



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۲۳۲۱

چاپ اول

۱۳۹۶

INSO  
22321

1st.Edition

2017

تجهیزات محافظت در برابر آتش سوزی  
و مقابله با آتش - مواد آتش خاموش کن -  
کربن دی اکسید -  
ویژگی ها و روش های آزمون

Equipment for fire protection  
and fire fighting- Fire extinguishing media-  
Carbon dioxide-  
Specification and test methods

ICS:13.220.10

استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۳۲۱: سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۱۰۳ و ۸۸۸۸۷۰۸۰

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

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

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

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

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

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

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

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

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

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

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

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«تجهیزات محافظت در برابر آتش‌سوزی و مقابله با آتش - مواد آتش‌خاموش‌کن -  
کربن‌دی‌اکسید - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون»

رئیس:

خدابخشی، جواد  
(دکترای نانو شیمی)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت ملی نفت ایران

دبیر:

اسماعیل‌پور، سوسن  
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

پژوهشگاه استاندارد

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ایراجی، اورانوس  
(کارشناسی ارشد شیمی معدنی)

شرکت رهام گاز

رهی، حمیدرضا  
(کارشناسی ارشد مهندسی نفت)

شرکت ارتقاء گستر پویا

سالاروند، زهره  
(دکترای شیمی معدنی)

پژوهشگاه استاندارد

سلیمی، بهروز  
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت گاز کربنیک شهرکرد

غفارزاده، فاطمه  
(کارشناسی ارشد شیمی کاربردی)

پژوهشگاه استاندارد

کامجو، هادی  
(کارشناسی ارشد متالورژی)

پژوهشگاه استاندارد

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

**سمت و/یا محل اشتغال:**

کریم، حسن  
(کارشناسی متالورژی)

شرکت آزماگستر نیما

کریمی، صفیه  
(کارشناسی ارشد شیمی معدنی)

شرکت گاز کربنیک شهرکرد

واحدی، افسانه  
(کارشناسی متالورژی)

شرکت آزما گستر نیما

**ویراستار:**

سالاروند، زهره  
(دکترای شیمی معدنی)

پژوهشگاه استاندارد

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ تعاریف و اصطلاحات
۲	۴ ویژگی‌ها
۳	۵ نمونه‌برداری
۴	۶ روش‌های آزمون
۱۵	۷ بسته‌بندی
۱۵	۸ نشانه‌گذاری
۱۶	پیوست الف آگاهی‌دهنده (خصوصیات عمومی کربن‌دی‌اکسید)
۱۸	پیوست ب الزامی (احتیاط‌های لازم برای جابجایی و کارکردن با کربن‌دی‌اکسید)
۱۹	پیوست پ آگاهی‌دهنده (سازگاری)
۲۰	پیوست ت آگاهی‌دهنده (سمیت کربن‌دی‌اکسید)
۲۱	پیوست ث الزامی (تغییرات اعمال شده)

## پیش‌گفتار

استاندارد «تجهیزات محافظت در برابر آتش‌سوزی و مقابله با آتش - مواد آتش‌خاموش‌کن - کربن‌دی‌اکسید - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌هزار و ششصد و شانزدهمین اجلاس هیئت کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۹۶/۹/۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

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

BS EN ISO 5923: 2012, Equipment for fire protection and fire fighting- Fire extinguishing media- Carbon dioxide

## تجهیزات محافظت در برابر آتش سوزی و مقابله با آتش - مواد آتش خاموش کن - کربن دی اکسید - ویژگی ها و روش های آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی ها، روش نمونه برداری، روش های آزمون، بسته بندی و نشانه گذاری کربن دی اکسید مورد مصرف به عنوان ماده آتش خاموش کن است.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸: سال ۱۳۸۱، آب مورد مصرف در آزمایشگاه تجزیه - ویژگی ها و روش های آزمون

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۹: سال ۱۳۹۰، لوازم شیشه ای آزمایشگاهی - پی پت های تک حجم

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۰۲-۱: سال ۱۳۸۴، الک های آزمون - الزامات فنی و آزمون - قسمت اول - الک های آزمون با تور سیمی فلزی

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۹۹-۱: سال ۱۳۸۴، آزمون الک کردن - قسمت اول: روش های به کار بردن الک های آزمون با تور سیمی بافته شده و صفحه فلزی مشبک

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۴۲۵: سال ۱۳۹۲، سیلندرهای گاز - نشانه گذاری

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۹۰۹-۱: سال ۱۳۹۰، سیلندرهای گاز - سیلندرهای گاز فولادی بدون درز قابل پر کردن مجدد - طراحی، ساخت و آزمون - قسمت ۱: سیلندرهای فولادی آبدیده و برگشت داده شده با استحکام کششی کمتر از ۱۱۰۰ MPa



۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷۹۰۹: سال ۱۳۹۰، سیلندرهای گاز- سیلندرهای گاز فولادی بدون درز قابل پرکردن مجدد- طراحی، ساخت و آزمون- قسمت ۲: سیلندرهای فولادی آبدیده و برگشت داده شده با استحکام کششی بزرگتر یا مساوی ۱۱۰۰ MPa

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۷۹۰۹: سال ۱۳۹۰، سیلندرهای گاز- سیلندرهای گاز فولادی بدون درز قابل پرکردن مجدد- طراحی، ساخت و آزمون- قسمت ۳- سیلندرهای فولادی نرمالیزه شده

2-9 ISO 385:2005, Laboratory glassware- Burettes

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاح و تعریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

کربن دی‌اکسید CO<sub>2</sub>

ترکیب شیمیایی کربن دی‌اکسید (CO<sub>2</sub>) که به‌عنوان ماده آتش خاموش کن استفاده می‌شود.

