجی، دایره ای
  - نقاط کنترل باید دارای حداکثر کنتراست بوده و به خوبی در تصاویر قابل تشخیص باشند
- از جنس سرامیک، کارتنی یا برزنتی (ثابت شدن بر روی زمین با استفاده از میخ های بلند)، با استفاده از اسپری
- ابعاد قسمت مرکزی حداقل ۱۰ پیکسل (ده GSD)
- رنگ متفاوت از زمینه
- نقاط نزدیک عوارض بلند مثل درخت یا دیوار ساختمان نباشند
- دقت شود که نقطه اندازه گیری شده بر روی سطح تارگت باشد
- تارگت ها شماره گذاری شده و شماره آنها روی بنر بزرگ نوشته شود تا در حین پروژه راحت پیدا شوند.
- در صورتی که از اسپری رنگ برای تارگت گذاری استفاده می شود، یال نقاط بزرگ باشد تا نقاط در تصاویر به راحتی پیدا شوند





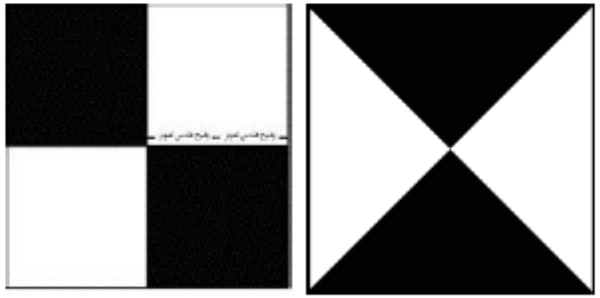

1
25



۹-۲- طراحی شکل و ابعاد تارگت زمینی

برای افزایش دقت مثلث‌بندی هوایی، نصب تارگتهای با شکل متقارن، کنتراست بصری بالا و ابعاد مناسب قبل از پرواز در سطح منطقه توصیه‌شده است. درواقع این امر باعث می‌شود دقت قرائت عکسی نقاط کنترل و چک زمینی تا ۱:۱۰ ابعاد پیکسل به‌شرط رعایت ملاحظات زیر افزایش یابد.

- **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.

۱۰-۲- طراحی نقاط کنترل و چک زمینی

نقاط کنترل و چک، بر اساس حد کار کارفرما در سطح منطقه جانمایی می‌شوند. بدین ترتیب لازم است جانمایی نقاط در محیط‌هایی مانند گوگل ارث Google Earth انجام شود تا دسترسی به نقطه و محل مناسب آن نیز مدنظر قرار گیرد. در طراحی نقاط کنترل و چک نکات ذیل می‌بایست مد نظر قرار گیرد.

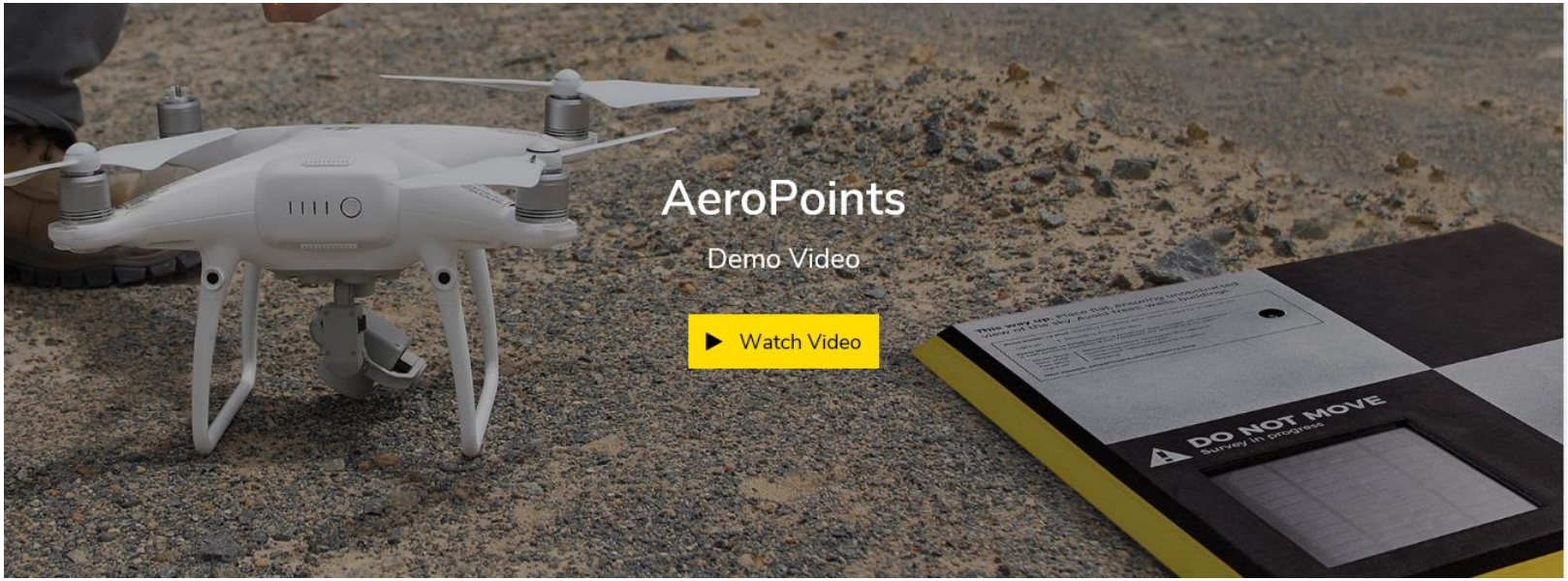
- فواصل و تراکم نقاط کنترل باید در حدی باشند که خطای مثلث‌بندی هوایی روی نقاط کنترل و چک از نصف خطای نقشه (مطابق پیوست ۵) کمتر باشند.
- نقاط کنترل حتی برای مقاصد تولید محصولات مکانی مسطحاتی، به‌صورت سه‌بعدی یا زوج مسطحاتی-ارتفاعی برداشت شوند.
- به‌طورکلی نقاط کنترل در دور تا دور بلوک در محل شکستگی‌ها 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 زیر 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 RTK[۲۸] /PPK[۲۹]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.
- در انتخاب فواصل نقاط کنترل موارد ذیل توصیه می‌شود:
  - فواصل نقاط کنترل در حالت پوشش طولی و عرضی ۸۰٪-۸۰٪ تا سه برابر ابعاد عکس (ضلع بزرگ‌تر عکس) روی زمین در نظر گرفته شود.
  - فواصل نقاط کنترل در حالت پوشش طولی و عرضی ۶۰٪-۶۰٪ تا دو برابر ابعاد عکس روی زمین باید کاهش یابد.
  - در صورت به‌کارگیری مشاهدات PPK/RTK هوایی با انحراف معیار ۱:۴ خطای متوسط نقشه، آنگاه می‌توان فاصله نقاط کنترل را تا ده برابر ابعاد متوسط عکس روی زمین یا حداکثر ۲,۵ کیلومتر روی زمین افزایش داد[۳۰].
  - اگر هدف از تصویربرداری، صرفاً تولید محصولات مکانی مسطحاتی باشد، فواصل ذکر شده نقاط کنترل می‌تواند در یک ضریب ۱,۵ ضرب شود.

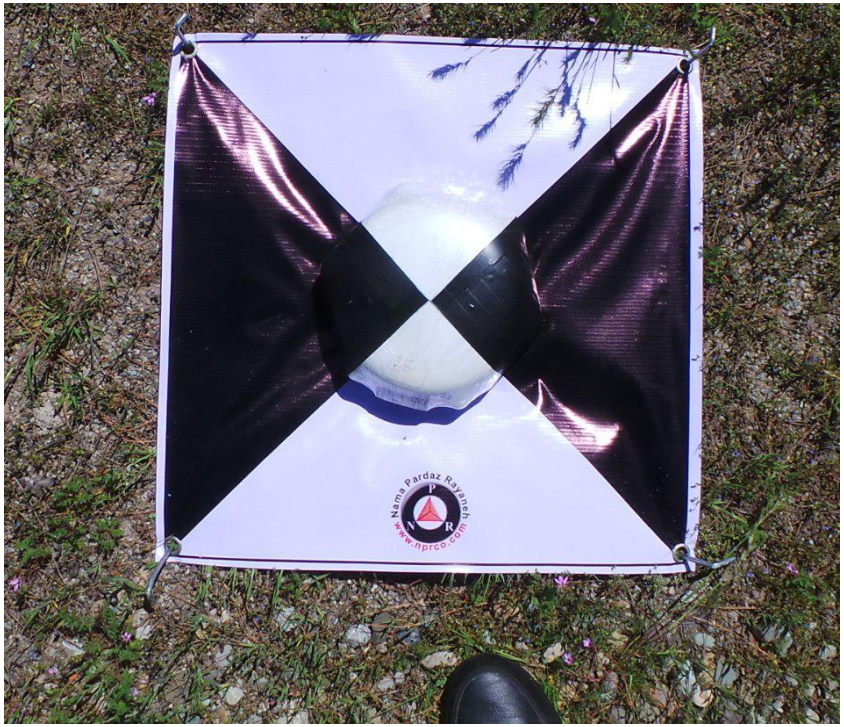
- برای اطمینان پذیری بیشتر نتایج، وجود تعدادی نقطه چک با فواصل مناسب ضروری است. نقاط چک در میانه و مرز منطقه به‌گونه‌ای طراحی شوند که:
  - در فواصل معادل ده برابر ابعاد متوسط عکس روی زمین دست کم یک نقطه چک وجود داشته باشد.
  - تعداد نقاط چک در هیچ شرایطی نباید کمتر از سه باشد.
  - در بیشترین فاصله از نقاط کنترل مورد استفاده در مثلث‌بندی قرار گیرند.
  - تعدادی از نقاط چک روی مرز منطقه همچنین در اطراف مناطق گپ که نقطه گرهی نداریم اخذ شود.
  - برای ارزیابی دقت ابر نقطه، نقاط چک ترجیحاً در سایه‌ها، اطراف نواحی پنهان و در مرز با تغییرات عمق شدید نباشد.

تذکر: لازم است دقت تمامی نقاط چک مطابق دقت مسطحاتی و ارتفاعی مورد نیاز پروژه تأمین شود در غیر این صورت می‌بایست نقاط کنترل زمینی تکمیلی در نواحی خطادار اضافه شود.


DO NOT MOVE
Survey in progress


AeroPoints
Demo Video
Watch Video
DO NOT MOVE
Survey in progress


Nama Pardaz Rayaneh
www.nprco.com


Nama Pardaz Rayaneh
www.nprco.com


RAS

روند وارد کردن نقاط کنترل در پروژه فتوگرامتری

- الف) قبل از انجام مثلث بندی
  - به صورت کاملا دستی
  - نقاط در تصاویر جستجو شده و نقاط کنترل علامت گذاری می شوند
  - بسیار زمان بر و دشوار
- ب) پس از انجام توجیهات اولیه (مثلث بندی بدون نقاط کنترل)

روند وارد کردن نقاط کنترل در پروژه فتوگرامتری

- برای هر نقطه کافی است در حداقل دو تصویر، علامت گذاری صورت گیرد
- با وارد کردن حداقل سه نقطه و انجام بهنیه سازی، نقاط دیگر با سهولت بیشتری پیدا می شوند
  - در صورتی که تصاویر ژئوتگ باشند، می توان پس از انجام مثلث بندی، شبکه با اعمال وزن بالا به مختصات مراکز ژئوتگ تصاویر شبکه را بهینه کرد. در این صورت نقاط زمینی با سهولت بیشتری پیدا می شوند

- وارد کردن حداقل سه نقطه کنترل قبل آغاز توجیه تصاویر
  - همانند حالت قبل، منجر به سهولت در پیدا کردن نقاط کنترل می شود
- در صورتی که از امکانات template matching برای علامت گذاری استفاده می شود (مثلا در نرم افزار Pix4DMapper) موقعیت علامت ها در تصاویر کنترل شود که در محل واقعی آنها زده شده باشد

روند وارد کردن نقاط کنترل در پروژه فتوگرامتری

- همواره تعدادی از نقاط به عنوان چک معرفی شوند تا دقت مثلث بندی کنترل شود
  - نقاط چک در بخش های مختلف مدل قرار داشته باشند.
- پس از وارد کردن نقاط کنترل حتما باید شبکه مجدد سرشکنی شود

  - حالت۱) انجام مجدد سرشکنی
    - زمان بر
    - امکان ورود خطای ورود نقاط کنترل دستی به محاسبات اتوماتیک تشخیص نقاط و سرشکنی
  - حالت ۲) انجام optimization
    - شبکه به مختصات نقاط کنترل انتقال و با استفاده از المان های حاصله به عنوان مقادیر اولیه فقط سرشکنی مجدد می شود

روند وارد کردن نقاط کنترل در پروژه فتوگرامتری

- بسیار سریعتر از قبل
  - نقاط کلیدی و تناظر یابی شده موجود
  - مقادیر اولیه با دقت خوب محاسبه شده
- به منظور سهولت در پیدا کردن نقاط، می توان در چندین مرحله شبکه را optimize نمود
- در شبکه سرشکن شده، اختلاف بین مختصات نهایی محاسبه شده برای نقاط کنترل و مقدار واقعی آنها در حد نصف دقت مجاز (با توجه به مقیاس نقشه) باشد.
  - نیم دیگر خطا، برای مرحله ترسیم در نظر گرفته می شود
- در شبکه سرشکن شده، اختلاف بین مختصات نهایی محاسبه شده برای نقاط چک و مقدار واقعی آنها در حد نصف دقت مجاز (با توجه به مقیاس نقشه) باشد.

روند وارد کردن نقاط کنترل در پروژه فتوگرامتری

- وجود خطای زیاد به دلایل مختلف:
  - اختلاف بین سیستم مختصات تصاویر و نقاط کنترل
  - جا به جا بودن مختصات x , y در فایل نقاط کنترل
  - دقت کم نقاط کنترل برداشت شده (مخصوصا زمانی که نقاط به صورت RTK با فاصله زیاد از بیس اندازه گیری شده اند و از شبکه استاتیک با دقت بالا استفاده نشده باشد)
  - نقطه کنترل به نادرستی بر روی تصاویر علامت گذاری شده باشد

پرواز و تصویربرداری

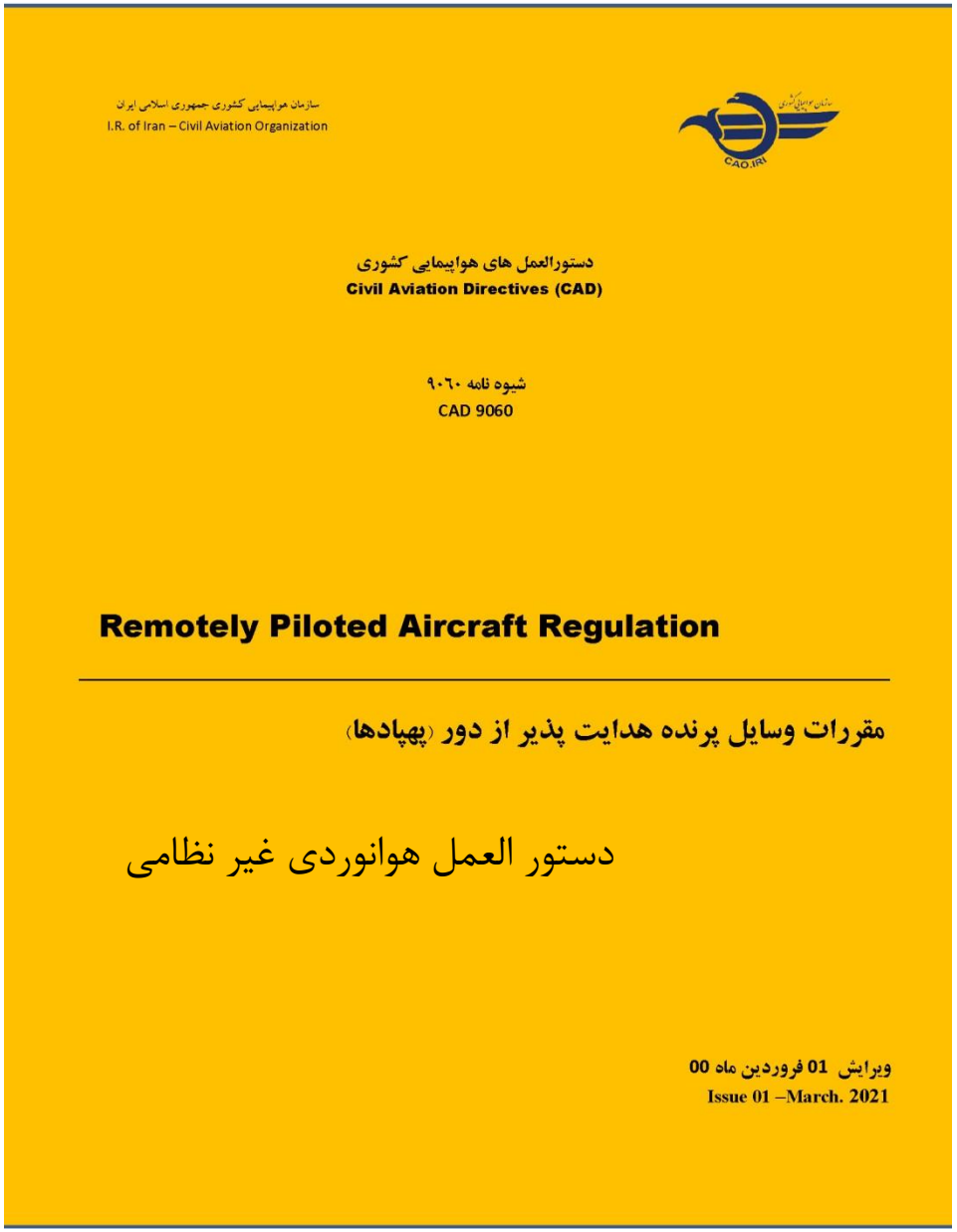
آماده سازی عملیات و کنترل پرنده تصویربرداری

محمد سعادت سرشت - دانشگاه تهران - ۱۳۹۵

آماده سازی عملیات و کنترل پرنده

- اخذ مجوز پرواز
- کنترل شرایط آب و هوایی و جهت بادها
- تعیین ایستگاه پرواز
- بازرسی های پروازی
- ایمنی پرواز

اخذ مجوز پرواز



جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی به روش فتوگرامتری پهپاد

ضابطه شماره ۹-۱۱۹

آخرین ویرایش : ۰۴-۱۰-۱۴۰۰

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

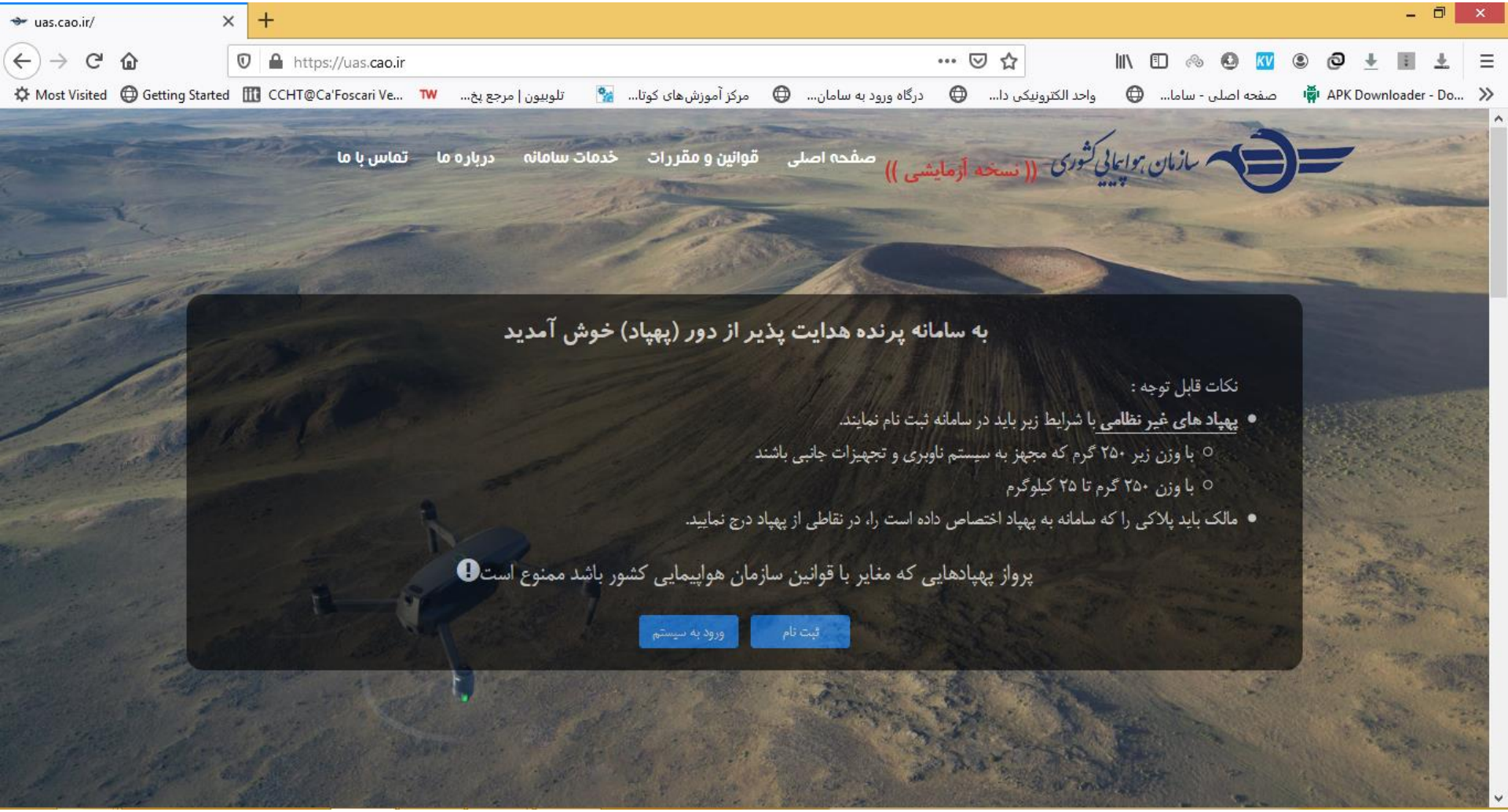
سازمان نقشه برداری کشور

اداره کل نظارت، کنترل فنی و استاندارد

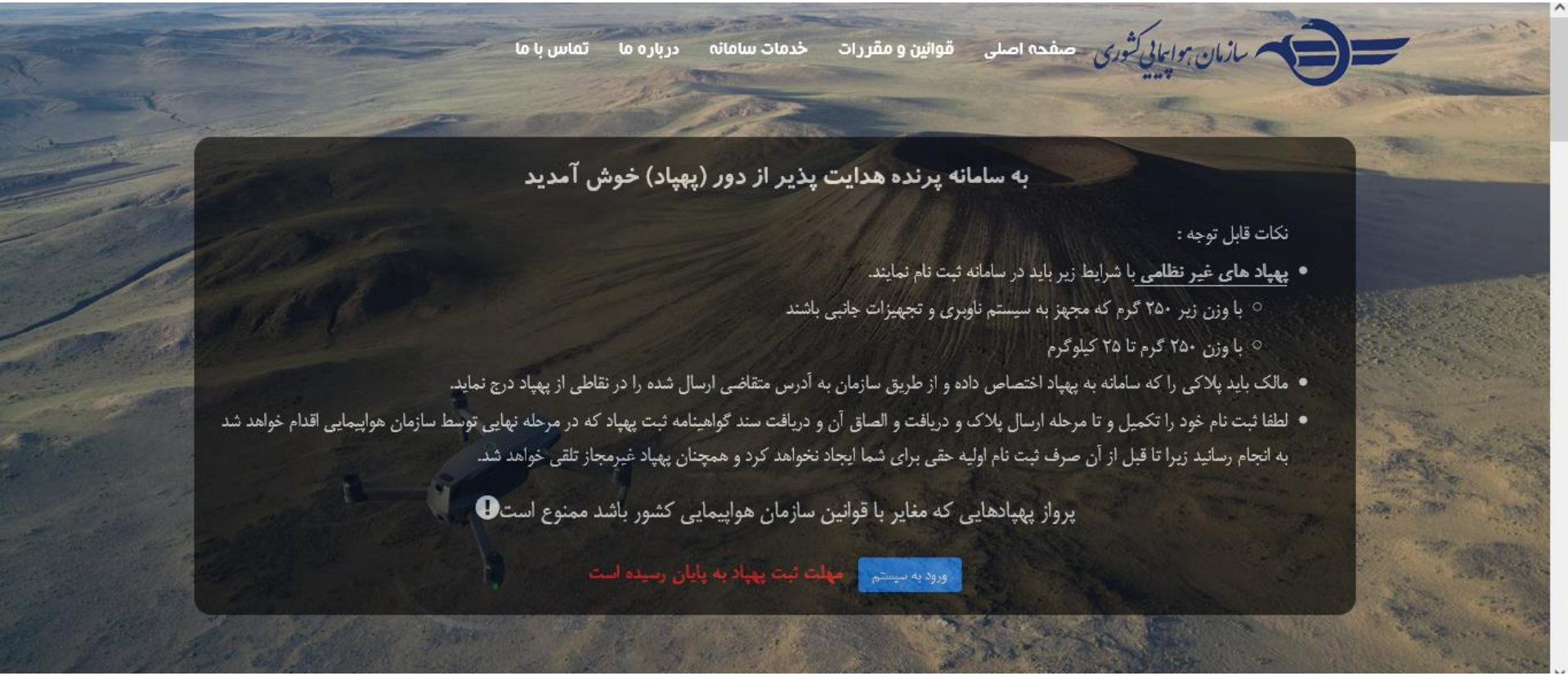
گروه استانداردسازی

www.ncc.gov.ir

۱۴۰۰



http://uas.cao.ir/



http://uas.cao.ir/

سازمان هواپیمایی کشوری

صفحه اصلی | قوانین و مقررات | خدمات سامانه | درباره ما | تماس با ما

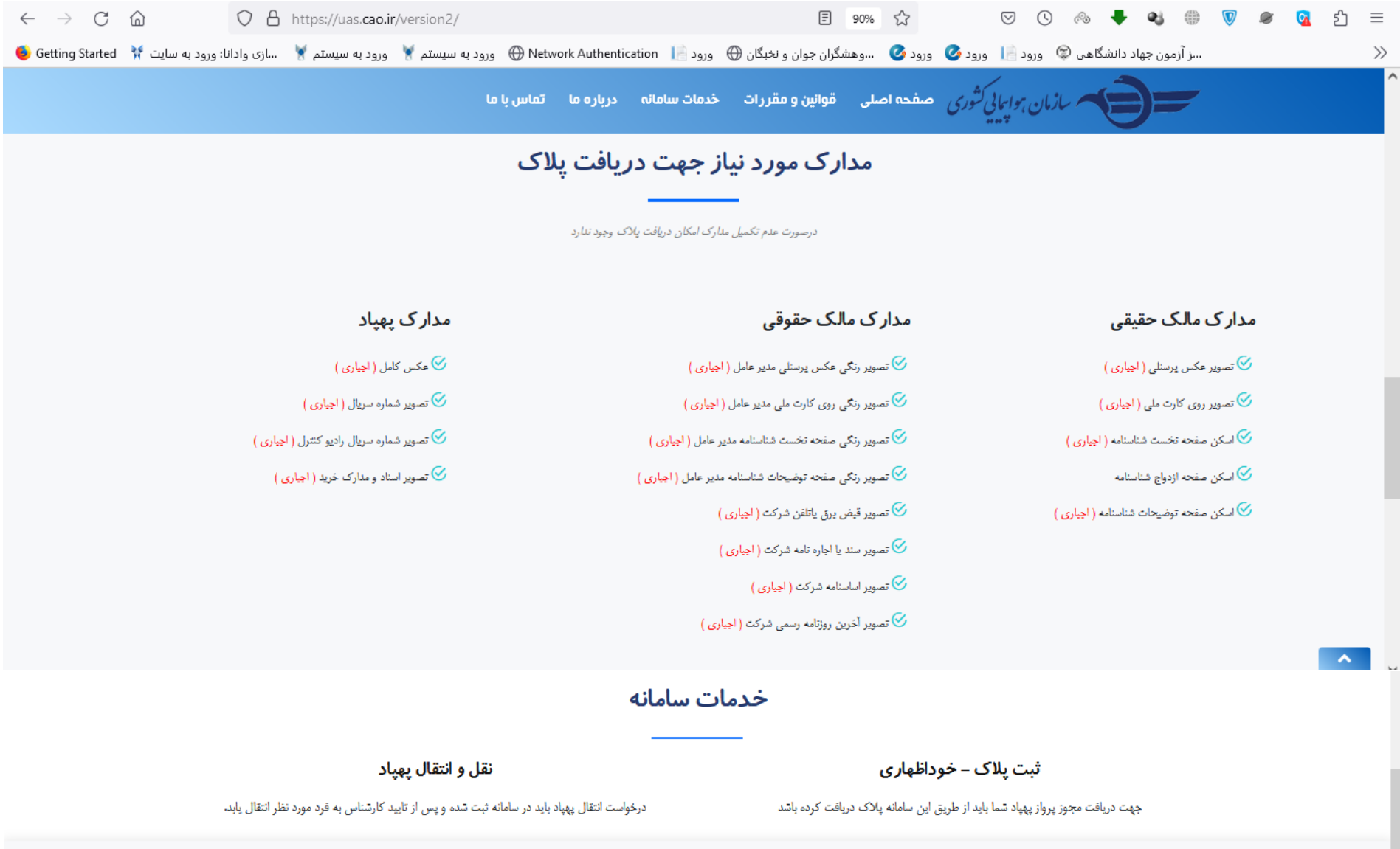
قوانین و مقررات سامانه

خلاصه‌ی مقررات پرنده‌ی هدایت پذیر از دور (پهپاد)

حوزه فعالیت این سیستم در خصوص پهپاد های غیر نظامی در چهار رده مطابق طبقه بندی زیر می باشد استفاده از پهپادهای خارج از رده‌های مشخص شده و یا بکارگیری آن، منوط به ارائه درخواست خاص به سازمان و دریافت مجوزهای لازم است.



+ رده پهپاد C۰ ؟
+ رده پهپاد C۱ ؟
+ رده پهپاد C۲ ؟
+ رده پهپاد C۳ ؟


https://uas.cao.ir/version2/
90%
Getting Started
سازی وادانا: ورود به سایت...
ورود به سیستم
ورود به سیستم
Network Authentication
ورود
وهشگران جوان و نخبگان...
ورود
ورود
ورود
ز آزمون جهاد دانشگاهی...
سازمان هواپیمایی کشوری
صفحه اصلی
قوانین و مقررات
خدمات سامانه
درباره ما
تماس با ما
مدارک مورد نیاز جهت دریافت پلاک
درصورت عدم تکمیل مدارک امکان دریافت پلاک وجود ندارد
مدارک مالک حقیقی
تصویر عکس پرسنلی (اجباری)
تصویر روی کارت ملی (اجباری)
اسکن صفحه نخست شناسنامه (اجباری)
اسکن صفحه ازدواج شناسنامه
اسکن صفحه توضیحات شناسنامه (اجباری)
مدارک مالک حقوقی
تصویر رنگی عکس پرسنلی مدیر عامل (اجباری)
تصویر رنگی روی کارت ملی مدیر عامل (اجباری)
تصویر رنگی صفحه نخست شناسنامه مدیر عامل (اجباری)
تصویر رنگی صفحه توضیحات شناسنامه مدیر عامل (اجباری)
تصویر قبض برق یاتلفن شرکت (اجباری)
تصویر سند یا اجاره نامه شرکت (اجباری)
تصویر اساسنامه شرکت (اجباری)
تصویر آخرین روزنامه رسمی شرکت (اجباری)
مدارک پهپاد
عکس کامل (اجباری)
تصویر شماره سریال (اجباری)
تصویر شماره سریال رادیو کنترل (اجباری)
تصویر اسناد و مدارک خرید (اجباری)
خدمات سامانه
ثبت پلاک – خوداظهاری
جهت دریافت مجوز پرواز پهپاد شما باید از طریق این سامانه پلاک دریافت کرده باشد
نقل و انتقال پهپاد
درخواست انتقال پهپاد باید در سامانه ثبت شده و پس از تایید کارشناس به فرد مورد نظر انتقال یابد.



Islamic Republic Of Iran
Civil Aviation Organization

گواهینامه عملیات هوایی

(حوزه پهپاد)

نوع عملیات: کشاورزی ☐ نقشه برداری ☐ تصویر برداری ☒ حمل کالا ☐

شماره گواهینامه:
IR.OA.107

شرکت هوشمند هامین

گلستان – گرگان – میدان شهرداری – خیابان شهدا – نبش لاله دوازده – مجتمع هامین

این گواهینامه تائید می‌کند که شرکت مذکور مجاز به انجام عملیات هوایی (مشخص شده در نوع عملیات فوق) مطابق با کتابچه عملیات شرکت و الزامات مندرج درمقررات وسایل پرنده هدایت پذیر از راه دور(پهپادها) CAD 9060 سازمان هواپیمایی کشوری با پهپادهایی که در پیوست مشخص شده است می‌باشد.

شرایط:

۱- این گواهینامه صرفاً بمنزله مجوز فعالیت عملیاتی شرکت می باشد و هرگونه انجام پرواز مشروط به انعقاد تفاهم نامه، ارائه طرح پرواز، دریافت تائیدیه شورای تامین از استان محل فعالیت و سایر مراجع قانونی دیگر می باشد.

۲- عملیات پروازی باید در محدوده ای که برج فرودگاه منطقه تعیین نموده است انجام شود.

۳- این گواهی تا زمانی معتبر است که شرکت تأیید شده، با الزامات CAOIRI CAD 9060 و سایر مقررات مربوطه مطابقت داشته باشد.

۴- با وجود انطباق با شرایط قبلی، این گواهی تا زمانی معتبر خواهد ماند که تسلیم، تعویض، محدود، معلق یا لغو نشده باشد.

شماره:
تاریخ صدور: ۱۴۰۱/۰۹/۲۸
تاریخ انقضاء: یکسال بعد از تاریخ صدور

محمد محمدی بخش
معاون وزیر راه و شهرسازی
و رئیس سازمان هواپیمایی کشوری

FR3060-05



Islamic Republic Of Iran
Civil Aviation Organization

گواهینامه عملیات هوایی

(حوزه پهپاد)

نوع عملیات: کشاورزی ☐ نقشه برداری ☒ تصویر برداری ☐ حمل کالا ☐

شماره گواهینامه:
IR.OA.108

شرکت مهندسین مشاور سیروان

تهران – یوسف آباد – خیابان بیستون – پلاک ۴۷ – واحد ۱۶

این گواهینامه تائید می‌کند که شرکت مذکور مجاز به انجام عملیات هوایی (مشخص شده در نوع عملیات فوق) مطابق با کتابچه عملیات شرکت و الزامات مندرج در مقررات وسایل پرنده هدایت پذیر از راه دور (پهپادها) CAD 9060 سازمان هواپیمایی کشوری با پهپادهایی که در پیوست مشخص شده است می‌باشد.

شرایط:

۱- این گواهینامه صرفاً بمنزله مجوز فعالیت عملیاتی شرکت می باشد و هرگونه انجام پرواز مشروط به انعقاد تفاهم نامه، ارائه طرح پرواز، دریافت تائیدیه شورای تامین از استان محل فعالیت و سایر مراجع قانونی دیگر می باشد.

۲- تمامی عملیات باید پس از کسب مجوزهای لازم، تحت نظارت سازمان جغرافیایی صورت پذیرد.

۳- عملیات پروازی باید در محدوده ای که برج فرودگاه منطقه تعیین نموده است انجام شود.

۴- این گواهی تا زمانی معتبر است که شرکت تأیید شده، با الزامات CAOIRI CAD 9060 و سایر مقررات مربوطه مطابقت داشته باشد.

۵- با وجود انطباق با شرایط قبلی، این گواهی تا زمانی معتبر خواهد ماند که تسلیم، تعویض، محدود، معلق یا لغو نشده باشد.

شماره: ۴۲۶۶۸
تاریخ صدور: ۱۴۰۰/۱۰/۰۴
تاریخ انقضاء: یکسال بعد از تاریخ صدور

محمد محمدی بخش
معاون وزیر راه و شهرسازی
و رئیس سازمان هواپیمایی کشوری

FR3060-05



گواهینامه کاربر پهپاد

CAA.IRI

نام:

نام خانوادگی:

شماره ملی:

شماره گواهینامه:

تاریخ انقضاء:

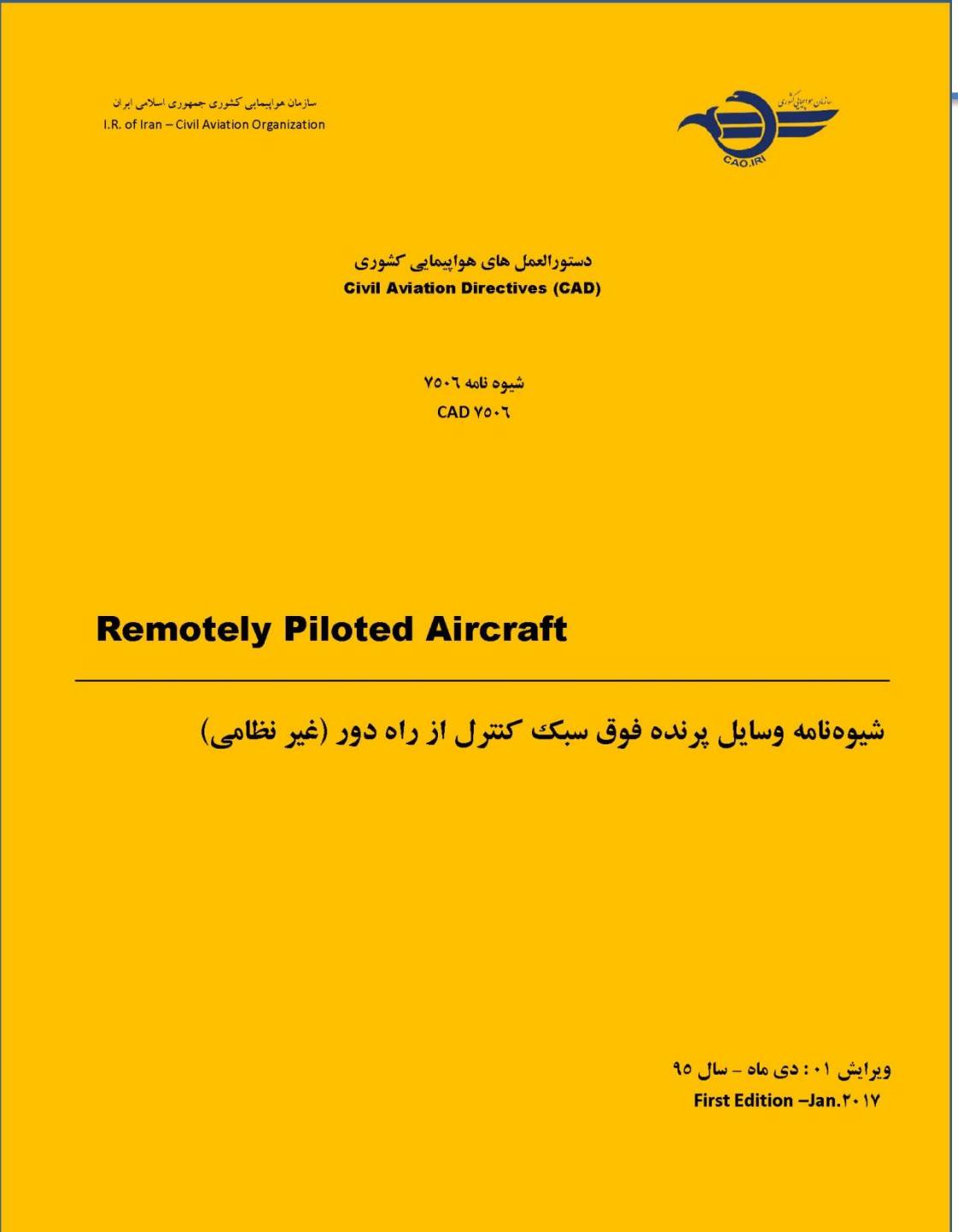
ردیف	نوع پرنده	وضعیت
1	FIXED-WING	
2	MULTIROTOR	✓
3	HELICOPTERS	
4	AIRSHIP	
5	OTHER	

دارنده این کارت تنها زمانی مجاز به ارائه خدمات می باشد که:

۱ـ نوع پرنده مورد استفاده مطابق با مهارت کسب شده در جدول بالا باشد.

۲ـ پرواز پرنده و خدمات آن، تحت نظارت شرکت دارای پروانه بهره‌برداری از سازمان هواپیمایی کشوری باشد.

آغاز صدور کارت خلبانی (گواهینامه کاربر پهپاد)
سازمان هواپیمایی کشوری از سوی شرکت نگاه آسمان (آذرماه ۱۴۰۳)
نگاه آسمان
NAuav.ir



Civil Aviation Directives (CAD)

دستور العمل هوانوردی غیر نظامی

آماده سازی و اخذ مجوزهای لازم

بسمه تعالی





وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح

سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح

شیوه‌نامه

عملیات امنیت داده برداری با استفاده از پرنده‌های هدایت‌پذیر از راه دور

شناسه سند:

NGO-11-101

شماره ویرایش:

**

طبقه‌بندی حفاظتی سند:

فاقد طبقه بندی

سال ۱۴۰۲

سازمان هواپیمایی کشوری

CAA.IRI

بسمه تعالی

تاریخ: ۱۴۰۳/۰۱/۲۸

شماره: ۲۴۱۲۰۳۳۷۹۲

پیوست: دارد

شرکتهای عملیاتی پهپادی غیرنظامی (نقشه برداری هوایی)

با سلام

موضوع: شیوه نامه عملیات امنیت داده برداری

با احترام؛ پیوست شیوه نامه عملیات امنیت داده برداری هوایی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران به منظور اجرای دقیق عملیات و رفع هرگونه ناهماهنگی در حوزه داده برداری با پرنده‌های بدون سرنشین ارسال می گردد.

رعایت تمامی مفاد این شیوه‌نامه جهت اخذ مجوزهای لازم عملیات داده برداری از سوی سازمان یاد شده الزامی‌می‌باشد.

مهدی قرنانی

رییس گروه فوق سبک

نامه بدون مهر برجسته فاقد اعتبار می باشد

آدرس : تهران، فرودگاه مهرآباد، خیابان پرواز، سازمان هواپیمایی کشوری

کد پستی: ۱۳۸۷۸۸۳۱۳۱ صندوق پستی: ۱۳۴۴۵-۱۷۹۸ تلفن گویا: ۱۰-۶۶۰۷۸۷۰۰ نمابر: ۶۶۰۲۵۴۰۵

E-Mail: office@caa.gov.ir

آماده سازی و اخذ مجوزهای لازم

٤ –٣ دستورالعمل ساماندهی چگونگی به‌کارگیری پرنده‌های کوچک هدایت‌پذیر با کاربرد غیرنظامی مصوب شورای امنیت کشور به شماره نامه ١٩٠٤٦ مورخ ٢٥ / ٠٤ / ١٣٩٩.

٤–٤ قسمت (ی) بند ٢١ ابلاغیه شاک وزارت کشور به شماره نامه ١٥٨٣٥/ م مورخ ١٢ / ٠٤ / ١٤٠١.

٤–٥ شیوه نامهٔ ٩٠٦٠ سازمان هواپیمایی کشوری. ماده ١– ٧ موارد قانونی بند ٨ کلیهٔ فعالیّت های داده برداری می‌بایست پس از کسب مجوزهای لازم و تحت نظارت امنیتی سازمان جغرافیایی انجام پذیرد.

٤–٦ بند ٢ ماده ٥ قانون مدیریت خدمات کشوری به شماره نامه ٤٤٧٧٩٥ مورخ ١٤٠١/٠٨/٢٤.

٤–٧ تبصره ماده ٩ قانون جامع حد نگار کشور مصوب ١٢ بهمن ١٣٩٣ و آیین‌نامه اجرای تبصره ماده ٩ (مصادیق جنبه‌های امنیتی).

ماده ۵: دامنه کاربرد

تمامی دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، مؤسسات، شرکت‌های دولتی، خصوصی و نهادها و یا مؤسسات غیردولتی، شرکت‌های وابسته به وزارتخانه‌ها و سازمان‌هایی که متقاضی عملیات داده برداری از طریق پرنده‌های بدون سرنشین مشمول این شیوه‌نامه بوده و مکلف به اجرای آن می‌باشد.

تبصره ۱: شرکت‌های خصوصی و دولتی یا مؤسساتی (شرکت‌های همکار دفاعی) که با بخش لشکری قرارداد داده برداری هوایی منعقد می‌نمایند؛ در این دامنه کاربرد قرار می‌گیرند.

ماده ۶: فرایند عملیات امنیت داده برداری توسط سازمان جغرافیایی

۶-۱ تمامی درخواست‌کننده‌های داده برداری هوایی بدون سرنشین باید درخواست و مدارک موردنیاز خود را مطابق کاربرگ درخواست صدور مجوز داده برداری (عکسبرداری) با پهپاد به شماره مدرک NGO–۱۱–۱۰۱–۰۱ (پیوست شماره ۱) به سازمان جغرافیایی و استانداری ارسال و سازمان جغرافیایی پس از بررسی فنی لازم، درخواست را به‌صورت مکتوب به مدیرکل امنیتی و انتظامی استانداری استان مربوطه ارسال نماید.

نکته: مکاتبات یادشده با طبقه‌بندی عادی ارسال گردد.

۶-۲ سازمان جغرافیایی پس از تأیید استانداری، نسبت به اجرای مراحل صدور مجوز برای درخواست‌کنندگان اقدام می‌نماید.

۶-۱۱ ناظر گروه امنیت باید پس از اتمام مأموریت تمامی داده‌های اخذشده را به همراه اندکس روزهای کاری (در قالب فرمت استاندارد) به سازمان جغرافیایی انتقال دهد.

۶-۱۲ مراحلی که قبل و حین انجام عملیات داده برداری باید توسط درخواست‌کننده انجام شود:

۶-۱۲-۱ معرفی گروه هدایت‌کننده سکوی برداشت و اخذ داده‌های مکانی.

۶-۱۲-۲ اعلام مشخصات کارشناسان فنی سامانه اخذ داده‌های مکانی (زمینی، دریایی و هوایی).

۶-۱۲-۳ اعلام زمان انجام عملیات اخذ داده مکانی و برنامه مدنظر درخواست‌کننده.

۶-۱۲-٤ ارسال اندکس‌های طراحی اولیه مربوط به عملیات برداشت و اخذ داده مکانی (زمینی، زیرسطحی، دریایی و هوایی) با فرمت استاندارد و چاپ رنگی. چنانچه به دلایل فنی طراحی اندکس تغییر نمود. درانتهای مأموریت، اندکس طراحی نهایی مجدداً تحویل ناظر گروه امنیت گردد.

۶-۱۳ درخواست‌کننده ملزم به پرداخت مبلغ درخواستی سازمان بابت صدور مجوز می‌باشد(مبلغ مذکور با توجه به تورم سالیانه محاسبه و از طریق سازمان به اطلاع درخواست‌کننده می‌رسد).

۶-۱٤ در صورت درخواست داده برداری زمینی و زیرسطحی توسط درخواست‌کننده، گروه امنیت باید پس از بررسی و تأیید، مکاتبه خود را مطابق کاربرگ درخواست صدور مجوزداده برداری زمینی به شماره مدرک NGO–۱۱–۱۰۱–۰۲ (پیوست شماره ۲) به مدیرکل امنیتی انتظامی استانداری مربوطه ارسال نماید. داده برداری یادشده با هماهنگی گروه امنیت انجام می‌گردد.

۶-۱۵ در صورت بروز مشکلات خاص (ازجمله درز و افشاء اطلاعات دارای طبقه‌بندی) که نیاز به تصمیم‌گیری سریع و به‌موقع دارد، کارشناسان فنی گروه امنیت در اسرع وقت گزارش مربوطه را به آگاهی ریاست گروه امنیت برساند.

ماده ۷: الزامات و ضوابط کلی

۷-۱ با توجه به نقش حاکمیتی سازمان جغرافیایی در حوزه اطلاعات مکانی، هرگونه اعطای مجوز انجام عملیات داده برداری با پهپاد بر عهده سازمان جغرافیایی به نمایندگی از ستاد کل می‌باشد و سایر سازمان‌ها و یا شرکت‌های وابسته به آن‌ها در این خصوص مسئولیتی ندارند.

۷-۲ سازمان هواپیمایی کشوری باید قبل از صدور گواهینامه عملیات هوایی (داده برداری و نقشه‌برداری) برای درخواست‌کننده‌های داده برداری هوایی (پهپاد) از سازمان جغرافیایی استعلام صلاحیت فنی دریافت نماید.

جمهوری اسلامی ایران

رئیس جمهور

تصویب‌نامه هیئت وزیران

شماره ۲۵۵۷۵ ات۶۵۳۲۲هـ

تاریخ ۱۴۰۵/۰۳/۲۰۰۰

بسمه تعالی

«با صلوات بر محمد و آل محمد»

وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح - وزارت راه و شهرسازی - وزارت کشور

وزارت اطلاعات - وزارت صنعت، معدن و تجارت - وزارت جهاد کشاورزی

وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات - وزارت ورزش و جوانان - وزارت امور اقتصادی و دارایی

وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی - وزارت علوم، تحقیقات و فناوری- سازمان اداری و استخدامی کشور

سازمان برنامه و بودجه کشور - معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان رئیس‌جمهور

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران

هیئت وزیران در جلسه ۱۴۰۵/۳/۳ به پیشنهاد وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح با همکاری وزارتخانه‌های راه و شهرسازی، کشور، اطلاعات و صنعت، معدن و تجارت و تایید ستاد کل نیروهای مسلح و به استناد ماده (۲۲) قانون ساماندهی پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور (پهپاد) غیرنظامی مصوب ۱۴۰۴ و اصل یکصد و سی و هشتم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران، آیین نامه اجرایی قانون یاد شده را به شرح زیر تصویب کرد:

آیین‌نامه اجرایی قانون ساماندهی پرنده‌های هدایت‌پذیر از دور (پهپاد) غیرنظامی

فصل اول: کلیات

ماده ۱ - در این آیین‌نامه، اصطلاحات زیر در معانی مشروح مربوط به کار می‌روند:

۱- **شعام:** شورای عالی امنیت ملی.

۲-**ستاد کل:** ستادکل نیروهای مسلح.

۳- **شاک:** شورای امنیت کشور.

۴- **وزارت دفاع:** وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح.

۵- **وزارت صمت:** وزارت صنعت، معدن و تجارت.

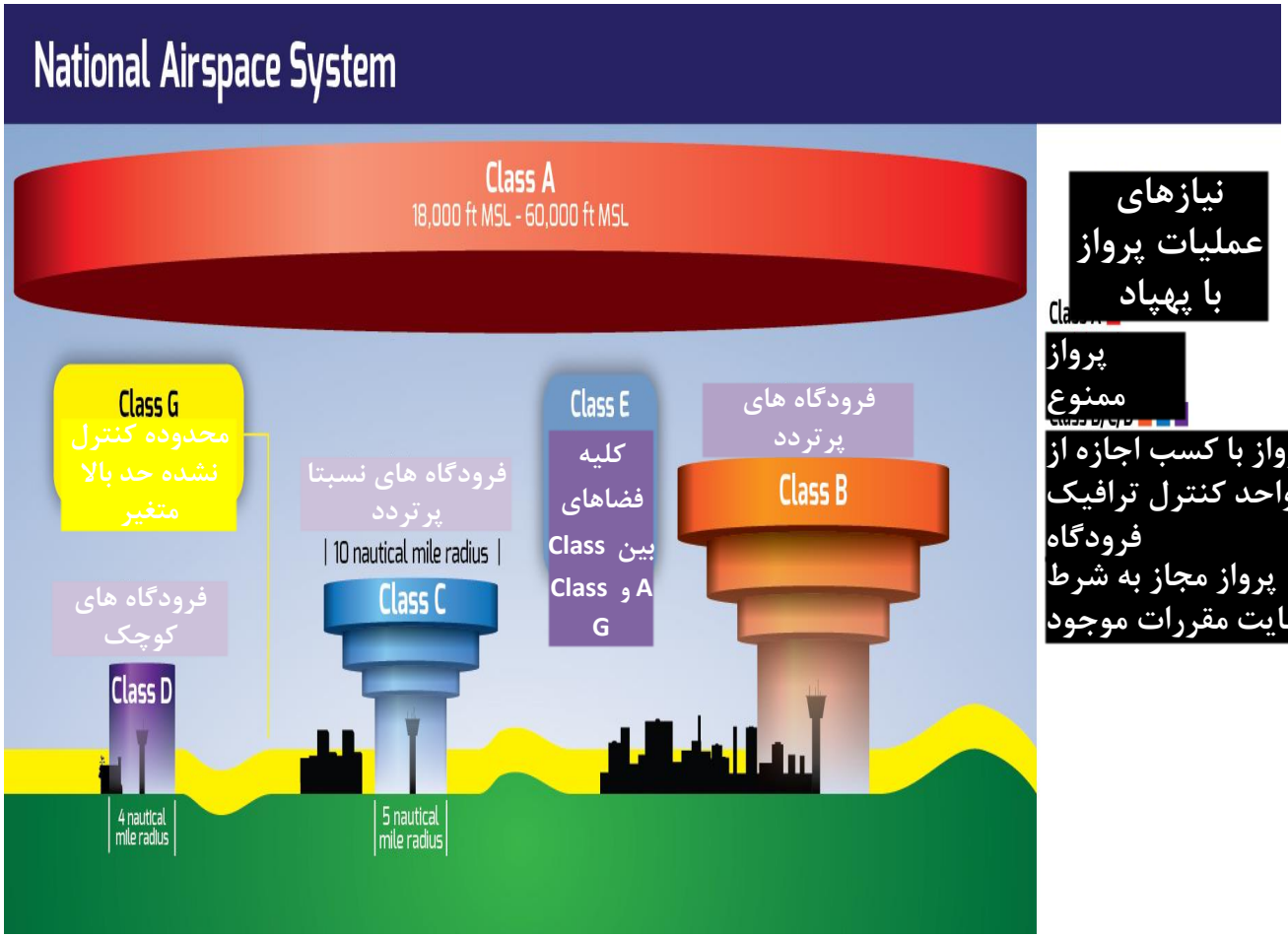
۶- **وزارت عتف:** وزارت علوم، تحقیقات و فناوری.

۷- **وزارت جهاد:** وزارت جهاد کشاورزی.

۸- **معاونت علمی:** معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان رئیس‌جمهور.

www.dotic.ir

مجوز پرواز: طبقه بندی نواحی پروازی و پرواز پهپادها



مراکز دولتی مرتبط با موضوع پهپاد

- سازمان هواپیمایی کشوری:
  - مرجع قوانین و مقررات ایمنی پرواز شامل
    - ثبت نام وسیله پرنده و مالک آن و صدور Identification Plate جهت نصب روی بدنه پهپاد
    - آموزش پایه خلبانی و صدور گواهینامه خلبانی شخصی PPL Private Pilot Licence
- ستاد کل نیروهای مسلح:
  - مرجع امنیت پرواز شامل
    - صدور مجوز برای منطقه پروازی
    - بررسی سوءپیشنیه تیم پروازی
- سازمان نقشه برداری و جغرافیایی:
  - مرجع رعایت ملاحظات فنی شامل
    - دستورالعمل فنی و تعرفه تهیه نقشه به روش فتوگرامتری پهپاد
    - صدور صلاحیت به شرکتهای رتبه دار
- طرح موضوع در شورای عالی نقشه برداری و پیگیری توسط جامعه نقشه برداران ایران

مجوز پرواز: کسب اجازه از مالک زمین

- همیشه از مالک زمین برای فعالیت پرواز بدون سرنشین اجازه بگیرید. اجازه نامه کتبی یا تایید حضوری در دادگاه قابل استناد خواهد بود.
- نیازی به مکاتبات رسمی نیست فقط کافیست روی یک تکه کاغذ جمله ساده ای نوشته و امضای مالک را بگیرید.
- انجام پرواز روی زمین دیگران بدون کسب اجازه از مالک امری غیرقانونی و غیراخلاقی بوده و با شما به عنوان فرد خاطی برخورد خواهد شد.
- برای کسب اجازه، کافیست صحبت کوتاهی با مالک داشته باشید و پهپاد خود را به وی نشان دهید تا رابطه مثبتی بین عموم مردم و جامعه پرنده بدون سرنشین شکل بگیرد.
- اگرچه در بسیار از پارکهای عمومی، پرواز پرنده بدون سرنشین ممنوع است اما اگر از مدیریت پارک اجازه بگیرید شاید مکانی مشخص را برای فعالیت شما اختصاص دهد.

آگاهی از شرایط آب و هوایی و بادها

آگاهی از وضعیت آب و هوا

- اهمیت بررسی آب و هوا در فتوگرامتری پهپاد مبنا
  - از محدودیتهای پهپادتان در پرواز در شرایط بادی و آب و هوایی اطلاع یافته و بر اساس آن عمل کنید.
- روش های آگاهی از وضعیت هوای فعلی و پیش بینی آن قبل از انجام عملیات پرواز وجود دارد.
  - مشاهده وضعیت آب و هوای در وب سایت های معتبر
  - بکارگیری app های آب و هوا روی تلفن همراه
  - بررسی های شخصی
    - مواردی مانند طوفان، باران و باد را مدنظر داشته باشید.
    - جهت و سرعت باد نقش اساسی در ایمنی پرواز دارند.
    - باد شدید ممکن است باعث شود کنترل پرنده را از دست برود

۲-۲-۳- محدوده زمانی و مکانی تصویربرداری هوایی

- تعیین تاریخ و زمان تصویربرداری بستگی زیادی به نیاز پروژه همچنین ویژگی‌های منطقه مورد تصویربرداری دارد. به‌طورکلی بهترین زمان برای تصویربرداری هوایی به‌منظور تهیه نقشه و اطلاعات مکانی زمانی است که هوا صاف و فاقد گردوغبار بوده، شرایط آب و هوایی پایدار باشد، پوشش گیاهی سطح زمین در وضعیت حداقل رشد و درختان فاقد برگ باشند.
- محدوده ساعتی پرواز باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که با توجه به فصل و روز عملیات پرواز، ارتفاع خورشید بالاتر از ۴۵ درجه بالای افق قرار داشته باشد تا ضمن برخورداری از حداکثر نور، از وجود سایه‌های بلند در تصاویر اجتناب شود.
- تصویربرداری از مناطق پوشیده از برف فصلی (غیر دائم)، در صورتی که قطر پوشش برف در حدی باشد که عوارض موردنظر قابل‌شناسایی باشند، مجاز می‌باشد.[۳۱]

بادها و گرداب ها

- در طول پرواز، بادهای رو به پرنده، پشت به پرنده و بادهای جانبی روی پرواز به شکلهای مختلفی تاثیر می گذارند.
- قبل از برخاست یا فرود پرنده، باید ملاحظات جهت و شدت باد را درنظر گرفت.
- در ارتباط با هواپیما توجه به هر نوع باد (از روبرو، پشت، عرضی) بسیار مهم است.
- در خصوص مولتی روتورها شدت باد، گرداب های هوایی (در ارتفاعات، کنار لبه های ساختمان ها) تاثیر بسیار زیادی بر مداومت پروازی دارد
- نزدیکی به آهن آلات و مواد مغناطیسی ایجاد اشکال می کند

تاثیر موانع روی باد

- در هنگام نشست و برخاست پرنده باید به موانع اطراف توجه کافی نمود.
- موانعی مانند درختان با تراکم متغیر در حومه جنگل یا ردیف خانه های مسکونی همگی موانعی روی زمین هستند که روی جریان باد تاثیر گذاشته و خطرات پنهانی برای پرواز ایجاد می کنند.
- بخصوص هنگام پرواز در داخل یا خارج نواحی با ساختمانها و درختان بلند کنار اتوبان، بایستی به این امر توجه نمود.
- .

ایستگاه پرواز

ایستگاه پرواز

- با توجه به شعاع برد پرواز و حد کار، با ترسیم دوایر مربوطه، ایستگاه های اولیه تقریبی طراحی شود.
- ملاحظات توپوگرافی زمین در انتخاب ایستگاه پرواز لحاظ شود. منطقه ترجیحاً به شعاع ۵۰ متر باید مسطح و دور از موانع فضایی (مثل تیر برق) و زمین باز باشد.
- ملاحظات دید مستقیم مخابراتی (زمین به هوا) و عدم اختلال امواج مزاحم بررسی شود.
- ملاحظات دسترسی به ایستگاه پرواز، دوری از جمعیت برای تمرکز بر کار و عدم مزاحمت دیده شود.
- ترجیحا در حاشیه منطقه ایستگاه ها طراحی شود.

۳-۲-۳- تعیین ایستگاه‌های زمینی پرواز

- با توجه به محدودیت مداومت پروازی و برد مطمئن پرنده، برای محدوده پرواز مورد نظر، یک یا چند ایستگاه زمینی پرواز تعیین می‌شود به‌طوری‌که بتوان با توجه به محدودیت‌های فوق، از طریق این ایستگاه‌ها کل منطقه را تصویربرداری هوایی نمود.
- محل ایستگاه باید ترجیحاً دید آسمانی و زمینی باز و بدون مانع داشته، بر روی زمین‌های مرتفع‌تر از اطراف قرار داشته، از مراکز جمعیتی بیشترین فاصله را داشته و از دکل‌های برق و مخابرات تا حد امکان دور باشد و با توجه به شرایط و امکانات پهپاد، از امکان ایجاد باند یا ایستگاه مناسب برای برخاست و نشست پرنده برخوردار باشد.
- از هر ایستگاه پرواز می‌توان چندین پرواز انجام داد و تمام یا بخشی از منطقه پروازی را تصویربرداری نمود.
- بین مناطق پروازی باید به اندازه نصف طول عکس روی زمین هم‌پوشانی وجود داشته باشد.

قابلیت دید پرنده

- حفظ خط دید واضح و عملیاتی برای هدایت و کنترل دستی پرنده امری حیاتی است.
- توجه گردد که خلبان همیشه باید دید چشمی خود با پرنده را حفظ نماید. آگاهی از شرایط دید قبل از پرواز موجب میشود خلبان ارزیابی کافی از میزان ریسک از دست رفتن دید چشمی با پرنده را پیدا نماید.

بررسی سایت پرواز از نزدیک

- بررسی قبل از آغاز پروژه (ترجیحا یکروز قبل)
- بعد از کسب اجازه از مالک زمین، برای اطمینان از ایمنی سایت پرواز:
  - بررسی اطراف باند برخاست وپرتاب پهپاد. اشیاء و اجسام خطرساز برای پرنده و تیم پروازی شناسایی شود.
  - برای پهپاد های بال ثابت چاله ها و اشیاء تخریب کننده در هنگام نشست و برخاست را شناسایی شوند
  - کنترل شود که فضای کافی روی زمین و هوا در طول برخاستن پرنده در اختیار است و پرنده پس از بلند شدن به مانع برنمی خورد.
  - شرایط فرود اضطراری را درنظرگرفته و توجه داشته باشید که همیشه نمیتوان پرنده را به شکل استاندارد نشاند.

بازرسی های پروازی

بازرسی های پروازی

- در هنگام حرکت به سمت منطقه
- قبل از پرواز
- قبل از لحظه برخاست پرنده

۴-۲-۳- کنترل‌های قبل از پرواز

- از صدور مجوزهای موردنیاز مطمئن بوده و ملاحظات ایمنی پرواز را رعایت کند.
- وضعیت جوی در منطقه را بررسی نموده و بعد از تعیین سرعت و جهت باد، تناسب آن با حداکثر باد قابل‌تحمل ذکرشده در کتابچه راهنمای پهپاد را کنترل نماید.
- بعد از نصب و راه‌اندازی پهپاد، بازدید چشمی بخش‌های پهپاد را انجام داده و از صحت عملکرد فرمان‌های پرواز، تجهیزات پهپاد و ایستگاه کنترل زمینی اطمینان یابد.
- مکان ایستگاه‌های پروازی را بعد از شناسایی منطقه مشخص نماید.
- تنظیمات دوربین را برای کسب تصاویر باکیفیت و با هندسه پایدار با توجه به شرایط نوری و فیلتر نوری مورداستفاده در دوربین انجام دهد.
- برنامه‌ریزی برای تست زیمنس و تست حد تفکیک ارتفاعی را با نصب تارگتهای مربوطه در محل مناسب انجام دهد.
- از نصب تارگت های نقاط کنترل و چک در سطح منطقه مطمئن شود.
- بهبودهای مورد نیاز برای طراحی پرواز را با توجه به شرایط موجود انجام دهد (مثلاً تغییر جهت نوارها به خاطر تغییر جهت باد) و نقاط مسیر طراحی پرواز را در اتو پایلوت پهپاد بارگذاری نماید.
- درصورتی‌که چند پرواز برای تصویربرداری کامل منطقه لازم است، حداقل پوشش تصاویر در فصل مشترک پروازهای مختلف رعایت گردد.
- با توجه به شرایط آب و هوایی و موانع فیزیکی و فرکانسی در منطقه، اقدام به پرواز دادن پهپاد طبق کتابچه راهنمای آن و آموزش‌های استاندارد نماید.

۵-۲-۳- کنترل‌های حین پرواز

- تا حد امکان پهپاد در دید چشمی خلبان قرار داشته باشد.
- از عملکرد مناسب پرنده و دوربین و تجهیزات مخابراتی در حین پرواز اطمینان یابد.
- ناوبری پرنده روی مسیرهای طراحی‌شده و تصاویر برداشتی را لحظه‌به‌لحظه مانیتور نماید.
- توجه به حضور پرنده‌ها یا اشیاء مزاحم در آسمان داشته و اقدامات ایمنی را انجام دهد.
- از اخذ تصاویر به تعداد و پوشش کافی از تارگت زیمنس و تارگت حد تفکیک ارتفاعی اطمینان یابد.
- در زمان اتمام پرواز، ملاحظات ایمنی برای فرود پرنده را مطابق کتابچه راهنمای آن رعایت شود.
- پروتکل‌های اخلاق حرفه‌ای و حفظ حریم خصوصی در حین پرواز را رعایت نماید.

۶-۲-۳- کنترل‌های بعد از پرواز

- از کیفیت بصری تصاویر از نظر روشنایی، کنتراست، ISO و کشیدگی تصویر بخصوص در گوشه‌های تصویر اطمینان حاصل نماید (میزان کشیدگی تصویر حداکثر نیم پیکسل باشد).
- اندکس مراکز تصاویر یا مسیر پرواز را بررسی نموده و از عدم وجود گپ، پوشش کامل منطقه و عدم وجود تیلت بالای تصاویر(در تصویربرداری قائم تیلت به‌صورت معمول زیر ۵ درجه بوده و نباید از ۱۵ درجه بیشتر باشد) اطمینان یابد.

Packing Checklist

- Firmware update
- App update
- Maps downloaded
- Battery fully charged
- Transmitter fully charged
- Tablet / phone / device / fully charged
- SD Care - formatted or with enough space
- Propellers
- Filters
- Lens Cloth

Pre Flight Checklist

- Check Transmitter Firmware up to date
- Check Drone firmware up to date
- Inspect Drone for obvious defects نقص های آشکار
- Batteries fully charged
- Batteries Inserted correctly
- Propellers tightened / locked and checked for defects
- Remove Gimbal Guard
- ND Filter needed Yes / No
- SD card in camera, formatted or enough space
- Monitor brightness set to high
- Antennae up
- Transmitter turned on
- App of choice switched on and connected
- Drone turned on
- Compass calibrated
- Minimum RTH height set
- Check satellite status
- Drone in safe launch and landing position
- Check home point
- Area clear of people

Takeoff Checklist

- Check for any other aircraft overhead
- Warn bystanders of imminent takeoff
- Hover for 20 seconds – look / listen for defects
- Monitor battery power
- Keep in line of site
- Monitor signal strength

ایمنی پرواز

- خلبان نسبت به حفظ ایمنی خودش، پرنده، مسافران، مردم زیر پا و اموال آنها مسئولیت دارد.
- بسیاری از صاحبان پهپاد سبک به اشتباه فکر میکنند که پرنده آنها سبک و کوچک بوده و خطری برای دیگران ندارد. اگر یک هواپیمای سه کیلویی از ارتفاع ۱۲۰ متری سقوط کند باعث جراحت افراد و تخریب اموال می شود.
- پره های چرخنده با سرعت بالای آنها را نیز درنظر بگیرید که در تماس با افراد چقدر خطرناکند.
- از اینرو رعایت ملاحظات ایمنی در پرواز پهپادها اولویت اول را داشته و بسیار جدی است.

ملاحظات ایمنی باتری LiPo (لیتیوم پلیمر)

- بعد از هر پرواز، باتری LiPo مربوطه را بازرسی کنید.
- اگر بسته بندی باتری پاره یا سوراخ شده است یا باد کرده است از باتری دیگر استفاده نکنید زیرا احتمال انفجار و آتشسوزی آن بالا است.
- هنگام خرید، از شرایط نگهداری باتری و اینکه حتما تا حدی شارژ شده باشد اطمینان یابید.
- هیچگاه از باتری خراب، آسیب دیده و از کار افتاده نگهداری نکنید .
- اگر باتری آسیب دیده و از کار افتاده است، باتری را تخلیه شارژ نموده و آنها را در ظرف آب نمک دربسته برای دو هفته در هوای آزاد قرار دهید. اگر باتری باد کرده بود مرحله تخلیه شارژ را انجام ندهید و مستقیما داخل اب نمک بگذارید.
- شرایط حفظ و استفاد از باطری های را حتما یاد بگیرید (عدم نفوذ آب در باطری، عدم حمل باطری معیوب و فاسد، نحوه دور انداختن باطری و ...)

