وزارت راه و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

مقررات ملّی ساختمان ایران

مبحث هجدهم

عایق‌بندی و تنظیم صدا

دفتر مقررات ملّی ساختمان
۱۳۹۰

HSEportal.ir

عنوان و نام پدیدآور	عایق بندی و تنظیم صدا / [تهیه کننده] دفتر امور مقررات ملّی ساختمان.
وضعیت ویراست:	[ویراست ۲].
مشخصات نشر:	تهران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری:	جدول، مصور.
فروست:	مقررات ملّی ساختمان ، مبحث ۱۸
شابک:	978-964-7588-89-8
وضعیت فهرست نویسی:	فیپا
یادداشت:	عنوان دیگر: مبحث ۱۸ عایق بندی و تنظیم صدا
یادداشت:	واژه نامه
عنوان دیگر:	مبحث ۱۸ عایق بندی و تنظیم صدا
موضوع:	ساختمان سازی - - قوانین و مقررات - - ایران
موضوع:	صوت شناسی ساختمانی - - استانداردها
شناسه افزوده:	ایران. وزارت مسکن و شهرسازی. دفتر امور مقررات ملّی ساختمان.
شناسه افزوده:	مقررات ملّی ساختمان ایران؛ مبحث ۱۸.
رده بندی کنگره:	۱۳۹۰ ج . ۱۸ ۷م۹الف/KMH ۳۴۰۲
رده بندی دیویی:	۳۴۳/۵۵
شماره کتابشناسی ملّی:	۲۵۰۰۳۱۲

نام کتاب: مبحث ۱۸ عایق بندی و تنظیم صدا

تهیه کننده:	دفتر مقررات ملّی ساختمان
ناشر:	نشر توسعه ایران
شمارگان:	۳۰۰۰ جلد
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۸۹-۸
نوبت چاپ:	اول
تاریخ چاپ:	۱۳۹۰
چاپ و صحافی:	کانون
قیمت:	۲۲۰۰۰ ریال

حق چاپ برای تهیه کننده محفوظ است.

HSEportal.ir

پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعایه در طراحی، نظارت و اجرای عملیات ساختمانی اعم از تخریب، نوسازی، توسعه بنا، تعمیر و مرمت اساسی، تغییر کاربری و بهره‌برداری از ساختمان که به منظور تأمین ایمنی، بهره‌دهی مناسب، آسایش، بهداشت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه وضع می‌گردد

در کشور ما و در کنار مقررات ملّی ساختمان، مدارک فنی دیگر از قبیل آیین‌نامه‌های ساختمانی، استانداردها و آیین کارهای ساختمان‌سازی، مشخصات فنی ضمیمه پیمان‌ها و نشریات ارشادی و آموزشی توسط مراجع مختلف تدوین و انتشار می‌یابد که گرچه از نظر کیفی و محتوایی حایز اهمیت هستند، اما با مقررات ملّی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند

آنچه مقررات ملّی ساختمان را از این قبیل مدارک متمایز می‌سازد، الزامی بودن، اختصاری بودن و سازگار بودن آن با شرایط کشور از حیث نیروی انسانی ماهر، کیفیت و کمیت مصالح ساختمانی، توان اقتصادی و اقلیم و محیط می‌باشد تا از این طریق نیل به هدف‌های پیش‌گفته ممکن گردد

در حقیقت مقررات ملّی ساختمان، مجموعه‌ای از حداقل های مورد نیاز و بایدها و نبایدهای ساخت وساز است که با توجه به شرایط فنی و اجرائی و توان مهندسی کشور و با بهره‌گیری از آخرین دستاوردهای روز ملّی و بین‌المللی و برای آحاد جامعه کشور، تهیه و تدوین شده است

این وزارتخانه که در اجرای ماده قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملّی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملّی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان با عضویت اساتید و صاحبنظران برجسته کشور به منظور نظارت بر تهیه و هماهنگی بین مباحث از حیث شکل، ادبیات، واژه‌پردازی، حدود و دامنه کاربرد تشکیل داده و در کنار آن کمیته‌های تخصصی را، جهت مشارکت جامعه مهندسی کشور در تدوین مقررات ملّی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است

HSEportal.ir

پس از تهیه پیش‌نویس مقدماتی مبحث موردنظر، کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث پیش‌نویس مذکور را مورد بررسی و تبادل نظر قرار داده و با انجام نظرخواهی از مراجع ذیصلاح نظیر سازمان‌های رسمی دولتی، مراکز علمی و دانشگاهی، مؤسسات تحقیقاتی و کاربردی، انجمن‌ها و تشکل‌های حرفه‌ای و مهندسی، سازمان‌های نظام مهندسی ساختمان استان‌ها و شهرداریهای سراسر کشور، آخرین اصلاحات و تغییرات لازم را اعمال می‌نمایند

متن نهائی این مبحث پس از طرح در شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و تصویب اکثریت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است

از زمانی که این وظیفهٔ خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجدانه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملّی ساختمان بیفزاید و این مجموعه را همان‌طور که منظور نظر قانون‌گذار بوده است در اختیار جامعه مهندسی کشور قرار دهد

بدین وسیله از تلاشها و زحمات جناب آقای مهندس ابوالفضل صومعلو، معاون محترم وزیر در امور مسکن و ساختمان و جناب آقای دکتر غلامرضا هوائی، مدیرکل محترم مقررات ملّی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم

علی نیکزاد

وزیر راه و شهرسازی

HSEportal.ir

هیأت تدوین کنندگان مبحث هجدهم مقررات ملّی ساختمان

بر اساس حروف الفبا

الف شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

• مهندس محمدرضا اسماعیلی	عضو
• دکتر اباذر اصغری	عضو
• دکتر محمدحسن بازیار	عضو
• مهندس علی‌اصغر جلال‌زاده	عضو
• دکتر علیرضا رهایی	عضو
• مهندس ابوالفضل صومعلو	رئیس
• دکتر محمدتقی کاظمی	عضو
• دکتر ابوالقاسم کرامتی	عضو
• دکتر محمود گلابچی	عضو
• دکتر غلامرضا هوائی	نایب رئیس و عضو

ب اعضای کمیته تخصصی

• محمدجعفر هدایتی	عضو و مسؤول تدوین
• مینا مکانیک	عضو
• دکتر پروین نصیری	عضو

با همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ج دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

• مهندس سهیلا پاکروان	معاون مدیرکل ومسئول دبیرخانه شورا
• مهندس لاله جعفر پوربانی	کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان
• دکتر بهنام مهرپرور	رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان

HSEportal.ir

HSEportal.ir

فهرست مطالب

عنوان صفحه

مقدمه

۱۸-۱ کلیات ۱

۱۸-۱-۱ هدف ۱

۱۸-۱-۲ حدود و نحوه کاربرد ۱

۱۸-۱-۳ تعاریف ۲

۱۸-۱-۳-۱ صدا ۲

۱۸-۱-۳-۲ صدای هوابرد ۲

۱۸-۱-۳-۳ صدای پیکری ۲

۱۸-۱-۳-۴ نوفه ۲

۱۸-۱-۳-۵ نوفه زمینه ۲

۱۸-۱-۳-۶ تراگسیل صدای هوابرد ۲

۱۸-۱-۳-۷ تراگسیل صدای کوبه‌ای ۳

۱۸-۱-۳-۸ ضریب جذب صدا ۳

۱۸-۱-۳-۹ ضریب تراگسیل صدا ۴

۱۸-۱-۳-۱۰ تراز شدت صدا، L_I ۴

HSEportal.ir

۱۸-۱-۳-۱۱ تراز فشار صدا، L_p ۵
۱۸-۱-۳-۱۲ شبکه وزنی A ۵
۱۸-۱-۳-۱۳ تراز فشار صدای وزن یافته A، L_{pA} ۷
۱۸-۱-۳-۱۴ تراز صدای معادل، L_{eq} ۸
۱۸-۱-۳-۱۵ تراز صدای معادل وزن یافته A، L_{AeqT} ۸
۱۸-۱-۳-۱۶ شاخص‌های اندازه گیری نوفه زمینه ۸
۱۸-۱-۳-۱۷ زمان واخنش ۱۰
۱۸-۱-۳-۱۸ گسترهٔ بسامدی اندازه گیری ها ۱۱
۱۸-۱-۳-۱۹ شاخص کاهش صدا، R ۱۲
۱۸-۱-۳-۲۰ شاخص کاهش صدای وزن یافته، R_W ۱۲
۱۸-۱-۳-۲۱ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، L_n ۱۴
۱۸-۱-۳-۲۲ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته، L_{nw} ۱۵
۱۸-۱-۳-۲۳ لایه ۱۶
۱۸-۱-۳-۲۴ جداکننده ساده ۱۷
۱۸-۱-۳-۲۵ جداکننده مرکب ۱۷
۱۸-۱-۳-۲۶ شرایط تحویل یک فضا ۱۷

۱۸-۲ مقررات آکوستیکی انواع ساختمانها ۱۹
۱۸-۲-۱ مقررات عمومی ۱۹
۱۸-۲-۲ ساختمان‌های مسکونی ۲۱
۱۸-۲-۲-۱ تراز نوفه زمینه ۲۱
۱۸-۲-۲-۲ زمان واخنش ۲۱
۱۸-۲-۲-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها ۲۱
۱۸-۲-۲-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات. ۲۲
۱۸-۲-۳ هتل‌ها ۲۳
۱۸-۲-۳-۱ تراز نوفه زمینه ۲۳

HSEportal.ir

۱۸-۲-۳-۲ زمان واخنش ۲۳
۱۸-۲-۳-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ۲۴
۱۸-۲-۳-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ۲۴
۱۸-۲-۴ ساختمان‌های آموزشی ۲۵
۱۸-۲-۴-۱ تراز نوفه زمینه ۲۵
۱۸-۲-۴-۲ زمان واخنش ۲۵
۱۸-۲-۴-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ۲۶
۱۸-۲-۴-۴ تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ۲۷
۱۸-۲-۵ بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی ۲۷
۱۸-۲-۵-۱ تراز نوفه زمینه ۲۷
۱۸-۲-۵-۲ زمان واخنش ۲۸
۱۸-۲-۵-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ۲۸
۱۸-۲-۵-۴ تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ۲۹
۱۸-۲-۶ ساختمان‌های اداری و تجاری ۲۹
۱۸-۲-۶-۱ تراز نوفه زمینه ۲۹
حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۲
ارائه شده است ۳۰
۱۸-۲-۶-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته مورنیاز برای جداکننده‌ها ۳۰
۱۸-۲-۶-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ۳۱
۱۸-۲-۷ مراکز فرهنگی ۳۱
۱۸-۲-۷-۱ تراز نوفه زمینه ۳۱
۱۸-۲-۷-۲ زمان واخنش ۳۲
۱۸-۲-۷-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ۳۳
۱۸-۲-۷-۴ تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته موردنیاز برای سقف بین طبقات ۳۳
۱۸-۲-۸ مراکز ورزشی و تفریحی ۳۳
۱۸-۲-۸-۱ تراز نوفه زمینه ۳۴

HSEportal.ir

۱۸-۲-۸-۲ زمان واخنش ۳۴
۱۸-۲-۸-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ۳۴
۱۸-۲-۹ مراکز ترابری ۳۵
۱۸-۲-۹-۱ تراز نوفه زمینه ۳۵
۱۸-۲-۹-۲ زمان واخنش ۳۵
۱۸-۲-۹-۳ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها ۳۵

پیوست ۱- مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی (برای دو مجموعه ساختمانی با کاربریهای مختلف) ۳۹
پ-۱-۱ بررسی سایت و منطقه بندی آکوستیکی ۴۳
پ-۱-۲ بررسی و دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف ۴۶
پ-۱-۳ آرایش آکوستیکی فضاها بر روی سایت فرضی ۴۸
پ-۱-۴ تهیه طرح اولیه ساختمان ۵۱
پ-۱-۵ استفاده از جداکننده با صدابندی مناسب ۵۲
پ-۱-۶ زمان واخنش بهینه ۵۳

پیوست ۲- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرتب ۵۵
پ-۱-۲ روش محاسبه ۵۵
پ-۲-۲ روش تخمینی با استفاده از نمودار ۵۷

پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها ۶۱
پ-۱-۳ دیوارها ۶۱
پ-۳-۲ شیشه‌ها ۶۸
پ-۳-۳ پنجره‌ها ۷۰
پ-۳-۴ درها ۷۰

HSEportal.ir

پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای کف – سقف‌ها ۷۳

پیوست ۵- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون ۷۹

واژه‌نامه ۸۳

HSEportal.ir

مقدمه

افزایش مشکلات آکوستیکی در ساختمان‌ها، ناشی از نوفه ترافیک، نوفه ساختمان‌های مجاور و هم‌چنین نوفه سیستم تأسیسات مکانیکی و الکتریکی، به حدی رسیده است که وجود مقرراتی کارساز به‌منظور تأمین آسایش صوتی را اجتناب ناپذیر کرده است. در چند دهه اخیر در اکثر کشورهای صنعتی و پیشرفته، مقررات و ضوابطی برای حل این معضلات تدوین شده است. بدین منظور، مبحث ۱۸ مقررات ملّی 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.

با توجه به مسائلی که از طرف جامعه مهندسی به شکل‌های مختلف در رابطه با درک این مبحث مطرح گردید، در بازنگری جدید موارد زیر در نظر گرفته شده است:

- منطقه‌بندی شهری از نظر تراز نوفه محیطی برای کاربری‌های گوناگون.
- تکمیل مقررات آکوستیکی برای تعداد بیشتری از کاربری‌ها.
- 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 کاربری‌های مختلف (آموزشی و مسکونی) جهت راهنمایی.

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 ملّی ساختمان

HSEportal.ir

۱۸-۱ کلیات

۱۸-۱-۱ هدف

هدف از تدوین این مقررات تعیین حداکثر مجاز نوفه (صدای ناخواسته) و زمان واخنش بهینه در راستای فراهم‌آوردن صدارسانی مطلوب در ساختمان‌ها است تا سلامت و آسایش و شرایط مناسب شنیداری برای ساکنان تأمین شود.

