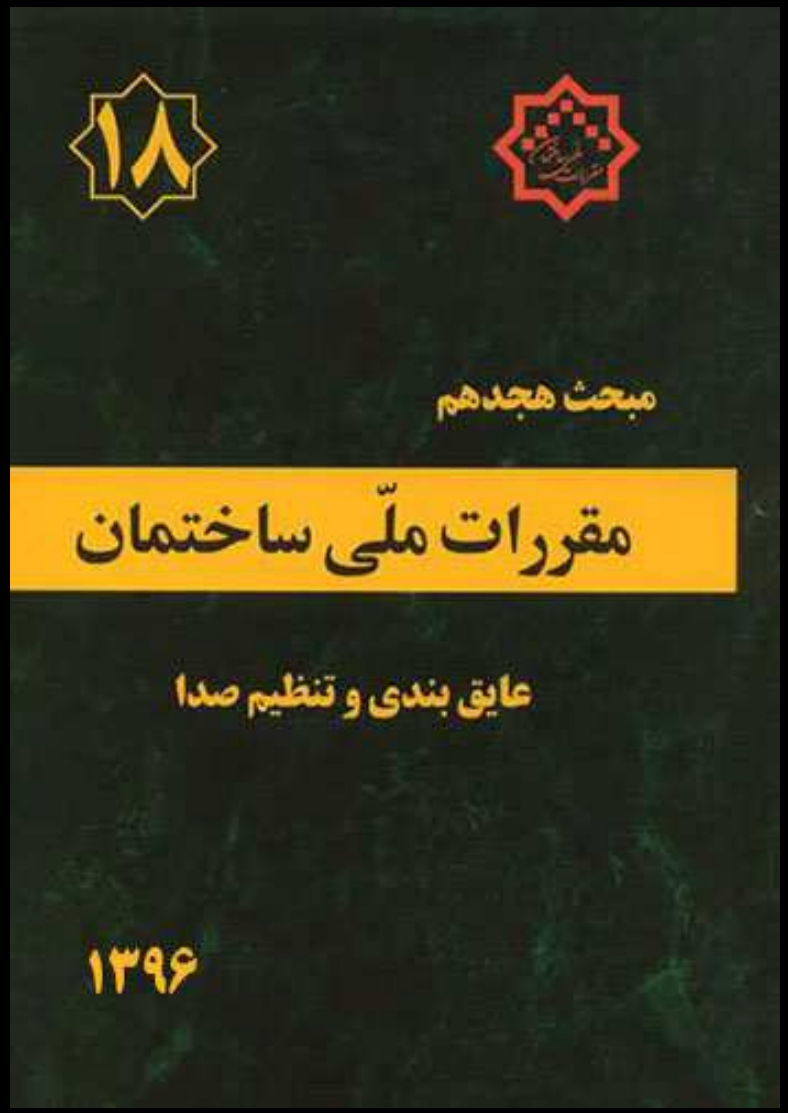
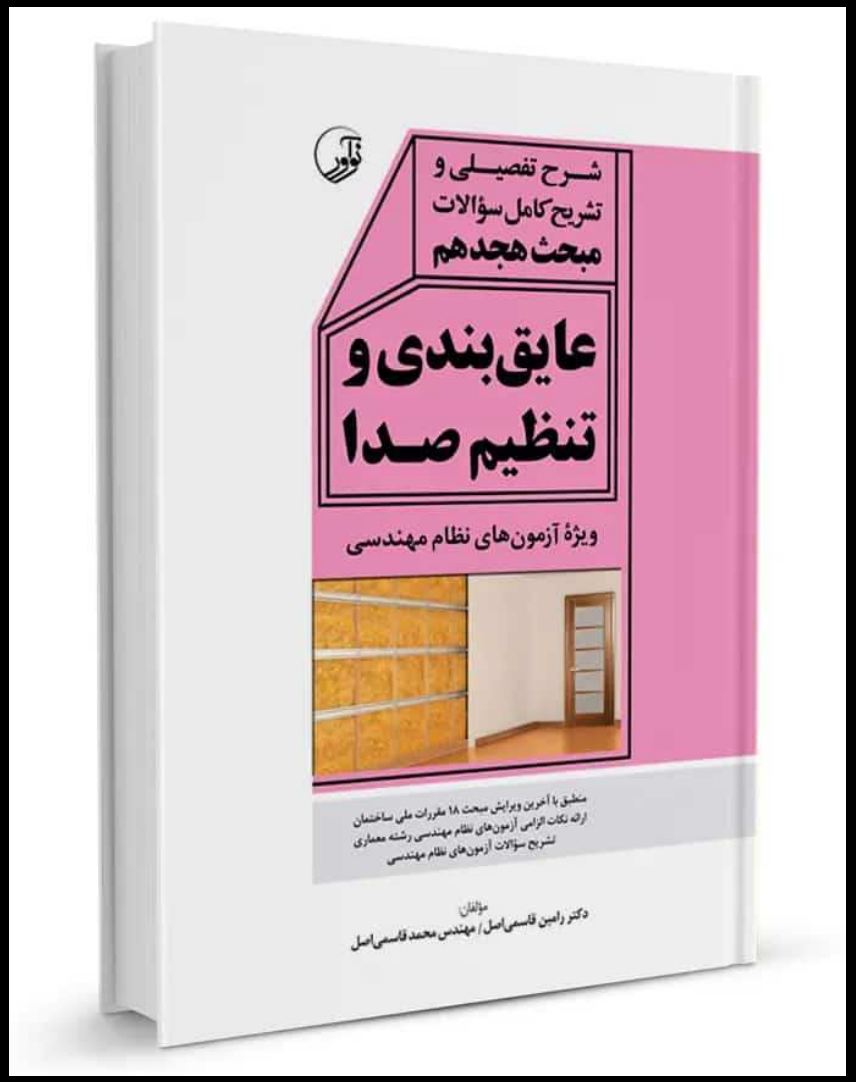
دوره آموزشی

عایق بندی صوتی و
تنظیم صدا
(مبحث ۱۸ مقررات ملی)

دکتر رامین قاسمی اصل


۱۸
مبحث هجدهم
مقررات ملّی ساختمان
عایق بندی و تنظیم صدا
۱۳۹۶


شرح تفصیلی و
تشریح کامل سؤالات
مبحث هجدهم
عایق‌بندی و
تنظیم صدا
ویژهٔ آزمون‌های نظام مهندسی
منطبق با آخرین ویرایش مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان
ارائه نکات الزامی آزمون‌های نظام مهندسی رشته معماری
تشریح سؤالات آزمون‌های نظام مهندسی
مؤلفان:
دکتر رامین قاسمی‌اصل / مهندس محمد قاسمی‌اصل

فهرست عناوین

- هدف
- حدود و دامنه کار
- تعاریف
- مقررات آکوستیکی انواع ساختمانها
- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جدا کننده مرکب
- مقادیر عبوری جداکننده ها در ساختمان
- منابع

هدف

- تعیین حداکثر مقدار مجاز شاخص های اصلی مورد نیـاز در طراحی آکوسـتیکی سـاختمان در راسـتای فـراهم آوردن صدارسانی مطلوب در سـاحتمانها تـا آسـایش و شرایط مناسب شنیداری تامین شود.

حدود و دامنهٔ کار

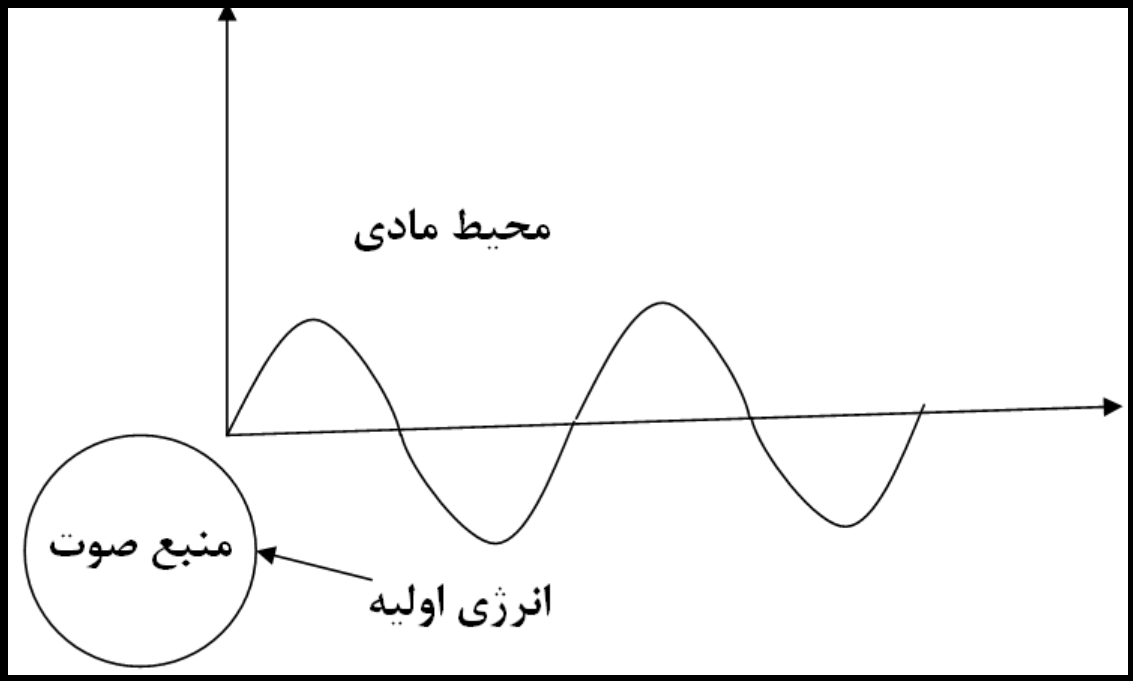
- این مقررات برای کلیه فضاهای ساختمانی که مقررات آکوستیکی آنها اعلام خواهد شد الزامی است.
- تراز نوفه زمینه ، زمان واخنش و شاخص وضوح گفتار تعیین شده مربوط به شرایط تحویل می‌باشد.
- روش اندازه گیری تراز نوفه زمینه، زمان واخنش، وضوح گفتار و شاخص های کاهش صدای وزن یافته جدارها، باید براساس استانداردها و آیین‌نامه‌های معتبر داخلی یا بین المللی نظیر ISO انجام شود.

تعاریف

- **شرایط تحویل یک فضا** شرایطی که در آن کلیه تأسیسات غیر قابل حمل و وابسته به ساختمان فعال بوده، ولی اجزاء تجهیزاتی و عوامل قابل حمل مانند تلفن، تلویزیون، جاروبرقی و همچنین افراد در آن فضا فعال نباشند.
- **شرایط بهره برداری یک فضا** شرایطی که کلیه اجزاء تأسیساتی و تجهیزاتی مثل سیستم تهویه و هوارسانی و مبلمان در حال بهره‌برداری بوده و افراد حاضر در آن فضا نیز مشغول فعالیت معمول خود باشند.

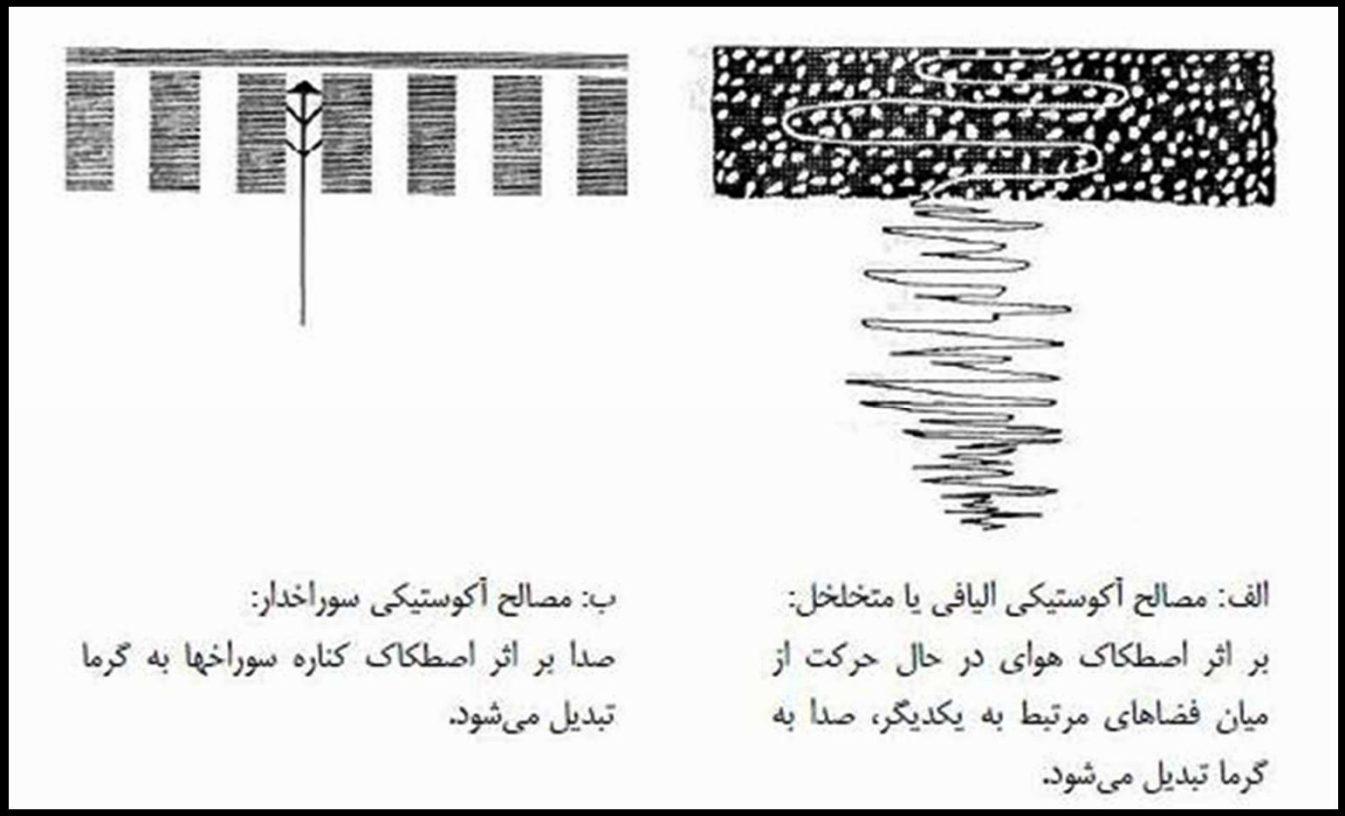
تعاریف

- **آکوستیک از ریشه یونانی به معنای شنیدن**
- **آکوستیکز** یعنی دانش اصوات، در باره ایجاد، پخـش، انتقـال، کنترل و آثار صوت بحث می‌کند.
-



تعاریف

- **مصالح آکوستیکی**، مصالحی هستند که به منظـور مقابلـه بـا سر و صدای مزاحم در ساختمان به کار می‌روند .



الف: مصالح آکوستیکی الیافی یا متخلخل: بر اثر اصطکاک هوای در حال حرکت از میان فضاهای مرتبط به یکدیگر، صدا به گرما تبدیل می‌شود.

ب: مصالح آکوستیکی سوراخدار: صدا بر اثر اصطکاک کناره سوراخها به گرما تبدیل می‌شود.

تعاریف

- **بسامد** تعداد نوسانات چرخه‌ای و تکرار پذیر یک موج در ثانیه واحد آن هرتز نامیده می شود.
- **صدا** موج مکانیکی طولی است که در گازها ، مایعات و جامدات منتشر می شود. گستره بسامدی امواج صوتی قابل شنیدن ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است
- **صدای هوابرد** صدایی که محیط انتشار آن هواست.
- **صدای کوبه ای** صدایی که منشا تولید آن ضربه یا کوبه است. این صدا از نوع صدای پیکری بوده که محیط انتشار آن جامدات مانند بتن ، فولاد ، چوب و یا ترکیبی از این مواد است.

تعاریف

- **نوفه** به هر گونه صدای ناخواسته گفته می شود.

صدا خواسته و نوفه ناخواسته است

- **امواج صوتی هوابرد** محیط انتشار آن هواست.
- **نوفه زمینه** به نوفه موجود در فضا اتلاق مـی گـردد. منشـأ آن می‌تواند خارجی، مانند نوفـه وسـایل ترابـری یـا داخلـی ماننـد صدای ناشی از تأسیسات و یا همهمه افراد باشد.

تعاریف

- بیشتر منابع صدا، به جز نغمه ناب ، شامل بسامد متنوع هستند. برای اندازه گیری ، تحلیل، تعیین مشخصات صدا، دامنه بسامد را به بخشهای مختلف تقسیم می کنند
- یکی از تقسیمات استانداردتقسیم به ده اکتاو است که هر قسمت با بسامد میانی اش مشخص می شود:
- 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000, 16000

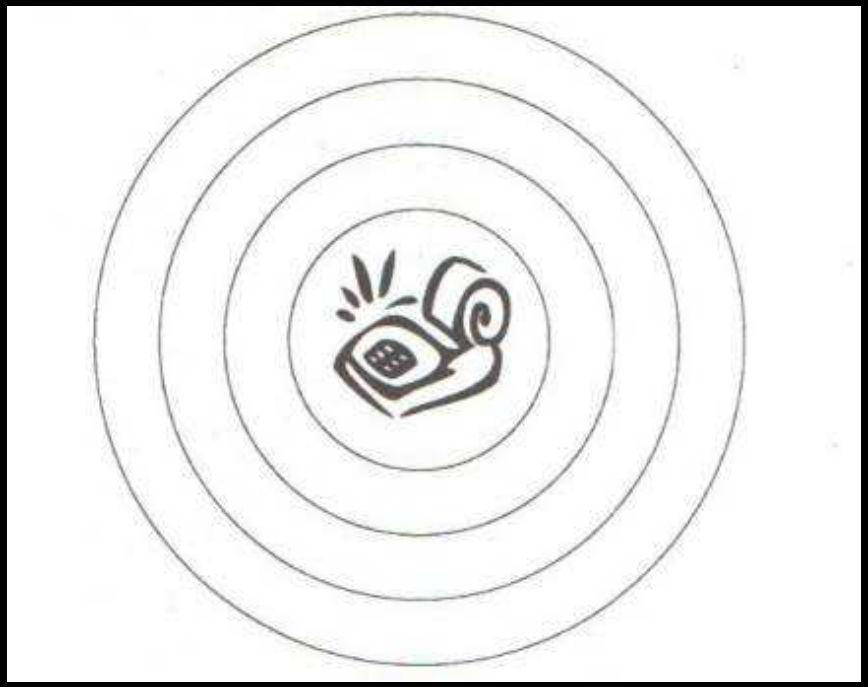
تعاریف

- دامنه بسامد با تقسیمات بیشتر در تحلیل دقیقتر بکار می رود.
- 31.5 40 50 63 80 100 125 160 200 250
- 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500
- 3150 4000 5000 6300 8000 10000 12500 16000 20000 25000

- در مواردی که بسامدهای میانی مطرح است منظور ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ هرتز می باشد.

