



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۱۳۵۳

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO  
21353  
1st.Edition

2017

Identical with  
ISO

8760:1990+cor1:2009

هوای محل کار - تعیین غلظت جرمی کربن  
منواکسید - روش لوله‌های آشکارساز برای  
نمونه‌برداری کوتاه مدت با نشان‌دهی  
مستقیم

**Work-place air - Determination of mass  
concentration of carbon monoxide -  
Method  
using detector tubes for short-term  
sampling with direct indication**

ICS: 13.040.30

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

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.org>

**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.org>

## 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 پیشنهادهای 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

«هوای محل کار – تعیین غلظت جرمی کربن منواکسید – روش لوله‌های آشکارساز برای نمونه برداری کوتاه مدت با نشان‌دهی مستقیم»

سمت و/یا محل اشتغال:

پژوهشگاه استاندارد

رئیس:

عدل‌نسب، لاله  
(دکتری شیمی تجزیه)

دبیر:

شرکت رویان پژوهان سینا

افتخاری دافچاهی، سمیه  
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سازمان محیط زیست استان همدان

اسدی، ایرج  
(دکتری آلودگی محیط زیست)

شرکت رویان پژوهان سینا

اسمعیلی طارم‌سری، معصومه  
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت پارس کیمیا زیست بهسازان

بیگدلی، داوود  
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

آزمایشگاه پیرایه زیست قزوین

حسینی، مرضیه  
(کارشناسی آب و خاک)

اداره کل استاندارد استان همدان

ردائی، احسان  
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

شرکت رویان پژوهان سینا

صنعتگر دلشاد، الهام  
(کارشناسی ارشد شیمی فیزیک)

شرکت آب منطقه‌ای استان همدان

قاسملو، رقیه  
(کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی، محیط زیست)

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک همدان

نجفی، امیر  
(کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)

دانشگاه بوعلی سینا همدان

هاشمی، مهدی  
(دکتری شیمی تجزیه)

**ویراستار:**

اداره کل استاندارد استان کردستان

حسنزاده، شهناز  
(کارشناسی بیولوژی)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ اصول آزمون
۲	۵ واکنش‌ها و تداخلات
۲	۵-۱ واکنش ید پنتواکسید
۲	۵-۱-۱ واکنش
۲	۵-۱-۲ تداخلات
۳	۵-۲ واکنش پتاسیم پالادیوم سولفیت
۳	۵-۲-۱ واکنش
۳	۵-۲-۲ تداخلات
۳	۶ وسایل
۳	۶-۱ لوله‌های آشکارساز
۴	۶-۲ پمپ لوله آشکارساز
۴	۷ نمونه‌برداری
۵	۸ روش اجرای آزمون
۵	۸-۱ آزمون پمپ لوله آشکارساز
۵	۸-۲ تعیین
۶	۸-۲-۱ ارزیابی نشان‌دهی لوله آشکارساز
۶	۸-۲-۲ ارزیابی ضرایب تصحیح
۶	۸-۳ تخلیه لوله‌های آشکارساز
۶	۹ بیان نتایج
۶	۹-۱ روش محاسبه
۷	۹-۲ دقت
۷	۱۰ گزارش آزمون
۹	پیوست الف (الزامی) واسنجی لوله‌های آشکارساز
۱۱	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «هوای محل کار- تعیین غلظت جرمی کربن منواکسید - روش لوله‌های آشکارساز برای نمونه برداری کوتاه مدت با نشان‌دهی مستقیم» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی / منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در یکصد و سی و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۱۰ 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.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 8760:1990+cor1:2009, Work-place air - Determination of mass concentration of carbon monoxide – Method using detector tubes for short-term sampling with direct indication

## هوای محل کار - تعیین غلظت جرمی کربن منواکسید - روش لوله‌های آشکارساز برای نمونه‌برداری کوتاه مدت با نشان‌دهی مستقیم

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین غلظت جرمی کربن منواکسید موجود در هوای محل کار (یا محیط‌های کاری) در غلظت‌های بیشتر از  $10 \text{ mg/m}^3$  با استفاده از لوله‌های آشکارساز است.