تصویر برداری

تنظیم دوربین

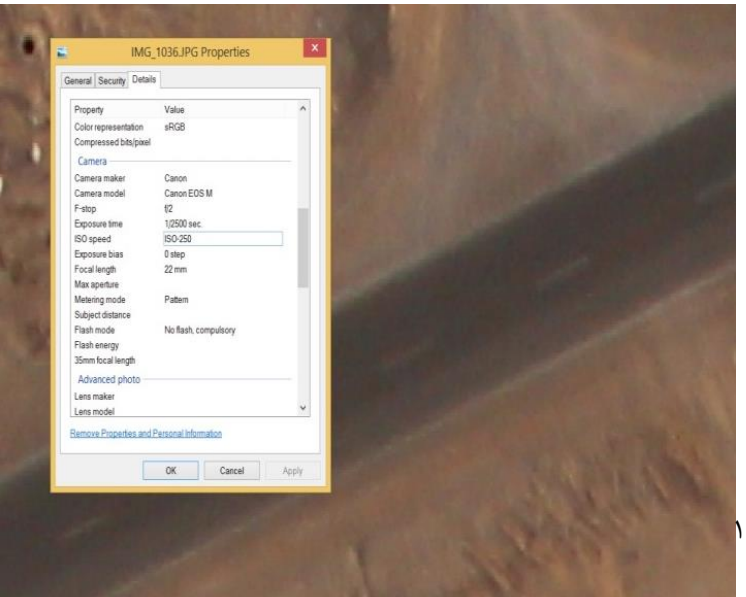
تصویر برداری، کنترل و ساماندهی تصاویر اخذ شده

تنظیم دوربین

- ایزو (ISO)
- سرعت شاتر
- Fstop
- دیگر تنظیمات

تنظیم دوربین: ایزو (ISO)

- ISO (International Standards Organization) معرف میزان حساسیت سنسور به نور
  - ISO بیشتر: افزایش حساسیت دوربین به نور کم اما همزمان افزایش نویز
- ISO روی Auto با حداکثر ۴۰۰ تنظیم شود
  - در حالت Auto دوربین سعی میکند ISO را روی ۱۰۰ نگهدارد و اگر نور کافی نبود آنرا به سمت ۴۰۰ افزایش می دهد



افزایش ISO بخاطر سرعت شاتر بالا و نور کم محیط منجر به کنتراست مناسب اما S/N پایین

تنظیم دوربین: F-stop

- F-stop نسبت فاصله کانونی به قطر دریچه دیافراگم است.
- F-stop هر چه کوچکتر شود: F-stop: 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11
  - دریچه دیافراگم بازتر شده و نور بیشتری وارد دوربین میشود.
  - عمق میدان و عمق فوکوس کاهش می یابد.
  - از لبه های لنز بیشتر استفاده شده و میزان شارپ بودن تصویر بخصوص در گوشه ها و در لنزهای واید کاهش می یابد
- F-stop روی Auto تنظیم شود
  - در حال Auto ابتدا دریچه کوچک است و بتدریج با کاهش نور افزایش می یابد یعنی f-stop از زیاد به کم تغییر میکند.
  - ترجیحا اگر بتوان F-stop را تغییر نداد هندسه تصاویر یکنواخت تر خواهد بود و از لحاظ تئوری فتوگرامتری اولویت دارد!

تنظیم دوربین: سرعت شاتر

- میزان کشیدگی تصویر به سرعت پرواز و سرعت شاتر بستگی دارد
- به طور کلی، هر چه ارتفاع پرواز کمتر شود و سرعت پرنده افزایش یابد image motion خطی بیشتر شده و مجبوریم عدد سرعت شاتر را کمتر کنیم. (سریعتر باز و بسته شود)

V=20m/s, SS=1:2000s,

x=v*t image motion=1cm<<GSD?

- تلاش شود در بدترین حالت کشیدگی تصویر کمتر از نیم پیکسل باشد.

تنظیم دوربین: سرعت شاتر

- برای هواپیما:
  - سرعت شاتر: حداقل ۱:۱۵۰۰ ثانیه (تا ۱:۴۰۰۰ ثانیه) باشد تا از image motion و تاری تصویر بخصوص ناشی از تکانهای دورانی جلوگیری شود.
  - در نور شدید تا ۱:۴۰۰۰ ثانیه
  - در هوای ابری و باد تا ۱:۱۵۰۰ ثانیه
- برای مولتی روتور با توجه به سرعت پایین تر (معمولا 10m/s) می توان از سرعت های کمتر استفاده نمود (تا نصف اعداد بالا)
- هرچه ارتفاع پرواز بیشتر شود با توان دو نور کمتری به دوربین رسیده و مجبوریم سرعت شاتر را کمتر کنیم.

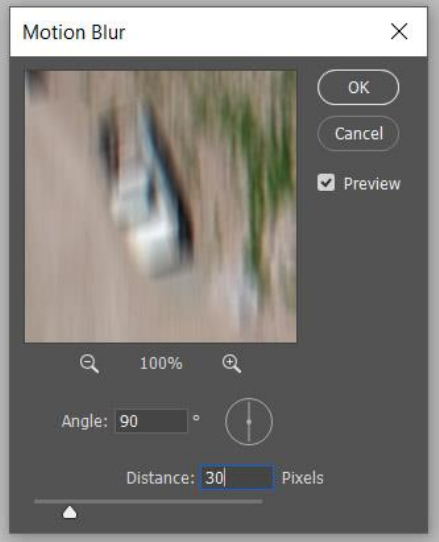
Normal Image





Motion Blurred Image





مودهای تصویربرداری (دوربین های حرفه ای)

- مود دستی: همه تنظیمات دستی
- مود اتوماتیک: همه تنظیمات خودکار(Auto focus+Auto ISO+P)
- مود TV: تنظیم Shutter Speed دستی اما F-stop متناسب با آن خودکار
- مود AV: تنظیم F-stop دستی اما Shutter Speed متناسب با آن خودکار
- مود P: تنظیم F-stop و Shutter Speed خودکار اما پارامترهای دیگر دستی
- همیشه روی مود TV (تا میزان FM ثابت باشد) کار کنید! بخاطر لرزش، تکانهای دورانی، image motion، و تنظیم نور محیط

تنظیمات دیگر دوربین

- شماره گذاری عکسها متوالی باشد
- مگاپیکسل تصویر حداکثر باشد البته الزاما جواب بهتر نمیشود
- فوکوس دوربین روی بینهایت باشد
- فوکوس و بزرگنمایی فیکس شده باشد
- اتو فوکوس خاموش، پایدار ساز خاموش، وایت بالانس خاموش.

تصویربرداری، کنترل و ساماندهی

تصویربرداری

- قبل از شروع عملیات پرواز و تصویر برداری دوربین روی عوارضی در فاصله ای معادل ارتفاع پرواز تنظیم و تصاویر نمونه گرفته شده و کیفیت آنها کنترل گردد
- از ثابت ماندن المان های تنظیم دوربین اطمینان حاصل شود
  - تنظیمات منوال بودن تنظیمات کنترل شود
  - فاصله کانونی حتما ثابت و فیکس(در صورت نیاز استفاده از چسب دور عدسی) ، اتو فوکوس و اسبیلایزر، وایت بالانس خاموش، کارت حافظه تخلیه کامل، درپوش دوربین برداشته شده باشد

تصویربرداری

- تصاویر در صورت امکان با هر دو فرمت RAW (برای کسب بالاترین کیفیت) و JPGفرمت ذخیره شود اگر JPG ذخیره میکنید ضریب فشرده سازی روی حداقل تنظیم شود (بالاترین کیفیت)
- شماره دهی تصاویر در ابتدای تصویر بردرای در هر پروژه ریست کنید
  - در صورتی که تصویر پرداری در چندین پرواز صورت می گیرد، دقت شود در ابتدای هر پرواز این کار انجام نشود
  - در حین تصویر برداری وضعیت پرنده و تصویر برداری کنترل شود
- در صورت مشاهده هر گونه تغییر پیش بینی نشده در اولین فرصت پرنده بازگردانده شود
- کنترل باطری پرنده دائما کنترل شود

کنترل تصاویر و ساماندهی

- در سر زمین از اخذ کامل تصاویر مطابق با طراحی انجام شده اطمینان حاصل گردد
- قبل از پردازش تصاویر کنترل شوند:
  - کنتراست: اگر تصاویر صبح زود با عصر گرفته شده باشند، نور مناسب ندارند و کیفیت مثلث بندی پایین است
  - GSD: در تصاویر زوم می کنیم و از طریق کنترل برخی عوارض مثل ضخامت دیوار، دکل برق و امثال آنها GSD واقعی را تخمین می زنیم که آیا عکس ها تار هستند یا نه
  - کنترل سایه ها و سطح نویز: از طریق گرفتن Properties عکس نگاه می کنیم که عدد ایزوی عکس چقدر است. اگر ایزو بیشتر از ۴۰۰ باشد، عملا به درد پردازش ها نمی خورد یا در زمان کنترل خطاها، وضعیت این عکس ها را با دقت بررسی می کنیم

کنترل تصاویر و ساماندهی

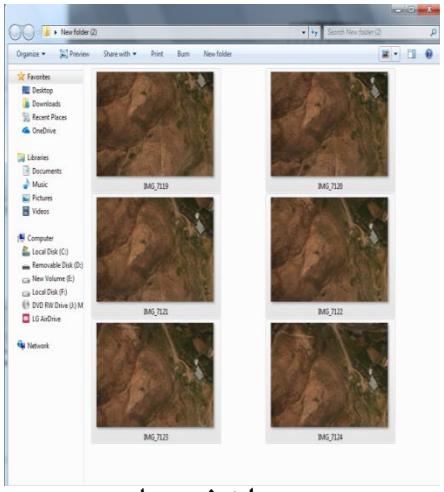
- پوشش تصاویر: از مقایسه تصاویر به صورت بصری کنترل می کنیم که آیا پوشش های طراحی شده تامین شده اند
- کنترل fstop: نباید زیر ۴ باشد. Fstop های دو، ۳ یا کمتر اصلا مناسب نیستند

- تصاویر بی کیفیت و تار را در صورتیکه گپ قابل توجه در داده ها ایجاد نمی کند، حذف کنید.
- دقت شود که تصاویر متفرقه بین تصاویر هوایی اخذ شده نباشد
- تصاویر را در فولدرهای با نام منطقه و تاریخ برداشت ذخیره کنید

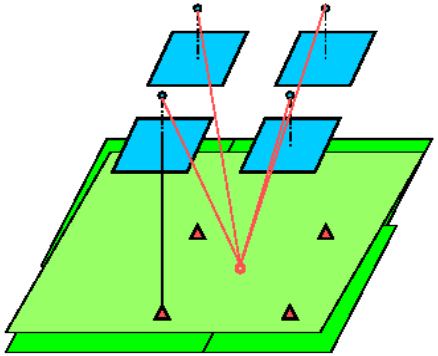
پردازش

مثلث بندی هوایی و تولید ابر نقاط غیر متراکم
تولید ابر نقطه متراکم
تولید DSM و Mesh
تولید مدل رقومی زمین (DEM)
تولید ارتوفتوموزائیک

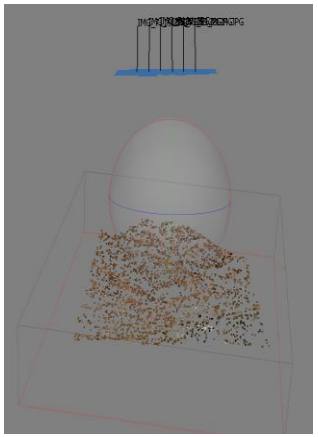
مراحل کلی فتوگرامتری



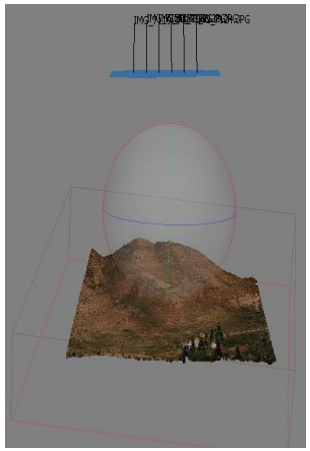
اخذ تصاویر



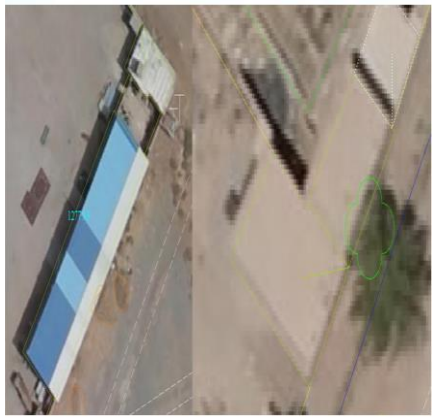
تناظر یابی نقاط مشترک



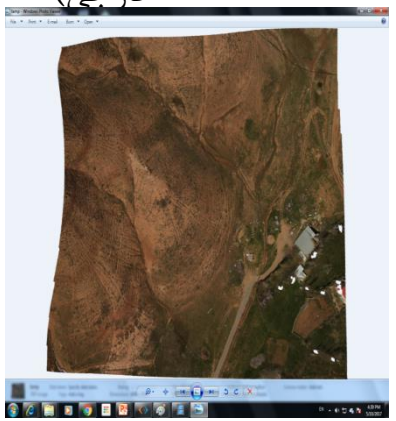
تعیین مختصات سه بعدی نقاط مشترک و مثلث بندی (توجیه داخلی و خارجی)



تولید ابر نقطه متراکم



تبدیل و ترسیم



تولید ارتوفتوموزاییک

مراحل کلی پردازش در فتوگرامتری پهپاد

- مثلث بندی (Aerial Triangulation) و تولید ابر نقاط غیر متراکم
- تولید ابر نقطه متراکم (Point cloud)
- تولید مدل رقومی سطح (DSM) و مدل سه بعدی واقعی (Mesh)
- تولید DSM و ارتوفتوموزاییک و کلاسه بندی عوارض
- تولید DTM و منحنی میزان
- تولید اندکس طیفی

انتخاب سخت افزار مناسب

- عوامل موثر بر زمان پردازش:
  - GSD: متناسب با توان دو
  - پوشش ها: متناسب با توان دو تعداد عکسها
  - محتوای تصویری: افزایش زمان تا دو برابر!
  - آب و هوا: نور و زمان عکسبرداری
- حداقل سیستم Core-i7 هشت هسته ای، ۶۴ تا ۱۲۸ گیگابایت رم، ۸ گیگا بایت رم گرافیکی، ۵۱۲ تا ۱ ترابایت هارد SSD سریع

انتخاب سخت افزار مناسب

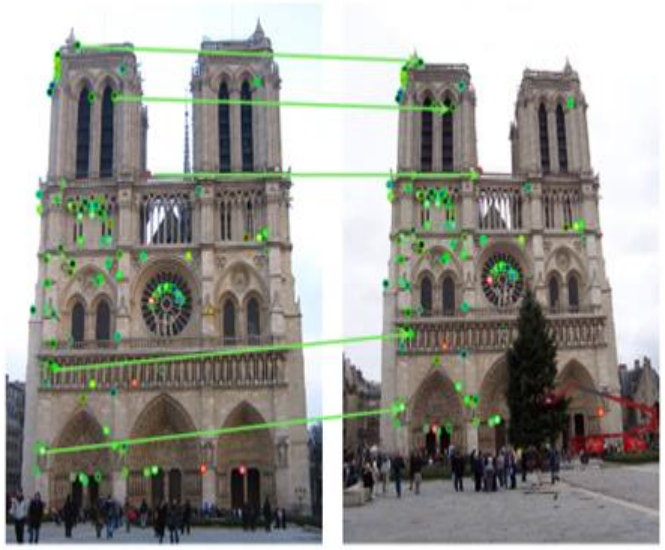
- استفاده از سایت userbenchmark.com
- توجه به تاثیر حداکثری CPU
- نمونه سیستم های مناسب:

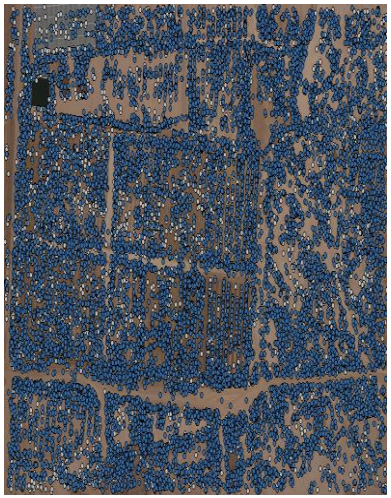
- CoreI9 7090, 64 GigRam, Geforce 1080ti, Samsung EVO 512Gb, 4Tb Black Western Digital Hard
- AMD 1950X, 64 GigRam, Geforce 1080ti, Samsung EVO 512Gb, 4Tb Black Western Digital Hard
- Server System

مثلث بندی و تولید ابر نقاط غیر متراکم

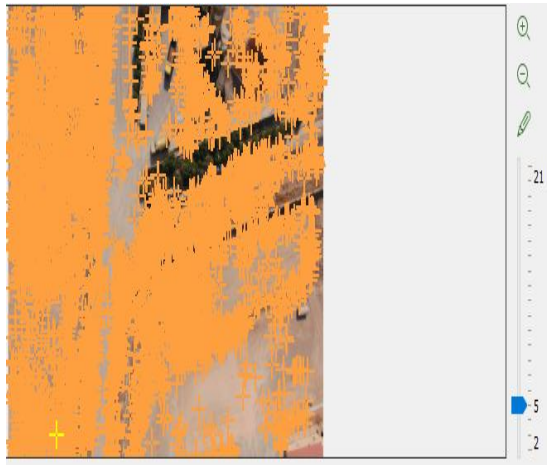
- به صورت اتوماتیک
- مراحل
  - اندازه گیری نقاط کلیدی (Keypoint extraction)
  - تناظر یابی نقاط کلیدی (Matching Keypoints)
  - حل معادلات فتوگرامتری جهت به دست آوردن المان های دوربین (فاصله کانونی- مختصات نقطه اصلی- المان های اعواجاج عدسی- مختصات سه بعدی نقاط در سیستم مختصات مدل)
  - برآورد دقت مدل به دست آمده

اندازه گیری نقاط کلیدی و تناظریابی





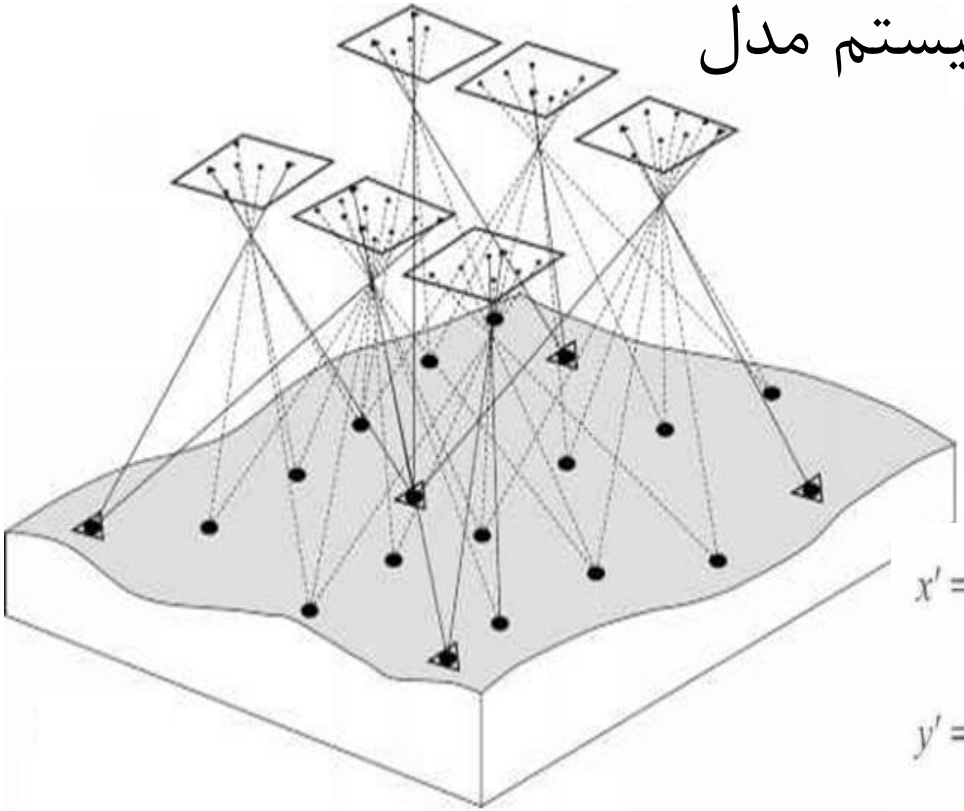
نقاط متناظر شده در نرم افزار AGISoft Photoscan



نقاط متناظر شده در نرم افزار Pix4DMapper

حل همزمان معادلات و تعیین مجهولات در سیستم مختصات مدل

- المان های داخلی و خارجی دوربین ها
- مختصات نقاط گره ای در سیستم مدل



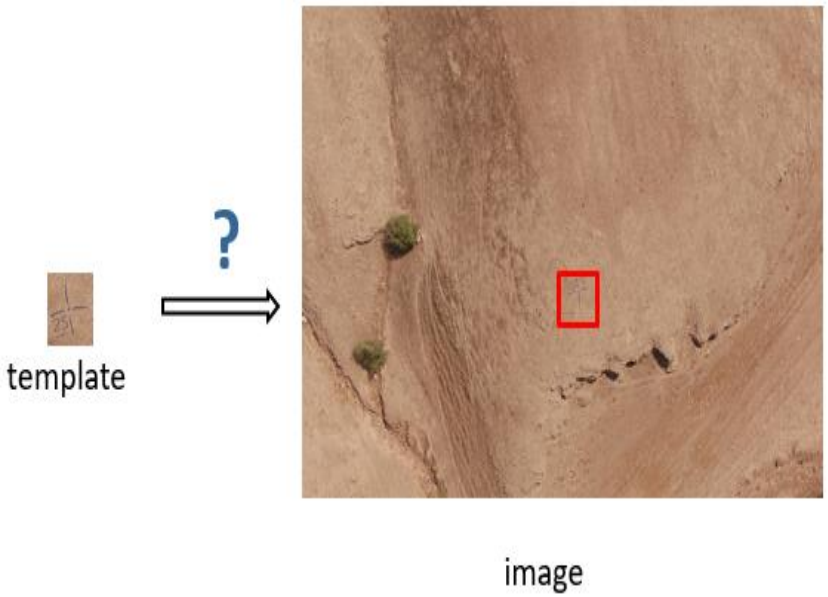
$$x' = x'_0 + z' \frac{r_{11}(X-X_0)+r_{21}(Y-Y_0)+r_{31}(Z-Z_0)}{r_{13}(X-X_0)+r_{23}(Y-Y_0)+r_{33}(Z-Z_0)} + \Delta x'$$

$$y' = y'_0 + z' \frac{r_{12}(X-X_0)+r_{22}(Y-Y_0)+r_{32}(Z-Z_0)}{r_{13}(X-X_0)+r_{23}(Y-Y_0)+r_{33}(Z-Z_0)} + \Delta y'$$

به دست آوردن المان ها در سیستم مختصات زمینی

- مراحل:
  - وارد کردن نقاط کنترل
  - تعیین وزن مشاهدات
  - سرشکنی مجدد یا بهینه سازی (optimization)

وارد کردن نقاط کنترل





- به صورت دستی (Pix4D، PhotoScan)
- نیمه اتوماتیک (Pix4D)
  - علامت گذاری نقطه کنترل در حداقل دو تصویر
  - استفاده از تکنیک های template matching
- تمام اتوماتیک (PhotoScan)
  - استفاده از تارگتهای کددار
  - معمولا دارای دقت کم درتشخیص نقاط

تعیین وزن مشاهدات

$$\Omega = w_{Auto_tie}\sum r^2_{Auto_tie} + w_{Manual_tie}\sum r^2_{Manual_tie} + w_{GCP}\sum r^2_{GCP} + w_{GPS}\sum r^2_{GPS} + w_{IMU}\sum r^2_{IMU}$$

- هر یک از مشاهدات زیر باید با وزن مناسب خود وارد سرشکنی شود وگرنه دقت و مقادیر مجهولات درست محاسبه نمی شود.
  - مشاهدات نقاط گرهی اتوماتیک
  - قرائت عکسی نقاط کنترل
  - قرائت زمینی نقاط کنترل
  - مشاهدات GNSS
  - مشاهدات IMU
- تغییر وزن میتواند دقت مجهولات را تا ۱۰ برابر تغییر دهد!
- وزن غیرواقعی بالای مشاهدات: دقت نقاط کنترل خیلی بالا و خوب اما دقت روی نقاط چک پایین و خراب

تعیین وزن مشاهدات

- وزن نقاط گرهی را حداقل تا سه برابر سیگما باقیمانده های عکسی قرار دهید تا شبکه انعطاف داشته باشد
- سیگما باقیمانده های عکسی پس از سرشکنی
  - در دوربینهای کامپکت ۰.۵ تا ۲ پیکسل
  - در دوربینهای غیرمتریک SLR بین ۰.۲ تا ۰.۴ پیکسل
  - در دوربینهای متریک بهتر از ۰.۱ پیکسل
- لذا وزن نقاط گرهی
  - در دوربینهای کامپکت ۲ پیکسل تنظیم شود
  - در دوربینهای SLR ۱ پیکسل تنظیم شود

تعیین وزن مشاهدات

- وزن مشاهدات زمینی نقاط کنترل بستگی به روش تعیین مختصات و دقت شناسایی نقطه روی زمین دارد.
  - برای قرائت تارگت با GPS، دومی(دقت شناسایی) صفر و اولی بهتر از یک سانتیمتر است.
  - برای قرائت عوارض در عملیات استریو بستگی به تعریف پذیری عاضه دارد مثلا برای مرکز یک بوته حدود ۵ سانتیمتر
- وزن مشاهدات عکسی نقاط کنترل بستگی به روش دستی /خودکار اندازه گیری عکسی و کیفیت شناسایی و تفسیر عارضه روی عکس دارد.
- استراتژی اول برای تعیین وزن: هم سنگ باشند مثلا در روی عکس 0.1 پیکسل و در روی زمین 0.1 GSD
- استراتژی دوم برای تعیین وزن: وزن واقعی تنظیم شود مثلا روی عکس ۰.۵ پیکسل و روی زمین ۲ میلیمتر

بهینه سازی (Optimization)

- هدف: سرشکنی کل شبکه با لحاظ تمامی اطلاعات شامل:
  - المان های توجیه داخلی و خارجی
  - مختصات سه بعدی حاصل از توجیه نسبی (بعضا به آن مثلث بندی نیز گفته می شود)
  - مختصات زمینی و تصویر نقاط کنترل
  - وزن نقاط کنترل، نقاط گرهی، المان های خارجی مراکز تصویر
- خروجی:
  - المان های داخلی و خارجی دوربینها
  - مختصات نهایی ابر نقاط غیر متراکم در سیستم مختصات زمینی

بهینه سازی (Optimization)

- در صورتی که نقطه کنترل معرفی نشده باشد، بهینه سازی جهت اعمال وزنها و سرشکنی تمامی المان ها به صورت همزمان انجام می شود
  - مختصات نقاط مدل، کماکان در سیستم مختصات فرضی خواهد بود
- در صورت نیاز مدل تشکیل شده بررسی ، خطاهای فاحش برطرف، وزن ها تعریف و پروسه بهیه سازی تا حصول دقت مورد نیاز تکرار می گردد

کشف خطاهای فاحش و داده های نامناسب (Blunder Detection)

- علی رغم ارزیابی های نرم افزاری، نقاطی به نادرستی به عنوان متناظر شناسایی می شوند که منجر به محاسبات نادرست و نیز تولید گره ای اشتباه می شوند
- انواع خطاهای فاحش
  - نقاط گرهی دو عکسی (بیشترین تاثیر در بهبود نتایج مثلث بندی).
  - نقاط دارای باقیمانده های عکسی بالا (Reprojection Error)
  - نقاط دارای خطای بازسازی سه بعدی (Reconstruction Error)
- داده های نامناسب

برآورد دقت مدل به دست آمده

- دقت نقاط کنترل و چک (متناسب با GSD) و نیز نقشه درخواستی
  - دقت نقاط کنترل (نصف دقت مورد درخواست یا به عنوان ضریبی از GSD)
    - 2*GSD برای دقت مسطحاتی
    - 3*GSD برای دقت ارتفاعی
  - دقت نقاط چک
    - متناسب با دقت نقشه درخواستی
    - دقت بیش از حد مشکوک است!!

برآورد دقت مدل به دست آمده

- کنترل توزیع خطای نقاط کنترل
  - ۷۰٪ در حد سیگما
  - ۲۰٪ در صد در حد دو سیگما
  - ۱۰٪ در حد ۳ سیگما
- مقایسه سیگما و انحراف معیار جهت بررسی خطای سیستماتیک

برآورد دقت مدل به دست آمده

- مقایسه دقت نقاط چک و کنترل
- بررسی میزان تفاوت خطای بهینه سازی دوربین ها (زیر ۵٪)
- بررسی مقادیر کالیبراسیون با مقادیر به دست آمده در پروژه های قبلی
- کنترل کیفیت نقاط تناظریابی شده در نقاط خاص و مهم از پروژه
- خطای بازسازی سه بعدی نقاط کنترل و چک (Pix4D Raycloud)

بررسی و بهبود نتایج مثلث بندی

- خطای مثلث بندی به تمامی مراحل بعدی منتقل می شود
  - در صورت انجام مجدد مثلث بندی تولیدات تمامی مراحل بعدی حذف می شوند
- مراحل:
  - کشف و حذف خطاهای فاحش
  - ارزیابی کیفیت هندسه تشکیل شده
  - بهبود نتایج

تشخیص کیفیت هندسه تشکیل شده در فضای تصویر

- خطای تصویری نقاط (reprojection error) در تصاویر (Photoscan)
  - خطای انحراف معیار نقاط گره ای در جهت x و y باید حتی الامکان یکسان باشد. در غیر این صورت نشان از هندسه نامناسب یا خطای سیستماتیک در سیستم اندازه گیری
- تعداد و توزیع نقاط گره ای
- تعداد نقاط در هر تصویر (Photoscan، Pix4D)
- توزیع نقاط در هر تصویر(Pix4D)
  - تعداد تصاویر مربوط به هر نقطه گرهی (Pix4D)

تشخیص کیفیت هندسه تشکیل شده در فضای تصویر

- وجود وابستگی بین پارامترهای داخلی
- در صورت استفاده از سلف کالیبراسیون، با توجه به اینکه دقت المان ها به عوامل متغیری همچون فاصله تا نقاط عارضه بستگی دارد، وابستگی بین المان های داخلی باید بررسی شود
- وابستگی بین المان های داخلی و خارجی از طریق هندسه تصویر برداری مناسب قابل حذف است
  - در برد کوتاه از طریق اعمال زاویه دوران به دوربین در حین تصویر برداری

تشخیص کیفیت هندسه تشکیل شده در فضای عارضه

- بررسی پوشش تصاویر
  - تعداد تصاویر پوشش دار در بخش های مختلف منطقه (گزارش Photoscan و گزارش Pix4D)
  - تعداد نقاط متناظر در تصاویر پوشش دار (گزارش Pix4D، گراف پوشش)
- توزیع نقاط گره ای در فضای عارضه (وضعیت ابر نقطه غیر متراکم)
  - توزیع متوازن در هر دو راستای x و y
  - وجود گپ بین نقاط
    - وجود عوارض مشکل دار در منطقه همچون درخت، آب، ماسه، برف، عوارض متحرک
    - معمولا در حد چند در صد مشکل خاصی ایجاد نمی کند ولی اگر زیاد باشد دقت محاسبات کاهش می یابد

تشخیص کیفیت هندسه تشکیل شده در فضای عارضه

- باقیمانده خطای مختصات زمینی نقاط کنترل
  - مهمترین عامل در پروژه
    - حداقل خطای نقاط
    - انحراف معیار نقاط کنترل
    - انحراف معیار نقاط چک
- بیضی خطای نقاط کنترل (Pix4D)

تشخیص کیفیت هندسه تشکیل شده در فضای عارضه (ادامه)

- در صورتی که دقت نقاط در فضای تصویر همگن باشد، وجود خطا در فضای عارضه می تواند به دلایل زیر باشد:
- تغییر مقیاس تصاویر
  - تصویر برداری با ارتفاع های مختلف در مناطق مسطح
  - تصویر برداری با ارتفاع ثابت در مناطق غیر مسطح
- تفاوت زیاد در تعداد نقاط گره ای از تصویری به تصویر دیگر
- وجود تیلت زیاد
- دقت متفاوت تسخیص نقاط متناظر در تصاویر مختلف
- وجود خطای زیاد در نقاط کنترل زمینی

بهبود نتایج

- حذف نقاط دو تصویری (Photoscan)
- اضافه کردن نقاط گره ای دستی (Photoscan، Pix4D)
- حذف یا غیر فعال کردن تصاویر نا مناسب (Photoscan، Pix4D)
  - تعداد نقاط گره ای کم
  - توزیع نامناسب نقاط گره ای
- استفاده از مدل با المان های کمتر در کالیبراسیون
  - (Leading parameters (Pix4D)
  - وزن زیاد المان های داخلی (Pix4D، PhotoScan)
- معرفی نقاط کنترل
- در صورت ورود نقاط کنترل، حذف نقاط کنترل پر خطا (خطای بیش از حد (سه سیگما))

تولید محصولات

- محصولات
  - ابر نقاط
    - غیر متراکم (Sparse)
    - متراکم (Dense Cloud)
  - DSM
  - مدل رقومی زمین (DTM)
  - مدل سه بعدی واقعی (Mesh)
  - ارتو فتو
  - منحنی میزان
  - اطلاعات طیفی
- بسته به نیاز محصولات در قالب نقشه های توپوگرافی یا به صورت مجزا (ارتوفتو، ابر نقطه متراکم، مدل سه بعدی با تکسچر واقعی و امثال آن) ارائه می شوند

اندازه گیری به صورت دقیق: تبدیل وترسیم در فضای سه بعدی

- مراحل
  - ترسیم عوارض
    - به صورت دستی در محیط برجسته بینی یا ابر نقطه Raycloud
  - مناسب در پروژه های با اندازه گیری های محدود (نمونه: پروژه کردستان)
  - ترسیم منحنی های میزان
    - به صورت دستی از طریق برجسته بینی
    - به صورت اتوماتیک از ابر نقطه سه بعدی
- مزایا ومعایب
  - رفع اعوجاجات برجسته بینی
  - انتخاب زوج عکسهای مناسب

انتخاب زوج تصاویر استریو برای عملیات تبدیل برجسته‌بینی

- باید به گونه ای انجام شود که همگونی کیفیت مسطحاتی و ارتفاعی عوارض تبدیلی ایجاد و برجسته‌بینی بخاطر انتخاب مناسب تصاویر استریو به درستی تشکیل شود.

- تصاویر معمولات غیر قائم اند (مصوصا در هواپیما) و دارای هم‌پوشانیهای متعدد و زیاد
  - یک نقطه بعضا در ۲۰ تا ۴۰ مدل استریو قابل مشاهده است
- سوال: پیچیدگی تعیین حد مدلهای استریو بهینه
- زمنیه تحقیقاتی: تعیین حد مدل استریو بهینه با توجه به عوامل:
  - حداقل انحراف از قائم تصاویر
  - توازی محور اپتیکی زوج تصویر
  - حداکثر زاویه پارالاکتیک تصاویر
  - حداقل فاصله تصاویر از زمین
  - حداقل اختلاف مقیاس تصاویر
  - حداقل اختلاف زمانی تصاویر
- این کار در یک کار تحقیقاتی در دانشگاه تهران مورد بررسی قرار گرفته است.

آنالیز هزینه و زمان

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رئیس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور	شماره : ۱۴۰۱/۳۴۳۱۴۳
	تاریخ : ۱۴۰۱/۰۷/۰۹

موضوع: تعرفه خدمات نقشه‌برداری

در چارچوب نظام فنی و اجرایی یکپارچه کشور، موضوع ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه، به پیوست "دستورالعمل تعرفه‌های خدمات نقشه‌برداری" که مبانی آن به تصویب شورای‌عالی فنی رسیده است، از نوع گروه دوم (لازم‌الاجرا) ابلاغ می‌شود تا برای پرداخت هزینه خدمات از تاریخ ۱۴۰۱/۰۱/۰۱ به‌بعد، به مورد اجرا گذاشته شود.

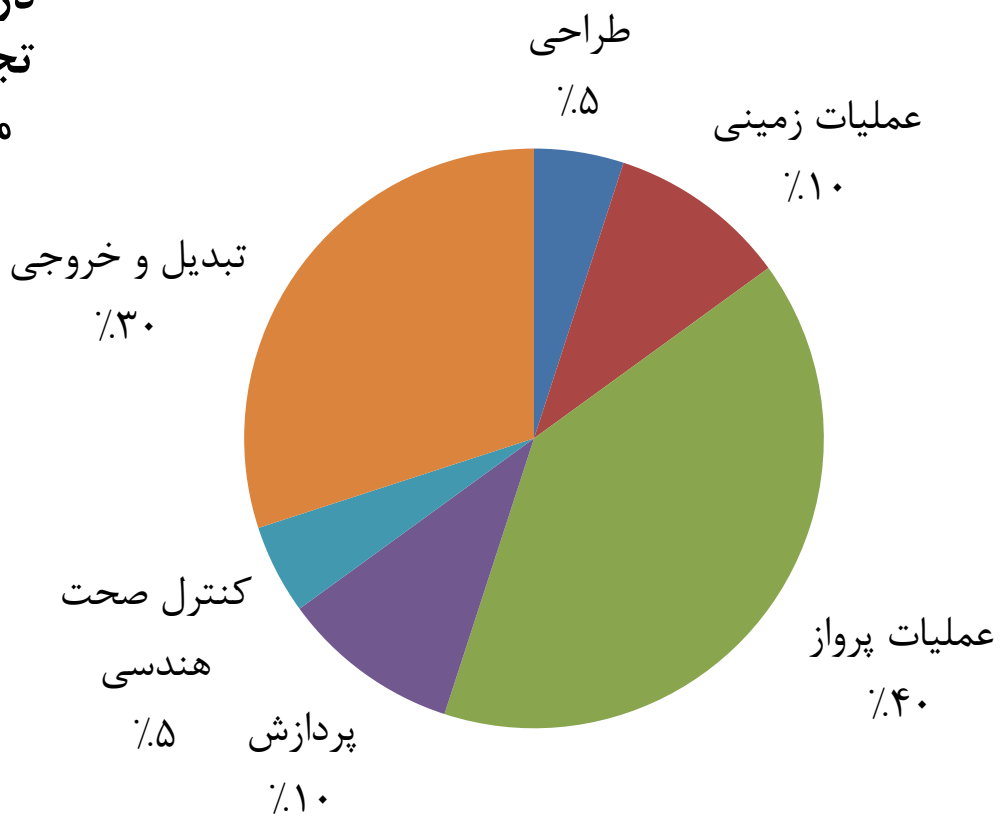
چنانچه انتخاب مشاور برای انجام خدمات نقشه‌برداری به روش تعرفه، موضوع بند (چ) ماده (۱۶) آیین‌نامه خرید خدمات مشاوره، مصوبه شماره ۱۹۳۵۴۲/ت۴۲۹۸۶ک مورخ ۱۳۸۸/۱۰/۰۱، انجام شده باشد، اعمال هرگونه ضریب افزایشی یا کاهشی (پلوس یا مینوس) به دستورالعمل پیوست ممنوع است.

از تاریخ ابلاغ این بخشنامه، استفاده از روش‌های انتخاب براساس کیفیت (QBS)، انتخاب بر اساس کیفیت و قیمت (QCBS) و بودجه ثابت برای واگذاری خدمات نقشه‌برداری ممنوع است. درصورت عدم تطابق خدمات موضوع قرارداد با تعرفه پیوست، با تایید و مسئولیت بالاترین مقام دستگاه کارفرمایی، استفاده از روش‌های یاد شده مجاز می‌باشد.

در قراردادهایی که حق‌الزحمه آنها براساس "دستورالعمل تعرفه خدمات نقشه‌برداری" و بدون اعمال ضریب افزایشی یا کاهشی (پلوس یا مینوس) محاسبه و پرداخت می‌شود، در صورتی که حق‌الزحمه قرارداد در قالب اسناد

سهم مراحل اجرا

این درصدها بسته به نوع پروژه، خروجی مورد درخواست، نوع پهپاد و تجهیزات مورد استفاده می‌تواند تغییر نماید!



محاسبه زمان و هزینه عملیات زمینی

- دریافت حد کار با فرمت Google Earth KML
- تعیین ضریب منطقه ای
- تعیین تعداد نقاط کنترل مورد نیاز
  - اگر ارتفاع پرواز 100n متر باشد، در هر $2n^2$ تا $4n^2$ هکتار به یک نقطه کنترل نیاز خواهد بود.
- تعیین تعداد BM ها
- عملیات زمینی: برای مثال
  - روزی ساختمان ۵ نقطه BM نقطه ای ۱۵۰ هزار تومان
  - روزی تعیین موقعیت DGPS تعداد ۱۰ نقطه BM نقطه ای ۱۰۰ هزار تومان
  - روزی تعیین موقعیت RTK تعداد ۵۰ نقطه نشانه نقطه ای ۲۰ هزار تومان
- محاسبه زمان و هزینه عملیات زمینی
  - زمان=(زمان استقراز+زمان BM+زمان DGPS+ زمان RTK)* ۱.۵
  - هزینه=(هزینه استقرار+هزینه BM+هزینه DGPS+هزینه RTK)*ضریب منطقه ای

محاسبه زمان و هزینه عملیات پرواز

- تعیین حدود پرواز از روی حد کار
  - اگر حد کار ستاره ای باشد امکان افزایش مساحت حد پرواز تا سه برابر!
  - حد پرواز ترجیحا مستطیل شکل
  - تعیین مساحت پرواز
- هزینه پرواز
  - ضریب منطقه ای پرواز=(ضریب منطقه ای +۱)/۲
  - هزینه پرواز: ۲۰٪ تعرفه زمینی * ضریب منطقه ای پرواز*مساحت پرواز
- زمان پرواز:
  - کارکرد پرواز: روزی مثلا ۵۰ کیلومتر طول مسیر مفید پرواز
  - تعیین کیلومتراژ پرواز با توجه به فاصله نوارها و پرواز کراس
  - تعداد روز پرواز=کیلومتراژ پرواز تقسیم بر کارکرد پرواز
  - تجربه: نسبت مساحت (هکتار) تقسیم بر ارتفاع پرواز (متر) = روز مفید پرواز

محاسبه زمان و هزینه عملیات دفتری

- پردازش تصاویر:
  - شامل مثلث بندی هوایی، تولید ابر نقطه، DEM، ارتوفتو و مدل سه بعدی
  - هزینه ۲۵٪ هزینه پرواز
  - زمان: تعیین کارکرد مثلا روزی ۲۵۰ هکتار
- تبدیل و ترسیم و کارتوگرافی:
  - هزینه: تعیین مقیاس عکس معادل و رجوع به تعرفه تبدیل و ترسیم
  - زمان: بسته به جزئیات تبدیل مورد نیاز و تعداد ایستگاه تبدیل
- ساماندهی داده : ۱۰٪ هزینه تبدیل
  - GIS Ready کردن داده های ترسیم شده
  - برش حدکار داده های رستری و تهیه هرم تصویری

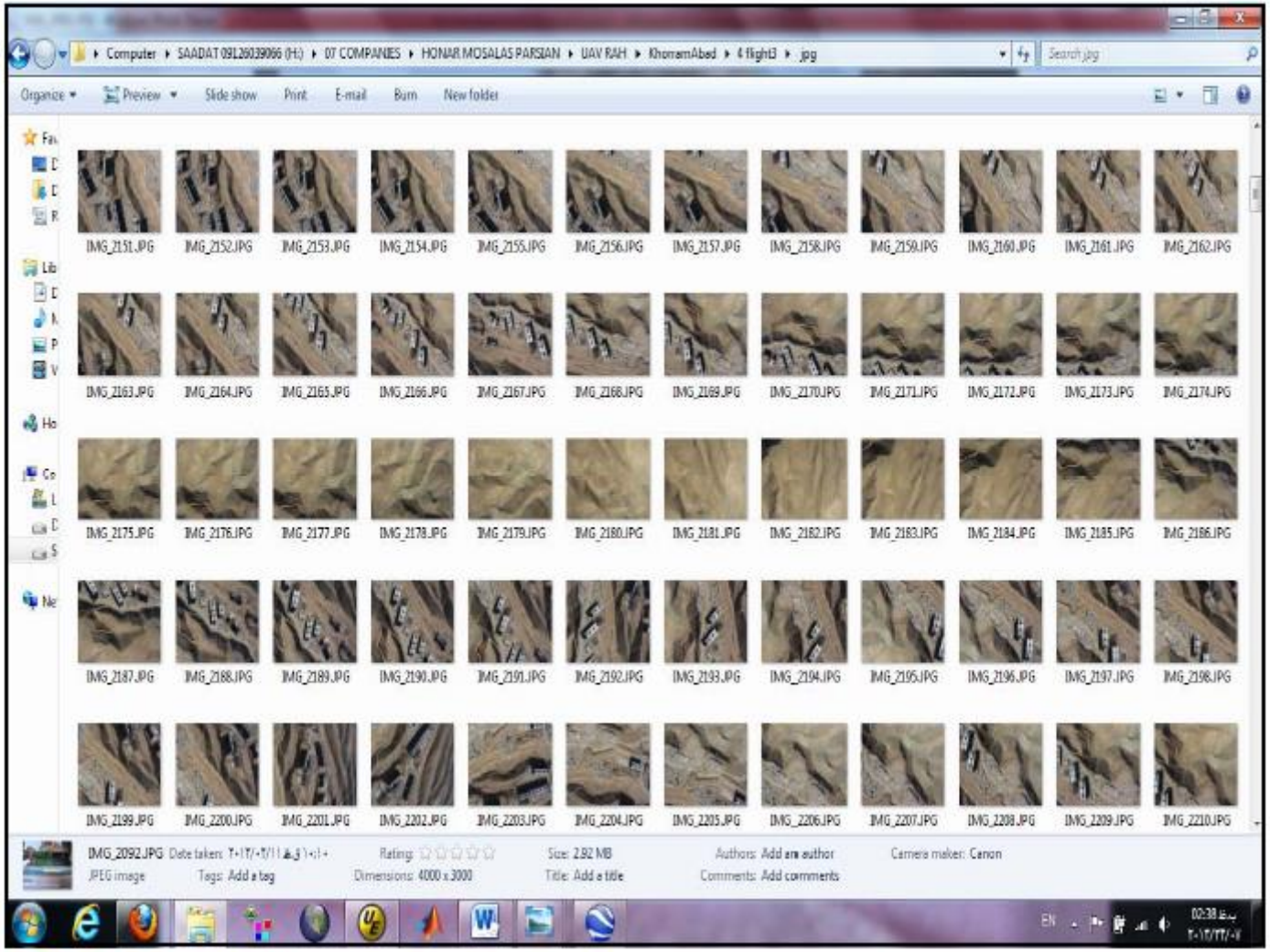
هزینه و زمان کل

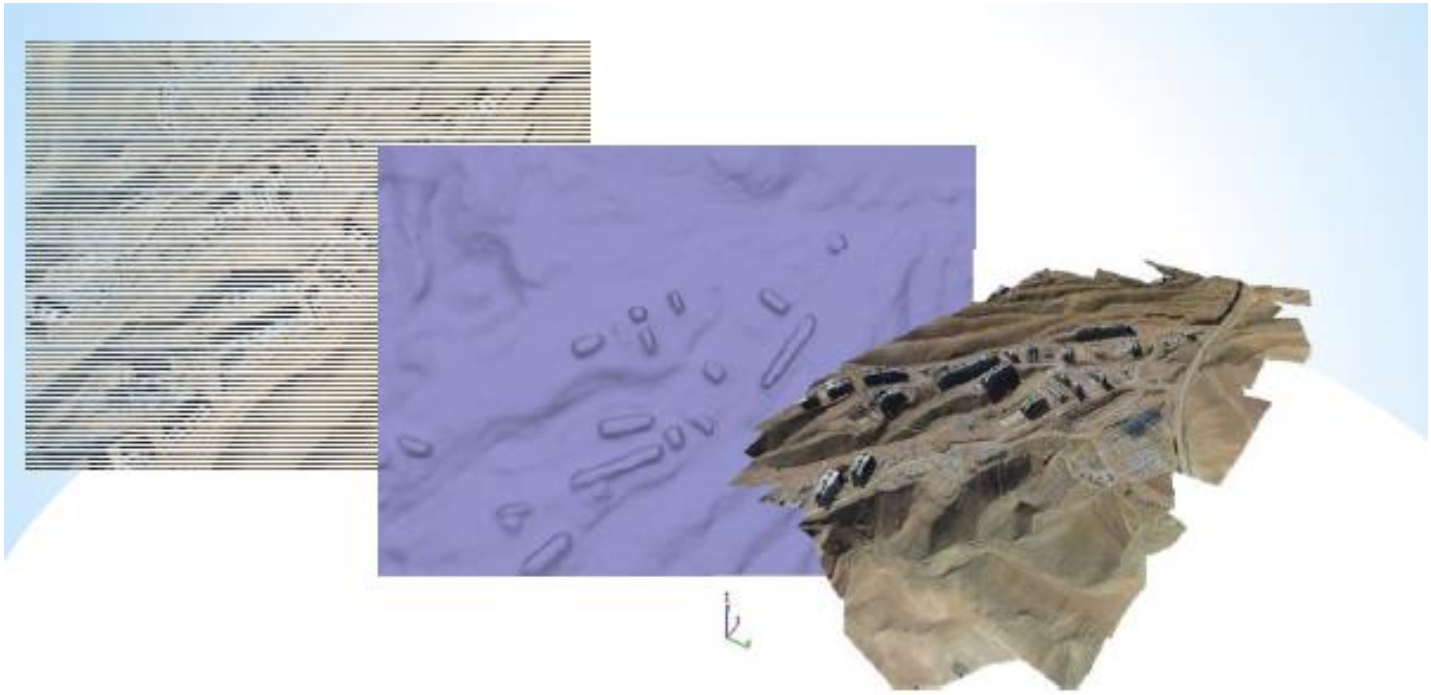
- هزینه کل
  - هزینه عملیات زمینی+عملیات پرواز+پردازش+تبدیل
  - نقدینگی هزینه های جاری شامل باتری، قطعات یدکی، بیمه، کرش، رفت آمدو هتلینگ را مدنظر داشته باشید!
  - ۲۰٪ پیش پرداخت- ۳۰٪ بعد از تحویل تصاویر-۴۰٪ پس از تحویل نقشه-۱۰٪ پس از تایید نظارت
- زمان کل
  - زمان عملیات زمینی+عملیات پرواز+پردازش+تبدیل
  - در کارهای بزرگ تا ۵۰٪ میتوان همپوشانی زمانی درنظر گرفت لذا زمان کل تا ۳۰٪ میتواند با مدیریت مناسب کاهش می یابد.
  - مثال:
    - تهیه نقشه۱:۵۰۰ از منطقه ۱۰۰ هکتاری: ۱+۱+۲+۴=یک هفته
    - تهیه نقشه ۱:۲۰۰۰ از منطقه ۳۰۰۰ هکتاری: ۵+۵+۵+۱۵=یک ماه

برای غلبه بر مشکلات

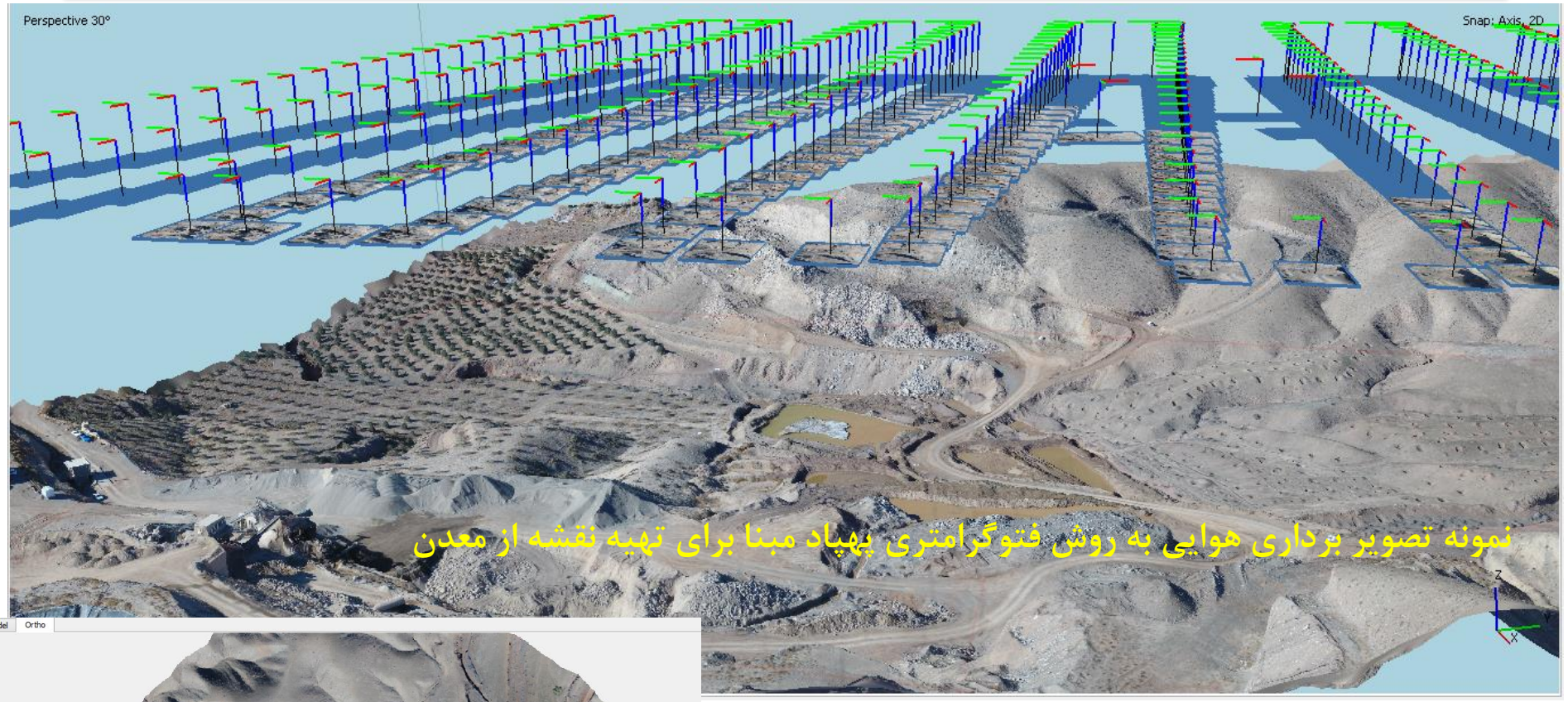
- پرواز در ارتفاع کمتر
- پایین آوردن سرعت پرنده تا حد ممکن
- پوشش های بیشتر
- تعداد نقاط کنترل بیشتر
- مدل های ریاضی پیچیده تر
- تعداد نقاط مشترک بسیار بیشتر در بین تصاویر (هزاران نقطه مشترک)
- بکارگیری الگوریتم های تقویت تصویر
- پرواز در زمان های محدود

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

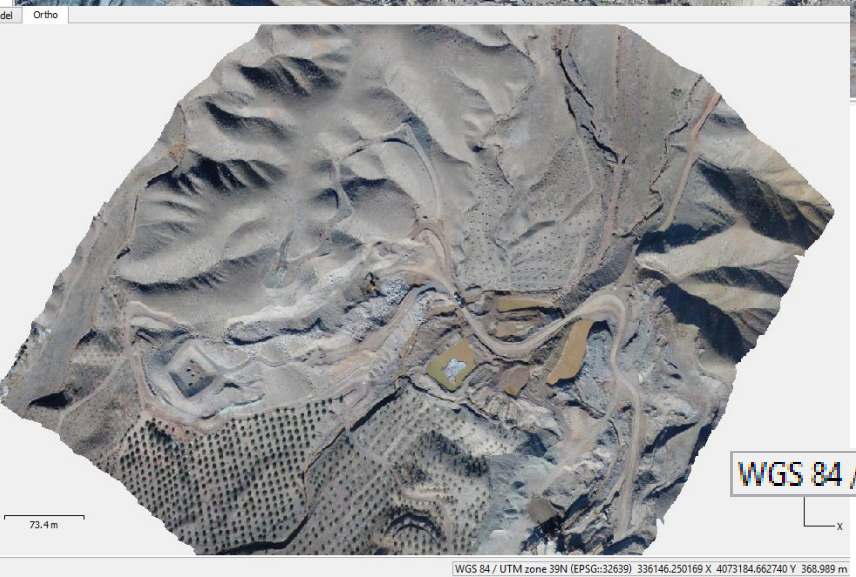




* تولید محصولات مکانی



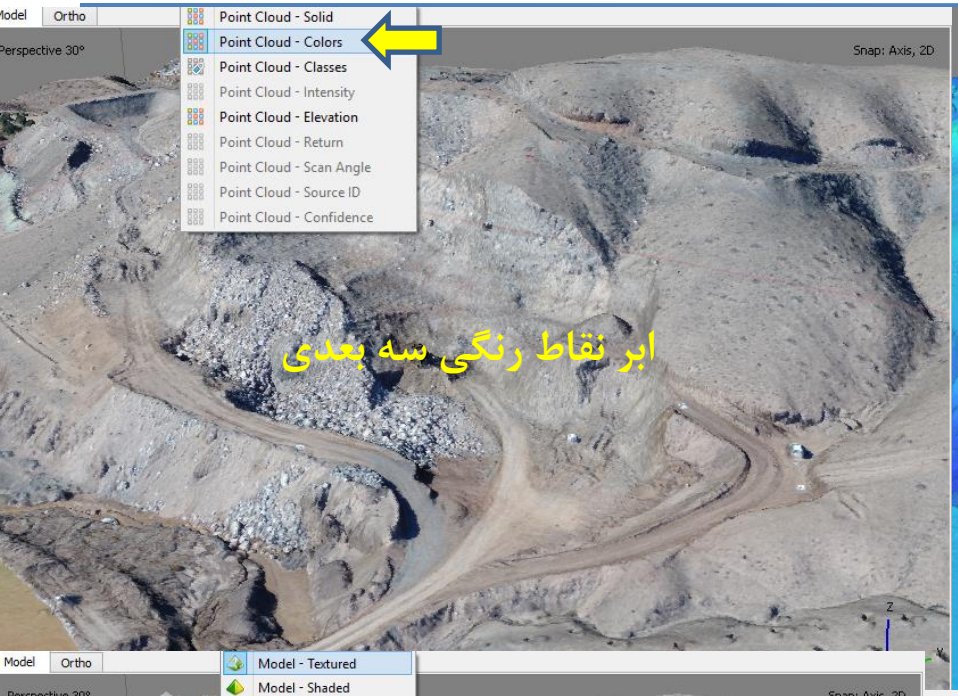
نمونه تصویر برداری هوایی به روش فتوگرامتری پهپاد مبنا برای تهیه نقشه از معدن

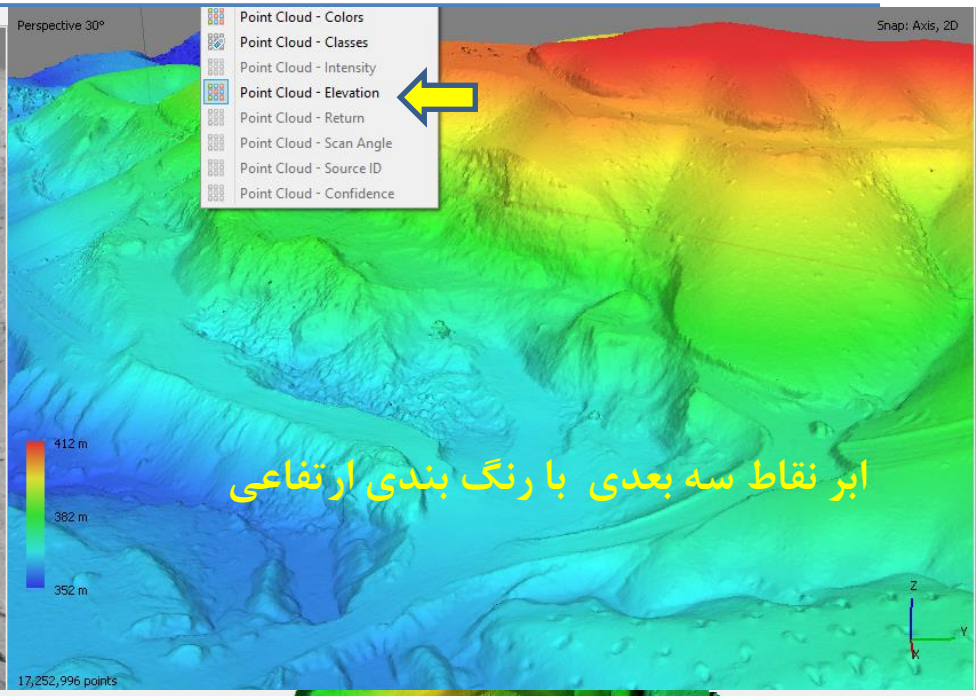


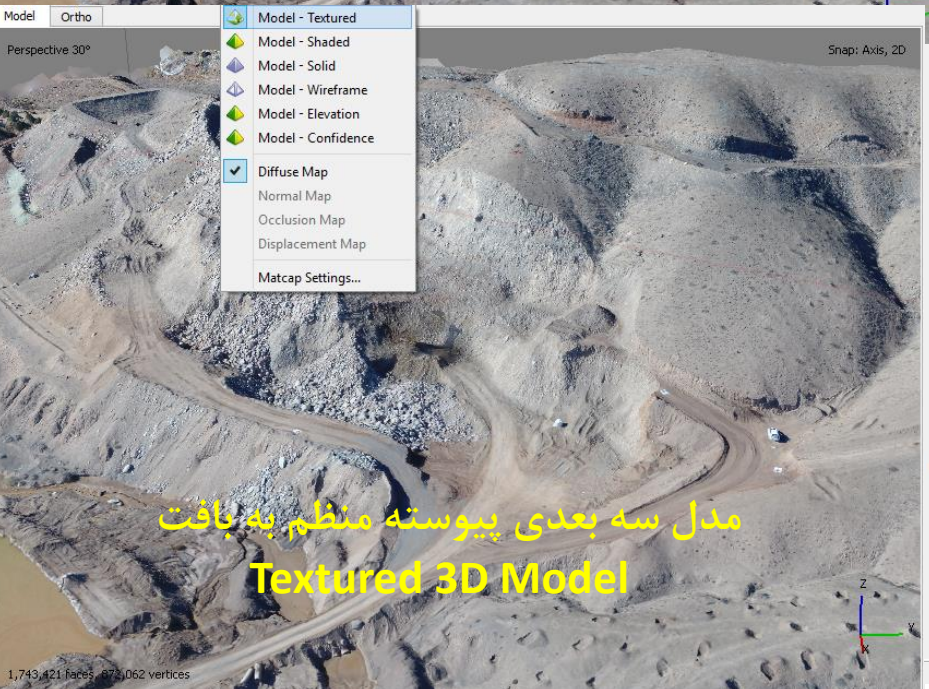
اورتوموزائیک یا عکس نقشه موزائیک شده

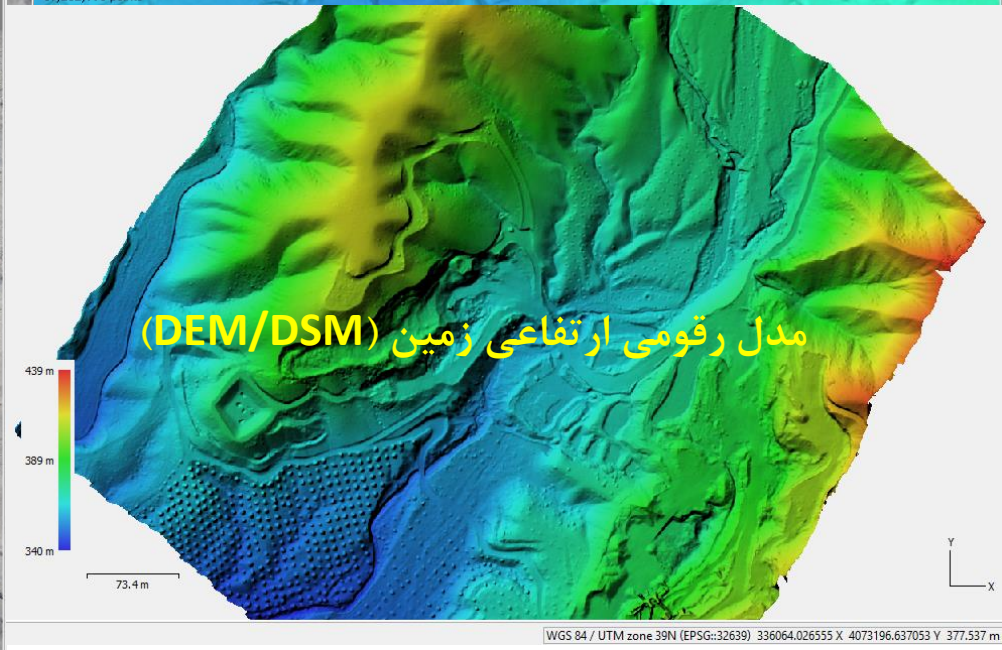
Orthomosaic

محصولات مکانی تهیه شده به روش فتوگرامتری پهپاد مبنا









بعد از انجام محاسبات مثلث‌بندی هوایی و ایجاد و تنظیم چهارچوب هندسی شبکه، امکان تولید محصولات مکانی از خط تولید فتوگرامتری پهپاد فراهم می‌آید. موضوعاتی که در این فصل بررسی می‌شوند عبارت‌اند از تولید ابر نقطه سه‌بعدی متراکم، تولید رویه یا مش، تولید مدل رقومی ارتفاعی، تولید ارتوفتوموزائیک و تولید نقشه. لازم به ذکر است تمامی محصولات مکانی تولیدشده می‌بایست در سیستم تصویر UTM، سیستم مختصات مسطحاتی WGS84 و ارتفاعی ارتومتریک (در مورد محصولات مکانی دو بعدی ارتفاع ارتومتریک الزامی نیست) در محدوده دقتی استاندارد مقیاس مورد نظر باشد.

۵-۱- ابر نقطه سه‌بعدی

ابر نقطه یا Point Cloud به مجموعه نقاط مربوط به یک سطح اطلاق می‌شود. در فتوگرامتری ابر نقطه سه‌بعدی متراکم Dense Point Cloud از طریق تناظر یابی چند تصویری و تقاطع هم‌زمان پرتوهای مربوطه به دست می‌آید. تولید ابر نقطه با توجه به‌دقت مورد نیاز می‌تواند بر اساس لایه‌های مختلف هرم تصویری انجام شود. ابر نقطه حاصل از روش فتوگرامتری باید به‌صورت رنگی باشد و در فرمت ترجیحاً LAZ ارائه شود.

بعد از تولید ابر نقطه متراکم مراحلی شامل اعمال فیلتر حذف نقطه بلاندر، فیلتر کاهش نویز اتفاقی، طبقه بندی و فیلتر حذف عوارض غیرزمینی (به‌منظور تولید DTM) انجام می‌شود.

۵-۱-۱- ارزیابی کیفیت ابر نقطه

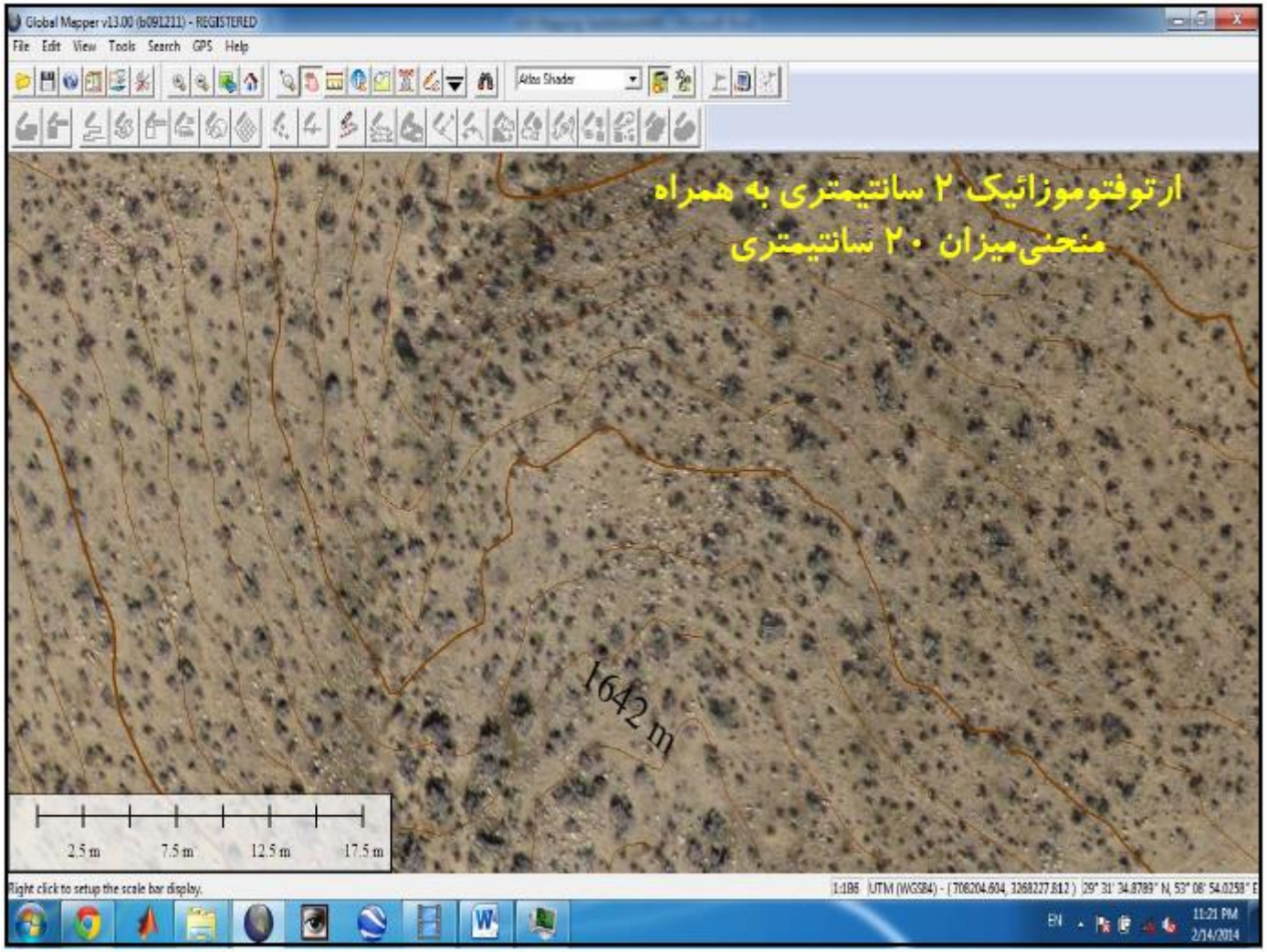
ارزیابی دقت ابر نقطه با توجه به‌دقت مسطحاتی و ارتفاعی مورد نیاز با استفاده از روش‌های زیر انجام می‌شود:

- بررسی خطای نقاط کنترل و چک بر روی ابر نقطه
- بررسی سطح دقت، سازگاری و کامل بودن ابر نقطه تولیدشده از طریق مشاهده و کنترل انطباق آن با مدل‌های برجسته‌بینی سه‌بعدی
- مقایسه ابر نقطه با عوارض ارتفاعی نقشه‌های دقیق‌تر موجود از منطقه
- بررسی یکنواختی و همگونی نقشه تراکم ابر نقطه
- کنترل DSM رنگی یا ترسیم خطوط تراز بر اساس ارتفاع ابر نقطه و بررسی وضعیت قله‌ها و گودال‌های غیرواقعی
- بررسی نمایش عوارض مشخص مصنوعی و طبیعی از قبیل ساختمان‌ها، دیوارها، راه‌ها، عوارض ساخت بشر، درخت‌ها و ... بر روی ابر نقطه
- تخمین نویز ارتفاعی باقیمانده در ابر نقطه[۵۷]

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا



مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا



۵-۴- ارتوفتوموزائیک

ارتوفتوموزائیک نمایش تصاویر زمین مرجع از سیستم تصویر مرکزی به سیستم تصویر متعامد[۴۱] است و از طریق اعمال تصحیحات هندسی شامل تصحیح جابجایی تصویری ناشی از تیلت و ناهمواری عوارض تولید می‌شود به نحوی که دارای مقیاسی یکنواخت بوده و سازگار با نقشه هم‌مقیاس خود می‌باشد.

