

## اصلاح آکوستیک تالار

از دکتر مهدی برکشلی  
استاد دانشگاه

در پنجاه سال اخیر علم و فن جدیدی در دنیای علوم و فنون نمودار گشته است بنام « آکوستیک ساختمانی » که بوسیله « سپین » ( W. C. Sabine ) فیزیک دان امریکائی پایه گذاری شده و با سرعت زیاد در حال پیشرفت و تکامل است و مسائل پیچیده آن روز بروز بر راه حل قطعی نزدیک تر میشود . منظور از این علم و فن یکی محافظت انسان است در برابر صدا های نامطبوع یعنی صدا هایی را که انسان میل ندارد بشنود مانند صدای وسائط نقلیه و سر و صدای خارج و داخل ساختمان و دیگری آماده ساختن اطاق، تئاترها ، سینما ها ، استودیوها و تالارها بنحویکه صدا هایی را که انسان میل دارد مانند گفتار و موسیقی صحیح و مطبوع بشنود . « عامل آکوستیکی ، ساختمان شایان دقت است و اهمیت آن کمتر از عوامل تهویه و روشنایی نیست و بخصوص در موارد بخش صدا مراعات آکوستیک تالار ها بی اندازه لازم است . در مقاله زیر آقای دکتر برکشلی عوامل خوبی آکوستیک تالار را تشریح نموده و اصول آکوستیک ساختمانی را مورد بحث قرار میدهند . در مقالات آینده بیحت تفصیل موضوع خواهند پرداخت

علت نامطبوع بودن بعضی از صدا ها یا در اثر شدت بیش

**هدف های آکوستیک** از اندازه آنست و یا در اثر نوع اختلاط صدا های فرعی موجود در آن . ( هر صدا همراه با عده ای صدا های فرعی ساختمانی

است که تعداد و شدت و فرکانس آنها در « زنگ » (طنین)

صدا دخالت دارد . در مورد سیم کشیده فرکانس صدا های فرعی مضار بی از فرکانس صدای اصلی است . )

شدت فوق العاده صدا باعث ناراحتی گوش میشود. ابن سینا در این باره بحثی دارد و اینگونه صداها را ببطور یا اشعه خورشید تشبیه میکند که هر چند بمیزان ملایم مطبوع و مفید است ولی شدت آن باعث ناراحتی و آزار اعصاب میگردد.

تحقیقات روان شناسی نشان داده است که در شهرهای پر صدا امراض عصبی زیاد و محصول کارگران کارخانه های پر صدا کم است. این است که کم صدا ساختن اماکن و کارخانه ها امروز مورد توجه خاص قرار گرفته و حتی عامل آکوستیکی منازل در قیمت و اجاره آن ذی مدخل شده است.

در آکوستیک ساختمانی هدف اول محافظت ساختمانها از صدا های نامطبوع است و هدف دوم آماده ساختن مکانها است بنحویکه صدا های شنیدنی صحیح و مطبوع بگوش شنونده برسد و این امر نیز بسیار مهم است چه تأثیریک سخنرانی یا یک قطعه موسیقی در شنونده ببقدر زیادی بستگی بخوبی آکوستیک محیط دارد که در خود سخنران و نوازنده هم تأثیر روحی فراوان دارد.

وظیفه آکوستیک دان در اجرای دو مقصود فوق این است که در مسائل گوناگون موضوع دقت کافی نموده راه حل های عملی برای آنها بیابد. واضح است که این راه حل ها هنگامی آسان و دقیق جستجو و پدیدار میشوند که بر پایه های صحیح ریاضی و فیزیکی استوار باشد. این است که آکوستیک دان باید عوامل مختلف را از سرچشمه صدا تا شنونده مورد مطالعه عمیق قرار دهد. این عوامل عبارتند از سرچشمه صدا که ممکن است طبیعی باشد مانند صدای انسان و یا مصنوعی مانند صدای حاصل از اسباب های موسیقی و دیگر عواملی که ارتعاشات صدا را از منطقه ای که منبع صوت در آن واقع است بمنطقه ای که شنونده در آن قرار دارد میرسانند مانند اطاق، میکرفن، بلندگو و غیره. هم چنین عامل فیزیولوژی یعنی بدن و گوش انسان که علائم صوتی را ضبط میکند و بالاخره عامل روان شناسی یعنی روح انسان که باعث درک علائم صوتی میگردد. بعلاوه عامل زیبایی شناسی هم در آن دخالت دارد. ملاحظاتی آکوستیکی در ساختمان نباید مانع زیبایی آن شود بلکه بعکس آکوستیک ساختمانی عواملی در اختیار مهندس ساختمان میگذارد که میتواند بنحوا حسن ابتکار خود را در تزئین داخلی و خارجی ساختمان بکار برد.

