



وزارت راه و شهرسازی
معاونت امور مسکن و ساختمان

مقررات ملّی ساختمان ایران

مبث هجدهم

عایق‌بندی و تنظیم صدا

دفتر مقررات ملّی ساختمان
۱۳۹۰

عنوان و نام پدیدآور:	عایق بندی و تنظیم صدا / [تهیه کننده] دفتر امور مقررات ملی ساختمان.
وضعیت ویراست:	[ویراست ۲].
مشخصات نشر:	تهران، نشر توسعه ایران، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهري:	جدول، مصور.
فروخت:	مقررات ملی ساختمان، مبحث ۱۸
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۸۹-۸
وضعيت فهرست نويسی:	فيپا
يادداشت:	عنوان دیگر: مبحث ۱۸ عایق بندی و تنظیم صدا
يادداشت:	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 ملی ساختمان.
شناسه افزوده:	مقررات ملی ساختمان ایران: مبحث ۱۸.
ردیه بندی کنگره:	KMH ۳۴۰۲/الف/۹۷۰ ج ۱۸ .۱۳۹۰
ردیه بندی دیوبی:	۳۴۳/۵۵
شماره کتابشناسی ملی:	۲۵۰۰۳۱۲

نام کتاب: مبحث ۱۸ عایق بندی و تنظیم صدا

تئیه کننده:	دفتر مقررات ملی ساختمان
ناشر:	نشر توسعه ایران
شمارگان:	جلد ۳۰۰۰
شابک:	۹۷۸-۹۶۴-۷۵۸۸-۸۹-۸
نوبت چاپ:	اول
تاریخ چاپ:	۱۳۹۰
چاپ و صحافی:	کانون
قیمت:	۲۲۰۰ ریال

حق چاپ برای تئیه کننده محفوظ است.

پیش‌گفتار

مقررات ملی ساختمان مجموعه‌ای است از ضوابط فنی، اجرایی و حقوقی لازم‌الرعايه 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 ملی 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 ملی ساختمان تمایزهای آشکاری دارند.

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

این وزارتخانه که در اجرای ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان وظیفه تدوین مقررات ملی را به عهده دارد، از چند سال پیش طرح کلی تدوین مقررات ملی ساختمان را تهیه و به مرحله اجرا گذاشته است که براساس آن، شورایی تحت عنوان «شورای تدوین مقررات ملی 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 ملی ساختمان زیر نظر شورا به وجود آورده است.

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 ملی ساختمان و تصویب اکثربیت اعضای شورای مذکور، به تأیید اینجانب رسیده و به شهرداریها و دستگاههای اجرائی و جامعه مهندسی کشور ابلاغ گردیده است.

از زمانی که این وظیفه خطیر به این وزارتخانه محول گردیده، مجданه سعی شده است با تشکیل شورای تدوین مقررات ملی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مربوط به هر مبحث و کسب نظر از صاحب‌نظران و مراجع ذی‌صلاح بر غنای هر چه بیشتر مقررات ملی 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 ملی ساختمان و سایر کسانی که به نحوی در تدوین این مجلد همکاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌نمایم.

علی نیکزاد
وزیر راه و شهرسازی

هیأت تدوین کنندگان مبحث هجدهم مقررات ملّی ساختمان

(بر اساس حروف الفبا)

الف) شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

عضو	مهندس محمد رضا اسماعیلی	•
عضو	دکتر ابازر اصغری	•
عضو	دکتر محمد حسن بازیار	•
عضو	مهندس علی اصغر جلالزاده	•
عضو	دکتر علیرضا رهایی	•
رئيس	مهندس ابوالفضل صومعلو	•
عضو	دکتر محمد تقی کاظمی	•
عضو	دکتر ابوالقاسم کرامتی	•
عضو	دکتر محمود گلابچی	•
نایب رئیس و عضو	دکتر غلامرضا هوائی	•

ب) اعضای کمیته تخصصی

عضو و مسؤول تدوین	محمد جعفر هدایتی	•
عضو	مینا مکانیک	•
عضو	دکتر پروین نصیری	•

با همکاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

ج) دبیرخانه شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان

معاون مدیر کل و مسئول دبیرخانه شورا	مهندس سهیلا پاکروان	•
کارشناس تدوین مقررات ملّی ساختمان	مهندس لاله جعفر پوریانی	•
رئیس گروه تدوین مقررات ملّی ساختمان	دکتر بهنام مهرپرور	•

www.hoseinzadeh.net

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	
۱-۱۸ کلیات	۱
۱-۱۸ هدف	۱
۲-۱-۱۸ حدود و نحوه کاربرد	۱
۳-۱-۱۸ تعاریف	۲
۱-۳-۱-۱۸ صدا	۲
۲-۳-۱-۱۸ صدای هوابرد	۲
۳-۳-۱-۱۸ صدای پیکری	۲
۴-۳-۱-۱۸ نوشه	۲
۵-۳-۱-۱۸ نوشه زمینه	۲
۶-۳-۱-۱۸ تراگسیل صدای هوابرد	۲
۷-۳-۱-۱۸ تراگسیل صدای کوبهای	۳
۸-۳-۱-۱۸ ضرب جذب صدا	۳
۹-۳-۱-۱۸ ضرب تراگسیل صدا	۴
۱۰-۳-۱-۱۸ تراز شدت صدا، L_I	۴

۵.....	۱۱-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدا، L_p
۵.....	۱۲-۳-۱-۱۸ شبکه وزنی A
۷	۱۳-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدای وزن یافته L_{PA} ، A
۸	۱۴-۳-۱-۱۸ تراز صدای معادل، L_{eq}
۸	۱۵-۳-۱-۱۸ تراز صدای معادل وزن یافته L_{AeqT} ، A
۸	۱۶-۳-۱-۱۸ شاخص‌های اندازه گیری نویه زمینه
۱۰.....	۱۷-۳-۱-۱۸ زمان واخنش
۱۱.....	۱۸-۳-۱-۱۸ گستره بسامدی اندازه گیری ها
۱۲.....	۱۹-۳-۱-۱۸ شاخص کاهش صدا، R
۱۲.....	۲۰-۳-۱-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته، R_W
۱۴.....	۲۱-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده، L_n
۱۵.....	۲۲-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته، L_{nw}
۱۶.....	۲۳-۳-۱-۱۸ لایه
۱۷.....	۲۴-۳-۱-۱۸ جداکننده ساده
۱۷.....	۲۵-۳-۱-۱۸ جداکننده مرکب
۱۷.....	۲۶-۳-۱-۱۸ شرایط تحويل یک فضا
۱۹.....	۲-۱-۱۸ مقررات آکوستیکی انواع ساختمانها
۱۹.....	۱-۲-۱۸ مقررات عمومی
۲۱.....	۲-۲-۱۸ ساختمان‌های مسکونی
۲۱.....	۱-۲-۲-۱۸ تراز نویه زمینه
۲۱.....	۲-۲-۲-۱۸ زمان واخنش
۲۱.....	۳-۲-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها
۲۲.....	۴-۲-۲-۱۸ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات.
۲۳.....	۳-۲-۱۸ هتل‌ها
۲۳.....	۱-۳-۲-۱۸ تراز نویه زمینه

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

۳۴	۲-۸-۲-۱۸ زمان واخنش.
۳۴	۳-۸-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها
۳۵	۹-۲-۱۸ مراکز ترابری
۳۵	۱-۹-۲-۱۸ تراز نویه زمینه
۳۵	۲-۹-۲-۱۸ زمان واخنش.
۳۵	۳-۹-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها
 پیوست ۱ - مثالی از راهنمای طراحی آکوستیکی (برای دو مجموعه ساختمانی با کاربری‌های مختلف) ۳۹	
۴۳	پ-۱-۱ برسی سایت و منطقه بندی آکوستیکی
۴۶	پ-۱-۲ برسی و دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف
۴۸	پ-۱-۳ آرایش آکوستیکی فضاهای بر روی سایت فرضی
۵۱	پ-۱-۴ تهیه طرح اولیه ساختمان
۵۲	پ-۱-۵ استفاده از جداکننده با صدابندی مناسب
۵۳	پ-۱-۶ زمان واخنش بهینه
 پیوست ۲ - روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرتب ۵۵	
۵۵	پ-۱-۱ روش محاسبه
۵۷	پ-۱-۲ روش تخمینی با استفاده از نمودار
 پیوست ۳ - مقادیر صدابندی هوایرد جداکننده‌ها ۶۱	
۶۱	پ-۱-۱ دیوارها
۶۸	پ-۱-۲ شیشه‌ها
۷۰	پ-۱-۳ پنجره‌ها
۷۰	پ-۱-۴ درها

۷۳	پیوست ۴ - مقادیر صدابندی کوبه‌ای کف - سقف‌ها
۷۹	پیوست ۵ - مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون
۸۳	واژه‌نامه

مقدمه

افزایش مشکلات آکوستیکی در ساختمان‌ها، ناشی از نویه ترافیک، نویه ساختمان‌های مجاور و هم‌چنین نویه 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 مضلات تدوین شده است. بدین منظور، مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان تحت عنوان "عایق‌بندی و تنظیم صدا"، برای نخستین بار در سال ۱۳۷۹ تدوین شد. در این مبحث، پس از بیان شاخص‌های آکوستیکی لازم برای درک مقررات، مقادیر نویه مجاز برای فضاهای مختلف و هم‌چنین مقررات صدابندی هوایی و کوبهای جداکننده‌های مختلف در ساختمان‌ها با کاربری‌های گوناگون عنوان گردید. همچنین روش محاسبه صدابندی یک جدار مرکب و مقادیر عددی صدابندی هوایی 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 نویه محیطی برای کاربری‌های گوناگون.
- تکمیل مقررات آکوستیکی برای تعداد بیشتری از کاربری‌ها.
- بازنگری مقادیر مجاز نویه 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 فضاهای 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 ملی ساختمان

۱-۱۸ کلیات

۱-۱۸ هدف

هدف از تدوین این مقررات تعیین حداکثر مجاز نوفه (صایغ 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.

۲-۱-۱۸ حدود و نحوه کاربرد

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

۱-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه و زمان واخنش تعیین شده برای فضاهای مختلف که در بند ۲-۱۸ ارائه شده‌اند، مربوط به شرایط تحويل می‌باشد.

۲-۲-۱۸ روش اندازه‌گیری مربوط به تراز نوفه زمینه، زمان واخنش و شاخص‌های صدابندی جدارها، باید براساس استانداردهای ملی ایران و در صورت عدم وجود استاندارد ملی، باید استانداردهای بین‌المللی تأیید شده و معترض 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.

۳-۱-۱۸ تعاریف

۱-۳-۱-۱۸ صدا

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

۲-۳-۱-۱۸ صدای هوابرد

صدای هوابرد صدایی است که محیط انتشار آن هوا است.

۳-۳-۱-۱۸ صدای پیکری

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

۴-۳-۱-۱۸ نوافه

نوافه به هر گونه صدای ناخواسته گفته می‌شود.

یادآوری: تفاوت بین واژه‌های صدا و نوافه یک تفاوت ذهنی است که صدا را خواسته و نوافه 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 نوافه ارزیابی می‌گردد.

۵-۳-۱-۱۸ نوافه زمینه

نوافه زمینه به صدای ناخواسته موجود در یک فضای گفته می‌شود. نوافه زمینه می‌تواند از منابع خارجی مانند نوافه ترافیک و نوافه ناشی از ساختمان‌های مجاور و همچنین منابع داخلی مانند نوافه ناشی از سیستم‌های تأسیسات مکانیکی و الکتریکی از قبیل تهویه، آبرسانی و آسانسور سرچشمه بگیرد.

۶-۳-۱-۱۸ تراگسیل صدای هوابرد

هرگاه جداکننده‌ای به وسیله 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 می‌پاید.

۷-۳-۱-۱۸ 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.

۸-۳-۱-۱۸ ضریب جذب صدا

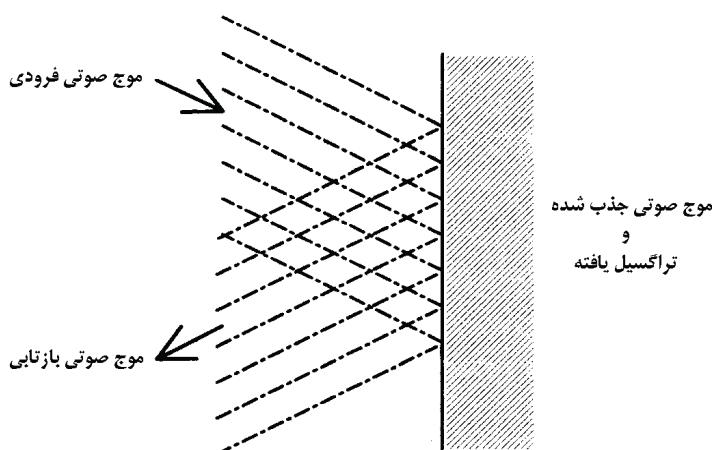
هنگامی که موج صوتی با سطحی برخورد می‌کند، بخشی از انرژی بازتاب شده و باقی آن جذب می‌شود (شکل ۱-۱۸). نسبت شدت موج جذب شده (I_a) به شدت موج فرودی (I_i)، ضریب جذب آن سطح (α) نامیده می‌شود و از معادله (۱) بدست می‌آید:

$$\alpha = \frac{I_a}{I_i} \quad (1)$$

یادآوری: ضریب جذب معیار انرژی صوتی است که بازتاب نشده است. در نتیجه $r = 1 - \alpha$ که در آن r

ضریب بازتاب سطح است و از معادله (۲) بدست می‌آید:

$$r = \frac{I_r}{I_i} \quad (2)$$

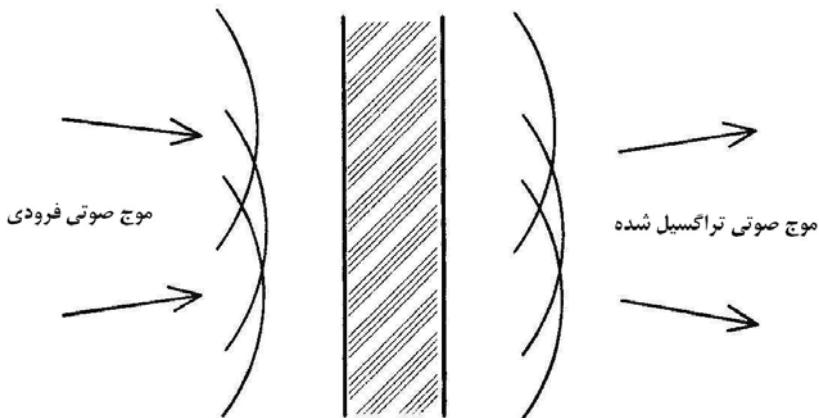


شکل ۱-۱۸-۱: جذب صدا بر روی یک سطح

۹-۳-۱-۱۸ ضریب تراگسیل صدا

هنگامیکه موج صوتی با یک جداکننده برخورد می‌کند، بخشی از انرژی از طریق جداکننده تراگسیل می‌شود (شکل ۹-۳-۱-۲). نسبت شدت موج تراگسیل شده (I_τ) به شدت موج فرودی (I_i)، ضریب تراگسیل جداکننده (τ) نامیده می‌شود و از معادله (۳) به دست می‌آید:

$$\tau = \frac{I_\tau}{I_i} \quad (3)$$



شکل ۹-۳-۲: تراگسیل صدا از یک جداکننده

۱۰-۳-۱-۱۸ تراز شدت صدا، L_I

تراز شدت صدا عبارت است از ده برابر لگاریتم (بر پایه ده) نسبت شدت صدا به شدت صدای مبنای بر حسب دسیبل، که از معادله (۴) به دست می‌آید:

$$L_I = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \text{dB} \quad (4)$$

که در آن:

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

I_0 : شدت مؤثر صدای مبنای که مقدار آن برابر است با 10^{-12} وات بر مترمربع.

