



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۷۰۲-۸

چاپ اول

۱۳۹۶

INSO

11702-8

1st Edition

2018

Identical with  
ISO 17123-8:  
2015

اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی -  
روش‌های اجرایی میدانی برای آزمون  
دستگاه‌های ژئودتیک و نقشه‌برداری -

قسمت ۸: سیستم‌های

اندازه‌گیری میدان GNSS در

سینماتیک زمان واقعی (RTK)

Optics and optical instruments –  
Field procedures for testing  
geodetic and surveying instruments -  
Part 8: GNSS field measurement  
systems in  
real-time kinematic (RTK)

ICS: 17.180.30

استاندارد ملی ایران شماره ۸-۱۱۷۰۲ (چاپ اول): سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران-ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۱۰۶۰۳۱(۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰(۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

### **Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یک‌ها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی - روش‌های اجرایی میدانی برای آزمون دستگاه‌های ژئودتیک و نقشه‌برداری - قسمت ۸: سیستم‌های اندازه‌گیری میدان GNSS در سینماتیک زمان واقعی (RTK)»

### رئیس:

حاجی قربانی، رضاعلی  
(کارشناسی ارشد مکانیک - طراحی کاربردی)

### سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیئت علمی دانشگاه سمنان

### دبیر:

خدامعباسی، روح ا...  
(کارشناسی ارشد فیزیک - حالت جامد)

رئیس اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌های اداره کل  
استاندارد استان سمنان

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

برومند، سیمین  
(کارشناسی متالورژی صنعتی)

مدیر کنترل کیفیت شرکت کوبش کویر سمنان

برهانی، معصومه  
(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر فنی آزمایشگاه کالیبراسیون ره‌آورد سنجش سمنان

بهروزفر، قاسم  
(کارشناسی مکانیک)

کارشناس اداره کل استاندارد استان سمنان

تاجیک، مهلا  
(کارشناسی زیست‌شناسی)

کارشناس مسئول اداره کل استاندارد استان سمنان

ترحمی، صفیه  
(کارشناسی ارشد مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس سازمان صنعت، معدن و تجارت استان سمنان

تکلو، حمید  
(کارشناسی مکانیک)

کارشناس شرکت سازه گستر سایپا

تیموری، مهدی  
(کارشناسی ارشد فیزیک - ذرات بنیادی)

مدیرعامل شرکت دقیق آزمای سمنان

حسن‌آبادی، احسان  
(کارشناسی ارشد مکانیک - طراحی کاربردی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان سمنان

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدیر کنترل کیفیت شرکت توزین تراز آریا

حسین آبادی، نشمین

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

کارشناس شرکت سازه گستر سایپا

خدامعباسی، ابوذر

(کارشناسی ارشد پلیمر - پلیمر)

عضو مستقل

خدامعباسی، حسن

(کارشناسی فناوری اطلاعات)

عضو مستقل

خدامعباسی، حسین

(کارشناسی شیمی)

کارشناس سازمان صنعت، معدن و تجارت استان سمنان

داداشی، ام‌البنین

(کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی - تولید)

کارشناس مسئول سازمان صنعت، معدن و تجارت استان سمنان

دوستمحمدی، آزاده

(کارشناسی ارشد شیمی - شیمی معدنی)

کارشناس استاندارد

عبدا...زاده، حمیده

(کارشناسی صنایع غذایی)

کارشناس شرکت پایش ابزار برتر

کعبی، مریم

(کارشناسی فیزیک)

مدیرعامل شرکت پایش ابزار برتر

مهدی‌زاده صفار، سعید

(کارشناسی مهندسی شیمی)

مدیرعامل شرکت توزین تراز آریا

نوعی، حمیدرضا

(کارشناسی الکترونیک)

**ویراستار:**

رئیس گروه صنایع ساختمانی اداره کل استاندارد استان سمنان

طیبیان، محمدرضا

(کارشناسی ارشد عمران - سازه)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ کلیات
۲	۱-۴ پیش تقویت‌کننده
۲	۲-۴ الزامات
۳	۳-۴ مفهوم روش‌های اجرایی آزمون
۴	۴-۴ روش اجرایی ۱: روش اجرایی آزمون ساده
۵	۵-۴ روش اجرایی ۲: روش اجرایی آزمون کامل
۵	۵ روش اجرایی آزمون ساده
۵	۱-۵ اندازه‌گیری‌ها
۶	۲-۵ محاسبه
۷	۶ روش اجرایی آزمون کامل
۷	۱-۶ اندازه‌گیری‌ها
۷	۲-۶ محاسبه
۷	۱-۲-۶ کلیات
۷	۲-۲-۶ بررسی مقدماتی اندازه‌گیری
۷	۳-۲-۶ محاسبه مقادیر آماری
۸	۳-۶ آزمون‌های آماری
۸	۱-۳-۶ کلیات
۹	۲-۳-۶ سوال الف
۱۰	۳-۳-۶ سوال ب
۱۰	۴-۳-۶ سوال پ
۱۰	۵-۳-۶ سوال ت
۱۱	۴-۶ ارزیابی (نوع A و نوع B) عدم قطعیت استاندارد مرکب
۱۳	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مثالی از روش اجرایی آزمون ساده
۱۴	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثالی از روش اجرایی آزمون کامل
۱۹	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) مثالی برای محاسبه بیان عدم قطعیت مرکب (نوع A و نوع B)

## پیش‌گفتار

استاندارد «اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی - روش‌های اجرایی میدانی برای آزمون دستگاه‌های ژئودتیک و نقشه‌برداری - قسمت ۸: سیستم‌های اندازه‌گیری میدان GNSS در سینماتیک زمان واقعی (RTK)» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در سید و چهل و ششمین اجلاس کمیته ملی اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۶/۱۱/۲۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO17123-8: 2015, Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments-Part 8: GNSS field measurement systems in real-time kinematic (RTK)

## مقدمه

این قسمت از مجموعه استانداردهای ISO 17123، در زمان تعیین و ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری نتایج حاصل از دستگاه‌های ژئودتیک و تجهیزات کمکی آن‌ها برای استفاده در کارهای ساختمانی و نقشه‌برداری، روش‌های اجرایی میدانی را برای پذیرش، مشخص می‌کند. اصولاً این آزمون‌ها برای این در نظر گرفته می‌شوند تا تصدیق‌های میدانی، برای مناسب بودن یک دستگاه مشخص، به منظور کار مهم فوری باشند. این آزمون‌ها به عنوان آزمون‌های ارزیابی پذیرش یا عملکرد، که طبیعت جامع‌تری دارند، در نظر گرفته نمی‌شوند. به طور کلی تعریف و مفهوم عدم قطعیت به عنوان یک خصوصیت کمی برای نتیجه نهایی اندازه‌گیری، در دو دهه اخیر پیشرفت کرده است، اگرچه تجزیه و تحلیل خطا از خیلی پیش‌تر بخشی از همه علوم اندازه‌گیری بوده است. پس از چندین مرحله، CIPM<sup>۱</sup> کار توسعه یک راهنمای مفصل را به سازمان ISO ارجاع داد. تحت مسئولیت گروه مشورتی فنی در مورد اندازه‌شناسی<sup>۲</sup> (TAG 4) سازمان ISO و هماهنگ با شش سازمان اندازه‌شناسی جهانی، یک سند راهنما درباره بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری با هدف تامین قوانینی برای استفاده در استانداردسازی، کالیبراسیون، آزمایشگاه، خدمات اعتبارسنجی و اندازه‌شناسی، گردآوری شد. استاندارد راهنمای ISO/IEC Guide 98-3 اولین راهنمای منتشر شده به عنوان یک استاندارد بین‌المللی (سند سازمان ISO) در سال ۱۹۹۵ بود.

با مقدمه عدم قطعیت در اندازه‌گیری در مجموعه استانداردهای ISO 17123 (همه قسمت‌ها)، این استاندارد قصد دارد تا در نهایت یک بیان یکنواخت و کمی از عدم قطعیت اندازه‌گیری در اندازه‌شناسی ژئودتیک با هدف برآورده‌سازی الزامات مشتریان تهیه کند.

مجموعه استانداردهای ISO 17123 (همه قسمت‌ها) نه تنها وسیله ارزیابی دقت (انحراف معیار تجربی) یک دستگاه را فراهم می‌کند، بلکه ابزاری برای تعریف یک بیان عدم قطعیت نیز فراهم می‌کند که اجازه جمع‌بندی همه مولفه‌های عدم قطعیت، چه آن‌هایی که تصادفی بوده یا سیستماتیک هستند، را برای اندازه معرف درستی، یعنی عدم قطعیت مرکب، می‌دهد.

بنابراین مجموعه استانداردهای ISO 17123 (همه قسمت‌ها) برای تعریف هر دستگاه، با استفاده از روش‌های اجرایی، پیشنهاد برای افزایش، کمیت‌های موثر معمولی که می‌توان در زمان استفاده عملی انتظار داشت، تحقیق شده‌اند. مشتری می‌تواند برای یک کاربرد خاص، مولفه‌های عدم قطعیت استاندارد مربوط را به منظور استخراج و بیان عدم قطعیت نتیجه اندازه‌گیری، برآورد کند.

