



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۰۷۲۹

چاپ اول

**ISIRI**

10729

1st. edition

پلاستیک‌ها - لوله‌های "الیاف شیشه"  
(رزین گرما سخت تقویت شده با الیاف شیشه  
"GRP") قابل کاربرد در تاسیسات آبرسانی  
تحت فشار - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

**Plastics- "Fiberglass" (glass reinforced  
thermosetting resin "GRP") pressure pipes  
applicable in water supply systems-  
Specifications and test methods**

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران  
تهران - خیابان ولیعصر، ضلع جنوبی میدان ونک، پلاک ۱۲۹۴، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹  
تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱  
دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۳-۸۸۸۸۷۱۰۳  
کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵  
تلفن: ۸-۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶۱)  
دورنگار: ۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶۱)  
پیام نگار: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)  
وبگاه: [www.isiri.org](http://www.isiri.org)  
بخش فروش، تلفن: ۲۸۱۸۹۸۹ (۰۲۶۱)، دورنگار: ۲۸۱۸۷۸۷ (۰۲۶۱)  
بها: ۱۰۶۲۵ ریال

Institute of Standards and Industrial Research of IRAN  
Central Office: No.1294 Valiaser Ave. Vanak corner, Tehran, Iran  
P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran  
Tel: +98 (21) 88879461-5  
Fax: +98 (21) 88887080, 88887103  
Headquarters: Standard Square, Karaj, Iran  
P.O. Box: 31585-163  
Tel: +98 (261) 2806031-8  
Fax: +98 (261) 2808114  
Email: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)  
Website: [www.isiri.org](http://www.isiri.org)  
Sales Dep.: Tel: +98(261) 2818989, Fax.: +98(261) 2818787  
Price: 10625 Rls.

## 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

«پلاستیک‌ها- لوله‌های "الیاف شیشه" (رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه "GRP")  
قابل کاربرد در تاسیسات آبرسانی تحت فشار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

### رئیس:

غفاریان ، سیدرضا  
(دکترای مهندسی پلیمر)

سمت و/ یا نمایندگی

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی  
امیرکبیر

### دبیر:

مقامی ، محمدتقی  
(فوق لیسانس شیمی)

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی  
ایران

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

اسفنده ، مسعود  
(دکترای مهندسی پلیمر)

عضو هیات علمی پژوهشگاه پلیمر و  
پتروشیمی

ایمانزاده ، سایه  
(فوق لیسانس مهندسی آب و فاضلاب)

مدیر دفتر فنی استانداردهای شرکت  
مهندسی آب و فاضلاب کشور

تابان ، محمدرضا  
(فوق لیسانس مهندسی عمران)

مدیر فنی شرکت مشاور تهران بوستن

خداپرست ، پیام  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

خسروشاهی ، محمدرضا  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

دانشگاه صنعتی امیرکبیر

سلیمی ، محمدرضا  
(فوق لیسانس عمران مهندسی محیط زیست)

مدیر بخش تخصصی امور فاضلاب و  
محیط زیست شرکت مهندسی مشاور  
طوس آب

عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی  
شریف

شجاعی ، اکبر  
(دکترای مهندسی پلیمر)

مسئول واحد تحقیق و توسعه شرکت  
آریاکاوان اطلس

شمقدری ، مصطفی  
(لیسانس مهندسی پلیمر)

مدیر مهندسی فروش شرکت فراسان

عصایی ، سید حسن  
(دکترای مهندسی مکانیک)

مدیر دفتر فنی طرح فاضلاب شرکت  
آب و فاضلاب استان یزد

غلمانی ، سید وحید  
(لیسانس مهندسی عمران)

مدیر بازرگانی شرکت مشهد صدرا

هوشمند، سعید  
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

## فهرست مندرجات

صفحه		عنوان
ج		آشنایی با موسسه استاندارد
د		کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ط		پیش‌گفتار
۱	۱	هدف و دامنه کاربرد
۱	۲	مراجع الزامی
۳	۳	اصطلاحات و تعاریف
۲۱	۴	طبقه‌بندی
۲۱	۱-۴	کلیات
۲۱	۲-۴	الزامات نشانه‌گذاری
۲۴	۵	مواد و ساخت
۲۴	۱-۵	کلیات
۲۴	۲-۵	اجزا تشکیل‌دهنده دیواره لوله
۲۴	۱-۲-۵	رزین
۲۴	۲-۲-۵	تقویت‌کننده
۲۴	۳-۲-۵	پرکننده دانه‌ریز
۲۴	۴-۲-۵	لایه درونی (آستری) گرمانرم
۲۵	۳-۵	ساختار لوله
۲۵	۱-۳-۵	لایه درونی (آستری)
۲۵	۲-۳-۵	لایه ساختاری
۲۵	۳-۳-۵	لایه بیرونی
۲۵	۴-۵	اتصال‌ها
۲۵	۱-۴-۵	اتصال مهارنشده
۲۵	۲-۴-۵	اتصال مهارشده
۲۶	۳-۴-۵	واشرهای لاستیکی
۲۷	۴-۴-۵	چسب‌ها
۲۷	۵-۵	تاثیر بر کیفیت آب آشامیدنی
۲۷	۱-۵-۵	احراز صلاحیت برای بهره‌برداری در مصارف آب آشامیدنی
۲۷	۲-۵-۵	گواهینامه
۲۷	۳-۵-۵	واشرها و روان‌کننده‌ها

## ادامه فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۲۷	۴-۵-۵ نفوذ
۳۰	۶ الزامات فنی
۳۰	۱-۶ الزامات فنی آزمون‌های تولید
۳۰	۱-۱-۶ کیفیت ساخت
۳۰	۲-۱-۶ ابعاد
۳۷	۳-۱-۶ پایایی
۳۷	۴-۱-۶ سفتی
۴۰	۵-۱-۶ مقاومت کششی محیطی اولیه
۴۰	۶-۱-۶ مقاومت کششی طولی اولیه
۴۸	۲-۶ الزامات فنی آزمون‌های صلاحیت‌سنجی
۴۸	۱-۲-۶ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت
۴۹	۲-۲-۶ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی
۵۰	۳-۲-۶ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت
۵۰	۴-۲-۶ مقاومت تیر
۵۰	۵-۲-۶ آب‌بندی اتصال
۵۳	۳-۶ الزامات فنی آزمون‌های کنترل
۵۳	۱-۳-۶ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت
۵۳	۲-۳-۶ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی
۵۳	۳-۳-۶ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت
۵۴	۷ نمونه‌برداری
۵۴	۱-۷ آزمون‌های تولید
۵۴	۲-۷ آزمون‌های صلاحیت‌سنجی
۵۴	۳-۷ آزمون‌های کنترل
۵۴	۴-۷ آزمون‌های خاص
۵۵	۸ روش‌های آزمون
۵۵	۱-۸ روش آزمون‌های تولید
۵۵	۱-۱-۸ ابعاد
۵۵	۲-۱-۸ پایایی
۵۶	۳-۱-۸ سفتی
۵۷	۴-۱-۸ مقاومت کششی محیطی اولیه

## ادامه فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
۵۷	۵-۱-۸ مقاومت کششی طولی اولیه
۵۷	۶-۱-۸ مقاومت فشاری طولی اولیه
۵۸	۲-۸ روش آزمون‌های صلاحیت‌سنجی
۵۸	۱-۲-۸ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت
۵۸	۲-۲-۸ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی
۵۸	۳-۲-۸ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت
۵۹	۴-۲-۸ مقاومت تیر
۵۹	۳-۸ روش آزمون‌های کنترل
۵۹	۱-۳-۸ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت
۵۹	۲-۳-۸ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی
۵۹	۳-۳-۸ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت
۶۰	۹ بازرسی
۶۰	۱-۹ بازرسی توسط بازرس
۶۰	۲-۹ خبردهی از آغاز تولید
۶۰	۳-۹ محدودیت‌های بازرسی
۶۰	۴-۹ میزان دسترسی در بازرسی از محل تولید
۶۰	۵-۹ ابزار بازرسی
۶۰	۶-۹ اسناد کنترل کیفی
۶۰	۷-۹ شرایط رد یا آزمون مجدد
۶۰	۱۰ اقرارنامه
۶۱	۱۱ بسته‌بندی
۶۱	۱۲ نشانه‌گذاری
۶۲	پیوست الف (الزامی) روش‌های تحلیل رگرسیونی
۷۱	پیوست ب (الزامی) روش جایگزین مبنای طراحی هیدرواستاتیک
۷۳	پیوست پ (اطلاعاتی) نصب
۷۳	پیوست ت (اطلاعاتی) روش توصیه‌شده برای تعیین درصد الیاف شیشه
۷۴	پیوست ث (اطلاعاتی) مثال‌ها



## پیش گفتار

استاندارد "پلاستیک‌ها- لوله‌های "الیاف شیشه" (رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه "GRP") قابل کاربرد در تاسیسات آبرسانی تحت فشار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور تهیه و تدوین شده و در پانصد و چهل و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۸۷/۳/۲۸ 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.

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

- 1- ASTM D3517: 2006, Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pressure Pipe
- 2- AWWA-C950: 2007, Fiberglass Pressure Pipe
- 3- ISO 10639: 2004, Plastics piping systems for pressure and non-pressure water supply – Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) systems based on unsaturated polyester (UP) resin

## پلاستیک‌ها- لوله‌های "الیاف شیشه" (رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه "GRP")<sup>۱</sup> قابل کاربرد در تاسیسات آبرسانی تحت فشار- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین ویژگی‌های لوله‌های الیاف شیشه ساخته‌شده با ماشین از قطر اسمی ۲۵ میلی‌متر تا ۴۰۰۰ میلی‌متر است که برای استفاده در سامانه<sup>۲</sup> لوله‌های آب (انتقال، توزیع و انشعابات شامل شهری، روستایی و صنعتی) نصب‌شده در زیر زمین و روی زمین، تحت فشار داخلی ۳۲ بار<sup>۳</sup> یا کمتر به کار گرفته می‌شوند. هدف این استاندارد فراهم کردن حداقل الزامات از جمله الزامات طراحی، ساخت و آزمون برای لوله الیاف شیشه قابل کاربرد در تاسیسات آبرسانی تحت فشار است.

این استاندارد برای لوله‌های الیاف شیشه شامل لوله‌های ساخته‌شده از رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و لوله‌های ساخته‌شده از رزین گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده کاربرد دارد و می‌تواند به عنوان مرجع ویژگی‌های خرید و همچنین راهنمای ساخت لوله الیاف شیشه (تحت فشار) مورد اشاره در نظر گرفته شود. این استاندارد برای سامانه‌های لوله‌گذاری دارای اتصال‌های انعطاف‌پذیر یا صلب، با قابلیت تحمل بار طولی یا بدون آن استفاده می‌شود و غالباً برای لوله‌هایی مناسب است که در زیر زمین دفن می‌گردند؛ هرچند ممکن است در کاربردهایی با روش نصب متفاوت مانند روی‌زمینی، لوله‌رانی بدون حفر ترانشه<sup>۴</sup>، آسترگذاری داخل تونل<sup>۵</sup> و آسترگذاری لغزشی<sup>۶</sup> جهت نوسازی خطوط لوله موجود و غیره نیز استفاده شوند.

یادآوری ۱- برای اهداف این استاندارد، کلمه "رزین" شامل پلیمرهای طبیعی نمی‌شود.

یادآوری ۲- مباحث مربوط به ایمنی و بهداشت در روش‌های آزمون مندرج در بند ۸ این استاندارد، به عهده کاربر است.

یادآوری ۳- در صورت استفاده از لوله‌های مذکور در روش‌های لوله‌رانی بدون حفر ترانشه، آسترگذاری داخلی تونل و آسترگذاری لغزشی جهت نوسازی خطوط لوله موجود، باید به استانداردهای مربوط مراجعه شود.

### ۲ مراجع الزامی

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

- 
- 1 - Glass Reinforced Plastic
  - 2 - System
  - 3 - Bar
  - 4 - Pipe Jacking
  - 5 - Tunnel Lining
  - 6 - Slip Lining

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۶۱۰: سال ۱۳۸۷، پلاستیک‌ها- لوله‌های پلاستیکی گرمانرم صاف برای انتقال سیالات- ابعاد و رواداری‌ها

- 2-2- ASTM C33:2003, Standard Specification for Concrete Aggregates
- 2-3- ASTM D638:2003, Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics
- 2-4- ASTM D695:2002, Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics
- 2-5- ASTM D790:2003, Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials
- 2-6- ASTM D1599:1999, Standard Test Method for Resistance to Short-Time Hydraulic Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings
- 2-7- ASTM D2412:2002, Standard Test Method for Determination of External Loading Characteristics of Plastic Pipe by Parallel-Plate Loading
- 2-8- ASTM D2290:2002, Standard Test Method for Apparent Hoop Tensile Strength of Plastic or Reinforced Plastic Pipe by Split Disk Method
- 2-9- ASTM D2584:2002, Standard Test Method for Ignition Loss of Cured Reinforced Resins
- 2-10- ASTM D2992:2006, Standard Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings
- 2-11- ASTM D3039/D3039M:2000, Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials
- 2-12- ASTM D3567:1997, Standard Practice for Determining Dimensions of "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe and Fittings
- 2-13- ASTM D3839:2002, Standard Guide for Underground Installation of "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe
- 2-14- ASTM D3892:1993, Standard Practice for Packaging/Packing of Plastics
- 2-15- ASTM D4161: 2001, Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe Joints Using Flexible Elastomeric Seals
- 2-16- ASTM D5365:2006, Standard Test Method for Long-Term Ring-Bending Strain of Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe
- 2-17- ASTM F477:2007, Standard Specification for Elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe
- 2-18- AWWA-M45:2005, Fiberglass Pipe Design Manual
- 2-19- BS 6920-1:2000, Suitability of non-metallic products for use in contact with water intended for human consumption with regard to their effect on the quality of the water. Specification
- 2-20- ISO 75-2:2004, Plastics - Determination of temperature of deflection under load - Part 2: Plastics and ebonite.
- 2-21- ISO 161-1:1996, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Nominal outside diameters and nominal pressures - Part 1: Metric series
- 2-22- ISO 1172:1996, Textile-glass-reinforced plastics - Prepregs, moulding compounds and laminates - Determination of the textile-glass and mineral-filler content - Calcination methods
- 2-23- ISO 2531:1998, Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas applications.

- 2-24- ISO 4200:1991, Plain end steel tubes, welded and seamless - General tables of dimensions and masses per unit length
- 2-25- ISO 7685:1998, Plastics piping systems - Glassreinforced thermosetting plastics (GRP) - Determination of Initial Specific Ring Stiffness
- 2-26- ISO 10468:2003, Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes - Determination of the long-term specific ring creep stiffness under wet conditions and calculation of the wet creep factor
- 2-27- ISO 14828:2003, Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes - Determination of the longterm specific ring relaxation stiffness under wet conditions and calculation of the wet relaxation factor
- 2-28- NSF/ANSI 61:2007, Drinking water system components - health effects

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

نمونه<sup>۱</sup>

یک یا چند لوله که به طور تصادفی از یک بهر<sup>۲</sup> لوله تولیدشده انتخاب می‌شود تا معرف آن بهر باشد.

۲-۳

آزمونه<sup>۳</sup>

یک نمونه یا بخشی از آن که برای انجام دادن آزمون تهیه می‌شود.

۳-۳

بهر

یک بهر لوله عبارت است از ۱۰۰ شاخه لوله با مشخصات یکسان شامل نوع، لایه درونی، لایه بیرونی، قطر اسمی، طول اسمی، فشار اسمی، سفتی اسمی لوله، نوع بهره‌برداری از آن و قابلیت باربرداری طولی؛ به جز مواردی که توافق دیگری در مورد تعداد شاخه‌های لوله یک بهر، بین خریدار و فروشنده صورت گرفته باشد.

---

1 - Sample  
2 - Lot  
3 - Specimen

۴-۳

### رزین

دسته‌ای از مواد آلی جامد یا شبه‌جامد<sup>۱</sup>، اغلب با جرم مولکولی بالا که عموماً دارای یک محدوده دمایی برای نقطه ذوب یا نقطه نرمی می‌باشند. در یک معنای گسترده‌تر، این واژه برای مشخص کردن هر نوع پلیمری به کار می‌رود که جزء دسته پلاستیک‌هاست.

یادآوری ۱- در مصارف تجاری، منظور از واژه "رزین" عموماً به رزین همراه با حلال اطلاق می‌شود.

۵-۳

### رزین گرمانرم<sup>۲</sup>

رزینی که می‌تواند بارها با گرمادهی، نرم و با خنک کردن سفت شود. این نوع رزین در حالت نرم شده می‌تواند روان شده و شکل بگیرد.

۶-۳

### رزین گرماسخت<sup>۳</sup>

رزینی که پس از پخت به وسیله گرما یا روش‌های دیگر، غیرقابل ذوب و غیرقابل حل می‌گردد.

۷-۳

### رزین پلی‌استر گرماسخت

رزین دارای پیوندهای اشباع‌نشده اتیلنی حاوی دو یا چند گروه استری، که در یک رقیق‌کننده واکنش‌پذیر<sup>۴</sup> دارای گروه وینیلی (نظیر مونومر استایرن) حل شده است. این نوع رزین با استفاده از یک سامانه پخت رادیکالی (نظیر آغازگرهای پراکسیدی) در دمای محیط یا بالاتر، با ایجاد پیوندهای عرضی پخت می‌شود.

۸-۳

### رزین اپوکسی گرماسخت

رزینی که دارای دو یا چند حلقه سه‌عضوی (حلقه اپوکساید) است. هر کدام از حلقه‌ها دارای یک اتم اکسیژن و دو اتم کربن هستند. این نوع رزین با استفاده از یک سخت‌کننده<sup>۵</sup> عموماً آمینی یا انیدریدی و در صورت استفاده، همراه با شتاب‌دهنده، در دمای محیط یا بالاتر با ایجاد پیوندهای عرضی پخت می‌شود.

- 
- 1 - Pseudosolid
  - 2 - Thermoplastic Resin
  - 3 - Thermosetting Resin
  - 4 - Reactive Diluent
  - 5 - Hardener

۹-۳

تقویت کننده

گونه تجاری الیاف شیشه نوع E ، C یا ECR که دارای پیونده<sup>۱</sup> و سازگارکننده سطحی<sup>۲</sup> متناسب با رزین است. الیاف می تواند به شکل های مختلفی باشد، از جمله:

۱-۹-۳

پیوسته<sup>۳</sup>

منظور از الیاف پیوسته، لیفهایی<sup>۴</sup> است که طول آنها از نظر تئوری نامحدود و در عمل بسیار زیاد است.

۲-۹-۳

خردشده<sup>۵</sup>

منظور از الیاف خردشده، لیفهایی با طول محدود (چند میلی متر تا چند سانتی متر) است.

۳-۹-۳

رشته ای<sup>۶</sup>

منظور از الیاف رشته ای، مجموعه ای از لیف های پیوسته ای است که سطح خارجی آنها برای بهبود سازگاری با رزین، با سازگارکننده سطحی پوشانده می شود.

۱-۴-۹-۳

دسته رشته ای<sup>۷</sup>

منظور از الیاف دسته رشته ای، مجموعه ای از الیاف رشته ای پیوسته ای است که سطح خارجی آنها برای بهبود سازگاری با رزین، با سازگارکننده سطحی پوشانده می شود.

۲-۴-۹-۳

دسته رشته ای خردشده<sup>۸</sup>

نوعی الیاف دسته رشته ای که پیش از قرار گرفتن در ساختار کامپوزیتی، به صورت خردشده تبدیل می شوند.

- 
- 1 - Binder
  - 2 - Sizing
  - 3 - Continuous
  - 4 - Filaments
  - 5 - Chopped
  - 6 - Strand
  - 7 - Direct Roving
  - 8 - Chopped Roving

۵-۹-۳

#### نمدی<sup>۱</sup>

منظور از الیاف نمدی، تقویت کننده زبر و مسطحی است که از الیاف شیشه بافته نشده ساخته شده است. سه نوع نمد وجود دارد که عبارتند از نمد الیاف پیوسته، نمد الیاف خرد شده و تقویت کننده سطحی.

۶-۹-۳

#### پارچه‌ای<sup>۲</sup>

منظور از الیاف پارچه‌ای، تقویت کننده‌ای است که از بافته شدن الیاف پیوسته در دو یا سه جهت ساخته شود.

۱۰-۳

#### پرکننده دانه‌ریز<sup>۳</sup>

ماسه سیلیسی که مطابق با ویژگی‌های استاندارد ASTM C33:2003 است (به استثنای الزامات درجه بندی).

۱۱-۳

#### تقویت کننده سطحی<sup>۴</sup>

لایه نمدی یا پارچه‌ای ساخته شده از الیاف ظریف که اساساً برای ایجاد سطحی هموار روی پلاستیک تقویت شده به کار می‌رود.

۱۲-۳

#### لوله الیاف شیشه<sup>۵</sup>

لوله‌ای از جنس رزین گرماسخت پخت شده که با الیاف شیشه تقویت شده است. ممکن است ساختار لوله دارای پرکننده‌های دانه‌ریز، دانه درشت<sup>۶</sup> یا صفحه‌ای شکل<sup>۷</sup>، عوامل غلظت دهنده<sup>۸</sup>، رنگدانه‌ها<sup>۹</sup> یا مواد رنگزا<sup>۱۰</sup> باشد. همچنین لوله می‌تواند دارای لایه درونی (آستری) از رزین گرمانرم یا گرماسخت باشد.

۱۳-۳

#### لایه ساختاری<sup>۱۱</sup>

لایه‌ای از رزین گرماسخت تقویت شده با الیاف شیشه که بدنه اصلی لوله را برای تحمل تنش‌های وارد بر آن تشکیل می‌دهد. رزین مورد استفاده در این لایه می‌تواند دارای پرکننده دانه‌ریز باشد.

- 
- 1 - Mat
  - 2 - Fabric
  - 3 - Aggregate
  - 4 - Surface Veil
  - 5 - Fiberglass Pipe
  - 6 - Granular
  - 7 - Platelet
  - 8 - Thixotropic
  - 9 - Pigment
  - 10 - Dye
  - 11 - Structural Wall

۱۴-۳

#### لایه درونی (آستری)<sup>۱</sup>

لایه‌ای از رزین گرمانرم یا گرماسخت که دارای پرکننده و / یا تقویت‌کننده یا هیچ‌کدام از آنها است که سطح درونی لوله را تشکیل می‌دهد.

۱۵-۳

#### لایه بیرونی

لایه‌ای از رزین گرماسخت که دارای پرکننده و / یا تقویت‌کننده یا هیچ‌کدام از آنها است که به سطح بیرونی دیواره لوله اعمال می‌شود.

۱۶-۳

لوله رزین گرماسخت تقویت‌شده دارای پرکننده<sup>۲</sup>  
لوله الیاف شیشه‌ای که دارای پرکننده دانه‌ریز است.

۱۷-۳

لوله رزین گرماسخت تقویت‌شده<sup>۳</sup>  
لوله الیاف شیشه‌ای که بدون پرکننده دانه‌ریز است.

۱۸-۳

#### رشته‌پیچی<sup>۴</sup>

فرآیندی که به وسیله پیچیدن الیاف شیشه پیوسته با یک الگوی معین و تحت کشش کنترل‌شده روی سطح بیرونی یک قالب استوانه‌ای (مندرل)، برای ساخت محصولات توخالی از جمله لوله‌ای شکل به کار می‌رود. این فرآیند می‌تواند پیوسته یا غیرپیوسته انجام گیرد. ممکن است الیاف، از پیش با رزین آغشته شده و به صورت "تر" و یا در حالتی که تحت فرآیند پخت جزئی<sup>۵</sup> نیز قرار گرفته است، بر روی قالب استوانه‌ای (مندرل) پیچیده شود. فرآیند پخت رزین ممکن است به گرمادهی احتیاج داشته باشد. قطر داخلی محصول توسط قطر خارجی قالب استوانه‌ای (مندرل) به میزان ثابتی تعیین می‌شود. قطر خارجی محصول با توجه به قطر داخلی آن و مقدار ماده‌ای که در ساخت آن به کار رفته است، تعیین می‌شود.

---

1 - Liner

2 - Glassfiber Reinforced Polymer Mortar Pipe (RPMP)

3 - Glassfiber Reinforced Thermosetting Resin Pipe (RTRP)

4 - Filament Winding (FW)

5 - Partial Cure (or B-Stage)



### قالب‌گیری گریز از مرکز<sup>۱</sup>

فرآیندی که به وسیله اعمال رزین و الیاف شیشه تقویت‌کننده روی سطح درونی یک قالب چرخان و گرم، برای ساخت محصولات توخالی از جمله لوله‌های شکل به کار می‌رود. قطر خارجی محصول توسط قطر داخلی قالب به میزان ثابتی تعیین می‌شود. قطر داخلی محصول با توجه به قطر خارجی آن و مقدار ماده‌ای که در ساخت آن به کار رفته است، تعیین می‌شود.

۲۰-۳

### قطعه اتصالی<sup>۲</sup>

جزئی از سامانه لوله‌گذاری که برای اتصال دو لوله، بستن انتهای لوله، تغییر جهت، تغییر قطر یا ایجاد انشعاب به کار می‌رود. برخی از انواع قطعه‌های اتصالی عبارتند از زانویی<sup>۳</sup>، انشعاب<sup>۴</sup> (T و Y شکل)، تبدیل<sup>۵</sup> (هم‌مرکز<sup>۶</sup> و غیرهم‌مرکز<sup>۷</sup>) و زین انشعابی<sup>۸</sup>.

۲۱-۳

### اتصال<sup>۹</sup>

محلّی که دو لوله یا یک لوله و یک قطعه اتصالی به یکدیگر متصل می‌شوند. برخی از انواع اتصالات عبارتند از: اتصال کوپلینگ واشردار<sup>۱۰</sup>، کوپلینگ ضامن‌دار<sup>۱۱</sup>، کوپلینگ چسبی<sup>۱۲</sup>، نری-مادگی واشردار<sup>۱۳</sup>، نری-مادگی ضامن‌دار<sup>۱۴</sup>، نری-مادگی چسبی<sup>۱۵</sup>، نری-مادگی لایه‌گذاری شده در محل اتصال<sup>۱۶</sup>، فلنجی<sup>۱۷</sup>، رزوه‌شده<sup>۱۸</sup>، لب‌به‌لب لایه‌گذاری شده در محل اتصال<sup>۱۹</sup> و مکانیکی<sup>۲۰</sup> (شکل‌های ۲ و ۳ را ببینید).

یادآوری ۲- اتصال نری-مادگی می‌تواند به شکل‌های مخروطی<sup>۲۱</sup> یا مستقیم<sup>۲۲</sup> باشد.

- 
- 1 - Centrifugal Casting (CC)
  - 2 - Fitting
  - 3 - Elbow (or Bend)
  - 4 - Branch
  - 5 - Reducer
  - 6 - Cocentric
  - 7 - Eccentric
  - 8 - Saddle
  - 9 - Joint
  - 10 - Gasketed Coupling Joint
  - 11 - Keylock Coupling Joint
  - 12 - Glued Coupling Joint
  - 13 - Gasketed Bell-Spigot Joint
  - 14 - Keylock Bell-Spigot Joint
  - 15 - Glued Bell-Spigot Joint
  - 16 - Laminated Bell-Spigot Joint
  - 17 - Flanged Joint
  - 18 - Threaded Joint
  - 19 - Laminated Butt Joint
  - 20 - Mechanical Joint
  - 21 - Tapered
  - 22 - Straight

۲۲-۳

#### اتصال مهارشده<sup>۱</sup>

اتصال است که قابلیت تحمل فشار داخلی و بارهای کششی طولی را دارد.

۲۳-۳

#### اتصال مهارنشده<sup>۲</sup>

اتصال است که قابلیت تحمل فشار داخلی را دارد اما قابلیت تحمل بارهای کششی طولی را ندارد.

۲۴-۳

#### اتصال انعطاف پذیر<sup>۳</sup>

اتصال است که قابلیت جابه‌جایی در جهت محوری و / یا انحراف زاویه‌ای<sup>۴</sup> را داشته باشد.

۲۵-۳

#### اتصال صلب<sup>۵</sup>

اتصال است که قابلیت جابه‌جایی در جهت محوری و انحراف زاویه‌ای را نداشته باشد.

۲۶-۳

#### درپوش آب‌بندی آزاد<sup>۶</sup>

ابزار یا دستگاه آب‌بندی که به انتهای آزمون بسته می‌شود به طوری که فشار داخلی علاوه بر ایجاد تنش در جهت محیطی و شعاعی، منجر به ایجاد تنش در جهت طولی آزمون نیز می‌گردد.

۲۷-۳

#### درپوش آب‌بندی ثابت<sup>۷</sup>

ابزار یا دستگاه آب‌بندی که به یک میله گذرا از داخل آزمون یا یک پایه در خارج آزمون تکیه دارد تا در برابر بار طولی وارد شده به دو انتها در اثر فشار داخلی مقاومت کند. به این ترتیب تنش‌های موجود در آزمون تنها به جهت‌های محیطی و شعاعی محدود می‌گردد.

۲۸-۳

#### قطر داخلی ( $d_i$ )

قطر دایره‌ی منطبق بر سطح داخلی دیواره لوله (سطح عمود بر محور).

- 
- 1 - Restraint Joint
  - 2 - Unrestraint Joint
  - 3 - Flexible
  - 4 - Angular Deflection
  - 5 - Rigid
  - 6 - Free End-Closure
  - 7 - Fixed End-Closure

یادآوری ۳- قطر داخلی برحسب میلی‌متر بیان می‌شود.

۲۹-۳

قطر خارجی ( $d_e$ )

قطر دایره‌ی منطبق بر سطح خارجی دیواره لوله (سطح عمود بر محور).

یادآوری ۴- قطر خارجی برحسب میلی‌متر بیان می‌شود.

۳۰-۳

قطر میانگین ( $d_m$ )

قطر دایره‌ی منطبق بر میانه سطح مقطع دیواره لوله (سطح عمود بر محور). قطر میانگین از رابطه (۱) یا (۲) محاسبه می‌شود:

$$d_m = d_i + t \quad (1)$$

یا

$$d_m = d_e - t \quad (2)$$

که در آن:

$t$  ضخامت دیواره لوله.

یادآوری ۵- قطر میانگین و ضخامت دیواره لوله برحسب میلی‌متر بیان می‌شوند.

۳۱-۳

قطر اسمی (DN)

عددی برای طبقه‌بندی قطر لوله‌ها، به صورت یک عدد صحیح مناسب که نشان‌دهنده قطر داخلی لوله است.

یادآوری ۶- قطر اسمی برحسب میلی‌متر بیان می‌شود.

۳۲-۳

قطر اظهارشده<sup>۱</sup>

قطری است که توسط تولیدکننده به عنوان میانگین قطر داخلی و یا خارجی لوله تولیدشده بر اساس یک قطر اسمی خاص اعلام می‌گردد.

یادآوری ۷- قطر اظهارشده برحسب میلی‌متر بیان می‌شود.

۳۳-۳

طول کلی

فاصله بین دو صفحه عمود بر محور لوله و گذرا از دو حد انتهایی لوله.

یادآوری ۸- طول کلی برحسب متر بیان می‌شود.

یادآوری ۹- مبنای خرید لوله، طول کلی آن است.

۳-۳۴

طول موثر<sup>۱</sup>

طول کلی لوله منهای طول قسمتی از نری که وارد مادگی می‌گردد (در صورت وجود نری-مادگی).

یادآوری ۱۰- طول موثر برحسب متر بیان می‌شود.

۳-۳۵

طول اسمی (LN)<sup>۲</sup>

عددی برای طبقه‌بندی طول لوله‌ها، به صورت یک عدد صحیح مناسب که نشان‌دهنده طول کلی لوله است.

یادآوری ۱۱- طول اسمی برحسب متر بیان می‌شود.

۳-۳۶

فشار کاری (P<sub>w</sub>)

فشار داخلی (بدون در نظر گرفتن فشار ناشی از ضربه قوچ) که لوله باید تحت آن به طور پیوسته عمل کند.

یادآوری ۱۲- فشار کاری برحسب بار بیان می‌شود.

۳-۳۷

فشار اسمی (PN)<sup>۳</sup>

عددی برای طبقه‌بندی فشار لوله‌ها، که نشان‌دهنده مقاومت لوله در برابر فشار داخلی است.

یادآوری ۱۳- فشار اسمی برحسب بار بیان می‌شود.

۳-۳۸

مقاومت کششی محیطی اولیه (σ<sub>H,0</sub>)<sup>۴</sup>

حد نهایی شدت نیروی کششی قابل تحمل توسط لوله در جهت محیطی در کوتاه‌مدت.

