

مقدمه

مترولوژی یا دانش اندازه گیری رشته علمی است که در آسایش و رفاه جوامع امروزی نقش مهمی دارد در اینجا سوالاتی مطرح می شود. مترولوژی چگونه بر زندگی روزمره منطبق می شود؟ قلمرو مترولوژی و اندازه گیری چیست؟

مترولوژی چیست؟

مترولوژی علم اندازه گیری است. هر آنچه که با اندازه گیری انجام شود، از جمله طراحی، تحلیل نتایج آزمایش، در محدوده مترولوژی قرار می گیرد.

منظور از مترولوژی چیست؟

آثار علم اندازه گیری می تواند در هر جا دیده شود و به مردم اجازه می دهد زندگی خود را طراحی کنند و مبادلات تجاری خود را با اطمینان انجام دهند. به عنوان مثال اغلب مردم می توانند فرض کنند که ساعت های خانه و محل کارشان تقریباً یک زمان را نشان می دهند. اغلب مردم همیشه مطمئن هستند که سرعت سنجها در ماشین آنها سرعتی یکسان با پلیس محل را اندازه می گیرد. همچنین آنها مطمئن هستند که دماهایی که ترموستات ها، آون ها و دماسنج ها نشان می دهند، درست است. بدون اندازه گیری های مناسب، زندگی ما پیچیده و در برخی موارد بسیار خطرناک خواهد شد.

مردم نیاز دارند چه مطالبی را در مورد مترولوژی بدانند؟

برخی از مردم نیازی به دانستن مطالبی در مورد مترولوژی ندارند. ولی برخی دیگر که با مترولوژی درگیر شده اند خواهان دانستن در مورد آن هستند نظیر اینکه چه کسی و چه چیزی مترولوژی را تنظیم می کند و چه کسی آن را بهبود می بخشد و این کار را کجا انجام می دهند؟
چه چیزهایی با مترولوژی درگیرند؟ کالیبراسیون چیست؟ صحت و عدم قطعیت و معنای واقعی بسیاری از عبارات و دیگر اصطلاحات را باید بدانند.

چه کسی یا چه چیزی مترولوژی را کنترل می کند؟

در صنعت، مترولوژی با قرارداد تنظیم شده است. کمپانی ها که قصد انجام تجارت با دولت های بین المللی و محلی را دارند، به عنوان مثال، غالباً سیاست های اندازه گیری شان را بر پایه ISO 9000 بنا می نهند.

گواهینامه‌های استاندارد ISO 9000 نیازی اولیه برای سازمان های تولیدی و خدماتی است. کالیبراسیون و کنترل تجهیزات آزمون، اندازه گیری و بازرسی یکی از مهمترین الزامات ارایه شده در این استاندارد است. آزمایشگاه های آزمون یا کالیبراسیونی که می خواهند گواهینامه را از سازمان ثالث مستقلی دریافت کنند باید به سمت الزامات ISO/IEC 17025 بروند.

کالیبراسیون چیست؟

کالیبراسیون سنجیدن یک دستگاه اندازه گیری است با یک استاندارد یکسان یا برتر. بهترین تعریف برای کالیبراسیون، تعریفی است که در VIM و در استاندارد ملی ایران با شماره ۴۷۲۳ با نام "واژه ها و اصطلاحات پایه و عمومی اندازه شناسی" منتشر شده است: "کالیبراسیون: مجموعه عملیاتی که تحت شرایط مشخص، میان نشانه‌ی یک دستگاه یا سیستم اندازه گیری، یا مقدار یک سنجه مادی یا ماده مرجع و مقدار متناظر آن که از استانداردهای اندازه گیری حاصل می شود رابطه ای برقرار می کند".

