



استاندارد ملی ایران

۲۰۶۶

چاپ اول

۱۳۹۴



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO

20666

1st.Edition

2016

اندازه‌گیری انواع هیدروکربن‌ها در بنزین

کم‌اولفین به روش طیف‌سنجی جرمی

Determination of hydrocarbon types in
low olefinic gasoline by mass spectrometry
method

ICS: 75.160.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران 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 منصفانهً 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 فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشتہ 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 و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند 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 بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکترونیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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 نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه-بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیستمحیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه 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 یکاه، کالیبراسیون (واسنجی) وسائل 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 Métrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«اندازه‌گیری انواع هیدروکربن‌ها در بنزین کم‌اولفین به روش طیفسنجی جرمی»

سمت و / یا نمایندگی

هیئت علمی دانشگاه شهید چمران

رئیس:

جواهریان، محمد

(دکتری شیمی)

دبیر:

مدیر عامل شرکت کیمیا کنکاش

نظری، یاسر

جندي‌شاپور

(فوق لیسانس شیمی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس آزمایشگاه شیمی دانشگاه صنعت

جابری‌راد، مینا

نفت اهواز

(فوق لیسانس شیمی)

مهندس فرآورده شرکت ملی پخش آبادان

جرفی، محمد

(لیسانس شیمی)

کارشناس شرکت کیمیا کنکاش جندی‌شاپور

چرمزاده، مهرناز

(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس آزمایشگاه دانشگاه آزاد اهواز

دارابی، میثم

(لیسانس فیزیک)

کارشناس اداره کل استاندارد خوزستان

دایی، مینا

(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس ارشد مرکز تحقیقات دانشگاه

رضایی‌نژاد، رامش

صنعت نفت

(فوق لیسانس شیمی)

هیئت علمی دانشگاه آزاد ماهشهر

علوی‌فضل، سید علی

(دکترای مهندسی شیمی)

کارشناس شرکت زرگستر رو بینا

گیلاسی، فهیمه

(فوق لیسانس شیمی)

مدیر تحقیقات و توسعه (R&D) شرکت

محمدیان، جواد

دانش بنیان نانو شرق ابزار توسع

(فوق لیسانس فیزیک)

نظری فر، زهرا
(فوق لیسانس شیمی)

کارشناس

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۳	۵ وسائل
۳	۶ استانداردهای مرجع
۷	۷ آزمون عملکرد
۸	۸ آماده‌سازی نمونه
۹	۹ روش انجام آزمون
۹	۱۰ محاسبات
۱۲	۱۱ داده‌های کالیبراسیون
۱۴	۱۲ دقیق و انحراف
۱۵	۱۳ گزارش آزمون
۱۶	پیوست الف (اطلاعاتی) کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد " اندازه‌گیری انواع هیدروکربن‌ها در بنزین کم‌اولفین به روش طیفسنجی جرمی " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت کیمیا کنکاش جندی‌شاپور تهیه و تدوین شده است و در هفتاد و چهارمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۳۹۴/۱۱/۲۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه 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 تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

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

ASTM D 2789: 2011, Standard Test Method for Hydrocarbon Types in Low Olefinic Gasoline by Mass Spectrometry

اندازه‌گیری انواع هیدروکربن‌ها در بنزین کم‌اولفین به روش طیفسنجی جرمی

هشدار - در این استاندارد به تمام موارد ایمنی مرتبط با کاربرد آن اشاره نشده است. در صورت وجود چنین مواردی مسئولیت برقراری ایمنی، سلامتی و تعیین حدود قوانین کاربری قبل از استفاده به عهده کاربر می‌باشد.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روشی برای اندازه‌گیری پارافین‌های کل، مونوسیکلو پارافین‌ها، دی‌سیکلو پارافین‌ها، آلکیل بنزن‌ها، ایندان‌ها یا تترالین‌ها یا هر دو، و نفتالن‌ها در بنزین دارای مقدار اولفین کمتر از ۳٪ حجمی و نقطه نقطیر ۹۵٪ کمتر از 210°C ، تعیین شده مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۶۱، به روش طیفسنجی جرمی می‌باشد. اولفین‌ها با استفاده از استانداردهای ASTM D 875 ASTM D 1319 یا ASTM D 875 روش طیفسنجی جرمی می‌شوند.

این که آیا این استاندارد برای بنزین حاوی ترکیبات اکسیژن‌دار (به عنوان مثال الکل‌ها و اترها) کاربرد دارد، تعیین نشده است.

آگاهی از ترکیب درصد هیدروکربنی جریان‌های فرایند بنزین، ذخایر^۱ مخلوط و سوخت‌های نهایی موتور به دنبال اثر تغییرات در شرایط عملیاتی کارخانه، تشخیص آشفتگی فرایند، محصولات نهایی مخلوط و در ارزیابی ارتباط بین ترکیب درصد و خصوصیات عملکردی، مفید هستند.

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.

درصورتی‌که 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 موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۶۱، فرآورده‌های نفتی- نقطیر در فشار اتمسفر- روش آزمون

2-2 ASTM D 875, Method for Calculating of Olefins and Aromatics in Petroleum Distillates from Bromine Number and Acid Absorption

2-3 ASTM D 1319², Test Method for Hydrocarbon Types in Liquid Petroleum Products by Fluorescent Indicator Adsorption

1- Stocks

2- استاندارد ملی ایران شماره ۸۴۰۳، فرآورده‌های نفتی، اندازه‌گیری انواع هیدروکربن- روش جذب سطحی شناساگر فلورسانس کننده- روش آزمون جهت بهره برداری موجود می‌باشد.

2-4 ASTM D 2001, Test Method for Depentanization of Gasoline and Naphthas

2-5 ASTM D 2002, Practice for Isolation of Representative Saturates Fraction from Low-Olefinic Petroleum Naphthas

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳ مجموع قطعات جرمی مشخصه به صورت زیر تعریف می‌شوند (معادلات همانند بند ۱-۱۰ می‌باشد).

$$\sum_{43}^{43} \text{ ارتفاع پیک کل} = (\text{پارافین‌ها}) \quad (1)$$

$$\sum_{41}^{41} \text{ ارتفاع پیک کل} = (\text{مونوسيکلو پارافین‌ها}) \quad (2)$$

$$\sum_{67}^{67} \text{ ارتفاع پیک کل} = (\text{دی‌سيکلو پارافین‌ها}) \quad (3)$$

$$\sum_{77}^{77} \text{ ارتفاع پیک کل} = (\text{آلکیل بنزن‌ها}) \quad (4)$$
$$133 + 134 + 147 + 148 + 161 + 162$$

$$\sum_{103}^{103} \text{ ارتفاع پیک کل} = (\text{ایندان‌ها و تترالین‌ها}) \quad (5)$$
$$146 + 159 + 160$$

$$\sum_{128}^{128} \text{ ارتفاع پیک کل} = (\text{نفتالن‌ها}) \quad (6)$$

$$T = \sum_{41}^{41} + \sum_{43}^{43} + \sum_{67}^{67} + \sum_{77}^{77} + \sum_{103}^{103} + \sum_{128}^{128} \quad (7)$$

۲-۳

عدد کربن

طبق تعریف، میانگین تعداد اتم‌های کربن در نمونه است.

