بررسی آلودگی صدای کوره بلند در یک صنعت فولاد به منظور کنترل صدا

رستم گلمحمدی[۱]، محسن علی آبادی[۲]، ابراهیم درویشی[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: در صنعت فولاد کوره‌های با سوخت کک که جهت ذوب سنگ آهن و تولید چدن مورد استفاده قرار می‌گیرند از منابع صدای آزاردهنده محسوب می‌گردند. هدف مطالعه حاضربررسی آلودگی صدای کوره بلند یک صنعت فولاد و مطالعه ویژگی‌های صدای آن به منظور طرح کنترل صدا بود.

روش‌ها: اندازه‌گیری تراز صدا و تجزیه فرکانسی آن با استفاده از ترازسنج صدا مدلCell.450 و دزیمتری صدا با استفاده از دزیمتر مدل TES-1345 انجام گردید. توزیع تراز صدا در محوطه کوره به صورت نقشه صوتی با استفاده از نرم افزار SURFERتهیه گردید و ویژگی‌های عایق‌بندی صوتی اتاق کنترل کوره و اتاق استراحت کارگران کوره مورد تحلیل آکوستیکی قرارگرفت. اصلاح اتاق استراحت کارگران و طراحی مجدد درب و پنجره اتاق کنترل پیشنهاد و میزان تاثیر مداخلات برآورد گردید.

یافته‌ها: تراز کلی فشار صوت در محوطه کوره dB(Lin) ۹۰/۳ و فرکانس غالب آن ۴۰۰۰Hz در شبکه خطی (Lin) تعیین شد. میزان افت انتقال صوت دیوار جداکننده اتاق کنترل و اتاق استراحت کارگران کوره به ترتیبdB ۱۰/۳ و dB ۴/۲۳ تعیین شد. دز صدای دریافتی کارگران۲۴۰٪ تعیین گردید. میزان کاهش تراز صوت اتاق‌ها با اجرای طرح‌های کنترلی ارائه شده بر مبنای عایق‌بندی صوت در واحد کوره dB ۳۰ برآورد شده است.

نتیجه‌گیری: عامل اصلی آلودگی صدا در اطراف کوره ناشی از جریان آشفته و متلاطم هوا در کانال‌های هوای ورودی به کوره بود که با توجه به امکان سنجی صورت گرفته پناهگاه صوتی استاندارد در قالب اتاق کنترل و استراحت موثرترین روش کنترل مواجهه کارگران با صدا ارایه و طراحی گردیدکه براین اساس میزان دز صدای دریافتی کارگران به کمتر از ۱۰۰٪ کاهش خواهد یافت.

واژه‌های کلیدی: تحلیل آکوستیکی، کوره بلند، کنترل صدا، صنعت فولاد، پناهگاه صوتی

ارجاع: گل‌محمدی رستم، علی‌آبادی محسن، درویشی ابراهیم. **بررسی آلودگی صدای کوره بلند در یک صنعت فولاد به منظور کنترل صدا**. مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۲؛ ۹(۱۱): ۱۲۶۳-۱۲۷۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۲۵**

۱. دانشیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران

۲. استادیار گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، همدان، ایران

۳. عضو مرکز تحقیقات بهداشت محیط و مربی گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسؤول) Email: darvishi.hse@gmail.come

مقدمه

آلودگی صدا یکی از مهم‌ترین عوامل فیزیکی زیان‌آور در محیط کار، به ویژه محیط‌های صنعتی محسوب می‌شود (۱)، به گونه‌ای که تقریباً ۶۰۰ میلیون کارگر در جهان در معرض صدای ناشی از محیط کار قرار دارند. در ایران بر اساس برآورد علمی و مقایسه آمار کشورهای مشابه و در نظر گرفتن جمعیت کارگری کشور می‌توان گفت که ۲ میلیون نفر شاغل در معرض صدای زیان‌آور در محیط کار قرار دارند(۲-۴). تماس انسان با صدا می‌تواند منجر به ایجاد اثرات و عوارض شناخته شده‌ای از جمله افت موقت و دائم شنوایی، اثرات نامطلوب فیزیولوژیکی و روحی روانی از قبیل اختلال خواب، افزایش فشار خون و ضربان قلب، اضطراب و در نهایت ایجاد عوارض شغلی، کاهش راندمان و بهره‌وری و افزایش ریسک وقوع حادثه در محیط کار شود (۵-۱۲).

امروزه بیشتر مشکل صدا در محیط‌های صنعتی مربوط به منابع تجهیزاتی فرآیندی می‌باشد. از نقطه نظر صنعتی منشا وجود صدا در تجهیزات به چندین عامل از جمله ماهیت ساختاری و مکانیکی دستگاه، میزان استهلاک قطعات مکانیکی، عملکرد نامناسب قطعات متحرک ماشین‌آلات، سرعت بالای جریان سیالات در کانال‌ها، فوندانسیون نامناسب و در نتیجه ارتعاش ساختاری دستگاه مربوط می‌شود (۸، ۱۳-۱۴).

در صنعت فولاد، تجهیزات خاصی از جمله پمپ‌ها، کمپرسورها، کوره‌ها، سامانه‌های تامین هوای فشرده یا دمنده هوا (Blower)، برج‌های خنک کننده، کانال‌ها و دریچه‌های گاز و بخار و دیگر تجهیزات مرتعش به عنوان منابع اصلی تولید صدا و ارتعاش محسوب می‌شوند. کوره بلند یکی از تجهیزات بسیار عظیم و مهم در صنعت فولاد بوده که جهت ذوب سنگ آهن و تولید شمش چدن و فولاد مورد استفاده قرار می‌گیرد این تجهیز با کمک تجهیزات جانبی مهمی از جمله دمنده‌های هوا، دیگ بخار و هواگرمکن عمل ذوب را انجام می‌دهد. به منظور ذوب سنگ آهن از جریان هوای داغ با دمای در حدود ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد و فشار بسیار بالا در حدود ۶۰ مگا پاسکال استفاده می‌شود و برای تامین چنین جریان هوایی از سیستم دمنده هوا استفاده می‌شود و هوای تامین شده توسط واحد دمنده از طریق کانال‌هایی وارد تجهیزات عظیمی به نام هواگرم‌کن می‌شود. هواگرم‌کن با استفاده از گاز منواکسید کربن خروجی از کوره به عنوان سوخت، هوای ارسالی از دمنده را گرم کرده و هوا پس از گرم شدن وارد کوره بلند می‌شود. در کوره نیز مشعل‌های گاز به همراه هوای داغ موجب احتراق و در نتیجه ذوب سنگ آهن می‌شوند. در این میان یکی از عوامل زیان‌آور بسیار مهم ناشی از فعالیت کار کوره تولید و انتشار صوت می‌باشد.

