

تأثیرات صوت و ارتعاش بر ساختمان

مجید گیلک دانشجوی رشته کارشناسی نا پیوسته عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان
سجاد صنعتی منفرد دانشجوی رشته کارشناسی نا پیوسته عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان

پیشگفتار

ساختمانها در طول عمر مفید خود همواره در معرض عوامل فرساینده متعدد قرار دارند. بعضی از این عوامل از قبیل اثرات آب و هوا، گرما و سرما، حرارت و رطوبت، ناشی از عوارض طبیعی اند و بعضی دیگر مانند طراحی، مصالح و کیفیت اجرا ناشی از عوامل مصنوعند. باید ساختمانها را به عنوان بخش عظیمی از سرمایه ملی از خطرات این عوامل مخرب محفوظ و مصون داشت. از جمله عواملی که کمتر ملموس بوده و به همین سبب در مورد آن کمتر بحث و بررسی شده، صوت و ارتعاش و اثرات آن بر ساختمان و ساکنان آن بوده است. عامل مزبور اثرات مستمر و در عین حال نامحسوسی بر ساختمان و ساکنان آن می گذارد، لذا بررسی اثرات و ابعاد آن می تواند مفید و موثر واقع گردد.

تعریف و محدوده بررسی

منظور از "صوت" در این گزارش صداهایی است که از حد عمومی تحمل انسانها خارج است و در مقیاس بالا به صورت ارتعاشات حتی می تواند به ساختمانها نیز لطمه وارد آورد. اثر چنین اصواتی بر انسان اگر از حدود خاصی تجاوز کند، به اختلالات روانی یا ایراد صدمه به سیستم شنوایی منجر می گردد. بنابر تعریف عمومی، صوت عکس العمل فیزیکی ناشی از ارتعاش (یا حرکت متواتر دینامیک) جسمی است که از طریق انتقال موج در یک ماده سیال صورت می گیرد. بنابراین دو عامل اولیه در ایجاد صوت نقش اصلی دارند: اول ارتعاش، دوم وجود ماده ای سیال که از طریق آن طول موج مذکور منتقل گردد. بنابراین اگر در جایی، هوا نباشد و خلا وجود داشته باشد، صدا نیز یافت نمی شود. امواج صدا، مانند سایر امواج، بر اساس مقدار نوسانهای حاصل از منابع خود، در هر ثانیه پخش می شوند. این مقدار که بسامد یا تواتر (فرکانس) نام دارد با واحد هرتز سنجیده می شود. بنابراین موجی که بسامد آن مثلاً ۵۰ هرتز است در هر ثانیه ۵۰ نوسان کامل دارد. برای درک بهتر مطالب باید گفت این میزان برابر با بسامد موج الکترومغناطیسی برق مصرفی شهرها در بیشتر کشورهای جهان و در ایران است.

تفاوت "صوت" و "صدا"

اهمیت درجه بندی مذکور در این است که انسان می تواند گروه های خاصی از این امواج را مستقیماً از طریق حس شنوایی خود دریافت کنند. با این تعاریف نکته دیگری نیز روشن می گردد و آن این است که بین اصطلاحات "صوت" و "صدا" تفاوت وجود دارد. صدا امواجی است با دامنه بین ۲۰ هرتز تا ۲۰ هزار هرتز و از طریق گوش انسان قابل دریافت است. در صورتی که صوت کمیتی است فیزیکی که به طول موجهایی با شدت بیشتر و کمتر از این مقدار نیز اطلاق می شود. مثلاً گروهی از امواج که از طریق حس لامسه دریافت می شود و ناشی از نوسانات موجود در جامداتی است که بر روی آنها مستقر هستیم، لرزه نام دارد. بسیاری از امواج موجد لرزه علاوه بر تاثیر مستقیمی که بر حواس ما بجای می گذارند، در درجات بالاتر خود آثاری غیر مستقیم نظیر حالت تهوع و کوفتگی یا افت کارایی در انسان بوجود می آورند، بدون اینکه احساس واضحی از لرزش در بدن درک نماییم. با توضیحات فوق می توان اثرات صوت را بر ساختمان و ساکنان آن بهتر درک نمود در مورد آن به تحقیق پرداخت. در اینجا لازم است ذکر شود که علمی که به بررسی مسائل ناشی از صوت در فضا و در ساختمان می پردازد آگوستیک نام دارد. گرچه در این مقاله، به بررسی اثرات صوت بر روی فیزیک ساختمان می پردازیم، بدیهی است هدف نهایی ساخت و ساز ایجاد آرامش و محیط مطلوب برای ساکنان و بطور کلی محیط زیست ایشان است.

