

INSO

10662

1st. Revision

2016



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۰۶۶۲

تجدیدنظر اول

۱۳۹۴

تعیین چگالی، چگالی نسبی و گراویتی API  
مایعات با استفاده از چگالی سنج با نمایشگر  
عددی - روش آزمون

Determination of density, relative density,  
and API gravity of liquids by  
digital density meter —Test method

ICS:17.060

## بهنام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده<sup>۳</sup> 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، مصرفکنندگان، 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 میشود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که 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 درصورت 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 میدهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup> کمیسیون بین المللی الکترونیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها 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 یکها، 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 Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## **کمیسیون فنی تدوین استاندارد**

«تعیین چگالی، چگالی نسبی و گراویتی API مایعات با استفاده از چگالی سنج با نمایشگر عددی - روش آزمون»

### **سمت و / یا نمایندگی**

پژوهشگاه استاندارد

**رئیس:**

عدل نسب، لاله

(دکتری شیمی تجزیه)

### **دبیر:**

شرکت رویان پژوهان سینا

افتخاری دافچاهی، سمیه

(کارشناس ارشد شیمی فیزیک)

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

آزمایشگاه پیرایه زیست قزوین

بیگدلی، داوود

(کارشناس ارشد شیمی تجزیه)

پژوهشگاه استاندارد

بیگلری، حسن

(کارشناس ارشد شیمی تجزیه)

اداره کل استاندارد استان همدان

ردائی، احسان

(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

شرکت رویان پژوهان سینا

صنعتگر، الهام

(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت فراپل جم

فرهادی، ذکریا

(کارشناس ارشد شیمی فیزیک)

دانشگاه بوعلی سینا همدان

هاشمی، مهدی

(دکتری شیمی تجزیه)

آزمایشگاه فنی مکانیک خاک

نجفی، امیر

(کارشناس ارشد شیمی تجزیه)

## فهرست مندرجات

صفحة	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۵	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول آزمون
۳	۵ وسائل
۴	۶ مواد و/یا واکنشگرها
۵	۷ نمونه برداری آزمونهای و واحدهای آزمون
۶	۸ آماده سازی دستگاه
۶	۹ کالیبراسیون دستگاه
۹	۱۰ بررسی‌های کنترل کیفیت
۱۰	۱۱ روش اجرایی آزمون
۱۲	۱۲ محاسبات
۱۳	۱۳ گزارش آزمون
۱۳	۱۴ دقت و اربی

## پیش‌گفتار

استاندارد «تعیین چگالی، چگالی نسبی و گراویتی API مایعات با استفاده از چگالی سنج با نمایشگر عددی - روش آزمون» نخستین بار در سال ۱۳۸۶ تدوین شد. این استاندارد براساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط (شرکت رویان پژوهان سینا) و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در دویست و شصت و ششمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد اندازه‌شناسی، اوزان و مقیاس‌ها مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۱۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در موقع 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 ۱۰۶۶۲ سال ۱۳۸۶ است.

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

ASTM D4052: 2011, Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter

## تعیین چگالی، چگالی نسبی و گراویتی API مایعات با استفاده از چگالی سنج با نمایشگر عددی<sup>۱</sup>- روش آزمون

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری اقدامات ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است.

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد تعیین چگالی، چگالی نسبی و گراویتی API محصولات تقطیر نفتی و روغن‌های گرانزو<sup>۲</sup> است که می‌توانند در یک روش نرمال با استفاده از تجهیزات تزریق نمونه دستی یا خودکار به عنوان مایعات در دمای آزمون به کار گرفته شوند. این استاندارد برای مایعاتی با فشار بخار کل (به استاندارد ASTM D5191 مراجعه کنید) کمتر از ۱۰۰ kPa و گرانروی (به استانداردهای ملی ایران شماره ۳۴۰ و ۸۵۷۵ مراجعه کنید) کمتر از حدود  $15000 \text{ mm}^2/\text{s}$  در دمای آزمون کاربرد دارد. با این حال محدودیت فشار بخار کل را می‌توان به بیشتر از ۱۰۰ kPa افزایش داد، مشروط بر آنکه برای اولین بار مشخص شود که حباب‌هایی که در لوله نوسان کننده U شکل می‌تواند در تعیین چگالی تاثیرگذار باشند، تشکیل نشود. برخی از فراورده‌هایی که با این روش، آزمون شده‌اند، شامل بنزین و مخلوط‌های بنزین- اکسیژن‌دار، سوخت‌های دیزل و جت، روغن‌های پایه، موم و روغن‌های روان کننده می‌باشند.

۱-۲ این روش آزمون برای نمونه‌های بسیار تیره رنگی که حباب‌های هوای موجود در آن‌ها در ظرف نمونه قابل تشخیص نیست کاربرد ندارد. چگالی نمونه‌های نفت خام با استفاده از استاندارد ASTM D 5002 تعیین می‌شود.

۱-۳ چگالی، خاصیت فیزیکی مهمی است که همراه با دیگر خواص برای مشخص کردن برش‌های سبک و سنگین نفت و فرآورده‌های نفتی استفاده می‌شود.

۱-۴ برای تبدیل حجم‌های اندازه‌گیری شده در دمایی دیگر به حجم‌هایی در دمای استاندارد ( $15^\circ\text{C}$ )، تعیین چگالی یا چگالی نسبی نفت و فرآورده‌های آن موردنیاز است.

یادآوری ۱- در موارد داوری، روش مورد استفاده، روشی است که در آن نمونه‌ها به صورت دستی مطابق با ۳-۵ یا ۴-۵ متناسب با نوع نمونه تزریق می‌شوند.

یادآوری ۲- یکای اندازه‌گیری قابل قبول برای چگالی  $\text{kg}/\text{m}^3$  و  $\text{g}/\text{ml}$  است.

### 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.

1- Digital Density Meter  
2- Viscous

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر 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 موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴، اندازه‌گیری آب با معرف کارل فیشر
  - ۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷، اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API نفت خام و فراورده‌های نفتی مایع با استفاده از روش هیدرومتر
  - ۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۴۰، آزمون گرانزوی مایعات شفاف و تیره (محاسبه گرانزوی دینامیک)
  - ۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸، آب مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون
  - ۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۸۹، روش‌های نمونه‌برداری دستی از مواد و فرآورده‌های نفتی
  - ۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۵۷۵، گرانزوی دینامیک و چگالی مایعات بوسیله ویسکومتر استابینگر (و محاسبه گرانزوی سینماتیک) - روش آزمون
- 2-7 ASTM D287, Test Method for API Gravity of Crude Petroleum and Petroleum Products (Hydrometer Method)
- 2-8 ASTM D1250, Guide for Use of the Petroleum Measurement Tables
- 2-9 ASTM D4177, Practice for Automatic Sampling of Petroleum and Petroleum Products
- 2-10 ASTM D5002, Test Method for Density and Relative Density of Crude Oils by Digital Density Analyzer
- 2-11 ASTM D5191, Guide Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Mini Method)

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌روند:

۱-۳

**چگالی (d)**  
جرم واحد حجم در دمای مشخص می‌باشد.

۲-۳

**چگالی نسبی (ρ)**  
نسبت چگالی یک ماده به چگالی آب در دمای معین می‌باشد.

### تنظیمات

عملیاتی جهت رساندن دستگاه به حالت عملکرد مناسب با تنظیم ثابت‌های چگالی سنج.

