



استاندارد ملی ایران

۱۰۸۴۷-۳۰

چاپ اول

۱۳۹۴



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO

10847-30

1st.Edition

2016

هوای داخل ساختمان -

قسمت ۳۰:

آزمون حسی هوای داخل ساختمان

Indoor air-
Part 30:
Sensory testing of indoor air

ICS: 13.040.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 موسسهٔ 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 منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرفکنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ 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 ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیتهٔ 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ 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 اندازهٔ شناسی 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 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندي 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 زیست محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاهای کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبهای 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
«هوای داخل ساختمان قسمت ۳۰: آزمون حسی هوای داخل ساختمان»**

سمت و / یا نمایندگی

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه
تهران

رئیس :

معین الدینی، مظاہر
(دکتری مهندسی محیط زیست)

دبیر :

اسلامی امیر آبادی، پروین
(کارشناس علوم و صنایع غذایی - کنترل کیفی و بهداشتی)

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

پاکیزه وند، رفت
(کارشناس ارشد شیمی)

طیار، فاطمه
(کارشناس شیمی)

قنبrian، مریم
(کارشناس شیمی)

مرادی کیا، سعید
(کارشناس ارشد محیط زیست)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
۵	پیشگفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها، یکاها و اختصارات
۲	۱-۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۲-۳ نمادها، یکاها و اختصارات
۵	۴ اهداف سنجش بو و شرایط مرزی
۷	۵ اصول
۷	۶ اصول اساسی ارزیابی هوای داخل ساختمان
۹	۷ روشهای سنجش بو
۱۸	۸ راهنمای سنجش و الزامات
۲۳	۹ انجام آزمایش
۲۵	۱۰ ارزیابی
۲۸	پیوست الف (الزامی) آموزش روش ارزیابی شدت با استفاده از مقیاس مقایسه ای
۳۳	پیوست ب (آگاهی دهنده)- شیوه آموزش بررسی کارکردهای بویایی
۳۶	پیوست ج (آگاهی دهنده) توصیف یک امکان نمونه گیری و معرفی دستگاهی برای نمونه گیری انتشار هوا در اتاق
۴۰	پیوست د (آگاهی دهنده) مثالی از تهیه یک مقیاس مقایسه ای

پیش‌گفتار

استاندارد "هوای داخل ساختمان- قسمت ۳۰: آزمون حسی هوای داخل ساختمان" که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد تهیه و تدوین شده است و در یکصد و دهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۷ 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 می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات ، استانداردهای ملی ایران در موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود ، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت . بنابراین ، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

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

ISO 16000-30:2014, Indoor air- part30: Sensory testing of indoor air

هوای داخل ساختمان - قسمت ۳۰: آزمون حسی هوای داخل ساختمان

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون حسی و سنجش بوهای داخل ساختمان به کمک گروه ارزیاب انسانی است. آزمون حسی در محل یا در آزمایشگاه انجام می‌شود که اگر در آزمایشگاه انجام شود، هوای محل در ظرف‌های نمونه بردار مخصوصی جمع‌آوری می‌شود.

این آزمون حس بویابی برای سنجش بو در ساختمان‌های اداری، سالن‌های مونتاژ، ساختمان‌های مسکونی و یا هر گونه فضای ساخته شده قابل سکونت، که تامین راحتی و سلامت ساکنان آن مهم است، مناسب می‌باشد. معیارهای درنظر گرفته شده برای سنجش بو در این استاندارد ملی، برای ارزیابی بو در فضاهای بسته کارخانه‌ها و فروشگاه‌ها و دیگر فضاهای سرپوشیده که بو به طور اجتنابناپذیری از فرایندهای تولید (آشپزخانه، نانوایی و غیره) منتشر می‌شود، قابل استفاده نیستند. اگر ارزیابی بوی چنین فضاهایی بدون در نظر گرفتن فرایندهای تولیدکننده بو انجام شود، این امکان باید در نظر گرفته شود که فرایندها بر بوی فضا، بواسطه جذب ترکیبات معطر تاثیر گذاشته و آن را تغییر می‌دهند.

آزمون‌های حسی بوی هوای داخل ساختمان می‌توانند دارای اهداف مختلفی باشند. این اهداف شامل یافتن علت یا علل انتشار بوهای نامطبوع یا ناخوشایند، سنجش منطقی بو و قابلیت استفاده از این روش در اتاق‌های تحت تاثیر عوامل انتشار بو و بازرسی از نتایج کارهای اصلاحی در جهت کاهش بو، می‌باشد. زمانی که به دنبال علت یا علل ایجاد بو هستیم، پیشنهاد می‌شود که مطابق با استاندارد 28-16000 ISO آزمون‌های آزمایشگاهی عوامل و ترکیبات معطر مشخص شوند. در تعیین منشاء انتشار بو با استفاده از آزمون حس بویابی، باید این در نظر داشت که ترکیبات معطر بر روی سطوح دیگری به غیر از منشاء اصلی شان تجمع یافته و مشکل وجود بو را تشدید می‌کنند.

یادآوری- برای اطمینان یافتن از اینکه ترکیب یا ترکیبات معطر مضری وجود ندارد باید یک ارزیابی خطر انجام گیرد.

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 مدرکی 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 شماره ۷۷۴۰، شرایط محیطی برای آماده‌سازی و یا انجام آزمون‌ها - ویژگی‌ها

- استاندارد ملی ایران شماره ۸۰۹۵، تجزیه و تحلیل حسی – روش‌شناسی – آشنایی و آموزش ارزیاب-
ها در آشکارسازی و تشخیص بوها ۲-۲
- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۸۴۷-۸، هوای داخل ساختمان – قسمت:۸، تعیین متوسط عمر موضعی
هوا در ساختمان‌ها جهت تعیین ویژگی شرایط سیستم تهویه ۳-۲
- 2-4 ISO 16000-28, Indoor air -- Part 28: Determination of odour emissions from building products using test chambers
- 2-5 EN 13725, Air quality. Determination of odour concentration bydynamic olfactometry

اصطلاحات، تعاریف، نمادها، یکاها، و اختصارات ۳

۱-۳

اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌روند.

۱-۱-۳

بو

Odour

بوی خوشایند یا ناخوشایند ناشی از ترکیبات شیمیایی منتشر شده در هوای داخل ساختمان است.
(منبع: ISO 16000-28:2012)

۲-۱-۳

پذیرش

Acceptability

ارزیابی از نفوذ بو به هوای داخل ساختمان که با دامنه لفظی تعریف شده برای ارزش‌های سنجش شده نسبت داده می‌شود و از «کاملاً قابل قبول» تا «کاملاً غیرقابل قبول» تعریف می‌شود.
(ISO 16000-28:2012)

۳-۱-۳

شدت درک شده

Perceived intensity

پارامتری برای ارزیابی شدت بو بر اساس مقیاس مقایسه‌ای است.
(ISO 16000-28:2012)

۴-۱-۳

درجه خوشایندی

Hedonic tone

تاثیر بو که می‌تواند به صورت مقیاسی از «بسیار خوشایند» تا «بسیار ناخوشایند» مشخص شود.
(ISO 16000-28:2012)

۵-۱-۳

انتخاب ارزیاب

Panel selection

رویکردی برای تعیین افراد واجد شرایط، به عنوان ارزیاب بو است.

(ISO 16000-28:2012)

۶-۱-۳

تغییر آستانه حسی

Sensory fatigue

نوعی سازگاری که در آن کاهش حساسیت نسبت به بو رخ می‌دهد.

(ISO 16000-28:2012 و استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۳۲)

۷-۱-۳

سازگاری حسی

Sensory adaptation

تغییر موقت حساسیت دستگاه حسی، ناشی از تحریک مداوم و / یا تکراری است.

یادآوری ۱- سازگاری حسی برگشت‌پذیر است.

(ISO 16000-28:2012)

۸-۱-۳

اختلال بویایی

Anosmia

حساس نبودن به حرکت‌های بویایی در اثر عیوب فیزیولوژیکی که برگشت‌پذیر نیستد.

(ISO 16000-28:2012)

۹-۱-۳

گروه ارزیاب حسی بو

Sensory odour panel

گروهی که شامل ارزیاب‌های آموزش دیده یا آموزش ندیده، که کار ارزیابی حسی بو یا بوهای انتشار یافته را انجام می‌دهند.

(ISO 16000-28:2012)

۱۰-۱-۳

سرپرست گروه ارزیاب

Panel leader

فردی که وظایف اولیه مدیریت فعالیت‌های ارزیابی، استخدام، آموزش و نظارت بر کار ارزیابان را بر عهده دارد.

(ISO 16000-28:2012)

۱۱-۱-۳

عضو گروه ارزیابی

Panel member

فردی که پذیرفته است کار ارزیابی بو را انجام دهد.

(ISO 16000-28: 12012)

۱۲-۱-۳

گروه ارزیابی آموزش ندیده

Untrained panel

گروه ارزیابی مشتمل بر افراد آموزش ندیده در رابطه با بوهای مرجع، که ارزیابی بوهای منتشر شده در محیط را انجام می‌دهند.

(ISO 16000-28:2012)

۱۳-۱-۳

گروه ارزیابی آموزش دیده

Trained panel

گروه ارزیابی که برای تعیین شدت بوی انتشار یافته آموزش دیده‌اند.

(ISO 16000-28:2012)

۱۴-۱-۳

کیفیت بو

Odour quality

توصیفی مقایسه‌ای از یک بو بدون کاربرد روش سنجش بو است.

مثال «بو وجود دارد» یا این بوی «سوختگی»، «گندیدگی» و غیره است.

۱۵-۱-۳

مقیاس مقایسه‌ای

Comparative scale

ماده مرجع یا مخلوط‌های گازی با افزایش غلظت ماده مرجع می‌باشد.

یادآوری ۱- مخلوطی که با یک مقیاس تعریف شده برای ارزیابی حس بویایی اختصاص داده شده است.

یادآوری ۲- مخلوطی که براساس ارزیابی حس بویایی توسط اعضای ارزیابی حسی بو مشخص شده تا ارزیابی مقایسه‌ای بوی هوا

نمونه را امکان‌پذیر سازد.

نام	نماد	واحد
شدت دریافت شده	Π	شدت بو با یکای pi
تعداد کل اعضای هیت ارزیابی حسی بو	N	-
تعداد افراد ناراضی	n_d	-
درصد افراد ناراضی	PD	%

۴ اهداف سنجش بو و شرایط مرزی

۱-۴ اصول کلی

قبل از انجام اندازه‌گیری هوای داخل ساختمان، باید اهداف اندازه‌گیری به روشنی تعریف شود. اهداف ممکن به شرح زیر است:

- دلایل روشن برای شکایت‌ها، به صورت اختیاری با توجه ویژه به مقادیر راهنمای برای هوای داخل ساختمان
- اندازه‌گیری شدت بوی ایجاد شده تحت شرایط خاص
- شناسایی منابع انتشار بو
- بازرسی از میزان موقیت آمیز نتایج بازسازی و اصلاح محیط در جهت کاهش بو.

با توجه به اهداف، قبل و همزمان با سنجش بو باید بعضی شرایط محیطی اندازه‌گیری و ثبت شوند. این شرایط محیطی با تهویه هوای داخل ساختمان ارتباط دارند که از جمله می‌توان به دما و رطوبت نسبی داخل ساختمان اشاره نمود

۲-۴ مشخص شدن دلایل شکایت‌های ساکنان ساختمان

در بسیاری از حالت‌ها، شروع تجزیه^۱ هوای داخل ساختمان (یا اتاق مورد نظر) بواسطه شکایت‌های ساکنان ساختمان آغاز می‌شود. این شکایت‌ها می‌توانند دارای طیف وسیعی، از احساس ناشناخته، بوهای نامطبوع مکرر، سردرد، تهوع، و یا التهاب بینی، گلو یا چشم باشد.

برای ارزیابی بو در ساختمان که به طور طبیعی تهويه می‌شود، ابتدا تهويه شدید به مدت ۱۵ دقیقه انجام می‌گیرد. پس از آن، درها و پنجره‌ها به مدت تقریباً هشت ساعت (بهترین زمان، شب می‌باشد) قبل از اندازه‌گیری بسته می‌شوند، بدون این‌که اقدامات درزگیری اضافی مانند استفاده از نوار درزگیری برای شکاف‌های درب و پنجره، انجام گیرد. پس از آن، اندازه‌گیری در اتاق بسته انجام می‌شود (ISO 16000-6). برای به دست آوردن اطلاعات درباره اثربخشی تهويه شدید به صورت ساعت به ساعت، ساختمان با در و پنجره‌های باز، به مدت پنج

دقیقه بعد از اندازه‌گیری، به شدت تهویه می‌شود. در و پنجره‌ها دوباره بسته شده و بعد از گذشت یک ساعت، اندازه‌گیری انجام می‌شود.

هنگامی که قرار است سنجش بو در ساختمانی انجام شود که با سیستم‌های مکانیکی یا تهویه مطبوع^۱ (VAC) تهویه می‌شود، باید سیستم تهویه بر اساس شرایط معمول نگهداری ساختمان و یا سایر دستورالعمل‌های معمول انجام شود. برای سنجش بو در چنین شرایطی، تهویه مورد نیاز باید حداقل به مدت سه ساعت قبل از نمونه گیری آغاز شود و باید عملکرد سیستم تهویه در آن مدت ثبت و یا اندازه‌گیری شود (ISO 16000-3). برای ساختمان‌هایی که دستورالعمل تهویه مشخص دارند (برای مثال، مدارس و مهدکودک‌هایی که پنجره‌ها بعد از مدت زمان مشخصی باز می‌شوند)، قبل از اندازه‌گیری، یک چرخه عملیاتی معمول و کامل انجام می‌شود. اگر ساکنان ساختمان در شرایط غیرمعمول شکایت دارند، برای روشن شدن دلایل آن، باید اندازه‌گیری در آن شرایط هم انجام شود و عملکرد سیستم تهویه ثبت و اندازه‌گیری شود (ISO 16000-6). فضاهای مورد بررسی ترجیحاً با توجه به شرایط معمول نگهداری ساختمان یا دستورالعمل‌های طراحی آن اداره شود. به ویژه در صورت شکایت‌ها، هرگونه انحراف از شرایط معمول یا دستورالعمل‌های ذکر شده، باید گزارش شود. برای بهدست آوردن نمونه واقعی از بوی داخل ساختمان، لازم است اندازه‌گیری تحت شرایط عادی و معمول نگهداری ساختمان (مانند دما، رطوبت و غیره) انجام شود.

