



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران



استاندارد ملی ایران
۱۹۵۵

تجدیدنظر اول
۱۳۹۵

INSO
1955

1st. Revision
2017

Identical with
ISO 384
(2015)

Iranian National Standardization Organization

ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی آزمایشگاهی -
اصول طراحی و ساخت دستگاه‌های
حجم‌سنجی

Laboratory glass and plastics ware -
Principles of design and construction of
volumetric instruments

ICS: 17.060

استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۵ (تجدیدنظر اول) : سال ۱۳۹۵

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

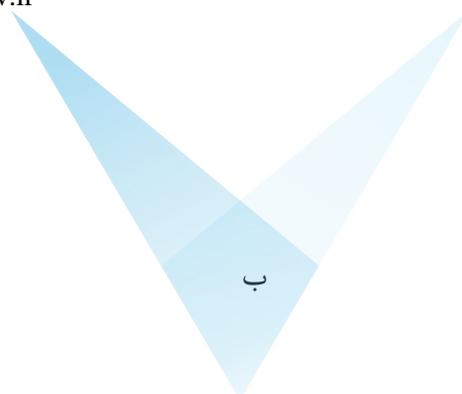
P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

- 1- International Organization for Standardization
- 2- International Electrotechnical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
- 4- Contact point
- 5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی آزمایشگاهی - اصول طراحی و ساخت دستگاه‌های حجم‌سنجی»

(تجدیدنظر اول)

رئیس:

عدل‌نسب، لاله

دکتری شیمی تجزیه

سمت و/یا محل اشتغال:

پژوهشگاه استاندارد

دبیر:

افتخاری دافچاهی، سمیه

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت رویان پژوهان سینا

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اخیانی، شهاب

(کارشناسی مهندسی پزشکی)

شرکت آشور نوین آزما

اسمعیلی طارمسری، معصومه

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت رویان پژوهان سینا

بیگدلی، داوود

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

شرکت پارس کیمیا زیست بهسازان

بیگلری، حسن

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

پژوهشگاه استاندارد

ردائی، احسان

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

اداره کل استاندارد استان همدان

رحمانی‌نسب، ندا

(کارشناسی ارشد مهندسی مواد/سرامیک)

پارک علم و فناوری استان همدان

آزمایشگاه فنی مکانیک خاک همدان

نجفی، امیر
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

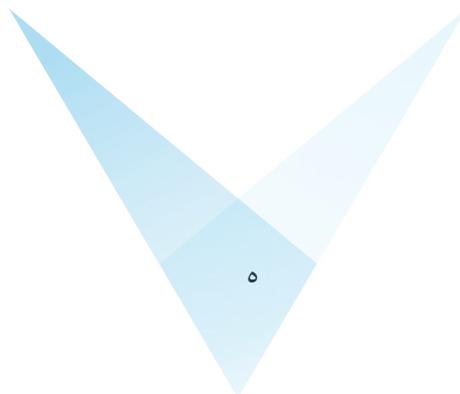
دانشگاه بوعلی سینا همدان

هاشمی، مهدی
(دکتری شیمی تجزیه)

ویراستار:

سازمان ملی استاندارد ایران

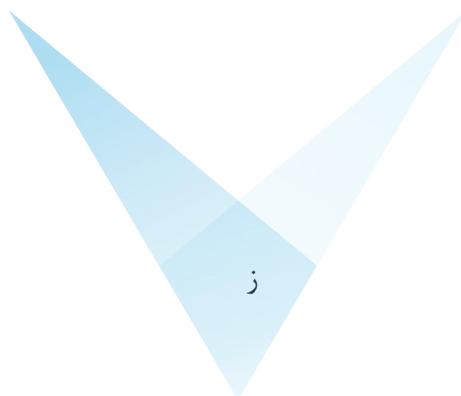
صبور گیلوان، عباس
(کارشناسی مهندسی مکانیک)



فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ یکای حجم و دمای مرجع
۲	۵ درستی حجم‌سنجی
۳	۶ روش‌های کالیبراسیون و استفاده
۴	۷ ساخت
۴	۱-۷ مواد
۴	۲-۷ ضخامت دیواره
۴	۳-۷ شکل
۴	۴-۷ ظرفیت
۴	۵-۷ پایداری
۵	۶-۷ نوک‌های مجرای تخلیه
۵	۷-۷ درپوش‌ها
۵	۸-۷ شیرها یا وسایل مشابه
۶	۸ ابعاد خطی
۷	۹ خطوط زینه‌بندی
۸	۱۰ مقیاس‌ها
۸	۱-۱۰ فاصله‌گذاری خطوط زینه‌بندی
۸	۲-۱۰ طول خطوط زینه‌بندی
۸	۱-۲-۱۰ کلیات
۸	۲-۲-۱۰ الگوی اول زینه‌بندی
۸	۳-۲-۱۰ الگوی دوم زینه‌بندی
۹	۴-۲-۱۰ الگوی سوم زینه‌بندی
۹	۵-۲-۱۰ موارد خاص
۹	۳-۱۰ توالی خطوط زینه‌بندی
۱۰	۴-۱۰ وضعیت خطوط زینه‌بندی
۱۱	۱۱ شماره‌گذاری خطوط زینه‌بندی

صفحه	عنوان
۱۲	۱۲ نشانه گذاری
۱۳	۱۳ خوانا بودن خطوط زینه بندی، ارقام و نوشته ها
۱۴	پیوست الف (الزامی) بیشینه خطای مجاز در ارتباط با قطر داخلی در قسمت انحنا
۱۷	کتاب نامه



پیش‌گفتار

استاندارد «ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی آزمایشگاهی - اصول طراحی و ساخت دستگاه‌های حجم‌سنجی» که نخستین بار در سال ۱۳۵۶ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در سیصد و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۵: سال ۱۳۵۶ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 384: 2015, Laboratory glass and plastics ware - Principles of design and construction of volumetric instruments

ظروف شیشه‌ای و پلاستیکی آزمایشگاهی - اصول طراحی و ساخت دستگاه‌های حجم‌سنجی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین اصول کلی برای طراحی دستگاه‌های حجم‌سنجی تولید شده از شیشه یا پلاستیک به منظور تسهیل قابلیت اطمینان و مناسب بودن استفاده با درجه درستی از قبل تعیین شده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مرجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 383, Laboratory glassware — Interchangeable conical ground joints

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۴: سال ۱۳۸۸، ظروف شیشه‌ای آزمایشگاهی - اتصالات سمباده‌ای مخروطی تبدیل‌پذیر، با استفاده از استاندارد ISO 383:1976 تدوین شده است.

