۱۸

مبحث هجدهم

مقررات ملّی ساختمان

عایق‌بندی و تنظیم صدا

- مبحث اول: تعاریف
- مبحث دوم: نظامات اداری
- مبحث سوم: حفاظت ساختمان ها در مقابل حریق
- مبحث چهارم: الزامات عمومی ساختمان
- مبحث پنجم: مصالح و فرآورده های ساختمانی
- مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان
- مبحث هفتم: پی و پی سازی
- مبحث هشتم: طرح و اجرای ساختمانهای با مصالح بنایی
- مبحث نهم: طرح و اجرای ساختمانهای بتن آرمه
- مبحث دهم: طرح و اجرای ساختمانهای فولادی
- مبحث یازدهم: طرح و اجرای صنعتی ساختمان ها
- مبحث دوازدهم: ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا
- مبحث سیزدهم: طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان ها
- مبحث چهاردهم: تأسیسات مکانیکی
- مبحث پانزدهم: آسانسورها و پلکان برقی
- مبحث شانزدهم: تأسیسات بهداشتی
- مبحث هفدهم: لوله کشی گاز طبیعی
- مبحث هجدهم: عایق بندی و تنظیم صدا
- مبحث نوزدهم: صرفه جویی در مصرف انرژی
- مبحث بیستم: علائم و تابلو ها
- مبحث بیست و یکم: پدافند غیر عامل
- مبحث بیست و دوم: مراقبت و نگهداری از ساختمان ها

وزارت راه و شهرسازی

ISBN:978-600-113-167-7

(بر اساس حروف الفبا)

الف) اعضای شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

• دکتر محمدتقی احمدی	رئیس	• مهندس شاپور طاحونی	عضو
• مهندس محمدرضا انصاری	عضو	• مهندس بهروز علمداری میلانی	عضو
• دکتر حمید باقری	عضو	• مهندس مسعود غازی‌سلحشور	عضو
• دکتر سعید بختیاری	عضو	• مهندس یونس قلی‌زاده طیار	عضو
• دکتر حمید بدیعی	عضو	• دکتر بهروز گتمیری	عضو
• دکتر ناصر بنیادی	عضو	• دکتر حامد مظاهریان	عضو
• مهندس محسن بهرام غفاری	عضو	• دکتر محمودرضا ماهری	عضو
• دکتر محسن تهرانی زاده	عضو	• دکتر بهروز محمدکاری	عضو
• مهندس محمد ابراهیم دادسرشت	عضو	• مرحوم مهندس حشمت‌اله منصف	عضو
• مهندس سید محمدتقی راتقی	عضو	• دکتر سید رسول میرقادری	عضو
• دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور	عضو	• مهندس نادر نجیمی	عضو
• دکتر محمد شکرچی‌زاده	عضو	• مهندس سیدرضا هاشمی	عضو
• مهندس علی اصغر طاهری بهبهانی	عضو		

ب) اعضای کمیته تخصصی

• دکتر حمید باقری	رئیس
• معصومه پیراسته	عضو
• آزاده رئیسیان	عضو
• مهندس منصور نجفی مطیعی	دبیر
• دکتر پروین نصیری	عضو
• محمدجعفر هدایتی	عضو

پ) اعضای دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

• مهندس سهیلا پاکروان	معاون دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان و دبیر شورا
• دکتر بهنام مهرپرور	رئیس گروه تدوین مقررات ملی ساختمان
• مهندس سید محمدرضا میرعبداللهی	کارشناس معماری دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان

مقدمه ویرایش سوم

مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان تحت عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا"، برای نخستین بار در سال ۱۳۷۹ تدوین شد. در این مبحث، پس از بیان شاخص‌های آکوستیکی لازم برای درک مقررات، مقادیر نوفه مجاز برای فضاهای مختلف و هم‌چنین مقررات صدابندی هوابرد و کوبه‌ای جداکننده‌های مختلف در ساختمان‌ها با کاربری‌های گوناگون عنوان گردید. هم‌چنین روش محاسبه صدابندی یک جدار مرکب و مقادیر عددی صدابندی هوابرد و کوبه‌ای تعدادی از جداکننده‌ها در جداول پیوست ارائه شدند.

در اولین بازنگری مبحث در سال ۱۳۹۰، با توجه به نیازهای مطرح شده از طرف جامعه مهندسی، موارد زیر در نظر گرفته شد:

- منطقه‌بندی شهری از نظر تراز نوفه محیطی برای کاربری‌های ساختمانی گوناگون
- تکمیل مقررات آکوستیکی برای تعداد بیشتری از کاربردها
- بازنگری مقادیر مجاز نوفه و صدابندی با توجه به منطقه‌بندی شهری
- تکمیل جداول صدابندی اجزای ساختمانی با توجه به سیستم‌های سنتی و نوین
- ارائه مقادیر ضریب جذب صدای تعدادی از مواد و مصالح ساختمانی جهت بهینه‌سازی آکوستیک داخلی فضاها، در جداول پیوست
- ارائه مثالی از مراحل طراحی آکوستیکی برای دو مجموعه ساختمانی با کاربردهای مختلف (آموزشی و مسکونی) جهت راهنمایی

اکنون با هدف گسترش حوزه شمول و اجرایی شدن این مبحث در صنعت ساختمان کشور و با توجه به لزوم بروز رسانی مطالب، بار دیگر مبحث مورد بازنگری قرار گرفته و موارد زیر در ویرایش سوم آن لحاظ شده است:

- ویرایش متن و ترتیب قرارگیری تعاریف در جهت سهولت استفاده از آن‌ها
- مطرح نمودن شاخص وضوح گفتار در قسمت تعاریف، به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم تعیین‌کننده وضعیت آکوستیک داخلی برای فضاهای با کاربرد خاص
- بازبینی و اصلاح جدول "منطقه‌بندی شهری از نظر نوفه محیطی" در بخش مقررات آکوستیکی انواع ساختمان‌ها و اضافه نمودن کاربری‌های جدید به آن
- ویرایش مجدد متن و یادآوری‌های قسمت مقررات آکوستیکی انواع ساختمان‌ها
- بازنگری مقادیر مجاز نوفه زمینه، زمان واخنش و صدابندی در جداول مربوط به هر کاربرد و اعمال مقادیر جدید در کلیه جداول ارائه شده

- اصلاح عناوین فضاها و جداکننده‌ها، هم‌چنین تفکیک و مرتب‌سازی نوع جداکننده‌ها در جداول صدابندی با توجه به کاربرد آن‌ها
- ارائه مقادیر مجاز شاخص وضوح گفتار برای فضاهای با کاربرد خاص
- انتقال مقادیر مجاز برای فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون، به بند جدیدی تحت همین عنوان
- ارائه مقادیر مجاز نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه در جداول نوفه زمینه برای کاربردهای مختلف
- اضافه کردن مقادیر شاخص‌های درجه تراگسیل صدا و درجه صدابندی کوبه‌ای در جداول صدابندی، برای استفاده‌کنندگان از استانداردهای ASTM
- اصلاح پیوست "راهنمای طراحی آکوستیکی" با توجه به لزوم در نظر گرفتن حریم برای بزرگراه‌های شهری

امید است با تکمیل اطلاعات و ارائه راهنمایی‌ها و مثال‌ها در مبحث بازنگری شده جدید، زمینه اجرایی شدن این مبحث در صنعت ساختمان کشور فراهم شود.

کمیته تخصصی مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان

۱۳۹۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۸-۱ کلیات	**۱**
۱۸-۱-۱ هدف	۱
۱۸-۱-۲ حدود و نحوه کاربرد	۱
۱۸-۱-۳ تعاریف	۲
۱۸-۲ مقررات آکوستیکی انواع ساختمان‌ها	**۲۱**
۱۸-۲-۱ مقررات عمومی	۲۱
۱۸-۲-۲ ساختمان‌های مسکونی	۲۳
۱۸-۲-۳ هتل‌ها	۲۵
۱۸-۲-۴ تصرف‌های آموزشی	۲۸
۱۸-۲-۵ مراکز بهداشتی درمانی	۳۱
۱۸-۲-۶ تصرف‌های اداری/ حرفه‌ای و کسبی/ تجاری	۳۴
۱۸-۲-۷ مراکز فرهنگی	۳۷
۱۸-۲-۸ مراکز ورزشی و تفریحی	۴۱
۱۸-۲-۹ مراکز ترابری	۴۴
۱۸-۲-۱۰ فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون	۴۶
پیوست ۱- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب	**۵۱**
پیوست ۲- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون	**۵۹**
پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها	**۶۳**
پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای و هوابرد کف-سقف‌ها	**۷۵**

پیوست ۵- مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی (برای دو مجموعه ساختمانی با کاربری‌های مختلف ۸۱

واژه‌نامه ۹۵

فهرست استانداردهای قابل استفاده ۹۷

۱۸-۱ کلیات

۱۸-۱-۱ هدف

هدف از تدوین این مقررات تعیین مقادیر مجاز برای شاخص‌های اصلی مورد نیاز در طراحی آکوستیکی ساختمان، در راستای فراهم‌آوردن صدابندی و صدارسانی مطلوب در ساختمان‌ها است تا از این طریق، آسایش و شرایط مناسب شنیداری تأمین شود.

۱۸-۱-۲ حدود و نحوه کاربرد

رعایت این مقررات در مورد کاربری‌های ساختمانی عنوان شده در بند ۱۸-۲-۱-۱ الزامی است. هم‌چنین این مقررات در تمام ساختمان‌های کوتاه مرتبه و بلندمرتبه بدون در نظر گرفتن تعداد طبقه و محاسبات اضافه، قابل اجرا می باشد.

۱۸-۱-۲-۱ تراز نوفه زمینه، زمان واخنش و شاخص وضوح گفتار تعیین‌شده برای فضاهای مختلف که در بند ۱۸-۲ ارائه شده‌اند، مربوط به شرایط تحویل می‌باشد.

۱۸-۱-۲-۲ روش اندازه‌گیری مربوط به تراز نوفه زمینه، زمان واخنش، وضوح گفتار و شاخص‌های صدابندی جدارها، باید براساس استانداردهای ملی ایران باشد و در صورت عدم وجود استاندارد ملی، باید استانداردهای بین‌المللی تأیید شده و معتبر، ملاک عمل قرار گیرد.
چنانچه در مدت اعتبار این مبحث، استانداردها و معیارهای جدیدی به تصویب برسد، جانشین استانداردها و معیارهای مشابه در این مبحث خواهد شد.

۱۸-۱-۳ تعاریف

۱۸-۱-۳-۱ تراز شدت صدا، L_I

تراز شدت صدا عبارت است از ده برابر لگاریتم (بر پایه ده) نسبت شدت صدا به شدت صدای مبنا برحسب دسی‌بل، که از معادله (۱) به‌دست می‌آید:

$$L_I = ۱۰ \cdot Log \frac{I}{I_۰} \quad dB \qquad (۱)$$

که در آن:

I : شدت مؤثر صدای مورد نظر، برحسب وات بر مترمربع؛

$I_۰$: شدت مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با $۱۰^{-۱۲}$ وات بر مترمربع.

۱۸-۱-۳-۲ تراز فشار صدا، L_p

تراز فشار صدا عبارت است از ده برابر لگاریتم (بر پایه ده) نسبت مربع فشار صدا به مربع فشار صدای مبنا برحسب دسی‌بل، که از معادله (۲) به‌دست می‌آید:

$$L_p = ۱۰ \cdot Log \frac{p^۲}{p_۰^۲} = ۲۰ \cdot Log \frac{p}{p_۰} \quad dB \qquad (۲)$$

که در آن:

p : فشار صدای مؤثر مورد نظر، برحسب پاسکال؛

$p_۰$: فشار صدای مؤثر مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} پاسکال.

یادآوری ۱: فشار صدای مؤثر مبنا و شدت صدای مؤثر مبنا، نشان‌دهنده آستانه شنوایی گوش انسان است.

یادآوری ۲: از آنجائی‌که مقدار عددی تراز فشار صدا و تراز شدت صدا با یکدیگر برابرند، در هر دو مورد می‌توان از واژه "تراز صدا" استفاده کرد.

۱۸-۱-۳-۳ تراز فشار صدای وزن‌یافته A، L_{pA}

تراز فشار صدای وزن‌یافته A، از معادله (۳) برحسب دسی‌بل محاسبه می‌شود:

$$L_{pA} = ۲۰ \cdot Log \frac{p_A}{p_۰} \quad dB \qquad (۳)$$

که در آن :

p_A : فشار صدای وزن‌یافته براساس شبکه وزنی A، برحسب پاسکال؛

$p_۰$: فشار صدای مؤثر مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} پاسکال؛

۱۸-۱-۳-۴ تراز صدای معادل، L_{eq}

تراز صدای معادل یک موج صوتی غیر یکنواخت، عبارت است از مقدار تراز فشار صدای پیوسته و پایدار که در یک مدت زمان مشخص T، دارای همان فشار صدای مؤثری باشد که صدای مورد نظر با تراز متغیر دارد. این کمیت از معادله (۴) برحسب دسی‌بل به‌دست می‌آید:

$$L_{eqT} = ۱۰ \cdot Log \left[\frac{۱}{T} \int_۰^T \frac{p^۲(t)}{p_۰^۲} dt \right] \quad dB \qquad (۴)$$

که در آن:

$p(t)$: فشار صدای لحظه‌ای، برحسب پاسکال؛

$p_۰$: فشار صدای مؤثر مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} پاسکال؛

T : مدت زمان اندازه‌گیری تراز صدا، برحسب ثانیه.

یادآوری: "تراز صدای معادل" عبارت اختصاری برای "تراز فشار صدای معادل پیوسته" است، که در برخی مراجع به‌عنوان "تراز صدای میانگین" نیز قید شده است.

۱۸-۱-۳-۵ تراز صدای معادل وزن‌یافته A، L_{AeqT}

این کمیت تراز معادل فشار صدای پیوسته‌ای است که پیش از مربع کردن و میانگین‌گیری، با اعمال شبکه A، وزن‌دهی شده است. مقدار این کمیت از معادله (۵) برحسب دسی‌بل محاسبه می‌شود:

$$L_{AeqT} = ۱۰ \cdot Log \left[\frac{۱}{T} \int_۰^T \frac{p_A^2(t)}{p_۰^{\,2}} dt \right] \quad dB \qquad (۵)$$

که در آن:

$p_A(t)$: فشار صدای لحظه‌ای وزن‌یافته با شبکه وزنی A، برحسب پاسکال؛

p_0 : فشار صدای مؤثر مبنا که مقدار آن برابر است با 2×10^{-5} پاسکال؛

T : مدت زمان اندازه‌گیری تراز صدا، برحسب ثانیه.

یادآوری: در این مقررات، مدت زمان اندازه‌گیری برابر با ۳۰ دقیقه (معادل ۱۸۰۰ ثانیه) در نظر گرفته شده است.

۱۸-۱-۳-۶ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، L_n

این شاخص، بیانگر میزان تراز فشار صدای کوبه‌ای تراگسیل‌یافته از سقف است و از معادله (۶) برحسب دسی‌بل به‌دست می‌آید:

$$L_n = L_i + 10\,Log\frac{A}{A_0} \qquad \text{dB} \qquad (۶)$$

که در آن:

L_i تراز فشار صدای میانگین در یک بند یک‌سوم هنگامی در اتاق دریافت برحسب دسی‌بل؛

A: سطح معادل جذب اندازه‌گیری شده در اتاق دریافت، برحسب مترمربع؛

A_0: سطح معادل جذب مبنا، برابر با ۱۰ مترمربع.

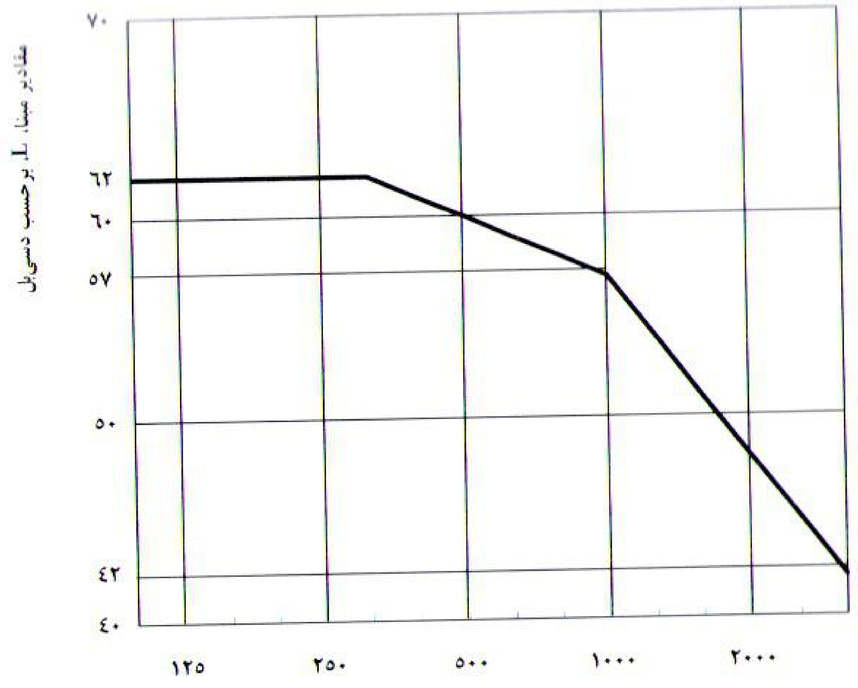
یادآوری: در آزمایشگاه صدابندی، این کمیت بر اساس استاندارد ملی ایران ۶-۸۵۶۸ و در شرایط میدانی بر اساس استاندارد ملی ایران ۷-۸۵۶۸ به‌دست می‌آید. اندازه‌گیری کاهش تراگسیل صدای کوبه‌ای توسط کف‌پوش‌ها بر اساس استاندارد ملی ایران ۸-۸۵۶۸ انجام می‌شود.

۱۸-۱-۳-۷ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن‌یافته، L_{nw}

تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته کمیتی است تک‌عددی برای درجه‌بندی صدابندی سقف-کف در برابر صدای کوبه‌ای که بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول‌شده در بسامد بندهای یک‌سوم هنگامی به‌دست می‌آید. این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا برای صدای کوبه‌ای در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشی که در استاندارد ملی ایران ۲-۸۸۳۴ مشخص شده است. مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای در جدول ۱۸-۱-۳-۱ و نمودار شکل ۱۸-۱-۳-۱ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۱-۳-۱: مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای

بسامد برحسب هرتز	مقادیر مبنا برحسب دسی‌بل	
	بندهای یک‌سوم هنگامی	بندهای یک‌هنگامی
۱۰۰	۶۲	۶۷
۱۲۵	۶۲	
۱۶۰	۶۲	
۲۰۰	۶۲	۶۷
۲۵۰	۶۲	
۳۱۵	۶۲	
۴۰۰	۶۱	۶۵
۵۰۰	۶۰	
۶۳۰	۵۹	
۸۰۰	۵۸	۶۲
۱۰۰۰	۵۷	
۱۲۵۰	۵۴	
۱۶۰۰	۵۱	۴۹
۲۰۰۰	۴۸	
۲۵۰۰	۴۵	
۳۱۵۰	۴۲	



شکل ۱۸-۱-۳-۱: نمودار مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای، در بندهای یک‌سوم هنگامی

با توجه به آنکه هر چقدر میزان صدای تراگسیل‌شده کم‌تر باشد، صدابندی بهتری حاصل می‌شود، بنابراین کاهش L_{nw} بیانگر افزایش صدابندی در برابر صدای کوبه‌ای است.

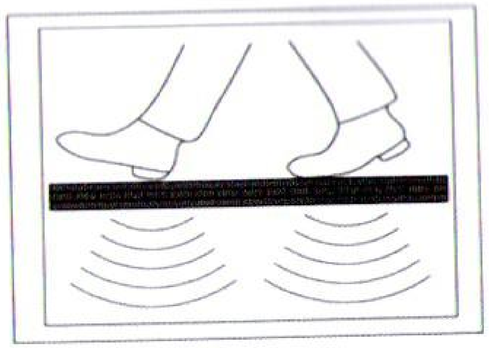
شاخص تک‌عددی دیگری که برای بیان صدابندی سقف در برابر صدای کوبه‌ای به‌کار می‌رود، بر اساس استاندارد ASTM E989 درجه صدابندی کوبه‌ای، IIC است. افزایش IIC نشان‌دهنده افزایش صدابندی در برابر صدای کوبه‌ای است.

رابطه بین IIC و L_{nw} در معادله (۷) نشان داده شده است:

$$IIC = ۱۱۰ - L_{nw} \qquad (۷)$$

۱۸-۱-۳-۸ تراگسیل صدای کوبه‌ای

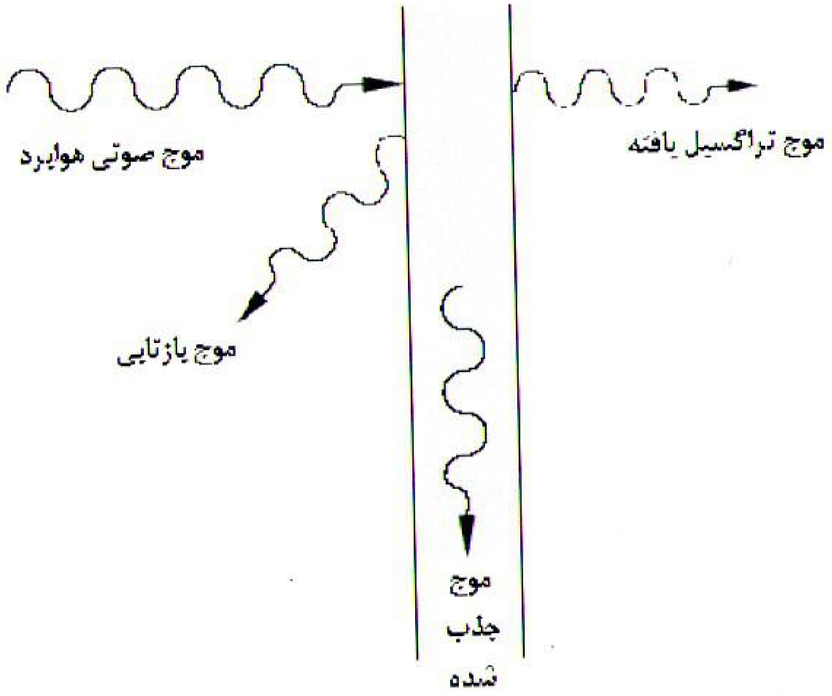
هرگاه جداکننده‌ای در اثر کوبش به ارتعاش درآید، نحوه انتقال صدای اولیه به فضای مورد نظر را تراگسیل صدای کوبه‌ای از طریق آن جداکننده گویند. مانند صدای راه رفتن بر روی کف که به طبقه پایین منتقل شود (شکل ۱۸-۱-۳-۲).