۱۸-۱-۲ حدود و نحوه کاربرد

رعایت این مقررات در مورد فضاهای ساختمانی عنوان شده در بند ۱۸-۲-۱-۱ که بعد از تاریخ تصویب این مقررات احداث می‌شوند، الزامی است.

۱۸-۱-۲-۱ تراز نوفه زمینه و زمان واخنش 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 و شاخص‌های صدابندی جدارها، باید براساس استانداردهای ملّی ایران و در صورت عدم وجود استاندارد ملّی، باید استانداردهای بین‌المللی تأیید شده و معتبر مانند ISO یا EN، 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.

HSEportal.ir

۱۸-۱-۳ تعاریف

۱۸-۱-۳-۱ صدا

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

۱۸-۱-۳-۲ صدای هوابرد

صدای هوابرد صدایی است که محیط انتشار آن هوا است.

۱۸-۱-۳-۳ صدای پیکری

صدای پیکری صدایی است که محیط انتشار آن جامدات مانند بتن، فولاد، چوب، شیشه یا ترکیبی از این‌گونه مواد باشد.

۱۸-۱-۳-۴ 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.

۱۸-۱-۳-۵ 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 ساختمان‌های مجاور و هم‌چنین منابع داخلی مانند نوفه ناشی از سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی از قبیل تهویه، آبرسانی و آسانسور سرچشمه بگیرد.

۱۸-۱-۳-۶ تراگسیل صدای هوابرد

هرگاه جداکننده‌ای به‌وسیله امواج صوتی هوابرد به ارتعاش درآید، نحوه انتقال یافتن 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.

HSEportal.ir

۱۸-۱-۳-۷ تراگسیل صدای کوبه‌ای

هرگاه جداکننده‌ای در اثر کوبش به ارتعاش درآید، نحوه انتقال یافتن 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.

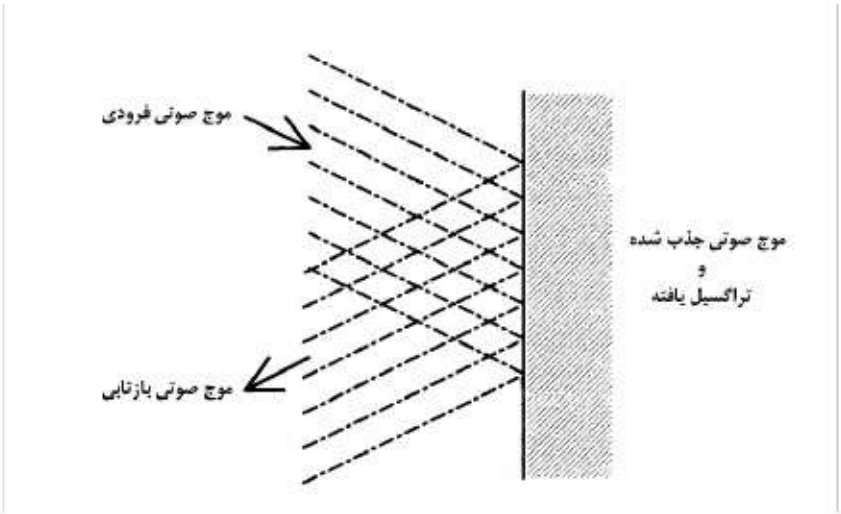
۱۸-۱-۳-۸ ضریب جذب صدا

هنگامی‌که موج صوتی با سطحی برخورد می‌کند، بخشی از انرژی بازتاب شده و باقی آن جذب می‌شود (شکل ۱۸-۱-۳-۱). نسبت شدت موج جذب شده (I_α) به شدت موج فرودی (I_i)، ضریب جذب آن سطح (α) نامیده می‌شود و از معادله (۱) به‌دست می‌آید:

$$\alpha = \frac{I_\alpha}{I_i} \qquad (۱)$$

یادآوری: ضریب جذب معیار انرژی صوتی است که بازتاب نشده است. در نتیجه $\alpha = ۱ - r$ که در آن r ضریب بازتاب سطح است و از معادله (۲) به‌دست می‌آید:

$$r = \frac{I_r}{I_i} \qquad (۲)$$



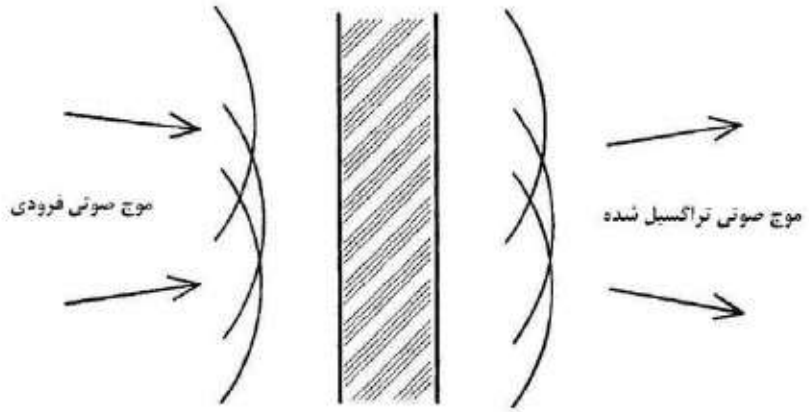
شکل ۱۸-۱-۳-۱: جذب صدا بر روی یک سطح

HSEportal.ir

۱۸-۱-۳-۹ ضریب تراگسیل صدا

هنگامیکه موج صوتی با یک جداکننده برخورد می‌کند، بخشی از انرژی از طریق جداکننده تراگسیل می‌شود (شکل ۱۸-۱-۳-۲). نسبت شدت موج تراگسیل‌شده (I_τ) به شدت موج فرودی (I_i)، ضریب تراگسیل جداکننده (τ) نامیده می‌شود و از معادله (۳) به‌دست می‌آید:

$$\tau = \frac{I_\tau}{I_i} \qquad (۳)$$



شکل ۱۸-۱-۳-۲: تراگسیل صدا از یک جداکننده

۱۸-۱-۳-۱۰ 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 (۴) به‌دست می‌آید:

$$L_I = 10 Log \frac{I}{I_0} \quad \text{dB} \qquad (۴)$$

که در آن:

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

I_0 : شدت مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با $۱۰^{-۱۲}$ وات بر مترمربع.

HSEportal.ir

۱۸-۱-۳-۱۱ 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 (۵) به‌دست می‌آید:

$$L_P = 10Log\frac{p^2}{p_0^2} = 20Log\frac{p}{p_0} \quad \text{dB} \qquad (۵)$$

که در آن:

p : فشار صدای مؤثر مورد نظر، برحسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

p_0 : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} نیوتن بر مترمربع (پاسکال).

یادآوری۱: فشار مؤثر صدای مبنا و شدت مؤثر صدای مبنا، نشان‌دهنده آستانه شنوایی گوش انسان است.

یادآوری۲: 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.

۱۸-۱-۳-۱۲ شبکه وزنی A

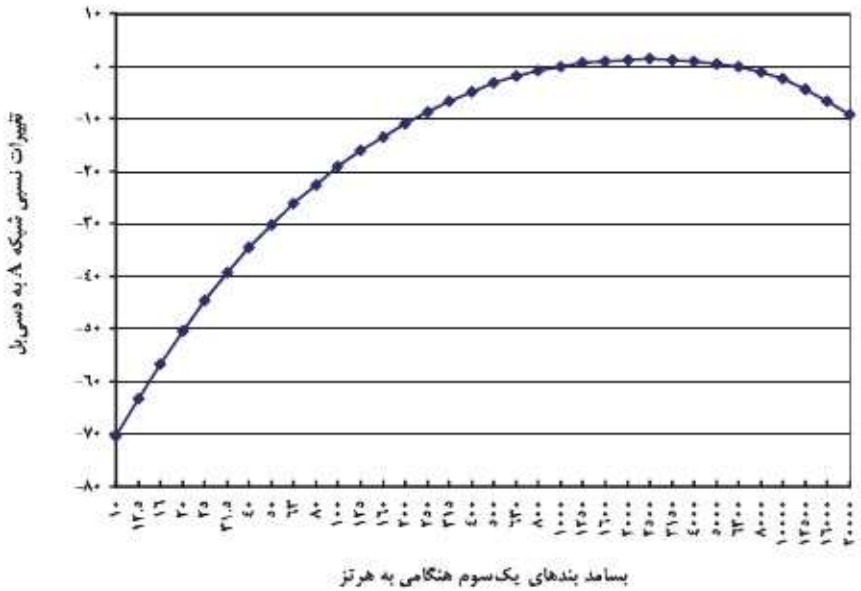
شبکه وزنی A، شبکه‌ای است که به‌طور تقریبی پاسخ بسامدی گوش انسان را در بسامدهای مختلف به‌وسیله یک مدار الکترونیکی در دستگاه ترازسنج صدا تقلید کرده و بر روی صدای مورد اندازه‌گیری اعمال می‌کند (جدول ۱۸-۱-۳-۱ و شکل ۱۸-۱-۳-۳).

HSEportal.ir

جدول ۱۸-۱-۳-۱: 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

HSEportal.ir



شکل ۱۸-۱-۳-۳: 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.

۱۸-۱-۳-۱۳ تراز فشار صدای وزن‌یافته A، L_{PA}

تراز فشار صدای وزن‌یافته A، از معادله (۶) برحسب دسی‌بل محاسبه می‌شود:

$$L_{PA} = 20Log\frac{p_A}{p_0} \quad \text{dB} \qquad (۶)$$

که در آن:

p_A : فشار صدای وزن‌یافته براساس شبکه وزنی A، برحسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

p_0 : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

یادآوری: این تراز متداول‌ترین روش درجه‌بندی تک‌عددی برای سنجش میزان شنوایی انسان است.

HSEportal.ir

۱۸-۱-۳-۱۴ 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 (۷) برحسب دسی‌بل به‌دست می‌آید:

$$L_{eqT} = 10Log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^{\,2}}dt\right] \quad \text{dB} \qquad (۷)$$

که در آن:

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

p_0 : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

T : مدت زمان اندازه‌گیری تراز صدا.

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

۱۸-۱-۳-۱۵ 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 (۸) برحسب دسی‌بل محاسبه می‌شود:

$$L_{AeqT} = 10Log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{P_A^2(t)}{P_0^{\,2}}dt\right] \quad \text{dB} \qquad (۸)$$

که در آن:

$P_A(t)$: فشار صدای لحظه‌ای وزن‌یافته با شبکه وزنی A، برحسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

P_0 : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} نیوتن بر مترمربع (پاسکال)؛

T : مدت زمان اندازه‌گیری تراز صدا.

۱۸-۱-۳-۱۶ شاخص‌های اندازه‌گیری نوفه زمینه

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

HSEportal.ir

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. نتیجه تک‌عددی حاصل از اندازه‌گیری‌های نوفه زمینه، با مقادیر ارائه شده از طرف این مقررات قابل مقایسه است.

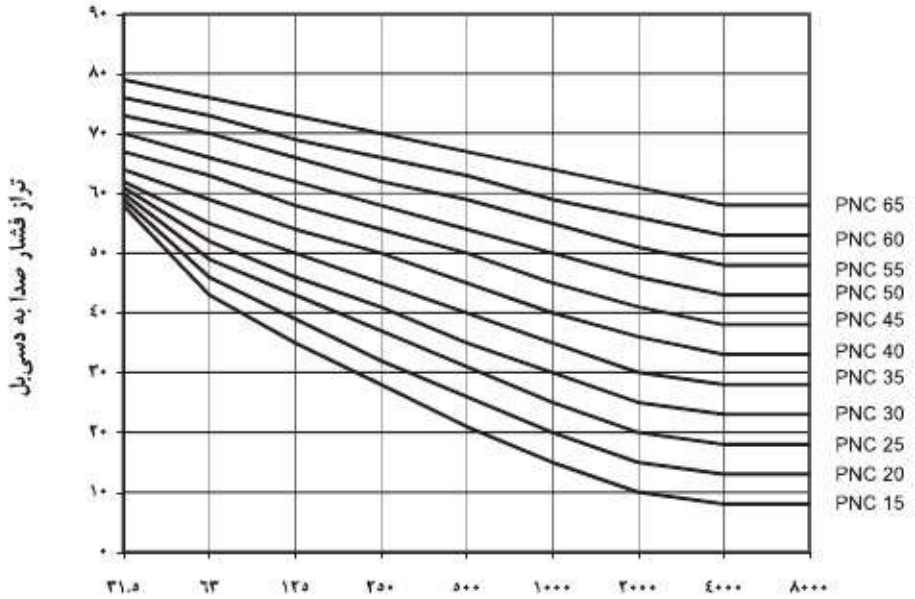
۱۸-۱-۳-۱۶-۲ شاخص نموداری

این شاخص معمولاً برای فضاهایی مانند سالن‌های سخنرانی، سینما، آمفی‌تأتر و امثال آن‌ها به‌کار برده می‌شود. 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 از طرف این مقررات ارائه شده، مقایسه و درجه‌بندی می‌گردد (جدول ۱۸-۱-۳-۲ و شکل ۱۸-۱-۳-۴).

جدول ۱۸-۱-۳-۲: مقادیر تراز فشار صدا مربوط به نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه، PNC

شماره نمودارهای PNC	ترازهای فشار صدا (dB)								
	بسامدهای مرکزی بندهای یک هنگامی (Hz)								
	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

HSEportal.ir



شکل ۱۸-۱-۳-۴: نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه PNC

۱۸-۱-۳-۱۷ زمان واخنش

زمان واخنش در یک فضای بسته، مدت زمانی است که پس از قطع کردن منبع صدا، تراز فشار صدا ۶۰ دسی‌بل افت کند. زمان واخنش با توجه به مشخصات فضا از یکی از دو معادله (۹) یا (۱۰) محاسبه می‌شود:

معادله سابین $T = \frac{0.16V}{4mV + A}$ (۹)

معادله ایرینگ $T = \frac{0/163V}{4mV - S\ln(1-\overline{\alpha})}$ (۱۰)

که در آن:

T : زمان واخنش اتاق، برحسب ثانیه؛

S : مجموعه سطوح اتاق، برحسب مترمربع؛

HSEportal.ir

V : حجم اتاق، برحسب مترمکعب؛

A : سطح معادل جذب‌کننده‌های اتاق، برحسب مترمربع؛

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

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

$\ln$: لگاریتم در پایه e

یادآوری۱: سطح معادل جذب‌کننده‌ها، A و ضریب جذب میانگین، $\overline{\alpha}$، از معادله‌های (۱۱) و (۱۲) محاسبه می‌شود:

$$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i s_i \qquad (۱۱)$$

$$\overline{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^{n} s_i \alpha_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i} \qquad (۱۲)$$

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.

