

IGS-C-IN-503(0)

آذر ماه ۱۳۹۴

Approved

مصوب



شرکت ملی گاز ایران

مدیریت پژوهش و فناوری

امور تدوین استانداردها

IGS

دستورالعمل

کالیبراسیون کنتورهای توربینی گاز طبیعی برای مصارف تجاری و صنعتی در  
شرایط آتمسفریک

Code of practice for atmospheric calibration of turbine gas  
meters for commercial and industrial usages



تاریخ: ۱۳۹۴/۱۲/۱۷  
شماره: ۱۷۶۱۱-۲۲۶/۰-۵



شرکت ملی گاز ایران



دفتر مدیر عامل



## ابلاغ مصوبه هیات مدیره



مدیر محترم پژوهش و فناوری

باسلام،

به استحضار می‌رساند در جلسه ۱۶۷۱ مورخ ۱۲۲ ۱۳۹۴ هیات مدیره، نامه شماره گ/۱۷۱۹۱۶/۰۰۰/۹ مورخ ۱۱/۲۷ ۹۴ مدیر پژوهش و فناوری و رئیس شورای استاندارد در مورد تصویب نهایی استاندارد تحت عنوان دستورالعمل کالیبراسیون کنتورهای توریبندی گاز طبیعی برای مصارف تجاری و صنعتی در شرایط اتمسفریک به شماره استاندارد IGS-C-IN-503(0) مطرح و مورد تصویب قرار گرفت .  
این مصوبه در حکم مصوبه مجمع عمومی شرکت های تابعه محسوب و برای کلیه شرکت های تابعه لازم الاجرا می‌باشد .

ناصر آبگون

رئیس هیات مدیره و

سرپرست امور مجامع



رونوشت: مدیرعامل محترم شرکت ملی گاز ایران و نائب رئیس هیات مدیره

: معاون محترم مدیر عامل

: اعضای محترم هیات مدیره

: مشاور محترم مدیر عامل و رئیس دفتر

: مدیر محترم گازرسیانی

: مدیر محترم توسعه منابع انسانی

: رئیس کل محترم امور حسابرسی داخلی

: رئیس محترم امور حقوقی

: رئیس محترم امور محاسبه



## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
2	1- هدف و دامنه کاربرد
2	2- منابع و مآخذ
2	3- تعاریف
5	4- الزامات
5	4-1- سازمان
6	4-2- محیط کالیبراسیون
6	4-3- تجهیزات کالیبراسیون
8	4-4- الزامات اجرایی
18	5- بسته بندی

**1 - هدف و دامنه کاربرد**

هدف از تدوین این دستورالعمل تعیین حداقل ویژگی های لازم برای آزمون و ایجاد یک روش یکنواخت جهت دقت سنجی (کالیبراسیون) کنتورهای توربینی گاز طبیعی با سایزهای 2 الی 24 اینچ و کلاس های کاری 150 ، 300 و 600 در شرایط اتمسفریک ، همچنین صحه گذاری و اعتبار دهی روشهای کالیبراسیون مورد استفاده در آزمایشگاههای کالیبراسیون کنتورهای مزبور می باشد .

این نوع کنتورها برای اندازه گیری جریان گاز کلیه مشترکین از جمله تجاری ، صنعتی ، ایستگاههای CNG ، ایستگاههای تقلیل فشار و اندازه گیری شهری (TBS) و دروازه ورودی شهرها (CGS) و در محدوده دمای محیط 29- تا 60+ درجه سلسیوس به کار برده شود .

**2 - منابع و مآخذ:**

- 1-2- مصوبه هیئت مدیره شرکت ملی گاز ایران به شماره گ/0/دب/330/0-15922 تاریخ 1390/8/11
- 2-2- استاندارد کنتورهای توربینی ( 2 ) IGS-M-IN -102
- 3-2- استاندارد ویژگی های آزمایشگاههای کالیبراسیون ISO/IEC 17025
- 4-2- دستورالعمل اجرای تعیین دوره تنظیم و بررسی صحت کارکرد وسایل اندازه گیری جریان ، فشار و دمای گاز طبیعی IGS-C- IN -105(0)
- 5-2- استاندارد کنتورهای گاز OIML R137-1&2
- 6-2- سوابق و تجربیات در انجام بررسی های انجام شده در تدوین استانداردها و آزمایشات صورت گرفته بر روی کنتورهای توربینی

**3 - تعاریف:**

3-1- **مرکز کالیبراسیون مرجع** : این مرکز در حوزه مدیریت پژوهش و فناوری می باشد و براساس مصوبات هیئت مدیره شرکت ملی گاز ایران ، همچنین تفاهم نامه های منعقد شده با سازمان ملی استاندارد ایران ارزیابی ، تعیین صلاحیت و نظارت بر آزمایشگاههای کالیبراسیون و سیستم های اندازه گیری گاز در حوزه فعالیت های این شرکت را برعهده دارد .

3-2- آزمایشگاه کالیبراسیون : به شرکتی گفته می شود که فعالیت کالیبراسیون در اساسنامه آن شرکت قید گردیده و دارای تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری لازم برای سنجش دقت کنتورهای توربینی گاز طبیعی برای مصارف صنعتی باشد .

3-3- مدت اعتبار : دوره زمانی است که در طول آن "مفاد اسناد" قابل قبول و پذیرفتنی می باشد .

3-4- دقت سنجی (کالیبراسیون) : مجموعه عملیاتی است که تحت شرایط خاص رابطه بین مقادیر نشان داده شده به وسیله یک کنتور توربینی و مقادیر متناظر با آن که به وسیله یک استاندارد (کنتور) مرجع تحقق می یابد را مشخص می نماید به ترتیبی که دقت کنتور با استاندارد (کنتور مرجع) مقایسه می گردد .

