



مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان  
عایق بندی و تنظیم صدا

تهیه کننده: دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی  
ساختمان  
تاریخ انتشار ۱۳۸۰

این کتاب شامل مقررات مربوط به عایق بندی و آکوستیک ساختمانها بوده که در دو بخش  
ودو پیوست بشرح ذیل می باشد:

#### مبحث هجدهم

##### مقدمه

##### ۱-۱۸ کلیات

۱-۱-۱۸ هدف

۲-۱-۱۸ حدود ونحوه کاربرد

۳-۱-۱۸ تعاریف

##### ۲-۱۸ مقررات آکوستیکی انواع ساختمانها

۱-۲-۱۸ مقررات عمومی

۲-۲-۱۸ ساختمانهای مسکونی

۳-۲-۱۸ هتل ها

۴-۲-۱۸ ساختمانهای آموزشی

۵-۲-۱۸ بیمارستانها ومراکز بهداشتی درمانی

۶-۲-۱۸ ساختمانهای اداری و تجاری

۷-۲-۱۸ سالن های سخنرانی وکتابخانه ها

۸-۲-۱۸ حداکثر تراز صدای کوبه ای تراگسیل

شده از سقف میان طبقات در ساختمانها

پیوست های مبحث هجدهم

پیوست یک: روش تعیین شاخص کاهش صدای یک  
جداکننده مرکب  
پیوست دو: مقادیر صدابندی جداکننده ها در  
ساختمان  
واژه نامه فارسی-انگلیسی



## 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 گردند، 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 گردند 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 گردند، الزامی است.

۱-۲-۱-۱۸ تراز نوفه و واخنش در کلیه موارد این مقررات مربوط به شرایط تحویل 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 می شود

#### ۱۸-۱-۳-۲ امواج صوتی هوابرد:

امواج صوتی هوابرد به امواج صوتی گفته می شود که محیط انتشار آن هواست.

#### ۳-۳-۱-۱۸ نوفه زمینه:

نوفه زمینه به نوفه موجود در فضای موردنظر اطلاق می گردد. منشاء آن می تواند خارجی، مانند نوفه وسایل ترابری یا داخلی مانند صدای ناشی از تأسیسات و یا همههمه افراد باشد.

#### ۴-۳-۱-۱۸ تراکسیل:

تراکسیل به پدیده ای گفته می شود که فرآیند انتقال انرژی در یک محیط یا از درون یک جداکننده را مشخص می کند.

#### ۵-۳-۱-۱۸ تراکسیل هوابرد:

هرگاه جداکننده ای به وسیله امواج صوتی هوابرد به ارتعاش درآید، نحوه انتقال یافتن صدای اولیه به فضای موردنظر را تراکسیل هوابرد گویند.

**۶-۳-۱-۱۸ تراکسیل پیکری:**

هرگاه جداکننده ای به وسیله یک جسم مرتعش به ارتعاش درآید نحوه انتقال یافتن صدای اولیه به فضای موردنظر را تراکسیل پیکری گویند.

**۷-۳-۱-۱۸ بسامد:**

بسامد به تعداد نوسانات چرخه ای و تکرارپذیر یک موج در ثانیه گفته می شود واحد تعداد چرخه ها در ثانیه هرتز نامیده می شود.

**۸-۳-۱-۱۸ ضریب تراکسیل یک جداکننده:**

ضریب تراکسیل یک جداکننده بر اساس رابطه (۱-۱-۱۸) تعریف می گردد:

$$(۱-۱-۱۸)$$

$$\tau = \frac{I_{\tau}}{I_i}$$

که در آن:

$\tau$  = ضریب تراکسیل جداکننده

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

$I_i$  = شدت موج صوتی تراکسیل یافته از طرف دیگر جداکننده به وات بر مترمربع.

**۹-۳-۱-۱۸ ضریب جذب یک جداکننده:**

ضریب جذب یک جداکننده توسط رابطه (۲-۱-۱۸) تعریف می گردد.

$$a = \frac{I_a}{I_i} \quad (۲-۱-۱۸)$$

که در آن:

$a$  = ضریب جذب جداکننده

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

$I_a$  = شدت موج صوتی جذب شده توسط جداکننده 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 (۳-۱-۱۸) مشخص می گردد و به dB نمایش داده می شود.

$$dB = ۱۰ \cdot \text{Log} \frac{I_1}{I_2} \quad \text{یا} \quad (۱۸-۱-۳) \quad dB = ۲۰ \cdot \text{Log} \frac{P_1}{P_2}$$

که در آن:

$$I_1 = \text{شدت صدا در نقطه ۱، به وات به مترمربع.}$$

$$I_2 = \text{شدت صدا در نقطه ۲، به وات به مترمربع.}$$

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

$$P_2 = \text{فشار مؤثر صدا در نقطه ۲، به نیوتن به مترمربع (پاسکال)}$$

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

### ۱۱-۳-۱-۱۸ تراز صدا:

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

$$L_1 = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0} \quad \text{یا} \quad (18-1-4) \quad L_p = 20 \cdot \log \frac{P}{P_0}$$

که در آن:

$$L_1 = \text{تراز شدت صدا، به مقیاس dB}$$

$$L_p = \text{تراز فشار صدا، به مقیاس dB}$$

$$I_0 = \text{شدت صدای مبنا (وات به مترمربع)}$$

$$P_0 = \text{فشار مؤثر صدای مبنا (نیوتن به مترمربع)}$$

$$I = \text{شدت صدای موردنظر، به وات به مترمربع}$$

$$P = \text{فشار مؤثر صدای موردنظر، به نیوتن به مترمربع (پاسکال)}$$

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

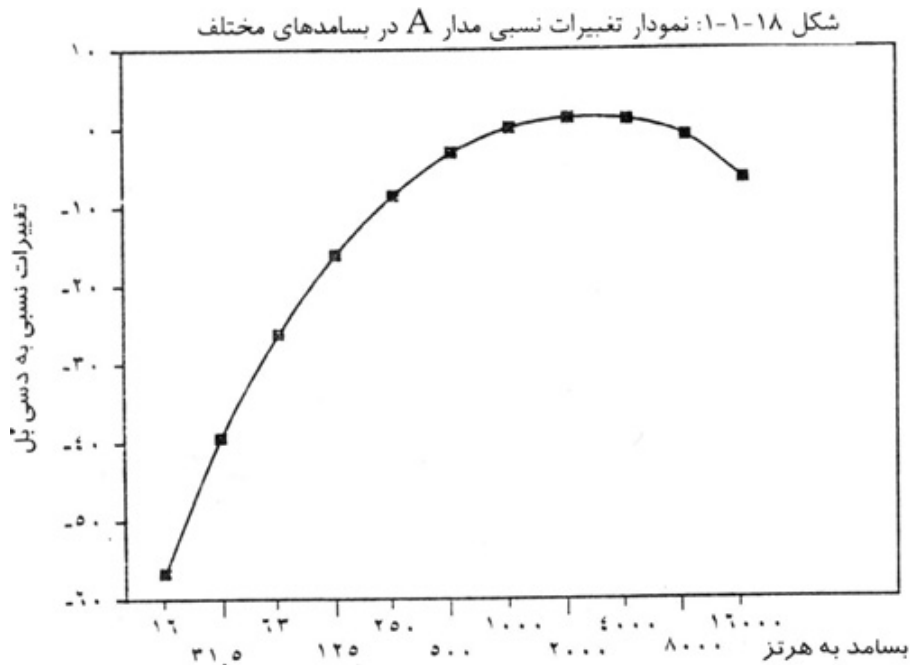
### ۱۲-۳-۱-۱۸ نمودار استاندارد A:

نمودار استاندارد A نموداریست که عملکرد موردنیاز یک مدار الکترونیکی را تعریف می کند. 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 تقلید 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. بینایی (طیفی) که بصورت شکل این نمودار تغییر، یا به اصطلاح «وزن» داده شود، با پسوند A مشخص می گردد.

