



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۶۵۷

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

19657

1st.Edition

2013

لوله‌های گرمانرم برای انتقال سیالات -  
اندازه‌گیری مقاومت مواد قالب‌گیری در  
مقابل تنش - گسیختگی با استفاده از  
آزمونه‌های شیاردار کرنش صفحه‌ای کششی  
(PSGT)

**Thermoplastics pipes for the conveyance  
of fluids - Determination of the stress-  
Rupture resistance of moulding materials  
using plain strain grooved tensile (PSGT)  
specimens**

ICS: 23.040.20

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد 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.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، 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 پیشنهادات 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 ذی صلاح 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 شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد 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 پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد 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. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها 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) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران 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 آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"لوله‌های گرمانرم برای انتقال سیالات - اندازه‌گیری مقاومت مواد قالب‌گیری در مقابل تنش - گسیختگی با استفاده از آزمون‌های شیاردار کرنش صفحه‌ای کششی (PSGT)"

### رئیس:

شاکرزاده، احسان  
(دکتری شیمی)

### سمت و / یا نمایندگی

هیأت علمی دانشگاه شهید چمران اهواز

### دبیر:

مراد بازفتی، علیرضا  
(فوق لیسانس مهندسی نفت)

سرپرست عملیات لایه آزمایشی شرکت ملی  
حفاری ایران

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

اعرابی، سید مهدی  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس دانشگاه شهید چمران اهواز

چراغی، حسین  
(فوق لیسانس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل استاندارد خوزستان

حاجی پور، علیرضا  
(لیسانس مهندسی صنایع)

رئیس بخش تحقیق و توسعه شرکت فولاد  
اکسین

زرگان، محمد  
(لیسانس مهندسی حفاری)

ناظر عملیات حفاری شرکت مشاوران طرح و  
توسعه پیمان

زمان، بهجت  
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

هیأت علمی جهاد دانشگاهی اهواز

زمانی زاده، زاهد  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس دانشگاه شهید چمران اهواز

ظفریان، حمیدرضا  
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس دانشگاه شهید چمران اهواز

عیدان، محمد  
(لیسانس مهندسی بهره برداری نفت)

کارشناس ارشد لایه آزمایشی شرکت ملی  
حفاری ایران

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

فلاحیان، هاله  
(لیسانس مهندسی شیمی)

بازرس فنی شرکت بازرسی مهندسی انطباق  
آوران

کابلی، امین  
(فوق لیسانس مهندسی مکانیک)

بازرس فنی شرکت بازرسی مهندسی انطباق  
آوران

کریمی بیرگانی، امین  
(لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس اداره کل استاندارد خوزستان

محسنی، خلیل  
(فوق لیسانس مهندسی مواد)

سرپرست تولید شرکت فولاد اکسین

محمود زاده، نشیم  
(لیسانس مهندسی مواد)

کارشناس دانشگاه شهید چمران اهواز

محمودی، اکرم  
(لیسانس شیمی)

## پیش گفتار

استاندارد " لوله‌های گرمانرم برای انتقال سیالات- اندازه‌گیری مقاومت مواد قالب‌گیری در مقابل تنش- گسیختگی با استفاده از آزمون‌های شیاردار کرنش صفحه‌ای کششی (PSGT) " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده و در یک‌هزار و هشتاد و سومین اجلاس کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۹۲/۰۴/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 23228:2011, Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids - Determination of the stress-rupture resistance of moulding materials using plain strain grooved tensile (PSGT) specimens

## لوله‌های گرمانرم برای انتقال سیالات - اندازه‌گیری مقاومت مواد قالب‌گیری در مقابل تنش - گسیختگی با استفاده از آزمون‌های شیاردار کرنش صفحه‌ای کششی (PSGT)

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روشی برای اندازه‌گیری زمان شکست رزین‌ها و ترکیبات گرمانرم مورد استفاده در لوله‌ها و اتصالات است که با استفاده از آزمون‌های شیاردار کرنش صفحه‌ای کششی<sup>۱</sup> (PSGT) در یک آزمون تنش - گسیختگی انجام می‌شود.

آزمون شیاردار کششی، باعث ایجاد یک حالت تنش دو محوری، حین بارگذاری تک محوری می‌شود که به عنوان نشان‌دهنده‌ای از شرایط تنش ایجاد شده در لوله‌های پلاستیکی دیواره-صلب<sup>۲</sup> تحت فشار در نظر گرفته می‌شود. نسبت تنش در جهت محوری به تنش در جهت عمود بر آن، تقریباً معادل با این نسبت برای یک آزمون لوله‌ای دیواره-صلب تحت فشار با انتهای بسته<sup>۳</sup> است.