### ۴ ویژگی‌ها

۱-۴ ویژگی‌های کربن دی‌اکسید مورد مصرف به‌عنوان آتش خاموش کن، باید مطابق جدول ۱ باشد.

جدول ۱- ویژگی‌های کربن دی‌اکسید مورد مصرف به‌عنوان آتش خاموش کن

ردیف	ویژگی	حدود قابل قبول	روش آزمون
۱	خلوص، درصد (کسر حجمی)	حداقل ۹۹٫۵	بند ۶-۱
۲	مقدار آب، درصد (کسر جرمی)	حداکثر ۰٫۰۱۵	بند ۶-۲
۳	مقدار روغن، µg/g	حداکثر ۵	بند ۶-۳
۴	کل ترکیبات گوگرد برحسب گوگرد، mg/kg	حداکثر ۵٫۰	بند ۶-۴
۱- کربن دی‌اکسید حاصل از تبدیل یخ خشک به مایع، به‌طور معمول این ویژگی‌ها را ندارد، مگر این‌که فرایند مناسبی برای حذف آب و روغن اضافی آن، انجام شده باشد.			

## ۵ نمونه برداری

### ۱-۵ کلیات

برای انجام آزمون‌ها طبق این استاندارد ملی ایران، نمونه برداری باید از یک بهر<sup>۱</sup>، به روش یکسان انجام شود. هشدار- در طراحی تجهیزات مورد استفاده برای کار با کربن دی اکسید باید دقت شود که تحمل فشارهای وارد شده را داشته باشند یا در برابر این فشارها محافظت شوند.

### ۲-۵ تجهیزات نمونه برداری

در تجهیزات نمونه برداری، باید از اتصالات فلزی صلب<sup>۲</sup> یا شیلنگ‌های نایلونی تقویت شده انعطاف پذیر استفاده شود. طول این اتصالات باید تا حد امکان کم باشد. تمام اجزا باید برای فشار حداقل  $10^4 \times 1/37$  KPa طراحی شده باشند.

### ۳-۵ روش نمونه برداری

#### ۱-۳-۵ کلیات

در این استاندارد، دو روش نمونه برداری شرح داده شده است:

الف- نمونه برداری مستقیم: در این روش، نمونه از یک تبخیرکننده عبور کرده و مستقیم وارد دستگاه اندازه گیری می شود.

ب- نمونه برداری درون سیلندر: در این روش، نمونه درون یک سیلندر به آزمایشگاه منتقل می شود.

از روش‌های دیگر نمونه برداری، به شرط اثبات مشابه بودن نتایج آزمون (به بند ۶ مراجعه کنید)، می توان استفاده کرد.

#### ۲-۳-۵ نمونه برداری مستقیم

شیر ظرف محتوی نمونه را با اتصالات مناسب ( به زیر بند ۲-۵ مراجعه کنید) به تبخیرکننده و سپس از طریق یک رابط T شکل، به دستگاه اندازه گیری وصل کنید. (انتهای آزاد رابط، باید به لوله یک بطری درشل<sup>۳</sup> حاوی ۵۰mm جیوه، پوشیده شده با لایه‌ای از آب، متصل باشد). پیش از شروع نمونه برداری، کربن دی اکسید را با فشار از درون اتصالات، شیرها و تبخیرکننده عبور دهید.

---

1- Lot  
2- Rigid  
3- Drechsel

### ۵-۳-۳ نمونه برداری درون سیلندر

از سیلندری با گنجایش ۱٫۴ kg یا ۲٫۰ kg آب (حجم آب گیر) و مجهز به یک شیردر هر انتها، استفاده کنید. یک لوله مسی داخلی با قطر حداقل ۵ mm و طول معادل یک سوم طول سیلندر باید به پایه یکی از شیرها لحیم شده باشد. این شیر باید به وضوح، از شیر دیگر متمایز باشد. بدنه داخلی سیلندر باید پس از زدودن زنگار، به روش غوطه‌وری مذاب به وسیله قلع (حاوی ۱٪ جرمی سرب) پوشش داده شده باشد.

ابتدا هر دو شیر سیلندر نمونه برداری را جدا کنید. داخل سیلندر را با کربن تتراکلرید شسته و هوای خشک فیلتر شده را از درون آن عبور دهید. شستشو را با متانول تکرار کنید و دوباره هوا را عبور دهید. شیرها را پس از چربی زدایی با کربن تتراکلرید، سرجایشان ببندید. کربن تتراکلرید مورد استفاده باید مطابق زیربند ۲-۲-۳-۶ باشد.

سیلندر را در حالت عمودی، طوری نگه‌دارید که شیر متصل به لوله داخلی، در بالا قرار گیرد. پیش از برداشتن نمونه، مقدار کمی کربن دی‌اکسید مایع را، ابتدا از طریق شیر بالایی و سپس از طریق شیر پایینی، با فشار از درون سیلندر عبور دهید. این عمل را تکرار کنید و بگذارید سیلندر از طریق شیر پایینی به منبع کربن دی‌اکسید مایع متصل بماند. سپس درحالی که شیر بالایی بسته است، شیر پایینی را باز کنید تا کربن دی‌اکسید مایع وارد سیلندر شود. شیر بالایی را کمی باز کنید تا کف کربن دی‌اکسید از آن خارج شود. هر دو شیر را ببندید. شیر بالایی را چند بار به مدت کوتاه باز کنید تا فقط گاز کربن دی‌اکسید از آن خارج شود. در این حالت، انتهای آزاد لوله داخلی سیلندر دقیقاً بالای سطح کربن دی‌اکسید مایع قرار می‌گیرد.

