

دستورالعمل‌های ILAC برای عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون‌ها

ترجمه:

prowindingtech_admin



ILAC Guidelines for Measurement Uncertainty in Testing

ILAC-G17:01/2021

by: prowindingtech_admin

فهرست مطالب

۲	درباره ilac
۴	مقدمه
۴	هدف
۴	مؤلف
۵	۱. روش
۵	۲. اصطلاحات و تعاریف
۷	۳. راهنمای ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون‌ها
۸	۴. راهنمای گزارش‌دهی عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون‌ها
۱۱	۵. منابع
۱۳	۶. مثال‌هایی از اسناد راهنما

دستورالعمل‌های ILAC برای عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون‌ها

درباره ILAC

انجمن ILAC (همکاری بین‌المللی برای تأیید صلاحیت آزمایشگاه‌ها و نهادهای بازرسی) نهاد جهانی اعتباردهی برای آزمایشگاه‌ها، نهادهای بازرسی، برگزارکنندگان آزمون مهارت و تولیدکنندگان مواد مرجع است و اعضای آن شامل نهادهای اعتباردهی (AB) ها (و سازمان‌های ذی‌نفع در سراسر جهان می‌باشند).

ILAC سازمانی نماینده است که در زمینه‌های زیر فعالیت دارد:

- توسعه رویه‌ها و عملکردهای اعتباردهی؛
- ترویج اعتباردهی به‌عنوان ابزاری برای تسهیل تجارت؛
- پشتیبانی از ارائه خدمات محلی و ملی؛
- کمک به توسعه سیستم‌های اعتباردهی؛
- شناسایی آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون (از جمله آزمایشگاه‌های پزشکی)، نهادهای بازرسی، برگزارکنندگان آزمون مهارت و تولیدکنندگان مواد مرجع صلاحیت‌دار در سطح بین‌المللی.

ILAC به‌طور فعال با سایر سازمان‌های بین‌المللی مرتبط برای دستیابی به این اهداف همکاری می‌کند.

ILAC از طریق **توافق‌نامه به رسمیت شناختن متقابل در سطح جهانی** - معروف به ILAC Arrangement در حال تسهیل تجارت و حمایت از نهادهای مقررات‌گذار است. داده‌ها و نتایج آزمون صادرشده توسط آزمایشگاه‌ها و نهادهای بازرسی که به‌طور کلی به آن‌ها نهادهای ارزیابی انطباق (CAB) ها (گفته می‌شود و توسط اعضای ILAC اعتباردهی شده‌اند، از طریق این توافق‌نامه در سطح جهانی مورد پذیرش قرار می‌گیرند. بدین ترتیب، موانع فنی تجارت از جمله تکرار آزمون‌ها هنگام ورود محصول به اقتصادهای مختلف کاهش یافته و هدف تجارت آزاد تحت شعار **"یک‌بار اعتباردهی‌شده، همه‌جا پذیرفته‌شده"** محقق می‌گردد.

علاوه بر این، اعتباردهی با اطمینان بخشی از صلاحیت CAB ها در اجرای وظایف در حوزه دامنه اعتباردهی‌شان، ریسک را برای کسب‌وکارها و مشتریان آن‌ها کاهش می‌دهد.

نتایج حاصل از نهادهای اعتباردهی‌شده به‌طور گسترده توسط نهادهای مقررات‌گذار در ارائه خدمات عمومی مانند محیط‌زیست پاک، غذای ایمن، آب سالم، انرژی، خدمات سلامت و مراقبت‌های اجتماعی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نهادهای اعتباردهی عضو ILAC و نهادهای ارزیابی انطباقی که توسط آن‌ها اعتباردهی می‌شوند، ملزم به رعایت استانداردهای بین‌المللی مناسب و اسناد کاربردی ILAC جهت پیاده‌سازی یکپارچه این استانداردها هستند.

