شرکت پویاسیستم پارسیان

دوره آموزشی

کالیبراسیون عمومی ومعرفی استاندارد ISO10012

General Calibration

مدرس: هادی عسگری

مقدمه :

علم اندازه گیری یا مترولوژی یکی از ارکان اساسی است که تمدن کنونی ما بر آن بنا شده است و هر یک از پیشرفتهای علمی و صنعتی بشر از زمانیکه در غارها می زیسته تا کنون به نحوی به قابلیت او در امر اندازه گیری مربوط می شود.

در سری استانداردهای ۹۰۰۰ بخش ISO10012 جهت وسائل اندازه گیری و روشهای گوناگون تطبیق این وسائل با استانداردهای مبنا و نیاز به مقایسه دستگاههای دقیق در زمان های معین مورد بحث و بررسی قرار می گیرند. در این مقوله، روشهای مختلف اندازه گیری، صلاحیت و شایستگی متخصصین، آموزشهای مورد نیاز، شرایط آزمایشگاهها، نحوه بهره گیری از آزمایشگاههای اکردیته از موضوعات مورد توجه خاص این بخش می باشد.

وسائل اندازه گیری و نحوه استفاده از آنها و لزوم بکارگیری آنها در صنعت، تجارت، حمل و نقل، دادوستد، علوم پزشکی و بهداشتی، علوم فضائی، علوم دریائی و ... از اهمیت بسزایی برخوردار می باشد.

مقدمه :

زندگی مردم و برنامه ریزی های اقتصاد ملی، محاسبه ارزش مواد، تخمین کیفیت تولید، تعمیر و نگهداری، پیشگیری و تعمیرات، تنظیم و نگهداری فرآیندهای تکنولوژی، تحقیقات علمی، اصول ایمنی، تشخیص بیماریها، روش پیچیده ساخت داروها، ارائه خدمات، همه و همه مدیون بلافصل و بدون قید و شرط علوم اندازه گیری هستند.

تمام باسکول های سنگین و سبک، تجهیزات پزشکی، کنتورهای برق، کنتورهای آب، ترازوهای حساس، تجهیزات صنعتی، وسائل اندازه گیری موجود در کارگاههاو هر نوع وسیله ای که یک کمیتی را نشان میدهد، نیازمند یک پروسه مقایسه و انطباق با استاندارد مربوطه میباشد. به همین لحاظ اهمیت و نقش کالیبره و عمل کالیبره کردن مطرح میشود.

مقدمه :

- کالیبراسیون (Calibration) از ریشه کالیبر (Caliber یا Calibre) به معنای قطر داخلی لوله تفنگ یا توپ و یا قطر خارجی گلوله یا فشنگ میباشد.
- معادل فارسی آن " برسنجیدن" است.
- تعریف آن طبق استاندارد VIM (فرهنگ اصطلاحات پایه و عمومی اندازه شناسی) عبارتست از:

"مجموعه عملیاتی که تحت شرایط مشخص ،میان نشان دهی یک دستگاه یا سیستم اندازه گیری و یا مقدار یک مقیاس مادی یا ماده مرجع و مقدار متناظر آن که از استانداردها حاصل میشود، رابطه برقرار می کند."

- به بیان ساده تر : مقایسه یک وسیله اندازه گیری با یک مرجع استاندارد که در رده درستی (صحت) بالاتری قرار دارد.
- هدف تعیین خطای وسیله اندازه گیری تحت آزمون نسبت به استاندارد مرجع می باشد.

تاریخچه :

- اهمیت کالیبراسیون از دهه ۱۹۵۰ مشخص شد چراکه تکرارپذیری قطعات در تولید انبوه یک نیاز اساسی در صنعت بود.
- اولین اقدام در سطح ملی در دهه ۱۹۵۰ و در استرالیا توسط مرجع ملی آزمون استرالیا (NATA) انجام شد.
- اندکی بعد، پس از جنگ جهانی دوم توسط ژاپن مورد توجه قرار گرفت.
- در اواخر ۱۹۶۶ در بریتانیای کبیر سازمان BSC(British Calibration Service) اقدام به اعطای مجوز صدور گواهینامه کالیبراسیون معتبر نمود.
- جهت اثبات اینکه آیا آزمایشگاههای خواهان اخذ تأییدیه می توانند اندازه گیریها را با صحت معین انجام دهند، قطعه کارهای کالیبره شده در NPL(National Physical Laboratory) به آزمایشگاههای متقاضی ارسال شده و این آزمایشگاهها تحت نظارت و ممیزی قرار گرفتند.
- در سال ۱۹۷۷، BSC بخشی از NPL شد و با یکی دیگر از سازمانهای وابسته به NPL بنام NATLAS متحد گردید و سازمان جدیدی بنام NAMAS (National Measuring Accreditation Service) را ایجادکرد وسایرکشورهای اروپایی ازانگلستان تبعیت کردند.

تعریف کالیبراسیون :

سنجش تناسب ابزار اندازه گیری در شرایط کاملاً استاندارد شده و ایده آل در یک اطاق اندازه گیری و توسط اپراتور آموزش دیده با یک قطعه استاندارد (طبق استاندارد تعریف شده)

هدف :

حداقل نمودن انحراف وسیله اندازه گیری از طریق مقایسه با قطعات استاندارد تحت شرایط استاندارد

شرایط واقعی :

۱- ابزار اندازه گیری در مکان واقعی
۲- استفاده از ابزار توسط اپراتور های مختلف
۳- اندازه گیری قطعات واقعی
۴- اندازه گیری در شرایط محیطی متفاوت

تعاریف

- **(فرآیند) اندازه گیری** : مجموعه عملیاتی جهت تعیین مقدار یک کمیت
- **اندازه ده (Measurand)** : کمیت خاصی که مورد اندازه گیری قرار می گیرد. مانند: فشار بخار مقدارمعینی از آب در دمای 20 درجه سانتیگراد
- **تجهیزات اندازه گیری:** وسیله اندازه گیری، نرم افزار، استاندارد اندازه گیری ، مواد مرجع یا وسایل کمکی یا ترکیبی از آنها که جهت تحقق فرآیند اندازه گیری موردنیاز می باشند.
- **اندازه شناسی (Metrology)**: دانش اندازه گیری شامل کلیه جنبه های نظری و عملی
- **خطای اندازه گیری :** نتیجه اندازه گیری منهای مقدار واقعی اندازه ده
- **تنظیم :** عملی که دستگاه اندازه گیری را در وضعیت کارکرد مناسب برای استفاده قرار می دهد. (تنظیم ممکن است خودکار، نیمه خودکار یا دستی باشد)

تأییدیه اندازه شناسی :

مجموعه عملیات لازم جهت اطمینان از اینکه تجهیزات اندازه گیری با نیازمندیهای کاربرد مورد نظر انطباق دارد.

یادآوری۱: تأییدیه اندازه شناسی معمولاً شامل کالیبراسیون یا تصدیق ، هرگونه تنظیم یا تعمیر لازم، و کالیبره مجدد پس از ان، مقایسه با نیازمندیهای اندازه شناسی کاربرد موردنظر تجهیزات و همچنین هرگونه لاک ومهر و برچسب زنی می شود

یادآوری ۲ : تأییدیه اندازه شناسی ارائه نمی شود مگر اینکه انطباق تجهیز اندازه گیری جهت کاربرد موردنظر اثبات شده و مستند گردد.

یادآوری ۳ : نیازمندیهای کاربرد موردنظر شامل موارد مربوط به دامنه، ریزنگری، حداکثر خطاهای مجاز و... می شود.

یادآوری ۴ : نیازمندیهای تأییدیه اندازه شناسی معمولاً متمایز بوده و در نیازمندیهای محصول مشخص نمی شوند.