2-2 ISO 4784, Laboratory glassware — Volumetric instruments — Methods for testing of capacity and for use

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۶۵۴: سال ۱۳۸۹، لوازم شیشه‌ای آزمایشگاهی - شیشه‌آلات حجم‌سنجی - روش‌های استفاده و آزمون ظرفیت، با استفاده از استاندارد ISO 4787: 2010 تدوین شده است.

2-3 ISO/ IEC Guide 99, International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴۷۲۳: سال ۱۳۹۰، واژه نامه اندازه‌شناسی مفاهیم پایه عمومی و اصطلاحات مربوط، با استفاده از استاندارد ISO/ IEC Guide 99:2007 تدوین شده است.

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO/ IEC Guide 99 به کار می‌رود.

۴ یکای حجم و دمای مرجع

۱-۴ یکای حجم

یکای حجم باید بر حسب میلی‌لیتر (ml)، معادل با یک سانتی‌متر مکعب (cm^3) باشد.

۲-۴ دمای مرجع

دمای مرجع استاندارد، دمایی است که در آن دستگاه‌های حجم‌سنجی به منظور نگه‌داری یا تحویل حجم آن (ظرفیت) در نظر گرفته شده‌اند که این دما 20°C می‌باشد.

یادآوری ۱- در صورتی که دمای 27°C به عنوان دمای مرجع استاندارد پذیرفته شده است، این دما باید جایگزین دمای 20°C شود.

یادآوری ۲- ظرفیت دستگاه‌های حجم‌سنجی با تغییر دما، تغییر می‌کند. دستگاه‌های حجم‌سنجی که در دمای 20°C تنظیم شده‌اند، اما در دمای 27°C یا بالعکس استفاده می‌شوند، در صورتی که از شیشه‌های بوروسیلیکاتی با ضریب انبساط حرارتی $10^{-6} \times 9/9$ ساخته شده باشند، خطای $0/007$ را از خود نشان می‌دهند و در صورتی که از ظروف شیشه‌ای آهکی با ضریب انبساط حرارتی $10^{-6} \times 27$ ساخته شده باشند، خطای $0/02$ را از خود نشان می‌دهند. این خطاها کمتر از حدود خطا برای اغلب دستگاه‌های حجم‌سنجی می‌باشد. بنابراین دمای مرجع اهمیت کمی در هنگام خرید و فروش ظروف شیشه‌ای دارد. با این حال، هنگام اجرای کالیبراسیون بسیار مهم است که به دمای مرجع به ویژه در مورد ظروف پلاستیکی حجم‌سنجی اشاره شود.

۵ درستی حجم‌سنجی

۱-۵ دو رده درستی در نظر گرفته شده است:

- درجه بالاتر که باید با رده A یا رده AS مشخص شود.

- درجه پایین‌تر که باید با رده B مشخص شود.

۲-۵ بیشینه خطای مجاز (MPE)^۱ برای هر نوع دستگاه حجم‌سنجی با توجه به روش و هدف استفاده و رده درستی مشخص می‌شود.

۳-۵ مقدار عددی بیشینه خطای مجاز برای دستگاه‌های حجم‌سنجی برای استفاده عمومی باید به طور ترجیحی از مجموعه‌های ۱۰-۱۲-۱۵-۲۰-۲۵-۳۰-۴۰-۵۰-۶۰-۸۰ یا تا چند رقم اعشار مناسب انتخاب شوند.

یادآوری- از آنجایی که مضرب‌های اعشاری برخی از این اعداد گرد نشده‌اند، این مجموعه اعداد به صورت ترجیحی پذیرفته می‌شوند (برای مثال $31/5$ که درجه دقت را بیان می‌کند، مدنظر نبوده و در عمل قابل اندازه‌گیری نیست).

1- Maximum permissible error

۴-۵ بیشینه خطای مجاز مشخص شده برای مجموعه اندازه دستگاه‌های حجم‌سنجی بهتر است تصاعد مناسبی در ارتباط با ظرفیت فراهم کند.

۵-۵ بیشینه خطای مجاز برای رده B، در کل به صورت تقریبی بهتر است دو برابر حد مجاز برای رده A یا رده AS باشد.

۶-۵ برای دستگاه‌های حجم‌سنجی با دارا بودن مقیاس زینه، بیشینه خطای مجاز برای هر رده درستی، نباید از حجم معادل (به پیوست الف مراجعه شود) کوچکترین مقیاس تقسیم بیشتر باشد.

۷-۵ بیشینه خطای مجاز برای رده A یا AS به قطر داخلی، D، (بر حسب میلی‌متر) در خط زینه‌بندی مربوطه بستگی دارد و نباید از مقدار به‌دست آمده از معادله ۱ کوچکتر باشد.

$$MPE \geq \frac{\pi}{4} D^2 (0,4 + 0,01 D) \quad (1)$$

حد رده B باید مطابق با زیربند ۵-۵ در نظر گرفته شود.

یادآوری- معادله ۱ برای اغلب دستگاه‌های حجم‌سنجی که دارای سطح مقطع دایره‌ای می‌باشند به کار می‌رود، اما استفاده از آن برای سطوح مقطع غیردایره‌ای نیز مجاز است (به پیوست الف مراجعه شود).

۸-۵ علاوه بر زیربند ۷-۵، بیشینه خطای مجاز مشخص شده برای دستگاه‌های حجم‌سنجی طراحی شده جهت تحویل نباید کمتر از چهار برابر انحراف استاندارد تعیین شده توسط یک کاربر با تجربه از مجموعه حداقل ۱۰ تعیین متوالی از ظرفیت تحویل همان دستگاه‌های حجم‌سنجی که مطابق با استاندارد ISO 4784 انجام شده است، باشد.