نهادهای اعتباردهی امضاکننده توافق‌نامه ILAC، پیش از عضویت رسمی در توافق‌نامه، از طریق ارزیابی هم‌تایان در قالب نهادهای همکاری منطقه‌ای دارای ساختار رسمی و به رسمیت شناخته‌شده، مطابق با قوانین و رویه‌های ILAC مورد بررسی قرار می‌گیرند.

وبسایت ILAC اطلاعات متنوعی در خصوص موضوعاتی نظیر اعتباردهی، ارزیابی انطباق، تسهیل تجارت و نیز اطلاعات تماس اعضا ارائه می‌دهد. همچنین اطلاعاتی در خصوص ارزش ارزیابی انطباق اعتباردهی‌شده برای نهادهای مقررات‌گذار و بخش عمومی از طریق مطالعات موردی و تحقیقات مستقل در دسترس است:

🌐 www.publicsectorassurance.org

✉ Email: ilac@nata.com.au

☎ تلفن: +61 2 9736 8374

🏠 صندوق پستی: PO Box 7507, Silverwater NSW 2128, Australia

🌐 www.ilac.org

📺 <https://www.youtube.com/user/IAFandILAC>

🐦 Twitter: @ILAC_Official

© مجوز انتشار 2021 ILAC

ILAC سازمان‌ها را به تکثیر مجاز نشریات خود (یا بخش‌هایی از آن) در زمینه‌های آموزشی، استانداردسازی، اعتباردهی یا سایر حوزه‌های مرتبط با تخصص یا فعالیت ILAC تشویق می‌نماید. سندی که حاوی مطالب تکثیرشده است باید به سهم ILAC در تهیه آن اذعان داشته باشد.

مقدمه:

در سال ۲۰۰۰، ILAC اسناد ILAC-G17 تحت عنوان «معرفی مفهوم عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون در ارتباط با کاربرد استاندارد ISO/IEC 17025 را منتشر کرد. وظیفه این سند، ارائه راهنمایی‌هایی جهت پیاده‌سازی مفهوم عدم قطعیت در آزمون‌ها بود؛ آن‌گونه که در استاندارد ISO/IEC 17025 (اولین بار در سال ۱۹۹۹ منتشر شد) الزامی شده بود.

استاندارد ISO/IEC 17025 الزامات دقیقی را در خصوص ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری و نحوه بیان آن در گزارش‌های آزمون ارائه می‌دهد. در آن زمان، نتیجه آزمون و عدم قطعیت آن به‌عنوان دو کمیت مستقل تا حدی مجزا تلقی می‌شدند. اما طی سال‌ها، این دیدگاه تغییر کرده و در واژه‌نامه بین‌المللی اندازه‌شناسی (VIM نسخه ۳)، نتیجه اندازه‌گیری متشکل از مقدار کمیت اندازه‌گیری‌شده و عدم قطعیت اندازه‌گیری در نظر گرفته شده است.

ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری به‌طور جدی در بخش‌های مختلف آزمون مورد بررسی قرار گرفته و راهنماهای متعددی طی ۲۰ سال گذشته توسعه یافته‌اند. با این حال، هنوز هم عدم قطعیت اندازه‌گیری در بسیاری از حوزه‌های آزمون و حتی در نهادهای دولتی، محل بحث‌های فراوانی است و به یک بلوغ یکسان در تمامی زمینه‌ها نرسیده است.

این واقعیت، یکی از دلایل اصلی تدوین این سند جدید ILAC بوده است. هدف آن ارائه راهنما و منابع مرجع در خصوص ارزیابی عدم قطعیت در آزمون‌ها و همچنین تشویق به گزارش‌دهی متداول عدم قطعیت اندازه‌گیری جهت تحقق الزامات مندرج در بندهای مرتبط از استاندارد ISO/IEC 17025:2017 [۵] می‌باشد. همچنین این سند به آزمایشگاه‌ها در درک رویکردهای رایج اتخاذ شده توسط نهادهای اعتباردهی در زمان ارزیابی انطباق کمک خواهد کرد.