مطالعات زیادی که در بررسی آلودگی صدای تجهیزات فرآیندی مورد استفاده در صنعت از جمله کوره‌ها و دمنده‌های هوا صورت گرفته، حاکی از تراز صوتی آزاردهنده آنها است. در مطالعه‌ای Kerketta و همکاران در یک کارخانه فولاد در کشور هند آلودگی صدای کوره، دیگ بخار و دستگاه دمنده هوا را مورد ارزیابی قرار دادند که تراز فشار صوت آنها در محدوده dB(A) ۹۸-۸۳ برآورد گردید (۱۵). همچنین در مطالعه انجام گرفته در یک منطقه نفتی میزان آلودگی صدای تجهیزاتی مشابه مانند کمپرسورها و هواکش‌ها در محدوده dB ۹۴-۷۰ در شبکه A و دز دریافتی روزانه تا ۲۷۰ درصد برآورد گردید (۱۶).

در صنعت فولاد مورد بررسی نیز، مطالعات و بررسی‌های قبلی نشان داده بود که صدا در واحد کوره بلند از حدود مجاز تعیین شده بسیار بالاتر است. به طوری که افزایش تعداد موارد ارجاعی به دلیل مشکلات شنوایی و وقوع حوادث مکرر به ویژه از نوع سوختگی ناشی از مواد مذاب در شاغلین این واحد به دلیل آلودگی صوتی بالا این مشکل را تائید می‌کرد. در این راستا یکی از مهم‌ترین اقدامات بهداشتی لازم در خصوص منابع تولید صدای آزاردهنده، انجام ارزیابی‌های آکوستیکی و اجرای کنترل‌های فنی و مهندسی صدا در قالب برنامه‌های حفاظت شنوایی کارگران (Hearing Conservation Program) می‌باشد. در بررسی آلودگی صوتی تعیین وضعیت مواجهه صوتی کارگران شاغل و کنترل صدای

محیط کار یک مسأله مورد توجه بوده و ضروری است با اجرای روشهای کنترلی مناسب به ترازهای منطبق با استاندارد دست یافته شود. لذا با توجه به اهمیت آگاهی از میزان آلودگی صدای کوره و اینکه در بررسی‌های مقدماتی محدوده تراز فشار صوت در محوطه کوره بلند dB ۹۱ اندازه‌گیری شده بود و با وجود اتاق کنترل و اتاق استراحت میزان دز صدا دریافتی کارگران بیش از ۲۰۰٪ بوده است، ارزیابی آلودگی صدای کوره ضروری به نظر رسید. همچنین ضرورت دیده شد تا میزان مواجهه شغلی کارگران اطراف کوره در مقایسه با حدود مجاز شغلی صدا مورد قضاوت قرار گیرد تا از نتایج آن جهت برنامه‌ریزی اقدامات اصلاحی برای کنترل صدا و میزان اثربخشی آنها استفاده گردد.

روش‌ها

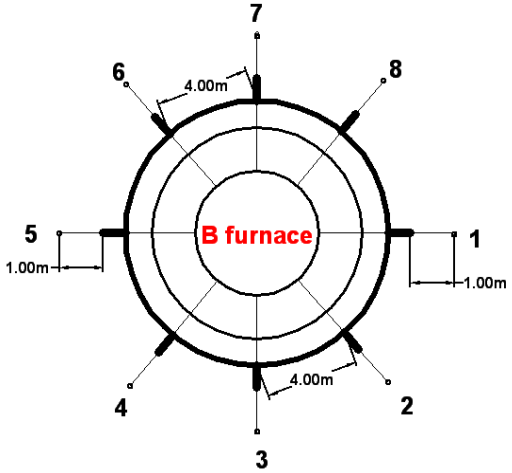
پژوهش توصیفی، تحلیلی و تجربی حاضر در یک شرکت فولاد با هدف ارزیابی و ارائه طرح کنترل صدا برای واحد کوره بلند صورت گرفته است. در این مطالعه ابتدا اطلاعات پایه مورد نیاز، پیرامون واحد کوره بلند و کارگران شاغل جمع آوری گردید. سپس اندازه‌گیری و ارزیابی مشخصه‌های صدا مرتبط به فرآیند کوره در این واحد در چند مرحله به شرح زیر صورت گرفت و طرح‌های کنترلی صدا متناسب با فرآیند، ارایه و مورد تحلیل قرار گرفت.

۱- ارزیابی محیطی صدا در محوطه کوره بلند

جهت ارزیابی محیطی صدا، تراز فشار کلی (lP_t) صوت در محوطه کوره بلند به روش شبکه‌بندی و ایستگاه‌بندی منظم مطابق با استانداردهای ISO 9612 و ISO۱۱۲۰۰ (۱۹)در هر ایستگاه اندازه‌گیری و سنجش کمیات صوتی با استفاده از ترازسنج صوت مدل.CEL۴۵۰ صورت گرفت. صداسنج مذکور با استفاده از دستگاه ۱۱۰/۲ -CELکالیبره گردید. نقشه صوتی و توزیع تراز فشار صوت کوره در محوطه آن با استفاده از نرم افزار SURFER (۱۸) ترسیم گردید. این نرم‌افزار همانند نقشه‌های توپوگرافی محدوده‌های تراز فشار صوت را به صورت لایه‌های گرافیکی نشان می‌دهد.

