

به نام خدا

برآورد عدم قطعیت اندازه گیری در آزمون های شیمیایی و فیزیکی سیمان خاکستری

مؤلفان :

روشن منتظریان

عفت مومنی

فاطمه شادمان

خدیجه خان محمدی

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران - ۱۴۰۵)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

Chaponashr.ir



chaponashr.ir



ren-journals.com



سرشناسه: منتظریان، روشن، ۱۳۵۸
عنوان و نام پدیدآورگان: برآورد عدم قطعیت اندازه گیری در آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی
سیمان خاکستری/ مولفان: روشن منتظریان، عفت مومنی، فاطمه شادمان، خدیجه خان محمدی
مشخصات نشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۵.
مشخصات ظاهری: ۱۶۳ ص.
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۴۹۳-۰
شناسه افزوده: مومنی، عفت، ۱۳۶۰
شناسه افزوده: شادمان، فاطمه، ۱۳۶۰
شناسه افزوده: خان محمدی، خدیجه، ۱۳۷۱
وضعیت فهرست نویسی: فیفا
یادداشت: کتابنامه.
موضوع: برآورد عدم قطعیت اندازه گیری- آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی- سیمان خاکستری
رده بندی کنگره: TP ۹۸۳
رده بندی دیویی: ۶۶۸/۵۵
شماره کتابشناسی ملی: ۸۹۶۵۲۱
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیفا

نام کتاب: برآورد عدم قطعیت اندازه گیری در آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی سیمان خاکستری
مولفان: روشن منتظریان - عفت مومنی - فاطمه شادمان - خدیجه خان محمدی
ناشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)
صفحه آرای، تنظیم و طرح جلد: الهام غفاری
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۵
چاپ: زبرجد
قیمت: ۲۷۰۰۰۰ تومان
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب‌رسان:
<https://chaponashr.ir/ketabresan>
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۱۲۹-۴۹۳-۰
تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵
www.chaponashr.ir



chaponashr.ir



iranparsons.com



فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۱۱
فصل اول:مقدمه	۱۳
فصل دوم:تعاریف، اصطلاحات و مفاهیم	۱۵
مفاهیم پایه مترولوژی	۱۵
مترولوژی	۱۶
اندازه گیری	۱۶
اندازه دهه Y — (Measurand)	۱۶
برآورد خروجی y —	۱۶
مدل ریاضی اندازه گیری	۱۶
خطای اندازه گیری.....	۱۶
خطای تصادفی	۱۷
خطای سیستماتیک.....	۱۷
درستی	۱۸
بایاس (اریبی).....	۱۸
قابلیت ردیابی اندازه شناختی.....	۱۸
واسنجی (Calibration)	۱۹
مفاهیم مرتبط با سیستم اندازه گیری	۱۹
تکرار پذیری.....	۱۹
شرایط تکرار پذیری	۱۹
تجدید پذیری	۱۹
شرایط تجدید پذیری	۱۹
مفاهیم آماری مرتبط با عدم قطعیت:	۱۹
متغیر تصادفی (Random Variable)	۱۹
تابع چگالی احتمال (Probability Distribution Function)	۲۰
عدم قطعیت در اندازه گیری	۲۰