یادآوری۲: در صورتی‌که $\overline{\alpha} \le 0.2$ باشد، از فرمول سابین استفاده می‌شود.

یادآوری۳: در برخی از مراجع رابطه زمان واخنش به $T = 0.16\frac{V}{A}$ ساده شده است.

یادآوری۴: زمان واخنش یک فضای بسته تا تدوین استاندارد ملّی آن بر اساس استاندارد ISO 3382 اندازه‌گیری می‌شود.

۱۸-۱-۳-۱۸ گسترهٔ بسامدی اندازه‌گیری‌ها

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

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

HSEportal.ir

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

۳۱٫۵ ۶۳ ۱۲۵ ۲۵۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۲۰۰۰ ۴۰۰۰ ۸۰۰۰

۱۸-۱-۳-۱۹ شاخص کاهش صدا، R

این شاخص بیانگر میزان صدابندی جداکننده در برابر صدای هوابرد است (اصطلاح "افت تراگسیل صدا" (**TL**) که هم‌چنان در کشورهای انگلیسی زبان مورد استفاده قرار می‌گیرد، معادل با "شـاخص کـاهش صدا" است). شاخص کاهش صدا یا افت تراگسیل صدا از معادله (۱۳) برحسب دسی‌بل تعیین می‌شوند:

$$R = 10Log\frac{W_1}{W_2} = 10Log\frac{1}{\tau} \quad \text{dB} \qquad (۱۳)$$

TL یا

که در آن:

W_1: توان صدای فرودی بر روی جداکننده تحت آزمون؛

W_2: توان صدای تراگسیل شده از طریق آزمونه؛

τ : ضریب تراگسیل جداکننده.

یادآوری: در آزمایشگاه صدابندی، این کمیت بر اسـاس اسـتاندارد ملّـی ایـران ۳-۸۵۶۸ و در شـرایط میدانی بر اساس استاندارد ملّی ایران ۴-۸۵۶۸ به‌دست می‌آید. اندازه‌گیری صـدابندی نمـای ساختمان بر اساس استاندارد ملّی ایران ۵-۸۵۶۸ انجام می‌شود.

۱۸-۱-۳-۲۰ 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 هنگـامی به‌دست می‌آید. مقدار این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشی که در استاندارد ملّی ایران ۱-۸۸۳۴ مشخص شده است. مقادیر مبنا بـرای صـدای هـوابرد در جدول ۱۸-۱-۳-۳ و نمودار شکل ۱۸-۱-۳-۵ ارائه شده است.

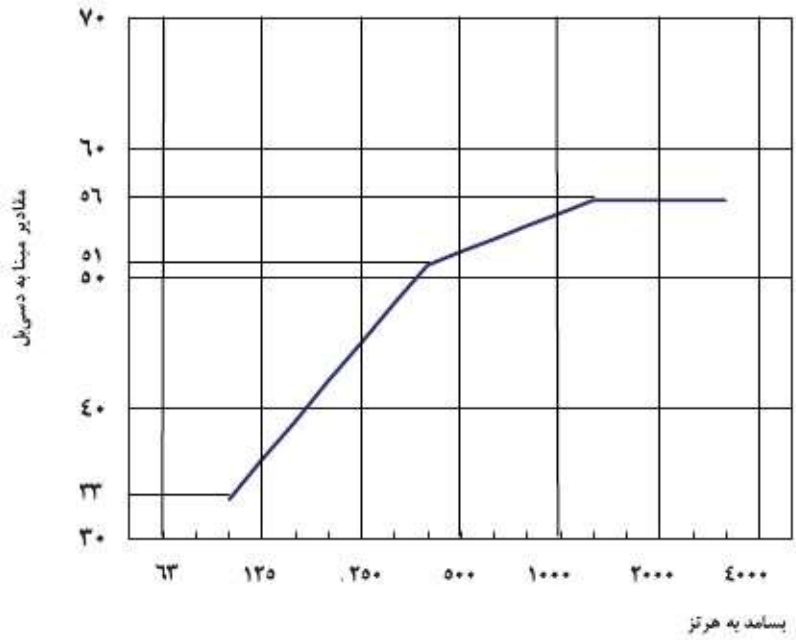
HSEportal.ir

جدول ۱۸-۱-۳-۳: 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	

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.

HSEportal.ir



شکل ۱۸-۱-۳-۵: نمودار مقادیر مبنا برای صدای هوابرد، در بندهای یک‌سوم هنگامی

۱۸-۱-۳-۲۱ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، L_n

این شاخص، بیانگر میزان تراز فشار صدای کوبه‌ای انتقال‌یافته از سقف است و از معادلـه (۱۴) برحـسب دسی‌بل به‌دست می‌آید:

$$L_n = L_i + 10Log\frac{A}{A_0} \qquad \text{dB} \qquad (۱۴)$$

که در آن:

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

A: سطح جذب معادل اندازه‌گیری شده در اتاق دریافت؛

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

یادآوری: در آزمایشگاه صدابندی، این کمیت بـر اسـاس اسـتاندارد ملّـی ایـران ۶-۸۵۶۸ و در شـرایط میدانی بر اساس استاندارد ملّی ایران ۷-۸۵۶۸ به‌دست می‌آید. اندازه‌گیری کاهش تراگـسیل صدای کوبه‌ای توسط کف‌پوش‌ها بر اساس استاندارد ملّی ایران ۸-۸۵۶۸ انجام می‌شود.

HSEportal.ir

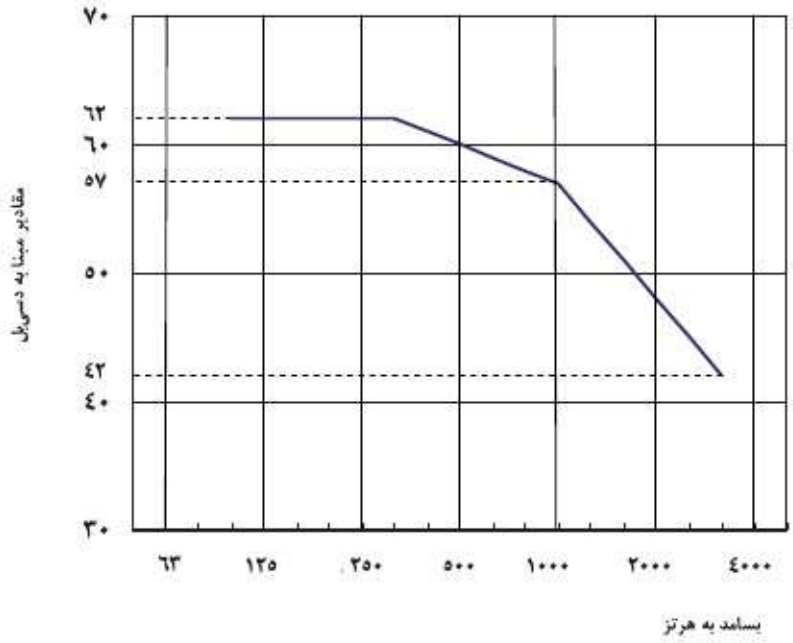
۱۸-۱-۳-۲۲ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن‌یافته، L_{nw}

تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته کمیتی است تک‌عددی برای درجه‌بندی صدابندی سقف 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 ملّی ایران ۲-۸۸۳۴ مشخص شده است. مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای در جدول ۱۸-۱-۳-۴ و نمودار شکل ۱۸-۱-۳-۶ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۱-۳-۴: مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای

بسامد به هرتز	مقادیر مبنا به 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	

HSEportal.ir



شکل ۱۸-۱-۳-۶: 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 که مقدار آن از معادله (۱۵) به‌دست می‌آید:

$$IIC = 110 - L_{nw} \qquad (۱۵)$$

با توجه به رابطه فوق افزایش IIC نشان‌دهنده افزایش صدابندی در برابر صدای کوبه‌ای است.

۱۸-۱-۳-۲۳ لایه

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

HSEportal.ir

۱۸-۱-۳-۲۴ 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.

۱۸-۱-۳-۲۵ جداکننده مرکب

جداکننده مرکب به جداکننده‌ای گفته می‌شود که سطح آن از 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 ۲ ارائه شده است.

۱۸-۱-۳-۲۶ 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.

HSEportal.ir

HSEportal.ir

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 $L_{Aeq,T}$ به دسی‌بل		کاربری‌های مجاز
	از ۷ صبح تا ۱۰ شب	از ۱۰ شب تا ۷ صبح	
با نوفه بسیار پایین (سروصدای بسیار کم)	۵۵	۴۵	مسکونی، مراکز جهانگردی و پذیرایی، مراکز بهداشتی درمانی، مراکز فرهنگی مراکز تجاری در حد محله
با نوفه پایین (سروصدای کم)	۶۰	۵۰	آموزشی، اداری مختلط مسکونی، تجاری، اداری
با نوفه معمولی (سروصدای متوسط)	۶۵	۵۵	مجتمع‌های تجاری، بازار، نمایشگاه
با نوفه بالا (سروصدای زیاد)	۷۰	۶۰	ترمینال‌ها، انبارها، پارکینگ‌ها، استادیوم‌های ورزشی، میادین میوه و تره‌بار
با نوفه بسیار بالا (سروصدای بسیاد زیاد)	۷۵	۶۵	صنعتی، نظامی، فرودگاه‌ها

HSEportal.ir

یادآوری ۱: مقادیر حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) تعیین‌شده برای جداکننده‌ها در جداول مربوط در بندهای۱۸ -۲-۲ تا ۱۸-۲-۶ در کاربری‌های مختلف، تنها در مناطق شهری که نوفه محیطی آن‌ها در روز برابر یا کمتر از ۶۵ دسی‌بل باشد، قابل قبول است. در صورتی‌که کاربری‌ها در مناطق شهری با نوفه محیطی بالا و بسیار بالا قرار گیرند، باید به‌ترتیب مقدار ۵ و ۱۰ دسی‌بل به مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعیین‌شده برای پوسته خارجی آن‌ها، افزوده شود.

یادآوری ۲: در پیوست ۱ به‌عنوان یک مثال راهنمایی‌های کلی برای طراحی آکوستیکی یک واحد آموزشی ارائه شده است.

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- ۸ ارائه شده است.

یادآوری: در مورد فضاهایی که در کاربری‌های مختلف، مشترک می‌باشند (مانند سالن‌های سخنرانی یا بخش‌های اداری که در کاربری‌های گوناگون وجود دارند) به ضوابط مربوط به آن فضا در بند مربوط به آن مراجعه شود.

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 برای راهنمایی در پیوست ۳ ارائه شده است. درصورتی‌که جداکننده موردنظر، مانند نمای یک ساختمان، مرکب باشد شاخص کاهش صدای وزن‌یافته این جداکننده مرکب با توجه به شاخص‌های اجزای تشکیل‌دهنده آن محاسبه می‌شود. روش محاسبه در پیوست ۲ توضیح داده شده است.

یادآوری: در این آیین‌نامه منظور از پوسته خارجی، نمای ساختمان است.

۱۸-۲-۱-۴ اندازه‌گیری میزان صدابندی کوبه‌ای سقف بین طبقات توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام می‌شود. مقادیر صدابندی کوبه‌ای تعدادی از سقف‌ها 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 یا ساختارهای متفاوت به‌منظور استفاده در آکوستیک داخلی برای راهنمایی در پیوست ۵ ارائه شده است.

HSEportal.ir

۱۸-۲-۲ ساختمان‌های مسکونی

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

۱۸-۲-۲-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر ساختمان مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۱ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۲-۱: حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر ساختمان مسکونی

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$، برحسب دسی‌بل
اتاق خواب و مطالعه	۳۵
اتاق نشیمن و کار	۴۰
آشپزخانه	۴۵
سرویس بهداشتی	۵۰
فضاهای بسته عمومی[1]	

۱۸-۲-۲-۲ زمان واخنش

حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز برای فضاهای بسته عمومی در ساختمان‌های مسکونی، ۱٫۵ ثانیه تعیین می‌شود.

۱۸-۲-۲-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها[2] در ساختمان‌های مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۲ ارائه شده است.

۱- فضای بسته عمومی مانند سرسرای ورودی، راهرو، راه‌پله و رختشوی‌خانه.

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

HSEportal.ir

جدول ۱۸-۲-۲-۲: حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های مسکونی

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) برحسب دسی‌بل
دیوار جداکننده بین دو واحد مجاور، سقف و کف	۵۰
دیوار جداکننده بین فضاهای تأسیساتی و واحد مسکونی	
پوسته خارجی[1] اتاق خواب یا نشیمن	۴۰
پوسته خارجی آشپزخانه	۳۵
جداکننده بین راهرو و واحد مسکونی	

۱۸-۲-۲-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های مسکونی در جدول ۱۸-۲-۲-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۲-۳: حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های مسکونی

موقعیت سقف	L_{nw} (dB)
آشپزخانه، راهرو، سرویس بهداشتی بالای اتاق خواب	۴۸
اتاق نشیمن بالای اتاق خواب	۵۳
آشپزخانه، راهرو، سرویس بهداشتی بالای نشیمن	
اتاق خواب بالای اتاق خواب	۵۸
اتاق نشیمن بالای اتاق نشیمن	
آشپزخانه بالای آشپزخانه	
اتاق خواب بالای نشیمن	
سرویس‌بهداشتی بالای سرویس بهداشتی	۶۰
راهرو بالای راهرو	۶۲

۱- منظور از پوسته خارجی، نمای ساختمان است.

