



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۶۹۸۲

تجدید نظر اول

**ISIRI**

**6982**

**1st. Revision**

پلاستیکها - مواد گرمانرم -  
تعیین دمای نرمی وایکات (VST) روش آزمون

**Plastics-Thermoplastic materials –  
Determination of vicat softening  
temperature (VST)- Test method**

**ICS:83.080.20**

به نام خدا

آشنایی با موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه 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 موسسه\* صاحب نظران مراکز وموسسات 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 تولید کنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. بیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظر خواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها 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 موسسات و سازمانهای علاقمند 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 براسال مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که موسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

موسسه 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 بین امللی بهره گیری می شود.

موسسه 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 زست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقدام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. موسسه 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 سازمانها و موسسات 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، موسسه استاندارد این گونه سازمان ها و موسسات را براساس 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 موسسه است.

\* موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
"پلاستیکها - مواد گرمانرم - تعیین دمای نرمی وایکات (VST) روش آزمون"  
(تجدید نظر اول)

رئیس:

سمت یا نمایندگی

اکبریان ، ماسیس

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

دبیر:

جوادی، عزیزه

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(دکترای مهندسی پلیمر)

اعضا:(اسامی به ترتیب حروف الفبا )

اتحاد، مهدیه

شرکت سازه گستر سایپا

(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

باستانی، مهشید

دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(لیسانس مهندسی شیمی )

جلالی، اعظم

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(دکترای مهندسی پلیمر)

طلوعی، شهره

کارشناس موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

(لیسانس مهندسی شیمی )

مشایخی، ژیلا

دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(لیسانس مهندسی شیمی )

میر محمد صادقی، گیتی

عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(دکترای مهندسی پلیمر)

## پیش گفتار

استاندارد " پلاستیک‌ها - مواد گرمانرم - تعیین دمای نرمی وایکات (VST) - روش آزمون نخستین بار در سال ۱۳۸۲ تدوین شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط دانشگاه امیرکبیر و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و درششصد و چهل و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد شیمیایی و پلیمر مورخ ۸۸/۱۱/۱۴ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین ومقررات 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 پیشرفت‌های ملی و جهان در زمینه صنایع ، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط موردتوجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۶۹۸۲ : سال ۱۳۸۳ است.

استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۶ : سال ۱۳۷۴ ، پلاستیک‌ها روش تعیین دمای وایکات ابطال و این استاندارد جایگزین آن می‌شود.

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

**1-ISO 306: 2004 (E), Plastics – Thermoplastic Materials – Determination of Vicat Softening Temperature (VST)**

## پلاستیک‌ها - مواد گرمانرم<sup>۱</sup> - تعیین دمای نرمی وایکات<sup>۲</sup> (VST) -

### روش آزمون

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۴ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه چهار روش برای تعیین دمای نرمی وایکات مواد گرمانرم است :

- روش A50 با اعمال نیروی ۱۰ نیوتن و نرخ گرما دهی ۵۰ درجه سلسیوس بر ساعت

- روش B50 با اعمال نیروی ۵۰ نیوتن و نرخ گرما دهی ۵۰ درجه سلسیوس بر ساعت

- روش A120 با اعمال نیروی ۱۰ نیوتن و نرخ گرما دهی ۱۲۰ درجه سلسیوس بر ساعت

- روش B120 با اعمال نیروی ۵۰ نیوتن و نرخ گرما دهی ۱۲۰ درجه سلسیوس بر ساعت

۲-۴ این استاندارد صرفاً برای مواد گرمانرم قابل استفاده بوده و دمایی را اندازه‌گیری می‌کند که در آن دما، گرمانرم‌ها به سرعت شروع به نرم شدن می‌کنند.

#### 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.

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 اصلاحیه بعدی آن‌ها مورد نظر است.

---

1- Thermoplastic

2- Vicat softening temperature

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱۴ استاندارد ملی ۲۱۱۷: سال ۱۳۸۲، پلاستیک‌ها - شرایط محیطی استاندارد برای رسیدن به شرایط تثبیت و آزمون

2-2 ISO 293, Plastics – Compression moulding test specimens of thermoplastic materials.

