

6. الزامات

6.1. لوله باید در تمام طول خود همگن و عاری از ترک‌های قابل مشاهده، سوراخ، ناخالصی‌های خارجی یا سایر عیوب باشد. لوله باید تا حد عملی و تجاری ممکن، از نظر رنگ، کدري، چگالی و سایر خواص فیزیکی یکنواخت باشد. به 5.1.2 مراجعه کنید.

6.2. لوله‌ها باید دارای مشخصات زیر باشند:

6.2.1. قطرهای داخلی و تیرانس‌ها، هنگام اندازه‌گیری مطابق با روش آزمون D2122، باید مطابق جدول 2 باشند.

6.2.2. ضخامت دیواره و تیرانس آن، هنگام اندازه‌گیری مطابق با 7.4، باید مطابق جدول 3 باشد. ضخامت دیواره باید شامل تمام لایه‌های هم‌مرکز اکستروژنه شده باشد.

6.2.3. تغییرات ضخامت دیواره، هنگام اندازه‌گیری مطابق با 7.4، نباید از 12 % بیشتر باشد.

6.2.4. در مورد لوله تولیدشده با اکستروژن هم‌زمان چندگانه، یعنی لوله‌ای که دارای دو یا چند لایه هم‌مرکز است، ضخامت لایه خارجی باید حداقل

0.020-in. (0.5 mm) باشد.

6.3. در مورد لوله تولیدشده با اکستروژن هم‌زمان چندگانه، اتصال بین لایه‌ها باید مستحکم و یکنواخت باشد. نباید بتوان هیچ دو لایه‌ای را در هیچ نقطه‌ای، با استفاده از میله آزمون یا نوک تیغه چاقو، به صورت تمیز از یکدیگر جدا کرد.

6.4. لوله پلی‌اتیلنی تولیدشده با استفاده از ترکیب پلی‌اتیلن Code C مطابق 5.1.1، هنگام آزمون مطابق با 7.5، باید حاوی 2 تا 3 % دوده کربنی باشد.

6.5. **شکست** — حداقل فشار ترکیب لوله، هنگام تعیین مطابق با 7.7، باید مطابق جدول 4 باشد. علاوه بر این، شکست باید شکل پذیر باشد.

6.6. **شکست** — لوله ساخته شده از ترکیب PE1404 باید دو بار در سال مطابق با 7.6 آزمون شود. میانگین زمان شکست باید در فشار آزمون 580 psi (4.00 MPa) و تنش حلقوی، ≤ 80 ساعت، یا در فشار آزمون 435 psi (3.00 MPa) و تنش حلقوی، ≤ 150 ساعت باشد.

6.7. **شکست** — به جز موارد ارائه شده در 6.6، آزمون های فشار پایدار در دمای بالا برای هر designation ترکیب پلی اتیلن مطابق جدول 1 که در تولید و در محل تأسیسات استفاده می شود، باید دو بار در سال مطابق 7.8 انجام شود.

6.8. **شکل پذیری سطح داخلی لوله** — لوله باید از نظر شکل پذیری سطح داخلی، مطابق با 7.9 یا 7.10 آزمون شود.

یادداشت 4 — آزمون ازدیاد طول کششی مطابق 7.10، نتیجه ای کمی ارائه می دهد و برای آزمون دآوری و در موارد بروز اختلاف استفاده می شود.

7. روش های آزمون

7.1. **شرایط** — مطابق آنچه در روش آزمون مشخص شده است، شرایطی کنید. هرگاه شرایطی در روش آزمون مشخص نشده باشد، نمونه های آزمون را در دمای $73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)، بدون توجه به رطوبت، به مدت حداقل 4 h مطابق روش اجرا A از Practice D618، یا در دمای $73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) به مدت حداقل 1 h مطابق روش اجرا D از Practice D618، شرایطی کنید.

7.2. **شرایط** — آزمون ها را مطابق شرایط مشخص شده در روش آزمون انجام دهید؛ یا اگر شرایط در روش آزمون مشخص نشده است، آن ها را در دمای $73.4 \pm 3.6^\circ\text{F}$ ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)، بدون توجه به رطوبت نسبی، انجام دهید.

TABLE 2 Inside Diameters and Tolerances for SDR-PR PE Plastic Pipe, in.

