



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۲۱۹۰۹  
چاپ اول  
۱۳۹۵

INSO  
21909  
1st.Edition  
2017

Identical with  
ISO 7684:  
1997

پلاستیک‌ها - سامانه‌های لوله‌گذاری -  
لوله‌های پلاستیکی گرماسخت تقویت  
شده با الیاف شیشه (GRP) - تعیین  
عامل خزش در شرایط خشک - روش  
آزمون

Plastics piping systems-  
Glass-reinforced thermosetting plastics  
(GRP) pipes- Determination of the  
creep factor under dry conditions- Test  
method

ICS: 23.040.20

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.org.ir](mailto: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](mailto: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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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

«پلاستیک‌ها - سامانه‌های لوله‌گذاری - لوله‌های پلاستیکی گرماسخت تقویت شده با الیاف شیشه

(GRP) - تعیین عامل خزش در شرایط خشک - روش آزمون»

### سمت و/یا محل اشتغال:

### رئیس:

عضو هیأت علمی پژوهشگاه شیمی و مهندسی شیمی ایران

باغبان صالحی، مهسا

(دکتری مهندسی شیمی)

### دبیر:

کارشناس شرکت تعاونی معیار آزمای لیان

رجائی، الهام

(کارشناسی ارشد شیمی)

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس اداره کل استاندارد استان بوشهر

برکت، محمد

(کارشناسی ارشد شیمی)

عضو هیئت مدیره انجمن صنفی تولیدکنندگان لوله و اتصالات  
پلی‌اتیلن

توکلی، احمد رضا

(کارشناسی شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد استان بوشهر

خواجوی قره میرشاملو، حمید

(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس شرکت سیماب رزین

رجائی، سمیرا

(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

مدیر کنترل کیفیت شرکت سینا لوله یزد

سعیدفر، احمد

(کارشناسی ارشد شیمی)

کارشناس شرکت تعاونی معیار آزمای لیان

شنیدی، سارا

(کارشناسی شیمی گاز)

کارشناس شرکت سیماب رزین

شهبابی سیرجانی، شبنم

(کارشناسی ارشد مهندسی نساجی)

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کاظمی پور، سید محمد حسین  
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

کریمی، زهرا  
(کارشناسی شیمی)

مصلائی، مهرداد  
(کارشناسی ارشد شیمی)

منفرد، فاطمه  
(کارشناسی ارشد شیمی)

وزانی، ایوب  
(کارشناسی مهندسی شیمی)

یرشی، عباس  
(کارشناسی مدیریت)

**ویراستار:**

احمدی، حاجی رضا  
(کارشناسی ارشد شیمی)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

مدیر فنی آزمایشگاه شرکت پایانه‌های نفتی ایران

مدیر فنی آزمایشگاه شرکت بازرگانی و خدمات بندری ایران،  
شعبه بوشهر

کارشناس اداره کل استاندارد استان فارس

کارشناس شرکت حافظان انرژی بی‌همتا

کارشناس سازمان صنعت، معدن و تجارت استان بوشهر

کارشناس سازمان حمایت مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان استان  
بوشهر

کارشناس پژوهشگاه استاندارد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ اساس روش
۵	۵ وسایل
۵	۱-۵ دستگاه اعمال نیروی فشاری
۵	۲-۵ فک‌های اعمال نیرو
۶	۳-۵ ابزارهای اندازه‌گیری ابعادی
۶	۶ آزمون
۶	۱-۶ آماده‌سازی
۶	۲-۶ تعداد
۷	۳-۶ تعیین ابعاد
۷	۷ شرایط تثبیت
۷	۸ روش انجام آزمون
۷	۱-۸ دمای آزمون و رطوبت نسبی
۸	۲-۸ تعیین نیروی فشاری
۸	۳-۸ تثبیت موقعیت آزمون
۸	۴-۸ اعمال نیروی فشاری و اندازه‌گیری خمش
۸	۹ محاسبه
۸	۱-۹ برون‌یابی داده‌های خمش بلند مدت برای موقعیت ۱ به منظور به‌دست آوردن مقدار $y_{x,1,dry}$ ، سال- $x$
۹	۲-۹ محاسبه عامل خزش در شرایط خشک
۱۰	۱۰ گزارش آزمون
۱۲	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) فواصل برابر از لگاریتم زمان

