



فصلنامه علمی پژوهش در ایمنی، سلامت و محیط زیست

اندازه‌گیری و سنجش آلودگی صوتی در کارخانه سیمان خاش در مقایسه با استاندارد مرجع

الهام شهری^۱، محمد ولایت‌زاده^{۲*}

^۱ دانش آموخته دکتری تخصصی گروه محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
^۲ نویسنده مسئول: گروه ایمنی صنعتی، موسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین، ایران.

مشخصات مقاله	چکیده
تاریخچه مقاله:	سر و صدا یکی از آلودگی‌های مهم محیط زیست است که در مکان‌های مختلف زندگی انسان وجود دارد و سبب بیماری‌های مزمن در محیط‌های صنعتی و کارخانجات می‌شود. با توجه به اهمیت سر و صدا و آلودگی صوت در محیط کار و اثرات نامطلوب شنوایی و عوارض فیزیولوژی و روانی بر شاغلین این تحقیق با هدف ارزیابی میزان سر و صدا و مقایسه با استانداردها در یک کارخانه سیمان در جنوب شرق ایران در سال ۹۶-۱۳۹۴ انجام شد. سنجش تراز صوتی در ۸ ایستگاه در شرکت سیمان خاش صورت پذیرفت. در مجموع ۱۴۴ بار میزان سر و صدا در روز و شب سنجش گردید. اندازه‌گیری تراز معادل مواجهه صوت بر اساس استاندارد ISO1996/1 به وسیله دستگاه صداسنج Kimo ساخت کشور فرانسه و اندازه‌گیری بر روی شبکه A انجام شد. دامنه مقادیر صدا در کارخانه سیمان ۷۵-۵۰ دسی بل به دست آمد. مقایسه آماری میانگین مقادیر صدا (P=۰/۷۸۵) در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اختلاف معنی نداشت (P>0.05). میانگین مقادیر سنجش شده صدا در روز و شب در سال ۱۳۹۵ (P=۰/۰۲۱) اختلاف معنی‌داری داشت (P<0.05)، اما میانگین تراز صوتی بین شب و روز در سال‌های ۱۳۹۴ (P=۰/۳۴۵) و ۱۳۹۶ (P=۰/۹۵۶) اختلاف معنی نداشت (P>0.05). تراز صوتی مجاورت کاربری‌های اداری و آموزشی در محدوده ۵۴ دسی‌بل بود. در مجاورت باسکول و درب ورودی کارخانه سطح ترازهای صوتی در محدوده ۷۵ دسی‌بل اندازه‌گیری شده است. مقایسه نتایج این پژوهش با استاندارد سازمان بهداشت جهانی و سازمان ملی محیط زیست ایران نشان می‌دهد مقادیر اندازه‌گیری شده به مراتب بالاتر از آستانه مجاز می‌باشد.
نوع مقاله: علمی	
دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۳	
بازنگری: ۱۴۰۴/۸/۱۵	
پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۸	
ارائه آنلاین: ۱۴۰۴/۱۱/۲۹	
* نویسنده مسئول: mv.5908@gmail.com	
کلید واژه‌ها:	
آلودگی صوتی	
سر و صدا	
کارخانه سیمان	
سلامت شنیداری	