۱۱-۳-۱-۱۸ 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 بر حسب دسی بل، که از معادله (۵) بدست می آید:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad \text{dB} \quad (5)$$

که در آن:

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

p_0 : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با 2×10^{-5} نیوتن بر مترمربع (پاسکال).

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

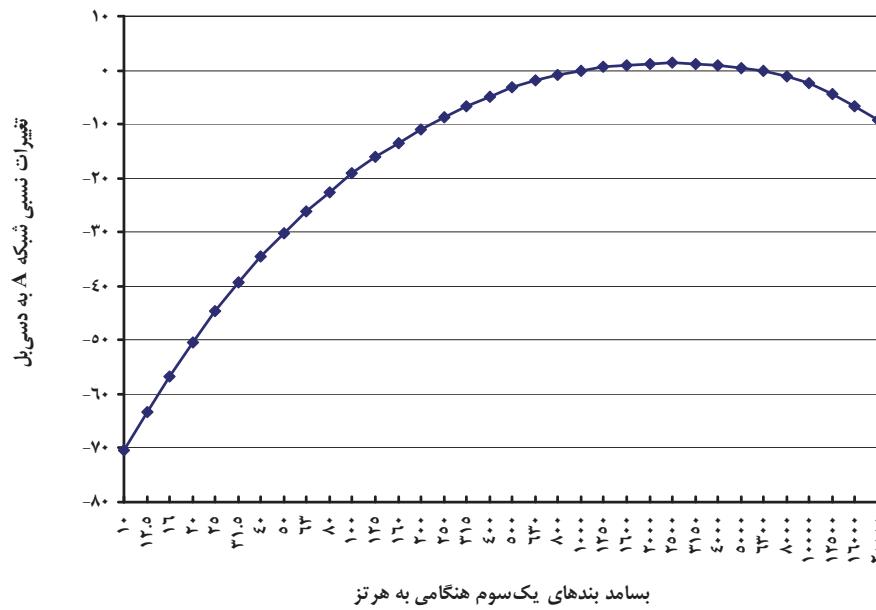
یادآوری ۲: از آنجائی که مقدار عددی تراز فشار صدا و تراز شدت صدا با یکدیگر برابرند، در هر دو مورد می‌توان از واژه "تراز صدا" استفاده کرد.

۱۲-۳-۱-۱۸ شبکه وزنی A

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

جدول ۱-۱۸-۱: مقادیر شبکه وزنی A بر حسب دسی بل

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



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

یادآوری: شبکه وزنی A در نهایت به منظور بیان تراز صدا به صورت یک عدد تنها، به کار می‌رود. این عمل از طریق جمع برپایه انرژی اعداد تصحیح یافته با این شبکه صورت می‌پذیرد.

۱۳-۳-۱۸ تراز فشار صدای وزن یافته A

تراز فشار صدای وزن یافته A، از معادله (۶) بر حسب دسی بل محاسبه می‌شود:

$$L_{PA} = 20 \log \frac{p_A}{p_0} \quad \text{dB} \quad (6)$$

که در آن:

p_A : فشار صدای وزن یافته براساس شبکه وزنی A، بر حسب نیوتون بر مترمربع (پاسکال);

p_0 : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با 2×10^{-5} نیوتون بر مترمربع (پاسکال);

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

۱۴-۳-۱-۱۸ 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) بر حسب دسیبل به دست می آید:

$$L_{eqT} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad \text{dB} \quad (7)$$

که در آن:

$p(t)$: فشار صدای لحظه‌ای، بر حسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال);

P_0 : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با 2×10^{-5} 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 به عنوان "تراز صدای میانگین" قید شده است.

۱۵-۳-۱-۱۸ تراز صدای معادل وزن یافته، A_{eqT}

این کمیت تراز معادل فشار صدای پیوسته‌ای است که پیش از مریع کردن و میانگین‌گیری، با اعمال شبکه A وزن دهی شده است. مقدار این کمیت از معادله (۸) بر حسب دسیبل محاسبه می شود:

$$L_{AeqT} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right] \quad \text{dB} \quad (8)$$

که در آن:

$P_A(t)$: فشار صدای لحظه‌ای وزن یافته با شبکه وزنی A ، بر حسب نیوتن بر مترمربع (پاسکال);

P_0 : فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با 2×10^{-5} نیوتن بر مترمربع (پاسکال);

T : مدت زمان اندازه‌گیری تراز صدا.

۱۶-۳-۱-۱۸ شاخص‌های اندازه‌گیری نویه زمینه

مقدار صدای یک منبع صوتی یا نویه زمینه در یک فضا معمولاً به دو روش تک عددی یا نموداری ارائه می شود که به طور مختصر به شرح زیر می باشد:

۱-۱۶-۳-۱-۱۸ شاخص تک عددی

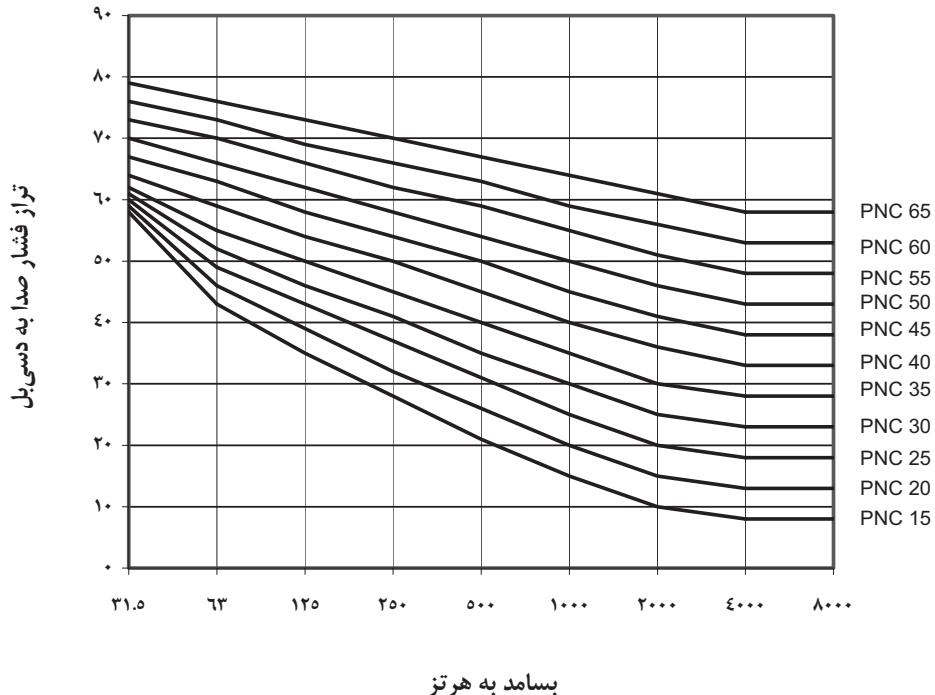
شاخص تک عددی شاخصی است که تراز نویه زمینه را به وسیله یک عدد تنها بیان می‌کند. در این مقررات از شاخص تراز صدای معادل در شبکه وزنی A (L_{AeqT}) استفاده شده است. نتیجه تک عددی حاصل از اندازه‌گیری‌های نویه زمینه، با مقادیر ارائه شده از طرف این مقررات قابل مقایسه است.

۲-۱۶-۳-۱-۱۸ شاخص نموداری

این شاخص معمولاً برای فضاهایی مانند سالنهای سخنرانی، سینما، آمفی‌تئتر و امثال آن‌ها به کار برده می‌شود. در این روش تراز صدا به وسیله صافی‌های صوتی در یک گستره بسامدی (مموملاً ۳۱/۵ تا ۸۰۰۰ هرتز) اندازه‌گیری و به صورت نمودار ارائه می‌شود. سپس با نمودارهای برسنج ترجیحی نویه (PNC) که از طرف این مقررات ارائه شده، مقایسه و درجه‌بندی می‌گردد (جدول ۲-۳-۱-۱۸) و شکل (۴-۳-۱-۱۸).

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



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

۱۷-۳-۱-۱۸ زمان واخنش

زمان واخنش در یک فضای بسته، مدت زمانی است که پس از قطع کردن منبع صدا، تراز فشار صدا 60 دسیبل افت کند. زمان واخنش با توجه به مشخصات فضا از یکی از دو معادله (۹) یا (۱۰) محاسبه می‌شود:

$$T = \frac{0.16V}{4mV + A} \quad \text{معادله سابین} \quad (9)$$

$$T = \frac{0/163V}{4mV - S \ln(1 - \bar{\alpha})} \quad \text{معادله ایرینگ} \quad (10)$$

که در آن:

T : زمان واخنش اتاق، بر حسب ثانیه؛

S : مجموعه سطوح اتاق، بر حسب مترمربع؛

V : حجم اتاق، بر حسب مترمکعب؛

A : سطح معادل جذب کننده‌های اتاق، بر حسب مترمربع؛

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

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

e^{ln} : لگاریتم در پایه e

یادآوری ۱: سطح معادل جذب کننده‌ها، A و ضریب جذب میانگین، $\bar{\alpha}$ ، از معادله‌های (۱۱) و (۱۲) محاسبه می‌شود:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i s_i \quad (11)$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n s_i \alpha_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (12)$$

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، بر حسب مترمربع.

یادآوری ۲: در صورتی که $\bar{\alpha} \leq 0.2$ باشد، از فرمول سایین استفاده می‌شود.

یادآوری ۳: در برخی از مراجع رابطه زمان واخنش به $T = 0.16 \frac{V}{A}$ ساده شده است.

یادآوری ۴: زمان واخنش یک فضای بسته تا تدوین استاندارد ملی آن بر اساس استاندارد ISO 3382 اندازه‌گیری می‌شود.

۱۸-۳-۱-۱۸ گستره بسامدی اندازه‌گیری‌ها

پارامترهای آکوستیکی با استفاده از صافی‌های بند یک‌سوم هنگامی، با بسامدهای مرکزی زیر (بر حسب 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					

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

۳۱,۵ ۶۳ ۱۲۵ ۲۵۰ ۵۰۰ ۱۰۰۰ ۲۰۰۰ ۴۰۰۰ ۸۰۰۰

۱۹-۳-۱۸ شاخص کاهش صدا، R

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

$$TL = R = 10 \log \frac{W_1}{W_2} = 10 \log \frac{1}{\tau} \quad \text{dB} \quad (13)$$

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 اساس استاندارد ملی ایران ۸۵۶۸-۳ و در شرایط میدانی بر اساس استاندارد ملی ایران ۸۵۶۸-۴ به دست می‌آید. اندازه‌گیری صدابندی نمای ساختمان بر اساس استاندارد ملی ایران ۸۵۶۸-۵ انجام می‌شود.

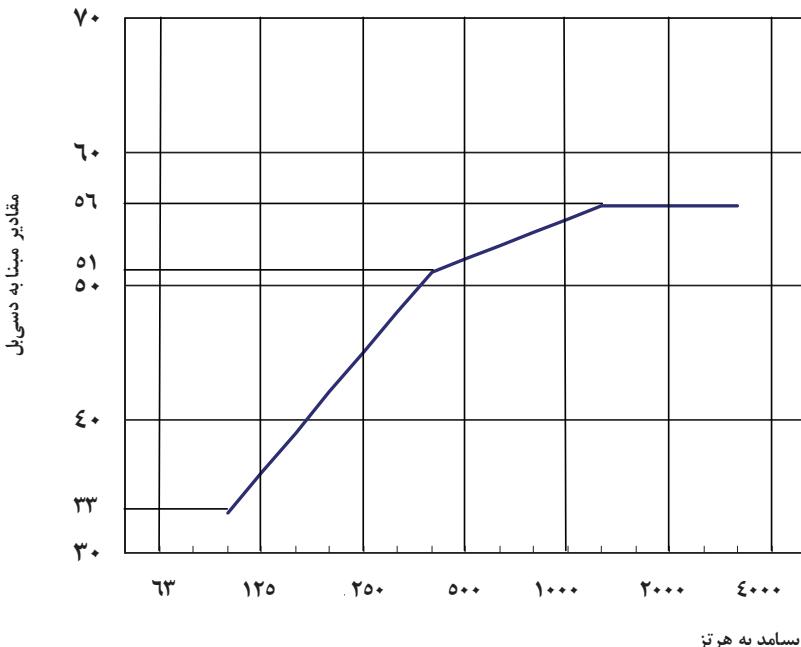
۲۰-۳-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته، R_w

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

جدول ۱-۱۸-۳: مقادیر مینا برای صدای هوا برد

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

شاخص تک عددی دیگری که برای بیان صدابندی جداگانه در برابر صدای هوا برد به کار می‌رود، بر اساس استاندارد ASTM E413 درجه تراگسیل صدا، STC است که مقدار آن از نظر عددی تقریباً برابر با R_w است.