یادآوری ۱۴- مقاومت کششی محیطی اولیه برحسب نیوتن بر میلی‌متر طول لوله (یا عرض آزمونه) بیان می‌شود.

- 
- 1 - Laying Length
  - 2 - Nominal Length
  - 3 - Nominal Pressure
  - 4 - Initial Hoop Tensile Strength

۳۹-۳

### مقاومت کششی طولی اولیه $(\sigma_{L,0})^1$

حد نهایی شدت نیروی کششی قابل تحمل توسط لوله در جهت طولی در کوتاه‌مدت.

یادآوری ۱۵- مقاومت کششی طولی اولیه برحسب نیوتن بر میلی‌متر محیط لوله (یا عرض آزمونه) بیان می‌شود.

۴۰-۳

### مقاومت فشاری طولی اولیه $(\sigma_{P,0})^2$

حد نهایی شدت نیروی فشاری قابل تحمل توسط لوله در جهت طولی در کوتاه‌مدت.

یادآوری ۱۶- مقاومت فشاری طولی اولیه برحسب نیوتن بر میلی‌متر محیط لوله (یا عرض آزمونه) بیان می‌شود.

۴۱-۳

### تغییر شکل حلقوی $(\Delta y)^3$

تغییر قطر داخلی لوله (در راستای عمودی) در اثر وارد شدن بار خارجی عمودی.

یادآوری ۱۷- تغییر شکل حلقوی برحسب میلی‌متر بیان می‌شود.

همچنین، درصد تغییر شکل حلقوی از رابطه (۳) تعیین می‌شود:

$$D = \frac{\Delta y}{d_m} \times 100 \quad (3)$$

که در آن:

D درصد تغییر شکل حلقوی.

۴۲-۳

### سفتی لوله $(PS)^4$

معیاری از مقاومت لوله در برابر تغییر شکل حلقوی تحت بار خارجی. سفتی لوله از رابطه (۴) تعیین می‌شود:

$$PS = \frac{F}{l \times \Delta y} \times \left(1 + \frac{\Delta y}{2d_m}\right)^2 \quad (4)$$

که در آن:

F نیروی عمودی وارد شده بر لوله؛

l طول آزمونه.

یادآوری ۱۸- سفتی لوله، نیروی عمودی و طول آزمونه به ترتیب برحسب کیلوپاسکال، نیوتن و متر بیان می‌شوند.

- 
- 1 - Initial Axial Tensile Strength
  - 2 - Initial Axial Compressive Strength
  - 3 - Ring Deflection
  - 4 - Pipe Stiffness

ضریب تغییرشکل حلقوی (f)<sup>۱</sup>

ضریبی بدون بعد است که به منظور احتساب "تئوری مرتبه دوم" در محاسبه سفتی لوله استفاده می‌شود. این ضریب با رابطه (۵) به هندسه لوله مرتبط است:

$$f = 18/6 + 2/5 \times \frac{\Delta y}{d_m} \quad (5)$$

سفتی حلقوی ویژه (S)<sup>۲</sup>

معیاری از مقاومت لوله در برابر تغییرشکل حلقوی تحت بار خارجی. سفتی حلقوی ویژه با استفاده از هر یک از عبارتهای مندرج در رابطه (۶) تعیین می‌شود:

$$S = 18/6 \times \frac{F}{l \times \Delta y} \times \left(1 + \frac{\Delta y}{2d_m}\right)^2 \quad \text{یا} \quad S = \frac{E \times I}{d_m^3} \quad (6)$$

که در آن:

I ممان دوم سطح در جهت طولی به ازای واحد طول لوله؛

E مدول خمشی ظاهری لوله.

کمیت I از رابطه (۷) محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{t^3}{12} \quad (7)$$

یادآوری ۱۹- سفتی حلقوی ویژه لوله و مدول خمشی ظاهری برحسب پاسکال و ممان دوم سطح در جهت طولی برحسب میلی‌متر به توان چهار بر میلی‌متر بیان می‌شوند.

سفتی حلقوی ویژه اولیه (S<sub>0</sub> یا STIS)<sup>۳</sup>

سفتی حلقوی ویژه در درصد تغییرشکل حلقوی ۰/۵±۳ درصد که مطابق با زیربند ۱-۳-۱-۸ و از رابطه (۸) محاسبه می‌شود:

$$S_0 = \frac{f \times F}{l \times \Delta y} \quad (8)$$

یادآوری ۲۰- سفتی حلقوی ویژه اولیه برحسب پاسکال بیان می‌شود.

یادآوری ۲۱- سفتی لوله و سفتی حلقوی ویژه هر دو معیارهایی برای مقاومت لوله در برابر تغییرشکل حلقوی تحت بار خارجی هستند. عموماً در محاسبات طراحی از سفتی لوله و در طبقه‌بندی لوله‌ها از سفتی اسمی استفاده می‌شود.

1 - Deflection Coefficient

2 - Specific Ring Stiffness

3 - Initial Specific Ring Stiffness (S<sub>0</sub>) or Specific Tangential Initial Stiffness (STIS)

۴۶-۳

رده سفتی لوله (SC)<sup>۱</sup>

عددی برای طبقه‌بندی سفتی لوله‌ها، که نشان‌دهنده حداقل سفتی لوله است.

یادآوری ۲۲- رده سفتی لوله برحسب کیلوپاسکال بیان می‌شود.

۴۷-۳

سفتی اسمی (SN)<sup>۲</sup>

عددی برای طبقه‌بندی سفتی لوله‌ها، که نشان‌دهنده حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه لوله است.

یادآوری ۲۳- سفتی اسمی برحسب پاسکال بیان می‌شود.

۴۸-۳

ضریب طراحی بهره‌برداری (SDF)<sup>۳</sup>

عددی برابر با ۱/۰ یا کمتر از آن که تمام متغیرها و ضریب‌های اطمینان موثر در کارگذاری لوله‌های الیاف شیشه را وارد طراحی می‌کند؛ به گونه‌ای که اگر در ساخت لوله از مواد اولیه با کیفیت مناسب استفاده شده و عملیات نصب به درستی انجام شده باشد، می‌توان از کارایی رضایت‌بخش لوله در مدت طول عمر آن با درجه بالایی اطمینان حاصل کرد. با ضرب کردن فشار هیدرواستاتیک بلندمدت در ضریب طراحی بهره‌برداری، فشار اسمی لوله حاصل می‌شود.

۴۹-۳

حد اطمینان پایین ۹۵ درصد (LCL)<sup>۴</sup>

حدی است که میانگین زمان تخریب آزمون‌ها (در هر تنش یا کرنش معین) به احتمال ۹۷/۵ درصد، پس از زمان آن رخ خواهد داد.

۵۰-۳

حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد (LPL)<sup>۵</sup>

حدی است که ۹۷/۵ درصد از کل تخریب‌های مورد انتظار (در هر تنش یا کرنش معین) پس از زمان آن رخ خواهد داد.

---

1 - Stiffness Class

2 - Nominal Stiffness

3 - Service Design Factor

4 - Lower 95% Confidence Limit

5 - Lower 95% Prediction Limit

۵۱-۳

### کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی ( $\epsilon_{\Delta}$ )<sup>۱</sup>

کرنش ایجاد شده در محیط لوله در بلندمدت (۵۰ سال) که در اثر اعمال بار ناشی از خاکریزی بر روی لوله می‌باشد. این مقدار به وسیله برونمایی خط رگرسیون به ۵۰ سال تخمین زده می‌شود (منحنی لگاریتمی- لگاریتمی کرنش محیطی ناشی از تغییر شکل حلقوی بر حسب زمان).

۵۲-۳

### تغییر شکل حلقوی بلندمدت ( $\Delta y_{\Delta}$ )<sup>۲</sup>

تغییر شکل حلقوی لوله در بلندمدت (۵۰ سال) که با استفاده از  $\epsilon_{\Delta}$  و هندسه لوله محاسبه می‌شود. حد پذیرش برای درصد تغییر شکل حلقوی بلندمدت در این استاندارد پنج درصد است؛ یعنی  $D_{\Delta} \leq 5\%$ .

یادآوری ۲۴- تغییر شکل حلقوی بلندمدت بر حسب میلی‌متر بیان می‌شود.

۵۳-۳

### مبنای طراحی هیدرواستاتیک (HDB)<sup>۳</sup>

تنش (یا کرنش) کششی محیطی ایجاد شده در لوله الیاف شیشه که به وسیله برونمایی خط رگرسیون به ۵۰ سال تخمین زده می‌شود (منحنی لگاریتمی- لگاریتمی تنش یا کرنش محیطی بر حسب زمان). با ضرب این کمیت در ضریب طراحی بهره‌برداری، حداکثر تنش یا کرنش کششی محیطی (ناشی از فشار داخلی) قابل تحمل توسط دیواره لوله به دست می‌آید، به طوری که با درجه اطمینان بالایی تخریب رخ نخواهد داد.

یادآوری ۲۵- مبنای طراحی هیدرواستاتیک بر حسب مگاپاسکال بیان می‌شود.

۵۴-۳

### فشار هیدرواستاتیک بلندمدت ( $P_{\Delta}$ )<sup>۴</sup>

فشار داخلی (نسبی) لوله که با استفاده از مبنای طراحی هیدرواستاتیک و هندسه لوله محاسبه می‌شود (رجوع شود به پیوست ب).

یادآوری ۲۶- فشار هیدرواستاتیک بلندمدت بر حسب بار بیان می‌شود.

---

1 - Long-Term Ring-Bending Strain  
2 - Long-Term Ring Deflection  
3 - Hydrostatic Design Basis  
4 - Long-Term Hydrostatic Pressure



۵۵-۳

سفتی حلقوی ویژه بلندمدت ( $S_{\Delta_0}$ )<sup>۱</sup>

سفتی حلقوی ویژه لوله که به وسیله برونمایی خط رگرسیون به ۵۰ سال تخمین زده می‌شود. (منحنی لگاریتمی - لگاریتمی سفتی حلقوی ویژه برحسب زمان). این کمیت می‌تواند تحت بار ثابت و یا تغییرشکل حلقوی ثابت محاسبه شود که به ترتیب  $S_{\alpha, \Delta_0}$  و  $S_{\beta, \Delta_0}$  نامگذاری می‌گردند.

یادآوری ۲۷- سفتی حلقوی ویژه بلندمدت برحسب پاسکال بیان می‌شود.

۵۶-۳

ضریب خزش ( $\alpha$ )<sup>۲</sup>

نسبت سفتی حلقوی ویژه بلندمدت، که مطابق با زیربند ۸-۲-۳-۲-۱ تحت بار ثابت و در محیط مرطوب تعیین می‌شود، به سفتی حلقوی ویژه اولیه. ضریب خزش از رابطه (۹) محاسبه می‌شود:

$$\alpha = \frac{S_{\alpha, \Delta_0}}{S_0} \quad (9)$$

۵۷-۳

ضریب آسودگی ( $\beta$ )<sup>۳</sup>

نسبت سفتی حلقوی ویژه بلندمدت، که مطابق با زیربند ۸-۲-۳-۲-۲ تحت تغییرشکل حلقوی ثابت و محیط مرطوب تعیین می‌شود، به سفتی حلقوی ویژه اولیه. ضریب آسودگی از رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$\beta = \frac{S_{\beta, \Delta_0}}{S_0} \quad (10)$$

۵۸-۳

ضریب تطابق ( $\Gamma_{RF}$ )<sup>۴</sup>

ضریبی که برای کمتی کردن ارتباط ویژگی‌های مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی در شرایط بهره‌برداری نسبت به شرایط دمایی ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰ درصد به کار می‌رود و از رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود:

$$\Gamma_{RF} = \frac{C_{T,H}}{C_{23,50}} \quad (11)$$

که در آن:

$C_{T,H}$  ویژگی اندازه‌گیری شده مورد نظر در دمای T درجه سلسیوس و رطوبت نسبی H درصد؛  
 $C_{23,50}$  همان ویژگی مورد نظر در دمای ۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰ درصد.

---

1 - Long-Term Specific Ring Stiffness  
 2 - Creep Factor  
 3 - Relaxation Factor  
 4 - Rerating Factor

۵۹-۳

#### فشار محک هیدرواستاتیک<sup>۱</sup>

فشار داخلی (نسبی) معینی که در آزمون پایایی، متناسب با قطر اسمی و فشار اسمی لوله، به آن وارد می‌شود تا از عدم چکه کردن، تراوش آب، و یا شکست ساختاری دیواره لوله اطمینان حاصل شود.

یادآوری ۲۸- فشار محک هیدرواستاتیک برحسب بار بیان می‌شود.

۶۰-۳

#### پایایی<sup>۲</sup>

توانایی لوله برای تحمل فشار محک هیدرواستاتیک در کوتاه‌مدت بدون این که اثر قابل مشاهده‌ای از چکه کردن، تراوش آب و یا شکست ساختاری در دیواره آن پدید آید.

۶۱-۳

#### دمای تغییر شکل گرمایی (HDT)<sup>۳</sup>

دمایی که در آن رزین گرمانرم یا گرماسخت تحت یک بار خارجی ثابت دچار تغییر شکل معینی می‌شود.

یادآوری ۲۹- دمای تغییر شکل گرمایی برحسب سلسیوس بیان می‌شود.

۶۲-۳

#### جدایش لایه‌ای<sup>۴</sup>

ایجاد هرگونه فاصله بین و یا درون لایه‌های تشکیل‌دهنده دیواره لوله الیاف شیشه شامل لایه درونی، لایه ساختاری و لایه بیرونی به طوری که با چشم غیرمسلح قابل مشاهده باشد.

۶۳-۳

#### آزمون تولید<sup>۵</sup>

یک یا چند آزمون که برای کنترل کیفی محصول در حال تولید یا تولیدشده انجام می‌شود. آزمون‌های تولید لوله عبارتند از آزمون‌های کیفیت ساخت، ابعاد، پایایی، سفتی (سفتی لوله، سفتی حلقوی ویژه اولیه، مقاومت در برابر تخریب ناشی از تغییر شکل حلقوی)، مقاومت کششی محیطی اولیه و مقاومت کششی طولی اولیه.

- 
- 1 - Hydrostatic Proof Pressure
  - 2 - Soundness
  - 3 - Heat Deflection Temperature
  - 4 - Delamination
  - 5 - Production Test

### آزمون صلاحیت‌سنجی<sup>۱</sup>

یک یا چند آزمون ویژه که برای تایید طراحی محصول انجام می‌شود، و جزء آزمون‌های کنترل کیفی رایج نمی‌باشد. این آزمون پس از طراحی اولیه، هرگونه تغییر در طراحی، تغییر در مواد، یا برآورده‌نشدن الزامات آزمون‌های کنترل انجام می‌شود. آزمون‌های صلاحیت‌سنجی لوله عبارتند از آزمون‌های بلندمدت (فشار هیدرواستاتیک بلندمدت، سفتی حلقوی ویژه بلندمدت، کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل حلقوی)، آزمون مقاومت تیر و آزمون آب‌بندی اتصال.

### آزمون کنترل<sup>۲</sup>

یک یا چند آزمون که برای اطمینان از مطابقت ویژگی‌های بلندمدت محصول یا ویژگی خاصی از آن، با الزامات استاندارد مربوط، به صورت دوره‌ای انجام می‌شود، که جزء آزمون‌های کنترل کیفی رایج نمی‌باشد. آزمون‌های کنترل لوله عبارتند از آزمون کنترل فشار هیدرواستاتیک بلندمدت، سفتی حلقوی ویژه بلندمدت و کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل حلقوی.

### شرایط بهره‌برداری طبیعی

در سامانه لوله‌های آبی تحت فشار، محدوده دمایی ۲ تا ۵۰ درجه سلسیوس برای مدت ۵۰ سال، شرایط بهره‌برداری طبیعی نامیده می‌شود. در دمای بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس ممکن است لازم باشد که کارایی لوله برای چنین شرایطی با وارد کردن ضریب تطابق مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد. در صورت بهره‌برداری از لوله در دمای بالاتر از ۵۰ درجه سلسیوس توجه به وارد کردن ضریب تطابق مورد تاکید خاص قرار می‌گیرد.

### دمای بهره‌برداری (S.T.)<sup>۳</sup>

دمای آبی که باید توسط لوله الیاف شیشه تحت فشار منتقل شود.

یادآوری ۳۰- دمای بهره‌برداری برحسب درجه سلسیوس بیان می‌شود.

### ضربه قوچ<sup>۴</sup>

تغییر ناگهانی (مثبت یا منفی) در فشار داخلی لوله که به دلیل تغییر سرعت سیال ایجاد می‌شود.

1 - Qualification Test

2 - Control Test

3 - Service Temperature

4 - Surge

۶۹-۳

### بسترسازی<sup>۱</sup>

قراردادن مصالح در کف ترانشه<sup>۲</sup> یا روی پی (فونداسیون) و کوبیدن آن به منظور ایجاد مصالحی یکنواخت برای قرار گرفتن لوله بر روی آن، بسترسازی نامیده می‌شود.

۷۰-۳

### خاکریزی<sup>۳</sup>

پرکردن ترانشه (زیر، اطراف و روی لوله) با مصالح از بستر تا سطح بیرونی خاک، خاکریزی نامیده می‌شود.

۷۱-۳

### لوله‌رانی بدون حفر ترانشه<sup>۴</sup>

روشی برای نصب لوله در زیر زمین که در آن، لوله با استفاده از جک‌های هیدرولیک با فشار زیادی به درون خاک رانده می‌شود.

۷۲-۳

### آسترگذاری داخل تونل<sup>۵</sup>

روشی برای نصب لوله در زیر زمین که در آن، لوله یا لوله‌ها به صورت جدا از هم یا متصل به یکدیگر به داخل یک تونل یا مجرای از پیش حفر شده لغزنده می‌شود و اطراف آن با مصالح مناسب از طریق تزریق پر می‌شود.

۷۳-۳

### آسترگذاری لغزشی<sup>۶</sup> و آسترگذاری قطعه‌ای<sup>۷</sup>

روشی مقرون به صرفه برای نصب لوله در زیر زمین که در آن، لوله یا لوله‌های جدید به صورت جدا از هم یا متصل با یکدیگر به داخل یک خط لوله فرسوده لغزنده و سپس به آن متصل می‌شود. به این ترتیب لوله‌های جدید به عنوان آستری برای خط لوله فرسوده عمل می‌کنند. عموماً در ابتدا یک ترانشه، حفر شده و پس از اتصال لب‌به‌لب لوله‌ها به یکدیگر در محل، خط لوله جدید به داخل خط لوله قدیمی رانده می‌شود.

۷۴-۳

### تولیدکننده

گروه یا تشکیلاتی که مواد یا محصولات مشخصی را تولید می‌کند یا می‌سازد.

- 
- 1 - Bedding
  - 2 - Trench
  - 3 - Backfilling
  - 4 - Pipe Jacking
  - 5 - Tunnel Lining
  - 6 - Slip Lining
  - 7 - Segment Lining

۷۵-۳

### خریدار

شخص، شرکت یا سازمانی که کالا یا خدمات مشخصی را خریداری می‌کند.

۷۶-۳

### بازرس

نماینده مورد اطمینان و رسمی خریدار که در زمینه بازرسی از اسناد بایگانی‌شده و مدارک مرتبط با مواد و محصولات، زیر نظر داشتن فرآیند تولید و آزمون‌های کنترل کیفی فعالیت می‌کند. وظیفه بازرس حصول اطمینان از مطابقت محصول تولیدشده با الزامات این استاندارد و الزامات قیدشده در اسناد خرید توسط خریدار است.

## ۴ طبقه‌بندی

### ۴-۱ کلیات

در این استاندارد، لوله‌ها با توجه به مواد به کار رفته در دیواره اصلی (نوع)، مواد به کار رفته در لایه درونی (آستری)، مواد به کار رفته در لایه بیرونی، قطر اسمی (DN)، طول اسمی (LN)، فشار اسمی (PN)، سفتی اسمی (SN)، نوع کاربرد و قابلیت باربرداری طولی طبقه‌بندی می‌شوند. جدول ۱ فهرست انواع، لایه‌های درونی (آستری‌ها)، لایه‌های بیرونی، قطرهای اسمی، طول‌های اسمی، فشارهای اسمی، سفتی‌های اسمی و کاربردهای لوله‌های الیاف شیشه تحت پوشش این استاندارد را ارائه می‌کند.

یادآوری ۱- ردیف‌های جدول ۱ کاملاً مستقل از یکدیگر هستند.

یادآوری ۲- این امکان وجود دارد که تمام ترکیبات ممکن از لایه درونی، لایه بیرونی، نوع، قطر اسمی، طول اسمی، فشار اسمی و سفتی اسمی در بازار در دسترس نباشند. نوع، لایه درونی، لایه بیرونی، قطر اسمی، طول اسمی، فشار اسمی و سفتی اسمی مناسب برای لوله مورد استفاده در شرایط نصب و بهره‌برداری از پروژه، باید توسط خریدار یا با مشورت با تولیدکننده تعیین گردد.

یادآوری ۳- در صورت توافق بین خریدار و تولیدکننده، ساخت لوله‌هایی با قطر اسمی، طول اسمی، فشار اسمی (کمتر از ۳۲ بار) یا سفتی اسمی متفاوت با موارد مندرج در جدول ۱، مجاز است.

### ۴-۲ الزامات نشانه‌گذاری

شناسه روی لوله باید شامل موارد زیر باشد:

الف- شماره این استاندارد ملی

ب- عبارت "Type : X" که X عددی یک‌رقمی متناظر با نوع لوله مندرج در جدول ۱ است.

پ- عبارت "I-Layer : X" که X عددی یک‌رقمی متناظر با جنس لایه درونی مندرج در جدول ۱ است.

ت- عبارت "O-Layer : X" که X عددی یک‌رقمی متناظر با جنس لایه بیرونی مندرج در جدول ۱ است.

ث- عبارت "DN : X mm" که X قطر اسمی مندرج در جدول ۱ یا قطر توافق‌شده برحسب میلی‌متر است.

ج- عبارت "LN : X m" که X طول اسمی مندرج در جدول ۱ یا طول توافق‌شده برحسب متر است.

چ- عبارت "PN : X bar" که X فشار اسمی مندرج در جدول ۱ یا فشار توافق‌شده برحسب بار است.

ح- عبارت "SN : X Pa" که X سفتی اسمی مندرج در جدول ۱ یا سفتی توافق‌شده برحسب پاسکال است.

خ- عبارت "Pipe No. : X" که X عددی یک یا چندرقمی متناظر با شماره لوله است.

د- عبارت "Service : X"، که X حرف " P " است؛ اگر لوله برای مصارف آب آشامیدنی استفاده شود.

ذ- عبارت "ELB : X"، که X حرف " R " است؛ اگر لوله در برابر بار طولی ناشی از فشار داخلی مقاوم باشد.

ر- عبارت "Prod. Date : Y/M/D" که M ، D و Y به ترتیب اعدادی یک یا دورقمی، یک یا دورقمی و

چهاررقمی متناظر با روز، ماه و سال (هجری شمسی) ساخت لوله هستند.

ز- عبارت "Manufacturer : X" که X نام یا نشان تجاری تولیدکننده است.

#### یادآوری ۴- مثال‌هایی از نشانه‌گذاری به صورت شکل ۱ هستند:

مثال (الف)- این شناسه، نشان‌دهنده لوله‌ای از نوع رزین پلی‌استر دارای پرکننده دانه‌ریز و تقویت‌شده با الیاف شیشه، دارای آستری گرماسخت تقویت‌شده و لایه بیرونی از جنس رزین پلی‌استر ماسه‌دار تقویت‌نشده، با قطر اسمی ۶۰۰ میلی‌متر، طول اسمی ۱۲ متر، فشار اسمی ۱۶ بار، دارای حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه ۲۵۰۰ پاسکال برای مصارف آب آشامیدنی است که در تاریخ ۱۳۸۶/۷/۳ توسط شرکت X با شماره ۱۹۲۲ تولید شده است.

مثال (ب)- این شناسه، نشان‌دهنده لوله‌ای از نوع رزین اپوکسی تقویت‌شده با الیاف شیشه، دارای آستری گرماسخت تقویت‌نشده، بدون لایه بیرونی، با قطر اسمی ۱۰۰۰ میلی‌متر، طول اسمی ۹ متر، فشار اسمی ۶ بار، دارای حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه ۵۰۰۰ پاسکال با قابلیت تحمل بار طولی واردشده به دو انتها است که در تاریخ ۱۳۸۰/۱۱/۲۱ توسط شرکت X با شماره ۳۶۰ تولید شده است.

*ISIRI xxxx*  
*Type : 1*  
*I-Layer : 1*  
*O-Layer : 3*  
*DN : 600 mm*  
*LN : 12 m*  
*PN : 16 bar*  
*SN : 2500 Pa*  
*Pipe No. : 1922*  
*Service : P*  
*Prod. Date: 1386/7/3*  
*Manufatcurer : X*

*ISIRI xxxx*  
*Type : 4*  
*I-Layer : 2*  
*O-Layer : 6*  
*DN : 1000 mm*  
*LN : 9 m*  
*PN : 6 bar*  
*SN : 5000 Pa*  
*Pipe No. : 360*  
*ELB : R*  
*Prod. Date : 1380/11/21*  
*Manufacturer : X*

شکل ۱- مثال‌هایی از شناسه نشانه‌گذاری لوله‌های الیاف شیشه، مثال الف (چپ)، مثال ب (راست)

جدول ۱- الزامات کلی نشانه‌گذاری لوله الیاف شیشه (تحت فشار)

ردیف	ویژگی	مشخصات <sup>۱</sup>												
۱	نوع <sup>۲</sup>	<table border="1"> <tr> <td>۱</td> <td>۲</td> <td>۳</td> <td>۴</td> </tr> <tr> <td>رزین پلی‌استر گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده</td> <td>رزین پلی‌استر گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه</td> <td>رزین اپوکسی گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده</td> <td>رزین اپوکسی گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه</td> </tr> </table>	۱	۲	۳	۴	رزین پلی‌استر گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده	رزین پلی‌استر گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه	رزین اپوکسی گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده	رزین اپوکسی گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه				
۱	۲	۳	۴											
رزین پلی‌استر گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده	رزین پلی‌استر گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه	رزین اپوکسی گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه و دارای پرکننده	رزین اپوکسی گرماسخت تقویت‌شده با الیاف شیشه											
۲	لایه درونی (آستری)	<table border="1"> <tr> <td>۱</td> <td>۲</td> <td>۳</td> <td>۴</td> </tr> <tr> <td>رزین گرماسخت تقویت‌شده</td> <td>رزین گرماسخت تقویت‌نشده</td> <td>رزین گرمانرم</td> <td>بدون آستری</td> </tr> </table>	۱	۲	۳	۴	رزین گرماسخت تقویت‌شده	رزین گرماسخت تقویت‌نشده	رزین گرمانرم	بدون آستری				
۱	۲	۳	۴											
رزین گرماسخت تقویت‌شده	رزین گرماسخت تقویت‌نشده	رزین گرمانرم	بدون آستری											
۳	لایه بیرونی	<table border="1"> <tr> <td>۱</td> <td>۲</td> <td>۳</td> <td>۴</td> <td>۵</td> <td>۶</td> </tr> <tr> <td>رزین پلی‌استر تقویت‌شده</td> <td>رزین پلی‌استر تقویت‌نشده</td> <td>رزین پلی‌استر ماسه‌دار تقویت‌نشده</td> <td>رزین اپوکسی تقویت‌شده</td> <td>رزین اپوکسی تقویت‌نشده</td> <td>بدون لایه بیرونی</td> </tr> </table>	۱	۲	۳	۴	۵	۶	رزین پلی‌استر تقویت‌شده	رزین پلی‌استر تقویت‌نشده	رزین پلی‌استر ماسه‌دار تقویت‌نشده	رزین اپوکسی تقویت‌شده	رزین اپوکسی تقویت‌نشده	بدون لایه بیرونی
۱	۲	۳	۴	۵	۶									
رزین پلی‌استر تقویت‌شده	رزین پلی‌استر تقویت‌نشده	رزین پلی‌استر ماسه‌دار تقویت‌نشده	رزین اپوکسی تقویت‌شده	رزین اپوکسی تقویت‌نشده	بدون لایه بیرونی									
۴	قطر اسمی (DN)	جدول‌های ۲ تا ۷ را ببینید.												
۵	طول اسمی (LN)	<table border="1"> <tr> <td>۳</td> <td>۴</td> <td>۵</td> <td>۶</td> <td>۹</td> <td>۱۰</td> <td>۱۲</td> <td>۱۸</td> </tr> </table>	۳	۴	۵	۶	۹	۱۰	۱۲	۱۸				
۳	۴	۵	۶	۹	۱۰	۱۲	۱۸							
۶	فشار اسمی <sup>۳</sup> (PN)	<table border="1"> <tr> <td>(۲/۵)</td> <td>(۴)</td> <td>۶</td> <td>(۹)</td> <td>۱۰</td> <td>(۱۲)</td> <td>(۱۵)</td> <td>۱۶</td> <td>(۱۸)</td> <td>(۲۰)</td> <td>۲۵</td> <td>۳۲</td> </tr> </table>	(۲/۵)	(۴)	۶	(۹)	۱۰	(۱۲)	(۱۵)	۱۶	(۱۸)	(۲۰)	۲۵	۳۲
(۲/۵)	(۴)	۶	(۹)	۱۰	(۱۲)	(۱۵)	۱۶	(۱۸)	(۲۰)	۲۵	۳۲			
۷	سفتی اسمی <sup>۴</sup> (SN)	<table border="1"> <tr> <td>(۵۰۰)</td> <td>۶۳۰</td> <td>(۱۰۰۰)</td> <td>۱۲۵۰</td> <td>(۲۰۰۰)</td> <td>۲۵۰۰</td> <td>(۴۰۰۰)</td> <td>۵۰۰۰</td> <td>(۸۰۰۰)</td> <td>۱۰۰۰۰</td> </tr> </table>	(۵۰۰)	۶۳۰	(۱۰۰۰)	۱۲۵۰	(۲۰۰۰)	۲۵۰۰	(۴۰۰۰)	۵۰۰۰	(۸۰۰۰)	۱۰۰۰۰		
(۵۰۰)	۶۳۰	(۱۰۰۰)	۱۲۵۰	(۲۰۰۰)	۲۵۰۰	(۴۰۰۰)	۵۰۰۰	(۸۰۰۰)	۱۰۰۰۰					
۸	کاربرد <sup>۵</sup>	<table border="1"> <tr> <td>P</td> <td>R</td> </tr> <tr> <td>برای مصارف آب آشامیدنی</td> <td>برای مصارف غیر از آب آشامیدنی</td> </tr> </table>	P	R	برای مصارف آب آشامیدنی	برای مصارف غیر از آب آشامیدنی								
P	R													
برای مصارف آب آشامیدنی	برای مصارف غیر از آب آشامیدنی													
۹	باربرداری طولی	<table border="1"> <tr> <td>R</td> </tr> <tr> <td>مقاوم در برابر بار طولی (ناشی از فشار داخلی) وارد شده به دو انتها</td> </tr> <tr> <td>-</td> </tr> <tr> <td>غیرمقاوم در برابر بار طولی (ناشی از فشار داخلی) وارد شده به دو انتها</td> </tr> </table>	R	مقاوم در برابر بار طولی (ناشی از فشار داخلی) وارد شده به دو انتها	-	غیرمقاوم در برابر بار طولی (ناشی از فشار داخلی) وارد شده به دو انتها								
R														
مقاوم در برابر بار طولی (ناشی از فشار داخلی) وارد شده به دو انتها														
-														
غیرمقاوم در برابر بار طولی (ناشی از فشار داخلی) وارد شده به دو انتها														

- این جدول، به منظور شناسایی مشخصات و ویژگی‌های مواد مورد استفاده در لوله به کار می‌رود. اما به دلیل احتمال نآشنایی کاربر با محصولات تجاری و انتخاب ترکیب‌های غیر قابل حصول از ویژگی‌ها، ممکن است جدول مذکور به درستی مورد استفاده قرار نگیرد. در این رابطه مشاوره با تولیدکننده توصیه می‌گردد.
- برای اهداف این استاندارد، پلی‌استر شامل رزین‌های وینیل‌استر نیز می‌باشد. در صورت استفاده از رزین‌های وینیل‌استر، در نشانه‌گذاری از عبارت VE در کنار عدد "یک" استفاده شود.
- مقدارهای ذکر شده در داخل پرانتز در ردیف‌های ۶ و ۷ این جدول، مقدارهای غیرترجیحی هستند.
- لوله‌های با سفتی اسمی کمتر از ۱۰۰۰ پاسکال برای نصب در زیر زمین مناسب نیستند؛ در صورت لزوم نصب این لوله‌ها در زیر زمین، باید تمهیدات خاصی اتخاذ گردد. همچنین رده سفتی‌های لوله متناظر با سفتی‌های اسمی مندرج در ردیف ۷ به ترتیب حدود ۲۵، ۳۱/۵، ۵۰، ۶۲/۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۲۰۰، ۲۵۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوپاسکال هستند.
- حرف P در ردیف ۸ این جدول برگرفته از کلمه Potable (آشامیدنی) است.