3-5- دوره کالیبراسیون : عبارت است از فاصله زمانی بین دو بار عملیات متوالی کالیبراسیون

3-6- اندازه گیری : مجموعه عملیاتی است که هدف آن تعیین اندازه یک کمیت می باشد .

3-7- کنتور توربینی : وسیله ای می باشد که حجم جریان عبوری گاز را از طریق برخورد جریان گاز با یک چرخ پره دار (Turbine Type Element) و چرخش آن اندازه گیری می نماید .

3-8- مقدار واقعی حجم گاز عبوری : عبارت است از حجم گاز عبوری از کنتور با فشار و دمایی که گاز در ورودی کنتور دارد .

3-9- مقدار استاندارد حجم گاز عبوری : عبارت است از حجم گازی که از کنتور تحت شرایط استاندارد عبور می کند.

3-10- فشار کاری : عبارتست از اختلاف فشار گاز ورودی کنتور با فشار جو

3-11- حداکثر فشار کاری : عبارتست از حداکثر فشار کاری که برای هر کنتور توسط سازنده آن مشخص می گردد .

3-12- افت فشار : عبارتست از اختلاف بین فشار گاز در ورودی و خروجی کنتوری که در حال کار می باشد .

3-13- نشئی : عبارتست از گاز خارج شده از قسمت های مستقل از هم در داخل کنتور و یا از کنتور به خارج آن

3-14- خطای کنتور : مقداری است بر حسب درصد که اختلاف بین مقدار اندازه گیری شده و مقدار واقعی حجم گاز عبوری از کنتور را نسبت به مقدار واقعی آن نشان می دهد و براساس رابطه زیر محاسبه می گردد :

$$\text{خطا (درصد)} = \frac{\text{مقدار واقعی گاز عبوری از کنتور (نشان داده شده توسط کنتور مرجع)} - \text{مقدار گاز اندازه گیری شده توسط کنتور تحت آزمون}}{\text{مقدار واقعی گاز عبوری از کنتور (نشان داده شده توسط کنتور مرجع)}} \times 100$$

3-15- خطای متوسط وزنی (Weighted mean error) : خطای متوسط وزنی (WME) بصورت زیر تعریف می گردد:

$$WME = \frac{\sum_{i=1}^n K_i E_i}{\sum_{i=1}^n K_i}$$

در این فرمول  $E_i$  مقدار خطا (error) و  $k_i$  فاکتور وزنی (weighting factor) در میزان جریان  $Q_i$  می باشد و مقدار آن برابر است با :

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_{max}}$$

$$K_i = 1.4 - \frac{Q_i}{Q_{max}}$$

برای  $Q_i \leq 0.7 Q_{max}$

برای  $0.7 Q_{max} < Q_i \leq Q_{max}$

- 3-16 - شرایط سنجش : شرایطی که حجم گاز در آن شرایط سنجیده می شود ( نظیر دما و فشار گاز در محل سنجش )
- 3-17 - کمترین ظرفیت : کمترین مقدار حجم گاز عبوری از کنتور می باشد که می تواند در محدوده حداکثر خطای مجاز تعریف شده به وسیله آن اندازه گیری گردد .
- 3-18 - بیشترین ظرفیت : بیشترین مقدار حجم گاز عبوری از کنتور می باشد که می تواند در محدوده حداکثر خطای مجاز تعریف شده به وسیله آن اندازه گیری گردد .
- 3-19 - شرایط استاندارد : عبارتست از شرایطی که دما برابر 15/56 درجه سلسیوس (60 درجه فارنهایت) و فشار برابر با 1013/25 میلی بار (14/696 psia) باشد .
- 3-20 - مشتری : به شخصیت حقیقی یا حقوقی گفته می شود که کالیبراسیون کنتورها را از آزمایشگاه کالیبراسیون درخواست می نماید .
- 3-21 - درستی (صحت) ابزار اندازه گیری : توانایی یک ابزار اندازه گیری برای دادن پاسخی نزدیک به مقدار واقعی را درستی (صحت) ابزار اندازه گیری می نامند .
- 3-22 - عدم قطعیت : درجه اطمینانی است که می توان برای دقت اندازه گیری یک وسیله اندازه گیری یا فرآیند اندازه گیری در نظر گرفت . این پارامتر همراه با نتیجه اندازه گیری ، مشخص کننده پراکندگی مقادیری که منطقیاً به کمیت اندازه گیری نسبت داده می شود ، می باشد .
- 3-23 - اعتباردهی : رویه ای می باشد که توسط یک مرکز معتبر به صورت رسمی اعطا می گردد و براساس آن یک سازمان یا شخص ، صلاحیت انجام فعالیتهای ویژه ای را دارا می شود .
- 3-24 - مرکز اعتباردهی : مرکز معتبری می باشد که صلاحیت آزمایشگاههای کالیبراسیون را تعیین می نماید .
- 3-25 - گواهینامه : سندی است که گواهی می نماید محصول تولید شده / فرآیند تولید / خدمات ارائه شده مطابق با الزامات مشخص شده می باشد .

