محیط شناسی، سال سی و هشتم، شمارهٔ ٤، زمستان ۹۱، صفحهٔ ۱٤۱-۱٥٤

ملاحظات طراحی معماری در کاهش آلودگی‌های صوتی محیط‌های درمانی

کریم مردمی[1*]، هاشم هاشم نژاد[2]، ملیحه باقری[3]، کسری حسن‌پور رحیم‌آباد[4]

۱- استادیار دانشکدهٔ معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- دانشیار دانشکدهٔ معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران hashemnejad@iust.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، گرایش طراحی بناهای درمانی، دانشگاه علم و صنعت ایران malihehbagheri@iust.ac.ir

٤- دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، گرایش طراحی بناهای درمانی، دانشگاه علم و صنعت ایران casra.hassanpour@gmail.com

تاریخ دریافت : ۹۰/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۹

چکیده

امروزه معماری مراکز درمانی از عملکردگرایی صرف، به ایجاد محیط شفابخش تغییر کرده است. از مهمترین ارکان ایجاد چنین محیطی، حذف آلودگی‌های صوتی است. هدف از این مطالعه ارائه مجموعه‌ای ساختار یافته از راهکارهای کاربردی و مبتنی بر شواهد علمی جهتِ طراحی محیط‌های غیرآلودهٔ صوتی (سازگار با مهندسی صوتی) در بیمارستان‌هاست؛ که به برای معماران، طراحان داخلی و سایر تخصص‌های مربوط به ایجاد محیط‌های درمانی کاربرد داشته باشد. این مطالعه به روش توصیفی-تحلیلی به‌انجام رسیده. برای جمع‌آوری داده‌ها از جست‌وجوی نظام‌مند در پایگاههای معتبر اینترنتی استفاده شد. پس از غربالگری مدارک جمع‌آوری شده،۳۰ مورد گزینش و پس از تحلیل، تفسیر و تعمیم مطالب، یافته‌های مطالعه در شش دسته‌بندی کلی، ساختاردهی و گزارش شد. در یافته‌های این مطالعه، پنج دسته راهکار (۱-برنامه‌ریزی فضایی ۲-انتخاب مصالح مناسب ساختمانی ۳-کنترل آلودگی صوتی مربوط به خارج از ساختمان ۴-کنترل آلودگی صوتی مربوط به داخل ساختمان ۵-تأمین شاخص‌های محرمانگیِ گفت‌وگوها) برای دستیابی به محیط‌های صوتی ایده‌آل در مراکز درمانی، تبیین شده است؛ همچنین نیازهای آکوستیکی خاص، برای بخش مراقبت ویژهٔ نوزادان و فوریت‌های پزشکی مورد بررسی قرار گرفته است. کاربست الزامات ارائه شده در این مطالعه، در مراحل ابتدایی ایده‌پردازی، برنامه‌ریزی و طراحی بنا، نتایج مطلوبی در راستای حذف آلودگی صوتی و ارتقای کیفیت محیط‌های درمانی را درپی خواهد داشت.

کلید واژه

مراکز درمانی، طراحی بیمارستان، آکوستیک، کاهش آلودگی صوتی، معماری

سرآغاز

امروزه معماری مراکز درمانی از عملکردگرایی صرف، به ایجاد محیط شفابخش تغییر کرده است. محیط شفابخش در مراکز درمانی به معنی ایجاد فضایی است که تأثیرات مثبتی بر درمان بیماران داشته باشد. از مهمترین ارکان ایجاد چنین محیطی، حذف آلودگی‌های صوتی است (Ulrich, et al., 2004). آلودگی صوتی به معنی وجود سطحی از صدا در محیط است که برای ساکنان آن محیط آزار دهنده باشد؛ و بیش از ۲۵۰۰ سال است که تأثیرات منفی آن برای انسان مشخص شده است. یونانیان ۶۰۰ سال قبل از میلاد مسیح عملیات فلزکاری از جمله چکش زدن را در داخل شهر و محلات مسکونی ممنوع کردند؛ با این حال امروزه آلودگی صوتی به عنوان یکی از فرآورده‌های جانبی فناوری پیشرفته، در شهرهای بزرگ مشکل‌آفرین است و یکی از مکان‌های حیاتی در این رتباط مراکز درمانی و بیمارستان‌هاست (ربیعیان و قریب، ۱۳۸۲). مسئلهٔ آلودگی صوتی در بیمارستان‌ها به‌طور گسترده‌ای در تحقیقات علمی و مطبوعات مورد بحث قرار گرفته است (GGHC,2007).

Ulrich و همکاران در سال ۲۰۰۴ با بررسی ۱۳۰ مقالهٔ علمی در زمینهٔ آلودگی صوتی در بیمارستان‌ها، گزارش کرده‌اند آلودگی صوتی به عنوان عامل بزرگ استرس‌زا برای بیماران و کارکنان بیمارستان بشمار می‌آید. یافته‌های این مطالعه نشان داد در مراکز درمانی، با کاهش آلودگی صوتی رضایت بیماران از خدمات ارائه شده افزایش، کیفیت خواب آنها بهبود و فشار خونشان کاهش یافت؛ همچنین کارکنان اثربخشی و کارایی عملکردی بالاتری داشتند (Ulrich, et al., 2004). با مرور ادبیات موضوع، می‌توان آثار

نویسنده مسئول: تلفن: ۰۲۱۷۷۲۴۰۵۴۰ k_mardomi@iust.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

ناخواسته ومضرات آلودگی صوتی و تأثیرات مثبت محیطهای بهبود یافتهٔ صوتی را در مراکز درمانی این‌گونه بر شمرد (Ulrich, et al., 2004,2008 ; GGHC, 2007; Joseph & Ulrich 2007):

- **تأثیرات منفی:** افزایش استرس در کاربران (بیماران و کارکنان)، تأثیرات منفی جسمی و روانی بر کارکنان و بیماران (نظیر فشار خون، بیماری‌های قلبی، روند بهبودی، ایجاد رفتارهای پرخاشگرانه)، افزایش احتمال بروز خطاهای پزشکی، کاهش کارایی کارکنان، اختلال در حریم سمعی کاربران
- **تأثیرات مثبت:** کاهش استرس کاربران بیمارستان، کاهش خطاهای پزشکی، بهبود نتایج درمانی بیماران، کاهش هزینه‌ها، بهبود کارایی عملکردی کارکنان، افزایش رضایت‌مندی کاربران مراکز درمانی.

بیمارستان‌های امروزی نه تنها در کشور ما بلکه در سراسر دنیا از نظر آلودگی صوتی وضعیت نابسامانی دارند. مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۵ به انجام رسید، نشان داد آلودگی صوتی در مراکز درمانی از سال ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۵ به طور متوسط، هر سال ۰/۳۸ دسیبل در روز و ۰/۴۲ دسیبل در شب افزایش یافته است. این مطالعه بدون در نظر گرفتن نوع خاصی از مراکز درمانی، سعی در تأکید بر وضعیت نامطلوب آلودگی صوتی در تمامی مراکز درمانی داشت (Busch-Vishniac, et al.,2005).

در دهۀ گذشته با مشخص شدن اهمیت و حساسیت مسئلۀ آلودگی صوتی، مطالعات فراوانی به ارزیابی محیط صوتی در بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها اختصاص یافت و گزارش‌های زیادی حاکی از بالاتر بودن سر و صدا از حد استانداردهاست (Joseph & Ulrich, 2007).

مطالعات انجام گرفته در کشور ما نیز مؤید این مطلب است که میزان سر وصدا در بیمارستان‌های کشور فراتر از حد استاندارد است (ربیعیان و قریب، ۱۳۸۲; زنوری و همکاران، ۱۳۸۵).

از مهمترین راهکارهای عملی در راستای بهبود محیطهای صوتی در بیمارستان‌ها، توجه به معماری و ساخت این دسته از بناهاست. اما بسیاری از راهکارهایی که در انواع ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، باتوجه به ملزومات خاص محیطهای درمانی، در بیمارستان‌ها غیر قابل استفاده است. مهمترین چالش‌هایی که معماران و طراحان بیمارستان در استفاده از راهکارهای عمومی دانش آکوستیک در بیمارستان‌ها با آن روبه‌رو هستند، عبارت است از(Busch-Vishniac, et al. , 2005):

– وجود صداهای ناشی از پیجینگ و آژیرهای کلینیکی که حذف آنها سبب اختلال در عملکرد بیمارستان می‌شود.

– محدودیت در استفاده از مصالح جاذب صوت در محیطهای درمانی بدلیل نگرانی‌های مربوط به کنترل آلودگی و عفونت.

– برخی الزامات مربوط به عملکرد درمانی که سبب می‌شود برای ایجاد ارتباط بصری بین پرستاران و بیماران، اتاق‌ها و فضاهای نیمه بسته در داخل بخش‌ها شکل گیرد. این مسئله منجر به تداخل محدوده‌های ناهمگون از نظر رفتار وملزومات صوتی می‌شود.

موارد فوق در کنار پیچیدگی فضایی بیمارستان‌ها و کمبود منابع داخلی سبب می‌شود علم آکوستیک در طراحی بیمارستان‌ها، برای معماران به شاخه‌ای تخصصی تبدیل شود؛ که نیازمند جست‌وجو در منابع پراکنده زیادی است.

