



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۴۳۹

تجدید نظر اول

۱۳۹۵

**INSO**

**11439**

**1st. Revision**

**2017**

**Modification of  
ISO 9967: 2016**

پلاستیک‌ها - لوله‌های گرمانرم - تعیین

نسبت خزش

**Plastics – Thermoplastic pipes –  
Determination of creep ratio**

**ICS: 23.040.20**

استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۳۹ (تجدید نظر اول): ۱۳۹۵

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

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.org>

**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.org>

## 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 استاندارد 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، آزمونگاه‌ها 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 - لوله‌های گرمانرم - تعیین نسبت خزش»

(تجدید نظر اول)

رئیس:

سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس کمیته فنی متناظر ISIRI/TC 138

معصومی، محسن  
(دکتری مهندسی پلیمر)

دبیر:

سازمان ملی استاندارد، پژوهشگاه استاندارد

مقامی، محمد تقی  
(کارشناسی ارشد شیمی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

عضو هیات دانشگاه صنعتی امیرکبیر

احمدی، زاهد  
(دکتری مهندسی پلیمر)

شرکت آبان بسپار توسعه

اژدری، نوید  
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

گروه صنعتی سعادت

بخشی، معصومه  
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

صنایع پلاستیک جهاد زمزم

بهروزی، سحر  
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

انجمن صنفی لوله و اتصالات پلی‌اتیلن

دیانت‌پی، بابک  
(کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی)

شرکت دنا صنعت

ذوالفقاری، یزدان‌پناه  
(کارشناسی ارشد آبیاری)

شرکت پارس اتیلن کیش

زندیه، پیمان  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت آب و خاک شهراب گستر

سعیدیان، محمد رضا  
(کارشناسی مهندسی صنایع)

سازمان ملی استاندارد، پژوهشگاه استاندارد

سنگ‌سفیدی، لاله  
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

شرکت سبک لوله نوین  
فیاضی، فریبا  
(کارشناسی ارشد شیمی)

شرکت دوجداره قدر  
کربلایی کریم، مجید  
(کارشناسی مهندسی شیمی پلیمر)

شرکت ترموپلاست  
محمودی زیارانی، زهرا  
(کارشناسی شیمی)

سازمان ملی استاندارد ایران  
ملکی، بهزاد  
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

شرکت بازرسی کاوشیار پژوهان  
میرزاییان، نوراله  
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

شرکت رایان پلاست طبرستان  
موسوی، افشین  
(دکتری مهندسی پلیمر)

استاد دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
نازکدست، حسین  
(دکتری مهندسی پلیمر)

شرکت نشاگستر پردیس  
نصیرلو، زلیخا  
(کارشناسی ارشد فیزیک)

عضو هیات علمی دانشگاه تهران  
هاشمی مطلق، قدرت‌اله  
(دکتری مهندسی پلیمر)

شرکت آزمون دانا پلاستیک  
یوسفی، سارا  
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

### ویراستار:

سازمان ملی استاندارد، پژوهشگاه استاندارد  
ابراهیم، الهام  
(کارشناسی شیمی کاربردی)

فهرست مندرجات

صفحه

عنوان

ج	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ نمادها
۲	۴ اصول روش
۲	۵ وسایل آزمون
۳	۶ نمونه‌ها
۶	۷ تثبیت شرایط
۶	۸ روش اجرای آزمون
۸	۹ محاسبه نسبت خزش
۱۰	۱۰ گزارش آزمون
۱۲	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) خزش در مواد پلاستیکی گرمانرم
۱۴	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) تغییرات اعمال شده در استاندارد منبع
۱۵	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «پلاستیک‌ها - لوله‌های گرمانرم - تعیین نسبت خزش» که نخستین بار در سال ۱۳۸۷ بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره‌شده در مورد پ، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در یک‌هزار و پانصد و سی و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۰۹ تصویب شد. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان 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 تجدید نظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر 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 ۱۱۴۳۹: سال ۱۳۸۷ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «ترجمه تغییر یافته» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی همراه با اعمال تغییرات با توجه به مقتضیات کشور است:

ISO 9967:2016, Thermoplastics pipes – Determination of creep ratio

## پلاستیک‌ها - لوله‌های گرمانرم - تعیین نسبت خزش

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارائه روشی برای تعیین نسبت خزش لوله‌های پلاستیکی گرمانرم با سطح مقطع دایره‌ای شکل 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 مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۱۲، پلاستیک‌ها- سامانه‌های لوله‌گذاری- اجزای پلاستیکی - تعیین ابعاد

### ۳ نمادها

واحد	نمادها	
mm	قطر اسمی لوله	$d_n$
mm	قطر داخلی آزمون لوله	$d_i$
kN	نیروی بارگذاری	$F$
N	نیروی بارگذاری اولیه <sup>۱</sup>	$F_0$
mm	گام	$p$
mm	طول آزمون	$L$
mm	تغییر شکل اولیه اندازه‌گیری شده	$y_0$
mm	تغییر شکل محاسبه شده در زمان $t$	$Y_t$
mm	تغییر شکل برون‌یابی شده به دو سال	$Y_2$
mm	تغییر شکل عمودی مورد استفاده در تعیین نیروی بارگذاری	$\delta$
mm	تغییر شکل تئوری در $t = 1 \text{ h}$	$B$



	$M$	شیب
	$N$	تعداد نقاط روی منحنی تغییرشکل که برای رگرسیون خطی استفاده شده
	$R$	ضریب هم‌بستگی
$h$	$t$	زمان
	$x$	$\log(t)$
$mm$	$y$	تغییرشکل کل اندازه‌گیری شده
	$\gamma$	نسبت خزش
$kN/m^2$	$S$	سفتی حلقه‌ای
$kN/m^2$	$E$	مدول الاستیک مواد
$m^3$	$I$	ممان اینرسی
$m$	$D$	میانگین قطر حلقه آزمون

#### ۴ اصول روش

طول بریده‌شده‌ای از لوله بین دو صفحه تخت افقی موازی قرار داده شده و یک نیروی فشرده‌سازی ثابت به مدت ۱۰۰۸ ساعت (۴۲ روز) اعمال می‌شود.