۱- مقدمه

در حالی که همه نگاه‌ها به سمت آلودگی هوا معطوف شده، معضل آلودگی صوتی به صورت کاملاً چراغ خاموش سلامتی میلیون‌ها نفر به ویژه شهروندان کلان‌شهرها را با خطراتی جدی مواجه می‌سازد. در سال‌های اخیر آلودگی صوتی به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر کیفیت زندگی انسان‌ها در مناطق شهری، در سراسر جهان به رسمیت شناخته شده است [۱،۲]. واژه noise از اصطلاح لاتین nausea به معنای صدای اشتباه در مکان اشتباه در زمان اشتباه است [۳]. سر و صدا یکی از ویژگی‌های برجسته محیط‌زیست می‌باشد که از حمل و نقل و صنعت منشا می‌گیرد [۴]. صدا به عنوان یک عامل استرس‌زا در محیط می‌باشد و اثرات اولیه آن بر حس شنوایی است [۵]. قرار گرفتن در معرض سر و صدا با منشا حمل و نقل خواب را مختل می‌کند. سر و صدا تداخل در عملکرد کارهای پیچیده، تغییر رفتار اجتماعی و باعث دلخوری نیز می‌گردد [۶]. اولین مطالعه برای پاسخ جامعه به سر و صدا توسط شولتز در سال ۱۹۷۸ گزارش شده است. قرار گرفتن در معرض سر و صدای مداوم با ۸۵-۹۰ دسی بل، به‌ویژه در طول زندگی در فعالیت‌های صنعتی، می‌تواند سبب کاهش شنوایی شود [۷]. اختلالات شنوایی به دلیل سر و صدای یک نتیجه مستقیم از اثرات انرژی صوتی در گوش داخلی است. با این حال، سطح سر و صدا از محیط‌زیست بسیار پایین‌تر و اثرات آن بر سلامت غیرشنوایی نیز می‌تواند به‌عنوان یک نتیجه از انرژی صوتی باشد [۶،۸].

آلودگی صوتی به‌عنوان سر و صدای تولید شده از منابع مختلف یکی از مشکلات بهداشت عمومی می‌باشد [۹] که بر اساس اعلام سازمان بهداشت جهانی (WHO) سر و صدای محیط و آلودگی صوتی مهمترین خطر محیط‌زیست برای سلامت انسان است [۱۰]. تأثیر آلودگی صوتی بر سلامتی انسان می‌تواند از نظر فیزیولوژیکی و روان‌شناختی نیز باشد [۱۱]. به‌عنوان یک آسیب مستقیم در سیستم شنوایی، سر و صدا منجر به اثرات شنوایی مانند کاهش شنوایی و وزوز گوش می‌شود. همچنین سر و صدا به‌عنوان یک عامل استرس‌زا عمل می‌کند و تأثیرات نامطلوبی بر سلامت انسان در نتیجه قرار گرفتن در معرض طولانی مدت دارد

[۱۲،۱۳]. مهمترین آسیب‌های ناشی از سر و صدا و آلودگی صوتی ممکن است منجر به از دست دادن شنوایی، استرس، فشار خون بالا، از بین رفتن تنظیم خواب شود. میزان سر و صدای بسیار پایین نیز سبب اختلال مکالمه طبیعی، مانع تمرکز ذهن، کاهش کارایی در محل کار، جلوگیری از خواب، تحریک پذیری و تداخل در آرامش و سرگرمی می‌شود [۱۴،۱۵].

نتایج تحقیقات نشان داده است که میزان سر و صدا در محیط‌های صنعتی کشور مصر ۷۰ تا ۱۰۰ دسی بل گزارش شده است و با افزایش سطح سر و صدای صنعتی، احتمالاً حادثه کارگران نیز افزایش می‌یابد [۱۶]. قوانین و مقررات محدود کردن قرار گرفتن در معرض سر و صدای کارگران صنعتی در بسیاری از مناطق تأسیس شده است. به‌عنوان مثال در ایالات متحده آمریکا، مقررات مواجهه با سر و صدای شغلی اظهار می‌دارد که کارفرمایان صنعتی برای مدت زمان ۸ ساعته باید میزان قرار گرفتن در معرض سر و صدای کارمندان خود را به ۹۰ دسی بل محدود کنند [۱۷،۱۸]. میانگین میزان صدا معادل صدا در مغازه‌های تراشکاری و صافکاری شهر قم ۹۳-۱۰۰/۵ دسی بل گزارش شده است که در مقایسه با استانداردهای ملی صدا، غیرمجاز است. علاوه بر این آلودگی صوتی در خارج از مغازه‌ها فراتر از استانداردهای منطقه مربوطه گزارش شده است. ابزارهای کاهش با توجه به آلودگی صوتی، مکان‌یابی صحیح مغازه‌ها و ساماندهی صنایع پر سر و صدا پیشنهاد شده است [۱۹]. همچنین آلودگی صوتی می‌تواند امنیت کارگران و کارمندان را به‌طور جدی به خطر اندازد، زیرا نمی‌گذارد که آن‌ها صدای مشکوک دستگاه‌ها، فریاد کمک‌خواهی همکاران و حتی صدای آژیر خطر کارخانه را بشنوند و به موقع اقدامات لازم را به‌عمل آورند. در این نوع محیط‌ها است که خسارات مالی و جانی جبران‌ناپذیر به‌وجود می‌آید. همچنین صدای زیاد از حد، تمرکز را کاهش داده و کیفیت کار را به نحو چشمگیری پایین می‌آورد [۲۰،۲۱،۲۲]. قرار گرفتن در معرض سر و صدا باعث می‌شود تعدادی از پاسخ‌های فیزیولوژیک کوتاه مدت قابل پیش‌بینی با واسطه از طریق سیستم عصبی خودکار فعال شوند. قرار گرفتن در معرض سر و صدا سبب فعال شدن فیزیولوژیکی از جمله افزایش