۳-۴ اندازه‌گیری شدت بوی ایجاد شده در شرایط خاص

در بعضی از موارد، به دست آوردن اطلاعات در مورد شدت بو در شرایط خاصی مدنظر است. این شرایط خاص در مرحله اول، زمانی رخ می‌دهد که ساختمان تحت شرایط نامطلوب دمایی یا رطوبت نسبی و غیره بر آن حاکم باشد، مانند حالتی که ساختمان مدتی بدون سکنه باشد.

یادآوری - «آسایش دمایی» در ISO 7730 توضیح داده شده است. برای شرایط بد آب و هوایی، به استانداردهای بین‌المللی ISO 7933 و ISO 7243 مراجعه کنید.

مرحله دوم، زمانی است که بو از منابعی مانند استفاده از یک حلal به‌طور مقطعی منتشر می‌شود که این مورد نیز می‌تواند یک شرایط غیرمعمول به حساب آورد.

۴-۴ شناسایی منابع بو

شناسایی منبع بو در زمانی که شدت‌های بو غیرمعمول بوده، ضروری است. منابع بالقوه انتشار بو در ساختمان مانند مصالح ساختمانی بکار رفته، مبلمان، لوازم اداری و شوینده‌ها مورد استفاده در ساختمان، اغلب دارای انتشارات ویژه‌ای به هوای داخل ساختمان می‌باشند. بنابراین شناسایی خصوصیات و عوامل ایجاد کننده بو از مواد و مصالح بکار رفته در ساختمان اهمیت ویژه‌ای دارد.

۵-۴ بررسی موفقیت فعالیت‌های اصلاحی در جهت کاهش بو

اندازه‌گیری‌ها قبل و بعد از فعالیت‌های اصلاحی انجام می‌شوند. شرایط محیطی از ساختمان برای اندازه‌گیری باید انتخاب شود که بتوان مطمئن شد که نتایج اندازه‌گیری قبل و بعد از اقدامات اصلاحی قابل مقایسه با هم باشند. نکته ای که باید به آن توجه شود این است که چه جنس مصالح و موادی در فضای داخلی بکار رفته اند تا نتیجه مطلوب از میزان کاهش بو را در پی داشته باشد.

۵ اصول

هدف این استاندارد، اندازه‌گیری بو در ساختمان توسط گروه ارزیاب حسی بو است. آزمون‌های مختلف یا ترکیبی از آزمون‌ها شرح داده شده که تفاوت آنها در سوالات ارائه شده به گروه ارزیاب حسی بو است. پایه و اساس روش‌های آزمون بو، پذیرش و شدت درک شده است. تفاوت این روش‌ها در حقیقت در این است که پذیرش یا شدت درک شده اندازه‌گیری شود و یا هر دو ویژگی اندازه‌گیری شوند. بسته به اهداف اندازه‌گیری، تعیین درجه خواصی‌ندی به عنوان یک روش تکمیلی این اندازه‌گیری‌ها استفاده می‌شود.

۶ اصول اساسی ارزیابی هوای داخل ساختمان

۱-۶ انتخاب روش سنجش بو

بسته به هدف سنجش بوی هوای داخل ساختمان، روش سنجش از بین روش‌های معرفی شده در بند ۷؛ انتخاب می‌شود. روش سنجش بو باید براساس پذیرش یا شدت درک بو یا هر دو انجام می‌شود. در شرایط زیر پیشنهاد می‌شود سنجش بو براساس اصل پذیرش انجام شود:

- باید مشخص شود که میزان بو با دستورالعمل‌های و مقررات ساختمان همخوانی دارد.
- تاثیر بو بر آسایش (راحتی) ساکنان ساختمان تعیین شود.
- کیفیت هوای ساختمان بررسی شود.
- پیش‌بینی درصد ساکنان ناراضی احتمالی، نیاز باشد.
- سنجش بو برای صدور گواهی‌های لازم برای ساختمان نیاز باشد.
- رسیدگی به شکایت‌ها نیاز به سنجش بو داشته باشد.
- در شرایط زیر پیشنهاد می‌شود سنجش بو براساس اصل شدت درک بو انجام شود:
 - تعیین شود که بو از نظر دستورالعمل‌ها و مقررات ساختمانی منطقی و خواصی‌ند است.
 - شدت بو تعیین شود.
 - کیفیت هوای ساختمان بررسی شود.
 - سنجش بو برای صدور گواهی‌های لازم برای ساختمان نیاز باشد.

ترجیحاً ارزیابی شدت بو باید با روش سنجش شدت بو در یک مقیاس مقایسه‌ای (مقیاس شدت درک بو) انجام شود. براساس طبقه بندی روش سنجش بو، اگر سنجش بو بر اساس شدت درک بو انجام شود باید حس بو توسط گروه ارزیاب با یک بوی مرجع و یکسان، واسنجی (کالیبره) شود.

ارزیابی خواهایندی بو، در حقیقت میزان خواهایند یا ناخواهایند بودن بو را مشخص می‌کند. بهتر است این ارزیابی با ارزیابی شدت درک بو همراه باشد. (به بند ۲-۶ مراجعه کنید).

۲-۶ ترکیبی از روش‌های ارزیابی

با توجه به علم روان‌شناسی، استفاده ترکیبی از افراد آموزش دیده و آموزش ندیده برای گروه ارزیابی بو امکان‌پذیر نیست. اگر آزمون پذیرش بو انجام شده، می‌توان برای بهدست آوردن اطلاعات بیشتر؛ ارزیابی شدت درک بو را انجام داد که این کار را می‌توان توسط یک گروه متشكل از تعداد کمی از ارزیابان آموزش دیده برای تعیین پذیرش یا ارزیابی شدت بو انجام داد. باید بیان شود که سنجش پذیرش و شدت درک بو باید بطور مستقل از یکدیگر انجام شوند.

اگر از ارزیابان بو آموزش ندیده استفاده شود باید روش سنجش پذیرش بو بکار رفته با یک روش سنجش شدت درک بو (با توجه به طبقه بندی روش‌ها)، به صورت ترکیبی استفاده شود. در این حالت، باید در نظر داشت که نتیجه ارزیابی شدت درک بو بسته به نوع و موضوع آن، دارای عدم قطعیت بالایی نسبت به ارزیابی‌های مختلف دارد.

سنجش شدت درک بو توسط ارزیابان آموزش دیده را در صورتی می‌توان با سنجش خواهایندی کامل نمود که میزان درک بو موجه و منطقی باشد. البته ترکیب سایر روش‌ها و آزمون‌ها هم امکان‌پذیر می‌باشد.

استفاده از آزمون‌های مختلف با یک ترتیب مشخص انجام می‌شود به عنوان مثال، تا زمانی که سنجش پذیرش بو توسط همه ارزیابان انجام نشده، سنجش شدت درک بو شروع نمی‌شود.

یادآوری - هوای داخل ساختمان با ورود مکرر هوا به آن تغییر می‌کند. در صورت امکان می‌توان از هوای داخل ساختمان نمونه برداری کرده و در آزمایشگاه سنجش بو انجام شود.

۳-۶ رویکردهای آزمون بو بر اساس محل سنجش بو

آزمون بو بر اساس محل سنجش بو به دو صورت زیر انجام می‌شود:

- آزمون مستقیم بو در محل،

- نمونه‌برداری از هوا و سنجش بو در آزمایشگاه

بررسی بوی اتاق به صورت یک ارزیابی منحصر به فرد توسط یک ارزیاب انجام می‌شود که سنجش بو را بلاfacله بعد از رسیدن به محل اندازه‌گیری با استشمام هوای داخل ساختمان انجام می‌دهد.

نمونه‌برداری از هوای داخل ساختمان با یک وسیله مناسب از مکان‌های مورد نظر انجام می‌شود. نمونه‌ها در کانتیر مخصوص انتقال نمونه، قرار داده شده و به آزمایشگاه سنجش بو منتقل می‌شوند تا بعداً بوی آن‌ها توسط ارزیاب تعیین شود. به منظور مشخص نمودن میزان سازگاری با بو، باید بعد از مدتی مناسب (مثلاً بعد از پنج دقیقه تا

ده دقیقه)، تعیین بو در اتاق مورد بررسی تکرار می‌شود تا بتوان اثر سازگاری با بو را که تحت عنوان اثر «ماسک»، شناخته می‌شود، تعیین نمود.

۴-۶ نحوه انتخاب رویکرد آزمون بو بر اساس محل سنجش بو

آزمون مستقیم بو در محل، از نظر فنی، پیچیدگی کمتری از نمونه‌برداری دارد. اگر در حین ارزیابی مشکلاتی بروز کند، آزمون به سادگی تکرار می‌شود. آزمون بو در محل به معنی ارزیابی در بافت و محیط هوای ساختمان است.

در مورد نمونه‌برداری می‌توان بیان نمود که در زمان انتقال به آزمایشگاه و نگهداری نمونه احتمال تغییر در خصوصیات نمونه وجود دارد بخصوص در شرایطی که در زمان انتقال به علت قرار گرفتن در معرض نور مستقیم خورشید، نمونه‌ها با دمای بالایی مواجه شوند. آماده سازی نامناسب ظروف نمونه‌برداری و کانتینر حمل آنها و یا نگهداری نمونه‌ها به مدت طولانی در آزمایشگاه، از منابع ایجاد تغییر در خصوصیات نمونه بحساب می‌آیند [6] در صورتی؛ نمونه‌برداری از هوا و آزمون آزمایشگاهی ارجحیت دارد که:

- در ارزیابی‌های در محل، خطر تاثیر شرایط محیطی مخرب (مانند صدا، نور خیره‌کننده و غیره) وجود داشته باشد.
- بوی هوا تحت تاثیر حضور گروه ارزیاب قرار گیرد (مانند کوچک بودن اتاق).
- تشخیص چشمی منابع ممکن بو مدنظر نباشد.
- در محل، هیچ فضایی برای احیای حس بویایی ارزیابان در اختیار نباشد.
- دستیابی ارزیاب به محل مورد نظر سنجش از نظر لجستیکی امکانپذیر نباشد، و
- استفاده از مقیاس مقایسه‌ای بر بوی هوای ساختمان مورد سنجش تاثیر داشته باشد (به عنوان مثال شک وجود دارد که جریان هوا از محل استقرار مقیاس مقایسه‌ای می‌تواند هوای محل سنجش را تحت تاثیر قرار دهد).

به عنوان آزمون مقدماتی، برای جهت‌دار کردن آزمون، گروه ارزیابی کوچکی برای سنجش وضعیت بو در محل انتخاب می‌شوند. برای اتاق‌های بسیار کوچک، باید تعداد اعضای ارزیاب محدود شود، زیرا این احتمال وجود دارد. گروه ارزیاب، بوی هوای داخل ساختمان را تحت تاثیر قرار دهنده. حداقل تعداد اعضاء برای گروه ارزیابی چهار نفر می‌باشد. در بعضی موارد نیاز به بررسی‌های آماری نتایج وجود دارد که این موضوع می‌تواند در تعیین تعداد اعضاء گروه ارزیابی در نظر گرفته شود.

۷ روش‌های سنجش بو

روش‌های قابل اجرا برای سنجش بو، به وسیله هدف و دامنه بررسی بو تعیین می‌شوند. بسته به موضوع در حال بررسی، روش‌های آزمون حسی مختلفی برای تعیین بوهای داخل ساختمان به کار برده می‌شود.

روش‌های سنجش ارائه شده در این استاندارد به چهار دسته زیر طبقه بندی می‌شوند:

- الف) سنجش پذیرش بو توسط ارزیاب آموزش ندیده
- ب) سنجش شدت بو با یک مقیاس مقایسه ای^۱ توسط ارزیاب آموزش دیده
- ج) سنجش شدت بو با یک مقیاس طبقه‌ای^۲ توسط ارزیاب آموزش دیده یا آموزش ندیده
- د) سنجش درجه خوشایندی توسط ارزیاب آموزش دیده یا آموزش ندیده

۱-۷ سنجش پذیرش بو

سنجش پذیرش بو توسط یک گروه ارزیاب آموزش ندیده با حداقل ۱۵ نفر عضو، انجام می‌شود. پذیرش، پارامتری برای ارزشیابی درصد ساکنان ناراضی قابل انتظار^۳ (PD) است و بنابراین، می‌توان آن را برای تعیین کیفیت هوای داخل ساختمان بکار برد. درصد ساکنان ناراضی قابل انتظار با استفاده از جواب بله-خیر، به سوال زیر تعیین می‌شود:

«تصور کنید که شما در زندگی روزمره یا معمول تان در معرض این بو قرار دارید، آیا این بو برای شما قابل قبول و پذیرش است؟»

مقدار PD با استفاده از فرمول (۱) محاسبه می‌شود:

$$PD = \frac{n_d}{n} \times 100\% \quad (1)$$

که در آن:

n_d تعداد افراد ارزیاب ناراضی (تعداد افرادی که جواب «خیر» داده‌اند)؛
 n تعداد کل ارزیابان.

علاوه بر تعیین مستقیم مقدار PD، امکان نمایش متفاوتی از میزان ناراضایتی نیز وجود دارد. پذیرش را می‌توان به صورت یک مقیاس پیوسته از «کاملاً قابل قبول» تا «کاملاً غیرقابل قبول» در نظر گرفت (شکل ۱ را ببینید). در این حالت سوال زیر از ارزیابان پرسیده می‌شود:

«تصور کنید که شما در زندگی روزمره یا معمول تان در معرض این بو قرار دارید، شما چگونه این بو را در مقیاس زیر می‌سنجید؟»

یادآوری ۱ - در ارزیابی هوای داخلی، در نظر گرفتن کاربری مشخص ساختمان مورد نظر، در طراحی سوال های ذکر شده مفید می باشد.

گروه ارزیاب، پذیرش بو را در محدوده حداقل و حداکثر، ۱- (کاملاً غیرقابل قبول) تا ۱+ (کاملاً قابل قبول) ارزیابی می‌کنند (شکل ۱ را ببینید). امتیاز پذیرش با گذاشتن یک مقیاس بر روی خط با فاصله ۰/۰۵ و خواندن مقدار بعدی نشانه ارزیابی تعیین می‌شود.

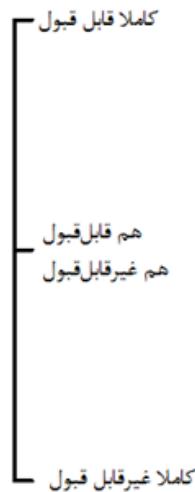
1- Comparative scale

2- Category scale

3- Percentage dissatisfied (PD)

مقدار PD با تقسیم تعداد ارزیابی های دارای نمره منفی(کمتر از صفر) به تعداد کل ارزیابی ها و به درصد، محاسبه می شود.