تغییرشکل لوله در بازه‌های زمانی مشخص طوری ثبت می‌شود که بتوان منحنی تغییرشکل لوله برحسب زمان را رسم کرد. خطی بودن داده‌ها تحلیل شده و نسبت خزش به صورت نسبت بین «مقدار تغییرشکل برون‌یابی شده به دو سال» و «تغییرشکل اندازه‌گیری شده در ۶ دقیقه (۰٫۱ ساعت)» محاسبه می‌شود. یادآوری - فرض می‌شود که دمای آزمون در استاندارد ارجاع داده، مشخص شده است (زیربند ۸-۱).

#### ۵ وسایل آزمون

##### ۱-۵ دستگاه آزمون ایجاد فشردگی

این دستگاه باید توانایی اعمال نیروی بارگذاری اولیه ( $F_0$ ) (زیربند ۸-۴) و نیروی بارگذاری لازم ( $F$ ) (زیربند ۸-۵) روی لوله به وسیله صفحات (زیربند ۵-۲) و حفظ این نیروها با دقت  $\pm 1\%$  را داشته باشد. نیرو می‌تواند به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم (برای مثال، با استفاده از سازه اهرمی<sup>۱</sup>) وارد شود.

##### ۲-۵ یک جفت صفحه

این صفحات باید طوری باشند که دستگاه آزمون بتواند نیروی فشرده‌سازی را به وسیله آن‌ها به آزمون وارد کند. صفحات باید تخت، صاف و تمیز بوده و حین آزمون، تغییرشکل تأثیرگذار بر نتایج نداشته باشند.

1-Lever-arm arrangement

طول هر صفحه باید حداقل برابر با طول آزمون باشد. عرض هر صفحه نباید کمتر از «عرض سطح تماس با آزمونه تحت بار به علاوه ۲۵ mm» باشد.

## ۲-۵ وسایل اندازه‌گیری ابعاد

این وسایل باید توانایی تعیین موارد زیر را داشته باشند:

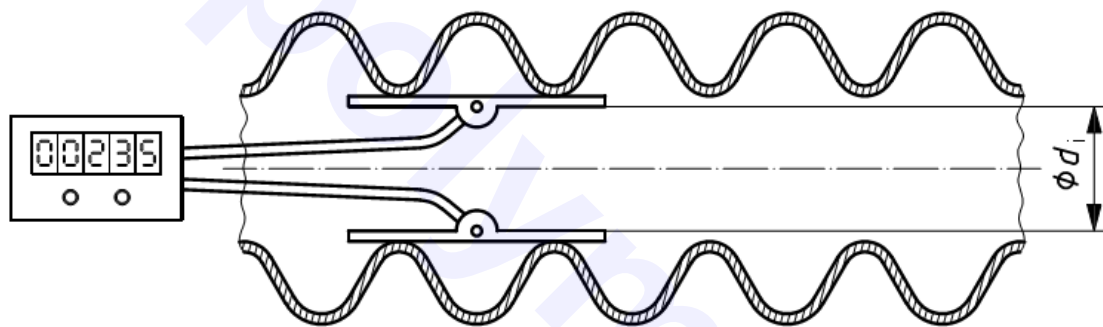
الف- مقادیر طول هر آزمونه (زیربند ۶-۲) با درستی  $\pm 1 \text{ mm}$ ؛

ب- قطر داخلی هر آزمونه با درستی  $\pm 0.1 \text{ mm}$  یا  $\pm 0.2\%$  قطر داخلی لوله، هرکدام که بیشتر است؛

پ- تغییر قطر داخلی هر آزمونه در جهت بارگذاری با درستی  $0.1 \text{ mm}$  یا  $0.1\%$  تغییر شکل، هرکدام که بیشتر است.

تغییر قطر داخلی می‌تواند داخل لوله اندازه‌گیری شده یا از حرکت صفحه تعیین شود. در صورت وجود اختلاف نظر، قطر داخلی به عنوان مرجع استفاده می‌شود.

مثالی از وسیله اندازه‌گیری قطر داخلی لوله کروگیت<sup>۱</sup> در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- مثالی از وسیله اندازه‌گیری قطر داخلی لوله کروگیت

## ۴-۵ زمان سنج

این وسیله باید توانایی تعیین اولین ۶ دقیقه را با درستی در محدوده ۱ s و بقیه زمان‌ها را در محدوده  $0.1\%$  داشته باشد (زیربندهای ۸-۵ و ۸-۶).