هدف

هدف از این سند، ارائه راهنما و منابع مرجع در زمینه ارزیابی و گزارش‌دهی عدم قطعیت اندازه‌گیری در گزارش‌های آزمون است. این سند در کلیه حوزه‌های آزمون که تحت پوشش توافق‌نامه ILAC قرار دارند قابل استفاده است. همچنین این سند در برخی بخش‌های آزمون‌های پزشکی (مطابق با [۱۴] ISO 15189:2012 منبع [۱۴]) و سایر انواع ارزیابی انطباق که شامل آزمون می‌باشند، نیز مرتبط است. همچنین برای نهادهای اعتباردهی، نکاتی جهت ارزیابی گزارش‌دهی عدم قطعیت اندازه‌گیری در این سند ارائه شده است.

مولف:

این رویه توسط «کمیته اعتباردهی» ILAC (AIC) تهیه و در سال ۲۰۲۰ به تأیید اعضای ILAC رسیده است.

۱. روش

آگاهی از عدم قطعیت اندازه‌گیری نتایج آزمون، از اهمیت بنیادین برای آزمایشگاه‌ها، مشتریان آن‌ها و تمامی طرف‌هایی که از این نتایج استفاده می‌کنند یا آن‌ها را تفسیر می‌نمایند برخوردار است.

هنگامی که اندازه‌گیری‌ها تکرار می‌شوند یا مقایسه‌ای بین آن‌ها صورت می‌گیرد، ضروری‌ست که **عدم قطعیت اندازه‌گیری مدنظر قرار گیرد**. این موضوع به‌ویژه زمانی اهمیت می‌یابد که نتایج در برابر حدود مشخصات (Specification Limits) گزارش می‌شوند. در چنین مواردی، امکان مقایسه نتایج تنها در صورتی فراهم است که عدم قطعیت اندازه‌گیری لحاظ شود. این مسئله زمانی مطرح است که بیش از یک آزمایشگاه، یک پارامتر را در نمونه آزمون اندازه‌گیری می‌کنند یا زمانی که یک آزمایشگاه به‌طور منظم پارامتری را که تحت پایش قرار دارد اندازه‌گیری می‌نماید.

راهنمایی‌های خاصی در مورد ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری در **راهنمای بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement - GUM)** منتشره توسط IUPAC، ISO، IFCC، IEC، BIPM و IUPAP و OIML [۳] ارائه شده است. قواعد عمومی برای ارزیابی و بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری را ارائه می‌دهد که در بیشتر حوزه‌های اندازه‌گیری فیزیکی قابل استفاده است. در زمینه مقادیر شیمیایی، **راهنمای EURACHEM/CITAC با عنوان "کمی‌سازی عدم قطعیت در اندازه‌گیری تحلیلی" [۱]** مرجع مناسبی محسوب می‌شود.

با وجود اینکه GUM و سند EURACHEM/CITAC شیوه‌ای صریح و هماهنگ برای ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری ارائه می‌دهند، با توجه به ماهیت خاص هر بخش، لزوم تدوین راهنماهای تخصصی برای حوزه‌های مختلف احساس شده است. از این رو، بسیاری از نهادهای آزمایشگاهی، نهادهای اعتباردهی و همکاری‌های منطقه‌ای، راهنماهایی را برای ارزیابی عدم قطعیت در آزمون منتشر کرده‌اند. نمونه‌هایی از این اسناد راهنما در **بخش ۵** همین سند فهرست شده‌اند.

۲. اصطلاحات و تعاریف

برای مقاصد این سند، اصطلاحات و تعاریف مرتبط با موضوع، طبق «واژه‌نامه بین‌المللی اندازه‌شناسی - مفاهیم پایه و عمومی و اصطلاحات مرتبط» (VIM) [۴] و دیگر منابع، به شرح زیر آمده‌اند:

۱-۲ نتیجه اندازه‌گیری (VIM 2.9)

مجموعه‌ای از مقادیر کمیت که به یک اندازه‌گیرنده (Measurand) نسبت داده می‌شوند، به‌همراه سایر اطلاعات مرتبط در دسترس.

