



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۱۹۹

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

19199

1st.Edition

2015

پلاستیک‌ها - سامانه‌های لوله‌گذاری -  
لوله‌ها و اتصالات پلاستیکی گرماسخت تقویت  
شده با الیاف شیشه (GRP) - تعیین مقاومت در  
برابر مواد شیمیایی داخل یک مقطع در شرایط  
تغییر شکل - روش آزمون

**Plastics piping systems — Glass reinforced  
thermosetting plastics (GRP) pipes and  
fittings — Determination of the resistance  
to chemical attack for the inside of a  
section in a deflected condition-Test  
method**

ICS:23. 040. 45, 23. 040. 20

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۱۳۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافته و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۱۳۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود 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 می شود. پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (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 of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«پلاستیک‌ها - سامانه‌های لوله‌گذاری - لوله‌ها و اتصالات پلاستیکی گرماسخت تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) - تعیین مقاومت در برابر مواد شیمیایی داخل یک مقطع در شرایط تغییر شکل - روش آزمون»

### رئیس:

قیصری، تقی  
(کارشناس ارشد مهندسی مکانیک)

### سمت و / یا نمایندگی

شرکت خدمات مهندسی سرمد تبریز

### دبیر:

قدیمی کلجاهی، فریده  
(کارشناس ارشد شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

### اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

تسلیمی، ترلان  
(کارشناس مهندسی شیمی)

شرکت خدمات مهندسی سرمد تبریز

زارعی، محمود

(دکترای شیمی کاربردی)

دانشکده شیمی دانشگاه تبریز

ذاکر حمیدی، محمد صادق

(دکترای شیمی فیزیک)

پژوهشکده فیزیک کاربردی و ستاره‌شناسی

دانشگاه تبریز

طوماری، یوسف

(کارشناس ارشد شیمی)

دانشکده شیمی دانشگاه تبریز

قاسمیان خجسته، محسن

(کارشناس ارشد شیمی)

شرکت تدبیر نوین سازان

کبیری، رویا

(دکترای شیمی)

دانشکده شیمی دانشگاه تبریز

شرکت کیمیا گستر نوین آزمایش تبریز

گوگانیان، امیرمحمد  
(دکترای شیمی آلی)

کارشناس استاندارد

نامی، راضیه  
(کارشناس مهندسی شیمی)

دانشکده شیمی دانشگاه تبریز

نجار، رضا  
(دکترای شیمی)

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی

ملازاده، میکائیل  
(کارشناس ارشد شیمی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۳	۵ مایع آزمون
۳	۶ دستگاه
۴	۷ آزمون‌ها
۵	۸ تعیین ابعاد آزمون
۵	۹ تثبیت شرایط
۵	۱۰ روش آزمون با استفاده از اندازه‌گیری تغییر شکل
۸	۱۱ روش آزمون با استفاده از اندازه‌گیری کرنش
۱۰	۱۲ محاسبه مقدار برون‌یابی
۱۰	۱۳ گزارش آزمون

## پیش گفتار

استاندارد «پلاستیک‌ها- سامانه‌های لوله‌گذاری - لوله‌ها و اتصالات پلاستیکی گرماسخت تقویت شده با الیاف شیشه (GRP)- تعیین مقاومت در برابر مواد شیمیایی داخل یک مقطع در شرایط تغییر شکل- روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد تهیه و تدوین شده است و در یک هزار و سیصد و پنجاه و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۳ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ISO 10952: 2014, Plastics piping systems —Glass reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings — Determination of the resistance to chemical attack for the inside of a section in a deflected condition

# پلاستیک‌ها - سامانه‌های لوله‌گذاری - لوله‌ها و اتصالات پلاستیکی گرماسخت تقویت شده با شیشه (GRP) - تعیین مقاومت در برابر مواد شیمیایی داخل یک مقطع در شرایط تغییر شکل - روش آزمون

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری خواص مقاومت شیمیایی لوله‌ها و اتصالات پلاستیکی گرماسخت تقویت شده با الیاف شیشه (GRP)<sup>۱</sup> در شرایط تغییر شکل<sup>۲</sup> برای لوله‌های با اندازه اسمی DN 100 و بزرگ‌تر است.

