



Iranian Defense Standard

IDS 689

2010

استاندارد دفاعی ایران

استاندارد - 689

1389

ایجاد و تنظیم دوره‌های کالیبراسیون

- اولین فاصله کالیبراسیون

**Establishment and Adjustment of  
Calibration Intervals- Initial  
Calibration Interval**



عنوان استاندارد:	ایجاد و تنظیم دوره‌های کالیبراسیون - اولین فاصله کالیبراسیون
شماره استاندارد:	689
شماره طبقه بندی:	
تعداد صفحات:	57
تاریخ تصویب / تجدید نظر:	1389
نوبت تجدید نظر:	
تهیه کننده:	مرکز استاندارد دفاعی ایران
نشانی:	تهران - خیابان پاسداران، شماره 568، موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، کد پستی 195891575
صندوق پستی:	16765-3197
تلفن:	021.22808723.4
دورنگار:	021.22296122
پست الکترونیکی:	<a href="mailto:info@idsc.tridi.ir">info@idsc.tridi.ir</a>

Title:	Establishment and Adjustment of Calibration Intervals- Initial Calibration Interval
Number:	689
Number of Category:	
Number of pages:	57
Date of approval / revision:	2010
Revision:	
Issued by:	Iran Defense Standardization Center
Add:	Institute of Education and Research for Defense Industries-No. 568, Pasdaran St., Tehran-I.R.IRAN-PC: 1958915753
P.O.Box:	16765-3197
Tel:	021-22808723:4
Fax:	021-22296122
E-mail:	<a href="mailto:info@idsc.tridi.ir">info@idsc.tridi.ir</a>

#### کلیدواژه:

اولین فاصله کالیبراسیون، تجهیزات اندازه گیری، عدم قطعیت، پایداری، بررسی میان دوره‌ای، استانداردهای اولیه

#### Keyword:

Initial Calibration Interval, Measuring Instrument, Uncertainty, Stability, Intermediate Checks, Primary Measurement Standard

## هیئت فنی تدوین استاندارد

### “ایجاد و تنظیم دوره‌های کالیبراسیون - اولین فاصله کالیبراسیون”

اعضا	تحصیلات / تخصص
<b>رئیس</b>	
آرزومندی	کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک
<b>دبیر</b>	
قاضوی	کارشناسی مهندسی مکانیک
<b>سایر اعضا</b>	
ابجدیان	کارشناسی ارشد مخابرات
جانگداز	کارشناسی شیمی
جمعه‌گی	کارشناسی ارشد هوافضا
حسینی	کارشناسی شیمی
خلیلی	کارشناسی ارتباطات
خوب‌کردار	کارشناسی ارشد شیمی
خیری	کارشناسی ارشد مهندسی مواد
راموز	کارشناسی مهندسی مکانیک
رهبری‌مهر	کارشناسی مهندسی الکترونیک
زیارتی نصرآبادی	کارشناسی مهندسی شیمی
عابدی	کارشناسی الکترونیک
عابدینی	کارشناسی ارشد فیزیک
غلامی‌راد	کارشناسی ارشد شیمی
فیض	کارشناسی ارشد فیزیک
قربان‌اشرفی	کارشناسی مهندسی الکترونیک
مسبحی	کارشناسی ارشد تست و تضمین کیفیت
نوروزپور	کارشناسی ارشد مهندسی معماری کشتی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
5	پیش‌گفتار.....
6	مقدمه.....
7	1 هدف.....
7	2 دامنه‌ی کاربرد.....
7	3 مراجع الزامی.....
7	4 اصطلاحات و تعاریف.....
8	5 نمادها، یکاها، اختصارات.....
8	6 الزامات کلی.....
8	6-1 تجهیزات مستثنی از کالیبراسیون دوره‌ای.....
10	7 تعیین اولین فاصله کالیبراسیون.....
11	7-1 تعیین با تجهیزات مشابه.....
12	7-2 تعیین با گروه تجهیزات.....
12	7-3 تعیین با نمودار کنترل.....
13	7-4 تحلیل مهندسی.....
13	7-4-1 کلیات.....
16	7-4-2 عوامل مؤثر.....
20	7-4-3 تجهیزات الکتریکی.....

27.....4-4.7 تجهیزات مکانیکی

49.....پیوست الف (الزامی)

52.....پیوست ب (اطلاعاتی)

## فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول 1: استانداردها و تجهیزات آزمایشگاه‌های کالیبراسیون.....	14
جدول 2: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه الکتریکی.....	21
جدول 3: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه الکتریکی (مثال).....	22
جدول 4: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه الکتریکی و دمایی.....	24
جدول 5: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه الکتریکی و دمایی (مثال).....	25
جدول 6: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری الکتریکی و دمایی.....	26
جدول 7: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری الکتریکی و دمایی (مثال).....	27
جدول 8: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه مکانیکی.....	28
جدول 9: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه مکانیکی (مثال).....	30
جدول 10: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه مکانیکی.....	31
جدول 11: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه مکانیکی (مثال).....	33
جدول 12: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه الکترومکانیکی.....	35
جدول 13: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه الکترومکانیکی (مثال).....	36
جدول 14: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری مکانیکی.....	38
جدول 15: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری مکانیکی (مثال).....	40
جدول 16: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری الکترومکانیکی.....	41
جدول 17: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری الکترومکانیکی (مثال).....	42

- جدول 18: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه دمایی و رطوبت ..... 45
- جدول 19: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه دمایی و رطوبت (مثال) ..... 46
- جدول 20: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری دمایی و رطوبت ..... 47
- جدول 21: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری دمایی و رطوبت (مثال) ..... 48
- جدول الف- 1: فواصل پیشنهادی کالیبراسیون برای تجهیزات آزمایشگاه‌های کالیبراسیون ..... 49

## پیش‌گفتار

استاندارد "ایجاد و تنظیم دوره‌های کالیبراسیون - اولین فاصله کالیبراسیون" که پیش‌نویس آن توسط مرکز استاندارد دفاعی ایران تهیه و تدوین شده، توسط هیئت فنی مربوط، بررسی و در تاریخ 89/1/23 مورد تصویب قرار گرفته است؛ اینک به استناد ماده‌ی (5) اساسنامه‌ی مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی مصوب مجلس شورای اسلامی، به‌عنوان استاندارد دفاعی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های جهانی در زمینه‌ی صنایع نظامی، علوم و خدمات، استانداردهای دفاعی ایران، در مواقع لزوم بازنگری خواهند شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارایه شود، هنگام بازنگری مورد توجه قرار خواهد گرفت؛ بنابراین برای مراجعه به استانداردهای دفاعی ایران بایستی همواره از آخرین بازنگری آن‌ها استفاده شود.

در تهیه و تدوین این سند سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود کشور، در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای بین‌المللی و استانداردهای ملی و دفاعی ایران و سایر کشورها هماهنگی ایجاد شود. منابع و مآخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته‌اند، به شرح زیر هستند:

1- استاندارد دفاعی ایران - 001 (تجدید نظر سوم): 1387؛ مقررات مربوط به ساختار و شیوه‌ی نگارش استانداردهای دفاعی ایران.

2. NASA 1342: 1994; Reference Publication (Metrology-Calibration and Measurement Processes Guidelines)
3. OIML D 10: 2007; Guidelines for the Determination of Calibration Intervals of Measuring Instruments.
4. NCSL RP-1: 1996; Establishment and Adjustment of Calibration Intervals Recommended Practice.



## مقدمه

تعیین حداکثر فاصله زمانی بین کالیبراسیون‌های متوالی استانداردهای مرجع، کاری و تجهیزات اندازه‌گیری عامل مهمی در حفظ توانایی آزمایشگاه برای تولید نتایج اندازه‌گیری قابل ردیابی و قابل اطمینان است. بندهایی از استاندارد دفاعی ایران - ایزو 17025:1387 و استاندارد دفاعی ایران - ایزو 9001:1387 به فاصله زمانی بین کالیبراسیون‌ها اختصاص دارد. الزاماتی که در این استاندارد مقرر شده است، مطابق با الزامات تعیین فاصله کالیبراسیون، مشخص شده در سایر استانداردها است.

الزامات استانداردهای ایزو 17025 و ایزو 9001 برای تعیین فواصل کالیبراسیون تجهیزات تست و اندازه‌گیری و استانداردهای اندازه‌گیری ناشی از حقیقتی است که هدف اصلی آن محدود کردن مشخصات محصولات ساخته شده، از طریق فرایند توسعه تولید<sup>1</sup> و پذیرفته شده برای استفاده از طریق یک فرایند آزمون تولید<sup>2</sup>، در یک شرایط قابل قبول است. اگر عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری در فرایندهای آزمون و توسعه بزرگ شود، با کالیبراسیون دوره‌ای که یک عامل مهم در کنترل این عدم قطعیت‌ها است، احتمال خطر افزایش بیش از حد آن زیاد نخواهد بود.

در پیوست (ب) موضوع رشد عدم قطعیت و عوامل مؤثر در فاصله کالیبراسیون تجهیزات شرح داده شده است.

به کارگیری این استاندارد همکاری میان آزمایشگاه‌ها را تسهیل و با تبادل اطلاعات و تجارب به هماهنگ کردن استاندارد و اجرای آن کمک می‌کند.

---

1. Product Development Process  
2. Product Test Process

## 1 هدف

هدف از این استاندارد، ارزیابی روش‌هایی برای ایجاد و تنظیم اولین فاصله کالیبراسیون استانداردها و تجهیزات اندازه‌گیری است.

## 2 دامنه‌ی کاربرد

این استاندارد کلیه استانداردهای اندازه‌گیری و تجهیزات اندازه‌گیری موجود در آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون در سطح نیروهای مسلح و وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح و سازمان‌های تابعه را پوشش می‌دهد.

## 3 مراجع الزامی

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد، الزامی است:

1- استاندارد دفاعی ایران - 666:1389؛ مفاهیم پایه و عمومی اندازه‌شناسی و اصطلاحات مرتبط.

## 4 اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در مرجع الزامی (1)، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود.

**اولین فاصله کالیبراسیون<sup>1</sup>:** فاصله زمانی بین اولین کالیبراسیونی که بعد از آن، تجهیز در آزمایشگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد تا کالیبراسیون بعدی.

**نسبت عدم قطعیت آزمون<sup>2</sup>:** نسبت عدم قطعیت آزمون برای یک کمیت مورد اندازه‌گیری برابر است با عدم قطعیت معین تجهیز تحت آزمون تقسیم بر عدم قطعیت معین کالیبراتور یا استاندارد استفاده شده برای آزمون؛ عدم قطعیت‌ها و مشخصات فنی باید ضریب پوشش یکسانی داشته باشند.

---

1. Initial Calibration Interval  
2. Test Uncertainty Ratio

استاندارد واریسی<sup>1</sup>: تجهیزاتی که برای بازرسی دوره‌ای و یا تصدیق عملکرد تجهیز دیگری به کار می‌رود. استاندارد واریسی باید به لحاظ اندازه‌شناختی هم‌ارز و یا بهتر از تجهیز بازرسی شونده باشد.

## 5 نمادها، یکاها، اختصارات

تعریف	اختصار
بدون نیاز به کالیبراسیون	<sup>2</sup> NCR
بدون نیاز به کالیبراسیون دوره‌ای	<sup>3</sup> NPCR
نسبت عدم قطعیت آزمون	<sup>4</sup> TUR
کالیبراسیون قبل از استفاده	<sup>5</sup> CBU

## 6 الزامات کلی

### 6-1 تجهیزات مستثنی از کالیبراسیون دوره‌ای

- بعضی از تجهیزات نیازمند کالیبراسیون دوره‌ای نیستند. به طور مثال:
- اقلامی که برای انجام اندازه‌گیری‌های کمی استفاده نمی‌شوند.
  - اقلامی که به ندرت استفاده می‌شوند اما باید قبل از استفاده کالیبره شوند.
  - اقلام معین شده به عنوان بدون نیاز به کالیبراسیون
  - اقلامی که فقط نیاز به کالیبراسیون اولیه دارند.

---

1. Check Standard  
 2. No Calibration Required  
 3. No Periodic Calibration Required  
 4. Test Uncertainty Ratio  
 5. Calibration Before Use

**1-1-6 بدون نیاز به کالیبراسیون (NCR)**

تجهیزاتی که اندازه‌گیری‌های کمی مهمی را انجام نمی‌دهند یا متعلقات تجهیزات دیگر هستند و یا فقط به‌عنوان اتصال دهنده کار می‌کنند، نیازمند کالیبراسیون نیستند. برای مثال گیرنده‌های RF قابل ردیابی به یک استاندارد فرکانس و بعضی از تجهیزات تست خودکار هستند. در موارد خاص ممکن است بعضی از تجهیزات NCR بنا به درخواست استفاده‌کننده نیازمند کالیبراسیون باشند.

**2-1-6 کالیبراسیون قبل از استفاده (CBU)**

دو معیار برای CBU وجود دارد:

الف) تجهیزاتی که باید قبل از هر بار استفاده کالیبره شوند و نیازی به کالیبراسیون دوره‌ای ندارند.

ب) تجهیزاتی که معمولاً در مدت فاصله زمانی کالیبراسیون حداقل یک بار هم استفاده نمی‌شوند. برای این گروه از تجهیزات نیازی به تعیین فواصل کالیبراسیون نیست.

**3-1-6 تجهیزاتی که کالیبراسیون دوره‌ای ندارند (NPCR)**

تجهیزات NPCR از تعیین و تنظیم فواصل کالیبراسیون مستثنی هستند، اما در شروع استفاده نیازمند کالیبراسیون اولیه یا تنظیم هستند. بنابراین عنوان NPCR با NCR اشتباه نشود. بعضی از توجیحات برای تعیین اقسام NPCR به شرح زیر هستند:

الف) تجهیز، اندازه‌گیری نمی‌کند و یا خروجی معلومی ندارد.

