

بررسی تغییرات و الزامات در بازنگری دستورالعمل ۵-۱۱۹ رفتارسنجی ژئودتیک

سازمان نقشه برداری کشور
مهرماه ۱۴۰۱

سازمان نقشه برداری کشور

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

تعیین دوره های مشاهدات رفتارسنجی بر اساس خطر پذیری پروژه
بر عهده کارفرما یا مشاور طرح

• **پیش از ساخت :** طراحی، ساخت پیلارها و حداقل یک مرحله مشاهدات پیلارهای خارج

• **در حین ساخت:** با توجه به نظر مشاور طرح

• **آبگیری اولیه:** پیش از اولین آبگیری سد و پس از اولین آبگیری سد (سیکل آبگیری)

• **قبل از حالت پایداری:** در سال های اولیه بهره برداری و تا زمانی که رفتار سد به حالت پایدار نرسیده باشد لازم است طبق نظر مشاور طراح سد و با توجه به نتایج سیستم رفتار نگاری سد انجام شود.

• **پس از پایداری:** پس از پایدار شدن رفتار سد ، هر پنج سال، برای سدهای بتنی قوسی دو مرحله مشاهده در تراز حداکثر و حداقل سالیانه آب مخزن سد و برای سدهای بتنی وزنی و سدهای خاکی یک مرحله مشاهده انجام گیرد.

• **زلزله ، سیل شدید، خشکسالی طولانی مدت**

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

برنامه زمان بندی مشاهدات:

- ابلاغ هر دوره از مشاهدات از طرف کارفرما یا مشاور طرح (تاخیرات)
- ارائه برنامه زمانی مشاهدات به تفکیک شبکه و با در نظر گرفتن شرایط جوی از طرف مشاور رفتارسنجی به نظارت و کارفرما
- جابجایی فعالیتها در داخل برنامه زمانی، متناسب با شرایط جوی مجاز بوده ولی بازه تجمعی باید مطابق برنامه زمانی ارائه شده باشد.
- ثابت بودن تراز آب یا تغییر حداقلی آن در زمان مشاهدات. مسئولیت ثبات تراز آب مخزن با کارفرما می باشد.
- مدت زمان تقریبی مورد نیاز برای انجام مشاهدات در سدهای مختلف بین ۱۵ الی ۳۵ روز بوده و جهت حفظ کیفیت، یکپارچگی و دقت شبکه های رفتار سنجی، افزایش زمان مشاهدات بیش از ۳۵ روز مجاز نمی باشد.

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

دقت انواع مشاهدات در شبکه های میکروژئودزی

- طول: دقت طول یاب باید مساوی یا بهتر از مقادیر جدول ۱-۲ برای بلندترین طول شبکه باشد.
- زاویه: دقت زاویه یاب باید مساوی یا بهتر از اثر زاویه ای متناظر مقادیر جدول ۱-۲ برای بلندترین امتداد شبکه باشد.
- ارتفاع: دقت ترازیاب باید مساوی یا بهتر از نصف مقادیر ذکر شده در جدول ۱-۲ برای بلندترین مسیر شبکه باشد.
- لازم به یادآوری است که نتیجه نهائی پس از آنالیز اولیه تعیین می گردد.

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

دقت انواع مشاهدات در شبکه های میکروژئودزی

دقت مورد نیاز	نوع مشاهده
1mm+1ppm	طول
0.5"	امتداد افقی
0.5"	زوایای قائم
0.3 mm/km	اختلاف ارتفاع *
3mm+0.5ppm	مشاهدات ماهواره ای

* ترازیبی هندسی

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

آماده سازی تجهیزات

- کالیبراسیون سالانه دستگاهها توسط کارخانه سازنده یا نماینده ذیصلاح آن (دارای گواهینامه مرکز ملی تایید صلاحیت ایران)
- کنترل دستگاههای زوایه یاب در هر ایستگاه از نظر خطای تراز و کولیماسیون و کنترل تراز یاب و ملحقات آن (مطابق ۱-۱۱۹)

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

مشاهدات طول

- استفاده از چتر
- شرایط جوی مطلوب
- هم دمایی دستگاه و محیط
- استفاده از تک منشور دقیق
- تکرار اندازه گیری حداقل ۴ بار
- قرائت دما، فشار و رطوبت در دو سر طول
- جلوگیری از تابش نور خورشید بر دماسنج ها
- کنترل رطوبت فتیله دماسنج
- دقت اندازه گیری دما و فشار
- اندازه گیری ارتفاع دستگاه و منشور با دقت ۰/۱ میلی متر
- اندازه گیری دو طرفه در شبکه خارج سازه

