



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۹۷

تجدید نظر سوم

۱۳۹۳

INSO

197

3rd.Revision

2015

اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی یا
گراویتی API نفت خام و فرآورده‌های نفتی
مایع با استفاده از روش هیدرومتر

**Determination of density, relative density,
or API gravity of crude petroleum and
liquid petroleum products by hydrometer
method**

ICS: 75.040, 75.080

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 پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و 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)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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) 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) 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

« اندازه گیری چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API نفت خام و فرآورده های نفتی مایع با استفاده از

روش هیدرومتر»

(تجدیدنظر سوم)

رئیس:

لرکی، آرش

(دکتری شیمی تجزیه)

سمت و/یا نمایندگی

هیات علمی دانشگاه علوم و فنون دریایی

خرمشهر

دبیر:

نجفی، زینب

(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت پرشیا پژوهش شریف

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی، هدی

(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

کارشناس سرویس های صنعتی و استاندارد

محصولات شرکت ملی پخش فرآورده های

نفتی منطقه اهواز

ارزانی، بهاره

(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

اسدی، افشین

(لیسانس مهندسی صنایع)

تکنسین ارشد آزمایشگاه اداره شیمیایی

شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

پوزش، سجاد

(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

مدیر کنترل کیفی شرکت نفت پاسارگاد

جولاباف، الهام

(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

دریابر، افسانه

(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

سرپرست و مدیر فنی آزمایشگاه PET

شرکت پتروشیمی شهید تندگویان

مدیر مهندسی تولید شرکت پتروشیمی بندر
امام

کارشناس

شیمیست ارشد آزمایشگاه اداره شیمیایی
شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

هیات علمی جهاددانشگاهی خوزستان

هیات علمی جهاددانشگاهی خوزستان

کارشناس شرکت خوزستان پژوهش گستر
بردیا

تکنسین ارشد آزمایشگاه اداره شیمیایی
شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب

کارشناس شرکت زرگستر روبینا

قنواتی، جلال
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

کجیاف، نسیم
(فوق لیسانس شیمی)

کاوش، فرید
(لیسانس مهندسی نفت)

سراج، محمد مهدی
(فوق لیسانس پلیمر)

گل محمدی قانع، حامد
(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

مکوندی، علی
(فوق لیسانس شیمی)

میر، اصغر
(لیسانس مهندسی شیمی)

نقدی، تینا
(فوق لیسانس شیمی تجزیه)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	هدف و دامنه کاربرد ۱
۲	مراجع الزامی ۲
۲	اصطلاحات و تعاریف ۳
۴	اصول آزمون ۴
۵	وسایل ۵
۶	نمونه برداری ۶
۷	تایید یا تصدیق وسایل ۷
۷	روش انجام آزمون ۸
۱۱	محاسبات ۹
۱۵	دقت و انحراف ۱۰
۱۷	گزارش آزمون ۱۱
۱۸	پیوست الف وسایل (اطلاعاتی)

پیش گفتار

استاندارد " اندازه گیری چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API نفت خام و فرآورده های نفتی مایع با استفاده از روش هیدرومتر " نخستین بار در سال ۱۳۴۵ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط شرکت پرشیا پژوهش شریف و تایید کمیسیون های مربوط برای سومین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در پنجاه و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فرآورده های نفتی مورخ ۹۳/۱۲/۲۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد 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 می شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷: سال ۱۳۷۹ است.

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

ASTM D 1298 : 2012, Standard Test Method for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method1

اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API نفت خام و فرآورده‌های نفتی مایع با استفاده از روش هیدرومتر

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و تعیین قابلیت اجرای محدودیت‌ها قبل از استفاده بر عهده کاربر این استاندارد است.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارزیابی روشی برای تعیین آزمایشگاهی چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API^۱ نفت خام، فرآورده‌های نفتی یا مخلوط‌هایی از فرآورده‌های نفتی و غیرنفتی است که در حالت عادی به صورت مایع حمل می‌شوند و دارای منشا فشار بخار جهنده^۲ 101.325 kPa یا کم‌تر هستند، با استفاده از یک چگالی‌سنج شیشه‌ای و مجموعه‌ای از محاسبات می‌باشد. مقادیر در دماهای محیط اندازه‌گیری شده و به وسیله مجموعه‌ای از محاسبات و جدول‌های استاندارد بین‌المللی به معادل آن در دمای 15°C یا 60°F تصحیح می‌شوند.

قرائت‌های هیدرومتری که در ابتدا به دست می‌آید، قرائت‌های نادرست هیدرومتر هستند و اندازه‌گیری‌های چگالی نیستند. قرائت‌ها بر روی یک هیدرومتر در دمای مرجع یا دمای معمولی دیگری اندازه‌گیری می‌شوند و قرائت‌ها برای اثر هلالی سطح مایع (اثر هلالی)^۳، اثر انبساط گرمایی شیشه، اثرات دمای کالیبراسیون جایگزین و هم‌چنین برای دمای مرجع توسط جدول‌های اندازه‌گیری نفت^۴ تصحیح می‌شوند؛ مقادیر به دست آمده در دماهایی غیر از دمای مرجع، قرائت‌های هیدرومتر هستند و اندازه‌گیری‌های چگالی نیستند.

قرائت‌های اندازه‌گیری شده به عنوان چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API را می‌توان به وسیله روش کارهای تبدیل درونی (فصل ۱۱-۵ از API MPMS) به مقادیر معادل آن در دیگر واحدها یا دماهای مرجع جایگزین یا به استاندارد ASTM D1250 برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت (فصل ۱۱-۵ از API MPMS)، یا هر دو و یا جدول‌ها به صورت قابل کاربرد تبدیل کرد.

قرائت‌های ابتدایی هیدرومتر که در آزمایشگاه تعیین می‌شوند باید قبل از به کارگیری هرگونه محاسبات ثبت شوند. محاسبات مندرج در بند ۹ باید در قرائت‌های هیدرومتر مشاهده شده اعمال شوند و به طریق مشروح در بند ۱۱ گزارش گردند و به عنوان پیش‌درآمد محاسبات ثبت‌کننده‌های روزانه، ضریب تصحیح فلومیترها یا تصحیح حجم‌ها و دستگاه‌های ثبت حجم مورد استفاده قرار گیرند.

پیوست الف شامل روش کاری برای تصدیق یا تایید تجهیزات در این استاندارد می‌باشد.

تعیین درست چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API نفت و فرآورده‌های آن برای تبدیل حجم‌های اندازه‌گیری شده به حجم‌ها یا جرم‌ها یا هر دو در دمای مرجع استاندارد 15°C یا 60°F در طول انتقال^۵ لازم است.

