



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۶۹۸۰-۲

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO  
6980-2  
1st. Edition  
2013

پلاستیک‌ها - اندازه‌گیری نرخ جریان جرمی  
مذاب (MFR) و نرخ جریان حجمی  
مذاب (MVR) پلاستیک‌های گرمانرم -  
قسمت دوم: روش آزمون پلاستیک‌های  
حساس به رطوبت و/یا تاریخچه دما-زمان

**Plastics — Determination of the  
melt mass-flow rate (MFR) and  
melt volume-flow rate (MVR) of  
thermoplastics -  
Part 2: Test method for materials  
sensitive to moisture and/or time-  
temperature history**

**ICS:83.080.20**

## 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 استاندارد 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

« پلاستیک‌ها - اندازه‌گیری نرخ جریان جرمی مذاب (MFR) و نرخ جریان حجمی مذاب (MVR) پلاستیک‌های گرمانرم - قسمت ۲: روش آزمون پلاستیک‌های حساس به رطوبت و/یا تاریخچه دما-زمان »

### رئیس:

معصومی، محسن  
(دکترای مهندسی پلیمر)

### سمت و / یا نمایندگی:

رئیس کمیته فنی متناظر INSO/TC 138

### دبیر:

سنگ سفیدی، لاله  
(فوق لیسانس شیمی آلی)

پژوهشگاه استاندارد، گروه پژوهشی پتروشیمی

### اعضا ( به ترتیب حروف الفبا ):

ابراهیم، الهام  
(لیسانس شیمی کاربردی)

پژوهشگاه استاندارد، گروه پژوهشی پتروشیمی

ابریشمیان، مهسا  
(لیسانس شیمی محض)

شرکت رام پلاست شرق

اژدری، نوید  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

شرکت آبان بسیار توسعه

اقطاعی، محدثه  
(لیسانس شیمی کاربردی)

شرکت انهار حیات کرمان

جمالیان، محسن  
(لیسانس مهندسی مدیریت صنعتی)

انجمن لوله و اتصالات پلی اتیلن

جاویدزاده، محمدرضا  
(لیسانس فیزیک)

شرکت پلاستیک پارس

جباری، حامد  
(فوق لیسانس مهندسی پلیمر)

شرکت پلی اتیلن سمنان

شرکت خوشنام خراسان	شجیعی، مرضیه (لیسانس شیمی کاربردی)
گروه صنعتی وحید	صحاف امین، علیرضا (فوق لیسانس مدیریت)
شرکت گسترش پلاستیک	عیسی زاده، احسانعلی (لیسانس مهندسی پلیمر)
شرکت جهاد زمزم	کبیری، محمد اقبال (فوق لیسانس مهندسی صنایع)
شرکت مهندسی بازرسی کاوشیار پژوهان	میرزاییان، نوراله (فوق لیسانس مهندسی پلیمر)
شرکت رسالوله پاسارگاد	نظری، لیلا (فوق لیسانس شیمی تجزیه)
شرکت PES	هارطونیان، هوسپ (لیسانس مهندسی شیمی)

## پیش گفتار

استاندارد " پلاستیک‌ها- اندازه‌گیری نرخ جریان جرمی مذاب (MFR) و نرخ جریان حجمی مذاب (MVR) پلاستیک‌های گرمانرم - قسمت ۲: روش آزمون پلاستیک‌های حساس به رطوبت و/یا تاریخچه دما-زمان " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در یک هزار و صد و بیست و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد پلیمر مورخ ۱۳۹۲/۱۰/۹ مورد تصویب قرار گرفته‌است، اینک به استاندارد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه 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 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 تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ISO 1133-2:2011, Plastics - Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and Melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics - Part 2: Method for materials sensitive to time-temperature history and/or moisture

# پلاستیک‌ها - اندازه‌گیری نرخ جریان جرمی مذاب (MFR) و نرخ جریان حجمی مذاب (MVR) پلاستیک‌های گرمانرم - قسمت ۲: روش آزمون پلاستیک‌های حساس به رطوبت و/یا تاریخچه دما-زمان

**هشدار** - کاربران این استاندارد، برحسب کاربرد، باید با آزمایشات معمول آزمایشگاهی آشنایی داشته‌باشند. در این استاندارد تمام موارد ایمنی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و تطبیق آن با آیین‌نامه‌های ملی و بین‌المللی بر عهده کاربر است.

**توجه** - دستگاه باید با الزامات بیان شده در این استاندارد مطابقت داشته باشد و اندازه‌گیری‌ها باید با توجه ویژه به آماده‌سازی نمونه، تحت شرایط تعیین شده برای دما و بار و پیروی دقیق از روش ارائه شده در این استاندارد و هرگونه استاندارد ویژگی‌های مواد مربوط انجام شوند.

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روشی برای اندازه‌گیری نرخ جریان جرمی مذاب (MFR) و نرخ جریان حجمی مذاب (MVR) پلاستیک‌های گرمانرمی است که به رطوبت و/یا تاریخچه دما - زمان تجربه شده توسط نمونه حین آزمون، حساسیت رئولوژیکی بالایی را نشان می‌دهند.

**یادآوری ۱** - برخی از گونه‌های موادی که تحت تاثیر هیدرولیز قرار می‌گیرند عبارتند از پلی(اتیلن ترفتالات)(PET)، پلی(بوتیلن ترفتالات) (PBT)، پلی(اتیلن نفتالات) (PEN)، انواع دیگر پلی‌استر و پلی‌آمیدها؛ و مثال‌هایی از گونه‌هایی که تحت تاثیر شبکه‌ای شدن قرار می‌گیرند عبارتند از ترموپلاستیک الاستومرها (TPE) و محصولات ولکانش ترموپلاستیک (TPV). ممکن است این روش برای سایر مواد نیز مناسب باشد.

این روش ممکن است برای موادی که رفتار رئولوژیکی آنها حین آزمون به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد مناسب نباشد (به یادآوری ۲ مراجعه شود).

**یادآوری ۲** - برای موادی که ضریب انحراف نتایج MFR یا MVR آنها بیشتر از دقت ذکر شده در استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ است، عدد گرانروی در محلول رقیق (ISO 307 و ISO 1628) برای تعیین مشخصات می‌تواند مناسب‌تر باشد.

**یادآوری ۳** - انحرافات جزئی از الزامات دستگاه، روش آزمون و یا پیش‌آماده‌سازی نمونه‌ها می‌تواند سبب کاهش تکثیر پذیری، تکرارپذیری و درستی اندازه‌گیری شود. نتایج MVR مواد مختلف، هنگامی که در شرایط ایده‌آل اندازه‌گیری می‌شوند، تکرارپذیری روش ارائه شده در این استاندارد را نشان می‌دهند و در پیوست ب گزارش شده‌اند.