تعاریف

- **ماده مرجع:** ماده یا جسمی که مقادیر یک یا چند خصوصیت آن به اندازه کافی همگن بوده وتثبیت شده است تا برای کالیبراسیون یک دستگاه ، ارزیابی یک روش اندازه گیری یا تعیین مقدار برای مواد به کار رود.
- **شرایط مرجع** : شرایط استفاده ای که برای آزمون عملکرد دستگاه اندازه گیری یا مقایسه داخلی نتایج اندازه گیریها تعیین می شود.این شرایط عموماً شامل مقادیر مرجع یا گستره های مرجع کمیتهای تأثیرگذاری است که روی دستگاه اندازه گیری اثر می گذارند.
- **مشخصات اندازه شناسی** : مشخص ساختن ویژگیهایی که می توانند در نتایج اندازه گیری تأثیرگذار باشند.

یادآوری۱ : تجهیزات اندازه گیری معمولاً مشخصات کمی متعددی دارند.

یادآوری ۲ : مشخصات اندازه شناسی می تواند در کالیبراسیون مورد استفاده قرار گیرد.

تعاریف

- **گستره اندازه گیری** : مجموعه مقادیری از اندازه ده که انتظار می رود خطای دستگاه اندازه گیری برای این مجموعه در محدوده از پیش تعیین شده قرار گیرد.
- **زینه بندی (ریزنگری/ تفکیک پذیری)** : کوچکترین اختلاف میان نمایش های وسیله نمایشگر که بتوان آنها را به طور معنا دار از هم تمیز داد. (که بصورت مطلق و یا درصدی از گستره وسیله اندازه گیری می توان بیان نمود.)
- **ثبات:** توانایی وسیله اندازه گیری در ثابت نگه داشتن مشخصه های اندازه شناسی خود نسبت به زمان
- **استاندارد (اندازه گیری)** : سنجه مادی ، دستگاه اندازه گیری ، ماده مرجع یا سیستم اندازه گیری که هدف آن تعریف، تحقق، ابقا یا باز تولید یکای یک کمیت یا مقداری (یا مقادیری) از آن است که به عنوان مرجع به کار گرفته می شود. مانند: استاندارد جرم یک کیلوگرمی

تعاریف

- **استاندارد بین المللی (اندازه گیری)** : استانداردی که در توافق بین المللی به عنوان مبنا برای کمیتی به رسمیت شناخته می شود تا برای مشخص شدن مقادیر سایر استانداردهای مورد نظر در سطح جهانی به کار گرفته شود.
- **قابلیت ردیابی**: قابلیت ارتباط دادن یک استاندارد یا نتیجه یک اندازه گیری با مرجع های ملی یا بین المللی از طریق زنجیره پیوسته مقایسه ها که همگی عدم قطعیتی معین دارند.
- **کالیبراسیون** : مجموعه عملیاتی که تحت شرایط معین ، میان نشاندهی 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.

اطمینان حاصل کردن از دقت و صحت وسیله اندازه گیری با توجه به شاخصها و معیارهای مشخص شده و تعیین شده

تعیین خواص اندازه شناسی

عدم قطعیت :

پارامتری در ارتباط با نتیجه یک اندازه گیری که بیانگر پراکندگی مقادیری است که می توان بطور منطقی به اندازه ده نسبت داد.

یادآوری۱: پارامتر مذکور ممکن است به عنوان مثال انحراف معیار (یا مضربی از آن) باشد.

یادآوری۲: عدم قطعیت اندازه گیری بطورکلی شامل عوامل زیادی می شود. برخی از این عوامل ممکن است از طریق توزیع آماری نتایج یکسری اندازه گیری موردارزیابی قرار گیرد و ممکن است توسط انحراف معیار توصیف شود. همچنین سایر عواملی که می توانند توسط انحراف معیار توصیف شوند، از طریق توزیع های احتمالی مفروض بر اساس تجربه و یا سایر اطلاعات مورد ارزیابی قرار می گیرند.

برخی عوامل عدم قطعیت عبارتنداز: نمونه گیری ، آماده سازی، روش،شرایط محیطی، دقت ابزار ،کالیبراسیون ، خطای قرائت و ...

قانون عدم قطعیت : عدم قطعیت دستگاه های کالیبره کننده باید ۳ تا ۱۰ برابر کمتر از ریزنگری دستگاه کالیبره شونده باشد.

استاندارد عدم قطعیت: EN45001 (یا ISO/IEC Guide 25)

کمیت(قابل اندازه گیری)

مشخصه ذاتی یک پدیده،که بتوان آنرا از نظر کیفی تشخیص داد و از نظر کمی تعیین نمود

مانند :طول،جرم،زمان

دستگاه کمیت ها :

مجموعه ای از کمیت ها که بتوان بین آنها رابطه تعریف شده ای بوجود آورد.

کمیت پایه:

کمیتی که مستقل از سایر کمیت ها در یک دستگاه کمیتی باشد را کمیت پایه می گویند.

مانند : طول در سیستمSI

کمیت فرعی:

کمیتی که بر مبنای کمیت پایه تعریف می شود. مانند : سرعت

کمیت اندازه ده:

به کمیتی که مورد اندازه گیری قرار میگیرد کمیت اندازه ده می گویند.

بازرسی :

ارزیابی انطباق از طریق مشاهده و قضاوت به کمک روشهایی نظیر اندازه گیری،تست (آزمون) یا گیج گذاری– ISO/IEC Guide 2 و ISO9000:2000

تست (آزمون) :

تعیین یک یا چند مشخصه مطابق با روش اجرایی

تصدیق:

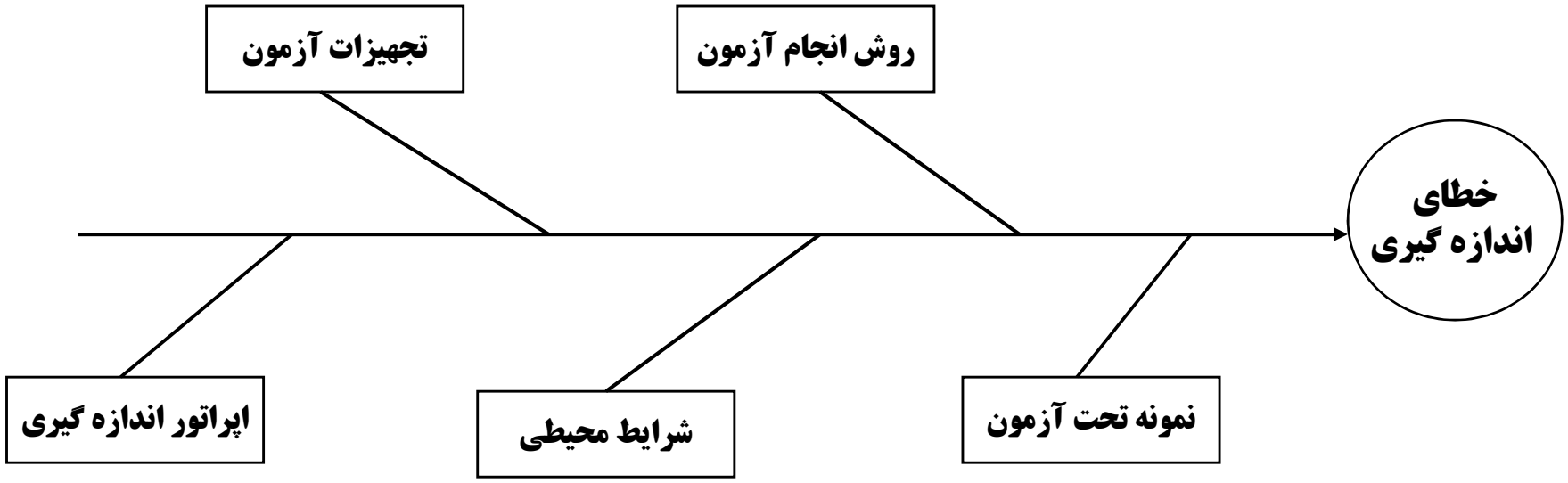
تأیید ، براساس شواهد عینی که نشان می دهد نیازمندیها برآورده شده اند.

صحه گذاری:

تأیید ، براساس شواهد عینی که نشان می دهد نیازمندیها جهت استفاده یا کاربرد خاصی برآورده شده اند.