این استاندارد برای نمونه‌برداری از محیط‌های شخصی، مناطق تنفسی و مناطق عمومی کاربرد دارد.

**یادآوری** - مواد موجود در توده هوای تحت بررسی و نمونه هوا که بر روی خوانش دستگاهی اثرگذار می‌باشند در بند ۵ ارائه شده‌اند. اطلاعات در مورد مشخصه‌های عملکردی در زیربند ۹-۲ بیان شده است. توصیه می‌شود با توجه به الزامات عملکردی برای دقت بهتر یا عاری از تداخلات، از مواد شیمیایی یا روش‌های دستگاهی کلاسیک استفاده شود.

### ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

**2-1** ISO 6879, Air quality - Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods.

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۱-۳

لوله آشکارساز با طول لکه

**length-of-stain detector tube**

لوله حاوی واکنشگری است که به سرعت با کربن منواکسید موجود در نمونه هوا واکنش داده و یک سطح مشترک قابل تشخیص بین سامانه واکنشگر واکنش داده و واکنش نداده را ایجاد می‌کند.



۲-۳

حجم هر ضربه

**volume per stroke**

مقدار هوا یا مخلوط گازی دیگری که به وسیله پمپ لوله آشکارساز در طی زمان باز شدن در هر ضربه کشیده می‌شود.

۳-۳

زمان باز شدن هر ضربه

**opening time per stroke**

مدت زمان یک چرخه کامل پمپ لوله آشکارساز محفظه هوا است.

#### ۴ اصول آزمون

کربن منواکسید موجود در نمونه هوا در یک دوره معین از لوله آشکارساز عبور می‌کند و با واکنشگرهای پوشش داده شده بر روی نگه‌دارنده جامد در لوله واکنش می‌دهد. در نتیجه یک واکنش رنگی تشکیل شده و یک لکه قابل تشخیص در لوله ایجاد می‌شود. غلظت جرمی کربن منواکسید با مقایسه طول لکه مشاهده شده نسبت به طول لکه آماده شده با استفاده از مخلوط گاز واسنجی و با در نظر گرفتن اثر تداخلات بر روی خوانش دستگاهی و ضرایب تصحیح برای فشار، دما و رطوبت نسبی تعیین می‌شود.

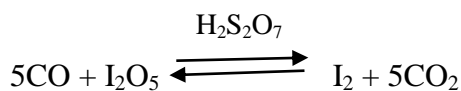
#### ۵ واکنش‌ها و تداخلات

کربن منواکسید با استفاده از چند واکنش ایجاد کننده رنگ تعیین می‌شود.

##### ۱-۵ واکنش ید پنتواکسید

لوله‌های آشکارساز حاوی سامانه واکنشگر بر پایه ید پنتواکسید می‌باشند. تغییر شدت رنگ در این واکنش از سفید به سبز مایل به قهوه‌ای می‌باشد.

##### ۱-۱-۵ واکنش



##### ۲-۱-۵ تداخلات

استیلن، هیدروکربن‌های آلیفاتیک و هیدروکربن‌های هالوژن‌دار دارای اثر تداخلی مثبت می‌باشند. به استثنای استیلن، سایر ترکیبات مذکور را می‌توان با استفاده از پیش تصفیه حذف کرد.

## ۵-۲ واکنش پتاسیم پالادیوم سولفیت

لوله‌های آشکارساز حاوی سامانه واکنشگر بر پایه پتاسیم پالادیوم سولفیت می‌باشند. تغییر شدت رنگ از زرد به قهوه‌ای می‌باشد.

### ۵-۲-۱ واکنش



### ۵-۲-۲ تداخلات

کربن دی‌سولفید، هالوژن‌ها، مرکاپتان‌ها، فسفین و فسژن لکه‌های مشابهی را ایجاد می‌کنند. استلین و هیدروژن سولفید، لکه‌های سیاه را ایجاد می‌کنند. سولفور دی‌اکسید یک تداخل مثبت را نشان می‌دهد اما این لکه به وسیله سولفور دی‌اکسید ایجاد نمی‌شود.