نمونه‌ها باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن پس از نمونه برداری، آزمون شوند. هنگام برداشتن نمونه از سیلندر برای انجام آزمون، سیلندر نمونه برداری را درحالی که شیر متصل به لوله داخلی در بالا قرار گرفته، به طور عمودی نگه دارید. شیر پایینی را به تبخیرکننده، سپس از طریق یک رابط T شکل به دستگاه اندازه‌گیری وصل کنید (انتهای آزاد رابط، باید به لوله یک بطری درشل حاوی ۵۰ mm جیوه، پوشیده شده با لایه‌ای از آب، متصل باشد). پیش از انجام آزمون، کربن دی‌اکسید مایع را با فشار از درون اتصالات، شیرها و تبخیرکننده عبور دهید.

هنگام نمونه برداری به منظور اندازه‌گیری مقدار آب، برای پیش‌گیری از متراکم شدن نمونه، قبل از پاکسازی مسیر، اتصالات را تا بالاتر از نقطه شبنم، حرارت دهید.

### ۶ روش‌های آزمون

هشدار- در طراحی تجهیزات مورد استفاده برای کار با کربن دی‌اکسید، باید دقت شود که تحمل فشارهای وارد شده را داشته باشند یا در برابر این فشارها محافظت شوند.

## ۱-۶ اندازه‌گیری خلوص

برای اندازه‌گیری خلوص، از کروماتوگرافی گاز-مایع، با به‌کارگیری روش‌های آزمایشگاهی قابل قبول، یا از یک آنالیزور حجمی استفاده کنید.<sup>۱</sup>

روش مورد استفاده باید قابلیت تعیین خلوص با درستی حداقل ۰٫۱٪ را داشته باشد.

نمونه‌ای که برداشته می‌شود نباید بیشتر از ۱۰٪ مقدار کربن‌دی‌اکسید موجود در ظرف نمونه باشد.

## ۲-۶ اندازه‌گیری مقدار آب

یادآوری- از هر روشی که نتیجه مشابه روش زیر داشته باشد نیز می‌توان استفاده کرد.

### ۱-۲-۶ اصول آزمون

مقدار آب، با عبور دادن گاز از روی فسفرپنتوکسید، تعیین می‌شود.

### ۲-۲-۶ وسایل و مواد

۱-۲-۲-۶ دو عدد لوله جذب U شکل، طول شاخه‌ها ۱۰۰ mm و قطر لوله‌ها ۱۲ mm، مجهز به بازوی جانبی و درپوش سمباده‌ای

لوله‌ها باید با رطوبت‌گیر (مطابق زیربند ۲-۲-۶-۵) که به‌وسیله تکه‌های کوچک پنبه در جای خود نگه‌داشته شده‌اند، پر شوند.

۲-۲-۲-۶ جریان‌سنج<sup>۲</sup> (در صورت تمایل)، از نوع شناور، مناسب برای اندازه‌گیری جریان (۲۰۰-۲۰۰۰) ml/min

۳-۲-۲-۶ حجم‌سنج گاز<sup>۳</sup>، کالیبره شده برای ۱ l یا ۲٫۵ l در هر چرخش

۴-۲-۲-۶ الک، با منافذ ۴۲۵ μm و ۶۰۰ μm، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۵۰۰۲

### ۵-۲-۲-۶ رطوبت‌گیر

پودر شیشه یا شن شسته‌شده، خشک و تمیز را با استفاده از دو الک ۴۲۵ μm و ۶۰۰ μm، مطابق استاندارد ISO 2591-1:1988 الک کنید. بخشی که از الک ۶۰۰ μm عبور کرده و روی الک ۴۲۵ μm باقی‌مانده را بردارید.

---

۱- می‌توان از روش ارایه شده در استاندارد ASTM E 1747 استفاده کرد.

2- Flow meter

3- Gas meter

خیلی سریع، مقداری پنتوکسیدفسفر تازه را به یک ظرف دردار (یک بطری توزین بزرگ یا یک ظرف دردار کوچک مناسب است) منتقل کنید. نصف حجم پنتوکسیدفسفر، پودر شیشه یا شن، به ظرف اضافه کنید و به شدت تکان دهید تا محتویات آن، مخلوط شود. لوله‌های جذب (زیربند ۶-۲-۱) را تا حد ممکن سریع، با آن پر کنید.

اگر رطوبت‌گیر به این ترتیب تهیه شده باشد، به راحتی درون لوله جذب، پر می‌شود. اگر پر کردن لوله‌ها آسان نبود، احتمال دارد پنتوکسیدفسفر پیش از افزودن پودر شیشه یا شن، مرطوب بوده باشد. رطوبت‌گیر را در مقادیر کم، به اندازه لازم تهیه کنید.

### ۶-۲-۳ نمونه آزمون

برای هر اندازه‌گیری، حدود ۱۲۰ g کربن‌دی‌اکسید، طبق زیربند ۵-۳-۳ بردارید.

### ۶-۲-۴ روش انجام آزمون

تبخیرکننده، قطعه T شکل، لوله‌های جذب (زیربند ۶-۲-۱)، جریان‌سنج (زیربند ۶-۲-۲) و حجم‌سنج گاز (زیربند ۶-۲-۳) را به ترتیب، به‌طور سری به یکدیگر متصل کنید.

شیر تنظیم سیلندر و شیر لوله‌های جذب را با دقت باز کنید و بگذارید کربن‌دی‌اکسید به مدت ۱۰ min با شدت حدود ۵۰۰ ml/min جریان پیدا کند تا کربن‌دی‌اکسید جایگزین هوای داخل لوله‌های جذب شود. همه شیرها را ببندید. لوله‌های جذب را جدا کرده و سطح آن‌ها را با یک پارچه نرم و خشک، پاک کنید. لوله‌های جذب را روی کفه ترازو قرار دهید. پس از ۲۰ min آن‌ها را با تقریب ۰٫۵ mg وزن کنید.

