طرح اکوستیکی اتاق فرمان

مسعود رفیعی

کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای

مقدمه

امروزه صدا بخش دایمی از زندگی انسان را تشکیل می‌دهد و اغتشاشات ناخوشایند، ناخواسته و نامطلوب آن در محیط زیست و یا در محیط کار در درازمدت باعث صدمه جسمی، روانی و نهایتاً عوارض فیزیکی از قبیل تداخل در مکالمات، خستگی و کاهش بازدهی کار می‌گردد. از آنجایی که ارتعاشات مکانیکی مولکول‌های هوا از یکطرف صدا تولید می‌نماید و از طرف دیگر صدا با انرژی و شدت زیاد می‌توانند ارتعاشاتی را در محیط اطراف و قطعات و تجهیزات مجاور بوجود آورده، باعث صدمه زدن به آنها شود لذا صدا و ارتعاش معمولاً به‌طور توأم مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

حوزه مدیریت محترم نیروگاه شهید مدحج با شناخت از این عوامل فیزیکی زیان‌آور و باورهای ایمنی و بهسازی محیط کار به‌منظور حفاظت کارکنان اتاق فرمان طرح پیشنهادی خود را جهت محدود و کنترل نمودن صدا اعلام نمود.

در ابتدا بازدیدهای متعددی جهت شناخت راههای انتقال صدا به اتاق فرمان بعمل آمده که جزئیات کار در روش بررسی اشاره شده است.

هدف مطالعه

پیشنهادات اصلاحی طرح اکوستیکی اتاق فرمان به‌منظور کاهش صدا در اتاق فرمان.

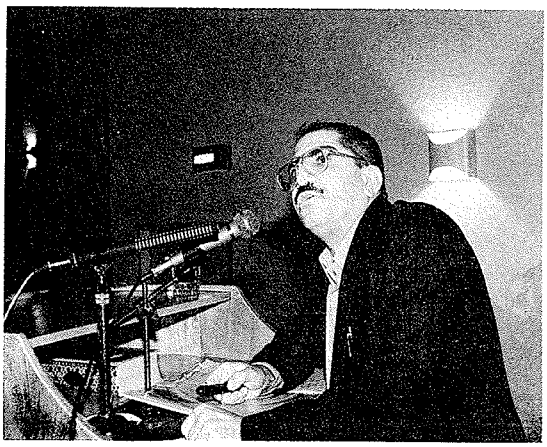
روش بررسی

موضوع صدا سنجی و آنالیز آن در تاریخ‌های ۷۳/۱۰/۱۷ و ۷۳/۱۰/۱۸ در شرایط مختلف در داخل و خارج از اتاق فرمان ایستگاه‌بندی و اقدام گردید. نمونه‌هایی از صداسنجی در قسمتهای مختلف از جداول ۳-۱ نشان داده شده است. در این سنجش

جدول ۱- اندازه گیری صدا در داخل اتاق فرمان

محل اندازه گیری: در اصلی اتاق فرمان (به‌طرف تورین)، کلیه درها باز و فن‌ها روشن

شبکه A									شبکه C								
SPL: ۹۰ دسی‌بل Max: ۱۰۴ دسی‌بل SPL_q: ۹۵ دسی‌بل مواقعی که فن‌ها روشن و درها بسته SPL(A) = ۷۵ dB مواقعی که فن‌ها خاموش و درها بسته SPL(A) = ۷۳ dB									SPL ۹۵ دسی‌بل Max: ۱۰۴ دسی‌بل SPL_q: ۹۹ دسی‌بل								
مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه کننده یک اکتاوباند									مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه کننده یک اکتاوباند								
	۸۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳		۸۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵	۶۳
SPL(dB)	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	SPL(dB)	۹۶	۹۶	۹۶	۹۵	۹۶	۹۶	۹۵	۹۵
Max(dB)	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۴/۵	۱۰۵	۱۰۶/۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	Max(dB)	۱۰۸	۱۰۹	۱۰۸	۱۱۱	۱۱۰	۱۰۸	۱۰۹	۱۰۹



ترازهای مختلف فشار صوتی و ماکزیمم فشار صوتی و همچنین بیناب صدا در فرکانس‌های مختلف در طیف شنوایی به‌منظور تعیین ویژگی‌های صدا بخصوص در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز (حداکثر حساسیت گوش انسان) و فرکانس ۴۰۰۰ هرتز (فرکانس صنعتی) بر حسب اکتاوباند در دو شبکه A (فرکانس‌های پایین و مکالمه‌ای) و شبکه C (فرکانس‌های بالا و صنعتی) تعیین مقدار گردید و با استانداردهای بین‌المللی A.C.G.I.H (جدول ۴) مورد مقایسه قرار گرفت که نتایج آنها با توجه به ۸ ساعت کار روزانه و هفته‌ای ۴۰ ساعت از حداکثر تراکم مجاز تجاوز نمی‌کند.