اگر چگالی مذاب در دما و فشار آزمون مشخص بوده یا با اندازه‌گیری با استفاده از ابزار برش تعیین شود، مقادیر MFR می‌توانند از طریق محاسبه، از اندازه‌گیری‌های MVR تعیین شوند؛ به شرطی که درستی اندازه‌گیری حداقل مشابه با اندازه‌گیری MVR باشد.

**یادآوری ۴** - چگالی مذاب در دما و فشار آزمون لازم است. در عمل، فشار پایین بوده و فشار آزمون را می‌توان برابر با فشار محیط در نظر گرفت.

تفاوت اصلی این استاندارد و استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ این است که در این استاندارد دمای سیلندر و مدت زمانی که نمونه در معرض دما قرار می‌گیرد، روادارای‌های بسته‌تری دارند. بنابراین کنترل بسته‌تری روی تاریخچه دما - زمان ماده انجام می‌شود؛ و در نتیجه برای موادی که در دماهای بالا تحت تاثیر قرار می‌گیرند، انحراف نتایج آزمون در مقایسه با ویژگی‌های به‌کار برده شده در استاندارد ۱-۶۹۸۰ کاهش می‌یابد.

این استاندارد اطلاعاتی را برای تهیه و کار با مواد حساس به رطوبت فراهم می‌کند، که برای دستیابی به داده‌های تکرارپذیر، تکثیرپذیر و درست، مهم است.

شرایط آزمون برای اندازه‌گیری‌های MVR و MFR اغلب در استاندارد مواد بیان می‌شود. برای موادی که شرایط آزمون در استاندارد مواد بیان نشده است، لازم است شرایط آزمون بین طرفین ذی‌نفع توافق شود.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و / یا تجدید نظر، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مدارک مورد نظر نیست. معهدا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و / یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و / یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۹۸۰: پلاستیک‌ها- اندازه‌گیری نرخ جریان جرمی مذاب (MFR) و نرخ جریان حجمی مذاب (MVR) پلاستیک‌های گرمانرم - قسمت ۱: روش استاندارد
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۹۱: پلاستیک‌ها- تعیین محتوی آب - روش آزمون

## 2-3 ISO 472, Plastics — Vocabulary

## ۳ تعاریف و اصطلاحات

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ و ISO 472 به‌کار می‌رود.

## ۴ اساس آزمون

نرخ جریان جرمی مذاب (MFR) و نرخ جریان حجمی مذاب (MVR)، از طریق اکستروژن ماده مذاب از سیلندر پلاستومتر از میان یک دای، با طول و قطر مشخص، تحت شرایط دما و بار از پیش تنظیم شده اندازه‌گیری می‌شود.

برای اندازه‌گیری MFR، قطعات اکستروود شده در زمان معین، وزن شده و نرخ اکستروژن، بر حسب گرم بر ده دقیقه، محاسبه و گزارش می‌شود.

برای اندازه‌گیری MVR، فاصله‌ای که پیستون در مدت زمان مشخص حرکت می‌کند یا زمانی که پیستون لازم دارد تا فاصله مشخصی را طی کند، ثبت شده و برای محاسبه نرخ اکستروژن بر حسب سانتی‌متر مکعب بر ده دقیقه، به کار می‌رود.

اگر چگالی مواد در دمای آزمون مشخص باشد، MVR را می‌توان به MFR، یا بالعکس، تبدیل کرد. در مقایسه با استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰، رواداری‌های مجاز برای دما، خط زمانی، مقدار نمونه و آماده‌سازی بسته‌تر بوده و در نتیجه برای مواد حساس به تاریخچه دما - زمان و رطوبت، اندازه‌گیری‌ها درست‌تر هستند.

## ۵ وسایل و تجهیزات

### ۱-۵ پلاستومتر اکستروژنی

۱-۱-۵ کلیات، برای اهداف این استاندارد، وسایل بیان شده در استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ و ویژگی‌های زیر به کار می‌روند. هنگامی که ویژگی‌های زیر با آنچه در استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ ارائه شده متفاوت باشد، باید ویژگی‌های زیر به کار رود.

۲-۱-۵ سیلندر، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود).

۳-۱-۵ پیستون، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود).

۴-۱-۵ سامانه کنترل دما، برای تمام دماهای مورد استفاده در سیلندر، دمای مطلق باید به‌نحوی باشد که بین صفر میلی‌متر و ۷۰ میلی‌متر بالای سطح دای، حداکثر انحراف از دمای لازم آزمون از  $1 \pm ^\circ\text{C}$  تجاوز نکند.

برای تمام دماهای مورد استفاده در سیلندر، توزیع نسبی دما باید به‌نحوی باشد که بین صفر میلی‌متر و ۷۰ میلی‌متر بالای سطح دای، حداکثر انحراف برحسب فاصله و زمان، حین آزمون از  $0.3 \pm ^\circ\text{C}$  تجاوز نکند.

سامانه کنترل دما باید امکان تنظیم دمای آزمون در گام‌های  $0.1 \pm ^\circ\text{C}$  یا کمتر را فراهم کند.

**یادآوری ۱-** باتوجه به اینکه تاریخچه دما - زمان ماده حین آزمون می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر رفتار رئولوژیکی اندازه‌گیری شده داشته باشد، لذا رواداری‌های بسته برای دما لازم است. بنابراین، به‌منظور به‌دست آوردن دقت اندازه‌گیری قابل مقایسه با آنچه که از استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ برای مواد پایدار به‌دست می‌آید، لازم است این شرایط بسته‌تر از استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ تعیین شوند.

**یادآوری ۲-** دما می‌تواند به‌وسیله ابزارهای اندازه‌گیری دما که در دیواره سیلندر تعبیه شده است، اندازه‌گیری و کنترل شود. اگر دستگاه به این روش مجهز شده است، ممکن است دما دقیقاً دمای خود مذاب نباشد، اما سامانه کنترل دما می‌تواند برای خواندن دمای مذاب کالیبره شود.



۵-۱-۱ دای، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

باید دای استاندارد با طول  $(۸/۰۰۰ \pm ۰/۰۲۵)$  میلی‌متر و قطر  $(۲/۰۹۵ \pm ۰/۰۰۵)$  میلی‌متر مطابق با استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱، به کار برده شود؛ مگر آن که در استاندارد مواد مربوط یا توافق طرفین ذی‌نفع طور دیگری بیان شده باشد.

هنگام استفاده از دای استاندارد برای موادی با گرانروی پایین مذاب، مانند PET گونه بطری، مواد می‌توانند حین بارگیری، از میان دای اکستروود شود و همچنین ممکن است اطمینان از بدون حباب بودن محصول اکستروژن که سبب کاهش دقت و درستی می‌شود، حاصل نشود. در این موارد، استفاده از دای نیم‌اندازه مطابق با استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱، توصیه می‌شود (به بند ۸-۱ مراجعه شود).

