



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۵۶۹

چاپ اول

INSO

14569

1st. Edition

رویه‌ی استاندارد برای برآورد و پایش
عدم قطعیت نتایج آزمون از یک روش آزمون
در یک آزمایشگاه واحد با استفاده از برنامه
نمونه کنترل

**Standard Practice for Estimating and
Monitoring the Uncertainty of Test Results
of a Test Method in a Single Laboratory
Using a Control Sample Program**

ICS:19.020;03.120.10

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« رویه‌ی استاندارد برای برآورد و پایش عدم قطعیت نتایج آزمون از یک روش آزمون در یک

آزمایشگاه واحد با استفاده از برنامه نمونه کنترل »

رئیس:

ذره، مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

دبیر:

راعی، جلال

(کارشناسی ارشد مدیریت)

کارشناس استاندارد و عضو هیات علمی

دانشگاه هوایی شهید ستاری

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

افراز، شهاب

(کارشناسی مهندسی کامپیوتر)

مدیر تدوین شرکت مهندسی سیستم‌های

مدیریت قابلیت اعتماد توازن

بستان دوست راد، احسان

(کارشناسی مهندسی صنایع)

رئیس هیات مدیره شرکت مهندسی سیستم-

های مدیریت قابلیت اعتماد توازن

حکیمی زاده، صدف

(کارشناسی ارشد مترجمی زبان)

کارشناس شرکت مهندسی سیستم‌های

مدیریت قابلیت اعتماد توازن

ذره، هومن

(کارشناسی ارشد ریاضی)

کارشناس

شرکت واصل الکتریک

شهابی، حامد

(کارشناسی برق الکترونیک)

کارشناس

شرکت خدمات فنی و مهندسی نهال

قربان اشرفی، افشین

(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر عامل

شرکت خدمات فنی و مهندسی نهال

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۵	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ خلاصه‌ای از رویه (کلیات)
۴	۵ ملاحظات کلی
۴	۵-۱ موادی که باید استفاده شود
۵	۵-۲ شرایط آزمون
۵	۶ روش اجرایی کلی - روش‌های ایجاد نمودار کنترل
۵	۶-۱-۲ فاز مقدماتی
۶	۶-۲-۲ فاز پایش
۶	۶-۴ برآوردهای تغییرات
۶	۶-۵ روش‌های اجرایی سیستماتیک
۷	۷ روش‌های اجرایی خاص
۷	۷-۱ چند نتیجه از آزمون که در هر دوره زمانی به دست آمده است
۷	۷-۲ آزمون‌های اختصاصی
۸	۸ چندین قرائت در هر دوره زمانی
۸	۸-۳ آماده‌سازی نمودار کنترل انحراف استاندارد
۱۰	۸-۶ بین زمان یا تغییرات یکسان
۱۴	۹ آزمون‌های اختصاصی
۱۶	۱۰ بررسی‌های مداوم

پیش گفتار

استاندارد « رویه‌ی استاندارد برای برآورد و پایش عدم قطعیت نتایج آزمون از یک روش آزمون در یک آزمایشگاه واحد با استفاده از برنامه نمونه کنترل » که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط «شرکت مهندسی سیستم‌های قابلیت اعتماد توازن» تهیه و تدوین شده و در یکصد و هفتاد و هشتمین اجلاس کمیته‌ی ملی استاندارد اندازه شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۹۰/۱۲/۲ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM E 2554: 2007, Standard Practice for Estimating and Monitoring the Uncertainty of Test Results of a Test Method in a Single Laboratory Using a Control Sample Program

رویه‌ی استاندارد برای برآورد و پایش عدم قطعیت نتایج آزمون از یک روش آزمون در یک آزمایشگاه واحد با استفاده از برنامه نمونه کنترل

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارائه رویه‌ی استاندارد برای برآورد و پایش عدم قطعیت نتایج آزمون از یک روش آزمون در یک آزمایشگاه واحد با استفاده از برنامه نمونه کنترل، می‌باشد.

۱-۱ این رویه فنونی را برای برآورد عدم قطعیت یک نتیجه آزمون با استفاده از داده‌های حاصل از نتایج آزمون در یک نمونه کنترل برای یک آزمایشگاه شرح می‌دهد.

۱-۲ عدم قطعیتی که برای این رویه تعریف شده است، در مورد توانایی‌های یک آزمایشگاه واحد به کار می‌رود. هر برآورد عدم قطعیت تعیین شده با استفاده از این رویه، تنها برای آزمایشگاهی خاص که داده‌ها به آن ارائه شده است، به کار می‌رود.

۱-۳ این آزمایشگاه از روش آزمونی که ایجاد شده برای تعیین یک سری از نتایج آزمون استفاده می‌کند. عدم قطعیت برآورد شده با استفاده از این رویه، تنها زمانی بکار می‌رود که از روش آزمون یکسانی پیروی شود. عدم قطعیت تنها برای انواع مواد ارائه شده توسط نمونه‌های کنترل به کار می‌رود، و ممکن است چند نمونه کنترل لازم باشد، به خصوص اگر این رویه دارای دقت‌های مختلف برای انواع نمونه‌های مختلف و یا سطوح پاسخ باشد.

۱-۴ برآورد عدم قطعیت تعیین شده توسط این رویه، دقت میانی نتایج آزمون را نشان می‌دهد. این برآورد به دنبال کمی نمودن کل تغییرات مورد انتظار در یک آزمایشگاه واحد با استفاده از یک روش آزمون مورد استفاده واحد است ولی بسیاری از منابع شناخته شده‌ی تغییرات را تا حد امکان ترکیب می‌کند.

۱-۵ این رویه، برآوردهای خطا (بودجه خطا) منسوب به فاکتور منفرد را که می‌تواند عدم قطعیت را تحت تاثیر قرار دهد، ارائه نمی‌دهد.

۱-۶ این رویه، استفاده از نمودارهای کنترل برای ارزیابی داده‌های به دست آمده را شرح می‌دهد و نوع خاصی از نمودار کنترل برای پایش برآورد عدم قطعیت را ارائه می‌دهد.

۱-۷ سیستم یکاها برای این استاندارد مشخص نشده است. مقادیر ابعادی در این استاندارد تنها به عنوان نمونه‌هایی از روش‌های محاسباتی ارائه شده اند. این نمونه‌ها، الزامی بر روی محصولات یا روش‌های آزمون به کار گرفته شده، ندارند.

