



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۳۴۰

تجدید نظر دوم

۱۳۹۷

INSO

340

2nd.Revision

2019

Identical with  
ASTM D445:  
2018

فراورده‌های نفتی - اندازه‌گیری گرانیروی  
کینماتیک مایعات شفاف و تیره (و محاسبه  
گرانیروی دینامیک) - روش آزمون

**Petroleum products – Determination of  
kinematic viscosity of transparent and  
opaque liquids– (and calculation of  
dynamic viscosity) – Test method**

ICS: 75.100

استاندارد ملی ایران شماره ۳۴۰ (تجدیدنظر دوم) : سال ۱۳۹۷

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج - شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: [standard@isiri.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«فراورده‌های نفتی - اندازه‌گیری گرانی کینماتیک مایعات شفاف و تیره (و محاسبه گرانیوی  
دینامیک) - روش آزمون»

### رئیس:

بیگلری، حسن  
کارشناسی ارشد شیمی تجزیه (کارشناس مسئول آزمایشگاه مرجع فراورده‌های نفتی، روانکارها-  
پژوهشگاه استاندارد- سازمان ملی استاندارد ایران)

### دبیر:

اسمعیلی طارمسری، معصومه  
کارشناس - شرکت رویان پژوهان سینا  
(دکتری شیمی فیزیک)

### سمت و/یا محل اشتغال:

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیمی، مهرداد  
مدیریت آموزش، ساخت و تجهیزات - شرکت مشاوران آزمای  
نفت ایرانیان  
(کارشناسی HSE)

احمدی، آزاده  
مدیر کنترل کیفیت - شرکت پتروپالایش کاسیان  
(کارشناسی شیمی)

افتخاری دافچاهی، سمیه  
کارشناس استاندارد - شرکت رویان پژوهان سینا  
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

حسینی، مجتبی  
مدیر کنترل کیفیت - شرکت بندر آبادان ده هزار  
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

رادی، پانته‌آ  
کارشناس - اداره کل نظارت بر اجرای استاندارد  
(کارشناسی شیمی کاربردی)

ردائی، احسان  
سرپرست اداره امور آزمایشگاه‌ها - اداره کل استاندارد همدان  
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

رضوی، سید محمد رامین  
کارشناس - شرکت پخش فرآورده‌های نفتی  
(کارشناسی ارشد MBA)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس - پالایشگاه نفت پارس	شیخ‌علیزاده، کاملیا (کارشناسی شیمی)
کارشناس - شرکت رویان پژوهان سینا	صنعتگر دلشاد، الهام (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)
مدیر کنترل کیفیت - شرکت پالایش الموت آبادان	صیافی، سید محمد (کارشناسی شیمی)
سرپرست فنی - شرکت کاسترول	کرم‌دوست، ساناز (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)
کارشناس - آزمایشگاه شیمی تجزیه راک	موسوی داویجانی، پروین (کارشناسی ارشد شیمی آلی)
رئیس آزمایشگاه - شرکت نفت سپاهان	نوری بوشهری، حسین (کارشناسی مهندسی شیمی - پتروشیمی)
عضو هیئت علمی - دانشگاه بوعلی سینا همدان	هاشمی، مهدی (دکتری شیمی تجزیه)

ویراستار:

کارشناس استاندارد - شرکت رویان پژوهان سینا	افتخاری دافچاهی، سمیه (کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)
--------------------------------------------	-----------------------------------------------------

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۴	۳ اصطلاحات و تعاریف
۶	۴ اصول آزمون
۶	۵ اهمیت و کاربرد
۶	۶ وسایل
۱۲	۷ مواد و/یا واکنشگرها
۱۳	۸ استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده
۱۳	۹ واسنجی و تصدیق
۱۴	۱۰ روش آزمون عمومی برای گرانروی کینماتیک
۱۶	۱۱ روش آزمون برای سیالات شفاف
۱۷	۱۲ روش آزمون برای سیالات تیره و نفت کوره باقی‌مانده
۲۰	۱۳ تمیز کردن گرانروی سنج
۲۰	۱۴ روش محاسبه
۲۱	۱۵ بیان نتایج
۲۱	۱۶ گزارش آزمون
۲۱	۱۷ دقت و اریبی
۲۷	پیوست الف (الزامی) انواع گرانروی سنج و استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده
۲۹	پیوست ب (الزامی) دماسنج‌های آزمون گرانروی کینماتیک
۳۴	پیوست پ (الزامی) درستی دماسنج
۳۵	پیوست ت (الزامی) محاسبه محدوده رواداری قابل قبول جهت تعیین انطباق با مواد مرجع گواهی شده

## پیش‌گفتار

استاندارد «فراورده‌های نفتی- اندازه‌گیری گرانروی کینماتیک مایعات شفاف و تیره (و محاسبه گرانروی دینامیک)- روش آزمون» که نخستین بار در سال ۱۳۷۴ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یکصد و سی چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد تجهیزات و فراورده‌های نفتی مورخ ۱۳۹۷/۱۱/۱۰ تصویب شد. اینک این استاندارد 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.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۳۴۰: سال ۱۳۷۴ می‌شود.

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

ASTM D445: 2018, Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity

## فراورده‌های نفتی - اندازه‌گیری گرانروی کینماتیک مایعات شفاف و تیره (و محاسبه گرانروی دینامیک) - روش آزمون

هشدار - در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی درج نشده است. در صورت مواجهه با چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط بهداشت و ایمنی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری گرانروی کینماتیک فراورده‌های نفتی مایع، تیره و شفاف با اندازه‌گیری زمان جریان یافتن حجمی از مایع، بر اثر نیروی جاذبه در یک گرانروی سنج موئین شیشه‌ای<sup>۱</sup> و اسنجی شده می‌باشد. گرانروی دینامیک،  $\eta$ ، از حاصل ضرب گرانروی کینماتیک،  $\nu$ ، در چگالی مایع،  $\rho$ ، به دست می‌آید.

یادآوری ۱- برای اندازه‌گیری گرانروی کینماتیک و گرانروی قیرها به استانداردهای ASTM D2170 و ASTM D2171 مراجعه شود.

یادآوری ۲- استاندارد ISO 3104، متناظر با این استاندارد می‌باشد.

۱-۲ نتایج به دست آمده از این روش آزمون به رفتار نمونه بستگی دارد و برای مایعاتی که تنش برشی<sup>۲</sup> آن‌ها با سرعت برشی<sup>۳</sup> متناسب باشد در نظر گرفته شده است (این رفتار جاری شدن به طور معمول رفتار نیوتنی نامیده می‌شود). در صورتی که گرانروی با توجه به سرعت برش تغییر کند، نتایج مختلفی ممکن است با استفاده از گرانروی سنج‌ها با لوله‌های موئین در قطرهای متفاوت به دست آید. روش آزمون و مقادیر دقت برای نفت کوره باقی‌مانده<sup>۴</sup> (که در برخی شرایط دارای رفتار غیرنیوتنی می‌باشد) کاربرد دارد.

۱-۳ گستره گرانروی‌های کینماتیک که در این استاندارد اندازه‌گیری می‌شوند از  $0.2 \text{ mm}^2/\text{s}$  تا  $300,000 \text{ mm}^2/\text{s}$  (به جدول الف-۱ مراجعه شود) در تمامی دماها (به زیربندهای ۳-۶ و ۴-۶ مراجعه شود) است.

هشدار - جیوه به عنوان یک ماده آلوده‌کننده شناسایی شده است که ممکن است منجر به آسیب سیستم عصبی، کلیه‌ها و کبد شود. جیوه یا بخار آن سلامتی را به خطر انداخته و خورنده مواد نیز می‌باشند. هنگام جابجایی جیوه

1 - Glass capillary viscometer

2 - Shear stress

3 - Shear rate

4 - Residual fuel oil



و فرآورده‌های حاوی جیوه اقدامات احتیاطی را در نظر بگیرید. برای کار کردن با چنین فرآورده‌هایی به برگه داده‌های ایمنی مواد (MSDS)<sup>۱</sup> مراجعه کرده و برای جزئیات بیشتر به سایت EPA مراجعه کنید.

## ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مرجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

### 2-1 ASTM D396, Specification for Fuel Oils

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۱۴۲: سال ۱۳۹۲، نفت کوره - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D396: 2013 تدوین شده است.

### 2-2 ASTM D446, Specifications and Operating Instructions for Glass Capillary Kinematic Viscometers

### 2-3 ASTM D1193, Specification for Reagent Water

### 2-4 ASTM D1217, Test Method for Density and Relative Density (Specific Gravity) of Liquids by Bingham Pycnometer

### 2-5 ASTM D1480, Test Method for Density and Relative Density (Specific Gravity) of Viscous Materials by Bingham Pycnometer

### 2-6 ASTM D1481, Test Method for Density and Relative Density (Specific Gravity) of Viscous Materials by Lipkin Bicapillary Pycnometer

### 2-7 ASTM D2162, Practice for Basic Calibration of Master Viscometers and Viscosity Oil Standards

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۸۰۵۹: سال ۱۳۹۳، کالیبراسیون پایه‌ای ویسکومترهای مرجع و روغن‌های با ویسکوزیته استاندارد - آیین کار، با استفاده از استاندارد ASTM D2162: 2014 تدوین شده است.

### 2-8 ASTM D2170, Test Method for Kinematic Viscosity of Asphalts (Bitumens)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۵۵: سال ۱۳۸۹، قیر و مواد قیری - تعیین گرانشی سینماتیک قیرها - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D2170: 2007 تدوین شده است.

### 2-9 ASTM D2171, Test Method for Viscosity of Asphalts by Vacuum Capillary Viscometer

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۵۱: سال ۱۳۸۹، قیر و مواد قیری - تعیین گرانیوی قیرها بوسیله ویسکومتر لوله موئین خلا - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ASTM D2171: 2007 تدوین شده است.

**2-10** ASTM D6071, Test Method for Low Level Sodium in High Purity Water by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy

**2-11** ASTM D6074, Guide for Characterizing Hydrocarbon Lubricant Base Oils

**2-12** ASTM D6299, Practice for Applying Statistical Quality Assurance and Control Charting Techniques to Evaluate Analytical Measurement System Performance

**2-13** ASTM D6300, Practice for Determination of Precision and Bias Data for Use in Test Methods for Petroleum Products and Lubricants

**2-14** ASTM D6617, Practice for Laboratory Bias Detection Using Single Test Result from Standard Material

**2-15** ASTM D6708, Practice for Statistical Assessment and Improvement of Expected Agreement Between Two Test Methods that Purport to Measure the Same Property of a Material

**2-16** ASTM E1, Specification for ASTM Liquid-in-Glass Thermometers

**2-17** ASTM E77, Test Method for Inspection and Verification of Thermometers

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۶۷۹۴: سال ۱۳۸۲، دماسنج‌های مایع در شیشه - روش‌های بازرسی و بررسی، با استفاده از چندین منبع تدوین شده است.

**2-18** ASTM E563, Guide for Accuracy Verification of Industrial Platinum Resistance Thermometers

**2-19** ASTM E664, Test Methods for Testing Industrial Resistance Thermometers

**2-20** ASTM E1173/1173M, Specification for Industrial Platinum Resistance Thermometers

**2-21** ASTM E1750, Guide for Use of Water Triple Point Cells

**2-22** ASTM E2593, Specifications and Operating Instructions for Glass Capillary Kinematic Viscometers

**2-23** ASTM E2877, Guide for Digital Contact Thermometers

**2-24** ISO 3104, Petroleum Products—Transparent and Opaque Liquids—Determination of Kinematic Viscosity and Calculation of Dynamic Viscosity

**2-25** ISO 3105, Glass Capillary Kinematic Viscometers—Specification and Operating Instructions

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۵۴۳: سال ۱۳۸۹، گرانیوی‌سنج‌های کینماتیک موئین شیشه‌ای - ویژگی‌ها و دستورالعمل‌ها، با استفاده از استاندارد ISO 3105: 1984 تدوین شده است.

**2-26** ISO 3696, Water for Analytical Laboratory Use—Specification and Test Methods

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸: سال ۱۳۸۱، آب مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 3696: 1987 تدوین شده است.

**2-27** ISO 5725, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۴۲ (همه قسمت‌ها)، درستی (صحت و دقت) روش‌ها و نتایج اندازه‌گیری، با استفاده از استاندارد ISO 5725 تدوین شده است.

**2-28 ISO 9000, Quality Management and Quality Assurance Standards—Guidelines for Selection and Use**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۹۰۰۰: سال ۱۳۹۶، سیستم‌های مدیریت کیفیت - مبانی و واژگان، با استفاده از استاندارد ISO 9000: 2015 تدوین شده است.

**2-29 ISO 17025, General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵: سال ۱۳۸۶، الزامات عمومی برای احراز صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و کالیبراسیون، با استفاده از استاندارد ISO 17025: 2005 تدوین شده است.