۳-۳

عدد جرمی

با یک علامت مثبت (+) به صورت بالا نویس، به صورت ارتفاع پیک مربوط به همان عدد جرمی تعریف می‌شود.

۴ اصول آزمون

نمونه‌ها با طیف‌سنجی جرمی بر اساس مجموع قطعات جرمی مشخصه برای تعیین غلظت انواع هیدروکربن آنالیز می‌شوند. میانگین تعداد اتم‌های کربن نمونه از داده‌های طیفی تخمین زده می‌شود. محاسبات از

داده‌های کالیبراسیونی که وابسته به میانگین تعداد اتم‌های کربن نمونه هستند، به دست می‌آیند. نتایج بر حسب درصد حجمی مایع بیان می‌شوند.

۵ وسایل

۱-۵ طیفسنج جرمی، هر طیفسنج جرمی که مطابق آزمون عملکردی شرح داده شده در بند ۷ باشد، قابل قبول است.

یادآوری - داده‌های کالیبراسیون و دقت برای این روش از طیفسنج‌های جرمی نوع ۲۱-۱۰۱، ۲۱-۱۰۲ و ۲۱-۱۰۳ شرکت Consolidated Electrodynamics Corp. به دست آمدند. این دستگاه‌ها در دمای منبع یونی برابر یا حدود ۲۵۰ °C میدان مغناطیسی ثابت حدود ۳۱۰۰ گوس تا ۳۵۰۰ گوس عمل می‌کنند. آزمایشگاه‌هایی که از هر یک از طیفسنج‌های جرمی شرکت Consolidated Electrodynamics Corp. که با پارامترهای مختلف عمل می‌کنند یا از وسایلی با طراحی متفاوت استفاده می‌کنند، توصیه می‌شود قابلیت اجرای داده‌های کالیبراسیون موجود در جدول ۱ را بررسی کنند. توصیه می‌شود در صورت نیاز، آزمایشگاه‌های مجزا، داده‌های کالیبراسیون خود را با استفاده از مخلوط‌های شرح داده شده در جدول ۲ بسط دهنند.

۲-۵ سیستم ورودی نمونه، هر سیستم ورودی نمونه که ورود مخلوط‌های آزمون (بند ۲-۷) را بدون اتلاف، آلودگی یا تغییر در ترکیب درصد امکان‌پذیر سازد، مجاز است.

یادآوری - آزمون آزمایشگاهی نشان می‌دهد که، خطاهای نسبتاً بزرگ در اندازه‌گیری مقادیر کم ایندان‌ها، تترالین‌ها و نفتالن‌ها رخ خواهد داد، مگر اینکه یک روش نمونه‌برداری خاص یا سیستم ورودی حرارت داده شده، استفاده شوند.

۳-۵ فشارسنج^۱، استفاده از یک فشارسنج مناسب برای قرائت مستقیم فشار در محدوده ۰ تا ۱۳ Pa (۰ تا ۱۰۰ mtorr)، اختیاری است.

۴-۵ میکروبورت یا پی‌پت با حجم ثابت

۶ استانداردهای مرجع

نمونه‌های هیدروکربن‌های زیر موردنیاز هستند:

-۲- متیل پنتان، -۴،۲- دی‌متیل پنتان، نرمال اکتان، متیل سیکلوپنتان، متیل سیکلوهگزان، سیس-۱،۱- دی‌متیل سیکلوهگزان، بنزن، تولوئن و پارازایلن. تنها از واکنشگرها با درجه خلوص واکنشگر یا درجه خلوص معادل استفاده کنید.

هشدار - این ترکیبات، مایعات شدیداً آتش‌گیر هستند. بنزن سمی، سرطان‌زا و در صورت بلعیده شدن مضر یا کشنده است.

جدول ۱- داده‌های کالیبراسیون

^a مرجع	$\sum 128/T$	$\sum 103/T$	$\sum 77/T$	$\sum 67/T$	$\sum 41/T$	$\sum 43/T$	
پارافین‌ها:							
(۱)	....	....	۰,۰۰۰۶	۰,۰۰۱۹	۰,۳۰۲۵	۰,۶۹۴۹	C ₆
(۳)	....	....	۰,۰۰۱۰	۰,۰۰۲۷	۰,۲۵۸۳	۰,۷۳۷۹	C ₇
(۳)	....	....	۰,۰۰۱۴	۰,۰۰۳۲	۰,۲۳۶۲	۰,۷۵۹۲	C ₈
(۱۲)	۰,۰۱۱۳	....	۰,۰۰۲۱	۰,۰۰۵۲	۰,۲۳۵۰	۰,۷۴۶۲	C ₉
(۱۳)	۰,۰۱۵۱	....	۰,۰۰۱۴	۰,۰۰۵۶	۰,۲۰۰۷	۰,۷۷۷۲	C ₁₀
مونوسيکلو پارافین‌ها:							
(۱)	....	....	۰,۰۰۸۶	۰,۰۴۶۰	۰,۸۲۱۸	۰,۱۲۳۴	C ₆
(۳)	....	....	۰,۰۱۰۴	۰,۰۹۵۲	۰,۸۲۱۳	۰,۰۷۳۱	C ₇
(۳)	....	....	۰,۰۱۱۷	۰,۰۸۶۶	۰,۸۲۷۹	۰,۰۷۳۷	C ₈
(۱۲)	۰,۰۰۰۳	۰,۰۰۰۳	۰,۰۱۴۰	۰,۰۹۴۲	۰,۸۰۲۹	۰,۰۸۸۴	C ₉
(۱۳)	....	....	۰,۰۰۸۰	۰,۲۱۷۶	۰,۶۲۷۲	۰,۱۴۷۱	C ₁₀
دی‌سیکلو پارافین‌ها:							
(۴)	....	۰,۰۰۰۴	۰,۰۲۴۶	۰,۷۸۴۳	۰,۱۸۴۸	۰,۰۰۵۷	C ₈
(۵)	....	۰,۰۰۰۵	۰,۰۴۸۳	۰,۷۰۷۰	۰,۲۲۷۰	۰,۰۱۷۱	C ₉
(۶)	....	۰,۰۰۰۶	۰,۰۳۲۴	۰,۶۵۸۲	۰,۲۹۷۳	۰,۰۱۱۴	C ₁₀
آلکیل بنزن‌ها:							
(۲)	....	....	۰,۹۹۹۲	....	۰,۰۰۰۴	۰,۰۰۰۴	C ₆
(۳)	....	....	۰,۹۷۲۶	۰,۰۰۰۷	۰,۰۱۲۰	۰,۰۱۴۶	C ₇
(۳)	....	۰,۰۳۵۹	۰,۹۴۸۸	۰,۰۰۰۷	۰,۰۱۱۲	۰,۰۰۳۳	C ₈
(۱۲)	....	۰,۰۵۹۸	۰,۹۱۰۳	۰,۰۰۲۰	۰,۰۲۱۸	۰,۰۰۶۱	C ₉
(۱۳)	۰,۰۰۳۴	۰,۰۸۳۹	۰,۸۶۵۶	۰,۰۰۲۵	۰,۰۳۵۰	۰,۰۰۹۵	C ₁₀
ایندان‌ها و تترالین‌ها:							
(۷)	....	۰,۸۱۵۴	۰,۱۶۰۰	۰,۰۰۰۲	۰,۰۱۰۱	۰,۰۱۴۴	C ₉
(۸)	۰,۰۲۲۲	۰,۷۲۳۶	۰,۲۳۱۴	۰,۰۰۴۴	۰,۰۱۲۳	۰,۰۰۶۲	C ₁₀
(۹)	۰,۰۴۷۷	۰,۷۴۵۶	۰,۱۶۱۹	۰,۰۰۱۷	۰,۰۱۹۹	۰,۰۲۳۱	C ₁₁
نفتالن‌ها:							
(۱۰)	۰,۹۱۸۸	۰,۰۰۶۵	۰,۰۵۸۱	۰,۰۰۰۸	۰,۰۰۳۷	۰,۰۱۲۱	C ₁₀
(۱۱)	۰,۸۹۵۷	۰,۰۰۱۸	۰,۰۱۷۲	۰,۰۰۱۱	۰,۰۱۴۰	۰,۰۷۰۲	C ₁₁
^a رفرانس‌های منبع داده‌های کالیبراسیون: به پیوست الف رجوع شود.							