هشدار - این استاندارد به تمام عوامل ایمنی که در صورت وجود، همراه با آن استفاده می‌شوند، نمی‌پردازد. این استاندارد سئوالات کاربر این استاندارد برای ایجاد ایمنی مناسب و اقدامات بهداشتی و تعیین عملی بودن محدودیت‌های پایشی قبل از استفاده، نشان می‌دهد.

۸-۱ آزمایشگاه‌های معتبر دارای استاندارد ISO/IEC 17025، ملزم به ارائه برآوردهای عدم قطعیت برای نتایج آزمون‌های خود هستند. این رویه، روش‌های اجرایی‌ای را فراهم می‌کند که از نتایج آزمون برای تکوین برآوردهای عدم قطعیت برای یک آزمایشگاه اختصاصی استفاده می‌کند.

۹-۱ به طور کلی، این نتایج آزمون از یک نمونه واحد از ماده‌ای همگن و پایدار که به عنوان نمونه واریسی کنترل شناخته می‌شود، وجود خواهد داشت.

۱۰-۱ مقدار واقعی مشخصه(های) نمونه کنترل در حین اندازه‌گیری، به طور عادی ناشناخته خواهد بود. هرچند، اگر نمونه کنترل یک ماده مرجع باشد این رویه می‌تواند استفاده شود که در این مورد نیز آریبی روش آزمون می‌تواند برآورد شود و در برآورد عدم قطعیت گنجانده شود. بسیاری از روش‌های آزمون، ماده-های مرجع درست آماده برای فراهم نمودن زنجیره‌های قابل ردیابی از برآورد عدم قطعیت را ندارند.

۱۱-۱ این رویه همچنین پایش مداوم از عدم قطعیت آزمایشگاهی را فراهم می‌کند. هنگامی که برآوردهای سطح تغییر عدم قطعیت (که ممکن است به عنوان جزئی از عدم قطعیت باشد) شناسایی می‌شود و به حداقل می‌رسد، تجدید نظر برای عدم قطعیت آزمایشگاهی ممکن خواهد بود.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM D 5184 Test Methods for Determination of Aluminum and Silicon in Fuel Oils by Ashing, Fusion, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, and Atomic Absorption Spectrometry

2-2 ASTM E 177 Practice for Use of the Terms Precision and Bias in ASTM Test Methods

2-3 ASTM E 456 Terminology Relating to Quality and Statistics

2-4 ASTM E 1707 Guide for Estimating Uncertainties in Dosimetry for Radiation Processing

2-5 ASTM E 2282 Guide for Defining the Test Result of a Test Method

2-6 ASTM publication; Manual on Presentation of Data and Control Chart Analysis, 7th Edition

2-7 ISO 17025 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ASTM Terminology E 456، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

control sample

نمونه کنترل

نمونه گرفته شده از مواد همگن و پایدار، به منظور پایش عملکرد روش آزمون در یک آزمایشگاه.

یادآوری- ماده نمونه کنترل نماینده محصولی است که معمولاً در آزمایشگاه توسط روش آزمون معینی آزمون شده است. یک نمونه کنترل به صورت متناوب با استفاده از پروتکل روش آزمون کامل برای تکوین یک نتیجه آزمون اجرا می‌شود. چنین نتایجی از آزمون ممکن است به طور آماری برای پایش عملکرد روش آزمون در طول زمان ارزیابی شوند. داشتن مقدار مرجع پذیرفته شده که به ماده نمونه کنترل اختصاص یافته است، ضروری نمی‌باشد. هنگامی که ماده کنونی تقریباً مصرف می‌شود، بهتر است یک ماده جایگزین به صورت موازی با این ماده برای اطمینان از تداوم برنامه نمونه کنترل اجرا شود.

۲-۳

check sample

نمونه وارسی

به نمونه کنترل (۱-۳) مراجعه کنید.

۳-۳

uncertainty control chart

نمودار عدم قطعیت کنترل

نمودار کنترلی است که شامل حدود کنترل، بر اساس تنوع منسوب به عدم قطعیت روش آزمون می‌شود.

۴-۳

intermediate precision

دقت میانی

نزدیکی توافق بین نتایج به دست آمده آزمون تحت شرایط مشخص شده با دقت میانی.

[ASTM E 177]

یادآوری ۱- مقیاس خاص و شرایط خاص باید برای هر یک از مقیاس‌های میانی دقت؛ یعنی "انحراف استاندارد نتایج آزمون در میان اپراتورها در یک آزمایشگاه،" و یا "انحراف استاندارد روزانه در داخل یک آزمایشگاه برای همان اپراتور" مشخص شده باشد.

یادآوری ۲- به علت این که آموزش اپراتورها، توافق بخش‌های مختلف تجهیزات در همان آزمایشگاه و تغییرات شرایط محیطی با فواصل زمانی طولانی تر وابسته به درجه کنترل درون آزمایشگاهی است، مقیاس‌های میانی دقت احتمالاً به طور محسوسی از آزمایشگاهی به آزمایشگاه دیگر تغییر می‌نماید. بنابراین، دقت‌های میانی می‌تواند نسبت به روش آزمون از آزمایشگاه‌های اختصاصی مشخص تر باشد.

test result**نتیجه آزمون**

مقدار مشخصه به دست آمده توسط انجام روش آزمون خاص

[ASTM E2282]

repeatability**تکرارپذیری**

دقت در شرایط تکرارپذیری

[ASTM E177]

۴ خلاصه‌ای از رویه (کلیات)

۱-۴ یک ماده استاندارد یا نمونه کنترل به طور مکرر در طول زمان اندازه گیری می‌شود. فرض این رویه بر آن است که تغییرات تجربه شده در این ماده نشان دهنده تغییرات مورد انتظار کلی آزمایشگاه است. گنجاندن منابع خاص شناخته شده و یا بالقوه در تغییرات در برنامه آزمون تقویت می‌شود.

۲-۴ یک نمودار کنترل آماده سازی می‌شود و نتایج برای شناسایی تغییرات کوتاه مدت و طولانی مدت ارزشیابی می‌شوند. بنابراین داده‌ها می‌توانند برای تعیین برآوردی از انحراف استاندارد عدم قطعیت استفاده شوند.

۳-۴ آزمایشگاهی که قبلاً دارای روش‌های اجرایی نمودار کنترل در محل است، می‌تواند از داده‌های موجود استفاده نماید.

