

اصول و نحوه طراحی نقاط کنترل زمینی

سعید محمد نژاد نیازی

دی ماه ۱۴۰۳

طرح مساله

- دلیل استفاده از GCP؟
- آیا در همه روش های تهیه نقشه از GCP استفاده می شود؟
- می توان استفاده نکرد؟
- از چه روشی؟
- چگونه؟
- با چه منابعی؟
- هزینه معقول!
- در نظر گرفتن زمان!
- نتایج قابل قبول!
- بیشترین دقت
- کمترین دوباره کاری

مراحل اجرایی کار

- ایجاد شبکه مسطحاتی و ارتفاعی
- انتخاب و علامت گذاری نقاط کنترل عکسی
- انجام مشاهدات ماهواره ای و ترازیابی نقاط کنترل
- طبقه بندی و گویاسازی

ایجاد شبکه مسطحاتی و ارتفاعی

- آشنایی با شبکه های ژئودزی و ترازیابی کشوری (سازمان نقشه برداری)
- آشنایی با ایستگاه های نقشه برداری (پیلار ، روپر ، علامت گذاری ، پلاک گذاری) نحوه ایجاد شبکه مسطحاتی و ارتفاعی (شبکه ماندگار)
- انجام مشاهدات ماهواره ای و ترازیابی نقاط ماندگار
- تهیه شناسنامه نقاط ماندگار

انتخاب و علامت گذاری نقاط کنترل عکسی

- آشنایی با انواع نقاط کنترل
- کادر گیری
- اصول انتخاب و علامت گذاری نقاط کنترل پلانیمتری و آلتیمتری
- نحوه تهیه کروکی و مشخصات نقاط کنترل

انجام مشاهدات ماهواره ای و تراز یابی نقاط کنترل

- نحوه اتصال نقاط کنترل پلانیمتری به شبکه مسطحاتی
- نحوه اتصال نقاط کنترل آلتیمتری به شبکه ارتفاعی
- سرشکنی و تعیین مختصات
- تهیه و دسته بندی مدارک جهت تحویل به دستگاه نظارت

طبقه بندی و گویاسازی

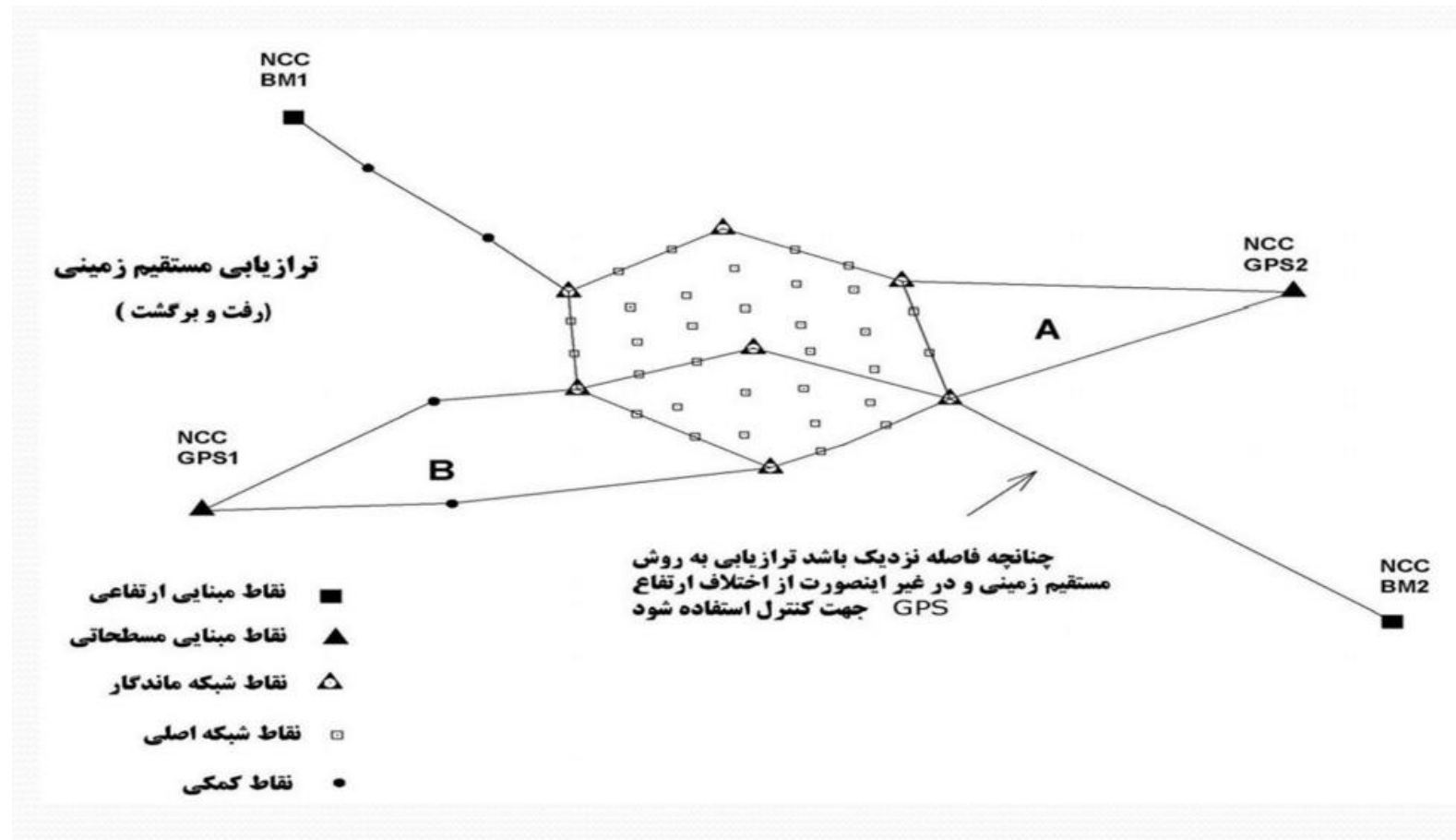
- اهمیت طبقه بندی و گویاسازی
- نحوه طبقه بندی عوارض و تشریح دستورالعمل های مربوطه
- روش های گویاسازی

مفاهیم پایه

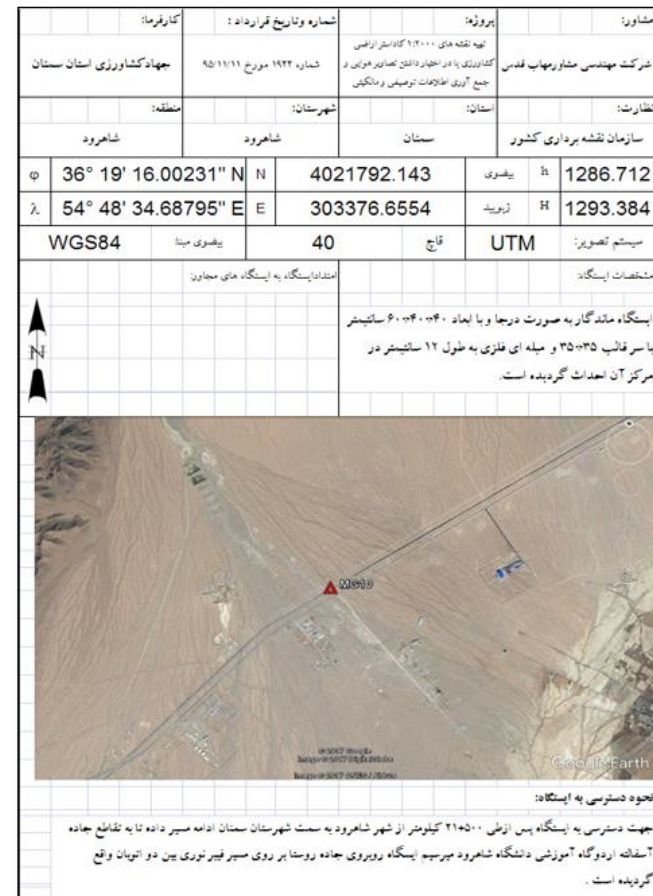
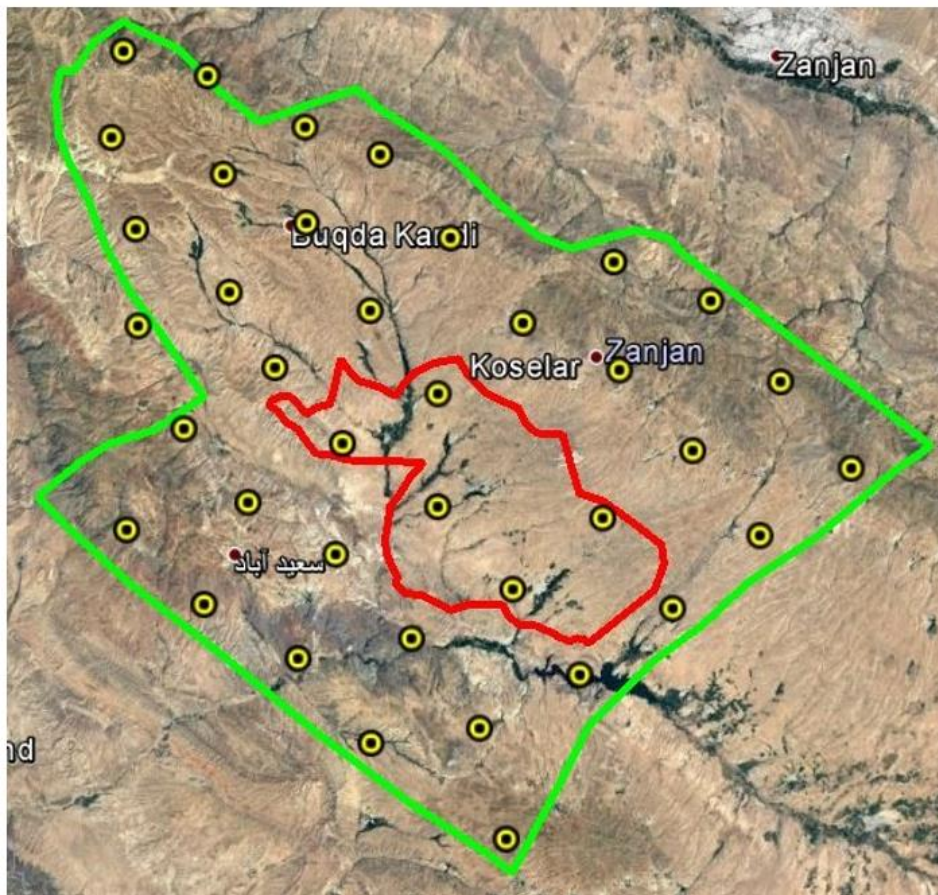
- اندکس پرواز: نقشه حاوی اطلاعات عکسبرداری، حد کار، مراکز عکس و محل نقاط کنترل
- بلوک عکسی-تصویری: مجموعه ای از تصاویر و رن های پروازی که حد پروژه مشخص دارند
- نوار عکسبرداری: مسیر حرکت و عکسبرداری توسط هواپیما
- فتوگرامتری هوایی: سکوی تصویر برداری هواپیما است.
- فتوگرامتری پهپادی: سکوی تصویر برداری پهپاد (پرنده بال ثابت - مولتی روتور) است.