**2-30 NIST Technical Note 1297 Guideline for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results**

**2-31 NIST GMP 11 Good Measurement Practice for Assignment and Adjustment of Calibration Intervals for Laboratory Standards**

**2-32 NIST Special Publication 811 Guide for the Use of the International System of Units (SI)**

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۶: سال ۱۳۷۲، دستگاه رسمی یکاهای اندازه‌گیری کشور ایران، با استفاده از چندین منبع؛ و استانداردهای ملی ایران سری ۹۸۱۹ با استفاده از استانداردهای سری ISO 80000 تدوین شده است.

**2-33 NIST Special Publication 1088 Maintenance and Validation of Liquid-in-Glass Thermometers**

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۳ به واژه‌نامه اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مراجعه شود.

#### ۲-۳ تعاریف

۱-۲-۳

#### دماسنج تماسی دیجیتالی

##### digital contact thermometer (DCT)

یک وسیله الکترونیکی شامل نمایشگر دیجیتال به همراه پروب حسگر اندازه‌گیری‌کننده دما می‌باشد.

**یادآوری ۱** - این وسیله شامل یک حسگر دمایی می‌باشد که به دستگاه اندازه‌گیری متصل شده است. این وسیله، دما را متناسب با مقدار علامت حسگر اندازه‌گیری می‌کند. دما متناسب با کمیت اندازه‌گیری شده تخمین زده می‌شود و یک خروجی دیجیتال حاصل می‌شود. این خروجی دیجیتال به یک نمایشگر دیجیتال و/یا ثبات که ممکن است خارج یا داخل وسیله باشد، ارسال می‌شود. این وسایل اغلب به عنوان دماسنج‌های دیجیتال نامیده می‌شوند.

یادآوری ۲- دماسنج‌های الکترونیکی قابل حمل (PET)<sup>۱</sup> زیرمجموعه دماسنج‌های تماسی دیجیتالی تعریف شده در این استاندارد می‌باشند.

۳-۳ در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳-۳

### گرانروی‌سنج‌های خودکار

#### automated viscometer

دستگاهی است که بدون تغییر در اصول آزمون به روش دستی، قسمتی یا تمام مراحل روش آزمون را به شیوه خودکار انجام می‌دهد. اجزای اصلی دستگاه از نظر ابعاد، طراحی و ویژگی‌های عملکردی باید مشابه با روش دستی باشند.

یادآوری- گرانروی‌سنج‌های خودکار دارای این قابلیت می‌باشند که برخی از عملیات روش آزمون را با کاهش یا حذف مداخله دستی انجام دهند. در وسایلی که تعیین گرانروی کینماتیک با اصول فیزیکی انجام می‌شود، این وسایل متفاوت از وسایل مورد استفاده در این استاندارد می‌باشد و گرانروی‌سنج‌های خودکار مطابق با این استاندارد در نظر گرفته نمی‌شوند.

۲-۳-۳

#### چگالی

#### density

جرم واحد حجم مایع (سیال) در دمای مشخص است.

۳-۳-۳

#### گرانروی دینامیک ( $\eta$ )

#### dynamic viscosity

نسبت بین تنش برشی اعمال شده و سرعت برشی یک سیال می‌باشد.

یادآوری- گرانروی دینامیک اغلب ضریب گرانروی دینامیک یا گرانروی مطلق نامیده می‌شود. گرانروی دینامیک معیاری از مقاومت مایع در برابر جاری شدن یا تغییر شکل مایع تحت نیروی‌های برشی خارجی می‌باشد. گرانروی دینامیک دارای ابعاد جرم تقسیم بر طول و زمان است و واحد آن در SI، پاسکال در ثانیه می‌باشد.

۴-۳-۳

#### گرانروی کینماتیک ( $\nu$ )

#### kinematic viscosity

نسبت گرانروی دینامیک ( $\eta$ ) یک مایع به چگالی ( $\rho$ ) آن در دما و فشار یکسان می‌باشد.

---

1- Portable electronic thermometers

**یادآوری ۱-** گرانروی کینماتیک نسبت بین انتقال اندازه حرکت<sup>۱</sup> و ذخیره‌سازی اندازه حرکت می‌باشد. این نسبت در واحد SI، برحسب متر مربع بر ثانیه می‌باشد. در بین ویژگی‌های انتقال برای گرما، جرم و انتقال اندازه حرکت، گرانروی کینماتیک، ضریب نفوذ اندازه حرکت می‌باشد.

**یادآوری ۲-** در گذشته، گرانروی کینماتیک برای گرانروی‌سنج‌های تحت پوشش این استاندارد به صورت مقاومت در برابر جاری شدن یک مایع در اثر نیروی گرانش تعریف شده است. به طور کلی گرانروی کینماتیک نسبت بین انتقال اندازه حرکت و ذخیره‌سازی اندازه حرکت می‌باشد.

**یادآوری ۳-** هنگام جاری شدن یک مایع در اثر نیروی گرانش و در فشار هیدرواستاتیک معین، در صورتی که چگالی هوا در مقایسه با چگالی مایع ناچیز در نظر گرفته شود، فشار رانش مایع با چگالی ( $\rho$ ) آن متناسب است. برای هر نوع گرانروی‌سنج خاص مشخص در این استاندارد، زمان جاری شدن حجم مشخصی از مایع به صورت مستقیم متناسب با گرانروی کینماتیک ( $\nu$ ) آن است. که در آن  $\nu = \eta / \rho$  و  $\eta$  برابر با گرانروی دینامیک می‌باشد.

## ۴ اصول آزمون

۴-۱ اندازه‌گیری زمان برای جاری شدن حجم مشخصی از سیال بر اثر نیروی گرانش در قسمت موئین گرانروی‌سنج واسنجی شده<sup>۲</sup>، تحت فشاری که در بالای ستون نمونه وجود دارد، در دمای کنترل شده و مشخص انجام می‌شود. گرانروی کینماتیک (مقدار تعیین شده) از حاصلضرب زمان جاری شدن اندازه‌گیری شده و ثابت واسنجی گرانروی‌سنج به دست می‌آید. جهت محاسبه گرانروی کینماتیک، دو تعیین مورد نیاز می‌باشد، گرانروی کینماتیک گزارش شده میانگین دو مقدار قابل قبول است.

## ۵ اهمیت و کاربرد

۵-۱ بسیاری از فراورده‌های نفتی و برخی مواد غیرنفتی به عنوان روان‌کننده‌ها استفاده می‌شوند و عملکرد صحیح تجهیزات بستگی به گرانروی مناسب سیال مورد استفاده دارد. همچنین گرانروی بسیاری از سوخت‌های نفتی برای تخمین ذخیره‌سازی بهینه، جابه‌جایی و شرایط عملکردی بسیار مهم می‌باشد. بنابراین تعیین صحیح گرانروی از ویژگی‌های اساسی بسیاری از فراورده‌ها می‌باشد.

## ۶ وسایل

۶-۱ **گرانروی‌سنج‌ها**، تنها از گرانروی‌سنج‌های واسنجی شده از نوع شیشه‌ای موئین با قابلیت اندازه‌گیری گرانروی کینماتیک در محدوده دقت ارائه شده در این استاندارد استفاده کنید.

1- momentum  
2- Calibrated

۱-۱-۶ گرانروی سنج‌های ذکر شده در جدول الف-۱ دارای ویژگی‌هایی می‌باشند که الزامات استانداردهای ASTM D446 و ISO 3105 را برآورده می‌سازند. استفاده از گرانروی سنج‌ها در این استاندارد منحصر به گرانروی سنج‌های ارائه شده در جدول الف-۱ نمی‌باشد. برای راهنمایی‌های بیشتر به پیوست الف مراجعه شود.

۲-۱-۶ **گرانروی سنج‌های خودکار**، گرانروی سنج‌های خودکار تا زمانی که شرایط فیزیکی، عملیاتی یا فرایندهای دستگاه‌های دستی را دارا باشند، می‌توانند استفاده شوند. گرانروی سنج‌ها، وسیله اندازه‌گیری دما، کنترل دمایی، حمام کنترل شده دمایی و وسیله زمان‌سنجی به کار رفته در وسایل خودکار باید مطابق با ویژگی‌های بیان شده در بند ۶ باشند. زمان‌های جاری شدن کمتر از ۲۰۰ s مجاز است. با این حال، تصحیح انرژی جنبشی بر روی محاسبات گرانروی کینماتیک باید مطابق با استاندارد ASTM D446 انجام شود. تصحیح انرژی جنبشی نباید بیش از ۳٪ گرانروی اندازه‌گیری شده باشد. وسایل خودکار باید قابلیت تعیین گرانروی کینماتیک از استاندارد مرجع گرانروی گواهی شده در محدوده ذکر شده در زیربندهای ۱-۲-۶ و ۱۷ را دارا باشند. دقت برای گرانروی سنج‌های خودکار با انجام آزمون بر روی نمونه‌های مذکور در زیربند ۱۷-۳-۱ تعیین شده است و دقت آن کمتر از وسایل دستی نمی‌باشد (دارای دقت یکسان یا تغییرپذیری کمی می‌باشد).

**یادآوری** - دقت و اریبی اندازه‌گیری‌های گرانروی کینماتیک برای زمان‌های جاری شدن کمتر از ۱۰ s برای وسایل خودکار با انجام آزمون بر روی نمونه‌های مذکور در زیربند ۱۷-۳-۱ تعیین شده است.

۲-۶ **نگهدارنده‌های گرانروی سنج<sup>۱</sup>**، نگهدارنده‌های گرانروی سنج برای کلیه گرانروی سنج‌هایی که نشان هلالی فوقانی آن‌ها درست در بالای نشان هلالی تحتانی قرار گرفته است، باید بگونه‌ای گرانروی سنج را در جای خود ثابت نگه دارد که هلال بالا و پایین کاملاً عمود با حداکثر انحراف یک درجه از حالت قائمه در تمامی جهت‌ها باشد. برای آن دسته از گرانروی سنج‌هایی که نشان هلالی فوقانی آن‌ها درست در بالای نشان هلالی تحتانی قرار نگرفته است، باید بگونه‌ای گرانروی سنج را در جای خود ثابت نگه دارد که هلال بالا و پایین کاملاً عمود با حداکثر انحراف یک درجه از حالت قائمه در تمامی جهت‌ها باشد (به استاندارد ASTM D446 و ISO 3105 مراجعه شود).

۱-۲-۶ گرانروی سنج‌ها را در یک حمام با دمای ثابت به نحوی نصب کنید که واسنجی باقی بماند. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ASTM D446 و پیوست‌های الف، ب و پ مراجعه شود. برای آن دسته از گرانروی سنج‌هایی که دارای لوله L می‌باشند (به استاندارد ASTM D446 مراجعه شود)، به صورت عمودی نگه داشته و محور عمودی باید با استفاده از (۱) نگهدارنده‌ای استفاده شود تا لوله L را به صورت عمودی نگه دارد یا؛ (۲) سطح حباب نصب شده بر روی میله طراحی شده متناسب با لوله L باشد، یا؛ (۳) به کمک یک

خط شاقول<sup>۱</sup> از مرکز لوله L آویزان شود یا؛ (۴) از دیگر وسایل داخلی نگه‌دارنده‌ای که در حمام دمای ثابت وجود دارد، استفاده شود.

۳-۶ حمام با دمای کنترل شده، از یک حمام مایع شفاف با عمق کافی استفاده کنید که در طی اندازه‌گیری زمان جاری شدن، هرگز هیچ بخشی از نمونه در گرانونویسنج، در فاصله کمتر از ۲۰ mm از سطح مایع حمام یا کف حمام قرار نگیرد.

۱-۳-۶ کنترل دمایی، برای هر سری از اندازه‌گیری‌های زمان جاری شدن، کنترل دمای مایع حمام در گستره  $15^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$  باید به نحوی باشد که اختلاف دمای محیط حمام نباید بیش از  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  دمای انتخاب شده در سرتاسر طول گرانونویسنج یا بین موقعیت هر یک از گرانونویسنج‌ها یا در موقعیت دماسنج نباشد. برای دماهای اندازه‌گیری خارج از این گستره دمایی، انحراف از دمای موردنظر نباید بیش از  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  باشد.

#### ۴-۶ وسیله اندازه‌گیری دما

۱-۴-۶ دماسنج‌های مایع در شیشه، از دماسنج‌های واسنجی شده (به پیوست ب مراجعه شود) استفاده کنید. وسایلی با گستره دمایی  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$ ، دارای درستی پس از تصحیح  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  یا بهتر می‌باشند. هنگامی که گستره دمایی خارج از گستره  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$  باشد، این وسایل دارای درستی پس از تصحیح  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  یا بهتر می‌باشند.

۱-۱-۴-۶ در صورت استفاده از دماسنج‌های مایع در شیشه واسنجی شده، توصیه می‌شود از دو دماسنج استفاده شود. هنگامی که گستره دمایی از  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$  باشد، دو دماسنج با تصحیحات اعمال شده نباید اختلافی بیش از  $0.4^{\circ}\text{C}$  داشته باشند. در مواردی که گستره دمایی خارج از  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$  باشد، دو دماسنج با تصحیحات اعمال شده نباید اختلافی بیش از  $0.1^{\circ}\text{C}$  داشته باشند.