بنابراین هدف از این مطالعه ارائۀ مجموعه‌ای ساختار یافته از راهکارهای کاربردی و مبتنی بر شواهد علمی برای طراحی محیطهای صوتی بهبود یافته در بیمارستان‌هاست؛ که برای معماران، طراحان داخلی و سایر تخصص‌های مربوط به ایجاد محیطهای درمانی کاربرد داشته و می‌توان از طریق کاهش میزان آلودگی صوتی و ایجاد میزان مناسبی از صداهای پس زمینه (برای پوشاندن سروصدای تصادفی)، معماری بنا و ارائه خدمات مراقبتی–درمانی را می‌توان محیط صوتی را در مراکز درمانی مدیریت کرد.

روش و مواد بررسی

این مطالعه به روش توصیفی–تحلیلی انجام شده است؛ و برای جمع‌آوری داه‌ها از جست‌وجوی نظام‌مند در پایگاههای اطلاعاتی اینترنتی استفاده شد.کلمات "Noise Reduction" , "acoustic" "sound pollution"، "آکوستیک"، "آلودگی صوتی"، "نویز" هر یک با کلمات "Hospital"، "Healthcare" ، "بیمارستان"، "مراکز درمانی" درسایت‌های Pubmed , Google Scholar Irandoc , Sid , SienceDirect , Google Books جست‌وجو شد. مجموعاً ۱۱۹ مورد مدرک علمی جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفت. با در نظر گرفتن معیارهای غربالگری نظیر بهترین عملکرد[1] بودن، مبتنی بر شواهد علمی ، عدم همپوشانی مطالب، نو و روزآمد بودن، و مطابقت با هدف مطالعه، کلیۀ مدارک مورد ارزیابی قرار گرفته؛ و ۳۰ عدد از مدارک (۷ کد استاندارد، ۸ طرح پژوهشی بخش تحقیق و توسعۀ شرکت‌ها و مؤسسات دانش بنیان و ۱۵ مقاله

Archive of SID

www.SID.ir

پژوهشی) گزینش و مورد تحلیل محتوایی قرار گرفتند. پس از تحلیل، تفسیر و تعمیم مطالب موجود در این مدارک، یافته‌های مطالعه در شش دسته بندی کلی، ساختاردهی و گزارش شد. در صورتی‌که در طراحی بیمارستان‌ها هر شش دسته از یافته‌های این مطالعه به طور جامع مورد توجه قرار گیرد، در محیط‌های ایجاد شده دستیابی به استانداردهای صوتی بین المللی در مراکز درمانی، محقق می‌شود.

تعاریف اولیه

صوت می‌تواند به گوش فرد، به‌طور مستقیم از یک منبع (صدای مستقیم) ، پس ازانعکاس از یک یا چند سطح (صدای منعکس شده)، پس از عبور از یک شی جامد، یا ساختمانی همچون دیوار، یا سقف (صدای انتقال یافته)، یا پس از منحرف شدن (صدای شکسته) انتقال یابد. مفاهیم و تعاریف لازم در زمینهٔ ویژگی‌های صوت که لازم است برای مبحث آکوستیک در بیمارستان‌ها مورد توجه قرار گیرد، در ادامه بررسی شده است(RWDI Consulting Engineers , 2010) :

– **میزان فشارصدا (SPL)[2]:** بلندی فیزیکی یک صدا در مقیاس دسیبل (تراز صدا با واحدی به نام دسیبل اندازه‌گیری می‌شود. اگر صدا تا ۱۰دسیبل افزایش یابد شدت صدایی که قابل شنیدن باشد حدود ۲ برابر افزایش پیدا می‌کند و اگر ۱۰ دسیبل کاهش یابد شدت صدایی که در این حالت شنیده می‌شود نصف صدای اولیه خواهد بود.)، که با تغییر فشار به وجود آمده از طریق موج صدا تعیین می‌شود. در بیمارستان‌ها آژیرهای کلینیکی، تجهیزات پزشکی، چرخ‌های دستی، پله‌ها و بسته شدن درها همگی می‌تواند نوسان‌های کوتاه مدتی رادر**SPL** به‌وجود آورد.

– **صدای پس زمینه(BN)[3]:** تمام صداهای مستقیم و غیر مستقیمی است که برای گوش انسان قابل شنیدن است و دارای نیروی تداخل با سیگنال‌های صوتی خواسته (برای مثال هشدارهای تجهیزات پزشکی)، یا ناخواسته (برای نمونه مکالمات خصوصی) است.

– **زمان ارتعاش (RT)[4]:** زمانی که طول می‌کشد تا صدا پس از توقف منبع صدا، تا ۶۰ دسیبل ضعیف شود زمان ارتعاش است کنترل ارتعاش صوت در محیط‌های مراقبت پزشکی از طریق انتخاب مناسب مصالح و نازک‌کاری ساختمان، برای بهینه سازی توانایی فهم گفتار، ایجاد محیطی شفابخش و محدود ساختن انتقال سروصدا، دارای اهمیت است.

– **ضریب کاهش سروصدا (NRC)[5]:** نرخ عددی است که ویژگی جذب صدای ماده را براساس متوسط جذب برای مواد، در طول فرکانس‌های اصلی اطلاعات گفتاری (۲۵۰ تا ۲۰۰۰HZ)، نشان می‌دهد. هرچه نرخ **NRC** بیشتر باشد، ماده بیشتر می‌تواند صدا را جذب کند. برای مثال، ماده‌ای با **NRC** ۰/۷تقریباً ۷۰ درصد از انرژی صدا را جذب می‌کند ،درحالی‌که ۳۰ درصد مابقی به فضا منعکس می‌شود. مقادیر **NRC** زیر ۰/۵ نشان دهندهٔ موادی با کمترین سطح جذب و بیشتر از ۰/۸۰ مبین مواد بسیار جاذب است.

– **رسته (کلاس) انتقال صدا (STC)[6]:** رقم مقایسه‌ای است که کارایی مصالح ساختمان (برای مثال دیوارها، سقف، کف) را برای کاهش انتقال صدا نشان می‌دهد. هرچه این عدد بزرگتر باشد، مواد بیشتر می‌توانند از انتقال صدا جلوگیری کنند. سیستم‌های دیوار دارای **STC** کمتر از ۳۵، موانع صوتی ضعیف و انواع دارای **STC** بیش از ۵۵ موانع صوتی بسیار خوبی محسوب می‌شوند.

– **رسته (کلاس) میرایی، یا تضعیف سقف (CAC)[7]:** در واقع درجه‌بندی توانایی سیستم سقف برای کاهش انتقال صداست؛ و به واحد دسیبل نشان می‌دهد که چه مقدار صدا بین فضاهای دارای سقف مشترک، تضعیف خواهد شد. هرچه رقم **CAC** بیشتر باشد، نشان دهندهٔ عملکرد بهتر است. سقف‌های با **CAC** کمتر از ۲۵، موانع ضعیف و سقف‌های با **CAC** برابر با ۳۵، یا بیشتر موانع بسیار خوبی برای انتقال صدا در نظر گرفته می‌شوند. اغلب مواقع سقفی با **CAC** بالا (یعنی دارای مانع صدای خوب) می‌تواند دارای **NRC** کم (یعنی جذب سروصدای کم) باشد.

– **رسته (کلاس) اختفا (AC)[8]:** مقیاس مورد استفاده برای درجه‌بندی عملکرد محرمانگی، یا محرمانگی صحبت مربوط به سقف یا صفحات صوتی، در محیط‌های باز است. با افزایش رقم **AC**، که به طورکلی بین ۱۰۰–۲۵۰ درجه بندی می‌شود، اختفا و محرمانگی صوت بیشتر می‌شود. ضخامت سقف برای اینکه طبق درجه **AC** اختصاص داده شده به آن عمل کند، باید ۹ اینچ به بالا باشد.

– **شاخص محرمانگی (PI)[9] :** مقیاس مورد استفاده برای اختفا و محرمانگی صحبت در فضای معین بوده و براساس رستهٔ اختفا (**AC**) محاسبه می‌شود. فضاهایی با **PI** ۹۵ تا ۱۰۰ درصد دارای اختفای صحبت به صورت محرمانه است؛ یعنی صحبت در خارج از آن فضا قابل فهم نخواهد بود. (هرچند ممکن است تصادفاً به گوش برسد). فضاهایی با **PI** ۸۰ درصد تا ۹۵ درصد دارای اختفای سخن

Archive of SID

www.SID.ir

(عادی) هستند، به این معنی که مکالمه در آن فضا ممکن است تصادفی شنیده شود، اما به‌طور کامل قابل فهم نخواهد بود . فضاهایی با **PI** ۶۰ تا ۸۰ درصد تنها اختفای ناچیزی را فراهم می‌سازند، به‌طوری‌که مکالمه در آن فضا به‌طور تصادفی شنیده شده و اغلب مواقع به‌طور کامل قابل فهم خواهد بود. فضاهایی با **PI** کمتر از ۶۰ درصد دارای هیچ اختفایی نبوده و تمام مکالمات درآن فضا به‌طور کامل در خارج از آن قابل فهم خواهد بود.