یادآوری ۲- با توجه به [16] ، یک رابطه تجربی بین پذیرش و مقدار PD وجود دارد. چنانچه این ارتباط برای ارزیابی مقدار PD در نظر گرفته شود، قابلیت استفاده از ارزیابی های فردی برای تعیین پذیرش، باید مشخص شود.



شکل ۱- مقیاس پذیرش

روش سنجش پذیرش بو به صورت زیر انجام می شود:

(الف) اولین ارزیاب، هوای مورد نظر را استشمام می کند. بسته به انتخاب روش، نمونه هوا در مقیاس پذیرش که در شکل ۱ نشان داده شده، سنجیده شده و قابل قبول یا غیرقابل قبول بودن آن ارزیابی می شود.

(ب) اگر ارزیاب از تصمیم خود مطمئن نیست، استشمام نمونه هوا، تکرار شده و تصحیح ارزیابی اولیه امکان پذیر می باشد.

(ج) بعد از تکمیل ارزیابی، نتایج ثبت می شود. در حالت مطلوب، این کار به صورت الکترونیکی، قبل از خروج ارزیاب از اتاق مخصوص در آزمایشگاه یا ساختمان مورد ارزیابی انجام می شود.

(د) نباید مدت زمان کل ارزیابی بیشتر از نود ثانیه باشد. اگر ارزیاب قادر به تکمیل ارزیابی در نود ثانیه نیست، باید ارزیابی بعد از یک استراحت پنج دقیقه ای در اتاقی که از نظر بو خنثی بوده، تکرار شود.

(ه) دومین ارزیاب نمونه هوا را استشمام می کند و این مراحل برای وی و سایر ارزیابان تکرار خواهد شد.

میانگین و حدود اطمینان از میانگین (در سطح نود درصد) براساس جمع بندی نتایج سنجش پذیرش بو ارزیابان تعیین می شود. این روش فقط زمانی کاربرد دارد که نتایج سنجش در مقیاس عددی پیوسته ای ارائه شود. درستی میانگین پذیرش بو زمانی قابل قبول است که یک دوم عرض حدود اطمینان از میانگین (در سطح نود

درصد) از ۰/۲ تجاوز نکند (به بند ۱۰ مراجعه کنید). برای دستیابی به چنین دققی^۱ می توان از گروه ارزیابی با تعداد افراد بیشتری استفاده نمود (حداقل ۱۵ نفر، مطابق با استاندارد ۲۸-۱۶۰۰۰ ISO، ۲۵ نفر و بیشتر هم توصیه شده است). برای رسیدن به چنین دققی می توان از یک گروه ارزیابی دیگر در مدت دو روز استفاده نمود در صورتی این کار را می توان انجام داد که شرایط مرزی سنجش بو مانند شرایط دمایی، رطوبت و غیره، به میزان قابل ملاحظه‌ای تغییر نکند و همچنین منبع انتشار دوره ای بو (مانند استفاده از شوینده‌ها) وجود نداشته باشد. در غیر اینصورت نتایج بدست آمده از سنجش بو، قابل تعمیم به شرایط معمول هوای داخل ساختمان نبوده و باید قابلیت پذیرش بو دوباره مورد سنجش واقع شود.

۲-۷ سنجش شدت درک بو

دو روش برای سنجش شدت درک بو پیشنهاد شده است که عبارتند از:

- استفاده از مقیاس مقایسه ای و انجام ارزیابی توسط گروه ارزیاب کوچک با ارزیابان آموزش دیده (حداقل ۸ نفر، ۱۲ تا ۱۵ نفر توصیه می شود، مطابق بند ۱-۲-۷).
- استفاده از مقیاس طبقه‌ای و انجام ارزیابی توسط گروه ارزیاب آموزش ندیده ۱۵ نفره (۲۰ تا ۲۵ نفر توصیه می شود) یا یک گروه ارزیاب آموزش دیده با حداقل ۸ عضو (۱۲ تا ۱۵ نفر توصیه می شود، مطابق بند ۲-۷).

۱-۲-۷ سنجش شدت درک بو با استفاده از مقیاس مقایسه ای

شدت درک بو از مقایسه حسی، میان نمونه و غلظت‌های مختلف ماده مرجع کالیبره شده (مانند استون) تعیین می شود. استفاده از مقیاس مقایسه ای، امکان استاندارد کردن سنجش شدت درک بو را بوجود آورده و با استفاده از یکسان‌سازی معیارهای سنجش، میزان تغییرپذیری در مقادیر اندازه گیری شده توسط ارزیابان را کاهش می دهد. یکای سنجش شدت درک بو «پای» ^۲(Π)، است. استون به عنوان ماده مرجع در مقیاس مقایسه ای انتخاب شده است. برای پوشش دادن به گستره شدت درک بو در نمونه هوای داخل ساختمان، باید گستره‌ای از غلظت‌های مختلف ماده مرجع نیز تهیه شود که این گستره باید حداقل در ۵ سطح ساخته شود. شش سطح مختلف از ماده مرجع توصیه شده که دارای سطوح ثابتی بین صفر تا ۱۵ پای می باشند. باید توجه شود که مقادیر غلظت در دوره سنجش ثابت نگه داشته شوند. میزان اختلاف در اندازه گیری در گستره صفر تا pi_{10} به میزان حداقل $\text{pi}_{0.5} \pm 0.5$ قابل قبول بوده و برای مقادیر بیشتر از pi_{11} ، حداقل اختلاف قبل قبول در اندازه گیری $\text{pi}_{\pm 1}$ است.

مقیاس با استفاده از درجات زیر تعریف می شود:

- صفر pi با غلظت 20 mg/m^3 استون برابر است.

1- Accuracy
2- Pi

یادآوری ۱ در غلظت mg/m^3 ۲۰ استون، تعداد کمی از افراد قادر به درک بوی استون هستند.

- **۱۵ pi** به غلظت mg/m^3 ۳۲۰ استون مربوط است (در صورت لزوم، مقیاس به طرف بالا گسترش می‌باید).

- برای ۱ تا n pi، با استفاده از یک درجه‌بندی خطی غلظت استون، می‌توان غلظت‌ها را به دست آورد، برای مثال، افزایش mg/m^3 ۲۰ در غلظت به افزایش ۱ pi مربوط می‌شود.

$$\text{یادآوری ۲} \quad \text{استون } m^3 = x \cdot 20 mg/m^3 + \text{استون } m^3$$

یادآوری ۳ همه غلظت‌ها ذکر شده مربوط به دمای $23^\circ C$ و فشار اتمسفری می‌باشند.

اگر ماده مرجع دیگری به جای استون انتخاب شود، غلظت ماده مرجع پیشنهادی در صفر pi به عنوان آستانه شدت درک بوی آن ماده در نظر گرفته می‌شود. برای سایر درجات شدت درک بوی ماده مرجع پیشنهادی، باید با مقادیر استون کالیبره شود. برای غلظت‌ها و درجات شدت درک بوی بیشتر از آستانه تا ۱۵ pi و بالاتر ماده مرجع پیشنهادی، مقیاس مقایسه‌ای به نحوی مشخص شود که دقیقاً با شدت درک بوی مربوط به مقادیر pi استون مطابقت داشته باشند. در حقیقت نمی‌توان فرض نمود که رابطه خطی بین افزایش غلظت ماده مرجع پیشنهادی و میزان تحریک در شدت درک بوی مانند استون وجود دارد [10].

۱-۲-۷ رویکرد سنجش شدت درک بو

ارزیاب بو، در اتاق بوی خنثی آزمایشگاه یا فضای بوی خنثی در ساختمانی که قرار است کیفیت هوای داخلی آن بررسی شود، حداقل به مدت ۱۰ دقیقه قبل از شروع ارزیابی می‌ماند. این مدت می‌تواند توسط سرپرست گروه ارزیابی برای توضیح اهداف آزمون حسی استفاده شود.

مرحله اول: آماده‌سازی

اولین ارزیاب، هریک از غلظت‌های مقیاس مقایسه‌ای را به ترتیب صعودی غلظت، استشمام می‌کند. پس از آن، ارزیاب، هوای خنثی را استشمام می‌کند و اتاق آزمون را ترک می‌کند. سپس دومین و بقیه ارزیابان، این کار را انجام می‌دهند. اگر هوای خنثی وجود نداشته باشد، ارزیاب به اتاق بوی خنثی برمی‌گردد و هوای خنثی را تنفس می‌کند. اگر ارزیاب متوجه سازگاری حسی شود، امکان بوییدن هوای خنثی در هر لحظه برای وی وجود دارد.

مرحله دوم: کالیبره کردن (واسنجی)

برای کالیبره کردن شدت درک بو توسط ارزیابان از دو غلظت استون در مقیاس مقایسه‌ای استفاده می‌شود. سرپرست گروه ارزیابی ارتباط بین غلظت استون و مقادیر pi را می‌داند، اما برای ارزیابان مجھول می‌باشد.

(الف) اولین ارزیاب، اولین نمونه مجھول استون را استشمام می‌کند. بعد از این استشمام، ارزیاب سعی می‌کند تا مقدار pi را از مقیاس مقایسه‌ای با شدت بوی مجھول مطابقت دهد. سپس، غلظت مرجع مربوطه یا کمتر از آن

استشمام می‌شود. اگر نیاز به بوییدن غلظت‌های دیگر باشد، همیشه برای کاهش سازگاری حسی، ابتدا غلظت‌های کمتر استشمام می‌شود.

ب) اگر مقادیر pi انتخاب شده به نمونه مربوط نباشد، به ارزیاب اجازه داده می‌شود تا انتخابش را تغییر دهد. برای این منظور مرحله الف را تکرار می‌نماید.

ج) اگر مقدار pi استشمام شده مطابقت با مقدار قابل انتظار باشد، مقدار pi سنجش شده قبل از بازگشت ارزیاب به اتاق بوی خنثی ثبت می‌شود. توصیه می‌شود ثبت داده‌ها و اطلاعات بصورت الکترونیکی انجام شود.

د) مدت زمان سنجش برای هر ارزیاب باید بیشتر از نود ثانیه باشد. اگر یک ارزیاب قادر به اتمام اندازه‌گیری در مدت زمان نود ثانیه نباشد، می‌تواند بعد از یک استراحت پنج دقیقه‌ای، مجدداً ارزیابی را انجام دهد.

ه) با توجه به بند های الف تا د، ارزیاب دوم و سایر ارزیابان، نمونه مجھول استون اولیه را استشمام می‌کنند و نتیجه سنجش شدت درک بوی نمونه مجھول را گزارش می‌نمایند.

و) زمانی که همه ارزیابان، ارزیابی اولین نمونه مجھول استون را انجام دادند، آنها بازخورد نتایج سنجش خود را دریافت می‌کنند. اگر ارزیابی بیشتر از $2 \pm pi$ از مقدار حقیقی انحراف داشته باشد، می‌تواند آزمون را با روش توضیح داده شده در قسمت (الف) تکرار کند. در صورتی که در محدوده زمانی مجاز، هیچ موفقیتی در شناسایی غلظت در محدوده $2 \pm pi$ به دست نیامد، ارزیاب از آزمون حسی بو حذف خواهد شد.

ز) روش توضیح داده شده در بالا برای دومین غلظت استون تکرار می‌شود.

مرحله سوم: سنجش حسی بو

مرحله سوم مشابه مرحله دوم است. تفاوت در این است که ارزیاب نمونه‌های مجھول را ارزیابی نموده و ولی در پایان هیچ بازخوردی^۱ از ارزیابی خود دریافت نمی‌کند.

میانگین حسابی و حدود اطمینان از میانگین (در سطح نود درصد) ارزیابی براساس نتایج ارزیابان حاصل می‌شود. درستی میانگین شدت درک بو زمانی قابل قبول است که یک دوم عرض حدود اطمینان از میانگین (در سطح نود درصد) از $2 \pm pi$ تجاوز نکند (به بند ۱۰ مراجعه کنید). برای رسیدن به چنین درستی می‌توان از یک گروه ارزیابی دیگر در مدت دو روز استفاده نمود در صورتی این کار را می‌توان انجام داد که شرایط مرزی سنجش بو مانند شرایط دمایی، رطوبت و غیره، به میزان قابل ملاحظه‌ای تغییر نکند و همچنین منبع انتشار دوره ای بو (مانند استفاده از شوینده‌ها) وجود نداشته باشد. در غیر اینصورت نتایج بدست آمده از سنجش بو قابل تعمیم به کیفیت هوای داخل ساختمان نبوده و باید شدت درک بو دوباره مورد سنجش واقع شود.

برای ارزیابی هوای داخل ساختمان، باید مقیاس مقایسه‌ای در یک محل (اتاق آزمون) بدون بو و دارای تهویه مناسب، ترجیحاً نزدیک به فضایی که قرار است سنجش شدت درک بو در آن انجام شود، استقرار یابد. مقیاس مقایسه‌ای باید زیر هود قرار داده شود. در غیر این صورت، باید گروه ارزیابی، هوای محل استقرار مقیاس مقایسه‌ای را پس از ورود آزمایش کنند. اندازه‌گیری‌های غلظت استون در مدت آزمون حسی بو در این اتاق انجام

می شود. اگر غلظت استون بیشتر از 40 mg/m^3 است، باید یک روش متفاوت مانند نمونه برداری و انتقال به آزمایشگاه انجام شود (به بند ۲-۷-۲ مراجعه کنید).

۲-۱-۲-۷ آموزش ارزیاب و کالیبره کردن

به گروه ارزیاب در رابطه با مقیاس مقایسه ای شدت درک بو به عنوان تابعی از غلظت ماده مرجع، آموزش داده می شود. ارزیابان با انواع بوهای مواد مجھول مورد نظر آشنا می شوند. لازم است که ارزیابان قادر به اندازه گیری صحیح با نتایج تکرار پذیر^۱ که دارای انحراف استاندارد کمی بوده، باشند.

آموزش در پنج روز انجام می شود. برنامه آموزشی در پیوست (الف) ارائه شده است.

کالیبره کردن (واسنجی): بعد از آموزش، ارزیابان حداقل شدت بوی دو نمونه مجھول مختلف استون را اندازه گیری می کنند. نتایج آزمون به ارزیابان اطلاع داده می شود، به طوری که آنها می توانند عملکرد خودشان را در اندازه گیری بررسی نمایند که چقدر اندازه گیری شان بالاتر یا پایین تر از مقدار واقعی بوده است. ارزیابان باید معیارهای انتخاب مورد نیاز برای سنجش شدت درک بو استون را بطور کامل محقق سازند. بنابراین، عملکرد و انحراف فردی هر ارزیاب بررسی می شود. مشابه روش ذکر شده، سنجش برای نمونه های مجھول استون و نمونه های بو مواد ناشناخته نیز انجام می شود.