۴-۴ پایش مداوم روش آزمون با استفاده از نمودار کنترل عدم قطعیت هدایت می‌شود.

۵ ملاحظات کلی**۵-۱ موادی که باید استفاده شود**

۵-۱-۱ این رویه نیاز به مقداری از مواد پایدار و همگن دارد که به عنوان منبع نمونه‌های کنترل به کار گرفته می‌شوند (گاهی اوقات به نام نمونه‌های واریسی). این ماده باید مشابه با ترکیب نمونه‌های موادی باشد که به طور معمول با استفاده از این روش آزمون در این آزمایشگاه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند. در پایداری فرض بر این است که نتایج آزمون به دست آمده از این ماده باید با بازه زمانی که این ماده استفاده می‌شوند، سازگار باشد. در همگن بودن فرض بر این است که نمونه‌های گرفته شده از منبع مادی در مشخصه اندازه گیری شده توسط روش آزمون دارای تغییرات قابل توجهی نیست.

۵-۱-۲ برای آزمون مخرب مواد نمونه کنترل، جهت تخلیه کردن و جایگزینی ماده نمونه کنترل باید تدارکاتی دیده شود.

۵-۱-۲-۱ در برخی موارد روش آزمون می‌تواند غیرمخرب باشد و همان ماده می‌تواند به طور نامحدود استفاده شود.

۵-۱-۲-۲ در موارد دیگر، این ماده می‌تواند استفاده شده، تخریب شود یا در غیر این صورت به تدریج تغییر یابد.

۵-۱-۳ روش آزمون باید بهترین اقدامات برای آماده سازی و انبارش ماده کنترل و به کار گیری نمونه‌های کنترل را تشریح نماید.

۵-۲ شرایط آزمون

۵-۲-۱ برنامه برآورد عدم قطعیت باید برای گنجاندن تمام منابع شناخته شده تغییرات، از جمله اپراتورها (تحلیلگران)، تجهیزات، معرف‌ها، و غیره طراحی شود و این موارد باید عمداً در طراحی این برنامه گنجانده شود. به طور کلی، این منابع تغییرات (از جمله رواداری‌های قابل قبول) توسط روش آزمون تعریف می‌شوند.

۵-۲-۲ در مواردی که در آنها کنترل روی چنین تغییراتی امکان‌پذیر نیست و تعریف نشده است، حداقل ۳۰ تا ۵۰ دوره نمونه برداری باید برای مجاز نمودن فاکتورهای محیطی و فاکتور دیگر که باید در برآورد کلی گنجانده شود، ارزشیابی شود.

۶ روش اجرایی کلی - روش‌های ایجاد نمودار کنترل

۶-۱ مفاهیم کلی نمودارهای کنترل در جایی دیگر، مثلاً در راهنمای 7A تشریح شده اند.^۱

۶-۲ روش اجرایی کلی شامل دو فاز اصلی می‌شود: مقدماتی و پایش.

۶-۲-۱ فاز مقدماتی

۶-۲-۱-۱ این فاز با جمع آوری اولیه نتایج آزمون آغاز می‌شود.

۶-۲-۱-۲ سپس نمودارهای مقدماتی کنترل، آماده سازی و امتحان می‌شوند. اگر فرآیند در حالت کنترل آماری باشد، این نمودارها برای تعیین، ارزیابی می‌شوند. اصول معمول ایجاد نمودار، از تغییرپذیری کوتاه مدت برای برآورد حدودی استفاده می‌کند که بین این حدود، نمونه‌های نتایج آزمون باید تغییر نمایند. برای برنامه‌های نمونه کنترل، این تغییرپذیری کوتاه مدت معادل با دقت تکرارپذیری است. هرچند انتظار می‌رود که توزیع‌های تکمیلی برای تغییر، در طول زمان ظاهر شوند و بنابراین، تغییرات تکمیلی، معادل با دقت میانی ایجاد شوند.

۶-۲-۱-۳ برآوردی از انحراف استاندارد عدم قطعیت تکوین می‌یابد.

1- Manual on Presentation of Data and Control Chart Analysis: 7th Edition, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2001.

۴-۱-۲-۶ بنابراین نمودار کنترل عدم قطعیت برای پایش نتایج نمونه در آینده، آماده سازی می‌شود.

۴-۲-۶ فاز پایش

۴-۲-۲-۶ برای فراهم نمودن شواهدی که برآورد عدم قطعیت از مقدار برآورده شده تجاوز نمی‌کند، از نمودار کنترل عدم قطعیت پیشنهاد شده استفاده می‌شود.

۴-۲-۲-۶ برآورد عدم قطعیت باید به طور متناوب مورد ارزشیابی مجدد قرار گیرد.

۴-۲-۳-۶ در صورت مقتضی، برای تعیین اینکه آیا تغییرات در طول زمان به سطح تغییرات کوتاه مدت کاهش یافته است (تکرارپذیری)، پیشنهاد می‌شود که یک نمودار کنترل استاندارد نگهداشته شود.

۴-۳-۶ دو نوع از روش‌های ایجاد نمودار کنترل برای تکوین برآوردهای عدم قطعیت پیشنهاد می‌شود: این روش‌ها عبارتند از:

۴-۳-۱-۶ هنگامی که چند نتیجه آزمون در هر دوره زمانی گرفته می‌شود، متوسط (\bar{X}) و گستره یا از نمودارهای انحراف استاندارد استفاده می‌شوند.

۴-۳-۲-۶ هنگامی که نتایج آزمون واحد در هر دوره زمانی به دست می‌آید، نمودارهای اختصاصی (IndX) استفاده می‌شوند.

۴-۶ برآوردهای تغییرات

۴-۴-۱-۶ هنگامی که آزمایش‌های متعدد تحت شرایط تکرارپذیری در هر دوره زمانی انجام می‌شوند، به منظور برآورد تغییرات کوتاه مدت، یک نمودار گستره یا نمودار انحراف استاندارد می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. برآورد از داده‌های نمودار کنترل را می‌توان با برآوردهای دیگر از تکرارپذیری در صورت وجود مقایسه نمود (در آزمایشگاه، تغییرات کوتاه مدت).

۴-۴-۲-۶ میانگین‌های نمونه آزمایش می‌شوند و می‌توانند برآوردهایی از تغییرات ایجاد شده از دیگر فاکتورها را ارائه نمایند. چنین فاکتورهایی ممکن است شامل آثار محیطی، فاکتورهای اپراتوری، معرف‌ها، یا دستگاه‌ها باشند.