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از این آزمون‌ها برای اندازه‌گیری مقاومت تنش - گسیختگی (زمان شکست) مواد قالب‌گیری مورد استفاده در لوله‌ها و اتصالات و همچنین رزین‌های تجربی مورد استفاده در ساخت لوله‌ها به‌کار می‌رود.

این استاندارد همچنین برای ارزیابی‌های تنش - گسیختگی لوله‌هایی که به سختی مورد آزمون قرار می‌گیرند، مانند لوله‌های با قطر زیاد، شامل آزمون‌های انطباق آن‌ها کاربرد دارد.

این استاندارد به عنوان جایگزین آزمون تنش - گسیختگی در استاندارد ISO 1167 نیست که در آن از لوله‌های با انتهای بسته تحت فشار داخلی استفاده می‌شود.

### 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 می‌شوند.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای 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 تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

#### 2-1 ISO 3126<sup>4</sup>, Plastics piping systems - Plastics components - Determination of dimensions

1- Plane strain grooved tensile specimen

2- Soli-wall

3- End-capped

۴- استاندارد ملی ایران شماره ۲۴۱۲ جهت بهره‌برداری موجود است.

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳

#### آزمون تنش - گسیختگی

آزمونی است که در آن یک تنش اسمی ثابت، به نمونه اعمال و حفظ می‌شود تا زمانی که نمونه دچار گسیختگی (شکست) شود.

۲-۳

#### زمان شکست

$t_f$

در بارگذاری تنش - گسیختگی، مدت زمانی است که پس از سپری شدن آن، نمونه با تسلیم کامل<sup>۱</sup> یا از طریق انتشار آهسته ترک از میان ضخامت، دچار شکست می‌شود.

یادآوری - زمان شکست بر حسب ساعت بیان می‌شود.

۳-۳

#### تنش اسمی اعمال شده

$\sigma_n$

تنش اسمی محاسبه شده با استفاده از حداقل مساحت مقطع تغییر شکل نیافته شیار است.

یادآوری - تنش اسمی اعمال شده، بر حسب مگا پاسکال بیان می‌شود.

۴-۳

#### شرایط کرنش صفحه‌ای در شیار

شرایط کرنش صفر در محور شیار که در آن، هنگام بارگذاری در جهت عمود بر محور شیار، هیچ تغییر مکانی در راستای شیار وجود ندارد.

یادآوری - در آزمون‌های PSGT، دو محوری شدن تنش در شیار، در نتیجه وجود شرایط کرنش صفحه‌ای در شیار، ایجاد می‌شود.

### استحکام هیدرواستاتیک دراز مدت<sup>۱</sup>

#### σ<sub>LTHS</sub>

کمیتی با بعد تنش که نشان دهنده استحکام محیطی میانگین پیش‌بینی شده در دمای  $T$  و زمان شکست  $t_f$  است.

یادآوری - استحکام هیدرواستاتیک دراز مدت بر حسب مگاپاسکال بیان می‌شود.

### استحکام دراز مدت

#### σ<sub>LTS</sub>

کمیتی با بعد تنش که نشان دهنده استحکام میانگین پیش‌بینی شده در دمای  $T$  و زمان شکست  $t_f$  است.

یادآوری ۱- استحکام دراز مدت بر حسب مگاپاسکال بیان می‌شود.

یادآوری ۲- استحکام دراز مدت،  $\sigma_{LTS}$  مشابه استحکام هیدرواستاتیک دراز مدت  $\sigma_{LTHS}$  است، اما از نظر حالت بارگذاری متفاوت هستند. بارگذاری کششی در مقابل بارگذاری هیدرواستاتیک.

### ۴ اصول آزمون

یک آزمون شیاردار کرنش صفحه‌ای کششی (PSGT) با سطح کاهش یافته، از یک صفحه قالب‌گیری شده تخت<sup>۲</sup> دارای عرض و طول محدود ساخته می‌شود (شکل‌های ۱ و ۲ را ببینید). شیارهای مقعر، در جهت عرض آزمون و عمود بر محور جهت بارگذاری تک محوری ایجاد می‌شوند. شرایط کرنش صفحه‌ای در شیار، با محدود کردن تغییر شکل در شیار به وجود می‌آید. این امر، همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، نتیجه اختلاف میان ضخامت کاهش یافته،  $e_g$ ، شیار و ضخامت کاهش نیافته،  $e$ ، آزمون است.