۲-۲-۷ سنجش شدت درک بو با استفاده از مقیاس طبقه ای

سنجش شدت با مقیاس طبقه ای برای ارزیابی مواد ذکر شده در ISO 16000-28 انجام نمی شود. مقیاس طبقه ای دارای هفت سطح از بدون بو (صفرا) تا بینهایت شدید (شش) است (جدول ۱). گروه ارزیابی احساس شان از بو را با اصطلاح یا لفظ هر سطح از مقیاس ذکر شده در جدول ۱ مقایسه می کنند. زمانی که شدت درک شده از بو دقیقا بالاتر از آستانه بو باشد سطح یک یا «بسیار ضعیف» انتخاب می شود. این بدان معنی است که باید ارزیاب از درک بو مطمئن باشد، در غیر اینصورت بو کاملاً غیرقابل تشخیص یا تعریف نشده به حساب می آید. مقیاس طبقه ای مورد استفاده در این استاندارد، یک مقیاس ترتیبی بوده که سطوح یا طبقات براساس ترتیب ویژه زیر قرار می گیرند که عبارتند از:

بینهایت شدید بسیار شدید شدید متمایز^۲ ضعیف بسیار ضعیف بدون بو

جدول ۱- مقیاس طبقه‌ای شدت بو

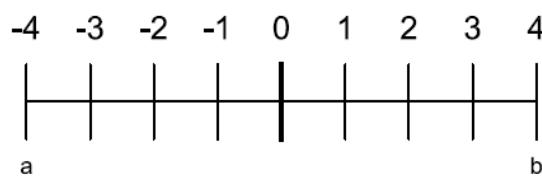
طبقه شدت	بو
۶	بی‌نهایت شدید
۵	بسیار شدید
۴	شدید
۳	متمايز
۲	ضعیف
۱	بسیار ضعیف
۰	بدون بو

در طول آشنایی گروه ارزیابی با این رویکرد گفته شود که شدت بو ارزیابی شده بیشتر از طبقه «بی‌نهایت شدید» در سطح شش ارزیابی می‌شود و ارزیاب تنها مجاز به استفاده از اعداد مربوط به طبقات جدول ۱ به عنوان پاسخ است. سپس مقدار میانگین گروه ارزیابی، انحراف استاندارد و حدود اطمینان از میانگین (در سطح نود درصد) محاسبه می‌شود. درستی میانگین شدت درک بو زمانی قابل قبول است که یک دوم عرض حدود اطمینان از میانگین (در سطح نود درصد) از ۱ تجاوز نکند (به بند ۱۰ مراجعه کنید). برای رسیدن به چنین درستی می‌توان از یک گروه ارزیابی دیگر در مدت دو روز استفاده نمود در صورتی این کار را می‌توان انجام داد که شرایط مرزی سنجش بو مانند شرایط دمایی، رطوبت و غیره، به میزان قابل ملاحظه‌ای تغییر نکند و همچنین منبع انتشار دوره ای بو (مانند استفاده از شوینده‌ها) وجود نداشته باشد. در غیر اینصورت نتایج بدست آمده از سنجش بو قابل تعمیم به کیفیت هوای داخل ساختمان نبوده و باید شدت درک بو دوباره مورد سنجش واقع شود.

۳-۷ تعیین درجه خوشایندی بو

تأثیر بو می‌تواند به صورت مقیاسی از «بسیار خوشایند» تا «بسیار ناخوشایند»، توصیف گردد. این برداشت در مواجه با بو بستگی به ماده یا مخلوطی از مواد معطر، غلظت آنها (شدت بوی درک شده) و تجربیات گذشته گروه ارزیاب در رابطه با بوها دارد.

بو هوای داخل ساختمان از نظر درجه خوشایندی با یک گستره سنجش ۹ سطحی از «بسیار خوشایند» (+۴) تا «بسیار ناخوشایند» (-۴) ارزیابی می‌شود (شکل ۲).



راهنما
a بسیار ناخوشایند
b بسیار خوشایند

شکل ۲- مقیاس تعیین درجه خوشایندی

میانگین حسابی گروه ارزیابی، انحراف استاندارد و حدود اطمینان از میانگین (در سطح نود درصد) پاسخ ها محاسبه می شود. درستی سنجش درجه خوشايندی زمانی قانع کننده است که یک دوم عرض حدود اطمینان از میانگین (در سطح نود درصد) از ۱ تجاوز نکند (به بند ۱۰ مراجعه شود).

برای رسیدن به انحراف استاندارد موردنظر، باید گروه ارزیاب آموزش ندیده بزرگی (حداقل ۱۵ نفره، ۲۰ نفره یا بیشتر هم توصیه می شود) استفاده شود. اگر این آزمون به همراه سنجش شدت درک بو انجام می گیرد، یک گروه ارزیاب آموزش دیده کوچکتر به کار گرفته می شود (مشابه گروه ارزیابی شدت درک شده بو، بند ۷-۲) تا علاوه بر شدت بو، درجه خوشايندی آن نیز ارزیابی شود.

برای رسیدن به چنین درستی، می توان از یک گروه ارزیابی دیگر در مدت دو روز استفاده نمود در صورتی این کار را می توان انجام داد که شرایط مرزی سنجش بو مانند شرایط دمایی، رطوبت و غیره، به میزان قابل ملاحظه ای تغییر نکند و همچنین منبع انتشار دوره ای بو (مانند استفاده از شوینده ها) وجود نداشته باشد. در غیر اینصورت نتایج بدست آمده از سنجش بو قابل تعمیم به کیفیت هوای داخل ساختمان نبوده و باید شدت درک بو دوباره مورد سنجش واقع شود.

انجام مرحله به مرحله ارزیابی درجه خوشايندی در زیر ارائه شده است:

الف) اولین ارزیاب نمونه هوا را استشمام کرده و درجه خوشايندی را با توجه به شکل ۲ می سنجد.

ب) اگر ارزیاب از نتیجه مطمئن نباشد، امکان بوییدن مجدد هوای نمونه و تصحیح ارزیابی اولیه وجود دارد.

ج) بعد از تکمیل ارزیابی، نتیجه ثبت می شود. در حالت بهینه، این کار به صورت الکترونیکی، قبل از بازگشت ارزیاب به اتاق بوی خنثی انجام می شود.

د) نباید مدت زمان کل ارزیابی بیشتر از نود ثانیه باشد. اگر ارزیاب قادر به تکمیل ارزیابی در نود ثانیه نیست، باید ارزیابی بعد از یک استراحت پنج دقیقه ای در یک اتاق که از نظر بو خنثی بوده، تکرار شود. در ارزیابی هوای داخل ساختمان، مدت زمان ارزیابی طولانی تر می شود.

ه) دومین ارزیاب نمونه هوا را استشمام می کند و این مراحل برای وی و سایر ارزیابان تکرار خواهد شد.

۴-۷ کیفیت بو

به طور کلی، برای توصیف بوها از طبقه بندی توصیفی (کلامی) استفاده می شود. کلمات و واژه ها برای بیان حس، بهویژه برای حواس چشایی و بویایی به کار برده می شوند.

توصیف ها در قلمرو ادراک حسی بکار می روند که می توان به توصیف هایی مانند حس خارش، گرمای سوزش و سردی اشاره نمود. واژه های وصف کننده مختلفی برای تشخیص بوهای مختلف وجود دارد، برای مثال می توان به توصیف بوهای اولیه براساس تطابق با [۱۴] مانند بوی شبیه اتر، کافور، مشک، گل، نعناع، تنید و متعفن اشاره نمود. همچنین می توان به جای استفاده از کلمات معمول برای مشخص نمودن کیفیت بو، از توصیف های ذکر

شده براساس توصیف های شیمیایی در استاندارد ملی ایران به شماره ۸۰۹۵ و ISO 5496 استفاده نمود [۱۵].

این استانداردها شامل دستورالعمل های نحوه آموزش بو براساس توصیف شیمیایی به گروه در یک چرخ تشخیص بو^۱، برای بوها از توصیف هایی مانند گیاهی، میوه ای، شبیه بوی گل، پزشکی، شیمیایی و ماهی استفاده شده است [۲۰]. به عنوان مثال، چرخ های تشخیص بو در تعیین کیفیت آب آشامیدنی، استفاده می شود که بوی خاص آن به مواد شیمیایی نسبت داده می شود [۲۲].

به طور کلی، کلماتی خاصی برای نسبت دادن به بوی هوای داخل ساختمان وجود دارد عبارتند از: shally، کپک زده، مانند دیوار مرطوب، حلال مانند و غیره می باشند. توصیف کیفیت بو می تواند به یافتن منبع انتشار بو نیز کمک نماید.

۸ راهنمای سنجش و الزامات

۱-۸ انتخاب اعضای گروه ارزیابی

افرادی به عنوان عضو گروه ارزیابی تعیین می شوند که سرپرست گروه ارزیابی موارد زیر را در مورد آنها مشاهده و تایید نماید:

- عضو گروه ارزیابی باید انگیزه و صداقت لازم را برای انجام کار داشته باشد؛
- عضو گروه ارزیابی باید برای انجام کامل دوره اندازه گیری در دسترس باشد؛
- دو ساعت قبل و در طول اندازه گیری بو، اعضای گروه ارزیابی مجاز به کشیدن سیگار نیستند، هر گونه آلودگی بویی مانند آلودگی بو مربوط به لباس و مو اعضای گروه ارزیابی نباید وجود داشته باشند؛
- سی دقیقه قبل و در طول اندازه گیری، اعضای گروه ارزیابی مجاز به خوردن، آشامیدن (به جز آب)، یا جویدن آدامس یا خوردن شیرینی نیستند؛
- اعضای گروه ارزیابی باید در رابطه با هرگونه عامل مداخله کننده و تاثیرگذار بر درک بویایی خودشان یا سایر اعضاء گروه ارزیابی توجه بسیاری داشته باشند. از جمله موارد تاثیرگذار که باید ارزیابان به آنها توجه نمایند رعایت بهداشت فردی، استفاده نکردن از عطر، اسپری، لوسیون بدن یا لوازم آرایشی می باشد؛
- اعضای گروه ارزیابی که مبتلا به سرماخوردگی یا دارای هر نوع بیماری دیگری که حس بویایی آنها را تحت تاثیر قرار دهد (مانند آرژی، سینوزیت) باید از انجام سنجش بو حذف شوند؛
- تا زمانی که همه اندازه گیری ها تکمیل نشده باشد، باید اعضای گروه ارزیابی در مورد نتایج سنجش خود با یکدیگر گفتگو کنند؛
- اهداف آزمون برای انتخاب روش های مناسب و مطمئن می باشد. اعضای گروه ارزیابی بر اساس معیارهای زیر انتخاب می شوند:
 - سن: اعضای ارزیابی باید حداقل ۱۸ ساله باشند؛

- سلامتی: کسانی که از بیماری‌ها یا آلرژی‌هایی که بر حس بویایی تاثیر دارند (مانند سینوزیت، نابویایی) رنج می‌برند، مناسب نیستند. در ضمن معاینه گوش، بینی و گلو توسط پزشک توصیه می‌شود. اعضای گروه ارزیابی باید قبل از شرکت در آزمون، مطابق پیوست (ب)، دارای تائیدیه حس بویایی باشند. همچنین به اعضای گروه ارزیابی شدت با استفاده از روش مرجع، استفاده از مقیاس مقایسه‌ای آموزش داده می‌شود. برنامه آموزشی در پیوست (الف) توضیح داده شده است. قبل از آزمون، باید احساس بوی اعضای ارزیابی از شدت، با استفاده از روش طبقه‌ای با ماده مرجع بوتانول کالیبره می‌شود. در صورتی که شدت، بیانگر تنها پارامتر ارزیابی باشد این کار الزامی است.

۲-۸ انتخاب نقاط اندازه‌گیری

بسته به هدف، باید شرایط محیطی مختلف را قبل و در طول اندازه‌گیری ثابت نگه داشته و یا ثبت شوند. اصولاً شرایط محیطی به تهويه، دمای و رطوبت نسبی هوای داخل ساختمان بستگی دارد. به طور کلی، آزمون باید در مرکز اتاق یا فضای مورد نظر انجام شود. آزمون‌ها در یک موقعیت ثابت انجام می‌شوند. نمونه‌برداری در ارتفاع ۱/۵۰ متری انجام می‌شود. اگر اندازه‌گیری مستقیم بو در محدوده کاری یا میزکار پرسنل در اتاق انجام می‌شود ارتفاع نقطه اندازه‌گیری براساس یک فرد نشسته (۱/۱۰ متر) تعیین می‌شود. برای سنجش در اتاق و فضاهای بزرگ‌تر، سنجش بو در چندین نقطه از آن فضا انجام می‌شود (دفاتر اداری بزرگ، مراکز فروش و غیره). در این مورد، باید قبل از شروع کار نوع سنجش بو (پذیرش، خوشایندی و یا شدت) و فضاهای مورد انتظار برای سنجش، برای اجتناب از اندازه‌گیری‌های اضافی، مشخص شوند. برای سنجش بو در چندین اتاق از یک ساختمان باید از رویکرد مشابه ای برای اجتناب از اندازه‌گیری‌های اضافه استفاده شود. آزمون‌ها فقط باید در اتاق‌هایی انجام شوند که انتظار می‌رود نتایج متفاوتی از سنجش بو در آنها بدست آید. برای اطمینان در شناسایی منبع انتشار بو، بهتر است علاوه بر انجام سنجش بو در وسط اتاق، سنجش بو در نزدیکی منبع احتمالی انجام شود.

قبل از انجام سنجش بو، نقاط سنجش باید بطور دقیق تعریف و نشانه‌گذاری شوند. سرپرست گروه ارزیابی باید مطمئن شود که ارزیابان موقعیت دقیق نقاط سنجش بو را می‌دانند.

۳-۸ موقعیت سنجش بو

۱-۳-۸ استفاده از اتاق

میزان استفاده از اتاق، می‌تواند میزان شدت بو و کیفیت هوایی که قابل قبول در نظر گرفته می‌شود را تعیین کند. اتاق‌ها و فضاهایی که در بیشتر اوقات از آنها استفاده می‌شود، مانند اتاق خواب و نشیمن، دفاتر اداری و کلاس‌های درس، نسبت به اتاق‌هایی که کم و یا برای مدت کوتاهی استفاده می‌شوند، نیاز به سطوح بالاتری از کیفیت هوا دارند.