مترولوژی و کالیبراسیون در کجا انجام می شوند؟

یک نفر می تواند بگوید که مترولوژی و کالیبراسیون در هر جایی انجام می شود ولی در واقعیت کار اساسی مترولوژی در آزمایشگاهها و محلی هایی انجام می شود که شرایط محیطی مثل دما، رطوبت، لرزش و عایق بودن از تداخل های الکترونیکی به طور مداوم بررسی و کنترل شود. اساس علم فیزیک بر پایه کمیت های فیزیکی بنا نهاده شده است و با تکیه بر این کمیت های فیزیکی است که قوانین فیزیک بیان می شوند. برای اندازه گیری یک کمیت فیزیکی، لازمست آن کمیت بطور کامل و درستی تعریف شود و یک واحد یا یکای اندازه گیری به آن اختصاص داده شود.

در چهاردهمین کنفرانس عمومی اوزان و مقیاسها در سال ۱۹۷۱ میلادی، بر اساس کارهای انجام شده در کنفرانس های قبلی و کمیته های بین المللی، یکاهای پایه (Base Units) که تعداد آنها هفت عدد بود انتخاب شدند. این هفت واحد پایه، اساس سیستم بین المللی واحدها که آن را با SI نشان می دهند بنیان نهاد. این هفت کمیت پایه عبارتند از:

نام کمیت	نام واحد اندازه گیری	نماد
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	Kg
زمان	ثانیه	S
جریان الکتریکی	آمپر	A
دمای ترمودینامیکی	کلوین	K
مقدار ذرات	مول	mol
شدت روشنایی	کاندلا	cd

با تعیین کمیت های پایه لازمست این کمیت های پایه بگونه ای عملی تعریف شوند تا از طریق روش های اجرائی و آزمایشگاهی آنها را محقق و یک استاندارد پایه برای آنها ایجاد کرد تا بتوان با استفاده از آنها اندازه گیری این کمیت های پایه و سایر کمیت های مرتبط را انجام داد. تعاریف عملی کمیت های پایه فیزیکی به مرور زمان تغییر می کنند ، زیرا با ظهور تکنیکهای جدید اندازه گیری و پیشرفت تکنولوژی ، آنها را با درستی بالاتری میتوان محقق و ایجاد کرد. اولین تعریف کمیت پایه در ۱۸۸۹ میلادی و آخرین آن (تا ۲۰۰۶ میلادی) ۱۹۸۳ میلادی بوده است.

در اینجا نگاهی داریم به برخی تعاریف کمیت ها و یکاها که در استاندارد ملی ایران با شماره ۴۷۲۳ تحت عنوان "واژه ها و اصطلاحات پایه و عمومی اندازه شناسی" بیان شده اند:

کمیت (قابل اندازه گیری)

خصیصه ذاتی یک پدیده، جسم یا ماده که بتوان به طور کیفی تشخیص داد و به طور کمی تعیین کرد.

کمیت پایه

کمیتی از یک دستگاه کمیت ها که بنا به قرارداد عملاً مستقل از بقیه ی کمیت ها پذیرفته می شود.

کمیت فرعی

کمیتی از یک دستگاه کمیت ها که به صورت تابعی از کمیت های پایه آن دستگاه تعریف می شود. مثال: در دستگاهی که طول، جرم و زمان از کمیت های پایه ی آن است، سرعت کمیتی فرعی است که به صورت حاصل تقسیم طول بر زمان تعریف می شود.

یکای اندازه گیری)

کمیتی ویژه که به طور قراردادی تعریف و پذیرفته می شود و بزرگی سایر کمیت های هم جنس را می توان در مقایسه با آن بیان کرد.

مقدار واقعی یک کمیت

مقداری مطابق با تعریف یک کمیت ویژه ی معین.

مقدار واقعی قراردادی یک کمیت

مقداری که به کمیتی ویژه نسبت داده شده و گاه بر حسب قرارداد پذیرفته می شود که از عدم قطعیتی مناسب برای منظوری معین برخوردار است.

