



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۱۴۳۶

چاپ اول

**ISIRI**

**11436**

**1st. edition**

پلاستیک ها - لوله های پلاستیکی گرمانرم -  
تعیین سفتی حلقوی - روش آزمون

**Plastics – Thermoplastics pipes –  
determination of ring stiffness – Test  
method**

**ICS: 83.080**

## به نام خدا

### آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه\* 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 ذیصلاح 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 شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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 پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بینالمللی بهره گیری می شود.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی 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. مؤسسه 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 سا زمانها 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، مؤسسه استاندارد 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 آنها 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 مؤسسه است.

\* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- 1- International organization for Standardization
- 2 - International Electro technical Commission
- 3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
- 4 - Contact point
- 5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«پلاستیک ها - لوله های پلاستیکی گرمانرم - تعیین سفتی حلقوی - روش آزمون»

### رئیس:

سمت و/ یا نمایندگی  
عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی

معصومی، محسن  
(دکترای مهندسی پلیمر)

### دبیر:

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مقامی، محمد تقی  
(فوق لیسانس شیمی)

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

شرکت جهاد زمزم

احمدی، زاهد  
(دکترای مهندسی پلیمر)

شرکت صنایع پی وی سی ایران

بهمن، صفرعلی  
(لیسانس شیمی کاربردی)

شرکت ساوه صنعت بسپار

خاکپور، مازیار  
(دکترای مهندسی پلیمر)

شرکت ترموپلاست

داوری، سوسن  
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

شرکت پلی سازان

دست پاک، مهسا  
(لیسانس شیمی کاربردی)

انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

شبستری، سینا  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

شرکت دلساگستر

شفیعی، سعید  
(دکترای مهندسی پلیمر)

شرکت گسترش پلاستیک

عیسی زاده، احسانعلی  
(لیسانس مهندسی پلیمر)

شرکت نوآوران بسپار

کوشکی ، امید  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

صفحه	فهرست مندرجات .....
ز	پیش‌گفتار .....
۱	۱ - هدف و دامنه کاربرد .....
۱	۲ - مراجع الزامی .....
۱	۳- نمادها .....
۲	۴ - اصول روش .....
۲	۵ - وسایل لازم .....
۳	۶ - آزمون‌ها .....
۶	۷ - شرایط تثبیت آزمون .....
۶	۸ - روش آزمون .....
۹	۹ - محاسبه سفتی حلقوی .....
۱۰	۱۰ - گزارش آزمون .....

## پیش‌گفتار

استاندارد " پلاستیک ها - لوله های پلاستیکی گرمانرم - تعیین سفتی حلقوی - روش آزمون " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در ششصد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۸۷/۱۲/۲۱ 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 پیشرفت های 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 تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 9969: 2007, Thermoplastics pipes – Determination of ringstiffness

# پلاستیک ها - لوله های پلاستیکی گرمانرم - تعیین سفتی حلقوی - روش آزمون

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارائه‌ی روشی برای تعیین سفتی حلقوی لوله های پلاستیکی گرمانرم با سطح مقطع دایره ای است.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن ها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ آن ها ارجاع شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

ISO 3126, Plastics piping systems — Plastics components — Determination of dimensions

## ۳ نمادها

در این استاندارد، نمادهای زیر استفاده می شود.

واحد		
mm	قطر اسمی لوله	$d_n$
mm	قطر داخلی لوله	$d_i$
mm	ارتفاع سازه دیواره لوله	$e_c$
kN	نیرو (ی بارگذاری)	F
mm	طول آزمون	L
mm	گام دندان <sup>۱</sup> ها یا مارپیچ <sup>۲</sup> ها	P
kN/m <sup>2</sup>	سفتی حلقوی	S
mm	تغییر شکل عمودی	y

1-Rib  
2-Winding

## ۴ اصول روش

در صورتی که تغییر شکل لوله با سرعت ثابت رخ دهد، سفتی حلقوی از طریق اندازه گیری نیرو و تغییر شکل بدست می آید.