چنانکه ملاحظه میشود آکوستیک ساختمانی به بسیاری از علوم و فنون دیگر بستگی دارد و متخصص باید اطلاع کافی از آنها داشته باشد.

اینک هدف دوم آکوستیک ساختمانی را که ایجاد شرایط شنوائی رضایت بخش در ساختمانها است مورد مطالعه قرار میدهم. چون عوامل بیشماری که اغلب باهم متضادند در این امر دخالت دارند مقصود از «شرایط رضایت بخش» ایجاد تعادلی بین عوامل فوق است. باین جهت است که معنای «خوبی آکوستیک»

### عوامل خوبی آکوستیک تالار

مفهوم ثابتی نزد شنوندگان ندارد. این امر نسبی و مربوط به تفایلات شخصی افراد است. با این حال هنگامی شرایط شنوائی را میتوان رضایت بخش دانست که گوینده یا نوازنده و شنونده از نظر بخش و دریافت صدا در اطراف خود خشنود و راضی باشد. شرایط شنوائی رضایت بخش در يك تالار به پنج عامل بستگی دارد.

۱ - زمان ادامه صدا در تالار یا باصطلاح زمان « روربراسیون »

( Réverbération )

۲ - نوع و چگونگی بخش مواد آکوستیکی جاذب صدا در تالار.

۳ - شکل و حجم تالار .

۴ - میزان «همپه» یا باصطلاح « صدای زمینه » ( Bruit de fond )

یا « نویز » ( Noise ) .

۵ - شدت احساس منبع صوت .

اینک عوامل فوق که در خوبی آکوستیک تالار موثرند باختصار تشریح

می گردد .

یعنی باقی ماندن صدا در فضای محدود بمیزان قابل احساس

در اثر انعکاس های متوالی و مهمترین عامل آکوستیکی

تالار محسوب میشود . هنگامیکه سخن یا موسیقی گفته یا

### روربراسیون

نواخته میشود از نظر فیزیکی عده ای ارتعاشات « تحلیلی » ( Transitoire )

معرف سیلاب ها یا نت های پی در پی ایجاد میگردد که دامنه آن ها در زمان های

کوتاهی رو بنقصان می رود . کشش هر يك از این ارتعاشات و فاصله زمانی بین آنها

مشخص سیلابهای دراز و کوتاه و یا نت های کش دار و نت های کوچک و سکوت بین

آنها است .

اگر منبع صوت و شنونده هر دو در فضای آزاد باشند شدت صدا در نقطه ای

که شنونده قرار دارد کمتر یا جدا کثر مساوی شدت منبع صدا است ولی در فضای

بسته مانند تالار در اثر انعکاس صدا روی دیوارها صدا در نقطه ای که شنونده قرار

دارد مجموع شدت صدای مستقیم و شدت صداهای منعکس و بنا بر این بیش از شدت منبع

صوت است و صدا در تالار تقویت میشود.