✦ **یادداشت ۲:** یک نتیجه اندازه‌گیری، معمولاً به‌صورت یک مقدار کمیت اندازه‌گیری‌شده به‌همراه عدم قطعیت اندازه‌گیری بیان می‌شود. اگر عدم قطعیت اندازه‌گیری برای یک منظور خاص ناچیز تلقی شود، نتیجه اندازه‌گیری ممکن است فقط به‌صورت یک مقدار کمیت اندازه‌گیری‌شده گزارش شود. در بسیاری از حوزه‌ها، این شیوه‌ی رایج گزارش‌دهی نتایج اندازه‌گیری است.

۲-۲ عدم قطعیت اندازه‌گیری (VIM 2.26)

پارامتری غیرمنفی که پراکندگی مقادیر کمیتی را توصیف می‌کند که به یک اندازه‌گیرنده نسبت داده شده‌اند، بر پایه اطلاعات استفاده شده.

۳-۲ عدم قطعیت بسط‌یافته اندازه‌گیری (VIM 2.35)

حاصل ضرب عدم قطعیت استاندارد ترکیبی اندازه‌گیری در یک ضریب بزرگ‌تر از عدد یک.

۴-۲ فاصله پوشش‌دهی (VIM 2.36)

فاصله‌ای که مجموعه‌ای از مقادیر واقعی کمیت اندازه‌گیرنده را با احتمال اعلام شده، بر اساس اطلاعات موجود، دربرمی‌گیرد.

۵-۲ احتمال پوشش‌دهی (VIM 2.37)

احتمال اینکه مجموعه‌ای از مقادیر واقعی کمیت اندازه‌گیرنده، درون یک فاصله پوشش‌دهی مشخص قرار گیرد.

۶-۲ ضریب پوشش (VIM 2.38)

عددی بزرگ‌تر از یک که با آن، عدم قطعیت استاندارد ترکیبی اندازه‌گیری ضرب می‌شود تا عدم قطعیت بسط‌یافته به دست آید.

۷-۲ عدم قطعیت هدف اندازه‌گیری (VIM 2.34)

عدم قطعیتی که به عنوان یک حد بالایی تعیین شده و بر پایه کاربرد موردنظر نتایج اندازه‌گیری تصمیم‌گیری می‌شود.

۸-۲ قاعده تصمیم (ISO/IEC 17025:2017 بند ۳/۷)

قاعده‌ای که توضیح می‌دهد چگونه عدم قطعیت اندازه‌گیری هنگام بیان انطباق با یک الزام مشخص، لحاظ می‌شود.

۹-۲ آزمایشگاه آزمون

آزمایشگاهی که طبق استاندارد ISO/IEC 17025 به انجام آزمون می‌پردازد.

۳. راهنمای ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون‌ها

(Guidance on Evaluation of Measurement Uncertainty in Testing)

در حالی که برخی از آزمایشگاه‌ها ممکن است از راهنمای بیان عدم قطعیت در اندازه‌گیری (GUM) یعنی ISO/IEC Guide 98-3 [۳] یا اسناد معادل نظیر EA-4/02 و سایر اسناد راهنمای منتشرشده توسط نهادهای اعتباردهی (AB) [۲۷ تا ۳۱] استفاده کنند، این واقعیت پذیرفته شده است که طیف وسیعی از اسناد کاربردی برای ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون [۱، ۲، ۷ تا ۱۳، ۱۵ تا ۱۶] وجود دارد که به صورت خاص برای حوزه‌های آزمون در سطح بین‌المللی یا ملی تدوین شده‌اند.

به عنوان نمونه، نهادهایی مانند EURACHEM/CITAC، EUROLAB و Nordtest اسنادی درباره عدم قطعیت اندازه‌گیری منتشر کرده‌اند، از جمله مواردی که به عدم قطعیت ناشی از نمونه‌برداری می‌پردازند [۲۴ و ۲۵].