- **شبکه ماندگار:** نقاطی سه بعدی که با دقت بالا برداشت شده و محاسبه صورت گرفته است. مبنای مختصادی در کلیه اندازه گیری ها در محدوده پروژه
- **نقاط کنترل زمینی:** نقاط مشترک در منطقه و عکس که جهت ایجاد ارتباط بین زمین و تصویر استفاده می شود
- **نقاط چک:** نقاط مشترک در منطقه و عکس که جهت کنترل و ارزیابی مثلث بندی مورد نیاز است
- **عملیات استرو:** مجموعه اقدامات لازم جهت تعیین مختصات نقاط کنترل عکسی
- **روپر - بنچ مارک:** ایستگاه های بتنی به عنوان ایستگاه های ماندگار و اصلی شبکه
- **متادیتا:** اطلاعات راهنمای استفاده از داده ها

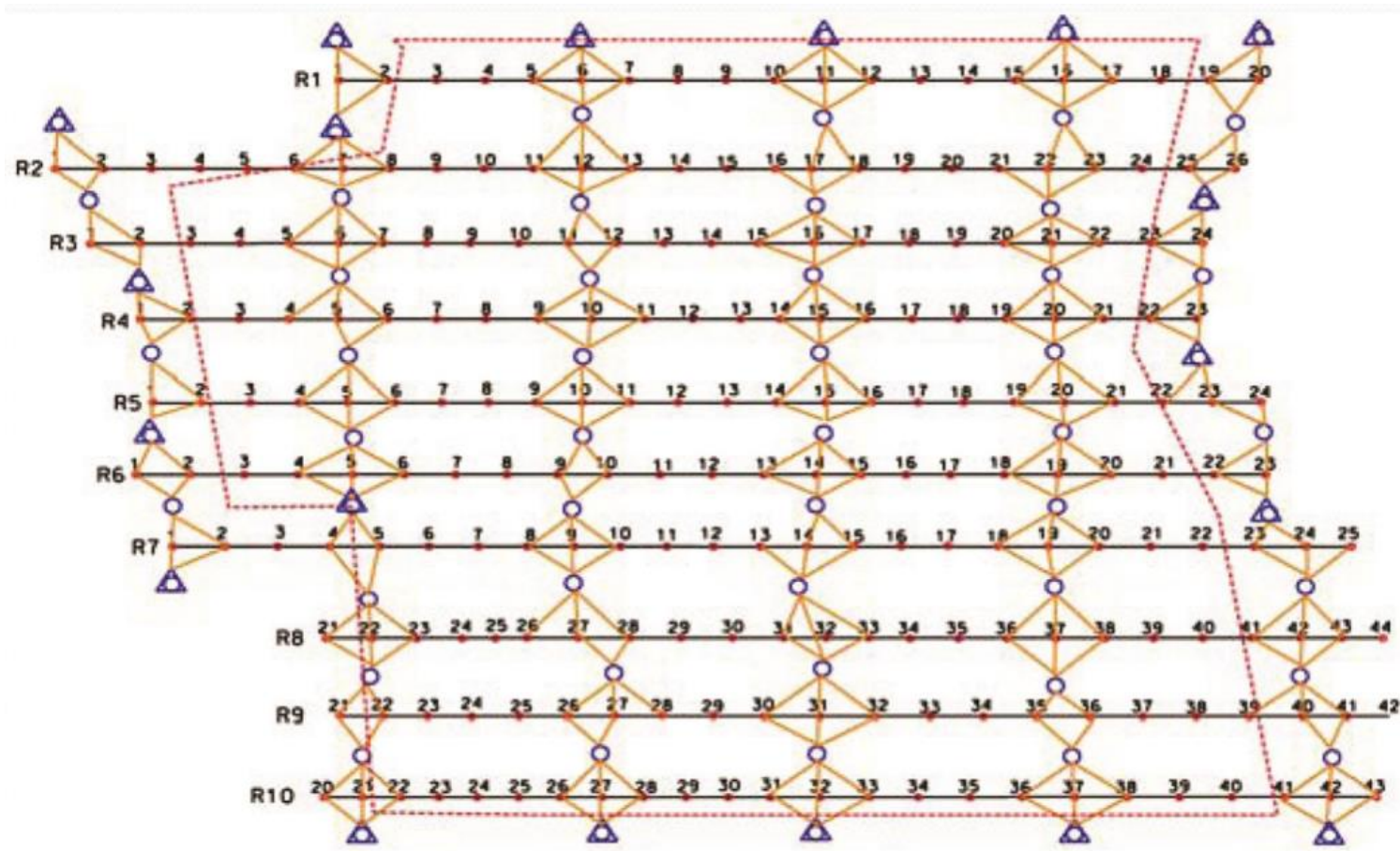
ایجاد شبکه سطحی و ارتفاعی



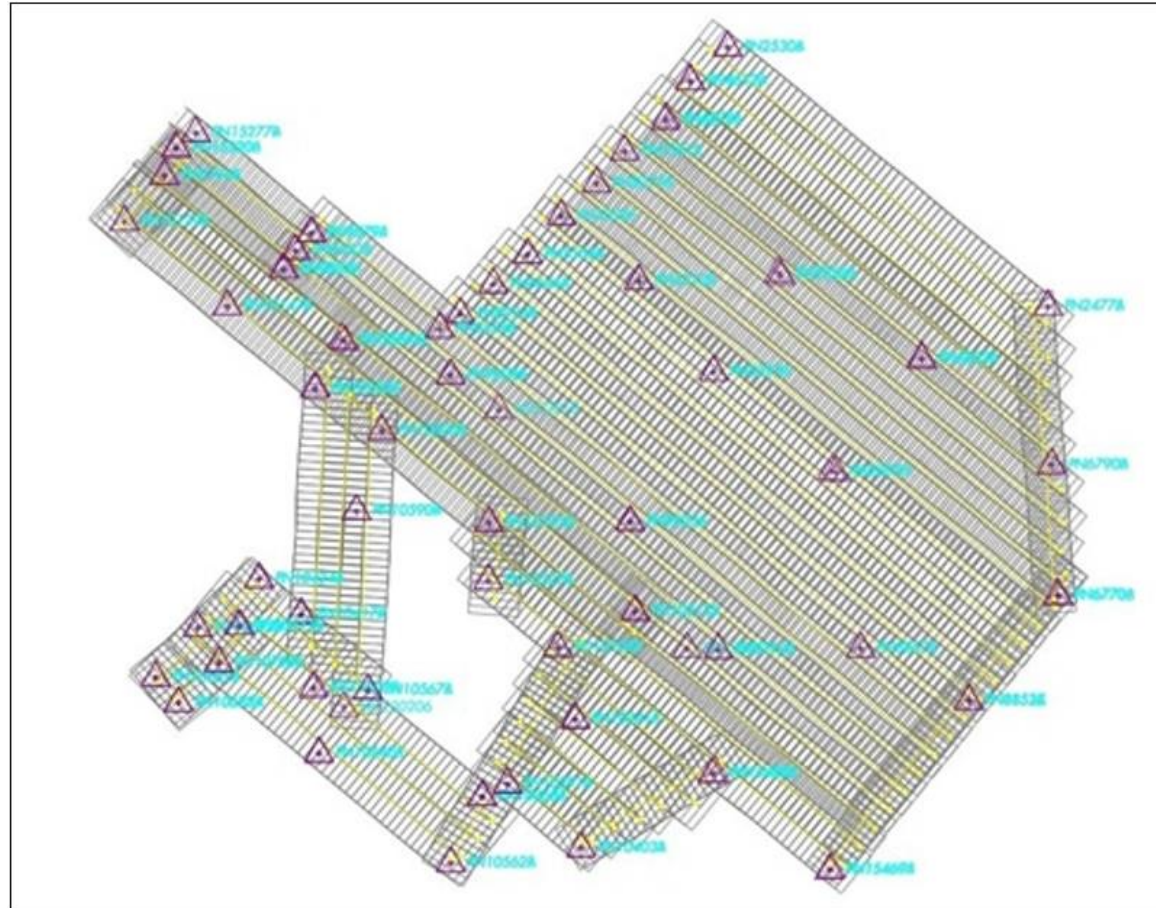
شبکه‌بازنگار



اندکس پرواز



نقاط کنترول زمینی GCP



طراحی نقاط کنترل



طراحی نقاط کنترل



شماره کلی: 1075



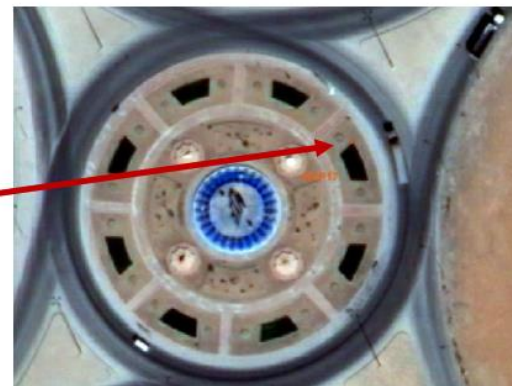
Pa 1075 A : تقاطع آسفالت با سطح بوف



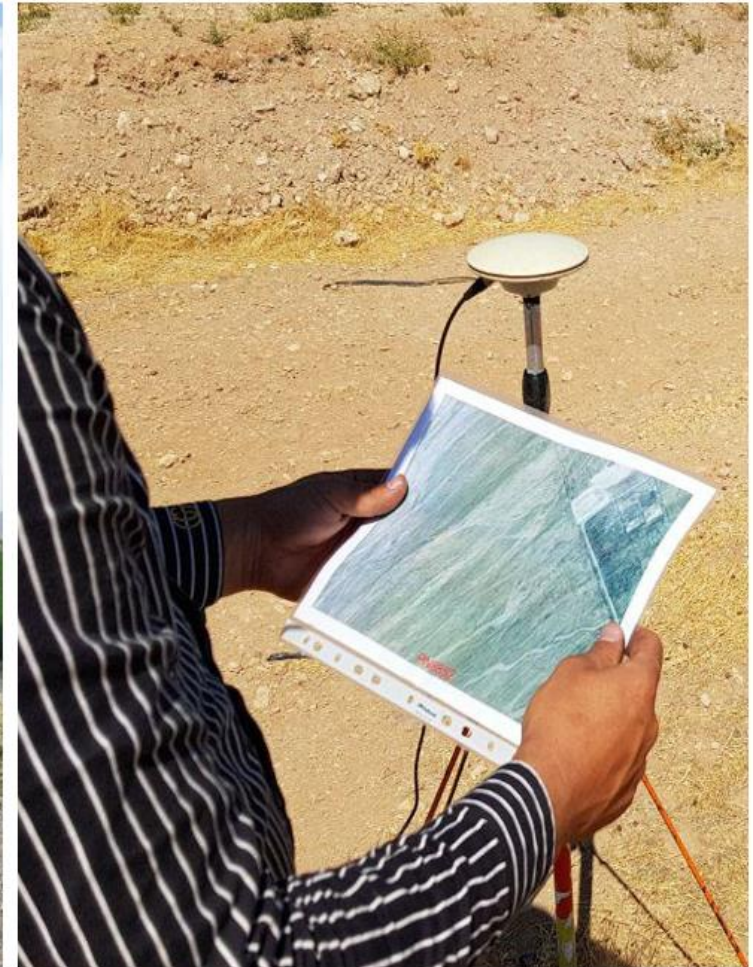
Pa 1075 B : تقاطع آسفالت با سطح آسفالته

طراحی نقاط کنترل

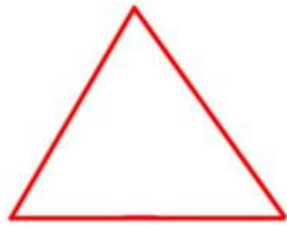
طراحی نقاط کنترل زمینی در تصاویر ماهواره‌ای



برداشت نقاط کنترل زمینی



نقاط کنترل :



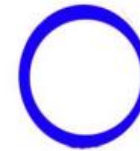
P-03-02-8

نقاط مسطحاتی
(پلانیمتری)



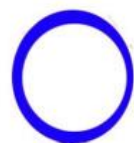
P-03-02-8

نقاط ترکیبی



N-03-02-4

نقاط ارتفاعی
(آلتیمتری)



N-03-02-4

نقاط کنترل ارتفاعی :

این نقاط میبایستی تنها از نظر ارتفاعی تعیین ارتفاع شوند

این نقاط در میانه اندکس و بر اساس پارامترهایی نظیر مقیاس و سائز عکس ها طراحی میشود



نقاط کنترل مسطحاتی :

این نقاط میبایستی از نظر مسطحاتی تعیین مختصات شوند

این نقاط معمولاً به همراه نقاط ارتفاعی و بصورت ترکیبی استفاده میشوند و به تنهایی کاربردی ندارند



نقاط کنترل ترکیبی :

نقاط ترکیبی شامل یک نقطه ارتفاعی و یک نقطه مسطحاتی میباشد.

الزامی برای مطابقت این دو نقطه وجود ندارد

این نقاط میبایستی هم از نظر ارتفاعی و هم از نظر مسطحاتی تعیین مختصات شوند

این نقاط در حاشیه اندکس ، در مناطقی که دچار اشکال در عکسبرداری بوده و در مناطقی که نیاز به حذف بخشی از نقشه وجود دارد طراحی میشود

طرح مساله: عوامل تعیین کننده تعداد-پراکندگی و... نقاط کنترل زمینی

- نوع سنجنده:

دوربین (متریک یا غیر متریک بودن)

- سکوی کاری:

پهپاد یا هواپیما

- اطلاعات اضافی:

داده های موقعیت و وضعیت

- هدف پروژه

- میزان هزینه مد نظر

مانند: جغرافیای پروژه- توپوگرافی- نوع عوارض موجود و

- سایر عوامل؟!:

طراحی نقاط کنترل زمینی

فرضیات:

- داده های موقعیت و وضعیت از دقت خوب و قابل قبول برخوردار هستند.
- دقت این داده های به صورت عددی برای هر مشاهده مشخص باشد.
- در صورت وجود میانگین دقت، این عدد به دقت اسمی گیرنده دوربین نزدیک باشد.