Pipe Size	Inside Diameter	Tolerance
1/2	0.622	+0.010 -0.010
3/4	0.824	+0.010 -0.015
1	1.049	+0.010 -0.020
1 1/4	1.380	+0.010 -0.020
1 1/2	1.610	+0.015 -0.020
2	2.067	+0.015 -0.020
3	3.068	+0.015 -0.030

TABLE 3 Wall Thickness and Tolerance for SDR-PR PE Plastic Pipe, in.

Pipe Size	Wall Thickness ^A											
	SIDR 19		SIDR 15		SIDR 11.5		SIDR 9		SIDR 7		SIDR 5.3	
	Minimum	Tolerance	Minimum	Tolerance	Minimum	Tolerance	Minimum	Tolerance	Minimum	Tolerance	Minimum	Tolerance
1/2 1/2	0.060	+0.020	0.060	+0.020	0.060	+0.020	0.069	+0.020	0.089	+0.020	0.117	+0.020
3/4	0.060	+0.020	0.060	+0.020	0.072	+0.020	0.092	+0.020	0.118	+0.020	0.155	+0.020
1	0.060	+0.020	0.070	+0.020	0.091	+0.020	0.117	+0.020	0.150	+0.020	0.198	+0.024
1 1/4	0.073	+0.020	0.092	+0.020	0.120	+0.020	0.153	+0.020	0.197	+0.024	0.260	+0.031
1 1/2 1/2	0.085	+0.020	0.107	+0.020	0.140	+0.020	0.179	+0.020	0.230	+0.028	0.304	+0.036
2	0.109	+0.020	0.138	+0.020	0.180	+0.022	0.230	+0.028	0.295	+0.035	0.390	+0.047
3	...	...	0.205	+0.020	0.267	+0.032	...	...	...	...	...	...

^A The minimum is the lowest wall thickness of the pipe at any cross section. The maximum permitted wall thickness, at any cross section, is the minimum wall thickness plus the stated tolerance. All tolerances are on the plus side of the minimum requirement. Wall thickness variation shall be in accordance with 6.2.3.

TABLE 4 Minimum Burst Pressure for SDR Pipe

SIDR	Minimum Burst Pressure ^A					
	PE1404		PE2708		PE3608, PE4608, PE4710	
	psi	(kPa)	psi	(kPa)	psi	(kPa)
5.3	400	(2759)	800	(5517)	921	(6352)
7	320	(2207)	630	(4345)	725	(5000)
9	250	(1724)	504	(3476)	580	(4000)
11.5	...	...	403	(2779)	464	(3200)
15	...	...	315	(2174)	363	(2503)
19	...	...	252	(1738)	290	(2000)

^AMinimum burst pressure calculated in accordance with

$$P_B = \frac{2S}{D_i} + 1$$

Where:

- P_B = burst test pressure, psi (kPa)
 S = minimum hoop fiber stress, psi. (kPa)
 S = 1260 psi (8690 kPa) for PE1404 compound
 S = 2520 psi (17,370 kPa) for PE2708 compound
 S = 2900 psi (20,000 kPa) for PE3608, PE4608 and PE4710 compound
 D_i = measured average inside diameter, in. (mm)
 t = measured minimum wall thickness, in (mm).

Test temperature tolerance $\pm 3.6^\circ\text{F}$ ($\pm 2^\circ\text{C}$). Test pressure tolerance ± 5 psi (± 35 kPa)

7.3. انتخاب نمونه یا نمونه‌های لوله باید با توافق خریدار و فروشنده انجام شود. در صورت نبود توافق قبلی، هر نمونه‌ای که آزمایشگاه آزمون انتخاب کند، مناسب تلقی خواهد شد.

7.3.1. حداقل 50 % از نمونه‌های آزمون مورد نیاز برای هر آزمون فشار باید دست کم بخشی از علامت‌گذاری را در قسمت‌های مرکزی خود داشته باشند. قسمت مرکزی، بخشی از نمونه لوله است که حداقل به اندازه یک قطر لوله از هر انتهای بسته فاصله دارد. تمام علامت‌گذاری‌ها باید در سوابق آزمون ثبت شوند.

7.4. برای تعیین ابعاد، می‌توان از هر طولی از لوله استفاده کرد. قطر داخلی، ضخامت دیواره و محدوده ضخامت دیواره باید مطابق روش آزمون D2122 اندازه‌گیری شوند.

7.5. برای تمام لوله‌های تولید شده با ترکیب پلی‌اتیلن Code C، مقدار دوده کرنی را به صورت دو بار تکرار، مطابق روش آزمون D1603 یا روش آزمون D4218 تعیین کنید.