برنامه‌ریزی فضایی

برنامه‌ریزی فضاها می‌تواند تأثیر چشمگیری بر محیط صوتی داشته باشد. در برنامه‌ریزی فضایی از منظر آکوستیک، سه هدف کلی دنبال می‌شود که عبارتند از ۱-جلوگیری از نفوذ آلودگی صوتی خارج از ساختمان به فضاهای داخلی ۲- جلوگیری از تأثیر منفی آلودگی صوتی فضاهای داخلی بر یکدیگر ۳- جلوگیری از نفوذ آلودگی صوتی ساختمان بر محیط اطراف (GGHC, 2007). توجه به موارد دسته بندی عملکردی فضاها، مشخص کردن رفتار صوتی فضاها، مشخص کردن ملزومات آکوستیکی هر یک از فضاها نظیر شاخص محرمانگی، میزان مجاز سر و صدای پس زمینه و فشار صدا و ... در تعیین مجاورت و ترکیب فضاها در مرحلهٔ برنامه‌ریزی و طراحی راهگشاست (Joseph & Ulrich, 2007).

در مرور مقالات با هدف مشخص کردن راهکارهای مبتنی بر شواهد معتبر علمی برای برنامه‌ریزی فضاها، ملاحظات طراحی زیر شناسایی شد:

– بکارگیری اتاق‌های بستری یک تخته : یکی از معتبرترین راهکارهای مبتنی بر شواهد در راستای بهبود آسایش صوتی در بیمارستان‌ها طراحی بخش‌های بستری به‌صورت اتاق‌های یک تخته است (Joseph & Ulrich, 2007; RWDI Consulting Engineers, 2010). فرانسه از اواخر دههٔ ۱۹۸۰ و سیستم بهداشت و درمان بریتانیا، هلند و نروژ به‌طور روز افزونی طرح اتاق‌های یک تخته را اجرا می‌کنند (Detsky & Etchells 2008)؛ تحقیقی معتبر در زمینهٔ طراحی بیمارستان نیز با عنوان "بیمارستان قرن ۲۱" ، مزایای زیادی از جمله بهبود آسایش صوتی را برای اتاق‌های بستری یک‌تخته گزارش می‌کند (Ulrich, et al., 2004).

– غیر متمرکز ساختن ایستگاههای پرستاری: اگر ایستگاههای پرستاری متمرکز، با نوع غیر متمرکز (بیشتر برای ارائهٔ خدمات پرستاری به تعداد معدودی اتاق بستری استفاده می‌شود) جایگزین شود، تردد در راهروها را به حداقل رسانده و بدین ترتیب ایجاد سروصدا را کاهش می‌دهد و به پرستاران اجازه می‌دهد تا بیماران خود را به‌طور کارامدتری بازدید و ارتباط اثربخش‌تری برقرار کنند Ulrich, et al. , 2004; RWDI Consulting Engineers,) (2010).

– ایجاد فضاهای ملاقات خصوصی برای بستگان بیماران و کارکنان پزشکی: سبب بهبود حریم سمعی، محرمانگی گفتگو و ارتباط طرفین می‌شود (Montague, et al., 2009).

– ایجاد فضاهای مجزا و ایزولهٔ آکوستیکی برای انتظار بستگان بیمار: سبب کاهش میزان سروصدای ناشی از تجمع، در سایر مکان‌های بیمارستان می‌شود(Joseph & Ulrich 2007).

– عدم استقرار ایستگاههای پرستاری و برنامه ریزی در فضاهای مراقبت ویژه و ریکاوری پس از جراحی: به‌دلیل حساسیت این فضاها، لازم است برای حفظ عملکرد درمانی، ایستگاههای موجود در این فضاها، نقش مشاهده و پایش بیمار را ایفا کنند (GGHC, 2007).

انتخاب مصالح و پرداخت‌های ساختمانی

برنامه‌ریزی فضایی بتنهایی منجر به یک محیط صوتی مناسب نخواهد شد. دیوارها، سقف وکف نیز باید طوری طراحی شوند که میزان "خلوت" را افزایش داده و "انتقال سروصدا" را به حداقل برساند؛ مسائل ایمنی (دود، توانایی اشتعال و لغزندگی) و استانداردهای نظافت و بهداشتی، همچنین عملکرد ترکیبی تمام اجزای محیط (دیوار، سقف، کف و ...) نیز باید هنگام تعیین مصالح صوتی درنظرگرفته شوند.

در این مطالعه ویژگی‌های طراحی صوتی برخی مصالح و پرداخت‌های متداول در محیطهای بیمارستانی در سه بخش سقف، دیوار و کف مورد بررسی قرار گرفته است.

سقف

توجه به جزئیات سقف در مراکز درمانی اهمیت بالایی دارد؛ زیرا تایل‌های آکوستیکی سقف **(ACT)**[10] می‌تواند زمان‌های ارتعاش **(RT)** راکاهش داده و توانایی فهم صحبت را افزایش دهد؛ و به‌طور بالقوه کیفیت صوتی محیط را بهبود بخشد. همچنین انتخاب سقف مناسب برای فضاهای مراقبت پزشکی، در ایجاد میزان اختفای مناسب صحبت دارای اهمیت است (Blomkvist, et al., 2005). در اغلب موارد، به‌دلیل نیازهای مختلف قسمت‌ها و بخش‌های گوناگون، سقف‌های متفاوتی مورد نیاز است. برای تعیین سقف مناسب، باید در نظر داشت که تا چه میزانی لازم است سروصداها

Archive of SID

www.SID.ir

جذب، مسدود، یا پوشانده شوند (Armstrong Ceiling Systems, 2003). در هنگام انتخاب سقف برای محیط‌های درمانی و مراقبتی، موارد زیر می‌تواند راهگشا باشد:

– درصورتی‌که ملاحظات سازه‌ای و جزئیات فضایی اجازه دهد، استفاده از یک سیستم سقف صوتی معلق[11] (آویزان) با پوشش‌های جاذب صدا، برای افزایش رضایت از محیط صوتی بسیار کارساز است. چنانچه این کار ممکن یا عملی نباشد، می‌توان تایل‌های جاذب صدا را به‌طور مستقیم در سقف و قسمت بالایی دیوارها نصب کرد. این راهکار نیز می‌تواند سروصدا را به میزان زیادی کاهش دهد (MacLeod, et al., 2007).

– توجه به این نکته ضروریست که سقف‌های غیر جاذب می‌توانند سبب انعکاس، یا انتقال صدا از یک فضا به فضای دیگر شده، و احتمالاً منجر به نقض خلوت شوند (Joseph & Ulrich, 2007).

– در فضاهایی با تجهیزات پر سروصدا در بالای سقف، یا فضاهایی با دیوارهایی که تا کف طبقهٔ بالا امتداد نمی‌یابند، از پوشش‌های سقفی استفاده کنید که دارای **CAC** به میزان ۳۵ یا بیشتر هستند (GGHC, 2007). برخی از رایج‌ترین انواع تایل‌های آکوستیکی سقف مورد استفاده در محیط‌های بیمارستانی و ویژگی هریک عبارت است از:

– تایل‌های آکوستیکی سقف از جنس فایبرگلاس: از توانایی جذاب صدای بالایی برخوردار بوده و اغلب دارای درجه **NRC** ۱۰ درصد یا بیشتر است. پوشاندن این تایل‌ها با روکش نازک ضد میکروب می‌تواند آنها را برای کاربردهای بهداشتی قابل قبول سازد، بدون این‌که کیفیت جذب صوت آنها را از بین ببرد. این تایل‌ها دارای کیفیت ایزوله سازی بسیار زیاد صدا نیستند؛ بنابراین برای راهروها و دفاتر باز بسیار مناسب‌اند؛ زیرا سروصدای پس‌زمینه اغلب سروصداهایی را که از خارج سقف می‌آید، می‌پوشاند (Davenny, 2007; Davenny, 2010).

– تایل‌های آکوستیکی سقف از جنس فیبرمعدنی: دارای ویژگی‌های جذب صدای کمتری نسبت به نوع فایبرگلاس است (حداکثر ۸درصد **NRC**)، اما معمولاً **CAC** بالاتری دارد؛ (مابین۳۰ و۴۰) که نشان می‌دهد به میزان زیادی انتقال صدا را کاهش می‌دهد. این نوع تایل‌ها می‌تواند برای فضاهایی مناسب باشد که نیاز به جذب و ایزوله‌سازی صدا دارند و همچنین انتقال سروصدا را از تجهیزات تعبیه شده در سقف به حداقل می‌رساند (Davenny, 2007; Davenny, 2010).

– تایل‌های آکوستیکی سقف کامپوزیت (ترکیبی از فایبرگلاس در جلو و فیبرمعدنی، یا سنگ گچ در عقب): دارای توانایی بسیار بالای جذب و ایزوله سازی صداست؛(یعنی **CAC**, **NRC** بالا) که آنها را گزینه خوبی برای واحدهای مراقبت ویژهٔ نوزادان می‌سازد (Davenny, 2007; Davenny, 2010).