این استاندارد، قسمت هشتم از مجموعه استانداردهای ISO 17123 یا استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۷۰۲، اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی - روش‌های اجرایی میدانی برای آزمون دستگاه‌های ژئودتیک و نقشه‌برداری، است که شامل قسمت‌های زیر می‌باشد:

- Part 1: Theory

- قسمت ۲: ترازیاها

1- Comité Internationale des Poids et Mesures  
2- Technical Advisory Group on Metrology



- قسمت ۳: زاویه یابها

- Part 4: Electro-optical distance meters (EDM measurements to reflectors)

- قسمت ۵: تاکئومترهای الکترونیکی

- Part 6: Rotating lasers

- قسمت ۷: شاقول اپتیکی

## اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی - روش‌های اجرایی میدانی برای آزمون دستگاه‌های ژئودتیک و نقشه‌برداری - قسمت ۸: سیستم‌های اندازه‌گیری میدان GNSS در سینماتیک زمان واقعی (RTK)

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های اجرایی میدانی مورد پذیرش، هنگام تعیین و ارزیابی دقت (تکرارپذیری) سیستم ماهواره‌ای ناوبری جهانی (GNSS) سیستم‌های اندازه‌گیری میدانی (شامل GPS، GLONASS، مشابه سیستم‌های جدید مانند GALILEO) در سینماتیک زمان واقعی (GNSS RTK) و تجهیزات جانبی آن‌ها هنگام استفاده در ساختمان، نقشه‌برداری و اندازه‌گیری‌های صنعتی است. اصولاً، این آزمون‌ها به منظور تصدیق‌های میدانی شایستگی یک دستگاه خاص برای کاربرد رایج، به منظور برآورده کردن الزامات سایر استانداردها بوده و به‌عنوان آزمون‌های ارزیابی‌پذیرش یا عملکرد، که طبیعت جامع‌تری دارند، پیشنهاد نمی‌شوند.

### ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده‌است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند. در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۲۳: سال ۱۳۹۰، واژه‌نامه اندازه‌شناسی - مفاهیم پایه و عمومی و اصطلاحات مربوط

2-2 ISO 3534-1, Statistics - Vocabulary and symbols - Part 1: General statistical terms and terms used in probability

2-3 ISO 9849, Optics and optical instruments - Geodetic and surveying instruments - Vocabulary

2-4 ISO 12858-2, Optics and optical instruments - Ancillary devices for geodetic instruments - Part 2: Tripods

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۵۲۳-۲: سال ۱۳۹۳، اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی - وسایل جانبی برای دستگاه‌های ژئودتیک - قسمت ۲: سه پایه‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 12858-2: 1999، تدوین شده است.

2-5 ISO 17123-1, Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and

surveying instruments - Part 1: Theory  
2-6 ISO 17123-2, Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 2: Levels

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۱۷۰۲: سال ۱۳۹۳، اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی- روش‌های میدانی برای آزمون دستگاه‌های ژئودتیک و نقشه‌برداری- قسمت ۲: تراز یاب‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 17123-2: 2001، تدوین شده است.

2-7 ISO 17123-5, Optics and optical instruments - Field procedures for testing geodetic and surveying instruments - Part 5: Total stations

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۱۷۰۲: سال ۱۳۸۷، اپتیک و دستگاه‌های اپتیکی- روش‌های میدانی برای آزمون دستگاه‌های ژئودتیک و نقشه‌برداری- قسمت ۵: تراز یاب‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 17123-5: 2005، تدوین شده است.

2-8 ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement - Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995)

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه‌شده در استانداردهای ISO 17123-1، ISO 9849، ISO 3534-1، ISO 17123-2، ISO 17123-5، ISO/IEC Guide 99 به کار می‌رود.

### ۴ کلیات

#### ۴-۱ مقدمه<sup>۱</sup>

روش استقرار سینماتیک زمان واقعی، یک روش اجرایی اندازه‌گیری نسبی با استفاده از گیرنده‌های مرجع (پایه) و متحرک (سیار) است. برای استفاده از کاربردهای RTK شبکه، یک گیرنده مرجع مجزا، لازم نیست. هر دو گیرنده، مشاهدات را به‌طور همزمان انجام داده و نتایج آن‌ها را با استفاده از انتقال بی‌سیم، ادغام می‌کنند. پس، گیرنده سیار می‌تواند مختصات لحظه‌ای این آنتن را در هر داده مناسب، به‌طور مثال چارچوب مرجع زمینی بین‌المللی (ITRF)<sup>۲</sup>، نشان دهد. برای استفاده عملی، گیرنده‌ها به مختصات افقی و ارتفاع‌های بیضوی تغییر داده می‌شوند. در نتیجه، فقط این نوع مختصات به‌عنوان مشاهده‌پذیرهای اصلی رفتار می‌کنند.

#### ۴-۲ الزامات

برای کاربر مهم است که قبل از آغاز نقشه‌برداری، از دقت لازم برای کار این تجهیزات، گیرنده و آنتن GNSS اطمینان حاصل کند.

بهتر است آزمون به‌صورت نوعی بر روی مجموعه‌ای از گیرنده‌ها و آنتن‌های GNSS فهرست شده در کتابچه راهنمای مرجع سازنده، اعمال شود. در مورد شبکه RTK، باید از سازگاری مدل‌های آنتن (به‌طور مثال پارامترهای تصحیح آنتن) اطمینان حاصل شود.

گیرنده، آنتن و تجهیزات جانبی آن‌ها برای نقاط سیار، باید به منظور بررسی قابل قبول بودن وضعیت آن‌ها مطابق با روش‌های مشخص شده در کتابچه راهنمای مرجع، کنترل شوند.

1- Preamble

2- International Terrestrial Reference Frame

کاربر باید از راهنمایی‌های کتابچه راهنمای مرجع سازنده، برای استقرار الزاماتی مانند کمینه تعداد ماهواره-ها، مقدار بیشینه رقیق شدگی موقعیت دقت<sup>۱</sup> (PDOP)، کمینه زمان مشاهده و احتمالاً سایر پیش شرط‌های لازم، پیروی کند.

کاربر باید، قبل از هر اندازه‌گیری، گیرنده را به حالت اولیه خود برگردانده و پس از ثابت شدن عدد صحیح، داده‌ها را جمع‌آوری کند.

موارد زیر، راهنمایی برای دقت تمرکز قابل دستیابی است که برحسب انحراف معیار بیان می‌شود:

- تمرکز: ۱ mm؛

- ارتفاع آنتن اندازه‌گیری: ۱ mm.

نتایج این آزمون از چندین فاکتور متاثر است، مانند پیکربندی ماهواره قابل رویت در این نقاط، شرایط یونوسفری<sup>۲</sup> و تروپوسفری<sup>۳</sup>، محیط چندگذری<sup>۴</sup> اطراف این نقاط، دقت تجهیزات و کیفیت نرم‌افزار در حال اجرا در تجهیزات سیار یا در سیستم تولیدکننده داده‌های منتقل شده از نقطه مبنا.

این استاندارد دو روش اجرایی میدانی مختلف، روش اجرایی آزمون ساده و روش اجرایی آزمون کامل، همان‌طور که به ترتیب در بندهای ۵ و ۶ بیان شده است را توصیف می‌کند. بنابراین، باید زمان مشاهده روش اجرایی آزمون، طوری مرتب شود که چنین تغییراتی را پوشش دهد.

کاربر باید مناسب‌ترین روش اجرایی برای الزامات پروژه را انتخاب کند.

#### ۳-۴ مفهوم روش‌های اجرایی آزمون

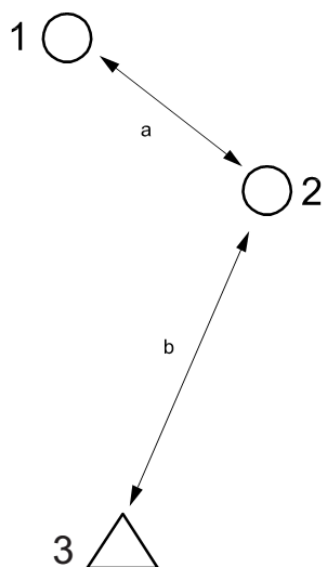
زمینه آزمون شامل یک نقطه مبنا و دو نقطه سیار است. موقعیت نقاط سیار باید نزدیک به ناحیه مربوط به کار باشد. کمینه فاصله دو نقطه سیار باید دو متر بوده و از ۲۰ متر تجاوز نکند. موقعیت‌های دو نقطه سیار را می‌توان متناظر با کار مورد نظر، در این زمینه انتخاب کرد (به شکل ۱ مراجعه شود).

فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین دو نقطه سیار را باید با استفاده از روش‌هایی به غیر از RTK، با دقت بهتر از سه میلی‌متر، تعیین کرد. این مقادیر به‌عنوان مقادیر اسمی در نظر گرفته شده و در اولین مرحله از هر دو روش اجرایی آزمون، استفاده می‌شوند. فواصل افقی و اختلاف‌های ارتفاع محاسبه شده از مختصات اندازه‌گیری شده در هر مجموعه اندازه‌گیری را باید به‌منظور اطمینان از عدم وابستگی اندازه‌گیری‌ها به موارد دیگر، با این مقادیر مقایسه کرد. هرچند، مقادیر اسمی در آزمون‌های آماری استفاده نمی‌شوند.