## ۵ مواد و ساخت

### ۱-۵ کلیات

هنگامی که رزین‌ها، تقویت‌کننده‌ها، رنگ‌دهنده‌ها، پرکننده‌ها و سایر مواد با هم ترکیب می‌شوند، باید لوله‌ای ساخته شود که الزامات عملکردی این استاندارد را برآورده سازند.

### ۲-۵ اجزا تشکیل‌دهنده دیواره لوله

اجزا تشکیل‌دهنده دیواره لوله شامل رزین گرماسخت، الیاف شیشه تقویت‌کننده و در صورت استفاده، پرکننده دانه‌ریز است.

### ۱-۲-۵ رزین

رزین مورد استفاده در دیواره ساختاری لوله باید از نوع رزین گرماسخت پلی‌استر، وینیل استر یا اپوکسی باشد؛ به گونه‌ای که دمای تغییرشکل گرمایی آن، مطابق با روش A استاندارد ISO 75-2، حداقل ۷۰ درجه سلسیوس باشد.

### ۲-۲-۵ تقویت‌کننده

الیاف شیشه مورد استفاده در ساخت لوله باید یکی از انواع تجاری زیر باشد:  
الف- نوع E، تشکیل‌شده از اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیوم و کلسیم (شیشه آلومینو-کلسوسیلیکات) یا اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیوم و بور (شیشه آلومینو-بوروسیلیکات).  
ب- نوع C، تشکیل‌شده از اکسیدهای سیلیسیم، سدیم، پتاسیم، کلسیم و بور (شیشه فلز قلیایی کلسیم دارای مقدار زیادی از تری اکسید بور) که در کاربردهایی به کار گرفته می‌شوند که نیازمند مقاومت شیمیایی بالایی هستند.  
پ- نوع ECR، تشکیل‌شده از اکسیدهای سیلیسیم، آلومینیوم و کلسیم (بدون اکسید بور) که در کاربردهایی به کار گرفته می‌شوند که نیازمند مقاومت شیمیایی بالایی هستند.

یادآوری ۱- در هر سه نوع الیاف شیشه بالا، مقدار اندکی از اکسیدهای سایر فلزات نیز وجود دارد.  
الیاف تقویت‌کننده باید به صورت الیاف پیوسته یا خردشده و دارای سازگارکننده سطحی متناسب با رزین مورد استفاده باشند. الیاف می‌تواند به شکل‌های مختلفی از جمله الیاف خردشده، رشته‌ای، دسته‌رشته‌ای، نمدی یا پارچه‌ای باشند. همچنین ممکن است الیاف نمدی یا تقویت‌کننده سطحی موجود در سطح‌های بیرونی و درونی لوله از جنس الیاف آلی باشد.

### ۳-۲-۵ پرکننده دانه‌ریز

پرکننده دانه‌ریز باید از نوع ماسه سیلیسی مطابق با استاندارد ASTM C33:2003 باشد به استثنای آن که بند مربوط به الزامات درجه‌بندی اعمال نمی‌شود. همچنین حداکثر اندازه ذرات پرکننده دانه‌ریز نباید بیش از ۲۰ درصد ضخامت کل دیواره لوله یا ۲/۵ میلی‌متر باشد (هر کدام که کمتر است).

### ۴-۲-۵ لایه درونی (آستری) گرمانرم

در صورت استفاده از آستری گرمانرمی که برای اتصال به دیواره ساختاری لوله نیاز به یک چسب دارد، باید از سازگاری چسب با سایر مواد به کار رفته در ساختار لوله اطمینان حاصل کرد.

## ۳-۵ ساختار لوله

### ۱-۳-۵ لایه درونی (آستری)

در صورت وجود لایه درونی (آستری) در سطح داخلی لوله، باید الزامات این استاندارد برآورده شود. لایه درونی باید با استفاده از یکی از موارد زیر ساخته شده باشد:

الف- رزین گرماسخت دارای پرکننده و / یا تقویت کننده یا هیچ کدام از آنها.

ب- رزین گرمانرم

### ۲-۳-۵ لایه ساختاری

لایه ساختاری لوله باید شامل الیاف شیشه تقویت کننده و رزین گرماسخت دارای پرکننده یا بدون پرکننده باشد.

### ۳-۳-۵ لایه بیرونی

در صورت وجود لایه بیرونی در سطح خارجی لوله، باید الزامات این استاندارد برآورده شود. لایه بیرونی باید از رزین گرماسخت دارای پرکننده و / یا تقویت کننده یا هیچ کدام از آنها، تشکیل شده باشد. در ساخت لایه بیرونی باید شرایط محیطی که لوله در آن استفاده می شود، از جمله شرایط سخت آب و هوایی و وضعیت زمین، مورد توجه قرار گیرد. برای مثال، ممکن است لازم باشد از مواد افزودنی (مانند رنگدانه ها و کندکننده ها) برای تقویت لایه بیرونی در مقابل عواملی مانند آتش، پرتو فرابنفش و غیره استفاده شود.

یادآوری ۲- برای لایه های درونی (آستری) و بیرونی شرط دمای تغییر شکل گرمایی مندرج در زیر بند ۱-۲-۵ لازم نیست.

## ۴-۵ اتصال ها

اتصال های لوله ها باید به گونه ای باشند که در شرایط بهره برداری، آب بندی را تامین نمایند. بسته به شرایط طراحی و نحوه نصب لوله ها، اتصال می تواند به صورت مهار شده یا مهار نشده و انعطاف پذیر یا صلب باشد. شکل های ۲ و ۳ به ترتیب انواع اتصال انعطاف پذیر و صلب را نشان می دهند.

### ۱-۴-۵ اتصال مهار نشده

برخی از انواع اتصال های مهار نشده عبارتند از:

#### ۱-۱-۴-۵ اتصال کوپلینگ واشردار یا نری-مادگی واشردار

اتصال است که برای نگهداری واشر لاستیکی دارای یک یا چند شیار بر روی نری یا در داخل مادگی است. واشر لاستیکی تنها عامل ایجاد آب بندی در این نوع اتصال است.

#### ۲-۱-۴-۵ اتصال کوپلینگ مکانیکی، با واشرهای لاستیکی

#### ۳-۱-۴-۵ اتصال لب به لب، با لایه گذاری در محل اتصال

#### ۴-۱-۴-۵ اتصال فلنجی، با حلقه متصل و یا آزاد

### ۲-۴-۵ اتصال مهار شده

برخی از انواع اتصال های مهار شده عبارتند از:

#### ۵-۴-۲-۱ اتصال کوپلینگ ضامن دار یا نری-مادگی ضامن دار

اتصال است که برای نگهداری ضامن پلاستیکی دارای یک یا چند شیار بر روی نری یا در داخل مادگی است. ضامن پلاستیکی برای محدود کردن جابه‌جایی اتصال به کار می‌رود.

#### ۵-۴-۲-۲ اتصال لب‌به‌لب، با لایه‌گذاری در محل اتصال

#### ۵-۴-۲-۳ اتصال نری-مادگی، با لایه‌گذاری در محل اتصال

#### ۵-۴-۲-۴ اتصال نری-مادگی چسبی و کوپلینگ چسبی

چهار نوع اتصال چسبی از نظر این استاندارد مجاز می‌باشند، که عبارتند از:

#### ۵-۴-۲-۴-۱ اتصال نری-مادگی مخروطی

اتصال است که از یک مادگی مخروطی در تماس با یک نری مخروطی و یک چسب مناسب ساخته می‌شود.

#### ۵-۴-۲-۴-۲ اتصال نری-مادگی مستقیم

اتصال است که از یک مادگی مستقیم در تماس با یک نری مستقیم و یک چسب مناسب ساخته می‌شود.

#### ۵-۴-۲-۴-۳ اتصال نری مستقیم و مادگی مخروطی

اتصال است که از یک مادگی مخروطی در تماس با یک نری مستقیم و یک چسب مناسب ساخته می‌شود.

#### ۵-۴-۲-۴-۴ اتصال کوپلینگ

اتصال است که از دو لوله در تماس با یک کوپلینگ و یک چسب مناسب ساخته می‌شود.

#### ۵-۴-۲-۵ اتصال فلنجی، با حلقه متصل و یا آزاد

#### ۵-۴-۲-۶ اتصال کوپلینگ مکانیکی

اتصال است که از یک کوپلینگ به همراه واشر لاستیکی و اجزا مهارکننده مکمل تشکیل شده است.

#### ۵-۴-۲-۷ اتصال‌های رزوه‌شده

یادآوری ۳- انواع دیگر اتصال‌ها در صورت عرضه به بازار و برآورده کردن الزامات این استاندارد، می‌توانند به مجموعه بالا اضافه شوند.

یادآوری ۴- عموماً اتصال‌های مهارشده بارهای واردشده ناشی از بهره‌برداری بر لوله را در مقایسه با اتصال‌های مهارشده افزایش می‌دهند. به خریدار توصیه می‌گردد که تمام وضعیت‌هایی را که ممکن است در شرایط بهره‌برداری مورد نظر با آن مواجه شود، مورد توجه قرار دهد و در مورد مناسب بودن نوع و فشار اسمی یک لوله خاص که دارای سامانه‌های اتصال مهارشده است، با تولیدکننده مشورت کند.

#### ۵-۴-۳ واشرهای لاستیکی

در صورت استفاده از واشرهای لاستیکی در سامانه لوله، باید الزامات استاندارد ASTM F477:2007 برآورده شود. واشرهای لاستیکی باید از موادی ساخته شوند که با اجزاء سامانه لوله تاثیرات مخرب متقابلی نداشته باشند. همچنین در صورت استفاده از روان‌کننده‌ها و چسب‌ها به همراه واشرهای لاستیکی، این مواد نیز باید با آنها اثر مخرب متقابلی نداشته باشند.

#### ۴-۴-۵ چسبها

چسبها در اتصالهای چسبی باید آن گونه که سازنده اتصال قید کرده است، باشند. سازنده اتصال باید اطمینان حاصل کند که چسبها هیچ گونه اثر مخربی بر قطعاتی که به همراه آن استفاده می‌شوند، نداشته باشد و همچنین منجر به برآورده شدن الزامات قیدشده برای اتصالات در استانداردهای ASTM D4161:2005 و ISO 10639:2004 گردد.

#### ۵-۵ تاثیر بر کیفیت آب آشامیدنی

##### ۱-۵-۵ احراز صلاحیت برای بهره‌برداری در مصارف آب آشامیدنی

لوله الیاف شیشه‌ای که برای سامانه لوله آب آشامیدنی استفاده می‌شود، باید از نظر بهداشتی توسط مرجع ذیصلاح بهداشتی از جمله وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، ارزیابی و تایید شود. این ارزیابی باید با توجه به الزامات مربوط به ویژگی‌ها و آزمون‌های استخراج مواد شیمیایی، مزه و بو صورت گیرد؛ به طوری که حداقل، پاسخگوی الزامات بهداشتی یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی (نظیر ANSI/NSF 61:2007 یا BS 6920-1:2000 یا WRAS<sup>۱</sup> و غیره) باشد.

##### ۲-۵-۵ گواهینامه

لوله الیاف شیشه‌ای که برای سامانه آب آشامیدنی استفاده می‌شود، باید دارای برچسب یا نشانه مرجع ارزیابی و تاییدکننده (به لحاظ بهداشتی) بر روی لوله الیاف شیشه باشند.

##### ۳-۵-۵ واشرها و روان‌کننده‌ها

واشرها و روان‌کننده‌ها باید از موادی ساخته شوند که:

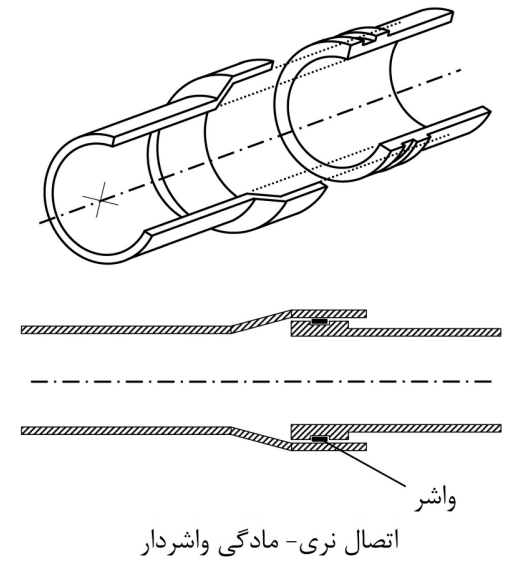
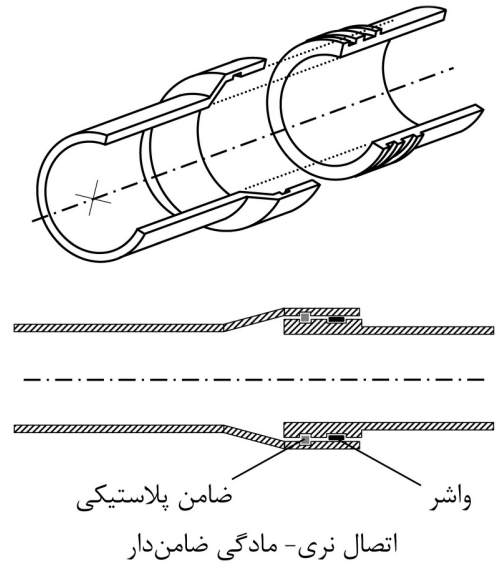
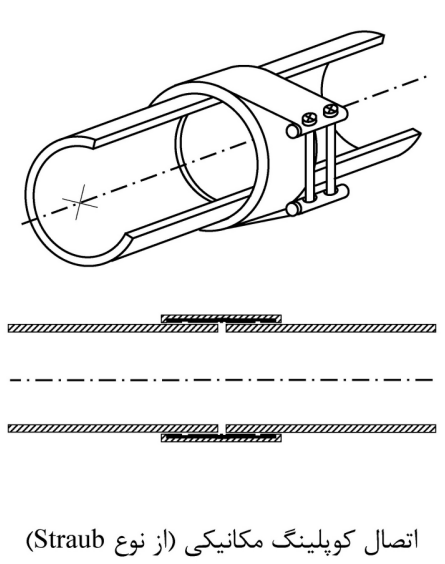
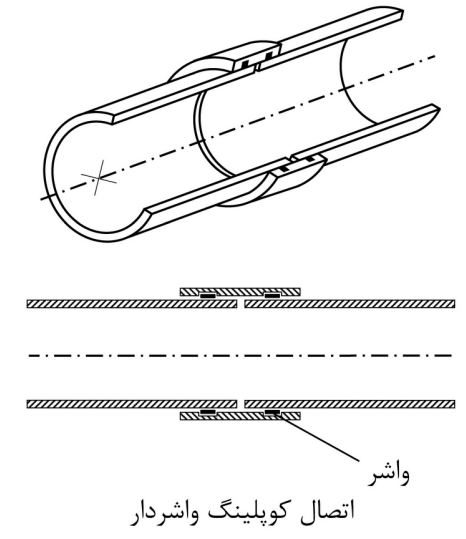
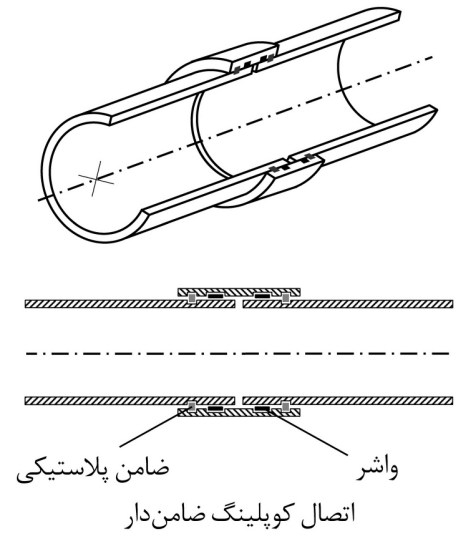
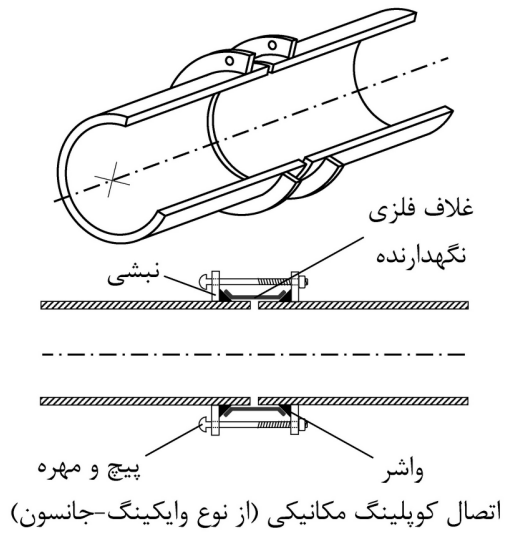
(الف) منجر به رشد باکتری نشوند.

(ب) بر کیفیت آب آشامیدنی تاثیر منفی نداشته باشند.

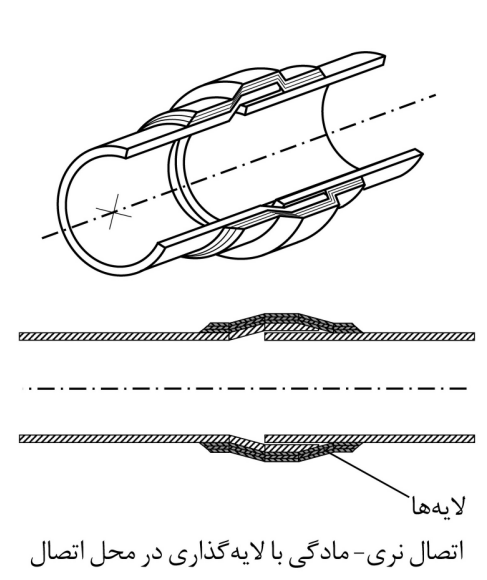
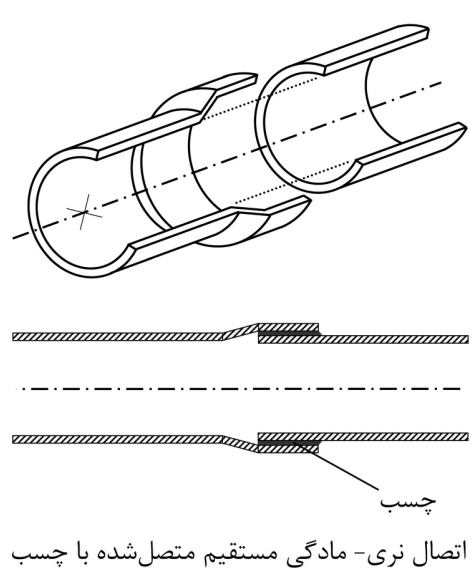
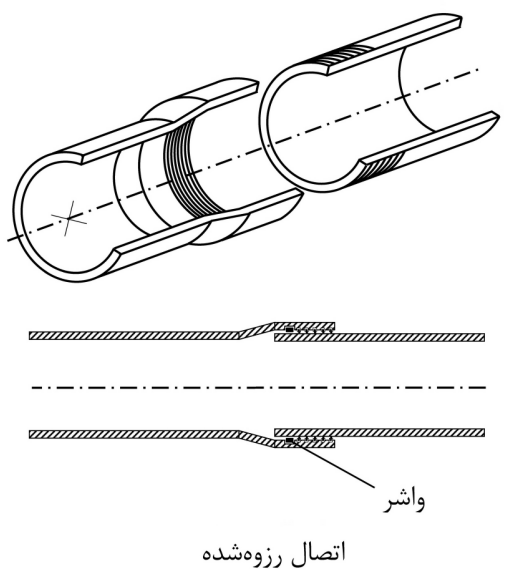
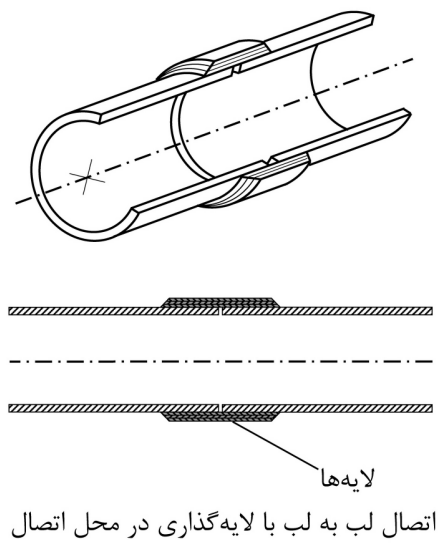
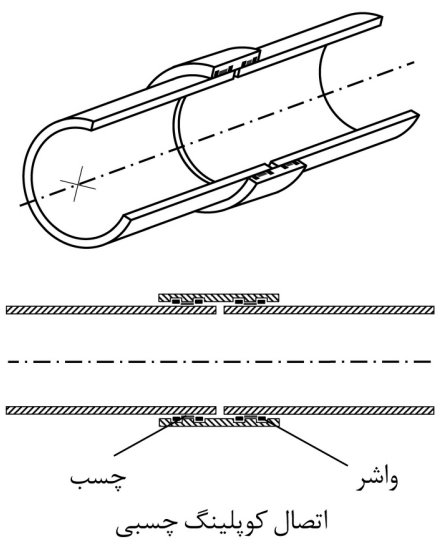
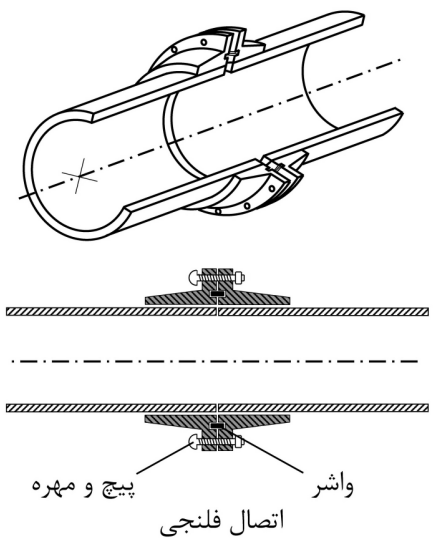
ارزیابی واشرها و روان‌کننده‌ها باید با توجه به الزامات مربوط به ویژگی‌ها و آزمون‌های استخراج مواد شیمیایی، مزه و بو، صورت گیرد، به طوری که بتواند حداقل، پاسخگوی الزامات بهداشتی یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی، مانند مراجع ذکرشده در زیربند ۱-۵-۵، باشد.

##### ۴-۵-۵ نفوذ

در مناطقی که احتمال دارد که لوله در معرض غلظت‌های قابل توجهی از آلاینده‌ها شامل محصولات نفتی یا حلال‌های آلی سبک یا بخار آنها قرار گیرد، انتخاب مواد برای لوله‌های مورد استفاده در سامانه توزیع و بهره‌برداری از آب آشامیدنی بسیار حساس است. تحقیقات نشان داده است که مواد مورد استفاده در ساخت لوله از جمله پلی‌اتیلن، پلی‌بوتیلن، پلی‌وینیل کلراید، بتون و لاستیک‌ها نظیر آن چه در واشرها و آب‌بندها به کار گرفته می‌شوند، ممکن است در معرض نفوذ محصولات نفتی یا حلال‌های آلی سبک به درون آنها قرار گیرند. در صورتی که لوله باید از ناحیه‌ای آلوده یا ناحیه‌ای در معرض آلودگی عبور کند، پیش از انتخاب نوع مواد لوله، حتماً با تولیدکننده درباره نفوذ از دیوارهای لوله و واشرها و ... مشورت شود. در هر صورت، باید از رزین‌های مقاوم در برابر نفوذ مواد نفتی و هیدروکربورها و غیره در شرایط فوق استفاده شود.



شکل ۲- انواع اتصال انعطاف پذیر



شکل ۳- انواع اتصال صلب

## ۶ الزامات فنی

### ۱-۶ الزامات فنی آزمون‌های تولید

#### ۱-۱-۶ کیفیت ساخت

##### ۱-۱-۱-۶ نقص‌ها

هر لوله باید عاری از هرگونه نقص شامل فرورفتگی، جدایش لایه‌ای، حباب، سوراخ ریز، ترک، حفره، تاول، حضور اجسام خارجی و مناطق کم‌رزین باشد که به واسطه ماهیت، مقدار و گستردگی آن، روی استحکام و توانایی بهره‌برداری از لوله تاثیر منفی داشته باشد. لوله تا آنجایی که در تولید انبوه آن امکان پذیر باشد، باید در خواصی مانند رنگ، شفافیت، چگالی و سایر خواص فیزیکی یکنواخت باشد.

#### ۲-۱-۱-۶ سطح داخلی

سطح داخلی هر لوله باید عاری از هر گونه برآمدگی، دندان، نواره برجسته و دیگر عیب‌هایی باشد که منجر به اختلافی بیشتر از  $\frac{3}{2}$  میلی‌متر در قطر داخلی ناحیه تغییر شکل یافته نسبت به ناحیه سالم مجاور آن شود. لیاف شیشه تقویت‌کننده به هیچ وجه نباید از سطح داخلی دیواره لوله بیرون زده باشند.

#### ۳-۱-۱-۶ محل قرارگیری واشر لاستیکی

سطوحی که بر روی آن واشر لاستیکی اتصال قرار می‌گیرد، باید عاری از هر گونه دندان، خراشیدگی و سایر بی‌نظمی‌های سطحی تاثیرگذار روی یکپارچگی اتصال باشند.

#### ۲-۱-۶ ابعاد

##### ۱-۲-۱-۶ قطرها

در استانداردسازی قطرهای لوله‌های لیاف شیشه، به دلیل روش‌های ساخت مختلف (از جمله رشته‌پیچی، قالب‌گیری گریز از مرکز یا قالب‌گیری تماسی) با دشواری‌هایی مواجه می‌شویم. عموماً لوله‌های لیاف شیشه با تنظیم قطر داخلی (سری قطر داخلی) یا قطر خارجی (سری قطر خارجی) روی مقدار ثابتی تولید می‌شوند.

#### ۱-۱-۲-۱-۶ قطر داخلی

قطر داخلی لوله‌های سری قطر داخلی باید با توجه به قطرهای اسمی نشان داده شده در جدول ۲ تهیه شوند. زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیر بند ۸-۱-۱-۱-۱ انجام شود، رواداری قطرهای اظهار شده باید مطابق با مقادیر جدول ۲ باشد.

در لوله‌های نری-مادگی، قطر داخلی فوق مربوط به ناحیه نری می‌باشد. ضمناً تولیدکننده باید مقدار و رواداری قطر داخلی مادگی لوله یا قطر داخلی کوپلینگ را به خریدار ارائه نماید. به علاوه، قطر داخلی مادگی یا کوپلینگ باید به اندازه‌ای بیشتر از قطر خارجی نری (در محل اتصال) باشد که فشردگی لازم در واشر لاستیکی ایجاد شود؛ به طوری که الزامات آب‌بندی مندرج در استانداردهای ASTM D4161:2005 و ISO 10639:2004 برآورده گردد.

**یادآوری ۱-** قطرهای داخلی غیر از آنچه در جدول ۲ نشان داده شده بنا به توافق بین خریدار و فروشنده، مجاز می‌باشند.

#### **۶-۱-۲-۱-۲ قطر خارجی**

قطر خارجی لوله‌های سری قطر خارجی باید با توجه به قطرهای اسمی نشان داده شده در جدول‌های ۳ تا ۷ تهیه شوند. زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۱-۲ انجام شود، رواداری قطرهای اظهارشده باید مطابق با مقادیر جدول‌های ۳ تا ۷ باشد.

**یادآوری ۲-** قطر خارجی لوله‌ها در ناحیه نری باید در محدوده رواداری داده شده در جدول‌های ۳ تا ۷ بوده و سازنده باید حداکثر و حداقل مجاز قطر نری محصول خود را اظهار کند. بعضی از لوله‌ها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که سرتاسر طول لوله محدوده رواداری را برآورده می‌نماید؛ در حالی که در مورد دیگر لوله‌ها فقط قسمت نری در محدوده رواداری قرار می‌گیرد؛ که در این مورد اگر چنین لوله‌هایی برش بخورند (کوتاه شوند)، انتهاهای جدید باید به منظور قرار گرفتن در محدوده رواداری، تنظیم (کالیبره) شوند.

**یادآوری ۳-** در صورتی که تولیدکننده لوله‌هایی با قطرهای متفاوت در دو انتها تولید کند، در این صورت باید مقادیر قطرهای هر دو انتها را اظهار کند. میزان رواداری این مقادیر از جدول‌های ۲ تا ۷ تعیین می‌گردد.

#### **۶-۱-۲-۲ طول‌ها**

لوله‌ها باید با طول‌های اسمی ۳، ۴، ۵، ۶، ۹، ۱۰، ۱۲ یا ۱۸ متر تهیه شوند. زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۲ انجام شود، طول کلی لوله در حالت تراز افقی باید در محدوده  $\pm 50$  میلی‌متر طول اسمی باشد. به جز سفارش‌های با طول خاص، حداقل ۹۰ درصد از کل لوله‌های با قطر اسمی و فشار اسمی یکسان باید به اندازه طول اسمی معین‌شده توسط خریدار عرضه شوند. در ۱۰ درصد باقیمانده، در صورت عرضه لوله‌های با طول متفاوت، طول هر لوله نباید بیشتر از ۲۵ درصد نسبت به طول اسمی مغایرت داشته باشد. در مورد این لوله‌ها طول کلی لوله برحسب متر باید به طریق مناسبی بر روی آن درج شود؛ به طوری که الزامات بند ۱۲ را برآورده نماید.

#### **۶-۱-۲-۳ ضخامت دیواره**

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۳ انجام شود، میانگین ضخامت دیواره لوله نباید کمتر از ضخامت اسمی (اظهارشده توسط تولیدکننده) مندرج در برگ مشخصات فنی محصول تولیدشده در زمان خرید باشد. حداقل ضخامت دیواره در هر نقطه دلخواه، نباید کمتر از  $87/5$  درصد ضخامت اسمی دیواره باشد. ضخامت دیواره لوله در هر حال نباید کمتر از ۳ میلی‌متر باشد.

#### **۶-۱-۲-۴ صافی سطح مقطع دو انتهای لوله**

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش زیربند ۸-۱-۱-۴ انجام شود، تمام نقاط روی سطح مقطع هر انتهای لوله نسبت به یک صفحه عمود بر محور طولی لوله، باید در محدوده  $\pm 6/5$  میلی‌متر یا  $\pm 0/5$  درصد قطر اسمی لوله (هر کدام که بیشتر باشد) قرار داشته باشد. به عبارت دیگر، نصف مقدار خوانده‌شده از دستگاه مدرج باید در محدوده رواداری گفته شده قرار گیرد.



