



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization
Organization



استاندارد ملی ایران

۶۱۸۱

تجدیدنظر اول

۱۳۹۷

INSO

6181

1st Revision

2019

Identical with ISO
3741:2010

آکوستیک – تعیین ترازهای توان و
انرژی صدای منابع نوفه با استفاده از
فشار صدا – روش‌های دقیق برای
اتاق‌های واخنشی

**Acoustics — Determination of sound
power levels and sound energy levels
of noise sources using sound
pressure — Precision methods for
reverberation test rooms**

ICS: 17.140.01

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: ۸-۳۱۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

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

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

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

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین ومقررات 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)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد 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

«آکوستیک - تعیین ترازهای توان و انرژی صدای منابع نوفه با استفاده از فشار صدا - روش‌های دقیق برای اتاق‌های واخنشی»

(تجدیدنظر اول)

رئیس:

معروفی آذر، رسول

(دکتری مهندسی مکانیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه مراغه

دبیر:

حنیفی نسب، محمدباقر

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

الهامی، محمدرضا

(دکتری مهندسی مکانیک)

انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران

امینی نسب، سمیه

(دکتری فیزیک)

بخش آکوستیک مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی -
TC 43

اوحدی همدانی، عبدالرضا

(دکتری مهندسی مکانیک)

انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران

ترکمن، لیلا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

جداری کریمیان، نادر

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت ایدم

جعفری، علی اصغر

(دکتری مهندسی مکانیک)

انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	سمت و/یا محل اشتغال:
جمال ریحان، احسان (کارشناسی ارشد مهندسی متالورژی)	شرکت آرمان ایمن ایرانیان
حائری یزدی، محمدرضا (دکتری مهندسی مکانیک)	انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران
حسینی یکتا، فرزاد (دکتری مهندسی مکانیک)	شرکت بازرسی بهینه سازان اعتماد صنعت
رنجبر، سید فرامرز (دکتری مهندسی مکانیک)	دانشگاه تبریز
رهی، عباس (دکتری مهندسی مکانیک)	انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران
ستاری سوره، حسین (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	شرکت تراکتورسازی ایران
فرج پور، محمد حسین (کارشناسی مهندسی مکانیک)	شرکت پیستون ایران
فرزانه، کمال الدین (دکتری مهندسی مکانیک)	انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران
فرشاد، بهراد (کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)	انجمن قطعه سازان خودروی استان آذربایجان شرقی
فروزش، فریناز (دکتری مهندسی مکانیک)	انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

محمدی، باقر

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

مردی، مجید

(کارشناسی مهندسی مکانیک)

مهدیقلی، حمید

(دکتری مهندسی مکانیک)

یونسیان، داوود

(دکتری مهندسی مکانیک)

ویراستار:

ترکمن، لیلا

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت آذراوند

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران

انجمن آکوستیک و ارتعاشات ایران

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۸	۴ شرایط محیطی
۸	۵ اتاق واخشی
۱۴	۶ ابزار و تجهیزات اندازه‌گیری
۱۵	۷ تعریف، تعیین محل، نصب و کارکرد منبع نوفه تحت آزمون
۱۸	۸ اندازه‌گیری‌ها در اتاق واخشی
۲۷	۹ تعیین ترازهای توان صدا و ترازهای انرژی صدا
۳۶	۱۰ عدم قطعیت اندازه‌گیری
۴۱	۱۱ اطلاعات ثبت شده
۴۲	۱۲ گزارش آزمون
۴۴	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) راهنمایی برای طراحی اتاق‌های واخشی
۴۶	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) راهنمایی برای طراحی پخشگرهای چرخان
۴۷	پیوست پ (الزامی) رویه تایید صلاحیت اتاق واخشی برای اندازه‌گیری صدای باند پهن
۵۰	پیوست ت (الزامی) رویه تایید صلاحیت اتاق واخشی برای اندازه‌گیری اجزای با گسسته بسامد
۵۶	پیوست ث (آگاهی‌دهنده) بسط گستره بسامد تا بسامدهای زیر ۱۰۰ Hz
۵۹	پیوست ج (الزامی) محاسبه ترازهای توان صدای باند اکتاو و ترازهای انرژی صدا، ترازهای توان صدا در شبکه وزنی A و ترازهای انرژی صدا در شبکه وزنی A از ترازهای باند یک‌سوم اکتاو
۶۲	پیوست چ (آگاهی‌دهنده) راهنمایی در مورد ایجاد اطلاعات در خصوص عدم قطعیت اندازه‌گیری
۷۹	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «آکوستیک- تعیین ترازهای توان و انرژی صدای منابع نوفه با استفاده از فشار صدا- روش‌های دقیق برای اتاق‌های واخشی» که نخستین بار در سال ۱۳۸۲ تدوین و منتشر شد، براساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی / منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد پ، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای نخستین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در یک هزار و هفتصد و پنجاه و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مکانیک مورخ ۹۷/۱۲/۲۱ 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 یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، موردتوجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۱: سال ۱۳۸۲ می‌شود.

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 3741: 2010, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for reverberation test rooms

مقدمه

این استاندارد یکی از استانداردهای مجموعه ISO 3740 [۴] تا ISO 3747 [۱۰] است که روش‌های مختلف برای تعیین ترازهای توان صدا و ترازهای انرژی صدای منابع نوفه شامل ماشین‌آلات، تجهیزات و زیرمجموعه‌های آنها را مشخص می‌کند. انتخاب یکی از روش‌ها از مجموعه، برای استفاده در یک کاربرد خاص به هدف آزمون برای تعیین تراز توان صدا یا تراز انرژی صدا و به تاسیسات موجود وابسته است. راهنماهای عمومی برای کمک به این انتخاب در استاندارد ISO 3740 [۴] ارائه شده است. استانداردهای ISO 3740 [۴] تا ISO 3747 [۱۰] فقط اصول کلی مربوط به شرایط عملیاتی و نصب ماشین‌آلات یا تجهیزات برای اهداف آزمون را ارائه کرده است. ایجاد کدهای آزمون برای انواع منفرد از منبع نوفه، به‌منظور ارائه الزامات همراه با جزئیات برای شرایط قرارگیری، بارگذاری و عملیاتی که تحت آن شرایط ترازهای توان صدا یا ترازهای انرژی صدا به‌دست خواهد آمد، حائز اهمیت می‌باشد.

برای روش‌های ارائه شده در این استاندارد، منبع تحت آزمون باید در یک اتاق واخشی با ویژگی‌های آکوستیکی مشخص شده نصب شود. روش‌های ارائه شده مبتنی بر این فرض هستند که توان صدا یا انرژی صدای منبع تحت آزمون تناسب مستقیمی با مجذور مربع فشار صدای میانگین‌گیری شده در فضا و زمان دارد، و در غیر این صورت فقط به مشخصات آکوستیکی و هندسی اتاق و محتویات فیزیکی هوا وابسته خواهد بود.

برای منبعی که صدا را در باندهای باریک از بسامد یا در بسامدهای گسسته انتشار می‌دهد، تعیین دقیق تراز توان صدا یا تراز انرژی صدای پخش شده در یک اتاق واخشی نیازمند تلاش بیشتری نسبت به حالتی خواهد بود که در آن منبع، صدا را به‌طور یکنواخت‌تری روی یک گستره گسترده از بسامدها انتشار می‌دهد، زیرا:

الف- فشار صدای میانگین‌گیری شده در فضا و زمان در راستای یک مسیر میکروفن کوتاه، یا به‌صورت تعیین شده با یک آرایه از تعداد کوچکی از میکروفن‌ها، همیشه برآورد مطلوبی از مجذور مربع فشار میانگین‌گیری شده روی فضا یا زمان در کل اتاق نخواهد بود؛

ب- توان صدا یا انرژی صدای پخش شده توسط منبع به‌طور قابل‌توجه‌تری تحت تاثیر حالات عادی اتاق و موقعیت قرارگیری منبع درون اتاق می‌باشد.

تلاش افزایش یافته برای اندازه‌گیری در مواردی که منبع، باندهای باریکی از صدا یا تن‌های مجزایی را منتشر می‌کند، متشکل از بهینه‌سازی و تایید صلاحیت اتاق آزمون یا تعداد بیشتر از مکان‌های منبع و موقعیت‌های میکروفن (یا طول مسیر افزایش یافته برای یک میکروفن متحرک) می‌باشد. افزودن جاذب‌های با بسامد پایین یا نصب پخش‌کننده‌های چرخشی در اتاق آزمون می‌تواند به کاهش تلاش برای اندازه‌گیری کمک کند.

روش‌های مشخص شده در این استاندارد امکان تعیین تراز توان صدا و تراز انرژی صدا در باندهای بسامد یک سوم اکتاو را فراهم می‌کند؛ مقداری که داده باند اکتاو، داده بسامد شبکه وزنی A و کل صدای غیروزن‌دار را می‌توان محاسبه کرد.

این استاندارد روش‌های درجه درستی یک (درجه دقت) را به صورت تعریف شده در استاندارد ISO 12001 شرح می‌دهد. ترازهای توان صدا و ترازهای انرژی صدای حاصله شامل تصحیحاتی است تا بتوان تفاوت‌هایی که ممکن است بین شرایط محیطی که آزمون‌ها تحت آن انجام می‌شوند و شرایط محیطی را پذیرفت. برای کاربردها در محیط‌های واخشی که در آنها درستی کاهش یافته قابل قبول است، می‌توان به استانداردهای ISO 3743-1 [۵]، ISO 3743-2 [۶] یا ISO 3747 [۱۰] ارجاع داد.

آکوستیک - تعیین ترازهای توان و انرژی صدای منابع نوفه با استفاده از فشار صدا - روش‌های دقیق برای اتاق‌های واخنشی

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ کلیات

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین تراز توان صدا یا تراز انرژی صدای مربوط به یک منبع نوفه از ترازهای فشار صدای اندازه‌گیری شده در یک اتاق واخنشی است. تراز توان صدا (یا تراز انرژی صدا در مورد انفجارهای نوفه یا انتشار گذرای نوفه) تولید شده توسط منبع نوفه، در باندهای بسامد با پهنای یک سوم اکتاو، با استفاده از آن اندازه‌گیری‌ها، شامل تصحیحات برای پذیرش تفاوت‌های بین شرایط محیطی در زمان و محل انجام آزمون و شرایط متناظر با امپدانس مشخصه مرجع، محاسبه می‌شود. رویه‌های اندازه‌گیری و محاسبه برای هر دو روش مستقیم و مقایسه‌ای تعیین تراز توان صدا و تراز انرژی صدا داده شده است.

در حالت کلی، گستره بسامد موردنظر شامل باندهای یک سوم اکتاو با بسامدهای میان باند از ۱۰۰ Hz تا ۱۰۰۰۰ Hz است. راهنمایی برای استفاده از روش‌های مشخص شده روی گستره تعمیم یافته بسامد نسبت به بسامدهای کمتر در پیوست ۳ ارائه شده است. این استاندارد برای گستره‌های بسامد بیشتر از باند یک سوم اکتاو ۱۰۰۰۰ Hz کاربرد ندارد.

یادآوری - برای بسامدهای بیشتر، می‌توان از روش‌های مشخص شده در استاندارد ISO 9295 استفاده کرد.

۲-۱ انواع نوفه و منابع نوفه

روش‌های شرح داده شده در این استاندارد برای تمامی انواع نوفه (پایدار، ناپایدار، نوسانی، انفجارهای ایزوله شده از انرژی صدا و غیره) که در استاندارد ISO 12001 تعریف شده، مناسب است.

منبع نوفه تحت آزمون می‌تواند یک افزاره، دستگاه، جزء یا زیرمجموعه باشد. این استاندارد برای منابع نوفه با حجم کمتر از ۲٪ حجم اتاق واخنشی کاربرد دارد. برای منبعی با حجم بیشتر از ۲٪ حجم اتاق واخنشی، این امکان وجود دارد که دستیابی به نتایج مطابق با تعریف ارائه شده در استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۳۹: سال ۱۳۸۴، درجه درستی ۱ (درجه دقت) مقدور نباشد.

یادآوری - در موارد خاص، حجم منبع را می‌توان با مقدار بیشینه ۵٪ حجم اتاق افزایش داد. در چنین شرایطی، کد آزمون نوفه مرتبط، پیامدهای احتمالی روی عدم قطعیت اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.

۳-۱ اتاق واخنشی

اتاق‌های آزمون قابل استفاده برای اندازه‌گیری‌های انجام شده مطابق با این استاندارد، اتاق‌های واخنشی هستند که الزامات مشخص شده را برآورده می‌کنند (به بند ۵ مراجعه شود).

۴-۱ عدم قطعیت اندازه گیری

اطلاعات در مورد عدم قطعیت ترازهای توان صدا و تراز انرژی صدای تعیین شده مطابق با این استاندارد، برای اندازه گیری های انجام شده در باندهای بسامد خاص و برای شبکه وزنی A از تمامی باندهای بسامد ارائه شده است. عدم قطعیت با استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۳۹: سال ۱۳۸۴، درجه درستی ۱ (درجه دقت) مطابقت دارد.

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 می شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی برای این استاندارد الزام آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۱۳۹: سال ۱۳۸۴، آکوستیک - نوفه منتشره توسط ماشین آلات و تجهیزات - قواعد تهیه پیش نویس و ارائه مقررات آزمون نوفه

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۷۹: سال ۱۳۸۷، الکتروآکوستیک - مشخصات دستگاه اندازه گیری سطح صوت

2-3 ISO 3382-2, Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 2: Reverberation time in ordinary rooms

یادآوری ۱- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۲۵۱۹: سال ۱۳۸۸، آکوستیک - اندازه گیری پارامترهای آکوستیکی اتاق - قسمت ۲: زمان واخنش در اتاق های عادی، با استفاده از استاندارد ISO 3382-2: 2008 تدوین شده است.

2-4 ISO 5725 (all parts), Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results

2-5 ISO 6926, Acoustics — Requirements for the performance and calibration of reference sound sources for the determination of sound power levels

یادآوری ۲- استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶۳: سال ۱۳۸۳، آکوستیک - مقررات عملکردی و کالیبراسیون منابع صدای مرجع مورد استفاده برای تعیین ترازهای توان صدا، با استفاده از استاندارد ISO 6926: 1999 تدوین شده است.

2-6 ISO/IEC Guide 98-3, Uncertainty in measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)

2-7 IEC 60942:2003, Electroacoustics — Sound calibrators

- 2-8 IEC 61183, Electroacoustics — Random-incidence and diffuse-field calibration of sound level meters
- 2-9 IEC 61260:1995, Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود.

۱-۳

فشار صدا

p

sound pressure

اختلاف بین فشار آبی و فشار ایستا است.

یادآوری ۱- برگرفته از زیربند ۸-۹-۲، استاندارد ملی ایران شماره ۸-۹۸۱۹: سال ۱۳۸۶ [۱].

یادآوری ۲- فشار صدا برحسب پاسکال بیان می‌شود.

۲-۳

تراز فشار صدا

L_p

sound pressure level

ده برابر لگاریتم برمبنای ۱۰ نسبت مجذور فشار صدا، p ، به مجذور مقدار مرجع، p_0 ، که برحسب دسی‌بل بیان می‌شود.

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB} \quad (۱)$$

که در آن:

مقدار مرجع p_0 برابر با $20 \mu\text{Pa}$ است.

[زیربند ۲-۲، استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۴۵۳: سال ۱۳۹۵ [۲]].

یادآوری ۱- در صورت استفاده از بسامد و توزین‌های زمانی خاص مطابق با آنچه که در استاندارد IEC 61672-1 مشخص شده و/یا استفاده از باندهای بسامد خاص، این مورد با زیروندهای مناسب نشان داده می‌شود؛ به‌طور مثال L_{pA} نشان‌دهنده تراز فشار صدا در شبکه وزنی A است.

یادآوری ۲- این تعریف از نظر فنی مطابق با زیربند ۸-۲۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۴۵۳: سال ۱۳۹۵ می‌باشد [۱].

۳-۳

میانگین زمانی تراز فشار صدا

$$L_{p,T}$$

time-averaged sound pressure level

ده برابر لگاریتم بر مبنای ۱۰ نسبت میانگین زمانی مجذور فشار صدا، p ، در طول فاصله زمانی بیان شده، T (شروع از t_1 و پایان در t_2)، به مجذور مقدار مرجع، p_0 ، که برحسب دسی بل بیان می شود.

$$L_{p,T} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB} \quad (2)$$

که در آن:

مقدار مرجع p_0 برابر با $20 \mu\text{Pa}$ است.

یادآوری ۱- در حالت کلی، زیرنویس T حذف می شود، زیرا میانگین زمانی ترازهای فشار صدا به صورت ضروری روی یک فاصله زمانی اندازه گیری معین تعیین می شوند.

یادآوری ۲- میانگین زمانی ترازهای فشار صدا اغلب در شبکه وزنی بیان می شوند که در این حالت با $L_{p,A,T}$ نشان داده می شوند که شکل کوتاه نوشت آن به صورت L_{pA} است.

یادآوری ۳- برگرفته از زیربند ۲-۳، استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۴۵۳: سال ۱۳۹۵ [۲].

۴-۳

تراز فشار صدای تک رویدادی با انتگرال گیری روی زمان

$$L_E$$

single event time-integrated sound pressure level

ده برابر لگاریتم بر مبنای ۱۰ نسبت انتگرال مجذور فشار صدا، p ، مربوط به یک رویداد صدای تکی ایزوله شده (انفجار صدا یا صدای گذرا) روی یک فاصله زمانی بیان شده T (آغاز از t_1 و پایان در t_2) به یک مقدار مرجع، E_0 ، که برحسب دسی بل بیان می شود.

$$L_{E,T} = 10 \lg \left[\frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{E_0} \right] \text{ dB} \quad (3)$$

که در آن:

مقدار مرجع، E_0 ، برابر است با: $4 \times 10^{-10} \text{ Pa}^2 \text{ s}$ یا $(20 \mu\text{Pa})^2 \text{ s}$

یادآوری ۱- این کمیت را می توان با استفاده از رابطه $L_{p,T} + 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB}$ به دست آورد که در آن $T_0 = 1 \text{ s}$ است.

یادآوری ۲- این کمیت هنگام استفاده برای اندازه گیری انتشار صدا، معمولاً «تراز مواجهه صدا» نامیده می شود (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۴۵۳: سال ۱۳۹۵ [۲] مراجعه شود).

۵-۳

فاصله زمانی اندازه‌گیری

T

measurement time interval

بخش یا مضربی از یک بازه‌زمانی عملیاتی یا چرخه عملیاتی منبع نوفه تحت آزمون که میانگین زمانی تراز فشار صدا برای آن تعیین می‌شود.

یادآوری- فاصله زمانی اندازه‌گیری برحسب ثانیه بیان می‌شود.

۶-۳

اتاق واخنشی

reverberation test room

اتاق آزمون مطابق با الزامات این استاندارد است.

۷-۳

میدان صدای واخنش

reverberant sound field

بخشی از میدان صدا در اتاق آزمون که تاثیر صدای مستقیم دریافت شده از منبع، بر روی آن قابل صرف‌نظر کردن است.

۸-۳

زمان واخنش

T_n

reverberation time

مدت زمان موردنیاز برای کاهش میانگین مکانی چگالی انرژی صدا به میزان $10^{-n/10}$ (یعنی به میزان n dB) پس از متوقف شدن انتشار منبع است.

[ازیربند ۸-۲۹، استاندارد ملی ایران شماره ۸-۹۸۱۹: سال ۱۳۸۶ [۱]].

یادآوری ۱- زمان واخنش برحسب ثانیه بیان می‌شود.

یادآوری ۲- زمان واخنش وابسته به بسامد است.

یادآوری ۳- برای اهداف این استاندارد، $n=60$ و نماد استفاده شده T_{60} است.

۹-۳

ضریب جذب صدا

α

sound absorption coefficient

در یک بسامد معین و برای شرایط مشخص، کسر نسبی از برخورد توان صدا روی سطحی که بازتاب نمی‌شود.

یادآوری- برای اهداف این استاندارد، ضرایب جذب صدا مطابق با استاندارد ISO 354 [۳] محاسبه می‌شود.

۱۰-۳

سطح جذب معادل

A

equivalent sound absorption area

مساحت سطح در ضریب جذب آن است.

یادآوری- سطح جذب معادل برحسب مترمربع بیان می‌شود.

۱۱-۳

منبع صدای مرجع

reference sound source

منبع صدای مطابق با الزامات مشخصی است.

یادآوری- برای اهداف این استاندارد، الزامات مربوطه در بند ۵ از استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶۳: سال ۱۳۸۳ مشخص شده‌اند.

۱۲-۳

گستره بسامدی موردنظر

frequency range of interest

در حالت کلی، گستره فرکانس باندهای یک سوم اکتاو با فرکانس‌های نامی میان باندهای ۱۰۰ Hz تا ۱۰۰۰۰ Hz است.

یادآوری- برای اهداف خاص، گستره بسامد را می‌توان بسط یا کاهش داد، به شرطی که محیط و تجهیزات آزمون با تمامی الزامات این استاندارد مطابقت داشته باشند. گستره بسامد را می‌توان در باندهای یک سوم اکتاو تا ۵۰ Hz کاهش داد (به پیوست ۳ مراجعه شود)، اما امکان افزایش آن به بیش از ۱۰۰۰۰ Hz وجود ندارد. هرگونه کاهش یا افزایش گستره بسامد به‌طور واضح در گزارش مربوطه بیان خواهد شد.

۱۳-۳

نوفه زمینه

background noise

نوفه ناشی از تمامی منابع غیر از منبع نوفه تحت آزمون است.

یادآوری- نوفه زمینه شامل صدای هوابرد، نوفه ناشی از لرزش سازه و نوفه الکتریکی در ابزار می‌باشد.

۱۴-۳

تصحیح نوفه زمینه

K_1

background noise correction

تصحیح اعمال شده روی ترازهای فشار صدای اندازه‌گیری شده در اتاق واخشی جهت در نظر گرفتن تاثیر نوفه زمینه است.

یادآوری ۱- تصحیح نوفه زمینه برحسب دسی بل بیان می شود.

یادآوری ۲- تصحیح نوفه زمینه وابسته به بسامد است؛ تصحیح در مورد یک باند بسامد با K_{If} نشان داده می شود که f نشان دهنده بسامد مرکزی باند مربوطه است.

۱۵-۳

توان صدا

P

sound power

روی یک سطح، حاصل ضرب فشار صدا، p ، و مولفه مربوط به سرعت ذره، u_n ، در نقطه ای روی سطح در جهت عمود بر سطح است که روی آن سطح انتگرال گیری شده است.

[ازیربند ۸-۱۶، استاندارد ملی ایران شماره ۸-۹۸۱۹: سال ۱۳۸۶ [۱]].

یادآوری ۱- توان صدا برحسب وات بیان می شود.

یادآوری ۲- کمیت مرتبط با نرخ بر دقیقه ای است که در آن انرژی صدای هوابرد توسط یک منبع منتشر می شود.

۱۶-۳

تراز توان صدا

L_W

sound power level

ده برابر لگاریتم برمبنای ۱۰ نسبت توان صدای یک منبع، P ، به مقدار مرجع، P_0 ، که برحسب دسی بل بیان می شود.

$$L_W = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ dB} \quad (۴)$$

که در آن:

مقدار مرجع، P_0 برابر با ۱ pW است.

یادآوری ۱- در صورت استفاده از شبکه وزنی مشخصی برای بسامد مطابق با آنچه که در استاندارد IEC 61672-1 مشخص شده و/یا به کارگیری سایر باندهای بسامد خاص، این مورد با استفاده از زیرنویس های مناسب نشان داده می شود؛ به طور مثال، L_{WA} نشان دهنده تراز توان صدادر شبکه وزنی A است.

یادآوری ۲- این تعریف از نظر فنی با زیربند ۸-۲۳ از استاندارد ملی ایران شماره ۸-۹۸۱۹: سال ۱۳۸۶ [۱] مطابقت دارد.

[ازیربند ۲-۹، استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۴۵۳: سال ۱۳۹۵ [۲]].

۱۷-۳

انرژی صدا

J

sound energy

انتگرال گیری بر روی توان صدا، P ، روی فاصله زمانی بیان شده در مدت زمان T (آغاز در t_1 و پایان در t_2) است.

$$J = \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt \quad (۵)$$

یادآوری ۱- انرژی صدا برحسب ژول بیان می شود.

یادآوری ۲- کمیت به طور خاص برای رویدادهای صدای غیرساکن متناوب مرتبط است.

[ازیربند ۲-۱۰، استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۴۵۳: سال ۱۳۹۵] [۲].

۱۸-۳

تراز انرژی صدا

L_J

sound energy level

ده برابر لگاریتم برمبنای ۱۰ نسبت انرژی صدا، J ، به یک مقدار مرجع، J_0 ، که برحسب دسی بل بیان می شود.

$$L_J = 10 \lg \frac{J}{J_0} \text{ dB} \quad (۶)$$

که در آن:

مقدار مرجع، J_0 ، برابر با ۱ pJ است.

یادآوری- در صورت استفاده از شبکه وزنی مشخصی مطابق با آنچه که در استاندارد IEC 61672-1 مشخص شده یا به کارگیری سایر باندهای بسامد خاص، این مورد با استفاده از زیرنویس های مناسب نشان داده می شود؛ به طور مثال، L_{JA} نشان دهنده تراز انرژی صدا در شبکه وزنی A است.

[ازیربند ۲-۱۱، استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۴۵۳: سال ۱۳۹۵] [۲].

۴ شرایط محیطی

شرایط محیطی با هدف تعیین تراز توان صدا و تراز انرژی صدا به صورت زیر است:

الف- دمای هوا: ۲۳٫۰ °C؛

ب- فشار ایستا: ۱۰۱٫۳۲۵ kPa؛

پ- رطوبت نسبی: ۵۰٪.

۵ اتاق واخنشی

۱-۵ کلیات

اتاق واخنشی باید به اندازه کافی بزرگ بوده و میزان جذب صدای کلی در آن به اندازه‌ای کم باشد که امکان فراهم کردن میدان صدای واخنش کافی برای تمامی باندهای بسامد درون گستره بسامد موردنظر وجود داشته باشد. راهنماها برای طراحی اتاق‌های مناسب برای استفاده در تعیین ترازهای توان صدا و ترازهای انرژی صدا مطابق با این استاندارد در پیوست الف ارائه شده است. راهنماها برای طراحی پخشگرهای چرخان درون اتاق در پیوست ب ارائه شده است.

۲-۵ حجم و شکل اتاق آزمون

کمینه حجم توصیه شده برای اتاق در جدول ۱ ارایه شده است. توصیه می‌شود کیفیت تمامی اتاق‌های آزمون با استفاده از پیوست پ تایید شود. برای اتاق‌های آزمون با حجم‌های کمتر از مقادیر نشان داده شده در جدول ۱ برای گستره بسامد موردنظر، یا با حجم‌های بیشتر از 300 m^3 ، مناسب بودن اتاق برای اندازه‌گیری‌های باند گستره باید با استفاده از رویه مشخص شده در پیوست پ نشان داده شود. رویه تایید اتاق برای اندازه‌گیری مولفه‌های با بسامد گستره در پیوست ت مشخص شده است؛ در این پیوست همچنین رویه تایید کلی اتاق به‌عنوان جایگزینی برای تایید منابع منفرد مشخص شده است (بااستفاده از زیربندهای ۸-۴-۲ یا ۸-۵-۲). اطلاعات در پیوست ث برای کمک به انجام آزمون در بسامدهای کمتر از 100 Hz ارائه شده است.

جدول ۱- کمینه حجم توصیه شده برای اتاق واخنشی به‌صورت تابعی از پایین‌ترین باند بسامد موردنظر

پایین‌ترین بسامد مرکزی باند یک سوم اکتاو Hz	کمینه حجم اتاق واخنشی m^3
۱۰۰	۲۰۰
۱۲۵	۱۵۰
۱۶۰	۱۰۰
≥ 200	۷۰

۳-۵ جذب صدای اتاق آزمون

جذب صدای اتاق آزمون در وهله اول کمینه فاصله‌ای را که قرار است بین منبع نوفه تحت آزمون و موقعیت‌های میکروفن حفظ شود تحت تاثیر قرار می‌دهد. این پارامتر همچنین تابش صدای منبع و مشخصات پاسخ بسامد مربوط به فضای آزمون را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنا به همین دلایل، جذب صدای اتاق آزمون نباید بیش از حد زیاد یا خیلی کم باشد (به پیوست الف مراجعه شود).

روی گستره بسامد مورد نظر، تمامی سطح اتاق درون یک طول موج از منبع نوفه تحت آزمون باید به طوری طراحی شوند که با ضریب جذب کمتر از ۰/۰۶، بازتابنده باشند. در صورتی که جاذب‌های پانل بسامد پایین براساس آنچه که در پیوست پ و/ یا پیوست ت بیان شده مورد نیاز باشد، این تجهیزات را می‌توان درون یک طول موج (در پایین‌ترین بسامد مورد نظر) از منبع نوفه تحت آزمون و در فاصله بیشتر از ۱/۵ m نصب کرد. سطوح باقیمانده باید دارای چنان ویژگی‌های جذب باشند که زمان واخنش (T_{60}) (برای اندازه‌گیری، به زیربند ۷-۸ مراجعه شود) برحسب ثانیه، در هر باند یک سوم اکتاو پایین‌تر از ۶/۳ kHz، بدون وجود منبع تحت آزمون، به صورت عددی بزرگتر از نسبت V و S باشد:

$$T_{60} > \frac{V}{S} \quad (7)$$

که در آن:

V حجم اتاق واخشی برحسب متر مکعب؛

S کل مساحت سطحی اتاق آزمون برحسب متر مربع است.

در صورت عدم برآورده شدن الزام مربوط به زمان واخنش که توسط نامساوی (۶) بیان شده است، مناسب بودن اتاق برای اندازه‌گیری‌های باند گسترده باید با استفاده از رویه مشخص شده در پیوست پ نشان داده شود.

یادآوری- بالاتر از بسامد ۵ kHz، بیشتر جذب در اتاق به دلیل هوا رخ می‌دهد. نگه داشتن رطوبت نسبی در مقدار بیشتر از ۵۰٪ به جلوگیری از جذب هوای بیش از حد کمک می‌کند.

۴-۵ معیارها برای نوفه زمینه

۱-۴-۵ معیارهای نسبی برای نوفه زمینه

۱-۱-۴-۵ کلیات

میانگین زمانی تراز فشار صدا از نوفه زمینه در هر باند بسامد در گستره بسامد مورد نظر، که روی موقعیت‌ها یا مسیرهای میکروفن اندازه‌گیری شده و میانگین‌گیری شده است (به زیربندهای ۹-۱-۳ و ۹-۲-۳ مراجعه شود)، باید کمتر از میانگین زمانی تراز فشار صدا متناظر از منبع نوفه تحت آزمون به صورت زیر باشد:

الف- ۶ dB برای باندهای یک سوم اکتاو بسامد میان باندی ۲۰۰ Hz و کمتر و ۶۳۰۰ Hz و بیشتر؛

ب- ۱۰ dB برای باندهای یک سوم اکتاو بسامد میان باندی از ۲۵۰ Hz تا ۵۰۰۰ Hz.

در صورت برآورده شده این الزامات، معیارهای نوفه زمینه در این استاندارد نیز محقق شده است.

یادآوری ۱- معیارهای مشابه برای ترازهای صدای زمان انتگرال‌گیری شده رویداد تکی نیز استفاده می‌شود؛ فاصله زمانی اندازه‌گیری برای میانگین زمانی مشابه با فاصله زمانی اندازه‌گیری همراه با رویداد تکی است.

یادآوری ۲- نوفه همراه با سازوکار طی مسیر میکروفن، در صورت استفاده برای اندازه‌گیری‌ها، به‌عنوان قسمتی از نوفه زمینه در نظر گرفته می‌شود. در چنین مواردی، نوفه زمینه در حالی اندازه‌گیری می‌شود که سازوکار طی مسیر در حالت عملیاتی است.

۵-۴-۱-۲ معیارهای نسبی نوفه زمینه برای اندازه‌گیری‌های باند بسامد

ممکن است الزامات زیربند ۵-۴-۱-۱ در تمامی باندهای بسامد قابل دستیابی نباشد، حتی در مواردی که ترازهای نوفه زمینه در اتاق آزمون به‌شدت کم بوده و به‌خوبی واپایش شده است. بنابراین، هر باند در گستره بسامد موردنظر که در آن تراز توان صدا یا تراز انرژی صدا در شبکه وزنی A (به پیوست ج مراجعه شود) منبع نوفه تحت آزمون (پس از تصحیح برای نوفه زمینه مطابق با زیربند ۹-۱-۲ یا ۹-۲-۲) حداقل ۱۵ dB کمتر از بالاترین توان صدای باند یا تراز انرژی صدای باند شبکه وزنی A است، قابل حذف از گستره بسامد موردنظر با هدف تعیین انطباق با معیارهای فوق برای نوفه زمینه می‌باشد.

۵-۴-۱-۳ معیارهای نسبی نوفه زمینه برای اندازه‌گیری‌ها در شبکه وزنی A

در صورتی که قرار است تراز توان صدا یا تراز انرژی صدا در شبکه وزنی A تعیین شده و گزارش شود، مراحل زیر باید برای تعیین برآورده شدن معیارهای این استاندارد در مورد نوفه زمینه توسط این کمیت، دنبال شوند:

الف- تراز توان صدا یا تراز انرژی صدا در شبکه وزنی A مطابق با رویه‌های مطرح شده در این استاندارد با استفاده از داده‌ها از هر باند بسامد در گستره بسامد موردنظر محاسبه می‌شود؛

ب- محاسبه تکرار می‌شود، اما باندهایی که در آنها ΔLp برای باندهای یک سوم اکتاو بسامد میان باندهای ۲۰۰ Hz و کمتر و ۶۳۰۰ Hz و بیشتر، کمتر از ۶ dB است و باندهایی که در آنها مقدار ΔLp برای باندهای یک سوم اکتاو بسامد میان باندهای ۲۵۰ Hz تا ۵۰۰۰ Hz، کمتر از ۱۰ dB است، از محاسبه کنار گذاشته می‌شوند.

در صورتی که اختلاف بین این دو تراز کمتر از ۰/۵ dB باشد، تراز توان صدا یا تراز انرژی صدا در شبکه وزنی A تعیین شده از داده‌ها برای تمامی باندها را می‌توان مطابق با معیارهای نوفه زمینه در این استاندارد در نظر گرفت.

۵-۴-۲ معیارهای مطلق برای نوفه زمینه

اگر بتوان نشان داد که ترازهای نوفه زمینه در اتاق آزمون در زمان اندازه‌گیری‌ها کمتر یا مساوی با مقادیر داده شده در جدول ۲ برای تمامی باندها در گستره بسامد موردنظر است، اندازه‌گیری‌ها را می‌توان مطابق با الزامات نوفه زمینه مطرح شده در این استاندارد در نظر گرفت؛ حتی اگر الزامات ۶ dB یا ۱۰ dB برای تمامی باندها برآورده نشده باشد. می‌توان چنین فرض کرد که منبع، در این باندهای بسامد نوفه قابل اندازه‌گیری از

خود منتشر نکرده یا میزان نوفه منتشر شده بسیار کم است، و داده‌های گزارش شده، کران بالای تراز توان صدا یا تراز انرژی صدا را در این باندها نشان می‌دهد.

در مواردی که برخی ترازهای اندازه‌گیری شده از منبع تحت آزمون کمتر یا مساوی با ترازهای داده شده در جدول ۲ است، گستره بسامد موردنظر را می‌توان به گستره پیوسته‌ای از بسامدها محدود کرد که شامل بیشترین و کمترین بسامدهایی است که در آنها تراز فشار صدا از منبع نوفه از مقدار متناظر در جدول ۲ بیشتر است. در چنین مواردی، گستره فرکانس موردنظر قابل استفاده باید گزارش شود.

۳-۴-۵ بیان عدم انطباق با معیارهای نوفه زمینه

اگر معیارهای نسبی بیان شده در زیربند ۱-۴-۵ یا معیارهای مطلق بیان شده در زیربند ۲-۴-۵ برآورده نشود، متن گزارش باید به‌روشنی بیان کند که الزامات نوفه زمینه در این استاندارد برآورده نشده و باید باندهای بسامد خاصی که در آنها معیارها برآورده نشده، مشخص شود. علاوه بر این، گزارش نباید چنین بیان کند که اندازه‌گیری‌ها «در مطابقت کامل» با این استاندارد انجام شده‌اند.

جدول ۲- بیشینه ترازهای مطلق نوفه زمینه در اتاق آزمون

بیشینه تراز فشار صدای باند dB	بسامد باند میانی یک سوم اکتاو Hz
۴۲	۵۰
۳۹	۶۳
۳۶	۸۰
۳۳	۱۰۰
۳۰	۱۲۵
۲۷	۱۶۰
۲۴	۲۰۰
۲۱	۲۵۰
۱۸	۳۱۵
۱۵	۴۰۰
۱۲	۵۰۰
۱۱	۶۳۰
۱۱	۸۰۰
۱۰	۱۰۰۰
۱۰	۱۲۵۰
۱۰	۱۶۰۰
۱۰	۲۰۰۰
۱۰	۲۵۰۰
۱۰	۳۱۵۰
۱۰	۴۰۰۰
۱۰	۵۰۰۰
۱۰	۶۳۰۰
۱۰	۸۰۰۰
۱۰	۱۰۰۰۰

۵-۵ دما، رطوبت و فشار محیطی

در منطقه‌ای که میکروفن‌ها قرار گرفته‌اند، تغییرات دما و رطوبت نسبی محیطی باید در گستره حدود نشان داده شده در جدول ۳ باشد.

اندازه‌گیری‌های فشار محیطی باید در گستره $\pm 1/5 \text{ kPa}$ انجام شود.

حدود نشان داده شده در جدول ۳ عموماً کافی است. البته، سایر شرایط دما و رطوبت نیز ممکن است در کدهای آزمون نوفه برای انواع تجهیزات خاص مشخص شده باشد، به ویژه در صورتی که عملکرد تجهیزات یا ترازهای انتشار نوفه به شرایط محیطی وابسته باشد. در چنین مواردی، آن شرایط باید اعمال شود.

جدول ۳- حدود مجاز در تغییر دما و رطوبت نسبی محیط در طول اندازه‌گیری‌ها در اتاق واخشی

گستره‌های رطوبت نسبی %			گستره‌های دما θ °C
> ۵۰ %	۵۰ % تا ۳۰ %	< ۳۰ %	
حدود مجاز برای دما و رطوبت نسبی			
$\pm 10\%$, $\pm 3^\circ\text{C}$	$\pm 5\%$, $\pm 1^\circ\text{C}$	$\pm 3\%$, $\pm 1^\circ\text{C}$	$-5 < \theta \leq 10$
$\pm 10\%$, $\pm 3^\circ\text{C}$	$\pm 5\%$, $\pm 3^\circ\text{C}$	$\pm 3\%$, $\pm 1^\circ\text{C}$	$10 < \theta \leq 20$
$\pm 10\%$, $\pm 5^\circ\text{C}$	$\pm 5\%$, $\pm 5^\circ\text{C}$	$\pm 3\%$, $\pm 1^\circ\text{C}$	$20 \leq \theta \leq 50$

۶ ابزار و تجهیزات اندازه‌گیری

۱-۶ کلیات

سامانه ابزار شامل میکروفن‌ها و کابل‌ها، باید با الزامات کلاس ۱ استاندارد IEC 61672-1: 2002 مطابقت داشته باشد؛ فیلترها نیز باید الزامات کلاس ۱ استاندارد IEC 61260: 1995 را برآورده کنند. در صورت استفاده از منبع صدای مرجع برای روش مقایسه‌ای (به زیربند ۸-۱ مراجعه شود)، این منبع باید با الزامات استاندارد ISO 6926 مطابقت داشته باشد.

۲-۶ کالیبراسیون

میکروفن‌ها باید برای رویدادهای تصادفی مطابق با آنچه که در استاندارد IEC 61183 مشخص شده، کالیبره شوند.

قبل و بعد از هر مجموعه اندازه‌گیری، کالیبراتور صدا مطابق با الزامات کلاس یک استاندارد IEC 60942: 2003 باید برای صحت‌گذاری کالیبراسیون کل سامانه اندازه‌گیری در یک یا چند بسامد از گستره بسامد موردنظر مورد استفاده قرار گیرد. بدون تنظیم بیشتر، اختلاف بین خوانش‌های انجام شده قبل و بعد از هر مجموعه اندازه‌گیری باید کمتر یا مساوی ۰٫۵ dB باشد. در صورت فراتر رفتن از این مقدار، نتایج مجموعه اندازه‌گیری باید کنار گذاشته شود.

کالیبراسیون کالیبراتور صدا، انطباق سامانه ابزار با الزامات استاندارد IEC 61672-1، انطباق مجموعه فیلتر با الزامات استاندارد IEC 61260 و در صورت استفاده، انطباق منبع صدای مرجع با الزامات استاندارد

ISO 6926 باید در فواصل زمانی مشخص در آزمایشگاهی که کالیبراسیون‌های قابل ردیابی مطابق با استانداردهای مناسب را انجام می‌دهد، صحه‌گذاری شود.

توصیه می‌شود کالیبراتور صدا در فواصل زمانی کمتر از یک سال و منبع صدای مرجع در فواصل زمانی کمتر از دو سال کالیبره شود؛ انطباق سامانه ابزار با الزامات استاندارد IEC 61672-1 بهتر است در فواصل زمانی کمتر از دو سال و انطباق مجموعه فیلتر با الزامات استاندارد IEC 61260 بهتر است در فواصل زمانی کمتر از دو سال صحه‌گذاری شود.

۷ تعریف، تعیین محل، نصب و کارکرد منبع نوفه تحت آزمون

۱-۷ کلیات

تصمیم‌گیری در این مورد که کدام اجزاء، زیرمجموعه‌ها، تجهیزات کمکی، منابع توان و غیره، قسمت‌های یکپارچه از منبع نوفه را تشکیل دهند که قرار است تراز توان صدا یا تراز انرژی صدای آنها تعیین شود، حائز اهمیت است. تعریف شیوه‌ای که براساس آن منبع برای انجام آزمون نصب شده و در حالت کارکردی قرار می‌گیرد نیز مهم است، چرا که هر دوی این عوامل می‌توانند تاثیر قابل توجهی روی توان صدا یا انرژی صدای انتشار یافته داشته باشند. در این بند، رویکردی برای تنظیم منبع جهت انجام آزمون و تعریف شرایط جهت دستیابی به آرایش آزمونی که تجدیدپذیر بوده و امکان ارتباط دادن روشن آن با نتایج بدست آمده وجود داشته باشد، شرح داده خواهد شد.

این استاندارد، مشخصات عمومی مربوط به تعریف، نصب و کارکرد منبع نوفه را ارائه می‌دهد، اما این مشخصات برای نوع خاصی از منبع تحت آزمون توسط دستورالعمل‌ها و مشخصات (در صورت وجود) باطل می‌شود.

۲-۷ تجهیزات کمکی

احتیاط لازم باید در دستورکار قرار گیرد تا این اطمینان حاصل شود که لوله‌های برق، لوله‌کشی یا داکت‌های متصل شده به منبع نوفه تحت آزمون، مقادیر قابل توجهی از انرژی صدا را درون محیط آزمون منتشر نمی‌کنند.

در صورت عملی بودن، تمامی تجهیزات کمکی موردنیاز برای کارکرد منبع نوفه تحت آزمون که قسمتی از آن نیستند، باید بیرون از اتاق واخشی قرار گیرند. در صورت عملی نبودن این کار، احتیاط لازم باید در دستورکار قرار گیرد تا هرگونه صدای منتشر شده درون اتاق از سوی این تجهیزات به حداقل مقدار ممکن برسد. منبع نوفه تحت آزمون باید به گونه‌ای باشد که تمامی منابع قابل توجه صدا را، شامل تجهیزات کمکی که امکان جداسازی یا بی‌صدا کردن کافی آنها وجود ندارد، دربر گیرد.

۳-۷ تعیین محل منبع نوفه

منبع نوفه تحت آزمون باید در اتاق آزمون واخشی در یک یا چند محل نسبت به سطوح مرزی نصب شود؛ مشابه با حالتی که در استفاده عادی صورت می گیرد. در صورت مشخص نشدن موقعیتی خاص، منبع باید روی کف و در فاصله حداقل $1/5\text{ m}$ از دیواره اتاق قرار گیرد. در صورتی که دو موقعیت منبع یا بیشتر از آن مطابق با زیربند ۴-۸-۲-۴ یا پیوست ت مورد نیاز باشد، فاصله بین موقعیت های مختلف باید بزرگتر یا مساوی با نصف طول موج صدای متناظر با کمترین بسامد میان باندهای اندازه گیری باشد. در مورد اتاق آزمونی که دارای کف مستطیلی است، منبع نوفه تحت آزمون باید به طور نامتقارن روی کف قرار گیرد.

تجهیزات رومیزی باید روی کف اتاق واخشی با حداقل فاصله $1/5\text{ m}$ از دیواره ها قرار گیرند، به جز مواردی که وجود یک میز یا پایه برای کارکرد عادی، ضروری باشد. در مورد دوم، تجهیزات باید در مرکز میز قرار داشته و منبع و میز باید به عنوان یک مجموعه جدایی ناپذیر برای هدف آزمون در نظر گرفته شوند.

۴-۷ نصب و شرایط قرارگیری

در بسیاری از موارد، توان صدا یا انرژی صدای منتشر شده توسط یک منبع تحت تاثیر تکیه گاه یا شرایط قرارگیری است. در مواردی که شرایط نوعی نصب برای منبع نوفه تحت آزمون وجود دارد، آن شرایط باید در صورت امکان مورد استفاده قرار گرفته یا شبیه سازی شوند.

شرایط قرارگیری مشخص شده یا توصیه شده توسط سازنده منبع نوفه تحت آزمون باید مورد استفاده قرار گیرد، به جز در مواردی که مورد دیگری در کد آزمون نوفه مربوطه مشخص شده باشد. در صورت عدم وجود شرایط قرارگیری نوعی، یا عدم امکان جهت استفاده برای انجام آزمون، یا در صورت وجود احتمالات جایگزین متعدد، احتیاط لازم باید در دستور کار قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که آرایش نصب باعث ایجاد تغییرات غیرعادی در خروجی صدای منبع نمی شود. جهت کاهش صدای منتشر شده از سازه ای که منبع نوفه روی آن نصب شده نیز باید احتیاط های لازم در دستور کار قرار گیرد.

بسیاری از منابع کوچک صدا، با وجود تابش های ضعیف صدای با بسامد کم، در نتیجه روش نصب می توانند صدای با بسامد بسیار کمتر را منتشر کنند؛ این اتفاق زمانی رخ می دهد که انرژی لرزشی آنها به منابع به اندازه کافی بزرگ برای تبدیل شدن به تابنده های کارآمد انتقال داده می شود. در چنین مواردی، در صورت امکان، بین منبع نوفه تحت آزمون و سازه پشتیبان باید از نصب ارتجاعی استفاده کرد. بدین ترتیب انتقال لرزش به تکیه گاه و واکنش منبع هر دو به حداقل خواهند رسید. در این مورد، پایه نصب بهتر است صلب باشد (یعنی دارای امپدانس مکانیکی بالای کافی باشد) تا از لرزش بیش از حد و تابش صدا جلوگیری به عمل آید. البته، نصب های ارتجاعی باید فقط در صورتی استفاده شوند که منبع نوفه تحت آزمون به طور ارتجاعی در تاسیسات میدانی عادی نصب می شود.

شرایط تزویج، به طور مثال بین محرک‌های اصلی و دستگاه‌های دارای نیروی محرکه، می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای روی تابش صدای منبع نوفه تحت آزمون داشته باشد. استفاده از تزویج انعطاف پذیر می‌تواند مناسب باشد، اما ملاحظات مشابه با نصب‌های ارتجاعی در مورد این نوع تزویج نیز اعمال می‌شود.

منابع نوفه‌ای که در استفاده عادی در دست نگه‌داشته می‌شوند برای انجام آزمون یا باید در دست نگه داشته شده یا باید به طوری آویزان شوند که صدای ناشی از سازه از طریق هیچ یک از اتصالاتی که به منبع نوفه تحت آزمون تعلق ندارند، به این منبع انتقال داده نشوند. در صورتی که منبع نوفه تحت آزمون نیاز به تکیه گاهی برای کارکرد خود در طول انجام آزمون داشته باشد، سازه پشتیبان باید کوچک بوده، به عنوان قسمتی از منبع نوفه تحت آزمون مدنظر قرار گرفته و مطابق با مورد شرح داده شده در کد آزمون نوفه مربوطه باشد (در صورت وجود).

دستگاه‌ها و تجهیزات نصب شده روی پایه که به طور انحصاری برای نصب در جلوی دیواره در نظر گرفته شده‌اند باید روی یک سطح کف سخت آکوستیکی در جلوی دیواره سخت آکوستیکی نصب شوند. دستگاه‌ها و تجهیزات دیواری باید روی یک دیواره سخت آکوستیکی قرار گیرند.

۷-۵ کارکرد منبع در طول آزمون

توان صدا یا انرژی صدای منتشر شده توسط یک منبع می‌تواند تحت تاثیر بار اعمالی، سرعت اجرا، و شرایطی باشد که تحت آن کار می‌کند. منبع باید در موارد امکان تحت شرایطی مورد آزمون قرار گیرد که تجدیدپذیر بوده و معرف پر نوفه‌ترین کارکرد در استفاده عادی است. مشخصات ارائه شده در کد آزمون نوفه، در صورت وجود، باید رعایت شود، اما در صورت عدم وجود کد آزمون نوفه، یا یا چند مورد از حالات کارکردی زیر باید برای آزمون (ها) انتخاب شود:

الف- منبع تحت بار و شرایط مشخص؛

ب- منبع تحت بار کامل (در صورت متفاوت بودن از مورد الف)؛

پ- منبع بدون بار؛

ت- منبع در بیشینه سرعت کارکردی تحت شرایط تعریف شده؛

ث- منبع در حال کار تحت شرایط متناظر با بیشینه ایجاد صدای معرف استفاده عادی؛

ج- منبع با بارگذاری شبیه‌سازی شده، تحت شرایط تعریف شده؛

چ- منبعی که چرخه کار مشخصه‌ای را انجام داده و تحت شرایط تعریف شده است.

منبع باید در شرایط کارکردی موردنظر، با هر منبع توان یا سامانه انتقالی که در یک دمای پایدار کار می‌کند، قبل از آغاز اندازه‌گیری‌ها برای تعیین تراز توان صدا یا تراز انرژی صدا، پایدارسازی شود. بار، سرعت

و شرایط کارکردی باید در طول آزمون ثابت نگه داشته شده یا از طریق چرخه‌ای تعریف شده به شیوه‌ای واپایش شده تغییر یابد.

در صورتی که انتشار توان صدا یا انرژی صدا به پارامترهای کارکردی ثانویه مانند نوع ماده تحت فرآوری یا طراحی ابزار برش بستگی داشته باشد، آن پارامترها باید تا جایی که عملی است به گونه‌ای انتخاب شوند که باعث ایجاد کمترین تغییرات شده و در استفاده عادی نیز متداول باشند. در صورت استفاده از شرایط بارگذاری شبیه‌سازی شده، این شرایط باید به‌طوری انتخاب شوند که ترازهای توان صدا یا ترازهای انرژی صدای منبع تحت آزمون معرف استفاده عادی باشند.

ترازهای انتشار نوفه برای تجهیزات معین، مانند تجهیزات الکترونیکی با فن‌های خنک‌کاری با سرعت واپایش شده یا تجهیزات تهویه هوا که دارای متراکم‌کننده هستند، می‌تواند به شدت تحت تاثیر دمای محیطی در اتاق آزمون باشد. توصیه می‌شود برای چنین تجهیزاتی دمای محیطی در اتاق آزمون روی مقدار نوعی مربوط به کارکرد آن تنظیم شده و در گستره $\pm 2^\circ\text{C}$ حفظ شده و گزارش شود؛ به جز در مواردی که مورد دیگری به‌طور مثال در کد آزمون قابل استفاده مشخص شده باشد.

۸ اندازه‌گیری‌ها در اتاق واخنشی

۱-۸ کلیات

رویه‌هایی برای دو روش جایگزین جهت تعیین ترازهای توان صدا و ترازهای انرژی صدا تشریح شده است:

الف - روشی با استفاده از سطح جذب معادل اتاق واخنشی، که با عنوان روش مستقیم نامیده می‌شود؛

ب - روشی با استفاده از یک منبع صدای مرجع با تراز توان صدای مشخص، که با عنوان روش مقایسه‌ای نامیده می‌شود.

هر دو روش روی گستره باندهای یک سوم اکتاو با بسامدهای میان باندی اسمی از ۱۰۰ Hz تا ۱۰۰۰۰ Hz قابل استفاده هستند، اما برای اهداف خاص، می‌توان با پیروی از راهنمایی‌های ارائه شده در پیوست ث، گستره را به سمت پایین دست تا یک سوم اکتاو بسامد میان باندی ۵۰ Hz کاهش داد (به زیربند ۳-۱۲ مراجعه شود).

۲-۸ تعیین محل اولیه منبع نوفه تحت آزمون

برای روش مستقیم، منبع نوفه تحت آزمون باید در اتاق واخنشی در موقعیت اولیه انتخاب شده مطابق با زیربند ۷-۳ قرار گیرد.

۳-۸ موقعیت‌های میکروفن

هم برای روش مستقیم و هم روش مقایسه‌ای، مقدار عددی کمینه فاصله، $d_{\min}$ ، برحسب متر، بین منبع نوفه تحت آزمون و نزدیک‌ترین موقعیت میکروفن، برای هر باند بسامد موردنظر، نباید کمتر از مقدار زیر باشد:

$$d_{\min} = D_1 \sqrt{\frac{V}{T_{60}}} \quad (۸)$$

که در آن:

$$D_1 = ۰٫۰۸$$

V حجم اتاق واخشی برحسب متر مکعب؛

T_{60} زمان واخشی برحسب ثانیه است.

برای به حداقل رساندن خطای اریبی میدان نزدیک و حصول اطمینان از این که نقاط اندازه‌گیری در قسمت واخشی میدان صدا قرار دارند، توصیه اکید می‌شود که مقدار D_1 برای بسامدهای زیر ۵۰۰۰ Hz، ۰٫۱۶ در نظر گرفته شود.

هنگام استفاده از روش مقایسه‌ای، کمینه فاصله بین منبع نوفه تحت آزمون و موقعیت نزدیک‌ترین میکروفن را نیز می‌توان از رابطه (۹) محاسبه کرد، که در هر دو مورد از رابطه (۸) یا (۹) برای تعیین کمینه فاصله می‌توان استفاده کرد.

$$d_{\min} = D_2 \times 10^{0.05 (L_{Wr} - L_{pr})} \quad (۹)$$

که در آن:

$$D_2 = ۰٫۴$$

L_{Wr} تراز توان صدای مشخص منبع صدای مرجع برحسب دسی‌بل است؛

L_{pr} میانگین زمانی تراز فشار صدا برحسب دسی‌بل در حالتی است که منبع صدای مرجع در اتاق واخشی کار می‌کند.

برای به حداقل رساندن خطای اریبی میدان نزدیک و حصول اطمینان از این که نقاط اندازه‌گیری در قسمت واخشی میدان صدا قرار دارند، توصیه اکید می‌شود که مقدار D_2 برای بسامدهای زیر ۵۰۰۰ Hz، ۰٫۸ در نظر گرفته شود.

در صورت تایید اتاق و چیدمان آزمون مطابق با پیوست ت، همان تعداد میکروفن و همان موقعیت‌های میکروفن یا طی مسیر پیوسته میکروفن استفاده شده برای تایید صلاحیت باید برای اندازه‌گیری‌های فشار صدا مورد استفاده قرار گیرد.

در صورت عدم تایید اتاق واخشی مطابق با پیوست ت، شش موقعیت مجزا برای میکروفن باید انتخاب شود که از این موقعیت‌ها، انحراف معیار ترازهای فشار صدا قابل تخمین باشد (به زیربند ۸-۴-۲ مراجعه شود). شش میکروفن باید در فاصله بیش از 1.0 m از تمامی سطوح اتاق و بیش از $d_{\min}$ از منبع قرار داشته باشند. کمینه فاصله بین موقعیت‌های میکروفن باید با نصف طول موج کمترین بسامد میان بانندی مورد نظر متناظر باشد. برای اندازه‌گیری‌ها به جز آنهایی که برای برآورد انحراف‌های معیار انجام می‌شوند، طی مسیر پیوسته میکروفن را می‌توان استفاده کرد.

در صورت استفاده از طی مسیر پیوسته میکروفن، الزامات زیر باید برآورده شود:

الف - هیچ نقطه‌ای روی مسیر نباید از $d_{\min}$ به منبع نزدیک‌تر باشد؛

ب - هیچ نقطه‌ای روی مسیر نباید از 1.0 m به هیچ‌یک از سطوح اتاق آزمون نزدیک‌تر باشد؛

پ - هیچ نقطه‌ای روی مسیر نباید در هیچ زمانی از 0.5 m به هیچ‌یک از سطوح یک پخش‌کننده نزدیک‌تر باشد؛

ت - بهتر است مسیر میکروفن در هیچ صفحه‌ای در گستره 10° از سطح اتاق قرار نداشته باشد؛

ث - مسیر عبوری میکروفن می‌تواند خط مستقیم، یا یک کمان دایره یا یک دایره با طول l باشد؛ این طول باید $l \geq 3\lambda$ یا $l \geq 10.3\text{ m}$ (هر کدام که کوچکتر باشد) باشد که در آن λ طول موج صدا در کمترین بسامد میان بانندی مورد نظر بر حسب متر است.

برای حصول اطمینان از این که نقاط اندازه‌گیری در قسمت واخشی میدان صدا قرار دارند، در اتاق‌های کوچکتر توصیه اکید می‌شود که طول مسیر با تقسیم آن بین دو مسیر (یا بیشتر) حاصل شود، به‌شرطی که کمینه فاصله بین مسیرها بیشتر از 1 m یا نیم طول موج در کمترین بسامد میان بانندی مورد نظر باشد (هر کدام که کمتر است).

این کمینه طول برای مسیر است؛ طول‌های بیشتر ممکن است براساس زیربند ۸-۴-۲-۳ یا پیوست ت مورد نیاز باشد.

۸-۴ اندازه‌گیری ترازهای فشار صدا

۸-۴-۱ کلیات

برای هر دو روش مستقیم و مقایسه‌ای، میانگین زمانی ترازهای فشار صدا از منبع نوبه تحت آزمون برای هر باند یک سوم اکتاو در گستره بسامد مورد نظر، $L'_{pi(ST)}$ ، باید در هر موقعیت میکروفن (i) یا روی هر مسیر میکروفن ($i = 1, 2, \dots, n$)، در فاصله زمانی اندازه‌گیری مناسب، برای هر حالت کارکردی انتخاب شده (به زیربند ۷-۵ مراجعه شود) به دست آید. در صورت تایید اتاق آزمون مطابق با پیوست ت، همان تعداد

میکروفن و همان موقعیت‌های میکروفن یا طی مسیر پیوسته میکروفن استفاده شده برای تایید صلاحیت باید برای اندازه‌گیری‌های فشار صدا مورد استفاده قرار گیرد. در صورت عدم تایید اتاق آزمون مطابق با پیوست ت، شش موقعیت مجزا برای میکروفن باید مطابق با زیربند ۸-۳ انتخاب شده و این موقعیت‌ها باید به‌عنوان موقعیت‌های اولیه جهت ارزیابی بیشتر در نظر گرفته شوند (به زیربند ۸-۴-۲ مراجعه شود).

در مواردی که ترازهای فشار صدای منبع، یا زمینه در موقعیت‌های میکروفن مجزا با گذر زمان تغییر می‌یابد، افزایش فاصله زمانی اندازه‌گیری ممکن است ضروری باشد؛ فاصله انتخاب شده باید در گزارش آزمون بیان شود. برای باندهای بسامدی که مرکز آنها روی ۱۶۰ Hz یا کمتر از آن قرار دارد، فاصله زمانی اندازه‌گیری باید حداقل ۳۰ s باشد. برای باندهای بسامدی که مرکز آنها روی ۲۰۰ Hz یا کمتر قرار دارد، فاصله زمانی اندازه‌گیری باید حداقل ۱۰ s باشد. در صورت استفاده از پره پخش‌کننده چرخشی، فاصله زمانی اندازه‌گیری باید مضرب صحیحی از بازه زمانی چرخش یا بیش از ۱۰ برابر آن باشد. هنگام استفاده از میکروفن عبوری، فاصله زمانی اندازه‌گیری باید شامل حداقل دو طی مسیر کامل باشد.

علاوه بر این، بلافاصله قبل یا بلافاصله بعد از اندازه‌گیری ترازهای فشار صدا از منبع نوفه تحت آزمون، میانگین زمانی ترازهای فشار صدا از نوفه زمینه برای هر باند یک سوم اکتاو در گستره بسامد موردنظر، $L_{pi(B)}$ باید در هر موقعیت میکروفن یا روی هر مسیر عبوری میکروفن، روی فاصله زمانی اندازه‌گیری مشابه با مورد استفاده شده برای منبع نوفه تحت آزمون به‌دست آید.

۸-۴-۲ ارزیابی بیشتر در اتاق آزمونی که برای اندازه‌گیری اجزای بسامد گسسته تایید نشده است (به پیوست ت مراجعه شود)

۸-۴-۲-۱ کلیات

برای اتاق‌های آزمونی که برای اندازه‌گیری منابع دارای اجزا با بسامد گسسته مطابق با پیوست ت تایید نشده‌اند، رویه‌های مشخص شده در زیربندهای ۸-۴-۲ تا ۸-۴-۵ مورد نیاز نیستند.

۸-۴-۲-۲ تعیین انحراف معیارها از اندازه‌گیری‌های مقدماتی

انحراف معیار (s_M) ترازهای فشار صدای اندازه‌گیری شده در شش موقعیت میکروفن اولیه مطابق با زیربند ۸-۴-۱ برای هر باند یک‌سوم اکتاو باید از رابطه (۱۰) تعیین شود:

$$s_M = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_{M(pre)}} \frac{[L'_{Pi(pre)} - L'_{pm(pre)}]^2}{N_{M(pre)} - 1}} \quad (10)$$

که در آن:

$L'_{pi(pre)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک-سوم اکتاو اندازه‌گیری شده در i امین موقعیت اولیه میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی برحسب دسی‌بل؛

$L'_{pm(pre)}$ مقدار متوسط حسابی میانگین زمانی ترازهای فشار صدای باند یک-سوم اکتاو اندازه‌گیری شده در شش موقعیت اولیه میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی برحسب دسی‌بل؛

$N_{M(pre)} = 6$ ، تعداد اولیه موقعیت‌های میکروفن است.

۸-۴-۳ تعداد موقعیت‌های میکروفن مورد استفاده

اگر انحراف معیار ترازهای فشار صدا، s_M ، به‌دست آمده از رابطه (۱۰) از ۱/۵ dB برای یک یا چند باند یک-سوم اکتاو بیشتر باشد، منبع نوفه تحت آزمون صدایی را منتشر خواهد کرد که دارای اجزایی با بسامد گسسته قابل توجه هستند. در این مورد، یا اتاق و آرایش آزمون باید تصحیح شود تا بتوان آن را مطابق با پیوست ت تایید کرد یا تعداد موقعیت‌های میکروفن موردنیاز (N_M) برای تعیین تراز فشار صدای متوسط مطابق با زیربند ۹-۱-۳، و سپس برای تعیین ترازهای فشار صدا باید از روی جدول ۴ تعیین شود. به‌طور جایگزین، هنگام استفاده از میکروفن عبوری، کمینه طول مسیر عبور میکروفن باید کمتر از مقدار زیر باشد:

$$\left. \begin{aligned} l &= \frac{\lambda}{2} N_M \\ l &= 10.3 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

که در آن:

l طول مسیر عبور میکروفن برحسب متر؛

λ طول موج صدا در بسامد میان بانندی تحت اندازه‌گیری برحسب متر؛

N_M تعداد موقعیت‌های میکروفن تعیین شده از روی جدول ۴.

در مواردی که تعداد زیادی از موقعیت‌های میکروفن موردنیاز است، استفاده از یک میکروفن عبوری توصیه می‌شود.

برای حصول اطمینان از این که نقاط اندازه‌گیری در قسمت واخنش میدان صدا قرار دارند، در اتاق‌های کوچکتر توصیه اکید می‌شود که طول مسیر با تقسیم آن بین دو مسیر (یا بیشتر) حاصل شود، به‌شرطی که کمینه فاصله بین مسیرها بیشتر از ۱ m یا نیم طول موج در کمترین بسامد میان بانندی موردنظر باشد (هرکدام که کمتر است).

جدول ۴- کمینه تعداد موقعیت‌های میکروفن برای اندازه‌گیری ترازهای فشار صدا

انحراف معیار، s_M dB			بسامد یک‌سوم اکتاو میان باندی Hz
$s_M > 3$	$1.5 \leq s_M < 3$	$s_M \leq 1.5$	
کمینه مقدار N_M			
۶	۶	۶	۱۶۰، ۱۲۵، ۱۰۰
۱۲	۶		۳۱۵، ۲۵۰، ۲۰۰
۲۴	۱۲		۶۳۰، ۵۰۰، ۴۰۰
۳۰	۱۵		≥ 800

۴-۲-۴-۸ ارزیابی نیاز برای موقعیت‌های منبع نوفه بیشتر

اگر انحراف معیار ترازهای فشار صدا، s_M ، تعیین شده در زیربند ۴-۲-۸ از ۱.۵ dB برای یک یا چند باند یک‌سوم اکتاو بیشتر باشد، منبع نوفه تحت آزمون صدایی را منتشر خواهد کرد که دارای اجزایی با بسامد گسسته قابل توجه هستند. در این مورد، یا اتاق و آرایش آزمون باید تصحیح شود تا بتوان آن را مطابق با پیوست ت تایید کرد یا تعداد موقعیت‌های منبع (N_S) باید از روی رابطه (۱۲) و جدول ۵ تعیین شود.

$$N_S \geq K_S \left[\left(\frac{T_{60}}{V} \right) \left(\frac{1000}{f} \right)^2 + \frac{1}{N_M} \right] \quad (12)$$

که در آن:

K_S از جدول ۵ برای باند بسامد مناسب به‌دست می‌آید؛

T_{60} مقدار عددی زمان واخنش اتاق آزمون برای باند یک‌سوم اکتاو خاص برحسب ثانیه؛

V مقدار عددی حجم اتاق واخشی برحسب متر مکعب؛

f مقدار عددی بسامد میان باندهای باند یک‌سوم اکتاو برحسب هرتز؛

N_M تعداد موقعیت‌های میکروفن برای اندازه‌گیری تراز فشار صدا، به‌دست آمده از جدول ۴ برای باند بسامد مناسب است.

استفاده از پخش‌کننده چرخشی می‌تواند نیاز برای موقعیت‌های منبع بیشتر را کاهش دهد (به پیوست ب مراجعه شود). نیاز برای موقعیت‌های منبع بیشتر را همچنین می‌توان با محدود کردن زمان واخنش برای افزایش همپوشانی مودال کاهش داد. برای باندهای یک‌سوم اکتاو با بسامدهای میان باندهای زیر ۱۰۰۰ Hz، توصیه می‌شود تا زمان واخنش، T_{60} ، برحسب ثانیه از نامساوی زیر پیروی کند

$$T_{60} < V \left(\frac{f}{1000} \right)^2$$

که در آن:

V مقدار عددی حجم اتاق واخشی بر حسب متر مکعب؛

f مقدار عددی بسامد میان باندي باند یک سوم اکتاو خاص بر حسب هرتز است.

۵-۲-۴-۸ اندازه گیری های مورد استفاده برای تعیین ترازهای توان صدا

در صورت استفاده از موقعیت های میکروفن ثابت، و در مواردی که نتایج به دست آمده از ارزیابی ها در زیربندهای ۳-۲-۴-۸ و ۴-۲-۴-۸ نشان دهند که نیازی به موقعیت های میکروفن یا موقعیت های منبع بیشتر وجود ندارد، اندازه گیری های موضوع زیربند ۱-۴-۸ با استفاده از شش موقعیت مجزای اولیه را می توان به عنوان اندازه گیری های نهایی در نظر گرفت. اگر ارزیابی های زیربند ۳-۲-۴-۸ نشان دهد که موقعیت ها یا مسیرهای عبور بیشتر برای میکروفن نیاز است، مجموعه های تکراری از اندازه گیری باید با استفاده از تعداد موقعیت های میکروفن یا طول های مسیر میکروفن تعیین شده انجام شود. در صورتی که موقعیت های منبع بیشتر مطابق با زیربند ۴-۲-۴-۸ مورد نیاز باشد، تعداد یکسان از موقعیت های میکروفن یا طول های یکسان مسیر عبور باید برای هر مورد استفاده شود، یعنی ارزیابی زیربند ۳-۲-۴-۸ نیازی به تکرار برای هر موقعیت منبع ندارد.

۵-۸ اندازه گیری ترازهای فشار صدای زمان انتگرال گیری شده تک رویدادی

۱-۵-۸ کلیات

برای هر دو روش مستقیم و مقایسه ای، ترازهای فشار صدای زمان انتگرال گیری شده تک رویدادی از منبع نوفه تحت آزمون برای هر باند یک سوم اکتاو در گستره بسامد مورد نظر، $L'_{Ei}(ST)$ ، باید در هر موقعیت میکروفن، i ($i = 1, 2 \dots N_M$) به دست آید. اندازه گیری ها یا باید شامل یک رویداد صدای تکی در یک زمان (در این حالت پردازش باید N_e مرتبه تکرار شود که در آن N_e حداقل مساوی با ۵ است) یا چندین رویداد صدای متوالی (N_e) (که در این حالت نیز مجدداً N_e برابر با ۵ است) برای هر حالت کارکردی انتخابی باشد (به زیربند ۵-۷ مراجعه شود). در صورت تایید اتاق آزمون مطابق با پیوست ت، همان تعداد میکروفن و همان موقعیت های میکروفن استفاده شده برای تایید صلاحیت باید برای اندازه گیری های فشار صدا مورد استفاده قرار گیرد. در صورت عدم تایید اتاق آزمون مطابق با پیوست ت، شش موقعیت میکروفن مجزا باید مطابق با زیربند ۳-۸ انتخاب شده و این موقعیت ها باید به عنوان موقعیت های اولیه برای ارزیابی بیشتر در نظر گرفته شوند؛ به زیربند ۲-۵-۸ مراجعه شود. میکروفن متحرک نباید برای اندازه گیری ها روی یک منبع منتشر کننده نوفه ضربه ای غیر تکراری استفاده شود.

جدول ۵- کمینه تعداد محل‌های منبع و مقدار، K_S ، برای اندازه‌گیری ترازهای فشار صدا

انحراف معیار، s_M			بسامد یک‌سوم اکتاو میان باندی Hz
$s_M > 3$	$1.5 \leq s_M < 3$	$s_M \leq 1.5$	
K_S			
۵	۲.۵	-	۱۶۰، ۱۲۵، ۱۰۰
۱۰	۵		۳۱۵، ۲۵۰، ۲۰۰
۲۰	۱۰		۶۳۰، ۵۰۰، ۴۰۰
۲۵	۱۲.۵		≥ 800
براساس رابطه (۱۲)		۱	کمینه مقدار N_S

فاصله زمانی اندازه‌گیری برای منبع نوفه تحت آزمون باید برای پوشش دادن کل آن قسمت از نوفه مربوط به رویداد (ها)، شامل واپاشی که نقش چشمگیری در تراز فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده تک رویدادی دارد، به اندازه کافی طولانی باشد.

علاوه بر این، بلافاصله قبل یا بلافاصله بعد از اندازه‌گیری ترازهای فشار صدا از منبع نوفه تحت آزمون، میانگین زمانی ترازهای فشار صدا از نوفه زمینه برای هر باند یک سوم اکتاو در گستره بسامد موردنظر، $L_{pi}(B)$ باید در هر موقعیت میکروفن، روی فاصله زمانی اندازه‌گیری معرف به‌دست آید.

۸-۵-۲ ارزیابی بیشتر در اتاق آزمونی که برای اندازه‌گیری اجزای بسامد گسسته تایید نشده است (به پیوست ت مراجعه شود)

۸-۵-۲-۱ کلیات

نیاز برای موقعیت‌های میکروفن و منبع نوفه بیشتر باید به شیوه‌ای مشابه با زیربند ۸-۴-۲، با استفاده از ترازهای فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده تک رویدادی به‌جای میانگین زمانی ترازهای فشار صدا مورد ارزیابی قرار گیرد.

۸-۵-۲-۲ اندازه‌گیری‌های مورد استفاده برای تعیین ترازهای انرژی صدا

اگر ارزیابی‌های زیربند ۸-۵-۲-۱ نشان دهد که موقعیت‌های میکروفن یا موقعیت‌های منبع بیشتر موردنیاز نیست، در این صورت اندازه‌گیری‌های موضوع زیربند ۸-۵-۱ با استفاده از شش موقعیت میکروفن اولیه را می‌توان به‌عنوان اندازه‌گیری‌های نهایی در نظر گرفت. اگر ارزیابی‌های زیربند ۸-۵-۲-۱ نشان دهد که موقعیت‌های میکروفن بیشتر موردنیاز است، مجموعه‌های تکراری از اندازه‌گیری‌ها باید با استفاده از تعداد

موقعیت‌های میکروفن تعیین شده، انجام شوند. در صورت لزوم به موقعیت‌های منبع بیشتر مطابق با زیربند ۸-۵-۲، همان تعداد از موقعیت‌های میکروفن باید برای هر یک مورد استفاده قرار گیرد.

۸-۶ اندازه‌گیری ترازهای فشار صدا از منبع صدای مرجع برای روش مقایسه‌ای

۸-۶-۱ تعیین محل منبع صدای مرجع

موقعیت منبع صدای مرجع باید روی کف اتاق واخشی و با فاصله بیش از ۱٫۵ m از دیواره‌های اتاق باشد. منبع نوفه تحت آزمون باید در طول اندازه‌گیری‌های منبع صدای مرجع درون اتاق واخشی قرار داشته باشد. در صورتی که منبع تحت آزمون به راحتی قابل جابجا کردن نباشد، منبع صدای مرجع باید تا حد امکان نزدیک منبع تحت آزمون نصب شود، اما همچنان حداقل فاصله ۱٫۵ m باید رعایت شود (به پاراگراف بعدی مراجعه شود). این موقعیت تکی برای منبع صدای مرجع کافی است، حتی در مواردی که موقعیت‌های متعدد برای منبع نوفه تحت آزمون مطابق با زیربندهای ۸-۴-۲ یا ۸-۵-۲ موردنیاز باشد.

محل ترجیحی برای منبع صدای مرجع با محل استفاده شده برای منبع نوفه تحت آزمون (یا یکی از این محل‌ها، در صورتی که بیش از یک محل برای منبع تحت آزمون موردنیاز باشد) متناظر است.

۸-۶-۲ ترازهای فشار صدا از منبع صدای مرجع

میانگین زمانی ترازهای فشار صدا در هر باند یک‌سوم اکتاو روی گستره بسامد موردنظر از منبع صدای مرجع باید با استفاده از همان موقعیت‌های میکروفن مجزا یا همان مسیرهای عبور میکروفن مشخص شده در زیربندهای ۸-۴-۱ یا ۸-۵-۱ برای منبع نوفه تحت آزمون، اندازه‌گیری شوند. اندازه‌گیری منبع صدای مرجع باید در دما، فشار و رطوبت استفاده شده برای اندازه‌گیری منبع نوفه تحت آزمون در گستره حدود مشخص شده در زیربند ۵-۵ انجام شود.

یادآوری- الزامات برای منبع صدای مرجع در زیربند ۶-۲ شرح داده شده و نیازی به انجام ارزیابی‌های موضوع زیربند ۸-۴-۲ برای منبع صدای مرجع وجود ندارد.

۸-۷ اندازه‌گیری زمان واخشی

زمان‌های واخشی اتاق آزمون، T_{60} ، باید مطابق با استاندارد ISO 3382-2 اندازه‌گیری شوند، به‌جز در این مورد که فقط واپاشی اولیه ۱۰ dB یا ۱۵ dB که به ترتیب با T_{10f} و T_{15f} نشان داده می‌شوند، باید مورد استفاده قرار گیرند (استاندارد ملی ایران شماره ۸-۹۸۱۹: سال ۱۳۸۶ [۱]). اگر این احتمال وجود دارد که منبع نوفه تحت آزمون تاثیر قابل توجهی روی زمان واخشی داشته باشد، اندازه‌گیری زمان‌های واخشی باید در حالتی انجام شود که منبع نوفه تحت آزمون داخل اتاق واخشی قرار دارد. برای باندهای یک‌سوم اکتاو با بسامدهای میان‌بندی از ۶۳۰۰ Hz تا ۱۰ kHz، تعداد اندازه‌گیری‌های واپاشی یکسان با باند بسامد میان‌بندی ۵۰۰۰ Hz باید مورد استفاده قرار گیرد.

۸-۸ اندازه‌گیری شرایط محیطی

شرایط محیطی (دمای هوا، فشار ایستا، و رطوبت نسبی) پیرامون منبع نوفه در زمان آزمون باید اندازه‌گیری شود. درستی و دقت تجهیزات باید برای ایجاد امکان جهت تعیین انطباق با الزامات زیربند ۵-۵ کافی باشد.

۹ تعیین ترازهای توان صدا و ترازهای انرژی صدا

۹-۱ تعیین ترازهای توان صدا

۹-۱-۱ محاسبه میانگین زمانی ترازهای فشار صدا اندازه‌گیری شده از چندین موقعیت منبع

اگر بیش از یک موقعیت منبع نوفه تحت آزمون مورد استفاده قرار گرفته است (زیربند ۸-۴-۲-۴)، میانگین زمانی تراز فشار صدا اندازه‌گیری شده در هر باند یک‌سوم اکتاو روی گستره بسامد موردنظر و برای هر موقعیت میکروفن i یا مسیرهای عبور میکروفن، برای حالت کارکردی انتخاب شده برای منبع نوفه تحت آزمون و میانگین‌گیری شده روی j موقعیت منبع ($L'_{pi}(ST)$) باید با استفاده از رابطه (۱۳) محاسبه شود:

$$L'_{pi}(ST) = 10 \lg \left\{ \frac{1}{N_S} \sum_{j=1}^{N_S} 10^{0.1 [L'_{pi}(ST)]_j} \right\} \text{ dB} \quad (13)$$

که در آن:

$[L'_{pi}(ST)]_j$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک‌سوم اکتاو اندازه‌گیری شده (تصحیح نشده) در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، و برای j امین موقعیت منبع، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی (ST) برحسب دسی‌بل؛

N_S تعداد موقعیت‌های منبع است.

۹-۱-۲ تصحیح‌ها برای نوفه زمینه

تصحیح نوفه زمینه، K_{1i} ، در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن در هر باند یک‌سوم اکتاو باید با استفاده از رابطه (۱۴) محاسبه شود:

$$K_{1i} = -10 \lg (1 - 10^{-0.1 \Delta L_{pi}}) \text{ dB} \quad (14)$$

که در آن:

$$\Delta L_{pi} = L'_{pi}(ST) - L_{pi}(B)$$

که در آن:

$L'_{pi(ST)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو اندازه گیری شده (تصحیح نشده) در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی (ST) بر حسب دسی بل؛

$L_{pi(B)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو نوفه زمینه (B) اندازه گیری شده در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، بر حسب دسی بل است.

اگر K_{1i} ، $\Delta L_{pi} \geq 15$ dB مساوی با صفر در نظر گرفته شده و نیازی به اعمال تصحیح برای نوفه زمینه وجود ندارد.

اگر $6 \text{ dB} \leq \Delta L_{pi} < 15 \text{ dB}$ برای باندهای یک سوم اکتاو بسامد میان باندهای ۲۰۰ Hz و کمتر و ۶۳۰۰ Hz و بیشتر باشد، در این صورت K_{1i} باید مطابق با رابطه (۱۴) محاسبه شود.

اگر $10 \text{ dB} \leq \Delta L_{pi} < 15 \text{ dB}$ برای باندهای یک سوم اکتاو بسامد میان باندهای ۲۵۰ Hz تا ۵۰۰۰ Hz باشد، در این صورت K_{1i} باید مطابق با رابطه (۱۴) محاسبه شود.

اگر $\Delta L_{pi} < 6 \text{ dB}$ برای یک یا چند باند یک سوم اکتاو بسامد میان باندهای ۲۰۰ Hz و کمتر و ۶۳۰۰ Hz و بیشتر باشد، در این صورت K_{1i} باید روی ۱/۲۶ dB تنظیم شود (مقدار برای $\Delta L_{pi} = 6 \text{ dB}$ است). اگر $\Delta L_{pi} < 10 \text{ dB}$ برای یک یا چند باند یک سوم اکتاو بسامد میان باندهای بین ۲۵۰ Hz تا ۵۰۰۰ Hz باشد، در این صورت K_{1i} باید روی ۰/۴۶ dB تنظیم شود (مقدار برای $\Delta L_{pi} = 10 \text{ dB}$ است). در هر دو مورد، باید در متن گزارش آزمون و همچنین در نمودارها و جداول مربوط به نتایج، به روشنی بیان شود که داده ها در چنین باندهایی نشان دهنده کران های بالا برای تراز توان صدای منبع نوفه تحت آزمون هستند.

در صورت استفاده از رویکرد مدل سازی پیوست چ برای عدم قطعیت اندازه گیری ناشی از نوفه زمینه، ارزیابی باید با تصحیح کامل مطابق با رابطه (۱۵)، بدون محدود کردن تفاوت تراز بین منبع تحت آزمون و نوفه زمینه انجام شود.

هریک از میانگین زمانی ترازهای فشار صدا باید برای وجود نوفه زمینه تصحیح شوند. میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو تصحیح شده در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، $L_{pi(ST)}$ ، بر حسب دسی بل از رابطه زیر به دست می آید

$$L_{pi(ST)} = L'_{pi(ST)} - K_{1i} \quad (15)$$

که در آن:

$L'_{pi(ST)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو اندازه گیری شده (تصحیح نشده) در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی بر حسب دسی بل؛

K_{1i} تصحیح نوفه زمینه بر حسب دسی بل است.

۳-۱-۹ محاسبه میانگین زمانی ترازهای فشار صدای متوسط در اتاق آزمون

میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو تصحیح شده متوسط نوفه زمینه در اتاق آزمون با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، $\overline{L_{p(ST)}}$ باید با استفاده از رابطه (۱۶) محاسبه شود:

$$\overline{L_{p(ST)}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N_M} \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0.1 L_{p(ST)}} \right] \text{ dB} \quad (16)$$

که در آن:

$L_{pi(ST)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو تصحیح شده در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکرد برحسب دسی بل؛

N_M تعداد موقعیت‌های میکروفن یا مسیرهای عبور منفرد میکروفن است.

میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو تصحیح شده متوسط نوفه زمینه برای منبع صدای مرجع (RSS^1) در اتاق آزمون، $\overline{L_{p(RSS)}}$ باید با استفاده از رابطه (۱۷) محاسبه شود:

$$\overline{L_{p(RSS)}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N_M} \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0.1 L_{p(RSS)}} \right] \text{ dB} \quad (17)$$

که در آن:

$$L_{pi(RSS)} = L'_{pi(RSS)} - K_{1i(RSS)}$$

که در آن:

$L'_{pi(RSS)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو اندازه‌گیری شده (تصحیح نشده) برای منبع صدای مرجع در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، برحسب دسی بل؛

$K_{1i(RSS)}$ تصحیح نوفه زمینه برای منبع صدای مرجع در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن برحسب دسی بل، محاسبه شده با استفاده از رابطه (۱۴) با جایگزین کردن $L'_{pi(RSS)}$ به جای $L_{pi(ST)}$ ؛

N_M تعداد موقعیت‌های میکروفن یا مسیرهای عبور منفرد میکروفن است.

برای تعیین برآورده شدن معیارهای نوفه زمینه که در زیربند ۴-۵ بیان شده، کمیت‌های داده شده در روابط (۱۸) و (۱۹) نیز موردنیاز است.

میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو متوسط تصحیح نشده در اتاق آزمون، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکرد، $\overline{L'_{p(ST)}}$ برحسب دسی بل از رابطه زیر به دست می‌آید:

1- Reference Sound Source

$$\overline{L'_{p(ST)}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N_M} \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0.1 L'_{p(ST)}} \right] \text{ dB} \quad (18)$$

که در آن:

$L'_{pi(ST)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو اندازه گیری شده (تصحیح نشده) در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی برحسب دسی بل؛

N_M تعداد موقعیت های میکروفن یا مسیرهای عبور منفرد میکروفن است.

میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو متوسط نوفه زمینه (B)، $\overline{L_{p(B)}}$ باید با استفاده از رابطه زیر محاسبه شود:

$$\overline{L_{p(B)}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N_M} \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0.1 L_{p(B)}} \right] \text{ dB} \quad (19)$$

که در آن:

$L_{pi(B)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو نوفه زمینه اندازه گیری شده در i امین موقعیت میکروفن یا برای i امین مسیر عبور میکروفن، برحسب دسی بل؛

N_M تعداد موقعیت های میکروفن یا مسیرهای عبور منفرد میکروفن است.

۹-۱-۴ محاسبه ترازهای توان صدا با استفاده از مساحت جذب معادل اتاق (روش مستقیم)

تراز توان صدای منبع نوفه تحت آزمون در هر باند یک سوم اکتاو، L_W ، تحت شرایط محیطی، باید با استفاده از رابطه (۲۰) محاسبه شود:

$$L_W = \overline{L_{p(ST)}} + \left\{ 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB} + 4.34 \frac{A}{S} \text{ dB} + 10 \lg \left(1 + \frac{Sc}{8Vf} \right) \text{ dB} + C_1 + C_2 - 6 \text{ dB} \right\} \quad (20)$$

که در آن:

$\overline{L_{p(ST)}}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو تصحیح شده متوسط در اتاق آزمون با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی بل؛

A مساحت جذب معادل اتاق برحسب متر مربع،

$$A = \frac{55.26}{c} \left(\frac{V}{T_{60}} \right)$$

که در آن:

T_{60} زمان واخشی اتاق واخشی در بسامد میان باندی اندازه گیری (ها) برحسب ثانیه است؛

$$A_0 = 1 \text{ m}^2$$

S مساحت سطحی کل اتاق واخشی برحسب متر مربع؛

c سرعت صدا در دمای هوای θ درجه سانتیگراد در اتاق واخشی در زمان آزمون برحسب متر بر ثانیه،

$$c = 20.05 \sqrt{273 + \theta}$$

V حجم اتاق واخشی برحسب مترمکعب؛

f بسامد میان باندي اندازه گیری (ها) برحسب هرتز؛

C_1 تصحیح کمیت مرجع برحسب دسی بل برای مدنظر قرار دادن کمیت های مرجع متفاوت استفاده شده برای محاسبه دسی بل تراز فشار صدا و دسی بل تراز توان صدا بوده و تابعی از امپدانس مشخصه هوا تحت شرایط محیطی در زمان و محل اندازه گیری ها است:

$$C_1 = -10 \lg \frac{P_s}{P_{s,0}} \text{ dB} + 5 \lg \left(\frac{273.15 + \theta}{\theta_0} \right) \text{ dB}$$

C_2 تصحیح امپدانس تابش برحسب دسی بل برای تغییر توان صدای واقعی مرتبط با شرایط محیطی در زمان و محل اندازه گیری به توان صدا تحت شرایط محیطی، مقدار باید از کد آزمون نوفه مناسب به دست آید، اما در صورت عدم وجود کد آزمون نوفه، رابطه زیر برای منبع تک قطبی معتبر است و یک مقدار متوسط برای سایر منابع می باشد (به مراجع [۲۳] و [۳۱] مراجعه شود):

$$C_2 = -10 \lg \frac{P_s}{P_{s,0}} \text{ dB} + 15 \lg \left(\frac{273.15 + \theta}{\theta_1} \right) \text{ dB}$$

که در آن:

p_s فشار ایستا در اتاق آزمون در زمان آزمون برحسب کیلو پاسکال،

$p_{s,0}$ فشار ایستای مرجع، 101325 kPa ،

θ دما در اتاق آزمون در زمان آزمون برحسب درجه سانتیگراد،

$$\theta_0 = 314 \text{ K}$$

$$\theta_1 = 296 \text{ K}$$

یادآوری - مقدار داده شده برای θ_0 امپدانس مشخصه 400 N/m^3 را برای هوا در فشار ایستای مرجع 101325 kPa به دست می دهد (به مراجع شماره [۲۲] و [۲۳] مراجعه شود). این مقدار به هیچ یک از شرایط محیطی وابسته نیست و نتیجه مقادیر مرجع دسی بل استفاده شده برای فشار صدا و توان صدا می باشد.

$$\theta_0 = 273.15 \text{ K} \times \left[\frac{331.45 \text{ m/s} \times 1,2929 \text{ kg/m}^3 \times 1 \text{ Pa}}{(20 \text{ } \mu\text{Pa})^2 \times 1 \text{ m}^2} \right]^2 = 313.51 \text{ K} = 314 \text{ K}$$

۵-۱-۹ محاسبه ترازهای توان صدا با استفاده از منبع صدای مرجع (روش مقایسه‌ای)

تراز توان صدای منبع نوفه تحت آزمون در هر باند یک‌سوم اکتاو، L_W ، تحت شرایط محیطی، باید با استفاده از رابطه (۲۱) محاسبه شود:

$$L_W = L_{W(RSS)} + (\overline{L_{p(ST)}} - \overline{L_{p(RSS)}}) + C_2 \quad (21)$$

که در آن:

$L_{W(RSS)}$ تراز توان صدای باند یک‌سوم اکتاو منبع صدای مرجع، تعیین شده مطابق با استاندارد ISO 9626 و

تصحیح شده برای شرایط محیطی در زمان آزمون، برحسب دسی‌بل؛

$\overline{L_{p(ST)}}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک‌سوم اکتاو تصحیح شده متوسط در اتاق آزمون با منبع نوفه

تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی‌بل؛

$\overline{L_{p(RSS)}}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک‌سوم اکتاو تصحیح شده متوسط نوفه زمینه در اتاق آزمون،

از منبع صدای مرجع برحسب دسی‌بل؛

$$C_2 = -10 \lg \frac{p_s}{p_{s,0}} \text{ dB} + 15 \lg \left(\frac{273.15 + \theta}{\theta_1} \right) \text{ dB}$$

۲-۹ تعیین ترازهای انرژی صدا

۱-۲-۹ محاسبه متوسط ترازهای فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده رویداد تکی برای رویدادهای

انتشار صدای متعدد و برای موقعیت‌های منبع متعدد

اگر N_e تراز فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده رویداد تکی (هر بار یک تراز صدا) در i امین موقعیت

میکروفن و برای j امین موقعیت منبع اندازه‌گیری شود، متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده

رویداد تکی اندازه‌گیری شده در آن موقعیت، $[L'_{Ei(ST)}]_j$ ، باید با استفاده از رابطه (۲۲) محاسبه شود:

$$[L'_{Ei(ST)}]_j = 10 \lg \left\{ \frac{1}{N_e} \sum_{q=1}^{N_e} 10^{0.1 [L'_{Ei(ST)}]_j} \right\} \text{ dB} \quad (22)$$

که در آن:

$[L'_{Ei(ST)}]_j$ تراز فشار صدای اندازه‌گیری شده زمان انتگرال‌گیری شده رویداد تکی برای باند یک‌سوم اکتاو

(تصحیح نشده) در i امین موقعیت میکروفن، برای j امین موقعیت منبع و برای q امین رویداد

($q = 1, 2, \dots, N_e$) از منبع نوفه تحت آزمون برحسب دسی‌بل؛

N_e تعداد اندازه‌گیری‌های مربوط به رویدادهای انتشار صدای تکی است.

در صورتی که فقط یک تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی در i امین موقعیت میکروفن و برای j امین موقعیت منبع که شامل N_e رویداد انتشار صدا است اندازه گیری شده باشد، متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی اندازه گیری شده در آن موقعیت برای یک رویداد، $[L'_{Ei(ST)}]_j$ ، باید با استفاده از رابطه (۲۳) محاسبه شود:

$$[L'_{Ei(ST)}]_j = [L'_{Ei, N_e(ST)}]_j - 10 \lg N_e \text{ dB} \quad (23)$$

که در آن:

$[L'_{Ei, N_e(ST)}]_j$ تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی باند یک سوم اکتاو اندازه گیری شده (تصحیح نشده) در i امین موقعیت میکروفن، برای j امین موقعیت منبع و متشکل از N_e رویداد انتشار صدای متوالی از منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی بر حسب دسی بل؛

N_e تعداد رویدادهای انتشار صدای متشکل از یک اندازه گیری مربوط به رویدادهای انتشار صدای تکی است.

اگر بیش از یک موقعیت از منبع نوفه تحت آزمون مورد استفاده قرار گرفته باشد (زیربند ۸-۴-۲-۴)، متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی اندازه گیری شده در هر باند یک سوم اکتاو روی گستره بسامد موردنظر، برای هر موقعیت میکروفن i ، برای حالت کارکردی انتخاب شده از منبع نوفه تحت آزمون و میانگین گیری شده روی j موقعیت منبع، $L'_{Ei(ST)}$ ، باید با استفاده از رابطه (۲۴) محاسبه شود:

$$[L'_{Ei(ST)}] = 10 \lg \left\{ \frac{1}{N_s} \sum_{j=1}^{N_s} 10^{0.1 [L'_{Ei(ST)}]_j} \right\} \text{ dB} \quad (24)$$

که در آن:

$[L'_{Ei(ST)}]_j$ تراز فشار صدای اندازه گیری شده زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی برای باند یک سوم اکتاو (تصحیح نشده) در i امین موقعیت میکروفن، برای j امین موقعیت منبع، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، بر حسب دسی بل؛

N_s تعداد موقعیت های منبع است.

۲-۲-۹ تصحیح ها برای نوفه زمینه

تصحیح نوفه زمینه، K_{1i} ، در هر باند یک سوم اکتاو و برای هر موقعیت میکروفن ثابت باید به شیوه ای مشابه با زیربند ۹-۱-۲، با جایگزین کردن تفاوت بین متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی اندازه گیری شده و تراز نوفه زمینه محاسبه شود:

$$K_{1i} = -10 \lg (1 - 10^{-0.1 \Delta L_{Ei}}) \text{ dB} \quad (25)$$

که در آن:

$$\Delta L_{Ei} = L'_{Ei(ST)} - L_{pi(B)}$$

$L'_{Ei(ST)}$ متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی باند یک سوم اکتاو (تصحیح نشده) اندازه گیری شده در i امین موقعیت میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی بل،

$L_{pi(B)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک سوم اکتاو نوفه زمینه اندازه گیری شده در i امین موقعیت میکروفن، برحسب دسی بل است.

زمان انتگرال گیری $T = t_2 - t_1$ و سایر پارامترهای اندازه گیری باید مشابه با اندازه گیری تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی، $L'_{Ei(ST)}$ و تراز نوفه زمینه، $L_{pi(B)}$ باشند.

متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی باند یک سوم اکتاو اندازه گیری شده در i امین موقعیت میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی بل، باید برای وجود نوفه زمینه به صورت زیر تصحیح شود:

$$L_{Ei(ST)} = L'_{Ei(ST)} - K_{1i} \quad (26)$$

که در آن:

$L'_{Ei(ST)}$ متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی باند یک سوم اکتاو (تصحیح نشده) اندازه گیری شده در i امین موقعیت میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی بل،

K_{1i} تصحیح نوفه زمینه برحسب دسی بل است.

۳-۲-۹ محاسبه متوسط ترازهای فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی در اتاق آزمون

متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی باند یک سوم اکتاو تصحیح شده در اتاق آزمون با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، $\overline{L_{E(ST)}}$ باید با استفاده از رابطه (۲۷) محاسبه شود:

$$\overline{L_{E(ST)}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N_M} \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0.1 L_{Ei(ST)}} \right] \text{ dB} \quad (27)$$

که در آن:

$L_{Ei(ST)}$ متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال گیری شده رویداد تکی باند یک سوم اکتاو تصحیح شده اندازه گیری شده در i امین موقعیت میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی بل،

N_M تعداد موقعیت های میکروفن است.

برای تعیین برآورده شدن معیارهای نوفه زمینه زیربند ۵-۴، کمیت‌های ارائه شده توسط روابط (۲۸) و (۲۹) نیز مورد نیاز است.

متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده رویداد تکی باند یک‌سوم اکتاو تصحیح نشده در اتاق آزمون، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، $\overline{L'_{E(ST)}}$ ، برحسب دسی‌بل از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\overline{L'_{E(ST)}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N_M} \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0.1 L'_{E(ST)i}} \right] \text{ dB} \quad (28)$$

که در آن:

$L'_{Ei(ST)}$ متوسط تراز فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده رویداد تکی باند یک‌سوم اکتاو (تصحیح نشده) اندازه‌گیری شده در i امین موقعیت میکروفن، با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی‌بل،

N_M تعداد موقعیت‌های میکروفن است.

متوسط میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک‌سوم اکتاو نوفه زمینه، $\overline{L_{p(B)}}$ ، برحسب دسی‌بل از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\overline{L_{p(B)}} = 10 \lg \left[\frac{1}{N_M} \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0.1 L_{pi(B)}} \right] \text{ dB} \quad (29)$$

$L_{pi(B)}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک‌سوم اکتاو نوفه زمینه اندازه‌گیری شده در i امین موقعیت میکروفن، برحسب دسی‌بل؛

N_M تعداد موقعیت‌های میکروفن است.

۴-۲-۹ محاسبه ترازهای انرژی صدا با استفاده از مساحت جذب معادل اتاق (روش مستقیم)

تراز انرژی صدای منبع نوفه تحت آزمون در هر باند یک‌سوم اکتاو، تحت شرایط محیطی، باید با استفاده از رابطه (۳۰) محاسبه شود (به مراجع شماره [۲۵] و [۲۶] مراجعه شود) (به زیربند ۹-۱-۴ مراجعه شود):

$$L_J = \overline{L_{E(ST)}} + \left\{ 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB} + 4.34 \frac{A}{S} \text{ dB} + 10 \lg \left(1 + \frac{Sc}{8Vf} \right) \text{ dB} + C_1 + C_2 - 6 \text{ dB} \right\} \quad (30)$$

که در آن:

$\overline{L_{E(ST)}}$ تراز فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده باند یک‌سوم اکتاو تصحیح شده متوسط در اتاق آزمون با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی‌بل است.

توضیحات برای تمامی متغیرهای مشابه با رابطه (۲۰) است.

۵-۲-۹ محاسبه ترازهای انرژی صدا با استفاده از منبع صدای مرجع (روش مقایسه‌ای)

تراز انرژی صدای منبع نوفه تحت آزمون در هر باند یک‌سوم اکتاو، L_J ، تحت شرایط محیطی، باید با استفاده از رابطه (۳۱) محاسبه شود:

$$L_J = L_{W(RSS)} + (\overline{L_{E(ST)}} - \overline{L_{p(RSS)}}) + C_2 \quad (31)$$

که در آن:

$L_{W(RSS)}$ تراز توان صدای باند یک‌سوم اکتاو منبع صدای مرجع، تعیین شده مطابق با استاندارد ISO 9626 و تحت شرایط محیطی یکسان با زمان آزمون، برحسب دسی‌بل؛

$\overline{L_{E(ST)}}$ تراز فشار صدای زمان انتگرال‌گیری شده باند یک‌سوم اکتاو تصحیح شده متوسط در اتاق آزمون، از منبع نوفه تحت آزمون، برحسب دسی‌بل؛

$\overline{L_{p(RSS)}}$ میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک‌سوم اکتاو تصحیح شده متوسط نوفه زمینه در اتاق آزمون، از منبع صدای مرجع برحسب دسی‌بل؛

C_2 تصحیح امپدانس تابش برحسب دسی‌بل برای تغییر توان صدای واقعی مرتبط با شرایط محیطی در زمان و محل اندازه‌گیری به توان صدا تحت شرایط محیطی، مقدار باید از کد آزمون نوفه مناسب به دست آید، اما در صورت عدم وجود کد آزمون نوفه، رابطه زیر برای منبع تک‌قطبی معتبر است و یک مقدار متوسط برای سایر منابع می‌باشد (به مراجع [۲۳] و [۳۱] مراجعه شود):

$$C_2 = -10 \lg \frac{p_s}{p_{s,0}} \text{ dB} + 15 \lg \left(\frac{273.15 + \theta}{\theta_l} \right) \text{ dB}$$

۳-۹ تراز توان صدا و تراز انرژی صدا در شبکه وزنی A

در صورت لزوم، تراز توان صدا یا تراز انرژی صدا در شبکه وزنی A منبع نوفه تحت آزمون باید با استفاده از رویه ارائه شده در پیوست ج محاسبه شود.

۱۰ عدم قطعیت اندازه‌گیری

۱-۱۰ روش‌شناسی

عدم قطعیت‌های ترازهای توان صدا، $u(L_W)$ ، برحسب دسی‌بل، و ترازهای انرژی صدا، $u(L_J)$ ، برحسب دسی‌بل، تعیین شده مطابق با این استاندارد با استفاده از انحراف معیار کل، برحسب دسی‌بل برآورد شده است:

$$u(L_W) \approx u(L_J) \approx \sigma_{tot} \quad (32)$$

این انحراف معیار کل با استفاده از رویکرد مدل سازی شرح داده شده در استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 به دست می آید. این امر نیازمند یک مدل ریاضی است تا در صورت عدم وجود دانش بتوان آن را با نتایج به دست آمده از اندازه گیری ها، شامل نتایج مربوط به آزمون های نوبت چرخشی^۱ جایگزین کرد.

در این زمینه، این انحراف معیار توسط انحراف معیار تجدید پذیری روش، σ_{R0} ، بر حسب دسی بل، و انحراف معیار (بر حسب دسی بل) شرح دهنده عدم قطعیت ناشی از ناپایداری شرایط کارکرد و نصب منبع نوفه تحت آزمون، σ_{omc} ، مطابق با رابطه زیر بیان می شود:

$$\sigma_{tot} = \sqrt{\sigma_{R0}^2 + \sigma_{omc}^2} \quad (33)$$

رابطه (۳۳) نشان می دهد که تغییرات شرایط کارکردی و نصب بیان شده توسط σ_{omc} بهتر است قبل از انتخاب رویه اندازه گیری با درجه معینی از درستی (مشخص شده توسط σ_{R0}) برای خانواده دستگاه های مشخص مدنظر قرار گیرد (به زیربندهای ۱۰-۵ و چ-۳ مراجعه شود).

یادآوری- در صورتی که رویه های اندازه گیری مختلف پیشنهادی توسط مجموعه استانداردهای ISO 3740 تا ISO 3747 مورد استفاده قرار گیرد، انحراف های عددی سیستماتیک (اریبی ها) نیز می توانند رخ دهند.

عدم قطعیت اندازه گیری بسط یافته (U) به دست آمده از σ_{tot} بر حسب دسی بل باید از رابطه زیر محاسبه شود:

$$U = k \sigma_{tot} \quad (34)$$

عدم قطعیت اندازه گیری بسط یافته به درجه اطمینان مورد نظر بستگی دارد. برای توزیع نرمال از مقادیر اندازه گیری شده، ۹۵٪ اطمینان وجود دارد که مقدار واقعی در گستره $(L_W - U)$ تا $(L_W + U)$ یا $(L_f - U)$ تا $(L_f + U)$ قرار داشته باشد. این مقدار متناظر با ضریب پوشش $k = 2$ است.

اگر هدف تعیین تراز توان صدا، مقایسه نتیجه با مقدار حدی است، استفاده از ضریب پوشش برای یک توزیع نرمال یک طرفه مناسب تر خواهد بود.

۱۰-۲ تعیین σ_{omc}

انحراف معیار σ_{omc} [به رابطه (چ-۱) مراجعه شود] که عدم قطعیت همراه با ناپایداری شرایط کارکردی و نصب برای منبع تحت آزمون خاصی را شرح می دهد، باید هنگام تعیین عدم قطعیت اندازه گیری مدنظر قرار گیرد. این پارامتر را می توان به طور مجزا از اندازه گیری های تکراری انجام شده روی همان منبع در همان محل و توسط همان افراد، با استفاده از همان ابزارهای اندازه گیری و همان نقطه (های) اندازه گیری تعیین کرد. برای تعیین σ_{omc} ، ترازهای فشار صدای تکراری در موقعیت میکروفن همراه با بیشترین تراز فشار صدا، L'_{pi} (ST)، یا اندازه گیری شده و میانگین گیری شده روی تمامی موقعیت های اندازه گیری، $\overline{L'_{p(ST)}}$ ، اندازه گیری می شود. سپس اندازه گیری ها برای نوفه زمینه تصحیح می شوند. برای هر یک از این اندازه گیری های تکراری، نصب

دستگاه و شرایط کارکردی آن باید مجدداً تنظیم شود. برای منبع صدای منحصربه‌فرد تحت آزمون، σ_{omc} با σ'_{omc} شناسه‌گذاری می‌شود. این احتمال وجود دارد که یک کد آزمون نوفه مقداری از σ_{omc} را ایجاد کند که معرف خانواده دستگاه موردنظر است. توصیه می‌شود این مقدار تمامی تغییرات ممکن در شرایط کارکردی و نصب را که در هدف و دامنه کاربرد کد آزمون نوفه هستند، مدنظر قرار دهد.

یادآوری- در صورتی که تغییرات توان صدا با گذر زمان جزئی بوده و رویه اندازه‌گیری به‌درستی تعریف شده باشد، مقدار dB ۰٫۵ را می‌توان برای σ_{omc} مورد استفاده قرار داد. در سایر موارد، به‌طور مثال تاثیر قابل توجه جریان ماده درون دستگاه و بیرون از آن یا جریان ماده‌ای که به شیوه‌ای پیش‌بینی نشده تغییر می‌کند، مقدار ۲ dB مناسب است. البته، در موارد شدید مانند نوفه به‌شدت متغیر ایجاد شده توسط ماده فرآوری شده (دستگاه‌های سنگ‌شکن، دستگاه‌های برش فلز و پرس‌هایی که تحت بار کار می‌کنند) مقدار ۴ dB حاصل می‌شود.

۱۰-۳ تعیین σ_{R0}

۱۰-۳-۱ کلیات

انحراف معیار σ_{R0} شامل تمامی عدم قطعیت ناشی از شرایط و وضعیت‌هایی است که توسط این استاندارد مجاز اعلام شده است (مشخصه‌های تابش مختلف مربوط به منبع تحت آزمون، ابزار مختلف، پیاده‌سازی‌های متفاوت رویه اندازه‌گیری)، به‌جز عدم قطعیت‌هایی که ناشی از ناپایداری توان صدای منبع تحت آزمون می‌باشد. مورد آخر به‌طور جداگانه در σ_{omc} مدنظر قرار می‌گیرد.

مقادیر σ_{R0} داده شده در جدول ۶ نشان‌دهنده دانش کنونی است. این مقادیر، کران‌های بالایی نوعی هستند که تغییرات قابل توجه دستگاه‌ها و تجهیزات پوشش داده شده توسط این استاندارد را مدنظر قرار می‌دهد. مقادیر خاص دستگاه را می‌توان از آزمون‌های نوبت چرخشی (به زیربند ۱۰-۳-۲ مراجعه شود) یا با استفاده از رویکرد مدل‌سازی ریاضی (به زیربند ۱۰-۳-۳ مراجعه شود) به‌دست آورد. توصیه می‌شود این مقادیر در کدهای آزمون نوفه مخصوص خانواده‌های دستگاه آورده شود (به زیربند ۱۰-۲ و پیوست چ مراجعه شود).

۱۰-۳-۲ آزمون نوبت چرخشی

آزمون نوبت چرخشی برای تعیین σ_{R0} باید مطابق با استاندارد ISO 5725 انجام شود که در آن تراز توان صدای منبع تحت آزمون تحت شرایط تجدیدپذیری تعیین می‌شود، یعنی در شرایطی که افراد مختلف اندازه‌گیری‌ها را در محل‌های آزمون مختلف با ابزارهای اندازه‌گیری متفاوت انجام می‌دهند. چنین آزمونی انحراف معیار کلی σ'_{tot} مرتبط برای منبع آزمون منفرد را به‌دست می‌دهد که برای آزمون نوبت چرخشی مورد استفاده قرار گرفته است. آزمایشگاه‌های شرکت‌کننده در آزمون‌های نوبت چرخشی بهتر است تمامی وضعیت‌های خاص ممکن را پوشش دهند.

این انحراف معیار کلی σ'_{tot} برحسب دسی‌بل، برای تمامی نتایج به‌دست آمده با آزمون نوبت چرخشی شامل انحراف معیار σ'_{omc} بوده و امکان تعیین σ'_{R0} با استفاده از رابطه زیر را فراهم می‌کند:

$$\sigma'_{R0} = \sqrt{\sigma_{tot}^2 - \sigma_{omc}^2} \quad (35)$$

در صورتی که مقادیر σ'_{R0} به دست آمده از بسیاری از قطعات مختلف مربوط به یک دستگاه متعلق به خانواده یکسان صرفاً دارای انحراف در گستره کوچکی باشند، مقدار متوسط آنها را می توان به عنوان مقدار نوعی برای به کارگیری این استاندارد در مورد این خانواده خاص در نظر گرفته و به عنوان σ_{R0} مورد استفاده قرار داد. در صورت وجود، چنین مقداری بهتر است در کد آزمون نوفه خاص خانواده دستگاه موردنظر (همراه با σ_{omc}) ارائه شده و به طور خاص برای اعلام مقادیر انتشار صدا مورد استفاده قرار گیرد.

در صورت عدم انجام آزمون نوبت چرخشی، دانش موجود در مورد انتشار صدا از یک خانواده خاص از دستگاه ها را می توان برای برآورد مقادیر واقعی σ_{R0} مورد استفاده قرار داد.

برای کاربردهای معین، تلاش برای انجام آزمون نوبت چرخشی را می توان با حذف اندازه گیری ها برای محل های مختلف کاهش داد؛ به طور مثال در مواردی که دستگاه های تحت آزمون معمولاً تحت شرایط با تصحیح نوفه زمینه (K_1) کم نصب می شوند یا در صورتی که انتشار صدا از یک دستگاه در همان محل مجدداً مورد بررسی قرار می گیرد. توصیه می شود نتایج مربوط به چنین آزمون های محدود شده ای با $\sigma_{R0, DL}$ نمایش داده شده و این شناسه گذاری بهتر است برای آزمون ها روی دستگاه های بزرگی که در فضا قابل جابجایی نیستند نیز مورد استفاده قرار گیرد.

می توان انتظار داشت که مقادیر $\sigma_{R0, DL}$ کمتر از مقادیر ارائه شده در جدول ۶ باشد.

در صورتی که σ_{tot} فقط کمی بیشتر از σ_{omc} باشد، تعیین σ_{R0} با استفاده از رابطه (۳۵) غیردقیق خواهد بود. در این مورد، رابطه (۳۵) مقدار اندکی را برای σ_{R0} به دست می دهد، اما درستی این مقدار نیز کم است. برای محدود کردن این عدم درستی، توصیه می شود σ_{omc} از $\sigma_{tot}/\sqrt{2}$ بیشتر نباشد.

۳-۳-۱۰ رویکرد مدل سازی برای σ_{R0}

عموماً σ_{R0} برحسب دسی بل به اجزای متعددی از عدم قطعیت جزئی، $c_i u_i$ ، همراه با پارامترهای اندازه گیری مختلف مانند عدم قطعیت های ابزارها، تصحیح های محیطی و موقعیت های میکروفن وابسته است. اگر چنین فرض شود که این وابستگی ها ارتباطی با هم ندارند، در این صورت σ_{R0} را می توان با استفاده از رویکرد مدل سازی ارائه شده در استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 به صورت زیر بیان کرد:

$$\sigma_{R0} \approx \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2 + \dots + (c_n u_n)^2} \quad (36)$$

در رابطه (۳۶)، اجزای عدم قطعیت ناشی از ناپایداری انتشار صدای منبع لحاظ نشده است. این اجزا توسط σ_{omc} پوشش داده می شود. در پیوست چ بحث در مورد هر جز از عدم قطعیت σ_{R0} مطابق با دانش موجود انجام می شود.

یادآوری- در صورتی که اجزای عدم قطعیت در رویکرد مدل سازی همبستگی داشته باشند، رابطه (۳۶) کاربرد نخواهد داشت. همچنین، رویکرد مدل سازی نیازمند دانش همراه با جزئیات برای تعیین عبارات منفرد در رابطه (۳۶) می باشد.

در مقابل، برآورد σ_{R0} براساس یک آزمون نوبت چرخشی نیازمند فرضیاتی در مورد همبستگی های احتمالی بین عبارات منفرد از رابطه (۳۶) نیست. در حال حاضر، آزمون نوبت چرخشی در مقایسه با تعیین همبستگی های احتمالی بین عبارات منفرد از رابطه (۳۶) و وابستگی های آنها به تمامی پارامترهای تاثیرگذار با استفاده از رویکرد مدل سازی، واقع گرایانه تر است. البته، آزمون های نوبت چرخشی همیشه امکان پذیر نبوده و اغلب براساس تجربه با اندازه گیری های پیش از موعد جایگزین می شوند.

۴-۱۰ مقادیر کران بالای نوعی برای σ_{R0}

شکل ۶ مقادیر کران بالای نوعی برای انحراف معیار σ_{R0} را برای درجه درستی یک نشان می دهد که می تواند بیشتر کاربردهای این استاندارد را پوشش دهد (مراجع [۲۷] و [۲۸]). در موارد خاص یا در صورتی که الزامات معین از این استاندارد برای یک خانواده دستگاه برآورده نشود یا اگر پیش بینی شود که مقادیر واقعی σ_{R0} برای یک خانواده مشخص از دستگاه ها کوچکتر از مقادیر داده شده در جدول ۶ است، آزمون نوبت چرخشی برای دستیابی به مقادیر خاص دستگاه σ_{R0} توصیه می شود.

جدول ۶- مقادیر کران بالای نوعی انحراف معیار تجدید پذیری روش، σ_{R0} ، برای ترازهای توان و ترازهای انرژی صدا در شبکه وزنی A تعیین شده مطابق با این استاندارد

پهنای باند بسامد	بسامد میان باندی یک سوم اکتاو Hz	انحراف معیار تجدید پذیری، σ_{R0} dB
یک سوم اکتاو	^a ۱۰۰ تا ۱۶۰	۳٫۰
	۳۱۵ تا ۲۰۰	۲٫۰
	۵۰۰۰ تا ۴۰۰	۱٫۵
	۱۰۰۰۰ تا ۶۳۰۰	۳٫۰
شبکه وزنی A مطابق با پیوست ج		
^a راهنمایی برای بسامدهای زیر ۱۰۰ Hz در پیوست ث داده شده است.		
^b قابل استفاده برای منابع نوفه ای که صدای منتشر شده توسط آنها دارای طیف نسبتاً «هموار» در گستره بسامد از ۱۰۰ Hz تا ۱۰۰۰۰ Hz است.		

۵-۱۰ انحراف معیار کل σ_{tot} و عدم قطعیت اندازه گیری بسط یافته، U

انحراف معیار کل و عدم قطعیت اندازه گیری بسط یافته باید به ترتیب با استفاده از روابط (۳۳) و (۳۴) تعیین شوند.

مثال:

درجه درستی ۱: $\sigma_{omc} = ۲٫۰$ dB؛ ضریب پوشش $k = ۲$ ؛ $L_{WA} = ۸۲$ dB؛ تعیین های ویژه دستگاه * انجام نشده است، از اینرو، مقدار از جدول ۶ گرفته می شود ($\sigma_{R0} = ۰٫۵$ dB). با استفاده از روابط (۳۳) و (۳۴) به نتیجه زیر می رسیم:

$$U = 2 \times \sqrt{0.5^2 + 2^2} \text{ dB} = 4.1 \text{ dB}$$

مثال‌های بیشتر از مقادیر محاسبه شده برای σ_{tot} در زیربند چ-۳ داده شده است.

یادآوری- عدم قطعیت اندازه‌گیری بسط یافته مطابق با آنچه که در این استاندارد شرح داده شده است، شامل انحراف معیار مربوط به تولید نمی‌باشد که در استاندارد ISO 4871 با هدف اعلام نوفه برای بچ‌های دستگاه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.

۱۱ اطلاعات ثبت شده

۱-۱۱ کلیات

اطلاعات فهرست شده در زیربندهای ۱۱-۲ تا ۱۱-۵، در صورت کاربرد، باید برای تمامی اندازه‌گیری‌های انجام شده مطابق با این استاندارد گردآوری شده و ثبت شود.

۱۱-۲ منبع نوفه تحت آزمون

اطلاعات زیر باید ثبت شود:

الف- توصیفی از منبع نوفه تحت آزمون (شامل سازنده، نوع، داده‌های فنی، ابعاد، شماره سریال و سال ساخت)؛

ب- توصیفی از عملیات‌های تجهیزات کمکی برای اهداف آزمون؛

پ- حالت(های) کارکردی استفاده شده برای آزمون (ها) و فاصله (های) زمانی اندازه‌گیری مرتبط؛

ت- شرایط قرارگیری و سوار کردن؛

ث- محل (های) منبع نوفه در اتاق آزمون؛

ج- محل (های) منبع صدای مرجع در اتاق آزمون.

۱۱-۳ محیط آزمون

اطلاعات زیر باید ثبت شود:

الف- توصیفی از اتاق آزمون، شامل ابعاد برحسب متر، عملیات سطحی دیواره‌ها، سقف و کف، و طرحی که نشان‌دهنده محل قرارگیری منبع نوفه تحت آزمون و محتویات اتاق است؛

ب- دمای هوا برحسب درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی بیان شده به صورت درصد، و فشار ایستا، برحسب کیلوپاسکال، در اتاق در زمان آزمون.

۱۱-۴ ابزارها

اطلاعات زیر باید ثبت شود:

الف- تجهیزات استفاده شده برای اندازه‌گیری، شامل نام، نوع، شماره سریال و سازنده؛

ب- تاریخ و محل کالیبراسیون؛ روش‌های استفاده شده برای کالیبره کردن کالیبراتور صدا، صحنه‌گذاری کالیبراسیون سامانه ابزار و (در صورت استفاده) کالیبره کردن منبع صدای مرجع، مطابق با زیربند ۶-۲.

۱۱-۵ داده‌های آکوستیکی

اطلاعات زیر باید ثبت شود:

الف- روش (مستقیم یا مقایسه‌ای) استفاده شده برای تعیین ترازهای توان صدا یا ترازهای انرژی صدا؛

ب- موقعیت‌های میکروفن یا مسیر عبور استفاده شده برای اندازه‌گیری‌ها (همراه با یک طرح در صورت لزوم) و توصیفی از چگونگی طی مسیر میکروفن؛

برای هر حالت کارکردی که منبع نوفه تحت آن مورد آزمون قرار گرفته است:

پ- تمامی ترازهای فشار صدا، زمان میانگین‌گیری شده یا زمان انتگرال‌گیری شده، که در اتاق واخشی از منبع نوفه تحت آزمون و برای نوفه زمینه اندازه‌گیری شده است؛

ت- متوسط میانگین زمانی ترازهای فشار صدا یا زمان انتگرال‌گیری شده رویداد تکی در اتاق واخشی از منبع نوفه تحت آزمون و متوسط ترازهای نوفه زمینه؛

ث- تصحیح‌ها، برحسب دسی‌بل، برای مدنظر قرار دادن نوفه زمینه، در هر باند یک‌سوم اکتاو و در هر موقعیت میکروفن یا روی هر مسیر عبور میکروفن؛

ج- ترازهای توان صدا یا ترازهای انرژی صدا، برحسب دسی‌بل، در باندهای یک‌سوم اکتاو، و در صورت کاربرد، شبکه وزنی A گرد شده تا نزدیک‌ترین ۱/۰ dB؛ نمایش طرح‌وار را نیز می‌توان به‌طور اختیاری ثبت کرد؛

یادآوری- استاندارد ISO 9296 [۱۷] این مورد را الزام کرده که ترازهای فشار صدا در شبکه وزنی A اعلام شده، L_{WA} مربوط به رایانه‌ها و تجهیزات تجاری برحسب بل بیان می‌شود و $B = 10$ dB و ۱ می‌باشد.

چ- عدم قطعیت اندازه‌گیری بسط‌یافته نتایج، برحسب دسی‌بل، همراه با ضریب پوشش و احتمال پوشش؛

ح- تاریخ و زمانی که اندازه‌گیری‌ها انجام شده است.

۱۲ گزارش آزمون

فقط آن داده‌های ثبت شده‌ای (به بند ۱۱ مراجعه شود) که برای اهداف اندازه‌گیری‌ها مورد نیاز است باید گزارش شود. گزارش همچنین باید شامل تمامی بیانیه‌های مورد نیاز برای گزارش توسط بندهای معین در متن اصلی این استاندارد باشد. در صورتی که ترازهای توان صدا یا ترازهای انرژی صدای گزارش شده در

مطابقت کامل با الزامات این استاندارد به دست آمده باشد، گزارش باید این حقیقت را بیان کند. در صورتی که ترازهای در مطابقت کامل به دست نیامده باشد، گزارش نباید اشاره‌ای به این موضوع داشته باشد. در صورت وجود یک یا تعداد کم اختلاف قابل شناسایی بین ترازهای گزارش شده و الزامات این استاندارد، می‌توان در متن گزارش چنین بیان کرد که اندازه‌گیری‌ها «مطابقت با الزامات این استاندارد، به جز در مورد ...» انجام شده‌اند و اختلاف‌های موجود باید به روشنی مشخص شود. در این مورد، عبارت «مطابقت کامل» نباید بیان شده یا اشاره‌ای به آن شود.

به طور مثال، اگر حجم منبع تحت آزمون بیش از ۲٪ حجم اتاق آزمون باشد (به زیربند ۱-۲ مراجعه شود)، گزارش باید به روشنی بیان کند که این الزام برآورده نشده است. همچنین، در متن گزارش نباید این مورد بیان شده یا اشاره‌ای به آن شود که اندازه‌گیری‌ها «در مطابقت کامل» با این استاندارد انجام شده‌اند.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

راهنماهایی برای طراحی اتاق‌های واخنشی

الف-۱ کلیات

برای تعیین درستی تراز توان صدا یا تراز انرژی صدای یک افزاره، دستگاه، جز یا زیرمجموعه، اتاق واخنشی بهتر است دارای ویژگی‌های زیر باشد:

الف- حجم کافی؛

ب- شکل مناسب و/ یا عناصر پخش‌کننده؛

پ- جذب صدای کم مناسب روی گستره بسامد موردنظر؛

ت- ترازهای نوفه زمینه به‌اندازه کافی کم.

الف-۲ حجم اتاق واخنشی

الزامات برای حجم اتاق واخنشی در زیربند ۵-۲ داده شده است.

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، حجم 200 m^3 برای اندازه‌گیری‌های با اهداف عمومی که در آنها باند اکتاو 125 Hz (یا باند یک‌سوم اکتاو 100 Hz)، کمترین باند در گستره بسامد موردنظر است، موردنیاز است.

یادآوری- در اتاق‌های بزرگ (یعنی اتاق‌هایی با حجم بیشتر از 200 m^3)، جذب هوا می‌تواند کاهش نامطلوبی در یکنواختی میدان صدای واخنشی در بسامدهای بیشتر از 3000 Hz داشته باشد. نگه‌داشتن رطوبت نسبی بالای ۵۰٪، جذب هوا را کاهش می‌دهد.

الف-۳ شکل اتاق واخنشی

در صورتی که اتاق یک مکعب کامل نباشد، توصیه می‌شود هیچ‌یک از سطوح آن موازی نباشند. در صورتی که اتاق یک مکعب کامل است، توصیه می‌شود نسبت‌های آن به‌گونه‌ای انتخاب شوند که نسبت هر دو بعد برابر با یک عدد صحیح نبوده یا تقریباً نزدیک به یک عدد صحیح نباشد.

نسبت‌های $1:2^{1/3}:4^{1/3}$ اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند. سایر نسبت‌های ابعادی مناسب برای اتاق در مورد اتاق‌هایی که دارای حجم نزدیک به 200 m^3 هستند در جدول الف-۱ داده شده است.

جدول الف-۱- نسبت‌های ابعادی توصیه شده برای اتاق‌های مکعب کامل

l_z/l_x	l_y/l_x
۰٫۴۷	۰٫۸۳
۰٫۶۵	۰٫۸۳
۰٫۶۳	۰٫۷۹
۰٫۴۲	۰٫۶۸
۰٫۵۹	۰٫۷۰
یادآوری- نمادهای l_x ، l_y و l_z ابعاد اتاق را نشان می‌دهد.	

الف-۴ جذب اتاق واخشی

توصیه می‌شود ضریب جذب صدای سطوح اتاق واخشی برای حصول اطمینان از کافی بودن میدان صدای واخشی، به اندازه کافی کم باشد.

بهتر است ضریب جذب صدا برای به حداقل رساندن تاثیر حالات اتاق روی توان صدای تولید شده توسط منبع زیر یک بسامد، f ، برحسب هرتز، که براساس رابطه زیر داده می‌شود، به اندازه کافی بزرگ باشد:

$$f = \frac{2000}{V^{1/3}}$$

که در آن:

V مقدار عددی حجم اتاق برحسب مترمکعب

توصیه می‌شود برای بسامدهای زیر f ، میانگین ضریب جذب صدا، $\bar{\alpha}$ ، در تمامی سطوح اتاق واخشی از ۰٫۱۶ بیشتر نباشد. برای بسامدهای بزرگتر یا مساوی f ، میانگین ضریب جذب صدا بهتر است از ۰٫۰۶ بیشتر نباشد.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

راهنماهایی برای طراحی پخشگرهای چرخان

پخش‌کننده‌های چرخشی در اتاق واخشی به دو دلیل زیر مفید هستند:

الف- پخش‌کننده واریانس فضایی میانگین مجذور فشار صدا در اتاق را کاهش می‌دهد، که باعث افزایش درستی برآوردهای مربوط به تراز فشار صدای میانگین‌گیری شده روی فضا می‌شود؛

ب- پخش‌کننده جریان توان صدا را از منبع در سراسر اتاق توزیع می‌کند، که معمولاً باعث می‌شود تا توان صدای منبع وابستگی کمتری به ابعاد اتاق و موقعیت منبع در اتاق واخشی داشته باشد.

کارایی پخش‌کننده‌های چرخشی در وهله اول به اندازه آنها بستگی دارد. بنابراین توصیه می‌شود پخش‌کننده تا جایی که ابعاد اتاق اجازه می‌دهد، بزرگ باشد. پانل‌های پخش‌کننده بهتر است از سازه با وزن سبک ساخته نشوند. چگالی سطح حداقل 5 kg/m^2 توصیه می‌شود. بهتر است سرعت چرخش به اندازه کافی زیاد باشد تا بتوان میانگین فشارهای صدا روی حداقل ۱۰ چرخش کامل پخش‌کننده را برای برآورده کردن الزامات زیربند ۸-۴-۱ تهیه کرد.

با طراحی پخش‌کننده به صورت یک دیسک، مخروط یا استوانه و متعادل‌سازی مساحت‌های سطحی جهت قرارگیری مرکز ثقل روی محور پخش‌کننده، می‌توان به مشکلات طراحی عملی مربوط به پانل‌های سنگین و بزرگ که در سرعت‌های بالا می‌چرخند غلبه کرد. یک پخش‌کننده مخروطی مضاعف با قطر ۵ m به‌طور موفقیت‌آمیزی در $2/6 \text{ rad/s}$ کار کرده است. سطوح پخش‌کننده‌ای که با هیچ‌یک از سطوح اتاق موازی نیستند، بهترین نتایج را ارائه می‌دهند.

پیوست پ

(الزامی)

رویه تایید صلاحیت اتاق واخشی برای اندازه گیری صدای باند پهن

پ-۱ مقدمه

اگر حجم اتاق از مقدار مشخص شده در زیربند ۵-۲ کمتر باشد یا اگر جذب اتاق آزمون بیشتر از مقدار مشخص شده در زیربند ۵-۳ باشد، رویه شرح داده شده در این پیوست باید برای تعیین این که آیا صداهای باند پهن را می توان با تجدیدپذیری مشخص شده در جدول ۶ اندازه گیری کرد یا خیر، مورد استفاده قرار گیرد. معیاری از تغییرپذیری در تزویج بین منبع صدا و میدان صدای واخشی و همچنین در مورد رویه میانگین گیری روی فضا و زمان فراهم می شود. تجدیدپذیری اندازه گیری های صدای باند پهن برای هر باند یک سوم اکتاو براساس انحراف معیار اندازه گیری ها بیان می شود.

پ-۲ ابزار و تجهیزات

ابزار و مسیر عبور یا آرایه میکروفن باید مشابه با موارد استفاده شده در طول آزمون واقعی منبع نوفه باشد. رویه آزمون ارائه شده در این پیوست استفاده از منبع صدای مرجعی را الزامی کرده که دارای ویژگی های مشخص شده در استاندارد ISO 9626 می باشد.

ابزار باید با الزامات بیان شده در بند ۶ مطابقت داشته باشد.

مسیر عبور یا آرایه میکروفن باید تا الزامات مشخص شده در زیربند ۸-۳ مطابقت داشته باشد.

پ-۳ روش انجام آزمون

شش اندازه گیری میدان صدای واخشی یا بیشتر باید از میانگین زمانی ترازهای فشار صدای باند یک سوم اکتاو در اتاق انجام شود که در هر یک از این اندازه گیری ها، منبع صدای مرجع در موقعیت متفاوتی درون اتاق و تحت شرایط زیر قرار گرفته است:

الف- محل قرارگیری منبع باید در ناحیه کف اتاق و در فاصله بیشتر از $1/5 \text{ m}$ نسبت به دیواره و دورتر از حد مجاز مشخص شده در زیربند ۸-۳ نسبت به میکروفن انتخاب شود. فاصله بین دو محل منبع باید بیشتر از $1/4 \lambda$ باشد که λ طول موج در بسامد مرکزی کمترین باند بسامدی است که اتاق برای آن تایید شده است. هیچ یک از محل های انتخاب شده برای منبع نباید در خط مرکزی اتاق قرار داشته باشند.

محل‌های قرارگیری منبع باید در مجاورت کلی محل درنظر گرفته شده برای منبع نوفه‌ای باشند که قرار است مورد ارزیابی قرار گیرد.

ب- با منبع صدای مرجع در هر یک از موقعیت‌های فوق، اندازه‌گیری‌های میانگین زمانی ترازهای فشار صدای باند یک‌سوم اکتاو یا باند اکتاو باید تا حداقل نزدیک‌ترین ۰/۱ dB ثبت شود.

پ- مسیر عبور یا آرایه میکروفن، پخش‌کننده‌های صدا (در صورت وجود)، ابزار و زمان مشاهده باید با موارد استفاده شده برای انجام آزمون‌های واقعی با تجهیزاتی که قرار است در ناحیه منبع تایید شود، یکسان باشد.

پ-۴ محاسبه

برای هر باند بسامد که اتاق آزمون برای آن تایید شده است، انحراف معیار، s_s ، باید با استفاده از رابطه (پ-۱) محاسبه شود:

$$s_s = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_s} \frac{(L_{pi} - L_{pm})^2}{N_s - 1}} \quad (\text{پ-۱})$$

که در آن:

L_{pi} میانگین زمانی تراز فشار صدای باند مطابق با روش میانگین‌گیری روی زمان و فضای شرح داده شده در زیربند ۹-۱، برحسب دسی‌بل؛

L_{pm} متوسط حسابی میانگین زمانی ترازهای فشار صدای باند، برحسب دسی‌بل؛

N_s تعداد موقعیت‌های منبع است.

پ-۵ تایید صلاحیت

برای هر باند بسامد، در صورتی که انحراف معیار محاسبه شده از حدود داده شده در جدول پ-۱ بیشتر نباشد، اتاق واخشی برای اندازه‌گیری صدای باند پهن تایید می‌شود.

جدول پ-۱- بیشینه انحراف معیار مجاز L_{pi}

بیشینه انحراف معیار مجاز، s_s dB	بسامد میان بانندی یک سوم اکتاو Hz
۱٫۵	۱۰۰ تا ۱۶۰
۱٫۰	۲۰۰ تا ۶۳۰
۰٫۵	۸۰۰ تا ۲۵۰۰
۱٫۰	۳۱۵۰ تا ۱۰۰۰۰

پیوست ت

(الزامی)

رویه تایید صلاحیت اتاق واخشی برای اندازه گیری اجزای با بسامد گسسته

ت-۱ مقدمه

در مواردی که صدای تجهیزات مورد آزمون دارای اجزای بسامد گسسته قابل توجهی است، مشکلات اندازه گیری ناشی از واریانس فضایی میدان صدا و واریانس های دامنه فضا و بسامد مربوط به تزویج منبع صدا با حالات اتاق واخشی برای صدای با بسامد گسسته در مقایسه با صدای باند پهن، بسیار بیشتر است. روش های رسیدگی به این مشکلات در صورت لزوم در زیربند ۸-۴-۲ مشخص شده است. جایگزینی برای این رویه ها، بهینه سازی طراحی اولیه اتاق و آرایش آزمون برای محقق کردن اهداف تجدید پذیری اندازه گیری بیان شده در بند ۱۰ برای تمامی ترکیبات فضایی است. با توجه به این که پیش بینی کمی عملکرد آکوستیکی بسیاری از شاخصه های طراحی استفاده شده در چنین بهینه سازی های طراحی امکان پذیر نیست، این پیوست رویه تایید صلاحیت تجربی را برای تعیین کارآیی ادغام شده مربوط به تمامی شاخصه های امکانات آزمون فراهم می کند.

در بسامدهای کم، مشکل اصلی تعداد کم حالات اتاق برای برانگیزش در هر بسامد داده شده می باشد. این نقص را می توان با استفاده از یک اتاق بزرگتر، بهینه سازی مشخصات اتاق (به زیربند الف-۳ مراجعه شود) و اضافه کردن میرایی بیشتر به اتاق برای گسترده تر کردن پاسخ بسامد (پهنای باند مودال) در هر حالت (به زیربند الف-۴ مراجعه شود) برطرف کرد. البته این امکان وجود دارد که معیارهای تایید صلاحیت (به جدول ت-۱ مراجعه شود) را بتوان در بسامدهای کم صرفاً با استفاده از یک پخش کننده چرخشی بزرگ از نوع شرح داده شده در پیوست ب محقق کرد.

در بسامدهای زیاد، عامل محدود کننده، تعداد موقعیت های میکروفن استفاده شده است. امکان استفاده از آرایه ای از موقعیت های مجزای میکروفن وجود دارد، به شرطی که یک پخش کننده چرخشی کارآمد مورد استفاده قرار گرفته باشد، اما در اغلب موارد استفاده از یک طرح میانگین گیری فضایی پیوسته با به کارگیری مسیر عبور طولانی برای میکروفن می تواند ضروری باشد. مسیرهای عبور دایروی در مقایسه با مسیرهای عبور خطی، طول بیشتری را در یک فضای معین فراهم کرده و خودکار سازی آنها نیز آسان تر است.

جدول ت-۱- بیشینه انحراف معیار مجاز، s_f

بسامد میان باندی یک سوم اکتاو Hz	بیشینه انحراف معیار مجاز، s_f dB
۱۰۰ تا ۱۶۰	۳٫۰
۲۰۰ تا ۳۱۵	۲٫۰
۴۰۰ تا ۶۳۰	۱٫۵
۸۰۰ تا ۲۵۰۰	۱٫۰

ت-۲ کلیات

رویه شرح داده شده در این پیوست، برآورد کران بالای عدم قطعیت اندازه گیری صداها با بسامد گسسته را در یک اتاق واخشی با استفاده از موقعیت منبع خاص یا مجموعه ای از موقعیت ها، و یک آرایه یا مسیر میکروفن مشخص ارائه می کند. در صورتی که انحراف معیارها روی گستره بسامد مورد نظر از مقادیر داده شده در جدول ت-۱ بیشتر نباشند، امکانات آزمون (شامل اتاق، محل (های) قرارگیری منبع، ابزار، پخش کننده (در صورت وجود)، و آرایه یا مسیر میکروفن) برای مورد آزمون قرار دادن هر منبع نوفه ای که طیف آن دارای اجزای بسامد گسسته قابل توجه است، رضایت بخش خواهد بود.

رویه تایید صلاحیت از این حقیقت استفاده می کند که یک سیگنال تن خالص، بدترین مورد را ارائه می کند، به طوری که انحراف معیارهای به دست آمده از این رویه بزرگتر یا مساوی با انحراف معیارهای مربوط به تجدید پذیری ایجاد شده در آزمون های انجام شده روی هر منبع نوفه واقعی است.

ت-۳ ابزار و تجهیزات اندازه گیری

علاوه بر ابزار و تجهیزات مشخص شده در بند ۶، موارد زیر نیز برای آزمون تایید صلاحیت اتاق مورد نیاز است:

الف- یک بلندگو با قطر ۲۰۰ mm یا کمتر با محفظه پشتی هوا بندی شده؛

ب- یک ایجاد کننده سیگنال، ترکیب کننده بسامد، یا نوسانگر؛ یا یک شمارشگر بسامد یا یک تحلیلگر که امکان استفاده از آن برای تعیین بسامد وجود داشته باشد، یک تقویت کننده و یک ولت سنس.

امتحان کردن مدل های متعدد بلندگو برای پیدا کردن بلندگویی که دارای پاسخ بسامد هموار کافی جهت برآورده کردن معیارهای زیربند ت-۴ است، ممکن است ضروری باشد.

ایجادکننده سیگنال، ترکیب‌کننده بسامد یا نوسانگر باید قادر به ایجاد یک یا چند سیگنال سینوسی در بسامدها و رواداری‌های ارائه شده در جدول ت-۲ بوده و باید در بازه ± 0.1 Hz روی گستره بسامد موردنظر پایدار بوده و همچنین دارای اعوجاج هارمونیک کل کمتر از ۰.۱٪ باشند.

شمارشگر بسامد یا تحلیلگر بسامد باید در بازه ± 0.05 Hz روی گستره بسامد موردنظر، درست باشد. تقویت‌کننده توان استفاده شده برای تحریک بلندگو باید دارای امپدانس خروجی سازگار با امپدانس الکتریکی بلندگو بوده و باید دارای ظرفیت کنترل توان کافی نیز باشد (به زیربند ت-۴ مراجعه شود). ولت‌سنج باید دارای دقت کافی برای فراهم کردن امکان جهت نظارت بر ولتاژ در کل ترمینال‌های بلندگو در گستره ± 1.0 ٪ در تمامی بسامدهای آزمون نشان داده شده در جدول ت-۲ باشد.

ت-۴ آزمون بلندگو

بلندگو را در یک مکان مناسب روی کف سخت و بازتابنده از یک وسیله نیمه-بدون پژواک یا روی یک سطح بازتابنده قرار گرفته در یک محل ساکت و پایدار در فضای بیرونی که الزامات استاندارد ISO 3744 [۶] را برآورده می‌کند، قرار دهید. مخروطی بلندگو باید به سمت بالا باشد. میکروفنی را در فاصله ۱۰ mm تا ۲۰ mm به‌طور هم‌محور بالای صفحه لبه بلندگو قرار دهید، به‌طوری که دیافراگم میکروفن در حالت افقی قرار داشته باشد. این میکروفن باید از نظر سازنده و مدل مشابه با میکروفن استفاده شده در اتاق واخشی باشد. با استفاده از افزاره نشانگری و تحلیل‌گر بسامد مشابه استفاده شده در تعیین‌های توان صدا (به زیربند ت-۶ مراجعه شود)، ترازهای فشار صدا در بسامدهای آزمون ارائه شده در جدول ت-۲ را تا نزدیک‌ترین dB ۰.۵ اندازه‌گیری کرده و ثبت کنید.

باید به این نکته اشاره شود که آزمون بلندگو از یک اندازه‌گیری میدان نزدیک برای دستیابی به پاسخ بسامد بلندگو استفاده می‌کند. این امر مبتنی بر این حقیقت است که تراز فشار صدای میدان نزدیک در یک منبع کوچک نوع تک‌قطبی به شیوه ضرورتاً مستقل از بسامد، به تراز توان صدا مرتبط است؛ چرا که قسمت حقیقی پذیرش آکوستیک مشاهده شده توسط چنین منبعی ضرورتاً مستقل از بسامد است.

بلندگو فقط در حالتی مناسب است که ترازهای فشار صدا در بسامدهای مجاور بیش از ۱ dB تغییر نکند.

ت-۵ آزمون اتاق

بلندگو را در حالتی که مخروطی آن رو به بالاست، دور از نزدیک‌ترین سطح اتاق (شامل کف)، در محل (ها) و ارتفاع (های) متناظر با موقعیت (های) منبعی که قرار است تایید شوند، قرار دهید. حداقل شش موقعیت میکروفن مجزا مطابق با الزامات تعیین محل بیان شده در زیربند ۸-۳، یا یک مسیر عبور میکروفن پیوسته با طول حداقل $3\lambda \geq l$ ، که λ طول موج صدا در کمترین بسامد میان‌باندی موردنظر است، باید برای

اندازه‌گیری‌ها انتخاب شود. در صورت استفاده از پخش‌کننده صدای نوسانی یا چرخشی، پخش‌کننده باید در حال کار باشد.

تراز فشار صدای زمان و فضا میانگین‌گیری شده را در بسامدهای فهرست شده در جدول ت-۲ تعیین کنید. ولتاژ ورودی بلندگو باید مشابه با ولتاژ استفاده شده برای آزمون بلندگو (به زیربند ت-۴ مراجعه شود) باشد.

یادآوری- در صورتی که آرایه‌ای از موقعیت‌های ثابت میکروفن مورد استفاده قرار گیرد، آرایه را می‌توان اسکن کرده یا میانگین تراز فشار صدای به‌دست آمده به‌طور خودکار (به زیربند ۸-۳ مراجعه شود) یا ترازهای به‌دست آمده در موقعیت‌های میکروفن منفرد و همچنین میانگین سطح به‌دست آمده از طریق محاسبه را تعیین کرد.

تغییرات بسامد نباید در طول هر مجموعه اندازه‌گیری از ± 0.1 Hz بیشتر باشد.

ت-۶ رویه محاسباتی

سطوح اتاق به‌دست آمده براساس زیربند ت-۵ را تصحیح کنید تا تاثیر مشخصه بلندگوی میدان نزدیک با کم کردن سطح بلندگوی به‌دست آمده در زیربند ت-۴ برای هر بسامد جهت دستیابی به ترازهای فشار صدای تصحیح شده (L_{pk}) از بین برود.

برای هر باند یک‌سوم اکتاو، متوسط حسابی ترازهای فشار صدای اتاق تصحیح شده، L_{pm} را محاسبه کنید و انحراف معیار (s_f) مربوط به اختلاف بین سطوح اتاق تصحیح شده و سطح متوسط را محاسبه کنید:

$$s_f = \sqrt{\sum_{k=1}^{N_f} \frac{(L_{pk} - L_{pm})^2}{N_f - 1}} \quad \text{(ت-۱)}$$

که در آن:

L_{pk} میانگین زمانی تراز فشار صدا (تصحیح شده برای پاسخ بلندگو) تولید شده در اتاق آزمون توسط منبع بلندگو هنگام برانگیخته شدن در k امین بسامد آزمون، میانگین‌گیری شده روی تمامی موقعیت‌های میکروفن (و در صورت مناسب بودن، روی تمامی موقعیت‌های منبع بلندگو)، برحسب دسی‌بل؛

L_{pm} متوسط حسابی مقادیر L_{pk} ، میانگین‌گیری شده روی تمامی بسامدهای آزمون N_f در یک باند یک‌سوم اکتاو معین، برحسب دسی‌بل؛

N_f تعداد بسامدهای آزمون در یک باند یک‌سوم اکتاو معین است.

ت-۷ تایید صلاحیت

برای هر باند یک‌سوم اکتاو خاص، امکانات آزمون (اتاق، محل (های) قرارگیری منبع، ابزار، پخش‌کننده چرخشی (در صورت وجود)، و آرایه یا مسیر میکروفن) برای اندازه‌گیری تراز توان صدا یا تراز انرژی صدای

تولید شده توسط منابع نوفه تایید می‌شود. در صورتی که انحراف معیار محاسبه شده از حدود داده شده در جدول ت-۱ بیشتر نباشد، این منابع نوفه دارای اجزای بسامد گسسته قابل توجه می‌باشند. در صورتی که اتاق با انتخاب اولیه برای تعداد موقعیت‌های میکروفن یا طول مسیر عبور میکروفن تایید نشود، موقعیت‌های بیشتر یا طول بیشتر مسیر عبور را می‌توان مورد استفاده قرار داده و اندازه‌گیری‌ها را تکرار نمود تا اتاق برای یک موقعیت منبع تکی تایید شود.

تایید صلاحیت اتاق آزمون در بسامدهای بیشتر از 2500 Hz باند یک‌سوم اکتاو ضروری نیست.

در صورت استفاده از مسیر عبور پیوسته میکروفن یا طول l ، تایید صلاحیت فقط باید در بسامدهای کمتر از f_1 یا f_2 (هرکدام که بزرگتر است) انجام شود.

$$f_1 = \frac{6000}{l}$$

$$f_2 = \frac{5000}{l^{1/3}}$$

که در آن:

l مقدار عددی طول مسیر عبور میکروفن برحسب متر؛

V مقدار عددی حجم اتاق آزمون برحسب مترمکعب است.

ت-۸ مکان‌های متعدد برای منبع

در صورتی که اتاق آزمون با یک موقعیت تکی برای منبع تایید نشود، یا در صورتی که موقعیت‌های متعددی برای منبع در تمامی موارد استفاده شده در طول انجام آزمون واقعی وجود دارد، رویه تایید صلاحیت (زیربند ت-۷) را می‌توان با استفاده از یک یا چند موقعیت بلندگوی بیشتر تکرار کرد. در این مورد، ترازهای فشار صدا باید در ابتدا روی تک تک موقعیت‌های منبع (مطابق با رابطه (۱۳)) میانگین‌گیری شده و سپس روی تک تک موقعیت‌های میکروفن یا مسیرهای عبور میکروفن (مطابق با رابطه (۱۶)) میانگین‌گیری شوند. سپس تراز فشار صدای میانگین به‌دست آمده، برای هر باند بسامد، به‌جای L_{pk} در رابطه (ت-۱) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اگر تایید صلاحیت براساس موقعیت‌های متعدد برای بلندگو باشد، همان مجموعه موقعیت‌ها باید برای منبع نوفه تحت آزمون نیز استفاده شود. ترازهای فشار صدای تعیین شده برای موقعیت‌های متعدد میکروفن و منبع باید میانگین‌گیری شود.

جدول ت-۲- بسامدهای آزمون برای تایید صلاحیت جایگزین اتاق واخشی برای اندازه‌گیری ترازهای فشار صدا و ترازهای انرژی صدای منابع نوبه منتشرکننده اجزای با بسامد گسسته قابل توجه

بسامد مرکزی باندهای یک سوم اکتاو														
Hz														
۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۱۵	۲۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰
-	-	۱۴۷۰	-	-	-	-	-	۳۶۱	-	-	-	۱۴۷	-	-
۲۲۶۰	-	۱۴۸۰	۱۱۳۰	-	-	-	-	۳۶۴	-	۲۲۶	-	۱۴۸	۱۱۳	-
۲۲۸۰	-	۱۴۹۰	۱۱۴۰	-	۷۱۲	۵۶۴	-	۳۶۷	-	۲۲۸	-	۱۴۹	۱۱۴	-
۲۳۰۰	۱۸۰۰	۱۵۰۰	۱۱۵۰	۹۰۰	۷۲۰	۵۷۰	۴۵۰	۳۷۰	۲۸۵	۲۳۰	۱۸۰	۱۵۰	۱۱۵	۹۰
۲۳۲۰	۱۸۲۰	۱۵۱۰	۱۱۶۰	۹۱۰	۷۲۸	۵۷۶	۴۵۵	۳۷۳	۲۸۸	۲۳۲	۱۸۲	۱۵۱	۱۱۶	۹۱
۲۳۴۰	۱۸۴۰	۱۵۲۰	۱۱۷۰	۹۲۰	۷۳۶	۵۸۲	۴۶۰	۳۷۶	۲۹۱	۲۳۴	۱۸۴	۱۵۲	۱۱۷	۹۲
۲۳۶۰	۱۸۶۰	۱۵۳۰	۱۱۸۰	۹۳۰	۷۴۴	۵۸۸	۴۶۵	۳۷۹	۲۹۴	۲۳۶	۱۸۶	۱۵۳	۱۱۸	۹۳
۲۳۸۰	۱۸۸۰	۱۵۴۰	۱۱۹۰	۹۴۰	۷۵۲	۵۹۴	۴۷۰	۳۸۲	۲۹۷	۲۳۸	۱۸۸	۱۵۴	۱۱۹	۹۴
۲۴۰۰	۱۹۰۰	۱۵۵۰	۱۲۰۰	۹۵۰	۷۶۰	۶۰۰	۴۷۵	۳۸۵	۳۰۰	۲۴۰	۱۹۰	۱۵۵	۱۲۰	۹۵
۲۴۲۰	۱۹۲۰	۱۵۶۰	۱۲۱۰	۹۶۰	۷۶۸	۶۰۶	۴۸۰	۳۸۸	۳۰۳	۲۴۲	۱۹۲	۱۵۶	۱۲۱	۹۶
۲۴۴۰	۱۹۴۰	۱۵۷۰	۱۲۲۰	۹۷۰	۷۷۶	۶۱۲	۴۸۵	۳۹۱	۳۰۶	۲۴۴	۱۹۴	۱۵۷	۱۲۲	۹۷
۲۴۶۰	۱۹۶۰	۱۵۸۰	۱۲۳۰	۹۸۰	۷۸۴	۶۱۸	۴۹۰	۳۹۴	۳۰۹	۲۴۶	۱۹۶	۱۵۸	۱۲۳	۹۸
۲۴۸۰	۱۹۸۰	۱۵۹۰	۱۲۴۰	۹۹۰	۷۹۲	۶۲۴	۴۹۵	۳۹۷	۳۱۲	۲۴۸	۱۹۸	۱۵۹	۱۲۴	۹۹
۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۱۵	۲۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰
۲۵۲۰	۲۰۲۰	۱۶۱۰	۱۲۶۰	۱۰۱۰	۸۰۸	۶۳۶	۵۰۵	۴۰۳	۳۱۸	۲۵۲	۲۰۲	۱۶۱	۱۲۶	۱۰۱
۲۵۴۰	۲۰۴۰	۱۶۲۰	۱۲۷۰	۱۰۲۰	۸۱۶	۶۴۲	۵۱۰	۴۰۶	۳۲۱	۲۵۴	۲۰۴	۱۶۲	۱۲۷	۱۰۲
۲۵۶۰	۲۰۶۰	۱۶۳۰	۱۲۸۰	۱۰۳۰	۸۲۴	۶۴۸	۵۱۵	۴۰۹	۳۲۴	۲۵۶	۲۰۶	۱۶۳	۱۲۸	۱۰۳
۲۵۸۰	۲۰۸۰	۱۶۴۰	۱۲۹۰	۱۰۴۰	۸۳۲	۶۵۴	۵۲۰	۴۱۲	۳۲۷	۲۵۸	۲۰۸	۱۶۴	۱۲۹	۱۰۴
۲۶۰۰	۲۱۰۰	۱۶۵۰	۱۳۰۰	۱۰۵۰	۸۴۰	۶۶۰	۵۲۵	۴۱۵	۳۳۰	۲۶۰	۲۱۰	۱۶۵	۱۳۰	۱۰۵
۲۶۲۰	۲۱۲۰	۱۶۶۰	۱۳۱۰	۱۰۶۰	۸۴۸	۶۶۶	۵۳۰	۴۱۸	۳۳۳	۲۶۲	۲۱۲	۱۶۶	۱۳۱	۱۰۶
۲۶۴۰	۲۱۴۰	۱۶۷۰	۱۳۲۰	۱۰۷۰	۸۵۶	۶۷۲	۵۳۵	۴۲۱	۳۳۶	۲۶۴	۲۱۴	۱۶۷	۱۳۲	۱۰۷
۲۶۶۰	۲۱۶۰	۱۶۸۰	۱۳۳۰	۱۰۸۰	۸۶۴	۶۷۸	۵۴۰	۴۲۴	۳۳۹	۲۶۶	۲۱۶	۱۶۸	۱۳۳	۱۰۸
۲۶۸۰	۲۱۸۰	۱۶۹۰	۱۳۴۰	۱۰۹۰	۸۷۲	۶۸۴	۵۴۵	۴۲۷	۳۴۲	۲۶۸	۲۱۸	۱۶۹	۱۳۴	۱۰۹
۲۷۰۰	۲۲۰۰	۱۷۰۰	۱۳۵۰	۱۱۰۰	۸۸۰	۶۹۰	۵۵۰	۴۳۰	۳۴۵	۲۷۰	۲۲۰	۱۷۰	۱۳۵	۱۱۰
۲۷۲۰	۲۲۲۰	۱۷۱۰	۱۳۶۰	۱۱۱۰	۸۸۸	۶۹۶	۵۵۵	۴۳۳	۳۴۸	۲۷۲	۲۲۲	۱۷۱	۱۳۶	۱۱۱
۲۷۴۰	-	۱۷۲۰	۱۳۷۰	-	-	۷۰۲	۵۶۰	۴۳۶	-	۲۷۴	-	۱۷۲	۱۳۷	-
۲۷۶۰	-	۱۷۳۰	۱۳۸۰	-	-	-	-	۴۳۹	-	۲۷۶	-	۱۷۳	۱۳۸	-
۲۰	۲۰	۱۰	۱۰	۱۰	۸	۶	۵	۳	۳	۲	۲	۱	۱	۱
افزایش، Hz														
±۵	±۵	±۵	±۵	±۳	±۳	±۲	±۱٫۵	±۱	±۱	±۰٫۵	±۰٫۵	±۰٫۳	±۰٫۳	±۰٫۳
رواداری														
افزایش، Hz														
تعداد														
بسامدهای														
آزمون، N_f														

پیوست ث

(آگاهی‌دهنده)

بسط گستره بسامد تا بسامدهای زیر ۱۰۰ Hz

ث-۱ گستره بسامد بیشتر

اندازه‌گیری‌های مطابق با این استاندارد را می‌توان به بسامدهای پایین‌تر نیز تعمیم داد تا باندهای بسامد ۵۰ Hz و ۶۳ Hz را نیز شامل شود. کاربران این استاندارد می‌توانند از روش مستقیم (به زیربندهای ۹-۴-۱ و ۴-۲-۹ مراجعه شود) و روش مقایسه‌ای (به زیربندهای ۵-۱-۹ و ۵-۲-۹) که الزامات بیشتر و راهنمایی‌های مربوط به آنها در این پیوست بیان شده استفاده کنند. در صورت استفاده از روش مقایسه‌ای، منبع صدای مرجع باید شامل ترازهای توان صدای کالیبره شده برای این باندها مطابق با استاندارد ISO 6926 باشد.

ث-۲ مکمل جدول ۶

جدول ث-۱- انحراف معیارهای تجدیدپذیری و انحراف معیارهای کل نوعی از ترازهای توان صدا و ترازهای انرژی صدا زیر ۱۰۰ Hz

انحراف معیار تجدیدپذیری، σ_{R0} dB	بسامد میان‌باندی یک‌سوم اکتاو Hz
۳٫۹	۵۰ تا ۸۰

برای اتاق‌هایی با حجم کمتر از 200 m^3 ، انحراف معیار تجدیدپذیری می‌تواند مقدار بیشتری باشد (به جدول ث-۱ مراجعه شود).

ث-۳ مکمل جدول ۳ (کمینه حجم اتاق واخشی به صورت تابعی از کمترین باند بسامد مورد نظر)

عموماً، هرچه حجم اتاق واخشی بیشتر باشد، تغییرات در تجدیدپذیری ترازهای توان صدا و ترازهای انرژی صدا در بسامدهای کم، کمتر خواهد بود. برای اهداف این پیوست از استاندارد، اتاق‌ها با حجم‌های بیشتر از 200 m^3 توصیه می‌شود.

ث-۴ مکمل جدول ۴ (کمینه تعداد موقعیت‌های میکروفن برای اندازه‌گیری تراز فشار صدا) و جدول ۵ (کمینه تعداد موقعیت‌های منبع برای اندازه‌گیری تراز فشار صدا)

مقادیر مشابه با مقادیر داده شده برای ۱۲۵ Hz قابل استفاده هستند.

ث-۵ مکمل جدول پ-۱

اتاق واخشی را می توان براساس رویه های پیوست پ با استفاده از جدول ث-۲ برای اندازه گیری صدای باند پهن، تایید کرد.

جدول ث-۲- بیشینه انحراف معیار مجاز L_{pi}

بیشینه انحراف معیار مجاز، s_s dB	بسامد میان بانندی یک سوم اکتاو Hz
۲۱۰	۵۰ تا ۸۰

ث-۶ مکمل جدول ت-۱ و ت-۲

اتاق واخشی را می توان براساس رویه های پیوست ت با استفاده از جدول ث-۳ و ث-۴ برای اندازه گیری اجزای با بسامد گسسته، تایید کرد.

جدول ث-۳- بیشینه انحراف معیارهای نمونه مجاز، s_f

بیشینه انحراف معیار مجاز، s_f dB	بسامد میان بانندی یک سوم اکتاو Hz
۲۱۰	۵۰ تا ۸۰

جدول ت-۴- بسامدهای آزمون برای تایید صلاحیت جایگزین اتاق واخشی به منظور اندازه گیری ترازهای فشار صدا و ترازهای انرژی صدای منابع نوفه منتشرکننده اجزای با بسامد گسسته قابل توجه

بسامد مرکزی باندهای یک سوم اکتاو			Hz
۸۰	۶۳	۵۰	
-	-	-	
-	-	-	
۷۱٫۲	۵۶٫۴	-	
۷۲٫۰	۵۷٫۰	۴۵٫۰	
۷۲٫۸	۵۷٫۶	۴۵٫۵	
۷۳٫۶	۵۸٫۲	۴۶٫۰	
۷۴٫۴	۵۸٫۸	۴۶٫۵	
۷۵٫۲	۵۹٫۴	۴۷٫۰	
۷۶٫۰	۶۰٫۰	۴۷٫۵	
۷۶٫۸	۶۰٫۶	۴۸٫۰	
۷۷٫۶	۶۱٫۲	۴۸٫۵	
۷۸٫۴	۶۱٫۸	۴۹٫۰	
۷۹٫۲	۶۲٫۴	۴۹٫۵	
۸۰٫۰	۶۳٫۰	۵۰٫۰	
۸۰٫۸	۶۳٫۶	۵۰٫۵	
۸۱٫۶	۶۴٫۲	۵۱٫۰	
۸۲٫۴	۶۴٫۸	۵۱٫۵	
۸۳٫۲	۶۵٫۴	۵۲٫۰	
۸۴٫۰	۶۶٫۰	۵۲٫۵	
۸۴٫۸	۶۶٫۶	۵۳٫۰	
۸۵٫۶	۶۷٫۲	۵۳٫۵	
۸۶٫۴	۶۷٫۸	۵۴٫۰	
۸۷٫۲	۶۸٫۴	۵۴٫۵	
۸۸٫۰	۶۹٫۰	۵۵٫۰	
۸۸٫۸	۶۹٫۶	۵۵٫۵	
-	۷۰٫۲	۵۶٫۰	
-	-	-	
۰٫۸	۰٫۶	۰٫۵	افزایش، Hz
±۰٫۳	±۰٫۲	±۰٫۲	رواداری افزایش، Hz
۲۳	۲۴	۲۳	تعداد بسامدهای آزمون، N_f

پیوست ج

(الزامی)

محاسبه ترازهای توان صدای باند اکتاو و ترازهای انرژی صدا، ترازهای توان صدا در شبکه وزنی A و ترازهای انرژی صدا در شبکه وزنی A از ترازهای باند یک سوم اکتاو

ج-۱ ترازهای توان صدا

ج-۱-۱ ترازهای باند اکتاو

تراز توان صدا در i امین باند اکتاو، L_{Wi} ، که در آن $1 \leq i \leq 8$ است، یک عدد صحیح است که باندهای اکتاو با بسامدهای میان باندهای در گستره ۶۳ Hz تا ۸۰۰۰ Hz را مشخص کرده و باید با استفاده از رابطه (ج-۱) محاسبه شود:

$$L_{Wi} = 10 \lg \sum_{k=3i-2}^{3i} 10^{0.1 L_{Wk}} \text{ dB} \quad (\text{ج-۱})$$

که در آن:

L_{Wk} تراز توان صدا در k امین باند یک سوم اکتاو، بر حسب دسی بل؛

k یک عدد صحیح در گستره $3i-2$ تا $3i$ که سه باند یک سوم اکتاو را مشخص می کند (به جدول ج-۱ مراجعه شود) که i امین باند اکتاو را تشکیل می دهد.

ج-۱-۲ تراز شبکه وزنی A

تراز توان صدا در شبکه وزنی A، L_{WA} باید با استفاده از رابطه (ج-۲) محاسبه شود:

$$L_{WA} = 10 \lg \sum_{k=k_{min}}^{k_{max}} 10^{0.1 (L_{Wk} + C_k)} \text{ dB} \quad (\text{ج-۲})$$

که در آن:

L_{Wk} تراز توان صدا در k امین باند یک سوم اکتاو، بر حسب دسی بل؛

C_k, k در جدول ج-۱ داده شده است؛

k_{max}, k_{min} مقادیر k که به ترتیب متناظر با کمترین و بیشترین باندهای یک سوم اکتاو اندازه گیری هستند.

ج-۱-۳ تراز بدون وزن

تراز توان صدای بدون وزن روی گستره بسامد کل موردنظر، L_W ، باید با استفاده از رابطه (ج-۳) محاسبه شود:

$$L_W = 10 \lg \sum_{k=k_{min}}^{k_{max}} 10^{0.1 L_{Wk}} \text{ dB} \quad (\text{ج-۳})$$

که در آن:

L_{Wk} تراز توان صدا در k امین باند یک‌سوم اکتاو، برحسب دسی‌بل؛

k_{max}, k_{min} مقادیر k که به ترتیب متناظر با کمترین و بیشترین باندهای یک‌سوم اکتاو اندازه‌گیری هستند.

ج-۲ ترازهای انرژی صدا

ج-۲-۱ ترازهای باند اکتاو

تراز انرژی صدا در i امین باند اکتاو، L_{Ji} ، که در آن $1 \leq i \leq 8$ است، یک عدد صحیح است که باندهای اکتاو با بسامدهای میان‌باندی در گستره ۶۳ Hz تا ۸۰۰۰ Hz را مشخص کرده و باید با استفاده از رابطه (ج-۴) محاسبه شود:

$$L_{Ji} = 10 \lg \sum_{k=3i-2}^{3i} 10^{0.1 L_{Jk}} \text{ dB} \quad (\text{ج-۴})$$

که در آن:

L_{Jk} تراز انرژی صدا در k امین باند یک‌سوم اکتاو، برحسب دسی‌بل؛

k یک عدد صحیح در گستره $3i-2$ تا $3i$ که سه باند یک‌سوم اکتاو را مشخص می‌کند (به جدول ج-۱ مراجعه شود) که i امین باند اکتاو را تشکیل می‌دهد.

ج-۲-۲ تراز شبکه وزنی A

تراز انرژی صدا در شبکه وزنی A، L_{JA} باید با استفاده از رابطه (ج-۵) محاسبه شود:

$$L_{JA} = 10 \lg \sum_{k=k_{min}}^{k_{max}} 10^{0.1 (L_{Jk} + C_k)} \text{ dB} \quad (\text{ج-۵})$$

که در آن:

L_{Jk} تراز انرژی صدا در k امین باند یک‌سوم اکتاو، برحسب دسی‌بل؛

C_k, k در جدول ج-۱ داده شده است؛

k_{max}, k_{min} مقادیر k که به ترتیب متناظر با کمترین و بیشترین باندهای یک‌سوم اکتاو اندازه‌گیری هستند.

ج-۲-۳ تراز بدون وزن

تراز انرژی صدای بدون وزن روی گستره بسامد کل موردنظر، L_J ، باید با استفاده از رابطه (ج-۶) محاسبه شود:

$$L_J = 10 \lg \sum_{k=k_{min}}^{k_{max}} 10^{0.1 L_{Jk}} \text{ dB} \quad (\text{ج-۶})$$

که در آن:

L_{Jk} تراز انرژی صدا در k امین باند یکسوم اکتاو، بر حسب دسی‌بل؛
 k_{max}, k_{min} مقادیر k که به ترتیب متناظر با کمترین و بیشترین باندهای یکسوم اکتاو اندازه‌گیری هستند.

ج-۳ مقادیر k و C_k برای استفاده در محاسبات

برای محاسبات با داده‌های باند یکسوم اکتاو، مقادیر k و C_k در جدول ج-۱ داده شده است.

جدول ج-۱- مقادیر k و C_k برای بسامدهای میان بانندی باندهای یک سوم اکتاو

C_k dB	بسامد میان بانندی یک سوم اکتاو Hz	k
-۳۰٫۲	۵۰ ^a	۱
-۲۶٫۲	۶۳ ^a	۲
-۲۲٫۵	۸۰ ^a	۳
-۱۹٫۱	۱۰۰	۴
-۱۶٫۱	۱۲۵	۵
-۱۳٫۴	۱۶۰	۶
-۱۰٫۹	۲۰۰	۷
-۸٫۶	۲۵۰	۸
-۶٫۶	۳۱۵	۹
-۴٫۸	۴۰۰	۱۰
-۳٫۲	۵۰۰	۱۱
-۱٫۹	۶۳۰	۱۲
-۰٫۸	۸۰۰	۱۳
۰٫۰	۱۰۰۰	۱۴
۰٫۶	۱۲۵۰	۱۵
۱٫۰	۱۶۰۰	۱۶
۱٫۲	۲۰۰۰	۱۷
۱٫۳	۲۵۰۰	۱۸
۱٫۲	۳۱۵۰	۱۹
۱٫۰	۴۰۰۰	۲۰
۰٫۵	۵۰۰۰	۲۱
-۰٫۱	۶۳۰۰	۲۲
-۱٫۱	۸۰۰۰	۲۳
-۲٫۵	۱۰۰۰۰	۲۴

^a مقادیر C_k برای این سه بسامد فقط برای استفاده همراه با پیوست ۳ داده شده است.

پیوست چ

(آگاهی‌دهنده)

راهنماهایی در مورد ایجاد اطلاعات در خصوص عدم قطعیت اندازه‌گیری

چ-۱ کلیات

قالب قابل‌پذیرش برای بیان عدم قطعیت‌هایی که عموماً با روش‌های اندازه‌گیری همراه هستند، قالبی است که در استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 ارائه شده است. این قالب شامل بودجه‌ای^۱ از اجزای عدم قطعیت است که در آن تمامی انواع مختلف منابع شناسایی شده و با استفاده از آن می‌توان عدم قطعیت اندازه‌گیری کل ترکیب شده را به دست آورد.

برای تعیین انتشار نوفه دستگاه‌ها و تجهیزات، توصیه می‌شود کل عدم قطعیت به دو گروه مختلف از اجزای عدم قطعیت تقسیم‌بندی شود:

الف - آنهایی که مربوط به ماهیت رویه اندازه‌گیری هستند؛

ب - آنهایی که ناشی از ناپایداری انتشار صدای دستگاه هستند.

براساس دانش کنونی، این پیوست توضیحات و اطلاعات تکمیلی را ارائه کرده که براساس آنها می‌توان از استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 به‌طور عملی برای این استاندارد استفاده کرد.

این پیوست، تکمیل‌کننده بند ۱۰ است.

چ-۲ ملاحظات در مورد انحراف معیار کل σ_{tot}

عدم قطعیت اندازه‌گیری استفاده شده در این استاندارد براساس عدم قطعیت اندازه‌گیری بسط‌یافته، U ، تعیین می‌شود که به‌طور مستقیم از انحراف معیار کل σ_{tot} به دست می‌آید (به رابطه (۳۴) مراجعه شود). σ_{tot} تقریبی از $u(L_W)$ مربوطه مطابق با تعریف ارائه شده در استاندارد ISO/IEC Guide 98-3 است.

این انحراف معیار کل، از دو مولفه σ_{R0} و σ_{omc} به دست می‌آید (به رابطه (۳۳) مراجعه شود)، که ماهیتاً دارای تفاوت چشمگیری هستند.

فرض بر آن است که هر دو کمیت از نظر آماری مستقل بوده و به‌طور جداگانه تعیین می‌شوند.

انحراف معیار ویژه دستگاه، σ_{omc} ، را نمی‌توان محاسبه کرده و این پارامتر باید با اندازه‌گیری‌های مکرر مطابق با آنچه که در زیربند چ-۳ بیان شده، تعیین شود. اطلاعات در مورد انحراف معیار، σ_{R0} ، در زیربند چ-۴ ارائه شده است.

بزرگترین منابع تغییرات، به جز آنهایی که ناشی از مشخصه‌های کارکردی منبع هستند، انحراف‌های احتمالی از مدل نظری (روش مستقیم) و خطاها در کالیبراسیون منبع صدای مرجع (روش مقایسه‌ای) در روش‌های آزمون مشخص شده در این استاندارد، با نمونه‌برداری ناکافی از میدان صدا و با تغییرات در تزویج آکوستیک از منبع نوفه نسبت به میدان صدا همراه است (برای اتاق‌های آزمون مختلف و برای موقعیت‌های مختلف درون یک اتاق آزمون). در هر آزمایشگاهی، کاهش عدم قطعیت اندازه‌گیری با استفاده از یک یا چند رویه زیر می‌تواند امکان‌پذیر باشد:

الف - استفاده از موقعیت‌های متعدد برای منبع؛

ب - ارتقا نمونه‌برداری فضایی از میدان صدا با افزایش تعداد موقعیت‌های میکروفن یا طول مسیر عبور میکروفن؛

پ - اضافه کردن جذب‌کننده‌های صدا بسامد پایین برای ارتقا همپیشانی مودال؛

ت - استفاده از عناصر پخش‌کننده.

برای کاهش تغییرپذیری در بسامدهای پایین می‌توان از یک اتاق آزمون بزرگ استفاده کرد، گرچه دقت تعیین‌های تراز توان صدای بسامد بالا ممکن است کاهش یابد. در مقابل، یک اتاق کوچک می‌تواند منجر به تغییرپذیری کاهش یافته در بسامدهای بالا شود، اما می‌تواند آن را در بسامدهای پایین افزایش دهد. از اینرو، در صورتی که دقت ارتقا یافته موردنیاز است، و اگر دو اتاق آزمون موجود می‌باشد، انجام تعیین‌های تراز توان صدا یا تراز انرژی صدای بسامد پایین در اتاق بزرگ و تعیین‌های بسامد بالا در اتاق‌های کوچکتر مطلوب خواهد بود.

چ-۳ ملاحظات در مورد σ_{omc}

انحراف معیار، σ_{omc} ، شرح داده شده در زیربند ۱۰-۲ با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\sigma_{omc} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N (L_{p,j} - L_{pav})^2} \text{ dB} \quad (\text{چ-۱})$$

که در آن:

$L_{p,j}$ تراز فشار صدای اندازه‌گیری شده در یک موقعیت توصیه‌شده و تصحیح شده برای نوفه زمینه برای j امین تکرار از شرایط کارکردی و نصب توصیه شده؛

L_{pav} تراز متوسط حسابی محاسبه شده برای تمامی این تکرارها است.

این اندازه‌گیری‌ها در موقعیت میکروفن همراه با بیشترین تراز فشار صدا انجام می‌شود. هنگامی که اندازه‌گیری‌ها روی تمامی موقعیت‌های اندازه‌گیری، میانگین گرفته می‌شوند، $L_{p,j}$ و L_{pav} در رابطه (چ-۱) به ترتیب با $\overline{L_{p,j}}$ و $\overline{L_{pav}}$ جایگزین می‌شوند.

عموماً، شرایط قرارگیری و کارکرد استفاده شده برای اندازه‌گیری‌های انتشار نوفه توسط کدهای آزمون نوفه ویژه دستگاه توصیه می‌شود. در غیر این صورت، این شرایط باید به‌دقت تعریف شده و در گزارش آزمون شرح داده شوند.

برخی توصیه‌ها در مورد تعریف این شرایط و پیامدها برای مقادیر موردانتظار از σ_{omc} در ادامه ارائه می‌شود.

شرایط آزمون باید معرف کاربرد عادی بوده و با اقدام توصیه شده توسط سازندگان و کاربران مطابقت داشته باشد. البته، حتی در کاربرد عادی نیز، حالات نسبتاً متفاوتی از کارکرد، تغییرات در جریان ماده، و سایر شرایط وجود دارد که بین فازهای کارکرد مختلف ممکن است رخ دهد. این عدم قطعیت هم عدم قطعیت ناشی از تغییرات در شرایط کارکرد بلندمدت (به‌طور مثال از یک روز تا روز دیگر) و نوسانات اندازه‌گیری‌های انتشار نوفه تکرار شده بلافاصله پس از تنظیم مجدد شرایط قرارگیری و کارکرد را پوشش می‌دهد.

دستگاه‌هایی که به‌طور انحصاری روی فنرهای نرم یا روی کف‌های بتنی سنگین قرار می‌گیرند معمولاً تأثیری روی نصب از خود نشان نمی‌دهند. البته، ممکن است تفاوت‌های قابل توجهی بین اندازه‌گیری‌ها روی کف‌های بتنی سنگین و اندازه‌گیری‌های انجام شده به‌طور درجا وجود داشته باشد. عدم قطعیت ناشی از نصب می‌تواند برای دستگاهی که به تجهیزات کمکی متصل شده، بیشترین مقدار را داشته باشد. دستگاه‌های دستی نیز می‌توانند مشکلاتی را ایجاد کنند. اگر جابجایی دستگاه یا پایه‌ها باعث تغییر در نوفه شود، بهتر است این پارامتر مورد بررسی قرار گیرد. در صورتی که گستره‌ای از شرایط قرارگیری وجود داشته باشد که قرار است در یک بیانیه منفرد گنجانده شود، در این صورت σ_{omc} با استفاده از انحراف معیار ترازهای صدا برای این شرایط قرارگیری برآورد می‌شود. در صورتی که تأثیر شناخته‌شده‌ای ناشی از نصب وجود دارد، بهتر است شرایط قرارگیری توصیه شده در کد آزمون نوفه مربوطه یا اقدام توصیه شده توسط سازندگان، مستندسازی شود.

بررسی‌ها در مورد σ_{omc} نسبت به کمیت عدم قطعیت اصلی، σ_{tot} ، دارای اولویت بیشتری در مقایسه با سایر مولفه‌های عدم قطعیت است که منجر به σ_{R0} می‌شوند (به رابطه (۳۳) مراجعه شود). علت آن است که σ_{omc} می‌تواند در عمل بسیار بزرگتر از $\sigma_{R0} = 0.5 \text{ dB}$ برای اندازه‌گیری‌های درجه درستی ۱ مطابق با جدول ۶ باشد.

اگر $\sigma_{omc} > \sigma_{R0}$ ، استفاده از رویه‌های اندازه‌گیری با درستی زیاد، یعنی مقدار کم برای σ_{R0} از نظر اقتصادی هیچ مفهومی ندارد، زیرا این کار باعث کاهش مقدار عدم قطعیت کلی نخواهد شد.

جدول چ-۱- مثال‌هایی از انحراف معیارهای کل محاسبه شده σ_{tot} برای سه مورد مختلف

شرایط کارکرد و قرارگیری			انحراف معیار تجدیدپذیری روش، σ_{R0} dB
پایدار	ناپایدار	بسیار ناپایدار	
انحراف معیار، σ_{omc} ، dB			
۰٫۵	۲	۴	
انحراف معیار کل، σ_{tot} ، dB			
۰٫۵ (درجه درستی ۱)	۰٫۷	۲٫۱	۴٫۰
۱٫۵ (درجه درستی ۲)	۱٫۶	۲٫۵	۴٫۳
۳ (درجه درستی ۲)	۳٫۰	۳٫۶	۵٫۰

این مثال‌ها نشان می‌دهد که اگر عدم قطعیت همراه با شرایط قرارگیری و کارکرد گسترده باشد، گسترش تلاش اندازه‌گیری برای تضمین اندازه‌گیری از درجه درستی یک ممکن است کار بیهوده‌ای باشد.

همچنین موقعیت‌هایی که در آنها $\sigma_{omc} > \sigma_{R0}$ می‌توانند سوء برداشت‌های قابل توجهی را با توجه به انحراف معیار کل واقعی مربوطه، σ_{tot} ، ایجاد کنند که علت آن این است که درجه‌های متفاوت از درستی که در این استاندارد ارائه شده، در حال حاضر فقط براساس مقدار σ_{R0} تعریف شده است.

چ-۴ ملاحظات در مورد σ_{R0}

چ-۴-۱ کلیات

مقادیر کران بالای σ_{R0} در جدول ۶ داده شده است. علاوه بر زیربند ۱۰-۳، بررسی مقادیر σ_{R0} که با دستگاه‌های منفرد یا خانواده‌های دستگاه‌ها در ارتباط است، برای دستیابی به مقادیر واقعی‌تر توصیه می‌شود. این بررسی‌ها باید با استفاده از اندازه‌گیری‌ها تحت شرایط تجدیدپذیری تعریف شده در استاندارد ISO 5725 یا با استفاده از محاسباتی که در آنها از رویکرد مدل‌سازی مبتنی بر رابطه (۳۶) استفاده شده انجام شود که مورد دوم نیازمند اطلاعات با جزئیات بیشتری است.

اگر اجزای معینی از عدم قطعیت برای کاربردهای خاص مرتبط نبوده یا بررسی آنها دشوار باشد، بهتر است تعاریف محدود شده از σ_{R0} توسط کدهای آزمون نوفه برای آزمون‌های نوبت چرخشی (به یادآوری زیربند ۱۰-۳-۲ مراجعه شود) و برای رویکرد مدل‌سازی به‌طور مشابه ارائه شود.

البته رویکرد بودجه هم به اجزای مستقل آماری u_i, c_i و به‌ویژه وجود روابطی اشاره دارد که امکان ارزیابی این اجزای عدم قطعیت را با مدنظر قرار دادن پارامترهای اندازه‌گیری و شرایط محیطی یا مجموعه‌ای از تجربیات عملی که به‌طور منطقی بزرگ است، فراهم می‌کند. البته، داده‌های مرتبط به‌خوبی یافته شده برای این استاندارد در زمان چاپ این استاندارد موجود نبوده است. بدین ترتیب، اطلاعات زیر ممکن است طرحی ابتدایی از کمیت‌های مربوطه را بدون قطعی بودن ارائه کند.

چ-۴-۲ سهم‌ها در عدم قطعیت σ_{R0}

چ-۴-۲-۱ کلیات

برآوردهای مقدماتی نشان می‌دهد که وقتی تراز توان صدا برای شرایط محیطی تصحیح شده، این پارامتر (L_W) تابعی از تعداد پارامترهای نشان داده شده توسط رابطه زیر است که با جایگزینی مناسب در رابطه (۲۰) به‌دست آمده است:

$$L_W = \delta_{method} + \delta_{omc} + \overline{L'_{p(ST)}} + 10 \lg \frac{A}{A_0} \text{ dB} + 4.34 \frac{A}{S} \text{ dB} + 10 \lg \left(1 + \frac{Sc}{8Vf} \right) \text{ dB} - K_1 + C_1 \quad (\text{چ-۲})$$

$$+ C_2 - 6 \text{ dB} + \delta_{slm} + \delta_H$$

که در آن:

δ_{method} کمیتی ورودی برای مدنظر قرار دادن تمامی عدم قطعیت‌های ناشی از روش اندازه‌گیری استفاده شده شامل انحراف از نتایج و عدم قطعیت‌های همراه، برحسب دسی‌بل؛

δ_{omc} کمیتی ورودی برای مدنظر قرار دادن تمامی عدم قطعیت‌های ناشی از شرایط کارکرد و نصب، برحسب دسی‌بل (این کمیت در محاسبه σ_{R0} مدنظر قرار نگرفته است (به رابطه (۳۳) مراجعه شود)؛

$\overline{L'_{p(ST)}}$ متوسط میانگین زمانی تراز فشار صدای باند یک‌سوم اکتاو منبع نوفه تحت آزمون، برحسب دسی‌بل؛

A مساحت جذب معادل اتاق برحسب متر مربع (به زیربند ۳-۱۰ مراجعه شود)،

$$A = \frac{55.26}{c} \left(\frac{V}{T_{60}} \right)$$

که در آن:

T_{60} زمان واخنش اتاق واخنشی در بسامد میان‌باندی اندازه‌گیری (ها) برحسب ثانیه است (به زیربند ۳-۸ مراجعه شود)؛

$$A_0 = 1 \text{ m}^2$$

S مساحت سطحی کل اتاق واخشی برحسب متر مربع؛

V حجم اتاق واخشی برحسب مترمکعب؛

f بسامد میان باندي اندازه گیری برحسب هرتز؛

c سرعت صدا در دمای هوای θ درجه سانتیگراد در اتاق واخشی در زمان آزمون برحسب متر بر ثانیه،

$$c = 20.05 \sqrt{273 + \theta}$$

K_1 تصحیح نوفه زمینه، برحسب دسی بل (به زیربند ۹-۱-۲ مراجعه شود)؛

C_1 تصحیح کمیت مرجع برحسب دسی بل برای مدنظر قرار دادن کمیت های مرجع متفاوت استفاده شده برای محاسبه دسی بل تراز فشار صدا و دسی بل تراز توان صدا بوده و تابعی از امپدانس مشخصه هوا تحت شرایط محیطی در زمان و محل اندازه گیری ها است:

$$C_1 = -10 \lg \frac{P_s}{P_{s,0}} \text{ dB} + 5 \lg \left(\frac{273.15 + \theta}{\theta_0} \right) \text{ dB}$$

C_2 تصحیح امپدانس تابش برحسب دسی بل برای تغییر توان صدای واقعی مرتبط با شرایط محیطی در زمان و محل اندازه گیری به توان صدا تحت شرایط محیطی، مقدار باید از کد آزمون نوفه مناسب به دست آید، اما در صورت عدم وجود کد آزمون نوفه، رابطه زیر برای منبع تک قطبی معتبر است و یک مقدار متوسط برای سایر منابع می باشد (به مراجع [۲۳] و [۳۱] مراجعه شود):

$$C_2 = -10 \lg \frac{P_s}{P_{s,0}} \text{ dB} + 15 \lg \left(\frac{273.15 + \theta}{\theta_1} \right) \text{ dB}$$

که در آن:

p_s فشار ایستا در اتاق آزمون در زمان آزمون برحسب کیلو پاسکال،

$p_{s,0}$ فشار ایستای مرجع، ۱۰۱۳۲۵ kPa،

θ دما در اتاق آزمون در زمان آزمون برحسب درجه سانتیگراد،

$\theta_0 = 314 \text{ K}$

$\theta_1 = 296 \text{ K}$

δ_{slm} کمیتی ورودی برای مدنظر قرار دادن تمامی عدم قطعیت ها در ابزار اندازه گیری؛

δ_H کمیتی ورودی برای مدنظر قرار دادن تمامی عدم قطعیت های ناشی از نوسانات در رطوبت نسبی در اتاق واخشی است.

یادآوری ۱- بیان مشابه با رابطه (چ-۲) در مورد ترازهای انرژی صدا مورد استفاده قرار می گیرد.

یادآوری ۲- بیان‌های مشابه با رابطه (چ-۲) نسبت به ترازهای توان صدای تعیین شده در باندهای بسامد و همراه با شبکه وزنی A اعمال شده، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری ۳- کمیت‌های موجود در رابطه (چ-۲) برای مدنظر قرار دادن عدم قطعیت، کمیت‌هایی هستند که براساس وضعیت دانش کنونی در زمان تدوین این استاندارد، قابل کاربرد درنظر گرفته شده‌اند، اما تحقیق بیشتر می‌تواند ثابت کند که کمیت‌های دیگری نیز در این بین وجود دارد.

توزیع احتمال (نرمال، مستطیلی، تی-استودنت^۱) با هر یک از کمیت‌های ورودی همراه است. پیش‌بینی این توزیع (مقدار متوسط) بهترین برآورد برای مقدار کمیت ورودی و انحراف معیار آن، معیاری از پراکندگی مقادیر است که عدم قطعیت نامیده می‌شود.

اجزای عدم قطعیت مرتبط با شرایط قرارگیری و کارکرد در حال حاضر توسط σ_{omc} پوشش داده می‌شود، در حالی که σ_{R0} شامل بقیه اجزای عدم قطعیت است.

جدول چ-۲ برخی اطلاعات در مورد پیش‌بینی‌های کنونی در مورد مقادیر u_i , c_i را که برای محاسبه $\sigma_{R0} = \sqrt{\sum_i (c_i u_i)^2} \text{ dB}$ ضروری هستند ارائه می‌کند.

در محاسبه σ_{R0} فرض بر آن است که سهم‌های منفرد از عدم قطعیت همبسته نیستند.

عدم قطعیت‌های استاندارد از برخی سهم‌ها با انجام تحقیق مشخص خواهد شد.

اطلاعات موردنیاز برای دستیابی به عدم قطعیت کلی روش مستقیم، اطلاعاتی است که در جدول چ-۲ و زیربند چ-۴-۳ ارائه شده است، و اطلاعات مربوط به روش مقایسه‌ای نیز در زیربند چ-۴-۴ بیان شده است.

چ-۴-۳ روش مستقیم

چ-۴-۳-۱ کلیات

توضیح و مثالی عددی برای پارامترهای عدم قطعیت در جدول چ-۲، در زیربندهای چ-۴-۳-۲ تا چ-۴-۳-۱۲ ارائه شده است. روابط برای محاسبه عدم قطعیت‌ها با مثال‌هایی برای نشان دادن گستره موردانتظار از عدم قطعیت‌های اندازه‌گیری ارائه شده است.

جدول چ-۲- بودجه عدم قطعیت برای مشخصه های σ_{R0} برای تراز توان صدا و تراز انرژی صدا با استفاده از روش مستقیم، معتبر برای اندازه گیری ها در شبکه وزنی A از یک منبع با طیف بسامد تقریباً هموار

کمیت	برآورد dB	انحراف معیار u_i ، ^a	توزیع احتمال	ضریب حساسیت c_i ، ^a
δ_{method} روش	صفر	۰/۳	نرمال	۱
$\overline{L'_{p(ST)}}$ متوسط میانگین زمانی تراز فشار صدا	$\overline{L'_{p(ST)}}$	$\frac{u_{L'_{pi(ST)j}}}{\sqrt{N_M N_S}}$	نرمال	$1 + \frac{1}{10^{0.1 \Delta L_p} - 1}$
K_1 تصحیح نوفه زمینه	K_1	$S_{L_{p(B)}}$	نرمال	$1 + \frac{1}{10^{0.1 \Delta L_p} - 1}$
V/S نسبت حجم اتاق به مساحت سطحی	صفر	$u_{V/S}$	نرمال	$\frac{240}{T_{60} c} - \frac{4.3 c}{(V/S) (8 f V/S + c)}$
V حجم اتاق	صفر	u_V	نرمال	4,3/V
T_{60} زمان واخنش	صفر	$\sqrt{\frac{2.42 T}{f} + \frac{s_T^2}{N_{decay}}}$	نرمال	$\frac{-4.3}{T_{60}} - \frac{240 V}{T_{60}^2 S c}$
θ دما	صفر	$\Delta \theta / \sqrt{3}$	مستطیلی	$\frac{8.7}{273 + \theta} - \frac{-0.57 + 0.25 ; g (2.6 f)}{1 + 0.0011 H + 0.007 \theta}$
p_s فشار ایستا	صفر	$\Delta p_s / \sqrt{3}$	مستطیلی	- 8.7 / p_s
δ_{slm} تراز صدا سنج	صفر	۰/۳	نرمال	۱
δ_H رطوبت نسبی	صفر	$\Delta H / \sqrt{3}$	مستطیلی	$\frac{-2.6 + 1.6 \lg (0.7 f)}{1 + 0.5 H}$

^a مقادیر در مثال عددی پس از این جدول توضیح داده شده است.

چ-۲-۳-۴ روش اندازه گیری، δ_{method}

عدم قطعیت ناشی از روش اندازه گیری استفاده شده، یعنی u_{method} ، شامل به دست آوردن نتایج اندازه گیری همراه با عدم قطعیت های است. با این فرض که اریبی ها مدنظر قرار گرفته اند، این عدم قطعیت را فقط می توان از تجربه عملی یا آزمون نوبت چرخشی به دست آورد. با پیچیده تر شدن رویکرد مدل سازی، این عدم قطعیت به مقدار صفر نزدیک می شود. البته در صورتی که فقدان دانش وجود داشته یا اگر مدل سازی اجزای معینی از عدم قطعیت کار دشواری بوده یا ناممکن باشد، در این صورت این جز از عدم قطعیت می تواند به تنها عامل تعیین کننده تجدید پذیری اندازه گیری، σ_{R0} ، تبدیل شود. مثالی از این مورد دوم، پیاده سازی استانداردها توسط کاربران بدون تجربه است.

برای بسامدهای بیشتر از ۱۰۰ Hz، تجربه نشان داده که مقدار تقریبی عدم قطعیت ناشی از روش اندازه گیری استفاده شده، $u_{method} = 0.3$ dB است. زیر ۱۰۰ Hz، طول موج هم تعداد موثر از موقعیت های میکروفن احتمالی و هم تعداد حالات اتاق را کاهش می دهد. این امر باعث می شود تا این پارامتر به $u_{method} = 3$ dB در بسامدهای ۱۰۰ Hz افزایش یابد.

روش اندازه‌گیری تاثیر مستقیمی روی نتیجه اندازه‌گیری دارد، بنابراین ضریب حساسیت $C_{method} = 1$ است. برای اندازه‌گیری‌های بالاتر از ۱۰۰ Hz، سهم عدم قطعیت ۰٫۳ dB است.

چ-۳-۳-۳ تکرارپذیری تراز فشار صدا، $\overline{L'_{p(ST)}}$

عدم قطعیت ناشی از تکرارپذیری اندازه‌گیری، $u_{L'_{p(ST)}}$ میزان نزدیک بودن نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌های متوالی است؛ این پارامتر را می‌توان از انحراف معیار ترازهای اندازه‌گیری شده به‌دست آورد

$$u_{L'_{p(ST)}} = \frac{u_{L'_{pi(ST)j}}}{\sqrt{N_M N_S}} = \frac{I}{\sqrt{N_M N_S}} \sqrt{\sum_{j=1}^{N_S} \sum_{i=1}^{N_M} \frac{\{[L'_{pi(ST)}]_j - L'_{pm(ST)}\}^2}{N_M N_S - 1}}$$

که در آن:

$L'_{pm(ST)}$ مقدار متوسط حسابی میانگین زمانی ترازهای فشار صدا تصحیح نشده با منبع نوفه تحت آزمون در حالت کارکردی، برحسب دسی‌بل است.

ضریب حساسیت، $C_{L'_{p(ST)}}$ تحت تاثیر ترازهای نوفه زمینه است. این پارامتر از مشتق L_W نسبت به $\overline{L'_{p(ST)}}$ به‌دست می‌آید. با استفاده از مشتق مشابه برای C_{K_I} (رابطه زیر)، ضریب حساسیت ناشی از تکرارپذیری به‌صورت زیر است:

$$C_{L'_{p(ST)}} = I + \frac{I}{10^{0.1 \Delta L_p - 1}}$$

این رابطه را می‌توان به‌صورت $C_{L'_{p(ST)}} = I + C_{K_1}$ ساده‌سازی کرد. استفاده از سناریوی شدید بیان شده در زیر برای C_{K_I} ، باعث می‌شود تا $C_{L'_{p(ST)}} = 1.1$ باشد. در صورتی که الزامات در مورد تعداد موقعیت‌های منبع و میکروفن در زیربند ۸-۴-۲ برآورده شود، بهتر است سهم عدم قطعیت بدترین مورد در باندهای بسامد تکی، ۱ dB یا کمتر از آن باشد. برای مقدار شبکه وزنی A، جمع زدن در میان باندهای بسامد متعدد معمولاً گرایش به ایجاد سهم عدم قطعیت ۰٫۲ dB دارد. با افزایش زمان واخنش، کاهش تغییرات اندازه‌گیری‌ها در اتاق با استفاده از پخش‌کننده‌ها، یا افزایش تعداد موقعیت‌های منبع و میکروفن می‌توان سهم عدم قطعیت را کاهش داد. تکرارپذیری اندازه‌گیری همچنین می‌تواند به‌شدت تحت تاثیر زمان میانگین‌گیری باشد. در صورتی که زمان میانگین‌گیری تعداد کافی از چرخه‌های دستگاه را تحت پوشش قرار ندهد، عدم قطعیت کل می‌تواند به‌طور غیرقابل قبولی برای استاندارد درجه دقت، بزرگ باشد. برای منابع نوفه بسیار کم، کاهش نوفه زمینه می‌تواند ضریب حساسیت و در نتیجه عدم قطعیت کل را تا ضریب ۲ کاهش دهد. در این مثال، سهم عدم قطعیت ۰٫۲ dB در نظر گرفته شده است.

چ-۴-۳-۴ تصحیح نوفه زمینه، K_I

عدم قطعیت ناشی از تصحیح نوفه زمینه (K_I) که با u_{K_I} نشان داده می شود را می توان از انحراف معیار مقادیر دسی بل، $s_{L_p(B)}$ ، از اندازه گیری های مکرر نوفه زمینه در یک موقعیت تکی از میکروفن به دست آورد.

ضریب حساسیت، c_{K_I} ، ناشی از نوفه زمینه $\overline{L_{p(B)}}$ از مشتق L_W نسبت به $\overline{L_{p(B)}}$ به دست می آید. با استفاده از روابط (۱۴) و (۱۵)، $\overline{L_{p(ST)}}$ به این صورت ارائه خواهد شد $\overline{L_{p(ST)}} = \overline{L'_{p(ST)}} + 10 \lg (1 - 10^{-0.1 \Delta L_p})$ dB که در آن $\Delta L_p = \overline{L'_{p(ST)}} - \overline{L_{p(ST)}}$ است. در این مثال، علامت ضریب حساسیت مهم نبوده و به صورت زیر ساده سازی می شود:

$$|c_{K_I}| = \frac{I}{10^{0.1 \Delta L_p} - 1}$$

برای $\Delta L_p \leq 10$ dB می توان رابطه بالا را به صورت $|c_{K_I}| \approx 3.6 / \Delta L_p$ ساده سازی کرد. در یک سناریوی شدید، منابع نوفه کم با انحراف معیار نوفه زمینه ۳ dB در نظر گرفته می شوند. بدترین مورد $\overline{L'_{pA}} - \overline{L_{pA(B)}}$ برابر با ۱۰ dB است (کمینه مجاز در بسامدهای میانی در زیربند ۹-۱-۲). این امر منجر به ضریب حساسیت $c_{K_I} = 0.11$ و سهم کلی برای عدم قطعیت ۰٫۳ dB می شود. معمولاً این سهم به دلیل واپایش بهتر نوفه زمینه برابر با ۰٫۳ dB است. کاهش نوسانات در نوفه زمینه می تواند این جز عدم قطعیت را کاهش دهد. کاهش های قابل توجه در ضریب شدت با کاهش نوفه زمینه از طریق ردیابی کردن و مسدود سازی سیستماتیک و/یا جذب نوفه از منابع ناخواسته (از طریق اتصال به زمین مناسب، پوشش سیم، ایزوله کردن لرزش، افزودن جرم، اضافه کردن مواد جاذب و غیره در صورت مناسب بودن) به دست می آید. همچنین، عدم قطعیت، معمولاً در هر مرتبه ای که زمان میانگین گیری با ضریب چهار افزایش می یابد، نصف می شود.

چ-۴-۳-۵ نسبت حجم اتاق به مساحت سطحی، V/S

عدم قطعیت مربوط به تخمین نسبت حجم اتاق به مساحت سطحی، V/S ، یک نسبت است؛ دو کمیت اندازه گیری شده همبسته هستند، زیرا ابعاد یکسان برای دستیابی به هر دو مورد استفاده قرار می گیرد. توصیه می شود برای اتاق مکعب کامل، عدم قطعیت، ΔL ، در اندازه گیری هر بعد اتاق، l_x ، l_y ، l_z معمولاً کمتر از ۱٪ از آن بعد باشد. عدم قطعیت در نسبت به دست آمده، V/S ، به این صورت خواهد بود

$$u_{V/S} = 2 \Delta L (V/S)^2 \sqrt{(l_x^4 + l_y^4 + l_z^4)/3} \quad (V/S \text{ از } 0.4\% \text{ تقریباً})$$

ضریب حساسیت، $c_{V/S}$ ، از تراز توان صدای مشتق گیری شده، L_W ، رابطه (چ-۲) نسبت به V/S به دست می آید:

$$c_{V/S} = \frac{240}{T_{60} c} - \frac{4.3 c}{(V/S) (8 f V/S + c)}$$

ضریب حساسیت در بسامدهای کم، بیشترین مقدار را دارد. اگر اتاقی کوچک با $V/S \approx 0.66$ و $T_{60} = 1$ s در بسامد ۲۰۰ Hz در نظر گرفته شود، ضریب حساسیت برابر با ۰٫۹- است، و با ۰٫۴٪ عدم قطعیت

در V/S عدم قطعیت کل همراه مساوی با 0.003 dB - است. ضریب حساسیت در بسامد 8 kHz به 0.7 افزایش می یابد و عدم قطعیت در هر بسامد همبسته است، به طوری که عدم قطعیت شبکه وزنی A به شکل فضایی وابسته است. عدم قطعیت کل نوعی در مقدار شبکه وزنی A مساوی با 0.002 dB است.

چ-۴-۳-۶ حجم اتاق، V

عدم قطعیت مربوط به برآورد حجم اتاق، u_V است. برای اتاق مکعب کامل، عدم قطعیت، Δl ، در اندازه گیری هر بعد اتاق، l_x ، l_y ، l_z معمولاً کمتر از 1% از آن بعد با توزیع مستطیلی است که انحراف معیار $\Delta l/\sqrt{3}$ را به دست می دهد. بنابراین حجم اتاق دارای عدم قطعیت استاندارد $u_V = \Delta l \sqrt{(l_x^2 + l_y^2 + l_z^2)/3}$ است (تقریباً 1% از حجم اتاق).

ضریب حساسیت، c_V ، با صرف نظر کردن از عبارات V/S ، که به طور جداگانه مدنظر قرار می گیرند، و مشتق گیری از عبارات باقیمانده در L_W ، رابطه (چ-۲) نسبت به V به دست می آید:

$$c_V = 4.3 / V$$

با مفروض داشتن 1% عدم قطعیت برای حجم اتاق، عدم قطعیت ترکیب شده 0.004 dB خواهد بود. اندازه گیری با احتیاط بسیار زیاد در یک اتاق مکعب غیر کامل مورد نیاز است تا این عدم قطعیت در مقدار کم باقی بماند.

چ-۴-۳-۷ زمان واخنش، T_{60}

عدم قطعیت در تعیین زمان واخنش اتاق، u_T ، از انحراف معیار، s_T ، مربوط به اندازه گیری های واپاشی زمان واخنش، T_{60} و رابطه زیر به دست می آید که تا حدودی براساس رابطه (۱۰) از استاندارد ISO 354 [۳] می باشد:

$$u_T = \sqrt{\frac{2.42 T_{60}}{f} + \frac{s_T^2}{N_{decays}}}$$

که در آن:

N_{decays} تعداد کل اندازه گیری های واپاشی زمان واخنش (معمولاً $N_{decays} = 120$) و f بسامد میان بانندی یک سوم اکتاو است.

ضریب حساسیت، c_T ، ناشی از زمان واخنش از مشتق L_W (رابطه (۲۰)) نسبت به زمان واخنش به دست می آید. برای عباراتی که دارای A ، مساحت جذب معادل اتاق هستند، مشتقات نسبت به زمان واخنش پس از جایگزین کردن برای A به دست آمده است:

$$c_T = \frac{-4.3}{T_{60}} - \frac{240 V}{T_{60}^2 S c}$$

بدترین مورد، منبعی را فرض می‌کند که نوفه غالب را در بسامد حدوداً ۵۰۰ Hz تولید می‌کند. با استفاده از کمینه زمان واخنش ۱ s از رابطه (۶) و این فرض که انحراف معیار در بسامد ۵۰۰ Hz برابر با $s_T = 0.2$ است، ضریب حساسیت برابر با -5 dB/s است و سهم عدم قطعیت بدترین مورد نیز $u_{TC} = 1$ dB می‌باشد. معمولاً سهم عدم قطعیت به دلیل T_{60} با مقدار معمولاً بیشتر و باندهای بسامد متعددی که در مقدار شبکه وزنی A سهم دارند، $u_{TC} = 0.5$ dB است. با افزایش T_{60} ، کاهش تغییرپذیری در فروپاشی‌های اندازه‌گیری شده یا افزایش تعداد فروپاشی‌های اندازه‌گیری شده، می‌توان سهم عدم قطعیت را کاهش داد.

چ-۴-۳-۸ دما، θ

عدم قطعیت ناشی از تغییرات در دما، u_θ ، در این مثال، چنین فرض شده که دما برحسب درجه سانتیگراد، θ ، در گستره‌ای ($\pm \Delta\theta$) با توزیع مستطیلی قرار می‌گیرد:

$$u_\theta = \Delta\theta / \sqrt{3}$$

ضریب حساسیت ناشی از دما، c_θ ، از یک برازش غیردقیق منحنی برای مشتق L_W [رابطه (۲۰)] نسبت به دما به دست می‌آید. عبارات C_1 و C_2 نسبت به دما دیفرانسیل‌گیری شده‌اند. برای عباراتی که دارای A یعنی مساحت جذب معادل از اتاق هستند، مشتق‌ها نسبت به a و پس از آن که $A = a S$ جایگزین شد، به دست آمده‌اند. $\partial a / \partial \theta$ از استاندارد ISO 9613-1 [۱۸] تخمین زده شده است. بزرگی فشار جذب شده با هر بازتاب دیواره، a ، از جذب اتاق، a_{room} ، جذب به‌ازای هر متر در هوا، a_{dBm} ، و تخمین سابین^۱ (4 V/S) از متوسط مسیر آزاد (تقریباً 3.3 m برای $200 \text{ m}^3 < V < 70$) برآورد شده است:

$$c_\theta = \frac{8.7}{273 + \theta} + 17.4 \frac{V}{S} \left[1 + \frac{1}{a_{room} + 4 (V/S) a_{dBm}} \right] \frac{\partial a_{dBm}}{\partial \theta} \approx \frac{8.7}{273 + \theta} + \frac{-0.57 + 0.25 \lg(2.6f)}{1 + 0.001 H + 0.007 \theta}$$

که در آن:

H رطوبت نسبی برحسب درصد؛

f بالاترین بسامدی که تاثیر قابل توجهی روی ترازها در شبکه وزنی A دارد.

محدودیت‌های جدول ۳، بیشترین مقدار برای این سهم عدم قطعیت، $u_{\theta C_\theta}$ ، را در 10 kHz به زیر مقدار 1.0 dB محدود می‌کند. با این فرض که بیشتر صدای تولید شده توسط منبع زیر 1 kHz است، مقدار بدترین مورد با استفاده از گستره‌های جدول ۳، 0.5 dB خواهد بود. این مقدار، به مقدار داده شده در رابطه فوق نزدیک است. معمولاً، عدم قطعیت را نمی‌توان برای منابعی که دمای هوای اتاق را تحت تاثیر قرار نمی‌دهند، زیر 0.5 dB نگه داشت.

1- Sabine estimate

و پایش بهتر دما، رساندن اتاق به تعادل دمایی، یا زمان‌های کم اندازه‌گیری می‌توانند این عدم قطعیت را کاهش دهند. دما و رطوبت بالاتر معمولاً با ضریب حساسیت کمتر به‌ازای هر درجه تغییر در دما همراه است.

چ-۴-۳-۹ فشار ایستا، p_s

عدم قطعیت ناشی از تغییرات در فشار ایستا، u_{p_s} ، در این مثال، چنین فرض شده که فشار ایستا، p_s ، در گستره $\Delta p_s = \pm 4 \text{ kPa}$ قرار گرفته و دارای توزیع مستطیلی می‌باشد که از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$u_{p_s} = \Delta p_s / \sqrt{3}$$

ضریب حساسیت ناشی از فشار ایستا، c_{p_s} ، از مشتق L_W [رابطه (۲۰)] نسبت به فشار ایستا، p_s ، به‌دست می‌آید. عبارات C_1 و C_2 نسبت به فشار ایستا دیفرانسیل‌گیری شده‌اند.

$$c_{p_s} = \frac{-8.7}{p_s}$$

سهم عدم قطعیت معمولاً کم است، $u_{p_s} c_{p_s} \approx 0.5 \text{ dB}$ ؛ هرچند فشار ایستا می‌تواند روی، عدم قطعیت ناشی از تجدیدپذیر شرایط کارکرد نیز تاثیر داشته باشد.

چ-۴-۳-۱۰ صدا سنج، δ_{slm}

برای اندازه‌گیری‌های توان صدا، عدم قطعیت ابزار اندازه‌گیری، u_{slm} ، برای یک ابزار کلاس ۱، $u_{slm} = 0.3 \text{ dB}$ است (مرجع شماره [۲۹]). این رقم با تغییرات به‌دست آمده براساس تجربه بین آزمایشگاه‌های ملی سازگار است.

عدم قطعیت‌ها در تراز صدا سنج به‌طور مستقیم ترازهای اندازه‌گیری شده را تحت تاثیر قرار می‌دهد، به‌طوری که $C_{slm} = 1$ و سهم عدم قطعیت 0.3 dB است. جزئیات بیشتر در مورد پارامترهای تاثیرگذار روی عدم قطعیت تراز صدا سنج‌ها را می‌توان در استاندارد IEC 61672-1 مشاهده کرد. با استفاده از روش مقایسه‌ای، دستیابی به ضریب حساسیت (C_{slm}) کمتر امکان‌پذیر است، این کار نیازمند مدنظر قرار دادن جداگانه عدم قطعیت‌های ناشی از منبع صدای مرجع نیز می‌باشد.

چ-۴-۳-۱۱ رطوبت نسبی، δ_H

عدم قطعیت ناشی از تغییرات در رطوبت نسبی، u_H ، در این مثال چنین فرض شده که رطوبت نسبی، H ، در گستره $\pm \Delta H$ ، با یک توزیع مستطیلی قرار دارد؛ این پارامتر از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$u_H = \Delta H / \sqrt{3}$$

ضریب حساسیت ناشی از رطوبت نسبی، c_H ، از برازش غیردقیق منحنی مشتق L_W [رابطه (۲۰)] نسبت به رطوبت نسبی به روشی مشابه با روش استفاده شده برای c_θ به‌دست می‌آید:

$$c_H = \frac{-2.6 + 1.6 \lg(0.7f)}{1 + 0.5H} \text{ در صورتی که } H > 10 \text{ باشد.}$$

f بالاترین بسامدی که تاثیر قابل توجهی روی ترازها در شبکه وزنی A دارد.

محدودیت‌های جدول ۳، بیشتری مقدار برای این سهم عدم قطعیت، u_{HCH} را در ۱۰ kHz به زیر مقدار dB ۱۰ محدود می‌کند. با این فرض که بیشتر صدای تولید شده توسط منبع زیر ۱ kHz است، مقدار بدترین مورد با استفاده از گستره‌های رطوبت جدول ۳، dB ۰٫۵ خواهد بود. این مقدار، به مقدار داده شده در رابطه فوق نزدیک است. معمولاً، عدم قطعیت را نمی‌توان زیر dB ۰٫۰۵ نگه‌داشت. واپایش بهتر رطوبت، رساندن اتاق به تعادل رطوبتی، یا زمان‌های کم اندازه‌گیری می‌توانند عدم قطعیت u_H را کاهش دهند. رطوبت بالاتر با ضریب حساسیت (c_H) کمتر همراه است.

چ-۴-۳-۱۲ مقدار نوعی برای σ_{R0}

با استفاده از مقادیر نوعی فوق، σ_{R0} براساس رابطه (چ-۲) به صورت زیر است:

$$\sigma_{R0} = \sqrt{\sum_i (u_i c_i)^2} = \sqrt{0.3^2 + 0.2^2 + 0.03^2 + 0.002^2 + 0.04^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.3^2 + 0.05^2} = 0.5 \text{ dB}$$

چ-۴-۴ روش مقایسه‌ای

بودجه عدم قطعیت برای روش مقایسه‌ای با استفاده از بودجه عدم قطعیت برای روش مستقیم هم برای منبع صدای تحت آزمون $\sigma_{R0(ST)}$ و هم برای منبع صدای مرجع $u(L_{W(RSS)})$ به دست می‌آید. عدم قطعیت‌های حاصله با استفاده از رابطه زیر افزوده می‌شوند:

$$\sigma_{R0} = \sqrt{u(L_{W(RSS)})^2 + (\sigma_{R0(ST)})^2}$$

عدم قطعیت‌ها برای منبع تحت آزمون و منبع صدای مرجع در بسیاری از موارد یکسان است و همین امر باعث می‌شود تا افزایش تقریبی ۴۰٪ برای هر پارامتر نسبت به روش مستقیم وجود داشته باشد. استثناءها عبارتند از: الف- در روش مقایسه‌ای از زمان واخنش T_{60} استفاده نمی‌شود؛ ب- برخی خطاها در نمونه‌برداری، $\delta_{L'p(ST)}$ ، تراز صدا سنج، δ_{slm} و روش، δ_{method} همدیگر را لغو می‌کنند.

در روش مقایسه‌ای، زمان واخنش (T_{60})، حجم اتاق (V)، و مساحت سطحی اتاق (S) محاسبه نمی‌شود، بنابراین عدم قطعیت‌های همراه هم برای منبع تحت آزمون و هم برای منبع صدای مرجع روی مقدار صفر تنظیم می‌شود.

در مواردی که موقعیت‌های میکروفن و منبع یکسان برای منبع صدای مرجع و منبع تحت آزمون مورد استفاده قرار می‌گیرد، برخی سهم‌های مربوط به عدم قطعیت به طور موثری لغو می‌شوند. براساس این فررض

که عدم قطعیت ناشی از نمونه برداری معمولاً با روش مقایسه‌ای کاهش می‌یابد، ضریب حساسیت را می‌توان هم برای منبع تحت آزمون و هم برای منبع صدای مرجع، نصف کرد؛ یعنی $CL'_{p(ST)} = 0.5$. بدترین مورد برای منبعی رخ می‌دهد که نوفه باند باریک تولید می‌کند. مشابه با مثال برای روش مستقیم، در صورتی که الزامات مربوط به تعداد موقعیت‌های منبع و میکروفن در زیربند ۸-۴-۲ برآورده شوند، با استفاده از $CL'_{p(ST)} = 0.5$ ، سهم عدم قطعیت بدترین مورد ۰.۵ dB است. سهم نوعی ۰.۱ dB است.

هنگامی که اندازه‌گیری‌ها با سطح صدا سنج یکسان روی یک بازه زمانی کوتاه تکرار می‌شود، خطاهای سیستماتیک مربوط به کالیبراسیون، پاسخ جهتی، توزین بسامد، فشار دما و رطوبت را می‌تواند لغو کرد. از آنجایی که عدم قطعیت برای منبع تحت آزمون و منبع صدای مرجع به‌طور جداگانه محاسبه شده و سپس اضافه می‌شوند، ضریب حساسیت نیاز به کاهش دارد تا عدم قطعیت ترکیب شده کمتر از u_{slm} باشد. تنظیم C_{slm} روی مقدار ۰.۵، سهم عدم قطعیت ۰.۱۵ dB را در پی خواهد داشت. به‌طور مشابه، $C_{method} = 0.5$ را می‌توان برای عدم قطعیت ناشی از روش مورد استفاده قرار داد که نتیجه آن، سهم عدم قطعیت ۰.۱۵ dB است.

برای منبع تحت آزمون، سهم‌های عدم قطعیت به‌جز برای عبارات مربوط به زمان واخشی، نمونه برداری و تراز صدا سنج (همانطور که قبلاً نیز اشاره شد) مشابه با روش مستقیم است. در این سناریوی بدترین مورد، سهم برای عدم قطعیت، $\sigma_{R0(ST)}$ ، از منبع تحت آزمون به‌صورت زیر است:

$$\sigma_{R0(ST)} = \sqrt{\sum_i (u_i c_i)^2} =$$

$$\sqrt{0.15^2 + 0.1^2 + 0.03^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.15^2 + 0.05^2} = 0.25 \text{ dB}$$

برای منبع صدای مرجع، سهم‌های عدم قطعیت به‌جز در این مورد که سهم اضافی ناشی از کالیبراسیون، شرایط کارکرد و نصب منبع صدای مرجع وجود دارد، مشابه با سهم‌های مربوط به منبع تحت آزمون است. معمولاً، پس از اعمال تصحیح‌های توصیه شده توسط سازنده، این عدم قطعیت $\sigma_{omc(RSS)} = 0.5 \text{ dB}$ است. عدم قطعیت ناشی از تعداد موقعیت‌های میکروفن و منبع به‌صورت $CL'_{p(ST)} = 0.3 \text{ dB}$ مفروض است. حتی در وضعیت بدترین مورد، خروجی توان صدای منبع صدای مرجع بهتر است به‌طور قابل توجهی از نوفه زمینه بیشتر باشد، به‌طوری که $u_{K1} \approx c_{K1} \cdot 0.1 \text{ dB}$ باشد. در این سناریو، سهم عدم قطعیت از صدای مرجع، $u(L_{W(RSS)})$ به‌صورت زیر است:

$$u[L_{W(RSS)}] = \sqrt{\sum_i (u_i c_i)^2 + [\sigma_{omc(RSS)}]^2} =$$

$$\sqrt{(0.15^2 + 0.03^2 + 0.0^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2 + 0.05^2 + 0.05^2 + 0.15^2 + 0.05^2) + 0.5^2} = 0.55 \text{ dB}$$

در این سناریو، عدم قطعیت موردانتظار ناشی از روش مقایسه‌ای به صورت زیر است:

$$\sigma_{R0} = \sqrt{u(L_{W(RSS)})^2 + (\sigma_{R0(ST)})^2} = 0.61 \text{ dB}$$

همانطور که در این مثال دیده می‌شود، برخی سهم‌های عدم قطعیت در مقایسه با سایر سهم‌ها قابل چشم‌پوشی بوده و می‌توان هنگام ایجاد بودجه عدم قطعیت برای یک کاربرد خاص، آنها را نادیده گرفت. تلاش‌ها برای کاهش عدم قطعیت ترکیب شده بهتر است همیشه روی غالب‌ترین سهم‌ها متمرکز باشد.

چ-۵ عدم قطعیت استاندارد ترکیب شده

در مورد همبستگی قابل چشم‌پوشی بین کمیت‌های ورودی، عدم قطعیت استاندارد ترکیب شده مربوط به تعیین تراز توان صدا، یعنی $u(L_W)$ بر حسب دسی بل، از رابطه (چ-۳) به دست می‌آید:

$$u(L_W) \approx \sigma_{tot} = \sqrt{\sigma_{R0}^2 + \sigma_{omc}^2} = \sqrt{\sum_i (c_i u_i)^2 + \sigma_{omc}^2} \text{ dB} \quad (\text{چ-۲})$$

چ-۶ عدم قطعیت اندازه‌گیری براساس داده‌های تجدیدپذیری

در صورت عدم وجود داده برای سهم‌های عدم قطعیت و همبستگی‌های احتمالی بین کمیت‌های ورودی، مقادیر برای انحراف استاندارد تجدیدپذیری مطابق با بند ۹ را می‌توان به عنوان تخمینی برای عدم قطعیت استاندارد ترکیب شده مربوط به تعیین‌های ترازهای توان صدا ($u(L_W)$) مورد استفاده قرار داد. سپس می‌توان مقداری را برای ضریب پوشش، k ، و حاصل ضرب، $k \sigma_{tot}$ ، انتخاب کرد که برآوردی از عدم قطعیت اندازه‌گیری بسط یافته، U ، با احتمال پوشش انتخاب شده را به دست می‌دهد. براساس قرارداد، احتمال پوشش ۹۵٪ معمولاً انتخاب می‌شود و با مفروض دانستن یک توزیع نرمال، ضریب پوشش دو طرفه همراه، ۲ خواهد بود. برای جلوگیری از سوءبرداشت، بهتر است احتمال پوشش در گزارش‌های آزمون همراه با عدم قطعیت اندازه‌گیری بسط یافته بیان شود.

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۸-۹۸۱۹: سال ۱۳۸۶، کمیت‌ها و یکاها- قسمت هشتم: آکوستیک
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۴۵۳: سال ۱۳۹۶، آکوستیک- تعاریف کمیت‌ها و اصطلاحات پایه
- [3] ISO 354, Acoustics — Measurement of sound absorption in a reverberation room
- [4] ISO 3740, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Guidelines for the use of basic standards
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۰: سال ۱۳۸۲، آکوستیک- تعیین ترازهای توان صدای منابع نوفه - راهنمایی‌های استفاده از استانداردهای پایه، با استفاده از استاندارد ISO 3740: 2000 تدوین شده است.
- [5] ISO 3743-1, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for small movable sources in reverberant fields — Part 1: Comparison method for a hard-walled test room
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۱۸۲: سال ۱۳۸۱، آکوستیک- تعیین ترازهای توان صدای منابع نوفه - روش‌های مهندسی برای منابع کوچک و قابل حمل در میدان‌های واخشی- بخش یکم - روش مقایسه‌ای برای اتاق‌های آزمون با دیوار سخت، با استفاده از استاندارد ISO 3743-1: 1994 تدوین شده است.
- [6] ISO 3743-2, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields — Part 2: Methods for special reverberation test rooms
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۱۸۲: سال ۱۳۸۱، آکوستیک- تعیین ترازهای توان صدای منابع نوفه - روش‌های مهندسی برای منابع کوچک و قابل حمل در میدان‌های واخشی- بخش دوم- روش‌هایی برای اتاق‌های آزمون واخشی خاص، با استفاده از استاندارد ISO 3743-2: 1994 تدوین شده است.
- [7] ISO 3744, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۳: سال ۱۳۸۰، آکوستیک- تعیین ترازهای توان صدای منابع نوفه با استفاده از فشار صدا- روش مهندسی در میدان اساساً آزاد در بالای صفحه انعکاسی، با استفاده از استاندارد ISO 3744: 1994 تدوین شده است.
- [8] ISO 3745, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for anechoic test rooms and hemi anechoic test rooms
- یادآوری-** استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۴: سال ۱۳۸۰، آکوستیک- تعیین ترازهای توان صدای منابع نوفه - روش‌های دقیق برای اتاق‌های صامت و نیمه صامت، با استفاده از استاندارد ISO 3745: 1977 تدوین شده است.

- [9] ISO 3746, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Survey methods using an enveloping measurement surface over a reflecting plane

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۵: سال ۱۳۸۳، آکوستیک-تعیین ترازهای توان صدای منابع و فواید استفاده از فشار صدا - روش بازرسی استفاده از سطح اندازه گیریدربرگیرنده در بالا یصفحه انعکاسی، با استفاده از استاندارد ISO 3746: 1996 تدوین شده است.

- [10] ISO 3747, Acoustics — Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure — Engineering/survey methods for use in situ in a reverberant environment

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۶: سال ۱۳۸۲، آکوستیک- تعیین ترازهای توان صدای منابع نوفه با استفاده از فشار صدا روش مقایسه ای در محل، با استفاده از استاندارد ISO 3747: 2000 تدوین شده است.

- [11] ISO 4871, Acoustics — Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment

- [12] ISO 7574-1, Acoustics — Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment — Part 1: General considerations and definitions

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۲-۱: سال ۱۳۸۶، آکوستیک-روش های آماری برای تعیین و تصدیق مقادیر انتشار نوفه اعلام شده ماشین آلات و تجهیزات -قسمت اول-ملاحظات عمومی و تعاریف، با استفاده از استاندارد ISO 7574-1: 1985 تدوین شده است.

- [13] ISO 7574-2, Acoustics — Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment — Part 2: Methods for stated values for individual machines

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۲-۲: سال ۱۳۸۶، آکوستیک-روش های آماری برای تعیین و تصدیق مقادیر انتشار نوفه اعلام شده ماشین آلات و تجهیزات -قسمت دوم-روش های مربوط به مقادیر اعلام شده برای ماشین های جداگانه، با استفاده از استاندارد ISO 7574-2: 1985 تدوین شده است.

- [14] ISO 7574-3, Acoustics — Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment — Part 3: Simple (transition) method for stated values for batches of machines

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۲-۳: سال ۱۳۸۶، آکوستیک-روش های آماری برای تعیین و تصدیق مقادیر انتشار نوفه اعلام شده ماشین آلات و تجهیزات -قسمت سوم-روش ساده (گذار) مربوط به مقادیر اعلام شده برای دسته ماشین ها، با استفاده از استاندارد ISO 7574-3: 1985 تدوین شده است.

- [15] ISO 7574-4, Acoustics — Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment — Part 4: Methods for stated values for batches of machines

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹۸۲۲-۴: سال ۱۳۸۶، آکوستیک-روش های آماری برای تعیین و تصدیق مقادیر انتشار نوفه اعلام شده ماشین آلات و تجهیزات -قسمت چهارم-روش های مربوط به مقادیر اعلام شده برای دسته هایی از ماشین ها، با استفاده از استاندارد ISO 7574-4: 1985 تدوین شده است.

- [16] ISO 9295, Acoustics — Measurement of high-frequency noise emitted by computer and business equipment
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۴۳۴: سال ۱۳۹۴، آکوستیک-تعیین ترازهای توان صدا با بسامد بالا، منتشر شده با ماشین آلات و تجهیزات، با استفاده از استاندارد ISO 9295: 2015 تدوین شده است.
- [17] ISO 9296, Acoustics — Declared noise emission values of computer and business equipment
- [18] ISO 9613-1, Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹۵۸۴-۱: سال ۱۳۸۶، آکوستیک-تضعیف صدا در طول انتشار در فضای باز-قسمت اول -محاسبه جذب صدا توسط جو، با استفاده از استاندارد ISO 9613-1: 1993 تدوین شده است.
- [19] ISO 9614-1, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 1: Measurement at discrete points
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۷-۱: سال ۱۳۸۳، آکوستیک-تعیین ترازهای توان صدای منابع و استفاده از شدت صدا قسمت اول: اندازه گیری در نقاط گسسته، با استفاده از استاندارد ISO 9614-1: 1993 تدوین شده است.
- [20] ISO 9614-2, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 2: Measurement by scanning
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۷-۲: سال ۱۳۸۳، آکوستیک-تعیین ترازهای توان صدای منابع و استفاده از شدت صدا بخش دوم: اندازه گیری از طریق پیمایش، با استفاده از استاندارد ISO 9614-2: 1992 تدوین شده است.
- [21] ISO 9614-3, Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 3: Precision method for measurement by scanning
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶۱۸۷-۳: سال ۱۳۸۴، آکوستیک-تعیین ترازهای توان صدای منابع و استفاده از شدت صدا قسمت سوم: روش دقیق برای اندازه گیری از طریق پیمایش، با استفاده از استاندارد ISO 9614-3: 2002 تدوین شده است.
- [22] VORLÄNDER, M. Revised relation between the sound power and the average sound pressure level in rooms and the consequences for acoustic measurements. *Acustica* 1995, 81, pp. 332-343
- [23] DAVIES, R.S. Equation for the determination of the density of moist air. *Metrologia* 1992, 29, pp. 67-70
- [24] CRAMER, O. The variation of the specific heat ratio and the speed of sound in air with temperature, humidity and CO₂ concentration. *J. Acoust. Soc. Am.* 1993, 93, pp. 2510-2516
- [25] WONG, G.S.K. Comments on “The variation of the specific heat ratio and the speed of sound in air with temperature, pressure, humidity, and CO₂ concentration”, *J. Acoust. Soc. Am.* 93, 2510-2516 (1993). *J. Acoust. Soc. Am.* 1995, 97, pp. 3177-3179
- [26] JONASSON, H.G. Measurement of sound energy levels and peak sound pressure levels of impulse noise. *Proceedings Inter-Noise 1998, Christchurch, New Zealand*

- [27] TACHIBANA, H., YANO, H., YOSHIHISA, K. Definition and measurement of sound energy level of a transient sound source. J. Acoust. Soc. Jpn. 1987, 8, pp. 235-240
- [28] HELLWEG, R.D. International round robin test of ISO/DIS 7779. Proceedings Inter-Noise 1988, Avignon, France, pp. 1105-1108
- [29] VORLÄNDER, M., RAABE, G. Intercomparison on sound power measurements by use of reference sound sources, BCR-project 3347/1/0/168/89/11 – BCR – D30, 1993
- [30] PAYNE, R. Uncertainties associated with the use of a sound level meter, NPL Report DQL-AC 002, 2004
- [31] HÜBNER, G. Accuracy consideration on the meteorological correction for a normalized sound power level. In: Proceedings InterNoise 2000, Nice, 2000