1- American petroleum industrial

2- Reid vapour pressure

3- Meniscus

4- Petroleum measurement tables

5- Custody transfer

این استاندارد برای تعیین چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API مایعات شفاف با ویسکوزیته پایین کاربرد دارد. این استاندارد هم‌چنین برای مایعات دارای ویسکوزیته بالا نیز به‌وسیله تامین زمان کافی برای هیدرومتر به‌منظور رسیدن به تعادل دمایی و هم‌چنین مایعات تیره رنگ با به‌کارگیری تصحیح مناسب اثر هلالی کاربرد دارد. علاوه براین برای هر دو سیال شفاف و تیره، قبل از تصحیح دمای مرجع، باید قرائت‌ها برای اثر انبساط گرمایی شیشه و اثرات دمای کالیبراسیون جایگزین نیز تصحیح شوند. هنگامی که برای اندازه‌گیری‌های نفت مخزن^۱ از این روش استفاده می‌شود، خطاهای تصحیح حجم با مشاهده قرائت هیدرومتر در دمایی نزدیک به دمای نفت مخزن به حداقل می‌رسد. چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API یک عامل کنترل‌کننده کیفیت و قیمت نفت خام است. با این حال، این خواص نمایشی از نامعلوم بودن کیفیت آن بدون ارتباط با خصوصیات دیگر آن است. چگالی یک مشخصه مهم کیفیت برای سوخت‌های خودرو، هوایی و دریایی است که ذخیره‌سازی، جابجایی و احتراق آن را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۲ مراجع الزامی

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

2-1 ASTM D1250, Guide for Use of the Petroleum Measurement Tables

2-2 ASTM D4057, Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products (API MPMS Chapter 8.1)

2-3 ASTM D4177 Practice for Automatic Sampling of Petroleum and Petroleum Products (API MPMS Chapter 8.2)

2-4 ASTM D5854, Practice for Mixing and Handling of Liquid Samples of Petroleum and Petroleum Products (API MPMS Chapter 8.3)

2-5 ASTM E1, Specification for ASTM Liquid-in-Glass Thermometers

2-6 ASTM E100, Specification for ASTM Hydrometers

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به‌کار می‌رود.

۱-۳

1- Bulk

گراویتهی API

تابع خاصی از چگالی نسبی در دمای °F (°C/۶۰) یا °C (°F/۱.۵) است که با استفاده از رابطه ۱ معرفی می‌شود:

(۱)

$$^{\circ}API = [141.5 / (\text{relativedensity})] - 131.5$$

یادآوری - نیازی به بیان دمای مرجع نیست، چون دمای °F ۶۰ (یا °C ۱۵) در تعریف گنجانده شده است.

۲-۳

نقطه ابری

دمایی که در آن ابری از بلورهای موم در یک مایع که تحت شرایط خاص خنک می‌شود، برای اولین بار ظاهر می‌شود.

۳-۳

چگالی

جرم مایع در واحد حجم در دمای °C ۱۵ و فشار ۱۰۱,۳۲۵ kPa با واحد استاندارد اندازه‌گیری کیلوگرم بر متر مکعب است.

یادآوری - دماهای مرجع دیگر، به عنوان مثال °C ۲۰، ممکن است برای بعضی از فرآورده‌ها یا در بعضی از مکان‌ها مورد استفاده قرار گیرند. واحدهای اندازه‌گیری با اولویت کمتر (به عنوان مثال kg/l یا g/ml) هنوز هم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۴-۳

قرائت هیدرومتر

نقطه‌ای بر روی درجه‌بندی هیدرومتر که در آن، سطح مایع مقیاس را قطع می‌کند.

یادآوری - در عمل برای سیالات شفاف این کار به آسانی به وسیله هم‌تراز شدن سطح مایع بر روی هر دو سمت هیدرومتر و قرائت مقیاس هیدرومتر در جایی که این قرائت‌های سطح، درجه‌بندی را قطع می‌کند (قرائت هیدرومتر - مشاهده شده) تعیین می‌شود. برای سیالات غیرشفاف^۱ نقطه‌ای که در آن سطح مایع، درجه‌بندی هیدرومتر را قطع می‌کند را نمی‌توان به‌طور مستقیم تعیین کرد و ضروری است که تصحیح (اثر هلالی) صورت بگیرد. مقداری که در نتیجه کسر کردن نقطه‌ای (قرائت هلالی) که در آن نمونه مایع تا بالاتر از سطح اصلی مایع بالا آمده از سطح اصلی مایع که درجه‌بندی هیدرومتر را قطع می‌کند، به دست می‌آید، معرف تصحیح یا تصحیح هلالی است. این تصحیح هلالی مستندسازی شده و سپس از مقدار معرفی شده توسط قرائت هلالی کسر می‌شود تا قرائت

1- Nontransparent

هیدرومتر تصحیح شده هلالی (قرائت هیدرومتر- مشاهده شده، که به روش هلالی تصحیح شده) به دست آید.

۵-۳

مقادیر مشاهده شده

مقادیر مشاهده شده در دماهایی غیر از دمای مرجع مشخص شده هستند. این مقادیر فقط قرائت‌های هیدرومتر هستند و چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API در دمای دیگر نیستند.

۶-۳

نقطه ریزش

پایین‌ترین دمایی که در آن یک نمونه از نفت خام یا فرآورده نفتی به جریان یافتن ادامه خواهد داد، هنگامی که تحت شرایط مشخص شده، خنک شود.

۷-۳

چگالی نسبی

نسبت جرم یک حجم داده شده از مایع در یک دمای خاص به جرم حجم معادل از آب خالص در دمای یکسان یا متفاوت است. هر دو دمای مرجع باید به‌طور صریح بیان شود.

یادآوری- دماهای مرجع معمول شامل $^{\circ}\text{F}$ (۶۰/۴)، $^{\circ}\text{C}$ (۲۰/۲) و $^{\circ}\text{C}$ (۴/۴) هستند. ممکن است هنوز اصطلاح نامطلوب قدیمی "وزن مخصوص" استفاده شود.

۸-۳

دمای ظاهری موم (WAT)^۱

دمایی که در آن جامدهای مومی هنگامی که یک نفت خام یا فرآورده نفتی تحت شرایط ویژه خنک شود، تشکیل می‌شوند.

۴ اصول آزمون

نمونه به یک دمای مشخص شده، رسانده شده و آزمون به یک استوانه هیدرومتر که تقریباً به همان دما رسانده شده، منتقل می‌شود. هیدرومتر مناسب و دماسنج نیز در یک دمای مشابه به درون آزمون فرو برده شده و اجازه داده می‌شود که به حالت سکون بمانند. بعد از رسیدن تعادل دمایی، درجه‌بندی هیدرومتر قرائت شده و دمای آزمون گرفته می‌شود. قرائت هیدرومتر مشاهده شده برای اثر هلالی، اثر انبساط گرمایی شیشه، اثرات دمای کالیبراسیون جایگزین، تصحیح شده و سپس توسط ضرایب تصحیح حجم و جدول‌های به‌صورتی که در ضمیمه

1- Wax appearance temperature

اختصاصی استاندارد ASTM D1250 راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت (فصل ۱۱-۱ از API MPMS) و دمای مشاهده شده از دماسنج قابل کاربرد است، به دمای مرجع کاهش داده می‌شود.

در صورت نیاز استوانه هیدرومتر و محتویات آن در یک حمام با دمای ثابت قرار داده می‌شود تا از تغییرات دمای بیش از حد در طول آزمون جلوگیری شود.

۵ وسایل

۱-۵ هیدرومتر، شیشه‌ای مدرج شده براساس واحدهای چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API به‌صورتی که نیاز است، مطابق استاندارد ASTM E100 یا ISO 649-1 و الزامات ارائه شده در جدول ۱.