۶ روش‌های کالیبراسیون و استفاده

روش کالیبراسیون و استفاده برای هر نوع دستگاه حجم‌سنجی در استاندارد ISO 4784 ارائه شده است. روش کلی بر پایه تعیین وزن‌سنجی حجم آب دریافتی یا تحویل داده شده با دستگاه‌های حجم‌سنجی تحت شرایط آزمون می‌باشد. حجم آب از جرم تحت بررسی هوای شناور و چگالی آب محاسبه می‌شود. از آنجایی که دستگاه‌های پلاستیکی دارای پایداری کوتاه مدتی می‌باشند، توصیه می‌شود دستگاه حجم‌سنجی ساخته شده از پلاستیک اغلب با دقت بیشتری نسبت به وسایل شیشه‌ای کالیبره شوند.

۷ ساخت

۱-۷ مواد

دستگاه‌های حجم‌سنجی باید از شیشه یا پلاستیک دارای خواص شیمیایی و حرارتی مناسب ساخته شوند. این شیشه‌ها باید تا حد امکان عاری از نواقص قابل مشاهده بوده و همچنین باید عاری از تنش‌های داخلی باشند.

۲-۷ ضخامت دیواره

دستگاه‌های حجم‌سنجی باید از استحکام و مقاومت کافی جهت مصارف آزمایشگاهی برخوردار بوده و دیواره باید در همه جا ضخامت یکسانی داشته باشد و تغییر فاحشی در ضخامت نقاط مختلف آن مشاهده نشود.

۳-۷ شکل

همه دستگاه‌های حجم‌سنجی باید به شکلی باشند که در مصارف موردنظر، استفاده از آن‌ها ساده باشد و توصیه می‌شود دارای سطح مقطع دایره‌ای باشند.

۴-۷ ظرفیت

۱-۴-۷ توصیه می‌شود مقادیر عددی ظرفیت دستگاه‌های حجم‌سنجی برای مقاصد عمومی به صورت ترجیحی از مجموعه‌های ۱۰، ۲۰، ۵۰ یا مضارب اعشاری آن‌ها باشند. ظرفیت دستگاه‌های حجم‌سنجی برای کاربردهای خاص ممکن است دارای مقادیر متفاوتی باشد، به عنوان مثال پیپت‌های با ظرفیت ۳ ml تا ۹ ml وجود دارند.

۲-۴-۷ مقادیر عددی حجم‌های معادل کوچکترین زینه‌بندی بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی دارای مقیاس زینه باید از مجموعه‌های ۱، ۲، ۵ یا مضرب اعشاری آن‌ها انتخاب شوند.

۳-۴-۷ در مواردی که دستگاه‌های حجم‌سنجی برای خوانش مستقیم ظرفیت با یک مایع ویژه به غیر از آب زینه‌بندی شده‌اند، این ویژگی به طور ترجیحی نشان دهنده ظرفیت متناظر آب خالصی می‌باشد که از آن برای کالیبراسیون استفاده شده است.

۵-۷ پایداری

دستگاه‌های حجم‌سنجی که ته آن‌ها تخت است، هنگام قرار گرفتن بر روی یک صفحه افقی نباید نوسان کنند و محور قسمت زینه‌بندی شده به غیر از موارد مشخص شده باید قائم باشد.

۶-۷ نوک‌های مجرای تخلیه

۱-۶-۷ نوک‌های مجرای تخلیه در قسمت انتهایی دستگاه‌های حجم‌سنجی باید به یک مجرای تخلیه با شیب مخروطی ملایم و بدون کاهش ناگهانی در سطح مقطع دهانه خروجی که باعث ایجاد اغتشاش در جریان خروجی می‌شود، ختم شوند.

۲-۶-۷ انتهایی نوک تخلیه باید با یکی از روش‌های زیر به ترتیب اولویت پرداخت شوند:

الف- پرداخت شده داغ، سطح مقطع آن عمود بر محور بوده و با شیب ملایم به سمت بیرون مخروطی شده و پرداخت شوند؛

ب- سنگ نرم خورده، سطح مقطع آن عمود بر محور بوده و با شعله پرداخت شوند؛

ج- بریده شده، سطح مقطع آن عمود بر محور بوده و پرداخت شوند.

پرداخت صیقلی مجرای شیشه‌ای با شعله، خطر تراشه‌برداری در استفاده را کاهش می‌دهد، اما نباید منجر به جمع‌شدگی ناگهانی یا تنش شود.

۳-۶-۷ نوک مجرای تخلیه باید از لوله شیشه‌ای یا مواد پلاستیکی مناسب ساخته شود. نوک مجرای تخلیه باید به طور ترجیحی باید از یک قسمت سالم و بدون نقص دستگاه‌های حجم‌سنجی باشد، در غیر این صورت نوک مجرای تخلیه باید به صورت شفاف و مشخص به دستگاه حجم‌سنجی مربوطه یا در صورت مناسب بودن با اندازه اسمی دستگاه حجم‌سنجی متصل شود.

۷-۷ درپوش‌ها

۱-۷-۷ درپوش‌های شیشه‌ای باید به نحوی سمباده زده شوند که تبدیل‌پذیر باشند. در اینصورت قسمت‌های سمباده‌ای باید مطابق با استاندارد ISO 383 باشند. در صورتی که درپوش‌های شیشه‌ای به صورت جداگانه قرار می‌گیرند، باید به خوبی سمباده زده شوند به نحوی که از نشت جلوگیری کرده و به طور ترجیحی شیب آن نسبت به محور تقریباً ۱۰:۱ باشد.

۲-۷-۷ استفاده از درپوش‌هایی با مواد پلاستیکی بی‌اثر به جای درپوش‌های شیشه‌ای مجاز می‌باشد. در چنین مواردی، سوکت^۱ پلاستیکی یا شیشه‌ای که در درپوش قرار می‌گیرد باید به طور ترجیحی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۴ باشد.

۸-۷ شیرها یا وسایل مشابه

۱-۸-۷ شیرها یا وسایل مشابه باید به نحوی طراحی شوند که کنترل دقیق جریان خروجی را فراهم کنند و از سرعت نشتی که از ویژگی‌های مجاز برای دستگاه‌های حجم‌سنجی بیش‌تر است، جلوگیری نمایند.