نمونه بریده شده از لوله به صورت افقی بین دو صفحه تخت موازی قرار داده می شود و توسط این دو صفحه متحرک با سرعت ثابت، به صورت عمودی فشرده می شود. سرعت صفحات به قطر لوله بستگی دارد. نمودار نیرو بر حسب تغییر شکل ترسیم می شود. سفتی حلقوی به عنوان تابعی از نیروی لازم برای ایجاد ۳ درصد تغییر شکل قطری لوله محاسبه می شود.

یادآوری - فرض می شود که در صورت لزوم، در استاندارد مرجعی که به این استاندارد ارجاع داده، دمای آزمون مشخص شده است (زیربند ۸-۱ دیده شود).

## ۵ وسایل لازم

### ۵-۱- دستگاه آزمون فشرده

این دستگاه باید توانایی حرکت عمودی با سرعت ثابت، از طریق یک جفت صفحه موازی (زیربند ۵-۲)، با نیرو و جابجایی کافی به منظور تولید تغییر شکل قطری تعیین شده را داشته باشد (بند ۸ دیده شود). سرعت حرکت مطابق با جدول ۱ متناسب با قطر اسمی لوله است.

جدول ۱- سرعتهای تغییر شکل

سرعت تغییر شکل، mm/min	قطر اسمی لوله ( $d_n$ )، mm
$2 \pm 0.1$	$d_n \leq 100$
$5 \pm 0.25$	$100 < d_n \leq 200$
$10 \pm 0.5$	$200 < d_n \leq 400$
$20 \pm 1$	$400 < d_n \leq 710$
$(0.3 \times d_i) \pm 5\%$ <sup>(۱)</sup>	$d_n > 710$

(۱)  $d_i$  باید مطابق با زیربند ۳-۶ تعیین گردد.

### ۵-۲- یک جفت صفحه سخت وصلب

این صفحات باید به گونه ای باشند که دستگاه آزمون بتواند نیروی لازم (F) را از طریق آنها به آزمون وارد کند.

سطوح صفحات برای تماس با آزمون باید تخت، صاف و تمیز باشد.

طول هر صفحه باید حداقل برابر با طول آزمون باشد. عرض صفحه نباید کمتر از "عرض سطح تماس با آزمون" تحت بار بعلاوه ۲۵ میلی متر باشد.



### ۳-۵ وسایل اندازه گیری ابعاد

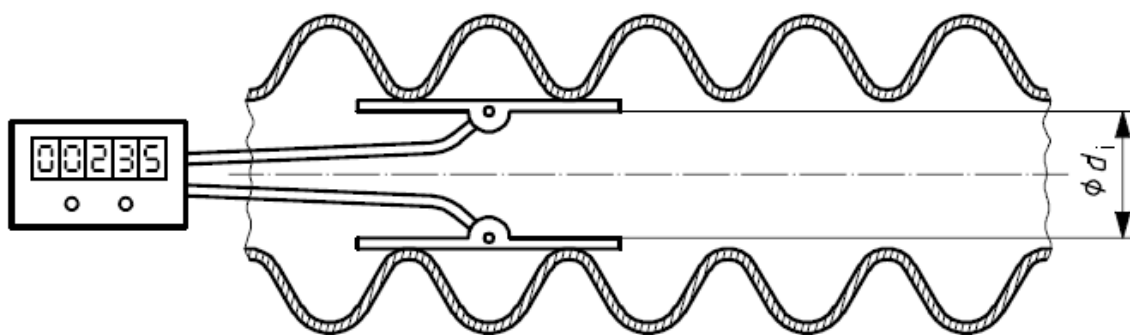
این وسایل باید توانایی تعیین موارد زیر را داشته باشند:

الف- مقادیر طول هر آزمون در محدوده ۱ میلی متر (زیربندهای ۲-۲-۶ و ۳-۲-۶ دیده شوند)؛

ب- قطر داخلی هر آزمون در محدوده ۵ درصد؛

پ- تغییر قطر داخلی هر آزمون در جهت بارگذاری با دقت ۰/۱ میلی متر یا ۱ درصد تغییر شکل، هرکدام که بزرگتر است.

