



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۹۱۰۱

تجدید نظر اول

۱۳۹۲

INSO

9101

1st.Revision

2013

گاز طبیعی – ترکیبات آلی مورد استفاده به  
عنوان بودارکننده‌ها – الزامات و روش‌های  
آزمون

**Natural gas – Organic components  
used as odorants – Requirements  
and test methods**

ICS: 75. 060

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

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

«گاز طبیعی – ترکیبات آلی مورد استفاده به عنوان بودارکننده‌ها – الزامات و روش‌های آزمون»

(تجدید نظر اول)

### رئیس:

مفرحی، مسعود

(دکتری مهندسی شیمی)

### سمت و/یا نمایندگی

رئیس دانشکده نفت، گاز و پتروشیمی

دانشگاه خلیج فارس

### دبیر:

مظلوم زاده، آفرین

(کارشناسی مهندسی شیمی - صنایع گاز)

کارشناس فنی

### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ایزدبخش، علی

(دکتری مهندسی شیمی)

عضو هیات علمی دانشگاه خلیج فارس

ایزدپناه، امیرعباس

(دکتری مهندسی شیمی)

عضو هیات علمی دانشگاه خلیج فارس

تیموری، فرخنده

(کارشناسی ارشد صنایع شیمیایی)

دانشگاه غیرانتفاعی خرد بوشهر

حسینی نژاد، علیرضا

(دکتری شیمی آلی)

عضو هیات علمی دانشگاه خلیج فارس

دشت پوری، راضیه

(کارشناسی شیمی محض)

کارشناس نیروگاه اتمی بوشهر

دشتی، رضا

(کارشناسی مهندسی شیمی)

کارشناس شرکت گاز شهرستان بوشهر

فرزانه، سمیه

(کارشناسی شیمی محض)

سرپرست آزمایشگاه شرکت حافظان انرژی

بی‌همتا

کارشناس آزمایشگاه شرکت حافظان انرژی  
بی‌همتا

عضو هیات علمی دانشگاه خلیج فارس

منفرد، فاطمه  
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

مهدی پور، نرگس  
(دکتری شیمی فیزیک)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ الزامات
۵	۵ حمل و نقل
۵	۶ آزمون‌ها
۷	۷ برچسب‌گذاری و مستندسازی
۹	پیوست الف (اطلاعاتی) خواص بودارکننده‌ها

## پیش‌گفتار

استاندارد "گاز طبیعی - ترکیبات آلی مورد استفاده به عنوان مواد بودار کننده‌ها - الزامات و روش‌های آزمون" نخستین بار در سال ۱۳۸۶ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدید نظر قرار گرفت و در دوازدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد فرآورده‌های نفتی مورخ ۱۳۹۲/۱۰/۲۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک 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 می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر 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 ۹۱۰۱: سال ۱۳۸۶ است.

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

ISO 13734: 2013 Natural gas — Organic components used as odorants — Requirements and test methods.

## مقدمه

گاز طبیعی فرآوری شده دریافتی از تامین کنندگان، به طور معمول فاقد بو بوده و یا مقدار بوی آن بسیار کم است. بنابراین به دلایل ایمنی، گاز طبیعی را بودار می‌کنند تا با بوییدن غلظت‌های خیلی کم گاز در هوا، بتوان آن را تشخیص داد.

**یادآوری** - لازم است که گاز طبیعی در هوا در غلظت  $20\%$  حد پایین اشتعال پذیری (LFL)، به راحتی با بوییدن قابل شناسایی باشد. حد پایین اشتعال پذیری گاز طبیعی، به طور معمول به میزان یک کسر حجمی  $4\%$  تا  $5\%$  در هوا می‌باشد.

# گاز طبیعی – ترکیبات آلی مورد استفاده به عنوان بودارکننده‌ها – الزامات و روش‌های آزمون

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات و روش‌های آزمون ترکیبات آلی مناسب برای بودار کردن گاز طبیعی و جایگزین های گاز طبیعی، برای تهیه گاز شهری است که از این پس به این ترکیبات، بودارکننده‌ها، اطلاق می‌شود.

## 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 تجدید نظرهای 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 تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- ۱-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۹۴۹۸، فرآورده‌های نفتی - گازهای نفتی مایع شده تعیین درجه فشار بخار - روش LPG
- ۲-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۵۴۳۹، فرآورده‌های نفتی - فشار بخار (روش رید) روش آزمون
- ۳-۲ استاندارد ملی ایران به شماره ۵۴۳۸، فرآورده‌های نفتی - اندازه‌گیری نقطه ابری - روش آزمون

- 2-4 ISO 4626:1980, Volatile organic liquids – Determination of boiling range of organic solvents used as raw materials
- 2-5 ISO 14532, Natural gas – Vocabulary

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف بیان شده در استاندارد بند ۲-۵ (به ویژه بندهای ۳-۱ تا ۳-۴ آن) و موارد زیر به کار می‌رود.