2-3 ISO 294-1, Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials. Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens.

2-4 ISO 294-2, Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials. Part 2: Small tensile bars.

2-5 ISO 294-3, Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials. Part 2: Small plates.

2-6 ISO 2818: 1994, Plastics – Preparation of test specimens by machining.

2-7 ISO 3167, Plastics – Multipurpose test specimens.

### ۳ اصول روش

در این روش دمایی تعیین می شود که در آن دما، سوزن فرورونده با نوک استاندارد تخت به اندازه یک میلی‌متر در سطح آزمون پلاستیکی فرو رود. در طی انجام آزمون، در حالی که آزمون با یک نرخ معین و یکنواخت گرم می شود، سوزن فرورونده یک نیروی مشخص عمود بر آزمون را اعمال می کند.

دمای نرمی وایکات آزمون بر حسب درجه سلسیوس است که در نزدیکترین جای ممکن به محل نفوذ

یک میلی متری سوزن به داخل آزمون اندازه گیری می شود.

#### ۴ وسایل لازم

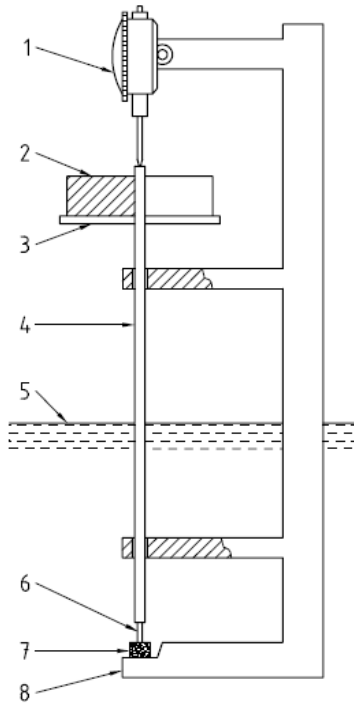
۴ ۱ دستگاه شامل بخش‌های زیر می‌باشد.

۴ ۱ + ۱ میله، به یک صفحه بارگذاری یا وسیله مناسب دیگری به منظور اعمال بار مجهز می‌باشد (مطابق بند ۴ ۴)، و با یک قاب فلزی سخت داخل یک حمام حاوی مایع یا در تماس مستقیم با یک واحد اعمال گرما نگهداشته شده است، به طوری که آزادانه بتواند در جهت عمودی حرکت کند. از طرف دیگر، پایه قاب، آزمون را زیر نوک سوزن انتهای میله نگه می‌دارد (مطابق شکل‌های ۱ و ۲).

اگر ضریب انبساط گرمایی خطی میله و قاب فلزی سخت یکسان نباشد، تغییر جزئی در طول این قسمت‌ها منجر به ایجاد خطا در خواندن میزان نفوذ خواهد شد. لذا باید یک آزمون شاهد برای هر مجموعه میله و قاب با استفاده از آزمون ساخته شده از یک ماده سخت با ضریب انبساط کم<sup>۱</sup> معلوم، انجام شود. در این آزمون، شاهد گستره دمایی معمول پوشش داده شده برای ماده تحت آزمون را طی کرده و برای هر میله و قاب مورد استفاده، یک ضریب تصحیح به ازای هر ۱۰ درجه تغییر در دما محاسبه می‌شود. اگر در دمای نزدیک به VST ماده، مقدار ضریب تصحیح ۰/۰۲ میلی‌متر یا بیشتر از آن باشد، عدد مربوط به هر آزمون با جمع جبری مقدار نفوذ خوانده شده با مقدار تصحیح بیان می‌شود. توصیه می‌شود که دستگاه از آلیاژی با انبساط گرمایی پایین ساخته شود.

---

۴ آلیاژهای Invar و شیشه‌های بروسلیکات برای این منظور مناسبند.