یک مجموعه از اندازه‌گیری‌ها، شامل پنج مجموعه است. هر مجموعه از اندازه‌گیری‌ها، شامل اندازه‌گیری‌های متوالی در نقاط سیار ۱ و ۲ است.

---

1- Position Dilution Of Precision  
2- Ionospheric  
3- Tropospheric  
4- Multipath environment



راهنما:

- |   |             |
|---|-------------|
| 1 | نقطه سیار ۱ |
| 2 | نقطه سیار ۲ |
| 3 | نقطه مینا   |
- a کمینه ۲m، نباید از ۲۰m تجاوز کند.
- b فاصله متناظر، مطابق با کار مورد نظر.

#### شکل ۱- پیکربندی شبکه آزمون میدانی

تاخیر زمانی بین مجموعه‌های متوالی باید به‌طور تقریبی پنج دقیقه باشد. این الزام محدوده مجموعه‌های اندازه‌گیری را پنج مجموعه اندازه‌گیری در هر دو نقطه سیار، در حدود ۲۵ دقیقه، تعیین کرده که باید به‌طور یکنواخت در این محدوده توزیع شوند. با توجه به این واقعیت که چرخه تغییر از نوع تاثیر چندگذری، حدود ۲۰ دقیقه است، این روش اجرایی اندازه‌گیری، دوره این عامل تاثیر را بیشتر پوشش خواهد داد.

زمان شروع برای همه مجموعه‌های متوالی باید حداقل با ۹۰ دقیقه، از هم جدا شوند. بنابراین مجموعه‌های چندگانه اندازه‌گیری، تمایل به انعکاس تاثیراتی مانند تغییرات پیکربندی ماهواره و تغییرات شرایط یونوسفری و تروپوسفری دارند.

بنابراین محاسبه انحراف معیارهای همه اندازه‌گیری‌ها، یک اندازه کمی از دقت مورد استفاده، شامل بیشترین تاثیرات نوعی در استقرار ماهواره را نشان خواهد داد.

روش اجرایی آزمون ساده فقط شامل یک مجموعه از اندازه‌گیری‌ها بوده و در نتیجه تنها با شناسایی موارد خارج از بازه و بدون ارزیابی آماری سر و کار دارد. برعکس، روش اجرایی آزمون کامل شامل سه مجموعه اندازه‌گیری بوده و علاوه بر آن توانایی برآورد انحراف معیارها و آزمون‌های آماری را دارد.

#### ۴-۴ روش اجرایی ۱: روش اجرایی آزمون ساده

روش اجرایی آزمون ساده شامل یک مجموعه واحد از اندازه‌گیری‌ها بوده و به این منظور که آیا دقت تجهیزات مورد استفاده درون انحراف مجاز مشخص قرار می‌گیرد، برآوردی را تامین می‌کند.

روش اجرایی آزمون ساده بر پایه تعداد محدودی اندازه‌گیری بنا شده و آزمون‌های آماری کاربرد ندارند. بنابراین یک انحراف معیار قابل توجه به دست نمی‌آید. اگر ارزیابی دقیق‌تری از تجهیزات لازم باشد، توصیه می‌شود، همان‌طوری که در زیربند ۴-۵ بیان شده، روش اجرایی آزمون کامل‌تری اتخاذ شود.

#### ۴-۵ روش اجرایی ۲: روش اجرایی آزمون کامل

روش اجرایی آزمون کامل باید به‌منظور تعیین بهترین اندازه قابل دستیابی از دقت تجهیزات مورد استفاده، اتخاذ شود.

روش اجرایی آزمون کامل، شامل سه مجموعه اندازه‌گیری است.

روش اجرایی آزمون کامل برای تعیین انحراف معیار تجربی، یک اندازه‌گیری موقعیت و ارتفاع واحد، در نظر گرفته می‌شود.

به‌علاوه، از این روش اجرایی می‌توان برای تعیین موارد زیر استفاده کرد:

- اندازه دقت تجهیزات، تحت شرایط داده شده (شامل اثرات کوتاه مدت و بلند مدت نوعی)؛

- اندازه دقت تجهیزات استفاده‌شده در دوره‌های مختلف زمانی یا تحت شرایط مختلف (نمونه‌های چندگانه)؛

- اندازه قابلیت مقایسه بین اختلاف دقت تجهیزات، قابل دستیابی تحت شرایط مشابه.

آزمون‌های آماری باید به‌منظور تعیین این که آیا نمونه حاصل از آزمایش به همان جامعه آماری تعلق دارد که انحراف معیار تئوری بیان می‌کند و این که آیا دو نمونه حاصل از آزمایش‌های مختلف به جامعه آماری یکسانی تعلق دارند، به کار روند.

#### ۵ روش اجرایی آزمون ساده

##### ۵-۱ اندازه‌گیری‌ها

برای روش اجرایی آزمون ساده، یک مجموعه اندازه‌گیری باید انجام شود که در آن مشاهده‌گر باید پنج مجموعه اندازه‌گیری در دو نقطه سیار به دست آورد. ترتیب این اندازه‌گیری‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است که در آن ستونی با عنوان «ردیف» به‌طور واضح ترتیب اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ترتیب اندازه‌گیری برای یک مجموعه

اندازه‌گیری			نقطه سیار $k$	ست <sup>۱</sup> $j$	مجموعه $i$	ردیف
$h$	$y$	$x$				
$h_{1,1,1}$	$y_{1,1,1}$	$x_{1,1,1}$	۱	۱	۱	۱
$h_{1,1,2}$	$y_{1,1,2}$	$x_{1,1,2}$	۲	۱	۱	۲
$h_{1,2,1}$	$y_{1,2,1}$	$x_{1,2,1}$	۱	۲	۱	۳
$h_{1,2,2}$	$y_{1,2,2}$	$x_{1,2,2}$	۲	۲	۱	۴
$h_{1,3,1}$	$y_{1,3,1}$	$x_{1,3,1}$	۱	۳	۱	۵
$h_{1,3,2}$	$y_{1,3,2}$	$x_{1,3,2}$	۲	۳	۱	۶
$h_{1,4,1}$	$y_{1,4,1}$	$x_{1,4,1}$	۱	۴	۱	۷
$h_{1,4,2}$	$y_{1,4,2}$	$x_{1,4,2}$	۲	۴	۱	۸
$h_{1,5,1}$	$y_{1,5,1}$	$x_{1,5,1}$	۱	۵	۱	۹
$h_{1,5,2}$	$y_{1,5,2}$	$x_{1,5,2}$	۲	۵	۱	۱۰

یک مجموعه مشخص اندازه‌گیری به صورت  $x_{i,j,k}$ ،  $y_{i,j,k}$  و  $h_{i,j,k}$  بیان می‌شود که در آن  $x$ ،  $y$  و  $h$  مختصات یک نقطه در دستگاه مختصات محلی هستند. پایین‌نویس  $i$  برای شماره مجموعه، پایین‌نویس  $j$  برای شماره ست و پایین‌نویس  $k$  برای شماره نقطه سیار قرار می‌گیرد. برای مثال  $x_{1,3,2}$  مولفه  $x$  سومین ست اندازه‌گیری در نقطه سیار ۲ در اولین مجموعه است.

بهتر است ترتیب اندازه‌گیری‌ها در روش اجرایی آزمون کامل، از جدول ۱ پیروی کند (به زیربند ۶-۱ مراجعه شود).

## ۲-۵ محاسبه

اندازه‌گیری‌های مجزایی که به‌طور مستقیم با مقادیر اسمی موجود مقایسه می‌شوند، برای شناسایی هر اندازه‌گیری با خطای عمده انجام می‌شود.

برای هر ست  $j$  ( $j=1, 2, 3, 4, 5$ )، در مجموعه  $i$  ( $i=1$ ) فاصله افقی و اختلاف ارتفاع بین دو نقطه سیار را محاسبه کنید. سپس، انحراف آن‌ها از مقادیر نامی را محاسبه کنید.

$$\begin{aligned}
 D_{i,j} &= \sqrt{(x_{i,j,2} - x_{i,j,1})^2 + (y_{i,j,2} - y_{i,j,1})^2} \\
 \Delta h_{i,j} &= h_{i,j,2} - h_{i,j,1} \quad i=1, j=1, \dots, 5 \\
 \varepsilon_{Di,j} &= D_{i,j} - D^* \\
 \varepsilon_{hi,j} &= h_{i,j} - h^*
 \end{aligned} \tag{1}$$

که در آن:

به ترتیب اندازه‌های  $x$  و  $y$  و  $h$  در ست  $j$  در نقطه سیار  $k$  در مجموعه  $i$  هستند؛  $x_{i,j,k}, y_{i,j,k}, h_{i,j,k}$   
 به ترتیب فاصله افقی و اختلاف ارتفاع محاسبه شده، در ست  $j$  در مجموعه  $i$  هستند؛  $D_{i,j}, \Delta h_{i,j}$   
 به ترتیب مقادیر نامی فاصله افقی و اختلاف ارتفاع هستند؛  $D^*, h^*$

به ترتیب انحراف‌های فاصله افقی و اختلاف ارتفاع هستند.  $\varepsilon_{Di,j}, \varepsilon_{hi,j}$   
 اگر هرگونه انحراف، دو شرط فرمول (۲)، دور افتاده<sup>۱</sup> (ها) در اندازه‌گیری‌های متناظر مشکوک را برآورده نکند؛ روش آزمون را تکرار کنید.

$$\begin{aligned} |\varepsilon_{Di,j}| &\leq 2.5 \times \sqrt{2} \times s_{xy} \\ |\varepsilon_{hi,j}| &\leq 2.5 \times \sqrt{2} \times s_h \end{aligned} \quad (2)$$

که در آن:

$s_h$  و  $s_{xy}$  یا انحراف معیار از پیش تعیین شده مطابق با روش اجرایی آزمون کامل یا مقادیر تعیین شده توسط سازنده هستند.