۱-۱-۵ توصیه می‌شود آزمون‌گر اثبات کند که وسایل مورد استفاده در این استاندارد با توجه به خطاهای مواد، ابعاد و مقیاس الزامات تعیین شده در بالا را برآورده می‌کند. در مواردی که وسیله با یک گواهی‌نامه کالیبراسیون صادر شده توسط یک سازمان استانداردسازی شناخته شده^۱، تهیه شود، وسیله به‌عنوان تأییدشده طبقه‌بندی می‌شود و تصحیحات مناسبی برای اثر هلالی، اثر انبساط گرمایی شیشه و اثرات دمای کالیبراسیون جایگزین باید بر روی قرائت‌های مشاهده شده قبل از تصحیح، به‌کار برده شود. وسایلی که الزامات این استاندارد را برآورده می‌کنند اما با یک گواهی‌نامه کالیبراسیون شناخته شده تهیه نشود، به‌صورت تأیید نشده طبقه‌بندی می‌گردد.

۲-۵ دماسنج‌ها، دارای گستره، فاصله‌های درجه‌بندی و حداکثر خطای درجه‌بندی مجاز نشان داده شده در جدول ۲ و مطابق استاندارد ASTM E1 یا پیوست A از IP باشد.

جدول ۱- هیدرومترهای پیشنهادی

هلالی	مقیاس ^a		گستره		واحدها
	خطا ^a	فاصله ^a	هر واحد	کلی	
+۰٫۳	±۰٫۲	۰٫۲	۲۰	۱۱۰۰ تا ۶۰۰	چگالی، kg/m ³ در دمای ۱۵ °C
+۰٫۷	±۰٫۳	۰٫۵	۵۰	۱۱۰۰ تا ۶۰۰	
+۱٫۴	±۰٫۶	۱٫۰	۵۰	۱۱۰۰ تا ۶۰۰	
+۰٫۰۰۰۳	±۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۰۰۲	۰٫۲۰	۱٫۱۰۰ تا ۰٫۶۰۰	چگالی نسبی، °F (°/۶۰)
+۰٫۰۰۰۷	±۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۰۰۵	۰٫۵۰	۱٫۱۰۰ تا ۰٫۶۰۰	
+۰٫۰۰۱۴	±۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۰۱	۰٫۵۰	۱٫۱۰۰ تا ۰٫۶۰۰	
+۰٫۰۰۰۷	±۰٫۰۰۰۵	۰٫۰۰۰۵	۰٫۵۰	۱٫۱۰۰ تا ۰٫۶۵۰	چگالی نسبی، °F (°/۶۰)
-۰٫۱	±۰٫۱	۰٫۱	۱۲	+۱۰۱ تا -۱	گراویتی API

^a فاصله و خطای مربوط به مقیاس

1- Recognized standardizing body

۵-۲-۱ وسایل یا سیستم‌های اندازه‌گیری جایگزین را می‌توان مورد استفاده قرار داد که عدم قطعیت کلی سیستم کالیبره‌شده آن‌ها بیش‌تر از مقدار مشخص‌شده در بند ۵-۲ نباشد. چنانچه در داماسنج‌های مایع در شیشه، از سیالات جایگزین استفاده شود، مقادیر تکرارپذیری و تجدیدپذیری بیان شده را نمی‌توان به کار برد.

۵-۳ استوانه هیدرومتر، از جنس شیشه شفاف یا پلاستیک (مطابق بند ۵-۳-۱). قطر داخلی استوانه باید حداقل ۲۵ mm بزرگ‌تر از قطر خارجی هیدرومتر و ارتفاع آن باید به‌اندازه‌ای باشد که هیدرومتر به‌صورت مناسب در آزمون معلق شود، به‌طوری که حداقل ۲۵ mm فضا بین انتهای هیدرومتر و کف استوانه باشد.

۵-۳-۱ استوانه‌های هیدرومتر ساخته‌شده از مواد پلاستیکی باید در مقابل تغییر رنگ یا آسیب دیدن بر اثر نمونه‌های روغنی مقاوم باشند و نباید بر روی مواد مورد آزمون اثری داشته باشند. آن‌ها نباید در اثر قرار گرفتن طولانی مدت در معرض نور خورشید تیره شوند.

۵-۴ حمام با دمای ثابت، در صورت نیاز دارای ابعادی باشد که استوانه هیدرومتر حاوی آزمون به‌طور کامل تا زیر سطح مایع آزمون در آن فرو رود و یک سیستم کنترل دما با قابلیت نگه‌داشتن دما در حدود 0.25°C دمای آزمون در سرتاسر مدت آزمون داشته باشد.

۵-۵ میله هم‌زن، اختیاری، از جنس شیشه یا پلاستیک، با طول تقریبی ۴۰۰ mm باشد.

۶ نمونه‌برداری

۶-۱ جز در مواردی که ذکر شده، نمونه‌های نفت غیرفرار و فرآورده‌های نفتی باید به‌وسیله روش کارهای شرح داده شده در استاندارد ASTM D4057 (فصل ۸-۱ از API MPMS) و ASTM D4177 (فصل ۸-۲ از API MPMS) گرفته شود.

۶-۲ نمونه‌های نفت خام یا فرآورده‌های نفتی فرار ترجیحاً مطابق استاندارد ASTM D4177 (فصل ۸-۲ از API MPMS) با استفاده از یک دریافت کننده نمونه دارای حجم متغیر از (پیستون شناور) به منظور به حداقل رساندن هرگونه اجزای تشکیل دهنده سبک که ممکن است درستی اندازه‌گیری چگالی را تحت تاثیر قرار دهد، گرفته شوند. در غیاب این وسیله، باید نهایت دقت را برای به حداقل رساندن اتلاف‌های شامل انتقال نمونه به یک ظرف سرد^۱ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری به کار گرفت.

۶-۳ مخلوط کردن نمونه، ممکن است دست‌یابی به آزمون‌ای که نماینده نمونه اصلی است، مورد نیاز باشد؛ اما به منظور حفظ همگنی نمونه در طول عملیات باید احتیاط شود. مخلوط کردن نفت خام فرار یا فرآورده‌های نفتی حاوی آب یا رسوبات، یا هردو یا حرارت دادن نفت خام فرار مومی یا فرآورده‌های نفتی که ممکن است

1- Chilled

موجب اتلاف اجزای تشکیل دهنده سبک شود. بندهای فرعی (۶-۳-۱ تا ۶-۳-۴) راهنمایی‌هایی در مورد حفظ یکپارچگی نمونه ارائه می‌دهد.

۶-۳-۱ نفت خام فرار و فرآورده‌های نفتی دارای فشار بخار نسبی (RVP)^۱ بیش‌تر از ۵۰ kPa، نمونه را در ظرف نزدیک به منشأ آن مخلوط کنید تا اتلاف اجزای تشکیل دهنده سبک به حداقل برسد.