۴-۵-۶ روش‌های اجرایی سیستماتیک

۴-۵-۱-۶ به طور خاص، آزمایشات طراحی شده می‌توانند برای حصول اطمینان از تمام منابع شناخته شده ی تغییرات، مانند اپراتورهای (تحلیل‌گران)، تجهیزات، معرف‌ها استفاده شوند و یا دستگاه‌هایی در بررسی عمومی گنجانده می‌شوند.

۴-۵-۲-۶ داده‌های ایجاد شده از این برنامه برای کاربردهای تکمیلی، از قبیل ایجاد نمودار کنترل برای روندهای ارزیابی، طبقه‌بندی توسط تحلیل یا طبقه‌بندی توسط تجهیزات برای شناسایی نیازهای آموزش یا نگهداری یا هر دو در دسترس است.

۷ روش‌های اجرایی خاص

۷-۱ چند نتیجه از آزمون که در هر دوره زمانی به دست آمده است

۷-۱-۱ تعدادی مشخص از نتایج مستقل آزمون در مدت هر دوره زمانی گرفته می‌شوند. به طور کلی این عدد ۵ یا کمتر از این مقدار است. ترجیح داده می‌شود که حداقل ۲۵ مجموعه از نتایج آزمون قبل از تکوین نمودارهای به دست آید.

۷-۱-۲ نمودار گستره یا یک نمودار انحراف استاندارد آماده سازی می‌شود. این نمودارها برای تغییرات علت ویژه آزمایش می‌شوند. اگر تغییرپذیری تصادفی به نظر برسد، بنابراین برآوردی از تکرارپذیری محاسبه می‌شود. این کار می‌تواند با جمع‌آوری مجموع مربعات با استفاده از انحراف استاندارد میانگین یا با استفاده از گستره میانگین صورت گیرد.

یادآوری - اگر انحراف‌های معیار یا گستره‌ها در اغلب نمونه‌ها صفر باشند، بنابراین این برآورد از انحراف استاندارد تکرارپذیری مشکوک است و احتمالاً قابل استفاده نیست. این مورد معمولاً نتیجه تفکیک پذیری نامناسب سیستم اندازه‌گیری مورد استفاده یا گرد نمودن^۱ بیش از حد است. یک برآورد بر اساس اندازه حداقل بازه باید جایگزین صفرها شود. با یک حساب تخمینی، جایگزینی صفرها را هنگامی که بیشتر از حدود ۱/۳، صفر وجود دارد، در نظر بگیرید.

۷-۱-۳ برای بررسی تغییرات از نمودار میانگین‌ها در میان دوره‌های زمانی استفاده می‌شود. حدود در این نمودار، مقایسه تغییرات بین دوره‌های زمانی با استفاده از تکرارپذیری به عنوان برآورد خطا مجاز می‌سازد. ۷-۱-۳-۱ اگر نمودار کنترل، حالت کنترل آماری را نشان دهد، بنابراین عدم قطعیت تقریباً معادل انحراف استاندارد تکرارپذیری فرض خواهد شد.

۷-۱-۳-۲ در اغلب موارد، انتظار می‌رود که تغییرات بین میانگین‌ها به معنی وضعیت "خارج از کنترل" است که نشان می‌دهد که علل "ویژه‌ی" تنوع علاوه بر تکرارپذیری وجود دارند. بنابراین بین تغییرات میانگین‌ها و در برآوردهای تکرارپذیری میانگین‌ها برای محاسبه برآوردی از انحراف استاندارد عدم قطعیت استفاده می‌شود.

۷-۱-۴ با استفاده از برآورد انحراف استاندارد عدم قطعیت، نمودار کنترل عدم قطعیت برای پایش عدم قطعیت در آینده آماده سازی می‌شود. ممکن است این نمودار شامل حدود کنترل برای میانگین‌ها به عنوان مجموعه پایین تر ممکن از حدود کنترل همراه با حدود کنترل عدم قطعیت بر اساس برآورد عدم قطعیت باشد.

۷-۲ آزمون‌های اختصاصی:

۷-۲-۱ آزمون‌های واحد در هر دوره زمانی ایجاد می‌شوند. تغییرات در میان این نتایج ارزیابی می‌شود.

۲-۲-۷ در برخی موارد، گنجاندن برآوردهای خارجی برای تکرارپذیری که از بررسی‌های قبلی یا همزمان به دست آمده است، امکان‌پذیر می‌باشد.

۸ چندین قرائت در هر دوره زمانی

۸-۱ مثال ۱- جذب دُز سنج‌های رادیوکرومیک^۱

۸-۱-۱ در طول مدت چندین روز، مجموعه‌های مختلف از سه دُز سنج، در همان دُز نامی تحت تابش قرار می‌گیرند. این تابش تحت شرایط استاندارد در یک مرکز تابش کننده ی واحد انجام می‌شود. منابع احتمالی خطاهای تصادفی می‌توانند شامل تغییرات ذاتی در پاسخ دُز سنج و تغییرات روزانه در محیط فیزیکی، به عنوان مثال درجه حرارت، موقعیت دُز سنج‌ها درون تابش کننده و حفاظ باشند. داده‌ها در راهنمای E 1707 ارائه شده است.

۸-۲ جدول ۱ شامل سه دُز سنج تحت تابش قرار گرفته و اندازه گیری شده در یک روز واحد است. تعداد نه دوره ی زمانی نشان داده شده اند. انحرافات معیار و میانگین برای هر دوره زمانی محاسبه شده اند.

۸-۳ آماده‌سازی نمودار کنترل انحراف استاندارد

یادآوری ۱- به جای انحرافات معیار، انحرافات گسترده‌ها می‌توانند محاسبه شوند و یک نمودار کنترل گستره آماده سازی خواهد شد.

۸-۳-۱ میانگین انحراف استانداردها را محاسبه نمایید (تعداد p دوره ی آزمون):

$$\bar{s} = \sum s / p = 0.04489 / 9 = 0.0050 \quad (1)$$

یادآوری ۲- اگر انحرافات معیار در بسیاری از نمونه‌ها صفر باشد، بنابراین توصیه می‌شود مقدار صفر با یک مقدار محاسبه شده به صورت زیر را جایگزین شود: $[\sqrt{3} / 2]$ (نیم بازه). در این مورد، بازه‌ها برابر ۰/۰۰۱ و نیم بازه برابر ۰/۰۰۰۵ خواهند بود. بنابراین برآورد s در مکان صفر $0.00028 = 1.732 / 0.0005$ خواهد بود.