## ۶ روش اجرایی آزمون کامل

### ۱-۶ اندازه‌گیری‌ها

برای روش اجرایی آزمون کامل، باید سه مجموعه اندازه‌گیری انجام شود. ترتیب اندازه‌گیری‌ها در هر مجموعه، مشابه با حالت آزمون ساده است. زمان‌های شروع مجموعه‌های متوالی باید با یک بازه زمانی حداقل ۹۰ دقیقه‌ای جدا شوند.

### ۲-۶ محاسبه

#### ۱-۲-۶ کلیات

محاسبه در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول، به منظور شناسایی هر اندازه‌گیری با خطای عمده، اندازه‌گیری‌های مجزا به‌طور مستقیم با مقادیر نامی موجود مقایسه می‌شوند. مقادیر آماری مطلوب در مرحله دوم محاسبه می‌شوند. همه روش‌های این دو مرحله در بندهای بعدی توصیف می‌شود.

#### ۲-۲-۶ بررسی مقدماتی اندازه‌گیری

همان روش توصیف شده قبلی در روش اجرایی ساده، باید برای همه اندازه‌گیری‌ها در هر سه مجموعه، اعمال شود.

#### ۳-۲-۶ محاسبه مقادیر آماری

در ابتدا، با اعمال تنظیم حداقل مربعات روی همه اندازه‌گیری‌ها در همه مجموعه‌ها، برآوردهای  $x$  و  $y$  و  $h$  برای هر نقطه سیار  $k$  (۱ و ۲)، به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} \bar{x}_k &= \frac{1}{15} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 x_{i,j,k} \\ \bar{y}_k &= \frac{1}{15} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 y_{i,j,k} \\ \bar{h}_k &= \frac{1}{15} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 h_{i,j,k} \end{aligned} \quad K=1, 2 \quad (3)$$

سپس باقیمانده  $x$  و  $y$  و  $h$  برای همه اندازه‌گیری‌ها در سه مجموعه، به صورت زیر محاسبه می‌شود:



$$\begin{aligned} r_{xi,j,k} &= \bar{x}_k - x_{i,j,k} \\ r_{yi,j,k} &= \bar{y}_k - y_{i,j,k} \quad i=1,2,3 \text{ و } j=1,\dots,5 \text{ و } K=1,2 \quad (۴) \\ r_{hi,j,k} &= \bar{h}_k - h_{i,j,k} \end{aligned}$$

باقیمانده‌های بالا، مجموع مربعات اندازه‌گیری‌های جداگانه برای همه پایین‌نویس‌های نقاط  $k=1$  و  $k=2$  برای  $x$ ،  $y$  و  $h$  به‌صورت زیر هستند:

$$\begin{aligned} \sum r_x^2 &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 r_{xi,j,k}^2 \\ \sum r_y^2 &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 r_{yi,j,k}^2 \quad (۵) \\ \sum r_h^2 &= \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^2 r_{hi,j,k}^2 \end{aligned}$$

درجات آزادی برای  $x$ ،  $y$  و  $h$  یکسان است که به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$v_x = v_y = v_h = (m.n-1).p = (3 \times 5 - 1) \times 2 = 28 \quad (۶)$$

که در آن:

$m$  تعداد مجموعه‌ها، برابر با سه است؛

$n$  تعداد ست‌ها در یک مجموعه، برابر با پنج است؛

$p$  تعداد نقاط سیار، برابر با دو است.

در نهایت، انحراف معیارهای تجربی یک اندازه‌گیری واحد  $x$ ،  $y$  و  $h$  به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} s_x &= \sqrt{\frac{\sum r_x^2}{v_x}} = \sqrt{\frac{\sum r_x^2}{28}} \\ s_y &= \sqrt{\frac{\sum r_y^2}{v_y}} = \sqrt{\frac{\sum r_y^2}{28}} \quad (۷) \\ s_h &= \sqrt{\frac{\sum r_h^2}{v_h}} = \sqrt{\frac{\sum r_h^2}{28}} \end{aligned}$$

و بنابراین انحراف معیار تجربی یک موقعیت واحد  $(x,y)$  رابطه زیر را نتیجه می‌دهد:

$$s_{xy} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \quad (۸)$$

همراه این انحراف معیار، می‌توانیم عدم قطعیت‌های استاندارد (نوع A) یک موقعیت واحد  $(x,y)$  را بیان کنیم

$$U_{ISO-GNSS RTK-xy} = s_{xy} \quad (۹)$$

و یک ارتفاع واحد

$$U_{ISO-GNSS RTK-h} = s_h \quad (۱۰)$$

۳-۶ آزمون‌های آماری

۱-۳-۶ کلیات

آزمون‌های آماری فقط برای روش اجرایی آزمون کامل قابل اجرا هستند.

برای تفسیر نتایج، با استفاده از انحراف معیارهای تجربی  $s_{xy}$  و  $s_h$ ، حاصل از اندازه‌گیری‌ها و درجات آزادی مربوط به آن‌ها، به‌منظور پاسخ به سوالات زیر، آزمون‌های آماری باید انجام شود (به جدول ۲ مراجعه شود).

الف- آیا انحراف معیار تجربی محاسبه شده  $s_{xy}$  یک موقعیت واحد  $x$  و  $y$ ، کوچک‌تر یا مساوی با مقدار متناظر  $\sigma_{xy}$  تعیین شده توسط سازنده یا سایر مقادیر  $\sigma_{xy}$  از پیش تعیین شده، است؟

ب- آیا انحراف معیار تجربی محاسبه شده  $s_h$  یک ارتفاع واحد،  $h$ ، کوچک‌تر یا مساوی با مقدار متناظر  $\sigma_h$  تعیین شده توسط سازنده یا سایر مقادیر  $\sigma_h$  از پیش تعیین شده، است؟

پ- آیا فرض می‌شود که دو انحراف معیار تجربی  $s_{xy}$  و  $\tilde{s}_{xy}$  یک موقعیت واحد  $(x,y)$  که از دو نمونه مختلف اندازه‌گیری متعلق به جامعه آماری یکسان تعیین شدند، تعداد درجات آزادی،  $\nu_x + \nu_y$  و  $\tilde{\nu}_x + \tilde{\nu}_y$  یکسانی به ترتیب متناظر با  $s_{xy}$  و  $\tilde{s}_{xy}$ ، داشته باشند؟

ت- آیا فرض می‌شود که دو انحراف معیار تجربی،  $s_h$  و  $\tilde{s}_h$  یک ارتفاع واحد،  $h$ ، که از دو نمونه مختلف اندازه‌گیری متعلق به جامعه آماری یکسان تعیین شدند، همان تعداد درجات آزادی،  $\nu_h$  و  $\tilde{\nu}_h$  یکسانی به ترتیب متناظر با  $s_h$  و  $\tilde{s}_h$ ، داشته باشند؟

می‌توان انحراف معیارهای تجربی،  $s$  و  $\tilde{s}$  را به‌صورت زیر به‌دست آورد:

- دو نمونه اندازه‌گیری با استفاده از تجهیزات یکسان؛

- دو نمونه اندازه‌گیری با استفاده از تجهیزات مختلف.

برای آزمون‌های زیر، سطح اطمینان  $1-\alpha = 0.95$  و درجات آزادی  $\nu_x + \nu_y = 56$  یا  $\nu_h = 28$  مطابق با طراحی اندازه‌گیری‌ها، فرض می‌شود.

