



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۰۹۴۵

چاپ اول

**ISIRI**

**10945**

**1st. edition**

آکوستیک - اندازه‌گیری جذب صدا در  
اتاق واخنش - روش آزمون

**Acoustics – Measurement of sound  
absorption in a reverberation room –  
Test method**

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران  
تهران - خیابان ولیعصر، ضلع جنوبی میدان ونک، پلاک ۱۲۹۴، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹  
تلفن: ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵  
دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳  
کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳  
تلفن: ۸-۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶۱)  
دورنگار: ۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶۱)  
پیام نگار: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)  
وبگاه: [www.isiri.org](http://www.isiri.org)  
بخش فروش، تلفن: ۲۸۱۸۹۸۹ (۰۲۶۱)، دورنگار: ۲۸۱۸۷۸۷ (۰۲۶۱)  
بها: ۳۵۰۰ ریال

Institute of Standards and Industrial Research of IRAN  
Central Office: No.1294 Valiaser Ave. Vanak corner, Tehran, Iran  
P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran  
Tel: +98 (21) 88879461-5  
Fax: +98 (21) 88887080, 88887103  
Headquarters: Standard Square, Karaj, Iran  
P.O. Box: 31585-163  
Tel: +98 (261) 2806031-8  
Fax: +98 (261) 2808114  
Email: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)  
Website: [www.isiri.org](http://www.isiri.org)  
Sales Dep.: Tel: +98(261) 2818989, Fax.: +98(261) 2818787  
Price: 3500 Rls.

## به نام خدا

### آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه\* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادهای سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

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

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سا زمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

\* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization

2 - International Electro technical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
«آکوستیک - اندازه‌گیری جذب صدا در اتاق واخنش - روش آزمون»

رئیس:

مولانا، خسرو  
(دکترای آکوستیک)

سمت و/ یا نمایندگی

دانشگاه تهران

دبیر:

هدایتی، محمدجعفر  
(کارشناس فیزیک)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

باقری، حمید  
(دکترای مهندسی معماری)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

پیراسته، معصومه  
(کارشناس ارشد فیزیک)

صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران

حمیدی، عباس  
(کارشناس ارشد مهندسی مواد ساختمانی)

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی  
ایران

رئیسپان، آزاده  
(کارشناس فیزیک)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

صیادی، رضا  
(کارشناس شیمی)

شرکت پشم شیشه ایران

عابدی، حسین  
(کارشناس مهندسی صنایع)

شرکت پشم سنگ ایران

شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت  
کشور

لنکرانی، مهرناز  
(کارشناس ارشد مهندسی معماری)

دانشگاه شهیدبهشتی

لیاقتی، غلامعلی  
(دکترای آکوستیک)

دانشگاه تهران

نصیری، پروین  
(دکترای فیزیک)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ویسه، سهراب  
(دکترای مهندسی معدن)

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

هرموند، نادیا  
(کارشناس ارشد فیزیک)

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                                    |
|------|------------------------------------------|
| ج    | آشنایی با مؤسسه استاندارد                |
| د    | کمیسیون فنی تدوین استاندارد              |
| ح    | پیش گفتار                                |
| ط    | مقدمه                                    |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد                     |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی                           |
| ۱    | ۳ اصطلاحات و تعاریف                      |
| ۴    | ۴ اصول                                   |
| ۵    | ۵ گستره بسامدی                           |
| ۵    | ۶ ترتیب آزمون                            |
| ۵    | ۱-۶ اتاق واخنش و پخشایی میدان صدا        |
| ۵    | ۱-۱-۶ حجم اتاق واخنش                     |
| ۵    | ۲-۱-۶ شکل اتاق واخنش                     |
| ۶    | ۳-۱-۶ پخشایی میدان صدا                   |
| ۶    | ۴-۱-۶ سطح جذب صدا                        |
| ۶    | ۲-۶ آزمون‌ها                             |
| ۶    | ۱-۲-۶ جذب‌کننده‌های تخت                  |
| ۷    | ۲-۲-۶ جذب‌کننده‌های صوتی منفرد           |
| ۸    | ۳-۶ دما و رطوبت نسبی                     |
| ۸    | ۷ اندازه‌گیری زمان واخنش                 |
| ۸    | ۱-۷ کلیات                                |
| ۸    | ۱-۱-۷ مقدمه                              |
| ۸    | ۲-۱-۷ میکروفون‌ها و موقعیت‌های میکروفون  |
| ۹    | ۳-۱-۷ موقعیت‌های منبع                    |
| ۹    | ۴-۱-۷ تعداد موقعیت‌های میکروفون و بلندگو |
| ۹    | ۲-۷ روش قطع نوفه                         |
| ۹    | ۱-۲-۷ تحریک اتاق                         |
| ۱۰   | ۲-۲-۷ میانگین‌گیری                       |

## ادامه فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                                              |
|------|----------------------------------------------------|
| ۱۰   | سیستم ثبت ۳-۲-۷                                    |
| ۱۱   | روش پاسخ ضربه انتگرال گیری شده ۳-۷                 |
| ۱۱   | روش مستقیم ۱-۳-۷                                   |
| ۱۲   | روش غیرمستقیم ۲-۳-۷                                |
| ۱۲   | سیستم ثبت ۳-۳-۷                                    |
| ۱۳   | انتگرال گیری پاسخ ضربه ۴-۳-۷                       |
| ۱۳   | ارزیابی زمان های واخنش بر اساس منحنی های افت ۴-۷   |
| ۱۳   | گستره ارزیابی ۱-۴-۷                                |
| ۱۴   | روش ارزیابی ۲-۴-۷                                  |
| ۱۴   | بیان نتایج ۸                                       |
| ۱۴   | روش محاسبه ۱-۸                                     |
| ۱۴   | محاسبه زمان های واخنش $T_1$ و $T_2$ ۱-۱-۸          |
| ۱۴   | محاسبه $A_1$ ، $A_2$ و $A_T$ ۲-۱-۸                 |
| ۱۵   | محاسبه $\alpha_s$ ۳-۱-۸                            |
| ۱۶   | محاسبه سطح معادل جذب صدای جذب کننده های مجزا ۴-۱-۸ |
| ۱۶   | دقت ۲-۸                                            |
| ۱۶   | کلیات ۱-۲-۸                                        |
| ۱۶   | تکرار پذیری زمان های واخنش مورد اندازه گیری ۲-۲-۸  |
| ۱۷   | تجدید پذیری ۳-۲-۸                                  |
| ۱۷   | ارائه نتایج ۳-۸                                    |
| ۱۸   | گزارش آزمون ۹                                      |
| ۱۹   | پیوست الف (الزامی) پخشایی میدان صدا در اتاق واخنش  |
| ۲۱   | پیوست ب (الزامی) نصب آزمون برای آزمون های جذب صدا  |
| ۲۸   | پیوست پ (اطلاعاتی) کتاب نامه                       |

## پیش گفتار

استاندارد " آکوستیک<sup>۱</sup> - اندازه‌گیری جذب صدا در اتاق واخنش - روش آزمون " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن تهیه و تدوین شده و در دویست و یازدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۸۷/۰۹/۱۸ مورد تصویب قرار گرفت، اینک 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.

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

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

EN ISO 354:2003, Acoustics- Measurement of sound absorption in a reverberation room

هنگامی که صدای یک منبع صوتی در فضای بسته‌ای پخش می‌شود، تراز صدای واخنای ایجاد شده در اتاق و افت آن پس از قطع منبع صدا، به مختصه جذب صدای سطوح اتاق، هوا و اشیاء درون اتاق بستگی دارد. به‌طور کلی، کسری از توان صدای فرودی بر روی سطح، با توجه به زاویه فرود، جذب می‌شود. از آنجا که زمان واخنش سالن سخنرانی، اتاق کار، کارگاه و غیره، به جذب صدای مواد جذب‌کننده بستگی دارد، بنابراین آگاهی از مشخصات جذب صدای سطوح، معمولاً به‌صورت میانگینی از تمامی زوایای فرود، مورد نیاز است. از آنجا که توزیع امواج صدا در فضاهای بسته شامل گستره وسیع و غیرقابل پیش‌بینی از زوایا می‌باشد، توزیع یکنواخت به‌عنوان شرط اصلی برای استانداردسازی در نظر گرفته می‌شود. به‌علاوه، اگر شدت صدا مستقل از موقعیت در داخل اتاق باشد، در این صورت توزیع صدا را میدان صدای پخشا می‌نامند و به فرود صداها بر روی سطوح اتاق، فرود تصادفی گفته می‌شود.

میدان صدا در اتاق واخنشی که به‌طور مناسب طراحی شده است، تقریب نزدیکی از یک میدان پخشا است. درنتیجه جذب صدای اندازه‌گیری شده در اتاق واخنش، تقریب نزدیکی از جذب صدایی است که تحت شرایط مفروض پایه برای استانداردسازی، اندازه‌گیری می‌شود.

هدف از این استاندارد یکنواخت‌سازی روش‌ها و شرایط اندازه‌گیری جذب صدا در اتاق‌های واخنش است.

# آکوستیک - اندازه‌گیری جذب صدا در اتاق واخنش - روش آزمون

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری ضریب جذب صدای مواد آکوستیکی است که در پوشش‌های دیوار، سقف یا کف به کار می‌روند. همچنین این استاندارد سطح معادل جذب صدای اجسامی نظیر مبلمان، انسان یا جذب‌کننده‌های فضایی را در اتاق واخنش تعیین می‌کند. این روش اندازه‌گیری مشخصه‌های جذب هم‌نواگرهای میراکننده<sup>۱</sup> ضعیف را در بر نمی‌گیرد. نتایج به‌دست آمده را می‌توان به‌منظور مقایسه و محاسبه طراحی با توجه به شرایط آکوستیک داخلی اتاق و کنترل نوفه به کار برد.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی یا ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

**2-1** ISO 266, Acoustics – Preferred frequencies

**2-2** ISO 9613-1, Acoustics – Attenuation sound during propagation outdoors – Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere

**2-3** IEC 61260, Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave-band filters

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

---

1- Damped resonators

۱-۳

### منحنی افت<sup>۱</sup>

نمایش نموداری افت تراز فشار صدا در یک اتاق به صورت تابعی از زمان، پس از قطع منبع صدا.

۲-۳

### زمان واخنش<sup>۲</sup>، $T$

مدت زمانی که لازم است تا پس از قطع منبع صدا، تراز فشار صدا، به میزان ۶۰ دسی بل کاهش یابد. زمان واخنش بر حسب ثانیه بیان می شود.

یادآوری ۱ - تعریف  $T$  به صورت کاهش به میزان ۶۰ دسی بل در تراز فشار صدا، می تواند با برون یابی خطی گسترده های ارزیابی کوچکتر نیز تأمین شود.