HSEportal.ir

۱۸-۲-۳ هتل‌ها

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

۱۸-۲-۳-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر هتل در جدول ۱۸-۲-۳-۱ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۳-۱: حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هتل‌ها

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل
اتاق مهمان	۳۵
سالن انتظار (لابی)	۴۰
سالن‌های پذیرایی	۴۵
مکان‌های ورزشی ـ تفریحی	
آشپزخانه	۵۰
سرویس‌های بهداشتی	
فضاهای بسته عمومی[1]	

۱۸-۲-۳-۲ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی هتل در جدول ۱۸-۲-۳-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۳-۲: حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی هتل‌ها

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز
اتاق مهمان	۰/۸
سالن انتظار (لابی)	۱/۰
راهروها	۱/۲
سالن‌های پذیرایی	۱/۵
مکان‌های ورزشی تفریحی	۲/۰

۱- فضای بسته عمومی مانند راهرو، راه‌پله و رختشوی‌خانه.

HSEportal.ir

۱۸-۲-۳-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در هتل‌ها در جدول ۱۸-۲-۳-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۳-۳: حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در هتل‌ها

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) برحسب دسی‌بل
دیوار جداکننده و سقف اتاق مهمان از سایر فضاهای مجاور (رستوران، آشپزخانه، دفاتر اداری و ...)	۵۵
دیوار جداکننده و سقف بین اتاق‌های مهمان	۵۰
پوسته خارجی اتاق مهمان	۴۵
پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی	۴۰
جداکننده فضاهای ورزشی تفریحی و سرویس‌های بهداشتی از راهرو	۳۵
جداکننده بین اتاق مهمان و راهرو	

۱۸-۲-۳-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در هتل‌ها در جدول ۱۸-۲-۳-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۳-۴: حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در هتل‌ها

موقعیت سقف	L_{nw} (dB)
اتاق مهمان بالای اتاق مهمان	۵۵
سایر فضاها بالای اتاق مهمان	۵۰
سرویس‌بهداشتی بالای سرویس بهداشتی	۶۰

HSEportal.ir

۱۸-۲-۴ ساختمان‌های آموزشی

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

۱۸-۲-۴-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر واحد آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۱ ارائه شده است.

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل
کلاس درس نظری	۳۵
فضاهای سمعی بصری	
اتاق تمرین موسیقی	
آزمایشگاه‌ها	۴۰
کارگاه‌های کارهای دستی	
نمازخانه	
اتاق کامپیوتر	۴۵
راهروها	
غذاخوری و بوفه	
کارگاه‌های تخصصی	۵۰
سرویس‌های بهداشتی	

۱۸-۲-۴-۲ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۲ ارائه شده است.

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

HSEportal.ir

جدول ۱۸-۲-۴-۲: حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های آموزشی[1]

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز
اتاق کامپیوتر	۰/۹
کلاس درس نظری (بدون حضور افراد)	۱/۰
کارگاه‌های کارهای دستی	
اتاق تمرین موسیقی	
فضاهای سمعی بصری	
آزمایشگاه‌ها	۱/۲
کارگاه‌های تخصصی	
غذاخوری و بوفه	
راهروها	۱/۵

۱۸-۲-۴-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۴-۳: حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های آموزشی

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) برحسب دسی‌بل
دیوار جداکننده و سقف کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق تمرین موسیقی، اتاق کامپیوتر و کارگاه‌ها از فضاهای مجاور	۵۰
پوسته خارجی کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق تمرین موسیقی، اتاق کامپیوتر و کارگاه‌ها	۴۰
جداکننده کارگاه‌های تخصصی از راهرو	۳۵
جداکننده سرویس‌های بهداشتی از فضاهای مجاور	
جداکننده کلاس درس نظری، آزمایشگاه، اتاق تمرین موسیقی، اتاق کامپیوتر و کارگاه‌های کارهای دستی از راهرو	۳۰

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

HSEportal.ir

۴-۴-۲-۱۸ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های آموزشی در جدول ۱۸-۲-۴-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۴-۴: حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های آموزشی

موقعیت سقف	L_{nw} (dB)
کلاس درس نظری بالای کلاس درس نظری	۶۰
سایر فضاها بالای کلاس درس نظری	۵۵

۵-۲-۱۸ بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

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

۱-۵-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۱ ارائه شده است.

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل
اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان	۳۰
راهروهای مجاور بخش‌های فوق	۴۰
آشپزخانه	۵۰
سرویس‌های بهداشتی	
فضاهای بسته عمومی[1]	

۱- فضاهای بسته عمومی مانند پذیرش، ورودی، راهروها، رختشوی‌خانه، خدمات.

HSEportal.ir

۱۸-۲-۵-۲ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۵-۲: حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز
اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان	۱/۲
راهروهای مجاور بخش‌های فوق	۱/۵
فضاهای بسته عمومی	

۱۸-۲-۵-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی در جدول ۱۸-۲-۵-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۵-۳: حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در فضاهای داخلی بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) برحسب دسی‌بل
دیوار جداکننده و سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان و سایر فضاها (مانند آشپزخانه، دفاتر اداری و ...)	۵۵
دیوار جداکننده و سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان	۵۰
پوسته خارجی اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان	۴۵
دیوار جداکننده سرویس‌های بهداشتی از فضاهای مجاور	
پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی	۴۰
جداکننده اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی و اتاق زایمان از راهرو	۳۵
جداکننده سرویس‌های بهداشتی از راهرو	۳۰

HSEportal.ir

۱۸-۲-۵-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

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

جدول ۱۸-۲-۵-۴: حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

موقعیت سقف	L_{nw} (dB)
سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان	۶۵
سقف بین اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان و سایر فضاها	۵۵

۱۸-۲-۶ ساختمان‌های اداری و تجاری

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین‌شده در بندهای زیر در ساختمان‌های اداری و تجاری الزامی است.

۱۸-۲-۶-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۱ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۶-۱: حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل
اتاق جلسات	۳۵
اتاق‌های اداری و دفتری	۴۰
مراکز کامپیوتری	۴۵
سالن بانک‌ها	
رستوران‌ها، فروشگاه‌ها و سوپرمارکت‌ها	
فضاهای بسته عمومی[1]	۵۰
سرویس‌های بهداشتی	

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

HSEportal.ir

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۶-۲: حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های اداری و تجاری

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز
اتاق جلسات	۰/۸
اتاق‌های اداری و دفتری	۱/۲
مراکز کامپیوتری	
سالن بانک‌ها	
رستوران‌ها	۱/۵
راهروها	
فروشگاه‌ها و سوپرمارکت‌ها	۲/۰

۱۸-۲-۶-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۶-۳: حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمانهای اداری و تجاری

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) برحسب دسی‌بل
دیوار جداکننده و سقف بین اتاق جلسات و فضاهای مجاور	۵۰
پوسته خارجی اتاق جلسات	۴۵
دیوار جداکننده و سقف بین اتاق‌های اداری و دفتری	
پوسته خارجی اتاق‌های اداری و دفتری، سالن بانک‌ها و اتاق‌های کامپیوتر	۴۰
پوسته خارجی رستوران‌ها، فروشگاه‌ها و سوپرمارکت‌ها	
پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی	
جداکننده اتاق‌های اداری و دفتری از راهرو	۳۰

HSEportal.ir

۱۸-۲-۶-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های اداری و تجاری در جدول ۱۸-۲-۶-۴ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۶-۴: حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های اداری و تجاری

موقعیت سقف	L_{nw} (dB)
سقف بین دفاتر اداری	۶۵

۱۸-۲-۷ مراکز فرهنگی

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

۱۸-۲-۷-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۱ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۷-۱: حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز فرهنگی[1]

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ برحسب دسی‌بل	نمودار برسنج نوفه[2]
سالن‌های سخنرانی، سینماها، سالن‌های کنسرت، سالن‌های تأتر	۳۵	PNC-۳۵
کتابخانه‌ها (قسمت مطالعه)		
موزه‌ها	۳۵	-
اماکن مذهبی		
کتابخانه‌ها (قسمت قفسه‌ها)	۴۰	
راهروها و سالن‌های انتظار	۴۵	

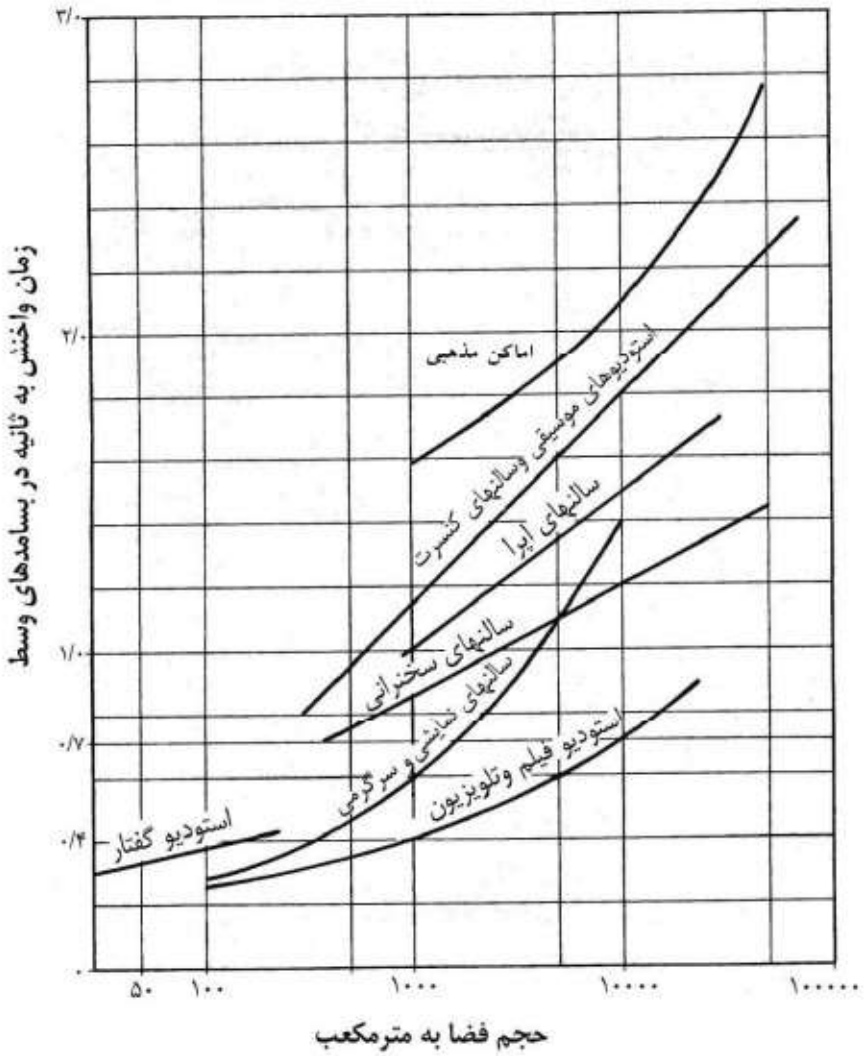
۱- برای بخش‌های اداری به ضوابط مربوط در بند ۱۸-۲-۶ مراجعه شود.

۲- رعایت نمودار برسنج PNC در موارد ذکر شده اجباری است.

HSEportal.ir

۱۸-۲-۷-۲ زمان واخنش

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



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

HSEportal.ir

۱۸-۲-۷-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۷-۲: حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در مراکز فرهنگی[۱]

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت و سینماها	۵۵
دیوار جداکننده و سقف سالن‌های فوق از فضاهای مجاور	
پوسته خارجی کتابخانه‌ها، موزه‌ها و اماکن مذهبی	۴۵
جداکننده بین سالن سخنرانی و راهرو	۳۵

۱۸-۲-۷-۴ تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در مراکز فرهنگی در جدول ۱۸-۲-۷-۳ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۷-۳: حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول‌شده وزن‌یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در مراکز فرهنگی

موقعیت سقف	L_{nw} (dB)
سقف بین سالن‌های سخنرانی، تأتر، کنسرت، سینماها و فضاهای فوقانی	۵۰

۱۸-۲-۸ مراکز ورزشی و تفریحی

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

۱- برای بخش‌های اداری به ضوابط مربوط در بند ۱۸-۲-۶ مراجعه شود.

HSEportal.ir

۱۸-۲-۸-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز ورزشی و تفریحی در جدول ۱۸-۲-۸-۱ ارائه شده است.

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{A,eq\ (30)}$، برحسب دسی‌بل
سالن‌های بیلیارد	۴۵
سالن‌های بولینگ	۵۰
استخرهای شنا	
سالن‌های ورزشی سرپوشیده	
راهروها، سرویس‌های بهداشتی	

۱۸-۲-۸-۲ زمان واخنش

حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز برای فضاهای بسته عمومی در مراکز ورزشی و تفریحی، ۲٫۵ ثانیه تعیین می‌شود.

۱۸-۲-۸-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در مراکز ورزشی و تفریحی در جدول ۱۸-۲-۸-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۸-۲: حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در مراکز ورزشی و تفریحی

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی سالن‌های ورزشی، استخرهای شنا، سالن‌های بولینگ	۵۰
دیوار جداکننده و سقف سالن‌های ورزشی، استخرهای شنا، سالن‌های بولینگ از فضاهای مجاور	
پوسته خارجی سرویس‌های بهداشتی و راهروها	۴۰
جداکننده سالن‌های ورزشی، استخرهای شنا، سالن‌های بولینگ از راهرو	۳۵

HSEportal.ir

۱۸-۲-۹ مراکز ترابری

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

۱۸-۲-۹-۱ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز ترابری در جدول ۱۸-۲-۹-۱ ارائه شده است.

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل
ایستگاه‌های مترو و ترمینال‌ها، سالن‌های انتظار فرودگاه‌ها و سالن‌های انتظار راه‌آهن	۵۰

۱۸-۲-۹-۲ زمان واخنش

حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز برای ایستگاه‌های مترو و ترمینال‌ها، سالن‌های انتظار فرودگاه‌ها و سالن‌های انتظار راه‌آهن، ۱/۵ ثانیه تعیین می‌شود.

۱۸-۲-۹-۳ شاخص کاهش صدای وزن‌یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در ساختمان مراکز ترابری در جدول ۱۸-۲-۹-۲ ارائه شده است.