## پیش‌گفتار

استاندارد «پلاستیک‌ها- سامانه‌های لوله‌گذاری- لوله‌های پلاستیکی گرماسخت تقویت شده با الیاف شیشه (GRP)- تعیین عامل خزش در شرایط خشک- روش آزمون» که پیش‌نویس آن در 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 تهیه و تدوین شده، در در یک‌هزار و پانصد و چهل و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۲۷ 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 یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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 7684: 1997, Plastics piping systems - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes - Determination of the creep factor under dry condition

## پلاستیک‌ها - سامانه‌های لوله‌گذاری - لوله‌های پلاستیکی گرماسخت تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) - تعیین عامل خزش در شرایط خشک - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای تعیین عامل خزش در شرایط خشک لوله‌های پلاستیکی تقویت شده با الیاف شیشه است.

این استاندارد برای لوله‌های با سفتی حلقوی ویژه اولیه بزرگتر یا مساوی با  $630 \text{ N/m}^2$  که با روش مشخص شده در استاندارد مرجع تعیین شده است، کاربرد دارد.

یادآوری - برای این هدف، صفحات یا میله‌های اعمال نیرو، هر دو برای اعمال نیرو بر آزمون تا خمش نسبی  $28\%$  قابل استفاده است. هنگامی که انتظار می‌رود خمش نسبی بیش از  $28\%$  باشد، آزمون باید با میله‌های اعمال نیرو انجام شود (به زیربند ۳-۸ مراجعه شود).

### 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 7685, Plastics piping systems - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes - Determination of initial specific ring stiffness

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۸۶: ۱۳۹۳، پلاستیک‌ها - سامانه‌های لوله‌گذاری - لوله‌های پلاستیکی تقویت شده با الیاف شیشه (GRP) - تعیین سفتی حلقوی ویژه اولیه، با استفاده از استاندارد ISO 7685: 1998 تدوین شده است.

#### 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، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

سفتی حلقوی ویژه (S)



### specific ring stiffness

یک مشخصه فیزیکی از لوله که معیاری از مقاومت در برابر خمش حلقوی تحت نیروی خارجی است. این مشخصه با آزمون تعیین می‌شود و توسط رابطه (۱)، برحسب نیوتن بر متر مربع، تعریف می‌شود:

$$S = \frac{E \times I}{d_m^3} \quad (1)$$

که در آن:

$E$  ضریب کشسانی ظاهری است که در آزمون سفتی حلقوی برحسب نیوتن بر متر مربع تعیین می‌شود؛  
 $I$  ممان اینرسی (ممان دوم سطح) در امتداد طولی در هر متر طول است، که طبق رابطه ۲ به صورت متر به توان چهار بر متر بیان می‌شود،

$$I = \frac{e^3}{12} \quad (2)$$

که در آن:

$e$  ضخامت دیواره لوله، برحسب متر است؛

$d_m$  قطر متوسط لوله برحسب متر است (به زیربند ۳-۲ مراجعه شود).

۲-۳

قطر متوسط ( $d_m$ )

### mean diameter

قطر دایره متناظر با وسط مقطع عرضی دیواره لوله. این پارامتر، برحسب متر، از طریق هر یک از معادلات (۳) و (۴) تعیین می‌شود:

$$d_m = d_i + e \quad (3)$$

$$d_m = d_e - e \quad (4)$$

که در آن:

$d_i$  میانگین قطرهای داخلی اندازه‌گیری شده، برحسب متر است؛

$d_e$  میانگین قطرهای خارجی اندازه‌گیری شده، برحسب متر است؛

$e$  میانگین ضخامت‌های اندازه‌گیری شده دیواره لوله، برحسب متر است.

۳-۳

سفتی حلقوی ویژه اولیه ( $S_0$ )

### initial specific ring stiffness

سفتی حلقوی ویژه که سه دقیقه بعد از شروع بارگذاری، اندازه‌گیری شده است. این مشخصه برحسب نیوتن بر متر مربع بیان می‌شود.

۴-۳

نیروی فشاری ( $F$ )

### compressive load

نیروی اعمال شده بر لوله افقی برای ایجاد یک خمش عمودی.