اندازه‌گیری تراز معادل مواجهه صوت (equivalent sound level: Leq) بر اساس استاندارد ISO 1996/1 به وسیله دستگاه صداسنج Kimo ساخت کشور فرانسه و اندازه‌گیری بر روی شبکه A انجام شد. کالیبراسیون این دستگاه مورد استفاده به کمک کالیبراتور KIMO CAL200 ساخت کشور فرانسه در فرکانس ۱ کیلو هرتز و تولید صدای ۹۴ دسی بل صورت پذیرفت [۷]. برای اندازه‌گیری صدای زیست محیطی محل دقیق ایستگاه‌های اندازه‌گیری بر اساس منابع صوتی، فاصله، دوره زمانی، انتشار و پیوستگی صدا در مجاورت سایت انتخاب گردید. محل ایستگاه‌ها به گونه‌ای انتخاب شد که تشدید صوت و اثر دوپلر اتفاق نیفتد. میکروفن دستگاه بدون هیچ گونه زاویه‌ای مستقیم به سمت منبع صوتی قرار داده شد. ارتفاع قرارگیری دستگاه بر اساس موانع صوتی تعیین گردید. برای حذف جریان هوا روی سطح میکروفن از محافظ اسفنجی استفاده و از ایستادن در مسیر میکروفن یا مکالمه در کنار آن اجتناب گردید [۱۴،۲۱]. در هنگام تمامی سنجش‌ها در روز و شب شرایط جوی آرام، هوای صاف و بدون ابر، جهت باد از جنوب به شمال و سرعت وزش باد 3 ± 0.5 متر بر ثانیه، رطوبت نسبی $51 \pm$ درصد بود.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS24 و جهت رسم جداول و نمودارها از نرم افزار Excell2007 استفاده شد. به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk)، برای مقایسه میانگین داده‌ها در ایستگاه‌های مورد مطالعه از آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA One way) و آزمون دانکن (Duncan test) استفاده گردید.

۳- نتایج

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که مقادیر چولگی و کشیدگی بین ۲ و ۲- به دست آمد و با توجه به مقادیر آزمون آماری و معنی داری نرمال بودن داده‌ها را نشان داد ($P < 0.05$). مقایسه آماری میانگین مقادیر صدا ($P = 0.785$) در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اختلاف معنی نداشت ($P > 0.05$). میانگین مقادیر سنجش شده صدا در روز و شب در سال ۱۳۹۵ ($P = 0.021$) اختلاف معنی داری داشت

ضربان قلب و فشار خون، انقباض عروق محیطی و در نتیجه افزایش مقاومت عروق محیطی می‌گردد [۲۳]. در بسیاری از مطالعات نشان داده شده که سر و صدا بر روی جسم و روان کارگران تاثیرگذار است و سبب افزایش فشار خون نیز می‌گردد [۲۴]. قرار گرفتن در معرض سر و صدا با مشکلات قلبی و فشار خون بالای افراد مرتبط است و با توجه به سن، جنسیت، قد و وزن نیز اثرات این سر و صدا متفاوت است [۲۵]. اثرات سر و صدا بر روی فشار خون، کلسترول، تری‌گلیسرید، غلظت خون، پلاکت و سطح گلوکز نشان داده شده است [۲۶]. به طور کلی آلودگی صدا موجود در محیط بر روی فشار خون بالا و بیماری عروق کرونر قلب نیز تاثیر دارد [۲۷،۲۸]. در برخی از مطالعات بیان شده که قرار گرفتن در معرض سر و صدا با شدت بالا در صنعت با سطوح نورآدرنالین و آدرنالین در ارتباط است [۲۹،۳۰]. در یک مطالعه، ترشح کاتکول آمین کاهش هنگامی که کارگران از وسایل حفاظت شنوایی در برابر سر و صدا استفاده کردند، گزارش شده است. برخی مطالعات دیگر نیز ترشح کورتیزول در رابطه با سر و صدا را نشان داده‌اند [۳۱]. الگوی کلی از پاسخ غدد درون ریز به سر و صدا نشان دهنده این است که سر و صدا به عنوان یک عامل استرس زا و واکنش‌های فیزیولوژیکی همچنان انگیز کوتاه مدت است [۴،۶].