7.6. شش نمونه آزمون لوله PE1404 انتخاب کنید. آزمون را مطابق روش آزمون D1598 و با آب در دمای 176°F (80°C) انجام دهید. فشار داخلی آزمون باید مطابق معادله موجود در جدول 5، یادداشت A، تعیین شود. شکست دو نمونه از شش نمونه آزمون شده، به منزله مردود شدن آزمون است. شکست یک نمونه از شش نمونه آزمون شده، موجب انجام آزمون مجدد با شش نمونه آزمون اضافی می‌شود. شکست یک نمونه از شش نمونه آزمون شده در آزمون مجدد، به منزله مردود شدن آزمون است. شکست لوله باید مطابق تعریف ارائه شده در روش آزمون D1598 باشد.

7.7. تجهیزات آزمون، روش‌های اجرا و تعاریف شکست باید مطابق مشخصات روش آزمون D1599 باشند.

7.8. آزمون‌های فشار پایدار در دمای بالا برای هر designation ماده مطابق جدول 1 که در تولید لوله بر اساس این مشخصات و در محل تأسیسات استفاده می‌شود، باید مطابق روش آزمون D1598 و جدول 5، با استفاده از آب به عنوان محیط اعمال فشار، انجام شوند. «نمونه آزمون» شامل سه نمونه آزمون از هر اندازه لوله یا SIDR است. یکی از شرایط جدول 5 برای designation ماده مربوطه باید برای آزمون انتخاب شود.

7.8.1 برای شرط انتخاب شده از جدول 5، نتایج قبولی عبارت‌اند از

(a) عدم شکست هر سه نمونه آزمون در زمانی مساوی یا بیشتر از حداقل میانگین زمان تا شکست در جدول 5، یا (b) حداکثر شکست شکل‌پذیر یک نمونه آزمون و بیشتر بودن میانگین زمان تا شکست برای هر سه نمونه آزمون از حداقل میانگین زمان تا شکست مشخص شده در جدول 5 برای شرط انتخاب شده، یا (c) موفقیت در آزمون مجدد مطابق 7.8.3.

TABLE 5 Elevated Temperature Sustained Pressure Test^A Requirements

Condition	Test Temperature, °F (°C)	PE2708, PE3608, PE4608		PE4710	
		Test Pressure Hoop Stress, psi (kPa)	Minimum Average Time Before Failure, hours	Test Pressure Hoop Stress, psi (kPa)	Minimum Average Time Before Failure, hours
1	176 (80)	670 (4620)	170	750 (5170)	200
2	176 (80)	650 (4480)	340	730 (5020)	400
3	176 (80)	630 (4345)	510	705 (4870)	600
4	176 (80)	610 (4210)	680	685 (4715)	800
5	176 (80)	590 (4070)	850	660 (4565)	1000
6	176 (80)	580 (4000)	1000	640 (4415)	1200

^A Calculate internal test pressure in accordance with

$$P = \frac{2S}{\frac{D_i}{t}} + 1$$

Where:

P = test pressure, psi (kPa)

S = test pressure hoop stress, psi. (kPa)

D_i = measured average inside diameter, in. (mm)

t = measured minimum wall thickness, in (mm)

Test temperature tolerance $\pm 3.6^\circ\text{F}$ ($\pm 2^\circ\text{C}$). Test pressure tolerance ± 5 psi (± 35 kPa); test pressure hoop stress values are rounded to the nearest 5 psi or 5 kPa.

NOTE-Table 5 conditions are based on PE validation requirements per PPI TR-3 with Condition 6 being 85% of Condition 1 test pressure hoop stress and six times greater minimum average time before failure. Conditions 2 through 5 are linear stress and time interpolations between Conditions 1 and 6. The intent of multiple conditions is to maintain equivalent performance criteria, but provide for retest in the event of ductile failure. The test pressure hoop stress levels for Conditions 2-5 are linear interpolations for arbitrarily chosen time increments. An equivalent performance requirement, however, may be determined by arbitrarily choosing a test pressure hoop stress between Conditions 1 and 6 and linearly interpolating the minimum average time before failure. For example for PE3710 and PE4710 compound designations, at 670 psi test pressure hoop stress, the minimum average time before failure would be 927 hours:

$$927 = 200 + \left((750 - 670) \times \frac{(1200 - 200)}{(750 - 640)} \right)$$

7.8.2 برای شرط انتخاب شده از جدول 5، عدم برآورده کردن این الزام عبارت است از (a) شکست ترد هر نمونه آزمون هنگام آزمون در شرایط 1 تا 6 جدول 5، یا (b) شکست شکل پذیر هر سه نمونه آزمون، یا (c) ناموفق بودن آزمون مجدد مطابق 7.8.3.