جدول ۱-۱-۱۸ مقادیر تغییرات نسبی مدار A

۱۶۰۰۰	۸۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳	۳۱/۵	۱۶	بسامد بندهای یک
-------	------	------	------	------	-----	-----	-----	----	------	----	--------------------

											هنگامی به هرترز
-6/6	1/1	1	2/1	0	-2/2	-8/6	-16/1	-26/2	-39/4	-56/7	تغییرات نسبی مدار A به دسی بل



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

### ۱۲-۳-۱-۱۸ تراز فشار صدای وزن یافته A ( $L_{PA}$ )

تراز فشار صدای وزن یافته A، که بر حسب dB است، بر اساس رابطه (۵-۱-۱۸) مشخص می گردد.

$$L_{PA} = 20 \cdot \text{Log} \left( \frac{P_A}{P_0} \right)$$

که در آن:

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

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

### ۱۴-۳-۱-۱۸ تراز معادل صدای وزن یافته A ( $L_{AeqT}$ ):

A، که اصطلاح  $L_{Aeq}$  گفته می شود، 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

متغیر دارد. این تراز معادل طبق رابطه (۱۸-۱-۶) مشخص می گردد و بر حسب dB است.

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

که در آن:

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

$P_0$  = فشار صوتی مرجع (یک کلمه) آن برابر است با

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

#### ۱۸-۲-۱-۱۵ بسامد مرکزی استاندارد شده بندهای یک هنگامی:

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

۸۰۰۰ ۴۰۰۰ ۲۰۰۰ ۱۰۰۰ ۵۰۰ ۲۵۰ ۱۲۵ ۶۳ ۳۱/۵ هرتز

#### ۱۸-۲-۱-۱۶ بسامد مرکزی استاندارد شده بندهای یک سوم هنگامی:

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

۵۰۰ ۴۰۰ ۳۱۵ ۲۵۰ ۲۰۰ ۱۶۰ ۱۲۵ ۱۰۰ هرتز

۳۱۵۰ ۲۵۰۰ ۲۰۰۰ ۱۶۰۰ ۱۲۵۰ ۱۰۰۰ ۸۰۰ ۶۳۰

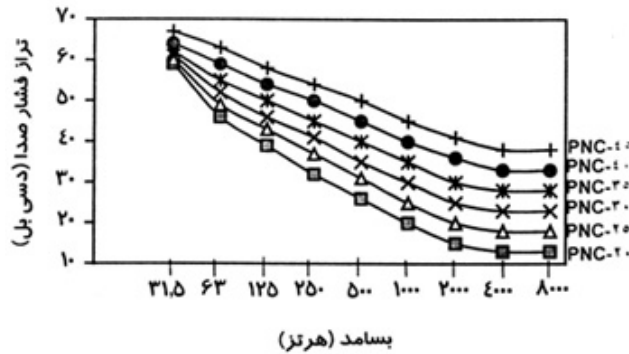
#### ۱۸-۲-۱-۱۷ نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه (PNC):

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

جدول ۱۸-۲-۱ 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	۱۲	۱۲
PNC-۲۵	۶۰	۴۹	۴۳	۳۷	۳۱	۲۵	۲۰	۱۸	۱۸
PNC-۳۰	۶۱	۵۲	۴۶	۴۱	۳۵	۲۰	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	۴۲	۴۲
PNC-۵۵	۷۳	۷۰	۶۶	۶۲	۵۹	۵۵	۵۱	۴۸	۴۸
PNC-۶۰	۷۶	۷۳	۶۹	۶۶	۶۳	۵۹	۵۶	۵۲	۵۲
PNC-۶۵	۷۹	۷۶	۷۳	۷۰	۶۷	۶۴	۶۱	۵۸	۵۸



شکل ۱۸-۱-۲ نمودارهای PNC

۱۸-۳-۱-۱۸ شاخص کاهش صدا (R) :

شاخص کاهش صدای یک جداکننده که افت تراگسیل نیز نامیده می شود، طبق رابطه (۷-۱-۱۸) تعریف می گردد.  
(۷-۱-۱۸)

$$R = 10 \cdot \log \left( \frac{W_1}{W_2} \right) = 10 \cdot \log \frac{1}{\tau}$$

یا  
**TL**

که در آن:

**W<sub>1</sub>** = توان صوتی فرود آمده به نمونه مورد آزمایش، به وات

**W<sub>2</sub>** = توان صوتی تراگسیل شده از نمونه مورد آزمایش، به وات

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

**τ** = ضریب تراگسیل جداکننده

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

$$TL \text{ یا } R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \left( \frac{6115 T \cdot S}{V} \right) = L_1 - L_2 + 10 \cdot \log \left( \frac{S}{A} \right) \quad (۱۸-۱-۸)$$



که در آن:

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

$L_2$  = 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 کننده های صدا در اتاق دریافت

### ۱۸-۱-۳-۱۹ زمان واخنش:

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

$$T = \frac{0.163V}{4mV - SL_{\bar{a}}(1 - \bar{a})} \quad (9-1-18)$$

(رابطه دقیق)

یا (رابطه تقریبی)

که در آن:

T = زمان واخنش اتاق، به ثانیه

S = مجموعه سطوح اتاق، به مترمربع

V = حجم اتاق، به مترمکعب

A = سطح معادل جذب کننده های صدا، به مترمربع

■ = جذب طولی هوا، به متر به توان منفی یک

$\bar{a}$  = ضریب جذب میانگین اتاق

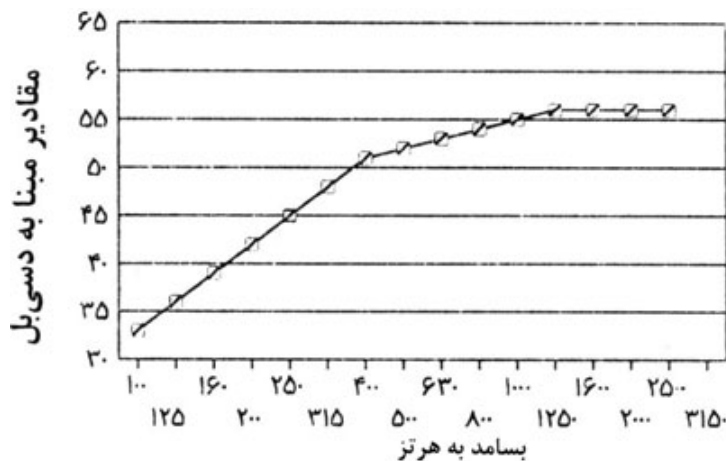
$$L_{\text{e}} = \text{لگاریتم در پایه } e$$

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

شاخص کاهش صدای وزن یافته یا عبارتی دیگر، گروه یا درجه تراکسیل (STC) کمیته است تک عددی به دسی بل برای درجه بندی نمودار افت تراکسیل جداکننده ها در بسامد ۵۰۰ هرتز، که بر اساس نمودار مینا در جدول ۲-۱-۱۸ مندرج و در شکل ۳-۱-۱۸ رسم گردیده است.

جدول ۲-۱-۱۸ مقادیر مینا برای درجه بندی کردن افت تراکسیل جداره

مقادیر مینا به (dB)	بسامد مرکزی یک سوم هنگامی (Hz)
۲۲	۱۰۰
۳۶	۱۲۵
۳۹	۱۶۰
۴۲	۲۰۰
۴۵	۲۵۰
۴۸	۳۱۵
۵۱	۴۰۰
۵۲	۵۰۰
۵۲	۶۳۰
۵۴	۸۰۰
۵۵	۱۰۰۰
۵۶	۱۲۵۰
۵۶	۱۶۰۰
۵۶	۲۰۰۰
۵۶	۲۵۰۰
۵۶	۳۱۵۰



### شکل ۱۸-۱-۲ نمودار مقادیر مینابرای درجه بندی افت تراکسیل جدارها

#### ۱۸-۱-۲-۲۱ تراز فشار صدای کوبه ای ( $L_i$ ):

تراز فشار صدای کوبه ای 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 کوبه ای طبق رابطه (۱۸-۱-۱۰) محاسبه می گردد.