صداهایی که ممکن است در داخل یک فضا وجود داشته باشند دو نوعند: خواسته و ناخواسته. به این ترتیب، علاوه بر آنچه در مبحث حد تحمل اصوات گفته شد در شرایط عادی نیز بعضی از صداها را با توجه به موقعیت زمانی در شبانه‌روز و شرایط روحی و جسمی افراد، می‌توان به خواسته و ناخواسته تقسیم نمود. برای مثال صداهایی که در طول روز ممکن است قابل تحمل باشد در مدت شب، که معمولاً موقع استراحت است، نا مطلوب محسوب گردد. بنابراین در طراحی فضاهای ساختمانی باید نسبت به ایجاد تفاوت از نظر عایق بندی صدا بین فضاهای مخصوص خواب، مطالعه و کار توجه نمود.

اصوات هوا برد و اصوات پیکره ای

برای اینکه یک صدای خارجی مثل اصوات ناشی از ترافیک یا صدای یک ژنراتور برق اضطراری، بتواند وارد فضایی بسته شود، شرط لازم اینست که حداقل یکی از جداره های فضای مورد نظر به ارتعاش درآید تا این ارتعاش، به نوبه خود هوای داخلی فضا را به نوسان درآورد. سوال اینست که ارتعاش جدار مورد بحث به چه صورتی ایجاد شده است؟ چنانچه موجی در فضا منتشر شود (مثل صدای ترافیک) و مستقیماً جدار مورد بحث (مثل پنجره مشرف به یک خیابان یک اتاق خواب) را به ارتعاش درآورد، اصواتی را که نفوذ کرده است ((هوا برد)) تلقی می‌کنیم. اما سازه ساختمان مورد نظر، از طریق زمین، با کف خیابان ارتباط دارد. لذا، امواج تولید شده از وسایل نقلیه می‌تواند از طریق زمین و سازه ساختمان نیز از جداره های اتاق خواب مثال بالا را به ارتعاش درآورد اصواتی را که از این طریق وارد فضا می‌شود، ((پیکره ای)) نام می‌گیرد. این اصوات معمولاً در مواردی مشکل آفرین می‌شود که منبع صدای اولیه، مثل ژنراتور برق اضطراری و دستگاه تهویه، در یکی از فضاهای داخلی ساختمان نصب شده باشد.

مقابله با اصوات (هوا برد و پیکره ای)

مقابله با این نوع از اصوات، روش های متفاوت و در برخی از موارد، متضاد دارد. به عنوان مثال، جداری که از نفوذ یک صوت هوا برد به داخل فضای مورد نظر خوب جلوگیری می‌کند، ممکن است اصوات پیکره ای را به راحتی به فضا منتقل سازد. شاخص های کلی که برای انتخاب مصالح مناسب در این موارد به کار می‌روند، سرعت حرکت امواج صوتی در ماده مورد نظر و چگالی آنست. بالا بودن سرعت حرکت صدا در یک ماده مخصوص، به ویژه در اسکات های فلزی ساختمان های عمومی (مانند بیمارستانها و مدارس)، که باید از سکوت بیشتری برخوردار باشند، به معنای دعوت از اصوات به فضاهای داخلی ساختمان است. کاهش امواج اصوات هوا برد، بطور کلی به جدارهایی نیاز دارد که سنگین اند و چگالی زیاد دارند، پس مواد سخت که قدرت جلوگیری از نفوذ زیاد دارند، برای اصوات پیکره ای مناسب نیستند، معمولاً سنگین و پر چگالی اند و در مقابل اصوات هوا برد خوب عمل می‌کنند. عکس این موضوع نیز صادق است یعنی مواد نرم و انعطاف پذیر و متخلخل، معمولاً عایق خوبی برای اصوات پیکره ای هستند، چون سرعت حرکت امواج صوتی در دنها نسبتاً کمتر است. اما چون این قبیل مواد چگالی چندانی ندارند بنابراین افت صوتی که می‌توانند به اصوات هوا برد بدهند، در خور توجه نیست. نتیجه آنچه گفته شد اینست که، باید در ابتدای امر بدانیم شدت کدامیک از دو نوع اصوات خارجی (هوا برد و پیکره ای) از دیگری بیشتر است و باید در اولویت قرار گیرد. به عبارت دیگر، آگاهی از کمیت اصوات هوا برد و پیکره ای موجود در محل ساختمان، امری است ابتدایی و ارقام مربوط به آنها زیر بنای طرح های صوت زدایی بعدی را تشکیل می‌دهد.