شکل ۱۸-۱-۳-۲: تراگسیل صدای کوبه‌ای از طریق کف- سقف

۱۸-۱-۳-۹ تراگسیل صدای هوابرد

هرگاه جداکننده‌ای به‌وسیله امواج صدای هوابرد به ارتعاش درآید، نحوه انتقال صدای اولیه به فضای مورد نظر را تراگسیل صدای هوابرد از طریق آن جداکننده گویند. مانند صدای آموزگار که از یک کلاس درس به کلاس مجاور انتقال می‌یابد. (شکل ۱۸-۱-۳-۳)



شکل ۱۸-۱-۳-۳: تراگسیل صدای هوابرد از طریق یک جداکننده

۱۸-۱-۳-۱۰ جداکننده ساده

جداکننده ساده به جداکننده‌ای گفته می‌شود که در مقطع، از یک یا چند لایه تشکیل شده است و چگالی سطحی (جرم واحد سطح) آن در تمام نقاط یکسان است. مانند در، پنجره، دیوار آجری با اندود گچ و خاک یا دیوار دوجداره آجری.

۱۸-۱-۳-۱۱ جداکننده مرکب

جداکننده مرکب به جداکننده‌ای گفته می‌شود که سطح آن از دو یا چند جداکننده ساده تشکیل شده باشد. مانند پوسته خارجی ساختمان که ترکیبی از دیوار، در و پنجره است.

یادآوری: نحوهٔ محاسبه شاخص کاهش صدا برای جداکننده مرکب، در پیوست ۱ ارائه شده است.

۱۸-۱-۳-۱۲ زمان واخنش، T

زمان واخنش در یک فضای بسته، مدت زمانی است که پس از قطع منبع صدا، تراز فشار صدا ۶۰ دسی‌بل افت کند. زمان واخنش با توجه به مشخصات فضا با استفاده از یکی از دو معادله (۸) یا (۹) محاسبه می‌شود:

(۸) معادله سابین

$$T = \frac{۰٫۱۶V}{۴mV + A}$$

(۹) معادله ایرینگ

$$T = \frac{۰٫۱۶V}{۴mV - S\ln(۱-\bar{\alpha})}$$

که در آن:

T : زمان واخنش اتاق، برحسب ثانیه؛

S : مجموعه سطوح اتاق، برحسب مترمربع؛

V : حجم اتاق، برحسب مترمکعب؛

A : سطح معادل جذب‌کننده‌های اتاق، برحسب مترمربع؛

m : جذب طولی هوا، برحسب متر به توان منفی یک؛

$\bar{\alpha}$: ضریب جذب میانگین اتاق؛

ln : لگاریتم در پایه e

یادآوری ۱: سطح معادل جذب‌کننده‌ها، A و ضریب جذب میانگین، $\bar{\alpha}$، از معادله‌های (۱۰) و (۱۱) محاسبه می‌شود:

(۱۰)
$$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i s_i$$

(۱۱)
$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^{n} s_i \alpha_i}{\sum_{i=1}^{n} s_i}$$

که در آن :

α_i : ضریب جذب صوتی هر یک از سطوح موجود در اتاق؛

s_i : مساحت هر یک از سطوح موجود در اتاق، برحسب مترمربع.

یادآوری ۲: در صورتی‌که $\bar{\alpha} > ۰٫۲$ باشد، نتایج حاصل از فرمول ایرینگ دقیق‌تر است.

یادآوری ۳: در برخی از مراجع رابطه زمان واخنش به $T = ۰٫۱۶\frac{V}{A}$ ساده شده است.

یادآوری ۴: زمان واخنش یک فضای بسته بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۵۱۹ اندازه‌گیری می‌شود.

۱۸-۱-۳-۱۳ شاخص تراگسیل گفتار، STI

شاخص تراگسیل گفتار، شاخصی برای سنجش و تعیین وضوح گفتار در یک فضا است. این کمیت به نوفه زمینه، زمان واخنش و فاصله شنونده از منبع صدا بستگی دارد و بر اساس استاندارد IEC 60268-16 اندازه‌گیری و محاسبه می‌شود.

۱۸-۱-۳-۱۴ شاخص کاهش صدا، R

این شاخص بیانگر میزان صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد است (اصطلاح "افت تراگسیل صدا" (TL) که هم‌چنان در برخی کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد، معادل با "شاخص کاهش

صدا" است). شاخص کاهش صدا یا افت تراگسیل صدا از معادله (۱۲) برحسب دسی‌بل تعیین می‌شوند:

$$R = ۱۰ \cdot Log \frac{W_۱}{W_۲} = ۱۰ \cdot Log \frac{۱}{\tau} \quad \text{dB} \qquad (۱۲)$$

یا TL

که در آن:

$W_۱$: توان صدای فرودی بر روی جداکننده تحت آزمون، برحسب وات؛

$W_۲$: توان صدای تراگسیل شده از طریق آزمونه، برحسب وات؛

τ: ضریب تراگسیل جداکننده.

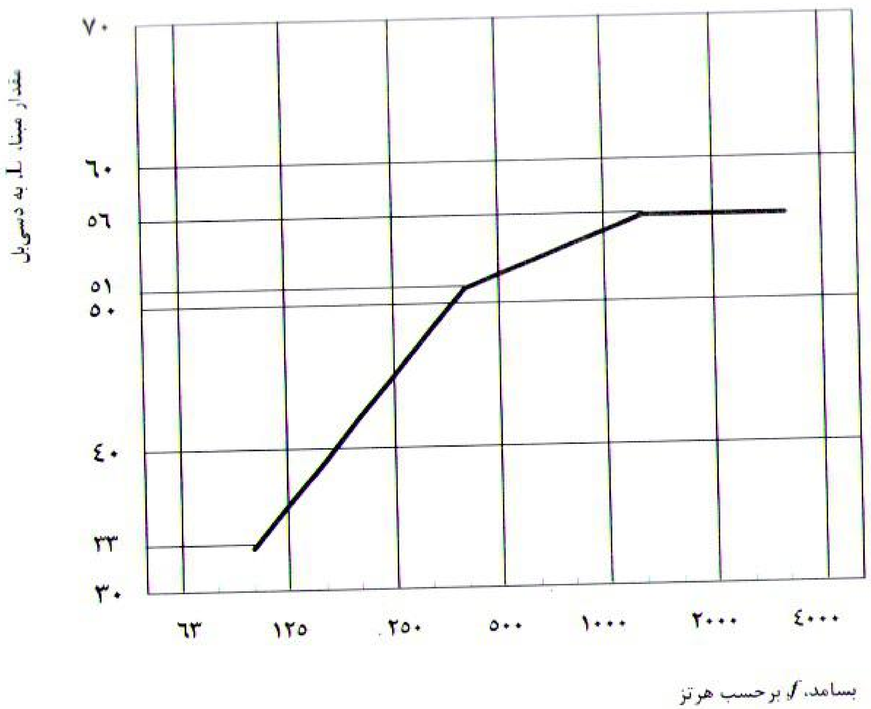
یادآوری: در آزمایشگاه صدابندی، این کمیت بر اساس استاندارد ملی ایران ۳-۸۵۶۸ و در شرایط میدانی بر اساس استاندارد ملی ایران ۴-۸۵۶۸ به‌دست می‌آید. اندازه‌گیری صدابندی نمای ساختمان بر اساس استاندارد ملی ایران ۵-۸۵۶۸ انجام می‌شود.

۱۸-۱-۳-۱۵ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، R_w

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، کمیتی تک‌عددی برای درجه‌بندی صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد است که بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های شاخص کاهش صدا در بسامد بندهای یک‌سوم هنگامی به‌دست می‌آید. مقدار این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشی که در استاندارد ملی ایران ۱-۸۸۳۴ مشخص شده است. مقادیر مبنا برای صدای هوابرد در جدول ۱۸-۱-۳-۲ و نمودار شکل ۱۸-۱-۳-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۱-۳-۲ مقادیر مبنا برای صدای هوابرد

بسامد به هرتز	مقادیر مبنا به دسی‌بل	
	بندهای یک‌سوم هنگامی	بندهای یک‌هنگامی
۱۰۰	۳۳	۳۶
۱۲۵	۳۶	
۱۶۰	۳۹	
۲۰۰	۴۲	۴۵
۲۵۰	۴۵	
۳۱۵	۴۸	
۴۰۰	۵۱	۵۲
۵۰۰	۵۲	
۶۳۰	۵۳	
۸۰۰	۵۴	۵۵
۱۰۰۰	۵۵	
۱۲۵۰	۵۶	
۱۶۰۰	۵۶	۵۶
۲۰۰۰	۵۶	
۲۵۰۰	۵۶	
۳۱۵۰	۵۶	



شکل ۱۸-۱-۳-۴: نمودار مقادیر مبنا برای صدای هوابرد، در بندهای یک‌سوم هنگامی

شاخص تک‌عددی دیگری که برای بیان صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد به‌کار می‌رود، بر اساس استاندارد ASTM E413 درجه تراگسیل صدا، STC است که مقدار آن از نظر عددی تقریباً برابر با R_W است.

۱۸-۱-۳-۱۶ شاخص‌های اندازه‌گیری نوفه زمینه

مقدار صدای یک منبع صوتی یا نوفه زمینه در یک فضا معمولاً به دو روش تک‌عددی و یا نموداری ارائه می‌شود که به‌طور مختصر به‌شرح زیر می‌باشد:

۱۸-۱-۳-۱۶-۱ شاخص تک‌عددی

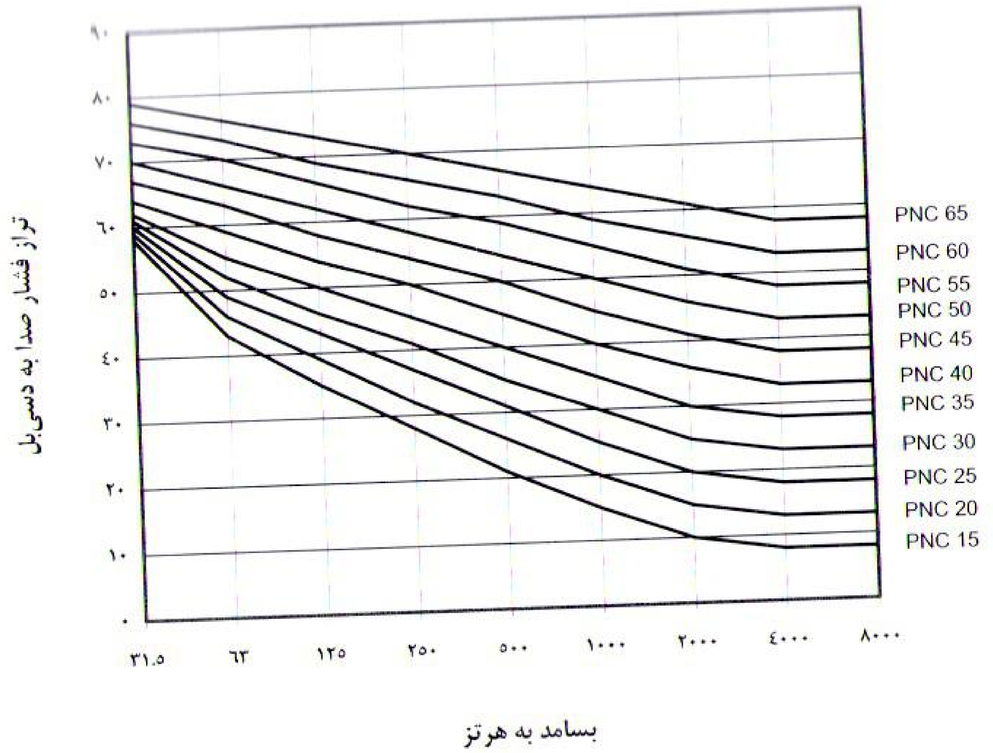
شاخص تک‌عددی شاخصی است که تراز نوفه زمینه را به‌وسیله یک عدد تنها بیان می‌کند. در این مقررات از شاخص تراز صدای معادل در شبکه وزنی A (L_{AeqT}) استفاده شده است.

۱۸-۱-۳-۱۶-۲ شاخص نموداری

این شاخص، نوفه زمینه را در بسامدهای مختلف مورد بررسی قرار می‌دهد و معمولاً برای فضاهایی مانند سالن‌های سخنرانی، سینما، امفی‌تأتر و امثال آن‌ها به‌کار برده می‌شود. در این مقررات، نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه (PNC) برای اندازه‌گیری نوفه در فضاهای داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. نمودارهای PNC برای سنجش میزان قابل قبول بودن نوفه ناشی از تهویه و دیگر منابع نوفه زمینه در گستره وسیع بسامدی به‌کار می‌رود. در این روش تراز صدا به‌وسیله صافی‌های صوتی در یک گسترهٔ بسامدی (معمولاً ۳۱٫۵ تا ۸۰۰۰ هرتز) اندازه‌گیری و به‌صورت نمودار ارائه می‌شود. سپس با نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه (PNC) که در این مقررات ارائه شده، مقایسه و درجه‌بندی می‌گردد (جدول ۱۸-۱-۳-۳ و شکل ۱۸-۱-۳-۵).

جدول ۱۸-۱-۳-۳: مقادیر تراز فشار صدا مربوط به نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه، PNC

شماره نمودارهای PNC	ترازهای فشار صدا، برحسب دسی‌بل								
	بسامدهای مرکزی بندهای یک‌هنگامی، برحسب هرتز								
	۳۱٫۵	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
PNC – 15	۵۸	۴۳	۳۵	۲۸	۲۱	۱۵	۱۰	۸	۸
PNC – 20	۵۹	۴۶	۳۹	۳۲	۲۶	۲۰	۱۵	۱۳	۱۳
PNC – 25	۶۰	۴۹	۴۳	۳۷	۳۱	۲۵	۲۰	۱۸	۱۸
PNC – 30	۶۱	۵۲	۴۶	۴۱	۳۵	۳۰	۲۵	۲۳	۲۳
PNC – 35	۶۲	۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۸	۲۸
PNC – 40	۶۴	۵۹	۵۴	۵۰	۴۵	۴۰	۳۶	۳۳	۳۳
PNC – 45	۶۷	۶۳	۵۸	۵۴	۵۰	۴۵	۴۱	۳۸	۳۸
PNC – 50	۷۰	۶۶	۶۲	۵۸	۵۴	۵۰	۴۶	۴۳	۴۳
PNC – 55	۷۳	۷۰	۶۶	۶۲	۵۹	۵۵	۵۱	۴۸	۴۸
PNC – 60	۷۶	۷۳	۶۹	۶۶	۶۳	۵۹	۵۶	۵۳	۵۳
PNC – 65	۷۹	۷۶	۷۳	۷۰	۶۷	۶۴	۶۱	۵۸	۵۸



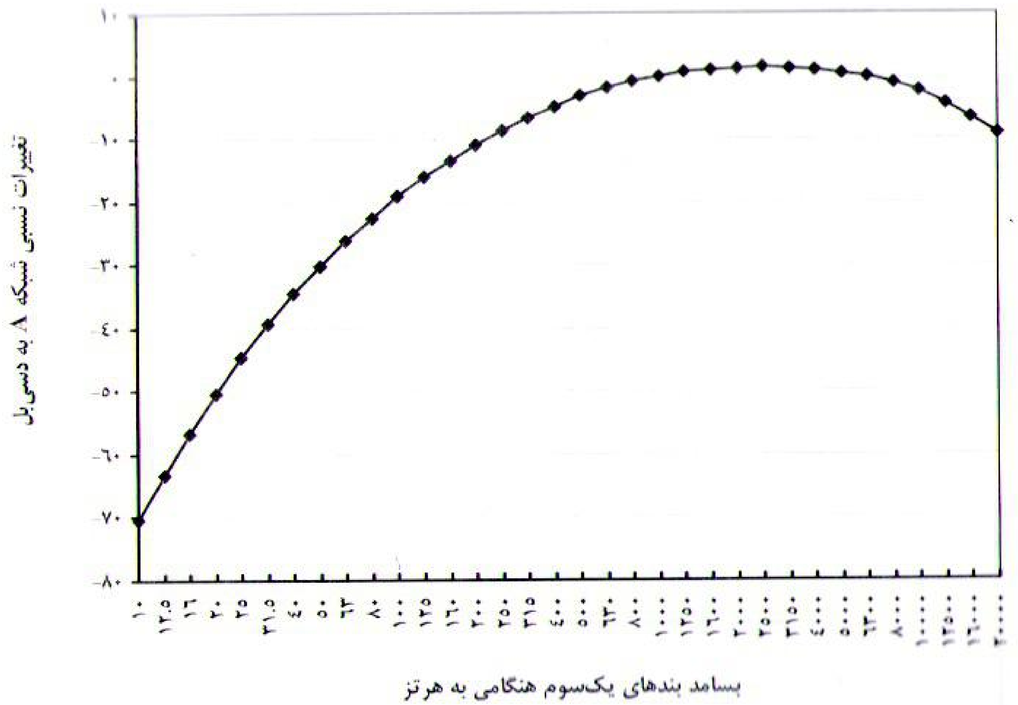
شکل ۱۸-۱-۳-۵: نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه PNC

۱۸-۱-۳-۱۷ شبکه وزنی A

شبکه وزنی A، شبکه‌ای است که به‌طور تقریبی پاسخ بسامدی گوش انسان را در بسامدهای مختلف به‌وسیله یک مدار الکترونیکی در دستگاه ترازسنج صدا تقلید کرده و بر روی صدای مورد اندازه‌گیری اعمال می‌کند (جدول ۱۸-۱-۳-۴ و شکل ۱۸-۱-۳-۶).

جدول ۱۸-۱-۳-۴: مقادیر شبکه وزنی A برحسب دسی‌بل

بسامد به هرتز	تغییرات نسبی شبکه A به دسی‌بل	بسامد به هرتز	تغییرات نسبی شبکه A به دسی‌بل
۱۰	-۷۰٫۴	۵۰۰	-۳٫۲
۱۲٫۵	-۶۳٫۴	۶۳۰	-۱٫۹
۱۶	-۵۶٫۷	۸۰۰	-۰٫۸
۲۰	-۵۰٫۵	۱۰۰۰	۰
۲۵	-۴۴٫۷	۱۲۵۰	۰٫۶
۳۱٫۵	-۳۹٫۴	۱۶۰۰	۱٫۰
۴۰	-۳۴٫۶	۲۰۰۰	۱٫۲
۵۰	-۳۰٫۲	۲۵۰۰	۱٫۳
۶۳	-۲۶٫۲	۳۱۵۰	۱٫۲
۸۰	-۲۲٫۵	۴۰۰۰	۱٫۰
۱۰۰	-۱۹٫۱	۵۰۰۰	۰٫۶
۱۲۵	-۱۶٫۱	۶۳۰۰	-۰٫۱
۱۶۰	-۱۳٫۴	۸۰۰۰	-۱٫۱
۲۰۰	-۱۰٫۹	۱۰۰۰۰	-۲٫۵
۲۵۰	-۸٫۶	۱۲۵۰۰	-۴٫۳
۳۱۵	-۶٫۶	۱۶۰۰۰	-۶٫۶
۴۰۰	-۴٫۸	۲۰۰۰۰	-۹٫۳



شکل ۱۸-۱-۳-۶: نمودار تغییرات نسبی شبکه وزنی A در بسامدهای مختلف

یادآوری: شبکه وزنی A در نهایت به‌منظور بیان تراز صدا به‌صورت یک عدد تنها، به‌کار می‌رود. این عمل از طریق جمع برپایه انرژی اعداد تصحیح‌یافته با این شبکه صورت می‌پذیرد.

۱۸-۱-۳-۱۸ شرایط تحویل یک فضا

شرایط تحویل به شرایطی گفته می‌شود که کلیه عملیات اجرایی ساختمان اعم از سفت‌کاری، نازک‌کاری، نصب در و پنجره و غیره تکمیل شده باشد و کلیه سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی فعال باشند.

۱۸-۱-۳-۱۹ صدا

صدا موج مکانیکی است که در گازها، مایعات و جامدات منتشر می‌شود. به تعبیر ساده‌تر، صدا را می‌توان به‌صورت حرکات موجی در یک فراگیر کشسان و یا به‌عنوان محرک حس شنوایی تعریف کرد. گسترهٔ بسامدی امواج صوتی قابل شنیدن، بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است.

۱۸-۱-۳-۱۹-۱ صدای کوبه‌ای

صدای کوبه‌ای صدایی است که منشأ تولید آن ضربه یا کوبش باشد. صدای کوبه‌ای از نوع صدای پیکره‌ای است که محیط انتشار آن جامدات مانند بتن، فولاد، چوب، شیشه یا ترکیبی از این گونه مواد است.

۱۸-۱-۳-۱۹-۲ صدای هوابرد

صدای هوابرد صدایی است که محیط انتشار آن هوا است. مانند صدای صحبت کردن، موسیقی و نوفه ترافیک.

۱۸-۱-۳-۲۰ صدابندی

صدابندی، جلوگیری از تراگسیل صدا به فضای مجاور و یا به عبارت دیگر، کاهش انرژی صوتی تراگسیل یافته به فضای مجاور است. در آکوستیک ساختمان، دو نوع صدابندی در برابر صدای هوابرد و صدای کوبه‌ای مورد بررسی قرار می‌گیرد و برای هر کدام شاخص‌های مربوطه ارائه می‌گردد.