## ۶ وسایل

یک سامانه اندازه‌گیری شامل لوله آشکارساز و پمپ لوله آشکارساز مناسب می‌باشد. این سامانه‌ها به طور معمول به وسیله تولید کننده کالیبره و عرضه می‌شوند.

### ۶-۱ لوله‌های آشکارساز

لوله‌های آشکارساز حاوی واکنشگری می‌باشند که بر روی یک نگه‌دارنده جامد پوشش داده شده و برای ایجاد یک واکنش رنگی مناسب می‌باشند. غلظت جرمی کربن منواکسید موجود در هوای محل کار در گستره بزرگتر از  $10 \text{ mg/m}^3$  و در گستره‌های قابل قبول دما، فشار و رطوبت نسبی بیان شده به وسیله تولید کننده تعیین می‌شود.

فقط از لوله‌های آشکارساز زیر استفاده کنید:

الف- آشکارسازهای پر شده به صورت یکنواخت، به عنوان مثال ضخامت یکنواخت پرکننده بدون هیچ گونه تفکیک و جدایی قابل مشاهده؛

ب- شامل لایه‌های پر کننده، سطوح عمود بر محور لوله؛

پ- عاری از هر گونه نشت.

هم چنین لوله‌های آشکارساز باید الزام زیر را برآورده نمایند:

ت- لوله‌های آشکارساز با طول لکه باید به نحوی طراحی شوند که دارای عدم درستی کمتر از  $\pm 25\%$  و طول لکه حداقل ۱۵ mm در حداکثر مقدار مجاز قابل کاربرد (برای مثال مقدار حد آستانه<sup>۱</sup> غلظت جرمی کربن منواکسید) باشند.

لوله‌های آشکارساز را مطابق با دستورالعمل سازنده نگهداری کنید.

هشدار- لوله‌های آشکارساز استفاده نشده در دوره پایداری سامانه واکنشگر که به وسیله تولید کننده اظهار شده است باید دور ریخته شوند (به زیربند ۸-۳ مراجعه شود).

## ۶-۲ پمپ لوله آشکار ساز

فقط از پمپ لوله آشکارساز مشخص شده برای استفاده با لوله آشکارسازی که در آن حجم هر ضربه بیش از  $\pm 5\%$  حجم اسمی هر ضربه تفاوت نداشته باشد و عاری از هر گونه نشت باشد، استفاده کنید. در هنگام انجام آزمون از سرعت جریان حجمی مورد استفاده در واسنجی لوله آشکارساز استفاده کنید. پمپ لوله آشکارساز را به دقت جابه‌جا کرده و مطابق با دستورالعمل سازنده نگهداری کنید. پمپ لوله آشکارساز را مطابق با زیربند ۸-۱ آزمون کنید.

**یادآوری-** شدت رنگ ایجاد شده در لوله آشکار ساز تابعی از سرعت جریان حجمی و هم‌چنین حجم کلی هوا یا دیگر مخلوط‌های گازی عبور کرده از لوله آشکارساز در غلظت جرمی معینی از کربن منواکسید می‌باشد. سرعت جریان حجمی به اثر مکش بر روی پمپ لوله آشکارساز و مقاومت به جریان لوله آشکارساز وابسته می‌باشد. زمان باز شدن هر ضربه پمپ لوله آشکارساز با نشت پمپ لوله آشکارساز و ذرات قرار گرفته بر روی صافی یا بر روی دیوار کانال جریان پمپ لوله آشکارساز تحت تاثیر قرار می‌گیرد.