جدول ۲- اجزای مخلوطهای کالیبراسیون

ترکیب (درصد حجمی)	پارافین ها	سیکلوبارافین ها	سیکلو آلکیل بنزن ها
مخلوطهای C₆			
نرمال هگزان	۴۶	....	....
-۲- متیل پنتان	۲۸	....	....
-۳- متیل پنتان	۲۰	....	....
-۲،۲- دی متیل بوتان	۱	....	....
-۳،۲- دی متیل بوتان	۵	....	....
سیکلوهگزان	۴۶	....	....
متیل سیکلوبنتان	۵۴	....	....
بنزن	۱۰۰	....	....
مخلوطهای C₇			
نرمال هپتان	۴۵	....	....
-۲- متیل هگزان	۲۳	....	....
-۳- متیل هگزان	۱۶	....	....
-۲،۲- دی متیل پنتان	۴	....	....
-۳،۲- دی متیل پنتان	۶	....	....
-۴،۲- دی متیل پنتان	۵	....	....
-۳،۳- دی متیل پنتان	۱	....	....
متیل سیکلوهگزان	۵۷	....	....
اتیل سیکلوبنتان	۹	....	....
-۱،۱- دی متیل سیکلوبنتان	۴	....	....
-۲-۱- دی متیل سیکلوبنتان	۱۴	....	....
-۳-۱- دی متیل سیکلوبنتان	۱۶	....	....
تولوئن	۱۰۰	....	....
مخلوطهای C₈			
نرمال اکتان	۳۹	....	....
-۲- متیل هپتان	۱۹	....	....
-۳- متیل هپتان	۱۶	....	....
-۴- متیل هپتان	۸	....	....
-۳- اتیل هگزان	۳	....	....
-۳،۲- دی متیل هگزان	۴	....	....
-۴،۲- دی متیل هگزان	۵	....	....
-۵،۲- دی متیل هگزان	۶	....	....
اتیل سیکلوهگزان	۲۰	....	....

جدول ۲ - ادامه

ترکیب (درصد حجمی)	پارافین ها	سیکلوپارافین ها	سیکلوآلکیل بنزن ها
- دی متیل سیکلوهگزان ۲- <i>t</i> ,۱	....	۱۸	....
- دی متیل سیکلوهگزان ۳- <i>c</i> ,۱	....	۲۵	....
- دی متیل سیکلوهگزان ۴- <i>t</i> ,۱	....	۱۱	....
- متیل-۲- <i>c</i> -اتیل سیکلوپنتان ۱	....	۷	....
- تری متیل سیکلوپنتان ۳,۱,۱	....	۵	....
- تری متیل سیکلوپنتان ۳- <i>c</i> ,۲- <i>t</i> ,۱	....	۹	....
- تری متیل سیکلوپنتان ۴- <i>c</i> ,۲- <i>t</i> ,۱	....	۵	....
اتیل بنزن	....	....	۱۰
پارازایلن	....	....	۲۳
متازایلن	....	....	۴۶
اورتوزایلن	....	....	۲۱
مخلوط های C₉			
نرمال نونان	۳۳	....	....
۲- متیل اکتان	۲۰	....	....
۳- متیل اکتان	۱۶	....	....
۴- متیل اکتان	۸	....	....
۳- اتیل هپتان	۳	....	....
۶,۲- دی متیل هپتان	۱۲	....	....
۲,۲- دی متیل هپتان	۲	....	....
۳,۳- دی اتیل پنتان	۱	....	....
۵,۲,۲- تری متیل هگزان	۲	....	....
۵,۲,۲- تری متیل هگزان	۱	....	....
۴,۲- دی متیل ۳- اتیل پنتان	۱	....	....
۳,۲,۲- ترما متیل پنتان	۱	....	....
نرمال پروپیل سیکلوهگزان	۱	....	....
ایزو پروپیل سیکلوهگزان	۲	....	....
۱- متیل- ۲- اتیل سیکلوهگزان	۳	....	....
۱- متیل- <i>t</i> - اتیل سیکلوهگزان	۴	....	....
۱- متیل- <i>c</i> - ۳- اتیل سیکلوهگزان	۸	....	....
۱- متیل- <i>t</i> - ۳- اتیل سیکلوهگزان	۸	....	....
۱- متیل- <i>c</i> - ۴- اتیل سیکلوهگزان	۴	....	....
۱- متیل- <i>t</i> - ۴- اتیل سیکلوهگزان	۵	....	....
۱- ۳- <i>c</i> ,۲- تری متیل سیکلوهگزان	۲	....	....
۳- <i>t</i> ,۲- تری متیل سیکلوهگزان	۳	....	....
۳- <i>c</i> ,۲- تری متیل سیکلوهگزان	۳	....	....
۴- <i>c</i> ,۲- تری متیل سیکلوهگزان	۱۵	....	....

جدول ۲ - ادامه

ترکیب (درصد حجمی)	پارافین‌ها	سیکلوپارافین‌ها	سیکلوآلکیل بنزن‌ها
-۴- <i>t</i> ,۲- <i>t</i> ,۱	۱۵	....
-۵- <i>c</i> ,۳- <i>c</i> ,۱	۵	....
-۵- <i>t</i> ,۳- <i>c</i> ,۱	۵	....
نرمال بوتیل سیکلوپنتان	۱	....
-۲- <i>c</i> ,۱	۱۲	....
-۴- <i>t</i> ,۳- <i>c</i> ,۲- <i>t</i> ,۱	۴	....
نرمال پروپیل بنزن	۳	....
ایزوپروپیل بنزن	۱	....
-۱- متیل-۲-اتیل بنزن	۸	....
-۱- متیل-۳-اتیل بنزن	۱۹	....
-۱- متیل-۴-اتیل بنزن	۱۱	....
-۳,۲,۱	۱۰	....
-۴,۲,۱	۳۶	....
-۵,۳,۱	۱۲	....