یادآوری - در برخی از چگالی سنج‌ها با نمایشگر عددی، تنظیمات به جای کالیبره کردن دستگاه انجام می‌شود. روش تنظیم، استفاده از هوا، آب دوبار تقطیر و آب تازه جوشیده به عنوان استانداردهایی برای ایجاد خطی بودن اندازه‌گیری‌ها در گسترهای از دماهای عملکردی می‌باشد.

هشدار - جابه‌جایی آب در حالت جوش یا نزدیک به دمای جوش می‌تواند خطرناک باشد، در این حالت از وسایل حفاظتی مناسب استفاده کنید.

### کالیبراسیون

مجموعه عملیاتی که ارتباط بین چگالی مرجع استانداردها و خوانش چگالی مربوط به دستگاه را ایجاد می‌کند.

### ۴ اصول آزمون

حجم کمی (به طور تقریبی ۱ ml تا ۲ ml) از نمونه مایع به لوله نوسان‌کننده نمونه<sup>۱</sup> وارد می‌شود. تغییر جرم لوله موجب تغییر فرکانس نوسان‌کننده می‌گردد که همراه با داده‌های کالیبراسیون برای تعیین چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API نمونه به کار می‌رود. هر دو تکنیک تزریق خودکار یا دستی شرح داده می‌شود.

### ۵ وسایل

۱-۵ چگالی سنج با نمایشگر عددی، چگالی سنج با نمایشگر عددی شامل یک لوله نوسان‌کننده نمونه به شکل U و سامانه‌ای برای القاء الکترونیکی، شمارنده فرکانس و نمایشگر است. چگالی سنج قادر به اندازه‌گیری درست دمای نمونه در طول اندازه‌گیری یا کنترل دمای نمونه مطابق با بند ۲-۵ باشد. این وسیله باید با الزامات دقیق شرح داده شده در این روش آزمون مطابقت داشته باشد.

۲-۵ حمام گردشی با دمای ثابت<sup>۲</sup> (اختیاری)، حمام باید قادر به نگهداری دمای مایع چرخان با پایداری  $^{\circ}\text{C} \pm 5$  در گستره موردنظر باشد. کنترل دما می‌تواند به عنوان قسمتی از مجموعه دستگاه چگالی سنج در نظر گرفته شود.

۳-۵ سرنگ‌ها<sup>۳</sup> برای استفاده در تزریق‌های دستی، با حجم حداقل ۲ ml، دارای نوک یا نوک رابط که با دهانه لوله نوسان‌کننده مناسب باشد.

1- Oscillating sample tube

2- Circulating Constant-Temperature Bath

3- Syringes

**۴-۵ شارش مستقیم (یک سره)** یا رابط فشار<sup>۱</sup>، وسیله جایگزین دیگری برای وارد کردن نمونه به چگالی سنج با نمایشگر عددی به وسیله یک پمپ، فشار یا خلاء می‌باشد.

**یادآوری**- توصیه می‌شود خلاء را برای نمونه‌هایی که در معرض اتلاف نور می‌باشند و منجر به تشکیل حباب می‌شوند، به کار نبرید. توصیه می‌شود به وسیله جریان مستقیم، ساخت یک درپوش ویژه برای ظروف نمونه به نحوی انجام شود که از هوا پمپ فشار جهت جابجایی آزمونه در ظرف اندازه‌گیری لوله U شکل استفاده شود.

**۵-۵ نمونه‌بردار خودکار<sup>۲</sup>**، برای استفاده در تزریق خودکار موردنیاز می‌باشد. نمونه‌بردار خودکار باید به نحوی طراحی شود تا از یکنواختی آزمونه قبل و در طی تجزیه اطمینان حاصل شود، همچنین باید مجهر به قسمتی جهت انتقال آزمونه به چگالی سنج با نمایشگر عددی باشد.

**۶-۵ وسیله حس‌کننده دما (TSD)<sup>۳</sup>**، با قابلیت پایش دمای آزمون مشاهده شده با درستی  $0.5^{\circ}\text{C} \pm$  در صورتی که یک دماسنجد مایع در شیشه به عنوان TSD استفاده می‌شود، دماسنجد باید کالیبره شده و با درستی  $1^{\circ}\text{C}$  درجه‌بندی شده باشد. همچنین به منظور تنظیم و مشاهده دمای آزمون، یک نگه‌دارنده دماسنجد می‌تواند به دستگاه متصل شود. در کالیبره کردن دماسنجد، نقطه یخ و تماس دماسنجد با آن (یخ) باید با تقریب  $0.5^{\circ}\text{C}$  تخمین زده شود. برای دماسنجد غیرجیوه‌ای، وسیله TSD باید حداقل سالانه در برابر استاندارد گواهی شده و قابل ردیابی کالیبره شود.

**۷-۵ حمام اولتراسونیک<sup>۴</sup>**، بدون حرارت، (اختیاری)، با ابعاد مناسب جهت نگه‌داری ظرف(های) قرار داده شده در داخل حمام، برای استفاده موثر در حذف هوا یا حباب‌های گازی که ممکن است قبل از تجزیه در انواع نمونه‌های گرانرو وارد شوند.

## ۶ مواد و/یا واکنشگرها

**۱-۶ خلوص واکنشگرها**، در طول تجزیه، فقط از واکنشگرها بی با خلوص تجزیه‌ای استفاده کنید، مگر اینکه نوع دیگری مشخص شده باشد. موادی با خلوص دیگر نیز ممکن است استفاده شوند مشروط بر آنکه ابتدا معلوم شود که این مواد دارای خلوص کافی هستند تا کاربرد آن‌ها، بدون کاهش درستی اندازه‌گیری‌ها مجاز گردد.

**۲-۶ خلوص آب**، آب مورد استفاده باید آب درجه ۲ مطابق با ویژگی‌های استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ باشد، مگر اینکه به نوع دیگری با ذکر مرجع اشاره شده باشد.