سایر حوزه‌ها نظیر میکروبیولوژی نیز دارای اسناد ویژه‌ای برای عدم قطعیت اندازه‌گیری هستند [۲۰ و ۲۱].

در برخی از حوزه‌های آزمون که در آن‌ها عدم قطعیت نمی‌تواند به صورت یک عدم قطعیت بسط‌یافته برای نتیجه آزمون بیان شود (مانند آزمون‌ها یا بررسی‌های کیفی) [۲۲ و ۲۳]، روش‌های دیگری برای ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری ممکن است مناسب‌تر باشند؛ نظیر احتمال بروز نتایج مثبت یا منفی نادرست. (False Positive/False Negative)

حتی در اندازه‌گیری‌های کمی که نتایج نهایی آن‌ها به صورت کیفی گزارش می‌شوند (برای مثال: «قبول/رد» یا «مطابقت/عدم مطابقت»)، ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری همچنان قابل اجرا و الزامی است.

★ نکات کلیدی:

- راهنمای اصلی و مرجع جهانی است، اما در آزمون‌های شیمی، میکروبی، کیفی و موارد خاص، راهنماهای تخصصی مثل EURACHEM و EUROLAB پیشنهاد می‌شود.
- آزمون‌هایی که نتیجه آن‌ها به صورت «کیفی» بیان می‌شود، الزاماً از محاسبه عدم قطعیت مستثنی نیستند؛ بلکه باید به روش مناسب ارزیابی شوند (مثل احتمال خطای نوع اول و دوم).

۴. راهنمای گزارش‌دهی عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون‌ها

(Guidance on the Reporting of Measurement Uncertainty in Testing)

ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری طی بیست سال گذشته پیشرفت قابل توجهی داشته و اکنون در سراسر جهان و در اغلب حوزه‌های آزمون به‌خوبی اجرا شده است.

به منظور اطمینان از سطحی هماهنگ در گزارش‌دهی، راهنماهای این بخش بر ارائه مثال‌ها و پیشنهاداتی برای بندهای مرتبط در استاندارد ISO/IEC 17025:2017 تمرکز دارند، به‌ویژه آن‌هایی که به گزارش‌دهی عدم قطعیت اندازه‌گیری مربوط می‌شوند.

الزامات ISO/IEC 17025:2017

طبق بند ۷/۸/۳/۱ این استاندارد:

علاوه بر الزامات مندرج در بند ۷/۸/۲، گزارش‌های آزمون باید در صورت نیاز برای تفسیر نتایج آزمون، موارد زیر را نیز دربر داشته باشند:

بند ۵: در صورت کاربرد، عدم قطعیت اندازه‌گیری، که در همان واحد اندازه‌گیرنده (Measurand) یا به‌صورت نسبی نسبت به آن (مثلاً درصد) بیان شده باشد، زمانی که:

- مرتبط با اعتبار یا کاربرد نتایج آزمون باشد؛
- مشتری به‌طور خاص درخواست کرده باشد؛
- عدم قطعیت اندازه‌گیری بر انطباق با حد مشخصات اثر بگذارد.

★ **نکته:** این عبارت نسبت به نسخه قبلی استاندارد (ISO/IEC 17025:2005، بند ۷/۸/۳/۱ c.5) تغییری نکرده است.

راهنمای حاضر تأکید می‌کند که الزامی صریح وجود دارد مبنی بر اینکه آزمایشگاه‌های آزمون باید "در صورت نیاز برای تفسیر نتایج آزمون"، عدم قطعیت اندازه‌گیری را گزارش دهند.

مثال‌هایی از مواردی که گزارش‌دهی عدم قطعیت ضروری است

در موارد زیر، به‌طور معمول لازم است که عدم قطعیت اندازه‌گیری گزارش شود تا انطباق با بند ۷/۸/۳/۱ c برقرار باشد (در صورتی که اظهار انطباق ارائه نشده باشد):

آزمون‌های زیست‌محیطی

آزمون‌هایی که به‌طور منظم انجام می‌شوند و انطباق با حدود مشخص‌شده توسط مشتری ارزیابی می‌گردد. چنین مواردی ممکن است الزامات قانونی داشته باشند یا داوطلبانه باشند.