ب) تجهیز، به‌عنوان وسیله انتقال کاربرد دارد و از مقدار اندازه‌گیری یا خروجی آن به‌طور صریح استفاده نمی‌شود.

پ) تجهیز، اجزای<sup>1</sup> سیستم کالیبره شده یا متعلقات<sup>2</sup> آن است.

---

1. Component  
2. Function

ت) تجهیز خراب ایمن<sup>1</sup> است و در محدوده کارایی مشخص کار می‌کند و خرابی آن برای استفاده کننده آشکار است.

ث) تجهیز، اندازه‌گیری می‌کند یا خروجی معلومی را ایجاد می‌کند که مقدار آن به وسیله یک متر<sup>2</sup> یا گیج<sup>3</sup> کالیبره شده در مدت استفاده نشان داده می‌شود.

ج) اندازه‌گیری‌های تجهیز تنها برای نشان دادن شرایط عملکردی استفاده می‌شوند نه برای بیان مقادیر عددی

چ) بعد از یک دوره عمر کوتاه، قابلیت اطمینان اندازه‌گیری تجهیز در یک سطح قابل قبول ثابت مانده است.

ح) استانداردهای اصلی مانند مکانیکی - کوانتومی

6-2 اگر احتمال یا نشانه اضافه بارگذاری<sup>4</sup> یا بد به کار بردن تجهیز وجود داشته باشد، تجهیز باید بلافاصله کالیبره شود و پس از آن در فواصل کوتاه‌تر، کالیبره شود تا این که نشان دهد پایداری آن کم نشده است. یادآوری:

هرگاه تجهیز برای کالیبراسیون به خارج از آزمایشگاه ارسال شود، آزمایشگاه می‌تواند شروع دوره کالیبراسیون را از زمان شروع به استفاده تجهیز قرار دهد.

## 7 تعیین اولین فاصله کالیبراسیون

تصمیم‌گیری اولیه در تعیین فاصله کالیبراسیون بر مبنای عوامل زیر است:

- توصیه سازنده تجهیز

---

1. Fail-Safe  
2. Meter  
3. Gauge  
4. Overloading

- میزان و شدت<sup>1</sup> استفاده
- تأثیر شرایط محیطی و سازگاری با مقتضیات محیط (ارتفاع، تأثیرات فصلی و...)
- عدم قطعیت مورد نیاز در اندازه‌گیری
- حداکثر خطای مجاز (مثال: مشخص شده از طرف متولیان اندازه‌شناسی قانونی)
- تنظیم (یا تغییر در) دستگاه منحصر به فرد
- تأثیر کمیت اندازه‌گیری شده (مثال: اثر دمای بالا بر ترموکوپل‌ها)
- داده‌های منتشر شده یا مشترک درباره همان تجهیزات یا تجهیزات مشابه
- کارکنان
- تعداد بررسی‌های متقابل

روش‌های تعیین اولین فاصله کالیبراسیون به ترتیب اولویت در زیر پیشنهاد شده‌اند. رتبه‌بندی بر اساس ملاحظات واقع‌بینانه، انعطاف‌پذیری، درستی و هزینه و بهره‌وری طولانی مدت انجام شده است. انتخاب هر یک از روش‌ها باید متناسب با بودجه، دسترسی به کارکنان باتجربه و توانا در پردازش اطلاعات و قابلیت دسترسی به اطلاعات باشد.

## 7-1 تعیین با تجهیزات مشابه

در مواردی که تجهیز جدید، نسخه‌ی به‌روز شده‌ای از مدل‌های قبلی باشد، اولین فاصله کالیبراسیون بر مبنای تحلیل سوابق کالیبراسیون مدل‌های قبلی تعیین شود. همچنین می‌توان از فواصل کالیبراسیون تجهیز مشابه یا تجهیز همانند، در پیچیدگی و تکنولوژی استفاده کرد.

## 2-7 تعیین با گروه تجهیزات

اگر تجهیز جدید در رده‌ای از تجهیزات قرار گیرد، می‌توان فاصله زمانی کالیبراسیون رده را به‌عنوان اولین فاصله زمانی کالیبراسیون تجهیز جدید به کار برد. در مواردی که اطلاعات کافی برای تحلیل فواصل کالیبراسیون وجود ندارد، آزمایشگاه باید گروه‌هایی از تجهیزات تقریباً مشابه را که ممکن است از چندین مدل باشند، ایجاد کند. این گروه‌بندی به‌عنوان رده تجهیز نامیده می‌شود. اشتراک کارکرد، کاربرد، درستی، پایداری، پیچیدگی، طراحی و تکنولوژی، معیارهای تعریف رده تجهیز هستند.

## 3-7 تعیین با نمودار کنترل

در این روش برای تجهیزات، یک استاندارد واری می‌کنیم و اولین فاصله کالیبراسیون به‌صورت فرضی بر مبنای جدول پیشنهادی (الف-1) تعیین می‌شود. زمان کالیبراسیون بعدی بر اساس تحلیل داده‌های استاندارد واری بر روی نمودار کنترل، تنظیم می‌شود. نتایج مقایسه تجهیز مورد نظر با استاندارد واری را در نمودار کنترل رسم کرده و قبل از آن که تجهیز از محدوده اخطار نمودار خارج شود، کالیبراسیون بعدی را پیش‌بینی می‌کنیم. اولین فاصله کالیبراسیون، مدت زمان سپری شده از اولین کالیبراسیون تا قبل از مشاهده اولین نتیجه خارج از محدوده اخطار نمودار است، وقتی که بررسی علت قابل تصحیح نامعلوم را نشان می‌دهد. محدوده اخطار در  $\pm 2d$  (انحراف استاندارد) فرآیند اندازه‌گیری پیرامون مقدار پذیرفته شده استاندارد واری برقرار شده است. در این روش آزمایشگاه می‌تواند با توجه به جدول (الف-1) یا جدول‌های بند (4-7) اولین فاصله کالیبراسیون را انتخاب و با توجه به آن بررسی‌های میان دوره‌ای را مشخص نماید.

اطلاعات لازم برای رسم و محاسبات مربوط به نمودار کنترل، در استاندارد دفاعی ایران - 690 (ایجاد و

تنظیم دوره‌های کالیبراسیون - بازنگری و بهینه‌سازی) کاملاً توضیح داده شده است.

## 4-7 تحلیل مهندسی

### 1-4-7 کلیات

آزمایشگاه باید با توجه به توانایی فنی، تحلیل و مهارت کارکنان، روش تحلیل مهندسی را اتخاذ کند و با در نظر گرفتن الزامات و تعاریف و جدول‌های داده شده در این بند، اولین فاصله کالیبراسیون تجهیز را تعیین نماید. همچنین آزمایشگاه باید اطمینان داشته باشد که در فاصله زمانی تعیین شده ویژگی‌های اندازه‌شناختی تجهیز در محدوده خطای مجاز باقی خواهد ماند.

در این استاندارد، استانداردهای اولیه به تجهیزاتی گفته می‌شود که قابلیت ردیابی کمیت‌ها با بالاترین رده درستی به استانداردهای ملی و بین‌المللی به وسیله آن‌ها برقرار می‌شود. برای مثال یک کالیبراتور چند منظوره ممکن است در بالاترین رده درستی یک آزمایشگاه باشد و استاندارد مرجع آن آزمایشگاه محسوب شود، اما در این استاندارد جزء استانداردهای اولیه نیست.

استانداردهای ثانویه و انتقالی به تجهیزاتی گفته می‌شود که، مقدار کمیت و عدم قطعیت اندازه‌گیری آن‌ها از طریق کالیبراسیون، یا مقایسه با استانداردهای اولیه از همان کمیت تعیین می‌شود. در آزمایشگاه‌ها ممکن است از استانداردهای ثانویه تحت عنوان استاندارد مرجع نیز استفاده شود.

استانداردهای کاری به تجهیزاتی گفته می‌شود که به‌طور معمول برای کالیبراسیون، درستی سنجی، یا بررسی سیستم‌های اندازه‌گیری، سنج (اندازه‌ده) مادی، یا مواد مرجع استفاده می‌شوند. استانداردهای کاری به وسیله استانداردهای ثانویه کالیبره می‌شوند. در جدول (1) فهرست کمیت‌ها در سطوح اولیه، ثانویه و کاری با مشخصات درستی تقریبی آن‌ها آمده است. آزمایشگاه‌ها باید با توجه به این جدول رده استاندارد (اولیه، ثانویه و کاری) هر تجهیز را مشخص نمایند.



جدول ۱: استانداردها و تجهیزات آزمایشگاه‌های کالیبراسیون

استانداردهای اولیه		استانداردهای ثانویه		استانداردهای کاری	
کمیت / تجهیز	درستی / عدم قطعیت	کمیت / تجهیز	درستی / عدم قطعیت	کمیت / تجهیز	درستی / عدم قطعیت
<b>ولتاژ DC</b>					
1- سل استاندارد 2- استاندارد حالت جامد	1 - 3 ppm 0,6 - 2 ppm	1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع	3 - 11 ppm	1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع	کمتر از 60 ppm
<b>ولتاژ AC</b>					
1- استاندارد انتقالی 2- استاندارد اندازه گیری AC	5 - 10 ppm 18 ppm	1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع	کمتر از 50 ppm	1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع	کمتر از 0,05%
<b>جریان DC</b>					
شنت	0,01%	1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع	کمتر از 65 ppm	1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع	کمتر از 0,02%
<b>جریان AC</b>					
شنت	0,02%	1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع		1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع	
<b>مقاومت</b>					
1- یک اهم استاندارد 2- ده کیلو اهم استاندارد	0,05 ppm 0,15 ppm	مقاومت استاندارد 1Ω - 100 MΩ	2/5 - 11 ppm	1- کالیبراتور 2- مالتی متر مرجع	کمتر از 30 ppm
<b>خازن</b>					
استاندارد مرجع خازن	5 ppm 0,001%	1- استاندارد خازن 2- استاندارد اندازه گیری	0,05% 0,01%	1- جعبه دهدهی خازن 2- LCR METER	کمتر از 1%
<b>سلف</b>					
استاندارد القاکنایی	0,02%	1- استاندارد القاکنایی 2- LCR METER	0,05%	1- جعبه دهدهی القاکنایی 2- LCR METER	کمتر از 2%

جدول ۱ (ادامه)

استانداردهای کاری		استانداردهای ثانویه		استانداردهای اولیه	
درستی / عدم قطعیت	کمیت / تجهیز	درستی / عدم قطعیت	کمیت / تجهیز	درستی / عدم قطعیت	کمیت / تجهیز
<b>فرکانس</b>					
کمتر از 2 ppm	1- شماره‌دهنده فرکانس 2- کالیبراتور	11 × E - 10 8 × E - 10	1- کوارتز 2- شماره‌دهنده فرکانس	13 × E - 10	1- GPS 2- سزیم
		0,04 dB	-----	-----	<b>تضعیف کننده</b>
<b>توان RF</b>					
			----- -----	----- -----	1- سنسور توان 2- توان RF 3- کالیبراتور سنسور توان
<b>جرم</b>					
F1, F2	وزنه	E2	وزنه مقایسه کننده	E1	کیلوگرم ملی وزنه
<b>گشتاور</b>					
0,1% - 0,4%	1- کالیبراتور گشتاور 2- ترکستر	1% - 0,02%	اهرم وزنه	-----	
0,4% - 5%					
<b>طول</b>					
0, 1, 2	1- بلوک سنج 2- سنج حلقوی 3- کالیبراتور ساعت اندازه‌گیری 4- میز سطح صاف 5- کالیبراتور بلوک سنج 6- تختی سنج نوری 7- تراز دوقلو	0,00 k 0,00	1- بلوک سنج 2- استاندارد خط 3- متر استاندارد 4- میز سطح صاف 5- تختی سنج نوری مرجع		1- اتر فومتر بلوک سنج 2- اتر فومتر با لیزر هلیم - نئون و ماشین اندازه‌گیری 3- اتر فومتر با لیزر هلیم - نئون و میز متر نواری
0, 1, 2					
<b>زاویه</b>					
گرید کاری	بلوک زاویه	گرید آزمایشگاهی	بلوک زاویه	گرید کالیبراسیون	بلوک زاویه

جدول ۱ (ادامه)

استانداردهای اولیه		استانداردهای ثانویه		استانداردهای کاری	
کمیت / تجهیز	درستی / عدم قطعیت	کمیت / تجهیز	درستی / عدم قطعیت	کمیت / تجهیز	درستی / عدم قطعیت
<b>فشار</b>					
1- ترازوی فشار	0,001%	1- ترازوی فشار	0,005% - 0,05%	کمتر از 0,1%	1- ترازوی فشار
2- مانومتر جیوه‌ای	0,001%	2- مانومتر جیوه‌ای	0,005% - 0,05%	کمتر از 0,5%	2- فشارسنج مرجع
3- بارومتر	0,05%	3- بارومتر	0,05% - 1%		
		4- کالیبراتور فشار	کمتر از 0,05%		
<b>نیرو</b>					
استاندارد نیروی وزن مرده		1- پروینگ رینگ	0,02%	1- پروینگ رینگ	0,01%
		2- لودسل	0,05%	2- لودسل	0,1%
<b>دما و رطوبت</b>					
1- نقاط ثابت ITS90	0,001% - 0,005%	1- دماسنج مقاومتی	تا 1000 درجه سلسیوس	1- دماسنج مقاومتی	
2- منبع تابش جسم سیاه		- پلاتینی استاندارد		- پلاتینی کاری	
		2- ترموکوپل نوع S و R	تا 1500 درجه سلسیوس	2- ترموکوپل‌ها	
		3- ترموکوپل نوع B	تا 1700 درجه سلسیوس		
		4- پایرومتر نوری	تا 3000 درجه سلسیوس		
1- نقاط ثابت رطوبت 98/5% - 2% 5°C-80°C	1/4% - 0,2%	1- محیط دمایی (climate chamber)	2%	1- محیط دمایی (climate chamber)	4% - 1%
		2- رطوبت‌سنج مرجع	2% - 0,5%	2- رطوبت‌سنج	

## 7-4-2 عوامل مؤثر

## 7-4-2-1 تعریف عوامل مؤثر

توصیه سازنده تجهیز: در بسیاری از تجهیزات، کارخانه سازنده، فواصل کالیبراسیون تجهیز را مشخص می‌کند؛

در صورتی این توصیه‌ها معتبر است که موارد زیر از طرف سازنده مشخص شده باشد:

الف) حدود رواداری<sup>1</sup> پارامتر (کمیت)

1. Tolerance

ب) فاصله زمانی معینی که در آن دوره مقادیر پارامترها در محدوده رواداری باقی خواهند ماند.