این استاندارد همراه با استاندارد ISO 10928، روشی را برای ارزیابی تاثیر محیط شیمیایی بر قسمت داخلی لوله یا اتصال پس از دوره زمانی مشخص فراهم می‌کند. شرایط آزمون و الزامات در استاندارد ISO 10928 مشخص شده است.

یادآوری - از آنجایی که تاثیر محیط شیمیایی می‌تواند با کرنش ناشی از تغییر شکل تسریع شود؛ آن را خوردگی تحت کرنش نیز می‌نامند.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود.

در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدید نظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معه‌ذا بهتر است کاربران ذی‌نفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون چاپ و / یا تجدید نظر، آخرین چاپ و / یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

**2-1** ISO 10467, Plastics piping systems for pressure and non-pressure drainage and sewerage — Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin

**2-2** ISO 10928, Plastics piping systems — Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings — Methods for regression analysis and their use

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، تعاریف و اصطلاحات زیر به کار می‌رود.

۱-۳

#### میانگین قطر

$d_m$

قطر دایره متناظر با مرکز سطح مقطع دیواره لوله است.

یادآوری ۱- میانگین قطر با استفاده از یکی از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$d_m = d_i + e_m$$

$$d_m = d_e - e_m$$

که در آن:

$d_e$  قطر خارجی لوله؛

$d_i$  قطر داخلی لوله؛

$e_m$  میانگین ضخامت دیواره لوله در انتهاست.

یادآوری ۲- میانگین قطر و ابعاد مورد استفاده برای محاسبه آن بر حسب میلی‌متر بیان می‌شود.

۲-۳

#### نقص نشتی<sup>۱</sup>

نقصی که با عبور مایع آزمون از دیواره لوله مشاهده می‌شود.

یادآوری ۱ - نقص‌های آزمون در محل خط شکم<sup>۲</sup> بدون این که مایع آزمون نشت کند، مشاهده شده است. هنگامی که نشتی مشاهده نشود، این رویداد را می‌توان نقص آزمون در نتیجه تغییر مقادیر کرنش در نمونه دانست که باعث نامعتبر شدن ادامه آزمون می‌شود. نتایج آزمون را می‌توان کنار گذاشت یا این که آن را به عنوان نقص به هنگام ترکیدن در حوالی خط شکم تلقی کرد.

### ۴ اصول آزمون

قسمت درونی لوله مورد آزمون در حالی که در انحراف قطری ثابت نگه داشته شده است، در دمای مشخصی در معرض مایع آزمون خورنده قرار داده می‌شود. آزمون در تغییر شکل‌های متعدد، هر بار با نمونه جدید تکرار می‌شود و زمان روی دادن نقص نشتی در هر تغییر شکل ثبت می‌شود. برای محاسبه خوردگی در طول زمان، از برون‌یابی مقادیر تغییر شکل، استفاده می‌شود.

---

1 - leak failure

2- Spring-line (امتداد قطر افقی در عریض‌ترین قسمت لوله)



به عنوان روش جایگزین، برون‌یابی را می‌توان با استفاده از مقادیر کرنش محاسبه شده یا اندازه‌گیری شده انجام داد. کرنش را می‌توان با استفاده از کرنش‌سنج اندازه‌گیری کرد.

**یادآوری** - استفاده از کرنش، آزمون آزمون‌هایی با ضخامت‌های متفاوت و رده‌های سفتی متفاوت را میسر می‌کند. تغییر شکل و کرنش با محاسبه به هم قابل تبدیل هستند.

پارامترهای آزمون به شرح زیر در این استاندارد تعیین شده‌اند:

**الف** - ترکیب مایع آزمون (به بند ۵ مراجعه کنید)؛

**ب** - تعداد و طول آزمون‌ها (به بند ۷ مراجعه کنید)؛

**پ** - تثبیت شرایط اولیه اعمال شده (به بند ۹ مراجعه کنید)؛

**ت** - دمای آزمون (به بندهای ۱۰-۱ یا ۱۱-۱ مراجعه کنید)؛

**ث** - اگر نقصی روی ندهد، (بندهای ۱۰-۱۱ و ۱۱-۱۱)، مقادیر تغییر شکل مشخص شده و حداقل فواصل زمانی مرتبط؛

**ج** - فاصله زمانی برون‌یابی داده‌ها (به بند ۱۲ مراجعه کنید).

## ۵ مایع آزمون

مایع آزمون باید مطابق با مایع بیان شده در استاندارد ویژگی باشد. مقدار آن باید کافی باشد تا آزمون در مدت آزمون و در عمق مشخص شده، داخل آن بماند (به بندهای ۱۰-۷ یا ۱۱-۷ مراجعه کنید).