1- Socket

- ۲-۸-۷ شیرها و وسایل مشابه باید از شیشه یا مواد پلاستیکی بی اثر مناسب ساخته شوند.
- ۳-۸-۷ شیرهای شیشه‌ای باید به خوبی سمباده زده شوند و به طور ترجیحی سطح شیر مخروطی شکل و شیب آن نسبت به محور ۱:۱۰ و مطابق با ویژگی‌های استانداردهای ملی یا بین‌المللی باشند.
- ۴-۸-۷ شیرهای شیشه‌ای با کلیدهای پلاستیکی باید از داخل پرداخت شده و دارای سطح مخروطی شکل که شیب آن نسبت به محور ۵:۱ یا ۱۰:۱ است، باشند.
- ۵-۸-۷ اجزای شیرها باید با وسایل نگه‌داری مناسب، هم اندازه^۱ باشند.

۸ ابعاد خطی

- ۱-۸ الزامات ابعادی خطی باید برای همه دستگاه‌های حجم‌سنجی مشخص شده باشد تا از موارد زیر اطمینان حاصل شود:
- الف- دستگاه‌های حجم‌سنجی برای کاربردهای موردنظر رضایت‌بخش و مناسب باشد؛
- ب- در یک مجموعه اندازه‌ها از دستگاه‌های حجم‌سنجی می‌توان از ناهمسانی^۲ غیرضروری در شکل و اندازه اجتناب نمود؛
- پ- یک محدودیت در حداکثر قطر داخلی در خط یا خطوط زینه‌بندی قرار داده شود (به زیربند ۵-۷ و پیوست الف مراجعه شود). این محدودیت یک محدودیت مستقیم بر روی قطر داخلی یا محدودیت غیرمستقیم با یک حداقل محدودیت بر روی طول مقیاس می‌باشد؛
- ت- الزامات برای فاصله‌گذاری خطوط زینه‌بندی مشخص در زیربند ۱۰-۱-۲ قابل دستیابی باشد؛
- ث- الزامات پایداری در زیربند ۷-۵ قابل دستیابی باشد.
- ۲-۸ الزامات ابعادی نباید بیش از موارد لازم برای رسیدن به اهداف مذکور در زیربند ۸-۱ محدود شده باشند. ابعاد خطی باید بر حسب میلی‌متر مشخص شده باشند.
- ۳-۸ مطابق با محدودیت‌های اعمال شده در زیربند ۸-۱، ابعاد به دو دسته ابعاد ضروری و ابعاد پیشنهادی طبقه‌بندی شده‌اند.
- ۴-۸ ویژگی‌هایی که برای این دو دسته ابعاد استفاده می‌شوند، (الزامات پ و ت در زیربند ۸-۱) باید به عنوان ابعاد ضروری گنجانده شوند.

1- Fitted
2- Inconsistencies

۵-۸ الزامات ب در زیربند ۸-۱ را در بسیاری از موارد می‌توان به میزان کافی توسط ابعاد پیشنهادی تامین کرد.

۶-۸ ابعاد ضروری در ویژگی‌ها را باید با یکی از روش‌های زیر (هر کدام که مناسب‌تر است) بیان کرد:

الف- یک رقم مشخص شده با رواداری؛

ب- بیشینه و کمینه رقم؛

پ- بیشینه یا کمینه رقم، در صورتی که سایر محدودیت‌ها بی‌اهمیت بوده یا به وسیله سایر عوامل در ویژگی‌ها کنترل شوند.

۹ خطوط زینه‌بندی

۱-۹ خطوط زینه‌بندی باید واضح، ثابت و دارای خطوط یکنواخت با ضخامت مشخص به شرح زیر باشند:

۲-۹ برای دستگاه‌های حجم‌سنجی با مقیاس زینه یا بدون مقیاس زینه، بیشینه ضخامت، δ ، خطوط زینه‌بندی باید مطابق با قطر داخلی لوله، D ، (بر حسب میلی‌متر) تعیین شوند.

$$D \leq 40 \text{ mm} \quad \delta \leq 4 \text{ mm} \quad (2)$$

و

$$D > 40 \text{ mm} \quad \delta \leq [(0.4 + 0.01 D) / 2] \text{ mm} \quad (3)$$

یادآوری- برای دستگاه‌های حجم‌سنجی با سطح مقطع‌هایی که به شکل دایره نباشد، به پیوست الف مراجعه شود.

۳-۹ در دستگاه‌های حجم‌سنجی با دارا بودن مقیاس زینه، بیشینه ضخامت مشخص شده، δ ، خطوط باید از نصف کمینه فاصله h بین مرکز خطوط مجاور کمتر باشد.

$$\delta \leq h / 2 \text{ mm} \quad (4)$$

۴-۹ همه خطوط زینه‌بندی باید در صفحاتی عمود بر محور طولی قسمت زینه‌بندی دستگاه‌های حجم‌سنجی قرار گیرند. در دستگاه‌های حجم‌سنجی که ته آن‌ها تخت است، خطوط زینه‌بندی باید در صفحات موازی با ته آن قرار گیرند.

۵-۹ به طور ترجیحی خطوط زینه‌بندی باید در موقعیتی که بیشتر از ۵ mm از هر تغییر در قطر باشد، قرار گیرند.

۶-۹ در دستگاه‌های حجم‌سنجی بدون مقیاس زینه، امتداد کامل خطوط زینه‌بندی در محیط دستگاه‌های حجم‌سنجی به استثنای فاصله‌ای که بیش از ۱۰٪ محیط نباشد، مجاز است. در مورد دستگاه‌های

حجم‌سنجی که به جهت معمول مشاهده در استفاده محدود شده‌اند، این شکاف باید در سمت راست یا چپ جهت معمول مشاهده باشد.

۱۰ مقیاس‌ها

۱-۱۰ فاصله‌گذاری خطوط زینه‌بندی

۱-۱-۱۰ هیچ اثری از بی‌نظمی در فاصله‌گذاری بین خطوط زینه‌بندی نباید وجود داشته باشد (به استثنای مواردی که مقیاس زینه بر روی مخروط یا قسمت باریک شده دستگاه‌های حجم‌سنجی باشد و تغییر تقسیمات فرعی ایجاد شود).