پ) احتمال آن که در این فاصله زمانی معین پارامترها در رواداری باقی خواهند ماند.

**عدم قطعیت مورد نیاز:** عدم قطعیت مورد نیاز، حداکثر عدم قطعیت اندازه‌گیری برای یک کمیت مورد اندازه‌گیری است. معمولاً عدم قطعیت تجهیزات و استانداردهای مرجع در یک آزمون باید حداکثر یک‌سوم حداکثر خطای مجاز یا عدم قطعیت تجهیز تحت کالیبراسیون باشد. در این استاندارد عدم قطعیت مورد نیاز جهت حفظ پیوستگی بین تجهیزات مختلف به صورت نسبت عدم قطعیت آزمون (TUR) بیان شده است.

آزمایشگاه باید در هر کمیت TUR مناسب را مشخص نماید و براساس آن در تعیین فاصله کالیبراسیون تصمیم‌گیری نماید. بدیهی است هرچه مقدار این نسبت بزرگ‌تر باشد، فاصله کالیبراسیون می‌تواند طولانی‌تر شود. به عبارت دیگر هرچه تجهیزات استاندارد نسبت به تجهیزات تحت کالیبراسیون، درستی بالاتری داشته باشند، تجهیزات استاندارد می‌توانند فاصله کالیبراسیون طولانی‌تری داشته باشند. آزمایشگاه باید در حفظ این نسبت تلاش نماید.

مقدار TUR در تجهیزات و استانداردهای مکانیکی از نسبت حداکثر خطای مجاز (درستی اعلان شده توسط سازنده) تجهیز تحت کالیبراسیون به عدم قطعیت معین تجهیز مرجع محاسبه می‌شود.

مقدار TUR در تجهیزات و استانداردهای الکترومکانیکی از نسبت حداکثر خطای مجاز (درستی اعلان شده توسط سازنده) تجهیز تحت کالیبراسیون به حداکثر خطای مجاز (درستی اعلان شده توسط سازنده) تجهیز مرجع محاسبه می‌شود.

مقدار TUR در تجهیزات و استانداردهای الکتریکی از نسبت عدم قطعیت اندازه‌گیری معین (درستی اعلان شده توسط سازنده) تجهیز تحت کالیبراسیون به عدم قطعیت اندازه‌گیری معین (درستی اعلان شده توسط سازنده) تجهیز مرجع محاسبه می‌شود.

## یادآوری 1:

برای تعیین عدم قطعیت مورد نیاز تجهیزات چندکاره مانند کالیبراتورها و مالتی مترها، عدم قطعیت اندازه‌گیری ولتاژ DC مبنا قرار داده شود.

## یادآوری 2:

برای تعیین عدم قطعیت مورد نیاز تجهیزاتی که چندین گستره اندازه‌گیری دارند، گستره‌ای که عدم قطعیت اندازه‌گیری کوچک‌تری دارد، مبنا قرار داده شود.

**عدم قطعیت:** عدم قطعیت بیان شده در گواهی‌نامه کالیبراسیون تجهیزات و استانداردهای مکانیکی، یکی از عوامل تعیین‌کننده فاصله کالیبراسیون می‌باشد. هر چه عدم قطعیت بیان شده در گواهی‌نامه کالیبراسیون تجهیز کوچک‌تر باشد فاصله کالیبراسیون تجهیز می‌تواند طولانی‌تر باشد. در این استاندارد برای سهولت در محاسبات نسبت حداکثر خطای مجاز تجهیز به عدم قطعیت، مبنا قرار داده می‌شود. بنابراین هر چه این نسبت بزرگ‌تر باشد، فاصله کالیبراسیون تجهیز می‌تواند طولانی‌تر باشد.

**پایداری:** هر چه پایداری کوچک‌تر باشد (کمّی) فاصله کالیبراسیون را می‌توان طولانی‌تر نمود. اگر تجهیزات و استانداردها دارای سوابق کالیبراسیون نامنظم، با فواصل زمانی متفاوت و طولانی مدّت باشند، سازش بین نتایج کالیبراسیون می‌تواند مبنای مناسبی برای سنجش پایداری تجهیز باشد.

در بسیاری از تجهیزات مرجع مانند کالیبراتورها و مالتی مترهای دقیق عدم قطعیت یا درستی بیان شده در مشخصات فنی تجهیز شامل مؤلفه‌های پایداری بلندمدت، ضریب دمایی، خطی بودن، تنظیم بار و منبع تغذیه، قابلیت ردیابی سازنده به استانداردهای کالیبراسیون ملی است. بنابراین در تجهیزاتی که پایداری به صورت مجزا مشخص نباشد، از عدم قطعیت یا درستی بیان شده در مشخصات فنی به‌جای پایداری در جدول‌های تعیین فواصل کالیبراسیون استفاده شود.

یادآوری:

برای تعیین پایداری تجهیزات چندکاره مانند کالیبراتورها و مالتی مترها، پایداری ولتاژ DC مبنا قرار داده شود.

**میزان و شدت استفاده:** تجهیزات اندازه‌گیری در اثر کارکرد و استفاده نادرست متحمل فرسایش می‌شوند.

یادآوری:

سازندگان تجهیزات، یک سری متعلقات و لوازم کمکی (دست‌کش، انبرک و...) را برای کاهش این مسئله تأمین می‌کنند که به یک اندازه‌گیری درست نیز کمک می‌کند. در مواردی که از این لوازم کمکی استفاده نشود و یا میزان استفاده از تجهیز زیاد باشد به همان نسبت باید فاصله کالیبراسیون را کاهش داد.

در تجهیزات الکتریکی و الکترومکانیکی و مکانیکی رانش با زمان هم وجود دارد که صرف‌نظر از استفاده اتفاق می‌افتد. همه تجهیزات بلافاصله بعد از کالیبراسیون از مقادیر واقعی‌شان به یک‌سو رانش دارند. در بعضی موارد رانش آهسته و در بعضی موارد قابل توجه است. در بعضی از استانداردها تا اندازه‌ای میزان رانش قابل پیش‌بینی است. حداکثر فاصله کالیبراسیون نخستین را می‌توان از تحلیل مشخصات رانش نیز تعیین کرد.

**بررسی میان‌دوره‌ای:** آزمایشگاه باید یک برنامه بررسی میان‌دوره‌ای داخلی اتخاذ کند که مقایسات متقابل استانداردهای اولیه و ثانویه را شامل می‌شود. ثبت و تحلیل داده‌های این مقایسات در نمودار کنترل می‌تواند رفتار کوتاه مدت و بلند مدت خاص تجهیز را مشخص کند. برای تعیین اولین فاصله کالیبراسیون می‌توان این رفتار وابسته به زمان را با عدم قطعیت گواهی‌نامه کالیبراسیون تجهیز و یا محدوده خطای مجاز آن مقایسه کرد. اگر در بررسی‌های میان‌دوره‌ای مشخص شود که مشخصات اندازه‌شناختی تجهیز دارای رانش بوده و مقدار آن به 85 درصد عدم قطعیت گواهی‌نامه کالیبراسیون و یا خطای مجاز نزدیک شده است، فاصله کالیبراسیون تعیین شده تجدیدنظر و تجهیز کالیبره مجدد شود. هرچه فاصله زمانی این مقایسات و بررسی‌ها کوتاه‌تر و نتایج، نشان‌دهنده پایداری تجهیز باشد، فاصله کالیبراسیون می‌تواند طولانی‌تر اتخاذ شود.

یادآوری:

بررسی‌های میان‌دوره‌ای برای استانداردهای اولیه می‌تواند خارج از آزمایشگاه نیز باشد که در این صورت از آن به‌عنوان مقایسات بین آزمایشگاهی تلقی نشود و نتایج مانند بررسی‌های میان‌دوره‌ای مورد تحلیل قرار گیرد.

**شرایط محیطی نگهداری:** آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون باید شرایط محیطی (دما، رطوبت، فشار، لرزش و...) تعریف شده و کنترل شده‌ای برای انجام عملیات آزمون و کالیبراسیون داشته باشند. اگر در غیر زمان کاری شرایط محیطی تحت کنترل نباشد، هر چه تغییرات بیشتر باشد فاصله کالیبراسیون باید کوتاه‌تر شود. زیرا تغییرات شرایط محیطی بر بسیاری از تجهیزات الکتریکی و الکترومکانیکی مؤثر بوده و باعث رانش مشخصات اندازه‌شناختی تجهیز می‌شود. اثر این مؤلفه در جدول‌های تعیین فاصله کالیبراسیون به صورت درصد تغییرات نسبت به مقدار تعریف شده در نظر گرفته شود.

**خارج از آزمایشگاه:** تعداد دفعات استفاده تجهیز در خارج از آزمایشگاه که مستلزم جابه‌جایی و حمل و نقل آن می‌شود، از عوامل مؤثر در کاهش فاصله کالیبراسیون است، که باید در تعیین فاصله کالیبراسیون در نظر گرفته شود. همچنین در مواقعی که تجهیز در خارج از آزمایشگاه استفاده می‌شود، ممکن است در شرایط محیطی غیراستاندارد و بسیار نامطلوب قرار گیرد که هر چه مدت زمان استفاده و نگهداری در این شرایط بیشتر باشد فاصله کالیبراسیون باید کوتاه‌تر شود.

#### 2-4-7 بازنگری عوامل مؤثر

آزمایشگاه باید در فواصل زمانی معین (یک سوم فاصله کالیبراسیون تعیین شده) سوابق ایجاد شده در مورد عوامل مؤثر را بازنگری کرده و در صورت نیاز با توجه به تغییرات ایجاد شده برای عوامل مؤثر فاصله کالیبراسیون جدیدی تعیین نماید.

#### 3-4-7 تجهیزات الکتریکی

#### 1-3-4-7 استانداردهای اولیه

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای اولیه الکتریکی را مطابق جدول (1) مشخص نماید. همچنین وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به تعریف عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این استاندارد و جدول (2)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز در جدول (2) ثبت و به ترتیب زیر عمل نمایید:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول ثبت شود.

جدول ۲: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه الکتریکی

امتیاز	نام تجهیز:		عوامل مؤثر	
	مدل:		شماره سریال:	
	کد کالیبراسیون:	تاریخ کالیبراسیون:	شرایط	وزن
	$10 \leq$	3.10	$3 \geq$	30% TUR
	18	12	6	
	$10 \text{ppm / year} >$	10.15ppm / year	$15 \text{ppm / year} <$	پایداری 30%
	18	12	6	
	شش بار در دوره	چهار بار در دوره	دو بار در دوره	بررسی میان دوره ای 10%
	6	4	2	
	تا 5 بار در سال	تا 10 بار در سال	بیش از 10 بار در سال	میزان و شدت استفاده 20%
	12	8	4	
	$\pm 10\%$	$\pm 15\%$	$\pm 20\%$	شرایط محیطی
	6	4	2	نگهداری 10%
طول دوره به ماه = جمع:				

یادآوری 1:

اگر سازنده تجهیز، فاصله کالیبراسیون کمتر از دو سال را توصیه نماید و در تعیین آن تعریف این استاندارد را برآورده کرده

باشد، آزمایشگاه می‌تواند طبق توصیه سازنده عمل نماید و یا با توجه به شرایط عوامل مؤثر از رابطه‌ی (1) استفاده نماید.

$$(1) \quad \text{طول دوره به ماه} = \text{توصیه سازنده به ماه} + \left( \frac{\text{امتیاز}}{60} \times \text{توصیه سازنده به ماه} \right)$$

یادآوری 2:

فاصله کالیبراسیون محاسبه شده به وسیله جدول‌ها به عدد صحیح بزرگ‌تر گرد شود. همچنین تاریخ کالیبراسیون به صورت

روز/ماه/سال ثبت شود.



مثال: در آزمایشگاه X استاندارد اولیه ولتاژ DC با مشخصات و شرایط زیر است، اولین فاصله کالیبراسیون را با استفاده از جدول (2) تعیین نمایید.

- 1- آزمایشگاه در نظر دارد TUR با نسبت 3 تا 10 را رعایت کند.
  - 2- از مشخصات فنی پایداری تجهیز 2 ppm/year است.
  - 3- آزمایشگاه حداقل دو بررسی میان دوره‌ای در برنامه کاری خود قرار می‌دهد.
  - 4- میزان و شدت استفاده حداکثر 5 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.
  - 5- تغییرات شرایط محیطی در غیر ساعات کاری کمتر از 15 درصد شرایط تعریف شده برای کار است.
- با توجه به شرایط ذکر شده جدول به صورت زیر تکمیل می‌شود:

جدول ۳: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه الکتریکی (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: DC REF STD		عوامل مؤثر	
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/1		مدل: XXX			
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 93/2/1		شماره سریال: XXX			
12	10 ≤	3.10	3 ≥	شرایط	TUR 30%	
	18	12	6	وزن		
18	10ppm / year >	10-15ppm / year	15ppm / year <	شرایط	پایداری 30%	
	18	12	6	وزن		
2	شش بار در دوره	چهار بار در دوره	دو بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره ای 10%	
	6	4	2	وزن		
12	تا 5 بار در سال	تا 10 بار در سال	بیش از 10 بار در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده	
	12	8	4	وزن	20%	
4	±10%	±15%	±20%	شرایط	شرایط محیطی	
	6	4	2	وزن	نگهداری 10%	
48	طول دوره به ماه = جمع:					

دوره کالیبراسیون تجهیز چهار سال تعیین شده و در هر 16 ماه یکبار بررسی میان دوره‌ای انجام می‌شود.