اندازه گیری و اندازه شناسی

فرآیند تعیین بزرگی یا به عبارتی مقدار یک کمیت را اصطلاحاً اندازه گیری می گویند که بر مبنای اصولی علمی انجام می گیرد. بطور مثال برای اندازه گیری دما از اثر ترموالکتریکی و برای اندازه گیری سرعت از اثر دوپلر می توان استفاده کرد. به همین دلیل امروزه با علم اندازه گیری یا اندازه شناسی روبرو هستیم که روزبه روز اهمیت و کاربرد آن بیشتر توسعه پیدا کرده و تمامی جنبه های نظری و عملی مرتبط به اندازه گیری با هر عدم قطعیت و در هر زمینه علمی و فنی را در بر می گیرد. در اینجا به معرفی مهمترین و اساسی ترین مفاهیم در اندازه گیری می پردازیم.

هر کمیت ویژه ای که از طریق اندازه گیری مقدار کمی آن تعیین می شود را اندازه ده (Measurand) می گویند. مقدار اندازه ده یا همان نتیجه اندازه گیری می تواند تحت تأثیر کمیت های دیگری باشد که به آنها کمیت های تأثیر گذار می گویند. بطور مثال دمای یک میکرومتر که برای اندازه گیری طول بکار می رود بر روی مقدار اندازه ده تأثیر دارد. لذا بهتر است بجای "مقدار اندازه ده" از "مقدار نسبت داده شده به اندازه ده" برای نتیجه اندازه گیری استفاده کرد و اطلاعاتی نیز درباره ی عدم قطعیت اندازه گیری بعمل آمده نیز ارائه داد. در بسیاری از موارد مقدار یک کمیت در فرآیند اندازه گیری بوسیله ی دستگاه اندازه گیری نشان داده می شود که به آن نشاندهی (Indication) دستگاه اندازه گیری می گویند. تفکیک پذیری (Resolution) یک دستگاه اندازه گیری عبارت است از کوچکترین اختلاف میان نمایش های وسیله نمایشگر که بتوان آنها را بطور معنادار از هم تمیز داد.

هر چه نتیجه اندازه گیری بعمل آمده با مقدار واقعی کمیت تحت اندازه گیری نزدیکتر باشند اندازه گیری با درستی (Accuracy) بهتری انجام شده است. اما بدلیل اینکه نمی توان مقدار واقعی یک کمیت را تعیین کرد تا نتیجه اندازه گیری با آن مقایسه شود و بجای آن از مقدار واقعی قراردادی برای ارزیابی درستی اندازه گیری استفاده می شود، نتیجه می توان گرفت که درستی مفهومی کیفی دارد نه کمی.

غالباً از واژه "دقت" بجای "درستی" استفاده می شود که اشتباه است زیرا دقت نزدیک بودن نتایج حاصل از چند بار اندازه گیری متوالی یک اندازه ده به یکدیگر را در شرائط تکرارپذیر نشان می دهد و نه نزدیکی آنها به مقدار واقعی را.

منظور از شرایط تکرارپذیری نیز شرایطی یکسان است که اندازه گیری اندازه ده تحت آنها انجام می گیرد. این شرایط عبارتند از:

- روند اندازه گیری یکسان
 - ناظر یکسان
 - دستگاه اندازه گیری یکسان با شرایط به کار گیری همانند
 - محل یکسان
 - فاصله زمانی کوتاه بین اندازه گیریهای متوالی
- در صورتیکه یک یا چند تا از شرایط بیان شده برای تکرارپذیری، محقق نشوند، دیگر به آن شرایط تکرارپذیر اطلاق نمی شود بلکه به آن شرایط تجدیدپذیری (Reproducibility) می گویند.

قابلیت ردیابی *Traceability*

قابلیت ارتباط دادن مقدار یک کمیت استاندارد یا نتیجه اندازه گیری با مرجع های ملی یا بین المللی از طریق زنجیره پیوسته مقایسه ها که همگی عدم قطعیتی معین دارند.

خطا و عدم قطعیت

بطور خلاصه، خطا تفاوت بین مقدار اندازه گیری شده و مقدار واقعی (قراردادی) کمیت تحت اندازه گیری است. در حالیکه عدم قطعیت بطور ساده محدوده احتمالی است که کمیت تحت اندازه گیری در آن قرار میگیرد.