مثالی از ابزار اندازه گیری قطر داخلی لوله کنگره دار<sup>۱</sup> در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- مثالی از ابزار اندازه گیری قطر داخلی لوله کنگره دار

### ۴-۵ ابزار اندازه گیری نیرو

این وسیله باید توانایی تعیین نیروی لازم در محدوده ۲ درصد برای ایجاد تغییر شکلی تا ۴ درصد آزمون را داشته باشد.

### ۶ آزمون ها

#### ۱-۶ نشانه گذاری و تعداد آزمون ها

قسمت بیرونی لوله ای که سفتی حلقوی اش می بایست تعیین شود، با ترسیم خطی در امتداد یک خط مولد روی کل طولش، باید نشانه گذاری شود. سه آزمون a، b و c به ترتیب از این لوله نشانه گذاری شده طوری انتخاب می شود که دوانتهای این آزمون ها بر محور لوله عمود بوده و طول های آن ها مطابق با زیربند ۲-۶ باشد.

#### ۲-۶ طول آزمون ها

۱-۲-۶ طول هر آزمون از طریق محاسبه میانگین حسابی ۳ تا ۶ اندازه گیری طول، که در فواصل مساوی دور لوله انجام می گیرد، مطابق جدول ۲ تعیین می شود. طول هر آزمون باید با زیربند ۲-۲-۶، ۳-۲-۶، ۴-۲ یا ۵-۲-۶، برحسب کاربرد، مطابق باشد.

1-Corrugated pipe

هریک از ۳ تا ۶ اندازه گیری طول باید در محدوده ۱ میلی متر تعیین شود. برای هر نمونه، کوچکترین مقدار ۳ تا ۶ اندازه گیری نباید کمتر از ۰/۹ برابر بزرگترین اندازه گیری طول باشد.

جدول ۲- تعداد اندازه گیری های طول

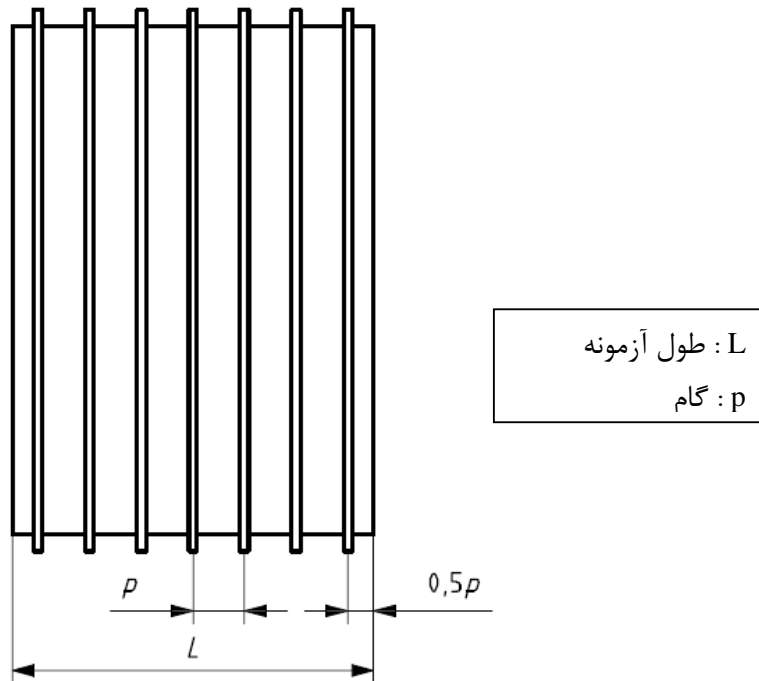
تعداد اندازه گیری های طول	قطر اسمی لوله $(d_n)$ ، mm
۳	$d_n \leq 200$
۴	$200 < d_n < 500$
۶	$d_n \geq 500$

۲-۲-۶ برای لوله های با قطر کوچکتر یا مساوی با ۱۵۰۰ میلی متر، میانگین طول هر نمونه  $(10 \pm 300)$  میلی متر می باشد.