با توجه به اهمیت سر و صدا و آلودگی صوت در محیط کار و اثرات نامطلوب شنوایی و عوارض فیزیولوژی و روانی بر شاغلین این تحقیق با هدف ارزیابی میزان سر و صدا و مقایسه با استانداردها در کارخانه سیمان در جنوب شرق ایران انجام شد.

۲- روش کار

این پژوهش به صورت توصیفی - تحلیلی در سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ درمورد سر و صدای محیطی یک کارخانه تولید سیمان در جنوب شرق ایران انجام شد. سنجش تراز صوتی در ۸ ایستگاه در شرکت سیمان صورت پذیرفت. در مجموع ۱۴۴ بار میزان سر و صدا در روز و شب سنجش گردید. محل دقیق ایستگاه‌های مورد مطالعه در شرکت سیمان در جدول ۱ ارائه شده است.

نداشت ($P > 0.05$) (جدول ۲). اما میانگین تراز صوتی بین شب و روز در سال های ۱۳۹۴ ($P = 0.345$) و ۱۳۹۶ ($P = 0.956$) اختلاف معنی

جدول ۱- موقعیت دقیق محل سنجش میزان صدا در کارخانه سیمان

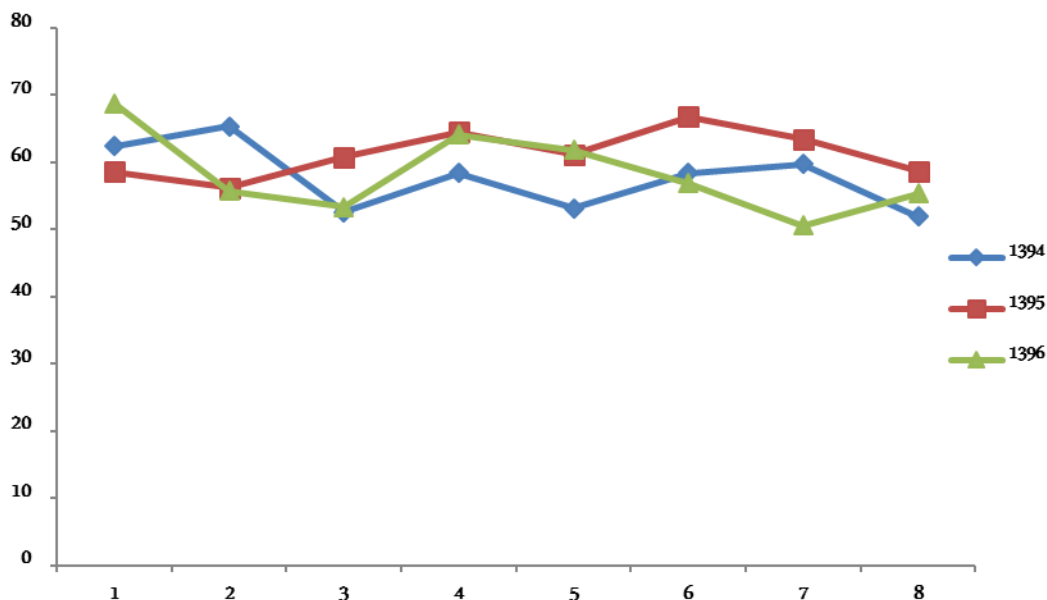
ایستگاه	موقعیت جغرافیایی	محل نمونه برداری	مختصات جغرافیایی
۱	ضلع شمالی	جنب باسکول	"۳۰۱' ۱۲' ۲۸° طول شرقی و "۱۸۵' ۱۸' ۶۱° عرض شمالی
۲	ضلع شمال غربی	پشت انبار خاک	"۰۹۱' ۱۲' ۲۸° طول شرقی و "۴۶۶' ۱۸' ۶۱° عرض شمالی
۳	ضلع غربی	جنب برجک نگهداری	"۲۰۷' ۱۲' ۲۸° طول شرقی و "۵۶۱' ۱۸' ۶۱° عرض شمالی
۴	ضلع جنوب غربی	جنب پست برق	"۳۱۵' ۱۲' ۲۸° طول شرقی و "۶۸۶' ۱۸' ۶۱° عرض شمالی
۵	ضلع جنوبی	جنب برجک نگهداری	"۴۸۸' ۱۲' ۲۸° طول شرقی و "۴۵۴' ۱۸' ۶۱° عرض شمالی
۶	ضلع جنوب شرقی	جنب درب ورودی	"۶۵۵' ۱۲' ۲۸° طول شرقی و "۲۳۴' ۱۸' ۶۱° عرض شمالی
۷	ضلع شرقی	جنب تصفیه خانه فاضلاب	"۵۲۷' ۱۲' ۲۸° طول شرقی و "۰۸۹' ۱۸' ۶۱° عرض شمالی
۸	ضلع شمال شرقی	روبروی دفتر آموزش	"۴۴۶' ۱۲' ۲۸° طول شرقی و "۰۰۹' ۱۸' ۶۱° عرض شمالی