جدول ۲- قطرهای داخلی لوله و رواداری آنها

رواداری قطر اظهارشده (میلی متر)	محدوده قطر داخلی (قطر اظهارشده) (میلی متر)		قطر اسمی (DN) <sup>۱</sup> (میلی متر)	رواداری قطر اظهارشده (میلی متر)	محدوده قطر داخلی (قطر اظهارشده) (میلی متر)		قطر اسمی (DN) <sup>۱</sup> (میلی متر)
	حداقل	حداکثر			حداقل	حداکثر	
	±۵/۰	۱۴۲۰			۱۳۹۵	۱۴۰۰	
±۵/۰	۱۵۲۰	۱۴۹۵	(۱۵۰۰)	±۱/۵	۴۲	۳۸	۴۰
±۵/۰	۱۶۲۰	۱۵۹۵	۱۶۰۰	±۱/۵	۵۲	۴۸	۵۰
±۵/۰	۱۶۷۰	۱۶۴۵	(۱۶۵۰)	±۱/۵	۶۷	۶۳	۶۵
±۵/۰	۱۷۲۰	۱۶۹۵	(۱۷۰۰)	±۱/۵	۷۷	۷۳	۷۵
±۵/۰	۱۸۲۰	۱۷۹۵	۱۸۰۰	±۱/۵	۸۲	۷۸	۸۰
±۵/۰	۱۹۲۰	۱۸۹۵	(۱۹۰۰)	±۱/۵	۱۰۳	۹۷	۱۰۰
±۵/۰	۲۰۲۰	۱۹۹۵	۲۰۰۰	±۱/۵	۱۲۸	۱۲۲	۱۲۵
±۵/۰	۲۱۲۰	۲۰۹۵	(۲۱۰۰)	±۱/۵	۱۵۳	۱۴۷	۱۵۰
±۶/۰	۲۲۲۰	۲۱۹۵	۲۲۰۰	±۱/۵	۲۰۴	۱۹۶	۲۰۰
±۶/۰	۲۳۲۰	۲۲۹۵	(۲۳۰۰)	±۱/۵	۲۵۵	۲۴۶	۲۵۰
±۶/۰	۲۴۲۰	۲۳۹۵	۲۴۰۰	±۱/۸	۳۰۶	۲۹۶	۳۰۰
±۶/۰	۲۵۲۰	۲۴۹۵	(۲۵۰۰)	±۲/۱	۳۵۷	۳۴۶	۳۵۰
±۶/۰	۲۶۲۰	۲۵۹۵	۲۶۰۰	±۲/۱	۳۸۱	۳۷۱	(۳۷۵)
±۶/۰	۲۷۲۰	۲۶۹۵	(۲۷۰۰)	±۲/۴	۴۰۸	۳۹۶	۴۰۰
±۶/۰	۲۸۲۰	۲۷۹۵	۲۸۰۰	±۲/۷	۴۵۹	۴۴۶	۴۵۰
±۶/۰	۲۹۲۰	۲۸۹۵	(۲۹۰۰)	±۳/۰	۵۱۰	۴۹۶	۵۰۰
±۶/۰	۳۰۲۰	۲۹۹۵	۳۰۰۰	±۳/۳	۵۶۱	۵۴۶	۵۵۰
±۶/۰	۳۱۲۰	۳۰۹۵	(۳۱۰۰)	±۳/۶	۶۱۲	۵۹۵	۶۰۰
±۷/۰	۳۲۲۰	۳۱۹۵	۳۲۰۰	±۴/۲	۷۱۴	۶۹۵	۷۰۰
±۷/۰	۳۳۲۰	۳۲۹۵	(۳۳۰۰)	±۴/۲	۸۱۶	۷۹۵	۸۰۰
±۷/۰	۳۴۲۰	۳۳۹۵	۳۴۰۰	±۴/۲	۸۱۷	۸۴۵	۸۵۰
±۷/۰	۳۵۲۰	۳۴۹۵	(۳۵۰۰)	±۴/۲	۹۱۸	۸۹۵	۹۰۰
±۷/۰	۳۶۲۰	۳۵۹۵	۳۶۰۰	±۵/۰	۱۰۲۰	۹۹۵	۱۰۰۰
±۷/۰	۳۷۲۰	۳۶۹۵	(۳۷۰۰)	±۵/۰	۱۱۲۰	۱۰۹۵	(۱۱۰۰)
±۷/۰	۳۸۲۰	۳۷۹۵	۳۸۰۰	±۵/۰	۱۱۷۰	۱۱۴۵	۱۱۵۰
±۷/۰	۳۹۲۰	۳۸۹۵	(۳۹۰۰)	±۵/۰	۱۲۲۰	۱۱۹۵	۱۲۰۰
±۷/۰	۴۰۲۰	۳۹۹۵	۴۰۰۰	±۵/۰	۱۳۲۰	۱۲۹۵	(۱۳۰۰)
				±۵/۰	۱۳۷۰	۱۳۴۵	(۱۳۵۰)

۱- مقادیر ذکر شده در داخل پرانتز، مقادیر غیر ترجیحی هستند.

جدول ۳- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی GRP

رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)		قطر خارجی (میلی‌متر)	قطر اسمی '(DN) (میلی‌متر)	رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)		قطر خارجی (میلی‌متر)	قطر اسمی '(DN) (میلی‌متر)
حد بالا	حد پایین			حد بالا	حد پایین		
+۲/۰	-۳/۰	۲۰۴۶	۲۰۰۰	+۱/۰	-۱/۰	۳۱۰	۳۰۰
+۲/۰	-۳/۱	۲۱۴۸	(۲۱۰۰)	+۱/۰	-۱/۲	۳۶۱	۳۵۰
+۲/۰	-۳/۲	۲۲۵۰	۲۲۰۰	+۱/۰	-۱/۳	۳۸۷	(۳۷۵)
+۲/۰	-۳/۳	۲۳۵۲	(۲۳۰۰)	+۱/۰	-۱/۴	۴۱۲	۴۰۰
+۲/۰	-۳/۴	۲۴۵۳	۲۴۰۰	+۱/۰	-۱/۶	۴۶۳	۴۵۰
+۲/۰	-۳/۵	۲۵۵۶	(۲۵۰۰)	+۱/۰	-۱/۸	۵۱۴	۵۰۰
+۲/۰	-۳/۶	۲۶۵۸	۲۶۰۰	+۱/۰	-۲/۰	۶۱۶	۶۰۰
+۲/۰	-۳/۷	۲۷۶۰	(۲۷۰۰)	+۱/۰	-۲/۲	۷۱۸	۷۰۰
+۲/۰	-۳/۸	۲۸۶۱	۲۸۰۰	+۱/۰	-۲/۴	۸۲۰	۸۰۰
+۲/۰	-۳/۹	۲۹۶۴	(۲۹۰۰)	+۱/۰	-۲/۶	۹۲۴	۹۰۰
+۲/۰	-۴/۰	۳۰۶۶	۳۰۰۰	+۲/۰	-۲/۶	۱۰۲۶	۱۰۰۰
+۲/۰	-۴/۱	۳۱۶۸	(۳۱۰۰)	+۲/۰	-۲/۶	۱۱۲۸	(۱۱۰۰)
+۲/۰	-۴/۲	۳۲۷۰	۳۲۰۰	+۲/۰	-۲/۶	۱۲۲۹	۱۲۰۰
+۲/۰	-۴/۳	۳۳۷۲	(۳۳۰۰)	+۲/۰	-۲/۷	۱۳۳۲	(۱۳۰۰)
+۲/۰	-۴/۴	۳۴۷۴	۳۴۰۰	+۲/۰	-۲/۷	۱۳۸۳	(۱۳۵۰)
+۲/۰	-۴/۵	۳۵۷۶	(۳۵۰۰)	+۲/۰	-۲/۸	۱۴۳۴	۱۴۰۰
+۲/۰	-۴/۶	۳۶۷۸	۳۶۰۰	+۲/۰	-۲/۸	۱۵۳۶	(۱۵۰۰)
+۲/۰	-۴/۷	۳۷۸۰	(۳۷۰۰)	+۲/۰	-۲/۸	۱۶۳۸	۱۶۰۰
+۲/۰	-۴/۸	۳۸۸۲	۳۸۰۰	+۲/۰	-۲/۸	۱۶۸۹	(۱۶۵۰)
+۲/۰	-۴/۹	۳۹۸۴	(۳۹۰۰)	+۲/۰	-۲/۹	۱۷۴۰	(۱۷۰۰)
+۲/۰	-۵/۰	۴۰۸۶	۴۰۰۰	+۲/۰	-۳/۰	۱۸۴۲	۱۸۰۰
				+۲/۰	-۳/۰	۱۹۴۴	(۱۹۰۰)

۱- مقدارهای ذکر شده در داخل پرانتز، مقدارهای غیرترجیحی هستند.

جدول ۴- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی چدنی نشکن یا قطعه‌های اتصالی هم‌ارز GRP

رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)		قطر خارجی <sup>۲</sup> (میلی‌متر)	قطر اسمی (DN) <sup>۱</sup> (میلی‌متر)
حد بالا	حد پایین		
+۱/۰	+۰/۳	۱۱۵/۰	۱۰۰
+۱/۰	+۰/۲	۱۴۱/۰	۱۲۵
+۱/۰	+۰/۱	۱۶۷/۰	۱۵۰
+۱/۰	۰/۰	۲۲۰/۰	۲۰۰
+۱/۰	-۰/۲	۲۷۱/۸	۲۵۰
+۱/۰	-۰/۳	۳۲۳/۸	۳۰۰
+۱/۰	-۰/۳	۳۷۵/۷	۳۵۰
+۱/۰	-۰/۳	۴۲۶/۶	۴۰۰
+۱/۰	-۰/۴	۴۷۷/۶	۴۵۰
+۱/۰	-۰/۴	۵۲۹/۵	۵۰۰
+۱/۰	-۰/۵	۶۳۲/۵	۶۰۰

جدول ۵- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی PVC یا قطعه‌های اتصالی هم‌ارز GRP

رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)		قطر خارجی <sup>۲</sup> (میلی‌متر)	قطر اسمی (DN) <sup>۱</sup> (میلی‌متر)
حد بالا	حد پایین		
+۰/۴	صفر	۱۱۰	۱۰۰
+۰/۴	صفر	۱۲۵	۱۲۵
+۰/۵	صفر	۱۶۰	۱۵۰
+۰/۶	صفر	۲۰۰	۲۰۰
+۰/۷	صفر	۲۲۵	۲۲۵
+۰/۸	صفر	۲۵۰	۲۵۰
+۱/۰	صفر	۳۱۵	۳۰۰
+۱/۱	صفر	۳۵۵	۳۵۰
+۱/۲	صفر	۴۰۰	۴۰۰
+۱/۴	صفر	۴۵۰	۴۵۰
+۱/۵	صفر	۵۰۰	۵۰۰
+۱/۹	صفر	۶۳۰	۶۰۰

۱- زمانی که از لوله‌ای با قطر اسمی غیرترجیحی استفاده شود، نزدیکترین قطر مربوط را انتخاب کنید.

۲- قطر معادل لوله چدنی‌نشکن بر اساس استاندارد ISO 2531:1998 و لوله PVC بر اساس استانداردهای ISO 161-1:1996 و ملی ایران شماره ۱۰۶۱۰:سال ۱۳۸۷ است.

جدول ۶- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با  
 قطعه‌های اتصالی (لوله‌های) فولادی یا قطعه‌های اتصالی هم‌ارز GRP

رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)		قطر خارجی <sup>۲</sup> (میلی‌متر)	قطر اسمی (DN) <sup>۱</sup> (میلی‌متر)
حد پایین	حد بالا		
-۰/۴۱	+۱/۵۲	۳۳/۴۰	۲۵
-۰/۴۶	+۱/۵۲	۴۸/۲۶	۴۰
-۰/۴۶	+۱/۵۲	۶۰/۳۳	۵۰
-۰/۴۶	+۱/۵۲	۷۳/۰۳	۶۵
-۰/۴۶	+۱/۵۲	۸۸/۹۰	۸۰
-۰/۴۶	+۱/۵۲	۱۴۴/۳۰	۱۰۰
-۰/۷۱	+۱/۶۸	۱۶۸/۲۸	۱۵۰
-۱/۰۲	+۲/۱۸	۲۱۹/۰۸	۲۰۰
-۱/۲۲	+۲/۷۴	۲۷۳/۰۵	۲۵۰
-۱/۴۲	+۳/۲۵	۳۲۳/۸۵	۳۰۰
-۱/۵۷	+۳/۵۶	۳۵۵/۶۰	۳۵۰
-۱/۷۸	+۴/۰۶	۴۰۶/۴۰	۴۰۰

۱- زمانی که از لوله‌ای با قطر اسمی غیرترجیحی استفاده شود، نزدیکترین قطر مربوط را انتخاب کنید.

۲- قطر معادل لوله فولادی بر اساس استاندارد ISO 4200:1991 است.

جدول ۷- قطرهای خارجی نری لوله و رواداری آنها در محل اتصال برای کاربرد با قطعه‌های اتصالی (لوله) چدنی معمولی یا قطعه‌های اتصالی هم‌ارز GRP

رواداری قطر خارجی (میلی‌متر)		قطر خارجی (میلی‌متر)	قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)
حد پایین	حد بالا		
-۱/۳	+۱/۳	۶۳/۵	۵۰
-۱/۵	+۱/۵	۱۰۰/۶	۸۰
-۱/۵	+۱/۵	۱۲۱/۹	۱۰۰
-۱/۵	+۱/۵	۱۷۵/۳	۱۵۰
-۱/۵	+۱/۵	۲۲۹/۹	۲۰۰
-۱/۵	+۱/۵	۲۸۱/۹	۲۵۰
-۱/۵	+۱/۵	۳۳۵/۳	۳۰۰
-۲/۰	+۱/۳	۳۸۸/۶	۳۵۰
-۲/۰	+۱/۳	۴۴۲/۰	۴۰۰
-۲/۰	+۱/۳	۴۹۵/۳	۴۵۰
-۲/۰	+۱/۳	۵۴۸/۶	۵۰۰
-۲/۰	+۱/۳	۶۵۵/۳	۶۰۰
-۱/۵	+۲/۰	۸۱۲/۸	۸۰۰
-۱/۵	+۲/۰	۹۷۲/۸	۹۰۰
-۱/۵	+۲/۰	۱۱۳۰/۳	۱۱۰۰
-۱/۵	+۲/۰	۱۲۹۰/۳	۱۲۰۰
-۱/۵	+۲/۰	۱۴۶۲/۰	۱۸۰۰
-۱/۵	+۲/۰	۱۵۶۴/۹	۱۵۰۰

### ۳-۱-۶ پایایی

در مورد لوله‌های تا قطر اسمی ۱۴۰۰ میلی‌متر، در صورتی که توافق دیگری در خصوص تعداد آزمون لوله‌ها بین خریدار و تولیدکننده انجام نشده باشد، همه لوله‌ها باید با توجه به فشار اسمی آن تحت فشار داخلی هیدرواستاتیک مندرج در جدول ۸ (دو برابر فشار اسمی) مورد آزمون قرار گیرند و هیچ گونه نشت یا ترک خوردگی از خود نشان ندهند. در مورد لوله‌های با قطرهای بیشتر از ۱۴۰۰ میلی‌متر، تعداد این آزمون‌ها باید بر اساس توافق خریدار و تولیدکننده باشد. حداقل تعداد توافق شده نباید کمتر از پنج درصد تعداد کل لوله‌ها در هر بهر باشد. در آزمون این لوله‌ها فشار داخلی هیدرواستاتیک باید  $1/5$  برابر فشار اسمی لوله باشد. آزمون پایایی باید مطابق با زیربند ۸-۱-۲ انجام شود.

#### جدول ۸- فشار محک هیدرواستاتیک آزمون پایایی برای لوله‌های با قطر اسمی حداکثر ۱۴۰۰ میلی‌متر

فشار اسمی (PN) (بار)	فشار محک هیدرواستاتیک (بار)
۲/۵	۵
۴	۸
۶	۱۲
۹	۱۸
۱۰	۲۰
۱۲	۲۴
۱۵	۳۰
۱۶	۳۲
۱۸	۳۶
۲۰	۴۰
۲۵	۵۰
۳۲	۶۴

### ۴-۱-۶ سفتی

مقدار سفتی با استفاده از یکی از روش‌های مندرج در بندهای ۱-۴-۱-۶ و ۲-۴-۱-۶ اندازه‌گیری گردد.

#### ۱-۴-۱-۶ سفتی حلقوی ویژه اولیه

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با زیربند ۱-۳-۱-۸ انجام شود، هر شاخه لوله باید مقاومت کافی برای نشان دادن حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه تعیین شده در جدول ۹ را دارا باشد.

#### ۲-۴-۱-۶ سفتی لوله

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با زیربند ۲-۳-۱-۸ انجام شود، هر شاخه لوله باید مقاومت کافی برای نشان دادن حداقل سفتی لوله تعیین شده در جدول ۱۰ را دارا باشد.

یادآوری ۴- سفتی لوله متناظر با سفتی حلقوی ویژه اولیه (در همان درصد تغییر شکل حلقوی) از رابطه (۱۲) تعیین می‌شود:

$$PS = \frac{S_0}{f} \quad (12)$$

### ۳-۴-۱-۶ مقاومت در برابر تخریب ناشی از تغییر شکل حلقوی

این آزمون مطابق با زیربند ۳-۳-۱-۸ در دو سطح (الف) و (ب) انجام می‌شود. هدف از این آزمون، یک مشاهده چشمی (با چشم غیر مسلح) و تنها به منظور کنترل کیفی محصول تولیدی است و نباید به عنوان یک آزمون شبیه سازی شرایط بهره برداری در نظر گرفته شود. درصد تغییر شکل حلقوی سطح (الف) و (ب) مندرج در جدول ۱۱ برای اطمینان از عملکرد مناسب لوله در بلندمدت (۵۰ سال) می‌باشد؛ به طوری که اطمینان حاصل شود که حد تغییر شکل حلقوی لوله در شرایط بهره برداری بلندمدت از پنج درصد فراتر نمی‌رود.

#### ۱-۳-۴-۱-۶ الزامات سطح (الف)

در تغییر شکل حلقوی سطح (الف) مندرج در جدول ۱۱، آزمون نباید هیچ گونه آسیب قابل مشاهده‌ای به شکل ترک‌های سطحی داشته باشد.

#### ۲-۳-۴-۱-۶ الزامات سطح (ب)

در تغییر شکل حلقوی سطح (ب) مندرج در جدول ۱۱، آزمون نباید هیچ گونه نشانه‌ای از آسیب ساختاری به شکل جدایش لایه‌ای، جدایی لایه درونی یا بیرونی (در صورت وجود) از دیواره، تخریب کششی الیاف شیشه تقویت کننده و شکست<sup>۱</sup> یا کمانش<sup>۲</sup> دیواره لوله داشته باشد.

### ۳-۳-۴-۱-۶ سطح (الف) و (ب) برای سایر مقادیر $S_0$

در مورد سایر مقادیر سفتی حلقوی ویژه اولیه لوله، مقادیر مناسب برای تغییر شکل حلقوی سطح (الف) و (ب) (جدول ۱۱) با استفاده از رابطه‌های (۱۳) و (۱۴) محاسبه می‌شود:

$$(13) \quad 9 \times 10^{13} \left( \frac{10000}{\text{"سفتی حلقوی ویژه اولیه" جدید}} \right) = \text{سطح (الف) در "سفتی حلقوی ویژه اولیه" جدید}$$

$$(14) \quad \left( \frac{\text{سطح (الف) در "سفتی حلقوی ویژه اولیه" جدید}}{0.16} \right) = \text{سطح (ب) در "سفتی حلقوی ویژه اولیه" جدید}$$

### ۴-۳-۴-۱-۶ حداقل سطح (الف) و (ب)

با توجه به اینکه ممکن است میزان تغییر شکل حلقوی بلندمدت در برخی محصولات، متفاوت از حد پذیرش پنج درصد باشد، از این رو میزان تغییر شکل حلقوی سطح (الف) و (ب) (مندرج در جدول ۱۱) متناسب با آن با استفاده از رابطه (۱۵) تنظیم می‌گردند:

$$(15) \quad (\text{سطح (الف) در جدول ۱۱}) \times \left( \frac{D_{50} \text{ جدید}}{\delta} \right) = \text{سطح (الف) در } D_{50} \text{ جدید}$$

با این حال حداقل مقادیر برای تغییر شکل‌های حلقوی سطح (الف) و (ب) باید به ترتیب معادل با کرنش‌های محیطی ۰/۶ و ۱/۰ درصد باشند؛ همان طور که رابطه‌های (۱۶) و (۱۷) نشان می‌دهند:

$$4/28 \times \left(\frac{t}{d_m}\right) \times \frac{0/01 \times D_{\text{الف}}}{(1+0/5 \times 0/01 \times D_{\text{الف}})^2} \geq 0/006 \quad (16)$$

$$4/28 \times \left(\frac{t}{d_m}\right) \times \frac{0/01 \times D_{\text{ب}}}{(1+0/5 \times 0/01 \times D_{\text{ب}})^2} \geq 0/01 \quad (17)$$

جدول ۹- حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه

سفتی اسمی (SN) (پاسکال)										قطر اسمی (DN)
۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۶۳۰	۵۰۰	
حداقل سفتی حلقوی ویژه اولیه (S <sub>0</sub> ) (پاسکال)										(میلی‌متر)
۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن. <sup>۱</sup>	۲۵ تا ۲۰۰
۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	۲۵۰
۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۳۰۰ یا بیشتر

جدول ۱۰- حداقل سفتی لوله

رده سفتی لوله (SC) (کیلوپاسکال)										قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)
۵۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۲۵	۱۰۰	۶۲/۵	۵۰	۳۱/۵	۲۵	
حداقل سفتی لوله (PS) (کیلوپاسکال)										
۵۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۲۰۰	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	۲۵ تا ۲۰۰
۵۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۲۵	۱۰۰	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	ت.ن.	۲۵۰
۵۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۲۵	۱۰۰	۶۲/۵	۵۰	۳۱/۵	۲۵	۳۰۰ یا بیشتر

جدول ۱۱- درصد تغییر شکل حلقوی بدون آسیب (سطح الف) یا تخریب ساختاری (سطح ب)

سفتی اسمی (SN) (پاسکال)										
۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۶۳۰	۵۰۰	
درصد تغییر شکل حلقوی (D)										
%۹	%۱۰	%۱۲	%۱۳	%۱۵	%۱۶	%۱۸	%۲۰	%۲۳	%۲۵	سطح (الف)
%۱۵	%۱۶/۷	%۲۰	%۲۱/۷	%۲۵	%۲۶/۷	%۳۰	%۳۳/۳	%۳۸/۳	%۴۱/۷	سطح (ب)

۱- ت.ن. = توصیه نمی‌شود



## ۵-۱-۶ مقاومت کششی محیطی اولیه

همه لوله‌های تولیدشده تحت ویژگی‌های این استاندارد، زمانی که مطابق با هر کدام از روش‌های زیربند ۸-۴-۱ آزمایش شوند؛ باید با توجه به قطر اسمی و فشار اسمی‌شان، حداقل مقدار مقاومت کششی محیطی اولیه را که از یکی از رابطه‌های (۱۸) و (۱۹) تعیین می‌شود، دارا باشند (هر کدام که عدد بزرگتری به دست دهد):

$$\sigma_{H,0} = \frac{1}{5} (PN)(DN) \quad (18)$$

$$\sigma_{H,0} = \frac{1}{20} \left( \frac{\sigma_r}{\sigma_i} \right) (PN)(DN) \quad (19)$$

که در آن:

$\sigma_i$  مقاومت کششی محیطی طراحی اولیه؛

$\sigma_r$  تنش کششی محیطی در بیشینه فشار کاری مجاز (فشار اسمی).

یادآوری ۵- $\sigma_r$  و  $\sigma_i$  برحسب مگاپاسکال بیان می‌شوند.

حداقل مقاومت کششی محیطی اولیه از رابطه (۱۸) برای قطرهای و فشارهای اسمی ارائه‌شده در این استاندارد در جدول ۱۲ ارائه شده است. مقدار  $\sigma_r$  و  $\sigma_i$  باید با توجه به آزمون‌های بلندمدت انجام‌شده توسط تولیدکننده، طبق زیربند ۸-۲-۱ تعیین شود. مقدار  $\sigma_i$  باید برابر با مقدار "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" منحنی تنش کشش محیطی برحسب زمان که به ۰/۱ ساعت (۶ دقیقه) برونمایی شده است، در نظر گرفته شود. این مقدار، تغییرات ممکن در مقاومت الیاف شیشه تقویت‌کننده و تغییرات ناشی از روش‌های تولید لوله را به حساب می‌آورد. همچنین، مقدار  $\sigma_r$  باید مطابق با رابطه (۲۰)، برابر با مقدار تنش کششی محیطی لوله در فشار اسمی در نظر محاسبه شود.

$$\sigma_r = \frac{(PN)(DN)}{2t} \quad (20)$$

## ۶-۱-۶ مقاومت کششی طولی اولیه

### ۶-۱-۶-۱ بدون بار انتهایی

لوله‌هایی که دو انتهای آنها در معرض بار طولی ناشی از فشار داخلی نیست، زمانی که مطابق با زیربند ۸-۱-۵ تحت بار کششی طولی آزمایش می‌شوند، باید حداقل کرنش محوری در نقطه شکست ۰/۲۵ درصد را دارا بوده و با توجه به قطر اسمی و فشار اسمی‌شان، حداقل مقادیر مقاومت کششی طولی اولیه ذکر شده در جدول ۱۳ را دارا باشند.

یادآوری ۶- مقادیر جدول ۱۳ معیارهای حداقل برای لوله‌های نصب‌شده در زیر زمین و بدون قابلیت تحمل بارهای طولی واردشده به دو انتها هستند. برای لوله‌های نصب‌شده بر روی زمین، لوله‌های در معرض خمش محوری<sup>۱</sup>، لوله‌هایی که باید هرگونه بار طولی و یا هرگونه نیروی کششی طولی غیر معمول را تحمل کنند، مقدار مذکور ممکن است از مقادیر جدول ۱۳ بیشتر باشند.

#### ۶-۱-۶-۲ همراه با بار انتهایی

لوله‌هایی که دو انتهای آنها در معرض بار طولی ناشی از فشار داخلی است، زمانی که مطابق با زیربند ۸-۱-۵ تحت بار کششی طولی آزمایش می‌شوند، باید با توجه به قطر اسمی و فشار اسمی‌شان، حداقل مقادیر مقاومت کششی طولی اولیه ذکر شده در جدول ۱۴ را دارا باشند. حداقل مقدار مقاومت کششی طولی اولیه از رابطه (۲۱) تعیین می‌شود:

$$\sigma_{L,0} = \frac{1}{1.0} (PN)(DN) \quad (21)$$

یادآوری ۷- به دلیل ایجاد خمش محوری در برخی از لوله‌های با قطر اسمی پایین، حداقل مقاومت کششی مندرج در جدول ۱۴ برای این لوله‌ها، بیش از مقدار به دست آمده از رابطه (۲۱) تعیین شده است.

جدول ۱۲- حداقل مقاومت کششی محیطی اولیه دیواره لوله

مقاومت کششی محیطی اولیه $(\sigma_{H,0})^1$ (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمونه)												قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)
فشار اسمی (PN) (بار)												
۳۲	۲۵	۲۰	۱۸	۱۶	۱۵	۱۲	۱۰	۹	۶	۴	۲/۵	
۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۵	۶۰	۵۰	۴۵	۳۰	۲۰	۱۲/۵	۲۵
۲۵۶	۲۰۰	۱۶۰	۱۴۴	۱۲۸	۱۲۰	۹۶	۸۰	۷۲	۴۸	۳۲	۲۰	۴۰
۳۲۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۰۰	۹۰	۶۰	۴۰	۲۵	۵۰
۴۱۶	۳۲۵	۲۶۰	۲۳۴	۲۰۸	۱۹۵	۱۵۶	۱۳۰	۱۱۷	۷۸	۵۲	۳۲/۵	۶۵
۴۸۰	۳۷۵	۳۰۰	۲۷۰	۲۴۰	۲۲۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۳۵	۹۰	۶۰	۳۷/۵	۷۵
۵۱۲	۴۰۰	۳۲۰	۲۸۸	۲۵۶	۲۴۰	۱۹۲	۱۶۰	۱۴۴	۹۶	۶۴	۴۰	۸۰
۶۴۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۶۰	۳۲۰	۳۰۰	۲۴۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۲۰	۸۰	۵۰	۱۰۰
۸۰۰	۶۲۵	۵۰۰	۴۵۰	۴۰۰	۳۷۵	۳۰۰	۲۵۰	۲۲۵	۱۵۰	۱۰۰	۶۲/۵	۱۲۵
۹۶۰	۷۵۰	۶۰۰	۵۴۰	۴۸۰	۴۵۰	۳۶۰	۳۰۰	۲۷۰	۱۸۰	۱۲۰	۷۵	۱۵۰
۱۲۸۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۷۲۰	۶۴۰	۶۰۰	۴۸۰	۴۰۰	۳۶۰	۲۴۰	۱۶۰	۱۰۰	۲۰۰
۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۹۰۰	۸۰۰	۷۵۰	۶۰۰	۵۰۰	۴۵۰	۳۰۰	۲۰۰	۱۲۵	۲۵۰
۱۹۲۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۱۰۸۰	۹۶۰	۹۰۰	۷۲۰	۶۰۰	۵۴۰	۳۶۰	۲۴۰	۱۵۰	۳۰۰
۲۲۴۰	۱۷۵۰	۱۴۰۰	۱۲۶۰	۱۱۲۰	۱۰۵۰	۸۴۰	۷۰۰	۶۳۰	۴۲۰	۲۸۰	۱۷۵	۳۵۰
۲۴۰۰	۱۸۷۵	۱۵۰۰	۱۳۵۰	۱۲۰۰	۱۱۲۵	۹۰۰	۷۵۰	۶۷۵	۴۵۰	۳۰۰	۱۸۷/۵	۳۷۵
۲۵۶۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۴۴۰	۱۲۸۰	۱۲۰۰	۹۶۰	۸۰۰	۷۲۰	۴۸۰	۳۲۰	۲۰۰	۴۰۰
۲۸۸۰	۲۲۵۰	۱۸۰۰	۱۶۲۰	۱۴۴۰	۱۳۵۰	۱۰۸۰	۹۰۰	۸۱۰	۵۴۰	۳۶۰	۲۲۵	۴۵۰
۳۲۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۶۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰	۹۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۵۰۰
۳۵۲۰	۲۷۵۰	۲۲۰۰	۱۹۸۰	۱۷۶۰	۱۶۵۰	۱۳۲۰	۱۱۰۰	۹۹۰	۶۶۰	۴۴۰	۲۷۵	۵۵۰
۳۸۴۰	۳۰۰۰	۲۴۰۰	۲۱۶۰	۱۹۲۰	۱۸۰۰	۱۴۴۰	۱۲۰۰	۱۰۸۰	۷۲۰	۴۸۰	۳۰۰	۶۰۰
۴۴۸۰	۳۵۰۰	۲۸۰۰	۲۵۲۰	۲۲۴۰	۲۱۰۰	۱۶۸۰	۱۴۰۰	۱۲۶۰	۸۴۰	۵۶۰	۳۵۰	۷۰۰
۵۱۲۰	۴۰۰۰	۳۲۰۰	۲۸۸۰	۲۵۶۰	۲۴۰۰	۱۹۲۰	۱۶۰۰	۱۴۴۰	۹۶۰	۶۴۰	۴۰۰	۸۰۰
۵۴۴۰	۴۲۵۰	۳۴۰۰	۳۰۶۰	۲۷۲۰	۲۵۵۰	۲۰۴۰	۱۷۰۰	۱۵۳۰	۱۰۲۰	۶۸۰	۴۲۵	۸۵۰
۵۷۶۰	۴۵۰۰	۳۶۰۰	۳۲۴۰	۲۸۸۰	۲۷۰۰	۲۱۶۰	۱۸۰۰	۱۶۲۰	۱۰۸۰	۷۲۰	۴۵۰	۹۰۰
۶۴۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۶۰۰	۳۲۰۰	۳۰۰۰	۲۴۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۱۰۰۰
۷۰۴۰	۵۵۰۰	۴۴۰۰	۳۹۶۰	۳۵۲۰	۳۳۰۰	۲۶۴۰	۲۲۰۰	۱۹۸۰	۱۳۲۰	۸۸۰	۵۵۰	۱۱۰۰
۷۳۶۰	۵۷۵۰	۴۶۰۰	۴۱۴۰	۳۶۸۰	۳۴۵۰	۲۷۶۰	۲۳۰۰	۲۰۷۰	۱۳۸۰	۹۲۰	۵۷۵	۱۱۵۰
۷۶۸۰	۶۰۰۰	۴۸۰۰	۴۳۲۰	۳۸۴۰	۳۶۰۰	۲۸۸۰	۲۴۰۰	۲۱۶۰	۱۴۴۰	۹۶۰	۶۰۰	۱۲۰۰
۸۳۲۰	۶۵۰۰	۵۲۰۰	۴۶۸۰	۴۱۶۰	۳۹۰۰	۳۱۲۰	۲۶۰۰	۲۳۴۰	۱۵۶۰	۱۰۴۰	۶۵۰	۱۳۰۰

۱- مقادیر مقاومت کششی این جدول برابرند با  $(DN)(PN)/۲$ .