شکل ۸-۳-۱-۱۸: نمودار مقادیر مبنای برای صدای هواپرد، در بندهای یکسوم هنگامی

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

این شاخص، بیانگر میزان تراز فشار صدای کوبه‌ای انتقال یافته از سقف است و از معادله (۱۴) بر حسب دسیبل به دست می‌آید:

$$L_n = L_i + 10 \log \frac{A}{A_0} \quad \text{dB} \quad (14)$$

که در آن:

L_i : تراز فشار صدای میانگین در یک بند یکسوم هنگامی در اتاق دریافت بر حسب 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 بر اساس استاندارد ملی ایران ۸۵۶۸-۶ و در شرایط

میدانی بر اساس استاندارد ملی ایران ۸۵۶۸-۷ به دست می‌آید. اندازه‌گیری کاهش تراگسیل

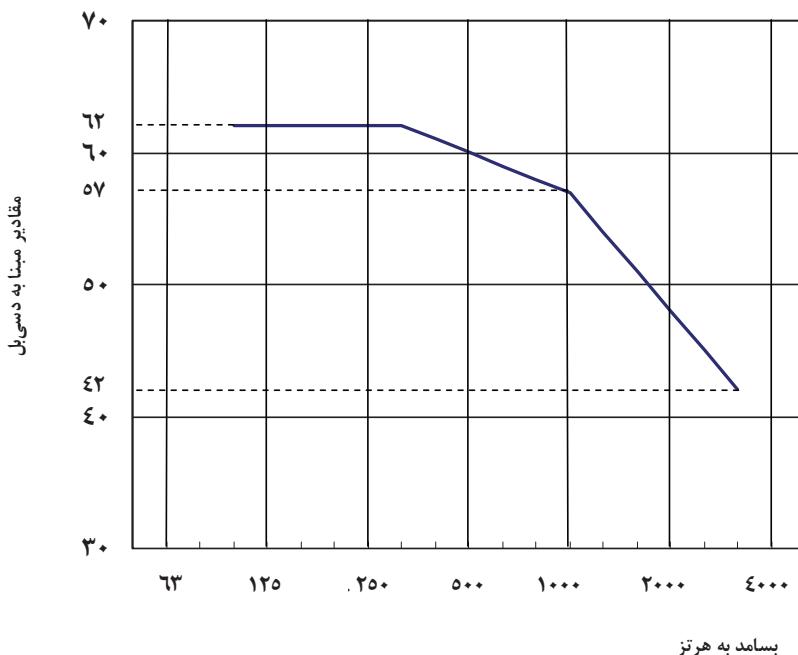
صدای کوبه‌ای توسط کفپوش‌ها بر اساس استاندارد ملی ایران ۸۵۶۸-۸ انجام می‌شود.

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

تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته کمیتی است تک عددی برای درجه‌بندی صدابندی سقف در برابر صدای کوبه‌ای که بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌های تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده در بسامد بندهای یک‌سوم هنگامی به دست می‌آید. این کمیت، برابر است با مقدار نمودار مبنا برای صدای کوبه‌ای در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن آن به روشنی که در استاندارد ملی ایران ۸۸۳۴-۲ مشخص شده است. مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای در جدول ۱-۱۸-۴-۳-۶-۱-۱۸ و نمودار شکل ۱-۱۸-۳-۶-۱-۱۸ ارائه شده است.

جدول ۱-۱۸-۴-۳-۶: مقادیر مبنا برای صدای کوبه‌ای

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



شکل ۱۸-۳-۶: نمودار مقادیر مبنای برای صدای کوبه‌ای، در بندهای یکسوم هنگامی

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

شاخص تک عددی دیگری که برای بیان صدابندی سقف در برابر صدای کوبه‌ای به کار می‌رود، بر اساس استاندارد ASTM E989 درجه صدابندی کوبه‌ای، IIC است که مقدار آن از معادله (۱۵) بدست می‌آید:

$$IIC = 110 - L_{nw} \quad (15)$$

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

۲۳-۳-۱۸ لایه

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

۲۴-۳-۱-۱۸ 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.

۲۵-۳-۱-۱۸ 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: نحوه محاسبه شاخص کاهش صدا برای جداکننده مرکب، در پیوست ۲ ارائه شده است.

۲۶-۳-۱-۱۸ شرایط تحويل یک فضا

شرایط تحويل 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.

www.hoseinzadeh.net

۲-۱۸ مقررات آکوستیکی انواع ساختمان‌ها

۱-۲-۱۸ مقررات عمومی

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

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

کاربری‌های مجاز	حداکثر تراز معادل صدا L_{AeqT}			نوع منطقه شهری از نظر نوفه
	به دسی بل	از ۷ صبح تا ۱۰ شب	از ۱۰ شب تا ۷ صبح	
مسکونی، مراکز جهانگردی و پذیرایی، مراکز بهداشتی درمانی، مراکز فرهنگی مراکز تجاری در حد محله	۴۵	۵۵		با نوفه بسیار پایین (سروصدای بسیار کم)
آموزشی، اداری مختلط مسکونی، تجاری، اداری	۵۰	۶۰		با نوفه پایین (سروصدای کم)
مجتمع‌های تجاری، بازار، نمایشگاه	۵۵	۶۵		با نوفه معمولی (سروصدای متوسط)
ترمینال‌ها، انبارها، پارکینگ‌ها، استادیوم‌های ورزشی، میدان‌میوه و ترهبار	۶۰	۷۰		با نوفه بالا (سروصدای زیاد)
صنعتی، نظامی، فرودگاه‌ها	۶۵	۷۵		با نوفه بسیار بالا (سروصدای بسیار زیاد)

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

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

۲-۱-۲-۱۸ مقررات آکوستیکی در کاربری‌های مجاز ذکر شده در جدول ۱-۱-۲-۱۸ 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.

۳-۱-۲-۱۸ اندازه‌گیری میزان صدابندی هواپرد (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. در صورتی که جداکننده موردنظر، مانند نمای یک ساختمان، مرکب باشد شاخص کاهش صدای وزن یافته این جداکننده مرکب با توجه به شاخص‌های اجزای تشکیل‌دهنده آن محاسبه می‌شود. روش محاسبه در پیوست ۲ توضیح داده شده است.

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

۴-۱-۲-۱۸ 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.

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

۲-۲-۱۸ ساختمان‌های مسکونی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیر در ساختمان‌های مسکونی الزامی است.

۱-۲-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq}^{(3)}$ ، بر حسب دسی بل
اتاق خواب و مطالعه	۳۵
اتاق نشیمن و کار	۴۰
آشپزخانه	۴۵
سرویس بهداشتی	۵۰
فضاهای بسته عمومی ^۱	

۲-۲-۲-۱۸ 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.

۳-۲-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) مورد نیاز برای جداکننده‌ها^۲ در ساختمان‌های مسکونی در جدول ۲-۲-۲-۱۸ ارائه شده است.

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

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

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

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) بر حسب دسیبل	نوع جداکننده
۵۰	دیوار جداکننده بین دو واحد مجاور، سقف و کف
	دیوار جداکننده بین فضاهای تأسیساتی و واحد مسکونی
۴۰	پوسته خارجی ^۱ اتاق خواب یا نشیمن
۳۵	پوسته خارجی آشپزخانه
	جداکننده بین راهرو و واحد مسکونی

۴-۲-۲-۱۸ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته (L_{nw}) مورد نیاز برای سقف بین طبقات در ساختمان‌های مسکونی در جدول ۱۸-۲-۳-۳ ارائه شده است.

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

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

۱- منظور از پوسته خارجی، نمای ساختمان است.

۳-۲-۱۸ هتل‌ها

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیر در هتل‌ها الزامی است.

۱-۳-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

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

L_{Aeq} حداکثر تراز نوفه زمینه معادل (۳۰) برحسب دسیبل	نوع فضا
۳۵	اتاق مهمان
۴۰	سالن انتظار (لابی)
۴۵	سالن‌های پذیرایی مکان‌های ورزشی - تفریحی
۵۰	آشپزخانه سرویس‌های بهداشتی فضاهای بسته عمومی ^۱

۲-۳-۲-۱۸ زمان واخنش

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

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

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

۱- فضای بسته عمومی مانند راهرو، راه‌پله و رختشوی خانه.

۳-۳-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته مورد نیاز برای جداکننده‌ها

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

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

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) بر حسب 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	

۴-۳-۲-۱۸ تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته مورد نیاز برای سقف بین طبقات

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

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

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

۴-۲-۱۸ ساختمان‌های آموزشی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندۀ‌های زیر در ساختمان‌های آموزشی الزامی است.

۱-۴-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq}^{(30)}$ بحسب 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
سروریس‌های بهداشتی	

۲-۴-۲-۱۸ زمان واخنش

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

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

جدول ۲-۴-۲-۱۸: حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمان‌های آموزشی^۱

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

۳-۴-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته مورد نیاز برای جداسازی

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) مورد نیاز برای جداسازی جداسازی در جدول ۲-۴-۲-۱۸ ارائه شده است.

جدول ۲-۴-۲-۱۸: حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) مورد نیاز برای جداسازی

ساختمان‌های آموزشی

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

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

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

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

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

۵-۲-۱۸ بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی

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

۱-۵-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

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

حداقل تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq}^{(30)}$ بر حسب دسی‌بل	نوع فضا
۳۰	اتفاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتفاق زایمان
۴۰	راهروهای مجاور بخش‌های فوق آشپزخانه
۵۰	سرвис‌های بهداشتی فضاهای بسته عمومی ^۱

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

۲-۵-۲-۱۸ زمان واخنش

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

جدول ۲-۵-۲-۱۸: 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
اتفاق‌های بخش بسترهای، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتفاق زایمان	۱/۲
راهروهای مجاور بخش‌های فوق	۱/۵

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

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

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

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) بر حسب دسی بل
دیوار جداکننده و سقف بین اتفاق‌های بخش بسترهای، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتفاق زایمان و سایر فضاهای (مانند آشپزخانه، دفاتر اداری و ...)	۵۵
دیوار جداکننده و سقف بین اتفاق‌های بخش بسترهای، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتفاق زایمان	۵۰
پوسته خارجی اتفاق‌های بخش بسترهای، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتفاق زایمان	۴۵
دیوار جداکننده سرویس‌های بهداشتی از فضاهای مجاور	
پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی	۴۰
جداکننده اتفاق‌های بخش بسترهای، مراقبت‌های ویژه، جراحی و اتفاق زایمان از راهرو	۳۵
جداکننده سرویس‌های بهداشتی از راهرو	۳۰

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

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

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

۶-۲-۱۸ ساختمان‌های اداری و تجاری

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

۱-۶-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

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

حداقل تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq}^{(30)}$ بر حسب دسیبل	نوع فضا
۳۵	اتاق جلسات
۴۰	اتاق‌های اداری و دفتری
۴۵	مراکز کامپیوترا
	سالن بانکها
	rstوران‌ها، فروشگاهها و سوپرمارکتها
۵۰	فضاهای بسته عمومی ^۱
	سرویس‌های بهداشتی

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

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

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

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

۳-۶-۲-۱۸ 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 ۲-۱۸-۶-۲ ارائه شده است.

جدول 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) بر حسب 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 کامپیوتروی	۴۰
	پوسته خارجی رستوران‌ها، فروشگاه‌ها و سوپرمارکت‌ها
	پوسته خارجی فضاهای بسته عمومی
جداکننده اتاق‌های اداری و دفتری از راهرو	۳۰

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

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

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

۷-۲-۱۸ مراکز فرهنگی

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیر در مراکز فرهنگی الزامی است.

۱-۷-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

جدول ۱-۷-۲-۱۸: حداقل تراز نوفه زمینه مجاز در مراکز فرهنگی^۱

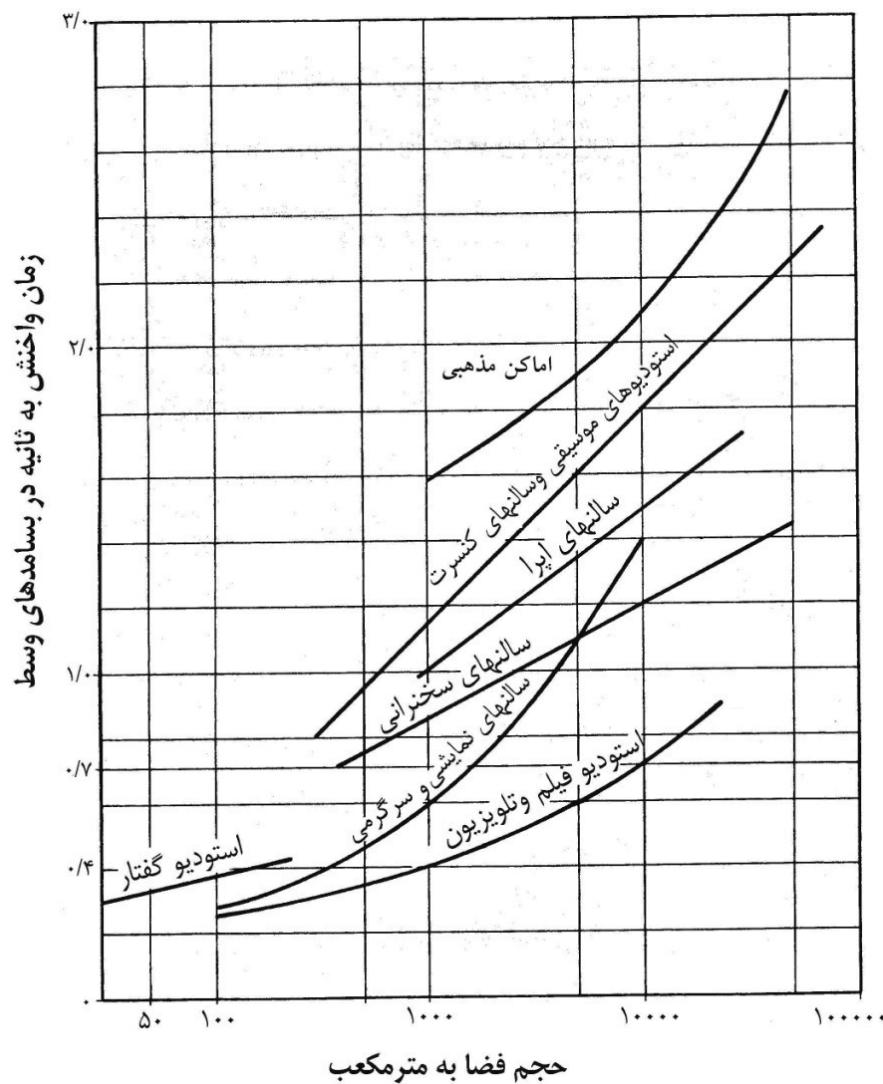
نمودار برسنج نوفه ^۲	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (30)}$ بر حسب دسی بل	نوع فضا
PNC-۳۵	۳۵	سالن‌های سخنرانی، سینماها، سالن‌های کنسرت، سالن‌های تأثیر
		کتابخانه‌ها (قسمت مطالعه)
-	۳۵	موزه‌ها
		اماكن مذهبی
	۴۰	کتابخانه‌ها (قسمت قفسه‌ها)
	۴۵	راهروها و سالن‌های انتظار

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

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

۲-۷-۲-۱۸ زمان واخنش

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



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

۳-۷-۲-۱۸ 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 ۲-۷-۲-۱۸ ارائه شده است.