یادآوری ۲ - این تعریف بر اساس این فرض است که در موارد ایده آل، وابستگی تراز فشار صدا به زمان، یک رابطه خطی بوده و تراز نوفه زمینه به اندازه کافی پایین باشد.

۳-۳

### روش قطع نوفه<sup>۳</sup>

روش دستیابی به منحنی های افت، از طریق ثبت مستقیم افت تراز فشار صدا پس از تحریک اتاق به وسیله نوفه با بند پهن<sup>۴</sup> یا نوفه با بند محدود<sup>۵</sup>.

۴-۳

### روش پاسخ ضربه انتگرال گیری شده<sup>۶</sup>

روش دستیابی به منحنی های افت، از طریق انتگرال گیری زمانی معکوس از مربع پاسخ های ضربه.

---

1- Decay curve  
2- Reverberation time  
3- Interrupted noise method  
4- Broadband  
5- Band-limited  
6- Integrated impulse response method

۵-۳

پاسخ ضربه<sup>۱</sup>

تغییر شکل لحظه‌ای فشار صدای دریافتی در یک نقطه از اتاق، در نتیجه انتشار ضربه دیراک در نقطه دیگری از آن اتاق.

یادآوری - در عمل، ایجاد و انتشار توابع دلتای دیراک واقعی غیرممکن است، ولی صداهای گذرای کوتاه (برای مثال صدای ناشی از شلیک) می‌تواند تقریب به حد کافی نزدیکی برای اندازه‌گیری‌های عملی فراهم آورد. فن اندازه‌گیری جایگزین دیگر، استفاده از نشانک<sup>۲</sup> نوع متوالی با طول بیشینه (MLS)<sup>۳</sup> یا نشانک معین دیگری با بیناب تخت و تبدیل پاسخ اندازه‌گیری شده به یک پاسخ ضربه است.

۶-۳

سطح معادل جذب صدای<sup>۴</sup> اتاق

سطحی فرضی و کاملاً جذب‌کننده، بدون اثرات پراش که چنانچه این سطح تنها عنصر جذب‌کننده در اتاق باشد، همان زمان واخنش اتاق مورد بررسی را ارائه دهد.

یادآوری ۱ - این سطح برحسب مترمربع اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری ۲ - برای اتاق واخنش خالی این کمیت با  $A_1$  و برای اتاق واخنش شامل آزمون با  $A_2$  نشان داده می‌شود.

۷-۳

سطح معادل جذب صدای آزمون،  $A_T$

اختلاف بین سطح معادل جذب صدای اتاق واخنش، با آزمون و بدون آن.

یادآوری - این سطح برحسب مترمربع اندازه‌گیری می‌شود.

۸-۳

سطح آزمون<sup>۵</sup>،  $S$

سطح کف یا دیوار، پوشیده شده توسط آزمون.

---

1- Impulse response  
2- Signal  
3- Maximum-Length Sequence  
4- Equivalent sound absorption area of a room  
5- Area of the test specimen

یادآوری ۱ - این سطح برحسب مترمربع اندازه گیری می شود.

یادآوری ۲ - در حالتی که آزمون توسط یک ساختار احاطه شده است (نصب نوع E یا نصب نوع J در پیوست ب)، سطح محصور شده توسط آن ساختار، در نظر گرفته می شود.

### ۹-۳

#### ضریب جذب صدا، $\alpha_s$

نسبت سطح معادل جذب صدای آزمون به سطح آزمون.

یادآوری ۱ - برای جذب کننده هایی که دو طرف آن ها در معرض تابش صدا قرار می گیرد، ضریب جذب صدا عبارت است از سطح معادل جذب صدای آزمون تقسیم بر سطح دو طرف آزمون.

یادآوری ۲ - ضریب جذب صدای ارزیابی شده از اندازه گیری های زمان واخنش، ممکن است مقداری بیش از ۱/۰ داشته باشد (برای مثال به دلیل اثرات پراش)، بنابراین،  $\alpha_s$  به صورت درصد بیان نمی شود.

یادآوری ۳ - استفاده از زیرنویس "s" به دلیل پرهیز از اشتباه شدن با ضریب جذب صدایی است که در صورت برخورد یک موج تخت به یک دیوار تخت با زاویه فرود خاص، به صورت نسبت انرژی صوتی غیربازتابی به فرودی تعریف می شود. ضریب جذب صدای "هندسی" همیشه کوچکتر از ۱/۰ است و بنابراین می تواند به صورت درصد بیان شود.

### ۴ اصول

زمان واخنش میانگین در اتاق واخنش، با آزمون و بدون آن، اندازه گیری می شود. از روی این زمان های واخنش، سطح معادل جذب صدای آزمون،  $A_T$ ، با استفاده از معادله پایین محاسبه می شود (طبق بند ۸-۱-۲-۱).

در مورد آزمون های که به طور یکنواخت سطحی را پوشانده است (جذب کننده تخت یا آرایه ای از اشیاء مورد آزمون)، ضریب جذب صدا با تقسیم  $A_T$  بر سطح آزمون،  $S$  (طبق بند ۳-۸) به دست می آید.

هنگامی که آزمون دربرگیرنده چند شیء یکسان باشد، سطح معادل جذب صدا برای هر شیء مجزا،  $A_{obj}$ ، با تقسیم  $A_T$  بر تعداد اشیاء،  $n$ ، براساس معادله ۱ به دست می آید:

$$A_{obj} = A_T / n \quad (1)$$

که در آن:

$A_{obj}$  سطح معادل جذب صدا برای هر شیء مجزا، برحسب مترمربع؛

$A_T$  سطح معادل جذب صدای آزمون، برحسب مترمربع؛

$n$  تعداد اشیاء.

## ۵ گستره بسامدی

اندازه‌گیری‌ها باید در بندهای یک‌سوم هنگامی با بسامدهای مرکزی به شرح زیر، برحسب هرتز مطابق با استاندارد بند ۱-۲ صورت پذیرد:

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| ۱۰۰  | ۱۲۵  | ۱۶۰  | ۲۰۰  | ۲۵۰  | ۳۱۵  |
| ۴۰۰  | ۵۰۰  | ۶۳۰  | ۸۰۰  | ۱۰۰۰ | ۱۲۵۰ |
| ۱۶۰۰ | ۲۰۰۰ | ۲۵۰۰ | ۳۱۵۰ | ۴۰۰۰ | ۵۰۰۰ |

اندازه‌گیری‌های تکمیلی در بندهای بسامدی با بسامدهای مرکزی مشخص شده در استاندارد بند ۱-۲ خارج از این گستره امکان‌پذیر است. به‌ویژه در بسامدهای پایین (پایین‌تر از ۱۰۰ هرتز)، به دلیل چگالی پایین آمودهای اتاق واخنش، دستیابی به نتایج اندازه‌گیری دقیق، می‌تواند بسیار دشوار باشد.

## ۶ ترتیب آزمون

### ۱-۶ اتاق واخنش و پخشایی<sup>۱</sup> میدان صدا

#### ۱-۱-۶ حجم اتاق واخنش

حجم اتاق واخنش باید حداقل ۱۵۰ مترمکعب باشد. برای ساخت اتاق‌های واخنش جدید، تأکید می‌شود که حجم، حداقل ۲۰۰ مترمکعب باشد. در صورتی که حجم اتاق، بزرگ‌تر از حدود ۵۰۰ مترمکعب باشد، ممکن است به دلیل جذب هوا اندازه‌گیری جذب صدا در بسامدهای بالا به‌طور دقیق میسر نباشد.

#### ۲-۱-۶ شکل اتاق واخنش

شکل اتاق واخنش باید به‌گونه‌ای باشد که شرط موجود در معادله ۲ برآورده شود:

$$l_{\max} < 1.9 V^{1/3} \quad (2)$$

که در آن:

$l_{\max}$  طول بلندترین خط مستقیمی که درون مرزهای اتاق جای می‌گیرد، برحسب متر (برای مثال، در یک اتاق مستطیل شکل این خط قطر اصلی است)؛

$V$  حجم اتاق، برحسب مترمکعب.

به‌منظور دستیابی به توزیع یکنواخت بسامدهای طبیعی، به‌ویژه در بندهای بسامدی پایین، نسبت هیچ دو بعدی از اتاق نباید اعداد صحیح کوچک باشد.

### ۳-۱-۶ پخشایی میدان صدا

میدان صدای در حال افت باید در اتاق به حد کافی پخشا باشد. به منظور دستیابی به پخشایی مطلوب، صرف نظر از شکل اتاق، در حالت کلی لازم است تا از پخشاکرهای ثابت، معلق یا پره های چرخان استفاده شود (طبق پیوست الف).

### ۴-۱-۶ سطح جذب صدا

سطح معادل جذب صدای اتاق خالی،  $A_1$ ، که بر طبق بند ۸-۱-۲-۱ محاسبه شده و در بندهای یک سوم هنگامی تعیین می شود، نباید از مقادیر ارائه شده در جدول ۱ فراتر رود.

جدول ۱ - حداکثر سطوح معادل جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک سوم هنگامی برای اتاقی به حجم ۲۰۰ مترمکعب

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |                                      |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------|
| ۶۳۰ | ۵۰۰ | ۴۰۰ | ۳۱۵ | ۲۵۰ | ۲۰۰ | ۱۶۰ | ۱۲۵ | ۱۰۰ | بسامد، بر حسب هرتز                   |
| ۶/۵ | ۶/۵ | ۶/۵ | ۶/۵ | ۶/۵ | ۶/۵ | ۶/۵ | ۶/۵ | ۶/۵ | سطح معادل جذب صدا،<br>بر حسب مترمربع |

|      |      |      |      |      |      |      |      |     |                                      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------------------------------------|
| ۵۰۰۰ | ۴۰۰۰ | ۳۱۵۰ | ۲۵۰۰ | ۲۰۰۰ | ۱۶۰۰ | ۱۲۵۰ | ۱۰۰۰ | ۸۰۰ | بسامد، بر حسب هرتز                   |
| ۱۴/۰ | ۱۳/۰ | ۱۲/۰ | ۱۰/۵ | ۹/۵  | ۸/۰  | ۷/۵  | ۷/۰  | ۶/۵ | سطح معادل جذب صدا،<br>بر حسب مترمربع |

در صورتی که حجم اتاق (بر حسب مترمکعب)،  $V$ ، متفاوت از ۲۰۰ مترمکعب باشد، مقادیر ارائه شده در جدول ۱ باید در عبارت  $\left(\frac{V}{200}\right)^{2/3}$  ضرب شود.

نمودار سطح معادل جذب صدای اتاق خالی بر حسب بسامد، باید منحنی همواری باشد و نباید دارای قله ها یا دره هایی باشد که بیش از ۱۵٪ با میانگین مقادیر دو بند یک سوم هنگامی مجاور اختلاف داشته باشد.