یادآوری- مخلوط کردن نمونه‌های فرار در ظرف‌های باز منجر به اتلاف اجزای تشکیل دهنده سبک و در نتیجه مقدار چگالی به- دست آمده را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

۶-۳-۲ نفت خام مومی، اگر نفت یک نقطه ریزش مورد انتظار بالاتر از ۱۰ °C، نقطه ابری شدن یا WAT بالاتر از ۱۵ °C داشته باشد، نمونه را تا دمایی حرارت دهید که مطمئن شوید ماده به اندازه کافی سیال است که بدون حرارت دادن اضافی ماده به اندازه کافی مخلوط شود در غیر این صورت یکپارچگی نمونه به خطر می‌افتد. نمونه-هایی که تا ۹ °C بالاتر از نقطه ریزش، یا ۳ °C بالاتر از نقطه ابری شدن یا WAT خود حرارت داده شده اند، مشاهده شده است که دماهای مناسبی برای گرم کردن نمونه قبل از مخلوط کردن هستند. در صورت امکان، نمونه را در ظرفی نزدیک به منشأ خود حرارت دهید تا اتلاف اجزای تشکیل دهنده سبک به حداقل برسد.

۶-۳-۳ برش‌های مومی، نمونه را تا دمایی حرارت دهید که مطمئن شوید ماده به اندازه کافی سیال است که بدون حرارت دادن اضافی ماده به اندازه کافی مخلوط کردن شود در غیر این صورت یکپارچگی نمونه به خطر می‌افتد. نمونه‌هایی که تا ۳ °C بالاتر از نقطه ابری شدن یا WAT خود حرارت داده شده اند، مشاهده شده است که دماهای مناسبی برای گرم کردن نمونه قبل از مخلوط کردن هستند.

۶-۳-۴ روغن‌های سوخت باقی مانده، قبل از مخلوط کردن، نمونه را تا دمای آزمون حرارت دهید (مطابق بند ۸-۱-۱ و یادآوری ۳ آن)

۶-۴ جهت اطلاعات بیش‌تر در مورد مخلوط کردن و کار کردن با نمونه‌های مایع، به استاندارد ASTM D5854 (فصل ۸-۳ از API MPMS) مراجعه شود.

۷ تأیید یا تصدیق وسایل

۷-۱ هیدرومترها و دماسنج‌ها باید مطابق روش کار موجود در پیوست الف تصدیق شوند.

۸ روش انجام آزمون

۸-۱ دمای آزمون

1- Relative volatile pressure

۸-۱-۱ دمای نمونه را به دمای آزمون که برسانید که باید در چنین دمایی نمونه به اندازه کافی سیال باشد اما آن قدر دما بالا نباشد که موجب اتلاف اجزای تشکیل دهنده سبک شود و نه آن قدر پایین باشد که موجب ظهور جامدهای مومی در آزمون شود.

یادآوری ۱- چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API تعیین شده به وسیله هیدرومتر در دمای مرجع یا دمایی نزدیک به دمای مرجع بسیار درست است.

یادآوری ۲- حجم و چگالی، چگالی نسبی و تصحیحات API در جدول‌های تصحیح حجم، براساس انبساط‌های میانگین تعدادی از مواد معمولی هستند. چون ضرایب یکسانی در گردآوری هر مجموعه از جدول‌ها استفاده می‌شود، تصحیحات انجام شده در فاصله‌های دمایی یکسان، خطاهای ناشی از اختلاف‌های ممکن بین ضریب ماده مورد آزمون و ضرایب استاندارد را به حداقل می‌رساند. هرچه دماها با دمای مرجع اختلاف بیش‌تری پیدا می‌کنند، اهمیت این اثر بیش‌تر می‌شود.

یادآوری ۳- قرائت هیدرومتر در یک دمای مناسب برای خصوصیات فیزیکوشیمیایی ماده مورد آزمون به دست می‌آید. این دما ترجیحاً نزدیک به دمای مرجع یا هنگامی که مقدار در اتصال با اندازه‌گیری‌های نمونه روغن اصلی^۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد، در محدوده 3°C از دمای مخزن است (مطابق بند ۴-۳).

۸-۱-۲ برای نفت خام، دمای نمونه را تا نزدیک دمای مرجع برسانید یا اگر موم وجود دارد، تا 9°C بالاتر از نقطه ریزش مورد انتظار آن یا 3°C بالاتر از نقطه ابری شدن یا WAT مورد انتظار آن، هر کدام که بالاتر است، برسانید.

یادآوری - نشانه‌ای از WAT مربوط به نفت خام را می‌توان در IP389 با اصلاح استفاده از 50 ± 5 μl نمونه به دست آورد. دقت WAT برای نفت خام با استفاده از این روش تعیین نشده است.

۸-۲ اندازه‌گیری چگالی

۸-۲-۱ دمای استوانه هیدرومتر و دماسنج را به محدوده تقریبی 5°C از دمای آزمون برسانید.

۸-۲-۲ نمونه را به آرامی، به منظور تشکیل حباب‌های هوا و به حداقل رساندن تبخیر اجزای تشکیل دهنده بادمای جوش پایین‌تر نمونه‌های فرارتر، به یک استوانه هیدرومتر شفاف که دمای آن تثبیت شده است، منتقل کنید.

هشدار- بسیار اشتعال‌پذیر است و ممکن است در اثر جرقه آتش بگیرد.

۸-۲-۳ نمونه‌های دارای فراریت زیاد را به وسیله سیفون کردن یا جایگزین کردن آب منتقل کنید.

هشدار- توسط دهان سیفون نکنید چون ممکن است موجب بلعیدن نمونه شود.

۸-۲-۳-۱ نمونه‌های حاوی الکل یا دیگر مواد انحلال‌پذیر در آب، بهتر است به وسیله سیفون کردن در استوانه قرار گیرند.

۸-۲-۴ قبل از قرار دادن هیدرومتر، هرگونه حباب هوای تشکیل شده بعد از جمع شدن آن‌ها در سطح آزمونه را به وسیله تماس دادن آن‌ها با یک تکه کاغذ صافی تمیز یا وسایل مناسب دیگر خارج کنید.

۸-۲-۵ استوانه حاوی آزمونه را در یک موقعیت عمودی در یک محل عاری از هوای در حال جریان و مکانی که دمای محیط پیرامون بیش‌تر از 2°C در طول مدت زمان کامل شدن آزمون تغییر نکند، قرار دهید. هنگامی دمای آزمونه بیش‌تر از 2°C با دمای محیط اختلاف داشته باشد، از یک حمام با دمای ثابت برای نگه‌داشتن دمای درست در سر تا سر مدت زمان آزمون استفاده کنید.

۸-۲-۶ دماسنج مناسب یا وسیله اندازه‌گیری دما را قرار داده و آزمونه را با یک میله هم‌زن، به صورت حرکات عمودی و چرخشی هم‌بزنید تا مطمئن شوید که دما و چگالی سر تا سر استوانه هیدرومتر یکنواخت است. دمای نمونه را با تقریب 0.1°C ثبت کرده و دماسنج/وسیله اندازه‌گیری دما و میله هم‌زن را از استوانه هیدرومتر خارج کنید.

یادآوری - اگر از یک دماسنج مایع در شیشه استفاده می‌کنید، معمولاً می‌توان از آن به‌عنوان میله هم‌زن هم استفاده کرد.