با استفاده از ابعاد مناسب (جدول ۱ و شکل ۲ را ببینید)، طی بارگذاری تک محوری، یک شرایط کرنش صفحه‌ای و در نتیجه حالت تنش دو محوری در شیار به وجود می‌آید. بعد از تثبیت شرایط در محیط آزمون، آزمون برای یک مدت زمان مشخص، به‌طور پیوسته در معرض یک بار ثابت مشخص قرار داده می‌شود تا زمانی که دچار شکست شود که در آن مرحله تنش و زمان شکست مربوطه ثبت می‌شوند. به این ترتیب، می‌توان آزمون را در محیط‌های کنترل شده مختلف و در دماهای ثابت مشخص انجام داد تا ظرفیت استحکام دراز مدت مواد قالب‌گیری مورد استفاده در لوله‌ها و اتصالات تعیین شود. چنین محیط کنترل شده‌ای را (به عنوان مثال) می‌توان با غوطه‌ور کردن آزمون‌ها در یک حمام آب با دمای کنترل شده یا گرم‌خانه دارای سیستم چرخش هوا، به دست آورد.

1- Long-term hydrostatic strength

2- Moulded flat plaque

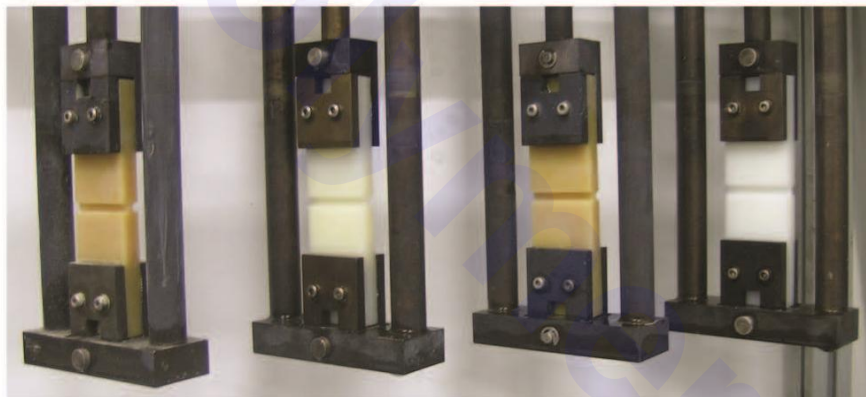


برای تخمین ویژگی‌های استحکامی دراز مدت مواد قالب‌گیری، رزین‌های تجربی مورد استفاده در ساخت لوله‌ها و نمونه‌های به‌دست آمده از لوله‌ها و اتصالات، می‌توان داده‌های تنش-گسیختگی PSGT حاصل از این مواد را مطابق روش مشخص شده در استاندارد ISO 9080 برون‌یابی کرد. برای تخمین اثر روزن‌رانی بر لوله‌ها، می‌توان نتایج حاصل از آزمون‌های PSGT را با نتایج تولید شده با لوله‌ها مطابق استاندارد ISO 1167 مقایسه کرد.

## ۵ وسایل

### ۱-۵ سیستم بارگذاری

هر دستگاهی که توانایی اعمال بار ثابت به‌صورت پیوسته روی آزمون را داشته باشد، مجاز است که استفاده شود. دستگاه باید قادر باشد که به بار آزمون رسیده، از آن تجاوز نکند و در طی زمان آزمون، آن را در محدوده  $\pm 1\%$  بار اعمالی حفظ کند. مشخص شده است که استفاده از سیستم‌های بارگذاری مجهز به دستگاه الکتریکی-بادی مناسب است. سایر سیستم‌های بارگذاری، مانند سیستم‌های توصیف شده در استاندارد ISO 899-1 مجاز است که استفاده شوند. به منظور جلوگیری از خم شدن و/یا پیچیده شدن آزمون، مهم است که هم امتداد بودن نمونه با قسمت‌های اعمال بار، به‌طور پیوسته حفظ شود.