## 7-4-3-2 استانداردهای ثانویه و انتقالی

اگر آزمایشگاه بهترین توان اندازه‌گیری کمیت‌ها را بر اساس مشخصات فنی کارخانه سازنده تجهیز اعلان نماید، اولین فاصله کالیبراسیون تجهیز باید مطابق مشخصات فنی کارخانه سازنده تعیین شود. برای مثال اگر عدم قطعیت اندازه‌گیری یا درستی یک ساله تجهیز با سطح اطمینان معینی از طرف کارخانه سازنده تجهیز بیان شده باشد و آزمایشگاه بهترین توان اندازه‌گیری خود را بر اساس این مشخصات اعلان نماید، بنابراین اولین فاصله کالیبراسیون تجهیز باید یک ساله تعیین شود.

در مواردی که آزمایشگاه از توصیه سازنده استفاده ننماید، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه با استفاده از این استاندارد تعیین می‌شود.  
یادآوری:

استانداردهای انتقالی AC/DC که بالاترین رده درستی AC را دارند در دو نوع ترموکوپل خلاء<sup>1</sup> و حسگر RMS<sup>2</sup> وجود دارند. میزان استفاده استاندارد نوع ترموکوپل خلاء در تعیین فاصله کالیبراسیون بسیار مؤثر است.  
مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای ثانویه الکتریکی را مطابق جدول (1) مشخص نماید. همچنین وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این استاندارد و جدول (4)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز در جدول (4) ثبت و به ترتیب زیر عمل شود:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

---

1. Vacuum Thermocouple Based AC/ DC Transfer Standards  
2. RMS Sensor Based AC/DC Transfer Standards

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول ثبت

شود.

جدول ۴: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه الکتریکی و دمایی

امتیاز	نام تجهیز:		کد کالیبراسیون:	
	مدل:		تاریخ کالیبراسیون:	
	شماره سریال:		تاریخ کالیبراسیون بعدی:	
TUR 25%	شرایط	$3 \geq$	3-10	$10 \leq$
	وزن	2	4	6
پایداری 25%	شرایط	$40 \text{ppm} / \text{year} <$	20-40ppm / year	$20 \text{ppm} / \text{year} >$
	وزن	2	4	6
بررسی میان دوره ای 15%	شرایط	یک بار در دوره	دو بار در دوره	سه بار در دوره
	وزن	1/2	2/4	3/6
میزان و شدت استفاده 25%	شرایط	بیش از 100 بار در سال	تا 100 بار در سال	تا 50 بار در سال
	وزن	2	4	6
شرایط محیطی نگهداری 10%	شرایط	$\pm 30\%$	$\pm 20\%$	$\pm 10\%$
	وزن	0,8	1/6	2/4
طول دوره به ماه = جمع:				

مثال: در آزمایشگاه X مالتی متر مرجع با مشخصات و شرایط زیر است، اولین فاصله کالیبراسیون را با

استفاده از جدول (4) تعیین نمایید.

1- آزمایشگاه در نظر دارد TUR با نسبت 3 تا 10 را رعایت کند.

2- از مشخصات فنی پایداری تجهیز 4 ppm/year است.

3- آزمایشگاه حداقل دو بررسی میان دوره‌ای در برنامه کاری خود قرار می‌دهد.

4- میزان و شدت استفاده حداکثر 50 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

5- تغییرات شرایط محیطی در غیر ساعات کاری کمتر از 15 درصد شرایط تعریف شده برای کار است.

با توجه به شرایط ذکر شده جدول به صورت زیر تکمیل می‌شود:

## جدول ۵: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه الکتریکی و دمایی (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: DMM		عوامل مؤثر
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/10		مدل: XXX		
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 90/10/10		شماره سریال:		
4	$10 \leq$	3-10	$3 \geq$	شرایط	%25 TUR
	6	4	2	وزن	
6	$20 \text{ppm / year} >$	20-40ppm / year	$40 \text{ppm / year} <$	شرایط	پایداری %25
	6	4	2	وزن	
2/4	سه بار در دوره	دو بار در دوره	یک بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره‌ای %15
	3/6	2/4	1/2	وزن	
6	تا 50 بار در سال	تا 100 بار در سال	بیش از 100 بار در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده %25
	6	4	2	وزن	
1/6	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$	شرایط	شرایط محیطی نگهداری %10
	2/4	1/6	0,8	وزن	
20	طول دوره به ماه = جمع:				

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 20 ماه تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید هر هفت ماه یک بررسی میان دوره‌ای داشته باشد.

## 3-4-7 استانداردهای کاری

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای کاری الکتریکی و دمایی را مطابق جدول (1) مشخص نماید.

همچنین وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این

استاندارد و جدول (6)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز در جدول (6) ثبت و به ترتیب زیر عمل شود:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول

ثبت شود.

جدول ۶: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری الکتریکی و دمایی

امتیاز	نام تجهیز:		کد کالیبراسیون:		عوامل مؤثر
	مدل:		تاریخ کالیبراسیون:		
	شماره سریال:		تاریخ کالیبراسیون بعدی:		
	شرایط	$3 \geq$	3-10	$10 \leq$	TUR 15%
	وزن	0/6	1/2	1/8	
	شرایط	$100 \text{ppm} / \text{year} <$	50-100ppm / year	$50 \text{ppm} / \text{year} >$	پایداری 15%
	وزن	0/6	1/2	1/8	
	شرایط	یک بار در دوره	دو بار در دوره	سه بار در دوره	بررسی میان دوره ای 20%
	وزن	0/8	1/6	2/4	
	شرایط	بیش از 200 بار در سال	تا 200 بار در سال	تا 100 بار در سال	میزان و شدت استفاده 20%
	وزن	0/8	1/6	2/4	
	شرایط	$\pm 35\%$	$\pm 25\%$	$\pm 15\%$	شرایط محیطی نگهداری 10%
	وزن	0/4	0/8	1/2	
	شرایط	$30 <$ بار در سال	10 - 30 بار در سال	$> 10$ بار در سال	خارج از آزمایشگاه 20%
	وزن	0/8	1/6	2/4	
	طول دوره به ماه = جمع:				

مثال: در آزمایشگاهی استاندارد کاری برای تولید کمیت‌های ولتاژ، جریان، مقاومت، خازن و ...

کالیبراتور مدل AAA است، با توجه به مشخصات فنی کالیبراتور و پیش‌بینی آزمایشگاه در استفاده از این تجهیز

اولین فاصله کالیبراسیون آن را با استفاده از جدول (6) تعیین نمایید.

1- آزمایشگاه در نظر دارد TUR با نسبت 3 تا 10 را رعایت کند.

2- از مشخصات فنی پایداری تجهیز 50 ppm/year است.

3- آزمایشگاه حداقل سه بررسی میان دوره‌ای در برنامه کاری خود قرار می‌دهد.

4- میزان و شدت استفاده حداکثر 100 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

5- تغییرات شرایط محیطی در غیر ساعات کاری کمتر از 15 درصد شرایط تعریف شده برای کار است.

6- خارج از آزمایشگاه و انجام عملیات کالیبراسیون در محل حداکثر 10 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

باتوجه به شرایط فوق جدول تعیین فاصله کالیبراسیون به صورت زیر تکمیل و فاصله کالیبراسیون تعیین می‌شود:

جدول ۷: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری الکتریکی و دمایی (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: CALIBRATOR		عوامل مؤثر	
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/10		مدل: AAA			
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 90/1/21		شماره سریال:			
1/2	$10 \leq$	3-10	$3 \geq$	شرایط	TUR %15	
	1/8	1/2	0/6	وزن		
1/8	$50\text{ppm} / \text{year} >$	50-100ppm / year	$100\text{ppm} / \text{year} <$	شرایط	پایداری %15	
	1/8	1/2	0/6	وزن		
2/4	سه بار در دوره	دو بار در دوره	یک بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره‌ای %20	
	2/4	1/6	0/8	وزن		
2/4	تا 100 بار در سال	تا 200 بار در سال	بیش از 200 بار در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده %20	
	2/4	1/6	0/8	وزن		
1/2	$\pm 15\%$	$\pm 25\%$	$\pm 35\%$	شرایط	شرایط محیطی نگهداری %10	
	1/2	0/8	0/4	وزن		
2/4	$10 >$ بار در سال	10 - 30 بار در سال	$30 <$ بار در سال	شرایط	خارج از آزمایشگاه %20	
	2/4	1/6	0/8	وزن		
11/4	طول دوره به ماه = جمع:					

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 345 روز تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید هر سه ماه یک

بررسی میان دوره‌ای داشته باشد.

4-4-7 تجهیزات مکانیکی

4-4-7 استانداردهای اولیه

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای مکانیکی را مطابق جدول (1) مشخص نماید. همچنین وضعیت

آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این استاندارد و جدول

(8)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز در جدول (8) ثبت و به ترتیب زیر عمل شود:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول ثبت

شود.

جدول ۸: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه مکانیکی

امتیاز	نام تجهیز:					عوامل مؤثر	
	مدل:						
	شماره سریال:						
کد کالیبراسیون:		تاریخ کالیبراسیون:			تاریخ کالیبراسیون بعدی:		
	10 ≤	7.10	5.7	3.5	3 ≥	شرایط	عدم قطعیت 15%
	12,6	10,08	7,56	5,04	2,52	وزن	
	10 ≤	7.10	5.7	3.5	3 ≥	شرایط	30% TUR
	25,2	20,16	15,12	10,08	5,04	وزن	
	تا 10 بار در سال	تا 20 بار در سال	تا 30 بار در سال	تا 40 بار در سال	بیش از 40 بار در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده 30%
	25,2	20,16	15,12	10,08	5,04	وزن	
	10 بار در دوره	8 بار در دوره	6 بار در دوره	4 بار در دوره	2 بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره‌ای 15%
	12,6	10,08	7,56	5,04	2,52	وزن	
	±3%	±6%	±9%	±12%	±15%	شرایط	شرایط محیطی نگهداری 10%
	8,4	6,72	5,04	3,36	1,68	وزن	
طول دوره به ماه = جمع:							

یادآوری:

اگر سازنده تجهیز فاصله کالیبراسیون کمتر از دو سال را توصیه نماید و در تعیین آن تعریف این استاندارد را برآورده کرده باشد، آزمایشگاه می‌تواند طبق توصیه سازنده عمل نماید و یا با توجه به شرایط عوامل مؤثر از رابطه (2) استفاده نماید.

$$(2) \quad \text{طول دوره به ماه} = \text{توصیه سازنده به ماه} + \left( \frac{\text{امتیاز}}{84} \times \text{توصیه سازنده به ماه} \right)$$

مثال: در آزمایشگاهی استاندارد اولیه جرم وزنه گرید E1 است. با توجه به مشخصات و شرایط زیر اولین فاصله کالیبراسیون را با استفاده از جدول (8) تعیین نمایید.

- 1- این آزمایشگاه توانایی کالیبراسیون وزنه‌های با گرید E2 را دارد. به‌عنوان نمونه وزنه 1kg از این مجموعه دارای عدم قطعیت  $\pm 0.1\text{mg}$  است. خطای مجاز وزنه 1kg گرید E1 طبق استاندارد OIML R111،  $\pm 0.5\text{mg}$  و خطای مجاز همین وزنه در گرید E2،  $\pm 1.6\text{mg}$  است. بنابراین مقدار TUR طبق تعریف 16 است.
- 2- مقدار خطای مجاز وزنه 1kg گرید E1، 5 برابر عدم قطعیت گواهی‌نامه کالیبراسیون آن می‌باشد.
- 3- شرایط محیطی تعریف شده برای این آزمایشگاه 20 درجه سلسیوس است. تغییرات شرایط محیطی در غیر ساعات کاری طبق نتایج ثبت شده در محدوده 19 تا 22 درجه سلسیوس است. بنابراین شرایط محیطی نگهداری در محدوده  $\pm 12$  درصد قرار می‌گیرد.

4- آزمایشگاه حداقل شش بررسی میان‌دوره‌ای را در برنامه کاری خود قرار داده است.

5- میزان و شدت استفاده کمتر از 20 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

با توجه به شرایط فوق جدول به‌صورت زیر تکمیل می‌شود:



جدول ۹: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای اولیه مکانیکی (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: وزنه 1 kg			عوامل مؤثر	
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/4		مدل: E1				
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 94/6/4		شماره سریال:				
7,56	10 <sub>≤</sub>	7-10	5,7	3,5	3 <sub>≥</sub>	شرایط	عدم قطعیت 15%
	12,6	10,08	7,56	5,04	2,52	وزن	
25,2	10 <sub>≤</sub>	7-10	5,7	3,5	3 <sub>≥</sub>	شرایط	30% TUR
	25,2	20,16	15,12	10,08	5,04	وزن	
20,16	تا 10 بار در سال	تا 20 بار در سال	تا 30 بار در سال	تا 40 بار در سال	بیش از 40 بار در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده 30%
	25,2	20,16	15,12	10,08	5,04	وزن	
7,56	10 بار در دوره	8 بار در دوره	6 بار در دوره	4 بار در دوره	2 بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره ای 15%
	12,6	10,08	7,56	5,04	2,52	وزن	
3,36	±3%	±6%	±9%	±12%	±15%	شرایط	شرایط محیطی نگهداری 10%
	8,4	6,72	5,04	3,36	1,68	وزن	
63,84	طول دوره به ماه = جمع:						

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 64 ماه تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید هر نه ماه یک بررسی

میان دوره‌ای داشته باشد.

#### 7-4-2 استانداردهای ثانویه

طراحی و ساخت استانداردهای ثانویه مکانیکی به دو دسته مکانیکی و الکترومکانیکی تقسیم می‌شود.

عوامل مؤثر در تعیین فاصله کالیبراسیون برای این دو دسته از تجهیزات متفاوت است.