۸-۲-۷ هیدرومتر مناسب را به داخل مایع مناسب فرو برده و هنگامی که در یک موقعیت تعادل قرار گرفت، رها کنید، مواظب باشید که از تر شدن ساقه در بالای سطحی که آزادانه معلق می‌شود، جلوگیری شود. برای مایعات شفاف یا نیمه شفاف با ویسکوزیته پایین شکل هلالی را هنگامی که هیدرومتر در حدود ۱ mm تا ۲ mm به زیر نقطه تعادل فشار داده شده، مشاهده کنید و اجازه دهید به حالت تعادل برگردد. اگر هلالی تغییر کرد، ساقه هیدرومتر را تمیز کرده و تکرار کنید تا شکل هلالی ثابت باقی بماند.

۸-۲-۸ برای مایعات با ویسکوزیته بالا و تیره، اجازه دهید هیدرومتر به آرامی در مایع به حال سکون در آید.

۸-۲-۹ برای مایعات شفاف یا نیمه شفاف با ویسکوزیته پایین هیدرومتر را مجدداً در حدود دو قسمت از مقیاس به داخل مایع فشار دهید و سپس رها سازید تا در رسیدن به حالت آزادانه معلق دارای فاصله از دیواره‌های استوانه هیدرومتر به آن کمک شود. مطمئن شوید که قسمت باقی‌مانده از ساقه هیدرومتر که بالاتر از سطح مایع قرار دارد تر نشده است؛ چرا که وجود مایع بر روی ساقه، قرائت به‌دست آمده را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

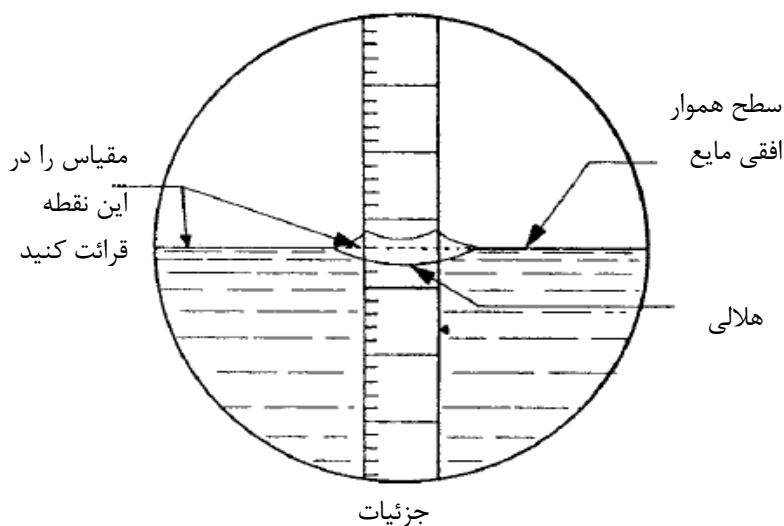
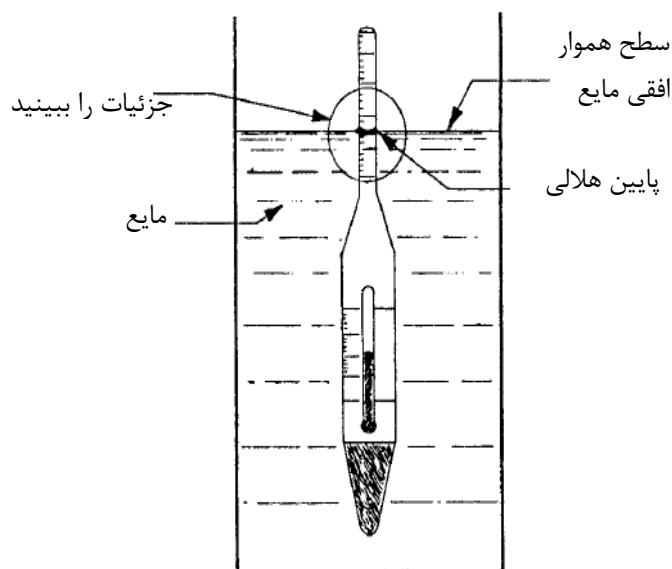
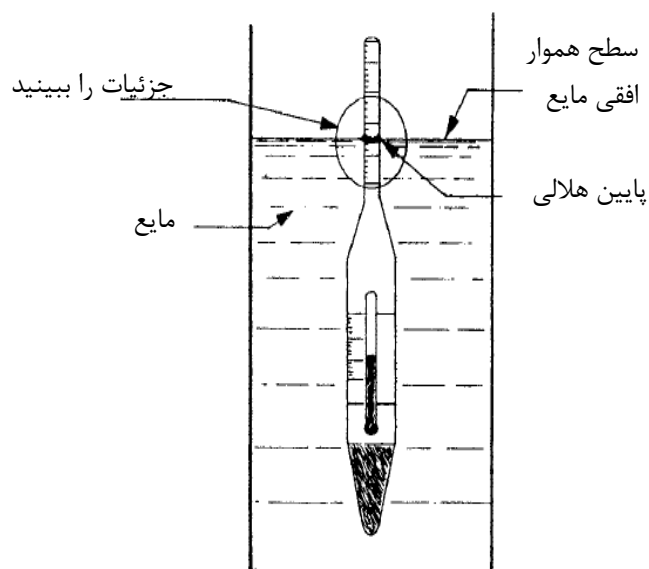
۸-۲-۱۰ مدت زمان کافی به هیدرومتر اجازه دهید که به حالت سکون در بیاید و تمامی حباب‌های هوا به سطح برسند. قبل از قرائت، هرگونه حباب هوا را خارج کنید (مطابق بند ۸-۲-۱۲).

۸-۲-۱۱ اگر استوانه هیدرومتر از پلاستیک ساخته شده است، هرگونه بار ساکن ایجاد شده به وسیله مالش قسمت بیرونی آن با پارچه خیس ایجاد شده را پراکنده کنید. (بارهای ساکن اغلب بر روی استوانه‌های پلاستیکی ایجاد می‌شوند و ممکن است از معلق شدن آزادانه هیدرومتر جلوگیری کنند.)

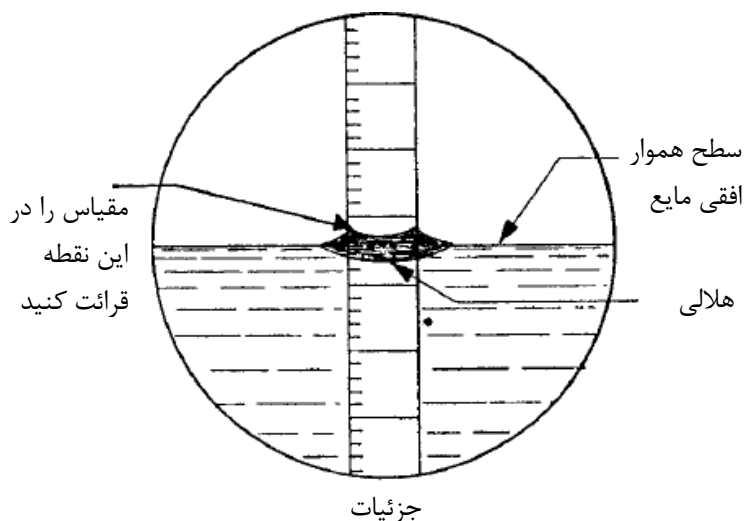
۸-۲-۱۲ هنگامی که هیدرومتر به حالت آزادانه معلق و دور از دیواره‌های استوانه به حالت سکون در آمد، قرائت مقیاس هیدرومتر را با تقریب یک پنجم یا یک دهم یک تقسیم مقیاس کامل وابسته به تعداد تقسیمات

فرعی (که به ترتیب ۵ یا ۱۰ است) که بین یک تقسیم مقیاس کامل مطابق بندهای ۸-۲-۱۲-۱ یا ۸-۲-۱۲-۲، قرائت کنید.