شکل ۱- آزمون‌های PSGT در طی آزمون تنش-گسیختگی

### ۲-۵ سیستم دمای ثابت

یک مخزن که بتواند یک سیال را در یک دمای یکنواخت نگه دارد و اطمینان بدهد که آزمون به‌طور کامل غوطه‌ور شده، باید استفاده شود. ماده استفاده شده برای ساخت مخزن نباید روی محیط تاثیر بگذارد و برعکس. در صورتی که تبخیر، روی شرایط محیط تاثیر می‌گذارد، برای جلوگیری از چنین اتفاقی، باید از یک درپوش به عنوان بخشی از ساختمان مخزن استفاده شود. در صورت استفاده از آب یا دیگر محیط‌های مایع، مجاز است که از هم زدن، به‌منظور تثبیت دما در تمام مخزن استفاده شود. در صورت استفاده از هوا یا دیگر محیط‌های گازی، اقدامات لازم برای چرخش مناسب باید انجام شود. دمای محیط باید کنترل شود تا دمای آزمون در  $^{\circ}\text{C} (T \pm 1.0)$ ، در موارد استفاده از حمام مایع و  $^{\circ}\text{C} (T_1^{+2})$  هنگامی که از سیستم گرم‌خانه

استفاده می‌شود، حفظ شود.  $T$  دمای مشخص شده آزمون است. کنترل و اندازه‌گیری دما در محیط آزمون باید به وسیله یک دماسنج، ترموکوپل یا ترمیستور<sup>۱</sup> کالیبره شده با درستی  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  انجام شود.

#### ۳-۵ وسیله سنجش زمان

باید از یک وسیله مناسب برای سنجش زمان که بتواند زمان‌های تجمعی را پایش کند استفاده شود. درستی اندازه‌گیری باید بهتر از  $\pm 1\%$  زمان سپری شده باشد.

#### ۴-۵ وسیله تشخیص شکست

هر وسیله‌ای که بتواند شکست در نتیجه تسلیم کامل نمونه یا انتشار آهسته ترک از میان ضخامت شیار را تشخیص دهد باید استفاده شود.

#### ۵-۵ گیره‌های نمونه

گیره‌ها باید به وسیله یک سیستم مناسب، در دو انتهای آزمون نصب شوند تا بتوانند در طی آزمون، بدون لغزش، آسیب دیدگی یا هرگونه اثر نامطلوب دیگر روی آزمون، امکان انتقال بار اعمالی به آزمون را فراهم کنند.

#### ۶-۵ کالیبراسیون و صحت وسایل

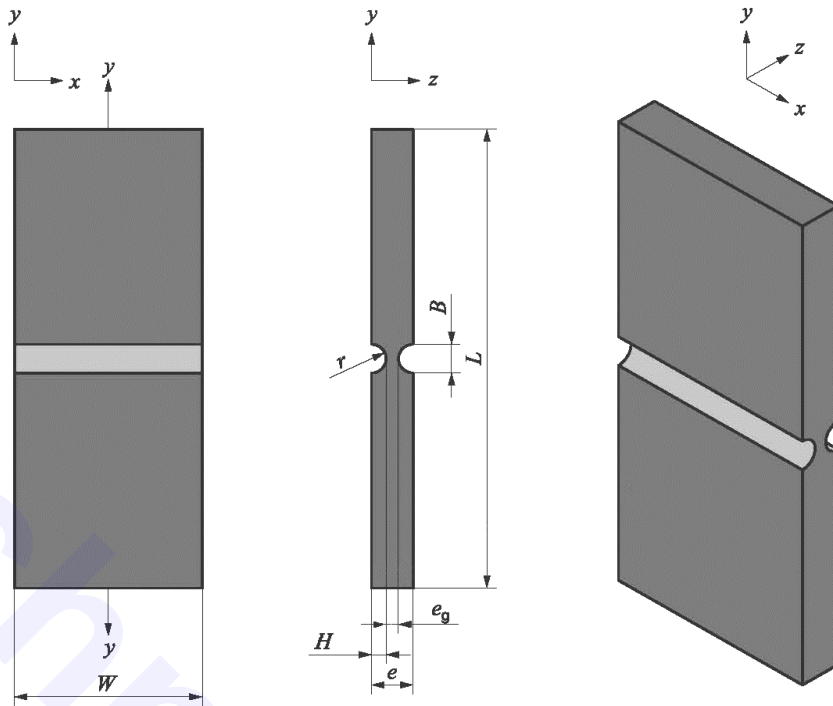
سیستم‌های کنترل دما و بار و تجهیزات اندازه‌گیری دما، بار و زمان باید توانایی حفظ مقادیر در محدوده‌های مشخص شده را داشته باشند و به‌منظور حفظ صحت مورد نیاز، به‌طور منظم کالیبره شوند.