جدول ۲- آزمون‌های آماری

فرض جایگزین	فرض صفر	سوال
$s_{xy} > \sigma_{xy}$	$s_{xy} \leq \sigma_{xy}$	الف
$s_h > \sigma_h$	$s_h \leq \sigma_h$	ب
$\sigma_{xy} \neq \tilde{\sigma}_{xy}$	$\sigma_{xy} = \tilde{\sigma}_{xy}$	پ
$\sigma_h \neq \tilde{\sigma}_h$	$\sigma_h = \tilde{\sigma}_h$	ت

### ۶-۳-۲ سوال الف

فرض صفر بیان می‌کند که اگر شرایط زیر برقرار شود، کوچک‌تر یا مساوی بودن انحراف معیار تجربی  $s_{xy}$ ، موقعیت واحد  $x$  و  $y$ ، با مقدار تئوری یا از پیش تعیین شده،  $\sigma_{xy}$ ، رد نمی‌شود:

$$s_{xy} \leq \sigma_{xy} \cdot \sqrt{\frac{\chi_{0.95}^2 \cdot (\nu_x + \nu_y)}{\nu_x + \nu_y}} \quad (11)$$

$$s_{xy} \leq \sigma_{xy} \cdot \sqrt{\frac{\chi_{0.95}^2 \cdot (56)}{56}} \quad (12)$$

$$\chi_{0.95}^2 (56) = 74,47 \quad (13)$$

$$s_{xy} \leq \sigma_{xy} \times \sqrt{\frac{74,74}{56}} = \sigma_{xy} \times 1,15 \quad (14)$$

در غیر این‌صورت، فرض صفر، رد می‌شود.

۳-۳-۶ سوال ب

فرض صفر بیان می‌کند که اگر شرایط زیر برقرار شود، کوچک‌تر یا مساوی بودن انحراف معیار تجربی،  $s_h$ ، یک ارتفاع واحد،  $h$ ، با مقدار تئوری یا از پیش تعیین شده،  $\sigma_h$ ، رد نمی‌شود:

$$s_h \leq \sigma_h \cdot \sqrt{\frac{\chi_{0.95}^2 \cdot (v_h)}{v_h}} \quad (15)$$

$$s_h \leq \sigma_h \cdot \sqrt{\frac{\chi_{0.95}^2 \cdot (28)}{28}} \quad (16)$$

$$\chi_{0.95}^2(28) = 41,34 \quad (17)$$

$$s_h \leq \sigma_h \times \sqrt{\frac{41,34}{28}} = \sigma_h \times 1,22 \quad (18)$$

در غیر این صورت، فرض صفر، رد می‌شود.

۴-۳-۶ سوال پ

در مورد دو نمونه مختلف، این آزمون بیان می‌کند که انحراف معیارهای تجربی  $s_{xy}$  و  $\tilde{s}_{xy}$  یک موقعیت واحد  $(X, Y)$ ، متعلق به جامعه آماری یکسان اگر شرط زیر برآورده شود، فرض صفر متناظر،  $\tilde{\sigma}_{xy} = \sigma_{xy}$  رد نمی‌شود:

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(\tilde{v}_x + \tilde{v}_y, v_x + v_y)} \leq \frac{s_{xy}^2}{\tilde{s}_{xy}^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v_x + v_y, \tilde{v}_x + \tilde{v}_y) \quad (19)$$

$$\frac{1}{F_{0,975}(56, 56)} \leq \frac{s_{xy}^2}{\tilde{s}_{xy}^2} \leq F_{0,975}(56, 56) \quad (20)$$

$$F_{0,975}(56, 56) = 1,70 \quad (21)$$

$$0.59 \leq \frac{s_{xy}^2}{\tilde{s}_{xy}^2} \leq 1.70 \quad (22)$$

در غیر این صورت، فرض صفر، رد می‌شود.

۵-۳-۶ سوال ت

اگر شرط زیر برآورده شود، فرض متعلق بودن دو انحراف معیار تجربی،  $s_h$  و  $\tilde{s}_h$  ارتفاع واحد،  $h$ ، به جامعه آماری یکسان، رد نمی‌شود:

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(\tilde{v}_h, v_h)} \leq \frac{s_h^2}{\tilde{s}_h^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v_h, \tilde{v}_h) \quad (23)$$

$$\frac{1}{F_{0,975}(28, 28)} \leq \frac{s_h^2}{\tilde{s}_h^2} \leq F_{0,975}(28, 28) \quad (24)$$

$$F_{0,975}(28, 28) = 2,13 \quad (25)$$

$$0.47 \leq \frac{s_h^2}{\tilde{s}_h^2} \leq 2.13 \quad (26)$$

در غیر این صورت، فرض صفر، رد می شود.

۴-۶ ارزیابی عدم قطعیت استاندارد مرکب (نوع A و نوع B)

منابع عدم قطعیت (کمیت های موثر) به صورت یک بیان عدم قطعیت در جدول ۳ توصیف شده است.

جدول ۳- کمیت های موثر نوعی GNSS (RTK)

منابع عدم قطعیت	نماد	ارزیابی	توزیع
<b>I. نتیجه اندازه گیری</b>			
عدم قطعیت استاندارد مختصات $xy$	$u_{ISO-GNSS-xy}$	نوع A	نرمال
عدم قطعیت استاندارد مختصات $h$	$u_{ISO-GNSS-h}$	نوع A	نرمال
<b>II. منابع وابسته به گیرنده GNSS</b>			
حساسیت تراز لوله ای	$u_{bub}$	نوع B	تعیین شده توسط سازنده
نمایش گرد شده خطای $x, y$	$u_{disp}$	نوع B	مستطیلی
<b>III. الگوی خطا حاصل از تنظیم دستگاه ها</b>			
مرکزی	$u_c$	نوع B	نرمال
ارتفاع آنتن (به زیربند ۴-۲ مراجعه شود)	$u_{ha}$	نوع B	نرمال
پایداری ارتفاع سه پایه (ISO 12858-2: 1999)	$u_{hs}$	نوع B	مستطیلی
پارامتر خارج از مرکزیت فاز $dx$ و $dy$ آنتن	$u_{dx} u_{dy}$	نوع B	نرمال
پارامتر خارج از مرکزیت فاز $dh$ آنتن	$u_{dh}$	نوع B	نرمال
مسیر چندگانه			در اینجا مطرح نشده
زمان سنج در گیرنده یا ماهواره GNSS			در اینجا مطرح نشده
چرخش ماهواره			در اینجا مطرح نشده
تاخیر یونوسفر			در اینجا مطرح نشده
تاخیر تروپوسفر			در اینجا مطرح نشده
<b>IV. مدل ریاضی</b>			
انتقال	$u_{tr}$	نوع A	نرمال
نوسان ژئوئید	$u_{dH}$	نوع B	مستطیلی

عدم قطعیت مرکب در سیستم مختصات افقی به صورت زیر توصیف می شود:

$$u_{xy} = \sqrt{u_{ISO-GNSS-xy}^2 + [h_a \tan(u_{bub})]^2 + 2u_{disp}^2 + u_c^2 + u_{dx}^2 + u_{dy}^2 + u_{tr}^2} \quad (27)$$

که در آن:

$h_a$  ارتفاع آنتن است.

عدم قطعیت مرکب در سیستم مختصات عمودی به صورت زیر توصیف می شود:

$$u_h = \sqrt{u_{ISO-GNSS-h}^2 + u_{disp}^2 + u_{ha}^2 + u_{hs}^2 + u_{dh}^2 + u_{dH}^2} \quad (28)$$

عدم قطعیت گسترده:

با عامل پوشش  $k = 2$

$$U_{xy} = 2 \cdot u_{xy}$$

(۲۹)

$$U_h = 2 \cdot u_h$$

(۳۰)

## پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

مثالی از روش اجرایی آزمون ساده

### الف-۱ اندازه‌گیری‌ها

- مشاهده‌گر: توکیو
- آب و هوا: خوب،  $+5^{\circ}\text{C}$
- نوع و شماره دستگاه‌ها: AAA 01234
- نوع و شماره یا محل ساخت آنتن: BBB 05678
- تاریخ: ۲۱-۰۱-۲۰۰۶
- خط پایه (مقدار نامی) فاصله افقی  $D^* : 19,996\text{ m}$ ، اختلاف ارتفاع  $\Delta h^* : 0,38\text{ m}$
- انحراف معیار از پیش تعریف شده  $S_{xy} = 15\text{ mm}$ ؛  $S_h = 25\text{ mm}$

### الف-۲ محاسبه

مطابق با فرمول (۱)، داده‌های محاسبه شده در جدول الف-۱ نشان داده شده است.