#### 7-4-2-1 استانداردها با ساختار مکانیکی

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای ثانویه مکانیکی را مطابق جدول (1) مشخص نماید؛ همچنین

وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این استاندارد و

جدول (10)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز در جدول (10) ثبت و به ترتیب زیر عمل شود:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول ثبت

شود.

جدول ۱۰: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه مکانیکی

امتیاز	نام تجهیز:					عوامل مؤثر
	مدل:					
	شماره سریال:					
	کد کالیبراسیون:	تاریخ کالیبراسیون:	تاریخ کالیبراسیون بعدی:			عدم قطعیت 15%
	10 ≤	7-10	5-7	3-5	3 ≥	
	5/4	4/32	3/24	2/16	1/08	وزن
	10 ≤	7-10	5-7	3-5	3 ≥	20% TUR
	7/2	5/76	4/32	2/88	1/44	
	تا 20 بار	تا 40 بار	تا 60 بار	تا 80 بار	بیش از 80 بار در	میزان و شدت استفاده 25%
	سال	درسال	درسال	درسال	سال	
	9	7/2	5/4	3/6	1/8	وزن
	5 بار در	4 بار در	3 بار در	2 بار در	1 بار در دوره	بررسی میان دوره‌ای 20%
	دوره	دوره	دوره	دوره		
	7/2	5/76	4/32	2/88	1/44	وزن
	تا 5 بار در	تا 10 بار در	تا 15 بار در	تا 20 بار در	بیش از 20 بار در	خارج از آزمایشگاه 10%
	سال	سال	سال	سال	سال	
	3/6	2/88	2/16	1/44	0/72	وزن
	±5%	±10%	±15%	±20%	±25%	شرایط محیطی نگهداری
	3/6	2/88	2/16	1/44	0/72	
طول دوره به ماه = جمع:						

استانداردهای ثانویه مکانیکی با ساختار پیچیده، مانند ساعت اندازه گیری، فشارسنج‌های مرجع و ... به علت

پیچیدگی ساختار نسبت به عوامل مؤثر بر تعیین فواصل کالیبراسیون مثل میزان استفاده و تغییرات نامطلوب

شرایط محیطی حساسیت بیشتری داشته و تمایل بیشتری به رانش دارند. بنابراین باید فاصله کالیبراسیون

کوتاه‌تری نسبت به استانداردهای مکانیکی با ساختار ساده مانند وزنه، بلوک سنجه و... داشته باشند. آزمایشگاه باید فاصله کالیبراسیون تعیین شده برای این نوع تجهیزات را با توجه به پیچیدگی ساختار 10 تا 30 درصد نسبت به دوره محاسبه شده با جدول (10) کاهش دهد.

یادآوری:

اگر سازنده تجهیز فاصله کالیبراسیون کمتر از 2 سال را توصیه نماید و در تعیین آن تعریف این استاندارد را برآورده کرده باشد، آزمایشگاه می‌تواند طبق توصیه سازنده عمل نماید و یا با توجه به شرایط عوامل مؤثر از رابطه (3) استفاده نماید.

$$(3) \quad \text{طول دوره به ماه} = \text{توصیه سازنده به ماه} + \left( \frac{\text{امتیاز}}{36} \times \text{توصیه سازنده به ماه} \right)$$

مثال: در آزمایشگاهی استاندارد ثانویه طول بلوک سنجه گرید 00 است. با توجه به مشخصات و شرایط زیر اولین فاصله کالیبراسیون را با استفاده از جدول (10) تعیین نمایید.

1- این آزمایشگاه توانایی کالیبراسیون بلوک سنجه گرید 0 را دارد. به‌عنوان نمونه بلوک سنجه 100 mm از این مجموعه دارای عدم قطعیت  $\pm 0,05\mu\text{m}$  است. خطای مجاز بلوک سنجه 100 mm گرید 00 طبق استاندارد ISO 3650،  $\pm 0,14\mu\text{m}$  و خطای مجاز همین بلوک سنجه در گرید 0،  $\pm 0,3\mu\text{m}$  است. بنابراین مقدار TUR طبق تعریف 6 است.

2- مقدار خطای مجاز بلوک سنجه گرید 00، سه برابر عدم قطعیت گواهی‌نامه کالیبراسیون آن است.

3- شرایط محیطی تعریف شده برای این آزمایشگاه 20 درجه سلسیوس است. تغییرات شرایط محیطی در

غیر ساعات کاری طبق نتایج ثبت شده در محدوده 17 تا 23 درجه سلسیوس است. بنابراین شرایط محیطی نگهداری در محدوده  $\pm 15$  درصد قرار می‌گیرد.

4- آزمایشگاه حداقل چهار بررسی میان‌دوره‌ای را در برنامه کاری خود قرار داده است.

5- میزان و شدت استفاده کمتر از 20 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

6- استفاده در خارج از آزمایشگاه کمتر از پنج بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

با توجه به شرایط فوق جدول به صورت زیر تکمیل می‌شود:

جدول ۱۱: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه مکانیکی (مثال)

امتیاز	نام تجهیز: بلوک سنج 100 mm					کد کالیبراسیون:	
	مدل: گرید 00					تاریخ کالیبراسیون: 89/2/4	
	شماره سریال:					تاریخ کالیبراسیون بعدی: 91/4/4	
1,08	شرایط	عدم قطعیت 15%	$3 \geq$	3-5	5-7	7-10	$10 \leq$
	وزن	1,08	2,16	3,24	4,32	5,4	
4,32	شرایط	20% TUR	$3 \geq$	3-5	5-7	7-10	$10 \leq$
	وزن	1,44	2,88	4,32	5,76	7,2	
9	شرایط	میزان و شدت استفاده 25%	بیش از 80 بار در سال	تا 80 بار در سال	تا 60 بار در سال	تا 40 بار در سال	تا 20 بار در سال
	وزن	1,8	3,6	5,4	7,2	9	
5,76	شرایط	بررسی میان دوره ای 20%	1 بار در دوره	2 بار در دوره	3 بار در دوره	4 بار در دوره	5 بار در دوره
	وزن	1,44	2,88	4,32	5,76	7,2	
3,6	شرایط	خارج از آزمایشگاه 10%	بیش از 20 بار در سال	تا 20 بار در سال	تا 15 بار در سال	تا 10 بار در سال	تا 5 بار در سال
	وزن	0,72	1,44	2,16	2,88	3,6	
2,16	شرایط	شرایط محیطی نگهداری 10%	$\pm 25\%$	$\pm 20\%$	$\pm 15\%$	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$
	وزن	0,72	1,44	2,16	2,88	3,6	
25,92	طول دوره به ماه = جمع:						

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 26 ماه تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید هر 5 ماه یک

بررسی میان دوره‌ای داشته باشد.

#### 2-2-4-4-7 استانداردها با ساختار الکترومکانیکی

این نوع تجهیزات از یک سیستم مشترک الکتریکی و مکانیکی در فرآیند اندازه‌گیری استفاده می‌کنند.

حسگرهای الکترومکانیکی، لودسل‌ها، نشان دهنده‌های دیجیتالی، مدارات شکل دهنده سیگنال<sup>1</sup> الکترونیکی، ترانسدیوسرها<sup>2</sup> و... قطعاتی هستند که در ساختار این استانداردها به کار رفته است. این قطعات هم با میزان استفاده و هم صرف نظر از استفاده، رانش و ناپایداری پیدا می‌کنند.

#### یادآوری 1:

فاصله کالیبراسیون برای استانداردها یا تجهیزات اندازه‌گیری فشار که حسگر آن‌ها با الکتریسیته کار می‌کند و مدارات مناسب‌سازی سیگنال الکترونیکی دارند، مشخصات سازنده تجهیز، به‌ویژه مشخصات پایداری بلندمدت، نقطه شروع مناسبی برای تعیین فاصله کالیبراسیون است. برای تجهیزات اندازه‌گیری فشار از نوع ثانویه (ترازوی فشار) فاصله کالیبراسیون سه ساله پیشنهاد شده است. اما برای استانداردهای خازنی دیافراگمی که رانش‌پذیر هستند، فاصله کالیبراسیون کوتاه‌تری بین یک تا دو سال پیشنهاد می‌شود.

#### یادآوری 2:

در استانداردها یا تجهیزات اندازه‌گیری نیرو مشخصات سازنده تجهیز، به‌ویژه پایداری بلند مدت، نقطه شروع مناسبی برای تعیین فاصله کالیبراسیون است. برای پروینگ رینگ (استاندارد ثانویه) فاصله کالیبراسیون سه ساله پیشنهاد شده است. اما برای لودسل‌ها با سنجه مقاومتی - کششی به دلیل ویژگی‌های رانش ذاتی فاصله کالیبراسیون کوتاه‌تری تا دو سال پیشنهاد می‌شود.

#### یادآوری 3:

توصیه می‌شود تجهیزات اندازه‌گیری نیرو در صورت جابه‌جایی دوباره کالیبره شوند.

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای ثانویه مکانیکی را مطابق جدول (1) مشخص نماید. همچنین وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این استاندارد و جدول (12)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز در جدول (12) ثبت و به ترتیب زیر عمل شود:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

1. Signal Conditioner  
2. Transducers

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول

ثبت شود.

جدول ۱۲: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه الکترومکانیکی

امتیاز	نام تجهیز:		کد کالیبراسیون:	
	مدل:		تاریخ کالیبراسیون:	
	شماره سریال:		تاریخ کالیبراسیون بعدی:	
	شرایط	$3 \geq$	$3.10$	$10 \leq$
	وزن	$1/6$	$3/2$	$4/8$
بررسی میان دوره ای 15%	شرایط	یک بار در دوره	دو بار در دوره	سه بار در دوره
	وزن	$1/2$	$2/4$	$3/6$
میزان و شدت استفاده 25%	شرایط	بیش از 100 بار در سال	تا 100 بار در سال	تا 50 بار در سال
	وزن	2	4	6
شرایط محیطی نگهداری 15%	شرایط	$30 \pm \%$	$20 \pm \%$	$10 \pm \%$
	وزن	$1/2$	$2/4$	$3/6$
خارج از آزمایشگاه 25%	شرایط	بیش از 20 بار در سال	تا 20 بار در سال	تا 10 بار در سال
	وزن	2	4	6
طول دوره به ماه = جمع:				

یادآوری:

اگر سازنده تجهیز فاصله کالیبراسیون کمتر از یک سال را توصیه نماید و در تعیین آن تعریف این استاندارد را برآورده کرده

باشد، آزمایشگاه می‌تواند طبق توصیه سازنده عمل نماید و یا با توجه به شرایط عوامل مؤثر از رابطه (4) استفاده نماید.

$$\text{طول دوره به ماه} = \text{توصیه سازنده به ماه} + \left( \frac{\text{امتیاز}}{24} \times \text{توصیه سازنده به ماه} \right) \quad (4)$$

مثال: در آزمایشگاهی استاندارد ثانویه فشار، کالیبراتور فشار است. با توجه به مشخصات و شرایط زیر اولین

فاصله کالیبراسیون را با استفاده از جدول (12) تعیین نمایید.

1- درستی اعلان شده توسط کارخانه سازنده 0/025 درصد است. این آزمایشگاه توانایی کالیبراسیون

فشارسنج‌های مرجع با درستی 0,1% را دارد، بنابراین TUR آزمایش 4 است.

2- شرایط محیطی تعریف شده برای این آزمایشگاه 20 درجه سلسیوس است. تغییرات شرایط محیطی در

غیر ساعات کاری طبق نتایج ثبت شده در محدوده 18 تا 24 درجه سلسیوس است. بنابراین شرایط محیطی

نگهداری در محدوده  $\pm 20$  درصد قرار می‌گیرد.

3- آزمایشگاه حداقل دو بررسی میان‌دوره‌ای را در برنامه کاری خود قرار داده است.

4- میزان و شدت استفاده کمتر از 50 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

5- استفاده در خارج از آزمایشگاه کمتر از 10 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

با توجه به شرایط فوق جدول به صورت زیر تکمیل می‌شود:

جدول ۱۳: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه الکترومکانیکی (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: کالیبراتور فشار		عوامل مؤثر	
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/5		مدل: XXX			
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 90/10/5		شماره سریال:			
3,2	$10 \leq$	3-10	$3 \geq$	شرایط	TUR 20%	
	4,8	3,2	1,6	وزن		
2,4	سه بار در دوره		یک بار در دوره		بررسی میان‌دوره ای 15%	
	3,6	2,4	1,2	وزن		
6	تا 50 بار در سال		بیش از 100 بار در سال		میزان و شدت استفاده 25%	
	6	4	2	وزن		
2,4	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$	شرایط محیطی نگهداری		
	3,6	2,4	1,2	15%		
6	تا 10 بار در سال		بیش از 20 بار در سال		خارج از آزمایشگاه 25%	
	6	4	2	وزن		
20	طول دوره به ماه = جمع:					

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 20 ماه تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید هر هفت ماه یک بررسی میان دوره‌ای داشته باشد.

#### 3-4-4-7 استانداردهای کاری مکانیکی

طراحی و ساخت استانداردهای کاری مکانیکی به دو دسته مکانیکی و الکترومکانیکی تقسیم می‌شود. عوامل مؤثر در تعیین فاصله کالیبراسیون برای این دو دسته از تجهیزات متفاوت است.

#### 1-3-4-4-7 استانداردها با ساختار مکانیکی

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای کاری مکانیکی را مطابق جدول (1) مشخص نماید. همچنین وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این استاندارد و جدول (14)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز در جدول (14) ثبت و به ترتیب زیر عمل شود:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول ثبت شود.