• حالت اول: دوربین متریک - وجود داده های موقعیت و وضعیت

• حالت دوم: دوربین متریک - عدم وجود داده های موقعیت و وضعیت

• حالت سوم: دوربین غیر متریک - وجود موقعیت و وضعیت تقریبی مراکز تصویر

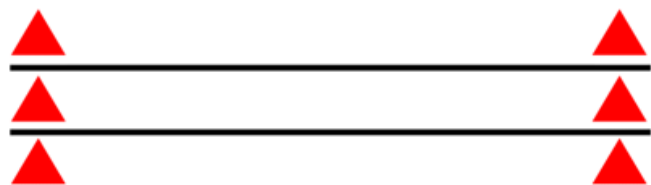
• حالت چهارم: دوربین غیر متریک - عدم وجود داده های موقعیت و وضعیت

حالت دیگر؟

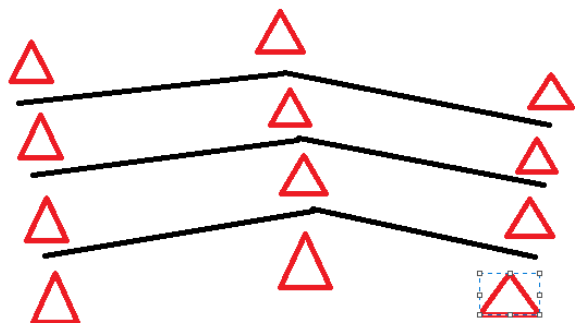
حالت اول: دوربین متریک- وجود داده‌های موقعیت و وضعیت

- امکان انتخاب محدود نقاط کنترل وجود دارد

- نقاط در ابتدا و انتهای رن‌ها



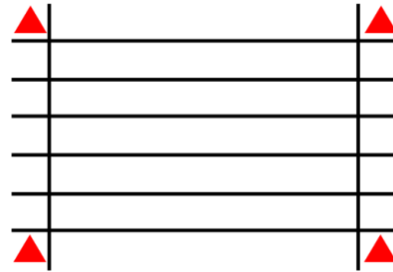
**بحث: تا چه طولی در رن‌ها؟ آیا برای هر طولی مناسب است؟
چه عواملی موثر اند؟**



- در محل شکستگی‌ها

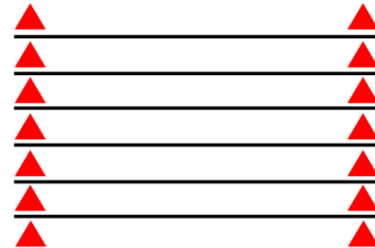
حالت اول: دوربین متریک- وجود داده‌های موقعیت و وضعیت

- در صورت وجود رن‌های کراس: در ۴ گوشه بلوک نقطه انتخاب می‌شود



علت:
• در صورت کراس با ۴ نقطه
خطای شیفت و دریافت کم
میشه اما حذف نه!

- در صورت عدم وجود رن‌های کراس: در ابتدا و انتهای رن‌ها



علت:
• حذف و کنترل خطای
شیفت و دریافت GPS

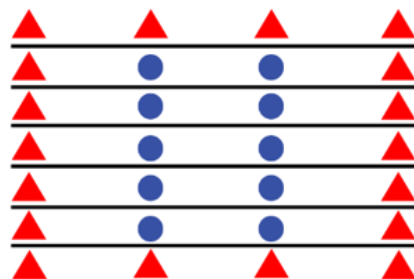
- اگر پوشش عرضی بیش از ۵۰ بود: می‌توان هر دو یا سه رن در ابتدا و انتهای رن‌ها نقطه انتخاب نمود

بحث:

- تا چه طولی در رن‌ها؟
- چه تعداد مدل؟
- آیا برای هر طولی این طراحی مناسب است؟
- چه عواملی موثر اند؟

حالت دوم: دور بین مشریک- عدم وجود داده های موقعیت و وضعیت

- در داخل بلوک نقاط کنترل ارتفاعی در نظر گرفته می شود



- توصیه: ترجیحا در ناحیه مشترک بین نوارها که تعداد حداقل شود

- در چه فواصلی؟

تجربی و بر اساس عواملی مانند: شکل هندسی خطوط پرواز، پوشش عرضی، دقت ارتفاعی درخواستی، شکل منطقه، توپوگرافی منطقه، وضعیت عوارض موجود در منطقه، GSD پرواز، فاصله کانونی دور بین استفاده شده، ارتفاع پرواز، شیب و

- چه تعدادی؟

در مبحث مثلث بندی هوایی پارالاکس بین مدل ها دیده نشود

پله های ارتفاعی پدیدار نشود

حالت سوم: دور بین غیر متریک- وجود موقعیت و وضعیت تقریبی مراکز تصویر

- نقاط طوری انتخاب شود که در حداکثر تصاویر مشخص باشد
- لزومی به انتخاب نقاط دقیقاً در لبه های بلوک نیست.
- نقاط حول محدوده مورد نیاز (فرض: دور تا دور شهر) حتماً تراکم بیشتری داشته باشد.
- در ارتفاعات فواصل کمتر دیده شود
- در مناطق حاوی عوارض بیشتر، فواصل انتخاب نقاط کمتر در نظر گرفته شود

• در چه فواصلی؟

کاملاً تجربی و بر اساس عواملی مانند: شکل هندسی خطوط پرواز، پوشش عرضی، دقت ارتفاعی درخواستی، شکل منطقه، توپوگرافی منطقه، وضعیت عوارض موجود در منطقه، GSD پرواز، فاصله کانونی دوربین استفاده شده، ارتفاع پرواز، شیب و

• چه تعدادی؟

در محصول مثلث بندی هوایی پارالاکس بین مدل ها دیده نشود

پله های ارتفاعی پدیدار نشود

حالت چهارم: دور بین غیر متریک - عدم وجود موقعیت و وضعیت تقریبی مراکز تصویر (معمولاً پهبادی)

- نقاط از قبل علامت گذاری شده ← نیاز به موقعیت نقاط
- هر طرح پروازی (بر مبنای هر باتری) باید شامل حداقل نقاط باشد!؟
- نقاط حول محدوده مورد نیاز (فرض: دور تا دور شهر) حتما تراکم بیشتری داشته باشد.
- در ارتفاعات فواصل کمتر دیده شود
- نقاط میانی
- در مناطق حاوی عوارض بیشتر، فواصل انتخاب نقاط کمتر در نظر گرفته شود

• در چه فواصلی؟

کاملاً تجربی و بر اساس عواملی مانند: شکل هندسی خطوط پرواز، پوشش عرضی، دقت ارتفاعی درخواستی، شکل منطقه، توپوگرافی منطقه، وضعیت عوارض موجود در منطقه، GSD پرواز، فاصله کانونی دوربین استفاده شده، ارتفاع پرواز، شیب و

• چه تعدادی؟

در محصول مثلث بندی هوایی پارالاکس بین مدل ها دیده نشود
پله های ارتفاعی پدیدار نشود

حالت چهارم

بررسی منطقه و طراحی پارامترها و خطوط پروازی متناسب با وسعت و دقت مورد نظر

طراحی نقاط کنترل و چک و تارگت گذاری و برداشت مختصات

آماده سازی تجهیزات پروازی

عملیات پرواز و تصویربرداری هوایی مطابق با طراحی از پیش تعیین شده

پردازش تصاویر و انجام محاسبات متناسب با محصولات خروجی مورد نیاز

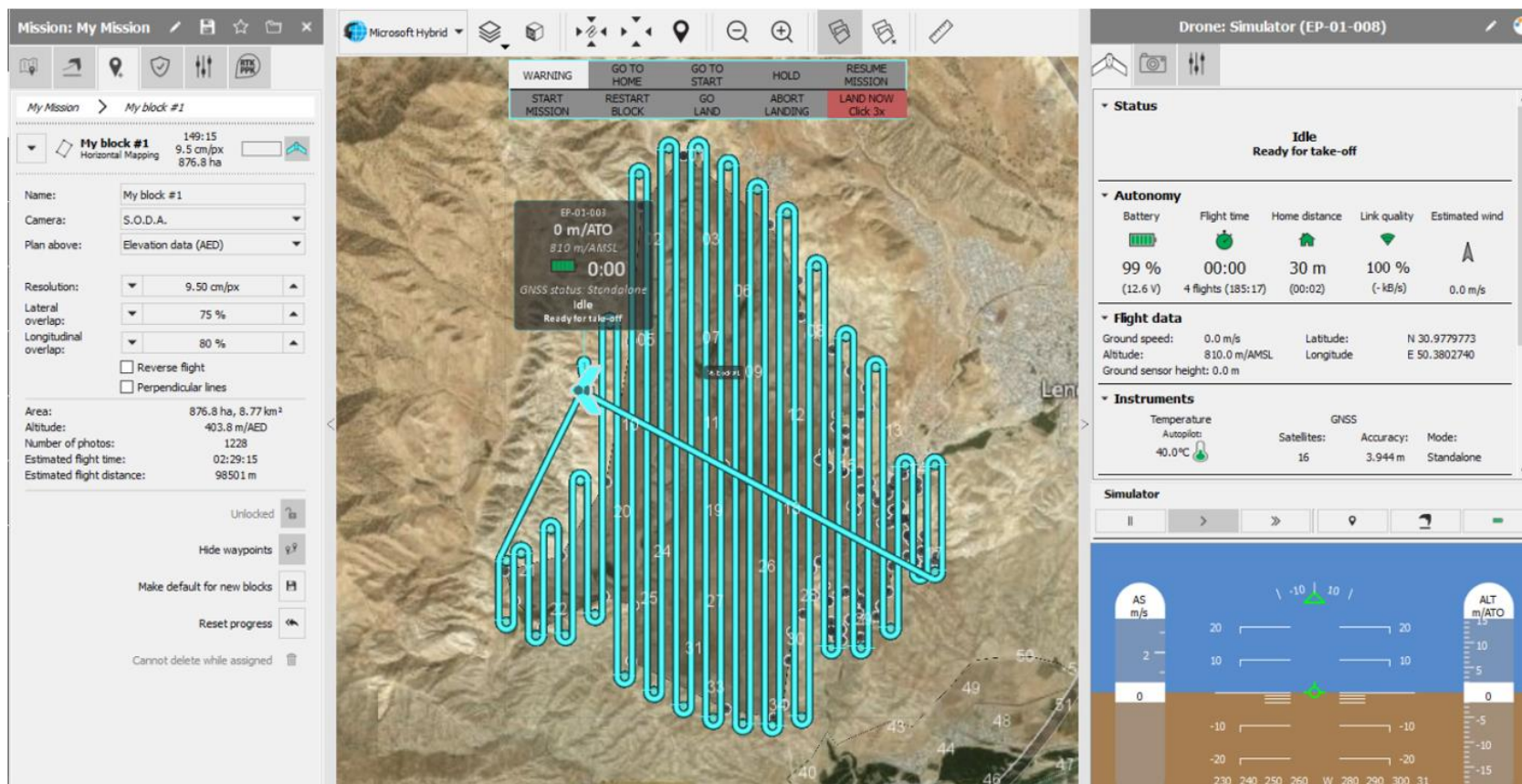
تهیه مدل ارتفاعی رقومی زمین و ارتوموزائیک تصویری