۷ آزمون عملکرد

۱-۷ کالیبراسیون برای مخلوط آزمون، دستگاه را مطابق دستورالعمل سازنده برای ترکیبات فهرست شده در بند ۱-۶، با استفاده از همان روش دستی شرح داده شده در بند ۲-۹، کالیبره کنید. داده‌های کالیبراسیون را در واحدهای ارتفاع پیک بر واحد حجم مایع (V) با حساسیت ثابت بیان کنید. برای هر یک از استانداردهای مرجع V ۴۱/V Σ , V ۷۷/V Σ و V ۴۳/V Σ را تعیین کرده و مقدار میانگین وزنی را برای هر نوع گروه هیدروکربنی مطابق با اجزای مخلوط آزمون شرح داده شده در بند ۲-۷ محاسبه کنید. معکوس حاصل از ضرایب میانگین‌گیری شده را حساب کنید.

یادآوری ۱- حجم، V، معمولاً بر حسب میکرولیتر بیان می‌شود.

یادآوری ۲- اغلب برای محاسبات بند ۱-۷ از ماشین حساب‌های رومیزی استفاده می‌شود و در چنین مواردی عبارات معکوس کوچک ممکن است، مناسب نباشند. در صورت نیاز، مجاز است که به منظور بهدست آوردن مقادیر معکوس بزرگتر، تمام ضرایب میانگین بهوسیله ثابت مناسب قبل از وارونگی تقسیم شوند.

۲-۷ مخلوط آزمون، برای بهدست آوردن یک ترکیب درصد نهایی با تقریب مطابق جدول ۳ اما با درستی حدود $\pm 0.07\%$ ، مخلوط سنتزی را با توزین استانداردهای مرجع تهیه کنید.

جدول ۳- ترکیب درصد استاندارد مرجع

وزن تقریبی بر حسب گرم برای به دست آوردن ۵ ml از مخلوط	درصد حجم مایع در مخلوط	استاندارد مرجع
۰,۲۳۷	۷/۲	۲- متیل پنتان
۰,۳۱۸	۹,۴	۴,۲- دی متیل پنتان
۰,۵۸۷	۱۶,۶	نرمال اکتان
۰,۲۶۷	۷,۱	متیل سیکلوپنتان
۰,۳۸۷	۱۰,۰	متیل سیکلوهگزان
۰,۶۲۰	۱۵,۵	سیس-۲,۱- دی متیل سیکلوهگزان
۰,۳۴۱	۷,۷	بنزن
۰,۴۳۶	۱۰,۰	تولوئن
۰,۷۱۴	۱۶,۵	پارازایلن
۳,۹۰۷	۱۰۰,۰	جمع

طیف جرمی مخلوط آزمون را از m/e^+ ۳۲ تا ۱۲۰ با استفاده از روش دستی شرح داده شده در بند ۲-۹ ثبت کنید. $\sum 41/V$ ، $\sum V/77$ و $\sum 43/V$ را از طیف مخلوط نمونه محاسبه کنید و ترکیب درصد را با استفاده از این مقادیر و مقدار معکوس بند ۱-۷ تخمین بزنید. توصیه می شود ترکیب درصد محاسبه شده، مطابق با غلظت های معلوم در محدوده مقادیر جدول ۴ باشد.

جدول ۴- محدوده های غلظت

درصد	ترکیب
$\pm 0,8$	پارافین های کل
$\pm 1,۳$	سیکلو پارافین های کل
$\pm 0,۷$	آروماتیک های کل

چنانچه نتوان مخلوط آزمون را به طور صحیح آنالیز کرد، توصیه می شود مزاحمت ها، پایداری، حساسیت، قدرت تفکیک، جایه جایی نمونه یا توانایی آزمون گر در نظر گرفته شوند.

۳-۷ زمینه، بعد از پمپ کردن مخلوط آزمون مشخص شده در بند ۲-۹، طیف جرمی را از m/e^+ ۴۰ تا ۱۰۰ پویش کنید. بهتر است پیک های زمینه در m/e^+ ۴۳ و ۹۱ کمتر از 10% پیک های مربوطه در طیف مخلوط باشد. چنانچه عملکرد دو آزمون مطابق یکدیگر باشند، دستگاه برای آنالیز نمونه مناسب بوده است.

آماده سازی نمونه ۸

۱-۸ نمونه را مطابق استاندارد ASTM D 2001 پنتان زدایی^۱ کنید.

۲-۸ مقدار اولفین نمونه پنتان زدایی شده را مطابق استاندارد ASTM D 875 یا ASTM D 1319 تعیین کنید.

۱-۹ طیفسنج‌های جرمی، معمولاً در عملیات پیوسته هستند و قبل از آنالیز نمونه‌ها نیاز به آماده‌سازی اضافی نیست. چنانچه طیفسنج به تازگی روشن شده، برای اطمینان از پایداری قبل از اقدام، عملکرد آن را بر اساس دستورکار سازنده بررسی کنید. سپس آزمون عملکرد (بند ۷) را انجام دهید.

۲-۹ به دست آوردن طیف جرمی، با استفاده از میکروبورت یا پی‌پت با حجم ثابت، مقدار کافی از نمونه را از طریق سیستم ورودی برای رسیدن به فشار Pa ۲/۷ تا Pa ۸/۰ (۶۰ mtorr) وارد کنید. بعد از انبساط در سیستم ورودی هنگامی که میکروبورت و فشارسنج استفاده می‌شود، مقدار نمونه وارد شده و فشار نهایی را ثبت کنید. نمونه را تخلیه کنید تا اینکه قرائت‌های فشار با اختلاف $\pm 1\%$ یا کمتر به دست آیند. رسیدن به این فشار خاص به این معنی است که میکروبورت معین در حجم ثابت به کار می‌رود. هنگامی که آن فشار خاص به دست آمد، نمونه را به طیفسنج جرمی تزریق کرده و طیف جرمی نمونه را از 32 m/e^+ تا 186 m/e^+ ثبت کنید.

۱۰ محاسبات

۱-۱۰ پیک‌ها، ارتفاع پیک‌های طیف جرمی نمونه‌های متناظر با نسبت‌های m/e^+ ۴۳، ۴۱، ۴۳، ۵۵، ۵۷، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۱، ۷۲، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۹۱، ۹۲، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۳، ۱۰۰، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۴، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۸ و ۱۶۹ ثبت شده را بخوانید.