- 3-26 - سنسور LF کنتور توربینی (Low Frequency) : سنسور اندازه گیری پالس های خروجی از کنتور توربینی با دور پایین می باشد و از اولین رقم نمایشگر سیگنال می گیرد .
- 3-27 - سنسور MF کنتور توربینی (Medium Frequency) : سنسور اندازه گیری پالس های خروجی از کنتور توربینی با دور متوسط می باشد . این سنسور از محور توربین سیگنال می گیرد .
- 3-28 - سنسور HF کنتور توربینی (High Frequency) : سنسور اندازه گیری پالس های خروجی از کنتور توربینی با دور بالا می باشد و از پره های توربین سیگنال می گیرد .
- 3-29 - کالیبراسیون اولیه : این کالیبراسیون در شرایط اتمسفریک بر روی کنتورهای توربینی ساخته شده نوانجام می گردد و ارائه گواهینامه معتبر از سوی سازنده کنتور الزامی می باشد .
- 3-30 - کالیبراسیون مجدد : این کالیبراسیون در شرایط اتمسفریک بر روی کنتورهای توربینی در حال کار به صورت دوره ای ( براساس استاندارد دوره کالیبراسیون آنها ) و یا موردی ( در صورت دستکاری و یا مشکوک بودن به قرائت آنها، همچنین پس از تعمیر کنتورهای توربینی ) انجام می گردد .

#### 4 - الزامات :

##### 4-1-1-1 - سازمان

- 4-1-1-1-1 - در اساسنامه ثبت شده آزمایشگاه کالیبراسیون باید فعالیت دقت سنجی ( کالیبراسیون ) کنتورهای توربینی برای مصارف صنعتی قید شده باشد .
- 4-1-1-2 - آزمایشگاه باید دارای هویت مستقل و غیر ذینفع نسبت به نتایج فعالیت باشد به طوری که هیچگونه ای شبهه ای از اثر تصمیمات و فعالیت های خارج از حوزه کالیبراسیون در نتایج فعالیت این حوزه قابل اثبات نباشد .
- 4-1-1-3 - آزمایشگاه باید دارای سیستم ثبت اطلاعات ورود و خروج کنتور توربینی ( حداقل شامل موارد ذیل ) باشد .
- 4-1-3-1-1 - نام مشتری
- 4-1-3-2 - شماره و تاریخ درخواست
- 4-1-3-3 - مشخصات کنتورهای موضوع درخواست ( نام سازنده ، نوع یا مدل ، سال ساخت ، شماره سریال ، G-Rate )
- 4-1-3-4 - تعداد کنتورهای دریافتی
- 4-1-3-5 - تاریخ دریافت / تحویل دهنده / تحویل گیرنده
- 4-1-3-6 - تاریخ کالیبراسیون
- 4-1-3-7 - تاریخ ترخیص / تحویل دهنده / دریافت کننده

## 4-1-3-8- گزارش کالیبراسیون کنتورهای موضوع درخواست

4-1-3-9- آزمایشگاه کالیبراسیون می بایست دارای نمودار سازمانی مشخص همراه با افراد سازمان داده شده متخصص مرتبط با فرآیند کالیبراسیون کنتورها باشد. شرح وظایف سمتها، سوابق تحصیلی، آموزشی و کاری نفرات همچنین ارتباط این سازمان با بخشهای تضمین کیفیت و صدور گواهینامه ها می بایست شفاف، مشخص و مدارک و مستندات قابل ارائه باشد.

## 4-2- محیط کالیبراسیون

4-1-2-4- آزمایشگاه باید دارای فضای محصور و مسقف متناسب با ظرفیت کاری خود برای نگهداری کنتورهای دریافتی در طول فرآیند کالیبراسیون باشد.

4-2-2-4- اتاق کالیبراسیون باید مستقل از محیط هایی باشد که سایر فعالیتهای آزمایشگاه انجام می گردند.

4-3-2-4- کنتورها می بایست در فشار اتمسفریک محیط آزمایشگاه کالیبره گردند.

4-4-2-4- دما، فشار و رطوبت اتاق کالیبراسیون می بایست توسط تجهیزات کالیبره و نصب شده مناسب در آن ثبت و ذخیره گردند.

4-5-2-4- اتاق کالیبراسیون باید از نظر دما و رطوبت ایزوله باشد به طوری که تثبیت دما و رطوبت در دامنه های تعریف شده و در طول فرآیند کالیبراسیون ثابت بماند. حداقل این شرایط می توانند شامل موارد زیر باشند:

4-1-5-2-4- دیوارها ایزوله، عایق و کلیه پنجره ها دوجداره، عایق صوتی و حرارتی باشند.

4-2-5-2-4- درب ورودی دو مرحله ای باشد.

4-3-5-2-4- اتاق در طول فرایند کالیبراسیون در معرض تابش مستقیم نور خورشید نباشد.

4-4-5-2-4- دمای اتاق در طول فرآیند کالیبراسیون باید در محدوده مجاز تعریف و طراحی شده برای خط آزمون باشد و میزان تغییرات آن در نقاط مختلف اتاق نباید از  $5^{\circ}\text{C}$  تجاوز نماید.

4-5-5-2-4- رطوبت هوای اتاق در طول فرایند کالیبراسیون باید در محدوده پیش بینی شده برای دستگاه آزمون باشد و تجهیزات مربوطه (نظیر رطوبت ساز و ...) قادر به تامین و کنترل رطوبت در این محدوده باشند.

4-6-5-2-4- کف، دیوارها و سقف اتاق باید به گونه ای باشند که فضای محوطه آن را عاری از گردوخاک، دود و سایر آلاینده های مشابه نماید.

## 4-3- تجهیزات کالیبراسیون:

4-1-3-4- آزمایشگاه باید دارای امکانات بسته بندی برای انواع کنتورهای حوزه فعالیت مطابق استاندارد کنتورهای توربینی باشد.