## ۶ آزمونه‌ها

### ۱-۶ نشانه‌گذاری و تعداد آزمونه‌ها

قسمت بیرونی لوله‌ای که قرار است نسبت خزش آن تعیین شود، با ترسیم خطی در امتداد یک خط مولد<sup>۲</sup> روی کل طولش باید نشانه‌گذاری شود. سه آزمونه A، B و C به ترتیب از این لوله نشانه‌گذاری شده طوری انتخاب می‌شود که دو انتهای این آزمونه‌ها بر محور لوله عمود بوده و طول‌های آنها مطابق با زیربند ۶-۲ باشد.

1-Corrugated pipe

2-Generatrix

## ۲-۶ طول آزمون‌ها

۱-۲-۶ طول هر آزمون از طریق محاسبه میانگین حسابی ۳ تا ۶ اندازه‌گیری طول در فواصل مساوی پیرامون لوله، مطابق جدول ۱ تعیین می‌شود. طول هر آزمون باید برحسب کاربرد، مطابق با زیربند ۲-۲-۶، ۳-۲-۶، ۴-۲-۶ یا ۵-۲-۶ باشد.

هریک از ۳ تا ۶ اندازه‌گیری طول باید با درستی ۱ mm تعیین شود.

برای هر آزمون، کوچک‌ترین مقدار ۳ تا ۶ اندازه‌گیری نباید کمتر از ۰٫۹ برابر بزرگ‌ترین طول اندازه‌گیری شده باشد.

جدول ۲- تعداد اندازه‌گیری‌های طول

تعداد اندازه‌گیری‌های طول	قطر اسمی ( $d_n$ ) لوله mm
۳	$d_n \leq 200$
۴	$200 < d_n < 500$
۶	$500 \leq d_n$

۲-۲-۶ برای لوله‌های با قطر اسمی مساوی یا کمتر از ۱۵۰۰ mm، میانگین طول آزمون‌ها باید  $(300 \pm 10)$  mm باشد.

یادآوری- این زیربند مربوط به لوله‌های با دیواره توپر<sup>۱</sup> و دیواره ساختمند با طرح A1 است.

۳-۲-۶ برای لوله‌های با قطر بیش از ۱۵۰۰ mm، میانگین طول آزمون‌ها، برحسب میلی‌متر، باید حداقل  $0,2d_n$  باشد.

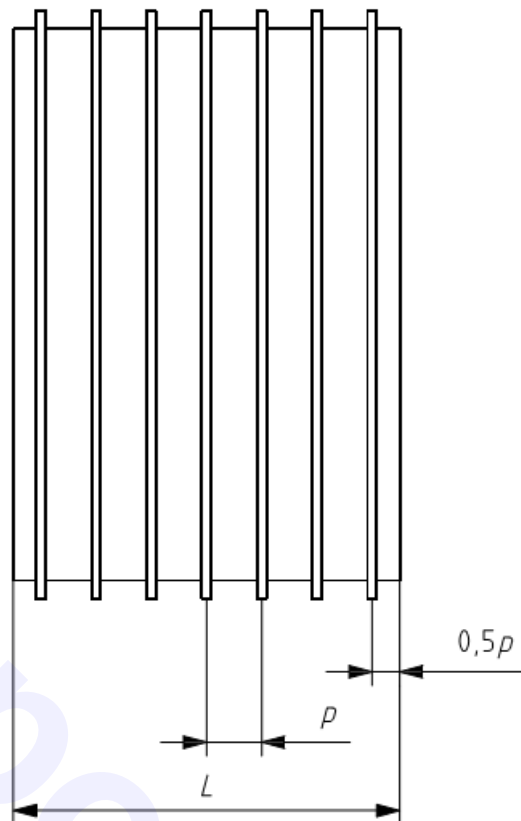
یادآوری- این زیربند مربوط به لوله‌های با دیواره توپر و دیواره ساختمند با طرح A1 است.

۴-۲-۶ لوله‌های با دیواره ساختمند<sup>۲</sup> دارای دندانه‌ها، کروگیت‌ها یا سایر ساختارهای منظم باید طوری بریده شوند که هر آزمون شامل عدد صحیحی از دندانه‌ها، کروگیت‌ها یا سایر ساختارها شود. برش‌ها باید در نقطه میانی بین دندانه‌ها، کروگیت‌ها یا سایر ساختارها انجام شود.

طول آزمون‌ها باید حداقل عدد صحیحی از دندانه‌ها، کروگیت‌ها یا سایر ساختارها باشد؛ طوری که برای لوله‌های با قطر اسمی مساوی یا کمتر از ۱۵۰۰ mm، منجر به طول ۲۹۰ mm یا بیشتر و برای لوله‌های با قطر بیش از ۱۵۰۰ mm، منجر به طول  $0,2d_n$  یا بیشتر شود. شکل ۲ مشاهده شود.

یادآوری- این زیربند مربوط به لوله‌های با دیواره ساختمند دارای ساختار غیر مارپیچی است.

1-Solid wall pipe  
2-Structured wall pipe



راهنما:

$L$  طول آزمون  
 $p$  گام

شکل ۲- آزمون بریده شده از لوله دارای دندان عمودی

۵-۲-۶ لوله‌های با دیواره ساختمند دارای دندان‌ها، کروگیت‌ها یا سایر ساختارهای منظم مارپیچی<sup>۱</sup> (مانند اسپیرال و گرتیوب) باید طوری بریده شوند که طول آزمون‌ها برابر با  $(d_i \pm 20)$  mm باشد؛ ولی این طول نباید کمتر از ۲۹۰ mm و بیش از ۱۰۰۰ mm شود.

