

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ارزیابی و کاربرد عدم قطعیت اندازه‌گیری در کالیبراسیون

تألیف و ترجمه:

هاجر آزاد

دانشجوی دکتری دانشگاه کاشان

اسماعیل سلطانی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی نجف آباد

حمید مرادی

مدیر عامل شرکت فناوری پلاستیک سپاهان

ابوالقاسم مرادی

مدیر عامل شرکت تولیدی صنعتی گاز سوزان

زمستان ۱۳۹۵

عنوان و نام پدیدآور	: ارزیابی و کاربرد عدم قطعیت اندازه‌گیری در کالیبراسیون / مؤلفین اسماعیل سلطانی... [و دیگران].
مشخصات نشر	: نجف آباد: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۱۶۰ ص: جدول، نمودار.
شابک	: 978-964-10-4439-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: مؤلفین اسماعیل سلطانی، هاجر آزاد، ابوالقاسم مرادی، حمید مرادی.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۱۶۰.
موضوع	: اندازه‌گیری Measurement
موضوع	: عدم قطعیت اندازه‌گیری (آمار) Measurement uncertainty (Statistics)
موضوع	: ابزار اندازه‌گیری - کالیبراسیون Measuring instruments -- Calibration
شناسه افزوده	: سلطانی، اسماعیل، ۱۳۵۴ - Soltani, Esmail
شناسه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی. واحد نجف‌آباد
شناسه افزوده	: Islamic Azad University. Najafabad Branch
رده بندی کنگره	: ۳۹۵ الف / ۵۰۰ T
رده بندی دیویی	: ۵۳۰/۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۶۷۴۹۲



انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی
واحد نجف‌آباد

نام کتاب:	ارزیابی و کاربرد عدم قطعیت اندازه‌گیری در کالیبراسیون
مؤلف:	اسماعیل سلطانی، هاجر آزاد، ابوالقاسم مرادی، حمید مرادی
ناشر:	دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد
صفحه‌آرایی:	اعظم و فاطمه ولایتی
نوبت چاپ و سال انتشار:	چاپ اول، ۱۳۹۵
شمارگان:	۱۰۰۰ جلد
لیتوگرافی:	آسمان
چاپ:	سوره
ناظر فنی:	سید محسن کاظمی
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۴۴۳۹-۰
قیمت:	۱۱۰۰۰ تومان

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نشانی: نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، مرکز انتشارات، تلفن: ۳۱۴۲۲۹۱۱۱۰