۱۸-۱-۳-۲۱ ضریب تراگسیل صدا، τ

هنگامی‌که موج صوتی با یک جداکننده برخورد می‌کند، بخشی از انرژی از طریق جداکننده تراگسیل می‌شود (شکل ۱۸-۱-۳-۳). نسبت شدت موج تراگسیل‌یافته (I_τ) به شدت موج فرودی (I_i)، ضریب تراگسیل جداکننده (τ) نامیده می‌شود و از معادله (۱۳) به‌دست می‌آید:

$$\tau = \frac{I_\tau}{I_i} \qquad (۱۳)$$

۱۸-۱-۳-۲۲ ضریب جذب صدا، α

هنگامی‌که موج صوتی با سطحی برخورد می‌کند، بخشی از انرژی بازتاب شده (I_r) و باقی آن جذب می‌شود. نسبت شدت موج جذب شده (I_α) به شدت موج فرودی (I_i)، ضریب جذب آن سطح (α) نامیده می‌شود و از معادله (۱۴) به‌دست می‌آید:

$$\alpha = \frac{I_\alpha}{I_i} \qquad (۱۴)$$

یادآوری ۱: ضریب جذب معیار انرژی صوتی است که بازتاب نشده است. در نتیجه $\alpha = 1 - r$ که در آن r، ضریب بازتاب سطح است و از معادله (۱۵) به‌دست می‌آید:

$$r = \frac{I_r}{I_i} \quad (15)$$

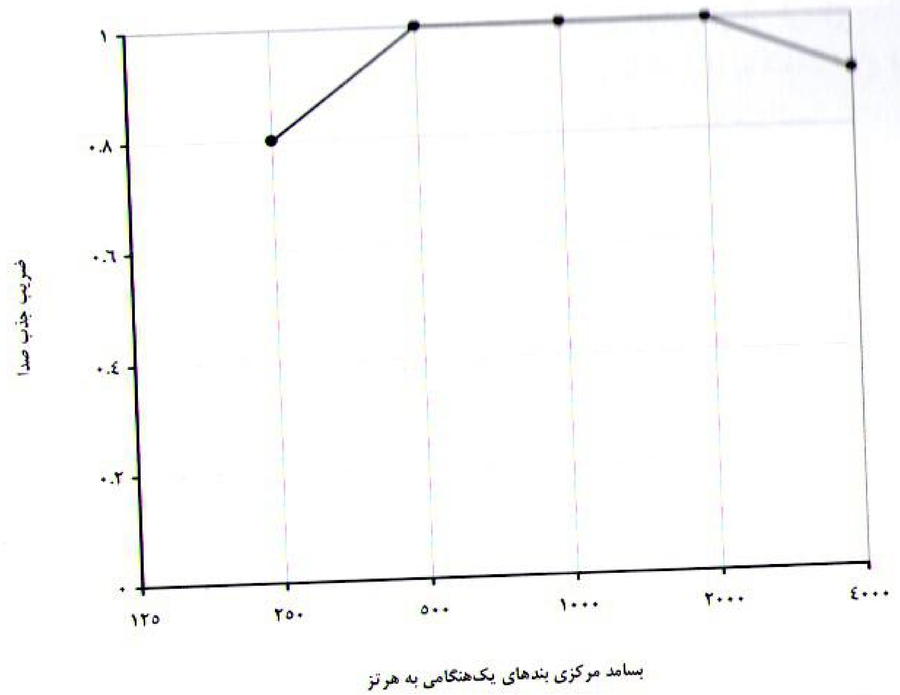
یادآوری ۲: ضریب جذب صدا در اتاق واخنش بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۹۴۵ اندازه‌گیری می‌شود.

۱۸-۱-۳-۲۳ ضریب جذب صدای وزن‌یافته، α_w

ضریب جذب صدای وزن‌یافته، α_w، کمیتی تک‌عددی برای درجه‌بندی جذب صدا است که بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های ضریب جذب صدا در بسامد بندهای یک‌هنگامی به‌دست می‌آید. مقدار این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشی که در استاندارد ملی ایران ۸۱۸۴ مشخص شده است. مقادیر مبنا برای ضریب جذب صدا در جدول ۱۸-۱-۳-۵ و نمودار شکل ۱۸-۱-۳-۷ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۱-۳-۵ : مقادیر نمودار مرجع برای ارزیابی ضریب جذب صدای وزن‌یافته، α_w

بسامد برحسب هرتز	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
مقدار نمودار مبنا	۰٫۸۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۰٫۹۰



شکل ۱۸-۱-۳-۷: نمودار مبنا برای ارزیابی ضریب جذب صدای وزن یافته، α_w

۱۸-۱-۳-۲۴ گسترهٔ بسامدی اندازه‌گیری‌ها

پارامترهای آکوستیکی با استفاده از صافی‌های بند یک‌سوم هنگامی، با بسامدهای مرکزی زیر (برحسب هرتز)، اندازه‌گیری می‌شوند:

۲۵۰	۲۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۸۰	۶۳	۵۰	۴۰	۳۱٫۵
۲۵۰۰	۲۰۰۰	۱۶۰۰	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۸۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۱۵
					۸۰۰۰	۶۳۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰	۳۱۵۰

لازم به ذکر است که می‌توان از مقادیر نتایج اندازه‌گیری در بندهای یک‌سوم هنگامی، نتایج در بندهای یک‌هنگامی را با بسامدهای مرکزی زیر به‌دست آورد:

۸۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳	۳۱٫۵

یادآوری: در مواردی که اندازه‌گیری در بسامدهای میانی مطرح می‌شود، منظور بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز است.

۱۸-۱-۳-۲۵ لایه

لایه به ساختاری گفته می‌شود که چگالی سطحی آن در نقاط مختلف روی یک سطح، یکسان باشد. مانند اندود گچ، قیرگونی، دیوار آجری.

۱۸-۱-۳-۲۶ نوفه

نوفه به هرگونه صدای ناخواسته گفته می‌شود.

یادآوری: تفاوت بین واژه‌های صدا و نوفه یک تفاوت ذهنی است که صدا را خواسته و نوفه را ناخواسته ارزیابی می‌کند. این تعریف در برگیرنده نوع صدا نیست. برای مثال "گفتار" که در اکثر موارد صدای خواسته است، هنگامی‌که از واحد مسکونی مجاور شنیده می‌شود، از نظر ذهنی نوفه ارزیابی می‌گردد.

۱۸-۱-۳-۲۷ نوفه زمینه

نوفه زمینه به صداهای ناخواسته موجود در یک فضا گفته می‌شود. نوفه زمینه می‌تواند از منابع خارجی مانند نوفه ترافیک و نوفه ناشی از فضاهای مجاور و هم‌چنین منابع داخلی مانند نوفه ناشی از سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی از قبیل تهویه، آبرسانی و آسانسور سرچشمه بگیرد.

۱۸-۲ مقررات آکوستیکی انواع ساختمان‌ها

۱۸-۲-۱ مقررات عمومی

۱۸-۲-۱-۱ برای ارائه مقررات آکوستیکی برای انواع ساختمان‌های ذکر شده در بند ۱۸-۲-۱-۲، مناطق مختلف شهری از نظر تراز نوفه محیطی در جدول ۱۸-۲-۱-۱ تقسیم‌بندی می‌شود:

جدول ۱۸-۲-۱-۱: منطقه‌بندی شهری از نظر تراز نوفه محیطی

نوع منطقه شهری از نظر نوفه	حداکثر تراز معادل صدا، L_{AeqT}، به دسی‌بل		کاربری‌های مجاز
	از ۷ صبح تا ۱۰ شب	از ۱۰ شب تا ۷ صبح	
نوفه پایین	۵۵	۴۵	مسکونی، مراکز جهانگردی و پذیرایی، مراکز بهداشتی درمانی، مراکز فرهنگی، ورزشی، مراکز تجاری در حد محله
نوفه متوسط	۶۵	۵۵	آموزشی، اداری باشگاه‌های ورزشی سرپوشیده مختلط مسکونی- تجاری- اداری مجتمع‌های تجاری، بازار، نمایشگاه
نوفه بالا	۷۵	۶۵	ترمینال‌ها، انبارها، پارکینگ‌ها، استادیوم‌های ورزشی روباز، میادین میوه و تره‌بار، صنعتی، نظامی، فرودگاه‌ها

یادآوری: چنانچه کاربری‌های مجاز قید شده در مناطق شهری با نوفه پایین و متوسط در منطقه شهری با نوفه بالا ساخته شوند، باید تمهیدات خاصی در مورد صدابندی پوسته خارجی آن‌ها در نظر گرفته شود.

۱۸-۲-۱-۲ مقررات آکوستیکی در کاربری‌های مجاز ذکر شده در جدول ۱۸-۲-۱-۱ در بندهای ۱۸-۲-۲ تا ۱۸-۲-۱۰ ارائه شده است. روش راستی آزمایی این مقررات از طریق اندازه‌گیری‌های میدانی انجام می‌پذیرد. معمولاً ارقام صدابندی هوابرد به‌دست آمده از نتایج اندازه‌گیری‌های میدانی، نسبت به اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی کاهش نشان می‌دهند. در این مقررات مقدار این کاهش نسبت به ارقام صدابندی هوابرد ارائه شده در جداول، تا حداکثر ۳ دسی‌بل قابل‌قبول خواهد بود.

یادآوری ۱: در مجموعه‌هایی که چندین کاربرد مختلف را در خود جای می‌دهند، برای هر کاربرد به ضوابط مربوط مراجعه شود. (به عنوان مثال در مورد سالن‌های سخنرانی موجود در یک مجتمع مسکونی، به ضوابط مربوط به سالن‌های سخنرانی در بند ۱۸-۲-۷ مراجعه شود).

یادآوری ۲: به‌منظور جلوگیری از تکرار، ضوابط مربوط به فضاهای مشابه که در کاربردهای مختلف دارای مقادیر مجاز یکسانی هستند، به‌صورت مشترک در جداول مربوط در بند ۱۸-۲-۱۰ تحت عنوان "فضاهای مشترک در کاربردهای مختلف" ارائه شده است.

یادآوری ۳: در مورد مقادیر زمان واخنش بهینه ارائه شده در جداول مربوط در بندهای ۱۸-۲-۲ تا ۱۸-۲-۷ و هم‌چنین بند ۱۸-۲-۹، رواداری تا میزان حداکثر ۱۵٪ مجاز است.

۱۸-۲-۱-۳ اندازه‌گیری میزان صدابندی هوابرد (افت صوتی) جداکننده‌های ساده مانند دیوار، در و پنجره توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام می‌شود. مقادیر صدابندی تعدادی از این جداکننده‌ها، برگرفته از مراجع گوناگون برای راهنمایی در پیوست ۳ ارائه شده است. درصورتی‌که جداکننده موردنظر، مانند پوسته خارجی یک ساختمان، مرکب باشد شاخص کاهش صدای وزن‌یافته این جداکننده مرکب با توجه به شاخص‌های اجزای تشکیل‌دهنده آن محاسبه می‌شود. روش محاسبه در پیوست ۱ توضیح داده شده است.

۱۸-۲-۱-۴ اندازه‌گیری میزان صدابندی کوبه‌ای سقف بین طبقات توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام می‌شود. مقادیر صدابندی کوبه‌ای تعدادی از سقف‌ها، برگرفته از مراجع گوناگون برای راهنمایی در پیوست ۴ ارائه شده است.

۱۸-۲-۱-۵ اندازه‌گیری مقدار ضریب جذب صدای مواد و مصالح توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام می‌شود. مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح گوناگون با ساختارهای متفاوت به‌منظور استفاده در آکوستیک داخلی، برگرفته از مراجع گوناگون برای راهنمایی در پیوست ۲ ارائه شده است.

۱۸-۲-۱-۶ مصالح و سیستم‌های ساختمانی مورد استفاده در اقدامات مربوط به تأمین الزامات آکوستیکی ساختمان، باید دارای تأییدیه از سازمان استاندارد و گواهینامه فنی از مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی باشند.

۱۸-۲-۲ ساختمان‌های مسکونی[1]

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در ساختمان‌های مسکونی الزامی است.

۱۸-۲-۲-۱ نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (۳۰)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در فضاهای داخلی ساختمان‌های مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۱ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در ساختمان‌های مسکونی، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (۳۰)}$ اجباری است و شاخص PNC به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

جدول ۱۸-۲-۲-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمان‌های مسکونی

نوع فضا	حداکثر تراز معادل صدا، $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
اتاق خواب و مطالعه	۳۵	۳۰
اتاق نشیمن و کار	۴۰	۳۵
سالن اجتماعات		
آشپزخانه	۴۵	۴۰
فضاهای بسته عمومی[2]	۵۰	۴۵

۱ زیر گروه‌های "م-۲" و "م-۳" از تصرف مسکونی/ اقامتی (بر اساس دسته‌بندی تصرف‌ها از مباحث ۳ و ۴ مقررات ملی ساختمان)

۲ فضاهای بسته عمومی مانند سرسرای ورودی، راهرو، راه‌پله.

۱۸-۲-۲-۲ زمان واخنش

زمان واخنش بهینه برای فضاهای بسته عمومی در ساختمان‌های مسکونی، ۱٫۵ ثانیه در بسامدهای میانی تعیین می‌گردد.

۱۸-۲-۲-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) یا درجه تراگسیل صدا (STC)، مجاز برای جداکننده‌ها[1] در ساختمان‌های مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۲-۲: صدابندی هوابرد مجاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های مسکونی

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده بین دو واحد مجاور	ساده	۵۰
دیوار جداکننده واحد مسکونی از پارکینگ و سالن اجتماعات	ساده	۵۵
جداکننده بین واحد مسکونی و راهرو	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
سقف و کف جداکننده واحد مسکونی از پارکینگ و سالن اجتماعات	ساده	۵۵
سقف و کف جداکننده بین واحدهای مسکونی	ساده	۵۰

۱۸-۲-۲-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۳ ارائه شده است.

۱ در صورتی‌که جداکننده مرکب باشد، برای محاسبه شاخص کاهش صدای آن به پیوست ۱ مراجعه شود.

جدول ۱۸-۲-۲-۳: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های مسکونی[1]

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) برحسب دسی‌بل
آشپزخانه، راهرو، سرویس بهداشتی بالای اتاق خواب	۴۸	۶۲
اتاق نشیمن بالای اتاق خواب	۵۳	۵۷
آشپزخانه، راهرو، سرویس بهداشتی بالای اتاق نشیمن		
اتاق خواب بالای اتاق خواب	۵۸	۵۲
اتاق نشیمن بالای اتاق نشیمن		
آشپزخانه بالای آشپزخانه		
اتاق خواب بالای اتاق نشیمن		
سرویس بهداشتی بالای سرویس بهداشتی	۶۰	۵۰
راهرو بالای راهرو	۶۲	۴۸

۱۸-۲-۳ هتل‌ها[2]

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در هتل‌ها الزامی است.

۱۸-۲-۳-۱ نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (30)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در فضاهای داخلی هتل‌ها در جدول ۱۸-۲-۳-۱ ارائه شده است.

۱ در مورد فضاهای ترکیبی مقدار کمتر ملاک عمل قرار می‌گیرد. (به‌عنوان مثال در حالتی‌که اتاق نشیمن و آشپزخانه به‌طور مشترک بر روی اتاق خواب قرار گیرند، $L_{nw} = 48$ dB در نظر گرفته شود)

۲ زیرگروه "م-۱" از تصرف مسکونی/ اقامتی (بر اساس دسته‌بندی تصرف‌ها از مباحث ۳ و ۴ مقررات ملی ساختمان)

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در هتل‌ها، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (30)}$ اجباری است و شاخص PNC به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

جدول ۱۸-۲-۳-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هتل‌ها[1]

نوع فضا	حداکثر تراز معادل صدا، $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC برحسب دسی‌بل
اتاق مهمان	۳۵	۳۰
سالن انتظار (لابی)، راهرو	۴۰	۳۵

۱۸-۲-۳-۲ زمان واخنش

زمان واخنش بهینه در بسامدهای میانی در فضاهای داخلی هتل‌ها در جدول ۱۸-۲-۳-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۳-۲: زمان واخنش بهینه در فضاهای داخلی هتل‌ها[1]

نوع فضا	زمان واخنش بهینه برحسب ثانیه
اتاق مهمان	۰٫۸
سالن انتظار (لابی)	۱٫۰
راهروها	۱٫۲

۱۸-۲-۳-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_W) یا درجه تراگسیل صدا (STC)، مجاز برای جداکننده‌ها در هتل‌ها در جدول ۱۸-۲-۳-۳ ارائه شده است.

۱ در مورد فضاهای اداری، مکان‌های ورزشی تفریحی، سالن‌های پذیرایی و سالن‌های سخنرانی در هتل‌ها به الزامات این فضاها در بندهای مربوط مراجعه شود.

جدول ۱۸-۲-۳-۳: صدابندی هوابرد مجاز برای جداکننده‌ها در هتل‌ها

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_W) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی	ساده/ مرکب	۴۰
پوسته خارجی اتاق مهمان	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده بین اتاق‌های مهمان	ساده/ مرکب	۵۰
جداکننده بین اتاق مهمان و راهرو	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده بین اتاق مهمان و سایر فضاها[1]	ساده	۵۵
جداکننده بین سالن انتظار (لابی) و سالن اجتماعات	ساده/ مرکب	۵۰
جداکننده بین سالن انتظار (لابی) و دفاتر اداری	ساده/ مرکب	۵۰
جداکننده فضاهای ورزشی تفریحی و سرویس‌های بهداشتی از راهرو	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده بین فضاهای تأسیساتی و سایر فضاهای مجاور	ساده	۵۵
دیوار جداکننده بین آسانسور و سایر فضاهای مجاور	ساده	۵۵
کلیه سقف‌ها[2]	ساده	۵۵

۱ از قبیل سالن انتظار (لابی)، رستوران، آشپزخانه، دفاتر اداری و ...

۲ منظور از سقف در این مقررات، مجموعه‌ای متشکل از سقف سازه‌ای با کف‌سازی نهایی و سقف کاذب است.

۱۸-۲-۳-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین طبقات در هتل‌ها در جدول ۱۸-۲-۳-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۳-۴: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین طبقات در هتل‌ها

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای(IIC) برحسب دسی‌بل
اتاق مهمان بالای اتاق مهمان	۵۵	۵۵
سایر فضاها بالای اتاق مهمان	۵۰	۶۰
اتاق مهمان بالای سایر فضاها	۶۰	۵۰

۱۸-۲-۴ تصرف‌های آموزشی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در تصرف‌های آموزشی الزامی است.

۱۸-۲-۴-۱ نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (30)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در فضاهای داخلی هر واحد آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۱ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در تصرف‌های آموزشی، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (30)}$ اجباری است و شاخص PNC به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

جدول ۱۸-۲-۴-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی تصرف‌های آموزشی[1]

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
کلاس درس نظری	۳۵	۳۰
کارگاه‌های سمعی بصری		
اتاق آموزش موسیقی		
آزمایشگاه‌ها	۴۰	۳۵
کارگاه‌های سبک[2]		
راهروها	۴۵	۴۰
کارگاه‌های سنگین[3]	۵۰	۴۵

۱۸-۲-۴-۲ زمان واخنش

زمان واخنش بهینه در بسامدهای میانی در فضاهای داخلی تصرف‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۴-۲: زمان واخنش بهینه در فضاهای داخلی تصرف‌های آموزشی

نوع فضا	زمان واخنش بهینه برحسب ثانیه
کلاس درس نظری	۱٫۰
کارگاه‌های سبک	
اتاق آموزش موسیقی	
کارگاه‌های سمعی بصری	
آزمایشگاه‌ها	۱٫۲
کارگاه‌های سنگین	
راهروها	۱٫۵

۱ برای سالن‌های همایش و سخنرانی و نمازخانه، به بند ۱۸-۲-۷، برای بخش‌های اداری به ضوابط مربوط در بند ۱۸-۲-۶ و برای غذاخوری و بوفه به بند ۱۸-۲-۸ مراجعه شود.

۲ کارگاه‌های سبک مانند: کارگاه‌های نقاشی، طراحی، آتلیه معماری، اتاق کامپیوتر و امثال آن‌ها.

۳ کارگاه‌های سنگین مانند: کارگاه‌های مجسمه‌سازی، جوش‌کاری، نجاری و امثال آن‌ها.

۱۸-۲-۴-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) یا درجه تراگسیل صدا (STC) مجاز برای جداکننده‌ها در تصرف‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۴-۳: صدابندی هوابرد مجاز برای جداکننده‌ها در تصرف‌های آموزشی

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق آموزش موسیقی و کلیه کارگاه‌ها	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق آموزش موسیقی، کارگاه‌های سبک و سمعی بصری از فضاهای مجاور	ساده	۵۰
دیوار جداکننده کارگاه‌های سنگین از فضاهای مجاور	ساده	۵۵
دیوار جداکننده کارگاه‌های سنگین از راهرو	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق آموزش موسیقی و کارگاه‌های سبک از راهرو	مرکب	۳۵
سقف جداکننده کارگاه‌های سنگین از فضاهای مجاور	ساده	۵۵
سقف جداکننده کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق آموزش موسیقی، کارگاه‌های سبک و سمعی بصری از فضاهای مجاور	ساده	۵۰

۱۸-۲-۴-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین طبقات در تصرف‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۴-۴: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین طبقات در تصرف‌های آموزشی

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای(IIC) برحسب دسی‌بل
کارگاه‌های سنگین و فضاهای تأسیساتی بالای سایر فضاها	۵۰	۶۰
سایر فضاها بالای کلاس درس نظری	۵۵	۵۵
کلاس درس نظری بالای کلاس درس نظری	۶۰	۵۰

۱۸-۲-۵ مراکز بهداشتی درمانی[1]

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در ساختمان مراکز بهداشتی درمانی الزامی است.

۱۸-۲-۵-۱ نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (۳۰)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در فضاهای داخلی مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۱ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز بهداشتی درمانی، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (۳۰)}$ اجباری است و شاخص PNC به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

۱ زیرگروه‌های "د-۱" و "د-۲" از تصرف درمانی/مراقبتی (بر اساس دسته‌بندی تصرف‌ها از مباحث ۳ و ۴ مقررات ملی ساختمان)

جدول ۱۸-۲-۵-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی مراکز بهداشتی درمانی

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه و جراحی	۳۵	۳۰
راهروهای مجاور بخش‌های فوق	۴۰	۳۵
فضاهای تشخیصی و درمانگاه‌های تخصصی		
اورژانس	۴۵	۴۰
فضاهای بسته عمومی[1]	۵۰	۴۵

۱۸-۲-۵-۲ زمان واخنش

زمان واخنش بهینه در بسامدهای میانی در فضاهای داخلی مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۵-۲: زمان واخنش بهینه در فضاهای داخلی مراکز بهداشتی درمانی

نوع فضا	زمان واخنش بهینه برحسب ثانیه
اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، فضاهای تشخیصی، درمانگاه‌های تخصصی و اورژانس	۱٫۲
راهروهای مجاور بخش‌های بستری، مراقبت‌های ویژه و جراحی	۱٫۵
فضاهای بسته عمومی	

۱۸-۲-۵-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) یا درجه تراگسیل صدا (STC) مجاز برای جداکننده‌ها در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۳ ارائه شده است.

۱ فضاهای بسته عمومی مانند پذیرش، ورودی، راه‌پله و راهروهای عمومی، خدمات و داروخانه.

