

دستور العمل نظارت و کنترل فنی نقشه‌ها و اطلاعات مکانی تهیه شده با استفاده از پهپاد



**سازمان برنامه و بودجه کشور
سازمان نقشه برداری کشور
اداره کل نظارت و کنترل فنی
اسفند ۱۳۹۵
نسخه اول**

۲	مقدمه
۲	۱. ارزیابی فنی
۲	الف تصویر برداری
۴	ب- عملیات زمینی
۶	پ- پردازش داده ها و تعیین پارامترهای توجیه خارجی
۶	ت- تبدیل ترسیم عوارض
۷	۲. تعیین دقت محصولات تولید شده
۹	۳. گزارشات و مدارک تحویلی
۱۰	۱- گزارش عملیات تصویر برداری
۱۱	۲- گزارش عملیات زمینی و تعیین مختصات نقاط کنترل
۱۱	۳- تعیین وضوح تصویر دوربین
۱۴	۴- پردازش داده ها و ارزیابی دقت پارامترهای توجیه خارجی تهیه شده
۱۵	۵- نرم افزارهای مورد استفاده در تهیه محصولات مختلف
۱۵	۶- ارزیابی دقت محصولات
۱۷	ضمائم
۱۷	۱- شناسنامه ایستگاه ماندگار
۱۸	۲- مشخصات ایستگاه ماندگار
۱۹	۳- تهیه اندکس مدل
۱۹	۴- تعریف مدل رقومی زمین و نقشه تصویری
۲۰	منابع

مقدمه:

به منظور نظارت و کنترل فنی پروژه های تهیه نقشه و اطلاعات مکانی با استفاده از پهپاد، تهیه کنندگان نقشه و اطلاعات مکانی می بایست در انتخاب تجهیزات مورد استفاده، طراحی فرآیندها و اجرای مراحل مختلف به نحوی عمل نمایند تا مشخصات فنی و دقت های قید شده در دستورالعمل همسان نقشه برداری جلد های اول^{۱-}، دوم^{۲-}، چهارم^{۳-} و ششم^{۸-} و همچنین دستورالعمل تهیه نقشه های رقمی ۱/۵۰۰، ۱/۱۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰ به روش نقشه برداری هوایی^{۴-} و دستورالعمل تهیه نقشه بزرگ مقیاس با روش مستقیم زمینی^{۵-} اداره کل نظارت و کنترل فنی سازمان نقشه برداری کشور را رعایت نمایند. تهیه کنندگان نقشه و اطلاعات مکانی با پهپاد می بایست علاوه بر رعایت استانداردهای فوق الذکر نسبت به تهیه و ارائه گزارش های فنی و مستندات مورد اشاره در این دستورالعمل به نحوی که بیانگر مطابقت تجهیزات، طراحی ها و مراحل اجرا و نتایج با استانداردها و دستورالعمل های فوق باشد اقدام نمایند. گزارش فنی ارائه شده می بایست شامل اطلاعاتی باشد که انجام ارزیابی های فنی زیر میسر گردیده و دقت محصولات تولید شده مشخص شده و گزارشات و مدارک زیر تحویل گردند:

۱- ارزیابی فنی:

ارزیابی های فنی زیر بمنظور اطمینان از صحت انجام طراحی، اجرا و مناسب بودن تجهیزات مورد استفاده در پروژه های تهیه نقشه و اطلاعات مکانی انجام می گیرد:

الف: تصویر برداری

- مجوز پرواز

رعایت قوانین و مقررات جاری و مصوب مرتبط با ملاحظات امنیتی و رعایت نکات ایمنی شامل اخذ مجوز مالکیت و پلاک گذاری پهپاد، صلاحیت اپراتوری و همچنین اخذ مجوز و هماهنگی های لازم در خصوص تصویر برداری از منطقه مورد نظر ضروری است.

- 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 (در صورت نیاز)، برآورد تعداد پرواز لازم برای پوشش کامل منطقه با توجه به مشخصات پرنده و مداومت پروازی آن، برآورد میزان کشیدگی تصویر در امتداد پرواز با توجه به سرعت پرنده به نحوی که کشیدگی تصویر بیشتر از ۰/۲ تا ۰/۳ GSD نباشد.

از آنجا که در تصاویر دوربین های متریک وضوح تصویر بالاتر از GSD می باشد، جدول مربوطه در

دستورالعمل همسان نقشه برداری جلد دوم^{۲-} بر اساس مقیاس، فاصله خطوط تراز و GSD تهیه گردیده

است. با توجه به اینکه در سیستم های پهپاد از دوربین هایی با کیفیت پایین تر از دوربین های متریک متداول در فتوگرامتری استفاده می شود و احتمال دارد که وضوح تصویر در این دوربین ها پایین تر از GSD باشد، جدول زیر بر اساس وضوح تصویر تعیین گردیده است و GSD تصویر برداری می بایست با در نظر گرفتن وضوح تصاویر تعیین گردد.

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

- پرنده مورد استفاده و عملیات تصویر برداری

توانایی حمل دوربین مورد نظر، سقف پرواز پرنده، مناسب بودن پرنده برای تصویر برداری با توجه به نوع منطقه، مساحت منطقه، مداومت پروازی، دقت گیرنده تعیین موقعیت مراکز تصویر، نحوه کنترل و هدایت پرنده، حداکثر سرعت باد قابل تحمل، سایر سنجنده های پرنده از قبیل سنجنده سرعت و جهت باد

- دوربین تصویر برداری

ارزیابی دوربین هوایی مورد استفاده شامل مناسب بودن فاصله کانونی، ابعاد فیزیکی پیکسل های CCD مورد استفاده، ابعاد CCD، پایداری هندسی لنز، قدرت تفکیک هندسی، قدرت تفکیک رادیومتریکی، وجود طیف های دیگر غیر از RGB، نرخ عکسبرداری پیاپی یا حداقل فاصله زمانی بین دو تصویر متوالی

- عملیات تصویر برداری

ارزیابی عملیات تصویر برداری انجام گرفته شامل نحوه هدایت پرنده، ساعت انجام عملیات تصویر برداری با توجه به عرض جغرافیایی منطقه و فصل تصویر برداری (زاویه تابش خورشید)، وضعیت جوی زمان تصویر برداری، سرعت و جهت وزش باد، مطابقت عملیات تصویر برداری با طرح پرواز شامل: وضعیت خطوط پرواز شده با خطوط طراحی شده، ارتفاع پرواز، GSD تصاویر اخذ شده، پوشش طولی و عرضی تصاویر، زاویه دریافت، وجود تصاویر با زوایای نامتعارف، اختلاف مقیاس تصاویر، رعایت اختلاف ارتفاع خطوط پرواز متناسب با اختلاف ارتفاع موجود در منطقه، مختصات ثبت شده مراکز تصاویر و همزمانی آنها با تصویر برداری، عدم استفاده از اتوفوکوس و تنظیم دستی نوردهی تصویر با الویت شاتر به نحوی که کشیدگی و وضوح در تصاویر متوالی ثابت باقی بمانند.