- 2-3-4- اتاق کالیبراسیون باید مجهز به سیستم های حرارتی / برودتی و رطوبت سازی مناسب جهت تامین هوا و رطوبت کنترل شده در دامنه های مورد نظر باشند .
- 3-3-4- اتاق کالیبراسیون باید مجهز به نمایشگر و ثبت کننده دمای هوای اتاق حداقل در طول فرایند کالیبراسیون باشد.
- 4-3-4- اتاق کالیبراسیون باید مجهز به نمایشگر و ثبت کننده رطوبت حداقل در طول فرآیند کالیبراسیون باشد .
- 5-3-4- اتاق کالیبراسیون باید مجهز به نمایشگر و ثبت کننده فشار با رومتریکی محل آزمون باشد .
- 6-3-4- تمام دستگاهها و تجهیزات نشان دهنده و ثبت کننده ، دما ، فشار ، اختلاف فشار و رطوبت باید دارای گواهینامه های کالیبراسیون معتبر از مراکزی باشند که صلاحیت صدور گواهینامه در این زمینه را دارند .
- 7-3-4- آزمایشگاه کالیبراسیون باید مجهز به یکی از تجهیزات مرجع ذیل جهت انجام کالیبراسیون باشد :
- Reference meter -1-7-3-4
- orifice or nozzle metering system -2-7-3-4
- 8-3-4- تجهیزات مرجع آزمایشگاه کالیبراسیون باید دارای گواهینامه کالیبراسیون با مدت اعتبار از مراکزی باشند که صلاحیت صدور گواهینامه در این زمینه را دارند .
- در صورت عدم وجود گواهینامه کالیبراسیون لازم است دقت و صحت عملکرد تجهیزات مرجع کالیبراسیون توسط آزمایشگاه مرجع احراز گردند .
- 9-3-4- تجهیزات مرجع کالیبراسیون آزمایشگاه ، باید دارای نمایشگرهایی باشند که دامنه کاربری آنها را مشخص می نماید .
- تبصره ۵ :** در صورت استفاده از نمایشگرهای نرم افزاری ، صحت داده ها باید با استفاده از امکانات سخت افزاری یا روشهای عملیاتی قابل اثبات باشند .
- 10-3-4- تجهیزات مرجع کالیبراسیون باید در دامنه کاربری مشخص شده مورد استفاده قرار گیرند و استفاده از آنها در خارج از این دامنه مجاز نمی باشد .
- 11-3-4- دقت تجهیزات مرجع کالیبراسیون باید حداقل 3 برابر بهتر از دقت مورد سنجش در فرآیند کالیبراسیون باشد .
- 12-3-4- استانداردها و مبانی محاسباتی مورد استفاده در نرم افزار سیستم جهت محاسبه عدم قطعیت سیستم و نیز خطای کنتور می بایست مشخص و دارای گواهینامه ، معتبر و قابل احراز باشند .
- 13-3-4- هوای لازم جهت عبور از کنتورهای تحت آزمون و مرجع در طول فرآیند کالیبراسیون می بایست توسط فن به طور یکنواخت و به میزان کافی قابل تامین باشد .

4-3-14- فشار هوای آزمون در طول فرآیند کالیبراسیون باید ثابت باشد .

4-3-15- ارائه یک نسخه از آرایش میز آزمون و P&A خطوط تست همراه با مشخص نمودن سائزها، اجزاء اصلی هر خط آزمون ( کنتورهای مرجع ) ، تحت آزمون ، گیجها، سنسورها و ترانسمیترهای دما، فشار ، اختلاف فشار ، فن و... ) از سوی آزمایشگاه کالیبراسیون لازم می باشد.

#### 4-4- الزامات اجرایی

4-4-1- آزمایشگاه کالیبراسیون باید کلیه ضوابط و مقرراتی را که در این حوزه از سوی آزمایشگاه مرجع اعلام می گردد، اجرا نماید .

4-4-2- جهت ارزیابی های برنامه ریزی شده یا تصادفی باید امکان بازدید نمایندگان آزمایشگاه مرجع در هر زمان که ضروری می دانند از آزمایشگاه کالیبراسیون امکان پذیر باشد .

4-4-3- در طول فرآیند کالیبراسیون و بعد از آن هیچگونه تغییری در کنتور توریینی و اجزاء آن نباید ایجاد گردد .

4-4-4- مسئول آزمایشگاه کالیبراسیون می بایست دارای مدرک کارشناسی مرتبط بوده و با استانداردها و کمیت های فیزیکی حوزه فعالیت ، آشنا باشد .

4-4-5- مسئول آزمایشگاه کالیبراسیون همچنین اپراتور مربوطه باید آموزش های لازم مربوط به فرآیند کالیبراسیون را طی نمایند و دارای گواهینامه از آزمایشگاه مرجع در این زمینه باشند.

4-4-6- مسئولیت انجام آزمایش دقت سنجی ( کالیبراسیون ) ، صحت عملکرد و تکمیل فرم های آزمون به عهده آزمایشگر ( اپراتور ) آزمایشگاه کالیبراسیون می باشد .

4-4-7- مسئولیت بازرسی ، کنترل و حصول اطمینان از صحت نتایج و نظارت بر فرآیند کالیبراسیون به عهده رئیس / مسئول آزمایشگاه کالیبراسیون می باشد .

4-4-8- مسئولیت کنترل دما و رطوبت نسبی آزمایشگاه کالیبراسیون ( از طریق دماسنج و رطوبت ) و ثبت آنها ، کنترل سنسورهای فشار و دما و ثبت آمار کاری بعهدہ رئیس / مسئول آزمایشگاه کالیبراسیون می باشد .