فرضیه شوارتز در مورد یک سیستم اندازه گیری

عوامل انحراف در یک سیستم اندازه گیری :



عوامل مؤثر بر اعتبار اندازه گیریها :

- نوع تجهیزات ، نگهداری و تعمیرات و محافظت از تجهیزات
- قابلیت ردیابی اندازه گیری
- برنامه زمانی کالیبراسیون
- کنترل شرایط محیطی
- تخصیص مسئولیتها و سرپرستی و مدیریت
- پرسنل آزمایشگاه (کفایت، مهارت، آموزش، انگیزه ، قدرت قضاوت فنی)
- شناسایی ، محافظت وآماده سازی نمونه مورد اندازه گیری
- روش، مستندسازی و سوابق اندازه گیری و گزارش دهی نتایج
- فشارهای زمانی
- کنترل عملیات پیمانکار فرعی
- ممیزی و بازنگری کیفیت

مجموعه ای از یکاهای پایه و فرعی که بین آنها رابطه ای تعریف شده باشد.
مثل دستگاه بین المللی واحدهای SI

کمیت پایه	یکاهای پایه	نماد
طول	متر	M
جرم	کیلو گرم	Kg
زمان	ثانیه	S
جریان الکتریکی	آمپر	A
دمای ترمودینامیکی	کلوین	K
مقدار ماده	مول	Mol
شدت روشنایی	کاندلا	cd

دستگاه یکاهای اندازه گیری

کمیت فرعی	یکاهای فرعی	نماد
نیرو	نیوتن	N
انرژی	ژول	J
فشار	پاسکال	Pa

استانداردهای اندازه گیری

۱- استاندارد بین المللی: استانداردی که با یک موافقتنامه بین المللی به عنوان استاندارد مبنا شناخته شده و وسیله ای می شود جهت دادن اندازه به سایر استانداردها از همان کمیت در جهان

۲- استاندارد ملی : استانداردی که با یک موافتنامه ملی بعنوان استاندارد مبنا ملی شناخته شده و وسیله ای می شود جهت دادن اندازه به سایر استانداردها از همان کمیت در آن کشور .

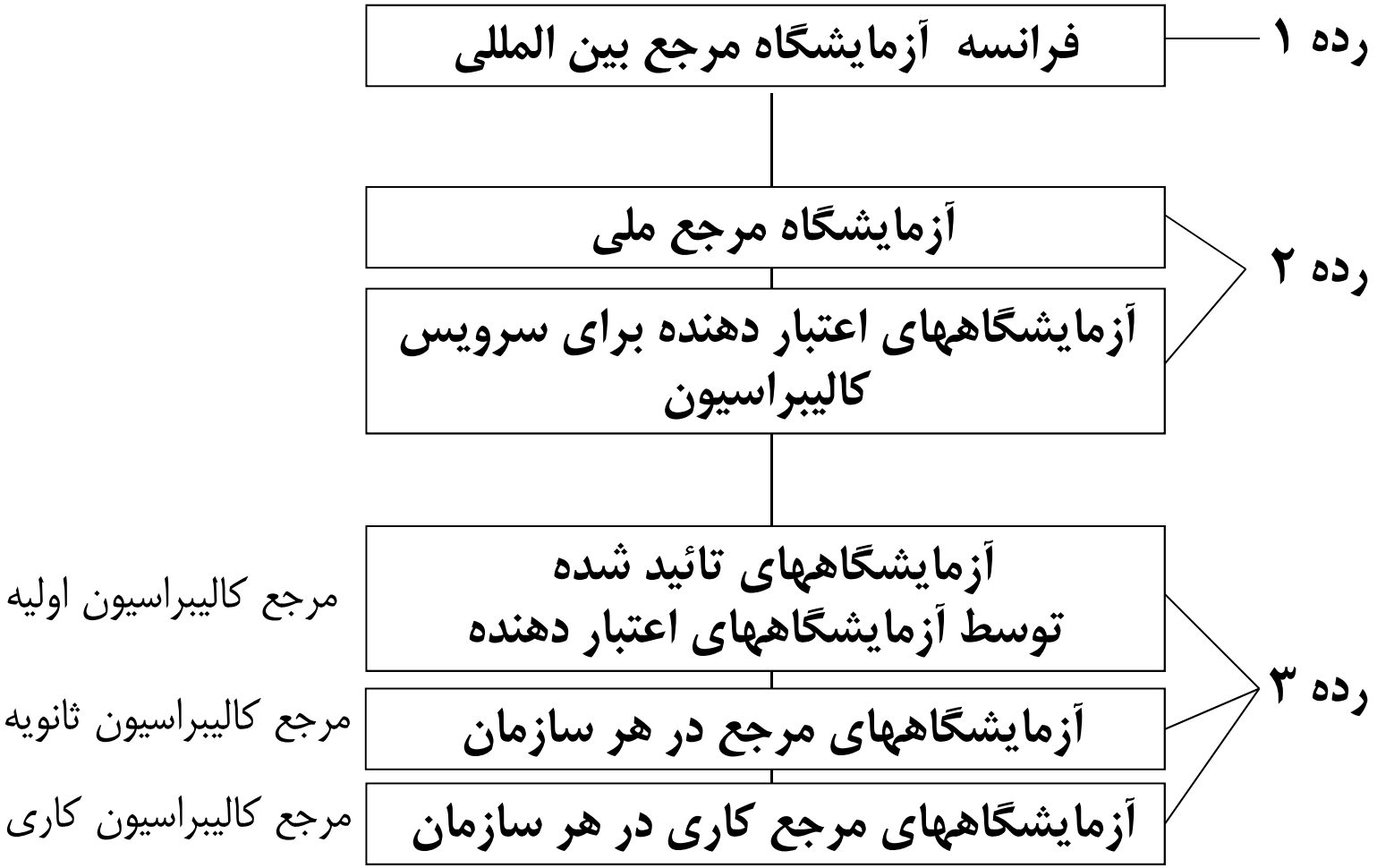
۳-استاندارد اولیه: این استاندارد دارای بالاترین کیفیت مترو لوژیکی (اندازه شناسی) برای کمیت خاص میباشد که همواره توسط یک موسسه بین المللی کالیبره و دارای تاییدیه میباشد.

۴-استاندارد ثانویه:استانداردی است که به صورت دوره ای توسط استاندارد اولیه کالیبره میگردد و صرفا برای کالیبره کردن استاندارد های رده پایین تر یعنی استانداردهای کاری مورد استفاده قرار میگیرد.

۵-استاندارد مرجع: استانداردی است که بطور کلی دارای بالاترین کیفیت مترو لوژیکی موجود در آن محل و یا سازمان است و اندازه گیریها از آن ناشی میشود.

۶-استاندارد کاری:از نظر دقتی پایینترین مقیاس را در سطح ازمایشگاه کالیبراسیون دارند و برای کالبیره کلیه دستگاههای اندازهگیری که در واحدهای کاری قرار دارند مورد استفاده قرار میگیرند. استانداردهای کاری معمولا توسط استتانداردهای مرجع و یا استانداردهای ثانویه کالبیره می شوند.

سلسله مراتب جهت آزمایشگاه های کالیبراسیون طول



سیستم های کالیبراسیون طول:

بطور کلی سیستم کالیبراسیون طول به دو بخش تقسیم میشوند سیستم مطلق و سیستم مقایسه ای

سیستم مطلق:

کالیبراسیون بر اساس تعریف واحد طول که بصورت مطلق و غیر مقایسه ای انجام می پذیرد

سیستم مقایسه ای:

در این روش یک وسیله اندازه گیری با عدم قطعیت کمتر با یک وسیله با عدم قطعیت بالاتر سنجیده و مقایسه می شود و خطای وسیله مورد نظر بدست می آید . که این روش روشی متداولتر و کم هزینه تر می باشد.

روشهای کالیبراسیون:

بطور کلی روش کالیبراسیون به سه طریق صورت میگیرد.

۱) روش اول کالیبراسیون برای بدست آوردن خطا و ثبت نتایج حاصله میباشد.