- تصاویر اخذ شده

ارزیابی کیفیت تصاویر از نظر سرعت شاتر، تغییرات دیافراگم، ISO، کیفیت رنگ، روشنایی و کنتراست، کشیدگی تصاویر، لرزش و تار بودن تصاویر، زاویه انحراف از نادیر یا میزان مایل بودن تصاویر

ب : عملیات زمینی

- ایجاد شبکه ایستگاه های ماندگار

ایجاد ایستگاه های ماندگار به تعداد، فواصل و مشخصات فنی بر اساس دستورالعمل تهیه نقشه های بزرگ مقیاس اداره کل نظارت و کنترل فنی سازمان نقشه برداری کشور^{۵-}، تهیه کروکی ایستگاه های ماندگار، اندازه گیری مختصات ایستگاه های ماندگار و تعیین ارتفاع ایستگاه های ماندگار مطابق دستورالعمل فوق، تعیین مدل ژئوئید محلی و تعیین ضریب مقیاس ایستگاه های ماندگار. در صورت ایجاد شبکه ایستگاه های ماندگار قبل از انجام عملیات تصویر برداری و در صورت مناسب بودن محل آنها، بر روی این ایستگاه ها تارگت گذاری انجام گیرد.

- طراحی نقاط کنترل و نقاط چک

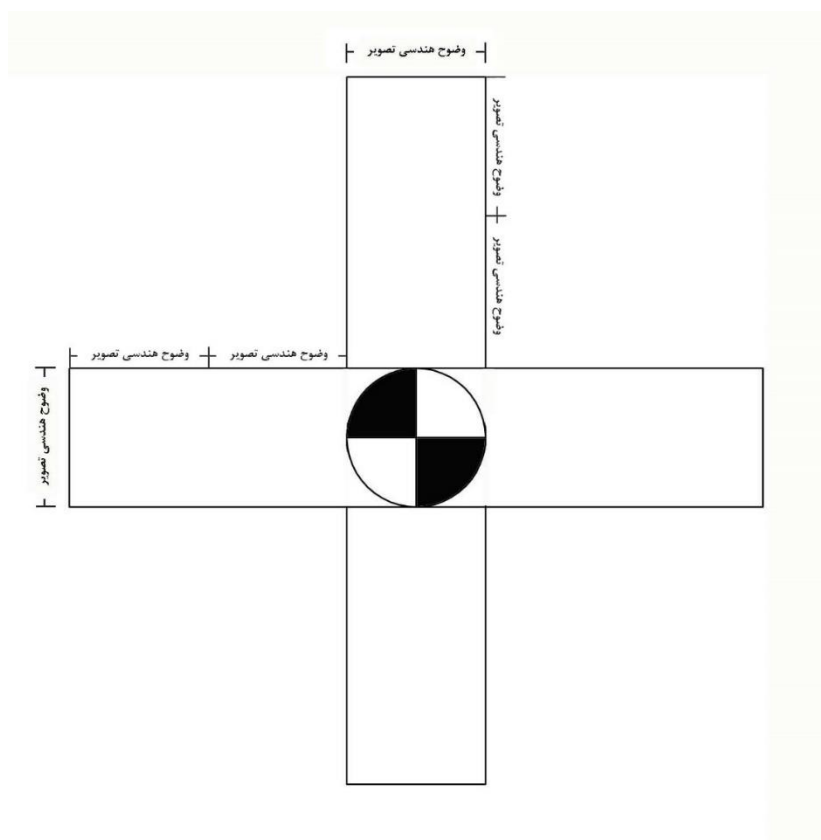
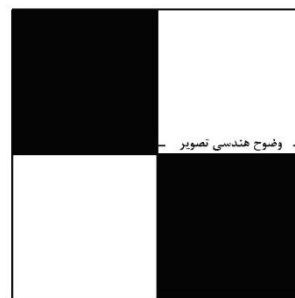
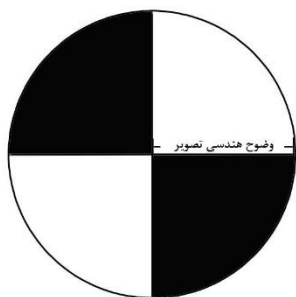
با توجه به اینکه اکثراً در تهیه نقشه و اطلاعات مکانی با پهنپاد از روش تارگت گذاری قبل از تصویر برداری استفاده می گردد، می بایست طراحی نقاط کنترل با الگوی مناسب، تراکم و تعداد در منطقه عملیات به نحوی انجام گیرد که نقاط کنترل به خوبی منطقه تهیه نقشه را پوشش داده باشند، در گوشه های منطقه نقاط کنترل اندازه گیری شده باشد، نقاط کنترل در تعداد کافی تصاویر قابل رویت و اندازه گیری باشند و تعداد و الگوی انتخاب و اندازه گیری نقاط کنترل متناسب با وسعت منطقه، مشخصات دوربین، نحوه و شرایط تصویر برداری و ... به نحوی باشد که در نهایت نتیجه پردازش داده ها دقت های مورد انتظار برای نقشه و اطلاعات مکانی مورد نظر را بر آورده نماید. در تهیه نقشه و اطلاعات مکانی از مناطق با وسعت بسیار کم نیز تعداد نقاط کنترل یک بلوک به هیچ وجه از ۴ نقطه در گوشه های بلوک (محدوده تهیه نقشه) و یک نقطه در مرکز محدوده تهیه نقشه به عنوان نقطه کنترل و حداقل ۵ نقطه چک بمنظور اطمینان از صحت زمین مرجع شدن تصاویر و تعیین پارمترهای توجیه خارجی) کمتر نباشد. نقاط کنترل به صورت دو تایی در نظر گرفته شوند تا خطا های غیر قابل قبول و یا اشتباهات در تعیین مختصات مشخص شده و یا در صورت رویت نشدن یکی از نقاط در تعداد کافی تصاویر، نقطه دوم تامین نیاز به انجام عملیات زمینی تکمیلی را بر طرف نماید.