۲- ارزیابی موضعی صدای کوره و آنالیز فرکانس

با توجه به اینکه کانال‌های هوای ورودی از هواگرمکن‌ها به کوره در ۸ عدد به شکل زانویی می‌باشند بنابراین ارزیابی موضعی با هدف نقاط انتشار صوت در کوره و کنترل صدا، در ۸ نقطه اطراف کوره به فاصله یک متر به همراه آنالیز فرکانس در شبکه توزین خطی Lin انجام شد (شکل۱). با توجه به اینکه در این مطالعه بررسی و ارزیابی صدا با هدف ارایه روش‌های کنترلی برای صدا صورت گرفته است از شبکه خطی استفاده شده است.



شکل۱- نقشه مربوط به ۸ ایستگاه اندازه‌گیری تراز فشار صوت در فاصله ۱ متری از فورم‌های کوره بلند

TES-1345 میزان دز صدای دریافتی در طول ۸ ساعت اندازه‌گیری شد. برای این منظور پس از کالیبره کردن آن با کالیبراتور CEL-۲۸۲ دزیمتر به کمر کارگر و میکروفون آن نیز از ناحیه پشت به یقه فرد نصب گردید و میزان دز صدا دریافتی در سه نفر از کارگران کوره در طول سه نوبت ۸ ساعته صبح، عصر و شب (با در نظر گرفتن اینکه دز مجاز مواجهه با صدا۱۰۰ درصد است) اندازه‌گیری شد.

۴- تحلیل آکوستیکی اتاق‌های اطراف کوره برمبنای انتقال صوت (به لحاظ عایق بندی صوتی):

برای ارزیابی و تحلیل آکوستیکی از نظر عایق‌بندی صوتی بنا و دیوار جداکننده این اتاق‌ها از محوطه کوره یا میزان افت انتقال تراز صوتی ایجاد شده توسط اتاق‌ها، تراز فشار صوت با استفاده از دستگاه ترازسنج مربوطه در دو نقطه اندازه‌گیری شد؛ بدین ترتیب پس از کالیبراسیون دستگاه ترازسنج، تراز فشار صوت در نقطه اول در کنار پنجره و دیوار در سمت داخل اتاق‌ها و نقطه دوم در کنار پنجره و دیوار در محوطه کوره اندازه‌گیری شد و در نهایت میزان اختلاف ترازهای فشار صوت اندازه‌گیری شده در داخل اتاق‌ها و محوطه یا میزان افت ایجاد شده ناشی از اتاق‌های کنترل و استراحت تعیین گردید.

۵- ارایه و اجرای طرح‌های اصلاحی و کنترلی و ارزیابی مجدد صدا در واحد کوره بلند

در بخش دوم از این مطالعه، بر اساس ارزیابی‌های انجام شده و با در نظر گرفتن سه عامل هزینه‌های طراحی، کاربردی بودن و کارایی و اثربخشی، راهکارها و اصلاحات کنترلی مناسب برای اتاق کنترل و اتاق استراحت (به عنوان پناهگاه‌های صوتی کوره) پیشنهاد و طراحی گردید. اتاق‌های کنترل و استراحت در محوطه کوره دارای درب و پنجره رو به سمت کوره می‌باشند. بنابراین اقدامات کنترلی برای اتاق کنترل شامل تعویض پنجره و درب حاضر به پنجره UPVC با شیشه دو جداره به ابعاد ۸۰ در ۸۰ سانتی‌متر و درب تمام فولادی و بدون شیشه در ورودی و ساخت یک پیش خوان برای اتاق و نصب یک درب مناسب دیگر در داخل از جنس فولاد و دارای شیشه و اقدامات کنترلی برای اتاق استراحت شامل تغییر جانمایی درب و پنجره در سمت خارج از مواجهه مستقیم با کوره و نصب دو عدد دوربین در اطراف کوره به منظور پایش کار کوره در زمان استراحت پیشنهاد گردید. نقشه مداخلات و تغییرات کنترلی پیشنهاد شده با استفاده از نرم افزار AutoCAD ترسیم شد.

یافته‌ها

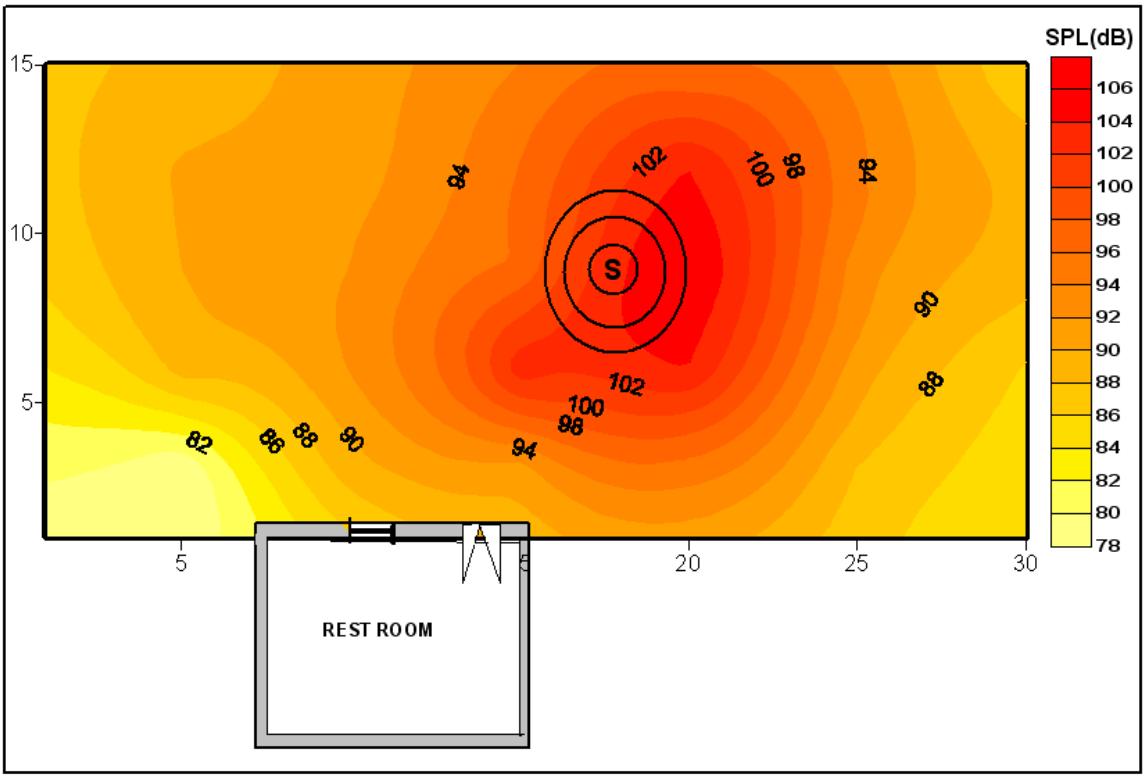
نتایج ارزیابی‌های آکوستیکی انجام شده و نیز طرح‌های کنترلی پیشنهاد شده به ترتیب زیر ارایه گردید.