### ۱-۳

#### بودار کردن

افزودن بودارکننده‌ها، که به طور معمول ترکیبات آلی گوگرددار با بوی شدید هستند، به گاز طبیعی (به طور معمول بی بو است) که باعث تشخیص نشت گاز، به وسیله بوییدن در غلظت خیلی کم می‌شود (قبل از این که غلظت خطرناکی از گاز، بتواند در هوا ایجاد شود).

یادآوری ۱- مطابق با استاندارد بند ۲-۵ می‌باشد.



یادآوری ۲- گاز طبیعی به طور معمول بی بو است. به دلایل ایمنی، می‌توان با افزودن یک بودارکننده به خوراک گاز در داخل سامانه توزیع، با بوییدن گاز در غلظت‌های خیلی کم، گاز را تشخیص داد.

### ۲-۳

#### بودارکننده

ماده شیمیایی آلی با بوی شدید یا ترکیبی از مواد شیمیایی که در غلظت کم به گاز طبیعی، اضافه شده و باعث بوی هشداردهنده مشخص و متمایز می‌شود (به طور معمول نامطبوع) و به گونه‌ای است که نشت گاز در غلظت‌های کمتر از حد پایین اشتعال‌پذیری، تشخیص داده شود.

### ۳-۳

#### ویژگی بو

نوع احساس کردن یک بو

یادآوری- ویژگی بو یک پارامتر کیفی است.

### ۴-۳

#### شدت بو

میزان احساس شدن بو

### ۵-۳

#### غلظت آستانه

غلظتی که در آن، یک فرد به احتمال ۵۰٪، بو را حس کند.

یادآوری- تشخیص یک بو، به آن مفهوم نیست که این بو می‌تواند شناسایی شود.

### ۶-۳

#### منحنی شدت بو

ارتباط بین شدت بو و غلظت بودارکننده در هوا

یادآوری- شدت بو فقط توسط عضو حس بویایی انسان می‌تواند مشخص شود.

### ۷-۳

#### رقیق‌کننده

مایع آلی، که به طور معمول شامل هیدروکربن‌های پارافینی است و برای کاهش غلظت یک بودارکننده به مقدار مناسب در محلولی که امکان تزریق آن به گاز طبیعی وجود داشته باشد، استفاده می‌شود.

### ۸-۳

#### نقطه ابری شدن

دمایی است که در آن ابری از بلورها برای اولین بار در مایعی که تحت شرایط معین سرد شده باشد، ظاهر می‌شود.

## ۴ الزامات

- ۱-۴ توصیه‌های لازم برای یک بودارکننده موثر  
بودارکننده‌های گازی باید توصیه‌های کلی زیر را برآورده کنند:
- ۱-۱-۴ توصیه می‌شود بودارکننده گازی در غلظت خیلی کم، دارای بوی شدید باشد.
- ۲-۱-۴ شاخص بوی بودارکننده، لازم است نامطلوب و مشخص باشد و با بوهای دیگری که به طور معمول همراه با بوی گاز در اثر نشت وجود دارند، اشتباه نشود.
- ۳-۱-۴ توصیه می‌شود شاخص بو در غلظت‌های مختلف گاز طبیعی در هوا، یکسان باشد.
- ۴-۱-۴ توصیه می‌شود بودارکننده، در حین ذخیره‌سازی و زمانی که با گاز طبیعی مخلوط می‌شود، به اندازه کافی پایدار باشد.
- ۵-۱-۴ توصیه می‌شود فراریت بودارکننده به اندازه کافی زیاد باشد به طوری که بودارکننده تحت شرایط (دما و فشار) موجود در سامانه خط لوله، به طور قابل ملاحظه‌ای متراکم نشود.
- ۶-۱-۴ توصیه می‌شود تبخیر بودارکننده گازی، به طور قابل ملاحظه‌ای، مواد باقیمانده بر جای نگذارد.
- ۷-۱-۴ توصیه می‌شود بودارکننده در دمای پایین، در مواقع ضروری قابل استفاده باشد.
- ۸-۱-۴ توصیه می‌شود احتراق بودارکننده، رسوبات جامد قابل توجهی بر جای نگذارد.
- ۹-۱-۴ توصیه می‌شود اضافه کردن بودارکننده به گاز طبیعی، گاز حاصل را مضر نسازد.
- این توصیه‌های عمومی باید در مقابل شرایط ویژه استفاده از بودارکننده، تشخیص داده شوند (شرایط شبکه حمل و نقل گاز طبیعی، تاسیسات بودار کردن، نوع بودارکننده، ترکیب گاز).
- تجربه در بسیاری از کشورها نشان داده است که این الزامات اساسی با ترکیبات آلی گوگرددار - سولفیدها (تیواترها) و مرکاپتان‌ها (تیول‌ها) - با نقاط جوش زیر  $130^{\circ}\text{C}$  به بهترین وجه برآورده می‌شوند. از آنجایی که مرکاپتان‌های نوع اول به آسانی به دی سولفیدهایی که شدت بوی کمتری دارند، اکسید می‌شوند، لازم است که بودارکننده‌های بر پایه مرکاپتان، به طور عمده شامل مرکاپتان‌های نوع دوم و سوم باشند.
- با وجود این که اثبات شده است که ترکیبات گوگرددار بالا، الزامات اساسی فهرست شده بندهای ۱ تا ۹ را به طور کامل برآورده می‌کنند، با این حال بودارکننده‌های غیر گوگردی نیز توسعه داده شده و در دسترس می‌باشند.

