

مقدمه

در دنیای امروز، تجارت حرف اول را می‌زند. برای داشتن تجارتی سالم، مهم‌ترین فاکتور **اعتماد** است. ضامن این اعتماد، **استاندارد** است و **کالیبراسیون** تجهیزات اندازه‌گیری از الزامات استاندارد است؛ در نهایت **اعتبار** موسسه کالیبره‌کننده **اطمینان** بخش تولیدکننده و مصرف‌کننده است.

کالیبراسیون در صنعت

امروزه در دنیای صنعت و تجارت بیشترین رقابت بر سر **کیفیت محصول** است. تعیین‌کننده‌ی کیفیت محصول عواملی چون دانش به کار گرفته شده، مواد خام اولیه، فرآیند تولید، تجهیزات و کارشناسان می‌باشند. هم‌چنین **ابزارهای اندازه‌گیری** از فاکتورهای بسیار موثری است که متضمن کیفیت محصول با توجه به استانداردها می‌باشند.

کاربران در مورد تجهیزات اندازه‌گیری سخت‌گیر هستند، پول زیادی بابت خرید از برند معتبر می‌دهند و قطعاً انتظار دارند که تجهیزات دقیق و درست کار کنند، کالیبراسیون کمک می‌کند که در ماه‌های بعدی مطمئن باشیم درستی، دقت و صحت دستگاه هنوز باقیست یا خیر؟ به هر حال بیشتر تجهیزات در طول زمان، دچار تغییراتی می‌شوند، تغییراتی که ممکن است در اثر گرما یا در اثر فشار و کشش مکانیکی به وجود آیند که به این تغییرات **رانش** می‌گوییم. ما نمی‌توانیم به طور کلی "رانش" را حذف کنیم اما می‌توانیم میزان آن را مشخص کنیم. به همین منظور مفهوم کالیبره کردن ابزارهای اندازه‌گیری مطرح می‌گردد. مفهوم کالیبراسیون در ایران، هم‌زمان با استقرار استاندارد های سری ۹۰۰۰ مطرح شد.

در این میان عدم آگاهی کاربران از مفهوم کالیبراسیون ممکن است باعث کج فهمی‌هایی شود که حتی الزامات اولیه کالیبراسیون از جمله قابلیت ردیابی و عدم قطعیت را نیز به دست فراموشی بسپارد. این ناآگاهی موجب می‌شود از اطلاعات سودمند مندرج در گواهی‌نامه‌های کالیبراسیون صادره، علیرغم هزینه‌هایی که در بر دارد استفاده مفید نشود. پس به نظر می‌رسد در دنیای امروز آشنایی عمومی با مفهوم کالیبراسیون امری غیر قابل چشم‌پوشی است.

کالیبراسیون چیست ؟

تعاریف متعددی برای کالیبراسیون ارائه شده است. در این جا تعریفی که دراستاندارد ملی ایران در بخش "واژه ها و اصطلاحات پایه و عمومی اندازه شناسی" آمده است ، ارائه می شود :

مجموعه‌ی عملیاتی که، تحت شرایط مشخص، میان نشان‌دهی یک دستگاه یا سیستم اندازه‌گیری، یا مقدار یک سنجه‌ی مادی یا ماده‌ی مرجع، و مقدار متناظر آن که از استانداردهای اندازه‌گیری حاصل می شود رابطه‌ای برقرار می کند.

شایان ذکر است که واژه‌ی فارسی "واسنجی" به عنوان ترجمه لغت کالیبراسیون پیشنهاد شده است.

در واژه نامه BIPM در سال ۲۰۰۸ این تعریف برای کالیبراسیون آمده است :

کالیبراسیون، عملیاتی است که تحت شرایط مشخصی در مرحله اول، بین مقدار کمیت و عدم قطعیت آن که با استاندارد های اندازه گیری مرجع تعیین شده است و مقادیر متناظر [که دستگاه تحت تست نشان داده است] عدم قطعیت های مربوطه رابطه ای برقرار می کند و در دومین مرحله با استفاده از این اطلاعات رابطه ای که نتایج اندازه گیری را از روی مقدار نشان دهی به دست آورد ارائه می دهد.