۳-۲-۶ برای لوله های با قطر بزرگتر از ۱۵۰۰ میلی متر، میانگین طول هر نمونه، برحسب میلی متر،  $0.2d_n$  می باشد.

۴-۲-۶ لوله های با دیواره ساختمند<sup>۱</sup> دارای دندانها، کنگره ها یا سایر سازه های منظم باید طوری بریده شوند که هر نمونه شامل عدد صحیحی از دندانها، کنگره ها یا سایر سازه ها شود. برش ها باید در نقطه میانی بین دندانها، کنگره ها یا سایر سازه ها انجام گیرد.

طول نمونه ها باید حداقل عدد صحیحی از دندانها، کنگره ها یا سایر سازه ها باشد؛ به طوری که برای لوله های با قطر کوچکتر یا مساوی با ۱۵۰۰ میلی متر، منجر به طول ۲۹۰ میلی متر یا بزرگتر و برای لوله های با قطر بزرگتر از ۱۵۰۰ میلی متر، منجر به طول  $0.2d_n$  یا بزرگتر شود.



شکل ۲- آزمون بریده شده از لوله دارای دندان عمودی

۵-۲-۶ لوله های با دیواره ساختمند دارای دندان ها، کنگره ها یا سایر سازه های منظم حلزونی (مارپیچی)<sup>۱</sup> باید طوری بریده شوند که طول آزمون ها برابر با قطر داخلی  $\pm 20$  میلی متر باشد؛ ولی این طول نباید کوچکتر از ۲۹۰ میلی متر و بزرگتر از ۱۰۰۰ میلی متر 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 دیده شود)، باید با یکی از روش های زیر تعیین شود:

الف- میانگین حسابی چهار اندازه گیری در فواصل  $45^\circ$  ای یک سطح مقطع در میانه طول، به طوری که هر اندازه گیری در محدوده ۰/۵ درصد تعیین شود.

ب- اندازه گیری در سطح مقطع قرار گرفته در میانه طول با استفاده از یک نوار  $\pi$  مطابق با استاندارد ISO 3126 انجام می گیرد.

مقدار محاسبه یا اندازه گیری شده قطر داخلی برای هر آزمون a، b و c باید به ترتیب بصورت  $d_{ia}$ ،  $d_{ib}$  و  $d_{ic}$  ثبت شود.

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

$$d_i = \frac{d_{ia} + d_{ib} + d_{ic}}{3} \quad (1)$$

#### ۴-۶ طول عمر آزمون‌ها<sup>۱</sup>

در شروع آزمون، مطابق با بند ۸، عمر آزمون باید حداقل ۲۴ ساعت باشد. برای آزمایش نوعی و نیز در صورت اختلاف نظر، عمر آزمون‌ها باید  $(21 \pm 2)$  روز باشد.

#### ۷ شرایط تثبیت آزمون

آزمون‌ها باید مطابق با بند ۸، حداقل ۲۴ ساعت قبل از آزمون، در هوا و در دمای آزمون قرار داده شوند (زیربند ۸-۱ دیده شود).

#### ۸ روش آزمون

۸-۱ روش کار زیر در دمای  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  انجام شود؛ مگر اینکه در استاندارد ویژگی‌های مرتبط دمای دیگری قید شده باشد. در برخی از کشورها،  $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$  به عنوان دمای استاندارد آزمایشگاهی لحاظ می‌شود.

در صورت اختلاف نظر، دمای  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  باید استفاده شود.

**یادآوری** – احتمال دارد که دمای آزمون بر سفتی حلقوی اثر گذارد.

۸-۲ اگر بتوان تشخیص داد که آزمون در کدام وضعیت دارای کمترین سفتی حلقوی است، آزمون اول (a) در آن وضعیت در دستگاه بارگذاری قرار داده شود.