جدول ۱۴: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری مکانیکی

امتیاز	نام تجهیز:					عوامل مؤثر	
	کد کالیبراسیون:						
	مدل:						
	تاریخ کالیبراسیون بعدی:					شماره سریال:	
	میزان و شدت استفاده 35%	شرایط	بیش از 200 بار در سال	تا 200 بار در سال	تا 150 بار در سال	تا 100 بار در سال	تا 50 بار در سال
	وزن		1,26	2,52	3,78	5,04	6,3
	عدم قطعیت 15%	شرایط	$3 \geq$	3.5	5.7	7.10	$10 \leq$
	وزن		0,54	1,08	1,62	2,16	2,7
	بررسی میان دوره‌ای 15%	شرایط	یک بار در دوره	دو بار در دوره	سه بار در دوره	چهار بار در دوره	پنج بار در دوره
	وزن		0,54	1,08	1,62	2,16	2,7
	خارج از آزمایشگاه 25%	شرایط	بیش از 40 بار در سال	تا 40 بار در سال	تا 30 بار در سال	تا 20 بار در سال	تا 10 بار در سال
	وزن		0,9	1,8	2,7	3,6	4,5
	شرایط محیطی نگهداری	شرایط	$\pm 30\%$	$\pm 25\%$	$\pm 20\%$	$\pm 15\%$	$\pm 10\%$
	10%	وزن	0,36	0,72	1,08	1,44	1,8
طول دوره به ماه = جمع:							

استانداردهای کاری مکانیکی با ساختار پیچیده، مانند ساعت اندازه‌گیری، فشارسنج‌های مرجع و... به علت پیچیدگی ساختار نسبت به عوامل مؤثر بر تعیین فواصل کالیبراسیون مثل میزان استفاده و تغییرات نامطلوب شرایط محیطی حساسیت بیشتری داشته و تمایل بیشتری به رانش دارند. بنابراین باید فاصله کالیبراسیون کوتاه‌تری نسبت به استانداردهای مکانیکی با ساختار ساده، مانند وزنه، بلوک سنج و... داشته باشند. آزمایشگاه باید فاصله کالیبراسیون تعیین شده برای این نوع تجهیزات را با توجه به پیچیدگی ساختار 10 تا 30 درصد نسبت به دوره محاسبه شده با جدول (14) کاهش دهد.

در برخی از تجهیزات مکانیکی در رده کاری مانند بلوک سنج، بلوک زاویه، میز صافی سطح و... که بر اثر شدت استفاده در یک جهت رانش خواهند داشت، موقعیت مقدار حقیقی تجهیز (گزارش شده در گواهی‌نامه

کالیبراسیون) در محدوده خطای مجاز برای تعیین اولین فاصله کالیبراسیون مؤثر است و هر چه فاصله این مقدار از حد نهایی خطای مجاز کمتر باشد، تجهیز باید فاصله کالیبراسیون اولیه کوتاه‌تری داشته باشد. بنابراین آزمایشگاه باید با توجه به موقعیت مقدار حقیقی در محدوده خطای مجاز دوره محاسبه شده با جدول (14) را تا 30 درصد کاهش دهد.

مثال: در آزمایشگاهی استاندارد کاری تختی میز سطح صاف گرانی با ابعاد  $630 \times 1000 \text{ mm}$  و گرید 0 است. با توجه به مشخصات و شرایط زیر اولین فاصله کالیبراسیون را با استفاده از جدول (14) تعیین نمایید.

1- عدم قطعیت گزارش شده در گواهی‌نامه کالیبراسیون میز  $1/2 \mu\text{m} \pm$  و حداکثر خطای مجاز میز طبق استاندارد ISO 8512-2،  $6 \mu\text{m} \pm$  است. بنابراین حداکثر خطای مجاز میز، پنج برابر عدم قطعیت گواهی‌نامه کالیبراسیون آن است.

2- شرایط محیطی تعریف شده برای این آزمایشگاه 20 درجه سلسیوس است. تغییرات شرایط محیطی در غیر ساعات کاری طبق نتایج ثبت شده در محدوده 18 تا 25 درجه سلسیوس است. بنابراین شرایط محیطی نگهداری در محدوده  $\pm 25$  درصد قرار می‌گیرد.

3- آزمایشگاه حداقل یک بررسی میان‌دوره‌ای را در برنامه کاری خود قرار داده است.

4- میزان و شدت استفاده حداکثر 100 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

5- استفاده در خارج از آزمایشگاه ندارد.

با توجه به شرایط فوق جدول به صورت زیر تکمیل می‌شود:

جدول ۱۵: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری مکانیکی (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: میز سطح صافی			عوامل مؤثر	
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/5		مدل: گرید 0			شماره سریال:	
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 90/3/5						
5,04	تا 50 بار در سال	تا 100 بار در سال	تا 150 بار در سال	تا 200 بار در سال	بیش از 200 بار در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده 35%
	6,3	5,04	3,78	2,52	1,26	وزن	
1,62	$10 \leq$	7-10	5-7	3.5	$3 \geq$	شرایط	عدم قطعیت 15%
	2,7	2,16	1,62	1,08	0,54	وزن	
0,54	پنج بار در دوره	چهار بار در دوره	سه بار در دوره	دو بار در دوره	یک بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره‌ای 15%
	2,7	2,16	1,62	1,08	0,54	وزن	
4,5	تا 10 بار در سال	تا 20 بار در سال	تا 30 بار در سال	تا 40 بار در سال	بیش از 40 بار در سال	شرایط	خارج از آزمایشگاه 25%
	4,5	3,6	2,7	1,8	0,9	وزن	
0,72	$\pm 10\%$	$\pm 15\%$	$\pm 20\%$	$\pm 25\%$	$\pm 30\%$	شرایط	شرایط محیطی نگهداری 10%
	1,8	1,44	1,08	0,72	0,36	وزن	
12,42	طول دوره به ماه = جمع:						

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 13 ماه تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید پس از شش ماه یک

بررسی میان دوره‌ای داشته باشد.

#### 7-4-3-2 استانداردها با ساختار الکترومکانیکی

این نوع تجهیزات از یک سیستم مشترک الکتریکی و مکانیکی در فرآیند اندازه‌گیری استفاده می‌کنند.

حسگرهای الکترومکانیکی، لودسل‌ها، نشان دهنده‌های دیجیتالی، مدارات مناسب سازی سیگنال الکترونیکی،

مبدل‌ها و... قطعاتی هستند که در ساختار این استانداردها به کار رفته است. این قطعات هم با میزان استفاده و هم

صرف نظر از استفاده، رانش و ناپایداری پیدا می‌کنند.

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای کاری مکانیکی را مطابق جدول (1) مشخص نماید. همچنین

وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این استاندارد و

جدول (16)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز در جدول (16) ثبت و به ترتیب زیر عمل شود:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول

ثبت شود.

جدول ۱۶: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری الکترومکانیکی

امتیاز	نام تجهیز:		کد کالیبراسیون:	
	مدل:		تاریخ کالیبراسیون:	
	شماره سریال:		تاریخ کالیبراسیون بعدی:	
20% TUR	شرایط	$3 \geq$	3-10	$10 \leq$
	وزن	0,8	1/6	2/4
بررسی میان دوره‌ای 15%	شرایط	یک بار در دوره	دو بار در دوره	سه بار در دوره
	وزن	0,6	1/2	1,8
میزان و شدت استفاده 25%	شرایط	بیش از 200 بار در سال	تا 200 بار در سال	تا 100 بار در سال
	وزن	1	2	3
شرایط محیطی نگهداری 15%	شرایط	$\pm 35\%$	$\pm 25\%$	$\pm 15\%$
	وزن	0,6	1/2	1,8
خارج از آزمایشگاه 25%	شرایط	بیش از 40 بار در سال	تا 40 بار در سال	تا 20 بار در سال
	وزن	1	2	3
طول دوره به ماه = جمع:				

مثال: در آزمایشگاهی استاندارد کاری گشتاور کالیبراتور گشتاور است. با توجه به مشخصات و شرایط زیر

اولین فاصله کالیبراسیون را با استفاده از جدول (16) تعیین نمایید.

1- درستی اعلان شده توسط کارخانه سازنده 0,1 درصد است. این آزمایشگاه توانایی کالیبراسیون گشتاور

سنج‌های با درستی 0/5 درصد را دارد، بنابراین TUR آزمایش 5 است.

2- شرایط محیطی تعریف شده برای این آزمایشگاه 20 درجه سلسیوس است. تغییرات شرایط محیطی در

غیر ساعات کاری طبق نتایج ثبت شده در محدوده 18 تا 23 درجه سلسیوس است. بنابراین شرایط محیطی

نگهداری در محدوده  $\pm 15$  درصد قرار می‌گیرد.

3- آزمایشگاه حداقل یک بررسی میان‌دوره‌ای را در برنامه کاری خود قرار داده است.

4- میزان و شدت استفاده کمتر از 50 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

5- استفاده در خارج از آزمایشگاه کمتر از 10 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

با توجه به شرایط فوق جدول به صورت زیر تکمیل می‌شود:

جدول ۱۷: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری الکترومکانیکی (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: کالیبراتور گشتاور		عوامل مؤثر
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/5		مدل: XXX		
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 89/12/5		شماره سریال:		
1/6	$10 \leq$	3-10	$3 \geq$	شرایط	TUR 20%
	2/4	1/6	0/8	وزن	
0/6	سه بار در دوره	دو بار در دوره	یک بار در دوره	شرایط	بررسی میان‌دوره ای 15%
	1/8	1/2	0/6	وزن	
3	تا 100 بار در سال	تا 200 بار در سال	بیش از 200 بار در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده 25%
	3	2	1	وزن	
1/8	$\pm 15\%$	$\pm 25\%$	$\pm 35\%$	شرایط	شرایط محیطی نگهداری 15%
	1/8	1/2	0/6	وزن	
3	تا 20 بار در سال	تا 40 بار در سال	بیش از 40 بار در سال	شرایط	خارج از آزمایشگاه 25%
	3	2	1	وزن	
10	طول دوره به ماه = جمع:				

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 10 ماه تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید پس از 5 ماه یک

بررسی میان‌دوره‌ای داشته باشد.

#### 5-4-7 تجهیزات دمایی و رطوبت

تجهیزات و استانداردهای دمایی شامل نقاط ثابت ITS 90، نشان دهنده‌های دیجیتالی یا دماسنج‌های الکترونیکی، حسگرها (دماسنج مایع در شیشه، حسگر مقاومتی و ترموکوپل)، محیط‌های دمایی (کوره و حمام) و ترمومترهای تابشی (پایرومتر، جسم سیاه و لامپ استاندارد) است که برای تعیین فاصله کالیبراسیون نشان‌دهنده‌ها با قابلیت دیجیتالی و دماسنج‌های الکتریکی مرجع و کاری از بند (2-3-4-7) و (3-3-4-7) استفاده شود. همچنین برای بررسی دوره‌ای نقاط ثابت از این استاندارد استفاده نشود.

**الف) حسگرهای مقاومتی - پلاتینی:** فاصله زمانی کالیبراسیون حسگرهای مقاومتی - پلاتینی به تعداد دفعات و گستره دمایی استفاده بستگی دارد. این نوع تجهیزات به شدت نسبت به نوسانات دمایی و ضربه حساس هستند. بنابراین در صورت شوک (مکانیکی یا حرارتی) و یا استفاده در دماهای گستره بالایی حسگر، صحت تجهیز را باید در نقطه یخ (دمای مخلوط آب و یخ در فشار استاندارد) یا نقطه سه گانه آب مورد بررسی قرار داد.

اولین فاصله کالیبراسیون حسگرهای مرجع حداکثر پنج سال یا زمانی که رانش از نقطه یخ به پنج برابر عدم قطعیت کالیبراسیون حسگر برسد، است. حسگر باید حداقل در فواصل شش ماهه با نقطه یخ مورد بررسی قرار گیرد.

اولین فاصله کالیبراسیون حسگرهای (استانداردهای) کاری دو سال تعیین شود و در فواصل شش ماهه با نقطه یخ مورد بررسی قرار گیرد.

**ب) ترموکوپل‌ها:** تعیین فاصله زمانی کالیبراسیون ترموکوپل‌ها به نوع ترموکوپل و مدت استفاده در دماهای بالا بستگی دارد. برای ترموکوپل‌هایی که در دماهای حداکثر گستره کاری و بسیار مکرر استفاده می‌شوند، فاصله زمانی کالیبراسیون کوتاه‌تر تعیین شود. اولین فاصله کالیبراسیون ترموکوپل‌های مرجع نباید بیش از 4 سال تعیین شود. آزمایشگاه باید بررسی سالیانه و منظم ترموکوپل با یک دماسنج کالیبره شده دیگر را در محدوده‌های

مشخص (متناسب با عدم قطعیت‌های کالیبراسیون دو تجهیز) انجام دهد. اولین فاصله کالیبراسیون برای استانداردهای کاری نباید بیش از دو سال شود.

اگر در طول دوره کالیبراسیون، تجهیز در نوسانات شدید دمایی قرار گیرد و یا در اثر جابه‌جایی نادرست متحمل ضربه شود، و یا در بررسی‌های میان دوره‌ای، تغییرات شدید مشاهده شود، تجهیز باید دوباره در کل گستره کاری کالیبره شود.

**پ) دماسنج‌های مایع در شیشه:** اولین فاصله کالیبراسیون دماسنج‌های مایع در شیشه نباید بیش از پنج سال شود و حداقل هر شش ماه در نقطه یخ بررسی شود.

اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه و کاری تجهیزات دمایی و رطوبت با توجه به جدول‌های (18) و (20) تعیین شود. فاصله تعیین شده یک تصمیم‌گیری اولیه برای کالیبراسیون مجدد تجهیز است، بنابراین در صورتی که بررسی‌های میان دوره‌ای، انحراف از مقادیر گواهی‌نامه کالیبراسیون را نشان دهد و یا شرایط کاری تغییر یابد، تجهیز مجدداً کالیبره و دوره کالیبراسیون جدید تعیین شود.

#### 7-4-5-1 استانداردهای ثانویه

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای ثانویه دمایی و رطوبت را مطابق جدول (1) مشخص نماید. همچنین وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این استاندارد و جدول (18)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز را در جدول (18) ثبت و به ترتیب زیر عمل نمایید:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول

ثبت شود.