لذا خطا دارای علامت مثبت یا منفی است ولی عدم قطعیت دارای این علامتها نبوده و غالباً با علامت \pm بیان میشود که نشان از محدوده مورد بحث که خطا احتمالاً در آن قرار میگیرد، دارد.

غالباً خطای اندازه گیری را می توان با اعمال تصحیحات مناسب کاهش و حتی به صفر رساند و نتیجه تصحیح شده را می توان بوسیله یک عدم قطعیت مشخص نمود و این عدم قطعیت نباید با خطای باقیمانده که نمی توان آنرا کاهش و یا حذف کرد اشتباه شود.

برای درک درست و دقیقتر مفاهیم فوق، تعارف مربوط به خطا و عدم قطعیت که در لغتنامه بین المللی "اصول پایه و عمومی اندازه شناسی (VIM)" و همچنین در استاندارد ملی ایران ۴۷۲۳ بیان شده است، در اینجا عیناً نقل میگردد:

خطای مطلق اندازه گیری (Absolute Error):

نتیجه اندازه گیری منهای مقدار واقعی کمیت تحت اندازه گیری (اندازه ده) را خطای مطلق اندازه گیری می گویند.

عدم قطعیت اندازه گیری (Uncertainty of measurement):

نتیجه ارزیابی برای مشخص کردن محدوده ای که تخمین زده می شود، مقدار واقعی یک کمیت اندازه گیری شده در آن قرار دارد و معمولاً با یک احتمال بیان می شود. در عمل، منابع مختلفی ممکن است در یک سیستم اندازه گیری منجر به بروز عدم قطعیت شود. این منابع می توان شامل موارد زیر باشد:

- کمیت تحت اندازه گیری بطور کامل تعریف و تعیین نشده باشد.
- کمیت تحت اندازه گیری تعریف شده ولی بطور کامل محقق نشده است.
- نمونه تحت اندازه گیری نماینده کمیت تعریف شده نباشد.
- علم کافی در زمینه تاثیر شرایط محیطی روی اندازه گیری موجود نبوده یا اینکه شرایط محیطی بطور مناسب اندازه گیری و یا کنترل نشوند.
- خطای انسانی در قرائت تجهیزات آنالوگ وجود داشته باشد.
- قدرت تفکیک یا حداقل زینه محدود تجهیزات.
- مقادیر غیر واقعی استانداردهای اندازه گیری و مواد مرجع.
- مقادیر غیر واقعی اعداد ثابت.
- تقریبهها و فرضیات بعمل آمده در روشهای کار.

▪ تغییر در مقادیر که مربوط به تکرار اندازه گیری در شرایط ظاهراً یکسان است (عدم تکرار پذیری).

لازم نیست منابع فوق از هم مستقل باشند بلکه می توانند بر روی هم اثر گذار باشند و همچنین منابع فوق میتوانند بر روی منبع آخر، یعنی عدم تکرار پذیری نقش داشته و سهم باشند.

در این مقاله تا حدودی با تعاریف و مفاهیم اساسی در کالیبراسیون و متروлоژی آشنا شدیم. امید است با توجه به اهمیت کالیبراسیون و متروлоژی در صنایع مختلف و حتی زندگی روزمره، شاهد پیشرفت روزافزون آن در کشورمان باشیم.

در راستای تحقق بخشیدن به اهداف واقعی کالیبراسیون و استاندارد، آزمایشگاه‌های کالیبراسیون شرکت تابان نیرو سپاهان با خط مشی فکری و کاری " کالیبراسیون را باور و باور کنیم " سال هاست فعالیت صادقانه و مستمر داشته است.

مراجع

- ۱- استاندارد ملی ایران به شماره ۴۷۲۳، واژه‌ها و اصطلاحات پایه و عمومی اندازه‌شناسی.
- ۲- استاندارد ملی ایران به شماره ایزو ۱۰۰۱۲، الزامات فرایندهای اندازه‌گیری و تجهیزات اندازه‌گیری.
- 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 اندازه‌گیری.

5 – GUM : 1995

6 - OIML D10:2007

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

8- Fluke Corporation, "philosophy in practice", 1994.

9- www.isiri.org

10-www.npl.co.uk