در غیر این صورت، آزمون اول به روشی در دستگاه قرار داده شود که خط نشانه گذاری شده (زیربند ۶-۱) در تماس با صفحه موازی بالایی قرار گیرد.

در دستگاه بارگذاری، دو آزمون دیگر (b و c) نسبت به وضعیت آزمون اول به ترتیب به میزان  $120^\circ$  و  $240^\circ$  چرخانده شوند و در دستگاه قرار گیرند.

۸-۳ برای هر آزمون، تغییر شکل سنج ضمیمه شود و وضعیت زاویه ای آزمون نسبت به صفحه بالایی بررسی شود.

آزمون طوری قرار داده می‌شود که محور طولی آن موازی با صفحات و نقطه میانی آن به صورت عمودی زیر خط مرکزی نیروسنج<sup>۲</sup> قرار گیرد.

**یادآوری** – به منظور بدست آوردن خوانش درست از نیروسنج، لازم است که آزمون طوری قرار داده شود که نیروی مورد انتظار حاصل، تقریباً هم راستا با محور نیروسنج قرار گیرد.

---

1- Age of test pieces

2- Load cell

۴-۸ صفحه بارگذاری پایین آورده شود؛ تا زمانی که با بخش بالایی آزمون تماس یابد. یکی از نیروهای بارگذاری اولیه<sup>۱</sup> ( $F_0$ ) زیر، برحسب کاربرد، اعمال شود. در صورتی که این نیرو از معادله (۲) محاسبه می شود تا نزدیکترین نیوتن گرد شود. در صورت کاربرد، جرم صفحه بارگذاری لحاظ شود.

الف- برای لوله های با قطر داخلی کوچکتر از ۱۰۰ میلی متر،  $F_0$  باید  $7/5 N$  باشد؛

ب- برای لوله های با قطر داخلی بزرگتر از ۱۰۰ میلی متر،  $F_0$  باید برحسب نیوتن از معادله (۲) محاسبه شده و نتیجه در صورت لزوم تا نیوتن بزرگتر بعدی گرد شود:

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

که در آن:

$d_n$ ، قطر اسمی لوله، برحسب میلی متر؛

$L$ ، طول واقعی آزمون، برحسب میلی متر است.

نیروی بارگذاری اولیه واقعی هنگامی که توسط نیروسنج با دقتی امکان پذیر اندازه گیری می شود، باید بین ۹۵ درصد و ۱۰۰ درصد نیروی محاسبه شده باشد.

سپس تغییرشکل سنج و نیروسنج روی صفر تنظیم گردد.

در صورت اختلاف نظر، باید مطابق با زیربند ۸-۶، روش تنظیم صفر استفاده شود.

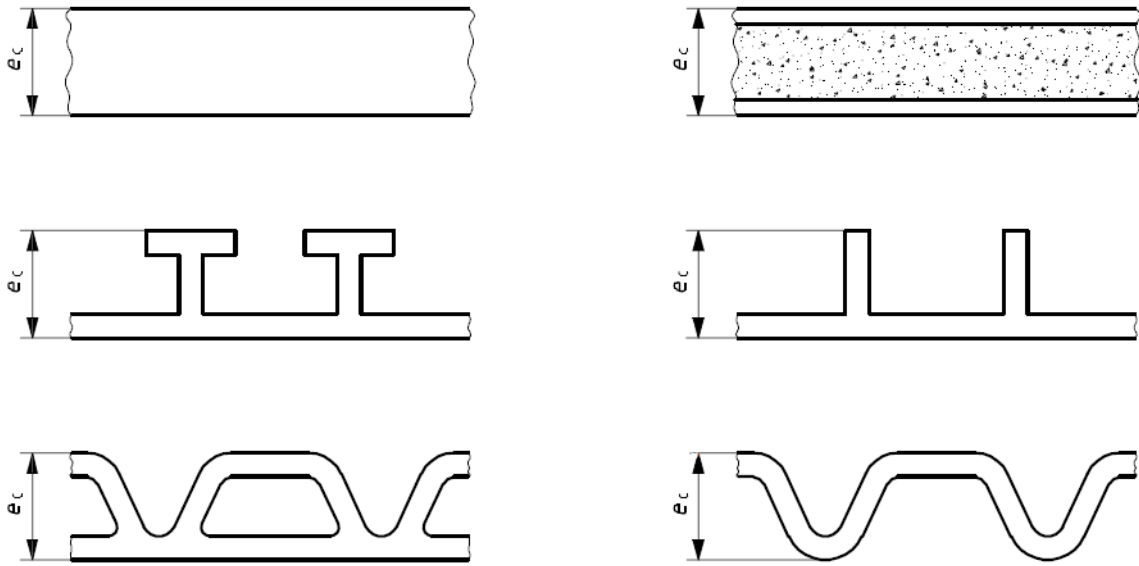
۵-۸ آزمون با سرعتی ثابت مطابق با جدول ۱ فشرده شود؛ و اندازه گیری های نیرو و تغییرشکل، در تطابق با زیربند ۸-۶ بطور پیوسته، تا زمان رسیدن به تغییرشکل حداقل  $0.3$  قطر داخلی ثبت شود.