۱- نتایج ارزیابی محیطی صدا در محوطه کوره بلند

نتایج اندازه‌گیری تراز فشار صوت در۳۰ ایستگاه به روش شبکه‌بندی منظم در محوطه کوره به صورت نقشه صوتی از نوع خطوط همتراز ترازهای صوتی در شکل ۲ نمایش داده شده است. محدوده تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده در کلیه ایستگاه‌های انتخاب شده در محدود dB ۱۰۶-۷۸ در شبکه A سنجش گردید. نقشه صوتی نشان داد که در قسمت‌هایی از محوطه که موانع یا اتاق‌ها قرار دارند (به دلیل بازآوایی) تراکم خطوط همتراز صوت از دیگر قسمت‌های محوطه کوره که هیچ گونه مانعی وجود ندارد بیشتر است و تراز صوت در قسمتهای آزاد کمتر از dB ۸۵ است (شکل ۲ ناحیه چپ نقشه).

۲-نتایج تراز فشار صوت ۸ ایستگاه اطراف کوره به همراه آنالیز فرکانس صدا در شبکه خطی Lin

نتایج ارزیابی‌های موضعی صدا در ۸ ایستگاه اطراف کوره به همراه آنالیز فرکانس صدا در شبکه خطی (Lin) نیز در جدول ۱ نمایش داده شده است. در این ارزیابی ترازهای صوتی در ۸ ایستگاه در فرکانس‌های مرکزی ۱ اکتاو برای هر یک از زانویی کانال‌های ورودی هوا به کوره بلند کاملاً مشخص است. نتایج ارزیابی صدا در فاصله یک متری منبع که محل کار کارگران بوده نشان می‌دهد که تراز فشار صوت بالا بوده و آنالیز فرکانس انجام شده در ۸ نقطه اطراف منبع فرکانس غالب ۴۰۰۰ هرتز را نشان می‌دهد.



شکل ۲- نقشه صوتی خطوط همتراز محوطه کوره و موقعیت اتاق استراحت نسبت به آن

جدول ۱: نتایج تراز فشار صوت بر حسب دسی‌بل در ۸ نقطه اطراف کوره و آنالیز فرکانس صوت آن در یک اکتاوباند شبکه خطی Lin

ایستگاه	فرکانس مرکزی (هرتز)											شبکه توزین	
	۱۶	۳۲	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰	۱۶۰۰۰	شبکه Leq Lin	شبکه Leq A
۱	۶۲/۸	۷۰/۸	۷۱/۷	۷۳	۷۳/۴	۷۶/۸	۸۰/۳	۸۲/۵	۸۴/۵	۸۳/۱	۷۲/۶	۸۹/۵	۸۸/۷
۲	۶۴/۷	۷۰/۳	۷۲/۴	۷۳/۶	۷۵	۷۸	۷۸/۹	۸۰/۲	۸۱/۴	۸۰/۶	۷۱/۸	۸۷/۷	۸۶/۸
۳	۶۵/۷	۶۸/۷	۷۱/۵	۷۴/۴	۷۴/۹	۷۶/۵	۷۷/۸	۷۹	۸۲/۲	۸۰/۶	۷۲	۸۷/۵	۸۶/۹
۴	۶۵/۴	۷۲/۹	۷۳/۶	۷۶/۷	۷۷/۴	۷۹/۵	۷۸/۵	۷۸/۳	۸۳	۸۰/۸	۷۳	۸۸/۸	۸۷/۶
۵	۶۶	۷۴	۷۳/۲	۷۷/۳	۷۷	۷۹/۳	۷۸/۵	۷۸/۷	۸۱	۸۰/۹	۷۲/۵	۸۸/۴	۸۷/۸
۶	۶۶	۷۲	۷۵	۷۵/۴	۷۶	۷۸/۳	۸۰/۸	۸۳/۵	۸۶	۸۵	۷۵	۹۱	۸۹/۷
۷	۷۳	۷۵/۸	۷۶/۵	۷۵/۸	۷۴/۸	۷۸	۸۲/۸	۸۵/۸	۸۹	۸۷/۵	۷۶/۵	۹۳/۴	۹۲/۳
۸	۷۲/۲	۷۵/۷	۷۶	۷۵	۷۵/۴	۸۰/۳	۸۲/۴	۸۶/۵	۸۸/۵	۸۶	۷۶	۹۲/۳	۹۱/۸
LP	۶۸/۵	۷۳/۱۶	۷۴/۱۱	۷۵/۳	۷۵/۶	۷۸/۵	۸۰/۳	۸۲/۸	۸۵/۵	۸۳/۸	۷۴	۹۰/۳۳	۸۹/۴۴

۳- نتایج ارزیابی مواجهه شغلی با صدا

بر طبق روش دزیمتری انجام شده برای سه نفر از کارگران اطراف کوره بلند در سه نوبت مختلف نتایج دز دریافتی کارگران در طول مدت زمان ۸ ساعت کار در جدول ۲ نمایش داده شده است. با توجه به اینکه دز مجاز مواجهه با صدا۱۰۰ درصد بوده، نتایج دزیمتری نشان داد بیشترین میزان مواجهه

در شیفت صبح بوده که دز دریافتی ۲۴۰٪ یا ۲/۴ برابر دز مجاز می‌باشد. همچنین بر طبق رابطه دز نیز این میزان نتیجه شده است.