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

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

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

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

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

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

۸-۲-۱۸ مراکز ورزشی و تفریحی

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

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

۱-۸-۲-۱۸ تراز نویه زمینه

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

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

نوع فضا	حداکثر تراز نویه زمینه معادل $L_{Aeq}^{(30)}$ بر حسب دسی بل
سالن‌های بیلیارد	۴۵
سالن‌های بولینگ	
استخرهای شنا	
سالن‌های ورزشی سرپوشیده	
راهروها، سرویس‌های بهداشتی	

۲-۸-۲-۱۸ 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.

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

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

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

نوع جداکننده	حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w) بر حسب دسی بل
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

۹-۲-۱۸ مراکز ترابری

رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیر در مراکز ترابری الزامی است.

۱-۹-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

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

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

۲-۹-۲-۱۸ زمان واخنش

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

۳-۹-۲-۱۸ 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 ۲-۹-۲-۱۸ ارائه شده است.

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

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

www.hoseinzadeh.net

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 مركب

پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها

پیوست ۴- مقادیر صدابندی کوبه‌ای کف‌سقف‌ها

پیوست ۵- مقادیر ضریب جذب مواد و مصالح گوناگون

www.hoseinzadeh.net

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 قبلًا 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. به عنوان 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 راه حل‌های 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 بطور کامل 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.

معمولًا 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 راه حل مناسب باید به این مهم توجه خاص مبذول گردد. در بعضی موارد راه حل‌های ترکیبی می‌تواند کمک موثری در جهت حل مسئله باشد. بعنوان مثال چنانچه کار کرد سیستم تهویه باعث ایجاد نوفه در یک فضا گردد بهترتبی که در بالا گفته شد، در مرحله اول سعی می‌شود که با انتخاب یک سیستم آرام‌تر، 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 به حد 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 رضایت‌بخش برای فضاهایی با کاربری مورد نظر می‌باشد. مسائل آکوستیکی نه تنها در انتخاب مصالح پوششی فضاهای، بلکه به آرایش بنیادی فضاهای، مانند نحوه قرار گرفتن فضاهای آرام با فاصله مناسب از فضاهای پر نوفه بستگی دارد. برنامه‌ریزی مناسب کاربری فضاهای 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، به گونه‌ای عمل نمایند که پس از اتمام ساخت، به اصلاحات اساسی برای بهینه‌سازی وضعیت آکوستیکی نیازی نباشد. از آنجا که تمهیدات به کار 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 تعیین شده 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 ۱۸-۲-۶ و اداری در بند ۱۸-۶-۲ مقررات طراحی می‌گردد.

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

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 نوافه خارجی بررسی و تراز نوافه در

تمام نقاط آن بهمنظور منطقه‌بندی آکوستیکی سایت مشخص گردد.

ب- شرایط آکوستیکی فضاهای مختلف ساختمانی در رابطه با عملکرد آن‌ها مشخص شده و فضاهای در

این رابطه دسته‌بندی گردد.

پ- با توجه به دو بند بالا، محل صحیح قرارگیری هر دسته از فضاهای در سایت تعیین شود. فضاهایی که

بنا به نیاز طرح در موقعیت مناسب در سایت قرار نمی‌گیرند، مشخص گردد تا تمهیدات خاصی در

مورد آن‌ها رعایت شود.

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

ث- در داخل ساختمان وضعیت قرارگیری فضاهای مختلف بررسی گردد، چنانچه بنا به نیاز طرح یا

حدودیت‌های 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 نوافه و تأمین و اخنس بهینه در فضاهای مختلف در رابطه با

عملکرد آن‌ها انتخاب گردد.

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

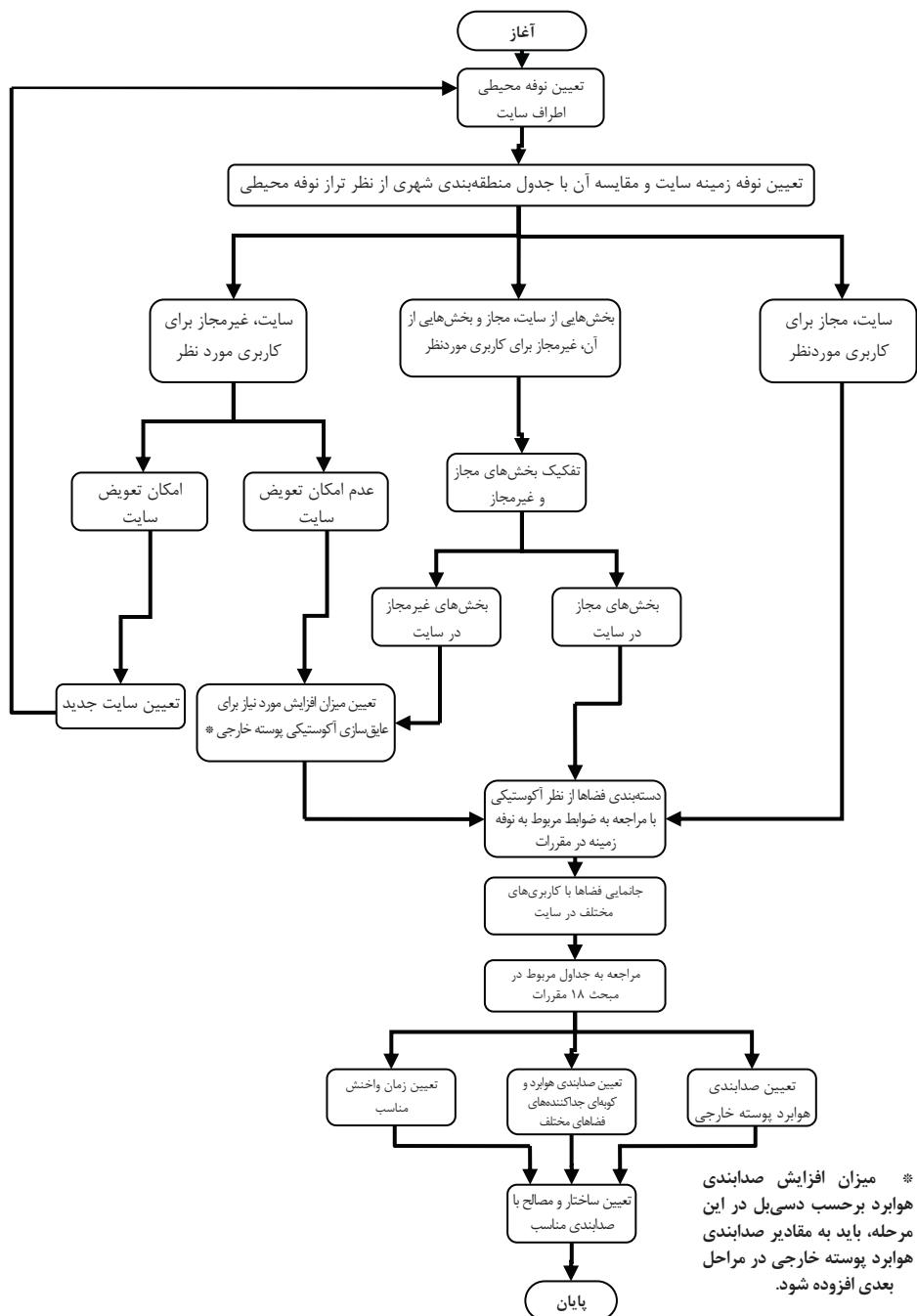
مراحل مختلف طراحی آکوستیکی یک ساختمان در دیاگرام شکل پ-۱ نشان داده شده است. علاوه بر

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



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

پ-۱-۱ بررسی سایت و منطقه‌بندی آکوستیکی

حافظت در برابر نوفه می‌تواند به عنوان بخشی از حفاظت زیست محیطی باشد. ساختمان‌های آموزشی و مسکونی-اداری به لحاظ نیازهای آکوستیکی خاص باید در سایتی با حداقل تراز نوفه‌ای برابر با $L_{Aeq(T)} = 65 \text{ dB}$ 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 محوطه‌های ساخته شده مجاور

به منظور کاهش نوفه محیطی به ویژه نوفه ترافیک می‌توان از موارد زیر استفاده کرد:

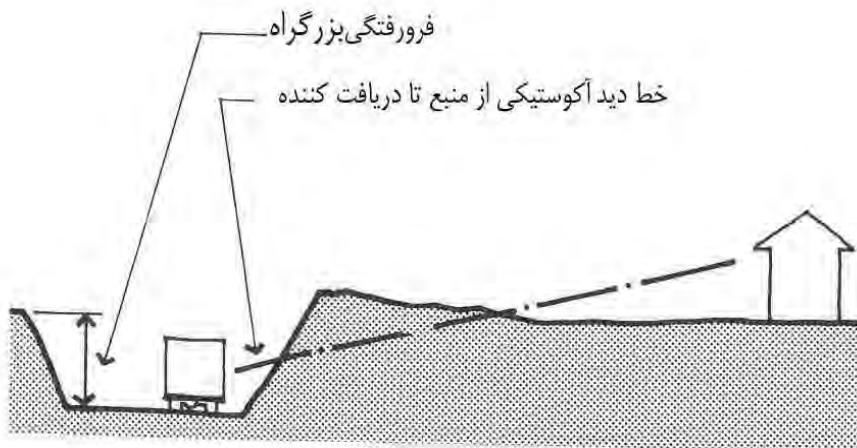
۱- ایجاد فاصله مناسب از منبع صوتی. از آنجا که این مقدار کاهش نوفه در بیشتر موارد نیازهای صوتی را تأمین نمی‌کند ایجاد سد صوتی لازم خواهد بود.

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

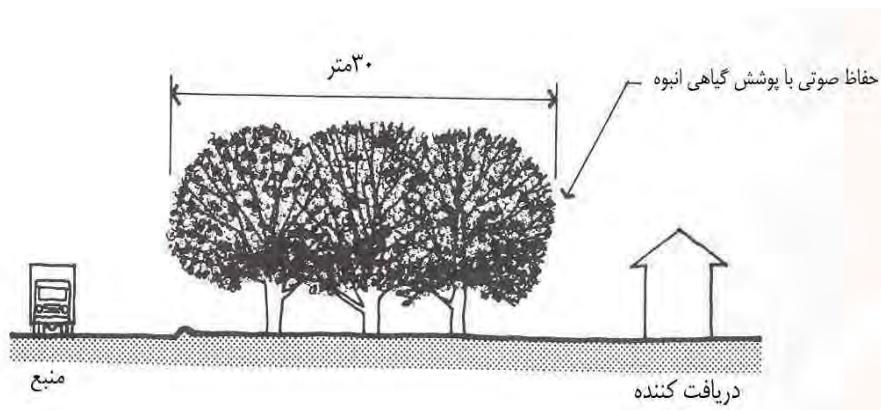
موانع صوتی طبیعی شامل تپه‌ها، خاکریزهای طبیعی، جنگلهای غیره.

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

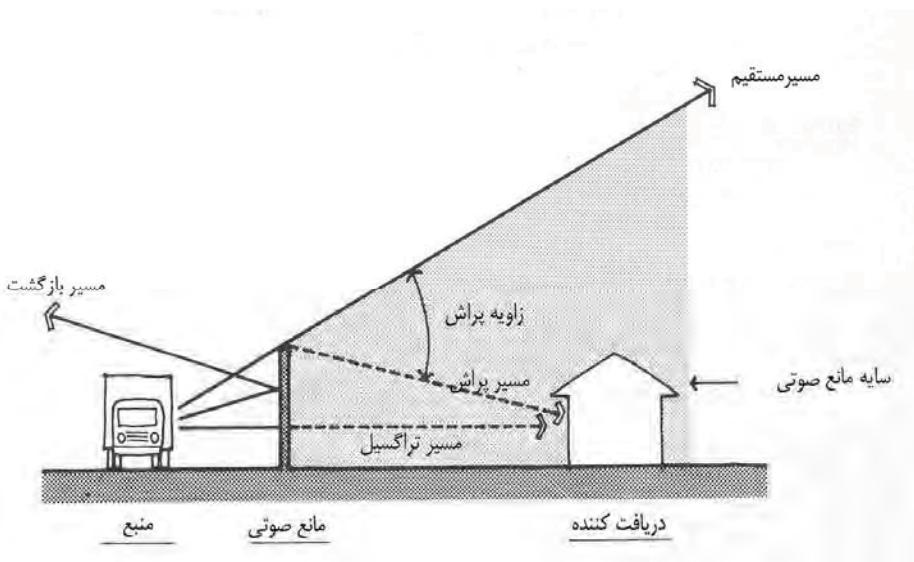
شکل‌های پ-۱-۱، پ-۲-۱ و پ-۲-۳ عملکرد انواع موانع صوتی را نمایش می‌دهد.