۱-۱-۱۰ ارتفاع پیک‌های ترکیبی زیر را با جمع پیک‌های مشخص شده با هم دیگر، محاسبه کنید:

$$\sum 43 = \text{m/e}^+ 43 + 57 + 71 + 85 + 99 \quad (8)$$

$$\sum 41 = \text{m/e}^+ 41 + 55 + 69 + 83 + 97 \quad (9)$$

$$\sum 67 = \text{m/e}^+ 67 + 68 + 81 + 82 + 95 + 96 \quad (10)$$

$$\sum 77 = \text{m/e}^+ 77 + 78 + 79 + 91 + 92 + 105 + 106 + 119 + 120 + 133 + 134 + 147 + 148 + 161 + 162 \quad (11)$$

$$\sum 103 = \text{m/e}^+ 103 + 104 + 117 + 118 + 131 + 132 + 145 + 146 + 159 + 160 \quad (12)$$

$$\sum 128 = \text{m/e}^+ 128 + 141 + 142 + 155 + 156 \quad (13)$$

$$T = \sum 41 + \sum 43 + \sum 67 + \sum 77 + \sum 103 + \sum 128 \quad (14)$$

۲-۱۰ عدد کربن محاسبه شده از داده‌های طیفی

۲-۲-۱۰ محاسبه عدد کربن ظاهری آلکیل بنزن

۲-۱-۱-۱۰ پیک‌های تک‌ایزوتوپی^۱ در 92 ، 106 ، 120 ، 134 ، 148 و 162 را محاسبه کنید:

$$\text{Mono}92 = 92^+ - 0,0769(91^+) \quad (15)$$

$$\text{Mono}106 = 106^+ - 0,0880(105^+) \quad (16)$$

$$\text{Mono}120 = 120^+ - 0,0991(119^+) \quad (17)$$

$$\text{Mono}134 = 134^+ - 0,1102(133^+) \quad (18)$$

$$\text{Mono}148 = 148^+ - 0,1212(147^+) \quad (19)$$

$$\text{Mono}162 = 162^+ - 0,1323(161^+) \quad (20)$$

۲-۱-۲-۱۰ پیکهای مخلوط ۷۸ پلی و تکايزوتوبی را با ضرب کردن هر یک در ضرایب زیر به پایه مولی تبدیل کنید:

$$\text{Poly } 78 \times 1,0 \quad \text{Mono}134 \times 2,7$$

$$\text{Mono } 92 \times 1,7 \quad \text{Mono}148 \times 2,8$$

$$\text{Mono } 106 \times 2,2 \quad \text{Mono}162 \times 2,9$$

$$\text{Mono } 120 \times 2,4$$

۳-۱-۲-۱۰ محصولات مرحله قبل را برای به دست آوردن کسرهای مولی نسبی آلکیل بنزن های C_{12} تا C_6 بهنجار^۱ کنید. سپس می توان یک عدد کربن ظاهری را از طریق مجموع کسر مولی محصولات و تعداد اتم های کربن متناظر بر مولکول محاسبه کرد. این عدد کربن برای همه آلکیل بنزن ها، ایندان ها، تترالین ها و نفتالن ها به کار برده می شود.

۲-۲-۱۰ محاسبه عدد کربن ظاهری پارافین (یادآوری ۲ بند ۱-۸)

۱-۲-۲-۱۰ پیکهای تکايزوتوبی در ۸۶، ۱۰۰، ۱۱۴، ۱۲۸، ۱۴۲، ۱۵۶ و ۱۷۰ را محاسبه کنید:

$$\text{Mono}86 = 86^+ - 0,0668(85^+) + 0,0026(84^+) - 0,008(\text{mono}92^+) - 0,008(\text{mono}106^+) \quad (21)$$

$$\text{Mono}100 = 100^+ - 0,0779(99^+) + 0,0034(98^+) - \text{Hg} \quad (4-2-2-10) \quad (22)$$

$$\text{Mono}114 = 114^+ - 0,0890(113^+) + 0,0044(112^+) \quad (23)$$

$$\text{Mono}128 = 128^+ - 0,1001(127^+) + 0,0055(126^+) \quad (24)$$

$$\text{Mono}142 = 142^+ - 0,1113(141^+) + 0,0068(140^+) \quad (25)$$

$$\text{Mono}156 = 156^+ - 0,1224(155^+) + 0,0081(154^+) \quad (26)$$

$$\text{Mono}170 = 170^+ - 0,1335(169^+) + 0,0096(168^+) \quad (27)$$

۲-۲-۲-۱۰ این پیکها را با ضرب کردن هر یک در ضرایب تجربی زیر به پایه مولی تبدیل کنید:

$$\text{Mono } 86 \times 1,0 \quad \text{Mono}142 \times 1,9$$

$$\text{Mono } 100 \times 0,92 \quad \text{Mono}156 \times 2,0$$

$$\text{Mono } 114 \times 1,4 \quad \text{Mono}170 \times 2,1$$

$$\text{Mono } 128 \times 1,8$$

۳-۲-۲-۱۰ محصولات مرحله قبل را برای بهدست آوردن کسرهای مولی نسبی پارافین‌های C_6 تا C_{12} بهنجار کنید. یک عدد کربن ظاهری را از طریق مجموع کسر مولی محصولات و تعداد اتم‌های کربن متناظر بر مولکول محاسبه کنید. فرض می‌شود که این عدد کربن برای همه پارافین‌ها و سیکلوبارافین‌ها کاربرد دارد.

یادآوری- مقادیر اندک نفتالن‌ها، با شدت‌های یونی m/e^+ ۱۴۲، ۱۴۱ و ۱۲۸، ممکن است در نتایج این محاسبات خطأ ایجاد کنند. خطاهای بزرگ از طریق توزیع دوقله‌ای پیک‌های پارافینی مجزا آشکارسازی می‌شوند. یک پیک ۱۴۱ نسبتاً بلند همچنین می‌تواند نشان دهنده نفتالن‌ها باشد. چنانچه حضور نفتالن‌ها آشکار شود، پیشنهاد می‌شود که عدد کربن پارافین از طیف جرمی قسمت اشباع نمونه‌ای که به‌آسانی از طریق استاندارد ASTM D 2002 بهدست آمده است، محاسبه شود. چنانچه نتوان قسمت اشباع را بهدست آورد، توصیه می‌شود عدد کربن پارافین، ۵/۰ عدد کمتر از عدد کربن آروماتیک‌ها فرض شود.

۳-۲-۲-۱۱ اصطلاح Hg به تصحیح زمینه اشاره دارد که چنان‌چه پیک‌های جیوه در طیفسنج موجود باشند، باید به کار رود. این تصحیح باید برای هر یک از وسایل، تحت شرایطی که انجام آزمون نمونه را شبیه‌سازی می‌کند، تعیین شود.

یادآوری- ضرایب بندهای ۱۰-۱-۲-۱ و ۱۰-۲-۲-۱ که برای تبدیل پیک‌های تکایزوتوپی اولیه آلکیل بنزن‌ها و پارافین‌ها به یک پایه مولی استفاده می‌شوند مقادیر میانگین داده‌هایی هستند که در سه آزمایشگاه بهدست آمده‌اند. این داده‌ها از طریق ایجاد اندازه‌گیری‌های حساسیت فشار مستقیم مخلوط‌های مناسب شرح داده شده در جدول ۲ و برونوی^۱ این نتایج برای گستره عدد کربن از ۱۰ تا ۱۲ بهدست آمده‌اند. در صورت نیاز، این روش همچنین می‌تواند توسط یک آزمایشگاه مجزا به کار برده شود.