۴- تحلیل آکوستیکی اتاق‌های اطراف کوره برمبنای انتقال صوت (به لحاظ عایق بندی صوتی):

نتایج برآوردهای انجام شده از تحلیل آکوستیکی بنای اتاق‌های کنترل و استراحت در اطراف کوره به لحاظ میزان عایق بندی صوتی بنای آنها از محوطه کوره نشان داد که (با انجام اندازه‌گیری تراز فشار صوت کنار دیوار مابین کوره و پنجره در محوطه کوره و کنار پنجره در داخل اتاق کنترل و اتاق استراحت) اتاق کنترل و استراحت به ترتیب ۱۰/۳۳ dB و ۴/۲۳ dB عایق صوت می‌باشند. این میزان از افت یا کاهش تراز ایجاد شده در اتاق ها ناشی از مجمع افت انتقال دیوارها و ثابت جذب اتاق است.

جدول ۲: میزان دز دریافتی کارگران در سه شیفت مختلف

شیفت (ساعت)	درصد دز قرائت شده	SPL(dB)
صبح(۱۵-۷)	۲۴۰	۸۸/۸
عصر(۲۳-۱۵)	۲۲۴	۸۸/۵
شب(۷-۲۳)	۲۱۴	۸۸/۳

جدول ۳- نتایج تحلیل آکوستیکی بنای اتاق‌های کنترل و استراحت کارگران کوره بر مبنای افت صوت (به لحاظ میزان عایق بندی صوت)

محل اندازه‌گیری	تراز کلی فشار صوت dB (A)	میزان کاهش صوت اتاق‌ها
محوطه کوره	۹۰/۳۳	-
اتاق کنترل	۸۰	۱۰/۳۳
اتاق استراحت	۸۶/۱	۴/۲۳

۵- نتایج طرح‌های کنترلی در واحد کوره بلند

در واحد کوره بلند یک طرح اصلاحی– مداخله‌ای جهت کنترل صدا در اتاق‌های کنترل و استراحت اطراف کوره بلند پیشنهاد گردید که در ادامه نتایج آنها آمده است:

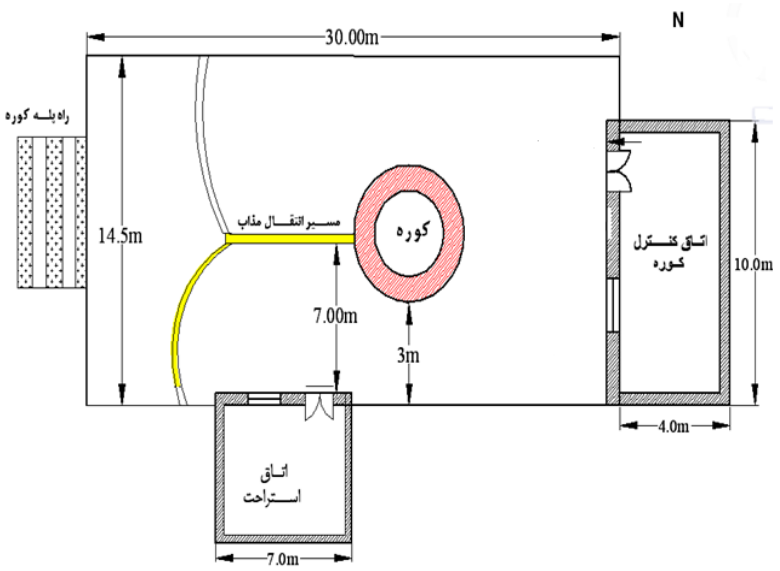
نتایج اصلاح و طراحی مناسب اتاق‌های کنترل و استراحت کارگران کوره

موقعیت قرارگیری اتاق‌ها در اطراف کوره در حالت قبل از طرح‌های پیشنهاد شده در شکل۳ نمایش داده شده است که به دلیل طراحی نامناسب در ساخت اتاق‌ها در محوطه کوره جهت اصلاح اتاق‌ها به لحاظ مشکل صوت تغییراتی در ساختار آنها ارایه گردید. بر این اساس پیشنهاد شد در اتاق استراحت کارگران درب و پنجره اتاق که در مواجهه مستقیم و در فاصله ۳ متری از کوره احداث شده است به طور کامل مسدود گردد (با دیوار از جنس بتن به ضخامت ۲۰ سانتیمتر و چگالی ۴۶۵ کیلوگرم بر مترمربع) در سمت کوره و احداث درب و پنجره در سمت مخالف کوره برای اتاق استراحت و تغییر و تعویض درب و پنجره عایق برای اتاق کنترل کوره پیشنهاد گردید. و پنجره در سمت مقابل و درب در جهت خارج از مواجهه مستقیم با کوره طراحی گردد. از آنجا که پنجره رو به سمت کوره در اتاق استراحت حذف می‌گردد لذا نصب دو عدد دوربین مدار بسته در سالن و اطراف کوره پیشنهاد شد تا وضعیت کوره در اتاق استراحت برای کارگران نمایان باشد. در اتاق کنترل نیز تعویض پنجره عایق از نوع UPVC و طراحی و نصب درب فلزی عایق در ورودی و پیش خوان آن پیشنهاد گردید. طرح‌های اصلاحی– مداخله‌ای پیشنهاد شده در اطراف کوره در شکل۴ نمایش داده شده است.