- تارگت گذاری

از تارگت هایی با مشخصات زیر به عنوان نقاط کنترل و نقاط چک استفاده شده و تارگت ها قبل از انجام عملیات تصویر برداری در موقعیت طراحی شده در سطح صاف قرار گیرند. در صورتی که به هر دلیل در تمام و یا بخشی از پروژه ناگزیر از عوارض طبیعی به عنوان نقاط کنترل و یا چک استفاده گردد، انتخاب عوارض طبیعی متناسب با مقیاس نقشه و وضوح تصویر و با رعایت دستورالعمل تهیه نقشه بزرگ مقیاس با روش مستقیم زمینی^{۵-} اداره کل نظارت و کنترل فنی سازمان نقشه برداری کشور (صفحه ۲۴) و تهیه شناسنامه نقاط انجام گیرد. در صورت مسطح بودن منطقه می بایست تا حد امکان، تارگت ها در مناطق با ارتفاع های مختلف از قبیل بام ساختمان ها، منابع آب هوایی و ... قرار گیرند.

- مشخصات تارگت های مورد استفاده به عنوان نقاط کنترل و چک

مناسب بودن شکل، طرح، رنگ با کنتراست بالای تارگت ها (تارگت های با رنگ سفید در زمینه سیاه و یا رنگ سیاه در زمینه سفید)، مطابقت اندازه تارگت ها با وضوح تصویر و GSD مورد نظر به نحوی که در تارگت های مربعی هر ضلع مربع حداقل دو برابر وضوح تصویر باشد، در تارگت های دایره ای شعاع دایره حداقل برابر وضوح تصویر و در تارگت های به شکل بعلاوه عرض تارگت حداقل برابر وضوح تصویر و طول خطوط حداقل ۵ برابر وضوح تصویر باشد. در محل تقاطع خطوط دایره ای به قطر وضوح تصویر ترسیم شده و به چهار قسمت مساوی تقسیم گردد و دو قسمت رنگ آمیزی گردد.



- اندازه گیری موقعیت مسطحاتی و تعیین ارتفاع نقاط کنترل و نقاط چک
اندازه گیری موقعیت تارگت ها و نقاط چک با رعایت دستورالعمل تهیه نقشه بزرگ مقیاس با روش
مستقیم زمینی 0^{۵-} اداره کل نظارت و کنترل فنی سازمان نقشه برداری کشور (صفحه ۲۷) انجام گیرد.

- گویا سازی و جمع آوری اطلاعات جغرافیایی
جمع آوری اطلاعات جغرافیایی و گویا سازی عوارض برای تهیه نقشه و تصویر قائم ضروری می
باشد. انجام عملیات گویا سازی می بایست بر روی موزائیک اولیه تصاویر اخذ شده و بر اساس دستورالعمل
طبقه بندی و گویا سازی نقشه های بزرگ مقیاس^{۶-} سازمان نقشه برداری کشور انجام گیرد. در مناطق با
عوارض اندک و فاقد عوارض شهری و ساختمانی گویا سازی می تواند در مرحله اندازه گیری نقاط کنترل و
بر روی تصاویر ماهواره ای و یا نقشه های موجود از منطقه و یا جمع آوری اسامی و اطلاعات جغرافیایی به
همراه مختصات تقریبی نقاط باشد (ثبت مختصات بر اساس گیرنده GPS دستی و یا تلفن همراه) انجام
گیرد.

- تارگت مورد استفاده جهت تعیین وضوح تصویر دوربین
مطابقت تارگت مورد استفاده برای تعیین وضوح تصویر دوربین با GSD و ارتفاع پرواز منطقه، قرار
گرفتن تارگت در موقعیت مناسب در منطقه (مطابق بند ۳-۳)

پ: پردازش داده ها و تعیین پارامتر های توجیه خارجی

- نرم افزار مورد استفاده

مشخصات نرم افزار مورد استفاده، پارامتر ها و وزن های تعیین شده برای مشاهدات، ارزیابی گزارش
های ارائه شده توسط نرم افزار در خصوص نتایج پردازش تصاویر شامل: وضعیت پوشش تصاویر (پوشش های
طولی و عرضی کم و وجود گپ در بلوک)، دقت مختصات مراکز تصویر، تعیین المان های کالیبراسیون
دوربین (مقادیر نهایی و انحراف معیار) از قبیل (فاصله کانونی c، نقطه اصلی x_p, y_p ، اعوجاج شعاعی
 k_1, k_2, k_3 اعوجاج خارج از مرکزیت p_1, p_2 و اعوجاج خطی b_1, b_2)، دقت نقاط کنترل مورد استفاده در
پردازش تصاویر، دقت تعیین موقعیت نقاط چک، تعداد تصاویری که نقاط کنترل و چک در آنها دیده می
شوند، ارائه پارامترهای توجیه خارجی تصاویر و دقت تعیین پارامتر های توجیه خارجی تصاویر، وجود اشتباه
در نقاط کنترل و نقاط چک

- دقت پارامتر های توجیه خارجی تعیین شده و روش های تعیین دقت
ارزیابی دقت پارامترهای توجیه خارجی تعیین شده برای تصاویر از طریق تشکیل مدل های سه بعدی و
بررسی وجود پارالاکس در تصاویر، اندازه گیری مختصات سه بعدی نقاط کنترل و چک در محیط سه بعدی
و مطابقت دقت های تعیین شده با دقت نقشه و اطلاعات مکانی محصولات مورد نظر

ت: تبدیل و ترسیم عوارض

تبدیل، ویرایش، ترسیم و کارتوگرافی عوارض بر اساس دستورالعمل تهیه نقشه های رقومی ۱/۵۰۰،
۱/۱۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰ به روش نقشه برداری هوایی^{۴-}

۲- تعیین دقت محصولات تولید شده:

- نقشه

تهیه نقشه می بایست صرفاً از طریق ترسیم رقومی عوارض در محیط سه بعدی در نرم افزارهای متداول و بر اساس دستورالعمل های موجود شامل تبدیل عوارض مسطحاتی (پوشش گیاهی، عوارض آبی، سازه، راه و راه آهن، ساختمان، خدمات عمومی، محدوده و ...) به صورت سه بعدی انجام گیرد. تبدیل خطوط تراز و نقاط ارتفاعی می تواند علاوه بر روش ترسیم در محیط سه بعدی با استفاده از داده های لیزر اسکنر هوایی (موجود از پروژه های قبلی)، ابر نقاط و یا مدل رقومی تولید شده از تصاویر توسط نرم افزار انجام گرفته و در محیط سه بعدی کنترل گردد. به عبارت دیگر ترسیم عوارض نقشه به صورت مستقیم از تصاویر ارتو و ابر نقاط قابل قبول نمی باشد. ترسیم عوارض می بایست صرفاً در محدوده مدل انجام گرفته و از تبدیل عوارض خارج از محدوده مدل خودداری شود. برای این منظور قبل آغاز عملیات تبدیل می بایست اندکس مدل ها (۳-۴) با دقت مناسب تشکیل گردد. در صورت تصویر برداری به صورت خطوط متقاطع (کراس)، اندکس مدل ها برای خطوط کراس نیز می بایست به صورت مستقل تهیه گردد. در صورتی که نسبت باز تصویر برداری به ارتفاع (B/H) به دلیل پوشش طولی زیاد تصاویر کوچک تر از ۰/۲۵ باشد، ترسیم عوارض ارتفاعی (منحنی میزان، جوی و نهر و آبریز و ...) انتخاب تصاویر به نحوی انجام گیرد تا حداقل نسبت ۰/۲۵ رعایت گردد (به عنوان مثال تشکیل مدل با تصاویر یک در میان). در صورتی که خطوط تراز از ابر نقاط و یا مدل ارتفاعی رقومی استخراج می گردند توصیه می شود ابتدا عوارض ارتفاعی که نقش خطوط شکست را دارند در محیط سه بعدی تبدیل شده و در مرحله استخراج خودکار خطوط تراز به عنوان اطلاعات جانبی مورد استفاده قرار گیرند. در هنگام ترسیم عوارض به عدم وجود پارالاکس و اختلاف احتمالی مختصات مسطحاتی و ارتفاع عوارض مشترک در مدل های مجاور توجه شود. برای این منظور بهتر است ابتدا مرز مدل ها ترسیم شده و در این مرحله وجود پارالاکس و اختلاف ارتفاع در مرز مدل ها مورد بررسی قرار گیرد.

ترسیم، ویرایش و کارتوگرافی عوارض می بایست بر اساس و همچنین دستورالعمل تهیه نقشه های

رقومی ۱/۵۰۰، ۱/۱۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰ به روش نقشه برداری هوایی^۴ انجام گیرد.

ارزیابی و تعیین دقت نقشه های تهیه شده به روش های متداول از طریق مقایسه با نقشه های موجود و اندازه گیری های زمینی صورت می گیرد. این بررسی ها شامل بررسی موقعیت مسطحاتی و ارتفاعی تعدادی از عوارض و نقاط کنترل و چک، کنترل تصادفی تکمیل بودن و صحت عوارض ترسیم شده و نیز سازگاری منطقی عوارض می باشد. کنترل عملیات ترسیم و کارتوگرافی و مطابقت آن بر اساس دستورالعمل نیز مانند روش های متداول کنترل نقشه های تهیه شده و با رعایت چک لیست استرئوچک و کنترل کارتوگرافی نقشه های بزرگ مقیاس (چک لیست های نظارت و کنترل فنی) انجام می گیرد.

- ابر نقاط

ابر نقاط می بایست با استفاده از تمامی تصاویر خصوصاً تصاویر کراس (در صورت وجود) با دقت یک چهارم فاصله منحنی میزان نقشه مورد نظر و تراکم بزرگتر یا مساوی وضوح تصویر دوربین تهیه شود. در مرحله پیش پردازش، نقاط دارای ارتفاع غیر واقعی (نادرست) و نقاط موجود در پهنه های بزرگ آبی می بایست حذف گردد. دقت ابر نقاط تهیه شده به روش های مختلف مورد ارزیابی قرار می گیرد. این روش ها عبارتند از مقایسه ابر نقاط با ارتفاع نقشه های موجود از منطقه، مقایسه موقعیت اندازه گیری شده نقاط کنترل و چک بر روی ابر نقاط، کنترل ابر نقاط در مدل های سه بعدی و بررسی انطباق آن با زمین، ترسیم خطوط تراز بر اساس ارتفاع ابر نقاط و بررسی وضعیت قله ها و گودال های غیر واقعی، بررسی نمایش عوارض مشخص از قبیل ساختمان ها، دیوارها، راه ها، عوارض ساخت بشر و ... بر روی ابر نقاط. حداکثر خطای ابر نقاط در مناطق زمین بدون پوشش باید کوچکتر از یک چهارم فاصله منحنی میزان نقشه مورد نظر باشد. ابر نقاط می بایست با تراکم حداکثر بزرگتر یا مساوی وضوح تصویر دوربین و به فرمت متنی و یا فرمت LAS حاوی رنگ نقاط استخراج شده از تصاویر بوده و با سه رقم اعشار ذخیره و ارائه گردد.

- مدل رقومی زمین و سطح

تعریف مدل رقومی زمین در بخش ۴-۴ ارائه گردیده است. مدل رقومی زمین و سطح می بایست با استفاده از کلیه تصاویر خصوصاً تصاویر کراس (در صورت وجود) تهیه گردد. ابعاد پیکسل مدل رقومی رستری تصویری نمی بایست از ابعاد وضوح تصاویر کوچکتر باشد. ارزیابی دقت مدل رقومی زمین از طریق بررسی موقعیت و ارتفاع نقاط کنترل و چک در مدل رقومی، استخراج منحنی میزان از مدل رقومی و تشخیص اشتباهات، بررسی و کنترل وضعیت عوارض مشخص در ابر نقاط مانند ساختمان ها، ترانسه، دیوار، جوی و ... و همچنین بررسی نواحی که با فیلتراسیون نقاط ساختمان ها، عوارض ساخت انسان، پوشش گیاهی، درختان و ... حذف میشوند و نواحی مربوطه به صورت واسطه یابی تکمیل می شود انجام می گیرد.