دیوار

مواد و مصالح تشکیل دهندهٔ دیوار و سطح آن در ایجاد یک محیط صوتی مناسب، مهم به‌شمار می‌رود. باید توجه داشت که هرگونه بازشو یا رخنه‌ای در دیوار منجر به کاهش چشمگیری در عملکرد صوتی آن خواهد شد (Waropay & Roller, 1986).

در نظر گرفتن موارد زیر هنگام تعیین مصالح ساخت و سطح دیوار برای دستیابی به محیط صوتی بهبودیافته راهگشاست:

–ساخت دیوار: مؤثرترین راه برای دستیابی به عملکرد صوتی بهینهٔ دیوار، استفاده از دیوارهای پیوسته است؛ بدین معنی که دیوار از کف تا بخش زیرین سقف طبقهٔ بالا بصورت پیوسته امتداد یابد. در محل اتصال دیوار به سقف، به جزئیات اجرایی باید توجه شود. (USG, 2006). همچنین تأثیر درها برعملکرد صوتی دیوار باید مدنظر قرار گیرد. دیوار با **STC** ۴۸ حتی با یک در محکم کاملاً درزگیری شده، به **STC** ترکیبی ۲۸ کاهش خواهد یافت. همچنین هرگونه شیشه‌کاری در دیوارها از تأثیری مشابه بر عملکرد صوتی برخوردار خواهد بود(Waropay & Roller, 1986). ضروری است جزئیاتی را که تأثیر منفی برعملکرد ایزوله‌سازی صوت یک دیوار دارد، شناسایی شوند.

ارتفاع کم دیوار، شکاف‌های هوا، دریچه‌ها و بازشوها در دیوار برای تأسیسات مکانیکی برخی از این موارد هستند (RWDI Consulting Engineers, 2010). برای مثال وجود یک روزنهٔ یک اینچ مربعی در یک تیغه، یا دیوار با **STC** ۶۰، عملکرد آنرا به **STC** ۴۱ کاهش می‌دهد. این شکاف می‌تواند به راحتی در تقاطع‌های دیوار به دیوار و همین‌طور سطوح مشترک دیوار به سقف رخ دهد. همچنین محل قرارگیری در و مجراهای تأسیسات مکانیکی می‌تواند بر عملکرد محرمانگی صوت دیوارها تأثیر داشته باشد(Armstrong Ceiling Systems, 2003; RWDI Consulting Engineers, 2010).

–سطح دیوار: پانل‌های دیواری با ضخامت یک اینچ (۲/۵ سانتیمتر)، نصب شونده در سطح دیوار، یا سایر مصالح جاذب صدا

Archive of SID

www.SID.ir

برای دیوارها، با **NRC** ۰/۷ یا بیشتر برای جذب مؤثر سروصدای ناشی از فعالیت‌های معمول در محیط‌های بیمارستانی، بویژه در بخش‌های بزرگ که معمولاً سروصدای زیادی از منابع مختلف ایجاد می‌شود، کارآیی بسیار بالایی دارد (Davenny, 2007; GGHC, 2007; Davenny, 2010).

هنگام استفاده از این مصالح برای سازگاری با ملزومات بهداشتی ، در نظر گرفتن یک روکش نازک غیرقابل نفوذ الزامی است. در بخش‌ها و مناطق غیرکلینیکی بیمارستان (مکان‌هایی که نظافت منظم و کنترل عفونت مورد نیاز نیست) استفاده از پانل‌های آکوستیکی دیوار، با پوشش پارچه‌ای مؤثرتر و کم هزینه‌تر است (Davenny, 2010).

پانل‌های قابل حرکت، دیواره‌های شیشه‌ایی و پرده‌های مانع سروصدا را نیز می‌توان در فضاهای باز، برای مسدود کردن آلودگی صوتی مورد استفاده قرار داد؛ و ارتفاع آنها باید حداقل ۶۰ اینچ (حدوداً ۱۵۰ سانتیمتر) و دارای حداقل **STC** ۲۴ باشند (Armstrong Ceiling Systems, 2003).

–کف

امکان کاهش تأثیر سروصدای ایجاد شده از پله‌ها و تجهیزات متحرک بیمارستان‌ها، از طریق استفاده از مصالح و پوشش‌های مناسب کف وجود دارد (GGHC, 2007). در این زمینه در نظر گرفتن موارد زیر می‌تواند راهگشا باشد:

از پوشش‌های کف متداول در بیمارستان‌ها، برخی (برای مثال کفپوش لاستیکی) تأثیر سروصدای کمتری نسبت به برخی دیگر (برای مثال پوشش‌های ترکیبی وینیل‌دار[۱۲] نصب شده مستقیماً بر روی بتن یا موزاییک) ایجاد می‌کنند (ANSI, 2010). به حداقل رساندن ناپیوستگی و ناهمواری‌های سطح کف برای کاهش ارتعاشات ایجاد شده بوسیله حرکت تجهیزات برروی آنها، راهکاری موثر است.

برای کاهش مؤثر تأثیر سروصدا (سروصدای راه رفتن، چرخ دستی‌ها و غیره) در محیط مراقبت‌های پزشکی می‌توان از موزاییک‌های فرشی استفاده کرد. این راهکار NCR به میزان حدودا ۰/۲ تا ۰/۳فراهم می‌سازد و باید به‌عنوان یکی از عوامل جذب صدا در نظر گرفته شود. همچنین این راهکار ممکن است مشکلاتی رادر ارتباط با حرکت و جابه‌جایی راحت چرخ‌های حمل وسائل و توانایی نظافت کف به‌وجود آورد؛ که باید در نظر گرفته شود(Montague, et al., 2009).

کنترل آلودگی صوتی مربوط به خارج از ساختمان

تسهیلات و ساختمان‌های مختلف معمولاً از میزان کنترل و نظارت متفاوتی در مورد انواع مختلف سروصداهای محیطی برخوردارند؛ که با توجه به آیین‌نامه‌های بومی و محلی تعیین می‌شود(ANSI, 2010). حد مجاز آلودگی صوتی برای محیط خارجی مراکز درمانی کشور ما ۴۵ **dB** تعیین شده است (http://bimarestan-ir.ir/article139.html). به‌طورکلی برای کنترل آلودگی صوتی مربوط به خارج از ساختمان لازم است سه مرحلهٔ زیر در نظر گرفته شود:

الف–کاهش و کنترل صدای منبع تولید کننده آلودگی صوتی

لازم است تمام منابع تولید صدای موجود وآتی (برای نمونه بزرگراهها یا فرودگاههای آینده) که دارای نیروی انتقال آلودگی صوتی، از بدنه خارجی ساختمان به داخل ساختمان هستند، بررسی شوند؛ و در صورت بالاتر بودن میزان آلودگی صوتی از حد استاندارد، تدابیری اندیشیده شود. کنترل ترافیک وسائل نقلیه، کاهش صدای تأسیسات داخل محوطه و استفاده از تجهیزات کم صداتر و ... ازین دست اقدامات است (ANSI, 2010).

ب–کاهش و کنترل آلودگی صوتی در مسیر انتشار

طراحی محوطه، استفاده از پوشش‌های گیاهی، استفاده از صداگیرها و ...می‌تواند تأثیر عمده‌ای بر کنترل آلودگی صوتی قبل از نفوذ به بدنهٔ ساختمان داشته باشد (RWDI Consulting Engineers, 2010).

پ–کاهش و کنترل آلودگی صوتی در محل دریافت

لازم است طراحی فرم و نمای خارجی ساختمان به‌گونه‌ای باشد که از نفوذ آلودگی صوتی خارج جلوگیری کند. انتخاب مصالح مناسب پوستهٔ خارجی، استفاده از پنجره‌های دو جداره و اجرای جزئیات عایق‌بندی صوتی دیوارها از اقدامات مؤثر در این زمینه است (FGI, 2010).

کنترل آلودگی صوتی مربوط به داخل ساختمان

افزون بر کنترل آلودگی صوتی مربوط به خارج ساختمان، آلودگی صوتی ناشی از عوامل داخلی ساختمان نیز باید مورد توجه قرار گیرد. کنترل آلودگی صوتی مربوط به داخل ساختمان با توجه به منشاء تولید آلودگی صوتی و حوزه متأثر از آن، در چهار بخش زیر بررسی می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

کنترل آلودگی صوتی ناشی از سیستم‌های احضار و پیجینگ در بیمارستان

مرور شواهد علمی نشان می‌دهد که اگر سر و صدای ناشی از سیستم احظار و پیجینگ در بیمارستان‌ها کنترل نشود، می‌تواند بر آسایش صوتی کاربران تأثیرات منفی زیادی داشته باشد. برای کاهش آلودگی صوتی ناشی از پیجینگ که به‌طور تصادفی شنیده می‌شود، می‌توان ابتدا افراد و بخش‌هایی را که زیاد پیج می‌شوند شناسایی و سپس از راهکارهای جایگزین برای ارتباط با آنها استفاده کرد (Johnson & Thornhill, 2006). موارد زیر را به‌عنوان راههای جایگزین می‌توان به‌کار بست:

– سیستم پیجینگ بی‌صدا[13]، سیستم دورسنجی[14] بیماران (Davenny, 2010)

– دستگاههای ارتباطی بی‌سیم[15] (برای مثال فناوری دو سویهٔ هَندز فِری[16]، پیجرِ ارتعاشی[17] و غیره) (Johnson & Thornhill, 2006; Montague, et al. ,2009)

– فناوری‌های ردیابی بی‌سیم برای ردیابی تجهیزات، بیماران و کارکنان (مانند فناوری ردیابی با امواج رادیویی، یا **RFID**[18]، مادون قرمز[19] و...) (ANSI, 2010)

برای دستیابی به محیط صوتی بهبود یافته، آژیرهای کلینیکی نیز باید تحت کنترل درآید. میزان بلندی صدای آژیرها به‌طور غیرضروری در همان میزان صدای تنظیم شده به‌وسیلهٔ کارخانه باقی می‌مانند؛ بنابراین لازم است آنها مورد ارزیابی قرار گرفته و صدایشان با توجه به میزان فوریت و حساسیتی که نشان دهندهٔ آن هستند و مکانی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، تنظیم شود (Davenny, 2010).