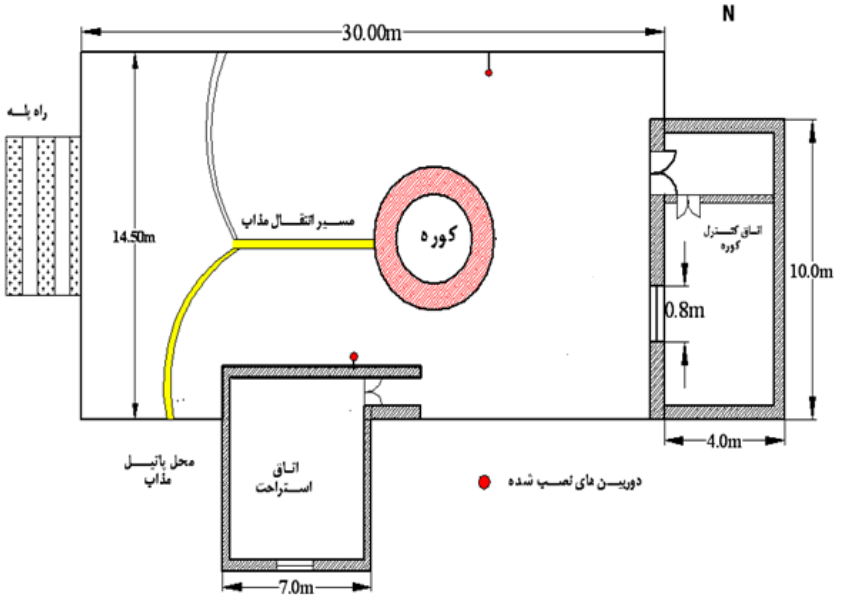
پس از ارائه طرح‌های کنترلی میزان افت انتقال تئوریکی برای اتاق‌های کنترل و استراحت به ترتیب ۵۵ dB و ۳۴ dB محاسبه شد که با احتساب ۰/۰۰۱ نشتی و سطوح جذبی آنها افت انتقال عملی در حدود ۳۰dB برآورد گردید. در محاسبات هم افت انتقال دیوارها و هم اثر سطوح داخلی انها لحاظ شده است. می‌توان انتظار داشت که در صورت اجرای اصلاحات و

تغییرات مذکور تراز صوت در اتاق کنترل به لحاظ عملی به حدود dB ۵۰ و در اتاق استراحت کارگران به حدود dB ۵۶/۱ برسد.

بر طبق برآوردهای انجام شده، در صورت اجرای تغییرات و اصلاحات ذکر شده در ساختار اتاق کنترل و اتاق استراحت تراز کلی صدا به ترتیب به حدود ۵۲/۶ و ۵۸/۴ دسی‌بل خواهد رسید.



شکل ۳: نقشه افقی از واحد کوره و وضعیت قرار گرفتن اتاق کنترل و اتاق استراحت کارگران کوره قبل از اجرای اصلاحات



شکل۴: نقشه افقی از واحد کوره و وضعیت قرار گرفتن اتاق کنترل و اتاق استراحت کارگران کوره در صورت اجرای اصلاحات

جدول۴- نتایج افت انتقال تئوریکی در اتاق‌های کنترل و استراحت کارگران در واحد کوره بلند در صورت اجرای اصلاحات

پناهگاه صوتی	تراز فشار صوت ارزیابی شده قبل از ارائه طرح‌های کنترلی (dB)	تغییرات پیشنهاد شده	متوسط افت انتقال تئوریکی صوت با ارائه طرح‌های اصلاحی (dB)	تراز فشار صوت در صورت اجرای طرح‌های اصلاحی (dB)
اتاق کنترل	۸۰	نصب درب فولادی و پنجره UPVC در اتاق	۵۵	۵۰
اتاق استراحت	۸۶/۱	دیوار بتن آرمه در سمت کوره در اتاق استراحت کارگران به ضخامت ۲۰ سانتیمتر	۳۴	۵۶/۱

بحث

ارزیابی‌های محیطی و نیز نقشه صوتی حاصل از محیط اطراف کوره نشان داد که تراز فشار صوت در کلیه ایستگاه‌ها در محوطه کوره، به جزء ۵ ایستگاه که در نقاط گوشه و خروجی محوطه قرار دارند، بالاتر از حدود مجاز مواجهه در مدت زمان ۸ ساعت نوبت کاری بر طبق استاندارد مجاز کشوری می‌باشد و مشکل صدا در اطراف کوره به عنوان یک مشکل بهداشتی مطرح است. اندازه‌گیری صدا در ۸ ایستگاه در فاصله یک متری از هر یک از زانویی کانال‌های ورودی به کوره نشان داد که مشکل اصلی صدا در ساختمان کوره مربوط به این نقاط است و تراز صوت در این نقاط بسیار بالاتر است. به گونه‌ای که موجب اختلال در تمرکز و در نتیجه موجب حوادثی از جمله سوختگی در جوب مذاب شده است. این نتایج در حالی بدست آمده است که اطراف کوره (به جز در محل قرارگیری اتاق‌ها) فاقد سطوح بازآوا و انعکاس دهنده است بنابراین بیشتر صدای تولیدی در واحد کوره بلند مربوط به صدای منتشر شده از خود تجهیز کوره و یا به اصطلاح صدای با میدان مستقیم می‌باشد که با فاصله از منبع تراز صوت کاهش می‌یابد. تجزیه فرکانسی صدا نیز نشان داد که صدای پیوسته کوره در فرکانس ۴۰۰۰ هرتز غالب است و در فرکانس‌های مربوط به مکالمه تراز فشار صوت بالاتر است.

انجام دزیمتری در طول سه شیفت کاری نیز وجود مشکل صدا را به خوبی نشان داد زیرا این اندازه‌گیری نشان داد که کارگران این واحد در یک نوبت کاری ۸ ساعته با دز صدایی در حدود ۲/۴ برابر حد مجاز و تراز صدای معادلی در حدود ۸۸/۶dB مواجهه دارند. بنابراین نتایج دزیمتری بیانگر این واقعیت بود که صدای کوره برای کارگران شاغل در اطراف آن به شدت آزار دهنده بوده و با وجود اجرای کنترل مدیریتی برای کاهش مواجهه با صدا با ساخت اتاق کنترل و استراحت برای کارگران این واحد، دز صدای دریافتی بالاست. بر پایه نتایج حاصل از دزیمتری در واحد کوره مدت زمان مجاز مواجهه با چنین صدایی بر طبق استاندارد مجاز کشوری در حدود ۳/۵ ساعت خواهد بود و در واقع شیفت کاری قابل قبول برای کارگران باید از ۸ ساعت به حدود ۳/۵ ساعت کاهش یابد.