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

مشاهدات امتدادهای افقی و زوایای قائم

- استفاده از چتر
- شرایط جوی مطلوب
- هم دمایی دستگاه و محیط
- کنترل خطای کولیماسیون دستگاه در هر پیلار
- کنترل خطای تراز دستگاه قبل از شروع هر کوپل
- اندازه گیری امتدادهای افقی به روش کوپل و دور افق
- اندازه گیری زوایای قائم به روش کوپل
- تعداد کوپل ها مطابق آنالیز اولیه (حداقل ۴ کوپل)
- مشاهدات زوایای قائم از دو طرف در حداقل فاصله زمانی ممکن
- اندازه گیری ارتفاع دستگاه و تارگت با دقت ۰/۱ میلی متر
- زاویه تابش خورشید

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

مشاهدات ترازیبی

- استفاده از چتر
- شرایط جوی مطلوب
- هم دمایی دستگاه و محیط
- اجتناب از انجام مشاهدات در زمانهای تشعشع خط دید و وزش باد شدید
- قرائت بین ارتفاع ۰/۵ تا ۲/۵ متر شاخص
- تعداد دهنه زوج
- استفاده از یک میر در تک دهنه ها
- اختلاف فاصله کمتر از ۰/۵ متر برای شاخص ها تا ترازیب
- فاصله شاخص تا ترازیب کمتر از ۳۰ متر
- کنترل تراز شاخص ها ابتدای هر پروژه
- کنترل روزانه کولیماسیون دستگاه
- گراویمتر و دماسنج نیاز ندارد.

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

کنترل صحرایی مشاهدات زمینی

□ کنترل حین انجام مشاهدات:

$$ds = \sqrt{2(a^2 + b^2 s^2)}$$

- کنترل طولهای مشاهده شده
- انجام محاسبات کوپل امتدادهای افقی و زوایای قائم و مقایسه نتایج
- تکرار مشاهدات در صورت داشتن اختلاف بیش از ۲ ثانیه بین نتایج کوپلها
- مقایسه اختلاف مشاهدات رفت و برگشت در ترازیبی سد خاکی / بتنی با 3vL و 1.5vL

□ کنترل مشاهدات قبل از ترک کارگاه:

- محاسبه خطای بست مثلث (کمتر از ۲/۵ ثانیه درجه ای) بیش از ۸۰٪
- محاسبه سرشکنی ایستگاهی (کمتر از ۰/۷ ثانیه برای امتدادهای افقی و کمتر از ۱ ثانیه برای زوایای قائم)
- محاسبه خطای بست ارتفاعی (سد بتنی 1vL و سد خاکی 2vL)

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

تصحیح مشاهدات در شبکه های زمینی

- تصحیح مشاهدات زوایای قائم
 - تصحیح هندسی شامل اثر اختلاف ارتفاع دوربین و تارگت
 - تصحیح اثر عدم توازی قائمها (شبکه های سه بعدی)
 - تصحیح اثر شرایط جوی (k)
- تصحیح مشاهدات امتدادهای افقی
 - تصحیح اثر عدم توازی قائمها (شبکه های سه بعدی)
- تصحیح مشاهدات طول
 - تصحیح شرایط جوی
 - تصحیحات هندسی
 - تصحیح اثر اختلاف ارتفاع دوربین و تارگت
 - تصحیح اثر دوران دیستومات حول تلسکوپ
 - تصویر طول های افقی به ارتفاع یکسان در شبکه های دو بعدی

(اهمیت ترتیب تصحیحات)

N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

تصحیح مشاهدات در شبکه های زمینی

به دلیل **وسعت کم شبکه های رفتارسنجی** فضای مشاهدات، فضای کروی فرض شده و از پیچ و تاب خط شاقولی و انحراف قائم صرفنظر می گردد.

ابتدا تصحیحات شرایط جوی بر روی مشاهدات انجام می شود. بعد با استفاده از تصحیحات هندسی مشاهدات از فضای کروی به فضای مستوی منتقل می گردد.

