



وزارت مسکن و شهرسازی  
معاونت امور مسکن و ساختمان

# مقررات ملّی ساختمان ایران

## مبحث هجدهم

### عایق‌بندی و تنظیم صدا

#### (بخش ساختمان‌های فولادی)

۱۳۸۸

دفتر امور مقررات ملّی ساختمان

## پیش‌گفتار

مقررات ملّی ساختمان ایران، به عنوان فرآگیرترین ضوابط موجود در عرصه ساختمان، بی‌تردید نقش مؤثری در نیل به‌اهداف عالی تأمین ایمنی، بهداشت، سلامت و صرفه اقتصادی فرد و جامعه دارد و رعایت آن ضمن تأمین اهداف مذکور موجب ارتقای کیفیت و افزایش عمر مفید ساختمان‌ها می‌گردد. براساس این اهمیت، تدوین مقررات ملّی ساختمان که به‌عنوان نقطه‌عطی در تاریخ مهندسی ساختمان کشور محسوب می‌شود بیش از دو دهه است که توسط وزارت مسکن و شهرسازی آغاز و با مشارکت جامعه مهندسی کشور و در قالب شورای تدوین مقررات ملّی ساختمان و کمیته‌های تخصصی مباحث، سازماندهی و بی‌وقفه سیر تکامل خود را طی نموده است. در این مسیر ضمن تکمیل و تجدیدنظر مباحث از پیش تعریف شده و مطابقت آنها با مقتضیات شرایط کشور از حیث اقتصادی، فنی، فرهنگی و اجتماعی، تدوین مباحث جدیدی هم در دستور کار قرار گرفته است که پس از تدوین نهایی و طی مراحل تصویب در اختیار جامعه مهندسی قرار خواهد گرفت.

در حال حاضر مدارک فنی متعددی نظیر مقررات ملّی ساختمان، آیین‌نامه‌ها، استانداردها و مشخصات فنی در کشور منتشر می‌شود و استفاده‌کنندگان لازم است به تفاوت‌های آنها از نظر هدف از تهیه هر مدرک، لازم‌الاجرا بودن، قلمرو، حدود تفصیل، محتوا و سایر ویژگی‌های خاص هر مدرک توجه داشته باشند که در مورد مقررات ملّی ساختمان می‌توان ویژگی‌های زیر را برشمود:

- «مقررات ملّی ساختمان» در سراسر کشور لازم‌الاجرا است.
- احکام «مقررات ملّی ساختمان» به‌طور خلاصه و اجمالی تدوین می‌شود.
- با توجه به الزامی بودن «مقررات ملّی ساختمان» این مقررات فاقد موارد توصیه‌ای و راهنمایی است.
- «مقررات ملّی ساختمان» بر هرگونه عملیات ساختمان نظیر تخریب، احداث بنا، تغییر کاربری، توسعه بنا، تعمیر اساسی و نظایر آن حاکم است.

مقررات تدوین شده به خودی خود متنضم کیفیت ساختمان‌ها نیستند بلکه در کنار تدوین مقررات مذکور توجه به امر ترویج و آموزش آن در میان جامعه مهندسی کشور به طور خاص و دانشجویان، دانشآموزان و آحاد مردم به طور عام از یکسو و ایجاد نظامی کارآمد برای اعمال و کنترل این مقررات و تنظیم روابط دخیل در امر ساخت و ساز، مسئولیت‌ها، شرح وظایف و مراحل قانونی اقدامات احداث، توسعه بنا، تغییر کاربری و سایر موارد مربوط به ساختمان از طرف دیگر، باید همواره به عنوان راهکارها و ضمانت‌های اجرایی این مقررات مد نظر سیاست‌گزاران، مجریان و دست‌اندرکاران ساخت و ساز قرار گیرد.

با تصویب قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان و در اجرای مفاد آن بهویژه مواد ۳۳ و ۳۴ قانون مذکور، وضع مقررات ملی ساختمان و الزام به رعایت آنها در طراحی، محاسبه، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری ساختمان‌ها به منظور اطمینان از ایمنی، بهداشت، بهره‌دهی مناسب، آسایش و صرفه اقتصادی، این اطمینان را در میان مهندسان و صاحبان حرفة‌های ساختمانی به وجود می‌آورد که با پشت‌گرمی، بهایفای وظیفه‌ای که در توسعه و آبادانی کشور دارند مبادرت ورزند و از این رهگذر، سهم خود را در تحقق آرمان‌های والای انقلاب عینیت بخشنند.

فرصت را معتبرم شمرده از اعضای محترم شورای تدوین مقررات ملی ساختمان و کمیته‌های تخصصی و سایر کسانی که بهنحوی در تدوین، ترویج و کنترل اعمال مقررات ملی ساختمان در کشور کوشش می‌نمایند سپاسگزاری نموده و از اساتید، صاحب نظران، مهندسان و کلیه دست‌اندرکاران ساخت و ساز انتظار دارد با نظرات و پیشنهادات خود این دفتر را در غنای هرچه بیشتر مقررات مذکور یاری رسانند.

**غلامرضا هوائی**  
**مدیر کل امور مقررات ملی ساختمان**

## هیأت تهیه‌کننده مقررات عایق‌بندی و تنظیم صدا

الف) شورای تدوین مقررات ملی ساختمان

عضو	دکتر محمدتقی احمدی
عضو	دکتر عباسعلی تسنیمی
عضو	دکتر علی‌اکبر رمضانیانپور
عضو	دکتر مرتضی زاهدی
عضو	دکتر محسن غفوری آشتیانی
رئیس	مهندس محمد فائزی
عضو	دکتر مهدی قالیبافیان
عضو	دکتر بهروز گتمیری
عضو	دکتر محمود گلادچی
عضو	مهندس حشمت‌الله منصف
عضو	مهندس آدیک موسسیان
عضو	دکتر سیدرسول میرقاداری
دبیر	مهندس نادر نجیمی

ب) کمیته تخصصی مبحث هجدهم «عایق‌بندی و تنظیم صدا در ساختمان»

عضو	دکتر حمید باقری
عضو	دکتر غلامعلی لیاقتی
رئیس	دکتر خسرو مولانا
عضو	دکتر پروین نصیری
عضو	مهندس محمد جعفر هدایتی
دبیر	مهندس مینا مکانیک

پ) گروه کار وزارت مسکن و شهرسازی

- دکتر غلامرضا گل‌محمدی
- مهندس سیدابراهیم بنی‌مهد

پ) تهیه‌کننده متن اولیه: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	۲-۱-۱۸ حدود و نحوه کاربرد
۳	۱-۱۸ کلیات
۳	۱-۱-۱۸ هدف
۴	۳-۱-۱۸ تعاریف
۱۵	۲-۱۸ مقررات آکوستیکی انواع ساختمانها
۱۵	۱-۲-۱۸ مقررات عمومی
۱۵	۲-۲-۱۸ ساختمانهای مسکونی
۱۷	۳-۲-۱۸ هتل ها
۱۸	۴-۲-۱۸ ساختمانهای آموزشی
۱۹	۵-۲-۱۸ بیمارستانها و مراکز بهداشتی و درمانی
۲۱	۶-۲-۱۸ ساختمانهای اداری و تجاری
۲۲	۷-۲-۱۸ سالنهای سخنرانی و کتابخانه ها
۲۳	۸-۲-۱۸ حداکثر تراز صدای کوبه ای تراگسیل شده از سقف میان طبقات در ساختمان ها
۲۴	پیوست ها
۲۵	پیوست ۱ - روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداسنده مركب
۳۰	پیوست ۲ : مقادیر صدابندی جداسنده ها در ساختمان
۳۰	۱-۲ مقادیر صدابندی دیوارها
۳۳	۲-۲ درها
۳۴	۳-۲ پنجره ها
۳۵	۴-۲ سقف ها



**مبحث هجدهم**

**عايقبندی و تنظیم صدا**



## ۱-۱۸ کلیات

### ۱-۱-۱۸ هدف

هدف از تدوین این مقررات به حداقل رساندن نوفه (صدای ناخواسته) در ساختمانها است تا ضمن تأمین سلامت و آسایش ساکنان، شرایط مناسب شنیداری نیز فراهم گردد.

### ۲-۱-۱۸ حدود و نحوه کاربرد

الف) رعایت این مقررات در مورد فضاهای ساختمانی عنوان شده در بند ۱-۱-۲-۱۸ که بعد از تاریخ تصویب این مقررات احداث می گرددن، الزامی است بناهای مسکونی ملزم به رعایت این بند نمی باشند.