تبدیل، ترسیم و کارتوگرافی نقشه ها مطابق دستورالعمل استاندارد

مراحل اجرایی
تهیه نقشه با
استفاده از تصاویر
پهپاد فتوگرامتری

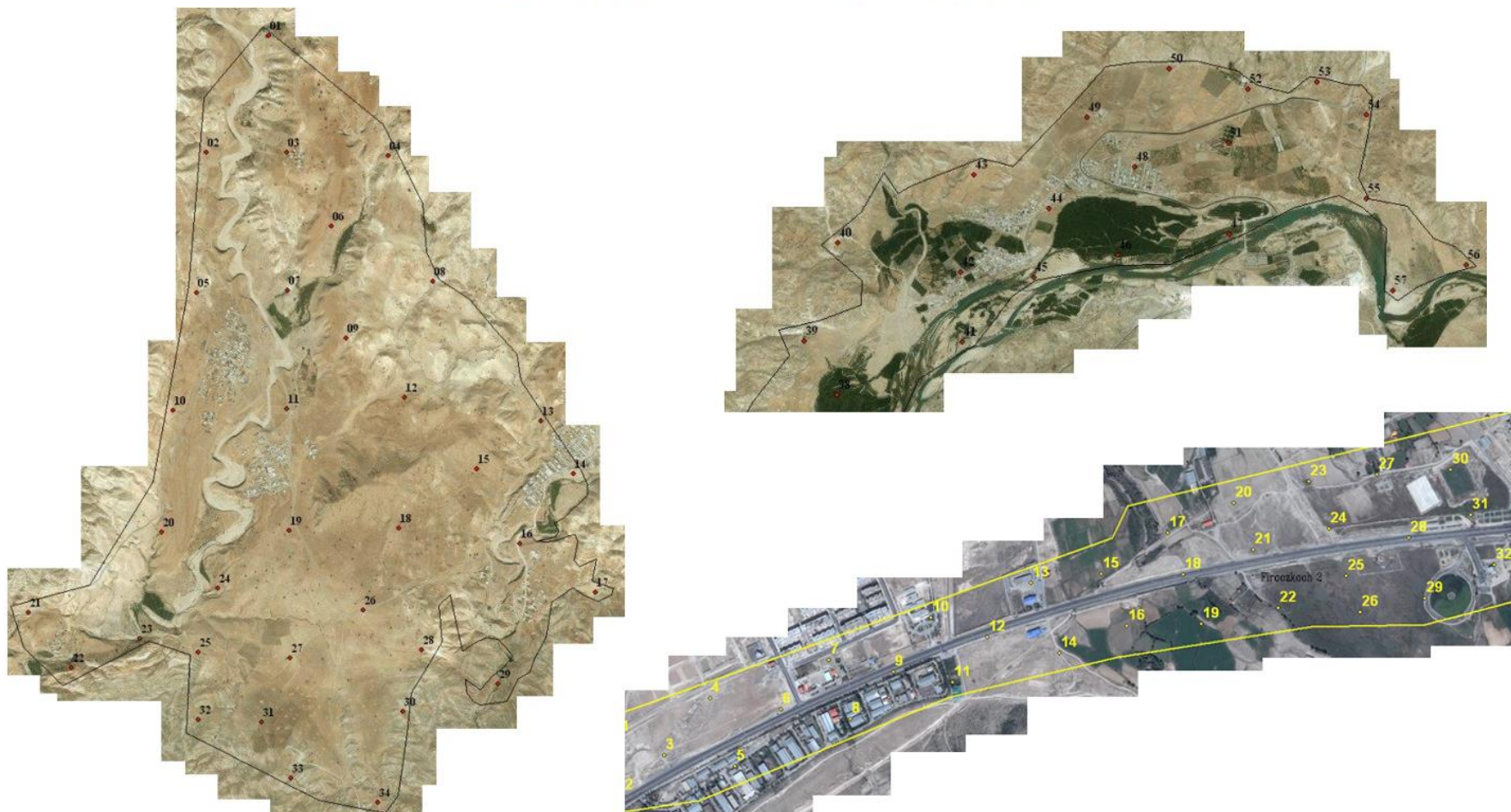
حالت چهارم

طراحی خطوط پروازی



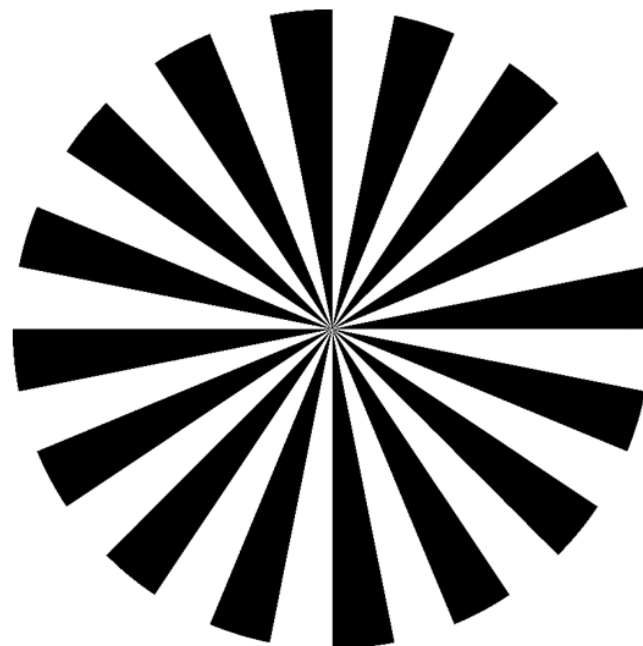
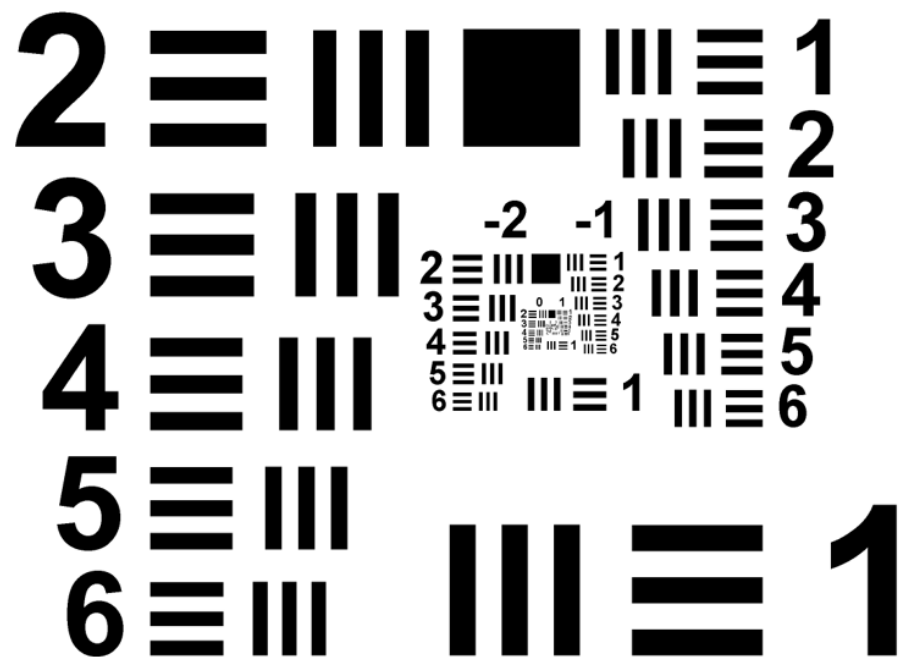
حالت چهارم

طراحی اولیه موقعیت نقاط کنترل زمینی



حالت چهارم

تارگت تست وضوح تصویر



حالت چهارم: دسترسی به مختصات مرکز تصویر

امکان استفاده از سیستم RTK: تصحیح هندسی آنلاین تصاویر (در حالت حداقل نیاز به نقاط کنترل زمینی)



کدام حالت:

- توجیهات فنی
- توجیهات اقتصادی
- توجیهات پردازی
- دلیلی دیگر؟

تحلیل:

- چرا در فتوگرامتری هوایی حذف نقاط کنترل مطرح نمی شود؟ یا کمتر مطرح است؟
- استحکام هندسی نسبتا پایین شبکه تصاویر بخاطر پوشش طولی و عرضی کمتر نسبت به روش های پهپادی!!

آیا موافقید؟

- ارتفاع و سرعت بالاتر هواپیماهای سرنشین دار موجب خطاهای بزرگتر موقعیت و دوران و همچنین تاثیر بیشتر این خطاها در مختصات زمینی خواهد شد
- عدم کالیبراسیون مکانی و زمانی سیستم ناوبری و دوربین موجب میشود که نتوان با یک نقطه کنترل و صرفا استخراج یک شیفتمساله کالیبراسیون را حل نمود.

• ۱- استحکام هندسی پایین شبکه تصاویر بخاطر پوشش طولی و عرضی کم

• بهبود **حداقل دوبرابری** پارامترهای توجیه خارجی **بعد از مثلث بندی هوایی** نسبت به مشاهدات زمین مرجع سازی مستقیم که نشان میدهد هنوز دقت مشاهدات زوایا در فناوری gnss/imu یک قدم عقبتر از زوایای حاصل از sfm است. البته در آینده با بهبود کیفیت سیگنال های دریافتی در طول موج L5 و افزایش کانال ها و روش های فیلتراسیون و تلفیق سیگنال ها مبتنی بر یادگیری عمیق شاهد رقابت نزدیکتر این دو فناوری خواهیم بود.

۲- ارتفاع و سرعت بالاتر هواپیماهای سرنشین دار موجب خطاهای بزرگتر موقعیت و دوران و همچنین تاثیر بیشتر این خطاها در مختصات زمینی خواهد شد.

• مدت زمان پرواز بیشتر هواپیماهای سرنشین دار و شعاع پروازی بیشتر موجب میشود کنترل و کاهش ان بخش از خطاهای تجمعی ناوبری نیاز به نقاط کنترل زمینی بیشتری داشته باشد. برای مثال خطای کالیبراسیون شیف و دریافت gps با اخذ نقاط کنترل در دو سوی هر strip پرواز با فواصل ۲۰-۱۰ کیلومتر قابل مدلسازی است. البته نوارهای کراس تعداد این نقاط را از لحاظ تیوری تا ۴ نقطه در ۴ گوشه بلوک کاهش میدهد اما حذف نمیکند.

۳- عدم کالیبراسیون مکانی و زمانی سیستم ناوبری و دوربین موجب میشود که نتوان با یک نقطه کنترل و صرفا استخراج یک شیفت مساله کالیبراسیون را حل نمود.

• در سیستم های تصویربرداری متریکی هوایی جابجایی بین آتن گیرنده و مرکز تصویر دوربین باید در دوران بدنه هواپیما ضرب شود تا بتوان مختصات مرکز تصویر را بدست آورد. اما در عمل بجای دوران بدنه، دوران دوربین را داریم که مستقل از بدنه است (زیرا imu به دوربین نصب شده است) و این امر یک محدودیت در حد ۱۰-۵ سانتیمتر برای دقت مختصاتی مرکز تصویر ایجاد میکند که در تهیه نقشه های خیلی بزرگ مقیاس ۱:۵۰۰ بسیار جدیست و نیاز به نقطه کنترل را شدت میبخشد.

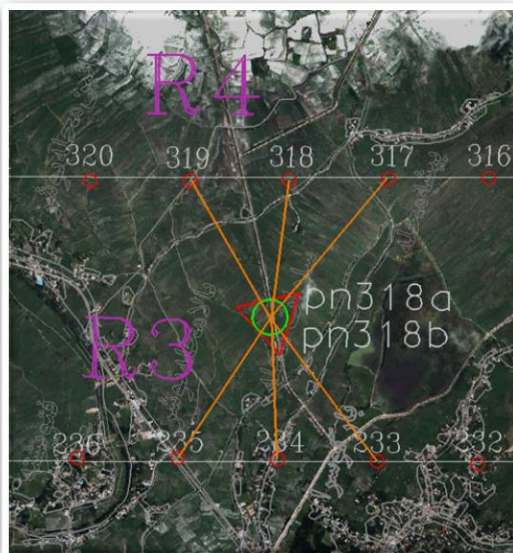
شرایط انتخاب نقاط کنترل

- کل منطقه را پوشش دهد

توصیه: بیش از یک نقطه مسطحاتی و ارتفاعی در گوشه های بلوک برداشت شود.

نتیجه: افزایش استحکام هندسی بلوک و اعتماد پذیری نتایج

- موقعیت اولیه و کلی طوری انتخاب شود که در تمامی تصاویر ممکن قابل مشاهده باشد

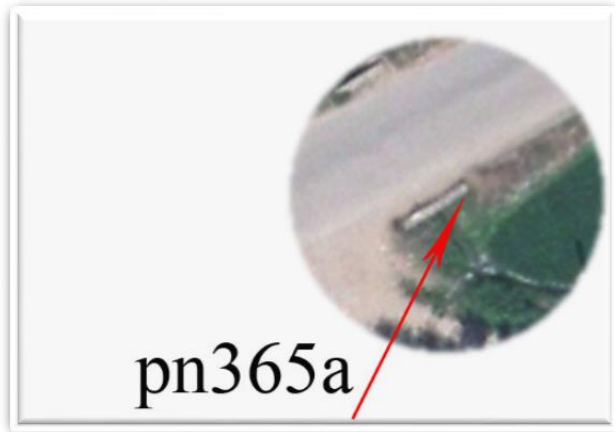


- در همه عکس های در بردارنده می بایست همه نقاط اندازه گیری شوند

- در بلوک هایی با اشکال نامنظم قطعا به نوارهای کراس بیشتر، انتخاب نقاط بیشتر و گزینش نقاط خارج از عرف احتیاج است

شرایط انتخاب نقاط کنترل

- دید از بالای (منظر قائم) نقاط بر روی سطح زمین، خوب باشد.
- موقعیت اولیه و کلی طوری انتخاب شود که در تمامی تصاویر ممکن قابل مشاهده باشد.
- تضاد رنگی خوبی بین نقطه با عوارض اطراف باشد.