www.iaunnashr.ir

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

پیشگفتار..... ۱۵

فصل اول: اصول اساسی ارزیابی عدم قطعیت اندازه گیری

۱-۱ مفاهیم مقدماتی کالیبراسیون..... ۱۷

۱-۱-۱ تعریف کالیبراسیون..... ۱۸

۱-۱-۲ علت کالیبراسیون..... ۱۹

۱-۱-۳ زمان کالیبراسیون..... ۲۰

۱-۱-۴ مکان کالیبراسیون..... ۲۰

۱-۱-۵ چگونگی کالیبراسیون..... ۲۱

۱-۱-۶ وضعیت کالیبراسیون..... ۲۲

۱-۱-۷ نگهداری سوابق کالیبراسیون..... ۲۳

۱-۱-۸ وظایف مسئول کالیبراسیون..... ۲۳

۲-۱ ارزیابی استقرار استاندارد ایزو ۱۷۰۲۵ در آزمایشگاهها..... ۲۵

۲-۱-۱ اهداف استقرار سیستم های کیفیت در آزمایشگاه های ایران..... ۲۵

۲-۲-۱ اهم وظایف ارگان های نظارتی از دیدگاه استاندارد ایزو ۱۷۰۲۵..... ۲۶

۲-۲-۳ الزامات استاندارد ۱۷۰۲۵..... ۲۷

۳-۱ رئوس مطالب و تعاریف..... ۳۰

۱-۳-۱ متغیر تصادفی..... ۳۰

۲-۳-۱ عدم قطعیت اندازه گیری..... ۳۱

۳-۳-۱ کمیت مورد اندازه گیری..... ۳۱

۴-۳-۱ انواع کمیت های ورودی..... ۳۲

۵-۳-۱ برآورد..... ۳۲

۶-۳-۱ انحراف استاندارد..... ۳۲

- ۴-۱ ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری تخمین‌های ورودی ۳۳
- ۴-۱-۱ ملاحظات کلی ۳۳
- ۴-۱-۲ ارزیابی عدم قطعیت استاندارد نوع A ۳۳
- ۴-۱-۳ ارزیابی نوع B عدم قطعیت استاندارد ۳۵
- ۴-۱-۵ محاسبه عدم قطعیت استاندارد برآورد خروجی ۳۷
- ۴-۱-۶ بسط عدم قطعیت اندازه‌گیری ۴۱
- ۴-۱-۷ بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری در تأییدیه‌های کالیبراسیون ۴۲
- ۴-۱-۸-۱ دستورالعمل مرحله به مرحله محاسبه عدم قطعیت اندازه‌گیری ۴۳
- ۴-۱-۸-۱-۱ راندمای استفاده عملی ۴۳
- ۴-۱-۹-۱ منابع خطا و عدم قطعیت ۴۴
- ۴-۱-۹-۱-۱ منابع عدم قطعیت اندازه‌گیری ۴۴
- ۴-۱-۹-۱-۲ منابع خطاها و عدم قطعیت ۴۵
- ۴-۱-۹-۱-۳ تذکرات کلی ۴۷
- ۴-۱-۱۰-۱ واژه نامه اصطلاحات علمی و فنی ۴۸
- ۴-۱-۱۰-۱-۱ میانگین حسابی ۴۸
- ۴-۱-۱۰-۱-۲ بهترین قابلیت اندازه‌گیری ۴۸
- ۴-۱-۱۰-۱-۳ همبستگی ۴۸
- ۴-۱-۱۰-۱-۴ ضریب همبستگی ۴۹
- ۴-۱-۱۰-۱-۵ کوواریانس ۴۹
- ۴-۱-۱۰-۱-۶ فاکتور پوشش ۴۹
- ۴-۱-۱۰-۱-۷ احتمال پوشش ۴۹
- ۴-۱-۱۰-۱-۸ انحراف استاندارد تجربی ۴۹
- ۴-۱-۱۰-۱-۹ بسط عدم قطعیت ۴۹
- ۴-۱-۱۰-۱-۱۰ واریانس تجربی ۴۹
- ۴-۱-۱۰-۱-۱۱ برآورد ورودی ۵۰
- ۴-۱-۱۰-۱-۱۲ کمیت ورودی ۵۰
- ۴-۱-۱۰-۱-۱۳ کمیت مورد اندازه‌گیری ۵۰

۵۰	۱۴-۱۰-۱ برآورد خروجی
۵۰	۱۵-۱۰-۱ کمیت خروجی
۵۰	۱۶-۱۰-۱ برآورد مشترک واریانس
۵۰	۱۷-۱۰-۱ توزیع احتمال
۵۱	۱۸-۱۰-۱ متغیر تصادفی
۵۱	۱۹-۱۰-۱ عدم قطعیت استاندارد نسبی اندازه گیری
۵۱	۲۰-۱۰-۱ ضریب حساسیت وابسته به یک برآورد ورودی
۵۱	۲۱-۱۰-۱ جراف استاندارد
۵۱	۲۲-۱۰-۱ عدم قطعیت استاندارد اندازه گیری
۵۱	۲۳-۱۰-۱ روش ارزیابی نوع A
۵۱	۲۴-۱۰-۱ روش ارزیابی نوع B
۵۲	۲۵-۱۰-۱ عدم قطعیت اندازه گیری
۵۲	۲۶-۱۰-۱ واریانس
۵۲	۲۷-۱۰-۱ صحت
۵۲	۲۸-۱۰-۱ انحراف ابزار اندازه گیری
۵۲	۲۹-۱۰-۱ کالیبراسیون
۵۲	۳۰-۱۰-۱ سطح اطمینان
۵۳	۳۱-۱۰-۱ تصحیح کالیبراسیون
۵۳	۳۲-۱۰-۱ خطا
۵۳	۳۳-۱۰-۱ انحراف استاندارد برآورد شده
۵۳	۳۴-۱۰-۱ فاصله اطمینان
۵۳	۳۵-۱۰-۱ اندازه ده
۵۳	۳۶-۱۰-۱ توزیع نرمال
۵۳	۳۷-۱۰-۱ خطای اپراتور
۵۴	۳۸-۱۰-۱ دقت
۵۴	۳۹-۱۰-۱ خطای تصادفی
۵۴	۴۰-۱۰-۱ برد