ب ) فضاهای ساختمانی موجود و عنوان شده در بند ۱-۱-۲-۱۸، باید ظرف مدت ۵ سال بعد از تصویب این مقررات با بند ۲-۱۸ آن منطبق گرددن بناهای مسکونی ملزم به رعایت این بند نمی باشند.

ج ) رعایت این مقررات در مورد کلیه مجموعه های مسکونی با بیش از هشت واحد و یا بیشتر از چهار طبقه مسکونی که بعد از تاریخ تصویب این مقررات احداث می گرددن، الزامی است.

۱-۲-۱-۱۸ تراز نوفه و واخنش در کلیه موارد این مقررات مربوط به شرایط تحويل فضاها می باشد. در مورد لابی هتل ها، تراز نوفه در شرایط بهره برداری نیز عنوان شده است.

۲-۲-۱-۱۸ روش اندازه گیری مربوط به تراز نوفه، زمان واخنش و شاخص کاهش صدای وزن یافته جدارها، باید بر اساس استانداردها و آئین نامه های معتبر داخلی یا بین المللی نظیر ISO انجام شود.

### ۳-۱-۱۸ تعاریف

#### ۱-۳-۱-۱۸ نوفه :

نوفه به هرگونه صدای ناخواسته گفته می‌شود

### ۲-۳-۱۸ امواج صوتی هوابرد :

امواج صوتی هوابرد به امواج صوتی گفته می‌شود که محیط انتشار آن هواست.

### ۳-۳-۱۸ نوفه زمینه :

نوفه زمینه به نوفه موجود در فضای موردنظر اطلاق می‌گردد. منشاء آن می‌تواند خارجی، مانند نوفه وسایل ترابری یا داخلی مانند صدای ناشی از تأسیسات و یا همهمه افراد باشد.

### ۴-۳-۱۸ تراگسیل :

تراکسیل به پدیده‌ای گفته می‌شود که فرآیند انتقال انرژی در یک محیط یا از درون یک جدایکننده را مشخص می‌کند.

### ۵-۳-۱۸ تراگسیل هوابرد :

هرگاه جدایکننده‌ای به وسیله امواج صوتی هوابرد به ارتعاش درآید، نحوه انتقال یافتن صدای اولیه به فضای موردنظر را تراگسیل هوابرد گویند.

### ۶-۳-۱۸ تراگسیل پیکری :

هرگاه جدایکننده‌ای به وسیله یک جسم مرتعش به ارتعاش درآید نحوه انتقال یافتن صدای اولیه به فضای موردنظر را تراگسیل پیکری گویند.

### ۷-۳-۱۸ بسامد :

بسامد به تعداد نوسانات چرخه‌ای و تکرارپذیر یک موج در ثانیه گفته می‌شود واحد تعداد چرخه‌ها در ثانیه هرتز نامیده می‌شود.

### ۸-۳-۱-۱۸ ضریب تراگسیل یک جداسنده :

ضریب تراگسیل یک جداسنده بر اساس رابطه (۱-۱۸) تعریف می‌گردد :

$$\tau = \frac{I_\tau}{I_i} \quad (1-18)$$

که در آن :

$\tau$  = ضریب تراگسیل جداسنده

$I_\tau$  = شدت موج صوتی فرود آمده به یک طرف جداسنده به وات بر مترمربع.

$I_i$  = شدت موج صوتی تراگسیل یافته از طرف دیگر جداسنده به وات بر مترمربع.

### ۹-۳-۱-۱۸ ضریب جذب یک جداسنده :

ضریب جذب یک جداسنده توسط رابطه (۲-۱۸) تعریف می‌گردد.

$$a = \frac{I_a}{I_i} \quad (2-18)$$

که در آن :

$a$  = ضریب جذب جداسنده

$I_i$  = شدت موج صوتی فرود آمده به یک طرف جداسنده به وات بر مترمربع.

$I_a$  = شدت موج صوتی جذب شده توسط جداسنده به وات بر مترمربع.

### ۱۰-۳-۱-۱۸ دسی بل

دسی بل مقیاسی است نسبی و لگاریتمی که در مورد صدا، بر اساس یکی از دو رابطه (۱-۱۸) - (۳-۱-۱۸) مشخص می‌گردد و به dB نمایش داده می‌شود.

$$dB = 10 \cdot \log \frac{I_1}{I_2} \quad \text{یا} \quad dB = 20 \cdot \log \frac{P_1}{P_2} \quad (3-1-18)$$

که در آن :

$I_1$  = شدت صدا در نقطه ۱، به وات به مترمربع.

$I_2$  = شدت صدا در نقطه ۲، به وات به مترمربع.

$P_1$  = فشار مؤثر صدا در نقطه ۱، به نیوتن به مترمربع (پاسکال)

$P_r$  = فشار مؤثر صدا در نقطه ۲، به نیوتن به مترمربع (پاسکال)

$\text{Log}$  = لگاریتم به پایه ده نسبت موردنظر.

### ۱۱-۳-۱-۱۸ تراز صدا :

تراز صدا بر حسب دسی بل بر اساس یکی از دو رابطه (۴-۱-۱۸) مشخص می‌گردد که مقدار آنها در عمل با یکدیگر برابرند.

$$L_1 = 1 \cdot \text{Log} \frac{I}{I_0} \quad \text{یا} \quad L_p = 2 \cdot \text{Log} \frac{P}{P_0} \quad (4-1-18)$$

که در آن :

$L_1$  = تراز شدت صدا، به مقیاس dB

$L_p$  = تراز فشار صدا، به مقیاس dB

$I_0$  = شدت صدای مبنا (وات به مترمربع  $10^{-12}$ )

$P_0$  = فشار مؤثر صدای مبنا (نیوتن به مترمربع  $2 \times 10^{-5}$ )

$I$  = شدت صدای موردنظر، به وات به مترمربع

$P$  = فشار مؤثر صدای موردنظر، به نیوتن به مترمربع (پاسکال)

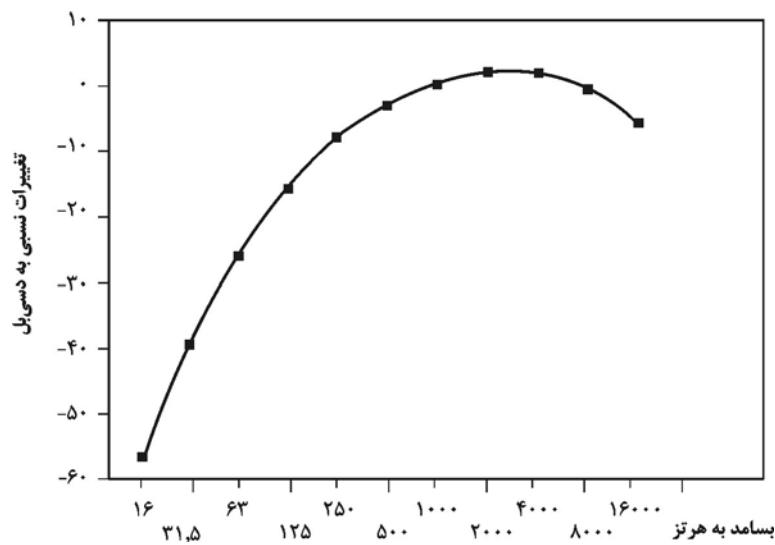
$\text{Log}$  = لگاریتم به پایه ده نسبت موردنظر

### ۱۲-۳-۱-۱۸ نمودار استاندارد A :

نمودار استاندارد A نموداریست که عملکرد موردنیاز یک مدار الکترونیکی را تعریف می‌کند. هدف از این عملکرد، که بر اساس تجربه بدست آمده، این است که مدار مذکور بتواند واکنش شنوایی انسان را با سهولت و دقت کافی در صدا سنجی تقليید کند. نمودار مذکور بر اساس مقادیر تغییرات نسبی مدار بر حسب بسامد در جدول ۱-۱-۱۸ مندرج و در شکل ۱-۱-۱۸ رسم گردیده است. بینابی (طیفی) که بصورت شکل این نمودار تغییر، یا به اصطلاح «وزن» داده شود، با پسوند A مشخص می‌گردد.