۵-۱-۶ تنظیم و نگهداری سیلندر به حالت عمودی، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

۵-۱-۷ بار، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

## ۵-۲ تجهیزات جانبی

۵-۲-۱ کلیات، برای اهداف این استاندارد، تجهیزات جانبی ارائه شده در استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ و تجهیزات زیر کاربرد دارد.

۵-۲-۲ میله متراکم‌کننده، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

۵-۲-۳ تجهیزات تمیز کردن، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

۵-۲-۳-۱ سنجه برو/نرو، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

۵-۲-۳-۲ وسیله تصدیق دما، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

وسيله تصدیق دما باید درستی و دقت کافی برای تصدیق دستگاه MFR/MVR در رواداری‌های دمای تعیین شده در زیربند ۵-۱-۴ را داشته باشد.

تجهیز مورد استفاده برای کالیبراسیون دما بدون وجود ماده در داخل سیلندر، با تجهیز تعیین شده در استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ متفاوت است؛ زیرا صحنه‌گذاری دما در فواصل ۱۰ میلی‌متری از صفر میلی‌متر تا ۷۰ میلی‌متری بالای دای استاندارد، برای این روش آزمون لازم است (پیوست الف؛ یادآوری ۵).

۵-۲-۳-۳ درپوش دای، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

۵-۲-۳-۴ پیستون / نگه‌دارنده وزنه، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

۵-۲-۳-۵ وسیله پیش‌شکل دهی، (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود).

۵-۲-۳-۶ خشک‌کن، آون‌های خلاء یا خشک‌کن با هوای داغ هنگامی که حذف رطوبت از نمونه‌ها (به بند ۶-۲ مراجعه شود) در استاندارد مواد توصیه شده است.

استفاده از آن‌های خلاء به دلیل این که ماده در زمان‌های کوتاه‌تر و در دماهای پایین‌تر خشک می‌شود، برتری دارد؛ و سبب کاهش دامنه هر نوع تغییر در خواص رئولوژیکی ماده، برای مثال به‌علت هیدرولیز، می‌شود.

۵-۳-۷ تعیین مقدار رطوبت، مقدار رطوبت باید بر اساس استاندارد ملی ۱۲۱۹۱ تعیین شود، مگر اینکه در استاندارد مواد طور دیگری بیان شده باشد.

۵-۲-۴ تجهیز برای اندازه‌گیری نرخ جریان مذاب جرمی (روش الف)، به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

اگر دستگاه به ابزار برش اتوماتیک مجهز نیست، در صورتی که درستی اندازه‌گیری حداقل مشابه با اندازه-گیری MVR باشد، ممکن است برش دستی به کار برده شود.

۵-۲-۵ تجهیز برای اندازه‌گیری نرخ جریان حجمی مذاب (روش ب)، به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

## ۶ نمونه آزمون

### ۶-۱ شکل نمونه

به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

### ۶-۲ پیش‌آماده‌سازی نمونه و انبارش

نمونه آزمون باید قبل از آزمون مطابق با استاندارد ویژگی‌های مواد مربوط آماده شود؛ برای مثال، خشک شود. هنگامی که نمونه فشرده پیش‌شکل داده شده از پودر یا پرک (استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰) به عنوان نمونه آزمون به کار می‌رود، قبل از آزمون باید خشک شود. اگر پیش‌آماده‌سازی نمونه در استاندارد مواد مربوط بیان نشده است، باید بین طرفین ذی‌نفع توافق شود.

برای مواد حساس به رطوبت، مقدار رطوبت باید به اندازه‌ای باشد که اثر آن روی MVR یا MFR ماده تحت شرایط آزمون مورد استفاده، تا حد امکان به حداقل برسد. با مواد قبل و بعد از خشک کردن باید طوری کار شود که از جذب رطوبت جلوگیری شده یا به حداقل برسد؛ برای مثال، با ممانعت از انتقال رطوبت حاصل از تماس نمونه با پوست یا جذب رطوبت از اتمسفر.

بلافاصله پس از خشک کردن، برای جلوگیری از جذب رطوبت، مواد باید به داخل ظرفی خشک، ترجیحاً داغ و ضد رطوبت انتقال یابد. سپس باید اجازه داده شود مواد تا دمای محیط خنک شود. آزمون در مدت ۴ ساعت پس از انتقال به ظرف خشک یا در مدت ۲ روز، در حالتی که مواد در ظرف خشک‌کن محتوی ماده خشک‌کننده نگهداری شده است، انجام شود؛ مگر آن که در استاندارد ویژگی‌های مواد مربوط طور دیگری بیان شده یا بین طرفین ذی‌نفع توافق شده باشد.

با تمام نمونه‌های فشرده پیش‌شکل داده شده، پس از خارج کردن از وسیله شکل‌دهی نمونه (استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰) و قبل از آزمون، باید باهمان شیوه ذکر شده در بالا کار شده و نگهداری انجام شود، تا

تکرارپذیری اندازه‌گیری‌ها بهبود یابد؛ به جز نمونه‌های فشرده پیش شکل داده شده‌ای که ممکن است بدون سردکردن نیاز به آزمون داشته باشند، تا از اعوجاج نمونه فشرده که مانع ورود آن به داخل سیلندر MFR/MVR می‌شود، جلوگیری شود.

برای مقایسه نتایج، برای مثال با سایر آزمایشگاه‌ها، به منظور جلوگیری از اختلافات در تاریخچه دما توصیه می‌شود ماده خنک شود یا روش، بین طرفین ذی‌نفع توافق شود. اگرچه، برای کنترل محصول یا اهداف عملی ممکن است بارگیری مستقیم مواد از آن به داخل دستگاه MVR ترجیح داشته باشد. نباید اجازه داد که مواد در داخل آن (خلاء) تا دمای محیط سرد شود؛ زیرا به دلیل طولانی بودن زمان سرد شدن، تاریخچه دما - زمان ماده در مقایسه با سرد شدن در ظرف متفاوت بوده و می‌تواند تاثیر قابل توجهی روی نتایج داشته باشد.

**یادآوری -** تاثیر مقدار رطوبت روی رفتار رئولوژیکی مواد را می‌توان به وسیله تکرار آزمایش‌ها روی نمونه‌هایی با مقادیر مختلف رطوبت تعیین کرد.

## ۷ تصدیق دما، تمیز کردن و نگهداری تجهیزات

### ۱-۷ تصدیق سامانه کنترل دما

#### ۱-۱-۷ روش اجرای فرایند تصدیق

هنگام تصدیق انحراف دما برحسب فاصله و زمان، سامانه کنترل دمای دستگاه MFR/MVR را در دمای لازم تنظیم کنید و حداقل به مدت ذکر شده در دستورالعمل دستگاه صبر کنید تا سیلندر در دمای تنظیم شده (که وسیله کنترل دمای دستگاه نشان می‌دهد) بماند. انحراف دمای داخل سیلندر را با استفاده از وسیله کالیبره شده اندازه‌گیری دما، در فواصل  $(1 \pm 10)$  میلی‌متری از صفر میلی‌متر تا  $(1 \pm 70)$  میلی‌متر بالای سطح فوقانی دای استاندارد، تصدیق کنید. انحراف دما در هر یک از فواصل ۱۰ میلی‌متری باید از طریق ثبت دما، در هر مکان، در فواصل زمانی یک دقیقه تا ۱۰ دقیقه پس از اولین خوانش دمای پایدار، اندازه‌گیری شود. روشی برای انجام فرایند تصدیق در پیوست الف ذکر شده است.