۲-۳-۸ سن اتاق

هنگام آزمون و سنجش بو، نیاز است سن ساختمان، مبلمان، تاسیسات، شرایط ساختمان و زمان آخرین تغییرات صورت گرفته در ساختمان و اتاق‌ها بررسی شود. در مدت تقریباً چهار تا شش هفته بعد از ساخت‌وساز یا نوسازی کل ساختمان یا قسمتی از آن، بوهایی حس شوند که مربوط به انتشار بو از مصالح و لوازم بکار رفته در ساختمان بطور کوتاه مدت می‌باشد. در نظر گرفتن نرخ کاهش انتشار بو از مصالح و سایر اجزا بکار رفته در نوسازی و ساخت و ساز، در سنجش بو دارای اهمیت می‌باشد. زمان مورد نیاز برای حذف انتشار بو به مواد و ترکیب بکار رفته آنها در ساختمان بستگی دارد. بوی مواد و مصالح بکار رفته در ساختمان باید به سرعت و بعد از نصب در ساختمان از بین برود.

آزمون حسی بو داخل ساختمان باید حداقل شش هفته بعد از ساخت‌وساز، بازسازی، یا تغییر در مبلمان و لوازم انجام شود. البته در مورد تعیین نرخ کاهش ترکیبات معطر این محدودیت در نظر گرفته نمی‌شود.

۳-۳-۸ دما و رطوبت نسبی

انتشار مواد معطر از اجزاء ساختمان یا سایر منابع انتشار داخل ساختمان و همچنین میزان درک بو، تحت تاثیر دما و رطوبت نسبی هوای اتاق قرار دارد. تاثیرات دما و رطوبت نسبی بر سنجش بوها در آزمون‌ها نشان داده شده است. مقدار قابل پذیرش بو با افزایش آنتالپی هوا کاهش می‌یابد خواه این افزایش آنتالپی در اثر افزایش دما یا رطوبت نسبی باشد. شدت بو که با استفاده از مقیاس طبقه‌ای تعیین شود، نیز با افزایش آنتالپی هوا در مقایسه با هوای خشک و سرد کاهش می‌یابد. در حالتی که سنجش شدت درک بو با مقیاس مقایسه‌ای انجام می‌گیرد، شدت بو با افزایش رطوبت نسبی کاهش می‌یابد. برخلاف سنجش شدت بو در مقیاس طبقه‌ای، هیچ رابطه مستقیمی بین شدت بو و آنتالپی ویژه در روش مقیاس مقایسه‌ای وجود ندارد. در ضمن اطلاعات زیادی در رابطه با تاثیر رطوبت نسبی و دما بر سنجش درجه خوشایندی در دسترس نمی‌باشد.

آزمون باید در شرایط معمولی که اتاق یا فضای مورد نظر استفاده می‌شود، انجام شود. دما و رطوبت نسبی هوای اتاق اندازه‌گیری و ثبت می‌شوند.

ماکسیمم دمای آزمایشگاه باید 25°C باشد. تغییرات دما در طول فرآیند سنجش باید کمتر از 3°C باشد. رطوبت نسبی اتاق آزمون باید $(50\pm 5)\%$ باشد (مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۷۷۴۰).

۴-۳-۸ شرایط هوای خارج از ساختمان

اختلاف بین سرعت باد، دما و فشار هوای داخل و خارج ساختمان، تاثیر قطعی بر تبادل هوای داخل با هوای خارج از ساختمان داشته و بنابراین انتظار می‌رود که بر روی نتایج سنجش بو تاثیر داشته باشند. پارامترهای آب و هوایی باعث ایجاد اختلاف فشار در ساختمان شده که این امر باعث انتشار دوره‌ای بوها می‌شود. باید به شرایط محیطی پارامترهای آب و هوایی توجه شود. درصورتی که تاثیر قابل توجهی ناشی از شرایط خارجی بواسطه نشت و یا شرایط آب و هوایی غیرمعمول مورد انتظار باشد، باید تبادل هوای داخل با خارج در زمان انجام آزمون بررسی شود.

۵-۳-۸ انتشار بو موردانتظار یا شناخته شده

در صورتی که نشر مواد معطر، عمده باشد (مانند عطر زدن اتاق) یا در صورتی که بو ناشی از فعالیت های خاص (مانند نظافت) باشد باید مراحل ویژه ای انجام شود. در این موارد، لازم است بین شدت بوی معمول مربوط به فعالیت ها و شدت های بالای بوی غیر معمول تفاوت قائل شود.

۴-۸ زمان انجام آزمون

ارزیابان باید به موقع از تاریخ انجام آزمون مطلع شوند. برنامه انجام آزمون قبل از زمان آزمون مشخص شده و این برنامه به ارزیابان اطلاع رسانی می شود.

۵-۸ اتاق بازیابی بوی خنثی برای گروه ارزیاب

قبل از آزمون حس بویایی، اعضای ارزیابی در محیطی با کیفیت هوای خوب و بدون بوی قابل حسی می مانند. اطمینان از احساس آرامش ارزیابان اهمیت دارد.

یک اتاق مناسب، بدون بوی قابل حسی، قبل از آزمون آماده می شود. در صورتی که هیچ اتاقی در دسترس نباشد، لازم است اطمینان حاصل شود که اتاق بازیابی دارای بویی متفاوت از آن چیزی است که قرار است در محل اندازه گیری ارزیابی شود. در این حالت، در زمان کوتاهی قبل از ارزیابی بو، ارزیابان حس بویایی خود را با استشمام هوای بیرون از ساختمان، بی اثر می کنند این کار را می توان تا زمانی انجام داد که اتاق بازیابی بو تحت تاثیر بوهای شدید قرار نگرفته باشد. اتاق بازیابی باید بدون بو، به اندازه کافی بزرگ و دارای چیدمان خوبی باشد. از آلودگی هوای اتاق با رنگ آمیزی، استقرار پوشش های کف و دیوار، مبلمان و نمونه ها اجتناب شود. هدف آماده سازی اتاق بازیابی، سنجش پذیرش بو (جدول ۲) و سنجش شدت درک بو (جدول ۳) برای آن انجام شود. باید اتاق بازیابی به خوبی دارای تهویه باشد. نرخ تبادل هوا برای آن ۲۰ لیتر بر ثانیه (l/s) به ازای هر فرد توصیه می شود.

یادآوری - اتاق بازیابی توسط شرایط محلی محدود می شود. ممکن است نرخ تبادل هوای توصیه شده امکان پذیر نباشد. در این حالت، باید این ضمانت وجود داشته باشد که همواره ارزیاب نمونه هوای خنثی را استشمام می کند. برای اجتناب از تاثیر بر ارزیابی بو، بوی زمینه ناشی از تجهیزات ارزیابی بو، ظرف نگهداری نمونه و اتاق بازیابی، کم باشد. در صورتی که بوی زمینه الزامات تعریف شده در جداول ۲ و ۳ را نداشته باشد، ارزیابی بو انجام نمی شود. هم چنین باید هوای محل استراحت ارزیابان به وسیله آزمون های حسی سنجش شود. نتایج ارزیابی بو محل استراحت نیز ثبت می شود.

جدول ۲- پذیرش بوی زمینه تجهیزات

پذیرش	بو
$\geq 0,5$	بوی زمینه شامل تجهیزات استشمام و ظرف نگهداری نمونه
$\geq 0,3$	بوی زمینه اتاق بازیابی

جدول ۳- شدت بو زمینه دریافت شده تجهیزات

شدت در ک بو بر حسب pi	بو
≤ 3	بوی زمینه شامل تجهیزات استشمام و ظرف نگهداری نمونه
≤ 4	بوی زمینه اتاق بازیابی

۶-۸ نمونهبرداری

درصورتی که آزمون بوبایی در محل انجام نمی‌شود و هوا در ظروف نمونهبرداری جمع‌آوری می‌شود و برای انجام آزمون به آزمایشگاه منتقل می‌شود، موارد زیر دارای اهمیت است:

- بو از ظروف نشت نداشته باشد؛

- هیچ هوای غیرمعمولی در ظرفها نباشد؛

- هیچ ناخالصی از وسایل جمع‌کننده هوا به داخل ظرف‌ها نگهداری نمونه وارد نشود؛ و

- مدت زمان نگهداری نمونه‌ها از جمع‌آوری تا انجام آزمون بیشتر از حد مجاز نباشد.

درصورتی که آزمون بر روی نمونه هوایی برداشته شده از محل، در آزمایشگاه انجام می‌شود، باید از مرحله آماده-سازی نمونه‌ها تا انجام آزمون در آزمایشگاه، برنامه‌ریزی شود. باید نمونهبرداری و انجام آزمون، به صورت هماهنگ انجام شوند، به‌طوری که مدت زمان انتقال و نگهداری بیشتر از بیست و چهار ساعت نباشد. به این معنی که آنالیز شیمیایی در طول نمونهبرداری و مستقیماً قبل از آزمون بو در آزمایشگاه انجام می‌شود. تضمین این که هیچ تغییری در هوای نمونهبرداری شده در طول نگهداری اتفاق نمی‌افتد امکان پذیر است.

۷-۸ آماده‌سازی اسناد ثبت نتایج آزمون

اسناد آزمون، قبل از آزمون حسی آماده می‌شود. درست در زمان قبل از شروع آزمایش، شرایط اتاق به ویژه شرایطی که بر روی بو بسیار موثرند، اندازه‌گیری شده و توسط سرپرست گروه ارزیابی ثبت می‌شود. که شامل:

- تهویه (فرکانس، مدت، زمان آخرین تهویه)؛

- گنجایش اتاق (تعداد افراد، همچنین حیوانات خانگی در صورت استفاده)؛

- نوع استفاده از اتاق؛

- اسباب و لوازم (مبلمان)؛

- وضعیت بکارگیری سیستم تهویه مطبوع، در صورت وجود؛

- گرمایش؛
- اندازه‌گیری دما و رطوبت؛
- شرایط آب و هوایی؛ و
- غیره

تاریخ و زمان شروع و پایان آزمون ثبت می‌شود. نمونه با برچسب‌هایی مانند محل نمونه برداری در ساختمان، موقعیت در ساختمان (شماره اتاق)، محل واقعی انجام آزمون و نمونه‌برداری مشخص می‌شود. برای انجام آزمون در آزمایشگاه، شرایط در طول انجام آزمون مانند شرایط در طول نمونه‌برداری ثبت می‌شود.

۹ انجام آزمایش

۱-۹ آماده‌سازی

اتاق آزمون، مطابق با استفاده از ISO 16000-1 [۶] و ISO 16000-5 [۷] آماده می‌شود، به ویژه زمانی که قرار باشد همراه با انجام آزمون حسی، آنالیز شیمیایی هوای داخل ساختمان نیز انجام شود. سرپرست گروه ارزیابی، شرایط آزمون را مستقیماً قبل از انجام آزمون ثبت می‌کند (به بند ۸-۷ مراجعه کنید). سرپرست گروه ارزیابی دما و رطوبت نسبی هوای داخل ساختمان و دمای هوای خارج ساختمان اندازه‌گیری می‌کند.

۲-۹ آزمون بو در محل

ارزیابان به طور جداگانه وارد اتاق می‌شوند و ارزیابی بو بلا فاصله بعد از رسیدن به محل اندازه‌گیری، قبل از ایجاد سازگاری نسبت به بو، انجام می‌شود. پس از آن، نتایج مستقیماً به صورت پرسشنامه و در صورت امکان به شکل الکترونیکی ثبت می‌شود، یا به سرپرست گروه ارزیابی انتقال می‌یابد به طوری که دیگر ارزیابان از نتایج کار وی مطلع نشوند. سپس ارزیاب محل اندازه‌گیری را ترک می‌کند. بعد از یک فاصله زمانی کوتاه، ارزیاب بعدی وارد می‌شود. زمانی که آخرین ارزیاب اتاق را ترک می‌کند انجام آزمون در محل اندازه‌گیری تکمیل می‌شود. این روش بطور کامل در بند ۷ توضیح داده شده است.

در هنگام استفاده از روش‌های آزمون مختلف، باید آن‌ها را در چرخه‌های جداگانه انجام داد. برای روشن شدن امکان سازگاری حسی، ارزیاب بعد از ماندن در یک مکان مخصوص برای بازیابی بویایی به مدتی کافی (پنج دقیقه)، کار سنجش را تکرار کند.

برای جلوگیری از تاثیر ارزیابان بر همدیگر، آن‌ها مجاز به ارتباط کلامی و غیرکلامی با هم در طول انجام آزمون نیستند.

در صورتی که ارزیابی در مورد اندازه‌گیری اش مطمئن نیست، امکان برگشت وی به محل اندازه‌گیری و تکرار آزمون بعد از ماندن در یک دوره زمانی کافی در محل بازیابی حس بویایی وجود دارد.

۳-۹ نمونهبرداری و ارزیابی در آزمایشگاه

سرپرست گروه ارزیابی، نمونه‌ها را در ظرف‌های نمونه‌برداری بدون بو جمع می‌کند، به‌طوری که در پیوست (ج) توضیح داده شده است. مقدار هوای نمونه به گونه‌ای محاسبه می‌شود که هوای کافی در دسترس گروه ارزیابی قرار گیرد. شرایطِ نقاط اندازه‌گیری و روش نمونه‌برداری، توسط سرپرست گروه ارزیابی ثبت می‌شود (به بند ۷-۸ مراجعه شود). وسیله جمع‌آوری، باید از جنس مناسب همراه با یک مسیری ورودی هوا که بر بوی نمونه تاثیر قابل‌ملاحظه‌ای نگذارد (بدون مکنده و پمپ هوا در مسیر جریان هوا) ساخته شده باشد. در صورتی که این وسیله در جریان هوا مستقر شود، باید بدون بو بوده و تاثیری بر سنجش بو نگذارد. عدم وجود هوای دارای بو در ظروف نمونه‌برداری (باید آن‌ها باید تخلیه و چندین بار پر شوند) و این‌که ظرف‌ها خودشان بدون بو هستند (در صورت نیاز حرارت داده و شسته شوند)، دارای اهمیت فراوانی است. هوای داخل ظرف نگهداری نمونه‌ها بعد از اتمام نمونه‌برداری، با ایجاد خلاء خارج شده و در نهایت ظرف نگهداری نمونه‌ها آب‌بندی شده و برچسب زده می‌شوند. برچسب‌های ظرف‌های نگهداری نمونه‌ها نیز باید ثبت شوند.