۳-۱۰ محاسبه انواع ترکیبات، با استفاده از ماتریس معکوس^۲ مناسب حاصل از جدول ۳ بر طبق عدد کربن نمونه، درصد حجمی مایع هر نوع هیدروکربن را محاسبه کنید. این محاسبه ممکن است برای نمونه مشابه، بسته به عدد کربن پارافین‌ها و آروماتیک‌ها، تغییر کند. برای مثال، اگر عدد کربن پارافین ۷/۰ و عدد کربن الکیل بنزن‌ها ۸/۰ است، ماتریس معکوس عدد کربن ۷ برای محاسبه کسر حجمی پارافین‌ها و سیکلوبارافین‌ها استفاده می‌شود، درحالی‌که ماتریس معکوس عدد کربن ۸ برای محاسبه آروماتیک‌ها به کار می‌رود. کسرهای حجمی باید سپس بهنجار شوند.

۳-۱۱ زمانی که یک عدد کربن صحیح بهدست نمی‌آید، توصیه می‌شود دو ماتریس معکوس اعمال شده و نتایج سنجیده شوند. برای مثال، چنانچه عدد کربن پارافین، ۷/۴ است، توصیه می‌شود ماتریس معکوس هر دو عدد کربن ۷ و ۸ برای پارافین‌ها و سیکلوبارافین‌ها به کار روند. سپس کسر حجمی برای مقدار بهدست آمده از ماتریس معکوس عدد کربن ۷ به اضافه ۴/۰ اختلاف بین مقادیر بهدست آمده از ماتریس معکوس‌های عدد کربن ۷ و عدد کربن ۸ مورد استفاده قرار گیرد.

1 - Extrapolation

2 - Inverse matrix

یادآوری- اگرچه محاسبه ترکیب درصد نمونه از طریق درونیابی^۱ بین نتایج ماتریس معکوس دو عدد کربن مجاور، نتایج خوبی ارائه می‌دهد، اما قابلیت دسترسی به کامپیوترها، ارائه یک روش کار بسیار بهتر را که از ماشین حساب‌های دستی بر نمی‌آید، پیشنهاد می‌کند. در محاسبه هر نمونه برای انتخاب عناصر ماتریس از طریق درونیابی بین عده‌های کربن مجاور در جدول داده‌های کالیبراسیون و برای محاسبه اجزای تشکیل دهنده نمونه برای نتایج ماتریس از طریق محاسبه یک ماتریس معکوس یا با استفاده از روش کار سعی و خطأ^۲ توصیه می‌شود.

۴-۱۰ مقدار اولفین نمونه

۱-۴-۱۰ چنانچه عدد برم استفاده می‌شود، درصد حجمی مایع اولفین‌ها مطابق استاندارد ASTM D 875 محاسبه شود. چنانچه استاندارد ASTM D 1319 به کار می‌رود، درصد حجمی مایع اولفین‌ها به روش جذب سطحی معرف فلورسنت به دست می‌آید.

۲-۴-۱۰ برای نمونه‌های حاوی حداکثر ۳٪ اولفین، درصد حجمی مایع اولفین‌ها را از نتایج مونوستیکلوبارافین به دست آمده از معکوس، کم کنید.

۳-۴-۱۰ آنالیز را بر مبنای اصلی، شامل حجم اولفین‌ها، پنتان‌ها و هیدروکربن‌های سبک‌تر حذف شده در صورت وجود، به صورت نتایج جداگانه محاسبه کنید.

۱۱ داده‌های کالیبراسیون

۱-۱۱ ترکیب درصد مخلوط‌های هیدروکربنی سنتزی در جدول ۲ نشان داده شده‌اند. این مخلوط‌ها توسط برنامه‌ها و نتایج مشارکتی همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده و بر اساس ماتریس‌های معکوس در جدول ۳، آنالیز شدند. حساسیت‌ها و ضرایب حجمی مایع که برای داده‌های کالیبراسیون در جدول ۱ به کار برده شد، در جدول ۴ شرح داده شده‌اند.

۲-۱۱ ماتریس‌های معکوس در جدول ۳ به صورت زیر، محاسبه شده‌اند:

۱-۲-۱۱ برای یک عدد کربن داده شده و برای یک طبقه هیدروکربنی ویژه، مجموعه‌ای از مقادیر $T/\sum T$ و $\sum T$ وغیره به بزرگترین مقدار در مجموعه تقسیم می‌شوند. این مقادیر جدید و طبقه‌های هیدروکربنی آن‌ها به منظور تشکیل یک آرایه یا ماتریس به درستی فهرست شده‌اند.

۲-۲-۱۱ تمام عناصر موجود در این آرایه جدید که معرف یک طبقه هیدروکربنی بودند، در حساسیت فشار مربوطه برای آن طبقه و عدد کربن ضرب شد.

۳-۲-۱۱ ماتریس به دست آمده در بند ۱-۱۱-۲-۱۱ معکوس شد.

۴-۲-۱۱ جملات طیفی معکوس به دست آمده برای طبقه هیدروکربن و عدد کربن در ضریب حجمی مایع مربوطه ضرب شد. در نهایت، تمام جملات طیفی جدید بر ۱۰۰ تقسیم شد.