**یادآوری -** مدت زمانی که پس از غوطه‌ور سازی یا قرارگیری مجدد وسیله اندازه‌گیری دما در سیلندر، دمای خوانده شده پایدار می‌شود، به تجهیز به‌کار برده شده بستگی دارد. اطلاعات مربوط به زمان پاسخگویی وسیله اندازه‌گیری دما ممکن است از طریق تهیه‌کننده وسیله در دسترس باشد.

### ۲-۱-۷ مواد به‌کار رفته حین فرایند تصدیق دما

به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ و پیوست الف مراجعه شود.

### ۲-۷ تجهیزات تمیز کردن

به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

### ۳-۷ تراز کردن عمودی دستگاه

به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

## ۸ روش اجرایی تنظیمات شروع به کار

### ۸-۱ کلیات

برای آزمون موادی که نسبت به تاریخچه دما-زمان و/یا رطوبت حساسیت رئولوژیکی بالایی نشان می-دهند، اندازه‌گیری اتوماتیک فاصله و زمان برای حرکت پیستون (روش ب از استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰) نسبت به روش MFR (روش الف از استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰) ترجیح داده می‌شود؛ زیرا منجر به تکرارپذیری بهتر می‌شود.

اگر مقدار MVR بیشتر از  $40 \text{ cm}^3/10 \text{ min}$  باشد، ممکن است استفاده از دای نیم‌اندازه پیشنهاد شود (زیربند ۵-۱-۵).

با داشتن چگالی پلیمر در دمای آزمون، مقادیر MFR می‌توانند از مقادیر MVR تعیین شوند، یا برعکس (به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود).

**یادآوری -** چگالی مذاب در دما و فشار آزمون لازم است. در عمل، فشار پایین بوده و فشار آزمون را می‌توان برابر با فشار محیط در نظر گرفت.

### ۸-۲ انتخاب دما و بار

استاندارد ویژگی‌های مواد مربوط را برای شرایط مناسب آزمون انتخاب کنید. اگر استاندارد مواد موجود نیست یا اگر شرایط MVR یا MFR در استاندارد مواد بیان نشده باشد، دما و بار آزمون باید بر اساس اطلاعات نقطه ذوب ماده یا شرایط فرایندی توصیه شده توسط سازنده، مورد توافق طرفین ذی‌نفع قرار گیرد. به جدول الف-۱ از استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

**یادآوری -** به‌طور کلی، شرایط آزمون برای تعیین مقادیر MVR یا MFR در استانداردهای مواد تعیین شده‌اند. شرایط آزمون برای اندازه‌گیری MVR یا MFR موادی که رفتار رئولوژیکی آن‌ها حین اندازه‌گیری تحت تاثیر هیدرولیز و تراکم قرار می‌گیرد، اغلب در استانداردهای مواد ذکر نشده‌اند. استانداردهای این مواد در آینده تدوین و تجدید نظر خواهند شد.

### ۸-۳ تمیزکاری تجهیزات

**هشدار -** شرایط کاری ممکن است سبب تخریب جزئی ماده تحت آزمون یا هر ماده مورد استفاده برای تمیزکردن دستگاه شود، یا موجب آزاد شدن مواد فرار خطرناک از آن‌ها شود. همچنین ممکن است سبب خطر ناشی از سوختگی شود. در صورت وجود چنین مواردی مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و تطبیق آن با آیین‌نامه‌های ملی و بین‌المللی بر عهده کاربر است.

به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

سیلندر و تمام اجزاء، از جمله دای، باید بین هر آزمون به‌طور کامل تمیز شوند.

**توجه -** در انجام آزمون روی مواد حساس به رطوبت، تمیزکاری کامل و سراسری خیلی مهم است. حضور آلودگی‌ها یا محصولات حاصل از تجزیه گرمایی آن‌ها مسأله‌ای مهم است که می‌تواند منجر به تخریب هیدرولیزی مواد حساس به رطوبت شود.

#### ۴-۸ انتخاب جرم نمونه و بارگیری سیلندر

مقدار نمونه را مطابق با MVR یا MFR مورد انتظار انتخاب کنید. مقدار MVR یا MFR باید ترجیحاً بیشتر از  $10 \text{ cm}^3/10 \text{ min}$  و کمتر از  $40 \text{ cm}^3/10 \text{ min}$  باشد. برای مقایسه مواد با MVR یا MFR یکسان، حجم‌های نمونه باید در محدوده  $\pm 0.5 \text{ cm}^3$  از یکدیگر باشد. جدول ۱ را ببینید. به منظور جلوگیری از آلودگی به رطوبت از طریق تماس با پوست، نمونه‌ها نباید توسط اپراتور لمس شوند و قرار گرفتن در معرض محیط باید به حداقل برسد. جابجایی نمونه، شامل بازکردن ظرف انبارش نمونه و انتقال به سیلندر و بارگیری سیلندر، باید به حداقل برسد. برای جلوگیری از جذب رطوبت، جابجایی نمونه نباید بیشتر از یک دقیقه قبل از بارگیری ماده انجام شود. مقدار نمونه باید به اندازه‌ای باشد که در تمام حالات، اندازه‌گیری‌ها بین  $5/5$  دقیقه و  $6/0$  دقیقه پس از تکمیل بارگیری مواد شروع شود.

جدول ۱- راهنمایی‌هایی برای مقدار ماده

حجم نمونه فشرده شده در داخل سیلندر $\text{cm}^3$	MFR (g/10 min) MVR ( $\text{cm}^3/10 \text{ min}$ )
۴ تا ۵	۱۰ تا ۲۰
۵ تا ۶	۲۰ تا ۳۰
۶ تا ۷	۳۰ تا ۴۰

**یادآوری ۱-** برای بسیاری از مواد حساس به تاریخچه دما- زمان، اندازه‌گیری‌های MVR تحت تأثیر حجم ماده داخل سیلندر قرار می‌گیرد. استفاده از حجم یکسان نمونه برای تحلیل مواد با MVR یا MFR مشابه، انحراف داده‌ها را کاهش می‌دهد. برای مثال، مقدار نمونه می‌تواند به وسیله پیمانانه نمونه‌گیری با اندازه مشخص، اندازه‌گیری شده یا با مقدار جرمی معادل با حجم، برابر گرفته شود.