۲-۴-۶ دماسنج‌های تماسی دیجیتالی مطابق با الزامات زیر:

معیارها	حداقل الزامات
	$0^{\circ}\text{C}$ تا $-80^{\circ}\text{C}$
گستره دمایی <sup>A</sup>	$0^{\circ}\text{C}$ تا $100^{\circ}\text{C}$
	بالاتر از $100^{\circ}\text{C}$
تفکیک‌پذیری نمایش‌گر، حداقل	$0.1^{\circ}\text{C}$
درستی <sup>B</sup> ، حداقل	برای $0^{\circ}\text{C}$ تا $100^{\circ}\text{C}$ ، $\pm 20\text{ mK}$ ( $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ )

## استاندارد ملی ایران شماره ۳۴۰ (تجدیدنظر دوم): سال ۱۳۹۷

برای  $^{\circ}\text{C}$  -۸۰ تا  $^{\circ}\text{C}$  ۰ و بالاتر از  $^{\circ}\text{C}$  ۱۰۰،  $\pm 50 \text{ mK}$  ( $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ )

نوع حسگر RTD، مانند PRT یا ترمیستور

عمق فروبری<sup>C</sup> حداقل ۴۰ mm مطابق با استاندارد ASTM D7962

رانش اندازه‌گیری<sup>D</sup> کمتر از ۱۰ mK ( $0.1^{\circ}\text{C}$ ) در هر سال

زمان پاسخ کمتر یا معادل با ۸ s

هنگام استفاده از گستره دمایی کمتر از  $^{\circ}\text{C}$  ۳۰، حداقل دو داده دمایی موردنیاز می‌باشد.

هنگام استفاده از گستره دمایی  $^{\circ}\text{C}$  ۳۰ یا بالاتر و کمتر از  $^{\circ}\text{C}$  ۹۰، حداقل سه داده دمایی موردنیاز است.

هنگام استفاده از گستره دمایی  $^{\circ}\text{C}$  ۹۰ یا بالاتر، حداقل چهار نقطه داده موردنیاز می‌باشد.

در همه موارد، گزارش واسنجی باید شامل داده‌های واسنجی باشد.

DCT باید دارای یک گزارش واسنجی دمایی قابل ردیابی از موسسه ملی اندازه‌شناسی باشد. یک

گزارش واسنجی دمایی آزمایشگاه تایید صلاحیت شده مطابق با الزامات استاندارد ISO 17025، با داشتن واسنجی دمایی در دامنه تایید صلاحیت آن، این الزام را برآورده می‌سازد.

A حداقل و حداکثر دمای وسایل مجاز است از مقادیر نشان داده شده تفاوت داشته باشد، مشروط بر آنکه الزامات واسنجی را برآورده نماید.

B درستی، درستی ترکیبی کل واحد DCT شامل نمایشگر، قطعات الکترونیکی و پروب حسگر با فاکتورهای تصحیح می‌باشد.

C حداقل عمق فروبری پروب مطابق با استاندارد ASTM D7962 یا یک روش معادل تعیین می‌شود و معادل یا کمتر از مقادیر در ارائه شده می‌باشد. حداقل فروبری به حصول اندازه‌گیری دقیق دما نیاز دارد، بنابراین فروبری واقعی احتمالاً از حداقل فروبری بیشتر می‌باشد.

D رانش، اختلاف بین دمای DCT تصحیح شده و یک مرجع می‌باشد.

E زمان پاسخ، زمان برای DCT جهت پاسخگویی به یک تغییر مرحله‌ای در دما است. این پارامتر، توسط ارائه‌دهنده DCT بر اساس استاندارد ASTM E644 یا یک روش معادل آن تعیین می‌شود.

**یادآوری ۱-** برای اطلاعات بیشتر در مورد پارامترهای DCT به استاندارد ASTM E2877 مراجعه شود.

**یادآوری ۲-** با توجه به عمق فروبری پروب DCT، روشی مطابق با استاندارد ASTM E644 برای تعیین کمینه عمق ارائه شده است. همچنین برای آماده‌سازی حمام یخ، راهنمایی در استاندارد ASTM E563 ارائه شده است. با این حال، تغییرات از مراحل مشخص مجاز می‌باشد، مشروط بر آنکه آماده‌سازی، مطابق با تغییرات قابل ردیابی استفاده شده در واسنجی سازگار باشد.

**۱-۲-۴-۶** واسنجی را حداقل به صورت سالیانه بررسی کنید. هنگامی که مقدار کنترل بیش از  $^{\circ}\text{C}$  ۰.۱ از آخرین واسنجی پروب متفاوت باشد، پروب را مجدد واسنجی کنید. تصدیق را با استفاده از سلول نقطه سه‌گانه آب، یک حمام یخ یا وسایل با دمای ثابت مناسب دیگر که مقادیر دمای مشخصی از دقت مناسب را دارا باشند، انجام دهید. برای اطلاعات بیشتر در مورد بررسی واسنجی به استانداردهای ASTM E563، ASTM E1750 و ASTM E2593 مراجعه شود.



۶-۴-۲-۲ در مواردی که حمام دمای ثابت در وسایل برای تعیین گرانیروی خودکار استفاده می‌شود، کاربر باید از تولیدکننده دستگاه برای تصحیح DCT که دارای عملکردی معادل با موارد مذکور است، اطمینان حاصل کند.

۶-۴-۳ خارج از گستره  $0^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$ ، از دماسنج‌های مایع در شیشه واسنجی شده با درستی پس از تصحیح  $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$  یا بهتر یا هر وسیله دماسنج دیگر با درستی معادل یا بهتر استفاده کنید. هنگامی که دو وسیله اندازه‌گیری دما در یک حمام استفاده می‌شوند، نتایج این دو وسیله نباید بیش از  $0.1^{\circ}\text{C}$  با یکدیگر اختلاف داشته باشند.

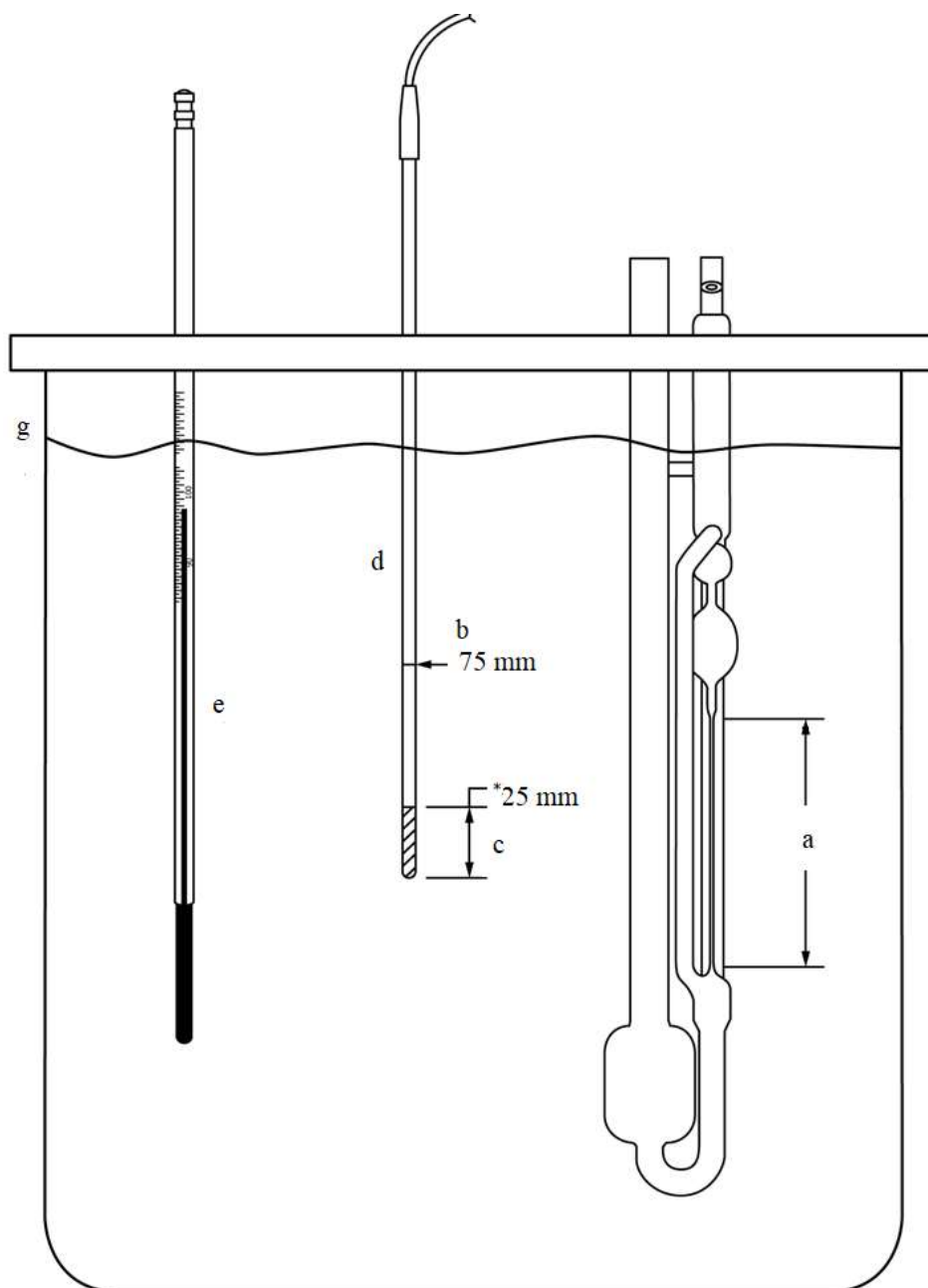
#### ۶-۴-۴ قراردعی وسایل اندازه‌گیری دما

۶-۴-۴-۱ دماسنج‌های مایع در شیشه، باید به صورت عمودی و به نحوی که بالای ستون مایع درست زیر سطح مایع حمام باشد، قرار گیرد. به شکل ۱ مراجعه شود.

۶-۴-۴-۲ پروب DCT، باید بیشتر از کمینه عمق فروبری آن در یک حمام با دمای ثابت به نحوی فرو برده شود که مرکز ناحیه حسگر پروب همتراز با نیمه پایینی لوله موئین کاری گرانیروی سنج باشد، مشروط بر آنکه حداقل عمق فروبری آن مطابق بوده و کمتر از مقادیر گواهی شده واسنجی بیان شده نباشد (به شکل ۱ مراجعه شود). انتهای غلاف پروب نباید از انتهای مخزن پایین گرانیروی سنج، در سطح کمتری قرار گیرد. به طور ترجیحی عمق پروب طوری تنظیم شود که مرکز ناحیه حسگر، همتراز با نیمه پایینی ستون موئین کاری گرانیروی سنج بوده و کمینه الزامات فروبری برآورده شود.

۶-۴-۵ هنگام استفاده از دماسنج‌های مایع در شیشه مطابق با جدول ب-۱ از وسایل درشت‌نمایی برای خواندن دماسنج با درستی یک پنجم قسمت (برای مثال  $0.1^{\circ}\text{C}$ ) استفاده کنید تا اطمینان حاصل شود که دمای موردنیاز آزمون و وسایل کنترل دمایی مطابق با یکدیگر باشند (به زیربند ۱۰-۱ مراجعه شود). توصیه می‌شود خواندن دما (هرگونه تصحیحات بر روی گواهی‌نامه‌های واسنجی برای دماسنج‌ها به کار گرفته شود) به صورت دوره‌ای ثبت شود تا نشان دهد الزامات این روش آزمون برآورده شده است. این اطلاعات به ویژه در هنگام بررسی موضوعات یا در موارد مرتبط با درستی و دقت آزمون بسیار مفید می‌باشند.

۶-۵ زمان سنج، هنگامی که آزمون در حداقل و حداکثر فواصل زمان‌های جاری شدن موردانتظار انجام می‌شود، از یک زمان سنج با کوک فنری یا دیجیتالی که قابلیت خوانش با تشخیص  $0.1\text{ s}$  یا بهتر و با درستی حدود  $\pm 0.07\%$  (به پیوست پ مراجعه شود) را داشته باشند، استفاده کنید.



راهنما:

- a ستون موئین کاری
- b حداقل فروبری (حداقل ۳ برابر طول حسگر دماسنج = ۷۵ mm)
- c طول حسگر دماسنج (حداقل ۲۵ mm)
- d دماسنج تماسی دیجیتال
- e دماسنج مایع در شیشه از نوع فروبری ستون مایع
- g سطح مایع حمام

یادآوری- طول حسگر دماسنج می تواند متفاوت باشد. لازم است اطلاعات یا مشخصات سازنده یا عرضه کننده آن برای طول واقعی حسگر در نظر گرفته شود.

شکل ۱- فروبری پروب دمایی در حمام با دمای ثابت

۶-۵-۱ از وسایل زمان‌سنجی که با جریان متناوب الکتریکی کار می‌کنند در صورتی می‌توان استفاده کرد که فرکانس جریان متناوب الکتریکی با درستی ۵٪ یا بهتر کنترل شده باشد. جریان‌های متناوب که به وسیله سامانه‌های برق شبکه تولید می‌شوند، معمولاً دارای کنترل غیرمستمر بوده، بنابراین زمانی که زمان-سنج الکتریکی کار می‌کند چنین کنترلی می‌تواند باعث خطاهای بزرگی در اندازه‌گیری زمان جاری شدن گرانونی کینماتیک شود.