۲) روش دوم کالیبراسیون روش اول را در بر گرفته و علاوه بر آن نتایج حاصله با استاندارد و دستور العمل تعیین شده مقایسه شده و وضعیت وسیله نیز مشخص می شود.(وضعیت وسیله از جهت قبول یا رد آن)

۳) روش سوم کالیبراسیون روش دوم را در بر گرفته و علاوه بر آن تنظیم و یا تعمیر و حذف خطای ایجاد شده را نیز در بر میگیرد

تعریف اتاق تمیز:

محیطی که از نظرشرایط فیزیکی مانند دما ،رطوبت نسبی، صدا ، نور و خصوصا میزان آلودگی تحت کترل قرار گیرد محیط یا اتاق تمیز نام دارد درجه تمیزی در این محیط باید طبق استانداردهای تعریف شده باشد .آلودگیهای داخل محیط یا از نوع ذرات غبار هوا و یا از نوع میکروبها و یا هر دو است. در محیطهای تمیز صنعتی، آلودگیهای میکروبی نقش مخرب ندارند و تمهیداتی جهت زدودن آنها صورت نمی گیرد در محیط های تمیز پزشکی و داروئی بدلیل نقش تخریبی آلودگی های میکروبی، محیط ابزار و وسائل باید پاک شود.

طبق استاندارد فدرال ۲۰۹–ب تعداد ذرات بزرگتر یا مساوی ۵/۰ میکرونی در یک فوت مکعب اتاق ، معرف درجه تمیزی است.

تعداد ذرات	درجه تمیزی اتاق
کمتر از ۱۰۰	۱۰۰
بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰	۱۰۰۰
بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰
بین۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰

همانطور که در مباحث قبل گفته شده هر کالیبراسیونی بایستی مطابق با روش و استاندارد مربوطه آن دارای شرایطی محیطی مناسب جهت جلوگیری از تاثیرات نا خواسته محیط بر نتایج کالیبراسیون باشد.

۱-استاندارد مبنای کالیبراسیون:

کلیه ابزارهای اندازه گیری بر اساس استاندارد ملی و بین المللی ساخته و بازرسی می شوند ،بنابرین مبنای مقایسات جهت بازرسی ابزار همچنین میزان صحت ، مشخصات مختلف ابعادی ،مقاومت مکانیکی و ... در استاندارد مربوط به ابزار قید گردیده است . از این رو مشخصات لازم جهت صحیح عمل کردن ابزار مورد کالیبراسیون در استاندارد آن وجود دارد.
روش بازرسی و کالیبراسیون ابزار برای بررسی اینکه آیا وسیله مورد کالیبراسیون دارای مشخصات مورد نظر در استاندارد هست یا خیر را روش کالیبراسیون ابزار میگویند.

۲-شرایط محیطی استاندارد کالیبراسیون طول:

دمای استاندارد کالیبراسیون طول مطابق با استاندارد ISO1، ۲۰ درجه سانتیگراد میباشد. اما از آنجا ئیکه کنترل دقیق دما برای ایجاد شرایط دمایی مذکور بدون هیچگونه تغییراتی غیر ممکن است ، تلرانس تغییر دمای محیط ، تعیین کننده گرید مربوطه می باشد .

بعنوان مثال براساس راهنمای متعلق به موسسه NAMAS انگلستان شرایط کالیبراسیون طول برای آزمایشگاههای کالیبراسیون دستگاهها و لوازم اندازه گیری طول (مانند میکرومترها ،ساعت های اندازه گیری ،گیج های برونرو) با استفاده از دستگاههای یونیورسال طول مانند DMS680 و یا با استفاده از بلوکهای سنجه آزمایشگاهی با صحتهای یک هزارم میلیمتر معادل ۲+۲۰ با تغییرات ۱+ درجه سانتیگراد در ساعت می باشد. همچنین حداکثر رطوبت نسبی ۶۰٪ جهت جلوگیری از خوردگی لوازم می باشد. درصورتیکه شرایط دمایی برای آزمایشگاههای عمومی اندازه گیری و مترولوژی جهت اندازه گیری عمومی قطعات با صحتهای یک صدم میلیمتر معادل ۴+۲۰ با تغییرات ۲+ درجه سانتیگراد در ساعت می باشد

۲-شرایط محیطی استاندارد کالیبراسیون طول:

جهت کالیبراسیون ابزارهای اندازه گیری با کالیبراتورهای حساس با صحت حداکثر ۱ میکرون بایستی محل نصب کالیبراتورها از نظر ارتعاشات عایق شده باشد. برای آزمایشگاه آکردیته درجه ۱ ، ارتعاش بایستی ماکزیمم ۰۰۳/۰ شتاب جاذبه (g) در محورهای X، Y و Z باشد. همچنین شدت نور حداقل ۸۰ فوت کاندل بدون ایجاد سایه روی میز کار و میزان صدا کمتر از ۷۵db می باشد.

۳-شرایط ساختمانی آزمایشگاههای استاندارد کالیبراسیون طول:

برای کالیبراسیون ابزارهای اندازه گیری با کالیبراتورهای حساس با صحت میکرو متر و کمتر از میکرومتر ، محل نصب دستگاههای کالیبراتور بایستی از نظر ارتعاشات عایق شده باشد و ارتعاشات وارده به سیستم و دستگاههای کالیبراتور کمتر از میزان مشخص شده در راهنماهای مربوط باشد.

جهت جلوگیری از تغییرات شدید دمایی محیط اطراف آزمایشگاه و همچنین کم شدن ارتعاشات یکی از بهترین راه حلها ، ساختن آزمایشگاههای کالیبراسیون دقیق در زیر زمین می باشد. همچنین جهت جلوگیری از ورود ذرات گرد و غبار و انتقال دما از خارج به داخل آزمایشگاه ، بایستی فشار داخلی آزمایشگاه نسبت به بیرون مثبت باشد. درهای ورودی به آزمایشگاه باید بصورت Air Clock باشد تا از تغییر ناگهانی دما و هوا جلوگیری به عمل آید.

آزمایشگاههای دقیق کالیبراسیون به لحاظ کنترل دقیق دمایی وایزوله بودن از نظر ارتعاشات و دیگر تاثیرات محیط اطراف از تکنیک خاص و دانش فنی بسیار بالایی برخوردار است.

۳-شرایط ساختمانی آزمایشگاههای استاندارد کالیبراسیون طول:

نوشیدن مایعات و خوردن غذا در داخل آزمایشگاه ممنوع می باشد.
کلیه فاکتورهای محیطی توسط دستگاههای ثبات در طول شبانه روز بایستی ثبت گردد.

- **راههای جلوگیری از ایجاد آلودگی :**

الف- ورود آلودگی : بکارگیری اجزاء ساختمانی خاص، پوشش لباس افراد، آبندی کامل اتاق، تصفیه هوای ورودی، تمیزکاری
ب- تولید آلودگی : بکارگیری اجزاء ساختمانی خاص، پوشش لباس افراد، پوشش قطعات و عدم بکارگیری ابزار آلودگی زا
ج- نقل و انتقال آلودگی : سیستم هوارسانی و گردش هوای مناسب

هدف :ایجاد روشی مناسب برای کنترل از انجام عملیات کالیبراسیون بر روی وسیله اندازه گیری.

دستور کار:

کلیه دستگاههای تست ،بازرسی و آزمون باید دارای بر چسب کالیبراسیون باشند که نشان دهد،دستگاه توسط آزمایشگاه کالیبراسیون بازرسی و کالیبره شده است.
بر روی بر چسب کالیبراسیون حتما باید تاریخ کالیبره و انقضا اعتبار آن قید شود و بر چسب فوق باید ممهور به مهر آزمایشگاه کالیبره کننده شده باشد و در جائی که بوضوح دیده میشود نصب گردد.