#### ۶ آزمون

##### ۱-۶ ابعاد

شکل آزمون در شکل ۲ نشان داده شده است. روی هر یک از دو وجه آزمون، یک شیار مقعر در سرتاسر عرض ایجاد می‌شود. شیارهای روبه‌روی یکدیگر، باید موازی بوده و در محدوده حداکثر  $\pm 0.1\text{ mm}$ ، در مرکز آزمون قرار گرفته باشند. یک آزمون PSGT که با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته، در شکل ۲ نشان داده شده است. ابعاد مهم این آزمون در جدول ۱ نشان داده شده است.

ابعاد داده شده در جدول ۱، بر اساس آزمون‌های تهیه شده از پلی‌اتیلن می‌باشند. اگرچه اعتقاد بر این است که جنس آزمون تاثیری ندارد، اما مواد جدید باید از نظر مناسب بودن شرایط کرنش صفحه‌ای ایجاد شده در شیار، مورد آزمون قرار گیرند.



راهنما:

$B$  ارتفاع شیار  
 $e$  ضخامت کاهش نیافته  
 $e_g$  ضخامت کاهش یافته  
 $H$  عمق شیار  
 $L$  طول آزمون  
 $r$  شعاع شیار  
 $W$  عرض آزمون  
 $y$  جهت بارگذاری

شکل ۲- شمایی از یک آزمون PSGT به همراه ابعاد آن

جدول ۱- ابعاد آزمون PSGT

ابعاد بر حسب میلی‌متر

متغیر	بعد	رواداری
عرض $W^a$	$> 40.0^b$	$\pm 0.1$
شعاع شیار، $r$	3.0	$\pm 0.1$
ارتفاع شیار، $B$	6.0	$\pm 0.1$
ضخامت کاهش نیافته $e^c$	$> 9.0^b$	$\pm 0.2$
ضخامت کاهش نیافته $e_g^c$	2.5 <sup>d</sup>	$\pm 0.1$
طول کل، $L$	$> 150.0$	$\pm 0.2$
فاصله بین دو انتهای گیره‌ها	$> 70^b$	$\pm 1.0$
هم‌امتداد نبودن شیارها انحراف محور شیار از محور بار	0.1	$\pm 0.01$

<sup>a</sup> عرض شیار و عرض آزمون یکسان هستند.  
<sup>b</sup> برای یک مجموعه آزمون، باید از بعد یکسان در محدوده رواداری مشخص شده، استفاده شود.  
<sup>c</sup> ضخامت‌های کاهش یافته و کاهش نیافته، به ترتیب به ضخامت ریشه شیار،  $e_g$  و ضخامت صفحه،  $e$  اشاره می‌کنند.  
<sup>d</sup> ضخامت کاهش یافته در شیار باید در سه محل اندازه‌گیری شود، در مرکز شیار و در لبه‌های آزمون. هر سه اندازه‌گیری باید مطابق با ابعاد مشخص شده در این جدول باشند.

## ۲-۶ اندازه‌گیری

ابعاد باید مطابق استاندارد ISO 3126 اندازه‌گیری شوند.

## ۳-۶ آماده‌سازی آزمون

### ۱-۳-۶ کلیات

به‌منظور رسیدن به ابعاد مناسب، آزمون‌های PSGT معمولاً با ماشین‌کاری و شیارزنی صفحه‌های از پیش قالب‌گیری شده ساخته می‌شوند. در بعضی موارد ممکن است که صفحه‌ها، با ماشین‌کاری یک مقطع از لوله به‌دست آیند. به غیر از موارد توافق شده میان طرفین ذی‌نفع، در مواردی که آزمون‌ها از یک لوله برداشته می‌شوند، باید به‌گونه‌ای آماده‌سازی شوند که جهت بارگذاری در هنگام آزمون و جهت محیطی لوله اولیه یکسان باشد. در صورتی که ترکیب برای اهداف قالب‌گیری به‌کار می‌رود، توصیه می‌شود آزمون‌ها به روشی مشابه روش برداشتن آزمون‌های قالب‌گیری تزریقی برداشته شوند. آزمون‌های تهیه شده از این صفحه‌ها باید عاری از حفره باشند.