جدول ۱۸: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه دمایی و رطوبت

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز:		عوامل مؤثر
	تاریخ کالیبراسیون:		مدل:		
	تاریخ کالیبراسیون بعدی:		شماره سریال:		
	$10 \leq$	3-10	$3 \geq$	شرایط	%25 TUR
	12	8	4	وزن	
	8 بار در دوره	6 بار در دوره	4 بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره‌ای %25
	12	8	4	وزن	
	تا 30 ساعت در سال	تا 60 ساعت در سال	بیش از 60 ساعت در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده %25
	12	8	4	وزن	
	تا 50% گستره	تا 75% گستره	بیش از 75% گستره	شرایط	گستره کاری %25
	12	8	4	وزن	
طول دوره به ماه = جمع:					

مثال: استاندارد ثانویه دمایی آزمایشگاهی حسگر مقاومتی - پلاتینی استاندارد (SPRT) با درستی 0/005

درجه سلسیوس است. با توجه به مشخصات و شرایط زیر اولین فاصله کالیبراسیون تجهیز را با استفاده از جدول (18)

تعیین نماید.

1- آزمایشگاه در برنامه کاری خود برای استفاده از این تجهیز TUR، 4 را رعایت خواهد کرد.

2- آزمایشگاه در نظر دارد هشت بررسی میان دوره‌ای را در برنامه کاری خود قرار دهد.

3- آزمایشگاه پیش‌بینی می‌کند حداکثر استفاده از تجهیز 30 ساعت در سال باشد.

4- بیشترین استفاده تجهیز در 75 درصد گستره کاری آن خواهد بود.

با توجه به شرایط فوق جدول به صورت زیر تکمیل می‌شود:



جدول ۱۹: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای ثانویه دمایی و رطوبت (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: حسگر مقاومتی - پلاتینی		عوامل مؤثر
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/5		مدل: XXX		
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 92/6/5		شماره سریال:		
8	$10 \leq$	3-10	$3 \geq$	شرایط	%25 TUR
	12	8	4	وزن	
12	8 بار در دوره	6 بار در دوره	4 بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره ای %25
	12	8	4	وزن	
12	تا 30 ساعت در سال	تا 60 ساعت در سال	بیش از 60 ساعت در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده %25
	12	8	4	وزن	
8	تا 50% گستره	تا 75% گستره	بیش از 75% گستره	شرایط	گستره کاری %25
	12	8	4	وزن	
40	طول دوره به ماه = جمع:				

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 40 ماه تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید هر 135 روز یک

بررسی میان دوره‌ای داشته باشد.

#### 7-4-2 استانداردهای کاری

مدیر فنی آزمایشگاه باید استانداردهای کاری دمایی و رطوبت را مطابق جدول (1) مشخص نماید.

همچنین وضعیت آزمایشگاه را بررسی و با توجه به عوامل مؤثر در تعیین فواصل کالیبراسیون بیان شده در این

استاندارد و جدول (20)، اولین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری را تعیین نماید.

مشخصات تجهیز را در جدول (20) ثبت و به ترتیب زیر عمل نمایید:

الف) شرایط عوامل مؤثر در جدول مشخص شود.

ب) وزن شرایط مشخص شده در ستون امتیاز ثبت شود.

پ) مجموع امتیاز در سطر آخر جدول معادل طول دوره محاسبه شده و تاریخ کالیبراسیون بعدی در جدول

ثبت شود.

جدول ۲۰: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری دمایی و رطوبت

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز:		عوامل مؤثر
	تاریخ کالیبراسیون:		مدل:		
	تاریخ کالیبراسیون بعدی:		شماره سریال:		
	$10 \leq$	3,10	$3 \geq$	شرایط	%20 TUR
	4,8	3,2	1,6	وزن	
	6 بار در دوره	4 بار در دوره	2 بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره‌ای 20%
	4,8	3,2	1,6	وزن	
	تا 50 ساعت در سال	تا 100 ساعت در سال	بیش از 150 ساعت در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده 25%
	6	4	2	وزن	
	تا 50% گستره	تا 75% گستره	بیش از 75% گستره	شرایط	گستره کاری 25%
	6	4	2	وزن	
	تا 20 بار در سال	تا 40 بار در سال	بیش از 40 بار در سال	شرایط	خارج از آزمایشگاه 10%
	2,4	1,6	0,8	وزن	
	طول دوره به ماه = جمع:				

مثال: استاندارد کاری دمایی آزمایشگاهی ترموکوپل نوع K با خطای مجاز  $\pm 1/5$  است. با توجه به

مشخصات و شرایط زیر اولین فاصله کالیبراسیون تجهیز را با استفاده از جدول (20) تعیین نمایید.

1- آزمایشگاه در برنامه کاری خود برای استفاده از این تجهیز TUR، 4 را رعایت خواهد کرد.

2- آزمایشگاه در نظر دارد شش بررسی میان دوره‌ای را در برنامه کاری خود قرار دهد.

3- آزمایشگاه پیش‌بینی می‌کند حداکثر استفاده از تجهیز 80 ساعت در سال باشد.

4- بیشترین استفاده تجهیز در 75 درصد گستره کاری آن خواهد بود.

5- استفاده از تجهیز در خارج از آزمایشگاه تا 35 بار در سال پیش‌بینی می‌شود.

با توجه به شرایط فوق جدول به صورت زیر تکمیل می‌شود:

جدول ۲۱: تعیین فاصله کالیبراسیون استانداردهای کاری دمایی و رطوبت (مثال)

امتیاز	کد کالیبراسیون:		نام تجهیز: ترموکوپل		عوامل مؤثر
	تاریخ کالیبراسیون: 89/2/5		مدل: Type K		
	تاریخ کالیبراسیون بعدی: 90/8/5		شماره سریال:		
3,2	$10 \leq$	3,10	$3 \geq$	شرایط	%20 TUR
	4,8	3,2	1,6	وزن	
4,8	6 بار در دوره	4 بار در دوره	2 بار در دوره	شرایط	بررسی میان دوره‌ای %20
	4,8	3,2	1,6	وزن	
4	تا 50 ساعت در سال	تا 100 ساعت در سال	بیش از 150 ساعت در سال	شرایط	میزان و شدت استفاده %25
	6	4	2	وزن	
4	تا 50% گستره	تا 75% گستره	بیش از 75% گستره	شرایط	گستره کاری %25
	6	4	2	وزن	
1,6	تا 20 بار در سال	تا 40 بار در سال	بیش از 40 بار در سال	شرایط	خارج از آزمایشگاه %10
	2,4	1,6	0,8	وزن	
17,6	طول دوره به ماه = جمع:				

اولین دوره کالیبراسیون تجهیز 18 ماه تعیین شده و با توجه به برنامه آزمایشگاه باید هر 75 روز یک بررسی

میان دوره‌ای داشته باشد.

## پیوست الف (اطلاعاتی)

### فواصل کالیبراسیون پیشنهادی اولیه و متوالی

در جدول (الف-1) فواصل کالیبراسیون‌های متوالی تعدادی از استانداردهای مرجع و دستگاه‌های اندازه‌گیری پیشنهاد شده است. توجه شود که هر دوره به‌طور کلی در حداکثر زمان مقتضی مطرح شده و بر اساس معیارهای مشخص زیر برآورده شده است:

الف) دستگاه مرغوب و به اندازه کافی پایدار است.

ب) آزمایشگاه هم قابلیت تجهیز و هم کارکنان ماهر کافی برای انجام بررسی میان‌دوره‌ای را دارد.

پ) اگر احتمال یا نشانه اضافه بار گذاری یا بد به کار بردن تجهیز وجود داشته باشد، تجهیز باید بلافاصله کالیبره شود و پس از آن در فواصل کوتاه‌تر کالیبره شود تا این که نشان دهد پایداری آن کم نشده است.

در جدول (الف-1) زیر ستون «کالیبراسیون اولیه»، حداکثر زمان پیشنهادی بین نخستین کالیبراسیون و اولین کالیبراسیون متوالی را نشان می‌دهد. ستون «کالیبراسیون متوالی» حداکثر زمان بین کالیبراسیون‌های متوالی است که در دو کالیبراسیون اولیه پایداری دستگاه مشخص و می‌توان برای مدت زمان کالیبراسیون متوالی تصمیم‌گیری کرد.

جدول الف-۱: فواصل پیشنهادی کالیبراسیون برای تجهیزات آزمایشگاه‌های کالیبراسیون

حداکثر فاصله (سال) بین کالیبراسیون‌های متوالی		تجهیز
کالیبراسیون متوالی	کالیبراسیون اولیه	
یک	یک مقایسه داخلی حداقل هر سه ماه برای تعیین نرخ رانش در یک سل در یک گروه لازم است به‌طور سالیانه کالیبره شود. سپس مقایسه داخلی در گروه الزامی است.	استاندارد سل
یک	یک	استاندارد حالت جامد ولتاژ DC
پنج	حداکثر پنج سال با بررسی سالیانه برای نوع حرارتی <sup>1</sup> دو سال برای نوع حسگر RMS	استاندارد انتقالی AC-DC

## جدول الف- ۱ (ادامه)

حداکثر فاصله (سال) بین کالیبراسیون‌های متوالی		تجهیز
کالیبراسیون متوالی	کالیبراسیون اولیه	
سه	یک بعد از آن که نرخ رانش اولیه ایجاد شد. مقایسه داخلی سالیانه	مقاومت استاندارد
سه	سه مقایسه داخلی سالیانه	خازن استاندارد
سه	سه مقایسه داخلی سالیانه	القاگر استاندارد
	یک اما فاصله کالیبراسیون بستگی به نوع تجهیز و درستی مورد نیاز دارد. اگر بالاترین درستی ممکن تجهیز مورد نیاز باشد، ممکن است به کالیبراسیون روزانه نیاز داشته باشد. داده‌های جمع‌آوری شده هر دو سال بررسی شود.	فرکانس استاندارد، شمارنده فرکانس
دو	دو	کالیبراتور با قابلیت self checking
دو	یک	کالیبراتور بدون قابلیت self checking
دو	یک	مالتی متر مرجع
سه	سه بررسی سالیانه مقاومت و تلفات برگشت	تضعیف کننده
سه	یک، برای مرجع‌های توان برای حسگرهای ترمیستور سه سال بررسی سالیانه VSWR	تجهیز اندازه‌گیری توان RF
یک	یک	فانکشن ژنراتور
دو	یک	سیگنال ژنراتور
یک	یک	اسیلوسکوپ
پنج سه	یک، استاندارد ثانویه یک، استاندارد کاری	جرم
سه	یک	ترازو
پنج چهار	سه، استاندارد ثانویه دو، استاندارد کاری	بلوک سنج
پنج چهار	سه، استاندارد ثانویه دو، استاندارد کاری	سنجه زاویه
پنج سه	پنج، استاندارد اولیه یک، دیجیتالی / آنروئید	بارومتر
پنج سه	سه، استاندارد ثانویه دو، استانداردهای خازنی و دیافراگمی	ترازوی فشار

## جدول الف- ۱ (ادامه)

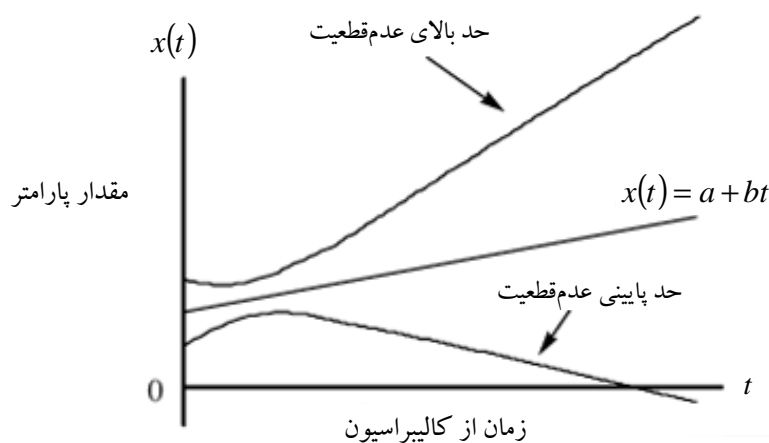
تجهیز		حداکثر فاصله (سال) بین کالیبراسیون‌های متوالی
کالیبراسیون اولیه	کالیبراسیون متوالی	
فشارسنج مرجع	یک، استاندارد کاری	یک
مانومتر	دو، مایع یک، دیجیتالی / مکانیکی	پنج دو
اهرم وزنه	پنج، مقایسات داخلی سالیانه	پنج
کالیبراتور گشتاور	دو، استاندارد کاری	یک
ترکستر	یک، استاندارد کاری	یک
میز سطح صاف	سه، استاندارد ثانویه - بازرسی سالیانه	پنج
تختی سنج نوری مرجع	سه، استاندارد ثانویه - بازرسی سالیانه	پنج
کالیبراتور ساعت اندازه‌گیری	یک، استاندارد کاری	یک
کالیبراتور بلوک سنج	یک، استاندارد کاری	یک
تراز دوقلو	یک، استاندارد کاری	یک
استاندارد نیروی وزن مرده	پنج	پنج
پروینگ رینگ	سه، استاندارد ثانویه	سه
لودسل	دو، استاندارد ثانویه	دو
محیط‌های دمایی	سه	پنج
حسگرهای مقاومتی - پلاتینی	پنج، یا وقتی که انحراف نقطه یخ پنج برابر عدم قطعیت کالیبراسیون شود	پنج
ترموکوپل مرجع	سه، یا صد ساعت استفاده - هر کدام که زود تر شد. بررسی سالیانه در نقطه یخ	
دماسنج مایع در شیشه مرجع	پنج، بررسی نقطه یخ هر شش ماه و بلافاصله بعد از اولین کالیبراسیون	پنج
دماسنج‌های الکترونیکی مرجع	یک	یک
رطوبت‌سنج مرجع	دو	پنج
1. Thermal		