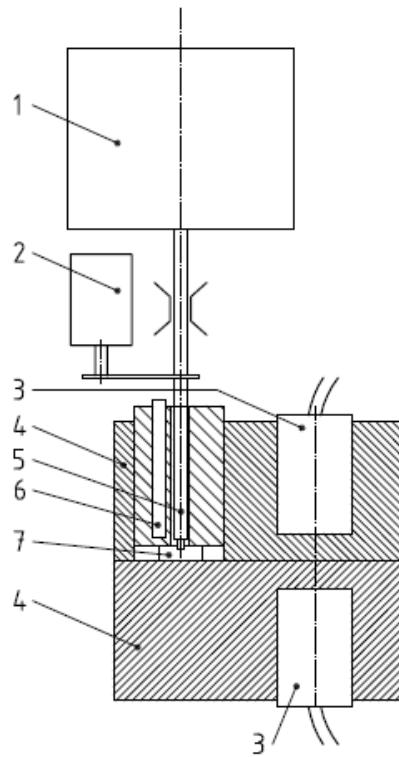


راهنما:

- ۱ میکرومتر عقربه ای
- ۲ وزنه قابل تعویض
- ۳ صفحه حامل وزنه
- ۴ میله با نوک نفوذ کننده
- ۵ سطح تقریبی مایع
- ۶ سوزن فرو رونده
- ۷ نمونه
- ۸ نگهدارنده نمونه

شکل ۱ - نمونه‌ای از دستگاه با حمام گرمایی حاوی مایع برای اندازه‌گیری دمای نرمی وایکات





راهنما:

۱	وزنه
۲	وسیله اندازه گیری تغییر مکان
۳	گرم کننده
۴	محفظه گرم کننده
۵	میله با نوک نفوذ کننده
۶	واحد اندازه گیری دما
۷	آزمونه

شکل ۲ - نمونه‌ای از دستگاه با واحد گرمادهی مستقیم برای اندازه‌گیری دمای نرمی وایکات

۴ + ۲ سوزن فرورونده، ترجیحاً از فولاد سخت به طول ۱/۵ تا ۳ میلی‌متر و با سطح مقطع دایره‌ای به مساحت  $1/000 \pm 0/015$  میلی‌مترمربع (مربوط به قطر سوزن  $1/128 \pm 0/008$  میلی‌متر) ساخته شده و به انتهای میله

متصل شده است (مطابق بند ۴ ۱). سطح سوزن فرورونده که در تماس با آزمون است، باید مسطح و عمود بر محور میله و فاقد هرگونه ناهمواری باشد.

۳ ۱ ۴ میکرومتر عقربه‌ای کالیبره شده (یا دستگاه اندازه‌گیر مناسب دیگر)، برای اندازه‌گیری مقدار نفوذ سوزن فرورونده در داخل آزمون با دقت  $\pm 0.1$  میلی‌متر. فشار میکرومتر که سهمی در فشار اعمالی روی آزمون دارد نیز باید ثبت شود (مطابق بند ۴ ۱ ۴).

یادآوری ۱ - در بعضی از انواع دستگاهها، نیروی فنر میکرومتر در جهت بالا وارد می‌شود که باید از بار اصلی کم شود. در سایر انواع، این نیرو در جهت پایین اعمال شده و به بار اصلی افزوده می‌شود.

یادآوری ۲ - از آنجائیکه در بعضی از میکرومترها نیروی اعمال شده توسط فنر خطی نمی‌باشد، این نیرو در موقعیتی که سوزن فرورونده به اندازه یک میلی‌متر در آزمون فرو رفته باشد، اندازه‌گیری می‌شود.

۴ ۱ ۴ صفحه حامل وزنه، به میله متصل می‌باشد (مطابق بند ۴ ۱) و وزنه‌های مناسب به مرکز آن اضافه می‌شود تا بار کلی اعمال شده بر آزمون در روش های A50 و A120 به  $(10 \pm 0.2)$  نیوتن و در روش های B50 و B120 به  $(50 \pm 1)$  نیوتن برسد. نیروی کلی رو به پایین که در طی کالیبره کردن دستگاه تعیین شده است، نباید بیش از یک نیوتن باشد. این نیرو ناشی از مجموع وزن میله، سوزن فرورونده، صفحه حامل بار و نیروی بالا و پایین اعمال شده توسط فنر عقربه میکرومتر، است.