## ۷ نمونه برداری

نشت پمپ لوله آشکارساز (زیربند ۶-۲) را با قرار دادن یک لوله آشکارساز باز نشده (زیربند ۶-۱) در قسمت ورودی پمپ لوله آشکارساز آزمون کنید. در حالتی که پمپ لوله آشکارساز شروع به کار می‌کند هیچ گونه هوایی نباید در سامانه جریان یابد. در صورت وجود جریان هوا (به عنوان مثال جابه‌جایی محفظه هوای پمپ لوله آشکارساز) نشت موجود در پمپ لوله آشکارساز را بررسی کرده و در صورت لزوم پمپ را تعمیر یا تعویض نمایید. هم‌چنین قطع بودن جریان را با عمل کردن پمپ لوله آشکارساز بدون لوله آشکارساز آزمون کنید. پمپ لوله آشکارساز باید به صورت آزادانه عمل کند. در غیر اینصورت پمپ لوله آشکارساز را بررسی کرده و در صورت نیاز آن را تعویض و یا تعمیر نمایید.

هر دو انتهای لوله آشکارساز را باز کرده و لوله آشکارساز باز شده را در جهت تعیین شده در قسمت ورودی پمپ لوله آشکارساز قرار دهید. باید توجه داشت که لوله آشکارساز باز شده به طور محکم به پمپ لوله آشکارساز متصل شود. با عملکرد پمپ لوله آشکارساز در نقاط اندازه‌گیری از قبل تعیین شده، مقداری از

1- Threshold Limit

حجم هوا را مطابق با داده‌های واسنجی به لوله آشکارساز وارد کنید. در انتهای دوره نمونه‌برداری، لوله آشکارساز را از پمپ لوله آشکارساز جدا کنید. جهت حفاظت پمپ لوله آشکارساز از خوردگی با واکنشگرها یا محصولات واکنشی که از لوله آشکارساز آزاد می‌شوند، هوای تمیز را وارد پمپ لوله آشکارساز کنید.

**یادآوری-** در صورتی که پمپ لوله آشکارساز برای استفاده با لوله آشکارساز به صورت دستی کار می‌کند، تغییرات در سرعت‌های جریان حجمی هوا بین ضربات پمپ لوله آشکارساز مجزا باید با عملکرد پمپ لوله آشکارساز به شیوه‌ای یکسان به حداقل رسیده و در انتهای هر ضربه پمپ لوله آشکارساز باید اجازه داده شود در فواصل زمانی کافی، فشار در پمپ لوله آشکارساز به تعادل برسد.

## ۸ روش اجرای آزمون

### ۱-۸ آزمون پمپ لوله آشکارساز

در فواصل زمانی بیان شده و/یا در صورت وجود هر گونه دلیل در نقص عملکرد پمپ مطابق با موارد زیر ارزیابی باید صورت گیرد:

الف- حجم هر ضربه (زیربند ۳-۲) پمپ لوله آشکارساز را با لوله آشکارساز نماینده (زیربند ۶-۱) در مکان و با استفاده از جریان سنج دارای حباب صابون با ظرفیت حداقل ۱۰۰ ml و زینه‌بندی ۰٫۵ ml ارزیابی کنید. برای این آزمون قسمت مکش پمپ لوله آشکارساز را به طور کامل به قسمت خروجی جریان سنج دارای حباب صابونی متصل کنید.

ب- برای پمپ‌های لوله آشکارساز که به صورت دستی کار می‌کنند، زمان باز شدن هر ضربه (زیربند ۳-۳) را با لوله آشکارساز نماینده (زیربند ۶-۱) که به پمپ لوله آشکارساز متصل شده است مطابق با دستور العمل سازنده ارزیابی کنید.

مقادیر اندازه‌گیری شده را با داده‌های واسنجی پمپ لوله آشکارساز و لوله آشکارساز مقایسه کنید. در صورتی که این داده‌ها در محدوده بیان شده در زیربند ۶-۲ نباشد، پمپ لوله آشکارساز را تعمیر و یا مجدد تثبیت شرایط کنید.

**یادآوری-** مقاومت به جریان لوله آشکارساز و زمان باز شدن هر ضربه مطابق با نوع لوله آشکارساز مورد استفاده متفاوت می‌باشد.