- مکان نقطه روی عکس و در روی زمین، واضح، مشخص، دست نخورده و بدون تغییر باقی مانده باشد.

شرایط انتخاب نقاط کنترل

- در مناطقی که عوارض غیرطبیعی وجود دارد، از عوارضی چون گوشه‌های بسیار واضح نظیر پلها، تقاطع جاده‌ها، کانالهای مشخص، لبه سکوها، کوتاه، گوشه جدول، ... برای گرفتن نقاط استفاده شود
(البته در این موارد هم دقت شود که قسمت بالای این عوارض منظور شود چرا که پای آنها عموماً دید دقیق ندارند)



شرایط انتخاب نقاط کنترل

- داشتن شکل هندسی منظم و متقارن برای نقاط کنترل مسطحاتی تا نشانه روی با دقت بیشتری انجام شود
(پرهیز از گرفتن نقطه بر سر قوس و یا نقاطی که بشود تعابیر گوناگونی از آن نمود)



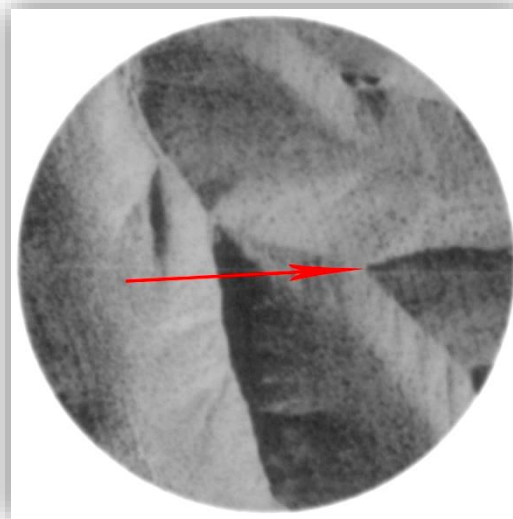
شرایط انتخاب نقاط کنترل

- اجتناب از انتخاب نقطه در نزدیکی یا زیر دکل‌ها، خطوط فشار قوی، تیرهای برق و ...



شرایط انتخاب نقاط کنترل

- اندازه عارضه انتخاب شده باید مناسب با مقیاس نقشه مورد نظر باشد؛ بعنوان مثال بوته‌هایی که برای هر مقیاس گرفته می‌شوند اندازه‌شان متناسب با دقت درخواستی باشد



شرایط انتخاب نقاط کنترل

- برای نقاط ارتفاعی دقت شود که یا عارضه خاصی نشانه روی شود و یا اگر در فضاهای خالی از عارضه گرفته می شود، معرف محدوده ای باشد که ارتفاع یکسانی در کل محدوده داشته باشد.
- از گرفتن نقاط ارتفاعی در قسمتهای شیبدار خودداری شود. اما اگر بدلیل شرایط منطقه از این امر گریزی نباشد، می بایست برای معرفی نقاط ارتفاعی، از عوارضی از منطقه کمک گرفته شود که هم ارتفاع باشند.
- دقت شود که مکان نقاط ارتفاعی و مسطحاتی بگونه ای انتخاب گردد که در تمامی عکسهای درگیر، زیر سایه واقع نشوند.

شرایط انتخاب نقاط کنترل

- اجتناب از گرفتن نقاط در دره‌های باریک، زیر پوشش درختان، دیوارهای نرده‌دار، پای گوشه‌های داخلی و بیرونی محوطه‌های دیواردار، محدوده ساختمانها، کنج ساختمانها، زمین‌های خیس و مرطوب (در تصویر یا در زمین)
- داشتن فاصله مناسب نقطه مورد نظر با عوارضی از دور آن که دارای ارتفاع از سطح زمین هستند، جهت برقراری دید در همه تصاویر درگیر



شرایط انتخاب نقاط کنترل

- از انتخاب نقطه در زمینهای پست و نرم باطلاتی، کنار رودخانه‌ها یا کف کانالهایی که از آب پر و خالی می‌شوند، اجتناب شود.



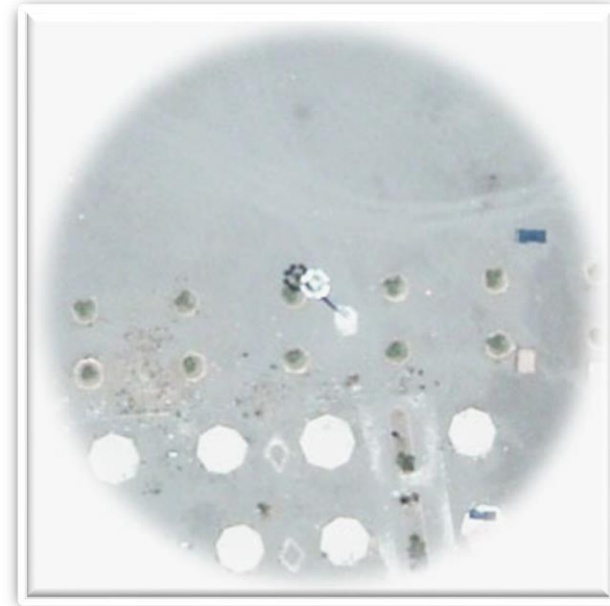
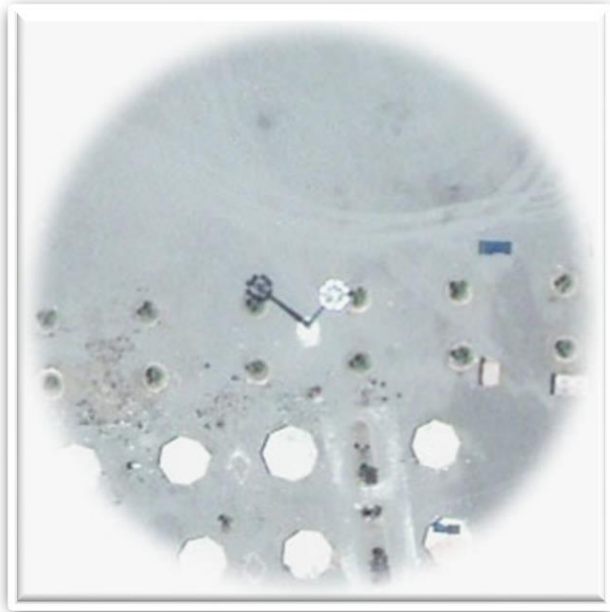
شرایط انتخاب نقاط کنترل

- از انتخاب نقاط در محل‌هایی که امکان نشانه‌روی خوبی برای نقطه موجود نیست، نیز جلوگیری شود نظیر برج دیده‌بانی، منبع آب، تیر تلگراف یا برق، مناره، گنبد، دودکش کارخانجات و ...



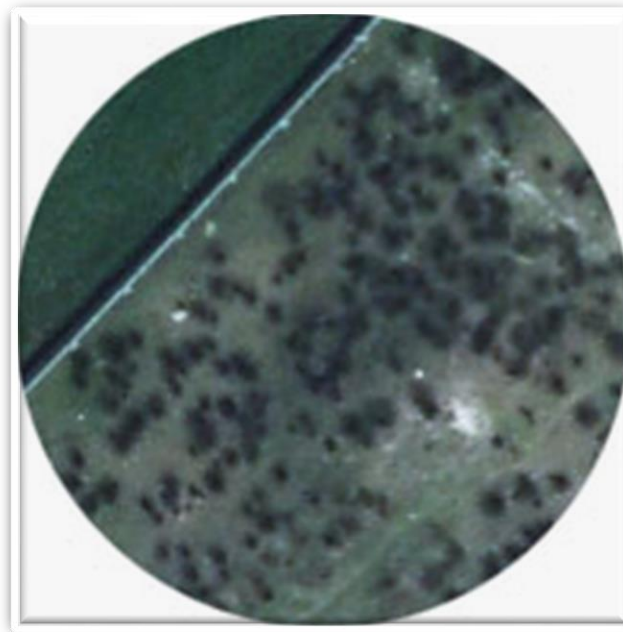
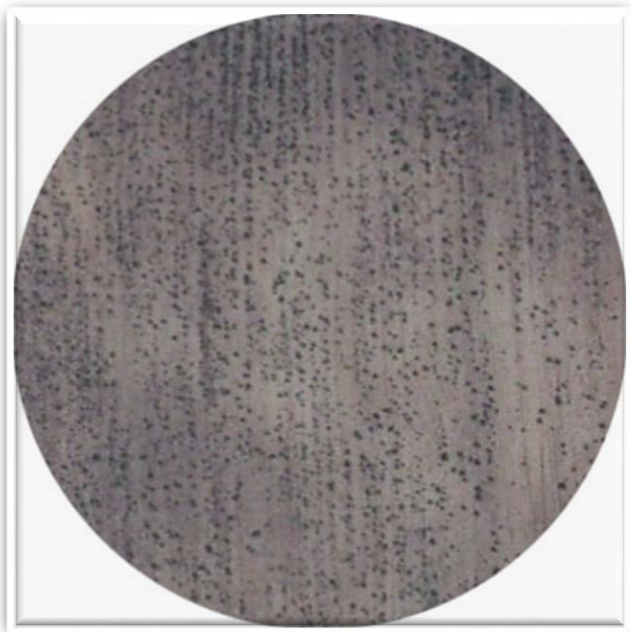
شرایط انتخاب نقاط کنترل

- اجتناب از گرفتن نقطه در محل‌هایی که امکان نشانه‌روی خوبی برای نقطه موجود نیست



شرایط انتخاب نقاط کنترل

- اجتناب از اتخاذ عارضه‌ای که در حوالی خودش مشابه داشته باشد (مانند یک بوته در بوته زار انبوه، خطوط خط‌کشی خیابانها، خط‌کشی عابر پیاده، ردیف قطعات منظم و متوالی، حدود مشابه قطعات بلوکهای ساختمانی و... که این تشابه باعث اشتباه خود نقشه بردار و یا عامل مثلث‌بندی می‌گردد)



شرایط انتخاب نقاط کنترل

- در بلوک های نامنظم نقاط کنترل زمینی مسطحاتی در محل تمامی شکستگی ها لازم است
- در محدوده های کریدوری در هر دو طرف نوار نقاط کنترل زمینی انتخاب می شود
 - فرضیه و نظریه: محدوده کریدوری
طراحی نقاط در دو طرف
- اگر هدف تبدیل ترسیم باشد شاید لازم باشد دو نوار طراحی صورت بگیرد
- نوار کراس
فواصل نقاط کمتر در نظر گرفته شود

شرایط انتخاب نقاط کنترل

- مناطق خاص:
مناطق ممنوعه
- پهنه های آبی
جنگل های متراکم
کویر
بایر
مناطق پوشیده از ابر و برف
- امکان انتخاب نقاط گرهی وجود ندارد: پس دور تا دور این مناطق نقطه در نظر گرفته می شود

شرایط انتخاب نقاط کنترل

- اصولاً در هر منطقه ای حداقل ۳ نقطه کنترل لازم داریم
مناطق بزرگ بسته به مقیاس مد نظر فواصل نقاط کمتر از ۱۰ کیلومتر
مناطق کوچک: فارغ از فاصله فوق حداقل ۳ نقطه کنترل لازم است

شرایط انتخاب نقاط کنترل

- تا حد امکان روی سطح زمین
- در نواحی خاص حتما دور تا دور طراحی شود
- در محل شکستگی ها
- تقاطع ها
- هر نقطه ثابتی در مناطقی که فقر عارضه وجود دارد
- مناطقی که کمتر دستخوش تغییر شود
- هم روی تصویر و هم در منطقه به خوبی قابل تشخیص باشد