به منظور به حداقل رساندن زمان برای انتقال و نگهداری نمونه‌ها، باید انجام نمونه‌برداری و ارزیابی بو طوری تنظیم شود که از بیست و چهار ساعت تجاوز نکند. مدت زمان نگهداری باید ثبت شود. با استفاده از آنالیز شیمیایی هوای اتاق در طول نمونه‌برداری و آنالیز شیمیایی هوای درون ظرف نمونه‌برداری با فاصله زمانی کوتاه قبل از ارزیابی بو در آزمایشگاه، اطمینان حاصل می‌شود که هیچ تغییری در نمونه هوا در طول نگهداری ایجاد نشده است.

به‌دلیل این‌که آنالیز شیمیایی، همه بوهای مربوط به مواد را در برنمی‌گیرد، باید یک مقایسه حسی از هوای اتاق و هوای ظرف نمونه‌برداری انجام شود.

در آزمایشگاه، ارزیابی هوای نمونه‌برداری شده توسط یک گروه ارزیابی انجام می‌شود. آزمون در یک اتاق آزمون بدون بو انجام می‌شود. ارزیابان یکی یکی وارد اتاق می‌شوند تا ارزیابی را انجام دهند. دما و رطوبت نسبی اتاق آزمون، به گونه‌ای تنظیم می‌شود که مطابق شرایط معمول و مناسب می‌باشد (مثلاً 23°C و رطوبت نسبی 50%). در صورت نیاز می‌توان شرایط را مانند زمان نمونه‌برداری تنظیم کرد.

هوا به ارزیابان در یک جریان ثابت و محاسبه شده، ارائه می‌شود به‌طوری که ارزیابی تحت تاثیر هوای ثانویه قرار نمی‌گیرد. بهتر است که هوا به گروه ارزیاب از طریق قیف ارائه شود. زاویه روزنگه باید امکان یک جریان ثابت را فراهم آورد (ماکسیمم 120°). «دبی» (شدت جریان)، باید به اندازه کافی بالا باشد تا از رقیق‌سازی نمونه هوا با هوای اتاق قبل از رسیدن به بینی جلوگیری کند. به دلیل این‌که مقدار محدودی از نمونه هوایی در دسترس است، از شدت‌های جریان بسیار بالا، اجتناب می‌شود.

برای خروجی بخش بویایی با قطر کوچک (تقریباً 5 cm تا 4 cm)، باید بیشترین مقدار نرخ جریان حجمی $1/\text{s}^{35}$ (مطابق با استاندارد EN 13725) و برای خروجی بیشتر مانند قیف (قطر 8 cm ، طول تقریباً 31 cm ، ماکسیمم زاویه 120°) نرخ‌های جریان بالاتر در نظر گرفته می‌شود. نرخ جریان حجمی

باید حداقل $8 / 60$ و برای همه ارزیابان مشابه باشد. به دلیل این که مقدار محدودی نمونه هوا در دسترس است از شدت جریان بسیار بالا اجتناب شود.

نتایج به دست آمده بلا فاصله ثبت می‌شوند. برای جلوگیری از تاثیر ارزیابان بر هم‌دیگر، آن‌ها مجاز به ارتباط کلامی و غیرکلامی با هم در طول انجام آزمون نیستند. در فاصله بین دو ارزیابی، ارزیابان در یک اتاق بدون بو، دارای تهویه مناسب و مطبوع استراحت می‌کنند.

۱۰ ارزیابی

۱-۱۰ دقیقت ارزیابی های حسی

دقیقت ارزیابی های بدست آمده از آزمون های بوبیایی بر اساس فواصل اطمینان قابل بیان می‌باشد. در اینجا، اینگونه فرض می‌شود که معیار نظارت به صورت نرمال توزیع شده است.

در فرمول شماره ۲ دو فاصله اطمینان برای ارزش واقعی μ عبارت از فاصله تصادفی بین ارزش متوسط \bar{x} با قطعیت آماری $(1 - \alpha)$ و شامل ارزش دقیق μ :

فرمول ۲ :

$$P(\mu \in \left[\bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_{(1-\alpha/2);n-1} \right]) = (1 - \alpha) \quad (2)$$

که در آن :

$t_{(1-\alpha/2);n-1}$ عبارت است از درصد توزیع $a/2$ ؛
 n تعداد گروه ارزیابی؛
 α احتمال خطأ.

فرمول ۳ برای تعیین حدود فاصله واقعی بر اساس ارزیابی گروه ارزیاب می‌باشد.

فرمول ۳:

$$\left[\bar{x} - \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_{(1-\alpha/2);n-1}; \bar{x} + \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_{(1-\alpha/2);n-1} \right] \quad (3)$$

فاصله اطمینان قابل حصول برای آزمون های بوبیایی بر اساس اندازه گروه ارزیابی، استاندارد تخمینی انحراف، ارزیابی اعضای گروه ارزیاب و میزان احتمال خطای α تعیین خواهد شد.

می‌توان با افزایش اندازه گروه ارزیابی، فواصل اطمینان را کمتر نمود.

اگر نصف میزان فاصله اطمینان تخمینی، لازم باشد به فرمول (۴) مراجعه کنید.

فرمول ۴

$$d = \frac{s}{\sqrt{n}} \cdot t_{(1-\alpha/2); n-1} \quad (4)$$

بر این اساس، تعداد نمونه ها مثل اندازه گروه ارزیابی مورد نیاز را مجدداً و توسط فرمول شماره ۵ می توان اندازه گیری کرد.

فرمول ۵

$$\lceil n_{i+1} \rceil \geq \left(\frac{s}{d} \cdot t_{(1-\alpha/2); n_i-1} \right)^2 \text{ with } i = 0, \text{ and } n_0 = \infty \quad (5)$$

تکرار؛ وقتی تمام می شود که یا تعداد نمونه ها برای دو تکرار متوالی تغییر ننماید و یا پیش فرض تعداد تکرار، حاصل شده باشد.

اگر سطح اطمینان بدست آمده خیلی کم باشد، ارزیابی با یک گروه بزرگتر تکرار خواهد شد. اگر اعضای جدید گروه ارزیابی بتوانند تحت همان شرایط و حداکثر دو روز بعد آزمون های اصلی ارزیابی شان را انجام دهند، تکرار ارزیابی توسط نفرات قبلی ضروری نمی باشد و می توان نتایج را با یکدیگر جمع بست.

۲-۱۰ بیان نتایج

تا زمانی که سطوح استانداردی برای پذیرش شدت یا درجه خوشایندی وجود ندارد، ارزیابی کلی گروه بر اساس میانگین ارزیابی محیطی همه اعضاء صورت خواهد گرفت.

برای وقتی که ارزیابی مستقیم بو مد نظر باشد ارزیابی های فردی برای پذیرش، شدت، درجه خوشایندی و یا کیفیت بو، ارزیابی شرایط توسط سرپرست گروه ارزیاب مبنای کار خواهد بود.

فاکتورهایی که با پرسش از اعضای گروه ارزیابی ایجاد شده است (بوی ثابت یا متناوب، دوره شدت و غیره) پارامترهای فیزیکی مرزی آزمون، همانند استفاده در اتاق باید مورد توجه قرار گیرد. تجزیه و تحلیل نتایج بستگی به هدف آزمون و اتاق مورد استفاده دارد.

حجم بالایی از هوای با کیفیت برای اتاق هایی که دوره ای طولانی استفاده می شوند مورد نیاز می باشد.

۱۱- مستند سازی

گزارش آزمون باید شامل آگاهی های زیر باشد:

- توصیف اتاق، هدف، محل، ابعاد مورد آزمون (ISO16000-5)

- زمان، تاریخ آزمون و در صورت لزوم زمان و تاریخ نمونه گیری

- توصیف روش انجام آزمون
- توصیف روش مورد استفاده
- ویژگی های آزمایشگاه، اگر آزمون در محل انجام نشده باشد
- اطلاعات سرپرست گروه ارزیاب (اسم، سازمان، آدرس، صلاحیت ها)
- تعداد اعضای گروه ارزیابی
- شرایط محیطی (دماهی اتاق- رطوبت نسبی- سیستم تهویه، شرایط هوا بیرونی) در زمان آزمون و در صورت لزوم نمونه گیری
- نشانه های فاکتور های اضافی موثر ممکن در ارزیابی ها
- نتیجه ارزیابی های بیوایی حسی (ارزیابی های فردی)
- آمارهای کمی مربوط به نتایج (مثل: میانگین، انحراف معیار استاندارد، سطوح اطمینان عدم قطعیت های اندازه گیری)
- ارزیابی نتیجه بر اساس ضروریات آزمون
- جزئیات اتاق بازیابی برای اعضای گروه ارزیابی (دماهی اتاق، رطوبت اتاق، شیوه تهویه، نوع دستگاه تهویه، ارزیابی حسی)
- جزئیات اندازه های مقایسه ای (دماهی اتاق، رطوبت هوا، شیوه تهویه، نوع دستگاه تهویه، ارزیابی حسی، غلظت استون در اتاق) : زمانی که ارزیابی بو با شدت قابل درک مورد نظر باشد،
- مدت زمان نگهداری نمونه ها: زمانی که نمونه گیری و ارزیابی بو در آزمایشگاه انجام شده باشد،
- جزئیات / تعداد تکرار اندازه گیری ها در مورد ارزیابی بو

پیوست الف

(الزامی)

آموزش روش ارزیابی شدت با استفاده از مقیاس مقایسه ای

الف-۱ کلیات

ارزیابی شدت ادراک شده با استفاده از مقیاس مقایسه ای بر اساس ۷-۲-۱ نیازمند آموزش اعضای گروه می باشد.

هدف از آموزش، آشنا کردن اعضای گروه با روش ارزیابی و مفاد مراجع می باشد.

یک کالیبراسیون قبل از هر آزمون باید انجام شود (به بند ۷-۲-۱ مراجعه شود) و به عنوان مبنای ناظارت آموزش گروه مورد استفاده قرار می گیرد.

یک دوره آموزشی مختصر (شامل روزهای ۴ و ۵ در جدول الف-۱) حداقل یکبار در سال و زمانی که اعضای گروه بیش از ۳ ماه، هیچ آزمونی انجام نداده اند باید انجام شود.

یک نسخه اضافی ۵ روزه آموزش کامل اجرا خواهد شد زمانی که :

- اعضای جدید به گروه معرفی می شوند، و

- کالیبره کردن قبل از آزمون، نشان دهنده اختلاف های فاحش بوده و انحراف گروه از استاندارد خیلی بزرگ باشد.

برنامه آموزشی، شامل تعدادی آزمون در پنج روز می باشد. در این ۵ روز، اعضای گروه ارزیابی با روش انجام کار آشنا خواهند. ارزیابی موقتی آموزش بر اساس میانگین نمونه های تهیه شده توسط اعضای گروه ارزیابی در دو روز آخر خواهد بود. فقط آن اعضای گروه ارزیابی که آزمایش را قبول شده باشند آموزش دیده تلقی خواهند شد و در آزمون های بویایی درک شدت بو می توانند شرکت کنند.

پیش شرط آموزش در بررسی های بویایی در پیوست ب آمده است.

بررسی اجمالی برنامه آموزشی در جدول ۱ آمده است. آزمون های بویایی حداکثر دو ساعت تا سه ساعت در روز در دوره آموزشی طول می کشد. طول دوره مختصر آموزشی در دو روز آخر بر اساس شرایط دو روز آخر برنامه آموزشی طراحی خواهد شد.

در روز اول آموزش، اعضای گروه ارزیابی توضیحات در مورد روش ارزیابی و چگونگی استفاده از مقیاس های مقایسه ای را آموزش می بینند و هر عضو گروه ارزیابی آنگاه، شدت بوی ۸ نوع استون ارزیابی خواهد کرد.

رئیس گروه ارزیابی آن افرادی را انتخاب خواهد کرد که ارزیابی آنها در طول کل طیف همه غلظت ها پراکنده باشند (مثال: 2π تا 15π). بعد از ارزیابی اعضای گروه ارزیابی در خصوص سطح شدت دقیق غلظت بر اساس π آگاه خواهند شد. اگر ارزیابی اعضای گروه ارزیابی با حجم π واقعی، خیلی اختلاف فاحش داشته باشد ممکن است یک بار دیگر آزمون بو کردن استون برای فهم دقیق حجم π مورد نیاز باشد.

جدول ۲۱

روزهای آموزشی	عنوان	برنامه ها
روز اول	معرفی دوره آموزشی و آشنایی	۸X نمونه هوا با غلظت های مختلف استون
روز دوم	آموزش آشنایی با ارزیابی مواردی که در محیط های بسته مورد استفاده قرار می گیرند.	۴X نمونه هوا با غلظت های مختلف استون ۴X نمونه هوا با موادی که در درون محیط بسته مورد استفاده قرار می گیرند.
روز سوم	آموزش آشنایی با روش انجام آزمون	۲X نمونه با غلظت های متفاوت (برای کالیبره کردن) ۶X نمونه هوا با موادی که در درون محیط بسته مورد استفاده قرار می گیرند.
روز چهارم	چرخه آزمون برای مشخص نمودن نتیجه آموزش	۲X نمونه هوا با غلظت های مختلف استون (برای کالیبره کردن) ۴X نمونه هوا با غلظت های مختلف استون ۲X نمونه هوا از موادی که در درون محیط بسته مورد استفاده قرار می گیرند.
روز پنجم	چرخه آزمون برای مشخص کردن نتایج آموزش ارزیابی دوره آموزشی	۲X نمونه هوا از غلظت های متفاوت استون (برای کالیبره کردن) ۴X نمونه هوا با غلظت های متفاوت استون ۲X نمونه هوا از موادی که در درون محیط بسته مورد استفاده قرار می گیرند.

در روز دوم آموزش، اعضای گروه ارزیابی از نمونه های هوایی که از مواد مورد استفاده در محیط های بسته تشکیل شده است علاوه بر نمونه هواهایی که با غلظت های مختلف استون مورد سوال است مورد پرسش قرار خواهند گرفت. آنها آموزش خواهند دید که چگونه می بایست شدت بوی نمونه ها را بر اساس تفاوتشان از نمونه اصلی و رفرنس در یک مقایسه ای رتبه بندی نمایند.

هیچ نشانه‌ی قابل درکی در خصوص شدت نمونه ها وجود ندارد، بنابراین ارزیابی هر فرد عضو گروه ارزیابی بامیانگین نتایج ارزیابی کل اعضای گروه ارزیاب مقایسه می شود. کل گروه ارزیابی هم با میانگین انحراف معیار استاندارد ارزیابی می شوند. اعضای گروه ارزیابی سپس از میانگین نتایج کل اعضای گروه ارزیابی در ۳ روز اول آموزش آگاه خواهند شد و می توانند در صورت نیاز نمونه های نامشخص را بو کرده و مقایسه ای را بازنگری کنند.