۵-۳

خمش عمودی ( $y$ )

### vertical deflection

تغییر عمودی در قطر یک لوله در موقعیت افقی در پاسخ به یک نیروی فشاری عمودی (به زیربند ۴-۳ مراجعه شود). این مشخصه برحسب متر بیان می‌شود.

۶-۳

خمش اولیه ( $y_{3min}$ )

### initial deflection

خمش عمودی ایجاد شده توسط نیروی فشاری که سه دقیقه ( $0.5 h$ ) بعد از شروع بارگذاری اندازه‌گیری می‌شود. این مشخصه برحسب متر بیان می‌شود.

۷-۳

خمش عمودی بلند مدت در شرایط خشک ( $y_{x,dry}$ )

### long-term vertical deflection under dry conditions

خمش عمودی تخمینی بعد از  $x$  سال که توسط برون‌یابی اندازه‌گیری‌های خمش بلند مدت در یک نیروی ثابت در شرایط خشک به دست آمده است. این مشخصه برحسب متر بیان می‌شود.

۸-۳

شرایط خشک

### dry conditions

محیط آزمون در هوا در رطوبت متداول.

۹-۳

عامل خزش در شرایط خشک ( $\alpha_{x,dry}$ )

**dry creep factor**

این عامل توسط رابطه (۵) به دست می آید:

$$\alpha_{x,dry} = \frac{y_{3min}}{y_{x,dry}} \times \frac{f_x}{f_{3min}} \quad (5)$$

که در آن:

$x$  نشان دهنده یک دوره زمانی معین برحسب سال است؛

$f$  ضریب خمش قابل کاربرد است.

۱۰-۳

ضریب خمش ( $f$ )

**deflection coefficient**

ضریبی که تئوری مرتبه دوم به حساب می آید و مقدار آن توسط رابطه (۶) تعیین می شود:

$$f = [1860 + (2500 \times y/d_m)] \times 10^{-5} \quad (6)$$

۴ اساس روش

طولی بریده شده از لوله تحت تأثیر نیرویی ثابت در راستای طول، در مدت زمانی بیشتر و یا مساوی با  $h$  ۱۰۰۰، به صورت قطری فشرده می شود و خمش آن در بازه های زمانی اندازه گیری می شود. خمش بعد از مدت زمان معین  $x$  سال، با برون یابی تخمین زده می شود. عامل خزش در شرایط خشک از رابطه بین خمش اولیه و خمش بعد از  $x$  سال همان آزمون، تعیین می شود (به زیربندهای ۳-۷ و ۳-۸ مراجعه شود).

**یادآوری ۱-** لازم است که خمش در پنجاه سال پیش بینی شود، این پیش بینی نیاز به برون یابی تقریبی دو و نیم دهه دارد (در فواصل دو و نیم  $lg t$  که در آن  $t$  زمان برحسب ساعت است). به منظور افزایش قابلیت اطمینان این پیش بینی، ممکن است آزمون خمش در بیش از  $h$  ۱۰۰۰ به طول انجامد.

**یادآوری ۲-** فرض می شود که پارامترهای آزمونی زیر توسط مرجع این استاندارد مشخص می شود:

الف- مدت زمانی که در آن، مقادیر برون یابی می شوند (به زیربندهای ۳-۶، ۳-۷، ۳-۹ و بند ۹ مراجعه شود)؛

ب- طول هر آزمون (به زیربند ۶-۱ مراجعه شود)؛

پ- تعداد آزمونها (به زیربند ۶-۲ مراجعه شود)؛

ت- در صورت اعمال، جو تشبیت و دوره زمانی آن (به بند ۷ مراجعه شود)؛

ث- دمای آزمون و رطوبت نسبی (به زیربند ۸-۱ مراجعه شود)؛  
ج- دوره‌های زمانی آزمون‌های تحت فشار (به زیربند ۸-۴ مراجعه شود).

## ۵ وسایل

### ۱-۵ دستگاه اعمال نیروی فشاری

مجهز به سامانه‌ای که به وسیله آن یک یا چند آزمون توسط یک نیروی فشاری، که به وسیله دو فک اعمال نیروی موازی مطابق با زیربند ۵-۲، اعمال و با درستی ۱٪ بیشینه نیروی مشخص شده تعیین می‌شود، تحت فشار قرار می‌گیرند.