**یادآوری** - هنگامی که تعیین انعطاف پذیری حلقوی<sup>۲</sup> مورد نیاز است، تغییرشکل را می توان تا رسیدن به تغییر شکل لازم برای انعطاف پذیری حلقوی ادامه داد.

۶-۸ اندازه گیری های نیرو و تغییرشکل معمولاً به طور پیوسته از طریق اندازه گیری جابجایی یکی از صفحات تخت انجام می گیرد؛ ولی اگر درحین آزمون، ارتفاع سازه دیواره لوله،  $e_c$  (شکل ۳) بیش از ۵ درصد تغییر کند، با اندازه گیری تغییر قطر داخلی آزمون، نمودار نیرو-تغییر شکل رسم شود. در صورت اختلاف نظر، تغییر قطر داخلی باید به عنوان مرجع استفاده شود.

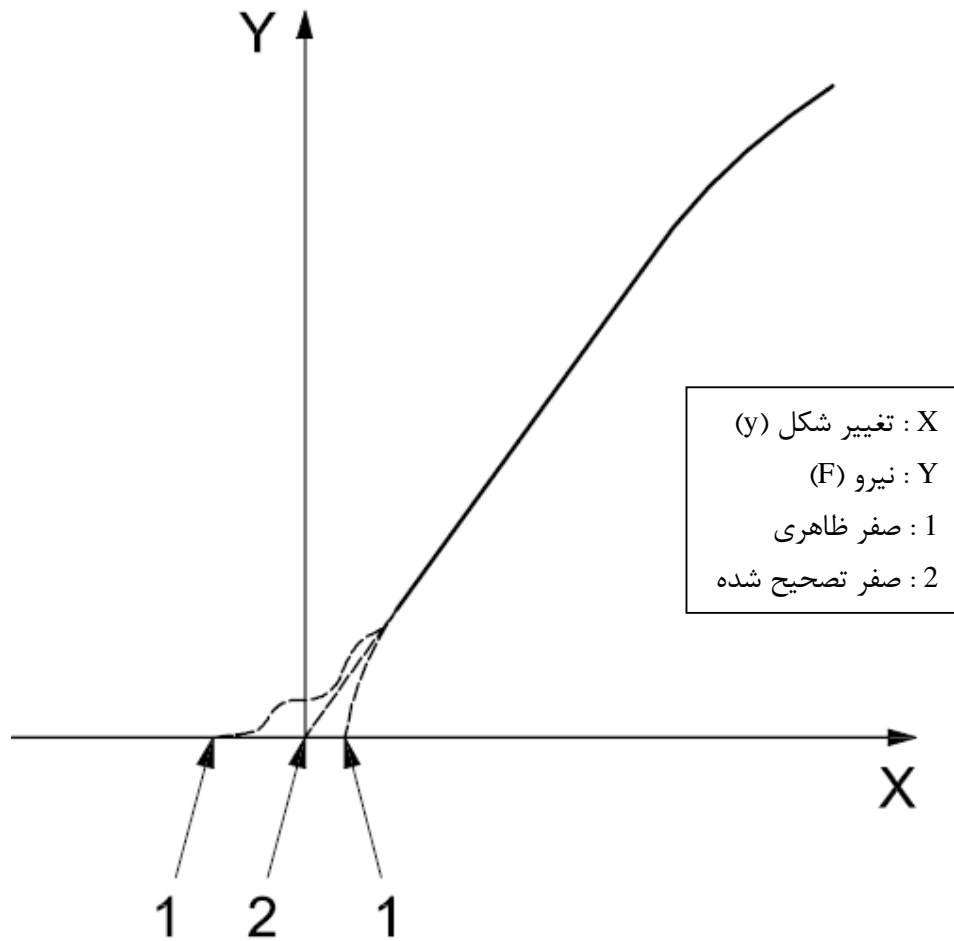
---

1 -Pre-load  
2 -Ring flexibility



شکل ۳- مثال هایی از ارتفاع سازه دیواره لوله ( $e_c$ )

اگر نمودار نیرو- تغییرشکل (که معمولاً یک منحنی صاف می باشد) نقطه صفر نادرستی را نشان دهد (شکل ۴)، باید قسمت اولیه منحنی که به صورت خطی است به سمت عقب برون یابی شده و محل تلاقی با محور افقی به عنوان نقطه  $(0,0)$  (نقطه مبدأ) در نظر گرفته شود.



شکل ۴- روش تصحیح مبدأ

## ۹ محاسبه سفتی حلقوی

برای هر یک از ۳ آزمون  $a$ ،  $b$  و  $c$  با استفاده از معادلات زیر، سفتی حلقوی  $S_a$ ،  $S_b$  و  $S_c$  برحسب کیلونیوتن بر متر مربع محاسبه شود:

$$S_a = \left( 0.0186 + 0.025 \frac{y_a}{d_i} \right) \frac{F_a}{L_a y_a} \quad (۳)$$