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



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



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

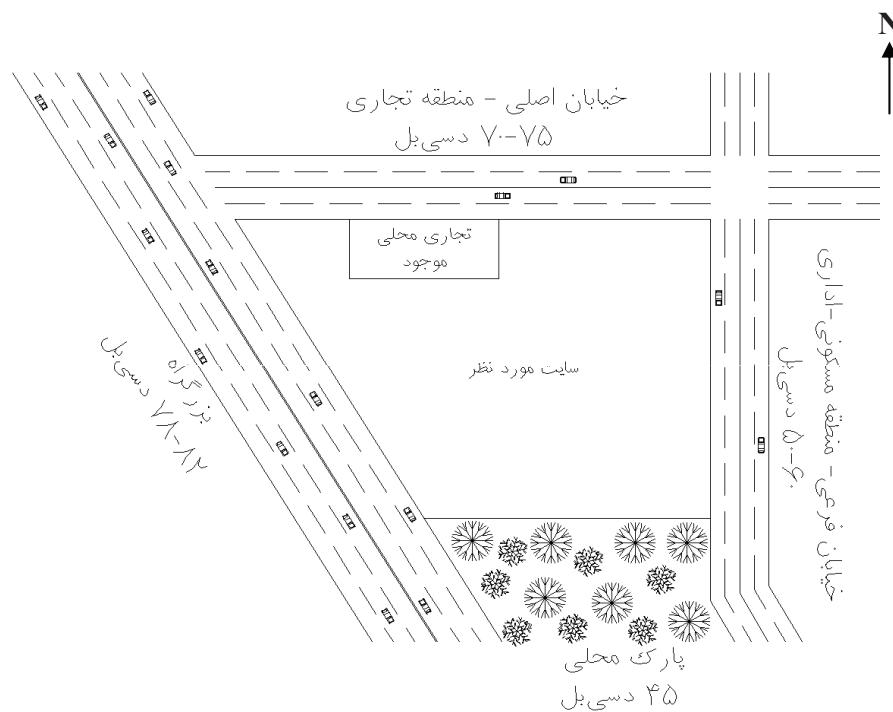
با ایجاد درختکاری با درختان متراکم با حداقل ۳۰ متر عمق، تراز نویه ترافیک حدود ۷ تا ۱۱ dB_A کاهش می‌یابد.

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. نویه اندازه‌گیری شده در حاشیه بزرگراه در حدود ۷۸-۸۲ dB_A می‌باشد.

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

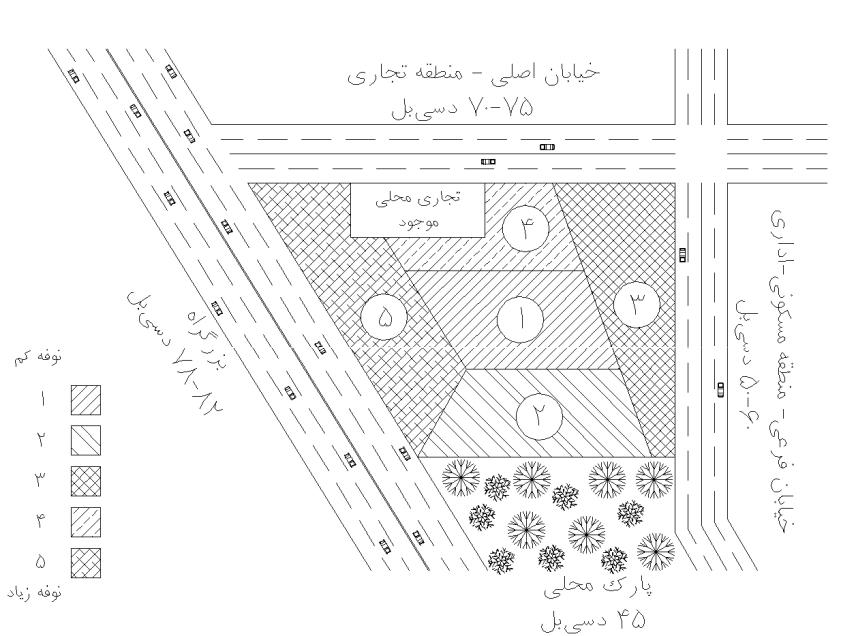
در شمال سایت، خیابان اصلی - منطقه تجاری قرار دارد و نوفه اندازه‌گیری شده در حاشیه خیابان برابر $70-75 \text{ dB}_A$ است، در شرق سایت، خیابان فرعی منطقه مسکونی-اداری با تراز نوفه اندازه‌گیری شده برابر $60-65 \text{ dB}_A$ و جنوب سایت، یک پارک محلی با نوفه اندازه‌گیری شده برابر 45 dB_A واقع است.

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-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 با توجه 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-۵ نشان داده شده‌اند.



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

پ-۱-۲ بررسی و دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف

فضاهای داخلی ساختمان را نیز می‌توان بر مبنای تراز نویه زمینه قابل قبول در رابطه با عملکرد فضا به چند دسته تقسیم کرد. هر کدام از این دسته فضاهای را لحظ شbahت آکوستیکی که دارند می‌توان در یک بخش ساختمان متمرکز کرد که این مسئله را دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای مختلف می‌گویند.

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

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

جدول پ-۱-۱: دسته‌بندی آکوستیکی فضاهای آموزشی

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

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

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

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

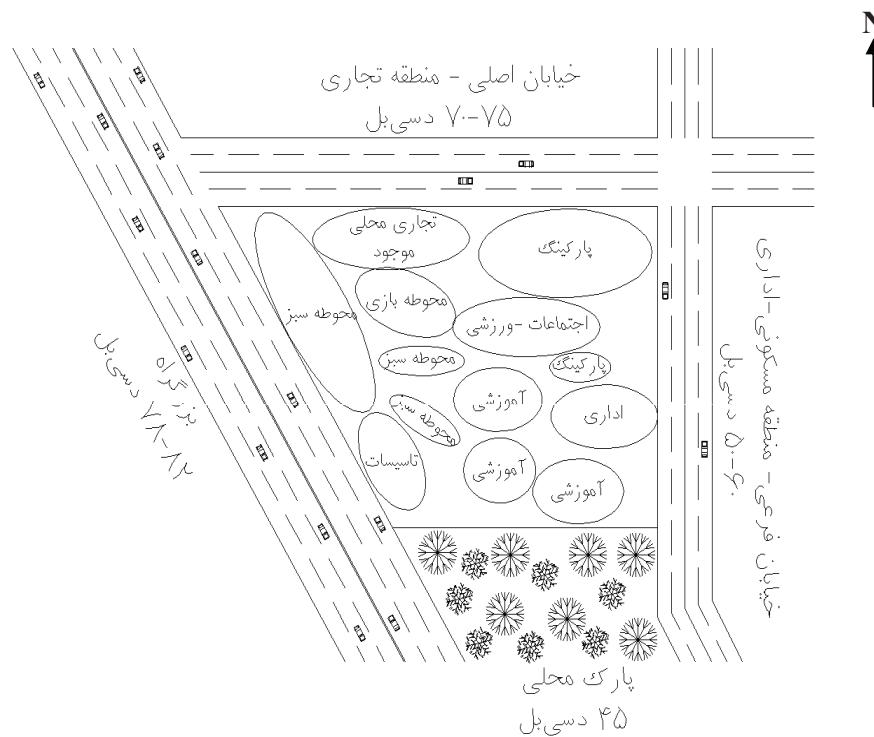
با توجه به جدول دسته‌بندی، فضاهای مختلف موقعیت هر دسته فضا بر روی سایت مشخص می‌گردد.

در دسته‌بندی فضاهای به منظور سهولت پیداکردن موقعیت مناسب بر روی سایت، از منطقه‌بندی آکوستیکی شکل پ-۱-۵ استفاده شده است.

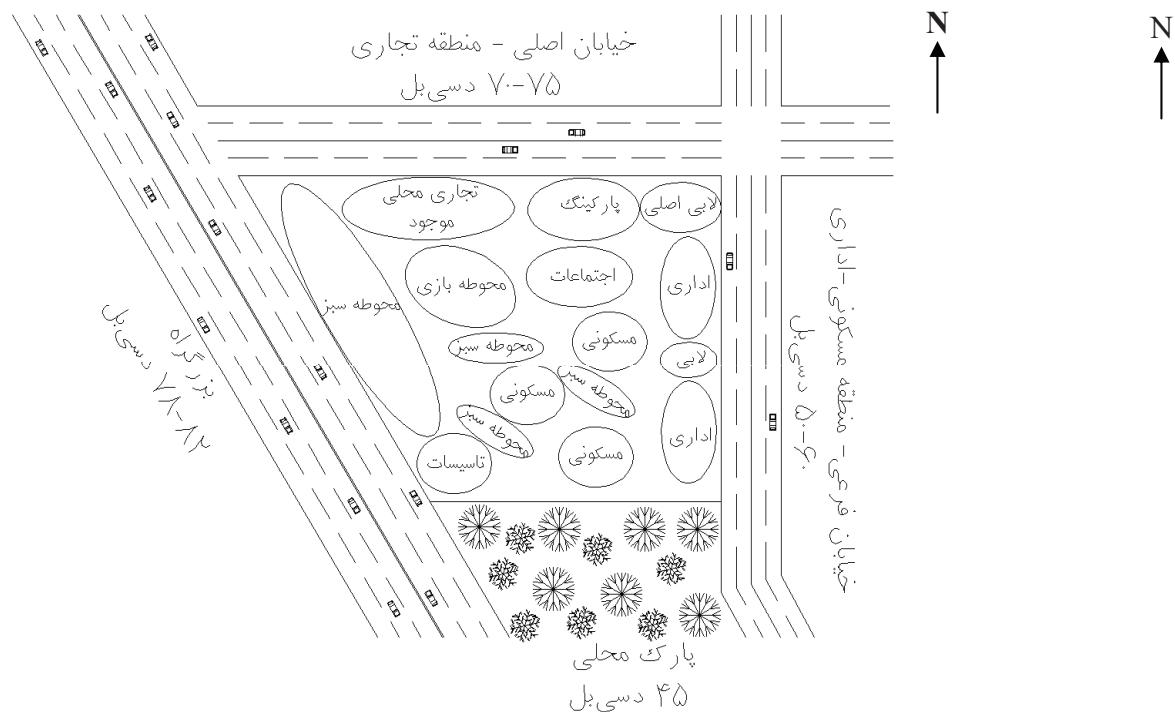
در مورد پیداکردن موقعیت فضا ممکن است موارد استثنایی وجود داشته باشد، مثل سالن اجتماعات

که از نظر سازه‌ای از سایر فضاهای جدا شده و ضمناً پنجره‌ای به بیرون ندارد باید کاملاً صدابندی گردد.

جانمایی محوطه و استقرار فضاهای در یک مجموعه آموزشی در شکل پ-۶-۱ و در یک مجموعه مسکونی-اداری در شکل پ-۷-۱ نشان داده شده است.



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



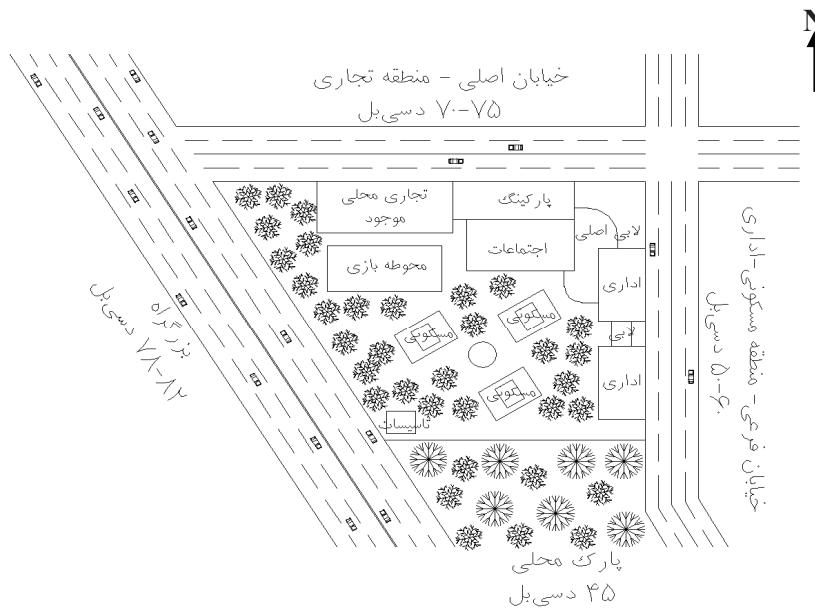
شکل پ-۱-۷: جامایی محوطه و استقرار فضاهای در یک مجموعه مسکونی - اداری

پ-۱-۴- تهییه طرح اولیه ساختمان

با توجه به قرارگیری فضاهای مختلف بر روی سایت فرضی در رابطه با مسایل آکوستیکی می‌توان طرح اولیه ساختمان را تهییه 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 فضاهای دریک ساختمان آموزشی تمامی فضاهای در یک طبقه همسطح



شکل پ-۱-۹: جانمایی محوطه و استقرار فضاهای در یک مجموعه مسکونی - اداری
تمامی فضاهای در یک طبقه هم سطح

پ-۱-۵ استفاده از جداکننده با صدابندی مناسب

کنترل نویه 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 قرار گیری فضاهایی با شرایط آکوستیکی مختلف بر روی یکدیگر می‌گردد که در این 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 صدای هواپرد و کوبه‌ای ضروری است.

برای جلوگیری از نفوذ نویه و تأمین آسایش صوتی فضای مورد نظر در ساختمان باید از جداکننده‌هایی استفاده شود که میزان صدابندی کافی داشته باشد. بدین منظور رعایت ضوابط تعیین شده برای حداقل صدابندی هواپرد و کوبهای جداکننده‌ها در فضاهای آموزشی براساس بندهای ۲-۲-۱۸ و ۳-۴-۲-۱۸ و ۴-۴-۲-۱۸ مبحث و برای فضاهای مسکونی- اداری بر اساس بندهای ۲-۲-۱۸، ۳-۶-۲-۱۸ و ۴-۶-۲-۱۸ 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 هواپرد و صدابندی سقف در برابر صدای کوبهای را نیز در اختیار داشته باشد. در پیوست‌های ۳ مقادیر صدابندی هواپرد 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.