1 - Interpolation

2 - Iterative procedure

جدول ۳ - ماتریس‌های معکوس بر پایه حساسیت حجم مایع

$\sum ۱۲۸/T$	$\sum ۱۰۳/T$	$\sum ۷۷/T$	$\sum ۶۷/T$	$\sum ۴۱/T$	$\sum ۴۳/T$	
...	...	- ۰/۰۰۰۰۰۳	+ ۰/۰۰۰۲۵۷	- ۰/۰۰۱۳۶۸	+ ۰/۰۰۹۰۱۶	پارافین‌ها
...	...	- ۰/۰۰۰۰۰۲	- ۰/۰۰۲۳۹۱	+ ۰/۰۱۰۲۸۵	- ۰/۰۰۴۴۷۱	مونو‌سیکلوبارافین‌ها
...	...	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	+ ۰/۰۰۴۳۲۵	- ۰/۰۰۰۲۵۸	+ ۰/۰۰۰۱۰۰	دی‌سیکلوبارافین‌ها
...	...	+ ۰/۰۰۰۵۱۱۷	- ۰/۰۰۰۱۴۹	- ۰/۰۰۰۰۴۸	+ ۰/۰۰۰۰۱۷	آلکیل بنزن‌ها
عدد کربن ۷						
...	- ۰/۰۰۰۱۰۰	- ۰/۰۰۰۱۰۰	+ ۰/۰۰۰۱۰۵	- ۰/۰۰۰۶۵۵	+ ۰/۰۰۷۲۴۱	پارافین‌ها
...	- ۰/۰۰۰۰۳۵	- ۰/۰۰۰۰۵۱	- ۰/۰۰۱۶۹۵	+ ۰/۰۰۷۲۸۳	- ۰/۰۰۲۵۴۲	مونو‌سیکلوبارافین‌ها
...	+ ۰/۰۰۰۰۰۳	+ ۰/۰۰۰۰۰۱	+ ۰/۰۰۴۳۸۷	- ۰/۰۰۰۵۲۳	+ ۰/۰۰۰۱۶۷	دی‌سیکلوبارافین‌ها
...	- ۰/۰۰۰۸۹۷	+ ۰/۰۰۴۵۷۶	- ۰/۰۰۱۳۴	- ۰/۰۰۰۰۴۴	+ ۰/۰۰۰۰۱۰	آلکیل بنزن‌ها
...	+ ۰/۰۰۰۵۴۲۴	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	- ۰/۰۰۰۰۰۲	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	ایندان‌ها و تترالین‌ها
عدد کربن ۸						
- ۰/۰۰۰۰۸۲	- ۰/۰۰۰۱۰۵	- ۰/۰۰۰۱۱	+ ۰/۰۰۰۹۰	- ۰/۰۰۰۵۸۴	+ ۰/۰۰۶۴۴۹	پارافین‌ها
+ ۰/۰۰۰۰۰۶	- ۰/۰۰۰۰۲۹	- ۰/۰۰۰۰۶۳	- ۰/۰۰۱۴۲۸	+ ۰/۰۰۶۱۳۲	- ۰/۰۰۱۹۰۲	مونو‌سیکلوبارافین‌ها
- ۰/۰۰۰۰۰۴	+ ۰/۰۰۰۰۰۳	+ ۰/۰۰۰۰۰۱	+ ۰/۰۰۴۳۷۵	- ۰/۰۰۰۴۶۹	+ ۰/۰۰۰۱۲۸	دی‌سیکلوبارافین‌ها
- ۰/۰۰۰۰۲۷۱	- ۰/۰۰۰۸۵۷	+ ۰/۰۰۴۳۷۵	- ۰/۰۰۱۲۵	- ۰/۰۰۰۰۴۹	+ ۰/۰۰۰۰۰۷	آلکیل بنزن‌ها
- ۰/۰۰۰۰۲۶	+ ۰/۰۰۰۵۴۶۵	- ۰/۰۰۰۰۲۰۷	+ ۰/۰۰۰۰۰۴	+ ۰/۰۰۰۰۰۲	- ۰/۰۰۰۰۰۰	ایندان‌ها و تترالین‌ها
+ ۰/۰۰۰۵۷۵۷	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	نفتالن‌ها
عدد کربن ۹						
- ۰/۰۰۰۰۷۵	- ۰/۰۰۰۰۹۵	- ۰/۰۰۰۱۸	+ ۰/۰۰۰۷۱	- ۰/۰۰۰۶۷۳	+ ۰/۰۰۶۰۴۳	پارافین‌ها
+ ۰/۰۰۰۰۱۱	- ۰/۰۰۰۱۷	- ۰/۰۰۱۳۰	- ۰/۰۰۱۹۲۹	+ ۰/۰۰۶۱۸۳	- ۰/۰۰۱۹۳۳	مونو‌سیکلوبارافین‌ها
- ۰/۰۰۰۰۰۶	+ ۰/۰۰۰۰۰۴	+ ۰/۰۰۰۰۰۳	+ ۰/۰۰۶۸۰۹	- ۰/۰۰۰۸۲۲	+ ۰/۰۰۰۲۱۲	دی‌سیکلوبارافین‌ها
- ۰/۰۰۰۰۲۴۸	- ۰/۰۰۰۷۸۷	+ ۰/۰۰۴۰۱۵	- ۰/۰۰۰۲۶۱	- ۰/۰۰۰۰۴۰	+ ۰/۰۰۰۰۰۷	آلکیل بنزن‌ها
- ۰/۰۰۰۰۱۶	+ ۰/۰۰۰۵۴۹۶	- ۰/۰۰۰۳۶۱	+ ۰/۰۰۰۰۲۰	+ ۰/۰۰۰۰۰۲	+ ۰/۰۰۰۰۰۱	ایندان‌ها و تترالین‌ها
+ ۰/۰۰۰۵۷۵۹	+ ۰/۰۰۰۰۰۱	+ ۰/۰۰۰۰۰۰	- ۰/۰۰۰۰۰۰	+ ۰/۰۰۰۰۰۸	- ۰/۰۰۰۰۹۰	نفتالن‌ها
عدد کربن ۱۰						
- ۰/۰۰۰۰۷۰	- ۰/۰۰۰۰۲۵	+ ۰/۰۰۰۰۰۱	+ ۰/۰۰۰۶۰۶	- ۰/۰۰۱۵۶۲	+ ۰/۰۰۵۷۶۶	پارافین‌ها
+ ۰/۰۰۰۰۱۵	- ۰/۰۰۰۰۰۴	- ۰/۰۰۰۲۷۰	- ۰/۰۰۳۳۱۵	+ ۰/۰۰۷۴۴۳	- ۰/۰۰۱۸۹۷	مونو‌سیکلوبارافین‌ها
- ۰/۰۰۰۰۰۹	- ۰/۰۰۰۰۳۲	+ ۰/۰۰۰۰۸۷	+ ۰/۰۰۷۵۹۲	- ۰/۰۰۲۷۹۲	+ ۰/۰۰۰۶۶۶	دی‌سیکلوبارافین‌ها
- ۰/۰۰۰۰۲۳۸	- ۰/۰۰۱۲۴۰	+ ۰/۰۰۳۹۰۳	- ۰/۰۰۰۲۰۱	+ ۰/۰۰۰۰۲۱	- ۰/۰۰۰۰۰۶	آلکیل بنزن‌ها
- ۰/۰۰۰۰۰۷	+ ۰/۰۰۷۳۱۵	- ۰/۰۰۰۷۰۹	+ ۰/۰۰۰۰۲۹	- ۰/۰۰۰۰۰۱	+ ۰/۰۰۰۰۰۲	ایندان‌ها و تترالین‌ها
+ ۰/۰۰۰۵۷۶۱	- ۰/۰۰۰۱۷۴	- ۰/۰۰۰۰۰۶	- ۰/۰۰۰۰۰۱۲	+ ۰/۰۰۰۰۳۳	- ۰/۰۰۰۱۲۰	نفتالن‌ها