جدول ۱۸-۲-۵-۳: صدابندی هوابرد مجاز برای جداکننده‌ها در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی	ساده	۴۰
	مرکب	۳۵
پوسته خارجی اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، فضاهای تشخیصی، درمانگاه‌های تخصصی و اورژانس	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه و جراحی از سایر فضاها	ساده	۵۵
دیوار جداکننده بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه و جراحی از فضاهای همانند	ساده	۵۰
دیوار جداکننده اورژانس، فضاهای تشخیصی و درمانگاه‌های تخصصی از سایر فضاها	ساده	۴۵
دیوار جداکننده فضاهای تشخیصی و درمانگاه‌های تخصصی از فضاهای همانند	ساده	۴۰
جداکننده اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، فضاهای تشخیصی و درمانگاه‌های تخصصی از راهرو	مرکب	۳۵
سقف جداکننده اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه و جراحی از سایر فضاها	ساده	۵۵
سقف جداکننده بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه و جراحی از فضاهای همانند	ساده	۵۰
سقف جداکننده اورژانس، فضاهای تشخیصی و درمانگاه‌های تخصصی از سایر فضاها	ساده	۴۵
سقف جداکننده فضاهای تشخیصی و درمانگاه‌های تخصصی از فضاهای همانند	ساده	۴۰

۱۸-۲-۵-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین طبقات در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۵-۴: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین طبقات در مراکز بهداشتی درمانی

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای(IIC) برحسب دسی‌بل
سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، فضاهای تشخیصی، درمانگاه‌های تخصصی و فضاهای همانند	۶۵	۴۵
سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، فضاهای تشخیصی، درمانگاه‌های تخصصی و سایر فضاها	۵۵	۵۵
سقف بین اورژانس و کلیه فضاها		

۱۸-۲-۶ تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری الزامی است.

۱۸-۲-۶-۱ نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (30)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در فضاهای داخلی تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۱ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (30)}$ اجباری است و شاخص PNC به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

جدول ۱۸-۲-۶-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
اتاق جلسات*	۳۵	۳۵
اتاق‌های اداری و دفاتر تجاری	۴۰	۳۵
سایت‌های کامپیوتری	۴۵	۴۰
سالن بانک‌ها		
فروشگاه‌ها، سوپرمارکت‌ها، بازارچه‌ها و مراکز تجاری سرپوشیده		
فضاهای بسته عمومی[1]	۵۰	۴۵

*رعایت PNC در این مورد الزامی است.

۱۸-۲-۶-۲ زمان واخنش

زمان واخنش بهینه در بسامدهای میانی در فضاهای داخلی تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۶-۲: زمان واخنش بهینه در فضاهای داخلی تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری

نوع فضا	زمان واخنش بهینه برحسب ثانیه
اتاق جلسات	۰٫۸
اتاق‌های اداری و دفاتر تجاری	۱٫۲
سایت‌های کامپیوتری	
سالن بانک‌ها	
راهروها	۱٫۵
فروشگاه‌ها، سوپرمارکت‌ها، بازارچه‌ها و مراکز تجاری سرپوشیده	۲٫۰

۱ فضای بسته عمومی مانند سرسرای ورودی، راهرو، راه‌پله.

۱۸-۲-۶-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) یا درجه تراگسیل صدا (STC) مجاز برای جداکننده‌ها در تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۶-۳: صدابندی هوابرد مجاز برای جداکننده‌ها در تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی اتاق جلسات	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
پوسته خارجی اتاق‌های اداری و دفاتر تجاری، سالن بانک‌ها و سایت‌های کامپیوتر	ساده	۴۰
	مرکب	۳۵
پوسته خارجی فروشگاه‌ها، سوپرمارکت‌ها، بازارچه‌ها و مراکز تجاری سرپوشیده	ساده	۴۰
	مرکب	۳۵
پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی	ساده	۴۰
	مرکب	۳۵
دیوار جداکننده بین اتاق جلسات و فضاهای مجاور	ساده	۵۰
دیوار جداکننده بین اتاق‌های اداری، دفاتر تجاری و سایت‌های کامپیوتر	ساده	۴۵
دیوار جداکننده بین اتاق‌های اداری، دفاتر تجاری و سایت‌های کامپیوتر	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده بین اتاق جلسات و راهرو	مرکب	۳۵
دیوار جداکننده اتاق‌های اداری و دفاتر تجاری از راهرو	مرکب	۳۰
سقف بین اتاق جلسات و فضاهای مجاور	ساده	۵۰
سقف بین اتاق‌های اداری، دفاتر تجاری و سایت‌های کامپیوتر	ساده	۴۵

۱۸-۲-۶-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین طبقات در تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۶-۴: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین طبقات در تصرف‌های اداری/حرفه‌ای و کسبی/تجاری

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) برحسب دسی‌بل
سقف اتاق‌های اداری، دفاتر تجاری و سایت‌های کامپیوتر	۶۵	۴۵
سقف فروشگاه‌ها، سوپرمارکت‌ها و سالن بانک‌ها	۶۵	۴۵
سقف اتاق جلسات	۵۵	۵۵

۱۸-۲-۷ مراکز فرهنگی[1]

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در مراکز فرهنگی الزامی است.

۱۸-۲-۷-۱ نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (30)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در فضاهای داخلی مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۱ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز فرهنگی، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (30)}$ اجباری است. شاخص PNC در استودیوها، سالن‌های سخنرانی، کنسرت، اپرا، تئاتر، سینماها، کتابخانه‌ها و استودیوها اجباری و در فضاهای دیگر به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

۱ زیرگروه "ت-۱" و "ت-۳" از تصرف تجمعی (بر اساس دسته‌بندی تصرف‌ها از مباحث ۳ و ۴ مقررات ملی ساختمان)

جدول ۱۸-۲-۷-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی مراکز فرهنگی

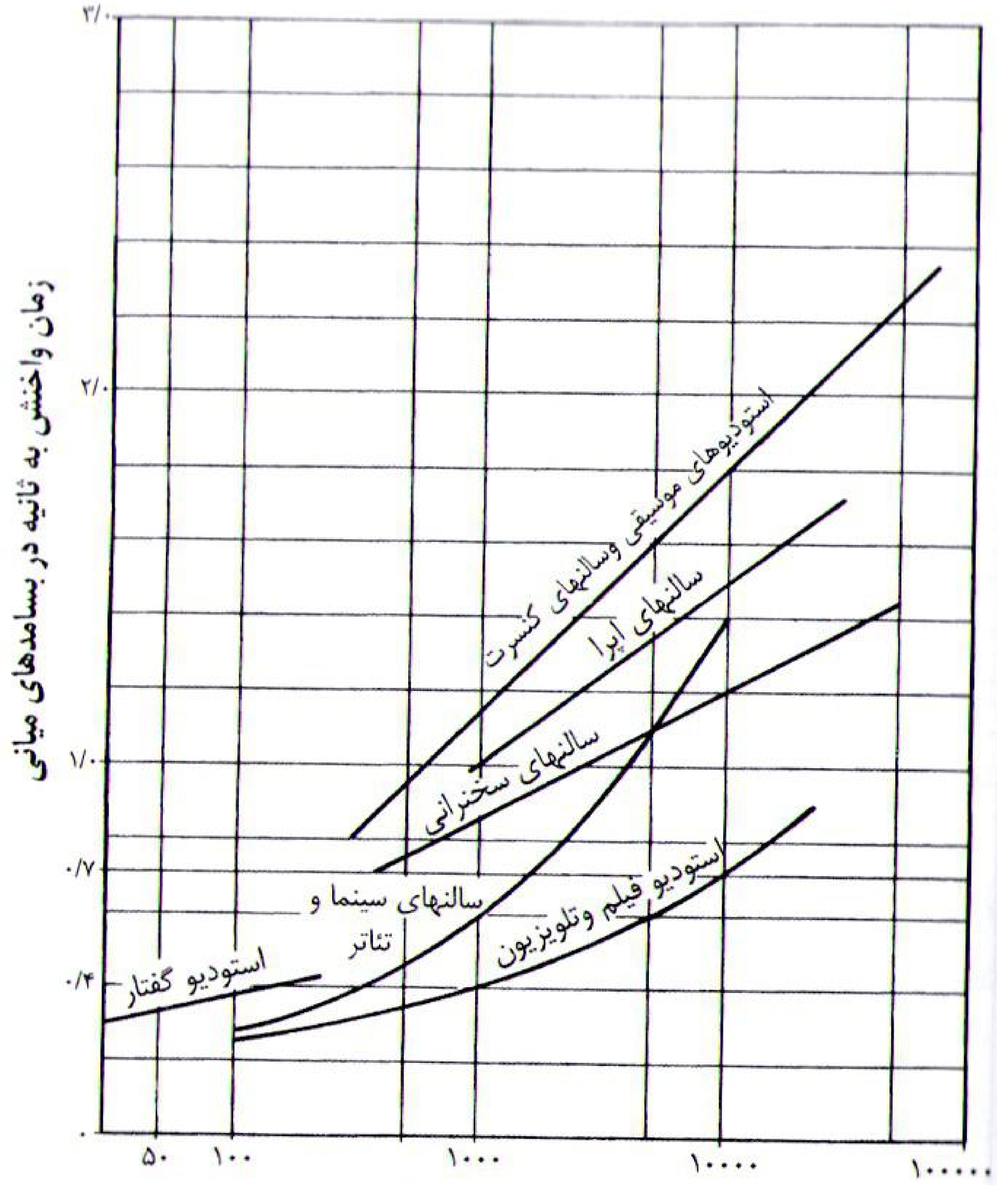
نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل، $L_{Aeq\ (۳۰)}$، برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
استودیوی گفتار*	۲۵	۲۰
استودیوی فیلم و تلویزیون*	۳۰	۲۵
سالن‌های سخنرانی، کنسرت، اپرا، تأتر و سینماها*	۳۵	۳۵
کتابخانه‌ها*		
موزه‌ها و گالری‌ها	۳۵	۳۵
اماکن مذهبی		
سالن‌های انتظار	۴۰	۳۵
راهروها	۴۵	۴۰

*رعایت PNC در این موارد الزامی است.

۱۸-۲-۷-۲ زمان واخنش

زمان واخنش بهینه در فضاهای داخلی مراکز فرهنگی در شکل ۱۸-۲-۷-۱ نشان داده شده است[1].

۱ اماکن مذهبی که در آن‌ها سخنرانی انجام می‌شود، از ضوابط مربوط به سالن‌های سخنرانی پیروی می‌کنند.



شکل ۱۸-۲-۷-۱: نمودار زمان واخنش بهینه در فضاهای مختلف

۱۸-۲-۷-۳ وضوح گفتار

شاخص وضوح گفتار، STI، در سالن‌های سخنرانی، کنسرت، اپرا، سینما، تئاتر و استودیوها باید پیش از ۰/۶ باشد.

۱۸-۲-۷-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) یا درجه تراگسیل صدا (STC) مجاز برای جداکننده‌ها در مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۷-۲: صدابندی هوابرد مجاز برای جداکننده‌ها در مراکز فرهنگی

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی استودیوها	ساده/ مرکب	۵۵
پوسته خارجی سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت، اپرا و سینماها	ساده	۵۵
	مرکب	۵۰
پوسته خارجی کتابخانه‌ها، موزه‌ها، گالری‌ها و اماکن مذهبی	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده استودیوها از فضاهای مجاور	ساده	۵۵
دیوار جداکننده سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت و سینماها از فضاهای مجاور	ساده	۵۰
دیوار جداکننده کتابخانه‌ها، موزه‌ها، گالری‌ها و اماکن مذهبی از فضاهای مجاور	ساده	۵۰
جداکننده بین استودیوها و راهرو	مرکب	۵۵
جداکننده بین سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت، سینماها و راهرو	مرکب	۴۰
جداکننده بین کتابخانه‌ها، موزه‌ها، گالری‌ها، اماکن مذهبی و راهرو	مرکب	۳۵
سقف جداکننده استودیوها از فضاهای مجاور	ساده	۵۵
سقف جداکننده سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت و سینماها از فضاهای مجاور	ساده	۵۰
سقف جداکننده کتابخانه‌ها، موزه‌ها، گالری‌ها و اماکن مذهبی از فضاهای مجاور	ساده	۵۰

۱۸-۲-۷-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین طبقات در مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۷-۳: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین طبقات در مراکز فرهنگی

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای(IIC) برحسب دسی‌بل
سقف سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت، اپرا و سینماها	۵۰	۶۰
سقف استودیوها	۵۰	۶۰
سقف کتابخانه‌ها، موزه‌ها و گالری‌ها	۵۵	۵۵
سقف اماکن مذهبی	۶۰	۵۰

۱۸-۲-۸ مراکز ورزشی و تفریحی[1]

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در مراکز ورزشی و تفریحی الزامی است.

۱۸-۲-۸-۱ تراز نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (30)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در مراکز ورزشی و تفریحی، در جدول ۱۸-۲-۸-۱ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز ورزشی و تفریحی، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (30)}$ اجباری است و شاخص PNC به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

۱ زیر گروه های "ت-۳" و "ت-۴" و "ت-۵" از تصرف تجمعی (بر اساس دسته بندی تصرف ها از مباحث ۳ و ۴ مقررات ملی ساختمان)

جدول ۱۸-۲-۸-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز ورزشی و تفریحی

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل، $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC برحسب دسی‌بل
سالن‌های ورزشی با حجم بین ۲۰۰۰ تا ۸۵۰۰ مترمکعب	۵۰	۴۵
سالن‌های ورزشی با حجم کمتر از ۲۰۰۰ مترمکعب	۴۵	۴۰
مراکز تفریحی	۵۰	۴۵
رستوران‌ها و کافه‌ها	۴۵	۴۰

۱۸-۲-۸-۲ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در بسامدهای میانی در فضاهای داخلی مراکز ورزشی و تفریحی، در جدول ۱۸-۲-۸-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۸-۲: حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی مراکز ورزشی و تفریحی

نوع فضا	حداکثر زمان واخنش، T_R برحسب ثانیه
سالن‌های ورزشی با حجم کمتر از ۲۰۰۰ مترمکعب	۱٫۵
سالن‌های ورزشی تک منظوره با حجم (V) بین ۲۰۰۰ تا ۸۵۰۰ مترمکعب	$1{,}27Log(V) - 2{,}49$
سالن‌های ورزشی چند منظوره با حجم (V) بین ۲۰۰۰ تا ۸۵۰۰ مترمکعب	$0{,}95Log(V) - 1{,}74$
مراکز تفریحی	۱٫۵
رستوران‌ها و کافه‌ها	۱٫۲

۱۸-۲-۸-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) یا درجه تراگسیل صدا (STC) مجاز برای جداکننده‌ها در مراکز ورزشی و تفریحی در جدول ۱۸-۲-۸-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۸-۳: صدابندی هوابرد مجاز برای جداکننده‌ها در مراکز ورزشی و تفریحی

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی سالن‌های ورزشی	ساده	۵۰
	مرکب	۴۵
پوسته خارجی مراکز تفریحی سرپوشیده	ساده	۵۰
	مرکب	۴۵
پوسته خارجی رستوران‌ها و کافه‌ها	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰
دیوار جداکننده سالن‌های ورزشی از فضاهای مجاور	ساده	۵۰
دیوار جداکننده مراکز تفریحی سرپوشیده از فضاهای مجاور	ساده	۵۰
دیوار جداکننده رستوران‌ها و کافه‌ها از فضاهای مجاور	ساده	۴۰
جداکننده سالن‌های ورزشی از راهرو	مرکب	۳۵
جداکننده مراکز تفریحی سرپوشیده از راهرو	مرکب	۳۵
جداکننده رستوران‌ها و کافه‌ها از راهرو	مرکب	۳۰
کلیه کف‌ها	ساده	۵۵
کلیه سقف‌ها	ساده	۵۰

۱۸-۲-۸-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین طبقات در مراکز ورزشی و تفریحی در جدول ۱۸-۲-۸-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۸-۴: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین طبقات در مراکز ورزشی و تفریحی

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای(IIC) برحسب دسی‌بل
سقف بین سالن‌های ورزشی، مراکز تفریحی، رستوران‌ها، کافه‌ها و فضاهای زیرین	۵۰	۶۰

۱۸-۲-۹ مراکز ترابری[1]

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در فضاهای بسته مراکز ترابری الزامی است.

۱۸-۲-۹-۱ تراز نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (30)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در فضاهای بسته مراکز ترابری در جدول ۱۸-۲-۹-۱ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای بسته مراکز ترابری، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (30)}$ اجباری است و شاخص PNC به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

جدول ۱۸-۲-۹-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای بسته مراکز ترابری

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل، $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC برحسب دسی‌بل
سالن‌های انتظار در فرودگاه، راه‌آهن، مترو و ترمینال	۴۵	۴۰

۱ زیرگروه "ت-۳" از تصرف تجمعی (بر اساس دسته‌بندی تصرف‌ها از مباحث ۳ و ۴ مقررات ملی ساختمان)

۱۸-۲-۹-۲ زمان واخنش

زمان واخنش بهینه برای سالن‌های انتظار در فرودگاه، راه‌آهن، مترو و ترمینال، ۱٫۵ ثانیه تعیین می‌شود.

۱۸-۲-۹-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) یا درجه تراگسیل صدا (STC) مجاز برای جداکننده‌ها در فضاهای بسته مراکز ترابری در جدول ۱۸-۲-۹-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۹-۲: صدابندی هوابرد مجاز برای جداکننده‌ها در فضاهای بسته مراکز ترابری

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی سالن‌های انتظار فرودگاه مشرف به باند پرواز	مرکب	۶۰
پوسته خارجی سالن‌های انتظار در فرودگاه، راه‌آهن، مترو و ترمینال	ساده	۴۵
	مرکب	۴۰

۱۸-۲-۹-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین طبقات در فضاهای بسته مراکز ترابری در جدول ۱۸-۲-۹-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۹-۴: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین طبقات در فضاهای بسته مراکز ترابری

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای(IIC) برحسب دسی‌بل
سقف سالن‌های انتظار در فرودگاه، راه‌آهن، مترو و ترمینال	۶۵	۴۵

۱۸-۲-۱۰ فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون الزامی است.

۱۸-۲-۱۰-۱ نوفه زمینه

تراز نوفه زمینه ($L_{Aeq\ (۳۰)}$) و برسنج نوفه ترجیحی (PNC) مجاز در فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون در جدول ۱۸-۲-۱۰-۱ ارائه شده است.

لازم به ذکر است در این مقررات برای تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون، رعایت مقدار حداکثر $L_{Aeq\ (۳۰)}$ اجباری است و شاخص PNC به‌عنوان توصیه مطرح می‌شود.

جدول ۱۸-۲-۱۰-۱: تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون

نوع فضا	حداکثر تراز معادل صدا، $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
سرویس بهداشتی خصوصی	۵۰	۴۵
سرویس بهداشتی عمومی	۵۵	۵۰
آشپزخانه عمومی- صنعتی و رختشوی‌خانه	۵۵	۵۰
فضاهای تأسیساتی و موتورخانه[1]	۶۵	۶۰

۱۸-۲-۱۰-۲ زمان واخنش

الزام خاصی در مورد زمان واخنش برای فضاهای ذکر شده در جدول ۱۸-۲-۱۰-۱ وجود ندارد.

۱۸-۲-۱۰-۳ صدابندی هوابرد

شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) یا درجه تراگسیل صدا (STC)، مجاز برای جداکننده‌های[2] بین فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون (ذکر شده در جدول ۱۸-۲-۱۰-۱) و سایر فضاها، در جدول ۱۸-۲-۱۰-۲ ارائه شده است.

۱ شامل کلیه موتورخانه‌های تأسیسات، آسانسور، استخر و ...

۲ در صورتی‌که جداکننده مرکب باشد، برای محاسبه شاخص کاهش صدای آن به پیوست ۱ مراجعه شود.

جدول ۱۸-۲-۱۰-۲: صدابندی هوابرد مجاز برای بین فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون[1] و سایر فضاها

موقعیت جداکننده	نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) / حداقل درجه تراگسیل صدا (STC) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی سرویس بهداشتی عمومی	ساده	۴۰
	مرکب	۳۵
پوسته خارجی آشپزخانه عمومی- صنعتی و رختشوی‌خانه	ساده	۴۰
	مرکب	۳۵
دیوار جداکننده فضاهای تأسیساتی، موتورخانه و آسانسور از سایر فضاهای مجاور	ساده	۵۵
دیوار جداکننده سرویس بهداشتی عمومی از سایر فضاهای مجاور	ساده	۵۰
جداکننده سرویس بهداشتی عمومی از راهرو	مرکب	۳۵
سقف جداکننده فضاهای تأسیساتی، موتورخانه و آسانسور از سایر فضاهای مجاور	ساده	۵۵
سقف جداکننده سرویس بهداشتی عمومی از سایر فضاهای مجاور	ساده	۵۰
سقف جداکننده سرویس بهداشتی عمومی از راهرو	ساده	۳۵

۱۸-۲-۱۰-۴ صدابندی کوبه‌ای

تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) و درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) مجاز برای سقف بین فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون (ذکر شده در جدول ۱۸-۲-۱۰-۱) و سایر فضاها، در جدول ۱۸-۲-۱۰-۳ ارائه شده است.

۱ کاربردهای ذکر شده در جدول ۱۸-۲-۱۰-۱

جدول ۱۸-۲-۱۰-۳: صدابندی کوبه‌ای مجاز برای سقف بین فضاهای مشترک در کاربردهای گوناگون و سایر فضاها

موقعیت سقف	حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) برحسب دسی‌بل	حداقل درجه صدابندی کوبه‌ای (IIC) برحسب دسی‌بل
سرویس بهداشتی عمومی، آشپزخانه عمومی- صنعتی، رختشوی‌خانه، فضاهای تأسیساتی، موتورخانه و آسانسور بالای فضاهای همانند	۶۵	۴۵
سرویس بهداشتی عمومی، آشپزخانه عمومی- صنعتی، رختشوی‌خانه، فضاهای تأسیساتی، موتورخانه و آسانسور بالای سایر فضاها	۵۰	۶۰

پیوست‌ها

شامل:

پیوست ۱- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب
پیوست ۲- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون
پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها
پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای و هوابرد کف-سقف‌ها
پیوست ۵- مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی

پیوست ۱- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب

پ-۱-۱ روش محاسبه

برای محاسبه شاخص کاهش صدا (R) یا افت تراگسیل (TL) یک جداکننده مرکب، از مقادیر شاخص کاهش صدای جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده آن که از طرف آزمایشگاه‌های آکوستیک ارائه شده استفاده می‌گردد. ابتدا با داشتن شاخص کاهش صدای جداکننده ساده و با توجه به رابطه (پ-۱-۱) که وابستگی متقابل بین ضریب تراگسیل و شاخص کاهش صدای هر جداکننده را مشخص می‌کند، ضریب تراگسیل جداکننده ساده محاسبه می‌شود.

$$R = ۱۰ \cdot Log \frac{۱}{\tau} \quad \text{یا} \quad TL \qquad \Rightarrow \qquad \tau = ۱۰^{-(۰/۱)R} \qquad \text{(پ-۱-۱)}$$

که در آن:

R : شاخص کاهش صدای جداکننده، برحسب دسی‌بل؛

τ: ضریب تراگسیل جداکننده.