جدول ۲- اندازه گیری صدا در داخل اتاق فرمان
محل اندازه گیری: مجاور در بویلر واحد بخار یک، درها باز و فن‌ها روشن

شبکه A									شبکه C								
SPL: ۹۲ دسی‌بل Max: ۹۷/۵ دسی‌بل SPL_q: ۸۵/۶ دسی‌بل مواقعی که فن‌ها روشن و درها بسته SPL = ۷۶ مواقعی که فن‌ها خاموش و درها بسته SPL = ۷۵									SPL: ۹۸ دسی‌بل Max: ۱۰۸ دسی‌بل SPL_q: ۹۲/۶ دسی‌بل								
مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه کننده یک اکتاوباند									مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه کننده یک اکتاوباند								
	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰		۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
SPL(dB)	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۳	۸۳	۸۲	SPL(dB)	۸۹	۸۸	۸۹	۸۹	۹۰	۸۹	۸۹	۸۹
Max(dB)	۹۵	۹۵	۹۵/۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۳	۹۵	Max(dB)	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۱

جدول ۳- اندازه گیری صدا در داخل اتاق فرمان
محل اندازه گیری: مجاور تابلو توربین واحد بخار یک، کلیه درها باز و فن‌ها روشن

شبکه A									شبکه C								
SPL: ۸۲ دسی‌بل Max: ۹۳ دسی‌بل SPL_q: ۸۵ دسی‌بل مواقعی که فن‌ها روشن و درها بسته SPL = ۷۶ مواقعی که فن‌ها خاموش و درها بسته SPL = ۷۲									SPL: ۸۹ دسی‌بل Max: ۱۰۹ دسی‌بل SPL_q: ۹۳ دسی‌بل								
مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه کننده یک اکتاوباند									مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه کننده یک اکتاوباند								
	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰		۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
SPL(dB)	۸۱	۸۱	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	SPL(dB)	۹۰	۹۰	۹۱	۹۰	۹۰	۸۹	۹۰	۹۰
Max(dB)	۹۵	۹۸	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۹۴	۹۵	Max(dB)	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۲/۵	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۱	۱۰۰

جدول ۴- استانداردهای سروصدا در محیطهای صنعتی جهت پیشگیری از ناشنوایی شغلی حداکثر میزان فشار صوت برحسب دسی‌بل با مبنای ۰/۰۰۰۲ میکروبار

مدت زمان (HZ) در معرض صدا در روز	مراکز باندها برحسب سیکل در ثانیه						
	۸۰۰۰	۴۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۱۲۵
۸ ساعت	۸۶	۸۵	۸۵	۸۶	۸۸	۹۲	۹۶
۴ ساعت	۸۷	۸۵	۸۶	۸۸	۹۱	۹۶	۱۰۳
۲ ساعت	۹۰	۸۷	۸۸	۹۱	۹۴	۱۰۱	۱۱۰
۱ ساعت	۹۵	۹۰	۹۱	۹۵	۹۹	۱۰۷	۱۱۸
۳۰ دقیقه	۹۹	۹۳	۹۵	۱۰۰	۱۰۵	۱۱۴	۱۲۶
۱۵ دقیقه	۱۰۴	۹۸	۹۹	۱۰۶	۱۱۲	۱۲۲	۱۳۵
۷ دقیقه	۱۱۱	۱۰۴	۱۰۵	۱۱۴	۱۲۲	۱۳۵	۱۳۵
۳ دقیقه	۱۲۰	۱۱۱	۱۱۳	۱۲۴	۱۳۴	۱۳۵	۱۳۵
کمتر از ۱/۵ دقیقه	۱۳۰	۱۲۱	۱۲۴	۱۳۴	۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵

راههای انتقال صدا به اتاق فرمان مورد بررسی قرار گرفت که در این زمینه مواد جاذب صوتی، موانع و مصالح ساختمانی (چگال بودن) و موارد میراکننده که به‌ترتیب اولویت در قسمت پیشنهادات ارایه شده‌است. با توجه به جداول ۵، ۶ و ۷ و استانداردهای موجود جهت شناسایی ماهیت انتشار امواج صوتی این نتیجه حاصل می‌شود که هر چه جسم چگال‌تر باشد مقاومت آن در برابر عبور امواج صوتی بیشتر خواهد شد. لذا در انتخاب مصالح سعی گردیده است که شرایط زیر دقیقاً مد نظر باشد.

