دوره ارتقاء پایه مهندسین

# عایق بندی صوتی و سیستمهای اطفاء حریق

دکتر رامین قاسمی اصل



## سرفصل موضوعات


- فصل اول عایق بندی و تنظیم صدا
- فصل دوم سیستمهای اطفاء حریق
- پیوست

# فصل اول
# عایق بندی
# و تنظیم صدا

برو



## فهرست عناوین فصل اول


- 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 فصل اول


برو

## هدف

- تعیین حداکثر مقدار مجاز شاخص های اصلی مورد نیاز در طراحی آکوستیکی ساختمان در راستای فراهم آوردن صدارسانی مطلوب در ساحتمانها تا آسایش و شرایط مناسب شنیداری تامین شود.



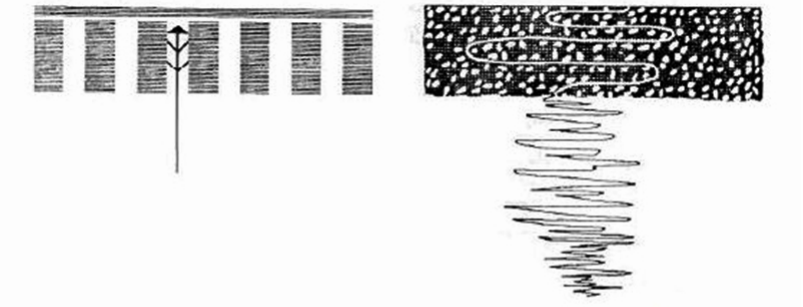
## حدود و دامنهٔ کار

- 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

- آکوستیک از ریشه یونانی به معنای شنیدن
- آکوستیکز یعنی دانش اصوات، در باره ایجـاد، پخـش، انتقال، کنترل و آثار صوت بحث می‌کند.
- مصالح آکوستیکی، مصالحی هـستند کـه بـه منظـور مقابله با 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.

- صدا موج مکانیکی طولی است که در گازها ، مایعـات و جامـدات منتشر می شود. گستره بسامدی امواج صوتی قابل شـنیدن 20 تا20000 هرتز است
- صدای هوابرد صدایی که محیط انتشار آن هواست.
- صدای کوبه ای صدایی که منشا تولید آن ضربه یا کوبـه اسـت. این صدا از نوع صدای پیکری بوده که محیط انتشار آن جامـدات مانند بتن ، فولاد ، چوب و یا ترکیبی از این مواد است.
- 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 می گردد. منشأ آن می‌تواند خارجی، مانند نوفه وسایل ترابری یا داخلـی مانند صدای ناشی از تأسیسات و یا همهمه افراد باشد.
- بسامد تعداد نوسانات چرخه‌ای و تکرار پذیر یک موج در ثانیه واحد آن هرتز نامیده می شود.

- بیشتر منابع صدا، به جز نعمه 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**



- 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 ئ ۲۰۰۰ هرتزمی باشد.

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



- شدت صدای یک منبع نقطه ای در فضای باز، با فاصله d، برابر با نیروی صوتی منبع تقسیم بر مساحت کره پیرامون طول موج در فاصله مورد نظر است:

$$I = \frac{W}{4pd^2}$$

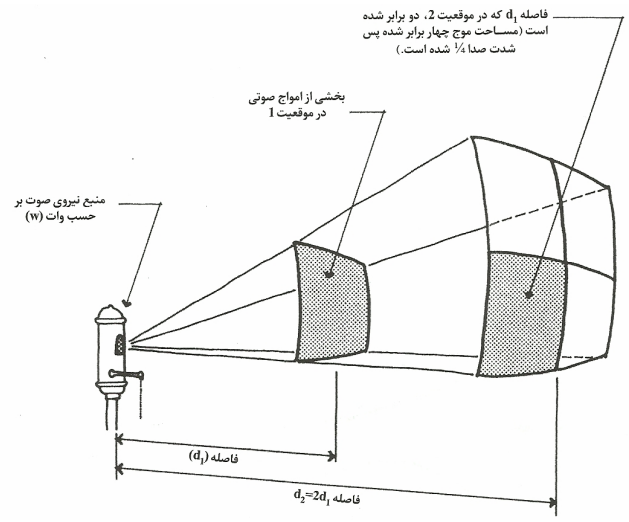
- (۱)
- I : شدت صدا به وات بر متر مربع
- Wنیروی صوت به وات
- d: فاصله از منبع صدا به متر

- قانون مجذور فاصله:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

- (۲)
- I: شدت صدا به وات بر متر مربع
- d: فاصله از منبع صدا به متر





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

$$dB = 10Log\frac{I_1}{I_2} \quad \text{یا} \quad dB = 20Log\frac{p_1}{p_2} \qquad (۳)$$

- $I_1$: 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.



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 | $۱۰^{-۴}$ |
| | 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) | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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 | $۱۰^{-۱۳} - ۱۰^{-۱۴}$ |
| | تأتر خالی | | |
| ۲۰ – ۳۰ | تالار کنفرانس (عادی) | خیلی ضعیف | $۱۰^{-۱۴} - ۱۰^{-۱۴}$ |
| | گفت و گوی آهسته | | |
| ۱۰ – ۲۰ | خش خش برگها | نجوا | $۱۰^{-۱۴} - ۱۰^{-۱۵}$ |
| | زمزمه | | |
| | اطاق عایق شده | | |
| | استانه شنوایی | سکوت | $۱۰^{-۱۶}$ |

* Hi - Fi = کیفیت خوب



- تراز شدت صدا به دسی بل
- (۴)

$$L_1 = 10\mathrm{Log}\frac{I}{I_0}$$

- $L_1$: 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.

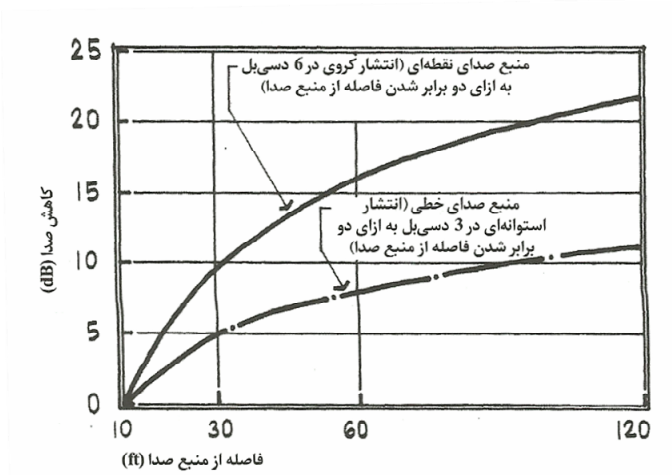
- تراز فشار صدا به دسی بل
- (۵)

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

- $L_p$: 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.



- 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.
- انرژی صوتی منابع خطی (واگن قطار) با دو برابر شدن فاصله 3dB ( انتشار به صورت استوانه) کاهش می یابد.



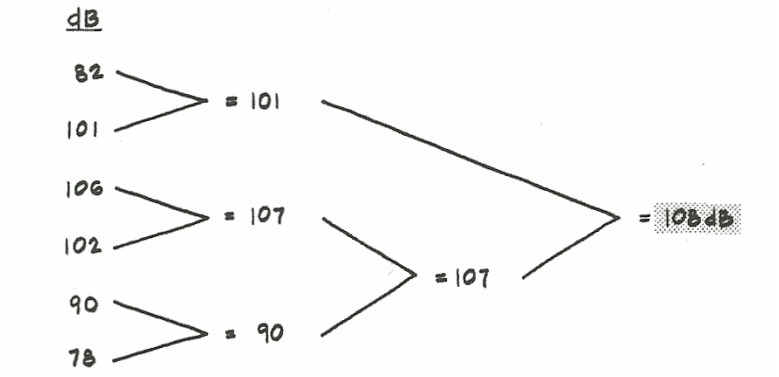



- جمع دسی بل با جدول زیر دو تا دو تا انجام می شود:

| 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 |

- اگر n دسی بل یکسان داشته باشیم مقدار 10log n را به مقدار اولیه دسی بل اضافه می کنیم.

ترکیب تراز صدای 82، 101، 106، 102، 90 و 78 دسی‌بل به طریق زیر عمل نمایید.





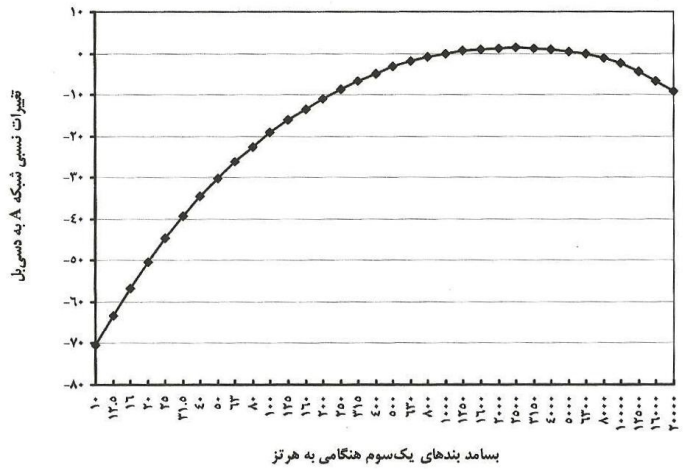

- شبکه وزنی A شبکه ای است که به طور تقریبی پاسخ بسامدی گوش انسان رابه وسیله یک مدار الکترونیکی در دستگاه ترازسنج صدا تقلیدکرده و بر روی صدای مورد اندازه گیری اعمال می کند.
- اغلب قادر به نشان دادن احساس انسانی نسبت به تراز نوفه به طور کامل نیستند. زیرا حس انسانی به نحو ساده و با میانگین گرفتن فرکانسها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

# مقادیر شبکه وزنی A بر حسب دسی بل

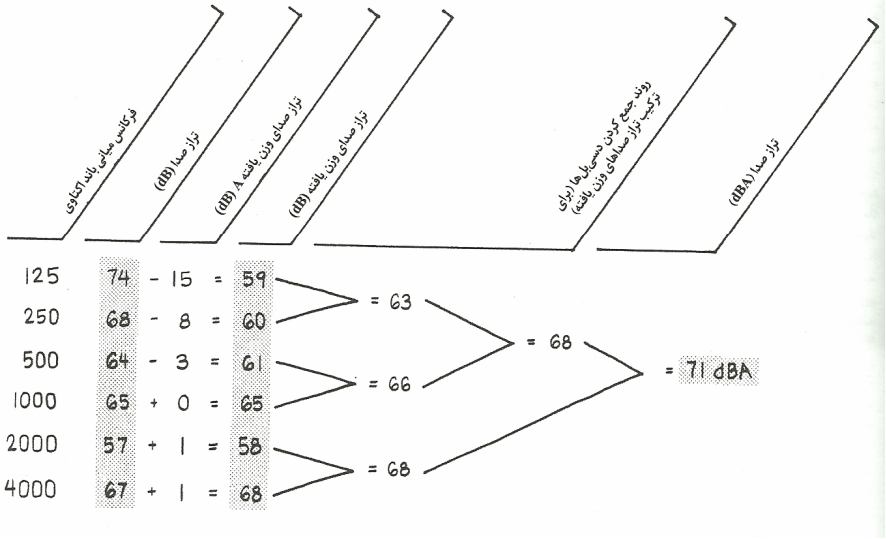
| بسامد به هرتز | تغییرات نسبی شبکه A به دسی‌بل | بسامد به هرتز | تغییرات نسبی شبکه A به دسی‌بل |
|---|---|---|---|
| ۱۰ | -۷۰/۴ | ۵۰۰ | -۳/۲ |
| ۱۲/۵ | -۶۳/۴ | ۶۳۰ | -۱/۹ |
| ۱۶ | -۵۶/۷ | ۸۰۰ | -۰/۸ |
| ۲۰ | -۵۰/۵ | ۱۰۰۰ | ۰ |
| ۲۵ | -۴۴/۷ | ۱۲۵۰ | ۰/۶ |
| ۳۱/۵ | -۳۹/۴ | ۱۶۰۰ | ۱/۰ |
| ۴۰ | -۳۴/۶ | 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 |



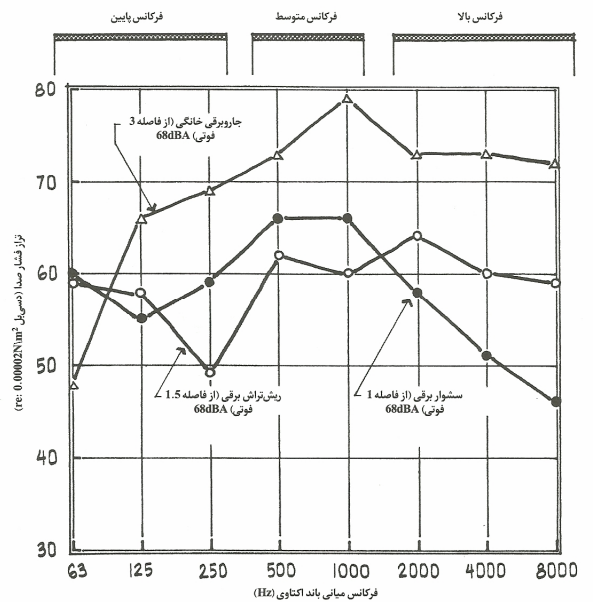
# تغییرات نسبی شبکه وزنی A در بسامدهای مختلف



نمونه‌ای از محاسبه تراز صدا بر حسب dBA در باند اکتاوی با فرکانس 125 تا 4000 هرتس به قرار زیر است.





| 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 |



- 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 Í ۱۰ $^{-5}$ به نیوتن بر متر مربع (پاسکال)
- تراز فشار صدا راحت تر از تراز شدت صدا بدست می آید

- 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.
- (۷) $$L_{eqT} = 10Log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2}dt\right]$$
- **p (t)**: فشار صدای لحظه‌ای بر حسب پاسکال
- $p_0$: فشار مؤثر صدای مبنا برابر است با $۲ \times ۱۰^{-5}$ پاسکال
- **T**: مدت زمان اندازه گیری تراز صدا بر حسب ثانیه



- 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:
- (8) $$L_{Aeq} = 10Log\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2}dt\right]$$
- $P_A(t)$: 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 $۲ \times ۱۰^{-5}$ به نیوتن بر متر مربع (پاسکال)
- **T**: مدت زمان اندازه گیری تراز صدا به ثانیه

- 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.



## 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.

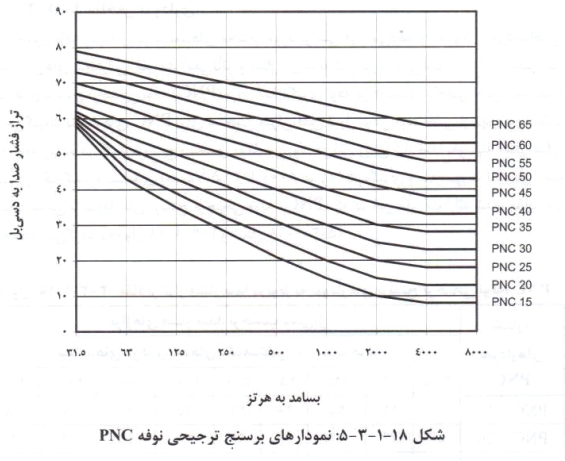
- نمودارهای فوق برای سنجش میزان قابل قبول بودن نوفه ناشی از تهویه و دیگر منابع نوبه زمینه در گستره وسیع بسامدی به کار می رود.
- در این روش تراز صدا به وسیله صافی های صوتی در یک گستره بسامدی اندازه گیری و به صورت نمودارررسم میشود. بر حسب نوع کاربری فضا با نمودار برسینج ترجیحی نوفه مقایسه شدهو درجه بندی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



# نمودارهای برسنج ترجیحی نوفه (PNC)

جدول ۱۸-۱-۲ : مقادیر تراز فشار صدا در بندهای یک هنگامی نمودارهایPNC

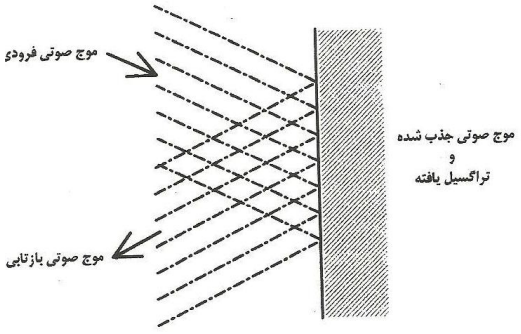
| شماره نمودارهای PNC | ترازهای فشار صدا در بند یک هنگامی ( dB) بسامد مرکزی بندهای یک هنگامی ( Hz ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۳۱/۵ | ۶۳ | ۱۲۵ | ۲۵۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰ | ۴۰۰۰ | ۸۰۰۰ |
| PNC-۱۵ | ۵۸ | ۴۳ | ۳۵ | ۲۸ | ۲۱ | ۱۵ | ۱۰ | ۸ | ۸ |
| PNC-۲۰ | ۵۹ | ۴۶ | ۳۹ | ۳۲ | ۲۶ | ۲۰ | ۱۵ | ۱۳ | ۱۳ |
| PNC -۲۵ | ۶۰ | ۴۹ | ۴۳ | ۳۷ | ۳۱ | ۲۵ | ۲۰ | ۱۸ | ۱۸ |
| PNC_۳۰ | ۶۱ | ۵۲ | ۴۶ | ۴۱ | ۳۵ | ۳۰ | ۲۵ | ۲۳ | ۲۳ |
| PNC -۳۵ | ۶۲ | ۵۵ | ۵۰ | ۴۵ | ۴۰ | ۳۵ | ۳۰ | ۲۸ | ۲۸ |
| PNC -۴۰ | ۶۴ | ۵۹ | ۵۴ | ۵۰ | ۴۵ | ۴۰ | ۳۶ | ۳۳ | ۳۳ |
| PNC-۴۵ | ۶۷ | ۶۳ | ۵۸ | ۵۴ | ۵۰ | ۴۵ | ۴۱ | ۳۸ | ۳۸ |
| PNC -۵۰ | ۷۰ | ۶۶ | ۶۲ | ۵۸ | ۵۴ | ۵۰ | ۴۶ | ۴۳ | ۴۳ |
| PNC -۵۵ | ۷۳ | ۷۰ | ۶۶ | ۶۲ | ۵۹ | ۵۵ | ۵۱ | ۴۸ | ۴۸ |
| PNC -۶۰ | ۷۶ | ۷۳ | ۶۹ | ۶۶ | ۶۳ | ۵۹ | ۵۶ | ۵۳ | ۵۳ |
| PNC -۶۵ | ۷۹ | ۷۶ | ۷۳ | ۷۰ | ۶۷ | ۶۴ | ۶۱ | ۵۸ | ۵۸ |




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



# • جذب صدا بر روی یک سطح

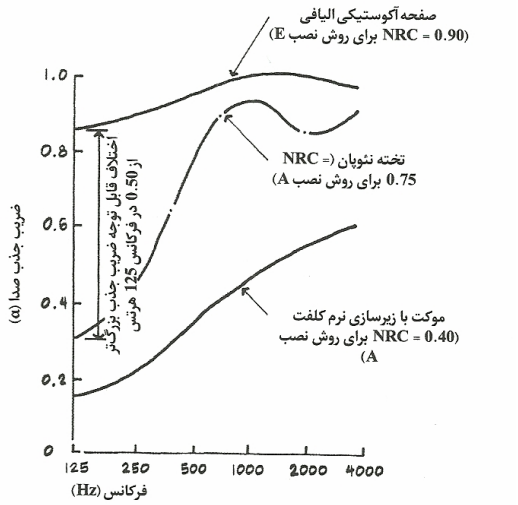



$I_i$

- **ضریب جذب صدا**
- (۹) $a = \frac{I_a}{I_i}$
- **α**: ضریب جذب سطح
- $I_i$: شدت موج فرود آمده به سطح به وات بر متر مربع.
- $I_a$: شدت موج جذب شده به وات بر متر مربع.
- **r** : ضریب بازتاب سطح $r = \frac{I_r}{I_i}$
- رابطه ضریب جذب و بازتاب **α = 1-r**



- **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) $NRC = \frac{a_{250} + a_{500} + a_{1000} + a_{2000}}{4}$
- **NRC : ضریب کاهش نوفه**
  - a: ضریب جذب صدا






| 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 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 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، ½8 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 ⅜ 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 |



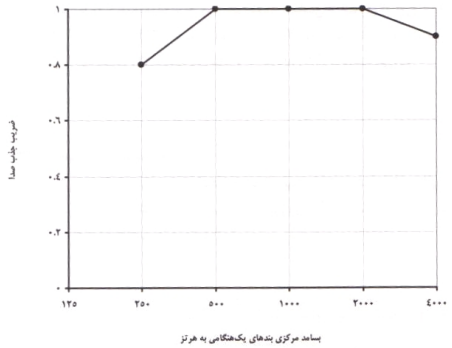
| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **کف‌ها[1]** | | | | | | | |
| **منعکس‌کننده‌های صدا:** | | | | | | | |
| 28. بتن یا موزاییک | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.00 |
| 29. لینولیوم، لاستیک یا آسفالت روی بتن | 0.02 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.2 | 0.05 |
| 30. مرمر یا سرامیک لعاب‌دار | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.00 |
| 31. چوب | 0.15 | 0.11 | 0.10 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.10 |
| 32. پارکت چوبی روی بتن | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.07 | 0.05 |
| **جاذب‌های صدا** | | | | | | | |
| 33. موکت، ضخیم، روی بتن | 0.02 | 0.06 | 0.14 | 0.37 | 0.60 | 0.65 | 0.30 |
| 34. موکت، ضخیم، روی فوم لاستیکی | 0.08 | 0.24 | 0.57 | 0.69 | 0.71 | 0.73 | 0.55 |
| 35. موکت، ضخیم، با پشت‌بند لاتکسی جداشونده روی فوم لاستیکی | 0.08 | 0.27 | 0.39 | 0.34 | 0.48 | 0.63 | 0.35 |
| 36. موکت فضای باز و فضای سرپوشیده | 0.01 | 0.05 | 0.10 | 0.20 | 0.45 | 0.65 | 0.20 |

- ضریب جذب صدای وزن یافته $a_w$ 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.



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

| 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، $\alpha_w$

- **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** $\bar{a} \le 0.2$

$$T = \frac{0.16V}{4mV + A}$$

- **(۱۲) معادله ایرینگ**

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

- **استاندارد ISO3389**



- **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
- $\bar{a}$ : ضریب جذب میانگین اتاق
- $L_n$ : لگاریتم در پایه **e**

- (13) سطح معادل چذب کننده ها $A=\sum_{i=1}^{n} a_i S_i$
- $\alpha_i$ ضریب جذب صوتی هر یک از سطوح موجود در اتاق
- S مساحت هر یک از سطوح موجود در اتاق

- (۱۴) ضریب جذب میانگین $\overline{a}=\frac{\sum_{i=1}^{n} a_i S_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i}$
- رابطه ساده شده سابین $T=\frac{0.163V}{A}$
- در سیستم متریک



- 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

V= 60 Í 35 Í 15 =31500 $ft^3$

سقف S = 60 Í 35 = 2100 $ft^2$

دیوارها S = 2 Í 35 Í 15 = 1050 $ft^2$

S = 2 Í 60 Í 15 = 1800 $ft^2$

کف S = 60 Í 35 = 2100 $ft^2$

$A_{\text{سقف}}$ = 2100 Í 0.04 = 84

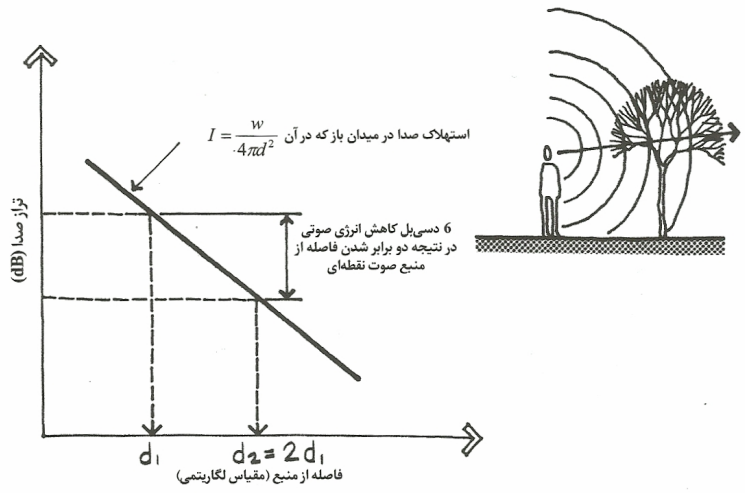
$A_{\text{دیوارها}}$ =2850 Í 0.30 = 855

$A_{\text{کف}}$ =2100 Í 0.10 = 210

Total A = 1149 Sabin

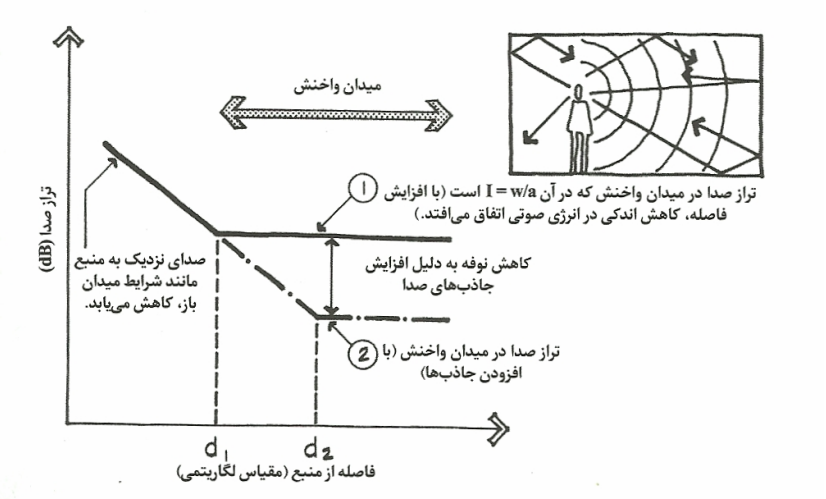
T = 0.163 Í 0.33 Í 31500 / 1149 = 1.37 Sec at 500 HZ





- 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.

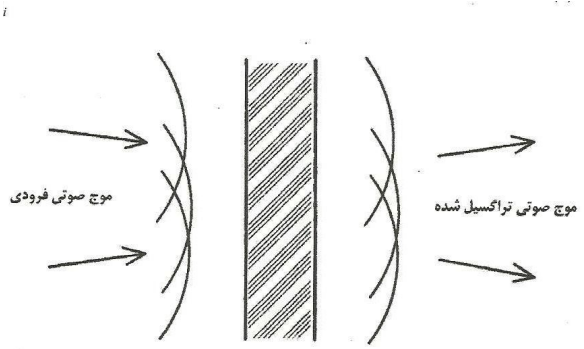




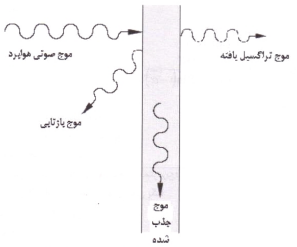
- لایه به ساختاری گفته می‌شود که چگالی حجمی آن در جهات مختلف یکسان باشد. مانند اندود گچ، قیرگونی،
- جدا کننده ساده مقطع، از یک یا چند لایه تشکیل شده است، لذا چگالی سطحی (وزن واحد سطح) آن در نقاط مختلف یکسان است. مانند در، پنجره، دیوار آجری با اندود گچ و خاک یا دیوار دو جداره آجری.
- جدا کننده مرکب سطح آن از چند جدا کننده ساده تشکیل شده باشد. مانند دیواری که در و پنجره دارد.



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



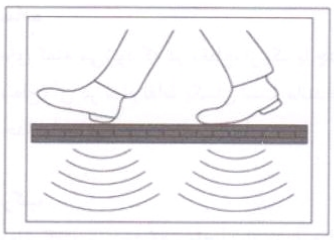
- هرگاه جداکننده‌ای به وسیله امـواج صـوتی هـوابرد بـه ارتعاش درآید، نحوه انتقال یافتن صدای اولیه بـه فـضای مورد نظر را تراگسیل هوابرد گویند.



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



- هر گاه جدا کننده‌ای به وسیله کوبه بـه ارتعـاش درآیـد نحوه انتقال یافتن صدای اولیه بـه فـضای مـورد نظـر را تراگسیل صدای کوبه ای گویند.


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

- ضریب تراگسیل صدا
- (۱۵)

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

- $\tau$ : ضریب تراگسیل جدا کننده
- $I_i$: شدت موج صوتی فرود آمده به سطح به وات بر متر مربع.
- $I_\tau$: شدت موج تراگسیل شده به وات بر متر مربع.



- شاخص تراگسیل گفتار STI کمیتی برای سنجش و تعیین وضوح گفتار در یک فضا بوده که به نوفه زمینه، زمان واخنش و فاصله شنونده ازمنبع صدا بستگی داشته و بر اساس استاندارد IEC60268-16 اندازه گیری میشود.

- شاخص کاهش صدای جدا کننده بر حسب دسی بل

$$R = 10\mathrm{Log}\left(\frac{W_1}{W_2}\right) = 10\mathrm{Log}\frac{1}{\tau} \qquad (16)$$ یا **TL**

- $W_1$ : توان صوتی فرود آمده به نمونه مورد آزمایش، به وات
- $W_2$ : توان صوتی تراگسیل شده از نمونه مورد آزمایش، به وات
- **R** یا **TL** : شاخص کاهش صدا یا افت تراگسیل، به دسی بل
- $\tau$ : ضریب تراگسیل جدا کننده
- استاندارد ملی 8568-3-4-5 روش آزمایش



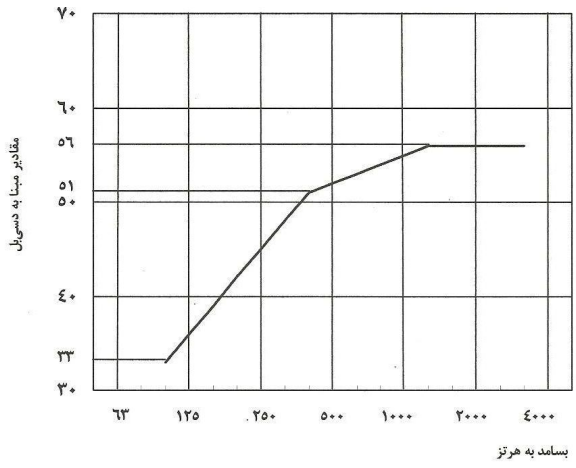
- شاخص کاهش صدای وزن یافته $R_W$کمیتی است تک عددی به دسی‌بل برای درجه بندی صدابندی جدا کننده در برابر صدای هوابرد بر اساس نتایج انداره گیری شاخص کاهش صدا بدست می اید.
- مقدار آن برابر با مقدار نمودار مبنا در بسامد ۵۰۰ هرتز، پس از لغزاندن براساس استاندارد ملی 8834-1 بدست می آید.
- شاخص درجه تراگسیل (STC)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

# 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 | |



# مقادیر مبنا برای صدای هوابرد



- 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 ¾ 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 |



- 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 $۲ \times ۱۰^{-5}$ به پاسکال

- **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.

$$L_n = L_i + 10Log\left(\frac{A}{A_0}\right) \quad (18)$$

- $L_i$: تراز فشار صدای کوبه‌ای میانگین در اتاق، به دسی بل.
- $A$: سطح جذب معادل اندازه گیری در اتاق دریافت، به متر مربع.
- $A_0$: سطح معادل مبنا برابر با ده متر مربع
- استاندارد ملی 8-7-6-8568 مبنای روش آزمایش



- **تراز فشار صدای کوبه‌ای معمول شده وزن یافته** $L_{NW}$ کمیتی است تک عددی به دسی‌بل برای درجه بندی صدابندی سقف در برابر صدای کوبه ای که بر اساس نتایج اندازه گیری های تراز صدای کوبه‌ای معمول شده در بسامد یک سوم هنگامی بدست می آید.
- با مقایسه نمودار مبنا برای صدای کوبه‌ای از سقف در بسامد ۵۰۰ هرتز به روش استاندارد ملی 2-8834 با روش لغزاندن کمیت فوق مشخص می شود.

- هرچه میزان صدای تراگسیل شده کمتر باشد صـدابندی بهتری حاصل می شود.
- کاهش $L_{nw}$ بیانگر افزایش صـدابندی در برابـر صـدای کوبه ای است.
- شاخص درجه بندی صدای کوبـه ای (IIC) بـا اسـتاندارد ASTM E989 نیز برای بیان صدابندی سـقف در برابـر صدای کوبه ای بکار میرود:
- $$IIC = 110 - L_{nw} \quad (۱۹)$$



## 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 | |

- **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.



## 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


برو

# مقررات عمومی
# منطقه بندی شهر از نظر تراز نوفه

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



- 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

- 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.

- شاخص های صدا بندی دارای چهار عامل شامل $L_{Aeq}$برای نوفه زمینه، $R_W$برای تراکسیل 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



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

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

| نوع فضا | حداکثر تراز معادل صدا، $L_{Aeq\ (30)}$ 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 |



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**

# 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



جدول ۱۸-۲-۳-۲: زمان واخنش بهینه در فضاهای داخلی هتل‌ها[1]

| 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 |



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[1]

| 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[2] | | |
| راهروها | ۴۵ | ۴۰ |
| کارگاه‌های سنگین[3] | ۵۰ | ۴۵ |

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



- 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

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 |

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 $L_{Aeq\ (30)}$ 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[1] | ۵۰ | ۴۵ |

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

- **فضای بسته عمـومی ماننـد پـذیرش، ورودی،راه پلـه 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 تراکسیل 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 |

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

- **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 |

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 |



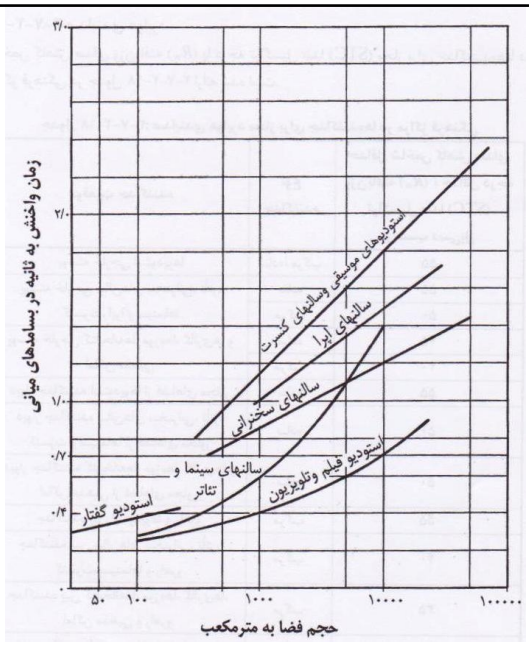
# مراکز فرهنگی زیر مجموعه تصرف تجمعی

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

| نوع فضا | حداکثر تراز نوفه زمینه معادل، $L_{Aeq\ (30)}$ 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 شاخص PNC در استودیوها،سالن های سخنرانی، کنسرت، اپرا، تئاتر،سینماها،کتابخانه ها اجباری و در فضاهای دیگر توصیه است.






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 |

- شاخص وضوح گفتارُSTI، در سالن های سخنرانی،کنـــسرت،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

- **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 |



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 |

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 500 ، 1000، 2000 هرتز برای مراکز ترابری 1.5ثانیه تعیین میگردد.

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 |



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 |

# فضاهایمشترک 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[1] | 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 / حداقل درجه تراگسیل صدا ($R_w$) (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 |

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.

$$TL = R = 10\,Log\frac{1}{t} \quad \Rightarrow \quad t = 10^{-(0.1)R} \qquad \text{(پ ۱-۱)}$$

- **R**: شاخص کاهش صدای جدا کننده، به دسی بل
- $\tau$ : ضریب تراگسل جدا کننده

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

$$\bar{\tau} = \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \ldots + \tau_n S_n}{S_1 + S_2 + \ldots + S_n}$$ (پ ۱-۲)

- $t$ ، ضریب تراگسیل جدا کننده مرکب
- $t_1$ ، $t_2$ ، ... ، $t_n$ ضریب تراگسیل هر یک از جدا کننده های ساده تشکیل دهنده جدا کننده مرکب.
- $S_1$ ، $S_2$ ، ... ، $S_n$ سطح هر یک از جدا کننده های ساده تشکیل دهنده جدا کننده مرکب، به متر مربع.



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

$$\bar{R} = 10 Log \frac{1}{\bar{t}}$$ (پ ۱-۳)

- $\bar{\tau}$ ؛ ضریب تراگسیل صدای جدا کننده مرکب
- **R** ، شاخص کاهش صدای جدا کننده مرکب به دسی بل

- جدا کننده مرکبی به ابعاد 4.7 Í 10 متر، شامل دیوار بیست و دو سانتی آجری و یک در به ابعاد 2 Í 1 و پنجره‌ای به ابعاد 1 Í 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 جدا کننده مرکب بصورت زیر محاسبه می شود:



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $(\tau_1 = 10^{-(0/1)\times 20}$ | پنجره | متر مربع | $S_1=5\times1=5$ | پنجره |
| $(\tau_2 = 10^{-(0/1)\times 15}$ | در | متر مربع | $S_2=1\times2=2$ | در |
| $(\tau_3 = 10^{-(0/1)\times 50}$ | دیوار | متر مربع | $S_3=47-(2+5)=40$ | دیوار |
| | | متر مربع | $S=10\times4/7=47$ | جدا کننده |

$$\tau = \frac{5\times10^{-(0/1)\times20} + 2\times10^{-(0/1)\times15} + 40\times10^{-(0/1)\times50}}{47} = 2/42\times10^{-3}$$

$$R = 10\ \mathrm{Log}\ \frac{1}{2/42\times10^{-3}} = 26\ \mathrm{dB}$$

## مقادیر صدابندی هوابرد جداکننده ها

جهت انتخاب صحیح جداکننـده‌هـا در یـک سـاختمان ضـروری اسـت کـه طـراح، مقـادیر صـدابندی 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 ایـن جهـت راهنمایی نمایند.

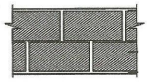
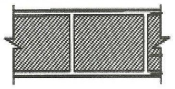
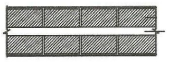
- **دیوارها**
- **پنجره ها**
- **درها**



## دیوارها

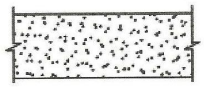
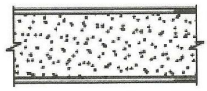
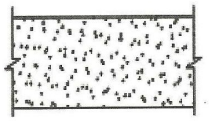
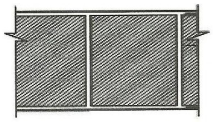
مقادیر شاخص کاهش صدای وزن‌یافته تعدادی از دیوارهای ساخته شده با آجر فشاری یا سفالی، بتنـی، بلوک‌های بتن سبک و هم‌چنین دیوارهـای سـاخته شـده بـا صـفحات روکـش‌دار گچـی (drywall)، ساندویچ پانل 3D و قالب عایق ماندگار بتنی (ICF) برگرفته از منـابع گونـاگون داخلـی و خـارجی، در جدول پ-۳-۱ ارائه شده است.

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

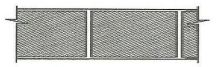
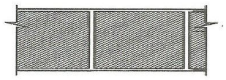
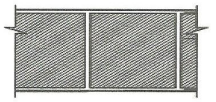
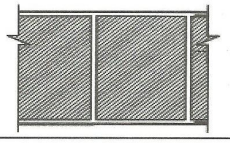
| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار آجر فشاری ۱۱ سانتیمتری، دو رو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به‌ضخامت ۲ سانتیمتر | ۱۵ | | ۴۷ |
| دیوار آجر فشاری ۲۲ سانتیمتری، دورو اندود با گچ و خاک و گچ پرداختی، به‌ضخامت ۲ سانتیمتر | ۲۶ |  | ۵۲ |
| دیوار 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 با ۵ سانتیمتر فاصله هوایی، دو رو اندود به‌ضخامت ۱/۵ سانتیمتر | ۳۰ |  | ۵۴ |



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

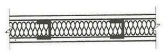
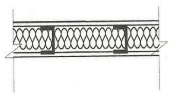
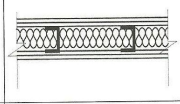
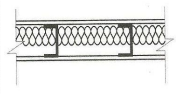
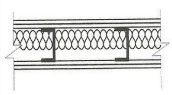
| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار بتنی به‌ضخامت ۷/۵ سانتیمتر | ۷٫۵ |  | ۴۷ |
| دیوار بتنی به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر دو رو اندود با گچ ضخامت ۱/۲۵ سانتیمتر | ۱۷٫۵ |  | ۵۳ |
| دیوار بتنی به‌ضخامت ۲۰ سانتیمتر | ۲۰ |  | ۵۸ |
| دیوار با بلوک‌های توپر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

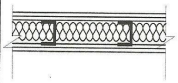
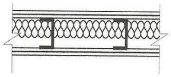
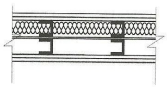
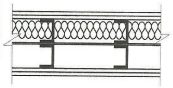
| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار با بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر | ۱۲ |  | ۴۵ |
| دیوار با بلوک بتن سبک به‌ضخامت ۱۵ سانتیمتر، دو رو اندود با گچ به‌ضخامت ۱ سانتیمتر | ۱۷ |  | ۴۵ |
| دیوار با بلوک 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

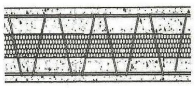
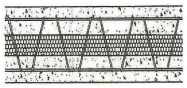
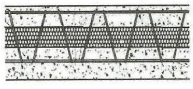
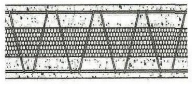
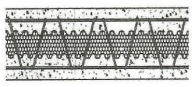
| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- یک لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۷٫۵ |  | ۴۵ |
| دیوار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

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

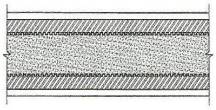
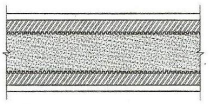
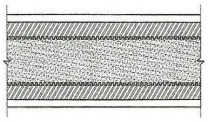
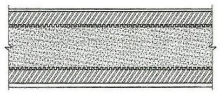
| ساختار دیوار | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | STC یا $R_w$ (dB) |
|---|---|---|---|
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۷۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط | ۱۲٫۵ |  | ۵۲ |
| دیوار با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۱۰ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۱۵ |  | ۵۳ |
| دیوار دوبل با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۱۵۵ |  | ۶۱ |
| دیوار دوبل با صفحات روکش‌دار گچی (drywall):<br>- دو لایه تخته‌گچی به‌ضخامت ۱٫۲۵ سانتیمتر در هر طرف<br>- وادارهای ۷٫۵ سانتیمتری در فواصل ۶۲٫۵ سانتیمتر<br>- الیاف معدنی به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط | ۲۰۵ |  | ۶۳ |



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 ساندویچ پانل 3D:<br>- پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط<br>- بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در دو طرف | ۱۲ |  | ۴۶ |
| دیوار با ساندویچ پانل 3D:<br>- پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط<br>- بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۵٫۵ سانتیمتر در دو طرف | ۱۵ |  | ۴۷ |
| دیوار با ساندویچ پانل 3D:<br>- پلی‌استایرن به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در وسط<br>- بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۴ سانتیمتر در یک طرف<br>- بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۷ سانتیمتر در طرف دیگر | ۱۵ |  | ۴۸ |
| دیوار با ساندویچ پانل 3D:<br>- پلی‌استایرن به‌ضخامت ۶ سانتیمتر در وسط -بتن با رویه لیسه‌ای به ضخامت ۴ سانتیمتر در دو طرف | ۱۴ |  | ۴۳ |
| دیوار با ساندویچ پانل 3D:<br>- پلی‌استایرن به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر در وسط - بتن با رویه لیسه‌ای به‌ضخامت ۵ سانتیمتر در دو طرف | ۲۰ |  | ۴۵ |

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 |





**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 | STC یا $R_w$ (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+ ۶+۱۹ میلیمتر) درزبندی شده | ۳۸ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۹ لمینیت+ ۶+۱۹ میلیمتر) درزبندی شده | ۳۹ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۵+ ۱۳+ ۹ میلیمتر) هر دو شیشه لمینیت، درزبندی شده | ۴۰ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۶+۶۴+۵ میلیمتر) درزبندی شده | ۴۳ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۱۳+۶۴+۹ میلیمتر) درزبندی شده | ۴۶ |
| پنجره با شیشه دوجداره (۶+۱۰۰+۹ میلیمتر) درزبندی شده | ۵۱ |

**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 آویخته (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 با 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

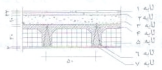
مقادیر صدابندی کوبه‌ای تعدادی از کف – سقف‌های متداول برگرفته از منابع گوناگون داخلی و خارجی، برای راهنمایی در جدول پ-۴ ارائه شده است. لازم به‌ذکر است که سقف‌های سازه‌ای با کف‌سازی سخت (سنگ، موزائیک و مشابه آن‌ها) از نظر صدابندی کوبه‌ای مناسب نیستند. به‌منظور افزایش صدابندی سقف‌ها در برابر صدای کوبه‌ای، 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<br>لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت<br>۲ سانتیمتر<br>لایه ۲- ملات ماسه و سیمان<br>به‌ضخامت ۳ سانتیمتر<br>لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت<br>۱۰ سانتیمتر<br>لایه ۴- آجرکاری با ملات گچ و خاک<br>به‌ضخامت ۱۱ سانتیمتر<br>لایه ۵- تیرآهن ۱۴ با فاصله<br>۱۰۰ سانتیمتر<br>لایه ۶- اندود گچ پرداختی<br>۱٫۲ سانتیمتر | ۲۷٫۲ | | ۶۸ | ۴۲ | ۴۶ |

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

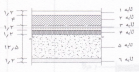
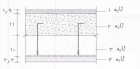
| ساختار کف- سقف | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | $L_{nw}$ (dB) | IIC (dB) | $R_w$ یا STC (dB) |
|---|---|---|---|---|---|
| سقف تیرچه بلوک سفالی<br>لایه ۱- موزائیک به‌ضخامت<br>۲ سانتیمتر<br>لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت<br>۳ سانتیمتر<br>لایه ۳- پوکه معدنی به‌ضخامت<br>۱۰ سانتیمتر<br>لایه ۴- بتن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



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

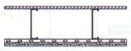
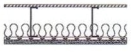
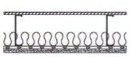
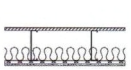
| ساختار کف- سقف | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | $L_{nw}$ (dB) | IIC (dB) | $R_w$ یا STC (dB) |
|---|---|---|---|---|---|
| دال بتنی مسلح (بدون<br>کفپوش)<br>رویه تراز شده با ملات رقیق<br>ماسه و سیمان | ۱۰ | | ۸۵ | ۲۵ | ۴۴ |
| دال بتنی مسلح با پوشش<br>روی کف<br>لایه ۱- کف پوش از وینیل<br>به‌ضخامت ۰.۳ سانتیمتر<br>لایه ۲ – دال بتنی مسلح،<br>رویه تراز شده با ملات رقیق<br>ماسه و سیمان | ۱۰.۳ | | ۸۱ | ۲۹ | ۴۴ |
| دال بتنی مسلح با پوشش<br>روی کف<br>لایه۱- موکت ۱ سانتیمتری<br>با قوم لاستیکی<br>لایه۲- دال بتنی مسلح<br>به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر | ۱۱ | | ۳۰ | ۸۰ | ۵۲ |
| دال بتنی مسلح<br>لایه۱- پارکت به ابعاد ۲۲.۵<br>× ۲۲.۵ × ۱.۲ سانتیمتر<br>لایه۲- ماستیک روی بتن<br>لایه۳- دال بتنی مسلح به<br>ضخامت ۱۰ سانتیمتر | ۱۱.۲ | | ۶۹ | ۴۱ | ۴۴ |
| دال بتنی مسلح با پوشش<br>بتنی روی کف<br>لایه ۱- چوب پنبه<br>به‌ضخامت ۰.۳ سانتیمتر<br>روی کف<br>لایه ۲- دال بتنی مسلح<br>به‌ضخامت ۱۰ سانتیمتر | ۱۰.۳ | | ۶۸ | ۴۲ | ۴۴ |

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

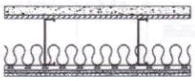
| ساختار کف - سقف | ضخامت کلی (cm) | جزئیات اجرائی | $L_{nw}$ (dB) | IIC (dB) | یا $R_w$ STC (dB) |
|---|---|---|---|---|---|
| دال بتنی مسلح با پوشش بتنی روی کف<br>لایه ۱- پوشش لینولئوم به‌ضخامت<br>۰٫۳ سانتیمتر<br>لایه ۲- ملات ماسه سیمان به‌ضخامت<br>۱٫۹ سانتیمتر<br>لایه ۳- دال بتنی مسلح به‌ضخامت<br>۱۱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



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

ادامه جدول پ-۴-۱ : صداپندی 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 یا 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 |



# ادامه

| 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 ۳۳ $kg/m^3$ | ۰/۱۵ | ۰/۶۰ | ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی ۲۲ $kg/m^3$ | ۰/۳۰ | ۰/۸۵ | ۰/۹۵ | ۰/۸۵ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۱۰۰ میلیمتر با چگالی ۳۳ $kg/m^3$ | ۰/۳۵ | ۰/۹۵ | ۱/۰۰ | ۰/۹۲ | ۰/۹۰ | ۰/۸۵ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی ۶۰ $kg/m^3$ | ۰/۱۱ | ۰/۶۰ | ۰/۹۶ | ۰/۹۴ | ۰/۹۲ | ۰/۸۲ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۷۵ میلیمتر با چگالی ۶۰ $kg/m^3$ | ۰/۳۴ | ۰/۹۵ | ۱/۰۰ | ۰/۸۲ | ۰/۸۷ | ۰/۸۶ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر، ۲۵ میلیمتر فاصله هوایی | ۰/۱۰ | ۰/۴۰ | ۰/۷۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ | ۱/۰۰ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر، ۵۰ میلیمتر فاصله هوایی | ۰/۵۰ | ۰/۷۰ | ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۰/۹۰ | ۰/۸۰ |
| الیاف معدنی به‌ضخامت ۵۰ میلیمتر با چگالی ۹۶ $kg/m^3$، در پشت صفحه فلزی سوراخ‌دار با ۲۵٪ سطح باز | ۰/۲۰ | ۰/۳۵ | ۰/۶۵ | ۰/۸۵ | ۰/۹۰ | ۰/۸۰ |
| اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۲۵ میلیمتر روی دیوار سخت | ۰/۰۳ | ۰/۱۵ | ۰/۵۰ | ۰/۸۰ | ۰/۸۵ | ۰/۸۰ |
| اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی دیوار سخت | ۰/۰۲ | ۰/۰۸ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۸۰ | ۰/۹۰ |
| اندود آکوستیکی به‌ضخامت ۹ میلیمتر روی تخته گچی به فاصله هوایی ۷۵ میلیمتر از دیوار | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۰/۶۰ | ۰/۸۰ | ۰/۷۵ | ۰/۷۵ |



11/1

**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 |



11/13/2017

دکتر رامین قاسمی اصل
ویرایش 5.1

## 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

# فصل دوم
# سیستمهای اطفاء حریق

برو

- شناخت عوامل بوجود آورنده آتش
- عملکرد آتش در یک فضای محدود
- کنترل حرارت و تحمل انسان در مقابل گرما
- دسته بندی انواع حریق
- روش های عمومی اطفاء حریق
- مواد خاموش کننده آتش
- تجهیزات خاموش کننده
- منابع فصل سوم


برو



## شناخت عوامل بوجود آورنده آتش

- آتش از ترکیب سریع اکسیژن با اجسام ، مایعات و گازهای سوختنی در درجه حرارتی خاص که درجه اشتعال نامیده میشود بوجود می آید .
- پس از اشتعال ، عمل سوختن یا احتراق ( که خود تولید حرارت می کند ) ادامه می یابد تا جسم تماماً سوخته شود ، به بیان دیگر میتوان گفت که اجسام و مایعات در اثر حرارت به گاز تبدیل شده و گازهای گداخته در اثر ترکیب با اکسیژن تولید شعله میکنند.

- میتوان با راه های زیر از ادامه آتش سوزی جلوگیری کرد.
  - کنترل اکسیژن
  - کنترل مواد سوختنی
  - کنترل حرارت
  - کنترل واکنش های زنجیره ای



- کنترل اکسیژن
- اگر گاز غیرفعالی جایگزین اکسیژن شود و یا اگر بین اکسیژن و آتش مانعی ایجاد شود ، آتش از بین خواهد رفت ، به کار بردن برخی گازهای خاموش کننده ( مانند گاز دی اکسید کربن ) و بعضی مواد شیمیائی مانند کف بر اساس این روش متداول شده است .

- کنترل مواد سوختنی
- با نظارت بر مشخصات مواد سوختنی ، مثلاً جداسازی یا دور کردن از هم و در درجه حرارت پایین نگاه داشتن مواد و در صورت لزوم انتقال آنها میتوان از ادامه آتش سوزی جلوگیری کرد .
- نحوه استفاده از مواد سوختنی در ساختمان ، خیس کردن مواد سوختنی به کمک آب (قبل از اشتعال) و تغییر دادن مشخصات فیزیکی اجسام فیزیکی از جمله روش های معمولمی باشد .



- کنترل حرارت
- به کمک آب میتوان آتش را سرد نمود و از به وجود آمدن گازهای قابل اشتعال جلوگیری کرد .

## عملکرد آتش در یک فضای محدود

- آتش در اثر عمل انتقال حرارت معمولاً با حرکتی قائم به طرف بالا رانده میشود و با رسیدن به سقف ساختمان به صورت افقی توسعه می یابد .
- آتش ضمن تولید حرارت و دود ، مقدار زیادی گاز نیز آزاد می کند . اگر دود و گازها محبوس باشند به شکل قارچ مانندی تمام فضای اتاق را پر میکنند .
- درجه حرارت برروی ساقه قارچ و نزدیک به شعله ها به سرعت زیاد میشود و از ۶۵۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد افزایش می یابد .



- در بقیه قسمتها افزایش حرارت تدریجی است و ممکن است تا مدت کوتاهی افراد را تهدید نکند، اما اگر عمل تخلیه گاز انجام نگیرد ، احتمالاً اشخاص ساکن در اتاق به دلیل مسمومیت ناشی از گاز ، موفق به فرار نخواهند شد. باید توجه داشت که بیشترین تلفات جانی حریق همیشه به سبب وجود دود و گازهای سمی اتفاق می افتد .

- قسمت بالایی دیوارها ،سقف و همچنین گازهایی که به شکل قارچ تمام قسمت زیر سقف را پر کرده اند ، همگی به سرعت داغ شده ، تولید انرژی تشعشعی کرده و مواد مشتعل نشده در پایین و روی کف را سریعاً گرم میکنند .
- هر قدر فاصله سقف با آتش کمتر باشد مقدار انرژی تشعشعی تولید شده بیشتر خواهد بود . اگر در نازک کاری سقف و دیوارها ، مصالح و مواد سوختنی بکار رفته باشد مراحلی که گفته شد با سرعت و شدت بیشتری طی خواهد شد.

## کنترل حرارت و تحمل انسان در مقابل گرما

- اشخاص ساکن در بنا فقط مدت کوتاهی می توانند حرارت حاصل از حریق را تحمل کنند . وجود آب در هوا تحمل حرارت را سخت تر میکند .
- وقتی درجه حرارت محیط به ۱۵۰ درجه سانتیگراد میرسد ( مثلاً در فاصله سه متری از شعله ) تحمل آن فقط برای مدتی کمتر از پنج دقیقه آن هم در هوای خشک امکان پذیر است .
- هرچه رطوبت بیشتر باشد به همان نسبت مقدار تحمل انسان نیز کمتر است .

## دسته بندی انواع حریق

- برای سهولت در پیشگیری و کنترل آتش سوزی، حریق ها را برحسب ماهیت مواد سوختنی تقسیم بندی می کنند
- در امریکا و ژاپن توسط مراجع رسمی حریق در چهار دسته A,B,C,Dدر اروپا و استرالیا به پنج دسته A,B,C,D,Eتقسیم بندی شده است (ISOP).
- دسته Aدر همه تقسیم بندی ها مواد جامدی است که خاکستر به جا می گذارد. دسته Bمواد نفتی و مایعات قابل اشتعال است.دسته Dشامل فلزات قابل اشتعال می باشد .



- آتش دسته A
- این نوع آتش سوزی از سوختن مواد معمولی قابل احتراق، عموماً جامد و دارای ترکیبات آلی طبیعی یا مصنوعی حاصل می شود.
- این منابع کاغذ، پارچه، چوب، پلاستیک و امثال آن است که پس از سوختن از خود خاکستر به جا می گذارند.
- خاموش کننده هایی که برای کنترل آن به کار می روند علامتی مثلث شکل و سبز رنگ با نشان Aدارند.
- مبنای اطفاء آن ها بر اساس خنک کردن است .

- آتش دسته B
- این آتش در اثر سوختن مایعات قابل اشتعال یا جامداتی که به راحتی قابلیت مایع شدن دارند،پدید می آید.
- برخی از این مواد حلال در آب نیز باشند (مانند الکل، استون)، لذا استفاده از آب برای اطفاء ا توصیه نمی شود.
- خاموش کننده های این دسته دارای برچسب مربع قرمز رنگ با علامت Bهستند .
- اطفاء این حریق عموماً مبتنی بر خفه کردن حریق است.



- آتش دسته C (ادغام شده با B)
- این دسته شامل آتش سوزی ناشی از گازها و مایعات یا مخلوطی از آ نها است که به راحتی قابلیت تبدیل به گاز را دارند .مانند گاز مایع وگاز شهری
- این گروه نزدیک ترین نوع حریق به دسته Bمی باشد
- خاموش کننده های مربوط با علامت Cدر مربع آبی رنگ مشخص می شوند.
- راه اطفاء این حریق خفه کردن و سد کردن مسیر نشت می باشد.

- آتش دسته D
- حریق های این دسته ناشی از فلزات سریعاً اکسید شونده مانند منیزیم، سدیم، پتاسیم و امثال آن می باشد
- خاموش کننده های مناسب برای اطفاء آن ها با علامت ستاره زرد رنگ D مشخص می شوند.



- آتش دسته E (معادل C)
- این دسته شامل حریق های الکتریکی می باشد که عموماً در وسایل الکتریکی و الکترونیکی اتفاق می افتد،
- راه اطفاء این دسته قطع جریان برق و خفه کردن حریق باگاز $CO_2$ ،هالوئن ویا CLEAN AGENTمی باشد.
- خاموش کننده هایی که قابلیت کنترل آن را دارند با حرف Eنشان داده می شوند.

- آتش دسته F (معادل K)
- این گروه به خاطر اهمیتشان به طور مجزا تقسیم بندی گردیده اند و شامل حریق آشپزخانه و مواد سوختنی مهم آن یعنی چربی ها و روغن های آشپزی می باشد.

## روش های عمومی اطفاء حریق

- دیدگاه های مختلف در برخورد با مساله آتش
  - آمریکایی
    - خاموش کردن آتش در محل
    - سیستم گسترده شناسایی دود و اسپرینکلر
  - اروپایی
    - فرار و نجات جان افراد
    - راهروهای و راه پله های بزرگ

- اگر عوامل حریق(حرارت، اکسیژن، مواد سوختنی یا واکنش های زنجیره ای)را کنترل ، محدود و یا قطع نمود ، حریق مهار میشود.
  - سرد کردن (توسط آب، دی اکسید کربن)
  - خفه کردن (توسط کف، دی اکسید کربن، خاک، ماسه و خاک)
  - حذف ماده سوختنی
  - کنترل واکنش های زنجیره ای( هالن و پودرهای مخصوص)
  - رقیق کردن هوا (نیتروژن و دی اکسید کربن)



- سرد کردن
- یک روش متداول و مؤثر برای کنترل حریق، سرد کردن است. این عمل عمدتاً به وسیله آب انجام می گیرد.
- یکی از خواص گاز دی اکسید کربن نیز سرد کردن آتش می باشد.
- میزان و روش به کارگیری آب در اطفاء حریق اهمیت دارد، این روش برای حریق دسته Aمناسب می باشد .

- خفه کردن
- خفه کردن، پوشاندن روی آتش با موادی است که مانع رسیدن اکسیژن به محوطه آتش گردد.
- این روش اگرچه در همه حریق ها مؤثر نیست ولی روش مطلوبی برای اکثر حریق ها می باشد.
- موادی که برای خفه کردن به کار می روند بایستی سنگین تر از هوا بوده و یا حالت پوششی داشته باشند. ضمناً خاک، شن و ماسه و پتوی خیس نیز این کار را انجام می دهند.



- حذف مواد سوختنی
- این روش در ابتدای بروز حریق امکان پذیر بوده و با قطع جریان ، جابجا کردن مواد، جدا کردن منابعی که تاکنون حریق به آن ها نرسیده ، کشیدن دیوارهای حائل و یا خاکریز و همچنین رقیق کردن ماده سوختنی مایع را شامل می گردد

- کنترل واکنش های زنجیره ای
- برای کنترل واکنش های زنجیره ای استفاده از برخی ترکیبات هالن مانند، CBrClF، Hallon $BrCF_3$و جایگزین های آن و برخی ترکیبات جامد مانند جوش شیرین، کلرورپتاسیم و پتاسیم بنفش یا کربنات پتاسیم مؤثر می باشد.هر به علت مشکلات زیست محیطی بر اساس معاهده مونترال CLEAN AGENT جایگزین آنها شده است
- این روش برای کنترل حریق مشکل تر و گران تر از سایر روش ها است ولی می تواند به صورت مکمل برای مواد پر ارزش به کار رود .



## مواد خاموش کننده آتش

- مواد سرد کننده (آب – $CO_2$)
- مواد خفه کننده (کف- $CO_2$- خاک- ماسه و خاک)
- موارد رقیق کننده هوا ($N_2$ و $CO_2$)
- مواد محدود کننده واکنش‌های زنجیره‌ای شیمیایی (هالن - CLEAN AGENT و پودرهای مخصوص)

## آب

- استفاده از آب برای کنترل حریق یکی از ساده‌ترین و مؤثرترین روشی است که تمام افراد با آن آشنا می‌باشند.
- همان اندازه که استفاده از آب می‌تواند در خاموش کردن آتش مفید باشد به همان اندازه هم می‌تواند در استفاده نابجا، ایجاد مخاطره و گسترش حریق یا خسارت نماید.



- در استفاده از آب بایستی با توجه به نوع ماده و گسترش حریق آنرا بصورت قطرات ریز و با فشار بالا بکار برد. برای فواصل دور گاهی لازم است که آب بصورت جت و به مقدار زیاد به مرکز حریق پاشیده شود.
- امروزه پاشنده‌هایی طراحی و ساخته شده‌اند که می‌توانند به مه پاشی آب بصورت قطرات میکرونی بازدهی اطفاء توسط آب را بسیار بالا ببرند. به این پاشنده‌ها آیفکس می‌گویند

- مزایایی آب
  - فراوان و ارزان بدون نیاز به تصفیه است
  - ویسکوزیته پایین و قابلیت انتقال آسان داشته و در مجاری فلزی، لاستیکی و برزنتی جاری می‌شود.
  - دارای ظرفیت گرما و گرمای نهان تبخیر(قدرت جذب حرارت)زیاد بوده لذا یک سرد کننده مطلوب است.
  - حتی در دمای بالا غیر قابل تجزیه است،
  - توان سرد کنندگی بالایی دارد بطوری که در حجم مساوی، 6.5 برابر سرد کننده تر از $CO_2$ است.



- معایب آب
  - به علت وزن سنگین حمل و نقل آن مشکل است.
  - هادی الکتریسیته است، در محلهایی که جریان برق وجود دارد، خطر برق گرفتگی را افزایش می‌دهد.
  - زمانی که آب تحت فشار و مخصوصاً بصورت جت پاشیده شود قدرت تخریبی بالایی دارد
  - هنگام اطفاء حریق، مواد و محصولات در اثر ترکیب با آب دچار خسارت می‌گردند. مانند داروها، اثاثیه،

- با برخی مواد مانند کاربید کلسیم، سدیم، پتاسیم و غیره واکنش می‌دهد.
- بخاطر افزایش حجم زیاد آب هنگام تبخیر (۲۷۰۰ مرتبه)، در هنگام پاشیدن به داخل مایعات قابل اشتعال مثل نفت باعث پرتاب شدن مایعات، انفجار و پاشش آن شده و گسترش حریق را باعث می‌شود.
- بدلیل کشش سطحی آب نفوذ آن بداخل تل مواد (تل، زغال سنگ، خاک اره و مانند آن) محدود است.



- آب سبک
- آبی است که با ماده‌ای بنام سورفکتانت (ترکیبات خاصی از دترجنتها مانند فلورین کربن) مخلوط می‌شود و در صورت پرتاب روی مایعات نفتی در آنها داخل نشده و بصورت قشر نازکی روی آنها می‌نشیند. از این آب در فرودگاهها برای سطح فرود در هنگام نشستن هواپیمای معیوب نیز استفاده می‌کنند.

- آب حاوی خیس کننده
  - استفاده از دترجنت برای کم کردن کشش سطحی آب در مواقعی که نفوذ در داخل تل مواد مورد نظر باشد متداول است. این روش اجازه می‌دهد که آب به درون توده‌های موادی که به شکل توده در حال اشتعال هستند مانند زغال و تل مواد گیاهی نفوذ کرده و حریق را در عمق نیز خاموش کند.



## کف آتش نشانی

- کف محلول هنگام پاشیدن توسط سر لوله‌های کف ساز با آب و هوا مخلوط شده و حباب سازی میکند
- کف روی حریق را پوشانده و مانع رسیدن اکسیژن و صعود گازهای ناشی از حریق می گردد.
- کف، باید توسعه خوب یافته و روی سطح ماده احتراقی مخصوصاً مایعات قابل اشتعال پخش شود.
- ماندگاری کف روی آتش از مزایای آن می‌باشد.

- کف در دو گروه عمده تهیه می‌گردد:
  - کف شیمیایی
  - کف مکانیکی



- کف شیمیایی
  - کف شیمیایی از واکنش بین دو ماده شیمیایی در آب حاصل می‌گردد مثل محلول سولفات آلومینیوم ۱۳٪ و محلول بیکربنات سدیم ۸٪ (جوش شیرین)
  - تثبیت کننده کف (linguorice یا Saponine) نیز به محلول اضافه می‌شود تا به پایداری کف کمک نماید.
  - از محصولات واکنش،گاز $CO_2$ است که در درون حبابهای کف رفته و به اطفاء حریق کمک می‌کند.
  - میزان توسعه کف شیمیایی ۳۰-۷ برابر حجم محلول مواد مولد کف باشد.

- کف مکانیکی
  - داخل کردن هوا به درون آبی است که مقداری ماده غلیظ کف کننده در آن حل شده است. این عمل معمولاً توسط سر لوله‌های کف ساز انجام می‌گردد.
  - درجه و توسعه کف وابسته به نسبت حجم هوا به محلول کف و غلظت ماده کف کننده در آب خواهد بود. توسعه این نوع کف بسیار زیاد می‌باشد و حتی تا یکهزار برابر حجم محلول کف ساز نیز می‌رسد.



- انواع کف مکانیکی
  - LX– کف سنگین، یا کم توسعه با نسبت افزایش حجمی تا ۲۰ برابر محلول کف ساز
  - MX– کف متوسط، با نسبت افزایش حجمی ۲۰ تا ۲۰۰ برابر محلول کف ساز
  - HX– کف سبک یا پر توسعه به نسبت افزایش حجمی ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر محلول کف ساز

- ترکیبات کف مکانیکی:
  - کف پروتئینی
  - کف فلور و پروتئین
  - کف نازک
  - کف مقاوم



- کف پروتئینی
  - از ترکیبات نباتی و حیوانی بوده و از براده شاخ، سُم و خون حیوانات، شیرین بیان، نوعی صابون و مواد نگهدارنده کف (ساپونین، کلرین و روغن سرخ ترکی) تشکیل شده که در برخی از آنها ۵ الی ۱۰ درصد Nacl نیز اضافه شده است.
  - برای کف کم توسعه غلظت ۴٪ در آب تهیه می‌گردد.

- کف فلورو پروتئین
  - در این ترکیبات علاوه بر مواد فوق مقداری فلورئین نیز اضافه می‌شود که قابلیت خاموش کنندگی کف حاصله را زیاد می‌کند.



- کف نازک
  - از ترکیب یک سورفکتانت مانند فلورین کربن برای تشکیل لایه نازک آب در سطوح به کار می‌رود.
  - در صورت پرتاب روی مایعات نفتی به آنها داخل نشده و بصورت قشر نازکی روی آنها می‌نشیند.
  - از این نوع کف در فرودگاهها برروی سطح فرود در هنگام نشستن هواپیمای معیوب نیز استفاده می‌کنند.

- کف مقاوم
  - کف پروتئینی همراه با مواد تثبیت کننده حباب در برابر حل کنندگی الکل می‌باشند
  - برای خاموش نمودن مایعات قابل اشتعال محلول در آب مثل الکل ها مناسب هستند.
  - غلظت مناسب محلول این نوع در آب ۶-۴٪ می‌باشد که کف سنگین تولید می‌کند.



## پودرهای خاموش کننده

- دارای بنیان کربنات، سولفات یا فسفات می‌باشند
- این ترکیبات براحتی جهت اطفاء انواع حریق A,B,C بکار می‌روند.
- به این ترکیبات پودر شیمیایی گفته می‌شود.
- پودر شیمیایی به صورت غرقاب روی حریق پاشیده شده و باعث پوشاندن آتش و جلوگیری از رسیدن اکسیژن می‌گردد.

- پودرها در حرارتهای بالای ۶۰ درجه سانتیگراد پایداری خوبی ندارند و امکان چسبندگی آنها در کپسول زیاد می‌گردد.
- قطر دانه‌های پودر حدود ۷۵-۱۰ میکرون می‌باشد.
- هر چه قطرات ذرات ریزتر باشد پودر مؤثرتر است.
- تحت فشار گاز ازت یا $CO_2$ در سطح قاعده حریق بصورت جارویی پاشیده شده و به راحتی آتش را خاموش می‌نماید



- ترکیب شیمیایی پودرها
- کربناتها: کربنات و بیکربنات سدیم و پتاسیم
- سولفاتها: سولفات سدیم و سولفات پتاسیم
- فسفاتها: منو آمونیوم فسفات و دی آمونیوم فسفات
- پودر مانکس: ترکیبی از اوره و بیکربنات یا کربنات دو پتاس و مواد دیگری است که از حدود ۱۴ عامل تشکیل شده و ۶ برابر پودرهای خاموش کننده دیگر موثر می‌باشد. سمیت آن کم و قدرت پاشش و روانی آن زیاد است

- فاکتور حجم پودر شیمیایی برای آتش  مایعات  و گازها در آتش سوزی های فضای بسته با روش اطفاء پاششی 0.7 کیلوگرم بر متر مکعب  حجم فضا وآتش سوزی های نوع باز حدود  2.4 کیلوگرم بر متر مربع برآورد می شود.
- در تجهیزات نصب شده به صورت ثابت زمان تخلیه آن ۳۰ ثانیه است.



- فضاهای مناسب اطفا با پودر ها
- مایعات و گازهای شعله گیر
- جامداتی که در آتش نرم می شوند مثل نفتالین و قیر
- وسایل الکتریکی مثل ترانسفورماتور
- منسوجات مصنوعی برق زن
- آتش گیرهای معمولی مثل کاغذ – چوب با پودر همه کاره
- هود آشپزخانه – داکت  و بعضی از پلاستیکها

- محدودیتها
- محصولات شیمیایی که در سلول آنها اکسژن است
- فلزات مثل سدیم ، منیزیم ، پتاسیم ، تیتانیم
- آتش سوزی های عمیق در چوب و کاغذ
- خوردگی و زنگ زدگی



## پودر خشک

- برای خاموش کردن حریق فلزات قابل اشتعال مثل سدیم، پتاسیم، منیزیوم و مانند آن بکار می‌رود. انواع این پودرها شامل گروههای زیر است:
  - نوع S : شامل مخلوط کلرور سدیم، کلروربا‌ریم است که پس از پاشیدن روی فلز پوسته ضخیمی را روی فلز آتشین تشکیل مِی‌دهد. این نوع با اسامی تجارتی مانند TEC عرضه می گردد.

- نوع C: این پودر، مخلوط گرافیت، کلرورسدیم، گل خشک و خون خشک شده حیوانات است و با نامهای تجارتی DX و آلومایت عرضه می شود
- پودرهای خالص: گرافیت، تالک، نمک، $Na_2 CO_3$ (سودا اش) از این دسته‌اند.
- محلولی تحت عنوان TMB (تری منوکسی‌بروکسین) بصورت بی رنگ در اطفاء حریق فلزات بکار می‌رود.
- اسید بوریک نیز در غلظت ۱۷-۹٪ موثر است



## پودر تر

- برای اطفای برخی از انواع حریق روشی از بکارگیری پودر ابداع گردیده است که به پودر تر معروف شده است. پودر تر در واقع ترکیب پودر کربنات پتاسیم یا استات پتاسیم در آب است که می‌تواند خاموش کنندگی آب را برای حریق مواد روغنی (F)اصلاح نماید.

## گاز $CO_2$

- گازی غیر قابل احتراق، بی بو، غیرسمی و سنگین‌تر از هوا که دارای چگالی 1.5 بوده و هادی الکتریسته نیست. مکانیسم عمل آن هنگام حریق به سه صورت است:
  - اول خفه کردن آتش با تشکیل یک لایه سنگین مقاوم در مقابل عبور هوا،
  - دوم رقیق کردن اکسیژن هوا در اطراف محوطه حریق
  - سوم سرد کردن آتش.



- در کپسول تحت فشار ۷۳ بار و دمای $31^oC$ پر میشود.
- هنگام تبدیل فاز ، یک کیلوگرم مایع به 0.5 مترمکعب گاز افزایش حجم پیدا کرده که این نسبت مایع به گاز حدود ۴۵۰ برابر بوده وگرمای زیادی جذب می کند.
- برای خاموش نمودن آتش، بطور عمومی برای تمام حریقها بایستی تراکم $CO_2$ در هوا حداقل ۳۴٪ باشد
- برای هر مترمکعب از فضای محدوده حریق بایستی حداقل 0.68 kg مایع $CO_2$ در نظر گرفته شود..

- این نسبت برای انواع حریق تا 1.5 kg افزایش می یابد
- برای گاراژ،ابزار مخابراتی ، تعمیرگاهها ، کارخانه ها، انبارها نرانسفورماتورها، و تولیدکننده های شیمیایی مناسب است.
- بدلیل عدم هدایت برق باعث اتصال یا خرابی حساس نمی گردد
- اگرماده سوختی قادر به تولید اکسیژن باشد موثرنیست



## ترکیبات هالوژنه (هالن)

- از مشتقات $CH_4$ یا $C_2H_6$ بوده که به جای یک یا چند هیدروژن، یک یا چند عنصر هالوژنه جایگزین شده است.
- فلوئور بر پایداری و بی اثر بودن آنها می‌افزاید.
- بدون بجای گذاشتن اثرات تخریبی و باقیمانده برروی مواد و دستگاهها می‌تواند بسیار مؤثر ایفای نقش نماید.
- مکانیسم اثر هالن تا حدودی مشابه $CO_2$ است.
- افزایش حجم حدود ۱۵۰۰ برابر هنگام تغییر فاز مایع به بخار که ۳ برابر افزایش حجم دی‌اکسید کربن است.

- در وزن مساوی قدرت خاموش کنندگی آنها ۳- ۲برابر $CO_2$ و معادل پودر شیمیایی مانکس می‌باشد
- هنگام مجاورت با آتش از سرعت واکنش‌های زنجیره‌ای می کاهد و بصورت موثرتری آتش را مهار می کند
- در شرایط یکسان برای اطفا حریق هالن کمتر از یک چهارم میزان $CO_2$ مورد نیاز است.
- برای اطفاء حریق به ازای هر متر مکعب از فضای محدود حریق ۲۵۰-۱۵۰ گرم مایع هالن در نظر گرفته می‌شود.



- وجود برم واکنش‌های زنجیره‌ای را بشدت مهارمینماید
- وجود فلوئور باعث ثبات حرارتی خاموش کننده تا $^{o}C$ ۹۰۰ و جلوگیری از متلاشی شدن آن می‌گردد،
- به همین دلیل برای حریق مواد پر ارزش یا موادی که نقش واکنش‌های زنجیره‌ای در آن زیاد است کاربرد دارد.
- برای محدوده‌های کوچک ولی مهم تجهیزات یا مواد قابل اشتعال مانند ماشینهای الکتریکی و الکترونیکی، حریق‌های مواد جامد پر ارزش، سایت‌های دیسپاچینگ، مراکز مخابراتی و مانند آن کاربرد دارد.

- هالن های معروف
- 1301 یا $CF_3Br$ برومو فلورو متان یا همان فرئون، در حالت فشرده بشکل مایع است و پس از رها شدن بشکل گاز متصاعد می‌گردد.
- 104 یا $CCl_4$ تترا کلرورکربن ، این خاموش کننده علی رغم کارایی خوب، به علت تولید گاز فسژن( $COCl_2$ ) هنگام مواجهه با حریق که یک گاز جنگی و شدیداً التهاب آور است. دیگر بکار گرفته نمی‌شود.



- 1001 یا $CH_3Br$ متیل بروماید یک خاموش کننده بسیار سریع
- 3.5% ادامه حریق را غیر ممکن می‌کند.
- 1202 یا $CF_2Br_2$ دی برومودی فلورمتان
- 1211 یا $CF_2BrCl$ بروموکلرودی فلورمتان
- 2402 یا $C_2F_4Br_2$ دی برومو تترا فلورو اتان
- بدلیل گرانی، سمی بودن و مشکللات زیست محیطی فقط بطور محدود برای دسته E بکار می‌روند.

## CLEAN AGENT

- به دو گروه عمده تقسیم می شوند:
  - هالوکربن ها
  - گازهای خنثی(INERTING GASES)
- از هالوکربن های معروف FIC-1311 و FM200 با ترکیب شیمیایی ($CH_3CHFCF_3$)که مشخصات هالن ها بر آن صادق است.
- مناسب برای حریق های A-B-C-E هستند



| | | |
|---|---|---|
| FC-3-1-10 | Perfluorobutane | $C_4F_{10}$ |
| FK-5-1-12 | Dodecafluoro-2-methylpentan-3-one | $CF_2CF_2C(O)CF(CF_3)_2$ |
| HCFC Blend A | Dichlorotrifluoroethane HCFC-123 (4.75%) | $CHCl_2CF_3$ |
| | Chlorodifluoromethane HCFC-22 (82%) | $CHClF_2$ |
| | Chlorotetrafluoroethane HCFC-124 (9.5%) | $CHClFCF_3$ |
| | Isopropenyl-1-methylcyclohexene (3.75%) | |
| HCFC-124 | Chlorotetrafluoroethane | $CHClFCF_3$ |
| HFC-125 | Pentafluoroethane | $CHF_2CF_3$ |
| HFC-227ea | Heptafluoropropane | $CF_3CHFCF_3$ |
| HFC-23 | Trifluoromethane | $CHF_3$ |
| HFC-236fa | Hexafluoropropane | $CF_3CH_2CF_3$ |
| FIC-1311 | Trifluoroiodide | $CF_3I$ |
| IG-01 | Argon | Ar |
| IG-100 | Nitrogen | $N_2$ |
| IG-541 | Nitrogen (52%) | $N_2$ |
| | Argon (40%) | Ar |
| | Carbon dioxide (8%) | $CO_2$ |
| IG-55 | Nitrogen (50%) | $N_2$ |
| | Argon (50%) | Ar |

- مکان هایی که استفاده از گاز FM-200 مناسب تر است:
  - مکان های دارای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی
  - اتاق های آرشیو
  - فروشگاه ها
  - داکت های کابل
  - موتورخانه ها
  - محل نگهداری مایعات اشتعال پذیر
  - محل های شلوغ و پرجمعیت



## تجهیزات خاموش کننده

- بر اساس شیوه اطفاء حریق ، میزان گسترش حریق و نوع حریق تجهیزات متنوعی وجود دارد. انواع این تجهیزات شامل دوگروه عمده می باشد:

  - تجهیزات متحرک
  - تجهیزات ثابت

برو

## تجهیزات متحرک

- وسایل ساده مانند سطل شن، سطل آب ، پتوی خیس
- خاموش کننده های دستی با حداکثر ظرفیت ۱۴ کیلوگرم یا ۱۴ لیتر خاموش کننده در انواع مختلف .
- خاموش کننده های چرخدار(تا ظرفیت ۹۰ کیلوگرم)
- خاموش کننده های بزرگ خودرویی یا قابل حمل توسط قایق، کشتی، هلی کوپتر و هواپیما.



## تجهیزات ثابت

- شبکه ثابت خاموش کننده :
- مبتنی بر آب
  - برداشت دستی آب (شیرهای برداشت آب آتش نشانی ایستاده و جعبه اطفاء حریق
  - شبکه افشانه ای
- با کف ،$CO_2$ ،پودر و ترکیبات هالوژنه

## خاموش کننده ها ی دستی

- فراگیر ترین وسیله خاموش کننده شامل این دسته میباشد، زیرا در لحظات اولیه بروز حریق می توانند به طور مؤثری توسط افراد عادی به کار گرفته شوند.
- این دستگاه ها ارزان و ساده بوده و در دسترس می باشند، نیاز به آموزش پیچیده ندارند و در اطفاء حریق های کوچک یا شروع حریق های بزرگ کاملاً مناسب هستند.



## مشخصات خاموش کننده ها ی دستی

- انواع مواد خاموش کننده
- ظرفیت
- طرز عمل
- فشار تخلیه
- طول پرتاب (پاشش) مواد اطفائی
- درصد تخلیه
- زمان تخلیه
- مشخصات فنی
- مشخصات سر لوله پاشنده
- مکان و محل نصب
- علائم و برچسب‌ها

- انواع مواد خاموش کننده
- خاموش کننده‌های محتوی آب
- خاموش کننده‌های محتوی کف
- خاموش کننده‌های محتوی پودر شیمیایی
- خاموش کننده‌های محتوی گاز $CO_2$
- خاموش کننده‌های محتوی مواد هالوژنه (هالن)



- ظرفیت
- حداکثر ظرفیت ماده خاموش کننده در نوع دستی ۱۴ کیلوگرم یا ۱۴ لیتر و وزن کلی نباید از ۲۳ کیلوگرم بیشتر باشد.
- یک نفر به راحتی قادر به حمل و استفاده از آن است.
- برای حریقهای کوچک یا در لحظات شروع حریق استفاده می شود.
- طراحی ظاهر و مکانیسم کار آنها براساس روش اطفاء حریق، ماهیت مواد و ترکیبات خاموش کننده می‌باشد.

| نوع خاموش کننده | ظرفیتهای نمونه | وزن شارژ شده |
|---|---|---|
| آب | 6 لیتر | 11–9 کیلوگرم |
| | 9 " | 12–12 " |
| کف | 6 لیتر | 11–10 کیلوگرم |
| | 9 " | 16–14 " |
| پودر | 1 کیلوگرم | 2–1/5 کیلوگرم |
| | 2 " | 4–3 " |
| | 3 " | 6–5 " |
| | 4 " | 8/5–7/5 " |
| | | 11–9 " |
| | 6 " | 16–14 " |
| | 9 " | 20–18 " |
| | 12 " | |
| دی اکسیدکربن | 1 کیلوگرم | 6–3 کیلوگرم |
| | 2 " | 8–4/5 " |
| | 5 " | 18–11 " |
| | 7 " | 23–17 " |
| هالن (1211) | 1 کیلوگرم | 3–1/5 کیلوگرم |
| | 2/5 " | 5–3 " |
| | | 7/5–5 " |
| | 3/5 " | 9–7/5 " |
| | 7 " | |



- طرز عمل
- طریقه واژگونی
- برای خارج شدن ماده اطفایی از خاموش کننده، باید دستگاه را بصورت واژگون گرفت. والا ماده اطفایی خارج نمی‌شود و عامل فشار (گاز) آن تخلیه می گردد. این عملکرد بیشتر در انواع قدیمی به چشم می خورد.
- طریقه مستقیم
- احتیاج به واژگون کردن دستگاه خاموش کننده نمی‌باشد و از دستگاه بصورت عادی استفاده می‌شود.

- **فشار تخلیه**
- **مواد خاموش کننده بایدتحت فشار معینی به سوی حریق پرتاب تا کارایی و اثر لازم را داشته باشند لذا فشار مناسب برای تخلیه آنها از منابع مختلف بدست می آید:**
  - **فشار گاز از واکنش دو ماده شیمیایی مانند سودا اسید:**

$$2NaHCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2\,CO_2$$

  - **فشار لازم بعلت تولید گاز $CO_2$ ناشی از واکنش حدود ۱۰۰ Psi می‌باشد که برای پاشش مواد کافی است.**



- **فشار یک گاز بی اثر:**
  - اغلب از یک گاز مناسب برای اعمال فشار استفاده میشود.
  - گازهای مورد استفاده $N_2$ یا $CO_2$ است که در داخل محفظه مواد بصورت فشار دائم یا از طریق بالن مجزا (فشنگی) هنگام عمل بکار برده می‌شوند.
  - هنگام کار با آزاد شدن گاز یا اعمال فشار،س نیروی لازم برای بیرون راندن ماده خاموش کننده تأمین می گردد.

- **فشار ناشی از تبدیل فاز ماده خاموش کننده:**
  - در این روش در اثر تغییر فاز خود ماده خاموش کننده (مانند $CO_2$)، فشار مورد نیاز تأمین می گردد.
  - در مواردی که این فشار کافی نباشد (مانند هالن) از فشار گاز کمکی نیز استفاده می شود.
  - میزان فشار تولید شده در این روش حدود 100 Psi یا 7 Atm است.



- **طول پرتاب (پاشش) مواد اطفائی**
  **هر چه طول پرتاب مواد خاموش کننده بیشتر باشد نیاز به نزدیک شدن به آتش کمتر است.**
- **طول مناسب پرتاب برای تمام مواد ۷-۲ متر می‌باشد.**
- **برای آب در روش اسپری ۴ متر و روش جت ۷ متر و در مورد کف نیز بصورت جت ۵ متر پیشنهاد شده است.**

- **درصد تخلیه**

**درصد یا راندمان استفاده از مواد درون خاموش کننده یکی از مشخصه‌های مهم هر دستگاه است.**

**طراحی یک خاموش کننده باید طوری باشد که در هنگام شارژ کامل و عملکرد در شـرایط عـادی نسبت تخلیه مواد محتوی از مقادیر زیر کمتر نباشد :**

| | |
|---|---|
| آب و کف | ٪95 |
| پودر (بعد از تخلیه مواد) | ٪85 |
| هالن (تا وقتی که به حالت مایع خارج می شود) | ٪85 |
| $CO_2$ (تا وقتی که به حالت مایع خارج می شود) | ٪75 |



- **زمان تخلیه**
- **بدلیل رشد تصاعدی حریق و نیاز به تأثیر مواد خاموش کننده بر آن، سرعت عمل بسیار مهم است.**

حداقل زمان تخلیه مشخص شده برای هر نوع خاموش کننده در جدول زیر نشان داده شده است:

| ظرفیت خاموش کننده برحسب کیلوگرم یا لیتر | حداقل مدت تخلیه (ثانیه) | | |
|---|---|---|---|
| | آب | کف | انواع دیگر |
| تا دو و دو | 10 | 10 | 6 |
| بیشتر از دو و تا شش | 30 | 20 | 9 |
| بیشتر از شش و تا ده | 45 | 30 | 12 |
| بیشتر از ده | 45 | 30 | 15 |



- مشخصات فنی
- اجزای دستگاه بایستی متناسب با نوع استفاده و مواد خاموش کننده درون آن، قابلیت و استحکام کافی را از نظر مقاومت در برابر خوردگی، فشار، زنگ زدگی و امثال آن داشته باشند.
- باید مخزن دستگاه تحت فشار آزمایش معادل ۲ برابر فشار عمل یا فشار نامی محفظه قرار گیرد.

- مشخصات سر لوله پاشنده
- تمام کپسولهای دارای ظرفیت ۳ کیلوگرم و بالاتر بایستی دارای شیلنگ و سر لوله باشند.
- طول شیلنگ کمتر از ۸۰٪ ارتفاع خاموش کننده نباشد.
- با ماده خاموش کننده واکنش ندهد.
- شیلنگ و سرلوله نباید تحت فشار دائم دستگاه باشد. به عبارت دیگر بعد از شیر تخلیه قرار گرفته باشند.



- مکان و محل نصب
- از هر جا برای برداشتن اقدام شود نباید بیش از سی متر با آن فاصله داشته باشند
- حداکثر در ارتفاع یک و نیم متری از سطح زمین نصب میشود.اگر وزن خاموش کننده از هیجده کیلوگرم بیشتر شد در ارتفاع یک متری باید نصب شود.
- در نزدیکی ورودی و خروجی ها نصب شود.
- در محل نمناک و تابش مستقیم نور خورشید نصب نشود.

- علائم و برچسب ها

| محتوی کپسول | کد حریق مرتبط برای اطفاء | رنـــگ بدنه |
|---|---|---|
| آب | A | قرمز |
| کف | A-B-C | قرمز با باند آبی |
| پودر شیمیایی | A-B-C | قرمز با باند سفید |
| پودرخشک | D | قرمز با باند سفید |
| پودر مرطوب | F | قرمز با باند کرم |
| $CO_2$ | A-B-C-E-F ( TOTAL) | قرمز با باند سیاه |
| هالن | A-B-C-E-F ( TOTAL) | قرمز با باند زرد |

جدول (۲-۳) کد و رنگ خاموش‌کننده‌های دستی



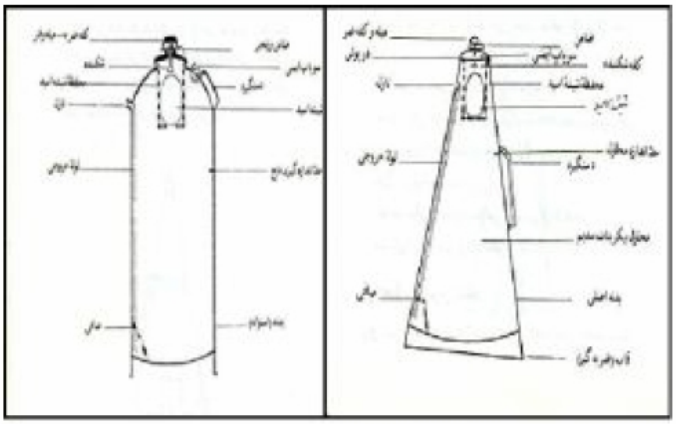
## انواع خاموش کننده های دستی

- سودا اسید
- آب و گاز
- آب و هوا
- پودر شیمیایی
- گاز $CO_2$
- ترکیبات هالوژنه (هالن)

- **سودا اسید**
- **در گذشته مورد توجه بوده و برای حریق نوع Aاست.**
- **ظرفیت آن 2 گالن و 75% آن $NaHCO_3$ 7% (در آب) [ 800-700 گرم در 2 گالن] بوده، که در یک شیشه نیز حدود 200 گرم $H_2SO_4$ در داخل مخزن نصب و در اثر واژگونی شکسته و فشار مورد نیاز برای تخلیه را تأمین می‌کند.**
- **محلول اطفایی نباید حالت اسیدی داشته باشد**
- **فشار داخل سیلندر Psi 100 و در صورت مناسب بودن ترکیب و سرلوله طول پرتاب مواد 13-10 متر است.**



- **نکات مثبت خاموش کننده سودا اسید**
- **همیشه آماده کار است و خوب عمل می کند.**
- **در صورتی که مرتب کنترل و نگهداری شود قابل اطمینان است.**
- **هنگام عمل، تقریباً سریع و مثبت می‌کند.**
- **فاصله پرتاب آن بین 40-30 فوت است**
- **نکات منفی سودا اسید**
- **غیر قابل کنترل است.**
- **یخ می‌زند و خاصیت آن از دست رفته یا واکنش کُند می‌شود.**
- **مایع خروجی سولفات سدیم است که روی بعضی البسه اثر نامطلوب دارد.**





- آب و گاز
- در این نوع تعداد زیادی از عیوب دستگاههای سودا اسید برطرف شده است
- ظرفیت آن دو گالن و گاز مورد نیاز $CO_2$ است
- با استاندارد انگلستان خاموش کننده‌های آبی در صورتیکه آب را بصورت جت به خارج پرتاب کند حداقل فاصله پرتاب آن ۷ متر و در صورتیکه آب آن بصورت اسپری پاشیده شود حداقل فاصله پرتاب ۴ متر باشد.

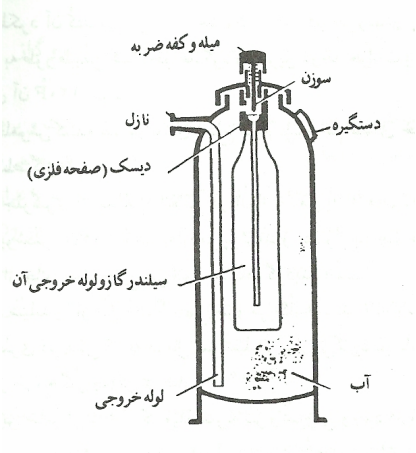
- گنجایش 5 لیتر یا کمتر حداقل مدت تخلیه 40 ثانیه و با ظرفیت بالای 5 لیتر حداقل زمان تخلیه آن 60 ثانیه است.
- 95 درصد آب خاموش کننده باید تخلیه گردد.
- تأمین فشار با گاز $CO_2$ که در یک سلیندر کوچک ذخیره شده در داخل بدنه است که سیلند گاز به آسانی پر و آماده می شود.
- از دو نوع سیلندر گاز استفاده می‌شود.
  - کم فشار، که حدوداً بین 75-55 گرم گاز $CO_2$ مایع و با فشار 35 اتمسفر پر می‌شود
  - نوع پر فشار، که بین 75-55 گرم گاز $CO_2$مایع، اما با فشار بین 34.5-53.5 اتمسفر پر می‌گردد.

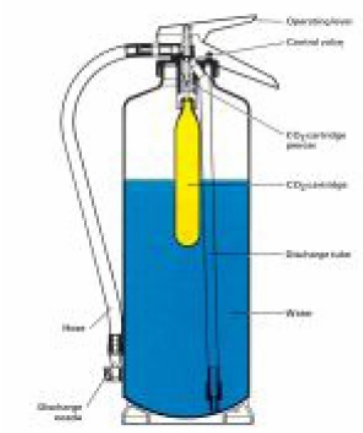


- روی بدنه این سیلندرها را برای جلوگیری از زنگ زدگی وخورده شدن فلز با روکشی از پلاستیک می‌پوشانند.
- مکانیزم این خاموش کننده بسیار ساده است و خیلی آسان و سریع می‌توان مجدداً آنرا پر و آماده کرد.
- بر خلاف سودا اسید که در درجه حرارتهای زیر $^0F$ ۶۰ عملکرد آن کُند می‌شود این خاموش کننده در حرارتهای زیر $^0F$ ۶۰ بطور طبیعی عمل خواهد کرد و بهترین درجه حرارت نگهداری آن $^0F$ ۱۲۰ است.

- در بعضی از انواع آن به جای میله و کفه ضربه از اهرمی استفاده شده که با فشار آن به طرف پایین یا بالا گاز وارد بدنه می‌شود.
- گاز داخل سیلندر پس از ورود به بدنه فشاری بین ۱۵۰-۱۰۰ پوند بر اینچ مربع تولید می‌کند.
- مشخصه ظاهری این کپسولها وجود فشارسنج (مانومتر) عقربه‌ای برروی شیر آن می‌باشد.





- هر ماه یک بار از خاموش کننده بازدید کنید، با احتیاط درپوش را باز کرده و کارتریج را از سیلندر بیرون بیاورید، سپس آن را وزن کرده، در صورتی که بیش از ۱۰٪ از وزن گاز که روی کارتریج نوشته شده است کم شده باشد بایستی مجدداً آن را شارژ نمود .
- پس از آن بدنه، کفه، میله ضربه، سوزن، واشر و راه خروج را کاملاً بازدید کنید . سیلندر خاموش کننده بایستی هر ۲ الی ۵ سال یک بار آزمایش شود تا از سالم بودن آن اطمینان حاصل گردد.



- نکات مثبت خاموش کننده‌های آب و گاز
- در آن فقط از آب خالص استفاده می‌شود.
- سریعتر از سودا اسید می‌توان آن را پر و آماده کرد.
- در صورت لزوم می‌توان به آن ضدیخ افزود.
- در دمای محیط پایین عملکرد کُند عمل نمی‌کند.
- به علت وجود روکش پلاستیک یا ضد زنگ داخل بدنه در برابر زنگ زدن و خورده شدن فلز مقاوم شده است.

- نکات منفی خاموش کننده‌های آب و گاز
- غیرممکن است بدون آزمایش و وزن کردن از پُر بودن مخزن گاز کربنیک (سلیندر) آن مطمئن بود.
- با آزمایشهای بسیار دقیق می‌توان مطمئن شد که فشنگ گاز آن نشت نمی‌کند
- غیرقابل کنترل است و وقتی شروع به کار کرد، در صورت عدم نیاز به آن و خاموش شدن حریق، تا انتها خالی می‌شود و با پاشیدن آب اضافی به مواد خسارت وارد می‌کند.



- آب و هوا
- مواد داخلی آن آب و هوای کمپرس شده به داخل بدنه
- بدنه بطور مداوم تحت فشار داخلی قرار دارد به همین علت مقاومت بدنه آن باید بیشتر از انواع قبلی باشد.
- در استانداردها برای بدنه آن مقاومتی حدود Psi- ۶۰۰ (۴۰ اتمسفر) در نظر گرفته می‌شود
- در حالت طبیعی فشار داخلی خاموش کننده بین ۱۵۰-۶۰ پوند بر اینچ مربع (۱۰-۴) اتمسفر می باشد.

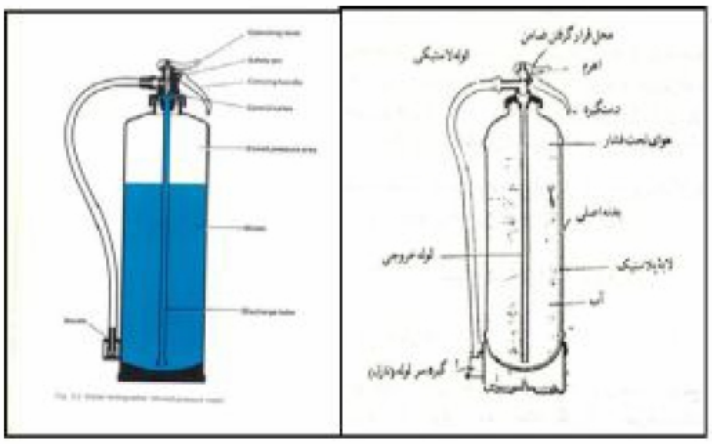
- قابل کنترل بوده و روی درپوش آن مکانیزمی نصب شده که با فشار روی یک اهرم، شیر خروجی باز و با برداشتن فشار از روی اهرم، شیر بسته مشود.
- سیلندر دارای فشارسنجٌ به منظورنشان دادن فشار درون سیلندر است از آنجائی که سیلندر فاقد شیر ایمنی است در صورتی که فشار درون سیلندر خاموش کننده به هر دلیلی افزایش یابد و از حد معمول بیشتر گردد فشارسنج از هم پاشیده و فشار سیلندر تخلیه میگردد .



- قدرت پرتاب ۷ متر طبق استاندارد انگلیس و در استاندارد آمریکا پرتاب آن ۱۰ تا ۱۲ متر است .
- مدت زمان تخلیه آن بصورت مداوم با استاندارد انگلیس ۶۰ ثانیه و طبق استاندارد آمریکا ۵۵ ثانیه می‌باشد .
- هر ماه یکبار بازدید ظاهری از خاموش کننده انجام شود
- .در بازدید از طریق فشارسنج فشار داخلی سیلندر را کنترل و از سالم بودن دستگاه از لحاظ ضربه دیدگی، سالم بودن شیر و پلمپ اطمینان حاصل گردد

- هر دو سال یکبار بدنه خاموش کننده باید با فشار معین ۲۴ بار تحت آزمایش هیدرواستاتیک قرار گرفته تا از سالم بودن آن اطمینان حاصل گردد.
- موارد کاربرد مشابه سودا اسید است.





- مولد کف
- همانگونه که کف را به دو گروه تقسیم بندی نموده‌اند، دستگاههای دستی مولد کف نیز در دو گروه ساخته شده اند:
  - مولدهای کف شیمیایی
  - مولدهای کف مکانیکی



- خاموش کننده های کف شیمیایی
- دارای یک استوانه داخلی فولادی با پوشش زنگ نزن حاوی سولفات آلومینیوم با غلظت ۱۳٪ و استوانه خارجی از جنس شیشه –کائوچو یا مس حاوی بیکربنات سدیم با غلظت ۸٪ و مقداری ماده تثبیت کننده کف می‌باشند.
- هر دو استوانه فقط ۷۵٪ حجم آنها پر می‌گردد.
- در سه مدل توسط شیر یا دستگیره یا وزنه سربی مربوطه دریچه استوانه داخلی باز شده و با واژگونی باعث می‌گردد تا امتزاج مواد بخوبی صورت گیرد.

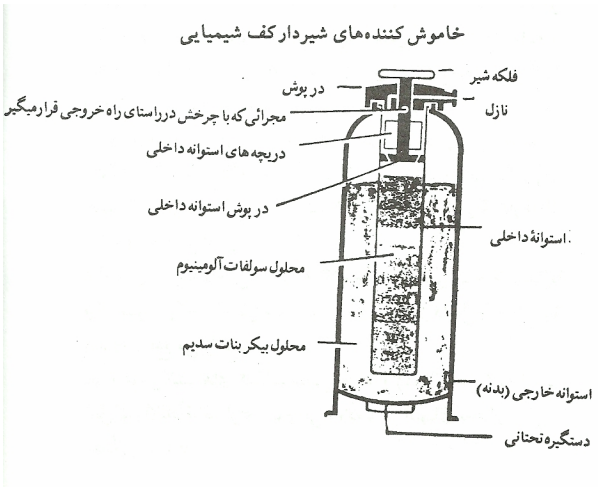
- تحت واکنش مواد کف‌زا تولید و با استفاده از فشار گاز $CO_2$ناشی از واکنش، کف به خارج رانده می‌شود.

$$Al_2(SO_4)_3 + 6NaHCO_3 \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3Na_2SO_4 + 6CO_2$$

- ظرفیت ان معمولا دو گالن است.و معمولا غیر قابل کنترل و با روش واژگونی عمل می کنند.
- طول پرتاب مواد اطفایی حدود ۷ متر و حداقل زمان تخلیه ۲۰ ثانیه و حداکثر ۹۰ ثانیه می‌باشد.



- در زمستان جلوی یخ زدن آن باید گرفته شود.
- در تابستان حداکثر درجه حرارت $120^{o}F$ باید باشد.
- برای حریق های کوچک نوع A و B استفاده می شود.
- در آزمایش ماهانه با بازکردن درپوش دو مخزن را از هم جدا و با هم زدن توسط چوب و کنترل آب آنها دوباره به وضعیت اول برگردد.
- سالی یکبار در حریق آموزشی استفاده شود.



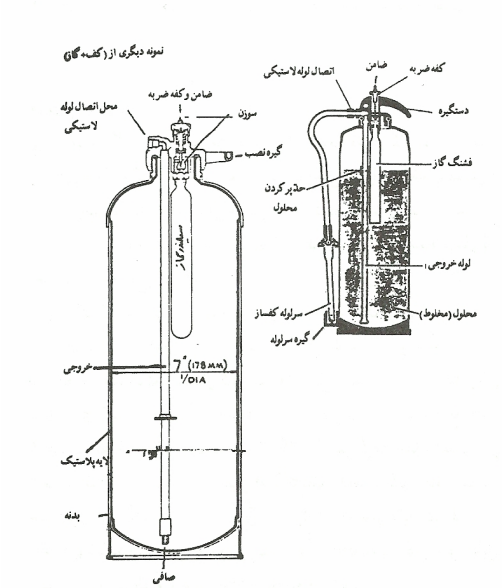



- خاموش کننده کف مکانیکی یا کف هوایی
- در دو نوع ساخته شده اند
  - بالن داخل
  - تحت فشار دائم.

- بالن داخل (فشنگ داخل)
- در درون محفظه کپسول یک محفظه گاز فشرده $CO_2$ قرار دارد و در موقع استفاده، سوزن مربوطه توسط دسته اهرمی فعال شده و مجرای گاز را آزاد می‌کند.
- عبور گاز فشار لازم برای رانش محلول کف و عبور آن از درون مایع کف ساز و نحوه پاشش از سر لوله باعث تولید کف انبوه متناسب با درجه انبساط آن می‌گردد.
- تحت فشار دائم
- محفظه اصلی در فشار حدود Psi ۱۵۰ می باشد



- دارای شیلنگ مخصوص و سر لوله کف ساز برای پاشش کف می‌باشد.
- ویژگی سرلوله کف ساز، مخلوط نمودن هوا با مایع کف برای حباب سازی می‌باشد.
- طول پرتاب حدود ۷ متر و مدت تخلیه ۱۲۰ ثانیه است.
- داخل محفظه کپسول نیز دارای پوشش پلاستیکی است تا از زنگ‌زدگی جلوگیری نماید.
- محلول کف دارای غلظت ۶-۳٪ از مواد کف ساز بوده و فقط ۷۵٪ حجم کپسول را پر می‌کند..






- پودر شیمیایی
- در وزنهای مختلف یک الی ۱۲ کیلوگرمی ساخته شده اند و از نظر ساختمانی دو گروه عمده را شامل می‌شوند:
  - پودر و گاز(هوا) با فشار مداوم
  - پودر و گاز بالن دار (فشنگ دار)

- خاموش کننده پودر و گاز(هوا) با فشار دائم
- دارای یک محفظه استوانه‌ای با وزن معینی از پودر که تحت فشار یک گاز مناسب به خارج رانده می‌شود.
- فشار گاز ازت یا $CO_2$ یا هوا حدود Psi ۱۵۰ است
- برای کنترل فشار از یک فشارسنج استفاده می‌گردد.
- این دستگاه دارای شیلنگ و سرلوله ساده بوده و راه اندازی آن توسط یک اهرم صورت می‌گیرد..
- از نوع قابل کنترل بوده و در وزن‌های ۱ تا ۳۰ پوند است.



- با فشردن اهرم آن یک سوزن که مجرای خروج پودر را بسته است، آزاد می‌گردد و تحت فشار گاز یا هوا پودر به خارج پاشیده می‌شود.
- ابتدای لوله خروج پودر در نزدیکی کف مخزن قرار دارد تا بر اثر فشار گاز تمام پودر خارج گردد.
- زمان تخلیه بستگی به وزن مواد محتوی دارد به طوری که از ۸ ثانیه تا ۱۴ ثانیه می‌باشد.
- قدرت پرتاب این خاموش کننده ۶ متر است و جهت آتش‌های کلاس‌های مختلف به کار می رود.

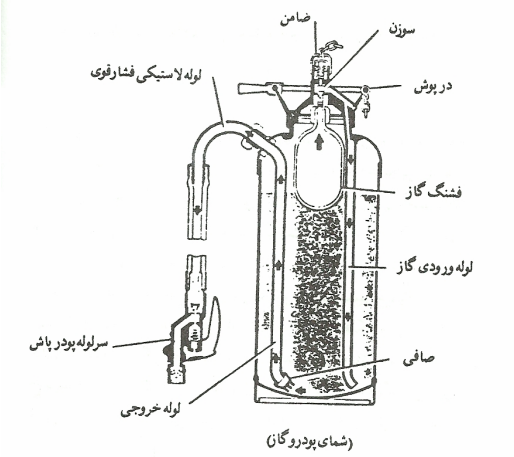
- هر ماه یک بار بازدید ظاهری و در این بازدید فشار درون سیلندر از روی فشار سنج مشاهده و سپس بدنه و پلمپ بازدید شود
- در صورت امکان سالی یک بار در حریق آموزشی از خاموش کننده استفاده شود



- خاموش کننده پودر و گاز بالن دار
- منبع تأمین فشار گاز $CO_2$ مایع که به آن فشنگ یک بالن می‌گویند.
- در هنگام استفاده گاز $CO_2$ آزاد شده و سبب پاشش پودر به خارج می‌گردد این نوع از خاموش کننده‌ها خود بر دونوع می‌باشد:
  - بالن داخل
  - بالن خارج

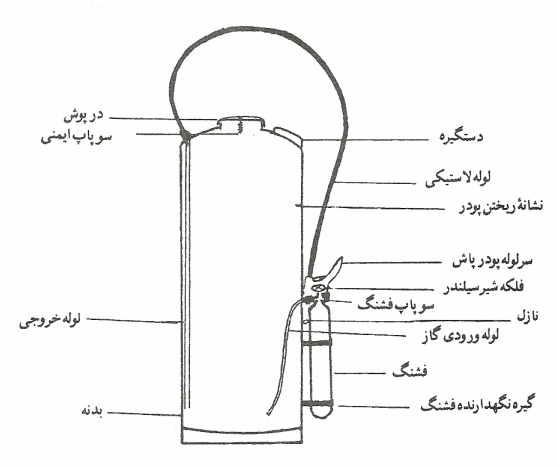
- بالن داخل:
- هنگام عمل با فشار دادن یک اهرم یا زدن ضربه به یک صفحه، سوزن مربوطه صفحه محافظ مجرای بالن را سوراخ نموده و باعث آزاد شدن گاز $CO_2$ شده و آن هم به نوبه خود باعث اعمال فشار و راندن پودر به خارج می‌شود.
- فشار عمل در این حالت حدود Psi ۱۵۰ می باشد.





- بالن خارج:
- شامل یک محفظه استوانه‌ای حاوی پودر و یک کپسول یا بالن کوچک $CO_2$ است که هنگام عمل، شیر بالن توسط استفاده کننده باز شده و فشار لازم برای پاشش مواد تأمین می‌گردد.
- فشار دستگاه نیز همانند نوع بالن داخل است.





- اگر به دلایلی پودر داخل دستگاه کلوخه شده باشد دستگاه عملاً کارایی ندارد.
- معمولاً این کلوخه به علت وجود رطوبت و در سطح پودر و به مرور زمان ایجاد می‌گردد.
- لذا بهتر است هر بار قبل از استفاده با احتیاط کپسول محتوی مواد خاموش کننده سروته شود و سپس مورد استفاده قرار گیرد.
- قدرت خاموش کنندگی پودر به ازای هر متر مربع از سطح حریق ۲ کیلوگرم پودر (بر مبنای بنزین) می‌باشد.



- گاز $CO_2$
- از یک سیلندر حاوی $CO_2$ مایع و یک شیر فلکه، شیلنگ و سرلوله شیپوری تشکیل شده‌اند.
- علت شیپوری بودن سر لوله، جلوگیری از یخ زدن گاز در حین عبور از مسیر می‌باشد.
- در ظرفیتهای بین ۱۲-۲ پوند با فشار داخلی کپسول حداکثر ۲۷۰۰ Psi و میزان فشار تولید شده هنگام عمل دستگاه حدود ۱۰۰ Psi می‌باشد.
- بدنه اصلی آن به شکل استوانه، فولادی و بدون درز بوده که باید فشاری برابر با ۷۰۰۰ Psi را تحمل کند.

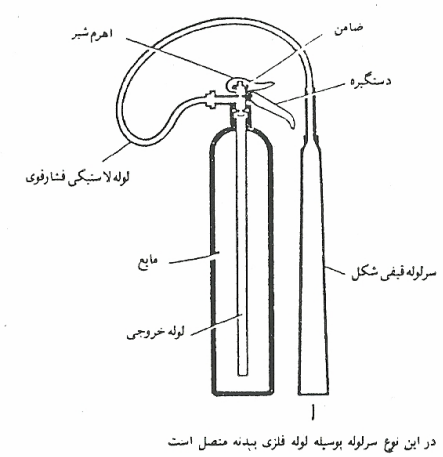
- هنگام پر کردن سیلندر فقط ۷۵٪ از حجم را از مایع $CO_2$ پر می‌کنند.
- منبع تأمین فشار پاشش، تغییر فاز گاز $CO_2$ بوده و طول پرتاب آن بین ۴-۲ متر است.
- در آتش های سطحی مثل مواد مایعی و جامد زمان تخلیه گاز ۱ دقیقه برای اطفاء طراحی شده و در کلاس عمیق مثل کاغذ و پنبه زمان تخلیه گاز ۷ دقیقه طرح می شود.
- برای حریق‌های دسته A-B-C-E-F مناسب می‌باشد



- از دو نوع مکانیزم برای تخلیه یکی شیرهای اهرمی و دیگری شیرهای فلکه‌ای استفاده می‌شود.
- شیر طوری باید باشد که به سرعت باز و بسته شود والا گاز تبدیل به یخ شده و راه خروج را مسدود می‌کند
- شش دلیل ناسالمی سیلندر و به وجود آمدن حوادث
  - بدنه صدمه دیده
  - خستگی فلز
  - خوردگی درونی
  - خوردگی برونی
  - بار زیادی (زیاد پر کردن)
  - مواد ناخالص (ناخالصی گاز $CO_2$ )

- در صورتی که بیشتر از ۱۰ درصد از وزن گاز داخل آن کم شده باشد برای پر کردن آن اقدام می‌کنیم.
- آزمایش بدنه در زمان معین (۵ سال) باید انجام شود:
  - بدنه سیلندر با فشار Psi ۳۳۷۵ آزمایش شود.
  - بدنه سیلندر باید فشارPsi ۷۰۰۰ را تحمل کند.
  - مکانیزم ایمنی دستگاه (سوپاپ ایمنی) طوری تنظیم گردد که بالای Psi ۲۷۰۰ شروع به عمل کند.






در این نوع سرلوله بوسیله لوله فلزی بدنه متصل است

- ترکیبات هالوژنه (هالن)
- فشار پاشش بخار هالن از
  - تغییر فاز خود هالن و تبدیل آن به فاز گازی
  - به کارگیری فشار کمکی از یک گاز مناسب مثل $CO_2$
  - فشار گاز داخل کارتریج مجزا
  - قشار هنگام عمل عموماً Psi ۲۳۰-۹۰
- طول پرتاب مواد هالوژنه حدود ۸ متر



- روش راه‌اندازی:
  - توسط شیر فلکه
  - توسط اهرم
  - ماده مربوطه داخل یک کپسول شیشه ای بوده و در ظرفیتهای ۳ تا ۶ کیلوگرم است هنگام استفاده داخل حریق پرتاب شده و پس از شکستن و تغییر فاز باعث اطفاء حریق می‌گردد

| رنگ مایع | درجه حرارات به سانتیگراد | به فارینهایت |
|---|---|---|
| ۱ – مایع نارنجی | ۵۷ °C | حدود ۱۳ °F |
| ۲ – رنگ سرخ | ۶۸/۳۳ °C | ۱۵۵ °F |
| ۳ – رنگ زرد | ۷۹ °C | |
| ۴ – رنگ سبز | ۹۳ °C | |
| ۵ – رنگ آبی | ۱۴۱ °C | |
| ۶ – بنفش | ۱۸۲ °C | |
| ۷ – مشکی | ۱۳۲–۲۶۰ °C | |



- گاز FM200
- فشار پاشش با تغییر فاز مایع به حالت گاز
- فشار گاز کمکی با نیتروژن خشک در فشار ۴۲ بار
- مدت زمان عمل ۱۰ ثانیه با کپسول هایی از جنس فولاد

## خاموش کننده های چرخدار

- تجهیزات متحرک سبک تا ۹۰ کیلوگرم بصورت چرخدار بوده که توسط یک نفر قابل حمل است.
- تجهیزات سنگین معمولاً به روی خودرو، قایق، کشتی، هلیکوپتر یا هواپیما نصب می‌گردد.
- خاموش کننده‌های خودرویی آب، کف و پودر می‌باشند.
- از منبع آب خودرو توسط شیرهای برداشت و شیلنگهای آتش نشانی یا پاشنده گردان آب یا کف بصورت جت برای فواصل دور و اسپری برای مه پاشی استفاده میشود.



- حجم مخزن آب خودروها برای حداکثر ۱۰ دقیقه می‌تواند تیم عملیاتی را تأمین کند.
- ادامه کار توسط پمپ‌هایی که برروی خودروها سوار است از شیرهای محوطه‌ای یا از استخرها و حتی از رودخانه‌ها آبگیری انجام می گردد.
- استفاده از سایر تجهیزات اطفاء متحرک مانند هلیکوپتر، هواپیما و قایق در مواردی توجیه دارد که کاربرد و اهمیت آن معلوم شده باشد و عمومیت ندارد

## شبکه ثابت خاموش کننده

- در اطفاء حریق علاوه بر امکانات و تجهیزات، زمان نقش تعیین کننده‌ای دارد، لذا علاوه بر وسایل خاموش کننده دستی از تجهیزات ثابت نیز استفاده می گردد.
- این وسایل بصورت دستی یا اتوماتیک راه‌اندازی میشوند
- در حریقهایی که توسط خاموش کننده‌های دستی قابل مهار نیستند یا در مواقعی که افراد در محل حضور ندارند به کار گرفته میشوند.
- نصب چنین سیستم‌هایی هزینه قابل توجهی ندارد



- ساختمانهایی که بلندتر از ۷۵ فوت (22.8 متر) بوده دسترسی از خیابان و هیدرانت شهری مشکل است. بدین منظور بیشتر ساختمانهای بلند به یک سیستم و شبکه داخلی مجهز می‌گردند و معمولاً جهت یک پریود زمانی کوتاه حدود ۳۰ دقیقه طراحی می‌شود زیرا جهت زمان طولانی‌تر نیاز به حجم بالای ذخیره آب می‌باشد و در این فاصله می بایستی مامورین آتش نشانی ادامه کار اطفاء حریق را بر عهده بگیرند.

- یکی از مزایایی مهم تجهیزات ثابت، نزدیک بودن به نقطه شروع حریق و موثر بودن حضور افراد است.
- تجهیزات ثابت به چند گروه تقسیم می‌شوند
  - حاوی آب
  - حاوی کف
  - حاوی پودر
  - حاوی $CO_2$
  - حاوی هالن و جایگزینهای آن



## حاوی آب

- برداشت دستی آب
- برداشت شبکه ای آب

## برداشت دستی آب

- برای اطفاء دستی توسط افراد از تجهیزات موسوم به جعبه آتش نشانی استفاده می‌گردد.
- از شیرهای برداشت بصورت ایستاده، دریچه دار و دیواری استفاده می‌شود.
- شیرهای زمینی عموماً برای آبگیری خودروها و پشتیبانی ذخیره استفاده می‌گردد.



- دراماکن و ساختمانها ( کم خطر) جهت امکان مقابله و مبارزه با حریقها در فواصلی معین نصب می شوند.
- داخل این جعبه ها لوله های نواری با سایز 1 1/2 اینچ و یا شیلنگ های فشار قوی 3/4 اینچ یا ۱ اینچ با طول حداکثر ۲۰ متر و قرقره های مربوطه بعلاوه شیر فلکه های هیدرانتی با رایزر خشک و تر قرار می گیرد
- حداقل قطرلوله متصل به هر شیلنگ ۱ اینچ است.
- فشار آب نرمال حداقل4.5 بار و پرتاب آب به صورت افقی حدود ۸ متر و عمودی حدود ۵ متر است.

- دبی آب پرتابی توسط هر شیلنگ باید ۱۰۰ گالن در دقیقه و امکان استفاده هم زمان از دو شیلنگ قرقره به مدت حداقل ۳۰ دقیقه باید باشد(NFPA).
- شیلنگ داخل جعبه بوسیله کوپلینگ به شیر فلکه هیدرانت متصل است .
- آب پشت شیر فلکه دائماً تحت فشار و یا به محض باز کردن شیر و افت فشار ، توسط پمپ ها مجددا تحت فشار لازم قرار گیرد .
- قرقره از نوع ثابت ، گردان و گردان تو دیواری است

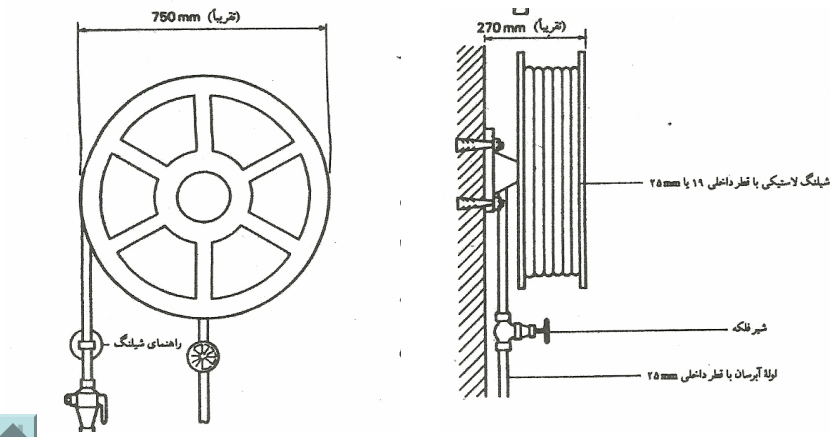


- در ساختمانهای مسکونی باید در طول راهروهای فرار از آتش نصب شوند
- در ساختمانهای اداری و بلند باید در محوطه دفاتر اداری که جنب درهای فرار از آتش قرار دارند نصب شوند
- در ساختمانهای صنعتی ، شیلنگ قرقره های اضافی در مرکز ساختمان ( معمولا" روی ستونها ) بدلیل امکان عدم نصب شیلنگ قرقره ها در مجاورت درهای فرار بعلت محدودیتهای عرض ساختمان ، پیش بینی گردد.

- برای هر ۴۱۸ متر مربع از سطح زیر بنا باید حداقل یک شیلنگ قرقره مدنظر قرار گیرد
- هیچ قسمت از کف راهرو نباید بیشتر از ۶ متر با سر آبپاش فاصله داشته باشد
- جعبه های آب آتش نشانی با حداکثر ۳۰ متر فاصله از یکدیگر قابل نصب بر روی دیوار و یا هر مکان مناسب در ارتفاع ۱۲۰ سانتی متر از کف بنا یا محوطه میباشد
- برای ساختمان میان خطر قطر شلنگ 2 1/2 اینچ و دبی آب آن ۲۵۰ گالن در دقیقه و فشار آن 6.5بار است.



- در صورت عدم تامین حداقل فشار مورد نیاز در بالاترین شیلنگ تجهیزات پمپاژ اتوماتیک نصب شود
- در صورت اعلام سازمان آب مبنی بر استفاده ازمنبع واسطه ، باید حجم این منبع حداقل 1.6 متر مکعب بوده ویک زوج پمپ با میزان دبی 2.3لیتر بر ثانیه نصب نمود(BS).






- یک لوله قائم خالی از آب در داخل ساختمان که در پاگرد هر طبقه یک شیر با کوپلینگ روی آن نصب میشود.
- دراین رایزر یک ورودی در طبقه همکف پیش بینی میشود تا مامورین آتش نشانی آب را ازمخزن خودرو آتش نشانی یا نزدیکترین شیر آتش نشانی محل به داخل رایزر پمپ کنند .
- این رایزرها باید در پله فرار یا فضای محافظت شده در برابر حریق که تهویه مناسب داشته باشد نصب شوند تا مامورین آتش نشانی بتوانند شیلنگهای خود را در فضایی بدون دود به یک شیر پاگرد وصل کنند

•برای ساختمانهای بیش از ۱۸ متر توصیه می شود.

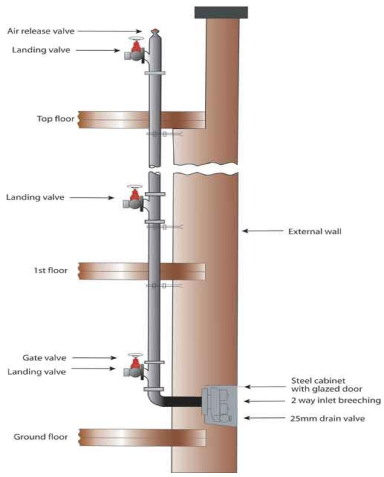
•قطر رایزرخشک در ساختمانهای با ارتفاع حداکثر ۳۱متربا یک شیر پاگرد در هر طبقه برابر ۴ اینچ و برای ساختمانهایی با ارتفاع ۳۱ تا ۶۰متربرابر ۶ اینچ می باشد.

• اگر در هر طبقه دو شیر پاگرد به قطر 2 1/2 اینچ به رایزر خشک متصل می گردد قطر رایزر باید ۶ اینچ باشد .

•با توجه به ارتفاع معمول ساختمانها در ایران (حدود ۲۰ متر) اندازه ۴ اینچ برای رایزر خشک دست بالاست.



- تعداد رایزر های خشک باید به گونه ای باشد که فاصله هیچ نقطه طبقه از یک شیر پاگرد بیش از ۶۱ متر نباشد.
- برای هر ۹۳۰ متر مربع سطح زیر بنا باید یک شیر پاگرد در نظر گرفته شود.
- بمنظور پیشگیری از شوک الکتریکی و وارد آمدن صدمه به رایزر، رایزر باید از لحاظ الکتریکی اتصال زمین شود .
- جهت فشار مورد نیاز در بالاترین خروجی از پمپ با دبی ۲۳l/s استفاده شود . تعداد پمپها دو عدد است

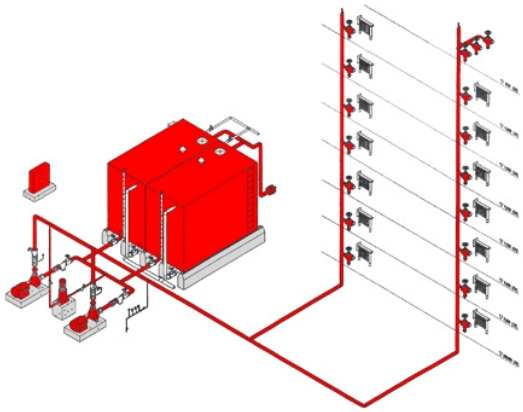





- لولــه حاوی آب یا اصطلاحا لولــه(رایزر) تر دائما" به لوله آب متصل بوده و قادر به تامین فشار حداقل ۶۰psi در بالاترین خروجی هستند. حداکثر فشار مجاز برای تخلیه آب از یک خروجی 75.5 psi است .
- برای ساختمانهای بالای ۶۰ متر باید رایزر تر نصب گردد .

- در رایزرهای تر ورودی آب به پمپ تامین فشار باید از طریق یک منبع واسطه با حداقل حجم 11.4 متر مکعب که از لوله اصلی آب با دبی حداقل ۲۷ l/s تغذیه می شود صورت گیرد .
- مضاف بر آبی که از لوله اصلی و از طریق شیرهای کروی تامین می شود ، یک لوله ورودی به قطر ۶ اینچ با چهار کوپلینگ به قطر 2 1/2 اینچ جهت پرکردن مجدد منبع در صورت قطع جریان آب از لوله اصلی ، باید منظور گردد .





## برداشت شبکه‌ای آب

- مخازن آب (suction tanks)
- حلقه های اصلی (Main loops)
- شیر های آتش نشانی (Hydrants)
- اتصال پمپ (Pumper connection)
- شیر اتصال به خارج (Fire Department connection)
- جعبه آتش نشانی (Fire box)
- افشانه ها یا اسپرینکلرها (Sprinklers)



- در اماکنی که احتمال وقوع حریق نوع A باشد، و صدمه مطرح نباشد از یک سیستم نسبتاً ساده بطور دستی یا اتوماتیک از آب با قابلیت بالا استفاده می شود
- از سیستم لوله‌کشی سقفی شبکه‌ای استفاده می‌گردد
- در انتهای خطوط از افشانه‌هایی استفاده می‌شود که می‌تواند بصورت دستی یا خودکار فعال گردد.
- هنگام حریق، فشار لازم برای ابرسانی توسط پمپ یا بصورت ثقلی تأمین می‌شود.

- در سیستم نیمه خودکار باید دسترسی به فلکه‌های اصلی برای همه افراد میسر بوده و آموزش کافی دیده باشند.
- در سیستم‌های خودکار، افشانه آب، در هنگام حریق بطور اتوماتیک فعال می‌گردد.
- نوع اتوماتیک در اماکنی که محل توقف افراد نباشد یا قبل از فعال شدن افراد از محل تخلیه شوند به کار میرود



## افشانه آب

- یک نوع سرلوله ثابت است که بطور نیمه اتوماتیک یا اتوماتیک آب را برروی حریق بپاشد.
- از نظر کارایی نوعی اوریفیس است که با دبی ثابت مواد اطفائی را برروی حریق بپاشد.
- فضایی شبیه به مخروط ناقص را تحت پوشش قرار می دهد.
- بیشتر پاشش مواد در افشانه‌ها به سمت پایین (حدود ۶۰٪ برای آب) و بخشی در اثر برخورد به صفحه مقابل روزنه به بالا پاشیده می‌شود و نهایتاً همه مواد بدلیل نیروی ثقل خود روی حریق می‌نشینند.

- افشانه‌ها دارای دهانه باز یا با دهانه بسته هستند
- برای تصرف کم خطر در آب وهوای معتدل دمای 68 $^{o}C$ بر ای افشانه دهانه بسته حباب دار پیشنهاد میشود
- سطح پوشش افشانه بازاء فضای پرخطر ۹ $m^2$ ، فضای میان خطر ۱۲ $m^2$و فضای کم خطر ۲۱ $m^2$ در نظر می‌گیرند
- قطر لوله ای که افشانه به آن متصل می‌گردد نباید از ۲۰ میلیمتر کمتر باشد.



اندازه‌های اسمی سوراخ (مجرای خروجی) اسپرینکلرها

| اندازه اسمی | نوع خطر |
|---|---|
| ۱۰ میلی‌متر | فقط کم خطر |
| ۱۵ میلی‌متر | فقط معمولی و پر خطر |
| ۲۰ میلی‌متر | فقط پر خطر |

رنگ‌های استاندارد مایع پرکننده برای درجات مختلف سرپوش‌های اسپرینکلر نوع حبابی

| درجه اسپرینکلر | رنگ بازوی وصل کننده (یوک) |
|---|---|
| ۵۷ °c | نارنجی |
| ۶۸ °c | قرمز |
| ۷۹ °c | زرد |
| ۹۳ °c | سبز |
| ۱۴۱ °c | آبی |
| ۱۸۲ °c | بنفش |
| ۲۰۴ °c تا ۲۶۰°c | سیاه |

- فاصله افشانه ها از هم ۸ تا ۱۲ فوت (2.43 تا 3.65 متر) و فاصله لوله‌های افقی از هم حدود ۱۰ تا ۱۴ فوت (۳ تا 4.26 متر) در نظر می‌گیرند
- عمر مفید افشانه اگر تحت عملیات سخت نباشد پنجاه سال می تواند باشد
- سرپوش حبابی ممکن است هر ۴ سال یکبار نیاز به تعویض داشته باشد.

- . شبکه آب برای اطفاء حریق مبتنی بر دو سیستم آبرسانی است:
  - شبکه خشک (تحت فشار هوا و غیر تحت فشار هوا)
  - شبکه تر (تحت فشار آب)



- شبکه خشک
- شبکه لوله کشی اطفاء حریق خالی از ماده اطفایی، تحت فشار هوا یا گاز $CO_2$ یا بدون فشار است.
- دهانه افشانه در صورتی که تحت فشار گاز باشد توسط حباب شیشه‌ای حساس به درجه حرارت، مسدود می‌باشد و در موقع حریق بدلیل افزایش دما حباب شکسته و با تخلیه گاز و عمل کردن شیر کنترل آب، عمل تخلیه انجام می‌گردد.

- در سیستم غیر تحت فشار، مجاری و دهانه افشانه خالی می‌باشد و در هنگام لزوم با سیستم دستی یا اتوماتیک شیرهای جریان باز شده و عمل اطفاء انجام می‌گردد.
- در مکانهایی استفاده می‌شود که امکان پایین رفتن دما به زیر صفر درجه وجود دارد و جهت جلوگیری از یخ زدگی و ترکیدگی لوله آن را در حالت خشک نگه میدارند و فقط در زمان آتش‌سوزی آب وارد آن می‌کنند.
- عیب آن سرعت عمل کم با سیستم پیچیده و مناسب برای انبارها و نواحی در معرض هوای آزاد است



- شبکه تر
- لوله‌های اطفاء حریق تحت فشار آب بوده و دهانه افشانه‌ها با یک حباب شیشه‌ای رنگی مسدود است.
- هنگام بروز آتش سوزی بدلیل بالا رفتن حرارت، مایع درون حباب مسدود کننده انبساط حجم پیدا نموده و حباب شکسته می‌شود. در این حالت بصورت اتوماتیک عمل پاشش انجام می‌گیرد.
- مزیت آن سرعت عمل زیاد و عیب آن احتمال یخ زدن

| رنگ مایع حباب | دمای حباب درجه سانتی گیراد |
|---|---|
| سیاه | ۲۲۸ |
| ارغوانی | ۱۸۲ |
| آبی | ۱۴۱ |
| سبز | ۹۳ |
| زرد | ۷۹ |
| قرمز | ۶۸ |
| نارنجی | ۵۷ |



# منابع فصل دوم


- نشریات 111 و 112 سازمان برنامه و بودجه
- استانداردهای NFPA به شماره های 10-11-11A-12-12A-13-13D-13R-14-15 -16-17-17A-20-22-24-72-2001
- استانداردهای BS به شماره های3116-3445-5445 – 5446- 5839 – 6262
- حفاظت ساختمانها در مقابل حریق - مترجمهوشنگ شریف زاده ناشر سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی-1384
- سیستمهای اعلام و اطفا حریق – ترجمه و تالیف احمد مهدیان – 1390
- آشنایی با اصول طراحی نیروگاههای حرارتی –تالیف شرکت مننکو ایران ناشر شیوه 1389
- اصول ایمنی حریق در ساختمانها ترجمه عبدالصمد زرین قلم و سعید بختیاری – نشریه 254 مرکز تحقیقات مسکن و ساختمان -1387
- مهندسی حریق – تالیف رستم گل محمدی -نشر فن آوران -1381

# پیوست

برو



- مصالح عایق صوتی
- مصالح عایق حرارتی

برو

## مصالح عایق صوتی

- عایقهای صوتی سربی
- کاشیها و صفحات ساخته شده از فیبرهای سلولزی
- کاشیهای ساخته شده از فیبرهای معدنی
- کاشیهای فلزی سوراخدار
- اندودهای عایق صوتی



## عایقهای صوتی سربی

- مهمترین شرایط یک عایق صوتی مناسب:
  - زیاد بودن وزن ویژه
  - نرمی طبیعی
  - ظرفیت بالای کاهش سر و صدا
  - غیر قابل نفوذ بودن
- موانع سربی روی پارتیشنهایی که در مجاورت سقفهای کاذب آویخته قرار می‌گیرند، مؤثرند.
- برگه‌های سربی را می‌توان در بسیاری از تیغه‌های نازک مصرف کرد تا بدون افزایش حجم، صدا را کاهش دهند .

## کاشیها و صفحات ساخته شده از فیبرهای سلولزی

- کاشیهای سلولزی از باگاس تفاله نیشکرساخته می‌شوند،
- تایلهای الیاف نیشکر از قدیمی‌ترین و معمولاً ارزان‌ترین نوع عایق های صوتی هستند.
- فیبرها با فشار به صورت تخته‌هایی درآمده به نحوی که بین الیاف، فضاهای تنگ سوراخدار به وجود می آید.
- صدا به حفره‌های بین الیاف رسسده باعث بهبود کیفیت جذب صوت می‌شود.



## کاشیهای ساخته شده از فیبرهای معدنی

- بخش اعظم تایلهای فیبر معدنی از پشم معدنی ساخته می‌شوند،
- پشم معدنی از سربار کوره آهنگدازی (پشم سرباره) است.
- این تایلها به صورت شکافدار یا سوراخدار ساخته شوند
- مصالح شکافدار انرژی صوتی را به وسیله ایجاد اصطکاک در حفره‌های ریز موجود بین فیبرهای مستقل از هم، مستهلک می‌سازند.
- مصالح سوراخدار بیشتر در ساختمانهای صنعتی، فرهنگی و مؤسسات علمی که حداکثر نفوذ و رنگ‌پذیری مورد نظر است، مصرف می‌شوند .

- تایلهای فیبر معدنی از نظر پایداری در برابر آتش در بهترین وضعیت قرار دارند
- این مصالح در گونه‌های مختلف از نظر اندازه، بافت، ضخامت و قابلیت جذب صوت ساخته می‌شوند.
- در رنگ‌آمیزی تایلهای شکافدار یا منسوج، باید سطوح با رنگهای ویژه پوشانده شوند، به قسمی که حفره‌ها بسته نشود و ویژگی عایق صوتی مصالح کاهش نیابد .



## کاشیهای فلزی سوراخدار

- این تایلها از تاوه‌های فلزی سوراخداری هستند که با مصالح لایی عایق صدا نظیر پشم معدنی پر شده‌اند. که به صورت دیافراگمی در انتقال صوت به مصالح لایی عایق صدا عمل می‌کنند و صوت در آنجا جذب می‌شود .
- تاوه از آلومینیوم یا ورق فولادی و با لعاب پخته شده سفید است.
- این تایلها گران قیمت ، دوامشان زیاد و هزینه نگهداری و تعمیر آنها کم است،
- سطح آنها را می‌توان با کهنه نمدار تمیز کرد و به رنگ‌آمیزی مجدد و تعویض قطعات نیازی ندارند. به علاوه لعاب سخت پوشش آنها باعث تأمین ویژگیهای بازتاب سطوح می‌شود .

## اندودهای عایق صوتی

- اندودهای عایق صوتی دو نوعند :
  - الف:اندودهای گچی با دانه‌های سبک مانند پرلیت و ورمیکولیت منبسط
  - ب:اندودهای مشتمل بر فیبرهای معدنی به همراه چسب



- از اختلاط گرد گچ، پرلیت و آب درست می‌کنند روی سطوح صاف زیرسازی که ممکن است بتنی، سیمانی، گچی یا فولادی باشد، می‌کشند یا با ماشین بر روی آنها می‌پاشند،
- اندودهای ماله‌ای در دو قشر آستر به ضخامت حدود ۱۰ میلیمتر و رویه به کلفتی حدود ۳ میلیمتر اجرا می‌شوند
- اندودهای ماشینی در دو، سه یا چهار قشر نازک پاشیده می‌شوند، به قسمی که مجموع ضخامت به حدود ۱۲ میلیمتر برسد .

- به موجب آزمایشهای انجام شده "ضریب کاهش سر و صدا"برای اندود ۱۲ میلیمتری دستی، حدود 0.65، برای اندود ۲۵ میلیمتری از همین نوع، 0.75 و برای اندود ماشینی به ضخامت ۱۲ میلیمتر، حدود 0.55 است .



- اندودهای فیبری از پنبه کوهی یا پشم معدنی و یک چسب معدنی ساخته می‌شوند.
- . نخست سطح مورد نظر را با قشر ضخیمی از چسب، آغشته می‌کنند و سپس فیبر را روی آن می‌پاشند.
- اندودهای به ضخامت بیش از ۱۲ میلیمتر، دست کم در دو قشر باید انجام شوند و قشر رویه را می‌توان با سیلر و به صورت رنگی نیز اجرا کرد .

- به موجب آزمایشهای انجام شده "ضریب کاهش سر و صدا"برای اندودی رنگ نشده به ضخامت ۱۸ میلیمتر بر روی زیرسازی سخت، از 0.6 تا 0.7 و بر روی زیرسازی فلزی، 0.8 تا 0.9 و برای ضخامت ۳۶ میلیمتر بر روی زیرسازی سخت، حدود 0.9 است، در حالی‌که ضریب اندود اخیر هنگامی که رنگ‌آمیزی شود، به 0.85 کاهش می‌یابد .



## مصالح عایق حرارتی

- عایقهای انباشته به صورت آزاد (Loose Fill)
- عایقهای پتویی (Blanket Insulation)
- عایقهای قطعه ای (Batts)
- تخته های عایق (Insulation Board)
- تاوه ها یا بلوکهای عایق (Slab Insulation)
- عایق های منعکس کننده (Reflective Insulation)
- عایقهای پاشیدنی (Sprayed-on Insulation)
- کفهای تزریقی درجا(Foamed-in-Place Insulation )
- عایقهای موجدار (Corrugated Insulation )

## عایقهای انباشته به صورت آزاد

- بر دو نوع رشته ها(یا تارها ) و دانه های سبک
- رشته ها شامل پشم سنگ، پشم شیشه، پشم سرباره یا الیاف گیاهی( معمولاً پشم چوب ) می باشند .
- دانه ها از مواد معدنی منبسط شده مانند پرلیت، ورمیکولیت، خاک رس و نظایر آن یا از مواد گیاهی مانند خرده های چوب پنبه تهیه می شوند.

## عایقهای پتویی

- از پشم سنگ، پشم شیشه، پشم سرباره، پشم چوب، پنبه، پشم حیوانات است
- در ضخامتهای متفاوت تا ۱۰۰ میلیمتر ، تهیه و به عرضهای مختلف بریده می شوند
- گاهی دارای پوششی از ورقه آلومینیوم یا کاغذ صنعتی(کرافت)هستند.

## عایقهای قطعه ای

- در اصل مشابه عایقهای پتویی هستند ، ولی طولشان محدودتر است
- معمولاً در حدود ۱۲۰ سانتمتر و کمتر و ضخامتشان تا ۱۸۰ میلیمتر می رسد
- برخی از آنها دارای پوشش کاغذی هستند که در لبه ها به صورت باریکه ای روی قطعات را پوشانده و نصب آنها در قاب را سهل تر می سازد.



## تخته های عایق

- از مصالح گوناگونی مانند نی، چوب و پشم سنگ ساخته می شوند
- تخته های عایق برای منظورهای مختلف از قبیل پوشش بیرونی و درونی دیوارها و عایق سقفها به کارمی روند.

## تاوه ها یا بلوکهای عایق

- به صورت قطعات صلب ساخته می شوند و ابعاد آنها تا حدودی از عایقهای قطعه ای کمتر است .
- برای استحکام بیشتر به صورت دو لایه و بیشتر به هم چسبانده می شوند .
- از مصالحی چون چو ب پنبه، خرده چوب و سیمان، پشم سنگ با یک ماده چسباننده، ورمیکولیت با قیر، کف شیشه، بتن متخلخل، پلاستیکهای متخلخل، لاستیک سخت متخلخل، بتن سبک دانه از انواع پرلیتی، ورمیکولیتی یا پوکه رسی ساخته می شوند.



## عایق های منعکس کننده

- از سطوح فلزی و نظایر آن ساخته می شوند و ممکن است بدون پشت بند یا با پشت بند به کار روند.
- میزان گرمابندی این عایقها، به ویژگیهای سطحی عایق، فاصله هوایی و اختلاف درجه حرارت بستگی دارد .
- نکته مهم این است که فاصله هوایی حداقل 20 میلیمتر رعایت شود .
- چنانچه به نحو شایسته ای نصب شوند، می توانند به عنوان لایه بخاربندی نیز به کار روند

## عایقهای پاشیدنی

- از مخلوط کردن تارها یا مصالح متخلخل با یک چسب، ساخته شده و بر روی سطوح مورد نظر پاشیده می شوند
- در نقاطی از ساختمان به کار می روند که شکل یا وضع قرار گرفتن اجزای ساختمانی ، استفاده از آنها را ایجاب می نماید.
- معمول ترین مصالح مخلوطهایی از آزبست، پرلیت، ورمیکولیت یا پوکه رسی با دوغاب سیمان و در برخی موارد با دوغاب گچ است .کف پلی اورتان نیز ممکن است بعضی اوقات در چند مرحله پاشیده شود.



## عایقهای کفهای تزریقی درجا

- عایقهای کفی تزریقی درجا یا توده های متخلخل، از رزینهای مایع مصنوعی ساخته می شوند.
- دو جزء تشکیل دهنده عایق، هنگام مخلوط شدن ، کفی تولید می کنند که پس از مدتی سخت شده و فضای تزریق شده را در برمی گیرند.

## عایقهای موجدار

- از کاغذ ساخته می شوند که به صورت موجدار در آورده شده و در چند لایه به هم چسبانده می شوند
- برخی از انواع این عایق با یک لایه چسب که بر روی آنها پاشیده می شود ، دارای استحکام بیشتری می شوند ،
- در انواع دیگر با یک ورقه پوشانده می شوند و دارای ویژگی گرمابندی بهتری هستند.



جدول ۲-۱۸-۷ مصالح عایق حرارتی و سیستمهای عایقکاری مناسب و متداول در ساختمان

| ردیف | محل کاربرد | نوع مصالح یا سیستم مناسب |
|---|---|---|
| ۱ | اقلیمهای خشک (سرد و گرم) | پشم شیشه، پشم سنگ، پشم سرباره (با روکش کاغذی یا بدون روکش)<br>انواع الیاف و دانه‌های سبک به صورت انباشته یا آزاد یا پاشیدنی<br>انواع تخته‌ها، تاوه‌ها و بلوکهای عایق (فیبری، چوب پنبه و مواد پلاستیکی)<br>عایقهای منعکس کننده (بدون پشت‌بند یا با پشت‌بند) صاف یا موجدار<br>انواع بتن سبک (کفی، گازی و دانه‌سبک)<br>عایقهای موجدار<br>کفهای تزریقی درجا |
| ۲ | اقلیمهای مرطوب (سرد یا گرم) | مانند ردیف۱، مشروط بر اینکه مواد و مصالح نم‌کش با ورقه‌های نازک آلومینیومی یا پلی‌تن بخاربندی شوند. |
| ۳ | سردخانه‌ها | اسفنج پلی‌اورتان سخت تزریق شده درجا<br>قطعات پلی‌استایرن منبسط<br>مصالح نم‌کش ردیف ۱، مشروط بر اینکه به طور جدی بخاربندی شوند. |
| ۴ | اعضای باربر (دیوار و سقف)* | بلوکهای ساندویچی از بتن معمولی با لایه‌ای از عایق مناسب اقلیم<br>(قطعات توخالی یا ایجاد فاصله هوایی)<br>بتن یک پارچه با دانه سبک از نوع پوکه رسی یا مشابه |
| ۵ | اعضای غیر باربر (نماها)* | مانند ردیف ۴ به علاوه انواع بتن سبک کفی و گازی، اندودهای سبک، عایقهای پاشیدنی، پنجره‌های دو شیشه‌ای. |
| ۶ | سقفهای کاذب* | انواع الیاف و دانه‌ها (روی سقف کاذب) و انواع تخته‌ها و تاوه‌ها به صورت نمایان |
| ۷ | مکانهای غیر قابل دسترسی* | انواع عایقهای پاشیدنی |

* عایق باید مناسب با منطقه (مرطوب یا خشک) انتخاب شود.

## 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 ($\alpha$) | ضریب جذب صدا |
| Weighted sound absorption coefficient ($\alpha_w$) | 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 |