۸-۲-۱۲-۱ برای مایعات شفاف، قرائت هیدرومتر به صورت نقطه‌ای بر روی مقیاس هیدرومتر که در آن سطح اصلی مایع، مقیاس را قطع می‌کند با قرار دادن چشم کمی پایین‌تر از سطح مایع و بالا آوردن آرام آن تا رسیدن به سطح، قرائت کنید، که ابتدا به صورت یک بیضی واپیچیده مشاهده می‌شود و در نهایت به صورت یک خط مستقیم که مقیاس هیدرومتر را قطع می‌کند ظاهر می‌شود (شکل ۱ را ببینید).



شکل ۱- قرائت مقیاس هیدرومتر برای مایعات شفاف



شکل ۲- قرائت مقیاس هیدرومتر برای سیالات تیره

۸-۲-۱۲-۲ برای مایعات تیره، قرائت هیدرومتر را در نقطه‌ای بر روی مقیاس هیدرومتر که نمونه تا بالاتر از سطح اصلی آن بالا می‌آید را با مشاهده چشمی کمی بالاتر از صفحه سطح مایع ثبت کنید (شکل ۲ را ببینید). این قرائت به یک تصحیح هلالی نیاز دارد. این تصحیح می‌تواند به وسیله یکی از دو روش زیر تعیین شود:

(۱) تفاضل ارتفاع خزش مایع نسبت به سطح مایع در حالت مایع شفاف با کشش سطحی مشابه نمونه مورد آزمون مقایسه گردد.

(۲) از مقادیر اسمی نشان داده شده در جدول ۱ استفاده کنید. این مقدار را به عنوان تصحیح هلالی مستندسازی کنید.

یادآوری- در هنگام آزمون مایعات تیره استفاده از یک استوانه هیدرومتر فلزی، قرائت درست مقیاس هیدرومتر را می‌تواند فقط تضمین کند، چنانچه سطح مایع حدود ۵ mm از بالای استوانه فاصله داشته باشد.

۸-۲-۱۳ بلافاصله بعد از ثبت قرائت مقیاس هیدرومتر، به دقت هیدرومتر را از مایع خارج کرده، دماسنج یا وسیله اندازه‌گیری دما را وارد کرده و آزمون را با میله هم‌زن به صورت عمودی هم بزنید. دمای آزمون را با تقریب 0.1°C ثبت کنید. اگر این دما بیش‌تر از 0.05°C با قرائت قبلی (۸-۲-۶) اختلاف داشته باشد، مشاهدات هیدرومتر و مشاهدات دماسنج را تازمانی که دما در محدوده 0.05°C به پایداری می‌رسد، تکرار کنید. اگر نمی‌توان یک دمای پایدار به دست آورد، استوانه هیدرومتر را در یک حمام با دمای ثابت قرار داده و روش آزمون را از بند ۸-۱ تکرار کنید.

۸-۲-۱۴ اگر دمای آزمون بالاتر از 38°C است، اجازه دهید تمام هیدرومترهای نوع (مه‌سربی در موم)^۱ تخلیه شده و در یک موقعیت عمودی خنک کنید.

۹ محاسبات

۹-۱ همه تصحیحات مربوط به دماسنج را بر قرائت مشاهده شده در بندهای ۸-۲-۶ و ۸-۲-۱۳ اعمال کنید و میانگین آن دو دما را با تقریب 0.1°C ثبت کنید.

۹-۲ قرائت‌های مقیاس هیدرومتر مشاهده شده را با تقریب 0.1 kg/m^3 در چگالی، 0.0001 g/ml ، 0.1 kg/l یا چگالی نسبی یا 0.1° API برای مایعات شفاف ثبت کنید.

۹-۲-۱ برای نمونه‌های تیره، تصحیح هلالی مربوطه ارایه شده در جدول ۱ را اعمال کرده یا آن را به صورتی که در بند ۸-۲-۱۲ نشان داده شده، تعیین کنید تا قرائت هیدرومتر مشاهده شده (۸-۲-۱۲-۲) به صورت هیدرومترهایی برای قرائت در سطح اصلی مایع کالیبره شوند.

1- Lead shot-in-wax

۳-۹ هر گونه تصحیح هیدرومتر شناخته شده در یک گواهی نامه کالیبراسیون را برای قرائت مشاهده شده اعمال کرده و قرائت مقیاس هیدرومتر تصحیح شده با تقریب 0.1 kg/m^3 در چگالی، 0.0001 g/ml یا kg/l یا چگالی نسبی یا API° ثبت کنید.

۴-۹ کاربرد تصحیح انبساط گرمایی شیشه، با توجه به آن نسخه از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D1250 راهنمایی برای جدول های اندازه گیری نفت (فصل ۱۱-۱ از API MPMS)، برای محاسبه چگالی پایه مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

الف) نسخه ۱۹۸۰ ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D1250 راهنمایی برای جدول های اندازه گیری نفت (فصل ۱۱-۱ از API MPMS) تصحیح انبساط گرمایی شیشه هیدرومتر را در بر می گیرد. آن را به داخل نرم افزار VCF وارد کنید که نیازمند قرائت هیدرومتر - مشاهده شده یا قرائت هیدرومتر مشاهده شده، تصحیح هلالی شده در API، R.D. یا واحدهای kg/m^3 حاصل از بند ۸-۲-۱۲-۲، دمای مشاهده شده از نمونه و تصحیح حرارتی شیشه هیدرومتر با کلید تنظیم روشن (+) یا خاموش (۱) است. آن به API یا R.D. در 60°F یا kg/m^3 در $^\circ \text{C}$ ۱۵ باز خواهد گشت.

ب) نسخه ۲۰۰۴ ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D1250 راهنمایی برای جدول های اندازه گیری نفت (فصل ۱۱-۱ از API MPMS) تصحیح انبساط گرمایی شیشه هیدرومتر را در بر نمی گیرد؛ بنابراین تصحیح باید قبل از ورود به نرم افزار صورت بگیرد. بسته به هدف خاص استفاده از نتایج محاسبات، مقدار نهایی ممکن است گرد شود یا نشود.

مراحل زیر برای انجام دادن ۴-۹ ب مورد نیاز است:

مرحله ۱ در صورت نیاز با استفاده از معادلات ۲ یا ۳ قرائت مقیاس هیدرومتر را به چگالی بر حسب kg/m^3 تبدیل کنید.

$$(2) \quad \text{چگالی } (\text{kg/m}^3) = (141.5 * 999.016) / (131.5 + ^\circ \text{API})$$

$$(3) \quad \text{چگالی } (\text{kg/m}^3) = R.D. * 999.016$$

نتایج را گرد نشده رها کنید.