در حال حاضر اصوات موجود در شهری مانند تهران، در غالب مناطق، عمدتاً از نوع هوا برد است. البته احداث قطارهای زیر زمینی (مترو) و سلیز تونل های حمل و نقل که در دست طراحی یا اجرا هستند، تغییری قابل ملاحظه در وضع موجود بوجود خواهد آورد که باید از قبل برای آن چاره اندیشی شود.

تفکیک مراحل ساخت و ساز

از نظر مقابله با اصوات و ارتعاشات

به منظور مقابله با اثرات اصوات و ارتعاشات، باید ابتدا مراحل ساخت و ساز را از یکدیگر تفکیک نمود، تا اقدامات مناسب در هر مرحله پیش بینی و به کار گرفته شود. مراحل عمده ساخت و ساز از این نظر عبارتند از: طراحی و اجرا.

۱- مرحله طراحی ساختمان

طراحی با هدف کاهش اثرات صوت و ارتعاش، نیز خود از سه دیدگاه شهرسازی، معماری و سازه قابل بحث است که به دو دیدگاه اول پرداخته می‌شود:

الف - طراحی از دیدگاه شهرسازی

پس از مکانیابی برای ایجاد مجموعه ساختمانی باید طراحی طوری انجام گیرد که کمترین سطوح را در مقابل منبع ارتعاشی ایجاد نماید. چنانچه انتخاب محل احداث ساختمان در اختیار طراح باشد و سرچشمه تولید صدا نیز در نزدیکی آن قرار داشته باشد (مانند کارخانه یا مسیر جاده ای پر رفت و آمد) نکات زیر توصیه می‌گردد:

- سطوح موازی ساختمان با منبع صوتی، حتی المقدور کمتر باشد.
- از طریق ایجاد انحراف در مسیر عبور امواج اصلی یا تقسیم آن به مولفه های فرعی تاثیر امواج بر ساختمان کاهش یابد.
- فضای سبز و پوشش گیاهی با انواع گونه های مناسب می‌تواند در جهت حذف امواج یا کاهش اثرات آنها موثر واقع شود.

- اختلاف ارتفاع در تراز ساختمان مسکونی با سطح منبع تولید صوت ، نقشی موثر در کاهش اثر صوت خواهد داشت .
- احداث دیوارهای عایق صوتی می تواند اثرات امواج ناخواسته را به حداقل کاهش دهد .

ب - طراحی از دیدگاه معماری

نمای ساختمان : طراحی معماری نما ، باید به گونه ای باشد که با ایجاد تغییر در بدنه ساختمان ، مانند پیش آمدگی و فرو رفتگی ، مسیر لرزعات منحرف شود .

فضاهای داخلی : با طراحی مناسب حایل های جداساز ، فضاهای پر سر و صدای داخلی از فضاهای مناسب برای استراحت و مطالعه جدا گردد .
دیوارهای خارجی : از دیوار آجری با ضخامت حداقل ۳۲ سانتیمتر ، برای دیوار های خارجی استفاده گردد و در جایی که استفاده از دیوارهای سنگین عملی نیست ، دیوارهای دو لایه یا چند لایه می تواند مفید باشد .