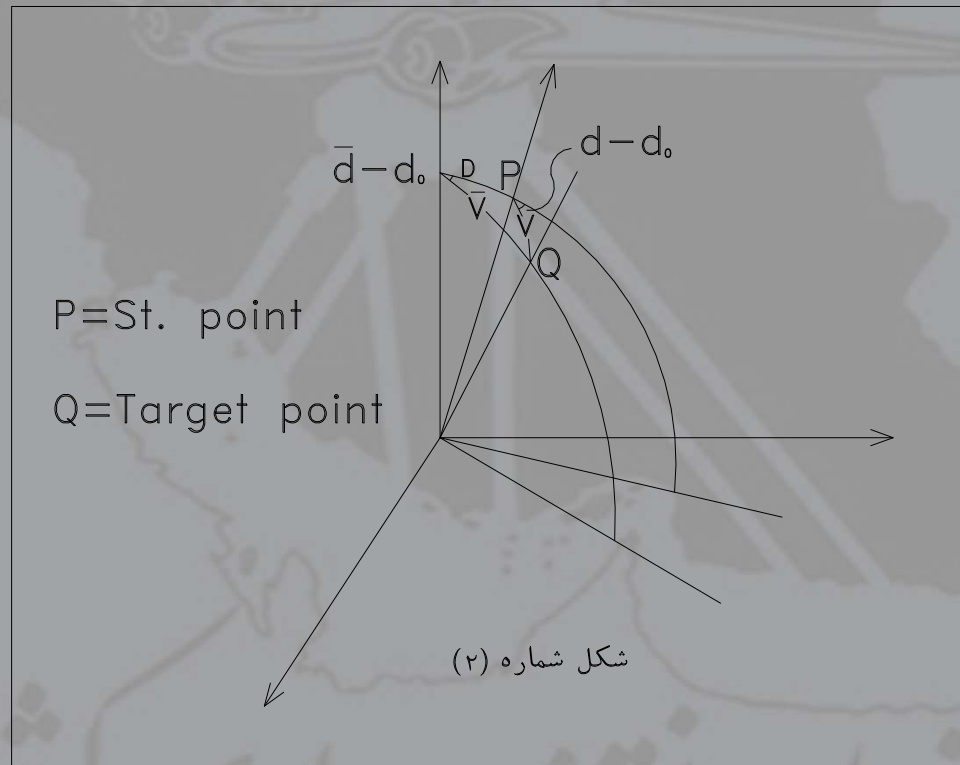
N

C

C

فصل چهارم - مشاهدات و پیش پردازش آنها

تصحیح اثر عدم توازی قائمها بر روی زوایای قائم و امتدادهای افقی



$$\left. \begin{array}{l} L = 1km \\ R = 6378km \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{L}{R} \approx 32''$$

N

C

C

فصل پنجم - استفاده از سیستم GNSS

شبکه های رفتار سنجی دوره ای
شبکه های رفتار سنجی دائمی و پیوسته

در حال حاضر استفاده از شبکه های رفتار سنجی دوره ای GNSS در شبکه های مسطحاتی سدهای خاکی و شبکه های رفتارسنجی زمین لغزش و مناطق صخره ای توصیه می شود. در سدهای بتنی نظر به شرایط توپوگرافی منطقه با توجه به احتمال بالای عدم دستیابی به دقت های مورد نیاز، استفاده از این روش مجاز نیست.

N

C

C

فصل پنجم - استفاده از سیستم GNSS

طراحی مکانی:

- عوامل زمین شناسی (مانند کلاسیک)
- توپوگرافی محل (مانند کلاسیک)
- عوامل ژئودتیک:

- ✓ دید آسمانی
- ✓ خطای چند مسیره شدن (مشاهده تست در صورت لزوم)
- ✓ حداقل تعداد پیلار ۵ عدد
- ✓ امکان تبدیل به کلاسیک با حداقل تغییر
- ✓ حداقل مشاهدات سه بیس لاین
- ✓ GDOP کوچکتر از ۸
- ✓ پیشنهاد مشاهدات در دو مقطع زمانی با صور فلکی متفاوت
- ✓ حداقل زمان مشاهدات برای پیلارها ۴ ساعت و برای نقاط نشانه ۱/۵ ساعت
- ✓ حداقل گیرنده هم زمان ۴ عدد
- ✓ حداقل امکان از آنتن دقیق Choke Ring استفاده شود.
- ✓ همه گیرنده ها از یک برند تجاری استاندارد باشند.
- ✓ هر نقطه نشانه حداقل به دو پیلار متکی باشد.