- ۴۱-۱۰-۱ مقدار خوانده شده ۵۴
- ۴۲-۱۰-۱ توزیع یکنواخت (مستطیلی) ۵۴
- ۴۳-۱۰-۱ تکرارپذیری یک ابزار یا نتایج اندازه‌گیری ۵۴
- ۴۴-۱۰-۱ تکثیرپذیری یک ابزار یا نتایج اندازه‌گیری ۵۵
- ۴۵-۱۰-۱ تفکیک‌پذیری ۵۵
- ۴۶-۱۰-۱ نتیجه یک اندازه‌گیری ۵۵
- ۴۷-۱۰-۱ ارف استاندارد ۵۵
- ۴۸-۱۰-۱ عدم قطعیت استاندارد ۵۵
- ۴۹-۱۰-۱ خدای سیستمیک ۵۵
- ۵۰-۱۰-۱ مقدار واقع ۵۵
- ۱۱-۱ کمیت‌های ورودی همبسته ۵۶
- ۱۲-۱ فاکتورهای پوشش مشتق شده از درجات آزادی موثر ۵۹
- ۱۳-۱ تخمین عدم قطعیت اندازه‌گیری ۶۱
- ۱-۱۳-۱ عدم قطعیت ۶۱
- ۲-۱۳-۱ انواع کلی عدم قطعیت در هر اندازه‌گیری ۶۲
- ۳-۱۳-۱ کاربرد توزیع‌های آماری در تخمین عدم قطعیت ۶۲
- ۴-۱۳-۱ تخمین عدم قطعیت ۶۷
- ۵-۱۳-۱ ترکیب کردن عدم قطعیت‌های استاندارد ۷۱
- ۶-۱۳-۱ همبستگی ۷۴
- ۷-۱۳-۱ فاکتور پوشش K ۷۵
- ۸-۱۳-۱ گزارش‌دهی نتایج ۷۶

فصل دوم: کاربردهای ارزیابی عدم قطعیت کمیت‌های اندازه‌گیری

- ۱-۲ معرفی ۷۷
- ۲-۲ کالیبراسیون وزنه‌ای با ارزش اسمی ۱۰ kg ۷۹
- ۱-۲-۲ معرفی مشخصات ۷۹
- ۲-۲-۲ روش کار ۷۹

۷۹.....	۲-۲-۳ استاندارد مرجع (m_s)
۷۹.....	۲-۲-۴ آهنگ تغییر ارزش استاندارد (δm_D)
۷۹.....	۲-۲-۵ مقایسه کننده (δm_c و δm)
۸۰.....	۲-۲-۶ رانش هوا (δB)
۸۰.....	۲-۲-۷ همبستگی
۸۰.....	۲-۲-۸ اندازه گیری ها
۸۱.....	۲-۲-۹ جدول ارزیابی عدم قطعیت (m_x):
۸۲.....	۲-۲-۱۰ بسط عدم قطعیت
۸۲.....	۲-۲-۱۱ گزارش نتیجه
۸۲.....	۲-۲-۱۳ کالیبراسیون مقاومت استاندارد اسمی $10k$
۸۲.....	۲-۳-۱ شدت مقاومت
۸۲.....	۲-۳-۲ روش کار
۸۳.....	۲-۳-۳ استاندارد مرجع (m_s)
۸۳.....	۲-۳-۴ رانش مقاومت استاندارد (δR_T)
۸۳.....	۲-۳-۵ تصحیحات دما (δR_{TS} و δR_{TX})
۸۴.....	۲-۳-۶ اندازه گیری مقاومت (R_t)
۸۴.....	۲-۳-۷ همبستگی
۸۴.....	۲-۳-۸ اندازه گیری ها (R)
۸۵.....	۲-۳-۹ جدول ارزیابی عدم قطعیت (R_x):
۸۵.....	۲-۳-۱۰ بسط عدم قطعیت
۸۵.....	۲-۳-۱۱ گزارش نتیجه
۸۵.....	۲-۳-۱۲ نکته ریاضی درباره عدم قطعیت استاندارد اندازه گیری نسبت مقادیر شدت مقاومت
۸۶.....	۲-۴-۱ کالیبراسیون یک بلوک سنجش با ضخامت اسمی $50mm$
۸۶.....	۲-۴-۲ معرفی مشخصات
۸۷.....	۲-۴-۳ روش کار
۸۸.....	۲-۴-۳ استاندارد مرجع (I_s)
۸۸.....	۲-۴-۴ رانش استاندارد (δI_D)