به عنوان 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 وادر 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 به کار رفته در نما باید با شیشه دوجداره و کاملاً درزیندی شده 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 نویه زمینه و زمان واخنش آن فضا بستگی دارد. نویه و واخنش فضای مورد نظر باید حد و حدودی خاص داشته باشد تا عملکرد آکوستیکی مطلوب حاصل شود. مهار کردن نویه 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 ۲-۴-۲-۱۸ و در فضاهای داخلی یک مجموعه مسکونی- اداری، در بند ۲-۲-۲-۱۸ و جدول ۲-۶-۲-۱۸ ارائه شده است که به منظور دستیابی به این اعداد و تأمین شرایط شنیداری مناسب و مطلوب، می‌توان از مصالح

گوناگونی که ضریب جذب صدای برخی از آن‌ها در پیوست ۵ ارائه شده است، استفاده کرد. به عنوان مثال برای بهینه کردن وضعیت آکوستیک داخلی استفاده از سقف کاذب با آکوستیک تایل و یا دیگر جذب‌کننده‌ها توصیه می‌شود.

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.

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

که در آن:

R : شاخص کاهش صدای جداکننده، بر حسب 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.

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

که در آن:

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

$\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$: ضریب تراگسیل هر یک از جداکننده‌های ساده تشکیل دهنده جداکننده مرکب؛
 S_1, S_2, \dots, 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.

$$\bar{R} = 10 \log_{\frac{1}{\tau}} \quad \text{(پ-۲-۳)}$$

که در آن :

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

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

به عنوان مثال: جداکننده مرکبی به ابعاد $4/7 \times 10 \times 4$ متر، شامل دیوار بیست و دو سانتی‌آجری و یک در به ابعاد 1×2 متر و پنجره‌ای به ابعاد 1×5 متر است. در صورتی که شاخص کاهش صدای وزن‌یافته دیوار، در و پنجره به ترتیب $15, 50$ و 20 دسی‌بل باشد، شاخص کاهش صدای وزن‌یافته این جداکننده مرکب به صورت زیر محاسبه می‌شود:

حل :

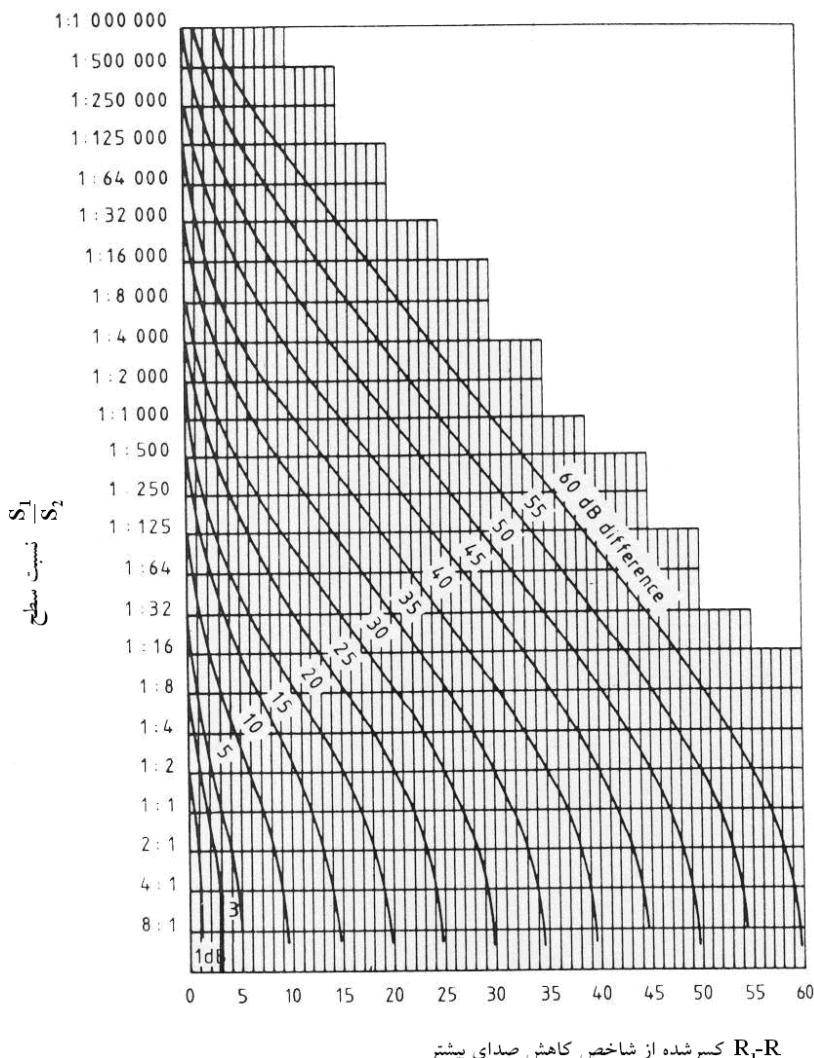
پنجره	$S_1 = 5 \times 1 = 5$	متر مربع	پنجره	$\tau_1 = 10^{-(0.1) \times 20}$
در	$S_2 = 1 \times 2 = 2$	متر مربع	در	$\tau_2 = 10^{-(0.1) \times 15}$
دیوار	$S_3 = 47 - (2 + 5) = 40$	متر مربع	دیوار	$\tau_3 = 10^{-(0.1) \times 50}$
جداکننده	$S = 10 \times 4/7 = 47$	متر مربع		

$$\bar{\tau} = \frac{5 \times 10^{-(0.1) \times 20} + 22 \times 10^{-(0.1) \times 15} + 40 \times 10^{-(0.1) \times 50}}{47} = 2.42 \times 10^{-3}$$

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

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 به دست آمده با ساختار بعدی مورد بررسی قرار می‌گیرد.



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

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.

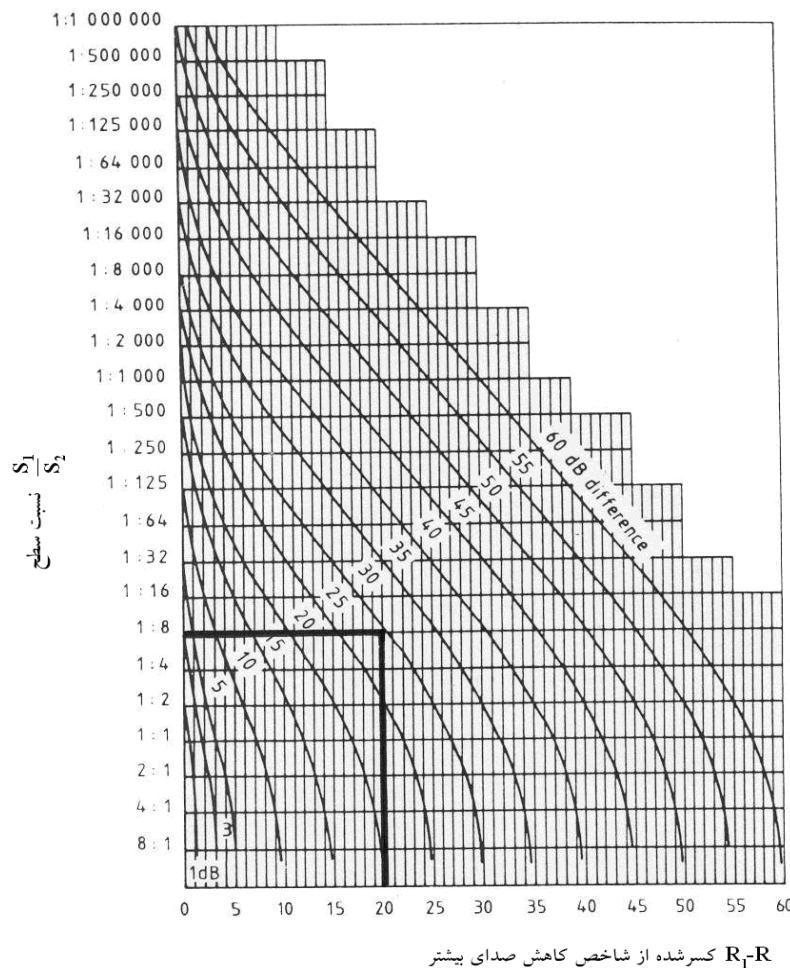
به عنوان نمونه، جواب مثالی را که در بند پ-۲-۱ مطرح شده است می‌توان به روش تخمینی به دست آورد. بدین منظور ابتدا دیوار به عنوان یک ساختار و پنجره به عنوان ساختاری دیگر در نظر گرفته شده و به صورت زیر عمل می‌شود:

الف: اختلاف دو کاهش صدای دیوار و پنجره را به دست آورده ($30 = 50 - 20 = R_1 - R_2$) و سپس منحنی ۳۰ از روی شکل مشخص می‌گردد.

ب: نسبت دو سطح تشکیل دهنده دیوار و پنجره را به دست 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 به دست 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 ، به صورت زیر به دست 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.



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

نمونه دیگر:

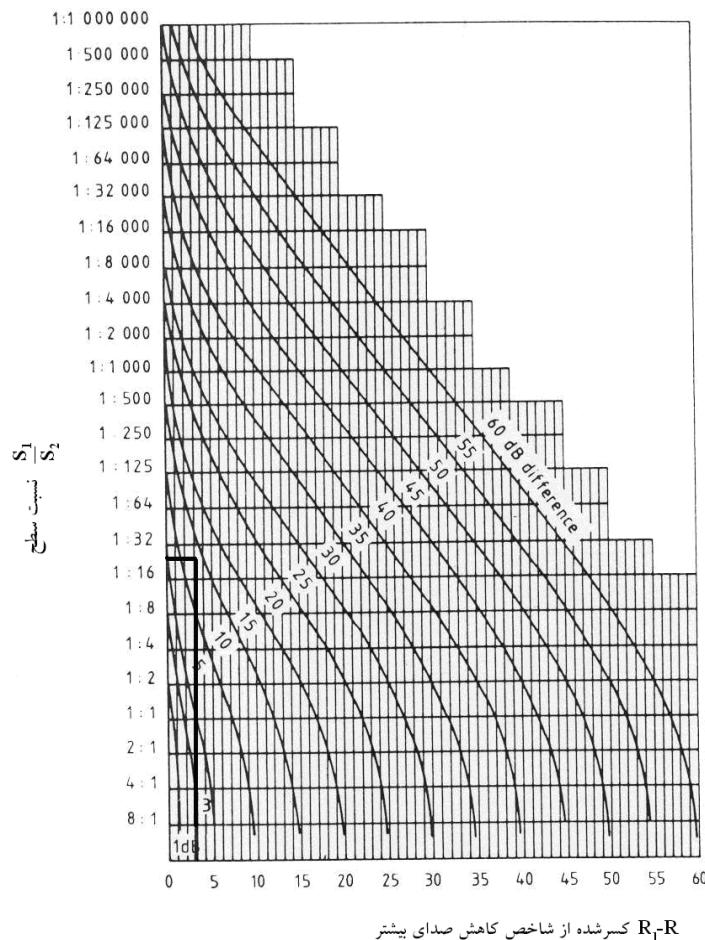
به همین روش ساختار مرکب دیوار و پنجره به عنوان یک ساختار با ساختار در به عنوان ساختاری دیگر در نظر گرفته می شود:

جداگتنده	$S = 10 \times 4/7 = 47$	متر مربع
در	$S_2 = 1 \times 2 = 2$	متر مربع
دیوار و پنجره	$S_1 = 47 - (2) = 45$	متر مربع

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

$$R_l - R_2 = 30 - 15 = 15 \quad , \quad R_l - R = 4 \quad \Rightarrow \quad R = 30 - 4 = 26$$

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



شکل پ-۳: نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداگانه مرکب

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

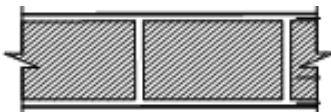
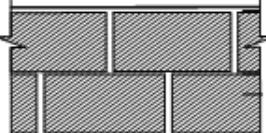
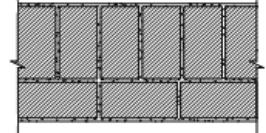
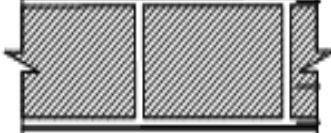
پیوست ۳- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده‌ها

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.

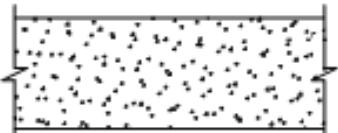
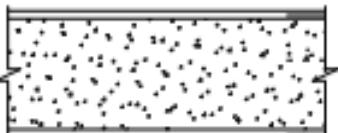
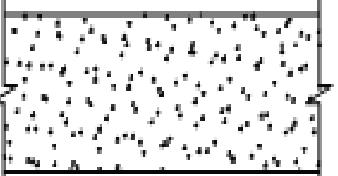
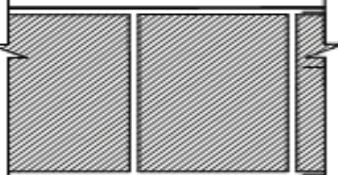
پ-۳-۱ دیوارها

مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعدادی از دیوارهای ساخته شده با آجر فشاری یا سفالی، بتی، بلوک‌های بتن سبک و همچنین دیوارهای ساخته شده با صفحات روکش‌دار گچی (drywall)، ساندویچ پانل 3D و قالب عایق ماندگار بتی (ICF) برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، در جدول پ-۳-۱ ارائه شده است.