N

C

C

فصل پنجم - استفاده از سیستم GNSS

پردازش طول بازها:

- پارامترهای یونسفر و تروپوسفر مناسب برای هر منطقه انتخاب گردد.
- مشخصات صحیح آنتن مورد استفاده در مشاهدات انتخاب گردد.
- ماسک زاویه ارتفاعی برابر ۱۵ درجه در نظر گرفته شود.
- ماهواره هایی که اطلاعات مداری آنها در نرم افزار با خطا همراه است باید غیر فعال گردند.
- تمام موارد جهش فاز در هر طول باز باید حذف گردند.
- ابهام فاز در هر طول باز باید حل یا فیکس گردد.
- فاکتور واریانس حاصل از پردازش برای هر طول باز باید کوچکتر از ۱ باشد.
- اگر طول بازی در یک مرحله بیش از یک بار مشاهده شده باشد باید جهت پردازش در تمام مشاهدات آن طول باز یکسان باشد.

N

C

C

فصل پنجم - استفاده از سیستم GNSS

تلفیق مشاهدات ماهواره ای و کلاسیک:

□ پیشنهاد عدم تلفیق به دلیل دارا بودن دقت های متفاوت

□ در صورت تلفیق، سیستم تصویر *utm* پیشنهاد می گردد
و باید تصحیحات بیضوی بر روی کلیه مشاهدات طول و
امتداد اعمال و به سیستم تصویر *utm* تبدیل گردند.

N

C

C

فصل ششم - سرشکنی شبکه های رفتارسنجی

- استفاده از روش کمترین مربعات
- تفکیک سرشکنی شبکه خارج و روی سازه

- سرشکنی شبکه خارج سازه به روش inner const.
- سرشکنی شبکه خارج سازه به روش min const.
- سرشکنی شبکه روی سازه به روش over const.

N

C

C

سازمان نقشه برداری کشور

فصل ششم - سرشکنی شبکه های رفتارسنجی

مهمترین بخش محاسبات سرشکنی تعیین نقاط پایدار و وزن صحیح مشاهدات می باشد.

- تست سازگاری بین اپکها قبل از تست تشخیص نقاط پایدار (در اکثر شبکه های رفتارسنجی به دلیل یکسان بودن تعداد نقاط و مشاهدات سازگاری بین مراحل مختلف وجود دارد).
- استفاده از دو روش IWST و GCT برای تشخیص نقاط پایدار. در صورت مغایرت نتایج ارجحیت با روش IWST می باشد.

N

C

C

فصل ششم - سرشکنی شبکه های رفتارسنجی

ملاحظات

(الف) در روشهای تشخیص نقاط پایدار، در صورتی نتایج قابل اطمینان هستند که بیش از نیمی از نقاط شبکه به عنوان نقاط پایدار معرفی شوند.

(ب) آزمونهای آماری تشخیص نقاط پایدار معمولاً در سطح اطمینان بیشتری مثلاً ۹۹/۹٪ انجام می شود تا نقاط پایدار بی جهت به عنوان نقطه ناپایدار تشخیص داده نشوند.

(ج) تشخیص نقاط پایدار هر مرحله نسبت به مرحله قبل آن و مرحله اول انجام شود.

(د) در تشخیص نقاط پایدار علاوه بر نتایج عددی به وضعیت زمین شناسی منطقه نیز توجه شود.

(ه) در اجرای روشهای تشخیص نقاط پایدار یکی از حالات زیر اتفاق می افتد:

N

C

C

فصل ششم - سرشکنی شبکه های رفتارسنجی

□ نقاط پایدار مرحله جاری با مرحله قبل یکسان است:

سرشکنی این مرحله مانند مرحله قبل به صورت حداقل قیود انجام می شود.

□ نقاط پایدار متفاوتی نسبت به مراحل قبل تعیین می شود:

• بین ایک جاری و کلیه ایکهای قبل، نقطه پایدار مشترک وجود دارد.

این نقطه به عنوان نقطه ثابت انتخاب شده و سرشکنی مرحله جاری و همچنین مراحل قبل با ثابت گرفتن مختصات این نقطه به صورت حداقل قیود انجام می شود.

• مرحله جاری با تعدادی از (و نه همه) ایکها نقطه پایدار مشترک دارد:

فقط مرحله جاری با ثابت گرفتن مختصات نقطه پایدار از نزدیکترین ایک به مرحله جاری به صورت حداقل قیود سرشکن می شود. سایر مراحل تغییر نمی کند.