سپس با داشتن ضریب تراگسیل برای هر جداکننده ساده و با استفاده از رابطه (پ-۱-۲) ضریب تراگسیل جداکننده مرکب محاسبه می‌شود.

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_۱ S_۱ + \tau_۲ S_۲ + \ldots + \tau_n S_n}{S_۱ + S_۲ + \ldots + S_n} \qquad \text{(پ-۱-۲)}$$

که در آن:

$\bar{\tau}$: ضریب تراگسیل جداکننده مرکب؛

$\tau_۱$ ، $\tau_۲$ ،.... و τ_n: ضریب تراگسیل هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب؛

S_1، S_2، ... و S_n : سطح هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب، بر حسب مترمربع.

با قرار دادن $\overline{\tau}$ در رابطه (پ-۱-۳) شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب محاسبه می‌گردد.

$$\overline{R} = ۱۰ Log \frac{۱}{\overline{\tau}} \quad \text{یا} \quad \overline{TL} \qquad \text{(پ-۱-۳)}$$

که در آن :

$\overline{\tau}$: ضریب تراگسیل صدای جداکننده مرکب؛

$\overline{R}$: شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب، برحسب دسی‌بل.

به‌عنوان مثال: جداکننده مرکبی به ابعاد ۴٫۷ × ۱۰ متر، شامل دیوار آجری به‌ضخامت ۲۲ سانتی‌متر، یک در به ابعاد ۱×۲ متر و پنجره‌ای به ابعاد ۱×۵ متر است. در صورتی که شاخص کاهش صدای وزن‌یافته دیوار، در و پنجره به ترتیب ۵۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌بل باشد، شاخص کاهش صدای وزن‌یافته این جداکننده مرکب به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

حل :

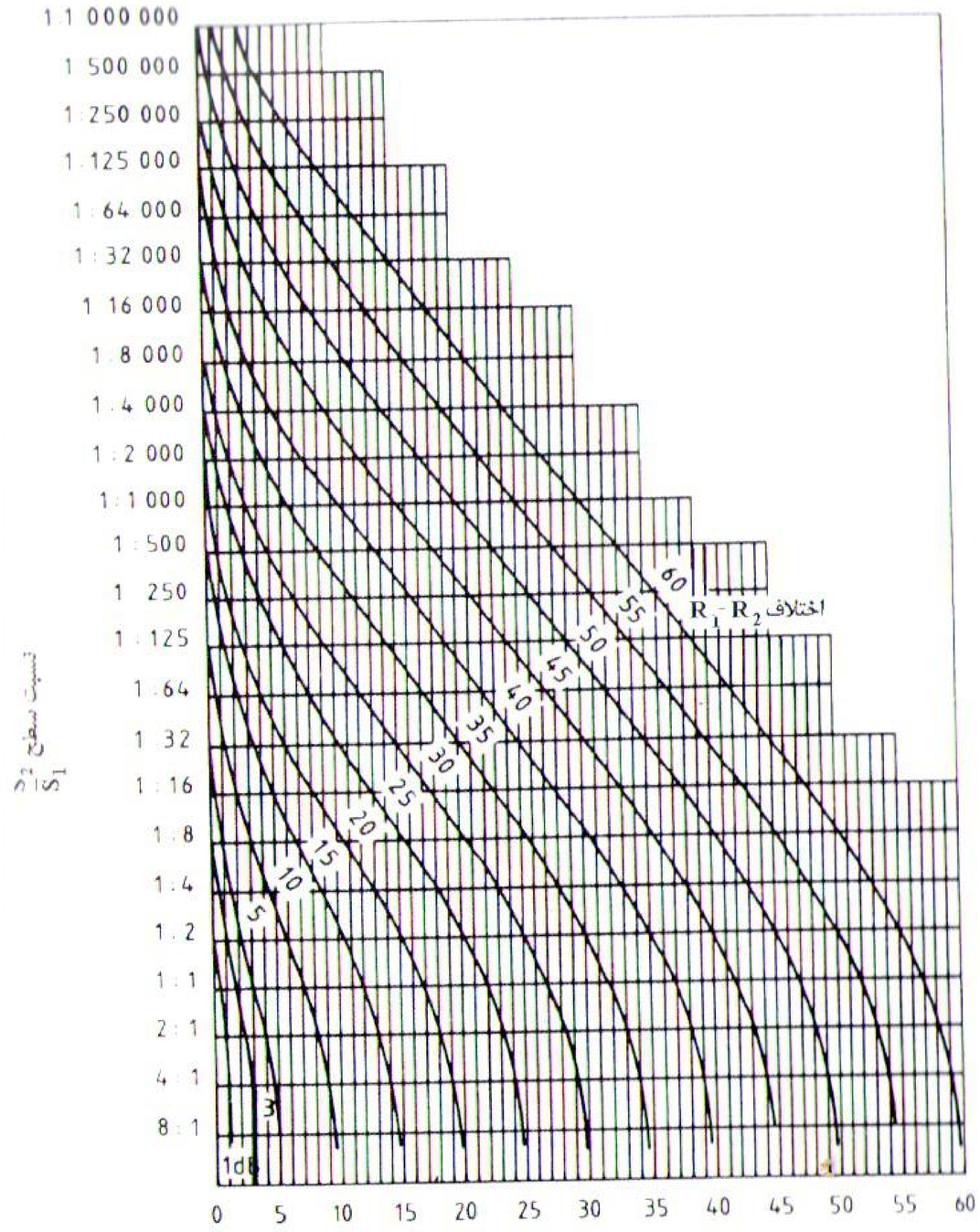
پنجره	$S_1 = ۵ \times ۱ = ۵$	متر مربع	پنجره $\tau_1 = ۱۰^{-(۰٫۱)\times ۲۰}$
در	$S_2 = ۱ \times ۲ = ۲$	متر مربع	در $\tau_2 = ۱۰^{-(۰٫۱)\times ۱۵}$
دیوار	$S_3 = ۴۷ - (۲+۵) = ۴۰$	متر مربع	دیوار $\tau_3 = ۱۰^{-(۰٫۱)\times ۵۰}$
جداکننده	$S = ۱۰ \times ۴٫۷ = ۴۷$	متر مربع	

$$\overline{\tau} = \frac{۵\times ۱۰^{-(۰٫۱)\times ۲۰} + ۲\times ۱۰^{-(۰٫۱)\times ۱۵} + ۴۰\times ۱۰^{-(۰٫۱)\times ۵۰}}{۴۷} = ۲٫۴۲\times ۱۰^{-۲}$$

$$\overline{R} = ۱۰ Log \frac{۱}{۲٫۴۲\times ۱۰^{-۲}} = ۲۶ dB$$

پ-۱-۲ روش تخمینی با استفاده از نمودار

در مواردی که سرعت محاسبه از دقت آن اهمیت بیشتری دارد، می‌توان مقدار شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب را با استفاده از نمودارهای شکل پ-۱-۱ تخمین زد. محدودیت این روش، این است که از مجموعه ساختارهای یک جدار مرکب در هر مرحله دو ساختار در نظر گرفته شده و نتیجه به‌دست آمده با ساختار بعدی مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل پ-۱-۱: نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب

در شکل پ-۱-۱:

R_1 : شاخص کاهش صدای ساختاری که افت صوتی بیشتری دارد؛

R_2 : شاخص کاهش صدای ساختاری که افت صوتی کمتری دارد؛

S_1 : سطح جداری که افت صوتی بیشتری دارد؛

S_2 : سطح جداری که افت صوتی کمتری دارد؛

R : شاخص کاهش صدای جدار مرکب.

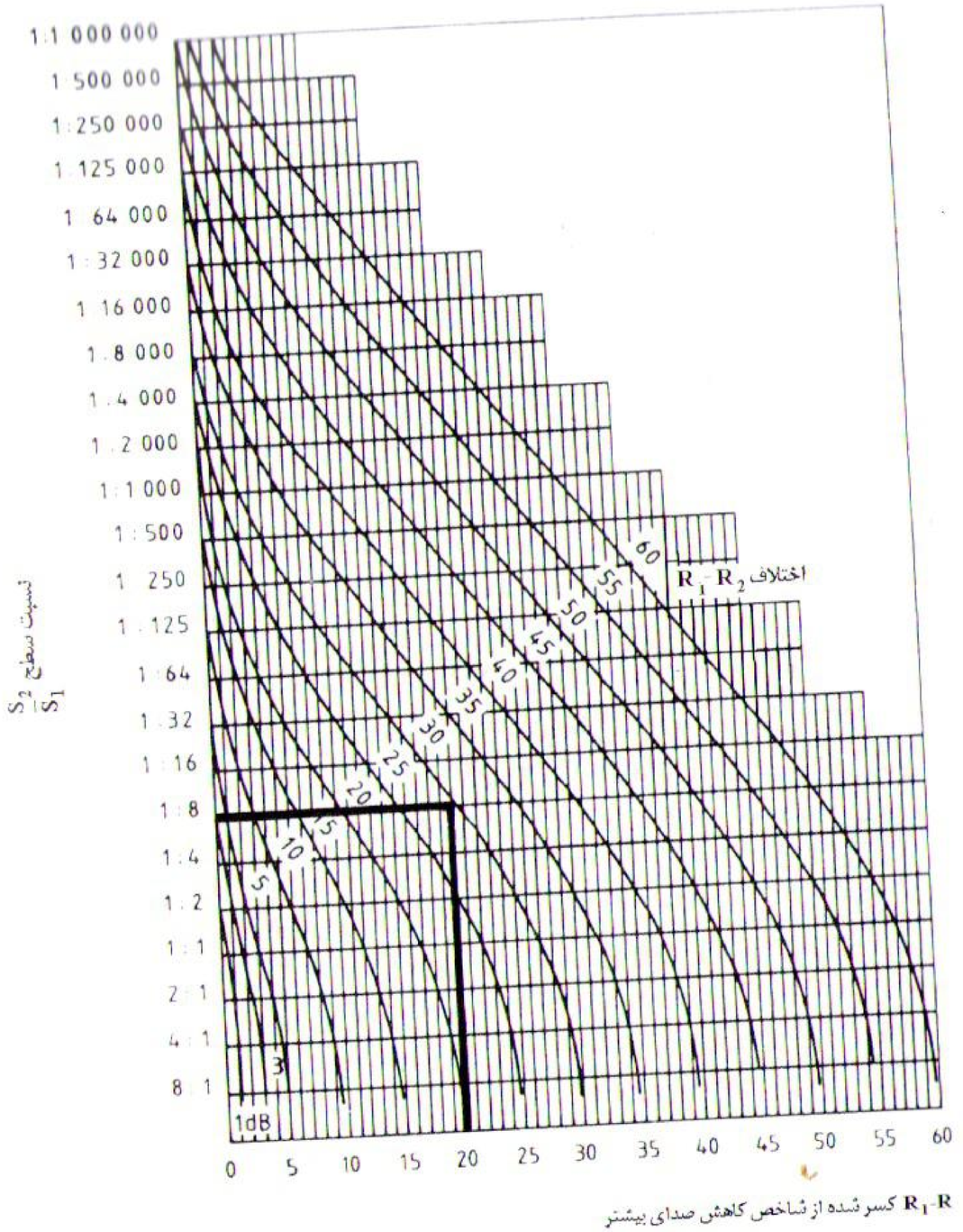
به عنوان نمونه، جواب مثالی را که در بند پ-۱-۱ مطرح شده است می‌توان به روش تخمینی به‌دست آورد. بدین منظور ابتدا دیوار به‌عنوان یک ساختار و پنجره به‌عنوان ساختاری دیگر در نظر گرفته شده و به‌صورت زیر عمل می‌شود:

الف: اختلاف دو کاهش صدای دیوار و پنجره را به‌دست آورده ($R_1 - R_2 = ۵۰ - ۲۰ = ۳۰$) و سپس منحنی ۳۰ از روی شکل مشخص می‌گردد.

ب: نسبت دو سطح تشکیل دهنده دیوار و پنجره را به‌دست آورده $\frac{S_2}{S_1} = \frac{۵}{۴۰} = \frac{۱}{۸}$ و از نقطه مربوط به این نسبت در روی محور عمودی خطی به موازات محور افقی رسم کرده تا نمودار اختلاف ۳۰ دسی بل را قطع کند. سپس از محل تلاقی به‌دست آمده خطی عمود بر محور افقی رسم کرده تا محور « کسر شده از شاخص کاهش صدا » را قطع کند. در نتیجه شاخص کاهش صدای مرکب R، به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$R = ۵۰ - ۲۰ = ۳۰ \quad \Rightarrow \quad ۵۰ - R = ۲۰ \quad \Rightarrow \quad R_1 - R = ۲۰$$

مراحل فوق روی شکل پ-۱-۲ نشان داده شده است.



شکل پ-۱-۲: نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب

در ادامه به همین روش ساختار مرکب دیوار و پنجره به‌عنوان یک ساختار و ساختار در به‌عنوان ساختاری دیگر در نظر گرفته می‌شود:

جداکننده — $S = ۱۰ \times ۴٫۷ = ۴۷$ — متر مربع

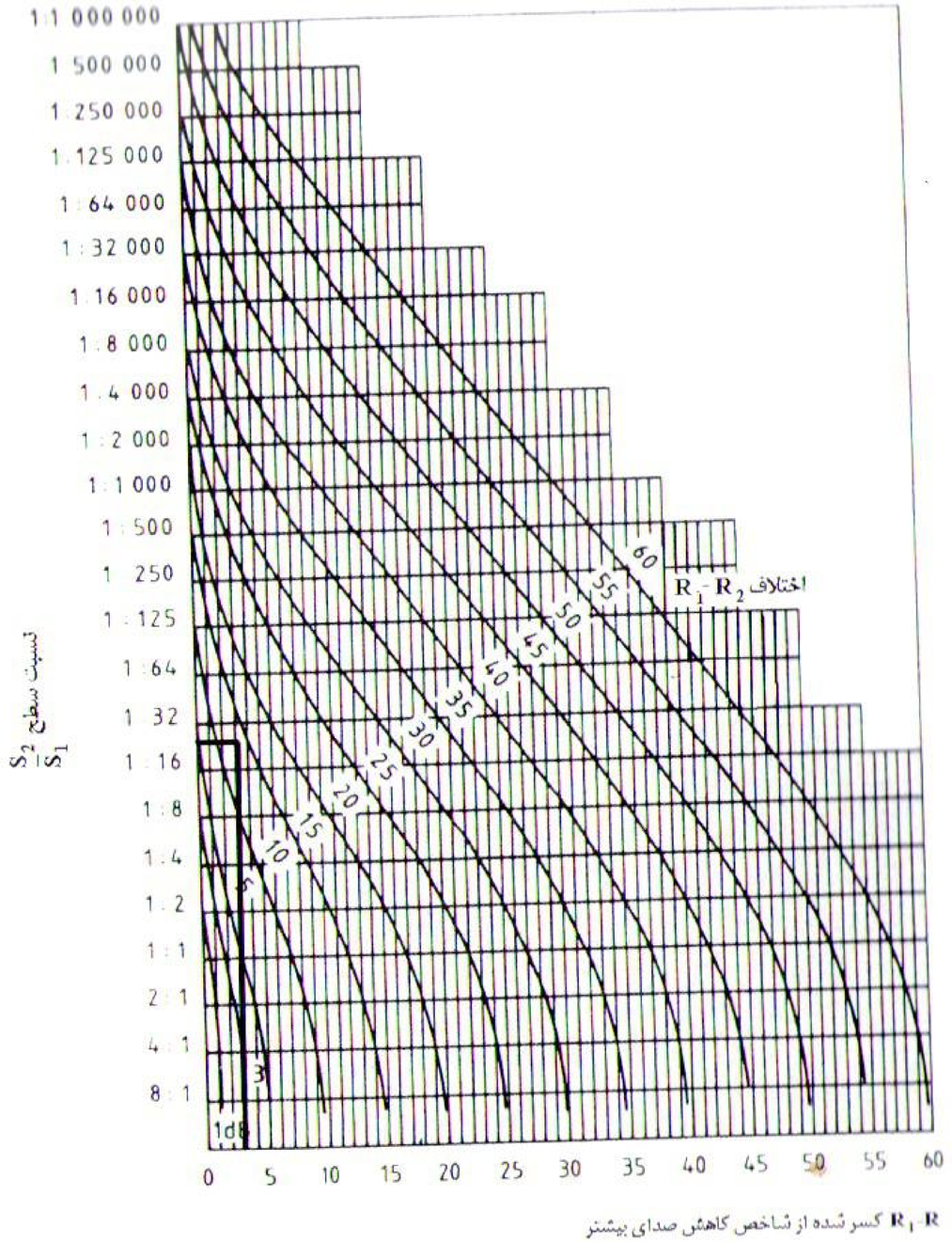
در — $S_۱ = ۱ \times ۲ = ۲$ — متر مربع

دیوار و پنجره — $S_۲ = ۴۷ - (۲) = ۴۵$ — متر مربع

$$\frac{S_۱}{S_۲} = \frac{۲}{۴۵} = \frac{۱}{۲۲٫۵}$$

$$R_۱ - R_۲ = ۳۰ - ۱۵ = ۱۵ \quad \text{و} \quad R_۱ - R = ۴ \quad \Rightarrow \quad R = ۳۰ - ۴ = ۲۶$$

مراحل فوق روی شکل پ-۱-۳ نشان داده شده است.



شکل پ-۱-۳: نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب

در نتیجه مقدار افت صوتی جداکننده مرکب از روش تخمینی ۲۶ دسی‌بل و از روش محاسبه نیز ۲۶ دسی‌بل به‌دست آمده است.

پیوست ۲- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون

مقادیر ضریب جذب برخی مواد برگرفته از منابع گوناگون خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۲-۱ ارائه شده است. طراح باید اطلاعات مربوط به ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون را از تأییدیه‌های استاندارد و گواهینامه های فنی شرکت‌های تولیدکننده استخراج نماید، تا بتواند در تمهیداتی که برای طراحی آکوستیکی به‌کار می‌برد، از آن‌ها بهره گیرد.

جدول پ-۲-۱ مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

نوع جذب‌کننده	ضریب جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی					
	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
سطوح سخت						
بتن تراز شده، رنگ نشده	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۵
بتن تراز شده، رنگ شده	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۲
بتن زبر	۰٫۰۲	۰٫۰۳	۰٫۰۳	۰٫۰۳	۰٫۰۴	۰٫۰۷
آجرکاری با بندکشی هم سطح	۰٫۰۲	۰٫۰۳	۰٫۰۳	۰٫۰۴	۰٫۰۵	۰٫۰۷
آجرکاری با بندکشی به عمق ۱۰ میلی‌متر	۰٫۰۸	۰٫۰۹	۰٫۱۲	۰٫۱۶	۰٫۲۲	۰٫۲۴
اندود گچی	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۳	۰٫۰۴	۰٫۰۵	۰٫۰۵
اندود گچی، رنگ شده	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۲
کاشی سرامیکی	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۱	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۲
شیشه ۴ میلیمتری	۰٫۳۰	۰٫۲۰	۰٫۱۰	۰٫۰۷	۰٫۰۵	۰٫۰۲
شیشه ۶ میلیمتری	۰٫۱۰	۰٫۰۶	۰٫۰۴	۰٫۰۳	۰٫۰۲	۰٫۰۲
شیشه دوجداره	۰٫۱۵	۰٫۰۵	۰٫۰۳	۰٫۰۳	۰٫۰۲	۰٫۰۲
پانل‌ها						
در چوبی توپر	۰٫۱۴	۰٫۱۰	۰٫۰۶	۰٫۰۸	۰٫۱۰	۰٫۱۰
صفحات گچی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی نوارهای چوبی، ۱۸ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰٫۳۰	۰٫۲۰	۰٫۱۵	۰٫۰۵	۰٫۰۵	۰٫۰۵
تخته چندلایی به‌ضخامت ۵ میلیمتر روی نوارهای چوبی، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰٫۴۰	۰٫۳۵	۰٫۲۰	۰٫۱۵	۰٫۰۵	۰٫۰۵
صفحات گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۱۰۰ میلیمتر فاصله هوایی	۰٫۰۸	۰٫۱۱	۰٫۰۵	۰٫۰۳	۰٫۰۲	۰٫۰۳