توصیه می‌شود قبل از ورود نمونه، به کمک گاز نیتروژن خشک سیلندر را پاکسازی کرده و برای به حداقل رساندن تخریب اکسیداسیونی و جلوگیری از جذب رطوبت که می‌توانند نتایج را تحت تأثیر قرار دهند، اجازه دهید اتمسفر نیتروژن باقی بماند.

سیلندر را با مقدار انتخاب شده از نمونه پر کنید. حین بارگیری سیلندر، مواد را توسط میله متراکم کننده و با استفاده از نیروی دست فشرده کنید؛ ولی تا حد امکان از انحرافات بزرگ در فشار ایجاد تراکم بپرهیزید. برای مواد مستعد به تخریب اکسیداسیونی یا هیدرولیزی، مطمئن شوید که نمونه فشرده شده تا حد امکان عاری از هواست.

**یادآوری ۲-** انحرافات در فشار ایجاد تراکم برای فشرده کردن ماده در سیلندر می‌تواند منجر به تکرارپذیری ضعیف نتایج شود.

**یادآوری ۳-** برای برخی مواد به منظور جلوگیری از تخریب، زمان پیش‌گرمایش کوتاه‌تری می‌تواند لازم باشد و برای موادی با نقطه ذوب بالا،  $T_g$  بالا و هدایت حرارتی پایین، برای دستیابی به نتایج تکرارپذیر، زمان طولانی‌تری می‌تواند لازم باشد.

برای موادی با نرخ جریان بالاتر، حین فرایند پیش‌گرمایش، پیستون ممکن است تحت بار یا بدون بار باشد. اگر MVR ماده زیاد باشد، اتلاف نمونه حین فرایند پیش‌گرمایش قابل ملاحظه است. در این حالت، از پیستون بدون بار یا از پیستونی با بار کمتر حین فرایند پیش‌گرمایش استفاده کنید. در حالتی که نرخ جریان مذاب خیلی زیاد باشد، توصیه می‌شود از یک نگه‌دارنده وزنه استفاده شود و ممکن است برای جلوگیری از ریزش ماده مذاب از انتهای دای، درپوش دای نیز لازم باشد. حین مدت پیش‌گرمایش، بررسی کنید که دما به مقدار انتخابی بازگشته باشد.

## ۹ روش اجرای آزمون

### ۹-۱ انتخاب دما و بار

به بند ۸-۲ مراجعه شود.

### ۹-۲ حداقل فاصله طی شده توسط پیستون

پیستون باید فاصله‌ای مشخص بین ۲۰ میلی‌متر تا ۳۰ میلی‌متر را طی کند.

### ۹-۳ زمان سنج

به استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰-۱ مراجعه شود.

### ۹-۴ آماده‌سازی برای آزمون

به بند ۸ مراجعه شود.

### ۹-۵ اندازه‌گیری

#### ۹-۵-۱ کلیات

۵ دقیقه پس از تکمیل بارگیری سیلندر با نمونه آزمون، بار انتخابی را روی پیستون اعمال کنید. اگر درپوش دای به کار رفته و بار اعمال شده روی پیستون کمتر از مقدار لازم باشد، بار لازم را اضافه کرده و اجازه دهید مواد برای مدت چند ثانیه قبل از برداشتن درپوش دای تثبیت شود. اگر نگه‌دارنده وزنه و درپوش دای با هم به کار روند، ابتدا نگه‌دارنده وزنه را بردارید. اجازه دهید پیستون حامل وزنه تحت اثر نیروی وزن به سمت پایین حرکت کند تا یک رشته بدون حباب، اکستروود شود. از تخلیه اجباری نمونه، به صورت دستی یا با استفاده از وزنه‌های اضافی، قبل از شروع آزمون جلوگیری شود. زمان پیش‌راه‌اندازی (مدت زمان بین اعمال نیرو و شروع اندازه‌گیری) باید بین ۰/۵ دقیقه تا یک دقیقه باشد.

اندازه‌گیری باید بین ۵/۵ دقیقه تا ۶/۰ دقیقه پس از تکمیل بارگیری ماده شروع شود.

برای کاهش خطر سوختگی ناشی از مواد داغی که به سرعت از دای بیرون می‌آیند، توصیه می‌شود حین برداشتن درپوش دای دستکش مقاوم به حرارت بپوشید.

#### ۹-۵-۲ روش اندازه‌گیری فاصله طی شده (MVR)

هنگامی که نشان مرجع پایینی به لبه بالای سیلندر رسید، آزمون باید شروع شود. زمانی که طول می‌کشد تا پیستون مسافت تعیین شده بین ۲۰ میلی‌متر و ۳۰ میلی‌متر طی کند را اندازه بگیرید. آزمون باید هنگام رسیدن نشان دوم به بخش بالای سیلندر یا قبل از آن متوقف شود.

**یادآوری -** انحرافات در زمان بارگیری سیلندر، زمان پیش‌گرمایش و زمان پیش‌راه‌اندازی می‌تواند منجر به تکرارپذیری ضعیف نتایج شود.

#### ۹-۵-۳ روش اندازه‌گیری جرم (MFR)

هنگامی که نشان مرجع پایینی روی پیستون به لبه بالایی سیلندر رسید، زمان سنج را روشن کرده (۵-۲-۲) و هم‌زمان محصول اکستروژن را ترجیحاً با استفاده از وسیله برش اتوماتیک بریده و دور بیندازید. در صورت استفاده از برش دستی، باید در گزارش آزمون بیان شود. برش‌های متوالی را به منظور اندازه‌گیری نرخ اکستروژن، در فاصله زمانی تعیین شده جمع‌آوری کنید. با توجه به مقدار MFR، فاصله زمانی را طوری انتخاب کنید که طول یک برش تکی کمتر از ۱۰ میلی‌متر نباشد.

هنگامی که نشان بالایی روی ساقه پیستون به لبه بالایی سیلندر رسید، برش دادن را متوقف کنید. تمام برش‌هایی که دارای حباب‌های هوای قابل رویت هستند را دور بیندازید. برش‌های باقیمانده، ترجیحاً ۳ برش یا بیشتر، را پس از سرد شدن به صورت جداگانه با تقریب یک میلی‌گرم وزن کرده و میانگین جرم آن‌ها را محاسبه کنید.

اگر اختلاف بین حداکثر و حداقل مقادیر توزین‌های انفرادی بیش از ۱۰ درصد مقدار میانگین باشد، نتایج مردود بوده و آزمون را با استفاده از قسمت‌های تازه نمونه تکرار کنید.

توصیه می‌شود که اختلاف بین حداقل و حداکثر مقادیر توزین‌های جداگانه، ترجیحاً از سه برابر انحراف استاندارد محاسبه شده از داده‌های MFR اختصاصی که از یک بارگیری انفرادی سیلندر به دست آمده است، بیشتر نباشد.

توصیه می‌شود که برش‌ها به ترتیب اکستروژن وزن شوند. اگر تغییر پیوسته‌ای در جرم مشاهده شده شود، می‌تواند به عنوان رفتار غیرعادی گزارش شود (بند ۱۲).