**۳-۶ آب**، دوبار تقطیر شده، تازه جوشیده و خنک شده که به عنوان استاندارد اولیه کالیبراسیون به کار می‌رود (هشدار- جابه‌جایی آب در حالت جوش یا نزدیک به دمای جوش می‌تواند خطرناک باشد، در این حالت از وسایل حفاظتی مناسب استفاده کنید).

1- Flow-Through or Pressure Adapter

2- Autosampler

3- Temperature Sensing Device

4- Ultrasonic Bath

٤-٦ حلال تمیزکننده، به عنوان مثال، پترولیوم نفتا (هشدار- به شدت قابل اشتعال است)، یا دیگر موادی با قابلیت شستشو و از بین بردن کامل نمونه‌ها از لوله نمونه.

٥-٦ استن، برای شستشو و خشک کردن لوله نمونه استفاده می‌شود (هشدار- به شدت قابل اشتعال است).

٦-٦ هواخشک، برای خشک کردن لوله نوسان‌کننده به کار می‌رود.

## ٧ نمونه‌برداری، آزمونه‌ها و واحدهای آزمون

١-٧ نمونه‌برداری به همه مراحلی اطلاق می‌گردد که در آن مقدار معینی نمونه از لوله، مخزن یا سامانه دیگر برداشته می‌شود و در ظرف آزمون آزمایشگاه قرار می‌گیرد. حجم نمونه و حجم ظرف آزمون نمونه باید با هم متناسب باشند و ظرف نمونه باید دارای ظرفیت کافی برای اختلاط و دستیابی به نمونه یکنواخت برای تجزیه باشد.

٢-٧ نمونه آزمایشگاهی، فقط نمونه‌هایی را که نماینده واقعی سیال مورد آزمون هستند و مطابق با استاندارد ملی ایران ۴۱۸۹ و استاندارد ASTM D4177 به دست آمده‌اند، برای آزمون به کار ببرید.

٣-٧ آزمونه، قسمت یا حجمی که از نمونه آزمایشگاهی به دست می‌آید به لوله نمونه چگالی‌سنج منتقل می‌شود. آزمونه به روش زیر به دست می‌آید:

٤-٣-٧ در صورتی که نمونه نیاز به یکنواخت شدن دارد، جهت اجتناب از ورود حباب‌های هوا، آن را مخلوط کنید. عمل اختلاط می‌تواند مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴ یا استاندارد ASTM D4177 انجام شود. اختلاط در دمای محیط و درون یک ظرف باز می‌تواند منجر به تبخیر مواد فرار از انواع نمونه‌ها (برای مثال، نمونه‌های بنزین) شود، بنابراین اختلاط درون ظروف بسته و مقاوم در برابر فشار یا در دمای حداقل  $10^{\circ}\text{C}$  پایین‌تر از دمای محیط برای انواع نمونه‌هایی که در آن تبخیر مواد فرار انجام شود، توصیه می‌شود. برای برخی از انواع نمونه‌ها، از قبیل روغن‌های گرانرویی که در معرض ورود هوا یا حباب‌های گاز موجود در نمونه می‌باشند، استفاده از یک حمام اولتراسونیک بدون حرارت‌دهی (به بند ٧-٥ مراجعه کنید) برای از بین رفتن حباب‌ها در مدت زمان ۱۰ دقیقه موثر می‌باشد.

یادآوری- هنگام اختلاط نمونه‌ها با ترکیبات فرار، خواص نمونه در ارتباط با دما و فشار محیط را در نظر بگیرید.

٥-٣-٧ برای تزریق دستی، با استفاده از یک سرنگ مناسب، آزمونه را از نمونه آزمایشگاهی کاملاً مخلوط شده بکشید. در صورت استفاده از ضمایم مناسب چگالی‌سنج و لوله‌های رابط، مطابق بند ٤-٥، آزمونه می‌تواند به طور مستقیم از ظرف اختلاط به لوله نمونه چگالی‌سنج منتقل شود. برای تزریق خودکار، ضروری است در ابتدا بخشی از نمونه با یک وسیله مناسب از نمونه آزمایشگاهی که به خوبی مخلوط شده است به ویال نمونه‌بردار خودکار منتقل شود و اقدامات لازم برای اطمینان از یکنواختی آزمونه قبل و در طول تجزیه در نظر گرفته شود. ویال‌های نمونه برای نمونه‌بردار خودکار باید بلافصله پس از پر کردن تا حجم  $(80\pm 5)\%$  محکم بسته شوند و تا زمانی که نمونه‌بردار خودکار آزمونه را به سل اندازه‌گیری انتقال می‌دهد، بسته نگه

داشته شود. برای نمونه‌های بسیار فرار، نمونه را قبل از اندازه‌گیری خنک کنید. در این مورد دستورالعمل سازنده را اجرا کنید.

یادآوری- ویال‌های نمونه‌ای که بیش از اندازه پر شده باشند، می‌توانند منجر به آلودگی بین ویال‌های نمونه شوند.

## ۸ آماده‌سازی دستگاه

۱-۸ چگالی‌سنج (شامل حمام با دمای ثابت و ضمایم مربوطه) را طبق دستورالعمل سازنده تنظیم کنید. حمام یا کنترل دمای داخلی را به گونه‌ای تنظیم کنید که دمای موردنظر برقرار شده و دما در محفظه نمونه چگالی‌سنج ثابت نگه‌داشته شود. دستگاه را در همان دمایی که چگالی یا نسبی نمونه اندازه‌گیری می‌شود، کالیبره کنید یا تنظیمات (بند ۲-۲) را در آماده‌سازی نمونه‌های نمونه مورد تجزیه انجام دهید.

هشدار- تنظیم و کنترل دقیق دمای آزمون در لوله نمونه بسیار مهم است. وجود خطا به مقدار  $C^{+1}$  منجر به تغییر چگالی به میزان ۱۰۰۰۰ هنگامی که اندازه‌گیری با یکای  $g/ml$  انجام می‌شود، خواهد شد.

## ۹ کالیبراسیون دستگاه

۱-۹ حداقل الزامات نیاز به کالیبراسیون دستگاه هنگام اولین راه‌اندازی، زمانی که دمای آزمون (مگر آنکه قابلیت انجام تنظیم را داشته باشد) تغییر کند، یا توسط نتایج نمونه‌های واحد کنترل کیفیت (QC)<sup>۱</sup> ذکر شود (مطابق بند ۱۰-۱)، است.