### ۲-۸ تعیین

بلافاصله پس از کامل شدن نمونه‌برداری، لوله آشکارساز استفاده شده را در کنار لوله آشکارساز استفاده نشده (زیربند ۶-۱) در برابر یک پس زمینه سفید و در نور کافی، اما نه در تابش مستقیم نور خورشید نگه داشته و مطابق با زیربندهای ۸-۲-۱ و ۸-۲-۲ اقدام نمائید.

### ۱-۲-۸ ارزیابی نشان‌دهی لوله آشکارساز

توصیه می‌شود ارزیابی نشان‌دهی لوله آشکارساز فقط به وسیله یک شخص با تجربه و آزمون دیده در مورد خوانش لوله آشکارساز انجام شود. طول لکه به دست آمده را با مقایسه طول لکه همراه با غلظت‌های معین کربن منواکسید بر روی یک لوله آشکارساز نشانه‌گذاری شده ارزیابی کنید. در مورد ارزیابی مذکور قوانین زیر را در نظر بگیرید:

الف- در صورتی که لبه نفوذ لکه به صورت مشخص تعیین نشده است، خوانش را در نقطه‌ای انجام دهید که تغییر رنگ جزیی را بتوان از رنگ سامانه واکنشگر واکنش نداده متمایز کرد.

ب- در صورتی که لبه نفوذ لکه عمود بر محور لوله آشکارساز نباشد، میانگین نتایج حاصل از کوتاه‌ترین و بلندترین طول لکه را مشروط بر آنکه اختلاف بین کوتاه‌ترین و بلندترین طول لکه بیش از ۲۰٪ میانگین نباشد، محاسبه کنید. خوانش لوله آشکارساز را در مواردی که این الزامات انجام نشده است، حذف کنید. غلظت کربن منواکسید را همراه با طول لکه به دست آمده ثبت کنید.

### ۲-۲-۸ ارزیابی ضرایب تصحیح

طول لکه به دست آمده و شدت رنگ ایجاد شده تابعی از دما، فشار و رطوبت نسبی نمونه هوا می‌باشد و ممکن است به وسیله موادی به غیر از کربن منواکسید موجود در نمونه هوا تحت تاثیر قرار گیرد. در چنین مواردی اثرات تداخل‌کننده باید با اعمال ضرایب تصحیح در نظر گرفته شوند. بنابراین در صورت لزوم، ضرایب تصحیح مناسب برای تفسیر خوانش لوله آشکارساز (برای مثال ضرایب تصحیح ارائه شده به وسیله تولید کننده لوله آشکار ساز) را ارزیابی کنید.

### ۳-۸ تخلیه لوله‌های آشکارساز

تخلیه لوله‌های آشکارساز را با توجه به واکنشگرهای سمی یا خورنده یا فرآورده‌های واکنش موجود در لوله و مطابق با دستورالعمل سازنده و قوانین ملی انجام دهید.

## ۹ بیان نتایج

### ۱-۹ روش محاسبه

غلظت کربن منواکسید را در نمونه هوا با نشان‌دهی لوله آشکارساز و ارزیابی مطابق با بند ۸ بیان کنید. این غلظت را به صورت غلظت جرمی،  $Q(CO)$ ، برحسب میلی‌گرم بر متر مکعب بیان کنید.

یادآوری- تبدیل غلظت جرمی کربن منواکسید،  $Q(CO)$ ، برحسب میلی‌گرم بر متر مکعب به غلظت حجمی،  $\varphi(CO)$ ، برحسب قسمت در میلیون را با استفاده از معادله ۱ انجام دهید.

$$\square(CO) = \frac{28,0 \times P \times 293,2}{24,05 \times (\theta + 273,2) \times 101,3} \times \varphi(CO) = \frac{3,37 \times P}{\theta + 273,2} \times \varphi(CO) \quad (1)$$

که در آن:

$p$  فشار نمونه هوا، برحسب کیلو پاسکال (kPa)؛

$\theta$  دمای نمونه هوا، برحسب درجه سلسیوس (°C)؛

۲۸۱۰ جرم مولی کربن منواکسید برحسب گرم بر مول (g/mol)؛

۲۴۱۰۵ حجم مولی گاز ایده آل در دمای ۲۹۳٫۲ K و ۱۰۱٫۳ kPa، برحسب لیتر در مول (l/mol).