ادامه جدول پ-۲-۱ مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

نوع جذب‌کننده	ضریب جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی					
	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
صفحات گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۱۰۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰٫۳۰	۰٫۱۲	۰٫۰۸	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۵
دو لایه صفحه گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰٫۱۵	۰٫۱۰	۰٫۰۶	۰٫۰۴	۰٫۰۴	۰٫۰۵
تخته‌های چوبی به‌ضخامت ۲۲ میلیمتر به پهنای ۱۰۰ میلیمتر و به فواصل ۱۰ میلیمتر از یکدیگر، ۵۰۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰٫۰۵	۰٫۲۵	۰٫۶۰	۰٫۱۵	۰٫۰۵	۰٫۱۰
سقف کاذب						
تایل آکوستیکی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر، نصب مستقیماً روی سقف	۰٫۱۰	۰٫۲۵	۰٫۷۰	۰٫۸۵	۰٫۷۰	۰٫۶۰
تایل آکوستیکی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر به‌صورت سقف کاذب به فاصله ۵۰۰ میلیمتر از سقف	۰٫۷۵	۰٫۷۰	۰٫۶۵	۰٫۸۵	۰٫۸۵	۰٫۸۰
سقف کاذب گچی	۰٫۲۰	۰٫۱۵	۰٫۱۰	۰٫۰۵	۰٫۰۵	۰٫۰۵
مواد الیافی						
الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی ۳۳ kg/m^3	۰٫۱۵	۰٫۶۰	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۸۵
الیاف معدنی به‌ضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی ۳۳ kg/m^3	۰٫۳۰	۰٫۸۵	۰٫۹۵	۰٫۸۵	۰٫۹۰	۰٫۸۵
الیاف معدنی به‌ضخامت ۱۰۰ میلیمتر با چگالی ۳۳ kg/m^3	۰٫۳۵	۰٫۹۵	۱٫۰۰	۰٫۹۲	۰٫۹۰	۰٫۸۵
الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی ۶۰ kg/m^3	۰٫۱۱	۰٫۶۰	۰٫۹۶	۰٫۹۴	۰٫۹۲	۰٫۸۲
الیاف معدنی به‌ضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی ۶۰ kg/m^3	۰٫۳۴	۰٫۹۵	۱٫۰۰	۰٫۸۲	۰٫۸۷	۰٫۸۶
الیاف معدنی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر، ۲۵ میلیمتر فاصله هوایی	۰٫۱۰	۰٫۴۰	۰٫۷۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰	۱٫۰۰
الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی	۰٫۵۰	۰٫۷۰	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۹۰	۰٫۸۰
الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی ۹۶ kg/m^3، در پشت صفحه فلزی سوراخ‌دار با ۲۵٪ سطح باز	۰٫۲۰	۰٫۳۵	۰٫۶۵	۰٫۸۵	۰٫۹۰	۰٫۸۰
اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر روی دیوار سخت	۰٫۰۳	۰٫۱۵	۰٫۵۰	۰٫۸۰	۰٫۸۵	۰٫۸۰
اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی دیوار سخت	۰٫۰۲	۰٫۰۸	۰٫۳۰	۰٫۶۰	۰٫۸۰	۰٫۹۰
اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی تخته‌گچی به‌فاصله هوایی ۷۵ میلیمتر از دیوار	۰٫۳۰	۰٫۳۰	۰٫۶۰	۰٫۸۰	۰٫۷۵	۰٫۷۵
کف‌پوش‌ها						
موکت نازک ۶ میلیمتری با زیرلایه	۰٫۰۳	۰٫۰۹	۰٫۲۰	۰٫۵۴	۰٫۷۰	۰٫۷۲
موکت ضخیم ۹ میلیمتری با زیرلایه	۰٫۰۸	۰٫۰۸	۰٫۳۰	۰٫۶۰	۰٫۷۵	۰٫۸۰
کف چوبی (لمبه‌کوبی چوبی) بر روی تیرچه	۰٫۱۵	۰٫۱۱	۰٫۱۰	۰٫۰۷	۰٫۰۶	۰٫۰۷

ادامه جدول پ-۲-۱ مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

نوع جذب‌کننده	ضریب جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی					
	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
کف پارکت روی زیرسازی چوبی	۰٫۲۰	۰٫۱۵	۰٫۱۰	۰٫۱۰	۰٫۰۵	۰٫۱۰
کف پارکت بر روی بتن	۰٫۰۴	۰٫۰۴	۰٫۰۷	۰٫۰۶	۰٫۰۶	۰٫۰۷
وینیل یا لینولیوم روی بتن	۰٫۰۲	۰٫۰۲	۰٫۰۳	۰٫۰۴	۰٫۰۴	۰٫۰۵
صندلی و شنونده						
شنونده نشسته روی صندلی چوبی	۰٫۱۶	۰٫۲۴	۰٫۵۶	۰٫۶۹	۰٫۸۱	۰٫۷۸
صندلی با پوشش پارچه‌ای	۰٫۴۹	۰٫۶۶	۰٫۸۰	۰٫۸۸	۰٫۸۲	۰٫۷۰
صندلی با پوشش چرمی	۰٫۴۰	۰٫۵۰	۰٫۵۸	۰٫۶۱	۰٫۵۸	۰٫۵۰
مبلمان اداری (میز کار)	۰٫۵۰	۰٫۴۰	۰٫۴۵	۰٫۴۵	۰٫۶۰	۰٫۷۰

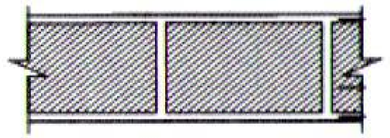
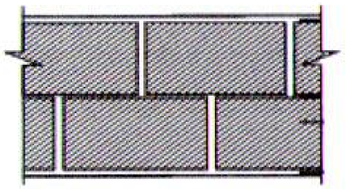
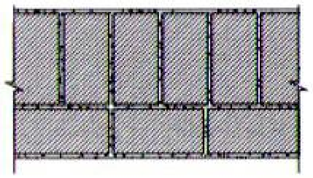
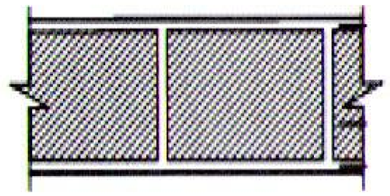
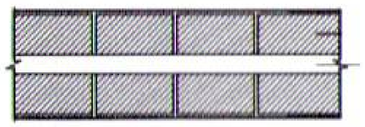
پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها

جهت انتخاب صحیح جداکننده‌ها در یک ساختمان ضروری است که طراح، مقادیر صدابندی جداکننده‌ها مانند دیوار، در، پنجره و شیشه را در مقابل صدای هوابرد (شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، R_w یا درجه تراگسیل صدا، STC) در اختیار داشته باشد. بدین منظور طراح باید اطلاعات مربوط به این مقادیر را از تأییدیه‌های استاندارد و گواهینامه‌های فنی شرکت‌های تولیدکننده استخراج نماید.

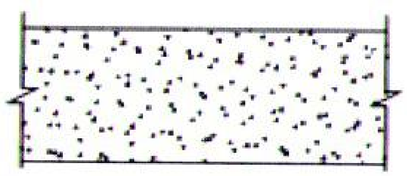
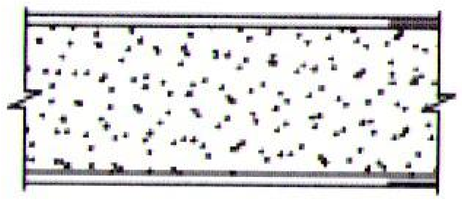
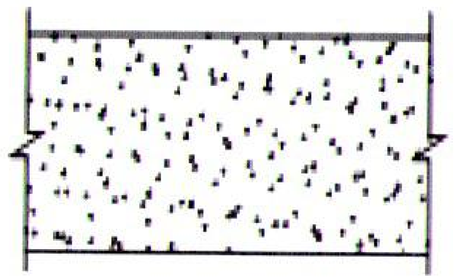
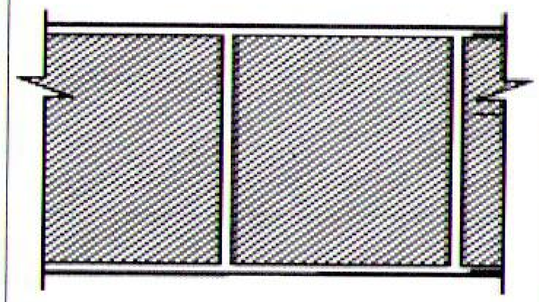
پ-۳-۱ دیوارها

مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعدادی از دیوارهای ساخته شده با آجر فشاری یا سفالی، بتنی، بلوک‌های بتن سبک و هم‌چنین دیوارهای باربر و غیرباربر با ساخت و ساز خشک (drywall)، سیستم صفحات ساندویچی با بتن پاششی (3D) و قالب عایق ماندگار بتنی (ICF) برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، در جدول پ-۳-۱ ارائه شده است.

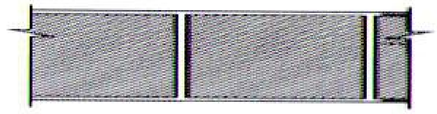
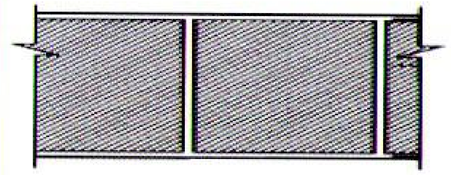
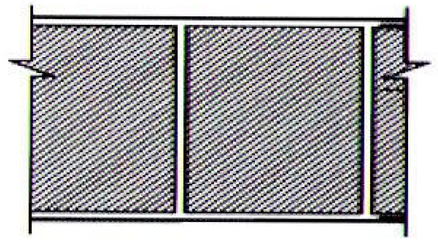
جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	R_w یا STC (dB)
دیوار آجر فشاری ۱۱ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ‌پرداختی، به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۱۵		۴۷
دیوار آجر فشاری ۲۲ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ‌پرداختی، به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۲۶		۵۲
دیوار آجر فشاری ۳۳ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ‌پرداختی، به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر	۳۵٫۵		۵۶
دیوار آجر سفالی ۱۰ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ‌پرداختی، به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۱۲		۴۲
دیوار آجر سفالی ۱۵ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ‌پرداختی، به‌ضخامت ۳ سانتیمتر	۲۱		۴۶
دیوار دوجداره با آجر فشاری ۱۱ سانتیمتری با ۵ سانتیمتر فاصله هوایی، دو رو اندود به‌ضخامت ۱٫۵ سانتیمتر	۳۰		۵۴

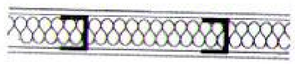
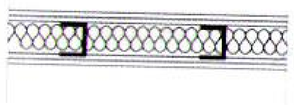
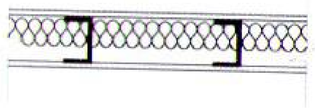
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	R_w یا STC (dB)
دیوار بتنی به‌ضخامت ۷٫۵ سانتیمتر	۷٫۵		۴۷
دیوار بتنی به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر دو رو اندود با گچ به ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر	۱۷٫۵		۵۳
دیوار بتنی به‌ضخامت ۲۰ سانتیمتر	۲۰		۵۸
دیوار با بلوک‌های توپر بتنی به‌ضخامت ۴۰ سانتیمتر دو رو اندود گچ به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر	۴۲٫۵		۶۳

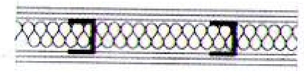
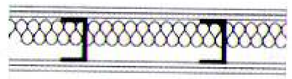
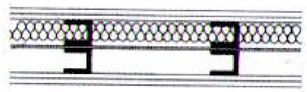
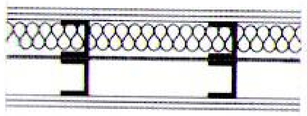
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	R_w یا STC (dB)
دیوار با بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۱۲		۴۵
دیوار با بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۱۷		۴۵
دیوار با بلوک تو خالی از بتن سبک به‌ضخامت۱۹ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۲۱		۴۶
دیوار با بلوک توپر از بتن سبک به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۲۷		۵۱

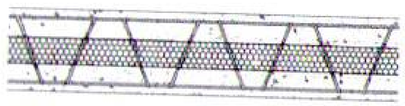
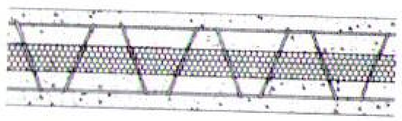
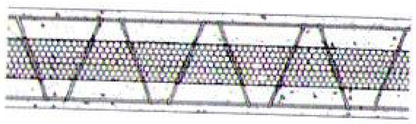
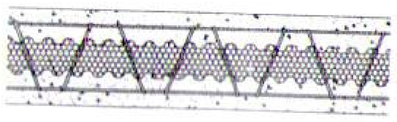
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	R_w یا STC (dB)
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۷٫۵		۴۵
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط	۱۰		۴۵
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۱۰		۵۰
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۱۲٫۵		۴۷

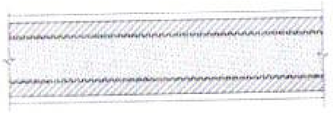
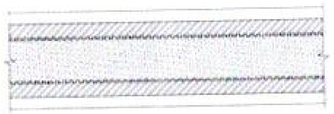
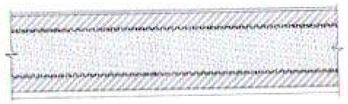
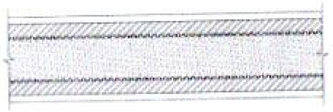
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	R_w یا STC (dB)
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط	۱۲٫۵		۵۲
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۱۵		۵۳
دیوار دوبل با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۱۵٫۵		۶۱
دیوار دوبل با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۲۰٫۵		۶۳

ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	R_w یا STC (dB)
دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در دو طرف	۱۲		۴۶
دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۵٫۵ سانتیمتر در دو طرف	۱۵		۴۷
دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در یک طرف - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۷ سانتیمتر در طرف دیگر	۱۵		۴۸
دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در دو طرف	۱۴		۴۳
دیوار با ساندویچ پانل 3D: - پلی‌استایرن به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۵ سانتیمتر در دو طرف	۲۰		۴۵

ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

شرح سیستم	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	R_w یا STC (dB)
دیوار با ساختار قالب‌های بلوکی عایق ماندگار بتنی (ICF) به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر (رابط پلی‌استایرن)، پرشده با بتن مسلح (ضخامت بتن ۱۴ سانتیمتر)، هر طرف یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر	۲۷٫۵		۴۲
دیوار با ساختار قالب عایق ماندگار بتنی (ICF): بلوک‌های ۲۵ سانتیمتری (رابط پلی‌استایرن)، پرشده با بتن مسلح، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۲۹		۴۵
دیوار با ساختار قالب پانلی تخت عایق ماندگار بتنی (ICF) (ضخامت هر پانل ۵٫۲۰ سانتیمتر) که به‌وسیله بست‌های پلاستیکی به یکدیگر متصل شده‌اند و بخش میانی پر شده با بتن مسلح به‌ضخامت ۱۴٫۶۰ سانتیمتر، یک طرف یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۳۰ سانتیمتر، طرف دیگر یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۰٫۷۰ سانتیمتر	۲۷		۴۷
دیوار با ساختار قالب پانلی تخت عایق ماندگار بتنی (ICF): (ضخامت هر پانل ۵ سانتیمتر) که به‌وسیله بست‌های پلاستیکی به یکدیگر متصل شده‌اند پر شده با بتن مسلح به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر، یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف دیوار	۲۷٫۵		۴۸

پ-۳-۲ شیشه‌ها

مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعدادی از شیشه‌ها برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۳-۲ ارائه شده است.

جدول پ-۳-۲: مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای تعدادی از شیشه‌ها

نوع شیشه	نوع لایه و ضخامت به میلیمتر			R_w یا STC (dB)
ساده	۴			۳۱
	۶			۳۲
	۱۰			۳۴
	۱۲			۳۶
لمینیت	لایه‌ها			
	شیشه	PVB[1]	شیشه	
	۳	۰٫۳۸	۳	۳۳
	۳	۰٫۷۶	۳	۳۵
	۴	۰٫۳۸	۴	۳۴
	۴	۰٫۷۶	۴	۳۵
	۴	۰٫۳۸	۶	۳۵
	۶	۰٫۳۸	۶	۳۶
دوجداره	لایه‌ها			
	شیشه	فاصله هوایی	شیشه	
	۳	۶	۳	۲۸
	۳	۹	۳	۳۱
	۴	۸	۴	۳۲
	۴	۸	۶	۳۴
	۴	۱۰	۶	۳۵
	۴	۱۲	۶	۳۶
	۶	۱۹	۶	۳۸
	۶	۱۳	۸	۳۸
	۶	۱۳	۱۰	۳۹
	۸	۱۳	۱۰	۴۱
	۶	۵۰	۳	۳۹
	۶	۱۰۰	۳	۴۳
دوجداره لمینیت	*۷	۸	۶	۳۶
	*۷	۱۲	۴	۳۷
	*۷	۲۵	۶	۴۲
	*۷	۴۰	۶	۴۴
	*۷	۶۰	۶	۴۶
	*۷	۱۰۰	۶	۴۸

*شیشه‌های لمینیت با ضخامت تقریبی ۷ میلیمتر، متشکل از دو شیشه ۳ میلیمتری با یک لایه PVB

1 polyvinyl butyral

پ-۳-۳ پنجره‌ها

مقادیر صدابندی هوابرد تعدادی از پنجره‌ها برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۳-۳ ارائه شده است.

جدول پ-۳-۳ : مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای تعدادی از پنجره‌ها

نوع پنجره	R_w یا STC (dB)
پنجره کاملاً باز	تقریباً ۵
هر نوع پنجره‌ای در نما، هنگامی‌که اندکی باز باشد.	۱۰ -۱۵
پنجره تک‌جدار با شیشه ۴ میلیمتری، درزبندی شده	۲۵
پنجره تک‌جدار با شیشه ۶ میلیمتری، درزبندی شده	۲۷
پنجره تک‌جدار با شیشه ۱۰ میلیمتری، درزبندی شده	۳۰
پنجره با شیشه دوجداره (۶+۱۲+۴ میلیمتر)، درزبندی شده	۳۵
پنجره با شیشه دوجداره (۶ لمینیت+ ۶+۱۹ میلیمتر) درزبندی شده	۳۸
پنجره با شیشه دوجداره (۹ لمینیت+ ۶+۱۹ میلیمتر) درزبندی شده	۳۹
پنجره با شیشه دوجداره (۵+ ۱۳+ ۹ میلیمتر) هر دو شیشه لمینیت، درزبندی شده	۴۰
پنجره با شیشه دوجداره (۶+۶۴+۵ میلیمتر) درزبندی شده	۴۳
پنجره با شیشه دوجداره (۱۳+۶۴+۹ میلیمتر) درزبندی شده	۴۶
پنجره با شیشه دوجداره (۶+۱۰۰+۹ میلیمتر) درزبندی شده	۵۱

پ-۳-۴ درها

مقادیر صدابندی هوابرد تعدادی از درها برگرفته از منابع گوناگون، برای راهنمایی در جدول پ-۳-۴ ارائه شده است.

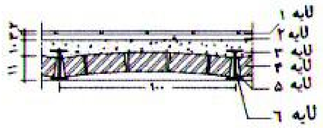
جدول پ-۳-۴ : مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته برای تعدادی از درها

نوع در	R_w یا STC (dB)
در چوبی توخالی به‌ضخامت ۴٫۵ سانتیمتر درزبندی شده	۲۰
در فلزی توخالی به‌ضخامت ۴٫۵ سانتیمتر درزبندی شده	۲۸
در چوبی توپر به‌ضخامت ۴٫۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۱۹ کیلوگرم بر مترمربع، بدون درزبندی	۲۰
در چوبی توپر به‌ضخامت ۴٫۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۱۹ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده	۲۸
در چوبی توپر به‌ضخامت ۴٫۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۲۴٫۵ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده	۳۱
در چوبی توپر به‌ضخامت ۴٫۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۲۵٫۵ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده	۳۶
در چوبی توپر به‌ضخامت ۴٫۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۳۲٫۷ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده	۳۹
در چوبی توپر به‌ضخامت ۴٫۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۳۴٫۲ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده	۴۵

پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای و هوابرد کف-سقف‌ها

مقادیر صدابندی کوبه‌ای و هوابرد تعدادی از کف- سقف‌های متداول برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۴-۱ ارائه شده است. طراح باید اطلاعات مربوط به این مقادیر را از تأییدیه‌های استاندارد و گواهینامه‌های فنی شرکت‌های تولیدکننده استخراج نماید.

جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	HC (dB)	R_w یا STC (dB)
سقف طاق ضربی لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه و سیمان به‌ضخامت۳ سانتیمتر لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر لایه ۴- آجرکاری با ملات گچ و خاک به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر لایه ۵- تیرآهن ۱۴ با فاصله ۱۰۰ سانتیمتر لایه ۶- اندود گچ پرداختی ۱٫۲ سانتیمتر	۲۷٫۲		۶۸	۴۲	۴۶

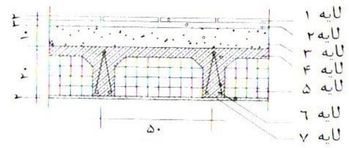
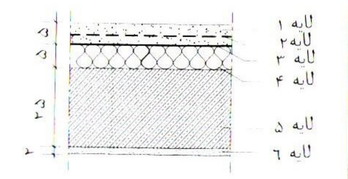
ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	HC (dB)	R_w یا STC (dB)
سقف تیرچه بلوک سفالی لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۳ سانتیمتر لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر لایه ۴- بتن لایه ۵- تیرچه‌ها به‌ضخامت ۲۰ سانتیمتر و به فاصله ۵۰ سانتیمتر لایه ۶- بلوک‌های سفالی لایه ۷- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۳۷		۷۷	۳۳	۵۲
سقف مرکب شامل تیرچه‌های فولادی و بتن (بدون کف‌پوش) لایه ۱- بتن به ضخامت ۸ سانتیمتر لایه ۲- تیرچه‌های فولادی ۱۶ به فاصله ۱۰۰ سانتیمتر لایه ۳- سقف کاذب گچی با رابیتس‌بندی به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۲۶		۷۶	۳۴	۵۱
کف شناور (بدون کفپوش) لایه ۱- بتن به‌ضخامت ۵ سانتیمتر لایه ۲- شبکه میلگرد ۶ میلیمتری لایه ۳- لایه مشمع لایه ۴- الیاف معدنی تخته‌ای به‌ضخامت ۵ سانتیمتر لایه ۵- سقف تیرچه بلوک به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر لایه ۶- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۳۷		۴۶	۶۴	۵۲

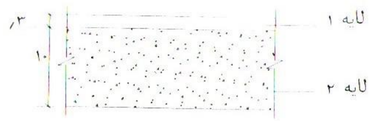
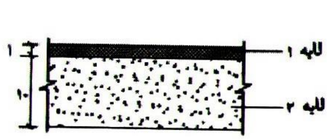
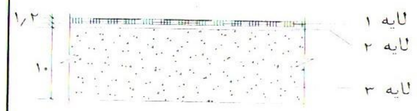
ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	HC (dB)	R_w یا STC (dB)
دال بتنی مسلح (بدون کفپوش) رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان	۱۰		۸۵	۲۵	۴۴
دال بتنی مسلح با پوشش روی کف لایه ۱- کف پوش از وینیل به‌ضخامت ۰٫۳ سانتیمتر لایه ۲ – دال بتنی مسلح، رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان	۱۰٫۳		۸۱	۲۹	۴۴
دال بتنی مسلح با پوشش روی کف لایه۱- موکت ۱ سانتیمتری با فوم لاستیکی لایه۲- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر	۱۱	لایه ۱ لایه ۲	۳۰	۸۰	۵۲
دال بتنی مسلح لایه۱- پارکت به ابعاد ۲۲٫۵ × ۲۲٫۵ × ۱٫۲ سانتیمتر لایه۲- ماستیک روی بتن لایه۳- دال بتنی مسلح به ضخامت ۱۰ سانتیمتر	۱۱٫۲		۶۹	۴۱	۴۴
دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف لایه ۱- چوب پنبه به‌ضخامت ۰٫۳ سانتیمتر روی کف لایه ۲- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر	۱۰٫۳		۶۸	۴۲	۴۴