## پیوست ب (اطلاعاتی)

### رشد عدم قطعیت و عوامل مؤثر در تعیین فاصله زمانی کالیبراسیون

#### ب-1 رشد عدم قطعیت

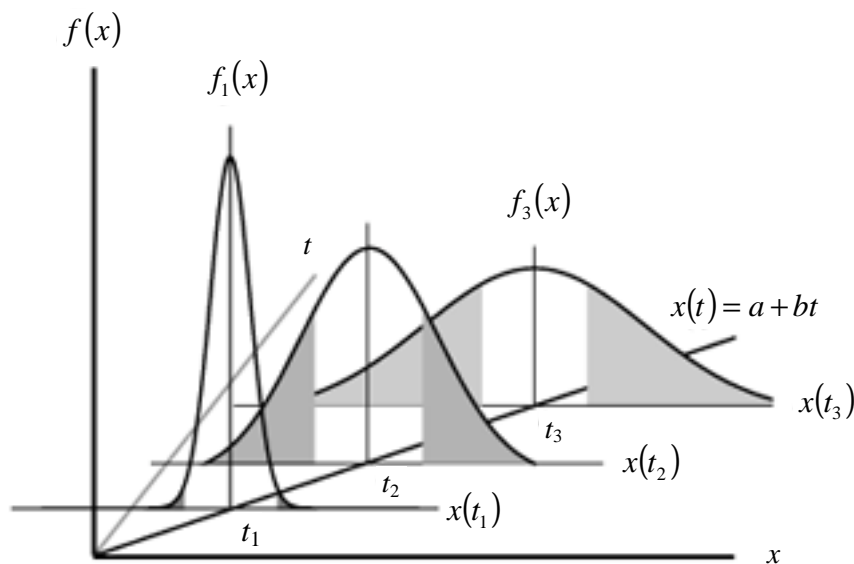
وقتی که یک تجهیز اندازه‌گیری کالیبره می‌شود، حدود مقادیر پارامترهای آن به وسیله چند متغیر تعیین می‌شود. این متغیرها عبارتند از عدم قطعیت تجهیزات مرجع، دقت اندازه‌گیری‌ها، پایداری فرایند اندازه‌گیری، مهارت نیروی انسانی در انجام عملیات کالیبراسیون و غیره. بلافاصله بعد از کالیبراسیون، آگاهی از مقدار یک پارامتر، در یک گستره مقادیر محدود می‌شود که می‌توان آن را به‌طور مناسب تعیین کرد. بعد از مدتی، به هر حال، این گستره تقریباً نامعلوم می‌شود. به علت فرایندهای تصادفی ذاتی و تنوع استفاده و فشارهای محیطی، مقادیر پارامتر به‌طور تصادفی تغییر می‌کند. این تغییرات تصادفی توزیع مقادیر اولیه پارامتر، در زمان کالیبراسیون را پراکنده می‌کند. همچنان که زمان می‌گذرد، پراکندگی مقادیر پارامتر افزایش می‌یابد. بنابراین محدوده عدم قطعیت مقدار هر پارامتر کالیبره شده همچنان که از زمان کالیبراسیون دور می‌شویم، رشد می‌کند.



شکل ب-1: رشد عدم قطعیت پارامتر

اطلاع از مقدار یک پارامتر کالیبره شده همچنان که از زمان کالیبراسیون می‌گذرد نامطمئن‌تر می‌شود. شکل (ب-1) حالتی را نشان می‌دهد که مقدار پارامتر به وسیله رانش خطی با زمان معلوم می‌شود. پراکندگی افزایشی منحنی عدم قطعیت در حد بالا و پایین برای این نوع وابسته به زمان است. تجهیزات و استانداردهای اندازه‌گیری در فواصل دوره‌ای کالیبره می‌شوند تا رشد عدم قطعیت اندازه‌گیری را در محدوده‌های قابل قبول محدود کنند. با توجه به سطح مورد انتظار برای رشد عدم قطعیت در این محدوده‌ها، فاصله کالیبراسیون تعیین می‌شود.

باید توجه داشت که بسیاری از آزمایشگاه‌ها به طور مستقل به محدوده عدم قطعیت قابل قبولی رسیده‌اند. در آزمایشگاه‌های استاندارد تمایل به فواصل کالیبراسیون کوتاه وجود دارد، به طوری که ممکن است به لحاظ اقتصادی قابل توجیه نباشد.

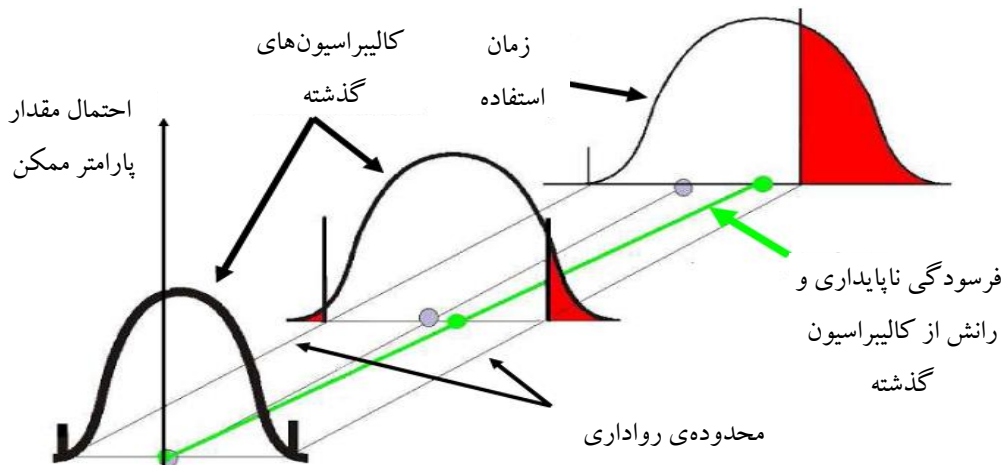


شکل ب-2: رشد عدم قطعیت اندازه‌گیری

در شکل (ب-1) رشد عدم قطعیت برای پارامتر نشان داده شده است. اطمینان به آگاهی ما از مقدار پارامتر همچنان که از زمان کالیبراسیون می‌گذرد کاهش می‌یابد. این اطمینان در شکل (ب-2) به وسیله منحنی توزیع



زنگوله‌ای شکل برای زمان‌های  $t_1 > t_2 > t_3$  نشان داده شده است. هرچه پراکندگی بیشتر باشد، منحنی بازتر خواهد شد، این یعنی عدم قطعیت پارامتر بزرگتر خواهد شد. ناحیه سایه زده شده احتمال خارج شدن از رواداری پارامتر را نشان می‌دهد. این احتمال افزایش می‌یابد، همچنان که گذشت زمان از کالیبراسیون افزایش می‌یابد.



شکل ب-3: رانش و رشد عدم قطعیت

در شکل (ب-3) رفتار یک پارامتر با گذشت زمان در اثر فرسودگی، ناپایداری و رانش از کالیبراسیون‌های قبلی نشان داده شده است.

بنابراین فاصله کالیبراسیون تجهیز باید طوری تعیین شود تا بتوان رشد عدم قطعیت را در یک محدوده معین کنترل نمود.

## ب-2 عوامل مؤثر در تعیین فاصله زمانی کالیبراسیون

تعیین حداکثر فاصله زمانی بین کالیبراسیون‌های متوالی استانداردهای مرجع، کاری و تجهیزات اندازه‌گیری عامل مهمی در حفظ توانایی آزمایشگاه برای تولید نتایج اندازه‌گیری قابل ردیابی و قابل اعتماد است. چندین استاندارد بین‌المللی این عامل را مدنظر قرار داده‌اند، برای مثال:

استاندارد دفاعی ایران ایزو 17025:1387 که شامل الزامات زیر است:

بند (5-2.5): در مورد کمیت‌ها یا مقادیر کلیدی دستگاه‌ها، در مواردی که این خصوصیات تأثیر مهمی در نتایج داشته باشند، باید برنامه‌های کالیبراسیون ایجاد شود.

بند (5-5.8): هرگاه عملی باشد، کلیه تجهیزات تحت کنترل آزمایشگاه که به کالیبراسیون نیاز داشته باشند باید برچسب گذاری، کدگذاری، یا به نحوی دیگر مشخص شوند تا وضعیت کالیبراسیون آن‌ها از تاریخ آخرین باری که کالیبره شده‌اند و تاریخ کالیبراسیون مجدد یا معیارهای انقضای آخرین کالیبراسیون معلوم باشد.

بند (5-6.1): کلیه تجهیزات مورد استفاده در آزمون‌ها و کالیبراسیون‌ها، از جمله مورد استفاده در اندازه‌گیری‌های فرعی (مثلاً در مورد شرایط محیطی) که تأثیر مهمی بر روی درستی یا اعتبار نتیجه آزمون، کالیبراسیون یا نمونه برداری داشته باشند باید پیش از به کارگیری کالیبره شده باشند. آزمایشگاه باید برنامه و روش اجرایی برقرار شده‌ای برای کالیبراسیون تجهیزات خود داشته باشد.

یادآوری:

این برنامه بایستی شامل سیستمی برای انتخاب، استفاده، کالیبره، بررسی، کنترل و نگهداری استانداردهای اندازه‌گیری، مواد مرجع مورد استفاده به‌عنوان استانداردهای اندازه‌گیری، و تجهیزات اندازه‌گیری و آزمون مورد استفاده در آزمون‌ها و کالیبراسیون‌ها باشد.

استاندارد دفاعی ایران - ایزو 9001:1387 که شامل الزامات زیر است:

بند (7-6): در مواردی که حصول اطمینان از معتبر بودن نتایج ضروری باشد تجهیزات اندازه‌گیری باید:

الف) به‌وسیله استانداردهای اندازه‌گیری قابل ردیابی به استانداردهای اندازه‌گیری بین‌المللی یا ملی، در فواصل زمانی مشخص یا پیش از استفاده، کالیبره یا تصدیق شود و هرگاه چنین استانداردهایی موجود نباشد، باید مبنای مورد استفاده برای کالیبراسیون یا تصدیق، ثبت گردد.

اهداف کلی کالیبراسیون دوره‌ای عبارت است از:

الف) بهبود تخمین انحراف بین مقدار مرجع و مقدار به‌دست آمده با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری و عدم قطعیت این انحراف در موقعی که دستگاه عملاً استفاده می‌شود.

ب) اطمینان دوباره به عدم قطعیتی که با دستگاه اندازه‌گیری می‌توان به‌دست آورد.

پ) تأیید این که آیا هیچ تغییری در دستگاه اندازه‌گیری بوده که بتواند در نتایج اندازه‌گیری داده شده در دوره گذشته تردیدی ایجاد کند یا خیر.

یکی از مهمترین تصمیمات در خصوص کالیبراسیون «چه وقت انجام دادن آن» و «چند وقت به چند وقت انجام دادن آن» است. عوامل بسیاری بر روی فاصله زمانی مجاز بین کالیبراسیون‌ها تأثیر می‌گذارند که آزمایشگاه باید آن‌ها را در نظر بگیرد. مهمترین عوامل عبارتند از:

الف) عدم قطعیت اندازه‌گیری مورد نیاز یا اعلان شده توسط آزمایشگاه

ب) احتمال این که یک دستگاه اندازه‌گیری در حین استفاده از محدوده بیشینه خطای مجاز خارج شود.

پ) هزینه اقدامات اصلاحی ضروری وقتی که مشخص شود دستگاه برای یک دوره طولانی مدت در وضعیت مناسب نبوده است.

ت) نوع دستگاه

ث) تمایل به فرسودگی و رانش

ج) توصیه سازنده

چ) میزان و شدت (سختی) استفاده

ح) شرایط محیطی (شرایط اقلیمی، ارتعاش، تابش یون‌ساز و غیره)

خ) روند اطلاعات به‌دست آمده از سوابق کالیبراسیون‌های قبلی

د) سوابق نگهداری و تعمیر

ذ) تعداد بازرسی متقابل با سایر استانداردهای مرجع یا دستگاه‌های اندازه‌گیری

ر) تعداد و کیفیت بازرسی‌های میان دوره‌ای

ز) روش‌های حمل و نقل و ریسک آن

ژ) درجه آموزش کارکنان ارائه دهنده خدمات

اگر چه در تعیین فواصل کالیبراسیون نمی‌توان به‌طور عادی هزینه کالیبراسیون را نادیده گرفت، اما رشد عدم قطعیت یا احتمال ضرر و زیان زیادی که از فاصله زمانی طولانی برای کالیبراسیون‌های متوالی ناشی می‌شود، پذیرش هزینه بالای کالیبراسیون را ممکن می‌سازد.

تعیین فاصله زمانی بین کالیبراسیون‌ها یک عملیات پیچیده ریاضی و آماری و نیازمند داده‌های درست و کافی است که در جریان فرآیند کالیبراسیون‌های متوالی به‌دست آورده می‌شود. به نظر می‌رسد یک روش جامع عملی منحصر به فرد برای ایجاد و تنظیم فواصل کالیبراسیون وجود نداشته باشد. این موضوع نیاز به فهم بهتر تعیین فواصل کالیبراسیون را ایجاد کرده است.

برای طراحی و توسعه سیستم‌های تحلیل فواصل کالیبراسیون، آزمایشگاه نیازمند کارکنان بسیار باتجربه و آموزش دیده است. علاوه بر آموزش پیشرفته در آمار و تئوری احتمال، کارکنان باید با مکانیسم رشد عدم قطعیت تجهیزات تست و اندازه‌گیری به‌طور خاص و به‌طور کلی با علم اندازه‌گیری و اصول مهندسی آشنا باشند. شناخت تجهیزات کالیبراسیون و عملکرد مربوط و آگاهی از دستورالعمل‌های آن، ساختارها<sup>1</sup> و پایگاه داده‌ای سوابق کالیبراسیون، الزامی است.

برای مبنای تصمیمات آینده فواصل کالیبراسیون تجهیزات، باید نتایج کالیبراسیون به‌عنوان سوابق،

جمع‌آوری و نگهداری شود.