### ۲-۶ آزمونه ها

#### ۱-۲-۶ جذب کننده های تخت

۱-۲-۶-۱ آزمونه باید دارای مساحتی بین ۱۰ مترمربع تا ۱۲ مترمربع باشد. در صورتی که حجم اتاق (بر حسب مترمکعب)،  $V$ ، بیش از ۲۰۰ مترمکعب باشد، حد بالایی برای سطح آزمونه باید در عبارت  $\left(\frac{V}{200}\right)^{2/3}$  ضرب شود.

سطحی که باید برای آزمونه انتخاب شود، بستگی به حجم اتاق و قابلیت جذب آزمونه دارد. هرچقدر اتاق بزرگتر باشد، بهتر است که سطح آزمون هم بزرگتر باشد. برای آزمونه هایی با ضریب جذب کوچک، استفاده از حد بالایی سطح توصیه می شود.

۶-۲-۱-۲ آزمون به مستطیل شکل با نسبت عرض به طول بین ۰/۷ تا ۱ باشد. بهتر است آزمون به گونه‌ای قرار داده شود که بیش از یک متر به لبه‌های مرزی اتاق نزدیک نباشد؛ این فاصله باید حداقل ۰/۷۵ متر باشد. لبه‌های آزمون ترجیحاً نباید موازی با نزدیکترین لبه اتاق باشد. در صورت لزوم، مجاز است که آزمون‌های سنگین به‌طور عمودی در امتداد دیوارهای اتاق و به‌طور مستقیم بر روی کف قرار داده شوند. در این حالت، شرط حداقل ۰/۷ متر فاصله، لازم دانسته نمی‌شود.

۶-۲-۱-۳ آزمون باید به یکی از روش‌های مشخص شده در پیوست ب نصب شود، مگر آن که مشخصات ارائه شده توسط تولیدکننده یا جزئیات اجرایی که توسط کاربر ارائه می‌شود، نیاز به روش نصب متفاوتی داشته باشد. اندازه‌گیری زمان واخنش اتاق خالی، به‌جز در مورد حصار پیرامون نصب نوع J، باید در غیاب چهارچوب یا دیوارهای جانبی آزمون صورت پذیرد.

#### ۶-۲-۲ جذب‌کننده‌های صوتی منفرد

۶-۲-۲-۱ پد<sup>۱</sup>ها یا بافل<sup>۲</sup>های جذب‌کننده صدا در قطعات مستطیل شکل، باید به روش نصب نوع J که در پیوست ب شرح داده شده است، نصب شوند.

۶-۲-۲-۲ اشیاء منفرد (برای مثال صندلی‌ها، صفحات ایستاده آزاد یا افراد)، به‌منظور آزمون باید به همان روشی که در عمل به‌کار می‌روند، نصب شوند. برای مثال، صندلی‌ها یا صفحات ایستاده آزاد باید بر روی کف قرار گیرند. اما فاصله آنها از دیگر مرزهای اتاق نباید کمتر از یک متر باشد. جذب‌کننده‌های فضایی باید حداقل یک متر از هر مرز یا پخش‌گرهای اتاق و حداقل یک متر از هر میکروفون فاصله داشته باشند. پرده‌های نمایش دفتری<sup>۳</sup> باید به‌صورت اشیاء منفرد نصب شوند.

۶-۲-۲-۳ آزمون باید شامل تعداد کافی از اشیاء تکی باشد (به‌طور معمول، حداقل سه واحد) تا تغییر قابل اندازه‌گیری در سطح معادل جذب صدای اتاق، بین ۱ مترمربع تا ۱۲ مترمربع فراهم شود. در صورتی که حجم اتاق (برحسب مترمکعب)،  $V$ ، بیش از ۲۰۰ مترمکعب باشد، این مقادیر باید در عبارت  $\left(\frac{V}{200}\right)^{\frac{2}{3}}$  ضرب شوند. اشیائی که معمولاً به‌عنوان اجسام تکی در نظر گرفته می‌شوند، باید به‌صورت تصادفی و در فواصل حداقل ۲ متر از یکدیگر قرار داده شوند. اگر آزمون فقط شامل یک شیء باشد، باید حداقل در سه مکان با فواصل حداقل ۲ متر از یکدیگر آزمون شده و نتایج میانگین‌گیری شود.

---

1- Pad  
2- Baffle  
3- Office screens

۳-۶-۱ تغییرات در دما و رطوبت نسبی در طی جریان اندازه‌گیری، به‌ویژه در بسامدهای بالا و رطوبت نسبی پایین می‌تواند تأثیر زیادی بر روی زمان واخنش مورد اندازه‌گیری داشته باشد. این تغییرات به‌طور کمی در استاندارد بند ۲-۲ شرح داده شده است.

۳-۶-۲ توصیه می‌شود که اندازه‌گیری‌ها در اتاق خالی و در اتاق شامل آزمونه تحت شرایط دما و رطوبت نسبی تقریباً یکسانی صورت پذیرد که در نتیجه تنظیمات مربوط به جذب هوا تفاوت چشمگیری نمی‌کند. در هر حالت، میزان رطوبت نسبی در اتاق باید حداقل ۳۰٪ و حداکثر ۹۰٪ و دما در طی کل آزمون باید حداقل ۱۵°C باشد. همان‌گونه که در بند ۸-۱-۲-۳ شرح داده شده است، باید برای تمام اندازه‌گیری‌ها تصحیحات مربوط به جذب هوا اعمال شود. پیش از انجام آزمون‌ها، باید آزمونه به‌مدت کافی در اتاق نگه داشته شود تا از نظر دما و رطوبت نسبی با محیط اتاق به حالت تعادل برسد.

## ۷ اندازه‌گیری زمان واخنش

### ۱-۷ کلیات

#### ۱-۱-۷ مقدمه

در این استاندارد دو روش برای اندازه‌گیری منحنی‌های افت شرح داده شده است: روش قطع نوفه و روش پاسخ ضربه انتگرال‌گیری شده. منحنی افت اندازه‌گیری شده با روش قطع نوفه، نتیجه یک فرآیند آماری است و میانگین‌گیری از چندین منحنی افت یا زمان‌های واخنش اندازه‌گیری شده در یک موقعیت میکروفون<sup>۱</sup>/بلندگو برای دستیابی به یک تکرارپذیری مناسب، الزامی است. پاسخ ضربه انتگرال‌گیری شده یک اتاق، تابع معین است و گرایشی به انحرافات آماری ندارد، بنابراین هیچ میانگین‌گیری لازم نیست. ولی این روش نسبت به روش قطع نوفه نیاز به تجهیزات پیشرفته‌تر و پردازش داده بیشتری دارد.

#### ۲-۱-۷ میکروفون‌ها و موقعیت‌های میکروفون

مشخصه جهت‌وری میکروفون مورد استفاده در اندازه‌گیری باید همه‌سویه باشد. اندازه‌گیری‌ها باید با موقعیت‌های مختلف میکروفون انجام شود به‌طوری‌که هر کدام ۱/۵ متر از یکدیگر، ۲ متر از هر منبع صدا و ۱ متر از هر سطحی از اتاق و از آزمونه فاصله داشته باشند. منحنی‌های افت که در موقعیت‌های مختلف میکروفون اندازه‌گیری می‌شوند، به هیچ طریقی نباید با یکدیگر ترکیب شوند.

### ۳-۱-۷ موقعیت‌های منبع

صدا در اتاق واخنش باید توسط یک منبع صدا با الگوی تابش همه‌سویه تولید شود. موقعیت‌های مختلف منبع صدا با حداقل ۳ متر فاصله از یکدیگر باید مورد استفاده قرار گیرند.

### ۴-۱-۷ تعداد موقعیت‌های میکروفون و بلندگو

باید حداقل ۱۲ عدد منحنی افت که از نظر مکانی مستقل از یکدیگر هستند، اندازه‌گیری شود. بنابراین تعداد موقعیت‌های میکروفون ضربدر تعداد موقعیت‌های منبع صدا باید حداقل ۱۲ عدد باشد. حداقل سه موقعیت میکروفون و دو موقعیت منبع صدا باید وجود داشته باشد. استفاده از بیش از یک منبع صدا به‌طور هم‌زمان مجاز است به شرط آن‌که اختلاف در توان انتشار یافته در محدوده رواداری ۳ دسی‌بل برای هر بند یک‌سوم هنگامی باشد. در صورت استفاده هم‌زمان از بیش از یک منبع صدا، تعداد منحنی‌های افت که از نظر مکانی مستقل از یکدیگر هستند، می‌تواند به شش عدد کاهش یابد.

### ۲-۷ روش قطع نوفه

#### ۱-۲-۷ تحریک اتاق

باید از یک منبع بلندگو استفاده شود و نشانکی که به بلندگو تغذیه می‌شود باید ناشی از نوفه بند پهن یا نوفه بند محدود با بیناب بسامدی پیوسته باشد. هنگامی که از نوفه بند پهن و تحلیل‌گر هم‌زمان<sup>۱</sup> استفاده می‌شود، بیناب نوفه مورد استفاده باید به‌گونه‌ای باشد که تفاوت بین ترازهای فشار صدای درون اتاق در بندهای یک‌سوم هنگامی مجاور، از ۶ دسی‌بل کم‌تر باشد. در صورت استفاده از نوفه بند محدود، حداقل پهنای بند باید یک‌سوم هنگام باشد.

نشانه تحریک باید به‌حد کافی طولانی باشد تا پیش از قطع منبع صدا، در تمام بندهای بسامدی موردنظر تراز فشار صدای پایداری تولید شود. به‌منظور دستیابی به شرایط پایداری، زمان تحریک باید حداقل نصف برآورد زمان واخنش مورد انتظار باشد.

تراز نشانه تحریک باید پیش از افت به‌حد کافی بالا باشد به‌طوری‌که حد پایین‌تر گستره ارزیابی حداقل ۱۰ دسی‌بل بالاتر از تراز نوفه زمینه باشد (طبق بند ۷-۴-۱).

در صورتی که از نشانکی با پهنای بند بزرگ‌تر از یک‌سوم هنگام استفاده شود، زمان‌های واخنش به طول مدت‌های متفاوت در بندهای بسامدی مجاور می‌توانند بخش پایینی منحنی افت را تحت‌تأثیر قرار دهند. اگر زمان‌های واخنش در بندهای بسامدی مجاور بیش از ضریب ۱/۵ با یکدیگر اختلاف داشته باشند، باید برای آن بندها منحنی‌های افت با کوتاه‌ترین زمان‌های واخنش به‌طور جداگانه با استفاده از صافی بند یک‌سوم هنگامی منبع صدا اندازه‌گیری شوند.