لوله‌های جذب را دوباره وصل کنید. عدد نشان داده شده روی حجم‌سنج گاز را یادداشت کنید و بگذارید گاز به مدت ۱ h با شدت یکنواخت ml/min (۵۰۰-۱۰۰۰) عبور کند.

شیرها را ببندید. عدد نشان داده شده روی حجم‌سنج گاز را بخوانید. لوله‌های جذب را جدا کرده و روی کفه ترازو قرار دهید. پس از ۲۰ min آن‌ها را با تقریب ۰٫۵ mg وزن کنید.

### ۶-۲-۵ بیان نتایج

مقدار آب (W) را بر حسب درصد جرمی از معادله ۱ محاسبه کنید:

$$W = \frac{54.29 (m_2 - m_1)}{V} \quad (1)$$

که در آن:

$m_1$  جرم اولیه لوله‌های جذب، برحسب گرم؛

$m_2$  جرم نهایی لوله‌های جذب، برحسب گرم؛

$V$  حجم گاز عبور کرده، که از حجم‌سنج گاز خوانده و برای دمای  $20^\circ\text{C}$  و فشار  $760\text{ mmHg}$  تصحیح شده، برحسب لیتر.

### ۳-۶ اندازه‌گیری مقدار روغن

#### ۱-۳-۶ اصول آزمون

نمونه مایع، تبخیر شده و با عبور گاز از درون کربن‌تتراکلرید، روغن آن حذف می‌شود. روغن باقی‌مانده در سیلندر نیز با کربن‌تتراکلرید شسته می‌شود. محلول‌های کربن‌تتراکلرید با هم مخلوط شده و مقدار روغن آن، به‌وسیله اسپکترومتر زیرقرمز (فروسرخ) در طول موج  $3460\text{ nm}$  (فرکانس کششی C-H) اندازه‌گیری می‌شود.

#### ۲-۳-۶ مواد و/یا واکنش‌گرها

##### ۱-۲-۳-۶ کلیات

کلیه واکنش‌گرها باید از نوع تجزیه‌ای شناخته شده باشند.

##### ۲-۲-۳-۶ کربن‌تتراکلرید تقطیر شده

این ماده نباید در طول موج  $3460\text{ nm}$ ، هیچ جذبی داشته باشد.

##### ۳-۲-۳-۶ محلول روغن استاندارد

$0.0200\text{ g}$  پارافین را در کربن‌تتراکلرید (زیربند ۲-۲-۳-۶) حل و به یک بالن حجمی با گنجایش  $100\text{ ml}$  منتقل کنید. با کربن‌تتراکلرید به حجم برسانید.

$1\text{ ml}$  از این محلول،  $200\text{ }\mu\text{g}$  روغن دارد.

##### ۳-۳-۶ وسایل

۱-۳-۳-۶ حباب‌ساز(گازشوی)، مطابق شکل ۱، دو عدد

۲-۳-۳-۶ بطری درشل

۳-۳-۳-۶ جریان سنج، از نوع شناور، مناسب برای اندازه‌گیری جریان ml/min (۲۰۰-۲۰۰۰)

۴-۳-۳-۶ حجم سنج گاز، کالیبره شده برای ۱۱ یا ۲/۵۱ در هر چرخش

۵-۳-۳-۶ اسپکترومتر فروسرخ و ملحقات، مناسب برای اندازه‌گیری در طول موج ۳۴۶۰ nm

۴-۳-۶ نمونه آزمون

برای هر اندازه‌گیری، g (۷۰۰-۱۰۰۰) نمونه، مطابق زیربند ۳-۳-۵ بردارید.

بهرتر است یک سری سیلندر برای نمونه‌برداری به منظور اندازه‌گیری روغن نگه‌داری شود و برای مقاصد دیگر استفاده نشود.

۵-۳-۶ روش انجام آزمون

۱-۵-۳-۶ تهیه محلول آزمون

۱۰۰ ml کربن تتراکلرید (زیربند ۲-۲-۳-۶) درون بطری درشل (زیربند ۲-۳-۳-۶) و ۲۵ ml درون هر یک از حباب‌سازها (زیربند ۱-۳-۳-۶) بریزید. سیلندر وزن شده حاوی نمونه را طوری نگه‌دارید که شیر متصل به لوله داخلی، در بالا قرار گیرد. شیر پایینی را با استفاده از رابط‌های لاستیکی کوتاه، به قطعه T شکل تبخیرکننده وصل کنید. پس از آن به‌طور سری، به ترتیب بطری درشل، دو حباب‌ساز، جریان‌سنج و حجم‌سنج گاز را وصل کنید.

کربن‌دی‌اکسید نباید به هیچ عنوان، از طریق خروجی قطعه T شکل به هوای محیط وارد شود.

سیلندر را وزن کنید. محتویات سیلندر را به‌طور کامل با شدت جریان حدود ۱۰۰۰ ml/min از درون سیستم جذب عبور دهید و حجم گاز عبور کرده را بخوانید (این مقدار، برای بررسی کربن‌دی‌اکسید مصرف شده برای آزمون استفاده می‌شود).

یادآوری - مقداری کربن تتراکلرید تبخیر خواهد شد. اگر این مقدار بیش از اندازه باشد، جریان گاز را متوقف کرده و بطری‌های جذب را دوباره پر کنید. حجم کربن تتراکلرید را یادداشت کنید.