## ۶ دستگاه

### ۶-۱ چارچوب بارگذاری<sup>۱</sup>

متشکل از دو قطعه فولادی موازی و میله‌های رزوه شده که می‌تواند تغییر شکل را در آزمون ثابت نگه‌دارد (به شکل ۱ مراجعه کنید). این قطعه‌ها باید به اندازه کافی سفت باشند تا در مدت فشردن آزمون‌ها، خمش یا تغییر شکل قابل مشاهده‌ای در آنها روی ندهد. هر قطعه باید دارای طولی مساوی با طول آزمون به علاوه حداقل ۳۰ mm و عرض حداقل ۱۰۰ mm باشد.

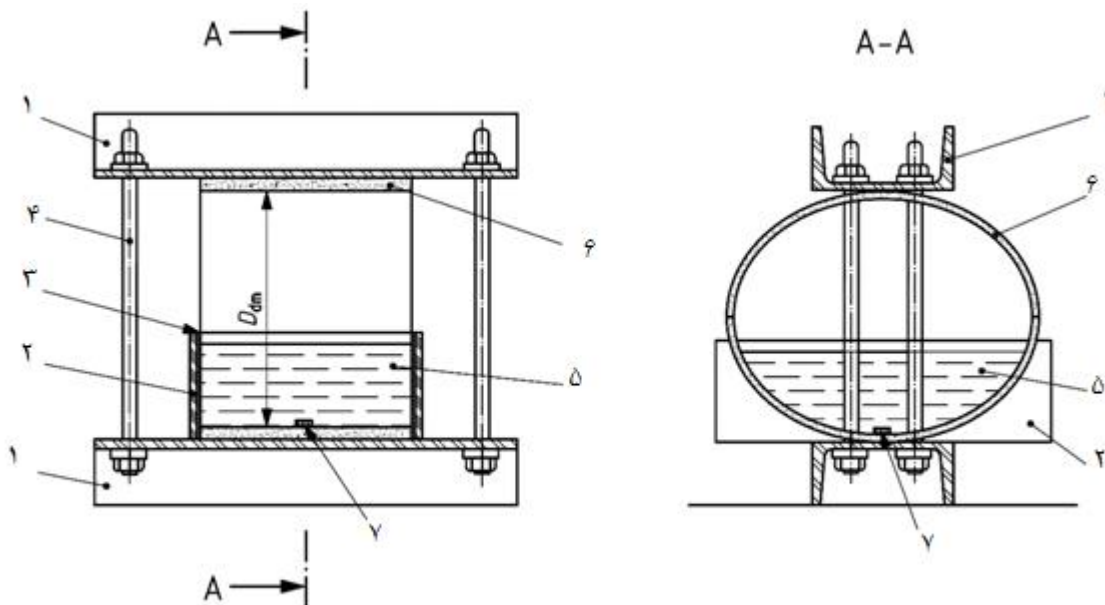
**۶-۲ وسایل اندازه‌گیری ابعادی، با قابلیت اندازه‌گیری:**

**الف** - ابعاد (طول، قطر، و ضخامت دیواره) با درستی  $\pm 0,5\%$

**ب** - تغییر قطر آزمون در جهت عمودی با درستی  $\pm 1,0\%$  حداکثر مقدار تغییر؛

پ- کرنش سنج نوع ورقه‌ای<sup>۱</sup> تک‌المنت<sup>۲</sup> مناسب برای حداکثر کرنش پیش‌بینی شده و طول متناسب با قطر لوله، در صورت استفاده؛

کرنش سنج‌های به طول ۶ mm و ۱۲ mm برای قطرهای ۳۰۰ mm تا ۶۰۰ mm مناسب هستند. برای اطلاع از طول کرنش سنج مناسب برای قطرهای دیگر با سازنده آن مشورت کنید.