- ۲-۴-۵ مقایسه کننده (δI_c) ۸۸
- ۲-۴-۶ تصحیحات دما ($\bar{\alpha}$ ، $\delta\alpha$ ، Δt و δt) ۸۸
- ۲-۴-۷ انحراف در طول (δl_v) ۸۹
- ۲-۴-۸ تصحیح ۸۹
- ۲-۴-۹ اندازه‌گیری‌ها (δl) ۹۰
- ۲-۴-۱۰ جدول ارزیابی عدم قطعیت (SI_x): ۹۱
- ۲-۴-۱۱ بسا، عدم قطعیت ۹۱
- ۲-۴-۱۲ ذرات، نتیجه ۹۱
- ۲-۴-۱۳ نکته ریاضی درباره عدم قطعیت استاندارد اندازه‌گیری حاصلضرب دو کمیت ۹۱
- ۲-۵-۵ کالیبراسیون یک ترمیستور نیس N در 1000°C ۹۳
- ۲-۵-۱ معرفی مشخصات ۹۳
- ۲-۵-۲ بررسی اثر دما ۹۳
- ۲-۵-۳ بررسی اثر ولتاژ ۹۳
- ۲-۵-۴ روش کار ۹۴
- ۲-۵-۵ استاندارد ($t_s(V)$) ۹۴
- ۲-۵-۶ کالیبراسیون ولتمتر (δV_{ix} و δV_{ix}) ۹۴
- ۲-۵-۷ رزولوشن ولتمتر (δV_{ix} و δV_{ix}) ۹۴
- ۲-۵-۸ پارازیت‌های ولتاژ (δV_R) ۹۵
- ۲-۵-۹ دمای مرجع (δt_x و δt_x) ۹۵
- ۲-۵-۱۰ حساسیت ولتاژ (C_x و C_s و C_x و C_s) ۹۵
- ۲-۵-۱۱ رانش استاندارد مرجع (δt_D) ۹۵
- ۲-۵-۱۲ گرادیان دما (δt_F) ۹۵
- ۲-۵-۱۳ کابل‌های خنثی (δV_{LX}) ۹۵
- ۲-۵-۱۴ اندازه‌گیری‌ها (V_{ix} و $t_s(V_{ix})$ و V_{ix}) ۹۶
- ۲-۵-۱۵ روش کار ۹۶
- ۲-۵-۱۶ نتیجه بررسی ۹۶