جدول الف-۱ اندازه‌گیری‌ها و انحرافات

انحرافات mm	اختلاف ارتفاع m	فاصله افقی m	اندازه‌گیری‌ها m			نقطه سیار k	ست j	ردیف	
			$h$	$y$	$x$				
$\square_{hij}$   $\square_{Dij}$	$\Delta h_j$	$D_j$							
-	-	-	۳۲۰٫۷۳۲	-۶۳۹۴۵٫۵۵۴	-۶۷۶۳۷٫۴۳۳	۱	۱	۱	
۱۱	۲۱	۰٫۰۴۹	۳۲۰٫۷۸۱	-۶۳۹۳۴٫۴۴۲	-۶۷۶۵۴٫۰۸۲	۲	۱	۲	
-	-	-	۳۲۰٫۷۳۲	-۶۳۹۴۵٫۵۵۰	-۶۷۶۳۷٫۴۴۸	۱	۲	۳	
۴	۳	۰٫۰۴۲	۱۹٫۹۹۹	۳۲۰٫۷۷۴	-۶۳۹۳۴٫۴۵۱	-۶۷۶۵۴٫۰۸۴	۲	۲	۴
-	-	-	۳۲۰٫۷۴۵	-۶۳۹۴۵٫۵۵۰	-۶۷۶۳۷٫۴۵۰	۱	۳	۵	
۱۰	-۲	۰٫۰۴۸	۱۹٫۹۹۴	۳۲۰٫۷۹۳	-۶۳۹۳۴٫۴۵۴	-۶۷۶۵۴٫۰۸۳	۲	۳	۶
-	-	-	۳۲۰٫۷۳۱	-۶۳۹۴۵٫۵۴۱	-۶۷۶۳۷٫۴۵۳	۱	۴	۷	
۱۴	-۱۰	۰٫۰۵۲	۱۹٫۹۸۶	۳۲۰٫۷۸۳	-۶۳۹۳۴٫۴۴۷	-۶۷۶۵۴٫۰۷۷	۲	۴	۸
-	-	-	۳۲۰٫۷۴۰	-۶۳۹۴۵٫۵۵۵	-۶۷۶۳۷٫۴۵۰	۱	۵	۹	
۰	۲	۰٫۰۳۸	۱۹٫۹۹۸	۳۲۰٫۷۷۸	-۶۳۹۳۴٫۴۵۲	-۶۷۶۵۴٫۰۸۳	۲	۵	۱۰
$\pm 88$	$\pm 53$	-	-	-	-	حد هر انحراف mm			

همه انحرافات، شرط فرمول (۲) را برآورده می‌کنند. هیچ دور افتاده‌ای مورد شک نیست.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

مثالی از روش اجرایی آزمون کامل

ب-۱ اندازه‌گیری‌ها

- مشاهده‌گر: بن

- آب و هوا: خوب،  $5^{\circ}\text{C}$

- نوع و شماره دستگاه‌ها: BBB 01234

- نوع و شماره یا محل ساخت آنتن: CCC 05678

- تاریخ: ۲۲-۰۹-۲۰۰۶

- خط پایه (مقدار نامی) فاصله افقی  $D^* = 19,994\text{ m}$ ، اختلاف ارتفاع  $\Delta h^* = 0,028\text{ m}$

- انحراف معیار از پیش تعریف شده  $s_{xy} = 15\text{ mm}$ ،  $s_h = 25\text{ mm}$

ب-۲ محاسبه

ب-۲-۱ بررسی اولیه

مطابق فرمول (۱)، داده‌های محاسبه شده در جدول ب-۱ نشان داده شده است.

جدول ب-۱- اندازه‌گیری‌ها و انحراف معیارهای تجربی

انحرافات mm	اختلاف ارتفاع m	فاصله افقی m	اندازه			نقطه سیار k	ست j	مجموعه‌ها i	ردیف
			h	y	x				
$h_{ij}$ □	$\Delta h_j$	$D_j$							
-	-	-	۳۲۰,۷۹۲	-۶۳۹۴۳,۱۹۷	-۶۷۶۳۵,۴۷۰	۱	۱	۱	۱
-۲۱	۰,۰۰۷	۲۰,۰۰۳	۳۲۰,۷۹۹	-۶۳۹۳۲,۵۲۷	-۶۷۶۵۲,۳۸۹	۲	۱	۱	۲
-	-	-	۳۲۰,۷۸۸	-۶۳۹۴۳,۱۸۸	-۶۷۶۳۵,۴۷۹	۱	۲	۱	۳
۸	۰,۰۳۶	۱۹,۹۸۰	۳۲۰,۸۲۴	-۶۳۹۳۲,۵۲۵	-۶۷۶۵۲,۳۷۶	۲	۲	۱	۴
-	-	-	۳۲۰,۷۸۹	-۶۳۹۴۳,۱۸۹	-۶۷۶۳۵,۴۸۰	۱	۳	۱	۵
-۷	۰,۰۲۱	۱۹,۹۸۷	۳۲۰,۸۱۰	-۶۳۹۳۲,۵۲۹	-۶۷۶۵۲,۳۸۷	۲	۳	۱	۶
-	-	-	۳۲۰,۷۹۳	-۶۳۹۴۳,۱۹۲	-۶۷۶۳۵,۴۷۶	۱	۴	۱	۷
-۱۳	۰,۰۱۵	۱۹,۹۹۷	۳۲۰,۸۰۸	-۶۳۹۳۲,۵۳۰	-۶۷۶۵۲,۳۹۳	۲	۴	۱	۸
-	-	-	۳۲۰,۷۹۴	-۶۳۹۴۳,۱۹۲	-۶۷۶۳۵,۴۸۱	۱	۵	۱	۹
-۱۹	۰,۰۰۹	۱۹,۹۹۴	۳۲۰,۸۰۳	-۶۳۹۳۲,۵۲۲	-۶۷۶۵۲,۳۹۰	۲	۵	۱	۱۰
-	-	-	۳۲۰,۸۰۰	-۶۳۹۴۳,۱۹۱	-۶۷۶۳۵,۴۷۸	۱	۱	۲	۱۱
-۵	۰,۰۲۳	۱۹,۹۹۷	۳۲۰,۸۲۳	-۶۳۹۳۲,۵۳۵	-۶۷۶۵۲,۳۹۹	۲	۱	۲	۱۲
-	-	-	۳۲۰,۷۹۸	-۶۳۹۴۳,۱۹۳	-۶۷۶۳۵,۴۷۹	۱	۲	۲	۱۳

انحرافات mm	اختلاف ارتفاع m	فاصله افقی m	اندازه‌گیری‌ها			نقطه سیار k	ست j	مجموعه‌ها i	ردیف	
			m							
			$h$	$y$	$x$					
$h_{ij}$ □	$D_{ij}$ □	$\Delta h_j$	$D_j$	$h$	$y$	$x$	$k$	$j$	$i$	
۲	۱	۰٫۰۳۰	۱۹٫۹۹۵	۳۲۰٫۸۲۸	-۶۳۹۳۲٫۵۲۸	-۶۷۶۵۲٫۳۹۲	۲	۲	۲	۱۴
-	-	-	-	۳۲۰٫۷۸۰	-۶۳۹۴۳٫۱۹۴	-۶۷۶۳۵٫۴۷۷	۱	۳	۲	۱۵
-۱۱	۵	۰٫۰۱۷	۱۹٫۹۹۹	۳۲۰٫۷۹۷	-۶۳۹۳۲٫۵۳۰	-۶۷۶۵۲٫۳۹۶	۲	۳	۲	۱۶
-	-	-	-	۳۲۰٫۷۸۶	-۶۳۹۴۳٫۱۹۱	-۶۷۶۳۵٫۴۷۵	۱	۴	۲	۱۷
-۲	۴	۰٫۰۲۶	۱۹٫۹۹۸	۳۲۰٫۸۱۲	-۶۳۹۳۲٫۵۳۲	-۶۷۶۵۲٫۳۹۵	۲	۴	۲	۱۸
-	-	-	-	۳۲۰٫۷۸۴	-۶۳۹۴۳٫۱۹۱	-۶۷۶۳۵٫۴۷۶	۱	۵	۲	۱۹
۰	-۲	۰٫۰۲۸	۱۹٫۹۹۲	۳۲۰٫۸۱۲	-۶۳۹۳۲٫۵۳۴	-۶۷۶۵۲٫۳۹۱	۲	۵	۲	۲۰
-	-	-	-	۳۲۰٫۷۹۸	-۶۳۹۴۳٫۱۹۴	-۶۷۶۳۵٫۴۷۹	۱	۱	۳	۲۱
۰	۰	۰٫۰۲۸	۱۹٫۹۹۴	۳۲۰٫۸۲۶	-۶۳۹۳۲٫۵۲۹	-۶۷۶۵۲٫۳۹۱	۲	۱	۳	۲۲
-	-	-	-	۳۲۰٫۸۰۵	-۶۳۹۴۳٫۱۹۵	-۶۷۶۳۵٫۴۷۸	۱	۲	۳	۲۳
-۱۰	۶	۰٫۰۱۸	۲۰٫۰۰۰	۳۲۰٫۸۲۳	-۶۳۹۳۲٫۵۳۲	-۶۷۶۵۲٫۳۹۸	۲	۲	۳	۲۴
-	-	-	-	۳۲۰٫۷۹۹	-۶۳۹۴۳٫۱۹۹	-۶۷۶۳۵٫۴۸۵	۱	۳	۳	۲۵
-۱۴	۲	۰٫۰۱۴	۱۹٫۹۹۶	۳۲۰٫۸۱۳	-۶۳۹۳۲٫۵۳۴	-۶۷۶۵۲٫۴۰۰	۲	۳	۳	۲۶
-	-	-	-	۳۲۰٫۸۰۴	-۶۳۹۴۳٫۱۹۵	-۶۷۶۳۵٫۴۷۴	۱	۴	۳	۲۷
-۱	۶	۰٫۰۲۷	۲۰٫۰۰۰	۳۲۰٫۸۳۱	-۶۳۹۳۲٫۵۳۲	-۶۷۶۵۲٫۳۹۴	۲	۴	۳	۲۸
-	-	-	-	۳۲۰٫۷۹۳	-۶۳۹۴۳٫۲۰۰	-۶۷۶۳۵٫۴۸۳	۱	۵	۳	۲۹
۱۲	۱	۰٫۰۴۰	۱۹٫۹۹۵	۳۲۰٫۸۳۳	-۶۳۹۳۲٫۵۳۷	-۶۷۶۵۲٫۳۹۸	۲	۵	۳	۳۰
±۸۸	±۵۳	-	-	-	-	-	حدود هر انحراف بر حسب mm			

همه انحراف‌ها، شرایط فرمول ۲ را برآورده می‌کنند. هیچ دور افتاده‌ای مورد شک نیست.