۱- مقاومت مناسب در برابر عبور امواج صوتی

۲- سادگی در اجرا

۳- سهولت در تحقیق

۴- هزینه

یا به‌عبارت ساده‌تر سعی شده از مصالحی استفاده شود که علاوه‌بر دارا بودن نتایج خواسته شده در مورد کنترل صدا، به‌سادگی و با هزینه کمتر فراهم گردد و به‌سهولت توسط پیمانکاران اجرا گردد.

- تعیین میزان افت فشار صوت معادل در بتن آرمه به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر

$R = 10 + 14/5 \log 345 = 47$ dB

- تعیین میزان افت فشار صوت معادل در بتن آرمه به ضخامت ۳۰ سانتی‌متر

$R = 10 + 14/5 \log 690 = 51$ dB

- تعیین میزان افت فشار صوت معادل در شیشه به ضخامت ۴ میلی‌متر

$R = 10 + 14/5 \log 9/6 = 24$ dB

- تعیین میزان افت فشار صوت معادل در شیشه به ضخامت ۶ میلی‌متر

$R = 10 + 14/5 \log 14/4 = 26$ dB

جدول ۵- مشخصات ایزولاسیون برای وزنهای گوناگون دیوار

وزن هر متر مربع دیوار		۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰
ایزولاسیون طبق قانون جرم (برای ۵۰۰ هرتز)		۲۶	۳۲	۴۰	۴۶	۵۲	۵۵	۵۸	۶۰
اندکس ایزولاسیون برحسب دسی‌بل	Max	۲۴		۳۶	۴۲	۴۸	۵۲	۵۵	۵۴
	Mean	۲۳	۲۸	۳۵	۴۱		۵۰	۵۳	۵۵
	Min	۲۲	۳۷	۳۴	۳۹	۴۵	۴۹	۵۲	۵۴

جدول ۶- مشخصات چگالی فلزات برحسب kg/m2 ضخامت یک میلی‌متر

نام فلزات	چگالی
آلومینیم	۲/۷
آنتی کورودال (آلیاژ)	۳/۷۲
آهن خالص	۷/۸
چدن	۷/۲۵
فولاد ساختمانی	۷/۸۵
برنج	۸/۵
مس غلطکی	۸/۹
برنز	۹/۸
سرب	۱۱/۳

جدول ۷- مشخصات چگال بودن مواد ساختمانی

مواد ساختگی و شیمیایی	چگالی	مواد ساختمانی	چگالی
بتن	۲/۳	شیشه پنجره	۲/۴ تا ۲/۶
بتن آرمه	۲/۵	چوب‌پنبه ورقی	۰/۱۵ تا ۰/۲۵
ملات سیمان	۲/۱	بلوک چوب‌پنبه	۰/۴
ملات آهک	۱/۷	لاستیک	۰/۹ تا ۱/۲
ملات گچ	۱/۲	قیر	۱/۰۵
روکار گچ	۰/۸ تا ۱	آسفالت	۲/۱
روکار نما	۱/۶ تا ۲	شن و ماسه	۲/۷
بتن سبک	۰/۶ تا ۱/۲	ماسه	۱/۵
دال گچی	۰/۸ تا ۱	شن	۱/۴ تا ۱/۸
سیمان و آزبست	۱/۸	آزبست	۲/۵
آجر فشاری	۱/۶۵	پنبه کوهی ورقی	۰/۰۷ تا ۰/۰۹
آجر سوراخدار	۱/۵ تا ۲/۳	پنبه کوهی بلوک	۰/۰۶
	۱/۲ تا ۲/۳		
بلوک سیمانی یا آهکی	۱/۸ تا ۲	پشم شیشه	۰/۰۳۵ تا ۰/۰۷
ریگ و ماسه	۴/۴	پشم شیشه ورقی	۰/۱

پیشنهادات

مواد جاذب صوتی به‌عنوان اولویت اول از فوم پلی‌اورتان با ضخامت ۲ اینچ و در اولویت دوم از پشم سنگ مورد نظر که مقدمات آن فراهم شده است پیشنهاد و اقدام گردد.

استفاده از موانع به‌ترتیب اولویت از ورقه‌های سربی (Lb/Ft2/inch, thickness ۶۵) یا فولاد (Lb/Ft2/inch, thikness ۵۶-۵۴) و یا بتون (Lb/ Ft2/inch, thickness ۱۲۱) مورد استفاده قرار گیرد.

اصولاً افت انتقال صدا در مواد زیر به‌ترتیب اولویت عبارتند از:

الف: بلوکهای سیمانی با ضخامت ۶ اینچ

ب: فولاد با ضخامت Gavge ۱۶

ج: سرب با ضخامت ۱/۳۲ اینچ

د: شیشه با ضخامت ۰/۲۵ اینچ

درخصوص مواد میراکننده استفاده از پوشش‌های لاستیکی مد نظر قرار گیرد.