## ۲-۴ ترکیب بودارکننده‌ها

درصد خلوص محصول شیمیایی بودارکننده رقیق نشده، باید حداقل ۹۵٪ باشد. ترکیب شیمیایی بودارکننده و محدوده رقیق‌سازی قابل کاربرد آن، باید توسط تولید کننده یا توزیع کننده مشخص شود. ترکیب بودارکننده‌ها باید در مدت زمان نگهداری اعلام شده توسط سازنده آن، پایدار باشد. در بودارکننده‌های گوگرددار، درصد خلوص سولفیدها (تیواترها) یا مرکاپتان‌ها (تیول‌ها) نوع دوم یا سوم، باید حداقل ۸۰٪ باشد. مرکاپتان‌های نوع اول، نسبت به مرکاپتان‌های نوع دوم یا سوم، به راحتی اکسید می‌شوند.

برای بودارکننده‌های غیرگوگردی بر پایه اکریلات‌ها، باید برای جلوگیری از تغییرات ناخواسته، مانند بسپارش، از یک ماده افزودنی مناسب استفاده شود.

#### ۳-۴ نقطه ابری شدن

دمای ابری شدن بودارکننده غیر خشک، که مطابق بند ۴-۶ تعیین می‌شود، باید زیر  $30^{\circ}\text{C}$  باشد.

#### ۴-۴ خواص فازی

##### ۱-۴-۴ نقطه جوش

نقطه جوش اجزای بودارکننده‌ها و رقیق کننده، که مطابق بند ۵-۶ اندازه‌گیری می‌شود، نباید بیشتر از  $130^{\circ}\text{C}$  باشد.

##### ۲-۴-۴ منحنی فشار بخار

منحنی فشار بخار بودارکننده و رقیق کننده، باید داده شود. منحنی فشار بخار مطابق بند ۵-۶ تعیین می‌شود.

##### ۵-۴ باقیمانده تبخیر

درصد خلوص باقیمانده تبخیر، که مطابق بند ۶-۶ تعیین می‌شود، باید کمتر از ۰٫۲٪ باشد.

##### ۶-۴ ماده نامحلول

بودارکننده‌ها نباید هیچ ماده نامحلول قابل مشاهده‌ای داشته باشند، که مطابق بند ۶-۷ تعیین می‌شود.

##### ۷-۴ حلالیت در آب

هنگامی که بودارکننده با روش مشخص شده در بند ۸-۶ به آب اضافه می‌شود، باید کمتر از ۲٪ حجمی از بودارکننده، قابل حل باشد.

#### ۵ حمل و انتقال

در هنگام تحویل، بودارکننده باید با یک برگه اطلاعات ایمنی مطابق با الزامات کشور استفاده کننده، همراه باشد.

تجهیزات حفاظتی فردی مناسب، همان‌طور که در برگه اطلاعات ایمنی مشخص شده، باید هنگام حمل بودارکننده‌ها، مورد استفاده قرار گیرد. برگه اطلاعات ایمنی باید هم‌چنین اطلاعات مربوط به حمل، انتقال و ذخیره‌سازی ایمن را نیز بدهد.