یادآوری- ممکن است نیاز باشد اطمینان حاصل کنیم که نیروی اعمال شده متأثر از اثرات اصطکاک نباشد.

### ۲-۵ فک‌های اعمال نیرو

#### ۱-۲-۵ اصول کلی

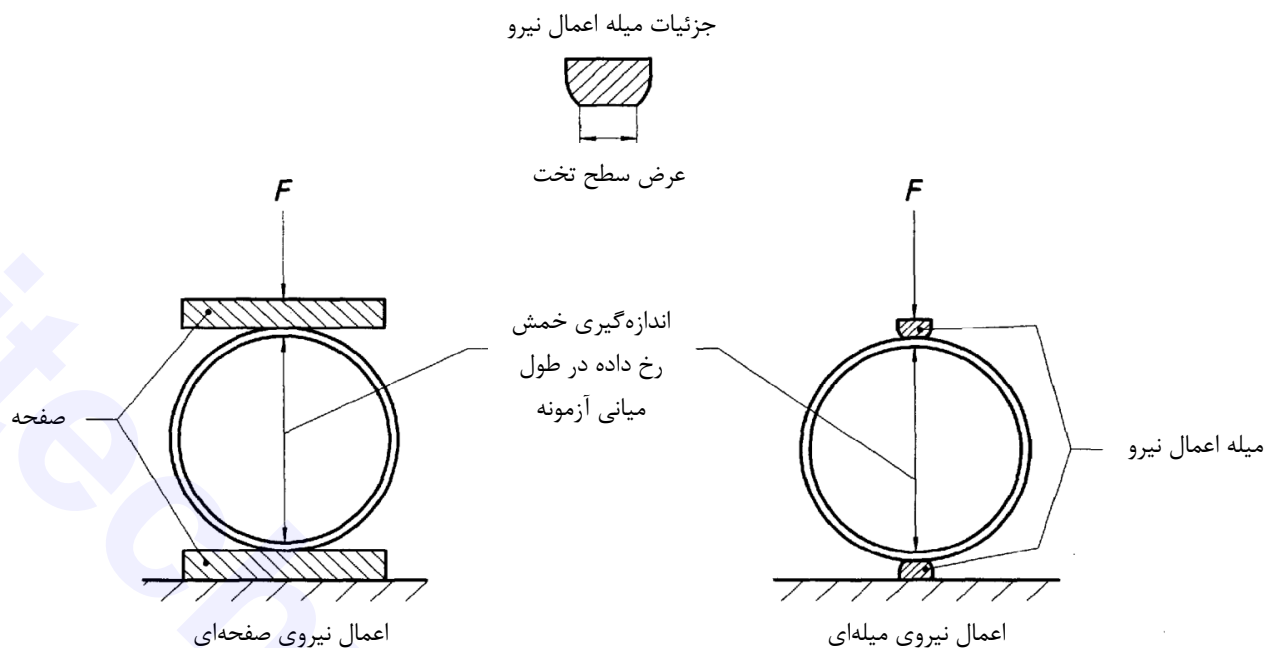
فک‌ها باید توسط یک جفت صفحه (طبق زیربند ۵-۲-۲)، یا یک جفت میله اعمال نیرو (طبق زیربند ۵-۲-۳)، یا ترکیبی از یک صفحه و یک میله که طبق شکل ۱، محورهای اصلی آن‌ها عمود و در مرکز راستای اعمال نیروی  $F$  توسط دستگاه اعمال نیروی فشاری، قرار گرفته است، تأمین شود. فک‌های در تماس با آزمون باید مسطح، صاف، تمیز و موازی باشند.

#### ۲-۲-۵ صفحه

هر صفحه باید دارای طولی حداقل برابر با طول آزمون (به زیربند ۶-۱ مراجعه شود)، عرض حداقل ۱۰۰ mm بوده و ضخامت آن‌ها به گونه‌ای باشد که هیچ خمش یا تغییر شکل قابل مشاهده‌ای در صفحه، در طی آزمون رخ ندهد.