جدول ۱۸-۲-۹-۲: حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها در مراکز ترابری

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن‌یافته (R_w) برحسب دسی‌بل
پوسته خارجی سالن‌های انتظار فرودگاه‌ها مشرف به باند پرواز	۶۰
پوسته خارجی سالن‌های انتظار فرودگاه‌ها، ایستگاه‌های مترو و ترمینال‌ها و سالن‌های انتظار راه‌آهن	۴۵

HSEportal.ir

HSEportal.ir

پیوست‌ها

شامل:

پیوست ۱- مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی (برای دو مجموعه ساختمانی با کاربری‌های مختلف)

پیوست ۲- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب

پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها

پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای کف‌سقف‌ها

پیوست ۵- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون

HSEportal.ir

HSEportal.ir

پیوست ۱- 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 بطورکامل 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 دریافت کننده فراهم ساخت.

HSEportal.ir

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 موثری در جهت حل مسئله باشد. بعنوان مثال چنانچه کارکرد سیستم تهویه باعث ایجاد نوفه در یک فضا گردد به‌ترتیبی که در بالا گفته شد، در مرحله اول سعی می‌شود که با انتخاب یک سیستم آرام تر، نصب مناسب و ساخت پوشش آکوستیکی در محل قرار گیری 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 بنیادی طراحی آکوستیکی در ساختمان فراهم کردن محیط رضایت بخش برای فضاهایی با کاربری مورد نظر می‌باشد. مسائل آکوستیکی نه تنها در انتخاب مصالح پوششی فضاها، بلکه به آرایش بنیادی 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 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 مقررات طراحی می‌گردد.

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

HSEportal.ir

مراحل مختلف طراحی آکوستیکی

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

الف- سایت یا محل درنظر گرفته شده جهت ساخت، از لحاظ منابع نوفه خارجی بررسی 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 مربوط رعایت شوند.

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

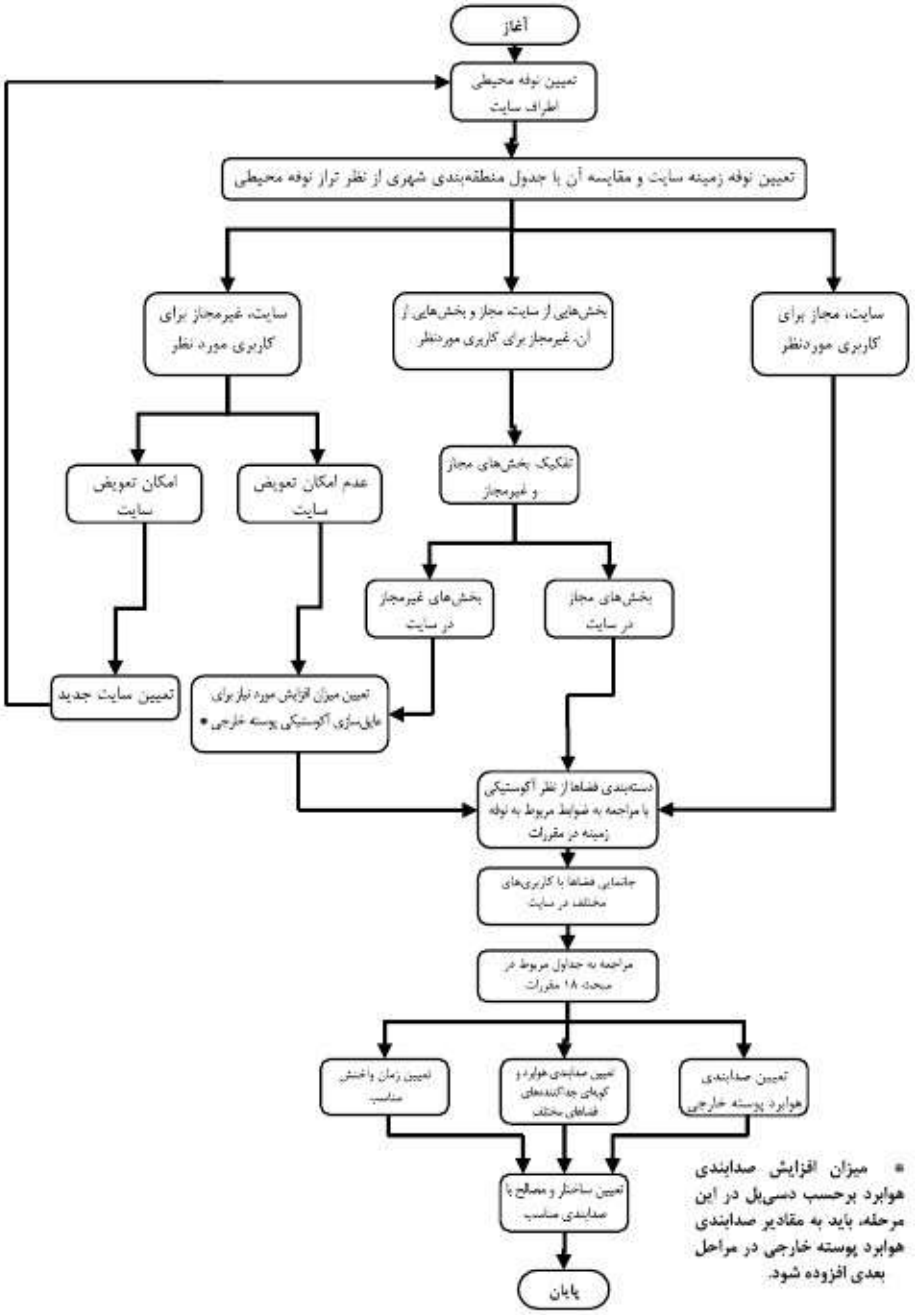
چ- سیستم‌های سازه‌ای و تأسیساتی از دیدگاه آکوستیکی بررسی و در صورت نیاز بهینه شوند.

مراحل مختلف طراحی آکوستیکی یک ساختمان در دیاگرام شکل پ-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

HSEportal.ir



شکل پ-۱: دیاگرام مراحل مختلف طراحی آکوستیکی یک ساختمان

HSEportal.ir

پ-۱ -۱ بررسی سایت و منطقه‌بندی آکوستیکی

حفاظت در برابر نوفه می‌تواند به‌عنوان بخشی از حفاظت زیست محیطی باشد. ساختمان‌های آموزشی و مسکونی- اداری به‌لحاظ نیازهای آکوستیکی خاص باید در سایتی با حداکثر تراز نوفه‌ای برابر با $L_{Aeq(T)}$ = ۶۵ dB در روز، ساخته شود. اینگونه سایت‌ها معمولاً در مناطق مسکونی و اداری متمرکز می‌گردند. برای نیل به طراحی صحیح آکوستیکی، نوفه محیط بیرون باید ارزیابی شود. در صورتی که در این ارزیابی، نوفه محیط در نقاطی بیش از ۶۵ دسی‌بل باشد با ایجاد فاصله مناسب و یا سدهای صوتی، تراز نوفه را می‌توان تا حد لازم کاهش داد. منابع نوفه خارجی که باید مورد بررسی قرار گیرد بشرح زیر می‌باشد:

- نوفه ترافیک
- نوفه ناشی از محوطه های ساخته شده مجاور

به‌منظور کاهش نوفه محیطی به‌ویژه نوفه ترافیک می‌توان از موارد زیر استفاده کرد:

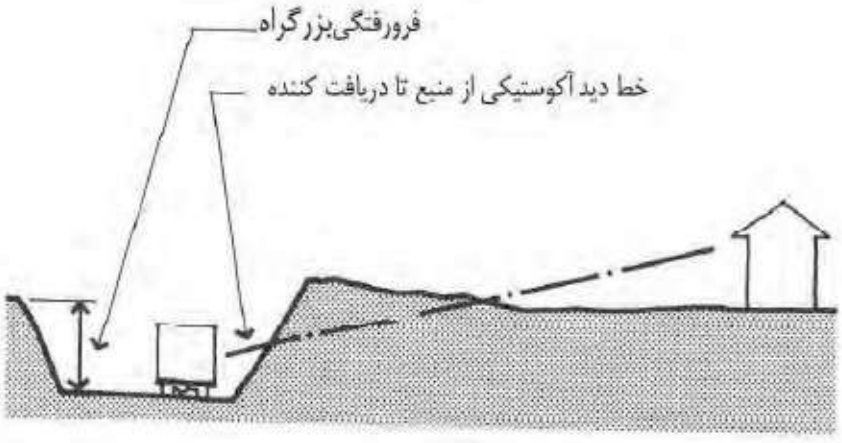
۱- ایجاد فاصله مناسب از منبع صوتی. از آنجا که این مقدار کاهش نوفه در بیشتر موارد نیازهای صوتی را تامین نمی‌کند ایجاد سد صوتی لازم خواهد بود.

۲- استفاده از موانع صوتی. موانع صوتی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

موانع صوتی طبیعی شامل تپه‌ها، خاکریزهای طبیعی، جنگلها و غیره.

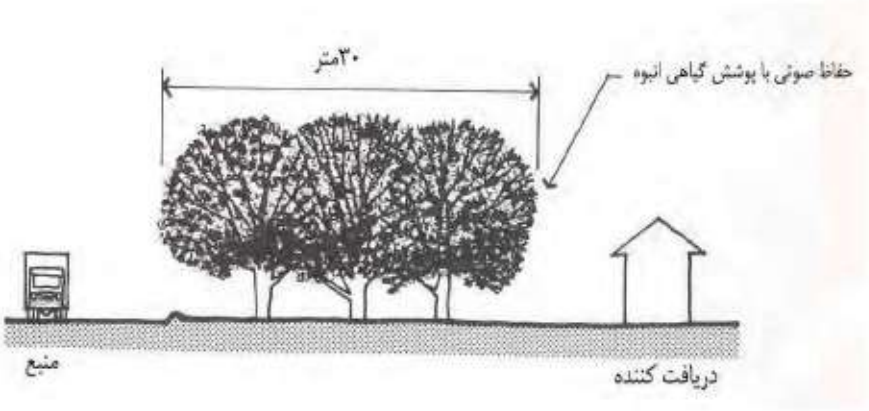
موانع صوتی مصنوعی شامل دیوار صوتی، خاکریزهای مصنوعی و درختکاری.

شکلهای پ-۱-۱، پ-۱-۲ و پ-۱-۳ عملکرد انواع موانع صوتی را نمایش می‌دهد.

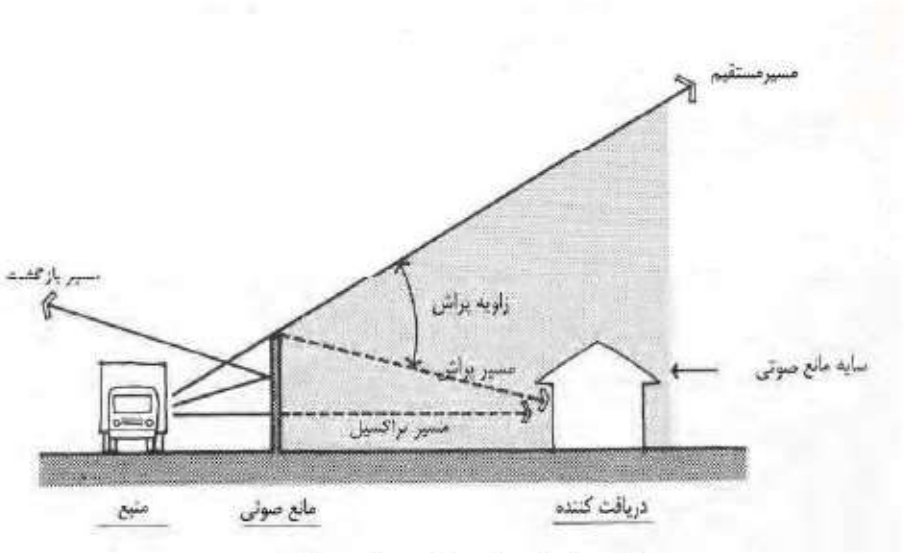


شکل پ-۱-۱: نمایش کاهش نوفه ترافیک توسط خاکریز طبیعی

HSEportal.ir



شکل پ-۱-۲: نمایش کاهش نوفه ترافیک توسط پوشش گیاهی



شکل پ-۱-۳: نمایش کاهش نوفه توسط مانع صوتی

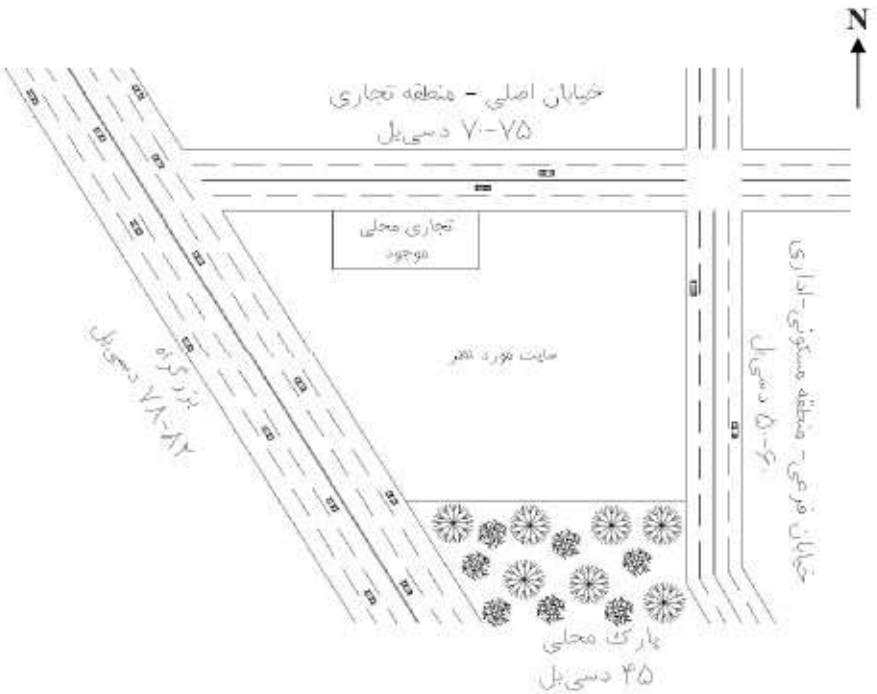
با ایجاد درختکاری با درختان متراکم با حداقل ۳۰ متر عمق، تراز نوفه ترافیک حدود ۷ تا ۱۱ dB_A کاهش می‌یابد.