۶-۶ حمام‌های التراسونیک، اختیاری، با فرکانس عملکردی بین ۲۵ kHz تا ۶۰ kHz و خروجی توان اسمی  $\leq 100\text{ W}$  با دارا بودن ابعاد مناسب جهت نگه‌داری ظروفی که در حمام قرار می‌گیرند. برای از هم پاشیدن موثر و حذف هوا یا حباب‌های گاز که می‌توانند در انواع نمونه‌های گرانونی قبل از آنالیز وارد شوند، می‌توان از حمام‌های التراسونیک استفاده کرد. استفاده از حمام‌های التراسونیک با فرکانس‌های عملکردی و خروجی توان خارج از گستره مذکور در این استاندارد می‌تواند مجاز می‌باشد. با این حال آزمایشگاه، مسئول بررسی و مقایسه نتایج آزمون با و بدون استفاده از حمام‌های التراسونیک می‌باشد<sup>۱</sup>.

## ۷ مواد و/یا واکنشگرها

۷-۱ محلول تمیزکننده کرومیک اسید یا بدون کروم، محلول تمیزکننده اسیدی با قابلیت اکسندگی قوی.

هشدار - کرومیک اسید برای سلامتی مضر می‌باشد، سمی است و به عنوان عامل سرطان‌زایی تشخیص داده شده است. این محلول بسیار خورنده است و در تماس با مواد آلی دارای پتانسیل آلودگی می‌باشد. در صورت استفاده، از وسایل حفاظتی کامل استفاده کنید. از تنفس بخار آن اجتناب کنید. کرومیک اسید استفاده شده را دور بریزید، زیرا باقیمانده آن آلوده‌کننده می‌باشد. محتویات بدون کروم محلول‌های تمیزکننده اسیدی، اکسندگی قوی و بسیار خورنده است و در تماس با مواد آلی دارای پتانسیل آلوده‌کنندگی می‌باشد، اما محتوی کروم نبوده و مشکلات بیان شده را دارا نمی‌باشد.

۷-۲ حلال نمونه، به طور کامل با نمونه امتزاج‌پذیر می‌باشد. قبل از استفاده، این حلال را صاف کنید.

۷-۲-۱ برای اغلب نمونه‌ها حلال نفتی فرار یا نفتا مناسب می‌باشد. برای سوخت‌های باقیمانده، انجام یک پیش‌شستشو با حلال‌های آروماتیک از قبیل تولوئن یا زایلن برای حذف مواد قیری موردنیاز است.

۷-۳ حلال خشک‌کن، یک حلال فرار که با حلال نمونه (به زیربند ۷-۲ مراجعه شود) و آب (به زیربند ۷-۴ مراجعه شود) قابل امتزاج می‌باشد. قبل از استفاده، حلال خشک‌کن را صاف کنید.

---

۱- استفاده از حمام‌های التراسونیک برای سیالاتی که حاوی پلیمر باشند، در صورت ایجاد شکست در زنجیره‌های پلیمری می‌تواند افت قابل ملاحظه‌ای در گرانونی آن سیال ایجاد کند.

۱-۳-۷ استن، مناسب می‌باشد.

هشدار- استن به شدت قابل اشتعال است.

۴-۷ آب، یونزدایی شده یا تقطیر شده مطابق با ویژگی‌های استاندارد ASTM D1193 یا درجه ۳ مطابق با استاندارد ISO 3696. قبل از استفاده، صاف کنید.

## ۸ استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده

۱-۸ استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده باید به وسیله آزمایشگاه‌هایی گواهی شوند که دارای گواهی‌نامه تایید صلاحیت 17025 از نهادهای ارزیابی مستقل باشند. استانداردهای گرانروی باید با شیوه‌های مذکور در استاندارد ASTM D2162 قابل ردیابی باشند.

۲-۸ عدم قطعیت استاندارد مرجع گرانروی گواهی شده باید برای هر مقدار گواهی شده با سطح اطمینان % ۹۵ (K=۲) بیان شود. به استاندارد ISO 5725 یا NIST 1297 مراجعه شود.

## ۹ واسنجی و تصدیق

۱-۹ گرانروی‌سنج‌ها، فقط از گرانروی‌سنج‌های واسنجی شده، دماسنج‌ها و زمان‌سنج‌های مذکور در بند ۶ استفاده کنید.

۲-۹ استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده (جدول الف-۲)، این استانداردها برای انجام بررسی‌های تاییدی روش‌های به کار رفته در آزمایشگاه استفاده می‌شوند.

۱-۲-۹ در صورتی که گرانروی کینماتیک تعیین شده در حدود رواداری قابل قبول (محاسبه شده با پیوست ت) مقادیر گواهی شده نباشد، هر مرحله در روش آزمون شامل دماسنج و واسنجی گرانروی‌سنج را مجدد بررسی کرده تا منشا خطا مشخص شود. در پیوست الف جزئیات استانداردها ارائه شده است.

یادآوری- در نسخه قدیمی این استاندارد حدود  $\pm 0,35\%$  مقدار گواهی شده استفاده شده است. این داده‌ها برای نگه‌داری حدود  $\pm 0,35\%$  نمی‌توانند بررسی شوند. در پیوست ت دستورالعمل‌های چگونگی تعیین رواداری بیان شده است. رواداری عدم قطعیت استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده با عدم قطعیت آزمایشگاه با استفاده از استانداردهای مرجع گواهی شده ترکیب شده است.

۱-۱-۲-۹ به عنوان یک روش جایگزین برای انجام محاسبات در پیوست ت، استفاده از رواداری تقریبی ارائه شده در جدول ۱ مجاز می‌باشد.

۲-۲-۹ متداول‌ترین منابع خطا، آلودگی دیواره داخلی ستون مویین کاری به‌واسطه تجمع ذرات گرد و غبار و خطاهای مربوط به دما می‌باشد.

۳-۹ ثابت واسنجی، C، به شتاب گرانش در نقطه واسنجی وابسته می‌باشد و بنابراین باید به وسیله آزمایشگاه استانداردسازی همراه با ثابت دستگاه در نظر گرفته شود. در مکانی که شتاب گرانش، g، بیش از ۰٫۱٪ اختلاف داشته باشد، ثابت واسنجی را با استفاده از معادله ۱ تصحیح کنید.

$$C_2 = (g_2 / g_1) \times C_1 \quad (1)$$

که در آن:

اعداد ۱ و ۲ به ترتیب نشان دهنده آزمایشگاه استانداردسازی و آزمایشگاه آزمون می‌باشند.

### جدول ۱- حدود رواداری تقریبی

حدود رواداری	گرانروی مواد مرجع mm <sup>2</sup> /s
±۰٫۳۰٪	کمتر از ۱۰
±۰٫۳۲٪	۱۰ تا ۱۰۰
±۰٫۳۶٪	۱۰۰ تا ۱۰۰۰
±۰٫۴۲٪	۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰
±۰٫۵۴٪	۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰
±۰٫۷۳٪	بیشتر از ۱۰۰۰۰۰

یادآوری- حدود رواداری با استفاده از استاندارد ASTM D6617 محاسبه شده است.

### ۱۰ روش آزمون عمومی برای گرانروی کینماتیک

۱-۱۰ حمام گرانروی سنج را در دمای آزمون موردنیاز در محدوده ارائه شده زیربند ۳-۶ و با در نظر گرفتن محاسبات شرایط ارائه شده در پیوست ب و تصحیحات به کار رفته بر روی گواهی‌نامه‌های واسنجی برای دماسنج‌ها تنظیم و حفظ کنید.

۱-۱-۱۰ دماسنج‌ها را در موقعیت عمودی تحت شرایط یکسان فروبری مطابق با زمان واسنجی نگه دارید.

۲-۱-۱۰ جهت حصول اندازه‌گیری دمای قابل اطمینان توصیه می‌شود از دو دماسنج با گواهی‌نامه‌های واسنجی قابل تایید استفاده کنید (به زیربند ۳-۶ مراجعه شود).

۳-۱-۱۰ توصیه می‌شود دماسنج‌ها با یک مجموعه عدسی که پنج برابر درجات آن را بزرگ‌تر کند و خطاهای موازی را حذف نماید، دیده شوند.

۲-۱۰-۲ گرانروی سنج تمیز، خشک، واسنجی شده که دارای گستره پوشش‌دهنده گرانروی کینماتیک تخمینی باشد را انتخاب کنید (لوله موپین گشاد برای سیالات با گرانروی بالا و لوله موپین باریک‌تر برای مایعاتی که دارای سیالیت بیشتری هستند). زمان جاری شدن برای گرانروی‌سنج‌های دستی نباید کمتر از ۲۰۰ s یا طولانی‌تر از زمان ذکر شده در استاندارد ASTM D446 باشد. زمان‌های جاری شدن کمتر از ۲۰۰ s برای گرانروی‌سنج‌های خودکار مجاز می‌باشند، مشروط بر آنکه الزامات زیر بند ۶-۲-۱ را برآورده سازند.

۱-۲-۱۰ جزئیات ویژگی‌های عملکردی برای انواع مختلف گرانروی‌سنج‌های مذکور در جدول الف-۱ متغیر می‌باشد. دستورالعمل‌های عملکردی برای انواع مختلف گرانروی‌سنج‌ها در ویژگی‌های استاندارد ASTM D446 ارائه شده است.

۲-۲-۱۰ هنگامی که دمای آزمون پایین‌تر از نقطه شبنم باشد، گرانروی‌سنج‌ها را به شیوه معمول مطابق با زیر بند ۱۱-۱ پر کنید. برای اطمینان از اینکه رطوبت هوا بر روی دیواره‌های لوله موپین تبدیل به مایع یا منجمد نشود، نمونه را به شاخه دارای لوله موپین<sup>۱</sup> و حباب زمان<sup>۲</sup> بکشید، سپس درپوش لاستیکی را برای حفظ نمونه در این شاخه در انتهای لوله قرار دهید و گرانروی‌سنج را وارد حمام آزمون کنید. سپس تا زمان هم‌دم شدن کامل گرانروی‌سنج با حمام آزمون صبر کنید و سپس درپوش لاستیکی را بردارید. اگر از روش دستی برای اندازه‌گیری گرانروی استفاده می‌شود، از گرانروی‌سنج‌هایی که امکان خارج کردن از حمام دمایی آزمون برای برداشتن نمونه را نداشته باشند، استفاده نکنید.

۱-۲-۲-۱۰ استفاده از لوله‌های حاوی مواد خشک‌کننده که به صورت آزادانه به انتهای باز گرانروی‌سنج متصل شده‌اند، مجاز می‌باشد اما ضروری نیست. در صورت استفاده از لوله‌های حاوی مواد خشک‌کننده، این لوله‌ها باید با شکل گرانروی‌سنج متناسب باشند و جاری شدن نمونه به وسیله فشار ایجاد شده در دستگاه را محدود نکند.

۳-۲-۱۰ به جز زمان واسنجی، گرانروی‌سنج‌های مورد استفاده برای سیالات سیلیکونی، فلئورو کربن‌ها و دیگر سیالاتی که با استفاده از ماده تمیزکننده به سختی تمیز می‌شوند، باید برای فقط آن نوع نمونه به طور اختصاصی کنار گذاشته شوند. در صورتی که این گرانروی‌سنج‌ها واسنجی شده باشند، می‌توانند برای مصارف دیگر نیز استفاده شوند. کنترل میانی مربوط به واسنجی چنین گرانروی‌سنج‌هایی باید در فواصل زمانی کوتاهی باشد. حلال شستشوی استفاده شده برای این گرانروی‌سنج‌ها نباید برای تمیز کردن گرانروی‌سنج‌های دیگر استفاده شود.

1- Working capillary  
2- Timing bulb

## ۱۱ روش آزمون برای سیالات شفاف

۱-۱۱ اگرچه که برای انواع نمونه‌های سیال شفاف مانند روغن‌های گرانبه که مستعد به ورود هوا یا حباب‌های گاز موجود در نمونه می‌باشند، استفاده از یک حمام التراسونیک (زیربند ۶-۶) بدون گرمکن الزامی نمی‌باشد، اما استفاده از آن در همگن کردن نمونه موثر است و حباب‌ها را در مدت ۵ min قبل از انجام آزمون بر روی نمونه‌ها بدون مواد موثر بر روی نتایج حذف می‌کند. گرانبه‌سینج را مطابق با دستورالعمل سازنده پر کنید. این عمل را مطابق با زمانی که دستگاه برای واسنجی استفاده شده است، انجام دهید. در صورتی که نمونه دارای الیاف یا ذرات جامد باشد، با استفاده از الک ۷۵ μm نمونه را قبل یا در طی پرکردن صاف کنید (به استاندارد ASTM D446 مراجعه شود).