### ۷-۲-۲ میانگین گیری

همان گونه که در بند ۷-۱-۱ بیان شد، به منظور کاهش عدم قطعیت اندازه گیری ناشی از انحراف های آماری، میانگین گیری از چند اندازه گیری انجام شده در یک موقعیت میکروفون/ بلندگو الزامی است. حداقل سه میانگین باید وجود داشته باشد. در صورتی که تکرارپذیری مورد نظر باید در حد تکرارپذیری حاصل از روش پاسخ ضربه انتگرال گیری شده باشد، حداقل ۱۰ میانگین باید وجود داشته باشد (طبق بند ۸-۲). دو روش برای میانگین گیری امکان پذیر است. روش نخست، میانگین گیری از منحنی های افت ثبت شده در یک موقعیت میکروفون/ بلندگو با استفاده از معادله ۳ است:

$$L_p(t) = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{pn}(t)}{10}} \right] \quad (3)$$

که در آن:

$L_p(t)$  تراز فشار صدای میانگین گیری شده در زمان  $t$ ، محاسبه شده برای تعداد کل  $N$  افت؛

$L_{pn}(t)$  تراز فشار صدای  $n$  امین افت، در زمان  $t$ .

این روش معمولاً به "میانگین گیری هنگردی"<sup>۱</sup> استناد داده می شود. از آن جایی که روش میانگین گیری دوم باید در مواردی به کار رود که امکان میانگین گیری هنگردی وجود ندارد، باید ابتدا منحنی های افت به صورت تکی ارزیابی شوند و از زمان های واخنش حاصل باید میانگین گیری جبری به عمل آید.

**یادآوری -** در تئوری، برای اندازه گیری های آزمایشگاهی، از میانگین گیری زمان های واخنش، نتایج یکسانی همانند میانگین گیری هنگردی حاصل می شود. ولی هنگام استفاده از دستگاه هایی که از طریق کامپیوتر کنترل می شوند، در هر حالت استفاده از میانگین گیری هنگردی توصیه می شود.

منحنی افت حاصل از میانگین چندین افت، معمولاً "هموارتر" از یک افت ثبت شده تک است. این امر منجر به آشکار سازی قابل اطمینان تری از گستره ارزیابی خواهد شد، که البته در بیشتر موارد به صورت خودکار انجام می شود.

### ۷-۲-۳ سامانه ثبت

سامانه ثبت باید یک ترازنگار<sup>۲</sup> یا هر سامانه مناسب دیگری برای تعیین شیب میانگین منحنی افت مربوط به زمان واخنش، شامل تقویت کننده ها و صافی های لازم باشد.

دستگاه مربوط به ثبت (و نمایش و/ یا ارزیابی) افت تراز فشار صدا می تواند به گونه های زیر به کار رود:

الف - میانگین گیری نمایی، با منحنی پیوسته در خروجی؛ یا

ب - میانگین گیری نمایی، با نقاط نمونه گیری مجزای متوالی از میانگین پیوسته در خروجی؛ یا

پ - میانگین گیری خطی، با میانگین های خطی مجزای متوالی در خروجی، در برخی موارد همراه با وقفه های قابل توجه بین تعیین میانگین ها.

1- Ensemble averaging

2- Level recorder

ثابت زمانی وسیله میانگین‌گیری نمایی (یا دستگاه تقریب، طبق یادآوری ۲) باید کمتر از، اما تا حد ممکن نزدیک به  $\frac{T}{20}$  باشد.

زمان میانگین‌گیری وسیله میانگین‌گیری خطی باید کمتر از  $\frac{T}{12}$  باشد. برای دستگاهی که در آن ثبت افت به صورت رشته‌ای از نقاط مجزا تشکیل می‌شود، بازه زمانی بین نقاط ثبت باید کمتر از زمان میانگین‌گیری وسیله باشد ( $\leq \frac{T}{12}$ ). در تمام مواردی که ثبت افت باید به صورت بصری ارزیابی شود، توصیه می‌شود مقیاس زمانی صفحه نمایش به گونه‌ای تنظیم شود که شیب ثبت تا حد ممکن نزدیک به ۴۵ درجه باشد.

**یادآوری ۱-** ترازنگارهای تجاری که در آن‌ها تراز فشار صدا به صورت تابعی از زمان به طور ترسیمی ثبت می‌شود، تقریباً معادل با وسایل میانگین‌گیری نمایی هستند.

**یادآوری ۲-** هنگام استفاده از وسیله میانگین‌گیری نمایی، مزیت اندکی در تنظیم زمان میانگین‌گیری به‌میزانی بسیار کمتر از  $\frac{T}{20}$  وجود دارد. زمانی که وسیله میانگین‌گیری خطی به کار رود، هیچ‌گونه مزیتی در تنظیم بازه بین نقاط برای زمانی بسیار کمتر از  $\frac{T}{12}$  وجود ندارد. در برخی روش‌های اندازه‌گیری متوالی، تنظیم زمان میانگین‌گیری به‌طور مناسب برای هر بند بسامدی امکان‌پذیر است. در روش‌های دیگر، این کار عملی نیست و تأکید می‌شود که از زمان میانگین‌گیری یا بازه انتخابی مانند بالا با توجه به کوچکترین زمان واخنش برای اندازه‌گیری در تمام بندهای بسامدی استفاده شود.

صافی‌های بند یک‌سوم هنگامی که در تجهیزات دریافت‌کننده وجود دارند باید مطابق با الزامات مشخص شده در استاندارد بند ۲-۳ باشند.

## ۳-۷ روش پاسخ ضربه انتگرال‌گیری شده

### ۱-۳-۷ روش مستقیم

پاسخ ضربه می‌تواند با استفاده از یک منبع ضربه مانند شلیک تپانچه، ترکاندن بادکنک، تولید جرقه یا هر منبع صدای دیگر که ضربه‌ای با پهنای بند و انرژی کافی مطابق با الزامات بند ۱-۲-۷ به‌وجود می‌آورد، به‌طور مستقیم اندازه‌گیری شود.

**یادآوری-** معمولاً بلندگوها برای ایجاد نشانک‌های ضربه‌ای بند پهن با انرژی کافی مناسب نیستند. ولی تولید پالس‌های صافی‌شده توسط یک صافی بندگذر امکان‌پذیر است. یک عمل مؤثر تغذیه سامانه بلندگو با پاسخ ضربه‌ای معکوس زمانی یک صافی بندگذر مثل صافی بند یک‌سوم هنگامی است.

### ۷-۳-۲ روش غیرمستقیم

تنها آن دسته ویژه از نشانک‌های صدا می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که پس از پردازش ویژه نشانک میکروفون منجر به پاسخ ضربه شوند. این امر نسبت نشانک به نوفه را افزایش می‌دهد. جاروب نغمه‌ها<sup>۱</sup> یا نوفه شبه تصادفی (مانند توالی‌های با حداکثر طول) در صورتی که مشخصه‌های بینایی منبع را برآورده کنند، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. به دلیل افزایش نسبت نشانک به نوفه، ممکن است الزامات دینامیکی منبع از آن‌چه در بند ۷-۳-۱ مقرر شد، به طور قابل ملاحظه‌ای پایین‌تر باشد. در صورتی که از میانگین‌گیری هم‌زمان استفاده شود (به طور مثال برای افزایش نسبت نشانک به نوفه)، ضروری است این مطلب که پاسخ ضربه در طی کل مراحل اندازه‌گیری بدون تغییر باقی مانده است، بازبینی شود. نشانک‌ها می‌توانند توسط وسایلی که شامل نرم‌افزار یا سخت‌افزار بیرونی هستند یا وسایلی که بخش پردازشگر وسیله اندازه‌گیری را تشکیل می‌دهند، تولید شوند.

پهنای بند نشانک باید بزرگ‌تر از یک‌سوم هنگام باشد. توصیه می‌شود که بیناب، در بند یک‌سوم هنگامی واقعی که باید اندازه‌گیری شود، به صورت قابل‌قبولی تخت باشد. به طور جایگزین، بیناب نوفه بند پهن می‌تواند به گونه‌ای شکل داده شود که بیناب تقریباً صورتی در گستره‌ای از بندهای یک‌سوم هنگامی با بسامدهای مرکزی از ۱۰۰ هرتز تا ۵۰۰۰ هرتز، با زمان واخشی که به طور هم‌زمان در بندهای یک‌سوم هنگامی مختلف اندازه‌گیری می‌شود، فراهم آید. نشانک آزمون باید به گونه‌ای باشد که منحنی افت حاصل در بند بسامدی مربوط، الزامات تراز ارائه شده در بند ۷-۳-۱ را برآورده کند.

### ۷-۳-۳ سامانه ثبت

سامانه ثبت باید شامل میکروفون‌ها و تقویت‌کننده‌هایی باشد که الزامات ارائه شده در بندهای ۷-۱-۲ و ۷-۲-۳ را برآورده کنند. هم‌چنین دستگاه تکمیلی که قادر به دیجیتالی‌سازی نشانک ثبت‌شده و به نمایش درآوردن تمامی پردازش داده‌های لازم، شامل انتگرال‌گیری از پاسخ ضربه و ارزیابی منحنی افت است، نیز باید مطابق با این الزامات باشد. در صورت استفاده از بند ۷-۳-۲، سامانه ثبت می‌تواند شامل سخت‌افزار و نرم‌افزار لازم برای پردازش پاسخ ضربه از روی نشانک ثبت‌شده و هم‌چنین تولید نشانک آزمون نیز باشد. پاسخ ضربه باید در بندهای یک‌سوم هنگامی صافی شده باشد. صافی کردن می‌تواند قبل یا بعد از دیجیتالی‌سازی پاسخ ضربه ولی در هر صورت پیش از انجام انتگرال‌گیری صورت پذیرد. صافی‌های آنالوگ یا دیجیتال هر دو می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. صافی‌ها باید با استاندارد بند ۲-۳ مطابقت داشته باشند.

**یادآوری -** استفاده از نشانک‌های آزمون ویژه، از قبیل توالی‌های با طول بیشینه، نه تنها احتیاج به پردازش داده پیچیده‌ای دارند، بلکه نیاز به دانش عمیق‌تر با پیشینه تئوری برای دستیابی به نتایج مناسب نیز دارند. از آنجایی که توضیح تفصیلی در مورد این فن، خارج از دامنه کاربرد این استاندارد است، لذا توصیه می‌شود که کاربر به منابع مناسب مراجعه نماید.

---

1- Tone sweeps

### ۷-۳-۴ انتگرال گیری پاسخ ضربه

پاسخ ضربه صافی شده باید به صورت وارونه انتگرال گیری شود. نتیجه به صورت تئوری معادل با تعداد معینی از افت های میانگین گیری شده حاصل از روش قطع نوفه است. از آن جایی که چندین سامانه تجاری وجود دارند که انتگرال گیری وارونه را به عنوان یک ویژگی نرم افزاری عرضه می کنند، در حالت عادی برنامه نویسی انتگرال گیری توسط کاربر لازم نیست. روش پایه به شرح زیر است.