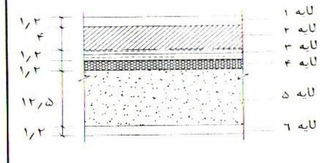
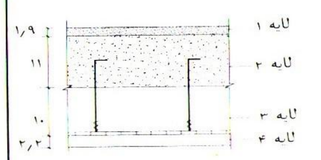
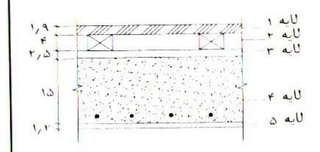
ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
سقف تیرچه بلوک سفالی لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۳ سانتیمتر لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر لایه ۴- بتن لایه ۵- تیرچه‌ها به‌ضخامت ۲۰ سانتیمتر و به فاصله ۵۰ سانتیمتر لایه ۶- بلوک‌های سفالی لایه ۷- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۳۷		۷۷	۳۳	۵۲
سقف مرکب شامل تیرچه‌های فولادی و بتن (بدون کف‌پوش) لایه ۱- بتن به ضخامت ۸ سانتیمتر لایه ۲- تیرچه‌های فولادی ۱۶ به فاصله ۱۰۰ سانتیمتر لایه ۳- سقف کاذب گچی با رابیتس‌بندی به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۲۶		۷۶	۳۴	۵۱
کف شناور (بدون کفپوش) لایه ۱- بتن به‌ضخامت ۵ سانتیمتر لایه ۲- شبکه میلگرد ۶ میلیمتری لایه ۳- لایه مشمع لایه ۴- الیاف معدنی تخته‌ای به‌ضخامت ۵ سانتیمتر لایه ۵- سقف تیرچه بلوک به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر لایه ۶- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۳۷		۴۶	۶۴	۵۲

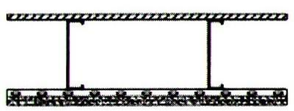
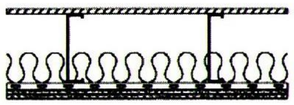
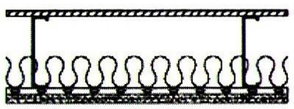
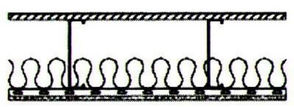
ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
دال بتنی مسلح (بدون کفپوش) رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان	۱۰		۸۵	۲۵	۴۴
دال بتنی مسلح با پوشش روی کف لایه ۱- کف پوش از وینیل به‌ضخامت ۰٫۳ سانتیمتر لایه ۲ – دال بتنی مسلح، رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان	۱۰٫۳		۸۱	۲۹	۴۴
دال بتنی مسلح با پوشش روی کف لایه۱- موکت ۱ سانتیمتری با فوم لاستیکی لایه۲- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر	۱۱		۳۰	۸۰	۵۲
دال بتنی مسلح لایه۱- پارکت به ابعاد ۲۲٫۵ × ۲۲٫۵ × ۱٫۲ سانتیمتر لایه۲- ماستیک روی بتن لایه۳- دال بتنی مسلح به ضخامت ۱۰ سانتیمتر	۱۱٫۲		۶۹	۴۱	۴۴
دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف لایه ۱- چوب پنبه به‌ضخامت ۰٫۳ سانتیمتر روی کف لایه ۲- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر	۱۰٫۳		۶۸	۴۲	۴۴

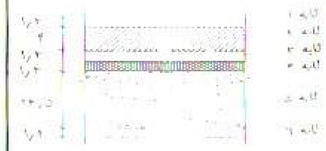
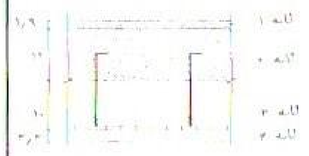
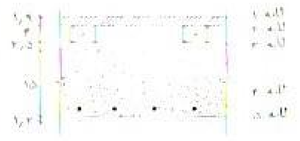
ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت ۰٫۳ سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۱٫۹ سانتیمتر لایه ۳- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر لایه ۴- گچ کاری طرف سقف به‌ضخامت ۰٫۹ سانتیمتر	۱۴٫۱		۶۲	۴۸	۵۱
دال بتنی مسلح با کف شناور متشکل از لایه‌های زیر : لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت ۱٫۲سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه سیمان مسلح با شبکه آرماتور سبک ۴ سانتیمتری لایه ۳- مقوای قیراندود به‌ضخامت ۱٫۲ سانتیمتر لایه ۴- الیاف معدنی به‌ضخامت ۱٫۲ سانتیمتر لایه ۵- سقف بتنی به‌ضخامت ۱۲٫۵ سانتیمتر لایه ۶- اندود گچ به‌ضخامت ۱٫۲ سانتیمتر	۲۱٫۳		۵۷	۵۳	۵۰
سقف دال بتنی مسلح با سقف کاذب لایه ۱- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۱٫۹ سانتیمتر لایه ۲- سقف بتنی به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر لایه ۳- رابیتس‌بندی با لایه هوا به عرض ۱۰ سانتیمتر لایه ۴- اندود گچ کاری به‌ضخامت ۲٫۲ سانتیمتر	۲۵٫۱		۶۳	۴۷	۴۸
سقف دال بتنی مسلح با لایه‌های زیر : لایه ۱- کف سازی چوبی به ضخامت ۱٫۹ سانتیمتر لایه ۲- تخته‌های چهار تراش ۵× ۴ سانتیمتر لایه ۳- الیاف معدنی به‌ضخامت ۲٫۵ سانتیمتر لایه ۴- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر لایه ۵- گچ کاری به‌ضخامت ۱٫۲ سانتیمتر	۲۴٫۶		۵۳	۵۷	۵۵

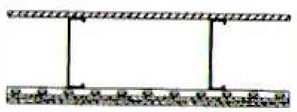
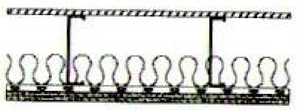
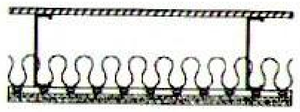
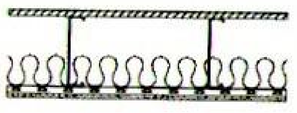
ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
تخته چندلایه ۱٫۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۴٫۴		۷۰	۴۰	۴۴
جزئیات فوق با فرش با موکت			۵۰	۶۰	
تخته چندلایه ۱٫۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته‌گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۴٫۴		۷۱	۳۹	۴۸
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۱	۶۹	
تخته چندلایه ۱٫۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۶۱۰ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به‌ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته‌گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۴٫۴		۶۸	۴۲	۵۲
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۸	۶۲	
تخته چندلایه ۱٫۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، یک لایه تخته‌گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر زیر	۲۳٫۲		۶۶	۴۴	۵۱
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۶	۶۴	

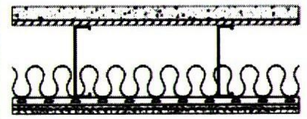
ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت ۰٫۳ سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۱٫۹ سانتیمتر لایه ۳- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر لایه ۴- گچ کاری طرف سقف به‌ضخامت ۰٫۹ سانتیمتر	۱۴٫۱		۶۲	۴۸	۵۱
دال بتنی مسلح با کف شناور متشکل از لایه‌های زیر : لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت ۱٫۲سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه سیمان مسلح با شبکه آرماتور سبک ۴ سانتیمتری لایه ۳- مقوای قیراندود به‌ضخامت ۱٫۲ سانتیمتر لایه ۴- الیاف معدنی به‌ضخامت ۱٫۲ سانتیمتر لایه ۵- سقف بتنی به‌ضخامت ۱۲٫۵ سانتیمتر لایه ۶- اندود گچ به‌ضخامت ۱٫۲ سانتیمتر	۲۱٫۳		۵۷	۵۳	۵۰
سقف دال بتنی مسلح با سقف کاذب لایه ۱- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۱٫۹ سانتیمتر لایه ۲- سقف بتنی به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر لایه ۳- رابیتس‌بندی با لایه هوا به عرض ۱۰ سانتیمتر لایه ۴- اندود گچ کاری به‌ضخامت ۲٫۲ سانتیمتر	۲۵٫۱		۶۳	۴۷	۴۸
سقف دال بتنی مسلح با لایه‌های زیر : لایه ۱- کف سازی چوبی به ضخامت ۱٫۹ سانتیمتر لایه ۲- تخته‌های چهار تراش ۵× ۴ سانتیمتر لایه ۳- الیاف معدنی به‌ضخامت ۲٫۵ سانتیمتر لایه ۴- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر لایه ۵- گچ کاری به‌ضخامت ۱٫۲ سانتیمتر	۲۴٫۶		۵۳	۵۷	۵۵

ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
تخته چندلایه ۱٫۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۴٫۴		۷۰	۴۰	۴۴
جزئیات فوق با فرش با موکت			۵۰	۶۰	
تخته چندلایه ۱٫۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته‌گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۴٫۴		۷۱	۳۹	۴۸
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۱	۶۹	
تخته چندلایه ۱٫۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۶۱۰ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به‌ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته‌گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۴٫۴		۶۸	۴۲	۵۲
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۸	۶۲	
تخته چندلایه ۱٫۵۹ سانتیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، یک لایه تخته‌گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر زیر	۲۳٫۲		۶۶	۴۴	۵۱
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۶	۶۴	

ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	یا R_w STC (dB)
بتن رویه با ضخامت ۳۸ میلیمتر روی تخته چندلایه ۱۵٫۹ میلیمتری، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱٫۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فواصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به‌ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته‌گچی ۱٫۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۸٫۲		۷۹	۳۱	۶۰
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۰	۷۰	

پیوست ۵- مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی (برای دو مجموعه ساختمانی با کاربری‌های مختلف)

به‌طور کلی محیط آکوستیکی مناسب برای هر نوع فعالیتی در ساختمان را می‌توان قبلاً تعیین کرده و پیش‌بینی‌های لازم را در طراحی اعمال کرد. از آن‌جا که لزوم طراحی آکوستیکی در بسیاری از ساختمان‌ها برای کارفرمایان و مجریان روشن نمی‌باشد، اکثر آن‌ها با مشکلات آکوستیکی فراوانی روبرو هستند. به‌عنوان مثال بر همگان روشن است که یک سالن سخنرانی و یا یک سالن موسیقی به طراحی آکوستیکی نیاز دارد ولی عده معدودی از لزوم طراحی آکوستیکی در بقیه ساختمان‌ها از جمله ساختمان‌های مسکونی آگاهی دارند. اکثر مشکلات آکوستیکی را می‌توان در مرحله طراحی با راه‌حل‌های مناسب برطرف کرد. تمامی عناصر ساختاری ساختمان در بهینه‌سازی وضعیت آکوستیکی ساختمان مؤثرند و می‌بایست این عوامل به وضوح شناخته شده و ترکیب مناسب آن‌ها در طراحی اعمال گردد.

معمولاً کنترل آکوستیکی یک فضا به کنترل صحیح سه عامل منبع صدا، مسیر انتقال صدا و دریافت کننده صدا بستگی دارد.

از آنجا که کنترل آکوستیکی معمولاً با پائین آوردن تراز نوفه ارتباط مستقیم دارد در نتیجه باید سعی کرد در مرحله اول تراز نوفه را در محل منبع کاهش داد. از آنجا که در بعضی موارد امکان پائین آوردن تراز نوفه در محل منبع به‌طورکامل میسر نمی‌باشد در مرحله بعد در مسیر تراگسیل صدا باید با استفاده از تمهیدات آکوستیکی این امکان را فراهم آورد. در آخرین مرحله با اصلاح وضعیت آکوستیکی در محل دریافت نوفه می‌توان محیط مناسبی را برای دریافت‌کننده فراهم ساخت.

معمولاً کاهش تراز نوفه در محل منبع و در مسیر تراگسیل صدا سهل‌تر و کم هزینه‌تر از اصلاح وضعیت آکوستیکی در محل دریافت نوفه می‌باشد. بنابراین برای ارائه راه‌حل مناسب باید به این مهم توجه خاص مبذول گردد. در بعضی موارد راه‌حل‌های ترکیبی می‌تواند کمک مؤثری در جهت حل مسأله باشد. به‌عنوان مثال چنانچه کارکرد سیستم تهویه باعث ایجاد نوفه در یک فضا گردد به ترتیبی که در بالا گفته شد، در مرحله اول سعی می‌شود که با انتخاب یک سیستم آرام‌تر، نصب

مناسب و ساخت پوشش آکوستیکی در محل قرارگیری دستگاه تهویه، نوفه کاهش یابد. در مرحله بعد با استفاده از جداکننده‌های الاستیک و لایه‌های جاذب صدا در مسیر کانال‌ها، تراز نوفه کاهش می‌یابد. در مرحله آخر چنانچه هنوز تراز نوفه به‌حد مناسب تقلیل نیافته باشد می‌توان با استفاده از مصالح مناسب در داخل فضا به این مهم دست یافت.

هدف طراحی آکوستیکی در ساختمان، فراهم آوردن محیط رضایت بخش برای فضاهایی با کاربری مورد نظر می‌باشد. مسائل آکوستیکی نه تنها در انتخاب مصالح پوششی فضاها، بلکه به چیدمان فضاها، مانند نحوه قرار گرفتن فضاهای آرام با فاصله مناسب از فضاهای پر نوفه بستگی دارد. برنامه‌ریزی مناسب کاربری فضاها شامل جداسازی فضاهای حساس به نوفه از فضاهایی که نوفه تولید می‌کنند می‌تواند بسیاری از مشکلات آکوستیکی را برطرف کند.

این پیوست شامل اطلاعاتی در مورد طراحی آکوستیکی یک مجموعه ساختمانی است تا طراحان با استفاده از آن، به‌گونه‌ای عمل نمایند که پس از اتمام ساخت، به اصلاحات اساسی برای بهینه‌سازی وضعیت آکوستیکی نیازی نباشد. از آن‌جا که تمهیدات به‌کار رفته در طراحی آکوستیکی یک ساختمان، رابطه مستقیم با کاربرد آن دارد، باید مقررات تدوین شده مربوط مد نظر قرار گیرند. این پیوست به بررسی دو عملکرد ساختمانی مختلف بر روی یک سایت مشخص می‌پردازد. در مرحله اول یک مجموعه آموزشی برروی یک سایت مطالعه شده و با مراجعه به ضوابط تعیین‌شده برای فضاهای آموزشی در بند ۱۸-۲-۴ این مقررات طراحی می‌گردد. در مرحله دوم یک مجموعه مسکونی- اداری بر روی همان سایت، با مراجعه به ضوابط تعیین شده برای فضاهای مسکونی در بند ۱۸-۲-۲ و اداری در بند ۱۸-۲-۶ این مقررات طراحی می‌گردد.

برای رسیدن به شرایط بهینه و مطابقت با ضوابط فوق، مراحل مختلف طراحی به‌شرح زیر توصیه می‌شود:

مراحل مختلف طراحی آکوستیکی

برای طراحی آکوستیکی ساختمان، مراحل زیر باید به ترتیب رعایت شوند:

الف- سایت یا محل درنظر گرفته شده جهت ساخت، از لحاظ منابع نوفه خارجی، بررسی شده و تراز نوفه در تمام نقاط آن به‌منظور منطقه‌بندی آکوستیکی سایت مشخص گردد.

ب- شرایط آکوستیکی فضاهای مختلف ساختمانی در رابطه با عملکرد آن‌ها مشخص شده و فضاها در این رابطه دسته‌بندی گردند.

پ- با توجه به دو بند بالا، محل صحیح قرارگیری هر دسته از فضاها در سایت تعیین شود. فضاهایی که بنا به نیاز طرح در موقعیت مناسب در سایت قرار نمی‌گیرند، مشخص گردند تا تمهیدات خاصی در مورد آن‌ها رعایت شود.

ت- طرح اولیه ساختمان با توجه به موقعیت فضاها در سایت تهیه گردد.

ث- در داخل ساختمان، وضعیت قرارگیری فضاهای مختلف بررسی گردد. چنانچه بنا به نیاز طرح یا محدودیت‌های موجود فضاهایی با شرایط مختلف در مجاورت هم یا برروی یکدیگر قرار می‌گیرند، تمهیدات آکوستیکی در مورد جداکننده‌های بین این فضاها رعایت شوند.

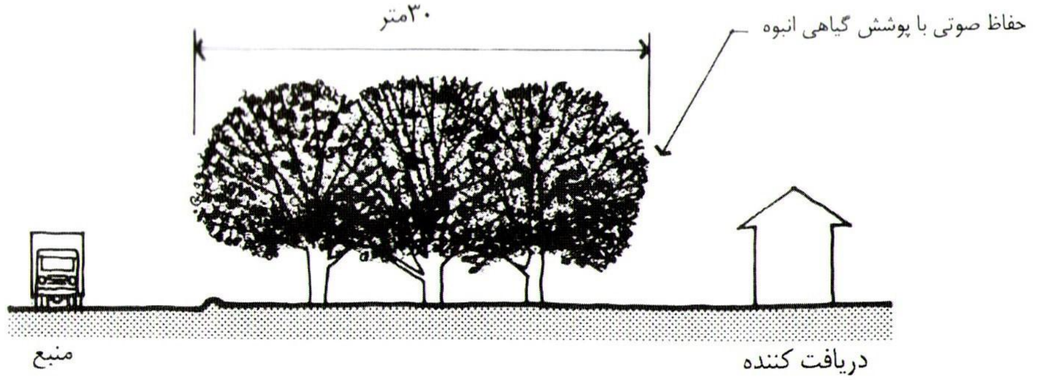
ج- مواد و مصالح مناسب جهت کنترل نوفه و تأمین زمان واخنش بهینه در فضاهای مختلف در رابطه با عملکرد آن‌ها انتخاب گردند.

چ- سیستم‌های سازه‌ای و تأسیساتی از دیدگاه آکوستیکی بررسی و در صورت نیاز بهینه شوند.

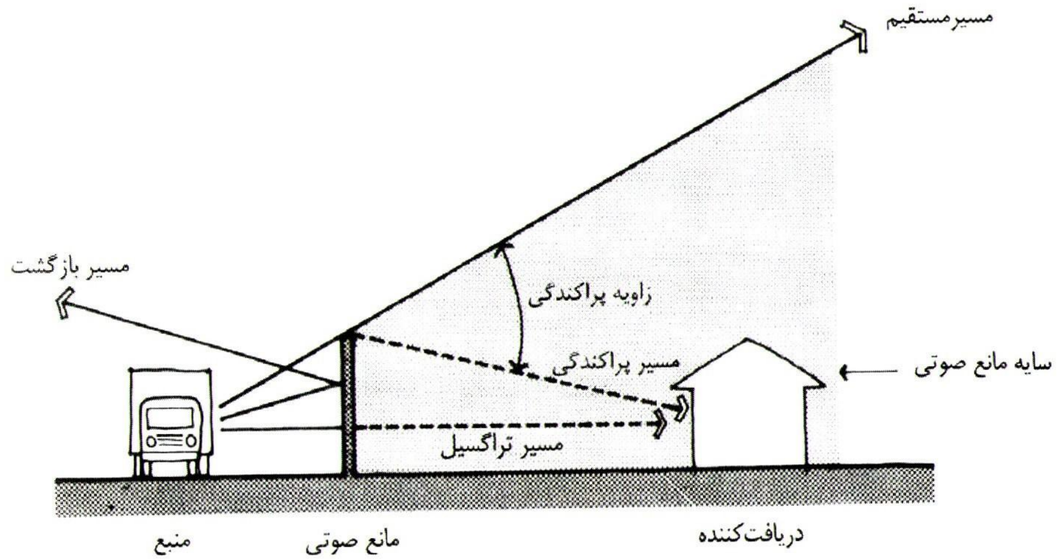
مراحل مختلف طراحی آکوستیکی یک ساختمان در دیاگرام شکل پ-۵-۱ نشان داده شده است. علاوه بر آن یکایک این مراحل در بندهای بعدی توضیح داده شده و تأثیر آن‌ها در نحوه طراحی هر کدام از دو مجموعه ساختمانی زیر، بر روی یک سایت فرضی ارائه گردیده است:

۱) آموزشی

۲) مسکونی- اداری



شکل پ-۵-۳: نمایش کاهش نوفه ترافیک توسط پوشش گیاهی



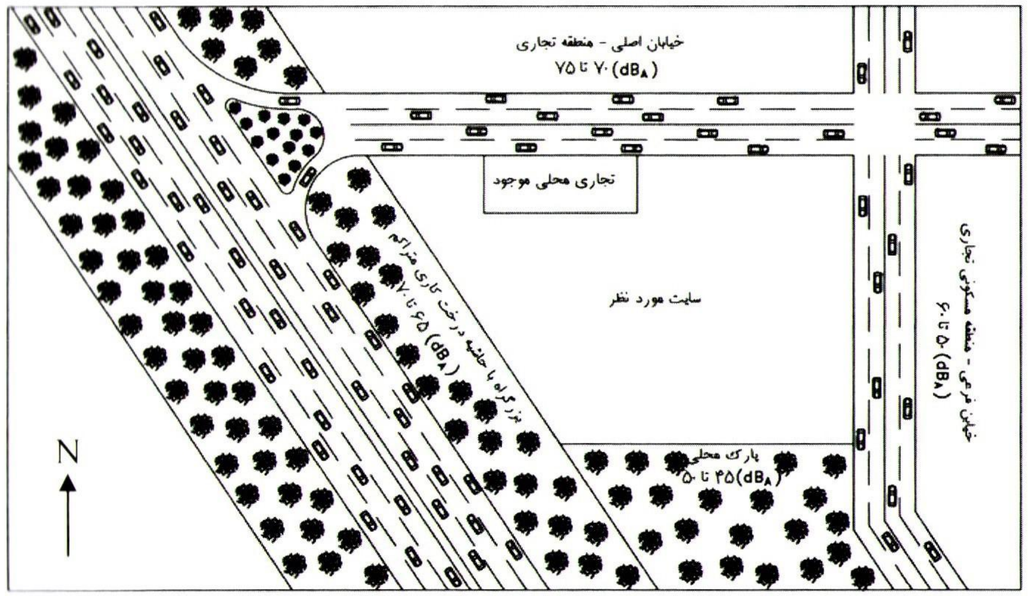
شکل پ-۵-۴: نمایش کاهش نوفه توسط مانع صوتی

با ایجاد درختکاری با درختان متراکم همیشه سبز با حداقل ۳۰ متر عمق، تراز نوفه ترافیک حدود ۲ تا ۴ dBA کاهش می‌یابد.