### ۳-۶ قطر داخلی آزمون (ها)

قطرهای داخلی  $d_{iA}$ ،  $d_{iB}$  و  $d_{iC}$  مربوط به سه آزمون A، B و C (زیربند ۶-۱)، باید با یکی از روش‌های زیر تعیین شوند:

الف- میانگین حسابی چهار اندازه‌گیری یا بیشتر مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۱۲ برای یک سطح مقطع در میانه طول، طوری که هر اندازه‌گیری با درستی  $\pm 0.1$  mm یا  $\pm 0.2\%$  قطر داخلی لوله، هرکدام که بیشتر است، تعیین شود، یا

ب- اندازه‌گیری در سطح مقطع قرارگرفته در میانه طول با استفاده از نوار محیط‌سنج داخلی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۱۲ انجام شود.

مقدار محاسبه یا اندازه‌گیری شده قطر داخلی برای هر آزمونه A، B و C باید به ترتیب به صورت  $d_{iA}$ ،  $d_{iB}$  و  $d_{iC}$  ثبت شود.

مقدار میانگین این سه مقدار محاسبه شده ( $d_i$ ) باید با استفاده از معادله (۱) محاسبه شود:

$$d_i = \frac{d_{iA} + d_{iB} + d_{iC}}{3} \quad (1)$$

### ۳-۶ عمر آزمونه‌ها

در شروع آزمون، مطابق با بند ۸، عمر آزمونه‌ها باید  $(2 \pm 21)$  روز باشد.

### ۷ تثبیت شرایط

آزمونه‌ها باید مطابق با بند ۸، حداقل ۲۴ ساعت قبل از آزمون، در هوا و در دمای آزمون تثبیت شرایط شوند (زیربند ۸-۱).

### ۸ روش اجرای آزمون

۱-۸ روش اجرای زیر را در دمای  $(2 \pm 23)$  °C انجام دهید؛ مگر اینکه در استاندارد ویژگی‌های مرتبط دمای دیگری قید شده باشد. اگر دمای  $27$  °C به عنوان دمای استاندارد آزمایشگاه در نظر گرفته می‌شود، دمای آزمون،  $(2 \pm 27)$  °C است.

در صورت وجود اختلاف نظر، دمای  $(2 \pm 23)$  °C باید استفاده شود.

۲-۸ اگر بتوان تشخیص داد که آزمونه در کدام وضعیت دارای کمترین سفتی حلقه‌ای است، آزمونه اول (A) را در آن وضعیت در دستگاه بارگذاری قرار دهید.

در غیر این صورت، آزمونه اول را به روشی در دستگاه قرار دهید که خط نشانه‌گذاری شده در تماس با صفحه موازی بالایی قرار گیرد.

در دستگاه بارگذاری، دو آزمونه دیگر (B و C) را نسبت به وضعیت آزمونه اول به ترتیب به میزان  $120^\circ$  و  $240^\circ$  چرخانده و در دستگاه قرار دهید.

۳-۸ تغییر شکل سنج را به هر آزمونه ضمیمه کنید و وضعیت زاویه‌ای آزمونه نسبت به صفحه بالایی را بررسی کنید.

۴-۸ صفحه بارگذاری را حرکت دهید، تا زمانی که با سطح آزمونه تماس شود.

یکی از نیروهای بارگذاری اولیه ( $F_0$ ) زیر را، برحسب کاربرد، اعمال کنید. اگر این نیرو از معادله (۲) محاسبه می‌شود به سمت عدد صحیح بزرگ‌تر بعدی گرد شود. در صورت کاربرد، جرم صفحه بارگذاری لحاظ شود.

الف- برای لوله‌های با قطر داخلی ( $d_i$ ) مساوی یا کمتر از ۱۰۰ mm،  $F_0$  باید ۷٫۵ N باشد؛

ب- برای لوله‌های با قطر داخلی ( $d_i$ ) بیش از ۱۰۰ mm،  $F_0$  باید برحسب نیوتن از معادله (۲) محاسبه شده و نتیجه در صورت لزوم به سمت عدد صحیح بزرگ‌تر بعدی گرد شود:

$$F_0 = 250 \times 10^{-6} d_i \times L_1 \quad (2)$$

که در آن:

$F_0$  نیروی بارگذاری اولیه، برحسب نیوتن؛

$d_i$  قطر اسمی لوله، برحسب میلی‌متر؛ و

$L_1$  میانگین محاسبه‌شده طول آزمون، برحسب میلی‌متر است.

مقدار نیروی بارگذاری اولیه اعمال شده به‌طور مؤثر، باید بین ۹۵٪ و ۱۰۵٪ نیروی محاسبه‌شده باشد.

۸-۵ حین ۵ دقیقه اعمال نیروی بارگذاری اولیه ( $F_0$ )، تغییرشکل سنج را روی صفر تنظیم کرده و افزایش نیروی فشرده‌سازی وارد بر آزمون را طوری آغاز کنید که پس از ۲۰ s تا ۳۰ s بتوان به نیروی بارگذاری  $F$  رسید. نیروی  $F$  باید طوری انتخاب شود که نسبت تغییرشکل آزمون پس از ۳۶۰ s (۶ دقیقه)،  $(1/5 \pm 0/2)$ ٪ شود؛ یعنی:

$$\frac{\delta}{d_i} = 0.015 \pm 0.002 \quad (3)$$

در لحظه رسیدن به نیروی کامل  $F$ ، زمان سنج را راه‌اندازی کنید.