### ۲-۳-۶ قالب‌گیری

صفحه‌های از جنس مواد رزینی مورد استفاده در ساخت لوله، ممکن است که از طریق قالب‌گیری تزریقی، روزن‌رانی یا قالب‌گیری فشاری تولید شوند. صفحه‌ها همچنین ممکن است با تخت کردن مقاطع مناسب از دیواره لوله شکل داده شوند. تمام آزمون‌های استفاده شده برای یک مجموعه داده معین، باید به یک روش تهیه شوند، به این معنی که همگی، قالب‌گیری فشاری یا قالب‌گیری تزریقی شده باشند و در فرایند قالب‌گیری آن‌ها، از آرایش راهگاهی و غیره یکسان استفاده شده باشد. در قالب‌گیری تزریقی و فشاری، مجاز است که شیارها به‌جای آن‌که روی صفحه از پیش قالب‌گیری شده ماشین‌کاری شوند، در طی قالب‌گیری ایجاد شوند.

نمونه‌های قالب‌گیری تزریقی ممکن است برای مطالعه خطوط اتصال<sup>۱</sup> و دیگر متغیرهای مهم برای کاربرد در لوله‌ها و اتصالات، مورد استفاده قرار گیرند. توصیه می‌شود نمونه‌ها به روشی یکسان قالب‌گیری تزریقی شوند، به عنوان مثال محل راهگاه می‌تواند روی جهت‌گیری مواد تاثیر گذاشته و در نتیجه اثر قابل توجهی روی نتیجه آزمون بگذارد.

### ۳-۳-۶ ماشین‌کاری

صفحه‌های از پیش قالب‌گیری شده باید به‌گونه‌ای تا اندازه نهایی ماشین‌کاری شوند (به‌عنوان مثال با فرزکاری) که دارای لبه‌های صاف و عاری از پلیسه باشند. شیار باید طوری ماشین‌کاری شود که سطح آن صاف بوده و نشانه‌های ناشی از ماشین‌کاری روی سطح آن حداقل باشد. به منظور اطمینان از این‌که شیارهای دو طرف آزمون، به‌صورت موازی و دقیقاً روبه‌روی یکدیگر ایجاد شوند، ثابت نگه داشتن مناسب آزمون ضروری است. در تمام عملیات ماشین‌کاری، باید مراقبت کافی برای به حداقل رساندن هرگونه گرم شدن یا خمیده شدن نمونه انجام گیرد. اطمینان حاصل کنید که شیارهای روبه‌روی یکدیگر، موازی بوده و

---

1- Knit lines

به صورت عمود بر محور آزمون، در محدوده رواداری‌های داده شده در جدول ۱، قرار گرفته باشند. شرایط آزمون‌هایی که به تازگی قالب‌گیری شده‌اند، باید پیش از ماشین‌کاری، به مدت حداقل ۴۸ ساعت در دمای اتاق تثبیت شود.

یادآوری - تیغه انگشتی گرد<sup>۱</sup> با شعاع ۳/۰ mm و ۴ شیار، با موفقیت برای ماشین‌کاری شیارها استفاده شده است.

## ۷ تثبیت شرایط

پیش از اعمال بار ثابت و پیوسته، شرایط آزمون‌ها باید در دمای آزمون تثبیت شود. قبل از انجام آزمون، حداقل زمان تثبیت شرایط ۴ ساعت (محیط مایع) و ۱۶ ساعت (محیط گازی) باید استفاده شود. تمام آزمون‌ها در مجموعه مورد آزمون، باید در یک محیط آزمون شوند. آزمون‌هایی که به تازگی ماشین‌کاری شده‌اند، باید قبل از آزمون به مدت حداقل ۴۸ ساعت در دمای اتاق، تثبیت شرایط شوند. توصیه می‌شود آزمون‌ها تمیز و خشک شده تا هر گونه اثری از آلودگی، روغن، موم یا دیگر آلودگی‌ها پیش از تثبیت شرایط از بین برود.

یادآوری - ساده‌ترین روش برای تثبیت شرایط، استفاده از حمام مایع (یا گرم‌خانه) یکسان، به طور مستقیم روی قسمت راهنمای<sup>۲</sup> تنش - گسیختگی است که آزمون قرار است روی آن انجام شود. به این ترتیب، می‌توان به طور مستقیم بعد از مرحله تثبیت شرایط و بدون نیاز به جابجایی بیشتر آزمون، آزمون را انجام داد.