۲-۹ کالیبراسیون دستگاه مستلزم محاسبه مقادیر ثابت A و B با استفاده از فواصل زمانی مشاهده شده نوسان (T) است که در این حالت ظرف نمونه حاوی هوا، آب دوبار تقطیر یا آب تازه جوشیده شده (به هشدار بند ۳-۶ مراجعه کنید) می‌باشد. مواد کالیبراسیون دیگری از قبیل نرمال نونان، نرمال تری دکان، سیکلوهگزان و نرمال هگزا دکان (برای کاربردهایی در دمای بالا) در صورتی که دارای مقادیر چگالی گواهی شده و قابل ردیابی باشند، مناسب هستند.

یادآوری- در برخی از دستگاه‌های جدید، مشخصه تصحیح گرانزوی در دسترس بوده و در تعیین‌های چگالی به منظور حداقل رساندن اریبی‌ها، استفاده می‌شود. برای جزئیات بیشتر به بند ۱۴ مراجعه کنید.

۲-۱۰ پس از روشن کردن دستگاه و مشاهده فاصله زمانی نوسان، T، لوله نمونه را با حلال تمیزکننده شستشو دهید و پس از شستشو با استن با استفاده از هوای خشک، خشک کنید. هوای آلوده یا مرطوب می‌تواند بر کالیبراسیون تاثیر بگذارد. هنگام وجود این شرایط در آزمایشگاه، هوای مورد استفاده برای کالیبراسیون را از درون یک محفظه خشک‌کن و خالص‌ساز مناسب عبور دهید. همچنین در طول کالیبراسیون هوا، به منظور جلوگیری از ورود هوای مرطوب، دهانه ورودی و خروجی لوله U شکل باید بسته باشد.

۲-۲-۹ اجازه دهید هوای خشک درون لوله U شکل با دمای آزمون به تعادل حرارتی برسد، سپس مقدار T را برای هوا یادداشت کنید.

۳-۲-۹ حجم کمی (حدود ۱ ml تا ۲ ml) از آب (پند ۳-۶) را با استفاده از یک سرنگ مناسب از دهانه زیرین به لوله نمونه وارد کنید (به بندهای ۴-۵ و ۵-۵ مراجعه کنید). آزمونه باید یکنواخت و عاری از کوچکترین حباب‌های گاز یا هوا باشد. اجازه دهید نمایشگر به قرائت ثابت برسد، سپس مقدار T را برای آب یادداشت کنید.

۴-۲-۹ چگالی هوا را در دمای آزمون، با استفاده از معادله ۱ محاسبه کنید:

$$d_a, \text{g/ml} = 0,001293 [273/15/T] [P/760] \quad (1)$$

که در آن:

دما، بر حسب کلوین؛  $T$

فشار جو، بر حسب Torr  $P$

۵-۲-۹ چگالی آب را در دمای آزمون با مراجعه به جدول ۱ تعیین کنید.

جدول ۱- چگالی آب

چگالی، g/ml	دما، °C	چگالی، g/ml	دما، °C	چگالی، g/ml	دما، °C
0,992212	40,0	0,997991	21,0	0,999840	0,0
0,990208	45,0	0,997769	22,0	0,999964	3,0
0,988030	50,0	0,997537	23,0	0,999972	4,0
0,985688	55,0	0,997295	24,0	0,999964	5,0
0,983191	60,0	0,997043	25,0	0,999699	10,0
0,980546	65,0	0,996782	26,0	0,999099	15,0
0,9777759	70,0	0,996511	27,0	0,999012	15,56
0,974837	75,0	0,996231	28,0	0,998943	16,0
0,971785	80,0	0,995943	29,0	0,998774	17,0
0,968606	85,0	0,995645	30,0	0,998595	18,0
0,965305	90,0	0,994029	35,0	0,998404	19,0
0,958345	100	0,993042	37,78	0,998203	20,0

۶-۲-۹ با استفاده از مقادیر مشاهده شده  $T$  و مقادیر مرجع برای آب و هوا، ثابت‌های A و B را با استفاده از معادلات ۲ و ۳ محاسبه کنید:

$$A = [T_w^2 - T_a^2] / [d_w - d_a] \quad (2)$$

$$B = T_a^2 - (A \times d_a) \quad (3)$$

که در آن:

فاصله زمانی مشاهده شده نوسان برای ظرف نمونه حاوی آب؛  $T_w$

فاصله زمانی مشاهده شده نوسان برای ظرف نمونه حاوی هوا؛  $T_a$

چگالی آب در دمای آزمون؛  $d_w$

چگالی هوا در دمای آزمون.  $d_a$

۷-۲-۱ در صورت استفاده از سیالات کالیبراسیون فوق و مایع مرجع دیگر، مقادیر  $T$  و  $d$  مربوط به آن مایع را به کار ببرید.

۷-۲-۹ در صورتی که دستگاه مجهز به محاسبه کننده چگالی با استفاده از ثابت‌های A و B و مقدار مشاهده شده  $T$  نمونه باشد، ثابت‌ها را طبق دستورالعمل سازنده در حافظه دستگاه وارد کنید. به طور جایگزین، اگر دستگاه مجهز به انجام این کار باشد، اجازه دهید تصحیحات مناسب در کالیبراسیون یا ثابت‌های تنظیم به عنوان قسمتی از کالیبراسیون یا روش تنظیم انجام شود.

۸-۲-۹ کالیبراسیون و تنظیمات را در صورت نیاز با انجام کالیبراسیون عادی، مطابق با بند ۳-۹ بررسی کنید.

۹-۲-۹ به منظور کالیبراسیون دستگاه برای نمایش چگالی نسبی موارد بندهای ۱-۲-۹ تا ۷-۲-۹ را انجام دهید، اما در انجام محاسبات طبق بند ۶-۲-۹، عدد ۱۰۰۰ را به جای  $d_w$  قرار دهید.

۳-۹ در صورت نیاز، تنظیمات هفتگی کالیبراسیون برای ثابت‌های A و B می‌تواند بدون تکرار روش محاسبه انجام شود. در صورت وجود رسوبات در ته لوله که با روش شستشوی عادی برطرف نمی‌شوند، نیاز به تغییر کالیبراسیون است. اگرچه این شرایط می‌تواند با تنظیم A و B جبران شود، بهتر است که لوله را هر زمان که تنظیم اصلی موردنیاز است با اسید اکسیدکننده قوی یا سیالات تمیزکننده دارای مواد فعال در سطح، تمیز کنید.

هشدار- اسید اکسیدکننده قوی سرطان‌زا است و موجب سوختگی شدید می‌شود.

۱-۳-۹ لوله را مطابق با بند ۱-۲-۹ شستشو داده، خشک کنید و اجازه دهید نمایشگر به قرائت ثابت برسد. در صورتی که نمایشگر، چگالی صحیح هوا را در دمای آزمون نشان ندهد، شستشو را تکرار کنید یا مقدار ثابت B را با تغییر آخرین رقم اعشار تا به دست آوردن چگالی صحیح تنظیم کنید.