4-4-9- فرآیند کالیبراسیون باید بر اساس روش اجرایی ذیل صورت گیرد و جزئیات تمام مراحل اجرایی و عملیاتی فعالیتها مشخص و قابل ثبت باشند :

#### 4-4-9-1- بررسی های اولیه و آماده سازی کنتورها جهت کالیبراسیون

4-4-9-1- کلیه کنتورهای توربینی قبل از کالیبراسیون باید توسط آزمایشگاه کالیبراسیون از نظر ظاهری، وضعیت پلمب و ... مورد بررسی های اولیه قرار گیرند و تمامی عیوب و اشکالات موجود در آن در گزارشات ثبت گردد و چنانچه مانع از انجام عملیات کالیبراسیون باشد، مراتب به اطلاع مشتری برسد. بدیهی است کنتور معیوب در این مرحله قابل کالیبره شدن نمی باشد و در صورت نیاز به تعویض قطعه و تأیید کتبی آن از سوی مشتری، کنتورهای معیوب در فرآیند تعمیرات کنتورهای توربینی قرار خواهند گرفت و پس از تعمیرات می بایست کالیبره گردند. پاره ای از اقدامات و بررسی های اولیه لازم در این خصوص عبارتند از:

- اطمینان از حرکت پره توربین از طریق دمیدن جریان هوای بسیار کم و آرام در داخل کنتور و کنترل چرخش پره توربین. چنانچه پره توربین رفتار مناسبی نداشته باشد و حرکت ننماید، در اینصورت قبل از انجام تست کالیبراسیون نیاز به تعمیر و یا سرویس دارد.

- بررسی ظاهری کلاهک و شیشه قاب شماره انداز کنتور، چنانچه شکستگی، مات و کدر شدن صفحه که باعث عدم امکان قرائت کنتور می گردد، مشاهده شود در اینصورت باید تعمیر و یا با قطعات تایید شده استاندارد تعویض گردند و سپس عملیات کالیبراسیون کنتور صورت گیرد.

- بررسی وضعیت جایگاهها و محل بستن قطعات و سنسورهای دما و فشار که می بایست از شرایط مناسب و رزوه های سالم جهت فرآیند کالیبراسیون برخوردار باشند.

4-4-9-1-2- کنتورها قبل از انجام کالیبراسیون باید بدون آنکه قطعات و اجزاء آن از یکدیگر باز گردند، حتی الامکان جهت زدودن چربی، گرد و خاک، پلیسه و ... موجود در سطح آن و امکان بروز صدمه و خطا در سیستم آزمون، تمیز شوند و عملیات تمیز کاری می تواند توسط فرآیندهایی نظیر بادگیری ملایم، پارچه تنظیف صورت بگیرند.

4-4-9-1-3- قبل از کالیبراسیون، جایگاهها و منافذ موجود بر روی بدنه کنتورهای توربینی که جهت بستن سنسورها و قطعات مختلف وجود دارند در صورت بازبودن می بایست مسدود و محکم گردند (به وسیله پیچ های کورکن) تا از نشت هوا در حین عملیات کالیبراسیون خودداری شود.

4-4-9-1-4- به منظور همدمایی با دمای آزمایشگاه، لازم می باشد که کنتورهای توربینی به مدت 8 تا 16 ساعت قبل از انجام آزمایش در آزمایشگاه کالیبراسیون و در قفسه های مربوطه نگهداری شوند تا کلیه قطعات و اجزای آنها با شرایط محیطی آزمایشگاه و کنتور مرجع هم دما گردند.

**تصوره 1:** جهت اندازه گیری دما در محیط آزمایشگاه و نیز بر روی دستگاه تست ، سنسورها و وسایل نصب شده می بایست دمای هوا را در قسمتهای مختلف نشان دهند و ضرایب تصحیح لازم در نتایج کالیبراسیون به صورت اتوماتیک توسط نرم افزار دستگاه آزمون اعمال شود .

**تصوره 2:** لازم به ذکر می باشد که فشار هوا در داخل آزمایشگاه باید یکنواخت و مقدار آن در داخل کنتور در شرایط آزمایشگاهی با محیط اطراف آن تقریباً برابر باشد ، لذا با عنایت به نصب سنسورهای فشار بر روی دستگاه تست و کنتورهای تحت آزمون و مرجع می بایست این فشارها و تغییرات احتمالی آنها تحت کنترل قرار گیرند .

4-4-9-1-5- پس از آماده سازی و هم دمایی کنتورها، جهت انجام آزمایش کالیبراسیون ، می بایست کنتورهای تحت آزمون روی دستگاه تست به گونه ای که به طور سری با کنتور مرجع قرار گیرند ، نصب لوله های رابط (connectors) نظیر رابط فشار به محل مربوطه در روی بدنه کنتور ، همچنین اتصال سوکت های HF, LF دستگاه آزمون به کنتور متصل گردند . لازم است اطمینان حاصل شود که لوله های رابط با کنتورهای تحت آزمایش هم سایز باشند ، همچنین کنتور تحت آزمون از نظر مطابقت قطعات و رابط ها با دستگاه آزمون هماهنگ و امکان انجام کالیبراسیون آن وجود داشته باشد .

4-4-9-1-6- می بایست اطمینان حاصل نمود که کنتورهای مرجع و سنسورهای فشار و دما به طور صحیح در محل های مخصوص به خود نصب گردیده و خطای تأیید شده آنها (certified errors) به درستی در برنامه نرم افزار میز آزمون منظور شده باشند .