راهنمای تعیین فواصل کالیبراسیون

مهمترین موضوع در عملکرد مطلوب یک سیستم تأئید کننده، تعیین ماکزیمم زمان بین دو تائید متوالی قطعات استاندارد اندازه گیری میباشد . مهمترین پارامترهای تاثیر گذار در پریود تأیید عبارتند از:

A) نوع وسیله اندازه گیری

B) توصیه های سازنده وسیله اندازه گیری

C) گرایش نتایج به دست آمده در کالیبراسیونهای قبلی

D) تاریخچه تعمیرات و سرویسهای انجام شده روی وسیله اندازه گیری

E) میزان استفاده و نحوه رفتار با دستگاه

F) میل به فرسایش و انباشتگی در نتایج

G) دفعات و مراحل و نوع عملیات و تستها و کالیبراسیون انجام شده در کارخانه یا آزمایشگاه عرضه کننده کالاوخدمات

H) دفعات چک کردن مقایسه ای دستگاه با سایر وسایل اندازه گیری بویژه قطعات استاندارد اندازه گیری

I) شرایط محیطی (درجه حرارت ،رطوبت ، ارتعاشات و غیره)

J) دقت مورد نظر اندازه گیری ها با وسیله.

k) هزینه نتایج غلط حاصل از اندازه گیریها توسط وسیله

استاندارد OIML-No10 راهنمایی جهت تعیین فواصل زمانی تأیید تجهیزات اندازه گیری ارائه می دهد.

در شرایط کلی به عنوان یک نقطه شروع جهت تعیین فواصل زمانی کالیبراسیون می توان از جدول زیر استفاده نمود:

نوع تجهیزات	دوره زمانی (ماه)
انواع میکرومتر ، کولیس و ابزار ورنیه ای	۳
گیجهای برو–نرو، گیجهای پیچ و گیجهای فشار	۶–۳
تجهیزات اندازه گیری جرم، حجم، جریان مایع و گاز، دما، رطوبت، ولتاژ، جریان و مقاومت	۱۲–۶
بلوکهای سنجه ،قیدها، بستها و شابلن ها	۱۲

صحت (Bias)– Accuracy

- میزان نزدیکی نتیجه یک اندازه گیری با مقدار واقعی اندازه ده (یک مفهوم کیفی)
- اختلاف بین میانگین اعداد اندازه گیری شده با اندازه مرجع قابل قبول
- حد نادرستی (عدم صحت) یک مقدار که اغلب بصورت درصدی از گستره وسیله اندازه گیری بیان می شود.

- اندازه گیری چند بار قطعه و محاسبه میانگین
- تعیین اندازه مرجع (چند بار اندازه گیری با ابزار دقت بالاتر و شرایط استاندارد)
- محاسبه اختلاف

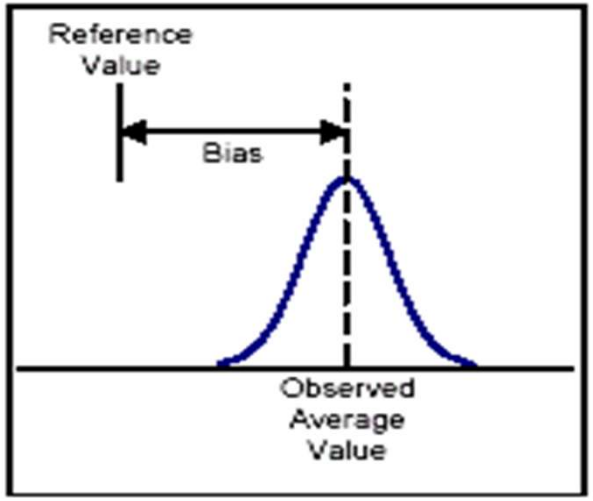


Figure 1. Bias

تحلیل :

اگر اندازه استاندارد بین ۹۵٪ حدود بالا و پایین اندازه ها باشد Bias قابل اغماض است

اگر اندازه استاندارد خارج از ۹۵٪ حدود بالا و پایین اندازه ها باشد Bias قابل قبول نیست و سیستم اندازه گیری باید مجدداً کالیبره شود .

دقت (Precision)

- درجه تکرار پذیری بین اندازه ها
- نزدیکی بین نتایج مستقل تست که از شرایط تعیین شده ای بدست آمده اند.
- مجموع خطاهایی که در اندازه گیری ممکن است وجود داشته باشد.

یادآوری۱: دقت تنها به توزیع خطاهای تصادفی بستگی دارد و ارتباطی با مقدارصحیح یا تعیین شده ندارد.

یادآوری۲: اندازه گیری دقت معمولاً با اصطلاح عدم دقت بیان شده و به عنوان انحراف معیار نتایج تست محاسبه می شود. دقت کمتر با انحراف معیار بیشتر منعکس می شود.

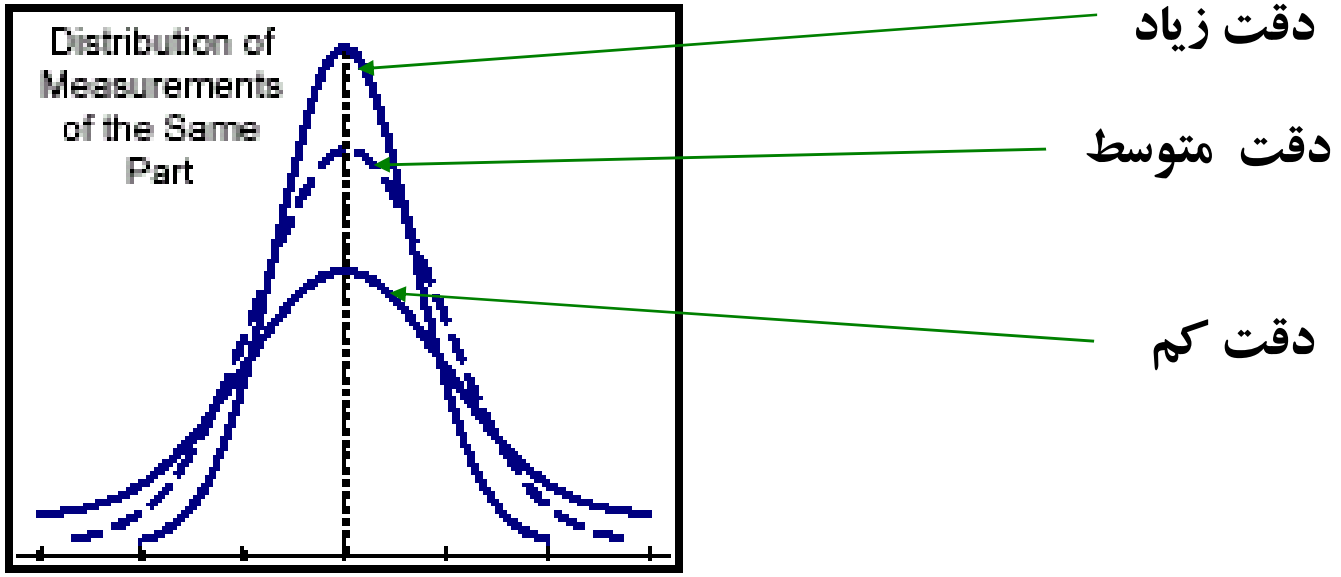


Figure 4. Precision

دقت (Precision)

قسمتهای اصلی از ارزیابی دقتی به خوبی می تواند جزء پنج عنصر یک سیستم اندازه گیری ذیل باشد:

۱- عواملی که روی استاندارد اثر می گذارد مثل ردیابی، قابلیت رقابتی شکل هندسی، ضریب انبساط گرمائی، فاصله پریود یک کالیبراسیون، ثبات و پایداری، خواص ارتجاعی، موقعیت کاربردی و غیره.

۲- عوامل موثر بر قطعه مورد آزمایش مثل شکل هندسی، خصوصیات مربوطه، خواص ارتجاعی، نقصهای سطحی، تعادل گرمائی، جرم موثر در تغییر شکل ارتجاعی، اطلاعات کافی در مورد قطعه، شناخت واقعی قطعه.