عظیم بودن کوره به عنوان یک تجهیزی که نیاز به فضا و محیط باز برای فعالیت داشته و نیز انتشار صدا از آن که جزء لاینفک از ماهیت و کار کوره بوده موجب شده است تا صدای کوره را به عنوان یک منبع سطحی بسیار بزرگ بپذیریم. از آنجا که کوره ماهیتاً دارای صدای آزاردهنده بوده و مواجهه با صدای آن در طول فعالیت اجتناب ناپذیر است و امکان هیچگونه اقدام کنترلی در ساختمان آن جهت کاهش صوت وجود ندارد در طرح فناوری آن به منظور اجتناب از مواجهه دائم با صدای آن در طول فعالیت از اتاق‌هایی به عنوان محلی برای استراحت و مواجهه دوره‌ای و یا به اصطلاح کاهش زمان مواجهه با صدای آن پیش‌بینی شده است. از طرفی نتایج تحلیل آکوستیکی بر مبنای افت انتقال صوت و میزان عایق بودن بنای اتاق‌ها در اطراف کوره نشان داد که اتاق

کنترل فقط در حدود dB ۱۰/۳۳ و اتاق استراحت در حدود dB ۴/۲۳ عایق صوت می‌باشند (این کاهش ناشی از مجموع افت انتقال اجزا و سطوح جذبی داخلی اتاق‌هاست) و در واقع تراز صوت در آنها به ویژه در اتاق استراحت از حدود مجاز استاندارد کشوری بالاتر است. بررسی‌ها نشان داد که عامل موثر در ناکارآمدی اتاق‌های کنترل و استراحت کارگران در اطراف کوره طراحی نامناسب آنها می‌باشد. این اتاق‌ها به دلیل اینکه در معرض مواجهه مستقیم با صدای کوره قرار دارند و کلیه بازشوها از جمله درب و پنجره آنها دارای نشتی زیاد می‌باشند کارایی لازم را ندارند و تراز صوت در آنها نیز آزاردهنده و مخل آسایش صوتی می‌باشد. بویژه در اتاق کنترل به لحاظ ارگونومیکی آسایش صوتی، آسایش در مکالمه و ایجاد تمرکز در فرآیند کار کوره بسیار مهم است.

بنابراین طرح‌های کنترلی – اصلاحی برای کاهش مواجهه و در نتیجه کاهش دز دریافتی صدا پیشنهاد گردید. نتایج ارزیابی‌ها از میزان افت انتقال نشان داد که در صورت اجرای طرح‌های کنترلی که تا حدود dB ۳۰- ۲۸ کاهش در تراز فشار صوت ایجاد خواهد شد که این در آسایش صوتی اتاق‌ها بسیار موثر است. در زمینه طراحی اثر مانع‌های صوتی و تاثیر آنها در میزان کاهش انتقال صوت مطالعات زیادی صورت گرفته است. در مطالعه‌ای منظم و همکاران در یک پالایشگاه نفت به منظور کنترل صدای تجهیزاتی از جمله پمپ‌ها و کمپرسورها به دلیل تراز فشار صوت بالای منابع روش اتاقک سازی پیشنهاد شد که بر پایه برآوردهای انجام شده با طراحی اتاقک تراز صدا در فرکانس غالب فقط در حدود ۲۰ دسی‌بل کاهش را نشان داده است (۱۹-۲۰). در مطالعه‌ای به منظور کنترل صدای منابع صوتی در یک سالن صنعتی دارای منابع صوتی از قبیل پمپ‌های هیدرولیکی و دیسک‌های الکتریکی در یک سالن صنعتی در استرالیا به منظور جداسازی منابع صوتی از یکدیگر در سالن از دیواره‌های صوتی با لایه جاذب استفاده شد که موجب کاهش تراز صوت در محدوده dB ۱۰ گردد (۲۱).

نتیجه‌گیری

منشاء آلودگی و انتشار صوت در اطراف کوره ناشی از جریان آشفته و متلاطم هوا در کانال‌های هوای ورودی به کوره می‌باشند که این کانال‌ها از هواگرمکن‌ها خارج شده و به شکل زانویی در ۸ عدد به کوره وارد می‌شوند و تراز کلی فشار صوت پیوسته‌ای در حدود dB ۹۰ در شبکه خطی ایجاد می‌کنند. از سوی دیگر با توجه به اینکه پناهگاهای اطراف کوره فاقد عایق بندی لازم به لحاظ انتقال صوت می‌باشند در نتیجه میزان درصد دز صدای دریافتی در کارگران که نیمی از ساعات یک نوبت کاری در کنار و اطراف کوره حضور دارند بالاست. با توجه به امکان سنجی صورت گرفته اصلاح پناهگاه صوتی به صورت استاندارد در قالب اتاق کنترل و استراحت موثرترین روش کنترل مواجهه کارگران با صدا بوده که تراز کلی صدا در اتاق کنترل به حدود ۵۲/۶dB و اتاق استراحت نیز به حدود dB ۵۸/۴ خواهد رسید. همچنین بر طبق محاسبات مربوط به رابطه درصد دز صدای دریافتی بر اساس مدت زمان مواجهه، میزان دز صدای دریافتی بعد از ایجاد تغییرات و اصلاحات کنترلی در ساختار اکوستیک اتاق‌ها به کمتر از ۱۰۰ درصد کاهش می‌یابد. بنابراین بر طبق محاسبات می‌توان نتیجه گرفت که با بکارگیری یکسری اصلاحات کنترلی بسیار ساده و کم هزینه بیشترین کارایی و اثربخشی نتیجه خواهد شد. تمام ارزیابی‌ها و محاسبات کنترلی در قالب طرح و بر طبق محاسبات ارایه شده است که در صورت اجرای عملی طرح‌ها باید نتایج اعتبارسنجی گردند.

References

1. Golmohammadi R, Monazzam MR, Nourollahi M, MomenBellaFard S. Assessment and Control Design for Steam Vent Noise in an Oil Refinery. JRHS 2011;1(11):14-9. [In Persian]
2. Center for Environmental Health, Ministry of Health and Medical Education and Labor Occupational exposure limits (OEL). Tehran: MHME- 2007.