#### ۹-۶ بیان نتایج

به استاندارد ملی شماره ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

#### ۱۰ نسبت نرخ جریان (FRR)

به استاندارد ملی شماره ۱-۶۹۸۰ مراجعه شود.

## ۱۱ دقت

دقت روش به دلیل در دسترس نبودن داده‌های بین‌آزمایشگاهی، نامعلوم است. نتایج اندازه‌گیری‌های MVR انجام شده روی مواد مختلف تحت شرایط ایده‌آل اندازه‌گیری، با استفاده از روش بیان شده در این استاندارد که توسط یک اپراتور در یک آزمایشگاه و با یک دستگاه MVR انجام شده، در پیوست ب گزارش شده است. مقادیر MVR گزارش شده در پیوست ب، میانگین مقادیر به‌دست آمده از ۵ تا ۹ اندازه‌گیری هستند.

عواملی که ممکن است بزرگی مقادیر اندازه‌گیری را تحت تاثیر قرار داده و منجر به کاهش تکرارپذیری شوند، باید مورد توجه قرار گیرند. این عوامل شامل موارد زیر می‌باشند:

الف) خواص رئولوژیکی مذاب که تحت تاثیر مقدار رطوبت قرار می‌گیرند؛ استفاده از فرایندها و شرایط مناسب خشک‌کردن و حمل‌ونقل مناسب برای کاهش انحراف لازم است.

ب) تخریب هیدرولیزی مواد حساس به رطوبت، منجر به تغییر نرخ جریان مذاب حین فرایند پیش-گرمایش یا حین آزمون می‌شود؛ استفاده از فرایندها و شرایط مناسب خشک‌کردن و حمل‌ونقل مناسب برای کاهش انحراف لازم است.

پ) حضور آلاینده‌ها یا محصولات ناشی از تخریب گرمایی آن‌ها می‌تواند تخریب نمونه را تسریع کند. به‌محض اینکه تخریب هیدرولیزی رخ دهد، فرایند تخریب خودکاتالیزور بوده و گرانیوی مذاب کاهش می‌یابد. استفاده از فرایندهای تمیز کردن مناسب برای کاهش انحراف لازم است.

## ۱۲ گزارش نتایج آزمون

علاوه بر موارد ذکر شده در استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰، گزارش نتایج آزمون باید شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۲ ارجاع به این استاندارد ملی؛

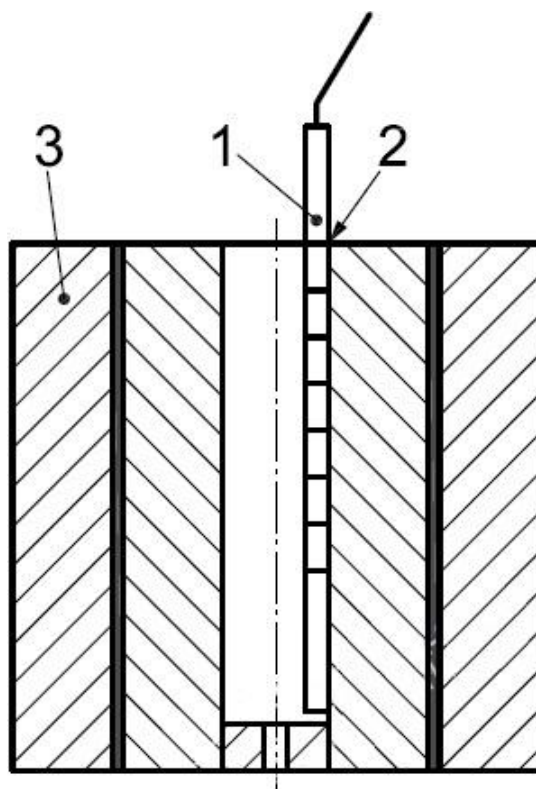
۲-۱۲ اعلام نحوه برش دستی یا اتوماتیک برای اندازه‌گیری‌های MFR.



## پیوست الف (اطلاعاتی)

### فرایند تصدیق دما در داخل سیلندر

وسیله اندازه‌گیری دما را در داخل سیلندر خالی و سرد MFR/MVR طوری نصب کنید که نوک حسگر در بالای دای استاندارد قرار گیرد. روی وسیله اندازه‌گیری دما در قسمت بالای سیلندر را همانطور که در شکل الف-۱ نشان داده شده است، به وسیله یک نشانگر دائمی علامت بگذارید. این نشانه، نقطه اندازه‌گیری " صفر میلی‌متر بالای دای " را نشان می‌دهد.



راهنما:

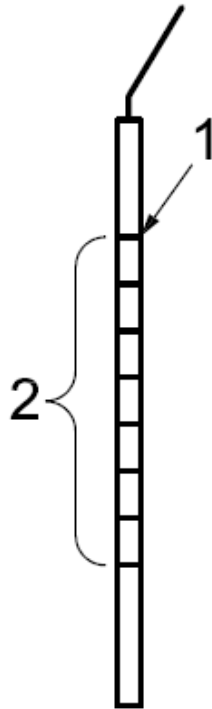
۱ وسیله اندازه‌گیری دما

۲ نشانه

۳ سیلندر MFR/MVR

### شکل الف-۱- سیلندر MFR/MVR

وسیله اندازه‌گیری دما را از داخل سیلندر بردارید. با شروع از نشانه صفر میلی‌متری بالای دای، طول  $(70 \pm 1)$  میلی‌متر به سمت نوک وسیله اندازه‌گیری دما را، در فواصل  $(10 \pm 1)$  میلی‌متری توسط نشانگر، تقسیم کنید، (شکل الف-۲).



راهنما:

۱ صفر میلی متری بالای دای

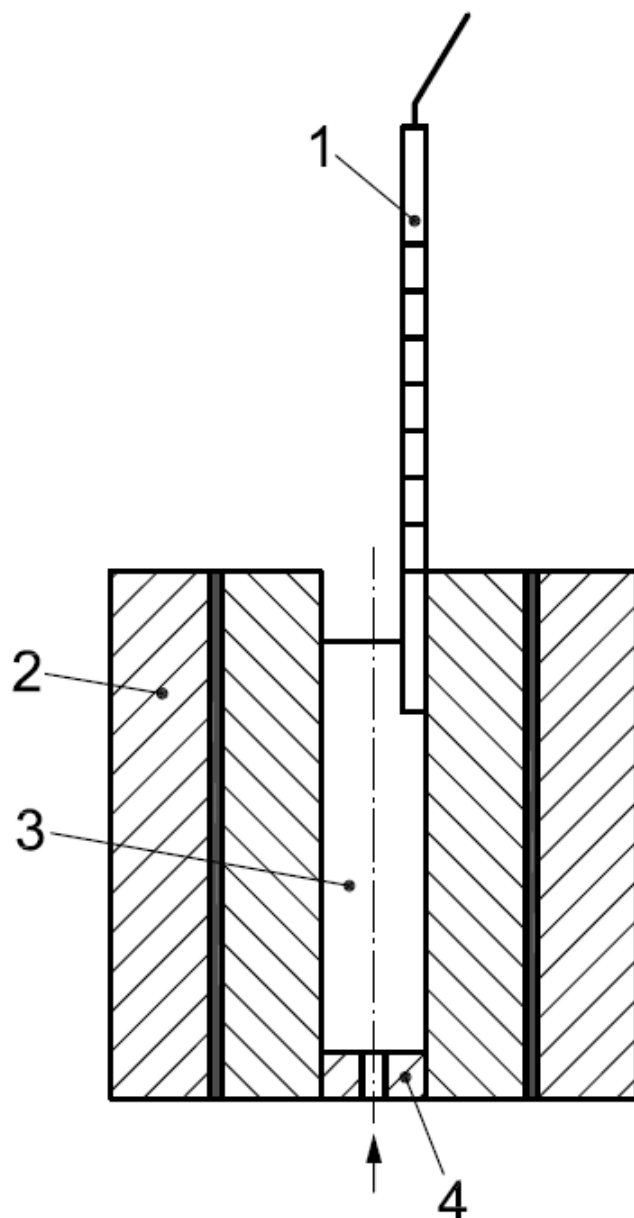
۲ نشانه‌ها

### شکل الف-۲ - علامت‌گذاری وسیله اندازه‌گیری دما

خروجی دای را به وسیله درپوش دای ببندید. برای جلوگیری از سوختن به وسیله سیلندر و/یا مواد داغ توصیه می‌شود هنگام نصب یا برداشتن درپوش دای، دستکش مقاوم به گرما پوشیده شود. سامانه کنترل دمای دستگاه MFR/MVR را روی دمای لازم تنظیم کنید و حداقل برای مدت پیش‌بینی شده، که در دستورالعمل دستگاه مشخص شده، صبر کنید تا دمای سیلندر به تعادل برسد. سیلندر را با همان شیوه‌ای که برای تعیین MFR/MVR (بند ۸-۴) به کار می‌رود، پر کنید. مقدار ماده باید به اندازه‌ای باشد که سیلندر حداقل تا فاصله ۱۰۰ میلی متری بالای دای پر شود.

**یادآوری ۱-** پلی پروپیلن (PP) برای دمای سیلندر تا ۲۵۰ درجه سلسیوس یا پلی کربنات (PC) برای دمای بالای ۲۵۰ درجه سلسیوس تا دمای حدوداً ۳۲۰ درجه سلسیوس مناسب تشخیص داده شده است.

ارتفاع پرشدگی می‌تواند به وسیله پیستون بررسی شود. هنگامی که پیستون ماده مذاب را لمس می‌کند، بهتر است نشانه پایینی روی پیستون حداقل ۴۰ میلی متر از بالای سیلندر فاصله داشته باشد. ۵ دقیقه پس از تکمیل بارگیری مواد، وسیله کنترل دما را به داخل سیلندر وارد کنید، آنرا داخل مواد فرو ببرید تا جایی که اولین علامت در ارتفاعی یکسان با بخش بالای سیلندر قرار گیرد (شکل الف-۳). لذا نوک وسیله اندازه‌گیری دما با قسمت بالای دای، ۷۰ میلی متر فاصله خواهد داشت.



راهنما:

۱ وسیله علامت گذاری شده اندازه گیری دما

۳ مواد

۲ سیلندر MVR/MFR

۴ درپوش دای

### شکل الف-۳ - تعیین نیمرخ دمایی سیلندر MFR/MVR

پس از پایدار شدن دما، فاصله نوک وسیله اندازه گیری دما از بالای دای (۷۰ میلی متر) و خوانش دما را ثبت کنید. تغییر دما نسبت به زمان را از طریق ثبت دما و زمان در فواصل یک دقیقه ای تا مدت ۱۰ دقیقه پس از اولین خوانش دمای پایدار، تعیین کنید.

**یادآوری ۲-** مدت زمانی که خوانش دما پس از غوطه ور سازی یا قرارگیری مجدد وسیله اندازه گیری دما در داخل سیلندر پایدار می شود، به تجهیز به کار برده شده بستگی دارد. اطلاعات مربوط به زمان پاسخ دهی وسیله اندازه گیری دما می تواند توسط سازنده وسیله فراهم شود.

وسیله اندازه‌گیری دما به دلیل جریان گرمایی در میان غلاف آن می‌تواند به عنوان انباره گرمایی عمل کند. توصیه می‌شود طراحی وسیله اندازه‌گیری دما و مواد به کار برده شده در ساخت آن تا حد امکان کمترین تاثیر را در اندازه‌گیری داشته باشند.

وسیله اندازه‌گیری دما را ۱۰ میلی‌متر بیشتر درون مواد فرو ببرید تا علامت بعدی در همان ارتفاع از بالای سیلندر قرار گیرد. بنابراین نوک وسیله اندازه‌گیری دما در فاصله ۶۰ میلی‌متر بالای دای قرار می‌گیرد. پس از پایدار شدن دما، فاصله نوک وسیله اندازه‌گیری دما از بالای دای (۶۰ میلی‌متر) و خوانش دما را ثبت کنید. تغییر دما نسبت به زمان را از طریق ثبت دما و زمان در فواصل یک دقیقه‌ای تا مدت ۱۰ دقیقه پس از اولین خوانش دمای پایدار، تعیین کنید.

مطابق با روش ذکر شده در بالا، دما را در هر یک از فواصل ۱۰ میلی‌متری بعدی، در طول سیلندر اندازه بگیرید. در آخرین نقطه اندازه‌گیری، فاصله نوک وسیله اندازه‌گیری دما از بالای دای صفر میلی‌متر است. اگر ماده در تمام مدت روش اجرای تصدیق پایدار نبوده و فرایند تصدیق را تحت تاثیر قرار داده یا تمیز کردن آن مشکل باشد، پایداری دمای سیلندر نسبت به زمان باید در تمام مراحل و در صورت لزوم برای هر موقعیت در سیلندر به طور جداگانه تعیین شود.

**یادآوری ۳-** شیوه‌ای متفاوت برای فرایند تصدیق، استفاده از پیستون غیرفلزی مجهز به وسایل اندازه‌گیری دما در فواصل ۱۰ میلی‌متری از صفر میلی‌متر تا ۷۰ میلی‌متری بالای دای استاندارد است؛ که می‌تواند به طور کامل وارد سیلندر شده و بدون حضور ماده در منفذ سیلندر جفت شود. همچنین پیستون غیر فلزی مجهز به یک وسیله اندازه‌گیری دما نیز می‌تواند به کار برده شود. استفاده از پیستون غیرفلزی به کاهش اغتشاش در نیم رخ دما در داخل سیلندر کمک می‌کند.