- نقشه تصویری قائم

تعریف نقشه تصویری قائم در بخش ۴-۴ ارائه گردیده است. نقشه تصویری می بایست با استفاده از کلیه تصاویر خصوصاً تصاویر کراس (در صورت وجود) تهیه گردد. ابعاد پیکسل نقشه تصویری قائم نمی بایست از وضوح تصاویر کوچک تر و از ده برابر وضوح تصاویر بزرگتر باشد. ترسیم عوارض می تواند به صورت دو بعدی برای گویا کردن نقشه تصویری قائم انجام گرفته و عوارض مجازی (اسامی، سمبل ساختمان ها، مرزهای مناطق شهری و ...) به نقشه تصویری قائم اضافه گردد. ارزیابی دقت نقشه تصویری قائم با استفاده از نقشه های موجود در منطقه، کنترل موقعیت نقاط کنترل و چک، انطباق و پیوستگی عوارض، نمایش صحیح عوارض، انطباق عوارض در مرز قطعات نقشه تصویری قائم انجام می گیرد. دقت مسطحاتی عوارض می بایست در حد دقت نقشه با مقیاس مورد نظر باشد. برای ارزیابی دقت از عوارضی استفاده می گردد که در سطح زمین قرار داشته و فاقد ارتفاع باشند. برای مثال جوی و جدول کناره لبه جاده های اسفالت و ...

برای تعیین رابطه بین مقیاس نقشه تصویری و وضوح تصاویر اخذ شده از جدول شماره یک استفاده می گردد. نقشه تصویری می بایست به فرمت رستری از قبیل GeoTiff و یا JPG ترجیحا به صورت ۱۶ بیت ذخیره گردد.

۳- گزارشات و مدارک تحویلی

الف- گزارشات تحویلی

- ۱- گزارش انجام عملیات تصویر برداری به همراه Flight Log و یا فایل KMZ مسیر پرواز حاوی مسیر و مختصات مراکز تصاویر
- ۲- گزارش انجام عملیات زمینی و تعیین مختصات نقاط کنترل
- ۳- گزارش تعیین وضوح تصویر دوربین
- ۴- گزارش پردازش تصاویر و ارزیابی دقت پارمترهای توجیه خارجی تهیه شده
- ۵- گزارش نرم افزارهای مورد استفاده و روش تهیه محصولات مختلف (نقشه، ابر نقاط، مدل رقومی زمین و سطح، نقشه تصویری قائم)
- ۶- گزارش ارزیابی دقت محصولات تهیه شده

ب- مدارک تحویلی

- ۱- گزارش های فنی
- ۲- اندکس طراحی و عملیات پرواز انجام گرفته
- ۳- اندکس نقاط کنترل و چک و ایستگاه های ماندگار
- ۴- شناسنامه ایستگاه های ماندگار
- ۵- فهرست مختصات ایستگاه های ماندگار و فهرست نقاط کنترل و چک حاوی طول عرض جغرافیایی، مختصات X و Y و ارتفاع بیضوی و ارتفاع ارتومتریک
- ۶- تصاویر اخذ شده
- ۷- پارامتر های توجیه خارجی تصاویر
- ۸- فایل المان های کالیبراسیون دوربین
- ۹- چک لیست های:
- استروچک و کنترل کارتوگرافی نقشه های بزرگ مقیاس تهیه شده به روش فتوگرامتری
- کنترل تصاویر هوایی ارتو
- کنترل DEM/DSM
- ۱۰- محصولات تهیه شده

۱-۳ گزارش عملیات تصویر برداری

فرم گزارش عملیات تصویر برداری

گزارش عملیات تصویر برداری		
ارتفاع متوسط منطقه:	استان محل عملیات:	منطقه عملیات:
ارتفاع منطقه:	عرض جغرافیایی:	طول جغرافیایی:
مجری پرواز:	سفارش دهنده:	ارتفاع متوسط پرواز:
تاریخ خاتمه تصویر برداری:		تاریخ شروع تصویر برداری:
مشخصات پرنده		مشخصات دوربین
نوع پرنده: مشخصات پرنده: نحوه هدایت و کنترل: مشخصات گیرنده GNSS مورد استفاده: سایر سنجنده ها:		Camera Model: Dimension: Bit Depth: Pixel Size: Focal Length:
مساحت تصویر بردای شده:		مساحت مورد درخواست:
GSD(planned)= GSD (Real Average)=	جمع ساعات پرواز:	تعداد پرواز:
تعداد خطوط پرواز متقاطع:	تعداد خطوط پرواز اصلی:	تعداد کل خطوط پرواز:
پوشش عرضی:	پوشش طولی:	سرعت متوسط پرنده:
B/H تصویر برداری:	فاصله مراکز تصویر:	ابعاد زمینی تصاویر:
وضعیت جوی:	جهت باد:	سرعت باد:

۲-۳ گزارش انجام عملیات زمینی و تعیین مختصات نقاط کنترل

گزارش انجام عملیات زمینی و تعیین مختصات نقاط کنترل و چک می بایست شامل موارد زیر باشد:

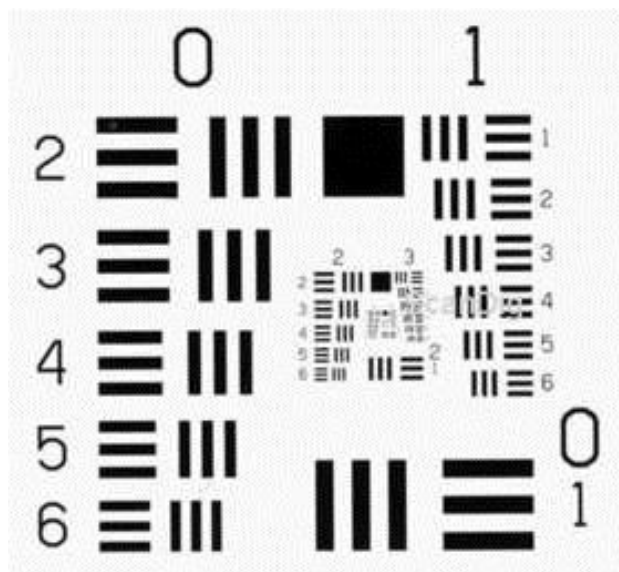
- ۱- کارت شناسائی نقاط مبنایی مسطحاتی سازمان نقشه برداری کشور و یا نامه معرفی نقاط مورد نظر کارفرما و یا اطلاعات ایستگاه دائم استفاده شده به عنوان مبنای مسطحاتی
- ۲- کارت شناسایی نقاط مبنایی ارتفاعی سازمان نقشه برداری کشور و یا نامه معرفی نقاط مورد نظر کارفرما
- ۳- شناسنامه نقاط ماندگار مطابق فرم ۴-۱
- ۴- مشخصات تجهیزات مورد استفاده برای اندازه گیری مختصات مسطحاتی و تعیین ارتفاع نقاط
- ۵- اندکس نقاط کنترل و چک و شبکه ایستگاه های ماندگار
- ۶- فایل و پرینت فهرست مختصات نهایی ایستگاه های ماندگار
- ۷- اوراق خلاصه ترازبایی، اصل اوراق زمینی ترازبایی، مشاهدات خام تخلیه شده از دستگاه GPS، اوراق کلیه Site LOG ها، پروژه پردازش مشاهدات GNSS شبکه نقاط ماندگار
- ۸- مشخصات تارگت ها و تصویر نمونه ای از تارگت ها
- ۹- فهرست مختصات، ضریب مقیاس شبکه نقاط ماندگار
- ۱۰- چارت تهیه شده برای مدل ژئوئید محلی
- ۱۱- روش اندازه گیری و محاسبات تعیین مختصات نقاط کنترل و چک
- ۱۲- نحوه تعیین ارتفاع نقاط کنترل و چک
- ۱۳- فهرست مختصات نقاط کنترل و چک شامل ارتفاع بیضوی و ارتفاع ارتومتریک

۳-۳ گزارش تعیین وضوح تصویر دوربین

با توجه به تاثیر وضوح لنز بر کیفیت داده های مکانی قابل استخراج از تصاویر هوایی، تعیین وضوح تصویر دوربین مورد استفاده در سیستم پهباد فتوگرامتری و ارائه نتایج به عنوان بخشی از گزارش فنی عملیات تهیه نقشه و اطلاعات مکانی ضروری می باشد. از آنجا که وضوح لنز ممکن است در پروژه های تصویر برداری مختلف تغییر نماید قرارداد تارگت متناسب با مشخصات دوربین تصویر برداری، ارتفاع پرواز، پوشش منطقه و GSD تصویر برداری با مشخصات زیر (و یا تارگت با مشخصات ۱۹۵۱ USAF resolution test chart) ضروری می باشد.

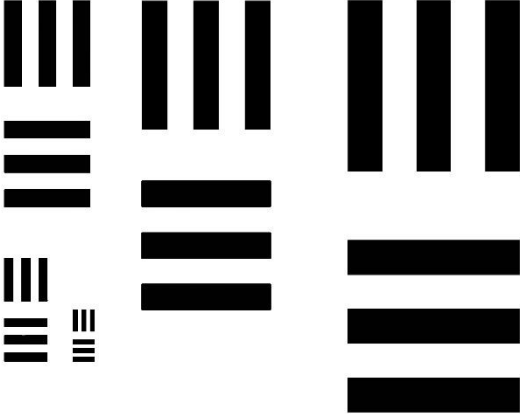




- علامت نشانه گذاری شده شامل مستطیل های سفید در زمینه سیاه و یا مستطیل های سیاه در زمینه سفید
- مستطیل ها به صورت مجموعه های سه تایی هم اندازه به عرض X و طول 5*X
- قراردادان مجموعه های سه تایی مستطیل مطابق نمونه از بزرگ به کوچک در سطح تارگت که در دو جهت افقی و عمودی در کنار یکدیگر قرار گرفته اند

- بزرگترین عرض مجموعه مستطیل ها حداقل ۵ برابر GSD
- کوچکترین عرض مستطیل ها تا نصف GSD
- اختلاف ابعاد مجموعه های سه تایی معادل نیم GSD
- در مجموع حداقل ۷ مجموعه سه تایی در تارگت وجود داشته باشد
- تارگت به نحوی در منطقه قرار گیرد که حداقل در مرکز یک تصویر و گوشه های چند تصویر دیده شود.



تارگت با مشخصات USAF resolution test chart 1951

فرم گزارش وضوح تصویر دوربین

گزارش تعیین وضوح تصویر دوربین			
تصویر تارگت مورد استفاده			
			
Shutter Speed:	f/stop:	ISO:	موقعیت تارگت در وسط تصویر شماره
			
Shutter Speed:	f/stop:	ISO:	موقعیت تارگت در کنار تصویر شماره
			
وضوح تصاویر معادل ... gsd می باشد			نتیجه گیری
*تصاویر ارائه شده به صورت اولیه بوده و هیچ آشکار سازی و تغییر روشنایی و کنتراستی بر روی آنها اعمال نگردیده است			

۳-۴ گزارش پردازش داده ها و ارزیابی دقت پارمترهای توجیه خارجی

گزارش پردازش تصاویر و ارزیابی دقت پارمترهای توجیه خارجی تهیه شده می بایست حاوی مطالب زیر

باشد:

- معرفی نرم افزار مورد استفاده و مشخصات
- فایل خروجی گزارش نرم افزار
- المان های کالیبراسیون دوربین (مقادیر نهایی و انحراف معیار) از قبیل (فاصله کانونی c ، نقطه اصلی x_p, y_p ، اعوجاج شعاعی k_1, k_2, k_3 اعوجاج خارج از مرکزیت p_1, p_2 و اعوجاج خطی b_1, b_2)
- فایل پارامترهای توجیه خارجی تصاویر استخراج شده از نرم افزار
- روش ارزیابی دقت پارامترهای توجیه خارجی و نتایج ارزیابی

۵-۳ گزارش نرم افزارهای مورد استفاده در تهیه محصولات مختلف

گزارش های ارائه شده می بایست شامل موارد زیر باشند:

- نقشه

- مشخصات نرم افزار مورد استفاده در تبدیل تصاویر به نقشه
- فایل پارامترهای خارجی مورد استفاده در نرم افزار
- اندکس مدل های خطوط پرواز اصلی و اندکسی مدل های خطوط پرواز کراس
- تصاویر گویا
- ابر نقاط