(۱۸-۱-۱۰)

$$L_i = 2 \cdot \text{Log} \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n p_0}$$

که در آن:

$P_1, P_2, P_3 \dots, P_n$  = فشار مؤثر صدا در  $n$  محل مختلف در اتاق دریافت، به نیوتن بر مترمربع.

$P_0$  = فشار مؤثر صدای مینا برابر است با  $2 \times 10^{-4}$  نیوتن بر مترمربع (پاسکال)

#### ۱۸-۱-۲-۲۲ تراز فشار صدای کوبه ای معمول شده ( $L_n$ ):

تراز صدای کوبه ای معمول شده به شاخصی گفته می شود که مقدار تراز فشار صدای کوبه ای اندازه گیری شده با توجه به شرایط آکوستیکی داخلی اتاق دریافت معمول می نماید. مقدار تراز فشار صدای کوبه ای معمول شده طبق رابطه (۱۸-۱-۱۱) محاسبه می گردد.

(۱۸-۱-۱۱)

$$L_n = L_i + 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{A}{A_0} \right) = L_i - 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{61 \Delta T}{V} \right)$$

که در آن:

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

$L_i$  = تراز میانگین فشار صدای کوبه ای، به دسی بل

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

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

$V$  = حجم اتاق دریافت، به مترمکعب

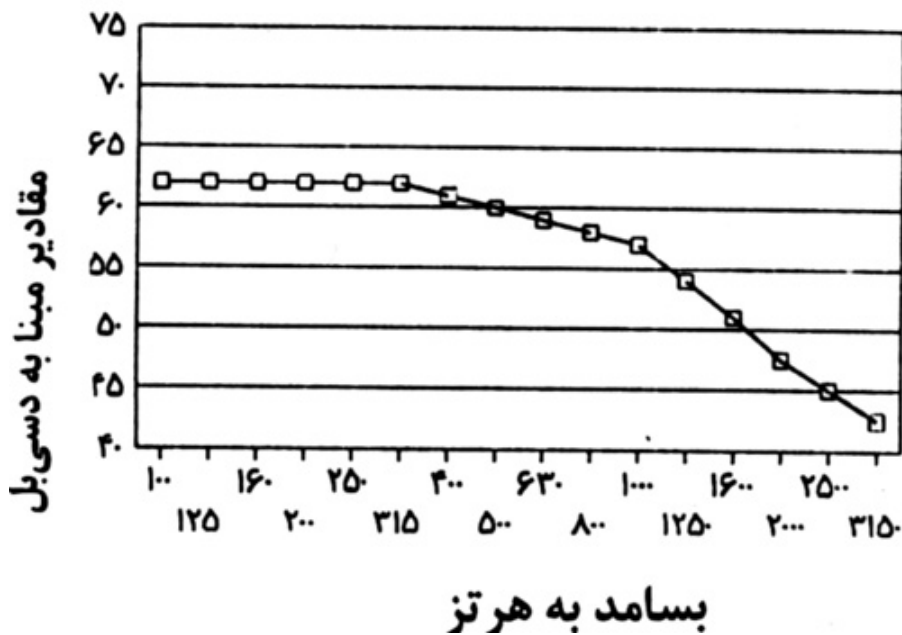
$T$  = زمان واخنش در اتاق دریافت، به ثانیه

### ۱۸-۱-۲۲ تراز فشار صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته ( $L_{NW}$ ) :

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 تراکسیل یافته از سقف در بسامد ۵۰ هرتز که بر اساس نمودار مینا درجه بندی می شود. این نمودار مینا در جدول (۱۸-۱-۴) مندرج و در شکل (۱۸-۱-۴) رسم گردیده است.

جدول ۱۸-۱-۴ مقادیر مینا برای درجه بندی کردن صدای کوبه ای تراکسیل شده از سقف

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



شکل ۱۸-۱-۳ نمودار مقادیر مبنا برابدرجه بندی صدای کوبه ای تراگسیل شده از سقف

#### ۱۸-۱-۳-۲۴ لایه :

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

#### ۱۸-۱-۳-۲۵ جداکننده ساده :

جداکننده ساده به جداکننده ای گفته می شود 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 جدار آجری.

#### ۱۸-۱-۳-۳۱ جداکننده مرکب :

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

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

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

#### ۱۸-۱-۳-۲۸ شرایط تحویل یک فضا :

به شرایطی گفته می شود 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.

کلیه حقوق تهیه و تکثیر لوح فشرده مجموعه مقررات ملی ساختمان متعلق به دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان می باشد و تخلف از آن پیگرد قانونی دارد.



## ۲-۱۸ مقررات آکوستیکی انواع ساختمانها

### ۱-۲-۱۸ مقررات عمومی:

۱-۱-۲-۱۸ مقررات آکوستیکی در ساختمانهای مسکونی، هتل ها، مدارس، بیمارستان ها، ساختمانهای اداری و تجاری و سالن های کنفرانس و کتابخانه در بندهای ۲-۲-۱۸، ۳-۲-۱۸، ۴-۲-۱۸، ۵-۲-۱۸، ۶-۲-۱۸ و ۷-۲-۱۸ ارائه شده است.

۲-۱-۲-۱۸ مقادیر تعیین شده حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_{wT}$ ) موردنیاز برای جداکننده ها در این ساختمانها، در مناطقی مورد استفاده قرار می گیرد که تراز نوفه وزن یافته ( $L_{pA}$ ) 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 جداکننده های ساده مثل دیوار، در و پنجره از طرف آزمایشگاههای آکوستیک کشور ارائه می گردد که تعدادی از آنها در پیوست ۲ ارائه شده است. در صورتیکه جداکننده موردنظر، مانند نمای یک ساختمان، مرکب باشد شاخص کاهش صدای وزن یافته این جداکننده مرکب با توجه به شاخص های اجزاء تشکیل دهنده آن محاسبه می گردد. 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 ۱۸-۲-۱ حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی هر واحد مسکونی**

حداکثر تراز نوفه زمینه		نوع فضا
به $L_{Aeq}(20)$ dB	به $L_{PA}$ dB	
۳۰	۳۵	اتاق خواب
۳۵	۴۰	اتاق های نشیمن
۴۵	۵۰	آشپزخانه

**۱۸-۲-۲-۲ زمان واخنش**

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

**۱۸-۲-۲-۴ 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 (۱۸-۲-۱۸) ارائه شده است.

**جدول ۱۸-۲-۲-۱۸ 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

**۱۸-۲-۲-۱۸ هتل ها**

۱۸-۲-۲-۱۸ رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیرین در هتل ها الزامی است.

**۱۸-۲-۲-۲-۱۸ تراز نوفه زمینه**

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

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

حداکثر تراز نوفه زمینه		نوع فضا
به $L_{Aeq}(20)$ dB	به $L_{PA}$ dB	
۳۰	۳۵	اتاق میهمان
۳۵	۴۰	سالن انتظار (لابی) هنگام تحویل

۵۰	۵۵	سالن انتظار (لابی) هنگام بهره برداری
۲۵	۴۰	راهروها

### ۲-۳-۲-۱۸ زمان واخنش

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

### جدول ۲-۳-۱۸ حداکثر زمان واخنش در فضاهای داخلی هتل

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ 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 ( $R_w$ ) مورد نیاز برای جداکننده ها در هتل ها جدول (۴-۳-۱۸) ارائه شده است.

### جدول ۴-۳-۱۸ حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته مورد نیاز برای جداکننده ها در هتل

عنوان	حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) به dB
جداکننده اتاق میهمان از فضای بیرون ساختمان	۴۵
جداکننده میان دو اتاق میهمان	۵۰
جداکننده میان اتاق میهمان از راهرو	۲۵

### ۴-۳-۱۸ ساختمانهای آموزشی

۱-۴-۳-۱۸ رعایت مقررات آکوستیکی تعیین شده در بندهای زیرین در ساختمانهای آموزشی الزامی است.