۲-۱-۱۰ کمینه فاصله، h ، بین مراکز خطوط مدرج مجاور نباید کمتر از مقدار زیر باشد:

$$h \geq (0.8 + 0.2 D) \text{ mm} \quad (5)$$

که در آن:

D قطر داخلی لوله بر حسب میلی‌متر (mm) می‌باشد.

یادآوری- برای سطح مقطع‌های غیردایره‌ای به پیوست الف مراجعه شود.

۲-۱۰ طول خطوط زینه‌بندی (به شکل ۲ مراجعه شود)

۱-۲-۱۰ کلیات

در دستگاه‌های حجم‌سنجی با سطح مقطع دایره‌ای و دارا بودن مقیاس زینه، طول خطوط زینه‌بندی باید به نحوی تغییر کند که به وضوح قابل تشخیص و مطابق با زیربندهای ۲-۲-۱۰، ۳-۲-۱۰ یا ۴-۲-۱۰ باشد.

۲-۲-۱۰ الگوی اول زینه‌بندی

الف- طول خطوط کوتاه باید به طور تقریبی کمتر از ۵۰٪ محیط دستگاه‌های حجم‌سنجی نباشد.

ب- طول خطوط متوسط باید به طور تقریبی ۶۵٪ محیط دستگاه‌های حجم‌سنجی بوده و به طور متقارن از دو سمت نسبت به خطوط کوتاه ادامه یابد.

پ- امتداد کامل خطوط بلند در دور محیط دستگاه‌های حجم‌سنجی به استثنای فاصله‌ای که بیش از ۱۰٪ محیط نباشد، مجاز است (به زیربند ۹-۶ مراجعه شود).

۳-۲-۱۰ الگوی دوم زینه‌بندی

الف- طول خطوط کوتاه باید کمتر از ۱۰٪ و بیشتر از ۲۰٪ محیط دستگاه‌های حجم‌سنجی نباشد.

ب- طول خطوط متوسط باید به طور تقریبی $1/5$ برابر طول خطوط کوتاه بوده و باید به طور متقارن از دو سمت نسبت به خطوط کوتاه ادامه یابد.

پ- امتداد کامل خطوط بلند در دور محیط دستگاه‌های حجم‌سنجی به استثنای فاصله‌ای که بیش از 10% محیط نباشد، مجاز است (به زیربند ۹-۶ مراجعه شود).

۴-۲-۱۰ الگوی سوم زینه‌بندی

الف- طول خطوط کوتاه باید کمتر از 10% و بیشتر از 20% محیط دستگاه‌های حجم‌سنجی نباشد.

ب- طول خطوط متوسط باید به طور تقریبی $1/5$ برابر طول خطوط کوتاه بوده و باید به طور متقارن از دو سمت نسبت به خطوط کوتاه ادامه یابد.

پ- طول خطوط بلند نباید کمتر از دو برابر طول خطوط کوتاه بوده و باید به طور متقارن از دو سمت نسبت به خطوط کوتاه و متوسط ادامه یابد.

۵-۲-۱۰ موارد خاص

در مواردی که زینه‌بندی بر روی سطح مقطع‌های غیردایره‌ای یا قسمت‌های مخروطی باریک شونده دستگاه‌های حجم‌سنجی موردنیاز باشد، الزامات زیربندهای ۱۰-۲-۲، ۱۰-۲-۳ یا ۱۰-۲-۴ باید به طور مناسب تصحیح شوند.

۳-۱۰ توالی خطوط زینه‌بندی (به شکل ۱ مراجعه شود)

۱-۳-۱۰ بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی که در آن‌ها حجم معادل کوچکترین مقیاس تقسیم 1 ml باشد:

الف- هر دهمین خط زینه‌بندی باید یک خط بلند باشد؛

ب- در حد فاصل میانی هر دو خط بلند متوالی باید یک خط متوسط باشد؛

پ- در حد فاصل میانی هر خط بلند و متوسط متوالی باید چهار خط کوتاه باشد.

۲-۳-۱۰ بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی که در آن‌ها حجم معادل کوچکترین مقیاس تقسیم 2 ml باشد:

الف- هر پنجمین خط زینه‌بندی باید یک خط بلند باشد؛

ب- در حد فاصل میانی هر دو خط بلند متوالی باید چهار خط کوتاه باشد.

۳-۳-۱۰ بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی که در آن‌ها حجم معادل کوچکترین مقیاس تقسیم 5 ml باشد:

الف- هر دهمین خط زینه‌بندی باید یک خط بلند باشد؛

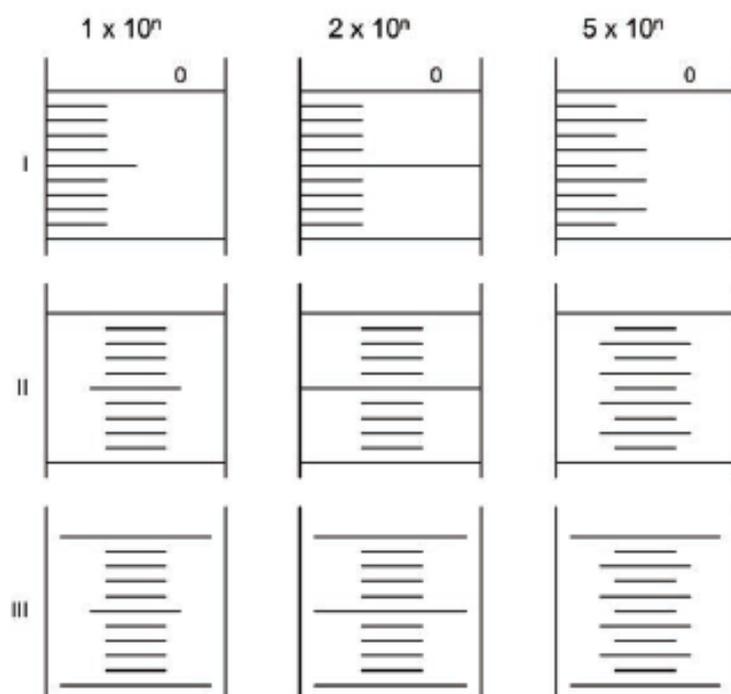
ب- در حد فاصل میانی هر دو خط بلند متوالی باید چهار خط متوسط با فواصل یکسان باشد؛

پ- در حد فاصل میانی هر دو خط متوسط متوالی یا در حدفاصل میانی هر دو خط متوسط و بلند متوالی باید یک خط کوتاه باشد.