جدول ۲- داده های آماری و نرمال بودن مقادیر صدا در کارخانه سیمان در سال ۱۳۹۴-۱۳۹۶

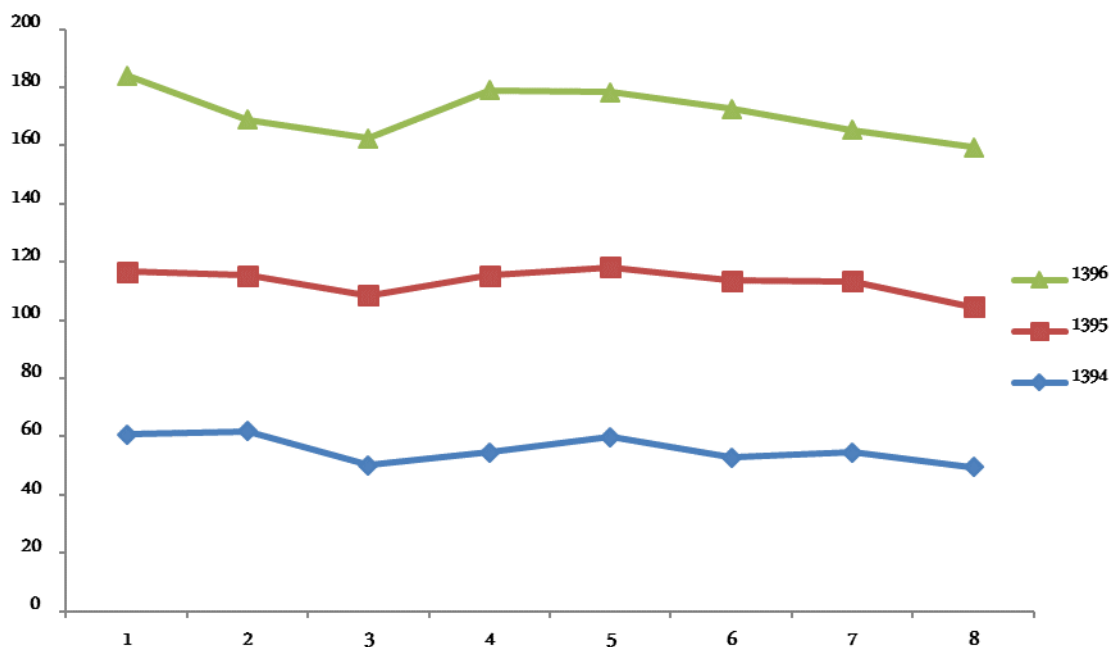
پارامترهای آماری	سال ۱۳۹۴		سال ۱۳۹۵		سال ۱۳۹۶	
	روز	شب	روز	شب	روز	شب
میانگین	۵۷/۷۳	۵۴/۴۳	۶۳/۲۷	۵۷/۶۸	۵۸/۳۱	۵۸/۰۳
انحراف معیار	۱/۲۵	۱/۱۵	۲/۷۴	۱/۹۵	۱/۰۲	۱/۳۵
خطای استاندارد	۶/۰۵	۴/۳۴	۹/۱۵	۵/۵۵	۷/۷۰	۴/۴۶
واریانس	۱۲۵۰/۲۴	۱۷۶۵/۶۸	۲۳۶۸/۶۸	۱۲۵۵	۲۴۰۰/۷۹	۱۴۵۶/۲۱
چولگی	-۰/۷۳۶	-۰/۵۸۷	۰/۸۱۲	۰/۶۵۲	۱/۶۷۸	۰/۵۹۵
کشیدگی	۰/۹۷۵	-۰/۶۷۸	-۱/۲۵۴	۰/۲۵۴	۰/۳۹۵	۰/۶۷۸
مقادیر آماری آزمون نرمالیته	۰/۹۲۱	۰/۳۲۵	۰/۹۲۶	۰/۴۲۲	۰/۹۰۵	۰/۲۵۲
مقادیر اختلاف آزمون نرمالیته	۰/۴۶۸	۰/۶۲۰	۰/۲۸۹	۰/۸۴۵	۰/۵۱۱	۰/۱۴۵
سطح معنی داری	$P > 0.05$		$P < 0.05$		$P > 0.05$	
P Value	۰/۳۴۵		۰/۰۲۱		۰/۹۵۶	
سطح معنی داری	$P > 0.05$					
P Value	۰/۷۸۵					