یادآوری- به منظور حذف احتمال عبور ذرات از صافی توصیه می‌شود زمان طی شدن بین صاف کردن و پر شدن حداقل باشد.

۱-۱-۱۱ به طور کلی گرانبه‌سینج‌های مورد استفاده برای سیالات شفاف از نوع استوالد<sup>۱</sup> (الف) و سطحی- تعلیقی<sup>۲</sup> (ب) مطابق با جدول الف-۱ می‌باشند.

۲-۱-۱۱ برای فرآورده‌های خاص که رفتار ژل مانند از خود نشان می‌دهند، اقدامات احتیاطی را در نظر بگیرید، زیرا اندازه‌گیری‌های زمان جاری شدن در دماهای بسیار بالا برای چنین موادی انجام می‌شود تا فرآورده به صورت آزادانه جریان یابد. بنابراین نتایج گرانبه‌سینج در کینماتیک مشابهی در گرانبه‌سینج‌های با قطرهای مویین مختلف به دست می‌آید.

۳-۱-۱۱ گرانبه‌سینج‌های پر شده را جهت رسیدن به دمای آزمون به مدت کافی در حمام نگه‌داری کنید. اغلب از یک حمام برای قرار دادن چند گرانبه‌سینج استفاده می‌شود. زمانی که مدت زمان جاری شدن گرانبه‌سینج در حال اندازه‌گیری است، گرانبه‌سینج دیگری را به حمام اضافه یا کم نکنید.

۴-۱-۱۱ به دلیل اینکه مدت زمان برای دستگاه‌های مختلف، دماهای مختلف و گرانبه‌سینج‌های کینماتیک مختلف متفاوت خواهد بود، از طریق امتحان یک زمان مناسب برای رسیدن به تعادل دمایی به دست آورید.

۱-۴-۱-۱۱ به غیر از گرانبه‌سینج‌های کینماتیک بالا، در سایر موارد، زمان ۳۰ min کافی می‌باشد.

۵-۱-۱۱ از آنجایی که طراحی گرانبه‌سینج موردنیاز است، حجم نمونه را پس از رسیدن نمونه به دمای تعادل نشانه‌گذاری کنید.

1- Ostwald  
2- Suspended-level

۱۱-۲ به وسیله مکش (در صورتی که نمونه حاوی مواد فرار نباشد) یا فشار، سطح آزمون را در لوله مویین دستگاه تا حدود ۷ mm بالاتر از اولین علامت زمانی (به غیر از هر مقدار دیگری که در دستورالعمل دستگاه برای گرانروی سنج بیان شده است) تنظیم کنید. برای نمونه‌هایی که به صورت آزادانه جریان می‌یابند، مدت زمان موردنیاز برای عبور نمونه در حباب از اولین علامت زمانی تا دومین علامت زمانی را بر حسب ثانیه با دقت ۰٫۱ s اندازه‌گیری کنید. در صورتی که زمان جاری شدن کمتر از حداقل تعیین شده باشد (به زیربند ۱۰-۲ مراجعه شود)، یک گرانروی‌سنج با قطر لوله مویین کوچک‌تر انتخاب کرده و آزمون را تکرار کنید.

۱۱-۲-۱ روش مذکور در زیربند ۱۱-۲ را تا انجام دومین اندازه‌گیری زمان جاری شدن تکرار کنید. دو اندازه‌گیری را ثبت کنید.

۱۱-۲-۲ از دو اندازه‌گیری زمان جاری شدن، مقدار دو گرانروی کینماتیک را محاسبه کنید.

۱۱-۲-۳ اگر مقدار دو گرانروی کینماتیک محاسبه شده از اندازه‌گیری زمان جاری شدن با مقادیر قابلیت تعیین بیان شده در زیربند ۱۷-۱-۱ برای فرآورده مطابقت داشته باشد، جهت محاسبه نتایج گرانروی کینماتیک از میانگین مقادیر تعیین شده استفاده کرده و آن را گزارش کنید. نتیجه را ثبت کنید و در غیر اینصورت، اندازه‌گیری‌های زمان جریان را پس از تمیز کردن کامل و خشک کردن گرانروی‌سنج‌ها و صاف کردن نمونه (در صورت نیاز به زیربند ۱۱-۱ مراجعه شود) تا زمانی که گرانروی کینماتیک محاسبه شده با مقادیر قابلیت تعیین بیان شده مطابقت داشته باشند، تکرار کنید.

۱۱-۲-۴ اگر مواد یا دما یا هر دو در زیربند ۱۷-۱-۱ بیان نشده باشد، از ۱٫۵٪ به عنوان تخمین قابلیت تعیین استفاده کنید.

## ۱۲ روش آزمون برای سیالات تیره و نفت کوره باقی‌مانده

۱۲-۱ برای روغن‌های سیلندر تصفیه شده با بخار آب و روغن‌های روان‌کننده تیره مطابق با زیربند ۱۲-۲ ادامه داده تا از حصول نمونه‌هایی که نماینده فرآورده موردنظر باشند، اطمینان حاصل شود. سابقه حرارتی قبلی گرانروی کینماتیک نفت کوره باقی‌مانده و فرآورده‌های مشابه موم‌دار بر روی گرانروی آن تاثیر می‌گذارد و انجام روش‌های مذکور در زیربندهای ۱۲-۱-۱ تا ۱۲-۱-۸ این تاثیر را کاهش خواهد داد.

۱۲-۱-۱ به طور کلی گرانروی‌سنج‌های مورد استفاده برای سیالات تیره از نوع شارش معکوس<sup>۱</sup> (پ) مطابق با جدول الف-۱ می‌باشند.

۱۲-۱-۲ نمونه در ظرف اصلی را در دمای بین ۶۰°C و ۶۵°C به مدت ۱ h حرارت دهید.

1- Reverse-flow



۱۲-۱-۳ گرانروی سنج‌های شارش معکوس شامل طرح‌های BS/IP/RF U-tube یا زایتفوکس با لوله جانبی<sup>۱</sup> یا زایتفوکس-لانتز<sup>۲</sup> را برای نمونه‌های مورد آزمون در حمام(های) گرانروی سنج در دمای آزمون موردنیاز قرار دهید. در صورتی که گرانروی سنج‌ها قبل از قرارگیری در حمام گرانروی سنج پر می‌شوند (برای مثال گرانروی سنج‌های کنون-فنسکی<sup>۳</sup>)، به زیربند ۱۲-۲-۱ مراجعه شود.

۱۲-۱-۴ پس از اتمام زیربند ۱۲-۱-۲، نمونه را با میله شیشه‌ای یا استیل به اندازه کافی بلند که به ته ظرف برسد، به مدت ۲۰ s به شدت هم بزنید. برای نمونه‌هایی که دارای ماهیت خیلی مومی یا روغن‌هایی که دارای گرانروی کینماتیک بالا هستند، ممکن است برای اختلاط کامل، دمایی بالاتر از ۶۰ °C موردنیاز باشد. نمونه برای هم زدن و تکان دادن باید به اندازه کافی سیال باشد.

۱۲-۱-۵ میله همزن را برداشته و حضور لجن یا موم چسبیده به میله را بررسی کنید. همزدن را تا زمانی هیچ لجن یا مومی به میله نچسبیده باشد، ادامه دهید.

۱۲-۱-۶ درپوش ظرف را محکم بسته و جهت کامل شدن اختلاط، به مدت ۱ min به شدت تکان دهید. جهت حفظ یکپارچگی نمونه، یک آنالیز مجدد، موردنیاز می‌باشد. مقدار کافی از نمونه را به دو بالن منتقل کرده و درب آن را به صورت شل ببندید (هر بالن باید دارای مقدار کافی از نمونه جهت پر کردن دو گرانروی سنج به منظور حصول دو اندازه‌گیری باشد. بالن دوم برای انجام آنالیز مجدد، موردنیاز می‌باشد). در صورتی که آنالیز تکراری مدنظر نمی‌باشد، مرحله بعدی را می‌توان با استفاده از ظرف اصلی که درب آن به صورت شل بسته شده است، انجام داد.

۱۲-۱-۷ بالن نمونه اول یا ظرف نمونه را در دمای بین ۱۰۰ °C تا ۱۰۵ °C به مدت ۳۰ min حرارت دهید.

۱۲-۱-۸ بالن نمونه اول یا ظرف نمونه را از سامانه گرمادهی بیرون آورده و درب آن را محکم ببندید و به مدت ۶۰ s تکان دهید.

۱۲-۲ برای مواد مورد آزمون، دو تعیین گرانروی کینماتیک موردنیاز می‌باشد. برای گرانروی سنج‌هایی که به تمیز کردن کامل پس از هر اندازه‌گیری زمان جاری شدن نیاز دارند، دو گرانروی سنج باید استفاده شود. این دو تعیین، جهت محاسبه یک نتیجه استفاده می‌شوند. دو گرانروی سنج را مطابق با طراحی وسایل پر کنید. برای مثال برای گرانروی سنج‌های BS/IP/RF U-tube یا زایتفوکس با لوله جانبی برای مایعات تیره، نمونه را با استفاده از صافی ۷۵ μm در داخل دو گرانروی سنجی که از قبل در حمام قرار داده شده‌اند، صاف کنید. برای نمونه‌هایی که تحت آماده‌سازی حرارتی قرار می‌گیرند، جهت جلوگیری از بستن نمونه در طی صاف کردن از یک صافی که از قبل گرم شده است، استفاده کنید.

1- Zeitfuchs cross-arm  
2- Lantz-Zeitfuchs  
3- Cannon-Fenske

۱-۲-۱۲ قبل از پر شدن نمونه و قرارگیری گرانروی سنج‌ها در حمام، ممکن است گرانروی سنج‌ها به یک پیش‌حرارت‌دهی نیاز داشته باشند. اطمینان حاصل کنید که نمونه زیر دمای آزمون، سرد نخواهد شد.

۲-۲-۱۲ پس از ۱۰ min، حجم نمونه (که بر اساس طراحی گرانروی سنج موردنیاز می‌باشد) را تا علامت پر شدن بر طبق مشخصات گرانروی سنج تنظیم کنید (به استاندارد ASTM D466 مراجعه شود).

۳-۲-۱۲ اجازه دهید گرانروی سنج‌های پر شده برای مدت زمان کافی جهت رسیدن به دمای آزمون باقی بمانند (به زیربند ۱-۲-۱۲ مراجعه شود). از آنجایی که یک حمام برای قرار دادن چند گرانروی سنج استفاده می‌شود، هرگز گرانروی سنجی را اضافه یا حذف نکرده یا گرانروی سنج را در حالی که گرانروی سنج دیگری برای اندازه‌گیری زمان جاری شدن استفاده می‌شود، تمیز نکنید.

۳-۱۲ برای نمونه‌هایی که به صورت آزادانه جریان می‌یابند، مدت زمان موردنیاز برای عبور نمونه در حباب از اولین علامت زمانی تا دومین علامت زمانی را بر حسب ثانیه با دقت ۰٫۱ s اندازه‌گیری کنید.

۱-۳-۱۲ در مواردی که نمونه‌ها نیاز به آماده‌سازی حرارتی شرح داده شده در زیربندهای ۱-۱۲ تا ۸-۱-۱۲ را دارند، اندازه‌گیری‌های زمان جاری شدن در مدت ۱ h از انجام زیربند ۱-۱۲-۸ کامل می‌شود. زمان‌های جاری شدن اندازه‌گیری شده را ثبت کنید.

۴-۱۲ گرانروی کینماتیک را بر حسب  $\text{mm}^2/\text{s}$  از زمان جاری شدن اندازه‌گیری شده محاسبه کنید. این مقدار را به عنوان دو مقدار گرانروی کینماتیک تعیین شده در نظر بگیرید.

۱-۴-۱۲ برای نفت کوره باقیمانده اگر مقدار دو گرانروی کینماتیک تعیین شده با مقادیر قابلیت تعیین بیان شده در زیربند ۱-۱-۱۷ برای فرآورده مطابقت داشته باشد، جهت محاسبه نتایج گرانروی کینماتیک از میانگین مقادیر تعیین شده استفاده کرده و آن را گزارش کنید. نتیجه را ثبت کنید. در صورتی که تکرار موردنیاز باشد، آنالیز را پس از تمیز کردن، خشک کردن گرانروی سنج‌ها و آماده‌سازی نمونه مطابق با زیربند ۶-۱-۱۲ با استفاده از بالن دوم، تکرار کنید. در صورتی که ظرف اصلی با استفاده از زیربندهای ۱-۱۲-۲ تا ۸-۱-۱۲ تثبیت شرایط شده است، نمونه برای آنالیز تکرار مناسب نمی‌باشد. اگر گرانروی‌های کینماتیک محاسبه شده مطابقت نداشته باشند، اندازه‌گیری‌های زمان جاری شدن را پس از تمیز کردن و خشک کردن گرانروی سنج‌ها و صاف کردن نمونه تکرار کنید. در صورتی که مواد یا دما یا هر دو در زیربند ۱-۱-۱۷ بیان نشده باشند، برای دماهای بین  $15^{\circ}\text{C}$  و  $100^{\circ}\text{C}$  از تخمین قابل تعیین  $10\%$  و برای دماهای خارج از این گستره از تخمین قابل تعیین  $15\%$  استفاده کنید. باید تشخیص داده شود که این مواد می‌توانند سیالات غیرنیوتنی باشند و می‌توانند دارای مواد جامدی باشند که از خارج محلول وارد شده و به عنوان زمان جاری شدن اندازه‌گیری می‌شوند.