۱-۴-۵- مشخصات ارتوفتوموزائیک خروجی

در تولید ارتوفتوموزائیک موارد ذیل می‌بایست مورد توجه قرار گیرد:

- ابعاد پیکسل زمینی ارتوفتوموزائیک نباید از GRD تصاویر کوچک‌تر باشد.
- در صورت وجود خطاهای رادیومتریک مانند روشنایی و کنتراست موضعی یا سراسری نامناسب در ارتوفتوموزائیک تولیدی، می‌توان آن را در محیط‌های ادیت رستری، اصلاح رادیومتریک نمود.
- تصحیح رنگی تصاویر[۴۲] به نحو مطلوبی باشد همچنین موزائیک کردن در اطراف خطوط برش تصویری می‌بایست به نحوی انجام گیرد که نقشه تصویری نهایی به‌صورت یک تصویر واحد دیده شود.
- شیت بری ارتوفتوموزائیک باید در ابعاد و نام‌گذاری استاندارد در مقیاس نقشه تولیدی (۸۰*۶۰ سانتیمتر مربع در مقیاس نقشه) انجام شود و اسامی استاندارد به نام قایل هر شیت اختصاص داده شود. (مطابق با دستورالعمل ۶-۱۱۹- داده‌های شبکه ای و رستری)

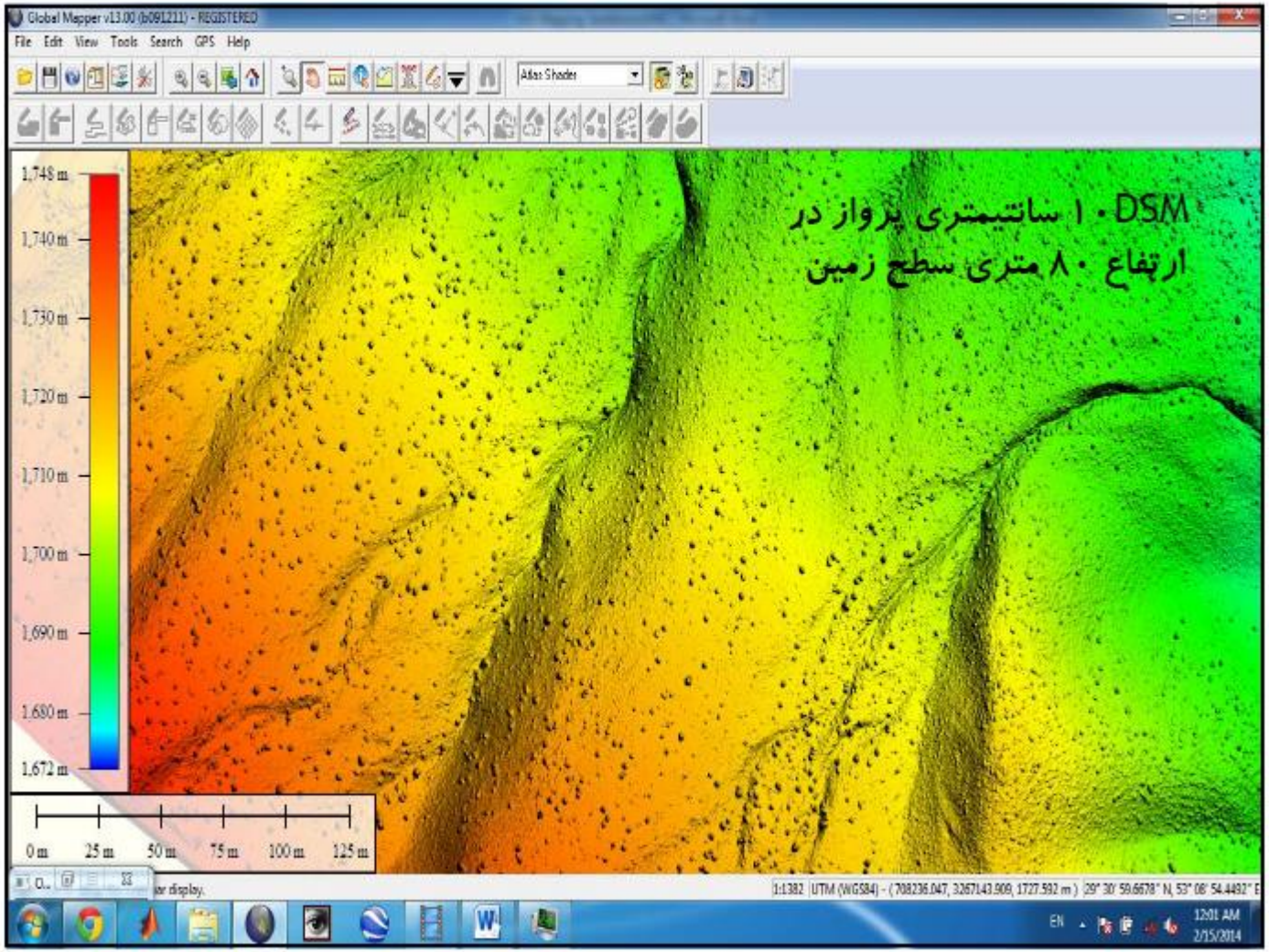
۵-۴-۲- ارزیابی کیفیت ارتوفتوموزائیک

دقت مسطحاتی عوارض می‌بایست در حد دقت نقشه با مقیاس موردنظر باشد. برای ارزیابی دقت از عوارضی استفاده می‌گردد که در سطح زمین قرار داشته و فاقد ارتفاع باشند.

ارزیابی کیفی ارتوفتوموزائیک به روش‌های زیر همچنین بر اساس تابع توزیع گوسی مطابق با مقادیر آورده شده در جداول پیوست ۵ انجام می‌گیرد:

- بررسی موقعیت نقاط کنترل و چک در نقشه تصویری قائم
- مقایسه با عوارض نقشه‌های موجود منطقه با مقیاس بالاتر
- بررسی انطباق و پیوستگی عوارض
- بررسی نحوه نمایش صحیح عوارض
- بررسی انطباق عوارض در مرز قطعات ارتوفتوموزائیک
- ارزیابی بصری کیفیت رادیومتریک ارتوفتوموزائیک و عدم وجود اشکالات قابل رویت مانند فضاهای خالی طولی یا عرضی و نوارهای تیره و روشن همچنین عدم وجود پیکسل‌های با مقادیر یکسان با کمترین یا بیشترین مقدار (۰ یا ۲۵۵ در تصاویر ۸ بیتی) داخل قریم نقشه تصویری نهایی
- پوشش دادن تمام محدوده گام‌های خاکستری در تمام باندها تا حد امکان، در هیستوگرام نقشه تصویری نهایی
- مطابقت تمام نقشه‌های تصویری ارائه شده در قایل‌های مختلف از نظر رنگ و گام‌های خاکستری

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

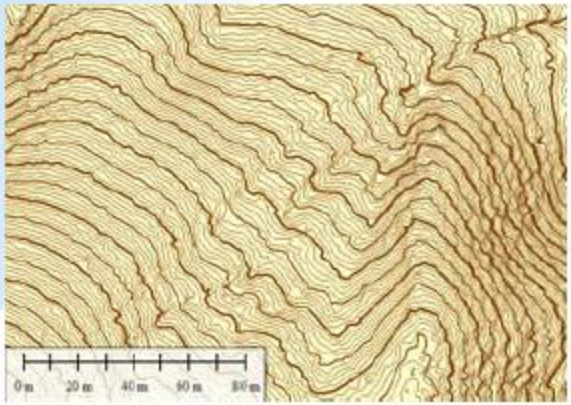


۵-۳- مدل ارتفاعی رقومی

مدل ارتفاعی رقومی یا DEM [۶۰] به انواع مدل سطح رقومی DSM، مدل زمین رقومی DTM یا مدل ساختمان رقومی DBM گفته می‌شود. DSM، مربوط به زمین و کلیه عوارض روی آن بوده و DTM، مربوط به سطح زمین می‌باشد. با حذف عوارض غیر از سطح زمین از ابر نقطه یا DSM می‌توان DTM تولید نمود. همچنین به‌منظور تولید DTM می‌توان از منحنی میزان‌ها و نقاط ارتفاعی عوارض سطح زمین در نقشه‌های موجود استفاده کرد. به‌طورکلی برای تولید DTM از DSM دو مرحله ویرایش خودکار و ویرایش دستی انجام می‌شود. برای انجام ویرایش خودکار می‌بایست تراکم ابر نقطه بکار رفته بالا باشد تا الگوریتم‌ها بتوانند تفکیک عوارض غیرزمینی از عوارض زمینی را انجام دهند. ابعاد پیکسل مدل ارتفاعی رقومی نباید از ابعاد GRD تصاویر کوچک‌تر باشد. مدل رقومی ارتفاعی حاصل از روش فتوگرامتری می‌تواند در قالب‌های رستری و برداری ارائه شود.

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا







* تهیه نقشه سه بعدی CAD

مقیاس ۱:۲۰۰ و منحنی میزان ۲۰ سانتیمتر

پیوست ۵: معیارهای خطای هندسی در محصولات مکانی

- **دقت مسطحاتی**: خطای مسطحاتی متوسط نقشه یا ارتوفتوموزائیک نباید بیش از ۰/۲ میلی‌متر در مقیاس نقشه باشد (معادل سطح اطمینان ۶۸٪ تابع توزیع گوسی). این معیار بر اساس تابع توزیع گوسی معادل خطای ۰/۴ میلی‌متر در مقیاس نقشه در سطح اطمینان ۹۵٪ و خطای ۰/۶ میلی‌متر در مقیاس نقشه در سطح اطمینان ۹۹/۷٪ است؛ به عبارت دیگر هیچ‌یک از عوارض مشخص نقشه تبدیلی (همچنین پیکسل‌های ارتوفتوموزائیک) نباید بیش از ۰/۶ میلی‌متر در مقیاس نقشه با محل واقعی خود اختلاف موقعیت داشته باشند. منظور از نقاط مشخص، نقاطی مانند تقاطع جاده و راه‌آهن، گوشهٔ ساختمان‌ها، گوشهٔ استخر و ... است که می‌توان به‌راحتی و با اطمینان زیاد آن‌ها را روی زمین و تصویر مشخص نمود. ضمن اینکه عوارض مشابه در مدل‌ها یا برگ نقشه‌های مجاور باید یکپارچه‌سازی شده و بدون شکست مسطحاتی باشند.

- **دقت ارتفاعی**: خطای ارتفاعی متوسط نقشه نباید از یک سوم فاصله منحنی تراز اصلی نقشه تبدیلی بیشتر باشد (معادل سطح اطمینان ۶۸٪ تابع توزیع گوسی). این معیار بر اساس تابع توزیع گوسی معادل خطای دو سوم فاصله منحنی تراز اصلی در سطح اطمینان ۹۵٪ و فاصله منحنی تراز اصلی در سطح اطمینان ۹۹/۷٪ است؛ به عبارت دیگر بیش از ۹۵ درصد نقاط موجود روی منحنی‌های تراز و همچنین نقاط استخراج‌شده از روی آن‌ها به روش درون‌یابی، باید دارای دقت بهتر از دو سوم فاصله منحنی تراز اصلی نقشه تبدیلی باشند. همچنین ارتفاع هیچ عارضه‌ای نباید بیش از فاصله منحنی تراز اصلی نقشه تبدیلی با مقدار واقعی خود بر روی زمین اختلاف داشته باشد. ضمن اینکه عوارض مشابه در مدل‌ها یا برگ نقشه‌های مجاور باید یکپارچه-سازی شده و بدون شکست ارتفاعی باشند.

معیارهای خطاهای مسطحاتی و ارتفاعی برای مقیاس‌ها و فواصل منحنی میزان معمول در فتوگرامتری پهپاد، در سطوح اطمینان ۶۸/۲٪، ۹۵/۴٪ و ۹۹/۷٪ در دو جدول زیر آورده شده است.

مراحل کلی انجام پروژه های فتوگرامتری پهپاد مبنا

معیار خطاهای مسطحاتی (سانتیمتر)

مقیاس نقشه	خطای محصول (نقشه، ارتوفتوموزائیک)			خطای مثلث‌بندی هوایی			خطای نقاط کنترل زمینی/هوایی		
سطح اطمینان(٪)	۶۸/۲	۹۵/۴	۹۹/۷	۶۸/۲	۹۵/۴	۹۹/۷	۶۸/۲	۹۵/۴	۹۹/۷
۱:۵۰۰	۱۰	۲۰	۳۰	۵	۱۰	۱۵	۲/۵	۵	۷/۵
۱:۱۰۰۰	۲۰	۴۰	۶۰	۱۰	۲۰	۳۰	۵	۱۰	۱۵
۱:۲۰۰۰	۴۰	۸۰	۱۲۰	۲۰	۴۰	۶۰	۱۰	۲۰	۳۰

معیار خطاهای ارتفاعی (سانتیمتر)

فاصله منحنی میزان	خطای محصول (نقشه، ابرنقطه، DEM)			خطای مثلث‌بندی هوایی			خطای نقاط کنترل زمینی/هوایی		
سطح اطمینان(٪)	۶۸/۲	۹۵/۴	۹۹/۷	۶۸/۲	۹۵/۴	۹۹/۷	۶۸/۲	۹۵/۴	۹۹/۷
۲۵	۸/۳	۱۶/۶	۲۵	۴/۱۵	۸/۳	۱۲/۵	۲	۴/۱۵	۶/۲۵
۵۰	۱۶/۶	۳۳/۳	۵۰	۸/۳	۱۶/۶	۲۵	۴/۱۵	۸/۳	۱۲/۵
۱۰۰	۳۳/۳	۶۶/۶	۱۰۰	۱۶/۶	۳۳/۳	۵۰	۸/۳	۱۶/۶	۲۵
۲۰۰	۶۶/۶	۱۳۳	۲۰۰	۳۳/۳	۶۶/۶	۱۰۰	۱۶/۶	۳۳/۳	۵۰

سطح اطمینان برای بازه اطمینان [-Kσ,+Kσ] در تابع توزیع نرمال

K	سطح اطمینان
۱/۰۰۰	٪۶۸/۲
۱/۲۸۲	٪۸۰
۱/۴۴	٪۸۵
۱/۶۴۵	٪۹۰
۱/۹۶	٪۹۵
۲/۵۷۶	٪۹۹
۳/۰۰۰	٪۹۹/۷

پیوست ۱: گزارش فنی

ارائه نتایج عملیات تهیه نقشه به روش فتوگرامتری پهپاد می‌بایست علاوه بر موارد قیدشده در شرح خدمات تعرفه خدمات نقشه‌برداری به همراه ارائه یک گزارش فنی شامل موارد زیر باشد:

- مشخصات پروژه و هدف از اجرای پروژه
- گزارش طراحی شبکه شامل حد کار، حد پرواز، حدود زیر یلوک‌ها، ارتفاع پرواز و GSD، نوارهای پرواز و کراس، پوشش‌های طولی و عرضی طراحی‌شده، موقعیت نقاط کنترل و چک طراحی‌شده.
- گزارش عملیات زمینی شامل روند اجرایی عملیات زمینی و تعیین مختصات نقاط کنترل شامل محل ایستگاه‌های ماندگار و کارت شناسایی آن‌ها (مطابق پیوست ۸)، برگه‌های مشاهداتی و گزارش روزانه عملیات زمینی با جزئیات کامل، نتایج محاسبات عملیات GNSS و ترازیابی، جدول مختصات نقاط کنترل و چک و دقت‌های مربوطه به همراه شرح عارضه، کروکی نقاط در صورت وجود و در نهایت مشکلات و موانع احتمالی.
- گزارش عملیات تصویربرداری شامل گزارش تصویربرداری مطابق پیوست ۶، گزارش تست زیمنس و GRD مطابق پیوست ۳، تست حد تفکیک ارتفاعی و CF مطابق پیوست ۴، مسیرهای پرواز انجام‌شده، گزارش روزانه عملیات پرواز، الحاق فهرست تصاویر و مختصات تقریبی یا دقیق مراکز تصویر آن‌ها به همراه وضعیت تصاویر و دقت‌های مربوطه در صورت وجود. اندکس پرواز.
- گزارش کیفیت مثلث‌بندی هوایی تولیدشده و ارائه گزارشهای نرم‌افزار مربوطه و ارزیابی دقت پارامترهای توجیه خارجی و نقاط کنترل و چک که در آن جدول موقعیت نقاط چک و خطاهای آن‌ها ذکرشده باشد. فایل پروژه مربوطه به همراه کلیه تصاویر، می‌بایست به پیوست باشد.
- گزارش تهیه محصولات مکانی شامل کیفیت و تراکم ابر نقطه ادیت شده و در صورت وجود طبقه‌بندی‌شده، کیفیت مدل رقومی سطح و زمین از طریق مقایسه با نقاط کنترل و چک، کیفیت ارتوفتوموزائیک از طریق مقایسه آن با نقاط کنترل و چک و ارزیابی بصری، فهرست عوارض تیدیل‌شده و اندکس شیت بندی نقشه‌ها.

چک‌لیست ارائه خدمات نقشه‌برداری برای تعیین حجم	
نام معدن:	نقشه‌بردار:
ماده معدنی: آدرس: مساحت مورد نقشه‌برداری: مساحت ذکرشده در پروانه بهره‌برداری:	تاریخ صدور پروانه: نوع توپوگرافی: وضعیت معدن: مشخصات بهره‌بردار:

ردیف	شرح خدمات	دارد	ندارد
۱	مقدمه گزارش شامل: مشخصات معدن (نام، آدرس، مساحت ذکرشده در پروانه بهره‌برداری، تاریخ صدور پروانه، وضعیت فعال یا غیرفعال بودن و ...) و مشخصات بهره‌بردار و تصویر پروانه بهره‌برداری		
۲	جدول مختصات محدوده معدن در پروانه بهره‌برداری		
۳	روش برداشت و مشخصات ابزارهای مورداستفاده		
۴	نقشه‌های توپوگرافی در شیت و لژاندر استاندارد سازمان نقشه‌برداری کشور با ملحقات علائم معدنی نظیر محدوده و سینه کار و نقاط حفاری، نمونه‌گیری و... (در فرمت‌های رقومی DWG یا DXF با لایه‌بندی و فونت‌های استاندارد فارسی سازمان نقشه‌برداری کشور و PDF)		
۵	مدل رقومی ارتفاعی معدن (DEM)		
۶	نقشه ارتوفتو و عکس‌های هوایی خام منطقه (در روش پهپاد)		
۷	روش محاسبه احجام، جداول محاسبه احجام یا Report نرم‌افزار استفاده‌شده در محاسبه حجم (ارائه فایل‌های داده و نرم‌افزارهای بکار رفته برای تعیین حجم)		
۸	ارائه نقشه تغییرات ارتفاعی در منطقه به‌صورت DEM و منحنی میزان دوبعدی و سه‌بعدی (از طریق آنالیز مدل‌های DEM در دوره‌های زمانی)		
۹	ارائه حداقل سه مقطع پروفیل از تغییرات در دو دوره زمانی در محدوده‌های تغییرات (مولتی زونال).		
۱۰	ترسیم کلیه محورهای مقاطع طولی روی نقشه‌های توپوگرافی		
۱۱	داده‌های خام مختصات (توتال استیشن و فایل اکسل مختصات و فایل‌های راینکس)		
۱۲	گزارش نتایج لیست مختصات شبکه از سامانه‌های RTK و PPK (حسب لزوم)		
۱۳	عکس نقاط کنترل زمینی با GNSS و نحوه احداث نقاط		
۱۴	فایل ابر نقاط روش پهپاد، لیدار، لیزر اسکنر، فتوگرامتری برد کوتاه		
۱۵	تصویر ماهواره‌ای معدن در منطقه (از گوگل ارث و یا سایر منابع)		
۱۶	ارائه یک فایل زیپ شده و با ذکر نام فایل‌ها و شاخه‌های گزارش به‌صورت فارسی در دو نسخه در قالب فایل‌های رقومی (فلاش، DVD و غیره		
۱۷	استفاده از مدل ژئوئید محلی IRG2016 سازمان نقشه‌برداری کشور و یا مدل جهانی EGM2018 برای تبدیل ارتفاع		
۱۸	ذکر تاریخ نقشه‌برداری قبلی		

تاریخ:

امضا و مهر نماینده گروه تخصصی نقشه‌برداری

جزئیات نقشه ۱:۱۰۰۰ در تعرفه خدمات نقشه برداری

دستورالعمل تعرفه‌های خدمات نقشه‌برداری
پیوست بخشنامه شماره ۱۴۰۳/۲۵۸۶۷۷ مورخ ۱۴۰۳/۰۵/۳۱

۹- هزینه آماده‌سازی اطلاعات نقشه‌های تهیه شده با استفاده از تصاویر هوایی برای ورود به سیستم‌های اطلاعات مکانی (تهیه فایل‌های GIS Ready)، بر اساس شرح خدمات ردیف شماره ۷۲۱۱۱۷۰۱ در آنالیز ردیف‌های مربوطه محاسبه شده و برای تهیه نقشه به روش مستقیم زمینی به میزان ۳٪ تعرفه‌های زمینی بدون اعمال ضریب منطقه‌ای تهیه نقشه‌های مورد نظر تعیین می‌گردد.

۱۰- در صورت استفاده از تصحیحات ارسالی از شبکه‌های تعیین موقعیت به روش RTK، به منظور تعیین موقعیت نقاط کنترل عکسی، تعیین موقعیت مختصات مراکز تصویر و یا برداشت و پیاده‌کردن نقاط در پروژه‌های تهیه نقشه به روش نقشه‌برداری زمینی، تکمیل زمینی و گویا سازی نقشه‌ها، تهیه نقشه‌های کاداستر، تهیه مقاطع طولی و عرضی، پیاده کردن مسیر، عمق یابی برای تهیه نقشه های هیدروگرافی، تهیه مقاطع عرضی رودخانه ها، عملیات اسکنر لیزر زمینی و ... ابتدا لازم است به روش مناسب از دقت مختصات بدست آمده به این روش در سطح منطقه اطمینان حاصل نمود. برای این منظور باید نتایج تعیین موقعیت بر روی ایستگاه‌های شبکه ماندگار و یا نقاط مرجع موجود در منطقه به روش RTK تعیین و با مختصات این ایستگاه‌ها مقایسه شود. در صورتی که میانگین اختلاف مولفه های مسطحاتی به دست آمده از یک ششم دقت مسطحاتی و میانگین اختلاف ارتفاع بدست آمده از یک چهارم دقت ارتفاعی مقیاس نقشه و اطلاعات مکانی مورد نظر کمتر باشد، استفاده از تصحیحات ارسالی و تعیین موقعیت به روش RTK با این تصحیحات مجاز می‌باشد.

۱۱- برای ایجاد سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) و زیرساخت اطلاعات مکانی (SDI)، اکیپ کاری مناسب برای هر یک از مراحل امکان سنجی، طراحی، اجرا و پیاده‌سازی، آموزش و پشتیبانی، با هزینهٔ ۲،۶۹۰،۰۰۰ ریال برای هر اکیپ ساعت یا ۲۱،۵۲۰،۰۰۰ ریال برای هر اکیپ روز بر اساس شرح خدمات ردیف شماره ۷۲۱۱۱۸۰۱ و ردیف شماره ۷۲۱۱۱۸۰۳ تعیین می‌گردد. تعداد اکیپ‌ها و میزان کارکرد هر اکیپ با توجه به نوع و حجم خدمات مورد قرارداد با توافق کارفرما تعیین می‌گردد.

۱۲- برای انجام عملیات اسکن لیزری زمینی، اکیپ کاری مناسب برای عملیات اسکن لیزری، ایجاد و اندازه‌گیری نقاط کنترل مورد نیاز و همچنین محاسبات و پردازشهای مربوط به محاسبه و ارائه ابر نقاط بر اساس شرح خدمات ردیف شماره ۷۲۱۱۱۹۰۱ با هزینهٔ ۳۷،۴۰۰،۰۰۰ ریال با اعمال ضریب منطقه‌ای مربوط برای هر اکیپ ساعت یا ۲۹۹،۲۰۰،۰۰۰ ریال با اعمال ضریب منطقه‌ای مربوط برای هر اکیپ روز تعیین می‌گردد. تعداد اکیپ‌ها و میزان کارکرد هر اکیپ با توجه به نوع و حجم خدمات مورد قرارداد با توافق کارفرما تعیین می‌گردد.

۱۳- برای انجام عملیات تصویربرداری هوایی با استفاده از پرنده‌های بدون سرنشین (پهپاد) و دوربین‌های مناسب برای تهیه نقشه به روش نقشه‌برداری هوایی، اکیپ کاری مناسب برای عملیات طراحی، تصویربرداری هوایی، تعیین موقعیت مراکز تصویر و محاسبات و پردازش‌های مربوط به اطلاعات موقعیت و وضعیت دوربین بر اساس شرح خدمات ردیف شماره ۷۲۱۱۱۹۱۱ با هزینهٔ ۲۹،۲۰۰،۰۰۰ ریال با اعمال ضریب منطقه‌ای مربوط برای هر اکیپ ساعت یا ۲۳۳،۶۰۰،۰۰۰ ریال با اعمال ضریب منطقه‌ای مربوط برای هر اکیپ روز تعیین می‌گردد. تعداد اکیپ‌ها و میزان کارکرد هر اکیپ با توجه به نوع و حجم خدمات مورد قرارداد با توافق کارفرما تعیین می‌گردد.

۱۴- در تمام قراردادهای خدمات نقشه‌برداری که شامل عملیات زمینی و صحرایی باشد (عملیات تهیهٔ نقشه به روش مستقیم زمینی عملیات زمینی تهیهٔ نقشه با استفاده از تصاویر هوایی، عملیات تکمیل زمینی و گویاسازی، عمق‌یابی، تهیهٔ مقاطع عرضی رودخانه‌ها، تعیین موقعیت نقاط با GPS، ترازیابی دقیق درجه ۱ و ترازیابی درجه ۳، عملیات زمینی خدمات رفتارسنجی ژئودتیک، لیزراسکن زمینی، تصویربرداری هوایی با پهپاد و مانند آنها) مبلغ سیصد و نود میلیون ریال (۳۹۰،۰۰۰،۰۰۰ ریال) با اعمال ضریب منطقه‌ای مربوط به عنوان هزینه تجهیز و اعزام اکیپ نقشه‌برداری به مبلغ کل قرارداد اضافه می‌گردد. در صورت پراکندگی مناطق مورد قرارداد که منجر به استقرار چندگانه یا جابجایی کلی اکیپ‌های زمینی گردد، با تأیید دستگاه نظارت این مبلغ بیش از یک بار به قرارداد قابل اعمال است.

۷۲- شرح خدمات اجرای ردیف شماره ۷۲۱۱۱۹۱۱ با عنوان **" عملیات تصویربرداری با پهپاد فتوگرامتری"**	تاریخ تهیه شرح خدمات: اسفند ۱۴۰۲

شرح و هدف از خدمات ارائه شده:

انجام عملیات تصویربرداری با استفاده از سیستم پهپاد فتوگرامتری، نصب علائم و نشانه های مورد نیاز به عنوان نقاط کنترل عکسی، نقاط چک و تعیین وضوح هندسی تصاویر به منظور تهیه نقشه و اطلاعات مکانی و تهیه و ارائه گزارش‌های فنی

دستورالعمل مورد استفاده: دستورالعمل تهیه نقشه و اطلاعات مکانی به روش فتوگرامتری پهپاد نشریه شماره ۱۱۹-۹ مصوب ۴-۱۰-۱۴۰۰ و دستورالعمل همسان نقشه‌برداری جلد دوم : نقشه‌برداری هوایی نشریه شماره ۱۱۹-۲ مصوب ۱۳۸۶/۰۱/۲۹ به شماره ۱۰۰/۹۳۶۰

کلیات مراحل اجرا:

- انتخاب نوع و مشخصات پهپاد و دوربین تصویربرداری
- انتخاب GSD تصویربرداری و تعیین وضوح دوربین مورد استفاده
- طراحی پرواز
- طراحی موقعیت علائم و نشانه های مورد استفاده به عنوان نقاط کنترل عکسی، نقاط چک و تعیین قدرت تفکیک هندسی تصاویر مطابق دستورالعمل
- نصب علائم و نشانه ها و تعیین موقعیت تقریبی علائم
- تصویربرداری هوایی
- در صورت مجهز بودن پرنده به تجهیزات تعیین موقعیت دقیق مراکز تصویر (توصیه می شود از پرنده‌های با این امکان استفاده شود) برنامه‌ریزی و انتخاب روش مناسب تعیین موقعیت دقیق مراکز تصویر
- انجام محاسبات و پردازش‌های مربوط به تعیین موقعیت دقیق مراکز تصویر (در صورت تعیین موقعیت دقیق مراکز)
- تهیه گزارش تصویربرداری مطابق دستورالعمل و تکمیل فرم‌های مربوطه

دقت نتایج:

عملیات تصویربرداری می‌بایست به نحوی انجام گیرد که سطح منطقه با تصاویر با حداقل پوشش‌های مورد نیاز پوشش داده شده و میانگین GSD تصاویر با لحاظ نمودن وضوح تصاویر، با مقیاس و دقت نقشه و اطلاعات مکانی مورد نظر مطابقت داشته باشد. در تصویربرداری قائم، زوایای انحراف می‌بایست در حدود مشخص شده در دستورالعمل بوده و تاثیر منفی در مراحل بعدی پردازش و تعیین پارامترهای توجیه خارجی دوربین نداشته باشند. در مورد تصویربرداری مایل نیز می بایست میزان مطابقت زوایای تصاویر اخذ شده با طراحی انجام گرفته برای تصویر برداری بررسی شود. تصویر برداری تر جیحا با پرنده های مجهز به تجهیزات تعیین موقعیت دقیق مراکز تصویر انجام گرفته و در صورتی که از روش RTK برای تعیین موقعیت مراکز تصویر استفاده می‌شود می‌بایست قبل از تصویر برداری از دقت مختصات بدست آمده به این روش در منطقه اطمینان حاصل نمود. در صورت استفاده از روش PPK برای تعیین موقعیت دقیق مراکز تصویر، گیرنده Base ترجیحا بر روی شبکه ایستگاه‌های ماندگار مستقر شود. در هر صورت ضروری است مختصات مراکز تصویر، نقاط کنترل و چک و ایستگاه‌های ماندگار در یک شبکه واحد و متصل به شبکه مختصات مبنایی کشور باشند، همچنین اعمال تصحیحات ژئوئید به ارتفاع مراکز تصویر تعیین شده ضروری می‌باشد.

مدارک و نتایج تحویلی:

شامل: تصاویر اخذ شده، اطلاعات موقعیت و وضعیت دوربین در زمان تصویربرداری به همراه گزارش نحوه محاسبه موقعیت و ارتفاع مراکز تصویر، گزارش‌های تصویربرداری و تعیین وضوح تصاویر

توضیحات :

هزینه خدمات به صورت تعداد اکیپ روز پیش بینی شده بر اساس توافق انجام گرفته بین مشاور و کارفرما بر اساس بند ۱۳ تعرفه محاسبه می‌گردد. هزینه عملیات اضافی مانند تعیین موقعیت تارگت های قرار گرفته در حین تصویر برداری، تولید ابر نقطه، مدل رقومی زمین و سطح، تهیه نقشه و ... در این تعرفه لحاظ نگردیده است.

بازگشت

جزئیات نقشه ۱:۱۰۰۰ در تعرفه خدمات نقشه برداری

۱۳- شرح خدمات اجرای ردیف شماره ۷۲۰۱۱۵۰۱ تا ۷۲۰۱۱۵۰۵	تاریخ تهیه شرح خدمات:
با عنوان **"تهیه اطلاعات مکانی با دقت مسطحاتی ۰٫۳۰ متر و ارتفاعی ۰٫۱۷ متر و یا نقشه ۱/۱۰۰۰ از تصویر رقومی با GSD از ۵ تا ۱۰سانتی‌متر با منحنی تراز ۰٫۵ متر"**	اسفند ۱۴۰۲

شرح و هدف از خدمات ارائه شده:

هدف ایجاد شبکه نقاط کنترل نقشه‌برداری و ایستگاههای نقشه‌برداری در منطقه و تهیه اطلاعات مکانی با دقت مسطحاتی ۰٫۳۰ متر و ارتفاعی ۰٫۱۷ متر و یا نقشه ۱/۱۰۰۰ از تصویر رقومی با GSD از ۵ تا ۱۰سانتی‌متر با منحنی تراز ۰٫۵ متر با طبقه بندی مختلف

دستورالعمل های مورد استفاده: دستورالعمل همسان نقشه‌برداری جلد اول: ژئودزی و ترازیابی نشریه شماره ۱۱۹-۱ مصوب ۱۳۸۶/۰۱/۲۹ به شماره ۱۰۰/۹۳۶۱ و دستورالعمل همسان نقشه‌برداری جلد دوم : نقشه‌برداری هوایی نشریه شماره ۱۱۹-۲ مصوب ۱۳۸۶/۰۱/۲۹ به شماره ۱۰۰/۹۳۶۰، دستورالعمل همسان نقشه‌برداری جلد چهارم: کارتوگرافی نشریه شماره ۱۱۹-۴ مصوب ۱۳۸۶/۰۱/۲۹ به شماره ۱۰۰/۹۳۵۹، دستورالعمل تهیه نقشه های رقومی ۱/۲۰۰۰ به روش نقشه‌برداری هوایی ویرایش ۳ اسفند ۹۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و دستورالعمل تهیه نقشه بزرگ مقیاس با روش مستقیم زمینی مدیریت نظارت و کنترل فنی سازمان نقشه‌برداری کشور به شماره ۶۳۳۵ مورخ ۱۳۹۰/۰۳/۲۳

کلیات مراحل اجرا:

- شناسایی وایجاد ایستگاه های نقشه‌برداری شبکه ماندگار با فواصل حداکثر ۱۵۰۰ متر بصورت بتن در جا به ابعاد ۶۰*۴۰*۴۰ سانتی‌متر در مکان هایی که امکان ایجاد ایستگاه های بتنی وجود ندارد از حکاکی مناسب استفاده گردد.(در پروژه های کوچک می بایست حداقل ۳ ایستگاه ماندگار ایجاد گردد)
- انتقال مختصات مسطحاتی از نقاط معلوم سازمان نقشه‌برداری کشور و یا شبکه‌های تعیین موقعیت و انتقال ارتفاع از نقاط معلوم سازمان نقشه‌برداری کشور از طریق انجام ترازیابی مستقیم (لازم به ذکر است تعیین ارتفاع ایستگاه‌های شبکه ماندگار می‌تواند از طریق انجام ترازیابی ایستگاه‌های شبکه و اعمال مدل‌های ژئوئید انجام گردد)، مشاهدات و اندازه‌گیری کلیه ایستگاه‌های شبکه ماندگار از لحاظ مسطحاتی و ارتفاعی و تعیین ضریب مقیاس ایستگاه‌ها و تهیه شناسنامه نقاط شبکه ماندگار، محاسبات و پردازش مشاهدات و اندازه‌گیری‌های صورت گرفته و آماده‌کردن لیست مختصات شبکه ماندگار
- تهیه اندکس و تعیین تعداد و موقعیت نقاط کنترل عکسی با در نظر گرفتن دقت موقعیت و وضعیت تعیین شده برای مراکز تصویر در لحظه تصویربرداری و همچنین خطوط متقاطع پرواز شده
- انجام عملیات استرئو عکسی و تعیین موقعیت نقاط کنترل عکسی، محاسبات و پردازش مشاهدات و اندازه‌گیری‌های صورت گرفته و آماده‌کردن لیست مختصات و کروکی نقاط کنترل عکسی بر اساس دستورالعمل، انجام عملیات گویاسازی تصاویر و انجام عملیات مثلث‌بندی هوایی
- تبدیل عوارض مسطحاتی (شامل پوشش گیاهی، عوارض آبی، سازه، راه و راه آهن، ساختمان، خدمات عمومی و محدوده) به‌صورت سه بعدی بر اساس دستورالعمل
- تبدیل خطوط تراز و نقاط ارتفاعی. لازم به ذکر است این بخش می‌تواند علاوه بر روش ترسیم خطوط تراز در محیط سه بعدی با استفاده از داده‌های لیزر هوایی و یا روش استخراج خطوط تراز از مدل رقومی تهیه شده بر اساس خدمات "تهیه مدل ارتفاعی رقومی زمین (DEM) یا مدل رقومی سطح (DSM) با استفاده از تصاویر رقومی هوایی" انجام گیرد.
- عملیات ادیت مدل‌های تبدیل شده و عملیات کارتوگرافی شامل:

گویاسازی نقشه‌ها واضافه نمودن اسامی بر اساس دستورالعمل، ویرایش مدل‌های تبدیل شده وانجام عملیات کارتوگرافی براساس دستورالعمل‌های مربوطه بر روی عوارض مسطحاتی و خطوط تراز و نقاط ارتفاعی، شیت‌بندی، لژاندگزاری نقشه‌ها، تهیه نسخه رقومی فایل‌ها به فرمت‌های مورد نظر و ذکر شده در قرارداد و انجام عملیات GIS Ready بر اساس ردیف شماره ۷۲۱۱۱۷۰۱

دقت نتایج: دقت مسطحاتی: بیش از ۹۰ درصد عوارض مشخص تبدیل شده نباید بیش از سی **سانتی‌متر** با محل واقعی خود اختلاف داشته باشند.
دقت ارتفاعی: بیش از ۹۰ درصد نقاط موجود بر روی منحنی های تراز و همچنین نقاط استخراج شده به روش درون یابی باید دارای دقتی بهتر از بیست و پنج سانتی‌متر باشند.
دقت ارتفاعی بیش از ۹۰ درصد نقاط ارتفاعی موجود بر روی نقشه باید بهتر از هفده **سانتی‌متر** باشند.

مدارک و نتایج تحویلی: شامل فهرست مختصات ایستگاه‌های ایجاد شده در منطقه (مختصات مسطحاتی و ارتفاعی) به همراه شناسنامه این نقاط، شناسنامه نقاط ژئودزی و ترازیابی مورد استفاده جهت انتقال مختصات به منطقه، ضریب مقیاس ایستگاه‌های ماندگار، گزارش پردازش و سرشکنی مشاهدات زمینی (ترازیابی و مشاهدات GPS)، نقشه مدل محلی ژئوئید،گزارش ارزیابی دقت شبکه‌های تعیین موقعیت به روش RTK درصورت به‌کارگیری آن، گزارش ارزیابی دقت مدل ژئوئید مورد استفاده در صورت به‌کارگیری مدل‌های ژئوئید موجود، فهرست مختصات نقاط کنترل عکسی به همراه کروکی آن‌ها و مدارک گویاسازی نقشه‌ها. مدارک مثلث‌بندی هوایی شامل اندکس طراحی نقاط کنترل عکسی، فایل نتایج مثلث‌بندی هوایی، مقادیر نهایی پارامترهای توجیه خارجی تصاویر و لیست پارامترهای کالیبراسیون دوربین. فایل رقومی نقشه‌ها، اندکس مدل‌بندی و اندکس شیت‌بندی، فایل متادیتای نقشه‌ها و گزارش فنی اجرای عملیات.

شماره	طبقه بندی	واحد	عملیات زمینی (ریال)	مثلث‌بندی هوایی (ریال)	تبدیل و ترسیم (ریال)	بهای واحد (ریال)
۷۲۰۱۱۵۰۱	دشت	هکتار	۱,۱۸۳,۱۰۰	۵۱,۰۰۰	۲,۱۷۴,۰۰۰	۳,۴۰۸,۱۰۰
۷۲۰۱۱۵۰۲	تپه ماهور	هکتار	۱,۱۸۳,۱۰۰	۵۱,۰۰۰	۲,۱۷۴,۰۰۰	۳,۴۰۸,۱۰۰
۷۲۰۱۱۵۰۳	کوهستان	هکتار	۱,۴۶۶,۸۰۰	۶۱,۷۰۰	۲,۹۶۴,۷۰۰	۴,۴۹۳,۲۰۰
۷۲۰۱۱۵۰۴	کوهستان سخت	هکتار	۱,۹۴۸,۰۰۰	۷۶,۱۰۰	۳,۹۱۱,۹۰۰	۵,۹۳۶,۰۰۰
۷۲۰۱۱۵۰۵	کوهستان خیلی سخت	هکتار	۲,۴۲۴,۳۰۰	۹۹,۸۰۰	۴,۸۵۹,۱۰۰	۷,۳۸۳,۲۰۰

توضیحات: درصورت پر عارضه بودن منطقه، با تشخیص دستگاه نظارت تا میزان ۱۵٪ به تعرفه‌های تبدیل و ترسیم اضافه می‌شود.

پایان بخش اول



درس کاربرد های فتوگرامتری

بخش دوم

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

۵- مثلث‌بندی هوایی

مثلث‌بندی هوایی، فرایندی است که طی آن موقعیت (مختصات) زمینی مجموعه‌ای از نقاط واقع در تعدادی عکس هوایی پوشش‌دار (بلوک فتوگرامتری) و پارامترهای توجیه خارجی این عکسها به روش فتوگرامتری و با استفاده از تعداد محدودی نقاط کنترل زمینی (و داده‌های کمکی در صورت وجود)، تعیین می‌گردد.

تذکر : آنچه در ادامهٔ این بخش می‌آید مختص مثلث‌بندی عکس‌های هوایی قائم به روش مدل مستقل و یا دسته اشعه می‌باشد.

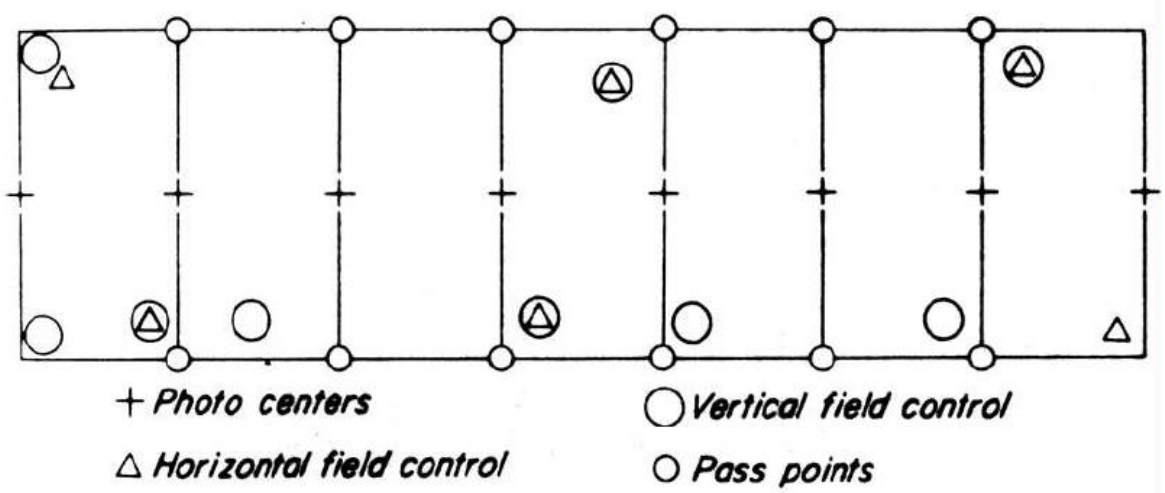
در ضمن, منظور از "نقاط گره‌ای" و "نقاط عبوری" در عبارات زیر به ترتیب Tie point و Pass point می‌باشد (نقاط گره‌ای به آن دسته از نقاط عکسی گفته می‌شود که در ناحیهٔ مشترک (پوشش عرضی) عکس‌های دو نوار مجاور قرار داشته و بمنظور اتصال نوارها به یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. نقاط عبوری آن دسته از نقاط عکسی هستند که مختصات زمینی آنها بطریق فتوگرامتری (محاسباتی) تعیین شده و به کمک آنها عملیات توجیه خارجی عکس‌ها انجام می‌پذیرد).

مثلث‌بندی هوایی:

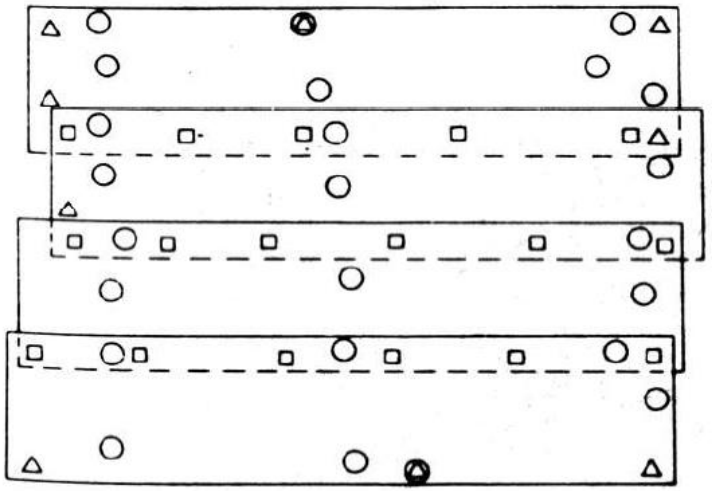
مثلث‌بندی هوایی عبارتست از تکثیر نقاط محدود کنترل زمینی به منظور تعیین مختصات زمینی نقاط عکسی (نظیر نقاط گرهی، نقاط pass و...) در حل مسائل فتوگرامتری (نظیر ترفیع فضایی و ترمیم تحلیلی، توجیه مطلق و...) با توجه به امکانات دستگاهی و محاسباتی از روشهای مثلث‌بندی مختلفی می‌توان استفاده کرد. و یا به عبارت ساده‌تر مثلث بندی هوایی یعنی «تکثیر نقاط مختصات‌دار با استفاده از عکس‌های هوائی».

مفهوم مثلث بندی بازسازی سطح زمین با استفاده از نقاط کنترل می‌باشد.

منظور از باند و بلوک فتوگرامتری در تصاویر نشان داده شده است. همچنین به مفاهیم نقاط Pass و Tie در شکل دقت نمایید.



Strip of models containing control points.



Photogrammetric block.

- **تعریف قدیمی : فرآیند بسط دادن نقاط کنترل مسطحاتی و ارتفاعی با استفاده از اندازه گیری های زوایا و فواصل در روی عکسهای هوایی پوشش دار و استفاده از اصول پرسپکتیو عکسهای هوایی**
- **تعریف جدید : روشی فتوگرامتری برای تعیین مختصات نقاط زمینی با استفاده از مجموعه عکسهای هوایی پوشش دار**
- ***Aerial Triangulation*** *is a general term for photogrammetric methods of coordinating points on the ground using a series of overlapping aerial photographs (Faig, 1985)*

  هدف اصلی در مثلث بندی هوایی تکثیر نقاط کنترل زمینی است و هدف تولید نقشه نمی باشد. *(Extending or densify Ground Control)*

بنا به تعریف، مثلث‌بندی هوایی عبارت‌است از تکثیر نقاط محدودکنترل زمینی به منظور تعیین مختصات زمینی نقاط عکسی نظیر: نقاط گرهی[۱]، نقاط گذر[۲] و غیره که در حل مسائل فتوگرامتری نظیر ترفیع فضایی، ترمیم تحلیلی، توجیه مطلق، و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به امکانات دستگاهی و محاسباتی از روش‌های مثلث‌بندی مختلفی می‌توان استفاده کرد.

همان‌طورکه می‌دانیم، مراحل اجرای یک پروژه از ابتدا تا انتها به روش فتوگرامتری عبارتند از: ۱) برنامه‌ریزی، ۲) پرواز و عکسبرداری، ۳) عکاسی، ۴) تهیه، ۵) طراحی نقاط کنترل زمینی، ۶) عملیات زمینی و محاسبهٔ مختصات نقاط کنترل، ۷) مثلث‌بندی و محاسبات، ۸) تبدیل و ۹) کارتوگرافی و چاپ.

بطوری‌که ملاحظه می‌شود، برای انجام مثلث‌بندی پس از عمل عکاسی سه مرحلهٔ تهیه، طراحی نقاط و عملیات زمینی باید انجام گیرد. در این فصل، ابتدا موارد فوق مورد مطالعه قرار می‌گیرد و سپس به بحث مثلث‌بندی هوایی می‌پردازیم.

۵-۱-۱- ضرورت انجام

چنانچه امکان اندازه‌گیری مستقیم پارامترهای توجیه خارجی عکس‌های هوایی شامل :

الف) مختصات سه بعدی ایستگاههای عکسبرداری در لحظات عکسبرداری (به کمک GPS)،

ب) چرخش های سه گانهٔ هواپیما در لحظات عکسبرداری (به کمک INS یا GPS)،

با دقتهای لازم وجود داشته باشد، انجام این فرآیند منتفی خواهد بود.

بند (الف) هم اکنون قابل انجام بوده ولی بند (ب) به دلیل پایین بودن دقت عمل سیستم‌های اندازه‌گیری موجود (INS) با دقت کافی قابل انجام نمی‌باشد. همچنین استفاده از روش موسوم به Multi-antenna GPS observation نیز دقتی بهتر از ۱۰ دقیقهٔ کمانی در تعیین چرخش های سه گانهٔ یاد شده بدست نمی‌دهد که بسیار کمتر از ۵ ثانیهٔ کمانی (دقت قابل حصول به روش سنتی محاسبات سرشکنی) می‌باشد. بنابراین تا کنون امکان اندازه‌گیری مستقیم و دقیق پارامترهای مذکور در بند (ب) وجود نداشته و تنها بطریق غیر مستقیم (محاسبات سرشکنی بلوک) می‌توان به تعیین دقیق آنها پرداخت. لذا حذف فرایند معمول مثلث‌بندی هوایی در حال حاضر متصور نیست. با این وجود می‌توان با وزن دهی مناسب، مختصات سه بعدی ایستگاههای عکسبرداری را با دیگر مشاهدات معمول فتوگرامتری ترکیب نموده و در یک برنامه بلوک اجستمنت ترکیبی مورد استفاده قرار داد. این روش که به مثلث‌بندی به کمک داده‌های GPS و INS موسوم است باعث کاهش تعداد نقاط کنترل زمینی مورد نیاز برای انجام محاسبات سرشکنی بلوک خواهد گردید.

هدف از مثلث بندی هوایی:

تعیین (XوYوZ)زمینی بدون حضور در زمین با استفاده از عکسهای هوایی می‌باشد.

کاربردهای مثلث بندی هوایی:

۱ ـ تهیه نقشه به روش فتوگرامتری(در مرحلهٔ توجیه مطلق)

۲ ـ پروژه‌های مهندسی: زمانی که نیاز به مختصات زمینی داریم (طراحی راه‌ها و...)

۳ ـ گسترش شبکه‌های ژئودزی

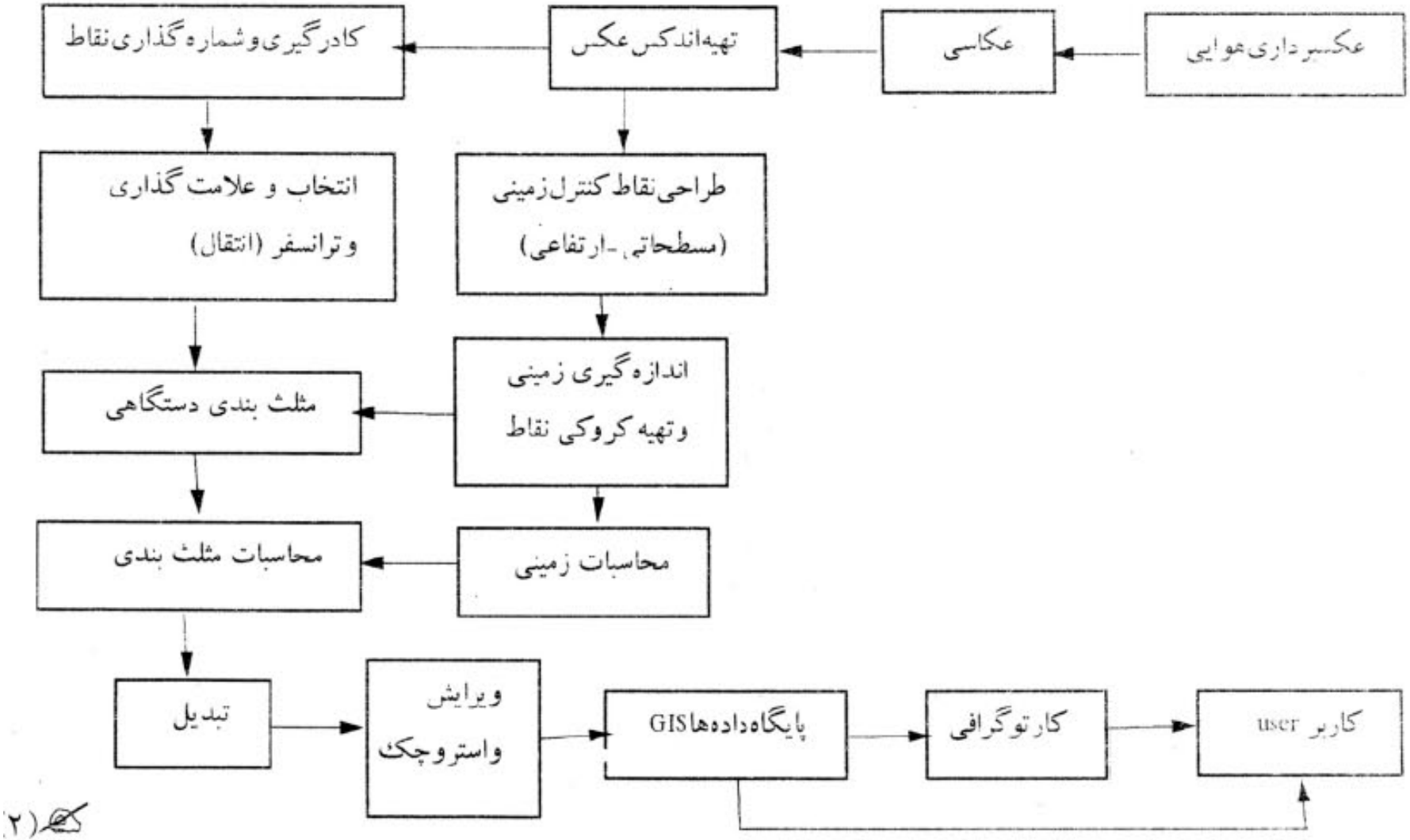
۴ ـ کاداستر

سؤال: چرا از مثلث بندی استفاده می‌کنیم؟

زیرا این روش راحتر،کم هزینه‌تر است و سرعت انجام کارها را بیشتر می‌کند.

بطور خلاصه مزایای مثلث بندی در«راحتر بودن ـ کم هزینه بودن ـ و سرعت بیشتر»می‌باشد.

جایگاه مثلث بندی در مراحل تهیه نقشه:



۵-۱-۲- مراحل کاری

در عملیات مثلث‌بندی هوایی، مراحل کاری به ترتیب عبارتند از:

- تهیهٔ اندکس (راهنمای) عکسی؛
- طراحی موقعیت نقاط کنترل زمینی (مسطحاتی و ارتفاعی) بر روی اندکس عکسی؛
- تعیین مختصات نقاط کنترل زمینی طراحی شده در بند قبل (به کمک روش‌های نقشه‌برداری زمینی)؛
- کادرگیری محدوده‌های مشترک بر روی عکس‌های مجاور
- انتخاب محل نقاط عکسی در محدوده‌های کادرگیری شده و علامت گذاری (ترانسفر) آنها بر روی دیاپوزتیوها؛
- اندازه‌گیری مختصات دستگاهی مجموعه نقاط کنترل زمینی و عکسی (عملیات این بند و بند قبل می‌تواند به طور همزمان انجام شود)؛
- انجام محاسبات سرشکنی اولیهٔ بلوک؛
- شناسایی و حذف خطاهای مختلف؛
- انجام محاسبات سرشکنی نهایی و تعیین مختصات زمینی (سرشکن شدهٔ نهایی) نقاط عکسی.

۵-۱-۳- محصول فرایند

در طی فرایند مثلث‌بندی هوایی، دو محصول اصلی زیر حاصل می‌شود:

- مختصات زمینی نقاط کنترل عکسی و دیگر نقاط مورد نیاز در سطح بلوک فتوگرامتری؛
- پارامترهای توجیه خارجی (X0, Y0, Z0, ω, φ ,κ) عکس‌های هوایی.

۵-۱-۴- عوامل مؤثر بر دقت انجام فرایند

اصلی‌ترین عوامل موثر بر دقت محصولات حاصل از فرایند مثلث‌بندی هوایی عبارتند از :

- مقیاس و میزان پوشش عکس‌ها؛
- تعداد، نوع و چگونگی توزیع نقاط گره‌ای؛
- کیفیت عکس ها و دقت اندازه‌گیری‌های دستگاهی؛
- تعداد و چگونگی توزیع نقاط کنترل زمینی؛
- دقت نقاط کنترل زمینی؛
- تعداد خطاهای تشخیص داده نشده (باقیمانده) در داده‌ها؛
- خطاهای سیستماتیک تصحیح نشده در داده‌ها؛
- روش محاسباتی مورد استفاده (استریپ، مدل مستقل، دسته اشعه).

۵-۱-۵- کاربردها

از مهم‌ترین کاربردهای متصور برای محصول این فرایند می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- توجیه خارجی عکس و یا زوج عکس‌های پوشش‌دار (مدل‌های فتوگرامتری) مورد استفاده در عملیات ترمیم عکس یا تبدیل عکس به نقشه؛
- تعیین مختصات دقیق نقاط از قبل علامت‌گذاری شده (مورد استفاده در فتوگرامتری زمینی، کاداستر, متراکم سازی شبکه‌های ژئودتیکی و یا کاربردهای دیگر).

۵ـ۱ـ۱ـ۲ـ انتخاب،نشانه‌گذاری و شماره‌گذاری نقاط کنترل عکسی و زمینی

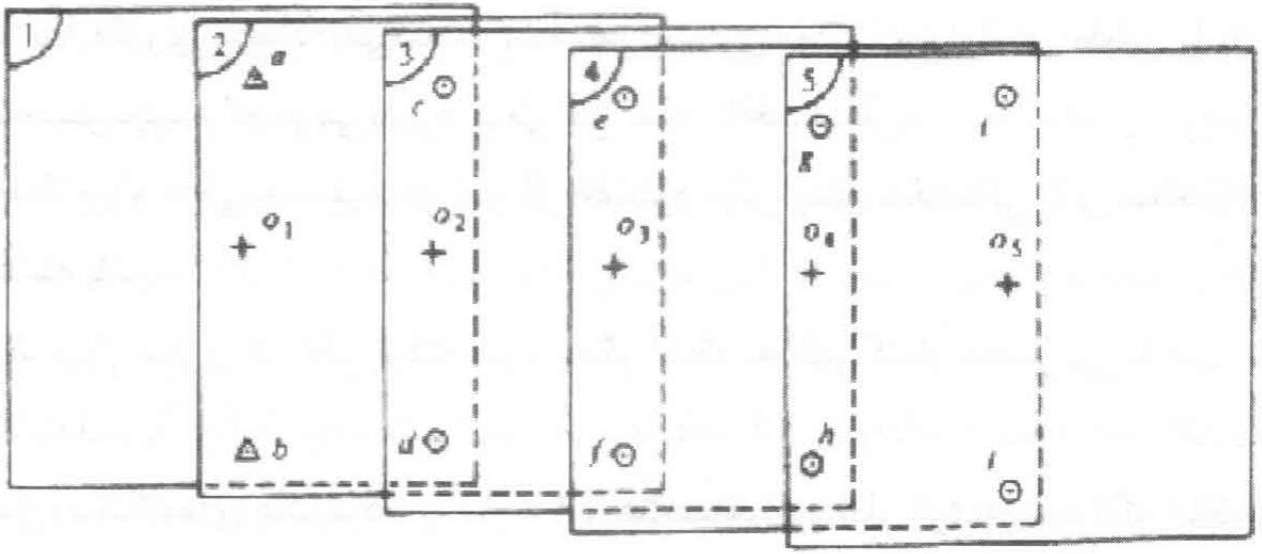
۱ـ طراحی نقاط کنترل عکسی یا گرهی

۲- طراحی نقاط کنترل زمینی

نقاط کنترل عکسی نقاطی هستند که در گوشه‌های محدوده مفید مدل در نظر گرفته می‌شوند تا دو خصوصیت زیر را دارا باشند؛

۱- نقاط مناسبی برای انجام توجیه مطلق یا توجیه خارجی باشند؛

۲- امکان اتصال مدل‌های مجاور را فراهم سازند (در قسمت مشترک بین مدل‌های مجاور واقع باشند)



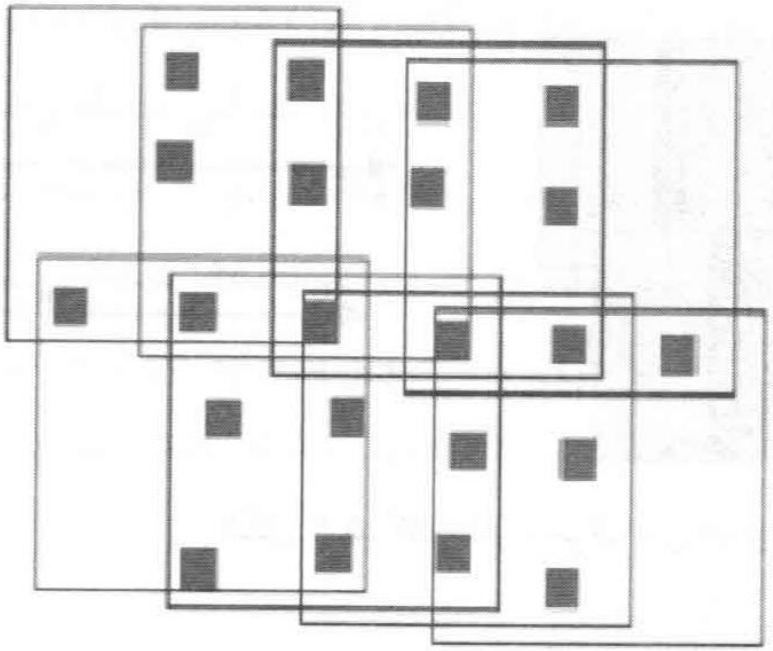
شکل ۵ـ۱ـ نقاط عکسی مشترک بین مدل‌ها

هدف از انجام مثلث‌بندی، تعیین مختصات زمینی نقاط کنترل عکسی است، لذا باید سعی شود حداقل نقاط لازم که دارای دو شرط ۱و ۲ می‌باشند در نظر گرفت. تعداد نقاط مناسب برای توجیه مطلق هر مدل، 3 نقطهٔ مسطحاتی و 4 نقطهٔ ارتفاعی است. برای اتصال مسطحاتی هر دو مدل مجاور، حداقل وجود 2 نقطهٔ مسطحاتی مشترک لازم است، لذا حداقل تعداد نقاط مسطحاتی لازم برای اتصال هر مدل با حداقل ۴ مدل مجاور، ۴ نقطه می‌باشد.پس در هر مدل، وجود حداقل چهار نقطهٔ مسطحاتی ارتفاعی لازم و کافی برای توجیه مطلق است برای اتصال مدل‌ها از نظر ارتفاعی حداقل وجود 3 نقطهٔ ارتفاعی لازم است. به همین دلیل، نقاط اضافی در قسمت مشترک هر دو مدل در نظر گرفته می‌شوند، تا تعداد نقاط لازم و کافی برای اتصال مدل‌ها، هم از نظر مسطحاتی و هم از نظر ارتفاعی تأمین شود (شکل ۵ـ۱).

به این نقاط در مثلث‌بندی نقاط عکسی گفته می‌شود که بسته به روش مثلث‌بندی، تعداد و موقعیت آنها تغییر می‌کند. برای ایجاد اتصال بین دو مدل مجاور باید دو مدل را با هم مقایسه یا یک مدل را نسبت به دیگری توجیه کرده تا قسمت مشترک دو مدل را بتوان بر یکدیگر منطبق کرد، به عبارت دیگر، سیستم مختصات دو مدل را یکی نموده تا نقاط مشترک هم‌مختصات شوند. به این ترتیب، ۷ پارامتر توجیه با تبدیل دو سیستم مختصات سه‌بعدی به یکدیگر را باید از یک مدل به مدل دیگر انتقال داد. این ۷ پارامتر، شامل سه دوران Ω, ϕ, κ دو مدل نسبت به هم، سه انتقال X_o, Y_o, Z_o دو مدل نسبت به هم، و ضریب مقیاس λ دو مدل نسبت به هم می‌باشند، چهار پارامتر $X_o, Y_o, \lambda, \kappa$، مسطحاتی و سه پارامتر Ω, ϕ, Z_o، ارتفاعی می‌باشند، لذا در قسمت مشترک هر دو مدل، حداقل به دو نقطهٔ مسطحاتی و سه نقطهٔ ارتفاعی نیاز است. مراحل اجرای کار برای تعیین محدودهٔ مناسب برای انتخاب نقطه‌ای با شرایط ذکر شده، در زیر توضیح داده شده است :

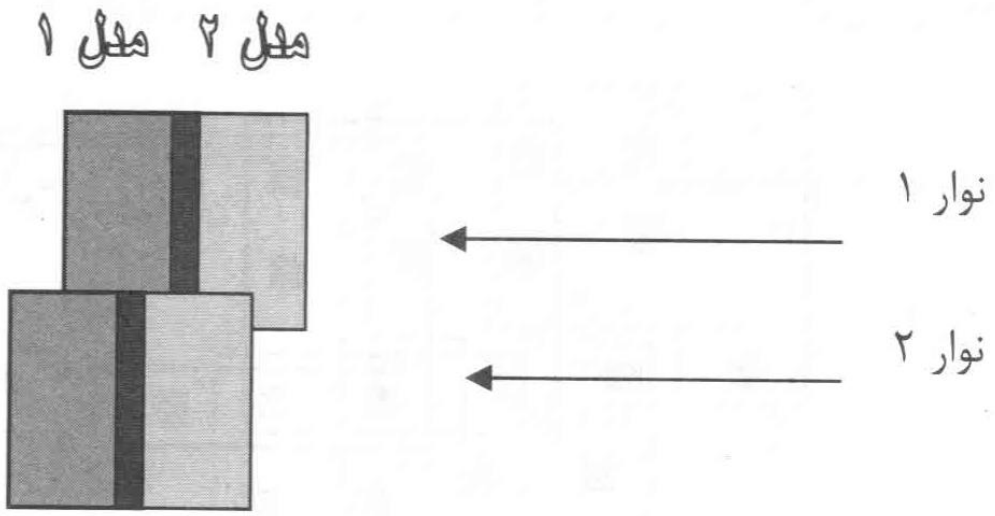
الف) کادربندی

عکس،های هر باند پشت سر هم پوشش داده شده و انتهای تصویر هر عکس، بر روی عکس مجاور با قلم روغنی خط کشیده می‌شود. بدین ترتیب، در وسط هر عکس، کادری ترسیم می‌شود که عرض آن، قسمت مشترک دو عکس مجاور آن عکس با یکدیگر (عکس‌های یک در میان) است و طول آن، ضلع عکس می‌باشد. عکس‌های مجاور، از باندهای مجاور با یکدیگر پوشش عرضی داده می‌شوند و انتهای تصویر هر عکس بر روی عکس مجاور خط کشیده می‌شود (شکل ۵ـ۲).



شکل ۵ـ۲ـ کادر بندی

بدین ترتیب، قسمت مشترک دو کادر مجاور، از عکس‌های دو باند مجاور مشخص می‌شوند. نقاط واقع در کادر مشترک دو باند مجاور، در سه عکس از هر باند و در شش عکس از دو باند، وجود دارند.در صورتی‌که پوشش طولی ۶۰٪ برقرار باشد و امتداد ایستگاه‌های عکس‌های مجاور از دو باند، در امتداد تقریباً عمود بر امتداد محورهای پرواز قرار گرفته باشند، انتخاب یک نقطهٔ عکسی در کادر مشترک دو باند لازم و کافی است. در صورتی‌که امتداد ایستگاه-های عکسبرداری دو عکس مجاور از دو باند مجاور، تقریباً عمود بر امتداد محورهای پرواز نباشند، قسمت مشترکی بین دو کادر مجاور وجود نخواهد داشت، یا در صورت وجود خیلی کوچک بوده و مناسب برای انتخاب نقطه نمی‌باشد، (شکل ۵-۳). در این صورت، دو کادر در قسمت مشترک دو عکس مجاور در نظر گرفته شده و دو نقطه (در هر کادر یک نقطه) انتخاب می‌شود. چنین نقطه‌ای در سه عکس از یک باند و دو عکس از باند دیگر وجود خواهد داشت. در قسمت‌های غیرمشترک کادرها از باندهای مجاور از اولین تا آخرین باند، کادرها را با توجه به پوشش عرضی مورد نظر محدود کرده، در وسط هر عکس کادری برای انتخاب نقطهٔ کمکی مثلث‌بندی در نظر گرفته می‌شود(شکل ۵-۳).



شکل ۳ـ۵ـ کادر غیرمشترک بین دو نوار

ب) انتخاب نقاط کنترل عکسی،نشانه‌گذاری و شماره‌گذاری آنها

نقاط عکسی باید حتی‌الامکان در مرکز کادر به‌دست آمده در نظر گرفته شوند. با توجه به نوع نقطه (مسطحاتی، ارتفاعی یا مسطحاتی ارتفاعی)، نقطهٔ مناسبی از منطقهٔ واقع در مرکز کادر انتخاب و دور آن دایره‌ای به قطر ۷ - ۱۰ میلیمتر کشیده می‌شود، مگر اینکه در مرکز کادر عوارض با خصوصیت مناسب وجود نداشته باشد. نقطه‌ای که در مرکز کادر انتخاب می‌شود، دارای شرایط مناسب برای توجیه مطلق مدل و اتصال مدل‌ها می‌باشد. نقاط عکسی را در کادر وسط عکس با توجه به نوع نقطه در دو طرف مرکز هر عکس باید انتخاب کرده و دایره‌ای دور آنها رسم و شماره‌گذاری نمود. با ایجاد دید سه‌بعدی موقعیت هر نقطه بر روی عکس یا دیاپوزتیوی که کادر بر روی آن مشخص شده است، در داخل دایرهٔ ترسیم شده انتخاب و نشانه‌گذاری می‌شود. نشانه‌گذاری با سوزن زدن انجام می‌شود. برای شماره‌گذاری نقاط عکسی و کنترل زمینی، قراردادهایی وجود دارد که باید رعایت شوند. برای هر نقطه، شمارهٔ عکسی را که نقطه در وسط آن قرار دارد در نظر می‌گیرند. برای نقاط کنترل عکسی، اندیس‌های ۱و۲، برای نقاط کنترل زمینی اندیس‌های ۳و۴ در سمت راست شمارهٔ عکس نوشته می‌شود، در صورتی‌که نقطهٔ عکسی بالای عکس باشد، اندیس ۱ و در صورتی‌که نقطهٔ در پایین عکس باشد، دارای اندیس ۲ خواهد شد. بالا و پایین عکس‌ها را می‌توان از جهت افزایش شمارهٔ عکس‌ها که باید از چپ به راست باشد، با ایجاد پوشش بین دو عکس مجاور از یک باند یا با مراجعهٔ راهنمای عکس مشخص کرد.