نمونه نقاط کنترل

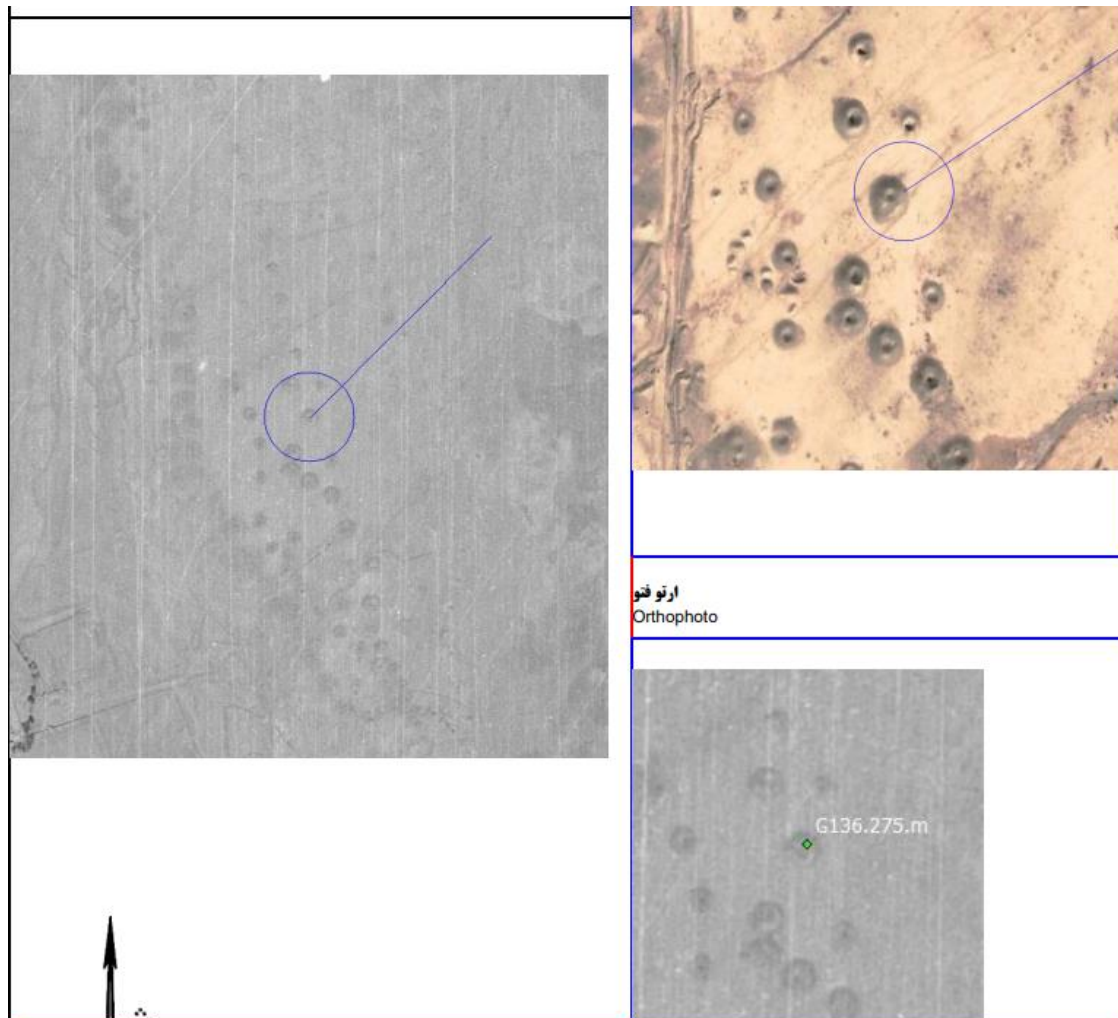
- توجه به نوع دوربین
- محتوای طیفی تصاویر
- رزولوشن تصاویر



آرئو فو
Orthophoto



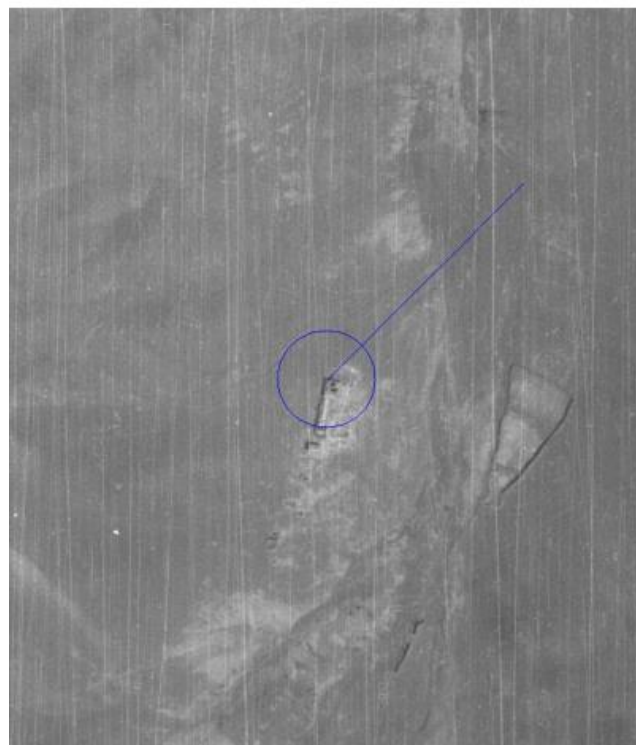
نمونه نقاط کنترلی



- توجه به نوع دوربین
- محتوای طیفی تصاویر
- رزولوشن تصاویر

نمونه نقاط کنترول

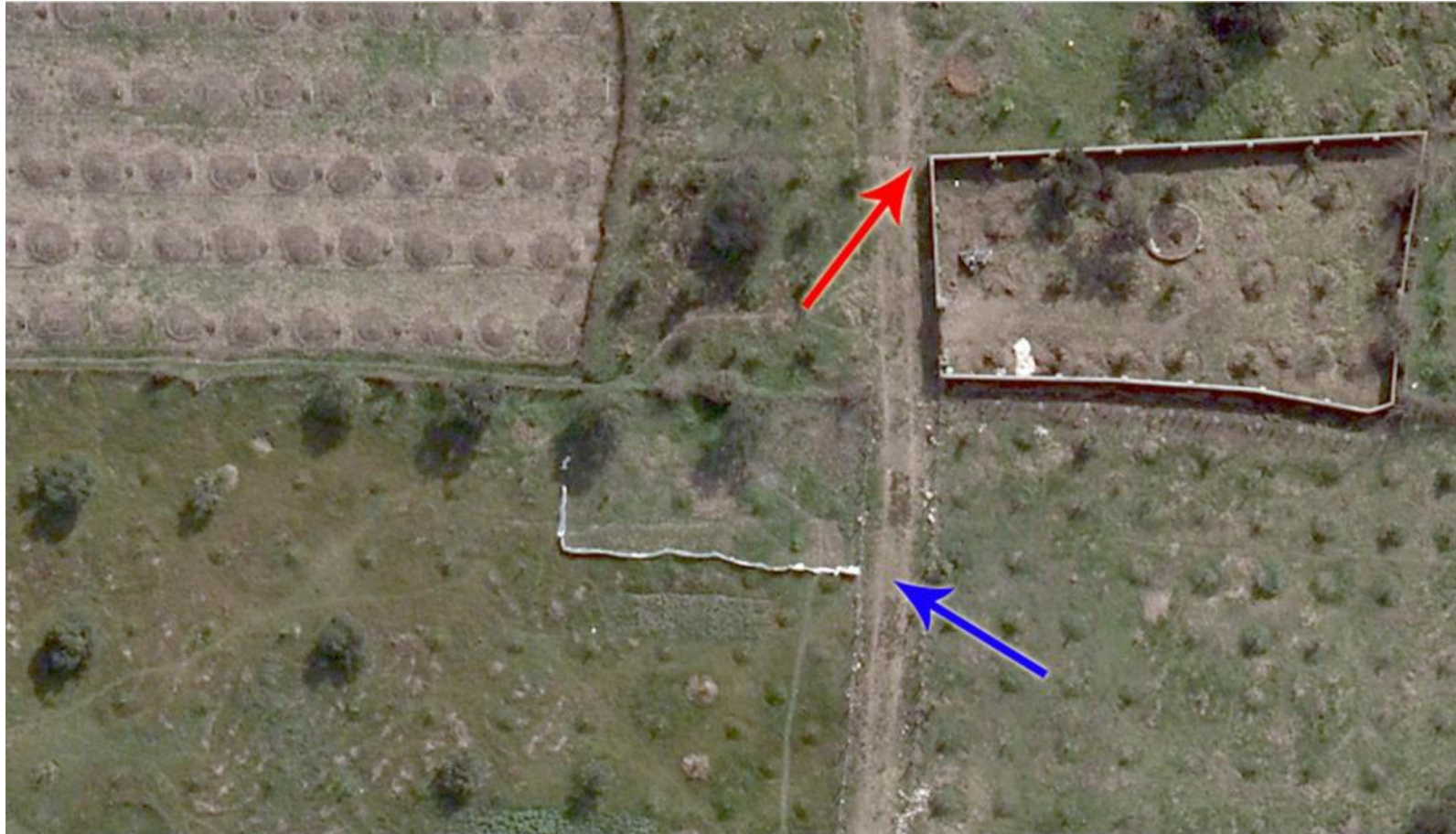
- توجه به نوع دوربین
- محتوای طیفی تصاویر
- رزولوشن تصاویر



ارتو فتو
Orthophoto



نمونه نقاط کنترل



- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عمق طیفی تصویر
- شکل هندسی عوارض
- اجبار به انتخاب عوارض در ارتفاع

نمونه نقاط کنترل

- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عمق طیفی تصویر
- شکل هندسی عوارض
- اجبار به انتخاب عوارض در ارتفاع



نمونه نقاط کنترل



- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عمق طیفی تصویر
- شکل هندسی عوارض
- اجبار به انتخاب عوارض در ارتفاع

نمونه نقاط کنترل



- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عدم وجود عارضه شارپ در تصویر
- تشخیص سخت به منظور انتخاب عارضه و حتی اندازه گیری عارضه

نمونه نقاط کنترل

- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عدم وجود عارضه شارپ در تصویر
- تشخیص سخت به منظور انتخاب عارضه و حتی اندازه گیری عارضه



نمونه نقاط کنترل



- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عدم وجود عارضه شارپ در تصویر
- تشخیص سخت به منظور انتخاب عراضه و حتی اندازه گیری عارضه
- شاید دقت کار باعث شود تا هر نوع عارضه ای با هر شرایطی به عنوان نقطه کنترل انتخاب شود

نمونه نقاط کنترل

- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عدم وجود عارضه شارپ در تصویر
- تشخیص سخت به منظور انتخاب عارضه و حتی اندازه گیری عارضه
- شاید دقت کار باعث شود تا هر نوع عارضه ای با هر شرایطی به عنوان نقطه کنترل انتخاب شود



نمونه نقاط کنترل



- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عدم وجود عارضه شارپ در تصویر
- تشخیص سخت به منظور انتخاب عراضه و حتی اندازه گیری عارضه
- شاید دقت کار باعث شود تا هر نوع عارضه ای با هر شرایطی به عنوان نقطه کنترل انتخاب شود

نمونه نقاط کنترل

- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عدم وجود عارضه شارپ در تصویر
- تشخیص سخت به منظور انتخاب عراضه و حتی اندازه گیری عارضه
- شاید دقت کار باعث شود تا هر نوع عارضه ای با هر شرایطی به عنوان نقطه کنترل انتخاب شود



نمونه نقاط کنترل



- توجه به روزولوشن تصویر
- نوع عوارض موجود در تصاویر
- عدم وجود عارضه شارپ در تصویر
- تشخیص سخت به منظور انتخاب عارضه و حتی اندازه گیری عارضه
- شاید دقت کار باعث شود تا هر نوع عارضه ای با هر شرایطی به عنوان نقطه کنترل انتخاب شود