اگر يك سیلاب یا يك نت موسیقی را در نظر بگیریم صدای آن در اثر

خاصیت فوق در تالار تقویت شده و دیرتر محو میگردد و هنگامی که سیلاب یا نت دوم

ایجاد میشود هنوز مقداری صدا در تالار موجود است که باعث تقویت سیلاب یا نت

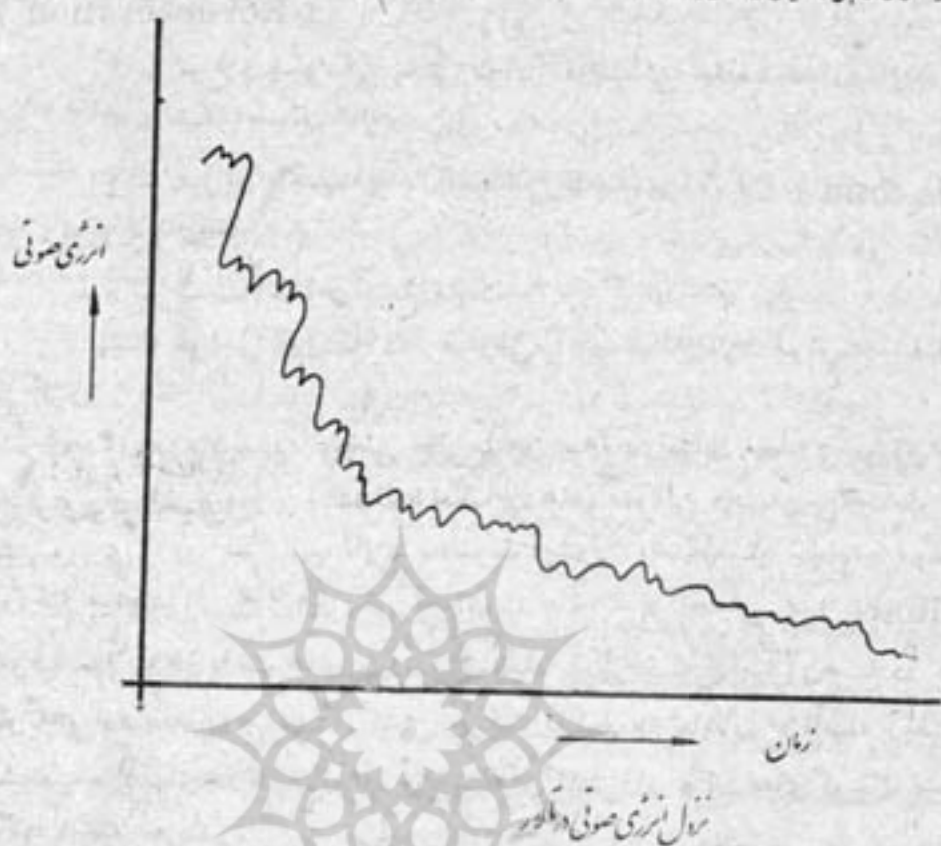
دوم میگردد و در نتیجه صدا باصطلاح گرم و پربکوش میرسد .

اگر زمان محو شدن صدای اول تقویت شده زیادتر از اندازه باشد شدت

آن هنگام رسیدن صدای دوم بیش از اندازه لازم بوده و باعث ابهام سیلاب یا نت

دوم میشود و اگر زمان ادامه صدا کمتر از اندازه باشد زودتر از اندازه تضعیف

شده و انرژی کافی برای تقویت سیلاب یا نت دوم ندارد. در نتیجه قوت صدادر تالار کم است و شنونده و گوینده یا نوازنده در زحمت اند و صدا خشک و مرده بگوش میرسد. مقدار زمانی را که در عرض آن شدت صدای تقویت شده پس از قطع منبع صوت بیک میلیونیم مقدار اولی برسد « زمان ادامه صوت » یا « زمان روربراسیون » یا باختصار روربراسیون گویند.



اگر عواملی ایجاد کنند که این زمان بمقدار مناسب اختیار شود، صدای يك سیلاب یا يك نت قبل از اینکه سیلاب یا نت دیگر برسد کاملاً خاموش نشده و مقدار قوت باقی مانده آن بمیزانی است که باعث تقویت سیلاب دوم میشود نه باندازه ای که سبب ابهام آن گردد. علاوه باعث محو «صدای زمینه» یا «هم همه» موجود در تالار میگردد. ( مقصود از «صدای زمینه» صدا های طفیلی است که بعضی از خارج بداخل تالار نفوذ میکنند و برخی در خود تالار ایجاد میگردند مانند صدای هم همه حضار و برخورد اشیاء و غیره ) .

نخستین بار «سبین» در اوائل قرن اخیر اهمیت «روربراسیون» را در آکوستیک ساختمانی ثابت نمود و رابطه آنرا با قابلیت جذب مواد جاذب صدا در تالار بدست آورد. معادله ای که برای یافتن زمان روربراسیون بحسب حجم تالار و مقدار جاذبه مواد جاذب صدا در آن بدست داده است با اینکه عدم صحت و دقت آن با ثبات رسیده هنوز مورد استفاده قرار میگیرد. تشریح معادله فوق و دستورات کاملتری که پس از «سبین» راجع بیافتن زمان روربراسیون کشف شده است در مقالات آینده تشریح

خواهد گردید .