به‌دلیل سمی بودن کربن تتراکلرید، گاز خروجی در این اندازه‌گیری، باید به هوای بیرون تخلیه شود.

سیلندر را دوباره وزن کنید. دقت کنید که از همان اتصالات توزین اول، استفاده کنید. شیری را که به لوله داخلی متصل نیست، جدا کرده و داخل سیلندر را با ۲۵ ml کربن تتراکلرید بشویید. داخل تبخیرکننده و شیرها را نیز با کربن تتراکلرید بشویید و حاصل شستشو را با محلول حاصل از شستشوی سیلندر و حباب‌سازها مخلوط کنید. این مخلوط را به حجم معینی برسانید.

### ۲-۵-۳-۶ تهیه محلول شاهد

حجمی از کربن تتراکلرید که معادل حجم کل کربن تتراکلرید مصرف شده در جذب و شستشو است را تبخیر کنید تا به حجم محلول مخلوط (زیربند ۱-۵-۳-۶) برسد. با این محلول مانند محلول آزمون عمل کنید.

### ۳-۵-۳-۶ اندازه‌گیری

با استفاده از دستورالعمل سازنده دستگاه اسپکترومتر، جذب محلول نمونه و شاهد را در طول موج حداکثر جذب (حدود ۳۴۶۰ nm) تعیین کنید. از منحنی کالیبراسیون (زیربند ۴-۵-۳-۶)، جرم روغن مربوط به مقادیر جذب نمونه و شاهد را به دست آورید.

### ۴-۵-۳-۶ تهیه منحنی کالیبراسیون

غلظت‌های مناسب از محلول روغن استاندارد (زیربند ۳-۲-۳-۶) را طوری انتخاب کنید که بازه‌ی جرم روغن مورد انتظار در نمونه را پوشش دهد. جذب این محلول‌ها را طبق زیربند ۳-۵-۳-۶ اندازه‌گیری کنید. منحنی کالیبراسیون مقدار جذب را نسبت به جرم روغن برحسب میکروگرم، رسم کنید.

### ۵-۵-۳-۶ بیان نتایج

مقدار روغن (O) را، برحسب میکروگرم برگرم، از معادله ۲ محاسبه کنید:

$$O = \frac{m_3 - m_4}{m_5} \quad (2)$$

که در آن:

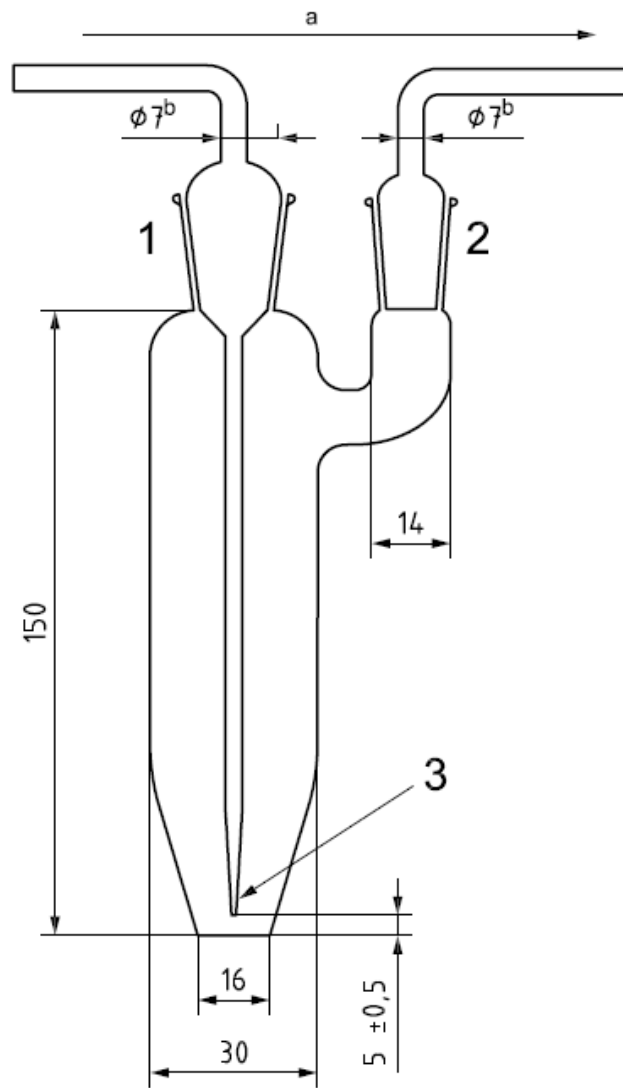
$m_3$  جرم روغن در محلول آزمون، برحسب میکروگرم؛

$m_4$  جرم روغن در محلول شاهد، برحسب میکروگرم؛

$m_5$  جرم نمونه، برحسب گرم.



ابعاد برحسب میلیمتر



راهنما:

- ۱ اتصال ۱۹/۲۶
- ۲ اتصال ۱۴/۲۳
- ۳ منفذ  $1.0 \pm 0.1$
- a جهت جریان گاز
- b قطر خارجی

شکل ۱- حباب‌ساز برای اندازه‌گیری روغن

۴-۶ اندازه‌گیری مقدار کل ترکیبات گوگرد

۱-۴-۶ اصول آزمون

با عبور دادن حجم‌های مساوی از نمونه و هیدروژن خالص، در دمای  $900^{\circ}\text{C}$  از روی پشم سیلیس، ترکیبات گوگرد، کاهش می‌یابند. هیدروژن سولفید تولید شده، با عبور گازها از درون محلول کادمیم کلراید خنثی، جذب می‌شود. مقدار معینی محلول ید به آن افزوده شده و اضافی ید با محلول استاندارد حجمی سدیم تیوسولفات تیترو می‌شود.