۱۰-۴ وضعیت خطوط زینه‌بندی (به شکل ۲ مراجعه شود)

۱۰-۴-۱ بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی که مطابق با الگوی یک و با مقیاس عمودی طبق زیربند ۱۰-۲-۲ زینه‌بندی شده‌اند، برای ناظری که دستگاه را هنگام کار از جلو مشاهده می‌کند، انتهای خطوط زینه‌بندی کوتاه باید بر روی یک خط فرضی که از وسط قسمت جلوی دستگاه حجم‌سنجی می‌گذرد واقع شود و این خطوط کوتاه به طور ترجیحی به طرف چپ ناظر ممتد باشد.

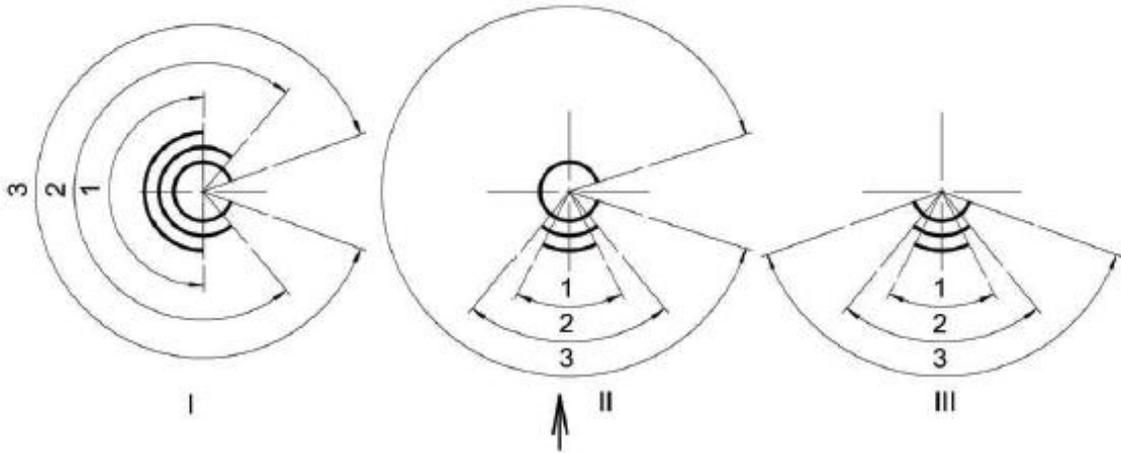
۱۰-۴-۲ بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی که مطابق با الگوی دوم و سوم و با مقیاس عمودی طبق زیربندهای ۱۰-۲-۳ و ۱۰-۲-۴ زینه‌بندی شده‌اند، برای ناظری که دستگاه را هنگام کار از جلو مشاهده می‌کند، نقاط میانی خطوط زینه‌بندی کوتاه و متوسط، باید بر روی یک خط فرضی که از وسط قسمت جلوی دستگاه حجم‌سنجی می‌گذرد، قرار داشته باشد.



راهنما:

- I الگوی زینه‌بندی I (به زیر بند ۱۰-۲-۲ مراجعه شود)
- II الگوی زینه‌بندی II (به زیر بند ۱۰-۲-۳ مراجعه شود)
- III الگوی زینه‌بندی III (به زیر بند ۱۰-۲-۴ مراجعه شود)

شکل ۱- طول و وضعیت خطوط زینه‌بندی



راهنما:

- | | |
|-----|--|
| I | الگوی زینه‌بندی I (به زیر بند ۱۰-۴-۱ مراجعه شود) |
| II | الگوی زینه‌بندی II (به زیر بند ۱۰-۴-۲ مراجعه شود) |
| III | الگوی زینه‌بندی III (به زیر بند ۱۰-۴-۲ مراجعه شود) |
- 1 خط کوتاه
2 خط متوسط
3 خط بلند

شکل ۲- موقعیت خطوط زینه‌بندی

۱۱ شماره‌گذاری خطوط زینه‌بندی

۱-۱۱ در دستگاه‌های حجم‌سنجی با یک خط مدرج، عددی که گنجایش اسمی را نشان می‌دهد ممکن است همراه با نشانه‌گذاری‌های دیگر باشد و لازم نیست مجاور خط مدرج قرار گیرد.

۲-۱۱ در دستگاه‌های حجم‌سنجی که دارای دو یا سه خط مدرج می‌باشند، در صورتی که از روش شناسایی مناسب‌تری استفاده شود (به عنوان مثال اطلاعات فرآورده، تایید کالیبراسیون یا کاتالوگ‌های چاپ شده) عددی که گنجایش اسمی را نشان می‌دهد الزاماً نزدیک خطوط مربوطه نخواهد بود.

۳-۱۱ در دستگاه‌های حجم‌سنجی که دارای یک خط مدرج اصلی و تعداد کمی خطوط فرعی می‌باشند، عددی که گنجایش اصلی را نشان می‌دهد ممکن است همراه با نشانه‌های دیگر مطابق با زیربند ۱-۱۱ باشد، مشروط بر آنکه خطوط مدرج فرعی به طور مناسب مشخص شده باشند.

۴-۱۱ در دستگاه‌های حجم‌سنجی که دارای مقیاس زینه می‌باشند:

الف- مقیاس باید به نحوی رقم‌گذاری شود که مقدار متناظر با هر خط مدرج به آسانی تشخیص داده شود؛

ب- مقیاس باید به طور معمول دارای یک مجموعه ارقام باشد؛

پ- حداقل هر دهمین خط باید شماره‌گذاری شود؛

ت- شماره‌گذاری باید به خطوط مدرج بلند محدود شده و بلافاصله بالای خط و کمی به سمت راست خطوط مدرج کوتاه‌تر مجاور قرار گیرند؛

ث- در مورد اعداد مورد استفاده برای خط مدرج کوتاه یا متوسط، ارقام باید کمی به طرف راست انتهای خط به نحوی قرار گیرند که امتداد فرضی خط از وسط آن عبور کند.