مرحله ۲ ضریب تصحیح انبساط گرمایی شیشه هیدرومتر را با استفاده از معادلات اختصاصی ۴ و ۵ و ۶ محاسبه کنید (t دمای مشاهده شده است).

تصحیح برای دمای پایه 60°F (T_b):

$$(4) \quad HYC = 1.0 - [0.00001278(t - 60)] - [0.0000000062(t - 60)^2]$$

تصحیح برای دمای پایه 15°C (T_b):

$$(5) \quad HYC = 1.0 - [0.000023(t - 15)] - [0.00000002(t - 15)^2]$$

تصحیح برای دمای پایه 20°C (T_b):

$$(6) \quad HYC = 1.0 - [0.000023(t - 20)] - [0.00000002(t - 20)^2]$$

نتایج را گردننده رها کنید.

مرحله ۳ چگالی برحسب kg/m^3 حاصل از مرحله ۱ را در HYC صحیح حاصل از مرحله ۲ ضرب کنید تا قرائت چگالی هیدرومتر تصحیح شده از نظر انبساط حرارتی شیشه به دست آید.

$$\text{kg/m}^3_{\text{HYC}} = \text{kg/m}^3 * \text{HYC} \quad (7)$$

اگر دما برحسب درجه سلسیوس است، مراحل بعدی را تا رسیدن به مرحله ۵ نادیده بگیرید.

مرحله ۴-الف چگالی‌های محاسبه شده در مرحله ۳ را که به صورت گراویتی API یا چگالی نسبی (RD) شروع شده‌اند را به RD (چگالی نسبی) تبدیل کنید.

یادآوری - کد نرم‌افزاری عمل شده به زبان C است و قابلیت تکمیل به اکسل را ندارد. بنابراین نمی‌تواند از واحد kg/m^3 را با درجه‌ی فارنهایت فراخوانی کند.

$$\text{R.D.} = \text{kg/m}^3_{\text{HYC}} / 999.016 \quad (8)$$

مرحله ۴-ب R.D. و درجه F را در بند ۱۰-۱-۶-۲ از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D1250 راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت (فصل ۱۱-۱-۲۰۰۴ از API MPMS) وارد کنید تا به R.D. در 60°F تبدیل شوند.

یادآوری - فشار باید نسبت به فشار اتمسفری یا فشار نسبی صفر psi سنجیده شود چون مطابق ضمیمه استاندارد ASTM D1250، راهنمایی برای جداول اندازه‌گیری نفت (فصل ۱۱-۱-۲۰۰۴)، مقادیر فقط در فشار اتمسفری معتبر هستند.

مرحله ۴-پ در صورتی که ورودی اصلی بر حسب واحدهای API است، مقدار R.D. محاسبه شده در 60°F را با استفاده از معادله ۹ به گراویتی API محاسبه شده در 60°F تبدیل کنید.

$$\text{API گراویتی} = (141.5/\text{R.D.}) - 131.5 \quad (9)$$

مرحله ۵ چگالی محاسبه شده در مرحله ۳ را برحسب kg/m^3 HYC، درجه C، دمای پایه (15°C یا 20°C) به بخش ۱۱-۱-۷-۲ از ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D1250 راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت (فصل ۱۱-۱-۲۰۰۴ از API MPMS) که چگالی محاسبه شده را بر حسب واحدهای kg/m^3 در دمای پایه انتخاب شده برمی‌گرداند، وارد کنید.

یادآوری - فشار باید نسبت به فشار اتمسفری، فشار نسبی صفر psi، 101.325 kPa یا صفر bar سنجیده شود چون مطابق ضمیمه استاندارد ASTM D1250، راهنمایی برای جداول اندازه‌گیری نفت (فصل ۱۱-۱-۲۰۰۴)، مقادیر فقط در فشار اتمسفری معتبر هستند.

پ) نسخه‌های آینده کد ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D1250 راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت (فصل ۱۱-۲۰۰۴، ۱-۱۱ از API MPMS) تصحیح خواهد شد تا بتواند هرگونه ترکیب از واحدهای خروجی را بپذیرد. هنگام در دسترس بودن، کد ضمیمه اختصاصی استاندارد ASTM D1250 راهنمایی برای جدول‌های اندازه‌گیری نفت (فصل ۱۱-۲۰۰۴، ۱-۱۱ از API MPMS) را می‌توان مستقیماً از مرحله ۳ به‌دست آورده و به API در ۶۰ °F، R.D.، ۶۰ °F و kg/m^3 در هر دمای پایه انتخاب شده برگرداند.

جدول ۲- مثال ۱

نمونه	نفت خام
دمای مشاهده شده	۷۷ °F
قرائت مشاهده شده هیدرومتر	۳۳٫۲ گراویتی API
دمای پایه	۶۰ °F
مرحله ۱	۸۵۸٫۲۹۲۴۳۴۷۲۹۸ معادله ۲، معادله ۳
مرحله ۲	۰٫۹۹۹۷۸۰۹۴۸ معادله ۴، معادله ۵، معادله ۶
مرحله ۳	۸۵۸٫۱۰۴۴۲۴۲۲۷ معادله ۷
مرحله ۴-الف	۰٫۸۵۸۹۴۹۶۳۱ معادله ۸
مرحله ۴-ب	۰٫۸۶۵۶۷۸۲۷۹
مرحله ۴-پ ۱	۳۱٫۹۵۵۶۴۳۳۱۲ معادله ۹ (گردنشده)
مرحله ۴-پ ۲	۳۲٫۰ □ API معادله ۹ (گردنشده)

جدول ۳- مثال ۲

نمونه	نفت خام
دمای مشاهده شده	۲۵٫۰ °F
قرائت مشاهده شده هیدرومتر	$۸۵۸٫۲۹ \text{ Kg/m}^3$
فشار مشاهده شده	۰ bar
دمای پایه	۱۵ °C
مرحله ۱	۸۵۸٫۲۹۰۰۰۰۰۰۰ نیاز به تبدیل ندارد
مرحله ۲	۰٫۹۹۹۷۶۸۰۰۰ معادله ۴
مرحله ۳	۸۵۸٫۰۹۰۸۷۶۷۲۰ معادله ۷
مرحله ۵-۱	۸۶۵٫۲۰۷۴۷۰۰۸۲ (گردنشده)
مرحله ۵-۲	$۸۶۵٫۲۱ \text{ kg/m}^3$ (گردنشده)

جدول ۴- مثال ۳

نمونه	نفت خام
دمای مشاهده شده	۷۷٫۰ °F
قرائت مشاهده شده هیدرومتر (R.D.)	۰٫۸۵۹۱۳۸
فشار مشاهده شده	۰ psig
دمای پایه	۶۰ °F
مرحله ۱	۸۵۸٫۲۹۲۶۰۸۲۰۸ معادله ۲، معادله ۳
مرحله ۲	۰٫۹۹۹۷۸۰۹۴۸ معادله ۴، معادله ۵، معادله ۶
مرحله ۳	۸۵۸٫۱۰۴۵۹۷۶۶۷ معادله ۷
مرحله ۴-الف	۰٫۸۵۸۹۴۹۸۰۴ معادله ۸
مرحله ۴-ب	۰٫۸۶۵۶۷۸۴۵۱ (گردننده)
مرحله ۴-پ	۰٫۸۶۵۷ (گردننده)

۵-۹ اگر هیدرومتر در دمایی غیر از دمای مرجع کالیبره شده است، از معادله ۱۰ برای تصحیح قرائت مقیاس هیدرومتر استفاده کنید.

$$\rho_t = \frac{\rho_r}{1 - [23 \times 10^{-6}(t - r) - 2 \times 10^{-8}(t - r)^2]} \quad (10)$$

که در آن:

ρ_t قرائت هیدرومتر در دمای مرجع، °C

ρ_r قرائت هیدرومتر بر روی درجه بندی هیدرومتر در دمای مرجع، °C

r دمای مرجع می باشد.