تصور غلطی راجع به کالیبراسیون وجود دارد ، گاهی کاربران فکر می کنند اگر مقادیر خاصی را با دو تجهیز مشابه اندازه گیری ، و هر دو تجهیز آن ها یک داده را بدهند ، هر دو کالیبره هستند . اما این فرآیند کالیبراسیون نیست ، اگر هر دو تجهیز هم زمان " خارج از کالیبره " شده باشند ، چه ؟

در یک نگاه کلی میتوان کالیبراسیون را مقایسه یک دستگاه اندازه گیری با یک استاندارد مشخص و در شرایط استاندارد و تعیین میزان خطای این وسیله نسبت به آن و در صورت لزوم تنظیم دستگاه در مقایسه با استانداردهای مربوطه جهانی تعریف کرد.

کالیبراسیون فرآیندی است که در اثر اجرای آن اطمینان از داده خروجی دستگاه در ازای ورودی معین برای کاربر مشخص میگردد. این استاندارد بالاتری که تجهیز تحت تست با آن مقایسه می شود ، به عنوان مرجع شناخته می شود ، زمانی می توانیم فرآیندی را به درستی کالیبراسیون بنامیم که قابلیت ردیابی داشته باشد و عدم قطعیت اندازه گیری را گزارش کند.

قابلیت رد یابی عبارت است از :

قابلیت ارتباط مقدار یک استاندارد یا نتیجه ی یک اندازه گیری با مرجع های ملی و بین المللی، از طریق زنجیره ی پیوسته ی مقایسه ها که همگی عدم قطعیتی معین دارند که به صورت ملی یا بین المللی تعیین یا مشخص می شوند.

قابلیت رد یابی معین می کند که به طور مثال ، ثانیه ی شما با ثانیه ی همه ی کاربران در همه ی جهان مطابقت دارد. محاسبه ی عدم قطعیت نیز ، فاکتوری است که مورد نیاز است تا بتوان فرآیندی را به درستی کالیبراسیون نامید . بدون محاسبه عدم قطعیت کالیبراسیون کامل انجام نگرفته است.

عدم قطعیت اندازه گیری عبارت است از :

عدم قطعیت به طور ساده محدوده احتمالی است که کمیت تحت اندازه گیری در آن قرار میگیرد . به بیان دیگر عدم قطعیت میزان شکی است که به مقدار اندازه گیری شده وجود دارد . این تردید ربطی به میزان صحت و دقت و درستی اندازه گیری ها و تجهیزات ندارد به هر حال عدم قطعیت همیشه و در هر شرایطی وجود دارد.

در استاندارد ایزو ۱۰۰۱۲ راجع به کالیبراسیون چنین آمده است :

تایید اندازه شناختی : مجموعه عملیات لازم برای حصول اطمینان از این که تجهیزات اندازه گیری با الزامات مربوط به کاربرد مورد نظر انطباق دارد.

یاد آوری :تایید اندازه شناختی به طور کلی شامل کالیبراسیون و تصدیق، هرگونه تنظیم یا تعمیر لازم و کالیبراسیون مجدد پس از آن، مقایسه با الزامات اندازه شناختی برای کاربرد مورد نظر تجهیزات و همچنین هرگونه مهر و موم کردن و برجسب زنی لازم است. تایید اندازه شناختی قابل دستیابی نیست مگر و تا زمانی که مناسب بودن تجهیزات اندازه گیری برای کاربرد مورد نظر به اثبات رسیده و مستند شده باشد. الزامات کاربرد مورد نظر ملاحظاتی نظیر گستره ی اندازه گیری، تفکیک پذیری و بیشینه خطاهای مجاز را در بر می گیرد.

علت کالیبراسیون

کالیبراسیون دو نوع است ، کالیبراسیون اولیه و کالیبراسیون های مجدد. کالیبراسیون اولیه به مشتری این اطمینان را می دهد که تجهیزاتی که خریداری کرده است ، با ادعای سازنده مطابقت دارد .

کالیبراسیون مجدد ، باعث می شود تجهیز به صورت دوره ای کنترل شده و درستی اندازه گیری های تجهیز تست گردد. با گذشت زمان ، فرسودگی دستگاه و استفاده زیاد از تجهیزات ، امکان افزایش خطا و نیز عدم قطعیت وجود دارد . اما این تغییرات برای کاربر قابل حدس یا فرمول بندی نیستند.

به طور کلی می توان چهار دلیل عمده را برای کالیبراسیون برشمرد.

- ایمنی
- ضایعات و دورریز
- ضمان شرعی
- خسارت مالی

کالیبراسیون می تواند به طور مستقیم (مانند کالیبراسیون تجهیزات پزشکی) و غیر مستقیم (مانند اندازه گیری برای ساخت و تولید قطعات خودرو) با **جان و سلامتی انسان ها** در ارتباط باشد.