### ۱۳ تمیز کردن گرانروی سنج

۱-۱۳ بین تعیین‌های متوالی گرانروی کینماتیک، گرانروی سنج را به وسیله چندین بار شستشو با یک حلال نمونه تمیز کرده و سپس به وسیله یک حلال خشک‌کن، شستشو را ادامه دهید (به زیربند ۷-۳ مراجعه شود). لوله گرانروی سنج را با عبور جریان آرام هوای خشک صاف شده از گرانروی سنج به مدت ۲ min یا تا زمانی که آخرین اثر حلال از بین رود، خشک کنید.

۲-۱۳ در صورتی که تصدیق دوره‌ای واسنجی گرانروی سنج با استفاده از استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده (به زیربند ۹-۲ مراجعه شود) خارج از رواداری قابل قبول باشد، گرانروی سنج باید تمیز شود. گرانروی سنج را با محلول پاک‌کننده برای چند ساعت تمیز کرده (به زیربند ۷-۱ مراجعه شود) تا آثار باقیمانده رسوبات آلی حذف شود. سپس به طور کامل با آب (زیربند ۷-۴) و حلال خشک‌کن (زیربند ۷-۳) شستشو دهید و با هوای خشک صاف شده یا خلا خشک کنید. قبل از استفاده از اسید پاک‌کننده، در صورت وجود نمک‌های باریم، رسوبات معدنی را با هیدروکلریک اسید حذف کنید.

هشدار - استفاده از محلول‌های پاک‌کننده قلیایی توصیه نمی‌شود، زیرا استفاده از این محلول‌ها سبب ایجاد تغییر در واسنجی گرانروی سنج می‌شود.

### ۱۴ روش محاسبه

۱-۱۴ مقدار گرانروی کینماتیک ( $v_1$  و  $v_2$ ) را با استفاده از معادله ۲ محاسبه کنید.

$$v_{1,2} = C \times t_{1,2} \quad (2)$$

که در آن:

$v_1$  و  $v_2$  مقادیر گرانروی کینماتیک تعیین شده، بر حسب  $\text{mm}^2/\text{s}$

$C$  ثابت واسنجی گرانروی سنج، بر حسب  $\text{mm}^2/\text{s}^2$

$t_1$  و  $t_2$  زمان‌های جاری شدن اندازه‌گیری شده، بر حسب s.

نتیجه گرانروی کینماتیک،  $v$ ، را به عنوان میانگین  $v_1$  و  $v_2$  محاسبه کنید (به زیربندهای ۱۱-۲-۳ و ۱۲-۴-۱ مراجعه شود).

۲-۱۴ گرانروی دینامیک،  $\eta$ ، را از گرانروی کینماتیک محاسبه شده،  $v$ ، و چگالی،  $\rho$ ، را با استفاده از معادله ۳ محاسبه کنید.

$$\eta = v \times \rho \times 10^{-3} \quad (3)$$

که در آن:

$\eta$  گرانروی دینامیک، بر حسب mPa.s

$\rho$  چگالی در همان دمای مورد استفاده برای تعیین گرانروی کینماتیک، بر حسب  $\text{kg/m}^3$

$\nu$  گرانروی کینماتیک، بر حسب  $\text{mm}^2/\text{s}$

۱۴-۲-۱ چگالی نمونه را در دمای آزمون تعیین گرانروی کینماتیک با استفاده از یک روش مناسب از قبیل روش‌های ارائه شده در استانداردهای ASTM D 1217 یا ASTM D1480 یا ASTM D 1481 تعیین کنید.

## ۱۵ بیان نتایج

۱۵-۱ نتایج آزمون را برای گرانروی کینماتیک یا گرانروی دینامیک یا هر دو تا چهار رقم بامعنی همراه با دمای آزمون گزارش کنید.

## ۱۶ گزارش آزمون

۱۶-۱ گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:

- ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- نوع و شناسایی فرآورده مورد آزمون؛
- نتایج آزمون؛
- هرگونه انحراف از روش آزمون که ممکن است بر نتایج تاثیرگذار باشند؛
- تاریخ آزمون؛
- نام و آدرس آزمایشگاه.

## ۱۷ دقت و اریبی

۱۷-۱ مقایسه مقادیر تعیین شده

۱۷-۱-۱ قابلیت تعیین<sup>۱</sup> (d)، اختلاف بین مقادیر تعیین شده متوالی که به وسیله یک کاربر در یک آزمایشگاه با استفاده از وسایل یکسان برای مجموعه‌ای از عملکردها که در شرایط صحیح عملکردی این روش انجام می‌شود، فقط در یک مورد از ۲۰ مورد از مقادیر جدول ۲ بیشتر است.

۱۷-۱-۲ قابلیت تعیین برای روغن‌های فرموله کار کرده، تعیین نشده است، با این حال، حد ۱/۰٪ (به زیربند ۱۲-۴-۱ مراجعه شود) برای دماهای بین  $15^{\circ}\text{C}$  و  $100^{\circ}\text{C}$  استفاده می‌شود.

#### ۱۷-۲ مقایسه نتایج

۱۷-۲-۱ تکرار پذیری (R)، اختلاف بین دو نتیجه آزمون متوالی که توسط یک آزمایشگر در یک آزمایشگاه به وسیله وسایل یکسان تحت شرایط عملکردی ثابت بر روی مواد آزمون یکسان در شرایط صحیح آزمایشی به دست آمده است، فقط در یک مورد از ۲۰ مورد از مقادیر جدول ۳ بیشتر است.

۱۷-۲-۱-۱ درجه آزادی همراه با تکرارپذیری برای کروژین، سوخت‌های دیزل، سوخت‌های بیودیزل و مخلوط سوخت‌های بیودیزل در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  بر اساس مطالعات بین آزمایشگاهی ۱۶ می‌باشد. از آنجایی که حداقل الزامات C مطابق با الزامات استاندارد ASTM D6300 برآورده نشده است، کاربران باید اقدامات احتیاطی لازم را برای تکرارپذیری واقعی که دارای اختلاف معناداری از این تخمین‌ها می‌باشد، در نظر بگیرند.

۱۷-۲-۲ تجدیدپذیری (R)، اختلاف بین دو نتیجه آزمون مستقل و مجزا که توسط آزمایشگرهای مختلف در آزمایشگاه‌های متفاوت با مواد آزمون یکسان در شرایط صحیح آزمایشی به دست آمده است، فقط در یک مورد از ۲۰ مورد از مقادیر جدول ۴ بیشتر است.

۱۷-۲-۲-۱ درجه آزادی همراه با تجدیدپذیری برای کروژین، سوخت‌های دیزل، سوخت‌های بیودیزل و مخلوط سوخت‌های بیودیزل در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  بر اساس مطالعات بین آزمایشگاهی ۱۹ می‌باشد. از آنجایی که حداقل الزامات C مطابق با الزامات استاندارد ASTM D6300 برآورده نشده است، کاربران باید اقدامات احتیاطی لازم را برای تجدیدپذیری واقعی که دارای اختلاف معناداری از این تخمین‌ها می‌باشد، در نظر بگیرند.

۱۷-۳ دقت برای گرانروی‌سنج‌های خودکار برای انواع نمونه و دماهای مذکور در زیربند ۱۷-۳-۱ تعیین شده است. با این حال تجزیه و تحلیل بر روی داده‌های حاصل از گرانروی‌سنج‌های دستی و خودکار در گستره دمایی  $40^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$  برای انواع نمونه مذکور در زیربند ۱۷-۳-۱ انجام شده است. قابلیت تعیین، تکرارپذیری و تجدیدپذیری داده‌های گرانروی‌سنج خودکار از لحاظ آماری دارای تفاوت معناداری نسبت به قابلیت تعیین، تکرارپذیری و تجدیدپذیری برای داده‌های گرانروی‌سنج دستی نمی‌باشد. همچنین گزارشات تحقیقاتی نشان می‌دهد که از لحاظ آماری هیچ‌گونه آریبی معناداری بین داده‌های گرانروی‌سنج خودکار در مقایسه با داده‌های گرانروی‌سنج دستی وجود ندارد. برای اطلاعات بیشتر در خصوص دقت گرانروی‌سنج‌های خودکار به RR:D02-1820 مراجعه شود.

۱۷-۳-۱ قابلیت تعیین، تکرارپذیری و تجدیدپذیری برای گرانروی‌سنج‌های خودکار برای انواع نمونه و دماهای زیر تعیین شده است.

- محصولات تقطیر، متیل استرهای اسید چرب و محصولات تقطیر حاوی متیل استرهای اسید چرب در دمای  $40^{\circ}\text{C}$ ؛

- روغن‌های پایه در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  و  $100^{\circ}\text{C}$ ؛

- روغن‌های فرموله شده در دمای  $40^{\circ}\text{C}$  و  $100^{\circ}\text{C}$ ؛

برای این نمونه‌ها، قابلیت تعیین، تکرارپذیری و تجدیدپذیری برای گرانروی‌سنج‌های خودکار دارای تفاوت معنی‌داری نسبت به گرانروی‌سنج‌های دستی نمی‌باشد. برای اطلاعات بیشتر در خصوص دقت گرانروی‌سنج‌های خودکار به RR:D02-1820 مراجعه شود. دقت برای گرانروی‌سنج‌های خودکار و گستره مقادیر  $r$  و  $R$  در RR:D02-1820 ارائه شده است. برای نمونه‌های مذکور در RR:D02-1820 دقت برای گرانروی‌سنج‌های خودکار تفاوت معناداری نسبت به گرانروی‌سنج‌های دستی ندارد.

۱۷-۳-۱-۱ درجه آزادی بین نتایج به دست آمده با دستگاه‌های خودکار و دستی، نتایج برای انواع نمونه‌های مذکور در RR:D02-1820 که با استفاده از دستگاه‌های خودکار و دستی مطابق با این استاندارد به دست آمده است با نتایج حاصل از استاندارد ASTM D6708 ارزیابی می‌شوند.

۱۷-۳-۱-۲ بر این اساس، نتایج حاصل از دستگاه‌های خودکار و دستی در این استاندارد برای انواع نمونه‌های مذکور RR:D02-1820 معادل در نظر گرفته می‌شود. ارزیابی خاص نمونه مطابق با استاندارد ASTM D6708 برای مواد مورد مطالعه مشاهده نشده است. انتظار می‌رود اختلاف بین نتایج حاصل از دستگاه‌های خودکار و دستی در این استاندارد برای انواع نمونه‌های مذکور در RR:D02-1820، بین تجدیدپذیری روش‌های زیر بیشتر باشد. برای محصولات تقطیر  $1.91\%$ ؛ برای متیل استرهای اسید چرب و محصولات تقطیر حاوی متیل استرهای اسید چرب در دمای  $40^{\circ}\text{C}$ ،  $1.27\%$ ؛ برای روغن‌های پایه در دمای  $40^{\circ}\text{C}$ ،  $1.23\%$ ؛ برای روغن‌های فرموله شده در دمای  $40^{\circ}\text{C}$ ،  $1.70\%$ ؛ برای روغن‌های پایه در دمای  $100^{\circ}\text{C}$ ،  $1.21\%$ ؛ برای روغن‌های فرموله شده در دمای  $100^{\circ}\text{C}$ ، مطابق با استاندارد ASTM D6708 حدود  $5\%$  زمان. اختلاف درصدها بر اساس بالاترین تجدیدپذیری روش ترکیبی محاسبه شده می‌باشد ( $R_{xy}$  مطابق با استاندارد ASTM D6708 است).

جدول ۲- قابلیت تعیین

(۰٫۳۷٪)	$۰٫۱۰۰۳۷ y$	روغن‌های پایه در دمای $۴۰^{\circ}C$
(۰٫۳۶٪)	$۰٫۱۰۰۳۶ y$	روغن‌های پایه در دمای $۱۰۰^{\circ}C$
(۰٫۳۷٪)	$۰٫۱۰۰۳۷ y$	روغن‌های فرموله شده در دمای $۴۰^{\circ}C$
(۰٫۳۶٪)	$۰٫۱۰۰۳۶ y$	روغن‌های فرموله شده در دمای $۱۰۰^{\circ}C$
(۱٫۵٪)	$۰٫۱۰۱۵ y$	روغن‌های فرموله شده در دمای $۱۵۰^{\circ}C$
(۰٫۸۰٪)	$۰٫۱۰۰۸۰ y$	موم نفتی در دمای $۱۰۰^{\circ}C$
(۲٫۴۴٪)	$۰٫۱۰۲۴۴ y$	سوخت‌های باقی‌مانده در دمای $۵۰^{\circ}C$
(۳٪)	$۰٫۱۰۳ y$	سوخت‌های باقی‌مانده در دمای $۱۰۰^{\circ}C$
	$۰٫۱۰۰۱۰۶ y^{1/1}$	افزودنی‌ها در دمای $۱۰۰^{\circ}C$
	$۰٫۱۰۰۱۳ (y+1)$	نفت گاز در دمای $۴۰^{\circ}C$
(۰٫۱۸٪)	$۰٫۱۰۰۱۸ y$	سوخت جت در دمای $۲۰^{\circ}C$
(۰٫۳۷٪)	$۰٫۱۰۰۳۷ y$	کروزین، سوخت‌های دیزل، سوخت‌های بیودیزل و مخلوط سوخت‌های بیودیزل در دمای $۴۰^{\circ}C$
$y$ میانگین مقادیر تعیین شده که مقایسه می‌شوند.		