کنترل آلودگی صوتی و ارتعاش ناشی از تأسیسات و تجهیزات مکانیکی

سروصدایی که سیستم‌های مکانیکی تولید می‌کنند، از طریق انتشار مستقیم و هوابُرد در مجراهای (داکت) ساختمان و کوبه‌ای، به فضاهای مختلف بیمارستان انتقال می‌یابد. برج‌های خنک‌کننده، چیلرها، واحدهای تهویهٔ هوا و فن‌های سیستم مکانیکی از منابع ایجاد ارتعاش و آلودگی صوتی بشمار می‌روند (RWDI Consulting Engineers, 2010; FGI, 2010).

سروصدای کم فرکانس که بخش عمده‌ای از آلودگی صوتی سیستم مکانیکی را تشکیل می‌دهد، می‌تواند باعث ناراحتی، افزایش فشار خون و اختلال خواب بیماران شود (Berglund, et al.,1996). ارتعاش و آلودگی صوتی ناشی از تأسیسات مکانیکی را می‌توان با به‌کاربستن راهکارهای زیر کنترل کرد:

انتخاب فن: فن‌های ایرودینامیکی گریز از مرکز[20] و پِلِنوم[21] می‌توانند کم‌صداتر از دیگر انواع فن‌ها عمل کنند. لازم است مهندسان تأسیسات صدای ایجاد شده با فن‌ها را، در زمان انتخاب مورد توجه قرار دهند (ASHRAE, 2003).

تمیز بودن فیلترها: فیلترهای دارای کارایی بالا که عموماً در واحدهای تهویهٔ فضاهای بیمارستانی استفاده می‌شود، درصورت کثیف شدن، فشار استاتیک فن‌ها را افزایش داده و سبب افزایش سرعت فن، صدا و هزینه‌های عملیاتی کلی می‌شود (ASHRAE, 2003).

کاهش سروصدای مجراها (داکت‌ها): استفاده از راهکارهای عمومی کاهش و تضعیف سروصدای داکت‌ها، نظیر آستر فایبرگلاس و تیغه‌های موازی ضدصدا پرشده از فایبرگلاس، معمولاً در داکت‌های بیمارستان– بدلیل ملاحظات بهداشتی و کیفیت هوای داخلی– ممنوع است.

لایهٔ پنبه‌ای ضد میکروب، به‌عنوان جایگزین مناسبی برای آستر فایبرگلاس قابل استفاده است. به‌کارگیری داکت‌های مارپیچ انعطاف پذیرِ پرشده[22] نیز، سبب می‌شود که هوا به خارج از داکت و به سقف راه یابد، و در آنجا آلودگی صوتی با پوشش‌های سقفی تضعیف کنندهٔ صدا، (دارای **CAC** بالا) مسدود شود (GGHC, 2007).

سرعت جریان هوا: سرعت جریان هوا برمیزان سروصدای پس زمینهٔ محیط، از طریق تولید صدای تلاطمی[23] تأثیر می‌گذارد. راهنماهای معتبر، سرعت جریان هوا در منتشرکننده‌ها را برای حالت عمومی، زیر ۴۰۰ فیت در دقیقه **(FPM)**[24] توصیه می‌کنند (ASHRAE, 2003).

سایر مواردی که در مورد تأسیسات مکانیکی لازم است در نظر گرفته شود، عبارت است از محدود کردن انتقال صدای اتاق‌ها از طریق داکت‌های مشترک، به‌کارگیری ایزولاتورهای ارتعاش و کاهش صدای جعبه‌های تغییر فشار هوا (GGHC, 2007).

ذکر این نکته ضروری است که آسانسور(بالابر) نیز می‌تواند سبب ایجاد ارتعاش و آلودگی صوتی شود، بنابراین لازم است نوع آسانسور، مکان و سازهٔ آن با آگاهی از تأثیرات صدا و ارتعاش آن تعیین شود (ANSI, 2010).

Archive of SID

www.SID.ir

کنترل آلودگی صوتی ناشی از تجهیزات پزشکی

مرور شواهد علمی نشان می‌دهد که در بین تجهیزات پزشکی امروزی تنها دستگاه تصویربرداری تشدید مغناطیسی، یا **MRI**[25] دارای ملزومات آکوستیکی خاص است. این دستگاه به ارتعاشات کم فرکانس (معمولاً کمتر از **HZ**۱۰۰) حساس بوده، و این نوع ارتعاشات می‌تواند باعث کاهش کیفیت تصویر و در نتیجه عدم تشخیص شود.

همچنین دستگاه اِم آرآی میزان فشار صدایی از ۸۰ تا **dB**۱۲۰ تولید می‌کنند (Pridham, 2010). ممانعت از نفوذ سروصدای تولید شدهٔ دستگاه به فضاهای مجاور و به حداقل رساندن تأثیر ارتعاشات منابع خارجی بر دستگاه اِم آرآی، دو اقدام مهم برای ایجاد محیط بهبودیافتهٔ صوتی و ایمن است. برای دستیابی به این اهداف توجه به موارد زیر مؤثر است (Pridham, 2010):

– قرار دادن فضاهای حساس به سروصدا و ارتعاش به دور از محل دستگاه اِم آرآی و ایجاد مانع صدایی برای آنها.

– عدم عبور داکت‌ها از داخل اتاق‌های اِم آرآی و فضاهای مجاور.

– بهبود بخشیدن عایق صوتی دیوارها، کف، سقف، درها و پنجره‌ها دراتاق‌های دستگاه اِم آرآی.

کنترل آلودگی صوتی اتاق‌ها

برای دستیابی به محیط‌های صوتی بهبودیافته، لازم است که همهٔ فضاها از نظر میزان صدا منطبق با استانداردهای معتبر و تحت کنترل باشد؛ برای دستیابی به میزان ایده‌آل معیارهای صوتی، با توجه به خصوصیات هر فضا، می‌توان راهکارهای مختلف ارائه شده در این مطالعه را بکارگرفت.

برای نمونه سازمان بهداشت جهانی **(WHO)** حد مجازی به میزان **dBA**۴۰ برای حداکثر میزان سروصدای شبانه در بیمارستان‌ها و **dBA**۳۰ برای اتاق‌های بیماران توصیه می‌کند (WHO, 1999). برای محقق شدن این میزان ایده‌آل صدا، می‌توان از برنامه‌ریزی فضایی، انتخاب مصالح، کنترل سروصدای خارجی و... بهره برد.

تأمین شاخص‌های محرمانگی گفت‌وگوها و خلوت (ایزوله و جداسازی اصوات)

خلوت و محرمانگی صحبت مختص فضاهایی از بیمارستان است که در آن اطلاعات بیمار مطرح می‌شود؛ (برای نمونه پیشخوان‌های مشاوره، اتاق معاینه، داروخانه و...) برای دستیابی به شاخص محرمانگی مطلوب، توجه به دو عامل میزان سروصدای پس‌زمینه و کاهش سروصدا بوسیلهٔ موانع و پوشش‌های جاذب صوت، ضروری است (USG & Lencore Acoustics Corp, 2004). محرمانگی صحبت عادی (یعنی شاخص محرمانگی **(PI)** مابین۸۰ و۹۰درصد) در اکثر محیط‌های عمومی و تجاری کافی است؛ اما بسیاری از فضاهای مختص بیماران در ساختمان‌های درمانی، نیازمند میزان مطمئن‌تری از خلوت است(Armstrong Ceiling Systems, 2003).

برای دستیابی به شاخص محرمانگی بالا، بررسی تحلیل نحوهٔ استفاده از فضا، میزان و مقدار ارتباط گفتاری در فضا، چگونگی ساخت فضا و میزان سروصدای پس زمینه ضروری است(ANSI, 2010). برخی از راهکارهای مؤثر عبارتند از:

استفاده از اتاق‌های بستری یک نفره، فضاهای مشاورهٔ خصوصی، برنامه‌ریزی فضایی مؤثر، استفاده از تیغه و دیوارهای مناسب، تعیین پوشش مناسب کف، سقف و دیوار و انتخاب سیستم کارامد پوشش صدا (Joseph & Ulrich 2007)؛ که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

سیستم‌های پوشش صدا[26]

استفاده از سیستم‌های پوشانندهٔ صدا برای به حداقل رساندن پرت شدن حواس بیماران و بهبود محرمانگی صحبت کاربرد دارد. این سیستم برای غیرقابل فهم ساختن گفت‌وگوها پس از یک فاصله معین از کاربر، سروصدای پس زمینه‌ای ایجاد کرده و آن را با صدای داخل یک فضا، درهم می‌آمیزد (ANSI, 2010).