برای هر بند بسامدی، منحنی افت توسط انتگرال گیری وارونه از مربع پاسخ ضربه ایجاد شود. در شرایط ایده آل، بدون وجود نوفه زمینه، حدود انتگرال گیری از انتهای پاسخ ضربه ( $t \rightarrow \infty$ ) تا ابتدای مربع پاسخ ضربه است. در نتیجه افت به صورت تابعی از زمان، از معادله ۴ محاسبه می شود:

$$E(t) = \int_0^{\infty} p^2(\tau) d\tau - \int_0^t p^2(\tau) d\tau = \int_t^{\infty} p^2(\tau) d\tau = \int_{-\infty}^t p^2(\tau) d(-\tau) \quad (4)$$

که در آن:

$E(t)$  انتگرال وارونه مربع پاسخ ضربه؛

$p(\tau)$  پاسخ ضربه فشار صدا.

برای به حداقل رساندن تأثیر نوفه زمینه بر روی قسمت های بعدی پاسخ ضربه، فن زیر به کار برده شود. در صورتی که تراز نوفه زمینه مشخص باشد، نقطه شروع انتگرال گیری،  $t_1$ ، به صورت نقطه تلاقی خط افقی در امتداد نوفه زمینه و خط شیبدار در امتداد بخش مشخص کننده منحنی افت مربع پاسخ ضربه تعیین می شود. انتگرال گیری وارونه تا ابتدای پاسخ ضربه ادامه یافته و منحنی افت از معادله ۵ محاسبه شود:

$$E(t) = \int_{t_1}^t p^2(\tau) d(-\tau) + C \quad (5)$$

که در آن  $(t < t_1)$  و  $C$ ، عبارت تصحیح اختیاری برای انتگرال مربع پاسخ ضربه در محدوده  $t_1$  و بینهایت است. قابل اطمینان ترین نتیجه زمانی حاصل می شود که  $C$  با فرض نمایی بودن افت انرژی با نرخی همانند آن چه که از مربع پاسخ ضربه در محدوده بین  $t_0$  و  $t_1$  به دست می آید، محاسبه شود. که در آن  $t_0$  زمان متناظر با تراز ۱۰ دسی بل بالاتر از تراز در زمان  $t_1$  است.

در صورتی که  $C$ ، صفر در نظر گرفته شود، نقطه معین آغاز انتگرال گیری، به صورت سیستماتیک باعث برآورد نقصانی از زمان واخنش می شود. چنانچه این برآورد نقصانی از زمان واخنش، حداکثر به میزان ۵٪ باشد، باید انتگرال گیری وارونه در تراز پایین تر از حداکثر تراز مربع پاسخ ضربه آغاز شود. این تراز حداکثر، برابر است با گستره دینامیکی که  $T$  را به دست می دهد به اضافه حداقل ۱۵ دسی بل.

### ۷-۴ ارزیابی زمان های واخنش بر اساس منحنی های افت

#### ۷-۴-۱ گستره ارزیابی

ارزیابی منحنی افت برای هر بند بسامدی مشخص شده در بند ۵، باید از ۵ دسی بل پایین تر از تراز فشار صدای اولیه آغاز شود. گستره ارزیابی باید ۲۰ دسی بل باشد. انتهای گستره ارزیابی باید حداقل ۱۰ دسی بل بالاتر از کل نوفه زمینه سامانه اندازه گیری باشد.

## ۷-۴-۲ روش ارزیابی

هنگام استفاده از سامانه‌های ثبتي که توسط رایانه کنترل می‌شوند، محاسبه خط منطبق بر حداقل مربعات بر روی گستره ارزیابی، روش آسانی برای تعیین زمان واخنش است. الگوهای دیگری که نتایج مشابهی به دست می‌دهند، می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. در صورتی که به طور مستقیم از نمودار حاصل از ترازنگار استفاده شود، باید به صورت دستی خط راستی، تا حد ممکن نزدیک به منحنی افت، رسم شود. در مورد ارزیابی نقاط گسسته، تعداد نقاط باید برای به کارگیری کافی باشد. برای مثال الگوی خط منطبق بر حداقل مربعات.

## ۸ بیان نتایج

### ۸-۱ روش محاسبه

#### ۸-۱-۱ محاسبه زمان‌های واخنش $T_1$ و $T_2$

زمان واخنش اتاق در هر بند بسامدی، از طریق میانگین حسابی تعداد کل اندازه‌گیری‌های زمان واخنش انجام شده در آن بند بسامدی بیان می‌شود. میانگین زمان‌های واخنش اتاق در هر بند بسامدی بدون و با آزمون، به ترتیب  $T_1$  و  $T_2$ ، باید حداقل تا دو رقم اعشار، محاسبه و ارائه شود.

#### ۸-۱-۲ محاسبه $A_1$ ، $A_2$ و $A_T$

۸-۱-۲-۱ سطح معادل جذب صدای اتاق واخنش خالی،  $A_1$ ، بر حسب مترمربع، باید با استفاده از معادله ۶ محاسبه شود:

$$A_1 = \frac{55.3V}{cT_1} - 4Vm_1 \quad (6)$$

که در آن:

$V$  حجم اتاق واخنش خالی، بر حسب مترمکعب؛

$c$  سرعت انتشار صدا در هوا، بر حسب متر بر ثانیه؛

$T_1$  زمان واخنش در اتاق واخنش خالی، بر حسب ثانیه؛

$m_1$  ضریب تضعیف توان، بر حسب عکس متر، محاسبه شده بر طبق استاندارد بند ۲-۲ با استفاده از شرایط جوی حاکم بر اتاق واخنش خالی در طی اندازه‌گیری. مقدار  $m$  از ضریب تضعیف،  $\alpha$ ، که در استاندارد بند ۲-۲ مورد استفاده قرار گرفته است، بر طبق معادله ۷ قابل محاسبه است.

$$m = \frac{\alpha}{10 \log(e)} \quad (7)$$

**یادآوری -** برای دماهای واقع در گستره  $15^\circ\text{C}$  تا  $30^\circ\text{C}$ ، سرعت انتشار صدا در هوا،  $c$ ، را می‌توان از معادله ۸ محاسبه کرد:

$$c = 331 + 0.6t \quad \text{m/s} \quad (8)$$

که در آن:

$t$  دمای هوا برحسب درجه سلسیوس؛  
 $c$  سرعت انتشار صدا در هوا، برحسب متر بر ثانیه.

۸-۲-۲ سطح معادل جذب صدای اتاق واخنش شامل آزمونه،  $A_2$ ، برحسب مترمربع، باید با استفاده از معادله ۹ محاسبه شود:

$$A_2 = \frac{55.3V}{cT_2} - 4Vm_2 \quad (9)$$

که در آن:

$V$  و  $c$  همان گونه که در بند ۸-۲-۱ شرح داده شده اند.  
 $T_2$  زمان واخنش اتاق واخنش، بعد از قرار دادن آزمونه در آن، برحسب ثانیه.  
 $m_2$  ضریب تضعیف توان، برحسب معکوس متر، محاسبه شده بر طبق استاندارد بند ۲-۲ با استفاده از شرایط جوی حاکم بر اتاق واخنش شامل آزمونه در طی اندازه گیری. مقدار  $m$  از ضریب تضعیف،  $\alpha$ ، که در استاندارد بند ۲-۲ مورد استفاده قرار گرفته است، بر طبق معادله ۷ قابل محاسبه است.

۸-۲-۳ سطح معادل جذب صدای آزمونه،  $A_T$ ، برحسب مترمربع، باید با استفاده از معادله ۱۰ محاسبه شود:

$$A_T = A_2 - A_1 = 55.3V \left( \frac{1}{c_2T_2} - \frac{1}{c_1T_1} \right) - 4V(m_2 - m_1) \quad (10)$$

که در آن:

$c_1$  سرعت انتشار صدا در هوا، در دمای  $t_1$  برحسب متر بر ثانیه؛  
 $c_2$  سرعت انتشار صدا در هوا، در دمای  $t_2$  برحسب متر بر ثانیه؛  
 $A_1$ ،  $V$ ،  $T_1$  و  $m_1$  همان گونه که در بند ۸-۲-۱ شرح داده شدند؛  
 $A_2$ ،  $T_2$  و  $m_2$  همان گونه که در بند ۸-۲-۲ شرح داده شدند؛

### ۸-۱-۳ محاسبه $\alpha_s$

ضریب جذب صدا،  $\alpha_s$ ، برای یک جذب کننده تخت یا آرایه مشخصی از اشیاء تحت آزمون باید با استفاده از معادله ۱۱ محاسبه شود:

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S} \quad (11)$$

که در آن:

$A_T$  سطح معادل جذب صدای آزمونه، برحسب مترمربع (محاسبه شده مطابق بند ۸-۲-۳)؛  
 $S$  مساحت پوشیده شده توسط آزمونه، برحسب مترمربع (طبق بند ۸-۳).

#### ۴-۱-۸ محاسبه سطح معادل جذب صدای جذب‌کننده‌های مجزا

برای جذب‌کننده‌های مجزا، معمولاً نتیجه به‌صورت سطح معادل جذب صدای هر شیء بیان می‌شود، که این مقدار با تقسیم  $A_T$  بر تعداد اشیاء مورد آزمون تعیین می‌شود. برای آرایه مشخصی از اشیاء، نتیجه به‌صورت ضریب جذب صدا ارائه می‌شود.

#### ۲-۸ دقت

#### ۱-۲-۸ کلیات

عدم قطعیت کل مربوط به اندازه‌گیری ضرایب جذب، تحت تأثیر دو عامل است. نخست عدم قطعیت مربوط به اندازه‌گیری زمان‌های واخنش. این اثر، به‌ویژه هنگام استفاده از روش قطع نوفه حائز اهمیت است (طبق بند ۲-۲-۸). عامل دوم به‌وجود آورنده عدم قطعیت، توسط حدود تجدیدپذیری شرح داده می‌شود. این حدود به‌وسیله ترتیبات کامل اندازه‌گیری شامل اتاق واخنش و روش نصب، به‌وجود می‌آیند. تغییرات مربوط به ترتیبات آزمایشگاهی، در آزمون‌های بین آزمایشگاهی مورد بررسی قرار می‌گیرند (طبق بند ۲-۲-۸).