جدول ۱-۱-۱۸ مقادیر تغییرات نسبی مدار A

بسامد بندهای یک هنگامی به هرتز	تغییرات نسبی مدار به دسی بل	۱۶	۳۱/۵	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰	۱۶۰۰۰
-۵/۶	-۵۶/۷	۱	۲/۱	.	-۳/۲	-۸/۶	-۱۶/۱	-۲۶/۲	-۳۹/۴	-۵۶/۷	۱/۱	۸۰۰۰



شکل ۱-۱-۱۸ نمودار تغییرات نسبی مدار A در بسامدهای مختلف

### ۱۳-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدای وزن یافته A ( $L_{PA}$ )

تراز فشار صدای وزن یافته A ، که بر حسب dB است، بر اساس رابطه (۱-۱۸) مشخص می گردد.

$$L_{PA} = 2 \cdot \log \left( \frac{P_A}{P_0} \right) \quad (۱-۱۸)$$

که در آن :

## **مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا**

$P_A$  = فشار مؤثر صدای وزن یافته بر اساس نمودار استاندارد A به نیوتن برمترمربع (پاسکال)

$P_0$  = فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با  $10^{-5} * 2$  نیوتن برمترمربع (پاسکال)

### **۱۴-۳-۱-۱۸ تراز معادل صدای وزن یافته A :**

تراز معادل صدای وزن یافته با نمودار استاندارد A، که اصطلاحاً  $L_{eq}$  گفته می‌شود، عبارت است از مقدار تراز فشار صدای ممتد، پایدار و وزن یافته با نمودار A، که در یک مدت زمان معین T دارای همان فشار صدای مؤثر است که هر صدای موردنظر با تراز متغیردارد. این تراز معادل طبق رابطه (۶-۱-۱۸) مشخص می‌گردد و بر حسب dB است.

$$L_{AeqT} = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A(t)}{P_0} dt \right] \quad (6-1-18)$$

که در آن :

$P_A(t)$  = فشار صدای لحظه‌ای وزن یافته با نمودار استاندارد A

$P_0$  = فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با  $10^{-5} * 2$  نیوتن برمترمربع (پاسکال)

T = مدت زمان اندازه گیری تراز صدا است که در این مقررات ۳۰ دقیقه قید شده است.

### **۱۵-۳-۱-۱۸ بسامد مرکزی استاندارد شده بندهای یک هنگامی :**

بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی که در این مقررات مورد استفاده قرار می‌گیرد بشرح زیر است .

۳۱/۵ هرتز ۵۰۰ ۱۲۵ ۲۵۰ ۵۰۰ ۱۰۰ ۲۰۰ ۴۰۰ ۸۰۰

### **۱۶-۳-۱-۱۸ بسامد مرکزی استاندارد شده بندهای یک سوم هنگامی :**

بسامد مرکزی بندهای یک سوم هنگامی که در این مقررات مورد استفاده قرار می‌گیرد بشرح زیر است .

۱۰۰ ۱۲۵ ۱۶۰ ۲۰۰ ۲۵۰ ۳۱۵ ۴۰۰ ۵۰۰

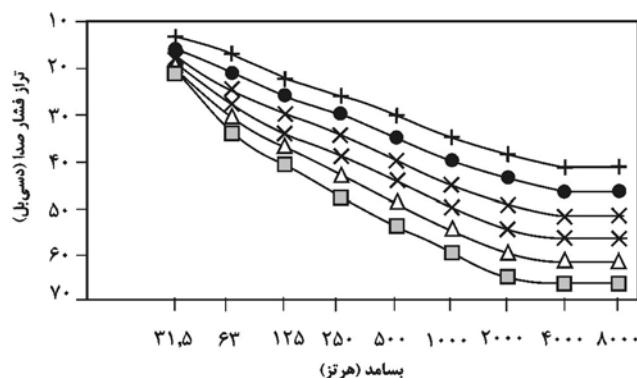
۶۳۰ ۸۰۰ ۱۰۰ ۱۲۵۰ ۱۶۰۰ ۲۰۰۰ ۲۵۰۰ ۳۱۵۰

### ۱۷-۳-۱-۱۸ نمودارهای بررسنج ترجیحی نوفه (PNC) :

نمودارهای PNC برای رده‌بندی بیناب (طیف) نوفه به منظور تأمین و ارزیابی وضوح گفتار استفاده می‌شوند. این نمودارها بر اساس مقادیر تراز فشار صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی در جدول ۲-۱-۱۸-۲ مندرج و تعدادی از آنها که در این مقررات استفاده شده در شکل ۲-۱-۱۸-۲ رسم شده‌اند.

**جدول ۲-۱-۱۸-۲** مقادیر تراز فشار صدا در بندهای یک هنگامی نمودارهای PNC

شماره نمودارهای PNC	ترازهای فشار صدا در بند یک هنگامی (dB)								
	بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی (Hz)								
	۳۱.۵	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
PNC-۱۵	۵۸	۴۳	۳۵	۲۸	۲۱	۱۵	۱۰	۸	۸
PNC-۲۰	۵۹	۴۶	۳۹	۳۲	۲۶	۲۰	۱۵	۱۳	۱۳
PNC-۲۵	۶۰	۴۹	۴۳	۳۷	۳۱	۲۵	۲۰	۱۸	۱۸
PNC-۳۰	۶۱	۵۲	۴۶	۴۱	۳۵	۳۰	۲۵	۲۳	۲۳
PNC-۳۵	۶۲	۵۵	۵۰	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۸	۲۸
PNC-۴۰	۶۴	۵۹	۵۴	۵۰	۴۵	۴۰	۳۶	۳۳	۳۳
PNC-۴۵	۶۷	۶۳	۵۸	۵۴	۵۰	۴۵	۴۱	۳۸	۳۸
PNC-۵۰	۷۰	۶۶	۶۲	۵۸	۵۴	۵۰	۴۶	۴۳	۴۳
PNC-۵۵	۷۳	۷۰	۶۶	۶۲	۵۹	۵۵	۵۱	۴۸	۴۸
PNC-۶۰	۷۶	۷۳	۶۹	۶۶	۶۳	۵۹	۵۶	۵۳	۵۳
PNC-۶۵	۷۹	۷۶	۷۳	۷۰	۶۷	۶۴	۶۱	۵۸	۵۸



شکل ۲-۱-۱۸-۲ نمودارهای PNC

### ۱۸-۳-۱-۱۸ شاخص کاهش صدا (R) :

شاخص کاهش صدای یک جداینده که افت تراگسیل نیز نامیده می‌شود، طبق رابطه ۷-۱-۱۸) تعریف می‌گردد.

$$TL \quad \text{یا} \quad R = 1 \cdot \log \left( \frac{W_1}{W_r} \right) = 1 \cdot \log \frac{1}{\tau} \quad (7-1-18)$$

که در آن :

$W_1$  = توان صوتی فرود آمده به نمونه مورد آزمایش، به وات

$W_r$  = توان صوتی تراگسیل شده از نمونه مورد آزمایش، به وات

$R$  یا  $TL$  = شاخص کاهش صدا یا افت تراگسیل، به دسی بل

$\tau$  = ضریب تراگسیل جداینده

در آزمایشگاه صدابندی شاخص کاهش صدا از رابطه (۸-۱-۱۸) بدست می‌آید :

$$TL \quad R = L_1 - L_r + 1 \cdot \log \left( \frac{6/15 T S}{V} \right) = L_1 - L_r + 1 \cdot \log \left( \frac{S}{A} \right) \quad (8-1-18)$$

که در آن :

$L_1$  = تراز صدا در اتاق منبع به دسی بل

$L_r$  = تراز صدا در اتاق دریافت به دسی بل

$T$  = زمان واخنش اتاق دریافت به ثانیه

$S$  = سطح جدار مورد آزمایش به مترمربع

$V$  = حجم اتاق دریافت به مترمکعب

$A$  = سطح معادل جذب کننده‌های صدا در اتاق دریافت

### ۱۹-۳-۱-۱۸ زمان واخنش :

زمان واخنش که طبق یکی از دو رابطه (۹-۱-۱۸) محاسبه می‌گردد عبارتست از مدت زمانی که پس از قطع منبع صدا، تراز فشار صدا ۶۰ دسی بل افت کند.

$$T = \frac{0.163V}{A} \quad (\text{رابطه دقیق}) \quad \text{یا} \quad T = \frac{0.163V}{4mV - SL_n(1-a)} \quad (9-1-18)$$

که در آن :

$T$  = زمان واخنش اتاق، به ثانیه

$S$  = مجموعه سطوح اتاق، به مترمربع

$V$  = حجم اتاق، به مترمکعب

$A$  = سطح معادل جذب کننده‌های صدا، به مترمربع

$m$  = جذب طولی هوا، به متر به توان منفی یک

$\bar{a}$  = ضریب جذب میانگین اتاق

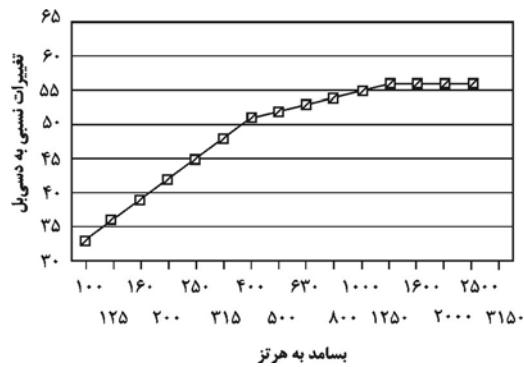
$e$  = لگاریتم در پایه  $n$

### ۲۰-۳-۱-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) :

شاخص کاهش صدای وزن یافته یا بعبارتی دیگر، گروه یا درجه تراگسیل (STC) کمیتی است تک عددی به دسی بل برای درجه بندی نمودار افت تراگسیل جداکننده‌ها در بسامد ۵۰۰ هرتز، که بر اساس نمودار مبنا در جدول ۳-۱-۱۸ مندرج و در شکل ۳-۱-۱۸ رسم گردیده است.