در اینجا برای روشن شدن مطالب بالا یک سایت فرضی درنظر گرفته می‌شود. سایت فرضی (شکل پ-۱-۴) به شکل ذوزنقه می‌باشد که در غرب آن یک بزرگراه قرار دارد. نوفه اندازه‌گیری شده در حاشیه بزرگراه در حدود dB_A ۸۲-۷۸ می‌باشد.

HSEportal.ir

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

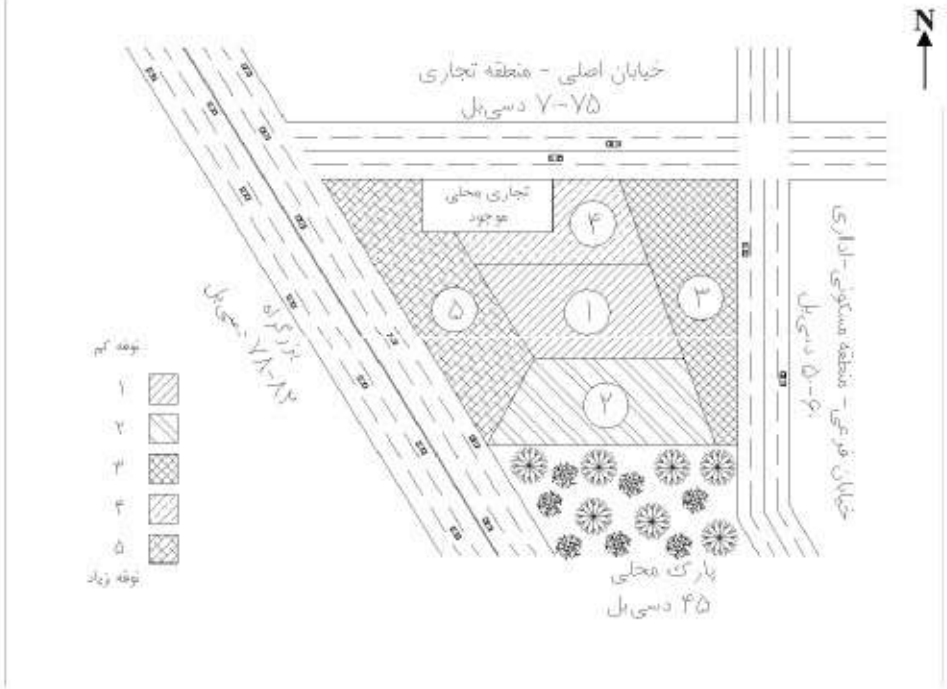
در داخل سایت از مرکز به سمت جنوب درخت‌کاری نامنظم دیده می‌شود در قسمتی از حاشیه شمالی آن یک مجموعه تجاری محلی قرار گرفته است.



شکل پ-۱-۴: سایت فرضی جهت ساخت

بطورکلی در هر ساختمان فضاهای مختلف با کاربری‌های مختلف، نیازهای آکوستیکی متفاوتی دارند. به‌منظور تأمین این نیازها، در مرحله اول محدوده محل ساختمان از لحاظ آکوستیکی منطقه‌بندی می‌شود و فضاهای مختلف ساختمان باتوجه به نیازهای آکوستیکی در این مناطق جانمایی می‌گردند.
در سایت فرضی موردنظر، با توجه به نوفه موجود در محیط اطراف، پنج منطقه آکوستیکی پیش‌بینی شده است. این مناطق در شکل پ-۱-۵ نشان داده شده‌اند.

HSEportal.ir



شکل پ-۱-۵: منطقه‌بندی از نظر آکوستیکی در سایت فرضی

پ-۱ -۲ بررسی و دسته بندی آکوستیکی فضاهای مختلف

فضاهای داخلی ساختمان را نیز می‌توان برمبنای 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 مسئله 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-۱-۱ دسته‌بندی شده است.

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

HSEportal.ir

جدول پ-۱-۱: دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای آموزشی

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه dB_A	درجه‌بندی آکوستیکی
کلاس درس نظری	۳۵	۱
کتابخانه		
فضای سمعی و بصری		
دفاتر اداری		
سالن سخنرانی تا ۲۵۰ نفر		
آزمایشگاه	۴۰	۲
اتاق کامپیوتر		
دفتر دبیران		
اتاق بهداشت		
اتاق تمرین موسیقی	۴۵	۳
کارگاه کارهای دستی و خانه داری		
نمازخانه		
غذاخوری و بوفه		
راهرو		
کارگاه تخصصی	۵۰	۴
سالن ورزشی		
سالن تاسیسات	۶۰	۵

HSEportal.ir

جدول پ-۱-۲ : دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف یک ساختمان مسکونی- اداری

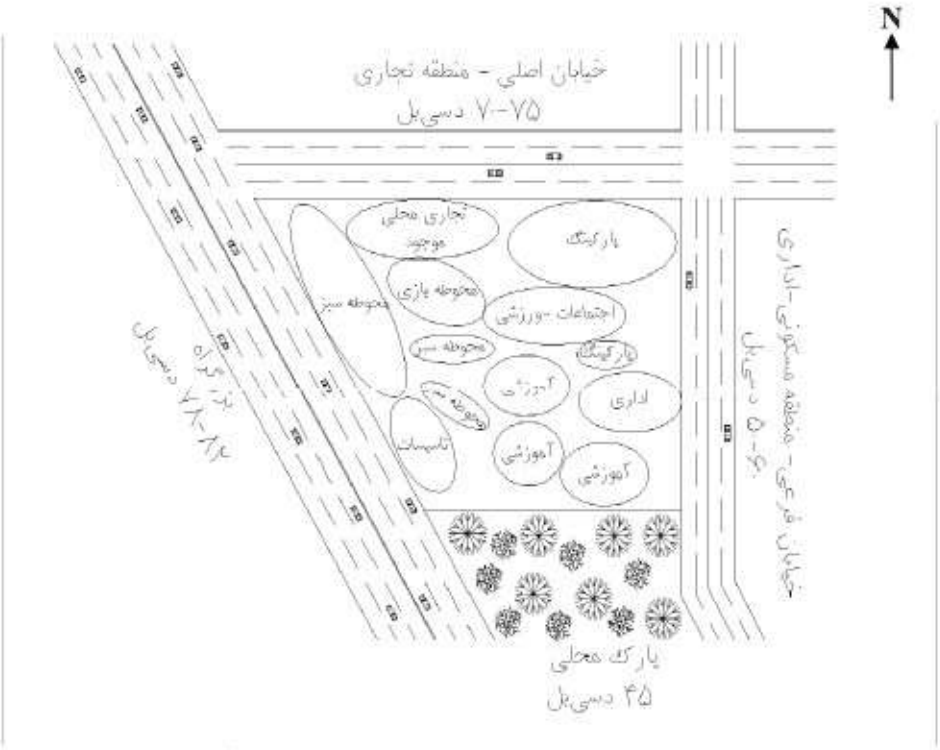
نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه dB_A	درجه‌بندی آکوستیکی
اتاق خواب و مطالعه در مسکونی	۳۵	۱
اتاق جلسات در اداری		
سالن اجتماعات در مسکونی		
اتاق نشیمن و کار در مسکونی	۴۰	۲
اتاق‌های اداری و دفتری		
آشپزخانه در مسکونی	۴۵	۳
مراکز کامپیوتری		
سالن بانک‌ها		
سرویس بهداشتی	۵۰	۴
فضاهای بسته عمومی		

پ-۱ -۳ آرایش آکوستیکی فضاها بر روی سایت فرضی

با توجه به‌جدول 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-۱-۵ استفاده شده است.

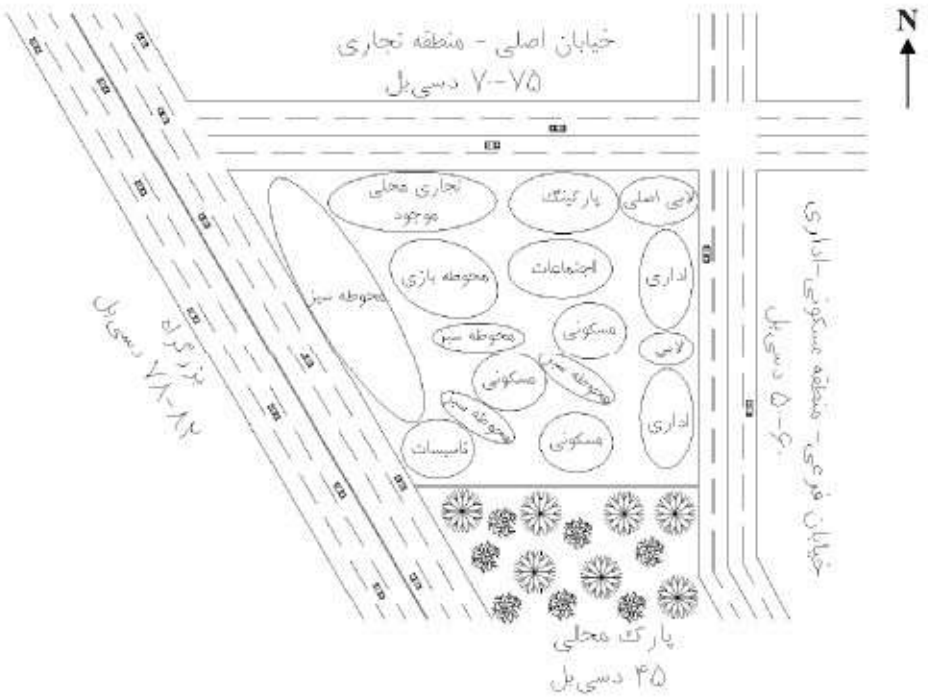
درمورد پیداکردن موقعیت فضا ممکن است موارد استثنا نیز وجود داشته باشد، مثلاً سالن اجتماعات که ازنظر سازه‌ای از سایر فضاها جدا شده و ضمناً پنجره‌ای به بیرون ندارد باید کاملاً صدابندی گردد. جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه آموزشی در شکل پ-۱-۶ و در یک مجموعه مسکونی- اداری در شکل پ-۱-۷ نشان داده شده است.

HSEportal.ir



شکل پ-۱-۶: جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه آموزشی

HSEportal.ir



شکل پ-۱-۷: جانمایی محوطه و استقرار فضاها در یک مجموعه مسکونی - اداری

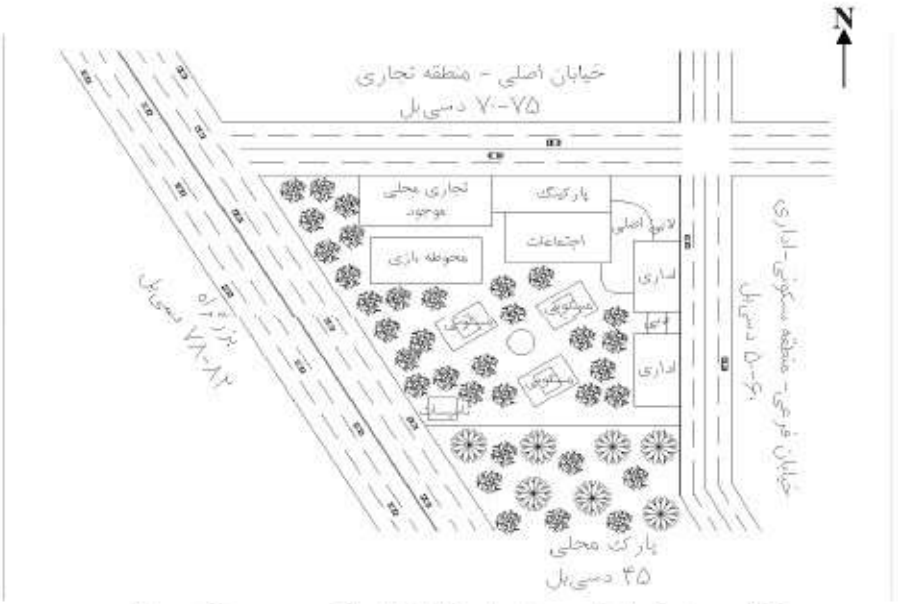
HSEportal.ir

پ-۱ -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-۱-۸ و پ-۱-۹).

شکل پ-۱-۸: جانمایی محوطه و استقرار فضاها دریک ساختمان آموزشی تمامی فضاها در یک طبقه هم‌سطح

HSEportal.ir



شکل پ-۱-۹: جانمایی محوطه و استقرار فضاها دریک مجموعه مسکونی - اداری
تمامی فضاها در یک طبقه هم‌سطح

پ-۱-۵ استفاده از جداکننده با صدابندی مناسب

کنترل نوفه در فضاهای مختلف ساختمان از عوامل مهم طراحی از نظر تأمین محیط آکوستیکی مطلوب می‌باشد. چنانچه بنا به نیاز طرح یا محدودیت‌های موجود، فضاهایی با شرایط آکوستیکی 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.

HSEportal.ir

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 مبحث 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 مبحث، 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 پیوست‌های 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-۱-۶ 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

HSEportal.ir

گوناگونی که ضریب جذب صدای برخی از آن‌ها در پیوست ۵ 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.

HSEportal.ir

پیوست ۲- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب

پ-۲-۱ 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-۲-۱) که وابستگی متقابل بین ضریب تراگسیل و شاخص کاهش صدای هر جداکننده را مشخص می‌کند، ضریب تراگسیل جداکننده ساده محاسبه می‌شود.

$$TL \quad \text{یا} \quad R = 10Log\frac{1}{\tau} \qquad \Rightarrow \qquad \tau = 10^{-(0/1)R} \qquad \text{(پ-۲-۱)}$$

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-۲-۱) ضریب تراگسیل جداکننده مرکب محاسبه می‌شود.

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_1 s_1 + \tau_2 s_2 + \ldots + \tau_n s_n}{s_1 + s_2 + \ldots + s_n} \qquad \text{(پ-۲-۲)}$$

HSEportal.ir

که در آن:

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

$\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_n$ ضریب تراگسیل هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب؛

$S_1, S_2, \ldots, S_n$ سطح هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب، به مترمربع.