تجهیزات مناسب دیگری نیز برای اعمال بار می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند، به شرط این که شرایط توصیف شده فوق را دارا باشند.

۵ ۱ ۴ وسیله گرما دهی شامل یک حمام حرارت‌دهی (مطابق بند ۴ ۱ ۵) حاوی مایع، یا واحد گرمادهی مستقیم (مطابق بند ۴ ۱ ۵ ۲) می‌باشد. این تجهیزات باید مجهز به یک کنترل کننده دما با قابلیت افزایش دما با نرخ یکنواخت  $(50 \pm 5)$  یا  $(120 \pm 12)$  درجه سلسیوس بر ساعت باشد.

نرخ گرمادهی باید با یکی از دو روش زیر تایید شود:

- با بررسی دمای خوانده شده به صورت اتوماتیک
- یا با بررسی دستی تغییرات دما، در فواصل زمانی غالباً ۶ دقیقه، در طی انجام آزمون.

عملکرد سیستم گرمایی به شرطی رضایت بخش خواهد بود که در فواصل زمانی ۶ دقیقه‌ای در طی آزمون، تغییرات دما به ترتیب  $(5 \pm 0.5)$  و  $(1 \pm 1)$  درجه سلسیوس باشد. برای حمام های چند جایگاهی، نرخ گرما دهی برای هر جایگاه باید تنظیم شود.

دستگاه می تواند به گونه ای طراحی شود که در زمان رسیدن سوزن به مقدار نفوذ مورد نظر، گرما دهی را به صورت خودکار قطع و آژیوری را به صدا در آورد (مطابق بند ۶ ۵).

۴ ۱ ۵ ۱ حمام گرما دهی شامل مایعی است که آزمون می تواند لاقط تا عمق ۳۵ میلی متری در آن فرو رود. یک همزن مناسب نیز باید تعبیه شود. باید مطمئن شد که مایع انتخاب شده در دمای آزمون پایدار بوده و تأثیری بر روی آزمون نداشته باشد مثلاً سبب ایجاد تورم یا ترک در آن نشود.

زمانی که از حمام گرمایی استفاده می شود، باید دمای مایع در مجاورت آزمون اندازه گیری شده و به عنوان دمای نرمی وایکات گزارش شود (مطابق بند ۶ ۵).

یادآوری پارافین مایع، روغن ترانس ۱، گلیسرین و روغن سیلیکون، برای محیط های انتقال گرما مناسب می باشند، ولی می توان از مایعات دیگر نیز استفاده کرد.

۴ ۲ ۵ ۱ واحد گرمادهی با تماس مستقیم، شامل گرم کننده ها و قسمت هایی می باشند که از طریق گرمادهی هدایتی، دمای آزمون را با نرخ ثابت تا رسیدن به VST افزایش می دهند.

۴ ۲ وسیله اندازه گیری دما

۴ ۱ ۴ حمام گرمایی

دماسنج جیوه ای از نوع نیمه غوطه ور یا سایر ابزار مناسب اندازه گیری دما با گستره دمایی مناسب و دقت  $0.5$  درجه سلسیوس مورد نیاز است. دماسنج باید در عمق غوطه وری ذکر شده در بند ۶ ۲ کالیبره شود. بنا به دلایل مکانیکی و گرمایی، وسیله اندازه گیری دما نباید در تماس مستقیم با آزمون باشند.

#### ۴ ۴ ۲ واحد گرمادهی با تماس مستقیم

ابزاراندازه‌گیری دما با گستره‌ دمایی مناسب و دقت ۰/۵ درجه سلسیوس مورد نیاز است. حسگر (ترموکوپل یا Pt100) باید تا حد ممکن در نزدیکی سوزن فرورونده و آزمون قرار گیرد، اما حسگر و آزمون نباید در تماس مستقیم با یکدیگر باشند.