در مورد خطوط بلند مورد استفاده مطابق با زیربند ۱۰-۲-۳ (یعنی وقتی که خطوط بلند تمام محیط دایره دستگاه را نمی‌پوشاند) استفاده از طرح شماره‌گذاری جایگزین مجاز است. در این صورت عدد کمی به طرف راست انتهای خطوط بلند به نحوی قرار گیرند که امتداد فرضی خط از وسط آن عبور کند.

۱۲ نشانه‌گذاری

۱-۱۲ بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی، نشانه‌گذاری‌های زیر باید به صورت بادوام ثبت شوند:

الف- عدد نشان‌دهنده گنجایش اسمی (به غیر از دستگاه‌های حجم‌سنجی با خطوط زینه‌بندی شده جهت نشان دادن گنجایش)؛

ب- علامت ml یا cm^3 برای نشان دادن یکای دستگاه‌های حجم‌سنجی که این دستگاه‌ها بر حسب آن زینه‌بندی شده‌اند؛

پ- دمای 20°C برای نشان دادن دمای مرجع استاندارد، به استثنای مواردی که دمای مرجع 27°C می‌باشد، این دما جانشین دمای 20°C می‌شود؛

ت- یک علامت اختصاری مناسب که نشان دهد دستگاه برای این تنظیم شده است که حجم آن یا حجم آنچه از آن بیرون می‌ریزد معادل گنجایش اسمی آن می‌باشد. توصیه می‌شود حرف In، برای مواردی که گنجایش نشان داده می‌شود و Ex، برای نشان دادن حجم تخلیه، به کار می‌رود؛

ث- حروف A، AS یا B که نمایانگر رده درستی تنظیم شده برای دستگاه‌های حجم‌سنجی است؛

ج- بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی با دارا بودن زمان انتظار مشخص، این زمان باید به عنوان مثال به صورت Ex+5s نشان داده شود؛

چ- نام یا علامت تجاری سازنده یا فروشنده.

۲-۱۲ در صورت لزوم بر اساس قوانینی اندازه‌شناختی، اطلاعات اضافی باید بر روی رده A یا As دستگاه‌های حجم‌سنجی برای تایید رسمی یا صدور گواهی در نظر گرفته شوند:

الف- یک علامت شناسایی باید بر روی تمام قسمت‌های قابل حمل که ممکن است درستی حجمی را تحت تاثیر قرار دهند، تکرار شود؛

ب- زمان تخلیه بر حسب ثانیه، که به صورت اختیاری بر روی بدنه دستگاه‌های حجم‌سنجی ثبت می‌شود؛

پ- در مورد دستگاه‌های حجم‌سنجی که به ویژه برای خوانش مستقیم گنجایش از مایع خاصی به غیر از آب استفاده می‌شود، نام یا فرمول شیمیایی مایع مورد استفاده باید ثبت شود؛

ت- بیشینه خطای مجاز برای دستگاه‌های حجم‌سنجی، برای مثال $\pm 0.01\text{ ml}$ ؛

۳-۱۲ نشانه‌گذاری‌های زیر باید بر روی دستگاه‌های حجم‌سنجی مطابق با کاربرد آن ثبت شوند:

الف- در مورد دستگاه‌های حجم‌سنجی ساخته شده از شیشه با ضریب انبساط حرارتی خارج از گستره $10^{-6} \times 25 \text{ C}^{-1}$ تا $10^{-6} \times 30 \text{ C}^{-1}$ (خارج از گستره انواع معمول شیشه سودا-لایم)، این اثر باید نشان داده شود به نحوی که در مفاد گواهینامه، تصحیح مناسب انجام شده باشد. در صورتی که مواد و/یا ضریب انبساط حرارتی در اطلاعات فرآورده یا در کاتالوگ‌های مربوطه ارائه شده باشد، این الزامات باید مطابق با نام سازنده و/یا علامت تجاری باشد؛

ب- در مورد دستگاه‌های حجم‌سنجی ساخته شده از پلاستیک، ضریب انبساط حرارتی مواد نشان داده شود. در صورتی که مواد و/یا ضریب انبساط حرارتی در اطلاعات فرآورده یا در کاتالوگ‌های مربوطه ارائه شده باشد، این الزامات باید مطابق با نام سازنده و/یا علامت تجاری باشد؛

پ- دستگاه‌های حجم‌سنجی دمشی مانند پیپت‌های دمشی باید یک نوار سفید باریک در زیر هر کدگذاری رنگی تهیه شوند. علاوه بر این ممکن است این دستگاه‌ها دارای نمادی (برای مثال blow-out) یا مشابه آن باشد که نشان می‌دهد این وسیله یک دستگاه دمشی است.

۱۳ خوانا بودن خطوط زینه‌بندی، ارقام و نوشته‌ها

۱-۱۳ همه ارقام و نوشته‌ها باید در اندازه و شکلی باشند که در شرایط معمول استفاده به طور واضح خوانا باشد.

۲-۱۳ همه خطوط زینه‌بندی ارقام و نوشته‌ها باید به وضوح قابل مشاهده و بادوام باشند.

پیوست الف

(الزامی)

بیشینه خطای مجاز در ارتباط با قطر داخلی در قسمت انحنا

همانگونه که در الزامات زیربند ۵-۷ مشخص شده است، بیشینه خطای مجاز (MPE) برای دستگاه‌های حجم‌سنجی رده A و رده AS باید از مقدار محاسبه شده با در نظر گرفتن قطر داخلی در خط زینه‌بندی به وسیله معادله ۱ بیشتر باشد.