۲-۳-۹ در صورتی که در بند ۱-۳-۹، تنظیم ثابت B لازم باشد، کالیبراسیون مجدد را با وارد کردن آب (بند ۳-۶) به داخل لوله نمونه، مطابق بند ۳-۲-۹ ادامه دهید و اجازه دهید نمایشگر به قرائت ثابت برسد. در

صورتی که دستگاه برای نمایش چگالی کالیبره شده است، برای قرائت مقدار صحیح چگالی آب در دمای آزمون (جدول ۱) مقدار ثابت A را از آخرین رقم اعشار تغییر دهید. در صورتی که دستگاه برای نمایش چگالی نسبی کالیبره شده است، قرائت را به مقدار ۱۰۰۰۰ تنظیم کنید.

یادآوری- با انجام کالیبراسیون هفتگی، با وجود اختلاف در رقم چهارم هر یک از مقادیر A و B، قرائت صحیح چگالی آب و هوای دست خواهد آمد. تنظیم انتخاب شده به انتخاب مقدار بیشتر یا کمتر بستگی دارد. تنظیم به کار رفته با این روش بر اصلاح رقم چهارم قرائت به دست آمده نمونه تاثیر می‌گذارد.

**۴-۹** برخی مدل‌های چگالی سنج به گونه‌ای طراحی می‌شوند که فقط فاصله زمانی نوسان (مقادیر T) را نمایش می‌دهند و کالیبراسیون آن‌ها نیازمند تعیین ثابت دستگاه (K) است که باید برای محاسبه چگالی یا چگالی نسبی با استفاده از داده‌های مشاهده شده به کار رود.

**۴-۱۰** لوله نمونه را مطابق با بند ۲-۹ شستشو داده و اجازه دهید نمایشگر به قرائت ثابت برسد. مقدار T را برای هوای آب ثبت کنید.

**۴-۱۱** آب (بند ۳-۶) را به لوله نمونه مطابق با بند ۲-۹ وارد کنید و اجازه دهید نمایشگر به قرائت ثابت برسد. مقدار T را برای آب ثبت کنید.

**۴-۱۲** با استفاده از مقادیر مشاهده شده T و مقدار مرجع برای آب و هوای (بند‌های ۴-۲-۹ و ۵-۲-۹)، ثابت K دستگاه را با استفاده از معادلات ۴ و ۵ محاسبه کنید:

$$K_1 = \left[ d_w - d_a \right] / \left[ T_w^2 - T_a^2 \right] \quad (4)$$

$$K_2 = \left[ 1.0000 - d_a \right] / \left[ T_w^2 - T_a^2 \right] \quad (5)$$

که در آن:

فاصله زمانی مشاهده شده نوسان برای ظرف نمونه حاوی آب؛  $T_w$

فاصله زمانی مشاهده شده نوسان برای ظرف نمونه حاوی هوای آب؛  $T_a$

چگالی آب در دمای آزمون؛  $d_w$

چگالی هوای آب در دمای آزمون.  $d_a$

## ۱۰ بررسی‌های کنترل کیفیت

**۱-۱۰** عملکرد دستگاه را حداقل یکبار در هفته (در هنگام استفاده) به وسیله آزمون یک نمونه کنترل کیفیت (QC) که در صورت امکان معرف نمونه‌های تجزیه شده باشد، تایید کنید. تجزیه تنها یک نمونه QC می‌تواند کافی باشد. تجزیه نتایج نمونه QC را می‌توان با استفاده از تکنیک‌های نمودارهای کنترلی انجام داد. در صورتی که نتایج نمونه QC تعیین کند که آزمایشگاه در یک وضعیت خارج از کنترل باشد، مانند داده خارج از کنترل آزمایشگاه، کالیبراسیون مجدد دستگاه یا تنظیمات موردنیاز است. توصیه می‌شود یک منبع فراوان از مواد نمونه QC برای دوره در نظر گرفته شده در دسترس باشد و تحت شرایط ذخیره‌سازی مورد انتظار همگن و پایدار باشد. قبل از نظارت بر فرایند اندازه‌گیری، کاربر روش نیاز به تعیین میانگین و

محدوده‌های کنترل نمونه QC دارد. برای اطمینان از کیفیت داده‌ها توصیه می‌شود دقیق نمونه QC را در برابر دقیق روش بررسی کنید.

۲-۱۰ توصیه می‌شود تجزیه دوره‌ای استانداردهای چگالی گواهی شده (به عنوان مثال، استانداردهای ملی قابل ردیابی) به غیر از آن‌هایی که برای کالیبره کردن دستگاه استفاده می‌شوند، جهت انطباق درستی آزمون استفاده شوند.

## ۱۱ روش اجرایی آزمون

### ۱-۱۱ تزریق دستی

۱-۱-۱۱ با استفاده از یک سرنگ مناسب مقدار کمی (حدود ۱ ml تا ۲ ml) نمونه را به لوله آزمون تمیز و خشک دستگاه وارد کنید.

۲-۱-۱۱ نمونه می‌تواند توسط سیفون کردن<sup>۱</sup> نیز وارد شود. لوله موئین TFE - فلوئوروکربن خارجی را به دهانه داخلی زیرین لوله نمونه ببندید. انتهای دیگر موئین را در نمونه غوطه‌ور کنید و دهانه داخلی بالایی را با استفاده از یک سرنگ خلاء، مکش کنید تا لوله نمونه کاملاً پر شود (به یادآوری بند ۴-۵ مراجعه کنید).

۳-۱-۱۱ اطمینان حاصل کنید که لوله نمونه به صورت کامل پر شده است و هیچ‌گونه حبابی در لوله وجود ندارد. نمونه باید همگن و عاری از کوچکترین حبابی باشد. یکنواختی نمونه پر شده را با استفاده از روش‌های نوری یا فیزیکی برای اطمینان از عدم وجود حباب‌های گاز بررسی کنید. در صورت وجود حباب‌های گاز، لوله نمونه را خالی کرده و مجدد پر کنید و وجود حباب‌های گاز را مجدد بررسی کنید.

یادآوری - در صورتی که نمونه به قدری تیره رنگ باشد که وجود حباب‌ها با اطمینان مشاهده نشوند، چگالی نمی‌تواند در محدوده بیان شده حدود دقیق بند ۱۴ اندازه‌گیری شود.