#### ۳-۲-۵ میله اعمال نیرو

هر میله اعمال نیرو باید سخت و دارای لبه‌های گرد و طولی حداقل برابر با طول آزمون باشد (به زیربند ۶-۱ مراجعه شود). برای لوله‌های با اندازه اسمی کمتر یا مساوی با ۳۰۰، عرض میله باید  $(5 \pm 20)$  mm باشد. برای لوله‌های با اندازه اسمی بزرگتر از ۳۰۰، عرض میله باید  $(5 \pm 50)$  mm باشد. هر میله باید طوری طراحی و نگه داشته شود که هیچ سطح دیگری از ساختار میله اعمال نیرو در طی آزمون در تماس با آزمون قرار نگیرد.



شکل ۱- ترسیم نمادین از وسایل

### ۳-۵ ابزارهای اندازه‌گیری ابعادی

قادر به تعیین ابعاد لازم (طول، قطرها، ضخامت دیواره) با درستی  $\pm 1\%$  و تعیین تغییر در قطر آزمون در راستای عمودی در طی آزمون با درستی  $\pm 1\%$  بیشینه مقدار تغییر اندازه‌گیری شده.

یادآوری - بیشینه مقدار تغییری که اندازه‌گیری می‌شود، بستگی به خمش نسبی مشخص شده در استاندارد مرجع دارد.

### ۶ آزمون

#### ۱-۶ آماده‌سازی

هر آزمون باید یک برش حلقوی کامل از لوله مورد آزمون باشد. طول آزمون باید به صورت مشخص شده در استاندارد مرجع، با انحراف مجاز  $\pm 5\%$  باشد.

دو انتهای برش باید صاف و عمود بر محور لوله باشد.

دو خط راست، که به عنوان خطوط مرجع به کار می‌روند، باید در داخل یا خارج آزمون و در امتداد طول آن کشیده شوند و در فواصل شصت درجه‌ای حول محیط آن تکرار شوند.

#### ۲-۶ تعداد

تعداد آزمون‌ها باید به میزان مشخص شده در استاندارد مرجع باشد.

### ۳-۶ تعیین ابعاد

#### ۱-۳-۶ طول

طول آزمونه را در امتداد هر خط مرجع با درستی  $\pm 0.5\%$  اندازه‌گیری کنید. طول متوسط آزمونه،  $L$ ، را برحسب متر محاسبه کنید. اگر آزمونه مطابق با زیربند ۱-۶ نبود، آن را رد و یا اصلاح کنید.

#### ۲-۳-۶ ضخامت دیواره

ضخامت دیواره آزمونه را در هر انتها از هر خط مرجع، با رواداری  $\pm 1\%$  اندازه‌گیری کنید. ضخامت متوسط دیواره،  $e$ ، را به صورت میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده، محاسبه کنید.

#### ۳-۳-۶ قطر متوسط

هر یک از موارد زیر را با درستی  $\pm 1.0\%$  اندازه‌گیری کنید:

الف- قطر داخلی آزمونه،  $d_i$ ، بین هر جفت از خطوط مرجع متقابل در امتداد قطر در طول میانی آن‌ها، به عنوان مثال با استفاده از یک کولیس؛

ب- قطر خارجی آزمونه،  $d_e$ ، در نقاط میانی خطوط مرجع، به عنوان مثال با استفاده از نوار فولادی پیچیده شده محیطی (متر).

قطر متوسط آزمونه،  $d_m$ ، را از طریق محاسبات با استفاده از مقادیر میانگین به دست آمده برای ضخامت دیواره و برای هر یک از قطرهای داخلی یا خارجی متوسط در نقطه میانی شش خط مرجع، تعیین کنید (به زیربند ۱-۶ مراجعه شود).

### ۷ شرایط تثبیت

آزمونه‌ها را قبل از انجام آزمون، در دمای آزمون و رطوبت نسبی مشخص شده در استاندارد مرجع نگره‌داری کنید.

یادآوری- مدت زمان و شرایط نگره‌داری (دما و رطوبت نسبی) آزمونه‌ها می‌تواند نتایج آزمون خزش را تحت تأثیر قرار دهد.

### ۸ روش انجام آزمون

#### ۱-۸ دمای آزمون و رطوبت نسبی

آزمون‌ها را در دما و رطوبت نسبی مشخص شده در استاندارد مرجع انجام دهید.