ممکن است باعث **تولید ضایعات** در خط تولید شود که باعث ضررهای اقتصادی زیادی می شود. برای روشن سازی تصور کنید که خطایی معادل 0.01mm در یک تجهیز اندازه گیری می تواند باعث خسارت هایی در ابعاد میلیارد تومانی در ساخت قطعات بعدی و بعدی شود.

ممکن است باعث کم فروشی در کالاها و **ضمان شرعی** (مانند کالیبراسیون ترازو ها) و یا در نقطه مقابل زیاد فروشی و **خسران مالی** شود.

از طرفی کالیبراسیون بموقع موجب صرفه های اقتصادی چشمگیر در سیستم است به عنوان نمونه با افزایش ضریب پوشش اطمینان (کاهش اندازه عدم قطعیت) اندازه گیری کلاسترول خون بین سال های ۱۹۴۹ تا ۱۹۹۵ در امریکا حدود ۱۰۰ میلیون دلار صرفه جویی در پی داشت.

زمان مناسب برای کالیبراسیون

تعیین زمان کالیبراسیون یکی از تصمیمات مهم و قابل توجه است که می تواند از تلف شدن دو عنصر بسیار مهم جلوگیری کند : **زمان و پول !**

با انجام منظم کالیبراسیون تجهیزات شما می توانید اطمینان داشته باشید که " بهترین اندازه گیری " ها را انجام می دهید.

از مزایای کالیبراسیون به موقع :

- کاهش هزینه تعمیرات به دلیل نظارت دوره ای بر عملکرد دستگاه
- افزایش عمر تجهیزات
- مینیمم کردن زمان توقف خط تولید
- افزایش دقت اندازه گیری
- کاهش خطاها
- افزایش کیفیت

با انجام کالیبراسیون و خارج ساختن به موقع وسایل اندازه گیری خراب می توان جلوی نشتی ها ، زیاده روی ها در مصرف انرژی و تحمیل هزینه های هنگفت مالی را گرفت. درست است که هر تجهیز هنگامی که برای کالیبراسیون می رود مدت زمانی از خط خارج می شود (زمان خواب) ، اما در مقایسه با زمان توقف خط تولید برای تعمیر و اصلاح و هم چنین ضرر مالی ، عقب افتادگی کاری ، این زمان قابل چشم پوشی و چه بسا به صرفه است.

حال به اهمیت کالیبراسیون واقف هستیم ؛ سوال مهم این است : چند وقت یک بار؟

در این مورد هیچ جواب مشخص و قطعی وجود ندارد ، اما عواملی توسط OIML (سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی) توصیه شده اند. در مدرک بین المللی به شماره **OIML-D10** (راهنما برای تعیین فواصل کالیبراسیون مجدد وسایل اندازه گیری مورد استفاده در آزمایشگاههای آزمون) توصیه شده اند، عوامل زیادی می توانند تعیین کننده باشند از جمله : نوع وسیله، توصیه سازنده، نتایج به دست آمده در کالیبراسیون های قبلی، سابقه تعمیرات، فرسایش دستگاه، میزان و نحوه استفاده از دستگاه، زمان بندی کالیبراسیون های میان دوره ای، شرایط محیطی که دستگاه در آن قرار دارد، دقت و درستی مورد نیاز، هزینه احتمالی نتایج غلط حاصل از اندازه گیری ها توسط وسیله، مقایسه بین آزمایشگاهی و ... است.

وضعیت کالیبراسیون

پس از انجام کالیبراسیون وضعیت کالیبراسیون ابزار بایستی مشخص باشد . این بدین معنی است که به طریقی ابزارهایی که کالیبره شده اند را مشخص کنیم . برای این منظور معمولاً از یک برچسب کالیبراسیون استفاده

می شود. توصیه می شود که این برچسب با برچسبی که برای شناسایی ابزار استفاده می شود متفاوت باشد. برای یک کالیبراسیون واقعی، درستی و دقت استاندارد کاری (تجهیز مرجع) باید از دستگاه تحت تست بیشتر (حداقل چند برابر) باشد.