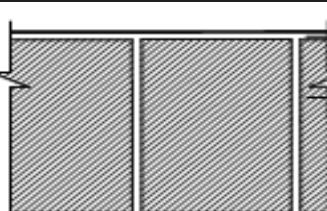
جدول پ-۳: صدابندی هواپرد چند نمونه از دیوارها

نام یا STC یا R_w (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار دیوار
۴۷		۱۵	دیوار آجر فشاری ۱۱ سانتیمتری، دو رو انود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به ضخامت ۲ سانتیمتر
۵۲		۲۶	دیوار آجر فشاری ۲۲ سانتیمتری، دورو انود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به ضخامت ۲ سانتیمتر
۵۶		۳۵.۵	دیوار آجر فشاری ۳۳ سانتیمتری، دو رو انود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به ضخامت ۱۲۵ سانتیمتر
۴۲		۱۲	دیوار آجر سفالی ۱۰ سانتیمتری، دو رو انود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به ضخامت ۱ سانتیمتر
۴۶		۲۱	دیوار آجر سفالی ۱۵ سانتیمتری، دورو انود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به ضخامت ۳ سانتیمتر
۵۴		۳۰	دیوار دوجداره با آجر فشاری ۱۱ سانتیمتری یا ۵ سانتیمتر فاصله هواپر، دو رو انود به ضخامت ۱۵ سانتیمتر

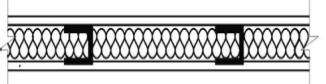
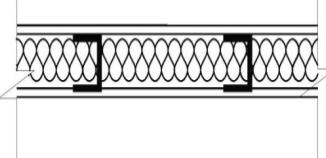
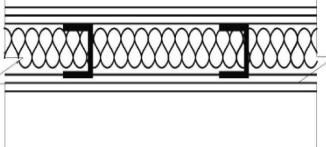
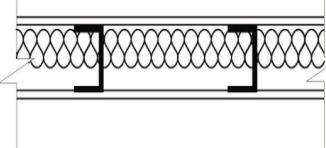
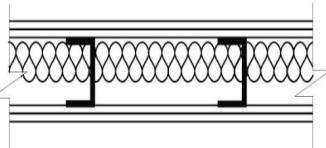
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هولبرد چند نمونه از دیوارها

یا STC R_w (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار دیوار
۴۷		۷.۵	دیوار بتنی به ضخامت ۷/۵ سانتیمتر
۵۳		۱۷.۵	دیوار بتنی به ضخامت ۱۵ سانتیمتر دو رو انود با گج ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر
۵۸		۲۰	دیوار بتنی به ضخامت ۲۰ سانتیمتر
۶۳		۴۲.۵	دیوار با بلوک‌های توپر بتنی به ضخامت ۴۰ سانتیمتر دو رو انود گج به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر

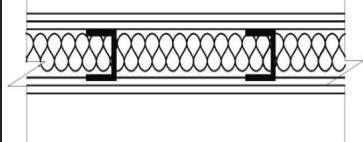
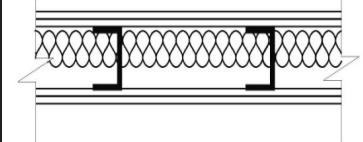
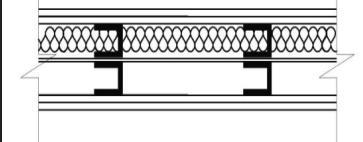
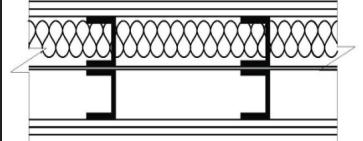
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوایرد چند نمونه از دیوارها

یا STC R_w (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار دیوار
۴۵		۱۲	دیوار با بلوک بتن سبک به ضخامت ۱۰ سانتیمتر، دو رو انود با گچ به ضخامت ۱ سانتیمتر
۴۵		۱۷	دیوار با بلوک بتن سبک به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، دو رو انود با گچ به ضخامت ۱ سانتیمتر
۴۶		۲۱	دیوار با بلوک تو خالی از بتن سبک به ضخامت ۱۹ سانتیمتر، دو رو انود با گچ به ضخامت ۱ سانتیمتر
۵۱		۲۷	دیوار با بلوک تو پر از بتن سبک به ضخامت ۲۵ سانتیمتر، دو رو انود با گچ به ضخامت ۱ سانتیمتر

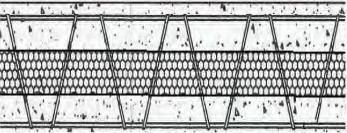
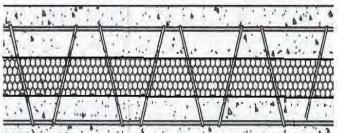
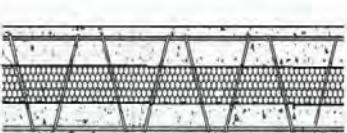
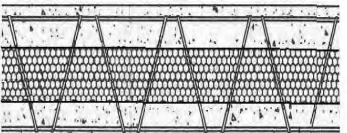
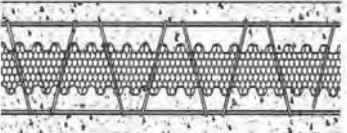
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوایرد چند نمونه از دیوارها

یا STC R_w (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختمان دیوار
۴۵		۷/۵	دیوار با صفحات روکش دار گچی (drywall) - یک لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲/۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط
۴۵		۱۰	دیوار با صفحات روکش دار گچی (drywall) - یک لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۷/۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲/۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط
۵۰		۱۰	دیوار با صفحات روکش دار گچی (drywall) - دو لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲/۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط
۴۷		۱۲/۵	دیوار با صفحات روکش دار گچی (drywall) - یک لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲/۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط
۵۱		۱۲/۵	دیوار با صفحات روکش دار گچی (drywall) - دو لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲/۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط

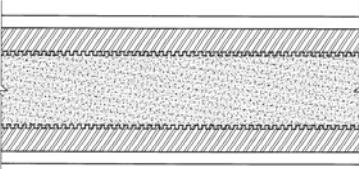
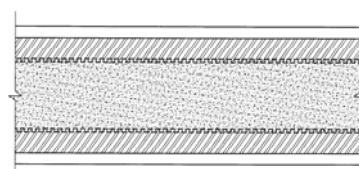
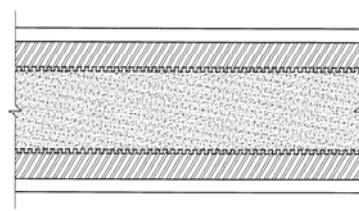
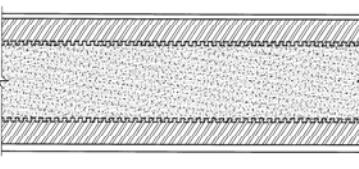
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوایرد چند نمونه از دیوارها

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

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

یا STC R_w (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار دیوار
۴۶		۱۲	دیوار با ساندویچ پانل ۳D - پلی استایرن به ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به ضخامت ۴ سانتیمتر در دو طرف
۴۷		۱۵	دیوار با ساندویچ پانل ۳D - پلی استایرن به ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به ضخامت ۵.۵ سانتیمتر در دو طرف
۴۸		۱۵	دیوار با ساندویچ پانل ۳D - پلی استایرن به ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به ضخامت ۴ سانتیمتر در یک طرف - بتن با رویه لیسه‌ای به ضخامت ۷ سانتیمتر در طرف دیگر
۴۹		۱۴	دیوار با ساندویچ پانل ۳D - پلی استایرن به ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به ضخامت ۴ سانتیمتر در دو طرف
۴۵		۲۰	دیوار با ساندویچ پانل ۳D - پلی استایرن به ضخامت ۱۰ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به ضخامت ۵ سانتیمتر در دو طرف

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

STC یا R_w (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	شرح سیستم
۴۲		۲۷/۵	دیوار با ساختار قالب های بلوکی عایق ماندگار بتنی (ICF) به ضخامت ۲۵ سانتیمتر (رابط پلی استایرن)، پرشده با بتن مسلح (ضخامت بتن ۱۴ سانتیمتر)، هر طرف یک لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر
۴۵		۲۹	دیوار با ساختار قالب عایق ماندگار بتنی (ICF): بلوک های ۲۵ سانتیمتری (رابط پلی استایرن)، پرشده با بتن مسلح، دو رو انود با گچ و خاک و گچ پرداختی به ضخامت ۲ سانتیمتر
۴۷		۲۷	دیوار با ساختار قالب پانلی تخت عایق ماندگار بتنی (ICF) (ضخامت هر پانل ۵/۲۰ سانتیمتر) که به وسیله بسته های پلاستیکی به یکدیگر متصل شده اند و بخش میانی پرسیده با بتن مسلح به ضخامت ۱۶/۰ سانتیمتر، یک طرف یک لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۳۰ سانتیمتر، طرف دیگر یک لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۷۰ سانتیمتر
۴۸		۲۷/۵	دیوار با ساختار قالب پانلی تخت عایق ماندگار بتنی (ICF): (ضخامت هر پانل ۵ سانتیمتر) که به وسیله بسته های پلاستیکی به یکدیگر متصل شده اند پرسیده با بتن مسلح به ضخامت ۱۵ سانتیمتر، یک لایه تخته گچی به ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر در هر طرف دیوار

پ-۳-۲-شیشه ها

مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته تعدادی از شیشه ها برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۳-۲ ارائه شده است. بدینهی است اطلاعات مربوط به صدابندی هوایرد

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 ب-۳-۲: مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته برای تعدادی از شیشه‌ها

(dB) R_w یا STC	نوع لایه و ضخامت به میلیمتر			نوع شیشه
۳۱	۴ ۶ ۱۰ ۱۲			ساده
۳۲				
۳۴				
۳۶				
۳۳ ۳۵ ۳۴ ۳۵ ۳۵ ۳۶	لایه‌ها			لمینیت
	شیشه	PVB	شیشه	
	۳	۰/۳۸	۳	
	۳	۰/۷۶	۳	
	۴	۰/۳۸	۴	
	۴	۰/۷۶	۴	
	۶	۰/۳۸	۴	
۲۸ ۳۱ ۳۲ ۳۴ ۳۵ ۳۶ ۳۸ ۳۸ ۳۹ ۴۱ ۴۹ ۴۳	لایه‌ها			دوجداره
	شیشه	فاصله هوایی	شیشه	
	۳	۶	۳	
	۳	۹	۳	
	۴	۸	۴	
	۶	۸	۴	
	۶	۱۰	۴	
	۶	۱۲	۴	
	۶	۱۹	۶	
	۸	۱۳	۶	
	۱۰	۱۳	۶	
	۱۰	۱۳	۸	
۳۶ ۳۷ ۴۲ ۴۴ ۴۶ ۴۸	۳	۵۰	۶	دوجداره لمینیت
	۳	۱۰۰	۶	
	۶	۸	*۷	
	۴	۱۲	*۷	
	۶	۲۵	*۷	
	۶	۴۰	*۷	

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

پ-۳-۳ پنجره‌ها

مقادیر صدابندی هوابرد تعدادی از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۳-۳ ارائه شده است. بدینهی 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 آن‌ها استفاده نماید. لازم به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

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

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

پ-۴-۳ درها

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

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

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

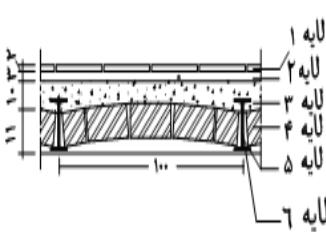
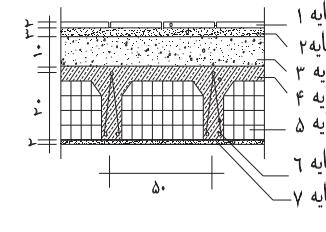
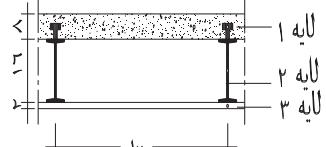
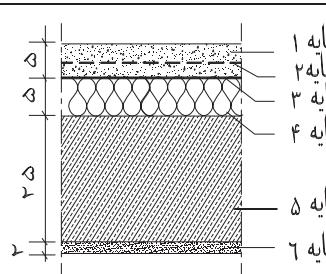
R_w یا STC (dB)	نوع در
۲۰	در چوبی توخالی به ضخامت ۴/۵ سانتیمتر درزبندی شده
۲۸	در فلزی توخالی به ضخامت ۴/۵ سانتیمتر درزبندی شده
۲۰	در چوبی توپر به ضخامت ۴/۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۱۹ کیلوگرم بر مترمربع، بدون درزبندی
۲۸	در چوبی توپر به ضخامت ۴/۵ سانتیمتر، به چگالی سطحی ۱۹ کیلوگرم بر مترمربع، درزبندی شده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

www.hoseinzadeh.net

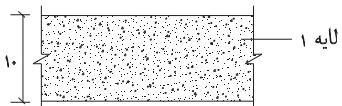
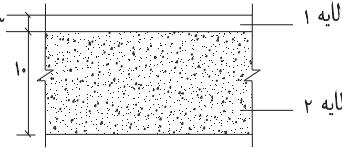
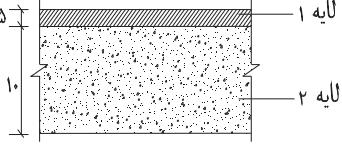
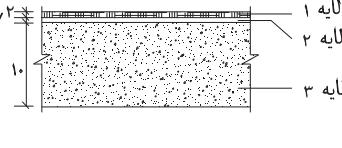
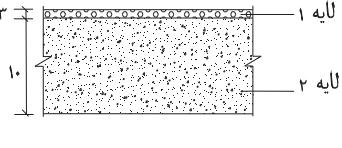
پیوست ۴ - مقادیر صدابندی کوبهای کف - سقف‌ها

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.