در روز سوم آموزش، آزمون بدین صورت انجام می گیرد که آنها در محیط واقعی آزمون بویایی مطابق با بند ۱-۷-۲ قرار می گیرند. این بدین معناست که دو نمونه اول استون با غلظت های متفاوت برای کالیبراسیون در اختیار آنها قرار می گیرد و هر عضو گروه ارزیابی از میزان غلظت دقیق حجم pi آگاه می شود. بنابراین تصحیح

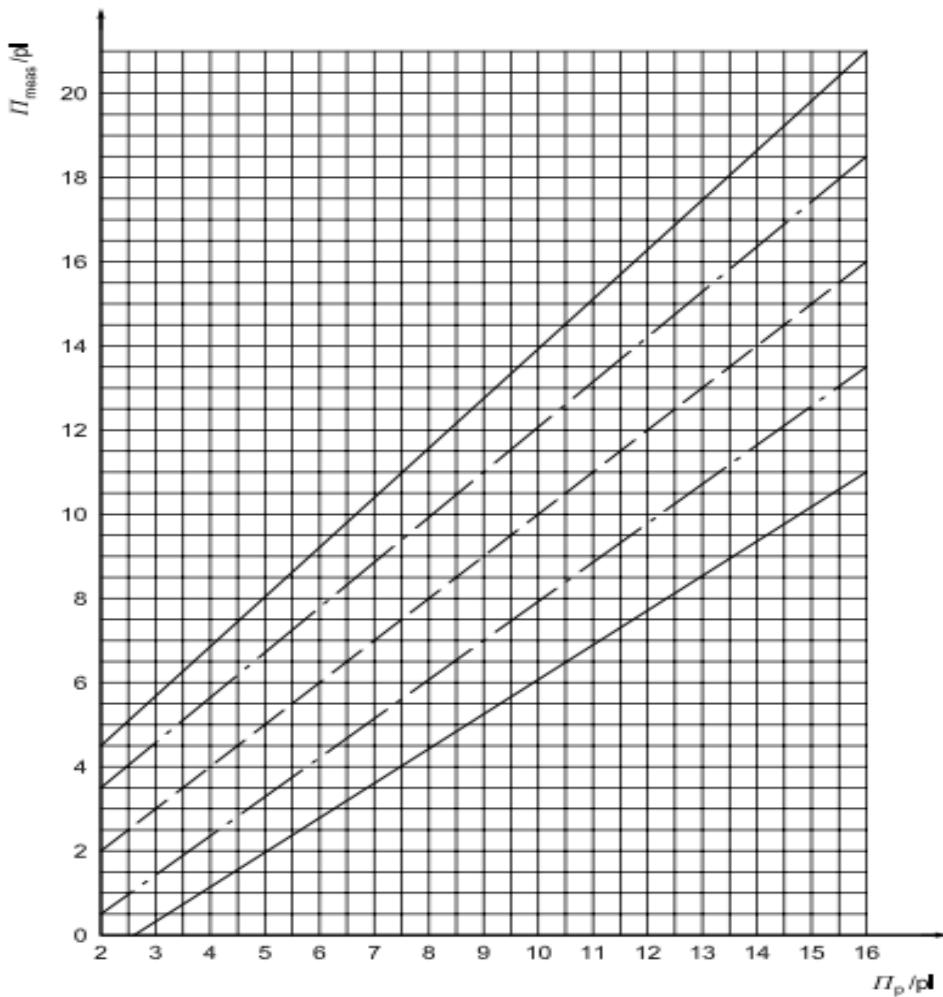
ارزیابی ها ممکن خواهد بود. بعد از آن، نمونه های نامشخص آزمون خواهند شد. در این روز، اعضای گروه ارزیابی در خصوص میانگین حجم ارزیابی شده توسط کل اعضاء آگاه خواهند شد.

در روز چهارم، حجم pi فقط در زمان کالیبراسیون به اعضاء گفته می شود. (به بند ۱-۲-۷ مراجعه شود). به اعضای گروه ارزیابی یادآوری می شود که ارزیابی دو روز آخری آنها در بررسی نتایج دوره آموزشی و قبولی اعضای گروه ارزیابی، مورد نظر قرار خواهد گرفت. در هر کدام از این روزها ۴ نمونه استون با غلظت های متفاوت و ۲ نمونه بو از مواردی که در محیط های بسته مورد استفاده قرار می گیرند باید آمده شده باشد.

الف-۲ ارزیابی دوره آموزشی

رئیس گروه ارزیابی، ارزیابی های بدست آمده هر کدام از اعضای گروه ارزیابی را در طول کل دوره آموزشی مستندسازی خواهد کرد. این ضروری است که اعضای گروه ارزیابی آگاه شده باشند که دستاوردهای فردی آنها باعث پیشرفت آنها خواهد شد. اگر هر عضوی از گروه ارزیابی پیشرفتی را از خود در طول ۳ روز اول آموزش نشان نداده باشد. آن فرد را می توان از عضویت گروه ارزیابی ها تا قبل از اینکه چرخه آزمون ها نهایی شود، خارج نمود.

در ارزیابی دوره آموزشی، ارزیابی غلظت استون توسط هر یک از اعضای گروه ارزیابی در دو روز آخر به صورت یک دیاگرام (جدول) رسم می شود (شکل ۱) که نشان دهنده انحراف نتایج آزمون از حجم pi پیش فرض و سطح برداری (اغماض) می باشد.



راهنمای:

میانگین $\bar{\Pi}$	شدت درک شده
Π_p	شدت تعیین شده اولیه (پیش فرض)
p_i	حجم اولیه (پیش فرض)
$\Pi_{\text{مرکزی}}$	محدوده مرکزی
$\Pi_{\text{حاشیه ای}}$	محدوده حاشیه ای

شکل الف-۱ منطقه تولرانس برای درک شدت اندازه گیری شده اعضای گروه ارزیابی

اگر ارزیابی ها بین خطوط باشد، ارزیابی ها با حجم p_i اولیه (پیش فرض) مطابقت خواهند داشت. محوطه بین خط چین ها نشان دهنده منطقه مرکزی و محوطه خارج از محوطه مرکزی ولی بین خطوط ممتد، نشان دهنده منطقه حاشیه ای است.

هر عضو گروه ارزیابی وقتی حداقل ۵ تا از ۸ تا ارزیابی های وی از نمونه های استون در دو روز آخر در منطقه مرکزی باشد، ۲ یا ۳ تا از آنها در منطقه حاشیه ای بوده و حداکثر یکی از آنها خارج از خطوط تیره باشد قبول شده تلقی می شود.

پیوست ب
(آگاهی دهنده)
شیوه آموزش - بررسی کارکردهای بویایی

ب-۱ گلیات

برای آزمون شایستگی پتانسیل های اعضای گروه ارزیابی، روش های اعتبارسنجی بویایی به کار گرفته شده اند تا توانایی بویایی اعضای گروه ارزیابی را سنجش نمایند. توانایی شناسایی تفاوت ها بین بوها و همچنین آستانه بوها نیز ایجاد شده اند.

قبل از اولین ارزیابی بویایی، کارکرد عادی بویایی اعضای محتمل الورود به گروه ارزیابی، به وسیله چوبهای بویایی یا دستگاه بویایی سنج آزمایش می شود. روش های دیگری که نتایج مشابهی ایجاد می کنند هم ممکن است مورد استفاده قرار بگیرند.

اعضای احتمالی گروه ارزیابی^۱ که نتوانند به خاطر بیماری یا دلایل دیگر، آزمایش ها را قبول شوند، اجازه خواهند یافت در آزمون مجددی شرکت کنند. فقط افرادی با حسن نرمال بویایی می توانند در آزمونهای بویایی شرکت داده شوند (استخدام شوند).

در نهایت، بررسی کارکردهای بویایی باید هر ۳ سال یکبار انجام گیرد. اگر نشانه هایی از این وجود داشته باشد که ممکن است کارکرد سیستم بویایی اعضای گروه ارزیابی تغییر کرده باشد (مثالاً به خاطر حاملگی، بیماری یا تصادف)، بررسی، باید بی درنگ انجام گیرد.

روش آزمون ۱؛ حسن بویایی را با چوب های تنفسی، آزمایش می کند (۱۷)، (۱۸) و (۱۹).
بدین منظور یک آزمون معرفی، یک آزمون فرق گذاری و یک آزمون شناسایی آستانه، طراحی می شود.
نتیجه آزمون معرفی و فرق گذاری معمولاً به عنوات نمود اصلی سیستم بویایی در نظر گرفته می شود. در این میان آزمون آستانه، معیار عملکردهای ثانوی بویایی به حساب می آیند.

نتایج فردی با یکدیگر جمع خواهند شد تا به یک ارزش کلی بررسیم که نشان دهنده مناسب بودن اعضای گروه ارزیابی می باشد [23].

چوب های بویایی با نمدهایی پوشیده شده و در سیلندرهایی نگه داری می شوند که با بوی مواد آغشته شده اند و وقتی درب آن باز شود بو آزاد می شود.

روش ۲ تعیین نمودن آستانه بو بر اساس EN 13725 با دستگاه بوسنج است. در سه روز غیر مداوم جمع حداقل ده ارزیابی فردی از آستانه بوها برای ماده بودهند مرتع ان-بوتانول مورد بررسی قرار می گیرد. از ۱۰ ارزیابی فردی نهایی برای ان-بوتانول میانگین گرفته می شوند و انحراف معیار استاندارد محاسبه می گردد. میانگین باید

در گستره $62\mu\text{g}/\text{m}^3$ و $246\mu\text{g}/\text{m}^3$ باشد و انحراف معیار استاندارد 3σ باشد تا ضروریات این کار، محقق ۵۵٪.

ب-۲ آموزش اعضای احتمالی گروه ارزیابی (متحمل الورود)

ب-۲-۱ آموزش برای آزمون شدت با مقیاس طبقه بندی با هدف سنجش توان بیویابی این برنامه آموزشی حداقل دوبار در سال باید اجرا شود. پیشنهاد فواصل دوره ها، هر ۴ ماه یکبار است. آموزش شدت به دو بخش تقسیم می شود. که شامل:

الف) آموزش در حین آشنا نمودن با شدت احساس و

ب) آزمایش توانایی ارزیابی شدت بر اساس ویژگی های مشخص شده. اساس ارزیابی شدت؛ مقیاس شدت زیر است:

جدول ب-۱- مقیاس شدت

شدت	بو
۶	خیلی خیلی قوى
۵	خیلی قوى
۴	قوى
۳	واضح
۲	ضعيف
۱	خیلی ضعيف
۰	بدون بو

غلظت این - بوتانول که در ادامه می آید به عنوان روش کالیبره کردن اعضای گروه ارزیابی برای ارزش شدت (جدول ۲) وقتی که دستگاه بو سنج برای فارغ التحصیلی مورد استفاده است مورد استفاده قرار می گیرد (مثل فاکتور ۲). غلظت پیش تنظیم شده باید برای بوسنج با دقیقیت $\pm 20\%$ تنظیم شده باشد.

جدول ب-۲- جدول کالیبراسیون برای ارزیابی شدت با استفاده از این - بوتانول

n-Butanol $\mu\text{g}/\text{m}^3$	سطح شدت
۱۵۴	۱
۳۴۰	۲
۸۳۰	۳
۱۹۰۰	۴
۴۵۰۰	۵

هر شدت باید حداقل یکبار به هر کدام از اعضای گروه ارزیابی ارائه گردد. در طول آزمون بعدی هر شدت (جدول ب-۲) به هر کدام از اعضای گروه ارزیابی حداقل ۲ بار ارائه می گردد. بو باید تصادفی ارائه گردد. در هر راند (مرحله) حداقل یک نمونه خنثی (از نظرشده) هم باید ارائه گردد.

اعضای گروه ارزیابی باید هر غلظت ان-بوتانل را با سطح شدت مورد نظر مطابقت بدهند. برای مشخص نمودن اینکه آیا اعضای گروه ارزیابی این کار را درست انجام داده اند یک Q-value (ارزش کیفیت) به وسیله فرمول (ب-۱) محاسبه می شود.

$$Q_value = \sum_{k=1}^k \frac{\sum_{i=1}^i (x_{ik} - I_k)^2}{i} \quad (\text{فرمول ب-۱})$$

که در آن :

- x نتیجه های فردی اعضای گروه ارزیابی
 - i تعداد دوره های آزمایش (یک دور شامل ارزیابی هم غلظت ها بر اساس جدول ب-۲ است).
 - k تعداد غلظت های متفاوت بر اساس جدول ب
 - 1 سطح شدت بر اساس جدول ب-۱
- به عنوان یک قانون اصلی: هر چه Q-value کوچکتر باشد، ارزیابی اعضای گروه ارزیابی به شدت واقعی نزدیکتر بوده است. حداکثر Q-value برای یک ارزیابی موفق نباید از ۶ بالاتر باشد.

پیوست ج
(آگاهی دهنده)

توصیف یک امکان نمونه گیری و معرفی دستگاهی برای نمونه گیری انتشار هوا در اتاق

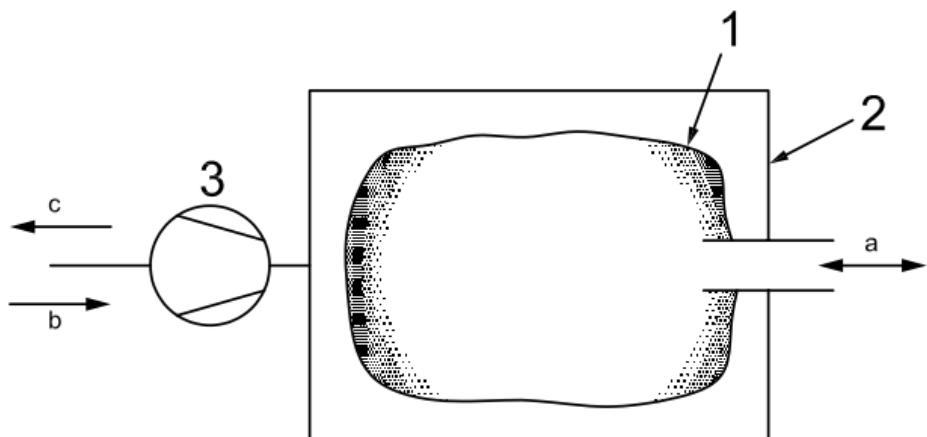
ج-۱ نمونه گیری و آماده سازی دستگاه (برای tedlar)

دستگاه نمونه گیری تضمین خواهد کرد که ترکیب هوای نمونه گیری شده در طول زمان تغییر نخواهد کرد. هوای نمونه گیری شده فقط در مجاری ساخته شده از استینسل استیل یا پلی تترافلورونتر یا شیشه در حین فرآیند نمونه گیری عبور می کنند و بدین ترتیب مستقیماً در ظرف نمونه گیری ذخیره می شوند. لوله های استینسل استیل باید تا آنجا که ممکن است کوتاه باشند که مانع تأثیرات جذب سطحی در سطح لوله شوند. دستگاه نمونه گیری احتیاجی به هیچگونه پمپ داخلی ندارد که این نیز برای تضمین حداقل ممکن تغییرات در ترکیب هوای نمونه گیری شده مهم خواهد بود. جریان هوا به وسیله یک فن که باعث تغییر فشار هوا در محیط به سمت ظرف نمونه گیری می شود انجام می گیرد (شکل ج-۱ را ببینید).