ادامه جدول ۱۲

مقاومت کششی محیطی اولیه ( $\sigma_{H,0}$ ) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمونه)													قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)
فشار اسمی (PN) (بار)													
۳۲	۲۵	۲۰	۱۸	۱۶	۱۵	۱۲	۱۰	۹	۶	۴	۲/۵		
۸۶۴۰	۶۷۵۰	۵۴۰۰	۴۸۶۰	۴۳۲۰	۴۰۵۰	۳۲۴۰	۲۷۰۰	۲۴۳۰	۱۶۲۰	۱۰۸۰	۶۷۵	۱۳۵۰	
۸۹۶۰	۷۰۰۰	۵۶۰۰	۵۰۴۰	۴۴۸۰	۴۲۰۰	۳۳۶۰	۲۸۰۰	۲۵۲۰	۱۶۸۰	۱۱۲۰	۷۰۰	۱۴۰۰	
۹۶۰۰	۷۵۰۰	۶۰۰۰	۵۴۰۰	۴۸۰۰	۴۵۰۰	۳۶۰۰	۳۰۰۰	۲۷۰۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰	۷۵۰	۱۵۰۰	
۱۰۲۴۰	۸۰۰۰	۶۴۰۰	۵۷۶۰	۵۱۲۰	۴۸۰۰	۳۸۴۰	۳۲۰۰	۲۸۸۰	۱۹۲۰	۱۲۸۰	۸۰۰	۱۶۰۰	
۱۰۵۶۰	۸۲۵۰	۶۶۰۰	۵۹۴۰	۵۲۸۰	۴۹۵۰	۳۹۶۰	۳۳۰۰	۲۹۷۰	۱۹۸۰	۱۳۲۰	۸۲۵	۱۶۵۰	
۱۰۸۸۰	۸۵۰۰	۶۸۰۰	۶۱۲۰	۵۴۴۰	۵۱۰۰	۴۰۸۰	۳۴۰۰	۳۰۶۰	۲۰۴۰	۱۳۶۰	۸۵۰	۱۷۰۰	
۱۱۵۲۰	۹۰۰۰	۷۲۰۰	۶۴۸۰	۵۷۶۰	۵۴۰۰	۴۳۲۰	۳۶۰۰	۳۲۴۰	۲۱۶۰	۱۴۴۰	۹۰۰	۱۸۰۰	
۱۲۱۶۰	۹۵۰۰	۷۶۰۰	۶۸۴۰	۶۰۸۰	۵۷۰۰	۴۵۶۰	۳۸۰۰	۳۴۲۰	۲۲۸۰	۱۵۲۰	۹۵۰	۱۹۰۰	
۱۲۸۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۷۲۰۰	۶۴۰۰	۶۰۰۰	۴۸۰۰	۴۰۰۰	۳۶۰۰	۲۴۰۰	۱۶۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	
۱۳۴۴۰	۱۰۵۰۰	۸۴۰۰	۷۵۶۰	۶۷۲۰	۶۳۰۰	۵۰۴۰	۴۲۰۰	۳۷۸۰	۲۵۲۰	۱۶۸۰	۱۰۵۰	۲۱۰۰	
۱۴۰۸۰	۱۱۰۰۰	۸۸۰۰	۷۹۲۰	۷۰۴۰	۶۶۰۰	۵۲۸۰	۴۴۰۰	۳۹۶۰	۲۶۴۰	۱۷۶۰	۱۱۰۰	۲۲۰۰	
۱۴۷۲۰	۱۱۵۰۰	۹۲۰۰	۸۲۸۰	۷۳۶۰	۶۹۰۰	۵۵۲۰	۴۶۰۰	۴۱۴۰	۲۷۶۰	۱۸۴۰	۱۱۵۰	۲۳۰۰	
۱۵۳۶۰	۱۲۰۰۰	۹۶۰۰	۸۶۴۰	۷۶۸۰	۷۲۰۰	۵۷۶۰	۴۸۰۰	۴۳۲۰	۲۸۸۰	۱۹۲۰	۱۲۰۰	۲۴۰۰	
۱۶۰۰۰	۱۲۵۰۰	۱۰۰۰۰	۹۰۰۰	۸۰۰۰	۷۵۰۰	۶۰۰۰	۵۰۰۰	۴۵۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	۱۲۵۰	۲۵۰۰	
۱۶۶۴۰	۱۳۰۰۰	۱۰۴۰۰	۹۳۶۰	۸۳۲۰	۷۸۰۰	۶۲۴۰	۵۲۰۰	۴۶۸۰	۳۱۲۰	۲۰۸۰	۱۳۰۰	۲۶۰۰	
۱۷۲۸۰	۱۳۵۰۰	۱۰۸۰۰	۹۷۲۰	۸۶۴۰	۸۱۰۰	۶۴۸۰	۵۴۰۰	۴۸۶۰	۳۲۴۰	۲۱۶۰	۱۳۵۰	۲۷۰۰	
۱۷۹۲۰	۱۴۰۰۰	۱۱۲۰۰	۱۰۰۸۰	۸۹۶۰	۸۴۰۰	۶۷۲۰	۵۶۰۰	۵۰۴۰	۳۳۶۰	۲۲۴۰	۱۴۰۰	۲۸۰۰	
۱۸۵۶۰	۱۴۵۰۰	۱۱۶۰۰	۱۰۴۴۰	۹۲۸۰	۸۷۰۰	۶۹۶۰	۵۸۰۰	۵۲۲۰	۳۴۸۰	۲۳۲۰	۱۴۵۰	۲۹۰۰	
۱۹۲۰۰	۱۵۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۰۸۰۰	۹۶۰۰	۹۰۰۰	۷۲۰۰	۶۰۰۰	۵۴۰۰	۳۶۰۰	۲۴۰۰	۱۵۰۰	۳۰۰۰	
۱۹۸۴۰	۱۵۵۰۰	۱۲۴۰۰	۱۱۱۶۰	۹۹۲۰	۹۳۰۰	۷۴۴۰	۶۲۰۰	۵۵۸۰	۳۷۲۰	۲۴۸۰	۱۵۵۰	۳۱۰۰	
۲۰۴۸۰	۱۶۰۰۰	۱۲۸۰۰	۱۱۵۲۰	۱۰۲۴۰	۹۶۰۰	۷۶۸۰	۶۴۰۰	۵۷۶۰	۳۸۴۰	۲۵۶۰	۱۶۰۰	۳۲۰۰	
۲۱۱۲۰	۱۶۵۰۰	۱۳۲۰۰	۱۱۸۸۰	۱۰۵۶۰	۹۹۰۰	۷۹۲۰	۶۶۰۰	۵۹۴۰	۳۹۶۰	۲۶۴۰	۱۶۵۰	۳۳۰۰	
۲۱۷۶۰	۱۷۰۰۰	۱۳۶۰۰	۱۲۲۴۰	۱۰۸۸۰	۱۰۲۰۰	۸۱۶۰	۶۸۰۰	۶۱۲۰	۴۰۸۰	۲۷۲۰	۱۷۰۰	۳۴۰۰	
۲۲۴۰۰	۱۷۵۰۰	۱۴۰۰۰	۱۲۶۰۰	۱۱۲۰۰	۱۰۵۰۰	۸۴۰۰	۷۰۰۰	۶۳۰۰	۴۲۰۰	۲۸۰۰	۱۷۵۰	۳۵۰۰	
۲۳۰۴۰	۱۸۰۰۰	۱۴۴۰۰	۱۲۹۶۰	۱۱۵۲۰	۱۰۸۰۰	۸۶۴۰	۷۲۰۰	۶۴۸۰	۴۳۲۰	۲۸۸۰	۱۸۰۰	۳۶۰۰	
۲۳۶۸۰	۱۸۵۰۰	۱۴۸۰۰	۱۳۳۲۰	۱۱۸۴۰	۱۱۱۰۰	۸۸۸۰	۷۴۰۰	۶۶۶۰	۴۴۴۰	۲۹۶۰	۱۸۵۰	۳۷۰۰	
۲۴۳۲۰	۱۹۰۰۰	۱۵۲۰۰	۱۳۶۸۰	۱۲۱۶۰	۱۱۴۰۰	۹۱۲۰	۷۶۰۰	۶۸۴۰	۴۵۶۰	۳۰۴۰	۱۹۰۰	۳۸۰۰	
۲۴۹۶۰	۱۹۵۰۰	۱۵۶۰۰	۱۴۰۴۰	۱۲۴۸۰	۱۱۷۰۰	۹۳۶۰	۷۸۰۰	۷۰۲۰	۴۶۸۰	۳۱۲۰	۱۹۵۰	۳۹۰۰	
۲۵۶۰۰	۲۰۰۰۰	۱۶۰۰۰	۱۴۴۰۰	۱۲۸۰۰	۱۲۰۰۰	۹۶۰۰	۸۰۰۰	۷۲۰۰	۴۸۰۰	۳۲۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	

جدول ۱۳- حداقل مقاومت کششی طولی اولیه دیواره لوله بدون بار واردشده به دو انتهای آن

مقاومت کششی طولی اولیه ( $\sigma_{L,0}$ ) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمون)												قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)
فشار اسمی (PN) (بار)												
۲۲	۲۵	۲۰	۱۸	۱۶	۱۵	۱۲	۱۰	۹	۶	۴	۲/۵	
۷۹	۶۷	۵۸	۵۵	۵۱	۴۹	۴۵	۴۲	۴۲	۴۰	۳۲	۳۲	۲۵
۹۸	۸۴	۷۲	۶۸	۶۴	۶۲	۵۷	۵۵	۵۴	۵۰	۴۴	۴۴	۴۰
۱۰۵	۹۰	۷۸	۷۴	۷۰	۶۸	۶۳	۶۰	۵۹	۵۵	۵۰	۵۰	۵۰
۱۱۱	۹۶	۸۴	۸۰	۷۶	۷۴	۶۹	۶۶	۶۵	۶۱	۵۶	۵۶	۶۵
۱۱۵	۱۰۰	۸۸	۸۴	۸۰	۷۸	۷۳	۷۰	۶۸	۶۵	۶۰	۶۰	۷۵
۱۱۷	۱۰۲	۹۰	۸۶	۸۲	۸۰	۷۵	۷۲	۷۰	۶۷	۶۲	۶۲	۸۰
۱۲۵	۱۱۰	۹۸	۹۴	۹۰	۸۸	۸۳	۸۰	۷۸	۷۵	۷۰	۷۰	۱۰۰
۱۳۵	۱۲۰	۱۰۶	۱۰۳	۱۰۰	۹۹	۹۵	۹۰	۸۷	۸۰	۷۵	۷۵	۱۲۵
۱۴۵	۱۳۰	۱۱۵	۱۱۲	۱۱۰	۱۱۰	۱۰۶	۱۰۰	۹۵	۸۵	۸۰	۸۰	۱۵۰
۱۵۵	۱۴۰	۱۲۶	۱۲۲	۱۲۰	۱۱۹	۱۱۵	۱۱۰	۱۰۶	۹۵	۸۵	۸۵	۲۰۰
۱۹۰	۱۶۵	۱۴۸	۱۴۱	۱۳۵	۱۳۳	۱۳۰	۱۲۵	۱۲۱	۱۰۵	۹۰	۹۰	۲۵۰
۲۲۰	۱۹۰	۱۶۷	۱۵۸	۱۵۰	۱۴۷	۱۴۵	۱۴۰	۱۳۵	۱۱۵	۹۵	۹۵	۳۰۰
۲۵۱	۲۱۴	۱۸۷	۱۷۷	۱۶۷	۱۶۳	۱۵۷	۱۵۰	۱۴۵	۱۲۳	۱۰۰	۱۰۰	۳۵۰
۲۶۸	۲۲۷	۱۹۸	۱۸۷	۱۷۶	۱۷۲	۱۶۳	۱۵۵	۱۲۶	۱۲۶	۱۰۳	۱۰۳	۳۷۵
۲۸۵	۲۴۰	۲۰۹	۱۹۷	۱۸۵	۱۸۰	۱۶۹	۱۶۰	۱۵۴	۱۳۰	۱۰۵	۱۰۵	۴۰۰
۳۱۵	۲۶۵	۲۳۰	۲۱۶	۲۰۳	۱۹۷	۱۸۵	۱۷۴	۱۶۷	۱۴۰	۱۱۰	۱۱۰	۴۵۰
۳۴۵	۲۹۰	۲۵۰	۲۳۵	۲۲۰	۲۱۴	۲۰۲	۱۹۰	۱۸۲	۱۵۰	۱۱۵	۱۱۵	۵۰۰
۳۷۹	۳۱۷	۲۷۲	۲۵۴	۲۳۷	۲۳۰	۲۱۸	۲۰۵	۱۹۶	۱۵۸	۱۲۰	۱۲۰	۵۵۰
۴۱۵	۳۴۵	۲۹۴	۲۷۴	۲۵۵	۲۴۸	۲۳۵	۲۲۰	۲۰۹	۱۶۵	۱۲۵	۱۲۵	۶۰۰
۴۷۵	۳۹۵	۳۳۶	۳۱۲	۲۹۰	۲۸۲	۲۶۸	۲۵۰	۲۳۶	۱۸۰	۱۳۵	۱۳۵	۷۰۰
۵۴۵	۴۵۰	۳۷۹	۳۵۲	۳۲۵	۳۱۵	۳۰۱	۲۸۰	۲۶۳	۲۰۰	۱۵۰	۱۵۰	۸۰۰
۵۸۳	۴۷۸	۴۰۰	۳۶۹	۳۴۰	۳۳۰	۳۱۶	۲۹۵	۲۷۷	۲۰۸	۱۵۷	۱۵۷	۸۵۰
۶۲۰	۵۰۵	۴۲۰	۳۸۷	۳۵۵	۳۴۴	۳۳۳	۳۱۰	۲۹۰	۲۱۵	۱۶۵	۱۶۵	۹۰۰
۶۸۵	۵۵۵	۴۶۱	۴۲۵	۳۹۰	۳۷۸	۳۶۷	۳۴۰	۳۱۵	۲۳۰	۱۸۵	۱۸۵	۱۰۰۰
۷۵۴	۶۱۱	۵۰۷	۴۶۶	۴۲۶	۴۱۲	۳۹۳	۳۶۲	۳۳۶	۲۴۵	۱۹۷	۱۹۷	۱۱۰۰
۷۸۸	۶۳۸	۵۲۸	۴۸۵	۴۴۳	۴۲۷	۴۰۳	۳۷۱	۳۴۵	۲۵۳	۲۰۱	۲۰۱	۱۱۵۰
۸۲۲	۶۶۶	۵۵۰	۵۰۴	۴۶۰	۴۴۳	۴۱۴	۳۸۰	۳۵۳	۲۶۰	۲۰۵	۲۰۵	۱۲۰۰
۸۹۱	۷۲۲	۵۹۵	۵۴۴	۴۹۵	۴۷۵	۴۳۷	۳۹۹	۳۷۱	۲۷۵	۲۱۵	۲۱۵	۱۳۰۰
۹۲۵	۷۴۹	۶۱۶	۵۶۳	۵۱۲	۴۹۱	۴۵۰	۴۱۰	۳۸۱	۲۸۲	۲۲۰	۲۲۰	۱۳۵۰
۹۵۹	۷۷۷	۶۳۹	۵۸۴	۵۳۰	۵۰۸	۴۶۲	۴۲۰	۳۹۱	۲۹۰	۲۲۵	۲۲۵	۱۴۰۰
۱۰۲۸	۸۳۳	۶۶۰	۶۰۷	۵۶۵	۵۴۸	۴۹۳	۴۴۰	۴۰۷	۳۰۵	۲۳۷	۲۳۷	۱۵۰۰

ادامه جدول ۱۳

مقاومت کششی طولی اولیه ( $\sigma_{L,0}$ ) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمون)												قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)
فشار اسمی (PN) (بار)												
۳۲	۲۵	۲۰	۱۸	۱۶	۱۵	۱۲	۱۰	۹	۶	۴	۲/۵	
۱۰۹۶	۸۸۸	۷۲۸	۶۶۳	۶۰۰	۵۷۳	۵۱۱	۴۶۰	۴۲۸	۳۲۰	۲۵۰	۲۵۰	۱۶۰۰
۱۱۳۰	۹۱۶	۷۵۰	۶۸۳	۶۱۸	۵۹۰	۵۲۳	۴۷۰	۴۳۷	۳۲۷	۲۵۶	۲۵۶	۱۶۵۰
۱۱۶۵	۹۴۴	۷۷۲	۷۰۳	۶۳۵	۶۰۵	۵۳۵	۴۸۰	۴۴۶	۳۳۵	۲۶۲	۲۶۲	۱۷۰۰
۱۲۳۳	۹۹۹	۸۱۶	۷۴۲	۶۷۰	۶۳۸	۵۵۹	۵۰۰	۴۶۵	۳۵۰	۲۷۵	۲۷۵	۱۸۰۰
۱۳۰۲	۱۰۵۵	۸۶۱	۷۸۲	۷۰۵	۶۷۰	۵۸۳	۵۲۰	۴۸۳	۳۶۵	۲۸۷	۲۸۷	۱۹۰۰
۱۳۷۰	۱۱۱۰	۹۰۵	۸۲۲	۷۴۰	۷۰۳	۶۰۸	۵۴۰	۵۰۲	۳۸۰	۳۰۰	۳۰۰	۲۰۰۰
۱۴۳۹	۱۱۶۶	۹۴۹	۸۶۱	۷۷۵	۷۳۵	۶۳۲	۵۶۰	۵۲۰	۳۹۵	۳۱۲	۳۱۲	۲۱۰۰
۱۵۰۷	۱۲۲۱	۹۹۳	۹۰۱	۸۱۰	۷۶۸	۶۵۷	۵۸۰	۵۳۹	۴۱۰	۳۲۵	۳۲۵	۲۲۰۰
۱۵۷۶	۱۲۷۷	۱۰۳۸	۹۴۱	۸۴۵	۸۰۰	۶۸۱	۶۰۰	۴۲۵	۴۲۵	۳۳۷	۳۳۷	۲۳۰۰
۱۶۴۴	۱۳۳۲	۱۰۸۲	۹۸۰	۸۸۰	۸۳۳	۷۰۶	۶۲۰	۵۷۵	۴۴۰	۳۵۰	۳۵۰	۲۴۰۰
۱۷۱۳	۱۳۸۸	۱۱۲۶	۱۰۲۰	۹۱۵	۸۶۵	۷۳۱	۶۴۰	۵۹۴	۴۵۵	۳۶۲	۳۶۲	۲۵۰۰
۱۷۸۱	۱۴۴۳	۱۱۷۰	۱۰۵۹	۹۵۰	۸۹۸	۷۵۵	۶۶۰	۶۱۲	۴۷۰	۳۷۵	۳۷۵	۲۶۰۰
۱۸۵۰	۱۴۹۹	۱۲۱۴	۱۰۹۹	۹۸۵	۹۳۱	۷۸۱	۶۸۲	۶۳۳	۴۸۷	۳۸۷	۳۸۷	۲۷۰۰
۱۹۱۸	۱۵۵۴	۱۲۵۸	۱۱۳۸	۱۰۲۰	۹۶۳	۸۰۸	۷۰۵	۶۵۴	۵۰۵	۴۰۰	۴۰۰	۲۸۰۰
۱۹۸۷	۱۶۱۰	۱۳۰۲	۱۱۷۷	۱۰۵۴	۹۹۵	۸۳۴	۷۲۸	۶۷۶	۵۲۳	۴۱۵	۴۱۵	۲۹۰۰
۲۰۵۵	۱۶۶۵	۱۳۴۶	۱۲۱۷	۱۰۸۹	۱۰۲۸	۸۶۱	۷۵۰	۶۹۶	۵۴۰	۴۳۰	۴۳۰	۳۰۰۰
۲۱۲۴	۱۷۲۱	۱۳۹۰	۱۲۵۶	۱۱۲۳	۱۰۶۰	۸۸۶	۷۷۲	۷۱۷	۵۵۷	۴۴۵	۴۴۵	۳۱۰۰
۲۱۹۲	۱۷۷۶	۱۴۳۳	۱۲۹۴	۱۱۵۷	۱۰۹۱	۹۱۳	۷۹۵	۷۳۸	۵۷۵	۴۶۰	۴۶۰	۳۲۰۰
۲۲۶۱	۱۸۳۲	۱۴۷۷	۱۳۳۳	۱۱۹۱	۱۱۲۳	۹۳۹	۸۱۸	۷۶۰	۵۹۳	۴۷۵	۴۷۵	۳۳۰۰
۲۳۲۹	۱۸۸۷	۱۵۱۰	۱۳۶۴	۱۲۲۴	۱۱۵۶	۹۶۳	۸۴۰	۷۷۹	۶۱۰	۴۹۰	۴۹۰	۳۴۰۰
۲۳۹۸	۱۹۴۳	۱۵۵۲	۱۴۰۲	۱۲۵۷	۱۱۸۷	۹۸۸	۸۶۲	۸۰۰	۶۲۷	۵۰۵	۵۰۵	۳۵۰۰
۲۴۶۶	۱۹۹۸	۱۵۹۳	۱۴۳۸	۱۲۸۹	۱۲۱۷	۱۰۱۴	۸۸۵	۸۲۱	۶۴۵	۵۲۰	۵۲۰	۳۶۰۰
۲۵۳۵	۲۰۵۴	۱۶۳۵	۱۴۷۴	۱۳۲۱	۱۲۴۸	۱۰۴۰	۹۰۸	۸۴۳	۶۶۳	۵۳۵	۵۳۵	۳۷۰۰
۲۶۰۳	۲۱۰۹	۱۶۷۵	۱۵۰۹	۱۳۵۲	۱۲۷۷	۱۰۶۴	۹۳۰	۸۶۴	۶۸۰	۵۵۰	۵۵۰	۳۸۰۰
۲۶۷۲	۲۱۶۵	۱۷۱۵	۱۵۴۴	۱۳۸۳	۱۳۰۶	۱۰۸۹	۹۵۲	۸۸۴	۶۹۷	۵۶۵	۵۶۵	۳۹۰۰
۲۷۴۰	۲۲۲۰	۱۷۵۳	۱۵۷۷	۱۴۱۲	۱۳۳۴	۱۱۱۴	۹۷۵	۹۰۶	۷۱۵	۵۸۰	۵۸۰	۴۰۰۰

جدول ۱۴- حداقل مقاومت کششی طولی اولیه دیواره لوله تحت بار وارد شده به دو انتهای آن

مقاومت کششی طولی اولیه $(\sigma_{L,0})^1$ (نیوتن بر میلی متر عرض آزمونه)												قطر اسمی (DN) (میلی متر)
فشار اسمی (PN) (بار)												
۳۲	۲۵	۲۰	۱۸	۱۶	۱۵	۱۲	۱۰	۹	۶	۴	۲/۵	
۸۰	۶۷	۵۸	۵۵	۵۱	۴۹	۴۵	۴۲	۴۲	۴۰	۳۲	۳۲	۲۵
۱۲۸	۱۰۰	۸۰	۷۲	۶۴	۶۲	۵۷	۵۵	۵۴	۵۰	۴۴	۴۴	۴۰
۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۹۰	۸۰	۷۵	۶۳	۶۰	۵۹	۵۵	۵۰	۵۰	۵۰
۲۰۸	۱۶۲/۵	۱۳۰	۱۱۷	۱۰۴	۹۷/۵	۷۸	۶۶	۶۵	۶۱	۵۶	۵۶	۶۵
۲۴۰	۱۸۷/۵	۱۵۰	۱۳۵	۱۲۰	۱۱۲/۵	۹۰	۷۵	۶۸	۶۵	۶۰	۶۰	۷۵
۲۵۶	۲۰۰	۱۶۰	۱۴۴	۱۲۸	۱۲۰	۹۶	۸۰	۷۲	۶۷	۶۲	۶۲	۸۰
۳۲۰	۲۵۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۶۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۰۰	۹۰	۷۵	۷۰	۷۰	۱۰۰
۴۰۰	۳۱۲/۵	۲۵۰	۲۲۵	۲۰۰	۱۸۷/۵	۱۵۰	۱۲۵	۱۱۲/۵	۸۰	۷۵	۷۵	۱۲۵
۴۸۰	۳۷۵	۳۰۰	۲۷۰	۲۴۰	۲۲۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۳۵	۹۰	۸۰	۸۰	۱۵۰
۶۴۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۶۰	۳۲۰	۳۰۰	۲۴۰	۲۰۰	۱۸۰	۱۲۰	۸۵	۸۵	۲۰۰
۸۰۰	۶۲۵	۵۰۰	۴۵۰	۴۰۰	۳۷۵	۳۰۰	۲۵۰	۲۲۵	۱۵۰	۱۰۰	۹۰	۲۵۰
۹۶۰	۷۵۰	۶۰۰	۵۴۰	۴۸۰	۴۵۰	۳۶۰	۳۰۰	۲۷۰	۱۸۰	۱۲۰	۹۵	۳۰۰
۱۱۲۰	۸۷۵	۷۰۰	۶۳۰	۵۶۰	۵۲۵	۴۲۰	۳۵۰	۳۱۵	۲۱۰	۱۴۰	۱۰۰	۳۵۰
۱۲۰۰	۹۳۷/۵	۷۵۰	۶۷۵	۶۰۰	۵۶۲/۵	۴۵۰	۳۷۵	۳۳۷/۵	۲۲۵	۱۵۰	۱۰۳	۳۷۵
۱۲۸۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۷۲۰	۶۴۰	۶۰۰	۴۸۰	۴۰۰	۳۶۰	۲۴۰	۱۶۰	۱۰۵	۴۰۰
۱۴۴۰	۱۱۲۵	۹۰۰	۸۱۰	۷۲۰	۶۷۵	۵۴۰	۴۵۰	۴۰۵	۲۷۰	۱۸۰	۱۱۲/۵	۴۵۰
۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۹۰۰	۸۰۰	۷۵۰	۶۰۰	۵۰۰	۴۵۰	۳۰۰	۲۰۰	۱۲۵	۵۰۰
۱۷۶۰	۱۳۷۵	۱۱۰۰	۹۹۰	۸۸۰	۸۲۵	۶۶۰	۵۵۰	۴۹۵	۳۳۰	۲۲۰	۱۳۷/۵	۵۵۰
۱۹۲۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۱۰۸۰	۹۶۰	۹۰۰	۷۲۰	۶۰۰	۵۴۰	۳۶۰	۲۴۰	۱۵۰	۶۰۰
۲۲۴۰	۱۷۵۰	۱۴۰۰	۱۲۶۰	۱۱۲۰	۱۰۵۰	۸۴۰	۷۰۰	۶۳۰	۴۲۰	۲۸۰	۱۷۵	۷۰۰
۲۵۶۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۴۴۰	۱۲۸۰	۱۲۰۰	۹۶۰	۸۰۰	۷۲۰	۴۸۰	۳۲۰	۲۰۰	۸۰۰
۲۷۲۰	۲۱۲۵	۱۷۰۰	۱۵۳۰	۱۳۶۰	۱۲۷۵	۱۰۲۰	۸۵۰	۷۶۵	۵۱۰	۳۴۰	۲۱۲/۵	۸۵۰
۲۸۸۰	۲۲۵۰	۱۸۰۰	۱۶۲۰	۱۴۴۰	۱۳۵۰	۱۰۸۰	۹۰۰	۸۱۰	۵۴۰	۳۶۰	۲۲۵	۹۰۰
۳۲۰۰	۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۶۰۰	۱۵۰۰	۱۲۰۰	۱۰۰۰	۹۰۰	۶۰۰	۴۰۰	۲۵۰	۱۰۰۰
۳۵۲۰	۲۷۵۰	۲۲۰۰	۱۹۸۰	۱۷۶۰	۱۶۵۰	۱۳۲۰	۱۱۰۰	۹۹۰	۶۶۰	۴۴۰	۲۷۵	۱۱۰۰
۳۶۸۰	۲۸۷۵	۲۳۰۰	۲۰۷۰	۱۸۴۰	۱۷۲۵	۱۳۸۰	۱۱۵۰	۱۰۳۵	۶۹۰	۴۶۰	۲۸۷/۵	۱۱۵۰
۳۸۴۰	۳۰۰۰	۲۴۰۰	۲۱۶۰	۱۹۲۰	۱۸۰۰	۱۴۴۰	۱۲۰۰	۱۰۸۰	۷۲۰	۴۸۰	۳۰۰	۱۲۰۰
۴۱۶۰	۳۲۵۰	۲۶۰۰	۲۳۴۰	۲۰۸۰	۱۹۵۰	۱۵۶۰	۱۳۰۰	۱۱۷۰	۷۸۰	۵۲۰	۳۲۵	۱۳۰۰

۱- مقادیر این جدول برابرند با (DN)(PN) ۰/۱ (با در نظر گرفتن یادآوری ۷)

ادامه جدول ۱۴

مقاومت کششی طولی اولیه ( $\sigma_{L,0}$ ) (نیوتن بر میلی متر عرض آزمونه)												قطر اسمی (DN) (میلی متر)
فشار اسمی (PN) (بار)												
۳۲	۲۵	۲۰	۱۸	۱۶	۱۵	۱۲	۱۰	۹	۶	۴	۲/۵	
۴۳۲۰	۳۳۷۵	۲۷۰۰	۲۴۳۰	۲۱۶۰	۲۰۲۵	۱۶۲۰	۱۳۵۰	۱۲۱۵	۸۱۰	۵۴۰	۳۳۷/۵	۱۳۵۰
۴۴۸۰	۳۵۰۰	۲۸۰۰	۲۵۲۰	۲۲۴۰	۲۱۰۰	۱۶۸۰	۱۴۰۰	۱۲۶۰	۸۴۰	۵۶۰	۳۵۰	۱۴۰۰
۴۸۰۰	۳۷۵۰	۳۰۰۰	۲۷۰۰	۲۴۰۰	۲۲۵۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۱۳۵۰	۹۰۰	۶۰۰	۳۷۵	۱۵۰۰
۵۱۲۰	۴۰۰۰	۳۲۰۰	۲۸۸۰	۲۵۶۰	۲۴۰۰	۱۹۲۰	۱۶۰۰	۱۴۴۰	۹۶۰	۶۴۰	۴۰۰	۱۶۰۰
۵۲۸۰	۴۱۲۵	۳۳۰۰	۲۹۷۰	۲۶۴۰	۲۴۷۵	۱۹۸۰	۱۶۵۰	۱۴۸۵	۹۹۰	۶۶۰	۴۱۲/۵	۱۶۵۰
۵۴۴۰	۴۲۵۰	۳۴۰۰	۳۰۶۰	۲۷۲۰	۲۵۵۰	۲۰۴۰	۱۷۰۰	۱۵۳۰	۱۰۲۰	۶۸۰	۴۲۵	۱۷۰۰
۵۷۶۰	۴۵۰۰	۳۶۰۰	۳۲۴۰	۲۸۸۰	۲۷۰۰	۲۱۶۰	۱۸۰۰	۱۶۲۰	۱۰۸۰	۷۲۰	۴۵۰	۱۸۰۰
۶۰۸۰	۴۷۵۰	۳۸۰۰	۳۴۲۰	۳۰۴۰	۲۸۵۰	۲۲۸۰	۱۹۰۰	۱۷۱۰	۱۱۴۰	۷۶۰	۴۷۵	۱۹۰۰
۶۴۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۶۰۰	۳۲۰۰	۳۰۰۰	۲۴۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰	۸۰۰	۵۰۰	۲۰۰۰
۶۷۲۰	۵۲۵۰	۴۲۰۰	۳۷۸۰	۳۳۶۰	۳۱۵۰	۲۵۲۰	۲۱۰۰	۱۸۹۰	۱۲۶۰	۸۴۰	۵۲۵	۲۱۰۰
۷۰۴۰	۵۵۰۰	۴۴۰۰	۳۹۶۰	۳۵۲۰	۳۳۰۰	۲۶۴۰	۲۲۰۰	۱۹۸۰	۱۳۲۰	۸۸۰	۵۵۰	۲۲۰۰
۷۳۶۰	۵۷۵۰	۴۶۰۰	۴۱۴۰	۳۶۸۰	۳۴۵۰	۲۷۶۰	۲۳۰۰	۲۰۷۰	۱۳۸۰	۹۲۰	۵۷۵	۲۳۰۰
۷۶۸۰	۶۰۰۰	۴۸۰۰	۴۳۲۰	۳۸۴۰	۳۶۰۰	۲۸۸۰	۲۴۰۰	۲۱۶۰	۱۴۴۰	۹۶۰	۶۰۰	۲۴۰۰
۸۰۰۰	۶۲۵۰	۵۰۰۰	۴۵۰۰	۴۰۰۰	۳۷۵۰	۳۰۰۰	۲۵۰۰	۲۲۵۰	۱۵۰۰	۱۰۰۰	۶۲۵	۲۵۰۰
۸۳۲۰	۶۵۰۰	۵۲۰۰	۴۶۸۰	۴۱۶۰	۳۹۰۰	۳۱۲۰	۲۶۰۰	۲۳۴۰	۱۵۶۰	۱۰۴۰	۶۵۰	۲۶۰۰
۸۶۴۰	۶۷۵۰	۵۴۰۰	۴۸۶۰	۴۳۲۰	۴۰۵۰	۳۲۴۰	۲۷۰۰	۲۴۳۰	۱۶۲۰	۱۰۸۰	۶۷۵	۲۷۰۰
۸۹۶۰	۷۰۰۰	۵۶۰۰	۵۰۴۰	۴۴۸۰	۴۲۰۰	۳۳۶۰	۲۸۰۰	۲۵۲۰	۱۶۸۰	۱۱۲۰	۷۰۰	۲۸۰۰
۹۲۸۰	۷۲۵۰	۵۸۰۰	۵۲۲۰	۴۶۴۰	۴۳۵۰	۳۴۸۰	۲۹۰۰	۲۶۱۰	۱۷۴۰	۱۱۶۰	۷۲۵	۲۹۰۰
۹۶۰۰	۷۵۰۰	۶۰۰۰	۵۴۰۰	۴۸۰۰	۴۵۰۰	۳۶۰۰	۳۰۰۰	۲۷۰۰	۱۸۰۰	۱۲۰۰	۷۵۰	۳۰۰۰
۹۹۲۰	۷۷۵۰	۶۲۰۰	۵۵۸۰	۴۹۶۰	۴۶۵۰	۳۷۲۰	۳۱۰۰	۲۷۹۰	۱۸۶۰	۱۲۴۰	۷۷۵	۳۱۰۰
۱۰۲۴۰	۸۰۰۰	۶۴۰۰	۵۷۶۰	۵۱۲۰	۴۸۰۰	۳۸۴۰	۳۲۰۰	۲۸۸۰	۱۹۲۰	۱۲۸۰	۸۰۰	۳۲۰۰
۱۰۵۶۰	۸۲۵۰	۶۶۰۰	۵۹۴۰	۵۲۸۰	۴۹۵۰	۳۹۶۰	۳۳۰۰	۲۹۷۰	۱۹۸۰	۱۳۲۰	۸۲۵	۳۳۰۰
۱۰۸۸۰	۸۵۰۰	۶۸۰۰	۶۱۲۰	۵۴۴۰	۵۱۰۰	۴۰۸۰	۳۴۰۰	۳۰۶۰	۲۰۴۰	۱۳۶۰	۸۵۰	۳۴۰۰
۱۱۲۰۰	۸۷۵۰	۷۰۰۰	۶۳۰۰	۵۶۰۰	۵۲۵۰	۴۲۰۰	۳۵۰۰	۳۱۵۰	۲۱۰۰	۱۴۰۰	۸۷۵	۳۵۰۰
۱۱۵۲۰	۹۰۰۰	۷۲۰۰	۶۴۸۰	۵۷۶۰	۵۴۰۰	۴۳۲۰	۳۶۰۰	۳۲۴۰	۲۱۶۰	۱۴۴۰	۹۰۰	۳۶۰۰
۱۱۸۴۰	۹۲۵۰	۷۴۰۰	۶۶۶۰	۵۹۲۰	۵۵۵۰	۴۴۴۰	۳۷۰۰	۳۳۳۰	۲۲۲۰	۱۴۸۰	۹۲۵	۳۷۰۰
۱۲۱۶۰	۹۵۰۰	۷۶۰۰	۶۸۴۰	۶۰۸۰	۵۷۰۰	۴۵۶۰	۳۸۰۰	۳۴۲۰	۲۲۸۰	۱۵۲۰	۹۵۰	۳۸۰۰
۱۲۴۸۰	۹۷۵۰	۷۸۰۰	۷۰۲۰	۶۲۴۰	۵۸۵۰	۴۶۸۰	۳۹۰۰	۳۵۱۰	۲۳۴۰	۱۵۶۰	۹۷۵	۳۹۰۰
۱۲۸۰۰	۱۰۰۰۰	۸۰۰۰	۷۲۰۰	۶۴۰۰	۶۰۰۰	۴۸۰۰	۴۰۰۰	۳۶۰۰	۲۴۰۰	۱۶۰۰	۱۰۰۰	۴۰۰۰