۹۷.....	۲-۵-۱۷ جدول ارزیابی عدم قطعیت (دمای t_x کوره):
۹۸.....	۲-۵-۱۸ برآورد عدم قطعیت
۹۸.....	۲-۵-۱۹ بسط عدم قطعیت
۹۸.....	۲-۵-۲۰ گزارش نتیجه
۹۹.....	۲-۶-۱ کالیبراسیون یک سنسور توان در فرکانس ۱۹GHz
۹۹.....	۲-۶-۱ معرفي مشخصات
۹۹.....	۲-۶-۲ شمای سیستم اندازه‌گیری کننده
۹۹.....	۲-۶-۳ معرفي کمیت‌های مرتبط
۱۰۰.....	۲-۶-۴ روش کار
۱۰۱.....	۲-۶-۵ سنسور مرجع (K_s)
۱۰۱.....	۲-۶-۶ رانش استاندارد (δK_D)
۱۰۱.....	۲-۶-۷ خطی بودن و توان سنج (P_{ce} و P_{ce})
۱۰۲.....	۲-۶-۸ فاکتور ناهماهنگی (M_{sc} و M_{sc} و M_{sc} و M_{sc})
۱۰۳.....	۲-۶-۹ همبستگی
۱۰۳.....	۲-۶-۱۰ اندازه‌گیری‌ها (P)
۱۰۴.....	۲-۶-۱۱ جدول ارزیابی عدم قطعیت (K_x)
۱۰۴.....	۲-۶-۱۲ بسط عدم قطعیت
۱۰۴.....	۲-۶-۱۳ گزارش نتیجه
۱۰۵.....	۲-۷-۱ کالیبراسیون یک تضعیف کننده پله‌ای هم محور با تنظیمات ۳۰dB
۱۰۵.....	۲-۷-۱ معرفي مشخصات
۱۰۵.....	۲-۷-۲ طرح کلی سیستم اندازه‌گیری
۱۰۵.....	۲-۷-۳ روش کار
۱۰۶.....	۲-۷-۴ تضعیف کننده مرجع (δL_s)
۱۰۷.....	۲-۷-۵ رانش مرجع (δL_D)
۱۰۷.....	۲-۷-۶ از دست دادن عدم تطابق (δL_M)
۱۰۸.....	۲-۷-۷ اصلاح نشت (δL_K)
۱۰۸.....	۲-۷-۸ رزولوشن تنظیمات تضعیف کننده مرجع (δl_a و δl_b)

۱۰۸	۹-۷-۲ رزولوشن آشکارسازی اثر (δI_{oh} و δI_{oa})
۱۰۸	۱۰-۷-۲ همبستگی
۱۰۸	۱۱-۷-۲ اندازه‌گیری (L_s)
۱۰۹	۱۲-۷-۲ جدول ارزیابی عدم قطعیت (L_s)
۱۰۹	۱۳-۷-۲ بسط عدم قطعیت
۱۰۹	۱۴-۷-۲ گزارش نتیجه

فصل سوم. کاردهای ارزیابی عدم قطعیت ابزارهای اندازه‌گیری

۱۱۱	۱-۳ معرفی
۱۱۶	۲-۳ کالیبراسیون یک مولتی‌متر دیجیتال دستی در ۱۰۰ VDC
۱۱۶	۱-۲-۳ معرفی مشخصات
۱۱۶	۲-۲-۳ روش کار
۱۱۷	۵-۲-۳ قرائت DMM (V_X)
۱۱۷	۶-۲-۳ استاندارد کارکرد (V_s)
۱۱۸	۷-۲-۳ رزولوشن DMM کالیبره شده (σV_X)
۱۱۸	۸-۲-۳ تصحیحات دیگر (δV_s)
۱۱۸	۹-۲-۳ همبستگی
۱۱۹	۱۰-۲-۳ جدول ارزیابی عدم قطعیت (E_X)
۱۱۹	۱۱-۲-۳ بسط عدم قطعیت
۱۱۹	۱۲-۲-۳ گزارش نتیجه
۱۲۰	۱۳-۲-۳ توضیح تکمیلی
۱۲۰	۱۴-۲-۳ نکته ریاضی
۱۲۲	۳-۳ کالیبراسیون یک کولیس ورنیه
۱۲۲	۱-۳-۳ معرفی مشخصات
۱۲۲	۲-۳-۳ روش کار
۱۲۳	۳-۳-۳ استانداردهای کارکرد (L_s و I_s)
۱۲۳	۴-۳-۳ دما (Δt و $\bar{\alpha}$)