### ۲-۴-۳-۱۸ تراز نوفه زمینه

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

### جدول ۲-۴-۱۸ حداکثر تراز نوفه زمینه مجاز در فضاهای داخلی ساختمانهای آموزشی

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه	
	L <sub>Aeq</sub> (۲۰) به dB	L <sub>PA</sub> به dB
کلاس درس نظری	۲۵	۴۰
آزمایشگاهها	۴۰	۴۵
کارگاهها	۴۵	۵۰

تذکر: رعایت نمودار برسنج PNC-۲۵ و PNC-۴۰ در این مورد اجباری است.

### ۲-۴-۳-۱۸ 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

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

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

**جدول (۸-۲-۱۸) حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته مورد نیاز برای جداکننده ها 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	۲۵
جداکننده میان دو کلاس درس نظری	۵۰
جداکننده کلاس درس نظری از راهرو	۲۵
جداکننده آزمایشگاه از راهرو	۲۰
جداکننده کارگاه از راهرو	۲۵

**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.

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

حداکثر تراز نوفه زمینه		نوع فضا
dB به $L_{Aeq}(۳۰)$	dB به $L_{PA}$	
۳۰	۲۵	اتاقهای بخش بستری، مراقبت های ویژه، جراحی، اتاق زایمان

**۲-۵-۲-۱۸ زمان واخنش**

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

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

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

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

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

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

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

## ۱۸-۲-۶-۱۸ ساختمانهای اداری و تجاری

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

## ۱۸-۲-۶-۲ تراز نوفه زمینه

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

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

حداکثر تراز نوفه زمینه		نوع فضا
L <sub>Aeq</sub> (۳۰) به dB	L <sub>PA</sub> به dB	
۴۰	۴۵	فضاهای اداری و مراکز کامپیوتری، سالن عمومی در کلیه بانکها

## ۱۸-۲-۶-۳ زمان واخنش

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

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

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای ۵۰۰، ۱۰۰۰،
---------	--

۲۰۰۰ هرتز	
۱/۳	اتاقهای اداری، مراکز کامپیوتری، سالن عمومی بانکها
۱/۵	راه پله - راهرو

#### ۴-۶-۲-۸ 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 (۱۸-۲-۱۴) ارائه شده است.

#### جدول ۱۴-۲-۱۸ حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته موردنیاز برای جداکننده ها در ساختمانهای اداری و

##### تجاری

عنوان	حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) به dB
جداکننده های اتاقهای اداری، مراکز کامپیوتری سالن های عمومی بانک ها از فضای بیرونی ساختمان	۲۵
جداکننده میان اتاقها در ساختمانهای اداری و تجاری	۴۵
جداکننده 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 نوفه زمینه

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

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

نمودار برسنج نوفه	حداکثر تراز نوفه زمینه		نوع فضا
	dB به $L_{Aeq}(20)$	dB به $L_{PA}$	
PNC - ۲۵	۲۵	۴۰	سالنهای سخنرانی-کتابخانه ها

تذکر: رعایت نمودار برسنج PNC-۲۵ در این مورد اجباری است.

#### ۲-۷-۲-۱۸ زمان واختمش

برای تعیین زمان واختمش 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 جداکننده ها

حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته ( $R_w$ ) موردنیاز برای جداکننده های 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 جداکننده ها مقررات ویژه ای ارائه خواهد شد.

#### ۸-۲-۱۸ حداکثر تراز صدای کوبه ای تراگسیل شده از سقف میان طبقات در ساختمانها

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

پیوست ۲ ارائه شده است.

کلیه حقوق تهیه و تکثیر لوح فشرده مجموعه مقررات ملی ساختمان متعلق به دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان می باشد و تخلف از آن پیگرد قانونی دارد.



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

برای محاسبه شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب 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 ۱-۱) که وابستگی متقابل بین ضریب تراگیسیل و شاخص کاهش صدای هر جداکننده را مشخص می کند ضریب تراگیسیل جداکننده ساده محاسبه می شود.

#### ۱-۱ روش محاسبه

برای محاسبه شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب 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 ۱-۱) که وابستگی متقابل بین ضریب تراگیسیل و شاخص کاهش صدای هر جداکننده را مشخص می کند ضریب تراگیسیل جداکننده ساده محاسبه می شود.

(پ ۱-۱)

$$R = 10 \cdot \log \frac{1}{\tau} \Rightarrow \tau = 10^{-\frac{R}{10}}$$

که در آن:

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

$t$  = ضریب تراگیسیل جداکننده

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

(پ ۲-۱)

که در آن:

$t =$  ضریب تراگسیل جداکننده مرکب

$\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_n$  ضریب تراگسیل هر یک از جداکننده های ساده تشکیل دهنده مرکب .

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

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

(پ ۳-۱)

که در آن:

$t =$  ضریب تراگسیل صدای جداکننده مرکب

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

به عنوان مثال: جداکننده مرکبی به ابعاد  $4.7 \times 1$  متر، شامل دیوار بیست و دو سانتی آجری و یک در به ابعاد  $2 \times 1$  و پنجره ای به ابعاد  $1 \times 1$  متر است. در صورتی که شاخص کاهش صدای وزن یافته دیوار، در و پنجره به ترتیب ۵۰، ۱۵ و ۲۰ دسی بل باشد، شاخص کاهش صدای وزن یافته این جداکننده مرکب بصورت زیر محاسبه می شود:

حل:

$$\tau_1 = 10^{-\frac{20}{10}} = 0.1$$

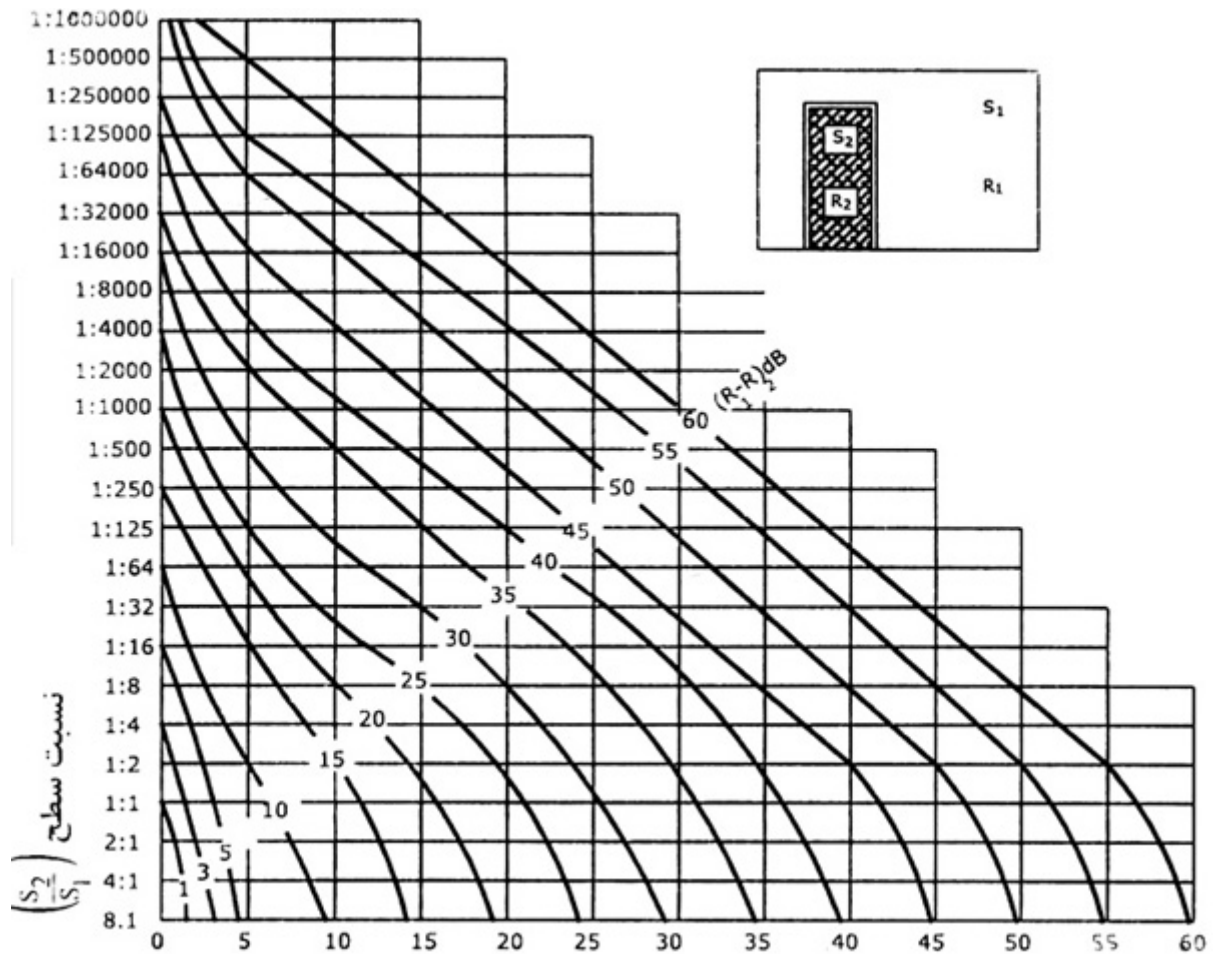
پنجره	$S_1 = 0.5 \times 1 = 0.5$ مترمربع	پنجره
در	$S_2 = 1 \times 2 = 2$ مترمربع	در
دیوار	$S_3 = 47 - (0.5 + 2) = 44.5$ مترمربع	دیوار
جداکننده	$S = 10 \times 47 - (2 + 0.5) = 464.5$ مترمربع	