## ۲-۶ الزامات فنی آزمون‌های صلاحیت‌سنجی

### ۱-۲-۶ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت

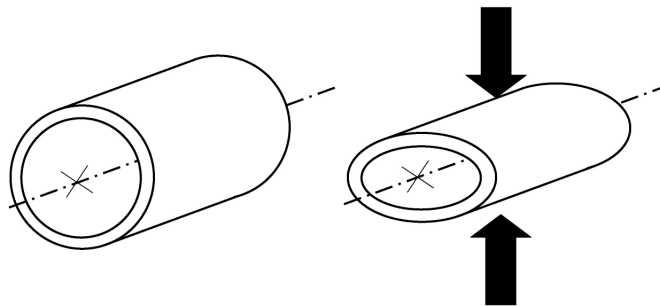
فشارهای اسمی باید بر اساس داده‌های فشار هیدرواستاتیک بلندمدت به دست آمده مطابق با زیربند ۸-۲-۱ تعیین گردیده و مطابق با جدول ۱۵ طبقه‌بندی شوند. بنابراین فشارهای اسمی بر مبنای برونمایی مقادیر مقاومت کششی محیطی لوله به ۵۰ سال (مبنای طراحی هیدرواستاتیک) پایه‌گذاری شده‌اند. برای لوله‌هایی که به طور همزمان در معرض بارهای طولی یا تغییرشکل حلقوی<sup>۱</sup> هستند (بارگذاری ترکیبی<sup>۲</sup> مورد بحث در استاندارد AWWA-M45:2005)، باید تاثیر این شرایط بر فشار طراحی هیدرواستاتیک و طبقه‌بندی لوله‌ها در نظر گرفته شود (شکل ۴ را ببینید). درپوش آب‌بندی به کار رفته در این آزمون باید با توجه به جدول ۱۶، بر اساس نوع اتصال در شرایط بهره‌برداری تعیین شود.

**یادآوری ۸-** جایگزین کردن مبنای طراحی هیدرواستاتیک (مقدار HDB برونمایی شده به ۵۰ سال) بر پایه تنش که مطابق با رویه (الف) استاندارد ASTM D2992:2006 به دست آمده، با روش ارزیابی رویه (ب) که در زیربند ۸-۲-۱ گفته شده، مجاز است. به طور کلی پذیرفته شده است که مقدار HDB حاصل از رویه (ب)، ۳ برابر مقدار HDB حاصل از رویه (الف) است.

**یادآوری ۹-** به عنوان یک روش جایگزین می‌توان مبنای طراحی هیدرواستاتیک (مقدار HDB برونمایی شده به ۵۰ سال) را مطابق با رویه ارائه شده در استاندارد ASTM D2992:2006 با استفاده از یک کرنش‌سنج بر پایه کرنش اندازه‌گیری کرد. به این ترتیب که کرنش محیطی به جای تنش محیطی اندازه‌گیری شده و مقدار آن به ۵۰ سال برونمایی شود. مبنای طراحی هیدرواستاتیک بر پایه تنش و کرنش با رابطه (۲۲) به یکدیگر مرتبط هستند:

$$HDB_{\sigma} = E_H \cdot HDB_{\epsilon} \quad (22)$$

که  $HDB_{\sigma}$ ،  $HDB_{\epsilon}$  و  $E_H$  به ترتیب مبنای طراحی هیدرواستاتیک بر پایه تنش، مبنای طراحی هیدرواستاتیک بر پایه کرنش و میانگین مدول الاستیک محیطی لوله هستند.



شکل ۴- یک لوله در حالت آزاد (چپ) و تحت تغییرشکل حلقوی (راست)

جدول ۱۵- دسته‌های فشار هیدرواستاتیک بلندمدت

فشار اسمی (PN) (بار)	فشار هیدرواستاتیک بلندمدت (P <sub>Δ</sub> ) <sup>۱</sup> (بار)
۲/۵	۴/۵
۴	۷/۲
۶	۱۰/۸
۹	۱۶/۲
۱۰	۱۸
۱۲	۲۱/۶
۱۵	۲۷
۱۶	۲۸/۸
۱۸	۳۲/۴
۲۰	۳۶
۲۵	۴۵
۳۲	۵۷/۶

جدول ۱۶- نوع درپوش آب بندی لازم برای آزمون فشار هیدرواستاتیک بلندمدت

نوع اتصال در بهره‌برداری	نوع درپوش آب‌بندی
مهارشده	آزاد
مهارنشده	ثابت

#### ۶-۲-۱- لوله دارای آستری رزین گرمانرم

فشار اسمی لوله‌های دارای آستری رزین گرمانرم باید بر مبنای دمای آب  $23 \pm 5$  درجه سلسیوس تعیین شود. ممکن است لازم باشد که فشار اسمی این لوله‌ها برای استفاده در دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس کاهش داده شوند. در این صورت ضریب تطابق دما باید توسط تولیدکننده لوله ارائه شود.

#### ۶-۲-۲- کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی

زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش مندرج در زیر بند ۸-۲-۲ انجام شود، "کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی" باید حداکثر متناظر با "تغییر شکل حلقوی بلندمدت پنج درصد" باشد. کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی باید بر مبنای برون‌یابی مقادیر مذکور به ۵۰ سال محاسبه شوند.

**یادآوری ۱۰-** کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی و درصد تغییر شکل حلقوی بلندمدت به صورت رابطه (۲۳) به یکدیگر مرتبط هستند:

$$\varepsilon_{\Delta} = 4/28 \times \left( \frac{t}{d_m} \right) \times \frac{0/01 \times D_{\Delta}}{(1 + 0/05 \times 0/01 \times D_{\Delta})^2} \quad (23)$$

۱- حداقل مقادیر محاسبه‌شده فشار هیدرواستاتیک بلندمدت آزمون‌ها مد نظر است.

**یادآوری ۱۱-** با توجه به اینکه ممکن است کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی مورد نیاز در برخی محصولات متفاوت از مقدار مذکور باشد، لذا با در نظر گرفتن شرایط مورد نظر و محدودیت‌های مندرج در زیربند ۶-۴-۳-۴ (حد پایین کرنش)، این مقدار می‌تواند بنا بر توافق بین خریدار و تولیدکننده تعیین گردد.

### ۳-۲-۶ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

سفتی حلقوی ویژه بلندمدت باید بر مبنای ضریب خزش<sup>۱</sup> یا ضریب آسودگی<sup>۲</sup> و سفتی حلقوی ویژه اولیه لوله محاسبه شود. بر این مبنا زمانی که اندازه‌گیری مطابق با روش مندرج در زیربند ۸-۲-۳ انجام شود، هر شاخه لوله باید حداقل سفتی حلقوی ویژه بلندمدت به دست آمده از رابطه‌های (۲۴) و (۲۵) را دارا باشد:

$$S_{\alpha, \delta} = \alpha \times S_0 \quad (24)$$

$$S_{\beta, \delta} = \beta \times S_0 \quad (25)$$

ضریب‌های  $\alpha$  و  $\beta$  برابر با مقادیر اظهارشده توسط تولیدکننده اختیار می‌شود. مقدار این ضریب‌ها نباید کمتر از ۰/۴ باشد.

### ۴-۲-۶ مقاومت تیر

برای لوله‌های تا قطر اسمی ۷۰۰ میلی‌متر، زمانی که مطابق با زیربند ۸-۲-۴ آزمایش شوند، لوله باید مقادیر بارهای مندرج در جدول ۱۷ را بدون تخریب ساختاری تحمل نماید. برای لوله‌های با قطر اسمی بزرگتر از ۷۰۰ میلی‌متر و یا به عنوان جایگزین برای اندازه‌های کوچکتر، مقادیر مقاومت تیر از طریق آزمایش‌های مقاومت کششی مندرج در زیربند ۸-۱-۵ و فشاری مندرج در زیربند ۸-۱-۶ تعیین می‌گردند. نمونه‌برداری باید در جهت طولی لوله انجام شود. حداقل مقاومت‌های کششی و فشاری طولی لازم برای لوله‌ها در جدول ۱۷ ارائه شده است.

**یادآوری ۱۲-** آزمون مقاومت تیر یک آزمون صلاحیت‌سنجی است و تنها زمانی لازم است که "تغییر قابل توجهی" در طراحی یا ساخت لوله ایجاد شود. "تغییر قابل توجه" به این معنی است که میانگین مقاومت کششی طولی لوله (که مطابق با زیربند ۸-۱-۵ تعیین می‌شود)، بیش از ۱۵ درصد کاهش یابد.

### ۵-۲-۶ آب‌بندی اتصال

همه اتصالات باید الزامات آزمون‌های آب‌بندی استانداردهای ASTM D4161:2001 و ISO 10639:2004 را برآورده سازد.<sup>۳</sup> اتصالات‌های مهارنشده باید با درپوش آب‌بندی ثابت و اتصالات‌های مهارشده با درپوش آب‌بندی آزاد، مورد آزمایش قرار گیرند. برای اتصالات‌های صلب الزامات انحراف زاویه‌ای گفته‌شده در استاندارد ASTM D4161:2001 الزامی نیست. اتصالات‌های صلب شامل اتصالات‌های لب‌به‌لب با لایه‌گذاری در محل اتصال، اتصال نری-مادگی با لایه‌گذاری در محل اتصال، فلنجی و نری-مادگی متصل‌شده با چسب و یا رزوه‌شده هستند.

1 - Creep Factor  
2 - Relaxation Factor

۳- استاندارد الزامات اتصالات لوله لیاف شیشه در دست تدوین است.

جدول ۱۷- بارهای آزمون مقاومت تیر

حداقل مقاومت فشاری طولی اولیه بر واحد محیط لوله ( $\sigma_{P,0}$ ) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمون)	حداقل مقاومت کششی طولی اولیه بر واحد محیط لوله ( $\sigma_{L,0}$ ) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمون)	بار خمشی (P) (نیوتن)	قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)
۳۲	۳۲	۲۰	۲۵
۴۴	۴۴	۸۰	۴۰
۵۰	۵۰	۱۶۰	۵۰
۵۶	۵۶	۳۰۰	۶۵
۶۰	۶۰	۴۰۰	۷۵
۶۲	۶۲	۴۳۵	۸۰
۷۰	۷۰	۹۱۰	۱۰۰
۷۵	۷۵	۱۵۷۰	۱۲۵
۸۰	۸۰	۲۴۱۵	۱۵۰
۸۵	۸۵	۳۰۰۰	۲۰۰
۹۰	۹۰	۴۶۷۵	۲۵۰
۹۵	۹۵	۶۶۱۵	۳۰۰
۱۰۰	۱۰۰	۹۶۱۰	۳۵۰
۱۰۳	۱۰۳	۱۱۷۱۵	۳۷۵
۱۰۵	۱۰۵	۱۳۶۹۰	۴۰۰
۱۱۰	۱۱۰	۱۹۱۹۵	۴۵۰
۱۱۵	۱۱۵	۲۲۱۰۰	۵۰۰
۱۲۰	۱۲۰	۲۶۱۲۰	۵۵۰
۱۲۵	۱۲۵	۳۴۹۲۵	۶۰۰
۱۳۵	۱۳۵	۴۷۱۲۰	۷۰۰
۱۵۰	۱۵۰	-	۸۰۰
۱۵۷	۱۵۷	-	۸۵۰
۱۶۵	۱۶۵	-	۹۰۰
۱۸۵	۱۸۵	-	۱۰۰۰
۱۹۷	۱۹۷	-	۱۱۰۰
۲۰۱	۲۰۱	-	۱۱۵۰
۲۰۵	۲۰۵	-	۱۲۰۰
۲۱۵	۲۱۵	-	۱۳۰۰
۲۲۰	۲۲۰	-	۱۳۵۰
۲۲۵	۲۲۵	-	۱۴۰۰
۲۳۷	۲۳۷	-	۱۵۰۰
۲۵۰	۲۵۰	-	۱۶۰۰
۲۵۶	۲۵۶	-	۱۶۵۰

ادامه جدول ۱۷

حداقل مقاومت فشاری طولی اولیه بر واحد محیط لوله ( $\sigma_{P,0}$ ) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمونه)	حداقل مقاومت کششی طولی اولیه بر واحد محیط لوله ( $\sigma_{L,0}$ ) (نیوتن بر میلی‌متر عرض آزمونه)	بار خمشی (P) (نیوتن)	قطر اسمی (DN) (میلی‌متر)
۲۶۲	۲۶۲	-	۱۷۰۰
۲۷۵	۲۷۵	-	۱۸۰۰
۲۸۷	۲۸۷	-	۱۹۰۰
۳۰۰	۳۰۰	-	۲۰۰۰
۳۱۲	۳۱۲	-	۲۱۰۰
۳۲۵	۳۲۵	-	۲۲۰۰
۳۳۷	۳۳۷	-	۲۳۰۰
۳۵۰	۳۵۰	-	۲۴۰۰
۳۶۲	۳۶۲	-	۲۵۰۰
۳۷۵	۳۷۵	-	۲۶۰۰
۳۸۷	۳۸۷	-	۲۷۰۰
۴۰۰	۴۰۰	-	۲۸۰۰
۴۱۵	۴۱۵	-	۲۹۰۰
۴۳۰	۴۳۰	-	۳۰۰۰
۴۴۵	۴۴۵	-	۳۱۰۰
۴۶۰	۴۶۰	-	۳۲۰۰
۴۷۵	۴۷۵	-	۳۳۰۰
۴۹۰	۴۹۰	-	۳۴۰۰
۵۰۵	۵۰۵	-	۳۵۰۰
۵۲۰	۵۲۰	-	۳۶۰۰
۵۳۵	۵۳۵	-	۳۷۰۰
۵۵۰	۵۵۰	-	۳۸۰۰
۵۶۵	۵۶۵	-	۳۹۰۰
۵۸۰	۵۸۰	-	۴۰۰۰

### ۳-۶ الزامات فنی آزمون‌های کنترل

#### ۱-۳-۶ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت

حداقل شش آزمون لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با زیربند ۸-۳-۱ آزمایش شوند. در صورتی که:

الف- میانگین زمان تخریب در هر تنش (یا کرنش) محیطی معین باید بیش از "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" خط رگرسیون اصلی باشد،

ب- اولین زمان تخریب در هر تنش (یا کرنش) محیطی معین باید بیش از "حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد" خط رگرسیون اصلی باشد،

پ- نتایج حداقل یک‌سوم از آزمون‌ها جدید بالای خط رگرسیون اصلی باشند،

در این صورت تغییرات احتمالی در طراحی لوله، حداقل بوده و نیازی به تکرار آزمون فشار هیدرواستاتیک بلندمدت نیست. در غیر این صورت باید آزمون مذکور (آزمون اصلی) تکرار شود.

#### ۲-۳-۶ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی

حداقل شش آزمون لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با زیربند ۸-۳-۲ آزمایش شوند. در صورتی که:

الف- میانگین زمان تخریب در هر کرنش محیطی معین باید بیش از "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" خط رگرسیون اصلی باشد،

ب- اولین زمان تخریب در هر کرنش محیطی معین باید بیش از "حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد" خط رگرسیون اصلی باشد،

پ- نتایج حداقل یک‌سوم از آزمون‌ها جدید بالای خط رگرسیون اصلی باشند،

در این صورت تغییرات احتمالی در طراحی لوله، حداقل بوده و نیازی به تکرار آزمون کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی نیست. در غیر این صورت باید آزمون مذکور (آزمون اصلی) تکرار شود.

#### ۳-۳-۶ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

آزمون‌های لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با زیربند ۸-۳-۳ آزمایش شوند. نتایج حاصل از اندازه‌گیری ضریب‌های  $\alpha$  و  $\beta$  باید حداقل برابر با مقادیر اظهار شده توسط تولیدکننده باشند.

## ۷ نمونه برداری

### ۱-۷ آزمون‌های تولید

از هر بهر یک لوله به صورت اتفاقی انتخاب شده و به منظور تعیین مطابقت آن با الزامات فنی هر یک از آزمون‌های تولید (زیربند ۳-۶۳) شامل ابعاد، سفتی حلقوی ویژه اولیه، سفتی لوله، مقاومت در برابر تخریب ناشی از تغییرشکل حلقوی، مقاومت کششی محیطی اولیه، مقاومت کششی طولی اولیه، یک آزمون از بدنه لوله در نظر گرفته می‌شود. برای آزمون کیفیت ساخت، همه لوله‌ها باید الزامات آزمون کیفیت ساخت زیربند ۶-۱-۱ را برآورده سازند. برای آزمون پایایی، همه لوله‌های تا قطر ۱۴۰۰ میلی‌متر و حداقل پنج درصد لوله‌های با قطر بیش از ۱۴۰۰ میلی‌متر باید الزامات آزمون پایایی زیربند ۶-۱-۳ را برآورده سازند؛ به جز مواردی که توافق دیگری در خصوص تعداد آزمون لوله‌ها بین خریدار و تولیدکننده صورت گرفته باشد.

### ۲-۷ آزمون‌های صلاحیت‌سنجی

نمونه‌برداری برای آزمون‌های صلاحیت‌سنجی (زیربند ۳-۶۴) شامل فشار هیدرواستاتیک بلندمدت، کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل حلقوی، سفتی حلقوی ویژه بلندمدت، آب‌بندی اتصال (زیربند ۶-۲-۵) و مقاومت تیر لزومی ندارد، به جز مواردی که توافق دیگری بین خریدار و تولیدکننده صورت گرفته باشد. در صورت درخواست خریدار، باید تاییدیه و گزارش آزمون‌های صلاحیت‌سنجی و آزمون‌های کنترلی مرتبط با آن به وی ارائه شوند.

### ۳-۷ آزمون‌های کنترل

این آزمون‌ها به عنوان یک الزام کنترلی در نظر گرفته می‌شود و باید در صورت توافق خریدار و تولیدکننده بدون هیچ محدودیتی انجام شود. اما در هر حال، برای کنترل دوره‌ای آزمون‌های بلندمدت، حداقل یک بار در هر ۲ سال نمونه‌برداری شود.

### ۴-۷ آزمون‌های خاص

برای سفارشات خاص، آزمون‌ها و تعداد آنها مطابق با آنچه بین خریدار و تولیدکننده توافق شده، صورت گیرد.

## ۸ روش‌های آزمون

### ۱-۸ روش آزمون‌های تولید

#### ۱-۱-۸ ابعاد

#### ۱-۱-۱-۸ قطرها

#### ۱-۱-۱-۱-۸ قطر داخلی

اندازه‌گیری‌های قطر داخلی در نقطه‌ای به فاصله ۱۵۰ میلی‌متر از لبه لوله با استفاده از متر نواری دورپیچ (ترجیحاً فلزی) یا ریزسنج<sup>۱</sup> داخلی با درجه‌بندی ۱ میلی‌متر یا کمتر، انجام می‌شود. دو اندازه‌گیری با ۹۰ درجه اختلاف از یکدیگر انجام شده و میانگین آنها به عنوان قطر داخلی ارائه می‌شود.

#### ۱-۱-۱-۲ قطر خارجی

قطر خارجی مطابق با استاندارد ASTM D3567:1997 تعیین می‌گردد.

#### ۱-۱-۲ طول

طول لوله با استفاده از یک متر نواری یا وسیله اندازه‌گیری با درجه‌بندی حداکثر ۱ میلی‌متر، اندازه‌گیری می‌شود. متر نواری یا وسیله اندازه‌گیری روی لوله (یا داخل آن) قرار گرفته و طول آن اندازه‌گیری می‌شود.

#### ۱-۱-۳ ضخامت دیواره

ضخامت دیواره مطابق با استاندارد ASTM D3567:1997 تعیین می‌گردد.

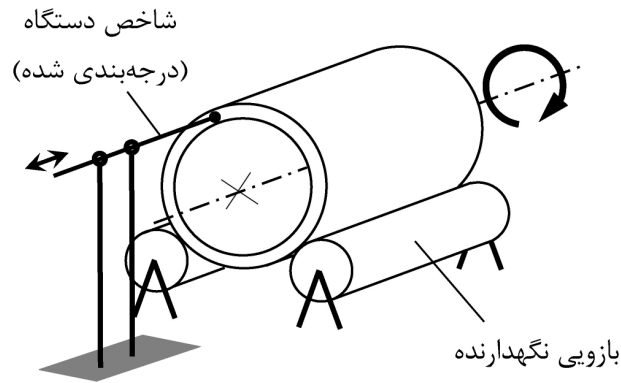
#### ۱-۱-۴ صافی سطح مقطع دو انتهای لوله

لوله روی یک قالب استوانه‌ای (مندرل) و یا بازویی‌های نگه‌دارنده چرخانده شده و با یک دستگاه مدرج میزان جابه‌جایی شاخص دستگاه در راستای محور طولی لوله اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۵ را ببینید). مقدار کلی خوانده شده از دستگاه، دو برابر فاصله از یک صفحه عمود بر محور طولی لوله است. به عنوان روش جایگزین، در صورتی که صافی سطح مقطع دو انتهای لوله به وسیله ابزارهای برش دقیقاً رعایت شود، در این صورت ابزار مذکور در بازه‌های زمانی متناوب و کافی، بازبینی و بازرسی می‌گردد تا از قرار داشتن صافی سطح مقطع دو انتها در محدوده رواداری مندرج در زیربند ۶-۱-۲-۴، اطمینان حاصل شود.

#### ۱-۲ پایایی

پایایی لوله به وسیله رویه آزمون محک هیدرواستاتیک تعیین می‌شود. لوله در یک دستگاه آزمون فشار هیدرواستاتیک قرار می‌گیرد به طوری که بدون اعمال هرگونه بار اضافی در دو انتها، آب‌بندی شود. لوله با آب پر می‌شود؛ به طوری که تمام هوای داخل آن خارج شود. سپس فشار داخلی آب با نرخ یکنواخت حداکثر ۲/۵ بار برثانیه افزایش می‌یابد تا فشار آزمون حاصل شود. این فشار به مدت حداقل ۳۰ ثانیه حفظ می‌شود. در طول آزمون نباید آثار قابل مشاهده‌ای از تراوش آب، نشت و یا شکست ساختاری در دیواره لوله دیده شود.





شکل ۵- روش آزمون تعیین میزان صافی سطح مقطع انتهای لوله

### ۳-۱-۸ سفتی

#### ۱-۳-۱-۸ سفتی حلقوی ویژه اولیه

سفتی حلقوی ویژه اولیه به یکی از روش‌های مندرج در استاندارد ISO 7685:1998 تعیین می‌شود.

#### ۲-۳-۱-۸ سفتی لوله

سفتی لوله با استفاده از دستگاه و رویه ارائه شده در استاندارد ASTM D2412:2002 در تغییرشکل حلقوی پنج درصد آزمون به لحاظ نمودن موارد استثنای زیر که مجاز هستند، تعیین می‌شود:

۱-۲-۳-۱-۸- ضخامت لوله با تقریب ۰/۲۵ میلی‌متر اندازه‌گیری می‌شود.

۲-۲-۳-۱-۸- آزمون تا تغییرشکل حلقوی پنج درصد تحت بار قرار گرفته و نیروی اعمال شده ثبت می‌شود.

۳-۲-۳-۱-۸- به منظور تعیین سفتی لوله برای آزمون تولید، فقط یک آزمون مورد آزمایش قرار می‌گیرد.

۴-۲-۳-۱-۸- حداکثر طول آزمون باید ۳۰۰ میلی‌متر یا برابر با طول لازم برای در برگرفتن "دندانه‌های سفت کننده" (در صورت استفاده) باشد؛ هر کدام که بیشتر است.

یادآوری ۱- به عنوان یک روش جایگزین برای تعیین سفتی لوله با استفاده از دستگاه و رویه استاندارد ASTM D2412:2002، تولیدکننده مجاز است روش و ارزیابی استاندارد ASTM D790:2003 را به عنوان تاییدیه به خریدار پیشنهاد کرده و به عنوان جایگزینی برای آزمون‌های انحنادار و اندازه‌گیری سفتی در تغییرشکل حلقوی پنج درصد به حساب آورد.

یادآوری ۲- توصیه می‌شود آزمون‌های زیربندهای ۱-۳-۱-۸ و ۲-۳-۱-۸ روی آزمون‌های متفاوتی انجام شود.

#### ۳-۳-۱-۸ مقاومت در برابر تخریب ناشی از تغییرشکل حلقوی

آزمون با استفاده از دستگاه و رویه ارائه شده در استاندارد ASTM D2412:2002 تا تغییر شکل‌های حلقوی سطح (الف) و سطح (ب) مندرج در جدول ۱۱ بارگذاری می‌شود.

#### ۱-۳-۳-۱-۸ سطح (الف)

آزمون از نظر هرگونه آسیب قابل مشاهده به شکل ترک‌های سطحی بررسی می‌گردد.

#### ۸-۱-۳-۲ سطح (ب)

آزمونه از نظر آسیب ساختاری به شکل جدایش لایه‌ای، جدایش لایه درونی یا لایه بیرونی (در صورت وجود) از لایه ساختاری، تخریب کششی الیاف تقویت‌کننده شیشه و شکست یا کمزش دیواره لوله بررسی می‌گردد.

#### ۸-۱-۴ مقاومت کششی محیطی اولیه

مقاومت کششی محیطی اولیه از میانگین نتایج آزمون سه آزمونه که با یکی از روش‌های آزمون زیر آزمایش شده‌اند، تعیین می‌شود.

#### ۸-۱-۴-۱ دستگاه کشش دیسک دوبخشی<sup>۱</sup>

مقاومت کششی محیطی اولیه مطابق با استاندارد ASTM D2290:2002 با استفاده از دستگاه کشش مجهز به فک‌های دیسک دوبخشی تعیین می‌شود. به استثنای اینکه بندهای مربوط به دستگاه و آزمونه‌ها برای متناسب شدن با اندازه آزمونه‌ها اصلاح می‌گردند و همچنین حداکثر سرعت اعمال بار نباید از ۲/۵ میلی‌متر در دقیقه فراتر رود.

یادآوری ۳- این روش به ویژه برای لوله‌های با قطر اسمی پایین (کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر) استفاده می‌گردد.

#### ۸-۱-۴-۲ دستگاه کشش استاندارد

مقاومت کششی محیطی اولیه مطابق با استاندارد ASTM D638:2003 و ASTM D3039/D3039M:2000 تعیین می‌شود. برای لوله با ضخامت دیواره بیشتر از ۱۴ میلی‌متر، می‌توان از آزمونه‌هایی با پهنای بیشتر استفاده کرد. برای حداقل کردن ممان خمشی اعمال‌شده در طول این آزمون، ممکن است از تمهیدات خاصی استفاده شود. سه آزمونه از نمونه لوله برش داده می‌شود. بار اعمالی تا شکست هر آزمونه ثبت شده و پهنای آزمونه در نزدیک‌ترین جای ممکن به محل شکست اندازه‌گیری می‌شود. با استفاده از ضخامت آزمونه و پهنای اندازه‌گیری شده و بار اعمالی در نقطه تخریب، مقاومت کششی محیطی اولیه محاسبه می‌گردد.

یادآوری ۴- این روش به ویژه برای لوله‌های با قطر اسمی بالا که نیازمند دستگاه‌های بزرگ و قوی هستند، استفاده می‌گردد.

#### ۸-۱-۴-۳ فشار ترکیدگی<sup>۲</sup>

مقاومت کششی محیطی اولیه مطابق با استاندارد ASTM D1599:1999 تعیین می‌شود.

#### ۸-۱-۵ مقاومت کششی طولی اولیه

مقاومت کششی طولی اولیه مطابق با استاندارد ASTM D638:2003 و ASTM D3039/D3039M:2000 تعیین می‌گردد.

#### ۸-۱-۶ مقاومت فشاری طولی اولیه

مقاومت فشاری طولی اولیه مطابق با استاندارد ASTM D695:2002 تعیین می‌گردد.

## ۲-۸ روش آزمون‌های صلاحیت‌سنجی

### ۱-۲-۸ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت

آزمون فشار هیدرواستاتیک بلندمدت در ۵۰ سال مطابق با رویه (ب) استاندارد ASTM D2992:2006 با لحاظ نمودن موارد استثنای زیر که مجاز هستند، انجام می‌شود:

۱-۲-۸-۱- آزمون در دمای محیط بین ۱۰ تا ۴۳/۵ درجه سلسیوس انجام شده و محدوده دمایی در حین آزمون‌ها گزارش می‌گردد.

یادآوری ۵- آزمون‌ها نشان داده‌اند که در محدوده دمای محیط مشخص شده، هیچ‌گونه تاثیر قابل توجهی روی فشار هیدرواستاتیک بلندمدت به وجود نمی‌آید.

۱-۲-۸-۲- مبنای طراحی فشار هیدرواستاتیک مطابق با روش ارائه‌شده در پیوست ب، تعیین می‌شود.

۱-۲-۸-۳- فشار هیدرواستاتیک بلندمدت مطابق با روش ارائه‌شده در پیوست ب محاسبه و فشار اسمی متناظر با آن از جدول ۱۵، تعیین می‌گردند.

### ۲-۲-۸ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل حلقوی

کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییرشکل حلقوی از استاندارد ASTM D5365:2006 تعیین می‌شود.

### ۳-۲-۸ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

سفتی حلقوی ویژه اولیه آزمون مطابق با استاندارد ISO 7685:1998 اندازه‌گیری شده و سفتی حلقوی ویژه بلندمدت بر مبنای خزش یا آسودگی با استفاده از روش‌های زیر اندازه‌گیری می‌شود:

#### ۱-۲-۳-۲-۸ ضریب خزش

ضریب خزش مطابق با استاندارد ISO 10468:2003 با قرار دادن آزمون تحت کرنش محیطی ۰/۱۳ تا ۰/۱۷ درصد تعیین می‌شود.