جدول ۳- تکرارپذیری

(۱٫۰۱٪)	$0.101x$	روغن‌های پایه در دمای $40^{\circ}\text{C}$
(۰٫۸۵٪)	$0.085x$	روغن‌های پایه در دمای $100^{\circ}\text{C}$
(۰٫۷۴٪)	$0.074x$	روغن‌های فرموله شده در دمای $40^{\circ}\text{C}$
(۰٫۸۴٪)	$0.084x$	روغن‌های فرموله شده در دمای $100^{\circ}\text{C}$
(۰٫۵۶٪)	$0.056x$	روغن‌های فرموله شده در دمای $150^{\circ}\text{C}$
	$0.141x^{1/2}$	موم نفتی در دمای $100^{\circ}\text{C}$
	$0.13(x+8)$	نفت کوره باقی‌مانده در دمای $80^{\circ}\text{C}$
(۸٫۰۸٪)	$0.8088x$	نفت کوره باقی‌مانده در دمای $100^{\circ}\text{C}$
(۷٫۸۸٪)	$0.7888x$	نفت کوره باقی‌مانده در دمای $50^{\circ}\text{C}$
	$0.0192x^{1/1}$	افزودنی‌ها در دمای $100^{\circ}\text{C}$
	$0.043(x+1)$	نفت گاز در دمای $40^{\circ}\text{C}$
(۰٫۷٪)	$0.007x$	سوخت جت در دمای $20^{\circ}\text{C}$
(۰٫۵۶٪)	$0.0056x$	کروزین، سوخت‌های دیزل، سوخت‌های بیودیزل و مخلوط سوخت‌های بیودیزل در دمای $40^{\circ}\text{C}$
	$0.00233x^{1/222}$	روغن‌های فرموله شده کار کرده در دمای $40^{\circ}\text{C}$
	$0.01005x^{1/433}$	روغن‌های فرموله شده کار کرده در دمای $100^{\circ}\text{C}$
X، میانگین نتایجی که مقایسه می‌شوند.		



جدول ۴- تجدیدپذیری

(۱,۳۶ %)	$0.136 x$	روغن‌های پایه در دمای $40^{\circ}\text{C}$
(۱,۹۰ %)	$0.190 x$	روغن‌های پایه در دمای $100^{\circ}\text{C}$
(۱,۲۲ %)	$0.122 x$	روغن‌های فرموله شده در دمای $40^{\circ}\text{C}$
(۱,۳۸ %)	$0.138 x$	روغن‌های فرموله شده در دمای $100^{\circ}\text{C}$
(۱,۸ %)	$0.18 x$	روغن‌های فرموله شده در دمای $150^{\circ}\text{C}$
	$0.366 x^{1/2}$	موم نفتی در دمای $100^{\circ}\text{C}$
	$0.4(x+8)$	نفت کوره باقی‌مانده در دمای $80^{\circ}\text{C}$
(۱۲,۰۶ %)	$0.1206 x$	نفت کوره باقی‌مانده در دمای $100^{\circ}\text{C}$
(۸,۴۶ %)	$0.08461 x$	نفت کوره باقی‌مانده در دمای $50^{\circ}\text{C}$
	$0.0862 x^{1/1}$	افزودنی‌ها در دمای $100^{\circ}\text{C}$
	$0.082(x+1)$	نفت گاز در دمای $40^{\circ}\text{C}$
(۱,۹ %)	$0.19 x$	سوخت جت در دمای $20^{\circ}\text{C}$
(۲,۲۴ %)	$0.224 x$	کروزین، سوخت‌های دیزل، سوخت‌های بیودیزل و مخلوط سوخت‌های بیودیزل در دمای $40^{\circ}\text{C}$
	$0.00594 x^{1/22}$	روغن‌های فرموله شده کار کرده در دمای $40^{\circ}\text{C}$
	$0.03361 x^{1/433}$	روغن‌های فرموله شده کار کرده در دمای $100^{\circ}\text{C}$
X، میانگین نتایجی که مقایسه می‌شوند.		

پیوست الف

(الزامی)

انواع گرانروی سنج و استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده

الف-۱ انواع گرانروی سنج

الف-۱-۱ در جدول الف-۱ انواع گرانروی سنج‌های مویینه‌ای که اغلب برای اندازه‌گیری‌های گرانروی فراورده‌های نفتی استفاده می‌شوند، ارائه شده است. برای ویژگی‌ها، دستورالعمل‌های عملکردی و واسنجی به استاندارد ASTM D 446 مراجعه کنید.

الف-۱-۲ استانداردهای مرجع گرانروی گواهی شده در جدول الف-۲ ارائه شده است.

جدول الف-۱- انواع گرانروی سنج

گستره گرانروی کینماتیک <sup>a</sup> mm <sup>2</sup> /s	گرانروی سنج
<b>الف- انواع گرانروی سنج‌های استوالد<sup>c</sup> برای مایعات شفاف</b>	
۰٫۵ تا ۲۰۰۰۰	Cannon-Fenske routine <sup>b</sup>
۰٫۶ تا ۳۰۰۰	Zeitfuchs
۰٫۹ تا ۱۰۰۰۰	BS/U-tube <sup>b</sup>
۰٫۲ تا ۱۰۰	BS/U/M miniature
۰٫۶ تا ۱۰۰۰۰	SIL <sup>b</sup>
۰٫۴ تا ۲۰۰۰۰	Cannon-Manning semi-micro
۰٫۶ تا ۱۷۰۰۰	Pinkevitch <sup>b</sup>
<b>ب- انواع گرانروی سنج‌های سطح- تعلیقی<sup>d</sup> برای مایعات شفاف</b>	
۳٫۵ تا ۱۰۰۰۰۰	BS/IP/SL <sup>b</sup>
۱٫۰۵ تا ۱۰۰۰۰	BS/IP/SL(S) <sup>b</sup>
۰٫۶ تا ۳۰۰۰	BS/IP/MSL
۰٫۳ تا ۱۰۰۰۰۰	Ubbelohde <sup>b</sup>
۰٫۶ تا ۱۲۰۰	FitzSimons
۰٫۷۵ تا ۵۰۰۰	Atlantic <sup>b</sup>
۰٫۵ تا ۱۰۰۰۰۰	Cannon-Ubbelohde(A), Cannon Ubbelohde dilution <sup>b</sup> (B)
۰٫۴ تا ۲۰۰۰۰	Cannon-Ubbelohde semi-micro
<b>پ- انواع گرانروی سنج‌های شارش معکوس<sup>e</sup> برای مایعات شفاف و تیره</b>	
۰٫۴ تا ۲۰۰۰۰	Cannon-Fenske opaque
۰٫۶ تا ۱۰۰۰۰۰	Zeitfuchs cross-arm
۰٫۶ تا ۳۰۰۰۰۰	BS/IP/RF U-tube reverse-flow
۶۰ تا ۱۰۰۰۰۰	Lantz-Zeitfuchs type reverse-flow

گستره گرانیوی کینماتیک <sup>a</sup> mm <sup>2</sup> /s	گرانیوی سنج
<p><b>راهنما:</b></p> <p><sup>a</sup> هر گستره بیان شده به مجموعه‌ای از گرانیوی‌سنج‌ها نیاز دارد. به منظور اجتناب از لزوم انجام تصحیح انرژی جنبشی، این گرانیوی‌سنج‌ها برای زمان جاری شدن ۲۰۰ s به استثنای موارد مذکور در استاندارد ASTM D446 طراحی شده‌اند.</p> <p><sup>b</sup> در هر مجموعه، حداقل زمان جاری شدن برای گرانیوی‌سنج‌ها با کمترین ثابت گرانیوی‌سنج بیش از ۲۰۰ s است.</p> <p><sup>c</sup> Ostwald</p> <p><sup>d</sup> Suspended-level</p> <p><sup>e</sup> Reverse-flow</p>	

جدول الف-۲- استانداردهای مرجع گرانیوی گواهی شده

گرانیوی کینماتیک تقریبی mm <sup>2</sup> /s						
۱۰۰ °C	۸۰ °C	۵۰ °C	۴۰ °C	۲۵ °C	۲۰ °C	طراحی
۱,۲	-	-	۲,۹	۴,۰	۴,۶	S3
۱,۸	-	-	۵,۷	۸,۹	۱۱	S6
۳,۹	-	-	۱۸	۳۴	۴۴	S20
۷,۲	-	-	۵۴	۱۲۰	۱۷۰	S60
۱۷	-	-	۱۸۰	۴۵۰	۶۴۰	S200
۳۲	۶۷	۲۸۰	۵۲۰	۱۶۰۰	۲۴۰۰	S600
۷۵	-	-	۱۷۰۰	۵۶۰۰	۸۷۰۰	S2000
-	-	-	۶۷۰۰	۲۳۰۰۰	۳۷۰۰۰	S8000
-	-	۱۱۰۰۰	۲۳۰۰۰	۸۱۰۰۰	-	S30000

پیوست ب

(الزامی)

دماسنج‌های آزمون گرانشی کینماتیک

ب-۱ دماسنج‌های مایع در شیشه با گستره کوتاه مشخص

ب-۱-۱ از دماسنج‌های مایع در شیشه با گستره کوتاه مشخص، مطابق با ویژگی‌های هندسی ارائه شده در جداول ب-۱ و ب-۲ و طراحی نشان داده شده در شکل ب-۱ استفاده کنید. به طور جایگزین می‌توان از دماسنج‌های تماسی دیجیتالی (DCT) مطابق با زیربند ۶-۴-۲ استفاده کرد.

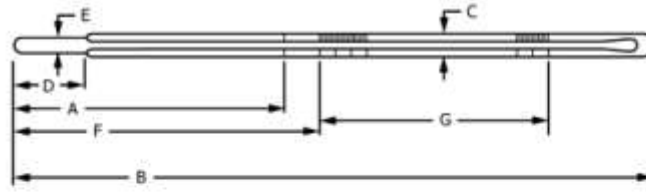
ب-۱-۲ اختلاف در طراحی دماسنج‌های مایع در شیشه به طور کلی در موقعیت دامنه کاری دماسنج و نقطه یخ می‌باشد. در طراحی A، نقطه یخ در دامنه کاری، در طراحی B، نقطه یخ زیر دامنه کاری و در طراحی C، نقطه یخ بالای دامنه کاری می‌باشد.

جدول ب-۱- ویژگی‌های کلی برای دماسنج‌ها

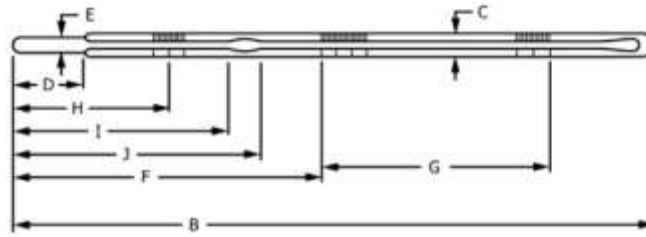
کل	فروبری
	نشانه‌های مقیاس:
۰٫۰۵	°C زینه‌بندی
۰٫۱ تا ۰٫۵	°C طول خطوط در هر
۱	°C تعداد در هر
۰٫۱۰	mm حداکثر پهناي خط
۰٫۱	°C خطای مقیاس در دمای آزمون، بیشینه محفظه انبساط:
دمای ۱۰۵ تا حدود ۹۰، دمای ۱۲۰ بین ۹۰ و ۹۵، دمای ۱۳۰ بین ۹۵ و ۱۰۵ و بالای ۱۷۰	°C گرمادهی مجاز تا
۳۱۰ تا ۳۰۰	mm طول کلی
۸٫۰ تا ۶٫۰	mm قطر بیرونی ساقه
۵۵ تا ۴۵	mm طول مخزن
بیشتر از ساقه نباشد	mm قطر بیرونی مخزن
۹۰ تا ۴۰	mm طول گستره مقیاس
یادآوری- در جدول ب-۲ دماسنج‌هایی مطابق با استانداردهای ASTM، IP و ASTM/IP ارائه شده است که مطابق با ویژگی‌های ارائه شده در جدول ب-۱ می‌باشد. به استانداردهای ASTM E1 و ASTM E77 مراجعه شود.	