بیشینه خطای مجاز برای دستگاه‌های حجم‌سنجی که دارای خط زینه‌بندی در سطح مقطع غیر دایره‌ای باشند، با استفاده از معادله الف-۱ محاسبه می‌شود.

$$MPE \geq A \times L \quad (\text{الف-۱})$$

در مورد دستگاه‌های حجم‌سنجی که دارای خط زینه‌بندی لوله استوانه‌ای با قطر داخلی D می‌باشند، بیشینه خطای مجاز با استفاده از معادله الف-۲ محاسبه می‌شود. بیشینه خطای مجاز با استفاده از معادله الف-۲ محاسبه می‌شود.

$$MPE \geq \frac{\pi}{4} D^2 L \quad (\text{الف-۲})$$

که در آن:

MPE بیشینه خطای مجاز، بر حسب میکرولیتر (μl);

A سطح مقطع داخلی دستگاه‌ها در انحنا؛

D قطر داخلی لوله در انحنا، بر حسب میلی‌متر (mm);

L معادل خطی MPE، بر حسب میلی‌متر (mm).

معادل خطی، L ، طول لوله با قطر D است که با حجم بیشینه خطای مجاز اشغال شده است. معادل خطی، L ، بیشینه خطای مجاز نباید کمتر از خطای خوانش باشد. معادل خطی با استفاده از معادله الف-۳ محاسبه می‌شود:

$$L = L_0 + P \quad (\text{الف-۳})$$

معادل خطی با در نظر گرفتن دو جزء سازنده زیر ایجاد شده است:

الف- حداقل $L_0 = 0.4 \text{ mm}$ ، کمترین حدی می‌باشد که حتی بر روی لوله‌های با قطر بسیار کوچک مشخص شده است که در استفاده معمول و کاربردی برای خوانش آسان تغییرات حجم رضایتبخش است.

ب- حد مجاز اضافی برای خطای بالقوه پارالکس (اختلاف دید) در خوانش که به قطر مربوط بوده و با نماد P مشخص می‌شود.

این مقدار برای جزء P پارالکس را می‌توان به شرح زیر تعیین نمود. در صورتی که θ زاویه بین خط دید کاربر با انحنا و تانژانت سطح افقی با انحنا باشد، بنا بر این:

$$\tan \theta = \frac{P}{D_e / 2} = \frac{H}{d + D_e / 2} \quad (\text{الف-۴})$$

که می‌دهد:

$$P = \frac{HD_e}{2d + D_e} \quad (\text{الف-۵})$$

که در آن:

P خطای خوانش، بر حسب میلی‌متر (mm)؛

d فاصله دید کاربر از مقیاس، بر حسب میلی‌متر (mm)؛

H فاصله دید کاربر بالا یا پایین تانژانت سطح افقی با انحنا، بر حسب میلی‌متر (mm)؛

D_e قطر خارجی لوله، گردن یا ستون دارای مقیاس، بر حسب میلی‌متر (mm).

با استفاده از معادله الف-۵، معادل خطی، L ، را می‌توان از معادله الف-۶ به دست آورد.

$$L \geq L_0 + \frac{H \cdot D_e}{2d + D_e} \quad (\text{الف-۶})$$

همچنین بیشینه خطای مجاز را می‌توان با استفاده از معادله الف-۷ به دست آورد.

$$MPE \geq \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \left(L_0 + \frac{H \cdot D_e}{2d + D_e} \right) \quad (\text{الف-۷})$$

در کاربرد عملی با $d = 200 \text{ mm}$ و $H = 5 \text{ mm}$ و ابعاد لوله مشابه با استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۴۴۲ که $D \approx D_e$ و بدون خطای معنادار، یک تقریب را در بیش از حداکثر گستره قطر داخلی، D ، از ۱ mm تا ۱۰۰ mm با معادله ساده شده الف-۸ و الف-۹ می‌توان ارائه کرد.

$$L \geq (0,4 + 0,01 D) \quad (\text{الف-۸})$$

و

$$MPE \geq \frac{\pi}{4} D^2 (0,4 + 0,01 D) \quad (\text{الف-۹})$$

که در آن:

L و D بر حسب میلی‌متر (mm) و MPE بر حسب میکرولیتر (μl) می‌باشد.

برای مجموعه‌ای از بیشینه خطاهای مجاز مشخص شده در زیربند ۵-۳، بیشینه قطرهای داخلی مناسب در انحنای جدول الف-۱ که با استفاده از معادله الف-۹ محاسبه شده است ارائه گردیده است.

جدول ۱- بیشینه قطر داخلی لوله در خط زینه‌بندی متناسب با بیشینه خطای مجاز انتخاب شده برای دستگاه‌های حجم‌سنجی با رده A و AS

بیشینه قطر داخلی لوله در خط زینه‌بندی mm	بیشینه خطای مجاز $\pm\mu\text{l}$	بیشینه قطر داخلی لوله در خط زینه‌بندی mm	بیشینه خطای مجاز $\pm\mu\text{l}$
۱۴	۸۰	۰٫۵۶	۰٫۱
۱۵	۱۰۰	۰٫۷۸	۰٫۲
۱۶	۱۲۰	۰٫۹۶	۰٫۳
۱۸	۱۵۰	۱٫۱	۰٫۴
۲۱	۲۰۰	۱٫۲	۰٫۵
۲۳	۲۵۰	۱٫۴	۰٫۶
۲۴	۳۰۰	۱٫۶	۰٫۸
۲۷	۴۰۰	۱٫۸	۱
۳۰	۵۰۰	۲٫۵	۲
۳۲	۶۰۰	۳٫۰	۳
۳۶	۸۰۰	۳٫۴	۴
۴۰	۱۰۰۰	۳٫۸	۵
۴۳	۱۲۰۰	۴٫۲	۶
۴۷	۱۵۰۰	۴٫۸	۸
۵۲	۲۰۰۰	۵٫۳	۱۰
۵۷	۲۵۰۰	۵٫۸	۱۲
۶۱	۳۰۰۰	۶٫۴	۱۵
۶۸	۴۰۰۰	۷٫۳	۲۰
۷۵	۵۰۰۰	۸٫۱	۲۵
۸۰	۶۰۰۰	۸٫۷	۳۰
۸۹	۸۰۰۰	۱۰	۴۰
۹۷	۱۰۰۰۰	۱۱	۵۰
-	-	۱۲	۶۰

کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۴۴۲: سال ۱۳۹۲، لوازم شیشه‌ای آزمایشگاهی - لوله‌های شیشه‌ای
بوروسیلیکات