درها : برای بالا بردن کیفیت صدابندی درها :

- باید از درهای سنگین و ضخیم استفاده نمود .
 - لازم است چارچوب آنها توپر باشد .
 - باید نصب در از نظر درزبندی و پر کردن فاصله بین چارچوب و در صحیح باشد .
- سقف ها :** با استفاده از انواع کف پوش های الیافی (موکت ، فرش و غیره) صدا بندی مطلوب حاصل گردد .
- پنجره ها :** پنجره یکی از نقاط ضعف در جدار خارجی ساختمان به شمار می رود ، برای اصلاح این نقاط ضعف پیشنهاد می گردد پنجره حتی المقدور در حد ضوابط و مقررات کوچک باشد .
- داخل قاب قرار گیرد .
 - در فرو رفتگی واقع شود .
 - نسبت سطح پنجره به مساحت اتاق نشیمن از ۴۰٪ و در اتاق خواب از ۱۵٪ بیشتر نباشد .
 - حتی المقدور دو لایه باشد . برای عایق بندی بیشتر ، کرکره یا پرده های پارچه ای قابل استفاده است .

۲- مرحله اجرا

اجرای ساختمان را می توان به صورتی انجام داد که انتقال ارتعاشات صوتی و لرزشی به حداقل ممکن برسد . در این مورد ، نوع روش اجرایی ساختمان با توجه به مصالح و ملاحظات عایق بندی می تواند بسیار موثر واقع شود . همچنین نوع مصالحی که در قسمت های مختلف ساختمان به کار می رود ، نقشی تعیین کننده در جذب اصوات و ارتعاشات ایفا می کند . به این لحاظ بررسی نقش مصالح در کیفیت ساخت و ساز از این دیدگاه در پی می آید .

نقش مصالح در مقابله با اصوات و ارتعاشات ناخواسته

- ۱- استفاده از مصالح مناسب برای جذب ارتعاشات و استهلاک انرژی مانند آجر و آهن و به کار نبردن مصالح سخت از قبیل بتن و سنگ در سازه ساختمان ، بطور کلی می تواند مفید واقع شود .
- ۲- در اجرای دیواره های خارجی حتی المقدور از مصالح سبک از قبیل سپورکس و هپلکس با منافذ متخلخل استفاده شود یا از بتن های سبک ساخته شده از دانه های پوکه صنعتی . چون باعث استهلاک انرژی و جذب ارتعاشات میگردند .
- ۳- در موارد نبود دسترسی و برای کاهش هزینه می توان به جای روش فوق از اجرای لایه عایق صوتی هوا در داخل دیواره های خارجی استفاده نمود .
- ۴- اجرای پلاستوفوم ، با جدا سازی دیوار از اسکلت سازه .
- ۵- اجرای بتن شناور در سقف و کلا در سطوح افقی
- ۶- اجرای عایق های صنعتی از قبیل پشم شیشه . پشم سنگ در سطوح افقی و عمودی
- ۷- اجرای داکت های تاسیسات با عایق سپورکس یا عایق کاری لوله های تاسیساتی .
- ۸- نصب واشرهای ضد ارتعاش در تاسیسات آبرسانی و شیرها . زیرا ارتعاش و ایجاد صدای داخل لوله اغلب بدلیل استفاده از واشرهای غیر استاندارد و فرسوده می باشد .

پیشنهاد

نتیجه آنچه در بالا آمد تاکید می شود بر لزوم سپردن طراحی ، اجرا و نظارت کارهای ساخت و ساز به نیروهای متخصص و تحصیلکرده و در آن صورت می توان امید داشت که اینان ، ضمن داشتن شناخت علمی از عوامل موثر در استحکام بنا ، به عامل های پیشگیری از خطرات و عواقب زیان آور اثرات صوت و ارتعاش نیز توجه داشته باشند ، تا در نهایت ، هدف غایی ساخت و ساز ، که ایجاد آرامش و محیط مطلوب برای ساکنان است ، از نظر دور نماند .