۴-۱-۱۱ برای اکثر مدل‌های دستگاهی، توصیه می‌شود پس از ورود نمونه، لامپ را خاموش کنید زیرا گرمای تولید شده می‌تواند بر دمای اندازه‌گیری تاثیر بگذارد. با این حال، در برخی مدل‌ها نور سل ممکن است بر نتایج تاثیری نداشته باشد. به توصیه سازنده در ارتباط با خروج نور تابیده شده به صورت روشن یا خاموش مراجعه کنید.

۵-۱-۱۱ پس از اینکه دستگاه تا چهار رقم با معنی برای چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API و پنج رقم با معنی برای مقادیر T، قرائت ثابت را نشان داد، تعادل دمایی برقرار شده است. در این حال، چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API و مقادیر T را ثبت کنید. برای دستگاه‌هایی که می‌توانند نتایج را از نمایشگر، چاپ کنند جهت برآورده کردن الزامات ثبت، چاپ کردن می‌تواند استفاده شود.

۶-۱-۱۱ بر اساس پروتکلهای آزمون مطالعات بین آزمایشگاهی (ILS)<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۹ (به یادآوری بند ۲-۲-۱-۱۴ مراجعه کنید)، تعیین‌های دقیق شامل یک تزریق دستی مجزا با نظر گرفتن میانگین دو تزریق

دستی ارزیابی شده است. برای جزئیات بیشتر به بند دقت و اریبی مراجعه کنید. در صورتی که آزمایشگاه، تعیین دستی مجزا، چگالی، چگالی نسبی، یا مقادیر گراویتی API ثبت شده در بند ۱۱-۵ و یا ترکیبی از این‌ها را انجام می‌دهد، برای مقاصد گزارش‌دهی می‌تواند از آن‌ها استفاده نماید. در اغلب موارد، تعیین تزریق دستی مجزا برای تجزیه نمونه کافی است.

۱-۶-۱ در صورتی که آزمایشگاه تصمیم گیرد یک تزریق دستی دوم را برای یک نمونه انجام دهد، بندهای ۱-۱-۱ و ۱-۱-۵ را تکرار کنید. در صورتی که دو تعیین، بیش از  $0.0002 \text{ g/ml}$  برای چگالی یا  $0.0002$  برای چگالی نسبی تفاوت داشته باشد، میانگین دو مقدار تعیین شده، در غیر این صورت، هر دو تعیین را حذف کرده و تجزیه را با استفاده از دو آزمونه جدید تا زمانی که معیارهای پذیرش مشخص شده در بالا رضایت‌بخش باشد، تکرار کنید. با توجه به تعیین گراویتی API نمونه بنزین یا نمونه‌های RFG<sup>۲</sup>، اگر دو مقدار تعیین شده بیش از  $0.005$  واحد گراویتی API تفاوت داشته باشند، میانگین دو مقدار تعیین شده، در غیر این صورت، هر دو تعیین را حذف کرده و تجزیه را با استفاده از دو آزمونه جدید تا زمانی که معیارهای پذیرش مشخص شده در بالا رضایت‌بخش باشد، تکرار کنید. با توجه به تعیین‌های گراویتی API محصولات تقطیر، روغن پایه و روغن‌های روان‌کننده، پروتکل جمله قبل را به غیر از  $0.003$  واحد گراویتی API به عنوان معیار پذیرش را دنبال کنید. میانگین نتایج را مطابق با معیارهای بیان شده در این بند برای مقاصد گزارش‌دهی استفاده کنید.

## ۲-۱۱ تزریق خودکار

۱-۲-۱ هنگام تجزیه نمونه‌ها با تزریق خودکار، استفاده از نمونه‌بردار خودکار (به بند ۵-۵ مراجعه کنید) موردنیاز است. جهت حصول اطمینان از یکنواختی آزمونه قبل از تجزیه و همچنین انتقال یک آزمونه به دستگاه برای تجزیه، دستورالعمل سازنده را دنبال کنید.

۲-۲-۱۱ بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات بین آزمایشگاهی استفاده از نمونه‌بردار خودکار برای تجزیه نمونه‌های بنزین یا RFG با استفاده از دو آزمونه جداگانه در هر نمونه، جهت تشخیص خطاهای ناشی از جایه‌جایی نمونه‌های فرار و تشکیل حباب و پایش عملکرد سامانه لازم است. برای تمام انواع نمونه‌های دیگر، تعیین مجزا با استفاده از یک نمونه‌بردار خودکار کافی است.

۱-۲-۱۱ در صورتی که آزمایشگاه تصمیم گیرد یک تزریق خودکار دوم برای محصولات تقطیر، روغن پایه و روغن‌های روان‌کننده انجام دهد (به یادآوری بند ۱-۱-۱۴ و بند ۱۴ مراجعه کنید) از معیارهای قابل قبول در بند ۱-۱-۶ برای اختلاف مجاز بین هر تعیین برای چگالی ( $0.0002 \text{ g/ml}$ )، چگالی نسبی ( $0.0002$ ) و واحدهای گراویتی API ( $0.003^\circ$ ) مانند نمونه‌های تزریق شده دستی استفاده کنید. میانگین نتایج به عنوان معیارهای قابل پذیرش برای مقاصد گزارش‌دهی استفاده می‌شود.

---

1- Interlaboratory Study  
2- Reformulated gasolines

۳-۲-۱۱ برای تعیین چگالی یا چگالی نسبی نمونه‌های بنزین یا RFG تجزیه شده با تزریق خودکار تجزیه می‌شوند، نتایج حاصل از دو آزمونه جداگانه تجزیه شده در بند ۲-۲-۱۱ را در صورتی که دو مقدار تعیین شده در حدود  $mg/l$  ۰,۰۰۰۲ ۰,۰۰۰۲ برای چگالی (یا چگالی نسبی) اختلاف داشته باشند، دو تعیین را میانگین‌گیری کنید. در صورتی که دو مقدار تعیین شده، خارج از معیارهای قابل پذیرش بیان شده باشند، هر دو تعیین را حذف کرده و بند ۲-۲-۱۱ را تا زمانی که معیارهای پذیرفته شده به دست آید، تکرار کنید. در مواردی که معیارهای قابل پذیرش در ابتدا رضایت‌بخش نباشد، آزمایشگاه ممکن است قبل از اقدام به تجزیه بعدی به بررسی و اقدامات اصلاحی نیاز داشته باشد.

۴-۲-۱۱ برای تعیین گروایتی API نمونه‌های بنزین یا RFG که با تزریق خودکار تجزیه شده‌اند، همان پروتکل تعریف شده در بند ۳-۲-۱۱ را دنبال کنید، به جز معیارهای قابل پذیرش برای نتایج دو تعیین گروایتی API که در  $^{\circ}C$  ۰,۰۵ واحد گروایتی API قبل از میانگین‌گیری و گزارش‌دهی نتایج باشد.