در اینجا برای روشن شدن مطالب بالا یک سایت فرضی در نظر گرفته می‌شود. سایت فرضی (شکل پ-۵-۵) به شکل ذوزنقه می‌باشد که در غرب آن یک بزرگراه قرار دارد. نوفه اندازه‌گیری شده در فاصله ۳۰ متری از بزرگراه با درختکاری متراکم در حدود ۶۵ dBA تا ۷۰ می‌باشد.

در شمال سایت، خیابان اصلی - منطقه تجاری قرار دارد و نوفه اندازه‌گیری شده در حاشیه خیابان برابر ۷۵ dBA ۷۰ است، در شرق سایت، خیابان فرعی منطقه مسکونی - اداری با تراز نوفه اندازه‌گیری شده برابر ۶۰-۵۰ dBA و جنوب سایت، یک پارک محلی با نوفه اندازه‌گیری شده برابر با ۴۵ dBA تا ۵۰ واقع است.

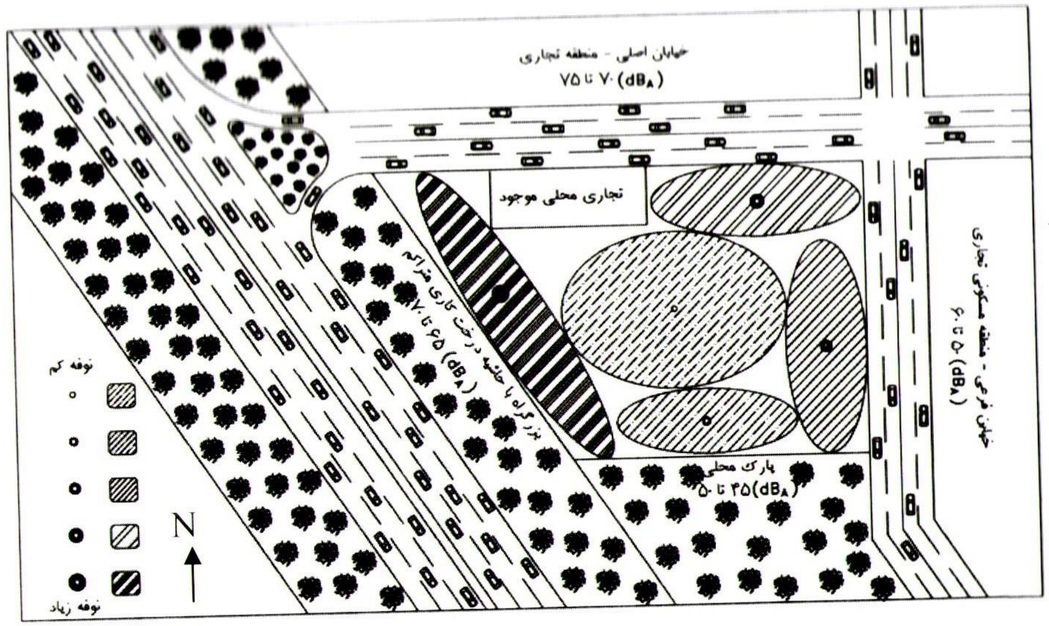
در داخل سایت از مرکز به سمت جنوب درخت‌کاری نامنظم دیده می‌شود در قسمتی از حاشیه شمالی آن یک مجموعه تجاری محلی قرار گرفته است.



شکل پ-۵-۵ : سایت فرضی جهت ساخت

به‌طورکلی در هر ساختمان فضاهای مختلف با کاربری‌های مختلف، نیازهای آکوستیکی متفاوتی دارند. به‌منظور تأمین این نیازها، در مرحله اول محدوده محل ساختمان از لحاظ اکوستیکی منطقه‌بندی می‌شود و فضاهای مختلف ساختمان با توجه به نیازهای آکوستیکی در این مناطق جانمایی می‌گردند.

در سایت فرضی موردنظر، با توجه به نوفه موجود در محیط اطراف، پنج منطقه اکوستیکی پیش‌بینی شده است. این مناطق در شکل پ-۵-۶ نشان داده شده‌اند.



شکل پ-۵-۶ : منطقه‌بندی از نظر آکوستیکی در سایت فرضی

پ- ۵-۲ بررسی و دسته بندی آکوستیکی فضاهای مختلف

فضاهای داخلی ساختمان را نیز می‌توان بر مبنای تراز نوفه زمینه قابل قبول در رابطه با عملکرد فضا به چند دسته تقسیم کرد. هرکدام از این دسته فضاها را از لحاظ شباهت آکوستیکی که دارند می‌توان در یک بخش ساختمان متمرکز کرد که این مسأله را دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف می‌گویند.

بدین منظور، براساس جدول تراز نوفه زمینه قابل قبول برای فضاهای آموزشی در ایران (جدول شماره ۱۸-۲-۴-۱)، فضاهای مختلف یک مجموعه آموزشی در جدول پ-۵-۱ دسته‌بندی شده است.

در همین رابطه، براساس جداول تراز نوفه زمینه قابل‌قبول برای فضاهای مسکونی- اداری در ایران (جداول شماره ۱۸-۲-۱-۱ و ۱۸-۲-۶-۱) فضاهای مختلف یک مجموعه مسکونی- اداری در جدول پ-۵-۲ دسته‌بندی شده است.

جدول پ ۵-۱ : دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای آموزشی

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل L_{Aeq} (۳۰) برحسب دسی‌بل	درجه‌بندی آکوستیکی
کلاس درس نظری	۳۵	۱
کتابخانه		
نمازخانه		
فضای سمعی و بصری		
اتاق آموزش موسیقی		
سالن سخنرانی		
آزمایشگاه	۴۰	۲
کارگاه‌های سبک		
دفاتر اداری		
اتاق بهداشت		
غذاخوری و بوفه	۴۵	۳
راهرو		
کارگاه‌های سنگین	۵۰	۴
سالن ورزشی		
فضاهای تأسیساتی و موتورخانه	۶۵	۵

جدول پ-۵-۲ : دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف یک ساختمان مسکونی- اداری

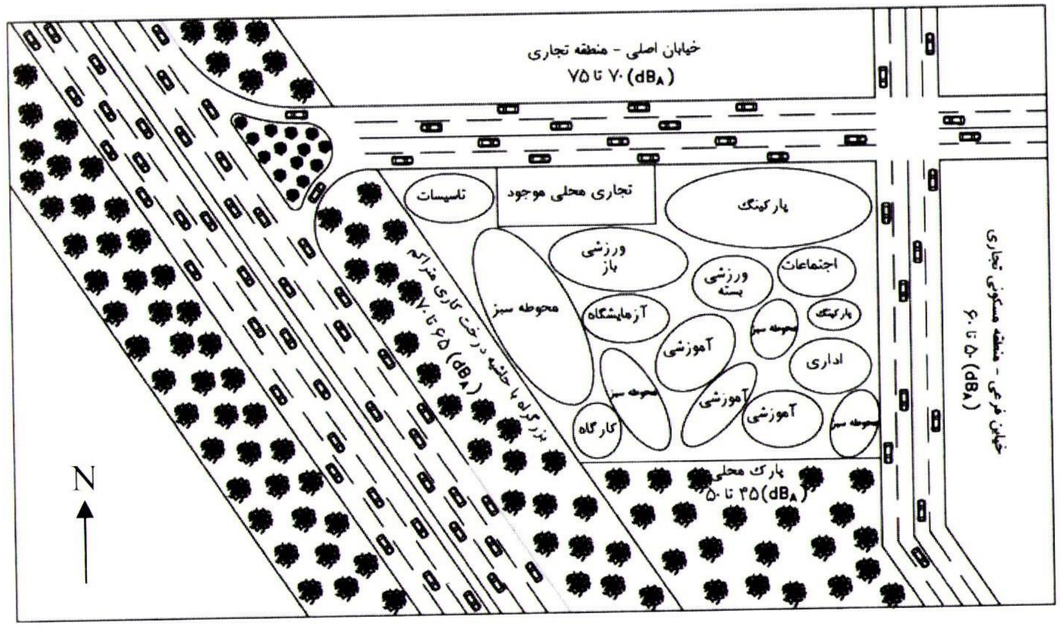
نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل L_{Aeq} (۳۰) برحسب دسی‌بل	درجه‌بندی آکوستیکی
اتاق خواب و مطالعه در مسکونی	۳۵	۱
اتاق جلسات در اداری		
اتاق نشیمن و کار در مسکونی	۴۰	۲
سالن اجتماعات در مسکونی		
اتاق‌های اداری و دفتری		
آشپزخانه در مسکونی	۴۵	۳
سایت‌های کامپیوتری		
سالن بانک‌ها		
سرویس بهداشتی	۵۰	۴
فضاهای بسته عمومی		

پ- ۵-۳ آرایش آکوستیکی فضاها بر روی سایت فرضی

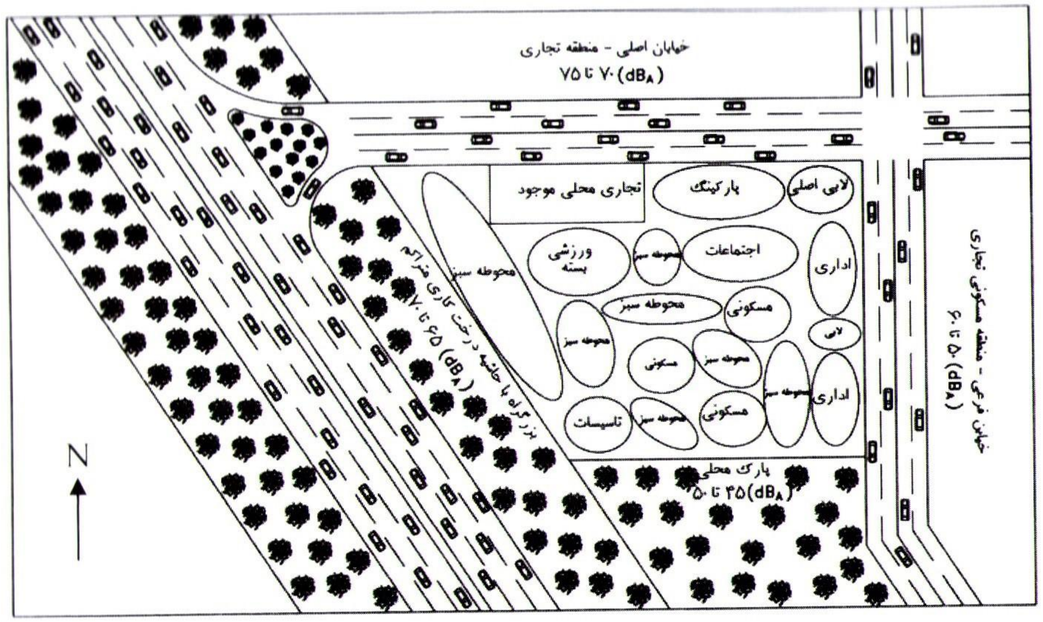
با توجه به جدول دسته‌بندی، فضاهای مختلف موقعیت هر دسته فضا بر روی سایت مشخص می‌گردد. در دسته‌بندی فضاها به‌منظور سهولت پیداکردن موقعیت مناسب برروی سایت، از منطقه‌بندی آکوستیکی شکل پ-۵-۶ استفاده شده است.

در مورد پیداکردن موقعیت فضا ممکن است موارد استثنا نیز وجود داشته باشد، مثلاً سالن اجتماعات که ازنظر سازه‌ای از سایر فضاها جدا شده و ضمناً پنجره‌ای به بیرون ندارد باید کاملا صدابندی گردد.

جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه آموزشی در شکل پ-۵-۷ و در یک مجموعه مسکونی- اداری در شکل پ-۵-۸ نشان داده شده است.



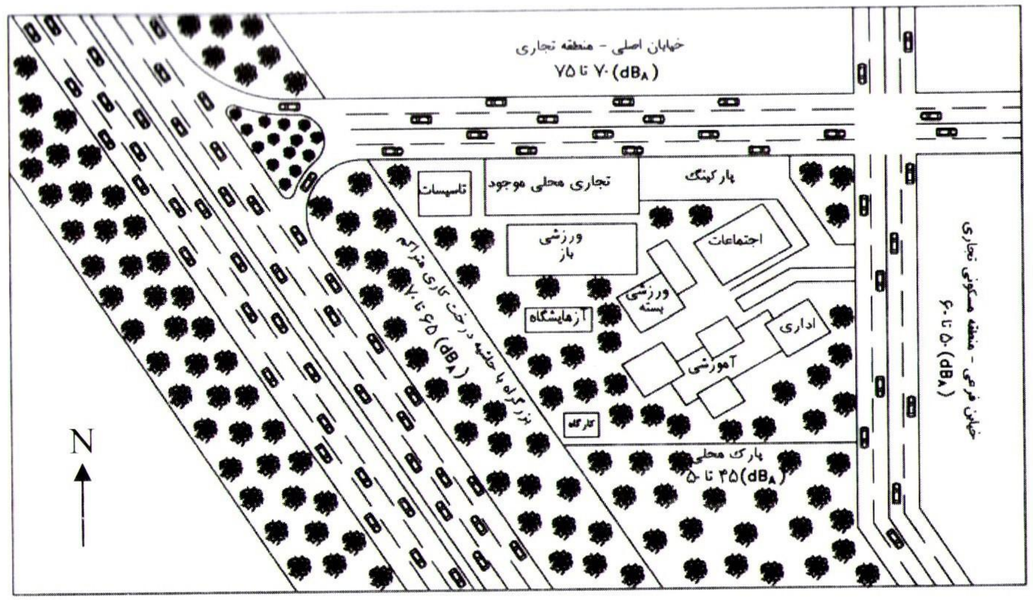
شکل پ-۵-۷ : جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه آموزشی



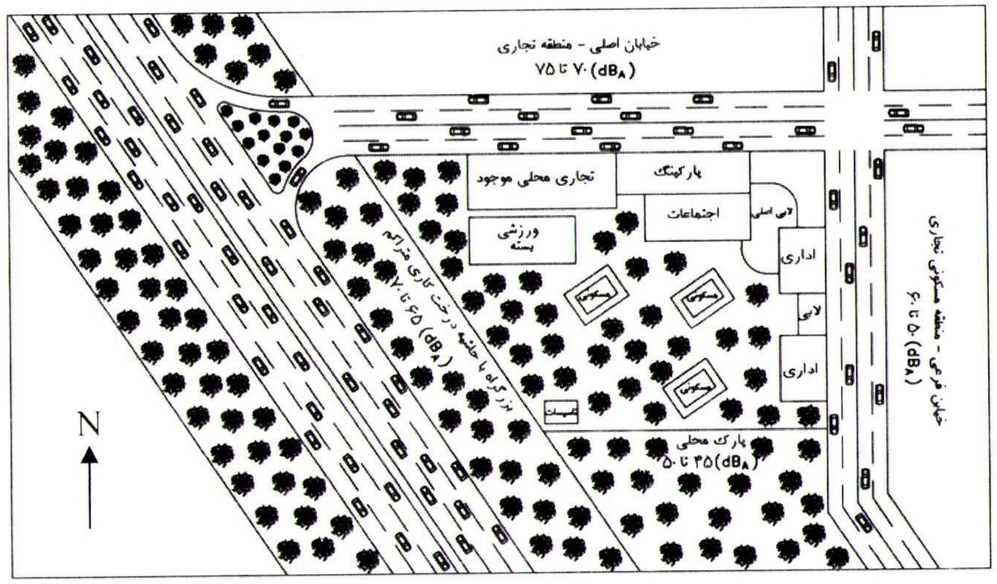
شکل پ-۵-۸ : جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه مسکونی – اداری

پ-۵-۴ تهیه طرح اولیه ساختمان

با توجه به قرارگیری فضاهای مختلف بر روی سایت فرضی در رابطه با مسایل آکوستیکی می‌توان طرح اولیه ساختمان را تهیه نمود. درنظر گرفتن نکاتی همانند قرار گرفتن فضاهایی با شرایط آکوستیکی متفاوت در مجاورت یکدیگر، می‌تواند تأثیر بسزایی در شکل‌گیری مجموعه داشته باشد (شکل‌های پ-۵-۸ و پ-۵-۹).



شکل پ-۵-۹: جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک ساختمان آموزشی تمامی فضاها در یک طبقه هم‌سطح



شکل پ-۵-۱۰: جانمایی محوطه و استقرار فضاها دریک مجموعه مسکونی - اداری تمامی فضاها در یک طبقه هم‌سطح

پ-۵-۵ استفاده از جداکننده با صدابندی مناسب

کنترل نوفه در فضاهای مختلف ساختمان از عوامل مهم طراحی از نظر تأمین محیط اکوستیکی مطلوب می‌باشد. چنانچه بنا به نیاز طرح یا محدودیت‌های موجود، فضاهایی با شرایط اکوستیکی مختلف در مجاورت یکدیگر قرار گیرند، استفاده از جداکننده‌هایی با صدابندی مناسب توصیه می‌گردد.

همچنین محدودیت‌های زمین در بسیاری از موارد باعث افزایش تعداد طبقات و در نتیجه قرارگیری فضاهایی با شرایط آکوستیکی مختلف بر روی یکدیگر می‌گردد که دراین مورد نیز مسایل مربوط به صدابندی مناسب از اهم مطالب است.

مقدار صدابندی در ساختمان از نقطه نظر شناخت منابع صدای ورودی و تراز صدای قابل قبول برای فضای موردنظر، باید مورد توجه قرار گیرد. آگاهی بنیادی از مسائل صدابندی و اطلاعاتی از ویژگی‌های فیزیکی موانع صوتی و همچنین چگونگی استفاده بهینه از آن‌ها در عایق‌سازی یک فضا در مقابل صداهای هوابرد و کوبه‌ای ضروری است.

برای جلوگیری از نفوذ نوفه و تأمین آسایش صوتی فضای مورد نظر در ساختمان باید از جداکننده‌هایی استفاده شود که میزان صدابندی کافی داشته باشد . بدین منظور رعایت ضوابط تعیین‌شده برای حداقل صدابندی هوابرد و کوبه‌ای جداکننده‌ها در فضاهای آموزشی براساس بندهای ۱۸-۲-۴-۳ و ۱۸-۲-۴-۴ آیین‌نامه و برای فضاهای مسکونی- اداری بر اساس بندهای ۱۸-۲-۲-۲، ۱۸-۲-۲-۳، ۱۸-۲-۶-۳ و ۱۸-۲-۶-۴ آیین‌نامه، الزامی است.

برای انتخاب صحیح جداکننده‌ها ضروری است طراح علاوه بر ضوابط آکوستیکی مقادیر صدابندی جداکننده‌ها مانند دیوار، در و پنجره در برابر صدای هوابرد و صدابندی سقف در برابر صدای کوبه‌ای را نیز در اختیار داشته باشد. در پیوست ۳ مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها شامل انواع گوناگونی از دیوارها، درها، پنجره‌ها و شیشه‌ها و در پیوست ۴ مقادیر صدابندی کوبه‌ای انواع مختلفی از کف-سقف‌ها ارائه شده است.

به‌عنوان مثال برای جداکننده بین کلاس‌های درس یا بین دو واحد مسکونی می‌توان از دیوار ساخته شده با بلوک‌های بتن سبک ۲۵ سانتی‌متری دوطرف اندود، دیوار آجری ۲۲ سانتی‌متری دوطرف اندود یا دیوار با ساخت و ساز خشک با وادار ۱۰ سانتی‌متری با دولایه تخته‌گچی در هر طرف استفاده نمود. در مورد نمای ساختمان دیوار آجر سفال ۱۵ سانتی‌متری دوطرف اندود، دیوار بتنی ۱۵ سانتی‌متری، سیستم‌های 3D و ICF توصیه می‌شود. پنجره‌های به‌کار رفته در نما باید با شیشه دوجداره و کاملاً درزبندی‌شده باشند. در مورد صدابندی کوبه‌ای، استفاده از کف شناور بر روی سقف بین طبقات می‌تواند الزامات مربوط را فراهم آورد.

پ-۳-۶ زمان واخنش بهینه

شرایط آکوستیکی مناسب در یک فضا به تراز نوفه زمینه و زمان واخنش آن فضا بستگی دارد. نوفه و واخنش فضای مورد نظر باید حد و حدودی خاص داشته باشد تا عملکرد آکوستیکی مطلوب حاصل شود. مهار کردن نوفه و تأمین واخنش مناسب برای آن است که وضوح کافی گفتار فراهم گردد. ضوابط مربوط به حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۲ و در فضاهای داخلی یک مجموعه مسکونی- اداری، در بند ۱۸-۲-۲-۲ و جدول ۱۸-۲-۶-۲ ارائه شده است که به‌منظور دستیابی به این اعداد و تأمین شرایط شنیداری مناسب و مطلوب، می‌توان از مصالح گوناگونی که ضریب جذب صدای برخی از آن‌ها در پیوست ۲ ارائه شده است، استفاده کرد. به‌عنوان مثال برای بهینه کردن وضعیت آکوستیک داخلی استفاده از سقف کاذب با آکوستیک تایل و یا دیگر جذب‌کننده‌ها توصیه می‌شود.

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

افت تراگسیل صدا	Sound transmission loss (TL)
پاسخ بسامدی	Frequency response
ترازسنج صدا	Sound level meter
تراز صدای معادل	Equivalent continuous sound pressure level (L_{eq})
تراز صدای معادل وزن‌یافته A	A-weighted equivalent sound pressure level (L_{AeqT})
تراز شدت صدا	Sound intensity level (L_I)
تراز فشار صدا	Sound pressure level (L_P)
تراز فشار صدای وزن‌یافته A	A-weighted sound pressure level (L_{PA})
تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده	Normalized impact sound pressure level (L_n)
تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن‌یافته	Weighted normalized impact sound pressure level (L_{nw})
تراگسیل (انتقال)	Transmission
تراگسیل صدای هوابرد	Airborne sound transmission
تراگسیل صدای کوبه‌ای	Impact sound transmission
جداکننده ساده	Simple Partition
جداکننده مرکب	Multiple Partition
درجه تراگسیل صدا	Sound Transmission Class (STC)
درجه صدابندی کوبه‌ای	Impact Insulation Class (IIC)
زمان واخنش	Reverberation time (T)
شاخص تراگسیل گفتار	Sound transmission index (STI)
شاخص کاهش صدا	Sound reduction index (R)
شاخص کاهش صدای وزن‌یافته	Weighted sound reduction index (R_w)
شبکه وزنی A	A-weighting network
صدا	Sound
صدابندی	Sound insulation
صدای هوابرد	Airborne sound
صدای کوبه‌ای	Impact sound
ضریب تراگسیل صدا	Sound transmission coefficient
ضریب جذب صدا	Sound absorption coefficient (α)