عناصر اصلی فرایند اندازه‌گیری:	۲۰
زیرمولفه‌های مرتبط با تجهیز	۲۰
تفکیک‌پذیری (رزولوشن-ریزنگری) تجهیز	۲۰
رانش (Drift)	۲۰
پایداری تجهیز	۲۱
خطی بودن تجهیز (Linearity)	۲۱
بایاس (bias) یا اریبی	۲۲
فرمول محاسبه اریبی (bias) یا برآورد خطای سیستماتیک اندازه‌گیری:	۲۲
عدم قطعیت استاندارد مرجع	۲۲
پایداری استاندارد مرجع	۲۲
شرایط محیطی	۲۳
کارکنان	۲۳
روش اندازه‌گیری	۲۳
برنامه تضمین کیفیت خارجی (مقایسات بین آزمایشگاهی و تست کفایت تخصصی)	۲۳
عدم قطعیت نوع A	۲۳
نمایش ریاضی عدم قطعیت استاندارد نوع A	۲۴
تابع توزیع احتمال عدم قطعیت استاندارد نوع A	۲۵
عدم قطعیت استاندارد نوع B (اطلاعات حاصل از منابع غیرآماري و غیرمبتنی بر مشاهدات مکرر)	۲۷
نمایش ریاضی عدم قطعیت استاندارد نوع B و تابع‌های توزیع احتمال آن	۲۸
رایج‌ترین تابع‌های توزیع احتمال در نظر گرفته شده برای کمیت ورودی، X_i	۲۹
ارزیابی عدم قطعیت استاندارد نوع B با فرض توزیع نرمال	۲۹
مشخصات هندسی و تابع چگالی احتمال $f(x)$ توزیع نرمال	۳۰
تحلیل سطح زیر منحنی و حدود اطمینان	۳۰
مشخصات هندسی و تابع چگالی احتمال (PDF) توزیع مستطیلی	۳۳
تحلیل سطح زیر منحنی و حدود اطمینان:	۳۴
ارزیابی عدم قطعیت استاندارد نوع B با فرض توزیع مثلثی (Triangular Distribution)	۳۵
مشخصات هندسی و تابع چگالی احتمال (PDF) توزیع مثلثی	۳۶
تحلیل سطح زیر منحنی و حدود اطمینان	۳۶

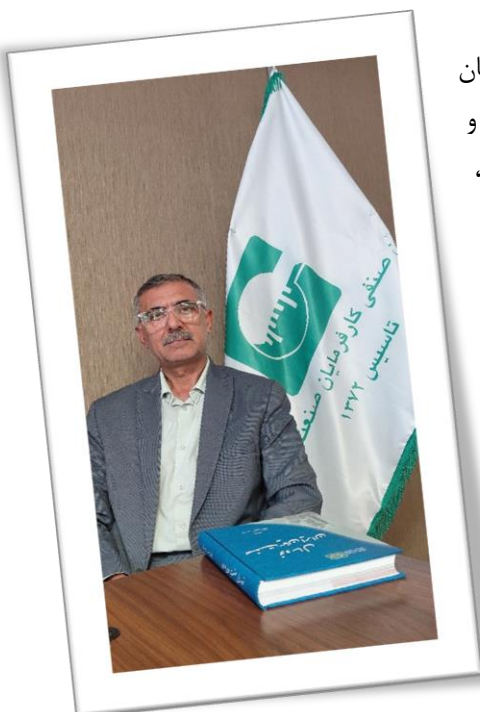
ارزیابی عدم قطعیت استاندارد نوع B با فرض توزیع یو-شکل (U-shaped Distribution)	۳۹
مشخصات هندسی و تابع چگالی احتمال (PDF) توزیع یو-شکل	۳۹
تحلیل سطح زیر منحنی و حدود اطمینان	۴۰
واریانس (S^2):	۴۱
انحراف استاندارد تجربی (S)	۴۲
کوواریانس	۴۳
امید ریاضی	۴۳
فرمول تعریف کوواریانس	۴۴
ضریب حساسیت ci (Sensitivity coefficient)	۴۵
عدم قطعیت مرکب $uc(y)$	۴۵
روش انتشار عدم قطعیت (قانون انتشار خطا)	۴۵
نوشتن مدل اندازه گیری	۴۶
تعیین عدم قطعیت استاندارد هر کمیت ورودی	۴۶
محاسبه ضرایب حساسیت	۴۶
محاسبه عدم قطعیت مرکب	۴۶
اگر کمیت‌ها مستقل باشند	۴۶
اگر کمیت‌ها وابسته باشند:	۴۷
روش محاسبه مستقیم برای روابط ساده	۴۷
جمع و تفریق	۴۷
ضرب و تقسیم	۴۸
توان	۴۸
روش شبیه سازی مونت کارلو (Monte Carlo) یا روش عددی برای انتشار توزیع‌ها	۴۸
تعیین مدل اندازه گیری	۴۹
تعیین توزیع احتمالی هر کمیت ورودی (مثلاً نرمال، یکنواخت و ...)	۴۹
محاسبه مقدار خروجی (y) برای هر نمونه از طریق قرار دادن مقادیر تصادفی در مدل اندازه گیری	۴۹
محاسبه انحراف استاندارد نتایج خروجی	۴۹
درجه آزادی	۵۰
درجات آزادی مؤثر	۵۰