۸-۶ تغییرشکل اولیه ( $y_0$ ) را ۶ دقیقه پس از اعمال بار کامل تعیین کنید. سپس تغییرشکل را پس از اعمال بار کامل، بعد از ۱ h، ۴ h، ۲۴ h، ۱۶۸ h، ۳۳۶ h، ۵۰۴ h، ۶۰۰ h، ۶۹۶ h، ۸۴۰ h و ۱۰۰۸ h تعیین کنید.

اگر مقدار  $y_0$  خارج از محدوده‌های مشخص شده در زیربند ۸-۵ باشد، آزمایش را قطع کرده، آزمون را به مدت حداقل یک ساعت دوباره تثبیت شرایط کرده و آزمون را دوباره مطابق با زیربند ۸-۳ انجام دهید.

اگر خواندن اندازه‌های تغییرشکل در زمان‌های مناسب بین ۵۰۰ h و ۱۰۰۸ h ممکن نباشد، انحراف تا  $\pm 48$  h مجاز است؛ به شرطی که زمان واقعی اندازه‌گیری، در رسم نمودار مطابق با بند ۹ استفاده شود.

مثال - اگر به‌جای خوانش در ۸۴۰ h، تغییرشکل در ۸۶۲ h خوانده شود، در این حالت، مقدار تغییرشکل در زمان ۸۶۲ h در تحلیل رگرسیون استفاده می‌شود.

یادآوری - اگر آزمایش نسبت خزش در روز شنبه یا یکشنبه شروع شود، با تعطیلات آخر هفته تداخل نخواهد داشت.

## ۹ محاسبه نسبت خزش

۹-۱ برای هریک از سه آزمون، نمودار تغییرشکل (با واحد متر) برحسب لگاریتم زمان (با واحد ساعت) را روی یک سامانه مختصات نیمه‌لگاریتمی (شکل ۳) رسم کرده و به وسیله رگرسیون خطی بین تمام ۱۱ نقطه، ۱۰ نقطه آخر، ۹ نقطه آخر، ... و ۵ نقطه آخر (جدول ۲)، معادله خط راست زیر (معادله ۴) را تعیین کنید:

$$Y_t = B + M \log t \quad (۴)$$

ثوابت  $B$  و  $M$  و ضریب همبستگی  $R$  با استفاده از معادلات (۵) تا (۷)، یعنی روش حداقل مربعات، تعیین می‌شوند:

$$M = \frac{N \sum x_i y_i - \sum y_i \sum x_i}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (۵)$$

$$B = \frac{\sum y_i - M \sum x_i}{N} \quad (۶)$$

$$R = \left[ \frac{N (\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i)}{N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2} \right]^{1/2} \quad (۷)$$

که در آن:

$B$  تغییرشکل تئوری در یک ساعت، برحسب میلی‌متر؛

$M$  شیب؛

$N$  تعداد نقاط روی منحنی تغییرشکل که برای رگرسیون خطی استفاده شده؛

$R$  ضریب همبستگی (اگر مقدار  $R$  بین ۰٫۹۹ و ۱٫۰۰ باشد، فرض می‌شود که نقاط رسم شده روی یک خط راست قرار دارند)؛

$Y_2$  تغییرشکل برون‌یابی شده به دو سال (۱۷۲۵۰ h)، برحسب میلی‌متر؛

$t_i$  زمان در  $i$  امین نقطه؛

$x_i = \log(t_i)$  لگاریتم زمان در  $i$  امین نقطه، یعنی

$y_i$ ، تغییرشکل کل اندازه‌گیری شده در زمان  $t_i$ .

با استفاده از هفت معادله  $Y_t = B + M \log t$ ، به دست آمده برای آزمون مشخص، تغییرشکل برون‌یابی شده به دو سال را محاسبه کنید ( $Y_2(t = ۲ \text{ سال} = ۱۷۲۵۰ \text{ h})$  (جدول ۲)).

برای تغییر شکل پس از ۲ سال ( $Y_2$ ) (به منظور محاسبه نسبت خزش آزمون)، بالاترین مقدار محاسبه شده  $Y_2$  را انتخاب کنید؛ که همراه با ضریب همبستگی ( $R$ ) ۰٫۹۹۹ یا بالاترین مقدار ضریب همبستگی بین ۰٫۹۹۰ و ۰٫۹۹۹ است.

اگر بالاترین مقدار ضریب همبستگی کمتر از ۰٫۹۹۰ باشد، به زیربند ۹-۳ مراجعه کنید.