- مشخصات نرم افزار مورد استفاده در تولید ابر نقاط
- پارامتر های مورد استفاده در تولید ابر نقاط
- تعداد نقاط تولید شده، تراکم نقاط تولید شده، کیفیت انتخاب شده برای تولید،
- خطا های ارائه شده توسط نرم افزار در خصوص ابر نقاط تولید شده
- مدل رقومی زمین و سطح
- مشخصات نرم افزار مورد استفاده در تولید DEM
- ساختار ذخیره سازی DEM (Tin, grid)
- مشخصات فایل رستری DEM، وضوح فایل رستری DTM
- وضوح DSM تولید شده
- روش تولید DSM (Inverse Distance Weighting یا مثلث بندی)، مشخصات فایل رستری DSM،
- فیلتر مورد استفاده (نویز، نرم کننده سطوح)
- خطا های ارائه شده توسط نرم افزار در خصوص مدل رقومی زمین و DSM تولید شده
- نقشه تصویری قائم
- مشخصات نرم افزار مورد استفاده در تولید نقشه تصویری قائم
- مدل رقومی زمین و سطح مورد استفاده در تولید نقشه تصویری قائم
- وضوح هندسی نقشه تصویری، مشخصات فایل تصویر

۶-۳ گزارش ارزیابی دقت محصولات

- نقشه

- گزارش ارزیابی دقت نقشه های تهیه شده از تصاویر پهپاد می بایست بیانگر فعالیت های زیر باشد:
- وضعیت وجود احتمالی پارالاکس بیش از نیم فلوتین مارک در مدل ها که منجر به اختلال در دید سه بعدی و ترسیم عوارض می گردد
 - عدم تشکیل مدل (تشکیل مدل های به صورت گود بینی به دلیل زوایای نا متعارف تصاویر)

- وجود اختلاف در موقعیت عوارض در مدل های مختلف (عوارض موجود در مرز مدل ها) و یا اختلاف ارتفاع در مرز مدل ها
- مختصات نقاط کنترل و نقاط چک اندازه گیری شده در محیط نرم افزار و جدول اختلاف مختصات زمینی نقاط با مختصات اندازه گیری شده
- ابر نقاط
- گزارش ارزیابی دقت ابر نقاط تهیه شده از تصاویر پهپاد می بایست بیانگر فعالیت های زیر باشد:
- مقایسه ابر نقاط با نقشه ها و اطلاعات موجود از منطقه
- جدول مقایسه اختلاف موقعیت نقاط کنترل و چک بر روی ابر نقاط
- بررسی وضعیت ابر نقاط در مدل های سه بعدی و مناطقی که نقاط به زمین منطبق نمی باشند
- آمار تعداد نقاط کنترل شده از ابر نقاط در مدل سه بعدی
- مدل رقومی زمین و سطح
- گزارش ارزیابی دقت مدل رقومی زمین و سطح تهیه شده از تصاویر پهپاد می بایست بیانگر فعالیت های زیر باشد:
- استخراج خطوط تراز از مدل رقومی زمین و بررسی وضعیت انطباق خطوط تراز با نقاط کنترل و چک
- بررسی وضعیت خطوط تراز استخراج شده در مدل های سه بعدی
- انطباق شبکه TIN و یا Grid استخراج شده از مدل رقومی زمین در مدل های سه بعدی تشکیل شده
- نقشه تصویر قائم
- گزارش ارزیابی دقت و کیفیت نقشه های تصویری قائم تهیه شده از تصاویر پهپاد می بایست بیانگر فعالیت های زیر باشد:
- انطباق عوارض مشخص در نقشه تصویری با نقشه های موجود و یا اندازه گیری های زمینی
- انطباق موقعیت نقاط کنترل و چک با نقشه تصویری
- وضعیت عوارض طولی مانند جدول، خیابان و ... در نقشه تصویری
- کیفیت رنگ و روشنایی تصویر در سطح نقشه تصویری خصوصا مرز تصاویر

۴- ضمیمه

۱-۴ شناسنامه ایستگاه های ماندگار

نمونه شناسنامه ایستگاه ماندگار به شرح زیر می باشد:

فرم شماره ۳

کارت شناسایی ایستگاه های ماندگار

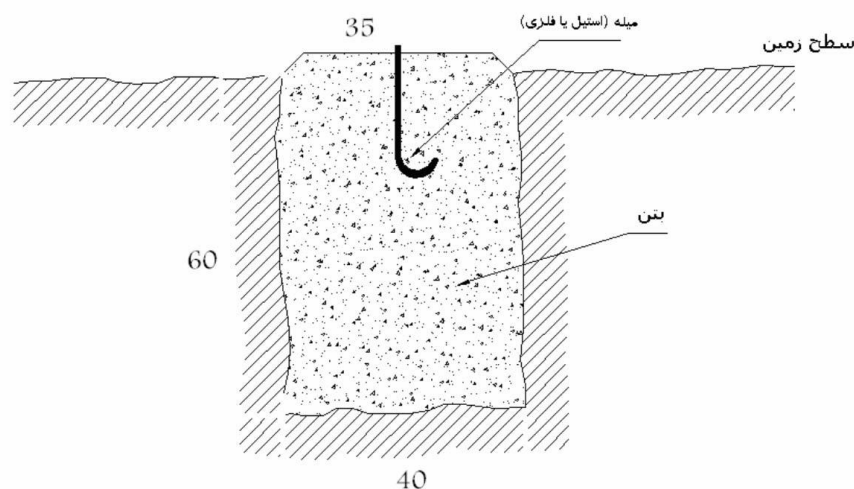
سال تهیه :		ایستگاه :		آزم مشاور :	
مشاور :		پروژه :		شماره و تاریخ قرار داد :	
نظارت :		استان :		شهرستان :	
منطقه :		کارفرما :			
ϕ		N		h بیضوی	
λ		E		H ژنوبید	
سیستم تصویر :		قاج :		بیضوی مبنا :	
مشخصات ایستگاه :			امتداد ایستگاه به ایستگاه های مجاور :		
<p>کروکی منطقه و راه های دسترسی :</p>					