جدول ۳-۱-۱۸ مقادیر مبنا برای درجه بندی کردن افت تراگسیل جداره

بسامد مرکزی یک سوم هنگامی (Hz)	مقادیر مبنا به (dB)
۱۰۰	۳۳
۱۲۵	۳۶
۱۶۰	۳۹
۲۰۰	۴۲
۲۵۰	۴۵
۳۱۵	۴۸
۴۰۰	۵۱
۵۰۰	۵۲
۶۳۰	۵۳
۸۰۰	۵۴
۱۰۰۰	۵۵
۱۲۵۰	۵۶
۱۶۰۰	۵۶
۲۰۰۰	۵۶
۲۵۰۰	۵۶
۳۱۵۰	۵۶



شکل ۳-۱-۱۸ نمودار مقادیر مبنا برای درجه بندی افت تراگسیل جدارها

### ۲۱-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدای کوبه‌ای (Li):

تراز فشار صدای کوبه‌ای عبارتست از تراز میانگین فشار صدا در یک بند بسامدی مشخص در اتاق دریافت در شرایطی که طرف بالای سقف مورد آزمایش بوسیله دستگاه پاکوب به ارتعاش درآمده باشد. مقدار تراز فشار صدای کوبه‌ای طبق رابطه (۱۰-۱-۱۸) محاسبه می‌گردد.

$$L_i = 20 \log \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n p_0} \quad (10-1-18)$$

که در آن :

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = فشار مؤثر صدا در  $n$  محل مختلف در اتاق دریافت، به نیوتون بر مترمربع.

$P_0$  = فشار مؤثر صدای مبدا برابر است با  $2 * 10^{-5}$  نیوتون بر مترمربع (پاسکال)

### ۲۲-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده (Ln) :

تراز صدای کوبه‌ای معمول شده به شاخصی گفته می‌شود که مقدار تراز فشار صدای کوبه‌ای اندازه گیری شده  $L_i$  را با توجه به شرایط آکوستیکی داخلی اتاق دریافت معمول می‌نماید. مقدار تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده طبق رابطه (۱۱-۱-۱۸) محاسبه می‌گردد.

$$L_n = L_i + 10 \log \left( \frac{A}{A_0} \right) = L_i - 10 \log \left( \frac{V}{V_0} \right) \quad (11-1-18)$$

که در آن :

$L_n$  = تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده ، به دسی بل

$L_i$  = تراز میانگین فشار صدای کوبه‌ای ، به دسی بل

$A$  = سطح معادل جذب کننده‌ها در اتاق دریافت، به مترمربع

$A_0$  = سطح معادل جذب کننده مبدا برابر با ده مترمربع

$V$  = حجم اتاق دریافت، به مترمکعب

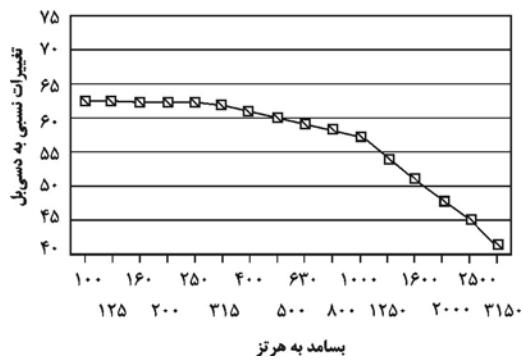
$T$  = زمان واخنش در اتاق دریافت، به ثانیه

**۲۳-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته (Lnw) :**

تراز فشار صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته کمیتی است تک عددی به دسی بل برای درجه بندی کردن نمودار تراز صدای کوبه ای معمول شده تراگسیل یافته از سقف در بسامد ۵۰ هرتز که براساس نمودار مینا درجه بندی می‌شود. این نمودار مینا در جدول (۴-۱-۱۸) مندرج و در شکل (۴-۱-۱۸) رسم گردیده است.

**جدول ۴-۱-۱۸ مقادیر مبنای برای درجه بندی کردن صدای کوبه ای تراگسیل شده از سقف**

بسامد مرکزی یک سوم هنگامی (Hz)	مقادیر مبنای (dB)
۱۰۰	۶۲
۱۲۵	۶۲
۱۶۰	۶۲
۲۰۰	۶۲
۲۵۰	۶۲
۳۱۵	۶۲
۴۰۰	۶۱
۵۰۰	۶۰
۶۳۰	۵۹
۸۰۰	۵۸
۱۰۰۰	۵۷
۱۲۵۰	۵۴
۱۶۰۰	۵۱
۲۰۰۰	۴۸
۲۵۰۰	۴۵
۳۱۵۰	۴۲



**شکل ۳-۱-۱۸ نمودار مقادیر مبنای برای درجه بندی صدای کوبه ای تراگسیل شده از سقف**

**۲۴-۳-۱-۱۸ لایه :**

لایه به ساختاری گفته می‌شود که چکالی حجمی آن در جهات مختلف یکسان باشد. مانند اندود گچ، قیرگونی، دیوار آجری.

**۲۵-۳-۱-۱۸ جداکننده ساده :**

جداکننده ساده به جداکننده ای گفته می‌شود که در مقطع، از یک یا چند لایه تشکیل شده است، لذا چگالی سطحی (وزن واحد سطح) آن در نقاط مختلف یکسان است. مانند در، پنجره، دیوار آجری با اندود گچ و خاک یا دیوار دو جداری آجری.

**۲۶-۳-۱-۱۸ جداکننده مرکب :**

جداکننده مرکب به جداکنندهای گفته می‌شود که سطح آن از چند جداکننده ساده تشکیل شده باشد. مانند دیواری که در و پنجره دارد.

**۲۷-۳-۱-۱۸ شرایط بهره برداری یک فضا :**

به شرایطی گفته می‌شود که کلیه اجزاء تأسیساتی و تجهیزاتی مثل سیستم تهویه و هوارسانی و مبلمان در حال بهره برداری بوده و افراد حاضر در آن فضا نیز مشغول فعالیت معمول خود باشند.

**۲۸-۳-۱-۱۸ شرایط تحويل یک فضا :**

به شرایطی گفته می‌شود که در آن کلیه تأسیسات غیرقابل حمل و وابسته به ساختمان فعال بوده، ولی اجزاء تأسیساتی و عوامل قابل حمل مانند تلفن، تلویزیون، جاروبرقی و همچنین افراد در آن فضا فعال نباشند.

## ۲-۱۸ مقررات آکوستیکی انواع ساختمانها

### ۱-۲-۱۸ مقررات عمومی :

۱-۱-۲-۱۸ مقررات آکوستیکی در ساختمانهای مسکونی، هتل‌ها، مدارس، بیمارستان‌ها، ساختمانهای اداری و تجاری و سالن‌های کنفرانس و کتابخانه در بندهای ۲-۲-۱۸، ۳-۲-۱۸، ۴-۲-۱۸، ۵-۲-۱۸ و ۶-۲-۱۸ و ۷-۲-۱۸ ارائه شده است.

۲-۱-۲-۱۸ مقادیر تعیین شده حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $Rw$ ) موردنیاز برای جداسازی‌های در این ساختمانها، در مناطقی مورد استفاده قرار می‌گیرد که تراز نوفه وزن یافته (LPA) آن منطقه مساوی یا کمتر از ۷۰ دسی بل است، چنانچه تراز نوفه بیش از این مقدار باشد مقادیر حداقل باید به همان میزان افزایش یابد.

۳-۱-۲-۱۸ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته برای جداسازی‌های ساده مثل دیوار، در و پنجره از طرف آزمایشگاه‌های آکوستیک کشور ارائه می‌گردد که تعدادی از آنها در پیوست ۲ ارائه شده است. در صورتیکه جداسازی موردنظر، مانند نمای یک ساختمان، مرکب باشد شاخص کاهش صدای وزن یافته این جداسازی مرکب با توجه به شاخص‌های اجزاء تشکیل دهنده آن محاسبه می‌گردد. روش محاسبه در پیوست ۱ توضیح داده شده است.