نمونه نقاط کنترول



- مناطق بدون عوارض

نمونه نقاط کنترلی

- مناطق بدون عوارض



نمونه نقاط کنترل



برداشت مختصات
نقاط کنترل زمینی



نمونه نقاط کنترل

برداشت مختصات
نقاط کنترل زمینی

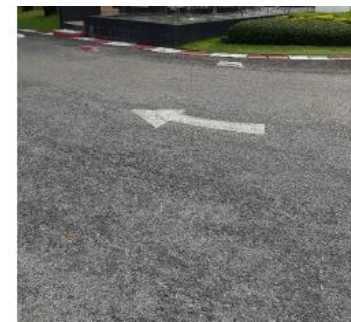


نمونه نقاط کنترل

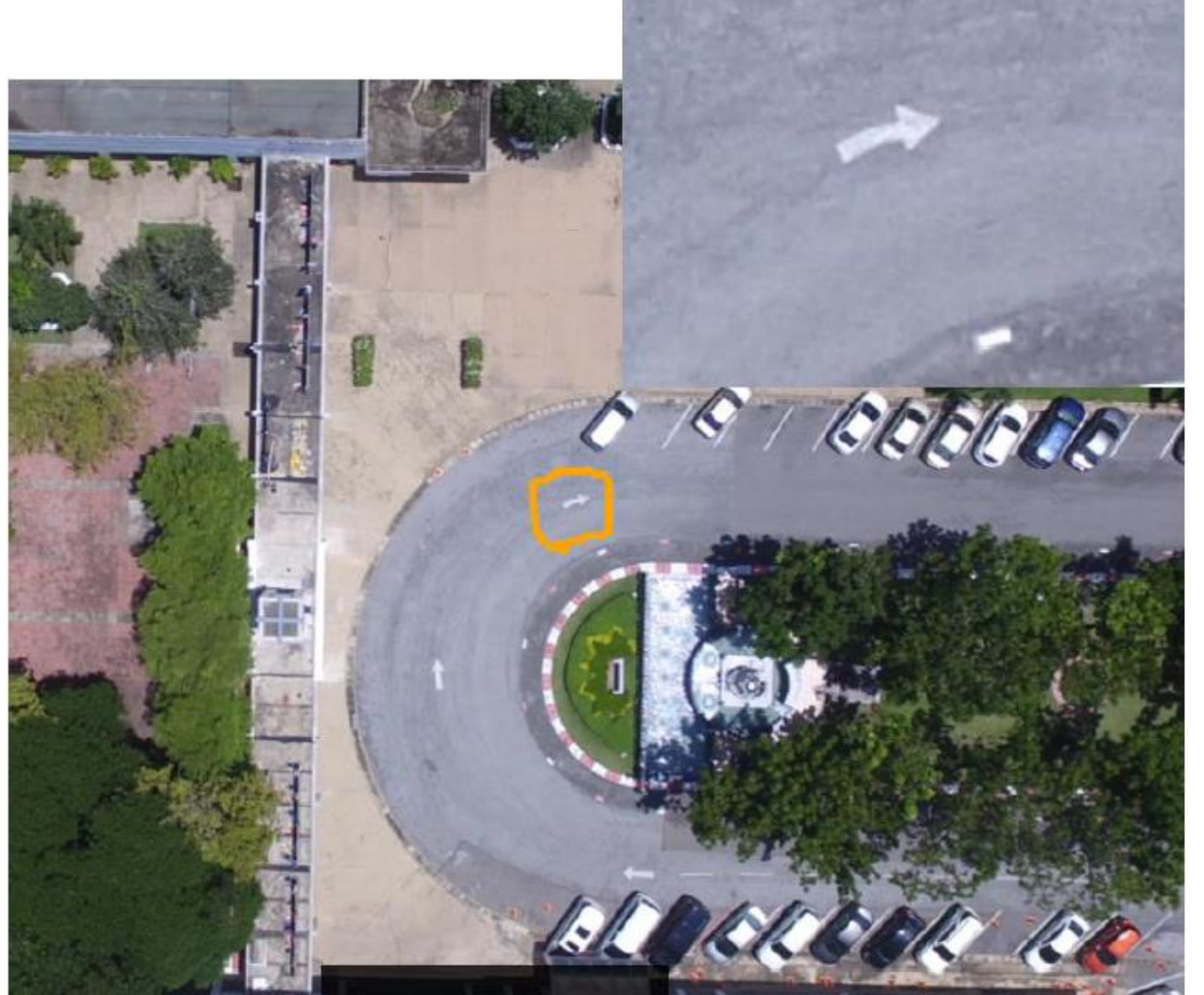
برداشت مختصات
نقاط کنترل زمینی



نمونه نقاط کنترل



نمونه نقاط کنترل

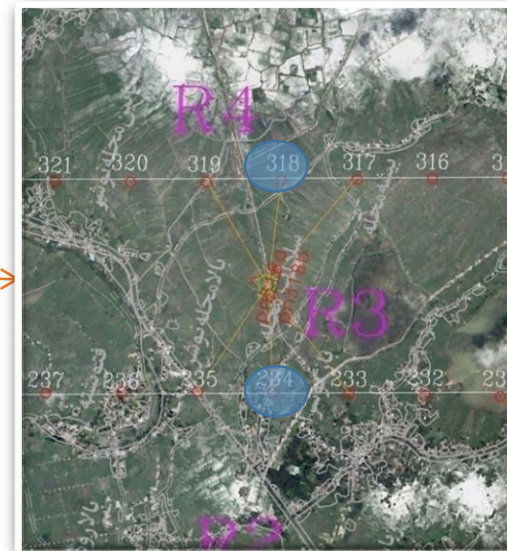
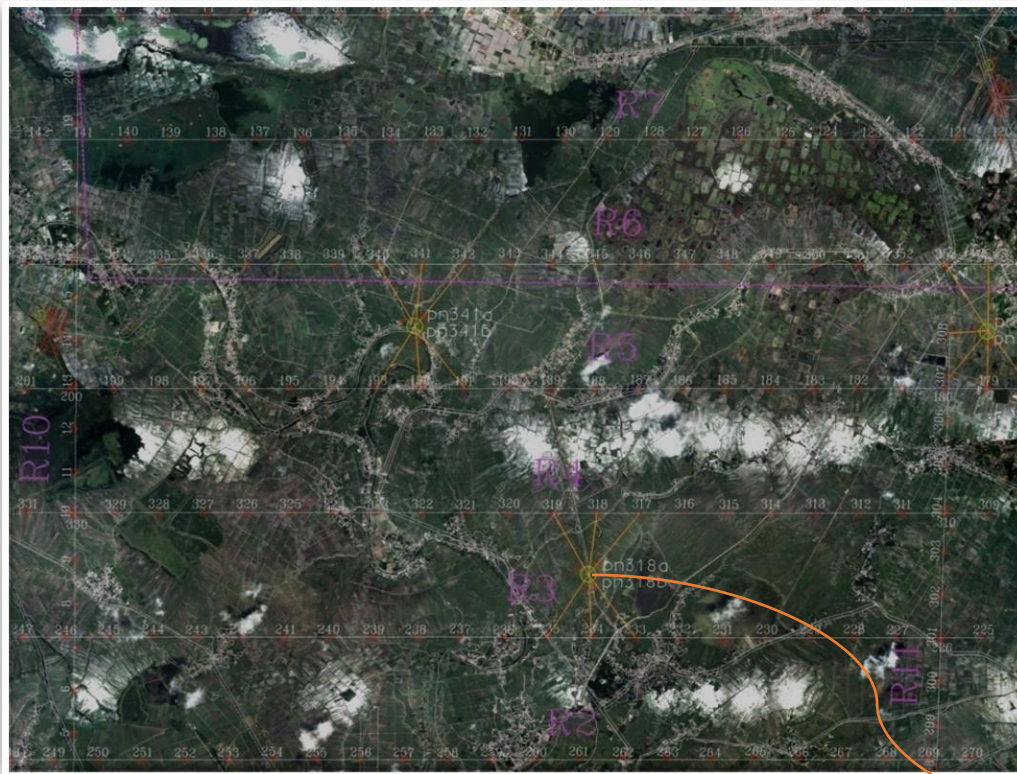


نمونه کار اجرایی

ابزار اولیه

- اندکس تصویری طراحی شده
- تصاویر رقومی منطقه
- یک نرم افزار کار با تصویر

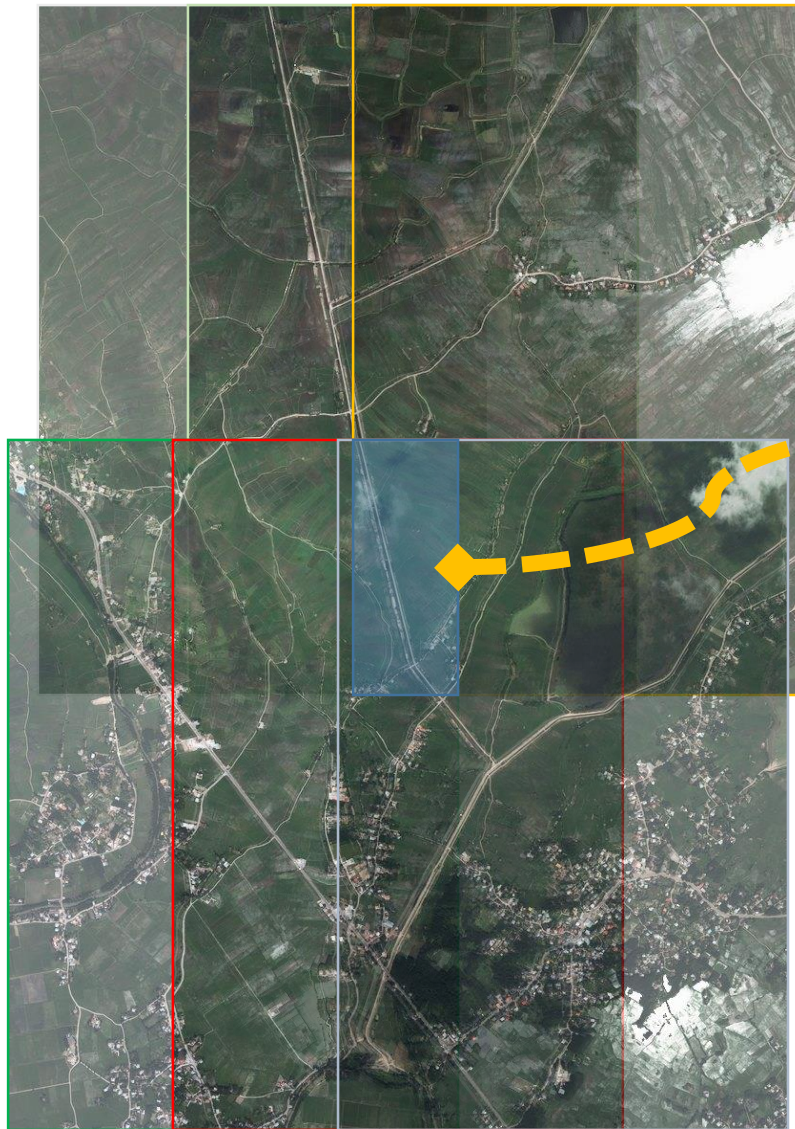
• اندکس تصویری طراحی شده



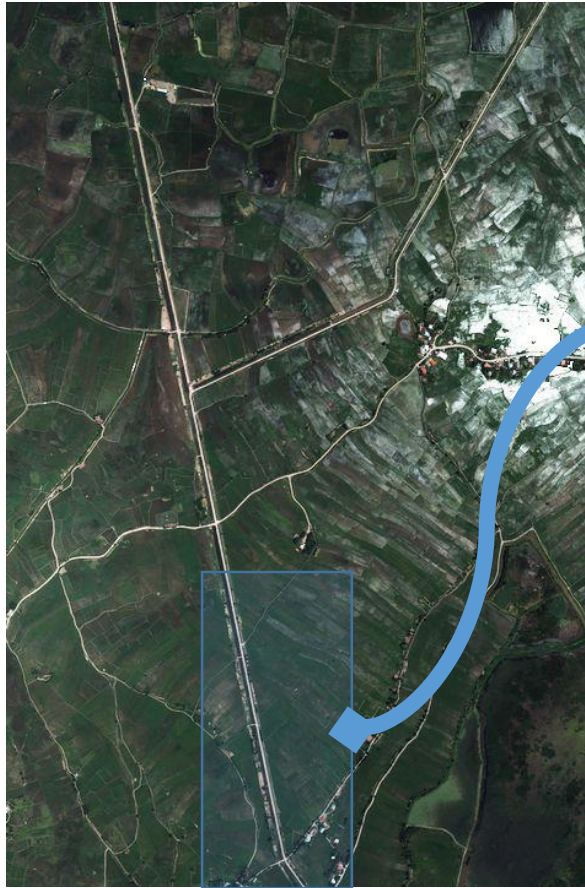
نقطه عکسی PN318 A,B

- تصاویر رقومی منطقه شامل نقطه کنترل

- کادر کاندید برای گرفتن نقطه انتخابی
کاملاً واضح و مشخص در عکسهای
مشترک (هم در طول باندها و هم در بین
باندها)