۲-۴-۶ مواد و/یا واکنش‌گرها

۱-۲-۴-۶ کلیات

از مواد با خلوص تجزیه‌ای و آب درجه ۳ مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۲۸ استفاده کنید.

۲-۲-۴-۶ گاز هیدروژن، تولید شده به روش الکترولیتیکی

۳-۲-۴-۶ محلول هیدروکلریک اسید غلیظ،  $118\text{ g/ml}$

۴-۲-۴-۶ آهک سوددار کلوخه‌ای، عبور کرده از الک  $2\text{ mm}$  و باقی‌مانده روی الک  $1.8\text{ mm}$

هشدار- به دلیل احتمال بروز انفجار، آهک سوددار، در اندازه‌گیری‌های دیگری که اکسیژن به کار رفته، نباید استفاده شده باشد.

۵-۲-۴-۶ کادمیم کلراید، محلول خنثی  $50\text{ g/l}$

$5\text{ g}$  کادمیم کلراید را در  $100\text{ ml}$  آب حل کنید و قطره‌قطره از محلول سدیم هیدروکسید (زیربند ۶-۲-۴-۶) اضافه کنید تا اولین علائم کدوری ظاهر شود.

۶-۲-۴-۶ محلول سدیم هیدروکسید،  $1\text{ mol/l}$

$40.0\text{ g}$  سدیم هیدروکسید را در آب حل کرده و با آب به حجم  $1000\text{ ml}$  برسانید.

۷-۲-۴-۶ محلول استاندارد حجمی سدیم تیوسولفات،  $0.02\text{ mol/l}$

از محلول تجاری آماده (تیترازول) استفاده کنید.

۸-۲-۴-۶ محلول استاندارد حجمی ید،  $0.01\text{ mol/l}$

از محلول تجاری آماده (تیترازول) استفاده کنید.

۹-۲-۴-۶ شناساگر محلول نشاسته، حدود ۱۰ g/l

۱ g نشاسته را در مقدار کمی آب حل و خمیر ایجاد شده را در حال هم‌زدن، به ۱۰۰ ml آب در حال جوش اضافه کنید. به مدت ۱ min بجوشانید و بگذارید خنک شود.

۳-۴-۶ وسایل

یادآوری- نمودار دستگاه اندازه‌گیری ترکیبات گوگرد، در شکل ۲ نشان داده شده است.

۱-۳-۴-۶ جریان‌سنج، نوع شناور، با قابلیت اندازه‌گیری جریان هیدروژن (۲۰۰-۲۰۰۰) ml/min

۲-۳-۴-۶ جریان‌سنج، نوع شناور، با قابلیت اندازه‌گیری جریان کربن‌دی‌اکسید (۲۰۰-۲۰۰۰) ml/min

۳-۳-۴-۶ دو عدد لوله کوره، از جنس سیلیس شفاف به طول ۵۰ cm و قطر داخلی ۱۶ mm که قطر داخلی آن در یک انتها، به ۳ mm کاهش یافته

مقداری پشم سیلیس با فشردگی کم و طول حداقل ۲۰۰ mm درون لوله و گلوله‌ای از پشم سیلیس در نزدیکی انتهای قطور آن قرار دهید تا نشر حرارت از اتصال پلی‌وینیل‌کلراید را کاهش دهد.

۴-۳-۴-۶ کوره و کنترل، یک کوره دو لوله‌ای با طول حدود ۴۶۰ mm، مجهز به ترموکوپل و شناساگر دما، با قابلیت نگهداری دما در  $(900 \pm 10) ^\circ C$

۵-۳-۴-۶ ستون حاوی آهک سوددار، یا لوله جذب مناسب

۶-۳-۴-۶ جاذب (حباب‌ساز)، مطابق شکل ۱

۷-۳-۴-۶ بورت، با گنجایش ۱۰ ml، مطابق استاندارد ISO 385:2005، کلاس A

۸-۳-۴-۶ پی‌پت، با گنجایش ۲ ml، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۵۹، کلاس A

۹-۳-۴-۶ الک، با منافذ ۲ mm و ۱/۸ mm، مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۵۰۰۲-۱

۴-۴-۶ نمونه آزمون

برای هر اندازه‌گیری، حدود ۱۲۰ g نمونه، مطابق زیربند ۳-۳-۵ بردارید.

خروجی دستگاه تبخیرکننده را به سیستم نشان داده‌شده در شکل ۲ متصل کنید. همه اتصالات باید از جنس پلی‌اتیلن یا پلی‌وینیل‌کلراید و تا حد ممکن کوتاه باشند.

#### ۵-۴-۶ روش انجام آزمون

۲۵ ml از محلول کادمیوم کلراید (زیربند ۵-۲-۴-۶) را درون جاذب (زیربند ۶-۳-۴-۶) بریزید و آن را به دستگاه وصل کنید. هیدروژن را به مدت ۵ min با شدت جریان ۵۰۰ ml/min از درون کوره سرد عبور دهید تا هوای درون سیستم خارج شود. سپس دمای کوره را تا ۹۰۰ °C افزایش دهید.

در حالی که دمای کوره در ۹۰۰ (±۱۰) °C نگه داشته شده، کربن دی اکسید و هیدروژن را با شدت جریان ثابت (۵۰۰ ml/min برای هر گاز) به مدت ۲ h از درون سیستم عبور دهید.

زمان شروع و پایان اندازه گیری یا جرم معینی از کربن دی اکسید عبور کرده از درون سیستم، را یادداشت کنید.