جدول ۱ - چند دُز سنج تحت تابش قرار گرفته در هر روز (داده‌های از ASTM E 1707)

شماره آزمون	تکرار ۱	تکرار ۲	تکرار ۳	میانگین	s
۱	۰/۲۸۲	۰/۲۷۴	۰/۲۷۶	۰/۲۷۷۳	۰/۰۰۴۲
۲	۰/۲۹۴	۰/۲۷۴	۰/۲۸۴	۰/۲۸۴۰	۰/۰۱۰۰
۳	۰/۳۰۰	۰/۲۸۴	۰/۲۹۲	۰/۲۹۲۰	۰/۰۰۸۰
۴	۰/۲۹۰	۰/۳۰۰	۰/۲۹۲	۰/۲۹۴۰	۰/۰۰۵۳
۵	۰/۲۹۶	۰/۲۹۴	۰/۲۹۷	۰/۲۹۵۷	۰/۰۰۱۵
۶	۰/۲۹۰	۰/۲۷۸	۰/۲۸۴	۰/۲۸۴۰	۰/۰۰۶۰
۷	۰/۲۹۰	۰/۲۹۰	۰/۲۹۰	۰/۲۹۰۰	۰/۰۰۰۰
۸	۰/۲۷۸	۰/۲۸۸	۰/۲۸۶	۰/۲۸۴۰	۰/۰۰۵۳
۹	۰/۲۸۴	۰/۲۹۲	۰/۲۹۲	۰/۲۸۹۳	۰/۰۰۴۶

۸-۳-۲ این حدود کنترل برای نمودار کنترل انحراف استاندارد به صورت زیر به دست می‌آید:

$$UCLs = B_4 * \bar{s} = 2.568 * 0.0050 = 0.0128 \quad (۲)$$

و

$$LCLs = B_3 * \bar{s} = 0 * 0.0050 = 0 \quad (۳)$$

۸-۳-۱ فاکتورهای نمودار کنترل، B_4 و B_3 برای اندازه‌های نمونه تا حدود $n=6$ را می‌توان در جدول ۲ مشاهده نمود. برای اندازه‌های بزرگتر نمونه به راهنمای ۷ مراجعه نمایید.

۸-۳-۳ این نمودار کنترل برای ارزشیابی در نمونه تغییرات دوره زمانی، آماده سازی می‌شود. حدود کنترل به صورتی که محاسبه شده است، نمایش داده شده اند. به شکل ۱ مراجعه کنید.

۸-۳-۴ نمودار انحراف استاندارد برای مقادیر غیرمعمول آزمایش می‌شود. هیچ قرائتی غیرمعمول به نظر نمی‌رسد.

۸-۴ یک نمودار کنترل برای میانگین‌ها به وسیله ی رسم نمودار میانگین‌ها آماده سازی می‌شود.

۸-۴-۱ میانگین‌های نمونه، میانگین گیری می‌شوند. میانگین بزرگ، $\bar{X} = 0.2878$ است.

۸-۴-۲ حدود کنترل برای نمودار کنترل میانگین‌ها به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$UCL = \bar{X} + A_3 \bar{s} = 0.2878 + 1.954 * 0.0050 = 0.2976 \quad (۴)$$

$$LCL = \bar{X} - A_3 \bar{s} = 0.2878 - 1.954 * 0.0050 = 0.2781 \quad (۵)$$

۸-۴-۱ فاکتورهای نمودار کنترل A_3 برای اندازه‌های نمونه تا حدود $n=6$ را می‌تواند در جدول ۲ مشاهده نمود. برای اندازه‌های بزرگتر نمونه به راهنمای ۷ مراجعه کنید.

۸-۴-۳ حدود نمودار کنترل به صورتی که در شکل ۲ نشان داده شده ترسیم می‌شوند.

۸-۴-۳-۱ آزمایش نمودار کنترل میانگین‌ها برای تعیین این که آیا بین دوره‌ها بزرگتر از انتظار از تغییرات نمونه است انجام می‌شود. در این مثال، چند نمونه فقط در و حتی ورای حدود کنترل وجود دارد که نشاندهنده این مطلب است که تغییرات در طول زمان، بسیار بیشتر از آن چیزی است که فقط بر اساس تکرارپذیری در نمونه انتظار می‌رود.

۸-۵ انحراف استاندارد نمونه را برآورد نمایید. این برآوردی از یک انحراف استاندارد تکرارپذیری آزمایشگاه واحد است.

۸-۵-۱ یک برآورد مستقیم از انحراف استاندارد یک آزمایشگاه واحد بر اساس واریانس‌های طبقه‌بندی شده محاسبه می‌شود. این مورد بدین صورت به دست می‌آید: محاسبه مربعات هر انحراف استاندارد؛ جمع نمودن مربعات؛ تقسیم نمودن تعداد نمونه‌ها و گرفتن جذر مربعات. در این نمونه:

$$\sum s^2 = 0.000297 = \text{مجموع مربعات انحراف استاندارد} \quad (6)$$

$s_r =$ برآورد انحراف استاندارد تکرارپذیری آزمایشگاه واحد

$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{\sum s^2}{p}} \\ &= \sqrt{\frac{0.000297}{9}} \\ &= 0.0057 \end{aligned}$$

۸-۵-۲ برآورد جایگزین از انحراف استاندارد تکرارپذیری آزمایشگاه واحد می‌تواند از میانگین s به صورت زیر محاسبه شود:

$$s_r = \bar{s} / c_4 = 0.0050 / 0.8862 = 0.0056 \quad (7)$$

یادآوری - هنگامی که گستره‌ها به جای انحرافات معیار استفاده می‌شوند، برآورد s_r از گستره میانگین به دست می‌آید، در این مثال، گستره میانگین، 0.0097 به دست می‌آید و در نتیجه برآورد انحراف استاندارد برابرست با:

$$s_r = \bar{R} / d_2 = 0.0097 / 1.1.693 = 0.0057 \quad (8)$$

که در آن:

$$\bar{R} = \text{گستره میانگین}$$

۸-۵-۲-۱ فاکتورهای c_4 و d_2 برای اندازه‌های نمونه تا حدود $n=6$ می‌توانند در جدول ۲ ملاحظه شوند. برای اندازه‌های بزرگتر نمونه، به راهنمای ۷ مراجعه کنید.