#### ۲-۲-۳-۲-۸ ضریب آسودگی

ضریب آسودگی مطابق با استاندارد ISO 14828:2003 با قرار دادن آزمون تحت کرنش محیطی ۰/۳۵ تا ۰/۴۰ درصد تعیین می‌شود.

یادآوری ۶- در دماهای بهره‌برداری بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس، ضریب‌های تطابق دمایی هر کدام از آزمون‌های بلندمدت باید در حداکثر دمای بهره‌برداری تعیین شوند. ارتباط ویژگی‌های بلندمدت در حداکثر دمای بهره‌برداری و دمای ۲۳ درجه سلسیوس به صورت رابطه (۲۶) تعیین می‌شود:

$$C_{S.T.} = I_{RF} \times C_{23} \quad (26)$$

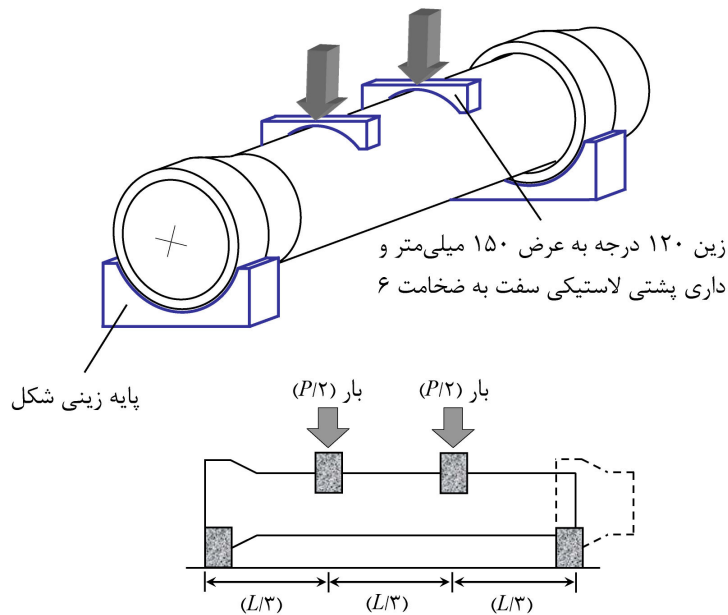
که در آن:

$C_{S.T.}$  یک ویژگی بلندمدت در حداکثر دمای بهره‌برداری؛

$C_{23}$  همان ویژگی بلندمدت در دمای ۲۳ درجه سلسیوس.

### ۴-۲-۸ مقاومت تیر

هر دو انتهای لوله‌ای با طول اسمی ۶ متر روی پایه‌های زینی شکل قرار می‌گیرد. در حین آزمون، گردی دو انتهای لوله باید حفظ شود. با توجه به هر قطر اسمی مندرج در جدول ۱۷، بار تیر مورد نظر از جدول ۱۷ از طریق دو پایه زینی شکل که در نقاط یک سوم انتهایی لوله قرار گرفته‌اند، به طور همزمان اعمال می‌گردند (شکل ۶ را ببینید). بارهای اعمالی باید حداقل ۱۰ دقیقه به لوله وارد شده و نباید نشانه‌ای از شکست در آزمون مشاهده شود. دستگاه آزمون باید طوری طراحی گردد که تمرکز تنش در نقاط اعمال بار به کمترین مقدار برسد.



شکل ۶- روش آزمون مقاومت تیر

### ۳-۸ روش آزمون‌های کنترل

#### ۱-۳-۸ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت

حداقل شش آزمون لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با استاندارد ASTM D2992:2006 آزمایش شوند.

#### ۲-۳-۸ کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی

حداقل شش آزمون لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با استاندارد ASTM D5365:2006 آزمایش شوند.

#### ۳-۳-۸ سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

آزمون‌های لوله باید به صورت دوره‌ای مطابق با استانداردهای ISO 14828: 2003 و ISO 10468:2003 آزمایش شوند.

## ۹ بازرسی

### ۹-۱ بازرسی توسط بازرس

بازرسی از محصول در محل تولید توسط خریدار (یا نماینده رسمی خریدار) یا عدم بازرسی، به معنی معاف شدن تولیدکننده از تعهد به تولید محصولاتی مطابق با الزامات تعیین شده توسط این استاندارد یا خریدار نمی‌باشد.

### ۹-۲ خبردهی از آغاز تولید

در صورتی که بازرسی از محصول در محل تولید توسط خریدار در قرارداد قید شود، در این صورت تولیدکننده باید خریدار یا نماینده رسمی خریدار را از زمان و مکانی که تولید محصولات سفارش داده شده آغاز خواهد شد، باخبر سازد.

### ۹-۳ محدودیت‌های بازرسی

اگر تولیدکننده‌ای بخواهد که بازرسی از بخش اختصاصی فرآیند تولید خود را محدود سازد، در این صورت باید پیش از عقد قرارداد به خریدار اطلاع دهد.

### ۹-۴ میزان دسترسی در بازرسی از محل تولید

نماینده خریدار باید به قسمت‌هایی از محل تولید دسترسی آزاد داشته باشد که برای اطمینان از مطابقت محصولات با الزامات تعیین شده در این استاندارد یا خریدار لازم است.

### ۹-۵ ابزار بازرسی

تولیدکننده باید ابزار و همکاری لازم را برای انجام بازرسی طبق این استاندارد ارائه کند.

### ۹-۶ اسناد کنترل کیفی

تولیدکننده باید همه اسناد کنترل کیفی را حداقل به مدت ۲ سال بعد از زمان ساخت لوله نگهداری کند تا در صورت درخواست، داده‌ها را به خریدار ارائه کند.

### ۹-۷ شرایط رد یا آزمون مجدد

اگر نتایج هر کدام از آزمون‌ها مطابق با الزامات استاندارد نباشد، در این صورت آزمون مذکور باید روی دو نمونه لوله دیگر از همان بهر تکرار شود. هر دو نمونه باید با الزامات استاندارد مطابقت داشته باشند. در صورتی که هر کدام از نمونه‌ها الزامات استاندارد را برآورده نسازند، در این صورت آن بهر لوله مردود است؛ مگر آن که در خصوص تکرار بیشتر آزمون و تعداد آزمون‌ها در هر تکرار توافق دیگری بین خریدار و تولیدکننده انجام شود. رد شدن لوله‌ها باید به صورت کتبی و به سرعت به خریدار یا تامین‌کننده لوله گزارش گردد.

### ۱۰ اقرارنامه

در صورتی که خریدار درخواست کند، تولیدکننده باید اقرارنامه‌ای مبنی بر مطابقت مواد ارسال شده با الزامات تعیین شده توسط این استاندارد یا خریدار، ارائه کند.

## ۱۱ بسته‌بندی

به منظور حصول اطمینان از پذیرش محصول به وسیله عوامل باربری، لوله باید به نحو مناسبی برای حمل آماده‌سازی شود.

## ۱۲ نشانه‌گذاری

هر لوله که با الزامات فنی این استاندارد مطابقت دارد یا جزء بهری از لوله‌هایی است که با الزامات فنی این استاندارد مطابقت دارند؛ باید حداقل یکبار با حروف با اندازه حداقل ۱۲ میلی‌متر در درازا و به شکل پررنگ و از نوع و رنگی نشانه‌گذاری شود که تحت روال عادی حمل، نصب و مرحله بهره‌برداری خوانا باقی بماند. نشانه‌گذاری باید بر طبق شناسه نامگذاری مندرج در زیربند ۴-۲ باشد. همچنین، الزامات بندهای مربوط به باربندی و بسته‌بندی استاندارد ASTM D3892:1993 باید در این استاندارد لحاظ گردد.

**یادآوری ۱-** بندهای (د)، (ذ)، (ر) و (ز) زیربند ۴-۲ می‌توانند به صورت برجسب‌های مجزا روی لوله نصب شوند.

**یادآوری ۲-** نشانه‌گذاری اتصال‌ها و قطعه‌های اتصالی نیز باید به گونه‌ای باشند که تحت روال عادی حمل، نصب و مرحله بهره‌برداری خوانا باقی بماند.

## پیوست الف

### (الزامی)

#### روش‌های تحلیل رگرسیونی

در این استاندارد به منظور تحلیل رگرسیونی داده‌ها، از روش حداقل مربع‌ها<sup>۱</sup> که امکان استفاده از رابطه‌های مرتبه اول و دوم را فراهم می‌آورد، استفاده می‌شود. روش‌هایی که برای تحلیل داده‌ها استفاده می‌شوند عبارتند از:

روش ۱- هم‌پراکنش<sup>۲</sup>، با به‌کارگیری یک رابطه مرتبه اول.

روش ۲- حداقل مربع‌ها، با به‌کارگیری یک رابطه مرتبه دوم.

این روش‌ها شامل آزمون‌های آماری هستند که به منظور ارتباط بین داده‌ها و تعیین مناسب بودن داده‌ها برای برونیابی به کار می‌روند.

#### الف-۱ روش ۱ (هم‌پراکنش مرتبه اول)

در این روش، تحلیل داده‌ها بر اساس یک رابطه مرتبه اول به صورت رابطه (الف-۱) صورت می‌پذیرد:

$$y = a + bx \quad (\text{الف-۱})$$

که در آن:

x متغیر مستقل،

y متغیر وابسته،

a عرض از مبدا خط (روی محور y)،

b شیب خط.

مقادیر n جفت داده (یعنی  $(x_i, y_i)$  که  $i = 1, \dots, n$ ) مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند تا مقادیر زیر محاسبه شوند:

۱- شیب خط (b)،

۲- عرض از مبدا خط (a)،

۳- ضریب همبستگی (r)،

۴- مناسب بودن داده‌ها برای برونیابی

۵- مقادیر پیش‌بینی‌شده برای میانگین، حد اطمینان پایین ۹۵ درصد (LCL) و حد پیش‌بینی ۹۵

درصد (LPL) در هر x.

---

1 - Least Square Method (LSM)

2 - Covariance

### الف-۱-۱ نمادها

نمادهای زیر در ادامه تحلیل‌ها به کار می‌روند:

$n$  تعداد جفت مقادیر مشاهده شده (شامل  $f_i$  که ویژگی مورد نظر از آزمونۀ نام و  $t_i$  که زمان نام است؛  
 $(i = 1, \dots, n)$

$y_i$  لگاریتم (در پایه ۱۰)  $f_i$  ،

$x_i$  لگاریتم (در پایه ۱۰)  $t_i$  ،

### الف-۱-۲ میانگین‌ها

$\bar{x}$  میانگین حسابی تمام مقادیر  $x_i$  ، که از رابطه (الف-۲) محاسبه می‌شود:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i \quad (\text{الف-۲})$$

$\bar{y}$  میانگین حسابی تمام مقادیر  $y_i$  ، که از رابطه (الف-۳) محاسبه می‌شود:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} y_i \quad (\text{الف-۳})$$

### الف-۱-۳ مجموع مربع‌ها

$S_x$  مجموع مربع‌های باقیمانده‌ها در راستای محور  $x$  تقسیم بر  $n$  ، که از رابطه (الف-۴) محاسبه می‌شود:

$$S_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{الف-۴})$$

$S_y$  مجموع مربع‌های باقیمانده‌ها در راستای محور  $y$  تقسیم بر  $n$  ، که از رابطه (الف-۵) محاسبه می‌شود:

$$S_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{الف-۵})$$

$S_{xy}$  مجموع مربع‌های باقیمانده‌ها عمود بر خط تقسیم بر  $n$  ، که از رابطه (الف-۶) محاسبه می‌شود:

$$S_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (\text{الف-۶})$$

یادآوری ۱- اگر  $S_{xy}$  عددی منفی باشد، شیب خط رگرسیون منفی خواهد بود. در غیر این صورت، شیب خط رگرسیون مثبت خواهد بود که در این حالت، داده‌ها برای تحلیل مناسب نیستند.

### الف-۱-۴ همبستگی داده‌ها

مربع ضریب همبستگی خطی ( $r^2$ ) از رابطه (الف-۷) و ضریب همبستگی خطی از رابطه (الف-۸) محاسبه می‌شوند:

$$r^2 = \frac{S_{xy}^2}{S_x \cdot S_y} \quad (\text{الف-۷})$$

$$r = \sqrt{r^2} \quad (\text{الف-۸})$$



یادآوری ۲- اگر مقدار r برای هر مقدار n کمتر از حداقل مقدار مندرج در جدول الف-۱ باشد، داده‌ها برای تحلیل مناسب نیستند.

### الف-۱-۵ ضریب‌های خط رگرسیون

برای محاسبه مقادیر a و b خط رگرسیون (یعنی  $y = a + bx$ )، ابتدا مقدار  $\lambda$  از رابطه (الف-۹) محاسبه می‌شود:

$$\lambda = \frac{S_{yy}}{S_{xx}} \quad (\text{الف-۹})$$

و سپس:

$$b = -\sqrt{\lambda} \quad (\text{الف-۱۰})$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad (\text{الف-۱۱})$$

جدول الف-۱- حداقل مقدار ضریب همبستگی (r) برای داده‌های قابل قبول از n جفت داده

درجه آزادی (n-۲)	حداقل r	درجه آزادی (n-۲)	حداقل r	درجه آزادی (n-۲)	حداقل r
۴۵	۰/۳۷۲۱	۲۰	۰/۵۳۸۶	۱۱	۰/۶۸۳۵
۵۰	۰/۳۵۴۱	۲۱	۰/۵۲۵۲	۱۲	۰/۶۶۱۴
۶۰	۰/۳۲۴۸	۲۲	۰/۵۱۴۵	۱۳	۰/۶۴۱۱
۷۰	۰/۳۰۱۷	۲۳	۰/۵۰۴۳	۱۴	۰/۶۲۲۶
۸۰	۰/۲۸۳۰	۲۴	۰/۴۹۵۲	۱۵	۰/۶۰۵۵
۹۰	۰/۲۶۷۳	۲۵	۰/۴۸۶۹	۱۶	۰/۵۸۹۷
۱۰۰	۰/۲۵۴۰	۳۰	۰/۴۴۸۷	۱۷	۰/۵۷۵۱
		۳۵	۰/۴۱۸۲	۱۸	۰/۵۶۱۴
		۴۰	۰/۳۹۳۲	۱۹	۰/۵۴۸۷

### الف-۱-۶ پراکنش‌ها<sup>۱</sup>

#### الف-۱-۶-۱ پراکنش خطا برای مقادیر $x_i$ و $y_i$

$\xi_i$  بهترین رگرسیون برای مقادیر واقعی  $t_i$ ، به ترتیب برای  $i = 1$  تا  $i = n$  از رابطه (الف-۱۳) محاسبه می‌شود:

$$\xi_i = \frac{\lambda x_i + b(y_i - a)}{2\lambda} \quad (\text{الف-۱۳})$$

$Y_i$  بهترین رگرسیون برای مقادیر واقعی  $f_i$ ، به ترتیب برای  $i = 1$  تا  $i = n$  از رابطه (الف-۱۴) محاسبه می‌شود:

$$Y_i = a + b\xi_i \quad (\text{الف-۱۴})$$

$\sigma_{\delta}$  پراکنش خطا برای مقادیر  $x_i$ ، از رابطه (الف-۱۵) محاسبه می‌شود:

$$\sigma_{\delta}^2 = \frac{\sum (y_i - Y_i)^2 + \lambda \sum (x_i - \xi_i)^2}{\lambda(n-2)} \quad (\text{الف-۱۵})$$

$\sigma_{\varepsilon}$  پراکنش خطا برای مقادیر  $y_i$ ، از رابطه (الف-۱۶) محاسبه می‌شود:

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \lambda \sigma_{\delta}^2 \quad (\text{الف-۱۶})$$

### الف-۱-۶-۲ پراکنش a و b

کمیت‌های  $\tau$ ، D و B به ترتیب از رابطه‌های (الف-۱۷) تا (الف-۱۹) محاسبه می‌شوند:

$$\tau = \frac{b\sigma_{\delta}^2}{2S_{xy}} \quad (\text{الف-۱۷})$$

$$D = \frac{2\lambda b\sigma_{\delta}^2}{nS_{xy}} \quad (\text{الف-۱۸})$$

$$B = -D\bar{x}(1+\tau) \quad (\text{الف-۱۹})$$

C پراکنش b از رابطه (الف-۲۰) محاسبه می‌شود:

$$C = D(1+\tau) \quad (\text{الف-۲۰})$$

A پراکنش a از رابطه (الف-۲۱) محاسبه می‌شود:

$$A = D \left\{ \bar{x}(1+\tau) + \frac{S_{xy}}{b} \right\} \quad (\text{الف-۲۱})$$

### الف-۱-۶-۳ پراکنش خط رگرسیون و پراکنش کل

اگر  $t_L$  زمان تخریب باشد، آنگاه مقدار  $x_L$  برابر است با:

$$x_L = \log_1 t_L \quad (\text{الف-۲۲})$$

$\sigma_n^2$  پراکنش خط رگرسیون در هر  $x_L$ ، از رابطه (الف-۲۳) محاسبه می‌شود:

$$\sigma_n^2 = A + 2Bx_L + Cx_L^2 \quad (\text{الف-۲۳})$$

$\sigma_y^2$  پراکنش کل مربوط به مقادیر آینده  $y_L$  در هر  $x_L$ ، از رابطه (الف-۲۴) محاسبه می‌شود:

$$\sigma_y^2 = \sigma_n^2 + \sigma_{\varepsilon}^2 \quad (\text{الف-۲۴})$$

$\sigma_y$  انحراف از استاندارد تخمینی برای هر  $y_L$ ، که از رابطه (الف-۲۵) محاسبه می‌شود:

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_n^2 + \sigma_{\varepsilon}^2} \quad (\text{الف-۲۵})$$

### الف-۱-۷ مناسب بودن داده‌ها برای برونابی

در صورتی که نیاز به برونابی داده‌ها باشد، مقدار T از رابطه (الف-۲۶) محاسبه می‌شود:

$$T = \frac{b}{\sqrt{C}} \quad (\text{الف-۲۶})$$

اگر مقدار (قدر مطلق) T بزرگتر از مقدار  $t_v$  متناظر با n در جدول الف-۲ باشد، آن‌گاه داده‌ها برای برونابی مناسب هستند.

### الف-۱-۸ مقادیر پیش‌بینی شده

$y_L$  مقدار پیش‌بینی شده در هر  $x_L$ ، که از رابطه (الف-۲۷) محاسبه می‌شود:

$$y_L = a + bx_L \quad (\text{الف-۲۷})$$

یادآوری ۳- مقدار پیش‌بینی شده در ۵۰ سال (۴۳۸۰۰۰ ساعت) با قرار داد  $x_L = ۵/۶۴۱۴۷۴$  محاسبه می‌شود. مقدار پیش‌بینی شده برای ویژگی مورد نظر در هر  $t$ ، که از رابطه (الف-۲۸) محاسبه می‌شود:

$$f = ۱ \cdot y_L \quad (\text{الف-۲۸})$$

الف-۱- حد اطمینان پایین ۹۵ درصد و حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد

$y_{LPL, 0.95}$  حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد در هر  $x_L$ ، که از رابطه (الف-۲۹) محاسبه می‌شود:

$$y_{LPL, 0.95} = y_L - t_v \sigma_y \quad (\text{الف-۲۹})$$

که در آن:

$y_L$  مقدار به دست آمده از رابطه (الف-۲۷)

$\sigma_y$  مقدار به دست آمده از رابطه (الف-۲۵)

$t_v$  مقدار Student که برای هر تعداد مشاهده معین که در جدول الف-۲ مشخص شده است.

$f_{LPL, 0.95}$  مقدار حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد ویژگی مورد نظر در هر  $t$ ، که از رابطه (الف-۳۰) محاسبه می‌شود:

$$f_{LPL, 0.95} = ۱ \cdot y_{LPL, 0.95} \quad (\text{الف-۳۰})$$

$y_{LCL, 0.95}$  حد اطمینان پایین ۹۵ درصد در هر  $x_L$ ، که از رابطه (الف-۲۶) و با در نظر گرفتن  $\sigma_y = \sigma_n$  محاسبه می‌شود.

$f_{LCL, 0.95}$  مقدار حد اطمینان پایین ۹۵ درصد ویژگی مورد نظر در هر  $t$ ، که از رابطه (الف-۳۱) محاسبه می‌شود:

$$f_{LCL, 0.95} = ۱ \cdot y_{LCL, 0.95} \quad (\text{الف-۳۱})$$

یادآوری ۴- حد پیش‌بینی پایین ۹۵ درصد و حد اطمینان پایین ۹۵ درصد:

بیان ۱- از کل تخریب‌های مورد انتظار در هر زمان  $t$ ،  $۹۷/۵$  درصد تخریب‌ها در تنش یا کرنش بیش از  $f_{LPL, 0.95}$  اتفاق خواهند افتاد. میانگین تنش یا کرنش تخریب در هر زمان  $t$ ، در تنش یا کرنشی بیش از  $f_{LCL, 0.95}$  اتفاق خواهد افتاد.

بیان ۲- از کل تخریب‌های مورد انتظار در هر تنش یا کرنش  $f$ ،  $۹۷/۵$  درصد تخریب‌ها پس از زمان  $t_{LPL, 0.95}$  اتفاق خواهند افتاد. میانگین زمان تخریب در هر تنش یا کرنش  $f$ ، به احتمال  $۹۷/۵$ ، پس از زمان  $t_{LCL, 0.95}$  اتفاق خواهد افتاد.

جدول الف-۲- مقدار Student

مقدار Student ( $t_v$ )	درجه آزادی ( $n - 2$ )	مقدار Student ( $t_v$ )	درجه آزادی ( $n - 2$ )	مقدار Student ( $t_v$ )	درجه آزادی ( $n - 2$ )
۱/۹۹۴۹	۶۹	۲/۰۳۰۱	۳۵	۱۲/۷۰۶۲	۱
۱/۹۹۴۴	۷۰	۲/۰۲۸۱	۳۶	۴/۳۰۲۷	۲
۱/۹۹۳۹	۷۱	۲/۰۲۶۲	۳۷	۳/۱۸۲۴	۳
۱/۹۹۳۵	۷۲	۲/۰۲۴۴	۳۸	۲/۷۷۶۴	۴
۱/۹۹۳۰	۷۳	۲/۰۲۲۷	۳۹	۲/۵۷۰۶	۵
۱/۹۹۲۵	۷۴	۲/۰۲۱۱	۴۰	۲/۴۴۶۹	۶
۱/۹۹۲۱	۷۵	۲/۰۱۹۵	۴۱	۲/۳۶۴۶	۷
۱/۹۹۱۷	۷۶	۲/۰۱۸۱	۴۲	۲/۳۰۶۰	۸
۱/۹۹۱۳	۷۷	۲/۰۱۶۷	۴۳	۲/۲۶۲۲	۹
۱/۹۹۰۸	۷۸	۲/۰۱۵۴	۴۴	۲/۲۲۸۱	۱۰
۱/۹۹۰۵	۷۹	۲/۰۱۴۱	۴۵	۲/۲۰۱۰	۱۱
۱/۹۹۰۱	۸۰	۲/۰۱۲۹	۴۶	۲/۱۷۸۸	۱۲
۱/۹۸۹۷	۸۱	۲/۰۱۱۷	۴۷	۲/۱۶۰۴	۱۳
۱/۹۸۹۳	۸۲	۲/۰۱۰۶	۴۸	۲/۱۴۴۸	۱۴
۱/۹۸۹۰	۸۳	۲/۰۰۹۶	۴۹	۲/۱۳۱۵	۱۵
۱/۹۸۸۶	۸۴	۲/۰۰۸۶	۵۰	۲/۱۱۹۹	۱۶
۱/۹۸۸۳	۸۵	۲/۰۰۷۶	۵۱	۲/۱۰۹۸	۱۷
۱/۹۸۷۹	۸۶	۲/۰۰۶۶	۵۲	۲/۱۰۰۹	۱۸
۱/۹۸۷۶	۸۷	۲/۰۰۵۷	۵۳	۲/۰۹۳۰	۱۹
۱/۹۸۷۳	۸۸	۲/۰۰۴۹	۵۴	۲/۰۸۶۰	۲۰
۱/۹۸۷۰	۸۹	۲/۰۰۴۰	۵۵	۲/۰۷۹۶	۲۱
۱/۹۸۶۷	۹۰	۲/۰۰۳۲	۵۶	۲/۰۷۳۹	۲۲
۱/۹۸۶۴	۹۱	۲/۰۰۲۵	۵۷	۲/۰۶۸۷	۲۳
۱/۹۸۶۱	۹۲	۲/۰۰۱۷	۵۸	۲/۰۶۳۹	۲۴
۱/۹۸۵۸	۹۳	۲/۰۰۱۰	۵۹	۲/۰۵۹۵	۲۵
۱/۹۸۵۵	۹۴	۲/۰۰۰۳	۶۰	۲/۰۵۵۵	۲۶
۱/۹۸۵۳	۹۵	۱/۹۹۹۶	۶۱	۲/۰۵۱۸	۲۷
۱/۹۸۵۰	۹۶	۱/۹۹۹۰	۶۲	۲/۰۴۸۴	۲۸
۱/۹۸۴۷	۹۷	۱/۹۹۸۳	۶۳	۲/۰۴۵۲	۲۹
۱/۹۸۴۵	۹۸	۱/۹۹۷۷	۶۴	۲/۰۴۲۳	۳۰
۱/۹۸۴۲	۹۹	۱/۹۹۷۱	۶۵	۲/۰۳۹۵	۳۱
۱/۹۸۴۰	۱۰۰	۱/۹۹۶۶	۶۶	۲/۰۳۶۹	۳۲
		۱/۹۹۶۰	۶۷	۲/۰۳۴۵	۳۳
		۱/۹۹۵۵	۶۸	۲/۰۳۲۲	۳۴

ادامه جدول الف-۲

مقدار Student ( $t_v$ )	درجه آزادی ( $n-2$ )	مقدار Student ( $t_v$ )	درجه آزادی ( $n-2$ )	مقدار Student ( $t_v$ )	درجه آزادی ( $n-2$ )
۱/۹۷۵۹	۱۵۰	۱/۹۷۹۰	۱۲۶	۱/۹۸۳۵	۱۰۲
۱/۹۷۱۹	۲۰۰	۱/۹۷۸۷	۱۲۸	۱/۹۸۳۰	۱۰۴
۱/۹۶۷۹	۳۰۰	۱/۹۷۸۴	۱۳۰	۱/۹۸۲۶	۱۰۶
۱/۹۶۵۹	۴۰۰	۱/۹۷۸۱	۱۳۲	۱/۹۸۲۲	۱۰۸
۱/۹۶۴۷	۵۰۰	۱/۹۷۷۸	۱۳۴	۱/۹۸۱۸	۱۱۰
۱/۹۶۳۹	۶۰۰	۱/۹۷۷۶	۱۳۶	۱/۹۸۱۴	۱۱۲
۱/۹۶۳۴	۷۰۰	۱/۹۷۷۳	۱۳۸	۱/۹۸۱۰	۱۱۴
۱/۹۶۲۹	۸۰۰	۱/۹۷۷۱	۱۴۰	۱/۹۸۰۶	۱۱۶
۱/۹۶۲۶	۹۰۰	۱/۹۷۶۸	۱۴۲	۱/۹۸۰۳	۱۱۸
۱/۹۶۲۳	۱۰۰۰	۱/۹۷۶۶	۱۴۴	۱/۹۷۹۹	۱۲۰
۱/۹۶۰۰	$\infty$	۱/۹۷۶۳	۱۴۶	۱/۹۷۹۶	۱۲۲
		۱/۹۷۶۱	۱۴۸	۱/۹۷۹۳	۱۲۴

## الف-۲ روش ۲ (حداقل مربع‌های مرتبه دوم)

در این روش، تحلیل داده‌ها بر اساس یک رابطه مرتبه دوم به صورت رابطه (الف-۳۲) صورت می‌پذیرد.

$$y = a + bx + cx^2 \quad (\text{الف-۳۲})$$

که در آن:

$x$  متغیر مستقل،

$y$  متغیر وابسته،

$a, b, c$  ضریب‌های رابطه مرتبه دوم.

مقادیر  $n$  جفت داده (یعنی  $(x_i, y_i)$  که  $i = 1, \dots, n$ ) مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند تا مقادیر زیر محاسبه شوند:

۱- ضریب‌های رابطه مرتبه دوم  $(a, b, c)$ ،

۲- ضریب همبستگی  $(r)$ ،

۳- مناسب بودن داده‌ها برای برونیابی

۴- مقادیر پیش‌بینی شده برای میانگین در هر  $x$ .

## الف-۲-۱ نمادها

نمادهای زیر در ادامه تحلیل‌ها به کار می‌روند:

$n$  تعداد جفت مقادیر مشاهده شده (شامل  $f_i$  که ویژگی مورد نظر از آزمونۀ آم و  $t_i$  که زمان نام است؛  $i = 1, \dots, n$ )،

$y_i$  لگاریتم (در پایه ۱۰)  $f_i$ ،

$x_i$  لگاریتم (در پایه ۱۰)  $t_i$ ،

## الف-۲-۲ میانگین‌ها

$\bar{x}$  میانگین حسابی تمام مقادیر  $x_i$ ، که از رابطه (الف-۲) محاسبه می‌شود.

$\bar{y}$  میانگین حسابی تمام مقادیر  $y_i$ ، که از رابطه (الف-۳) محاسبه می‌شود.

## الف-۲-۳ مجموع مربع‌ها

$S_x$  مجموع مربع‌های باقیمانده‌ها (مرتبه ۱) موازی با محور  $x$ ، که از رابطه (الف-۳۳) محاسبه می‌شود:

$$S_x = \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{الف-۳۳})$$

$S_{xx}$  مجموع مربع‌های باقیمانده‌ها (مرتبه ۲) موازی با محور  $x$ ، که از رابطه (الف-۳۴) محاسبه می‌شود:

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^{i=n} (x_i^2 - \bar{x}^2)^2 \quad (\text{الف-۳۴})$$

$S_y$  مجموع مربع‌های باقیمانده‌ها (مرتبه ۱) موازی با محور  $y$ ، که از رابطه (الف-۳۵) محاسبه می‌شود:

$$S_y = \sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \bar{y})^2 \quad (\text{الف-۳۵})$$

$S_{xy}$  مجموع مربع‌های باقیمانده‌ها (مرتبه ۱) عمود بر خط رگرسیون، که از رابطه (الف-۳۶) محاسبه می‌شود:

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (\text{الف-۳۶})$$

$S_{xxy}$  مجموع مربع‌های باقیمانده‌ها (مرتبه ۲) عمود بر خط رگرسیون، که از رابطه (الف-۳۷) محاسبه می‌شود:

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^{i=n} (x_i^r - \bar{x}^r)(y_i - \bar{y}) \quad (\text{الف-۳۷})$$

#### الف-۲-۴ ضریب‌های منحنی رگرسیون

ضریب‌های  $a$ ،  $b$  و  $c$  از حل همزمان رابطه‌های (الف-۳۸) تا (الف-۴۰) به دست می‌آیند:

$$\sum_{i=1}^{i=n} y_i = a \times n + b \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i \right) + c \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i^r \right) \quad (\text{الف-۳۸})$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} x_i \cdot y_i = a \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i \right) + b \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 \right) + c \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i^r \right) \quad (\text{الف-۳۹})$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} x_i^r \cdot y_i = a \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i^r \right) + b \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i^{r+1} \right) + c \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i^{2r} \right) \quad (\text{الف-۴۰})$$

#### الف-۲-۵ همبستگی داده‌ها

ضریب همبستگی خطی از رابطه (الف-۸) و مربع آن از رابطه (الف-۴۱) محاسبه می‌شوند:

$$r^r = \frac{a \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} y_i \right) + b \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i \cdot y_i \right) + c \times \left( \sum_{i=1}^{i=n} x_i^r \cdot y_i \right) - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^{i=n} y_i \right)^r}{\left( \sum_{i=1}^{i=n} y_i^r \right) - \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^{i=n} y_i \right)^r} \quad (\text{الف-۴۱})$$

یادآوری ۲- اگر مقدار  $r$  برای هر  $n$  معین کمتر از مقدار مندرج در جدول الف-۱ باشد، داده‌ها برای تحلیل مناسب نیستند.

#### الف-۲-۶ مقادیر پیش‌بینی شده

$y_L$  مقدار پیش‌بینی شده در هر  $x_L$ ، که از رابطه (الف-۴۲) محاسبه می‌شود:

$$y_L = a + bx_L + Cx_L^r \quad (\text{الف-۴۲})$$

یادآوری ۳- مقدار پیش‌بینی شده در ۵۰ سال (۴۳۸۰۰۰ ساعت) با قرار داد  $x_L = ۵/۶۴۱۴۷۴$  محاسبه می‌شود.