ج) انتقال نقاط عکسی و کنترل زمینی بر روی تصاویر مورد نیاز

در صورتی‌که مثلث‌بندی بر روی صفحه عکس (مثلث‌بندی شعاعی) و یا با استفاده از مختصات عکسی دوبعدی (قرائت مختصات توسط منوکامپاراتور) انجام شود به موقعیت هر نقطه بر روی هریک از تصاویر نیاز است، لذا هر نقطه باید بر روی تمامی تصاویر انتقال داده شود، سپس نشانه‌گذاری و شماره‌گذاری گردد. در صورتی‌که مثلث‌بندی در فضای سه‌بعدی مدل و یا با استفاده از مختصات عکسی قرائت شده در تصویر سه‌بعدی تشکیل شده در استرئوکامپاراتور انجام شود هر نقطه فقط و فقط بر روی یک تصویر یا دیاپوزتیو از هر باند باید نشانه‌گذاری و شماره‌گذاری شود. چنانچه نقطه در دو مدل وجود داشته باشد، باید بر روی تصویر مشترک در دو مدل نشانه شود.







د) تکمیل راهنمای عکسی

کلیهٔ نقاط عکسی و کنترل زمینی بر روی شیت راهنمای عکسی پیاده می‌شوند. در صورتی‌که نقطهٔ عکسی، در مرکز کادر مشترک دو کادر مجاور از دو باند قرار گرفته باشد، آن نقطه در وسط پاره خط واصل بین مراکز عکس‌های مجاور از دو باند علامت زده می‌شود، در غیر این‌صورت موقعیت تقریبی نقطه نسبت به مرکز کادر مشترک یا نسبت به نزدیکترین مرکز عکس و محور پرواز، بر روی برگهٔ راهنمای عکس پیاده می‌شود. از هر نقطهٔ عکسی و یا کنترل زمینی به مرکز تصویری که نقطه در آن نشانه شده است با خط پر، و به مرکز، تصویری که نقطه در آن وجود دارد ولی نشانه نشده است به صورت خط‌چین وصل می‌شود.کنار هر نقطه، شمارهٔ آن نوشته می‌شود و محدودهٔ منطقهٔ مورد نظر نیز روی راهنمای عکسی مشخص می‌شود. در کنارهٔ راهنمای عکس، مشخصات کلی کار،مشخصات عکسبرداری و علائم به کار گرفته شده در ترسیم راهنمای داخل جدولی نوشته شده و نشان داده می شود.

۵ـ۲ـ آماده کردن کروکی نقاط کنترل مسطحاتی و ارتفاعی

در طراحی نقاط کنترل مسطحاتی و ارتفاعی، محل تقریبی آنها در راهنمای عکس تعیین می‌شود و در عملیات زمینی، محل دقیق این نقاط انتخاب و کروکی دقیق آنها کشیده می‌شود، به‌طوری‌که امکان قرائت و مشاهدهٔ این نقاط در عکس‌ها و در دستگاه وجود داشته باشد. این نقاط، به وسیلهٔ عملیات زمینی اندازه‌گیری و دارای مختصات مسطحاتی و یا ارتفاعی می‌شوند. بهتر است قبل از شروع مثلث‌بندی، کنترل شود آیا این کروکی‌ها به طور کامل در اختیار عامل دستگاه قرار گرفته شده است یا خیر.چون قیمت دستگاه زیاد است تا آنجا که ممکن است باید سعی شود که از معطل شدن دستگاه به خاطر نبودن مدارکی مثلاً کروکی‌ها جلوگیری گردد.

پس بهتر است که کنترل شرح داده شده قبلاً انجام شود و سپس کلیهٔ مدارک زیر برای انجام مثلث‌بندی به قسمت مذکور فرستاده شود:

الف) یک سری عکس‌هایی که از عملیات زمینی برگشته و محل نقاط کنترل مسطحاتی و ارتفاعی روی آنها مشخص شده است؛

ب) یک سری عکس، شامل محل نقاط عکسی که در قسمت تهیه کامل گردیده است؛

ج) یک سری دیاپوزتیو که محل نقاط عکسی روی آنها سوزن خورده و با دایره محل تقریبی آنها مشخص شده است؛

د) کروکی کلیهٔ نقاط؛

ه) راهنمای عکسی که در قسمت تهیه تکمیل گردیده است

۵ـ۳ـ انواع نقاط عکسی یا گرهی

۱- *نقاط علامت شده*[۱]*:*

علائمی هستند که در زمین مشخص می‌شوند و دارای دقت خیلی بالایی هستند، ولی پر هزینه می‌باشند. در مواردی خاص، از این گونه نقاط استفاده می‌شود. مواردی از قبیل نقاط کاداستر، نقاط برای شبکه و غیره؛

۲ـ *نقاط طبیعی:*

نقاطی هستند که روی عوارض طبیعی در مکان مشخص و واضح که روی تصویر قرار گرفته‌اند انتخاب می‌شوند.

دقت این نقاط تا حدی نزدیک به نقاط علامت خورده شده است؛

۳ـ *نقاط مارک شدهٔ مصنوعی:*

نقاطی هستند که توسط دستگاه‌ها یا وسایل مارک‌کنندهٔ نقطه[۲] روی دیاپوزتیو مارک می‌شوند. لازم به ذکر است امروزه این نقاط با روش‌های اتوماتیک انتخاب می‌شوند.

۵ـ۴ـ روش‌های مارک کردن[۱] نقاط روی دیاپوزتیو

الف) روش مکانیکی: در این روش توسط یک سوزن، سطح امولسیون فیلم برداشته می‌شود. دستگاه‌های CPM,PUG IV از این نوع هستند؛

ب) روش حرارتی: در این روش سطح امولسیون فیلم، توسط یک سوزن گرم شده حرارت داده می‌شود، مثل دستگاه PM1؛

ج) روش لیزری: در این روش با استفاده از پرتو لیزر، سطح امولسیون سوخته می‌شود مثل دستگاه Mark Trans؛

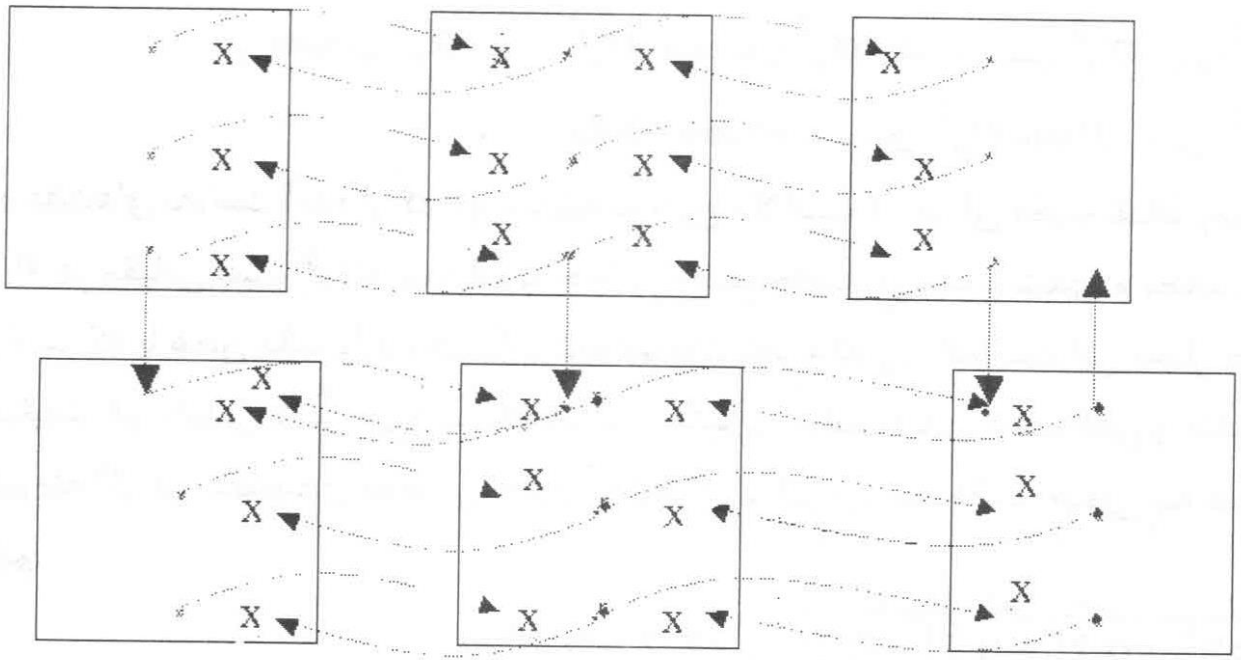




۵ـ۵ـ روش‌های انتقال نقاط روی عکس‌های مجاور

۱ـ *روش متداول برای حالتی که اندازه‌گیری استریو باشد.*

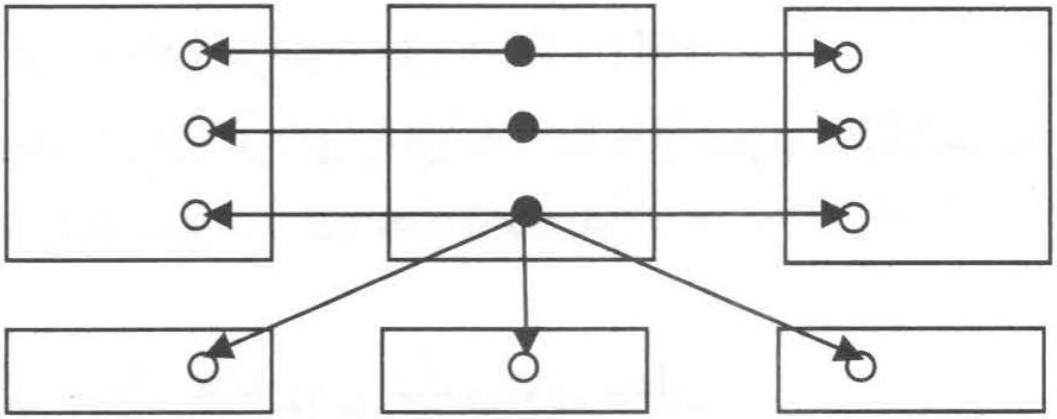
در این روش، ابتدا نقاط کادر مرکزی مارک می‌شوند، سپس این نقاط به نوارهای مجاور منتقل و مارک می‌شوند. در انتها، در طول هر نوار، نقاط با برجسته‌بینی منتقل می‌شوند و دیگر مارک نمی‌شوند (شکل۵ـ۴)؛



شکل ۵ـ۴ـ نحوهٔ انتقال نقاط در حالت استرئو

۲ـ *روش متداول برای حالتی که اندازه‌گیری منو باشد.*

این روش، همانند روش ۱ است، با این اختلاف که کلیهٔ نقاط روی تمام تصاویر مارک می‌شوند (شکل ۵ـ۵).



شکل ۵ـ۵ـ نحوهٔ انتقال نقاط در حالت منو

۵ـ۶ـطراحی نقاط کنترل زمینی

۵-۶-۱- طراحی نقاط کنترل مسطحاتی

چون دقت مسطحاتی و ارتفاعی مستقل از یکدیگرند، هر حالت به طور مستقل بررسی می‌شود. به‌طور کلی، دقت مسطحاتی حاصل در تهیهٔ نقشه را می‌توان در رابطهٔ زیر خلاصه کرد:

$$\sigma_p^{2}\ (\text{نهایی}) = \sigma_p^{2}\ (\text{نقاط کنترل زمینی}) + \sigma_p^{2}\ (\text{مثلث بندی}) + \sigma_p^{2}\ (\text{تبدیل}) + \sigma_p^{2}\ (\text{کارتوگرافی})$$

$$\sigma_p^{2}\ (\text{نهایی}) = 0.2mm + \sigma_p^{2}\ (\text{مثلث بندی}) + 0.2mm + 0.2mm$$

حدود دقت‌های به‌دست آمده از کار تهیهٔ نقشه به شرح بالا است که در آن دقت نقاط زمینی 0.2mm در مقیاس نقشه گرفته شده است. حداکثر دقت حاصل از مثلث‌بندی و محاسبات، دقتی است که با همان دقت وارد محاسبات شده‌ایم(σ_0). تجربه نشان داده است این مقدار حدود ۰/۲ میلیمتر در مقیاس عکس می‌باشد (دقت اندازه‌گیری مثلث‌بندی دستگاهی و انتقال). روی‌هم‌رفته اگر در مثلث‌بندی به دقتی حدود دقت‌های دیگر برسیم دقت خوبی به دست آورده‌ایم:

$$\sqrt{0.2^2 + 0.2^2 + 0.2^2 + 0.2^2} = 2 * .2 = 0.4mm$$

که دقت نقشه (σ) 0.4 mm در مقیاس نقشه خواهد بود.

اگر دقت مثلث‌بندی کمتر گرفته شود، در نتیجهٔ حاصل فرق زیادی نخواهیم داشت، مثلاً اگر حدود 0.1mm انتخاب کنیم، در نتیجه داریم:

$$\sqrt{0.2^2 + 0.1^2 + 0.2^2 + 0.2^2} = 0.36mm$$

پس بهتر است 0.2 میلیمتر انتخاب شود تا به تعداد نقاط کنترل کمتری نیاز باشد. با توجه به ضریب بزرگ شدگی نقشه به عکس(n)، دقت مثلث‌بندی (σ) در مقیاس نقشه، $n\sigma_0$ و ضریب $\sigma / n\sigma_0$ قابل محاسبه می‌باشند.

مثال: اگر تبدیل نقشه 1:5000 از عکس1:20000 مورد نظر باشد.

$n = 20000 : 5000 = 4$; $\sigma / n\sigma_0 = 2000/(4*200)=2.5$

سایر نکات قابل توجه در طراحی نقاط مسطحاتی به شکل زیر است:

۱ـ در محل شکستگی‌ها نقطه گرفته شود؛

۲ـ فقط در اطراف بلوک نقاط، طراحی شود؛

۳ـ نقاط مورد طراحی باید منطقهٔ کار را کاملاً بپوشانند؛

۴ـ در کارهای راه که منطقهٔ باریکی از نوار تبدیل می‌شود تجربه ثابت کرده که طراحی در امتداد مسیر کافی است.

به‌طور کلی نتایج مهمی که در طراحی نقاط کنترل مسطحاتی به‌دست آمده عبارتند از:

۱) طراحی نقاط در اطراف بلوک جواب گو می‌باشند؛

۲) انتخاب نقطه داخل بلوک تاثیری در دقت نمی‌گذارد، مگر به صورت محلی؛

۳) برای نقاطی که به صورت متراکم[۱] ($i=2b$) طراحی شده‌اند دقت مستقل از اندازهٔ بلوک است (باز $=b$)؛

۴) بین نقاط کنترل خطای ماکزیمم استاندارد در لبه‌های بلوک ایجاد می‌شود؛

این نقاط باید به گونه‌ای طراحی شوند که حتی‌الامکان بتوان آنها را در تقاطع راه‌ها و یا آبریزها و یا بر روی عوارض منفرد مشخصی مانند بوته‌های کوچک و یا گوشهٔ ساختمان‌ها انتخاب نمود. علاوه بر آن رعایت موارد زیر نیز ضروری می‌باشد:

- حداکثر فاصله بین نقاط کنترل زمینی مسطحاتی با توجه به مقیاس عکسبرداری و مقیاس نقشه از جدول شماره ۲ استخراج می‌گردد (بعنوان مثال چنانچه تهیهٔ نقشه در مقیاس ۱:۲۰۰۰ از عکس‌های هوایی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ مد نظر باشد، حداکثر فاصلهٔ بین نقاط کنترل زمینی مسطحاتی برابر ۵ مدل خواهد بود). توجه شود که فاصلهٔ دو نوار عکسبرداری مجاور، معادل دو مدل در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۲ : فواصل نقاط کنترل زمینی مسطحاتی بر حسب مدل

مقیاس عکس	مقیاس نقشه							
	۱:۵۰۰	۱:۱۰۰۰	۱:۲۰۰۰	۱:۲۵۰۰	۱:۵۰۰۰	۱:۱۰۰۰۰	۱:۲۰۰۰۰ ۱:۲۵۰۰۰	۱:۵۰۰۰۰
۱ : ۳۰۰۰	۵	۸	–	–	–	–	–	–
۱ : ۴۰۰۰	۳	۶	–	–	–	–	–	–
۱ : ۵۰۰۰	–	۵	۸	–	–	–	–	–
۱ : ۶۵۰۰	–	۴	۷	۸	۱۲	–	–	–
۱ : ۸۰۰۰	–	۳	۶	۷	۱۰	–	–	–
۱ : ۱۰۰۰۰	–	–	۵	۷	۱۱	–	–	–
۱ : ۱۲۵۰۰	–	–	–	۵	۱۰	۱۲	–	–
۱ : ۱۵۰۰۰	–	–	۳	۴	۷	۱۰	–	–
۱ : ۲۰۰۰۰	–	–	–	–	۷	۹	۱۲	–
۱ : ۳۰۰۰۰	–	–	–	–	۴	۷	۹	۱۲
۱ : ۴۰۰۰۰	–	–	–	–	–	۵	۷	۱۰
۱ : ۵۰۰۰۰	–	–	–	–	–	–	۶	۹
۱ : ۷۵۰۰۰	–	–	–	–	–	–	۴	۶

- حداکثر فاصلهٔ بین نقاط کنترل زمینی ارتفاعی (Bridging Distance) با توجه به مقیاس عکسبرداری و فاصلهٔ منحنی میزان از جدول شمارهٔ ۳ استخراج گردد (بعنوان مثال چنانچه نیاز به ترسیم منحنی میزان ۲ متری از عکس‌های با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ باشد، حداکثر فاصلهٔ نقاط کنترل زمینی ارتفاعی ۵ مدل خواهد بود).

جدول ۳ : فواصل نقاط کنترل زمینی ارتفاعی بر حسب مدل

مقیاس عکس	فاصله منحنی میزان (متر)							
	۰/۵	۱	۲	۲/۵	۵	۱۰	۲۰	۵۰
۱ : ۳۰۰۰	۴	۶	–	–	–	–	–	–
۱ : ۴۰۰۰	۴	۶	–	–	–	–	–	–
۱ : ۵۰۰۰	۳	۵	۶	–	–	–	–	–
۱ : ۶۵۰۰	۳	۵	۶	–	–	–	–	–
۱ : ۱۰۰۰۰	–	۳	۵	۶	–	–	–	–
۱ : ۱۲۵۰۰	–	–	۳	۴	۶	–	–	–
۱ : ۲۰۰۰۰	–	–	۳	۳	۶	–	–	–
۱ : ۳۰۰۰۰	–	–	–	–	۳	۵	۶	–
۱ : ۴۰۰۰۰	–	–	–	–	۳	۴	۵	–
۱ : ۵۰۰۰۰	–	–	–	–	–	۳	۴	۵
۱ : ۷۵۰۰۰	–	–	–	–	–	–	۳	۴

(تنظیم جدول بطریقی انجام گرفته که هم برای نوار و هم برای بلوک قابل استفاده باشد)

برای طراحی ارتفاعی، این نکات باید مورد توجه قرار گیرد [۳]:

۱) محل شکستگی‌های نقطه گرفته شود؛

۲) برای هر نوار، نقطه گرفته شود؛

۳) برای هر نوار، بیش از دو ردیف نقطه گرفته شود؛

به‌طور کلی، نتایج حاصل برای نقاط ارتفاعی در زیر آمده است:

۱) برای بلوک‌هایی با پوشش عرضی ۲۰ درصد، حداقل ۳ زنجیر از نقاط کنترل ارتفاعی لازم است (ابتدا، وسط و انتهای بلوک)؛

۲) دقت ارتفاعی بلوک به فاصلهٔ $i=2b$ بستگی دارد[۱]؛

۳) ماکزیمم خطاهای استاندارد، همیشه بین زنجیرهٔ نقاط کنترل و در کناره‌های بلوک اتفاق می‌افتد. این مسئله باعث می‌شود که نقاط کنترل اضافی در نظر گرفته شود؛

۴) برای فواصل کوچک i ($i < 5b$) ، دقت ازمرتبهٔ $\sigma_{0(H)} = 0.1‰ Z$ حفظ می‌شود؛

۵) در صورتی‌که پوشش عرضی به ۶۰ درصد برسد، دقت نظری افزایش می‌یابد؛

به‌طورخلاصه، از طراحی نقاط کنترل مسطحاتی و ارتفاعی نتیجه می‌شود:

۱) برای i کوچک، دقت بالا در مثلث‌بندی قابل تأمین است؛

۲) در طراحی نقاط کنترل ارتفاعی، بر خلاف نقاط مسطحاتی باید داخل بلوک نقطه کنترل گرفته شود؛

۳) در صورتی‌که i بزرگ انتخاب شود، خطای ارتفاعی به طور قابل توجهی افزایش می یابد، لذا برای کارهای کوچک، مقیاس فاصلهٔ نقاط بستگی به فاصلهٔ منحنی‌های میزان دارد.

۴) به کار بردن داده‌های کمکی[۱]، از قبیل داده‌های استاتوسکوپ[۲] یا APR[3]، و GPS[۴] می‌تواند در کاهش نقاط کنترل ارتفاعی در بلوک‌های بزرگ، برای تهیهٔ نقشه‌های کوچک و متوسط مقیاس، نقش مهمی داشته باشند.

داده‌های استاتوسکوپ نسبت به یک سطح ایزوبار که نامشخص است در اتمسفر تعیین می‌شوند. در شرایط خوب آب و هوایی این سطح خیلی منظم و نرم است که داده‌های اندازه‌گیری شده توسط استاتوسکوپ با دقت خوبی می‌توانند جایگزین نقاط کنترل ارتفاعی شوند [۳].

پایان بخش دوم



درس کاربرد های فتوگرامتری

بخش سوم

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت

- انواع مثلث بندی هوائی:

مثلث بندی هوائی را می‌توان به دو صورت زیر تقسیم بندی نمود

یک تقسیم بندی بصورت
- ۱ ـ مثلث بندی دستگاهی (اندازه‌گیری)
- ۲ ـ مثلث بندی محاسباتی

و تقسیم بندی دوم بصورت ذیل می‌باشد:

۱ ـ مثلث بندی شعاعی (مسطحاتی y و x)

۲ ـ مثلث بندی به روش مدل پیوسته
- ۱ـ با استفاده از دستگاههای نوری (مولتی پلکس)
- ۲ـ با استفاده از دستگاههای یونیورسال

۳ ـ مثلث بندی به روش نیمه مستقل

۴ ـ مثلث بندی به روش مدل مستقل

۵ ـ مثلث بندی به روش باندل

- روابط بین مراحل دستگاهی و محاسباتی در روشهای مختلف مثلث بندی:

الف) مثلث بندی

به روش مدل پیوسته:

مرحلهٔ دستگاهی			مرحلهٔ محاسباتی	
توجیه داخلی	توجیه نسبی	تشکیل نوار	اجسمنت نوار	اجسمنت بلوک با نوارهای اجسمنت شده
				اجسمنت بلوک یا نوارهای اجسمنت نشده

ب) مثلث بندی

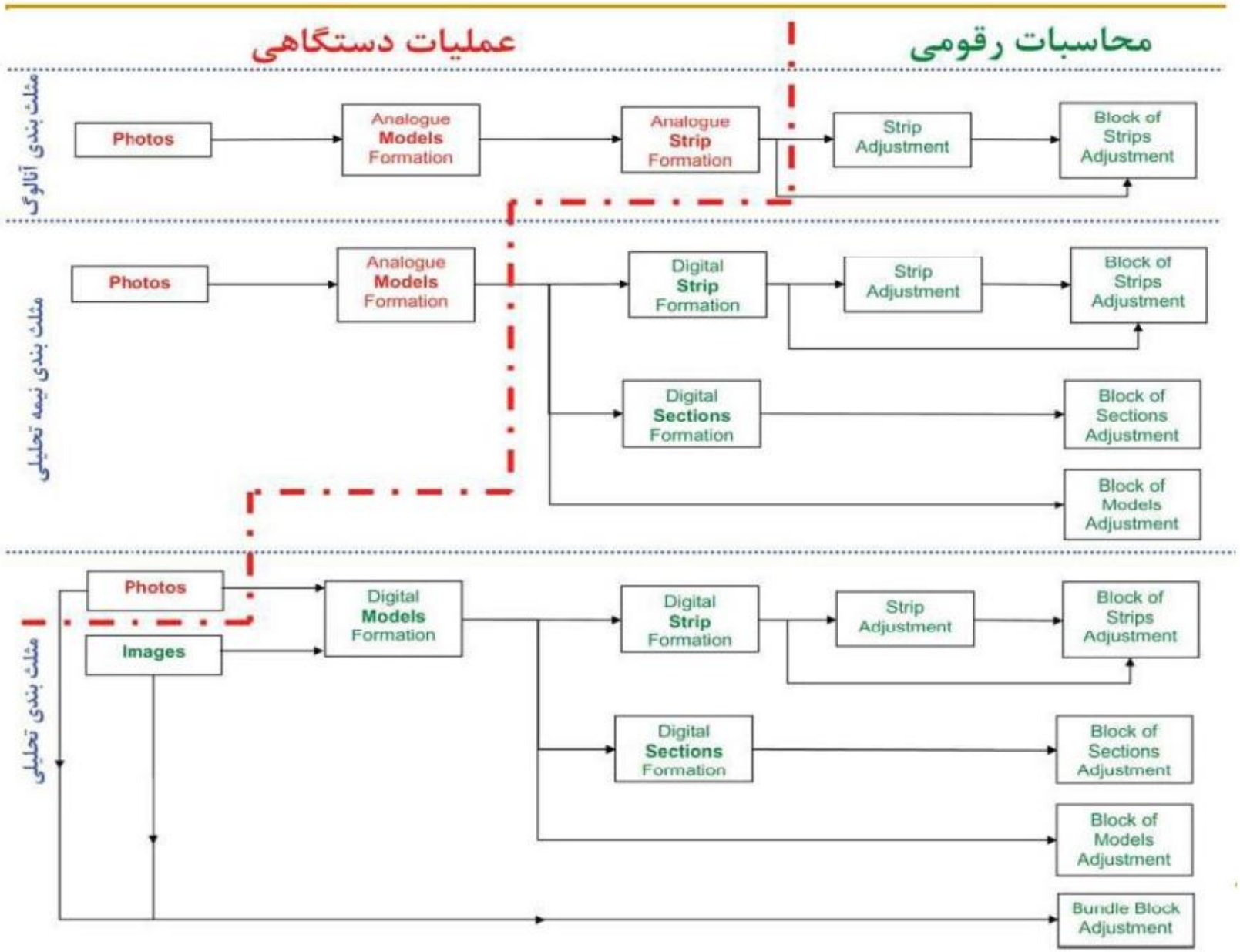
به روش مدل مستقل:

توجیه داخلی	توجیه نسبی	تشکیل نوار	اجسمنت نوار	اجسمنت بلوک با نوارهای اجسمنت شده
				اجسمنت بلوک یا نوارهای اجسمنت نشده
(ایران) * اجسمنت بلوک با مدلهای مستقل				

ج) مثلث بندی

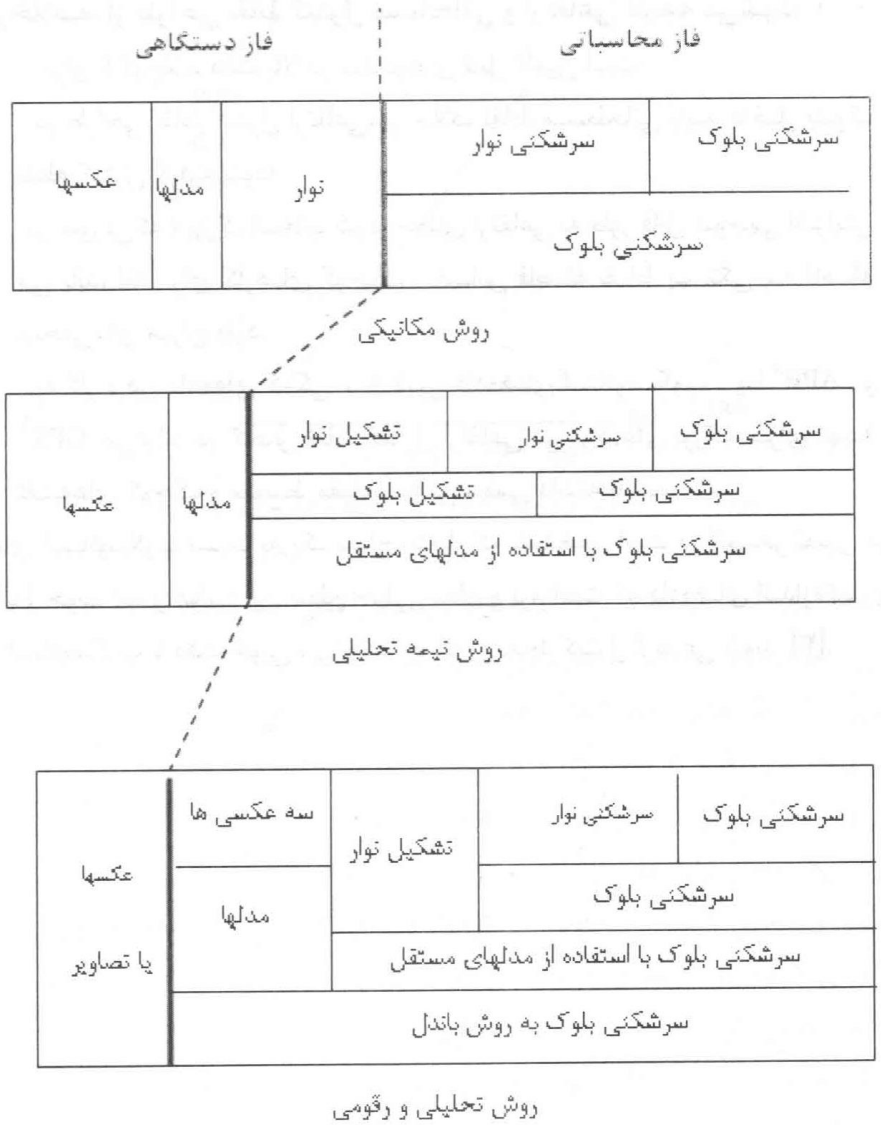
به روش تحلیلی:

توجیه داخلی	مدل	تشکیل نوار	اجسمنت نوار	اجسمنت بلوک با نوارهای اجسمنت شده
				اجسمنت بلوک یا نوارهای اجسمنت نشده
		اجسمنت بلوک با استفاده از مدلهای مستقل		
* اجسمنت بلوک با دسته اشعه‌های موجود در عکس (باندل اجسمنت)				


عملیات دستگاهی
محاسبات رقومی
مثلث بندی آنالوگ
Photos
Analogue Models Formation
Analogue Strip Formation
Strip Adjustment
Block of Strips Adjustment
مثلث بندی نیمه تحلیلی
Photos
Analogue Models Formation
Digital Strip Formation
Strip Adjustment
Block of Strips Adjustment
Digital Sections Formation
Block of Sections Adjustment
Block of Models Adjustment
مثلث بندی تحلیلی
Photos
Images
Digital Models Formation
Digital Strip Formation
Strip Adjustment
Block of Strips Adjustment
Digital Sections Formation
Block of Sections Adjustment
Block of Models Adjustment
Bundle Block Adjustment

۵ـ۷ـ روش‌های مثلث بندی هوایی

در شکل ۵ـ۸ انواع روش‌های مثلث‌بندی نشان داده شده است که استفاده از هـر روش، بستگی به دامنهٔ کاربرد امکانات دستگاهی و کامپیوتری دارد.



شکل ۵ـ۸ـ روش‌های مثلث‌بندی هوایی : ۱ ـ روش مکانیکی ۲ـ روش نیمه‌تحلیلی ۳ـ روش تحلیلی و رقومی

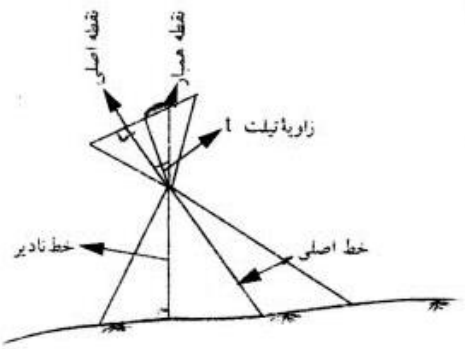
⁎مثلث بندی شعاعی:

ـ اولین و ساده‌ترین روش برای مثلث بندی می‌باشد که در سال 1930 شروع شد.

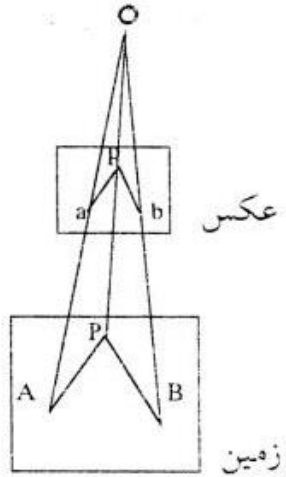
ـ این مثلث بندی دو بعدی می‌باشد و تنها مسطحات (xوy) را می‌تواند تکثیر نماید.

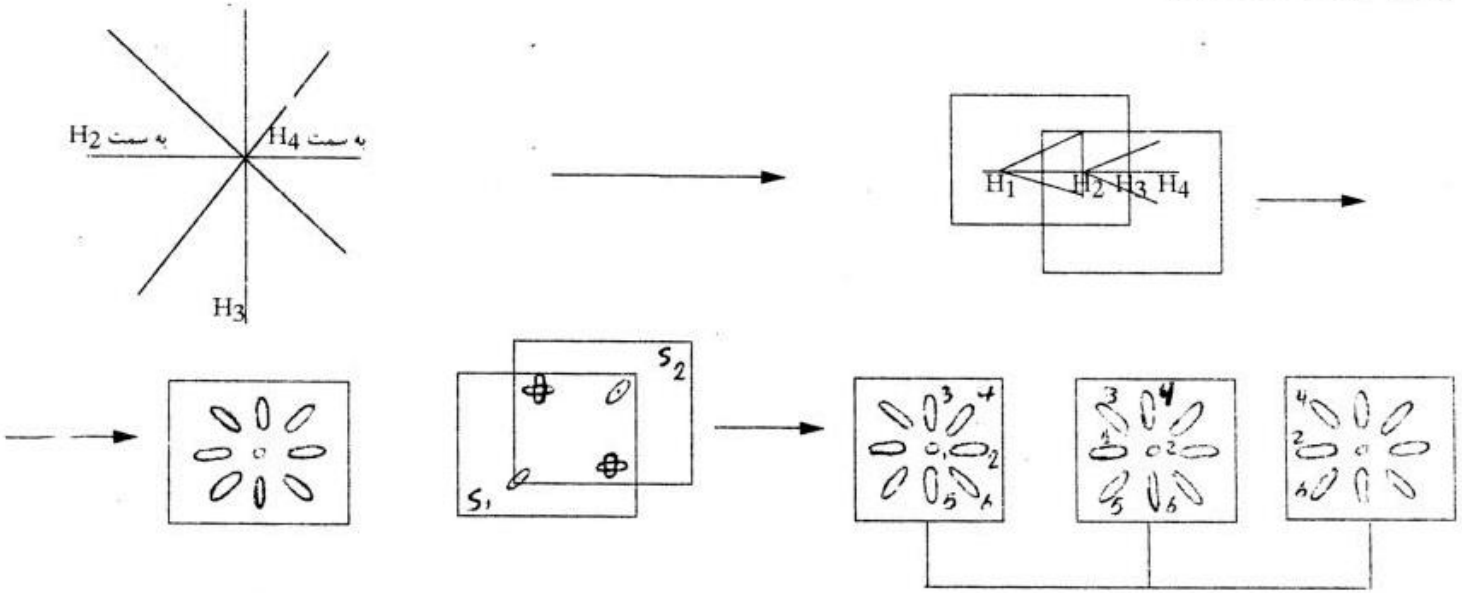
ـ از این روش برای زمینهای مسطح و یا با شیب یکنواخت استفاده می‌شود.مختصات نقاط حاصل از این روش برای ترمیم کلی کاربرد دارد.ولی دارای دقت کمی می‌باشد.

ـ خطای ناشی از تیلت نسبت به نقطهٔ همبار در این روش شعاعی می‌باشد.اما در صورتیکه تیلت نداشته باشیم نقطهٔ همبار و نقطهٔ اصلی بر هم منطبق می‌باشند.



$$\hat{apb} = \hat{APB}$$





stereo templet

«نقاطی از ۳ عکس که روی هم قرار می‌گیرند»

*مثلث بندی به روش مدل پیوسته:

عمل مثلث بندی در این روش به دو طریق صورت می‌گیرد یکی به کمک دستگاههای نوری مثل مولتی پلکس و دیگری با استفاده از دستگاههای یونیورسال که دارای باز خارج و داخل می‌باشند.
یکی از خصوصیات این روش انجام عمل ترانسفورماسیون به صورت دستگاهی می‌باشد.
حال به شرح و مراحل کار با دستگاههای فوق در مثلث بندی به روش مدل پیوسته می‌پردازیم.

ـ مراحل کار مثلث بندی در دستگاههای نوری (مولتی پلکس):

۱ ـ انجام عمل توجیه داخلی و توجیه نسبی برای مدل اول بصورت یکطرفه یا دوطرفه
۲ ـ انجام عمل توجیه داخلی و توجیه نسبی برای مدل دوم بصورت یکطرفه
۳ ـ انتقال مقیاس Scale Transfer با توجه به باز دستگاه

ـ مراحل کار مثلث بندی در دستگاههای یونیورسال:

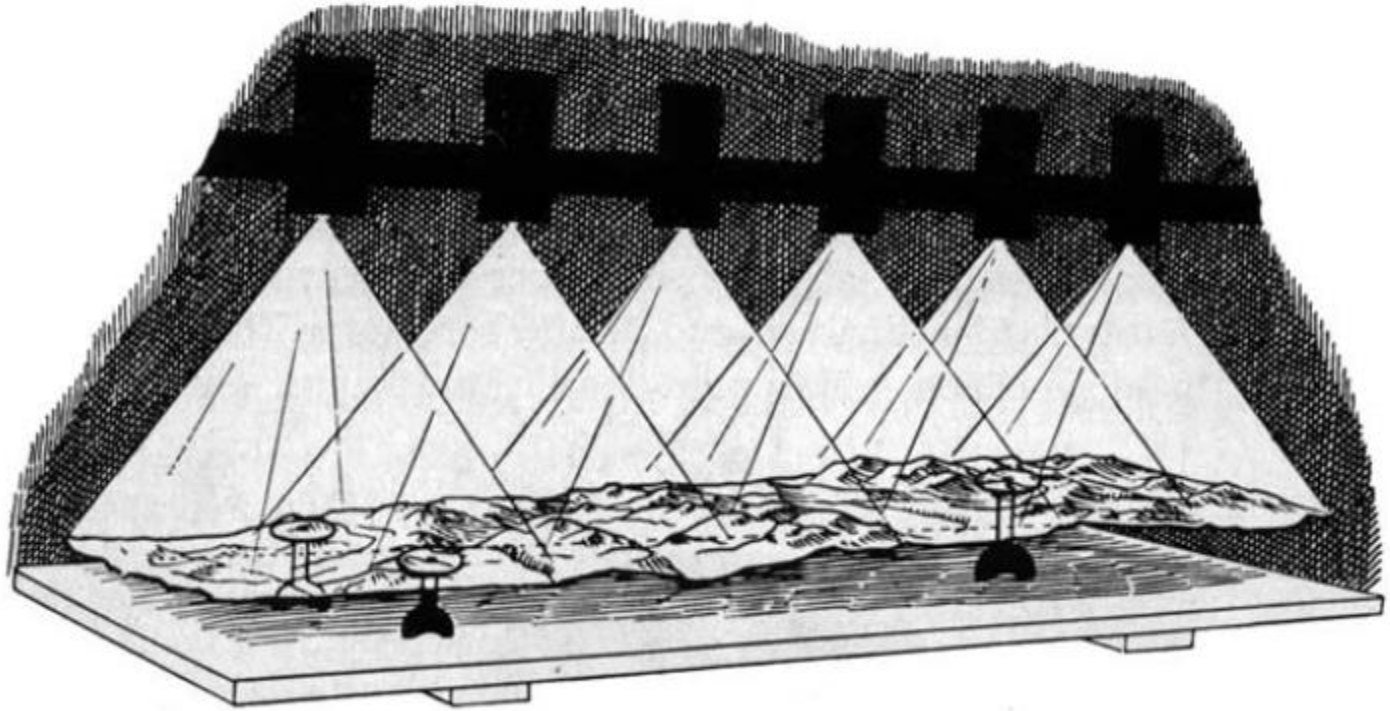
در دستگاههای یونیورسال نیز همانند دستگاههای نوری عمل می‌کنیم به این ترتیب که ابتدا مدل اول را بصورت یکطرفه یا دوطرفه توجیه داخلی و نسبی کرده و سپس مدل دوم را بصورت یکطرفه توجیه داخلی و نسبی می‌کنیم و بعد با تغییر دادن باز دستگاه و با در نظر گرفتن ارتفاع چند نقطه از مدل عمل انتقال مقیاس را انجام می‌دهیم.

مثلث‌بندی هوایی آنالوگ، بر مبنای «سرشکنی خطاها در باندِ حاصل از اتصال دستگاهی مدلها» است. دستگاههایی نظیر Multiplex یا Balplex و یا دستگاههای Universal می‌توانند مدلهای مجاور در یک باند را به هم متصل نمایند طوری که سیستم مختصات همهٔ مدلها با مدل اول یکسان شود.

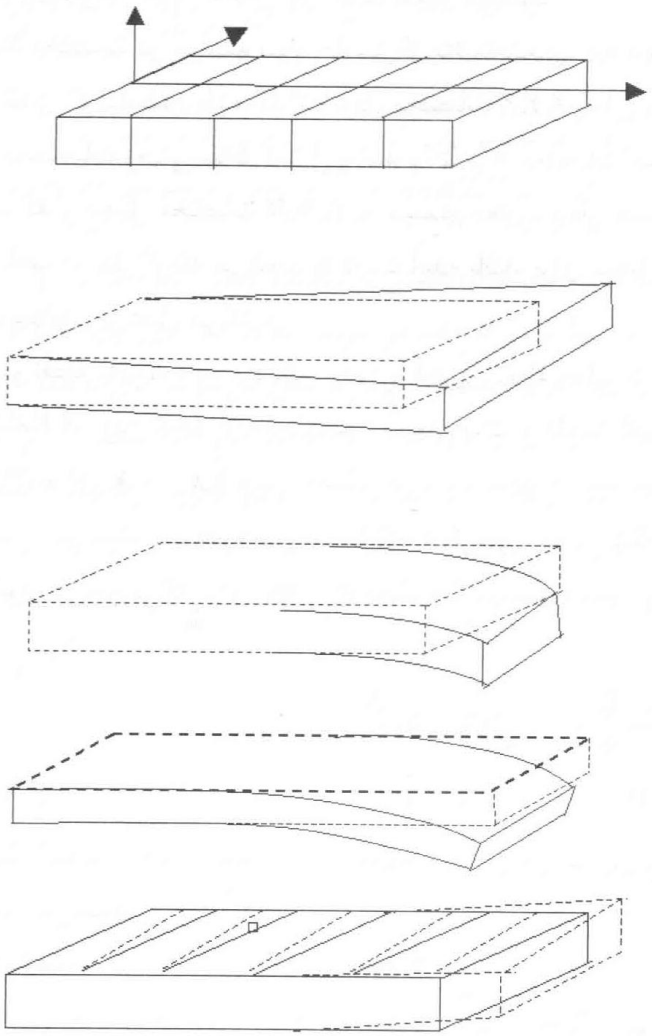


Balplex projectors used to perform stereotriangulation.

Strip Triangulation



از آنجاکه در انتقال یک سیستم مختصات سه‌بعدی به سیستم مختصات سه‌بعدی دیگر، هفت پارامتر دخالت دارند، در اتصال مدل‌ها به یکدیگر باید این هفت پارامتر منتقل شوند. از آنجا که انتقال و یا محاسبهٔ این پارامترها دارای خطا است، بنابراین خطای هریک از این عناصر باعث تغییر شکل نوار می‌گردد. این هفت پارامتر، سه عنصر انتقالی مربوط به مبدأ سیستم دوم نسبت به مبدأ اول (X_0, Y_0, Z_0) مقیاس(λ)،آزیموت یا دوران حول محور Z (κ)، دوران‌حول محور Y (φ) و دوران حول محور $X(\omega)$ می‌باشند. از آنجا که در اتصال هرمدل‌جدید به مدل قبلی، دقیقاً مختصات یکی از نقاط گذر، از مدل قدیم به مدل جدید انتقال می‌یابد، خطای انتقال مبدأ (X_0, Y_0, Z_0) وجود ندارد، ولی عناصر دیگر هر یک منبعی از خطا می‌توانند باشند. چون این خطاها به صورت سیستماتیک می‌باشند، قابل اجتناب نمی‌باشند. در شکل ۵ـ۱۱ خطاهای سیستماتیک ناشی از $\kappa, \phi, \omega, \lambda$ در طول یک نوار نشان داده شده است.



شکل ۵ـ۱۱ـ خطاهای سیستماتیک روی یک نوار:(a) نوار تشکیل شده، (b) خطای ناشی از λ، (c) خطای ناشی از κ، (d) خطای ناشی از ϕ، (e) خطای ناشی از ω

* مثلث بندی به روش نیمه مستقل:

در این روش برای انجام عمل مثلث بندی از دستگاههای دقیق که دارای دو تراز عمود برهم می‌باشند استفاده می‌شود و مراحل کار این دستگاهها بصورت زیر می‌باشد:

۱ ـ توجیه نسبی مدل اول

۲ – توجیه مطلق مدل اول (در صورتیکه نقاط کنترل زمینی به اندازه کافی وجود داشته باشد).

۳ ـ قرائت نقاط لازم

۴ ـ قرار دادن دو تراز عمود برهم در پرژکتور سمت راست، و ترازکردن آن با پیچهای تراز

۵ – برداشتن تراز و قرار دادن آن در محلی مطمئن

۶ ـ قرار دادن دیاپوزتیو سمت راست دو پرژکتور سمت چپ

۷ ـ قرار دادن دیاپوزتیو سوم

۸ ـ توجیه نسبی

۹ ـ قرار دادن تراز در پرژکتور سمت چپ

※مثلث بندی به روش مدل مستقل:

برای انجام مثلث بندی در این روش نیاز به یکسری مدارک داریم که عبارتند از:

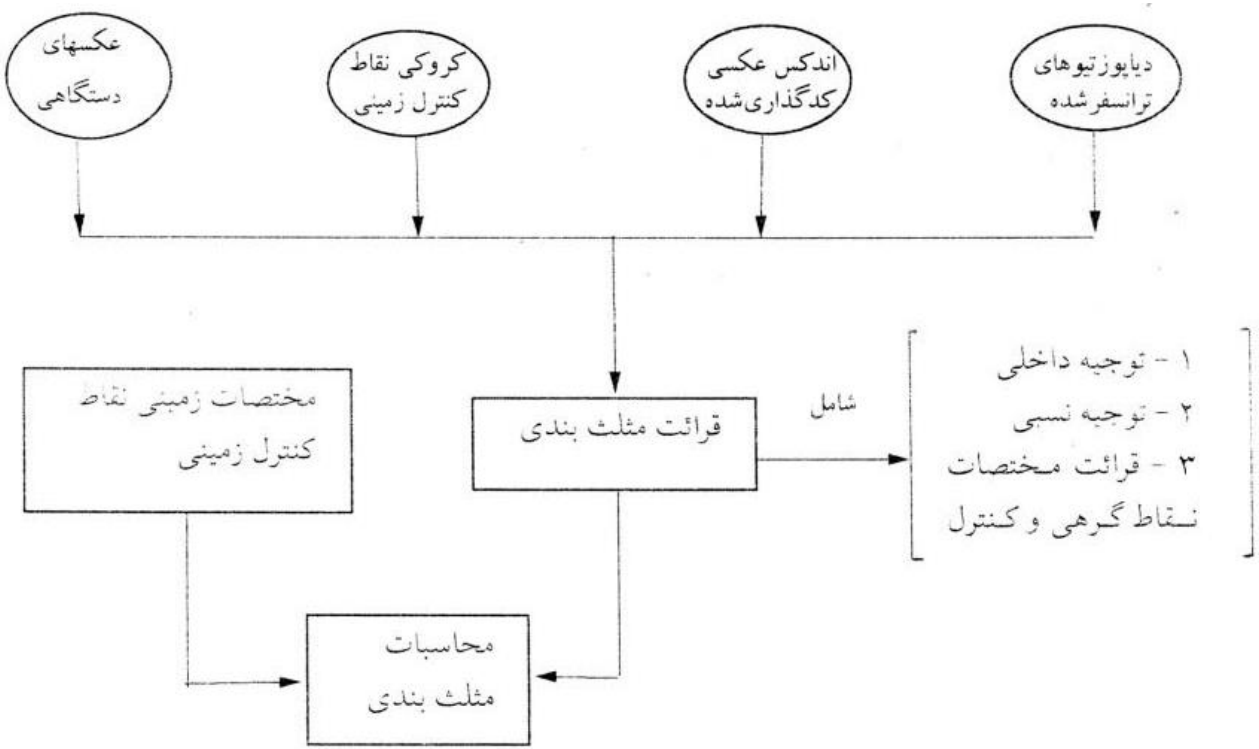
۱ ـ دیاپوزتیو ترانسفر شده (علامت‌گذاری شده)

۲ ـ اندکس عکسی کدگذاری شده

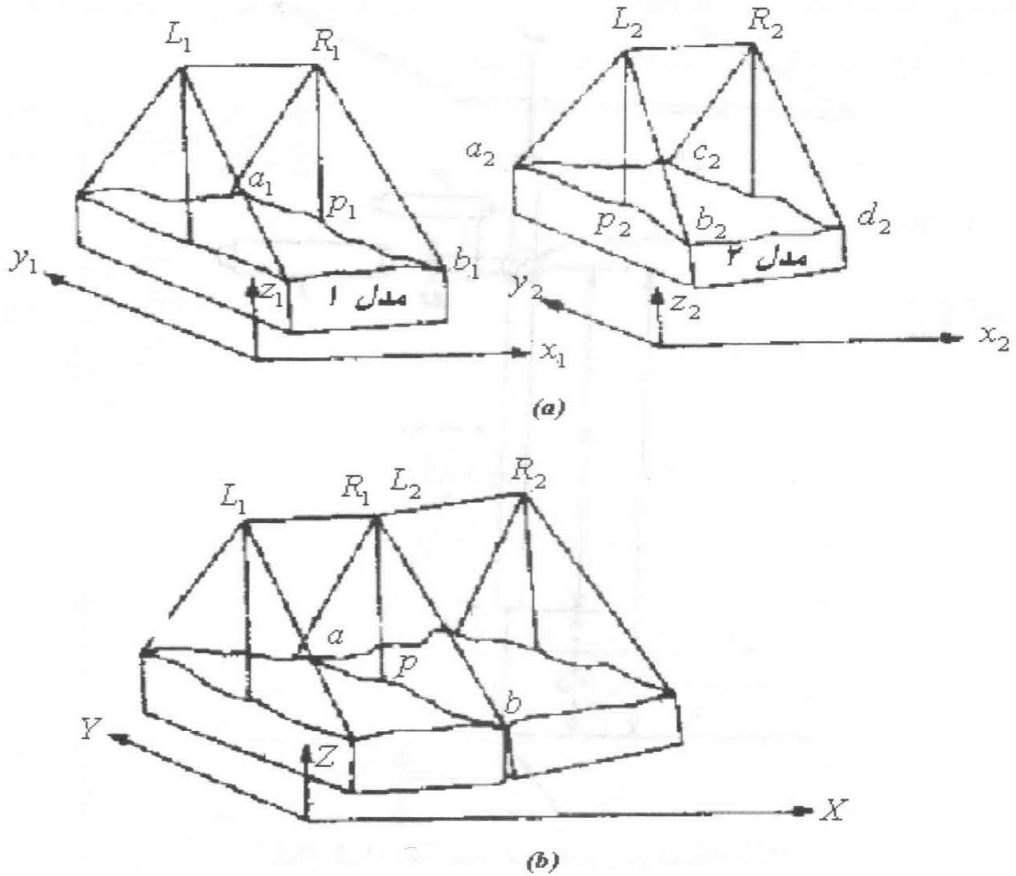
۳ ـ کروکی نقاط کنترل زمینی

۴ ـ عکسهای دستگاهی

و مدارک فوق بصورت زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند تا عمل مثلث بندی صورت بگیرد.



در این روش، مثلث‌بندی هر مدل به صورت دستگاهی بعد از انجام توجیه نسبی، به طور مستقل ایجاد می‌گردد، به عبارتی هر مدل تشکیل شده دارای یک سیستم مختصات دلخواه می‌باشـد. در



شکل ۵ـ۱۳ـ مثلث‌بندی مدل‌های مستقل

*** مثلث بندی به روش باندل:**

در این روش مستقیماً از روی عکس مدل ایجاد شده و مستقیماً از روی مختصات عکسی به مختصات زمینی می‌رسیم. و در واقع این روش یک روش کاملاً تحلیلی می‌باشد.

۵ـ۷ـ۲ـ۳ـمثلث‌بندی دسته اشعه[1]

این روش که به روش باندل شناخته شده، متفاوت از روش‌های دیگر مثلث‌بندی است. در این روش، پارامترهای مطلوب که به عنوان نتیجهٔ سرشکنی تمام عکس‌ها مد نظر است، از طریق اصل کمترین مربعات به روش تکرار یکجا تعیین می‌شوند.

از آنجا که معادلات شرط همخطی، غیرخطی‌اند و خطی شده‌اند، عمل تکرار صورت می‌گیرد. اگرچه می‌توان معادلات نرمال را به صورت غیرخطی به کار برد که در این حالت، جواب مستقیماً حساب می‌شود که به طور نظری تئوری از این روش نتایج دقیق‌تری حاصل می‌شود.

1- Bundle

معادله ریاضی مورد استفاده: معادله ریاضی مورد استفاده در این روش، شرط هم خطی است.

$$x - x_0 = -c\frac{m_{11}(X - X_0) + m_{12}(Y - Y_0) + m_{13}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)}$$

$$y - y_0 = -c\frac{m_{21}(X - X_0) + m_{22}(Y - Y_0) + m_{23}(Z - Z_0)}{m_{31}(X - X_0) + m_{32}(Y - Y_0) + m_{33}(Z - Z_0)}$$

نکاتی برای یادآوری: اثبات شرط هم خطی، سیستم مختصات عکسی، ماتریس و عناصر دوران، مرکز تصویر، خطاهای سیستماتیک عکسی

شرط هم خطی رابطه مستقیمی است بین مختصات نقاط عکس و مختصات نقاط زمین با در نظر گرفتن پارامترهای توجیه داخلی و خارجی.

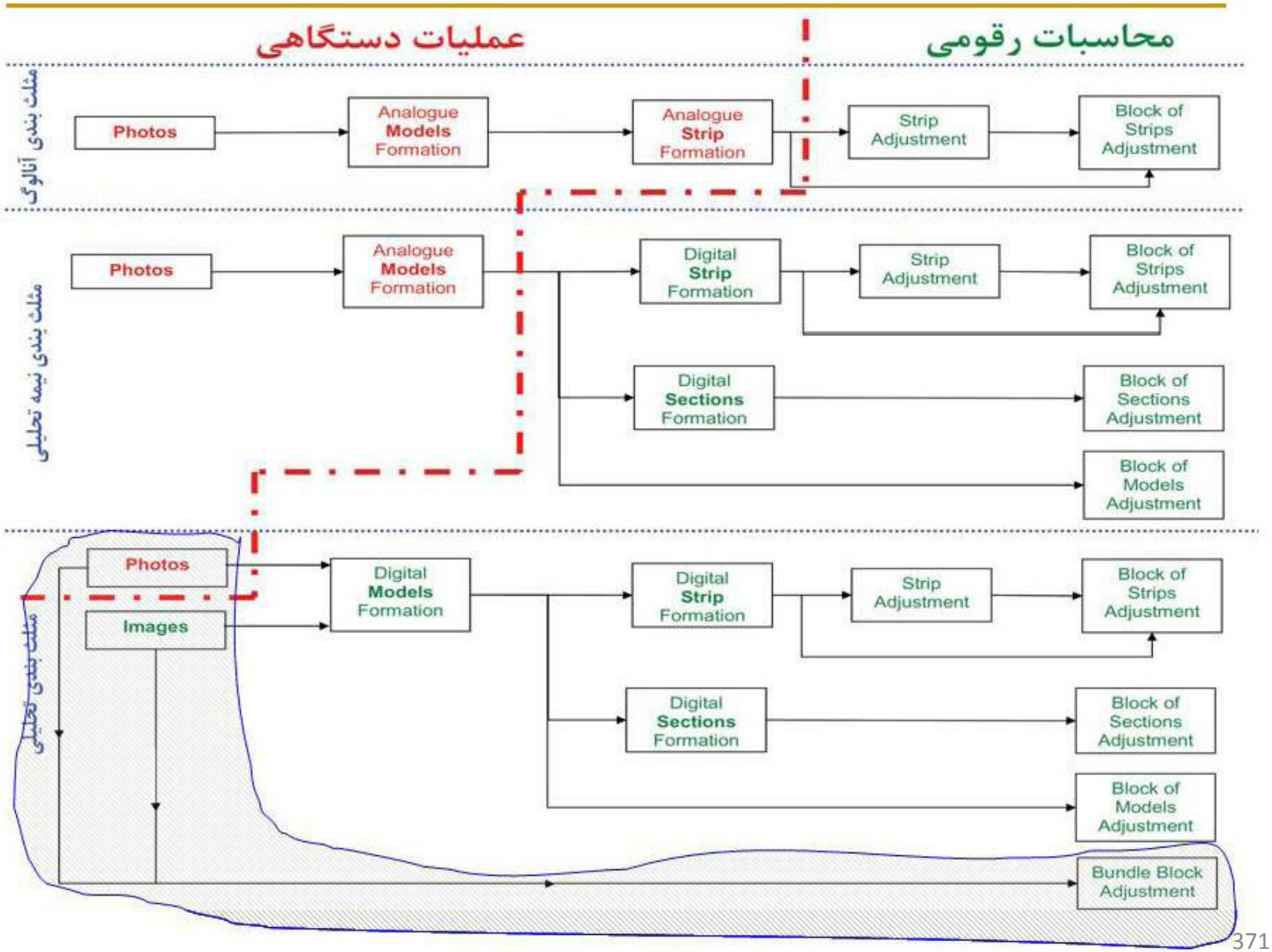
شرط هم خطی، رابطه‌ای غیر خطی است و برای محاسبات سرشکنی باید بر حسب مجهولات خطی شود.
بنابر این محاسبات سرشکنی نیاز به مقادیر اولیه دارند. همچنین محاسبات باید با تکرار انجام شود.

مزایای روش باندل اجسمنت:

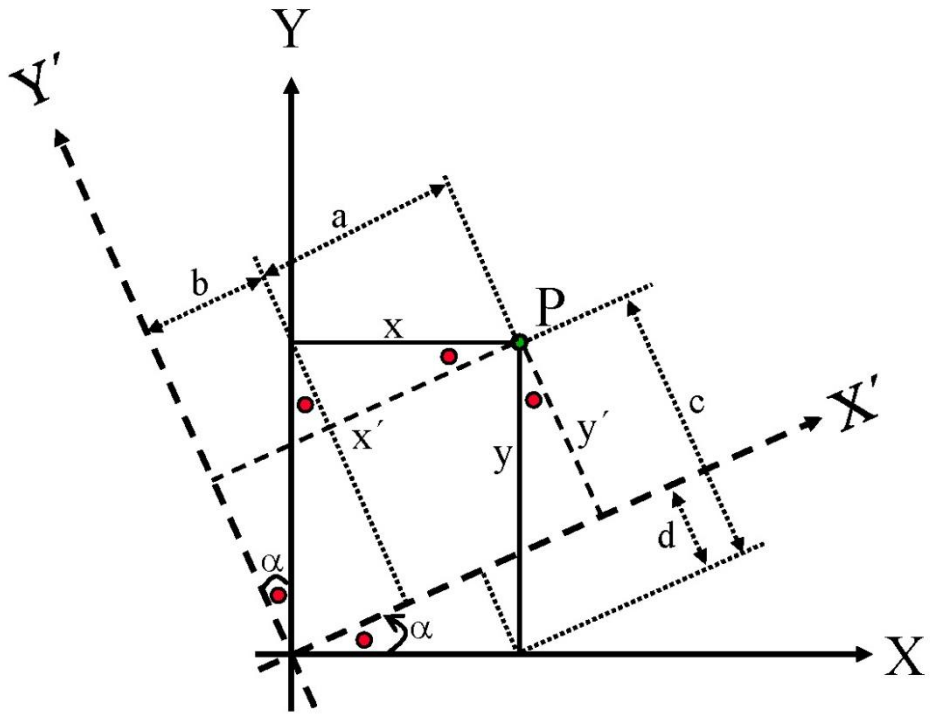
- صریح بودن شرط هم خطی بر حسب مشاهدات (در مقایسه با مدل مستقل و سرشکنی باندها)
- امکان در نظر گرفتن همه عوامل موثر بر عکسبرداری در سرشکنی
- امکان در نظر گرفتن مشاهدات جانبی از هر نوع
- امکان استفاده از این روش برای عکسهای غیر هوایی (برد کوتاه، ماهواره‌ای)
- امکان استفاده از این روش برای عکسهای غیر قائم (عکسهای مایل، عکسهای همگرا)
- امکان استفاده از این روش برای عکسهای حاصل از دوربینهای غیر استاندارد و غیر متریک
- محاسبه پارامترهای توجیه خارجی (و داخلی) هر عکس

معایب روش باندل اجسمنت:

- محاسبات غیر خطی دارد.
- تعداد معادلات و مجهولات بسیار زیاد و در نتیجه حجم محاسبات زیاد است.
- قرائت مختصات عکسی نقاط در دستگاههای تبدیل آنالوگ امکان‌پذیر نیست.
- سرشکنی باندل، قابل تفکیک به سرشکنی ارتفاعی و مسطحاتی جدا از هم نیست. ***


عملیات دستگاهی
محاسبات رقومی
مثلث بندی آنالوگ
Photos
Analogue Models Formation
Analogue Strip Formation
Strip Adjustment
Block of Strips Adjustment
مثلث بندی نیمه تحلیلی
Photos
Analogue Models Formation
Digital Strip Formation
Strip Adjustment
Block of Strips Adjustment
Digital Sections Formation
Block of Sections Adjustment
Block of Models Adjustment
مثلث بندی تحلیلی
Photos
Images
Digital Models Formation
Digital Strip Formation
Strip Adjustment
Block of Strips Adjustment
Digital Sections Formation
Block of Sections Adjustment
Block of Models Adjustment
Bundle Block Adjustment

Rotation in a Plane



Rotation in a Plane

$$x' = a + b = x\cos\alpha + y\sin\alpha$$
$$y' = c - d = -x\sin\alpha + y\cos\alpha$$

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

where :

$$Rotation\ matrix\ (R) = \begin{bmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{bmatrix}$$

Properties of the Rotation Matrix

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix}$$

where :

$r_{11} = \cos\ \alpha$

$r_{12} = \sin\ \alpha$

$r_{21} = -\ \sin\ \alpha$

$r_{22} = \cos\ \alpha$

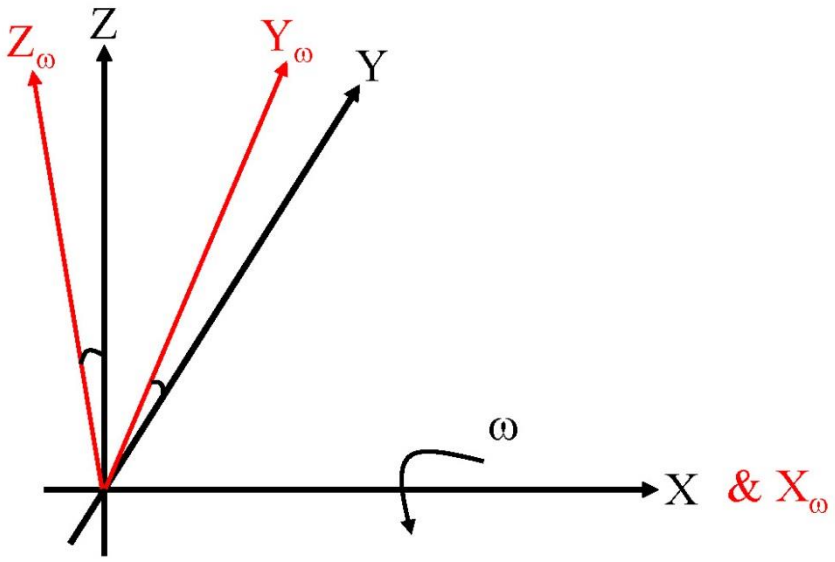
$$r_{11}^2 + r_{21}^2 = \cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$$

$$r_{12}^2 + r_{22}^2 = \sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$$

$$r_{11}\ r_{12} + r_{21}\ r_{22} = \sin\alpha\ \cos\alpha - \sin\alpha\ \cos\alpha = 0$$

$$R^T R = R R^T = I_2$$

Primary Rotation (ω)



Primary Rotation (ω)

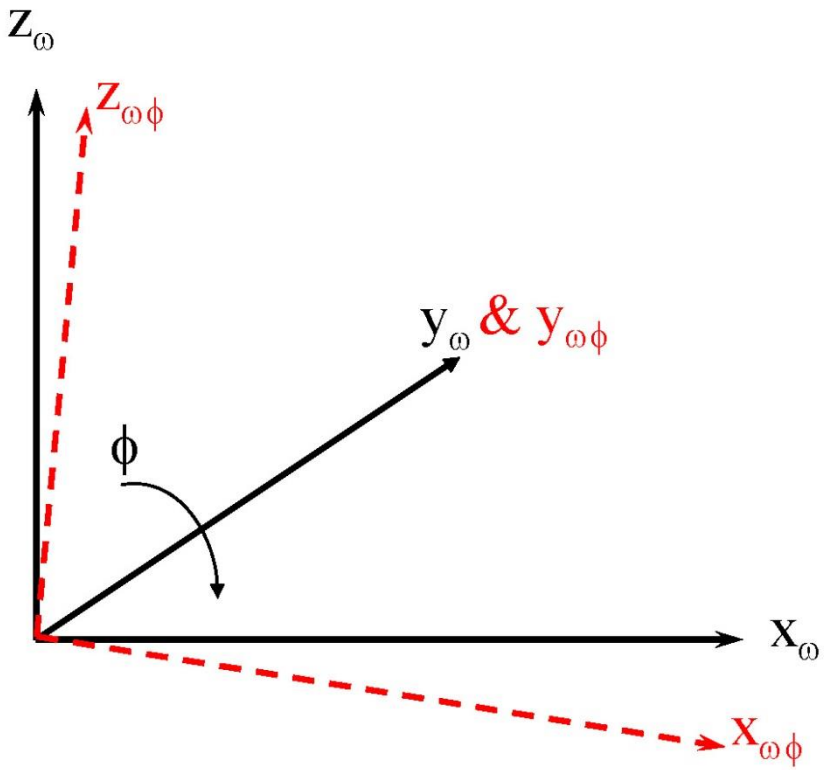
$$\begin{bmatrix} x_\omega \\ y_\omega \\ z_\omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\omega & \sin\omega \\ 0 & -\sin\omega & \cos\omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_\omega \\ y_\omega \\ z_\omega \end{bmatrix} = M_\omega \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\omega & -\sin\omega \\ 0 & \sin\omega & \cos\omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_\omega \\ y_\omega \\ z_\omega \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = R_\omega \begin{bmatrix} x_\omega \\ y_\omega \\ z_\omega \end{bmatrix}$$

Secondary Rotation (ϕ)



Secondary Rotation (ϕ)

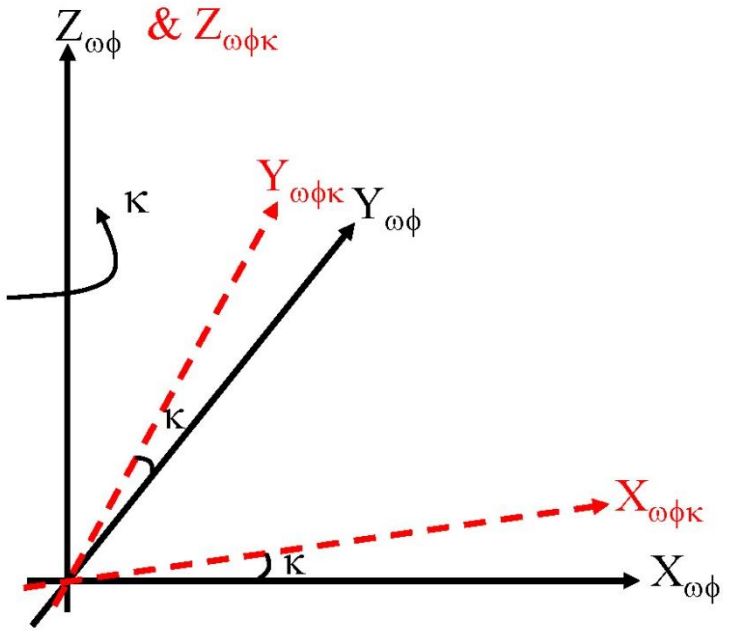
$$\begin{bmatrix} x_{\omega\phi} \\ y_{\omega\phi} \\ z_{\omega\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\phi & 0 & -\sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\phi & 0 & \cos\phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{\omega} \\ y_{\omega} \\ z_{\omega} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{\omega\phi} \\ y_{\omega\phi} \\ z_{\omega\phi} \end{bmatrix} = M_{\phi} \begin{bmatrix} x_{\omega} \\ y_{\omega} \\ z_{\omega} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{\omega} \\ y_{\omega} \\ z_{\omega} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\phi & 0 & \sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\phi & 0 & \cos\phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{\omega\phi} \\ y_{\omega\phi} \\ z_{\omega\phi} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{\omega} \\ y_{\omega} \\ z_{\omega} \end{bmatrix} = R_{\phi} \begin{bmatrix} x_{\omega\phi} \\ y_{\omega\phi} \\ z_{\omega\phi} \end{bmatrix}$$

Tertiary Rotation (κ)



Tertiary Rotation (κ)

$$\begin{bmatrix} x_{\omega\phi\kappa} \\ y_{\omega\phi\kappa} \\ z_{\omega\phi\kappa} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\kappa & \sin\kappa & 0 \\ -\sin\kappa & \cos\kappa & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{\omega\phi} \\ y_{\omega\phi} \\ z_{\omega\phi} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{\omega\phi\kappa} \\ y_{\omega\phi\kappa} \\ z_{\omega\phi\kappa} \end{bmatrix} = M_{\kappa} \begin{bmatrix} x_{\omega\phi} \\ y_{\omega\phi} \\ z_{\omega\phi} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{\omega\phi} \\ y_{\omega\phi} \\ z_{\omega\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\kappa & -\sin\kappa & 0 \\ \sin\kappa & \cos\kappa & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{\omega\phi\kappa} \\ y_{\omega\phi\kappa} \\ z_{\omega\phi\kappa} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_{\omega\phi} \\ y_{\omega\phi} \\ z_{\omega\phi} \end{bmatrix} = R_{\kappa} \begin{bmatrix} x_{\omega\phi\kappa} \\ y_{\omega\phi\kappa} \\ z_{\omega\phi\kappa} \end{bmatrix}$$

Rotation in Space

$$\begin{bmatrix} x_{\omega\phi\kappa} \\ y_{\omega\phi\kappa} \\ z_{\omega\phi\kappa} \end{bmatrix} = M_\kappa M_\phi M_\omega \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

// to the image coordinate system // to the ground coordinate system

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = R_\omega R_\phi R_\kappa \begin{bmatrix} x_{\omega\phi\kappa} \\ y_{\omega\phi\kappa} \\ z_{\omega\phi\kappa} \end{bmatrix}$$

// to the ground coordinate system // to the image coordinate system

Rotation in Space

$$M_{\kappa} M_{\phi} M_{\omega} = M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix}$$

where :

$$m_{11} = \cos\phi \cos\kappa$$
$$m_{12} = \cos\omega \sin\kappa + \sin\omega \sin\phi \cos\kappa$$
$$m_{13} = \sin\omega \sin\kappa - \cos\omega \sin\phi \cos\kappa$$
$$m_{21} = -\cos\phi \sin\kappa$$
$$m_{22} = \cos\omega \cos\kappa - \sin\omega \sin\phi \sin\kappa$$
$$m_{23} = \sin\omega \cos\kappa + \cos\omega \sin\phi \sin\kappa$$
$$m_{31} = \sin\phi$$
$$m_{32} = -\sin\omega \cos\phi$$
$$m_{33} = \cos\omega \cos\phi$$

Rotation in Space

$$R_{\omega}\, R_{\phi}\, R_{\kappa} = R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

where :

$$r_{11} = \cos\phi \cos\kappa$$

$$r_{12} = -\cos\phi \sin\kappa$$

$$r_{13} = \sin\phi$$

$$r_{21} = \cos\omega \sin\kappa + \sin\omega \sin\phi \cos\kappa$$

$$r_{22} = \cos\omega \cos\kappa - \sin\omega \sin\phi \sin\kappa$$

$$r_{23} = -\sin\omega \cos\phi$$

$$r_{31} = \sin\omega \sin\kappa - \cos\omega \sin\phi \cos\kappa$$

$$r_{32} = \sin\omega \cos\kappa + \cos\omega \sin\phi \sin\kappa$$

$$r_{33} = \cos\omega \cos\phi$$

Collinearity Equations

$$\overrightarrow{oa} = \lambda \overrightarrow{oA}$$

$$\vec{v}_i = r^c_{oa} = \lambda \; M(\omega,\phi,\kappa) \; \vec{V}_O = \lambda \; R^c_m \, r^c_{oA}$$

$$\begin{bmatrix} x_a - x_p - dist_x \\ y_a - y_p - dist_y \\ -c \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_A - X_o \\ Y_A - Y_o \\ Z_A - Z_o \end{bmatrix}$$

Where: λ is a scale factor

- Questions:
  - Can you come up with an average estimate of λ?
  - Is λ constant for a given image? Why?