□ هیچ نقطه پایداری بین این مرحله و مراحل قبل وجود ندارد:

فقط مرحله جاری با ثابت گرفتن مرکز ثقل مختصات تعدادی از نقاط که جابجایی کمتری دارند (اختلاف جابجایی آنها از میانگین جابجایی نقاط کمتر از سه برابر انحراف معیار جابجاییها باشد) سرشکن می شود و سایر مراحل تغییر نمی کند. مختصات این نقاط از مرحله ای استخراج می شود که بیشترین انطباق را با مرحله جاری دارند.

N

C

C

فصل ششم - سرشکنی شبکه های رفتارسنجی

کنترل نتایج بعد از سرشکنی:

- آزمون فاکتور واریانس ثانویه
- آزمون باقیمانده های استاندارد شده
- قابلیت اطمینان داخلی و خارجی واقعی شبکه
- مقادیر عددی مورد انتظار اطمینان داخلی برای طول، امتداد افق و زاویه زنیتی به ترتیب به مقدار 2mm، 3s و 5s می باشد. حداکثر تعداد مشاهداتی که مجازند بیش از این مقادیر باشند برای شبکه خارج سازه ۵٪ و برای شبکه روی سازه ۱۰٪ مشاهدات است. (این محدودیت به علت کم بودن درجه آزادی، در شبکه های ترازیبی و گالریها نیست).
- قابلیت آشکارسازی جابجایی احتمالی نقاط شبکه (مقایسه با طراحی و جدول ۱-۲)
- تست معنی دار بودن جابجاییهای نقاط شبکه (آماري و بیضی خطا)

آنالیز استرین در صورت وجود مدل تغییر شکل سازه

N

C

C

فصل هفتم - گزارش فنی و ارائه نتایج

□ گزارش طراحی:

- مشخصات عمومی سد
- مشخصات طراحی (مختصات تقریبی، نتایج آنالیز اولیه، قابلیت اطمینان، قابلیت آشکار سازی جابجایی ها، دستگاههای مورد نیاز، نوع و نحوه انجام مشاهدات، مشخصات نقاط، روش سرشکنی، نقشه ها)

□ گزارش مشاهدات، پردازش و نتایج:

- مشخصات عمومی سد
- مشاهدات، پردازش و سرشکنی (مختصات تقریبی و سرشکن شده نقاط، نوع دستگاهها با برگه کالیبراسیون، تراز آب مخزن در سدها، کلیه مشاهدات خام، تصحیحات، جزئیات سرشکنی و تعیین نقطه پایدار، قابلیت اطمینان، قابلیت آشکار سازی جابجایی، نقشه ها)
- مقادیر و گرافهای جابجایی (مرحله دوم به بعد)

N

C

C

فصل هشتم - پایش گودها به روش ژئودتیک

نوع پایش	قابلیت آشکار سازی جابجایی های مسطحاتی در سطح اطمینان ۹۵٪ (میلی متر)	قابلیت آشکار سازی جابجایی های ارتفاعی در سطح اطمینان ۹۵٪ (میلی متر)
درجه ۳	۱۲	۱۰
درجه ۲	۱۰	۸
درجه ۱	۷	۵.۵

نوع پایش	دقت مشاهدات طول با تک منشور	دقت مشاهدات امتدادهای افقی و زوایای زنجیری	a & dH
درجه ۳	2mm+ 2ppm	3"	3.5 mm
درجه ۲	1mm+ 1ppm	1"	2.8 mm
درجه ۱	1mm+ 1ppm	0.5"	2 mm

N

C

C

فصل هشتم - پایش گودها به روش ژئودتیک

مراحل انجام کار:

طراحی، ساخت و نصب نقاط، مشاهدات، محاسبات، ارائه گزارش فنی و نقشه ها

الزامات فنی مشترک برای سه درجه:

- استفاده از پیلار یا براکت
- نصب نقاط نشانه استاندارد
- انتخاب نقاط ثابت قابل اطمینان و کنترل جابجایی آنها (نصب منشور)
- اندازه گیری پارامترهای جوی
- انجام محاسبات سرشکنی و تعیین مختصات به همراه ابعاد بیضی خطا
- گزارش فنی (مشخصات عمومی، تاریخ و ساعت برداشت، تراز خاکبرداری و وضعیت گود، مشخصات و کالیبراسیون دستگاهها، مختصات و ابعاد بیضی خطا، گرافهای جابجایی/زمان و جابجایی / عمق خاکبرداری)

N

C

C



NCC

پایدار
باشید

۱۴۰۱ هـ