برای این‌که مشتری بتواند ارزیابی کند که آیا یک پارامتر آزمون دستخوش تغییر شده و خطر عدم انطباق وجود دارد، **دانستن عدم قطعیت اندازه‌گیری الزامی است**. به‌عنوان نمونه، برای تصمیم‌گیری درباره نیاز به تغییر در تأسیسات تصفیه آب یا فاضلاب، مشتری به دانستن عدم قطعیت نیاز دارد.

آزمون‌های محصول

در آزمون‌هایی که برای بررسی انطباق محصول با مشخصات انجام می‌شود (چه نتیجه عددی باشد، چه به‌صورت «قبول/رد»)، گزارش‌دهی عدم قطعیت برای مشتری (به‌ویژه اگر تولیدکننده باشد) اهمیت زیادی دارد. این گزارش کمک می‌کند تا ریسک خرابی محصولی که در مرز مشخصات قرار دارد، بهتر ارزیابی شود.

مواردی که گزارش‌دهی عدم قطعیت ممکن است واضح نباشد

در برخی موقعیت‌ها، آزمایشگاه ممکن است نداند که نتایج آزمون چگونه استفاده خواهند شد، یا مشتری صراحتاً گزارش عدم قطعیت را درخواست نکرده باشد.

در این شرایط، گزارش‌دهی متداول و پیش‌فرض عدم قطعیت می‌تواند به آزمایشگاه کمک کند تا الزامات ISO/IEC 17025:2017 را برآورده سازد.

مزایای گزارش‌دهی متداول عدم قطعیت اندازه‌گیری

✓ تنها در صورتی که عدم قطعیت لحاظ شود، می‌توان به‌طور عینی بین نتایج دو آزمون تفاوت قائل شد و درباره انطباق یا عدم انطباق قضاوت کرد.

✓ مشتری می‌تواند ارزیابی کند که آیا نتایج آزمون برای کاربرد موردنظر مناسب هستند (یعنی آیا عدم قطعیت به اندازه کافی پایین است).

✓ نیاز به آزمون‌های تکراری و غیرضروری کاهش می‌یابد.

✓ اطلاعات لازم برای بهبود روش‌های استاندارد از نظر عملکرد داخل یک آزمایشگاه و بین آزمایشگاه‌ها فراهم می‌شود.

✓ آزمایشگاه‌ها دیگر مجبور نخواهند بود برای هر مورد جداگانه به درخواست مشتری برای عدم قطعیت پاسخ دهند یا

تشخیص دهند چه زمانی باید آن را گزارش دهند.

✓ گزارش‌دهی متداول باعث یکپارچگی در فرآیند ارزیابی عدم قطعیت می‌شود.

نقش نهادهای اعتباردهی (ABs)

در مواردی که گزارش‌دهی انجام نمی‌شود، نهاد اعتباردهی باید ارزیابی کند که:

- آزمایشگاه چگونه انطباق با بند ۷/۸/۳/۱ C را تضمین می‌کند؛
- چگونه مرز بین گزارش‌دهی و عدم گزارش‌دهی تعیین شده است) این مرزها ممکن است به قاعده تصمیم مرتبط باشند - مراجعه شود به ILAC-G8 [۱۰، ۱۲، ۱۷ تا ۱۹]

مواردی که باید توسط AB ها مد نظر قرار گیرد:

- AB باید استفاده صحیح از عدم قطعیت توسط ذی‌نفعان و نهادهای مقررات‌گذار را ترویج دهد (از جمله قاعده‌گذاری تصمیم). آزمایشگاه‌ها نیز باید در مورد کاربرد موردنظر نتایج و لزوم ارزیابی یا گزارش‌دهی عدم قطعیت، با ذی‌نفعان خود گفت‌وگو کنند.
- در صورت عدم امکان ارزیابی مؤلفه‌ای از عدم قطعیت، از جمله عدم قطعیت ناشی از نمونه‌برداری، یا در صورتی که الزام مربوطه قابل اعمال نباشد، آزمایشگاه باید در گزارش آزمون توضیح روشنی ارائه دهد. مثلاً:

«عدم قطعیت ناشی از نمونه‌برداری در عدم قطعیت بسط‌یافته گزارش‌شده لحاظ نشده است.»

- زمانی که عدم قطعیت اندازه‌گیری گزارش می‌شود، باید معمولاً عدم قطعیت بسط‌یافته با احتمال پوشش‌دهی حدود ۹۵٪ و ضریب پوشش k مربوطه ذکر شود. در صورت استفاده از احتمال‌های پوشش‌دهی متفاوت، یادداشت توضیحی زیر می‌تواند ارائه شود:

«عدم قطعیت بسط‌یافته گزارش‌شده حاصل ضرب عدم قطعیت استاندارد ترکیبی در ضریب پوشش $k = [مقدار استفاده‌شده]$ است، به گونه‌ای که احتمال پوشش‌دهی تقریباً برابر با [درصد موردنظر] باشد.»

- در گزارش نتیجه آزمون و عدم قطعیت آن، باید از استفاده بیش‌ازحد از ارقام اعشار خودداری شود [۲۶]. مگر در مواردی که روش آزمون صراحتاً تعداد ارقام را مشخص کرده باشد، به‌طور معمول داشتن حداکثر دو رقم معنادار برای عدم قطعیت کافی است (مطابق با ILAC-P14 در کالیبراسیون).

(References)

- [1] راهنمای (2012) EURACHEM/CITAC CG 4 ، *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement* ، ویرایش سوم (قابل دسترسی از www.eurachem.org)
- [2] ISO 80000-1:2009 ، مقادیر و واحدها - بخش ۱: کلیات
- [3] JCGM 100:2008 ، *GUM 1995 با اصلاحات جزئی*، ارزیابی داده‌های اندازه‌گیری - راهنمای بیان عدم قطعیت در اندازه‌گیری (قابل دسترسی از www.bipm.org)
 ❖ همچنین به عنوان ISO/IEC Guide 98-3:2008 منتشر شده است.
- [4] JCGM 200:2012 ، *واژه‌نامه بین‌المللی اندازه‌شناسی - مفاهیم پایه و عمومی و اصطلاحات مرتبط (VIM)* (قابل دسترسی از www.bipm.org)
- [5] ISO/IEC 17025:2017 ، *الزامات عمومی برای صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون*
- [6] EA-4/02 M:2013 ، *ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری در کالیبراسیون* (قابل دسترسی از www.european-accreditation.org)
- [7] EA-4/16 G:2003 ، *راهنمای EA در بیان عدم قطعیت در آزمون‌های کمی*
- [8] ISO 21748:2017 ، *راهنمای استفاده از تکرارپذیری، تجدیدپذیری و صحت برای ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری*
- [9] گزارش فنی Nordtest شماره ۵۳۷ (2017) ، *راهنمای محاسبه عدم قطعیت در آزمایشگاه‌های زیست‌محیطی* (قابل دسترسی از www.nordtest.info)
- [10] JCGM 106:2012 ، *ارزیابی داده‌های اندازه‌گیری - نقش عدم قطعیت در ارزیابی انطباق*
 ❖ همچنین به عنوان ISO/IEC Guide 98-4:2012 شناخته می‌شود.
- [11] راهنمای IEC 115:2007 ، *کاربرد عدم قطعیت در ارزیابی انطباق در بخش الکتروتکنیک*
- [12] ILAC G8:09/2019 ، *راهنمای قواعد تصمیم‌گیری و بیانیه‌های انطباق* (قابل دسترسی از <https://ilac.org>)
- [13] ILAC P14:09/2020 ، *سیاست ILAC در خصوص عدم قطعیت در کالیبراسیون*
- [14] ISO 15189:2012 ، *آزمایشگاه‌های پزشکی - الزامات کیفیت و صلاحیت*
- [15] راهنمای (2015) EURACHEM/CITAC ، *تنظیم و استفاده از عدم قطعیت هدف در اندازه‌گیری شیمیایی*