#### ۲-۲-۸ تکرارپذیری زمان‌های واخنش مورد اندازه‌گیری

انحراف معیار نسبی زمان واخنش  $T_{20}$  که بر روی گستره افت ۲۰ دسی‌بل مورد ارزیابی قرار گرفته است، می‌تواند به‌وسیله معادله ۱۲ برآورد شود (برای جزئیات طبق بند ۱ پیوست پ):

$$\varepsilon_{20}(T)/T = \sqrt{\frac{2.42 + 3.59/N}{f T}} \quad (12)$$

که در آن:

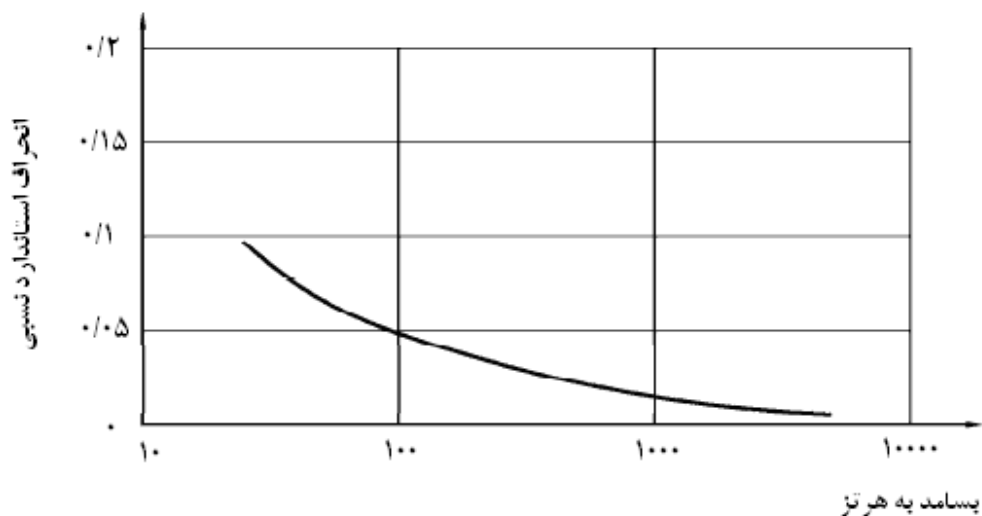
$\varepsilon_{20}(T)$  انحراف معیار زمان واخنش  $T_{20}$ ؛

$T$  زمان واخنش اندازه‌گیری شده؛

$f$  بسامد مرکزی بند یک‌سوم هنگامی؛

$N$  تعداد منحنی‌های افت ارزیابی شده.

مثالی از انحراف معیار اندازه‌گیری  $T_{20}$  در ۱۲ موقعیت با سه بار تکرار ثبت افت در هر موقعیت، در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱ - مثالی از انحراف استاندارد

### ۳-۲-۸ تجدیدپذیری

تجدیدپذیری اندازه‌گیری ضریب جذب هنوز در دست بررسی است.

### ۳-۸ ارائه نتایج

برای تمامی بسامدهای اندازه‌گیری، نتایج زیر باید به صورت جدول و نمودار گزارش شوند:

الف - برای جذب‌کننده‌های تخت، ضریب جذب صدا،  $\alpha_s$ ;

ب - برای اشیاء تکی، سطح معادل جذب صدا برای هر شیء،  $A_{obj}$ ;

پ - برای آرایه مشخصی از اشیاء، ضریب جذب صدا،  $\alpha_s$ .

سطح معادل جذب صدای آزمونه باید تا ۰/۱ مترمربع و ضریب جذب صدا تا ۰/۰۱ گرد شود.

یادآوری - شایان ذکر است که دقت نتایج می‌تواند از حدود گرد شده اعشاری ذکر شده در بالا کمتر باشد.

در نمایش نموداری، نقاط اندازه‌گیری باید به وسیله خطوط راست به یکدیگر متصل شوند، محور افقی بسامد را در مقیاس لگاریتمی و محور عمودی سطح معادل جذب صدا یا ضریب جذب صدا را در مقیاس خطی نشان می‌دهد. نسبت فاصله بر روی محور عمودی از  $A_T = 0 \text{ m}^2$  تا  $A_T = 10 \text{ m}^2$ ، یا از  $\alpha_s = 0$  تا  $\alpha_s = 1$  به فاصله بر روی محور افقی به ازای ۵ هنگام، باید به نسبت دو به سه باشد. برای نتایج اندازه‌گیری با  $A_T \leq 3 \text{ m}^2$ ، می‌توان فاصله بر روی محور عمودی را از  $A_T = 0 \text{ m}^2$  تا  $A_T = 5 \text{ m}^2$  انتخاب کرد.

به علاوه درجه بندی تک- عددی محاسبه شده مطابق با استاندارد بند ۲-۱ می تواند در ارائه نتایج آورده شود. همان طور که در استاندارد بند ۲-۱ مشخص شده است، مقادیر یک‌هنگامی با تعیین میانگین حسابی سه ضریب جذب صدای یک‌سوم هنگامی در آن هنگام، حاصل می‌شوند.

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید به این استاندارد ارجاع داده شود و باید شامل اطلاعات زیر باشد:

الف - نام سازمان آزمون کننده؛

ب - تاریخ آزمون؛

پ - تشریح آزمون، مساحت سطح آزمون،  $S_e$  نصب و مکان آن در اتاق واخنش، ترجیحاً از طریق ترسیم؛

ت - شکل اتاق واخنش، رفتار پخشایی آن (تعداد و اندازه پخشاگرها) و تعداد موقعیت‌های میکروفون و منبع صدا؛

ث - ابعاد اتاق واخنش؛ حجم آن،  $V$ ، و مساحت سطح کلی آن (دیوارها، کف و سقف)،  $S_t$ ؛

ج - دما و رطوبت نسبی در طی اندازه‌گیری‌های  $T_1$  و  $T_2$ ؛

چ - میانگین زمان‌های واخنش  $T_1$  و  $T_2$  در هر بسامد؛

ح - نتایج آزمون، که مطابق با بند ۸-۳ گزارش شده است.

## پیوست الف

### (الزامی)

#### پخشایی میدان صدا در اتاق واخنش

##### الف-۱ پخشاگرها

با استفاده از پخشاگرهای ثابت و/یا پره‌های چرخان، می‌توان به پخشایی قابل قبولی دست یافت. این اجزای پخشا، بهتر است صفحه‌هایی با جذب صدای پایین و با جرم واحد سطح تقریباً به‌میزان ۵ کیلوگرم بر مترمربع باشند. استفاده از پخشاگرهایی در اندازه‌های مختلف، در بازه تقریبی ۰/۸ مترمربع تا ۳ مترمربع در سطح (برای یک طرف) توصیه می‌شود. این صفحه‌ها را می‌توان اندکی انحنا داد و بهتر است به‌طور تصادفی جهت داده شده و در کل فضای اتاق قرار گیرند. در صورت استفاده از پره‌های چرخان، بسامد تکرار افت و بسامد چرخش پره نباید به نسبت اعداد صحیح کوچک باشند.

##### الف-۲ کنترل پخشایی

یک آزمون مناسب انتخاب شود. برای مثال نمونه‌ای به ضخامت ۵ سانتی‌متر تا ۱۰ سانتی‌متر، همگن، از جنس ماده جذب‌کننده متخلخل که تحت شرایط بهینه دارای ضریب جذب صدای بزرگ‌تر از ۰/۹ در گستره بسامدی از ۵۰۰ هرتز تا ۴۰۰۰ هرتز است. (گونه‌های معینی از پشم شیشه‌ها، پشم سنگ‌ها یا فوم‌های پلی‌یورتان چنین برسنجی را برآورده می‌کنند). آزمون مطابق بند ۶-۲ نصب شود.

اندازه‌گیری‌های جذب صدا به‌صورت زیر بر روی آزمون انجام شود:

الف - بدون پخشاگرها؛

ب - با تعداد کمی از پخشاگرهای ثابت (تقریباً ۵ مترمربع در سطح)؛ و

پ - با افزایش تعداد پخشاگرهای ثابت، در گام‌های تقریباً ۵ مترمربع در سطح.

برای هر سری از اندازه‌گیری‌ها، مقدار میانگین ضرایب جذب صدا را در گستره بسامدی از ۵۰۰ هرتز تا ۵۰۰۰ هرتز محاسبه کرده و این مقادیر برحسب تعداد (سطح کل) پخشاگرهای مورد استفاده در هر حالت رسم شود.

مشاهده خواهد شد که ضریب جذب صدای میانگین به یک مقدار بیشینه می‌رسد و از آن پس با افزایش تعداد (سطح) پخشاگرها ثابت باقی می‌ماند.

تعداد (سطح) بهینه پخشاگرها، هنگامی است که این مقدار ثابت حاصل می‌شود.

در صورت استفاده از پره‌های چرخان، باید اثبات شود که پخشایی حاصل معادل با همان پخشایی است که از طریق روش شرح داده شده در بالا به دست می‌آید.

**یادآوری –** تجربه نشان داده است که در اتاق‌های مستطیل شکل، سطح (دو طرف) پخشاگرهای مورد نیاز برای دستیابی به پخشایی مطلوب، تقریباً به اندازه ۱۵٪ تا ۲۵٪ سطح کل اتاق است.

## پیوست ب

### (الزامی)

#### نصب آزمون‌های جذب صدا

##### ب-۱ کلیات

خاصیت جذب صدای مواد به نحوه نصب آن‌ها در طول آزمون بستگی دارد. این پیوست چندین روش نصب استاندارد متفاوت را که باید در طول یک آزمون مشخص به کار رود، تعیین می‌کند. به‌طور معمول آزمون‌ها تنها با استفاده از یکی از روش‌های نصب تعیین‌شده، آزمون می‌شود. عنوان نصب نوع E و نصب نوع G شامل یک پسوند عددی به‌طور مثال E-400 یا G-100 نیز می‌شود. این پسوند برابر با مشخصه فاصله نصب برحسب میلی‌متر است، که به نزدیکترین ۵ میلی‌متر گرد شده است.

##### ب-۲ نصب نوع A

آزمون به‌طور مستقیم مقابل سطحی از اتاق نصب می‌شود یا قرار می‌گیرد، مانند کف اتاق و اخنش. در طی آزمون و در صورت نیاز می‌توان از چسب‌ها یا بست‌های مکانیکی که فاصله هوایی نازکی بر جای نمی‌گذارند، برای نگهداشتن آزمون در محل، استفاده کرد. باید شرح کاملی از بست‌ها و موقعیت آن‌ها یا روش آماده‌سازی سطح و چسب به‌کاربرده شده برای نگهداری آزمون، در گزارش آزمون ارائه شود. چنانچه دو یا چند تکه از ماده (یا پانل‌های جدا از هم) به یکدیگر متصل شده باشند تا آزمون را تشکیل دهند، لازم است که اتصال بین دو قطعه مجاور با نوار، ترکیب درزبندی یا مواد دیگری که جذب‌کننده صدا نیستند، پوشانده شود. چنانچه اتصالات پوشانده شوند، روش و ماده به‌کار رفته باید در گزارش آزمون ارائه شود.

لبه‌های پیرامون آزمون باید درزبندی یا پوشیده شوند تا از جذب صدای لبه‌ها جلوگیری شود. اگر ماده مانند شرایط کاربرد واقعی آن، نصب شده باشد و لبه‌های آزمون روباز باشند، نباید لبه‌های آزمون درزبندی یا پوشیده شود. در صورتی که لبه‌ها پوشیده نشده باشند، باید در هنگام محاسبه مساحت آزمون، سطح لبه‌ها را در نظر گرفت.

می‌توان لبه‌های پیرامون آزمون را درزبندی کرد و یا با یک چهارچوب بازتابنده آکوستیکی پوشاند. چهارچوب باید صلب و توپر باشد و نباید بین آزمون و چهارچوب و نیز چهارچوب و سطح اتاق فاصله هوایی وجود داشته باشد. می‌توان از چهارچوبی فولادی با ۱ میلی‌متر ضخامت، تخته‌گچی با ۱۲/۵ میلی‌متر ضخامت یا چوبی با ۱۲/۵ میلی‌متر ضخامت (حداقل ضخامت) استفاده کرد. چهارچوب باید محکم به آزمون متصل شده باشد و به سطح زمین چسبیده باشد.

چنانچه از صفحه فلزی سوراخ‌دار یا ماده دیگری با روکش باز بر روی سطح آزمون، مورد استفاده قرار گیرد، باید شرح کاملی از ماده روکش، در گزارش آزمون ارائه شود.

### ب-۳ نصب نوع B

این نوع نصب برای فرآورده‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که به‌طور مستقیم توسط چسب پانل آکوستیکی بر روی یک سطح سخت چسبانده شده‌اند به‌طوری که یک فاصله هوایی نازک بین فرآورده و آن سطح، باقی بماند.

آزمون به یک تخته‌گچی که به‌طور مستقیم بر روی سطح اتاق قرار گرفته است، چسبانده شود. ضخامت تخته‌گچی حائز اهمیت نیست. چسب مطابق با توضیحات سازنده به‌کار برده شود. در صورتی که هیچ دستورالعملی وجود نداشته باشد، چهار قسمت از چسب در پشت هر قسمت از آزمون زده شود. برای محفوظ نگه داشتن فاصله هوایی، از لایه (واشر) فلزی به ضخامت ۳ میلی‌متر و به اندازه ۲۵ میلی‌متر در ۲۵ میلی‌متر باید در چهار گوشه هر قسمت از آزمون قرار داده شود. لبه‌های پیرامونی آزمون باید توسط یک چهارچوب بازتابنده آکوستیکی درزبندی یا پوشانده شود. چهارچوب باید صلب و توپر باشد و هیچ فاصله هوایی بین آزمون و چهارچوب یا بین سطح اتاق یا چهارچوب نباید وجود داشته باشد. چهارچوبی از ۱/۰ میلی‌متر فلز، ۱۲/۵ میلی‌متر تخته‌گچی یا ۱۲/۵ میلی‌متر چوب (حداقل ضخامت‌ها) می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. چهارچوب باید به‌طور لب به لب به آزمون محکم شده و به سطح اتاق درزبندی شود. سطح رویی چهارچوب با سطح آزمون هم‌تراز باشد.

### ب-۴ نصب نوع E

در این روش آزمون با یک فاصله هوایی در پشت آن نصب می‌شود. پسوند عنوان نوع نصب (برای مثال نوع E-400)، باید نشان‌دهنده فاصله گرد شده به نزدیک‌ترین مضرب صحیح از ۵ میلی‌متر بین سطح رویی آزمون و سطح اتاق در پشت آزمون باشد. در صورت استفاده از روش نصب نوع E، آزمون باید در یکی از پیکربندی‌های E-400، E-300 یا E-200 مورد آزمون قرار گیرد. از فاصله هوایی‌های دیگر هم می‌توان علاوه بر فاصله‌های ۲۰۰ میلی‌متر، ۳۰۰ میلی‌متر یا ۴۰۰ میلی‌متر استفاده کرد.

چفت و بست نصب باید از جنس فلز، چوب یا ماده غیرمتخلخل دیگری با چگالی سطحی حداقل ۲۰ کیلوگرم بر مترمربع باشد و باید فاصله هوایی پشت نمونه را محصور سازد به‌طوری که هیچ جداکننده داخلی مگر به‌عنوان بخشی از نمونه نداشته باشد. اتصال بین چفت و بست و سطح اتاق باید برای جلوگیری از نشت هوا بین فضای محصور و بیرون، درزبندی شود. تجهیزات نصب باید پیرامون لبه‌های آزمون را بپوشاند. اتصال بین چفت و بست و سطح اتاق و بین چفت و بست و آزمون باید برای جلوگیری از نشت هوا بین فضای محصور و بیرون، درزبندی شود.

نصب نوع E را می‌توان بر روی کف اتاق انجام داد، به‌طوری که آزمون به‌طرف بالا باشد. مگر آن‌که این ساختار به‌دلیل اثرات جاذبه زمین بر جذب صدا تأثیر بگذارد.

## ب-۵ نصب نوع G

در این روش آزمون‌هایی از قبیل پرده، دراپه، کرکره یا هر نوع مسدودکننده پنجره، موازی با سطح اتاق آویزان می‌شوند. پسوند عنوان نوع نصب (برای مثال نوع G-100)، باید نشان‌دهنده فاصله از سطح آزمون تا سطح اتاق باشد. در صورت استفاده از روش نصب نوع G، آزمون باید در پیکربندی G-100 مورد آزمون قرار گیرد. فاصله هوایی‌های دیگر هم می‌توانند علاوه بر فاصله ۱۰۰ میلی‌متر استفاده شوند. اگر فاصله دیگری استفاده شود، آن فاصله باید مضرب صحیحی از ۵۰ میلی‌متر باشد. آزمون می‌تواند باتوجه به چگونگی کاربرد آن در عمل، با یا بدون چهارچوب مورد آزمون قرار گیرد. در صورت استفاده از چهارچوب در پیرامون، باید به صورت لب به لب مقابل آزمون قرار گیرد و به سطح اتاق درزبندی شود. آرایش‌های مختلفی برای پرده امکان‌پذیر است و می‌تواند مورد آزمون قرار گیرد. گزارش آزمون باید به‌طور تفصیلی آن آرایش ویژه را تشریح کند.

## ب-۶ نصب نوع I

این نوع نصب برای موادی که به صورت پاشیدنی یا مالیدنی کاربرد دارند، مانند اندود مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماده باید بر روی یک آستر (زیرلایه) مناسب به کار برده شود. برای پرهیز از خرابی آستر (زیرلایه) باید هنگام استفاده از ماده دقت به عمل آید. آزمون باید به روش نصب نوع A همراه با چهارچوبی در پیرامون آزمون، مورد آزمون قرار گیرد.

## ب-۷ نصب نوع J

این نصب باید برای ویژگی کلی جذب صدای یک قطعه مستطیل شکل از پدها یا بافل‌های جذب‌کننده صدا مورد استفاده قرار گیرد. پدها یا بافل‌های جذب‌کننده صدا باید به گونه‌ای نصب شوند که یک لبه آن‌ها بر روی یک سطح اتاق قرار گیرد یا با آن تماس داشته باشد. استفاده از نصب‌های اختیاری با فواصل زمینی مجاز است. هیچ فاصله هوایی بین لبه بافل و سطح اتاق نباید وجود داشته باشد. سطح پوشیده شده در اتاق باید بین ۱۰ مترمربع تا ۱۵ مترمربع باشد.

بافل‌ها باید در دو یا سه ردیف موازی قرار داده شوند. هیچ فاصله هوایی بین بافل‌های تک، در یک ردیف نباید وجود داشته باشد. کوتاه‌ترین فاصله از هر بافل تا هر سطحی از اتاق به غیر از سطحی که بافل‌ها با آن تماس دارند باید حداقل ۱ متر باشد. مگر آن‌که این سطوح بخشی از حصار باشند.

آرایه بافل‌ها یا پدها باید توسط حصاری از یک ماده جذب‌کننده صدا احاطه شوند. همان‌گونه که به ترتیب در شکل‌های ب ۱ و ب ۲ نشان داده شده است، یک یا دو دیوار از اتاق واخنش می‌تواند به عنوان بخشی از این حصار مورد استفاده قرار گیرد. بخشی از حصار که با سطح جذب‌کننده بافل‌ها یا پدها موازی است، باید به اندازه  $d/2$  از خط مرکزی نزدیک‌ترین ردیف از بافل‌ها یا پدها فاصله داشته باشد. که در این حالت  $d$  فاصله بین ردیف‌های موازی است. آن قسمت از حصار که بر ردیف‌های بافل‌ها یا پدها عمود است، باید با انتهای بافل‌ها یا پدها هم‌تراز باشد. برای ارتفاع حصار دو طرح زیر امکان‌پذیر است:

الف - روش چاه:

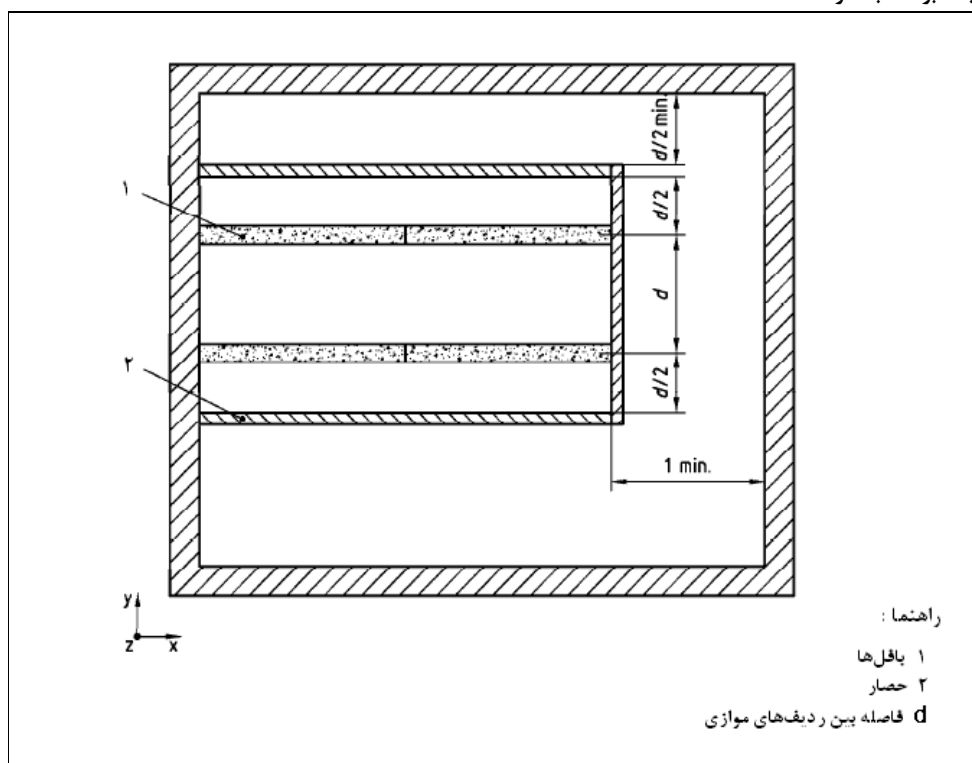
ارتفاع حصار باید همان گونه که در شکل ب ۳ نشان داده شده است، به اندازه ارتفاع بافل‌ها یا پدها باشد.

ب - روش چاه عمیق:

ارتفاع حصار باید همان گونه که در شکل ب ۴ نشان داده شده است،  $0.8$  متر بلندتر از بافل‌ها یا پدها باشد، ولی نباید از نصف ارتفاع اتاق واخنش فراتر رود.

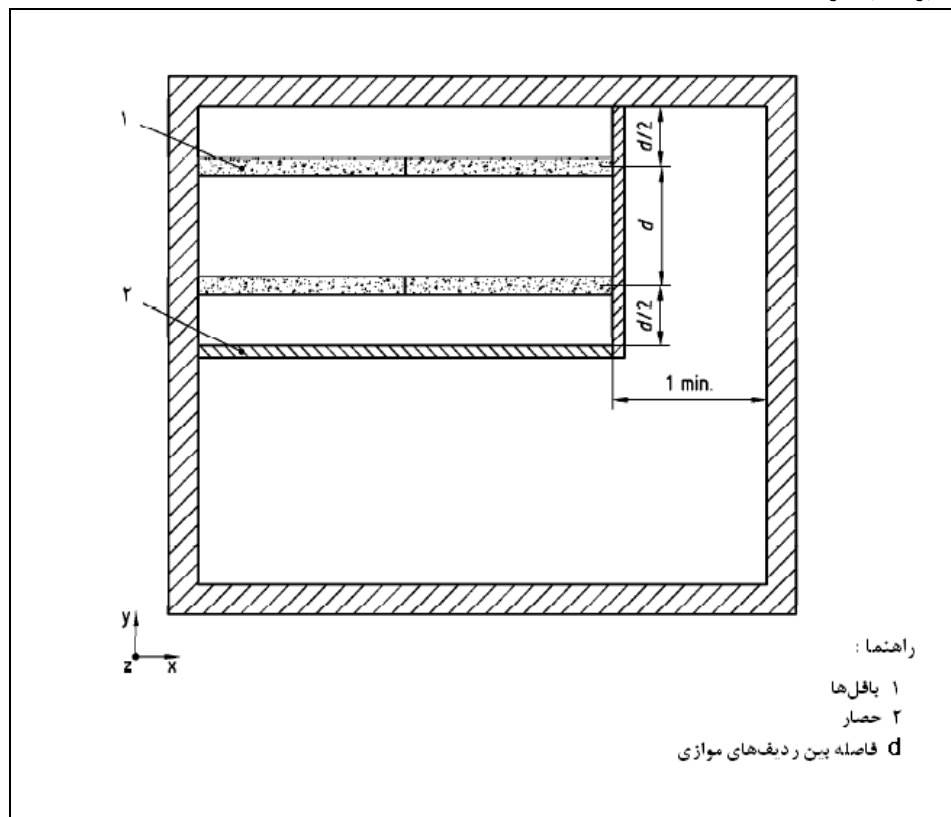
برای اندازه‌گیری‌های اتاق خالی، نباید حصار از اتاق بیرون برده شود.

ابعاد برحسب متر



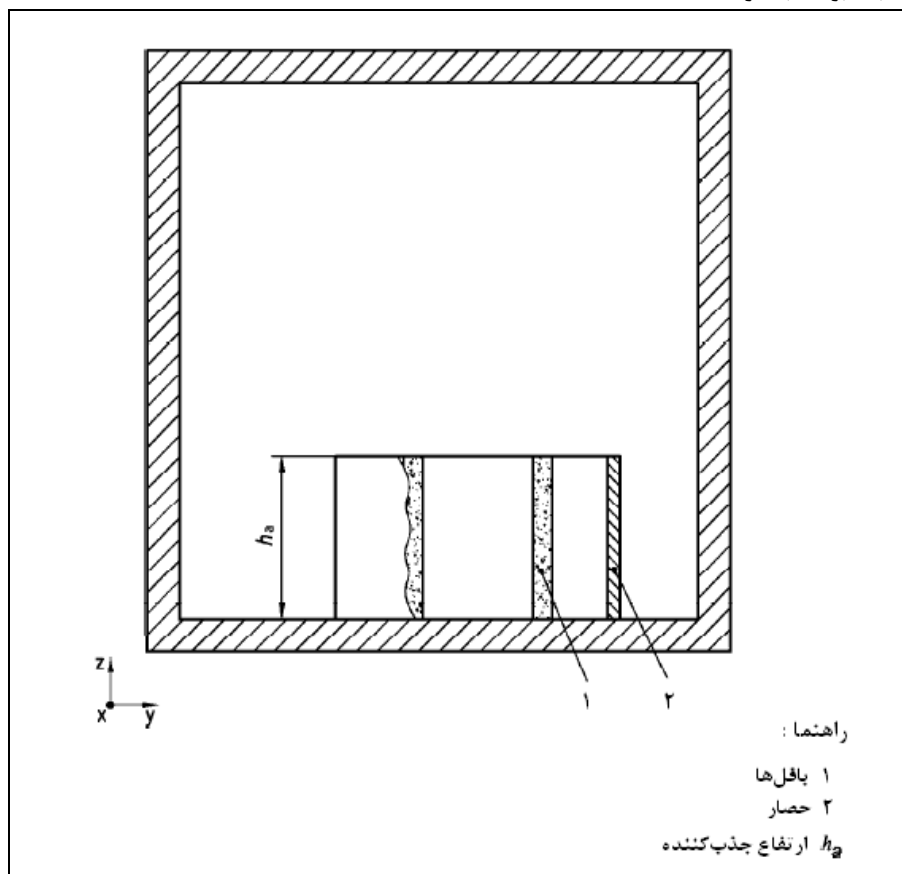
شکل ب ۱- مثالی از نصب نوع J. با استفاده از حصار غیر جذب‌کننده در پیرامون (نمای از بالا)

ابعاد بر حسب متر



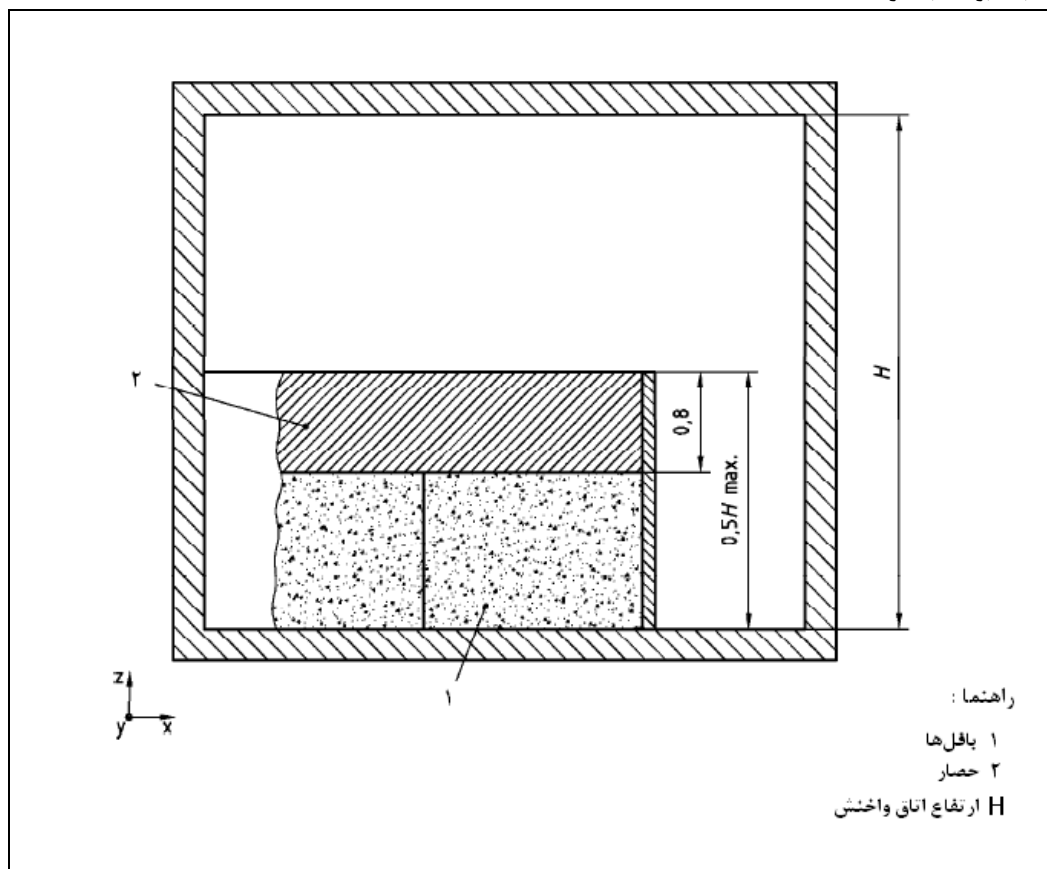
شکل ب ۲- مثالی از نصب نوع J با استفاده از حصار غیر جذب‌کننده در پیرامون (نمای از بالا)

ابعاد بر حسب متر



شکل ب ۳- مثالی از نصب نوع J، "روش چاه"

ابعاد بر حسب متر



شکل ب ۴- مثالی از نصب نوع J، "روش چاه عمیق"

## پیوست پ

### (اطلاعاتی)

### کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران شماره ۸۱۸۴: سال ۱۳۸۴، آکوستیک – جذب‌کننده‌های صدا برای استفاده در ساختمان - درجه‌بندی جذب صدا

[2] ISO/TR 140-13, Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 13: Guidelines

[3] ISO 3382, Acoustics – Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters

[4] BARRON, M. Impulse Response Testing Techniques for Auditoria. App. Acoust., 17, 1984, pp. 165ff.

[5] SCHROEDER, M.R. New method of measuring reverberation time. J. Acoust. Soc. Am., 37, 1965, pp. 409ff.

[6] VORLÄNDER, M. BIETZ, H. Comparison of Methods for Measuring Reverberation Time. Acustica, 80, 1994, pp. 205ff.

[7] KUTTRUFF, H. Room Acoustics. 4th edition, Elsevier Applied Science, London and New York, 1991, Chapter VIII

[8] YOSHITO HIDAKA, HIROO YANO, HIDEKI TACHIBANA. Correction for the effect of atmospheric sound absorption on the sound absorption coefficients of materials measured in a reverberation room. J. Acoust. Soc. Jpn. (E), 19, 1998, pp. 217-223

[9] FUKUSHI KAWAKAMI, TAKESHI SAKAI. Deep-well approach for canceling the edge effect in random incidence absorption measurement. J. Acoust. Soc. Jpn. (E), 19, 1998, pp. 327-338

---

ICS: 91.120.20

صفحه : ۲۸

---