۱۲۳	۵-۳-۳ رزولوشن کولیس (δl_N)
۱۲۴	۶-۵-۳ اثرات مکانیکی (δl_M)
۱۲۴	۷-۳-۳ همبستگی
۱۲۴	۸-۳-۳ اندازه‌گیری‌ها (I_N)
۱۲۴	۹-۳-۳ جدول ارزیابی عدم قطعیت (δl_N)
۱۲۵	۱۰-۳-۳ بسط عدم قطعیت
۱۲۵	۱۱-۳-۳ گزارش نتیجه
۱۲۵	۱۲-۳-۳ ضیحات تکمیلی
۱۲۶	۳-۳-۳ نکته ریاضی
۱۲۸	۴-۳-۳ کالیبراسیون یک ترمیستور بلوک دما در دمای 180°C
۱۲۸	۱-۴-۳ معرفی شخصیات
۱۲۹	۲-۴-۳ استاندارد کارکرد (δt_N)
۱۳۰	۳-۴-۳ تعیین دما بوسیله اندازه‌گیری مقاومت (δt_N)
۱۳۰	۴-۴-۳ رانش دمای استاندارد کارکرد (δt_N)
۱۳۰	۵-۴-۳ پایداری کالیبراتور بلوک دما (δt_N)
۱۳۰	۶-۴-۳ غیریکنواختی شعاعی دما (δt_N)
۱۳۰	۷-۴-۳ غیریکنواختی محوری دما (δt_N)
۱۳۰	۸-۴-۳ اثرات پسماند مغناطیسی (δt_{II})
۱۳۱	۹-۴-۳ ناپایداری دما (δt_N)
۱۳۱	۱۰-۴-۳ همبستگی‌ها
۱۳۱	۱۱-۴-۳ تکرار مشاهدات
۱۳۱	۱۲-۴-۳ جدول ارزیابی عدم قطعیت (I_N)
۱۳۲	۱۳-۴-۳ بسط عدم قطعیت
۱۳۲	۱۴-۴-۳ گزارش نتیجه
۱۳۲	۱۵-۴-۳ نکته ریاضی مربوط به مدل
۱۳۳	۵-۳-۳ کالیبراسیون یک کنتور آب خانگی
۱۳۳	۱-۵-۳ معرفی مشخصات

- ۱۳۴..... ۲-۵-۳ روش کار
- ۱۳۵..... ۳-۵-۳ مخزن نگهداری (t_s و V_s)
- ۱۳۵..... ۴-۵-۳ رزولوشن مقیاس مخزن نگهداری (δV_s)
- ۱۳۵..... ۵-۵-۳ دمای آب و مخزن نگهداری (t_s و α_s)
- ۱۳۵..... ۶-۵-۳ دمای آب در کتور (t_x و α_w)
- ۱۳۶..... ۷-۵-۳ اختلاف فشار آب بین کتور و مخزن (P_x و P_s , K_w)
- ۱۳۶..... ۸-۵-۳ همبستگی
- ۱۳۶..... ۹-۵-۳ دوال ارزیابی عدم قطعیت (V_x)
- ۱۳۷..... ۱۰-۵-۳ شاخص کتور (δV_{x_1} ، δV_{x_2} و δV_{x_3})
- ۱۳۷..... ۱۱-۵-۳ جدول ارزیابی عدم قطعیت (e_x)
- ۱۳۷..... ۱۲-۵-۳ تکرارپذیری کتور
- ۱۳۸..... ۱۳-۵-۳ اندازه‌گیری‌ها (e_x)
- ۱۳۸..... ۱۴-۵-۳ جدول ارزیابی عدم قطعیت ($e_{x_{av}}$)
- ۱۳۸..... ۱۵-۵-۳ بسط عدم قطعیت
- ۱۳۹..... ۱۶-۵-۳ گزارش نتیجه
- ۱۳۹..... ۱۷-۵-۳ کالیبراسیون یک سنجه حلقوی با قطر اسمی ۱ mm
- ۱۳۹..... ۱-۶-۳ معرفی مشخصات
- ۱۳۹..... ۲-۶-۳ روش کار
- ۱۴۰..... ۳-۶-۳ استاندارد کارکرد (d_s)
- ۱۴۰..... ۴-۶-۳ مقایسه کننده (δl_i)
- ۱۴۱..... ۵-۶-۳ تصحیح دما (δl_T)
- ۱۴۳..... ۶-۶-۳ تصحیح هم محوری (δl_p)
- ۱۴۳..... ۷-۶-۳ تصحیح تغییر شکل الاستیک (δl_e)
- ۱۴۳..... ۸-۶-۳ تصحیح خطای Abbe (δl_A)
- ۱۴۴..... ۹-۶-۳ اندازه‌گیری‌ها (Δl)
- ۱۴۵..... ۱۰-۶-۳ جدول ارزیابی عدم قطعیت (d_x)
- ۱۴۵..... ۱۱-۶-۳ بسط عدم قطعیت