7.8.3 آزمون شکست شکل پذیر پیش از حداقل میانگین زمان تا شکست در جدول 5 رخ دهد، انجام یک آزمون مجدد در شرطی از جدول 5 با تنش کمتر و حداقل میانگین زمان تا شکست بیشتر برای designation ماده مجاز است. نمونه آزمون مجدد باید شامل سه نمونه آزمون اضافی از همان اندازه لوله و designation ماده و مربوط به همان بازه زمانی نمونه آزمون مطابق 7.8 باشد. در آزمون مجدد، شکست هر نمونه آزمون پیش از حداقل میانگین زمان تا شکست در جدول 5 و در شرایط آزمون مجدد، به منزله برآورده نشدن این الزام است. برای شرط 6 جدول 5، آزمون مجدد مجاز نیست.

7.9 آزمون شکست شکل پذیر:

7.9.1 چهار حلقه با عرض $1\frac{1}{8}$ تا $1\frac{1}{4}$ (29 mm تا 35 mm) را به صورت عمود و گویا از لوله برش دهید. حلقه ها را مطابق 7.1 شرایط دهی کنید.

7.9.2 هر حلقه را در راستای طولی برش دهید، به گونه ای که هنگام خم کردن معکوس مطابق 7.9.3، سطح ID لوله در هر ربع از محیط لوله آزمون شود.

7.9.3 در محیطی با نور مناسب، روش زیر را ظرف 5 min انجام دهید: (a) هر نمونه آزمون حلقه برش خورده را طوری خم کنید که سطح داخلی لوله در سمت خارجی خم قرار گیرد. (b) با استفاده از تجهیزاتی مانند گیره رومیزی یا سایر تجهیزات مناسب، دو پایه نمونه آزمون را به یکدیگر نزدیک و بسته کنید. هنگامی که پایه های نمونه آزمون به یکدیگر بسته شدند، قسمت بالایی نمونه آزمون خم کردن معکوس باید به اندازه $3 \pm \frac{1}{2}$ برابر حداقل ضخامت دیواره مطابق جدول 3، بالاتر از نقطه بسته شدن قرار گیرد. (c) سطح ID لوله خم شده به صورت معکوس را با چشم غیرمسلح (چشم عادی) بررسی بصری کنید.

7.9.4 مشاهده ترک خوردگی ترد یا ترک های ریز قابل مشاهده، نشان دهنده مردود شدن آزمون است.

7.10 آزمون شکست شکل پذیر:

7.10.1 پنج نمونه آزمون Type III یا Type IV از روش آزمون D638، در راستای طولی و از نقاطی با فاصله مساوی در اطراف محیط لوله برش داده شوند؛ این نمونه‌ها باید مطابق 7.1 شرایطدهی و مطابق روش آزمون D2565، با سرعت جدایش فک‌ها برابر با 50.8 mm (2 in.) در min، آزمون شوند. اگر لازم باشد ضخامت نمونه آزمون با ماشین‌کاری کاهش یابد، سطح ID لوله باید بدون تغییر باقی بماند.

7.10.2 درصد ازدیاد طول در هنگام شکست برای هر نمونه آزمون باید بیشتر از 400 % باشد.

یادداشت 5—ماشین‌کاری نمونه آزمون به‌گونه‌ای که سطوح صاف و ضخامت یکنواخت ایجاد کند، ضروری است. برش‌ها یا خراش‌های سطحی و ضخامت غیریکنواخت در طول گیج نمونه آزمون می‌توانند بر نتایج آزمون تأثیر نامطلوب بگذارند.



دستگاه آزمون فشار هیدرواستاتیک (تجهیزات آزمون فشار هیدرواستاتیک، تجهیزات آزمون فشار هیدرواستاتیک، تجهیزات آزمون فشار هیدرواستاتیک)



حمام آب گرم آزمون فشار هیدرواستاتیک



دریوش‌های انتهایی برای آزمون فشار



دستگاه آزمون مقدار دوده کربنی



دستگاه یونیورسال آزمون کشش



دستگاه فرز CNC آماده سازی نمونه کشش



پانچ دستی برای آماده سازی نمونه کشش



دستگاه آزمون خم کردن معکوس برای لوله‌ها