جدول ۳- مقایسه میانگین تراز صوتی کارخانه سیمان با استانداردهای ملی و بین المللی

منطقه	تراز متوسط روز	تراز متوسط شب	مرجع استاندارد	منبع
مسکونی - تجاری	۵۵	۴۵	حدود مجاز آلودگی	۳۵
تجاری - اداری	۶۰	۵۰	صوتی موضوع ماده ۲	
مسکونی - صنعتی	۶۵	۵۵	آیین نامه اجرایی نحوه	
صنعتی	۷۰	۶۰	جلوگیری آلودگی	
تحقیق حاضر	۷۵	۶۵	صوتی	



شکل ۱- مقایسه تراز صوتی (دسی بل) قسمت‌های مختلف کارخانه سیمان طی سنجش در روز در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۶



شکل ۲- مقایسه تراز صوتی (دسی بل) قسمت‌های مختلف کارخانه سیمان طی سنجش در شب در سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۹۶

صدا، از معضلات اساسی دنیای صنعتی بوده و بسیاری از افراد در محیط کار از آزار ناشی از سر و صدا در مخاطره هستند [۲۳،۳۴]. تراز صوتی متوسط روز و شب در این تحقیق به ترتیب ۷۵ و ۶۵ گزارش شد. حد مجاز آلودگی

۴- بحث

در بین تمام آلاینده‌های شغلی، صدا بیشترین میزان انتشار را داشته و تقریباً در هر صنعتی وجود دارد. بدون تردید

موارد سطح تراز صوتی بالاتر از حدود مجاز پیشنهادی آیین‌نامه می‌باشد [۳۷، ۳۸].