4-4-9-1-7- دماهای خروجی هر یک از کنتورهای مرجع و خروجی کنتور تحت آزمون می بایست توسط سنسورهای الکترونیکی اندازه گیری گردند و دقت (accuracy) و پایداری (stability) آنها برای این نوع کاربرد ، مناسب باشند .

4-4-9-1-8- فشار هوای آزمون ( barometric pressure ) که اساساً جهت تعیین تمام فشارهای مرجع (reference pressure) بکار می رود لازم است به طور دستی و بعنوان یک مقدار ثابت متناسب با مقدار واقعی آن ، در برنامه نرم افزار منظور گردد .

4-4-9-1-9- سنسورهای اختلاف فشار ( differential pressure sensors ) که کیفیت اندازه شناسی آنها تأیید شده باشند جهت اندازه گیری اختلاف فشارهای ذیل می بایست در خط آزمون در نظر گرفته شوند :

- فشار ورودی کنتور مرجع استفاده شده و اتمسفر (همچنین جهت آشکار نمودن نشتی ها در داخل لوله کشی )
- فشار ورودی استاندارد و محل اتصال فشار مرجع کنتور مورد آزمون
- ورودی و خروجی کنتور تحت آزمون (جهت اندازه گیری افت فشار)

4-4-9-10-1- کنتورهای مرجع (master meters) در یک مجموعه همراه با فیلترها بگونه ای منظور گردند که ترجیحاً در ابتدای کنتورهای مورد آزمون (tested meters) جهت جلوگیری از ورود ذرات همچنین کاهش پالس و ارتعاشات بین کنتورهای استاندارد و تحت آزمون، قرار گیرند.

4-4-9-11-1- طول های مستقیم لوله (straight lines) می نیم 5D در بالادست و 3D در پایین دست جهت تست کنتورهای توریینی می بایست منظور شوند.

4-4-9-12-1- لازم است دمنده با سرعت قابل کنترل (speed controlled blower) به منظور تامین میزان ماکزیم جریان در میز تست منظور شود. فرامین به طور اتوماتیک توسط یک PC که همچنین جهت محاسبات، نشان دادن و ذخیره مقادیر و نتایج اندازه گیری بکار می رود، کنترل و اجرا می گردد.

4-4-9-13-1- نرم افزار شامل اطلاعات کالیبراسیون می بایست توسط یک رمز ذخیره و نگهداری شوند.

4-4-9-14-1- پس از اتصال کنتور تحت آزمون به دستگاه، باید تنظیمات و درج مشخصات مربوط به نوع کنتور، تعداد کنتورهای نصب شده جهت کالیبراسیون، نقاط آزمون، زمان های تست و ... را در برنامه نرم افزار کالیبراسیون به صورت ذیل وارد و ثبت نمود:

1- تعداد کنتور نصب شده روی خط تست (به صورت تک یا چند تایی)

2- اندازه اسمی کنتور

3- کلاس کاری کنتور تحت بررسی (150,300,600)

4- G-Rate کنتورهای نصب شده

5- تنظیم نوع سنسورهای شمارنده فرکانس دریافتی از کنتور (LF, MF, HF)

6- ثبت مشخصات عمومی هر یک از کنتورها نظیر نام سازنده، شماره سریال، سال ساخت و ...

7- ثبت نقاط کاری مورد نظر با توجه به سایز، نوع و کلاس کاری کنتور و مدت زمان انجام تست در هر یک از نقاط تنظیم شده

**تصوه 1:** چنانچه میز تست، قابلیت کالیبراسیون چند دستگاه کنتور را به طور همزمان دارد، در این صورت موارد فوق همچنین تنظیمات نرم افزار دستگاه نیز باید جهت کالیبراسیون آنها به صورت همزمان انجام شود.

**تصوه 2:** چنانچه جهت کالیبراسیون، دو دستگاه کنتور به صورت همزمان بسته شوند باید هر دو از نظر سایز کنتور و G-Rate آنها کاملاً یکسان باشند.

4-4-9-15- قبل از شروع بکار دستگاه جهت کالیبراسیون و به منظور حصول اطمینان از صحت کارکرد کنتورها و ثبت بهتر نتایج، لازم است عملیات (pre- running) از طریق عبور جریان هوای آزمایشگاه، معادل حداکثر ظرفیت آن

( $Q_{max}$ ) و به مدت حداقل 5 دقیقه ، از آن عبور کند تا بدینوسیله از رفع گیر قطعات نظیر بلبرینگ ها ، کوپلینگ ، توربین و ... اطمینان حاصل نمود .

4-4-9-16- پس از انجام عملیات فوق و قبل از شروع کالیبراسیون ، لازم می باشد تا میز تست از نظر نداشتن نشتی در خطوط تست مورد بررسی و آزمایش قرار گیرد و تمهیدات لازم و مطمئن در برنامه نرم افزار آن برای این منظور پیش بینی گردد و در فرآیند نشتی سنجی سیستم آزمون مورد استفاده قرار گیرد .

با انتخاب گزینه "آزمون نشتی" در منوی برنامه نرم افزار سیستم تست ، عبور هوا با فشار  $(0.5-1) \text{ bar} \pm$  از خطوط تست ( شامل کنتور تحت آزمون ، لوله ، اتصالات و متعلقات مربوطه ) ، می بایست عدم وجود نشتی از طریق کنترل افت فشار با عبور جریان هوا به مدت حداقل پنج دقیقه ، توسط دستگاه ثبت و گزارش گردد .

**تصوه 1 :** در صورت وجود نشتی ، لازم می باشد که ادامه تست غیرممکن و سیستم آزمون به صورت خودکار در وضعیت غیرفعال قرار گیرد و آلارم و هشدارهای لازم در این خصوص داده شود . بدیهی است بررسی ها و اقدامات تکمیلی در جهت رفع نشتی سیستم و تست مجدد آن صورت پذیر و نتایج ثبت گردد .