### ۲-۲-۱۸ ساختمانهای مسکونی

۱-۲-۲-۱۸ رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیرین در ساختمانهای مسکونی الزامی است.

### ۲-۲-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر واحد مسکونی (مانند آپارتمان) در جدول (۱-۲-۱۸) ارائه شده است.

**جدول ۱-۲-۱۸ حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر واحد مسکونی**

حداکثر تراز نوفه زمینه		نوع فضا
dB به LAeq(۳۰)	dB به L <sub>PA</sub>	
۳۰	۲۵	اتاق خواب
۳۵	۴۰	اتاق های نشیمن
۴۵	۵۰	آشپزخانه

### ۳-۲-۲-۱۸ زمان واخنش

حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز برای راه پله و راهرو عمومی در ساختمانهای مسکونی ۱/۵ ثانیه تعیین شده است.

### ۴-۲-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) موردنیاز برای جداکننده ها در ساختمانهای مسکونی در جدول (۲-۲-۱۸) ارائه شده است.

**جدول ۲-۲-۱۸ حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای**

**جداکننده ها در ساختمانهای مسکونی**

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) به dB	عنوان
۴۵	جداکننده اتاق خواب از فضای بیرونی ساختمان
۴۰	جداکننده اتاق نشیمن از فضای بیرونی ساختمان
۳۵	جداکننده آشپزخانه از فضای بیرونی ساختمان
۴۰	جداکننده یا مجموعه جداکننده های موجود میان اتاق خواب و اتاق تلویزیون در یک واحد مسکونی
۳۰	جداکننده یا مجموعه جدارهای میان اتاق خواب و سایر فضاهای داخلی به غیر از اتاق تلویزیون در یک واحد مسکونی
۵۰	جداکننده دو واحد مجاور و مستقل

### ۳-۲-۱۸ هتل‌ها

۱-۳-۲-۱۸ رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیرین در هتل‌ها الزامی است.

### ۲-۳-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

جدول ۳-۲-۱۸ حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هتل

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه	
	dB به LAeq(۳۰)	dB به L <sub>PA</sub>
اتاق میهمان	۳۰	۳۵
سالن انتظار (لابی) هنگام تحويل	۳۵	۴۰
سالن انتظار (لابی) هنگام بهره برداری	۵۰	۵۵
راهروها	۳۵	۴۰

### ۳-۳-۲-۱۸ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی هتل در جدول (۴-۲-۱۸) ارائه شده است.

جدول ۴-۲-۱۸ حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی هتل

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۱۰۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰ هرتز
اتاق میهمان	۰/۸
سالن انتظار (لابی)	۱
راهروها	۱/۲

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

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) موردنیاز برای جداکننده‌ها در هتل‌ها جدول (۵-۲-۱۸) ارائه شده است.

جدول ۵-۲-۱۸ حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها در هتل

عنوان	حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته dB به $R_w$
جداکننده اتاق میهمان از فضای بیرون ساختمان	۴۵
جداکننده میان دو اتاق میهمان	۵۰
جداکننده میان اتاق میهمان از راهرو	۳۵

#### ۴-۲-۱۸ ساختمانهای آموزشی

۱-۴-۲-۱۸ رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیرین در ساختمانهای آموزشی الزامی است.

#### ۲-۴-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر واحد آموزشی در جدول (۶-۲-۱۸) ارائه شده است.

جدول ۶-۲-۱۸ حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمانهای آموزشی

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه	dB به $L_{Aeq(30)}$	dB به $L_{PA}$	نمودار برستج نوفه
کلاس درس نظری	۴۰	۳۵	۳۵	PNC - ۳۵
آزمایشگاهها	۴۵	۴۰	۴۰	PNC - ۴۰
کارگاهها	۵۰	۴۵	۴۵	—

تذکر : رعایت نمودار برستج PNC-۳۵ و PNC - ۴۰ در این مورد اجباری است.

#### ۳-۴-۲-۱۸ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمانهای آموزشی در جدول (۷-۲-۱۸) ارائه شده است.

**جدول ۷-۲-۱۸** حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمانهای آموزشی

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ هرتز
کلاس درس نظری (در شرایط خالی)	۱
آزمایشگاهها	۱/۲
راهرو، راه پله، کارگاهها	۱/۵

**۴-۲-۱۸** شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) موردنیاز برای جداکننده‌ها در ساختمانهای آموزشی در جدول (۸-۲-۱۸) ارائه شده است.

**جدول (۸-۲-۱۸)** حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها

در ساختمانهای آموزشی

عنوان	حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) به dB
جداکننده کلاس درس نظری از فضای بیرونی ساختمان	۴۰
جداکننده کارگاه یا آزمایشگاه از فضای بیرونی ساختمان	۳۵
جداکننده میان دو کلاس درس نظری	۵۰
جداکننده کلاس درس نظری از راهرو	۳۵
جداکننده آزمایشگاه از راهرو	۳۰
جداکننده کارگاه از راهرو	۳۵

**۵-۲-۱۸** بیمارستانها و مراکز بهداشتی و درمانی

**۱-۵-۲-۱۸** رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیرین در ساختمان بیمارستانها، مراکز بهداشتی و درمانی الزامی است.

**۲-۵-۲-۱۸** تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی بیمارستان و مراکز بهداشتی و درمانی در جدول (۹-۲-۱۸) ارائه شده است.

## مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا

جدول ۹-۲-۱۸ حداکثر تراز نویه زمینه مجاز در فضاهای داخلی بیمارستانها و مراکز بهداشتی و درمانی

حداکثر تراز نویه زمینه		نوع فضا
dB به $L_{Aeq(30)}$	dB به $L_{PA}$	
۳۰	۳۵	اتاقهای بخش بستره، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان

## ۳-۵-۲-۱۸ زمان و اخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی بیمارستانها و مراکز بهداشتی و درمانی در جدول ۱۰-۲-۱۸ ارائه شده است.

جدول ۱۰-۲-۱۸ حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی بیمارستانها و مراکز بهداشتی و درمانی

میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ هرتز	نوع فضا
۱/۲	اتاقهای بخش بستره، مراقبت‌های ویژه، جراحی، اتاق زایمان
۱/۵	راه پله - راهرو

## ۴-۵-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) موردنیاز برای جداکننده‌ها در بیمارستانها و مراکز بهداشتی و درمانی در جدول ۱۱-۲-۱۸ ارائه شده است.

جدول ۱۱-۲-۱۸ حداقل شاخص کاهش وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها در بیمارستانها و مراکز بهداشتی و درمانی

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) به	عنوان
۴۵	جداکننده کلیه اتاقهای بخش بستره، مراقبت‌های ویژه، جراحی و زایمان از فضای بیرونی ساختمان
۵۰	جداکننده میان کلیه اتاقهای بخش بستره، مراقبت‌های ویژه، جراحی و زایمان
۳۵	جداکننده کلیه اتاقهای بخش بستره و زایمان از راهرو
۴۰	جداکننده کلیه اتاقهای مراقبت‌های ویژه و جراحی از راهرو

### ۶-۲-۱۸ ساختمانهای اداری و تجاری

۱-۶-۲-۱۸ رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیرین در ساختمان اداری و تجاری الزامی است.

### ۲-۶-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه

حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمانهای اداری و تجاری در جدول ۱۲-۲-۱۸) ارائه شده است.

جدول ۱۲-۲-۱۸ حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمانهای اداری و تجاری

حداکثر تراز نوفه زمینه dB به $L_{Aeq(30)}$	dB به $L_{PA}$	نوع فضا
۴۰	۴۵	فضاهای اداری و مراکز کامپیوتري، سالن عمومي در کلیه بانکها

### ۳-۶-۲-۱۸ زمان واخنش

حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمانهای اداری و تجاری در جدول (۱۲-۲-۱۸) ارائه شده است.

جدول (۱۳-۲-۱۸) حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی ساختمانهای اداری و تجاری

میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ هرتز	نوع فضا
۱/۲	اتاقهای اداری، مراکز کامپیوتري، سالن عمومي بانکها
۱/۵	راه پله - راهرو

### ۴-۶-۲-۱۸ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) موردنیاز برای جداکننده ها در ساختمانهای اداری و تجاری در جدول (۱۴-۲-۱۸) ارائه شده است.