محاسبه درجه آزادی v_i برای دو نوع ارزیابی A, B	۵۱
عدم قطعیت بسط یافته (U)	۵۳
بودجه عدم قطعیت.....	۵۳
فصل سوم: فرایند تخمین عدم قطعیت اندازه گیری.....	۵۵
تعیین اندازه دهه.....	۵۵
شناسایی و تجزیه و تحلیل منابع عدم قطعیت.....	۵۶
تابع f یا فرمول محاسبه اندازه دهه.....	۵۶
ارزیابی روش آزمون یا فرایند اندازه گیری.....	۵۶
مطالعه و ارزیابی بایاس یا اریبی (Bias Study).....	۵۷
مفهوم و قابلیت ردیابی بایاس.....	۵۷
محاسبه عدم قطعیت بایاس $u(bias)$	۵۷
محاسبه $u(bias)$ با استفاده از یک CRM.....	۵۷
محاسبه $u(bias)$ با استفاده از نتایج آزمون مهارت یا مقایسات بین آزمایشگاهی.....	۵۸
ملاحظات اجرایی در مطالعات بایاس.....	۵۹
بررسی بایاس متد.....	۵۹
تخمین بایاس کل.....	۵۹
مقایسه بایاس متد با متد مرجع.....	۵۹
الزامات استاندارد ISO در تصحیح بایاس.....	۶۰
برخورد با بایاس های معنادار.....	۶۰
معنادار بودن بایاس و اثر آن بر عدم قطعیت.....	۶۰
تخمین عدم قطعیت مرکب بدون در نظر گرفتن بایاس مرتبط.....	۶۰
مقایسه بایاس با عدم قطعیت مرکب.....	۶۰
تبدیل کردن مؤلفه های عدم قطعیت به معادل های انحراف استاندارد (تعیین بهترین تخمین از مقدار ورودی X_i و عدم قطعیت استاندارد مربوط به آن ها).....	۶۱
بهترین برآورد Y از اندازه دهه Y : تصمیم گیری در خصوص این که چه اندازه گیری ها و محاسبات واقعی مورد نیاز است تا نتیجه نهایی به دست آید. به طور کلی: $Y = E(Y)$	۶۲
محاسبه کردن عدم قطعیت استاندارد مرکب $u(y)$: محاسبه عدم قطعیت استاندارد مرکب $u(y)$	۶۲
مرتبط با اندازه گیری Y	۶۳