جدول ۴ - حساسیت‌های فشار و ضرایب^a حجم مایع

مراجع ^b	نفتالن‌ها	ایندان‌ها یا ترالین‌ها	آلکیل بنزن‌ها	دی‌سیکلوبارافین‌ها	مونوسیکلوبارافین‌ها	پارافین‌ها	حساسیت:
(۱۴)	...	...	۱۷۴,۷	۳۱۳,۰	۱۱۷,۲	۱۵۶,۵	C ₆
(۱۴)	...	۲۲۷,۱	۲۳۳,۴	۳۱۳,۰	۱۸۸,۸	۲۱۰,۵	C ₇
(۱۴)	۲۲۸,۴	۲۲۷,۱	۲۸۳,۳	۳۱۳,۰	۲۵۲,۰	۲۶۱,۰	C ₈
(۱۴)	۲۲۸,۴	۲۲۷,۱	۳۴۹,۳	۲۴۰,۰	۲۸۰,۶	۳۰۸,۴	C ₉
(۱۵)	۲۲۸,۴	۱۹۲,۳	۴۰۴,۰	۲۴۸,۶	۲۹۹,۸	۳۵۳,۰	C ₁₀
ضرایب حجم مایع:							
(۱۶)	...	...	۸۹,۴	۱۳۳,۵	۱۱۱,۱	۱۳۱,۸	C ₆
(۱۶)	...	۱۲۳,۲	۱۰۶,۸	۱۳۳,۵	۱۲۹,۵	۱۴۷,۶	C ₇
(۱۶)	۱۳۱,۵	۱۲۳,۲	۱۲۳,۰	۱۳۳,۵	۱۴۶,۵	۱۶۳,۶	C ₈
(۱۶)	۱۳۱,۵	۱۲۳,۲	۱۳۸,۴	۱۵۷,۲	۱۶۱,۱	۱۷۹,۸	C ₉
(۱۷)	۱۳۱,۵	۱۳۶,۳	۱۵۲,۸	۱۵۷,۸	۱۷۵,۲	۱۸۹,۴	C ₁₀
^a عبارات حساسیت و ضرایب حجمی مایع به ترتیب متناسب با بار یون بر واحد فشار و حجم مایع بر واحد فشار هستند. ^b حساسیت‌ها به صورت نسبی به حساسیت نرمال بوتان ۱۰۰/۰ برای ۴۳ m/e ⁺ بیان می‌شود.							
مراجع: به پیوست الف رجوع شود.							

۱۲ دقت و انحراف^۱

۱-۱۲ دقت، دقت این روش آزمون که به وسیله بررسی‌های آماری نتایج آزمون‌های بین آزمایشگاهی روی نمونه‌های دارای ترکیبات به دست آمده در جدول ۵ تعیین شده است، به صورت زیر می‌باشد:

۱-۱-۱۲ تکرارپذیری، اختلاف بین نتایج آزمون متوالی توسط یک آزمون‌گر با وسایل یکسان تحت شرایط عملیاتی ثابت روی مواد آزمون یکسان در مدت زمان طولانی و در شرایط کاری صحیح و معمول روش آزمون فقط در یک مورد از بیست مورد از مقادیر نشان داده شده در جدول ۵ بیشتر شد.

۲-۱-۱۲ تجدیدپذیری، اختلاف بین دو نتیجه منفرد و مستقل که در آزمایشگاه‌های متفاوت با روش آزمون یکسان توسط آزمون‌گرهای متفاوت در مدت زمان طولانی در عملیات معمول و صحیح روش آزمون به دست آمد، تنها در یک مورد از بیست مورد از مقادیر نشان داده شده در جدول ۵، بیشتر شد.

یادآوری - اگر نمونه‌های آنالیز شده، به طور قابل توجهی از نظر ترکیب درصد با نمونه‌های استفاده شده برای مطالعه بین آزمایشگاهی تفاوت داشته باشند، ممکن است این بیان دقت کاربرد نداشته باشد.

۲-۱۲ انحراف، از آنجایی که هیچ ماده مناسب مرجع تایید شده‌ای برای تعیین انحراف این روش آزمون وجود ندارد، بنابراین انحراف را نمی‌توان تعیین کرد.

جدول ۵-دادهای دقت برای نمونه‌های مشارکتی

قالب‌بندی مجدد						نفتا						نوع
R	r	σ_R	σ_r	درصد حجمی	R	r	σ_R	σ_r	درصد حجمی			
۵/۳	۱/۳	۱/۷	۰/۴	۳۴/۲	۵/۳	۱/۰	۱/۷	۰/۳	۵۲/۶	پارافین‌ها		
۱/۸	۰/۳	۰/۶	۰/۱	۴/۰	۵/۶	۰/۷	۱/۸	۰/۲	۳۴/۶	مونوسيکلوبارافین‌ها		
۰/۲	۰/۰	۰/۱	۰/۰	۰/۱	۱/۷	۰/۴	۰/۵	۰/۱	۵/۲	دی‌سيکلوبارافین‌ها		
۶/۸	۰/۶	۲/۱	۰/۲	۵۶/۶	۱/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۱	۶/۳	آلکیل بنزن‌ها		
۱/۶	۰/۳	۰/۵	۰/۱	۲/۲	۰/۴	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۹	ایندان‌ها و ترالین‌ها		
۲/۶	۰/۳	۰/۸	۰/۱	۳/۰	۰/۴	۰/۱	۰/۱	۰/۰	۰/۳	نفتالن‌ها		

σ_r =انحراف استاندارد تکرارپذیری
 σ_R =انحراف استاندارد تجدیدپذیری
 r =تکرارپذیری
 R =تجددپذیری

۱۳ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد:

- ۱-۱۳ روش آزمون استفاده شده مطابق این استاندارد ملی؛
- ۲-۱۳ هر گونه مورد غیرمعمول مشاهده شده در حین اندازه‌گیری؛
- ۳-۱۳ هر گونه عملیاتی که در این استاندارد ملی بیان نشده یا به‌طور اختیاری در نظر گرفته می‌شود؛
- ۴-۱۳ نام و نام خانوادگی آزمون‌گر؛
- ۵-۱۳ تاریخ انجام آزمون.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

کتاب نامہ

- [1] National cooperative by letter of Nov. 22, 1965.
- [2] Local task group cooperative by meeting of March 1966.
- [3] National cooperative by letter of Aug. 6, 1962.
- [4] API No. 448, 100 %, bicyclo-(3.3.0)-octane.
- [5] Shell data, 100 %, for 1-methyl-cis-(3.3.0)-bicyclooctane.
- [6] API No. 412, 100 %, trans-decalin.
- [7] Unweighted API No. 413 and No. 1214 spectra of indan.
- [8] API No. 1103, 13 %; API No. 1104, 13 %; API No. 941, 37 %; API No. 539, 37%
- [9] Unweighted averages of API Nos. 1216, 1106, 1107, 1108, 1109.
- [10] Unweighted average of local task group (3 laboratories) data.
- [11] Unweighted average of API No. 990 and No. 991.
- [12] National cooperative by letter of Oct. 11, 1967.
- [13] Proposed Method of Test for Hydrocarbon Types in Low Olefinic Gasoline by Mass Spectrometry; Appendix VII D2-1958
- [14] Sensitivity data were determined by Mobil Oil with a micromanometer and were transmitted by cooperative letter of July 28, 1967.
- [15] Sensitivity data were extrapolated from Mobil Oil C₆ through C₉ sensitivities except for the DCP and I/T classes. These were calculated from API Spectra No. 412 and No. 539, respectively.
- [16] Liquid volume factors were calculated by Mobil Oil and were transmitted by cooperative letter of July 28, 1967.
- [17] Liquid volume factors were calculated by Sinclair Oil.