#### ۵ آزمون

##### ۵ ۱ تهیه آزمون

۵ ۱ ۱ باید حداقل دو آزمون برای آزمون هر نمونه استفاده شود. آزمون‌ها باید دارای ضخامتی بین ۳ تا ۶/۵ میلی‌متر و سطح مقطع مربعی شکل به ضلع لااقل ۱۰ میلی‌متر یا دایره‌ای به قطر ۱۰ میلی‌متر باشند. سطوح آزمون باید صاف و موازی یکدیگر بوده و فاقد هرگونه ناهمواری باشد. همچنین باید مطابق با ویژگی‌های مواد مورد آزمون ساخته شده باشند. در صورت عدم وجود چنین ویژگی‌هایی، با توافق طرفین می‌توان برای تهیه آزمون‌ها از روش مناسب دیگری استفاده کرد.

۵ ۱ ۲ اگر مواد مورد آزمون به صورت پودر یا گرانول باشد، با توجه به ویژگی‌های آنها این مواد باید به صورت آزمون‌هایی با ضخامت بین ۳ تا ۶/۵ میلی‌متر و در صورت عدم وجود ویژگی‌های مواد، بر اساس استاندارد ISO 293 یا استانداردهای ISO 294-1 ، ISO 294-2 و ISO 294-3 قالب‌گیری شوند. اگر روش‌های استاندارد فوق قابل استفاده نباشند، با توافق طرفین از روش‌های دیگر می‌توان استفاده کرد.

##### ۵ ۱ ۳ برای ورق‌ها، ضخامت آزمون باید مساوی با ضخامت ورق باشد بجز موارد زیر:

الف - اگر ضخامت ورق بیشتر از ۶/۵ میلی‌متر باشد، ضخامت آزمون‌ها باید به وسیله ماشین‌کاری یکی از سطوح (بر اساس استاندارد ISO 294-3)، به ۳ تا ۶/۵ میلی‌متر کاهش یابد و سطح دیگر دست نخورده باقی بماند. سطح مورد آزمون باید سطح دست نخورده باشد.

ب - اگر ضخامت ورق کمتر از ۳ میلی‌متر باشد، برای ایجاد آزمون‌های با ضخامت بین ۳ تا ۶/۵ میلی‌متر نباید بیش از ۳ قطعه با تماس مستقیم روی یکدیگر قرار گیرند. همچنین ضخامت قطعه بالایی (که فرو رفتن سوزن

در آن اندازه‌گیری می‌شود) باید لااقل ۱/۵ میلی‌متر باشد. استفاده از قطعات با ضخامت کمتر همیشه نتایج یکسانی بدست نمی‌دهد.

**یادآوری** در آزمون آزمون‌هایی که نتایج آن به شرایط قالب‌گیری وابسته است، می‌توان از سرد کردن آهسته<sup>۱</sup> و همچنین پیش آماده‌سازی خاصی باتوجه به جنس آزمون قبل از انجام آزمون استفاده کرد.

## ۲۵ شرایط تثبیت آزمون

آزمون‌ها باید بر اساس استاندارد ملی ۲۱۱۷ سال ۱۳۸۷ آماده‌سازی شوند مگر اینکه با توجه به ویژگی‌های ماده مورد آزمون روش دیگری پیشنهاد شده باشد.

## ۶ روش اجرای آزمون

۱۴ در صورت استفاده از حمام گرمایی (مطابق بند ۴ ۱ ۵) آزمون را به صورت افقی زیر سوزن فرورونده (مطابق بند ۴ ۱ ۲) متصل به میله بدون بار (مطابق بند ۴ ۱ ۱) عمود بر نوک سوزن قرار دهید. در صورت استفاده از واحد گرمادهی با تماس مستقیم (مطابق بند ۴ ۲ ۴) آزمون را به صورت افقی و عمود بر جهت حرکت نوک سوزن، به طوری که نوک سوزن با آزمون تماس نداشته باشد، فرار دهید.

فاصله سوزن فرورونده از هر لبه آزمون نباید کمتر از ۳ میلی‌متر باشد. سطحی از آزمون که در تماس با پایه نگهدارنده آن قرار دارد باید صاف باشد.