محاسبه عدم قطعیت استاندارد برآورد خروجی	۶۳
محاسبه ارزیابی مناسب بودن عدم قطعیت (ارزیابی مجدد مؤلفه های مهم)	۶۴
محاسبه کردن عدم قطعیت بسط یافته (U)	۶۴
فاکتور پوششی k	۶۵
گزارش نتیجه و عدم قطعیت آن $Y = y \pm U$	۶۶
گزارش عدم قطعیت	۶۷
گرد کردن نتیجه نهایی عدم قطعیت	۶۷
بودجه عدم قطعیت	۶۸
فصل چهارم: پیوست ها	۷۱
نمونه محاسبات و مثال های کاربردی	۷۱
ارزیابی عدم قطعیت بر اساس گواهی کالیبراسیون (Calibration Certificate)	۷۲
ارزیابی عدم قطعیت بر اساس مشخصات فنی سازنده (Manufacturer's Specifications)	۷۲
ارزیابی عدم قطعیت ناشی از دقت ابزار اندازه گیری (طبق استانداردهای مرجع)	۷۳
محاسبه عدم قطعیت نوع A	۷۳
محاسبه عدم قطعیت استاندارد از گواهی نامه ی یک ماده مرجع استاندارد	۷۴
عدم قطعیت ناشی از مشخصات ماده مرجع (Reference Material Data)	۷۴
عدم قطعیت ناشی از تفکیک پذیری ابزار (Instrument Resolution)	۷۴
ارزیابی عدم قطعیت نوع B با فرض توزیع مثلی	۷۶
عدم قطعیت ناشی از حجم ظروف شیشه ای با بیشترین احتمال در مقدار مرکزی	۷۶
عدم قطعیت ناشی از اختلاف دمای نمونه های مجاور در تعادل حرارتی	۷۶
ارزیابی عدم قطعیت نوع B با فرض توزیع U- شکل	۷۷
نمونه مفهومی از توزیع U شکل در داده های طبیعی	۷۷
عدم قطعیت ناشی از نوسان دما در سامانه های کنترل ترموستاتی:	۷۷
بیان و گزارش نتیجه آزمون همراه با عدم قطعیت:	۷۷
اندازه گیری عدم قطعیت R2O3 (مجموع AL2O3 و Fe2O3) به روش انتشار عدم قطعیت	۷۸
اندازه گیری عدم قطعیت R2O3 (مجموع AL2O3 و Fe2O3) به روش مونت کارلو	۷۹
برآورد مؤلفه عدم قطعیت ناشی از بایاس با استفاده از مقدار گواهی شده مرجع	۸۳
برآورد عدم قطعیت بایاس از داده های برنامه مقایسات بین آزمایشگاهی (ILC)	۸۴

محاسبه <i>ubias</i> / از داده‌های آزمون مهارت یا <i>PT</i>	۱۵۰
مولفه عدم قطعیت بایاس نمونه مرجع (طبق $F_{2,4,5}$ GUM):	۱۱۴
نتایج <i>t</i> -test، جهت تعیین معیار بودن یا نبودن بایاس SRM:	۱۱۴
تخمین عدم قطعیت اندازه‌گیری سولفات در سیمان	۱۱۹
اندازه‌گیری میزان سولفات	۱۱۹
تخمین عدم قطعیت اندازه‌گیری	۱۲۰
تجدیدپذیری درون آزمایشگاهی	۱۲۰
مؤلفه عدم قطعیت حاصل از آزمون مهارت	۱۲۱
محاسبه عدم قطعیت مرکب	۱۲۳
محاسبه عدم قطعیت بسط یافته (U):	۱۲۳
گزارش نتیجه اندازه‌ده	۱۲۴
ارزیابی نهایی	۱۲۴
تخمین عدم قطعیت اندازه‌گیری مقاومت فشاری آزمون‌های منشوری سیمان	۱۲۴
روش آزمون	۱۲۴
شناسایی و تجزیه و تحلیل منابع عدم قطعیت	۱۲۶
مولفه نیروی اعمال شده در زمان شکستن منشور (<i>F_C</i>) با زیر مولفه‌های	۱۲۶
نمایشگر لودسل دستگاه مقاومت فشاری	۱۲۶
گواهینامه واسنجی دستگاه مقاومت فشاری	۱۲۶
مولفه طول سطح بارگذاری (<i>L</i> _۱) با زیر مولفه ی:	۱۲۶
گواهینامه واسنجی فک دستگاه	۱۲۶
مولفه عرض سطح بارگذاری (<i>L</i> _۲) با زیر مولفه ی:	۱۲۶
گواهینامه واسنجی فک دستگاه	۱۲۶
آزمونگر	۱۲۶
ماده مرجع گواهی شده/ مقایسات بین آزمایشگاهی	۱۲۶
تعیین کمی مؤلفه های عدم قطعیت:	۱۲۷
محاسبه سهم مشارکت هر یک از مولفه ها	۱۳۷
محاسبه عدم قطعیت بسط یافته	۱۳۸
گزارش نتیجه نهایی اندازه‌ده:	۱۳۸
برآورد عدم قطعیت مرکب آزمون اندازه‌گیری نرمی سیمان (بلین)	۱۳۸