## **مبحث هجدهم؛ عایق‌بندی و تنظیم صدا**

**جدول ۱۴-۲-۱۸** حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداسازی ها در ساختمانهای اداری و تجاری

عنوان	حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته dB ( $R_w$ ) به
جهادگرانه های اتاقهای اداری، مرکز کامپیوترا سالن های عمومی بانک ها از فضای بیرونی ساختمان	۳۵
جهادگرانه میان اتاقها در ساختمانهای اداری و تجاری	۴۵
جهادگرانه اتاقها در ساختمانهای اداری و تجاری از راهرو	۳۰

### **۷-۲-۱۸ سالنهای سخنرانی و کتابخانه ها**

**۱-۷-۲-۱۸** رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیرین در فضای سالنهای سخنرانی و کتابخانه ها الزامی می باشد.

### **۲-۷-۲-۱۸ تراز نویه زمینه**

حداکثر تراز نویه زمینه مجاز در فضاهای داخلی در کتابخانه و سالن سخنرانی در جدول (۱۵-۲-۱۸) ارائه شده است.

**جدول ۱۵-۲-۱۸** حداکثر تراز نویه زمینه مجاز در فضاهای داخلی کتابخانه و سالن سخنرانی

حداکثر تراز نویه زمینه			نوع فضا
نمودار برسنج نویه	dB به $L_{Aeq(3..)}$	dB به $L_{PA}$	
PNC - ۳۵	۳۵	۴۰	سالنهای سخنرانی-کتابخانه ها

تذکر : رعایت نمودار برسنج PNC-۳۵ در این مورد اجباری است.

### **۳-۷-۲-۱۸ زمان واخنش**

برای تعیین زمان واخنش بهینه در کتابخانه ها و سالن های سخنرانی، مقررات ویژه ای ارائه خواهد شد.

**۴-۷-۲-۱۷ شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده‌ها**

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) موردنیاز برای جداکننده‌های راهرو از فضای داخلی سالن سخنرانی ۴۰ دسی بل و برای کتابخانه ۳۰ دسی بل تعیین شده است. در ضمن برای تعیین افت صوتی بقیه جداکننده‌ها مقررات ویژه‌ای ارائه خواهد شد.

**۸-۲-۱۸ حداکثر تراز صدای کوبه‌ای تراگسیل شده از سقف میان طبقات**

**در ساختمانها**

رعایت حداکثر تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته ( $L_{nw}$ ) به مقدار ۵۰ دسی بل در ساختمانهای مذکور در بند ۲-۱۸ الزامی است. مقادیر تراز صدای کوبه‌ای معمول شده از طرف آزمایشگاههای آکوستیک ارائه می‌گردد که تعدادی از آنها در پیوست ۲ ارائه شده است.

## پیوست ها :

شامل :

پیوست ۱ - روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداسنده  
مرکب

پیوست ۲ - مقادیر صدابندی جداسنده ها در ساختمان

## پیوست ۱ - روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جداکننده مركب

### ۱-۱ روش محاسبه

برای محاسبه شاخص کاهش صدای یک جداکننده مركب از مقادیر شاخص کاهش صدای جداکننده های ساده تشکیل دهنده آن که از طرف آزمایشگاههای آکوستیک ارائه شده استفاده می گردد. ابتدا با داشتن شاخص کاهش صدای جداکننده ساده و با توجه به رابطه (پ-۱) که وابستگی متقابل بین ضریب تراگسیل و شاخص کاهش صدای هر جداکننده را مشخص می کند ضریب تراگسیل جداکننده ساده محاسبه می شود.

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau} \Rightarrow \tau = 10^{-(1/10)R} \quad (1-1_{\text{پ}})$$

که در آن :

$R$  = شاخص کاهش صدای جداکننده ، به دسی بل

$\tau$  = ضریب تراگسیل جداکننده

سپس با داشتن ضریب تراگسیل برای هر جداکننده ساده و با استفاده از رابطه (پ-۲) ضریب تراگسیل جداکننده مركب محاسبه می شود.

$$\tau = \frac{\tau_1 s_1 + \tau_2 s_2 + \dots + \tau_n s_n}{s_1 + s_2 + \dots + s_n} \quad (2-1_{\text{پ}})$$

که در آن :

$\tau$  = ضریب تراگسیل جداکننده مركب

$s_1, s_2, \dots, s_n$  ، سطح هر یک از جداکننده های ساده تشکیل دهنده جداکننده مركب ، به مترمربع.

## مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا

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

$$R = 1 \cdot \log \frac{1}{\tau} \quad (\text{پ ۳-۱})$$

که در آن :

$\tau$  = ضریب تراگسیل صدای جداکننده مرکب

$R$  = شاخص کاهش صدای جداکننده مرکب به دسی بل.

به عنوان مثال: جداکننده مرکبی به ابعاد  $4/7 * 10 * 4/7$  متر، شامل دیوار بیست و دو سانتی آجری و یک در به ابعاد  $1 * 2$  و پنجره ای به ابعاد  $5 * 1$  متر است. در صورتی که شاخص کاهش صدای وزن یافته دیوار، در و پنجره به ترتیب  $50$ ،  $15$  و  $20$  دسی بل باشد، شاخص کاهش صدای وزن یافته این جداکننده مرکب بصورت زیر محاسبه می‌شود :

حل :

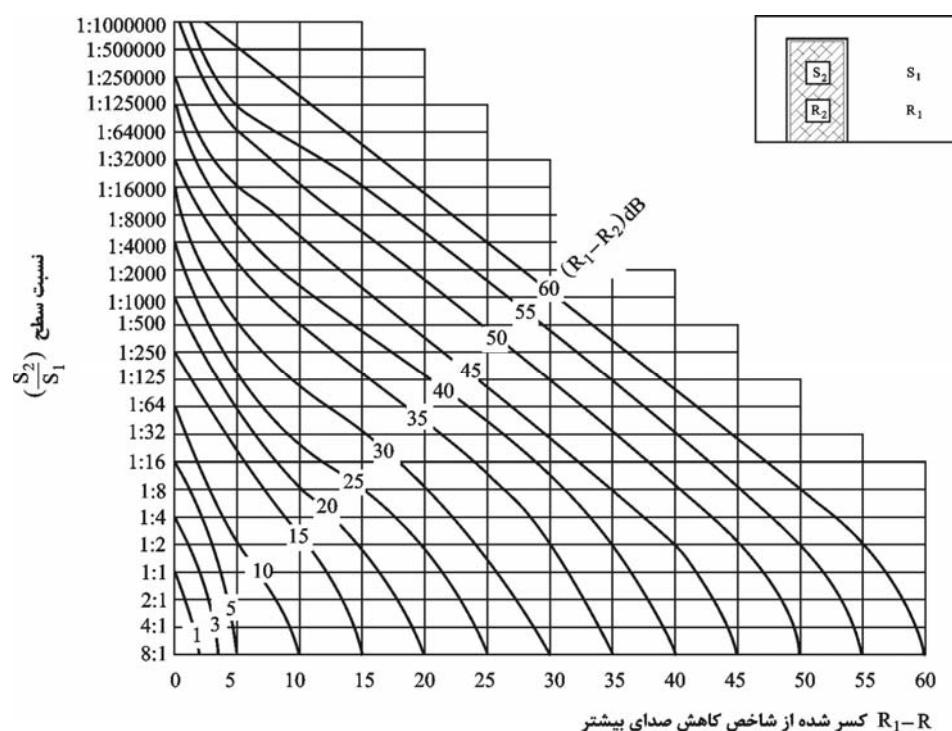
پنجره	$S_1 = 5 * 1 = 5$	مترمربع	پنجره	$\tau_1 = 10^{-(0/1) \times 20}$
در	$S_2 = 1 * 2 = 2$	مترمربع	در	$\tau_2 = 10^{-(0/1) \times 15}$
$S = 10 * 47 - (2+5) = 40$	مترمربع	دیوار	$\tau_3 = 10^{-(0/1) \times 50}$	
				جداکننده

$$\tau = \frac{5 \times 10^{-(0/1) \times 20} + 2 \times 10^{-(0/1) \times 15} + 4 \times 10^{-(0/1) \times 50}}{47} = 2/42 \times 10^{-3}$$