۲۶ در صورت استفاده از حمام گرمایی، کل مجموعه میله و نگهدارنده آن در حمام قرار دهید. اگر از واحد گرمادهی با تماس مستقیم استفاده می‌شود، آزمون را بین دو واحد قرار داده و نوک سوزن فرورونده را تا روی آزمون پایین آورید. بیشینه دمای دستگاه گرمادهی در شروع هر آزمون باید ۲۵ درجه سلسیوس باشد، مگر اینکه آزمون‌های قبلی نشان داده باشند که در صورت شروع آزمون از دمای دیگر هیچگونه خطایی برای ماده مورد نظر ایجاد نخواهد شد. زمانی که از یک حمام گرما دهی (مطابق بند ۴ ۱ ۵) استفاده می‌شود، حباب دماسنج یا حسگر اندازه‌گیری دما (مطابق بند ۴ ۱ ۴) باید هم سطح آزمون و تا حد ممکن نزدیک به آن

قرار داده شود. در صورت استفاده از واحد گرمادهی با تماس مستقیم، حسگر باید در واحد گرمادهی و تا حد ممکن نزدیک به آزمون (مطابق بند ۴ ۴ ۲) قرار گیرد.

۳ ۴ پس از قرار گرفتن سوزن در محل خود، وزنه مناسب را روی قسمت حامل بار قرار دهید (مطابق بند ۴ ۴ ۱) (یا از روش مناسب دیگری بر نوک سوزن اعمال بار کنید). به طوری که مجموع نیروی وارده به آزمون برای روش‌های آزمون A50 و A120 به اندازه  $(10 \pm 0.2)$  نیوتن و برای روش‌های آزمون B50 و B120 به اندازه  $(50 \pm 1)$  نیوتن باشد. ۵ دقیقه پس از اعمال بار، عدد میکرومتر اندازه‌گیر (یا هر ابزار دیگر برای اندازه‌گیری میزان فروروندگی مطابق بند ۴ ۴ ۳) را یادداشت و یا دستگاه را روی صفر تنظیم کنید.

۴ ۴ دمای دستگاه گرمادهی را با نرخ ثابت  $(50 \pm 5)$  درجه سلسیوس بر ساعت یا  $120 \pm 12$  درجه سلسیوس بر ساعت افزایش دهید. زمانی که از حمام گرمایی استفاده می‌شود باید مایع داخل حمام در طول آزمون به خوبی همزده شود. برای آزمون مرجع باید از نرخ  $(50 \pm 5)$  درجه سلسیوس استفاده نمود.

یادآوری: برای برخی از مواد، در نرخ گرمادهی بالاتر (۱۲۰ درجه سلسیوس بر ساعت)، دمای نرمی وایکات می‌تواند تا ۱۰ درجه سلسیوس بالاتر از آن چه با استفاده از نرخ گرمادهی ۵۰ درجه سلسیوس بر ساعت بدست آمده، مشاهده شود.

۵ ۴ دمای حمام را (مطابق بند ۴ ۴ ۱) یا واحد گرمادهی را (مطابق بند ۴ ۴ ۲)، که در آن سوزن فرورونده به اندازه  $1 \pm 0.1$  میلی‌متر از موقعیت اولیه خود داخل آزمون فرو رفته است (با توجه به نقطه شروعی که در بند ۳ ۴ توضیح داده شد) به عنوان دمای نرمی وایکات آزمون ثبت کنید.

۶ ۴ دمای نرمی وایکات ماده را بصورت میانگین<sup>۱</sup> دماهای نرمی آزمون‌ها بیان کنید مگر اختلاف نتایج آزمون‌ها بیش از ۲ درجه سلسیوس باشد. اگر دامنه تغییرات بیشتر از ۲ درجه سلسیوس باشد، تک‌تک نتایج را ثبت کنید. (مطابق بند ۹ ح) و آزمون را با یک سری دیگر آزمون شامل لااقل ۲ عدد مجدداً تکرار کنید (مطابق بند ۱ ۵). در صورت تکرار آزمون، نتایج منفرد هر دو آزمون را گزارش کنید. VST را به صورت عدد صحیح سه رقمی گزارش کنید.