در فرآیند کالیبراسیون، میزان خطای یک تجهیز اندازه گیری ثبت و سپس با استاندارد های موجود و رواداری های تعیین شده توسط استانداردهای ملی یا بین المللی مقایسه می شود و وضعیت آن با سه نوع برچسب که در استاندارد ملی ۷۶۶۵ چگونگی آن ها تعیین شده است، برای کاربر مشخص می شود:

- برچسب کالیبراسیون (برچسب کالیبره معمولاً به رنگ سفید): برچسبی که پس از کالیبراسیون دستگاه اندازه گیری صادر و در صورت امکان بر روی آن نصب می شود. نشان می دهد دستگاه بدون مشکل و قابل اعتماد است.
- برچسب کالیبراسیون مشروط: برچسبی است که نشان می دهد دستگاه فقط بخشی از الزامات اندازه شناسی مورد نظر را برآورده می کند و عبارت دیگر دستگاه اندازه گیری در گستره ای کوچکتر از کل گستره ای اندازه گیری آن، یا با تعداد عملگرهای محدودتر از عملگرهای کامل آن (در دستگاههای چندمنظوره) و/یا با درستی کمتر از درستی داده شده در استاندارد ویژگیهای آن کالیبره شده است. نصب و صدور این برچسب باید با توافق و اطلاع مشتری و یا بنا به درخواست متقاضی باشد. این برچسب باید دارای زمینه سفید باشد و باید کلمه مشروط به رنگ زرد و با قلم درشت در وسط آن درج شود. نوشتن کلمه مشروط در وسط برچسب نباید مانع از خواندن مندرجات اصلی آن شود.
- برچسب مردود شدن دستگاه (برچسب خارج از کالیبره): این برچسب نشان می دهد که دستگاه نقص عمده دارد و تا رفع آن امکان کالیبراسیون وجود ندارد. این برچسب باید دارای زمینه سفید باشد و باید کلمه مردود به رنگ قرمز و با قلم درشت در وسط آن درج شود. نوشتن کلمه مردود در وسط برچسب نباید مانع از خواندن مندرجات اصلی آن شود.

در صورتی که تجهیز پس از کالیبراسیون، خارج از کالیبره تشخیص داده شد، شایسته است که تمام اندازه گیری هایی که در مدت اخیر با آن تجهیز انجام گرفته، تکرار شود. چون اندازه گیری های قبلی قابل اعتماد نیستند و بهتر است بازبینی شوند.

چکیده

کالیبراسیون تجهیزات هم زمان به نفع تولید کننده ها و مصرف کننده می باشد. برای تولید کننده باعث افزایش کیفیت محصول ، داشتن خط تولیدی بدون توقف و کاهش ضایعات و دور ریز، صرفه اقتصادی بلند مدت می شود و مصرف کننده می تواند محصولی با کیفیت و ایمنی بالاتر نسبت به قبل را تهیه کند.

در نهایت ، کالیبراسیون به دلیل موارد ذکر شده موجب ایجاد اعتبار برای شرکت ها می شود. به علاوه برای اخذ گواهی نامه های استاندارد مثل سری ایزو ۹۰۰۰ کالیبراسیون تجهیزات الزامی است.

ما در آزمایشگاه های کالیبراسیون شرکت **تابان نیرو** سپاهان با خط مشی فکری و کاری " **کالیبراسیون را باور و باور کنیم** " درصدد تحقق بخشیدن به اهداف واقعی کالیبراسیون و استاندارد می باشیم.

برای مطالعه بیشتر می توانید به مراجع زیر نگاه کنید.

- ۱- استاندارد ملی ایران به شماره ۴۷۲۳ ، واژه ها و اصطلاحات پایه و عمومی اندازه شناسی
- ۲- استاندارد ملی ایران به شماره ایزو ۱۰۰۱۲ ، الزامات فرایندهای اندازه گیری و تجهیزات اندازه گیری
- ۳- استاندارد ملی ایران به شماره ۵ ، مقررات مربوط به ساختار و شیوه نگارش استانداردهای ملی ایران
- ۴- استاندارد ملی ایران به شماره ۷۴۴۲ ، قسمت یک و دو و سه ، درستی (صحت و دقت) روشها و نتایج اندازه گیری

۵- استاندارد ملی ایران به شماره ایزو آی ای سی ۱۷۰۲۵، الزامات کلی برای تایید صلاحیت آزمایشگاه های آزمون و کالیبراسیون

۶- استاندارد ملی ایران به شماره ۷۶۶۵ ، برچسب کالیبراسیون

7 – GUM : 1995

8 - OIML D10:2007

9 - JCGM 200:2008, International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms(VIM)

10- www.isiri.org

11-www.iso.org

12-www.nist.gov

13-www.oiml.org

14-www.npl.co.uk