## ۲-۱ روش تخمینی با استفاده از نمودار

در مواردی که سرعت محاسبه از دقت آن اهمیت بیشتری دارد می توان 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 می گیرد.

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



$R_1$ - $R_2$  کسر شده از شاخص کاهش صدای بیشتر

$R_1$  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 ۱-۱ مطرح شده است می توان 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



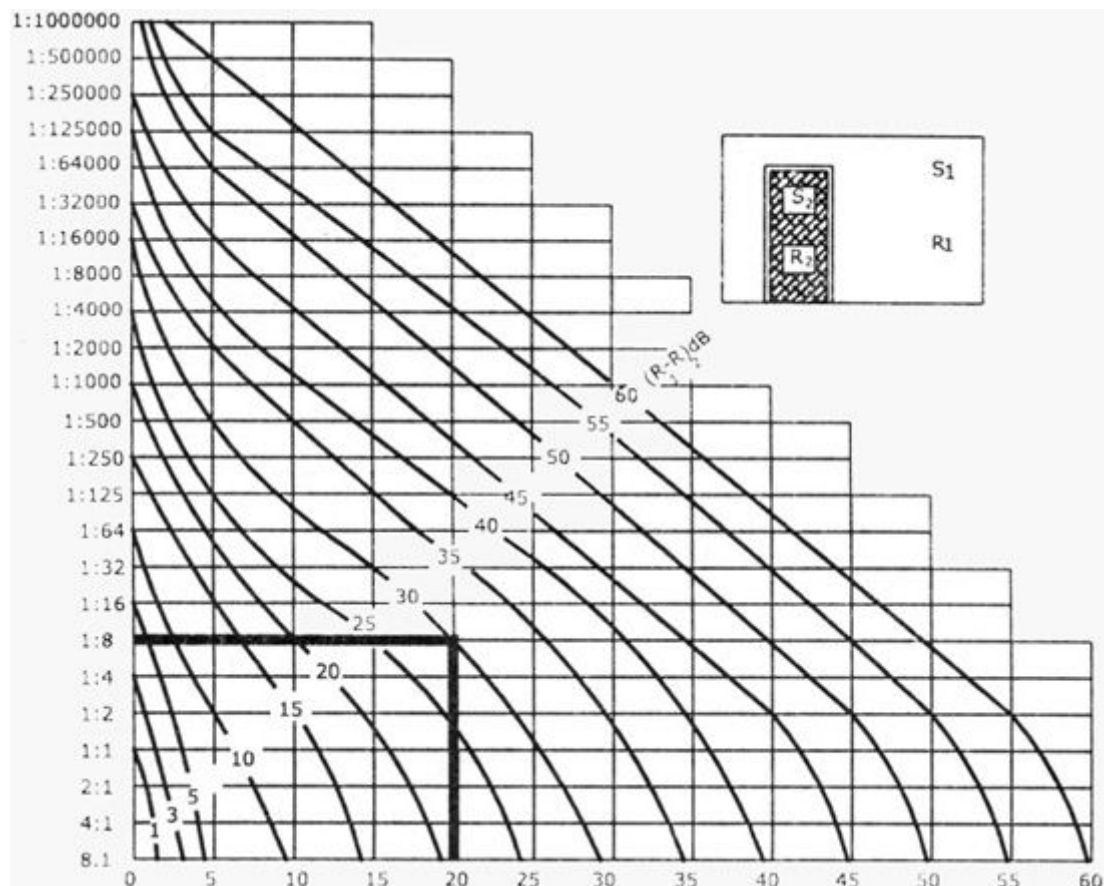
می شود:

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

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 می آید:

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

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



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

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

جداکننده  $S = 10 * \Sigma/V = 47$  مترمربع

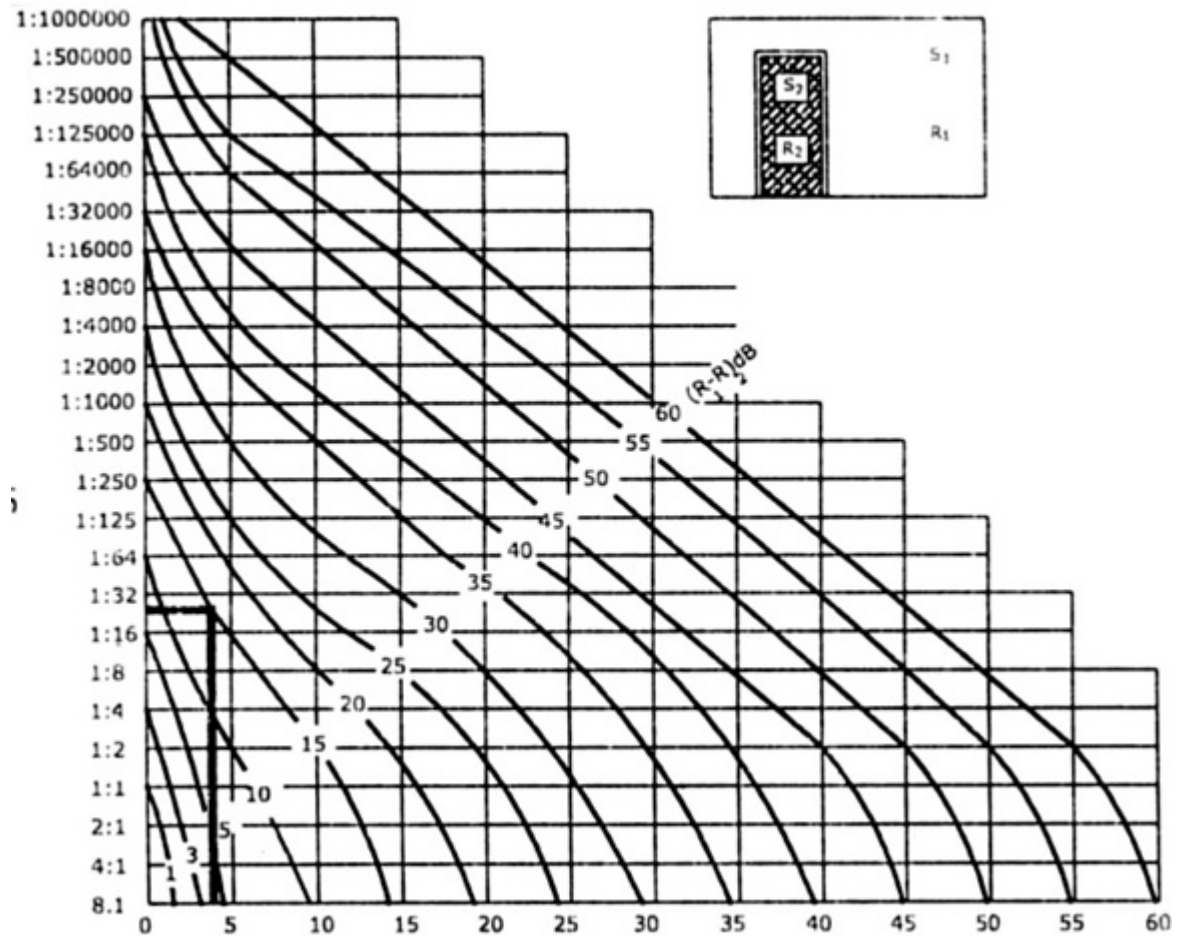
در  $S_2 = 2 * 1 = 2$  مترمربع

دیوار و پنجره  $S_1 = 47 - (2) = 45$  مترمربع

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

$$R_1 - R_2 = 30 - 15 = 15 \quad R_1 - R = 4 \quad \Rightarrow \quad R = 30 - 4 = 26$$

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.

کلیه حقوق تهیه و تکثیر لوح فشرده مجموعه مقررات ملی ساختمان متعلق به دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان می باشد و تخلف از آن پیگرد قانونی دارد.



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

### ۱-۱ روش محاسبه

برای محاسبه شاخص کاهش صدای یک جداکننده مرکب 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 تراگیسیل و شاخص کاهش صدای هر جداکننده را مشخص می کند ضریب تراگیسیل جداکننده ساده محاسبه می شود.

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

که در آن:

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

$\tau$  = ضریب تراگیسیل جداکننده

سپس با داشتن ضریب تراگیسیل برای هر جداکننده ساده و با استفاده از رابطه (پ-۱) ضریب تراگیسیل جداکننده مرکب محاسبه می شود.

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

که در آن:

$\tau$  = ضریب تراگسیل جداکننده مرکب

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

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

$$\text{پ) } R = 10 \log \frac{1}{\tau} \quad (3-1)$$

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  $4V \times 10$  متر، شامل دیوار بیست و دو سانتی آجری و یک در به ابعاد  $1 \times 2$  و پنجره ای به ابعاد  $1 \times 5$  متر است. در صورتی که شاخص کاهش صدای وزن یافته دیوار، در و پنجره به ترتیب ۵۰، ۱۵ و ۲۰ دسی بل باشد، شاخص کاهش صدای وزن یافته این جداکننده مرکب بصورت زیر محاسبه می شود:

حل:

$$S_1 = 10^{(0.1) \times 20} \quad \text{پنجره پنجمربع} \quad = 0.1 = 0$$

$$S_2 = 10^{(0.1) \times 15} \quad \text{در مترمربع} \quad = 1 \times 2 = 2$$

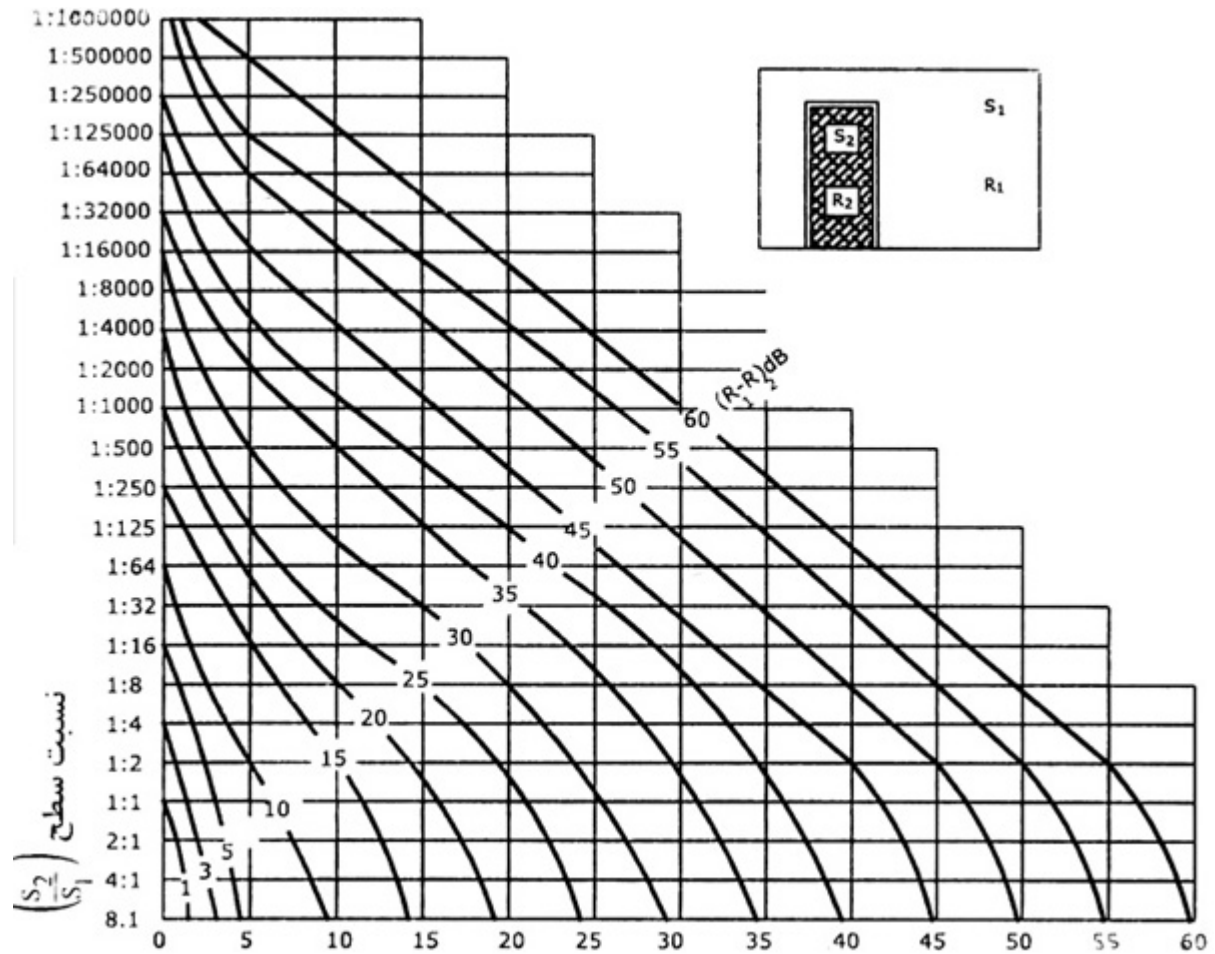
$$\tau_1 = 10^{(0.1) \times 50} \quad \text{دیوار مترمربع} \quad S = 10 \times 4V - (2+0) = 40 \quad \text{جداکننده}$$

$$\tau = \frac{5 \times 10^{(0.1) \times 20} + 2 \times 10^{(0.1) \times 15} + 4 \times 10^{(0.1) \times 50}}{47} = 2.42 \times 10^{-3}$$

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

## ۲-۱ روش تخمینی با استفاده از نمودار

در مواردی که سرعت محاسبه از دقت آن اهمیت بیشتری دارد می توان 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 می گیرد.