## ۸ روش انجام آزمون

- ۱-۸ ابعاد را مطابق بند ۶-۲ اندازه‌گیری و یادداشت کنید.
- ۲-۸ گیره‌ها را به گونه‌ای به آزمون متصل کنید که فاصله انتهایی گیره‌ها از مرکز شیار حداقل ۳۵ mm باشد.
- ۳-۸ آزمون را به همراه گیره‌ها در آرایش مشخص آزمون قرار داده و شرایط آزمون را مطابق بند ۷ تثبیت کنید. اطمینان حاصل کنید که در طی تثبیت شرایط، هیچ باری اعمال نشود.
- ۴-۸ بعد از تثبیت شرایط، بار  $F$  را به طور تدریجی و در طی مدت زمان تقریبی ۳۰ ثانیه، به گونه‌ای اعمال کنید که شوک یا دیگر تغییرات شدید تنشی، به آزمون وارد نشود. هنگام رسیدن به بار آزمون، زمان سنج را روشن کرده و زمان را ثبت کنید.
- ۵-۸ در صورت اتمام زمان مشخص شده آزمون یا هنگامی که آزمون دچار شکست می‌شود، آزمون را متوقف کنید. زمان شکست هر آزمون را ثبت کنید. زمان شکست نباید شامل مدت زمان‌هایی باشد که آزمون تحت بار قرار نداشته است. شکست در یکی از موارد زیر رخ می‌دهد:  
الف - دو نیمه آزمون به طور کامل از یکدیگر جدا شوند؛

1- Ball end mill

2- Jig

ب- گسترش آهسته ترک از میان ضخامت مشاهده شود؛

پ- گسترش مقطع شیار، موجب متوقف شدن زمان سنج شود (انحراف تقریبی ۱۲,۵ mm).

با توجه به آزمون‌هایی که دچار شکست شده‌اند، نوع شکست، یعنی شکست ترد، نرم یا غیره را ثبت کنید.

## ۹ محاسبه

تنش اسمی اعمال شده به آزمون شیاردار کششی را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$\sigma_n = \frac{F}{We_g} \quad (1)$$

که در آن:

$\sigma_n$  تنش اسمی، بر حسب مگاپاسکال؛

$F$  بار اعمالی، بر حسب نیوتن؛

$W$  عرض شیار، بر حسب میلی‌متر؛

$e_g$  ضخامت کاهش یافته، بر حسب میلی‌متر است.

## ۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل حداقل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۰ انجام آزمون مطابق این استاندارد ملی؛

۲-۱۰ نوع مواد و شناسایی کامل نمونه؛

۳-۱۰ ابعاد اندازه‌گیری شده، به عنوان مثال ضخامت کاهش یافته اسمی، ارتفاع و عرض شیار، طول کل

و ضخامت کاهش نیافته آزمون، در صورت تناسب؛

۴-۱۰ فرایند آماده‌سازی آزمون‌ها (قالب‌گیری، ماشین‌کاری و جزئیات شیار زنی)؛

۵-۱۰ دمای آزمون،  $T$ ؛

۶-۱۰ تنش اسمی اعمال شده،  $\sigma_n$ ، بار اعمال شده،  $F$  و زمان شکست هر آزمون؛

۷-۱۰ در صورت امکان جهت بار را نسبت به جزئیات فرایند مشخص کنید (به عنوان مثال برای آزمون-

هایی که به طور مستقیم از لوله‌ها گرفته شده‌اند، توصیه می‌شود بار در جهتی معادل جهت محیطی لوله

اعمال شود؛ چنانچه به شکل دیگری عمل شده است، گزارش کنید. همچنین برای سایر موارد ممکن مانند

صفحه‌های قالب‌گیری شده تزریقی)؛

۸-۱۰ ماهیت محیط (هوا، آب یا دیگر مایعات مشخص شده)؛

۹-۱۰ نوع گیره استفاده شده؛

۱۰-۱۰ تعداد آزمون‌های آزمون شده؛

- ۱۱-۱۰ مدت زمان تثبیت شرایط؛
- ۱۲-۱۰ در صورت شکست آزمون، نوع شکست؛
- ۱۳-۱۰ هر رخداد مشاهده شده غیرطبیعی در طی آزمون و بعد از آن؛
- ۱۴-۱۰ هر عاملی که ممکن است روی نتایج تاثیر گذاشته باشد، مانند هر اتفاق، متوقف شدن آزمون یا هر جزئیات عملیاتی که در این استاندارد ملی مشخص نشده است؛
- ۱۵-۱۰ توصیف دستگاه تنش - گسیختگی؛
- ۱۶-۱۰ تاریخ آزمون یا تاریخ‌هایی که آزمون بین آن‌ها انجام شده است؛
- ۱۷-۱۰ نام آزمون‌گر.