$f$  مقدار پیش‌بینی شده برای ویژگی مورد نظر در هر  $t$ ، که از رابطه (الف-۲۸) محاسبه می‌شود:

$$f = ۱ \cdot y_L \quad (\text{الف-۲۸})$$

## پیوست ب

### (الزامی)

#### روش جایگزین مبنای طراحی هیدرواستاتیک

##### ب-۱ نمادها

نمادهای زیر در ادامه تحلیل‌ها به کار می‌روند:

S تنش کششی وارد بر الیاف شیشه تقویت‌کننده که ضریب تصحیح زاویه قرارگیری الیاف در آن اعمال شده است؛

P فشار داخلی؛

P<sub>δ</sub> فشار هیدرواستاتیک بلندمدت؛

d<sub>i</sub> قطر داخلی لوله؛

t<sub>h</sub> ضخامت الیاف تقویت‌کننده برحسب میلی‌متر؛ به عبارت دیگر ضخامت کل دیواره لوله ضربدر کسر حجمی الیاف تقویت‌کننده،

θ زاویه بین محور الیاف تقویت‌کننده و محور طولی لوله،

HDB مبنای طراحی هیدرواستاتیک.

یادآوری ۱- تنش کششی وارد بر الیاف شیشه برحسب مگا پاسکال بیان می‌شود.

یادآوری ۲- این روش جایگزین برای لوله‌های الیاف شیشه‌ای است که تنها دارای الیاف پیوسته هستند. برای سایر لوله‌ها از روش و رابطه ارائه شده در استاندارد ASTM D2992:2006 استفاده می‌شود.

##### ب-۲ HDB بر اساس تنش کششی وارد بر الیاف تقویت‌کننده

همان‌طور که در رویه (ب) استاندارد ASTM D2992:2006 توضیح داده شده است، محاسبه مبنای طراحی هیدرواستاتیک بر اساس تخمینی از تنش کششی وارد بر الیاف تقویت‌کننده است که بعد از ۵۰ سال اعمال پیوسته فشار منجر به تخریب لوله خواهد شد. مقاومت‌های مورد نیاز تنها بر اساس مقاومت الیاف تقویت‌کننده محاسبه می‌گردد. لازم به توضیح است که ضریب تصحیح زاویه قرارگیری الیاف در آن اعمال شده است. تنش کششی وارد بر الیاف تقویت‌کننده با استفاده از رابطه (ب-۱) محاسبه می‌شود:

$$S = \frac{(P)(d_i)}{2 \cdot (t_h)(\sin^2 \theta)} \quad (\text{ب-۱})$$

مقادیر تنش (مقاومت بلندمدت) حاصل از رابطه بالا، مولفه عرضی منحنی تنش-زمان را تشکیل می‌دهد که مطابق با روش ۱ پیوست الف (زیربند الف-۱)، برای محاسبه خط رگرسیون و حد اطمینان پایین، استفاده می‌شود.

##### ب-۳ مبنای طراحی هیدرواستاتیک

مقدار HDB از برونیابی خط رگرسیون مقادیر تنش-زمان به ۵۰ سال تعیین می‌شود (زیربند الف-۱)



#### ب-۴ فشار هیدرواستاتیک بلندمدت

مقدار HDB برای هر لوله با استفاده از رابطه زیر به فشار هیدرواستاتیک داخلی برحسب بار تبدیل می‌شود.

$$P_{\delta_0} = \frac{2 \cdot (t_h) (\sin^2 \theta) (HDB)}{(d_i)} \quad (\text{ب-۲})$$

فشار اسمی لوله مطابق با جدول ب-۱ تعیین می‌گردد.

#### ب-۵ طبقه‌بندی فشارهای اسمی

فشارهای اسمی مندرج در جدول ب-۱ بر اساس فشار کاری در شرایط بهره‌برداری از خطوط انتقال آب می‌باشند. خریدار باید مناسب‌ترین فشار اسمی لوله را با توجه به شرایط نصب، اجرا و بهره‌برداری از طرح و با ضرب مقادیر  $P_{\delta_0}$  از جدول ب-۱ در یک ضریب طراحی بهره‌برداری تعیین کند. ضریب طراحی بهره‌برداری بر اساس ملاحظات زیر انتخاب می‌شود:

ب-۵-۱- متغیرهای تولیدی و آزمون‌ی به ویژه تغییرات معمول در مواد اولیه، روش‌های تولید، ابعاد لوله، روش‌های حمل و نقل و رویه‌های ارزیابی.

ب-۵-۲- کاربرد یا استفاده به ویژه در نصب، اجرا و بهره‌برداری، محیط، دمای سیال و محیط، خطرات محتمل، طول عمر مورد نظر و درجه اطمینان انتخاب شده.

یادآوری ۳- ارائه ضریب طراحی بهره‌برداری جزء مقاصد این استاندارد نمی‌باشد. ضریب طراحی بهره‌برداری باید توسط کارشناس طراح بعد از ارزیابی کامل شرایط بهره‌برداری و خواص مهندسی مواد لوله پلاستیکی مورد نظر، انتخاب شود.

جدول ب-۱ دسته‌های آزمایش هیدرواستاتیک بلندمدت

فشار اسمی (PN) (بار)	حداکثر ضریب طراحی بهره‌برداری (SDF)	فشار هیدرواستاتیک بلندمدت ( $P_{\delta_0}$ ) (بار)
۲/۵	۰/۵۵۶	۴/۵
۴	۰/۵۵۶	۷/۲
۶	۰/۵۵۶	۱۰/۸
۹	۰/۵۵۶	۱۶/۲
۱۰	۰/۵۵۶	۱۸
۱۲	۰/۵۵۶	۲۱/۶
۱۵	۰/۵۵۶	۲۷
۱۶	۰/۵۵۶	۲۸/۸
۱۸	۰/۵۵۶	۳۲/۴
۲۰	۰/۵۵۶	۳۶
۲۵	۰/۵۵۶	۴۵
۳۲	۰/۵۵۶	۵۷/۶

## پیوست پ

### (اطلاعاتی)

#### نصب

مباحث مطرح در این استاندارد تنها مرتبط با محصول تولیدی و خریداری شده هستند و شامل الزامات طراحی مهندسی، ضربه قوچ، عملیات بسترسازی و خاکریزی اطراف و روی لوله یا ارتباط بین بار اعمالی از طرف زمین و مقاومت لوله نمی‌شوند. هرچند تجربه نشان داده است که عملکرد موفق این محصول، به نوع درست عملیات بسترسازی و خاکریزی، مشخصات لوله و دقت در عملیات اجرایی بستگی دارد. به مصرف‌کننده لوله الیاف شیشه با ویژگی‌های مندرج در این استاندارد هشدار داده می‌شود، که باید به شکل مناسبی مشخصات فنی عملیات اجرایی را با الزامات فنی لوله مرتبط کرده و بازرسی مناسب از محل نصب به عمل آورد. نصب لوله الیاف شیشه مطابق با استانداردهای معتبر بین‌المللی مانند ASTM D3839:2002 انجام می‌شود.

## پیوست ت

### (اطلاعاتی)

#### روش توصیه شده برای تعیین درصد الیاف شیشه

مقدار الیاف شیشه به یکی از روش‌های زیر تعیین می‌شود:

#### ت-۱ محصول تولید شده

با بررسی مواد باقیمانده حاصل از سوزاندن محصول بر طبق استاندارد ASTM D2584:2002 یا استاندارد ISO 1172:1996.

#### ت-۲ محصول در حال تولید

به عنوان یک کنترل فرایند تولید، بر اساس وزن الیاف شیشه تقویت‌کننده وارد شده در ساختار لوله توسط ماشین.

## پیوست ث

### (اطلاعاتی)

#### مثال‌ها

ث-۱ تعیین فشار اسمی لوله تولیدشده (DN ۶۰۰) توسط فرآیند رشته پیچی. لوله دارای ۴۸ درصد الیاف تقویت کننده شیشه پیوسته است که تحت زاویه ۸۵ درجه پیچیده شده است. مشخصات هندسی آزمون‌ها در جدول ث-۱ ارائه شده است. داده‌های تنش-زمان آزمون تعیین مبنای طراحی هیدرواستاتیک برای آزمون‌ها در جدول ث-۲ ارائه شده است. آزمون بر روی ۳۲ آزمون صورت گرفته است. ضخامت الیاف شیشه تقویت کننده به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$t_h = 0.48 \times t \quad (\text{ث-۱})$$

که در آن:

$t$  ضخامت دیواره لوله.

جدول ث-۱- مشخصات هندسی آزمون‌های آزمون تعیین مبنای طراحی هیدرواستاتیک

شماره آزمون	قطر داخلی ( $d_i$ ) (میلی‌متر)	ضخامت ( $t$ ) (میلی‌متر)	شماره آزمون	قطر داخلی ( $d_i$ ) (میلی‌متر)	ضخامت ( $t$ ) (میلی‌متر)
۱	۶۰۱/۷	۷/۰۲	۱۷	۶۰۱/۷	۶/۹۸
۲	۶۰۱/۷	۷/۰۷	۱۸	۶۰۱/۷	۷/۱۱
۳	۶۰۱/۷	۷/۱۱	۱۹	۶۰۱/۷	۷/۱۴
۴	۶۰۱/۷	۷/۱۱	۲۰	۶۰۱/۷	۷/۱۷
۵	۶۰۱/۷	۷/۱۷	۲۱	۶۰۱/۷	۶/۹۸
۶	۶۰۱/۷	۶/۹۰	۲۲	۶۰۱/۷	۷/۰۵
۷	۶۰۱/۷	۶/۹۵	۲۳	۶۰۱/۷	۷/۰۴
۸	۶۰۱/۷	۶/۹۶	۲۴	۶۰۱/۷	۷/۰۵
۹	۶۰۱/۷	۷/۲۷	۲۵	۶۰۱/۷	۶/۸۲
۱۰	۶۰۱/۷	۷/۰۱	۲۶	۶۰۱/۷	۷/۱۷
۱۱	۶۰۱/۷	۷/۰۱	۲۷	۶۰۱/۷	۶/۹۳
۱۲	۶۰۱/۷	۶/۹۹	۲۸	۶۰۱/۷	۶/۹۳
۱۳	۶۰۱/۷	۷/۱۶	۲۹	۶۰۱/۷	۷/۱۱
۱۴	۶۰۱/۷	۷/۰۷	۳۰	۶۰۱/۷	۷/۱۱
۱۵	۶۰۱/۷	۶/۹۹	۳۱	۶۰۱/۷	۷/۱۳
۱۶	۶۰۱/۷	۷/۱۰	۳۲	۶۰۱/۷	۷/۱۳

جدول ث-۲- داده‌های تنش- زمان آزمون تعیین مبنای طراحی هیدرواستاتیک

شماره آزمون	بازه زمانی تخریب (ساعت)	فشار داخلی (بار)	زمان تخریب (ساعت)	تنش محیطی (مگاپاسکال)
۱		۲۵	۹	۱۸۳/۳۸
۲		۲۵	۱۳	۱۸۳/۳۸
۳		۲۵	۱۷	۱۸۳/۳۸
۴		۲۵	۱۷	۱۸۳/۳۸
۵		۲۳	۱۰۴	۱۷۳/۳۸
۶		۲۲	۱۴۲	۱۷۳/۳۸
۷		۲۲	۲۰۴	۱۷۳/۳۸
۸	تا ۱۰۰۰	۲۲	۲۰۹	۱۷۳/۳۸
۹		۲۲	۲۷۲	۱۶۶/۷۱
۱۰		۲۱	۴۴۶	۱۶۶/۷۱
۱۱		۲۱	۴۶۶	۱۶۶/۷۱
۱۲		۲۰	۵۸۹	۱۶۰/۰۴
۱۳		۲۰	۶۶۹	۱۵۶/۷۱
۱۴		۲۱	۶۸۴	۱۶۶/۷۱
۱۵		۱۹	۸۷۸	۱۵۳/۳۷
۱۶		۲۰	۱۲۹۹	۱۸۳/۳۸
۱۷		۱۹	۱۳۰۱	۱۶۰/۰۴
۱۸		۲۰	۱۴۳۰	۱۵۶/۷۱
۱۹		۲۰	۱۷۱۰	۱۶۰/۰۴
۲۰		۲۰	۲۱۰۳	۱۶۰/۰۴
۲۱	۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰	۱۸	۲۲۲۰	۱۶۰/۰۴
۲۲		۱۸	۲۲۳۰	۱۵۰/۰۴
۲۳		۱۹	۳۸۱۶	۱۴۶/۷۰
۲۴		۱۹	۴۱۱۰	۱۵۶/۷۱
۲۵		۱۸	۴۱۷۳	۱۵۶/۷۱
۲۶		۱۸	۵۱۸۴	۱۵۳/۳۷
۲۷	۶۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰	۱۸	۸۹۰۰	۱۴۶/۷۰
۲۸		۱۸	۸۹۰۰	۱۵۳/۳۷
۲۹		۱۸	۱۰۹۰۰	۱۵۳/۳۷
۳۰		۱۸	۱۰۹۲۰	۱۵۰/۰۴
۳۱	بیش از ۱۰۰۰۰	۱۸	۱۲۳۴۰	۱۵۰/۰۴
۳۲		۱۸	۱۲۳۴۰	۱۵۰/۰۴

ث-۱-۱ مجموع مربعاتها

$$S_x = 0.798119684$$

$$S_y = 2/1688.0243 \times 10^{-3}$$

$$S_{xy} = -4/0.5813536 \times 10^{-2}$$

ث-۱-۲ ضریب همبستگی

$$r^2 = 0.951404155$$

$$r = 0.975399485$$

ث-۱-۳ ضریبهای خط رگرسیون

$$\lambda = 2/71738998 \times 10^{-3}$$

$$a = 2/41422192$$

$$b = -5/21286 \times 10^{-2}$$

ث-۱-۴ پراکنشها

$$\tau = 1/12823791 \times 10^{-5}$$

$$D = 1/12823791 \times 10^{-5}$$

$$B = -3/41611756 \times 10^{-5}$$

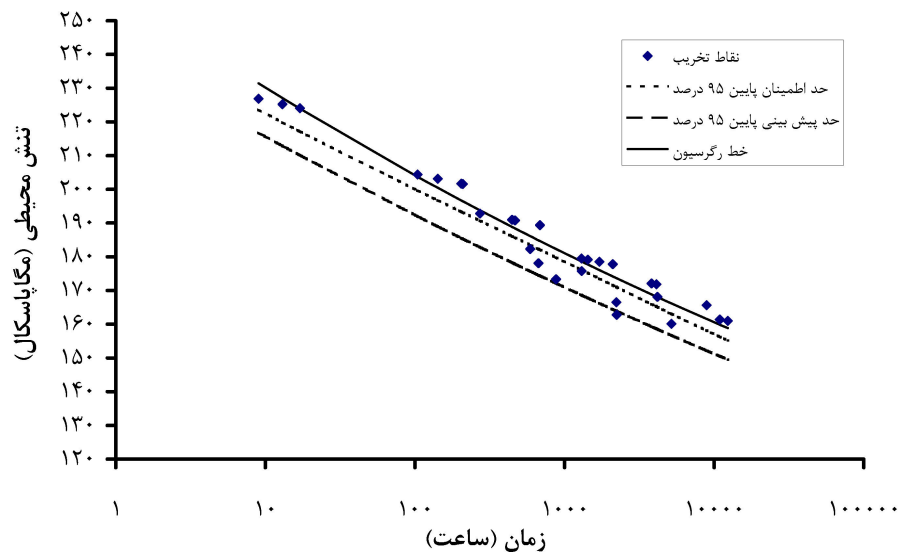
$$C = 1/16571272 \times 10^{-5}$$

$$A = 1/0.8892390 \times 10^{-4}$$

$$\sigma_\delta = 5/17153253 \times 10^{-2}$$

ث-۱-۵ مناسب بودن دادهها برای برونابی

$$|T| = 15/2676934 > 2/0.423$$



شکل ث-۱- منحنی تنش-زمان برای تعیین مبنای طراحی هیدرواستاتیک

شکل ث-۱- مقادیر تنش- زمان (نقاط توپر) محاسبه شده از رابطه (ب-۱)، خط رگرسیون مقادیر تنش- زمان (خط توپر)، منحنی "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" (خط نقطه) و منحنی "حد پیش بینی پایین ۹۵ درصد" (خط چین) را نشان می دهد. توجه شود که برای وضوح بیشتر نمودار، محور عمودی به صورت لگاریتمی نمایش داده نشده است. با برون یابی خط رگرسیون اصلی به ۵۰ سال (۴۳۸۰۰۰ ساعت)، مقدار HDB برابر با ۲۹۲/۶۵ مگاپاسکال به دست خواهد آمد. با در نظر گرفتن این مقدار و ابعاد هندسی آزمونه ها (جدول ث-۱)، حداقل فشار هیدرواستاتیک بلندمدت (۵۰ سال) از رابطه (ب-۲) برابر با ۳۱/۳ بار محاسبه خواهد شد. در صورت انتخاب ضریب طراحی بهره برداری ۰/۵۵۶، حداکثر فشار قابل تحمل توسط لوله ۱۷/۴ بار محاسبه می شود. بنابراین، با توجه به جدول ب-۱، لوله دارای فشار اسمی ۱۶ بار است.

ث-۲ تعیین درصد تغییر شکل حلقوی بلندمدت لوله (DN ۶۰۰) ساخته شده با فرآیند رشته پیچی. مشخصات هندسی آزمون‌ها در جدول ث-۳ ارائه شده است. داده‌های کرنش محیطی- زمان آزمون تعیین درصد تغییر شکل حلقوی بلندمدت برای آزمون‌ها در جدول ث-۴ ارائه شده است. آزمون بر روی ۳۲ آزمون صورت گرفته است.

جدول ث-۳- مشخصات هندسی آزمون‌های آزمون تعیین درصد تغییر شکل حلقوی بلندمدت

شماره آزمون	قطر داخلی ( $d_i$ ) (میلی‌متر)	ضخامت (t) (میلی‌متر)	شماره آزمون	قطر داخلی ( $d_i$ ) (میلی‌متر)	ضخامت (t) (میلی‌متر)
۱	۶۰۱/۷	۹/۹۰	۱۷	۶۰۱/۷	۱۰/۰۸
۲	۶۰۱/۷	۱۰/۰۰	۱۸	۶۰۱/۷	۹/۸۶
۳	۶۰۱/۷	۹/۹۰	۱۹	۶۰۱/۷	۹/۹۲
۴	۶۰۱/۷	۹/۸۸	۲۰	۶۰۱/۷	۹/۸۸
۵	۶۰۱/۷	۹/۸۰	۲۱	۶۰۱/۷	۹/۸۸
۶	۶۰۱/۷	۱۰/۰۸	۲۲	۶۰۱/۷	۹/۸۴
۷	۶۰۱/۷	۹/۸۴	۲۳	۶۰۱/۷	۹/۹۲
۸	۶۰۱/۷	۹/۸۶	۲۴	۶۰۱/۷	۹/۹۲
۹	۶۰۱/۷	۱۰/۰۲	۲۵	۶۰۱/۷	۱۰/۰۰
۱۰	۶۰۱/۷	۹/۹۶	۲۶	۶۰۱/۷	۹/۸۲
۱۱	۶۰۱/۷	۱۰/۰۶	۲۷	۶۰۱/۷	۹/۸۶
۱۲	۶۰۱/۷	۹/۹۰	۲۸	۶۰۱/۷	۹/۹۶
۱۳	۶۰۱/۷	۱۰/۰۸	۲۹	۶۰۱/۷	۹/۹۴
۱۴	۶۰۱/۷	۱۰/۰۴	۳۰	۶۰۱/۷	۱۰/۰۰
۱۵	۶۰۱/۷	۱۰/۰۰	۳۱	۶۰۱/۷	۹/۹۴
۱۶	۶۰۱/۷	۹/۸۶	۳۲	۶۰۱/۷	۹/۹۴

جدول ت-۴- داده‌های کرنش محیطی- زمان آزمون تعیین درصد تغییرشکل حلقوی بلندمدت

شماره نمونه	بازه زمانی تخریب (ساعت)	تغییرشکل حلقوی (%)	زمان تخریب (ساعت)	کرنش محیطی (%)
۱		۳۸/۶۷	۹	۱/۸۹
۲		۳۸/۳۵	۱۳	۱/۸۹
۳		۳۸/۷۲	۱۷	۱/۸۹
۴		۳۸/۷۳	۱۷	۱/۸۹
۵		۳۵/۳۲	۱۰۴	۱/۷۸
۶		۳۶/۱۷	۱۴۲	۱/۷۸
۷		۳۵/۹۷	۲۰۴	۱/۷۸
۸	تا ۱۰۰۰	۳۵/۴۹	۲۰۹	۱/۸۹
۹		۳۴/۲۰	۲۷۲	۱/۷۲
۱۰		۳۴/۳۶	۴۴۶	۱/۷۲
۱۱		۳۳/۹۵	۴۶۶	۱/۷۲
۱۲		۳۲/۱۸	۵۸۹	۱/۶۵
۱۳		۳۰/۷۳	۶۶۹	۱/۶۵
۱۴		۳۳/۹۷	۶۸۴	۱/۷۸
۱۵		۲۹/۷۸	۸۷۸	۱/۶۲
۱۶		۳۲/۱۴	۱۲۹۹	۱/۷۲
۱۷		۳۰/۴۷	۱۳۰۱	۱/۶۲
۱۸		۳۲/۲۱	۱۴۳۰	۱/۶۵
۱۹		۳۱/۹۰	۱۷۱۰	۱/۶۵
۲۰		۳۱/۲۲	۲۱۰۳	۱/۶۵
۲۱		۲۹/۶۰	۲۲۲۰	۱/۵۶
۲۲	۱۰۰۰ تا ۶۰۰۰	۲۸/۰۶	۲۲۳۰	۱/۵۱
۲۳		۳۰/۵۹	۳۸۱۶	۱/۶۲
۲۴		۳۱/۱۹	۴۱۱۰	۱/۶۲
۲۵		۲۹/۹۳	۴۱۷۳	۱/۵۹
۲۶		۲۸/۴۴	۵۱۸۴	۱/۵۱
۲۷	۱۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰	۳۰/۱۵	۸۹۰۰	۱/۵۹
۲۸		۳۰/۶۱	۸۹۰۰	۱/۵۹
۲۹		۲۹/۹۷	۱۰۹۰۰	۱/۵۶
۳۰		۲۹/۹۱	۱۰۹۲۰	۱/۵۹
۳۱	بیش از ۱۰۰۰۰	۲۹/۶۸	۱۲۳۴۰	۱/۵۶
۳۲		۲۸/۹۶	۱۲۳۴۰	۱/۵۶



ث-۲-۱ مجموع مربعاتها

$$S_x = 0.798119684$$

$$S_y = 8.36560295 \times 10^{-4}$$

$$S_{xy} = -2.41654016 \times 10^{-2}$$

ث-۲-۲ ضریب همبستگی

$$r^2 = 0.874626765$$

$$r = 0.935214823$$

ث-۲-۳ ضریبهای خط رگرسیون

$$\lambda = 1/0.4816397 \times 10^{-3}$$

$$a = 0.316559425$$

$$b = -3.23754 \times 10^{-2}$$

ث-۲-۴ پراکنشها

$$\tau = 3.69456233 \times 10^{-2}$$

$$D = 4.84063390 \times 10^{-6}$$

$$B = -1/47.95536 \times 10^{-5}$$

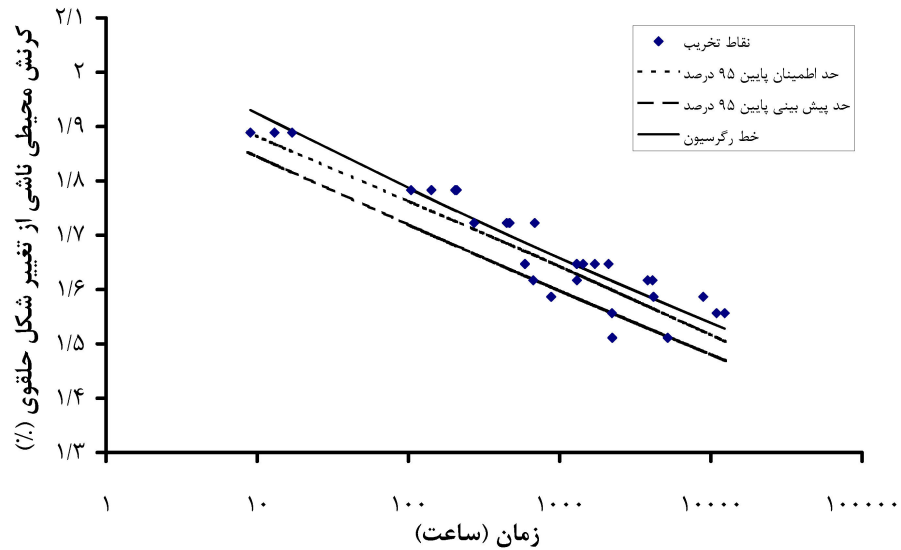
$$C = 5/0.1947413 \times 10^{-6}$$

$$A = 4/67194158 \times 10^{-5}$$

$$\sigma_\delta = 5/51534136 \times 10^{-2}$$

ث-۲-۵ مناسب بودن دادهها برای برونابی

$$|T| = 14/45.6050 > 2/0.423$$



شکل ث-۲- منحنی کرنش محیطی-زمان برای تعیین کرنش محیطی بلندمدت ناشی از تغییر شکل حلقوی

شکل ث-۲- مقادیر کرنش محیطی- زمان (نقاط توپر)، خط رگرسیون مقادیر کرنش محیطی- زمان (خط توپر)، منحنی "حد اطمینان پایین ۹۵ درصد" (خط نقطه) و منحنی "حد پیش بینی پایین ۹۵ درصد" (خط چین) را نشان می‌دهد. توجه شود که برای وضوح بیشتر نمودار، محور عمودی به صورت لگاریتمی نمایش داده نشده است. با برونیابی خط رگرسیون اصلی به ۵۰ سال (۴۳۸۰۰۰ ساعت)، مقدار ۴۵ برابر با ۱/۳۶ درصد به دست خواهد آمد. با در نظر گرفتن این مقدار و میانگین قطر میانگین و میانگین ضخامت آزمونه‌ها (جدول ث-۲)، درصد تغییر شکل حلقوی بلندمدت (۵۰ سال) از رابطه (۱۸) برابر با ۲/۴۷ درصد محاسبه خواهد شد.

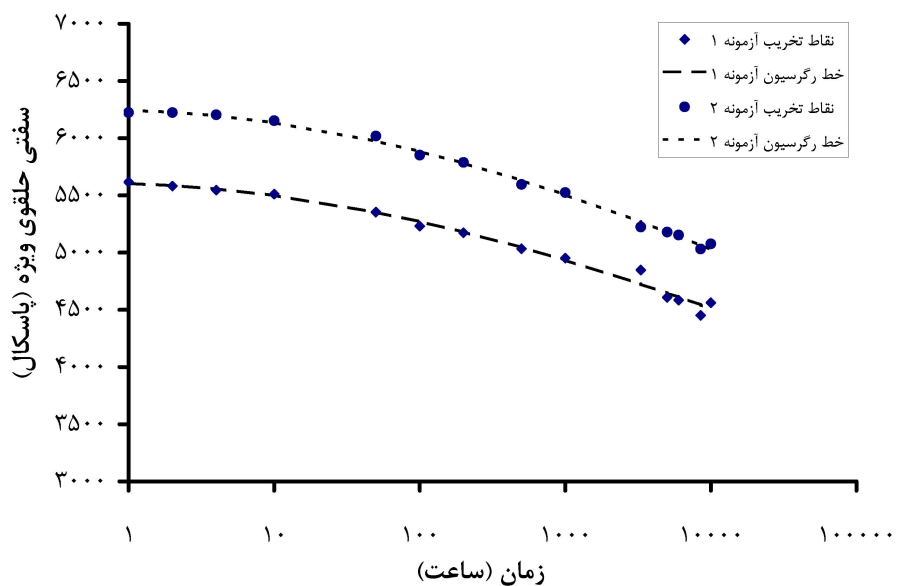
ث-۳ تعیین سفتی حلقوی ویژه بلندمدت لوله (DN ۶۰۰) ساخته شده با فرآیند رشته پیچی.  
 داده‌های سفتی حلقوی ویژه- زمان آزمون تعیین سفتی حلقوی ویژه بلندمدت برای دو آزمون در جدول ث-  
 ۶ ارائه شده است. سفتی حلقوی ویژه اولیه آزمون‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۵۸۲۶ و ۶۴۱۰ می باشند. جدول ث-  
 ۶ محاسبات آماری انجام شده برای دو آزمون گفته شده را نشان می دهد.

جدول ث-۵- داده‌های سفتی حلقوی ویژه- زمان آزمون تعیین سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

سفتی حلقوی ویژه (S) (پاسکال)		زمان (ساعت)
آزمون ۲	آزمون ۱	
۶۲۲۴	۵۶۱۶	۱
۶۲۲۴	۵۵۸۱	۲
۶۲۰۵	۵۵۴۶	۴
۶۱۵۴	۵۵۱۱	۱۰
۶۰۱۹	۵۳۵۴	۵۰
۵۸۵۲	۵۲۳۲	۱۰۰
۵۷۸۸	۵۱۷۳	۲۰۰
۵۵۹۶	۵۰۳۴	۵۰۰
۵۵۲۵	۴۹۵۲	۱۰۰۰
۵۲۲۴	۴۸۴۷	۳۳۰۰
۵۱۷۹	۴۶۰۸	۵۰۱۰
۵۱۵۴	۴۵۸۵	۶۰۰۰
۵۰۳۲	۴۴۵۱	۸۵۰۰
۵۰۷۷	۴۵۶۲	۱۰۰۰۰

جدول ث-۶- محاسبات آماری انجام شده برای دو آزمونه تعیین سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

آزمونه ۲	آزمونه ۱		
۲۶/۱۲۵۸۷۱۸۵	۲۶/۱۲۵۸۷۱۸۵	$S_x$	مجموع مربع ها
۵۳۶/۳۲۱۶۵۷	۵۳۶/۳۲۱۶۵۷	$S_{xx}$	
۰/۰۱۶۶۴۰۴۸۴	۰/۰۱۶۷۸۵۴۵۱	$S_y$	
-۰/۶۴۱۶۹۳۴۸۶	-۰/۶۴۱۸۶۳۶۱۱	$S_{xy}$	
-۱۳/۱۹۷۷۲۴۳۹	-۱۳/۴۱۱۷۸۶۹۸	$S_{xxy}$	
۰/۹۹۵۷۸۳۳۰۶	۰/۹۸۴۳۲۷۱۰۸	$r^2$	ضریب همبستگی
۰/۹۹۷۸۸۹۴۲۶	۰/۹۹۲۱۳۲۶۰۶	$r$	
۳/۷۹۵۴۳۲۴۴۲	۳/۷۴۸۴۷۵۱۳۳	$C$	ضریب های منحنی رگرسیون
-۰/۰۰۲۲۶۴۵۳۲	-۰/۰۰۳۰۶۰۵۹۴	$D$	
-۰/۰۰۵۳۱۹۷۴۹	-۰/۰۰۵۱۳۱۳۷۴	$E$	
$۵۱۸۱۲۸۸۵۷ > ۰$	$۴۹۶۳۵۰۹۲۶ > ۰$	$M$	مناسب بودن داده ها برای برونیابی



شکل ت-۳- منحنی سفتی حلقوی ویژه-زمان برای تعیین سفتی حلقوی ویژه بلندمدت

شکل ت-۳ مقادیر سفتی حلقوی ویژه- زمان (نقاط توپر) و خط رگرسیون مقادیر کرنش محیطی-زمان (خط توپر) آزمون‌های ۱ و ۲ را نشان می‌دهد. توجه شود که برای وضوح بیشتر نمودار، محور عمودی به صورت لگاریتمی نمایش داده نشده است. با برون‌یابی خط رگرسیون اصلی به ۵۰ سال (۴۳۸۰۰۰ ساعت)، مقدار  $S_5$  (بر مبنای خزش) برای آزمون‌های ۱ و ۲ به ترتیب برابر با ۳۷۰۰ و ۴۱۰۵ پاسکال به دست خواهد آمد. با در نظر گرفتن این مقدار و سفتی حلقوی ویژه اولیه آزمون‌ها، ضریب خزش از رابطه (۹) برای آزمون‌های ۱ و ۲ به ترتیب برابر با ۰/۶۳۵ و ۰/۶۴۰ محاسبه خواهد شد.

---

---

**ICS: 23.040**

صفحة : ٨٥

---

---