## پیوست ب

### (اطلاعاتی)

## اندازه‌گیری‌های MVR تکرار شده روی مواد مختلف که به روش ارائه شده در این استاندارد انجام شده است

نتایج گزارش شده در این پیوست با استفاده از شرایط آزمون در محدوده‌های مشخص شده در شروع تدوین این استاندارد به دست آمده است. اندازه‌گیری‌ها توسط یک اپراتور در یک آزمایشگاه و با استفاده از یک دستگاه MVR انجام شده‌اند. مقادیر، تکرارپذیری واقعی روش را نشان نمی‌دهند. مقادیر MVR گزارش شده، میانگین مقادیر حاصل از ۵ تا ۹ اندازه‌گیری هستند.

جدول ب-۱- اندازه‌گیری‌های MVR روی مواد مختلف

پلی آمید ۶					
نوع MVR مواد	مقدار رطوبت mg/kg(ppm)	پارامترهای آزمون	میانگین MVR cm <sup>3</sup> /10 min	انحراف استاندارد cm <sup>3</sup> /10 min	ضریب انحراف %
زیاد	۳۰۸	دما ۲۷۵°C/وزنه ۵ کیلوگرم/دای استاندارد	۱۰۳	۰/۸	۰/۸
متوسط	۲۹۵	دما ۲۷۵°C/وزنه ۵ کیلوگرم/دای استاندارد	۶۴/۳	۰/۹	۱/۴
کم	۴۱۲	دما ۲۷۵°C/وزنه ۵ کیلوگرم/دای استاندارد	۳۴/۰	۰/۵	۱/۵

پلی (بوتیلن ترفتالات)					
نوع MVR مواد	مقدار رطوبت mg/kg(ppm)	پارامترهای آزمون	میانگین MVR cm <sup>3</sup> /10 min	انحراف استاندارد cm <sup>3</sup> /10 min	ضریب انحراف %
خیلی زیاد	۱۱۸	دما ۲۵۰°C/وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای استاندارد	۶۳/۴	۰/۳	۰/۵
زیاد	۱۴۳	دما ۲۵۰°C/وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای استاندارد	۳۵/۰	۰/۲	۰/۶
متوسط	۱۶۶	دما ۲۵۰°C/وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای استاندارد	۲۲/۳	۰/۱	۰/۴
کم	۸۳	دما ۲۵۰°C/وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای استاندارد	۲/۴	۰/۲	۸/۲

پلی (بوتیلن ترفتالات)					
ضریب انحراف %	انحراف استاندارد cm <sup>3</sup> /10 min	میانگین MVR cm <sup>3</sup> /10 min	پارامترهای آزمون	مقدار رطوبت mg/kg(ppm)	نوع MVR مواد
۰/۳	۰/۱	۳۲/۷	دما ۲۵۰°C /وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای نیم	۱۳۳	خیلی زیاد
۰/۴	۰/۱	۱۳/۵	دما ۲۵۰°C /وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای نیم		
۱/۲	۳	۲۵۱	دما ۲۵۰°C /وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای استاندارد		
۲/۸	۳	۱۰۶	دما ۲۵۰°C /وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای استاندارد		

پلی (اتیلن ترفتالات)					
ضریب انحراف %	انحراف استاندارد cm <sup>3</sup> /10 min	میانگین MVR cm <sup>3</sup> /10 min	پارامترهای آزمون	مقدار رطوبت mg/kg(ppm)	نوع MVR مواد
۰/۳	۰/۱	۳۶/۱	دما ۲۸۰°C /وزنه ۵ کیلوگرم/دای نیم	۴۵	خیلی زیاد
۱/۳	۰/۲	۱۵/۹	دما ۲۸۰°C /وزنه ۵ کیلوگرم/دای نیم	۴۴	زیاد
۱/۰	۰/۱	۱۰/۵	دما ۲۸۰°C /وزنه ۵ کیلوگرم/دای نیم	۲۶	متوسط
۱/۲	۰/۱	۶/۶	دما ۲۸۰°C /وزنه ۵ کیلوگرم/دای نیم	۳۷	متوسط
۲/۵	۰/۴	۱۶/۳	دما ۲۸۰°C /وزنه ۵ کیلوگرم/دای استاندارد	۴۹	کم
۴/۰	۳/۰	۷۴/۲	دما ۲۸۰°C /وزنه ۵ کیلوگرم/دای استاندارد	۱۵	زیاد(الیاف شیشه ۳۰ درصد جرمی)

پلی اتر/استر					
ضریب انحراف %	انحراف استاندارد cm <sup>3</sup> /10 min	میانگین MVR cm <sup>3</sup> /10 min	پارامترهای آزمون	مقدار رطوبت mg/kg(ppm)	نوع MVR مواد
۲/۳	۰/۱	۲/۵	دما ۲۳۰°C /وزنه ۱۰ کیلوگرم/دای استاندارد	۲۴۰	کم
۰/۹	۰/۳	۳۳/۲	دما ۲۳۰°C /وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم/دای استاندارد	۳۲۰	زیاد

**یادآوری** - آزمونی که در اینجا گزارش شده، قبل از ورود شرایط آزمون نرخ جریان مذاب در استانداردهای ویژگی‌های مواد مربوط برای مواد مطالعه شده انجام شده است. شرایط آزمون جدول ب-۱ برای اهداف تحقیق و توسعه اعمال شده بودند و بنابراین لزوماً مطابق با استانداردهای ویژگی مواد نیستند.

بهبود در تکرارپذیری و تجدیدپذیری که می‌تواند از طریق تعیین رواداری‌های بسته‌تر روی دما، خط زمانی، مقدار نمونه و شرایط تثبیت نمونه به دست آید (که در این استاندارد در مقایسه با استاندارد ملی ۱-۶۹۸۰ ارائه شده)، در مقایسات بین آزمایشگاهی برای اندازه‌گیری‌های نرخ جریان حجمی مذاب روی مواد PA6، PBT، PET، PA66 و همراه با یک گونه PP مورد استفاده به عنوان کنترل، شرح داده شده است. برای اطلاعات بیشتر، به مرجع [5] مراجعه شود.

## کتابنامه

- [1] ISO 307, Plastics — Polyamides — Determination of viscosity number
- [2] ISO 1628 (all parts), Plastics — Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscometers
- [3] ISO 7391-2, Plastics - Polycarbonate (PC) moulding and extrusion materials - Part 2: Preparation of test specimens and determination of properties
- [4] ISO 14910-2, Plastics - Thermoplastic polyester/ester and polyether/ester elastomers for moulding and extrusion - Part 2: Preparation of test specimens and determination of properties
- [5] Rides M., Allen C., Omloo H., Nakayama k., Cancelli G.; Interlaboratory comparison of melt flow rate testing of moisture sensitive plastics; Polym. Test, 2009, **28**, pp, 572-591