در دمای ۲۹۳٫۲ K و فشار ۱۰۱٫۳ kPa ضرایب تصحیح برای کربن منواکسید عبارتند از:

$$1 \text{ ppm} = 1,16 \text{ mg/m}^3$$

$$1 \text{ mg/m}^3 = 0,86 \text{ ppm}$$

## ۲-۹ دقت

خطاهای نسبی در اندازه‌گیری‌های لوله آشکارساز در انتهای پایین‌تر گستره اندازه‌گیری، بزرگتر از انتهای بالاتر گستره اندازه‌گیری می‌باشد. حداکثر خطای تصادفی مجاز برحسب دو برابر انحراف استاندارد نسبی (ضریب تغییرات) اندازه‌گیری‌های لوله آشکارساز بیان می‌شود که در این استاندارد حداکثر خطای تصادفی مجاز  $\pm 25\%$  در سطح غلظت جرمی کربن منواکسید  $60 \text{ mg/m}^3$  می‌باشد. خطای خوانش باید کمتر از ۴ ppm باشد در غیر این صورت بیشینه خطای تصادفی بزرگتر از  $25\%$  (بیان شده بر حسب دو برابر ضریب تغییرات) می‌باشد. برخی از منابع عمده تغییرات در اندازه‌گیری‌های لوله آشکارساز عبارتند از:

الف- تغییرپذیری قطر داخلی لوله‌های شیشه‌ای، برای مثال رواداری  $\pm 0,1 \text{ mm}$  یک تغییر  $\pm 4\%$  در لوله آشکارساز با قطر داخلی ۵ mm می‌باشد؛

ب- تغییرپذیری لایه پرکننده محتوی سامانه واکنش گر برای واکنش ایجاد کننده رنگ پارامتر بسیار مهمی می‌باشد. برای مثال، خلوص و یکنواختی توزیع سامانه واکنشگر، یکنواختی اندازه ذرات و چگالی توده‌ای جزء مورد عمل جامد و پیکربندی لایه پرکننده در لوله آشکارساز؛

پ- تغییرپذیری حجم هوا و سرعت جریان حجم هوا ناشی از مشخصه‌های جریان پمپ لوله آشکارساز.

## ۱۰ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید حداقل دارای اطلاعات زیر باشد:

- ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- شناسایی داده‌ها برای نمونه هوا؛
- موقعیتی که نمونه هوا گرفته شده است (محیط‌های شخصی یا عمومی)؛

- شناسایی تولید کننده لوله آشکارساز و پمپ لوله آشکارساز مورد استفاده، شماره سری تولید لوله آشکار- ساز و تاریخ انقضاء لوله آشکارساز؛
  - زمان آغاز و پایان دوره نمونه برداری؛
  - تعداد ضربه های پمپ لوله آشکارساز یا حجم نمونه هوا؛
  - دما، فشار و رطوبت نسبی نمونه هوا؛
  - تداخلات مشخص یا مشکوک موجود در نمونه هوا؛
  - غلظت جرمی کربن منواکسید بیان شده برحسب میلی گرم بر متر مکعب که با اندازه گیری به وسیله لوله آشکارساز تعیین شده است؛
  - نام شخص آزمون کننده.
- گزارش آزمون همچنین می تواند شامل غلظت جرمی کربن منواکسید برحسب میلی گرم بر متر مکعب باشد که به وسیله سایر روش ها به غیر از اندازه گیری ها با لوله آشکارساز به دست آمده باشد.

## پیوست الف

## (الزامی)

## واسنجی لوله‌های آشکارساز

لوله‌های آشکارساز مناسب برای تعیین غلظت کربن منواکسید موجود در هوای محل کار به صورت تجاری در دسترس بوده و مطابق با زیربند ۶-۱ به وسیله تولیدکننده لوله‌های آشکارساز و با استفاده از مخلوط‌های گاز واسنجی، کالیبره می‌شود. مخلوط‌های گاز واسنجی، مخلوط‌های کربن منواکسید و هوای تصفیه شده یا نیتروژن می‌باشد. ترکیب این مخلوط‌ها در محدوده مشخص شده باید معین باشد. با توجه به درخواست کاربر، تولید کننده لوله‌های آشکارساز باید داده‌های واسنجی را برای لوله‌های آشکارساز ارائه نماید. بنابراین واسنجی مجدد لوله‌های آشکارساز فقط در موارد غیر معمول مورد نیاز می‌باشد. واسنجی مجدد لوله‌های آشکارساز را می‌توان به وسیله کاربر این لوله‌ها انجام داد، مشروط بر آنکه کاربر این روش در زمینه آماده‌سازی مخلوط‌های گاز واسنجی آموزش دیده و با تجربه باشد. برخی از تذکرات در مورد انجام واسنجی لوله‌های آشکارساز که در زیربند ۶-۱ به آن اشاره شده در زیر ارائه گردیده است:

مخلوط‌های گاز واسنجی را با یکی از روش‌های ایستا یا دینامیک مذکور در پیوست ب یا به صورت ترجیحی با استفاده از سیلندرهای گاز تحت فشار استاندارد (برای مثال حاوی کربن منواکسید  $0.1\%$  حجمی / حجمی در نیتروژن) در یک سامانه اختلاط جریان گاز دینامیک آماده کنید. گاز صفر و چندین مخلوط گازی در سطوح غلظتی کربن منواکسید را با درستی  $\pm 5\%$  پوشش‌دهنده گستره کاری آماده کنید (برای مثال  $1.0 \text{ mg/m}^3$ ،  $2.0 \text{ mg/m}^3$ ،  $4.0 \text{ mg/m}^3$ ،  $6.0 \text{ mg/m}^3$ ،  $10.0 \text{ mg/m}^3$ ،  $20.0 \text{ mg/m}^3$ ).

**یادآوری-** توصیه می‌شود غلظت کربن منواکسید در مخلوط گازی ایجاد شده را با سایر روش‌ها (برای مثال با یک روش الکتروشیمیایی) بررسی کنید.

در هر سطوح غلظتی انتخاب شده حداقل ۵ نمونه را به شرح زیر در نظر بگیرید:

نشت‌های پمپ لوله آشکارساز (زیربند ۶-۲) را با قرار دادن یک لوله آشکارساز باز نشده (زیربند ۶-۱) در قسمت ورودی پمپ لوله آشکارساز آزمون کرده و سپس پمپ لوله آشکارساز را به کار اندازید. هیچگونه هوایی نباید در سامانه جریان یابد. ایجاد جریان هوا ممکن است به دلیل جابه‌جایی پمپ لوله آشکارساز محفظه هوا، نشت موجود در پمپ لوله آشکارساز باشد در این صورت پمپ لوله آشکارساز را تعمیر یا تعویض نمایید. همچنین انسداد جریان را با عملکرد پمپ لوله آشکارساز بدون لوله آشکارساز آزمون کنید. پمپ لوله آشکارساز باید به صورت آزادانه عمل نماید، در غیر این صورت پمپ لوله آشکارساز را تعمیر یا تعویض نمایید. هر دو طرف لوله آشکارساز را جدا کرده و لوله آشکارساز باز شده را در جهت از پیش تعیین شده و در صورت امکان به وسیله مورد استفاده برای ایجاد مخلوط گاز واسنجی با اتصال شیشه‌ای سر به سر (برای مثال اتصال پلی ونیل کلرید) متصل کنید. انتهای آزاد لوله آشکارساز در قسمت ورودی پمپ لوله آشکارساز



قرار می‌گیرد. یادآوری می‌شود لوله آشکارساز باید به صورت محکم به پمپ لوله آشکارساز متصل شده و نمونه‌برداری مطابق با بند ۷ انجام شود. بلافاصله پس از کامل شدن نمونه‌برداری، لوله آشکارساز را در کنار لوله آشکارساز استفاده نشده (زیربند ۶-۱) در برابر یک پس زمینه سفید و در نور کافی امانه در تابش مستقیم نور خورشید نگه داشته و مطابق با زیربند ۸-۲-۱ اقدام نمایید. برای لوله‌های آشکارساز با طول لکه، نمودار واسنجی را با رسم طول لکه مشاهده شده در لوله در برابر غلظت جرمی،  $\rho(\text{CO})$ ، برحسب میلی‌گرم بر متر مکعب یا غلظت حجمی،  $\varphi(\text{CO})$ ، برحسب قسمت در میلیون کربن منواکسید موجود در مخلوط گاز واسنجی رسم کنید. حجم مخلوط گاز عبوری از لوله آشکارساز و همچنین دوره نمونه‌برداری را ثبت کنید. معتبر بودن گستره مقادیر دمایی و گستره مقادیر رطوبت نسبی را برای نمودارهای واسنجی ارزیابی کنید. نمودارهای واسنجی را برای مقادیر بیشتری از دما و رطوبت نسبی ارزیابی کرده و مطابق با روش‌های مشخص اقدام نمایید.

**یادآوری** - نمودارهای واسنجی برای مخلوط‌های گازی دارای دمای بین  $18^{\circ}\text{C}$  و  $30^{\circ}\text{C}$  و رطوبت نسبی تقریبی  $50\%$  باید معتبر باشند.

تکرارپذیری درون آزمایشگاهی اندازه‌گیری‌های لوله آشکارساز را برای مثال در غلظت‌های جرمی  $10\text{ mg/m}^3$ ،  $20\text{ mg/m}^3$ ،  $40\text{ mg/m}^3$ ،  $60\text{ mg/m}^3$ ،  $100\text{ mg/m}^3$  و  $200\text{ mg/m}^3$  از کربن منواکسید و با استفاده از نتایج حداقل ۵ تعیین لوله آشکارساز در هر سطوح غلظتی انتخاب شده ارزیابی کنید. موادی را که به صورت بالقوه در هنگام استفاده از لوله آشکارساز (به زیر بند ۵-۱-۲ و ۵-۲-۲ مراجعه شود) تداخل ایجاد می‌نمایند را تعیین کنید. اثرات این تداخل‌کننده‌ها بر روی خوانش لوله آشکارساز را ارزیابی و ثبت کنید.

**یادآوری** - در مواردی که اثرات تداخل با اتصال لوله پیش تصفیه حاوی واکنشگر مناسب پوشش داده شده بر روی نگه‌دارنده جامد در مجموعه لوله آشکارساز حذف یا کاهش می‌یابد باید نمودارهای واسنجی برای لوله آشکارساز و لوله پیش تصفیه آماده شود.

## کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۵۱: سال ۱۳۹۴، تجزیه گاز - مندرجات گواهی نامه های مخلوط های گاز کالیبراسیون
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۵۹: سال ۱۳۸۸، کیفیت هوا - جنبه های عمومی - یکاهای اندازه گیری
- [۳] استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۲۷۲: سال ۱۳۹۲، آنالیز گاز - تهیه مخلوط های گاز کالیبراسیون - روش حجم سنجی استاتیک
- [۴] مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۳۶۳۲: سال ۱۳۹۲، آنالیز گاز - تهیه مخلوط های گاز کالیبراسیون با استفاده از روش های حجم سنجی دینامیک
- [5] ISO 6142, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Weighing methods.
- [6] ISO 6143, Gas analysis - Determination of composition of calibration gas mixtures - Comparison methods.
- [7] ISO 6146 Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Weighing methods.
- [8] ISO 6712, Gas analysis - Sampling and transfer equipment for gases supplying an analytical unit.
- [9] ISO 7395, Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures - Mass dynamic method.
- [10] ISO 8519, Work-place air - Determination of mass concentration of carbon monoxide – Electrochemical measurement.