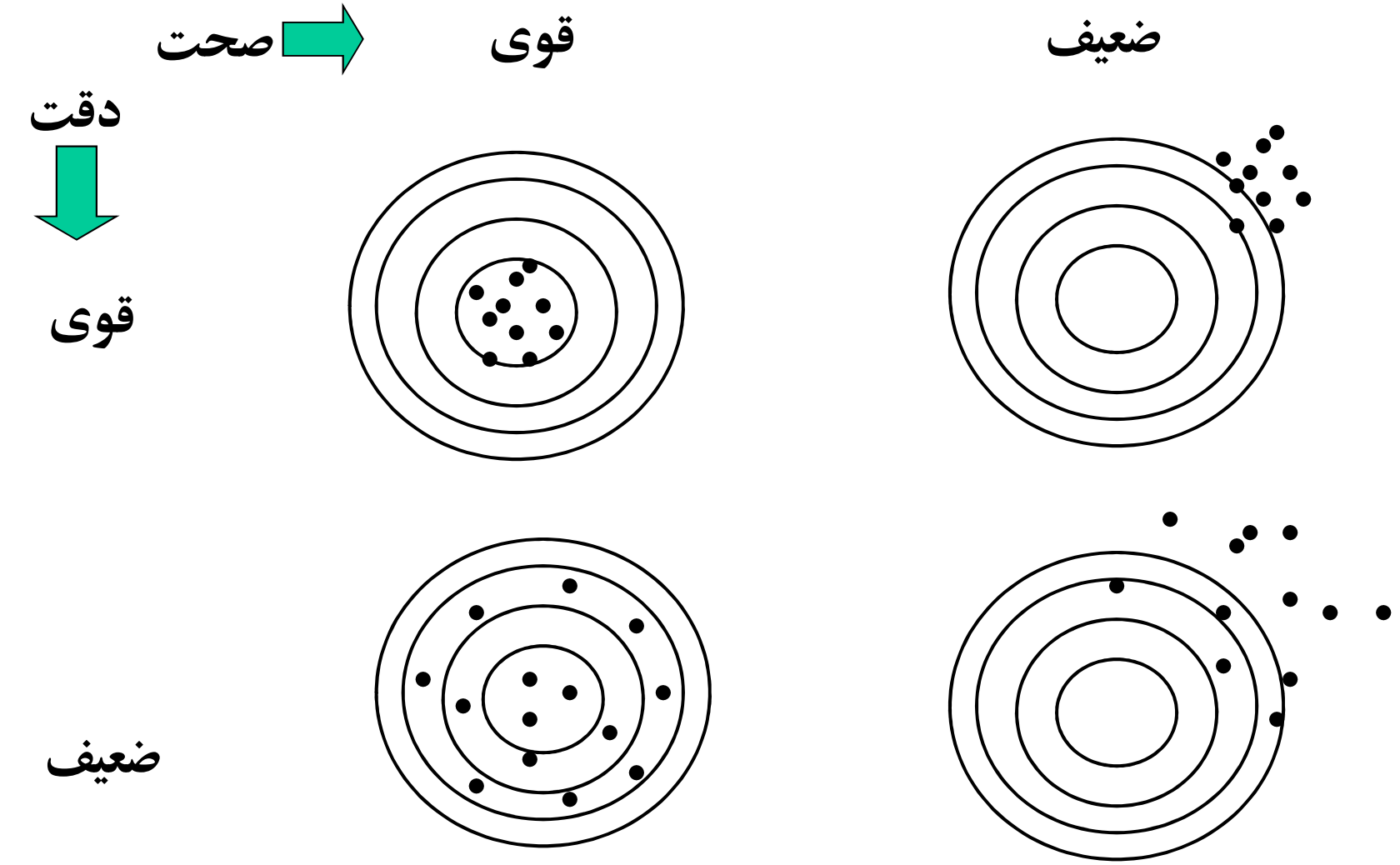
۳-عواملی که بر ابزارآلات دقیق اثر میگذارد مثل تخصص کافی فرد، توانایی کافی جهت میل به دقت اثرات استحکاک لقی،ورودیهای الکتریکی تصحیح هندسی، عملکرد دستگاه کنترل فشار و غیره.

دقت (Precision)

۴- عواملی که بر شخص کالیبره کننده اثر می گذارد مثل مهارت، آموزش، حس شناخت میزان دقت، برنامه ریزی تکنیکهای اندازه گیری، شناخت هدف از ارزش دقت، قابلیت انتخاب کیفیت بالا، شناخت منطقی هزینه مجری اندازه گیر.

۵- عواملی که بر محیط اثر می گذارند مثل دمای استاندارد، تعادل حرارتی، اثرات ضریب گرمائی، اثرات تغییر دما، گرد و غبار وارده، جابجائی توسط دست، محیط کاری مناسب و غیره.

صحت و دقت



ارتباط خطی (Linearity)

اختلاف بین یک Bias در یک اندازه مشخص با Bias با اندازه بعدی در یک بازه مشخص

محاسبه غیرخطی بودن معمولاً بصورت درصدی از گستره وسیله اندازه گیری محاسبه می شود.

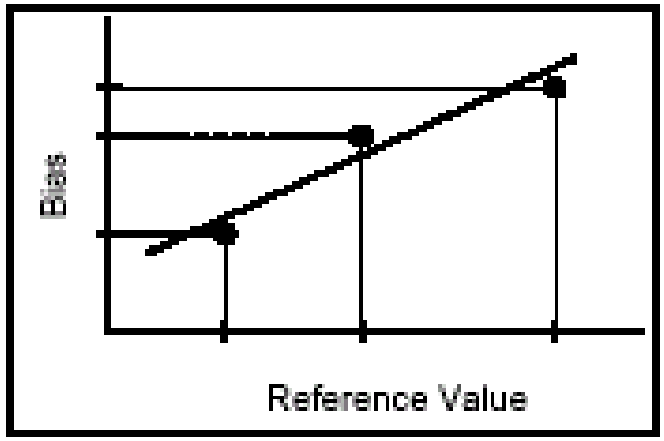


Figure 3. Linearity

ارزیابی خطی بودن

تحلیل :

$$\text{Slope} = \frac{\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

where: x_i = reference value
y_i = bias
n = number of samples

همبستگی

$$R^2 = \frac{\left[\sum x_i y_i - \frac{(\sum x_i)(\sum y_i)}{n}\right]^2}{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}\right] x \left[\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}\right]}$$

تکرار پذیری در نتایج اندازه گیری:

(REPEATABILITY OF RESULTES OF MEASUREMENT)

میزان نزدیکی بین نتایج اندازه گیری پی در پی از یک اندازه ده که در شرایط یکسـان انجام شده باشد.

شرایط تکرار پذیری عبارتند از:

۱) یکسان بودن روش اندازه گیری

۲) انجام شدن توسط همان شخص

۳) استفاده کردن از همان دستگاه

۴) قرار داشتن در همان شرایط محیطی

۵) تکرار اندازه گیری در فاصله زمانی کم

تجدید پذیری/ تکثیرپذیری در نتایج اندازه گیری:
(REPRODUCIBILITY OF RESULTES OF MEASUREMENT)

میزان نزدیکی بین نتایج اندازه گیری روی یک اندازه ده در شرایط متفاوت.

شرایط تغییر یافته شامل:

۱) تغییر در اصول اندازه گیری

۲) تغییردر روش اندازه گیری

۳) تغییرفرد اندازه گیر

۴) تغییردستگاه اندازه گیری

۵) تغییراستاندارد مرجع

۶) تغییرشرایط محیطی / مکان اندازه گیری

۷) اندازه گیری در فاصله زمانی طولانی

• بطور کلی تکرارپذیری و تکثیرپذیری روشی دیگر برای بیان دقت می باشند که بیانگر پراکندگی مقادیر خروجی مربوط به ورودی یکسان هستند. اگر شرایط اندازه گیری ثابت باشد، تکرارپذیری و اگر تغییر کند، تکثیر پذیری رخ خواهد داد.

کنترل تجهیزات پایش و اندازه گیری (بند ۷-۶ استاندارد ISO9001:2000)

- **سازمان باید مشخصه های مورد پایش و انـدازه گیـری و تجهیـزات لازم بـرای پایش و اندازه گیری آنها را تعیین و تهیه نماید.**
- **سازمان باید اطمینان حاصل کند که این تجهیزات مناسب باشد.**
- **تجهیزات می باید :**
  - ✓ *در فواصل از پیش تعیین شده با وسایل مناسب قابل ردیابی به استانداردهای جهانی کالیبره شوند.*
  - ✓ *هر گاه استاندارد مرجع موجود نباشد ، مبنای کالیبره ثبت شود.*
  - ✓ *در صورت نیاز، تنظیم یا تنظیم مجدد شوند.*
  - ✓ *شناسایی شوند تا وضعیت کالیبره آنها مشخص باشد.*
  - ✓ *از آسیب و خرابی در حین جابجایی، نگهداری و انبارش محافظت شوند .*
  - ✓ *در صورت مشخص شدن خارج شدن از کالیبره اعتبار ارزیابی های انجام شده باآنها کنترل شود.*
  - ✓ *سوابق کالیبراسیون تجهیزات نگهداری شوند.*

۱-آیا فرآیند کنترل تجهیزات پایش و اندازه گیری استقرار یافته است؟

۲-آیا معیارهای اطمینان از اثربخشی فرآیندهای کالیبراسیون تعیین شده اند؟ نظیر تعداد تنظیمات مورد نیاز و ...