تحقیقات نشان داده است که سیستم‌های پوشانندهٔ صدا دارای تأثیر مثبتی برای افزایش خلوت و محرمانگی در محیط مراقبت‌های پزشکی است اما استفاده از آنها باید با احتیاط صورت گیرد، زیرا ممکن است بر توانایی فهم صحبت (که یکی از عوامل مهم و حساس در ارتباط میان کارکنان و بیماران و میان کارکنان است) تأثیر بگذارد (Joseph & Ulrich, 2007). بنابراین استفاده ازاین راهکار باید با احتیاط و در نظر گرفتن استانداردها و توصیه‌های معتبر انجام گیرد. برای مؤثر بودن پوشاندن صدا در ایجاد محرمانگی صحبت، لازم است که صدایی بلندتر از صحبت محرمانه ایجاد شود؛ اما میزان این صدا نباید متجاوز از ۴۸ دسیبل باشد (USG & Lencore Acoustics Corp, 2004; ANSI, 2010). همچنین همهٔ انواع موسیقی برای پوشاندن صدا مناسب نیست، زیرا فرکانس و بلندی صداهای آن ممکن است متغیر باشد. صدای پس‌زمینه مناسب می‌تواند شامل طیف پیوستهٔ پوشانندهٔ صدا، آواهای طبیعت، یا موسیقی مناسب باشد (Armstrong Ceiling Systems,

Archive of SID

www.SID.ir

2003). در فضاهای باز (برای مثال اتاق‌های انتظار) استفاده از سیستم پوشانندهٔ صدا در سقف مؤثرتر است؛ زیرا دامنهٔ فرکانس صحبت را در پائین‌ترین میزان پوشش می‌دهد؛ همچنین عوامل معماری که معمولاً صدا را مسدود می‌سازند، (مانند دیوارها) در فضاهای باز کم است (Davenny, 2007).

استفاده از سیستم پوشانندهٔ صدا در راهروها یا ایستگاههای پرستاری مناسب نیست؛ زیرا ممکن است سبب اختلال در مراقبت و کنترل بیماران را شود (Montague, et al.,2009). درصورتی‌که در اتاق بیماران به راهروها باز شود و در شب‌ها لازم باشد که باز بماند، برای کاهش تأثیر آلودگی صوتی، می‌توان از راهکار بالا بردن میزان سروصدای پس زمینه، از طریق سیستم پوشانندهٔ صدا استفاده کرد.

سیستم پوشانندهٔ صدا در کنار تخت بستری بیمار، می‌توانند میزان سروصدای پس زمینهٔ مطلوب و قابل قبولی را در هر اتاق فراهم ساخته و در همه سان مقدار صدای افزوده شده به مابقی محیط را کاهش دهد. میزان و نوع مناسب صدای پس زمینه مورد استفاده در کنار تخت بیمار مستلزم تحقیقات محلی بیشتری است، اما احتمالاً میزان مناسب بین ۴۰و۵۰ دسیبل قرار دارد (GGHC, 2007).

یک مورد استثناء در تأثیرات مفید افزایش صدای پس زمینه از طریق سیستم پوشانندهٔ صدا، بیمارانی هستند که در معرض خط آسیب دیدگی شنوایی، در اثر داروهای اتوتوکسیک[۲۷] قرار دارند؛ که باعث می‌شود شنوایی آنها به هر صدای متوسط تا بالا آسیب پذیر باشد. این بیماران باید در اتاق‌های با درهای سنگین درزگیری‌شده مراقبت شوند (WHO, 1999).

محرمانگی صحبت در فضاهای محصور

بسیاری از فضاهای بسته در بیمارستان‌ها دارای شاخص محرمانگی پایین‌تر از میزان مطلوب است. برای بهبود این مسئله، استفاده از موارد زیر مؤثر است:

– جداسازی صوتی اتاق‌های بیماران از یکدیگر و از راهروها با استفاده از درهای درزگیری شده (درهای شیشه‌ای، یا پانل‌های شفاف نیز می‌توانند اختفای صوتی مطلوب صدا را فراهم سازند؛ همچنین امکان دسترسی بصری را نیز برقرارکنند.) (Buelow, 2001; FGI, 2010).

– استقرار درهای اتاق بیماران در امتداد راهرو و سرویس بیمار بین سرِتخت و راهرو؛ برای کاهش انتقال صداها به فضاهای مجاور (GGHC, 2007).

– محدود کردن انتقال صدای فضاهای مجاور به یکدیگر از طریق رعایت و مهیا کردن رسته انتقال صدای **(STC)** مطلوب برای هر فضا(GGHC, 2007). (جدول شمارهٔ (۱) رستهٔ انتقال صدا **(STC)** را برای مجاورت‌های مختلف فضاهای بیمارستان، طبق دستورالعمل معتبر **AIA/AHA** نشان می‌دهد.)

جدول شمارهٔ (۱): رستهٔ انتقال صدا (STC) برای همجواری فضاهای مختلف در بیمارستان

ترکیب همجواری‌های مختلف		رسته انتقال صدای (STC)
اتاق بستری بیمار	اتاق بستری بیمار (ارتباط افقی)	۴۵
اتاق بستری بیمار	اتاق بستری بیمار (ارتباط عمودی)	۵۰
اتاق بستری بیمار	راهرو	۳۵
اتاق بستری بیمار	فضای عمومی	۵۰
اتاق بستری بیمار	فضای خدماتی	۶۰
اتاق معاینه	راهرو	۳۵
اتاق معاینه	فضای عمومی	۵۰
سرویس بهداشتی	فضای عمومی	۴۵
اتاق مشاوره	فضای عمومی	۵۰
اتاق مشاوره	اتاق بستری بیمار	۵۰
اتاق مشاوره	راهرو	۳۵
اتاق بستری بیمار	اتاق اِم آر آی (MRI)	۶۰
اتاق معاینه	اتاق اِم آر آی (MRI)	۶۰
اتاق معاینه	اتاق معاینه	۵۰
فضای عمومی	اتاق اِم آر آی (MRI)	۵۰

(منبع: AIA/AHA, 2006)

محرمانگی صحبت در فضاهای باز

اختفای صوتی در فضاهای باز با چالش‌هایی همراه است؛ فضاهای باز اغلب فاقد جداکننده‌هایی است که بتواند برای مسدود کردن، یا جذب صوت استفاده می‌شود (Joseph & Ulrich 2007). برای رفع این چالش‌ها، موارد زیر راهگشاست:

Archive of SID

www.SID.ir

- در فضاهای بازی که مکالمات خصوصی، یا محرمانه اتفاق می‌افتد، اتاقها ،یا فضاهای خصوصی صوتی ایجاد شود (Armstrong Ceiling Systems, 2003; ANSI, 2010,).

- برای دستیابی به میزان مناسب محرمانگی صحبت در فضاهای باز، بکارگیری یک سقف صوتی با رستهٔ اختفا (AC) ۱۸۰ یا بیشتر و ضریب کاهش صدای (NRC) ۰/۸۰ یا بیشتر اقدامی مؤثر است (Armstrong Ceiling Systems, 2003; USG & Lencore Acoustics Corp 2004).

نیازهای آکوستیکی محیط‌های خاص در بیمارستان

مرور کتاب‌شناسی موضوع حاکی از آن است که بخش مراقبت‌های ویژهٔ نوزادان و فوریت‌های پزشکی دارای ملزومات و نیازهای آکوستیکی ویژه‌ای هستند که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

بخش مراقبت ویژهٔ نوزادان (NICU)[28]

وضعیت صوتی در NICU ها (به مراقبت ویژهٔ نوزادان اختصاص دارد) باید توانایی فهم گفتار گفتگوی عادی، محرمانگی صحبت، ثبات روانی فضا، خواب آرام و حداقل اصوات تصادفی برای نوزادان و بزرگسالان را مهیا کند (ANSI, 2010). برای طراحی یک محیط صوتی مناسب توجه به موارد زیر مؤثر است:

طراحی فضاهای تک نفره برای نوزادان سبب افزایش خلوت، حریم و استقلال بیمار و همراهش، افزایش رضایت و کاهش استرس کارکنان می‌شود (Harris, et al.,2006). برنامه‌ریزی فضایی با هدف دور ساختن عملکردهای پرسروصدا از منطقه اصلی مراقبت نوزادان، به یک منطقهٔ عمومی‌تر (مانند منطقهٔ ورودی، پذیرش و...) بسیار راهگشاست (Bailey & Timmons 2005).

لازم است میزان سروصدا در نزدیکی نوزادان حداقل باشد؛ در این راستا زنگ هشدار تجهیزات، تلفن‌ها، سینک‌ها و دستگاهها و تجهیزاتی را که سرو صدای بلند و پیوسته تولید می‌کنند، باید به دور از سرِ نوزادان قرار داده شود. درصورتی‌که استفاده از این تجهیزات اجتناب‌ناپذیر باشد، استفاده از پدهای ایزوله‌سازی ارتعاش و صدا، و قرار دادن تجهیزات در یک قفس شیشه‌ایی، اقدامی مؤثر است (Johnson & Thornhill 2006).