۱۴۹	مدل اندازه‌گیری یا فرمول اندازه‌دهه
۱۵۰	داده‌های آزمون (تکرارپذیری – Type A)
۱۵۰	نتایج سه آزمون
۱۵۱	عدم قطعیت نوع A:
۱۵۱	مؤلفه‌های عدم قطعیت نوع B
۱۵۱	عدم قطعیت کرنومتر
۱۵۱	خطای خواندن اپراتور (عدم قطعیت ناشی از تشخیص نقطه گیرش اولیه)
۱۵۲	عدم قطعیت ناشی از وضوح قرائت زمان
۱۵۲	عدم قطعیت ناشی از شرایط محیطی
۱۵۲	ضرایب حساسیت
۱۵۳	بودجه عدم قطعیت (Uncertainty Budget)
۱۵۳	محاسبه عدم قطعیت مرکب
۱۵۳	محاسبه عدم قطعیت گسترده
۱۵۴	نتیجه نهایی قابل گزارش در گواهی آزمون
۱۵۴	تحلیل سهم مؤلفه‌ها
۱۵۴	انطباق با مراحل ارزیابی عدم قطعیت و استاندارد ISO/IEC ۱۷۰۲۵
۱۵۶	راهنمای پارامترها:
۱۵۷	راهنمای پارامترها:
۱۵۹	فصل پنجم: فرهنگ علامت‌های فنی
۱۶۱	فصل ششم: منابع
۱۶۱	راهنماهای بین‌المللی و عمومی عدم قطعیت:
۱۶۳	استانداردها و روش‌های آزمون (سیمان)
۱۶۳	سایر منابع و مستندات فنی
۱۶۳	وبسایت‌های تخصصی:



صنعت ساختمان و زنجیره گسترده تولید مصالح، بیش از هر زمان دیگری به استقرار فرهنگ کیفیت، اعتمادپذیری نتایج آزمون و تصمیم‌گیری مبتنی بر داده‌های معتبر نیازمند است. در این میان، آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی نقشی تعیین‌کننده در کنترل مواد اولیه، ارزیابی انطباق محصول، تضمین دوام سازه‌ها و صیانت از حقوق مصرف‌کنندگان ایفا می‌کنند. اما ارزش هر عدد و هر نتیجه آزمایشگاهی، تنها به دقت ظاهری آن نیست؛ بلکه باید میزان اطمینان‌پذیری و دامنه عدم قطعیت آن نیز به‌روشنی شناخته و گزارش شود. برآورد عدم قطعیت اندازه‌گیری، حلقه اتصال میان دانش فنی آزمایشگاه، الزامات استاندارد و اعتماد ذی‌نفعان به نتایج آزمون است. این رویکرد، از برداشت‌های سلیقه‌ای جلوگیری کرده و زمینه را برای قضاوت‌های فنی منصفانه، شفاف و قابل‌ردیابی فراهم می‌سازد. تدوین استاندارد