3. Ministry of Health and Medical Education. Occupational Exposure limits (OEL). Tehran: MHME; 2003. [In Persian].
4. Neghab M, Madahi M, Rajaeefard A. Occupational hearing loss and arterial hypertension caused byprolonged exposure to noise. Iran Occup Health 2008; 5(3-4): 36-43.
5. Sulkowski WJ, Szymczak W, Kowalska S, Sward MM. Epidemiology of occupational noise-induced hearing loss (ONIHL) in Poland. Otolaryngologiapol 2004;58(1):233-6.
6.Atmaca E, Peker I , Altin A. Industrial Noise and Its Effects on Humans. Polish Journal of Environmental Studies 2005;14(6):721-6.
7. Sulkowski WJ, Szymczak W, Kowalska S, MM. S. Epidemiology of occupational noise-induced hearing loss (ONIHL) in Poland. Otolaryngologiapol 2004;58(1):233-6.
8. Shirani E. Turbo machines and Fluid mechanics. 5th Ed. Isfahan; tahghighat sanati; 2006.[In Persian]
9. Nasiri P, Mehravaran H, Ghosi R. Equivalent sound level measurements and modeling (Leq) A casestudy in an automotive company. Journal of Environmental Sciences and Technology 2007; 9(4): 47-56.
10. Keshtkar A, Kabir J, Asghari SH, Nejat S, Etemadi A, Heshmat R, et al. A Study on noise-inducedhearing loss in Agriculture and industry factory - Iran. Iran J Epidemiol 2005; 1(1): 59-64.
11.Taheri M, Kalatearabi H, Sharifitabar M. Prevalence of hearing loss in workers in carpentry insabzevar. Proceedings of the 1st International Conference on Industrial Safety, Occupational Health and environmental organizations; 2008 May 7-8; Isfahan, Iran; 2008.
12. American Conference on Governmental Industrial Hygienists. Thresholds limit values and biologicalindexes. New York: ACGIH; 2010.
13. Bell LH, Bell DH. Industrial Noise Control. New York: Marcel Dekker;1994.
14. Golmohammadi R. Noise and Vibration Engineering in industerial andinvironment. 4th Ed. Hamadan: Daneshjoo; 2010. [In Persian].
15. Kerketta V. Work zone noise levels at Aartisteel plant. Journal of Environmental BiologyAarti Steels Limited 2009;30(5):900.
16. Nassiri P, Zaree M, Golbabaei F. Evaluation of noise pollution in Lavan Oil Field and determination of source enclosure for noise reduction. Iran Occupational Health Journal 2007;4(3):49-56. [In Persian].
17. Golmohammadi R, Monazzam MR, Nourollahi M, Nezafat A, Momen Bella Fard S. Evaluation of Noise Propagation Characteristics of Compressors in Tehran Oil Refinery Center and Presenting ControlMethods. JRHS. 2010;10(1):22-30[in Persian].
18. Software G. Surfer(R) Version 8.0 ReadMe File. 2002
19. Golmohammadi R, Monazzam MR, Nourollahi M, Nezafat A. Noise Characteristics of Pumps at Tehran'sOil Refinery and Control Module Design. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research.2009;52(3):167-172 [in Persian].
20. The European Standard EN ISO 11200. Acoustics —Noise emitted by machinery and equipment — Guidelines for the use of basic standards for the determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions. BS EN ISO 11200, 1995.
21. Nikola H, Bošnjaković R. The acoustic treatment of an industrial hall. Working and Living Environmental Protection 2008;5 (1):1 - 10.

Study of Noise pollution in the blast furnace of a steel industry in order to noise control

Rostam Golmohammadi[1], Mohsen Aliabadi[2], Ebrahim Darvishi [3]

Original Article

Abstract

Background: In the steel industry, coke-fueled furnaces are used for smelting iron ore to produce cast iron are considered as sources of annoying noise.This study aims to evaluate the noise pollution blast furnace and sound source characteristics in order to present noise control measures in the steel industry

Methods: Measurement of noise level and its frequency analysis was performed using sound level meter model of CASELLA-Cell.450 .Dosimetery in order to worker exposure was performed using the dosimeter model TES-1345.Distribution of noise level in the furnace area in form of noise map was provided using Surfer software. In addition, acoustic analysis of control and furnace workers rest rooms was performed in view point of and insulation.Redesign of door and window of control room and reform of workers' rest room were proposed and the efficiency of these interventions was estimated.

Findings: The total sound pressure level in the furnace workroom was 90.3dB(L) and the dominant frequency was 2000Hz. Sound transmission loss of the wall dividing the control room and rest room workers furnace 10.3 and 4.23dB, respectively. The average of noise dose in furnace worker was 240%. And sound transmission loss of the new The performance of the proposed control schemes based on sound insulation of rooms was estimated equal to 30dB.

Conclusion: The main cause of noise pollution caused by turbulent air flow in the air ducts furnace. The acoustic Shelter was designed for standard control room and rest as the most effective method of controlling workers' exposure to noise. Accordingly, the workers received a noise dose of less than 100% can reduce.

Keywords: Acousticsanalysis, Blast furnace, noise control, steel industry, sound insulation

Citation: Golmohammadi R, Aliabadi M, Darvishi E. **Study of Noise pollution in the blast furnace of a steel industry in order to noise control** J Health Syst Res 2014; 9(11): 1262-1272

Received date: 13/03/2013 **Accept date: 25/1/2013**

1. PhD, Department of occupational health, Hamadan University of Medical Sciences- Hamedan , Faculty of Health. Hamadan, Iran

2. PhD, Department of occupational health, Hamadan University of Medical Sciences- Hamedan, Faculty of Health, Hamadan, Iran

3. Kurdistan Environmental Health Research Center, Lecturer. Department of occupational health, Kurdistan University of Medical Sciences, Faculty of Health. Sanandaj, Iran (Corresponding Author)Email: darvishi.hse@gmail.com