۳-آیا روشهایی جهت معیارهای فوق موجود است؟

۴-آیا کنترلهای فرآیندها تعیین شده است؟

۵-آیافرآیندتعریف شده موردپایش، اندازه گیری وتحلیل قرار می گیرد؟

۶-آیا کلیه ورودیها از واحدهای مختلف شرکت دریافت می شود؟ نظیر پایش و اندازه گیریهایی که می بایست انجام شود، صحت مورد نظر و ...

۷- آیا نمودارهای روند مشخصه های فرآیند، جهت شناسایی فرصتهای اقدامات پیشگیرانه شناسایی شده است؟

چک لیست ممیزی فرآیند کنترل تجهیزات اندازه گیری و آزمون

۸- آیا اصلاحات و اقدامات اصلاحی در مواقعی که معیارها برآورده نمی شوند ، انجام شده است؟

۹- آیا سازمان کلیه پایش و اندازه گیریهایی که باید انجام شود را تعیین کرده است؟

۱۰- آیا سازمان وسایل پایش و اندازه گیری مورد نیاز جهت اثبات انطباق محصول با نیازمندیهای مشخص شده را تعیین کرده است؟

۱۱- آیا تجهیزات در فواصل زمانی مشخص و یا پیش از استفاده بر اساس استانداردهای قابل ردیابی ،کالیبره یا تصدیق می شوند؟

۱۲- آیا تجهیزات در صورت لزوم تنظیم می شوند؟

۱۳- آیا تجهیزات از نظر وضعیت کالیبراسیون مورد شناسایی قرار می گیرند؟

۱۴-آیا تجهیزات از دستکاری در تنظیمات محافظت می شوند؟

چک لیست ممیزی فرآیند کنترل تجهیزات اندازه گیری و آزمون

۱۵- آیا تجهیزات از خرابی و استهلاک در هنگام جابجایی، نگهداری و انبارش محافظت می شوند؟

۱۶- ایا سازمان، در صورت نامنطبق شدن تجهیزات ، اعتبار نتایج اندازه گیری قبلی را ثبت و ارزیابی می نماید؟ و اقدامات مقتضی در خصوص تجهیزات و محصولات تحت تأثیر اتخاذ می نماید؟

۱۷- آیا نرم افزارهای مورد استفاده در پایش و اندازه گیری ، پیش از استفاده اولیه مورد تأیید قرار گرفته و در صورت لزوم مورد تأیید مجدد نیز قرار می گیرند؟

۱۸- آیا سوابق کالیبراسیون و تصدیق نگهداری می شود؟

شرح ماموریت ووظایف آزمایشگاه کالیبراسیون

۱-دریافت خطی مشی کاری از مدیر مافوق
۲-تهیه و به روز آوری لیستی از تجهیزات اندازه گیری که به کالیبراسیون دوره ای نیاز دارند
۳-تهیه و به روز آوری لیستی از تجهیزات مرجع که برای کالیبراسیون تجهیزات اندازه گیری مورد نیاز می باشند
۴- تهیه و به روزآوری برنامه ای جهت تعیین دوره کالیبراسیون مناسب برای کالیبره نمودن کلیه تجهیزات اندازه گیری مشمول در لیست تجهیزات اندازه گیری اعم از تجهیزاتی که در داخل یا خارج از شرکت کالیبره میشوند
۵-بر آورداقلام مورد نیاز آزمایشگاه کالیبراسیون وتهیه درخواست خریدوپیگیری تا تحویل اقلام آزمایشگاه
۶-تهیه و تدوین مستندات مورد نیاز از جمله دستورالعملهای کالیبراسیون مطابق استانداردهای مربوطه
۷-تهیه برچسبهای لازم کالیبراسیون و نصب بر روی تجهیزات مشمول آنها

شرح ماموریت ووظایف آزمایشگاه کالیبراسیون

۸-اجرای عملیات کالیبراسیون تجهیزات طبق برنامه تهیه شده در آزمایشگاه کالیبراسیون و مطابق با دستور العملهای تهیه شده و پیگیری برای انجام کالیبراسیون تجهیزاتی که طبق برنامه ودر بیرون کارخانه باید کالیبره شوند

۹- ثبت نتایج کالیبراسیون تجهیزات و تهیه گواهینامه برای هر یک از آنها

۱۰-هماهنگی و اقدام برای تعمیر وسایل اندازه گیری از قبیل کولیس و ساعت و ... که در طول مدت کار خراب میشوند

۱۱- کنترل شرایط محیطی آزمایشگاه نظیر دما،رطوبت و ... در شرایط استاندارد

۱۲- تهیه لیستی از پیمانکاران کالیبراسیون وارزیابی آنها.

۱۳-دریافت فرمهای درخواست کالیبراسیون ارائه شده از سوی واحد های استفاده کننده واجراو ثبت عملیات کالیبراسیون و بررسی علل بوجود آمدن آنها و ارائه پیشنهاد های لازم

۱۴-شرکت در تیم های کاری و انجام فعالیتهای بهبود سیستم کالیبراسیون

۱۵-انجام سایر موارد کاری ابلاغ شده از سوی مدیر مافوق وگزارش کلیه فعالیتها به ایشان.

دستورالعمل کالیبراسیون کولیس

مرجع کالیبره : گیج بلوک مرجع

معرفی ابزار : کولیس یک وسیله اندازه گیری برای پارامترهای داخلی، خارجی و عمق ابعادی می باشد. مقادیر اندازه گیری شده از روی یک خط کش مدرج یا یک نمایشگر دیجیتال خوانده می شود.

الف – آماده سازی :

۱- بررسی فکهای داخل سنج و خارج سنج و عمق سنج کولیس از لحاظ خوردگی و آسیب دیدگی

۲- برای جلوگیری از زیانهای جزئی روی سطح اندازه گیری از یک روغن رقیق همراه با یک دستمال ساینده استفاده می شود. که این عمل از فساد تدریجی جلوگیری می کند.

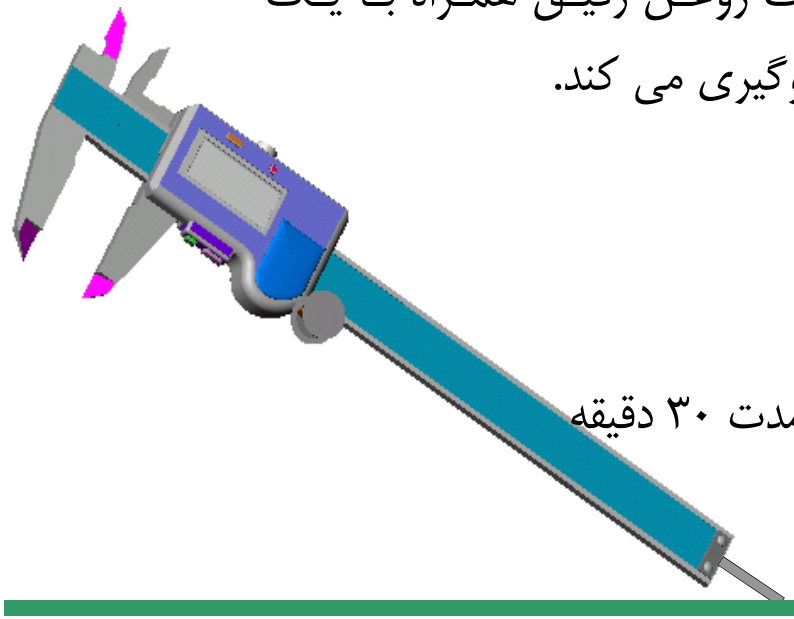
۳- بررسی تمام قسمتهای کولیس (بطور کامل)

۴ -بررسی عملکرد دکمه صفر برای کولیس دیجیتالی

۵ -تعیین و شناسایی کولیس همراه با لیبل مخصوص به خود

۶- قرار دادن کولیس در دمای ایده آل $(20 \pm 2°C)$ حداقل به مدت ۳۰ دقیقه

۷- آماده کردن فرم نتایج جهت بررسی کولیس و ثبت نتایج



ب- مراحل بازرسی :

۱- بررسی توازی فکهای اندازه گیری بوسیله چک کردن روزنه نور یا روشنایی

۲- بررسی صاف بودن سطح اندازه گیری با استفاده از یک خط کش دقیق

۳- آزمایش انحراف معیار برای اندازه گیری های خارجی با استفاده از سه‌گیج بلوک متفاوت در کل بازهٔ ابزار اندازه گیری و ثبت انحراف معیار در فرم مخصوص که برای کالیبره خارج سنج و عمق سنج از گیج بلوک استفاده می شود.