تراز صوتی ایستگاه‌های مجاور باسکول، پست برق و درب ورودی کارخانه بالاتر از سایر مناطق مورد مطالعه به دست آمد. یکی از مضرترین پارامترها در تمام کارخانه‌های سیمان، آلودگی صوتی است. منابع مختلفی به عنوان عوامل تولید صدا در چنین مناطقی اعلام شده‌اند، از جمله نویزهای دینامیک گازی، مکانیکی و الکترومغناطیسی، که صداهایی در محدوده ۶۸ تا ۱۰۳/۵ دسی‌بل ایجاد می‌کنند. نویزهای دینامیک گازی توسط کمپرسورها، کلکتورها و تجهیزات دمنده تولید می‌شوند. نویزهای مکانیکی به آلاینده‌های ناشی از دستگاه‌های آسیاب و خردکن اشاره دارند. علاوه بر این، موتورهای الکتریکی عامل اصلی نویزهای الکترومغناطیسی هستند. کارگران صنایع سیمان به دلیل آلودگی صوتی در معرض خطر کم شنوایی هستند. علاوه بر این، کار طولانی مدت در این محیط‌ها منجر به سندرم نوراستنی می‌شود که می‌تواند منجر به فشار خون بالا، از دست دادن حافظه و بی‌خوابی شود [۳۹، ۴۰، ۴۱]. سر و صدا در صنعت سیمان توسط تحقیقات متعدد گزارش شده است. پژوهشگران گزارش کردند که در کارخانه‌های سیمان در شهر تهران و کشور ویتنام سطح صدای معادل تقریباً در تمام فرآیندها از حد مجاز مواجهه (۸۵ دسی‌بل برای ۸ ساعت کاری) فراتر بود [۴۲، ۴۳]. کارخانه‌های سیمان اغلب در نزدیکی مناطقی ساخته می‌شوند که سنگ آهک یافت می‌شود، زیرا ۸۰ درصد از مخلوط خام حاوی سنگ آهک است. به دلیل نیاز به چنین مقادیر زیادی از مواد، عملیات انفجار مورد نیاز است؛ در نتیجه صداهای بلندی ایجاد می‌شود که ساکنان مناطق مجاور را آزار می‌دهد، خطر زمانی افزایش می‌یابد که عملیات انفجار با ارتعاشات شدید همزمان شود که می‌تواند به ساختمان‌های مسکونی نزدیک به مناطق معدنی آسیب برساند. همچنین استفاده از سنگ شکن‌ها و آسیاب‌ها در تولید سیمان برای تجزیه مواد اولیه منجر به صدای بلندی می‌شود که باید از آن اجتناب شود و استفاده از محافظ گوش برای محدود کردن اثرات سر و صدایی که می‌تواند به مرور زمان بر توانایی شنوایی تأثیر بگذارد، مهم است [۴۰، ۴۱، ۴۴]. استاندارد صدا در هوای آزاد

صوتی در کشور ایران بنا به پیشنهاد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران برای بازه زمانی روز (۷ صبح تا ۱۰ شب) معادل ۵۵ دسی‌بل برای مناطق مسکونی و ۶۰ دسی‌بل برای مناطق مختلط تجاری - مسکونی ارایه شده است که این مقادیر برای بازه زمانی شب (۱۰ شب تا ۷ صبح) به مقدار ۱۰ دسی‌بل کم‌تر از مقادیر پیشنهادی روز می‌باشد [۳۵]. در بسیاری از استانداردهای بین‌المللی براساس سن، جنسیت و احتمال خطر برای سلامتی فرد، سطوح مختلف تراز صوتی پیشنهاد می‌شود. موسسه ملی ناشنوایان و سایر اختلالات ارتباطی بیان می‌کند که مواجه با صدای بلند یا مکرر به میزان ۸۵ دسی‌بل می‌تواند باعث کاهش سطح شنوایی افراد شود [۳۶].