جدول ب ۲- دماسنج‌های قابل قبول

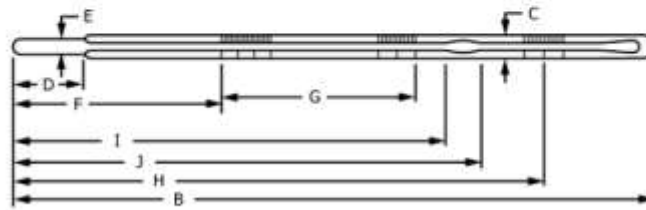
دمای آزمون		شماره دماسنج
F	C	
-	۱۵۰	ASTM 132C, IP 102C
۲۷۵	۱۳۵	ASTM 110C, F/IP 93C
۲۱۰	۹۸٫۹	ASTM 121C/IP 32C
۲۱۲	۱۰۰	
۲۰۰	۹۳٫۳	ASTM 129C, F/IP 36C
۱۸۰	۸۲٫۲	ASTM 48C, F/IP 90C
-	۸۰	IP 100C
۱۴۰	۶۰	ASTM 47C, F/IP 35C
۱۳۰	۵۴٫۴	ASTM 29C, F/IP 34C
۱۲۲	۵۰	ASTM 46C F/IP 66C
-	۴۰	ASTM 120C/IP 92C
۱۰۰	۳۷٫۸	ASTM 28C, F/IP 31C
۸۶	۳۰	ASTM 118C, F
۷۷	۲۵	ASTM 45C, F/IP 30C
۶۸	۲۰	ASTM 44C, F/IP 29C
۳۲	۰	ASTM 128C, F/IP 33C
۰	-۱۷٫۸	ASTM 72C, F/IP 67C
-۴	-۲۰	ASTM 127C/IP 99C
-۲۰	-۲۶٫۱	ASTM 126C, F/IP 71C
-۴۰	-۴۰	ASTM 73C, F/IP 68C
-۶۵	-۵۳٫۹	ASTM 74C, F/IP 69C



(a)



(b)



(c)

شکل ب-۱- طراحی دماسنج‌ها

## ب-۲- واسنجی

ب-۲-۱ هنگام استفاده از دماسنج‌های مایع در شیشه، این دماسنج‌ها باید دارای گزارش واسنجی دمایی قابل ردیابی با استانداردهای اندازه‌شناسی توسط آزمایشگاه واسنجی با صلاحیت تایید شده در مورد واسنجی دما باشند. آزمایشگاه‌های تایید صلاحیت شده بر اساس استاندارد ISO 17025، الزامات این استاندارد را برآورده می‌نمایند. گزارش واسنجی باید شامل داده‌هایی برای مجموعه‌ای از دماها باشد که برای استفاده موردنظر مناسب است.

ب-۲-۲ تصحیح مقیاس دماسنج‌های مایع در شیشه در مدت نگهداری و استفاده تغییر می‌کند، بنابراین تصدیق منظم نقطه یخ موردنیاز می‌باشد و در آزمایشگاه کاری با استفاده از حمام ذوب یخ قابل دستیابی است. با این حال، این بررسی‌ها وسایل مناسبی برای واسنجی مجدد نمی‌باشند، زیرا استفاده از یک واسنجی مجدد تک نقطه‌ای در نقطه یخ یک عدم قطعیت اضافی را به نتایج واسنجی به روز شده در هر دما به استثنای نقطه یخ اضافه می‌کند. در صورتی که دماسنج به واسنجی مجدد کامل برای برآورده کردن الزامات عدم قطعیت اندازه‌گیری گسترده این بند نیاز داشته باشد، کاربر باید این موضوع را تعیین کند. استاندارد NIST 1088 در تعیین عدم قطعیت تصحیح به کاربر در انجام این تصمیم‌گیری کمک می‌کند. در صورتی که تصدیق نقطه یخ موجب شود عدم قطعیت گسترده اندازه‌گیری خارج از الزامات زیربند ب-۲-۱ باشد، واسنجی مجدد کامل در آزمایشگاه برای انطباق با الزامات بند ب-۲-۱ موردنیاز است.

ب-۲-۲-۱ برای دماسنج‌های مایع در شیشه، فواصل تصدیق نقطه یخ نباید بیش از شش ماه باشد (به استاندارد NIST GMP11 مراجعه شود). توصیه می‌شود برای دماسنج‌های جدید ارزیابی ماهیانه برای شش ماه اول انجام شود. تغییر یک یا چند زینه در نقطه یخ، نشان‌دهنده گرم شدن بیش از حد یا خراب شدن دماسنج است و خارج از واسنجی آن می‌باشد. از به کارگیری چنین دماسنج‌هایی تا زمان بازرسی یا واسنجی مجدد یا هر دو باید اجتناب شود.

ب-۲-۲-۲ نتایج ثبت شده همه واسنجی‌های مجدد را نگهداری کنید.

### ب-۲-۳ روش تصدیق نقطه یخ دماسنج‌های مایع در شیشه

ب-۲-۳-۱ به غیر از موارد مشخص شده در گواهی واسنجی، واسنجی مجدد دماسنج‌های گرانیروی کینماتیک واسنجی شده مستلزم آن است که خوانش نقطه یخ در مدت ۶۰ min پس از شروع در دمای آزمون و برای مدت زمانی که کمتر از ۳ min نباشد، انجام شود. در استاندارد NIST 1088 روش‌های موثری برای تصدیق نقطه یخ شامل همه معادلات لازم برای محاسبه تغییر تصحیح و عدم قطعیت اندازه‌گیری ارائه شده است. به طور جایگزین می‌توان از روش آزمون ارائه شده در استاندارد ASTM E563 یا زیربندهای ب-۲-۳-۲ تا ب-۲-۳-۵ استفاده کرد.

ب-۲-۳-۲ قطعات تمیزی از یخ که به طور ترجیحی از آب مقطر یا خالص تهیه شده باشند را انتخاب کنید. قسمت‌های ناسالم و کدر را حذف کنید. یخ را با آب مقطر شستشو دهید و آن را به وسیله بریدن یا شکستن، به قطعات کوچک‌تر تقسیم کنید و از تماس مستقیم یخ با دست یا هر شیئی که از لحاظ شیمیایی آلوده باشد، اجتناب کنید. ظرف دو جداره عایق حرارتی را از قطعات یخ پر کنید و مقدار مناسبی آب مقطر از پیش خنک شده به آن اضافه کنید تا یک ماده دوغاب مانند تشکیل شود، اما مقدار آب به اندازه‌ای باشد که قطعات یخ شناور نشود. همان‌طور که یخ در حال ذوب شدن است، مقداری آب را تخلیه کنید و قطعات

بیشتری از یخ اضافه کنید. دماسنج را با احتیاط در امتداد لوله تا عمق تقریبی یک درجه زیر  $0^{\circ}\text{C}$  وارد یخ کنید. ممکن است لازم باشد به خاطر ذوب شدن یخ، اطراف دماسنج را دوباره از یخ بپوشانید.

ب-۲-۳-۳ پس از گذشت حداقل ۳ min، به آرامی و مکرر در یک زاویه قائم با محور آن در حالی که قابل مشاهده باشد، به دماسنج ضربه بزنید. خوانش‌های متوالی در حداقل فواصل ۱ min نباید بیش از  $0.05^{\circ}\text{C}$  اختلاف داشته باشند.

ب-۲-۳-۴ خوانش‌های نقطه یخ را ثبت نموده و تصحیح دماسنج در این دما را از میانگین خوانش‌ها تعیین کنید. در صورتی که تصحیح به دست آمده بالاتر یا پایین‌تر از واسنجی قبلی باشد، تصحیح را در همه دماسنج‌های دیگر با مقدار یکسان تغییر دهید. هنگام تغییر مقادیر تصحیح از تصدیق نقطه یخ، جهت بحث در مورد تغییرات عدم قطعیت اندازه‌گیری گسترده به زیربند ب-۲-۱ مراجعه شود.

ب-۲-۳-۵ در طی انجام روش، شرایط زیر را اعمال کنید:

۱- دماسنج را به صورت عمودی نگه دارید؛

۲- جهت حذف خطای خوانش<sup>۱</sup>، دماسنج را به کمک عدسی با بزرگنمایی در حدود ۵ برابر مشاهده کنید؛

۳- خوانش نقطه یخ را با دقت  $0.1^{\circ}\text{C}$  بیان کنید.

ب-۲-۴ هنگام استفاده، وسیله دماسنجی را تا همان عمقی که واسنجی‌ها انجام شده است، فرو برید. برای مثال، در صورتی که دماسنج مایع در شیشه در شرایط معمول فروری واسنجی شده است، دماسنج باید تا بالای ستون جیوه باقی‌مانده در ساقه و انبساط فروری شود، در حالی که سایر قسمت‌های ساقه دماسنج در معرض فشار و دمای اتاق می‌باشد. یعنی در عمل، بالای ستون جیوه که نشان‌گر دمای حمام می‌باشد باید با سطح مایع حمام فاصله‌ای معادل با چهار زینه داشته باشد.

ب-۲-۴-۱ در صورتی که این شرایط را برآورده نشود، تصحیح اضافی موردنیاز می‌باشد.



پیوست پ

(الزامی)

درستی زمان سنج

پ-۱ به طور منظم درستی زمان سنج را ارزیابی کرده و نتایج ارزیابی را ثبت کنید.

## پیوست ت

### (الزامی)

#### محاسبه محدوده رواداری قابل قبول جهت تعیین انطباق با مواد مرجع گواهی شده

یادآوری- این محاسبات بر اساس استاندارد ASTM D6617 انجام شده است.

پ-۱ انحراف استاندارد برای عدم قطعیت آزمایشگاه،  $\sigma_{site}$ ، را از برنامه کنترل کیفی آزمایشگاه محاسبه کنید (به استاندارد ASTM D6299 مراجعه شود).

پ-۱-۱ در صورتی که انحراف استاندارد برای عدم قطعیت آزمایشگاه،  $\sigma_{site}$ ، نامشخص باشد، از مقدار  $0.19\%$  استفاده کنید.

پ-۲ عدم قطعیت گسترده ترکیب شده (CEU)<sup>۱</sup> مقادیر مرجع پذیرفته شده (ARV)<sup>۲</sup> مواد مرجع گواهی شده (CRM)<sup>۳</sup> را از نشانه گذاری تامین کننده یا مستندات تعیین کنید. در این استاندارد، CRM استاندارد مرجع گرانیوی گواهی شده (CVRS)<sup>۴</sup> مطابق با زیربند ۹-۲ تعریف شده است.

یادآوری- عدم قطعیت گسترده ترکیب شده (CEU) معادل با عدم قطعیت گسترده (U) می باشد.

پ-۳ خطای استاندارد مقدار مرجع پذیرفته شده ( $SE_{ARV}$ ) را با تقسیم CEU به فاکتور پوشش،  $k$ ، ارائه شده در نشانه گذاری توسط تامین کننده یا مستندات با استفاده از معادله (پ-۱) محاسبه کنید.

$$SE_{ARV} = \frac{CEU_{ARV}}{k} \quad (\text{پ-۱})$$

یادآوری- خطای استاندارد ( $SE_{ARV}$ ) معادل با عدم قطعیت ترکیب شده ( $U_C$ ) می باشد.

پ-۳-۱ در صورتی که فاکتور پوشش،  $k$ ، نامشخص باشد، از مقدار عددی ۲ استفاده کنید.

پ-۴ محدوده رواداری قابل قبول را با استفاده از معادله (پ-۲) محاسبه کنید.

$$TZ = \pm 1.44 \sqrt{\sigma_{site}^2 + SE_{ARV}^2} \quad (\text{پ-۲})$$

---

1-Combined extended uncertainty  
2-Accepted reference value  
3-Certified reference material  
4-Certified Viscosity Reference Standard

پ-۵ مثالی برای گرانیروی کینماتیک

(مقدار پیش فرض از زیربند پ-۱-۱)  $\sigma_{\text{site}} = 0.19\%$

(از نشانه‌گذاری CVRS یا مستندات)  $\text{CEU}_{\text{ARV}} = 0.22\%$

(از نشانه‌گذاری CVRS یا مستندات)  $k=2$

$$SE_{\text{ARV}} = \frac{0.22}{2} = 0.11$$

$$TZ = \pm 1.44 \sqrt{0.19^2 + 0.11^2} = \pm 1.44 \sqrt{0.0361 + 0.0121} = \pm 0.32\%$$

پ-۵-۱ در این مثال، محدوده رواداری  $\pm 0.32\%$  مقدار استاندارد مرجع گواهی شده در گزارش آزمون یا نشانه‌گذاری ظرف می‌باشد. اگر در این آزمایشگاه از CVRS (برای مثال) با گرانیروی کینماتیک  $33,98 \text{ mm}^2/\text{s}$  استفاده شود،  $TZ = 33,87 \text{ mm}^2/\text{s}$  تا  $TZ = 34,09 \text{ mm}^2/\text{s}$  با قطعیت  $95\%$  است. اندازه‌گیری‌های گرانیروی با این CVRS در این آزمایشگاه باید در محدوده رواداری  $19$  از  $20$  بار باشد.