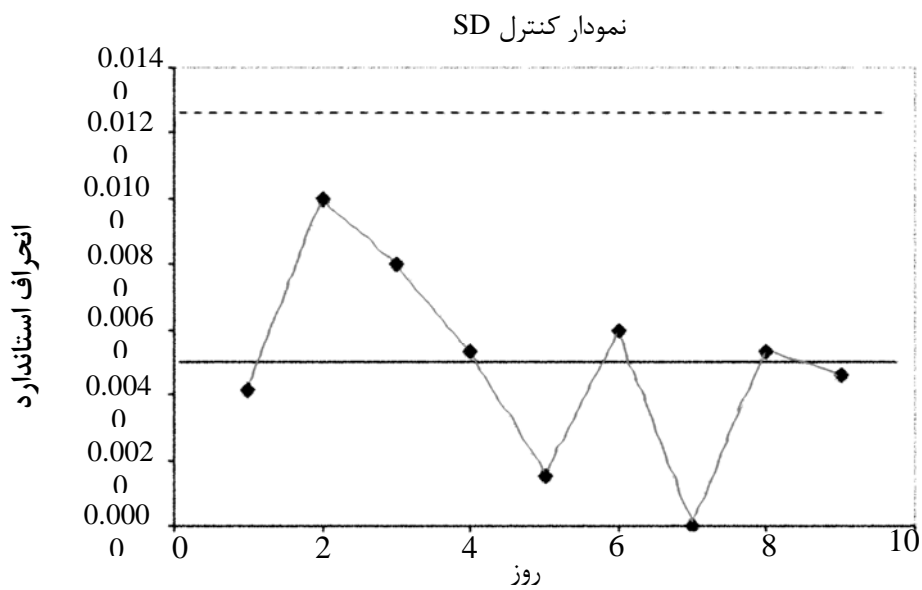
۸-۶ بین زمان یا تغییرات یکسان

۸-۶-۱ چون یک نمونه بین یا تغییرات زمان وجود دارد، برآورد انحراف استاندارد زمان بین محاسبه می‌شود.

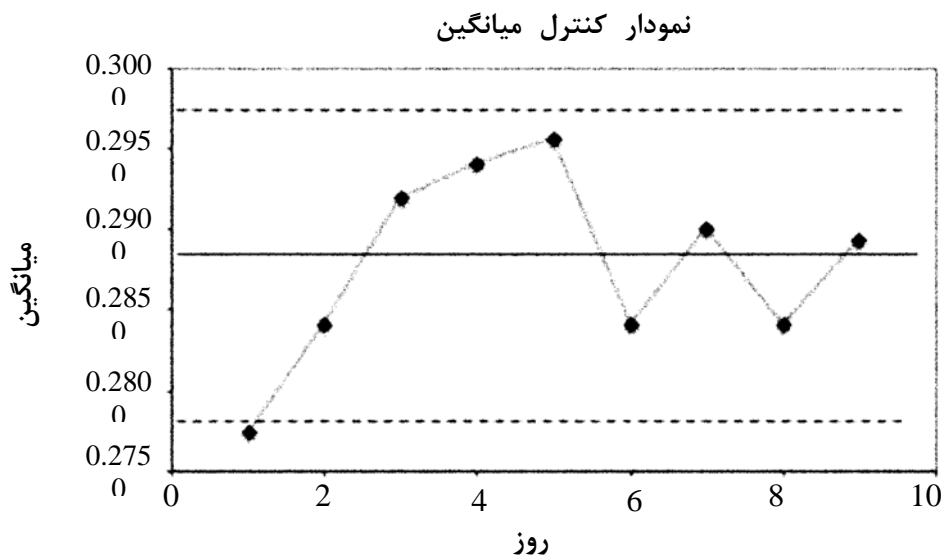
جدول ۲ - فاکتورهای محاسبه خطوط نمودار کنترل

مشاهدات در نمونه n	نمودار میانگین ها		نمودار انحرافات معیار				نمودار گستره ها	
	فاکتورها برای حدود کنترل	فاکتورها برای خط مرکزی	فاکتورها برای حدود کنترل	فاکتورها برای خط مرکزی	فاکتورها برای حدود کنترل	فاکتورها برای خط مرکزی	فاکتورها برای حدود کنترل	فاکتورها برای خط مرکزی
	A4	A2	B4	B3	C4	D3	D4	
۲	۰.۸۸۰	۲.۶۵۹	۰	۰.۷۹۷۹	۰.۷۹۷۹	۰	۳.۲۶۷	۱.۱۲۸
۳	۱.۰۲۳	۱.۹۵۴	۰	۰.۸۸۶۲	۰.۸۸۶۲	۰	۲.۵۷۵	۱.۶۹۳
۴	۰.۷۲۹	۱.۶۲۸	۰	۰.۹۲۱۳	۰.۹۲۱۳	۰	۲.۲۸۲	۲.۰۵۹
۵	۰.۵۷۷	۱.۴۲۷	۰	۰.۹۴۰۰	۰.۹۴۰۰	۰	۲.۱۱۴	۲.۳۲۶
۶	۰.۴۸۳	۱.۲۸۷	۰.۰۳۰	۰.۹۵۱۵	۰.۹۵۱۵	۱.۹۷۰	۲.۰۰۴	۲.۵۳۴

یادآوری - این مقادیر از جدول ۴۹ راهنمای ASTM در مورد ارائه داده‌ها و تحلیل نمودار کنترل استخراج شده اند



شکل ۱- نمودار کنترل انحراف استاندارد



شکل ۲- نمودار کنترل برای میانگین ها

ابتدا، انحراف استاندارد در میان میانگین‌های نمونه به دست می آید. این مقدار 0.00590 محاسبه شده است.

۸-۶-۲ بنابراین s_{ime} به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned}
s_{time} &= \sqrt{s_{\bar{x}}^2 - \frac{s_{within}^2}{n_{within}}} \\
&= \sqrt{s_{\bar{x}}^2 - \frac{s_r^2}{n_{within}}} \\
&= \sqrt{0.00590^2 - \frac{0.0057^2}{3}} \\
&= 0.0049
\end{aligned} \tag{9}$$

که در آن:

$s_{\bar{x}}$ = انحراف استاندارد میانگین ها

n_{within} = تعداد تکرارها (۳)

s_{within} = انحراف استاندارد در گروه‌ها و برابر با s_r = انحراف استاندارد تکرارپذیری آزمایشگاه واحد

یادآوری - اگر تفاوت زیر علامت رادیکال منفی باشد، میانگین برآورد s_{time}^2 منفی است و در نتیجه این مورد می‌تواند نشان دهد که تغییرات مرتبط با زمان قابل چشم پوشی و برآورد برابر صفر است.