با تعیین  $Y_2$ ، نسبت خزش را برای هر یک از سه آزمون با استفاده از معادلات (۸) تا (۱۰) محاسبه کنید:

$$\gamma_A = \frac{Y_{2A} \left( 0.0186 + 0.025 \frac{y_{0A}}{d_i} \right)}{y_{0A} \left( 0.0186 + 0.025 \frac{Y_{2A}}{d_i} \right)} \quad (8)$$

$$\gamma_B = \frac{Y_{2B} \left( 0.0186 + 0.025 \frac{y_{0B}}{d_i} \right)}{y_{0B} \left( 0.0186 + 0.025 \frac{Y_{2B}}{d_i} \right)} \quad (9)$$

$$\gamma_C = \frac{Y_{2C} \left( 0.0186 + 0.025 \frac{y_{0C}}{d_i} \right)}{y_{0C} \left( 0.0186 + 0.025 \frac{Y_{2C}}{d_i} \right)} \quad (10)$$

نسبت خزش لوله، میانگین حسابی سه مقدار محاسبه شده با استفاده از معادله (۱۱) است:

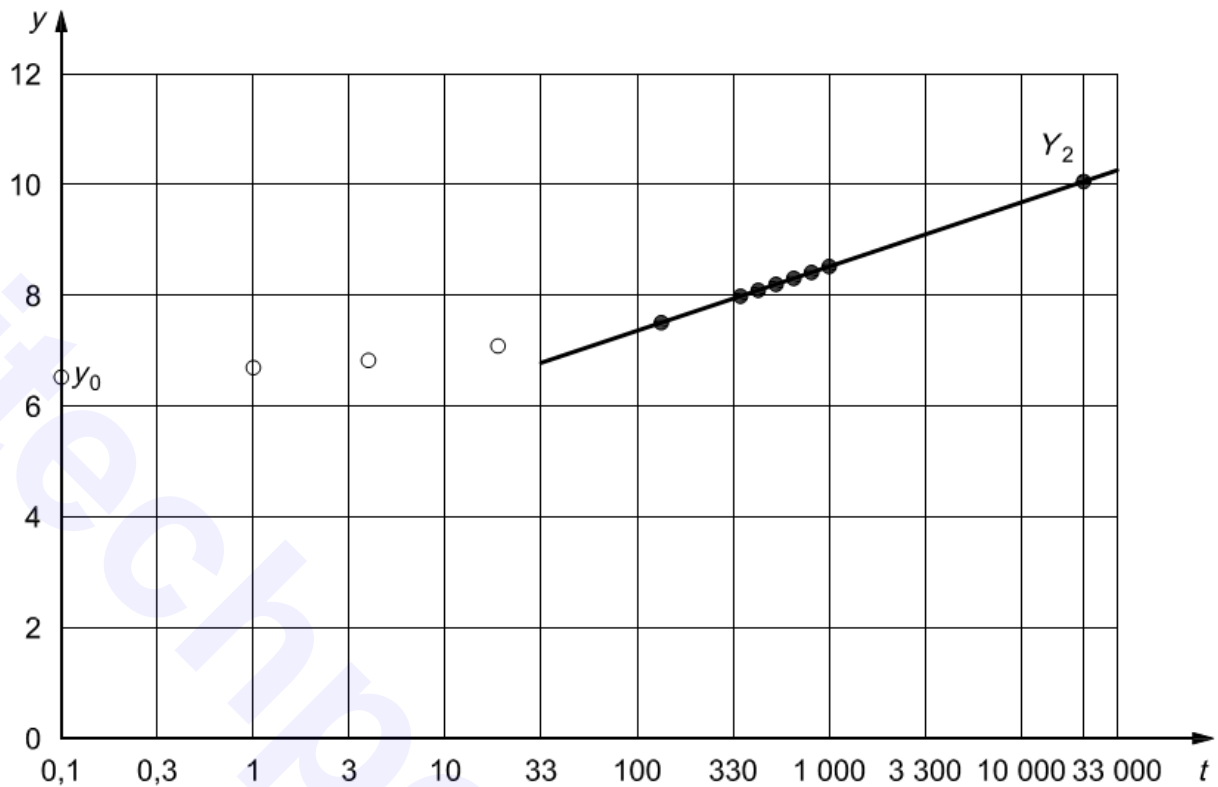
$$\gamma = \frac{\gamma_a + \gamma_b + \gamma_c}{3} \quad (11)$$

**مثال -** محاسبه خزش: مثالی از مجموعه داده‌های تغییرشکل/زمان برای یک آزمون در جدول ۲ داده شده است. برای دامنه‌های مختلف داده‌ها در ستون چهارم، که نشانگر نقاطی است که در تحلیل رگرسیون استفاده شده‌اند، مقادیر  $R$ ،  $B$ ،  $M$  و  $Y_2$  نیز در جدول ۲ ارائه شده است. نمودار حاصل در شکل ۳ نشان داده شده است؛ که مطابق با این زیربند،  $Y_2$  بر مبنای مجموعه‌ای از حداقل ۵ نقطه است، که برای این مجموعه  $R$  دارای بالاترین مقدار بزرگ‌تر از ۰٫۹۹۰ است.

جدول ۲- داده های متناظر با شکل ۳

$Y_2$	$R$	$B$	$M$	دامنه نقاط	$Y_t$ mm	زمان ( $t$ ) h	شماره نقطه
۸٫۸۲۵	۰٫۹۵۱	۶٫۶۸۴	۰٫۵۰۵	۱ تا ۱۱	۶٫۵۳	۰٫۱	۱
۹٫۰۱۷	۰٫۹۶۷	۶٫۴۲۵	۰٫۶۱۱	۱ تا ۱۱	۶٫۶۵	۱	۲
۹٫۱۷۹	۰٫۹۷۲	۶٫۱۷۲	۰٫۷۰۹	۱ تا ۱۱	۶٫۷۸	۴	۳
۹٫۴۳۶	۰٫۹۸۲	۵٫۶۹۶	۰٫۸۸۵	۱ تا ۱۱	۷٫۰۲	۲۴	۴
۹٫۹۱۴	۰٫۹۹۷	۴٫۸۳۰	۱٫۱۹۵	۱ تا ۱۱	۷٫۵۳	۱۶۸	۵
۱۰٫۰۶۰	۰٫۹۹۷	۴٫۵۱۷	۱٫۲۹۹	۱ تا ۱۱	۷٫۸۵	۳۳۶	۶
۱۰٫۲۱۱	۰٫۹۹۸	۴٫۱۷۴	۱٫۴۱۰	۱ تا ۱۱	۸٫۰۵	۵۰۴	۷
					۸٫۱۳	۶۰۰	۸
					۸٫۲۳	۶۹۶	۹
					۸٫۳۸	۸۶۴	۱۰
					۸٫۴۶	۱۰۰۸	۱۱