برای تأمین نیازهای محرمانگی صحبت بین بخش‌های مجاورِ ناسازگار (برای نمونه اتاق استراحتی که دارای دیوار مشترک با اتاق نوزادان است) لازم است از دیوار، کف و سقف اختصاصی استفاده شود. برای ایجاد یک محیط صوتی بهینه در بخش مراقبت ویژهٔ نوزادان، سقف‌ها نقشی حیاتی ایفا می‌کنند، زیرا سطح وسیعی را برای جذب آلودگی صوتی مهیا می‌سازند. راهنماهای معتبر طراحی، استفاده از سقف‌هایی با NRC ۰/۹۵برای حداقل ۸۰ درصد مساحت سقف یا NRC ۰/۸۵را برای کل مساحت سقف و حداقل CAC ۲۹ را توصیه می‌کنند (ANSI, 2010).

برای کاهش تأثیرات منفی سروصدای ناشی از تأسیسات ساختمانی، (سیستم‌های تهویه، لوله‌کشی، هواساز و ...) قرارگیری آنها در فاصلهٔ مناسبی از NICU مؤثر است. همچنین در نظر گرفتن مواردی مانند سیستم‌های تأسیساتی، فن‌ها و واحدهای تهویهٔ بیصدا، ایزوله‌سازی ارتعاش ایجاد شده از تجهیزات، محدودسازی سرعت هوا در مجراها و دستگاههایی با ورودی و خروجی هوای کنترل شده از دیگر ملاحظات است (Siebein & Skelton, 2009).

بخش فوریت‌های پزشکی(اورژانس)

بخش فوریت‌های پزشکی در بیمارستان‌ها اغلب به‌دلیل جابه‌جایی زیاد بیماران، پرستاران، پزشکان و تجهیزات پزشکی، بسیار پر سروصدا است. مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۷ نشان داد که سطح فشار صدا (SPL) در اورژانس بیمارستان‌ها ۵ تا۱۰ db(A) بیشتر از واحدهای بستری بیماران است.

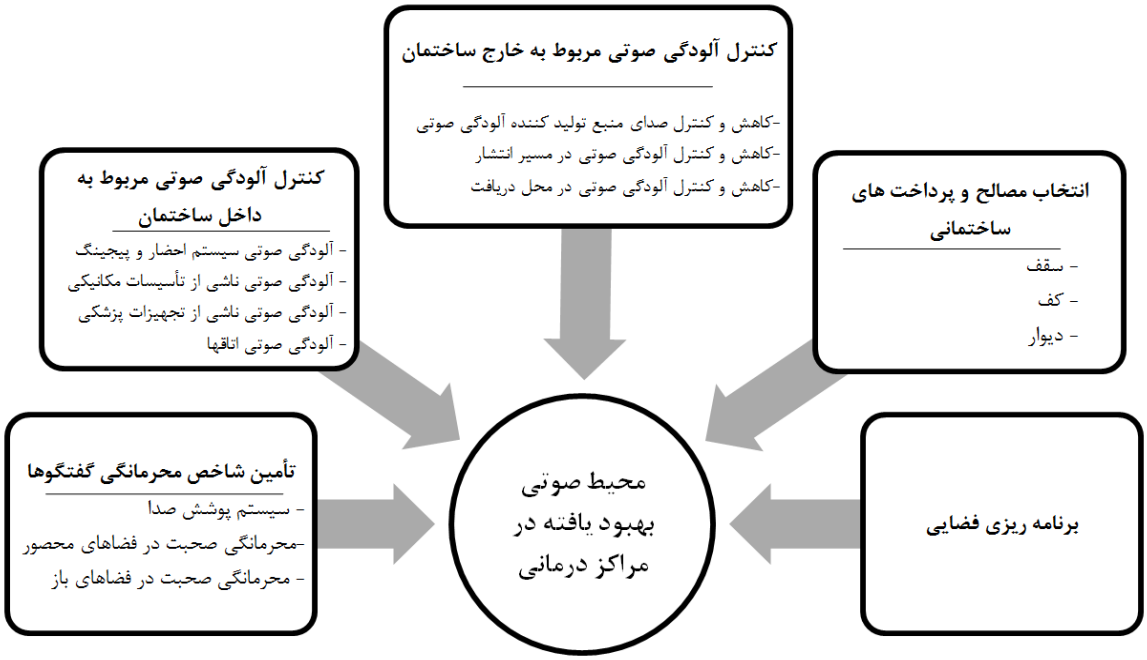
همچنین میزان سروصدای زیاد می‌تواند مشکلاتی را در اورژانس‌ها بوجود آورد، که به‌طور بالقوه تأثیری منفی بر کیفیت مراقبت‌های پزشکی، زمانی‌که بیماران دارای نیازهای فوری، یا حساسی هستند، خواهدداشت. بالا بودن سطح فشار صدا در اورژانس‌ها ممکن است سبب شود که افراد برای صحبت با یکدیگر، صدای خود را بالا ببرند، که این مسئله می‌تواند برای ایمنی بیماران و خلوت آنها مضر بوده و باعث خستگی کارکنان شود (Orellana, et al. ,2007).

در مطالعه‌ای که به بررسی خلوت و محرمانگی صحبت بیماران در اورژانس‌ها اختصاص داشت، مشخص شد که در فضاهای بستری بیمار که با دیوار از یکدیگر جدا شده‌اند نسبت به فضاهایی که پرده نقش جداکننده را ایفا می‌کند، خلوت و محرمانگی کمتر نقض می‌شود. همچنین بیماران در اتاق‌های دارای دیوار نسبت به اتاق‌های دارای پرده راحت‌تر می‌توانند در مورد سوابق پزشکی خود صحبت کرده و مورد معاینه قرار گیرند (Olsen & Sabin 2003). برای یک محیط صوتی مطلوب دراورژانس‌ها استفاده از مواد و مصالح ویژه سقف با توانایی جذب بالا در بخش‌های باز درمانی اقدامی مؤثر است(GGHC, 2007).

Archive of SID
www.SID.ir

نتیجه‌گیری

طراحی و ساخت بناهای درمانی، با ملزومات عملکردی و پیچیدگی‌هایی همراه است که اغلب بر ملاحظات مهندسی صوتی و کنترل آلودگی صوتی در آنها ارجحیت می‌یابد؛ و مسئلهٔ سازگاری مهندسی صوتی در فرایند برنامه‌ریزی، طراحی و ساخت، مبحثی حاشیه‌ای قلمداد می‌شود. این مسئله سبب می‌شود که ارتقای محیط‌های درمانی سازگار با مهندسی صوتی، به فرایندی پرهزینه تبدیل شود؛ که دربهترین وضعیت از طریق اقدامات مداخله‌ای، پس از احداث و یا در زمان بهره برداری محقق می‌شود. حال اگر مدیریت کنترلِ صوت در فضاهای درمانی، در مراحل ابتدایی ایده-پردازی، برنامه‌ریزی و طراحی بنا مورد توجه قرار گرفته، و یک فرایند طراحی جامع[۲۹] در پیش گرفته شود، نتایج بهتری حاصل و در هزینه‌ها صرفه‌جویی خواهد شد. یافته‌های این مطالعه– که بصورت خلاصه در شکل شمارهٔ (۱) نشان داده شده – می‌توانند در شکل‌گیری بناهای درمانی با محیط‌های صوتی بهبودیافته، از طریق موارد زیر تأثیرگذار باشد:



شکل شمارهٔ (۱):عوامل تأثیرگذار بر شکل‌گیری یک محیط صوتی بهبود یافته در مراکز درمانی

(مأخذ: نگارندگان)

۱- برنامه ریزی و طراحی فضاها: عوامل فراوانی بر برنامه ریزی فضاهای یک بنای درمانی تأثیر می‌گذارد، حال اگر عامل آسایش صوتی کاربران، به‌عنوان یکی ازاین عوامل در نظرگرفته شود، احتمالاً تغییراتی در برنامه‌ریزی و طراحی حاصل خواهد شد: عدم همجواری عمودی و افقی فضاهای ناسازگار صوتی– عدم جایگزینی فضاهای حساس به آلودگی صوتی در مکان‌های در معرض سروصدای خارج ساختمان– همجواری فضاهای مشابه از نظر ملزومات آکوستیکی با هدف صرفه‌جویی در هزینه‌ها و مداخلات – به‌کارگیری راهکارهای طراحی نظیر اتاق‌های بستری یک تخته و ...

۲- انتخاب مصالح: اگر انتخاب مصالح و جزئیات اجرائی از ابتدای فرایند طراحی و ساخت، با هدف کاهش آلودگی صوتی در نظر گرفته شود، مداخلات ثانویه و هزینه‌ها کاهش می‌یابد.