---

1- Arithmetic mean

## ۷ تکرار پذیری

به پیوست ب مراجعه کنید.

## ۸ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حاوی اطلاعات زیر باشد:

الف) شماره این استاندارد ملی ایران؛

ب) شناسائی کامل ماده مورد آزمون؛

پ) روش مورد استفاده (450، A120، B50 یا B120)؛

ت) ضخامت و تعداد لایه‌ها در آزمون‌های کامپوزیتی چند لایه‌ای؛

ث) روش تهیه آزمون‌های مورد استفاده؛

ج) روش گرمادهی آزمون‌ها؛

چ) فرآیندهای تثبیت آزمون و گرمادهی مورد استفاده در صورت لزوم؛

ح) میانگین دمای نرمی وایکات (VST) ماده بر حسب درجه سلسیوس. در صورتی که اختلاف نتایج منفرد به ۲

درجه سلسیوس برسد، تک تک نتایج باید گزارش شود.

خ) هرگونه مشخصه غیرمعمول آزمون در طی آزمون یا پس از خارج نمودن آن از دستگاه؛

د) تاریخ انجام آزمون.

## پیوست الف

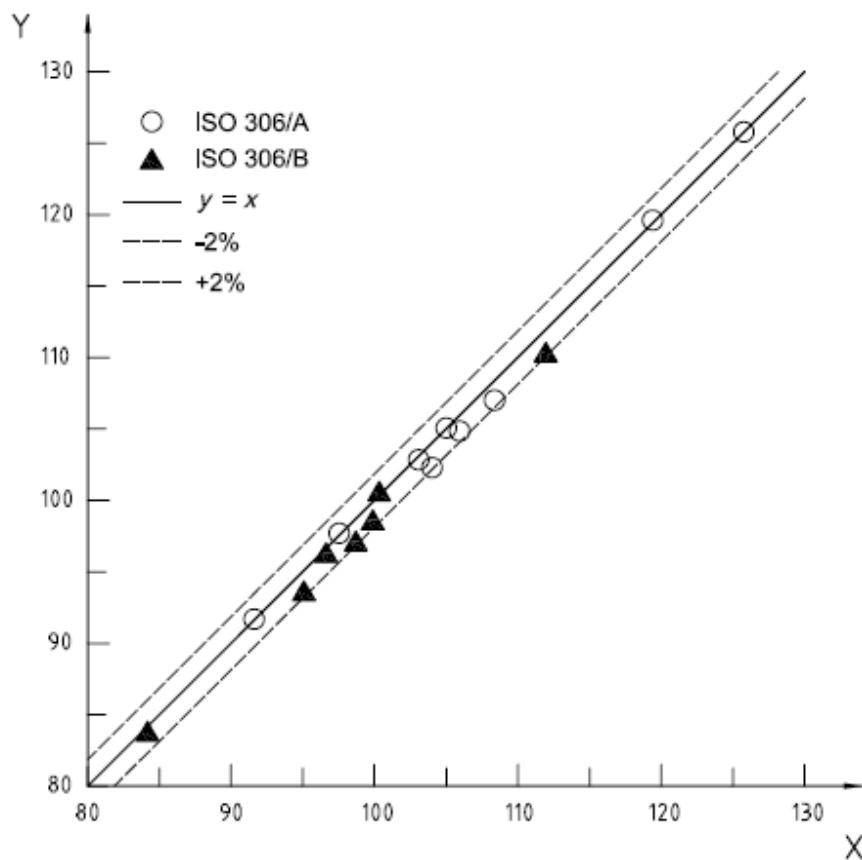
### (اطلاعاتی)

مقایسه نتایج VST بدست آمده از دو روش حمام گرمایی و واحد گرمادهی با تماس مستقیم مطالعه ای برای تعیین VST مربوط به ۱۰ ماده با استفاده از حمام گرمایی حاوی روغن سیلیکون و همچنین روش استفاده از گرمادهی با تماس مستقیم (انتقال گرما به نمونه، از طریق تماس مستقیم آن با سطوح فلزی) ، انجام شده است. نتایج این مطالعه در جدول پ ۱ نشان داده شده و در شکل الف ۱ نیز با پراکندگی  $\pm 2$  درصد ترسیم شده است. شیب رگرسیون نمودار ۱/۰۰۸ است که نشان دهنده اختلاف کمتر از یک درصد در نتایج حاصل از دو روش مذکور است. بنابراین، برای اهداف عملی، استفاده از هر دو روش قابل قبول است.