		راهنما
۱	قطعه فولادی	۱
۲	نگهدارنده	۲
۳	درزگیر	۳
۴	میله رزوه‌دار شده	۴
۵	مایع آزمون	۵
۶	آزمونه	۶
۷	کرنش سنج (اختیاری)	۷
$D_{dm}$	قطر بعد از تغییر شکل	

شکل ۱- مثالی از دستگاه آزمون

## ۷ آزمونه‌ها

### ۱-۷ آماده‌سازی

آزمونه باید متشکل از یک حلقه کامل برش باشد که از لوله یا اتصال مورد آزمون برش داده شده است. طول آزمونه باید مطابق استاندارد ویژگی، با انحراف‌های مجاز  $\pm 5\%$  باشد.

دو انتهای برش داده شده باید صیقلی و عمود بر محور آزمونه باشد.

دو خط مستقیم باید، به موازات و روبه‌روی هم در امتداد قطر در دیواره داخلی آزمونه کشیده شود.

- 1- Strain gauges of the foil type
- 2 - Single element

## ۲-۷ تعداد

تعداد آزمون‌ها باید مطابق آنچه در استاندارد ویژگی مشخص شده است باشد، مشروط بر این که برای تجزیه و تحلیل رگرسیون، تعداد آزمون‌ها به گونه‌ای است که تعداد ۱۸ نقطه داده مطابق با بندهای ۲-۱۰ یا ۲-۱۱ به دست آید.

## ۸ تعیین ابعاد آزمون

### ۱-۸ طول

طول آزمون را در طول خط با درستی مناسب برای تعیین این که آیا هر آزمون با الزامات بند ۷ مطابقت دارد یا خیر، اندازه بگیرید. در صورت نیاز، هر آزمون نامنطبق را اصلاح یا جایگزین کنید.

### ۲-۸ میانگین ضخامت دیواره

ضخامت دیواره آزمون را در شش نقطه با فواصل مساوی در امتداد خط طولی مشخص شده در بند ۷-۱، با درستی  $\pm 10\%$  اندازه بگیرید (بند ۶-۲). (این خط بعداً در ته آزمون قرار می‌گیرد). میانگین ضخامت دیواره،  $e_m$  را به عنوان میانگین حسابی شش مقدار اندازه‌گیری شده محاسبه کنید.

### ۳-۸ میانگین قطر

قطر داخلی،  $d_i$ ، آزمون را در میانه طول با کولیس یا قطر خارجی،  $d_e$  آزمون را با یک متر نواری فولادی با درستی  $\pm 10\%$  اندازه بگیرید (بند ۶-۲).

میانگین قطر،  $d_m$ ، (به بند ۳-۱ مراجعه کنید) آزمون را با محاسبه مقادیر به دست آمده برای ضخامت میانگین دیواره، قطر داخلی یا قطر خارجی تعیین کنید.

## ۹ تثبیت شرایط

جز در مواردی که در استاندارد ملی طور دیگری مشخص شده باشد، آزمون باید حداقل به مدت ۸ h تحت شرایط آزمون نگهداری شود.

## ۱۰ روش اجرای آزمون با استفاده از اندازه‌گیری تغییر شکل

هشدار- حین آزمون، امکان ایجاد قطعات یا نشستی وجود دارد.

۱-۱۰ طی مراحل زیر، دما را مطابق استاندارد ویژگی محصول ثابت نگه‌دارید.

۲-۱۰ گستره تغییر شکل‌های تخمینی را طوری انتخاب کنید که زمان‌های بروز نقص در حداقل ۱۸ آزمون بین ۰.۱ h و بیش از ۱۰۰۰۰ h توزیع شوند و توزیع زمان‌های بروز نقص در حداقل ۱۰ مقدار با حدود ارائه شده در جدول ۱ مطابقت داشته باشد.

**یادآوری** - تغییر شکل‌های بیش از ۲۸٪ در قطر لوله می‌تواند باعث دوپهن شدن موضعی لوله و توزیع نامتوازن کرنش شود. در تغییر شکل‌های نزدیک به ۲۸٪، برای افزایش درستی از کرنش‌سنج اضافی، یا در یک نوع آزمون از کالیبراسیون «تغییر شکل نسبت به کرنش» استفاده می‌شود. این تکنیک کالیبراسیون به ازای تمامی مقادیر تغییر شکل به عنوان کنترل محاسباتی که در آنها محور خنثی<sup>۱</sup> در وسط دیواره‌ی آزمون فرض می‌شود، قابل استفاده است.

**جدول ۱- توزیع زمان بروز نقص**

حداقل تعداد نقص‌ها	زمان بروز نقص $t_f$ (h)
۴	$10 \leq t_f \leq 1000$
۳	$1000 < t_f \leq 6000$
<sup>a</sup> ۳	$t_f > 6000$
<sup>a</sup> حداقل یکی از این‌ها باید بیش از $10000$ h باشد.	

۱۰-۳ آزمون را طوری در دستگاه قرار دهید که خطوط روی آزمون در جهت قائم، موازی و در مرکز محور صفحات یا قطعات قرار گیرد.

با بررسی‌های چشمی اطمینان حاصل کنید که تماس بین آزمون و دستگاه بارگذاری حتی‌الامکان یکنواخت باشد و صفحات و قطعات شیب‌دار نباشد.

۱۰-۴ نیرو را به دستگاه اعمال کنید تا آزمون تغییر شکل پیدا کند، در حالی که صفحات یا قطعات بالا و پایین دستگاه تا حد امکان موازی قرار گرفته‌اند.

وقتی تغییر شکل مورد نظر حاصل شد (طبق بند ۱۰-۲)، زمان را ثبت کنید و دستگاه را برای نگه‌داری آزمون در شرایط تغییر شکل یافته قفل کنید.

۱۰-۵ با استفاده از درزگیر قابل انعطاف، قطعات نگه‌دارنده<sup>۲</sup> را طوری نصب کنید که فقط سطح داخلی آزمون در معرض محیط آزمون باشد. نگه‌دارنده‌ها نباید تکیه‌گاه اضافی برای آزمون ایجاد کنند.

۱۰-۶ مقدار کرنش خطی اولیه،  $\epsilon$ ، را بر حسب درصد، با استفاده از معادله ۱ محاسبه کنید، که در آن تصحیح افزایش قطر در جهت افقی بر اثر تغییر شکل ناشی از بار در نظر گرفته شده است:

1- Neutral axis

۲- این قطعات باید از نظر شیمیایی خنثی باشند مانند انواع پلاستیک یا شیشه.

$$\varepsilon_s = \frac{4.28 \times e_m \times \Delta y \times 100}{(d_m + \frac{\Delta y}{2})^2} \quad (1)$$

که در آن:

$e_m$  میانگین ضخامت دیواره آزمونه، بر حسب میلی‌متر، در پایین‌ترین نقطه (به بند ۸-۲ مراجعه کنید)؛

$\Delta y$  میانگین تغییر شکل عمودی بر حسب میلی‌متر، معادل با  $d_i - D_{dm}$  است که در آن  $D_{dm}$  قطر تغییر شکل یافته بر حسب میلی‌متر (طبق شکل ۱)، و  $d_i$  قطر داخلی (طبق بند ۳-۱)؛

$d_m$  میانگین قطر آزمونه، بر حسب میلی‌متر است (طبق بند ۳-۱).

در این محاسبه فرض شده است که محور خنثی در نقطه وسط ضخامت دیواره آزمونه است. در لوله‌هایی که به دلیل ساختار دیواره آزمونه، موقعیت محور خنثی متفاوت است، ممکن است لازم باشد نتیجه‌ی جایگزین کردن  $2d$  به جای  $e$  ارزیابی شود. در اینجا  $d$  فاصله سطح داخلی لوله تا محور خنثی است. بهتر است موقعیت محور خنثی با استفاده از زوج کرنش‌سنج تعیین شود (طبق بند ۶-۲).

۷-۱۰ پس از  $h$  از رسیدن به تغییر شکل تعیین شده (طبق بند ۱۰-۴)، مایع آزمون را بین نگهدارنده‌ها تا ارتفاع بین  $25 \text{ mm}$  و  $50 \text{ mm}$  بریزید و زمان را به عنوان زمان صفر ثبت کنید.

زمان مجاز بین بارگذاری آزمونه و زمان صفر برای به حداقل رساندن اختلاف‌های ناشی از تنش‌رهایی، انتخاب می‌شود. یکی از دلایل دیگر در نظر گرفتن این زمان، تسهیل آماده‌سازی آزمونه است.

۸-۱۰ تا مشاهده اولین آثار نشتی یا توقف آزمون، ارتفاع مایع آزمون باید حداقل در  $25 \text{ mm}$  نگه داشته شود. در مدت زمان قرار دادن آزمونه در معرض مایع آزمون، در فواصل زمانی معینی غلظت محلول آزمون را با روش تجزیه‌ای مناسب کنترل کنید و در صورت لزوم غلظت آن را در حد  $\pm 5\%$  مقدار مشخص شده نگه دارید.

یادآوری - محلول‌ها با تبخیر آب غلیظ‌تر می‌شوند. شاید لازم شود محلول کهنه با محلول تازه جایگزین شده و آزمونه تغییر شکل یافته در فواصل زمانی معینی با ماده شیمیایی خاصی تمیز شود. قرار گرفتن یک فیلم پلاستیکی که، با دقت بریده شده باشد، بین نگه‌دارنده‌ها و روی محلول آزمون، تبخیر را کم می‌کند.

۹-۱۰ به غیر از مواردی که طور دیگری مشخص شده باشد، آزمونه را به صورت چشمی و بدون بزرگ‌نمایی از نظر علائم نقص نشتی در فواصل زمانی قید شده در جدول ۲ با توجه به انحرافات مجاز ستون سمت چپ بررسی کنید.

وقتی محلول آزمون با محلول تازه‌ای جایگزین می‌شود، نواحی تر شده را می‌توان به طور دقیق بررسی کرد. بهتر است هر گونه مشاهدات مانند تشکیل ترک یا جدایش لایه‌ها ثبت شود.

برای بهبود رویت نقص نشتی در صورت لزوم، سطح بیرونی آزمونه را با پوشش دادن با آهک آماده‌سازی کنید. استفاده از زمان‌سنج‌های الکتریکی برای پایش زمان در آزمون‌های کوتاه‌مدت مفید است.

## جدول ۲- فواصل زمانی بازرسی

انحراف‌های مجاز در فواصل زمانی بازرسی	فواصل زمانی بازرسی	زمان از زمان صفر h
$\pm 0,25 \text{ h}$	هر یک ساعت	صفر تا ۱۰
$\pm 6 \text{ h}$	هر ۲۴ ساعت	۱۰ تا ۶۰۰
$\pm 10 \text{ h}$	هر ۷۲ ساعت	۶۰۰ تا ۶۰۰۰
$\pm 1 \text{ d}$	هر هفته	بیشتر از ۶۰۰۰

۱۰-۱۰ زمان بروز نقص را برای هر آزمون ثابت کنید. می‌توان آزمون‌هایی را که در بیش از  $10000 \text{ h}$  دچار نقص نشوند، برای ترسیم منحنی رگرسیون به عنوان نقطهٔ نقص ثبت کرد. آزمون‌هایی را که دچار نقص نشده‌اند، می‌توان تحت آزمون نگهداشت و در صورت بروز نقص، منحنی رگرسیون را بر اساس داده‌های جدید مجدداً رسم کرد.

۱۱-۱۰ در حالتی که نقص در هیچ زمانی روی ندهد، از روش‌های جایگزین که در استاندارد ISO 10467 به تفصیل ارائه شده است استفاده کنید (این مقادیر نوعاً «سطوح معین»<sup>۱</sup> نامیده می‌شوند).

### ۱۱ روش آزمون با استفاده از اندازه‌گیری کرنش

هشدار- حین آزمون، امکان ایجاد قطعات یا نشتی وجود دارد.

۱-۱۱ طی مراحل زیر، دما را مطابق استاندارد ویژگی محصول، ثابت نگه دارید.

۱۰-۲ گسترهٔ کرنش‌های تخمینی را طوری انتخاب کنید که زمان‌های بروز نقص در حداقل ۱۸ آزمون بین  $0,1 \text{ h}$  و بیش از  $10000 \text{ h}$  توزیع شود و توزیع زمان‌های بروز نقص در حداقل ۱۰ مقدار با حدود ارائه شده در جدول ۱ مطابقت داشته باشد.

۱۱-۳ سه کرنش‌سنج (بند ۶-۲) را به‌دقت روی گودی<sup>۲</sup> پایین‌ترین نقطه‌ی سطح داخلی آزمون در جهت محیطی چیده و بچسبانید تا کرنش محیطی اولیه را اندازه بگیرید. گیج‌ها<sup>۳</sup> را در امتداد یکی از خطوط آزمون و در فواصل مساوی بچسبانید. چسب مورد استفاده برای چسباندن گیج‌ها باید در کل، بیش از  $37\%$  طول آزمون را نپوشاند. گیج‌ها را در حالتی که مقطع آزمون به شکل دایره است، صفر کنید.

توصیه می‌شود که آزمون در وضعیتی که محور طولی آن قائم بر میز آزمون است قرار داده شود تا وقتی پل مقاومتی برای صفر دستگاه تنظیم می‌شود، گردی را حفظ کند.

1 - Specified levels

2- Invert

3 - Gauges

۴-۱۱ پس از نصب کرنش‌سنج‌ها، آزمون را با کرنش‌سنج‌ها در شرایط آزمون قرار دهید (طبق شکل ۱). اطمینان حاصل کنید که گیج‌ها در نقطه‌ای با بیشترین کرنش قرار گیرند (در موقعیت ساعت ۶) و خطوط روی آزمون موازی و در موقعیت مرکز به مرکز محور صفحات و قطعات چارچوب بارگذاری باشند.

یادآوری- تراز کردن آزمون در چارچوب بارگذاری خیلی مهم است.

۵-۱۱ به دستگاه نیرو اعمال کنید تا در حالی که صفحات یا قطعات بالا و پایین دستگاه تا حد امکان موازی نگه داشته شده‌اند، آزمون تغییر شکل یابد. زمانی که مقادیر کرنش مطلوب حاصل شد، دستگاه را برای نگهداری آزمون در شرایط تغییر شکل حاصل شده قفل کنید. به محض این که دستگاه محکم شد، گیج‌ها را بخوانید.

کرنش اولیه اندازه‌گیری توسط هر کرنش‌سنج را حداکثر تا ۲ min پس از قفل کردن دستگاه بخوانید. برای صحت‌گذاری شرایط آزمون، کنترل کنید حداقل، قرائت‌های دو گیج در حد  $\pm ۲٫۵\%$  مقدار میانگین باشد. اگر مقدار هیچ گیجی بیش از  $۷٫۵\%$  میانگین دو گیج دیگر قرائت نشود، آن را نادیده بگیرید، غیر از مواردی که تصدیق ضخامت دلالت بر صحت مقادیر کرنش‌سنج داشته باشد.

از مقادیر معتبر گیج میانگین بگیرید و به عنوان کرنش اولیه ثبت کنید.

۶-۱۱ با استفاده از چسب مناسب یا درزگیرهای قابل انعطاف، نگه‌دارنده‌های خنثی از نظر شیمیایی را طوری نصب کنید که فقط سطح داخلی آزمون در معرض محیط آزمون باشد. نگه‌دارنده‌ها نباید تکیه‌گاه اضافی برای آزمون ایجاد کند.

۷-۱۱ در مدت زمان ۲ h برای رسیدن به میزان کرنش انتخاب شده (طبق بند ۱۱-۲)، مایع آزمون را بین نگه‌دارنده‌ها بریزید تا ارتفاع آن به ۲۵ mm تا ۵۰ mm برسد و زمان را به عنوان زمان صفر ثبت کنید.

یادآوری- زمان مجاز بین بارگذاری آزمون و زمان صفر برای به حداقل رساندن اختلاف‌های ناشی از تنش‌هایی، انتخاب می‌شود. یکی از دلایل دیگر در نظر گرفتن این زمان، تسهیل آماده‌سازی آزمون است.

۸-۱۱ ارتفاع مایع آزمون را حداقل در ۲۵ mm نگهدارید تا این که اولین آثار نشتی رؤیت، یا آزمون متوقف شود. در مدت زمان قرار دادن آزمون در معرض مایع آزمون، در فواصل زمانی معینی غلظت محلول آزمون را با روش تجزیه‌ای مناسب کنترل کنید و در صورت لزوم غلظت آن را در محدوده  $\pm ۵\%$  مقدار مشخص شده نگه‌دارید.

یادآوری- محلول‌ها با تبخیر آب غلیظ‌تر می‌شوند. شاید لازم شود محلول کهنه با محلول تازه جایگزین شده و آزمون تغییر شکل یافته در فواصل زمانی معینی با ماده‌ی شیمیایی خاصی تمیز شود. قرار دادن یک فیلم پلاستیکی که با دقت بریده شده، بین نگه‌دارنده‌ها و روی محلول آزمون، تبخیر را کم می‌کند.

۹-۱۱ غیر از مواردی که طور دیگری مشخص شده باشد، آزمون را از نظر علائم نقص نشتی در فواصل زمانی قید شده در جدول ۲ به صورت چشمی و بدون بزرگنمایی بررسی کنید.

یادآوری- وقتی محلول آزمون با محلول تازه‌ای جایگزین می‌شود، ناحیه‌ی تر شده را می‌توان به طور دقیق بررسی کرد.

برای بهبود رویت نقص نشت در صورت لزوم، سطح بیرونی آزمون را با پوشش دادن با آهک آماده‌سازی کنید. استفاده از زمان‌سنج‌های الکتریکی برای پایش زمان در آزمون‌های کوتاه مدت مفید است.

۱۰-۱۱ زمان بروز نقص را برای هر آزمون ثبت کنید. می‌توان آزمون‌هایی را که در بیش از  $10000\text{ h}$  دچار نقص نشوند، برای ترسیم منحنی رگرسیون به عنوان نقطهٔ نقص ثبت کرد. می‌توان آزمون‌هایی را که دچار نقص نشده‌اند، تحت آزمون نگه‌داشت و در صورت بروز نقص، منحنی رگرسیون را بر اساس داده‌های جدید مجدداً رسم کرد.

۱۱-۱۱ در حالتی که نقص در هیچ زمانی روی ندهد، از روش‌های جایگزین که در استاندارد ISO 10467 به‌تفضیل ارائه شده است استفاده کنید (این مقادیر نوعاً «سطوح معین» نامیده می‌شوند).

## ۱۲ محاسبهٔ مقدار برون‌یابی

با استفاده از داده‌های حاصل از بندهای ۱۰ یا ۱۱، مطابق روش الف استاندارد ISO 10928، مقدار تغییر شکل یا کرنش برون‌یابی شده را در زمان مشخص شده در استاندارد تعیین کنید.

## ۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل حداقل اطلاعات زیر باشد:

الف- روش آزمون طبق این استاندارد ملی؛

ب- مشخصات کامل لوله یا اتصال مورد آزمون،

پ- تعداد آزمون‌ها؛

ت- ابعاد آزمون‌ها؛

ث- موقعیتی از لوله‌ها یا اتصالات که آزمون‌ها از آن حاصل شده‌اند؛

ح- میانگین قطر،  $d_m$  آزمون قبل از تغییر شکل؛

خ- میانگین ضخامت دیواره در پایین‌ترین نقطه‌ی آزمون،  $e_m$ ؛

ج- روش آزمون (تغییر شکل یا کرنش) و درصد تغییر شکل یا کرنش برای هر آزمون و کرنش‌سنج‌ها در صورت استفاده؛

چ- دمای آزمون و دمای مدت زمان شرایط آماده‌سازی اولیه در صورت نیاز؛

د- توصیف کاملی از مایع آزمون و غلظت آن؛

ذ- فواصل زمانی بین تغییر شکل آزمون (بندهای ۱۰-۴ یا ۱۱-۵) و وارد کردن مایع آزمون؛



- ر- حالت نقص (به بندهای ۲-۳ و ۹-۱۰ یا ۹-۱۱ مراجعه کنید) و زمان بروز نقص برای هر آزمون؛
- ز- تغییر شکل یا کرنش برون‌یابی شده و مدت زمان متناظر با نقطه برون‌یابی (به بند ۱۲ مراجعه کنید)؛
- ژ- هرگونه عواملی که نتایج را تحت تاثیر قرار می‌دهد، مانند جزئیات هرگونه رویداد یا عملیاتی که در این استاندارد مشخص نشده است مانند تشکیل ترک یا جدایش لایه‌ها؛
- س- تاریخ انجام آزمون.