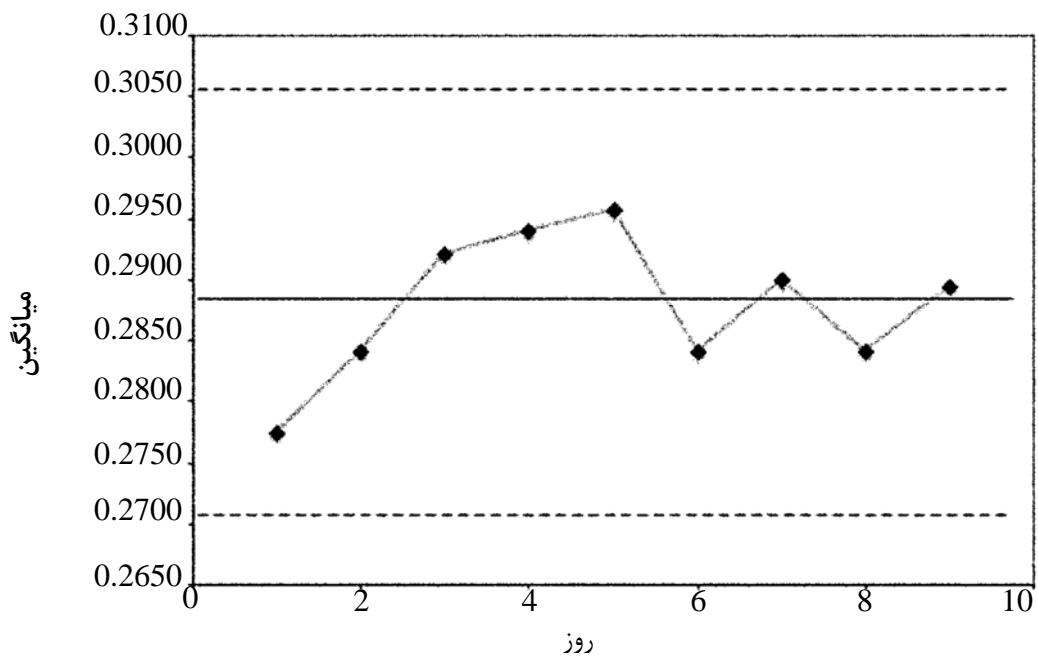
۸-۷ انحراف استاندارد عدم قطعیت از یک زمان واحد و یک تکرار واحد برآورد می‌شود.

$$S_u = \sqrt{s_{time}^2 + s_r^2} = \sqrt{0.0049^2 + 0.0057^2} = 0.00753 \tag{10}$$

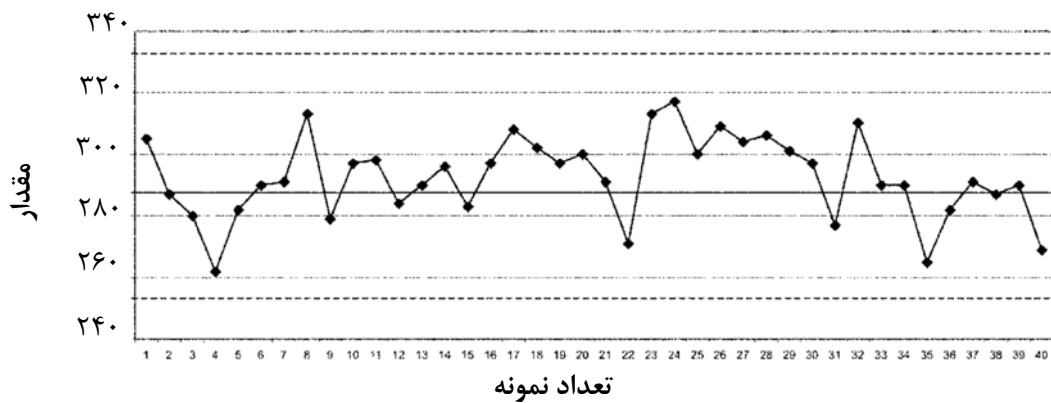
یادآوری - این مقدار معادل با برآورد دقت میانی بر اساس چند دوره زمانی است.

۸-۸ سپس نمودار کنترل عدم قطعیت برای پایش نمونه‌های آینده آماده سازی می‌شود. همه مقادیر اولیه باید در حالت کنترل دولت نشان داده شوند. حدود کنترل عدم قطعیت به صورت تعریف شده در معادله ۱۲ و ۱۳ ایجاد و به این نمودار (شکل ۳) اضافه می‌شوند. ابتدا ما انحراف استاندارد برای میانگین‌های نمونه با این فرض که تغییرات ناشی از زمان و تکرارپذیری است، محاسبه می‌کنیم. این برآورد عدم قطعیت مرتبط با نمونه‌ها است، نه نتایج اختصاصی آزمون، و به صورت زیر به دست می‌آید:

$$s_{u-aves} = \sqrt{s_{time}^2 + \frac{s_r^2}{n}} = 0.00590 \tag{11}$$



شکل ۳- نمودار کنترل عدم قطعیت



شکل ۴- مقادیر شامل حدود برای ۴۰ نمونه

$$\begin{aligned}
 UCL_{\text{Uncertainty}} &= \bar{\bar{X}} + 3s_{u-aves} \\
 &= 0.2878 + 3 * 0.00590 \\
 &= 0.2878 + 0.0177 \\
 &= 0.3055
 \end{aligned}$$

(۱۲)

$$\begin{aligned}
 LCL_{\text{Uncertainty}} &= \bar{X} - 3s_{u-aves} \\
 &= 0.2878 - 3 * 0.00590 \\
 &= 0.2878 - 0.0177 \\
 &= 0.2701
 \end{aligned}
 \tag{۱۳}$$

یادآوری ۱- استفاده از ضریب ۳ در نگهداشتن با رویه‌های کنترل سنتی در ایجاد نمودار است و با رویه‌ای مشابه هنگام کاربرد در پایش فرآیند تفسیر می‌شود.