$R_1-R_2$  کسر شده از شاخص کاهش صدای بیشتر

$R_1$  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 می توان 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 می شود:

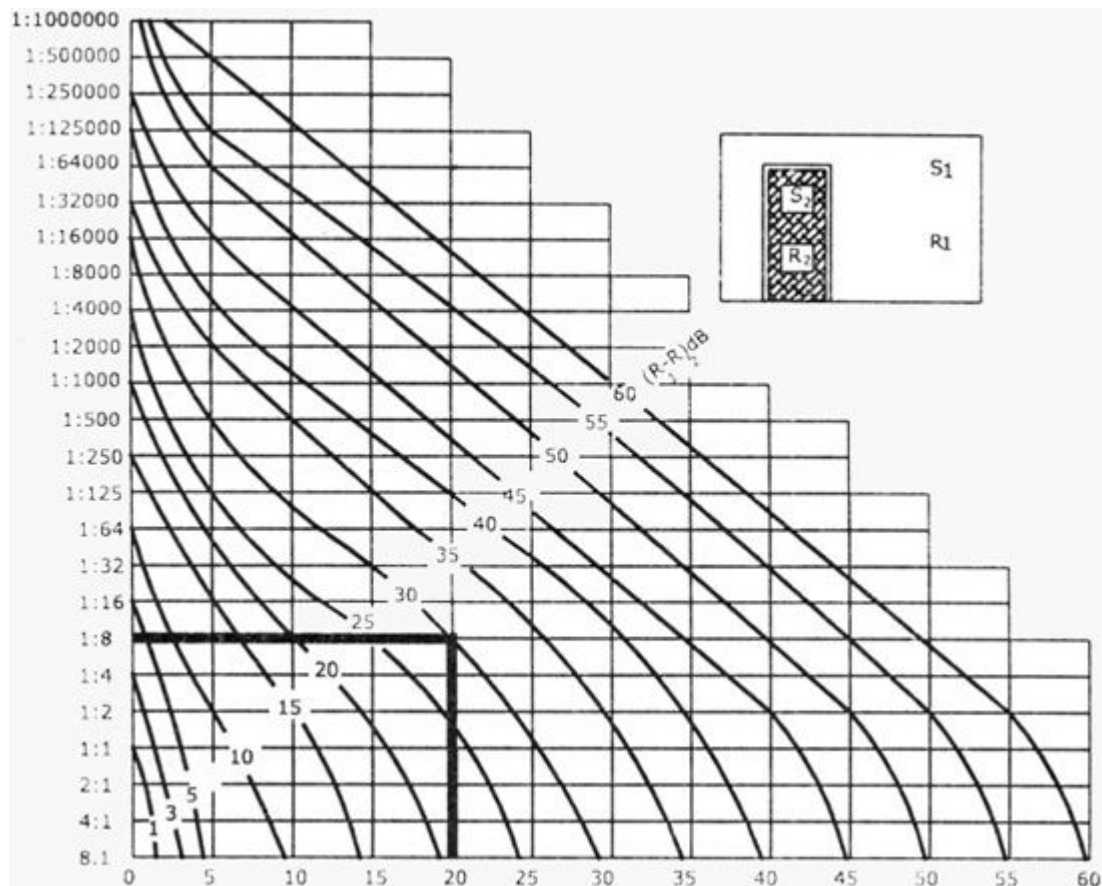
الف - اختلاف دو کاهش صدای دیوار و پنجره را بدست آورده ( $R_1 - R_2 = 50 - 20 = 30$ ) و سپس منحنی ۳۰ از روی شکل مشخص می گردد.

ب - نسبت دو سطح تشک  $\left(\frac{S_1}{S_2} = \frac{5}{40} = \frac{1}{8}\right)$

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 می آید:

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

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



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

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

$$\text{مترمربع} \quad S = 10 * 4.7 = 47 \quad \text{جداکننده}$$

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

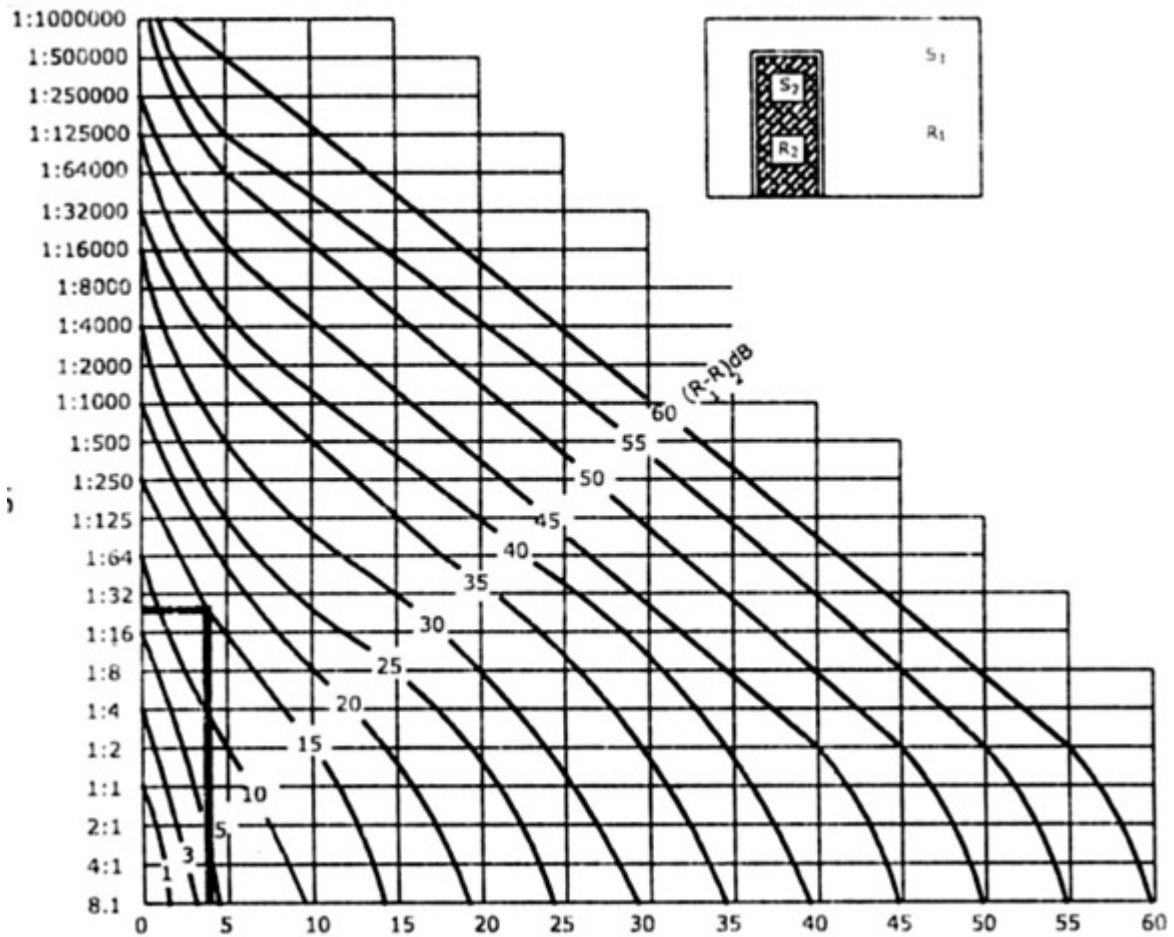
$$\text{مترمربع} \quad S_1 = 47 - (2) = 45 \quad \text{دیوار و پنجره}$$

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

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

مراحل فوق روی شکل پ ۱-۲ 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.

کلیه حقوق تهیه و تکثیر لوح فشرده مجموعه مقررات ملی ساختمان متعلق به دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان می باشد و تخلف از آن پیگرد قانونی دارد.



## پیوست ۲: مقادیر صدابندی جداکننده ها در ساختمان

جهت انتخاب صحیح جداکننده ها در یک ساختمان ضروری است که طراح مقادیر صدابندی جداکننده ها مانند دیوار، در و پنجره در مقابل صدای هوابرد (شاخص کاهش صدای وزن یافته RW)، سقف در مقابل صدای کوبه ای (تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته  $L_{nw}$ ) را در اختیار داشته باشد. جداول ارائه شده در بندهای زیر می تواند طراح را در این جهت یاری دهند.