**تصوه 2 :** لازم می باشد که نرم افزار سیستم آزمون قابلیت رسم منحنی های خطا و افت فشار را داشته باشد .

4-4-9-17- نقاط انتخاب شده برای کالیبراسیون می بایست به گونه ای باشند که کل بازه کاری کنتور در فاصله  $Q_{min}$  تا  $Q_{max}$  را پوشش دهند .

این نقاط بر حسب رنج پذیری کنتور ، استاندارد مربوطه ، تجارب و سوابق آزمایشگاهی معتبر به صورت زیر می باشند :

**جدول 1 - نقاط کالیبراسیون کنتور توریینی (بر حسب درصد ظرفیت ماکزیمم و بر اساس میزان رنج پذیری آن)**

رنج پذیری (Rangeability)			
1:10	1:20	1:30	1:50
--	--	--	2
--	--	3	--
--	5	5	5
10	10	10	--
--	--	--	15
25	25	25	25
40	40	40	40
70	70	70	70
100	100	100	100

**4-4-9-2 - عملیات کالیبراسیون کنتورها :**

پس از انجام تنظیمات گفته شده ، با زدن کلید شروع به کار (start) سیستم تست ، آزمایشات کالیبراسیون به طور دستی (manually) و یا خودکار (automatically) از طریق نرم افزار آن (software) ، می بایست شروع گردد و پس از عبور جریان های مشخص شده آزمون معادل حداکثر ظرفیت کنتور تحت آزمون (Qmax) تا حداقل ظرفیت آن (Qmin) و با تکرار پذیری حداقل 3 مرتبه در هر نقطه (به صورت نامتوالی) ، دستگاه مقادیر خوانده شده از کنتور مرجع و نیز مقادیر قرائت شده از کنتور تحت بررسی را ثبت نماید .

پس از اتمام آزمایشات، لازم است مقادیر خطای کنتور مرجع و قرائت شده از کنتور تحت آزمون و نیز نمودار آنها از طریق نرم افزار قابل نمایش و ثبت باشد .

**4-4-9-3 - بررسی نتایج کالیبراسیون :**

پس از انجام عملیات کالیبراسیون کنتورها ، نتایج بدست آمده از آزمایش همچنین نمودار ترسیم شده توسط نرم افزار برای هر کنتور می بایست مطابق جدول پیوست مرتب گردیده و آنگاه بررسی ها و کنترل های ذیل انجام پذیرد:

**جدول 2- نتایج آزمون درصد خطا / تکرار پذیری کنتور تحت آزمون در مقایسه با کنتور مرجع در نقاط مختلف کالیبراسیون**

ردیف	درصد چربان ( $Q/Q_{ma}$ ) (%)	میزان جریان اسمی (rated flow rate) ( $m^3/h$ )	متوسط میزان جریان واقعی (real flow rate) ( $m^3/h$ )	درصد اختلاف جریان (deviation of flow rate) (%)	میزان درصد خطا در دفعات آزمون کنتور مرجع				میزان درصد خطا در دفعات آزمون کنتور تحت آزمایش				تکرار پذیری خطای کنتور تحت آزمون (%)			خطای کنتور مرجع طبق گواهینامه معتبر (%)	انحراف خطای مندرج در گواهینامه معتبر کنتور مرجع نسبت به متوسط خطای اندازه گیری کنتور مرجع (%)
					میانگین خطا (mean value)	اندازه سوم	اندازه دوم	اندازه گیری اول	میانگین خطا	اندازه سوم	اندازه دوم	اندازه گیری اول	نتیجه	حد استاندارد (کوچکتر مساوی 1/3 حداکثر خطای مجاز)	در مراحل آزمایش		
1	5																
2	10																
3	15																
4	20																
5	25																
6	30																
7	40																
8	50																
9	60																
10	70																
11	80																
12	90																
13	100																