ملی ایران به شماره ۲۳۸۴۱ با موضوع سیمان - تخمین عدم قطعیت آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی، اقدامی ارزشمند و پیشگامانه در صنعت ساختمان کشور به‌شمار می‌آید. این استاندارد برای نخستین بار در کشور، این موضوع مهم را در قالبی مدون و استاندارد، در دسترس فعالان حوزه ساخت‌وساز قرار داده است. انتشار آن در پایگاه سازمان ملی استاندارد ایران، گامی مؤثر در جهت ارتقای توانمندی آزمایشگاه‌ها و یکپارچگی روش‌های ارزیابی کیفیت محسوب می‌شود. کتاب حاضر می‌تواند راهنمایی کاربردی برای کارشناسان آزمایشگاه، مدیران کیفیت، تولیدکنندگان مصالح ساختمانی و تمامی دست‌اندرکاران ارزیابی انطباق باشد. امید است بهره‌گیری صحیح از این دانش، به بهبود کیفیت محصولات، کاهش اختلافات فنی و افزایش اعتماد در زنجیره صنعت ساختمان منجر شود. انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان نیز همواره از حرکت‌های علمی و استانداردمحوری که به ارتقای کیفیت و پایداری تولید ملی کمک می‌کند، پشتیبانی خواهد کرد. بی‌تردید، گسترش نگاه علمی به عدم قطعیت اندازه‌گیری، سرمایه‌ای ماندگار برای آینده صنعت و ساخت‌وساز کشور خواهد بود.

علی اکبر الوندیان

دبیر انجمن صنفی کارفرمایان صنعت سیمان

پیشگفتار مؤلفان

اندازه‌گیری از بنیادی‌ترین ابزارهای شناخت در علم و صنعت است و نقشی اساسی در پیشرفت فناوری، توسعه صنعتی و تصمیم‌گیری‌های فنی ایفا می‌کند. هر جا که ارزیابی کیفیت، مقایسه عملکرد، کنترل فرایند یا داوری درباره انطباق با الزامات مطرح باشد، اندازه‌گیری در کانون توجه قرار دارد. بخش مهمی از دستاوردهای علمی بشر در گرو توانایی او در اندازه‌گیری دقیق و قابل اعتماد پدیده‌ها بوده است. کاربردهای اندازه‌گیری طیف گسترده‌ای از حوزه‌ها را در بر می‌گیرد؛ از تشخیص‌های پزشکی و آزمون‌های تخصصی آزمایشگاهی گرفته تا سامانه‌های موقعیت‌یابی ماهواره‌ای (GPS)، صنایع پیشرفته، کنترل کیفیت محصولات صنعتی و مبادلات تجاری بین‌المللی. برای نمونه، در تجارت جهانی انرژی، تعیین دقیق مقدار نفت یا سایر فرآورده‌ها نقشی تعیین‌کننده در ارزش مبادلات دارد. نفتکش‌های عظیم می‌توانند صدها هزار تن نفت حمل کنند و حتی انحرافی کوچک در اندازه‌گیری مقدار انتقال‌یافته، ممکن است به اختلافی چند میلیون دلاری در ارزش معامله منجر شود. چنین مثال‌هایی نشان می‌دهد که دقت و صحت اندازه‌گیری صرفاً یک موضوع فنی نیست، بلکه دارای پیامدهای اقتصادی و حرفه‌ای گسترده است. در صنعت سیمان نیز اندازه‌گیری جایگاهی محوری دارد. نتایج آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی مربوط به مواد اولیه، کلینکر و سیمان، مبنای کنترل فرایند تولید، ارزیابی کیفیت محصول نهایی و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی قرار می‌گیرد. قابلیت اعتماد این نتایج مستقیماً بر کیفیت محصول، انطباق با استانداردها و اعتبار تولیدکننده تأثیر می‌گذارد. کتاب حاضر با هدف تبیین اصول علمی مرتبط با اندازه‌گیری و ارائه رویکردی نظام‌مند برای تحلیل و ارزیابی نتایج آزمون‌های آزمایشگاهی در صنعت سیمان تدوین شده است. امید است مطالب ارائه‌شده بتواند به ارتقای دانش فنی کارشناسان آزمایشگاه‌ها و بهبود کیفیت گزارش نتایج اندازه‌گیری یاری رساند. شایسته است از آقای مهندس سعید محمودی که با دانش و راهنمایی‌های ارزشمند خود در تدوین این اثر یاری‌رسان بودند، قدردانی نماییم. همکاری و حمایت ایشان بی‌تردید از عوامل موثر در به ثمر رسیدن این اثر بوده است.