Collinearity Equations

$$M = R_m^c$$

$$x_a = x_p - c\frac{m_{11}(X_A - X_o) + m_{12}(Y_A - Y_o) + m_{13}(Z_A - Z_o)}{m_{31}(X_A - X_o) + m_{32}(Y_A - Y_o) + m_{33}(Z_A - Z_o)} + dist_x$$

$$y_a = y_p - c\frac{m_{21}(X_A - X_o) + m_{22}(Y_A - Y_o) + m_{23}(Z_A - Z_o)}{m_{31}(X_A - X_o) + m_{32}(Y_A - Y_o) + m_{33}(Z_A - Z_o)} + dist_y$$

$$R = R_c^m$$

$$x_a = x_p - c\frac{r_{11}(X_A - X_o) + r_{21}(Y_A - Y_o) + r_{31}(Z_A - Z_o)}{r_{13}(X_A - X_o) + r_{23}(Y_A - Y_o) + r_{33}(Z_A - Z_o)} + dist_x$$

$$y_a = y_p - c\frac{r_{12}(X_A - X_o) + r_{22}(Y_A - Y_o) + r_{32}(Z_A - Z_o)}{r_{13}(X_A - X_o) + r_{23}(Y_A - Y_o) + r_{33}(Z_A - Z_o)} + dist_y$$

Collinearity Equations

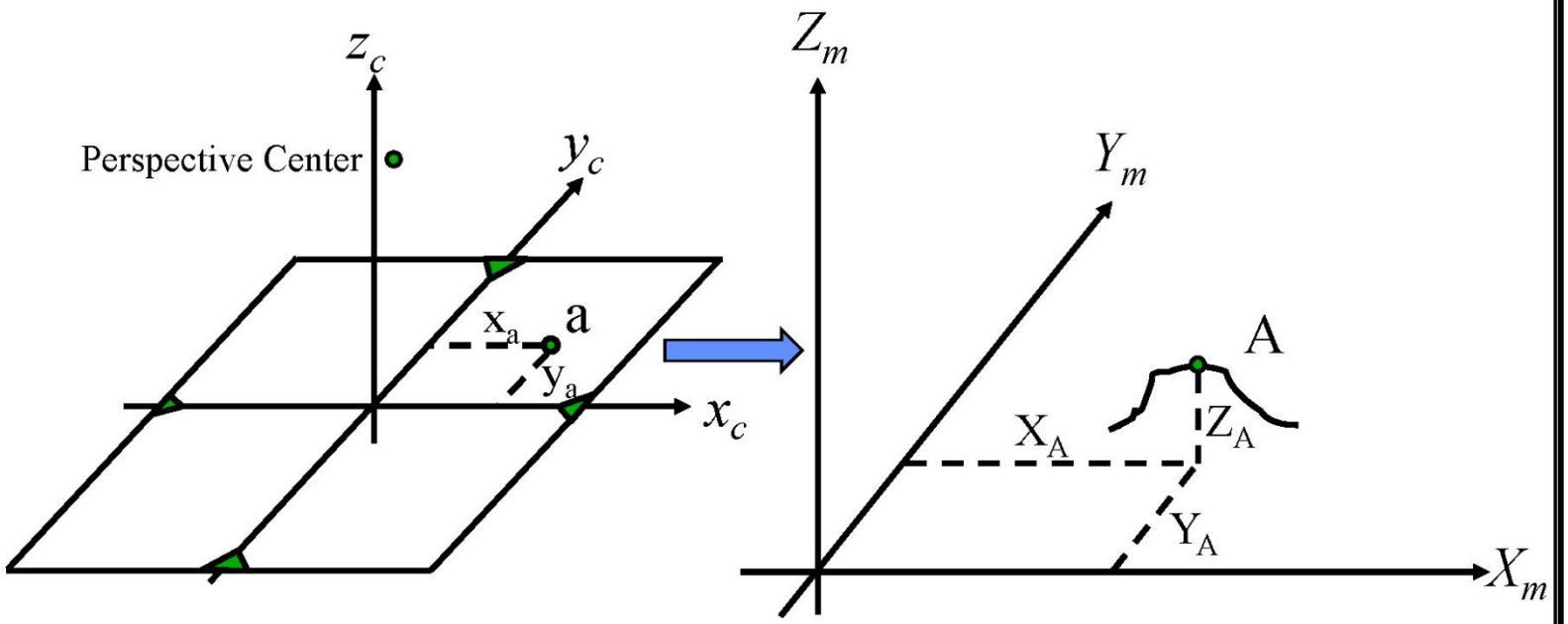
$$R = R_c^m$$

$$x_a = x_p - c\frac{r_{11}(X_A - X_o) + r_{21}(Y_A - Y_o) + r_{31}(Z_A - Z_o)}{r_{13}(X_A - X_o) + r_{23}(Y_A - Y_o) + r_{33}(Z_A - Z_o)} + dist_x$$

$$y_a = y_p - c\frac{r_{12}(X_A - X_o) + r_{22}(Y_A - Y_o) + r_{32}(Z_A - Z_o)}{r_{13}(X_A - X_o) + r_{23}(Y_A - Y_o) + r_{33}(Z_A - Z_o)} + dist_y$$

- Involved parameters:
  - Image coordinates (x_a, y_a)
  - Ground coordinates (A_A, Y_A, Z_A)
  - Exterior Orientation Parameters – EOP, (X_O, Y_O, Z_O, ω, ϕ, κ)
  - Interior Orientation Parameters – IOP, (x_p, y_p, c)

Collinearity Equations



$$x_a = f_x(X_A, Y_A, Z_A, IOP, EOP)$$

$$y_a = f_y(X_A, Y_A, Z_A, IOP, EOP)$$

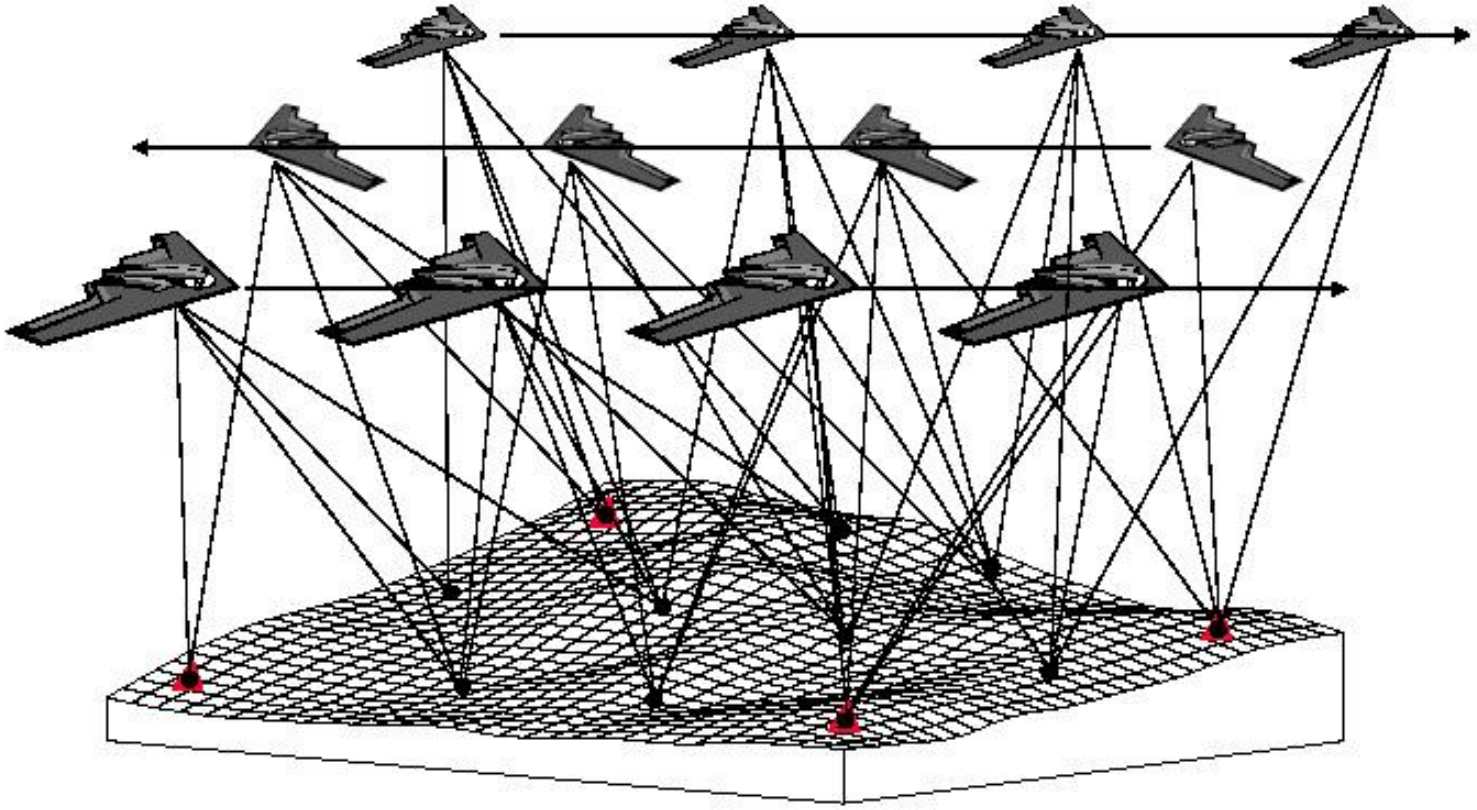
Bundle Block Adjustment

- Direct relationship between image and ground coordinates.
- We measure the image coordinates in the images of the block.
- Using the collinearity equations, we can relate the image coordinates, the corresponding ground coordinates, the IOP, and the EOP.
- Using a simultaneous least squares adjustment, we can solve for the:
  - The ground coordinates of the tie points
  - The EOP

Bundle Block Adjustment

- The image coordinate measurements and the IOP define a bundle of light rays.
- The EOP define the position and the attitude of the bundles in space.
- During the adjustment: The bundles are rotated (ω, ϕ, κ) and shifted (X_o, Y_o, Z_o) until:
  - Conjugate light rays intersect as well as possible at the locations of object space tie points.
  - Light rays corresponding to ground control points pass through the object points as close as possible.

Bundle Block Adjustment

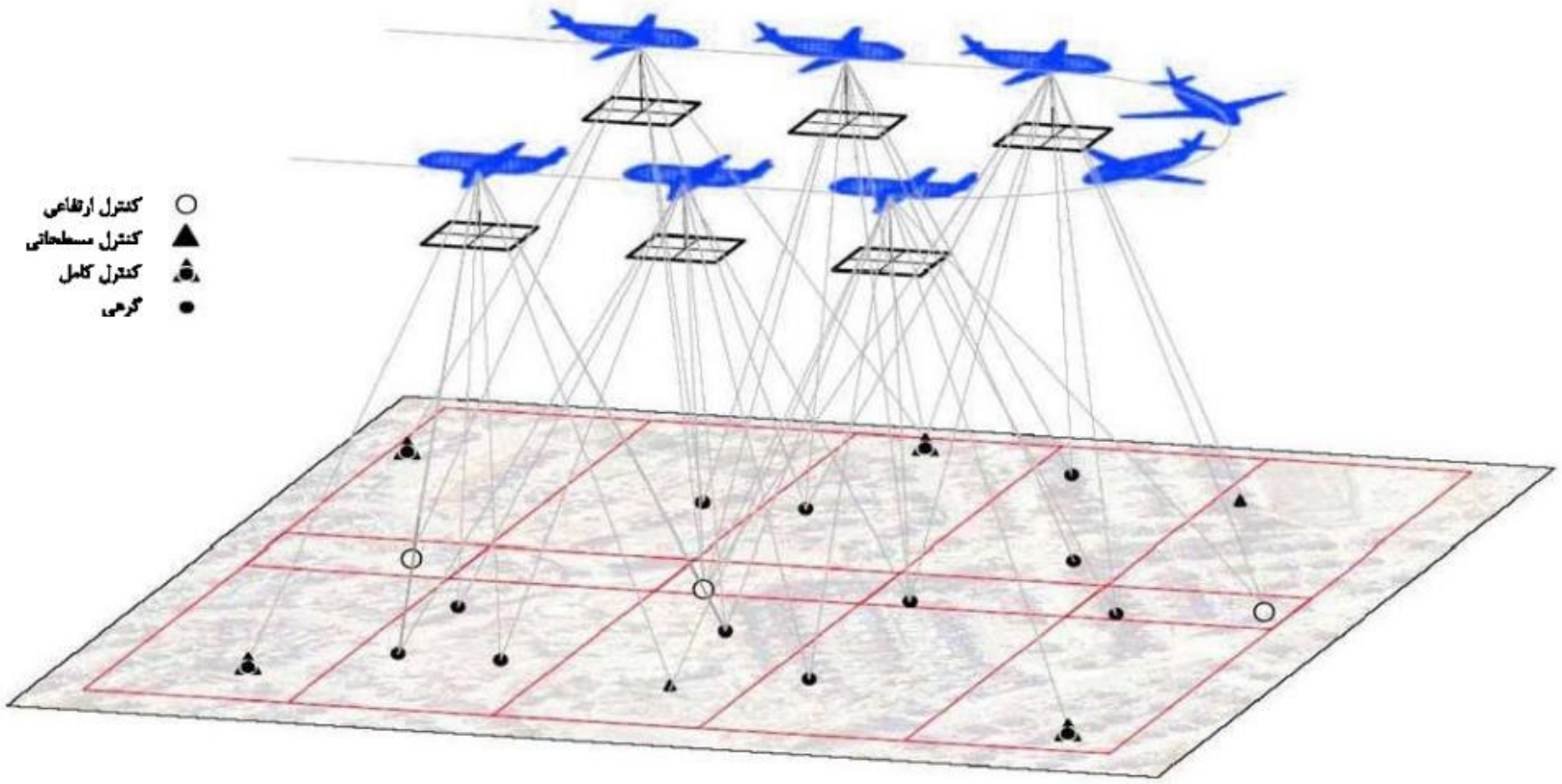


▲ Ground Control Points

● Tie Points

۵-۲) سرشکنی بلوک فتوگرامتری حاصل از عکسها

همانطور که در فلوچارت مثلث‌بندی دیده می‌شود، سرشکنی بلوک حاصل از عکسها باید تحلیلی انجام شود. با استفاده از کمپاراتور (و یا دستگاههای تبدیل تحلیلی به صورت کمپاراتور) مختصات نقاط هر عکس قرائت می‌شود. شکل زیر ساختار بلوک حاصل از عکسها را نشان می‌دهد.



الف- معادلهٔ خطی شدهٔ شرط هم خطی

معادلهٔ مشاهدهٔ شرط هم خطی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$f_1 = x + v_x = x_0 - c\frac{m_{11}(X-X_0)+m_{12}(Y-Y_0)+m_{13}(Z-Z_0)}{m_{31}(X-X_0)+m_{32}(Y-Y_0)+m_{33}(Z-Z_0)}$$

$$f_2 = y + v_y = y_0 - c\frac{m_{21}(X-X_0)+m_{22}(Y-Y_0)+m_{23}(Z-Z_0)}{m_{31}(X-X_0)+m_{32}(Y-Y_0)+m_{33}(Z-Z_0)}$$

فرم خطی شدهٔ معادلات شرط هم خطی بر حسب متغیرهای آن به صورت زیر است. (برای دیدن مراحل مشتق‌گیری به ضمیمهٔ کتاب Elements of Photogrammetry, by Wolf رجوع نمایید.)

$$x + v_x = f_1^0 + x0 + a_1.c + b_{11}d\omega + b_{12}d\varphi + b_{13}d\kappa + b_{14}dX_0 + b_{15}dY_0 + b_{16}dZ_0 - b_{14}dX - b_{15}dY - b_{16}dZ$$

$$y + v_y = f_2^0 + y0 + a_2.c + b_{21}d\omega + b_{22}d\varphi + b_{23}d\kappa + b_{24}dX_0 + b_{25}dY_0 + b_{26}dZ_0 - b_{24}dX - b_{25}dY - b_{26}dZ$$

و با ساده کردن داریم:

$$dx + v_x = x0 + a_1.c + b_{11}d\omega + b_{12}d\varphi + b_{13}d\kappa + b_{14}dX_0 + b_{15}dY_0 + b_{16}dZ_0 - b_{14}dX - b_{15}dY - b_{16}dZ$$

$$dy + v_y = y0 + a_2.c + b_{21}d\omega + b_{22}d\varphi + b_{23}d\kappa + b_{24}dX_0 + b_{25}dY_0 + b_{26}dZ_0 - b_{24}dX - b_{25}dY - b_{26}dZ$$

Linearization of the observation equations.

According to taylor expansion the linearized observation equations may be obtained as follows:

$$v_{x_{ij}} + x_{ij} = f_x^{(0)} + \left(\frac{\partial f_x}{\partial \omega_j}\right)^{(0)} \Delta\omega_j + \left(\frac{\partial f_x}{\partial \varphi_j}\right)^{(0)} \Delta\varphi_j + \left(\frac{\partial f_x}{\partial \kappa_j}\right)^{(0)} \Delta\kappa_j + \left(\frac{\partial f_x}{\partial X_{0j}}\right)^{(0)} \Delta X_{0j} + \left(\frac{\partial f_x}{\partial Y_{0j}}\right)^{(0)} \Delta Y_{0j} + \left(\frac{\partial f_x}{\partial Z_{0j}}\right)^{(0)} \Delta Z_{0j}$$
$$+ \left(\frac{\partial f_x}{\partial X_j}\right)^{(0)} \Delta X_j + \left(\frac{\partial f_x}{\partial Y_j}\right)^{(0)} \Delta Y_j + \left(\frac{\partial f_x}{\partial Z_j}\right)^{(0)} \Delta Z_j$$

$$v_{y_{ij}} + y_{ij} = f_y^{(0)} + \left(\frac{\partial f_y}{\partial \omega_j}\right)^{(0)} \Delta\omega_j + \left(\frac{\partial f_y}{\partial \varphi_j}\right)^{(0)} \Delta\varphi_j + \left(\frac{\partial f_y}{\partial \kappa_j}\right)^{(0)} \Delta\kappa_j + \left(\frac{\partial f_y}{\partial X_{0j}}\right)^{(0)} \Delta X_{0j} + \left(\frac{\partial f_y}{\partial Y_{0j}}\right)^{(0)} \Delta Y_{0j} + \left(\frac{\partial f_y}{\partial Z_{0j}}\right)^{(0)} \Delta Z_{0j}$$
$$+ \left(\frac{\partial f_y}{\partial X_j}\right)^{(0)} \Delta X_j + \left(\frac{\partial f_y}{\partial Y_j}\right)^{(0)} \Delta Y_j + \left(\frac{\partial f_y}{\partial Z_j}\right)^{(0)} \Delta Z_j$$

Notice that both equations have been differentiated with respect to the 6 orientation parameters of the bundle and 3 coordinates of the tie points

با معلوم و ثابت بودن عناصر توجیه داخلی (c, x0, y0) ، ضرایب و جمله‌های مربوط به آنها حذف می‌شوند.

$$dx + v_x = b_{11}d\omega + b_{12}d\varphi + b_{13}d\kappa + b_{14}dX_0 + b_{15}dY_0 + b_{16}dZ_0 - b_{14}dX - b_{15}dY - b_{16}dZ$$
$$dy + v_y = b_{21}d\omega + b_{22}d\varphi + b_{23}d\kappa + b_{24}dX_0 + b_{25}dY_0 + b_{26}dZ_0 - b_{24}dX - b_{25}dY - b_{26}dZ$$

فرم ماتریسی این معادلات با حذف عناصر توجیه داخلی به صورت زیر است:

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} & b_{26} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\omega \\ d\varphi \\ d\kappa \\ dX_0 \\ dY_0 \\ dZ_0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ b_{24} & b_{25} & b_{26} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix}$$

و به طور ساده‌تر:

$$A.P + B.C = E$$

و با داشتن تعداد زیادی عکس و نقاط متعدد در هر عکس ، اگر i شمارهٔ عکس و j شمارهٔ نقطه باشد داریم:

$$A_{i,j}.P_i + B_{i,j}.C_j = E_{i,j}$$

ب- مشاهدات و مجهولات

در روش باندل اجسمنت مشاهدهٔ اصلی مختصات عکسی نقطهٔ j در عکس i است. وزن این مشاهده متناسب با خطای قرائت مختصات عکسی است.

مجهولات در این روش عناصر توجیه خارجی هر عکس i در بلوک و مختصات زمینی نقاط گرهی و مختصات مجهول نقاط کنترل ناقص هستند.

در مقایسه با روش مدل مستقل که برای هر زوج عکس (یک مدل) ۷ عنصر مجهول داشت، در اینجا برای هر عکس ۶ عنصر داریم. بنابر این تعداد مجهولات این روش بیشتر است. البته مجهولات روش مدل مستقل با این روش تفاوت دیگری نیز دارد. اگرچه تعداد مجهولات مختصات زمینی نقاط گرهی و مختصات مجهول نقاط کنترل ناقص در هر دو روش یکسان است اما این مجهولات در روش باندل اجسمنت، غیر خطی هستند.

پ– معادلهٔ مشاهدهٔ نقطه کنترل کامل

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} & b_{26} \end{bmatrix}^{i,j} \begin{bmatrix} d\omega \\ d\varphi \\ d\kappa \\ dX_0 \\ dY_0 \\ dZ_0 \end{bmatrix}^{i} = \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix}^{i,j}$$

$$A_{i,j}.P_i = E_{i,j}$$

ت- معادلهٔ مشاهدهٔ نقطه کنترل مسطحاتی

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} & b_{26} \end{bmatrix}^{i,j} \begin{bmatrix} d\omega \\ d\varphi \\ d\kappa \\ dX_0 \\ dY_0 \\ dZ_0 \end{bmatrix}^{i} - \begin{bmatrix} b_{16} \\ b_{26} \end{bmatrix}^{i,j} .dZ_j = \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix}^{i,j}$$

$$A_{i,j}.P_i + B^{(2)}_{i,j}.dZ_j = E_{i,j}$$

ث– معادلهٔ مشاهدهٔ نقطه کنترل ارتفاعی

$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} & b_{26} \end{bmatrix}^{i,j} \begin{bmatrix} d\omega \\ d\varphi \\ d\kappa \\ dX_0 \\ dY_0 \\ dZ_0 \end{bmatrix}^{i} - \begin{bmatrix} b_{14} & b_{15} \\ b_{24} & b_{25} \end{bmatrix}^{i,j} \begin{bmatrix} dX \\ dY \end{bmatrix}^{j} = \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix}^{i,j}$$

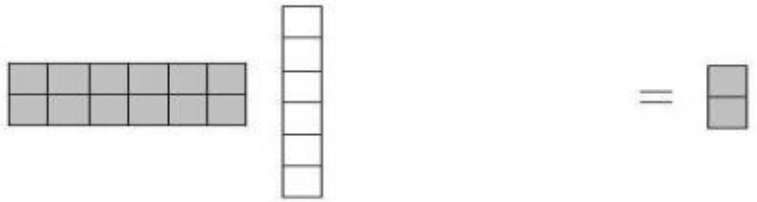
$$A_{i,j}.P_i + B^{(1)}_{i,j}.C^{(1)}_j = E_{i,j}$$

ج– معادلهٔ مشاهدهٔ نقطه گرهی

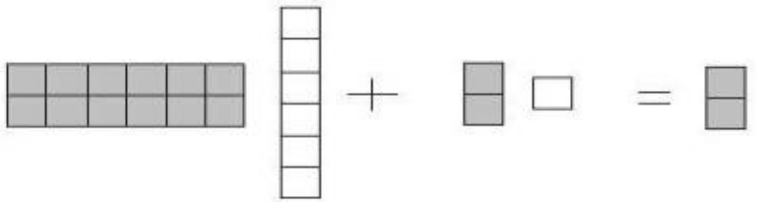
$$\begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} & b_{26} \end{bmatrix}^{i,j} \begin{bmatrix} d\omega \\ d\varphi \\ d\kappa \\ dX_0 \\ dY_0 \\ dZ_0 \end{bmatrix}^{i} - \begin{bmatrix} b_{14} & b_{15} & b_{16} \\ b_{24} & b_{25} & b_{26} \end{bmatrix}^{i,j} \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix}^{j} = \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix}^{i,j}$$

$$A_{i,j}.P_i + B_{i,j}.C_j = E_{i,j}$$

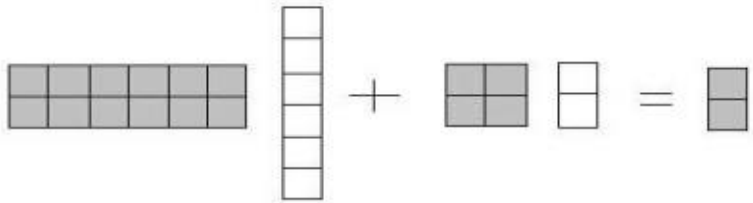
چ- شکل کلی و ابعاد معادلات مشاهدات



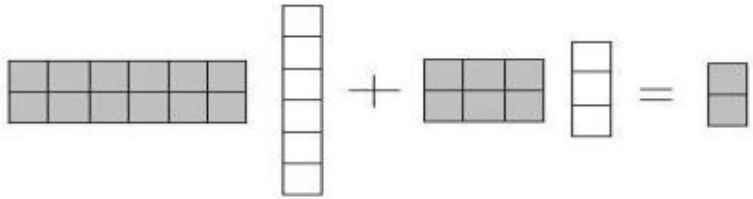
معادلهٔ نقطهٔ کنترل کامل



معادلهٔ نقطهٔ کنترل مسطحاتی



معادلهٔ نقطهٔ کنترل ارتفاعی

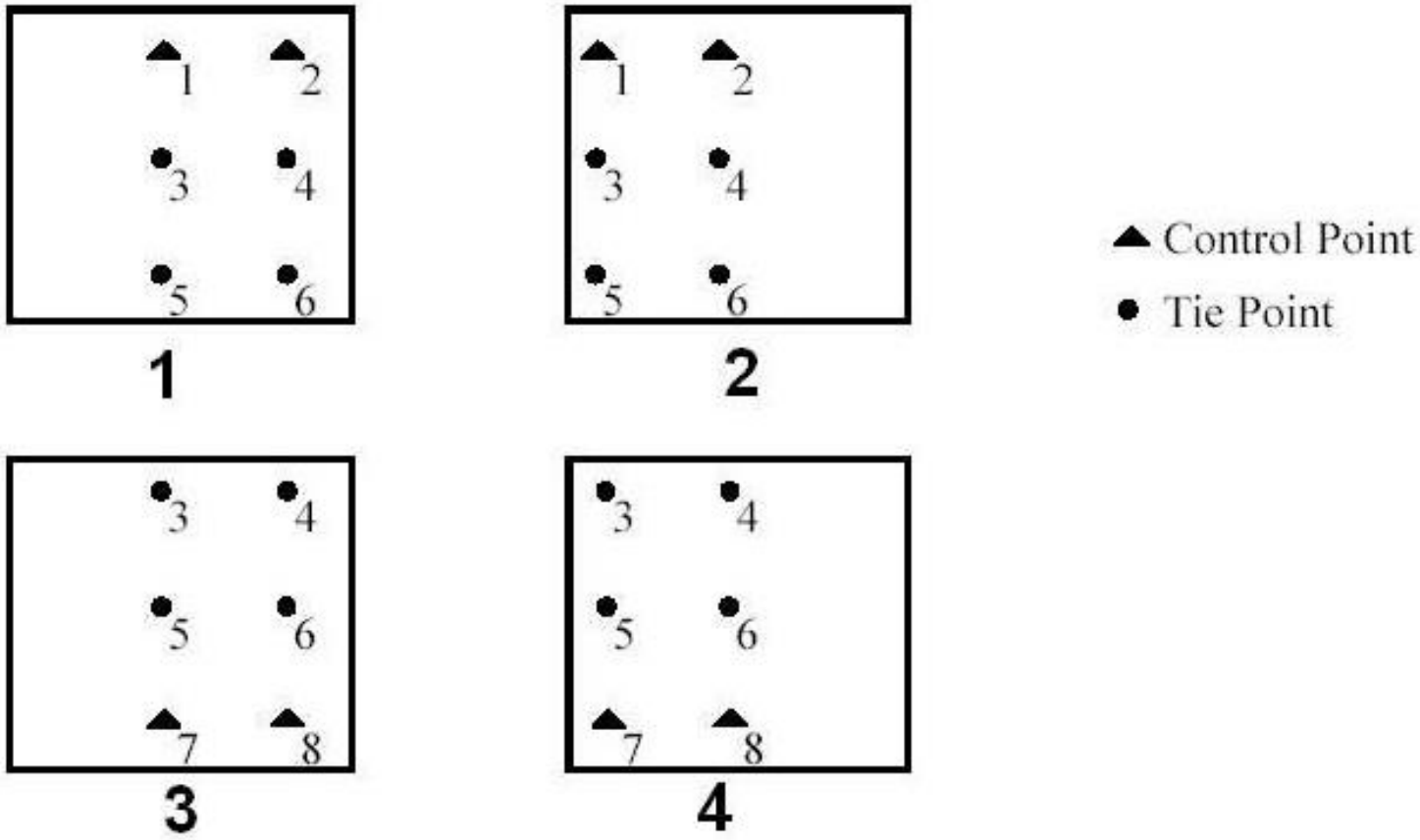


معادلهٔ نقطهٔ گرهی

$$A_{i,j} \quad . \quad P_i \quad + \quad B_{i,j} \, . \, C_j \quad = \quad E_{i,j}$$

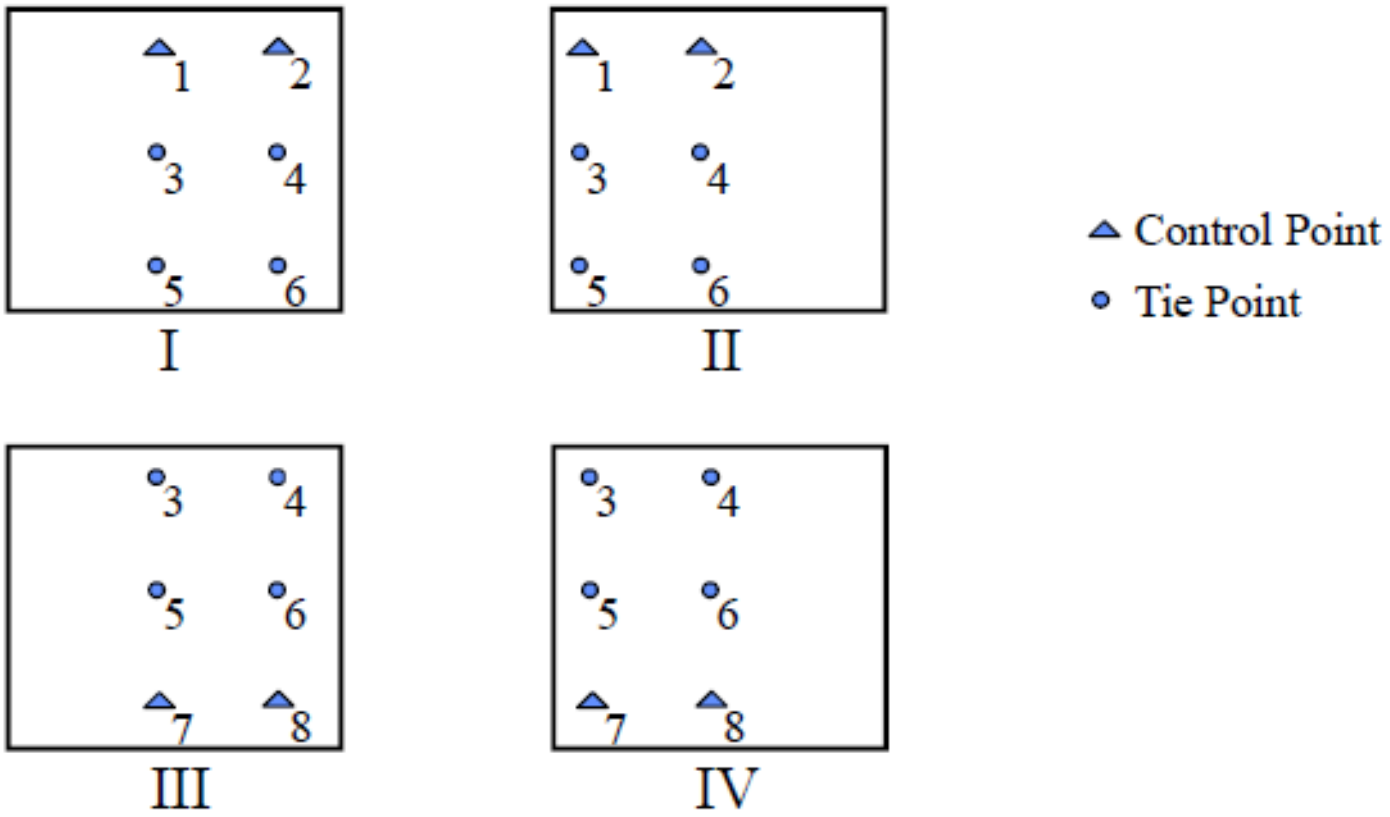
۵-۳) مثال ۱ : سرشکنی یک بلوک ۴ عکسی

با فرض توجیه داخلی معلوم و ثابت:



۴

Example (4 Images in Two Strips)



جدول IRT بلوک به صورت زیر است:

ID	Type	Photo in which it appears				Ft
1	Control	1	2			2
2	Control	1	2			2
3	Tie	1	2	3	4	4
4	Tie	1	2	3	4	4
5	Tie	1	2	3	4	4
6	Tie	1	2	3	4	4
7	Control			3	4	2
8	Control			3	4	2
Sum		6	6	6	6	24

در این بلوک تعداد:

۲×۲۴ معادله می‌توان نوشت.

۳×۴ + ۶×۴ مجهول نیز داریم.

درجهٔ آزادی برابر ۱۲ است.

هرنقطهٔ کنترل در n عکس 2n معادله اضافه می‌کند.

هر نقطهٔ گرهی در n عکس 2n معادله و 3 مجهول اضافه می‌کند.

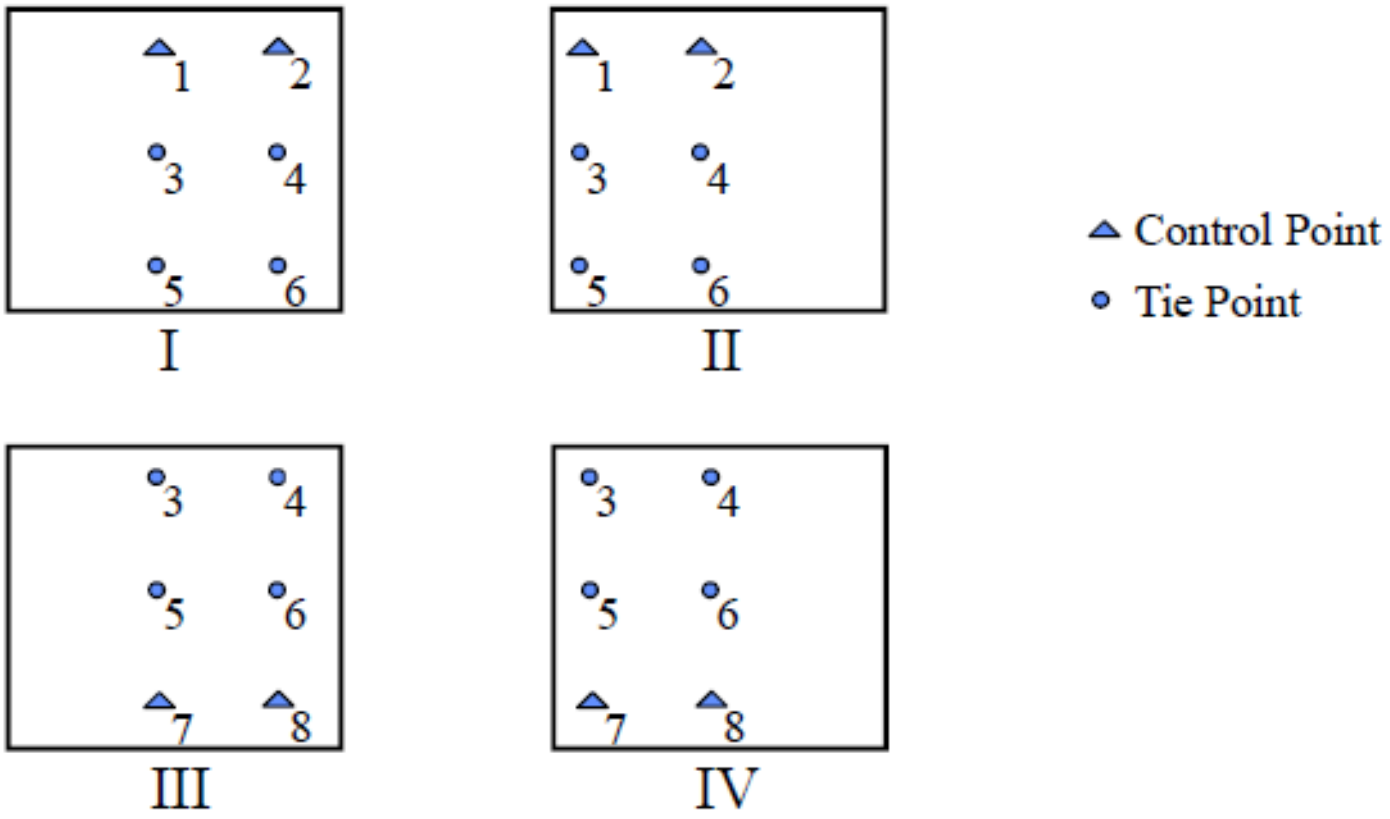
Balance Between Observations & Unknowns

- Number of observations:
  - 4 x 6 x 2 = 48 observations (collinearity equations)
- Number of unknowns:
  - 4 x 6 + 3 x 4 = 36 unknowns
- Redundancy:
  - 12
- Assumptions:
  - IOP are known and errorless.
  - Ground coordinates of control points are errorless.

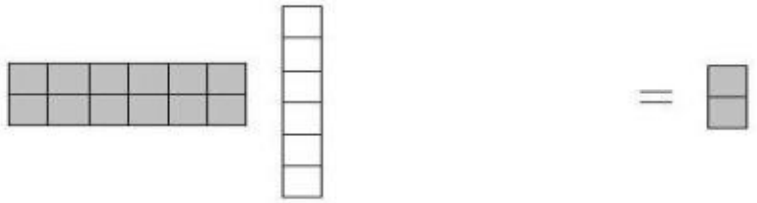
	Photo 1	Photo 2	Photo 3	Photo 4	3	4	5	6			
Photo 1	A_{11}	0	0	0	0	0	0	0			E_{11}
	A_{12}	0	0	0	0	0	0	0			E_{12}
	A_{13}	0	0	0	B_{13}	0	0	0			E_{13}
	A_{14}	0	0	0	0	B_{14}	0	0			E_{14}
	A_{15}	0	0	0	0	0	B_{15}	0			E_{15}
	A_{16}	0	0	0	0	0	0	B_{16}			E_{16}
Photo 2	0	A_{21}	0	0	0	0	0	0			E_{21}
	0	A_{22}	0	0	0	0	0	0			E_{22}
	0	A_{23}	0	0	B_{23}	0	0	0	P_1		E_{23}
	0	A_{24}	0	0	0	B_{24}	0	0	P_2		E_{24}
	0	A_{25}	0	0	0	0	B_{25}	0	P_3		E_{25}
	0	A_{26}	0	0	0	0	0	B_{26}	P_4		E_{26}
Photo 3	0	0	A_{37}	0	0	0	0	0	C_3		E_{37}
	0	0	A_{38}	0	0	0	0	0	C_4		E_{38}
	0	0	A_{33}	0	B_{33}	0	0	0	C_5		E_{33}
	0	0	A_{34}	0	0	B_{34}	0	0	C_6		E_{34}
	0	0	A_{35}	0	0	0	B_{35}	0			E_{35}
	0	0	A_{36}	0	0	0	0	B_{36}			E_{36}
Photo 4	0	0	0	A_{47}	0	0	0	0			E_{47}
	0	0	0	A_{48}	0	0	0	0			E_{48}
	0	0	0	A_{43}	B_{43}	0	0	0			E_{43}
	0	0	0	A_{44}	0	B_{44}	0	0			E_{44}
	0	0	0	A_{45}	0	0	B_{45}	0			E_{45}
	0	0	0	A_{46}	0	0	0	B_{46}			E_{46}

۴

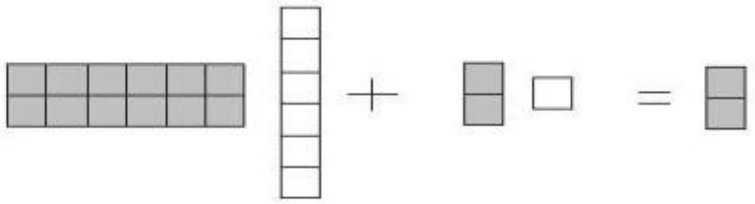
Example (4 Images in Two Strips)



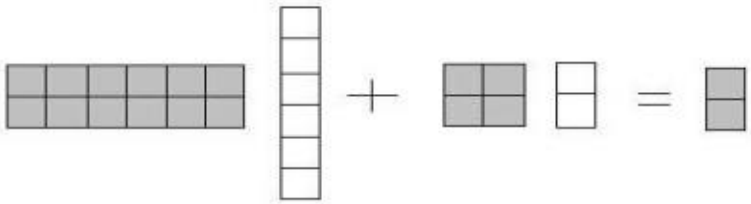
چ- شکل کلی و ابعاد معادلات مشاهدات



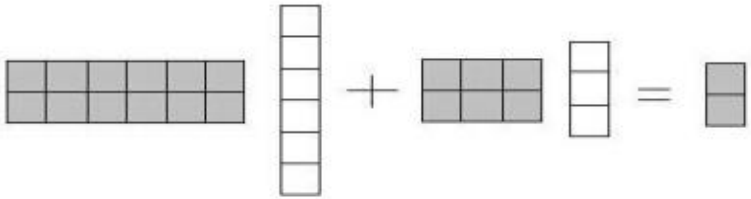
معادلهٔ نقطهٔ کنترل کامل



معادلهٔ نقطهٔ کنترل مسطحاتی



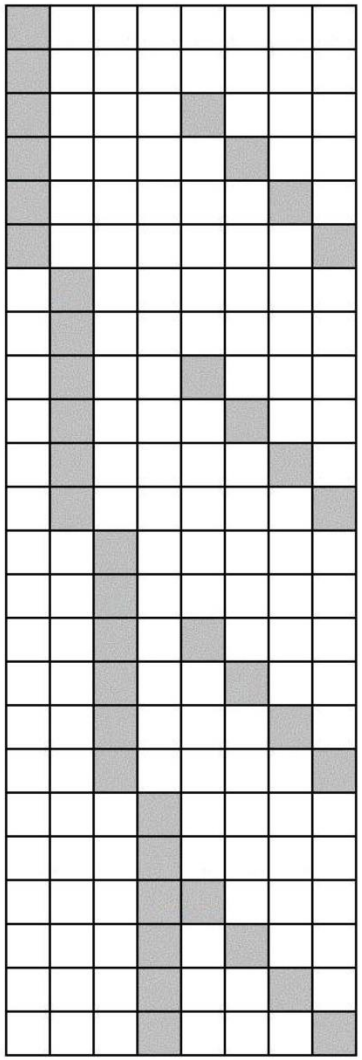
معادلهٔ نقطهٔ کنترل ارتفاعی



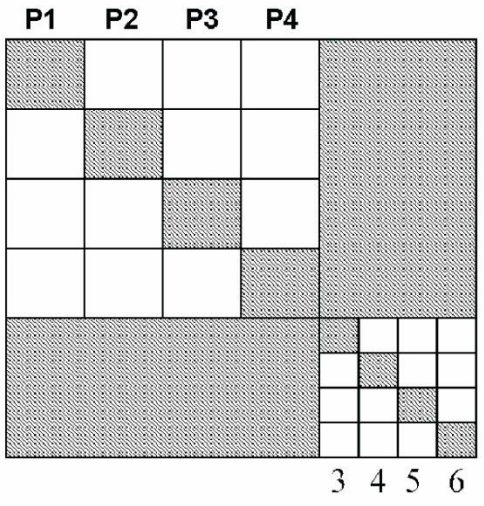
معادلهٔ نقطهٔ گرهی

$$A_{i,j} \quad . \quad P_i \quad + \quad B_{i,j} \, . \, C_j \quad = \quad E_{i,j}$$

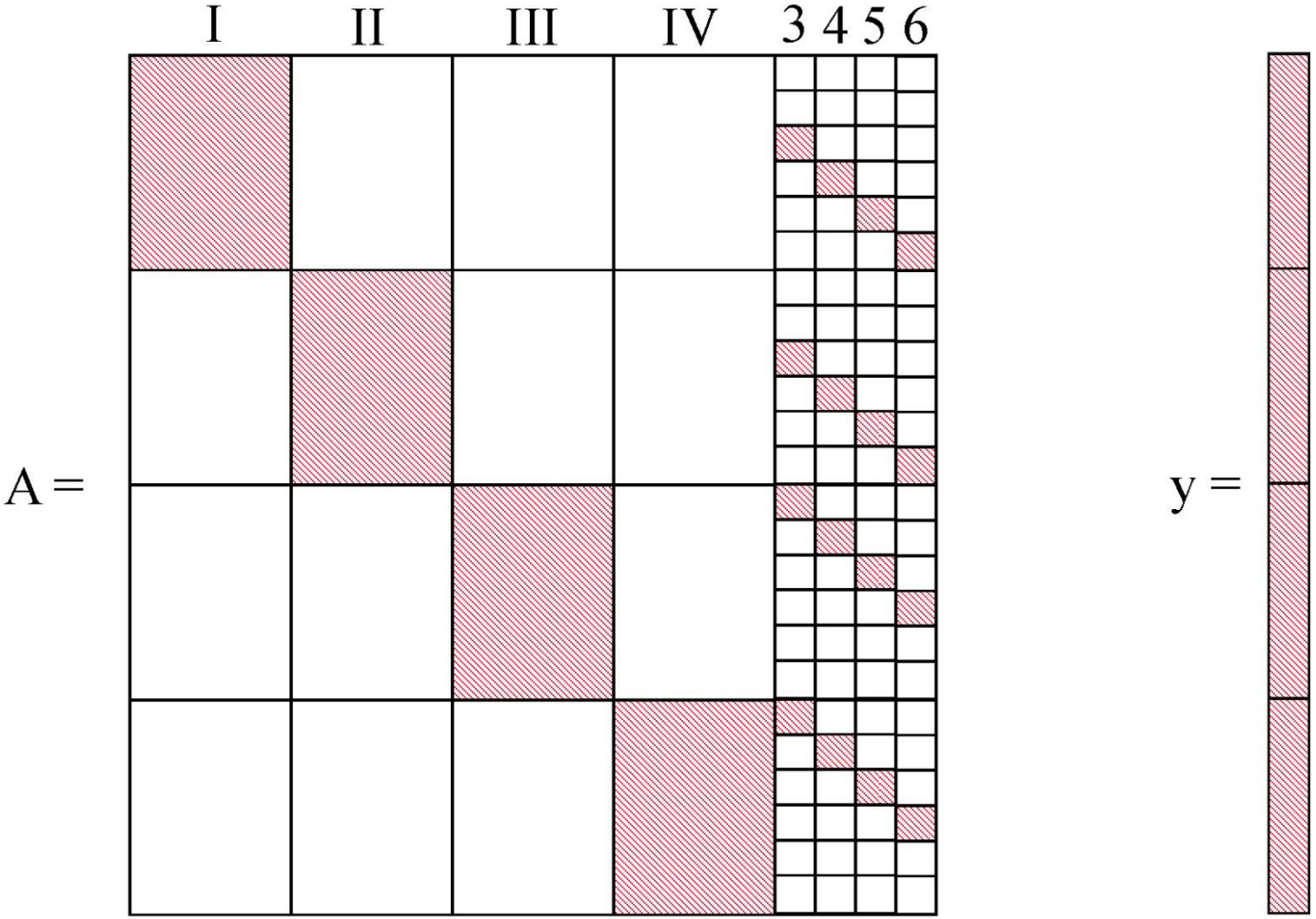
$$[A \quad B] =$$



$$\begin{bmatrix} N_{11} & N_{12} \\ N_{12}^T & N_{22} \end{bmatrix} =$$

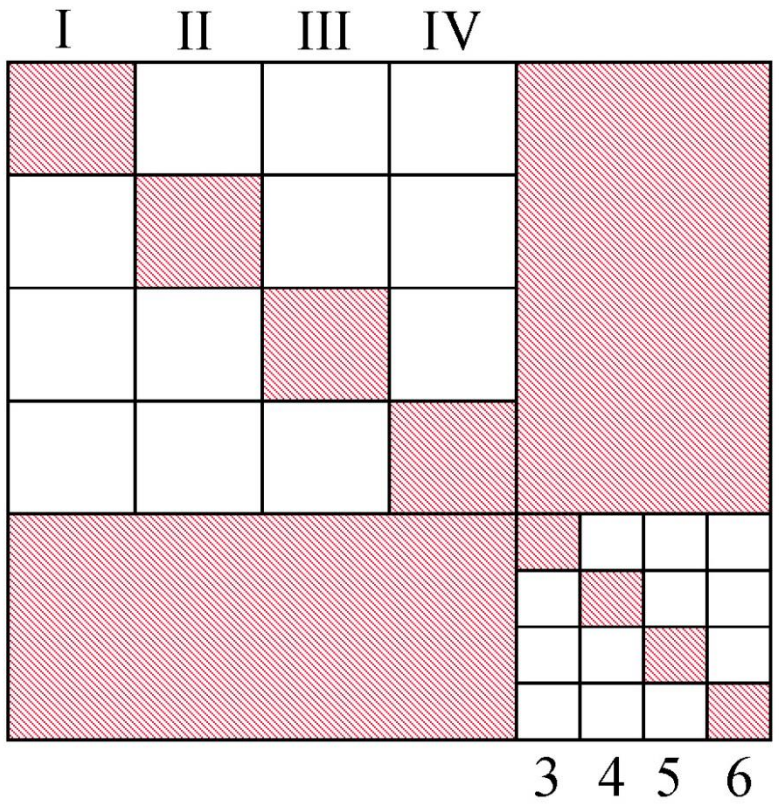


Structure of the Design Matrix



Structure of the Normal Matrix

$$[N] =$$



پایان بخش سوم

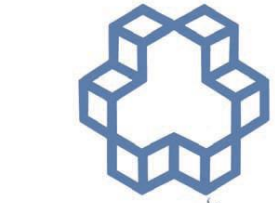


درس کاربرد های فتوگرامتری

بخش چهارم

فرید اسماعیلی
Farid_63@yahoo.com
www.faridesm.ir

تماس با استاد از طریق پست الکترونیکی
مشاهده اطلاعیه ها، نمرات، دریافت فایل ها در وب سایت



معرفی آخرین دستاورد ها و کاربرد های فتوگرامتری برد کوتاه در حوزه های مختلف علوم

یاد آوری تعریف فتوگرامتری از نظر لغوی و مفهوم علمی

Photogrammetry	Photo	عکس یا تصویر
	gramma	وسیله اندازه گیری
	metron	سیستم اندازه گیری

از نظر لغوی فتوگرامتری یعنی اندازه گیری برروی عکس، تصویر یا هر سندی که با نور ترسیم شده است.

تعریف فتوگرامتری :

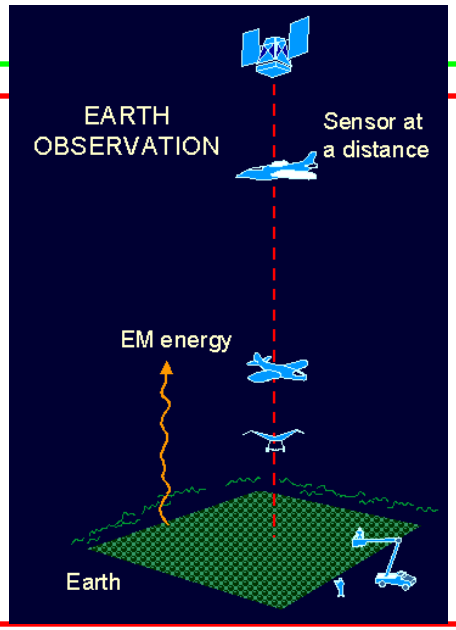
علم ، هنر و تکنیک بدست آوردن اطلاعات قابل اعتماد دربارۀ عوارض فیزیکی و محیط از طریق ثبت، اندازه گیری و تفسیر بر روی عکس و یا سایر مدارکی که با استفاده از انرژی الکترومغناطیسی تابشی ثبت شده باشند.

Photogrammetry and Remote Sensing (defined by Statute II of ISPRS) is the art, science, and technology of obtaining reliable information from non-contact imaging and other sensor systems about the Earth and its environment, and other physical objects and of processes through recording, measuring, analyzing and representation.

- فتوگرامتری را از این جهت علم گویند که روابط و اصول آن براساس علوم ریاضی و فیزیک می باشد
- از آن جهت فتوگرامتری را هنر گویند که هنر عکاسی و عکسبرداری در آن نهفته شده است.
- از آن جهت تکنیک گویند که از دستگاهها و سیستم های پیشرفته برای تبدیل عکس به نقشه استفاده می کند. به عبارت ساده تر هدف از فتوگرامتری تهیه هر نوع نقشه از روی هر نوع عکس می باشد.

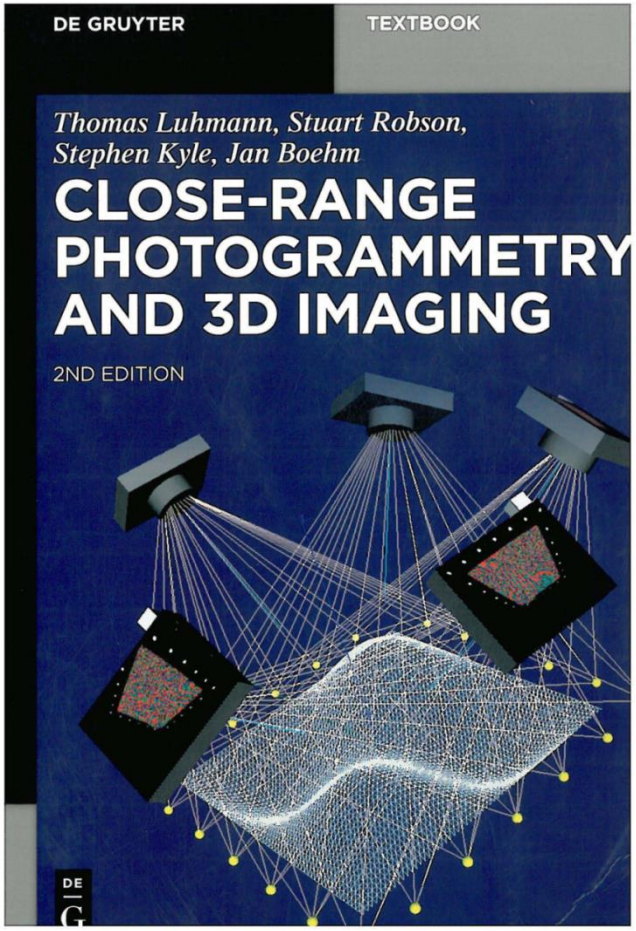
یاد آوری انواع فتوگرامتری براساس فاصله دوربین عکسبرداری تا شی

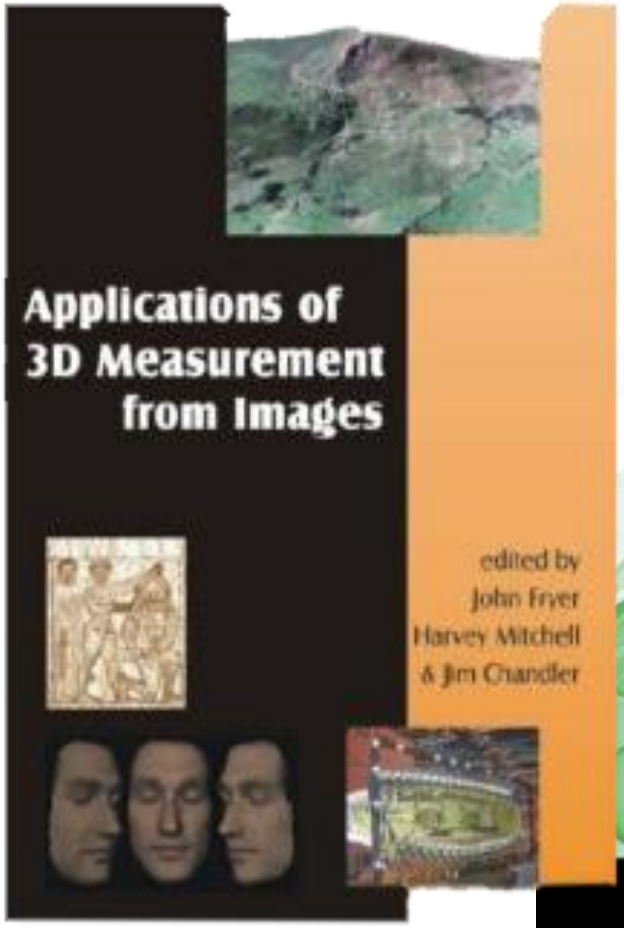
- **فتوگرامتری برد کوتاه Close-range Photogerammetry**
  - برای فاصله کمتر از ۳۰۰ متر (فاصله محل تصویر برداری تا عارضه)
  - به وسیله دوربین های متریک و یا غیر متریک ، تصویر برداری از روی زمین و یا نزدیک به زمین و با عارضه انجام میگیرد.
- **فتوگرامتری پهپاد مبنا (پرنده هدایت پذیر از دور) UAV photogrammetry**
  - برای فاصله بیشتر از ۱ متر و اغلب کمتر از ارتفاع پرواز در فتوگرامتری هوایی
  - عکسبرداری به وسیله پهپاد ها
  - تهیه نقشه های بزرگ مقیاس مسطحاتی و ارتفاعی، نقشه های کاداستر، مدل سازی سه بعدی از عوارض

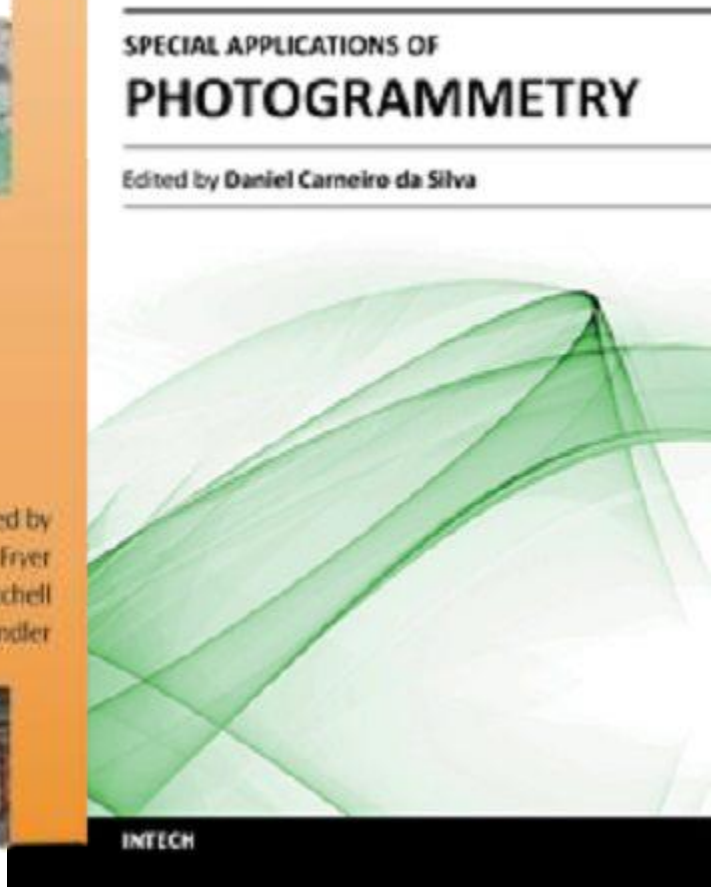


- **فتوگرامتری هوایی Arial photogrammetry**
  - برای فاصله بین ۸۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ متر
  - عکسبرداری به وسیله هواپیما یا هلی کوپتر
- **فتوگرامتری فضایی Space photogrammetry**
  - برای فاصله بین ۲۵۰تا ۴۰۰۰۰کیلومتر
  - عکسبرداری به وسیله فضاپیما و ماهواره ها

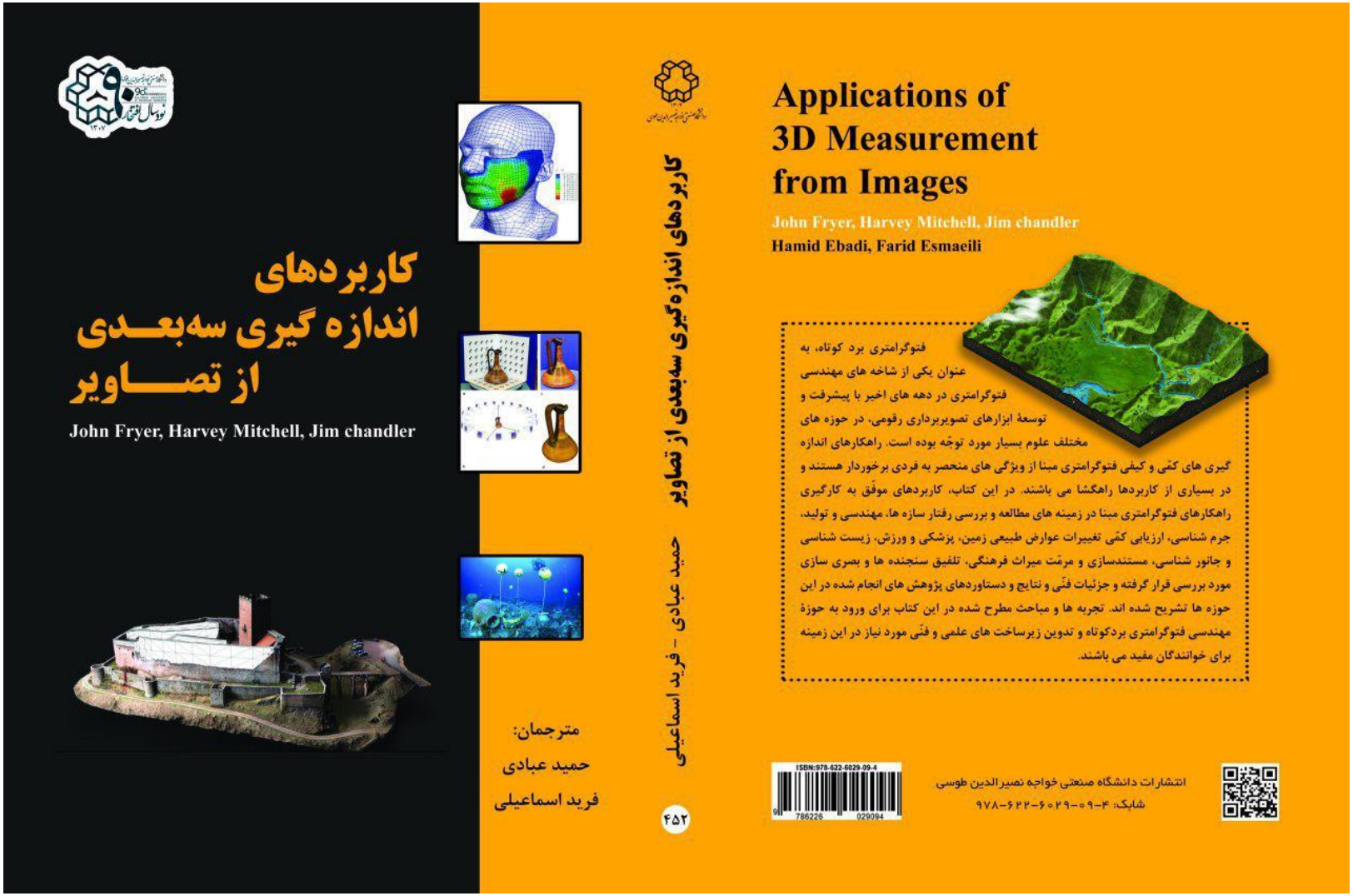
منابع مفید جدید در حوزه کاربردهای فتوگرامتری







منابع مفید جدید در حوزه کاربردهای فتوگرامتری

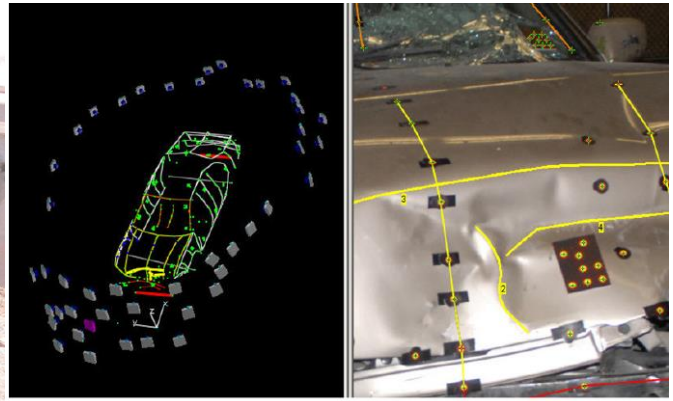


فتوگرامتری برد کوتاه

- شاخه ای از فتوگرامتری که در آن هدف تهیه نقشه های توپوگرافی از عکسهای هوایی نیست.
- فاصله تا عارضه در حد حداکثر چند صد متر
- دارای کاربرد در اکثر شاخه های علم شامل صنعت، پزشکی، معماری و باستان شناسی، مهندسی عمران، جرم شناسی، بیمه و ...
- دارای محصولات متنوع شامل: مختصات سه بعدی، نقشه های خطی، عکس ترمیم شده و ارتو فتو، مدلهای سه بعدی، آرشیو فتوگرامتری و...

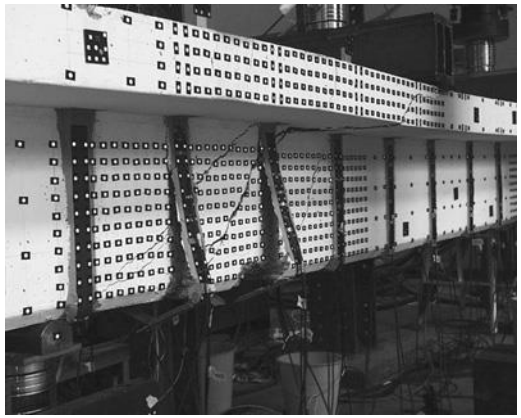






a b

فتوگرامتری برد کوتاه همیشه بهترین گزینه نیست اما گاه بهترین و حتی تنها راه حل است جایی که:

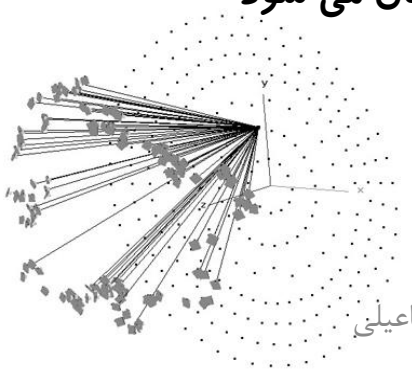


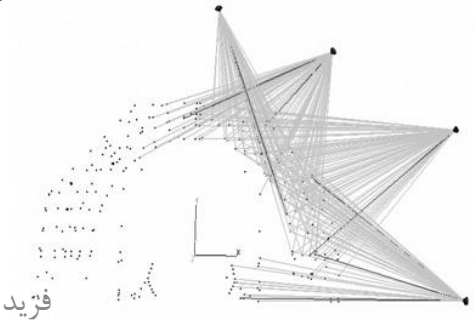
- ✓عارضه قابل دسترسی نیست.
- ✓عارضه صلب نیست ولی اندازه گیری های آنی مورد نیاز اند.
- ✓زمانی که مشخص نیست اندازه گیری ها مورد نیاز خواهند بود یا نه.
- ✓زمانی که عارضه بسیار کوچک است.
- ✓زمانی که اندازه گیری موجب تغییر رفتار عارضه می گردد.