۱۰ دقت و انحراف^۱

۱-۱۰ دقت این استاندارد براساس بررسی آماری نتایج آزمون‌های بین آزمایشگاهی به شرح زیر است:

۲-۱۰ تکرارپذیری

اختلاف بین دو نتیجه آزمون متوالی که توسط آزمون گر یکسان با وسایل یکسان تحت شرایط عملیاتی ثابت روی مواد آزمون یکسان به دست آمده در مدت طولانی، در عملیات معمولی و صحیح این روش آزمون تنها در یک مورد از بیست مورد از مقادیر موجود در جدول ۵ بیش تر شود.

1- Bias

۳-۱۰ تجدیدپذیری

اختلاف بین دو نتیجه منفرد و مستقل که توسط آزمون‌گرهای مختلف در آزمایشگاه‌های مختلف روی مواد آزمون یکسان به دست آمده، در مدت طولانی، در عملیات معمولی و صحیح این روش آزمون تنها در یک مورد از بیست مورد از مقادیر زیر بیش‌تر شود.

۴-۱۰ مقادیر تکرارپذیری و تجدیدپذیری ارایه شده در جدول ۳ براساس نتایج آزمون مشارکتی^۱ بین آزمایشگاهی نیستند. بهتر است آن‌ها به‌عنوان نتایج قبلی، منبعی از آن‌چه که نمی‌توان توسط ASTM یا API تصدیق کرد و در این سند قبل از تعیین کنونی نفت‌های خام مخلوط‌شده، بنزین‌های RFG و برش‌های فرمولبندی‌شده مجدد در نظر گرفته شوند. این مقادیر را نمی‌توان برای روش‌کارهای محاسباتی کنونی به‌کار برد و به میزان زیادی به آزمون‌گر بستگی دارد که تعیین کند نتایج فراهم شده توسط این استاندارد دارای درستی کافی برای هدف موردنظر هستند.

جدول ۵- مقادیر دقت

فرآورده: مایعات با ویسکوزیته پایین شفاف				
پارامتر	گستره دمایی °C (°F)	واحدها	تکرارپذیری	تجدیدپذیری
چگالی	۲ تا ۲۴٫۵ (۲۹ تا ۷۶)	kg/m ³	۰٫۵	۱٫۲
		g/ml یا kg/l	۰٫۰۰۰۵	۰٫۰۰۱۲
چگالی نسبی	۲ تا ۲۴٫۵ (۲۹ تا ۷۶)	بدون واحد	۰٫۰۰۰۵	۰٫۰۰۱۲
		°API	۰٫۱	۰٫۳
فرآورده: مایعات تیره				
پارامتر	گستره دمایی °C (°F)	واحدها	تکرارپذیری	تجدیدپذیری
چگالی	۲ تا ۲۴٫۵ (۲۹ تا ۷۶)	kg/m ³	۰٫۶	۱٫۵
		g/ml یا kg/l	۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۰۱۵
چگالی نسبی	۲ تا ۲۴٫۵ (۲۹ تا ۷۶)	بدون واحد	۰٫۰۰۰۶	۰٫۰۰۱۵
		°API	۰٫۱	۰٫۳

1- Round robin

۰٫۵	۰٫۲	°API	(۷۸ تا ۴۲)	گراویتی API
-----	-----	------	------------	-------------

۱۰-۵ انحراف

انحرافی برای این استاندارد تعیین نشده است. اما بهتر است انحرافی از اندازه‌گیری‌های مطلق نداشته باشد، در صورتی که کالیبراسیون هیدرومتر و دماسنج توسط استانداردهای بین‌المللی، مانند تامین سازمان ملی استاندارد و تکنولوژی، قابل پیگیری باشد.

۱۱ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۱ مقدار نهایی را به صورت چگالی برحسب کیلوگرم بر متر مکعب در دمای مرجع و با تقریب 0.1 kg/m^3 گزارش کنید؛

۲-۱۱ مقدار نهایی را به صورت چگالی برحسب کیلوگرم بر لیتر یا بر میلی‌لیتر در دمای مرجع و با تقریب 0.001 گزارش کنید؛

۳-۱۱ مقدار نهایی را به صورت چگالی نسبی بدون بُعد در دمای مرجع و با تقریب 0.0001 گزارش کنید؛

۴-۱۱ مقدار نهایی را به صورت گراویته API با تقریب 0.1° API گزارش کنید؛

۵-۱۱ مقادیری که گزارش می‌شوند، تعیین دقت یا انحراف نشده‌اند. به میزان زیادی به آزمون‌گر بستگی دارد که این استاندارد نتایجی با درستی کافی برای هدف موردنظر فراهم می‌کند یا نه؛

۶-۱۱ هیدرومترهای تأیید شده توسط یک سازمان استانداردسازی شناخته شده مانند NIST، چگالی خروجی را به صورت "چگالی در خلأ" گزارش می‌دهد.

۷-۱۱ روش آزمون استفاده شده مطابق این استاندارد ملی؛

۸-۱۱ هر گونه مورد غیر معمول مشاهده شده در حین اندازه‌گیری؛

۹-۱۱ هر گونه عملیاتی که در این استاندارد ملی بیان نشده یا به‌طور اختیاری در نظر گرفته می‌شود.

۱۰-۱۱ نام و نام خانوادگی آزمون‌گر؛

۱۱-۱۱ تاریخ انجام آزمون؛

پیوست الف

(اطلاعاتی)

وسایل

الف-۱ تصدیق و تایید وسایل

الف-۱-۱ هیدرومترها، باید تصدیق شده یا تایید شده باشند. تصدیق باید بامقایسه با یک هیدرومتر تایید شده (مطابق بند ۵-۱-۱) یا به وسیله استفاده از یک ماده مرجع تایید شده (CRM)^۱ ویژه برای استفاده در دمای مرجع انجام شود.

الف-۱-۱-۱ مقیاس هیدرومتر باید به طور صحیح با توجه به خط مبنا در محدوده ساقه هیدرومتر قرار گیرد. اگر مقیاس جابجا شود، هیدرومتر را کنار بگذارید.

الف-۱-۲ دماسنجها، باید در فاصله‌های زمانی کمتر از شش ماه برای مطابقت با ویژگی‌ها تصدیق شوند. چه با یک سیستم اندازه‌گیری دمای مرجع قابل پیگیری توسط یک استاندارد بین المللی و چه با تعیین نقطه یخ انجام شود، مناسب است.

1- Certified reference material