تصحیح و تنظیم زمان روربراسیون در تالار بوسیله انتخاب مناسب مواد آکوستیکی جاذب صدا انجام میگردد . انواع و اقسام این مواد بشکل پوشش های مختلف سفالی شیشه ای یا مقوایی و یا پارچه های مخصوص پشمی والیافی و یا آجر هایی از مواد جاذب صدا و غیره در بازار وجود دارد . خصوصیات هر يك از حیت قابلیت جذب و غیره مشخص است .

در بکار بردن مواد جاذب صدا در تالار برای تنظیم زمان

نوع و چگونگی بخش روربراسیون آن نکات بسیاری را باید رعایت نمود .

نخست باید در نظر داشت که قابلیت جذب مواد جاذب صدا در تالار آکوستیکی در فرکانس های مختلف فرق میکند و بعلاوه

در هر فرکانس نیز ثابت نمی ماند و با حاصل جمع و مقدار

کلی مواد بکار برده در تالار بستگی دارد . هنگامیکه نسبت سطح آماده شده از حیت جذب بسطح آماده نشده افزایش یابد ضریب جذب ساده بکار برده کمتر میشود . ( مقصود از ضریب جذب يك ماده آکوستیکی نسبت انرژی منعکس بانرژی تابش روی آن ماده است ) هم چنین ضریب جذب ماده آکوستیکی بچگونگی بخش آن در تالار بستگی کامل دارد . هنگامیکه تمام ماده جاذب صدا روی يك دیوار متمرکز شده باشد مقدار ضریب جذب کاهش مییابد

هم چنین طریق وا داشتن ماده جذب صدا در مقدار ضریب جذب آن دخالت دارد یعنی اگر آنرا بدیوار بچسباندند یا اندکی فاصله دهند در خاصیت جذب آن اختلاف حاصل میگردد . وجود این تغییرات باعث میشود که در فرمولهای سین و دیگران فقط تا حدود ده درصد دقت میتوان انتظار داشت .

موضوع تجربه داشتن در انتخاب و نوع و روش بکار بردن و بخش آن یکی از عوامل مهارت مهندس متخصص است که تا حد امکان زمان روربراسیون را پیش بینی و نوع و مقدار مواد جاذب صدا را تعیین نماید .

عامل آکوستیک نیز کم کم در نقشه ساختمان وارد میشود و وقتی مورد استعمال تالار از نظر آکوستیک معلوم گردید میتوان مواد جاذب صدا را که در آن باید بکار برده شود در نقشه ساختمان پیش بینی نمود، در پیش بینی اصلاح آکوستیک تالار موضوع تزیین درونی آن را نباید از نظر دور داشت بخصوص در سالن های تئاتر و تالارهای ارکستر همین امر در هر پیشه و یا نوازنده تأثیر روحی بسزائی دارد .

در مسئله بخش مواد جاذب صدا هنوز قوانین علمی دقیقی کشف نشده است ولی قواعد تجربی زیر مورد استفاده قرار میگیرد :

۱- هنگامیکه ماده جاذب صدا بشکل نوارهای نزدیک بهم روی سطح دیوار خارج از خط الرأس ها بکار برده شود ضریب جذب آن با کم شدن عرض نوارها

زیاد میشود .

۲ - مشخص جذب ( یعنی منحنی تغییرات ضریب جذب با فرکانس ) نوار های جذب صدا که در او در دیوار کار گذارده شود تابع عرض نوار میگردد و هنگامیکه عرض نوارها کم شود ضریب جذب برای فرکانس های پایین ( صدا های بم ) بیش از فرکانس های بالا زیاد میشود .

۳ - وقتی تمام یا قسمتی از سطح يك دیوار از مواد جذب صدا پوشانیده شود شکل منحنی نزول صدا تغییر یافته و در نتیجه صدا بطوریکه نواخت نزول نمی کند و این امر در وضوح و ابهام سیلابها و نت ها دخالت دارد .

۴ - پوشش يك نواخت تالار از مواد جذب صدا نزول صدا را منظم میسازد ولی مسلم نیست که این امر برای وضوح سیلابها و نت ها بهترین شرایط باشد .

۵ - سفالهای آکوستیکی هنگامیکه بشکل نوار هایی در شیارهای دیوار جا گرفته باشد قابلیت جذبش در فرکانسهای کم بیش از هنگامی است که مستقیماً روی دیوارها کار گذارده شوند .

۶ - در اطاقی که مواد جذب صدا در آن بطوریکه نواخت بخش شده باشد منحنی نزول صدا در فرکانسهای کم بشکل منحنی دندانته داری نزول میکند در صورتیکه اگر مواد جذب صدا روی يك دایره مجتمع شوند در فرکانسهای بالا تغییر شکل کمتر است .

آکوستیک ساختمانی مانند عکاسی در عین حال هم علم و هم هنر است . از نظر علمی مسائل تحقیقی آن مورد مطالعه قرار میگیرد و از نظر هنر عامل زیبایی شناسی در آن دخالت می یابد . دیوارهای غیر موازی و برآمدگیهای مجسم سطوح محدب و سقفهای کوتاه هر کدام ممکن است از نظر آکوستیک مورد استفاده قرار گیرند ولی با نقشه ای که عوامل زیبایی نیز در آن در نظر گرفته شده باشد باید تطبیق کند . بنا بر این معمار و مهندس و تمام کسانی که در نقشه ساختمان دخالت دارند هنگامی وظایف خود را بنحو احسن انجام میدهند که خصوصیات مواد جذب صدا را بخوبی در نظر بگیرند . عوامل زیر در مشخصات مواد جذب صدا قابل اهمیت اند .

۱ - « مشخص جذب » یعنی منحنی نمایش تغییرات جذب با فرکانس .

۲ - قابلیت انعکاس نور برای پیش بینی روشنایی .

۳ - جنس .

۴ - مقاومت در برابر آتش .

۵ - امکان روش کار گذاردن .

۶ - قابلیت نفوذ صدا .

۷ - جرم مخصوص سطحی و قابلیت کشش و قابلیت هدایت رطوبت .

## ۸ - مقاومت آنها در برابر آفات میکروبی مانند پید و غیره .

منحنی تغییرات ضریب جذب را بحسب فرکانس « مشخص جذب » گویند . بعد از تعیین « مشخص روبراسیون » ( منحنی نمایش تغییرات زمان روبراسیون بحسب فرکانس ) مناسب باید مواد جاذبه ای در تالار بکار برد که مشخص جذب آن از عهد تنظیم زمان روبراسیون در فرکانسهای مختلف برآید . بسیاری از مواد جاذب صدا قابلیت جذبشان در فرکانسهای پایین اندک است . مثلاً مقدار آن در فرکانس ۱۲۸ در حدود ۰/۱ مقدار آن در فرکانس ۵۱۲ است و این عیب بیشتر در مواد سخت و متخلخل نمودار است تا در مواد نرم و الیافی .

بعضی از مواد آکوستیکی مانند سفالهای متخلخل یا نرم در اثر رنگ خوردن قابلیت جذب خود را ثابت نگاه میدارند و این خاصیت بسیار ذی قیمت است . زیرا میتوان با بکار بردن رنگهای مناسب قابلیت انعکاس نوری آنها را تنظیم نمود . هم چنین رنگهای روغنی در اغلب مواد آکوستیکی تغییر قابل ملاحظه ای نمیدهد از نقطه نظر خارجی مواد آکوستیکی ممکن است دارای سطح صاف ، خشن ، شکاف دار ، متخلخل ، نرم ، سخت و یا قابل ارتجاع باشند . مثلاً در مواردی که روی سطح مستوی کار گذارده میشوند باید سخت و محکم باشند و روی سطح محدب بهتر آنست قابل ارتجاع باشند تا بکار بردنشان باسانی انجام گیرد .

غالباً این مسئله پیش میآید که بهترین نسبت ابعاد سه گانه

### شکل و حجم اطاق

گردد . باین مسئله نمیتوان پاسخ سربع داد زیرا باید

فهمید کنجایش اطاق ، شکل آن و مقصودی که از آن در نظر است چیست . اطاقهای راست گوشه یعنی دارای دیوارهای موازی برخلاف انتظار دارای بهترین شرایط آکوستیکی نیستند . بعلاوه مورد استعمال اطاق در تعیین نسبت های ابعاد آن دخالت تمام دارد . مثلاً در سالن سینما طول آن باید محدود باشد و گرنه باعث عدم تطابق احساس صوتی و نوری میشود . باین جهت بجای ازدیاد طول بالکن اضافه میکنند در صورتیکه در بخش سخن یا موسیقی یعنی تالار سخن رانی یا کنسرت این اشکال موجود نیست و میتوان هر چه بخواهند آنرا طویل اختیار کنند . در تالار نیز دیوارهای موازی بچند علت مورد ایراد است :

نخست اینکه ایجاد انعکاسهای طولانی یا « اکو » ( Echos ) می کند . مگر اینکه قابلیت جذب آن زیاد باشد .

اکوهنگامی ایجاد میشود که شدت صدای منعکس زیاد و فاصله زمانی رسیدن آن بشنونده بمقداری باشد که صدای منعکس از صدای تابش مجزا شنیده شود . اگر شدت صدای منعکس کم باشد وجود « اکو » از نظر گوش باعث تخریب شرایط آکوستیکی تالار نمی گردد ولی از نظر ثبت صوت در دستگاه های ثبت مضر

میباشد. بنابراین سطوح دیوارها را در چنین مورد باید نامنظم نمود و یا بطور مصنوعی در آن شیب ایجاد کرد و بوسائل آکوستیکی آنرا اصلاح نمود.

در اطاقی که دارای دیوارهای موازی باشد زاویه تابش هر شعاع و انعکاس های آن روی تمام دیوارها ثابت میماند. مضر بودن این خاصیت مسلم است زیرا چنانکه گفته شد قابلیت جذب مواد بازوایه تابش تغییر میکنند و چون در اصطلاح آکوستیکی سالن معمولا متوسط ضریب جذب بازوایه های مختلف در نظر گرفته میشود ممکن است مقدار زمان روربراسیونی که با ضریب جذب مربوط بازوایه تابش معین حساب میشود باوضع عمومی تالار تطبیق نکند. زیرا در تالارهایی که دارای دیوارهای موازی باشند اختلاط صدا کامل نیست.

صداهای کشش دار و طولانی در اینگونه اطاقها ایجاد موج های ساکن میکنند یعنی در اثر اختلاط امواج تابش و منعکس وضع خاصی هویدا میشود که در آن بعضی نقاط، خطوط یا سطوح متناوب دارای شدت ماکزیم یا شدت می نمی می باشند که مربوط بفرکانس های معینی از صداهای فرعی موجود میباشد. هنگامی که دیوارها موازی نباشند موجهای ساکن از میان نمی روند ولی شدت وضع صدا روی يك فرکانس باقی نمی ماند بلکه در نواری از فرکانس این حالت ایجاد میگردد و در نتیجه اختلاط صدا بیشتر و اختلاف نقاط شدید و ضعیف از حیث صدا کمتر است.

دیوارهای مقعر بقطع بیضی یا اشکال مقعر دیگر در بخش يك نواخت صدا مضر شمرده میشوند زیرا شعاعهای صدا را در کانون متمرکز میسازند. هم چنین است دیوار بقطع دایره ای ولی وقتی فاصله منبع صوت از آن مساوی یا کمتر از نصف شعاع باشد تمرکز در آن نمودار نیست. در محوطه تمرکز صدا تقویت میشود باین جهت است که دیوارهای مقعر را برای تقویت صدا بکار میبرند.

یکی از وسایل مؤثر برای ایجاد بهترین شرایط آکوستیکی این است که روی دیوارها و سقف قسمتهای متعدد و مختلف پر جسته ای ایجاد کنند و بدین وسیله سطح دیوارها نامنظم شده باعث ازدیاد تعداد انعکاسهای صدا و اختلاط منظم انرژی میشود و در نتیجه صدا نرم و مطبوع بگوش میرسد و بخصوص در مورد ثبت صدا بوسیله دستگاه این حالت ضروری است.

در اثر نفوذ صدا های خارجی در اطاق و هم چنین صداهای اضافه (Noise) اضافی درونی همیشه مقداری انرژی صدائی در اطاق موجود است. هرچه میزان آن کمتر باشد وضوح سخن یا موسیقی در تالار بیشتر میگردد.

بیش از تهیه نقشه برای ساختمان لازم است منطقه آن از نظر سر و صدای اطراف بازرسی شود و چنانچه بعد از اتمام ساختمان ملاحظه شود احتیاط فوق بعمل

بقیه در صفحه ۹۵



## اصلاح آکوستیک تالار

بقیه از صفحه ۱۲

نیامده و مقدار همیشه در تالار زیاد است اصلاح آن بسیار پسر خرج خواهد بود. از طرف دیگر غیر قابل نفوذ ساختن ساختمان در مقابل صدای خارجی امری نسبی است مثلا اگر مقدار متوسط همیشه در اطاق سخن رانی برابر سی و پنج «دسی بل» (در اثر صدای ساعت و غیره) و سرو صدای خارج از اطاق در حدود ۷۰ دسی بل باشد. حداکثر نفوذ صدا در دیوارها ب میزان ۳۵ دسی بل کفایت میکند و خرج بیهوده برای کمتر ساختن آن بی مورد است. در اطاق ثبت صوت که مقدار متوسط صدای خارج در آن منطقه ۷۰ دسی بل باشد حداکثر نفوذ صدای خارج در ساختمان ۴۰ دسی بل کافی است. در مثال اول قابلیت نفوذ دیوارها را باید به  $\frac{۴۵}{۷۰}$  و در مثال دوم به  $\frac{۴۰}{۷۰}$  رسانید.

قدرت بسیاری از منابع صداهای معمولی بی اندازه ضعیف است. فشار صدای شخصی که بطور عادی صحبت کند از فاصله سی سانتی متری دهانش در فضای باز در حدود  $\frac{۱}{۱۰۰۰}$  گرم به سانتی متر مربع و وقتی آهسته صحبت کند مقدار آن بیک صدم این مقدار و وقتی فریاد زند ده برابر میشود.

شدت صداهای فوق این است:

۰٫۲۴۱	میکرو میکرووات بر هر سانتی متر مربع	شدت صوت آهسته
۲۴۱	میکرو میکرووات بر هر سانتی متر مربع	شدت صوت عادی
۰٫۲۴۱	میکرو میکرووات بر هر سانتی متر مربع	شدت فریاد

۱ - دسی بل که علامت آن D B است واحد احساس شدت صدا اختیار

شده است. هر گاه صدایی با فرکانس ۱۰۰۰ اختیار کنند که شدت آن برابر ۱۰ وات بر سانتی متر مربع باشد بزحمت شنیده میشود فشار چنین صدایی برابر دو ده میلیونیم  $\frac{۲}{۱۰۰۰۰۰۰۰}$  گرم هر سانتی متر مربع است و آنرا حد پائین شنوایی در فرکانس ۱۰۰۰ گویند که بصفر دسی بل معرفی میکنند و هر گاه شدت این صدا را I و شدت صدای دیگری را I فرض کنیم مقدار این یکی بحسب دسی بل از رابطه زیر بدست می آید.

$$D B = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

( میکروفون یعنی یک میلیونیم و میکرومیکروفون یعنی یک میلیونیم میلیونیم )  
 از اعداد فوق نتیجه میشود که قدرت آکوستیکی یک میلیون نفر که بطور معمولی صحبت کنند برابر قدرت یک چراغ کوچک ۱۵ شمعی است.  
 قدرت فوق از فاصله سی سانتی متری دهان است و چون فاصله منبع صوت را از شنونده زیادتر کنیم شدت صدا به مراتب کمتر می گردد.  
 اعداد فوق معرف شدت صدا در فضای باز است بدیهی است اگر موضوع را در فضای بسته مانند تالار مطالعه کنیم در اثر انعکاس های متوالی شدت صدا زیادتر می گردد. مثلا در تالاری که سطح درونی آن در حدود سه هزار متر مربع و ضریب جذب متوسط آن ۰/۳ باشد تراکم انرژی پس از اولین انعکاس ۲۰ برابر تراکم انرژی مستقیم است. در حقیقت خود تالار در حکم یک دستگاه تقویت کننده (Amplificateur) موثر است .  
 برای تشریح هر یک از عوامل پنجگانه که در ایجاد شرایط رضایت بخش آکوستیک تالار موثرند توضیحات کافی لازم است که در وقت مناسب مقالاتی در باره آنها در این مجله خواهد آمد .



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
 رتال جامع علوم انسانی

### نسرین صدقیانی

خرد سال ترین هنرجو - وی

هنرستان موسیقی تبریز ...