یادآوری ۲- محاسبه مقدماتی انحراف استاندارد عدم قطعیت برای نمونه‌ها، معادله ۱۱، از لحاظ ریاضی معادل با انحراف استاندارد میانگین‌ها است $s_{\bar{x}}$.

۸-۸-۱ میانگین‌ها باید در نمودار کنترل عدم قطعیت ترسیم شوند. اگر هر نقطه ورای حدود قرار گیرد، این مورد یک سیگنال برای بررسی علل ممکن خواهد بود. یک عدد غیرمعمول برای نقاط در یا ورای حدود می‌تواند نشان دهد که برآورد عدم قطعیت بسیار کوچک است و باید دوباره محاسبه شود.

۹ آزمون‌های اختصاصی

۹-۱ یک ماده مرجع یا یک ماده همگن که نشان‌دهنده ماده آزمون شده به طور نرمال است، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۹-۱-۱ حداقل در حدود ۲۵ نتیجه آزمون نمونه باید با بازه‌های زمانی معقول بین قرائت‌ها انجام شوند. انحراف استاندارد برای این مجموعه از قرائت‌ها به عنوان برآوردی برای عدم قطعیت به کار گرفته می‌شود.

۹-۱-۲ این برآورد از انحراف استاندارد باید برای فراهم نمودن "حدود کنترل" به منظور بازنگری نتایج گذشته و پایش مداوم روش استفاده شود. حدود انحرافات میانگین ± 3 مناسب خواهند بود.

۹-۱-۳ یک گراف که ترتیب قرائت‌ها با حدود اضافه شده را نشان می‌دهد، آزمایش تعیین این که آیا شرایط غیرمعمول می‌تواند حضور داشته باشد و در تغییرات کلی سهم داشته باشد را فراهم می‌کند.

۹-۲ مثال ۲- وانادیوم^۱ در نفت:

۹-۲-۱ وانادیوم یک ناخالصی در نفت است. یک سطح بحرانی به طور تقریبی ۳۰۰ ppm است. از روش آزمون D 5184 برای تعیین سطح ناخالصی‌ها پیروی می‌شود. مقدار ماده کنترل، با استفاده از دسته نوعی روغن با سطح ناخالصی مشابه با ناخالصی‌های به دست آمده در عمل آماده سازی می‌شود (وانادیوم در ppm ۳۰۰ تقریبی). این دسته کلی به چند ظرف تقسیم می‌شود و نمونه‌های اختصاصی روزانه بیرون کشیده می‌شوند. هر نمونه پردازش و همراه با نمونه‌های منظم در یک آزمایشگاه واحد با پیروی از روش‌های اجرایی استاندارد آزمایش می‌شود.

۲-۲-۹ چند اپراتور، روزهای مختلف و با شرایطی قبلاً که به طور کلی تجربه شده اند، در برنامه گنجانده می شوند.

۳-۲-۹ چهل نمونه ترتیبی گرفته شده و در جدول ۳ فهرست شده اند (واحد mg/kg). این نمونه‌ها برای ارائه برآوردی از تغییرات آزمون استفاده می شوند.

جدول ۳ - چهل نمونه وانادیوم، mg/kg

نمونه	وانادیوم	نمونه	وانادیوم
۱	۳۰۵	۲۱	۲۹۱
۲	۲۸۷	۲۲	۲۷۱
۳	۲۸۰	۲۳	۳۱۳
۴	۲۶۲	۲۴	۳۱۷
۵	۲۸۲	۲۵	۳۰۰
۶	۲۹۰	۲۶	۳۰۹
۷	۲۹۱	۲۷	۳۰۴
۸	۳۱۳	۲۸	۳۰۶
۹	۲۷۹	۲۹	۳۰۱
۱۰	۲۹۷	۳۰	۲۹۷
۱۱	۲۹۸	۳۱	۲۷۷
۱۲	۲۸۴	۳۲	۳۱۰
۱۳	۲۹۰	۳۳	۲۹۰
۱۴	۲۹۶	۳۴	۲۹۰
۱۵	۲۸۳	۳۵	۲۶۵
۱۶	۲۹۷	۳۶	۲۸۲
۱۷	۳۰۸	۳۷	۲۹۱
۱۸	۳۰۲	۳۸	۲۸۷
۱۹	۲۹۷	۳۹	۲۹۰
۲۰	۳۰۰	۴۰	۲۶۹

۴-۲-۹ انحراف میانگین و استاندارد برای ۴۰ مقدار به صورت زیر به دست می آیند: میانگین = ۲۹۲.۵ و انحراف استاندارد (sd) = ۱۳.۳.

۵-۲-۹ بر اساس این مقادیر، حدودی که شامل ۹۹.۷۵٪ درصد تمام قرائت‌ها می شود، در ± 3 میانگین قرار دارند. این حدود برابرند با:

$$292.5 + 3 * 13.3 = 332.4 \quad (14)$$

و

$$292.5 - 3 * 13.3 = 252.7 \quad (15)$$

۹-۲-۶ یک گراف از مقادیر شامل حدودی برای این ۴۰ نمونه در شکل ۴ نشان داده شده است. هیچ نقطه‌ای خارج از این حدود قرار نمی‌گیرد.

۹-۲-۷ بنابراین مقدار انحراف استاندارد به عنوان برآوردی برای انحراف استاندارد عدم قطعیت به کار گرفته می‌شود.

۹-۲-۸ این انحراف استاندارد عدم قطعیت، عدم قطعیت آزمایشگاه برای تعیین وانادیوم در حدود ۳۰۰ ppm ملاحظه می‌شود.

۱۰ بررسی‌های مداوم

۱۰-۱۰ فاکتورهای اضافی باید معرفی شوند و در طول زمان شناسایی شوند. این فاکتورها، هنگام اقتضا، شامل اپراتورهای مختلف، کالیبراسیون مجدد تجهیزات، تغییرات آب و هوا (دما، رطوبت) و غیره می‌شوند.

۱۰-۲ انتظار می‌رود که این فاکتورهای اضافی، افزایشی را در دامنه برآورد عدم قطعیت حاصل می‌نماید.

۱۰-۳ عدم قطعیت باید برای تعیین این مورد بازنگری شود که آیا تغییراتی به عنوان بهبود یا بدتر شدن درجه تغییرات در آزمایشگاه‌ها وجود دارند یا خیر.