راه‌نما:

$t$	زمان، h
$y$	تغییر شکل، mm
$y_0$	تغییر شکل اولیه
$Y_2$	تغییر شکل برون یابی شده به دو سال

شکل ۳- نمودار تغییر شکل/زمان برای یک آزمون

۲-۹ در برخی از روش‌های محاسبه، مقادیر ۵۰ سال نیز مورد نیاز است. با استفاده از روش مشخص شده در زیربند ۹-۱، با قرار دادن ۵۰ سال (۴۳۸۰۰۰ h) در معادله بجای ۲ سال، مقدار تغییر شکل پس از ۵۰ سال ( $Y_{50}$ ) می‌تواند محاسبه شود.

۳-۹ اگر حتی با استفاده از حداقل ۵ نقطه در تحلیل رگرسیون نتوان به ضریب هم‌بستگی بزرگ‌تر از ۰/۹۹۰ برای هر یک از سه آزمون رسید، آزمون را برای هر سه آزمون با اندازه‌گیری تغییر شکل در ۱۲۰۰ h، ۱۴۰۰ h، ۱۶۸۰ h، ۲۰۰۰ h، ۲۴۰۰ h، ۲۸۱۸ h، ۳۴۰۰ h یا ۴۰۰۰ h (در هر وضعیت،  $\pm 24$  h) ادامه دهید؛ یا آزمون را آنقدر ادامه دهید تا بتوان در پنج اندازه‌گیری آخر به ضریب هم‌بستگی بالای ۰/۹۹۰ رسید، هر کدام که زودتر رخ دهد.

## ۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- شماره این استاندارد و شماره استاندارد ویژگی‌های محصول؛

ب- مشخصات کامل لوله پلاستیکی گرمانرم شامل

۱- نام تولیدکننده،

۲- نوع لوله،

۳- نوع مواد،

۴- ابعاد و رده‌ها،

۵- تاریخ تولید،

۶- طول آزمون‌ها، و

۷- جرم هر متر طول لوله؛

پ- دمای آزمون؛

ت- نیروی بارگذاری اولیه؛

ث- نمودار نیرو/تغییرشکل برای هر آزمون؛

ج- در صورت لزوم، نیرو و تغییرشکلی که در آن هریک از رویدادهای اشاره‌شده در زیربند ۸-۲ رخ دهد؛

چ- تغییرشکل و نیرو در نقطه حداکثر، در صورتی که مقدار حداکثر رخ دهد؛

ح- معادلات  $Y_t = B + M \log t$  مورد استفاده در برون‌یابی به «تغییرشکل پس از دو سال» برای سه آزمون؛

خ- ضریب هم‌بستگی در هر حالت؛

د- نقاط مورد استفاده در تحلیل رگرسیون خطی؛

ذ- مقادیر محاسبه‌شده  $\gamma_A$ ،  $\gamma_B$  و  $\gamma_C$ ؛

ر- مقدار محاسبه‌شده نسبت خزش  $(\gamma)$ ، گردشده تا دو رقم اعشار؛

ز- هر عاملی که می‌تواند بر نتایج اثر گذارد، از قبیل هرگونه رویداد یا جزئیات عملیاتی، که در این استاندارد

به آن اشاره نشده است؛

ژ- تاریخ انجام آزمون.

پیوست الف  
(آگاهی دهنده)

خزش در مواد پلاستیکی گرمانرم

الف-۱ لوله‌های پلاستیکی که تحت بار ثابت قرار دارند هنگام کارگذاری در زمین دچار تغییرشکل اولیه می‌شوند؛ که این تغییرشکل با استفاده از سفتی لوله تخمین زده می‌شود. این سفتی ( $S$ ) برحسب کیلونیوتن بر متر مربع بیان شده و با استفاده از روش آزمون توصیف شده در استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۳۶ و معادله (الف-۱) تعیین می‌شود:

$$S = \left( 0.0186 + 0.025 \frac{y}{d_i} \right) \frac{F}{Ly} \quad (\text{الف-۱})$$

که در آن:

$F$  نیروی مورد نیاز برای دستیابی به تغییرشکل ۳٪، برحسب کیلونیوتن؛

$L$  طول حلقه آزمون، برحسب میلی‌متر؛ و

$y$  تغییرشکل حلقه آزمون.

سفتی یک حلقه از لوله با سطح مقطع ثابت را هم‌چنین می‌توان با استفاده از خواص مواد و عوامل هندسی، از معادله (الف-۲) به دست آورد:

$$S = \frac{EI}{D^3} \quad (\text{الف-۲})$$

که در آن:

$E$  مدول الاستیسیته؛

$I$  ممان اینرسی؛ و

$D$  میانگین قطر داخلی و خارجی حلقه آزمون است.

لوله‌های پلاستیکی تحت بار ثابت در یک آزمون آزمایشگاهی، علاوه بر تغییرشکل اولیه، با گذشت زمان از خود تغییرشکلی در حال افزایش نشان می‌دهند. این تغییرشکل ناشی از خزش ماده است.

الف-۲ مواد پلاستیکی در مقیاس ملکولی از تعداد زیادی زنجیرهای بلند ساخته شده‌اند. هنگامی که نیرویی به ماده وارد می‌شود، زنجیرها بلافاصله دچار تغییرشکل می‌شوند و در ماده تغییرشکل اولیه رخ می‌دهد.

اگر ماده تحت باری ثابت قرار گیرد، زنجیرها تحت تأثیر آن بار نسبت به یکدیگر حرکت کرده و منجر به بروز خزش می‌شوند، یعنی تغییرشکلی مدام در حال افزایش. به دلیل عدم تغییر ساختار زنجیرها، با افزایش بار، ماده هنوز همان واکنش فوری را نشان می‌دهد که حین اعمال بار ثابت نشان می‌دهد.

**الف-۳** برای مقاصد طراحی، دانستن تغییرشکل لوله دقیقاً پس از نصب و در بلندمدت الزامی است.

تخمینی از تغییرشکل اولیه را می‌توان با استفاده از سفتی لوله ( $S$ ) بدست آورد.

**یادآوری** - درعمل، سفتی اسمی ( $SN$ ) را می‌توان استفاده کرد.

برآوردی کلی از تغییرشکل (تئوری) بلندمدت تحت بار ثابت، با استفاده از سفتی انتهایی مماسی ویژه (STES)<sup>۱</sup> لوله، با در نظر گرفتن رفتار مصالح دور لوله، قبلاً محاسبه شده است. STES، سفتی بلندمدت است؛ که از جایگزین کردن مدول خزشی (مدول ظاهری) ماده بجای مدول الاستیک در معادله (الف-۲) بدست می‌آید. یعنی، STES حاصل تقسیم مدول اولیه ماده بر نسبت خزش ( $\gamma$ ) است:

$$[STES] = \frac{S}{\gamma} \quad \text{(الف-۳)}$$

این رویکرد منجر به این تفسیر می‌شود که مدول الاستیک با زمان کاهش خواهد یافت. این تفسیر ممکن است باعث ایجاد ابهام در مناسب بودن پلاستیک‌ها برای لوله‌های مدفون شود.

برای اجتناب از این ابهام و اشتباه، روش مرجع برای محاسبه، استفاده از نسبت خزش ( $\gamma$ ) محاسبه شده با استفاده از معادله (الف-۴) است:

$$\gamma = \frac{Y_2 \left( 0.0186 + 0.025 \frac{y_0}{d_i} \right)}{y_0 \left( 0.0186 + 0.025 \frac{Y_2}{d_i} \right)} \quad \text{(الف-۴)}$$

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

تغییرات اعمال شده در استاندارد منبع

ب-۱ بخش‌های اضافه شده

- زیربند ۶-۲-۲: برای رفع ابهام در خصوص طول آزمونه، یادآوری زیر اضافه شده است: یادآوری - این زیربند مربوط به لوله‌های با دیواره توپر<sup>۱</sup> و دیواره ساختمند با طرح A1 است.
- زیربند ۶-۲-۳: برای رفع ابهام در خصوص طول آزمونه، یادآوری زیر اضافه شده است: یادآوری - این زیربند مربوط به لوله‌های با دیواره توپر و دیواره ساختمند با طرح A1 است.
- زیربند ۶-۲-۴: برای رفع ابهام در خصوص طول آزمونه، یادآوری زیر اضافه شده است: یادآوری - این زیربند مربوط به لوله‌های با دیواره ساختمند دارای ساختار غیر مارپیچی است.
- زیربند ۶-۲-۵: برای رفع ابهام در خصوص طول آزمونه، عبارت «مانند اسپیرال و گرتیوب» اضافه شده است.

ب-۲ بخش‌های جایگزین شده

- زیربند ۸-۴: باتوجه به اینکه در تمام دستگاه‌های آزمون موجود در کشور، یکی از صفحات بالا یا پایین حرکت می‌کند، لذا عبارت «صفحه بارگذاری را حرکت دهید، تا زمانی که با بخش بالایی یا پایینی آزمونه تماس شود.» جایگزین «صفحه بارگذاری را پایین آورید، تا زمانی که با سطح آزمونه تماس شود.» شده است.
- زیربند ۵-۲: باتوجه به اینکه در تمام دستگاه‌های آزمون موجود در کشور، یکی از صفحات بالا یا پایین حرکت می‌کند، لذا عبارت «تغییر قطر داخلی می‌تواند داخل لوله اندازه‌گیری شده یا از حرکت صفحه تعیین شود.» جایگزین «تغییر قطر داخلی می‌تواند داخل لوله اندازه‌گیری شده یا از حرکت صفحه بالایی تعیین شود.» شده است.
- بند الف-۱-به‌منظور رفع ابهام، « $D$  میانگین قطر داخلی و خارجی حلقه آزمون است.» جایگزین « $D$  میانگین قطر حلقه آزمون است.» شده است.

### کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۴۳۶، پلاستیک‌ها- لوله‌های گرم‌انرم- تعیین سفتی حلقه‌ای