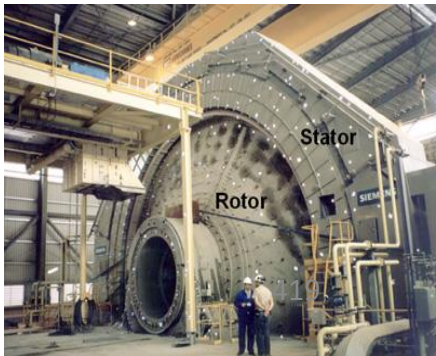


در ادامه، ۵ حالت فوق به صورت تمثیلی بیان می شود

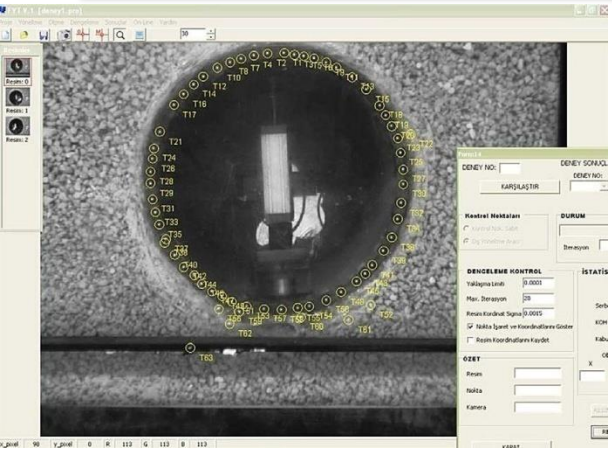






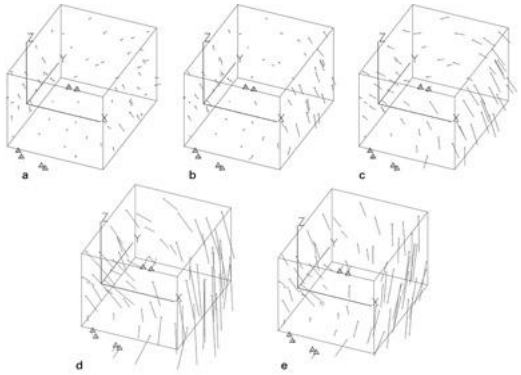


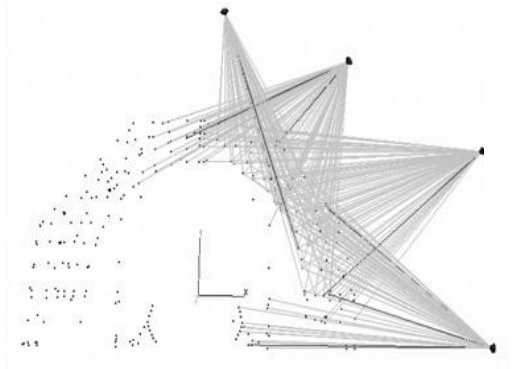
جایگاه فتوگرامتری برد کوتاه - زمانی که عارضه قابل دسترسی نیست

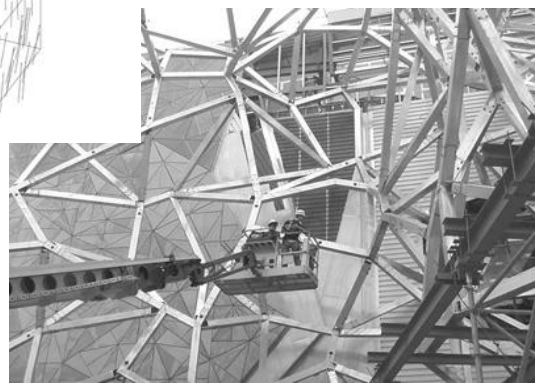


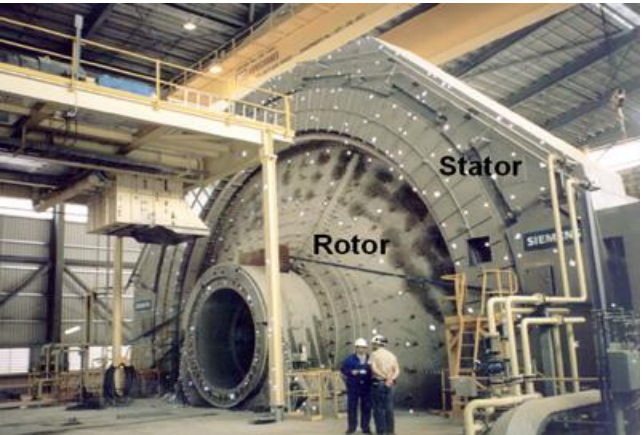
- مناطق خطرناک
- بخش های داخلی بدن انسان مثل دریچه قلب و تومور های مغزی
- فضاهای بسته کوچک مثل داخل لوله ها
- عوارض بسیار بزرگ مثل معادن و سایت های نیروگاه های برق آبی

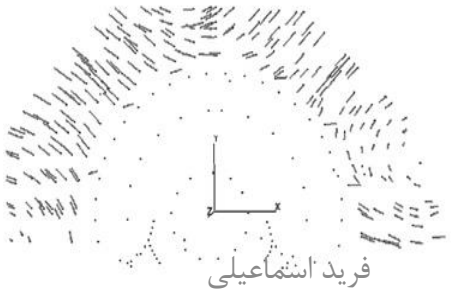






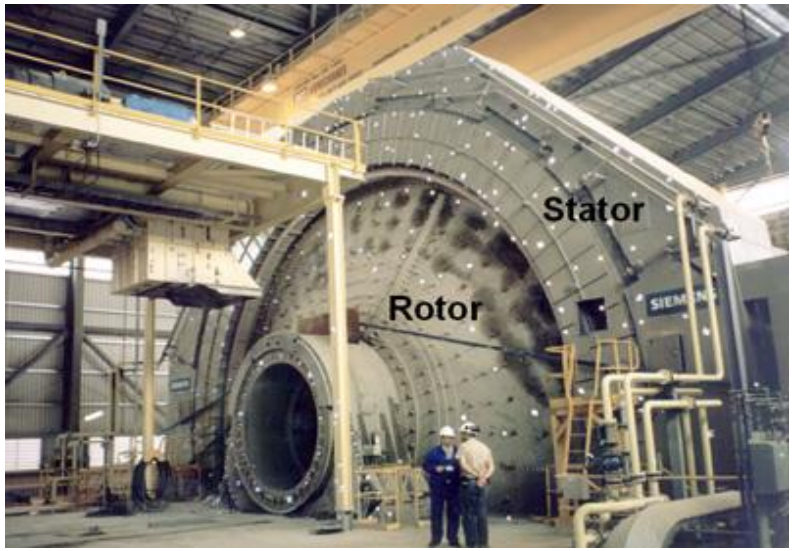




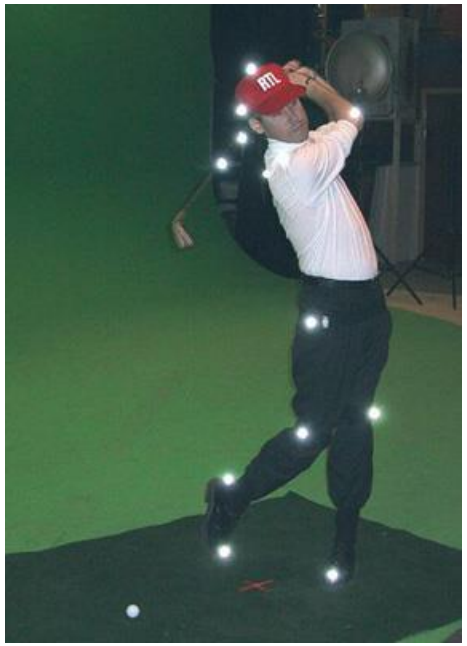




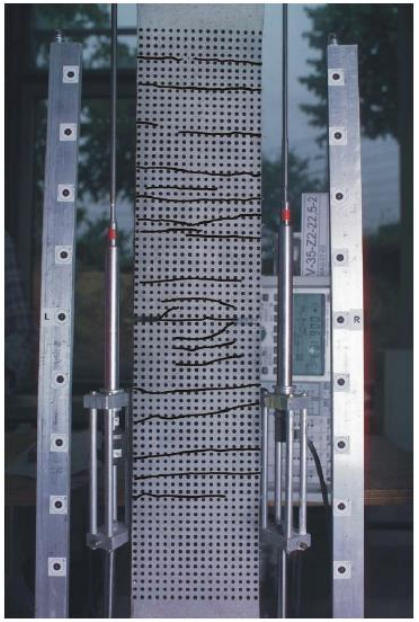
جایگاه فتوگرامتری برد کوتاه – زمانی که عارضه صلب نیست ولی اندازه گیری های آنی مورد نیاز اند

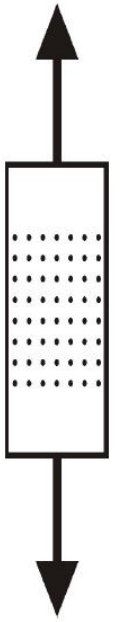


- مدلسازی سطح دریا و مطالعات موج اقیانوس ها
- مطالعات جریان مایعات و نحوه تداخل آنها مثل آب و نفت
- انفجارات و نحوه عملکرد خودرو در تصادفات (لحظه ای)
- طراحی قایق ها در امواج دریاها
- مطالعات حرکات بدنی ورزشکاران
- ماشین های متحرک در کارخانه ها







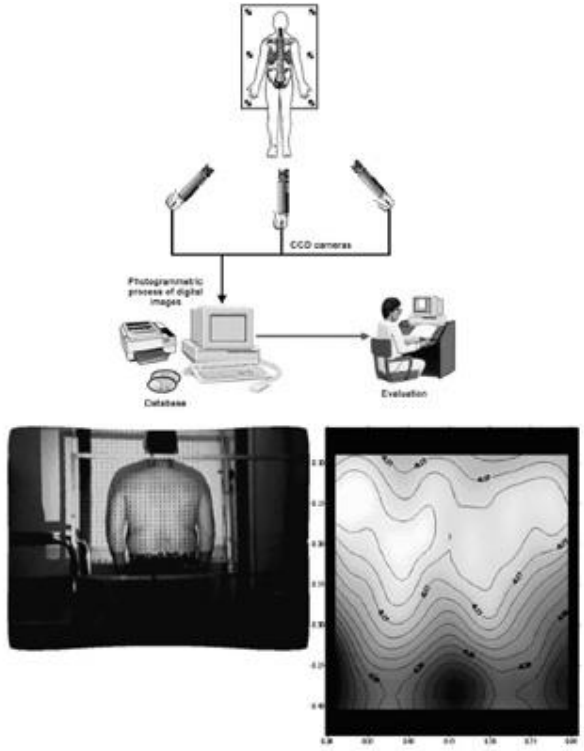


جایگاه فتوگرامتری برد کوتاه - زمانی که عارضه صلب نیست ولی اندازه گیری های آنی مورد نیاز اند



- مدلسازی سطح دریا و مطالعات موج اقیانوس ها
- مطالعات جریان مایعات و نحوه تداخل آنها مثل آب و
- انفجارات و نحوه عملکرد خودرو در تصادفات
- طراحی قایق ها در امواج دریاها
- مطالعات حرکات بدنی ورزشکاران
- ماشین های متحرک در کارخانه ها





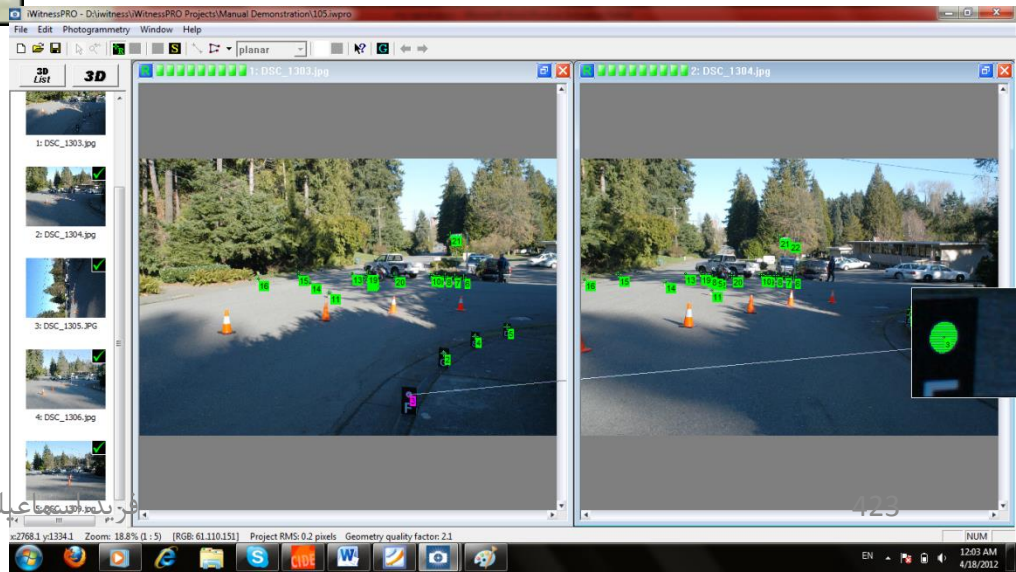
فرید اسماعیلی
فرید اسماعیلی

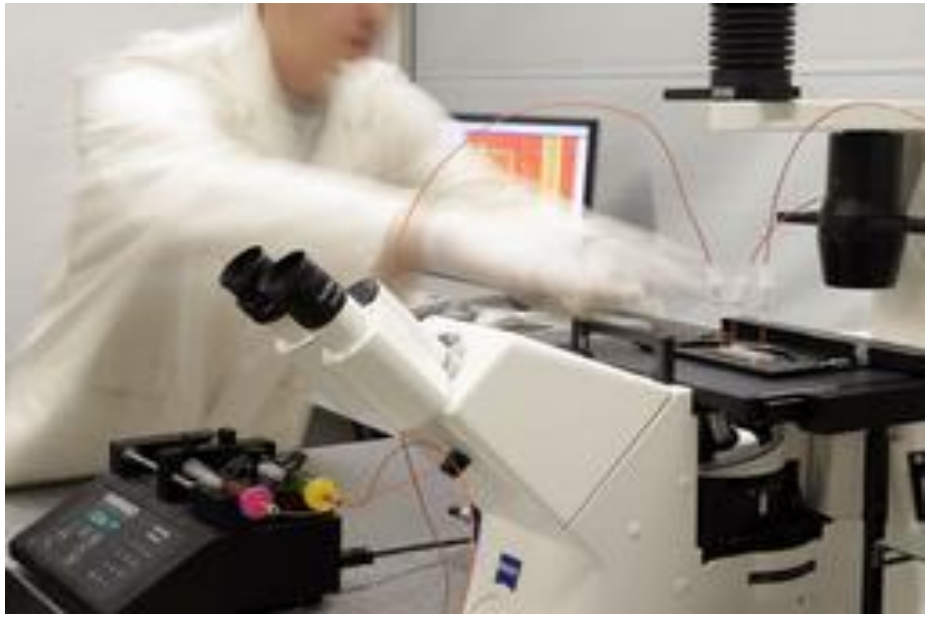
جایگاه فتوگرامتری برد کوتاه - زمانی که مشخص نیست اندازه گیری ها مورد نیاز خواهند بود یا نه



ارک علیشاه تبریز

- آرشیو و مدلسازی آثار و ابنیه باستانی
- آرشیو برای بیمه و بازسازی ساختمان ها
- هر نوع ثبت مطالعات علمی

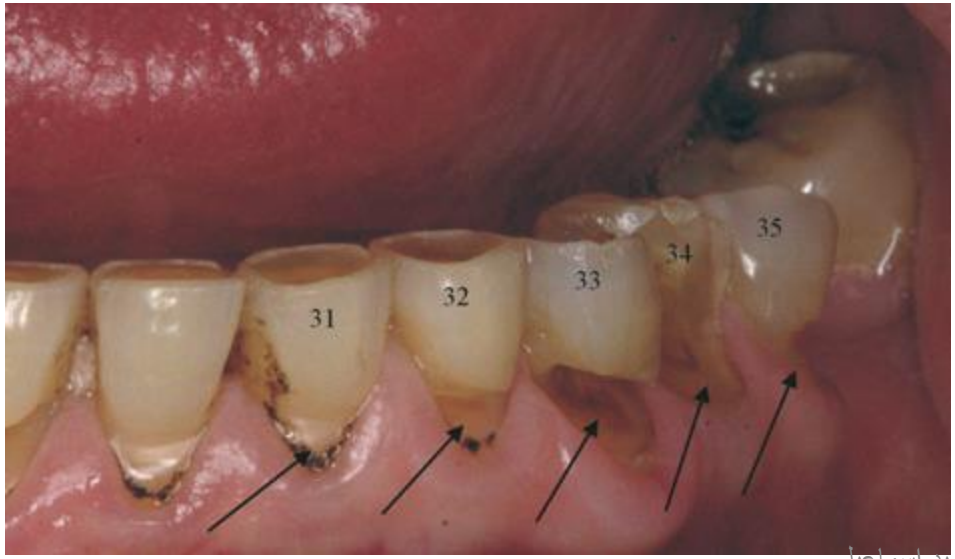


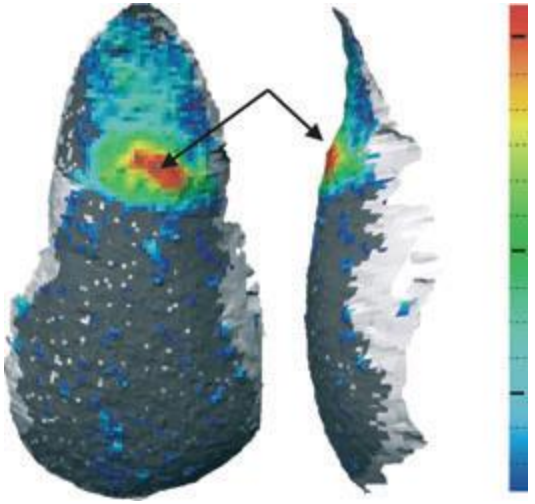


- حرکات میکروسکوپی اشیاء

The Photogrammetric Record 23(122): 194–207 (June 2008)

MAPPING TOOTH SURFACE LOSS WITH A FIXED-BASE STEREO CAMERA



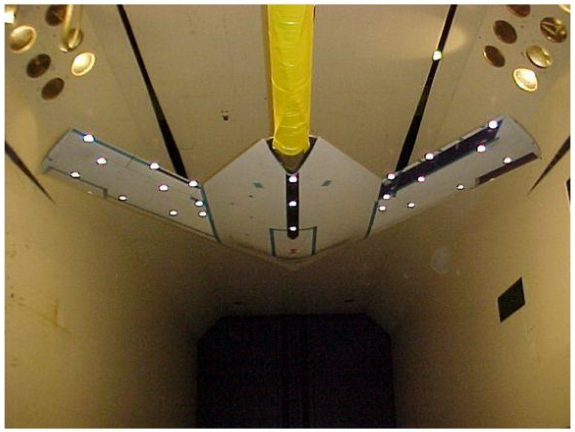


جایگاه فتوگرامتری برد کوتاه – زمانی که اندازه گیری موجب تغییر رفتار عارضه می گردد.



- اندازه گیری حرکات بخش های بدن انسان
- مطالعه حرکات مایعات
- مطالعه جریان حرکت باد در تونل ها و یا عوارض در تونل باد (وجود تجهیزات ماهیت عارضه مورد اندازه گیری را تحت تأثیر قرار می دهد)

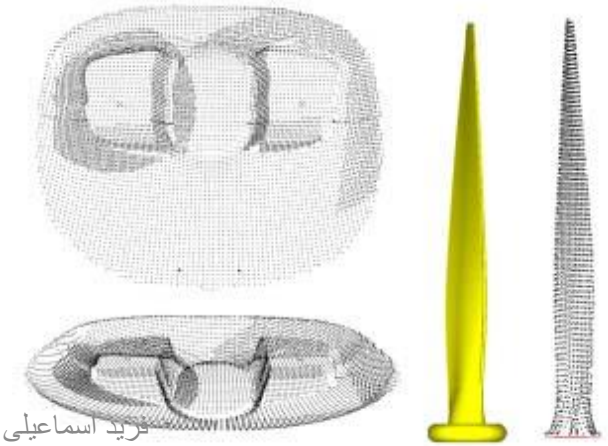
MODEL DEFORMATION MEASUREMENTS AT NASA WIND TUNNELS USING VIDEOGRAMMETRY



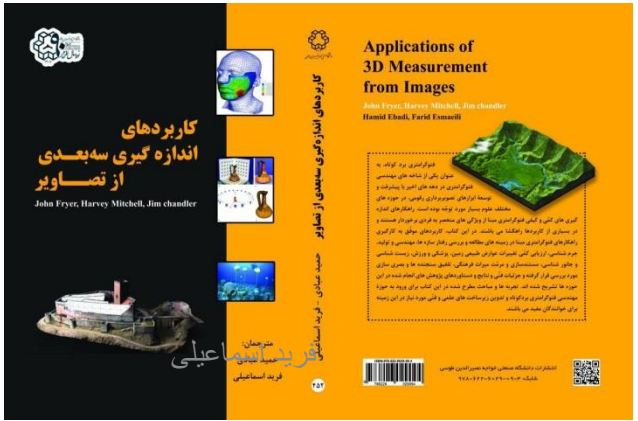


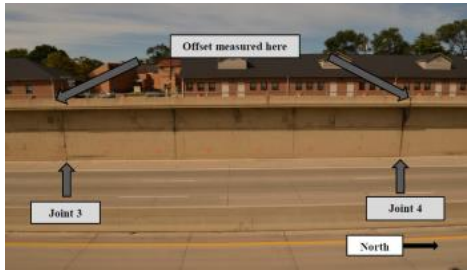
- **دقت بالا:** دقت های ۱:۶۰,۰۰۰ و حتی تا ۱:۳۰۰,۰۰۰
(دقت ها در فتوگرامتری برد کوتاه عموماً به صورت نسبی بیان می گردد.)
-**بدون تماس:** مناسب برای عوارض حساس یا شکننده
-**قابلیت انعطاف:** دارای کاربردهای متفاوت و متنوع مثل اندازه گیری های موضعی، تعیین جابجایی ها
- قابل استفاده در حال حرکت یا برای عارضه های متحرک
-کمترین تاثیر پذیری از تغییرات درجه حرارت: عکسبرداری در مدت زمان بسیار کوتاه (در حد چند دقیقه تا چند ساعت)
-قابل حمل: معمولا فقط نیاز به دوربین های دستی، کامپیوتر و تعدادی تارگت کوچک
- امکان اندازه گیری نقاط به تعداد زیاد: نقاط طبیعی، تارگت ها و نقاط تصویر شده بر سطح عارضه





Chapter 3: Structural Monitoring(جابجایی سنجی)
Cliver Fraser
Chapter 4: Engineering & Manufacturing(مهندسی و تولید)
Stuart Robson & Mark Shortis
Chapter 5: Forensic Photogrammetry(جرم شناسی)
John Fryer
Chapter 6: Quantifying Landform Change(ارزیابی کمی تغییرات عوارض طبیعی زمین)
Jim Chandler, Stuart Lane & Jan Walstra
Chapter 7: Medicine & Sport - Measurement of Humans(پزشکی و ورزش)
Harvey Mitchell
Chapter 8: Biology & Zoology(زیست شناسی و جانور شناسی)
Albert K Chong
Chapter 9: Cultural Heritage Documentation(میراث فرهنگی)
Petros Patias
Chapter 10: Sensor Integration & Visualisation(تلفیق سنجنده ها و بصری سازی)
SF El-Hakim & JA Beraldin





Daniel J Cerminaro
(2014)



Farid Esmaeili et al.
(2013)



Jiang et al.
(2010)



Ozbek et al.
(2010)



Calvin Li et al.
(2008)



Fraser et al.
(2005)



Johnson et al.
(2004)



Fraser et al.
(2003)



Calvin Li et al.
(2002)



Fraser et al.
(1999)

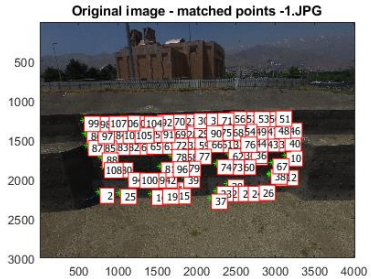


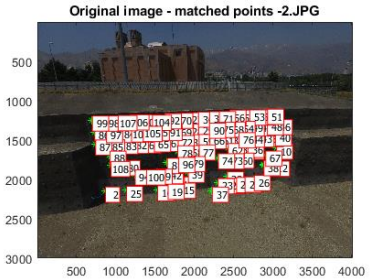
Gerd Maas et al.
(1998)

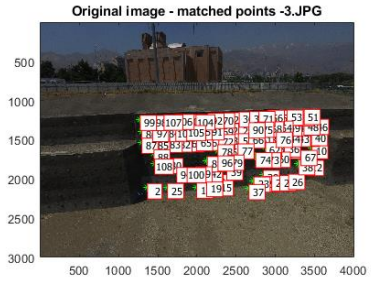
محقق	سازه مورد سنجش	نوع اندازه گیری	تارگت گذاری و نوع تصویر برداری	دوربین مورد استفاده	کنترل شبکه	دقت جابجایی سنجی	نرم افزار مورد استفاده	شرایط خاص پروژه
Daniel J Cerminaro (2014)	دیوار حائل بین باند های غیر همسطح اتوبان	جابجایی سنجی دیواره بین دو اپوک زمانی	تارگت های بازتابنده روی دیواره pinhole camera model	Nikon D5100	جبجایی سنجی بر اساس منطبق سازی ابر نقاط	در حدود 5 mm	Agisoft Photoscan Professional edition & Cloud Compare Version 2.5.4.1	مانیتورینگ دیوار حائل در درزهای انقطاع و مقایسه ابر نقاط
Farid Esmaeili et al. (2013)	دیواره گود برداری مهار شده به روش نیلینگ	جابجایی سه بعدی دیواره به سمت داخل گود	تارگت های بازتابنده روی دیواره و خارج از گود به عنوان نقاط کنترل- عکسبرداری با فلش	Canon PowerShot SX130 IS	جابجایی سنجی بر اساس CPDAمتد مستقل از هرگونه داده خارجی	7 mm	Australis & Matlab	مانیتورینگ بین اپوک های پیشرفت گود برداری
Jiang et al. (2010)	پل فولادی	تغییر شکل پل در اثر بارگذاری	تارگت های باز تابنده روی بدنه و سه پایه– عکسبرداری با فلش	Kodak DCS660 &Kodak Pro SLR/n	استفاده از تارگت های همتراز RDCمتد	1mm x,yدر جهت 2mm zدر جهت	PhotoModeler	مانیتورینگ بین اپوکهای بار گذاری
Ozbek et al. (2010)	توربین بادی	تغییر شکل ناشی از باد بر روی توربین	تارگت های باز تابنده روی پره ها و ستون– عکسبرداری با فلش	Four CCD cameras	استفاده از خود مارکرها	25 mm	GOM PONTOS system	Real Time Monitoring
Calvin Li et al. (2008)	چهار تیر بتنی	گسیختگی تیرهای بتنی پل ناشی از برش	تارگت های باز تابنده و کد دار – عکسبرداری با فلش	GSI INCA 4.2	linear variable displacement transducers (LVDTs) and strain gauges	0.06mm	-	مانیتورینگ جابجایی ها در اثر بارگذاری تا آستانه گسیختگی
Fraser et al. (2005)	آنتن هوایی	تطابق با مدل اولیه و تغییر شکل در حالت های قائم ۴۵ و افقی	تارگت های باز تابنده – عکسبرداری بدون فلش	INCA 4.2	جابجایی سنجی نسبت به مدل ریاضی موجود	0.065mm	Australis	طراحی شبکه بر اساس نیاز به دستیابی به دقت بالا
Johnson et al. (2004)	پل چوبی	تغییر شکل ایجاد شده ناشی از بارگذاری لوکوموتیو	تارگت های باز تابنده – عکسبرداری بدون فلش	Nikon D100	استفاده از تارگتها در بخش پایینی پایه های پل به عنوان نقاط ثابت مبنا	0.7mm	iWitness	مانیتورینگ بین دو اپوک قبل و بعد از بارگذاری با فاصله زمانی
Fraser et al. (2003)	سازه فلزی	جابجایی سنجی در اثر جک و شیشه گذاری	تارگت های باز تابنده و کد دار – عکسبرداری بدون فلش	INCA 4.2	استفاده از ۶ تارگت دیتوم با جابجایی کم	0.15mm	V-STARS	مانیتورینگ بین چند اپوک قبل و بعد از بارگذاری با فاصله زمانی
Calvin Li et al. (2002)	بنای تاریخی	جابجایی سنجی در اثر حفاری	تارگت های باز تابنده – عکسبرداری بدون فلش	Fujifilm MX2700	استفاده از نقاط کنترل و روش میکروژئودزی	2mm	Elcovision 10	مانیتورینگ جابجایی ها در اثر حفاری در منطقه
Fraser et al. (1999)	دستگاه خرد کننده سنگ معدنی	جابجایی سنجی نسبی بین دو جزء از سازه	تارگت های باز تابنده و کد دار – عکسبرداری با فلش	GSI INCA 4.2	جابجایی سنجی نسبی روی تارگت های عارضه	0.15mm x,yدر جهت 0.25mm zدر جهت	-	مانیتورینگ تغییرات دستگاه در اثر تغییر آمپراژ
Gerd Maas et al. (1998)	سد	ارزیابی پتانسیل فتوگرامتری در تعیین مختصات نقاط روی سد	تارگت های بازتابنده- عکسبرداری بدون فلش	Kodak DCS460	قرائت نقاط کنترل به وسیله تئودولیت و ایجاد شبکه ژئودتیکی	2-3 mm	Developed Software	استفاده از هلیکوپتر جهت افزایش استحکام شبکه

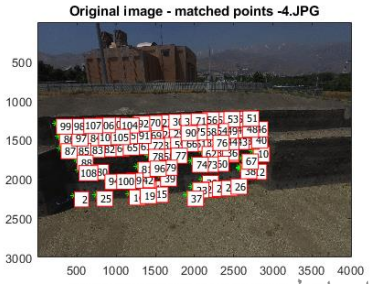
کاربرد جابجایی سنجی

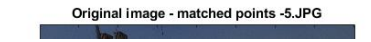


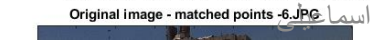








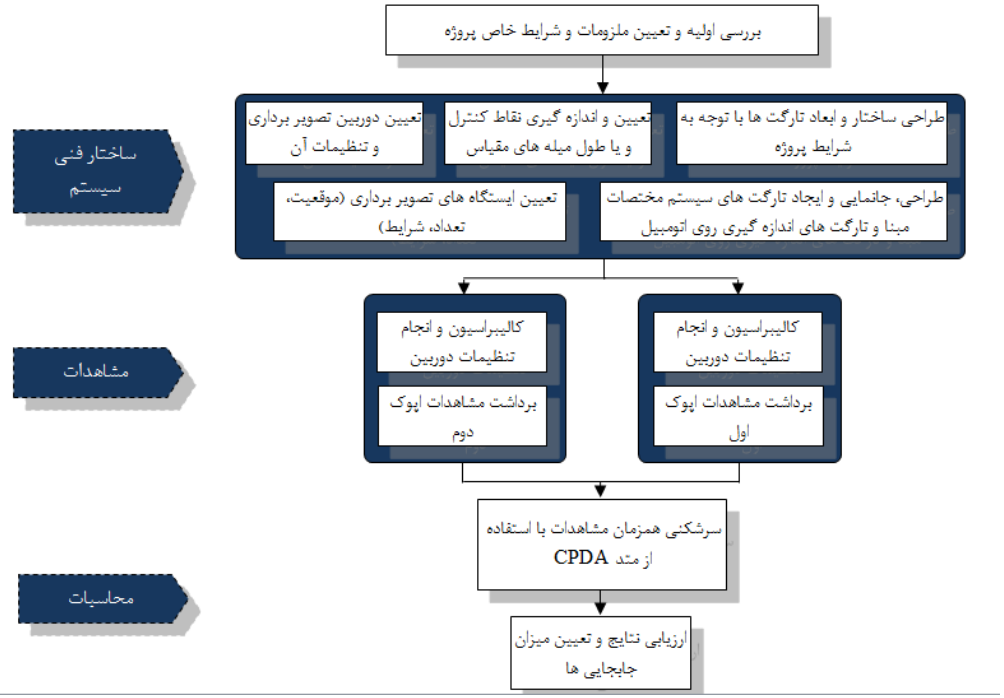


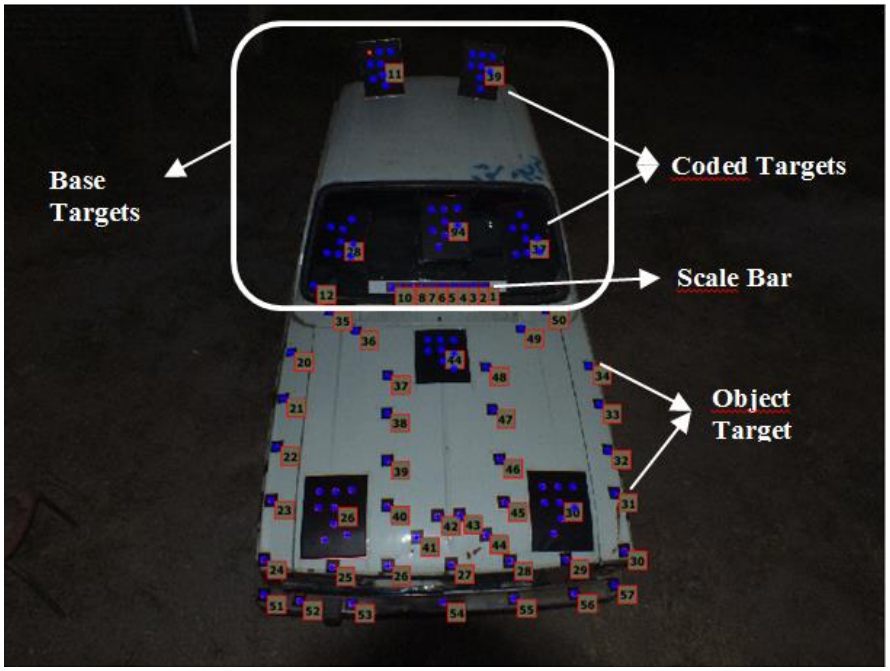






کاربرد فتوگرامتری برد کوتاه در سنجش تغییر شکل بدنه اتومبیل در اثر برخورد با مانع



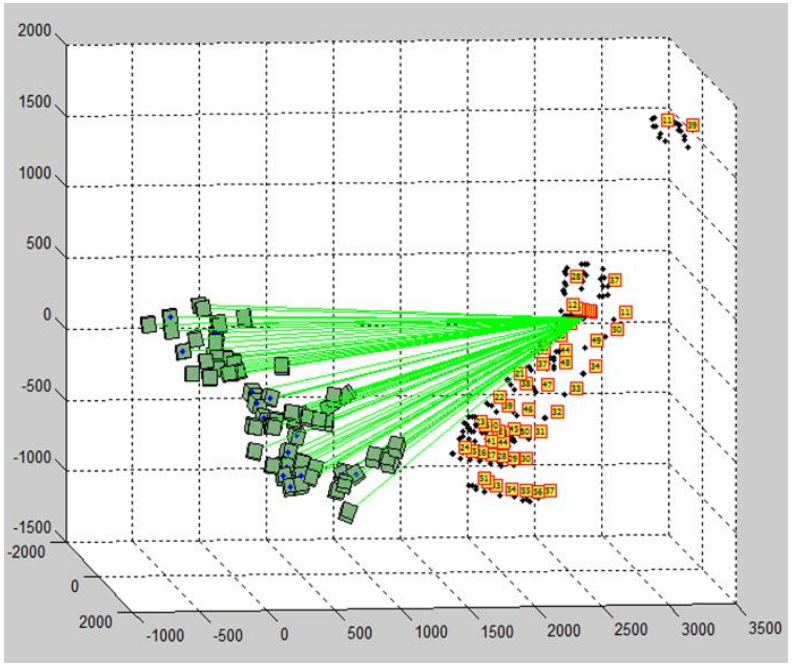






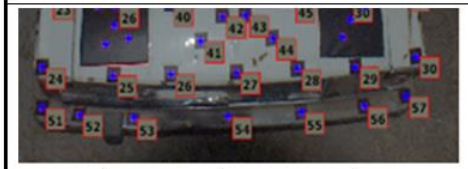
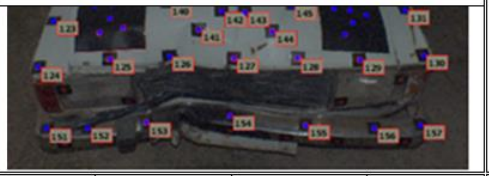


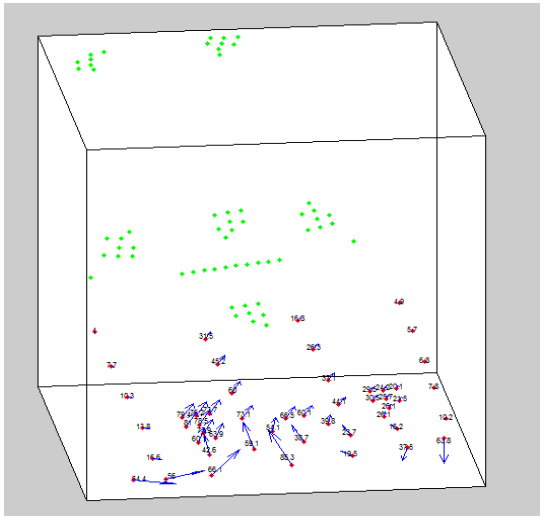
کاربرد فتوگرامتری برد کوتاه در سنجش تغییر شکل بدنه اتومبیل در اثر برخورد با مانع



جدول ۱ : مختصات برخی از نقاط جابجا شده در بخش جلوی اتومبیل قبل و بعد از وارد شدن ضربه و میزان جابجایی آنها

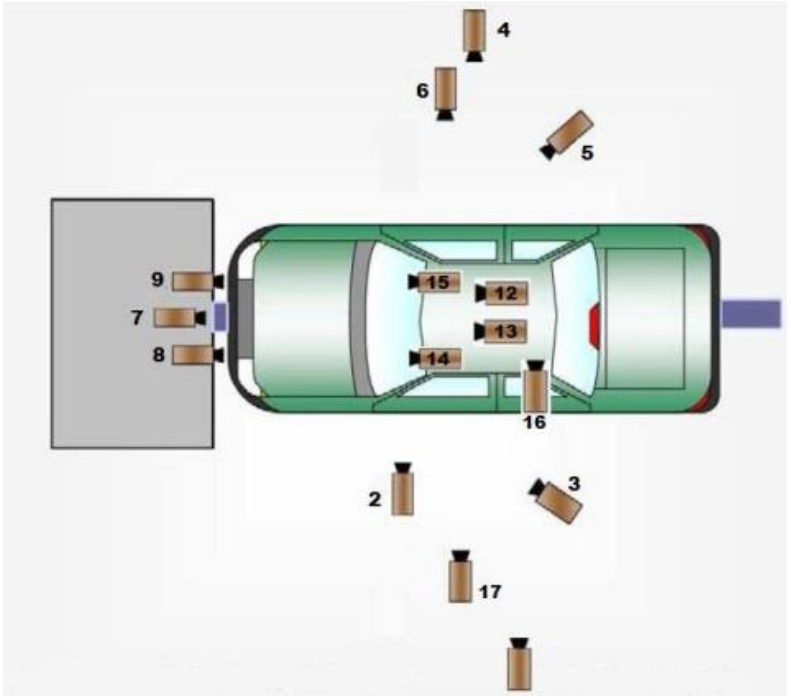
(واحد : میلیمتر)

قبل از ضربه				بعد از ضربه				
								
شماره نقطه	X	Y	Z	شماره نقطه	X	Y	Z	مقدار جابجایی
24	-448.54	1698.31	-721.39	124	-437.85	1686.21	-717.42	16.62
25	-190.66	1724.10	-719.42	125	-195.91	1736.69	-679.03	42.63
26	9.32	1765.45	-706.22	126	-1.54	1801.67	-660.72	59.16
27	236.50	1813.91	-691.93	127	222.05	1832.71	-661.33	38.71
28	451.84	1866.91	-676.80	128	440.82	1871.04	-656.22	23.71
29	662.42	1920.33	-668.64	129	654.25	1913.35	-656.42	16.28
30	887.15	1986.50	-638.65	130	883.58	1977.57	-635.04	10.27





کاربرد فتوگرامتری برد کوتاه در تست ضربه









اندازه گیری پروپلار

طراحی پیکربندی شبکه:

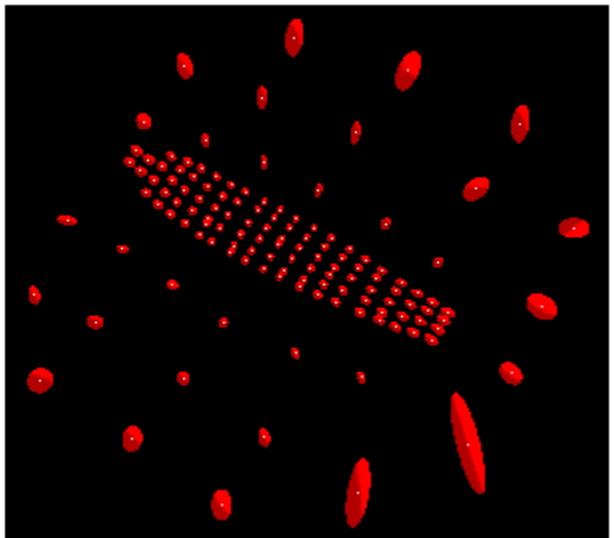
$$D_{max} = 1.41m \qquad D_{min} = 0.64m$$

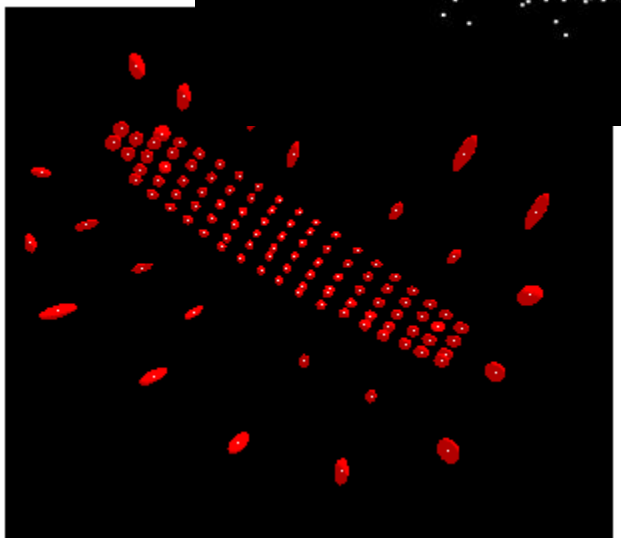
- **اندازه تارگتها: 3.5 mm**
- **تعداد و پراکندگی Scale Bar ها: 4 عدد**
- **تنظیمات دوربین**



موقعیت ایستگاههای تصویربرداری از پروپلار







مقایسه دو پره پروپلار

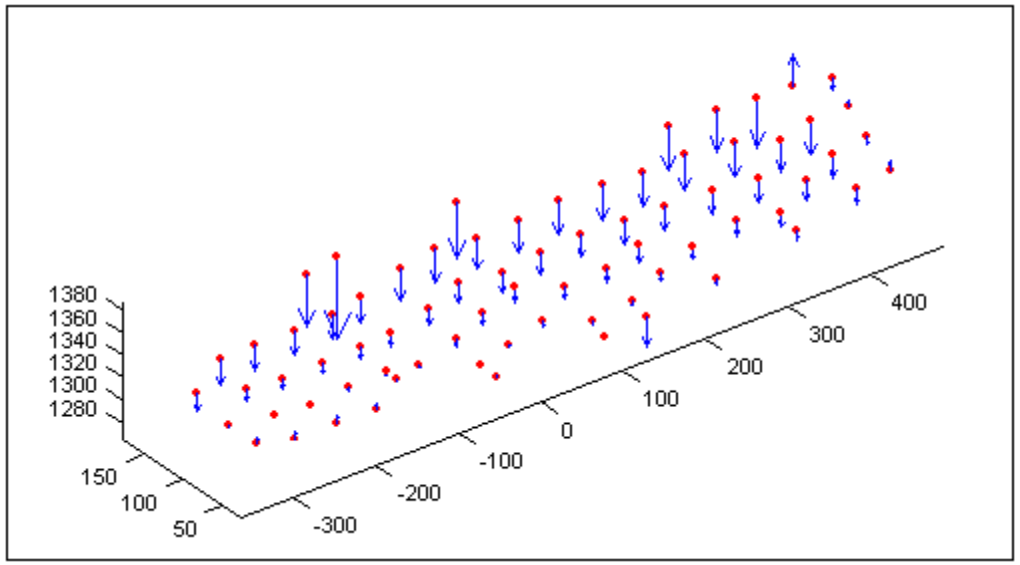
مدلسازی سطح: استفاده از مدل Local:

روش انتریولاسیون
Inverse Distance
Kriging
Nearest Neighbor

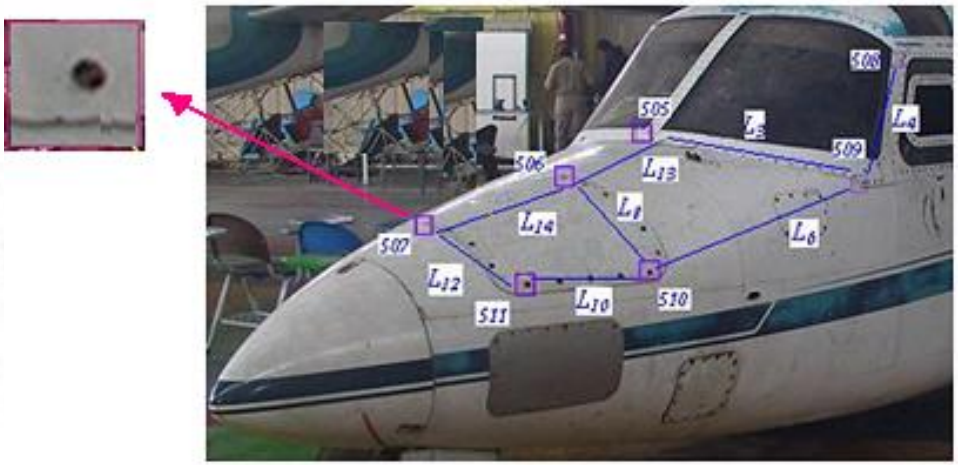
نقطه	اختلاف(mm)	نقطه	اختلاف(mm)	نقطه	اختلاف(mm)	نقطه	اختلاف(mm)
2	0.78037	26	0.26451	50	0.12141	76	0.59822
6	0.56796	30	-0.37564	54	0.69078	78	0.23292
10	0.95755	32	-0.39757	56	-0.15572	82	0.13104
14	0.36925	36	0.1625	60	0.04367	86	0.99322
16	0.55379	38	0.47665	62	0.48894	88	-0.51311
18	0.16294	42	0.24315	66	0.3435	93	1.00367
20	0.2002	44	0.35086	70	1.21135	97	0.87007
24	0.89706	48	0.22053	72	0.40132		
			میانگین قدر مطلق: 0.47676 mm				

مقایسه دو پره پروپلار

بررسی نهایی اعوجاج دو پره پروپلار:



مقایسه دو دماغه



نمونه هایی از پین های مشخص شده روی دماغه هواپیما و طول بین آنها

مقایسه دو دماغه

بررسی نهایی اعوجاج دو دماغه:

طول	نقطه انتها -نقطه ابتدا	طول روی دماغه A (میلیمتر)	طول روی دماغه B (میلیمتر)	اختلاف طولهای متناظر (میلیمتر)
L_1	501-502	529.927	526.360	3.567
L_2	502-505	752.906	758.255	-5.349
L_3	505-509	777.835	784.565	-6.730
L_4	508-509	530.968	523.111	7.857
L_5	502-503	994.704	992.716	1.988
L_6	509-510	990.307	994.880	-4.573
L_7	503-506	562.3032	563.840	-1.538
L_8	506-510	564.788	562.882	1.906
L_9	503-504	405.209	405.420	-0.211
L_{10}	510-511	405.349	403.582	1.767
L_{11}	504-507	391.931	389.599	2.332
L_{12}	507-511	390.058	389.587	0.670
L_{13}	505-506	542.135	542.452	-0.317
L_{14}	506-507	511.501	513.219	-1.718

نتیجه گیری

- **هزینه روش**: قیمت دوربین حدود یک میلیون تومان، هزینه هر بار تهیه تارگتها حدود پنج هزار تومان, هزینه Scale Bar ها ده هزار تومان, و هزینه نرم افزار مورد استفاده حدود ۲۰۰۰ دلار

- **زمان برداشت**: زمان تارگت گذاری، تصویربرداری و محاسبات حدود چهار ساعت برای پروپلار و حدود نه ساعت برای دماغه هواپیما

می توان از فتوگرامتری صنعتی غیرآنی کم هزینه بعنوان روشی دقیق، نسبتا سریع و با انعطاف پذیری بالا در تعداد اندازه گیری نقاط و از محلهای مختلف اشیاء با پیچیدگی کم تا زیاد نام برد.

نمونه کاربردی: تعیین جابه جایی سد مارون

تئوری تعیین جابجایی

(x,y) تصویری نقاط + اطلاعات توجیه خارجی

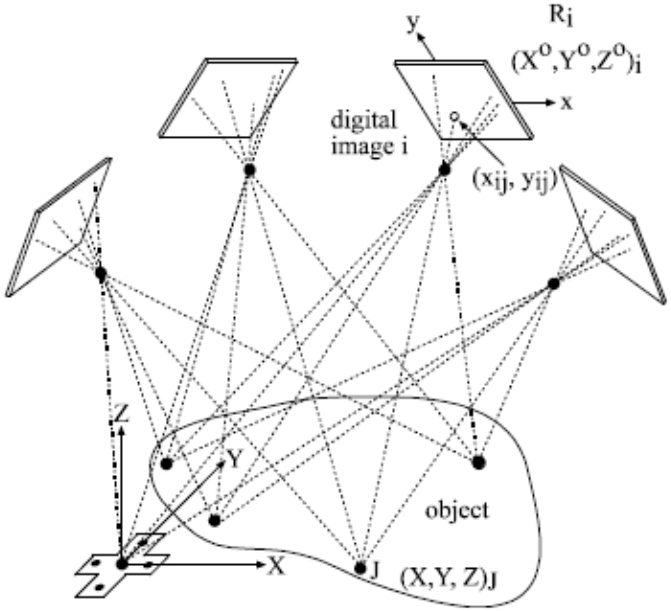
تقاطع فضایی

مختصات X,Y,Z نقاط در فضای شئی

انجام همین مراحل در دو اپک زمانی مختلف

انتقال مختصات نقاط بدست آمده برای شئی مورد نظر در یک سیستم مختصات اختیاری یکسان

تعیین deformation حاصله



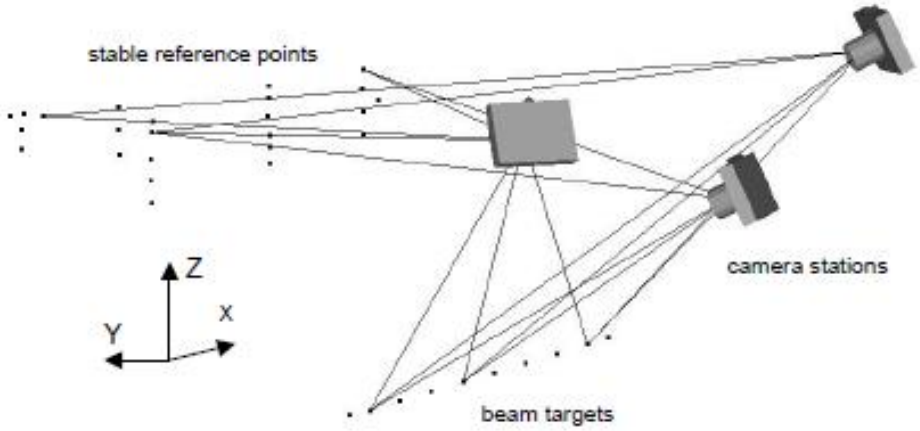
جابجایی سنجی سد مارون



اندازه گیری تغییر شکل های تیر فلزی گداخته در اثر سرد شدن



Fig. 1. Targeted steel beam mounted within the thermal test facility, as viewed from the centre camera station.

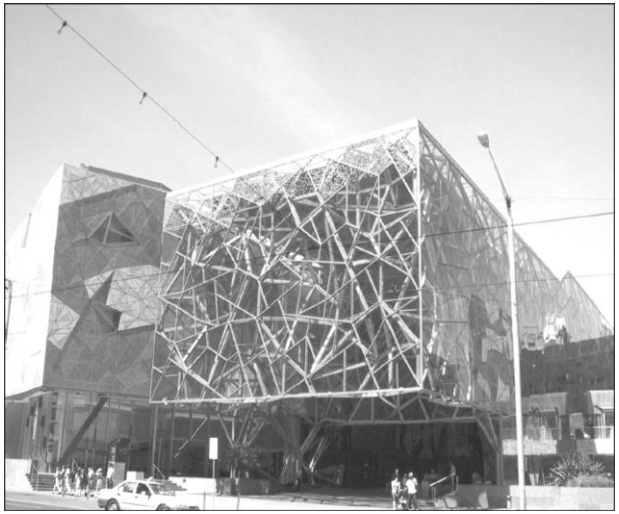


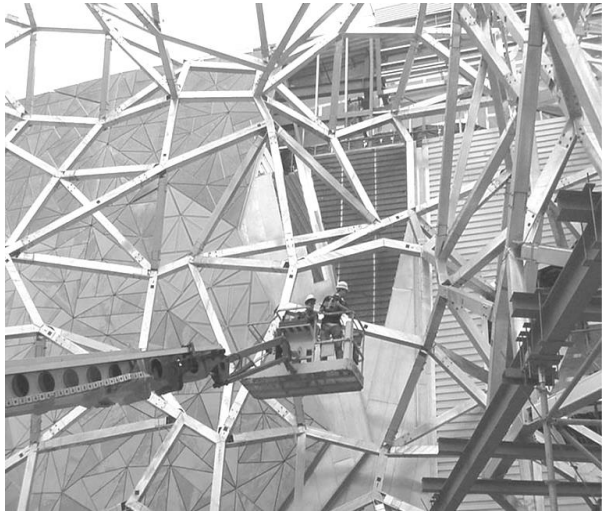
تعیین جابجایی سازه *Atrium*



اهداف و روشهای موجود

- **حفاظت و نگهداری از سازه**
  - **سلامت انسانها**
  - **حفظ سرمایه های به کار رفته**
- **ایمنی یک سازه**
  - **طرح اولیه برای تولید هر سازه** ⟸ **در نظر گرفتن ضرایب استاندارد**
  - **کنترل سلامتی و ایمنی سازه** ⟸ **فشارها و استرسهای وارده به یک سازه و عکس العمل های آن**
- **بررسی رفتارهای یک سازه** **تعیین deformation های یک سازه**
- **روشهای مختلف برای تعیین deformation های یک سازه**
  - **سنسورها**
  - **نقشه برداری**
  - **میکروژئودزی**
  - **GPS**
  - **لیزر اسکن**
  - **فتوگرامتری برد کوتاه**





- شرایط کاری شلوغ
- تکنیک کاری باید سریع، دقیق و قابل اطمینان باشد
- اندازه گیری ها در ۶ اپک زمانی انجام شد
- تعداد ۷۱ تارگتهای retro reflective به قطر 2 cm
- تارگت کد دار نیز جهت انجام پروسه به صورت اتوماتیک
- دوربین دیجیتال INCA 4.2 (4megapixel)
- 90-140 تصویر
- مقیاس تصویر برداری در رنج 1:1000 – 1:500
- اندازه گیری ها با دقت ۰.۳ mm انجام شد
- تغییرات تا 0.5 mm شناسایی شد

آتریوم شمالی میدان فدراسیون (Clive Fraser)



طراحی شبکه و انتخاب دوربین

$$\bar{\sigma}_c = \frac{q}{k^{1/2}} S\sigma$$

دوربین INCA 4.2 با فاصله کانونی 18mm

دقت اندازه گیری عکسی 0.2µm

فاکتور طراحی شبکه q=0.7 - دو تصویردر هر ایستگاه

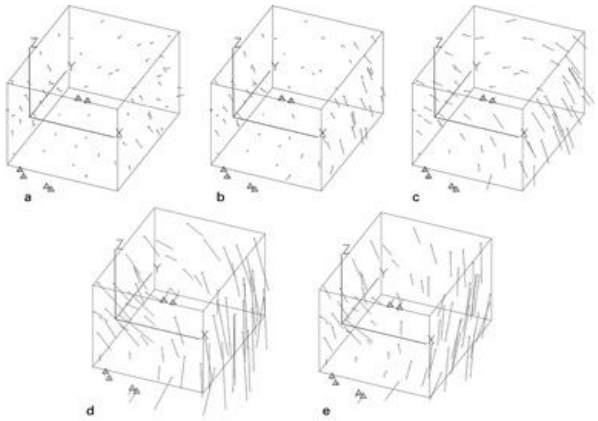
میانگین مقیاس عکسبرداری حدوداً 1:1500

$$\bar{\sigma}_c = \frac{q}{k^{1/2}} S\sigma \rightarrow \bar{\sigma}_c = \frac{0.7}{\sqrt{2}} \times 1500 \times 0.2 \times 10^{-3}$$
$$= 0.148 \ mm$$

دقت محتمل نقطه در فضای شئ ای 0.15mm

تارگت گذاری :

- تارگت های بازتابنده (رترورفلکتیو) ۲سانتیمتری در ۷۱ نقطه اتصال
- ۱۰۰ تارگت کدگذاری شده برای توجیه خارجی خودکار، label گذاری نقاط و نقاط گرهی شبکه

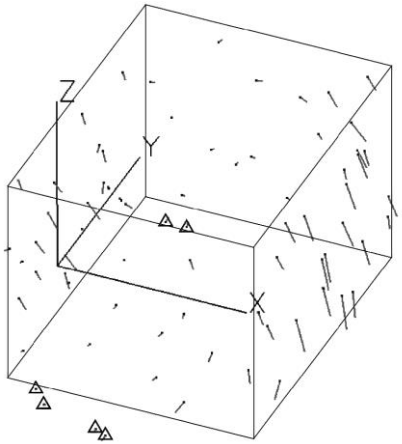


تعریف و توجیه سیستم مختصات مبنا : شش تارگت به عنوان نقاط ثابت دیتوم در بخش های پایینی فریم ورک آتریوم در نظر گرفته شدند.

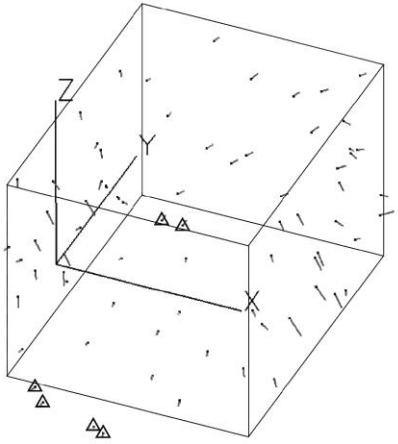
- **استفاده از مفهوم فوق افزونگی**
- **استفاده از تارگت های کد گذاری شده برای اتوماسیون**
- **عملکرد مناسب در سازه های پیچیده**

نتایج

(b) Epoch 3 versus Epoch 1

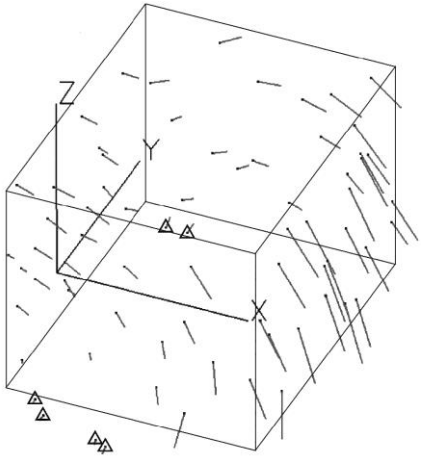


(a) Epoch 2 versus Epoch 1

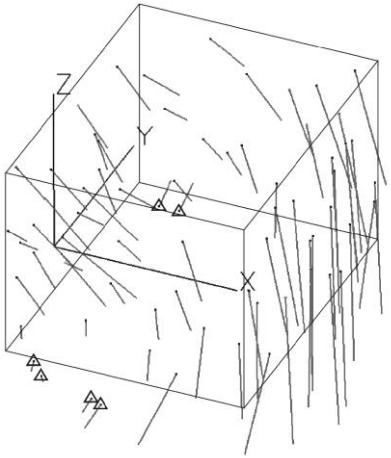


- ماکزیمم تغییرات نقاط گرهی در اولین تقویت 2.5mm در دومین تقویت 5.3mm و در سومین 8.5mm بوده ولی با نصب شیشه های ساختمان این مقدار به شدت افزایش یافته و به 22mm در بیشترین حالت مربوط به قسمت شمالی بنا (قسمت بالکن مانند) رسیده است. رویهم رفته از این مقدار 20mm آن مربوط به نشست ساختمان در راستای قائم بوده که سهم مرحله نصب شیشه ها 14mm می باشد.

(c) Epoch 4 versus Epoch 1

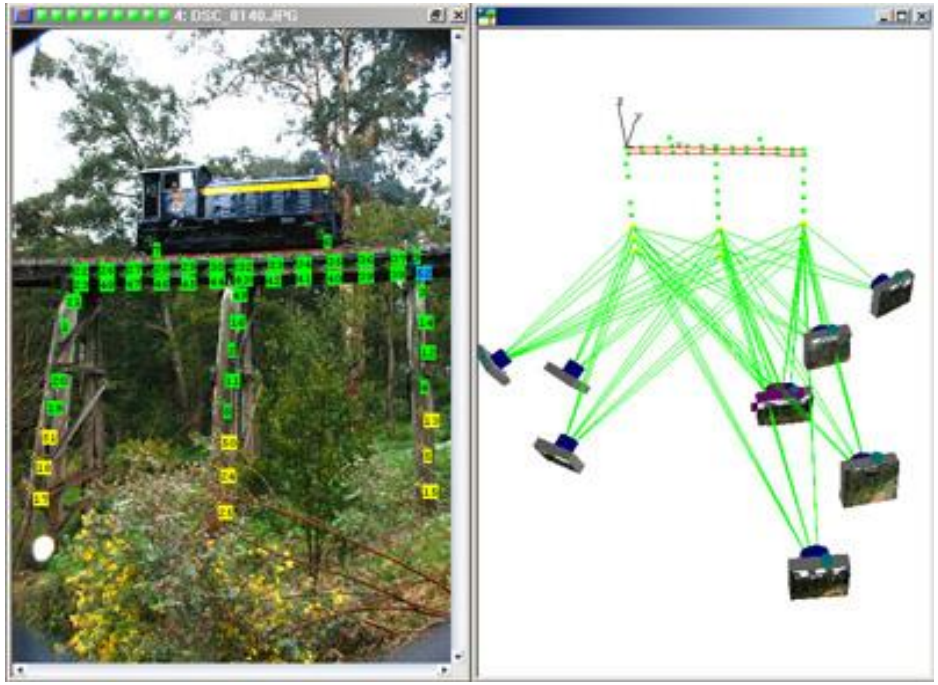


(d) Epoch 5 versus Epoch 1



- در کل رفتار ساختمان نسبت به پیش بینی های تئوری انجام شده قابل قبول بوده است.

پلِ خط آهنِ پافینگ بیلی (Clive Fraser)



طراحی شبکه و انتخاب دوربین

$$\overline{\sigma}_c = \frac{q}{k^{1/2}} S\sigma$$

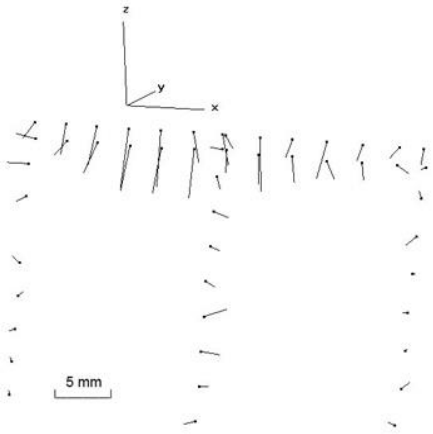
Nikon D100 با عدسی 18mm (پیکسل های 8µm)

میانگین فاصله دوربین تا شئ ۱۵ متر؛ مقیاس عکسبرداری حدوداً 1:800

دقت اندازه گیری عکسی 0.1 پیکسل

فاکتور طراحی شبکه q=0.7

دقت محتمل نقطه در فضای شئ ای 0.5mm < دقت مورد نیاز 2mm



تارگت گذاری : تارگت ها از بالا به پایین شمع های عرشه ی پل نصب شدند.

تعریف و توجیه سیستم مختصات مبنا

سه تارگت پایینی روی هر شمع پل به عنوان سیستم ثابت مرجع نقاط برای دو مرحله اندازه گیری در نظر گرفته شدند.

- **قابلیت تخمین دقت قابل دستیابی**
- **زمان کوتاه برداشت در حدود ۲ ساعت**
- **سهل الوصول بودن و دستیابی راحت به دقت مورد نیاز**

معرفی چند نمونه از مقالات معتبر و پژوهشهای انجام شده در این حوزه

The Photogrammetric Record 20(111): 205–217 (September 2005)

HYPER REDUNDANCY FOR ACCURACY ENHANCEMENT IN AUTOMATED CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY

CLIVE S. FRASER (c.fraser@unimelb.edu.au)

ALEX WOODS (alex_woods@ghd.com.au)
University of Melbourne, Australia

DANNY BRIZZI (danny@metrology.com.au)
Vision Metrology Services, Melbourne, Australia

Abstract

A generic network design in close range photogrammetry is one where optimal multi-ray intersection geometry is obtained with as few camera stations as practicable. Hyper redundancy is a concept whereby, once the generic network is in place, many additional images are recorded, with the beneficial impact upon object point precision being equivalent to the presence of multiple exposures at each camera position within the generic network. The effective number of images per station within a hyper redundant network might well be in the range of 10 to 20 or more. As is apparent when it is considered that a hyper redundant network may comprise hundreds of images, the concept is only applicable in practice to fully automatic vision metrology systems, where it proves to be a very effective means of enhancing

تلسکوپ رادیویی هوبارت (Clive Fraser)



طراحی شبکه و انتخاب دوربین

$$\overline{\sigma}_c = \frac{q}{k^{1/2}} S\sigma \longrightarrow k = \left(\frac{qS\sigma}{\overline{\sigma}_c}\right)^2$$

دوربین INCA 4.2 با فاصله کانونی 18mm

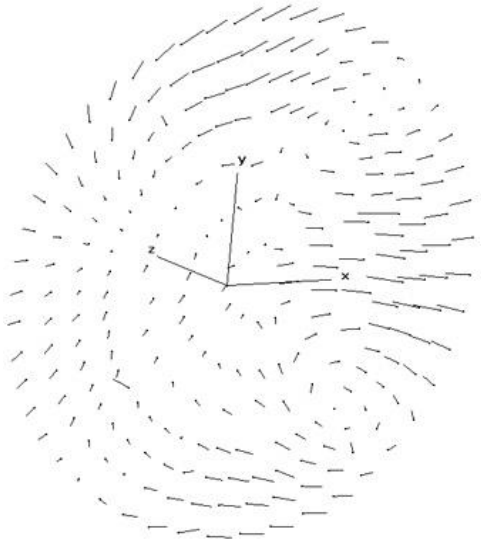
دقت اندازه گیری عکسی 0.2µm

فاکتور طراحی شبکه q=0.6

میانگین فاصله دوربین تا شئ ۱۸ متر؛ مقیاس عکسبرداری حدوداً 1:1000

دقت مورد نیاز اندازه گیری 0.065 mm

تعداد تصاویر برای هر تارگت برابر ۴ تصویر



تارگت گذاری : نصب تارگت ها در سطح آنتن برای دستیابی به جابجایی مورد نظر

تعریف و توجیه سیستم مختصات مبنا

آنالیز تغییر شکل شامل ارزیابی تطابق سطح بازتابنده با یک سهمی دورانی و تغییر شکل نسبی

- **مفهوم فوق افزونگی، علاوه بر افزایش دقت، قابلیت اطمینان نتایج را افزایش می دهد**
- **تعیین جابجایی های نسبی در مقایسه با مدلهای موجود از عارضه**

یک سیستم توسعه یافته اندازه گیری انحراف پل به روش فتوگرامتری برد کوتاه (Ruinian Jiang (2010))

طراحی شبکه و انتخاب دوربین

- دوربین Kodak Pro SLR با سنسور CMOS نسبت به کالیبراسیون حساس تر است یعنی دقت آن نسبت به Kodak DCS با سنسور CCD، بعد از انجام سلف کالیبراسیون بیشتر بهبود پیدا کرده است.