۴- آزمایش انحراف معیار برای اندازه گیری های داخلی با استفاده از سه گیج بلوک متفاوت در کل بازه و ثبت آن در فرم مخصوص.

۵- آزمایش انحراف معیار برای اندازه گیری های عمق با استفاده از سه گیج بلوک متفاوت در کل بازه و ثبت آن در فرم مخصوص ،که تماماً بر روی یک سطح صاف باید صورت گیرد.

۶- خطای مجاز برای کولیسها با دقت اسمی مختلف مطابق با جدول خطاها(جدول زیر)می باشد.
بر اساس استاندارد DIN862

Measured Length (mm)	Limit of error (mm)		
	Scale vernier caliper (mm)		Scale Digital caliper (mm)
	0.1&0.05	0.02	0.01
50	0.05	0.02	0.02
100			
200		0.08	0.03
300			
400	0.06		0.03
500	0.07		
600	0.08		

۷- برای کالیبره داخل سنج کولیس ها، از فک فیکسچر استفاده می شود. گیج هـای مـورد نظر را در کل بازه به ترتیب در داخل فیکسچر قرار می دهیم و فک کولیس را اندازه گیـری می کنیم. که دو فک کولیس بین دو تکیه گاه فک فیکسچر قرار می گیرد. مقدار عددی که صفحه دیجیتال کولیس نشان می دهد باید برابر با عدد روی گیج بلوک باشـد کـه در ایـن صورت فک داخل سنج کولیس کالیبره می باشد.

نتیجه : در پایان بعد از اطمینان از کالیبره بودن کولیس برچسب کالیبراسیون روی کولیس چسبانده می شود.در صورت کالیبره نبودن بعد از تنظیمات و یا تعمیر مراحل بازرسی دوبـاره باید تکرار گردد.

مدت بازرسی پیشنهادی: ۶ماه

عدم قطعیت

- عدم قطعیت نمود کمی کیفیت نتیجه اندازه گیری است و بیانگر اینست که " تا چه حد نتیجه اندازه گیری ، نشان دهنده مقدار واقعی کمیت مورد اندازه گیری است؟ "

- در آزمایشگاههای تأیید شده ، برآورد عدم قطعیت توسط ارگان تأیید کننده ارزیابی شده و در گواهینامه ای که توسط آزمایشگاه صادر می شود، اعلام می گردد.

- عدم قطعیت را به دو روش می توان برآورد نمود :

۱- ارزیابی نتایج چندین اندازه گیری تکراری بصورت کمی (انحراف معیار)

۲- تخمینی بر اساس داده های موجود در سوابق قبلی و یا آگاهی از وضعیت ابزار و نحوه عمل اندازه گیری

عدم قطعیت

- روش ادغام عوامل عدم قطعیت از طریق جذر مجموع مربعات هریک از عوامل عدم قطعیت انجام می شود.
- عدم قطعیت استاندارد ادغام شده از طریق ضریبی بنام عامل همپوشانی به دست می آید، که هر چقدر مقدار آن بزرگتر باشد سطح اطمینان بالاتری به دست خواهد آمد.
- برای سطح اطمینان ۹۵٪عامل همپوشانی ۲ مورد استفاده قرار می گیرد.
- هنگام اعلام عدم قطعیت مهم است که عامل همپوشانی یا سطح اطمینان و یا هردو گزارش شود.

مثال ۱ : محاسبه عدم قطعیت با استفاده از انحراف معیار

با ۱۰ بار تکرار اندازه گیری عدم قطعیت را از رابطه زیر محاسبه می کنیم :

$R = Xbar \pm \sigma_{Xbar}$

اگر بیش از ۱/۳ اندازه گیریها خارج از محدوده فوق باشد، دستگاه نیاز به کالیبراسیون دارد.

در غیر اینصورت نقاط نادرست را تکرار کرده تا خطای احتمالی رفع شده و در محدوده نتایج قابل قبول قرار گیرد.

جهت افزایش ضریب اطمینان می توان بازه پراکندگی را بیشتر نمود.

$R = Xbar \pm \sigma_{n-1} * k$

ضریب k به عنوان عامل همپوشانی رابطه مستقیم با سطح اطمینان دارد.

برای $n \leq 12$: $\sigma_{n-1} \sim r/\sqrt{n}$ (r دامنه داده ها می باشد)

مثال ۱ : محاسبه عدم قطعیت با استفاده از انحراف معیار(ادامه)

ضریب همپوشانی (k)	سطح اطمینان
1	68.27%
1.645	90%
1.96	95%
2	95.45%
2.576	99%
3	99.73%

عدم قطعیت

مثال۲ : کالیبراسیون بلوک سنجه با استفاده از دستگاه کالیبراتور مخصوص

ریزنگری کالیبراتور : 0.01 µm

صحت کالیبراتور : µm (0.05+0.5L)±

دما : 20±1°C

حداکثر تغییرات دمایی : ±0.5°C

بلوک سنجه مورد اندازه گیری (نمونه) : 50 mm

بلوک سنجه مرجع جهت مقایسه : 50 mm

خطای بلوک سنجه مرجع در گواهینامه کالیبراسیون : +0.11 µm

عدم قطعیت بلوک سنجه مرجع در گواهینامه کالیبراسیون : µm (0.02+0.2L)±

جنس بلوک سنجه های نمونه و مرجع : فولاد

عدم قطعیت

مثال ۲: کالیبراسیون بلوک سنجه با استفاده از دستگاه کالیبراتور مخصوص (ادامه)

دمای محیط دستگاه هنگام کالیبراسیون : 20.15 ºC

مقدار بلوک سنجه نمونه روی کالیبراتور : +0.03 µm

طول واقعی بلوک سنجه مرجع : 50.00011 mm

عدم قطعیت بلوک سنجه مرجع : ± 0.00003 mm $= \pm(0.02+0.2*0.05)$

صحت کالیبراتور : ± 0.000075 mm $= \pm(0.05+0.5*0.05)$

مثال۲ : کالیبراسیون بلوک سنجه با استفاده از دستگاه کالیبراتور مخصوص (ادامه)

عدم قطعیت کل (روش بدبینانه) :

$$\pm 0.00003 \pm 0.000075 \pm 0.000075 = \pm 0.00018 \text{ mm}$$

طول واقعی بلوک نمونه : $50.00011+0.00003=50.00014$ mm

طول بلوک نمونه : 50.00014 ± 0.00018 mm

عدم قطعیت کل (روش خوشبینانه) :

$$\pm\sqrt{(0.00003^2 + 0.000075^2 + 0.000075^2)} = \pm 0.00011$$

با داشتن خطای $+0.14\ \mu m$ و جدول استاندارد ملی ۲۶۹۶ می توان گرید بلوک سنجه را تعیین نمود.

چنانچه جنس بلوک سنجه مرجع و نمونه یکی نبود، انحراف دمای $0.15\ ^{o}C$ می بایست در محاسبات دخالت داده می شد.