[16] گزارش فنی EUROLAB شماره ۲۰۰۶/۱، راهنمای ارزیابی عدم قطعیت در نتایج آزمون کمی (قابل دسترسی از : <https://www.eurolab.org>)

[17] گزارش فنی EUROLAB شماره ۲۰۱۷/۱، قواعد تصمیم‌گیری اعمال‌شده در ارزیابی انطباق

[18] راهنمای (2007) EURACHEM/CITAC، استفاده از اطلاعات عدم قطعیت در ارزیابی انطباق

[19] راهنمای OIML G 19:2017، نقش عدم قطعیت اندازه‌گیری در تصمیم‌گیری‌های انطباقی در اندازه‌شناسی قانونی (قابل دسترسی از www.oiml.org :)

۲.۱ برای عدم قطعیت در آزمون‌های میکروبیولوژی، منابع زیر مفید هستند:

ISO 29201:2012 [20]، کیفیت آب - تغییرپذیری نتایج آزمون و عدم قطعیت در روش‌های شمارش میکروبی

ISO 19036:2019 [21]، میکروبیولوژی زنجیره غذایی - برآورد عدم قطعیت اندازه‌گیری برای تعیین‌های کمی

۲.۲ برای آزمون‌های کیفی، منابع زیر مفید هستند:

[22] تضمین کیفیت در تحلیل کیفی در پروژه MEQUALAN، مقاله در 8:68-77 (2003) Accred Qual Assur

[23] توصیه‌نامه مشترک IFCC-IUPAC، واژگان مربوط به ویژگی‌های اسمی و بررسی در علوم آزمایشگاهی بالینی، Pure Appl. Chem. 90 (2018) 913-935

۲.۳ برای عدم قطعیت ناشی از نمونه‌برداری، منابع زیر مفید هستند:

[24] راهنمای مشترک (2019) EURACHEM/EUROLAB/CITAC/Nordtest/AMC، عدم قطعیت ناشی از نمونه‌برداری: راهنمای روش‌ها و رویکردها، ویرایش دوم

[25] گزارش فنی Nordtest شماره ۶۰۴ (2020)، عدم قطعیت نمونه‌برداری - راهنمای برنامه‌ریزان نمونه‌برداری برای تضمین کیفیت و برآورد عدم قطعیت

✍ برای مدیریت ارقام معنادار در گزارش عدم قطعیت:

[26] ابزار اکسل انتخاب خودکار تعداد ارقام معنادار:

<http://mechem.rd.ciencias.ulisboa.pt/ms-excel-spreadsheet-for-automatic-selection-of-significant-digits/>

۶. مثال‌هایی از اسناد راهنما

(Example of Guidance Documents)

UKAS M3003 [27]، ویرایش ۴: اکتبر ۲۰۱۹ (قابل دسترسی از www.ukas.com):

[28] سند DAKK-S-DKD-3، اظهار عدم قطعیت اندازه‌گیری در کالیبراسیون‌ها

[29] سند COFRAC LAB GTA 86، بند ۷/۸/۳

ENAC CEA-ENAC-LC/02 [30]، بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری در کالیبراسیون‌ها

[31] راهنمای عمومی NATA برای برآورد و گزارش عدم قطعیت در نتایج آزمون‌های شیمیایی، ۲۰۱۸ (قابل دسترسی از: www.nata.com.au)

پیوست A: جدول بازنگری (Appendix A – Revision Table)

✦ نیازی به درج این بخش نیست، زیرا سند به صورت کامل بازنویسی شده است.