جاذب را از سیستم جدا کنید و سیلندر هیدروژن را ببندید. درپوش متصل به لوله داخلی جاذب را برداشته، با مقدار کمی آب بشویید و حاصل شستشو را به محلول کادمیم کلراید درون جاذب، اضافه کنید. به وسیله پی پت (زیربند ۸-۳-۴-۶) ۲ ml محلول استاندارد حجمی ید (زیربند ۸-۲-۴-۶) و ۲ ml هیدروکلریک اسید غلیظ (زیربند ۳-۲-۴-۶) را درون حباب ساز بریزید و اضافی ید را با محلول استاندارد حجمی سدیم تیوسولفات (زیربند ۷-۲-۴-۶)، در حضور شناساگر محلول نشاسته (زیربند ۹-۲-۴-۶) تا تغییر رنگ از آبی به بیرنگ، تیترا کنید.

#### ۶-۴-۶ بیان نتایج

مقدار کل ترکیبات گوگرد (S) برحسب گوگرد را برحسب میلی گرم بر کیلوگرم، از معادله ۳ محاسبه کنید:

$$S = \frac{320 (2.00 - V)}{m_6} \quad (3)$$

که در آن:

$m_6$  جرم نمونه برداشته شده، برحسب گرم؛

$V$  حجم محلول سدیم تیوسولفات مصرفی، برحسب میلی لیتر.

جرم  $m_6$  را می توان با توزین به دست آورد یا از معادله ۴ محاسبه کرد.

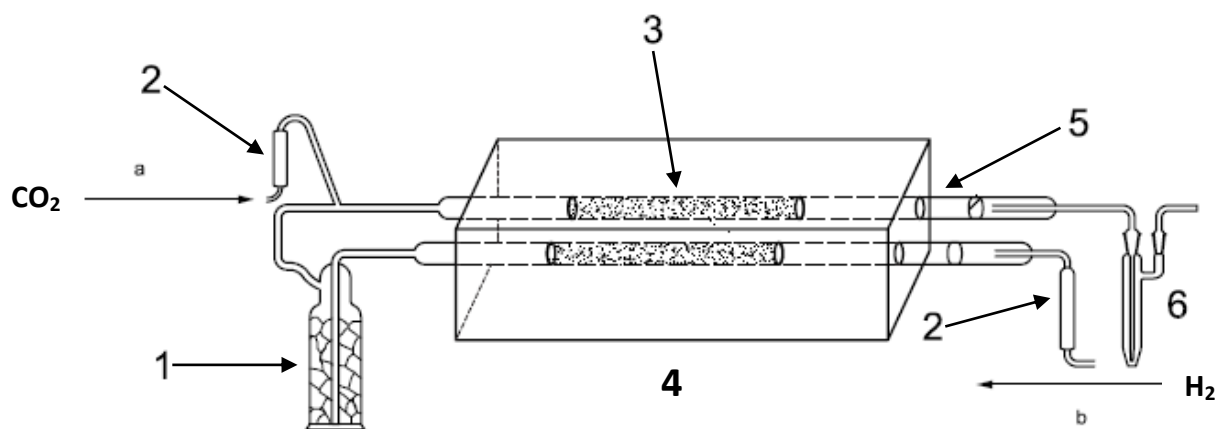
$$m_6 = 0.0018 \times A \times t \quad (4)$$

که در آن:

A شدت جریان کربن دی اکسید، در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  و فشار  $101.3\text{ KPa}$ ، بر حسب میلی لیتر بر دقیقه؛

t مدت زمان جریان کربن دی اکسید، بر حسب دقیقه؛

0.0018 چگالی بخار، در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  و فشار  $101.3\text{ KPa}$ ، بر حسب گرم بر میلی لیتر.



راهنما:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| ۱ | آهک سوددار         |
| ۲ | جریان سنج          |
| ۳ | پشم سیلیس فشرده    |
| ۴ | کوره               |
| ۵ | پشم سیلیس          |
| ۶ | جاذب               |
| a | منبع کربن دی اکسید |
| b | منبع هیدروژن       |

شکل ۲- دستگاه اندازه گیری گوگرد

## ۷ بسته‌بندی

کربن‌دی‌اکسید درون مخزن یا سیلندر تحت فشار عرضه می‌شود. کربن‌دی‌اکسید و سیلندر/مخزن نباید اثرات متقابل بر یکدیگر داشته باشند. سیلندره‌ای مورد استفاده باید با استانداردهای ملی سری ۷۹۰۹ و سایر قوانین و مقررات ملی، مطابقت داشته باشند.

## ۸ نشانه‌گذاری

نشانه‌گذاری سیلندر کربن‌دی‌اکسید باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۹۴۲۵ انجام شود. علاوه بر آن، آگاهی‌های زیر باید روی مخزن/سیلندر، الصاق شود:

الف- نام فرآورده؛

ب- نام و نشانی تولیدکننده؛

پ- سری ساخت یا تاریخ تولید؛

ت- حجم و فشار سیلندر/مخزن؛

ث- ارجاع به شماره این استاندارد ملی ایران؛

ج- هشدارهای ایمنی لازم؛

چ- عبارت "ساخت ایران".

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

خصوصیات عمومی کربن دی اکسید

الف-۱ خصوصیات فیزیکی

برخی از خصوصیات فیزیکی مهم کربن دی اکسید، در جدول الف-۱ داده شده است.