با قرار دادن $\bar{\tau}$ در رابطه (پ-۲-۳) شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب محاسبه می‌گردد.

$$\overline{TL} \quad \text{یا} \quad \bar{R} = 10Log\frac{1}{\bar{\tau}} \qquad \text{(پ-۲-۳)}$$

که در آن :

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

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

به‌عنوان مثال: جداکننده مرکبی به ابعاد ۴/۷ ×۱۰ متر، شامل دیوار بیست و دو سانتی آجری و یک در به ابعاد ۲×۱ 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 :

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

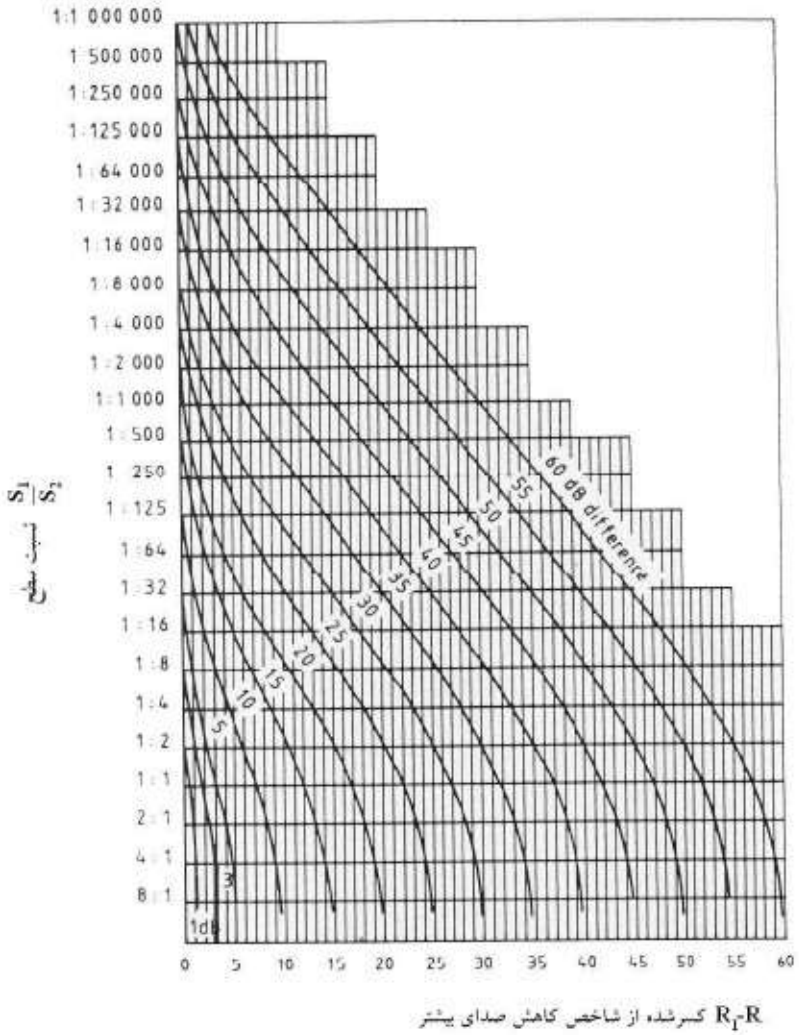
$$\bar{\tau} = \frac{5\times10^{-(0.1)\times20} + 22\times10^{-(0.1)\times15} + 40\times10^{-(0.1)\times50}}{47} = 2.42\times10^{-3}$$

$$\bar{R} = 10Log\frac{1}{2.42\times10^{-3}} = 26dB$$

HSEportal.ir

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

HSEportal.ir

در شکل پ-۲-۱:

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-۲-۱ 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:

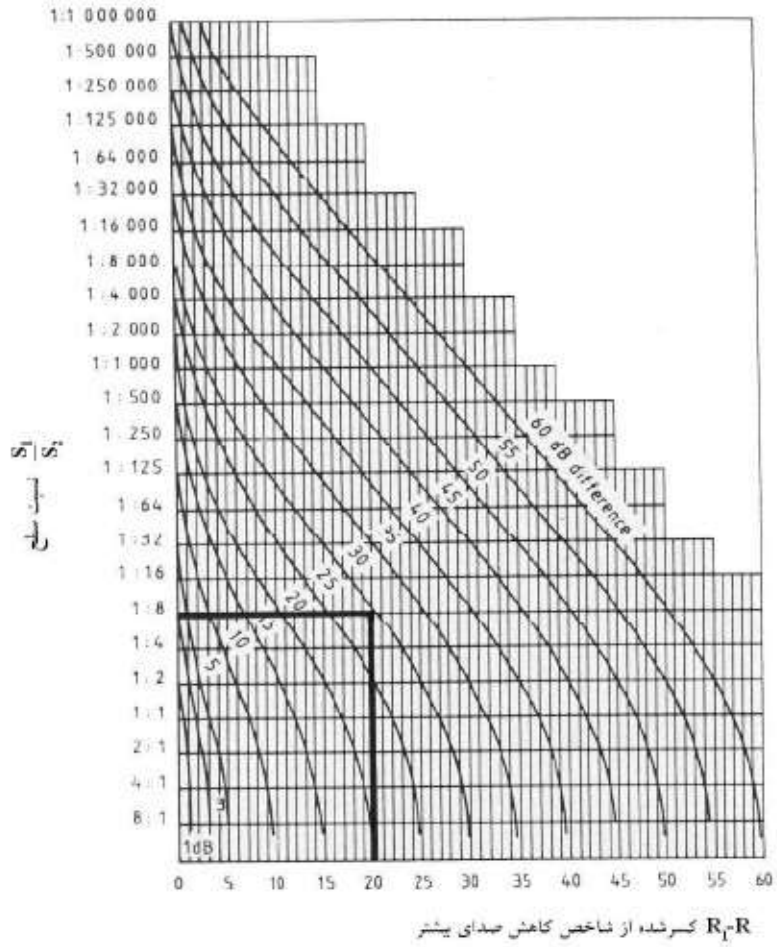
الف: اختلاف دو کاهش صدای دیوار و پنجره را به‌دست آورده ($R_1 - R_2 = ۵۰ - ۲۰ = ۳۰$) و سپس منحنی ۳۰ از روی شکل مشخص می‌گردد.

ب: نسبت دو سطح تشکیل دهنده دیوار و پنجره را به‌دست آورده ($\frac{S_1}{S_2} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8}$) 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:

$$R_1 - R = 20 \quad \Rightarrow \quad 50 - R = 20 \quad \Rightarrow \quad R = 50 - 20 = 30$$

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

HSEportal.ir



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

نمونه دیگر:

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

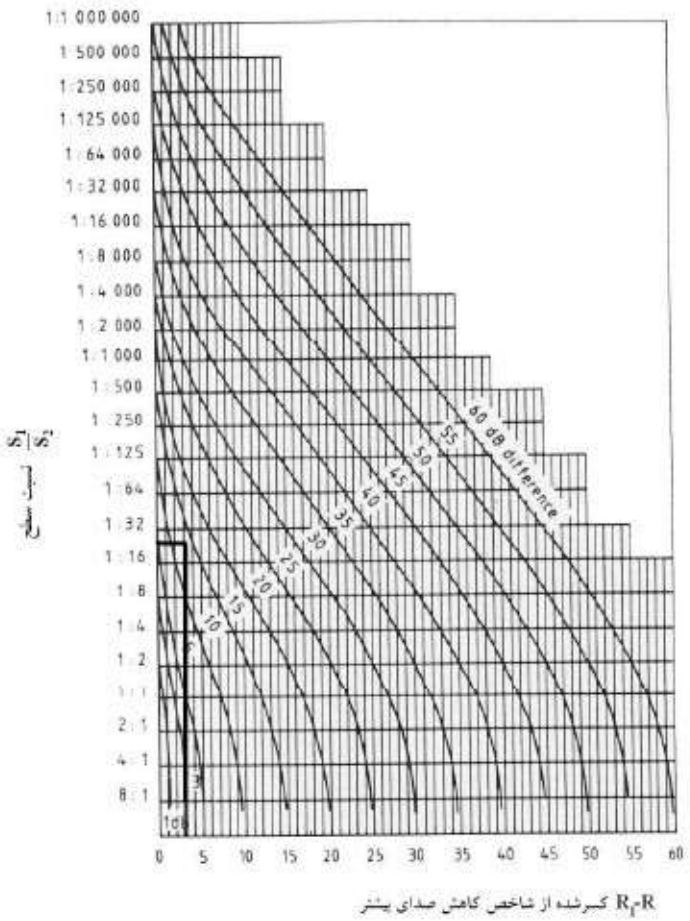
جداکننده	$S = ۱۰ \times ۴/۷ = ۴۷$	متر مربع
در	$S_2 = ۱ \times ۲ = ۲$	متر مربع
دیوار و پنجره	$S_1 = ۴۷ - (۲) = ۴۵$	متر مربع

HSEportal.ir

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{2}{45} = \frac{1}{22.5}$$

$$R_1 - R_2 = 30 - 15 = 15 \quad \text{و} \quad R_1 - R = 4 \quad \Rightarrow \quad R = 30 - 4 = 26$$

مراحل فوق روی شکل پ-۲-۳ نشان داده شده است.



شکل پ-۲-۳: نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب

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

HSEportal.ir

پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها

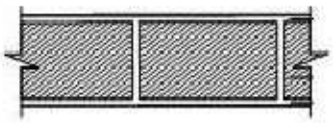
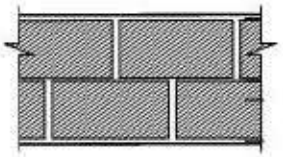
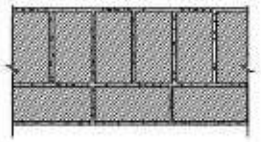
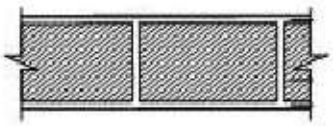
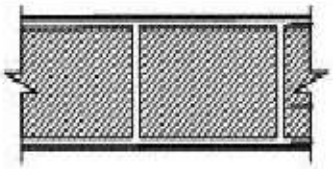
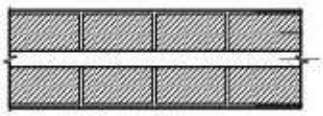
جهت انتخاب صحیح جداکننده‌ها در یک ساختمان ضروری است که طراح، مقادیر صدابندی جداکننده‌ها مانند دیوار، در، پنجره و شیشه را در مقابل صدای هوابرد (شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، R_w یا STC) در اختیار داشته باشد. جداول ارائه شده در بندهای زیر می‌توانند طراح را در این جهت راهنمایی نمایند.

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 ساخته شده با صفحات روکش‌دار گچی (drywall)، ساندویچ پانل 3D و قالب عایق ماندگار بتنی (ICF) برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، در جدول پ-۳-۱ ارائه شده است.

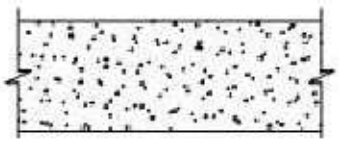
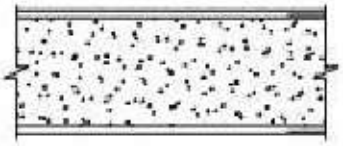
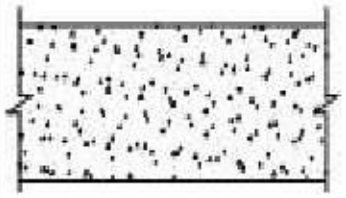
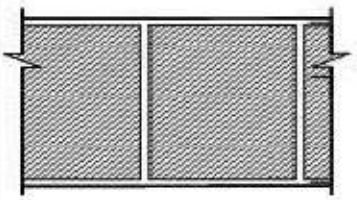
HSEportal.ir

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

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

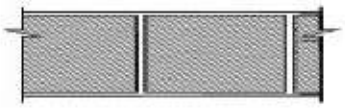
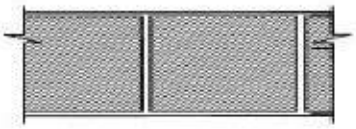
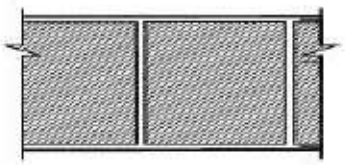
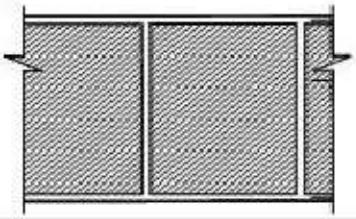
HSEportal.ir

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

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	STC یا R_w (dB)
دیوار بتنی به‌ضخامت ۷/۵ سانتیمتر	۷٫۵		۴۷
دیوار بتنی به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر دو رو اندود یا گچ 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

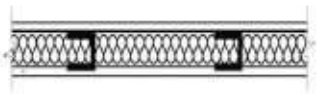
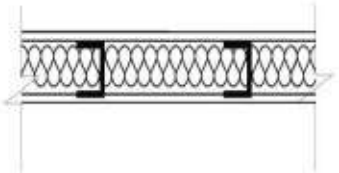
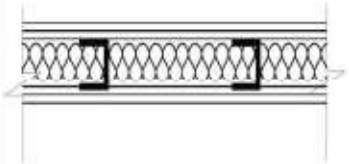
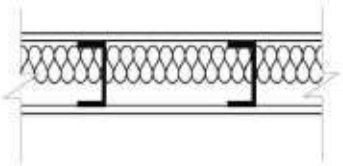
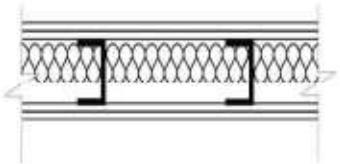
HSEportal.ir

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

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	STC یا R_w (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 به‌ضخامت ۱۹ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۲۱		۴۶
دیوار با بلوک تو پر از بتن سبک به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۲۷		۵۱