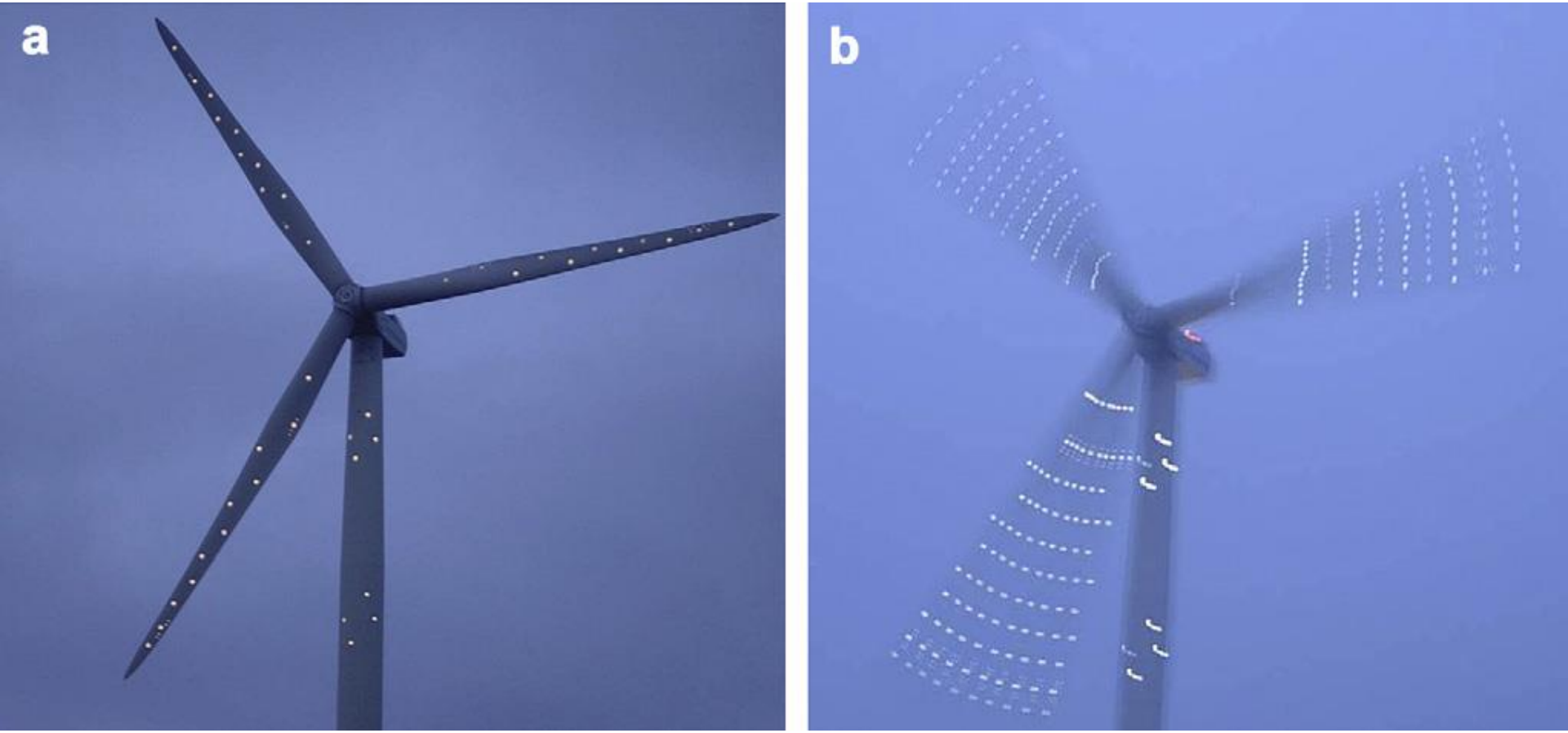
- سلف کالیبراسیون به لحاظ دقت نسبت به روش های دیگر مناسب تر است. چرا که متغیرهای محیطی واقعی مثل اندازه شئ، روشنایی، دما، رطوبت، فاصله شئ تا دوربین و موانع اطراف همگی در حین کالیبراسیون و اندازه گیری ها در نظر گرفته می شوند.

تارگت گذاری : تارگت ها در زیر پل، دیواره ها و روی زمین به نحوی که پراکندگی مناسبی در تصویر داشته باشند نصب شدند. استفاده از تارگت های دو طرفه عکسبرداری از ۲ سمت پل را ساده نمود. از ۴ scalebar استفاده شد.

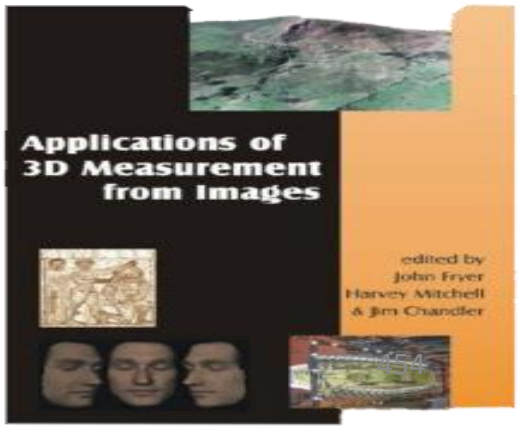
تعریف و توجیه سیستم مختصات مبنا : متد RDC (Refined Distance Constraint) در این تحقیق نشان داد که یک روش موثر برای ایجاد سیستم مرجع می باشد. دقت ارائه شده در RDC با دقت روش متداول نقاط کنترل قابل مقایسه است و منجر به کمتر شدن کار زمینی می شود.

- **استفاده از دوربین های CMOS**
- **استفاده از متد RDC برای ایجاد شبکه کنترل**
- **استفاده از تارگت های دو طرفه**

تعیین فرکانس لرزش های ایجاد شده در پره توربین های بادی با کمک Real-time close range photogrammetry



Chapter 3: Structural Monitoring(جابجایی سنجی)
Cliver Fraser
Chapter 4: Engineering & Manufacturing(مهندسی و تولید)
Stuart Robson & Mark Shortis
Chapter 5: Forensic Photogrammetry(جرم شناسی)
John Fryer
Chapter 6: Quantifying Landform Change(ارزیابی کمی تغییرات عوارض طبیعی زمین)
Jim Chandler, Stuart Lane & Jan Walstra
Chapter 7: Medicine & Sport - Measurement of Humans(پزشکی و ورزش)
Harvey Mitchell
Chapter 8: Biology & Zoology(زیست شناسی و جانور شناسی)
Albert K Chong
Chapter 9: Cultural Heritage Documentation(میراث فرهنگی)
Petros Patias
Chapter 10: Sensor Integration & Visualisation(تلفیق سنجنده ها و بصری سازی)
SF El-Hakim & JA Beraldin



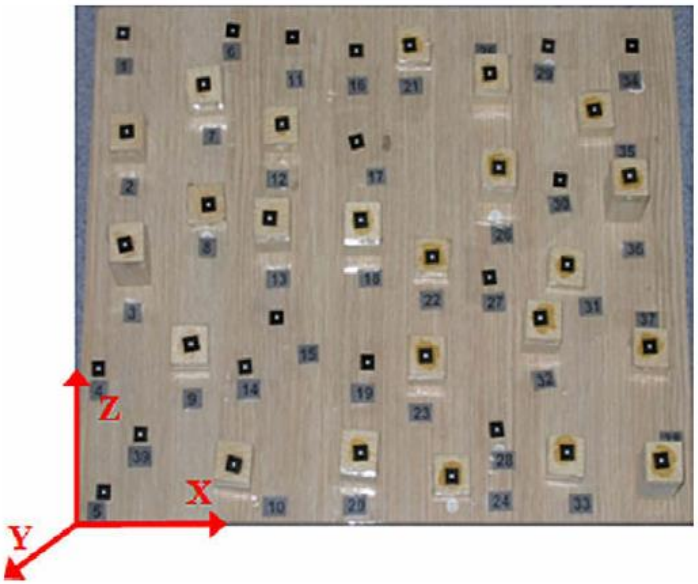
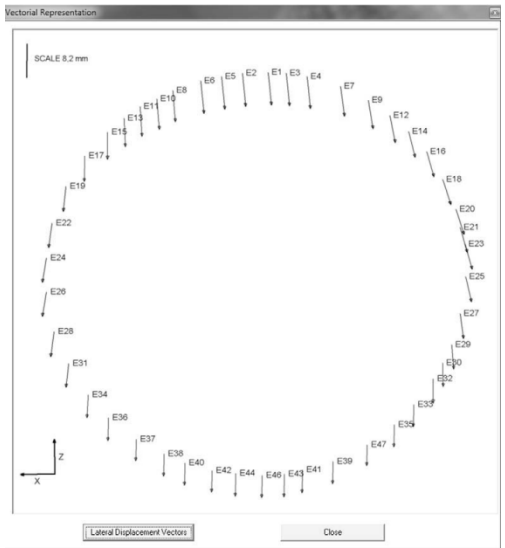
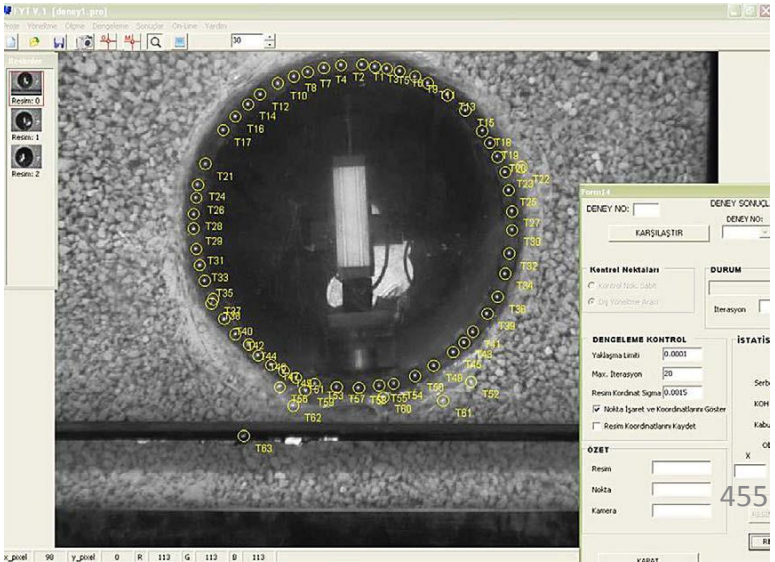


Fig. 2. Reference object.



Fig. 3. Targets placed on pipe wall section.





3. Experiment description and the results

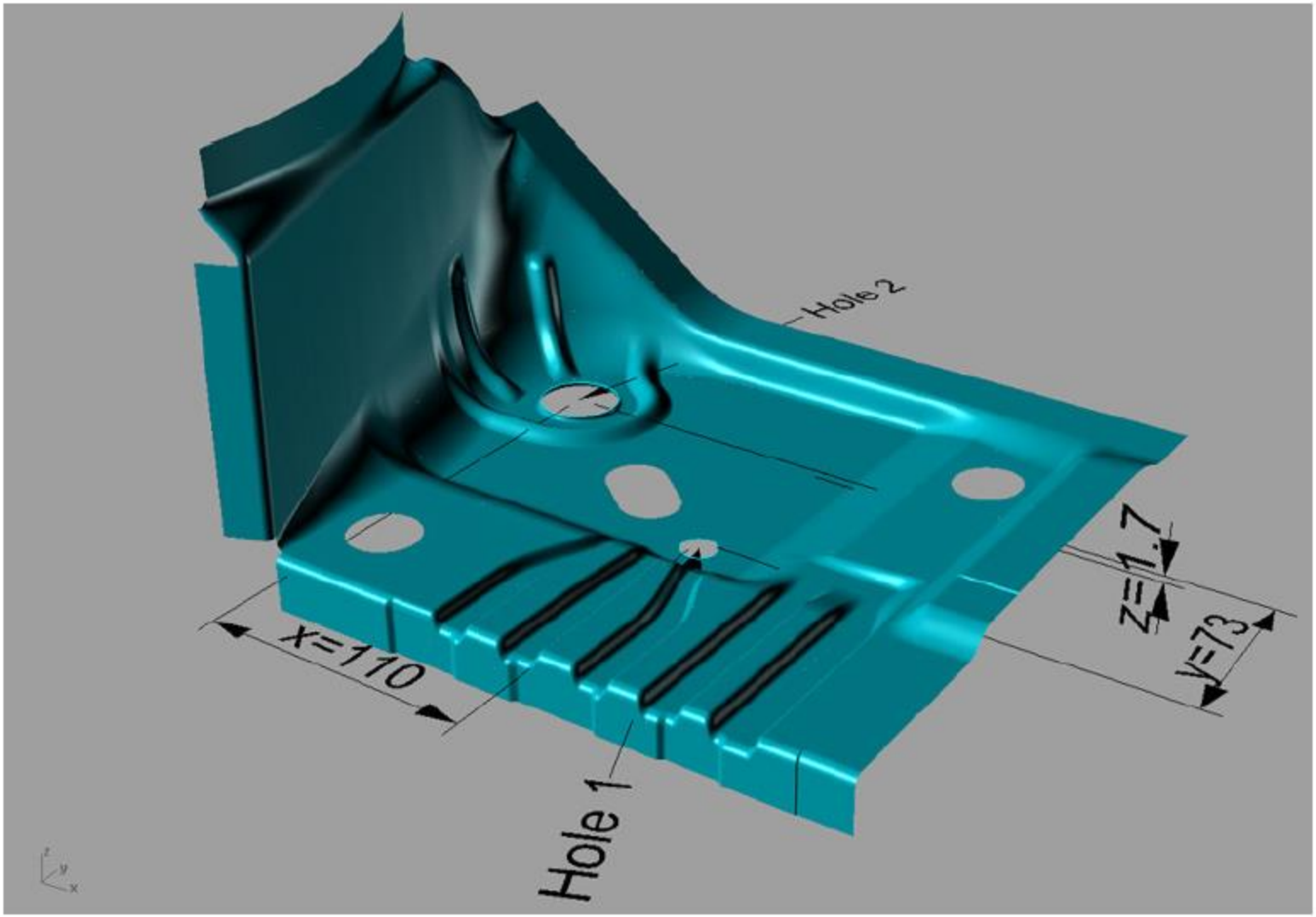


Fig. 5. Measured object with center of holes distance.



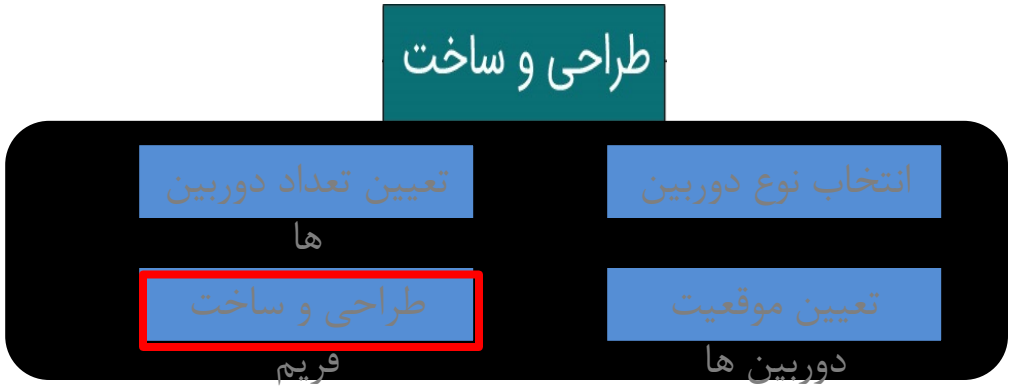
Fig. 3. Object of the measurement.

QUALIFY

Date: 12/2/2018, 4:47 pm

Predefined: Isometric





مقدمه
پیشینه تحقیق
ضرورت و اهداف تحقیق
پیاده سازی
ارزیابی نتایج

ساخت فریم

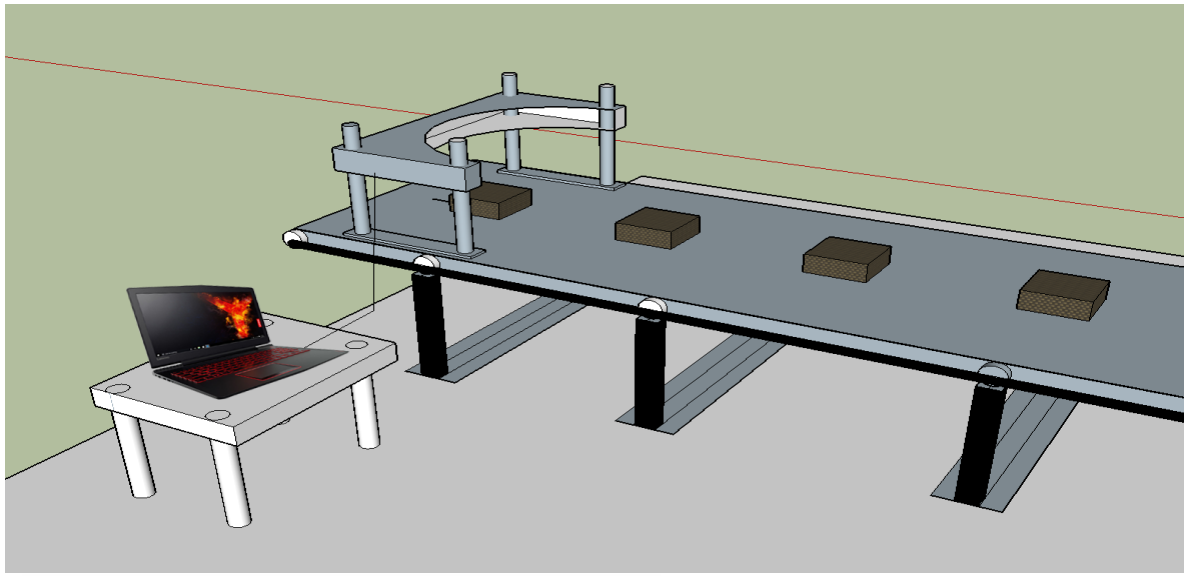




قابلیت تنظیم ارتفاع فریم و حرکت زاویه ای وبکم ها

مقدمه
پیشینه تحقیق
ضرورت و اهداف تحقیق
پیاده سازی
ارزیابی نتایج

پیاده سازی یک سیستم فتوگرامتری برد کوتاه آنی به منظور کنترل کیفیت قطعات صنعتی در خط تولید



نمایی فرضی از خط تولید قطعات صنعتی و سیستم فتوگرامتری کنترل کیفیت





قطعه صنعتی مورد مطالعه: ماهک دنده پراید

کارخانه سازنده: پارس کارا ماشین

کنترل کیفیت با دقت +– ۲ mm

مقدمه
پیشینه تحقیق
ضرورت و اهداف تحقیق
پیاده سازی
ارزیابی نتایج

روش اندازه گیری	دقت اندازه گیری (mm)	اندازه داخلی (cm)	اندازه داخلی (cm)
فایل کد(مبنا)	-	-	-
دستگاه مختصات	0.01	7.013	8.156
مدل سه بعدی دقیق	0.5	7.03	8.12

سرعت حرکت قطعه 2
8cm/s



+1.7 mm

قتوگرامتری آنی : ۸.۰۷ cm

دستگاه مختصات: ۸.۱۵۶ cm
-+ 0.01mm

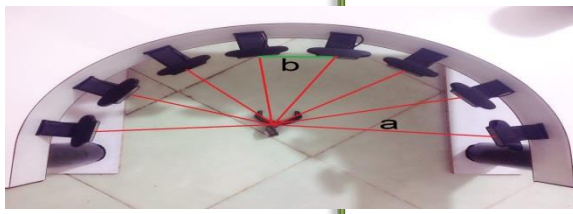
خطای مطلق اندازه گیری :
۰.۸۶ mm

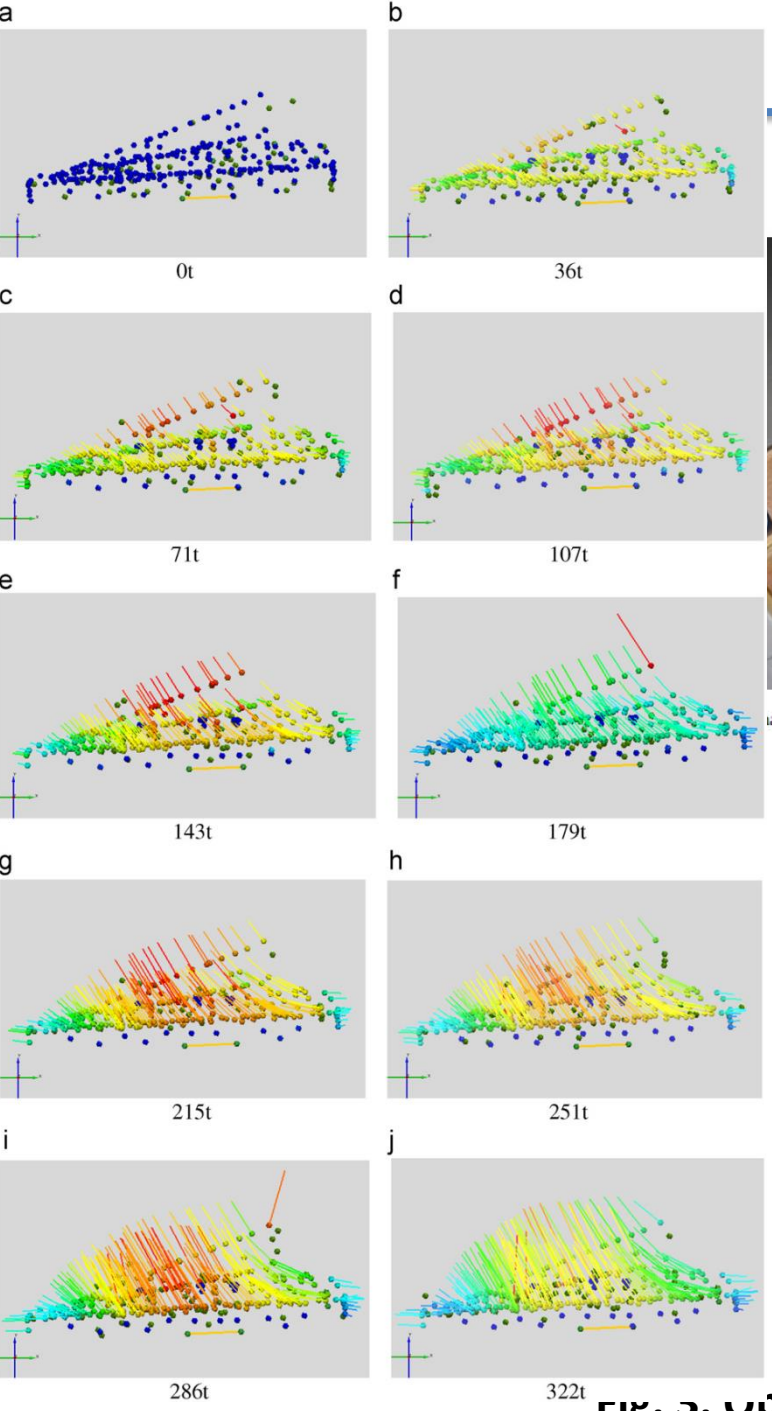
+2.7 mm

قتوگرامتری آنی : ۷.۰۷ cm

دستگاه مختصات: ۷.۰۱۳ cm
-+ 0.01mm

خطای مطلق اندازه گیری :
۰.۵۷ mm







ardware composition of 3D optical deformation measurement

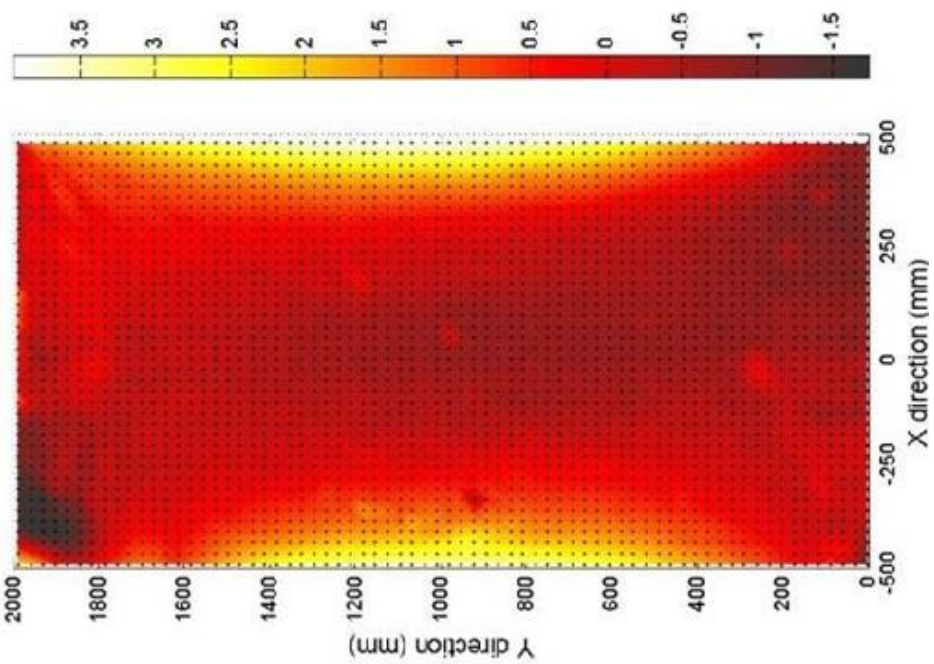


Fig. 9. The real scale tower and the disposition of points.

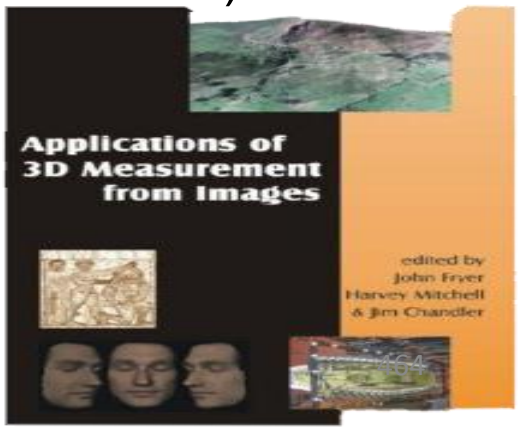
Fig. 3. Object of the measurement.

- تعیین میزان انحرافات سطح یک دستگاه متمرکز کننده انرژی خورشیدی در مقایسه با مدل ریاضی مبنای آن با کمک فتوگرامتری برد کوتاه

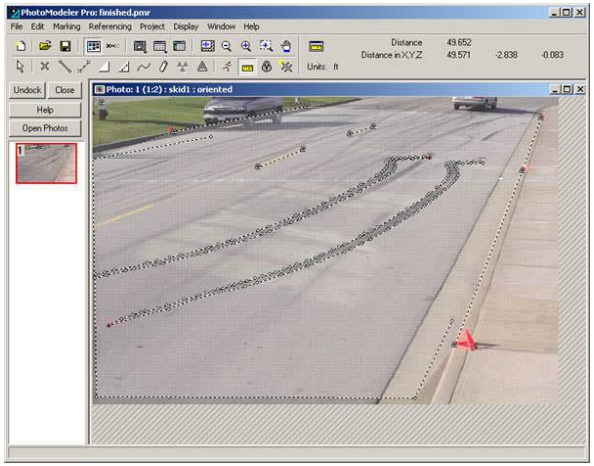


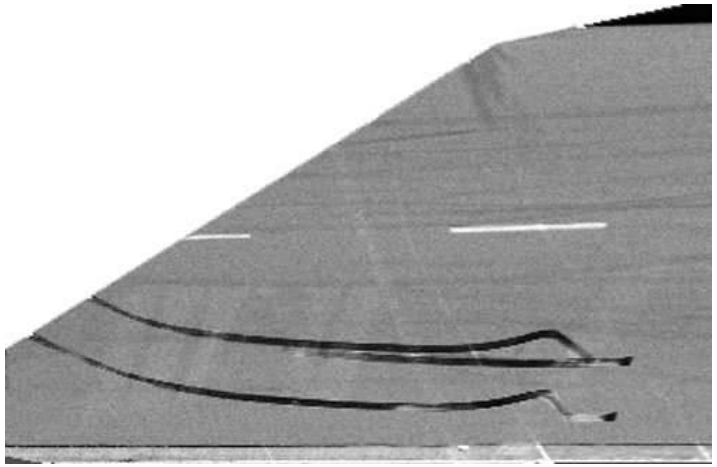


Chapter 3: Structural Monitoring(جابجایی سنجی)
Cliver Fraser
Chapter 4: Engineering & Manufacturing(مهندسی و تولید)
Stuart Robson & Mark Shortis
Chapter 5: Forensic Photogrammetry(جرم شناسی)
John Fryer
Chapter 6: Quantifying Landform Change(ارزیابی کمی تغییرات عوارض طبیعی زمین)
Jim Chandler, Stuart Lane & Jan Walstra
Chapter 7: Medicine & Sport - Measurement of Humans(پزشکی و ورزش)
Harvey Mitchell
Chapter 8: Biology & Zoology(زیست شناسی و جانور شناسی)
Albert K Chong
Chapter 9: Cultural Heritage Documentation(میراث فرهنگی)
Petros Patias
Chapter 10: Sensor Integration & Visualisation(تلفیق سنجنده ها و بصری سازی)
SF El-Hakim & JA Beraldin



اندازه گیری خط ترمز





- هدف: تعیین طول و شکل خط ترمز
- مراحل:
  - استفاده از لبه های جاده و ترک های موجود به عنوان اطلاعات کنترل در محل اطراف خطوط ترمز عکسبرداری از آنها (سمت چپ)
  - توجیه عکس های به دست آمده و مدل سازی سطح جاده با استفاده از اطلاعات کنترل
  - ترسیم شکل خطوط ترمز بر روی سطح تشکلیل شده
  - تلفیق خطوط ترسیم شده با عکس و تهیه مدل واقعی (سمت راست)

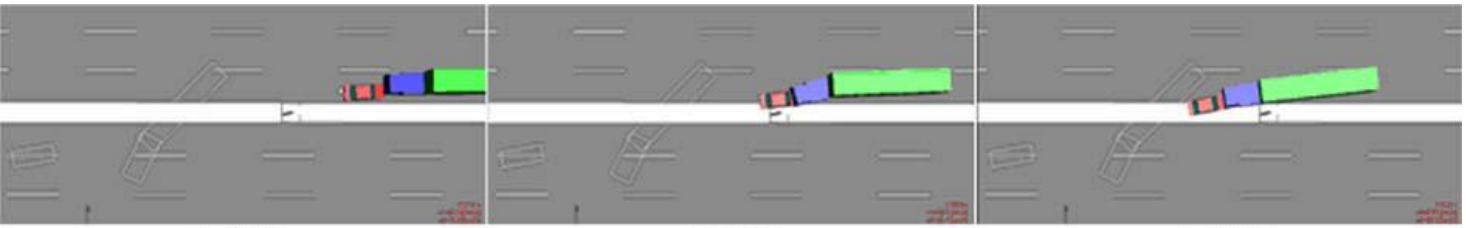




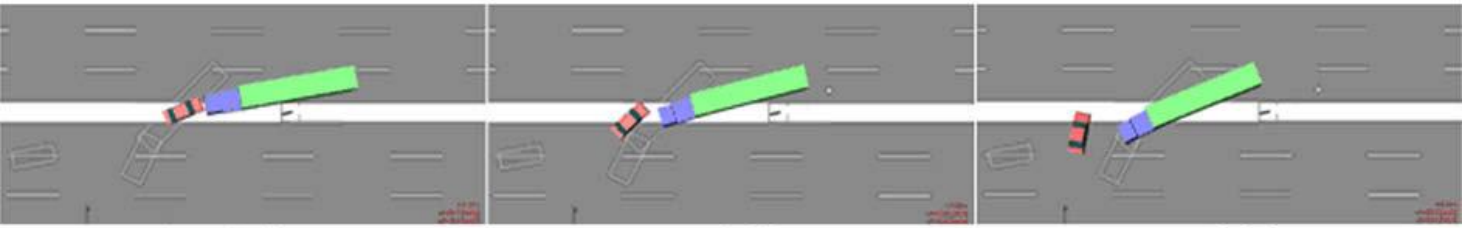




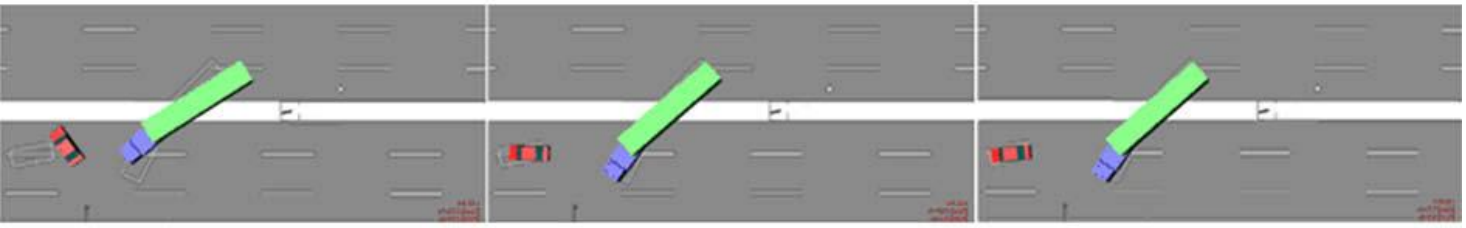




t=0.12s t=0.64s t=1.08s

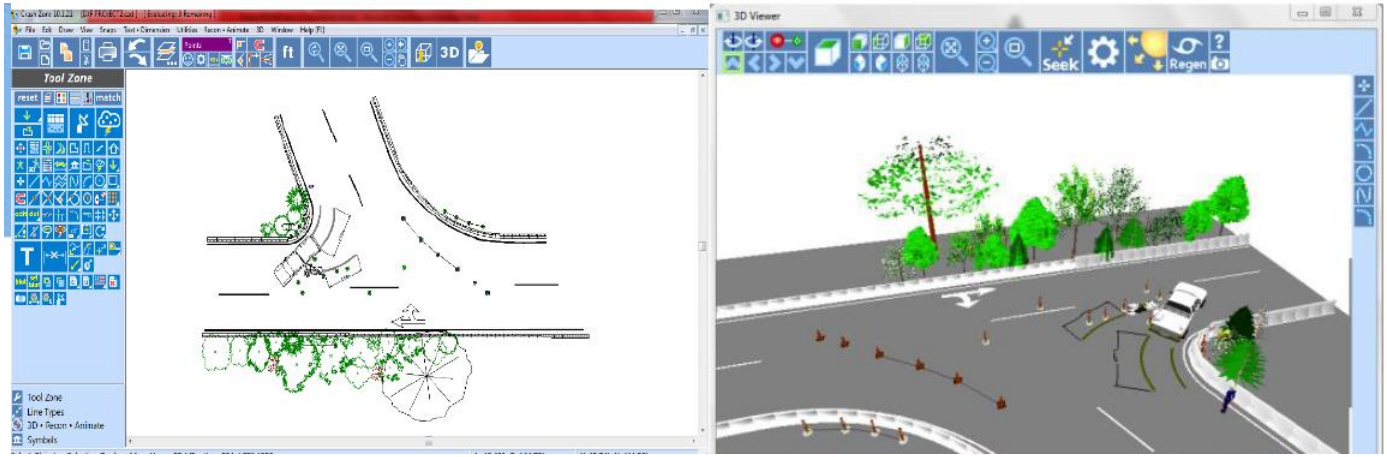


t=1.44s t=1.80s t=2.24s



t=2.76s t=3.44s t=3.80s

جرم شناسی و بازسازی صحنه تصادف

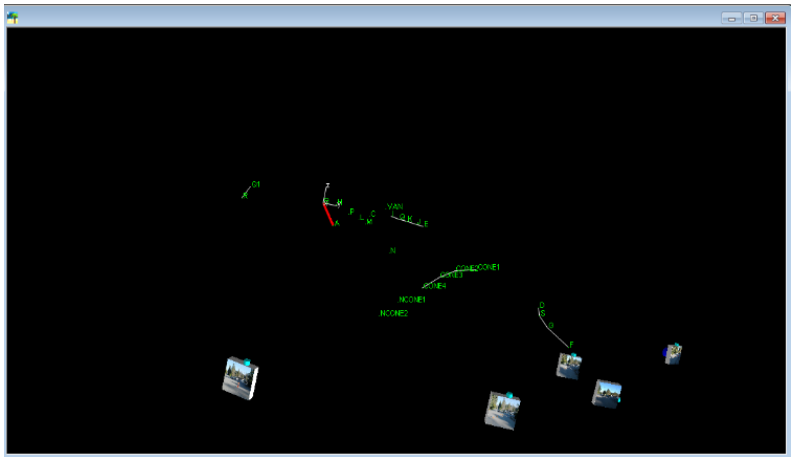


سیده شهرزاد آهویی نژاد[1]*، حمید عبادی [2] ، فرید اسماعیلی[3]

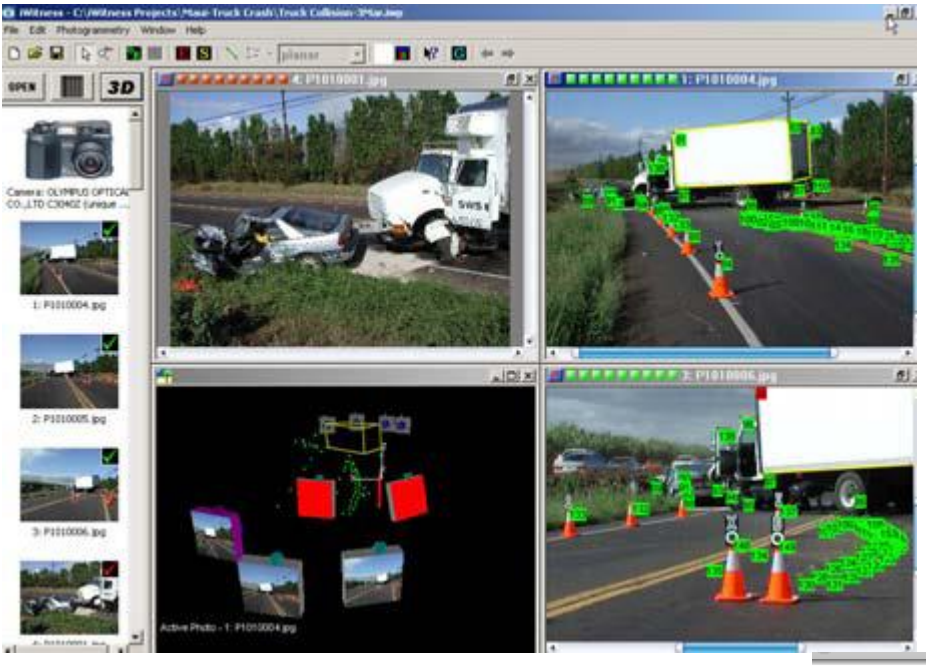
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فتوگرامتری دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲- - استاد دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک ، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳- دانشجوی دکترای فتوگرامتری دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده :

با ورود نخستین خودروها به عرصه عبور و مرور، تصادفات به عنوان یکی از عوارض ناخواسته آن پدید آمد. پس از وقوع تصادف باید علل آنرا شناخت. بررسی علت های وقوع تصادف موضوعی است که گزارش نهایی آن (در اصطلاح عامیانه کروکی) بصورت ترسیمی به مراجع قانونی ارائه می شود که این امر مستلزم تبحر و تجربه خاص است. امروزه ثبت و مستند سازی صحنه ی تصادفات با توجه به پیشرفت





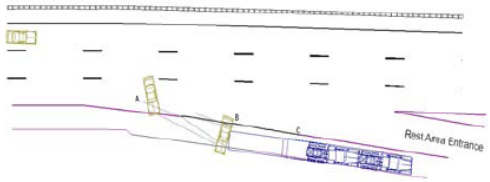




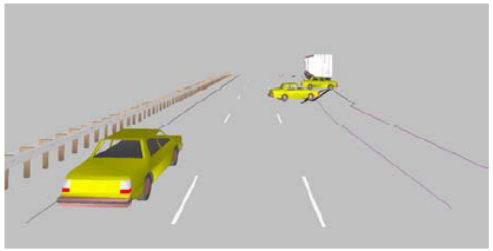




(b) Network of images



(c) CAD Model



(d) 3D reconstruction

accomplished in the absence of control point information. This necessitates an initial relative orientation (RO) between any two selected images, followed by a sequential on-line building of the network via spatial resection and forward intersection, in turn followed by photogrammetric bundle adjustment (Ganci and Handley, 1998; Cronk, 2007). In the case of *iWitness*, these necessary stages occur automatically when enough points have been measured.

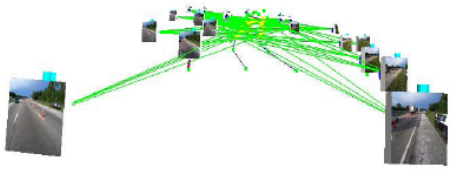


Figure 2. A view of an unfavourable, yet typical network geometry encountered in accident reconstruction.

The problems associated with poor geometry are alleviated to some extent via the use of special targeting schemes, the most common being back-to-back targets, referred to as evidence markers. These targets, which are shown in Figure 3, can be sighted from opposite directions and they can be semi-automatically measured in *iWitness* via an operator-assisted

Remote Sens. **2015**, *7*, 15161-15178; doi:10.3390/rs71115161

OPEN ACCESS

remote sensing

ISSN 2072-4292

www.mdpi.com/journal/remotesensing

Technical Note

Energy Analysis of Road Accidents Based on Close-Range Photogrammetry

Alejandro Morales[1], Diego Gonzalez-Aguilera[2,*], Miguel A. Gutiérrez [3] and Alfonso I. López[3]

[1] Department of Computer Engineering and Automation, University of Salamanca, Plaza de los Caídos s/n, Salamanca 37008, Spain; E-Mail: alejandro.morales@usal.es

[2] Department of Land and Cartographic Engineering, High Polytechnic School of Avila, University of Salamanca, Hornos Caleros, 50, Ávila 05003, Spain

[3] Departamento Tecnológico, Universidad Católica de Ávila, C\ Canteros s/n, Ávila 05005, Spain; E-Mails: miguel.gutierrez@ucavila.es (M.A.G.); alfonso.lopez@ucavila.es (A.I.L.)

* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: daguilera@usal.es; Tel.: +34-920-353-500; Fax: +34-920-353-505.

Academic Editors: Richard Müller and Prasad S. Thenkabail

Received: 18 September 2015 / Accepted: 9 November 2015 / Published: 12 November 2015

Abstract: This paper presents an efficient and low-cost approach for energy analysis of road accidents using images obtained using consumer-grade digital cameras and smartphones. The

فرید اسماعیلی

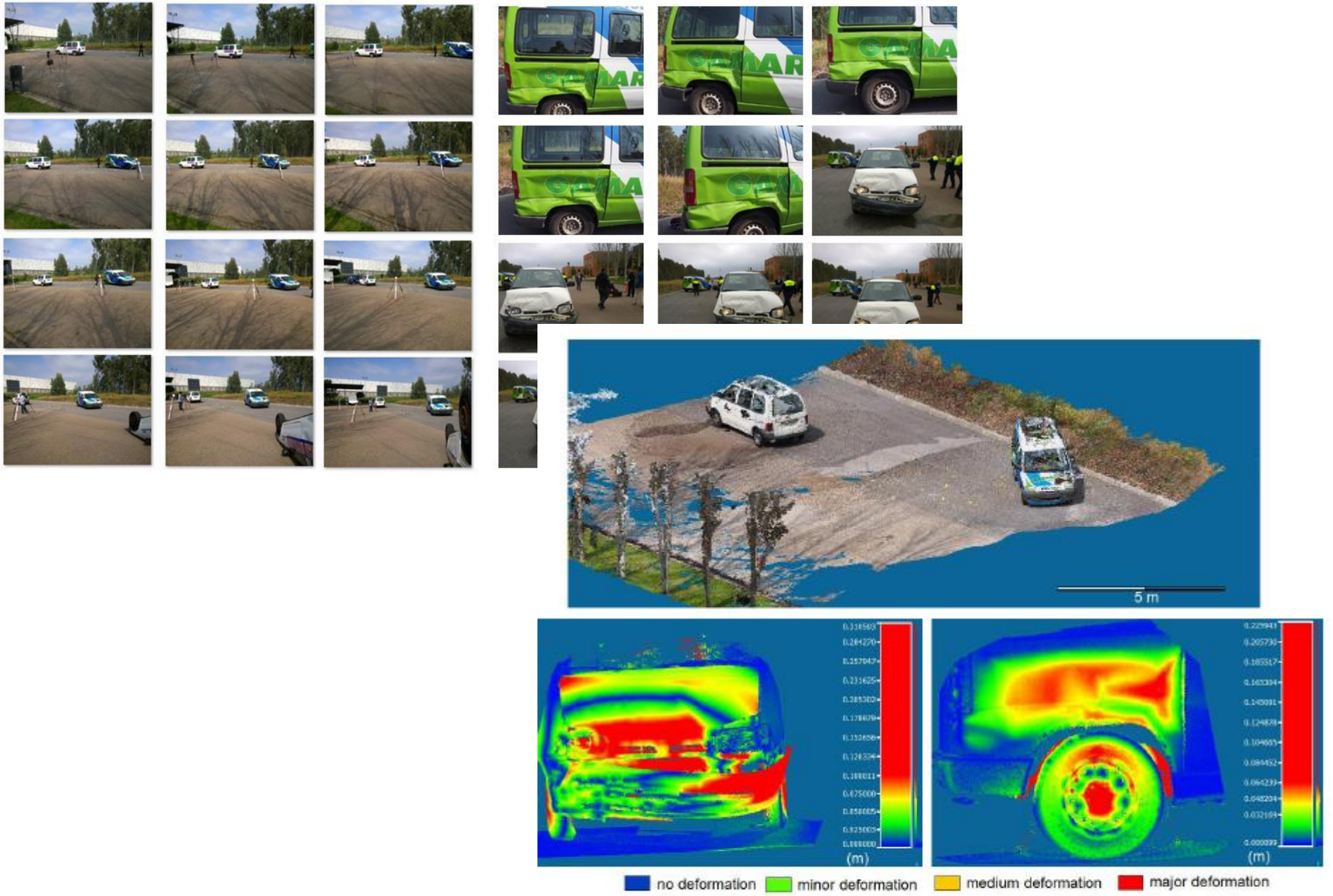
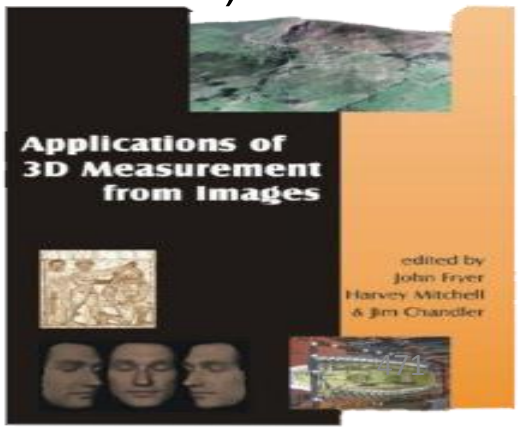


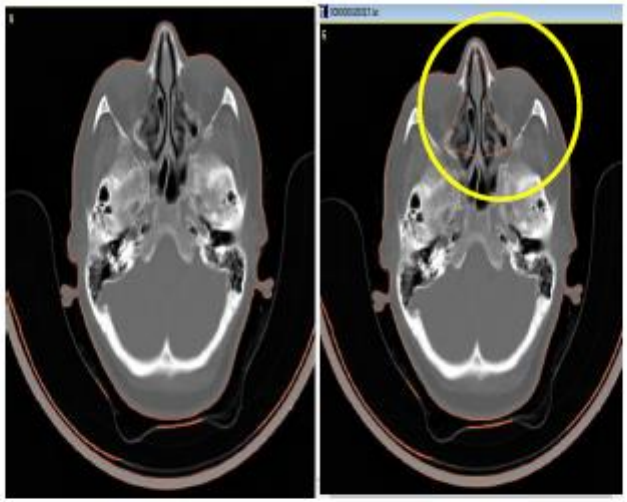
Figure 8. 3D point clouds obtained by the proposed methodology. (**Top**) General point cloud performed with a convergent protocol. (**Bottom**) Detailed deformation point cloud reconstructed with a parallel protocol.

فرید اسماعیلی

Chapter 3: Structural Monitoring(جابجایی سنجی)
Cliver Fraser
Chapter 4: Engineering & Manufacturing(مهندسی و تولید)
Stuart Robson & Mark Shortis
Chapter 5: Forensic Photogrammetry(جرم شناسی)
John Fryer
Chapter 6: Quantifying Landform Change(ارزیابی کمی تغییرات عوارض طبیعی زمین)
Jim Chandler, Stuart Lane & Jan Walstra
Chapter 7: Medicine & Sport - Measurement of Humans(پزشکی و ورزش)
Harvey Mitchell
Chapter 8: Biology & Zoology(زیست شناسی و جانور شناسی)
Albert K Chong
Chapter 9: Cultural Heritage Documentation(میراث فرهنگی)
Petros Patias
Chapter 10: Sensor Integration & Visualisation(تلفیق سنجنده ها و بصری سازی)
SF El-Hakim & JA Beraldin

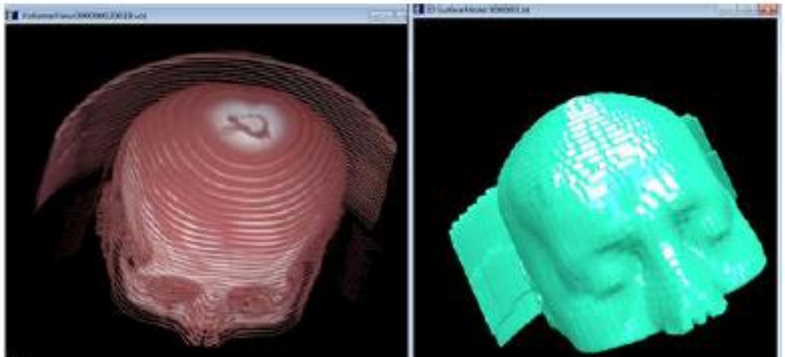


نوع تصویر پزشکی	قابلیت مدل-سازی با نرم افزارهای فتوگرامتری	مدل سازی اعضای داخلی یا خارجی بدن	حدود هزینه	دقت مدل استخراجی	مثالی از کاربرد مدل های مستخرج	نرم افزار های معمول مورد استفاده
تصاویر مرئی	دارد	خارجی	پایین	1mm	دندان پزشکی، جراحی زیبایی	AGI soft, Photo modeler
تصاویر CT Scan	ندارد	داخلی	زیاد	0.01 mm	طراحی پروتز برای بخش های آسیب دیده	3D DOCTOR, Mimics, ABAQUS
تصاویر MRI	ندارد	داخلی	زیاد	0.01 mm	تشخیص مکان تومور و حجم آن	3D DOCTOR, Mimics, ABAQUS
تصاویر رادیولوژی	ندارد	داخلی	متوسط	0.1mm	دندان پزشکی	3D DOCTOR, Mimics



شکل (۳) : سمت چپ: تصویر اولیه. سمت راست: ترسیم یک مرز مورد نظر بر روی تصویر اولیه

ارائه مدل سه بعدی: برای ایجاد مدل سه بعدی می توان از دو روش به جلوه در آوردن سطح[۹] و حجم[۱۰] استفاده کرد [۱۱]. روش جلوه سطحی، تنها اطلاعاتی از سطح جسم در اختیار می‌گذارد و اطلاعات قسمت‌های درونی سطح را نشان نمی‌دهد (شکل ۴). در حالتی که مدل کردن قسمت درونی سطح مورد نظر باشد می توان با حذف قسمت بیرونی، مدل قسمت درونی سطح را ارائه کرد. روش جلوه حجمی، اطلاعات کل سطح (قسمت بیرونی و درونی) را در اختیار می‌گذارد. بدین صورت که قسمت های بیرونی سطح به صورت شفاف و یا نیمه شفاف دیده می شوند. روش جلوه حجمی به دلیل حجم مختصات نقاط استخراجی و محاسبات زیادی که جهت بدست آوردن سایه برای نمایش لازم است، سرعت نمایشی کمتری نسبت به روش جلوه سطحی دارد. [۱۲]



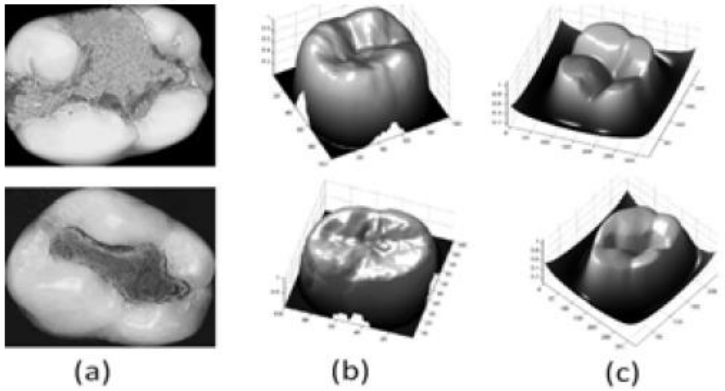


Figure 6. Experiment on teeth with significant fillings. (a) Input test image. (b) Reconstruction by the proposed algorithm (Algorithm D). (c) Reconstruction by Algorithm B.

nd a bilateral alpha level of
) calculated for these parameters
ple size (*n*) necessary to identify
lation coefficient (ICC) of 0.8
it of 0.6 (*r*), 80 per cent power,
was 16 individuals (Walter *et al.*,
f 16 individuals was defined as
ion. Both calculations were
oftware (version 5.0, Mamirauá
Institute, Belém, Pará, Brazil)
consecutive clinical sample of
eight females, aged 15–24 years
anent dentition without agenesis
subject selection criteria were

(*n* = 32) were obtained with a
era (model Rebel XTi, Canon,
mm lens at the closest focusing
lusal mirrors (model PM3R-4,
nsylvania, USA) were used to
phs. One standardized occlusal
and lower dental arches were
obtained for each individual. The mirror was positioned in contact with the opposite dental arch to that being photographed, and the camera lens was as much as possible perpendicular to the flat mirror. Special attention was given to avoid tilting the mirror or the camera. In addition to prevent movement of the buccinator muscle and lips, an acrylic lip retractor (model 0118-LR, Orthoply) was used (Figure 1). An occlusal ruler was bonded on the acrylic retractor to allow dental arch images to be measured with the aid of digital software (Figure 2). Mesio-distal tooth

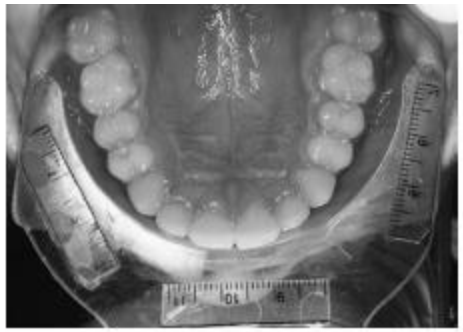


Figure 2 Tooth size (mesio-distal) and dental (inter-canine and inter-molar) arch measurements.

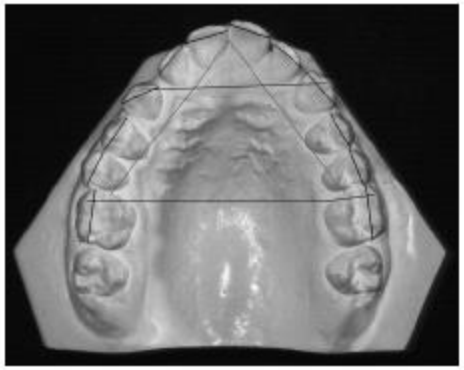


Figure 3 Occlusal millimeter ruler, made from an acrylic retractor for occlusal photographs. Straight segments of the ruler were bonded in the anterior and lateral portions of the retractor.

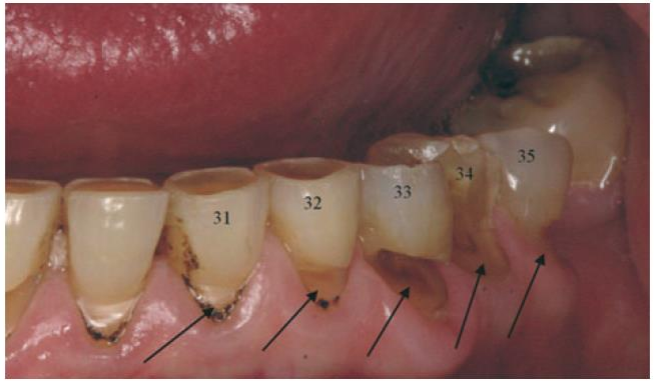
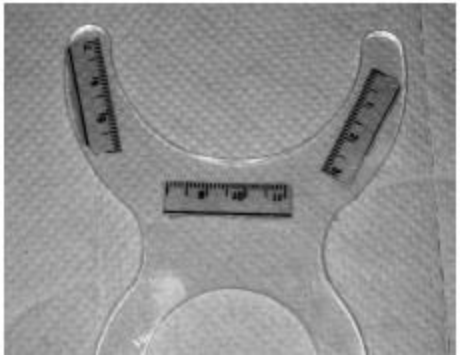
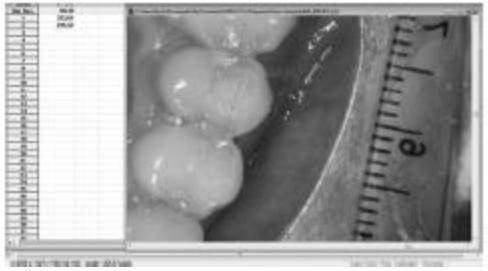
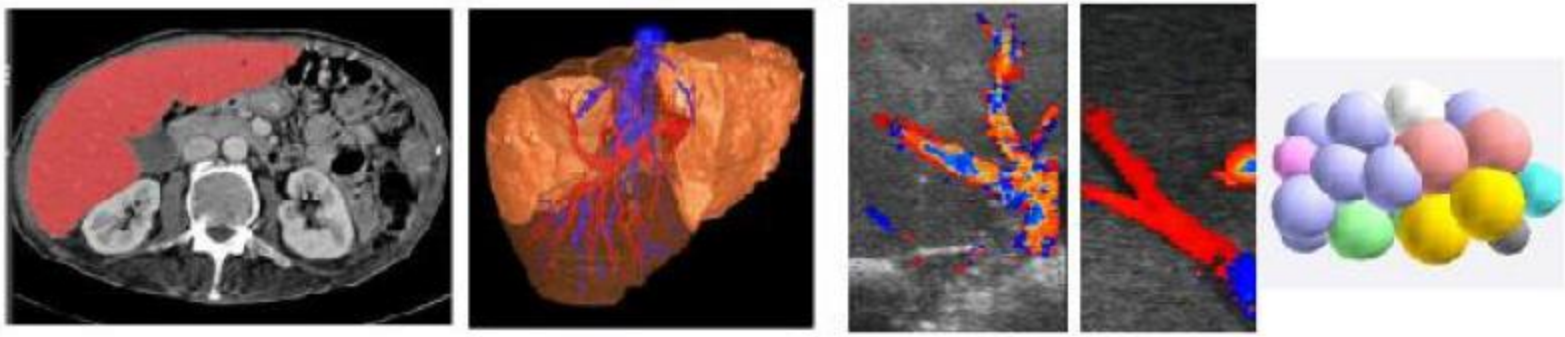


FIG. 1. Lower left quadrant of a female patient aged 81 years with NCCLs affecting all teeth (black arrows): 31 and 32 (incisors) show shallow lesions, 33 a lesion extending into pulp chamber now filled with reparative dentine; 34 shows bulk loss of enamel and dentine; also erosion affecting occlusal/incisal surfaces with dentine "cupping" affecting all teeth.



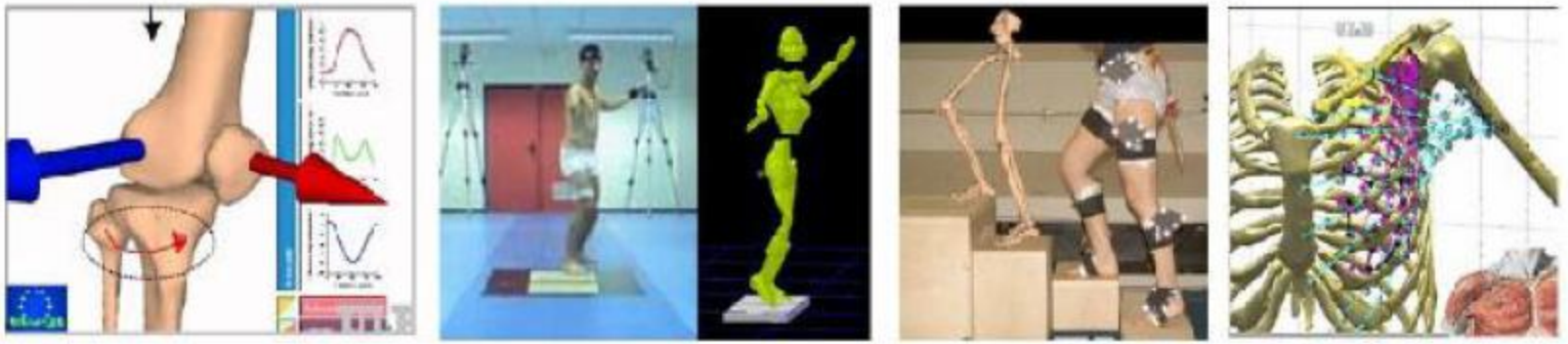




Some actual works of the Medical and Biological Informatics group directed by Hans Peter Meinzer (from left to right): segmentation of liver in CT images, 3D reconstruction of liver and vessel systems, blood flows in echographic images of liver, 3D simulation of cell migrations.

(شکل۲) [۱۱]

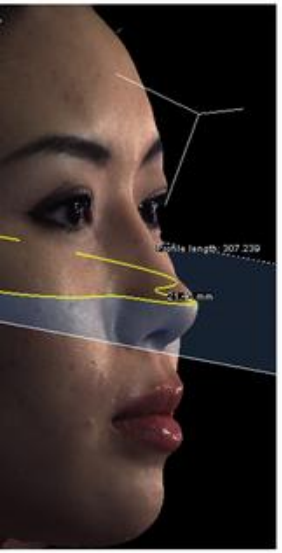
از موارد دیگر کاربرد فتوگرامتری در پزشکی می توان مطالعه روی نحوه حرکت ، رشد، تنفس و تغییر شکل نام برد.[۱۵]



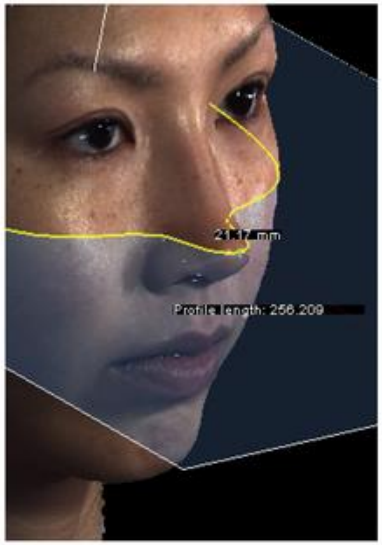
Some of the works where Serge Van Sint Jan is involved (from left to right):

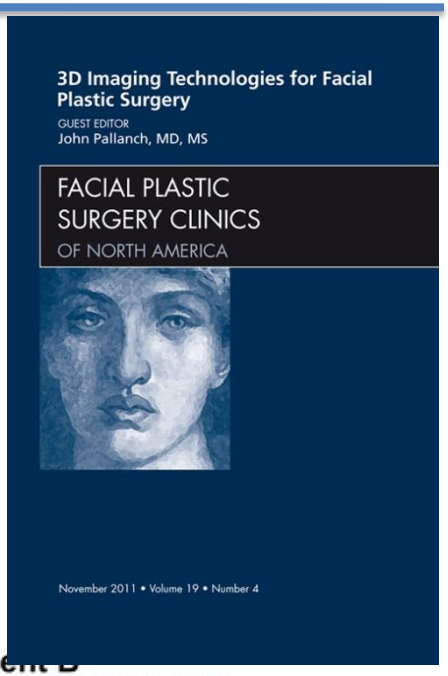
کاربرد های حوزه پزشکی

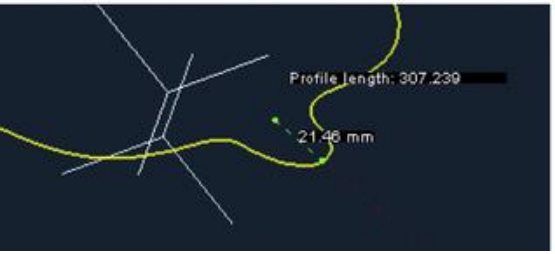
Patient A



Patient B

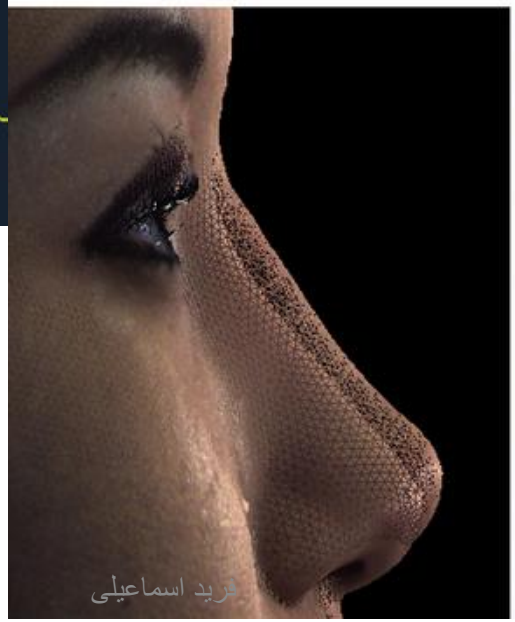




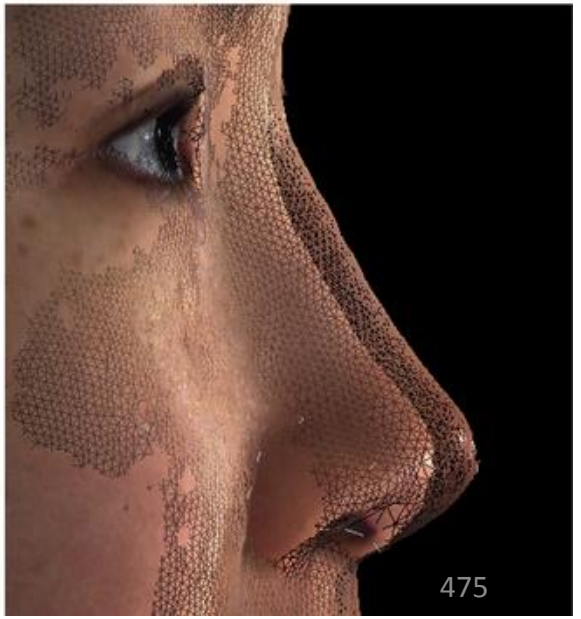




Patient A



Patient B



کاربرد های حوزه پزشکی



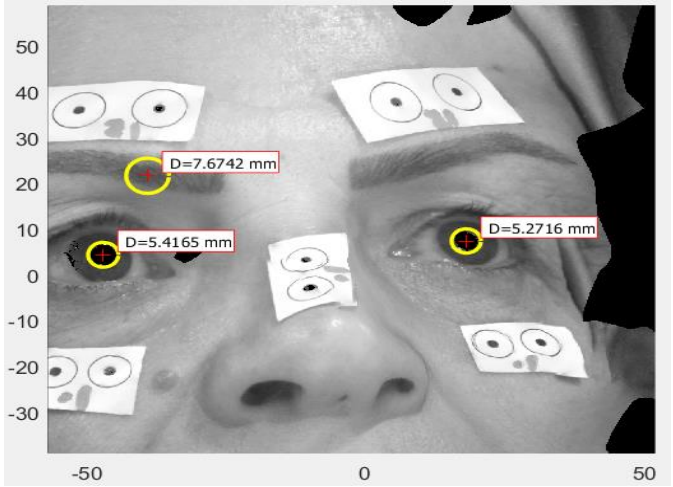


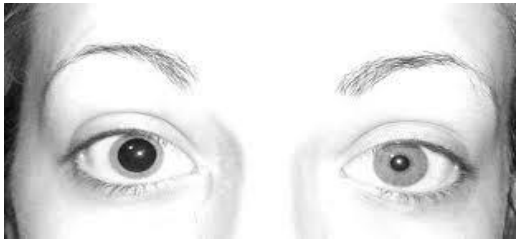


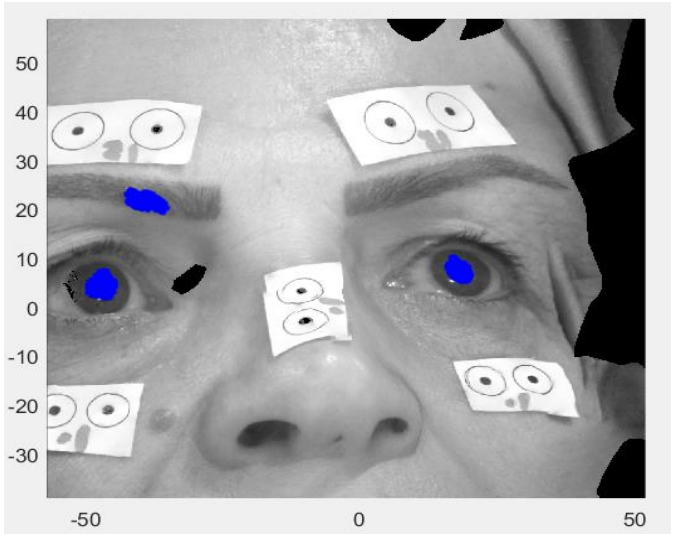




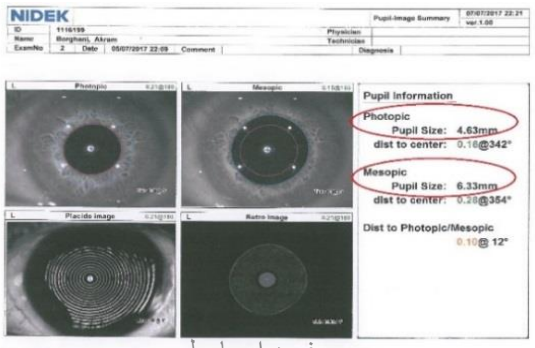
معرفی پژوهش های انجام شده توسط نگارنده :

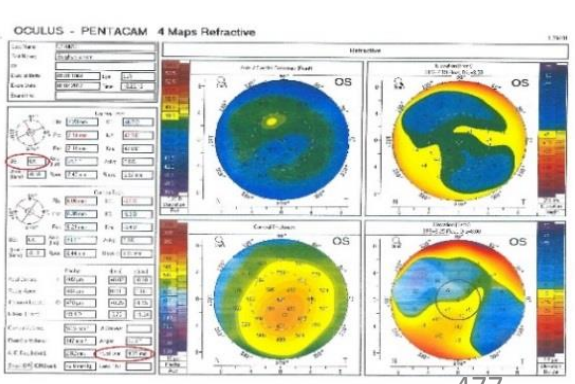












کاربرد های حوزه پزشکی



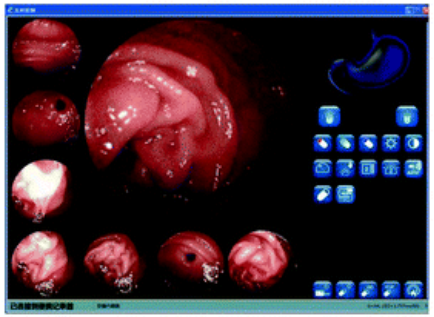
Navigation System



Magnetic Capsule



Capsule Locator



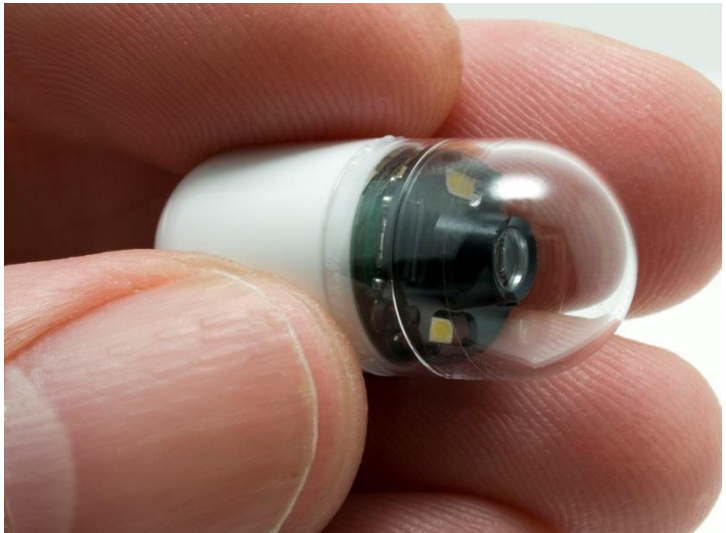
ESNavi Software



Data Recorder and RF receiver cloth



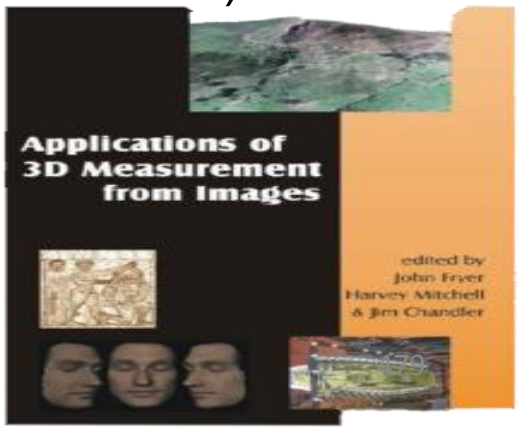
Leica M720 OH5 and M525 OH4







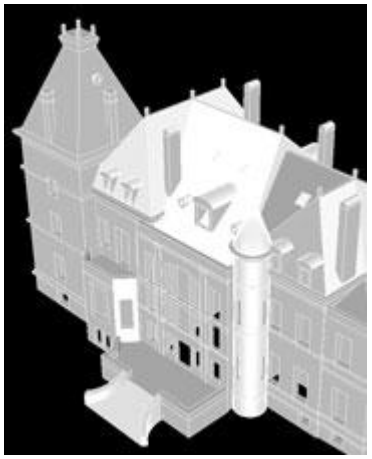
Chapter 3: Structural Monitoring(جابجایی سنجی)
Cliver Fraser
Chapter 4: Engineering & Manufacturing(مهندسی و تولید)
Stuart Robson & Mark Shortis
Chapter 5: Forensic Photogrammetry(جرم شناسی)
John Fryer
Chapter 6: Quantifying Landform Change(ارزیابی کمی تغییرات عوارض طبیعی زمین)
Jim Chandler, Stuart Lane & Jan Walstra
Chapter 7: Medicine & Sport - Measurement of Humans(پزشکی و ورزش)
Harvey Mitchell
Chapter 8: Biology & Zoology(زیست شناسی و جانور شناسی)
Albert K Chong
Chapter 9: Cultural Heritage Documentation(میراث فرهنگی)
Petros Patias
Chapter 10: Sensor Integration & Visualisation(تلفیق سنجنده ها و بصری سازی)
SF El-Hakim & JA Beraldin



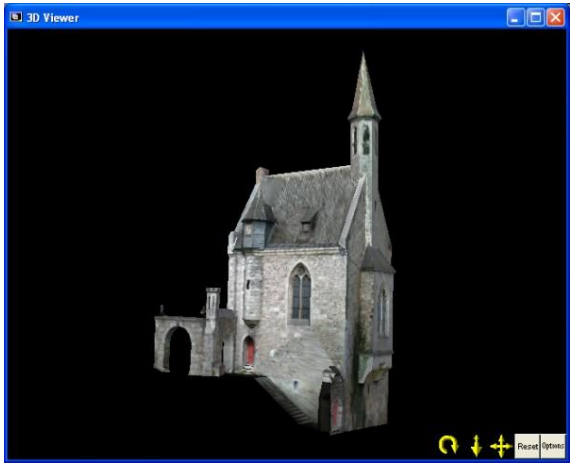
Notre Dame de Paris



نمونه محصولات تولیدی از ساختمانEmmaburg

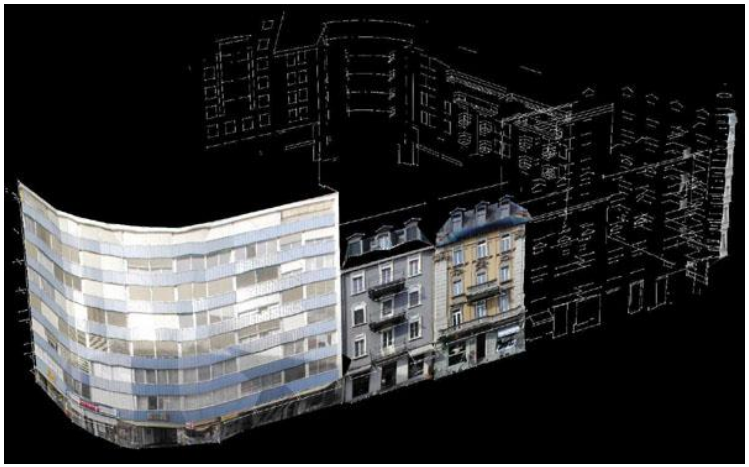








مدلسازی واقعی مرکز تاریخی لورانس در سویس



- هدف: تبلیغ مرکز بر روی اینترنت برای جلب مشتریان
- مدلسازی بسیار ارزنتر و سریعتر از روشهای نقشه برداری



ارزیابی مدلسازی سه بعدی با استفاده از لیزر اسکنر های نوری

The 2nd National Conference on
Geospatial Information Technology (NCGIT)

K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering

18 January 2017

دومین کنفرانس ملی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ دی ماه ۱۳۹۵

ارزیابی روش های فتوگرامتری برد کوتاه و لیزر اسکنینگ در تولید مدل سه بعدی از اشیا باستانی

راضیه رستمی جاوید [۱*]، حمید عبادی [۲]، فرید اسماعیلی [۳]

۱- کارشناس نقشه برداری، دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۲- استاد گروه فتوگرامتری و سنجش از دور، دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
۳- دانشجوی دکتری فتوگرامتری، دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



شکل ۲: الف_ دوربین مورد استفاده در پروژه ب_ دستگاه لیزر اسکنر P015



شکل ۸: نماهای مختلف از تورمجازی

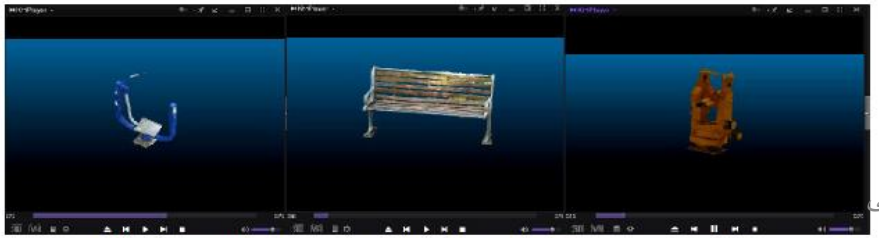
ین پروژه در ویسایت http://zanganeh.byethost32.com/ بارگذاری شده است و می‌توان تمام مدل ها و انیمیشن‌هـا و
عکس‌های ساخته شده را به‌صورت آنلاین مشاهده کرد که در شکل (۹) نمایش داده شده است.