- 4-4-9-3-1- عملکرد بخش های سخت افزاری و نرم افزاری میز آزمون در خلال فرآیند کالیبراسیون می بایست فارغ از هر گونه ایراد و اشکال باشد و مراتب در پایان گزارش کالیبراسیون درج گردد .
- 4-4-9-3-2- مقادیر قرائت و ثبت شده برای خطای کنتور تحت آزمون در دامنه های زیر  $Q_{max} 20\%$  و بالای آن ( تا حداکثر ظرفیت کنتور ) می بایست مطابق استاندارد کنتور توریینی ( حداکثر به ترتیب  $\pm 2\%$  و  $\pm 1\%$  ) باشند.
- 4-4-9-3-3- تکرار پذیری نتایج اندازه گیری ها ( the repeatability of measuring results ) در دفعات آزمون می بایست قابل قبول بوده و ماکزیمم اختلاف آنها در دامنه های زیر  $Q_{max} 20\%$  و بالای آن ثبت گردند . این انحراف نمی بایست از  $1/3$  حداکثر خطای مجاز کنتور در دامنه های ذکر شده تجاوز نماید .
- 4-4-9-3-4- نتایج اندازه گیری می بایست حاکی از صحت آنها بوده و انحرافات خطا ( deviations of error ) در تمام میزان جریان ها ( at all flow rates ) از  $1/3$  حداکثر خطای مجاز کنتور تجاوز ننماید .
- 4-4-9-3-5- حداکثر خطای متوسط وزنی مجاز (Maximum permissible weighted mean error) باید در محدوده  $\pm 0.4\%$  باشد .
- 4-4-9-3-6- انحراف میزان جریان واقعی آزمون در هر مرحله نسبت به میزان اسمی آنها حداکثر  $5\%$  می تواند باشد .
- 4-4-9-3-7- چنانچه نتایج آزمایش و مقادیر استخراج شده و نیز نمودار ترسیم شده توسط نرم افزار سیستم آزمون ، در حد مجاز و قابل قبول باشند ، در اینصورت فرآیند کالیبراسیون کنتور تأیید شده تلقی می گردد و لازم می باشد که گواهینامه کالیبراسیون برای آن صادر گردد .
- 4-4-9-3-8- چنانچه نتایج آزمایش حاکی از عدم تأیید خطای کنتور باشد و انجام اصلاحات لازم بر روی آن از طریق قابلیت شبیه سازی نرم افزاری و براساس تغییر سایز چرخ دنده های شمارنده کنتور و انتخاب چرخ دنده پیشنهادی توسط نرم افزار میسر باشد و با انجام نرم افزاری مزبور (تغییر نوع و ضرائب چرخ دنده ها) ، نمودار خطاها جابجا شده و در دامنه مجاز قرار گیرند ، در اینصورت لازم است مراتب در گزارشات مربوطه ثبت و اطلاع رسانی های لازم به متقاضی جهت تأیید و انجام آن صورت گیرد .
- بدیهی است در صورت تأیید متقاضی ، لازم است اقدامات مربوطه نسبت به تغییر چرخ دنده های موجود شمارنده کنتور با چرخ دنده های پیشنهادی در برنامه نرم افزار از سوی آزمایشگاه صورت گرفته و آن گاه آزمون مجدد مطابق توضیحات قبل بر روی کنتور انجام و نتایج ثبت و مورد بررسی قرار گیرند .
- 4-4-9-3-9- چنانچه با اصلاح نرم افزاری چرخ دنده ها و یا به صورت فیزیکی (تغییر آنها) و آزمون مجدد ، نتایج در محدوده مجاز قرار نگیرند و نیاز به بررسی کلیه قسمت ها و قطعات کنتور به منظور قرار گرفتن خطاهای آزمون در

دامنه های مجاز باشد ، در این صورت پس از گزارش دهی این امر به متقاضی و تأیید آن ، انجام اصلاحات و اقدامات لازم در جهت تعمیر کنتور و آزمون مجدد کالیبراسیون آن جهت صحت و سقم نتایج خطا ، بلامانع می باشد .

4-4-9-3-10- پس از انجام کالیبراسیون مطابق مراحل ذکر شده و تأیید کنتور ، صدور گواهینامه کالیبراسیون برای آن و ارسال برای متقاضی ضروری می باشد .

4-4-9-4 - **گواهینامه کالیبراسیون :**

اطلاعات مندرج در گواهی نامه کالیبراسیون صادره از سوی آزمایشگاه می بایست در برگیرنده حداقل موارد ذیل باشد :

4-4-9-4-1- مشخصات شرکت آزمایشگاه کالیبره کننده شامل :

- نام و علامت تجاری

- آدرس

- تلفن

- نمابر

- پست الکترونیک

4-4-9-4-2- مشخصات گواهینامه شامل :

- عنوان (calibration certificate)

- نوع کالیبراسیون (atmospheric air)

- متقاضی (applicant)

- تاریخ کالیبراسیون (date of calibration)

- شماره گواهینامه (calibration mark)

- تعداد صفحات گواهینامه (number of pages)

- کد / شماره میز آزمون (code of test bench)

- نام و امضا کالیبره کننده / تأیید کننده (operator / approval)

- تاریخ گواهینامه (date of certificate)

- مهر و امضا ، واحد تضمین کیفیت / آزمایشگاه کالیبراسیون (calibration lab./QC signature & seal)

4-4-9-4-3- شرایط اتاق آزمون (measurement room conditions):

- فشار بارومتریک و تترانس آن (barometric pressure)

- دمای اتاق و تترانس آن (room temperature)



- شماره گواهینامه
- تاریخ گواهینامه
- مرجع گواهی دهنده
- تاریخ اعتبار

4-4-9-4-6- جدول نتایج آزمون (test results) در مراحل مختلف شامل نقاط کالیبراسیون ، فلوها ، دما ، فشار و اختلاف فشارها در کنتورهای مرجع و تحت آزمون ، درصد خطا، خطای متوسط وزنی ( WME ) و عدم قطعیت ، تاریخ آزمون ، شماره آزمون ، نام و امضاء اپراتور / تأیید کننده آزمون ، ملاحظات  
4-4-9-4-7- رسم منحنی های خطا / افت فشار

#### 5 - بسته بندی

پس از اتمام فرآیند کالیبراسیون و صدور گواهینامه های مربوطه ، می بایست کنتورهای توربینی کالیبره شده پلمب گردند و در بسته بندی مناسب مطابق با حداقل الزامات و ضوابط مطرح شده در استاندارد این نوع کنتورها قرار گیرند و نسبت به ارسال آنها برای متقاضی مربوطه ، اقدامات لازم صورت پذیرد . لازم به ذکر می باشد که نحوه بسته بندی و چگونگی ارسال آنها برای متقاضیان مورد نظر می بایست بگونه ای باشد که از هرگونه صدمه و آسیب احتمالی که کنتورهای کالیبره شده را متاثر می سازد ، پرهیز شود .

تذکرات ، هشدارها و اطلاع رسانی های لازم در این رابطه می بایست بدو از سوی آزمایشگاه کالیبره کننده به شرکت های گاز متقاضی کالیبراسیون صورت پذیرد .