روشن منتظریان - عفت مومنی - فاطمه شادمان - خدیجه خان محمدی



انجمن صنفی کارفرمایی صنعت سیمان

CEMENT INDUSTRY ASSOCIATION

مقدمه

فصل اول

هیچ اندازه‌گیری‌ای عاری از خطا و کاملاً قطعی نیست. هر نتیجه اندازه‌گیری تحت تأثیر عوامل متعددی نظیر محدودیت‌های ابزار، شرایط محیطی، روش آزمون، نمونه‌برداری و عملکرد اپراتور قرار دارد. از این‌رو، مقدار گزارش شده برای یک کمیت اندازه‌گیری شده همواره با درجه‌ای از پراکندگی و تردید همراه است.

در علم اندازه‌شناسی، این ویژگی ذاتی نتایج اندازه‌گیری با مفهوم «عدم قطعیت اندازه‌گیری» توصیف می‌شود. عدم قطعیت اندازه‌گیری پارامتری است که پراکندگی مقادیر قابل انتساب به کمیت مورد اندازه‌گیری را بیان می‌کند و نشان می‌دهد که مقدار واقعی با چه دامنه‌ای از مقادیر سازگار است. بنابراین، نتیجه اندازه‌گیری بدون بیان عدم قطعیت آن، توصیفی ناقص از واقعیت به شمار می‌رود.

با گسترش همکاری‌های علمی و مبادلات تجاری در سطح بین‌المللی، مقایسه‌پذیری نتایج اندازه‌گیری میان آزمایشگاه‌ها اهمیتی فزاینده یافته است. این مقایسه‌پذیری تنها زمانی حاصل می‌شود که نتایج همراه با برآوردی معتبر از عدم قطعیت گزارش شوند. در غیر این صورت، امکان قضاوت صحیح درباره انطباق با حدود استاندارد یا مقایسه نتایج حاصل از روش‌ها و آزمایشگاه‌های مختلف وجود نخواهد داشت.

اهمیت این موضوع در الزامات استانداردهایی نظیر ISO/IEC ۱۷۰۲۵ نیز منعکس شده است؛ استاندارد که آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون را ملزم می‌کند در صورت کاربرد، عدم قطعیت اندازه‌گیری را برآورد و گزارش کنند. افزون بر این، راهنماهای بین‌المللی از جمله «راهنمای بیان عدم قطعیت در اندازه‌گیری» (GUM) چارچوبی نظام‌مند برای شناسایی منابع عدم قطعیت، برآورد مؤلفه‌های آن و محاسبه عدم قطعیت ترکیبی ارائه می‌دهند.

هدف این کتاب ارائه رویکردی کاربردی و منطبق با اصول پذیرفته‌شده بین‌المللی برای محاسبه و گزارش عدم قطعیت اندازه‌گیری در آزمون‌های شیمیایی و فیزیکی آزمایشگاه‌های صنعت سیمان است. در این اثر تلاش شده است ضمن تشریح مبانی نظری، مثال‌های عملی و متناسب با شرایط آزمایشگاه‌های کارخانجات سیمان ارائه شود تا خواننده بتواند مفاهیم را به‌صورت کاربردی در فعالیت‌های روزمره آزمایشگاهی به کار گیرد.



انجمن صنفی کارفرمایی صنعت سیمان

CEMENT INDUSTRY ASSOCIATION

تعاریف، اصطلاحات و مفاهیم

فصل دوم