۵-۲-۱۱ چگالی، چگالی نسبی یا نتایج گروایتی API، یا ترکیبی از آن‌ها را با روش تجزیه مناسب مانند استفاده از دستگاه‌هایی با قابلیت چاپ نتایج جهت انطباق با الزامات، ثبت کنید.

## ۱۲ محاسبات

۱-۱۲ چگالی سنج با محاسبه‌گر چگالی، هنگامی که تعیین مجزا (یا میانگین دو تعیین به عنوان نتیجه نهایی، مطابق با بند ۱۱) انجام شود، مقدار یادداشت شده یا چاپ شده، نتیجه نهایی است که در آن چگالی بر حسب  $kg/m^3$  یا  $g/ml$  یا چگالی نسبی بیان می‌شود ( $kg/m^3 = 1000 \times g/ml$ ).

۲-۱۲ چگالی سنج بدون محاسبه‌گر چگالی، با استفاده از مقدار  $T$  مشاهده شده برای نمونه و مقدار  $T$  برای آب و ثابت‌های مناسب دستگاه که در بند ۳-۴-۹ تعیین شده‌اند، چگالی یا چگالی نسبی را با استفاده از معادلات ۶ و ۷ محاسبه کنید. همه محاسبات را تا شش رقم معنی‌دار انجام دهید و نتایج نهایی را تا چهار رقم گرد کنید.

$$t = d_w + K_1 (T_s^2 - T_w^2) \quad (6)$$

$$t/t = 1 + K_2 (T_s^2 - T_w^2) \quad (7)$$

که در آن:

فاصله زمانی مشاهده شده نوسان برای ظرف نمونه حاوی آب؛	$T_w$
فاصله زمانی مشاهده شده نوسان برای ظرف نمونه حاوی آزمونه؛	$T_s$
چگالی آب در دمای آزمون؛	$d_w$
ثابت دستگاه برای چگالی؛	$K_1$
ثابت دستگاه برای چگالی نسبی؛	$K_2$
دمای آزمون، بر حسب درجه سلسیوس.	$T$

۳-۱۲ در صورت لزوم جهت تبدیل نتیجه به دست آمده با استفاده از چگالی سنج به گروایتی API یا چگالی یا چگالی نسبی در دمای دیگر، به استاندارد ASTM D1250 مراجعه کنید، فقط ضریب انبساط شیشه را درنظر نگیرید.

یادآوری- در برخی از چگالی سنج‌ها با محاسبه‌گر چگالی خودکار، نتایج نمونه را بر حسب واحد گروایتی API (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷ و استاندارد ASTM D287 مراجعه کنید) بر اساس چگالی یا نتایج چگالی نسبی یا ترکیبی از این دو، که توسط این روش آزمون تعیین شده و با استفاده از معادله تبدیل مناسب به دست آمده از استاندارد ASTM D1250 (به استثنای ضریب انبساط شیشه)، برای نوع نمونه مورد تجزیه محاسبه و گزارش کنید.

## ۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:

۱-۱۳ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛

۲-۱۳ دمای آزمون و یکاهای برای چگالی (مثال، چگالی در  $20^{\circ}\text{C}$   $= 20,8765 \text{ g/ml}$  یا  $20,8765 \text{ kg/m}^3$ )؛

۳-۱۳ دمای آزمون و دمای مرجع برای چگالی نسبی، بدون یکا (مثال، چگالی در  $20^{\circ}\text{C}$   $= 20/20,XXXX$ )؛

۴-۱۳ گرد کردن نتایج نهایی تا چهار رقم پس از اعشار؛

۵-۱۳ گزارش نتایج نهایی به صورت واحد گروایتی API، با تقریب  $1^{\circ}\text{C}$ ؛

۶-۱۳ تاریخ انجام آزمون.

۷-۱۳ در برخی موارد، در صورتی که نتایج بر اساس تعیین مجزا یا میانگین دو تعیین انجام شده باشد، همچنین اگر نتایج با تزریق خودکار یا دستی جهت برآوردن الزامات مشخص شده (از قبیل دریافت کنندگان داده‌هایی که مایل به دانستن چنین اطلاعاتی جهت درک چگونگی تفسیر نتایج نسبت به روش منتشر شده مقادیر دقیق باشند) تعیین شود، گزارش موارد بیان شده ضروری می‌باشد. در چنین مواردی، گزارش این اطلاعات به همراه نتایج آزمون مجاز است.

## ۱۴ دقق و اربیبی

۱-۱۴ دقق این روش آزمون با بررسی‌های آماری نتایج آزمون بین آزمایشگاهی در دمای  $15^{\circ}\text{C}$  برای انواع نمونه‌ها به شرح زیر است:

۱-۱-۱۴ تکرارپذیری، اختلاف بین دو نتیجه آزمون متوالی به دست آمده توسط یک آزمایشگر با وسائل یکسان تحت شرایط ثابت بر روی نمونه یکسان در آزمون‌های مکرر این روش آزمون فقط در یک مورد از  $20^{\circ}\text{C}$  مورد می‌تواند از مقادیر جداول ۲ و ۳ باشد.

۱-۱-۱-۱۴ ۱- چگالی (g/ml) و چگالی نسبی، به جدول ۲ مراجعه کنید.

۱-۱-۱-۱۴ ۲- گروایتی API، به جدول ۳ مراجعه کنید.

**۲-۱-۱۴** تجدیدپذیری، اختلاف بین دو نتیجه آزمون مستقل و مجزا به دست آمده توسط آزمایشگرهای مختلف بر روی نمونه یکسان در آزمون‌های مکرر مطابق با این روش آزمون فقط در یک مورد از ۲۰ مورد می‌تواند از مقادیر جداول ۴ و ۵ باشد.