#### ۶ آزمون‌ها

##### ۱-۶ نمونه آزمون

برای انجام آزمون‌های کنترلی و تعیین ماهیت، باید تولید کننده یا تامین کننده، حداقل نیم لیتر از نمونه معرف بودار کننده ی مایع را به آزمایشگاه واجد شرایط مورد قبول تولید کننده و خریدار، ارسال کند.

##### ۲-۶ مستندسازی آزمون

مدارک زیر باید توسط تولیدکننده یا تامین کننده تهیه شود:

۱-۲-۶ برگه اطلاعات ایمنی ماده (MSDS) مطابق با الزامات کشور استفاده کننده؛

۲-۲-۶ جزییات کامل ترکیب بودارکننده.

### ۳-۶ تعیین ترکیب

ترکیب بودارکننده باید با آنالیزهای کروماتوگرافی گازی تعیین شود. هر روش کروماتوگرافی گازی که توانایی جداسازی و آشکارسازی اجزا را داشته باشد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

### ۴-۶ تعیین نقطه ابری شدن

نقطه ابری شدن باید مطابق استاندارد بند ۳-۲ تعیین شود، مگر در مواردی که مغایر با روش ذکر شده در آن استاندارد، تشکیل ابر توسط آب در نظر گرفته شود. بنابراین نمونه نباید صاف و خشک شود. ظرف آزمون را که در پوشش مربوطه قرار دارد، به طور مستقیم در حمام شماره ۴ مشخص شده در جدول ۲ استاندارد بند ۳-۲ که محدوده دمایی آن بین  $49^{\circ}\text{C}$  تا  $52^{\circ}\text{C}$  است، شناور کنید. هنگامی که دمای بودارکننده به  $30^{\circ}\text{C}$  رسید، ظرف آزمون را به سرعت از پوشش آن بیرون آورده و بدون بهم زدن نمونه، از نظر تشکیل ابر مورد بررسی قرار دهید.

### ۵-۶ تعیین خصوصیات فازی

نقطه جوش ترکیبات استفاده شده به عنوان بودارکننده‌ها، باید مطابق استاندارد بند ۴-۲ اندازه‌گیری شود. منحنی فشار بخار باید مطابق استاندارد بند ۲-۲ و یا برای بودارکننده‌های قابل کاربرد برای بودار کردن گازهای نفتی مایع (LPG)، مطابق استاندارد بند ۴-۲ تعیین شود.

### ۶-۶ تعیین باقیمانده تبخیر

لوله ورود گاز مجهز به شیر را به یکی از دهانه‌های بالن دو دهانه ته گرد با حجم حدود ۲۵ ml وارد کرده، به طوری که لوله تا نزدیکی ته بالن داخل آن فرو رود. در دهانه دیگر بالن لوله خروجی گاز مجهز به شیر را نصب کنید. به طور جدی توصیه می‌شود که برای آب‌بندی اتصالات شیشه‌ای پایه از ژاکت‌های PTFE (پلی تترا فلورواتیلن) یا مواد غیرفعال / غیرجاذب دیگر به جای گریس و شیرهای دارای توپی PTFE (پلی تترا فلورواتیلن) استفاده شود. مجموعه را با دقت کمتر از ۱ gm وزن کنید ( $m_0$ ). با استفاده از یک پی‌پت یا سرنگ، حدود ۵ml از بودارکننده را به بالن انتقال دهید. بالن بسته شده را برای تعیین جرم نمونه بودارکننده وزن کنید ( $m_1$ ).

لوله ورود گاز را برای جلوگیری از اکسیداسیون مرکاپتان‌ها به یک منبع گاز بی‌اثر مانند نیتروژن، متصل کنید. به منظور به تله انداختن ماده بودارکننده تبخیر شده، خروجی گاز را به یک تله سرد یا یک جاذب پر شده با ذغال فعال شده، متصل کنید. جهت تبخیر بودارکننده، جریان گاز بی‌اثر را حدود ۲۰ ml/nim از بالن عبور دهید، در این حین بالن را در حمام آب با دمای  $20^{\circ}\text{C}$  تا  $30^{\circ}\text{C}$  زیر نقطه جوش بودارکننده حرارت دهید. برای بودارکننده‌های با نقاط جوش بالا، تعیین باقیمانده تبخیر، با کاهش فشار، تسریع می‌شود. این کار به وسیله اتصال یک خروجی تله سرد یا جاذب، به یک پمپ خلا و جایگزینی لوله ورودی گاز با یک لوله مویین ظریف، برای جلوگیری از تاخیر در فوران، انجام می‌شود. برای جلوگیری از اکسیداسیون مرکاپتان‌ها، آب را با فشار درون لوله مویین با یک گاز بی‌اثر، برای مثال نیتروژن، بریزید.

هنگامی که همه بودارکننده‌های قابل مشاهده تبخیر شد، شیرها را ببندید و بالن را با دقت خشک کنید و اجازه دهید دمای آن به دمای اتاق برگردد و سپس آن را وزن کنید ( $m_{E1}$ ). دوباره تبخیر را به مدت ۱۵ دقیقه تحت شرایط ذکر شده، ادامه دهید. توزین و تبخیر را تا زمانی که اختلاف جرم بین دو توزین (اندازه‌گیری) آخر [ $m_{E(n)} - m_{E(n+1)}$ ] به کمتر از ۱ mg برسد، ادامه دهید. باقیمانده تبخیر R را با استفاده از آخرین مقدار بدست آمده ( $m_{E(n+1)}$ ) و جرم نمونه مورد استفاده، با تقریب ۰٫۱٪ از معادله زیر محاسبه کنید:

$$R = \frac{m_{E(n+1)} - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

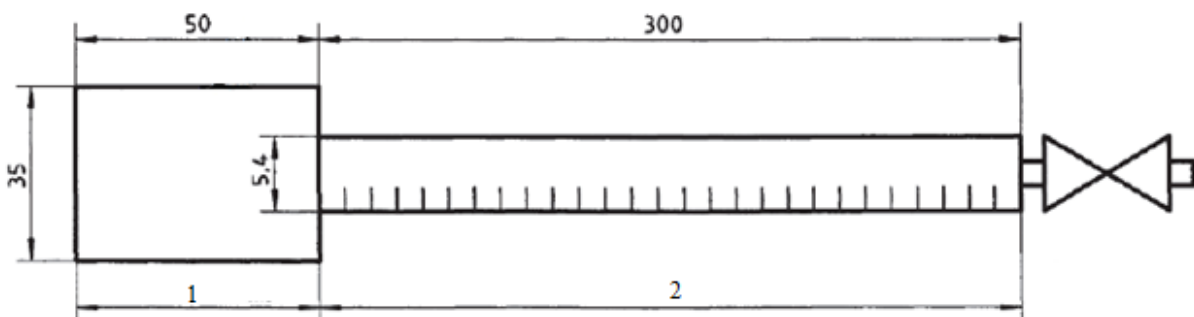
#### ۷-۶ آزمون چشمی برای جامدات یا ماده معلق

نمونه‌ای حدود ۲۰ ml از بودارکننده را در یک لوله آزمون معمولی با قطر داخلی حدود ۱۵ mm بریزید و آن را پس از بهم زدن بررسی کنید، سپس به مدت ۱۵ دقیقه به آن فرصت ته نشین شدن داده، آن را در مقابل یک منبع نور گذاشته، و دوباره آن را برای مواد نامحلول، مورد بررسی قرار دهید.

#### ۸-۶ تعیین حلالیت در آب

۵ ml بودارکننده را به ۵۰ ml محلول ۱۰٪ سدیم کلرید در آب درون سیلندر شیشه‌ای مدرج دارای تویی اضافه کنید (به شکل ۱ مراجعه کنید). سیلندر را به صورت عمودی نگاه داشته و حجم بودارکننده را در قسمت مدرج سیلندر اندازه‌گیری کنید ( $V_1$ ).

ابعاد بر حسب میلی‌متر



راهنما:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| ۱ | حجم ۴۰ ml                     |
| ۲ | درجه‌بندی داخلی براساس ۰٫۲ ml |

#### شکل ۱- سیلندر برای تعیین حلالیت

سیلندر را به مدت ۲۴ ساعت در یک حمام آب که دمای آن توسط ترموستات در  $(10 \pm 1)^\circ\text{C}$  کنترل می‌شود به صورت افقی نگه دارید. سپس دوباره حجم بودارکننده را در قسمت مدرج سیلندر اندازه‌گیری کنید ( $V_2$ ) و حلالیت S را با تقریب ۰٫۱٪ با استفاده از معادله زیر محاسبه کنید:

$$S = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100$$

## ۷ برچسب‌گذاری و مستندسازی

### ۱-۷ برچسب‌گذاری

ظروف بودارکننده باید به طور واضح مطابق با ایمنی قابل کاربرد و قانون‌های حمل و نقل، نشانه‌گذاری شده باشند. این نشانه‌گذاری‌ها به طور معمول، موارد زیر را شامل می‌شوند:

۱-۱-۷ نام و یا علامت تجارتي ثبت شده تولید کننده ماده بودارکننده؛

۲-۱-۷ طرح و ترکیب بودارکننده؛

۳-۱-۷ دستورات ایمنی و انتقال مطابق با الزامات کشور استفاده کننده (به عنوان مثال، دسته‌بندی خطرات)؛

۴-۱-۷ تاریخ تولید و انقضا؛

۵-۱-۷ وزن خالص؛

۶-۱-۷ نشانی واحد تولیدی.

### ۲-۷ مستندسازی

تامین کننده بودارکننده باید به هر کاربر بودارکننده (به عنوان مثال، یک شرکت توزیع گاز)، یک برگه اطلاعات ایمنی (مواد) و مدارک اضافی که در بردارنده اطلاعاتی درباره موارد زیر است را ارائه دهد:

۱-۲-۷ منحنی شدت بوی بودارکننده که شامل آستانه شناسایی بودارکننده تعیین شده مطابق با استانداردهای تایید شده سازمان ملی استاندارد است (زمانی که چنین استانداردهایی منتشر شده باشند)؛

۲-۲-۷ شرایط ذخیره‌سازی که بو و خواص فیزیکی و شیمیایی بودارکننده را حفظ کند؛

۳-۲-۷ سازگاری بودارکننده مایع با موادی که ممکن است قبل از تبخیر با آنها در تماس باشد؛

۴-۲-۷ نشانه پایداری بودارکننده تحت شرایط خط لوله؛

۵-۲-۷ نشانه پایداری بودارکننده در مجاورت خاک و آب؛

۶-۲-۷ نشانه واکنش‌پذیری بودارکننده بخار شده با مواد خط لوله.

منبع این اطلاعات (روش تجربی، منابع داده‌ها) باید داده شود. همچنین بیان این اطلاعات به طور نسبی برای یک بودارکننده شناخته شده، به عنوان مثال THT، امکان‌پذیر است.

**پیوست الف**  
**(اطلاعاتی)**  
**خواص بودارکننده‌ها**

**الف-۱ اجزای سازنده بودارکننده‌ها**

اجزای سازنده بودارکننده‌هایی که به طور معمول استفاده می‌شوند، اغلب ترکیبات آلی حاوی گوگرد هستند که با توصیه‌های اساسی لیست شده در بند ۴ مطابقت دارند و به دسته‌های زیر از مواد تعلق می‌گیرند:

الف) آلکیل سولفیدها (آلکیل تیواترها): سولفیدهای متقارن، برای مثال  $C_2H_5-S-C_2H_5$ ؛ سولفیدهای نامتقارن، به عنوان مثال،  $CH_3-S-C_2H_5$

ب) سولفیدهای حلقوی (تیواترهای حلقوی)، به عنوان مثال،  $C_4H_8S$

ج) آلکیل مرکاپتان‌ها (آلکان تیول‌ها): مرکاپتان‌های نوع اول، به عنوان مثال،  $C_2H_5-SH$ ؛ مرکاپتان‌های نوع دوم، به عنوان مثال  $(CH_3)_2CH-SH$ ، مرکاپتان‌های نوع سوم، به عنوان مثال،  $(CH_3)_3C-SH$

تعدادی از محصولات غیر گوگردی نیز برای بودار کردن گاز پیشنهاد شده است، به عنوان مثال، نوربورن و مشتقات آن‌ها، اکریلات‌ها، پنتانون‌ها، آلدیدهای پیرازین و مخلوطی از آن‌ها. تاکنون، تنها تعداد کمی از این محصولات که بر پایه اکریلات‌ها می‌باشند، مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

**الف-۲ خواص بودارکننده‌های سولفوردار**

**الف-۲-۱ خواص مربوط به بو**

مرکاپتان‌ها و سولفیدها به علت بوی شدید و خاصی که دارند، به عنوان بودارکننده‌های گاز طبیعی، استفاده می‌شوند. در مقایسه با دیگر ترکیبات دسته سولفیدها، به عنوان مثال، آلکیل سولفیدهای ساده مثل دی متیل سولفید، متیل اتیل سولفید و دی اتیل سولفید، سولفید حلقوی تتراهیدروتیوفن (THT) (تیاسیکلوپنتان) شدت بوی بیشتری از خود نشان می‌دهد. مرکاپتان‌ها دارای بالاترین شدت بو هستند.

**الف-۲-۲ خواص فیزیکی و شیمیایی**

از مهم‌ترین خواص فیزیکی بودارکننده‌ها، فراریت می‌باشد که ارتباط نزدیکی با نقطه جوش دارد. برای جلوگیری از میعان، بهتر است از اجزایی با نقطه جوش پایین استفاده شود. هنگامی که با بودارکننده‌های بخاری سر و کار داریم، توصیه می‌شود تفاوت بین نقاط جوش اجزای بودارکننده در مخلوط، کم باشد.

استفاده از بوتیل مرکاپتان نوع سوم (TBM)، به عنوان تنها جزء سازنده بودارکننده، به علت داشتن نقطه انجماد بالا توصیه نمی‌شود. در دماهای پایین، TBM به مقدار کافی تبخیر نشده و در نتیجه قابل تشخیص نیست.

سولفیدها از نظر شیمیایی پایدارتر از مرکاپتان‌ها هستند. مرکاپتان‌ها ممکن است به وسیله اکسید آهن (زنگ آهن) به دی سولفیدها، اکسید شوند. همچنین در اکسیداسیون مرکاپتان‌ها به وسیله اکسیژن، اکسید آهن، نقش یک کاتالیزور را بازی می‌کند (به عنوان مثال، زمانی که گاز مایع مخلوط شده با هوا برای پیک استفاده می‌شود). با این واکنش مرکاپتان‌ها به دی سولفیدها تبدیل شده که به طور قابل توجهی شدت بوی کمتر و

همچنین بوی متفاوت خاصی را دارا می‌باشند. مرکاپتان‌های نوع سوم (به عنوان مثال، TBM) در برابر اکسایش از مرکاپتان‌های نوع دوم (به عنوان مثال، ایزوپروپیل مرکاپتان) و مرکاپتان‌های نوع دوم از مرکاپتان‌های نوع اول مقاوم‌تر هستند. مخلوط مرکاپتان‌های شاخه دار و بدون شاخه در مقایسه با مرکاپتان‌های شاخه دار خالص، راحت‌تر و سریع‌تر اکسید می‌شوند.

برای بودار کردن گاز در خط لوله، بهتر است از سولفیدها و مرکاپتان‌های شاخه دار استفاده شود. مرکاپتان‌ها به طور معمول، به صورت مخلوط با سولفیدها استفاده می‌شوند. با این وجود، THT و بوتیل مرکاپتان نوع دوم (SBM) مثال‌هایی از محصولات خالصی هستند که به عنوان بودارکننده کاربرد دارند.

هنگامی که توزیع گاز از میان خطوط لوله جدید گاز آغاز شود و یا زمانی که بودارکننده تغییر کند، ممکن است مدت زمانی طول بکشد تا بودارکننده در انتهای خط لوله، به غلظت لازم برسد. این رویداد ناشی از جذب بودارکننده روی دیواره لوله به وسیله گردوغبار لوله، زنگ زدن و پوسته‌های لوله، یا به وسیله میعان گاز (محو شدن بو) می‌باشد. درجه جذب به چندین عامل بستگی دارد، به عنوان مثال، شرایط شبکه لوله، فشار، دما، سرعت جریان و خواص فیزیکوشیمیایی بودارکننده‌ها.

گازهای بودارنده‌ای که از خطوط لوله گاز به درون زمین نشت می‌کنند، ممکن است مقداری از بودارکننده‌های خود را به وسیله جذب در خاک از دست بدهند. بودارکننده‌هایی با نقطه جوش بالاتر، مثل THT، احتمال جذب سطحی بالاتری در مقایسه با بودارکننده‌هایی با نقطه جوش پایین‌تر، مثل TBM دارند. مرکاپتان‌ها ممکن است توسط خاکی که حاوی اکسید آهن است اکسید شده و به دی سولفیدهایی با بوی کمتر ولی جذب قوی‌تر، تبدیل شوند. جذب و اکسیداسیون بودارکننده‌ها با مقدار رطوبت و نوع خاک تغییر می‌کند. تخریب بودارکننده‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها نیز ممکن است رخ دهد.

### الف-۳ مشخصات فیزیکی و شیمیایی ترکیبات گوگرددار خالص

برخی از مشخصات ترکیبات گوگرددار موجود در بودارکننده‌ها که به صورت خالص و یا در مخلوط استفاده می‌شوند، در جدول الف-۱ ذکر شده است.



جدول الف-۱- لیست خواص فیزیکی و شیمیایی ترکیبات گوگرددار خالص

چگالی (در ۲۰ °C) g/cm <sup>3</sup>	نقطه انجماد °C	نقطه جوش °C	جرم مولکولی g/mol	فرمول	ترکیب سولفور
					سولفیدها (تیواتر)
۰٫۸۴۸ ۳	-۹۸٫۳	۳٫۳۷	۶۲٫۱۴	CH <sub>3</sub> SCH <sub>3</sub>	دی متیل سولفید (DMS)
۰٫۸۴۲ ۲	-۱۰۵٫۹	۶۶٫۷	۷۶٫۱۶	CH <sub>3</sub> SC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	متیل اتیل سولفید (MES)
۰٫۸۳۶ ۲	-۱۰۳٫۹	۹۲٫۱	۹۰٫۱۹	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> S	دی اتیل سولفید (DES)
۰٫۹۹۸ ۷	-۹۶٫۱	۱۲۱٫۵	۸۸٫۱۷	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> S	تترا هیدرو تیوفن (THT)
					مرکاپتانها (تیولها)
۰٫۸۶۶ ۵	-۱۲۳	۵٫۹	۴۸٫۱۱	CH <sub>3</sub> SH	متیل مرکاپتان الف <sup>۱</sup> (MM) (متان تیول)
۰٫۸۳۱ ۵ <sup>۲</sup>	-۱۴۷٫۸	۳۵٫۱	۶۲٫۱۴	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH	اتیل مرکاپتان پ <sup>۲</sup> (EM) (اتان تیول)
۰٫۸۴۱ ۱	-۱۱۳٫۳	۶۸ تا ۶۷	۷۶٫۱۶	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> SH	نرمال پروپیل مرکاپتان (NPM) (۱- پروپان تیول)
۰٫۸۱۴ ۳	-۱۳۰٫۵	۵۲٫۶	۷۶٫۱۶	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHSH	ایزو پروپیل مرکاپتان (IPM) (۲- پروپان تیول)
۰٫۸۴۱ ۶	-۱۱۵٫۷	۹۸٫۵	۹۰٫۱۹	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> SH	نرمال بوتیل مرکاپتان (NBM) (۱- بوتان تیول)
۰٫۸۲۹ ۵	-۱۶۵	۸۵	۹۰٫۱۹	CH <sub>3</sub> CH(SH)C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	دی بوتیل مرکاپتان (SBM) (۲- بوتان تیول)
۰٫۸۳۵ ۷	< -۷۰	۸۸٫۵	۹۰٫۱۹	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> SH	ایزو بوتیل مرکاپتان (IBM) (۲- متیل پروپان ۱- تیول)
۰٫۷۹۴ ۳ <sup>۳</sup>	-۰٫۵	۶۴٫۳	۹۰٫۱۹	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CSH	تری بوتیل مرکاپتان (TBM) (۲- متیل پروپان ۲- تیول)

یادآوری -

مقادیر از کتابهای معتبر فیزیک و شیمی گرفته شده است. [۱]

الف- برای بودار کردن گاز طبیعی استفاده نمی‌شود، اما ممکن است به طور طبیعی در گاز طبیعی وجود داشته باشد.

ب- مقادیر در دمای ۲۵ °C هستند.

پ- به طور کلی به عنوان یک بودارکننده فقط برای LPG به کار می‌رود، ولی ممکن است در صورت وجود پروپان یا بوتان در گاز طبیعی، این ماده نیز در گاز طبیعی حضور داشته باشد.

#### الف-۴ مشخصات فیزیکی بودارکننده‌های غیر گوگردی

برخی از مشخصات ترکیبات غیر گوگردی موجود در بودارکننده‌ها که به صورت خالص و یا در مخلوط استفاده می‌شوند، در جدول الف-۲ ذکر شده است.

جدول الف-۲- مشخصات فیزیکی ترکیبات بودارکننده غیر گوگردی بودارکننده‌های مورد استفاده

چگالی (در $20^{\circ}\text{C}$ ) $\text{g/cm}^3$	نقطه انجماد $^{\circ}\text{C}$	نقطه جوش $^{\circ}\text{C}$	جرم مولکولی $\text{g/mol}$	فرمول	بودارکننده
۰٫۹۵۶	-۷۵	۸۰	۸۶	$\text{C}_2\text{H}_3\text{CO}_2\text{CH}_3$	متیل اکریلات
۰٫۹۲۲	-۷۲	۱۰۰	۱۰۰٫۱۲	$\text{C}_2\text{H}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	اتیل اکریلات

**یادآوری-** اکریلات‌ها نسبت به بودارکننده‌های گوگرددار، بوی متفاوتی ارائه می‌دهند. علاوه بر این، زمانی که می‌خواهیم یک بودارکننده را جایگزین بودارکننده دیگری کنیم، اگر به راحتی شرایط بند ۴-۱-۲ را برآورده نمی‌کند، باید برخی از احتیاط‌ها را انجام دهیم.

پوست ب  
(اطلاعاتی)  
کتابنامه

[1] Handbook of Chemistry and Physics, 87th ed., CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.