۱۴۶.....	۱۲-۶-۳ گزارش نتیجه
۱۴۶.....	۱۳-۶-۳ نکته ریاضی درباره هم محور نبودن
۱۴۸.....	۷-۳ کالیبراسیون کنتورهای گاز التراسونیک
۱۴۸.....	۱-۷-۳ کلیات
۱۴۸.....	۲-۷-۳ روش کالیبراسیون
۱۴۹.....	۳-۷-۳ مدل های ارزیابی عدم قطعیت
۱۵۲.....	۴-۷-۳ عدم قطعیت کمیت های مورد اندازه گیری گاز
۱۵۸.....	۵-۷-۳ گزارش نتیجه
۱۵۹.....	۶-۷-۳ -ول ارزیابی عدم قطعیت
۱۶۰.....	مراجع

پیشگفتار

در این کتاب اصول و الزامات ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری در کالیبراسیون و بیان عدم قطعیت در گواهی‌نامه‌های کالیبراسیون بیان می‌شود. روش ارائه به صورتی است که اصول کلی جهت انطباق با همه زمینه‌های کالیبراسیون حفظ گردد. با این وجود ممکن است جزئیات روش بسته به بوسیله پیشنهادات مشخص‌تری برای زمینه‌های مختلف تکمیل گردد که به آسانی قابل کار به باشند. جهت توسعه و پیشرفت چنین راهنماهای تکمیلی، اصول کلی بیان شده در این کتاب باید دنبال تا از هماهنگی بین زمینه‌های مختلف اطمینان حاصل گردد.

طرز عمل در این کتاب مطابق با «راهنمای بیان عدم قطعیت در اندازه‌گیری»^[۱] می‌باشد. نظر به اینکه برقراری قوانین کلی برای ارزیابی بیان عدم قطعیت در اندازه‌گیری می‌تواند در بیشتر زمینه‌های اندازه‌گیری‌های فیزیکی دنبال شود، اما این کتاب متمرکز بر روش‌هایی است که برای اندازه‌گیری در آزمایشگاه‌های کالیبراسیون مناسب‌تر هستند و روش مشخص و هماهنگی را برای ارزیابی و بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری توصیف می‌کند. این کتاب شامل موضوعاتی است که عبارتند از: تعاریف اساسی، روش‌های ارزیابی عدم قطعیت اندازه‌گیری کمیت‌های ورودی، ارتباط بین عدم قطعیت اندازه‌گیری کمیت خروجی و عدم قطعیت اندازه‌گیری کمیت‌های ورودی، بسط عدم قطعیت اندازه‌گیری کمیت خروجی، بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری، دستورالعمل گام به گام برای محاسبه عدم قطعیت اندازه‌گیری.

همچنین مثال‌های کاربردی که نشان دهنده کاربرد روش ارائه شده می‌باشد، با مسائل نمونه اندازه‌گیری مشخص در زمینه‌های مختلف در بخش ضmann ارائه خواهد شد.

با وجود تلاش و همت فراوان مؤلفان برای نگارش و تدوین جلد حاضر، بی‌شک مجموعه ارائه شده خالی از اشکال نخواهد بود، لذا از خوانندگان گرامی خواهشمندیم از ارائه پیشنهادات و انتقادات سازنده خود جهت رفع اشکالات احتمالی دریغ نورزند.

در پایان لازم است از مساعدت کلیه افرادی که در تهیه این اثر همکاری نمودند به ویژه ریاست و معاون محترم پژوهش و فناوری و همکاران اداره انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد که امکان چاپ و انتشار را فراهم آوردند قدردانی نمایم. همچنین از مدیریت محترم شرکت ناور پلاستیک سپاهان به سبب حمایت‌های لازم و همکاری خانم فاطمه ولایتی که وضعه بین و صفحه‌آرایی را بر عهده داشتند کمال تشکر را داریم.

با تشکر

زمستان ۱۳۹۵

es.soltani@iaun.ac.ir

h.azad@gradkashanu.ac.ir

moradi@gas-souzan.com

hamid3678@gmail.com