مهر و امضاء مشاور

۲-۴ مشخصات ایستگاه های ماندگار

- نکاتی که می بایست در ایجاد شبکه ایستگاه های ماندگار رعایت شود عبارتند از:
- ۱- موقعیت ایستگاه ها طوری انتخاب شوند که امکان ماندگاری ایستگاه ها بالا باشد.
 - ۲- ساختمان ایستگاه های شبکه ماندگار به صورت بتن در جا ایجاد شوند.
 - ۳- ابعاد ایستگاه ها به صورت ۶۰*۴۰*۴۰ سانتیمتر با سرقالب ۳۵*۳۵ سانتیمتر و سطح بتن به صورت شابلن نویسی ایجاد گردد (مطابق شکل زیر)
 - ۴- تمامی ایستگاه ها با گیرنده تعیین موقعیت GNSS و با زمان استقرار مناسب قرائت شوند.
 - ۵- ایستگاه هایی که به صورت حکاکی ایجاد می شوند حکای آنها مناسب و در حد ایستگاه های ماندگار باشد. (مثلی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر و به عمق یک سانتیمتر و وسط آن علامت گذاری شود)
 - ۶- چنانچه در داخل شهر امکان ایجاد بتن و یا حکاکی وجود نداشته باشد می توان از پلاک های الومینیومی به قطر ۱۰ سانتیمتر که روی آن اسم مشاور و شماره ایستگاه حک شده باشد استفاده کرد.
 - ۷- برای تمامی نقاط شبکه ماندگار کارت شناسایی تهیه گردد.

نمونه بتن ایستگاه ماندگار (بتن درجا)



۱/۲۰۰۰	۱/۱۰۰۰	۱/۵۰۰	
۲۰۰۰ متر	۱۵۰۰ متر	۱۰۰۰ متر	فاصله اضلاع شبکه ماندگار

بر اساس شرح خدمات تعرفه های تهیه نقشه های بزرگ مقیاس به روش فتوگرامتری در پروژه های کوچک می بایست حداقل ۳ ایستگاه ماندگار در منطقه تهیه نقشه ایجاد گردد.

۳-۴ تهیه اندکس مدل

اندکس محدوده مدل ها به روش زیر تعیین می گردند:

- ۱- از داخل فایل پارامترهای توجیه خارجی مختصات مراکز تصویر خطوط اصلی پرواز را انتخاب کرده و بجای ارتفاع نقاط مراکز تصویر، ارتفاع متوسط منطقه جایگزین و در نرم افزار AutoCad و یا Microstation نقاط وارد می گردد.
- ۲- مراکز تصاویر را به همدیگر وصل کرده و خطی ما بین خطوط ترسیم می گردد.
- ۳- از مرکز هر عکس خطی به خطوط ترسیم شده بین رن ها عمود می گردد. محدوده حاصل باید ملاک حد کار تبدیل قرار گیرد.
- ۴- در رن های اول و آخر و ابتدا و انتهای رن ها ملاک محدوده تهیه نقشه می باشد.
- ۵- در صورت وجود خطوط کراس این مراحل برای تهیه اندکس مدل های خطوط کراس تکرار گردد.

۴-۴ تعریف مدل رقومی زمین و نقشه های تصویری

بر اساس تعریف دستورالعمل همسان نقشه برداری جلد ششم^{۸-} صفحه ۷ مدل رقومی ارتفاعی زمین به عنوان نمایش رقومی تغییرات پستی و بلندی زمین روی سطح خاصی تعریف می شود. این اطلاعات می تواند به صورت منظم (Grid) و در روش رشته نقاط، پراکندگی نقاط به صورت منظم یا نامنظم (TIN) می باشد. برای مدل ارتفاعی رقومی از نام های مختلفی استفاده می شود و در این دستورالعمل برای مدل رقومی زمین از DEM استفاده می شود. مدل رقومی رستری تصویری با درجات خاکستری بیش از ۸ بیت است که در آن مختص اول و دوم نشان دهنده مختصات X و Y و مختص سوم ارتفاع است. بر اساس دستورالعمل فوق الذکر منظور از نقشه های تصویری، نمایش زمین مرجع و مختصات دار از زمین است که در آنها جابجایی ناشی از اختلاف ارتفاع و دوران سنجنده و یا دوربین در لحظه تصویر برداری حذف شده و با توجه به مقیاس و کاربرد قابل اغماض می باشند. بدین ترتیب، نقشه تصویری علاوه بر دارا بودن مشخصه های یک تصویر، تا حدود زیادی مشخصات هندسی نقشه را نیز دارا می باشد. در تصاویر قائم اندازه و شکل هر پیکسل یکسان بوده و موقعیت هر پیکسل بر روی زمین با توجه به اندازه، مبداء و دوران آنها مشخص و در بیشتر این نوع داده ها، اندازه پیکسل در تمام سطح مورد پوشش یکسان است.

۵- منابع:

- ۱- دستورالعمل همسان نقشه برداری جلد اول: ژئودزی و ترازیابی نشریه شماره ۱۱۹-۱ مصوب ۱۳۸۶/۰۱/۲۹ به شماره ۱۰۰/۹۳۶۱
- ۲- دستورالعمل همسان نقشه برداری جلد دوم: نقشه برداری هوایی نشریه شماره ۱۱۹-۲ مصوب ۱۳۸۶/۰۱/۲۹ به شماره ۱۰۰/۹۳۶۰
- ۳- دستورالعمل همسان نقشه برداری جلد چهارم: کارتوگرافی نشریه شماره ۱۱۹-۴ مصوب ۱۳۸۶/۰۱/۲۹ به شماره ۱۰۰/۹۳۵۹
- ۴- دستورالعمل تهیه نقشه های رقومی ۱/۲۰۰۰ به روش نقشه برداری هوایی ویرایش ۳ اسفند ۹۰ سازمان نقشه برداری کشور

<http://ncc.org.ir/HomePage.aspx?TabID=3680&Site=NCCPortal&Lang=fa-IR>

- ۵- دستورالعمل تهیه نقشه بزرگ مقیاس با روش مستقیم زمینی اداره کل نظارت و کنترل فنی سازمان نقشه برداری کشور به شماره ۶۳۳۵ مورخ ۱۳۹۰/۰۳/۲۳
- ۶- دستورالعمل طبقه بندی و گویا سازی نقشه های بزرگ مقیاس
- ۷- چک لیست های نظارت و کنترل فنی

<http://tc.ncc.org.ir/DesktopModules/News/NewsView.aspx?TabID=۴۹۸۹&Site=tc.ncc.org&Lang=fa-IR&ItemID=۳۶۰ &mid=۱۳۷۸۷&wVersion=Staging>

- ۸- دستورالعمل همسان نقشه برداری جلد ششم: شبکه های داده ای و تصویری نشریه شماره ۱۱۹-۱ مصوب ۱۳۸۶/۰۱/۲۹ به شماره ۱۰۰/۹۳۶۳