۳- طراحی پوستهٔ بیرونی ساختمان با درنظر داشتن تأثیر آن برکیفیت صوتی فضاهای داخلی

۴- طراحی محوطهٔ ساختمان با هدف بهبود کیفیت صوتی فضاهای داخلی

۵- بهبود سازگاری مهندسی صوتی هر یک از فضاهای ساختمان: هنگامیکه ملزومات عملکردی، همجواری دو فضا را با تأثیرات منفی بر محیط صوتی، ناگزیر می‌گرداند، و یا زمانی‌که آلودگی صوتی ناشی از عملکرد

www.SID.ir

فضا اجتناب ناپذیر است، و یا در صورت بـروز مشـکلات صوتی پس از احداث و بهره‌برداری ساختمان، راهکارهای این مطالعه می‌تواند برای بهبود محیط صوتی و افـزایش محرمانگی گفتگوها کاربرد داشته باشد.

در انتها ذکر این نکتـه ضـروری اسـت کـه بـه‌دلیـل نبـود منـابع و استانداردهای داخلی برای برخی از بخش‌های این مطالعه، عمومـاً از استانداردهای معتبر بین‌المللی استفاده شده است، و لازم است تعمیم آنها با احتیاط صورت گیرد. با توجه به کمبود منابع پژوهشی داخلـی و بومی در این زمینه، مواردی همچـون روشـهای کـاهش آلـودگی صوتی، نیازهای آکوسـتیکی بخـش‌هـای مختلـف بیمارسـتان‌هـا و راهکارهای ایجاد محیط‌های صوتی بهبود یافته، بـا در نظـر داشـتن خصوصیات بومی، می‌تواند در بهبود کیفیت فضاهای درمانی کشـور مفید واقع شود.

یادداشت‌ها

1-Best Practice
2-Sound Pressure Level (SPL)
3-Background Noise (BN)
4-Reverberation Time (RT)
5-Noise Reduction Coefficient (NRC)
6-Sound Transmission Class (STC)
7-Ceiling Attenuation Class (CAC)
8-Articulation Class (AC)
9-Privacy Index (PI)
10-Acoustical Ceiling Tile (ACT)
11-Suspended Acoustical Ceiling System
12-vinyl
13-Noiseless Paging System
14-Patient Telemetry System
15-Wireless Communication Devices
16-Hands-Free Two-Way Technology
17-Vibrating Beeper
18-Radio Frequency Identification (RFID)
19-Infrared
20-Centrifugal Airfoil Fan
21-Plenum Fan
22-Fabric-covered wire-helix flexible duct
23-Turbulence Noise
24-Feet per Minute (FPM)
25-Magnetic Resonance Imaging (MRI)
26-Sound Masking Systems
27-Ototoxic Medication
28-Neonatal Intensive Care Unit (NICU)
29-Integrated Design Process

منابع مورد استفاده

ربیعیان, م. قریب، م. ۱۳۸۲. آلودگی صوتی در اتاق‌های عمل و بخش‌های مراقبت ویژه. طب و تزکیه، شمارهٔ ۵۱. صص ۵۰ تا ۵۷

زنوری, ف., رنجبریان, م. افجه‌ای،س. ۱۳۸۵. بررسی میزان آلودگی صوتی در اِن آی سی یو بیمارستان کودکان مفید در سـال ۱۳۸۴. مجلـهٔ علـوم پزشـکی دانشگاه آزاد ، سال۱۶، شمارهٔ ۳، صص ۱۲۹ تا ۱۳۴

سایت تخصصی بیمارسـتان سـازی- بـه نقـل از خبرگـزاری فـارس و مهـر. ۱۳۸۶. "آلـودگی صـوتی." http://bimarestan-ir.ir/article139.html. ۲۰۱۰/۲/۱۲

AIA/AHA (American Isntitute of Architecture).2006 ,november. Draft Interim Sound and Vibration Guidelines for Hospital and Healthcare Facilities. Available from: http://www.healthcareacoustics.org. date access:21/12/2010

ANSI S12 WG44, and the joint subcommittee on speech privacy & healthcare acoustics (The Acoustical Working Group) .2010, January. Sound and vibration design guidelines for health care facilities. 2nd Public draft .Available from: http://www.speechprivacy.org . Date access: 18/12/2010

Armstrong Ceiling Systems .2003. Rx for healthcare speech privacy: A balanced acoustical design. Available from: http://www.armstrong.com/common/c2002/content/files/7728.pdf . Date access: 21/12/2010

Archive of SID

www.SID.ir

ASHRAE HVAC .2003. (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) Design Manual for Hospitals and Clinics.

Bailey,E. , S.,Timmons .2005. Noise levels in PICU: An evaluative study. Paediatric Nursing 17(10): 22-26.

Berglund,B., P.,Hassmen .1996. Sources and effects of low-frequency noise, Journal of the Acoustical Society of America. 99(5), 2985-3002.

Blomkvist,V., et al .2005. Acoustics and psychosocial environment in intensive coronary care. Occupational and Environmental Medicine 62(3): Article 1e.

Buelow,M .2001. Noise level measurements in four Phoenix emergency departments. Journal of Emergency Nursing 27(1): 23-27.

Busch-Vishniac,I., et al .2005. Noise levels in Johns Hopkins Hospital. Journal of the Acoustical Society of America 118(6): 3629–3645.

Davenny,B. 2007. Acoustic environment technical brief: Green guide for health care™ environment quality credit 9, Green Guide for Health Care.™ . Available from: http://www.gghc.org . Date access: 13/02/2011

Davenny,B. 2010. Auditory assistance: Strategies to reduce hospital noise problems. Health Facilities Management(January): 16-19. Available from: http://www.gghc.org . Date access: 13/02/2011

Detsky,M. , E.,Etchells .2008. Single-patient rooms for safe patient-centered hospitals. Journal of the American Medical Association 300(8): 954-956.

Green Guide for Health Care™ (GGHC) .2007. Green guide for health care version 2.2. Available from: http://www.gghc.org . Date access: 13/02/2011

Harris,D.D., et al .2006. The impact of single family room design on patients and caregivers: Executive summary." Journal of Perinatology 26: S38-S48.

Johnson,P.R. , L.,Thornhill .2006. Noise reduction in the hospital setting. Journal of Nursing Care Quality 21(3): 295-297.

Joseph,A. , R.,Ulrich .2007. Sound control for improved outcomes in healthcare settings, The Center for Health Design. Available from: http://store.healthdesign.org/catalogsearch/result/q=Sound+Control+for+Improved+Outcomes+in+Healthcare+Settings . Date access: 13/02/2011

MacLeod,M., et al .2007. Quieting Weinberg 5C: A case study in hospital noise control. Journal of the Acoustical Society of America 121(6): 3501-3508.

Montague,K.N., C.M. ,Blietz, M., Kachur .2009. Ensuring quieter hospital environments: Nurses provide valuable input during a unit redesign at one hospital. The American Journal of Nursing 109(9): 65-67.

Olsen,J.C., B.R.,Sabin .2003. Emergency department patient perceptions of privacy and confidentiality. The Journal of Emergency Medicine 25(3): 329-333.

Archive of SID

www.SID.ir

Orellana,D., I.J.,Busch-Vichniac, J.,West . 2007. Noise in the adult emergency department of Johns Hopkins Hospital. Journal of the Acoustical Society of America 121(4): 1996-1999.

Pridham,B. 2010. MRI noise and vibration effects on building design ,Technotes32. Available from: http://www.rwdi.com/cms/publications/52/t33.pdf . Date access: 13/02/2011

RWDI Consulting Engineers .2010. Noise and acoustics for healthcare design, 32 Technotes. Available from: http://www.rwdi.com/cms/publications/51/t32.pdf . Date access: 13/02/2011

Siebein,G.W., R.,Skelton .2009. August. Soundscape analysis of a neonatal intensive care unit. the meeting of Inter-Noise 2009: Innovations in Practical Noise Control, Ottawa, Canada.

The Facility Guidelines Institute (FGI) .2010. Guidelines for the design and construction of health care facilities. American Society for Healthcare Engineering (ASHE) of the American Hospital Association. Available from: http://www.fgiguidelines.org/index.html . Date access: 13/02/2011

Ulrich,R.S., et al .2004. The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21st Century: A once-in-a-lifetime opportunity. Concord, CA, Report sponsored by The Robert Wood Johnson Foundation and The Center for Health Design. Available from:
http://www.healthdesign.org/chd/research/role-physical-environment-hospital-21st-century?page=show . Date access: 13/02/2011

Ulrich,R.S., et al .2008. A review of the research literature on evidence-based healthcare design. Georgia Institute of Technology. Available from:
http://www.healthdesign.org/hcleader/HCLeader_5_LitReviewWP.pdf . Date access: 13/02/2011 .

United States Gypsum Company (USG) .2006. Acoustical assemblies: Making sound choices. brochure - SA-200. Chicago.

USG & Lencore Acoustics Corp .2004. Achieving HIPAA oral privacy complicance: USG and Lencore Acoustics helping you meet healthcare privacy requirements. Chicago, USG Interiors, Inc. Available from: http://www.lencore.com/files/_usg_lencore_hipaa.pdf . Date access: 13/02/2011
.
Waropay,V. M. , H.S.,Roller .1986. Design aid for office acoustics: How to determine composite sound-isolation ratings for offices by combining performance of walls, ceilings, and floors. USG Form Function, 4, 9-14.

World Health Organization(WHO) .1999. Guidelines for Community Noise. Available from: www.who.int . Date access: 11/04/2011

Archive of SID

www.SID.ir