$$S_b = \left( 0.0186 + 0.025 \frac{y_b}{d_i} \right) \frac{F_b}{L_b y_b} \quad (۴)$$

$$S_c = \left( 0.0186 + 0.025 \frac{y_c}{d_i} \right) \frac{F_c}{L_c y_c} \quad (۵)$$

که در آن:

$F$ ، نیروی متناظر با ۳ درصد تغییر شکل لوله، برحسب کیلونیوتن؛

$L$ ، طول آزمون، برحسب میلی متر؛

$y$ ، تغییرشکل متناظر با ۳ درصد تغییر شکل نسبی، یعنی  $\frac{y}{d_i} = 0.03$ .

سفتی حلقوی لوله (S)، برحسب کیلونیوتن بر متر مربع، میانگین حسابی این ۳ مقدار می باشد؛ که از معادله (۶) بدست می آید:

$$S = \frac{S_a + S_b + S_c}{3} \quad (۶)$$

## ۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- الف- شماره این استاندارد و شماره استاندارد ویژگی ها؛
- ب- مشخصات کامل لوله پلاستیکی گرمانرم (تولیدکننده، نوع ماده، نوع لوله، ابعاد، سفتی اسمی یا رده فشاری، تاریخ تولید، طول آزمون ها، جرم هر متر طول لوله)؛
- پ- دمای آزمون برحسب درجه سلسیوس؛
- ت- مقادیر محاسبه شده سفتی حلقوی برای هر آزمون (S<sub>a</sub>، S<sub>b</sub> و S<sub>c</sub>) تا سه رقم اعشار؛
- ث- مقدار محاسبه شده S تا دو رقم اعشار؛
- ج- در صورت لزوم، نمودار نیرو-تغییرشکل برای هر آزمون؛
- چ- هر عاملی که می تواند بر نتایج اثر گذارد، از قبیل هرگونه رویداد یا جزئیات عملیاتی، که در این استاندارد به آن اشاره نشده است؛
- ح- تاریخ انجام آزمون.