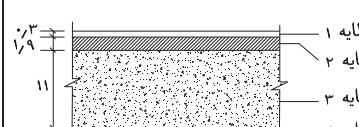
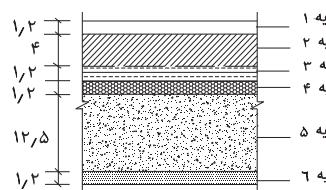
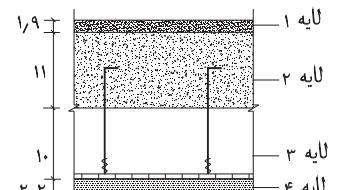
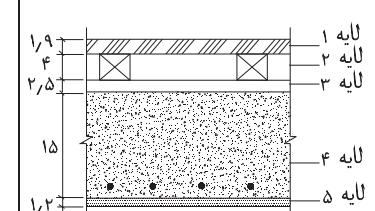
جدول پ-۴: صدابندی کوبهای چند نمونه از کف - سقف‌ها

IIC (dB)	L _{nw} (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار کف- سقف
۴۲	۶۸	 <p>لایه ۱ لایه ۲ لایه ۳ لایه ۴ لایه ۵ لایه ۶</p>	۲۸	سقف طاق ضربی لایه ۱- موزائیک به ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- ملات ملسه و سیمان به ضخامت ۳ سانتیمتر لایه ۳- پوکه معدنی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر لایه ۴- آجرکاری با ملات گچ و خاک به ضخامت ۱۱ سانتیمتر لایه ۵- تیرآهن ۱۴ با فاصله ۱۰۰ سانتیمتر لایه ۶- انود گچ پرداختی ۱۲ سانتیمتر
۲۷	۷۷	 <p>لایه ۱ لایه ۲ لایه ۳ لایه ۴ لایه ۵ لایه ۶ لایه ۷</p>	۲۷	سقف تیرچه بلوک سفالی لایه ۱- موزائیک به ضخامت ۲ سانتیمتر لایه ۲- ملات ملسه سیمان به ضخامت ۳ سانتیمتر لایه ۳- پوکه معدنی به ضخامت ۱۰ سانتیمتر لایه ۴- بتن به ضخامت ۵ سانتیمتر لایه ۵- تیرچه‌ها به ضخامت ۲۰ سانتیمتر و به فاصله ۵۰ سانتیمتر لایه ۶- بلوک‌های سفالی لایه ۷- گچ کاری به ضخامت ۲ سانتیمتر
۳۴	۷۶	 <p>لایه ۱ لایه ۲ لایه ۳</p>	۳۰	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 رایتسیندی به ضخامت ۲ سانتیمتر
۶۴	۴۶	 <p>لایه ۱ لایه ۲ لایه ۳ لایه ۴ لایه ۵ لایه ۶</p>	۳۷	کف شناور (بدون کفپوش) لایه ۱- بتن به ضخامت 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 به ضخامت ۲۵ سانتیمتر لایه ۶- گچ کاری به ضخامت ۲ سانتیمتر

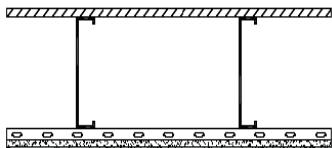
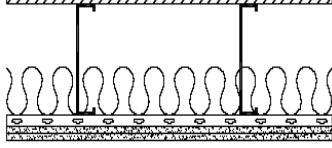
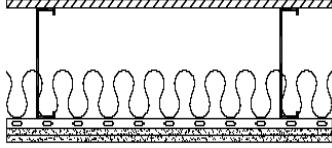
ادامه جدول پ-۴: صدابندی کوبهای چند نمونه از کف - سقف‌ها

IIC (dB)	L _{nw} (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار کف - سقف
۲۵	۸۵		۱۰	دال بتنی مسلح (بدون کفپوش) رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان
۲۹	۸۱		۱۰	دال بتنی مسلح با پوشش روی کف لایه ۱ - کف پوش از وینیل به ضخامت ۰/۳ سانتیمتر لایه ۲ - دال بتنی مسلح، رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان
۸۰	۳۰		۱۵	دال بتنی مسلح با پوشش روی کف لایه ۱ - موکت ۱/۵ سانتیمتری با فوم لاستیکی به ضخامت ۰/۶ سانتیمتر در پشت موکت لایه ۲ - دال بتنی مسلح به ضخامت ۱۰ سانتیمتر
۴۱	۶۹		۱۰.۵	دال بتنی مسلح لایه ۱ - پارکت به بعد ۱/۲ × ۲۲/۵ × ۲۲/۵ سانتیمتر لایه ۲ - ماستیک روی بتن لایه ۳ - دال بتنی مسلح به ضخامت ۱۰ سانتیمتر
۸۰	۳۰		۱۳	دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف لایه ۱ - چوب پنبه به ضخامت ۰/۳ سانتیمتر روی کف لایه ۲ - دال بتنی مسلح به ضخامت ۱۰ سانتیمتر

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

IIC (dB)	L _{nw} (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار کف - سقف
۴۸	۶۲	 <p>لایه ۱ لایه ۲ لایه ۳ لایه ۴</p>	۱۳	<p>دال بتونی مسلح با پوشش بتون روی کف</p> <p>لایه ۱- پوشش لینولئوم به ضخامت ۰/۳ سانتیمتر</p> <p>لایه ۲- ملات ماسه سیمان به ضخامت ۱/۹ سانتیمتر</p> <p>لایه ۳- دال بتونی مسلح به ضخامت ۱۱ سانتیمتر</p> <p>لایه ۴- گچ کاری طرف سقف به ضخامت ۰/۹ سانتیمتر</p>
۵۳	۵۷	 <p>لایه ۱ لایه ۲ لایه ۳ لایه ۴ لایه ۵ لایه ۶</p>	۲۰.۶	<p>دال بتونی مسلح با کف شناور</p> <p>متتشکل از لایه‌های زیر:</p> <p>لایه ۱- پوشش لینولئوم به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر</p> <p>لایه ۲- ملات ماسه سیمان مسلح شده با شبکه آرماتور سبک ۴ سانتیمتر</p> <p>لایه ۳- مقولی قیرانود به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر</p> <p>لایه ۴- الیاف معدنی به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر</p> <p>لایه ۵- سقف بتونی به ضخامت ۱۲/۵ سانتیمتر</p> <p>لایه ۶- انود گچ به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر</p>
۴۷	۶۳	 <p>لایه ۱ لایه ۲ لایه ۳ لایه ۴</p>	۲۵	<p>سقف دال بتونی مسلح با سقف کاذب</p> <p>لایه ۱- ملات ماسه سیمان به ضخامت ۱/۹ سانتیمتر</p> <p>لایه ۲- سقف بتونی به ضخامت ۱۱ سانتیمتر</p> <p>لایه ۳- رایتیس‌بندی با لایه هوا به عرض ۱۰ سانتیمتر</p> <p>لایه ۴- انود گچ کاری به ضخامت ۲/۲ سانتیمتر</p>
۵۷	۵۳	 <p>لایه ۱ لایه ۲ لایه ۳ لایه ۴ لایه ۵</p>	۲۴	<p>سقف دال بتونی مسلح با لایه‌های زیر:</p> <p>لایه ۱- کف سازی چوبی به ضخامت ۱/۹ سانتیمتر</p> <p>لایه ۲- تخته‌های چهار تراش ۴×۵ سانتیمتر</p> <p>لایه ۳- الیاف معدنی به ضخامت ۲/۵ سانتیمتر</p> <p>لایه ۴- دال بتونی مسلح به ضخامت ۱۵ سانتیمتر</p> <p>لایه ۵- گچ کاری به ضخامت ۱/۲ سانتیمتر</p>

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

IIC (dB)	L _{nw} (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار کف - سقف
۴۰	۷۰		۲۵.۶	تخته چندلایه ۱/۵۹ سانتیمتر، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱/۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فاصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر
				جزئیات فوق با فرش با موکت
۴۹	۶۱		۲۵.۶	تخته چندلایه ۱/۵۹ سانتیمتر، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱/۲۲ میلیمتر با فواصل ۴۰۶ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فاصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر
				جزئیات فوق با فرش با موکت
۴۲	۶۸		۲۵.۶	تخته چندلایه ۱/۵۹ سانتیمتر، تیرچه فولادی با پهنای ۲۰۳ میلیمتر و ضخامت ۱/۲۲ میلیمتر با فواصل ۶۱۰ میلیمتر، پروفیل‌های ارتجاعی با فاصل مرکز به مرکز ۴۰۶ میلیمتر، الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر
				جزئیات فوق با فرش با موکت

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. بدینهی 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 به کار می‌برد، از آن‌ها بهره گیرد. لازم به یادآوری است که آزمایش‌های مربوط به این اطلاعات باید توسط آزمایشگاه‌های آکوستیک معتبر انجام شده باشد.

جدول پ-۵- مقدایر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

ضریب جذب صدا در بسالم مرکزی بندهای یک هنگامی						نوع جذب کننده
۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	
سطح سخت						
۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	بن تراز شده، رنگ نشده
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	بن تراز شده، رنگ شده
۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	بن زبر
۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	آجری با بندکشی هم سطح
۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۱۶	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۸	آجرکاری با بندکشی به عمق ۱۰ میلی‌متر
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	اندود گچی
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	اندود گچی، رنگ شده
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	کاشی سرامیکی
۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۳۰	شیشه ۴ میلی‌متری
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۰	شیشه ۶ میلی‌متری
۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۵	شیشه دوجداره
پانل‌ها						
۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۴	در چوبی توپر
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۳۰	صفحات گچی به ضخامت ۹ میلی‌متر روی نوارهای چوبی، ۱۸ میلی‌متر فاصله هوایی با الیاف معدنی
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۲۰	۰/۳۵	۰/۴۰	تخته چندلایی به ضخامت ۵ میلی‌متر روی نوارهای چوبی، ۵۰ میلی‌متر فاصله هوایی با الیاف معدنی
۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۰۸	صفحات گچی به ضخامت ۱۳ میلی‌متر روی قاب، ۱۰۰ میلی‌متر فاصله هوایی
۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۳۰	صفحات گچی به ضخامت ۱۳ میلی‌متر روی قاب، ۱۰۰ میلی‌متر فاصله هوایی با الیاف معدنی
۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۵	دو لایه صفحه گچی به ضخامت ۱۳ میلی‌متر روی قاب، ۵۰ میلی‌متر فاصله هوایی با الیاف معدنی
۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۶۰	۰/۲۵	۰/۰۵	تخته‌های چوبی به ضخامت ۲۲ میلی‌متر به پهنای ۱۰۰ میلی‌متر و به فواصل ۱۰ میلی‌متر از یکدیگر، ۵۰۰ میلی‌متر فاصله هوایی با الیاف معدنی

ادامه جدول پ-۵ مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

ضریب جذب صدا در بسالم مرکزی بندهای یک هنگامی						نوع جذب کننده
۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	
						سقف کاذب
۰/۶۰	۰/۷۰	۰/۸۵	۰/۷۰	۰/۲۵	۰/۱۰	تایل آکوستیکی بهضخامت ۱۳ میلیمتر، نصب مستقیماً روی سقف
۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۵	تایل آکوستیکی بهضخامت ۱۳ میلیمتر بهصورت سقف کاذب به فاصله ۵۰ میلیمتر از سقف
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۲۰	سقف کاذب گچی
						مواد الیافی
۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۶۰	۰/۱۵	الیاف معدنی بهضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی ۲۲ kg/m^3
۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۹۵	۰/۸۵	۰/۳۰	الیاف معدنی بهضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی ۳۳ kg/m^3
۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۹۲	۱/۰۰	۰/۹۵	۰/۳۵	الیاف معدنی بهضخامت ۱۰۰ میلیمتر با چگالی ۳۳ kg/m^3
۰/۸۲	۰/۹۲	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۶۰	۰/۱۱	الیاف معدنی بهضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی ۶۰ kg/m^3
۰/۸۶	۰/۸۷	۰/۸۲	۱/۰۰	۰/۹۵	۰/۳۴	الیاف معدنی بهضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی ۶۰ kg/m^3
۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۰/۷۰	۰/۴۰	۰/۱۰	الیاف معدنی بهضخامت ۲۵ میلیمتر، ۲۵ میلیمتر فاصله هوایی
۰/۸۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۷۰	۰/۵۰	الیاف معدنی بهضخامت ۵۰ میلیمتر، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی
۰/۸۰	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۶۵	۰/۳۵	۰/۲۰	الیاف معدنی بهضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی ۹۶ kg/m^3 ، در پشت صفحه فلزی سوراخ دار با ۲۵% سطح باز
۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۸۰	۰/۵۰	۰/۱۵	۰/۰۳	اندود آکوستیکی بهضخامت ۲۵ میلیمتر روی دیوار سخت
۰/۹۰	۰/۸۰	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۰۲	اندود آکوستیکی بهضخامت ۹ میلیمتر روی دیوار سخت
۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۸۰	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۳۰	اندود آکوستیکی بهضخامت ۹ میلیمتر روی تخته گچی به فاصله هوایی ۷۵ میلیمتر از دیوار

ادامه جدول پ-۵ مقادیر ضریب جذب صدای مواد و مصالح ساختمانی

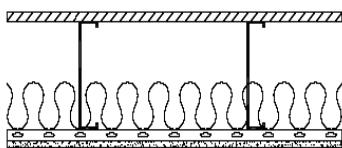
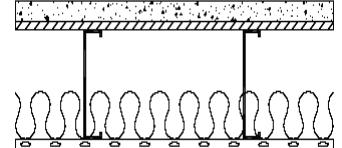
ضریب جذب صدا در بسالم مرکزی بندهای یک هنگامی						نوع جذب کننده
۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	
کف پوش‌ها						
۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۵۴	۰/۲۰	۰/۰۹	۰/۰۳	موکت نازک ۶ میلیمتری با زیرلايه
۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۰۸	۰/۰۸	موکت ضخیم ۹ میلیمتری با زیرلايه
۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۵	کف چوبی (لمبه کوبی چوبی) بر روی تیرچه
۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۲۰	کف پارکت روی زیرسازی چوبی
۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۴	۰/۰۴	کف پارکت بر روی بتن
۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	وینیل یا لیپولیوم روی بتن
صندلی و شنونده						
۰/۷۸	۰/۸۱	۰/۶۹	۰/۵۶	۰/۲۴	۰/۱۶	شنونده نشسته روی صندلی چوبی
۰/۷۰	۰/۸۲	۰/۸۸	۰/۸۰	۰/۶۶	۰/۴۹	صندلی با پوشش پارچه‌ای
۰/۵۰	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۵۸	۰/۵۰	۰/۴۰	صندلی با پوشش چرمی
۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۰	۰/۵۰	مبلمان اداری (میز کار)

واژه نامه

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

-
- | | |
|---|---|
| 21- Weighted sound reduction index | ۲۱- شاخص کاهش صدای وزن یافته، 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 |

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

IIC (dB)	L _{nw} (dB)	جزئیات اجرائی	ضخامت کلی (cm)	ساختار کف-سقف
۴۴	۶۶		۲۴۳	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 ۹۰ میلیمتر، الیاف معدنی به ضخامت ۹۰ میلیمتر، یک لایه تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر
۶۴	۴۶			جزئیات فوق با فرش با موکت
۳۱	۷۹		۲۵۶	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 به ضخامت ۹۰ میلیمتر، دو لایه تخته گچی ۱/۲۷ سانتیمتر در زیر
۷۰	۴۰			جزئیات فوق با فرش با موکت