**۱-۲-۱۴** چگالی (g/ml) و چگالی نسبی، به جدول ۴ مراجعه کنید.

**۲-۱-۱۴** گراویتی API، به جدول ۵ مراجعه کنید.

**یادآوری ۱**- یک مطالعه بین آزمایشگاهی (ILS) در سال ۱۹۹۹ در ۱۱ آزمایشگاه و بر روی ۲۳ نمونه انجام شده است. نمونه‌ها شامل ۵ مورد بنزین، ۱ مورد بنزین همراه با اتانول، ۴ مورد بنزین مجدد فرموله شده (RFG)، ۲ مورد روغن‌های روان‌کننده، ۱ مورد روغن پایه، ۴ مورد سوخت جت-A، ۱ مورد سوخت JP8 و ۵ مورد سوخت دیزل می‌باشند. آزمایشگاه‌ها جهت اجرای پروتکل ILS، در مجموع به چهار اندازه‌گیری از هر نمونه، شامل هر دو تزریق دستی و خودکار، با دو تعیین اولیه که نشان دهنده اولین مجموعه تجزیه و تعیین‌های دوتایی دوم که نشان دهنده دومین مجموعه تجزیه می‌باشند، نیاز دارند. در صورتی که اثر دقت بین اولین مقدار تعیین شده از هر مجموعه تجزیه (تعیین مجزا) در برابر میانگین دو مقدار تعیین شده از هر مجموعه و همچنین بین تزریق دستی و خودکار وجود داشته باشد، این پروتکل برای ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرد. تکرارپذیری و تجدیدپذیری به وسیله آمار معنکس‌کننده مقادیر دقت همراه با شرایط آزمون مشخص تعیین می‌شود. لازم به ذکر است که دقت تعیین شده برای بنزین و انواع نمونه‌های RFG در مطالعات بین آزمایشگاهی نسبت به دقت تعیین شده برای محصولات تقطیر، روغن پایه و روغن‌های روان‌کننده و همچنین نسبت به روش دقتی که در نسخه قبل بیان شده است (که در آن دقت براساس تجزیه تنها سه ترکیب خالص بنزن، تولوئن و زایلن و با مشارکت سه آزمایشگاه بوده است) ضعیفتر باشد. ضعیفتر بودن دقت مورد انتظار برای بنزین و انواع نمونه‌های RFG به دلیل ماهیت فرار این مواد است، حتی در صورتی که شرکت‌کنندگان ILS دستورالعملی برای چگونگی جایه‌جایی این مواد جهت به حداقل رساندن یا جلوگیری از اتلاف نمونه ارائه کنند.

**یادآوری ۲**- چهار نمونه در مطالعات بین آزمایشگاهی، مطابق با یادآوری ۱ (بنزین- MG9808 و RFG- MG9812 RFG9807 و RFG9809) تجزیه شده‌اند. میانگین فشار بخار کل گزارش شده مطابق استاندارد ASTM D5191 برای این نمونه‌ها در گستره ۷/۷۷ psi تا ۱۳/۴۰ psi می‌باشد. این گستره با محدوده فشار بخار کل تقریبی ۵۴ kPa تا ۹۲ kPa مطابقت دارد.

**۲-۱۴** اربیبی، مطالعات نشان می‌دهد بین مقادیر معلوم چگالی مواد مرجع و مقادیر تعیین شده طبق این روش آزمون بر روی همان مواد مرجع، اربیبی وجود دارد. این مطالعات دارای ۱۵ شرکت‌کننده بوده است و هر تجزیه شامل چهار روغن مرجع با مقادیر چگالی مشخص بوده است که با روش پیکنومتری، چگالی در محدوده  $747 \text{ kg/m}^3$  تا  $927 \text{ kg/m}^3$  در دمای  $20^\circ\text{C}$  و با گرانروی  $1 \text{ mPa.s}$  تا  $5000 \text{ mPa.s}$  در دمای  $20^\circ\text{C}$  اندازه‌گیری شده است. بنابراین کاربران این روش آزمون باید آگاه باشند که نتایج به دست آمده از این روش می‌تواند دارای اربیبی به میزان  $0.0006 \text{ g/ml}$  ( $0.6 \text{ kg/m}^3$ ) باشد.

**جدول ۲ - چگالی (g/ml) و چگالی نسبی (تکرارپذیری)**

تکرارپذیری	شرایط آزمون	انواع نمونه	گستره
۰/۰۰۰۴۵	تعیین مجزا (تزریق دستی)	بنزین یا RFG	۰/۷۸ تا ۰/۷۱
۰/۰۰۰۳۱	میانگین دو تعیین (تزریق‌های دستی یا خودکار)		
۰/۰۰۰۱۶	تعیین مجزا (تزریق‌های دستی یا خودکار)	محصولات تقطیر، روغن پایه و روغن‌های روان‌کننده	۰/۸۰ تا ۰/۸۸
۰/۰۰۰۱۱	میانگین دو تعیین (تزریق‌های دستی یا خودکار)		

**جدول ۳ - گراویتی API (تکرارپذیری)**

تکرارپذیری	شرایط آزمون	انواع نمونه	گستره
۰/۰۹۰	تعیین مجزا (تزریق دستی)	بنزین یا RFG	۰/۵۱ تا ۰/۶۶
۰/۰۶۳	میانگین دو تعیین (تزریق‌های دستی یا خودکار)		
۰/۰۳۲	تعیین مجزا (تزریق‌های دستی یا خودکار)	محصولات تقطیر، روغن پایه و روغن‌های روان‌کننده	۰/۲۹ تا ۰/۴۵
۰/۰۲۲	میانگین دو تعیین (تزریق‌های دستی یا خودکار)		

**جدول ۴ - چگالی (g/ml) و چگالی نسبی (تجدیدپذیری)**

تجددپذیری	شرایط آزمون	انواع نمونه	گستره
۰/۰۰۰۱۹۰- ۰/۰۳۴۴ (D-۰/۷۵)	تعیین مجزا (تزریق دستی)	بنزین یا RFG	۰/۷۸ - ۰/۷۱
۰/۰۰۰۱۹۵- ۰/۰۳۱۵ (D-۰/۷۵)	میانگین دو تعیین (تزریق‌های دستی یا خودکار)		
۰/۰۰۰۰۵۲	تعیین مجزا (تزریق‌های دستی یا خودکار)	محصولات تقطیر، روغن پایه و روغن‌های روان‌کننده	۰/۸۰ - ۰/۸۸
۰/۰۰۰۰۵۰	میانگین دو تعیین (تزریق‌های دستی یا خودکار)		

یادآوری - D، مقادیر چگالی یا چگالی نسبی به دست آمده می‌باشد.

### جدول ۵- گراویتی API (تجدیدپذیری)

تجددپذیری	شروط آزمون	انواع نمونه	گستره
۰,۶۰- ۰,۰۴۰ (G-۶۰)	تعیین مجزا (تزریق دستی)	بنزین یا RFG	۵۱ تا ۶۶
۰,۶۰- ۰,۰۳۷ (G-۶۰)	میانگین دو تعیین (تزریق‌های دستی یا خودکار)		
۰,۱۳۳	تعیین مجزا (تزریق‌های دستی یا خودکار)	محصولات تقطیر، روغن پایه و روغن‌های روان‌کننده	۴۵ - ۲۹
۰,۱۲۸	میانگین دو تعیین (تزریق‌های دستی یا خودکار)		
یادآوری - G، مقدار گراویتی API به دست آمده می‌باشد.			