

# طرح اکوستیکی

مسعود رفیعی

کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای

## اتاق فرمان

### مقدمه

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 به منظور 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 ۱-۳ نشان داده شده است. در این سنجش

امروزه صدا بخش دایمی از زندگی انسان را تشکیل می‌دهد و اغتشاشات ناخوشایند، ناخواسته و نامطلوب آن در محیط‌زیست 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 می‌تواند 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.

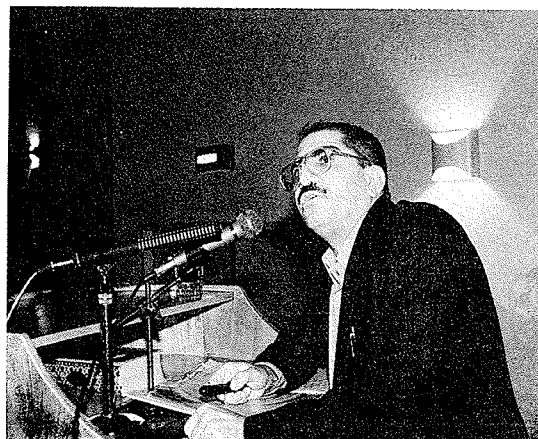
حوزه مدیریت محترم نیروگاه شهید مدحج با شناخت از این عوامل فیزیکی زیان‌آور و باورهای ایمنی و بهسازی محیط کار به‌منظور حفاظت کارکنان اتاق فرمان طرح پیشنهادی خود را جهت

جدول ۱- اندازه‌گیری صدا در داخل اتاق فرمان

محل اندازه‌گیری: در اصلی اتاق فرمان (به طرف توربین)، کلیه درها باز و فن‌ها روشن

شبکه C								شبکه A									
SPL ۹۵ دسی‌بل Max: ۱۰۴ دسی‌بل SPL <sub>q</sub> : ۹۹ دسی‌بل								SPL: ۹۰ دسی‌بل Max: ۱۰۴ دسی‌بل SPL <sub>q</sub> : ۹۵ دسی‌بل موقعی که فن‌ها روشن و درها بسته $SPL(A) = ۷۵$ dB موقعی که فن‌ها خاموش و درها بسته $SPL(A) = ۷۳$ dB									
مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه‌کننده یک اکتاواند								مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه‌کننده یک اکتاواند									
	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰		۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
SPL(dB)	۹۵	۹۵	۹۶	۹۵	۹۶	۹۶	۹۶	۹۶	SPL(dB)	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲	۹۲
Max(dB)	۱۰۹	۱۰۹	۱۰۸	۱۱۱	۱۱۰	۱۰۸	۱۰۹	۱۰۸	Max(dB)	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۵	۱۰۶/۵	۱۰۵	۱۰۴/۵	۱۰۵	۱۰۵

ترازهای مختلف فشار صوتی و ماکزیم فشار صوتی و همچنین بیناب صدا در فرکانس‌های مختلف در طیف شنوایی به منظور تعیین ویژگی‌های صدا بخصوص در فرکانس ۱۰۰۰ هرتز (حداکثر حساسیت گوش انسان) و فرکانس ۴۰۰۰ هرتز (فرکانس صنعتی) بر حسب اکتاواند 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 C									شبکه A								
SPL ۹۸ دسی‌بل Max: ۱۰۸ دسی‌بل SPL <sub>q</sub> : ۹۲/۶ دسی‌بل									SPL: ۹۲ دسی‌بل Max ۹۷/۵ دسی‌بل SPL <sub>q</sub> : ۸۵/۶ دسی‌بل موقعی که فن‌ها روشن و درها بسته ۷۶ = SPL موقعی که فن‌ها خاموش و درها بسته ۷۵ = SPL								
مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه کننده یک اکتاواند									مراکز فرکانس هشتگانه تجزیه کننده یک اکتاواند								
	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰		۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
SPL(dB)	۸۹	۸۸	۸۹	۸۹	۹۰	۸۹	۸۹	۸۹	SPL(dB)	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۲	۸۳	۸۳	۸۲
Max(dB)	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۱	۱۰۲	۱۰۱	Max(dB)	۹۵	۹۵	۹۵/۵	۹۵	۹۵	۹۵	۹۳	۹۵

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

جدول ۴- استانداردهای سروصدا در محیطهای صنعتی جهت پیشگیری از ناشنوایی شغلی حداکثر میزان فشار صوت برحسب دسی بل با مبنای ۱/۰۰۰۲ میکروبار

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

اجرا گردد.

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

$$R = 10 + 14/5 \text{ Log } 345 = 47 \text{ dB}$$

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

$$R = 10 + 14/5 \text{ Log } 690 = 51 \text{ dB}$$

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

$$R = 10 + 14/5 \text{ Log } 9/6 = 24 \text{ dB}$$

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

$$R = 10 + 14/5 \text{ Log } 14/4 = 26 \text{ dB}$$

جدول ۶- مشخصات چگالی فلزات برحسب  $\text{kg/m}^2$  ضخامت یک میلی متر

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

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 به ترتیب اولویت در قسمت پیشنهادات ارائه شده است. با توجه به جداول ۵، ۶ و ۷ و استانداردهای موجود جهت شناسایی ماهیت انتشار امواج صوتی این نتیجه حاصل می شود که هر چه جسم چگال تر 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 به عبارت ساده تر سعی شده از مصالحی استفاده شود که علاوه بر دارا بودن نتایج خواسته شده در مورد کنترل صدا، به سادگی و با هزینه کمتر فراهم گردد و به سهولت توسط پیمانکاران

جدول ۵- مشخصات ایزولاسیون برای وزنه های گوناگون دیوار

وزن هر متر مربع دیوار	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰
ایزولاسیون طبق قانون جرم (برای ۵۰۰ هر تزی)	۲۶	۳۲	۴۰	۴۶	۵۲	۵۵	۵۸	۶۰
اندکس ایزولاسیون	۲۴	۲۳	۲۸	۳۵	۴۱	۴۲	۴۸	۵۴
برحسب دسی بل	۲۲	۲۳	۲۸	۳۵	۴۱	۴۲	۴۸	۵۴
Max								
Mean								
Min								

جدول ۷- مشخصات چگال بودن مواد ساختمانی

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

### پیشنهادات

اصولاً افت انتقال صدا در مواد زیر به ترتیب اولویت عبارتند از:  
 الف: بلوکهای سیمانی با ضخامت ۶ اینچ  
 ب: فولاد با ضخامت ۱۶ Gauge  
 ج: سرب با ضخامت ۱/۳۲ اینچ  
 د: شیشه با ضخامت ۰/۲۵ اینچ  
 در خصوص مواد میراکننده استفاده از پوشش های لاستیکی مد نظر قرار گیرد.

مواد جاذب صوتی به عنوان اولویت اول از فوم پلی اورتان 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 به ترتیب اولویت از ورقه های سربی ( ۶۵ Lb/Ft<sup>2</sup>/inch, thickness ) یا فولاد ( ۵۴-۵۶ Lb/Ft<sup>2</sup>/inch, thickness ) و یا بتون ( ۱۲۱ Lb/ Ft<sup>2</sup>/inch, thickness ) مورد استفاده قرار گیرد.