## پیوست الف (اطلاعاتی)

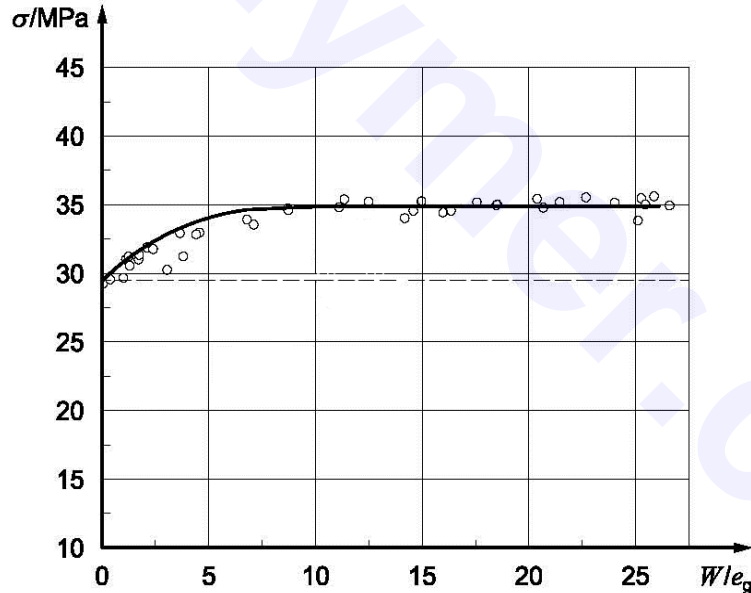
### تعیین ابعاد آزمون برای شرایط کرنش صفحه‌ای

به منظور تعیین ابعاد آزمون PSGT که باعث ایجاد شرایط کرنش صفحه‌ای در شیار آزمون شود، رویه زیر ممکن است مفید باشد.

آزمون‌هایی با عرض‌های مختلف اما دارای ارتفاع شیار و ضخامت کاهش یافته مطابق جدول ۱ آماده کنید. حداقل سه آزمون با عرض کمتر از ۵ mm را آزمون کنید. برای سایر ارتفاع‌های شیار و ضخامت‌های کاهش یافته، مرجع ۵ را ببینید.

به ترتیب افزایش عرض، آزمون کشش را روی آزمون‌ها انجام دهید. تنش تسلیم را اندازه‌گیری کرده و نسبت عرض به ضخامت کاهش‌یافته‌ای را که در آن تنش تسلیم ثابت می‌شود، تعیین کنید. برای آزمون‌های با عرض کمتر از ۵ mm، سطح ثابت تنش تسلیم، باید حداقل ۱۵٪ بالاتر از تنش تسلیم تعیین شده باشد. آزمون کردن را تا زمانی ادامه دهید که نسبت عرض به ضخامت کاهش یافته، حداقل ۵۰٪ بیشتر از مقداری شود که سطح ثابت ابتدا به آن رسید (مطابق شکل الف-۱).

یادآوری - با توجه به شکل الف-۱، نسبت عرض به ضخامت کاهش یافته حداقل ۱۸، انتخاب مناسبی برای ساخت آزمون‌های PSGT است.



راهنما:

$W/t_g$  نسبت عرض به ضخامت کاهش یافته

$\sigma$  تنش تسلیم

شکل الف-۱ تشکیل شرایط کرنش صفحه‌ای با افزایش نسبت عرض به ضخامت کاهش یافته در رزین پلی اتیلن رده لوله با چگالی بالا



پیوست ب  
(اطلاعاتی)  
کتابنامه

- 1- ISO 899-1<sup>1</sup>, Plastics- Determination of creep behavior - part 1: Tensile creep
- 2- ISO 1167<sup>2</sup> (all parts), Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids - Determination of the resistance to internal pressure
- 3- ISO 9080, Plastics piping and ducting systems - Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation
- 4- ASTM F2018: 2010, Standard test method for time-to-failure of plastics using plane strain tensile specimens
- 5- Choi, S., Broutman, L.J. Predicting long term pipe strength by uniaxial tensile testing. In: Plastics Pipes IX, Conference Proceedings, Edinburgh, 1995
- 6- Broutman, L.J., Edwards, D.B., Shah, A., Palermo, E.F. An alternative method for determining the hydrostatic design basis for plastic piping materials. In: Plastics Pipes X, Conference Proceedings, Goteborg, 1998
- 7- Edwards, D.B., Broutman, L.J., Choi, S. An alternative method for determining the hydrostatic design basis for plastic piping materials. In: Plastics Pipes XI, Conference Proceedings, Munich, 2001

---

۱- استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۸۴-۱ جهت بهره‌برداری موجود است.  
۲- مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۴۱۲ جهت بهره‌برداری موجود است.