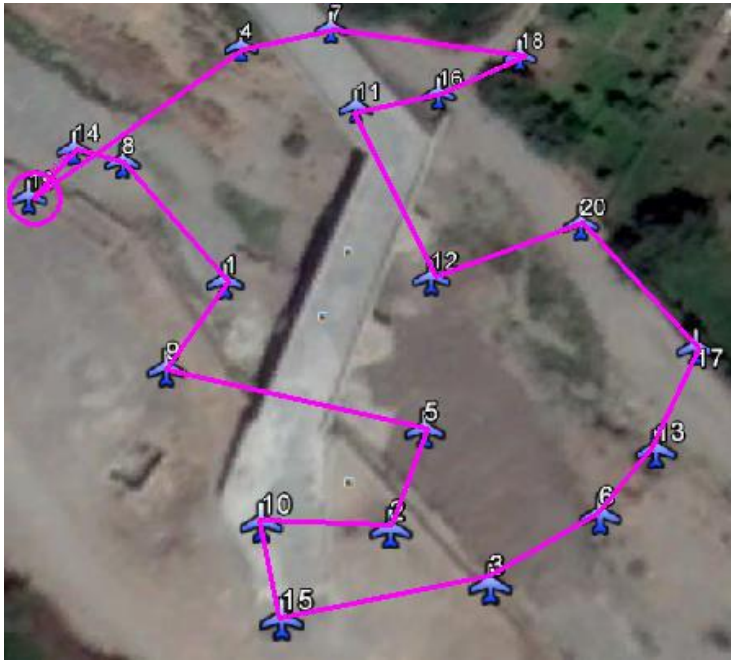
شکل ۵: خروجی مدل سازی سه بعدی در قالب مثلث بندی ابر نقاط استخراجی و انطباق بافت بر روی آن از دو عارضه مورد مطالعه در تولید تور مجازی در این مقاله

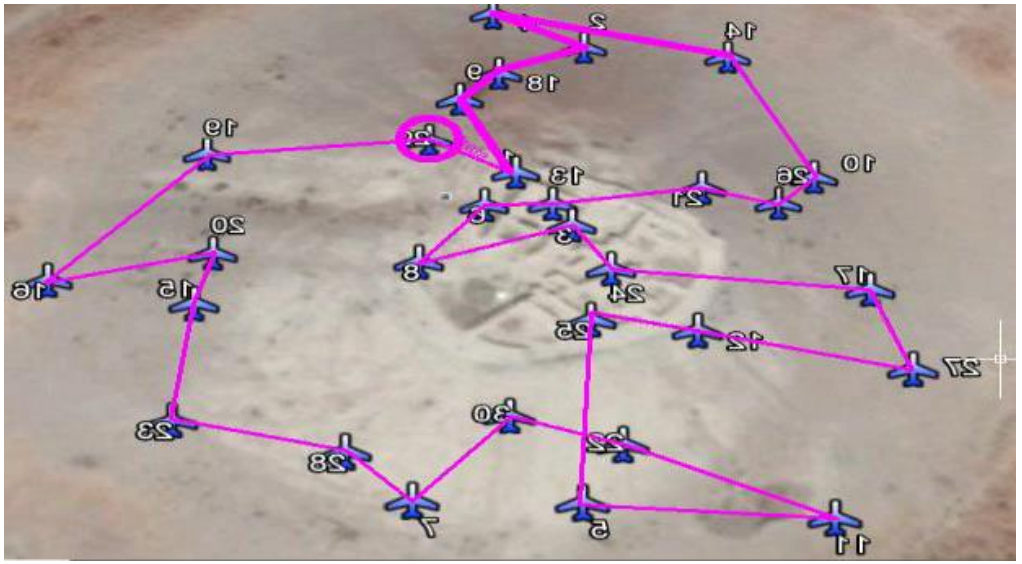
همچنین به کمک نرم افزار CloudCompare از سه عارضه دوربین، صندلی و وسیله ورزشی برای استفاده در تورمجازی، انیمیشن تهیه شده است.(شکل (۶))

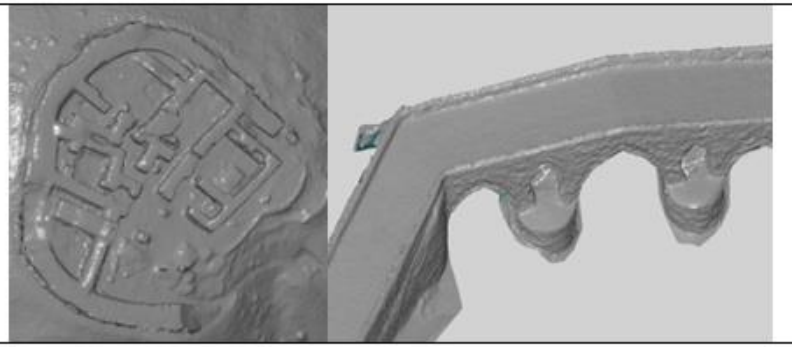


شکل ۶ : خروجی انیمیشن های ساخته شده از مدلهای سه بعدی در قالب مثلث بندی ابر نقاط

معرفی مقالات ارائه شده توسط نگارنده :





	
مونه مدل های تولید شده پروژه های پایلوت جهت تست عملکرد UAV های فانتوم ۳ و ۴	نمونه تصاویر پروژه های پایلوت جهت تست عملکرد UAV های فانتوم ۳ و ۴

معرفی مقالات ارائه شده توسط نگارنده :



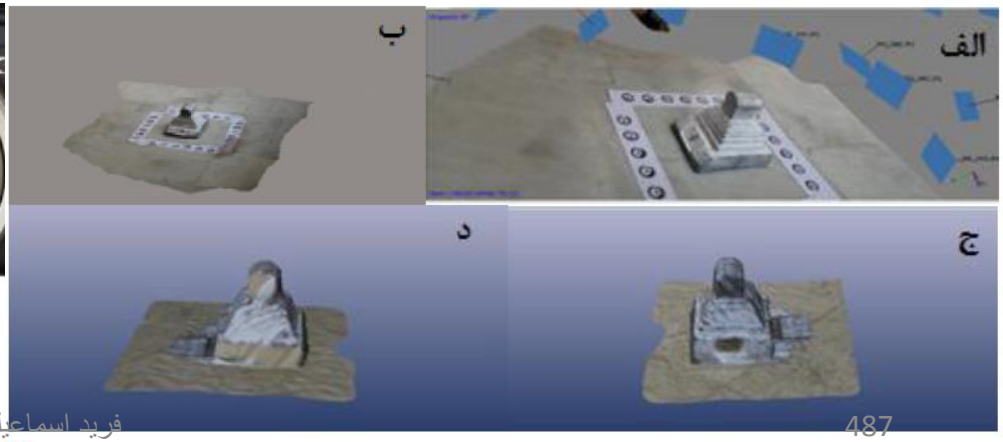
ارزیابی مدلسازی سه بعدی با استفاده از لیزر اسکنر های نوری

جدول ۱: مقایسه مدل حاصل از روش فتوگرامتری برد کوتاه و دستگاه لیزر اسکنر

روش ایجاد مدل از عارضه	حضور اپراتور	سهولت	هزینه	زمان	سایر	نرم افزار	حداقل RMS حاصل از مقایسه مدل نرم افزار مورد نظر با مدل لیزراسکنر (میلی متر)	حداکثر RMS حاصل از مقایسه مدل نرم‌افزار مورد نظر با مدل لیزراسکنر (میلی متر)
فتوگرامتری برد کوتاه	متوسط	زیاد	کم	کم	- عدم تغییر در عارضه - امکانپذیر در هر مکان	ایجی سافت	۱/۱۳	۳/۰۱
						کانتکست کیچر	۱/۲۷	۱/۹۴۱۳۱
						فتومدلر	-	۸/۴۴
دستگاه لیزراسکنر P015	کم	متوسط	زیاد (هزینه تهیه دستگاه لیراسکنر)	زیاد	- استفاده از پودر آمونیاک و تغییر در عارضه - محدودیت ابعاد عارضه	-	-	-







شکل ۲: الف_ دوربین مورد استفاده در پروژه ب_ دستگاه لیزر اسکنر P015



لیزر اسکنر های دستی



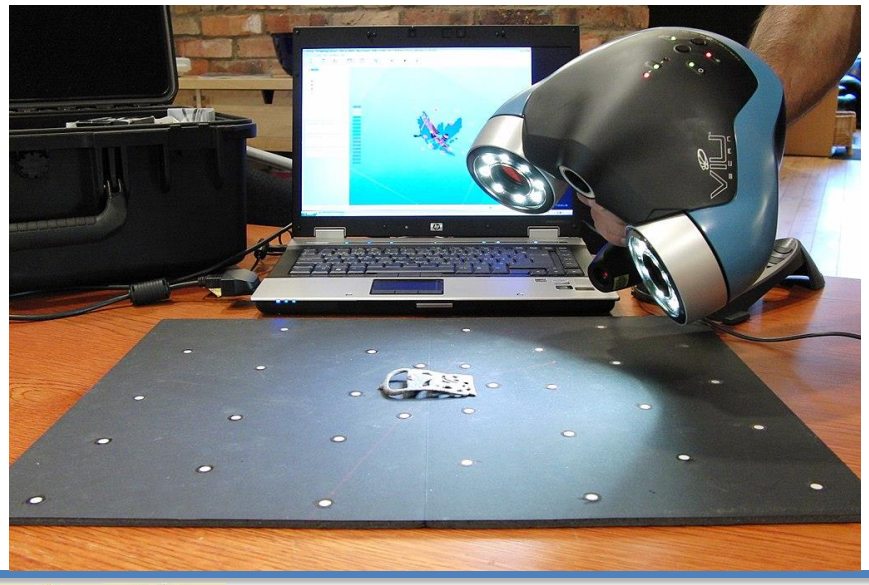
لیزر اسکنر های زمینی حرفه ای

نمونه مطالعات خاص و تکنیک های نوین

لیزر اسکنر های نوری مبتنی بر
تکنیک های فتوگرامتری مبنا











نمونه مطالعات خاص و تکنیک های نوین





تصویر برداری پهپاد مبنا

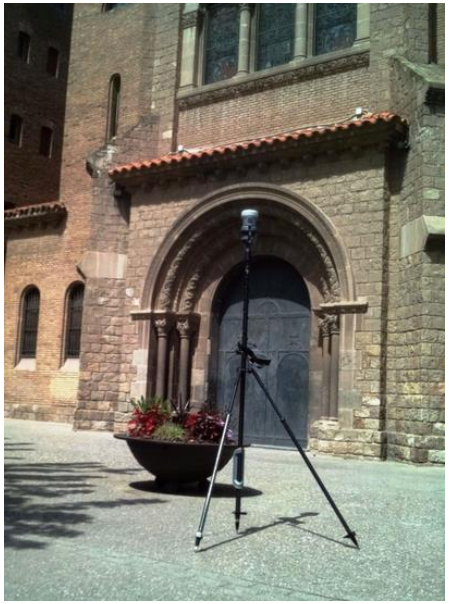




لیزر اسکنر پهپاد مبنا



فتوگرامتری پهپاد مبنا با سنسور های ترکیبی







سیستم های مبتنی بر تصویر برداری پنورامیک

سیستم های Mobile Mapping اتومبیل مبنا و ربات مبنا

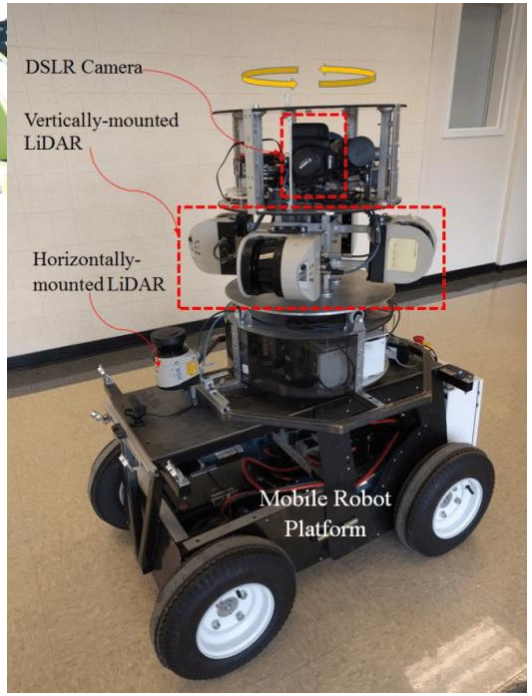




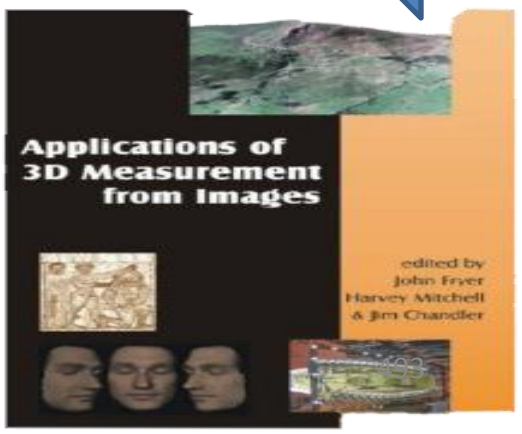








Chapter 3: Structural Monitoring(جابجایی سنجی)
Cliver Fraser
Chapter 4: Engineering & Manufacturing(مهندسی و تولید)
Stuart Robson & Mark Shortis
Chapter 5: Forensic Photogrammetry(جرم شناسی)
John Fryer
Chapter 6: Quantifying Landform Change(ارزیابی کمی تغییرات عوارض طبیعی زمین)
Jim Chandler, Stuart Lane & Jan Walstra
Chapter 7: Medicine & Sport - Measurement of Humans(پزشکی و ورزش)
Harvey Mitchell
Chapter 8: Biology & Zoology(زیست شناسی و جانور شناسی)
Albert K Chong
Chapter 9: Cultural Heritage Documentation(میراث فرهنگی)
Petros Patias
Chapter 10: Sensor Integration & Visualisation(تلفیق سنجنده ها و بصری سازی)
SF El-Hakim & JA Beraldin



4. Surveys and analysis

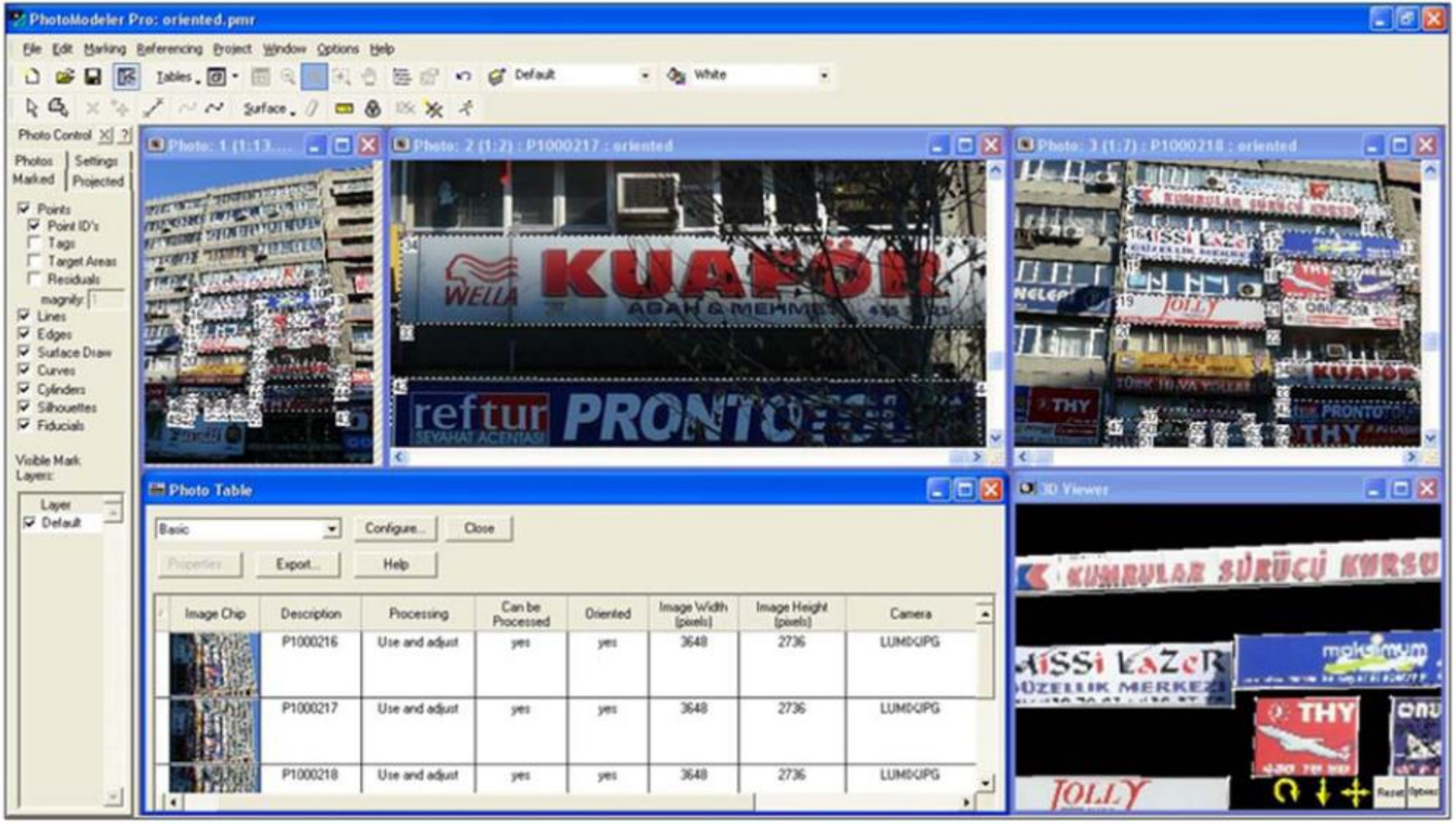


Fig. 8. Measuring signs and advertising and camera shooting stations.

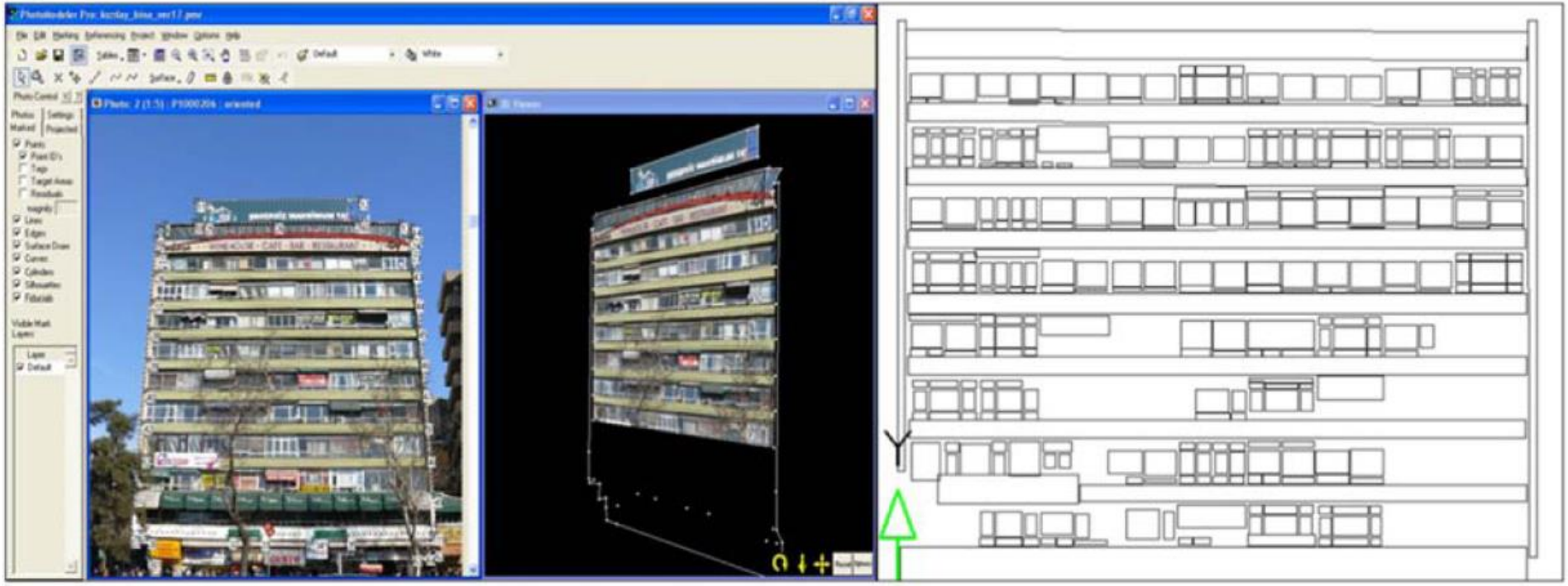


Fig. 9. The process of 3D building façade generation with drawing plan.

5. Application stage

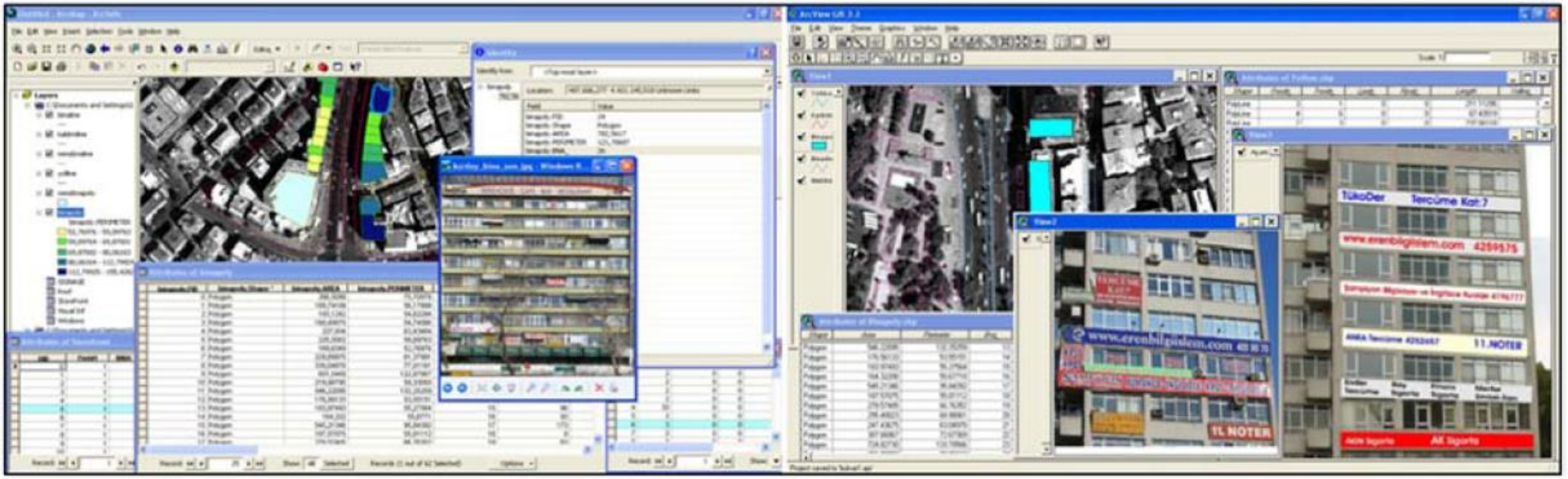


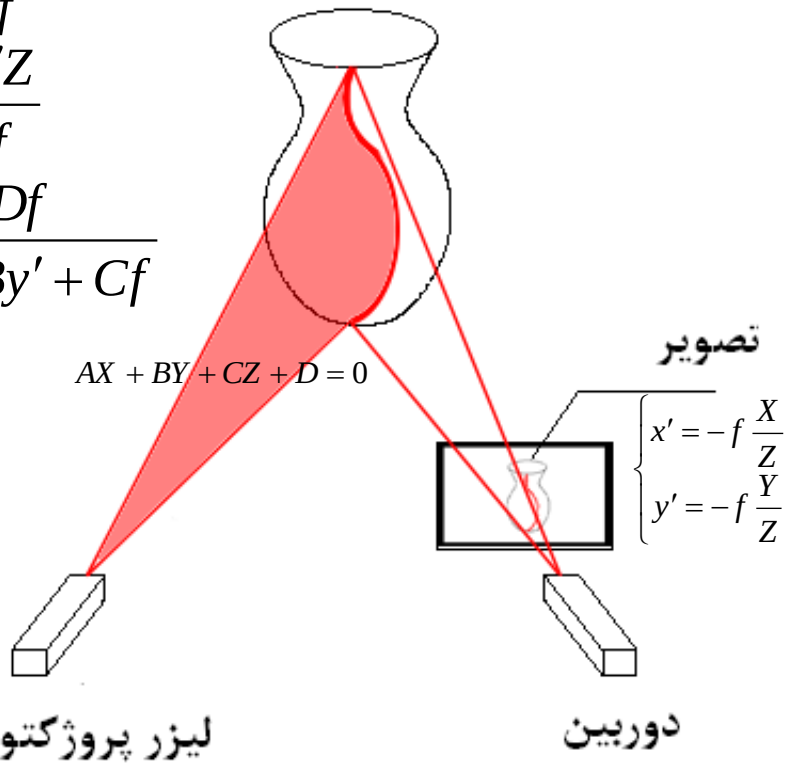
Fig. 12. Samples of arrangements and designs for street-building façades.

5. Application stage



Fig. 11. Re-design example of building façade exteriors.

$$\Rightarrow \begin{cases} X = \dfrac{x'Z}{f} \\ Y = \dfrac{y'Z}{f} \\ Z = \dfrac{-Df}{Ax' + By' + Cf} \end{cases}$$







	DAVID Starter-Kit	DAVID SLS-2
Scan Object Sizes	10mm - 400mm	10mm - 500mm
Accuracy	~0.5% of object size	~0.1% of object size
Single Scan Time	~40s	2-4s
Handling / Comfort	+	+++
Mobility	+ (modular setup)	+++ (scanner on tripod)
Texturing	yes (color)	yes (color)
Price (incl. VAT)	€ 499.00	€ 2320.50

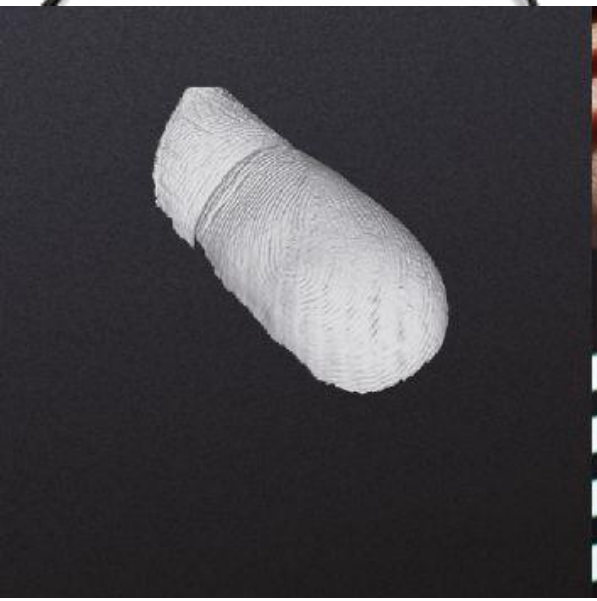
انواع محصولات DAVID

















معرفی لیزر اسکنر نوری دیوید

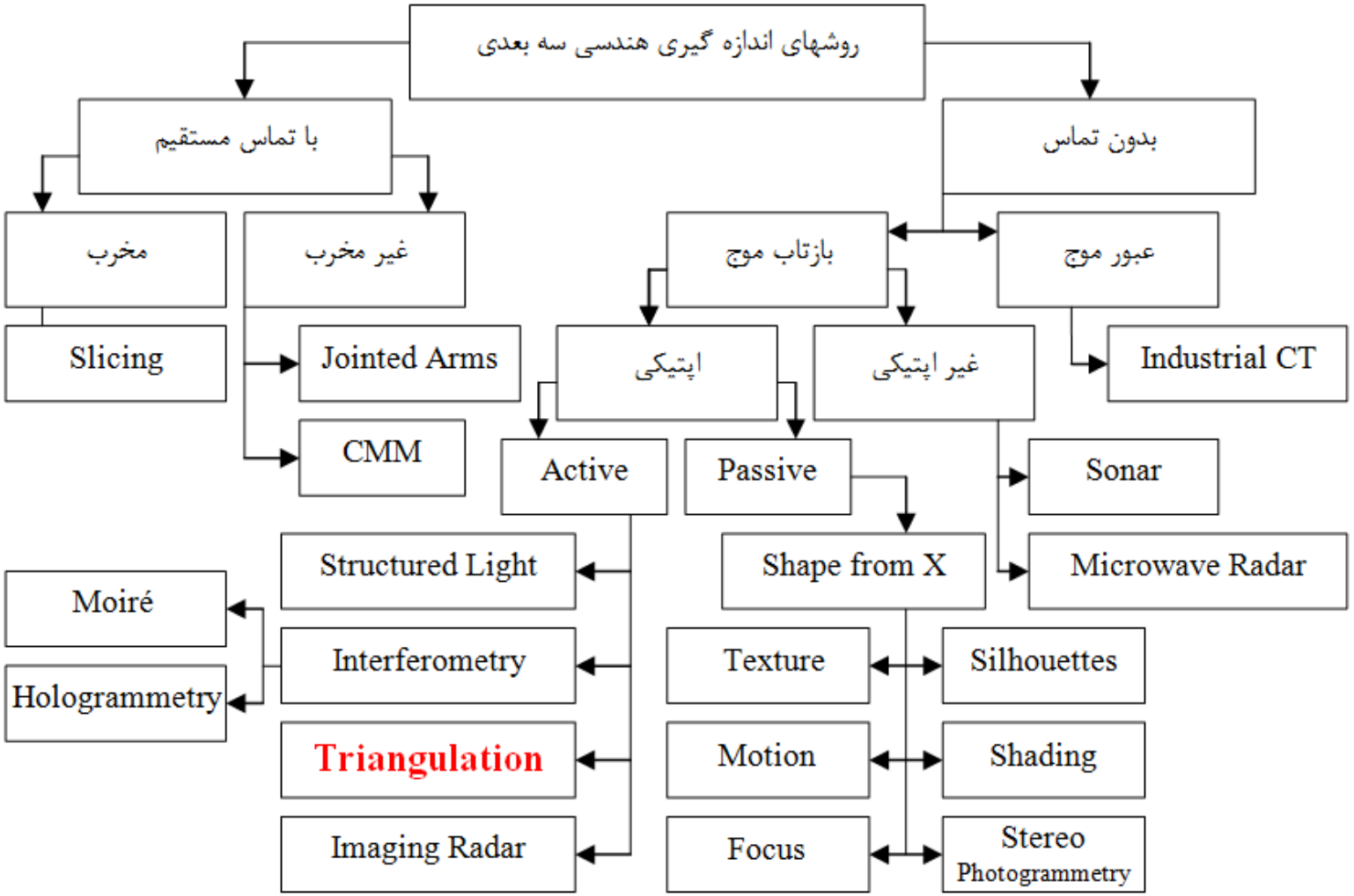











روشهای اندازه گیری هندسی سه بعدی
با تماس مستقیم
بدون تماس
مخرب
غیر مخرب
بازتاب موج
عبور موج
Slicing
Jointed Arms
اپتیکی
غیر اپتیکی
Industrial CT
CMM
Active
Passive
Sonar
Structured Light
Shape from X
Microwave Radar
Moiré
Interferometry
Texture
Silhouettes
Hologrammetry
Triangulation
Motion
Shading
Imaging Radar
Focus
Stereo
Photogrammetry

The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-4/W4, 2017
Tehran's Joint ISPRS Conferences of GI Research, SMPR and EOEC 2017, 7–10 October 2017, Tehran, Iran

HANDY MICROSCOPIC CLOSE-RANGE VIDEOGRAMMETRY

F. Esmaeili [a, *], H. Ebadi [b]

[a] Geodesy and Geomatics Eng. Faculty, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran - faridesm@mail.kntu.ac.ir
[b] Geodesy and Geomatics Eng. Faculty, K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran - ebadi@kntu.ac.ir

KEY WORDS: Close-range photogrammetry, Microscopic Imaging, Micrometer Calibration Ruler, Videogrammetry, Hand USB Digital Microscope



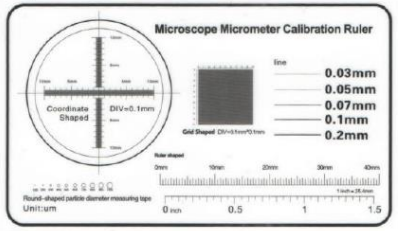
Trademark of the microscope: Coolingtech
Resolution of the camera: 1.3 megapixels CMOS
Magnitude: 500 times



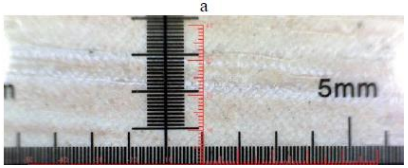
Trademark of the microscope: Medic
Resolution of the camera: 2 megapixels CCD
Magnitude: 200 times

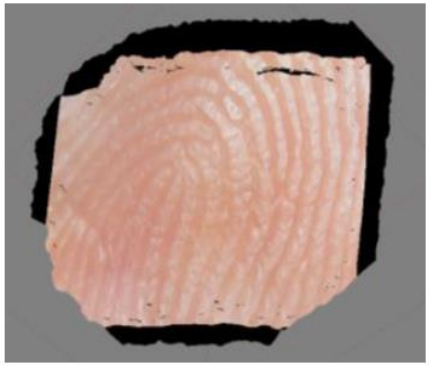
Figure 1. Hand microscopes used in the research and their specifications

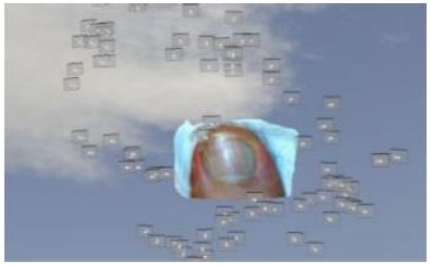
available on the image can be measured with the help o
calibration ruler at a fixed focal length used for measureme
as shown in Figure 3-b, and the checkmarks can then help ma
the measurements also on the original images. The measurem
can also be made at the same time as the microsc
micrometre calibration ruler is located on the environm
(Figure 4).



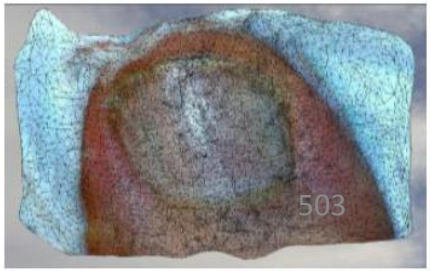
a





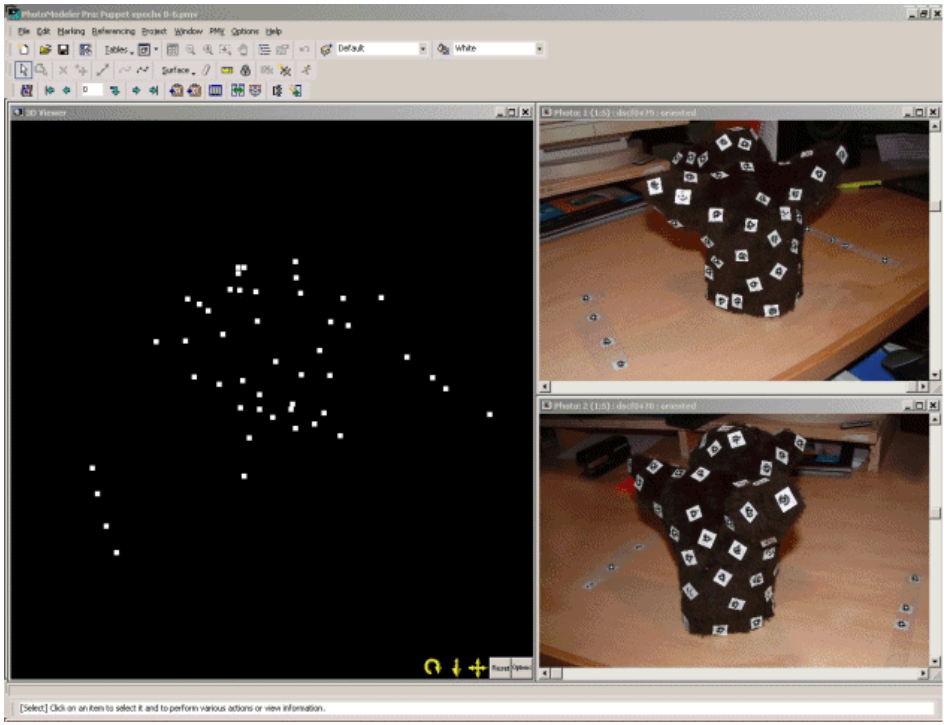




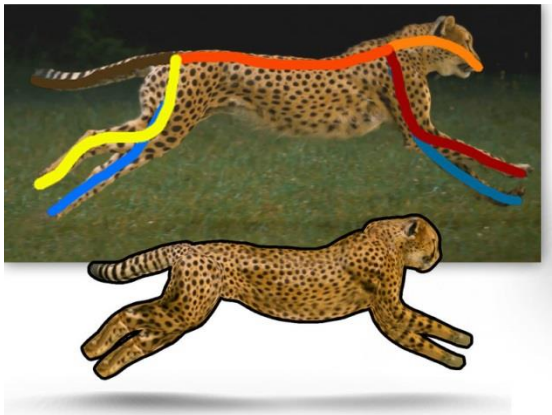


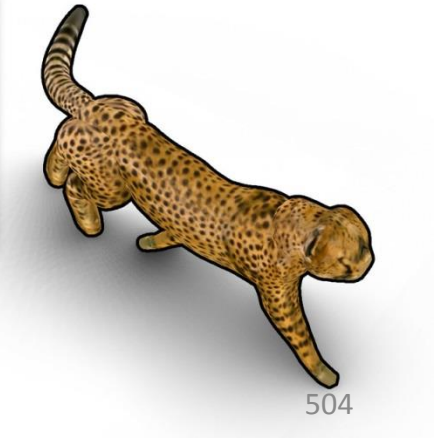
مدلسازی سه بعدی برای تهیه فیلم و کارتون











اهداف

- تهیه مدلهای سه بعدی جهت استفاده در انیمیشن سازی
- آموزش
- اندازه گیری ابعاد اجزاء عوارض




XBOX 360


KINECT
for XBOX 360
KINECT
for XBOX 360

اندازه گیری حفره های به وجود آمده در لنگر یک کشتی

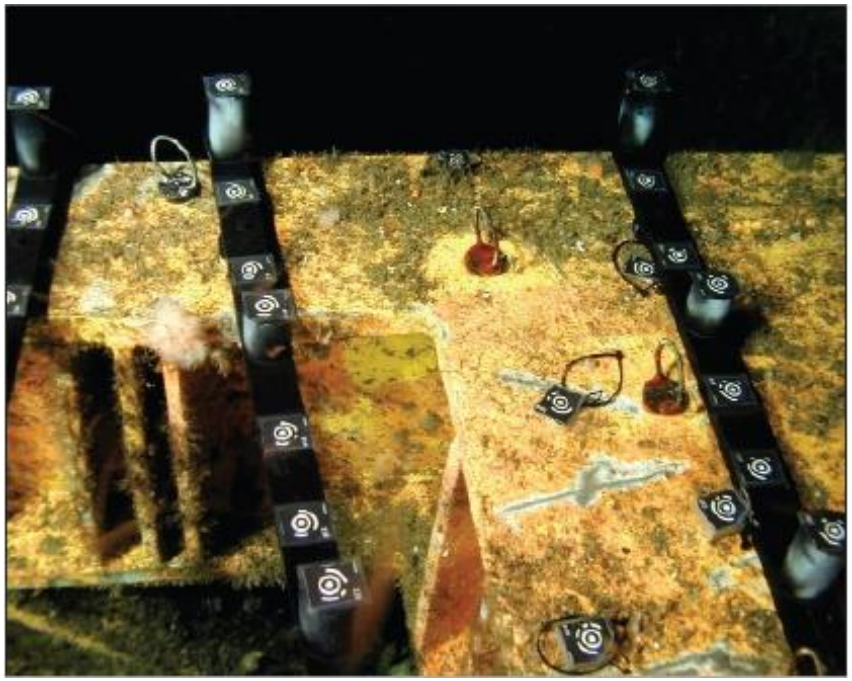
مشخصات پروژه



- ابعاد لنگر در حدود 2m x 2m
- دقت مورد نیاز در حد 0.3 mm
- استفاده از یک دوربین ویدئویی ضد آب

مراحل انجام کار

- تهیه تعدادی میله تارگت دار با ابعاد مشخص
- پخش میله ها توسط ماشین با کنترل از راه دور بر روی لنگر و در اطراف حفره ها
- فیلمبرداری و ارسال به محل انجام اندازه گیری ها
- تعیین بهترین مکان عکسبرداری و گرفتن عکس و فیلم های مناسب
- توجیه عکس ها و انجام اندازه گیری های مورد نیاز.



sensors

MDPI

Article

Underwater Photogrammetry and Object Modeling: A Case Study of Xlendi Wreck in Malta

Pierre Drap [1,*,†], Djamal Merad [1,†], Bilal Hijazi [1,†], Lamia Gaoua [1,†], Mohamad Motasem Nawaf [1,†], Mauro Saccone [1,†], Bertrand Chemisky [2,†], Julien Se Jean-Christophe Sourisseau [3,†], Timmy Gambin [4,†] and Filipe Castro [5,†]

Received: 20 October 2015; Accepted: 25 November 2015; Published: 4 December 2015
Academic Editors: Fabio Menna, Fabio Remondino and Hans-Gerd Maas

1 Aix Marseille Université, CNRS, ENSAM, Université De Toulon, LSIS UMR 7296, 13397 Ma
Djama.Merad@univ-amu.fr (D.M.); Bilal.Hijazi@univ-amu.fr (B.H.); Lamia.Gaoua@univ-a
Mohamad-Motasem.Nawaf@univ-amu.fr (M.M.N.); Mauro.Saccone@uniroma3.it (M.S.)
2 COMEX, COmpanie Maritime d'EXpertise 36 boulevard des Océans, 13009 Marseille, Fran
b.chemisky@comex.fr (B.C.); j.seinturier@comex.fr (J.S.)
3 Aix Marseille Université, CNRS, Ministère de la Culture et de la Communication, CCJ UM
13094 Aix En Provence, France; Jean-Christophe.Sourisseau@univ-amu.fr
4 Archaeology Centre (Car Park 6), University of Malta, Msida MSD 2080, Malta;
Timmy.Gambin@um.edu.mt
5 Ship Reconstruction Laboratory 4352 TAMU, Texas A & M University, College Station, TX 77843, USA;
fvcastro@neo.tamu.edu









فرید اسماعیلی

UAV Photogrammetry



برخی از مهمترین کاربرد های سیستم های UAV

✓ مدل سازی سه بعدی از سطح زمین و یا یک عارضه خاص

- برداشت و تهیه نقشه های توپوگرافی بزرگ مقیاس و کوچک مقیاس با وسعت محدود و وسعت های بالا
- برداشت و تهیه نقشه های کاداستر زراعی و روستایی
- تهیه مدل سه بعدی از سایت های باستانی و آثار باستانی بزرگ مقیاس همچون پل یا گنبد یا ساختمان
- مدل سازی با استفاده از تصاویر NIR یا حرارتی
- تهیه عکس نقشه ها

✓ مدیریت بحران (پیشبینی بحران، قبل از وقوع بحران، حین وقوع بحران، بعد از وقوع بحران)

- پایش تغییرات در مدیریت بحران در بازه های زمانی کوتاه و به صورت فوری
- مدیریت صحنه بحران (مهار بحران، جستجو، نجات)
- پیشبینی بحرانهای آتش سوزی، سیل، خشکسالی، آتشفشان،
- برآورد خسارت حاصل از بحران های آتش سوزی، زلزله، سیل، زمین لغزش، آتشفشان، بارش برف

✓ پدافند غیر عامل

- اعلام خبر (Early Warning)؛ مکان یابی (Site Selection)

برخی از مهمترین کاربرد های سیستم های UAV

✓ کاربرد های نظامی

- مدیریت بلادرنگ صحنه نبرد
- صدور اخطار های ضرب الاجل در صحنه نبرد
- تصویربرداری نا محسوس از پتانسیل های جبهه مقابل
- تصویربرداری بلادرنگ حرارتی در شب

✓ کاربرد های سنجش از دور

- تهیه نقشه های کاربری اراضی، پوشش اراضی، یخ و برف سنجی، تخریب جنگل ها و مراتع، تعیین آفت گیاهی، رطوبت سنجی خاک، پایش خط ساحلی، کنترل ترافیک، تعیین هدر رفت حرارتی، تهیه نقشه تغییرات، برداشت داده های آموزشی، تهیه نقشه های خاک شناسی، پایش گسل ها و زمین لغزش، مطالعات توسعه شهری، پایش آتشفشان ها، استخراج داده های هواشناسی، برآورد سطح محصولات کشاورزی، تعیین آلودگی های نفتی در سطح آب،

تقاطع آزادراه زنجان تبریز و جاده
ماهنشان

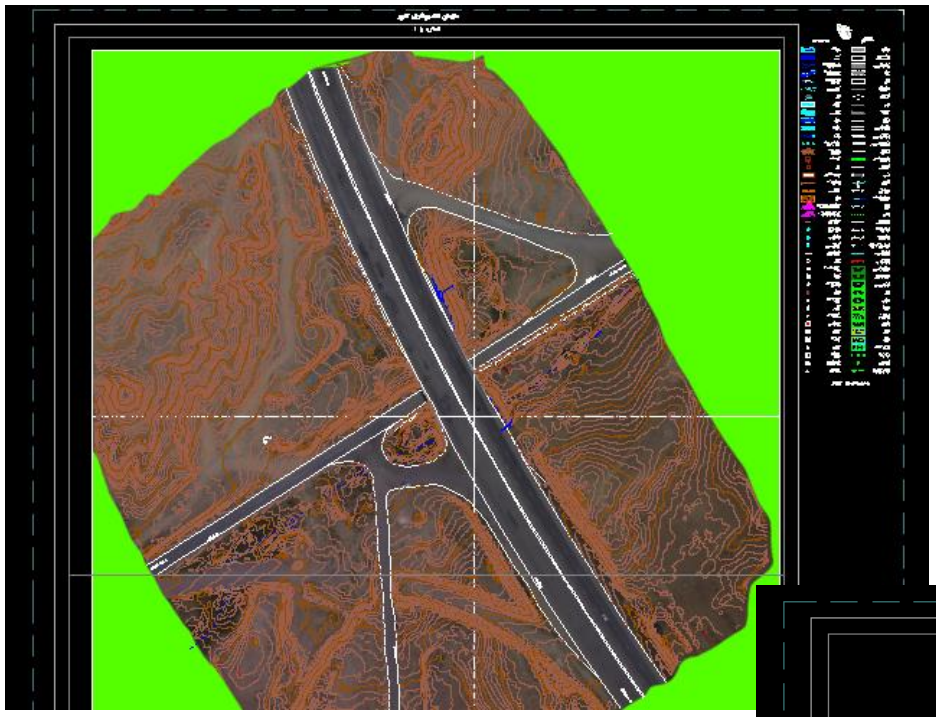


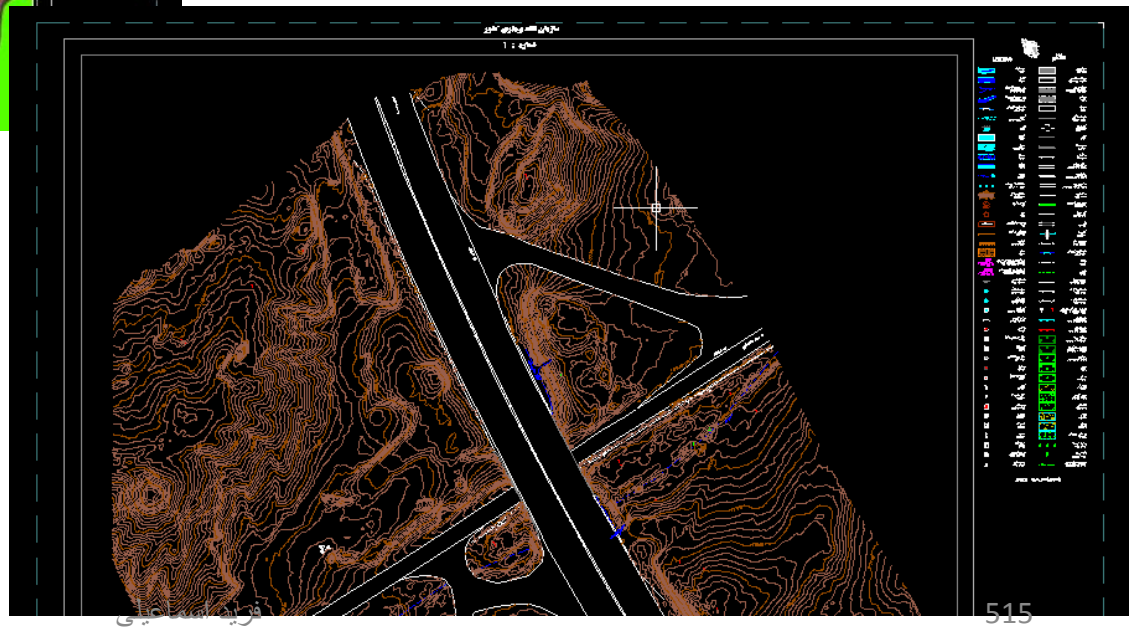


ورداورد – آتی شهر

نمونه خروجی های تهیه شده با استفاده از دستگاه فانتوم ۴ – نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰







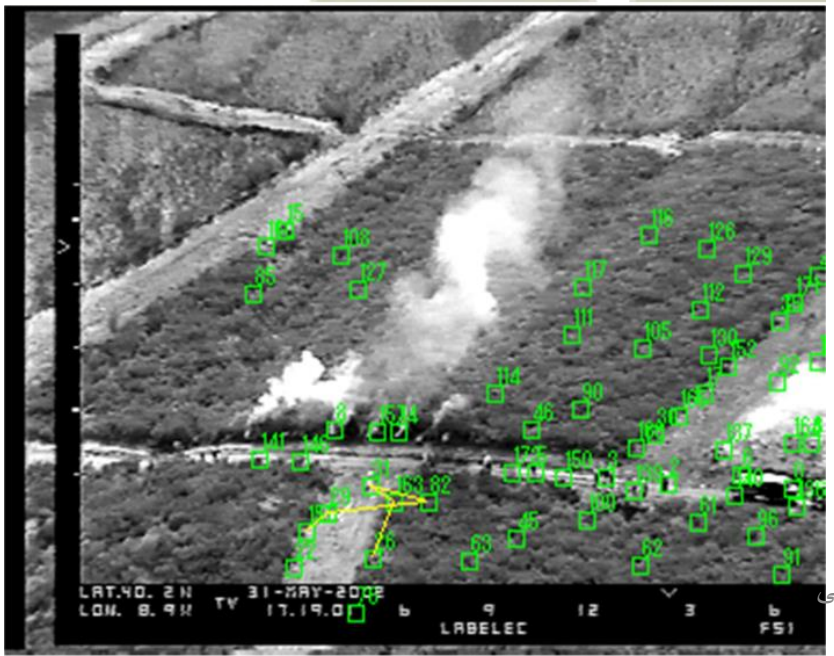
عکس نقشه و نقشه توپوگرافی

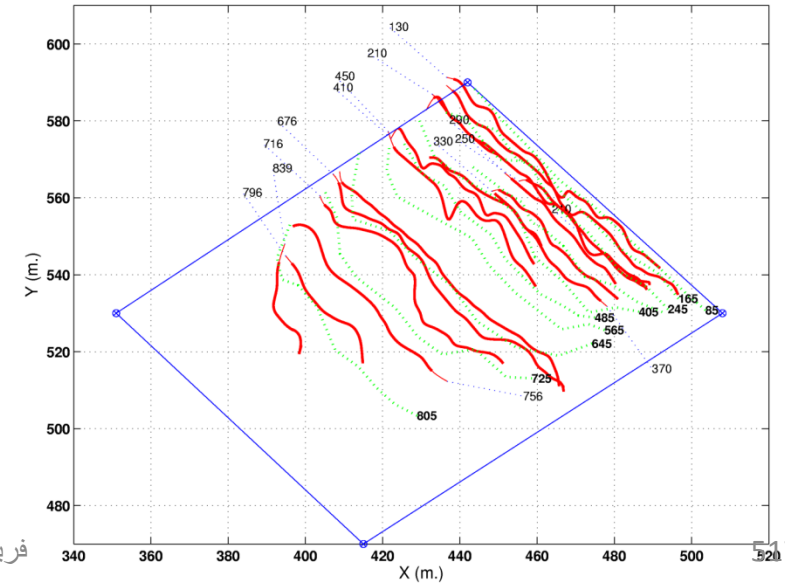






پایش آتش سوزی







پایش آتش سوزی و سیل

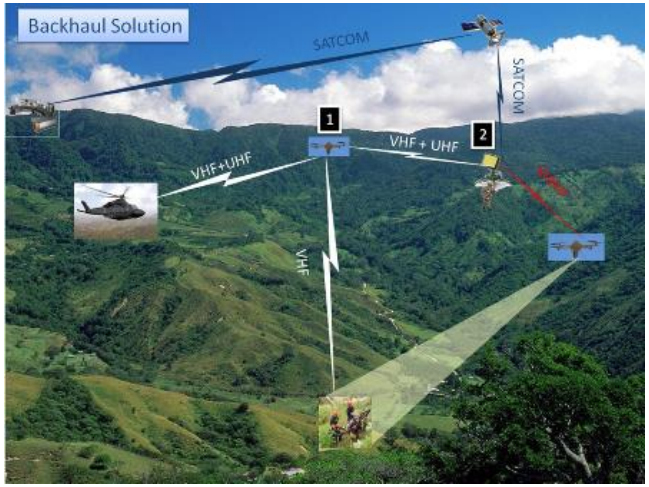




جستجو و امداد و نجات








POLICE

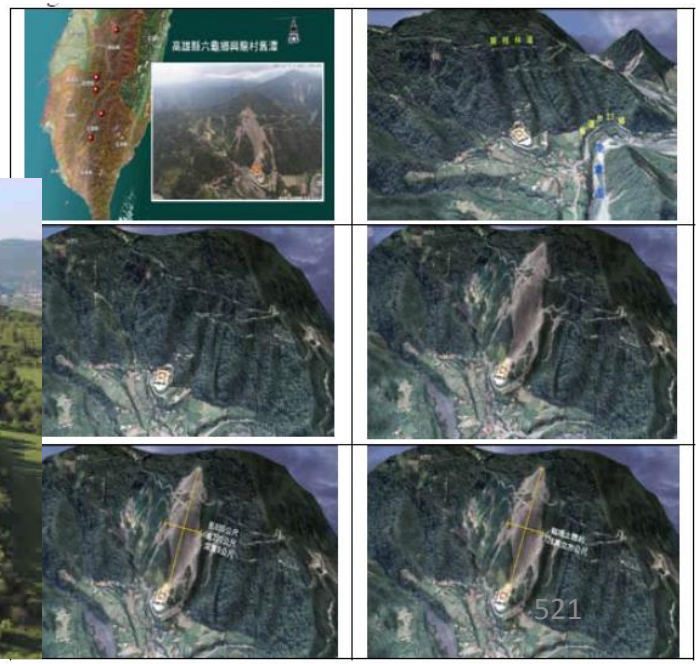

SHERIFF
MESA COUNTY

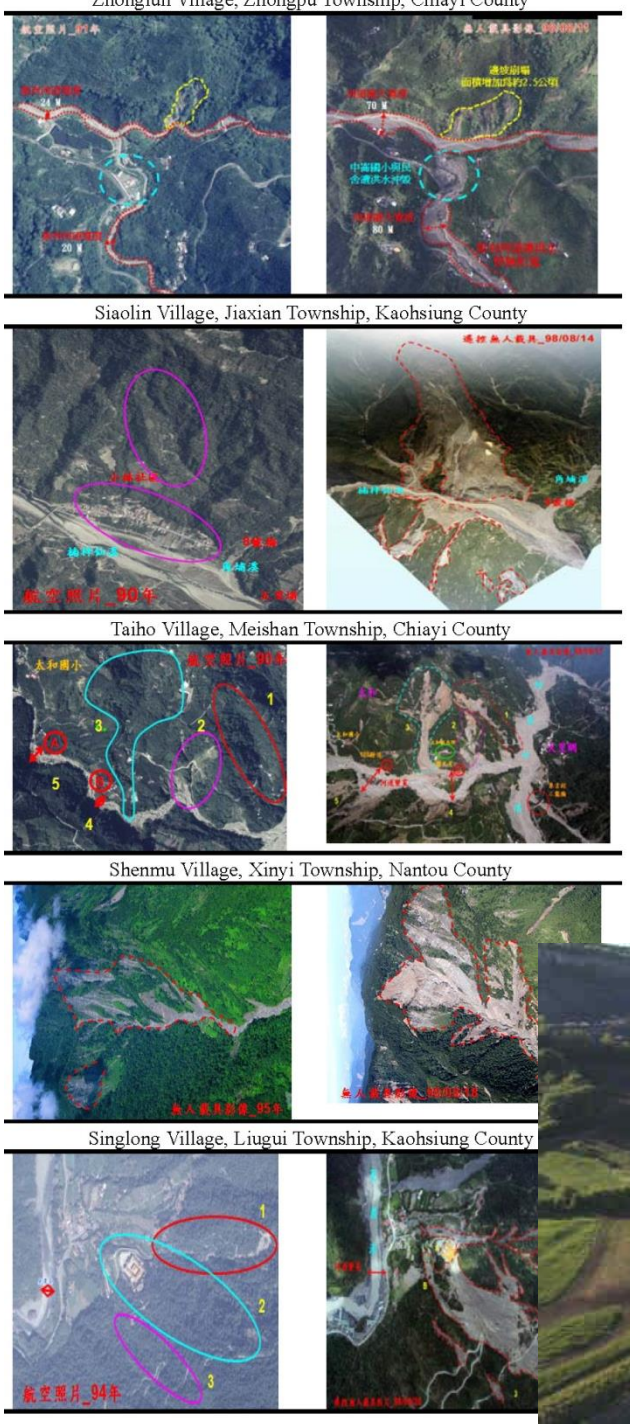
پایش ذوب شدن یخچال ها



پایش زمین لغزش









مدیریت بحران در حوادث خطرناک همچون نیروگاه های اتمی و انتشار گاز های خطرناک



پایش بحران و همراهی در عملیات امداد و نجات در مناطق صعب العبور




Automated Tree Counts





استفاده از دوربین های حرارتی



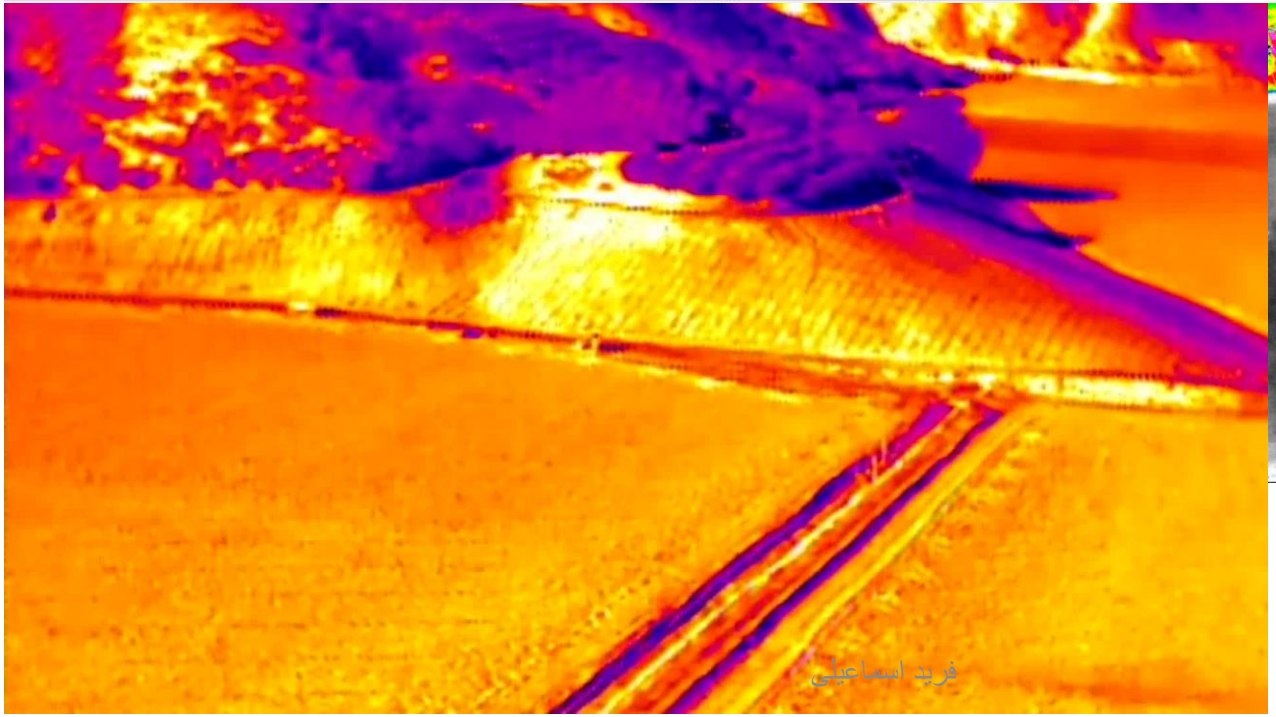
INTEGRATED THERMAL CAMERA

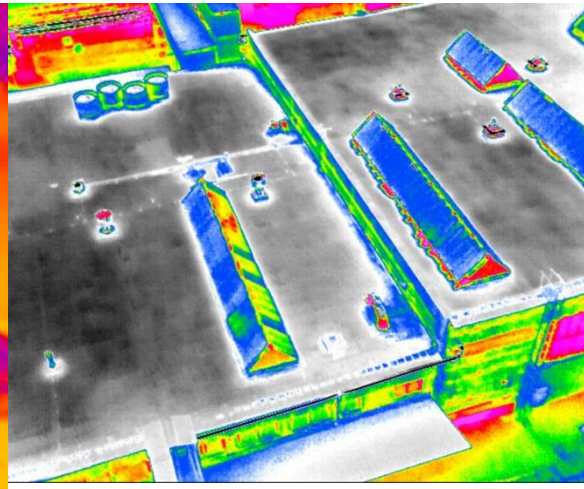
The camera on the DJI Zenmuse XT is developed by FLIR. It provides high-sensitivity (50mK) infrared scanning at 640/30 fps or 336/30 fps depending on the camera model. This sensitivity provides accurate temperature measurements ideal for analytics and telemetry. Both cameras are available with four lens options to meet different business needs. Stabilized and controlled by a custom DJI gimbal, it provides smooth, clear imagery and 360 degrees of seamless rotational movement.

Thermal Imager	Uncooled VOx Microbolometer	
FPA/Digital Video Display Formats	640 × 512	336 × 256
Pixel Pitch	17 µm	
Full Frame Rates	30 Hz (NTSC) 25 Hz (PAL)	
Exportable Frame Rates	<9Hz *	
Sensitivity (NEdT)	<50 mK at f/1.0	
Photo Formats	JPEG (8 bit) / TIFF (14 bit)	
Video Format	MP4	
Digital Zoom	2x, 4x, 8x	2x, 4x
Lens Options	7.5mm, 9mm, 13mm, 19mm	6.8mm, 9mm, 13mm, 19mm

*Please refer to Export page for details about the Zenmuse XT in your market.







فرید اسماعیلی

برخی از مهمترین کاربرد های سیستم های UAV

✓ کاربرد های نظامی

- مدیریت بلادرنگ صحنه نبرد
- صدور اخطار های ضرب الاجل در صحنه نبرد
- تصویربرداری نا محسوس از پتانسیل های جبهه مقابل
- تصویربرداری بلادرنگ حرارتی در شب

✓ کاربرد های سنجش از دور

- تهیه نقشه های کاربری اراضی، پوشش اراضی، یخ و برف سنجی، تخریب جنگل ها و مراتع، تعیین آفت گیاهی، رطوبت سنجی خاک، پایش خط ساحلی، کنترل ترافیک، تعیین هدر رفت حرارتی، تهیه نقشه تغییرات، برداشت داده های آموزشی، تهیه نقشه های خاک شناسی، پایش گسل ها و زمین لغزش، مطالعات توسعه شهری، پایش آتشفشان ها، استخراج داده های هواشناسی، برآورد سطح محصولات کشاورزی، تعیین آلودگی های نفتی در سطح آب،

پایان بخش چهارم

پایان جزوه

از اساتید بزرگوار جناب آقای دکتر محمد سعادت سرشت و جناب آقای دکتر مسعود ورشوساز و جناب آقای دکتر حمید عبادی که از جزوات و مطالب کلاسی این اساتید گرانقدر در تدوین این جزوه استفاده شده است، صمیمانه قدردانی می گردد.

((تنها کسانی خطا نمی کنند که کاری نمی کنند))