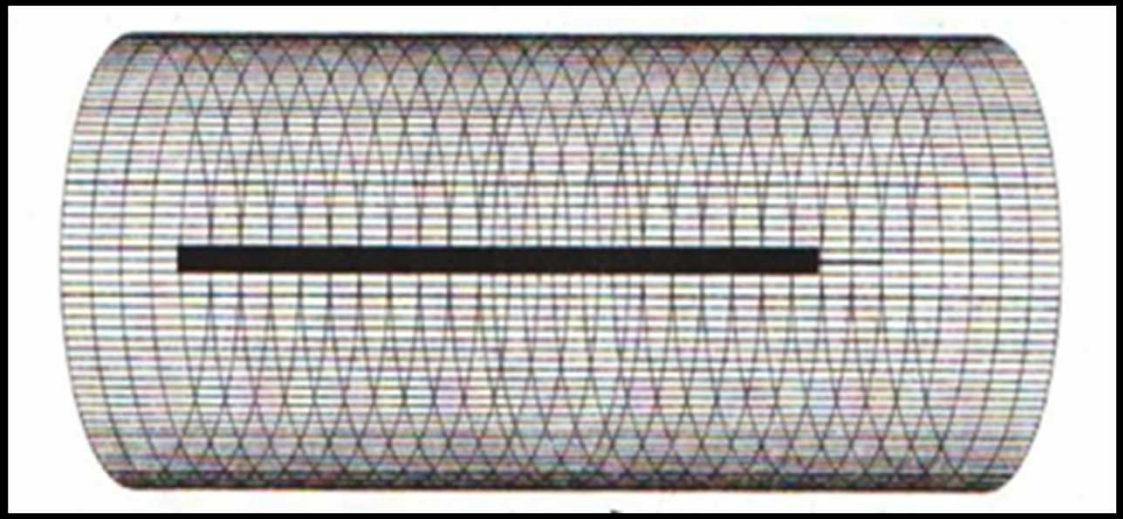
تعاریف

- **منبع صدای نقطه ای** منبعی که انتشار صوت در حالت ایده آل در آن به صورت کره های متحدالمرکز نسبت به منبع تولید صدا که از یک نقطه یا محل تولید می شود. مثل صوت قطار، صدای انسان



تعاریف

- **منبع صدای خطی** منبعی که دارای بیشمار منبع صدای نقطه ای بوده که فاصله آنها ازهم به سمت صفر میل کند . مثل حرکت قطار روی ریل



تعاریف

- **شدت صدای یک منبع نقطه ای** در فضای باز، با فاصله d، برابر با توان صوتی منبع تقسیم بر مساحت کره پیرامون طول موج در فاصله مورد نظر است:
- (۱) $I=W/(4\pi d^2)$
- **I : شدت صدا به وات بر متر مربع**
- **W توان صوت به وات**
- **d: فاصله از منبع صدا به متر**

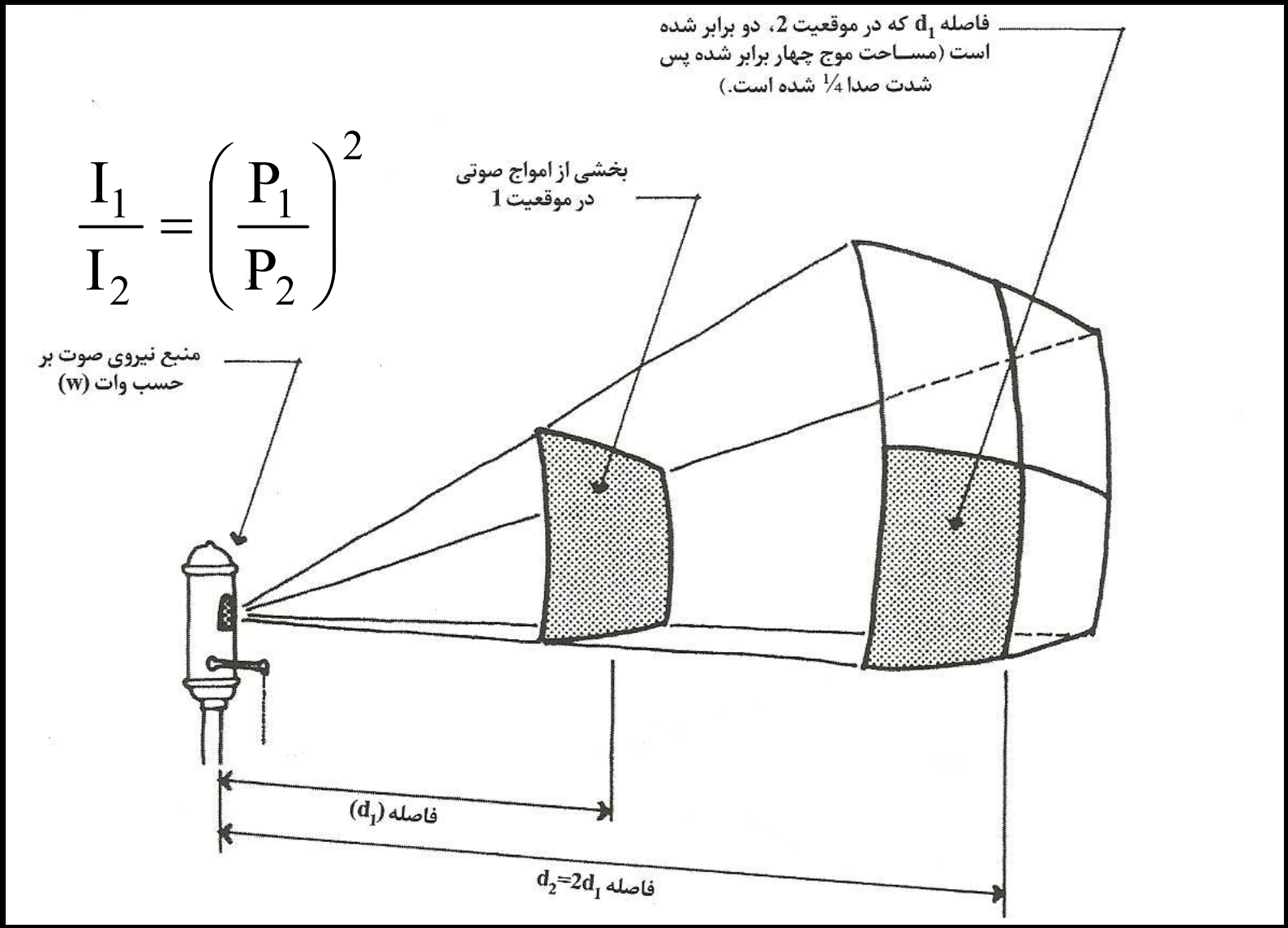
تعاریف

- قانون مجذور قاصله:

- (۲) $I_1/I_2=(d_2/d_1)^2$
- I: شدت صدا به وات بر متر مربع
- d: فاصله از منبع صدا به متر

تعاریف

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^2$$



تعاریف

جدول ۲-۱۹-۴ ترازهای صوتی مربوط به سر و صداهای محیط

دسی بل	منبع سر و صدا	احساس بلندی صدا	شدت انرژی (وات بر سانتیمتر مربع)
۱۳۰ – ۱۱۰	هواپیماهای جت	دردناک	$۱۰^{-۴}$
۱۰۰	تندر (غرش آسمان)	کر کننده	$۱۰^{-۵}$
	آتش توپخانه		
	قطار در حال عبور		
	کارخانه با دیگ بخار		
۹۰	کارخانه صنعتی پر سر و صدا	فوق‌العاده بلند	
	موزیک تند (راک اندرول)		
۸۰	رفت و آمد کامیون	خیلی بلند	$۱۰^{-۹}$
	کابین هواپیما		
	دستگاههای صوتی (های فی*) با صدای عادی		
۷۰	دفتر کار پر سر و صدا (با ۲۰ نفر ماشین‌نویس)	بلند	
	سر و صدای خیابان (به طور متوسط)		

تعارف

۶۰ – ۷۰	صدای رادیو و تلویزیون (به طور متوسط)	متوسط بلند	
	سر و صدای کارخانه (به طور متوسط)		
	سرو صدای دفتر کار (به طور متوسط)		
۵۰ – ۶۰	خانه پر سر و صدا	متوسط	$۱۰^{-۱۰} - ۱۰^{-۱۱}$
	گفت و گوی عادی		
	رادیو با صدای آرام		
۴۰ – ۵۰	دفتر کار خصوصی	آرام	$۱۰^{-۱۱} - ۱۰^{-۱۲}$
	خانه آرام		
۳۰ – ۴۰	اطاق خواب	ضعیف	$۱۰^{-۱۲} - ۱۰^{-۱۳}$
	تأتر خالی		
۲۰ – ۳۰	تالار کنفرانس (عادی)	خیلی ضعیف	$۱۰^{-۱۳} - ۱۰^{-۱۴}$
	گفت و گوی آهسته		
۱۰ – ۲۰	خش خش برگها	نجوا	$۱۰^{-۱۴} - ۱۰^{-۱۵}$
	زمزمه		
	اطاق عایق شده		
	آستانه شنوایی	سکوت	$۱۰^{-۱۶}$

* Hi - Fi = کیفیت خوب

تعاریف

- **دسی بل** مقیاسی نسبی و لگاریتمی در مورد صدا:

$$dB=10Log(I_1/I_2) \quad \text{یا} \quad dB=20Log(P_1/P_2) \qquad (۳)$$

- I_1: شدت صدا در نقطه ۱، به وات بر متر مربع.
- I_2: شدت صدا در نقطه ۲، به وات بر متر مربع.
- p_1: فشار مؤثر صدا در نقطه ۱، به پاسکال.
- p_2: فشار مؤثر صدا در نقطه ۲، به پاسکال.
- Log : لگاریتم به پایه ده نسبت مورد نظر.

تعاریف

- تراز شدت صدا به دسی بل
- (۴) $L_1=10Log(I/I_o)$

- L_1: تراز شدت صدا ، به مقیاس dB
- I: شدت موثرصدای مورد نظر به وات بر مترمربع
- I_0: شدت موثر صدای مبنا (وات بر مترمربع $I_0=10^{-12}$)
- Log : لگاریتم به پایه ده نسبت مورد نظر.

تعاریف

- تراز فشار صدا به دسی بل
- (۵)

$$L_P = 10\mathrm{Log}\frac{p^2}{p^2{}_0} = 20\mathrm{Log}\frac{p}{p_0}$$

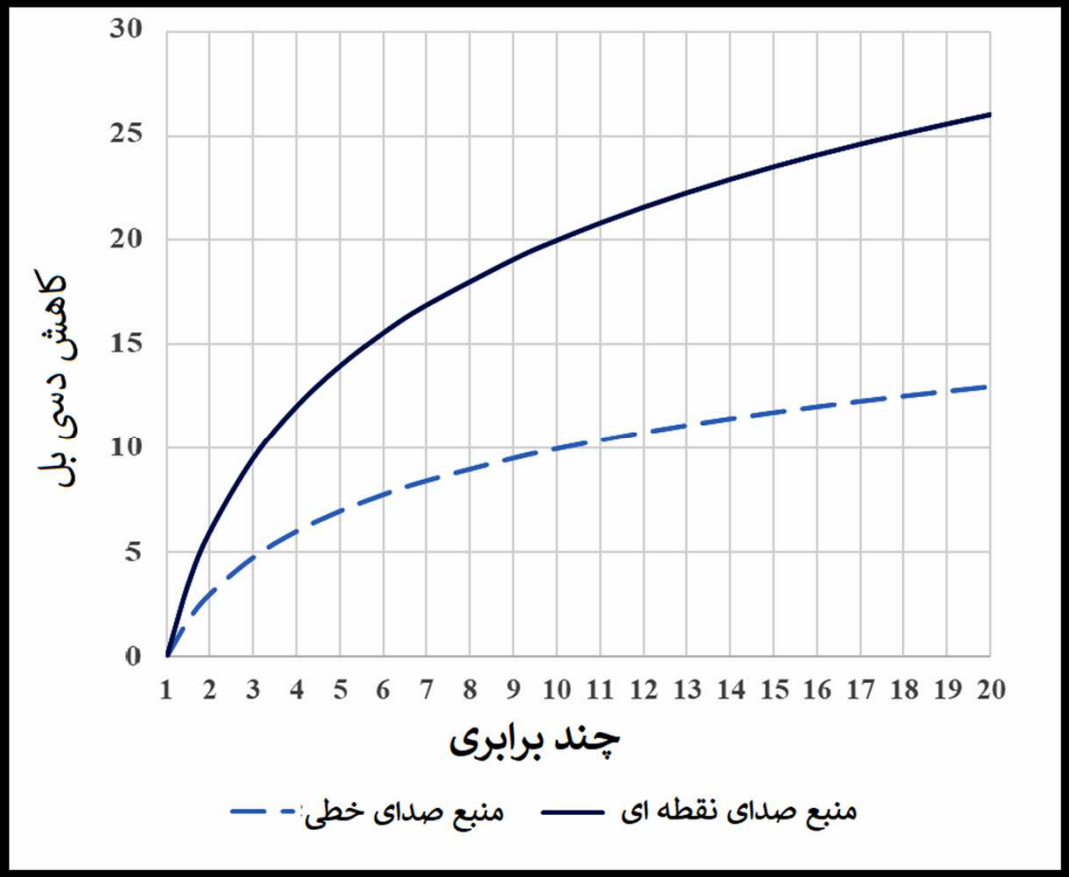
- L_p: تراز فشار صدا ، به مقیاس dB
- p: فشار مؤثر صدای مورد نظر، پاسکال
- p_0: فشار مؤثر صدای مبنا (پاسکال $p_0 = 2 \times 10^{-5}$)
- Log : لگاریتم به پایه ده نسبت مورد نظر.

تعاریف

- **کاهش صدا با فاصله از منبع انرژی صوتی** یک منبع نقطه ای در فضای باز و بدون مانع با دو برابر شدن فاصله 6dB (انتشار به صورت کروی)کاهش می یابد.
- $\Delta dB=10Log(I_1/I_o)-10Log(I_2/I_o)=10Log(I_1/I_2)$
- $\Delta dB =10Log(d_2/d_1)^2 \rightarrow \Delta dB= 10Log(2d_1/d_1)^2=6$
- **انرژی صوتی منابع خطی** (واگن قطار) با دو برابر شدن فاصله 3dB (انتشار به صورت استوانه) کاهش می یابد.
- $\Delta dB = 10\log n^2$ نقطه ای و $\Delta dB = 10\log n$ خطی
- n

تعاریف

- نمودار کاهش انرژی صوتی با فاصله



تعاریف

- با سی برابر شدن فاصله در منبع نقطه ای
- با فرمول
- $\Delta dB = 10Log(d_2/d_1)^2 \rightarrow \Delta dB = 10Log(30d_1/d_1)^2 = 29.5$
- از روی نمودار
  - یکبار با سه برابری و یکبار برای ده برابر از منحنی منبع نقطه ای مقادیر حساب و با هم جمع شود
  - سه برابری کاهش معادل ۱۰ دسی بل
  - ده برابری کاهش معادل ۱۹ دسی بل
  - در نهایت کاهش دسی بل بر اساس جدول ۲۹ دسی بل

تعاریف

- جمع دسی بل با جدول زیر دو تا دو تا انجام می شود:

مقدار دسی‌بلی که به مقدار عدد بالاتر باید افزوده گردد	میزان اختلاف دو مقدار عددی دسی‌بل
3	0 یا 1
2	2 یا 3
1	4 تا 8
0	9 یا بیشتر

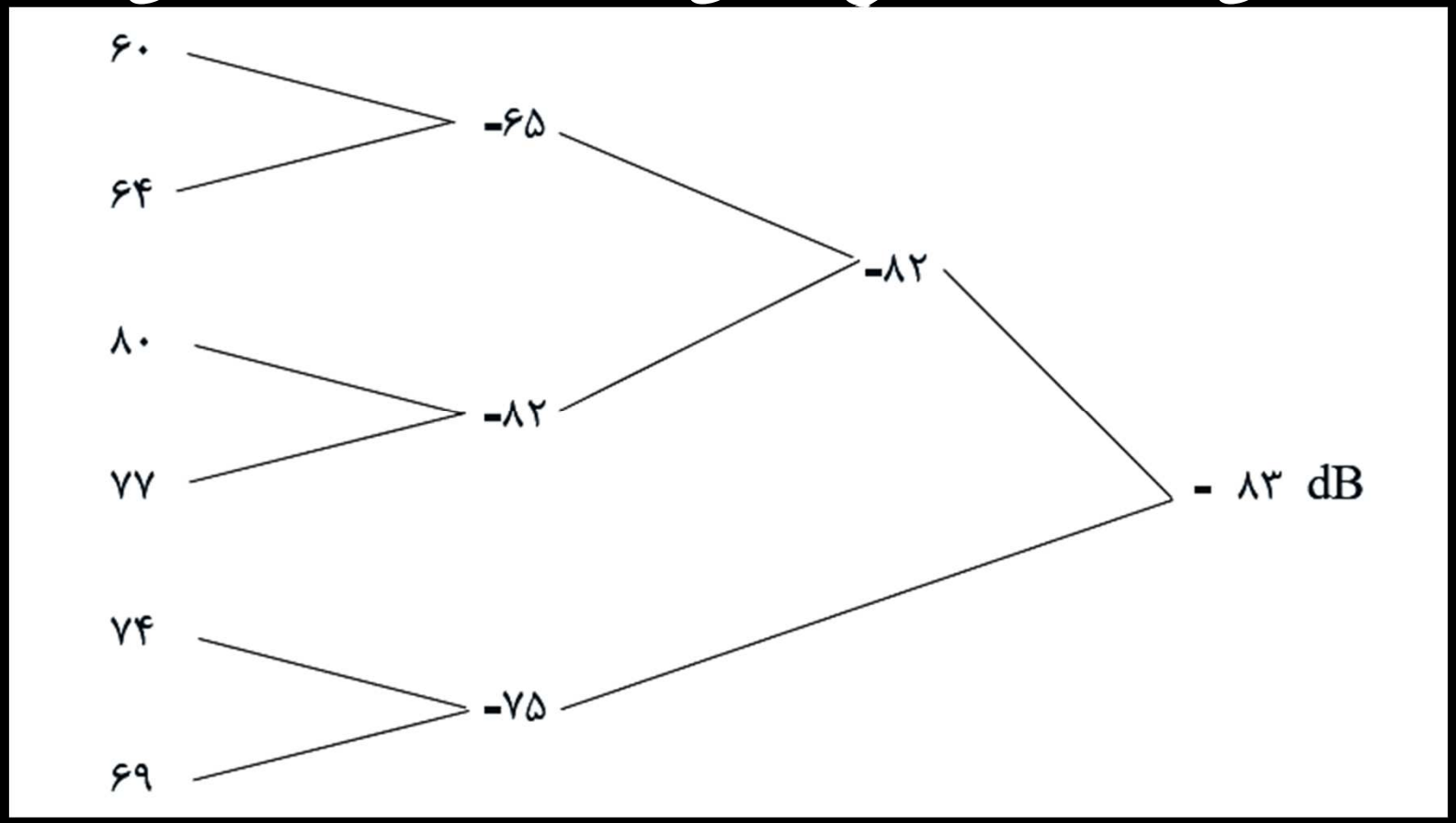
- برای دو دستگاه فن ۵۰ و ۵۵ دسی بل جمع آثار صوتی معادل ۵۶ دسی بل

تعاریف

- اگر n دسی بل یکسان داشته باشیم مقدار 10Log n را به مقدار اولیه دسی بل اضافه می کنیم.
- تعداد ده دستگاه الکتروموتور مشابه با ۵۰ دسی بل معادل :
- 50+10Log10=50+10=60 dB

تعاریف

- منابع صوت دارای تراز صدای ۶۰، ۶۴، ۸۰، ۷۷، ۷۴ و ۶۹ دسی‌بل باشند جمع دسی‌بل با نمودار درختی



تعاریف

- **شبکه وزنی A** شبکه ای است که به طور تقریبی پاسخ بسامدی گوش انسان رابه وسیله یک مدار الکترونیکی در دستگاه ترازسنج صدا تقلیدکرده و بر روی صدای مورد اندازه گیری اعمال می کند.
- **اغلب قادر به نشان دادن احساس انسانی نسبت به تراز نوفه به طور کامل نیستند. زیرا حس انسانی به نحو ساده و با میانگین گرفتن فرکانسها عمل نمی کند.**
- **برای پیش بینی جامعه به انواع مختلف نوفه به کار میرود.**

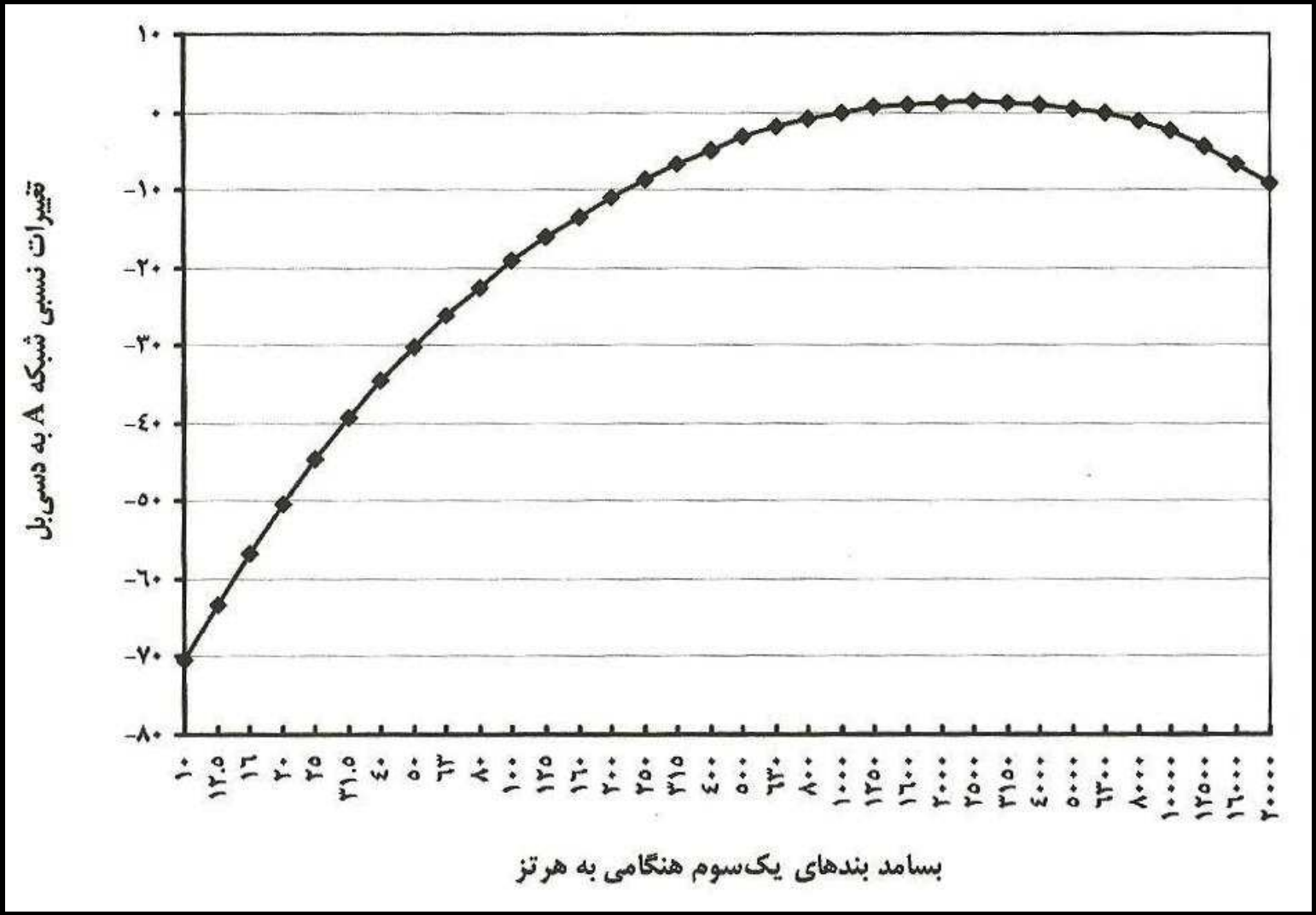
تعاریف

- مقادیر شبکه وزنی A بر حسب دسی بل

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

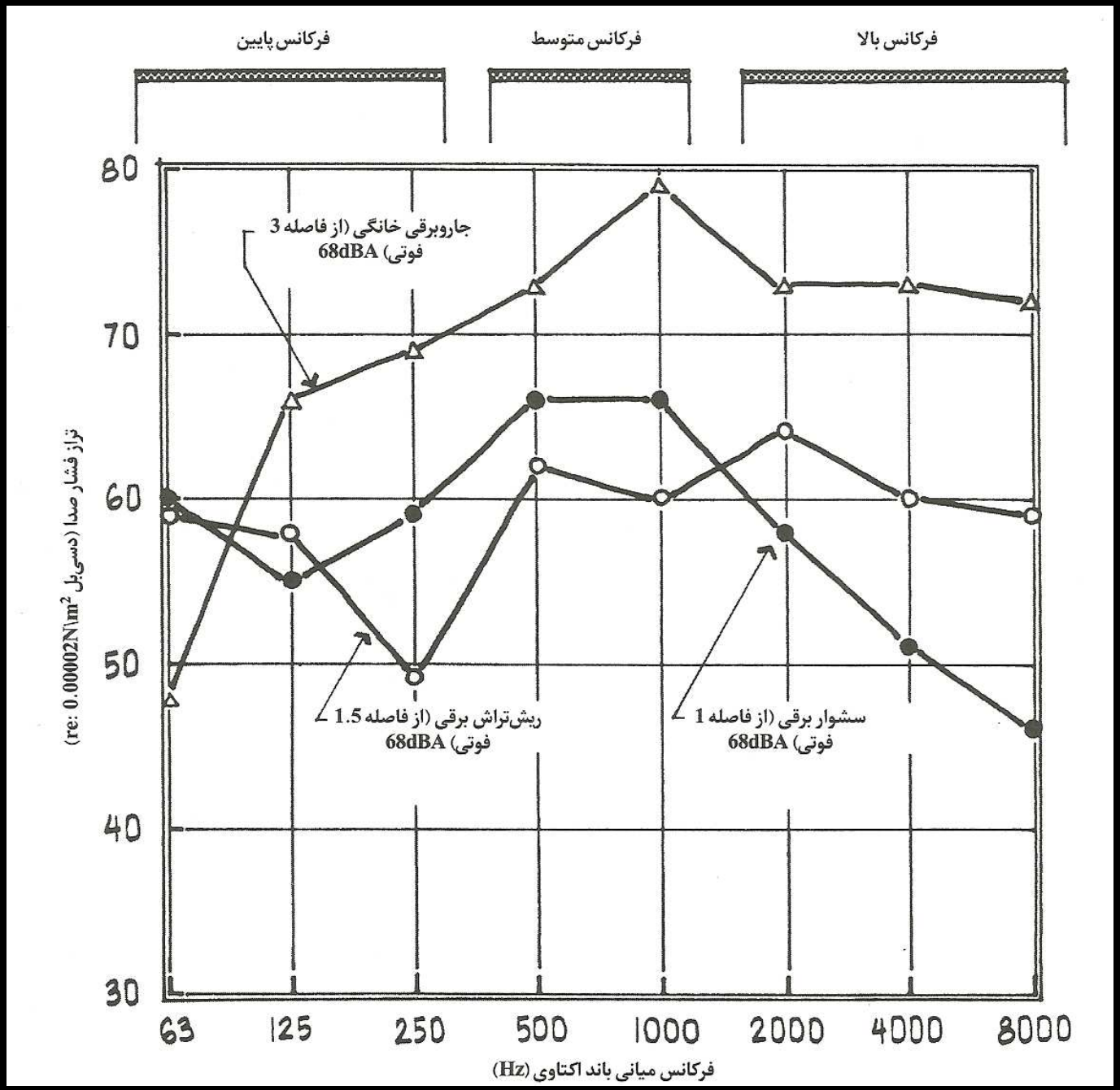
تعاریف

- تغییرات نسبی شبکه وزنی A در بسامدهای مختلف



تعاریف

تراز صدا	روند جمع دسی‌بل	تراز صدای وزن یافته به دسی‌یل	تغییرات شبکه وزنیA به دسی‌بل	تراز صدا به دسی‌بل	بسامد به هرتز
		= ۳۹	-۱۶	۵۵	۱۲۵
	۴۳	= ۴۱	-۹	۵۰	۲۵۰
	۵۰	= ۴۲	-۳	۴۵	۵۰۰
	۴۹	= ۴۸	۰	۴۸	۱۰۰۰
۵۳ dBA		= ۴۳	۱	۴۲	۲۰۰۰
	۵۲	= ۵۲	۱	۵۱	۴۰۰۰


فرکانس پایین
فرکانس متوسط
فرکانس بالا
80
70
60
50
40
30
جاروبرقی خانگی (از فاصله 3
فوتی) 68dBA
ریش‌تراش برقی (از فاصله 1.5
فوتی) 68dBA
سشوار برقی (از فاصله 1
فوتی) 68dBA
تراز فشار صدا (دسی‌بل re: 0.00002N\m²)
63
125
250
500
1000
2000
4000
8000
فرکانس میانی باند اکتاوی (Hz)

تعاریف

- جدول داده های تراز نوفه

نمونه منبع سر و صدا	تراز فشار صدا (dB)							
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz	dBA
خانه									
ساعت شماطه‌دار از فاصله 4 تا 9 فوتی (در حال زنگ زدن)	..	46	48	55	62	62	70	80	80
ریش‌تراش برقی از فاصله 1.5 فوتی	59	58	49	62	60	64	60	59	68
جاروبرقی از فاصله 3 فوتی	48	66	69	73	79	73	73	72	81
تخلیه زباله از فاصله 2 فوتی	64	83	69	56	55	50	50	49	69
ماشین لباس‌شویی از فاصله 2 تا 3 فوتی (در حال شستشو)	59	65	59	59	58	54	50	46	62
توالت (پر شدن دوباره مخزن)	50	55	53	54	57	56	57	52	63
وان جکوزی با 6 واتر جت (پر شدن وان)	68	65	68	69	71	71	68	65	74
دریچه دستگاه تهویه هوا	64	64	65	56	53	48	44	37	59
تلفن از فاصله 4 تا 13 فوتی (در حال زنگ زدن)	..	41	44	56	68	73	69	83	83
تلویزیون از فاصله 10 فوتی	49	62	64	67	70	63	63	39	74
استریو (ترازی که 13 تا 19 ساله‌ها گوش می‌دهند)	60	72	83	82	82	80	75	60	86
استریو (ترازی که بزرگسالان گوش می‌دهند)	56	66	75	72	70	66	64	48	75
ویولون از فاصله 5 فوتی (فورتیسیمو)	..	..	91	91	87	83	79	66	92
مکالمه گفتاری معمولی از فاصله 3 فوتی	..	57	62	63	57	48	40	..	63

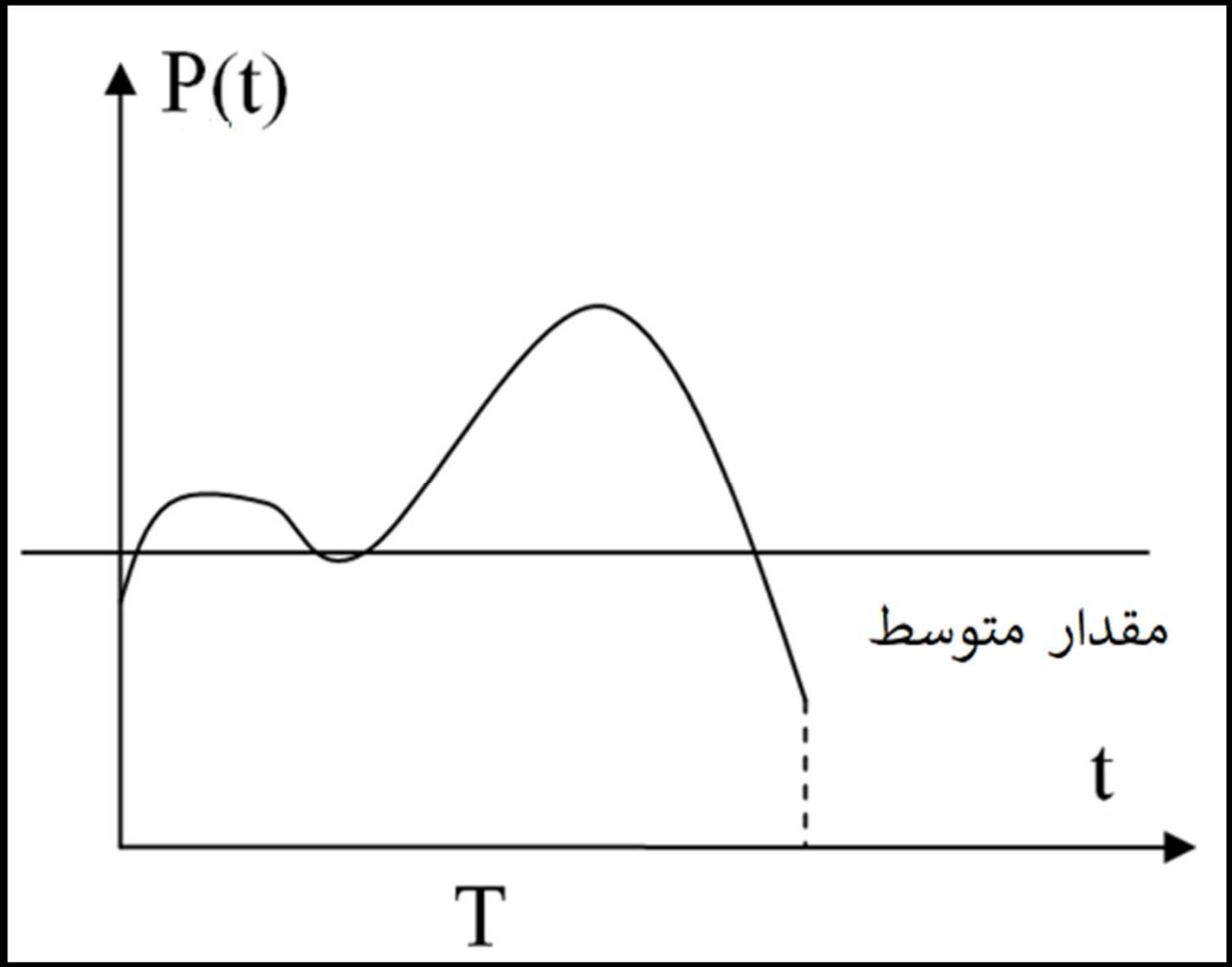
تعاریف

- تراز فشار صدای وزن یافته A ، برحسب دسی بل :

$$L_{PA} = 20\mathrm{Log}\left(\frac{p_A}{p_0}\right)$$

- (۶)
- P_A: فشار مؤثر صدای وزن یافته براساس شبکه وزنی A به نیوتن بر متر مربع (پاسکال)
- P_0: فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} به نیوتن بر متر مربع (پاسکال)
- تراز فشار صدا راحت تر از تراز شدت صدا بدست می آید

تعاریف



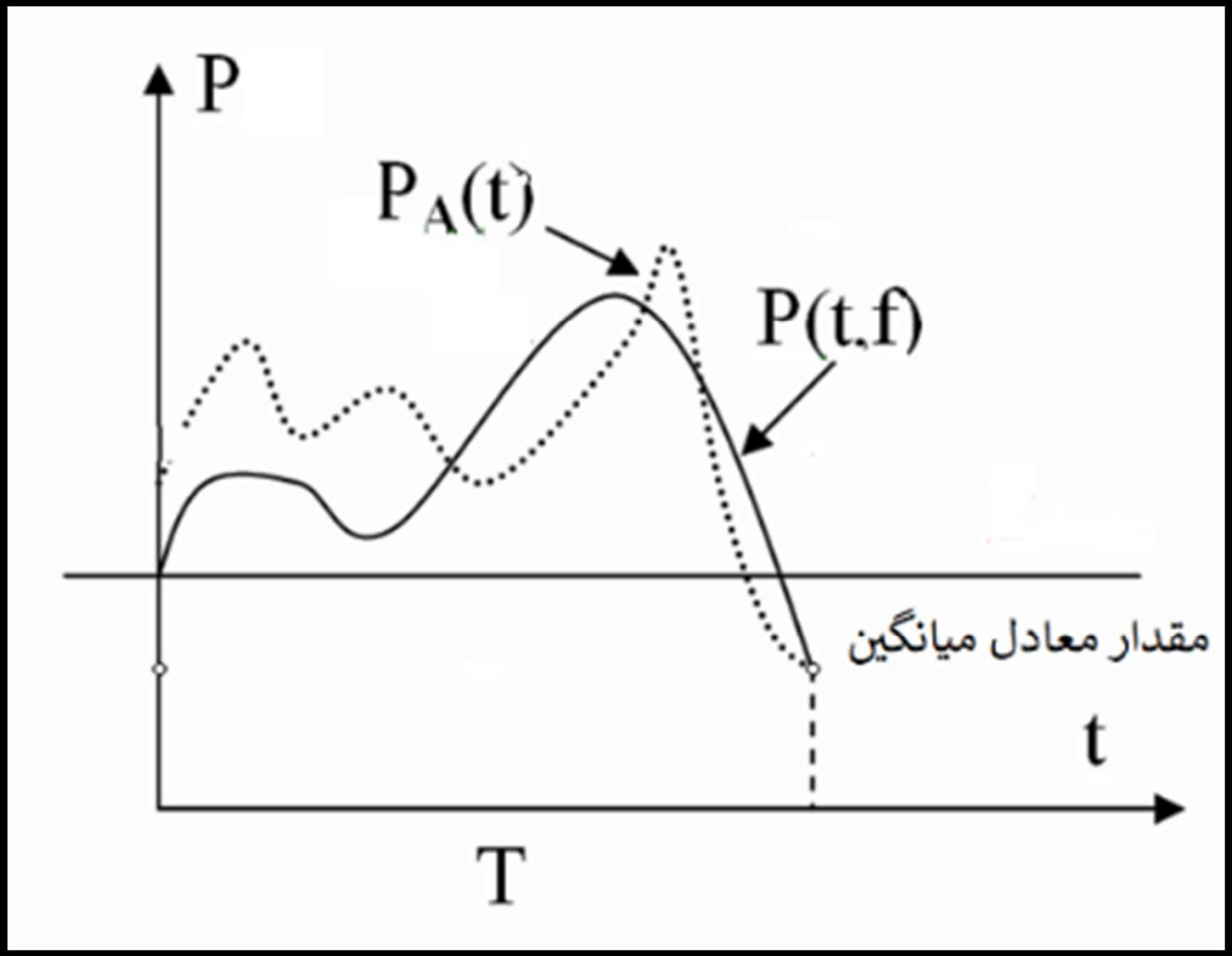
تعاریف

- **تراز صدای معادل** L_{eq} برای یک موج صوتی غیر یکنواخت مقدار تراز فشار صدای پیوسته و پایدار که در یک مدت زمان معین T، دارای همان فشار صدای مورد نظر با تراز متغیر است که بر حسب dB بیان می شود

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

- **(۷)**
- **p (t): فشار صدای لحظه‌ای بر حسب پاسکال**
- **p_0: فشار مؤثر صدای مبنا برابر است با ۲×۱۰^{-۵} پاسکال**
- **T: مدت زمان اندازه گیری تراز صدا بر حسب ثانیه**

تعاریف



تعاریف

- تراز صدای معادل وزن یافته A، L_{Aeq} برحسب dB تراز معادل فشار صدای پیوسته ای که قبل از مربع کردن و میانگین گیری، با شبکه A وزن دهی شده تاست:
- (۸)

$$L_{Aeq} = 10\mathrm{Log}\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2}\,dt\right]$$

- $P_A(t)$: فشار صدای لحظه ای وزن یافته با شبکه وزنی A به نیوتن بر متر مربع (پاسکال)
- P_0: فشار مؤثر صدای مبنا که مقدار آن برابر است با ۲×۱۰^{-۵} به نیوتن بر متر مربع (پاسکال)
- T: مدت زمان اندازه گیری تراز صدا به ثانیه

تعاریف

- مدت زمان اندازه گیری ۳۰ دقیقه است
- تراز صدای معادل خلاصه تراز فشار صدای معادل پیوسته است که به آن تراز صدای میانگین نیز می گویند.

تعاریف

- **شاخص های اندازه گیری نوفه زمینه**
- **شاخص تک عددی** بر اساس شاخص تراز صدای معادل در شبکه وزنی A بیان می شود.
- **شاخص نموداری** نوفه زمینه را در بسامدهای مختلف مورد بررسی قرار داده و برای فضاهایی مانند سالن سخنرانی، سینما، آمفی تئاترو مشابه به کار می رود. نمودار های برسنج ترجیحی نوفه (PNC) برای اندازه گیری نوفه در فضاهای داخلی استفاده می شود.

تعاریف

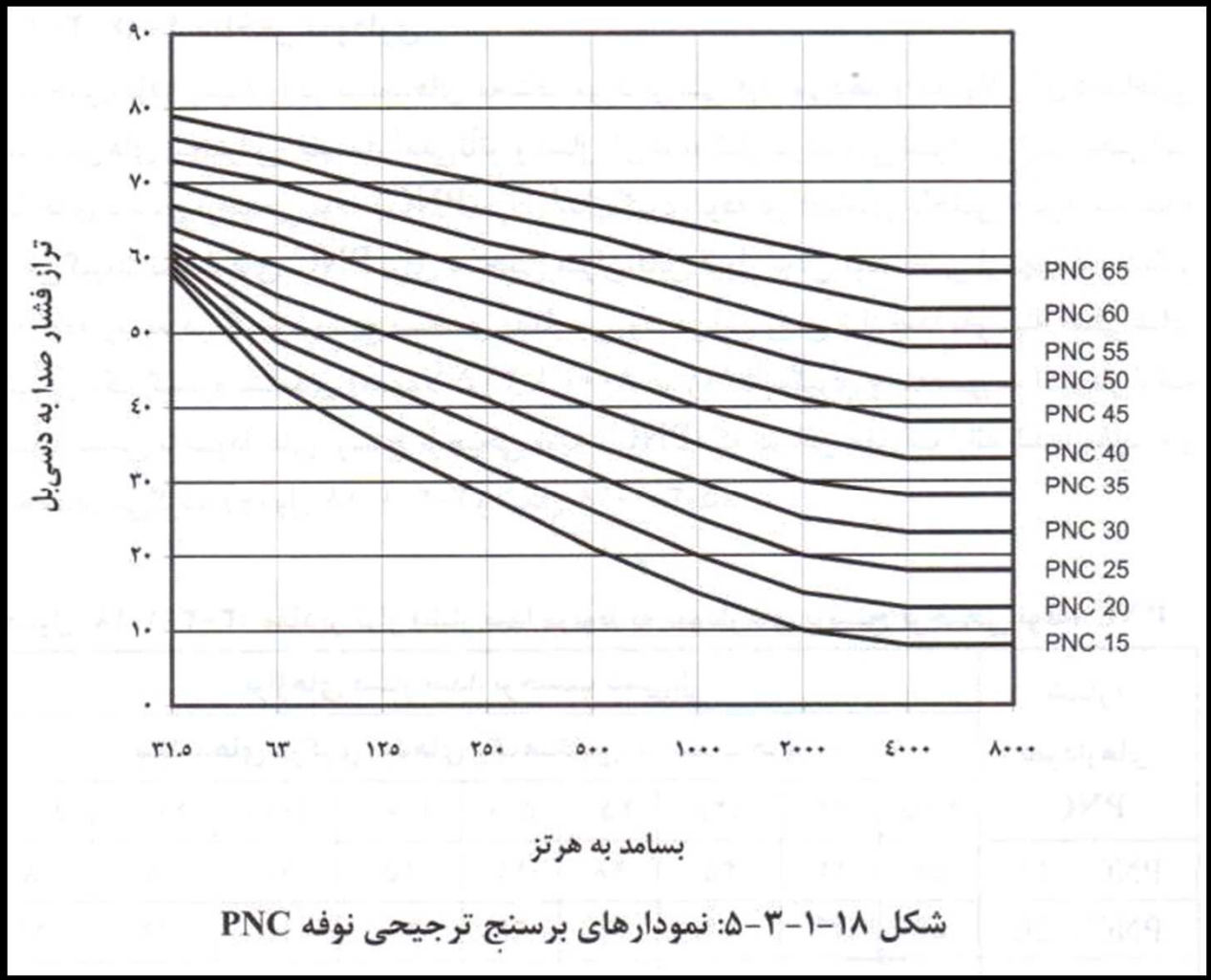
- نمودارهای فوق برای سنجش میزان قابل قبول بودن نوفه ناشی از تهویه و دیگر منابع نوبه زمینه در گستره وسیع بسامدی به کار می رود.
- در این روش تراز صدا به وسیله صافی های صوتی در یک گستره بسامدی اندازه گیری و به صورت نمودارسم میشود. بر حسب نوع کاربری فضا با نمودار برسینج ترجیحی نوفه مقایسه شده و درجه بندی میگردد.

تعاریف

جدول ۱۸-۱-۲ : 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

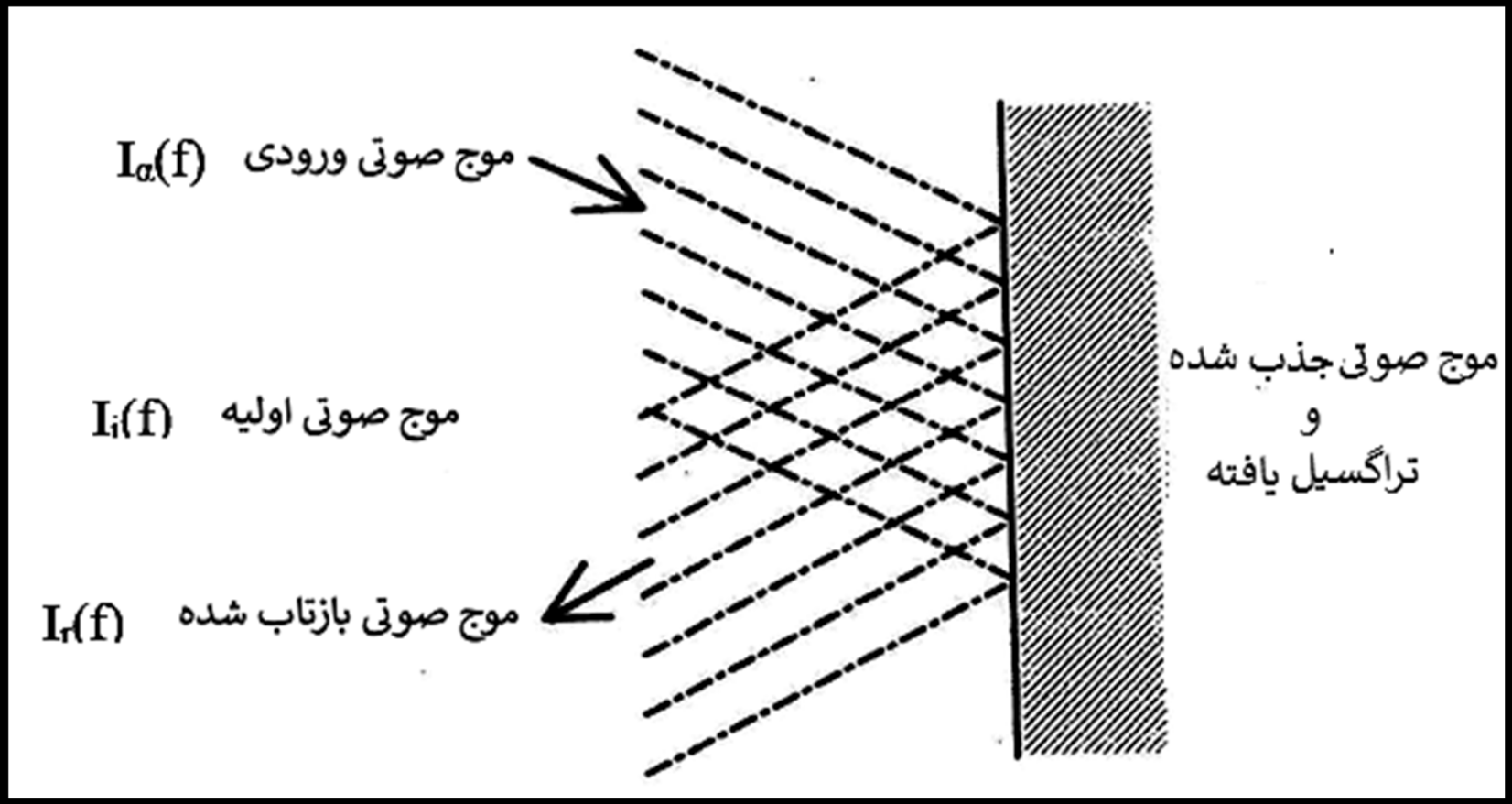
تعاریف



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

تعاریف

- جذب صدا بر روی یک سطح



تعاریف

- ضریب جذب صدا
- (۹) $\alpha=I_\alpha/I_i$
- α: ضریب جذب سطح
- I_i : شدت موج فرود آمده به سطح به وات بر متر مربع.
- I_α : شدت موج جذب شده به وات بر متر مربع.
- r : ضریب بازتاب سطح $r=I_r/I_i$
- I_r : شدت موج بازتاب شده به وات بر متر مربع
- رابطه ضریب جذب و بازتاب $\alpha = 1-r$

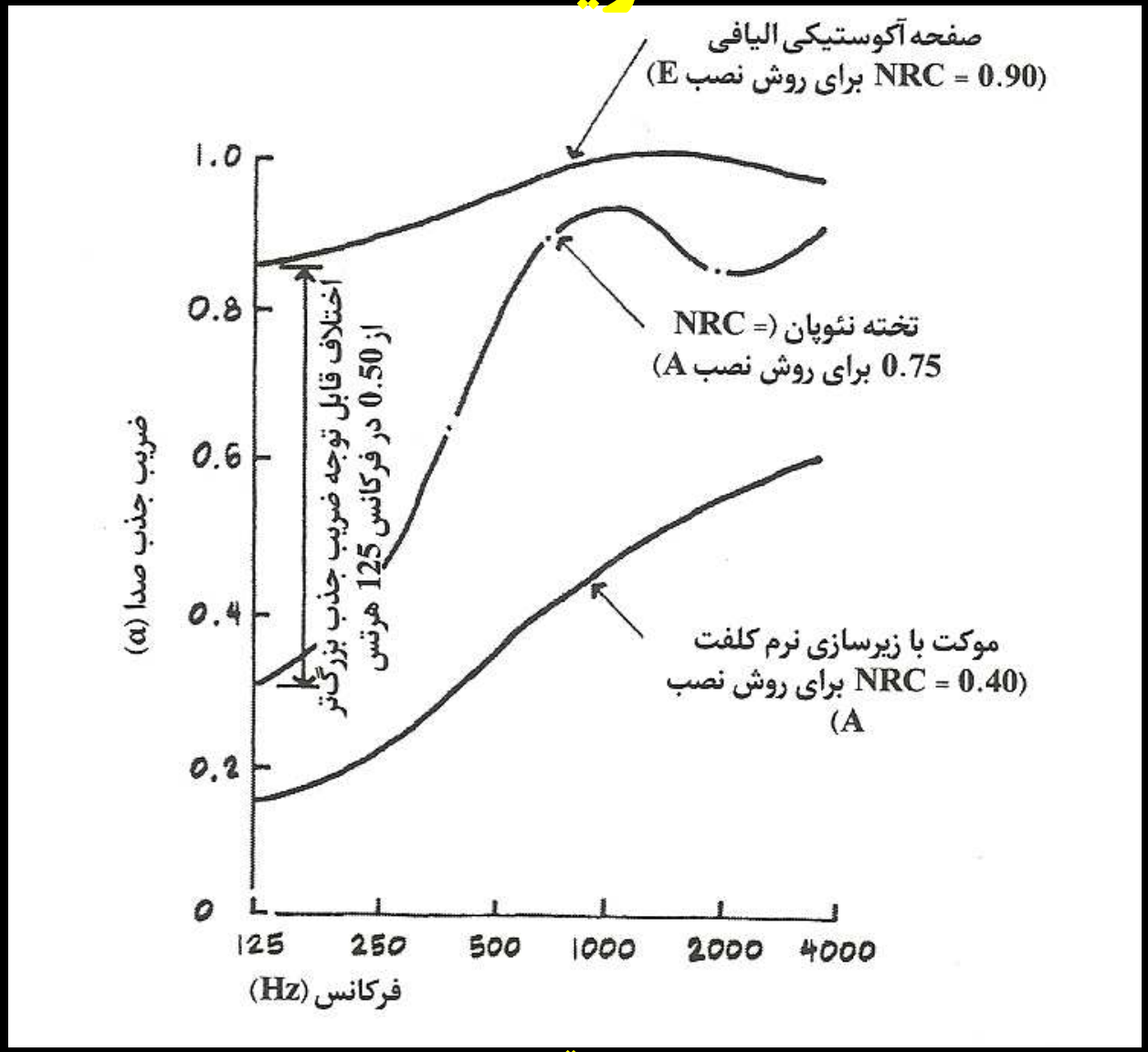
تعاریف

- **ضریب کاهش نوفه NRC:** میانگین عددی است از ضریب جذب صدا در بسامدهای 250,500,1000,2000 هرتز در مصالحی مشخص و در شرایطی رو به افزایش، که نسبت به نزدیکترین مصرب 0.05 گرد شده است.
- (۱۰)

$$\mathrm{NRC} = \frac{\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000}}{4}$$

- **NRC : ضریب کاهش نوفه**
  - **α: ضریب جذب صدا**

تعاریف


صفحه آکوستیکی الیافی
(E برای روش نصب NRC = 0.90)
تخته نئوپان (= NRC
0.75 برای روش نصب A)
موکت با زیرسازی نرم کلفت
NRC = 0.40) برای روش نصب
(A
اختلاف قابل توجه ضریب جذب بزرگتر
از 0.50 در فرکانس 125 هرتس
ضریب جذب صدا (α)
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
125
250
500
1000
2000
4000
فرکانس (Hz)

تعاریف

عنصر	ضریب جذب صدا						عدد NRC
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
دیوارها منعکس‌کننده‌های صدا							
1. آجر، بدون لعاب	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.05
2. آجر، بدون لعاب و رنگ شده	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.00
3. بتن، زبر	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.05
4. بلوک بتنی، رنگ شده	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	0.05
5. شیشه، سنگین (ابعاد بزرگ)	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05
6. شیشه، پنجره معمولی	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04	0.15
7. صفحات گچی به ضخامت ½ اینچ (میخ‌شده در مربع‌های 4×2 و فواصل 16 اینچ)	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09	0.05
8. صفحات گچی، 1 لایه، به ضخامت ⅝ اینچ (پیچ‌شده در مربع‌های 3 × 1، به فواصل 16 اینچ، درزها با الیاف عایق پرشده)	0.55	0.14	0.08	0.04	0.12	0.11	0.10
9. مانند سازه شماره 8 با 2 لایه صفحات گچی به ضخامت ⅝ اینچ	0.28	0.12	0.10	0.07	0.13	0.09	0.10
10. مرمر یا کاشی لعاب‌دار	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
11. گچ روی آجر	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
12. گچ روی بلوک بتنی (یا ضخامت 1 اینچ با طوفال چوبی)	0.12	0.09	0.07	0.05	0.05	0.04	0.05
13. گچ با طوفال چوبی	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.05
14. تخته چندلا، جداره‌ای با ضخامت ⅜ اینچ	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11	0.15
15. فلز	0.05	0.10	0.10	0.10	0.07	0.02	0.10
16. کرکره‌های ونیزی، فلزی	0.06	0.05	0.07	0.15	0.13	0.17	0.10
17. چوب، جداره‌ای به ضخامت ¼ اینچ، با فضای خالی در پشت	0.42	0.21	0.10	0.08	0.06	0.06	0.10
18. چوب، جداره‌ای به ضخامت 1 اینچ و فضای خالی در پشت	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05	0.10

تعاریف

19. بلوک بتنی، زبر	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25	0.35
20. پرده نازک، 10 اونس بر یارد مربع (oz / yd^2)، صاف کشیده شده روی دیوار (توجه: در بیشتر فرکانس‌ها صدا را منعکس می‌کند)	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35	0.15
21. پرده متوسط، 14 اونس بر یارد مربع (oz / yd^2)، چین‌خورده تا حد نصف سطح پرده (برای نمونه 2 فوت پرده برای هر 1 فوت دیوار)	0.07	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60	0.55
22. پرده کلفت، 18 اونس بر یارد مربع (oz/yd^2)، چین‌خورده تا حد نصف سطح پرده	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65	0.60
23. پرده پارچه‌ای پشم‌شیشه، 8½ اونس بر یارد مربع (oz / yd^2)، چین‌خورده تا حد نصف سطح پرده (هرچه عمق فضای خالی پشت پرده (تا 12 اینچ) عمیق‌تر باشد، جذب صدا با فرکانس‌های پایین بیشتر خواهد بود.)	0.09	0.32	0.68	0.83	0.39	0.76	0.55
24. تخته خرده چوب (نئوپان)، به ضخامت 2 اینچ روی بتن (mtg.A)	0.15	0.26	0.62	0.94	0.64	0.92	0.60
25. مصالح الیافی ضخیم با نمای باز در پشت	0.60	0.75	0.82	0.80	0.60	0.38	0.75
26. موکت، کلفت، روی فیبر معدنی سوراخ‌دار به ضخامت ⅝ اینچ با فضای خالی در پشت	0.37	0.41	0.63	0.85	0.96	0.92	0.70
27. چوب، جداره‌های ½ اینچ، دارای سوراخ‌هایی به قطر $^3/_{16}$ اینچ، 11 درصد فضای باز، با پشم‌شیشه به ضخامت 2½ اینچ در فضای خالی پشت	0.40	0.90	0.80	0.50	0.40	0.30	0.65

تعاریف

کف‌ها[1]						
منعکس‌کننده‌های صدا:						
28. بتن یا موزاییک	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00
29. لینولیوم، لاستیک یا آسفالت روی بتن	0.02	0.03	0.03	0.03	0.2	0.05
30. مرمر یا سرامیک لعاب‌دار	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
31. چوب	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.10
32. پارکت چوبی روی بتن	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.05
جاذب‌های صدا						
33. موکت، ضخیم، روی بتن	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.30
34. موکت، ضخیم، روی فوم لاستیکی	0.08	0.24	0.57	0.69	0.71	0.55
35. موکت، ضخیم، با پشت‌بند لاتکسی جداشونده روی فوم لاستیکی	0.08	0.27	0.39	0.34	0.48	0.35
36. موکت فضای باز و فضای سرپوشیده	0.01	0.05	0.10	0.20	0.45	0.20

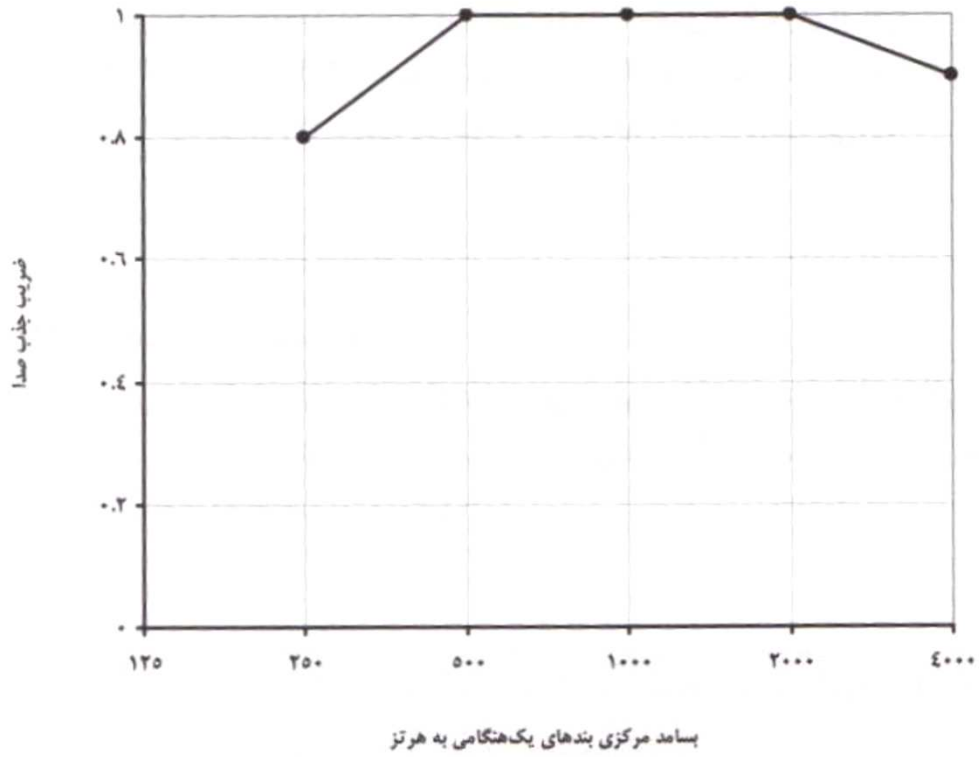
تعاریف

- **ضریب جذب صدای وزن یافته** α_w کمیتی تک عددی برای درجه بندی جذب صدا بر اساس نتایج اندازه گیری های ضریب جذب صدا در بسامدهای یک هنگامی بدست می آید. این کمیت برابر با مقدار نمودار مبنا در ۵۰۰ هرتز پس از لغزاندن به روشی که در استاندارد ملی ایران ۸۱۸۴ مشخص شده است.

تعار نف

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

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



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

تعاریف

- **زمان واخنش** در یک فضای بسته مدت زمانی که پس از قطع منبع صدا، تراز فشار صدا، ۶۰ دسی بل افت کند.

- **(۱۱) معادله سابین**

$$T = \frac{0.16\,V}{4mV + A} \qquad \bar{\alpha} \le 0.2$$

- **(۱۲) معادله ایرینگ**

$$T = \frac{0.163V}{4mV - SL_n(1-\bar{a})}$$

- **استاندارد ISO3389**

تعاریف

- T: زمان واخنش اتاق، به ثانیه
- S: مجموعه سطوح اتاق، به متر مکعب
- V: حجم اتاق، به متر مکعب
- A: سطح معادل جذب کننده‌های صدا، به متر مربع
- m: جذب طولی هوا، به متر به توان منفی یک
- α : ضریب جذب میانگین اتاق
- L_n : لگاریتم در پایه e

تعاریف

- (۱۳) سطح معادل چذب کننده ها

$$A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i S_i$$

- α_i ضریب جذب صوت هر یک از سطوح موجود در اتاق
- S مساحت هر یک از سطوح موجود در اتاق

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i S_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i}$$

- (۱۴) ضریب جذب میانگین
- رابطه ساده شده سابین
- در سیستم متریک $T=0.163V/A$

تعاریف

- برای فضای کلاس درسی به طول ۶۰ فوت و عرض ۳۵ فوت و اتفاع ۱۵ فوت دارای ضریب جذب صدای معادل 0. 3 برای دیوارها، 0.04 برای سقف و 0. 1 برای کف است. تمام ضرایب جذب در فرکانس ۵۰۰ هرتز است این فضا محصور، بدون حضور جاذب ها می باشد.
- زمان واخنش را در فرکانس ۵۰۰ هرتز بیابید

تعاریف

$V = 60 \times 35 \times 15 = 31500\ ft^3$

سقف $S = 60 \times 35 = 2100\ ft^2$

دیوارها $S = 2 \times 35 \times 15 = 1050\ ft^2$

$S = 2 \times 60 \times 15 = 1800\ ft^2$

کف $S = 60 \times 35 = 2100\ ft^2$

$A_{\text{سقف}} = 2100 \times 0.04 = 84$

$A_{\text{دیوارها}} = 2850 \times 0.30 = 855$

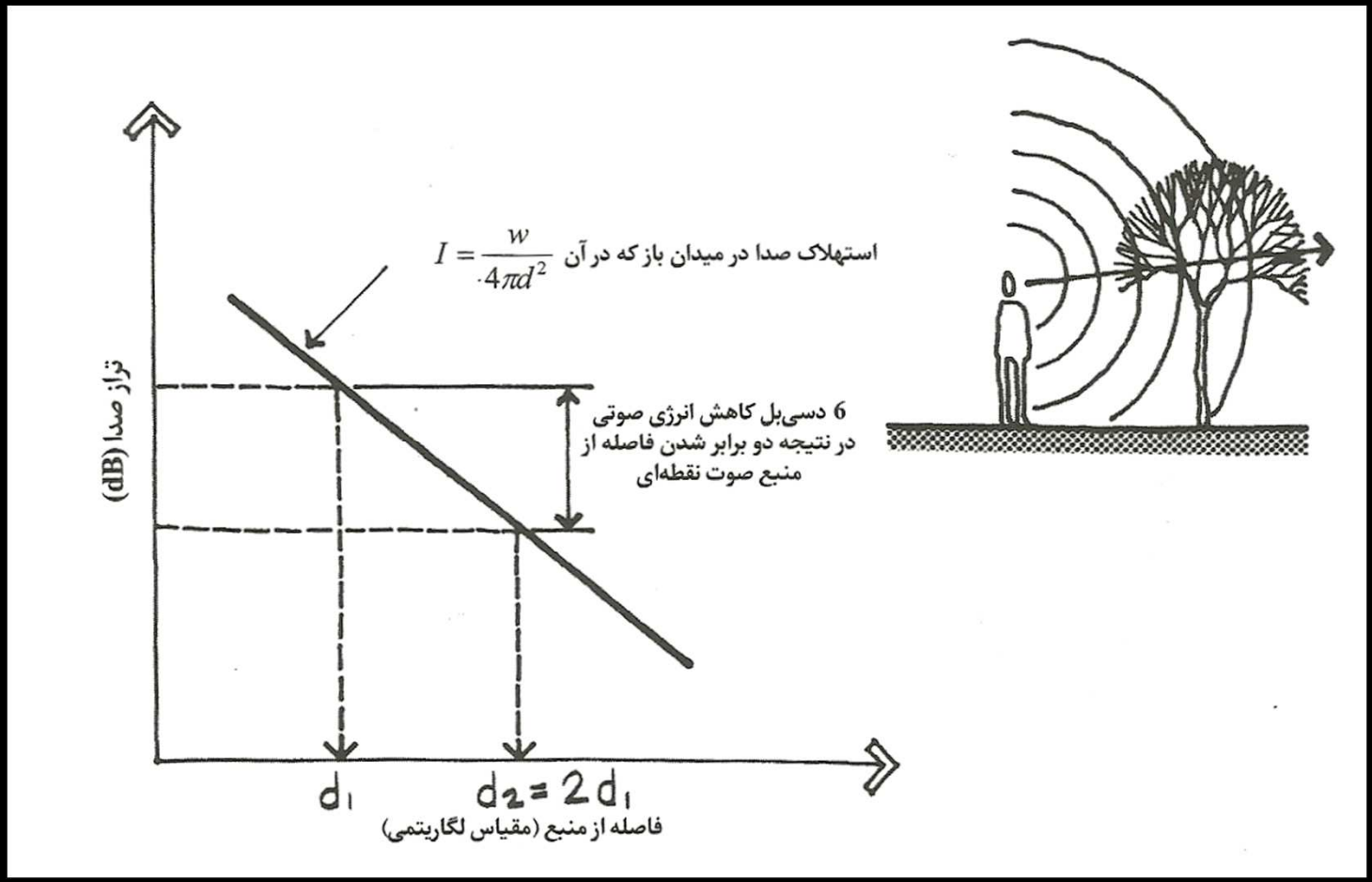
$A_{\text{کف}} = 2100 \times 0.10 = 210$

Total A = 1149 Sabin

$T = 0.163 \times 0.33 \times 31500 / 1149 = 1.37$ Sec at 500 HZ

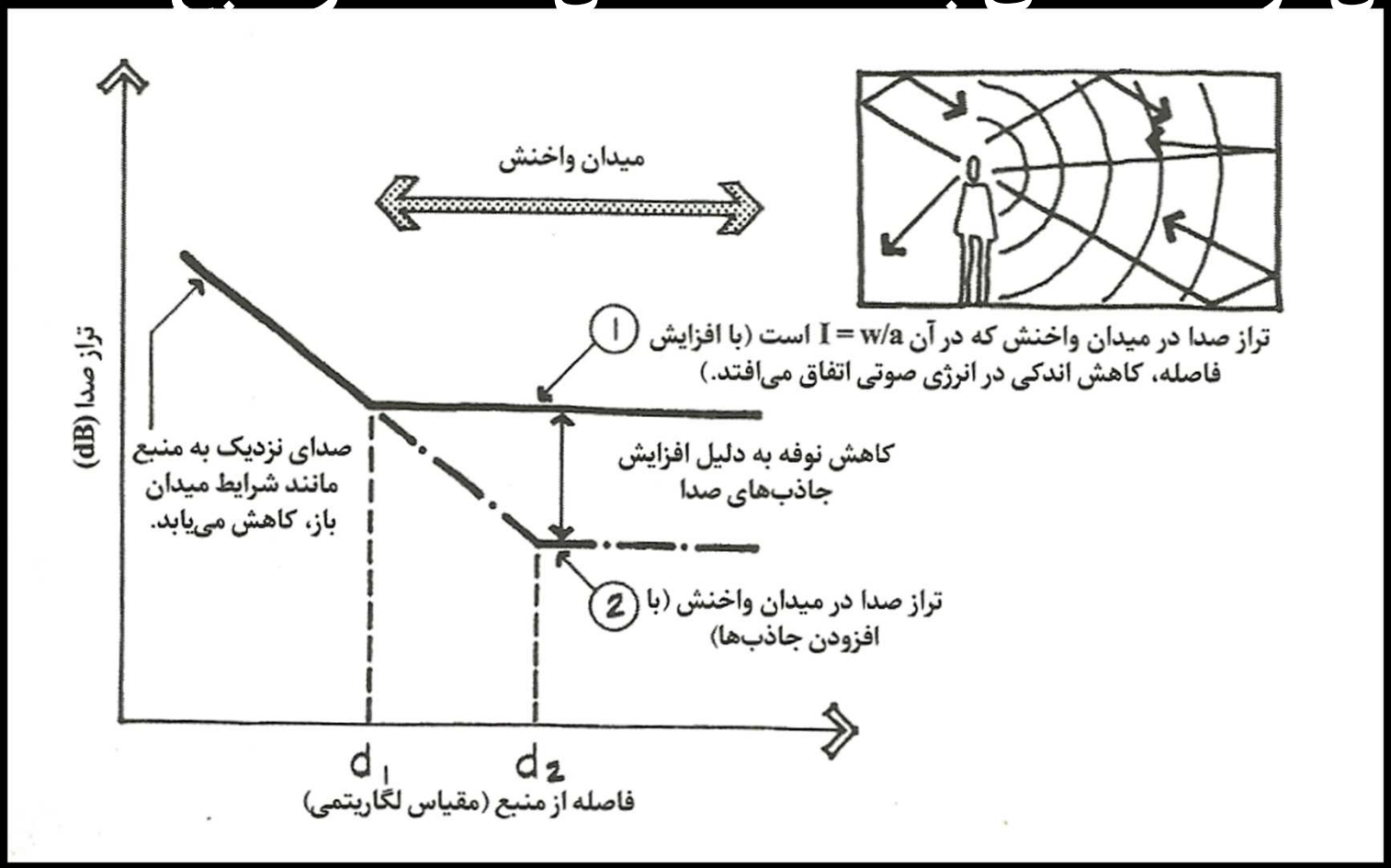
تعاریف

- کاهش نوفه فضای باز بدون منعکس کننده منبع نقطه ای



تعاریف

- کاهش نوفه فضای بسته منعکس کننده ومنبع نقطه ای



تعاریف

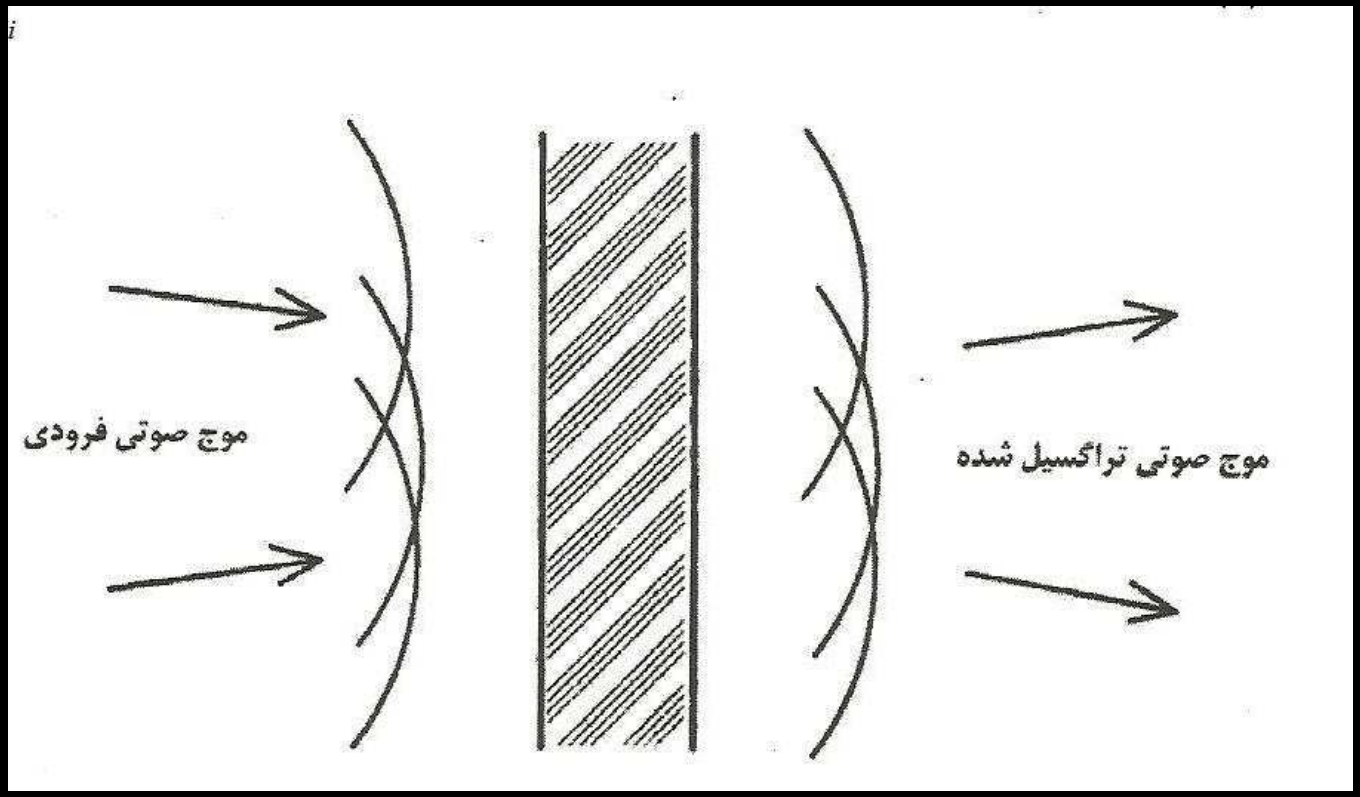
- **مبدان واخنش** در فضای محصور انرژی صوتی نزدیک منبع بوجود می آید. با انعکاس صدا توسط سطوح، در فاصله ای دورتر از منبع صدا، نوفه اندکی کاهش می یابد که به آن میدان واخنش یا طنین می گویند.
- **در فاصله های بیشتر از منبع تراز صدا به a (چذب کلی سطح اتاق) که با سابین اندازه گیری می شود تستگی دارد.**

تعاریف

- **لایه** به ساختاری گفته می‌شود که چکالی حجمی آن در جهات مختلف یکسان باشد. مانند اندود گچ، قیرگونی،
- **جدا کننده ساده 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 جداره آجری.
- **جدا کننده مرکب** سطح آن از چند جدا کننده ساده تشکیل شده باشد. مانند دیواری که در و پنجره دارد.

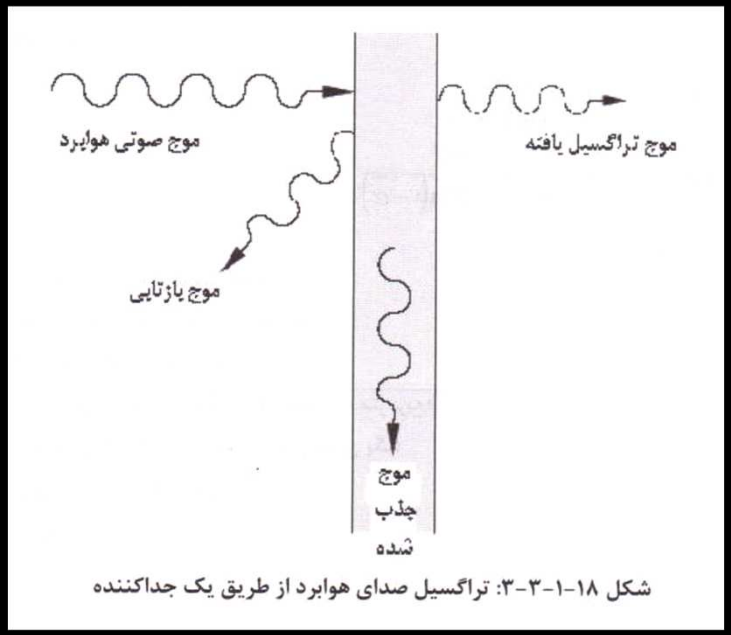
تعاریف

تراگسیل فرآیند انتقال انرژی در یک محیط یا از درون یک جدا کننده را مشخص می‌کند.



تعاریف

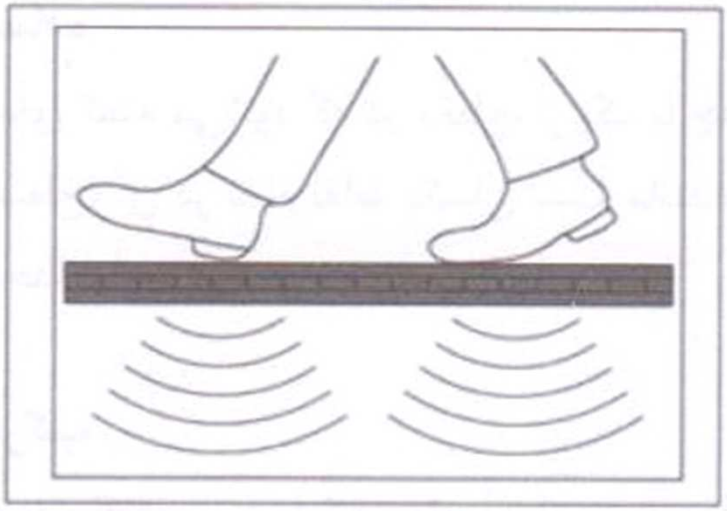
- هرگاه جداکننده‌ای به وسیله امـواج صـوتی هـوابرد بـه ارتعاش درآید، نحوه انتقال یافتن صدای اولیه به فضـای مورد نظر را تراگسیل هوابرد گویند.



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

تعاریف

- هر گاه جدا کننده‌ای به وسیله کوبه به ارتعاش درآید نحوه انتقال یافتن صدای اولیه به فضای مورد نظر را تراگسیل صدای کوبه ای گویند.



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

تعاریف

- ضریب تراگسیل صدا
- (۱۵)

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

- τ : ضریب تراگسیل جدا کننده
- I_i : شدت موج صوتی فرود آمده به سطح به وات بر متر مربع.
- I_τ : شدت موج تراگسیل شده به وات بر متر مربع.

تعاریف

- شاخص کاهش صدای جدا کننده بر حسب دسی بل
- (۱۶)

$$TL \text{ or } R = 10Log\left(\frac{W_1}{W_2}\right) = 10Log\frac{1}{\tau}$$

- W_1:توان صوت فرود آمده به نمونه مورد آزمایش، به وات
- W_2:توان صوت تراگسیل شده از نمونه مورد آزمایش، به وات
- RیاTL: شاخص کاهش صدا یا افت تراگسیل، به دسی بل
- τ : ضریب تراگسیل جدا کننده
- استاندارد ملی 8568-3-4-5 روش آزمایش

تعاریف

- **شاخص کاهش صدای وزن یافته R_w** کمیتی است تک عددی به دسی‌بل برای درجه بندی صدابندی جدا کننده در برابر صدای هوابرد بر اساس نتایج انداره گیری شاخص کاهش صدا بدست می اید.
- **مقدار آن برابر با مقدار نمودار مبنا در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن براساس استاندارد ملی 8834-1 بدست می آید.**
- **شاخص درجه تراگسیل (STC) با استاندارد ASTM E413 تقریبا معادل R_w است.**

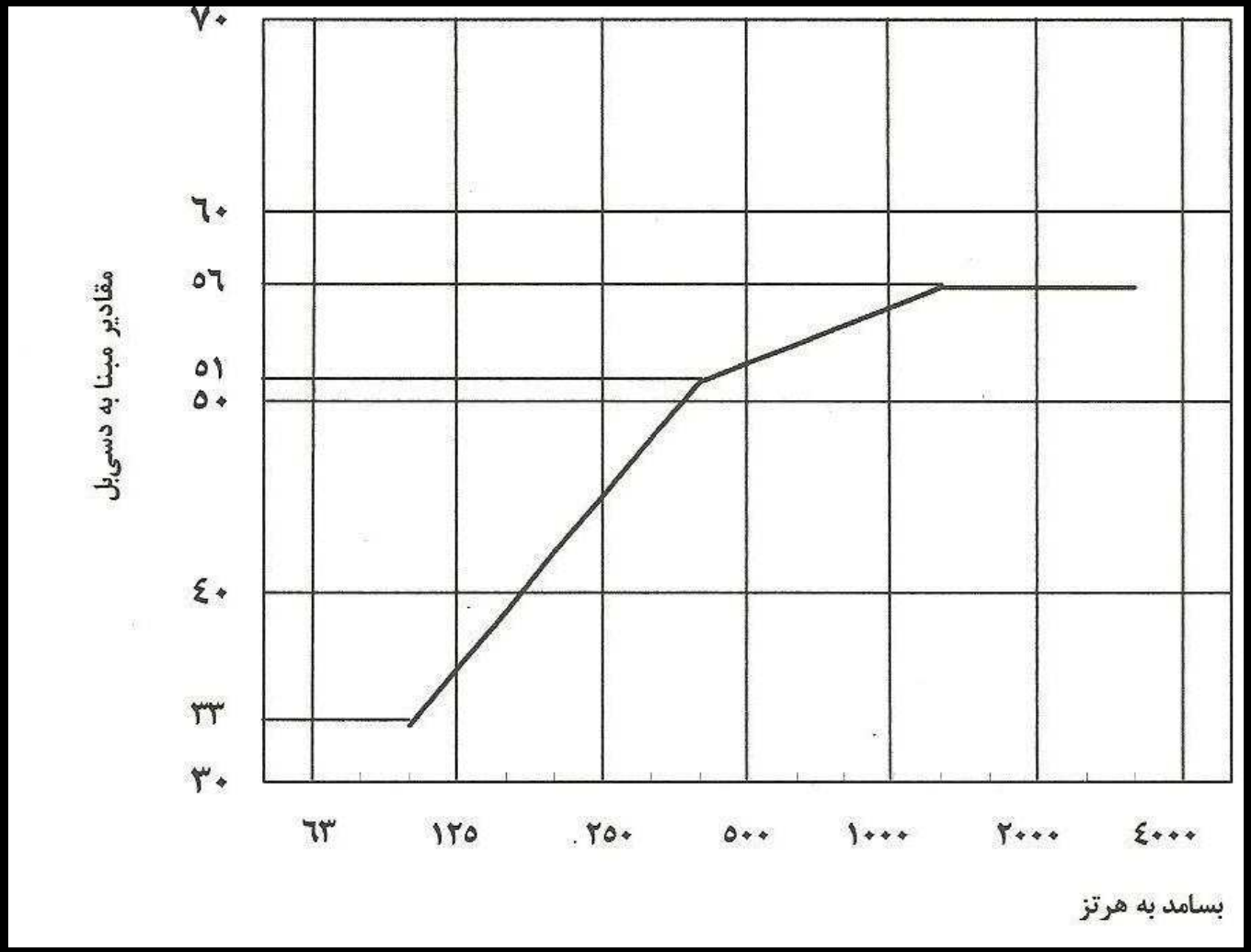
تعاریف

- مقادیر مبنا برای صدای هوابرد

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

تعاریف

- مقادیر مبنـــا برای صـــدای هوابرد



تعاریف

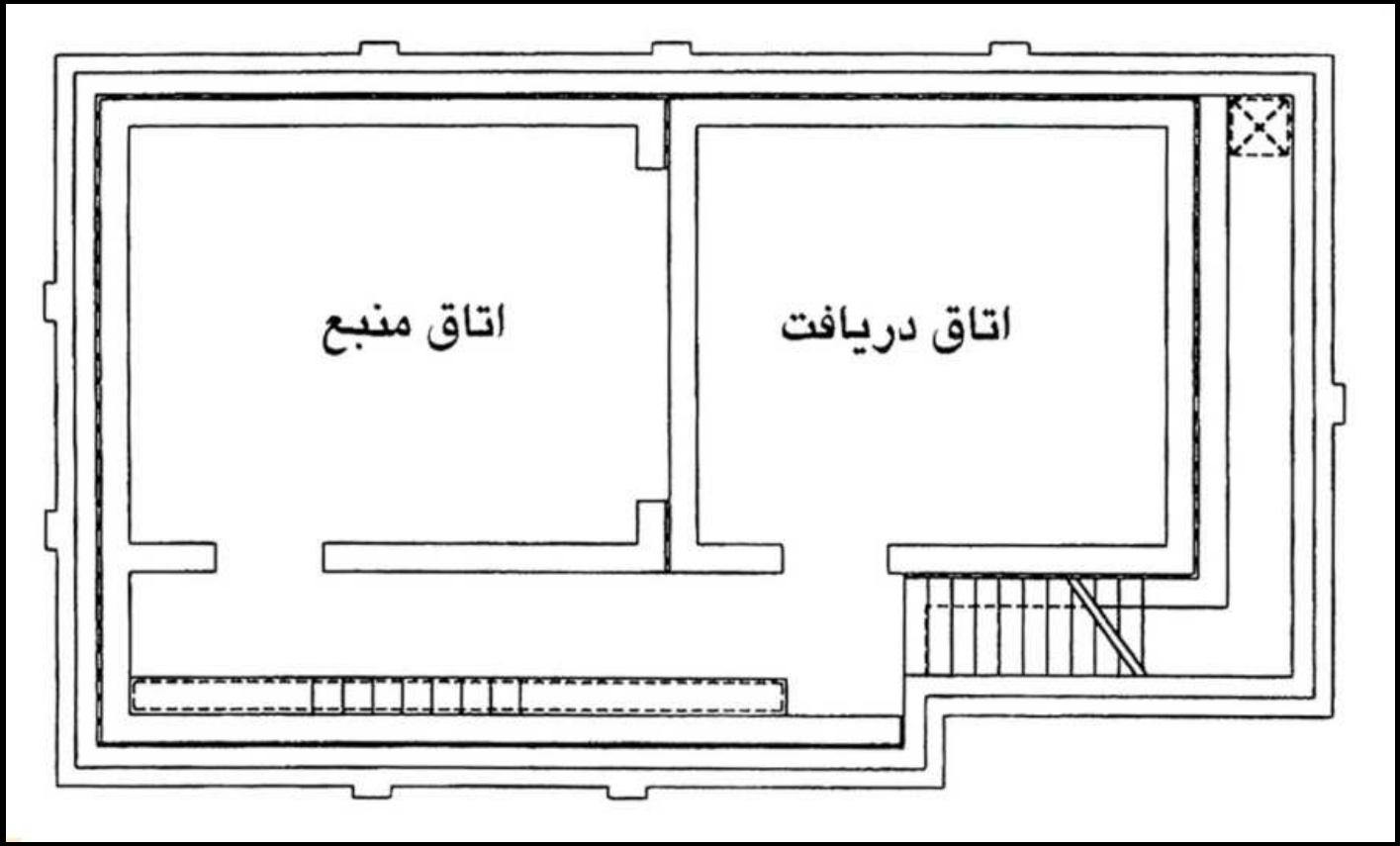
- با داشتن مقادیر TL در فرکانس های اندازه گیری شده و مقایسه آن با منحنی مرجع STC با کمک استاندارد ASTM E413 درجه STC نمونه بدست می آید.

داده‌های TL برای عناصر ساختمانی رایج

سازه‌های ساختمانی	کاهش انتقال صدا (dB)						درجه STC
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	
دیوارها							
توپر و یکپارچه:							
1. تخته چندلا به ضخامت ⅜ اینچ (1 lb/ft²)	14	18	22	20	21	26	22
2. ورق فلزی به قطر 26 (1.5 lb/ft²)	12	14	15	21	21	25	20
3. گچ‌برگ به ضخامت ½ اینچ (2 lb/ft²)	15	20	25	31	33	27	28

تعاریف

- $R = TL = L_1 - L_2 + 10\log\frac{S}{A}$



تعاریف

- **تراز فشار صدای کوبه‌ای 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 در آمده است.

$$L_i = 20\mathrm{Log}\frac{p_1 + p_2 + p_3 \ldots + p_n}{np_0} \qquad (۱۷)$$

- **p_1، p_2 ، p_3 و ... p_n : فشار مؤثر صدا در n محل مختلف در اتاق دریافت، به پاسکال.**
- **p_0: فشارمؤثرصدای مبنا برابر است با ۲×۱۰^{-۵} به پاسکال**

تعاریف

- **تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده** مقدار تراز فشار صدای کوبه‌ای (اندازه‌گیری شده L_1) انتقال یافته از سقف بر حسب دسی بل بدست می آید.
- (۱۸)
- $$L_n = L_i + 10\mathrm{Log}\left(\frac{A}{A_0}\right)$$
- L_i:تراز فشار صدای کوبه‌ای میانگین در اتاق، به دسی بل.
- A:سطح جذب معادل اندازه گیری دراتاق دریافت، به مترمربع.
- A_0: سطح معادل مبنا برابر با ده متر مربع
- استاندارد ملی 8-7-6-8568 مبنای روش آزمایش

تعاریف

- **تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شـــده وزن یافتـــه L_{NW}** کمیتی است تک عددی به دسی‌بل برای درجه بندی صدابندی سقف در برابر صدای کوبه ای که بر اساس نتـایج انـدازه گیـری های تراز صـدای کوبـه‌ای معمـول شـده در بسـامد یـک سـوم هنگامی بدست می آید.
- **با مقایسه نمودار مبنا برای صدای کوبـــه‌ای از ســـقف در بسامد ۵۰۰ هرتز به روش استاندارد ملی 2-8834 با روش لغزاندن کمیت فوق مشخص می شود.**

تعاریف

- هرچه میزان صدای تراگسیل شده کمتر باشد صـــدابندی بهتری حاصل می شود.
- کاهش L_{nw} بیانگر افزایش صـــدابندی در برابـــر صـــدای کوبه ای است.
- شاخص درجـــه بندی صدای کوبه ای (IIC) بـــا اســـتاندارد ASTM E989 نیز برای بیان صدابندی ســـقف در برابـــر صدای کوبه ای بکار میرود:
- $$IIC = 110 - L_{nw}$$ (۱۹)

تعاریف

- مقادیر مبنا برای صدای کوبه ای

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

مقرارت آکوستیکی انواع ساختمانها

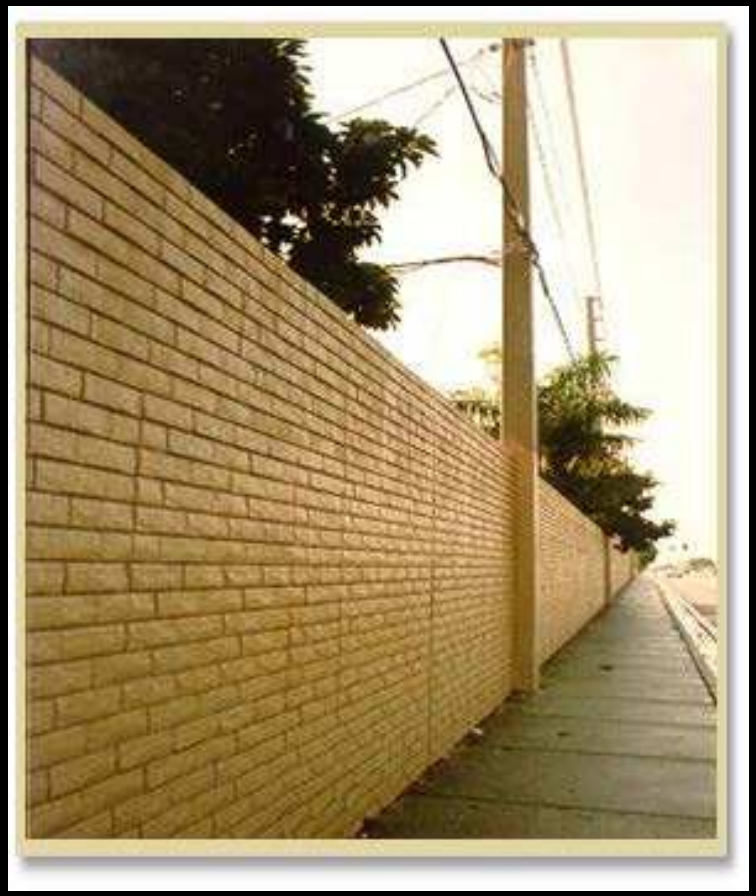
- مقررات عمومی
- ساختمانهای مسکونی
- هتل ها
- تصرف های آموزشی
- مراکز بهداشتی و درمانی
- تصرف های اداری و تجاری
- مراکز فرهنگی
- مراکز ورزشی و تفریحی
- مراکز ترابری
- روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جدا کننده مرکب
- مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده ها
- مقادیر صدابندی کوبه ای کف – سقف ها
- ضریب جذب مواد

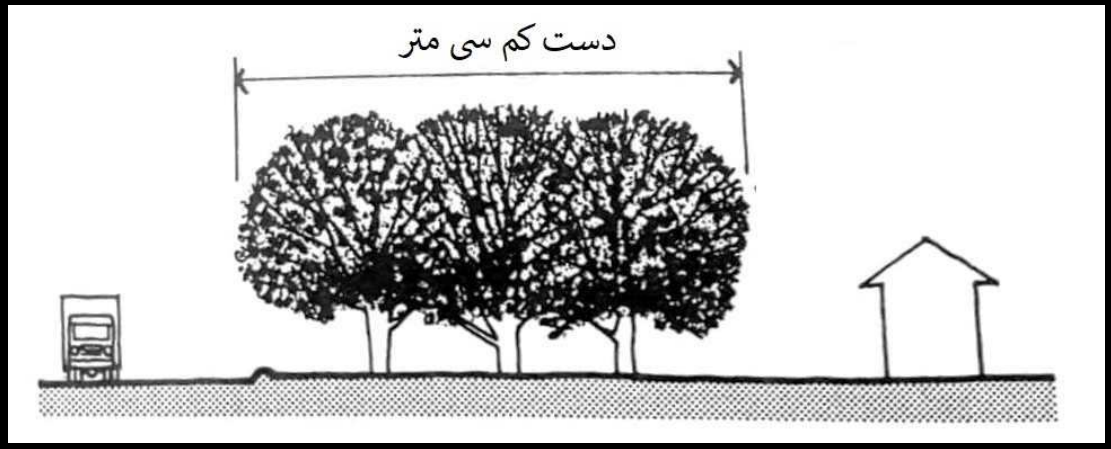
مقررات عمومی

- منطقه بندی شهر از نظر تراز نوفه

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

مقررات عمومی





مقررات عمومی

- چنانچه کاربری های مجاز قید شده در مناطق شهری با نوفه پایین یا متوسط در منطقه شهری با نوفه بالا ساخته شوندباید تمهدات خاصی در پوسته خارجی آنها گرفت
- راستی آزمایی این مقررات از طریق آزمایشات میدانی بوده که تا ۳ دسی بل اختلاف قابل قبول است

مقررات عمومی

- مقادیر تعیین شده حداقل شاخص کاهش صدای وزن یافته (R_w)که در جداول مربوطه آمده در کاربری های مختلف تنها در مناطق شهری که نوفه محیطی آنها در روز برابر یا کمتر از ۶۵ دسی بل است، قابل قبول است
- اگر تراز نوفه محیطی بالا یا بسیار بالا باشد مقادیر کاهش صدای وزن یافته تعیین شده برای پوسته خارجی تصحیح شود.

مقررات عمومی

- شاخص های صدا بندی دارای چهار عامل شامل L_{Aeq}برای نوفه زمینه، R_W برای تراگسیل صدای هوابرد، L_{NW} برای تراگسیل صدای کوبه ای و زمان واخنش بر حسب کاربری است.
- اگر مجموعه ای دارای چندین نوع کاربری است هر کاربری با جدول مربوط به خود بررسی شود.
- رواداری زمان واخنش حداکثر تا ۱۵ درصد مجاز است.

ساختمانهای مسکونی

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

نوع فضا	حداکثر تراز معادل صدا، $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
اتاق خواب و مطالعه	۳۵	۳۰
اتاق نشیمن و کار	۴۰	۳۵
سالن اجتماعات		
آشپزخانه	۴۵	۴۰
فضاهای بسته عمومی[۲]	۵۰	۴۵

- شاخص L_{Aeq}، اجباری اما PNC توصیه است

ساختمانهای مسکونی

- حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ ،۲۰۰۰ هرتز برای فضای بسته عمومی مثل راهرو،راه پله 1.5ثانیه است

ساختمانهای مسکونی

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

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

- در فضاهای ترکیبی مقدار کمتر اعمال شود

ساختمانهای مسکونی

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

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

هتل ها

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

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

- شاخص L_{Aeq}، اجباری اما PNC توصیه است

هتل ها

جدول ۱۸-۲-۳-۲: زمان واخنش بهینه در فضاهای داخلی هتل‌ها[۱]

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

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

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

هتل ها

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

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

تصرف های آموزشی

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
کلاس درس نظری	۳۵	۳۰
کارگاه‌های سمعی بصری		
اتاق آموزش موسیقی		
آزمایشگاه‌ها	۴۰	۳۵
کارگاه‌های سبک[۲]		
راهروها	۴۵	۴۰
کارگاه‌های سنگین[۳]	۵۰	۴۵

- شاخص L_{Aeq}، اجباری اما PNC توصیه است

تصرف های آموزشی

- ۱-فضاهای اداری به تصرف اداری، سالن های سخنرانی و نمازخانه به مراکز فرهنگی و غذاخوری به به مراکز ورزشی و تفریحی رجوع شود
- ۲-کارگاههای سیک مثل نقاشی، طراحی، آتلیه و کامپیوترو امثال آن
- ۳-کارگاههای سنگین مثل مجسمه سازی،جوشکاری و نجاری و امثال آن

تصرف های آموزشی

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

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

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

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

تصرف های آموزشی

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

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

مراکز بهداشتی و درمانی

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
اتاق‌های بخش بستری، مراقبت‌های ویژه و جراحی	۳۵	۳۰
راهروهای مجاور بخش‌های فوق	۴۰	۳۵
فضاهای تشخیصی و درمانگاه‌های تخصصی		
اورژانس	۴۵	۴۰
فضاهای بسته عمومی[۱]	۵۰	۴۵

- شاخص L_{Aeq}، اجباری اما PNC توصیه است

مراکز بهداشتی و درمانی

- فضای بسته عمـــومی ماننـــد پـــذیرش، ورودی،راه پلـــه و راهروهای عمومی، خدمات و داروخانه است.

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

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

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

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

مراکز بهداشتی و درمانی

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

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

تصرف های اداری / حرفه ای و کسبی / تجاری

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

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

*رعایت PNC در این مورد الزامی است.

- شاخص L_{Aeq}، اجباری اما PNC توصیه است

تصرف های اداری / حرفه ای و کسبی / تجاری

- فضای بسته عمومی مثل سرسرای ورودی،راهرو، راه پله

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

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

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

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

تصرف های اداری / حرفه ای و کسبی / تجاری

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

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

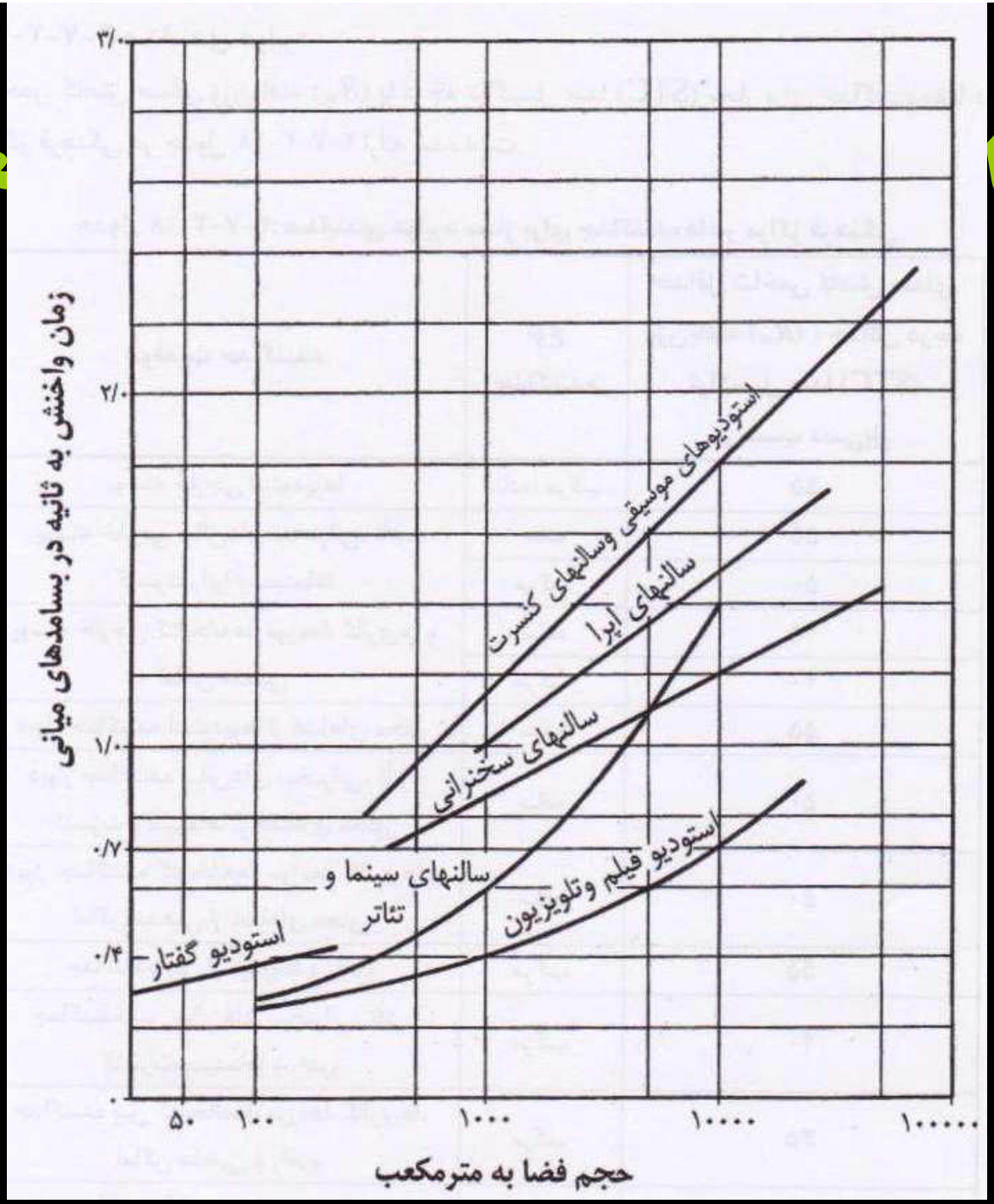
مراکز فرهنگی زیر مجموعه تصرف تجمعی

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

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

*رعایت PNC در این موارد الزامی است.

- شاخص LAeq، اجباری اما شاخصPNC در استودیوها،سالن های سخنرانی، کنسرت، اپرا، تئاتر،سینماها،کتابخانه ها اجباری و در فضاهای دیگر توصیه است.


زمان واخنش به ثانیه در بسامدهای میانی
۳/۰
۲/۰
۱/۰
۰/۷
۰/۴
۰
۵۰
۱۰۰
۱۰۰۰
۱۰۰۰۰
۱۰۰۰۰۰
حجم فضا به مترمکعب
استودیوهای موسیقی وسالنهای کنسرت
سالنهای اپرا
سالنهای سخنرانی
سالنهای سینما و تئاتر
استودیو فیلم وتلویزیون
استودیو گفتار

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

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

مراکز فرهنگی زیر مجموعه تصرف تجمعی

- شاخص وضوح گفتارُSTI، در سالن های سخنرانی،کنسـرت،اپرا، سینماها و استودیوها باید بیش از 0.6 باشد.

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

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

مراکز ورزشی و تفریحی زیر مجموعه تصرف تجمعی

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل، $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
سالن‌های ورزشی با حجم بین ۲۰۰۰ تا ۸۵۰۰ مترمکعب	۵۰	۴۵
سالن‌های ورزشی با حجم کمتر از ۲۰۰۰ مترمکعب	۴۵	۴۰
مراکز تفریحی	۵۰	۴۵
رستوران‌ها و کافه‌ها	۴۵	۴۰

- شاخص L_{Aeq}، اجباری اما PNC توصیه است

مراکز ورزشی و تفریحی زیر مجموعه تصرف تجمعی

- در بسامدههای میانی

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

نوع فضا	حداکثر زمان واخنش، T_R برحسب ثانیه
سالن‌های ورزشی با حجم کمتر از ۲۰۰۰ مترمکعب	۱٫۵
سالن‌های ورزشی تک منظوره با حجم (V) بین ۲۰۰۰ تا ۸۵۰۰ مترمکعب	$۱٫۲۷Log(V)-۲٫۴۹$
سالن‌های ورزشی چند منظوره با حجم (V) بین ۲۰۰۰ تا ۸۵۰۰ مترمکعب	$۰٫۹۵Log(V)-۱٫۷۴$
مراکز تفریحی	۱٫۵
رستوران‌ها و کافه‌ها	۱٫۲

مراکز ورز ک تجمعی

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

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

مراکز ورزشی و تفریحی زیر مجموعه تصرف تجمعی

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

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

مراکز ترابری زیر مجموعه تصرف تجمعی

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

نوع فضا	حداکثر تراز نوفه زمینه معادل، $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
سالن‌های انتظار در فرودگاه، راه‌آهن، مترو و ترمینال	۴۵	۴۰

- شاخص L_{Aeq}، اجباری اما PNC توصیه است
- حداکثر میانگین زمان واخنش در بسامدهای ۵۰۰ ، ۱۰۰۰ ،۲۰۰۰ هرتز برای مراکز ترابری 1.5ثانیه تعیین میگردد.

مراکز ترابری زیر مجموعه تصرف تجمعی

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

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

مراکز ترابری زیر مجموعه تصرف تجمعی

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

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

فضاهای مشترک در کاربری های گوناگون

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

نوع فضا	حداکثر تراز معادل صدا، $L_{Aeq\ (۳۰)}$ برحسب دسی‌بل	حداکثر برسنج نوفه ترجیحی، PNC، برحسب دسی‌بل
سرویس بهداشتی خصوصی	۵۰	۴۵
سرویس بهداشتی عمومی	۵۵	۵۰
آشپزخانه عمومی- صنعتی و رختشوی‌خانه	۵۵	۵۰
فضاهای تأسیساتی و موتورخانه[۱]	۶۵	۶۰

- شاخص L_{Aeq}، اجباری اما PNC توصیه است
- برای زمان واخنش الزام خاصی وجود ندارد

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

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

فضاهای مشترک در کاربری های گوناگون

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

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

روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جدا کننده مرکب

- با داشتن شاخص کاهش صدای جدا کننده ساده و رابطه (پ ۱-۱) ضریب تراگسیل جدا کننده ساده محاسبه می‌شود.

$$R = 10\log\frac{1}{\tau} \quad \text{یا} \quad \text{TL} \qquad \text{(پ ۱-۱)}$$

$$\tau = 10^{-(0.1)R}$$

R: شاخص کاهش صدای جدا کننده، به دسی بل

- τ : ضریب تراگسل جدا کننده

روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جدا کننده مرکب

- با داشتن ضریب تراگسیل هر جدا کننده ساده و با استفاده از رابطه (پ ۱-۲) ضریب تراگسیل جدا کننده مرکب محاسبه می شود.

- (پ ۱-۲)

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_1 s_1 + \tau_2 s_2 + \cdots + \tau_n s_n}{s_1 + s_2 + \cdots + s_n}$$

- که در آن صورت کسر حاصل جمع ضریب تراگسیل هر سطح در مساحت آن است.

روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جدا کننده مرکب

- با قراردادن در رابطه (پ ۱-۳) شاخص کاهش صدای جدا کننده مرکب محاسبه می گردد.

$$\overline{TL} \text{ یا } \bar{R} = 10\log\frac{1}{\bar{\tau}} \qquad \text{(پ ۱-۳)}$$

- τ ؛ ضریب تراگسیل صدای جدا کننده مرکب
- R ، شاخص کاهش صدای جدا کننده مرکب به دسی بل

روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جدا کننده مرکب

- جدا کننده مرکبی به ابعاد 4.7 × 10 متر، شامل دیـوار بیست و دو سانتی آجری و یـک در بـه ابعـاد 2 × 1 و پنجره‌ای به ابعاد 1 × 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 یافتـه این جدا کننده مرکب بصورت زیر محاسبه می شود:

روش تعیین شاخص کاهش صدای یک جدا کننده مرکب

$(\tau_1 = 10^{-(0/1)\times 20}$	پنجره	متر مربع	$S_1=5\times 1=5$	پنجره
$(\tau_2 = 10^{-(0/1)\times 15}$	در	متر مربع	$S_2=1\times 2=2$	در
$(\tau_3 = 10^{-(0/1)\times 50}$	دیوار	متر مربع	$S_3=47-(2+5)=40$	دیوار
		متر مربع	$S=10\times 4/7=47$	جدا کننده

$$\tau = \frac{5\times 10^{-(0/1)\times 20} + 2\times 10^{-(0/1)\times 15} + 40\times 10^{-(0/1)\times 50}}{47} = 2/42\times 10^{-3}$$

$$R = 10\ \mathrm{Log}\ \frac{1}{2/42\times 10^{-3}} = 26\ \mathrm{dB}$$

ویرایش 6.1

مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده ها

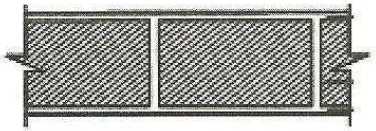
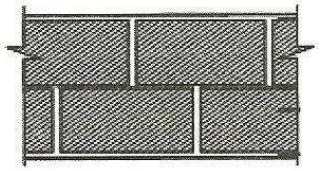
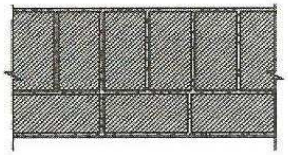
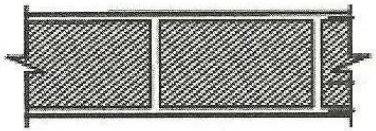
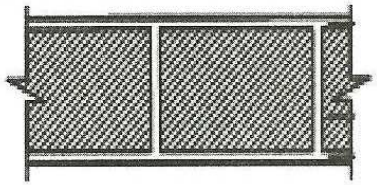
جهت انتخاب صحیح جداکننده‌ها در یک ساختمان ضروری است که طراح، مقادیر صدابندی جداکننده‌ها مانند دیوار، در، پنجره و شیشه را در مقابل صدای هوابرد (شاخص کاهش صدای وزن‌یافته، R_w یا STC) در اختیار داشته باشد. جداول ارائه شده در بندهای زیر می‌توانند طراح را در این جهت راهنمایی نمایند.

- دیوارها
- پنجره ها
- درها

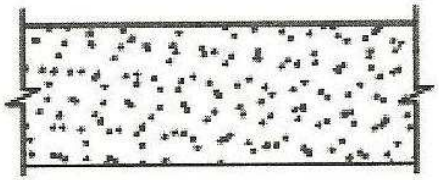
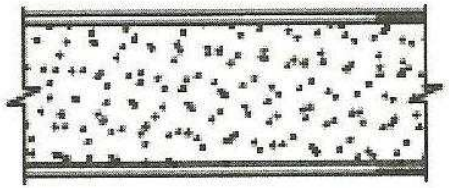
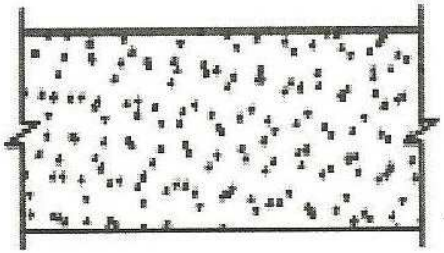
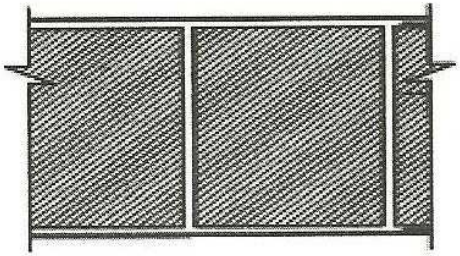
مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده ها

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

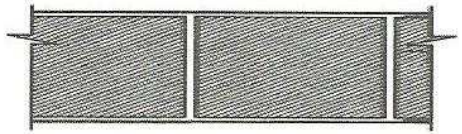
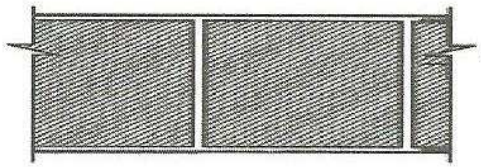
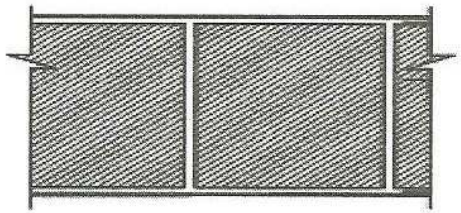
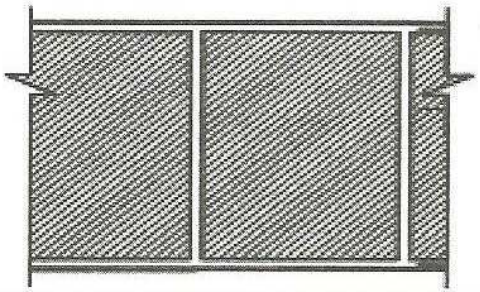
جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

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

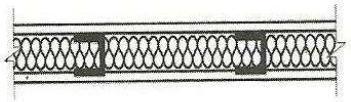
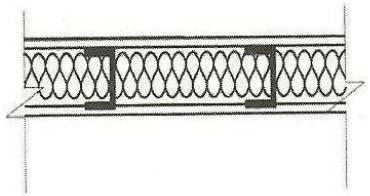
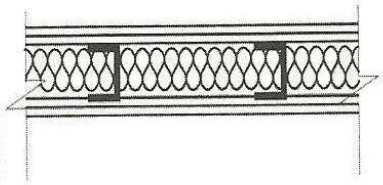
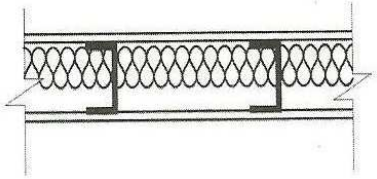
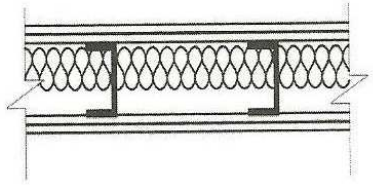
ادامه جدول پ-۳-۱: صدابندی هوابرد چند نمونه از دیوارها

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

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

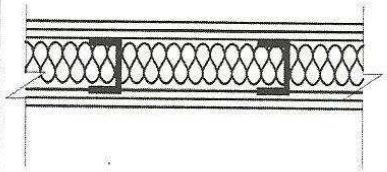
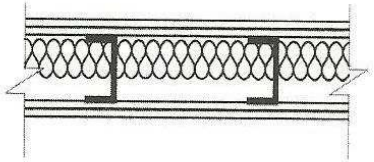
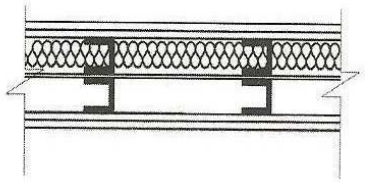
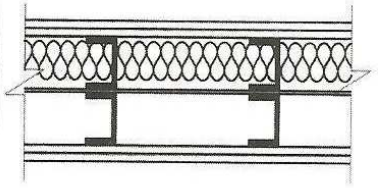
ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	STC یا R_w (dB)
دیوار با بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۱۲		۴۵
دیوار با بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر	۱۷		۴۵
دیوار با بلوک تو خالی از بتن سبک به‌ضخامت ۱۹ سانتیمتر، دو رو اندود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

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

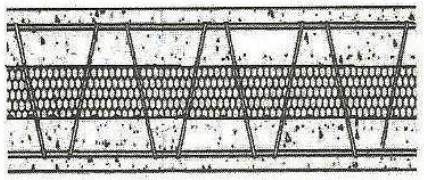
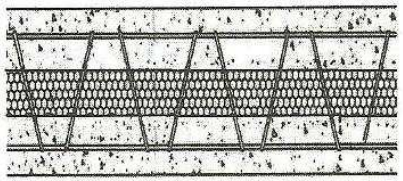
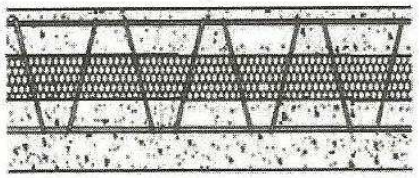
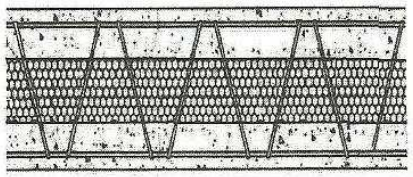
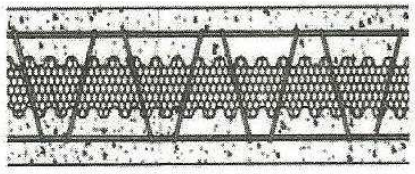
ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	STC یا R_w (dB)
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۷٫۵		۴۵
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط	۱۰		۴۵
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۱۰		۵۰
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط	۱۲٫۵		۴۷
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط	۱۲٫۵		۵۱

10/25/2023

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

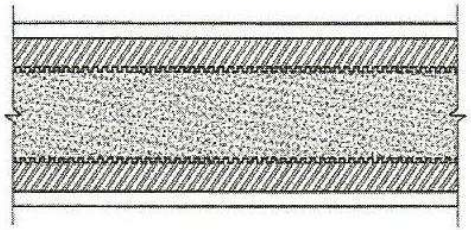
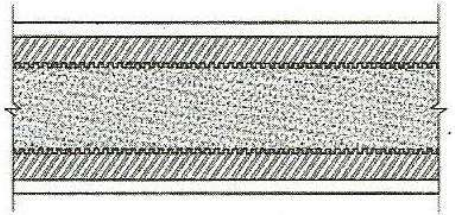
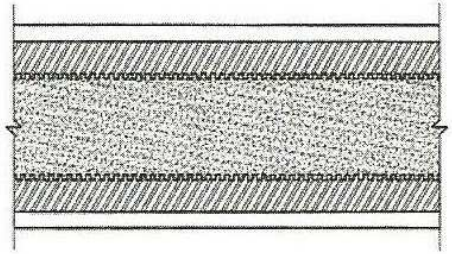
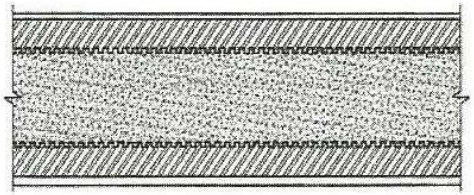
ساختار دیوار	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	STC یا R_w (dB)
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف - وادارهای ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر - الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط	۱۲٫۵		۵۲
دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall): - دو لایه تخته‌گچی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

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

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

10/25/2023

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

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

10/25/202

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

نوع شیشه	نوع لایه و ضخامت به میلیمتر			STC یا R_w (dB)
ساده	۴			۳۱
	۶			۳۲
	۱۰			۳۴
	۱۲			۳۶
لمینیت	لایه‌ها			
	شیشه	PVB	شیشه	
	۳	۰/۳۸	۳	۳۳
	۳	۰/۷۶	۳	۳۵
	۴	۰/۳۸	۴	۳۴
	۴	۰/۷۶	۴	۳۵
	۴	۰/۳۸	۶	۳۵
	۶	۰/۳۸	۶	۳۶

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

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

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

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

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

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

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

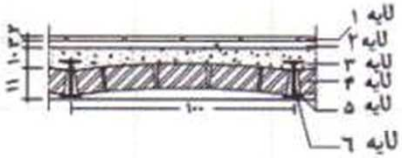
جدول ۸-۳-۶ مصالح و سیستمهای آکوستیکی مناسب و متداول در ساختمان

ردیف	محل کاربرد	نوع مصالح یا سیستم مناسب
۱	کفها	بلوکهای مجوف- سقفهای دوپوش- سیستمهای اُویخته (دو لایه)
۲	دیوارهای خارجی	بلوکهای بتنی- بلوکهای بتنی متخلخل- بلوکهای سفالی- دیوارهای دو لایه با فاصله هوایی- دیوارهای دو لایه با مواد سبک- در صورت لزوم ورقه‌های سربی
۳	دیوارهای جدا کننده	دیوارهای دو لایه متشکل از تخته گچی با فاصله هوایی یا پرشده از مواد سبک- قطعات گچی یک لایه یا دو لایه با فاصله هوایی یا پر شده از مواد سبک- بلوکهای سیمانی یا سفالی- در صورت لزوم ورقه‌های سربی
۴	درها و پنجره‌ها	دو شیشه‌ای یا سه شیشه‌ای با درزبندی مناسب- شیشه‌های حاوی املاح سربی- درها و پنجره‌های دوتایی یا فاصله هوایی
۵	کفپوشها و پوشش پلکان	کفپوشهای نساجی (شامل انواع نمد) و مواد پلیمری نرم فومدار
۶	سقف‌پوشها	مصالح آکوستیکی شامل: انواع صفحات و کاشیهای ساخته شده از فیبرهای سلولزی و معدنی،کاشیهای فلزی سوراخدار و اندودهای آکوستیکی و قطعات شکافدار یا سوراخدار
۷	دیوارپوشها	مصالح آکوستیکی، اندودهای آکوستیکی، دیوارپوشهای نساجی و قطعات شکافدار یا سوراخدار
۸	اتصالات	مواد نرم شامل: مواد لاستیکی، نئوپرن و مانند آنها، فنرها، بالشتکهای سربی یا مغز آزبست، قطعات ارتجاعی لوله‌کشیها

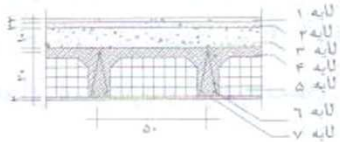
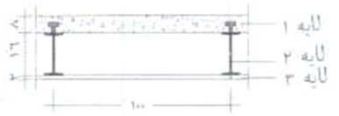
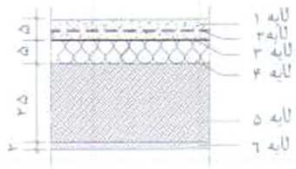
مقادیر صدابندی کوبه ای کف – سقف ها

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.

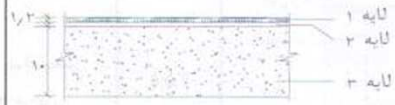
جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

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

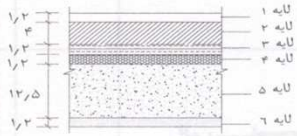
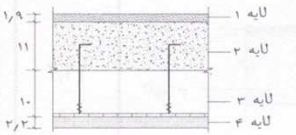
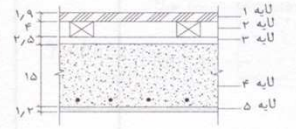
ادامه جدول پ-۴-۱ : صدابندی کوبه‌ای و هوابرد چند نمونه از کف - سقف‌ها

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

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

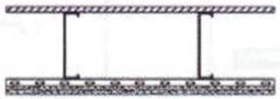
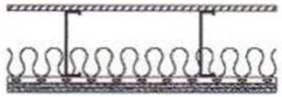
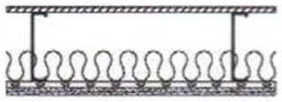
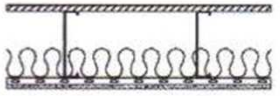
ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
دال بتنی مسلح (بدون کفپوش) رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان	۱۰		۸۵	۲۵	۴۴
دال بتنی مسلح با پوشش روی کف لایه ۱- کف پوش از وینیل به‌ضخامت ۰٫۳ سانتیمتر لایه ۲ – دال بتنی مسلح، رویه تراز شده با ملات رقیق ماسه و سیمان	۱۰٫۳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

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

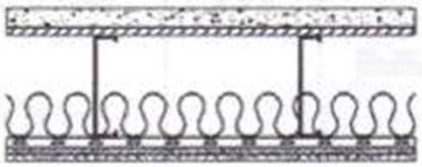
ساختار کف- سقف	ضخامت کلی (cm)	جزئیات اجرائی	L_{nw} (dB)	IIC (dB)	R_w یا STC (dB)
دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت ۰٫۳ سانتیمتر لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت ۱٫۹ سانتیمتر لایه ۳- دال بتنی مسلح به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر لایه ۴- گچ کاری طرف سقف به‌ضخامت ۰٫۹ سانتیمتر	۱۴٫۱		۶۲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

10/25/2023

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

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

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

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

ضریب جذب مواد

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

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

نوع جذب‌کننده	ضریب جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی					
	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
سطوح سخت						
بتن تراز شده، رنگ نشده	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۵
بتن تراز شده، رنگ شده	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
بتن زبر	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۷
آجری با بندکشی هم سطح	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۷
آجرکاری با بندکشی به عمق ۱۰ میلی‌متر	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۲۴
اندود گچی	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵
اندود گچی، رنگ شده	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
کاشی سرامیکی	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
شیشه ۴ میلیمتری	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۲
شیشه ۶ میلیمتری	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲
شیشه دوجداره	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲

پانل‌ها						
در چوبی توپر	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۰
صفحات گچی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی نوارهای چوبی، ۱۸ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰/۳۰	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
تخته چندلایی به‌ضخامت ۵ میلیمتر روی نوارهای چوبی، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰/۴۰	۰/۳۵	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۵
صفحات گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۱۰۰ میلیمتر فاصله هوایی	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳
صفحات گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۱۰۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰/۳۰	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵
دو لایه صفحه گچی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر روی قاب، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵
تخته‌های چوبی به‌ضخامت ۲۲ میلیمتر به پهنای ۱۰۰ میلیمتر و به فواصل ۱۰ میلیمتر از یکدیگر، ۵۰۰ میلیمتر فاصله هوایی با الیاف معدنی	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۶۰	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۱۰

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

نوع جذب‌کننده	ضریب جذب صدا در بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی					
	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
سقف کاذب						
تایل آکوستیکی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر، نصب مستقیماً روی سقف	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۷۰	۰/۸۵	۰/۷۰	۰/۶۰
تایل آکوستیکی به‌ضخامت ۱۳ میلیمتر به‌صورت سقف کاذب به فاصله ۵۰۰ میلیمتر از سقف	۰/۷۵	۰/۷۰	۰/۶۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۰
سقف کاذب گچی	۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
مواد الیافی						
الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی $33\ kg/m^3$	۰/۱۵	۰/۶۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۸۵
الیاف معدنی به‌ضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی $33\ kg/m^3$	۰/۳۰	۰/۸۵	۰/۹۵	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۸۵
الیاف معدنی به‌ضخامت ۱۰۰ میلیمتر با چگالی $33\ kg/m^3$	۰/۳۵	۰/۹۵	۱/۰۰	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۵
الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی $60\ kg/m^3$	۰/۱۱	۰/۶۰	۰/۹۶	۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۸۲
الیاف معدنی به‌ضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی $60\ kg/m^3$	۰/۳۴	۰/۹۵	۱/۰۰	۰/۸۲	۰/۸۷	۰/۸۶
الیاف معدنی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر، ۲۵ میلیمتر فاصله هوایی	۰/۱۰	۰/۴۰	۰/۷۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی	۰/۵۰	۰/۷۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۸۰
الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی $96\ kg/m^3$، در پشت صفحه فلزی سوراخ‌دار با ۲۵٪ سطح باز	۰/۲۰	۰/۳۵	۰/۶۵	۰/۸۵	۰/۹۰	۰/۸۰
اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر روی دیوار سخت	۰/۰۳	۰/۱۵	۰/۵۰	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۸۰
اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی دیوار سخت	۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۸۰	۰/۹۰
اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی تخته گچی به فاصله هوایی ۷۵ میلیمتر از دیوار	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۶۰	۰/۸۰	۰/۷۵	۰/۷۵

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

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

منابع فصل اول

- مبحث ۱۸ مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۶- عایق بندی صوتی و تنظیم صدا
- نشریه شماره ۵۵ سازمان برنامه و بودجه – مشخصات عمومی کارهای ساختمانی
- آکوستیک در معماری – ترجمه مهندس مسعود حسنی نشر یزدا سال ۹۰

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

Sound transmission loss (TL)	افت تراگسیل صدا
Frequency response	پاسخ بسامدی
Sound level meter	ترازسنج صدا
Equivalent continuous sound pressure level (L_{eq})	تراز صدای معادل
A-weighted equivalent sound pressure level (L_{AeqT})	تراز صدای معادل وزن‌یافته A
Sound intensity level (L_I)	تراز شدت صدا
Sound pressure level (L_P)	تراز فشار صدا
A-weighted sound pressure level (L_{PA})	تراز فشار صدای وزن‌یافته A
Normalized impact sound pressure level (L_n)	تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده
Weighted normalized impact sound pressure level (L_{nw})	تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن‌یافته
Transmission	تراگسیل (انتقال)
Airborne sound transmission	تراگسیل صدای هوابرد
Impact sound transmission	تراگسیل صدای کوبه‌ای
Simple Partition	جداکننده ساده
Multiple Partition	جداکننده مرکب
Sound Transmission Class (STC)	درجه تراگسیل صدا

Impact Insulation Class (IIC)	درجه صدابندی کوبه‌ای
Reverberation time (T)	زمان واخنش
Sound transmission index (STI)	شاخص تراگسیل گفتار
Sound reduction index (R)	شاخص کاهش صدا
Weighted sound reduction index (R_w)	شاخص کاهش صدای وزن‌یافته
A-weighting network	شبکه وزنی A
Sound	صدا
Sound insulation	صدابندی
Airborne sound	صدای هوابرد
Impact sound	صدای کوبه‌ای
Sound transmission coefficient	ضریب تراگسیل صدا
Sound absorption coefficient (α)	ضریب جذب صدا
Weighted sound absorption coefficient (α_w)	ضریب جذب صدای وزن‌یافته
Elastic medium	فراگیر کشسان
Frequency range	گستره بسامدی
Preferred Noise Criteria (PNC)	نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه
Noise	نوفه
Background noise	نوفه زمینه