## ۲-۸ تعیین نیروی فشاری

سفتی حلقوی ویژه اولیه آزمون،  $d_0$ ، را مطابق با استاندارد ISO 7685 تعیین و ثبت کنید. از مقادیر سفتی حلقوی ویژه اولیه تعیین شده برای یک قطر، که شامل یک جفت خط مرجع است که در "موقعیت ۱" قرار می‌گیرند، برای تخمین نیروی لازم  $F$ ، برای فشردن آزمون بین ۱/۵٪ تا ۲٪ قطر متوسط آن،  $d_m$ ، استفاده کنید.

## ۳-۸ تثبیت موقعیت آزمون

هنگامی که انتظار می‌رود نیروی اعمال شده باعث خمش نسبی بیش از ۲۸٪ شود، از میله‌های اعمال نیرو، در غیر این صورت از هریک از صفحات یا میله‌های اعمال نیرو برای تماس با آزمون استفاده کنید. آزمون را در دستگاه با جفت خطوط مرجعی که در "موقعیت ۱" قرار داده شده‌اند (به زیربند ۲-۸ مراجعه شود)، در تماس با صفحه(ها) یا میله(های) اعمال نیروی بالایی و پایینی قرار دهید. اطمینان حاصل کنید که تماس بین آزمون و هر صفحه یا میله اعمال نیرو در حد امکان یک‌نواخت است و این که صفحه(ها) و/یا میله(های) اعمال نیرو از پهلو کج نیستند.

## ۴-۸ اعمال نیروی فشاری و اندازه‌گیری خمش

با در نظر گرفتن جرم صفحه یا میله اعمال نیروی بالایی، نیروی فشاری عمودی،  $F$ ، را که مطابق با زیربند ۲-۸ تخمین زده می‌شود، به گونه‌ای اعمال کنید که خمش عمودی مربوطه در مدت ۳ min به دست آید. خمش واقعی به دست آمده را ثبت کنید.

این نیرو را برای دوره زمانی مشخص شده در استاندارد مرجع، حفظ کنید. در طی این دوره زمانی، مقادیر خمش عمودی را در طول میانی آزمون در بازه‌های زمانی مشخص شده بعد از اعمال نیرو، با رواداری  $\pm 1\%$  اندازه‌گیری و ثبت کنید، به صورتی که حداقل سه داده برای هر دهه از لگاریتم زمان برحسب ساعت به دست آید.

یادآوری - در جدول الف-۱، مقادیر فواصل برابر از  $lgt$  (زمان برحسب ساعت) که ممکن است برای مشاهده کننده مفید باشد، داده شده است.

## ۹ محاسبه

۱-۹ برون‌یابی داده‌های خمش بلند مدت برای موقعیت ۱ به منظور به دست آوردن مقدار  $x$ -سال،  $y_{x,1,dry}$  با استفاده از داده‌های به دست آمده مطابق با زیربندهای ۳-۸ و ۴-۸، نمودار خمش را به صورت تابعی از زمان، همان طور که در استاندارد مرجع مشخص شده است، رسم کنید. از مجموعه خمش‌های اندازه‌گیری شده و بازه‌های زمانی متناظر، مطابق با روش B در استاندارد ISO10928، چند جمله‌ای مرتبه اول ( $\gamma$ ) را تعیین کنید:

$$\lg y_t = a + b \times \lg t \quad (۷)$$

که در آن:

$y_t$  خمش محاسبه شده، برحسب متر، در زمان  $t$  برای  $0.105 \text{ h} \leq t \leq 1000 \text{ h}$  است؛

$a$  لگاریتم خمش محاسبه شده در زمان  $t$  برابر با یک ساعت ( $a = \lg y_{1h,1}$ ) است؛

$b$  شیب خط است؛

$t$  بازه زمانی بین  $0.105 \text{ h}$  و  $1000 \text{ h}$  است.

لگاریتم خمش برون‌یابی شده در  $x$  سال را با استفاده از مقادیر محاسبه شده  $a$  و  $b$  طبق رابطه (۸) محاسبه کنید:

$$\lg y_{x,1,dry} = a + b \times \lg t_x \quad (۸)$$

که در آن:

$y_{x,1,dry}$  خمش برون‌یابی شده برای موقعیت ۱ در  $x$  سال در شرایط خشک، برحسب متر است؛

$t_x$  زمان  $x$  سال، برحسب ساعت است.

## ۲-۹ محاسبه عامل خزش در شرایط خشک

عامل خزش در شرایط خشک،  $\alpha_{x,dry}$ ، را با استفاده از رابطه (۹) محاسبه کنید:

$$\alpha_{x,dry} = \frac{y_{3min,1}}{y_{x,1,dry}} \times \frac{f_x}{f_{3min}} \quad (۹)$$

که در آن:

$y_{3min,1}$  خمش محاسبه شده برای موقعیت ۱ در زمان  $t$  برابر با ۳ دقیقه (یعنی  $0.105 \text{ h}$ )، برحسب متر است؛

$y_{x,1,dry}$  خمش برون‌یابی شده برای موقعیت ۱ در زمان مشخص شده در استاندارد مرجع، برحسب متر است؛

$f_{3min}$  ضریب خمش برای خمش در زمان  $t$  برابر با ۳ دقیقه (یعنی  $0.105 \text{ h}$ ) است و مقدار آن با رابطه (۱۰) به‌دست می‌آید:

$$\left[ 1860 + (2500 \times y_{3min,1} / d_m) \right] \times 10^{-5} \quad (۱۰)$$

$f_x$  ضریب خمش برای خمش در زمان  $x$  مشخص شده در استاندارد مرجع است و مقدار آن با رابطه (۱۱) به‌دست می‌آید:



$$\left[ 1860 + (2500 \times Y_{x,1,dry} / d_m) \right] \times 10^{-5} \quad (11)$$

## ۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۱۰ ارجاع به شماره این استاندارد ملی و استاندارد مرجع؛
- ۲-۱۰ شناسایی کامل لوله مورد آزمون؛
- ۳-۱۰ ابعاد هر آزمون؛
- ۴-۱۰ تعداد آزمونها؛
- ۵-۱۰ موقعیت‌هایی در لوله که آزمونها از آن به دست آمده‌اند؛
- ۶-۱۰ جزئیات تجهیزات، شامل میله‌های اعمال نیرو و/یا صفحات مورد استفاده؛
- ۷-۱۰ دما و رطوبت نسبی در طول آزمون؛
- ۸-۱۰ عامل خزش در شرایط خشک،  $\alpha_{x,dry}$ ، برای هر آزمون؛
- ۹-۱۰ سفتی حلقوی ویژه اولیه،  $S_0$ ، و سفتی حلقوی ویژه اولیه در موقعیت ۱،  $S_{0,1}$ ، برای هر آزمون؛
- ۱۰-۱۰ خمشی که در آن  $S_0$  تعیین شده است؛
- ۱۱-۱۰ خمش اولیه؛
- ۱۲-۱۰ خمش محاسبه شده،  $y_{3min,1}$ ، در زمان  $t$  برابر با ۳ دقیقه (یعنی ۰٫۰۵ h) برای هر آزمون؛
- ۱۳-۱۰ خمش برون‌یابی شده،  $y_{x,1,dry}$ ، در زمان مشخص شده در شرایط خشک برای هر آزمون؛
- ۱۴-۱۰ توصیفی از آزمونها بعد از انجام آزمون؛
- ۱۵-۱۰ مدت زمان از زمان ساخت لوله تا شروع آزمون و شرایط نگه‌داری در طی آن دوره زمانی (دما و رطوبت نسبی)؛

۱۰-۱۶ هر عاملی که ممکن است بر نتایج اثرگذار باشد، مانند هر گونه اتفاق یا جزئیات عملیاتی که در این استاندارد ملی مشخص نشده است؛

۱۰-۱۷ تاریخهای مربوط به دوره زمانی انجام آزمون.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

فواصل برابر از لگاریتم زمان

الف-۱ جدول الف-۱ بازه‌های زمانی را برحسب دقیقه، ساعت یا روز متناظر با فواصل برابر متوالی ۰٫۱ در  $lg t_h$  نشان می‌دهد، که در آن زمان برحسب ساعت است. این اطلاعات برای کمک در برنامه‌ریزی اندازه‌گیری‌های خمش عمودی فراهم شده است.

جدول الف-۱ زمان‌های شامل فواصل برابر از  $lg t_h$

زمان			$lg t_h$
روز	ساعت	دقیقه	
۰٫۰۵۲	۱٫۲۶	۷۵٫۵	۰٫۱
۰٫۰۶۶	۱٫۵۸	۹۵٫۱	۰٫۲
۰٫۰۸۳	۲٫۰۰	۱۲۰	۰٫۳
۰٫۱۰۵	۲٫۵۱	۱۵۱	۰٫۴
۰٫۱۳۲	۳٫۱۶	۱۹۰	۰٫۵
۰٫۱۶۶	۳٫۹۸	۲۳۹	۰٫۶
۰٫۲۰۹	۵٫۰۱	۳۰۱	۰٫۷
۰٫۲۶۳	۶٫۳۱	۳۷۹	۰٫۸
۰٫۳۳۱	۷٫۹۴	۴۷۷	۰٫۹
۰٫۴۱۷	۱۰٫۰	۶۰۰	۱٫۰
۰٫۵۲۵	۱۲٫۶	۷۵۵	۱٫۱
۰٫۶۶۰	۱۵٫۸	۹۵۱	۱٫۲
۰٫۸۳۱	۲۰٫۰	۱۱۹۷	۱٫۳
۱٫۰۵	۲۵٫۱	۱۵۰۷	۱٫۴
۱٫۳۲	۳۱٫۶	۱۸۹۷	۱٫۵
۱٫۶۶	۳۹٫۸	۲۳۸۹	۱٫۶
۲٫۰۹	۵۰٫۱	۳۰۰۷	۱٫۷
۲٫۶۳	۶۳٫۱	۳۷۸۶	۱٫۸
۳٫۳۱	۷۹٫۴	۴۷۶۶	۱٫۹
۴٫۱۷	۱۰۰	۶۰۰۰	۲٫۰
۵٫۲۵	۱۲۶	۷۵۵۴	۲٫۱
۶٫۶۰	۱۵۸	۹۵۰۹	۲٫۲
۸٫۳۱	۲۰۰	۱۱۹۷۲	۲٫۳
۱۰٫۵	۲۵۱	۱۵۰۷۱	۲٫۴
۱۳٫۲	۳۱۶	۱۸۹۷۴	۲٫۵

زمان			lgf <sub>h</sub>
روز	ساعت	دقیقه	
۱۶۶	۳۹۸	۲۳۸۸۶	۲٫۶
۲۰۹	۵۰۱	۳۰۰۷۱	۲٫۷
۲۶۳	۶۳۱	۳۷۸۵۷	۲٫۸
۳۳۱	۷۹۴	۴۷۶۶۰	۲٫۹
۴۱۷	۱۰۰۰	۶۰۰۰۰	۳٫۰
۵۲٫۵	۱۲۵۹	۷۵۵۳۶	۳٫۱
۶۶٫۰	۱۵۸۵	۹۵۰۹۴	۳٫۲
۸۳٫۱	۱۹۹۵	۱۱۹۷۱۶	۳٫۳
۱۰۵	۲۵۱۲	۱۵۰۷۱۳	۳٫۴
۱۳۲	۳۱۶۲	۱۸۹۷۳۷	۳٫۵
۱۶۶	۳۹۸۱	۲۳۸۸۶۴	۳٫۶
۲۰۹	۵۰۱۲	۳۰۰۷۱۲	۳٫۷
۲۶۳	۶۳۱۰	۳۷۸۵۷۴	۳٫۸
۳۳۱	۷۹۴۳	۴۷۶۵۹۷	۳٫۹
۴۱۷	۱۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰	۴٫۰
۵۲۵	۱۲۵۸۹	۷۵۵۳۵۵	۴٫۱
۶۶۰	۱۵۸۴۹	۹۵۰۹۳۶	۴٫۲
۸۳۱	۱۹۹۵۳	۱۱۹۷۱۵۷	۴٫۳
۱۰۴۷	۲۵۱۱۹	۱۵۰۷۱۳۲	۴٫۴
۱۳۱۸	۳۱۶۲۳	۱۸۹۷۳۶۷	۴٫۵
۱۶۵۹	۳۹۸۱۱	۲۳۸۸۶۴۳	۴٫۶
۲۰۸۸	۵۰۱۱۹	۳۰۰۷۱۲۳	۴٫۷
۲۶۲۹	۶۳۰۹۶	۳۷۸۵۷۴۴	۴٫۸
۳۳۱۰	۷۹۴۳۳	۴۷۶۵۹۶۹	۴٫۹
۴۱۶۷	۱۰۰۰۰۰	۶۰۰۰۰۰۰	۵٫۰