### ۱-۲ مقادیر صدابندی دیوارها

مقادیر شاخص کاهش 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

نوع دیوار	چگالی سطحی به کیلوگرم بر مترمربع	شاخص کاهش صدای وزن یافته	نوع دیوار	چگالی سطحی به کیلوگرم بر مترمربع	شاخص کاهش صدای وزن یافته
دیوار آجری فشاری	۲۰۵	۴۴	دیوار آجر ماسه	۲۴۵	۵۰
۱۲ سانتیمتری	۲۴۰	۴۶	آهکی ۲۰ سانتیمتری	۴۰۰	۵۲
دورو اندود	۲۷۵	۴۸	دورو اندود	۴۵۵	۵۵
دیوار آجری فشاری	۲۴۵	۴۷	دیوار بتنی	۲۶۵	۴۷
۱۵ سانتیمتری	۲۸۰	۴۹	۱۲ سانتیمتری	۲۸۰	۴۹
دورو اندود	۳۱۵	۵۱	۵۲	۲۹۵	۵۲
دیوار آجری فشاری	۲۹۰	۴۸	دیوار بتنی	۳۳۰	۵۰
۱۸ سانتیمتری	۳۲۵	۵۰	۱۵ سانتیمتری	۲۵۰	۵۲
دورو اندود	۳۶۰	۵۳	۵۴	۳۷۰	۵۴
دیوار آجری فشاری	۲۵۰	۴۹	دیوار بتنی	۴۴۰	۵۲
۲۵ سانتیمتری	۳۶۵	۵۱	۱۸ سانتیمتری	۴۶۵	۵۶
دورو اندود	۴۲۰	۵۴	۵۹	۴۹۰	۵۹

۲۲	۶۲	۶	دیوار گچی: سانتیمتری	۴۶	۲۵۰	دیوار آجرماسه
۲۵	۸۲	۸	سانتیمتری	۴۸	۲۸۵	آهکی ۱۲ سانتیمتری
۲۸	۱۰۶	۱۰	سانتیمتری	۵۰	۳۲۰	دورو اندود
۱۸	۵/۵	۱	تخته نئویان: سانتیمتری	۴۸	۳۰۵	دیوار آجرماسه
۲۲	۱۱	۲	سانتیمتری	۵۰	۳۴۰	آهکی ۱۲ سانتیمتری
۲۵	۱۶/۵	۳	سانتیمتری	۵۳	۳۷۵	دورو اندود
۲۸	۳۲	۴	سانتیمتری			

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

نوع دیوار دو جداره	ضخامت دیوار به سانتیمتر	شاخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل
جدار اول از صفحات گچی ۶ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۵ سانتیمتری	۱۲	۴۰
جدار اول از صفحات گچی ۶ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۱/۵ سانتیمتری	۹/۵	۴۷
جدار اول از صفحات گچی ۶ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۲/۵ سانتیمتری	۱۰/۵	۴۸
جدار اول از صفحات گچی ۸ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۴ سانتیمتری	۱۴	۵۰
جدار اول از صفحات گچی ۱۵ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ ۲ سانتیمتری جدار دوم از صفحات گچی ۱/۲ سانتیمتری	۱۸/۲	۵۲

جدول پ ۲-۲ 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 اندود شده)
۶۰	۶۹۰	دیوار آجری فشاری ۲۵ 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

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

شاخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل	ضخامت دیوار به سانتیمتر	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 دار ۱/۲ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتیمتری جدار دوم از صفحه گچی روکش دار ۱/۲ سانتیمتری
۵۲	۱۲/۵	جدار اول از صفحه گچی روکش دار ۲/۴ سانتیمتری لایه وسط از پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتیمتری جدار دوم از صفحه گچی روکش دار ۲/۴ سانتیمتری

## ۲-۲ درها

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

## جدول پ ۲-۵ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته برای تعدادی درها

شخص کاهش صدای وزن یافته به دسی بل	جگالی 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
۲۵-۲۵	۲۵-۱۰	۲- در دو لایه برای آپارتمان (نیمه سنگین): با چارچوب ساده با درزبندی به ضخامت ۲-۶ سانتیمتر
۴۵-۳۵	۵۰-۲۵	۳- در دو لایه صدابند (سنگین): با درزبندی در چارچوب و آستانه به ضخامت ۴/۸ سانتیمتر
۴۰-۳۰	—	۴- در دونای سبک: شامل دو در سبک همانند ردیف (۱) فاصله میان دو در ۳۰-۱۵ سانتیمتر
۵۰-۴۰	—	۵- در دونای سنگین: شامل دو در سنگین همانند ردیف (۲) فاصله میان دو در ۳۰-۱۵ سانتیمتر
۶۰-۴۰	—	۶- در دونای مخصوص: (کامل 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 فیر یا تخته سه لایی به ضخامت ۲ میلیمتر و شبکه در وسط: - بدون آستانه و درزبندی نشده - با آستانه و درزبندی نشده - با آستانه و درزبندی شده
۱۷	۱۳/۵	
۲۰	۱۳/۵	

۳-۲ پنجره ها

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

## جدول پ ۲-۶ مقادیر شاخص کاهش صدای وزن یافته برای تعدادی از پنجره ها

شخص کاهش صدای وزن یافته برای پنجره	نوع پنجره
	۱- پنجره ساده:

۱۰	- با یک لایه شیشه ۲ میلیمتری، چارچوب چوبی ساده بدون درزبندی
۲۰	- با یک لایه شیشه ۸ میلیمتری، چارچوب چوبی ساده بدون درزبندی
	<b>۲- پنجره با شیشه دوپل:</b>
۲۸	- با دو لایه شیشه ۴ میلیمتری با فاصله ۸ میلیمتر از یکدیگر
۳۹	- با دو لایه ۴ و ۸ میلیمتری با فاصله ۵ سانتیمتر از یکدیگر
	<b>۳- پنجره دوتایی:</b>
۴۵	- متشکل از دو قاب پنجره ساده جداگانه به فاصله حداقل ۱۵ سانتیمتر، یک پنجره با شیشه ۴ میلیمتری و پنجره دیگر با شیشه ۸ میلیمتری با درزبندی کامل
	<b>۴- پنجره معمولی:</b>
۱۶	- ساخته شده از پروفیل‌های آهنی بازشو با شیشه ۴ میلیمتری بدون درزبندی
۲۱	- مانند بالا با درزبندی قاب لاستیکی
	<b>۵- پنجره دو جداره:</b>
۲۴	- ساخته شده از پروفیل‌های وژه، بازشوی آلومینیومی با دو لایه شیشه - ۴ میلیمتری به فاصله یک سانتیمتر از یکدیگر با درزبندی

## ۴-۲ سقف ها

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

## جدول پ ۷-۲ مقادیر تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته برای سقف ها

تراز صدای کوبه ای معمول شده وزن یافته برای سقف به دسی بل	نوع سقف
	سقف از تیرچه های آهنی و طاق ضریبی آجری فرش شده با پوشش:
۶۸	- موزائیک
۴۷	- موزائیک بعلاوه موکت کات به ضخامت ۸ میلیمتر
۴۹	- موزائیک بعلاوه موکت لوپ به ضخامت ۹ میلیمتر
۵۵	- موزائیک بعلاوه موکت کبریتی به ضخامت ۴ میلیمتر
۳۶	- موزائیک بعلاوه فرش دستباف به ضخامت ۱۰ میلیمتر
	سقف بتنی با ساختار تیرچه بلوک:
۸۸	- بدون پوشش
	فرش شده با پوشش:
۸۳	- موزائیک
۴۶	- کف شناور متشکل از پشم سنگ ۵ سانتیمتری و روکش بتنی ۵ سانتیمتر
۳۶	- کف شناور ردیف بالا بعلاوه سقف کاذب گچی در زیر آن متشکل از لایه های 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

کلیه حقوق تهیه و تکثیر لوح فشرده مجموعه مقررات ملی ساختمان متعلق به دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان می باشد و تخلف از آن پیگرد قانونی دارد.





### واژه نامه

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

کلیه حقوق تهیه و تکثیر لوح فشرده مجموعه مقررات ملی ساختمان متعلق به دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان می باشد و تخلف از آن پیگرد قانونی دارد.