جدول الف-۱ خصوصیات فیزیکی کربن دی اکسید

ردیف	خصوصیت	مقدار
۱	جرمی مولکولی نسبی	۴۴
۲	نقطه تصعید در فشار اتمسفری، °C	-۷۸٫۵
۳	دمای بحرانی، °C	۳۱
۴	فشار بحرانی، bar	۷۳٫۸
۵	حجم بحرانی، m <sup>3</sup> /Kg	۰٫۰۰۲۱۵
۶	چگالی بحرانی، Kg/m <sup>3</sup>	۴۶۶٫۱
۷	فشار بخار تعادلی در ۲۰°C، bar	۵۷٫۳
۸	چگالی بخار در ۲۰°C و ۱bar، Kg/m <sup>3</sup>	۱٫۸۴
۹	چگالی مایع تعادلی در ۲۰°C، Kg/m <sup>3</sup>	۷۷۴
۱۰	دمای نقطه سه گانه، °C	-۵۶٫۶
۱۱	فشار نقطه سه گانه، bar	۵٫۱۹

## الف-۲ هدایت الکتریکی

کربن دی اکسید با خلوص تعیین شده در این استاندارد، هدایت الکتریکی بسیار کمی دارد و می تواند برای خاموش کردن وسایل الکتریکی درگیر آتش، استفاده شود.

## الف-۳ تاثیر بر مواد

کربن دی اکسید نسبت به بیشتر مواد معمول، بی اثر است.

## الف-۴ الکتریسیته ساکن

در برخی پیشامدها، تخلیه کربن دی اکسید می تواند باعث به وجود آمدن الکتریسیته ساکن و جرقه شود که در فضاهای منفجر شونده، می تواند خطرناک باشد.

## الف-۵ سمیت

اطلاعات مربوط به سم شناسی کربن دی اکسید در پیوست ت داده شده است.



## پیوست ب

### (الزامی)

#### احتیاط‌های لازم برای جابجایی و کارکردن با کربن‌دی‌اکسید

ب-۱ کربن‌دی‌اکسید به‌طور فله، به‌صورت مایع تحت فشار در دمای کم و درون سیلندرها، تحت فشار بیشتر در دمای محیط، حمل می‌شود.

هنگام پرکردن (شارژ) خاموش‌کننده با کربن‌دی‌اکسید، تمام احتیاط‌های مربوط به جابجایی و کارکردن ایمن با سیلندرها، لوله‌ها و تجهیزات تحت فشار، باید رعایت شود.

ب-۲ در طول مدت تخلیه مخازن کربن‌دی‌اکسید، در اثر انبساط مایع به گاز و جامد ممکن است دما افزایش پیدا کند. این امر می‌تواند خطر سوختگی به‌همراه داشته باشد. هنگام انتقال کربن‌دی‌اکسید از یک ظرف به ظرف دیگر باید از دستکش و محافظ چشم (عینک) استفاده شود.

ب-۳ انتقال کربن‌دی‌اکسید باید در محلی با تهویه مناسب یا در هوای آزاد انجام شود.

ب-۴ کربن‌دی‌اکسید بسیار سنگین‌تر از هوا است و ممکن است در حفره‌ها، گودال‌ها و مناطق پست (مانند زیرزمین‌ها) جمع شود. ورود به این مناطق در مکان‌هایی که کربن‌دی‌اکسید استفاده شده باید با احتیاط انجام شود.

پیوست پ

(آگاهی دهنده)

سازگاری

هنگام خاموش کردن آتش، ممکن است کربن دی اکسید، همزمان، با انواع دیگر مواد خاموش کننده، استفاده شود. هیچ نشانی از تاثیر بر کارایی خاموش کنندگی، شناخته نشده است.

## پیوست ت

### (آگاهی دهنده)

#### سمیت کربن دی اکسید

#### ت-۱ کلیات

عملکرد اصلی کربن دی اکسید، ایجاد خفگی است، البته به طور ذاتی کمی سمی است.

#### ت-۲ احتیاطها و اقدامات لازم هنگام مواجهه

در غلظت‌های ۳٪ تا ۴٪ (V/V) در هوا، سرعت تنفس افزایش پیدا می‌کند که می‌تواند باعث سردرد شود. در غلظت ۹٪ (V/V)، ممکن است فرد در چند دقیقه هوشیاری خود را از دست دهد که علایمی مانند نشناختن اطرافیان، اختلال دید، شنیدن صدای زنگ در گوش، لرز و ..... دارد. غلظت ۲۰٪ (V/V)، ممکن است در مدت (۲۰-۳۰) min منجر به مرگ شود.

در عمل، در سیستم‌های خاموش کننده خودکار کربن دی اکسید<sup>۱</sup> غلظت‌های ۲۰٪ (V/V) یا بیشتر، به کار گرفته می‌شود. همچنین در نزدیکی نازل خاموش کننده‌های دستی و سیستم‌های اعمال موضعی نیز با غلظت‌های زیاد مواجه هستیم. این غلظت‌ها، برای افراد، بسیار خطرناک است و بسته به شرایط معین کاربرد، باید احتیاط‌های ویژه به عمل آید.

افرادی که در معرض کربن دی اکسید قرار گرفته‌اند باید بی‌درنگ به هوای آزاد و تازه منتقل شوند. در چنین مواردی، همواره باید کمک‌های پزشکی در دسترس باشد.

## پیوست ث

### (الزامی)

#### تغییرات اعمال شده

- ث-۱ جزئیات روش‌های آزمون از پیوست‌ها به بند ۶ منتقل شده است.
- ث-۲ زیربند ۴-۱: در جدول ۱ ستون مربوط به روش آزمون اضافه شده است.
- ث-۳ زیربند ۶-۵-۲-۶: طرز تهیه محلول سدیم‌هیدروکسید، با غلظت تقریبی ۱ mol/l اضافه شده است.
- ث-۴ زیربند ۶-۵-۶: معادله ۳ و توضیحات آن اصلاح شده است.