جدول الف ۱ نتایج مطالعه مقایسه ای (نرخ گرمایی ۵۰ درجه سلسیوس بر ساعت)

VST تعیین شده با استفاده از گرمادهی مستقیم		VST تعیین شده با استفاده از حمام گرمایی		جنس آزمونه	نام تجاری آزمونه
وزنه ۵۰ نیوتنی	وزنه ۱۰ نیوتنی	وزنه ۵۰ نیوتنی	وزنه ۱۰ نیوتنی		
—	۱۲۵/۹	—	۱۲۵/۶	PE	PE 4261 A
—	۹۱/۷	—	۹۱/۴	PE	PE نمونه ۱
—	۹۷/۷	—	۹۷/۴	PE	PE نمونه ۲
۹۸/۵	۱۰۵/۰	۹۹/۶	۱۰۵/۸	ABS	Terluran Gp- 22
۹۶/۲	۱۰۲/۳	۹۶/۴	۱۰۳/۷	ABS	Terluran Gp- 35
۹۷/۰	۱۰۵/۱	۹۸/۵	۱۰۴/۹	ABS	Terluran HI-10
۱۰۰/۵	۱۰۷/۱	۱۰۰/۱	۱۰۸/۲	ABS	Terluran Gp-7
۱۱۰/۳	۱۱۹/۷	۱۱۱/۸	۱۱۹/۳	ABS	Terluran HH-112
۹۳/۵	۱۰۲/۸	۹۴/۹	۱۰۳/۰	ABS	Terluran 967k
۸۳/۷	—	۸۴/۰	—	پلی استایرین	PS 143 E



راهنما:

X VST با استفاده از حمام گرمایی

Y VST با استفاده از گرمادهی با تماس مستقیم

رگرسیون خطی:

$$Y = -1.29123 + 1.00794x$$

$$R^2 = 0.99465$$

شکل الف ۱ نمودار داده های معرفی شده در جدول الف ۱

پیوست ب  
(اطلاعاتی)  
تکرار پذیری

داده های جدول الف ۲ بر اساس مطالعه تکرار پذیری، با استفاده از روش  $120A$  است که در یک آزمایشگاه بر روی ۴ ماده انجام شده است. سه بار تکرار در دو زمان مختلف انجام شده است.

جدول الف ۱ نتایج مطالعه تکرار پذیری

نام ماده	میانگین	Sr1	r2
PC	۱۵۴/۵۰	۰/۷۱	۱/۹۸
ABS	۱۰۸/۴۰	۰/۱۴	۰/۴۰
PP	۱۴۵/۶۰	۰/۲۱	۰/۵۹
PMMA	۱۲۵/۱۰	۰/۰۷	۰/۲۰
1 Sr انحراف استاندارد بین آزمایشگاهی 2 $r = 2.83 \text{ Sr}$			

$r$  یک فاصله معرف اختلاف بحرانی (۹۵ درصد سطح اطمینان) بین دو نتیجه آزمون برای دو ماده مشابه که توسط یک شخص، با یک دستگاه و در یک آزمایشگاه انجام شده می باشد.

این تفسیر  $r$  یک راه معنی دار برای تعیین تقریبی تکرار پذیری این روش است. داده های جدول پ ۲ نباید برای قبول یا رد مواد مورد استفاده قرار گیرد. زیرا این داده ها مخصوص این مطالعه بوده و و نماینده شرایط بسیار دیگر و مواد و آزمایشگاه های دیگر نیست.