ب-۲-۲ محاسبه مقادیر آماری

جدول ب-۲- اندازه گیری ها، باقیمانده ها و انحراف معیار تجربی

مربع باقیمانده			باقیمانده			اندازه گیری			نقطه	ست	مجموعه ها	ردیف
mm <sup>2</sup>			mm			m			سیار			
$r_h^2$	$r_y^2$	$r_x^2$	$r_h$	$r_y$	$r_x$	$h$	$y$	$x$	$k$	$j$	$i$	
۴	۱۶	۶۴	-۲	-۴	۸	۳۲۰٫۷۹۲	-۶۳۹۴۳٫۱۹۷	-۶۷۶۳۵٫۴۷۰	۱	۱	۱	۱
۲۸۹	۹	۱۶	-۱۷	۳	۴	۳۲۰٫۷۹۹	-۶۳۹۳۲٫۵۲۷	-۶۷۶۵۲٫۳۸۹	۲	۱	۱	۲
۳۶	۲۵	۱	-۶	۵	-۱	۳۲۰٫۷۸۸	-۶۳۹۴۳٫۱۸۸	-۶۷۶۳۵٫۴۷۹	۱	۲	۱	۳
۶۴	۲۵	۲۸۹	۸	۵	۱۷	۳۲۰٫۸۲۴	-۶۳۹۳۲٫۵۲۵	-۶۷۶۵۲٫۳۷۶	۲	۲	۱	۴
۲۵	۱۶	۴	-۵	۴	-۲	۳۲۰٫۷۸۹	-۶۳۹۴۳٫۱۸۹	-۶۷۶۳۵٫۴۸۰	۱	۳	۱	۵
۳۶	۱	۳۶	-۶	۱	۶	۳۲۰٫۸۱۰	-۶۳۹۳۲٫۵۲۹	-۶۷۶۵۲٫۳۸۷	۲	۳	۱	۶
۱	۱	۴	-۱	۲	۲	۳۲۰٫۷۹۳	-۶۳۹۴۳٫۱۹۲	-۶۷۶۳۵٫۴۷۶	۱	۴	۱	۷
۶۴	۰	۰	-۸	۰	۰	۳۲۰٫۸۰۸	-۶۳۹۳۲٫۵۳۰	-۶۷۶۵۲٫۳۹۳	۲	۴	۱	۸
۰	۱	۹	۰	۱	-۳	۳۲۰٫۷۹۴	-۶۳۹۴۳٫۱۹۲	-۶۷۶۳۵٫۴۸۱	۱	۵	۱	۹
۱۶۹	۶۴	۹	-۱۳	۸	۳	۳۲۰٫۸۰۳	-۶۳۹۳۲٫۵۲۲	-۶۷۶۵۲٫۳۹۰	۲	۵	۱	۱۰
۳۶	۴	۰	۶	۲	۰	۳۲۰٫۸۰۰	-۶۳۹۴۳٫۱۹۱	-۶۷۶۳۵٫۴۷۸	۱	۱	۲	۱۱
۴۹	۱۶	۳۶	۷	-۴	-۶	۳۲۰٫۸۲۳	-۶۳۹۳۲٫۵۳۵	-۶۷۶۵۲٫۳۹۹	۲	۱	۲	۱۲
۱۶	۰	۱	۴	۰	-۱	۳۲۰٫۷۹۸	-۶۳۹۴۳٫۱۹۳	-۶۷۶۳۵٫۴۷۹	۱	۲	۲	۱۳
۱۴۴	۴	۱	۱۲	۲	۱	۳۲۰٫۸۲۸	-۶۳۹۳۲٫۵۲۸	-۶۷۶۵۲٫۳۹۲	۲	۲	۲	۱۴
۱۹۶	۱	۱	-۱۴	-۱	۱	۳۲۰٫۷۸۰	-۶۳۹۴۳٫۱۹۴	-۶۷۶۳۵٫۴۷۷	۱	۳	۲	۱۵
۳۶۱	۰	۹	-۱۹	۰	-۳	۳۲۰٫۷۹۷	-۶۳۹۳۲٫۵۳۰	-۶۷۶۵۲٫۳۹۶	۲	۳	۲	۱۶
۶۴	۴	۹	-۸	۲	۳	۳۲۰٫۷۸۶	-۶۳۹۴۳٫۱۹۱	-۶۷۶۳۵٫۴۷۵	۱	۴	۲	۱۷
۱۶	۴	۴	-۴	-۲	-۲	۳۲۰٫۸۱۲	-۶۳۹۳۲٫۵۳۲	-۶۷۶۵۲٫۳۹۵	۲	۴	۲	۱۸
۱۰۰	۴	۴	-۱۰	-۲	-۲	۳۲۰٫۷۸۴	-۶۳۹۴۳٫۱۹۱	-۶۷۶۳۵٫۴۷۶	۱	۵	۲	۱۹
۱۶	۱۶	۴	-۴	-۴	۲	۳۲۰٫۸۱۲	-۶۳۹۳۲٫۵۳۴	-۶۷۶۵۲٫۳۹۱	۲	۵	۲	۲۰
۱۶	۱	۱	۴	-۱	-۱	۳۲۰٫۷۹۸	-۶۳۹۴۳٫۱۹۴	-۶۷۶۳۵٫۴۷۹	۱	۱	۳	۲۱
۱۰۰	۱	۴	۱۰	۱	۲	۳۲۰٫۸۲۶	-۶۳۹۳۲٫۵۲۹	-۶۷۶۵۲٫۳۹۱	۲	۱	۳	۲۲
۱۲۱	۴	۰	۱۱	-۲	۰	۳۲۰٫۸۰۵	-۶۳۹۴۳٫۱۹۵	-۶۷۶۳۵٫۴۷۸	۱	۲	۳	۲۳
۴۹	۴	۲۵	۷	-۲	-۵	۳۲۰٫۸۲۳	-۶۳۹۳۲٫۵۳۲	-۶۷۶۵۲٫۳۹۸	۲	۲	۳	۲۴
۲۵	۳۶	۴۹	۵	-۶	-۷	۳۲۰٫۷۹۹	-۶۳۹۴۳٫۱۹۹	-۶۷۶۳۵٫۴۸۵	۱	۳	۳	۲۵

مربع باقیمانده			باقیمانده			اندازه‌گیری			نقطه سیار	ست	مجموعه‌ها	ردیف
mm <sup>2</sup>			mm			m						
$r_h^2$	$r_y^2$	$r_x^2$	$r_h$	$r_y$	$r_x$	$h$	$y$	$x$	$k$	$j$	$i$	
۹	۱۶	۴۹	-۳	-۴	-۷	۳۲۰٫۸۱۳	-۶۳۹۳۲٫۵۳۴	-۶۷۶۵۲٫۴۰۰	۲	۳	۳	۲۶
۱۰۰	۴	۱۶	۱۰	-۲	۴	۳۲۰٫۸۰۴	-۶۳۹۴۳٫۱۹۵	-۶۷۶۳۵٫۴۷۴	۱	۴	۳	۲۷
۲۲۵	۴	۱	۱۵	-۲	-۱	۳۲۰٫۸۳۱	-۶۳۹۳۲٫۵۳۲	-۶۷۶۵۲٫۳۹۴	۲	۴	۳	۲۸
۱	۴۹	۲۵	-۱	-۷	-۵	۳۲۰٫۷۹۳	-۶۳۹۴۳٫۲۰۰	-۶۷۶۳۵٫۴۸۳	۱	۵	۳	۲۹
۲۸۹	۴۹	۲۵	۱۷	-۷	-۵	۳۲۰٫۸۳۳	-۶۳۹۳۲٫۵۳۷	-۶۷۶۵۲٫۳۹۸	۲	۵	۳	۳۰
-	-	-	-	-	-	۳۲۰٫۷۹۴	-۶۳۹۴۳٫۱۹۳	-۶۷۶۳۵٫۴۷۸	۱	میانگین کل سری‌ها		
-	-	-	-	-	-	۳۲۰٫۸۱۶	-۶۳۹۳۲٫۵۳۰	-۶۷۶۵۲٫۳۹۳	۲			
۲۶۲ ۱	۳۷۹	۶۹۶	-	-	-	-	-	-	جمع مربع باقیمانده			
-	-	-	-	-	-	$S_h = ۹٫۶۸$ =	$S_y = ۳٫۶۸$	$S_x = ۴٫۹۹$	انحراف معیار تجربی، S			