$$R = 1 \cdot \log \frac{1}{2/42 \times 10^{-3}} = 26 \text{ dB}$$

## ۲-۱ روش تخمینی با استفاده از نمودار

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



$R_1$  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

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

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

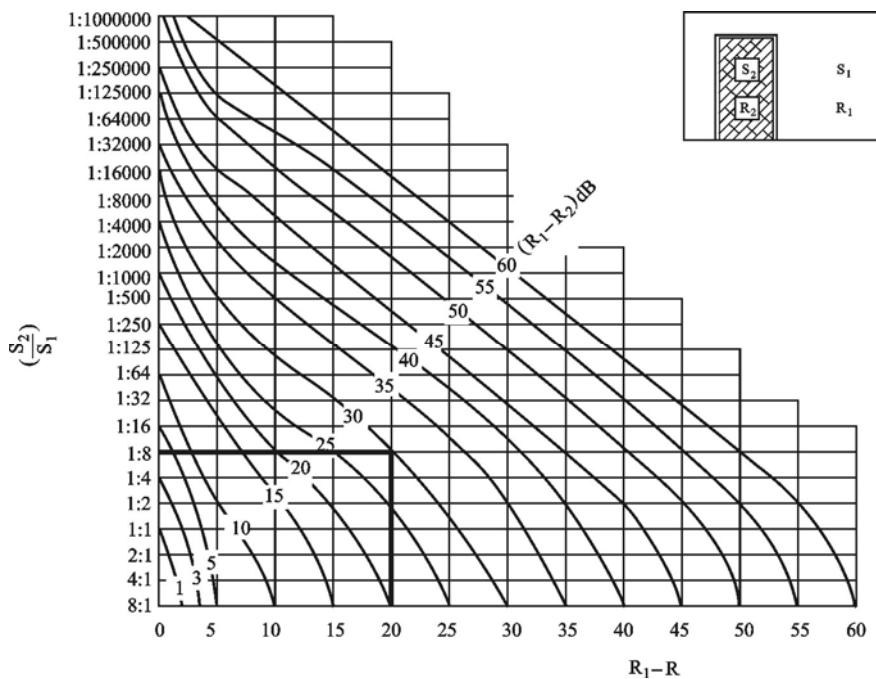
الف - اختلاف دو کاهش صدای دویار و پنجره را بدست آورده ( $R_1 - R_2 = 50 - 20 = 30$ ) و سپس منحنی ۳۰ از روی شکل مشخص می‌گردد.

ب - نسبت دو سطح تشکیل دهنده دیوار و پنجره را بدست آورده ( $\frac{S_1}{S_2} = \frac{5}{4} = \frac{1}{\lambda}$ )

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 بدست 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 بدست می‌آید:

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

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



شکل پ-۱-۲ نمودار تخمین شاخص کاهش صدای جداگانه مرکب

سپس به همین روش ساختار مرکب دیوار و پنجره بعنوان یک ساختار با ساختار در به عنوان ساختاری دیگر در نظر گرفته می‌شود.

$$\text{جداکننده} \quad S = 10 * 4/7 = 47 \quad \text{مترمربع}$$

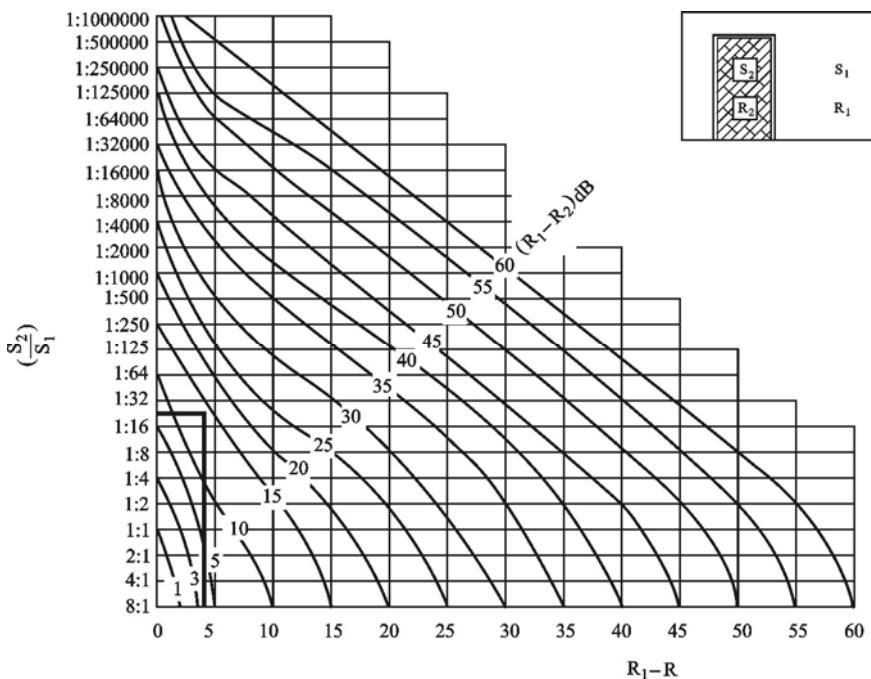
$$\text{در} \quad S_2 = 2 * 1 = 2 \quad \text{مترمربع}$$

$$\text{دیوار و پنجره} \quad S_1 = 47 - (2) = 45 \quad \text{مترمربع}$$

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

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

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



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

در نتیجه مقدار جداکننده مرکب از روش تخمینی ۲۶ دسی بل و از روش محاسبه ۲۶ دسی بل بدست آمده است.

## پیوست ۲ : مقادیر صدابندی جداکننده‌ها در ساختمان

جهت انتخاب صحیح جداکننده‌ها در یک ساختمان ضروری است که طراح مقادیر صدابندی جداکننده‌ها مانند دیوار، در و پنجره در مقابل صدای هوایبرد (شاخص کاهش صدای وزن یافته RW)، سقف در مقابل صدای کوبه ای (تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته Lnw) را در اختیار داشته باشد. جداول ارائه شده در بندهای زیر می‌تواند طراح را در این جهت یاری دهد.

### ۱-۲ مقادیر صدابندی دیوارها

مقادیر شاخص کاش صدای وزن یافته تعدادی از دیوارهای یک جداره و دو جداره تهیه شده در آزمایشگاههای آکوستیک معتبر داخلی و خارجی به ترتیب در جدول پ ۱-۲ تا پ ۴-۲ ارائه شده است.

جدول پ ۱-۲ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته دیوارهای یک جداره

شاخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل	چگالی سطحی به کیلوگرم بر مترمربع	نوع دیوار	شاخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل	چگالی سطحی به کیلوگرم بر مترمربع	نوع دیوار
۵۰	۳۴۵	دیوار آجر ماسه	۴۴	۲۰۵	دیوار آجری
۵۲	۴۰۰	آهکی ۲۰ سانتیمتری	۴۶	۲۴۰	فشاری
۵۵	۴۵۵	دورو اندود	۴۸	۲۷۵	۱۲ سانتیمتری
۴۷	۲۶۵	دیوار بتنی ۱۲ سانتیمتری	۴۷	۲۴۵	دیوار آجری
۴۹	۲۸۰		۴۹	۲۸۰	فشاری
۵۲	۲۹۵		۵۱	۲۱۵	۱۵ سانتیمتری
۵۰	۳۳۰	دیوار بتنی ۱۵ سانتیمتری	۴۸	۲۹۰	دیوار آجری
۵۲	۳۵۰		۵۰	۳۲۵	فشاری
۵۴	۳۷۰		۵۳	۳۶۰	۱۸ سانتیمتری
۵۳	۴۴۰	دیوار بتنی ۱۸ سانتیمتری	۴۹	۳۵۰	دیوار آجری
۵۶	۴۶۵		۵۱	۳۶۵	فشاری
۵۹	۴۹۰		۵۴	۴۲۰	۲۵ سانتیمتری
۳۲	۶۲	دیوار گچی: سانتمتری ۱۲ سانتمتری ۸ سانتمتری ۱۰	۴۶	۲۵۰	دیوار آجر ماسه
۳۵	۸۳		۴۸	۲۸۵	آهکی ۱۲ سانتیمتری
۳۸	۱۰۶		۵۰	۳۲۰	دورو اندود
۱۸	۵/۵	تخته نوبان: سانتمتری ۲ سانتمتری ۳ سانتمتری ۴	۴۸	۳۰۵	دیوار آجر ماسه
۲۲	۱۱		۵۰	۳۴۰	آهکی ۱۲ سانتیمتری
۲۵	۱۶/۵		۵۳	۳۷۵	دورو اندود
۲۸	۳۲				

**مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا**

**جدول پ ۲-۲ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته دیوارهای دوجداره**

شاخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل	ضخامت دیوار به سانتیمتر	نوع دیوار دو جداره
۴۰	۱۳	جدار اول از صفحات گچی ۶ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۵ سانتیمتری
۴۷	۹/۵	جدار اول از صفحات گچی ۶ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۵/۵ سانتیمتری
۴۸	۱۰/۵	جدار اول از صفحات گچی ۶ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۲/۵ سانتیمتری
۵۰	۱۴	جدار اول از صفحات گچی ۸ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۴ سانتیمتری
۵۲	۱۸/۲	جدار اول از صفحات گچی ۱۵ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۱/۲ سانتیمتری