ظرف نمونه گیری در دستگاه نمونه گیری تنها یک درب باز برای نمونه گیری و انجام آزمون دارد. دستگاه، تضمین می کند که هوای نمونه گیری تحت تأثیر ترکیبات شیمیایی فن ها و محفظه قرار نگیرند. حجم تقریباً ۳۰۰ لیتری ظرف نمونه گیری تضمین می کند که یک گروه ۱۲ نفری در بررسی شدت احساس شده نمونه (۲ ظرف برای مقبولیت و درجه خوشایندی) می توانند کار کنند. محفظه به گونه ای انتخاب می شود که ظرف در آن دقیق جا بگیرد.

به عنوان نمونه، یک محفظه آلومینیومی با ابعاد $1255\text{mm} \times 510\text{mm} \times 800\text{mm}$ را می توان نام برد. کنترل جریان هوا امکان پذیر است. شدت جریان هوا با اندازه گیری فشار محاسبه می شود و دریک صفحه نمایش، نشان داده می شود. شدت جریان هوا قابلیت تنظیم دارد و برای اعضای گروه دگمه ای روی محفظه درنظر گرفته شده است. بر این اساس هوای نمونه گیری شده فقط وقتی جریان پیدا می کند که شخصی دکمه را فشار دهد اعضای گروه ارزیاب با این روش زمان بیشتری برای ارزیابی دارند.

بین ارزیابی های شدت، جریان هوا به حداقل ممکن کاسته می شود.



راهنما:

کیسه نمونه گیری	-1
محفظه	-2
تهویه	-3
هوای نمونه ورودی یا خروجی	a
خالی کردن باد	b
پرکردن	c

شکل ج-1: شمای کلی دستگاه نمونه گیر AirProbe

ج-۲ محفظه نمونه گیری

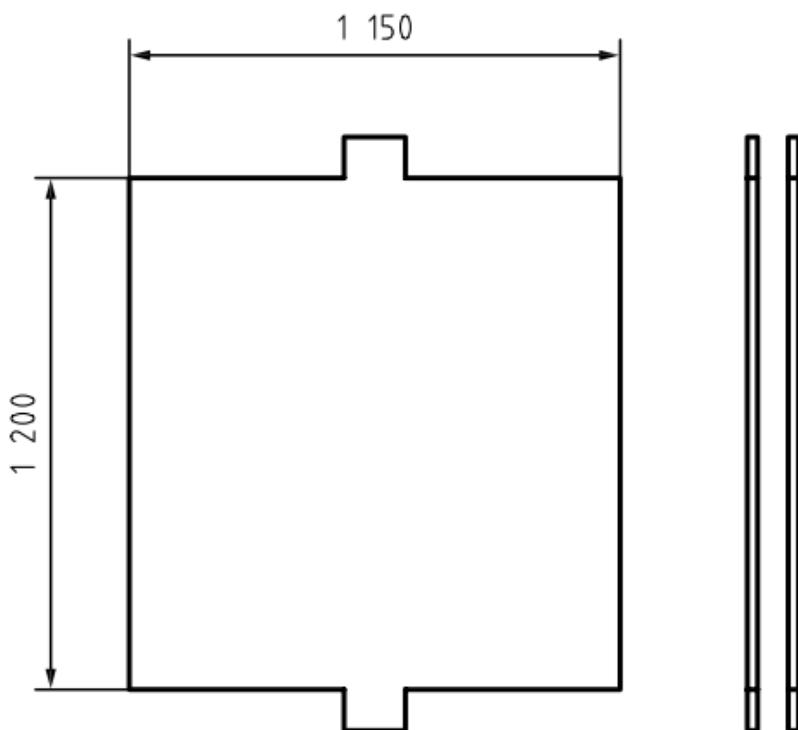
محفظه نمونه گیری از Tedlar ساخته شده حجم آن حدود ۳۰۰ لیتر است مواد حدود ۱۲ ساعت با دمای ۸۰ درجه قبل از استفاده حرارت می بینند. بعد از حرارت دادن ظرف ، جوشکاری می شود. بعد از هر بار استفاده، تمیز کردن ظرف با هوای دمای ۸۰ درجه برای مدت ۳ ساعت انجام می گیرد. هوا، ظرف را در حین گرم کردن تمیز می نماید . ظروف تمیز شده بدون هوا در یک اتاق بدون وجود ظروف دیگر نگهداری می شوند. قبل از استفاده، ظروف باید مجددا یکساعت با هوای ۸۰ درجه تمیز شوند. برای انواع ظروف با مواد اولیه ای که ذکر شد، استفاده از این روش تمیز کردن پیشنهاد می گردد. تدلار: پلی وینیل فلوراید (pvf) شفاف) با ضخامت ۰.۰۵mm یا ۰.۰۲۵mm.

نمونه گیری هوا با AirProbe ممکن است، همانگونه هم نمونه گیری مستقیما در اتاق مورد انتشار ممکن است . باید از پر شدن کامل ظروف خارج از اتاق انتشار مطمئن شد، بر این اساس این مهم است که ظرف را سه بار با AirProboe قبلاز استفاده پر نمود. ظرف نمونه گیری حداقل دوبار باید پر و خالی شود یا با هوای در حال نمونه گیری مدت زمان مناسبی در ارتباط باشد (بستگی دارد به حجم ظرف نمونه گیری). اشکال ممکن ظروف در شکل ج-۲ نشان داده شده است.

در EN 13725 ظروف تهیه شده از مواد زیر ذکر شده اند:

- Copolymer out of polytetrafluoroethylene and hexafluoropropylene (FEP);
- Polyethyleneterephthalate (PET, Nalophan);
- Tedlar =Polyvinyl fluoride (PVF).

تمام ظروف نمونه گیری باید از جهت سفتی و بدون بو بودن قبل از استفاده، آزمایش شوند. پس از پر کردن ظروف، ارزیابی بو باید هر چه سریعتر و حداقل ظرف بیست و چهار ساعت انجام گیرد. برای ارزیابی بدون بو بودن ظروف نمونه گیری ضروری است که آنها را در هوای تازه پر نموده و ارزیابی بوی ظروف نمونه گیری بعد چهار ساعت تا دوازده ساعت بر اساس مقیاس پذیرش انجام گیرد. درجه بوی قابل قبول ($\geq 0^{\circ}$) (بزرگتر و مساوی) و برای روش ارزیابی شده میانگین باید $3\text{pi} \leq 5$ باشد.



شکل ج ۲: شماتیک جانبی ظروف نمونه گیری



شکل ج^۳: شمایی از ظروف نمونه گیری استفاده شده

پیوست ۵

(آگاهی دهنده)

مثالی از تهیه یک مقیاس مقایسه ای

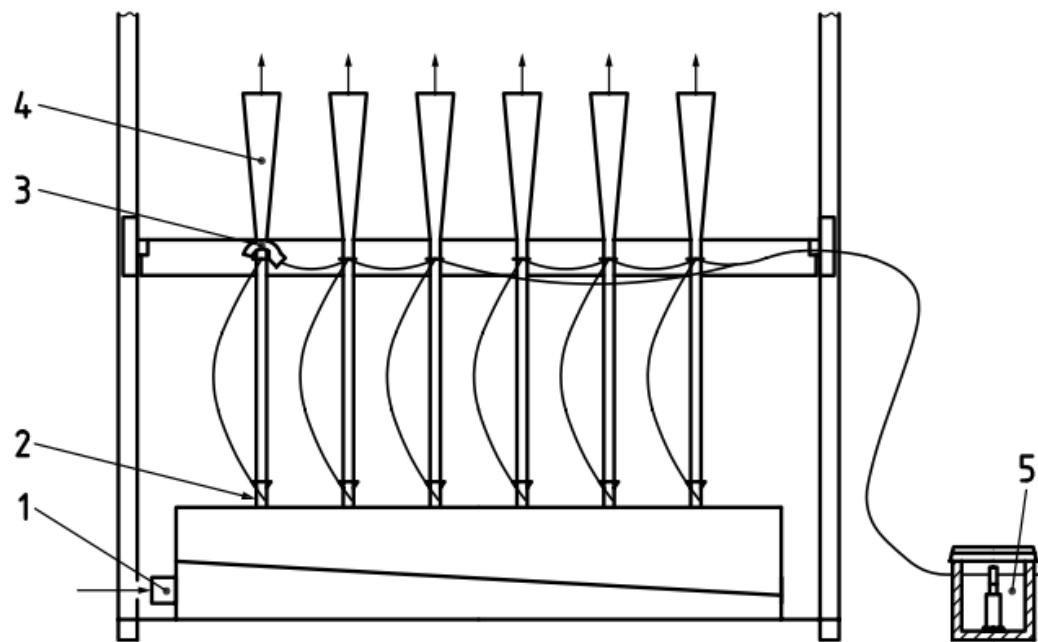
تهیه یک مقیاس مقایسه ای خیلی مهم است. حجم خروجی و جمع شدن بو باید ثابت و مستقل از شرایط محیط باشد. رطوبت نسبی و دمای هوای مخلوط و بوی مورد نظر باید ثابت نگاه داشته شوند. شمای مقیاس مقایسه ای ممکن در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.

مقیاس مقایسه ای با شش نوع مختلف تحریک کنندگی قابل اظهار تهیه شده است . نمونه اصلی بو دهی استون می باشد.

مقیاس مقایسه ای، از سه بخش مهم تشکیل شده است:

مجاری نمونه گیری هوا، مخزن استون و دستگاه کنترل مقدار، فقط مواد با انتشار خیلی کم بو و جذب سطحی مثل استیل، شیشه و پلی تترا فلورو اتیلن (PTFE) برای بخش هایی که با هوا در ارتباط هستند، مورد استفاده قرار می گیرند تا از تأثیر بر هوا جلوگیری شود.

مقیاس مقایسه مرتبط است با تأمین هوای بدون بو:



راهنمای:

- | | |
|-----------------|----|
| ورودی هوا | -1 |
| تزریق استون | -2 |
| شیر تنظیم میزان | -3 |
| مبدل | -4 |
| مخزن استون | -5 |

شکل د-۱، شمایی از یک مقیاس مقایسه ای ممکن

كتابنامه

[1] ISO 5492, *Sensory analysis — Vocabulary*

[2] ISO 7243, *Hot environments — Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index*

(wet bulb globe temperature)

[3] ISO 7730, *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*

[4] ISO 7933, *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain*

[5] ISO 13300-1, *Sensory analysis — General guidance for the staff of a sensory evaluation laboratory*

Part 1: Staff responsibilities

[6] ISO 16000-1, *Indoor air — Part 1: General aspects of sampling strategy*

[7] ISO 16000-5, *Indoor air — Part 5: Sampling strategy for volatile organic compounds (VOCs)*

[8] ISO 16000-6, *Indoor air — Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID*

[9] EN 13725, *Air quality — Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*

[10] VDI 3882-1, *Olfaktometrie — Bestimmung der Geruchsintensität [Olfactometry — Determination of odour intensity]*

[11] VDI 3940-4, *Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung — Polaritätenprofile [Determination of the hedonic odour tone — Polarity profiles]*

[12] VDI 4302-1, *Geruchsprüfung von Innenraumluft und Emissionen aus Innenraummaterialien — Grundlagen [Sensory testing of indoor air and determination of odour emissions from building products — Fundamentals]*

[13] VDI 4302-2, *Geruchsprüfung von Innenraumluft und Emissionen aus Innenraummaterialien — Prüfstrategie für Geruchsprüfungen von Innenraumluft [Sensory testing of indoor air and determination of odour emissions from building products — Strategy for sensory testing of indoor air]*

[14] Amoore J.E. *The stereochemical theory of olfaction. 1. Identification of seven primary odours.* Proc. Sci. Sect. Toilet Goods assoc. New York 1962, 37, pp. 1-12

[15] Leitfaden AGÖF *Geriüche in Innenräumen –Sensorische Bestimmung und Bewertung,* Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute e.V., Energie- und Umweltzentrum 1, D-31832 Springe-Eldagsen, Germany

[16] Gunnarsen L., & B luyssen P.M. Sensory measurements using trained and untrained panels. *Healthy Buildings.* 1994, 2 pp. 533–538

[17] Hummel T., Sekinger B., Wolf S., Pauli E., Kobal G. “ Sniffin’ Sticks”: Olfactory performance assessed by the combined testing of odor identification, odor discrimination and olfactory threshold. *Chem. Senses.* 1997, 22 pp. 39–52

[18] Kobal G., Hummel T., Sekinger B., Barz S., Roscher S., Wolf S. “ Sniffin’ sticks”: screening of olfactory performance. *Rhinology.* 1996, 34 pp. 222–226

[19] Kobal G., Klimek L., Wolfensberger M., Gudziol H., Temmel A., Owen C.M. et al. Multicenter investigation of 1,036 subjects using a standardized method for the assessment of olfactory function combining tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds.

Eur. Arch. Otorhinolaryngol. •••, 257 (200) pp. 205–211

[20] McGinley, C.; McGinley, M.; McGinley, D.: Odor Basics, understanding and using odor testing. The

22nd Annual Hawaii Water Environment Association Conference; Honolulu, Hawaii: 6-7 June 2000

[21] Müller B. *Entwicklung eines Gerätes zur Entnahme und Darbietung von Luftproben zur Bestimmung der empfundenen Luftqualität*, Dissertation, Technische Universität Berlin, 2002

[22] Suffet I.H., & Rosenfeld P. The anatomy of odour wheels for odours of drinking water, wastewater, compost and the urban environment. *Water Sci. Technol.* 2007, **55** pp. 335–344

[23] Instruction manuals at

http://www.tudresden.de/medkhno/riechen_schmecken/download.htm