درجات آزادی برای  $x$ ،  $y$  و  $h$  یکسان بوده و مطابق با فرمول (۶) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$v_x = v_y = v_h = (m \cdot n - 1) \cdot p = (3 \times 5 - 1) \times 2 = 28$$

مطابق با فرمول (۷)، انحراف معیارهای اندازه‌گیری واحد  $x$ ،  $y$  و  $h$  به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$s_x = \sqrt{\frac{r_x^2}{v_x}} = \sqrt{\frac{r_x^2}{28}} = \sqrt{\frac{696}{28}} = 4,99mm$$

$$s_y = \sqrt{\frac{r_y^2}{v_y}} = \sqrt{\frac{r_y^2}{28}} = \sqrt{\frac{379}{28}} = 3,68mm$$

$$s_h = \sqrt{\frac{r_h^2}{v_h}} = \sqrt{\frac{r_h^2}{28}} = \sqrt{\frac{2621}{28}} = 9,68mm$$

مطابق با فرمول‌های (۸) و (۹)، انحراف معیارهای تجربی مربوطه، به صورت زیر هستند:

$$s_{xy} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} = \sqrt{4,99^2 + 3,68^2} = 6,20mm$$

$$s_h = 9,68mm$$

### ب-۳ آزمون‌های آماری

#### ب-۳-۱ آزمون آماری مطابق با سوال الف

$$s_{xy} = 6,20mm : \sigma_{xy} = 15,00mm : v = v_x + v_y = 56$$

$$6,20 \leq 15,00 \times 1,15$$

$$6,20 \leq 17,2$$

انحراف معیار تجربی  $s_{xy}$  محاسبه شده برای موقعیت واحد  $(x,y)$ ، کوچکتر یا برابر با مقدار متناظر  $\sigma_{xy}$  سازنده یا سایر مقادیر از پیش تعیین شده  $\sigma_{xy}$  بوده، بنابراین شرط آزمون برآورده شده است.

ب-۳-۲ آزمون آماری مطابق با سوال ب

$$s_h = 9,68mm : \sigma_h = 25,00mm : v = 28mm$$

$$9,68 \leq 25,00 \times 1,22$$

$$9,68 \leq 30,5$$

انحراف معیار تجربی  $s_h$  محاسبه شده برای ارتفاع واحد  $h$ ، کوچکتر یا برابر با مقدار متناظر  $\sigma_h$  سازنده یا سایر مقادیر از پیش تعیین شده  $\sigma_h$  بوده بنابراین شرط آزمون برآورده شده است.

ب-۳-۳ آزمون آماری مطابق با سوال پ

$$s_{xy} = 6,20mm : \tilde{s}_{xy} = 6,00mm : v = v_x + v_y = 56$$

$$0,59 \leq \frac{38,44}{36,00} \leq 1,70$$

$$0,59 \leq 1,07 \leq 1,70$$

فرض صفر بیان می‌کند، انحراف معیارهای تجربی  $s_{xy}$  و  $\tilde{s}_{xy}$  متعلق به جامعه آماری یکسان در سطح اطمینان ۹۵٪ رد نشد، بنابراین شرط آزمون برآورده شده است.

ب-۳-۴ آزمون آماری مطابق با سوال ت

$$s_h = 9,68mm : \tilde{s}_h = 10,00mm : v_h = 28$$

$$0,47 \leq \frac{93,70}{100,00} \leq 2,13$$

$$0,47 \leq 0,94 \leq 2,13$$

فرض صفر بیان می‌کند، انحراف معیارهای تجربی  $s_h$  و  $\tilde{s}_h$  متعلق به جامعه آماری یکسان در سطح اطمینان ۹۵٪ رد نشد، بنابراین شرط آزمون برآورده شده است.

می‌توان نتیجه گرفت که اندازه‌گیری موقعیت سه‌بعدی به‌دست آمده با استفاده از نمونه‌های مختلف و جدا از هم از نظر موقعیت،  $xy$  و از نظر ارتفاع  $h$ ، به‌وسیله هیچ آریبی تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

مثالی برای محاسبه بیلان عدم قطعیت مرکب (نوع A و نوع B)

پ-۱ مثال بیلان عدم قطعیت

منابع عدم قطعیت به صورت موارد زیر است:

الف- نتیجه اندازه‌گیری‌ها

عدم قطعیت‌های استاندارد ISO-GNSS RTK مطابق با فرمول‌های (۹) و (۱۰) به دست می‌آید:

$$u_{\text{ISO-GNSS RTK-xy}} = 6,20 \text{ mm}$$

$$u_{\text{ISO-GNSS RTK-h}} = 9,68 \text{ mm}$$

ب- عدم قطعیت استاندارد سطح لوله‌ای روی پایه  $u_{\text{bub}}$ ، با اعمال ویژگی  $8'$  سازنده، به دست می‌آید:

$$u_{\text{bub}} = 8'$$

پ- عدم قطعیت استاندارد کمینه رقم  $u_{\text{disp}}$  صفحه نمایشگر:

$$u_{\text{dispx}} = u_{\text{dispy}} = u_{\text{dispz}} = \frac{0,5}{\sqrt{3}} = 0,29 \text{ mm}$$

ت- عدم قطعیت استاندارد مرکزیت  $u_c$ :

$$u_c = 1 \text{ mm} \quad (\text{به زیربند ۲-۴ مراجعه شود})$$

ث- عدم قطعیت استاندارد ارتفاع آنتن  $u_{\text{ha}}$ :

$$u_{\text{ha}} = 1 \text{ mm} \quad (\text{به زیربند ۲-۴ مراجعه شود})$$

ج- پایداری ارتفاع سه پایه  $u_{\text{hs}}$ :

پایداری ارتفاع مطابق با استاندارد ISO 12858-2 در بازه  $0,105 \text{ mm}$  برآورد می‌شود که می‌توان آن را از بیلان حذف کرد.

چ- عدم قطعیت استاندارد پارامتر آنتن  $u_{\text{dx}}, u_{\text{dy}}, u_{\text{dh}}$  که بر اساس آگاهی عمومی هستند.

$$u_{\text{dx}} = u_{\text{dy}} = 1 \text{ mm}$$

$$u_{\text{dh}} = 2 \text{ mm}$$

هنگامی که پارامتر آنتن با استفاده از مقدار نسبی داده می‌شود.

ح- عدم قطعیت استاندارد ژئوئید  $u_{\text{ge}}$ :

شیب ژئوئید معمولاً کمتر از  $20''$  ( $6 \text{ mgon}$ ) است. هنگامی که خط مبنا  $20 \text{ m}$  باشد، اختلاف ارتفاع ژئوئید بین خط مبنا و نقطه سیار برابر با  $1,95 \text{ mm}$  است.

$$u_{\text{ge}} = \frac{1,94}{(2 \times \sqrt{3})} = 0,56 \text{ mm}$$

عدم قطعیت مرکب، مطابق با فرمول‌های (۲۶) و (۲۷) محاسبه می‌شود:

$$u_{xy} = \sqrt{6,20^2 + 3,49^2 + 2 \times 0,29^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2} = 7,33 \text{ mm}$$

$$u_h = \sqrt{9,68^2 + 0,29^2 + 1^2 + 2^2 + 0,56^2} = 9,95 \text{ mm}$$

جدول پ-۱- بیان عدم قطعیت در مختصات

ارزیابی	$u_{xi} \equiv  c_i  \cdot u_{xi}$	ضریب حساسیت	توزیع	عدم قطعیت استاندارد	برآوردهای ورودی	کمیت ورودی
				$u_{xi}$		$u_{xi}$
نوع A	۶,۲۰	۱	نرمال	۶,۲۰ mm	۱۹,۹۹۵	$u_{ISO-GNSS-xy}^a$
نوع A	۹,۶۸	۱	نرمال	۹,۶۸ mm	۰,۰۲۳	$u_{ISO-GNSS-h}^b$
نوع B	۳,۴۹	۱۵۰۰	نرمال	۸'	۰	$u_{bub}$
نوع B	۰,۲۹	۱	مستطیلی	۰,۵۰ mm	۰	$u_{disp}$
نوع B	۱	۱	نرمال	۱ mm	۰	$u_c^c$
نوع B	۱	۱	نرمال	۱ mm	۱,۵	$u_{ha}^d$
نوع B	۱	۱	نرمال	۱ mm	-	$u_{dx}$
نوع B	۱	۱	نرمال	۱ mm	-	$u_{dy}$
نوع B	۲	۱	نرمال	۲ mm	-	$u_{dh}$
	۰,۵۶	۱	مستطیلی	۰,۵۶ mm	۰	$u_{ge}$
	۷,۳۳	$u_{xy}$	نتایج نهایی			
	۹,۹۵	$u_h$				
						<p><sup>a</sup> فرمول (۹).</p> <p><sup>b</sup> فرمول (۱۰).</p> <p><sup>c</sup> به زیربند ۲-۴ مراجعه شود.</p> <p><sup>d</sup> به زیربند ۲-۴ مراجعه شود.</p>

## پ-۲ عدم قطعیت گسترده

$$U_{xy} = 2 \times 7,33 \approx 15 \text{ mm}$$

$$U_h = 2 \times 9,95 \approx 20 \text{ mm}$$