- برش کادر مشترک از تصویر مرکزی



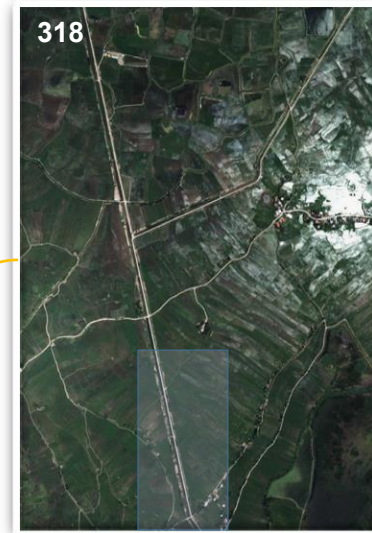
کروکی نقطه کنترل

نام منطقه :
شماره طرح :
.....:GSD
شماره نقطه: PN318a,b



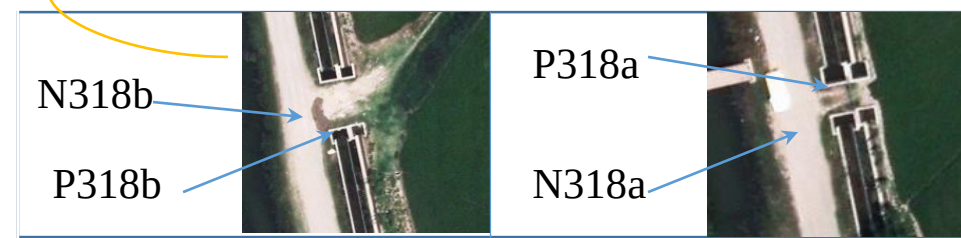
• کیفیت اصلی

• کیفیت اصلی



• Quick view

• کیفیت اصلی



Pکنج بیرونی کانال و n در محور جاده

Pکنج بیرونی کانال و n در محور جاده

نمونه کار اجرایی ۲

مقایسه ای احمالی در حالت استفاده و عدم استفاده از GCP

Direct
Georeferenced
No GCP

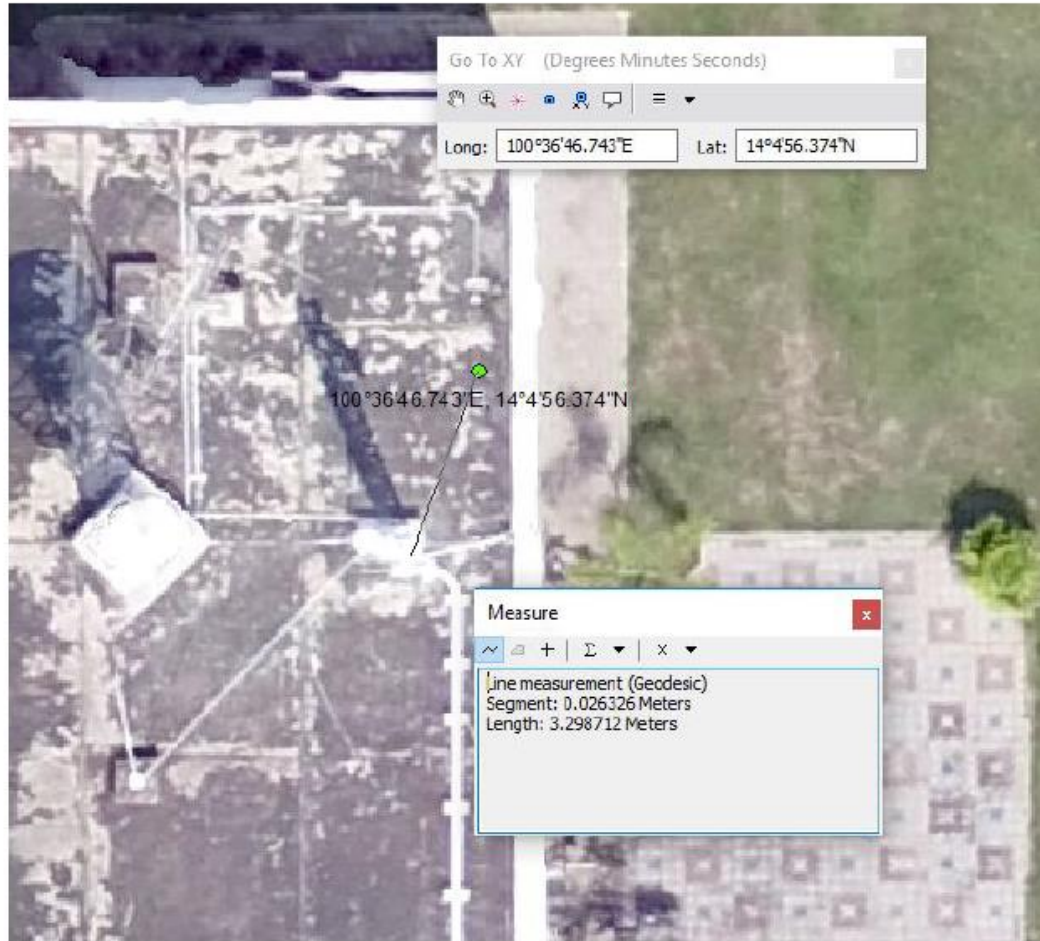


Georeferenced
with GCPs



Shift = 3.7m

Why GCPs are Important



Direct Georeferenced
No GCP



Georeferenced with GCPs

Why GCPs are important



Distance AB

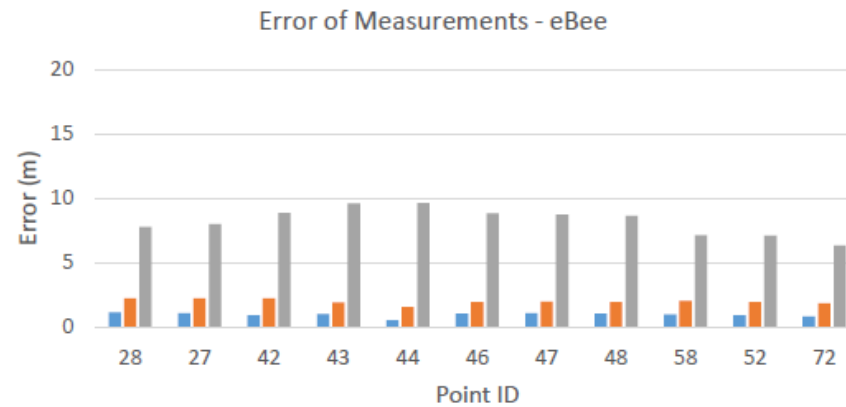
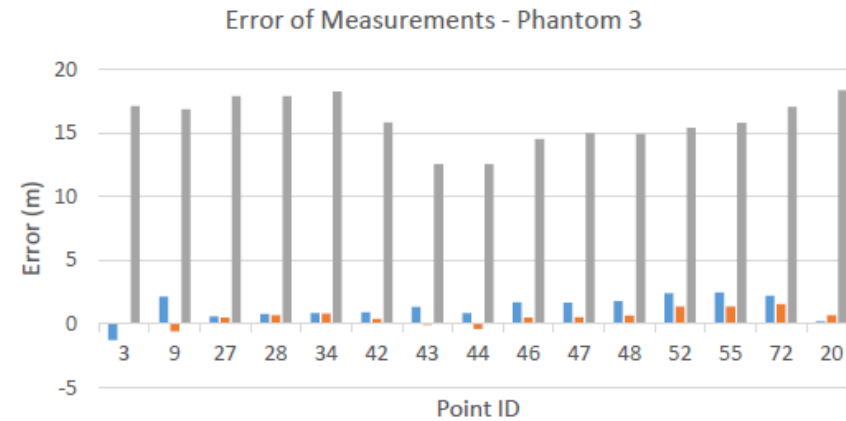
Georeferenced with GCP = 707.4m

Direct Georeferenced = 708.6m

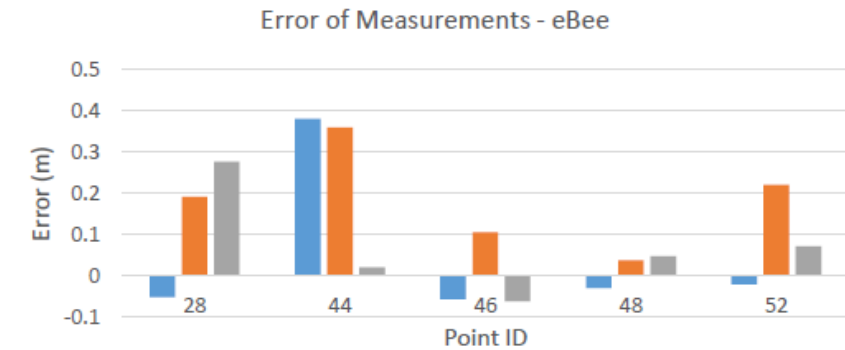
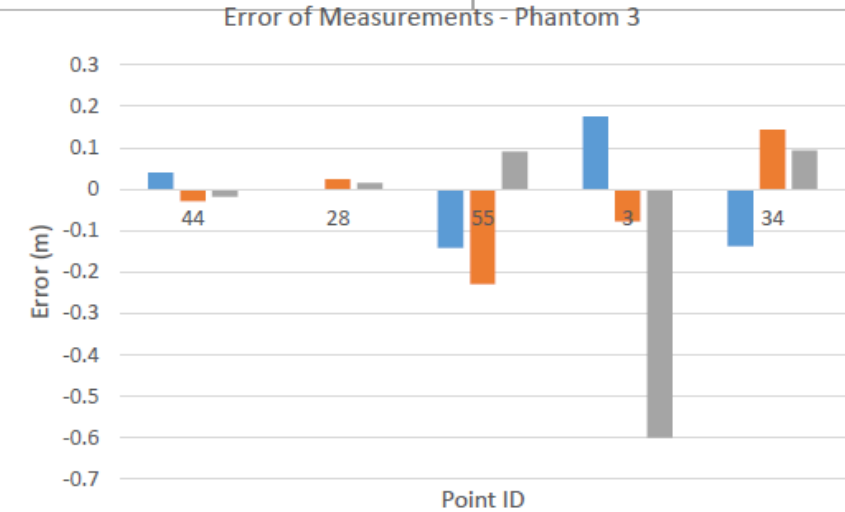
Difference = 1.2 m

Geo-Location accuracy

	Without GCP		With GCP	
	Planimetric Accuracy (m)	Height Accuracy (m)	Planimetric Accuracy (m)	Height Accuracy (m)
Phantom 3	1.750	16.098	0.174	0.275
eBee	2.187	8.283	0.274	0.132



■ Easting ■ Northing ■ Height



■ Easting ■ Northing ■ Height



Article

Comprehensive Direct Georeferencing of Aerial Images for Unmanned Aerial Systems Applications

Carlos A. M. Correia ¹, Fabio A. A. Andrade ^{2,3,*} , Agnar Sivertsen ², Ihannah Pinto Guedes ¹,
Milena Faria Pinto ¹ , Aline Gesualdi Manhães ¹ and Diego Barreto Haddad ¹

¹ Federal Center of Technological Education of Rio de Janeiro (CEFET/RJ), Rio de Janeiro 20271-110, Brazil; carlos.correia@aluno.cefet-rj.br (C.A.M.C.); ihannah.guedes@aluno.cefet-rj.br (I.P.G.); milena.pinto@cefet-rj.br (M.F.P.); aline.manhaes@cefet-rj.br (A.G.M.); diego.haddad@cefet-rj.br (D.B.H.)

² NORCE Norwegian Research Centre, 5838 Bergen, Norway; agsi@norce.no

³ Department of Microsystems, Faculty of Technology, Natural Sciences and Maritime Sciences, University of South-Eastern Norway (USN), 3184 Borre, Norway

* Correspondence: fabio.a.andrade@usn.no

- Correia, Carlos A. M., Fabio A. A. Andrade, Agnar Sivertsen, Ihannah Pinto Guedes, Milena Faria Pinto, Aline Gesualdi Manhães, and Diego Barreto Haddad. 2022. "Comprehensive Direct Georeferencing of Aerial Images for Unmanned Aerial Systems Applications" *Sensors* 22, no. 2: 604. <https://doi.org/10.3390/s22020604>