**جدول پ ۳-۲ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته دیوارهای یک جداره**

شاخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل	چگالی سطحی به کیلوگرم بر مترمربع	نوع دیوار (دو طرف انود شده)
۶۰	۶۹۰	دیوار آجری فشاری ۳۵ سانتیمتری
۴۷	۲۴۸	دیوار آجری فشاری ۱۴ سانتیمتری
۴۲	۱۰۷	دیوار آجری سفالی ۱۲ سانتیمتری
۴۲	۱۰۰	دیوار با بلوکهای بتن سبک توپر ۱۲ سانتیمتری
۴۵	۱۴۴	دیوار با بلوکهای بتن سبک توپر ۱۲ سانتیمتری
۴۵	۱۵۰	دیوار با بلوکهای بتن سبک توپر ۱۷ سانتیمتری
۵۱	۲۳۰	دیوار با بلوکهای بتن سبک توپر ۲۷ سانتیمتری
۴۶	۱۸۶	دیوار با بلوکهای بتن سبک توپر ۲۱ سانتیمتری
۴۷	۶۹	دیوار با بلوکهای گچی درزبندی شده ۱۰ سانتیمتری

## **مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا**

**جدول پ ۴-۲ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته دیوارهای دو جداره**

شاخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل	ضخامت دیوار به سانتمتر	دیواره دو جداره گچی
۵۱	۱۲	جدار اول از صفحه گچی ۱ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتیمتری جدار دوم از صفحه گچی ۱ سانتیمتری
۴۸	۱۰	جدار اول از صفحه گچی روکش ۱/۲ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتیمتری جدار دوم از صفحه گچی روکش ۱/۲ سانتیمتری
۵۲	۱۲/۵	جدار اول از صفحه گچی روکش ۲/۴ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتیمتری جدار دوم از صفحه گچی روکش ۲/۴ سانتیمتری

### **۲-۲ درها**

مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته تعدادی از درها که در جدول پ ۵-۲ ارائه شده است رديف ۱ تا ۶ در آزمایشگاههای آکوستیک معتبر داخلی و خارجی آزمایش شده است.

## مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا

جدول پ-۵ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته برای تعدادی درها

شاخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل	چگالی سطحی به کیلوگرم بر مترمربع	نوع در
۲۵-۱۵	۱۰-۵	۱- در یک لایه برای اتاق ساختمان (ساده) : با چارچوب ساده بدون درزبندی به ضخامت ۲ سانتیمتر
۳۵-۲۵	۲۵-۱۰	۲- در دو لایه برای آپارتمان (نیمه سنگین) : با چارچوب ساده با درزبندی به ضخامت ۶-۶ سانتیمتر
۴۵-۳۵	۵۰-۲۵	۳- در دو لایه صدابند (سنگین) : با درزبندی در جارچوب و آستانه به ضخامت ۴/۸ سانتیمتر
۴۰-۳۰	—	۴- در دوتایی سبک : شامل دو در سبک همانند ردیف (۱) فاصله میان دو در ۳۰-۱۵ سانتیمتر
۵۰-۴۰	—	۵- در دوتایی سنگین : شامل دو در سنگین همانند ردیف (۲) فاصله میان دو در ۳۰-۱۵ سانتیمتر
۶۰-۴۰	—	۶- در دوتایی مخصوص (کاملاً صدابند) شامل دو در ساده سنگین (همانند بند ۳) فاصله میان دو در بیش از ۵۰-۲۵ سانتیمتر
۱۴	۱۳/۵	۷- در چوبی به ضخامت ۴ سانتیمتر از دو لایه فیبر یا تخته سه لایی به ضخامت ۳ میلیمتر و شبکه در وسط : بدون آستانه و درزبندی نشده
۱۷	۱۳/۵	با آستانه و درزبندی نشده
۲۰	۱۳/۵	با آستانه و درزبندی شده

## ۳-۲ پنجره ها

مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته تعدادی از پنجره ها در جدول پ-۶-۲ ارائه شده است.

## مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا

جدول پ ۶-۲ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته برای تعدادی از پنجره‌ها

شاخص کاهش صدای وزن یافته برای پنجره	نوع پنجره
۱۰	۱- پنجره ساده : - با یک لایه شیشه ۲ میلیمتری، چارچوب چوبی ساده بدون درزبندی
۲۰	- با یک لایه شیشه ۸ میلیمتری، چارچوب چوبی ساده بدون درزبندی ۲- پنجره با شیشه دوبل : - با دو لایه شیشه ۴ میلیمتری با فاصله ۸ میلیمتر از یکدیگر - با دو لایه ۴ و ۸ میلیمتری با فاصله ۵ سانتیمتر از یکدیگر
۲۸	۳- پنجره دوتابی : - متشکل از دو قاب پنجره ساده جداگانه به فاصله حداقل ۱۵ سانتیمتر، یک
۳۹	- پنجره با شیشه ۴ میلیمتری و پنجره دیگر با شیشه ۸ میلیمتری با درزبندی کامل
۴۵	۴- پنجره معمولی : - ساخته شده از پروفیلهای آهنی بازشو با شیشه ۴ میلیمتری بدون درزبندی - مانند بالا با درزبندی قاب لاستیکی
۱۶	۵- پنجره دو جداره : - ساخته شده از پروفیلهای وزه، بازشوی آلومینیومی با دو لایه شیشه
۲۱	- ۴ میلیمتری به فاصله یک سانتیمتر از یکدیگر با درزبندی
۲۴	

## ۴-۲ سقف‌ها

تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته ( $L_{nw}$ ) دو نوع سقف با پوشش‌های مختلف کف که در آزمایشگاه آکوستیک مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن آزمایش شده در جدول پ ۷-۲ ارائه شده است.

## مبحث هجدهم؛ عایق‌بندی و تنظیم صدا

**جدول پ ۷-۲ مقادیر تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته برای سقف‌ها**

تراز صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته برای سقف به دسی بل	نوع سقف
۶۸	سقف از تیرچه‌های آهنی و طاق ضربی آجری فرش شده با پوشش : - موزائیک
۴۷	- موزائیک بعلاوه موکت کات به ضخامت ۸ میلیمتر
۴۹	- موزائیک بعلاوه موکت لوب به ضخامت ۹ میلیمتر
۵۵	- موزائیک بعلاوه موکت کبریتی به ضخامت ۴ میلیمتر
۳۶	- موزائیک بعلاوه فرش دستباف به ضخامت ۱۰ میلیمتر سقف بتی با ساختار تیرچه بلوك :
۸۸	- بدون پوشش فرش شده با پوشش :
۸۳	- موزائیک
۴۶	- کف شناور مشکل از پشم سنگ ۵ سانتیمتری و روکش بتی ۵ سانتیمتر
۳۶	- کف شناور ردیف بالا بعلاوه سقف کاذب گچی در زیر آن مشکل از لایه‌های پیش ساخته گچی به ضخامت ۱ سانتیمتر و به فاصله ۳۰ سانتیمتر از سقف
۶۹	- موکت نمدی
۶۰	موکت کبریتی
۵۱	- موکت کات به ضخامت ۹ میلیمتر
۴۶	- موکت گلزار به ضخامت ۹ میلیمتر

## واژه‌نامه

۱- Noise	۱ - نویف
۲- Air- borne Sound Waves	۲ - امواج صوتی هوایبرد
۳- Backround Noise	۳ - نویف زمینه
۴- Transmission	۴ - تراگسیل
۵- Air-borne Transmission	۵ - تراگسیل هوایبرد
۶- Structure-borne Transmission	۶ - تراگسیل پیکری
۷- Frequency	۷ - بسامد
۸- deciblee	۸ - دسی بل
۹- Sound Level	۹ - تراز صدا
۱۰- A-Weighted Sound Pressurelevel	۱۰ - تراز فشار صدای وزن یافته A
۱۱- Equivalent Continuous A-Weighted Sound Pressure Level	۱۱ - تراز معادل صدای وزن یافته A
۱۲- Perferred Noise Criterion Curves	۱۲ - نمودارهای برسنج ترجیحی نویف
۱۳- Sound Reduction Index	۱۳ - شاخص کاهش صدا
۱۴- Transmision Loss	۱۴ - افت تراگسیل
۱۵- Reverberation Time	۱۵ - زمان واخنش
۱۶- Weighted Sound Reduction Index	۱۶ - شاخص کاهش صدای وزن یافته
۱۷- Sound Transmission Class	۱۷ - گروه یا درجه تراگسیل
۱۸- Impact Sound Pressure Level	۱۸ - تراز فشار صدای کوبه ای
۱۹- Normalized Impact Sound Pressure Level	۱۹ - تراز فشار صدای کوبه ای معمول شده
۲۰- Weighted Normalized Impact Sound Pressure Level	۲۰ - تراز فشار صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته