

- ۱-۱ انتشار و تباهی صدا در تالار
- ۲-۱ زمان واخنش یا طنین (Revibration Time)
- ۳-۱ نیازهای آکوستیکی سخن گویی
- ۱-۳-۱ وضوح و آشکاری
- ۲-۳-۱ تراز سخن گویی
- ۳-۱-۳ آدارک سخن گویی
- ۴-۳-۱ صدای زمینه (Background Noise)
- ۴-۱ نیازهای آکوستیکی موسیقی
- ۵-۱ ابعاد، شکل و حجم سالن
- ۶-۱ سقف سالن
- ۷-۱ کف سالن
- ۸-۱ صندلی ها
- ۹-۱ سالن تئاتر
- ۱۰-۱ سالن کنسرت
- ۱۱-۱ سالن کنفرانس
- ۱۲-۱ سینما
- ۱۳-۱ اشکالات مهم آکوستیکی
- ۱-۱۳-۱ پژواک ناخواسته
- ۲-۱۳-۱ پژواک ردیفی
- ۳-۱۳-۱ امواج ساکن
- ۴-۱۳-۱ نقاط کور و سایه آکوستیکی
- ۵-۱۳-۱ تمرکز صدا
- ۶-۱۳-۱ فضاهای الحاقی
- ۵-۱ جذب کننده های صوتی
- ۹-۱ ملاحظات طراحی آکوستیکی
- ۱-۹-۱ شکل سالن
- ۲-۹-۱ حجم سالن

۲- تولید و انتشار صدا

- ۱-۲ انواع صدا
- ۱-۱-۲ نغمه ناب (Pure Tone)
- ۲-۱-۲ نغمه (صدای خوشایند و دارای اجزاء نامشخص)
- ۲-۲ انتشار صدا
- ۳-۲ سرچشمه صوتی
- ۱-۳-۲ سرچشمه های نقطه ای
- ۲-۳-۲ سرچشمه های خطی
- ۳-۳-۲ سرچشمه های صفحه ای
- ۴-۲ تأثیر شرایط محیطی بر صدا
- ۱-۴-۲ جذب مولکولی
- ۲-۴-۲ تأثیر باد
- ۳-۴-۲ تأثیر دما

۳- انعکاس، جذب و انتقال صدا

- ۱-۳ انعکاس صدا (Sound Reflection)
- ۱-۱-۳ بازتاب از سطوح مسطح
- ۲-۱-۳ بازتاب از سطوح منحنی
- ۲-۳ بازتابنده های صوتی
- ۳-۳ پخش کننده های صوتی
- ۴-۳ جذب صدا (Sound Absorption)
- ۱-۴-۳ انواع جذب کننده های صوتی
- ۱-۱-۴-۳ جذب کننده های متخلخل (Porous Absorbers)
- ۲-۱-۴-۳ جذب کننده های پوسته ای (Membrane Absorbers)
- ۴-۱-۴-۳ جذب کننده های روزنه دار (Perforated Panel Absorbers)
- ۲-۱-۴-۳ جذب کننده های پوسته ای (Membrane Absorbers)
- ۵-۳ جذب کننده های صوتی در سالن
- ۶-۳ انتقال صدا (تراگسیل) (Sound Transmission)
- ۱-۶-۳ ضریب انتقال جدا کننده (Transmission Coefficient)
- ۲-۶-۳ دیوارهای چند جداره با لایه هوا
- ۳-۶-۳ تأثیر باز شوها در میزان انتقال صدا
- ۴-۶-۳ تغییرات کاهش صدا در جدا کننده های تک لایه ای
- ۵-۶-۳ تغییرات کاهش صدا در جدا کننده های چند لایه ای

۴- تجهیزات انواع تالارها (همایش، تئاتر، سینما...)

- ۱-۴ سیستم های الکترونیکی تقویت صدا
- ۱-۱-۴ میکروفون
- ۲-۱-۴ آمپلی فایر

۳-۱-۴	بلندگو
۴-۱-۴	تعیین مکان بلندگوها
۱-۴-۱-۴	مرکزی
۲-۴-۱-۴	استریوفونیک
۳-۴-۱-۴	پراکنده
۴-۴-۱-۴	سقفی
۵-۱-۴	پدیده هَس Haas
۶-۱-۴	ملاحظات مربوط به سیستم‌های الکترونیکی صوتی
۲-۴	تجهیزات نور و روشنایی
۳-۴	تجهیزات پرده نمایش
۱-۳-۴	پرده ضد حریق
۴-۴	تهویه و تهویه مطبوع

۵-بررسی مهندسی عوامل انسانی در طراحی و چیدمان تالارها

۱-۱-۵	خروجی‌ها
۲-۱-۵	پلکان
۳-۱-۵	سررها
۴-۱-۵	خطوط دید
۵-۱-۵	شیب کف
۶-۱-۵	جایگاه تماشاگران
۷-۱-۵	جایگاه نشستن یا ترتیب صندلی‌ها
۸-۱-۵	بالکن‌ها
۹-۱-۵	جایگاه‌های انعطاف‌پذیر
۲-۵	سینماها
۱-۲-۵	درب‌ها و کریدورها
۲-۲-۵	راه پله‌ها
۳-۲-۵	نشیمن
۴-۲-۵	دست‌رسی به جایگاه تماشاگران
۵-۲-۵	جایگاه چندگانه
۶-۲-۵	اتاق‌های نمایش فیلم
۷-۲-۵	طرح کلی یک سینما
۸-۲-۵	نمایش فیلم
۹-۲-۵	سیستم‌های صوتی

۶-بررسی مهندسی عوامل انسانی در طراحی صندلی

۱-۶	چند اصول حاکم بر طراحی صندلی
۲-۶	توصیه‌های خاص طراحی
۱-۲-۶	ارتفاع و شیب صندلی
۲-۲-۶	عمق و عرض صندلی
۳-۲-۶	طرح‌داری و نرمی تشک صندلی

۷-تدوین نامه‌ی مؤسسه استاندارد ایران

۱-۷	هدف
۲-۷	دامنه کاربرد
۳-۷	مراجع الزامی
۴-۷	اصطلاحات و تعاریف
۵-۷	طبقه‌بندی انواع پارچه‌های رو مبلی
۶-۷	ویژگی‌ها
۷-۷	نمونه برداری
۸-۷	روش‌های آزمون
۱-۸	تعیین مقاومت لغزشی نخ‌های تار و پود
۲-۸	تعیین مقاومت سایشی
۳-۸	تعیین میزان از بین رفتن خاب یا پرز پارچه
۴-۸	تعیین از دست دادن خاب با استفاده از لبه تیز

(اطلاعاتی)

۱- هدف
۲- دامنه کاربرد
۳- مراجع الزامی
۴- اصطلاحات و تعاریف
۵- ویژگیها
۶- روشهای آزمون
۷- نشانه گذاری

صدا وسیله ارتباط است. ارتباط انسانها با یکدیگر، ارتباط با طبیعت وقتی ارتباط با اشیاء ساخته شده توسط خود انسان. صدا اولین وسیله ارتباط انسانها با یکدیگر و با طبیعت بوده است و علم تولید، انتشار و دریافت صدا آکوستیک نام دارد. اما در دنیای صنعت و تکنولوژی امروز صداهاى ناخواسته ای هم به وجود می آیند که برای انسان عوارض روانی و فیزیولوژیک ناخوشایندی به همراه دارند و باید از به وجود آمدن و انتقال آنها جلوگیری کرد.

فیزیک و ماهیت صدا، شاخه ای از علم فیزیک است که با انعکاس و کیفیت صدا رسانی سروکار دارد. یک جسم در حال ارتعاش، حالت ناپایدار موجی شکلی در محیط پیرامون خود که فراگیره نامیده می شود پدید می آورد. این امواج هر چه از منبع ارتعاش دورتر می گردند، انرژی آنها توسط فراگیره جذب و به تدریج از بین می روند. بنابراین پدیده ای احساسی که توسط یک ارتعاش گوش انسان را تحریک می نماید، صدا یا صوت نامیده شده و فضایی که در آن این پدیده رخ می دهد، میدان آکوستیکی نامیده می شود.

تاریخ آغاز طراحی آکوستیکی با ساخت تئاتر یونان باستان و سپس رم باستان شروع شد. و این مکان ها فضایی لازم بود تا در آن سخنرانی و یا اجرای نمایش شود. یونانی ها بیشتر نمایشهای قهرمانی و داستانی خود را در هوای باز و ترجیحاً در گودهایی که تماشاگران در آنجا می نشینند یا می ایستادند و نسبت به محل اجرای نمایش در پایین دید داشت، اجرا می کردند و غالباً محل ایستادن یا نشستن از جنس چوب بود.

در تئاترهای توسعه یافته، ساختمان صحنه بر اساس نیازهای نمایشی به مجموعه های قبلی اضافه شد که متشکل از ستونها و نیم ستونها و سقف چوبی بوده است. باز شوهای میان ستونهاى موجود در صحنه ی نمایش به وسیله ی پرده ها یا پانلهای چوبی نقاشی شده ای به عنوان دکور پوشیده می شده اند که علاوه بر بستر مناسب نقاشی، منبع مهمی برای انعکاس صدا بوده اند.

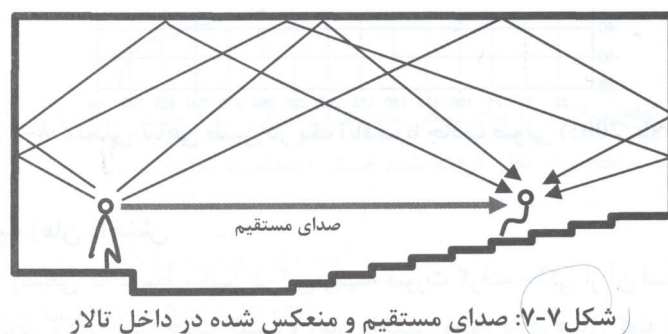
در تئاترهای روم علاوه بر آنچه که از لحاظ فرم در تئاترهای یونان مورد توجه بود، نکته قابل توجه محصور شدن آملی تئاترهای به وسیله دیوارها می باشد که علاوه بر سایر مزایا از لحاظ آکوستیکی نیز وضعیت بهتری را ایجاد نموده است.

از آنجایی که در آن زمان امکانات الکتریکی تقویت صدا وجود نداشت، این فضاها می بایست برای مقیاس صدای انسانی طراحی می شوند، به نحوی که صدای یک انسان در برابر جمع ۲۰۰۰ نفری به وضوح شنیده می شد از آنجایی که صدای انسان یک برد خاصی دارد، و صحبت کردن با فریاد حداکثر دقایقی بیشتر امکان پذیر نیست، بنابراین فضاهای مذکور بایستی به گونه ای طراحی می شدند تا صدای گوینده به صورت یکنواخت به سمت تماشاچیان هدایت می شد.

در این بخش رفتار صوت در یک فضای سر پوشیده مورد مطالعه قرار می گیرد. هنگامی که صدایی از منبع صوتی در این گونه اماکن تولید می شود، صدای تولید شده از منبع دور شده تا هنگامی که به سطوح اتاق و یا تالار برخورد می کند. پس از برخورد امواج صوتی با سطوح، بخشی از آن جذب بخش دیگر از دیوار عبور کرده و بقیه آن پس از برخورد بازتاب می نماید.

صدایی از یک نقطه مشخص در اتاق دریافت می شود از دو بخش جدا (۱- مستقیم، ۲- بازتابی) تشکیل می گردد. بخش اول صدایی است که مستقیماً از منبع صوتی به نقطه معین می رسد، که به عنوان امواج اصلی نامیده شده

و مستقل از شکل و مصالح اتاق بوده و فقط به فاصله بین منبع و آن نقطه بستگی دارد. بخش دوم، بازتاب امواج صوتی برخورد کننده با سطوح داخلی است. که به آن نقطه مفروض می رسد و امواج غیر مستقیم نامیده می شود. اگر فاصله بین منبع و سطوح دیوار زیاد باشد، تأثیر محسوسی در دریافت امواج بازتابیده شده حس خواهد شد. بنابراین بازتاب امواج ارتباطی به فاصله منبع تا نقطه مفروض یا دریافت کننده نداشته و کاملاً به ویژگیهای اتاق بستگی دارد.



شکل ۱-۱

۱-۱ انتشار و تباهی صدا در تالار

هنگامی که در یک فضای سرپوشیده یک منبع صوتی شروع به پخش انرژی صوتی می کند، امواج منتشر شده در لحظه اول در فضای خالی از انرژی تالار در تمام جهات پیش روی می نماید. پس از مدت معینی، امواج منتشر شده به دیوارها برخورد و بازتاب می نماید. امواج اصلی و امواج بازتابنده با یکدیگر تداخل کرده و به تدریج میدان آکوستیکی پخش می نمایند. اگر پخش انرژی از منبع ادامه یابد، این تداخل انرژی آنقدر به طول می انجامد تا مقدار انرژی تباه شده توسط هوا و دیوارها و سایر ملزومات تالار معادل انرژی منتشر شده از منبع گردد که از آن لحظه به بعد میدان آکوستیکی حالت ثبات داشته و مقدار انرژی در واحد حجم افزایش نمی یابد.

بنابراین هنگام قطع شدن منبع صدا، انرژی آکوستیکی در تالار بلافاصله از بین نرفته بلکه مدتی طول می کشد تا بر اثر تباهی انرژی، در تالار سکوت مطلق حکمفرما شود.

صدایی که بر اثر بازتاب مکرر منعکس می گردد ضعیف و ضعیف تر شده تا آن که کاملاً از بین برود. بدیهی است که تباهی صدا در یک تالاری که توسط جذب کننده ها به طور کامل پوشانده شود بسیار سریع تر از تالار فاقد جذب کننده اتفاق می افتد. مدت زمانی که از لحظه قطع سرچشمه صدا تا سکوت مطلق در تالار به طول می انجامد را واخنش یا طنین می نامند.

طنین نتیجه تناسب بین جذب و شدت صدا بوده که تابعی نمایی از زمان است. اگر تراز فشار صدای طنین بر حسب دسی بل و زمان هر دو در یک منحنی رسم شوند، منحنی بدست آمده طبق شکل ۱-۲ زیر تقریباً به صورت خطی بوده و منحنی دقیق بستگی به عوامل متعدد دیگری همچون فرکانس صدا و شکل تالار دارد.



شکل ۲-۱

۲-۱ زمان واخنش یا طنین (Revibration Time)

تحقیقات وسیعی که توسط سابین در این زمینه صورت گرفته حاکی از آن است که رابطه ریاضی بین حجم تالار، مقدار جذب کننده و زمان واخنش وجود دارد. زمان واخنش طبق تعریف سابین عبارت است از مدت زمانی که پس از قطع منبع صدا، تراز فشار صدا ۶۰dB افت کند.

زمان واخنش طبق رابطه تقریبی زیر قابل محاسبه است:

$$R = \frac{0.161 \times V}{A} \quad (1-1) \text{ فرمول}$$

در رابطه فوق:

RT : زمان واخنش (s)

V: حجم تالار (m³)

A: جذب کلی که برابر است با مجموع حاصل ضرب سطوح جذب کننده ها بر حسب m² در ضریب جذب هر یک. مقدار جذب کلی معمولاً با واحد سابین عنوان می شود:

$$A = A_1 \times a_1 + A_2 \times a_2 + \dots + A_n \times a_n = \sum A_n a_n \quad (2-1) \text{ فرمول}$$

بدیهی است که رابطه فوق برای مصالح استاندارد استفاده شده در یک تالار می باشد و اگر چنانچه سطح داخلی یک تالار توسط سنگ مرمر پوشانیده شود ضریب جذب بسیار کاهش پیدا کرده و در نتیجه روی مقدار جذب کلی A نیز تأثیر خواهد گذارد.

از آنجایی که هر فرد حاضر در یک تالار خود به عنوان یک جذب کننده عمل کرده و موجب افزایش سطح کلی جذب کننده می گردد، بنابراین حجم یک تالار می تواند بر حسب متر مکعب به ازاء هر فرد محاسبه گردد که تخمین بسیار مهمی در مراحل اولیه طراحی به شمار می رود.

مثال ۱-۱:

مساحت و ارتفاع مناسب را برای سالن مستطیل شکلی به گنجایش ۱۰۰۰ نفر که به ازای هر نفر ۵ متر مکعب حجم در نظر گرفته شده را محاسبه نماید.

$$۲ \text{ سطح زیر صندلی ها } m \times ۱۰۰۰ \times ۵/۰ = ۵۰۰ =$$

$$۲ \text{ مساحت راهرو ها } m \times ۲۰\% \times ۵۰۰ = ۱۰۰ =$$

$$۲ \text{ مساحت کل } m = ۱۰۰ + ۵۰۰ = ۶۰۰ =$$

$$\text{مساحت} \div \text{حجم} = \text{ارتفاع} = m \div ۶۰۰ = ۳۳/۸$$

انتخاب زمان واخنش بهینه در سالن متناسب با فعالیت بسیار حائز اهمیت می باشد. اغلب سخنوران، هنرپیشگان، نوازندگان و بخصوص خوانندگان، ترجیح می دهند هنر خود را در فضایی ارائه دهند که صدایشان خشک و خشن جلوه نکند، زمان بهینه واخنش و دقت در انتخاب مقدار مناسب جذب کننده های صوتی با توجه به وجود حضار امری ضروری است. معمولاً تخمین RT در مرحله طراحی توسط فرمول سابین انجام می پذیرد. با نگاهی ساده به این فرمول مشخص می شود که هرچه حجم سالن بزرگتر باشد، طبیعتاً زمان واخنش نیز بزرگتر می گردد. میزان RT با افزایش و کاهش حجم سالن توسط بالا و پایین آوردن سقف و یا احداث بالکن های بیشتر امکان پذیر می باشد.

در یک اتاق با طنین متوسط که با جذب کننده های یکنواخت پوشیده شده باشد، رابطه سابین تخمین خوبی ارائه می کند. این امر به آن دلیل است که سابین فرض را بر آن گذارده که تباهی صدا به صورت یکنواخت، ممتد و به آرامی به صورت کاملاً همگن به سطوح مختلف اتاق برخورد نماید. هرچه مقدار جذب کننده در یک اتاق افزایش یابد، از میزان دقت رابطه فوق کاسته می شود. اما رابطه سابین چنین مقداری را نشان نمی دهد.

در سال ۱۹۳۰ این رابطه توسط ایرینگ (Eyring) اصلاح شد. وی فرض نمود که پرتوهای آکوستیکی منتشر شده در فضای اتاق پس از هر بار بازتاب مقداری از انرژی خود را از دست می دهند. زمان واخنش طبق رابطه ایرینگ عبارت است از:

$$\text{فرمول (۱-۳)} \quad R = \frac{(0.161 \times V)}{-s \ln(1-a)}$$

در رابطه فوق:

S : مجموع سطوح اتاق m^2

$\bar{a}$: ضریب جذب میانگین

رابطه فوق جواب صحیحی به مقدار $RT=0$ به ازاء $a=1$ می دهد اما به هر حال برای فضاهایی است که از ضریب جذب یکنواختی در تمام سطوح استفاده شده باشد. اگر چنانچه در یک تالار از مواد و مصالح مختلف با ضرایب جذب متفاوت استفاده گردد، رابطه ای که توسط سته (sette) ارائه شده است یکی از دقیق ترین معادلات به شمار می رود. وی برای حل مشکل فرمول سابین به سادگی از ضریب جذب مؤثر $a_p = -\ln(1-a)$ استفاده کرده است.

$$R = \frac{(0.161 \times V)}{\sum -S_i \ln(1 - a_i)} \quad \text{فرمول (۴-۱)}$$

در رابطه فوق:

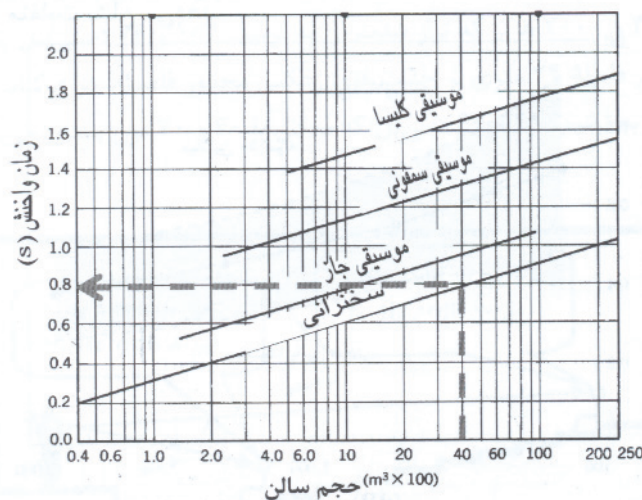
si : مجموع سطوح با i مصالح m^2

ai : ضریب جذب واقعی

ln : لگاریتم در پایه e

بدیهی است که رابطه ریاضی ارائه شده در بالا کاملاً آماری بوده و بسیاری از عوامل مهم دیگر مانند شکل اتاق، محل قرار گیری جذب کننده ها با استاده از بازتاب دهنده ها و نظایر آن در نظر گرفته نشده است. اما به هر حال می توان تخمین نسبتاً دقیقی از زمان واخنش را ارائه کند. در صورتی که قادر به تخمین مقادیر انعکاس صداهای قابل تشخیص و سایه های آکوستیکی نخواهد بود. به عنوان مثال وقتی که ضریب جذب واقعی یک ماده بیشتر از ۶۳/۰ باشد، ضریب جذب مؤثر آن بیش از ۱ خواهد بود.

شکل (۳-۱) زمان واخنش بهینه را برای برخی از فعالیت های مختلف در رابطه با حجم فضا در فرکانس های میانه (۵۰۰Hz-۱۰۰۰Hz) را نشان می دهد. به عنوان مثال، برای سالن سخنرانی با حجم $4000 m^3$ زمان واخنش بهینه ۰/۸ ثانیه است.



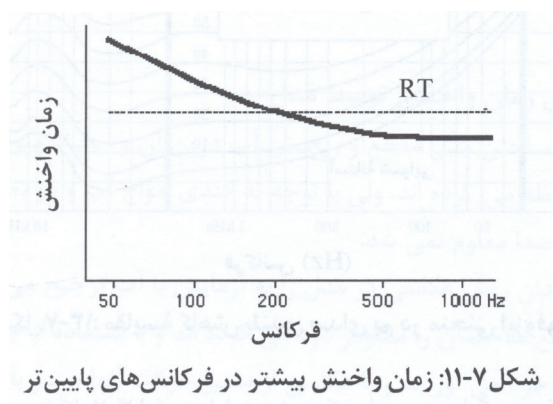
شکل ۳-۱: زمان واخنش بهینه برای فعالیت های مختلف در رابطه با حجم فضا (Stein & Reynolds, 2000)

شکل ۳-۱

نوع فضا	میانگین زمان واخنش به ثانیه در فرکانس‌های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ هرتز
اتاق میهمان	۰/۸
سالن انتظار	۱
راهروهای هتل	۱/۲
کلاس درس نظری (در شرایط خالی)	۱
آزمایشگاه ها	۱/۲
کارگاه ها و راه پله ها	۱/۵
اتاق بیمارستان	۱/۲
اتاقهای اداری، مراکز کامپیوتری و بانک ها	۱/۲

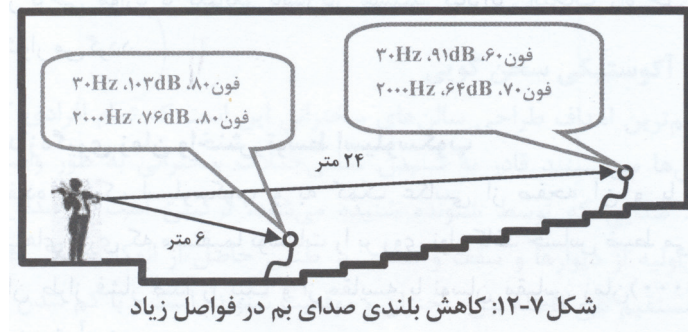
جدول ۱-۱ حداکثر مجاز زمان واخنش را در فضاهای مختلف در فرکانس های ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ هرتز نشان می دهد.

در شکل (۴-۱) مشاهده می شود، زمان واخنش در فرکانس های پایین در حدود ۳۰٪ از متوسط آن بالاتر است که این مسئله موجب بروز برخی مشکلات آکوستیکی از قبیل فقدان اصوات بم در تالار می گردد. به طور طبیعی شدت تراز صدا از منبع صوتی تا شنونده بر اثر قانون عکس مجذور فاصله کاهش می یابد و این مشکل در حالی است که اصوات با فرکانس بم نیز به گوش شنونده نمی رسند.



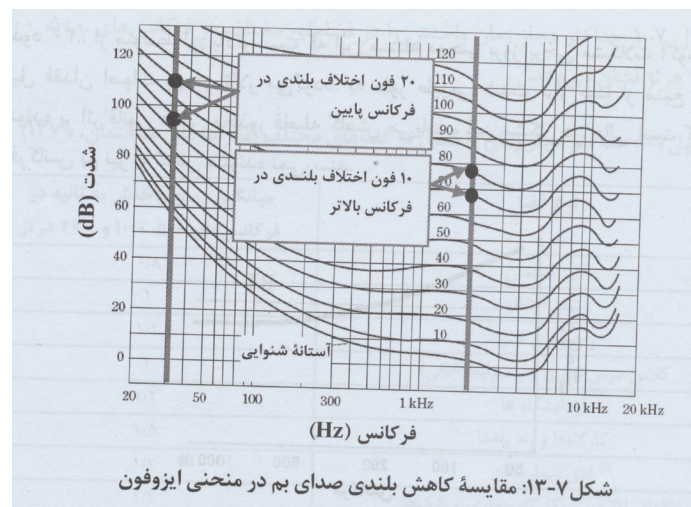
شکل ۴-۱

بر این اساس، با فرض آن که شنونده ای در فاصله ۶ متری صدایی به بلندی ۸۰ فون در فرکانس های ۳۰ و ۲۰۰۰ هرتز که تراز شدت آن به ترتیب ۱۰۳ و ۷۶ دسی بل باشد بشنود، شنونده دیگر در فاصله ۲۴ متری بر حسب قانون عکس مجذور فاصله، در فرکانس های ۳۰ و ۲۰۰۰ هرتزی، به ترتیب ۹۱ و ۶۴ دسی بل که معادل با ۶۰ و ۷۰ فون بلندی می باشد دریافت خواهد کرد.



شکل ۵-۱

از نمودار ایزوفون (۶-۱) استنباط می شود که بلندی صدا که در فاصله ۶ متری برای دو فرکانس ۶۰ فون بوده است، در فاصله ۲۴ متری صدای بم ۱۰ فون ضعیف تر از صدای ۲۰۰۰ هرتزی شنیده می شود.



شکل ۶-۱

در بسیاری از تالاری های مدرن امروزی حل مشکلات آکوستیکی یکی از مهمترین مسائل طراحان به شمار می رود زیرا در اغلب موارد این امکان باید برای هر دو فعالیت ایراد سخنرانی و اجرای موسیقی، مناسب باشند. اما متأسفانه مقتضیات آکوستیکی این دو فعالیت کاملاً مشابه نبوده و در برخی موارد با یکدیگر ناسازگارند. بنابراین انتخاب راه حل مناسب برای طراحان دشوار می گردد. اندازه گیری زمان واخنش توسط اسیلوسکوپ و توسط مدل نیز انجام می گیرد.

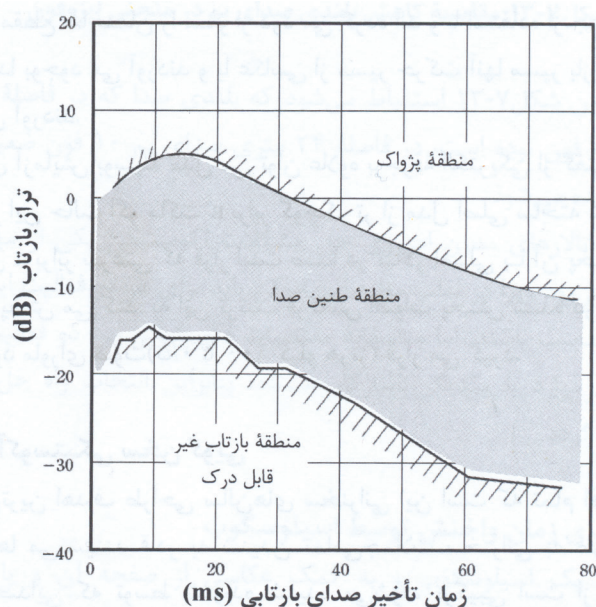
برای دسترسی به مطالب بیشتر در این زمینه رجوع شود به کتاب آکوستیک در معماری .

۳-۱ نیازهای آکوستیکی سخن گویی

یکی از مهم ترین اهداف طراحی سالن های سخنرانی این است که تمام افرادی که بر روی تک تک صندلی ها می نشینند قادر به شنیدن تمامی جملات سخنران به طور واضح و بدون زحمت باشند. صدایی که توسط شنونده شنیده می شود، ترکیبی است از صدای مستقیم، بازتاب صدای اولیه از دیوارها و سقف و صدای پرتین حاصل از انعکاس مکرر درون سالن است. صدای مستقیم تابع فاصله بین سخنران و موقعیت شنونده است و با کم شدن فاصله صدا بلندتر می گردد. صدای پرتین حاصل از انعکاس مکرر نیز تابع مدت زمانی است که صدا به اندازه ۶۰۰dB کاهش یابد که به حجم سالن، مقدار جذب کننده ها و فرکانس امواج صوتی بستگی دارد.

وضوح و آشکاری صدا مربوط به شنیدن اجزای یک صدا به راحتی و وضوح از میان اصوات جاری موجود است. اصوات جاری می توانند شکل های مختلفی از قبیل: گفتگو، موسیقی، فریاد بلند، صدای ماشین آلات و غیره داشته باشند. درجه وضوح و صافی صدا بستگی به نسبت مقدار انرژی صوتی اولیه دریافت شده به انرژی صوتی ثانویه دریافت شده دارد. این مقادیر اجازه می دهند تا میزان ترکیب اصوات موسیقی در یک فضای بسته ارزیابی گردد.

هنگامی که دو صدا (اصلی و بازتاب) در فاصله زمانی ۵۰ هزارم ثانیه به گوش برسد، گوش آنها را به عنوان یک صدای یکپارچه تشخیص می دهد. این بدان معنا است که هر صدایی که در این فاصله زمانی به گوش برسد، در واقع میزان شدت صدای مستقیم دریافتی را تشدید خواهد کرد. زیرا صدای اصلی به اضافه صدای بازتاب موجب بالا رفتن شدت انرژی صوتی دریافتی و اصطلاحاً طنین می گردد. این موضوع از آن جهت حائز اهمیت است که با به وجود آوردن بازتاب نزدیک تر در معماری یک تالار، می توان به مبارزه با بسیاری از مشکلات آکوستیکی ناشی از تراز صدای کم رفت.



شکل ۷-۱۵: منطقه طنین صدا با توجه به تراز بلندی صدای بازتابی و زمان تأخیر
(Olive & Floyd, 1989)

شکل ۷-۱

مسئله آشکاری، بیشتر به حوزه سخن گویی برگشته و عبارت است از نسبت خطی بین انرژی صوتی در ۵۰ ms اول و مجموع کل انرژی دریافت شده. منظور از وضوح، بیشتر به حوزه موسیقی مربوط بوده و یک نسبت لگاریتمی است بین مقدار انرژی که در ۸۰ ms اولیه اندازه گیری شده در برابر انرژی که بعداً دریافت می شود. مقدار بهینه آشکاری و وضوح به نوع و سبک صدای تولید شده بستگی دارد. به عنوان مثال برای یک تکنوازی گیتار، صدا باید توسط تمام شنوندگان کاملاً واضح، قابل تشخیص و تفکیک باشد. در صورتی که در سازهای زهی، اندکی انعکاس و طنین موجب بهبود کیفیت موسیقی می شود. تحقیقات نشان می دهد که زمان واخنش RT، در حدود ۱/۱ ثانیه در فرکانس متوسط برای سخنرانی در یک سالن کوچک تا متوسط مناسب است. زمان واخنش نباید برای فرکانس های پایین خیلی بالا رود زیرا وضوح کلمات را از بین می برد. حجم ۲/۳ الی ۴/۳ متر مکعب به ازای هر صندلی مقدار بهینه برای سالن سخنرانی به شمار می رود.

۲-۳-۱ تراز سخن گوئی

در یک محیط باز، تراز سخن گوئی عادی در فاصله یک متری بین ۵۵ الی ۶۵ دسی بل است. در شرایط خاص تراز سخن گوئی حداقل به ۳۰ دسی بل و حداکثر با فریاد می تواند به ۹۶ دسی بل نیز برسد. برای تخمین وضوح و ادراک سخن گوئی بهتر است بدترین حالت در نظر گرفته شود تا یک وضعیت متوسط. طبق مطالعات انجام شده توسط پیرسون (Pearsons) و همکارانش، ۱۵٪ بانوان نمی توانند صدای خود را به بالاتر از ۷۵dB برسانند در حالی که تراز بلندی صدای برخی از آقایان به راحتی به ۹۶dB و یا حتی به ۱۰۴dB نیز می رسد.

آمار نشان می دهد که درک وضوح سخن گوئی با فریاد بسیار مشکل است. به علاوه اگر در یک سخنرانی عادی، تراز صدایی که به گوش شنونده می رسد بالاتر از ۸۰dB باشد، فشار زیادی به گوشی خواهد رسید.

۳-۳-۱ ادراک سخن گوئی

کارایی و تأثیرگذاری سخنرانی هنگامی که با صدای بلند باشد. ۱۰ برابر مؤثرتر از زمانی است که همین سخنرانی به آهستگی صورت پذیرد. بخش مهمی از ادراک سخنرانی به حرکات، رفتار و اشارات سخنران بستگی دارد. تحت شرایط بسیار مطلوب شنوندگان به دلیل اشکالات اجتناب ناپذیر، قادر به درک ۹۵٪ کلمات هستند. انسان با درک حتی ۸۵٪ کلمات نیز قادر به دریافت مفاهیم می باشد. هر گاه این رقم به ۷۰٪ برسد، برای درک مطالب باید تمرکز داشت و رقم ۶۰٪ شنونده را به زحمت انداخته و قابلیت درک مفاهیم کاهش می یابد. روش های متعددی برای اندازه گیری ادراک سخن گوئی در یک محیط سرپوشیده وجود دارد که یکی از روش ها یعنی شاخص وضوح گفتار (AI) که می توان آن را از رابطه زیر بدست آورد.

$$A = \frac{G_{[i]}}{B} \sum_{i=1}^5 (L_s - L_n + 2) B \quad \text{فرمول (۵-۱)}$$

در رابطه قبل:

AI: شاخص وضوح گفتار

$G_{[i]}$: ضریب صدای وزن یافته که از جدول زیر به دست می آید

L_{sa} : متوسط صدای گفتار وزن یافته طی زمان معین طبق مدار نسبی A

L_{na} : متوسط صدای زمینه وزن یافته طی زمان معین طبق مدار نسبی A

۴-۳-۱ صدای زمینه (Background Noise)

درون هر محیط اکوستیکی، غالباً یک تراز صدای محیطی و زمینه وجود دارد. تراز این صدا بستگی به فعالیت های درون و اغلب خارج از فضا دارد.

هنگامی که گوش در معرض دو یا چند صدای مختلف قرار می گیرد ممکن است یکی از صداها صدای دیگر را پوشش دهد، در این حالت صدای پوشش گرفته شنیده نمی شود یا در صورت دقت و تمرکز شنونده شنیده می شود. در این صورت منحنی آستانه شنوایی مشخص در صدای پوشش دهنده جابجا شده است و میزان این جابجایی به محدوده فرکانس دو صدا بستگی دارد.

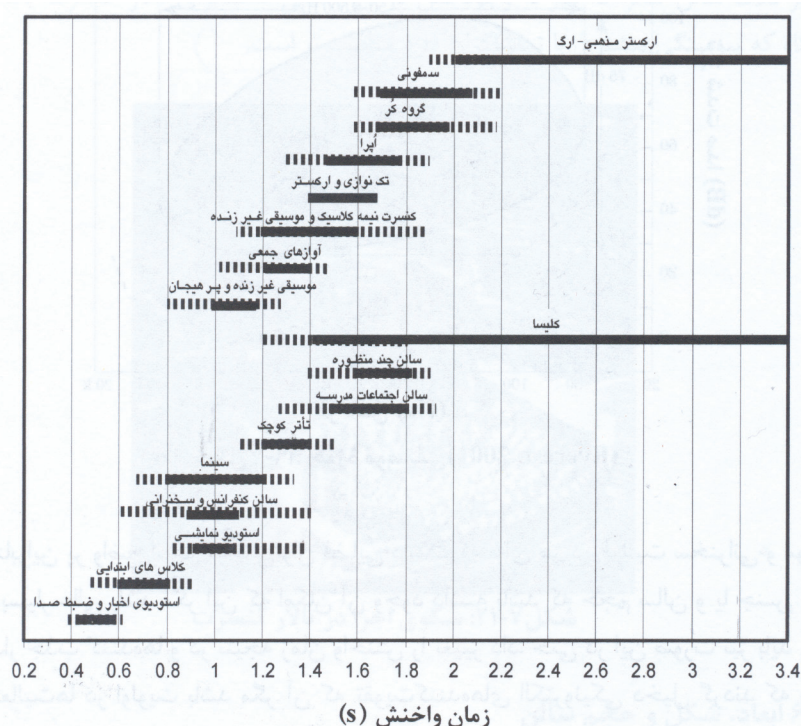
بدیهی است که در یک سخنرانی کوتاه تلاش صوتی بیشتری صورت می پذیرد تا در یک مباحثه و سخنرانی طولانی تر که مستلزم تراز صوتی کمتری است.

۴-۱ نیازهای آکوستیکی موسیقی

حضر و شنوندگان یک موسیقی انتظار بالایی از کیفیت آکوستیکی تالار را دارند. وضوح موسیقی باید به گونه ای باشد که اجزاء موسیقی قابل تشخیص باشد. طنین نیز به اندازه ای باشد که شنونده احساس کند که هاله ای از صدا او را احاطه کرده است. شنونده باید احساس نزدیکی به منبع و بلندی صدا را داشته باشد. طراحی فضا برای موسیقی مجلسی، ایجاد احساس صمیمیت و نزدیکی بیشتر شنوندگان و گروه اجرا کننده را می طلبد و باید شنیدن صدای مستقیم در زمان همبستگی بر صدای واخنش غلبه داشته باشد. به این ترتیب بدون آن که پژواک صدا شنیده شود، صدای اولیه و کلیه صداهای باز تابیده در دوره همبستگی ۳۵-۵۰ ms موجب بالا رفتن شدت اولیه صوت می گردد.

از طرف دیگر در موسیقی مهیج، فاصله شنوندگان باید از گروه اجرا کننده بیشتر باشد. در این صورت حاضرین احساس می کنند که شاهد اتفاق و رویداد مهمی هستند. بنابراین در این موارد واخنش صدای اولیه باید افزایش یابد تأثیر بلندی صدا و طنین آن توأما احساس گردد.

از آنجایی که مفهوم بودن تک تک کلمات در سخنرانی یک ویژگی محسوب می شود، در موسیقی ترکیب مناسب اصوات دلپذیر است. وضوح بیش از حد اصوات در موسیقی حالت خشک به موسیقی می دهد. بنابراین در تالارهای موسیقی باید زمان واخنش نسبت به تالارهای سخنرانی بیشتر باشد. زمان واخنش می تواند تا ۲/۴ ثانیه برای تالارهای بزرگ و زمان واخنش ۲ ثانیه برای سالن های متوسط مناسب است. زمان واخنش تا ۲/۴ ثانیه برای تالارهای بزرگ و زمان واخنش ۲ ثانیه برای سالن های متوسط مناسب است. زمان واخنش ۱/۷ الی ۲/۲ و حجم ۸ الی ۱۰ متر مکعب به ازای هر صندلی مقدار بهینه برای طراحی تالارهای موسیقی به شمار می رود. میزان گنجایش مناسب یک تالار کنسرت برای احراز شرایط مطلوب آکوستیکی ۲۰۰۰ نفر می باشد.



شکل ۷-۱۸: زمان واخنش بهینه برای انواع فعالیت های مختلف در فرکانس های میانه (۵۰۰ الی ۱۰۰۰ هرتز) (Egan, 1972)

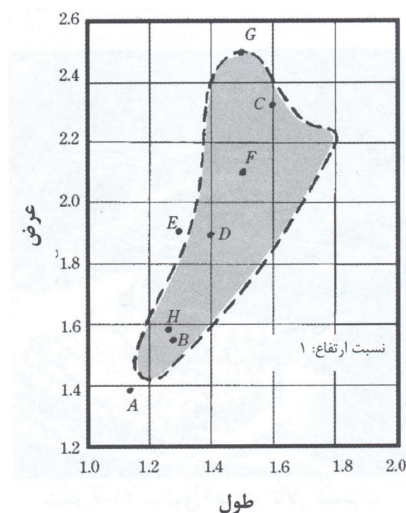
شکل ۸-۱

در استودیوهای ضبط موسیقی، زمان واخنش باید کم بوده و به اصطلاح خشک باشد. یکی از تفاوت‌های سالن موسیقی و سخنرانی در این است که در تالارهای موسیقی فرکانس اصوات از ۵۰ الی ۸۵۰۰ هرتز گسترده است در حالی که در سخنرانی نوار محدودی از فرکانس ۱۷۰ الی ۴۰۰۰ هرتز را در بر می‌گیرد. بنابراین پر واضح است که نمی‌توان فضایی داشت که برای هر دو فعالیت سخنرانی و موسیقی توأماً بسیارعالی باشد مگر این که امکان آن وجود داشته باشد که حجم سالن و یا جنس سطوح و مقدار جذب‌کننده‌ها و در نتیجه زمان واخنش را تغییر داد. تقویت‌کننده‌های الکترونیکی بیشتر مناسب عملکرد سخنرانی خواهد بود.

۵-۱ ابعاد، شکل و حجم سالن

طراحی انواع مختلف تالارهای تئاتر، سخنرانی، کنسرت، اپرا، سینما و همینطور مساجد و کلیساها و حل مشکلات آکوستیکی به موازات زیبایی شناسی، عملکردی، فنی، هنری و اقتصادی کاری بسیار حساس و دشوار است. آسایش، ایمنی، منظره‌ی خوب، محیط مطلوب، روشنایی و صدای مناسب حق هر شرکت‌کننده در این گونه فضاها است. رعایت نکات زیر در بدست آوردن فضای مطلوب آکوستیکی حائز اهمیت می‌باشد.

در طراحی فرم مهم ترین نکته، نسبت طول، عرض و ارتفاع است. در گذشته از نسبت ۲:۳:۵ یا همان ۲/۵ : ۱/۵ : ۱ که توسط ولکمن (Volkman) در سال ۱۹۴۲ ارائه شده بود استفاده می‌شد اما امروزه روش‌های متنوعی برای تخمین ابعاد مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد آنچه باید مورد توجه قرار گیرد این است که ابعاد و فرم به گونه‌ای انتخاب شوند که فرکانس‌های خاصی از امواج صوتی را به صورتی یکنواخت پخش نمایند.



شکل ۷-۲: تناسبات مطلوب برای ابعاد تالارهای مکعب مستطیل

شکل ۹-۱

شکل سالن می‌تواند به صورت اشکال منظم مستطیل جعبه کفش و یا نامنظم هندسی و یا اشکال منحنی و دایره‌ای بنا به سلیقه‌ی طراح متغیر باشند. آنچه که مهم است فراهم نمودن زمان واخنش مناسب برای فعالیتهای مورد نظر است. گرچه در گذشته از پلان‌های دوزنقه‌ای به عنوان فرم‌های موفق یاد می‌شده و تاکید بر استفاده از آنها بوده است، لکن امروز، شکل جعبه کفش به دلیل بازتاب‌های افقی میان دیواره‌های مجاور، در نتیجه زمان واخنش بالاتر برای سالن‌های کنسرت دوباره پیشنهاد و احیا شده است. در این سالن‌ها تماشاچیان روبروی ارکستر موسیقی می‌نشینند و برای برخورداری از بهترین ترکیب صدا، بیشترین فاصله‌ی ممکن از صحنه قرار می‌گیرند.

نمونه‌های معاصر در دالاس و برمینگهام است که عموم مردم را به خود جذب می نماید.



شکل ۱-۱۰ استفاده از بالکن در سالن

شکل سالنهای تتاتر باید به گونه ای باشد که شنوندگان حتی المقدور به منبع صوتی نزدیک باشند. البته نحوه چیدمان صندلی ها می تواند از شکل سالن تبعیت نکرده و بصورتی باشد که مسافت و دید مطلوب حاضرین را تامین کند. در تالارهای بزرگ استفاده از بالکن روش مناسبی برای نزدیک تر کردن تعداد صندلی های بیشتر به منبع صوتی است. صدای منبع صوتی به حد کافی باید بلند باشد تا صدای مستقیم کافی به شنوندگان برسد، برد صدای مستقیم و تقویت نشده در سالن تا جایی است که تراز صدای کاسته شده به واسطه‌ی فاصله‌ی بین منبع و شنونده ، ۱۰db بیشتر از صدای زمینه در آن سالن باشد. منظور از صدای زمینه، صدایی است که از صحبت و یا حرکت حضار و یا خارج از سالن در آن شنیده می شود.

به طور کلی می توان گفت که در يك تالار، از محل انتشار صدا تا فاصله‌ی ۱۰ متری، صدای طبیعی با تراز ۷۰db کافی بوده و احتیاج به تقویت کننده ندارد. اگر تراز صدای منبع افزایش یافته و به عنوان مثال ۸۰db باشد، این فاصله به ۳۱/۶ متر خواهد رسید. منبع صوتی باید به وفور و با فاصله‌ی کم توسط صفحات باز تابنده‌ی صوتی به منظور تقویت صدا احاطه شده باشد. ابعاد صفحات بازتابنده باید متناسب با امواج صوتی باشند. به علاوه بازتابنده ها باید طوری قرار بگیرند که زمان تاخیر بین صدای مستقیم و منعکس شده حتی الامکان کوتاه گردد به صورتی که بیشتر از ۵۰ هزارم ثانیه نشده و به هیچ وجه نباید بیش از ۸۰ هزارم ثانیه گردد.

در صورتی که از سیستم های تقویت الکترونیکی صدا استفاده نشود، حجم سالن بستگی به توان صدای منبع خواهد داشت. بنابراین برای هر صدایی با توان خاص، تنها يك حجم مجاز وجود خواهد داشت که در جدول ذیل ارائه شده است.

منبع صدا	حداکثر حجم سالن (m ³)
سخنران عادی	۳۰۰۰
سخنران حرفه ای	۶۰۰۰
آواز	۱۰۰۰۰
ارکسترسمفونیک-اپرا	۲۰۰۰۰
آواز دسته جمعی(کر)	۵۰۰۰۰

جدول ۱-۲: حداکثر حجم سالن در ارتباط با توان منبع صدا(بدون بلندگو)

مسافت و حجم سالن های تتاتر، سخنرانی، کنفرانس باید حتی المقدور محدود و کم گردد تا فاصله شنونده به منبع به حداقل برسد. چنانچه تالار را بزرگتر نمایند به همان نسبت نیز سطوح آن و در نتیجه مقدار جذب بیشتر می شود

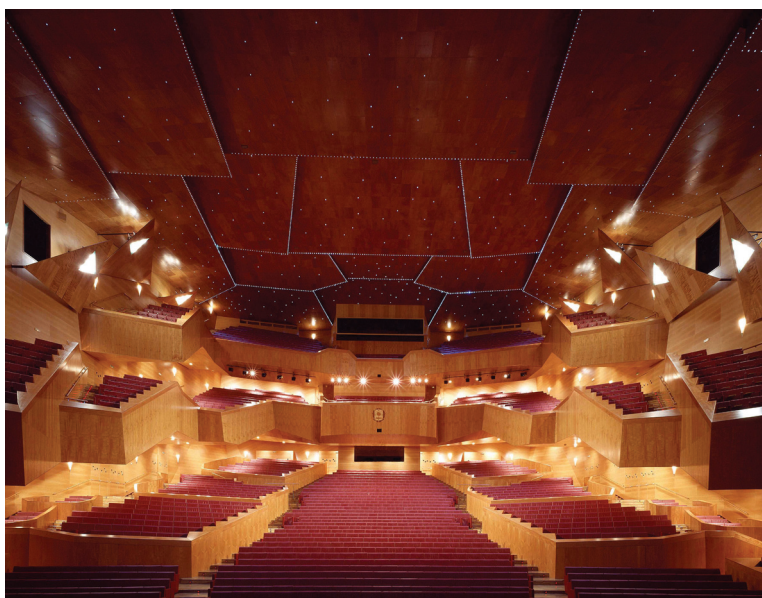
و چون همواره سرچشمه صدا دارای توان معینی می باشد با بزرگتر شدن حجم چگالی انرژی در فضای تالار کاهش می یابد. چگالی انرژی باید بیش از آستانه شنوایی و به مقدار مناسب انتخاب گردد تا تماشاچیان به سهولت بتوانند بشنوند و بیش از حد نیز نباشد که باعث آزار شنونده گردد. رعایت عوامل فوق در بهبود و بلندی صدا در تالارهای کوچک تا متوسط موثر بوده ولی قادر به اعجاز نیستند. باید توجه داشت که در تالارهای بزرگ و بخصوص آمفی تئاترهای سرباز، تراز بلندی صدا بدون استفاده از وسایل الکترونیکی به اندازه کفایت نخواهد بود، درجدول ۱-۳ حجم به ازای هر صندلی برای تالارهای متفاوت ارائه گردیده است.

عملکرد	حداقل (m^3)	بهینه (m^3)	حداکثر (m^3)
سخنرانی	۲/۳	۳/۱	۴/۳
کنسرت	۶/۲	۷/۸	۱۰/۸
اپرا	۴/۵	۵/۷	۷/۴
کلیسا (کاتولیک)	۵/۷	۸/۵	۱۲/۰
کلیسا (سایر)	۵/۱	۷/۲	۹/۱
چند منظوره	۵/۱	۷/۱	۸/۵
سینما	۲/۸	۳/۵	۵/۶

جدول ۱-۳: تخمین حجم مناسب سالن نسبت به عملکرد به ازای هر صندلی

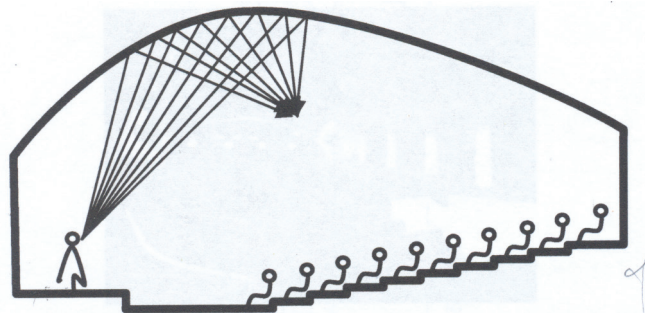
۱-۶ سقف سالن

تقسیم بندی سطح سقف به بخش های متعدد کوچکتر سبب سهولت در انتشار امواج صوتی می شود. بی شك فرم سقف علاوه بر جنبه ی تزئینی در راستای ایجاد میدان آکوستیکی همگن و مطلوب نقش بسیار موثری دارد. و چنانچه در شکل زیر مشاهده می شود، تقسیم سقف به چند ردیف به صورت فرورفتگی و برجستگی های متعدد و در نظرگیری قطعات ریز برآمده متعدد در هر ردیف، باعث ایجاد پخش کننده های صوتی شده است که در مجموع در کنار هم میدان آکوستیکی مطلوب و همگنی را ایجاد می کند.



شکل ۱۱-۱ تقسیمات سقف به سطوح کوچکتر

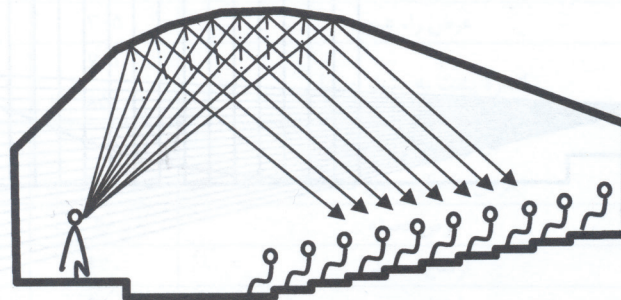
در سقف هایی که بصورت منحنی معقر هستند باید دقت داشت که امواج انعکاسی به سمت نقطه‌ی خاصی متمرکز نشده و یکدیگر را قطع ننمایند. بلکه به صورت موازی به سمت شنوندگان هدایت شوند.



شکل ۷-۲۵: تمرکز صدا در سقف های مقعر

شکل ۱۲-۱

بدین منظور از خطوط شکسته به جای خطوط منحنی استفاده می شود تا بازتاب امواج به صورت موازی هدایت شوند. برای به دست آوردن زاویه‌ی خطوط شکسته‌ی سقف ابتدا خطی از منبع به سمت نقطه‌ی مورد نظر در سقف رسم شده، پس خط بازتاب از سقف به سمت شنونده ترسیم می‌شود. آنگاه نیمساز زاویه‌ی بین این دو خط ترسیم شده و خطی عمود بر این نیمساز کشیده می‌شود که همان خط شکسته‌ی سقف می‌باشد. به همین ترتیب برای سایر شنوندگان خطوط بازتاب و سایر خطوط ترسیم شده و تا شکل نهایی سقف به دست آید.



شکل ۷-۲۶: استفاده از خطوط شکسته در سقف

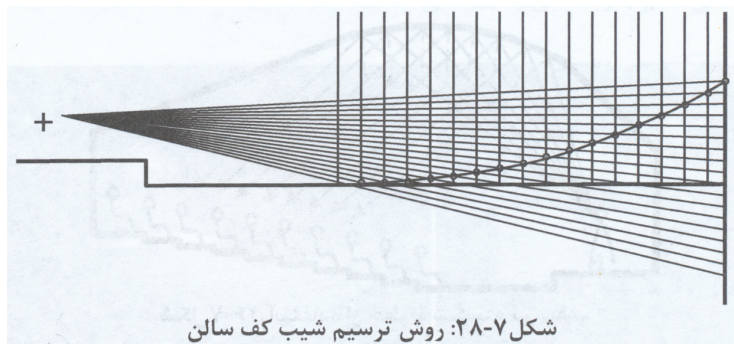
شکل ۱۳-۱

۷-۱ کف سالن

کف سالن باید دارای شیب مناسب باشد تا تمامی امواج صوتی از میان تماشاچیان عبور نکرده و جذب نشود. شیب کف به دلایل ایمنی بهتر است که بیش از ۱:۸ نباشد. به عبارت دیگر اختلاف بلندی هر ردیف با ردیف قبلی باید مساوی ۸ سانتی متر باشد اگر چه این تناسب در بسیاری از تالارهای ساخته شده مشاهده نمی‌شود. ابتدای شروع شیب کف پس از ۱۰ متر اول است زیرا در این فاصله صدا نیاز به تقویت نداشته و به طور مستقیم به گوش شنونده می‌رسد. به منظور ترسیم شیب کف سالن ابتدا از پایین صفحه روی خط افقی کف سالن در فاصله‌ی ۱۰ متری منبع به ازای هر یک متر تا آخرین ردیف صندلی ها خطوطی عمودی ترسیم می‌شود. آنگاه از منبع صوتی به ازای هر یک درجه خطوطی ترسیم می‌شوند تا خطوط عمودی را به ترتیب قطع نمایند. بدین ترتیب اگر نقاط به دست آمده بیکدیگر وصل شوند، خط شیب کف سالن به دست خواهد آمد.



شکل ۱۴-۱ شیب مناسب کف سالن

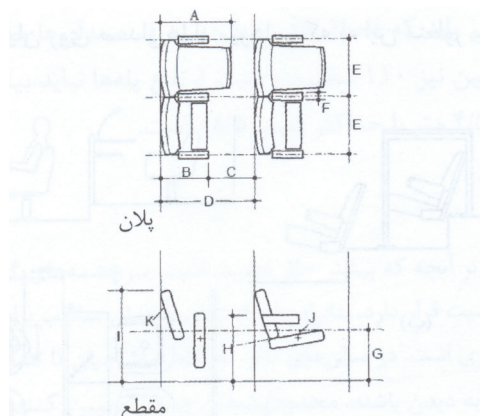


شکل ۲۸-۷: روش ترسیم شیب کف سالن

شکل ۱۵-۱

۸-۱ صندلی ها

صندلی های تالار باید طوری چیده شوند تا حضار از زاویه دید و صدای مناسب تواما بهره مند گردند. جایگاه تماشاچیان نباید بیش از حد عریض باشد. راهروها باید در طیفین جایگاه در جایی که دارای دید مناسبی نیستند قرار گیرند و نه در وسط سالن که از نظر زاویه دید و شنوایی بهترین مکان است.



شکل ۲۹-۷: فاصله ردیف و صندلی ها در سالن

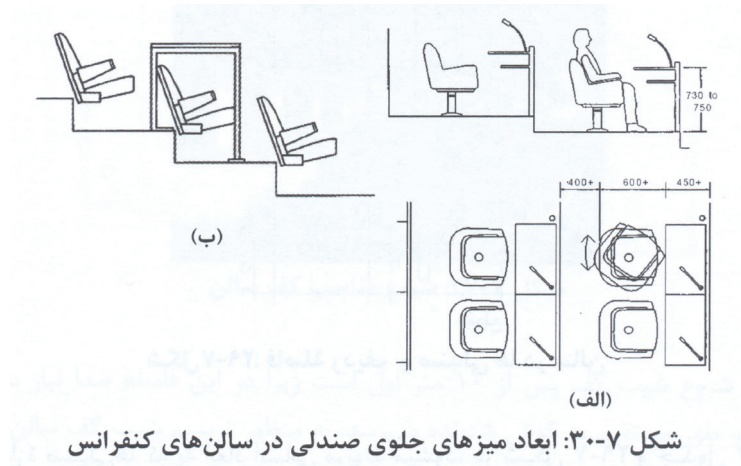
شکل ۱۶-۱

ابعاد و اندازه ی صندلی ها که به ابعاد انسانی مربوط می شود. در شکل بالا و جدول زیر ارائه شده‌اند.

ابعاد (mm)	توضیحات	حداقل	حداکثر
A	عمق کلی صندلی	۶۰۰	۷۲۰
B	عمق صندلی تاشده	۴۲۵	۵۰۰
C	عرض راه عبور	۳۰۵	۵۰۰
D	اندازه ی پشت به پشت صندلی	۷۶۰	۸۵۰
E	عرض صندلی با دسته عرض صندلی بدون دسته	۵۰۰ ۴۵۰	۷۵۰
F	عرض دسته	۵۰	
G	ارتفاع صندلی	۴۳۰	۴۵۰
H	ارتفاع دسته	۶۰۰	
I	ارتفاع تکیه گاه صندلی	۸۰۰	۸۵۰
J	شیب کف صندلی نسبت به افق	۷°	۹°
K	شیب تکیه گاه نسبت به خط عمود	۱۵°	۲۰°

جدول ۴-۱: ابعاد صندلی های جایگاه تماشاچیان (Adler, ۱۹۹۹)

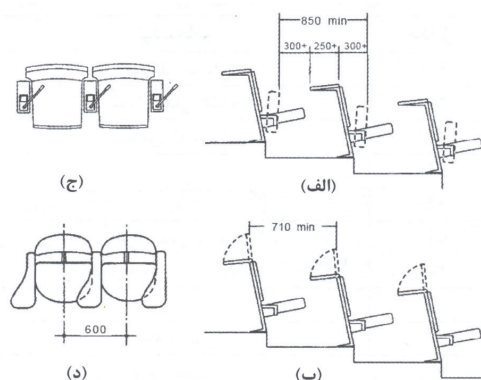
شکل ۱-۱۷ (الف) ابعاد میزهای جلوی ردیف صندلی ها در سالن های کنفرانس ارائه می کند برای تبدیل سالن های تئاتر یا کنسرت به سالن کنفرانس می توان مانند شکل ۱-۱۷ (ب) به صورت يك ردیف در میان روی صندلی ها از میزهایی که به این منظور ساخته می شوند استفاده کرد.



شکل ۷-۳۰: ابعاد میزهای جلوی صندلی در سالن های کنفرانس

شکل ۱-۱۷

شکل ۱-۱۸ نیز انواع دیگری از صندلی های دسته دار به منظور یادداشت برداری و صحبت توسط میکروفون را ارائه می کند.



شکل ۳۱-۷: (الف) میز ثابت صندلی متحرک، (ب) صندلی ثابت میز متحرک، (ج) نصب میکروفون در دسته و (د) میز متصل به دسته

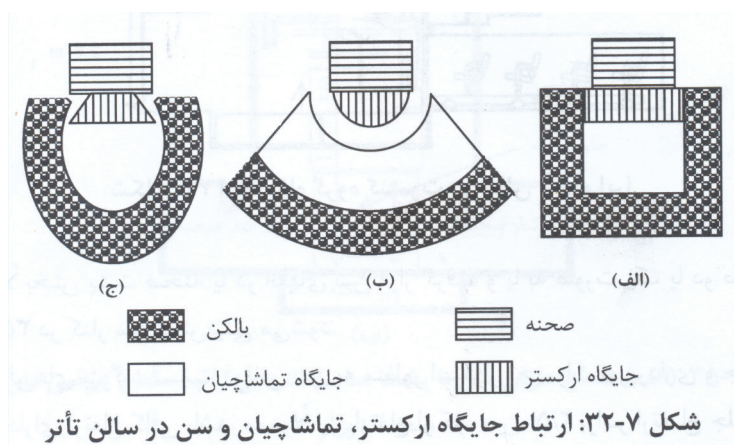
شکل ۱-۱۸

حداکثر تعداد صندلی ها در ردیف، در صورتی که از دو طرف به گذرگاه ارتباط داشته باشند، ۲۲ صندلی و در صورتی که از یک طرف راه داشته باشند ۱۱ صندلی است. این تعداد در صورتی می تواند افزایش یابد که فاصله ی کافی بین دو ردیف صندلی ها وجود داشته باشد. حداقل عرض گذرگاه های طرفین نیز ۱۱۰ سانتی متر است. ارتفاع پله ها نباید بیش از ۱۸ سانتی متر بوده و حداکثر طول لامپ ۴/۵ متر با حداکثر شیب ۸/۵٪ است.

۹-۱ سالن تئاتر

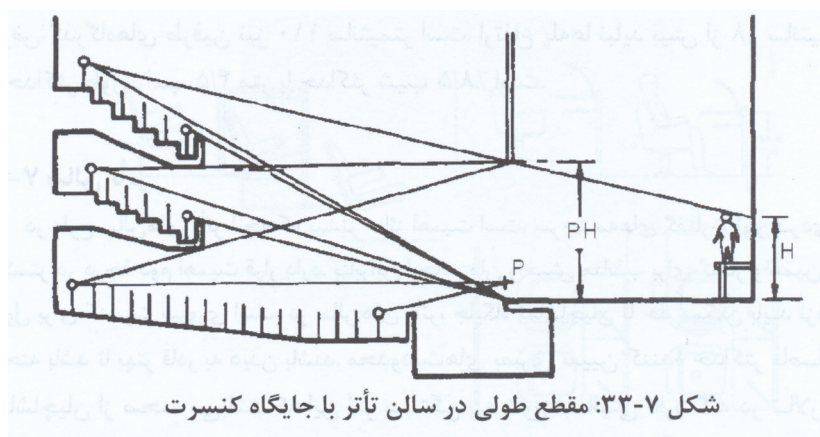
در طرح سالن های تئاتر آنچه که بیشتر حائز اهمیت است سرچشمه های گفتار و آوازفردی بوده و ارکستر در درجه ی دوم اهمیت قرار دارد. بنابراین ایجاد زمان واخنش مناسب برای گفتار و همین طور قابل قبول برای کنسرت ضروری است. در سالن های تئاتر، جایگاه تماشاچیان تا حد ممکن باید نزدیک به صحنه باشد تا بهتر قادر به دیدن باشند. محدودیت های بصری تعیین کننده ی حداکثر فاصله ی مجاز تماشاچیان از صحنه می باشد که این امر بستگی به نوع فعالیتی دارد که در تالار صورت می پذیرد که به شرح ذیل خلاصه می گردد:

- برای تئاتر و حرکات نمایشی، تشخیص حالات صورت بازیگر ضروری بوده و حداکثر فاصله ی مجاز از صحنه ۲۰ متر می باشد.
- در سالن اپرا، حالات صورت کمتر از تئاتر اهمیت داشته، بنابراین حداکثر فاصله به ۳۰ متر افزایش می یابد.
- در سالن کنسرت ابعاد و فواصل بستگی به وضعیت آکوستیکی سالن و جزئیاتی از قبیل مقادیر جذب کننده ها، منعکس کننده ها و پخش کننده ها دارد.



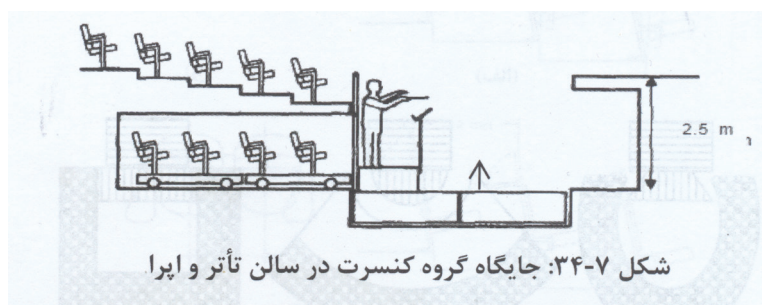
شکل ۱۹-۱

جایگاه تماشاچیان ارکستر، سن و بالکن در سالن های نمایش تئاتر، اپرا، باله، پانتومیم و نظایر آن که نیاز به محل ارکستر نیز دارد، معمولاً به یکی از سه روش ارائه شده در شکل ۱۹-۱ تقسیم بندی می شود.



شکل ۲۰-۱

گنجایش جمعیت در يك سالن تئاتر متوسط کمتر از ۱۰۰۰ نفر بوده و باید جایگاه ارکستری برای ۲۰ الی ۲۵ نفر با حداکثر ارتفاع ۲/۵ متر در نظر گرفت. ارتفاع این جایگاه بهتر است به صورت متغیر قابل تنظیم باشد. در سالن های بزرگ تعداد نوازندگان برای اپرا کمتر ۱۰۰ نفر و برای سایر فعالیتهای بین ۶۰ الی ۹۰ نفر متغیر است. باید به ازای هر نوازنده سطحی معادل با $3/3 \text{ m}^2$ برای پیانو و 5 m^2 و 10 m^2 برای سازهای ضربی در نظر گرفت. خط دید رهبر ارکستر نباید پایین تر از سن باشد.



شکل ۲۱-۱

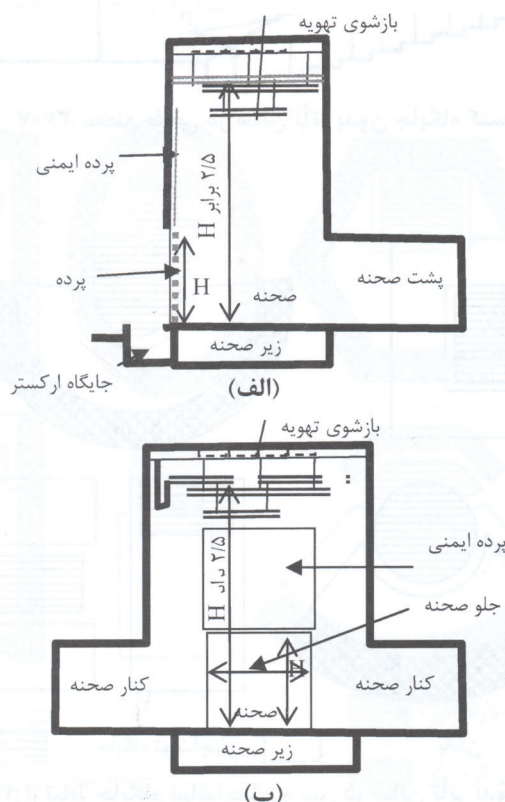
معمولا بخش پشت صحنه یا در انتهای سن قرار گرفته و یا بصورت يك یا دو طرفه مانند شکل پایین در کنار سن پیش بینی می شود.

در سالن های بزرگ قسمت فوقانی سن به منظور استقرار تجهیزات نور پردازی و جلوه های ویژه باید دارای ارتفاع کافی باشد. معمولا این ارتفاع از کف سن، $\frac{2}{5}$ برابر ارتفاع جلوی سن است. در سقف بخش فوقانی سن باید دریچه هایی برای تهویه و خارج نمودن دود در نظر گرفت که سطح آن معمولا ۱۰٪ سطح مقطع سن است.

در سالن هایی که دارای جایگاه ارکستر می باشند عرض جلوی سن بستگی به نوع کاربری سالن متفاوت می باشد. جدول پایین حداقل عرض لازم برای فعالیتهای مختلف را نشان می دهند

کاربری-مقیاس (m)	کوچک	متوسط	بزرگ
تئاتر	۸	۱۰	۱۰
اپرا	۱۲	۱۵	۲۰
نمایش موزیکال	۱۰	۱۲	۱۵
چند منظوره	۱۲	۱۵	۲۰

جدول ۱-۵: عرض جلوی سن

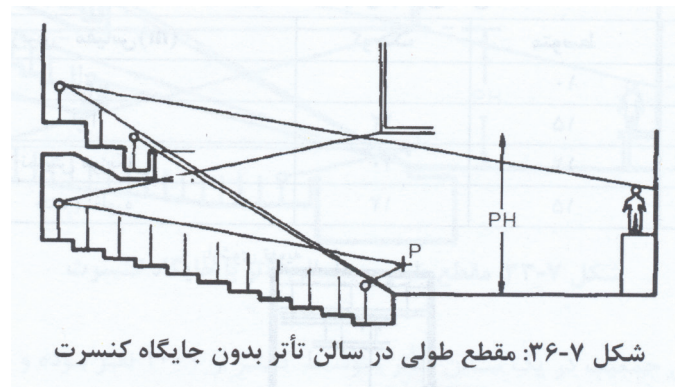


شکل ۷-۳۵: (الف) مقطع طولی سن با پشت صحنه انتهایی، (ب) مقطع عرضی سن با پشت صحنه دوطرفه

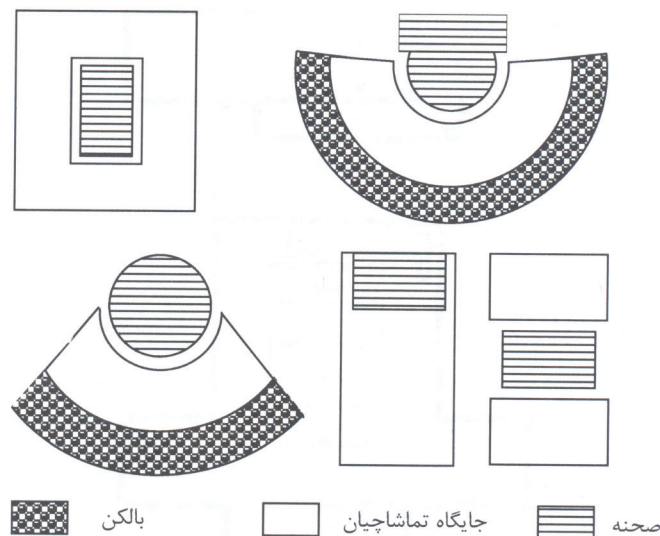
شکل ۱-۲۲

عرض جلوی سن در سالن های چند منظوره باید به حداکثر خود یعنی به اندازه ی اپرا در نظر گرفته شده و برای فعالیتهای دیگر می توان عرض آن را با پرده تنظیم کرد. ارتفاع جلوی سن نیز بستگی به طول سالن و موقعیت تماشاچیان در بالکن ها دارد. ارتفاع کف سن از کف سالن نیز معمولا بین ۶۰ الی ۱۱۰ سانتی متر متغیر است.

در صورتی که جایگاه ارکستر مد نظر نباشد، می توان از اشکال ارائه شده در شکل ۲۴-۱ استفاده نمود .



شکل ۲۳-۱



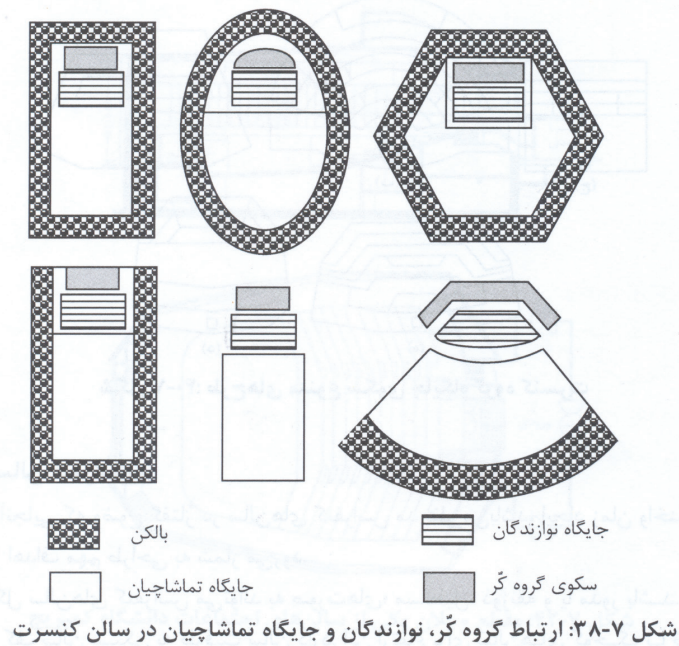
شکل ۲۴-۱

در سالن هایی با صحنه ی باز که اطراف آن محصور نبوده و دارای بخش فوقانی نیز نیست، ابعاد سن برای اپرا $10m \times 10m$ و برای سایر فعالیت ها $10m \times 8m$ در نظر گرفته می شود.

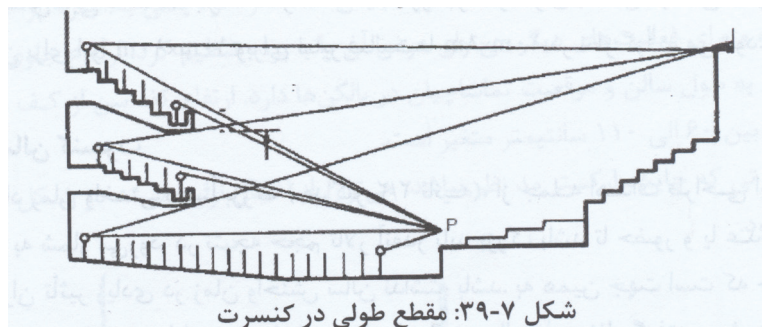
۱۰-۱ سالن کنسرت

ایجاد زمان واخنش نسبتا بزرگ (حداکثر $2/2$ ثانیه) از جمله اهداف طراحی اینگونه سالن ها به شمار می رود. در نتیجه حجم تالار آنقدر باید بزرگ باشد تا حضور و یا عدم حضور تماشاگران تاثیر زیادی در زمان واخنش سالن نداشته باشد. به همین جهت است که حجم $6/2$ الی $10/8$ متر مکعب به ازای هر تماشاچی برای اینگونه سالن ها در نظر گرفته می شود که این حجم نسبت به سایر سالن ها بیشتر است. اغلب سالن های قرن نوزدهم به شکل مستطیل با دیوارهای متوازی و سقف مسطح افقی احداث گردیده اند.

ارتباط گروه گر، نوازندگان و جایگاه تماشاچیان را می توان در قالبهای شکل ۲۵-۱ مشاهده کرد.

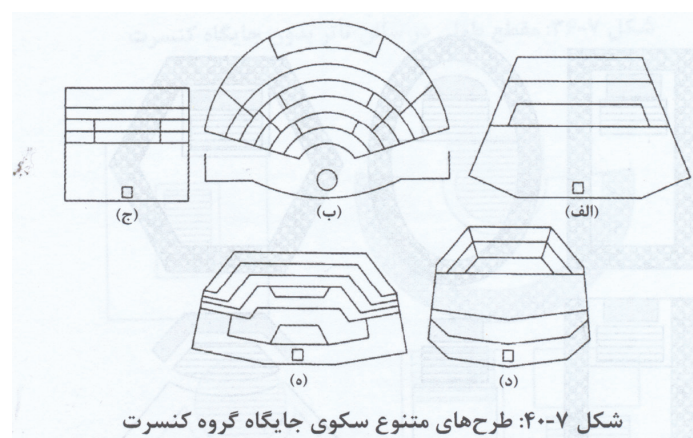


شکل ۲۵-۱



شکل ۲۶-۱

ابعاد سکوی جایگاه کر و نوازندگان در سالن های کوچک $9m \times 6m$ و برای سالن های بزرگ $12m \times 12m$ به ارتفاع ۱ متر از کف سالن در نظر گرفته می شود. شکل ۲۷-۱ اشکال مختلف طرح سکوی جایگاه گروه کنسرت را ارائه می کند.



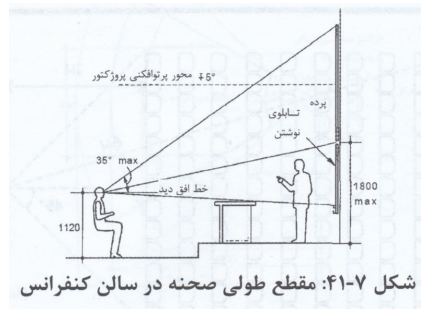
شکل ۲۷-۱

۱۱-۱ سالن کنفرانس

از آنجایی که وضوح گفتار در سالن های کنفرانس مد نظر می باشد، ایجاد زمان واخنش کم یکی از اهداف مهم

طراحی به شمار می رود.

شکل سالن های کنفرانس می تواند به صورت های با مستطیل، ذوزنقه، و یا مدور باشد و ارتفاع سن از کف سالن بستگی به ظرفیت سالن دارد. این ارتفاع برای سالن های کوچک با ظرفیت ۱۵۰ نفر، ۳۰ سانتی متر، برای سالن های متوسط، ۶۰ سانتی متر و برای سالن های بزرگ با ظرفیت بیش از ۳۰۰ نفر، ۷۵ سانتی متر در نظر گرفته می شود. جایگاه نصب پرده ی نمایش و تابلو برای نوشتن در شکل ۱-۲۸ نشان داده شده است.



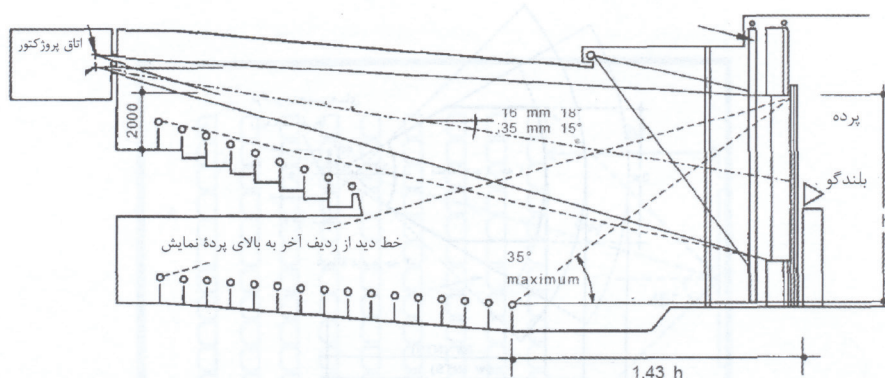
شکل ۷-۴۱: مقطع طولی صحنه در سالن کنفرانس

شکل ۱-۲۸

۱-۱۲ سینما

نکته حائز اهمیت در سینماها همانند سالن های سخنرانی و کنفرانس، پایین آمدن زمان واخش سالن به حداقل ممکن است. استفاده از سطوح جذب و پخش کننده نقش بسیار تعیین کننده ای در کیفیت صدا که عموماً توسط سیستم های تقویت الکترونیکی پخش می شود خواهد داشت. توصیه می شود از جذب کننده های پوسته ای در دیوار انتهایی سالن برای جذب صداهای بزم استفاده شود. کف سالن بهتر است از جنس موکت بوده و در قسمت نزدیک به سن بهتر است رنگ آن تیره باشد تا از انعکاس نور به پرده ممانعت به عمل آید.

تناسبات ابعاد افقی سالن در شکل پایین نشان داده شده است. ابعاد پرده بستگی به نوع فیلم (۱۶، ۷۰ و ۳۵ میلیمتری) دارد. شکل تناسبات ابعاد را در مقطع طولانی سالن نشان می دهد.



شکل ۷-۴۵: مقطع طولی در سینما

شکل ۱-۲۹

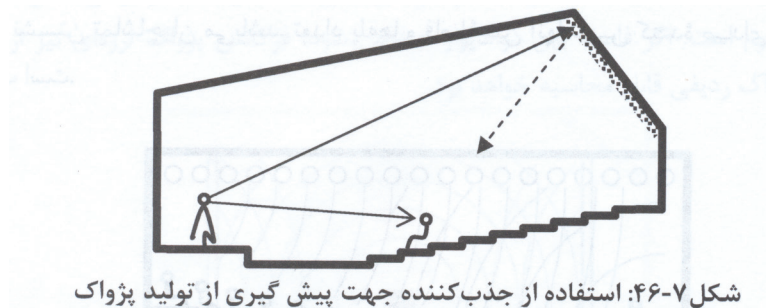
۱-۱۳ اشکالات مهم آکوستیکی

از جمله مهمترین اشکالات آکوستیکی یک سالن عبارتند از:

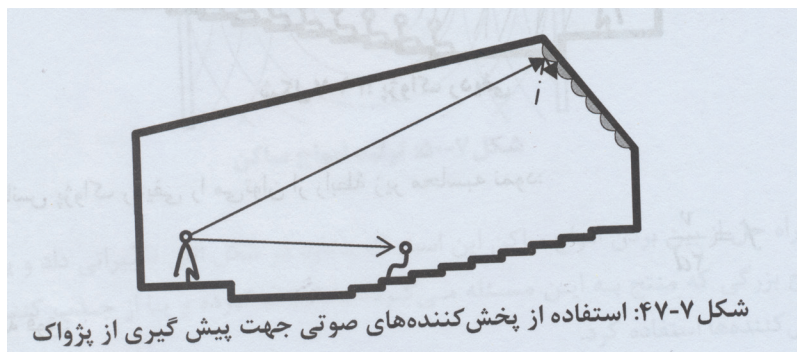
- پژواک ناخواسته (Echo)
- پژواک ردیفی (Picket Fence Echo)
- امواج ساکن
- نقاط کور (Dead spot) و سایه آکوستیکی
- تمرکز صدا
- فضاهای الحاقی

۱-۱۳-۱ پژواک ناخواسته

پژواک یکی از رایج ترین مشکلات آکوستیکی سالن ها به شمار می رود. این مسئله زمانی رخ می دهد که یک بازتاب قوی از یک صدا توسط شنونده به خوبی شنیده شود، بدان معنا که فاصله زمانی شنیدن صدای اصلی و بازتاب شده زیاد باشد. این مشکل زمانی اتفاق می افتد که امواج صوتی با یک سطح بسیار بزرگ بازتابنده برخورد کرده و با يك تأخیر زمانی بیش از ۵۰۰ هزارم ثانیه به گوش شنونده برسد. در این مواقع تغییر شکل هندسی سطح بازتابنده و یا استفاده از جذب کننده و یا پخشاینده راه حل مناسبی است.

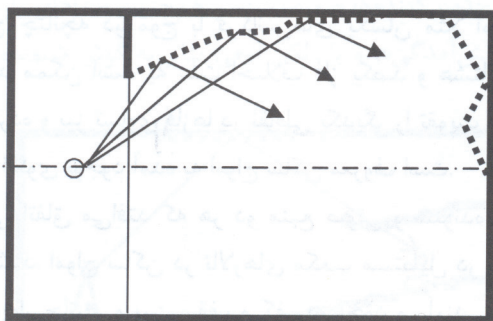


شکل ۳۰-۱



شکل ۳۱-۱

همچنین باید در طراحی دیوارهای جانبی به خصوص در پلان های مربع مستطیل نیز دقت کافی به عمل آید تا از تولید پژواک ناخواسته پیش گیری شود.



شکل ۷-۴۸: هدایت امواج صوتی به سمت عقب سالن در پلان

شکل ۱-۳۲

۲-۱۳-۱ پژواک ردیفی

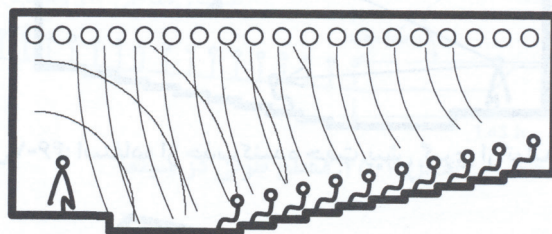
این نوع پژواک در نتیجه برخورد امواج صوتی با ردیف های موازی و مسطح و فاصله یکسان سطوح مختلف مانند ردیف های مصالح فشرده سقف های کاذب و یا ردیف های پله ای محل نشستن تماشاچیان می باشد. تعداد پله ها و فاصله بین آنها تعیین کننده صدای این نوع پژواک است. فرکانس پژواک ردیفی را می توان از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$f = \frac{v}{2d}$$

در این رابطه:

v : سرعت حرکت صوت در هوا (m/s)

d : فاصله بین ردیف های متوالی (m)



شکل ۷-۴۹: پژواک ردیفی

شکل ۱-۳۳

۳-۱۳-۱ امواج ساکن

این مسئله زمانی اتفاق می افتد که هر دو منبع صوتی و شنونده بین دو سطح سخت و موازی قرار گرفته باشند. امواج ساکن در تالارهای مکعب مستطیل در سه جهت، دیوار روبرو و پشت سر، بین دو دیوار جانبی و بین سقف و کف به وجود می آیند. در این صورت بخشی از صدا که توسط منبع صوتی تولید می گردد به صورت رفت و برگشتی بین دو سطح محصور شده و در نتیجه تباهی صدا به کندی صورت می پذیرد. در نتیجه شنونده این امواج را به صورت لرزشی دریافت نموده و یک نواختی صدا از بین می رود و به همین علت در برخی منابع به فلاتر اکو (Flutter Echo) موسوم است. اگر فاصله بین دو دیوار d فرض شود، فرکانس پژواک لرزه ای نیز از همان رابطه پژواک ردیفی قابل محاسبه خواهد بود.

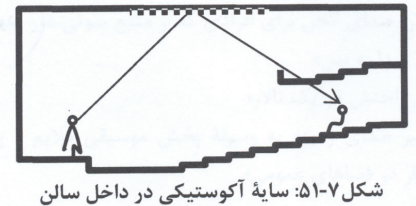
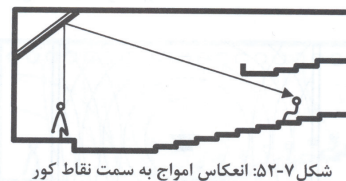


شکل ۳۴-۱

راه حل از بین بردن امواج ساکن این است که یا باید در شکل اتاق تغییراتی داد و یا این که سطح بزرگی که منتج به این مسئله می‌گردد را حذف کرده و یا از جذب‌کننده‌ها و پخشاینده‌ها استفاده کرد.

۴-۱۳-۱ نقاط کور و سایه آکوستیکی

این مسئله در نقاطی از سالن اتفاق می‌افتد که از منبع صوتی دور بوده و صدا پس از طی مسافت و جذب توسط جذب‌کننده‌ها ضعیف شده و همچنین صداهای بازتابیده شده نیز بر اثر برخورد با موانع مانند پیش‌آمدگی‌ها و یا بالکن آمفی‌تئاتر به گوش شنونده نرسد. در سالنهایی که بالکن دارند، عمق بالکن‌ها نباید بیشتر از دو برابر ارتفاع آن شود. می‌توان از بازتابنده‌های مناسب برای انتقال صدا به نقاط کور استفاده کرد.



شکل ۳۶-۱

شکل ۳۵-۱

۵-۱۳-۱ تمرکز صدا

تمرکز صدا در برخی نقاط به دلیل وجود سطح مقعر در سقف و یا دیوارها پیش می‌آید. شدت صدا در نقاط مذکور به طور غیر طبیعی بالاتر از سایر نقاط می‌باشد. راه حل، استفاده از جذب‌کننده و یا پخش‌کننده امواج صوتی است.

۶-۱۳-۱ فضاهای الحاقی

هنگامی که یک فضای الحاقی به یک تالار با RT متفاوت مجاور گردد، این دو فضا تشکیل یک زوج فضایی می‌دهند. در حد فاصل بین این دو فضا اختلافات آکوستیکی به وجود می‌آید. راه حل این مشکل این است که دو فضا را با یک در جدا کرد و یا این که میزان RT هر دو فضا را یکسان نمود.

۵-۱ جذب‌کننده‌های صوتی

از آنجایی که قدرت جذب عناصر مختلف با تغییر فرکانس متفاوت است (به عنوان مثال جذب‌کننده‌های الیافی بهترین عملکردشان در فرکانس‌های بالا و جذب‌کننده‌های پوسته‌ای در فرکانس‌های پایین است). بنابراین ضروری است که برای فرکانس‌های متفاوت تدابیر گوناگون اندیشید، به همین دلیل استفاده از جذب‌کننده‌های پوسته‌ای توأم با جذب‌کننده‌های الیافی راه حل مناسبی است.

محل قرارگیری جذب‌کننده‌ها باید در جایی باشد که ممکن است اشکالات آکوستیکی به وجود آیند. ابتدا دیوار

پشت تماشاچیان و سپس بخشی از دیوارهای جانبی که از منبع دورتر هستند باید پوشانده شوند. بهتر است در قسمت جلوی صحنه و هم اینطور بخشی میانی سقف از جذب کننده استفاده نگردد زیرا از این بخش ها برای انعکاس صوت استفاده می شود. در سالن هایی که ناحیه سن، سقفی بلندتر از سایر نقاط دارد، به دلیل افزایش زمان واخنش می بایست مواد جذب کننده بیشتری در این ناحیه استفاده شود. در این گونه موارد بهتر است دیوار پشتی سن یکی یا هر دو دیوار جانبی سن نیز توسط مواد جذب کننده صوت پوشانده شوند.

نوع دیگری از جذب کننده ها که به صورت صفحات معلق و عمودی در سقف قرار می گیرند، تأثیر بسزایی در کاهش زمان واخنش در مواقع لزوم دارند. بهترین کاربرد آنها برای جذب امواج با فرکانس های کوتاه است که اغلب در سالن های ورزشی، استخرهای شنا، دفاتر اداری، رستوران ها، کارخانه ها و نظایر آنها وجود دارند.

در تعیین مقدار و عمل مناسب جذب کننده ها باید دقت داشت که اگر جذب کننده های متفاوت با ضرایب جذب گوناگون برای فرکانس های متنوع استفاده گردد، پدیده اعوجاج صوتی رخ خواهد داد که این مسئله در آهنگ صدا تأثیر نا مطلوبی می گذارد در این صورت راه حل آن است که ضرایب جذب مصالح استفاده شده تعدیل گردند. برخی دیگر از جذب کننده ها نیز بصورت پرده ایی به دیوار و یا از سقف آویزان می گردند که تأثیر به سزایی در کنترل زمان واخنش به عهده دارند.

در سالن های بزرگ، حضار بخش اعظم جذب کننده ها را تشکیل می دهند یعنی جذب کلی برای هر فرد معادل ۴۵/۰ سابین در نظر گرفته می شود. اگر در سالن بزرگی که برای تعداد زیادی از جمعیت طراحی می گردد، افراد کمی حضور بیابند، بنابراین به علت کمبود سطوح جذب کننده، مقدار RT افزایش یافته و بنابراین مشکلات آکوستیکی به وجود خواهد آمد. برای حل این مشکل، اولاً صندلی ها باید تاشو بوده و قسمت زیرین کف صندلی ها را با مواد جاذب صوتی پوشاند تا در صورت خالی بودن، با تا شدن صندلی و عمودی قرار گرفتن کف صندلی، جاذب صوتی عمل نماید و در صورتی که فردی بر روی آن بنشیند، کف صندلی موازی با کف سالن شده و جاذب صوتی عمل نمی نماید.

۹-۱ ملاحظات طراحی آکوستیکی

۹-۱-۱ شکل سالن

شکل سالن می تواند به صورت اشکال منظم مستطیل جعبه کفشی و یا نامنظم هندسی و تابوتی و یا اشکال منحنی و دایره ای بنا به سلیقه طراح متغیر باشند. آنچه که مهم است فراهم نمودن زمان واخنش مناسب برای فعالیت های مورد نظر است.

امروزه شکل جعبه کفش به دلیل بازتاب های افقی خوبی میان دیوارهای مجاور و در نتیجه زمان واخنش بالاتر برای سالن های کنسرت دوباره پیشنهاد و احیا شده است. شکل سالن باید به گونه ای باشد که شنوندگان حتی المقدور به منبع صوتی نزدیک باشند. البته نحوه چیدن صندلی ها می تواند از شکل سالن تبعیت نکرده باشد. در تالارهای بزرگ استفاده از بالکن روش مناسبی برای نزدیک تر کردن تعداد صندلی های بیشتر به منبع صوتی است. کف سالن باید دارای شیب مناسبی باشد تا تمامی امواج صوتی از میان تماشاچیان عبور نکرده و جذب نشود. شیب کف به دلایل ایمنی بهتر است طوری باشد که اختلاف بلندی هر ردیف با ردیف قبلی باید مساوی ۸ سانتی متر باشد اگرچه این تناسب در بسیاری از تالارهای ساخته شده مشاهده نمی شود.

تقسیم بندی سطح سقف به بخش های متعدد کوچکتر سبب سهولت در انتشار امواج صوتی می شود. صندلی های

تالار باید طوری چیده شوند تا حضار از دید و صدای مناسب توأماً بهره‌مند گردند. راهروها باید در طرفین جایگاه در جایی که دارای دید مناسبی نیستند قرار گیرند و نه در وسط سالن که از نظر دید و شنوایی بهترین مکان است. برای آن که بتوان برد مفید صدای تقویت نشده را تخمین زد طبق قانون عکس مجذور فاصله همان‌گونه که در فصل انتشار صدا نیز ذکر شد، می‌توان از این رابطه استفاده کرد.

۳. EMBED Equation

برد صدای مستقیم و تقویت نشده در سالن تا جایی است که تراز صدای کاسته شده به واسطه فاصله بین منبع و شنونده، ۱۰dB بیشتر از صدای زمینه در آن سالن باشد.

۱-۹-۲ حجم سالن

مساحت و حجم تالار باید حتی‌المقدور محدود و کم گردد تا فاصله شنونده به منبع به حداقل برسد. چنانچه حجم تالار را بزرگتر نمایند به همان نسبت نیز سطوح آن و در نتیجه مقدار جذب بیشتر می‌شود و چون همواره سرچشمه صدا دارای توان معین می‌باشد پس با بزرگتر شدن حجم چگالی انرژی در فضای تالار کاهش می‌یابد. چگالی انرژی باید بیش از آستانه شنوایی و به مقدار مناسب انتخاب گردد تا تماشاچیان به سهولت بتوانند بشنوند و بیش از حد نیز نباشد که باعث آزار شنونده گردد.

۲- تولید و انتشار صدا

وزش باد، ریزش آب، رعد و برق، سقوط اجسام و حنجره انسان و حیوانات منابع طبیعی تولید صوت هستند. اما بسیاری از این صداها بر گوش خوشایند نیستند و برای ایجاد اصوات موسیقی که دارای اثر مطلوب باشند، لازم است از اسباب تولید اصوات موسیقی استفاده شود. هر یک از این وسیله‌ها می‌تواند تعدادی صوت با فرکانس مشخص و یا نت موسیقی تولید کند اما هر یک از نت‌ها به تنهایی اثر مطلوبی نخواهد داشت و چنان چه تعدادی از این نت‌ها که نسبت فرکانس آنها به هم اعداد مشخصی باشد و یا به عبارت دیگر دارای فاصله موسیقی مناسبی باشند توپیده شوند، به گوش خوشایند خواهد بود. بنابراین آلات موسیقی وسایلی هستند که می‌توانند نت‌هایی با فاصله مشخص تولید کنند.

۲-۱ انواع صدا

انواع مختلف صداها عبارتند از:

۲-۱-۱ نغمه ناب (Pure Tone)

صدایی است که یک فرکانس ثابت داشته و اسیلوگرام آن به صورت نوسان ساده سینوسی مانند شکل زیر است. این نوع امواج در طبیعت نوسان ساده سینوسی مانند شکل زیر است. این نوع امواج در طبیعت موجود نبوده و یا دستگاه‌های الکترونیکی تولید می‌شوند. گوش کردن به نوع صداها اغلب به دلیل یکنواختی خسته کننده می‌باشد.

۲-۱-۲ نغمه (صدای خوشایند و دارای اجزاء مشخص) (Tone)

صدایی است که از چند فرکانس مربوط به هم تشکیل شده باشد یعنی از یک فرکانس اصلی و ضرایب آن مانند صدای موسیقی.

۲-۱-۳ نوفه (صدای ناخوشایند و دارای اجزاء نامشخص) (Noise)

اگر در اسیلوگرام به جای خطوط مشخص و منظم، نوار نامنظمی ایجاد گردد، آن صدا دارای اجزای مشخصی نبوده و از لحاظ فیزیکی شکل خاصی نخواهد داشت. در نتیجه این گونه صداها خوشایند و دلپذیر نبوده و نوفه نامیده می‌شود.

۲-۲ انتشار صدا

انتشار صدا بسته به آن که در محیط باز و یا بسته صورت پذیرد، رفتار متفاوتی دارد. در یک محیط باز امواج صوتی بدون برخورد به مانع، روند انتشار را تا مرز تباهی ادامه می‌دهند، در صورتی که در محیط‌های بسته امواج پس از برخورد به دیوارها و سقف، بخشی از آن جذب، بخشی منتقل و بخش دیگر منعکس شده و امواج متداخل تولید می‌کنند. به طور کلی نحوه انتشار صدا در محیط باز، به عواملی از قبیل چگونگی سرچشمه صوتی و شرایط محیطی بستگی دارد.

۲-۳ سرچشمه صوتی

به طور کلی سرچشمه‌های صدا به سه دسته کلی، نقطه‌ای، خطی و سطحی تقسیم می‌شوند.

۲-۳-۱ سرچشمه‌های نقطه‌ای

به سرچشمه‌هایی گفته می‌شود که در آنها امواج صوتی از همه جهات به صورت کروی منتشر شده و سرچشمه صدا در مرکز کره قرار دارد، مانند صدای یک انسان و یا یک بلندگو.

۲-۳-۲ سرچشمه‌های خطی

اگر چندین سرچشمه نقطه ای در یک جهت امتداد یابند (مانند صدای بزرگ راه)، سرچشمه خطی تشکیل می‌گردد که امواج صوتی را به صورت استوانه‌ای پخش خواهد کرد. بنابراین در استوانه با بزرگ شدن فاصله، شدت صدا متناسب با آن کاهش یافته و با دو برابر شدن فاصله طبق رابطه زیر تراز صدا تنها ۳db کاهش خواهد یافت.

۳-۳-۲ سرچشمه‌های صفحه‌ای

اگر سرچشمه‌های نقطه‌ای در دو جهت امتداد یابند، یک سرچشمه سطحی را به وجود می‌آورند (مانند صدای حضار در یک سالن). در این حالت امواج صوتی در نزدیکی سرچشمه تنها در روی یک محور پخش شده و بنابراین شدت صدا یکسان می‌ماند.

در سرچشمه‌های صفحه‌ای، هرگاه فاصله شنونده از مرکز صفحه کمتر از ابعاد صفحه باشد ($r < a$) آنگاه تغییری در تراز شدت صدای دریافتی وجود نخواهد داشت و اگر این فاصله بیشتر باشد ($r > a$) آنگاه همانند سرچشمه نقطه ای فرض شده و محاسبات صورت می‌پذیرد.

۴-۲ تأثیر شرایط محیطی بر صدا

شرایط محیطی تأثیر غیر قابل انکاری در چگونگی انتشار صدا دارند که در ذیل به برخی از مهمترین این عوامل اشاره شده است.

۱-۴-۲ جذب مولکولی

عبارت است از کاهش شدت صوت توسط جذب مولکول‌های هوا از سه طریق زیر:

جذب کلاسیک: این پدیده به این دلیل کلاسیک نامیده می‌شود که نتیجه فعل و انفعالات فیزیک کلاسیک مانند چسبندگی است.

جذب دورانی: این پدیده نتیجه افت دورانی انرژی درون مولکولی توسط تغییرات فشار القاء شده توسط امواج صوتی است.

افت ارتعاشی: افت ارتعاشی درون مولکول‌های هوا نتیجه ذخیره ارتعاش توسط مولکول‌ها می‌باشد. از آنجایی که انتقال انرژی از یک مولکول به مولکول دیگر با اندکی تأخیر انجام می‌پذیرد، بنابراین تغییرات اندکی در این جابه جایی اتفاق می‌افتد که نهایتاً منجر به کاهش شدت امواج صوتی می‌گردد. به همین سبب در هوای مرطوب بخار آب سبب کاهش شدت امواج صوتی می‌گردد.

۲-۴-۲ تأثیر باد

صدای حاصل از یک منبع صوتی همواره در جهت باد بیشتر بوده و در خلاف جهت باد کمتر است. این مسئله صرفاً به دلیل تغییر سرعت صوت نبوده بلکه به علت تغییر شکل کروی انتشار صوت بر اثر باد غالب می‌باشد. به عبارت دیگر صدا را در جهت وزش باد بهتر می‌توان شنید تا در جهت مخالف آن.

امواج صوتی نیز در مرز برخورد از یک محیط گرم با سرعت بالا به یک محیط سرد با سرعت کم، تمایل به انحراف داشته که به آن پدیده انکسار صوتی می‌گویند.

۲-۵ دیوارهای بازدارنده صدا

حایل‌هایی مانند دیوارها، صفحات جدا کننده، اختلاف سطح و نظایر آن موانعی در برابر انتشار امواج صوتی در فضای باز هستند. کاهش تراز صدا توسط این گونه موانع بستگی به فرکانس امواج صوتی دارد. به طور کلی امواج با طول موج بلند و فرکانس کوتاه تمایل به پخش شدن دارند در صورتی که امواج با طول موج کم و فرکانس بالا تمایل به انتشار به صورت مستقیم دارند.

همچنین اگر مانع کوچکی سد راه انتشار امواج صوتی با طول موج بلند بوده و یا حفره کوچکی در دیوار حایلی وجود داشته باشد، این امواج به راحتی اطراف مانع و یا حفره چرخیده و به مسیر خود ادامه خواهند داد. به همین دلیل است که غالباً، صداها از لای درزهای بسیار باریک درها نیز قابل شنیدن هستند. قابل ذکر است که این پدیده زمانی صورت می‌پذیرد که قطر مانع و یا درز کمتر از اندازه طول موج صدا باشد.

۳-انعکاس، جذب و انتقال صدا

امواج صوتی هنگامی که با سطحی برخورد می کند، مانند شکل زیر بخشی از امواج منعکس، بخشی دیگر جذب و بقیه آن عبور یافته و منتقل می گردد، نسبت این مقادیر بستگی به جنس و خواص فیزیکی ماده مورد نظر دارد.

۳-۱ انعکاس صدا (Sound Reflection)

قانون آکوستیک هندسی را به این صورت می توان بیان نمود که پرتوهای صوتی برخوردنده و پرتوهای صوتی بازتابنده هر دو در یک سطح قرار داشته و زاویه تابش با زاویه بازتاب برابر است.

در آکوستیک هندسی مانند انتشار نور می توان تصور نمود که پرتوهای منتشره از یک سرچشمه کروی (سرچشمه های که به تمام اطراف خود به طور یکنواخت انرژی پخش می کند) در صورت برخورد به یک سطح بازتابنده به چهار حالت باز می گردد.

۳-۱-۱ بازتاب از سطوح مسطح

چنانچه پرتو صوتی از یک سرچشمه ای که در فاصله دوری قرار گرفته است به سطح بازتابنده که ابعاد آن نیز به حد کفایت بزرگ باشد برخورد کند و بدون هیچ تغییری بازتاب گردد، این بازتاب را به اصطلاح پژواک (Echo) می نامند. اگر سرچشمه صوت در نزدیکی سطح بازتابنده مسطح قرار گرفته باشد، فقط جهت پرتو طبق قانون آکوستیک هندسی تغییر می نماید و همانند آن است که سرچشمه در پشت سطح و به طور مجازی قرار داشته باشد. در این حالت امتداد پرتو پس از شکست نیز زاویه ای مساوی زاویه قبلی خود می یابد.

۳-۱-۲ بازتاب از سطوح منحنی

سطوح منحنی بسته به آن که محدب و یا مقعر باشند، نسبت به انعکاس صوت رفتار متفاوتی دارند. هنگام بازتاب بر روی یک سطح برجسته محدب، زاویه انتشار پرتو صوتی و جهت آن تغییر می نماید و پرتو واگرا می گردد. در صورتی که بازتاب از یک سطح مقعر باعث همگرا شدن پرتو صوتی و تغییر جهت آن می گردد. در یک فضای بسته بیضی شکل در صورتی که منبع صوتی در یکی از کانون ها قرار گرفته باشد امواج صوتی منعکس شده در کانون دیگر تجمع خواهند کرد بنابراین باید در طراحی سالن ها از این گونه اشکال پرهیز نمود.

اگر یک منبع صوتی در کانون یک سطح سهمی شکل قرار گرفته و به طرف آن تولید امواج صوتی بنماید، امواج به صورت موازی از آن سطح منعکس خواهند شد. اگر دو سطح سهمی شکل با فاصله نسبتاً زیاد از یکدیگر قرار گیرند، در صورتی که منبع صوتی در کانون یکی از آنها بوده و شنونده در کانون دیگر قرار گیرد، صدا با وضوح تعجب آوری با وجود فاصله زیاد شنیده خواهد شد. در صورتی که منبع صدا کاملاً نزدیک یک طرف یک سطح مدور قرار گیرد، انعکاس امواج روی سطح انجام گرفته و شنونده در سمت دیگر به راحتی می تواند امواج صوتی با تراز پایین را دریافت نماید.

۳-۲ بازتابنده های صوتی

امواج منتشره از منبع صدا از راه های مختلفی (پس از بازتاب در سقف، کف و دیوارها) به گوش شنونده می رسد و از این رو ممکن است به علت طولانی بودن راه، برخی از بازتاب ها مدتی پس از صدای بازتابیده به گوش برسد که اگر این فاصله زمانی بیش از ۵۰ هزارم ثانیه (۵۰ms) باشد که به دوره همبستگی معروف است. کاملاً متمایز و

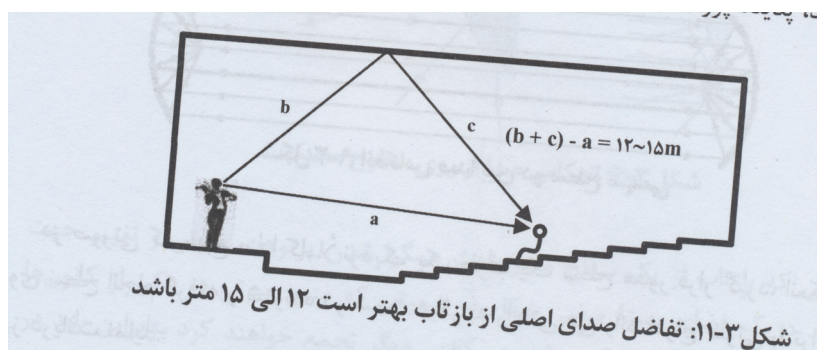
مشخص از صدای اصلی و به طور وضوح شنیده شود که آن را پژواک می نامند. ولی اگر صدای بازتابیده در مدتی کمتر از ۵۰ هزارم ثانیه بازگشت نماید، با صدای اصلی مخلوط شده و فقط اثر و دوام صدا را در گوش زیاده می نماید. که به آن واخنش اطلاق می گردد. در عمل سعی می گردد که اختلاف زمان مابین رسیدن صدای اصلی و صدای بازتاب از ۳۵ الی ۴۵ هزارم ثانیه بیشتر نباشد که معادل با مسافتی در حدود ۱۲ الی ۱۵ متر است.

$$344\text{m/s} \times 0.050\text{s} = 17\text{m}$$

$$344\text{m/s} \times 0.035\text{s} = 12\text{m}$$

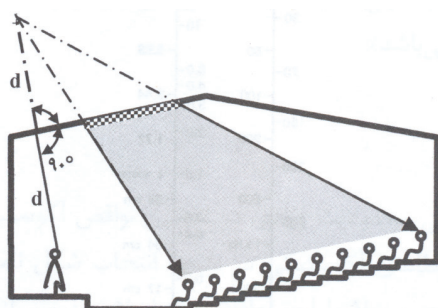
$$344\text{m/s} \times 0.045\text{s} = 15\text{m}$$

معمولا مقدار کمتری را برای تالارهای سخنرانی و کلاس درس و مقدار متوسط را برای تالارهای کنسرت و مقدار بیشتر را برای تالارهای که انتخاب می نمایند. بنابراین اگر $(a+b)-c \geq 17\text{ m}$ باشد، پدیده پژواک اتفاق می افتد.

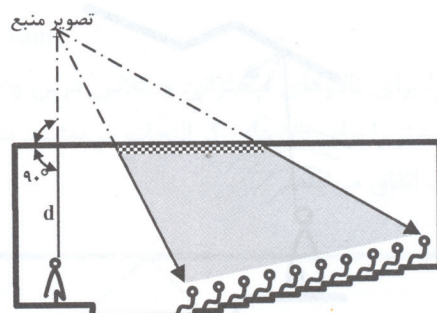


شکل ۱-۳

به طور کلی به منظور تقویت و هدایت امواج صوتی به صورت طبیعی از منبع به نقطه مورد نظر از بازتابنده های صوتی که در سقف و دیوارها تعبیه می شوند استفاده می شود. کم ترین طول هر قطعه بازتابنده صوتی که در سقف سالن در نظر گرفته می شود، باید بزرگتر و یا مساوی طول موج کوتاه ترین فرکانس امواج منتشره باشد و در غیر این صورت تنها امواج با فرکانس بالا منعکس خواهند شد. از آنجایی که محل نصب و طول بازتابنده با ابعاد شکل سالن و سقف آن نیز ارتباط مستقیم دارد، بنا براین طبق قانون انعکاس آینه ای، محل بازتابنده در سقف مطابق با شکل ۲-۳ بدست می آید. در سالن هایی که دارای سقف شیب دار هستند نیز از همین روش جهت تعیین مکان بازتابنده ها استفاده می شود.



شکل ۱۵-۳: روش تعیین مکان نصب بازتابنده صوتی در سقف شیب دار



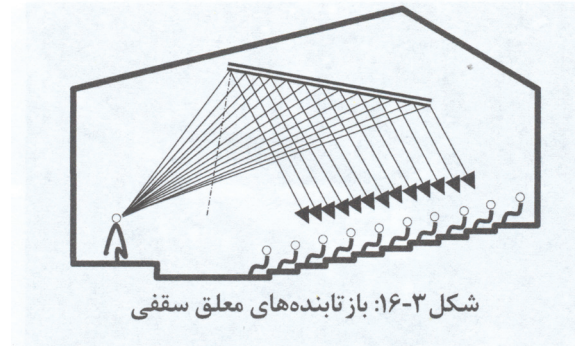
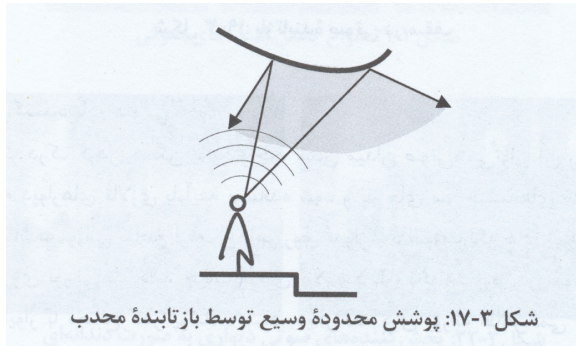
شکل ۱۴-۳: روش تعیین مکان نصب بازتابنده صوتی در سقف صاف

شکل ۳-۳

شکل ۲-۳

در فضاهایی که ارتفاع سقف بلند بوده و موجب ایجاد پژواک ناخواسته می گردد و یا اینکه زمان واخنش زیاد است و همینطور به منظور کنترل جهت امواج منعکس شده می توان از بازتابنده های سقفی به صورت معلق نیز استفاده

کرد و همچنین بازتابنده های محدب نیز کاربرد وسیعی در انعکاس صوت در سالن به عهده دارند.



شکل ۳-۵

شکل ۳-۴



شکل ۳-۶

۳-۳ پخشاینده های صوتی

به منظور حصول به یک میدان آکوستیکی همگن، انرژی صوتی باید به صورت یکنواخت در همه جای سالن پخش گردد. شکل بازتابنده می تواند به شکل منحنی محدب نیز باشد که در این صورت محدوده بیشتری را پوشش داده و به صورت پخشایی عمل می نماید. برای دست یابی به درجات بالای پخش امواج به صورت یکنواخت در یک فضای سرپوشیده، باید سطوح منظم بسیاری ایجاد کرد. این سطوح می توانند به صورت سازه ها و تیرهای بدون پوشش

سطوح مضرس و دندان‌ه‌ای، حجم‌های بیرون زده، تزئینات برجسته روی سطوح و ایجاد پنجره با عمق بیشتر اجرا کردند. پخش‌اینده‌های آماده به شکل‌های مختلفی از قبیل: مسطح، هرمی، نیم استوانه، خمیده و برآمده وجود دارند.

مزیت استفاده از پخش‌اینده، بالا بردن کیفیت صدا و نگه داشتن انرژی صوتی در درون سالن و همین‌طور پرهیز از ایجاد پژواک است.



شکل ۷-۳

۴-۳ جذب صدا (Sound Absorption)

اساس طراحی صوتی یک اتاق بر تأثیر جاذب‌های صوتی متفاوت در آن اتاق است. اصولاً هنگامی انرژی صوتی جذب می‌شود که تبدیل به نوع دیگری از انرژی گردد. معمولاً این تبدیل انرژی، تبدیل به انرژی گرمایی بوده و مقدار بسیار کمی از آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌گردد.

بر اثر اصطکاک مولکول‌های هوا با سایر مواد در اثر تحریک توسط انرژی صوتی و مقاومت مواد در برابر حرکت و تغییر شکل، انرژی صوتی تبدیل به انرژی گرمایی می‌شود. بدیهی است که انرژی حرارتی تولید شده بر حسب وات بسیار اندک است همان‌طوری که توان انرژی صوتی بر حسب وات بسیار کم می‌باشد.

قابل توجه است که مفهوم جذب انرژی صدا، تباهی و تبدیل شدن آن به گرما است. هنگامی که پرتو صوتی به سطحی برخورد می‌کند، مقداری از انرژی آن جذب می‌شود که این مسئله موجب کاهش تراز صدا می‌گردد. از این رو در اتاقی که سطوح داخلی آن به طور کامل با جذب‌کننده پوشانده شود، مانند استودیوهای صدا برداری انعکاس چندانی رخ نداده و شنونده فقط صدای مستقیم را دریافت خواهد نمود.

ضریب جذب (a) عبارت است از نسبت انرژی جذب شده به کل انرژی تابیده شده. از لحاظ تئوری بهترین ماده ایده آل برای جذب، دارای ضریب جذب ۱ خواهد بود که به عنوان مثال گفته می شود که سطح یک پنجره کاملاً باز دارای ضریب جذب ۱ است زیرا هیچ صدایی از آن منعکس نخواهد شد. به طور کلی سطوحی که دارای ضریب جذب بالا یعنی بزرگ تر یا مساوی ۰,۵ باشند، سطوح جذب کننده و سطوحی که دارای ضریب جذب پایین یعنی کوچکتر یا مساوی ۰,۲ باشند، سطوح بازتابنده به شمار می آیند.

۳-۴-۱ انواع جذب کننده های صوتی

جذب کننده ها انواع مختلف دارند که بر حسب تغییرات ضریب جذب آنها بر حسب فرکانس، نوع کاربرد آنها مشخص می شود.

۳-۴-۱-۱ جذب کننده های متخلخل (Poroas Absorbers)

جذب کننده های متخلخل مانند، پشم های معدنی، الیاف و فوم ها دارای ساختمانی باز و متخلخل می باشند. تبدیل انرژی صوتی به گرمایی توسط برخورد مولکول های مرتعش هوا با حفره های ساختمان متخلخل این گونه مواد است. کارایی جذب کننده های الیافی در فرکانس بالا با طول موج های پایین بهتر می باشد.

خواص اینگونه جذب کننده ها به شرح ذیل خلاصه می شود:

- ضریب جذب جسم الیافی با افزایش فرکانس بیشتر می شود
- ضریب جذب برای فرکانس های پایین (آوای بم) به ضخامت زیاد اجسام الیافی (در حدود ۱۰ سانتیمتر) و کم بودن فشردگی آن بستگی دارد.
- ضریب جذب اجسام فشرده (حتی الیافی) بسیار کم بوده و افزایش ضخامت تاثیر زیادی در افزایش ضریب جذب ندارد.

برای ساختن انواع مصالح جاذب صوت، مواد الیافی را با چسب های مخصوص مخلوط کرده و به صورت ورق و صفحات با ضخامت های گوناگون در می آورند.

چنانچه سطح این مواد رنگ شود، ضریب جذب آن ها کاهش می یابد. از رنگ های روغنی و پلاستیک به هیچ وجه نباید استفاده کرد و در صورت لزوم فقط استفاده از رنگ های محلول در آب به مقدار کم و با پیستوله مجاز است. چنانچه صفحات الیافی با یک فاصله ای از دیوار نصب گردند، تاثیر یک جذب کننده ضخیم را خواهند داشت.

۳-۴-۱-۲ جذب کننده های پوسته ای (Membrane Absorbers)

این نوع جذب کننده ها هم به صورت ورقه های انعطاف پذیر روی یک چهار چوب قابل نصب هستند و هم به صورت صفحات سخت از جنس تخته سه لای، نئوپان و فیبر وجود دارند. این نوع صفحات در هر دو صورت می بایست با یک فاصله ای از دیوار نصب شوند. تبدیل انرژی صوتی به گرمایی در این صفحات به دلیل مقاومت پوسته در مقابل خمیدگی و مقاومت هوای حبس شده به تراکم شدن می باشد. بیشترین بازدهی این صفحات در فرکانس های کم است که به چگالی سطحی و فاصله بین دیوار و صفحات بستگی دارد. جذب کننده های پوسته ای بهترین بازدهی را در فرکانس های پایین دارند.

۳-۴-۱-۲ جذب کننده های پوسته ای (Membrane Absorbers)

این نوع جذب کننده‌ها در واقع مخازن کوچکی از هوا هستند که با یک گلوگاه باریک با سطح دیوار ارتباط برقرار می‌کنند. در این نوع جذب کننده‌ها هوای داخل حفره به صورت ارتجاعی عمل می‌نماید.

کاربرد این نوع جذب کننده‌ها برای فرکانس‌های پایین بوده و به علت گرانی قیمت و اشکالات اجرایی فقط در موارد خاص مانند استودیوهای رادیو و تلویزیون به کار می‌روند. برای این کار از آجرهای توخالی و یا صفحات پوسته‌ای که با فاصله از یکدیگر نصب می‌گردند استفاده می‌شود.

۴-۱-۴-۳ جذب کننده‌های روزنه‌دار (Perforated Panel Absorbers)

در این صفحات هر سه روش ارائه شده در بالا یعنی جذب کننده‌های الیافی، پوسته‌ای و حفره‌ای با یکدیگر ترکیب شده‌اند. جنس صفحات می‌تواند نوارهای چوبی، تخته سه لایی، گچی، مقوایی و یا فلزی باشد که به عنوان جذب کننده پوسته‌ای نیز عمل می‌نماید.

استفاده از جذب کننده‌های الیافی به صورت آشکار، اشکالاتی از قبیل عدم امکان استفاده از رنگ دلخواه، جلوه ناخوشایند و دشواری نظارت و نظایر آن را در بر دارد. به همین دلیل غیر از آزمایشگاه‌های آکوستیکی و استودیوها در بقیه موارد از جذب کننده‌های روکش دار استفاده می‌گردد که روکش آنها را می‌توان از هر نوع ماده سخت دلخواه با رنگ مطلوب استفاده نمود به شرط آن که بر روی سطح آنها تعداد کافی روزنه و یا شیار وجود داشته باشد.

در استخرهای سرپوشیده که رطوبت و تأثیر آب کلر دار مانع از به کار بردن مصالح عادی جذب کننده می‌شود، از صفحات مشبک آلومینیومی که پشت آن را از مواد جاذب صوت پر کرده‌اند استفاده می‌گردد.

۳-۵ جذب کننده های صوتی در سالن

توسط تجزیه و تحلیل الگوی حرکت امواج صوتی می‌توان تعیین نمود که در کدام مکان یک سالن نیاز به تقویت صدا توسط بازتابنده ها داشته و در کدام مکان دیگر نیاز به تباهی صدا توسط جذب کننده ها است.

از آن جاییکه قدرت جذب عناصر مختلف با تغییر فرکانس متفاوت است (به عنوان مثال جذب کننده های الیافی

بهترین عملکردشان در فرکانس های بالا و جذب کننده های پوسته ای در فرکانس پایین است)، بنابراین ضروری

است که برای فرکانس های متفاوت تدابیر گوناگون اندیشید. به همین دلیل استفاده از جذب کننده های پوسته ای توام با جذب کننده های الیافی راه حل مناسبی است.

محل قرارگیری جذب کننده ها باید در جای باشد که ممکن است اشکالات آکوستیکی بوجود آیند. ابتدا دیوار پشت تماشاچیان و سپس بخشی از دیوارهای جانبی که از منبع دورتر هستند باید پوشانده شوند.

بهتر است در قسمت جلوی صحنه و همینطور بخش میانی سقف از جذب کننده استفاده نگردد زیرا از این بخش ها برای انعکاس صدا استفاده می شود. در سالن هایی که ناحیه سن سقفی بلندتر از سایر نقاط دارد، بدلیل افزایش زمان واخنش می بایست مواد جذب کننده بیشتری در این ناحیه استفاده شود. در اینگونه موارد بهتر است دیوار پشتی سن یکی یا هر دو دیوار جانبی سن نیز توسط مواد جاذب صدا پوشیده شوند.

نوع دیگری از جذب کننده ها که بصورت صفحات معلق (Baffles) و عمودی در سقف قرار می گیرند، تأثیر بسزایی در کاهش زمان واخنش در مواقع لزوم دارند. بهترین کاربرد آنها برای جذب امواج با فرکانس های کوتاه است که اغلب در سالن های ورزشی، استخرهای شنا، دفاتر اداری، رستوران ها، کارخانه ها و نظایر آن وجود دارند. در تعیین

مقدار و محل مناسب جذب کننده ها باید دقت داشت که اگر از جذب کننده های متفاوت با ضرایب جذب گوناگون برای فرکانس های متنوع استفاده گردد، پدیده اعوجاج صوتی رخ خواهد داد که این مسئله در آهنگ صدا تاثیر نامطلوبی می گذارد در این صورت راه حل آن است که ضرایب جذب مصالح استفاده شده تعدیل گردند. برخی دیگر از جذب کننده ها نیز بصورت پردهای به دیوار و یا از سقف آویزان می گردند که تاثیر بسزایی در کنترل زمان واخنش به عهده دارند.

در سالن های بزرگ، حضار بخش اعظم جذب کننده ها را تشکیل می دهند یعنی جذب کلی $(A)^*$ هر فرد، معادل ۴۶ درصد سابین در نظر گرفته می شود. اگر در سالن بزرگی که برای تعداد زیادی از جمعیت طراحی شده، افراد کمی حضور یابند، به علت کمبود سطوح جذب کننده، زمان واخنش افزایش یافته و اشکالات آکوستیکی بوجود خواهد. ربای حل این مشکل، اولاً صندلی ها باید تاشو بوده و قسمت زیرین کف صندلی ها را با مواد جاذب صوتی پوشانده تا در صورتی که فردی بر روی آن بنشیند، کف صندلی موازی با کف سالن شده و جاذب صوتی عمل نمی نماید.



شکل ۸-۳

* جذب کلی جذب کننده ها برابر است با مجموع حاصل ضرب سطوح بر حسب (m^2) در ضریب جذب هر یک.

۳-۶ انتقال صدا (تراگیل) (Sound Transmission)

هنگام برخورد امواج صوتی با یک صفحه سخت و استوار، علاوه بر انعکاس و جذب امواج، بخش دیگری از آن سطح عبور می کند. هنگامی که گفته می شود که یک عنصر، جاذب صوتی بسیار خوبی است، این بدان معنا نیست که جدا کننده و عایق صوتی خوبی نیز هست. جنس جدا کننده هرچه سخت تر باشد انتقال صدا نیز کمتر خواهد بود.

۳-۶-۱ ضریب انتقال جدا کننده (Transmission Coefficient)

برای اندازه گیری انتقال صدا از طریق یک جدا کننده با اندازه گیری انرژی صوتی در دو طرف جدا کننده می توان دریافت که چه بخشی از انرژی صوتی از جدا کننده عبور کرده است. رابطه زیر روش محاسبه ضریب انتقال را برای یک جدا کننده نشان می دهد:

$$\tau = \frac{W_{\tau}}{W_i}$$

τ : ضریب انتقال جدا کننده W_i : توان صوتی وارده به جدا کننده W_{τ} : توان صوتی منتقل شده از جدا کننده

۳-۶-۲ دیوارهای چند جداره با لایه هوا

هنگام انتخاب و طراحی دیوارهای چند جداره باید در نظر داشت که هر چه فاصله هوایی بین دو لایه بیشتر باشد، شاخص کاهش صدای آن بیشتر خواهد بود. در صورتی که اتصالات بین دو لایه خیلی زیاد نباشد، استفاده از مواد

جاذب صوت در لایه هوایی نیز به افزایش شاخص کاهش صدا کمک مؤثری می‌نماید. پشم شیشه، پشم سنگ، سلولیت و سایر عایق‌هایی که به منظور کنترل اتلاف حرارتی از آنها استفاده می‌شود، به این منظور نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند و چگالی آنها نقش بسیار کمی در این خصوص خواهد داشت. ضخامت عایق بهتر است دو سوم فاصله هوایی باشد و بیشتر از آن تأثیر خیلی زیادی نخواهد داشت.

هر چه وزن واحد سطح لایه‌ها و یا فاصله بین آنها بیشتر شود، فرکانس بحرانی کم تر می‌گردد.

۳-۶-۳ تأثیر باز شوها در میزان انتقال صدا

بازشوها، درزها و یا روزنه‌های موجود در یک جدا کننده هر چقدر هم که کوچک باشند، تأثیر قابل توجهی در انتقال صدا از طرفی به طرف دیگر خواهند داشت. بنابراین باید دقت کافی در پوشاندن درزهای موجود در دیوار، پنجره، در و سایر موارد مشابه به عمل آورد تا شاخص کاهش صدای کلی جدا کننده به حداکثر برسد.

۳-۶-۴ تغییرات کاهش صدا در جدا کننده‌های تک لایه‌ای

برای بالا بردن شاخص کاهش صدا (R)، باید فرکانس بازتاب را تا حد امکان کم کرده و فرکانس بحرانی را به بالاترین حد ممکن رساند. برای انجام این کار مسائل زیر باید در نظر گرفته شود:

- کاهش سختی صفحات موجب تضعیف فرکانس بازتاب شده و فرکانس بحرانی را افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر به این ترتیب قانون جرم نیز در خصوص این صفحات مصداق پیدا می‌کند.
- افزایش جرم صفحات نیز موجب کاهش فرکانس بازتاب شده و فرکانس بحرانی را افزایش می‌دهد.
- اگرچه کاهش ضخامت صفحات، فرکانس بحرانی را افزایش می‌دهد، اما از طرف دیگر نیز موجب کاهش جرم صفحات می‌گردد.
- افزایش میزان میراندگی صفحات تغییری در فرکانس بازتابی و هم گرایی به وجود نمی‌آورد بلکه موجب کاهش تأثیر آنها می‌گردد. یک عایق صوتی مناسب ترکیبی از موادی با سختی پایین، جرم و قدرت میراندگی بالا است.
- قابل توجه است که یکی از روش‌های بالا بردن قدرت میراندگی صوتی یک جدا کننده، اندود کردن لایه ضخیمی از ماستیک یا مواد مشابه روی یک طرف صفحات است. این روش تنها برای موادی کارآیی دارند که دارای جرم و خاصیت میراندگی ذاتی کم مانند فلزات باشند. این شیوه برای اندود داخلی بدنه اتومبیل بسیار سودمند بوده و برای مواردی از قبیل دیوارهای ضخیم بتنی نامناسب می‌باشد.

۳-۶-۵ تغییرات کاهش صدا در جدا کننده‌های چند لایه‌ای

به منظور دستیابی به یک جدا کننده مرکب با شاخص کاهش صدای مناسب، باید به نکات زیر توجه نمود:

- با داشتن یک لایه هوایی 10 cm کاملاً بدون درز می‌توان طبق قانون جرم، در حدود 6 الی 8 دسی بل کاهش صدا داشت.
- استفاده از لایه‌های با ضخامت متفاوت تأثیر زیادی در به هم ریختن فرکانس بازتابی و بحرانی از میان صفحات خواهد داشت.
- استفاده از مواد جاذب صوت تأثیر مطلوبی در کاهش انتقال صوت خواهد داشت.

- باید از مواد الاستیک و مرتجع بین لایه‌های مختلف استفاده کرد تا از تماس لایه‌ها به طور مستقیم با یکدیگر ممانعت کرد.
 - استفاده از مواد مناسب برای درزبندی صدا تأثیر مهمی در کاهش انتقال و انتشار صدا خواهد داشت.
- بیشترین حد ممکن شاخص کاهش صدای یک جدا کننده ۵۵ الی ۶۰ دسی بل است. بالای ۴۵ الی ۵۰ دسی بل فضاهای خالی بین سقف کاذب و سقف اصلی و همین‌طور مسیرهای عبور کانال‌ها بسیار مهم می‌شوند. صدا علاوه بر آن که به صورت مستقیم از جدا کننده‌ها عبور می‌کند، به صورت غیر مستقیم نیز از طریق کانال‌های تهویه و یا گوشه‌های اتصال صفحات به سقف یا کف نیز انتقال می‌یابد. همواره باید به خاطر سپرد که یک در سبک با درزبندی خوب بهتر از یک در سنگین با درزبندی ضعیف و یا بدون درزبندی است.

۴-تجهیزات انواع تالارها (همایش، تئاتر، سینما...)

۱-۴ سیستم‌های الکترونیکی تقویت صدا

تحت شرایط عادی، صدای یک انسان برای یک فضای سر پوشیده تا 300 m^3 به اندازه کافی رسا است. یک تالار طراحی شده مناسب از لحاظ جنبه‌های آکوستیکی با منعکس‌کننده‌های کافی این اندازه را به 1500 m^3 افزایش می‌دهد. در مواردی که کیفیت صدا با استاندارد بسیار مناسبی مدنظر نباشد، این مقدار حتی تا 8500 m^3 می‌تواند افزایش یابد. به طور کلی باید در فضاهای بزرگتر از 1700 m^3 و یا در مکان‌هایی که فاصله شنونده تا منبع بیشتر از ۱۸ متر باشد از تقویت‌کننده‌های صوتی الکترونیکی استفاده نمود.

دلایل متعددی برای استفاده از تجهیزات برقی و بلندگوها در درون فضاهای معماری وجود دارد. برخی از این دلایل عبارتند از:

- افزایش تراز بلندی صدا هنگامی که منبع صوتی ضعیف است
 - فراهم آوردن صدای کافی برای افرادی که از منبع صوتی دور هستند
 - بازگرداندن صدا به صحنه
 - تغییر زمان واخنش در یک تالار
 - کاهش تأثیر صدای زمینه به وسیله پخش موسیقی ملایم. در این صورت علاوه بر خوشایند شدن جو عمومی، گفتگوی خصوصی دو نفر با یکدیگر توسط دیگران به راحتی قابل شنیدن نخواهد بود.
 - فراهم آوردن امکان فرا خواندن افراد، اطلاعات و اخطار
 - فراهم آوردن امکان ضبط و تکثیر.
- به طور کلی یک سیستم تقویت صوتی از سه بخش کلی؛ میکروفون؛ آمپلی فایر و بلندگو تشکیل شده است. صدای تولید شده از منبع صوتی توسط میکروفون جمع‌آوری و با آمپلی فایر تقویت و از طریق بلندگو همانند صدای اصلی پخش می‌شود.

۱-۱-۴ میکروفون

میکروفون‌ها امواج صوتی را دریافت کرده و آنها را به علائم الکتریکی تبدیل می‌کنند. ازجمله مهمترین انواع میکروفون‌ها می‌توان به میکروفون‌های دینامیک نواری و خازنی اشاره کرد که هر یک از آنها دارای توانایی‌های مخصوص به خود هستند.

۲-۱-۴ آمپلی فایر

سیستم‌های تقویت الکترونیکی صدا باید قابلیت انتقال صدا با فرکانس‌های وسیع ۳۰ تا ۱۲۰۰۰ هرتز را به منظور حفظ تعادل بین فرکانس‌های پایه و هارمونی داشته باشند. همچنین قابلیت انتقال صحیح صدا از زمزمه تا فریاد بلند بدون تغییر شکل در صدا را داشته و عاری از پژواک باشند.

بلندگو یک مبدل الکتروآکوستیک است که توان الکتریکی را به انرژی صوتی تبدیل می‌کند و این انرژی را در محیط منتشر می‌کند. انواع مختلف بلندگو عبارتند از: دینامیک، خازنی و پیزوالکتریک که نوع معمول آن دینامیک است. عناصر اصلی بلندگو عبارتند از: آهنربای دائمی، سیم پیچ و مخروط مقوایی یا پلاستیکی.

در طراحی یک بلندگوی خوب سعی بر آن است که بتوان با حداقل توان ورودی به حداکثر توان آکوستیکی رسید.

به طور کلی از سه دسته از بلندگوها بدین منظور استفاده می‌شود:

الف- بلندگوهای مربوط به امواج با طول موج کم به نام ووفر که معمولاً فرکانس‌های پایین‌تر از پانصد هرتز توسط این بلندگو پخش می‌شوند.

ب- بلندگوهای مربوط به امواج متوسط به نام میدرنج

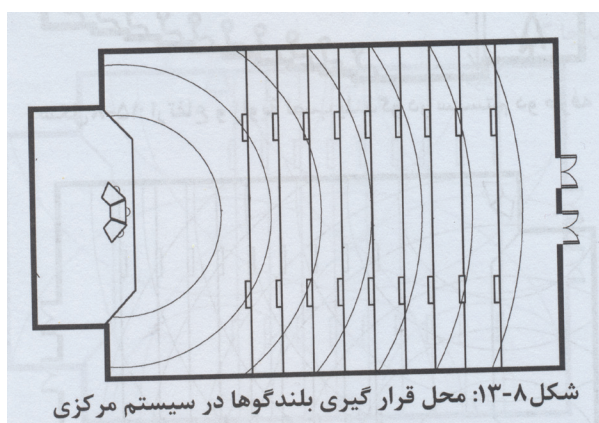
ج - بلندگوهای مربوط به امواج با طول موج بالا به نام تویتر که معمولاً برای پخش فرکانس‌های سه هزار هرتز تا بیست هزار هرتز مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴-۱-۴ تعیین مکان بلندگوها

اصولاً چهار روش مکان‌یابی سیستم تقویت صوتی وجود دارد: مرکزی، استریوفونیک، پراکنده و سقفی.

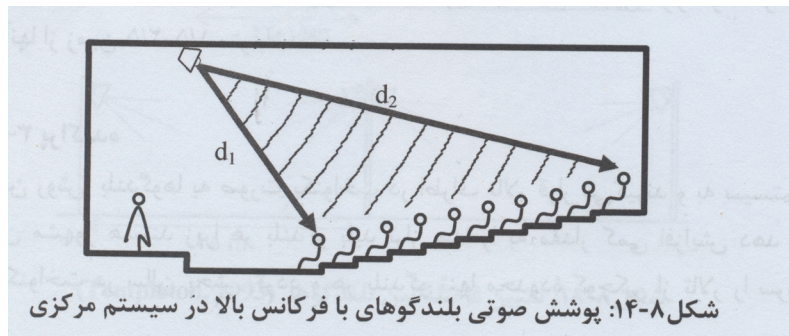
۱-۴-۱-۴ مرکزی

در این نوع جایگزینی، در واقع یک دسته از بلندگوها در نزدیکی یا بالای منبع صدا در سقف قرار گرفته و به دلیل نزدیکی به منبع احساس واقع‌تری از یک صدای تقویت شده را ایجاد می‌کند. این سیستم به سیستم رده بالا مشهور است زیرا باید صدای قوی‌تری پخش نماید.



شکل ۱-۴

در سیستم مرکزی باید دقت داشت که بلندگوهایی که تولید امواج با فرکانس بالا می‌نمایند، کلیه شنوندگان را تحت پوشش قرار دهند. بنابراین در سیستم مرکزی باید $d_2 \div d_1 \leq 2$ باشد.



شکل ۲-۴

۲-۴-۱-۴ استریوفونیک

هنگامی که دو یا چند دسته از بلندگوها در موقعیت استراتژیک (معمولا "طرفین سن) در یک سالن قرار گیرند، به آن سیستم استریوفونیک گفته می‌شود. در این روش دو یا چند میکروفون به صورت جداگانه صدا را به دو یا چند دسته از بلندگوها می‌رساند. از این روش زمانی استفاده می‌گردد که یک یا چند نوع منبع صوتی مختلف وجود داشته باشد مانند اجرای تئاتر و اپرا و یا منبع صوتی کاملا متحرک باشند. در این روش بلندگوها باید با یک زاویه ۵-۲۰ درجه به سمت پایین قرار گرفته و ارتفاع تقریبی آنها از زمین ۲/۵ - ۱/۵ متر باشد.

۳-۴-۱-۴ پراکنده

در این روش، بلندگوها به صورت یکنواخت در اطراف تالار قرار می‌گیرند و به سیستم‌های رده پایین مشهور هستند زیرا هر بلندگو باید تراز صدا را به مقدار کمی افزایش دهد تا به صورت یکنواخت در سالن پخش گردد و هر بلندگو تنها محدوده کوچکی از تالار را سرویس می‌دهد.

حداکثر فاصله دو بلندگو در این سیستم نباید بیش از ۱۲-۱۵ متر باشد. سر بلندگوها باید به سمت پایین باشد تا پوشش کافی را داشته باشد. حداکثر فاصله بلندگوها در مواردی که به سمت یکدیگر قرار دارند، بیش از ۲۵ متر باشد. از روش پراکنده در موارد زیر استفاده می‌گردد:

- هنگامی که ارتفاع سالن برای استفاده از سیستم مرکزی کم باشد
- هنگامی که برخی از شنوندگان در مسیر مستقیم صدا قرار نگیرند
- برای غلبه بر صدای زمینه زیاد
- هنگامی که تالار متشکل از چند فضای کوچکتر باشد
- در تالارهای بسیار بزرگ که منبع صوتی متحرک بوده و یا ممکن است با تغییرات وسیعی جابه‌جا گردد.

۴-۴-۱-۴ سقفی

از این روش برای مکان‌هایی با ارتفاع کم استفاده می‌شود که حداکثر ارتفاع ۵ الی ۶ متر باشد. این سیستم برای فضاهایی مانند اتاق‌های کنفرانس، دفاتر اداری با سیستم باز و راهروها به منظور فراخوانی و اطلاع رسانی کاملاً

مناسب است. بلندگوهای سقفی معمولاً دارای زاویه پخش بین ۶۰ الی ۹۰ درجه هستند. بنابراین تعیین فواصل بین بلندگوها بستگی به ارتفاع سالن و همچنین فاصله گوش شنونده از زمین دارد.

جدول ۴-۱: فاصله ی بین بلندگوهای سقفی در فضاهای مختلف (templeton, ۱۹۹۳)

نوع فضا	کیفیت	فاصله بین دو بلندگو (m)	فاصله معمول و متداول (m)
سالن های کنفرانس	پوشش صوتی بسیار خوب	5/0h-1h	۳
دفاتر اداری و رستوران ها	پوشش صوتی خوب	1h-2h	۳-۵
فضاهای عمومی	پوشش صوتی قابل قبول	2h-3h	۵-۹
راهرو ها	پوشش صوتی قابل قبول	3h-4h	۵-۹

۴-۱-۵ پدیده هس Haas

این پدیده زمانی اتفاق می افتد که صدای بلندگو زودتر از صدای مستقیم به گوش شنونده برسد. بنابراین نیاز است که بلندگوها با یک زمان تأخیر حساب شده صدا را به شنونده منتقل کنند. زمان تأخیر باید بر اساس تفاوت فاصله میان شنونده با منبع و بلندگو محاسبه شود.

۴-۱-۶ ملاحظات مربوط به سیستم های الکترونیکی صوتی

امواج با فرکانس کوتاه تمایل به پخش شدن داشته و امواج با فرکانس بالا به صورت جهت دار قابل هدایت هستند. از آنجایی که فرکانس حوزه سخن گویی در محدوده فرکانس های متوسط قرار دارد، بنابراین بخشی پخش و بخش دیگر به صورت مستقیم حرکت می نماید. این مسئله سبب ایجاد ناهماهنگی در پخش امواج به صورت یکنواخت می گردد. بنابراین در این مواقع استفاده از بلندگوهای خوشه ای که هر یک قدرت پخش فرکانس های خاصی را داشته باشند ضروری می باشد.

به منظور تعیین جایگاه بلندگوها باید به نکات زیر توجه داشت:

- بین هر شنونده و بلندگو باید خط مستقیم فرضی و بدون مانع به منظور تأمین صدای تقویت شده وجود داشته باشد.
- در بلندگوهای خوشه ای به خصوص از نوع مرکزی باید فضای بیشتری در نظر گرفت.
- برای مخفی نگاه داشتن بلندگوها باید از پارچه و یا تنزیب استفاده نمود و هرگز نباید در پشت پانل های منعکس کننده قرار داده شوند.
- پخش امواج صوتی از طرف بلندگوها همواره باید به طرف حضار باشد و به سمت میکروفون نباشد.

۴-۲ تجهیزات نور و روشنایی

تأمین موارد زیر مطابق با شرایط لازم برای کسب مجوز برای سینما ضرورت دارد:

روشنایی تزئینی و هرگونه لامپ مورد نیاز برای جایگاه تماشاگران باید قابل تضعیف باشد، بطوریکه محوطه سالن به حد کافی تاریک شده و فیلم با کیفیت بهتری دیده شود. موقعی که تماشاگران از ساختمان سینما استفاده می کنند (موقع نمایش فیلم) روشنایی سایر محوطه ها باید برقرار باشد.

مستخدمین سالن و سینما و راهرو را برای مراجعین روشن می کنند. روشنایی اضطراری سالن تحت کنترل مدیریت

سینما است. در آمریکا، سیستم روشنایی اضطراری، به محض خاموش شدن سیستم اصلی به طور خودکار به کار می‌افتد.

روشنایی پیوسته سالن و خروجی‌ها در سراسر ساختمان سینما: این سیستم روشنایی طوری طراحی شده که در مدت نمایش فیلم محوطه نشستن تماشاگران و گذرگاه‌ها به اندازه مورد نیاز روشن می‌ماند، بدون اینکه نور حاصل از آن به روی پرده یا دیوارها بیفتد. طبق کدهای شهر نیویورک در تمامی اوقات لازم است روشنایی گذرگاه‌های تماشاگران و محل‌های تلاقی گذرگاه‌ها در حد ۵/۳۵ لوکس حفظ شود.

سیستم روشنایی ایمنی تمامی اماکن عمومی، اتاق کارکنان و خروجی‌های کل ساختمان سینما: این سیستم باید به عنوان بخشی از یک سیستم پیوسته در حال روشن باقی بماند. در موقع قطع برق اصلی، سیستم روشنایی ایمنی باید نور کافی تولید نماید به طوری که تماشاگران و کارکنان بتوانند ساختمان سینما را به سلامتی ترک نمایند. در آمریکای شمالی و قاره اروپا از یک سیستم روشنایی اضطراری جداگانه استفاده می‌شود و این سیستم تنها در موقع قطع برق اصلی به کار می‌افتد: این وضعیت در بریتانیا مجاز نیست. سایر سیستم‌ها شامل آژیرهای اعلام خطر آتش‌سوزی و دزدگیر، سیم کشی بلندگوها، تلفن‌های داخلی، سیستم‌های تفهیم به ناشنوایان و خبر کردن مدیریت، تلویزیون مدار بسته، سیستم تقویت صوت برای خبر کردن عموم، تابلو کلیدهای برق جهت کنترل سیستم‌های گرمایش، تهویه، مایش فیلم و تجهیزات صحنه می‌باشد.

۳-۴ تجهیزات پرده نمایش

در گذشته، پرده نمایش سینما در تئاترهای مناسب و سازگار نصب می‌شد؛ اما امروزه، اندازه‌های بزرگ تصویر (که شامل سینماسکوپ، سینرما، Todd AO، سیرکاراما، IMAX، در مورد سینماهای کوچک تلویزیون مدار بسته می‌گردد) طرح داخلی ساختمان سینما را تعیین می‌کند. سینماهای سنتی تصویر کوچکی داشتند. در سیستم سینماهای اولیه با ۳ پروژکتور پرده ای به عرض ۳۰/۵m برای تماشاگر ارائه می‌شد. این سیستم به واسطه استفاده از یک سیستم پروژکتور IMAX جدید برای نمایش فیلم ۷۰ میلی متری بهبود پیدا کرد و بطور افقی، جهت بزرگ کردن اندازه قاب (چهار چوب) تصویر و ارائه تصویری به عرض ۵/۳۶ m، بکار گرفته شد. شخصی که در نزدیکی پرده نمایش می‌نشست نمی‌توانست کل تصویر را ببیند، مگر اینکه سرش را بطور افقی و قایم حرکت داده باشد؛ برای اصلاح این وضعیت، پروژکتور و سالن ویژه‌ای مورد نیاز بود. این شکل از نمایش فیلم در کانادا و USA مرسوم بوده است.

در سیستم سینرما که از ۱۱ پروژکتور بهره‌جویی می‌شود، تماشاگر بطور کامل مشغول تماشای صحنه است، اما استفاده از صندلی متداول نیست و برای جلوگیری از افتادن حضار از زرده استفاده به عمل می‌آید: در دیسنی لند، از این سیستم با موفقیت بهره برداری می‌شود. سیستم سینرما بعدها در پارک‌های تفریحی (شهرهای بازی) مورد استفاده قرار گرفت و اکنون در تئاترهای تجربی سراسر جهان رایج است. در سیستم سینرما از تکنیک سمعی-بصری مربوط به نمایش چند گانه و خودکار تصاویر ثابت همراه با افکت‌های سالن تماشاگران و سیستم‌های صوتی مغناطیسی چند مسیره استفاده بعمل می‌آید. سیستم نمایش تلویزیون مدار بسته با استفاده از تقویت الکترونیکی میسر است؛ در این سیستم، تصویری به ابعاد ۱۸۳۰ × ۲۴۳۰ mm حاصل می‌شود. با بهره‌جویی از پرده Eidophor ابعادی تا ۱۲m × ۹m نیز امکان‌پذیر است.

۱-۳-۴ پرده ضد حریق

لازم است صحنه از جایگاه به واسطه پرده ضد حریق جدا شود. این پرده از جنس پارچه آسبستی سیمدار بوده و بین دو لوله واقع در پایین و بالای صحنه کشیده شده است. و یا به صورت صفحات آسبستی متصل به چهارچوب

فولادی ضد حریق می‌باشد. با یک سیستم دستی می‌توان پرده‌های ضد حریق و سیستم خیس کننده بالای آن را به کار انداخت. در ایالات متحده، هر دو سیستم دستی و خودکار مورد نیاز است. پرده مذکور باید یک تکه باشد؛ باید به طور قایم حرکت کرده و ظرف ۳۰ ثانیه کاملاً بسته شود.

تأثیر مولتی فرم (با شکل چند گانه)

۴-۴ تهویه و تهویه مطبوع

بعد از اینکه مراکز دولتی استانداردهای بالایی را در زمینه تهویه اماکن لازم‌الرعايه دانستند، نصب سیستم‌های گرمایش و تهویه در ساختمان‌هایی که از عموم مردم پذیرایی می‌کنند، توسعه پیدا کرد. در UK، سیستم تهویه هوای تازه بر اساس تعداد افراد ساکن در ساختمان مورد نظر طراحی می‌شود و نرخ تهویه از ۷۰ تا $93\text{ m}^3\text{ h/p/}$ در سالن حضار متغیر است، سیستم بیرون‌کشی هوا باید بتواند ۷۵٪ از هوای ورودی را تخلیه کند. در صورت نصب سیستم تهویه مطبوع، حداقل به اندازه نصف این کمیت باید تازه باشد و تا ۵۰٪ آن تصفیه شده و مجدداً به جریان افتد. سیستم‌های سراسر و توالی بر اساس استانداردهای طبیعتاً پذیرفته شده، ساخته می‌شود. توالی‌ها از شرایط لازم برای کسب مجوز متأثر هستند. هوای ورودی باید گرم شود؛ سیستم تحت فشار عموماً به همراه منبع هوا در انتهای پرده مورد استفاده قرار می‌گیرد و خروجی‌های هوا در گوشه‌های پشتی سالن سینما قرار دارند و به همین دلیل از روشن شدن هوای غبار آلود به واسطه اشعه نوری حاصل از تصویر جلوگیری می‌شود. بخش‌های عمومی ساختمان سینما را می‌توان به واسطه سیستم آب گرم و کم فشار گرم نمود.

۵- بررسی مهندسی عوامل انسانی در طراحی و چیدمان تالارها

انواع تالارها بسته به نوع استفاده از آنها به ۳ دسته تقسیم می‌شوند:

۱- تئاتر ۲- سینما ۳- همایش و تدریس

۵-۱ تئاتر

انواع تئاتر را می‌توان به سه بخش تقسیم نمود که عبارتند از:

- پذیرش: ورودی، سالن رزرو صندلی، سرسرا، اتاقهای تعویض لباس (رختکن‌ها) و غیره
- سالن حضار
- صحنه: شامل صحنه اصلی، جناحین یا باله‌های صحنه، پشت صحنه، انباری صحنه، کارگاه‌ها، اتاق تعویض لباس، اتاق تمرین و غیره می‌گردد. اندازه و متعلقات هر یک از این سه بخش، بر حسب نوع تئاتر متفاوت است و انواع تئاتر عبارت است از اپرا، نمایش و ریویو یا سینما می‌باشد.

۵-۱-۱ خروجی‌ها

باید به طرف بیرون باز شده و مطابق با تعداد افراد و طول مسیر حرکت آنها طراحی شوند. در مورد تعداد افراد، قاعده کلی در UK این است که برای ۲۵۰۰ مراجعه کننده، حداقل دو خروجی و عرضی معادل ۱۶۰۰ mm در نظر گرفته می‌شود. مسیرهای شیبدار باید بیش از ۱۰٪ باشد، و در اروپا به ۵٪ محدود است. محل‌های صحنه باید طوری طرح شوند که مفری ساده در تمامی قسمت‌ها موجود باشد. هر قسمت باید شامل دو خروجی باشد و یکی از آنها از طریق لابی بدون تهویه و هوای آزاد منتهی گردد. عرض‌های کمینه باید با آیین نامه مربوطه سازگار باشد. شرایط مورد نیاز برای خروجی از طبقه زیرزمین و اتاق تعویض لباس یکسان است، یکی از مفرها باید مستقل از محوطه صحنه بوده و یکی از آنها باید از اتاق تعویض لباس مستقیماً به هوای آزاد باز شود.

۵-۱-۲ پلکان

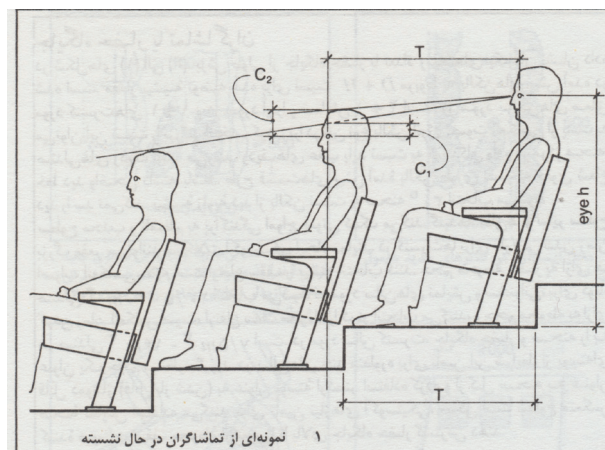
پلکان باید مطابق با عرض مورد نیاز برای خروجی طراحی شود. اگر عرض مورد لزوم بیش از ۱۸۰۰ mm باشد، راه پله به صورت دوتایی ساخته شده و بین آنها نرده نصب می‌گردد و عرض آنها روی هم ۱۱۰۰ mm $\times$ ۲ با ۲۲۰۰ mm خواهد بود. ارتفاع پله‌ها نباید از ۱۵۰ mm تجاوز کند و گام پله‌ها حداقل باید ۲۸۰ mm باشد.

۵-۱-۳ سرسراها

در مورد تئاترها می‌تواند ۱۰۰-۵۰۰ p/m^۲ باشد؛ در مورد سینماها این فضا تنها برای سیرکولاسیون (گردش) و خروج افراد لازم است و احتمال نمی‌رود که اندازه آن بیش از ۵۰۰-۱۰۰ p/m^۲ باشد.

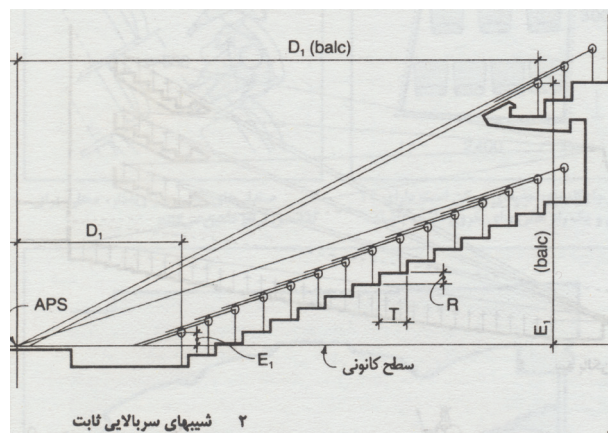
۵-۱-۴ خطوط دید

به عنوان نمونه یک شخص در حال نشسته در شکل ۵-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۵

ارتفاع چشم : $1120 \pm 100 \text{ mm}$ گام بین ردیف‌های نشستن (فاصله ردیف‌ها) که با T نشان داده شده و معادل $800 - 1150 \text{ mm}$ انتخاب می‌شود. فاصله (کلیرانس) سرکه با C نشان داده می‌شود: اگر فرض کنیم که شخص تماشاگر از میان دو نفر جلویی و از روی هر شخصی که دو ردیف جلوتر نشسته به صحنه نگاه کند، حداقل کلیرانس به ازای هر ردیف 65 mm خواهد بود که به صورت $C_1 = 65 \text{ mm}$ نشان داده می‌شود. $C_2 = 130 \text{ mm}$ باعث می‌شود که یا تماشاگر متوسط بتواند از روی سر تماشاگر جلوی خود صحنه را ببیند (دید از روی ردیف جلویی) اختلاف ارتفاع بین دو سکوی نشستن مجاور را با R نشان می‌دهند.



(شکل ۲-۵)

۵-۱-۵ شیب کف

نقطه تقاطع خطوط دید با APS نشان داده می‌شود (شکل ۲-۵): تقاطع مرتفع‌ترین خط دید در صفحه کانونی به اندازه 50 mm بالاتر از سکوی نمایش قرار دارد.

فاصله: فاصله افقی از چشم تماشاگر نشسته تا APS.

D_1 = فاصله از چشم افراد ردیف جلویی تا APS.

D_n = فاصله از چشم افراد نشسته در ردیف داده شده تا APS.

ارتفاع = فاصله قایم چشم تماشاگر نشسته تا صفحه کانونی.

E_1 : فاصله یا ارتفاع قایم چشم افراد اولین ردیف در بالای صفحه کانونی.

E_n : ارتفاع قایم چشم افراد نشسته در ردیف داده شده (n ام) در بالای صفحه کانونی.

$E_1 = 0$ باعث مقدار بیشینه برای ارتفاع مجاز می‌شود، این مقدار بیشینه معادل ۱۰۶۰ mm است.

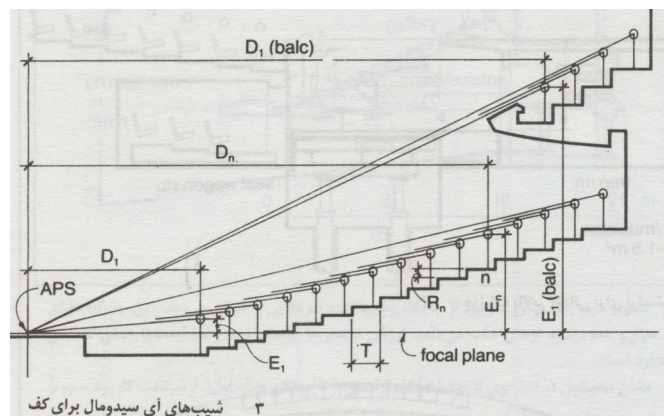
در شکل (۵-۲) پله‌هایی با ارتفاع یکسان برای شیب کف نشان داده شده است. خطوط دید افراد نشسته در سکوها به صورت موازی است؛ APS از تقاطع خط دید مربوط به مرتفع‌ترین سکو (ردیف) با صفحه کانونی حاصل می‌شود:

$$R = \frac{T}{D_1} [E_1 + (N-1) + C] \Rightarrow D_1 = \frac{T}{R-C} [E_1 + (N-1)C] \Rightarrow E_1 = \frac{D_1}{T} (R-C) - C(N-1)$$

در این رابطه N نمایانگر تعداد ردیف‌ها است.

شیب آی سیدومال (Isidomal) کف (شکل ۵-۳): شکل‌نمایی یا اکسپتانسیل شیب کف، از نشأت گرفتن خطوط دید از یک نقطه کانونی موسوم به APS، ناشی می‌شود؛ انتخاب شیب آی سید و مال برای کف، موجب می‌شود که از مجموع ارتفاع‌های سکوها به نحو مؤثری استفاده شود:

$$F_n = D_n \left[\frac{E_1}{D_1} + C \left(\frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2} + \frac{1}{D_3} + \dots + \frac{1}{D_{n-1}} \right) \right] R_n = E_n - E_{n-1}$$



(شکل ۵-۳)

نوع و مقیاس نمایش حوزه اندازه‌های محوطه نمایش را تعیین می‌کند. اگر فضای نمایش بتواند محوطه‌های نمایشی با اندازه‌های مختلف را در برگیرد، مطلوب‌تر خواهد بود. اگر حضار در کمانی به زاویه 130° در پیرامون صحنه نمایش نشسته باشند، کیفیت ارتباط دیداری و شنیداری بین شخص نمایشگر و تماشاگران به حد کمینه خود میل خواهد کرد.

بزرگ‌ترین محوطه نمایش، بین مرز تعریف شده توسط کمان پیرامونی 130° حاصل می‌شود. با توجه به اینکه، خود این کمان 130° مطابق شکل ۵ بواسطه خطوط دید حاصل از دو صندلی واقع در پایانه‌های ردیف اول تولید می‌شود. حد مرکز نمایش به واسطه زاویه 60° برای دید معمولی، دقیق و چند رنگ تعریف می‌شود، این زاویه 60° از صندلی‌ها واقع در پایانه‌های ردیف جلویی حاصل می‌شود. نقطه دستوربه طور منطقی باید در مرکز نمایش قرار گیرد.

حدود مرزی محوطه نشستن در سالن حضار را می‌توان به واسطه زاویه ثابت داده شده برای پخش پیرامونی خطوط دید به کناره‌های قسمت باز (عرض پرده) صحنه، تعیین کرد.

مقدار بیشینه توصیه شده برای نسبت $D \div H$ مربوط به بالن‌های پیش آمده در مورد کنسرت‌های ۱÷۱ و در مورد اپرا و نمایش ۲÷۱ است. در مورد بالن‌های معلق می‌توان این نسبت را بزرگتر انتخاب کرد، زیرا در این نوع بالن کنسرت صوت انعکاسی از پشت به صندلی‌های ردیف عقب می‌رسد. ردیف‌های عقب باید نسبت به گویندگان واقع در مرکز صحنه، خط دید واضحی داشته باشند. طرح قسمت‌های پیش آمده بالن کنسرتی است که جلوی شعاع دید را سد نمی‌کند. بیشینه زاویه دید از بالن کنسرت به صحنه 30° انتخاب می‌شود.

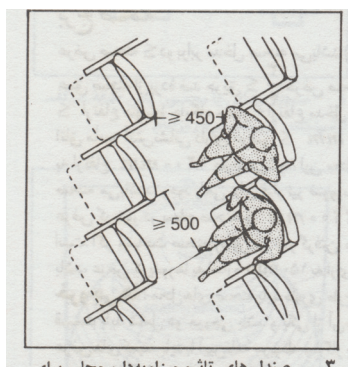
سطوح محدب و نامنظم به پراکندگی امواج صوتی کمک می‌کند. گنبد، طاق‌ها و سایر سطوح بزرگ مقعر می‌توانند مشکلات آکوستیکی ایجاد نمایند. در کنسرت‌ها برای طولانی شدن زمان اصوات انعکاسی، لازم است ارتفاع سقف را بیشتر انتخاب کنند. حجم محوطه حضار به ازای هر صندلی $30 - 35 \text{ m}^3$ انتخاب می‌شود. در مورد سالن‌های نمایش و سخنرانی، برای کوتاه کردن زمان انعکاس صوت، ارتفاع سقف محوطه را کمتر انتخاب می‌کنند، و حجم محوطه به ازای هر صندلی $14 - 17 \text{ m}^3$ است. در مورد سالن کنسرت، جایگاه حضار و صحنه را به عنوان یک حجم در نظر بگیرید. در سالن‌های چند منظوره برای تأمین این شرایط، از پوسته‌ای قابل دمونتاز (قابل باز شدن) به عنوان پوسته ارکستر استفاده کرده و از کل صحنه به عنوان صحنه نمایش استفاده می‌کنند. برای تأمین نیازهای آکوستیکی، ممکن است سطوح منعکس کننده صوت در سقف محوطه ارکستر را تا بالای جایگاه حضار گسترش دهند.

۵-۱-۷ جایگاه نشستن یا ترتیب صندلی‌ها

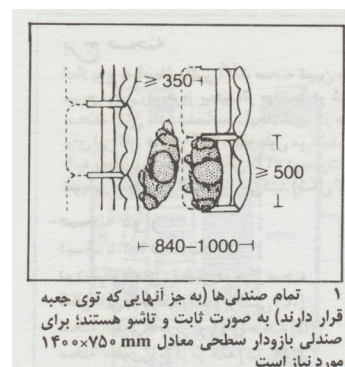
ابعاد جایگاه به نوع صندلی‌ها بستگی داشته و فاصله بین صندلی‌ها را تعیین می‌کند. در شروع کار طراحی جایگاه، باید نوع صندلی مشخص شود. کمینه مساحت لازم برای صندلی‌های قدیمی 840 mm

$500 \times 500 \text{ mm}$ است. عرض این صندلی‌ها 500 mm است. عرض صندلی (بُعد) متداول در USA معادل 530 mm است. ابعاد صندلی‌های جدید، بسیار متفاوت است. ممکن است به فاصله 1400 mm نیاز داشته و دارای عرض 750 mm باشند. فضای ایستادن قبلاً معمول بوده اما در تئاترهای جدید معمول نیست.

صندلی‌ها را معمولاً در ردیف‌های خطی یا منحنی می‌چینند. در برخی از تئاترها به صورت زاویه‌ای نیز چیده می‌شوند. با امتحان کردن سایر ترتیب‌های چیدن صندلی، می‌توان به بهترین وجه، مرکز شعاع ردیف‌های صندلی را تعیین نمود. شعاع کوچک باعث می‌شود که همه تماشاگران بتوانند به صورت رو به مرکز صحنه بنشینند اما باید فضای کافی برای مسیر سیرکولاسیون در بین ستون‌های صندلی در نظر گرفته شود.



(شکل ۵-۵)



(شکل ۴-۵)

تئاترهای یک بالکنی که بیشتر در USA متداول است نسبت به تئاترهای چند بالکنی خطوط دید بهتری را ارائه داده و نیازهای کارمندی را کاهش می‌دهند، همچنین طرح خروجی‌ها در آن‌ها ساده‌تر است و تماشاگران راحت‌تر هستند. در بعضی موارد، تئاتر دارای سقف متحرک است. در زیر بالکن‌ها اثرهای بسیار عمیق زیر بالکن خط دید نسبت به سمت بالا را محدود می‌کند. جایگاه‌های چند بالکنی متداول شده‌اند. محدود کردن صدا در هر کدام از جایگاه‌های حضار، بزرگترین مشکل را در این نوع جایگاه‌ها به حساب می‌آید.

۵-۱-۹ جایگاه‌های انعطاف‌پذیر

در مراکز همایش، تقسیم جایگاه حضار به اتاق‌های کوچکتر معمول است و این تقسیم به واسطه پارتیشن‌های کشویی و تاشو امکان‌پذیر است؛ این کار در مورد تئاترهایی که دارای کف پلکانی هستند، مشکل است. برای کوچکتر کردن ظرفیت محوطه جایگاه، می‌توان محلهایی با امکان بسته شدن ساخت. برای ایجاد انعطاف‌پذیری کامل، می‌توان جایگاه نشست را طوری طراحی کرد که نواحی نشست تاشو و کشویی بوده و در صورت نیاز به بیرون از محوطه کشیده شود تا سطح زمین نمایان گردد. صندلی‌های قابل حرکت، در صورت استفاده در زمین مسطح، خطوط دید بسیار ضعیفی را ایجاد می‌کنند. این نوع صندلی موقتاً باید در زمین محکم گردد. برای صندلی‌های متحرک، فضای انباری مورد نیاز است. برای انبار کردن ۱۰۰۰ صندلی تاشو، فضایی معادل 2 m^2 -۳۶-۲۰ لازم است.

۵-۲ سینماها

۵-۲-۱ درب‌ها و کریدورها

اندازه عرض درب‌ها و کریدورها باید با شرایط ضروری برای خروجی سازگار باشد. لازم است که درب‌ها به روی جریان خروج مردم و به طرف بیرون باز شوند و بغیر از پیچ فشاری (panic bolt) قفل دیگری روی آنها نباشد. نرده‌ها می‌توانند تا ۷۵ mm به طرف کریدور خروجی پیش آمدگی داشته باشند، اما در مورد درب‌ها نباید چنین مانعی موجود باشد. در حالت کلی بسته شدن خودکار درب‌ها و ضد حریق بودن آنها ضرورت دارد.

۵-۲-۲ راه پله‌ها

راه پله‌ها هم باید با شرایط خروجی سازگار باشند. در عرض آنها هیچ مانعی نباید موجود باشد، و فاصله آنها از یک دیوار تا دیوار دیگر و یا از نرده تا دیوار باید خالی باشد. تعداد پله‌ها نباید کمتر از ۳ عدد باشد. در یک راه پله مستقیم تعداد پله‌ها (ارتفاع پله) نباید بیش از ۱۶ عدد باشد. در صورت عدم وجود پیچ در سلسله پله‌ها، بیش از ۲ سلسله پلکان مجاز نیست، مگر اینکه ارتفاع پله‌ها به ۱۲mm کاهش داده شود. پاگردهای موجود در بالا، پایین یا بین سلسله‌ها پله‌ها باید دارای عرض مورد لزوم باشند. ارتفاع پله‌ها (در کد UK) نباید بیش از ۱۵۰ mm باشد و حداقل گام پله ۲۸۰ mm انتخاب می‌شود. کدهای USA متفاوت هستند.

۵-۲-۳ نشیمن

طرح نشیمن‌ها در سینما شبیه تئاتر است، با این تفاوت که در سینما بلوک‌های نشیمن معمولاً بیش از ۱۴ صندلی ندارند. در مورد نمایش‌های مداوم لازم است راحتی تماشاگر بیشتر رعایت شود، با بهتر شدن مسیر دسترسی به صندلی‌ها، فروش شیرینی به تماشاگران آسانتر انجام می‌گیرد. صندلی‌های جدید تا نشو نیز به فضای بزرگتری نیاز دارند. اندازه فاصله از پرده نمایش فیلم تا اولین ردیف از صندلی‌ها به واسطه حداکثر زاویه مجاز بین خط دید از

اولین ردیف تا رأس پرده و خطی که از همان نقطه (اولین ردیف صندلی‌ها) بر پرده قائم است، تعیین می‌شود. حداکثر زاویه 30° - 35° توصیه می‌شود. با انتخاب زاویه حد 35° ، فاصله چشمان شخص که در ردیف جلو نشسته از خط مرکزی پرده توسط فرمول زیر بدست می‌آید:

ارتفاع رأس پرده از چشمان شخص $\times 1/43$ نشسته در ردیف جلو.

ابعاد طرح کلی سینما را در نهایت، اندازه صندلی‌ها تعیین می‌کند. خطوط دید قائم به همان روش مربوط به تئاتر تعیین می‌شود، به استثنای اینکه در مورد سینما تماشاگر باید دید واضحی نسبت به پایین تصویر داشته باشد. در ردیف جلو، نشستن در کناره‌ها به واسطه زوایای دید نسبت به پرده محدودیت پیدا می‌کند.

۴-۲-۵ دسترسی به جایگاه تماشاگران

در جایگاه‌های پلکانی، دسترسی از زیر و از طریق درب‌های بزرگ یا از پشت، که هر دو به راهرو منتهی می‌شوند، انجام می‌گیرد. راهروهای جانبی به سهولت دسترسی به حضار و نظارت بر آن‌ها می‌افزایند.

۵-۲-۵ جایگاه چندگانه

امروز غالباً در سینماهای تجاری لازم است از نظریه‌های گوناگونی برای تقسیم کل صندلی‌های مورد نیاز، استفاده می‌شود. از نسبت $1 \div 2 \div 3$ یا $2 \div 3$ برای سینماهای دو گانه (dual)؛ از نسبت $1 \div 2 \div 3$ برای سینماهای سه‌گانه استفاده می‌شود. در سینماهای بزرگتر از صندلی‌های بیشتری بهره‌جویی می‌شود. شرایط مورد لزوم اصلی عبارتند از (۱) دادن امکان انتخاب برنامه به تماشاگران؛ (۲) دادن امکان قضاوت به اپراتور در مورد توان تجاری و بالقوه هر فیلم، به طوری که بتواند در مورد نشان دادن فیلم خود در جایگاهی با ظرفیت مناسب برای تقاضای مردم تصمیم بگیرد اگر تعداد تماشاگران نصف ظرفیت جایگاه را تشکیل دهد، می‌توان آن‌ها را به جایگاه دیگری منتقل نمود. و برعکس این حکم نیز صادق است. ظرفیت‌های نشیمن بین حوزه ۶۰۰ - ۱۰۰ صندلی متغیر است: این حوزه، در حالت کلی، بیانگر اندازه‌های حداقل و حداکثر برای جایگاه‌ها در بریتانیا می‌باشد.

در یک سینمای واحد، ممکن است افراد فروشنده، کارکنان و ترتیب‌هایی برای نمایش فیلم و سرویس‌دهی به مردم موجود باشد.

امکاناتی برای تهویه و جداسازی آکوستیکی باید مهیا می‌شود. استفاده از اتاق نمایش واحدی که به همه جایگاه‌ها مربوط می‌شود، ترجیح داده می‌شود. اما تکنیک‌های خود کارسازی و استفاده از تلویزیون مدار بسته برای نمایش برنامه‌ها این امکان را بوجود می‌آورد که از تجهیزات جدا گانه و املاک قدیمی بهره‌جویی شود.

۶-۲-۵ اتاق‌های نمایش فیلم

سابقاً به بخش‌های جداگانه‌ای تقسیم می‌شدند، از این بخش‌ها جهت برگرداندن و نمایش فیلم، تاریکخانه، اتاق باتری‌ها، اتاق تابلوی کلیدهای برق، اتاق نورافکن‌ها، کارگاه و اتاق کارکنان و انباری استفاده می‌شد. هر کدام از آنها $10 - 6$ m² مساحت داشت و مجموعاً یک سویت (سری اتاق‌ها را) تشکیل می‌دادند.

سیستم‌های خودکار جدید نیز به همین اندازه فضا نیاز دارند و برای آن‌ها یک میز برگرداندن فیلم لازم است تا میزان انعطاف‌پذیری کار افزایش یابد. نوع تجهیزاتی که باید مورد استفاده قرار گیرد لازم است در ابتدای کار مشخص شود

تا تصمیم قطعی در مورد جزئیات ابعاد گرفته شود.

در صورت استفاده از فیلم‌های اشتعال‌ناپذیر، می‌توان محل خروجی‌ها را در داخل انتخاب نمود؛ اگر فیلم مورد استفاده قابل اشتعال باشد، لازم است یک خروجی به فضای باز تأمین شده و یک haystack lantern نیز مهیا باشد. خروج به محوطه عمومی باید از طریق لابی محافظت شده و تهویه دار انجام گیرد. در پیرامون تجهیزات، فضایی برای گردش افراد باید تأمین شود. این فضا برای سرویس‌دهی و بعنوان مسیر دسترسی است. در پیرامون تجهیزات فضایی جهت دسترسی به آنها و سرویس‌دهی در نظر گرفته می‌شود؛ دیوار جلویی به طول ۵۵۰۰ mm و عمق ۳۵۰۰ mm به عنوان دیوار با اندازه متوسط محسوب می‌شود. عرضهای راه پله و دربها باید طوری انتخاب شود که بتوان تجهیزات را از آن عبور داد. ارتفاع پله‌ها نباید از ۱۹۰ mm تجاوز کند و گام پله (عمق پله) حداقل باید ۲۵۰ mm باشد.

نمایش و مشاهده فیلم از طریق آینه، پیش از اتوماتیک‌سازی و در مواردی که فضا محدود بود انجام می‌گرفت. با استفاده از آینه، یک اتاق نمایش فیلم می‌تواند در اختیار چند سینما قرار بگیرد، به شرطی که سینماها بطور قایم قرار گرفته باشند. اما به عنوان یک قاعده کلی، بهتر است که از نمایش آینه‌ای استفاده نشود. نسبت‌های تصویر، بر حسب سیستم مورد استفاده متفاوت است: اپراتور باید تصمیم بگیرد که چه چیزی مورد نیاز است. تکنیک‌های پیشرفته تصاویری با ارتفاع و عرض مختلف را به کار می‌گیرند. چون اندازه لامپ قوس مورد استفاده به واسطه مساحت تصویر تعیین می‌شود، لذا حداکثر افکت (اثر) موقعی حاصل می‌گردد که از نسبت‌های متفاوت با مساحت یکسان استفاده شود.

استفاده از فیلم ۷۰ میلی متری، بهره جویی از پرده‌های با مساحت بزرگتر را امکان پذیر می‌سازد. عرض‌هایی که بطور طبیعی برای پرده‌های نمایش فیلم پذیرفته شده به این صورت است: برای فیلم ۷۰ میلی متری عرض ۲۰ متر و برای فیلم ۳۵ میلی متری عرض ۱۳ متر پذیرفته شده است. اندازه پرده نمایش باید حتی‌الحالاً به بزرگی این اندازه ماکزیمم (مذکور در فوق) و یا به بزرگی عرض ردیف صندلی‌ها، هر کدام که کوچکتر است، باشد. نسبت‌های عرض به حداکثر فاصله دید باید در فاصله ۳ ÷ ۱ تا ۲ ÷ ۱ باشد. در سینماهای بسیار کوچک بهتر است نسبت ۲ ÷ ۱ را بپذیریم زیرا باعث می‌شود که بتوانیم از عدسی‌های با طول کانونی استاندارد استفاده کنیم و تصویر حاصله خیلی کوچک نباشد.

$$\text{فاصله پروژکتور از پرده} \times \text{عرض روزنه قاب فیلم} = \frac{\text{عرض تصویر}}{\text{طول کانونی عدسی}}$$

در نمایش فیلم به صورت تاریخت (یا سینماسکوپ)، از همین فرمول با ضریب ۲ استفاده به عمل می‌آید. ابتدا، برای جلوگیری از تفرق نور منعکس شده از پرده مسطح، آنها را (پرده‌ها را) به صورت منحنی ساختند. در سینماهای جدید با استفاده از ماده بهتر برای پرده توانسته‌اند به واسطه انحنای پرده از مقدار اغتشاش خطوط دید کناری بکاهند. خیز بیش از اندازه بر روی قوس ممکن است مشکلاتی را در رابطه با کانونی شدن بر روی کل مساحت ببار آورد. شعاع پرده معمولاً بین ۱۰۰٪ - ۷۵٪ فاصله پروژکتور تا پرده می‌باشد؛ مقدار خیز روی قوس نباید بیشتر از ۱۲٪ عرض قوس باشد.

۷-۲-۵ طرح کلی یک سینما

طرح کلی یک سینما، علاوه بر اماکن عمومی باید شامل محوطه‌هایی برای کارکنان و ارائه خدمات باشد. این محوطه‌ها در جدول زیر آمده‌اند:

m ²	m ²
اتاقک فشار	۲۰
اتاقک دیگ جوش	۲۵-۳۰
دکه انباری	۱۰-۱۵
ایستگاه برق	۲۸-۳۸
دفتر مدیر	۲۰
اتاق انباری	۴۵
تابلو برق	۱۹-۲۵
باتری، کارگاه و کارکنان	-

۸-۲-۵ نمایش فیلم

در مدارس، دانشگاه‌ها، هتل‌ها و سایر ساختمانها از تجهیزات مربوط به فیلم ۱۶ میلی متری استفاده می‌شود؛ در صورت تصویب استفاده از این نوع فیلم، لازم نیست اتاق نمایش فیلم جداگانه‌ای تهیه شود، البته به شرطی که در اطراف تجهیزات فضای خالی موجود باشد. طبق مقررات مربوط، فاصله‌ای معادل ۹۰۰ الی ۲۰۰۰mm لازم است. در صورت وجود منبع نور مناسب نمایش تصویری با عرض تا ۶۰۰۰mm امکان‌پذیر است. نسبت تاریخت (سینماسکوپ) از ۳۵ تا ۲/۶۶ ÷ ۱ تغییر می‌کند. سینمای تجاری در USA و UK از تجهیزات مناسب فیلم ۱۶ میلی‌متری استفاده کرده‌اند، اما در UK کیفیت تصویر و چاپ به اندازه کافی خوب نیست.

۹-۲-۵ سیستم‌های صوتی

سیستم‌های صوتی بطور قابل ملاحظه‌ای پیشرفت کرده‌اند، مشکلات مربوط به استفاده از دستگاه‌های ضبط مغناطیسی صوت در فیلم به واسطه Dolby که سیستم نوری را کدگذاری می‌کند، حل شده است. صدای استریو در عرض پرده نمایش فیلم و به طرف جلو و عقب فیلم ۷۰ میلی متری به واسطه ۵ بلندگو در پشت پرده و یک بلند گو (بلندگوی ششم) برای سالن تماشاگران، تولید می‌شود. پرده‌های عریض و منابع صوتی واقع در کناره‌ها می‌توانند مشکلات اکوستیکی تولید کنند: به طور کلی در مورد سینماها طول مسیرهای مستقیم پژواک نباید بیش از ۱۵m باشد.

با استفاده از طرح‌های انحنای دار می‌توان نهایتاً فضاهایی برای ۳۶۰ اتومبیل و بلندگوهای اختصاصی برای هر یک از اتومبیل و بلندگوهای اختصاصی برای هر یک از اتومبیل‌ها تأمین نمود. طرح‌های معمولی بر اساس اصول آمفی‌تئاتر هم در مورد سینماهای تکی و هم در مورد سینماهای چند گانه به کار می‌رود. به شکل‌های ۱ و ۳ نگاه کنید.

اندازه‌ها: ابعادی که برای بیش از ۱۰۰۰ ماشین تعیین شده‌اند، غیرمعمول هستند. مدل‌ها و طرح‌های چند گانه از نظر اپراتورها بیشتر مقبول هستند. بعضی از سینماهای امریکای شمالی بازسازی شده و دارای طرح‌های دوگانه، سه گانه و چهارگانه هستند.

موقعیت مکانی: محل این نوع سینما در بزرگراه‌ها و معمولاً به دور از منطقه مسکونی انتخاب می‌شود. موقعیت آنها را طوری انتخاب می‌کنند که نور حاصل از چراغهای ماشین‌های عبوری از جاده موجب مزاحمت برای تماشاگران نشده و همچنین به روی پرده نیفتد.

طرح کلی: طرح سینمای ماشین رو باید به گونه‌ای باشد که بیننده بتواند تصویر را تحت زاویه کمتر یا مساوی 45° از مراکز تصویرتماشا کند؛ سطوح شیبدار باید طوری طراحی شوند که تماشاگران بتوانند از بالای ماشین‌های جلویی را ببینند (شکل ۲). در مورد پرده‌های بزرگ، فاصله بین پرده و ردیف جلویی تماشاگران غالباً بیش از ۵۰m است. محوطه‌های توقف اتومبیل‌ها نباید موجب سد راه خودروهای عبوری از بزرگراه شود. معمولاً دو غرفه دوگانه (دو طرفه) برای فروش بلیط حداقل تعداد مکان لازم برای بلیط فروشی است: برای ورود ۵۰۰ ماشین، دست کم ۲۰ دقیقه زمان لازم است. فاصله بین محل‌های ورود و خروج باید بیشتر باشد، در طی پخش برنامه‌ها، ممکن است ماشین‌ها بطور همزمان وارد و خارج شوند.

اندازه پرده: بر حسب ظرفیت کامل سینما، اندازه‌های متفاوتی برای پرده نمایش فیلم انتخاب می‌شود: اندازه حداکثر $13 \times 4/30 \text{ m}$ است؛ و اندازه حداقل آن معادل ۲۰٪ فاصله پرده تا ماشین‌های پشتی است. جهت آن باید به طرف شرق و جنوب باشد تا نمایش فیلم در اوایل عصر امکان‌پذیر باشد. اندازه ارتفاع از سطح بستگی به مقاطع عرضی زمین سینما دارد، و شکل مقطع عرضی (پروفیل) زمین اندازه زوایای مسیرهای شیبدار توقف اتومبیل‌ها را تعیین می‌کند. زمین بازی کودکان: در آمریکای شمالی در بیرون از محوطه سینما زمین برای بازی کودکان و نشستن تأمین می‌شود. حوض جمع شدن آب سطحی و محل تخلیه آن غالباً در جلوی پرده قرار دارد.

ساختمان نمایش فیلم: در مرکز یا پشت محوطه سینمای ماشین رو قرار دارد. این ساختمان شامل کارگاه، انباری، اتاق تابلوی کلیدهای برق، سیستم‌های صوتی و تصویری می‌باشد. این ساختمان ممکن است توالت‌های عمومی، رستوران و اتاق دفتر سینما را در برگیرد. حداکثر فاصله ساختمان یا محل نمایش فیلم از پرده کوچکتر یا مساوی ۱۳۷m انتخاب می‌شود، این فاصله نباید کمتر از ۲ برای عرض پرده باشد. بهترین روش برای تولید مجدد صدای فیلم برای تماشاگران این است که صدا بواسطه بلندگوهای به داخل ماشین‌ها آورده شود. این کار توسط ستون‌هایی که در ۵۰۰۰ مرکز کار گذاشته شده‌اند انجام می‌گیرد. برخی از اپراتورهای امریکایی دارای سیستم تهویه مطبوع نیزهستند. این سیستم توسط مجاری و رابط‌های انعطاف‌پذیر موجود در ماشین به محل مربوطه وصل می‌شود.

نورافکن‌ها: برای تولید روشنایی لازم در بین دو نمایش، نور افکن‌هایی نصب می‌شود. نور حاصل از این نورافکن‌ها روشنایی بزرگراه را که در طی نمایش فیلم برقرار است تحت‌الشعاع خود قرار می‌دهد

۶- بررسی مهندسی عوامل انسانی در طراحی صندلی

در این فصل، هدف اطلاعات بنیادی و اصول پایه ای در مبنای طرحهای صندلی است. بهترین صندلی آن است که وقتی چند ساعت روی آن نشستید باز هم احساس راحتی کنید. مسئله این است که برای اشخاص مختلف صندلیهای مختلفی راحت است. هیچ صندلی وجود ندارد که برای همه راحت باشد. بهترین راه حل انتخاب دو یا سه صندلی از میان طرحهای خوب موجود در بازار است.

۶-۱ چند اصول حاکم بر طراحی صندلی

- با کاسی تهیگاهی ستون فقرات همراهی کنید. وقتی راست ایستاده اید ناحیه تهیگاهی ستون فقرات (ناحیه کوچکی از پشت، درست در بالای باسن) به طور طبیعی داخل خمیده است، این خمیدگی را کاسی ستون فقرات می نامند. خمیدگی طبیعی ستون فقرات در ناحیه تهیگاه، مهره های ستون فقرات را در امتداد محور تقریباً عمودی گذار از ران و لگن خالص همراهی می کند. اما وقتی شخصی نشسته است و رانهایش زاویه 90° می سازند، ستون فقرات در ناحیه تهیگاه صاف می شود و حتی ممکن است به سوی بیرون خم شود (تحدب پیدا کند). کوژی تهیگاهی سبب افزایش فشار وارد بر دیسکهای واقع در بین مهره های ستون فقرات می شود.

محققان دریافته اند که استفاده از تکیه گاههای کم با ضخامت بیشتر از ۵cm تأثیر بسزایی بر حفظ کاسی ستون فقرات در ناحیه تهیگاه در صندلیهایی دارد که پشتی و تشک آنها زاویه 90° می سازند. وقتی زاویه پشتی صندلی به 110° افزایش یافت (و از تکیه گاه کمر هم استفاده شد)، خمیدگی ستون فقرات در ناحیه تهیگاه درست شبیه خمیدگی ستون فقرات شخص ایستاده بود.

محل دقیق تکیه گاه در ناحیه تهیگاه تأثیری بر زاویه اندازه گیری شده در این ناحیه نداشت. بنابراین لزومی ندارد که تکیه گاه کمر با قوس کمر کاملاً منطبق باشد.

روش دیگر جلوگیری از کوژی تهیگاهی یا صاف شدن ستون فقرات در ناحیه تهیگاه استفاده از صندلی متمایل به جلو است. صندلی متمایل به جلو زاویه بین مفصل ران و بالاتنه را باز می کند و بدین ترتیب وضع اندامی آسوده تری را ایجاد می کند.

- فشار وارد بر دیسک را به حداقل برسانید

دیسکهای بین مهره ها بر اثر فشار اضافی آسیب می بیند. نشست بدون تکیه دادن، یعنی نشستن روی صندلی بدون پشتی فشار وارد بر دیسک را، در مقایسه با حالت ایستاده به شدت افزایش می دهد. چند عامل فشار وارد بر دیسک را کاهش می دهند. استفاده از پشتی متمایل به عقب اثر مهمی دارد و با افزایش زاویه پشتی صندلی از 90° به 100° تا 110° فشار وارد بر دیسکها به شدت کاهش می یابد. استفاده از تکیه گاه کمر نیز، همانند استفاده از صندلی دسته دار، فشار وارد بر دیسکها را کاهش می دهد، اما وقتی پشتی صندلی متمایل به عقب باشد اثر دسته صندلی کمرنگ می شود.

- ثبات وضع اندامی را کاهش دهید:

ثبات وضع اندامی بارگذاری ماهیچه های پشت و شانه را نیز تشدید می کند که نتیجه آن درد و گرفتگی ماهیچه است.

ثبات وضع اندامی سبب کاهش جریان خون در پاها می شود که نتیجه آن ورم پا و ناراحتی است.

طرح صندلی می تواند با فراهم آوردن امکان جابجایی و تغییر وضع اندامی برای کاربر ثبات وضع اندامی را کاهش دهد.

• تنظیم پذیری را آسان کنید:

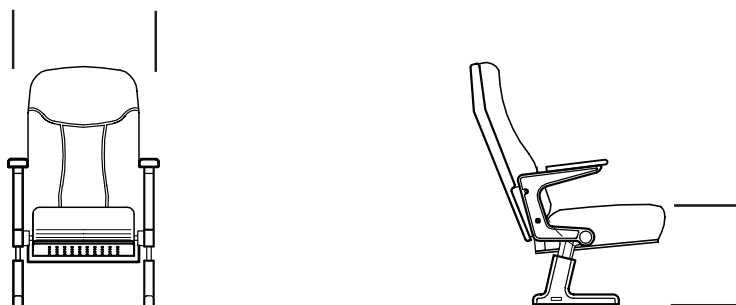
قابل تنظیم بودن میز و صندلی از شرط های اساسی طراحی است که در آن اصول عوامل انسانی رعایت شده باشد، بررسی نشان می دهد که با استفاده از صندلی های تنظیم پذیر بهره وری افزایش می یابد و شکایت از درد شانه و پشت کاهش می یابد.

یکی از عامل های مؤثر در اکراه مردم از تنظیم میز و صندلی آن است که این تنظیم ها همیشه به آسانی انجام نمی شود.

۲-۶ توصیه های خاص طراحی

۱-۲-۶ ارتفاع و شیب صندلی

یکی از اصول طراحی که همه آن را پذیرفته اند آن است که ارتفاع صندلی باید به اندازه ای کم باشد که مانع وارد شدن فشار اضافی به ناحیه زیر رانها شود. اگر به این ناحیه فشار اضافی وارد شود جریان خون در ساق پا کاهش می یابد: (اگرچه می دانیم که ثبات وضع اندامی در مقایسه با نشستن روی صندلی بلند، نقش بیشتری در کاهش جریان خون دارد). به طور کلی برای کاهش دادن فشار اضافی باید ارتفاع صندلی از فاصله کف اتاق تا ناحیه زیر رانها، در حالتی که شخص نشسته است کمتر باشد. صندلی های کوتاه نسبت به صندلی های بلند، بیشتر سبب خمیدگی کمر می شوند زیرا در صندلی های بلند رانها به طرف پایین شیب پیدا می کنند و در نتیجه زاویه ای که با بالاتنه می سازند افزایش می یابد. ارتفاع صندلی های همه منظوره با ارتفاع ثابت باید ۴۶ تا ۴۸cm باشد و لبه جلو صندلی باید گرد و لبه بیرونی آن نرم باشد.



۲-۲-۶ عمق و عرض صندلی

این خصیصه ها به نوع صندلی بستگی دارند. اما در طراحی صندلی های چند منظوره برای عموم، باید دو رهنمود را در نظر داشت:

(۱) عمق صندلی باید برای اشخاص کوچک اندام مناسب باشد (تا ماهیچه های ساق پا آزاد باشند و فشار وارد بر ران به حداقل برسد).

(۲) عرض صندلی باید برای اشخاص تنومند مناسب باشد. محققان بر اساس ترتیب راحتی صندلی های مختلف، توصیه می کنند که عمق صندلی های چند منظوره نباید از ۴۳cm بیشتر باشد و عرض آنها نباید از ۴۰cm کمتر باشد، اگر قرار باشد صندلی ها به صورت ردیفی در کنار یکدیگر قرار گیرند باید عرض آرنج تا آرنج اشخاص را به حساب آورد که حداقل بین ۴۸ تا ۵۱cm است.

بدن انسان طوری تکامل یافته است که وقتی شخصی می‌نشیند، وزن بدنش روی استخوانهای نشیمنگاهی بیفتد. اگرچه وزن بدن را باید این استخوانها تحمل کنند، محققان نظر می‌دهند که صندلی را باید طوری طراحی کرد که وزن بدن روی کل باسن توزیع شود و فشار از این استخوانها، به طرف پیرامون باسن کاهش یابد. با استفاده از صندلیهای طرح‌دار (برجسته) می‌توان به توزیع وزن کمک کرد. فشردگی و ضخامت تشک صندلی نیز، مانند طرح‌داری آن بر توزیع فشار اثر می‌گذارد. اگر تشک صندلی چنان نرم باشد که در آغاز نشستن احساس راحتی کنید. احتمالاً پس از مدتی دیگر این احساس را نخواهید داشت. معمولاً توصیه می‌شود که ضخامت تشک در حدود ۴ تا ۵cm باشد و رویه آن از جنسی باشد که اصطلاحاً "بتواند « تنفس کند»".

۷- تدوین نامهی مؤسسه استاندارد ایران

نساجی پارچه های تار و پودی و حلقوی بافت مورد مصرف در رومبلی- ویژگی ها و روش های آزمون

۱- هدف

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگی ها، نمونه برداری، روش های آزمون، بسته بندی و نشانه گذاری پارچه های رومبلی می باشد.

۲- دامنه کاربرد

۱-۲ در این استاندارد ویژگی های ۵ نوع پارچه رومبلی تار و پودی و حلقوی بافت برای مصارف خانگی و همچنین پارچه های مورد مصرف در روکش های قابل تعویض و تزئینی (کوسن) تعیین گردیده است.

۲-۲ این استاندارد پارچه های روکش شده با پلاستیک که سطح مورد مصرف آن روکش شده، پارچه های مورد مصرف در روکش های قابل ارتجاع، چرم، پارچه های مورد مصرف در وسایل نقلیه و پارچه هایی که طول اسمی خاب آنها ۵ میلی متر و بیشتر باشد را در بر نمی گیرد.

۳-۲ این استاندارد در مورد پارچه های تکمیل شده و آماده عرضه به بازار قابل اجرا می باشد.

۳- مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/ یا تجدید نظر، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهذا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و / یا تجدید نظر، آخرین چاپ و / یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۳ استاندارد ملی ایران ۱۶۰: سال ۱۳۸۰ ثبات رنگ کالاهای نساجی- ویژگی های معیار خاکستری برای ارزیابی تغییرات در رنگ

۲-۳ استاندارد ملی ایران ۱۸۷: سال ۱۳۸۱ ثبات رنگ کالاهای نساجی- روش تعیین ثبات رنگ در برابر خشکویی

۳-۳ استاندارد ملی ایران ۲۰۴: سال ۱۳۷۲ ثبات رنگ کالاهای نساجی - روش تعیین ثبات رنگ در مقابل مالش

۴-۳ استاندارد ملی ایران ۸۹۱: سال ۱۳۸۱ تعیین مقاومت لغزشی نخهای تار و پود - روش بخیه دوخت

۵-۳ استاندارد ملی ایران ۹۳۳: سال ۱۳۸۰ برچسب راهنمایی و توضیح دهنده برای البسه

۶-۳ استاندارد ملی ایران ۱۱۴۳: سال ۱۳۵۳ فرش های دستباف- تعیین طول ساق گره در بالای زمینه بافته شده

۷-۳ استاندارد ملی ایران ۱-۱۱۴۷: سال ۱۳۸۱ خواص کششی پارچه- بخش اول : روش اندازه گیری نیرو و ازدیاد طول در حداکثر نیروی اعمال شده با استفاده از روش نوار باریک

۸-۳ استاندارد ملی ایران ۲-۱۵۲۱: سال ۱۳۸۱ تعیین مقاومت سایشی پارچه به روش مارتیندل- بخش دوم: تعیین مقاومت سایشی تا حد پارگی

۹-۳ استاندارد ملی ایران ۴-۱۵۲۱: سال ۱۳۸۱ تعیین مقاومت سایشی پارچه به روش مارتیندل-بخش چهارم : ارزیابی تغییرات ظاهری

۱۰-۳ استاندارد ملی ایران ۱۵۱۵: سال ۱۳۷۶ ثبات رنگ کالاهای نساجی - روش تعیین ثبات رنگ در مقابل آب

۱۱-۳ استاندارد ملی ایران ۱۶۶۸: سال ۱۳۵۵ ثبات رنگ کالاهای نساجی - روش تعیین ثبات رنگ در اثر مالش با حلال های آلی

۱۲-۳ استاندارد ملی ایران ۲۵۸۳: سال ۱۳۶۵ روش اندازه گیری تغییر ابعاد منسوجات در اثر خشکویی با پرکلرواتیلن

۱۳-۳ استاندارد ملی ایران ۲۹۶۱: سال ۱۳۶۸ میزان از دست دادن پرز در پارچه های رومبلی پرزدار

۱۴-۳ استاندارد ملی ایران ۲۹۶۳: سال ۱۳۶۸ میزان چرک پذیری قابل رؤیت در پارچه های رومبلی

۱۵-۳ استاندارد ملی ایران ۳۴۴۸: سال ۱۳۷۳ روش محاسبه شماره برچسب نخ دوخت صنعتی

۱۶-۳ استاندارد ملی ایران ۳۷۸۱: سال ۱۳۷۵ ثبات رنگ کالاهای نساجی - روش تعیین ثبات رنگ کفپوشهای ماشین بافت در مقابل شامپو کردن

۱۷-۳ استاندارد ملی ایران ۴۰۸۴: سال ۱۳۷۵ روش تعیین ثبات رنگ در مقابل نور مصنوعی- لامپ قوس گزنون

۱۸-۳ استاندارد ملی ایران ۴۱۹۹-۳: سال ۱۳۸۰ تعیین مقاومت جرخوردگی منسوجات بخش سوم: روش Wing Shaped

۱۹-۳ استاندارد ملی ایران ۴۵۳۰: سال ۱۳۷۷ روش آزمون ثبات رنگ منسوجات در برابر شستشوی خانگی و کارمزدی

۲۰-۳ استاندارد ملی ایران ۴۸۰۲: سال ۱۳۷۸ روش اندازه گیری مقاومت و انبساط تا حد ترکیدگی منسوجات تحت فشار هوا

۲۱-۳ استاندارد ملی ایران ۶۱۴۳: سال ۱۳۸۱ انواع بخیه - طبقه بندی و اطلاعات

Method of test for elastic fabrics 3-22 BS 4952: 1992

3-23 BS 6189: 1989 Glossary of terms relating to fabrics and associated fibres, yarns and processes

3-24 BS EN 25077:1994 Textiles - Determination of dimensional change in washing and drying

۴- اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و / یا واژه ها با تعاریف زیر بکار می رود:

۱-۴ بهر

مقدار معینی از کالا که تحت شرایط مفروض یکسانی تولید شده باشد.

۲-۴ پارچه طرحدار

پارچه ای که نقشه یا طرح آن از ترکیب بافت مشخص با مکانیزم ژاکارد یا دابی ایجاد شده باشد.

۳-۴ پارچه فلوک

پارچه ای که الیاف بسیار کوتاه به عنوان خاب روی سطح آن چسبانیده شده باشد.

یادآوری: الیاف معمولاً تحت تأثیر، الکتریسیته ساکن بر روی پارچه قرار می گیرند.

۴-۴ طول خاب

طول یک ساق از حلقه یا دسته الیاف از نقطه ای که از زمینه پارچه بیرون آمده تا انتهای آن می باشد.

یادآوری: روش اندازه گیری طول خاب طبق استاندارد ملی ایران ۱۱۴۳ می باشد.

۵-۴ رشته نخ

به نخ یک لا، دولا یا چند لا اطلاق می شود.

۵- طبقه بندی انواع پارچه های رومبلی

پارچه های رومبلی با توجه به نوع مصرف با علامت اختصاری توصیفی (طبق جداول ۱ تا ۴) بصورت زیر، طبقه بندی می شوند:

الف) انتخاب حروف اختصاری با توجه به مصرف نهایی:

OD: مبلمان خانگی کم مصرف (Occasional domestic)

LD: مبلمان خانگی سبک (Light domestic)

GD: مبلمان خانگی عمومی (General domestic)

SD: مبلمان خانگی پر مصرف یا مصارف عمومی (Server domestic)

SC: مبلمان عمومی پر مصرف (Server contract)

ب) استفاده از خط جدا کننده (/) در بین حروف اختصاری

پ) در صورتی که از پارچه های تار و پودی برای مبلمان خانگی سبک (LD) و مبلمان خانگی معمولی (GD) استفاده شود، حروف O و F نشان دهنده نوع بافت به شرح زیر می باشد:

O: پارچه های غیر طرحدار F: پارچه های طرحدار (طبق بند ۴-۲)

بطور مثال GD/F نشان دهنده پارچه طرحدار مورد مصرف در مبلمان خانگی معمولی می باشد.

۶- ویژگی ها

ویژگی های پارچه رومبلی متناسب با نوع مصرف باید طبق جداول ۱ تا ۴ و درجات ثبات رنگ آنها طبق جدول ۵ باشد.

پارچه هایی که در روکش های قابل تعویض و شستشو مورد استفاده قرار می گیرند، علاوه بر ویژگی های جداول ۱ تا ۵ باید دارای ویژگی های جدول ۶ نیز باشند.

جدول ۱- ویژگی های پارچه تار و پودی بدون خاب

مقاومت سایشی		ردیف	نوع پارچه	حداقل مقاومت تا حد پارگی در جهت تار و پود (نیوتن)	حداقل مقاومت جر خوردگی در جهت تار و پود (نیوتن)	حداکثر لغزش نخهای تار و پود بعد از کاهش نیرو تا ۵ نیوتن (میلی متر)	حداکثر چرک شدگی قابل رویت	حداقل تعداد دور برای ایجاد تغییرات فیزیکی در نقطه پایان	حداقل تعداد دور تا تغییر رنگ حداقل ۳ یا از بین رفتن بافت سطحی
۱۰۰۰۰	۳۰۰۰۰	۳-۴	۶	۲۰	۴۰۰	SD	۱		
۱۰۰۰۰	۴۰۰۰۰	۳-۴	۶	۲۵	۴۰۰	SC	۲		
استاندارد ملی ایران ۱۵۲۱-۴	بند ۱-۲-۸ و ۲-۲-۸	استاندارد ملی ایران ۲۹۶۳	بند ۱-۸	استاندارد ملی ایران ۴۱۹۹-۳	استاندارد ملی ایران ۱۱۴۷-۱	روش آزمون			

یادآوری ۱- برای ارزیابی و گزارش نتایج آزمون به پیوست الف رجوع نمایید.

جدول ۲ - ویژگی های پارچه تار و پودی خاب دار

ردیف	نوع پارچه	مقاومت تا حد پارگی در جهت تار و پود (نیوتن)	مقاومت چر خورده گی در جهت تار و پود (نیوتن)	حداکثر لغزش نخهای تار و پود بعد از کاهش نیرو تا ۵ نیوتن (میلی متر)	حداکثر چرک شدگی قابل رویت	مقاومت سایشی		میزان از دست دادن خاب (حداقل)		میزان از دست خاب با استفاده از لبه تیز (حداقل)
						حداقل تعداد دور برای ایجاد تغییرات فیزیکی در نقطه پایان	حداقل درجه تغییر رنگ بعد از ۳۰۰۰ دور در بدترین وضعیت	برای مصارف خانگی	برای مصارف عمومی	
۱	SD	۴۰۰	۲۰	۴	۳-۴	۲۵۰۰۰	۳	A	N۲	B
۲	SD	۴۰۰	۲۵	۴	۳-۴	۳۰۰۰۰	۳	—	N	B
روش آزمون										
	ایران ۱-۱۱۴۷	استاندارد ملی ایران ۳-۴۱۹۹	بند ۸-۱	ایران ۲۹۶۳	استاندارد ملی ایران ۲-۸ و ۳-۱	بند ۸-۱ و ۳-۲	بند ۸-۱ و ۳-۲	بند ۸-۳	استاندارد ملی ایران ۲۹۶۱	بند ۸-۴

یادآوری ۱- برای ارزیابی و گزارش نتایج آزمون به پیوست الف رجوع نمایید.

یادآوری ۲- در درجه N هیچگونه اثر قابل رویتی در نمونه نباید مشاهده شود (طبق جدول ۱ در استاندارد ملی ایران ۲۹۶۱)

جدول ۳- ویژگی های پارچه حلقوی بافت خاب دار

ردیف	نوع پارچه	حداقل نیروی ترکیبگی (کیلو پاسکال)	حداکثر چرک شدگی قابل رویت	حداقل درجه تغییر رنگ بعد از ۳۰۰۰ دور		میزان از دست دادن خاب (حداقل)		درصد کشیدگی با اعمال نیروی معین و ازدیاد طول باقیمانده
				حداقل تعداد دور برای ایجاد تغییرات فیزیکی در نقطه پایان	حداقل درجه تغییر رنگ بعد از ۳۰۰۰ دور	برای مصارف خانگی	برای مصارف عمومی	
۱	SD	۱۰۰۰	۳-۴	۲۵۰۰۰	۳	A	N	ازدیاد طول در جهت تولید ماشین و عمود بر آن نباید از ۲۰ درصد تجاوز نماید. ازدیاد طول باقیمانده در جهت تولید ماشین و عمود بر آن بعد از ۳۰ دقیقه نباید بیش از ۲ درصد باشد
۲	SC	۱۰۰۰	۳-۴	۳۰۰۰۰	۳	—	N	ازدیاد طول در جهت تولید ماشین و عمود بر آن بعد از ۳۰ دقیقه نباید بیش از ۲ درصد باشد
روش آزمون								
	ایران ۳۰/۳۰ (قطر حلقه ۵ mm)	استاندارد ملی ایران ۲۹۶۳	بند ۸-۱ و ۳-۲	بند ۸-۱ و ۳-۲	بند ۸-۱ و ۳-۲	بند ۸-۳	استاندارد ملی ایران ۲۹۶۱	استاندارد ملی ایران ۲ ... با اعمال نیروی ۵۹ نیوتن

یادآوری ۱- برای ارزیابی و گزارش نتایج آزمون به پیوست الف رجوع نمایید.

یادآوری ۲- تا تدوین این استاندارد به استاندارد BS۴۹۵۲ رجوع شود. (طول اسمی سنج ۲۰۰ میلی متر و عرض آزمونه 1 ± 75 میلیمتر می باشد).

ردیف	عوامل مختلف	حداقل درجه تغییر رنگ	حداقل درجه لکه گذاری	روش آزمون
۱	نور	۵	-	استاندارد ملی ایران ۴۰۴۸
۲	مالش خشک	-	۴	استاندارد ملی ایران ۲۰۴
۳	مالش مرطوب	-	۴	استاندارد ملی ایران ۲۰۴

۷- نمونه برداری

اندازه نمونه باید طوری باشد که بتوان آزمون‌های مورد نیاز را از آن تهیه نمود. چنانچه بهر تکمیل شده کمتر از ۵۰۰۰ متر باشد، از هر بهر یک نمونه و در صورتیکه بیش از ۵۰۰۰ متر باشد از هر ۵۰۰۰ متر حداقل یک نمونه انتخاب نمایید.

۸ - روش های آزمون

۸-۱ تعیین مقاومت لغزشی نخهای تار و پود

روش آزمون با در نظر گرفتن موارد زیر طبق استاندارد ملی ایران ۸۹۱ می باشد:

۸-۱-۱ فقط برای آزمون‌های دوخته شده، استفاده شود.

۸-۱-۲ فاصله خط دوخت از لبه پارچه ، 12 ± 0.5 میلی متر

۸-۱-۳ سوزن چرخ خیاطی با شماره متریک ۱۱۰ از نوع light ball point

۸-۱-۴ نخ دوخت پلی استر- پنبه با نمره ۷۴ تکس (نمره برچسب ۳۶)

یادآوری: روش محاسبه شماره برچسب نخ دوخت طبق استاندارد ملی ایران ۳۴۴۸ می باشد.

۸-۱-۵ تراکم بخیه دوخت $3/2 \pm 0.1$ در هر سانتی متر

۸-۱-۶ عدم اعمال نیرو به هنگام قرار دادن آزمون در فکها

۸-۱-۷ وقتی نیروی اعمال شده به آزمون به 150 ± 2 نیوتن رسید، سریعاً "سرعت حرکت فک را به 5 ± 1 میلی متر بر دقیقه کاهش دهید.

وقتی نیروی اعمال شده به آزمون به 175 ± 2 نیوتن رسید، سریعاً "نیرو را به 5 ± 1 نیوتن کاهش دهید و بیشترین پهنای باز شدگی بخیه را اندازه گیری نمایید.

۸-۱-۸ میانگین باز شدگی بخیه رادر راستای تار (طول) و پود (عرض) آزمون‌ها بطور جداگانه محاسبه نمایید.

۸-۱-۹ نتایج فوق را با تقریب ۰/۵ میلی متر گزارش نمایید.

روش آزمون با در نظر گرفتن بندهای ۲-۲-۸ و ۳-۲-۸ طبق استاندارد ملی ایران ۱۵۲۱-۲ می باشد. برای آزمون ها باید از وزنه با فشار ۱۲ کیلو پاسکال استفاده شود.

۲-۲-۸ پارچه های تار و پودی بدون خاب

بعد از پارگی سه رشته نخ بطور کامل، آزمون سایش خاتمه می یابد.

۳-۲-۸ پارچه های خابدار

۱-۳-۲-۸ نقطه پایان

حداقل تعداد دور برای تعیین نقطه پایان برای پارچه های خابدار زمانی است که خاب پارچه بطور کامل از بین برود. این آزمون برای پارچه های خابدار با طول خاب اسمی (مقدار اظهار شده) حداکثر ۵ میلی متر، کاربرد دارد.

۲-۳-۲-۸ تغییر رنگ

آزمون را پس از ۳۰۰۰ دور سایش (طبق استاندارد ملی ایران ۴-۱۵۲۱) در محلی که از پارچه بریده شده طوری قرار دهید تا تار و پود آن موازی با تار و پود پارچه باشد. برای ارزیابی تغییر رنگ آزمون در بهترین و بدترین حالت، وضعیت قرار گرفتن آزمون در پارچه را تغییر ندهید. تغییر رنگ آزمون را در مقایسه با معیار خاکستری (طبق استاندارد ملی ایران ۱۶۰) ارزیابی نمایید.

۳-۸ تعیین میزان از بین رفتن خاب یا پرز پارچه

آزمون را طبق استاندارد ملی ایران ۲-۱۵۲۱، با فشار ۱۲ کیلو پاسکال و با تغییرات زیر انجام دهید:

۱-۳-۸ محل آزمون و پارچه ساینده را در دستگاه با یکدیگر عوض نمایید. قطر یا طول و عرض آزمون باید ۱۵۰ میلی متر باشد. ابتدا پارچه نمدی و سپس آزمون را روی صفحه سایشی دستگاه قرار دهید به طوریکه روی آزمون با نمد در تماس باشد. پارچه ساینده با قطر ۳۸ میلی متر را در وسط حلقه نگهدارنده بگذارید و اسفنج را در پشت آن قرار دهید. قاب داخلی را در داخل حلقه قرار داده و پایه را بطور محکم به حلقه پیچ کنید.

۲-۳-۸ بعد از ۵۰۰۰ دور سایش، آزمون ها را برای ارزیابی طبق جدول ۷، بر روی جعبه نور آزمایشگاهی یا منبع نوری مشابه با آن قرار دهید طوریکه پشت پارچه بطرف مشاهده کننده باشد.

یادآوری - با عبور نور از میان فضای خالی ایجاد شده در پارچه، محل از بین رفتن خاب یا پرز مشخص می شود.

۳-۳-۸ سپس آزمون را برگردانید و روی پارچه را با توجه به جدول ۷ ارزیابی نمایید.

جدول ۷- درجه بندی پارچه با توجه به میزان از دست دادن خاب یا پرز

درجه از دست دادن پرز	شرح
A	تغییر در سطح پارچه مشاهده نشود و میزان از دست دادن خاب بسیار جزیی باشد.
B	از دست دادن خاب بصورت منفرد که در ظاهر پارچه بصورت سوراخ های سوزنی شکل نمودار می شود.
C	سطح کوچکی از پارچه، فاقد خاب یا پرز شود طوریکه زمینه پارچه مشخص گردد.
D	با انجام آزمون طبق بند ۸-۳، خاب سطح قابل توجهی از پارچه از بین برود. با انجام آزمون طبق بند ۸-۴، خاب پارچه بصورت نواری ممتد در طول مسیر آزمون، از بین برود.

۴-۸ تعیین از دست دادن خاب با استفاده از لبه تیز

۱-۴-۸ کلیات

آزمون را طبق استاندارد ملی ایران ۲۹۶۱ و با در نظر گرفتن بندهای ۲-۴-۸ تا ۶-۴-۸ انجام دهید.

۲-۴-۸ اصول کار

روی پارچه، بر روی پارچه ساییده مرجع قرار گرفته و تحت شرایط معینی بوسیله دیسک فلزی، تحت سایش قرار می گیرد. توسط این آزمون، میزان از دست دادن خاب یا خارج شدن کامل خاب از سطح پارچه انواع پارچه های رومبلی اعم از خاب بریده یا خاب غیر حلقه ای، مورد ارزیابی قرار می گیرند.

با انجام این آزمون با استفاده از ساییده ای با لبه تیز، غالباً "صدمات ناشی از استفاده نادرست از پارچه های رومبلی، مورد ارزیابی قرار می گیرد.

۳-۴-۸ وسیله لازم

انگشتی دستگاه دارای شکافی است که می تواند دیسک فلزی را در خود نگه دارد. این دیسک باید دارای ضخامت یک میلیمتر، قطر ۲/۵ سانتیمتر، جرم 7 ± 0.5 گرم و فاقد لبه های ناصاف و برنده باشد.

دیسک فلزی متمایل بطرف جلو بوده و با پایه دستگاه زاویه ۴۵ درجه تشکیل می دهد (طبق شکل ۱). این دیسک تحت زاویه ۹۰ درجه قابل چرخش بوده و برای انجام هر آزمون، یک چهارم آن مورد استفاده قرار می گیرد. بعد از انجام چهار آزمون، دیسک رامی توان برای انجام چهار آزمون دیگر، پشت و رو نمود. بعد از انجام هشت آزمون، این دیسک باید تعویض گردد.

یادآوری- ابعاد وزنه دستگاه باید متناسب با محل قرار دادن وزنه بوده و جرم آن به اندازه ای باشد تا کل نیروی وارده بر انگشتی در حین آزمون ۱۲ نیوتن باشد.

شکل ۱- شمای دستگاه برای انجام آزمون

۴-۴-۸ آماده سازی آزمون

آزمونه ها را در راستای تار و پود برای انواع پارچه های زیر طوریکه نماینده واقعی از طرح بافت یا خاب باشد، انتخاب نمایید:

الف- پارچه های با طرح مرکب

ب- پارچه های مخملی طرحدار (نقش دار)

پ - پارچه هایی که خاب آنها توأما" به شکل V و W در زمینه بافته شده باشد.

ت - سایر پارچه های خابدار با هر نوع خاب

در مورد مخمل های نقش دار، آزمونه باید از سطوحی تهیه شود که دارای حداکثر خابهای پیوسته (غیر منقطع) باشد. در مورد مخمل هایی که دارای سطوح ساده و نقش دار هستند، آزمونه باید از بزرگترین قسمتهای با خاب ساده (مثل قسمتهای نقش دار) انتخاب شود.

چنانچه پارچه دارای سطوح مختلفی باشد باید از هر سطح، سه آزمونه مورد آزمون قرار گیرد.

۸-۴-۵ روش آزمون

روی آزمونه را بر روی پارچه ساینده مرجع که ویژگی های آن در استاندارد ملی ایران ۲۹۶۱ شرح داده شده، قرار دهید. روکش PVC پارچه ساینده باید در تماس با آزمونه باشد.

آزمونه و پارچه ساینده را طوری در دستگاه قرار دهید تا بلندترین لبه آن با پایه دستگاه موازی بوده و خاب پارچه در جهت دنده کشش قرار گیرد. پارچه ها را توسط سوزنها از یک طرف و دنده کشش از طرف دیگر محکم کنید.

برای پارچه هایی غیر از فلوک، بعد از ۳۰ دور سایش (۳۰ حرکت در هر جهت یا ۳۰ حرکت رفت و ۳۰ حرکت برگشت) بازوی متحرک دستگاه را بلند کنید و وضعیت خاب پارچه را مورد ارزیابی قرار دهید. برای پارچه های فلوک آزمونه ها در حالت خشک و مرطوب مورد آزمون قرار می گیرند. آزمونه را تحت ۶۰ دور سایش قرار دهید. برای تهیه آزمونه های مرطوب، آزمونه های خشک را در آب غوطه ور نمایید و بگذارید آب اضافی آن بچکد (معادل جرم آزمونه در آن آب باقی بماند). آزمونه را بلافاصله در دستگاه، تحت ۱۵ دور سایش قرار دهید. سپس آزمونه را طبق جدول ۷ ارزیابی نمایید.

گزارش آزمون

با مشخص نمودن جهت تار و پود، میزان از دست دادن خاب آزمونه را تعیین نمایید. اگر نتیجه در یک

قسمت معین از نمونه، تغییر قابل ملاحظه ای را نسبت به سایر نواحی نشان داد، این مورد را در گزارش آزمون ذکر نمایید.

در مخمل های نقش دار، چنانچه از دست دادن خاب مربوط به بخش محدود یا قابل ملاحظه ای از نقشه باشد، مورد را در گزارش آزمون قید نمایید.

یادآوری - در مورد اهمیت نتایج بدست آمده باید یادآور شد که آزمونه هایی براحتی خاب خود را از دست می دهند که در آزمون بند ۸-۳ نیز کیفیت نامطلوبی را از خود نشان دهند. بنابراین پارچه های مخملی که دارای مقاومت سایشی پایینی (طبق استاندارد ملی ایران ۲-۱۵۲۱) هستند در مقایسه با پارچه های مقاوم در مقابل سایش خاب خود را به هنگام مصرف، سریعتر از دست می دهند.

معیارهای زیر برای تعیین نقطه پایان در مقاومت سایشی مد نظر قرار می گیرد:

الف. ۱. نقطه پایان در اثر بوجود آمدن تغییر فیزیکی که نشان دهنده کاهش کیفیت پارچه رومبلی می باشد.

الف. ۲. نقطه پایان حائز اهمیت در مشاهدات عینی (ظاهری)، زمانی در نظر گرفته می شود که سبب تغییر ظاهری در پارچه رومبلی شده و کیفیت آن را کاهش دهد.

در تعیین نقطه پایان از نظر ظاهری، ارزیابی بصورت نظری صورت می گیرد مگر در مواردی که تغییر رنگ در مقایسه با معیار خاکستری (طبق استاندارد ملی ایران ۱۶۰) گزارش گردد. باید دقت کافی در ارزیابی تغییر رنگ پارچه های خابدار در مقایسه با معیار خاکستری بعمل آید. صاف یا تخت شدن خاب می تواند سبب تغییر رنگ ظاهری آزمونه شود که با جهت تابش نور و زاویه دید قابل تغییر می باشد. در چنین مواقعی ارزیابی باید در دو وضعیت انجام گرفته و حداقل و حداکثر تغییر رنگ مشاهده شده در مقایسه با معیار خاکستری در گزارش آزمون اعلام گردد. نقطه پایان در اثر ایجاد تغییرات ظاهری، بعضی از تغییرات فیزیکی را که در کارایی پارچه رومبلی تأثیر گذار است را نیز در بر می گیرد ولی در این استاندارد، درنظر گرفتن نقطه پایان که سبب ایجاد تغییرات فیزیکی در نمونه می شود، دارای اهمیت بیشتری می باشد. برای ارزیابی نقطه پایان باید تفاوت بین نقطه پایان در اثر ایجاد تغییرات فیزیکی و تغییرات ظاهری مشخص بوده و بوضوح بیان شود.

الف. ۳. برای کاربرد این معیارها در پارچه رومبلی، توضیحات لازم به شرح زیر می باشد:

الف. ۳-۱ پارگی سه نخ یا بیشتر در آزمونه

چون قسمتهایی از ساختمان اصلی پارچه از یکدیگر مجزا می شوند، پارچه از نظر فیزیکی، به هنگام مصرف، کارایی لازم را نخواهد داشت.

الف. ۳-۲ از بین رفتن کامل خاب در پارچه های مخملی و خابدار

این مورد جزء عیوب فیزیکی مهم محسوب می شود. جدا شدن خاب از زمینه پارچه نشان دهنده پایین بودن مقاوت سایشی پارچه می باشد. این مورد در آزمونهای چشمی نیز حائز اهمیت می باشد.

الف. ۳-۳ از بین رفتن کامل حلقه ها و بافت سطح پارچه

این مورد در تعیین نقطه پایان برای ارزیابی ظاهری حائز اهمیت بوده ولی ساختار اصلی پارچه نباید تغییر کند. بسیاری از پارچه های رومبلی اعم از خابدار یا بدون خاب، دارای طرح و نقشه هستند و انجام آزمون سایش در قسمتهای مختلف آنها دارای نتایج متفاوتی خواهد بود. در صورت بزرگ بودن این قسمتها، هر قسمت باید بطور جداگانه مورد آزمون قرار گیرد و کمترین نتیجه آزمون بدست آمده، گزارش گردد. چنانچه قسمتهای طرحدار، کوچکتر از سطح آزمونه (طبق استاندارد ملی ایران ۱۵۲۱-۲) باشد، نقطه پایان برای پارچه های بدون خاب، پارگی سه نخ یا بیشتر و برای پارچه های خابدار زمانی که خاب در یک قسمت از نقشه بطور کامل از بین رفته، گزارش می شود.

۷-۲ صندلیهای آمفی تئاتر - ویژگیها

۱-هدف

هدف از تدوین این استاندارد تعیین ویژگیها، نمونه برداری، روشهای آزمون و نشانه گذاری انواع صندلی های آمفی تئاتر می باشد.

۲- دامنه کاربرد

این استاندارد انواع صندلی های تاشو و غیر تاشو سالنهای سینما، تالارهای موسیقی و کنسرت، سالن های اجتماعات و سخنرانی را شامل می شود.

۳- مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و / یا تجدید نظر، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهذا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدید نظر، آخرین چاپ و / یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

استاندارد ملی ۳۴۹۲: سال ۱۳۷۳ تخته لایه - ویژگیها

استاندارد ملی ۲۳۳۴: سال ۱۳۶۱ تخته لایه - آزمون تعیین رطوبت

استاندارد ملی ۸۹۲: سال ۱۳۶۷ پارچه های تار و پودی و حلقوی بافت - ویژگیها

استاندارد ملی ۴۹۷۲: سال ۱۳۷۹ رنگ کوره ای مصارف عام - ویژگیها

۴- اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و / یا واژه ها با تعاریف زیر بکار می روند:

۱-۴ صندلی تاشو، صندلی است که کفی آن پس از برخاستن شخص استفاده کننده، از حالت تقریباً افقی به حالت تقریباً عمودی برگشته و بنابراین فضایی بین دو ردیف صندلی ایجاد می گردد. این افزایش فضا برای سهولت تردد بین دو ردیف صندلی می باشد.

۴-۲ قاب (پوشش صندلی)

پوشش پشت و زیر کفی صندلی را گویند.

۵- ویژگیها

۵-۱ ویژگیهای عمومی

استفاده از لوازم جانبی مانند جای دادن لیوان، میز زیر دستی، سیستم ترجمه همزمان در این صندلیهای مجاز است.

۵-۲ ویژگیهای تخته لایه مورد مصرف

تخته لایه مورد استفاده باید با ویژگیهای استاندارد ملی ۳۴۹۲: سال ۱۳۷۳ مطابق بوده و رطوبت آن بین ۸ تا ۱۲

درصد باشد. روش آزمون رطوبت مطابق استاندارد ملی ۲۳۳۴: سال ۱۳۶۱ می باشد.

۳-۵ ویژگیهای رنگ مورد مصرف روی قطعات فلزی

۱-۳-۵ رنگ مورد استفاده می تواند از نوع الکترو استاتیک پودری و یا رنگ کوره ای مصارف عام باشد. رنگ کوره ای مصارف عام باید با ویژگیهای استاندارد ملی ۴۹۷۲: سال ۱۳۷۹ مطابقت داشته باشد.

۲-۳-۵ رنگ استفاده شده روی قطعات فلزی باید مطابق بند (۱-۶) این استاندارد مورد آزمون قرار گیرد.

۴-۵ ویژگیهای پارچه و فوم پوشش کفی و پشتی

پارچه های مورد استفاده برای روکش کفی و پشتی می توانند از نوع تار و پودی، حلقوی بافت، فوم چرم مصنوعی و یا چرم طبیعی باشند. پارچه های تار و پودی و حلقوی بافت باید با ویژگیهای استاندارد ملی ایران ۸۹۲: سال ۱۳۶۷ مطابقت داشته باشند. فوم چرم مصنوعی با روکش P.V.C باید با ویژگیهای استاندارد ملی ایران مطابقت داشته باشد.

۵-۵ ویژگیهای فوم مورد مصرف در داخل کفی و پشتی

۱-۵-۵ فوم مورد استفاده باید دارای مقاومت کافی در مقابل بار توأم استاتیک بوده و مطابق بند (۵-۶) این استاندارد مورد آزمون قرار گیرد.

۲-۵-۵ وزن مخصوص فوم مورد استفاده باید حداقل ۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب بوده و مطابق بند (۲-۶) این استاندارد مورد آزمون قرار گیرد.

۶-۵ ویژگیهای کفی و پشتی

۱-۶-۵ کفی صندلی تاشو باید پس از رسیدن به افقی ترین وضعیت خود توسط لوازم نگهدارنده مناسب بگونه ای ثابت گردد که انتهای کفی با پارچه قسمت زیرین پشتی تماس نداشته باشد.

۱-۶-۵ کفی صندلی تاو باید پس از رسیدن به افقی ترین وضعیت خود توسط لوازم نگهدارنده مناسب بگونه ای ثابت گردد که انتهای کفی با پارچه قسمت زیرین پشتی تماس نداشته باشد.

۲-۶-۵ مکانیزم قطعات باز و بسته کننده کفی صندلی تاشو باید بگونه ای باشد که با اعمال حداقل نیروی ۵۰ نیوتن در فاصله ۱۰ سانتیمتری از لبه جلو کفی به حالت افقی باقی بماند و مطابق بند (۳-۶) این استاندارد مورد آزمون قرار گیرند.

۳-۶-۵ کفی و پشتی صندلی باید مقاومت کافی در برابر نیروهای وارده را داشته و مطابق بندهای (۴-۶)، (۶-۶) و (۷-۶) این استاندارد مورد آزمون قرار گیرند.

۷-۵ ویژگیهای دسته صندلی

دسته صندلی باید در برابر اعمال نیروی استاتیک وارده به سمت بالا مقاوم بوده و مطابق بند (۸-۶) این استاندارد مورد آزمون قرار گیرد.

۸-۵ ابعاد صندلیهای آمفی تئاتر باید مطابق جدول ۱ و شکل ۶ باشد.

جدول ۱- ابعاد صندلیهای آمفی تئاتر (ابعاد بر حسب سانتیمتر)

ردیف	ابعاد	حدود مجاز
۱	ارتفاع بالاترین نقطه کفی تا زمین هنگامی که کفی بصورت افقی قرار دارد	۴۲-۴۶
۲	ارتفاع انتهای یشتی تا زمین	۸۰-۱۰۵
۳	حداقل عرض فضای مفید نشیمنگاه	۴۴
۴	عمق کفی	۴۰-۴۶
۵	ارتفاع دسته صندلی از زمین	۶۰-۶۳
۶	حداقل عرض دسته صندلی	۶

۹-۵ زوایای صندلی آنفی تتاثر باید مطابق جدول ۲ باشد

جدول ۲- زوایای صندلیهای آمفی تتاثر (زوایا بر حسب درجه)

ردیف	زوایای مورد نظر	حدود مجاز
۱	زوایای پشتی از محور عمودی	۱۷-۲۲
۲	زوایای کفی نسبت به سطح افقی در حالتی که کفی در افقی ترین حالت قرار دارد	۱۵-۱۸
۳	زاویه بین کفی و پشتی در حالتی که کفی در افقی ترین حالت قرار دارد	۹۵-۱۰۵
۴	زاویه رویه دسته صندلی نسبت به سطح افقی	۵-۱۰

۶- روشهای آزمون

۱-۶ آزمون چسبندگی رنگ

بوسیله تیغ و خط کش تعداد یازده شیار صاف با فاصله ۱/۵ میلی متر از یکدیگر روی قسمت رنگ شده بزنید و سپس یازده شیار دیگر عمود بر شیارهای فوق بزنید. روی مربع های کوچک ایجاد شده یک قطعه نوار چسب کاغذی یا پلاستیکی معمولی حساس به فشار به طول ۱۰ سانتی متر و عرض ۲/۵ سانتیمتر چسبانیده و با دست روی آن بکشید. پس از نیم ساعت لبه نوار چسب را تحت زاویه ۴۵ درجه نسبت به سطح رنگ شده با سرعت از روی مربع های کوچک بکنید. نباید بیش از ۵ درصد مربع های کوچک واقع در زیر چسب از سطح رنگ شده جدا شوند.

۲-۶ اندازه گیری وزن مخصوص فوم

مکعبی ۱۰۰×۱۰۰×۱۰۰ میلی متر از فوم مورد استفاده جدا نمایید. ابعاد مکعب نمونه برداری شده را توسط کولیس با دقت ۰/۰۵ میلیمتر در مرکز هر ضلع اندازه گیری نموده و سپس وزن را توسط ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه گیری نمایید. وزن مخصوص از رابطه زیر محاسبه می گردد:

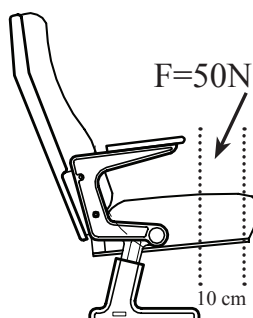
$$D = \frac{m}{b_1 b_2 b_3} \quad 0^6$$

D: وزن مخصوص نمونه بر حسب کیلو گرم بر متر مکعب

M: جرم نمونه آزمونی بر حسب گرم
 b_1, b_2, b_3 : ابعاد نمونه آزمونی بر حسب میلیمتر

۳-۶ آزمون بارگذاری روی کفی برای اطمینان از عملکرد مناسب سیستم تا کننده صندلی

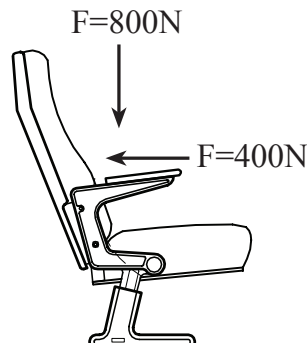
مطابق شکل یک نیروی F برابر ۵۰ نیوتن را در فاصله ۱۰ سانتیمتری از لبه جلو کفی وارد نمایید. در این حالت کفی صندلی باید به راحتی به وضعیت افقی درآید. این آزمون را ۱۰ بار تکرار کنید.



شکل-۱ نحوه اعمال نیرو روی کفی برای اطمینان از عملکرد مناسب سیستم تا کننده صندلی

۴-۶ آزمون اعمال نیروی استاتیک توأم کفی و پشتی

مطابق شکل-۲ توسط صفحه بارگذاری نشیمنگاه و پشتی و دستگاه وارد کننده نیرو ابتدا باید نیروی ۸۰۰ نیوتن به کفی و سپس نیروی ۴۰۰ نیوتن به پشتی وارد گردد. صفحات بارگذاری روی کفی و پشتی باید به گونه ای نصب گردند که مرکز وارد شدن نیرو درست در مرکز کفی و پشتی باشد.



شکل-۲ آزمون اعمال نیروی استاتیک توأم کفی و پشتی

تعداد دفعات آزمون باید مطابق جدول ۳ باشد. پس از انجام آزمون موارد ذیل نباید مشاهده گردد:

۱- هیچکدام از اعضاء کفی و پشتی و قطعات اتصال دهنده نباید لق یا شل شوند.

۲- عملکرد کفی نباید دچار اختلال گردد.

۳- روکش مورد مصرف برای کفی و پشتی (پارچه یا فوم) نباید آسیب ببیند.

۴- هیچگونه تغییر در زوایا و آزادی حرکت کفی نباید ایجاد گردد.

یادآوری- صفحه بارگذاری آزمون اعمال نیروی استاتیک توأم کفی و پشتی باید در محل تماس با پشتی و کفی دارای

فوم پلی اورتان به ضخامت ۱۰ تا ۱۲ سانتیمتر در مرکز و ۵ تا ۷ سانتیمتر در لبه ها بوده و ۷۰ تا ۸۰ درصد سطح کفی و پشتی را بپوشاند.

۵-۶ آزمون مقاومت فوم در مقابل اعمال نیروی توأم استاتیک

پس از انجام آزمون بند (۴-۶) نباید هیچگونه فرو رفتگی و یا پارگی در فوم ایجاد گردد.

۶-۶ آزمون بار استاتیک پشتی از داخل

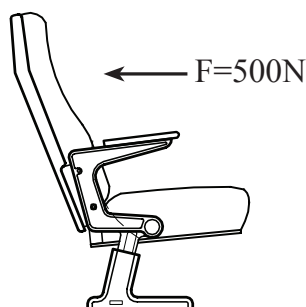
مطابق شکل ۳ نیروی ۵۰۰ نیوتنی را توسط صفحه بارگذاری از داخل به پشتی وارد نمایید. نقطه اثر نیروی وارده باید ۴۵-۴۰ سانتیمتر بالاتر از انتهای زیرین کفی باشد.

تعداد دفعات آزمون و آهنگ انجام آزمون باید مطابق جدول ۳ باشد. پس از انجام آزمون موارد ذیل نباید مشاهده گردد:

۱- شکستگی در اتصالات پشتی

۲- لق یا شل پشتی

۳- تغییر حالت زاویه پشتی نسبت به حالت اولیه



شکل-۳ آزمون اعمال نیروی استاتیک پشتی از داخل

یادآوری - صفحه بارگذاری آزمون بار استاتیک پشتی از داخل باید در محل تماس با پشتی دارای فوم پلی اورتان به ضخامت ۱۰ تا ۱۲ سانتیمتر در مرکز و ۵ تا ۷ سانتیمتر در لبه ها بوده و ۴۵ تا ۵۵ درصد سطح پشتی را بپوشاند.

جدول ۳- آهنگ انجام آزمون، مقدار نیروی وارده، تعداد دفعات آزمون اعمال نیروی استاتیک کفی، پشتی و دسته صندلی

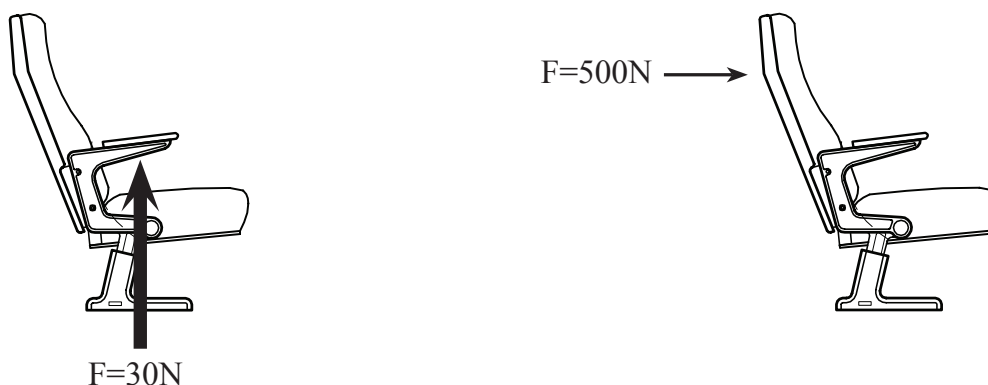
بند آزمون	شرح آزمون	تعداد دفعات آزمون در دقیقه	نیروی وارده (نیوتن)	تعداد دفعات آزمون
۴-۶	اعمال نیروی استاتیک توأم کفی و پشتی	۱۵-۱۰	کفی ۸۰۰ - پشتی ۴۰۰	۱۶۰۰۰
۶-۶	اعمال نیروی استاتیک پشتی از داخل	۸-۶	۵۰۰	۱۰۰

۷-۶	اعمال نیروی استاتیک پشتی از بیرون	۶-۸	۵۰۰	۱۰۰
۸-۶	اعمال نیروی استاتیک دسته صندلی (از پایین به سمت بالا)	۶-۸	۳۰	۵۰

۷-۶ آزمون اعمال نیروی استاتیک پشتی از بیرون

مطابق شکل-۴ نیروی ۵۰۰ نیوتنی را در مرکز پشتی از بیرون توسط صفحه بار گذاری پشتی وارد نمایید. تعداد دفعات آزمون و آهنگ انجام آزمون باید مطابق جدول ۳ باشد. پس از انجام آزمون موارد ذیل نباید مشاهده گردد:

- ۱- هرگونه شکستگی در اجزاء و اتصالات پشتی به جز شکستگی روکش مجاز نمی باشد.
- ۲- نباید زاویه پشتی نسبت به حالت اولیه تغییری کرده باشد.
- ۳- پشتی نباید لق و شل شده باشد.



شکل ۵- آزمون اعمال نیروی استاتیک دسته صندلی

شکل ۴- آزمون اعمال نیروی استاتیک پشتی از بیرون

یادآوری- صفحه بارگذاری آزمون اعمال نیروی استاتیک پشتی از بیرون باید در محل تماس با پشتی دارای فوم پلی اورتان به ضخامت ۵ سانتیمتر بوده و ۴۵ تا ۵۵ درصد سطح پشتی را بپوشاند.

۸-۶ آزمون اعمال نیروی استاتیک دسته صندلی از پایین به سمت بالا

مطابق شکل-۵ نیروی ۳۰ نیوتنی را توسط نیروسنج و دستگاه وارد کننده نیرو درست در لبه صندلی مطابق جدول ۳ وارد نمایید. پس از انجام آزمون دسته صندلی نباید لق ، شل و یا کنده شده باشد.

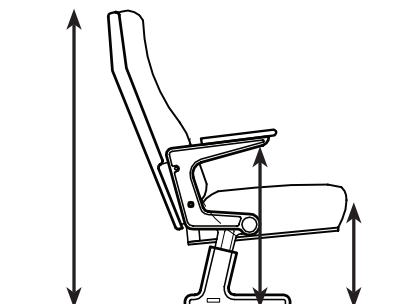
۹-۶ اندازه گیری زوایای صندلی

برای اندازه گیری زوایای مختلف صندلی باید از نقاله متحرک که هر فک اندازه گیر آن حداقل ۴۰ سانتیمتر طول داشته باشد، استفاده گردد. در ضمن باید وسیله ای که سطح افقی و عمودی را تعیین نماید در دسترس باشد.

باید در محل مناسبی روی صندلی که قابل دید باشد موارد ذیل درج گردد:

۱-۷ نام یا علامت تجاری تولید کننده

۲-۷ شماره سری ساخت یا کد مربوطه



شکل ۶- ابعاد صندلی آمفی تئاتر

شکل ۷- اجزاء صندلی آمفی تئاتر

پیوست الف

اطلاعاتی

توصیه می گردد فاصله بین صندلی در سالنهای مختلف مطابق جدول ۴ این استاندارد باشد:

جدول ۴- حداقل فاصله بین دو ردیف صندلی در سالن های مختلف (فاصله بر حسب سانتیمتر)

مکان نصب صندلی	فاصله بین دو ردیف صندلی (پشت تا پشت)
سالن سینما	۹۰
سالن سخنرانی ، تئاتر و تالار کنسرت و موسیقی	۱۰۰