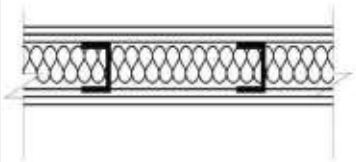
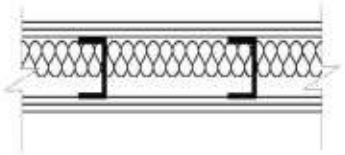
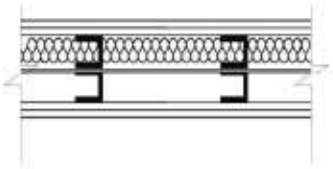
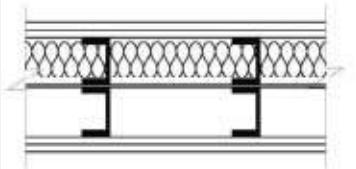
HSEportal.ir

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

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	STC یا R_w (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
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 ۶ سانتیمتر در وسط	۱۲٫۵		۵۱

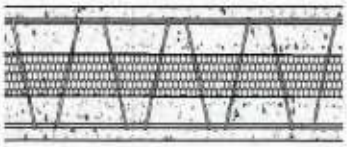
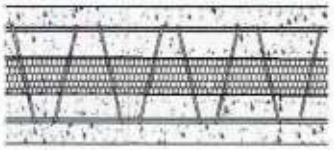
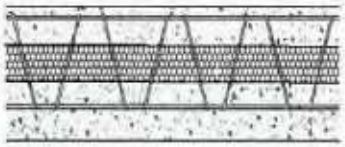
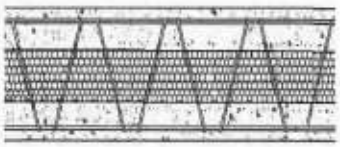
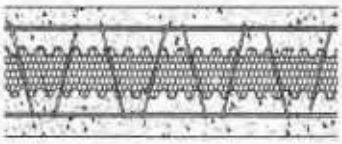
HSEportal.ir

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

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

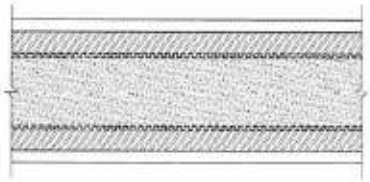
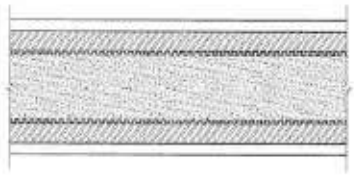
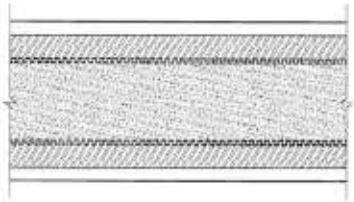
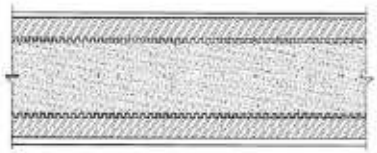
HSEportal.ir

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

ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	STC یا R_w (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 به ضخامت 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

HSEportal.ir

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

شرح سیستم	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	STC یا R_w (dB)
دیوار با ساختار قالب های 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. بدیهی است اطلاعات مربوط به صداایندی هوابرد

HSEportal.ir

شیشه‌ها باید از طرف شرکت‌های تولیدکننده آن‌ها ارائه شود. لازم به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

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

نوع شیشه	نوع لایه و ضخامت به میلیمتر			STC یا R_w (dB)
ساده	۴			۳۱
	۶			۳۲
	۱۰			۳۴
	۱۲			۳۶
لمینیت	لایه‌ها			
	شیشه	PVB	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

HSEportal.ir

پ-۳-۳ پنجره‌ها

مقادیر صدابندی هوابرد تعدادی از پنجره‌ها برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمـایی در جدول پ-۳-۳ ارائه شده است. بدیهی است اطلاعات مربوط به صدابندی هوابرد هر پنجره با هرگونه ساختاری باید از طرف شرکت‌های سازنده آن ارائه شود تا طراح بتواند در محاسبات آکوستیکی از آن‌هـا استفاده نماید. لازم به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایـشگاه‌هـای آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

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

نوع پنجره	STC یا R_w (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، بـرای راهنمـایی در جـدول پ-۳-۴ ارائه شده است. بدیهی است اطلاعات مربوط به صدابندی هوابرد هر در با هرگونه ساختاری باید از طرف شرکت‌های تولیدکننده آن ارائه شود تا طراح بتواند در محاسبات آکوستیکی از آن‌ها استفاده نماید. لازم

HSEportal.ir

به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

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

HSEportal.ir

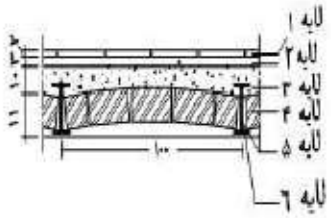
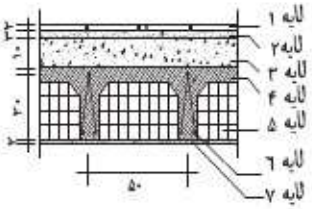
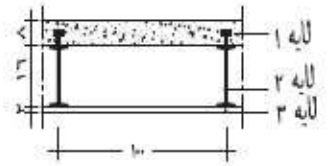
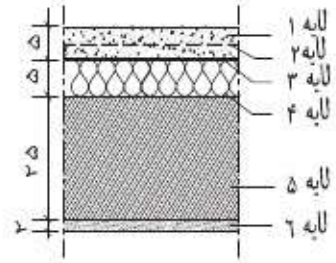
HSEportal.ir

پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای کف - سقف‌ها

مقادیر صدابندی کوبه‌ای تعدادی از کف - سقف‌های متداول برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۴ ارائه شده است. لازم به‌ذکر است که سقف‌های سازه‌ای با کف‌سازی سخت (سنگ، موزائیک و مشابه آن‌ها) از نظر صدابندی کوبه‌ای مناسب نیستند. به‌منظور افزایش صدابندی سقف‌ها در برابر صدای کوبه‌ای، باید از کف‌پوش‌های نرم، کف شناور، سقف کاذب و یا ترکیبی از آن‌ها استفاده نمود تا بتوان به الزامات مشخص شده در این مبحث دست یافت.

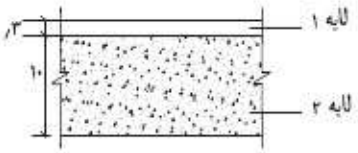
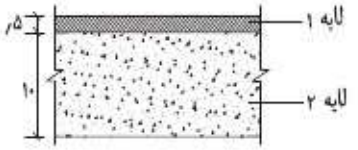
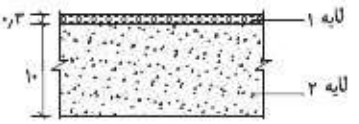
HSEportal.ir

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

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)
سقف طاق ضربی لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه و سیمان به‌ضخامت ۳ سانتیمتر لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر لایه ۴- آجرکاری با ملات گچ و خاک به ضخامت ۱۱ سانتیمتر لایه ۵- تیرآهن ۱۴ با فاصله ۱۰۰ سانتیمتر لایه ۶- اندود گچ پرداختی ۱٫۲ سانتیمتر	۲۸		۶۸	۴۲
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 به‌ضخامت ۵ سانتیمتر لایه ۵- تیرچه‌ها به‌ضخامت ۲۰ سانتیمتر و به فاصله ۵۰ سانتیمتر لایه ۶- بلوک‌های سفالی لایه ۷- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۲۷		۷۷	۲۷
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	۳۰		۷۶	۳۴
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 به ضخامت ۵ سانتیمتر لایه ۵- سقف تیرچه بلوک به‌ضخامت ۲۵ سانتیمتر لایه ۶- گچ‌کاری به‌ضخامت ۲ سانتیمتر	۳۷		۴۶	۶۴

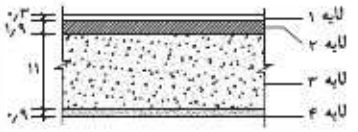
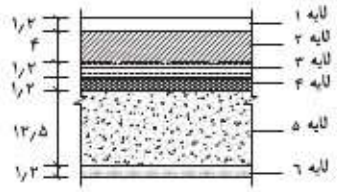
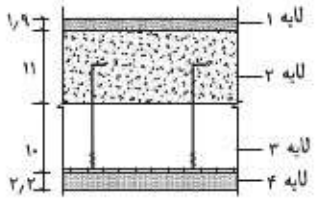
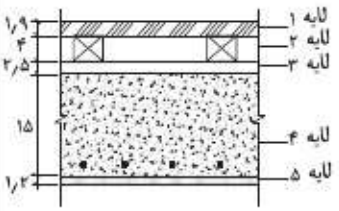
HSEportal.ir

ادامه جدول پ-۴: صداینده‌ی کوبه‌ای چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف - سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)
دال بتنی مسلح (بدون کفپوش) رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان	۱۰		۸۵	۲۵
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		۸۱	۲۹
دال بتنی مسلح با پوشش روی کف لایه۱- موکت ۱/۵ سانتیمتری با فوم لاستیکی به ضخامت ۰/۶ سانتیمتر در پشت موکت لایه۲- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر	۱۵		۳۰	۸۰
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	۱۰/۵		۶۹	۴۱
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	۱۳		۳۰	۸۰

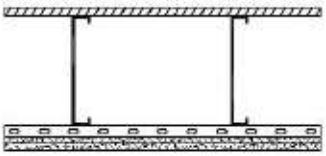
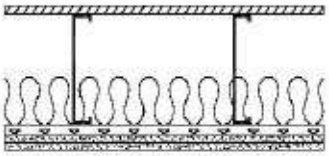
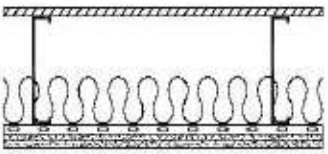
HSEportal.ir

ادامه جدول پ-۴ : صداینده‌ی کوبه‌ای چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف - سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (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	۱۳		۶۲	۴۸
دال بتنی مسلح با کف شناور متشکل از لایه‌های زیر : لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت ۱/۲ سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه سیمان مسلح شده با شبکه آرماتور سبک ۴ سانتیمتر لایه ۳- مقوای فیبراندود 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	۲۰/۶		۵۷	۵۳
سقف دال بتنی مسلح با سقف کاذب لایه ۱- ملات ماسه سیمان به ضخامت 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		۶۳	۴۷
سقف دال بتنی مسلح با لایه‌های زیر: لایه ۱- کف سازی چوبی به ضخامت ۱/۹ سانتیمتر لایه ۲- تخته‌های چهار تراش ۴×۵ 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		۵۳	۵۷

HSEportal.ir

ادامه جدول پ-۴: صداایندی کوبه‌ای چند نمونه از کف - سقف‌ها

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (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	۲۵/۶		۷۰	۴۰
جزئیات فوق با فرش یا 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 تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۵/۶		۶۱	۴۹
جزئیات فوق با فرش یا 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 تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۵/۶		۶۸	۴۲
جزئیات فوق با فرش یا موکت			۴۸	۶۲

HSEportal.ir

پیوست ۵- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون

مقادیر ضریب جذب برخی مواد برگرفته از منابع گوناگون خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۵ ارائه شده است. بدیهی است اطلاعات مربوط به ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون با هر ساختاری که در داخل فضا مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید از طرف شرکت‌های تولیدکننده آن‌ها ارائه شود تا طراح بتواند در تمهیداتی که برای آکوستیک داخلی به‌کار می‌برد، از آن‌ها بهره گیرد. لازم به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

HSEportal.ir

جدول پ-۵ 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
آجری یا 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
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

HSEportal.ir

ادامه جدول پ-۵ 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
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 تخته گچی به فاصله هوایی ۷۵ میلیمتر از دیوار	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۷۵

HSEportal.ir

ادامه جدول پ-۵ 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
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
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

HSEportal.ir

واژه‌نامه

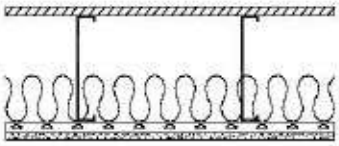
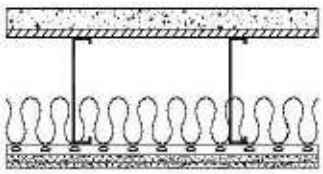
۱- صدا	1- Sound
۲- فراگیر کشسان	2- Elastic medium
۳- صدای هوابرد	3- Airborne sound
۴- صدای پیکری	4- Structural sound
۵- نوفه	5- Noise
۶- نوفه زمینه	6- Background noise
۷- تراگسیل صدای هوابرد	7- Airborne sound transmission
۸- تراگسیل صدای کوبه‌ای	8- Impact sound transmission
۹- ضریب جذب صدا	9- Sound absorption coefficient
۱۰- ضریب تراگسیل صدا	10- Sound transmission coefficient
۱۱- تراز شدت صدا	11- Sound intensity level
۱۲- تراز فشار صدا	12- Sound pressure level
۱۳- شبکه وزنی A	13- A-weighting network
۱۴- پاسخ بسامدی	14- Frequency response
۱۵- تراز فشار صدای وزن‌یافته A، L_{PA}	15- A-weighted sound pressure level
۱۶- تراز صدای معادل، L_{eq}	16- Equivalent continuous sound pressure level
۱۷- تراز صدای معادل وزن‌یافته A، L_{AeqT}	17- A-weighted equivalent sound pressure level
۱۸- نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه (PNC)	18- Preferred Noise Criteria
۱۹- شاخص کاهش صدا، R	19- Sound reduction index
۲۰- افت تراگسیل صدا، TL	20- Sound transmission coss

HSEportal.ir

21- Weighted sound reduction index	۲۱- شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، R_w
22- Sound Transmission Class	۲۲- درجه تراگسیل صدا، STC
23- Normalized impact sound pressure level	۲۳- تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، L_n
24- Weighted normalized impact sound pressure level	۲۴- تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته، L_{nw}
25- Impact Insulation Class	۲۵- درجه صدابندی کوبه‌ای، IIC

HSEportal.ir

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

ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (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 میلیمترالیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، یک لایه تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۴/۳		۶۶	۴۴
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۶	۶۴
بتن رویه با ضخامت ۳۸ میلیمتر روی تخته چندلایه ۱۶ 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 تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر	۲۵/۶		۷۹	۳۱
جزئیات فوق با فرش با موکت			۴۰	۷۰

HSEportal.ir