در پژوهش حاضر، ترازهای معادل اندازه‌گیری شده در فصل زمستان (صبح و عصر) بالاتر از ۸۵ دسی‌بل و از منظر تأثیرگذاری بر سلامت افراد حاضر در محیط باید مورد توجه جدی قرار گیرد. رهنمودهای پیشنهادی توسط سازمان جهانی بهداشت سطح ترازهای صوتی را متناسب با کاربری محل و زمان مواجه پیشنهاد می‌کند. به‌عنوان مثال در اماکن صنعتی، تجاری و در تماس با ترافیک شهری، سطح تراز صوتی معادل L_{eq} برابر ۷۰، تراز بیشینه معادل ۱۱۰ دسی‌بل و در بازه زمانی ۲۴ ساعته پیشنهاد شده است. برای دیگر کاربری‌ها (از قبیل مدارس و اماکن آموزشی، بیمارستان‌ها و ...) تراز صوتی معادل به مراتب پایین‌تری پیشنهاد شده است [۳۷]. ارزیابی و مقایسه نتایج این پژوهش با رهنمودهای پیشنهادی سازمان بهداشت جهانی نشان می‌دهد، کم‌ترین سطح تراز صوتی در محدوده ۵۴ دسی‌بل و در مجاورت کاربری‌های اداری و آموزشی و در مجاورت باسکول و درب ورودی کارخانه این ناحیه سطح ترازهای صوتی در محدوده ۷۵ دسی‌بل اندازه‌گیری شده است. مقادیر اندازه‌گیری شده در این پژوهش به مراتب بالاتر از رهنمودهای پیشنهادی سازمان جهانی بهداشت برای این کاربری‌ها (به ترتیب ۳۰ و ۳۵ دسی‌بل) می‌باشد. آیین‌نامه مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۸ نیز بر اساس کاربری هر منطقه، به حدود مجاز سر و صدای روز و شب پرداخته است. مقایسه مقادیر حاصل در این پژوهش نشان می‌دهد در اغلب

تکنیک‌های مدل‌سازی پیش‌بینی و کنترل با تمرکز بر پایتون خلاصه شده است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از تمامی کسانی در انجام مراحل این پژوهش همکاری و همراهی کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تعارض منافع

در این پژوهش نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند که هیچ گونه تعارض منافع وجود ندارد.

حمایت مالی

در مراحل انجام و اجرای این پژوهش هیچ گونه حمایت مالی وجود نداشته است.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان مقاله نکات اخلاقی پژوهش شامل سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این تحقیق رعایت کردند.

مشارکت نویسندگان

ایده و طراحی پژوهش: الهام شهری، محمد ولایت-زاده؛ **جمع‌آوری داده‌ها:** الهام شهری؛ **تجزیه و تحلیل داده‌ها:** الهام شهری، محمد ولایت‌زاده؛ **نگارش مقاله و بازبینی و اصلاحات نهایی مقاله:** الهام شهری، محمد ولایت‌زاده

۶- مراجع

[1] R. B. Hunashal and Y. B. Patil, "Assessment of noise pollution indices in the city of Kolhapur, India," *Procedia Soc. Behav. Sci.*, vol. 37, pp. 448-457, 2012.

[2] Z. Akan, A. Yilmaz, O. Ozdemir, Y. Selvi, and M. A. Korpınar, 2012. P-436-Noise pollution,

در کشورهای مختلف، متفاوت بوده و وابسته به نتایج مطالعات و محدودیت‌های اقتصادی و توسعه اجتماعی آن‌ها است. جهت اندازه‌گیری صوت زیست محیطی از شبکه وزنی که حساسیتی نزدیک به حساسیت شنوایی انسان دارد استفاده می‌شود [۱۹،۳۸].

۵- نتیجه‌گیری

مقایسه نتایج این پژوهش با استاندارد سازمان بهداشت جهانی و سازمان ملی محیط‌زیست ایران نشان می‌دهد مقادیر اندازه‌گیری شده به مراتب بالاتر از آستانه مجاز می‌باشد. توصیه می‌شود برنامه‌های کنترل نصب شده در کارخانه به‌روزرسانی شوند تا کارگران از سطوح مضر آلودگی صوتی محافظت شوند. بنابراین با محاسبه سطح توان صدا و یافتن عملکرد آن با پارامترهای فیزیکی (مانند توان، فرکانس، اندازه، مصالح ساختمانی و غیره)، می‌توان با تغییر پارامترهای مؤثر، دستگاهی با سطح توان صدای تولید شده پایین‌تر طراحی کرد. همچنین در مورد آلودگی صوتی در کارخانه‌های سیمان، استفاده از زیرسیستم‌های کنترل مدیریتی و فنی اکیداً پیشنهاد می‌شود. چهار جنبه به عنوان یک سیستم نظارت مدیریتی از جمله کاهش ساعات شیفت، به‌روزرسانی ماشین‌آلات و تجهیزات، تعمیر و نگهداری و تنظیم منظم دستگاه‌ها و استفاده از چیدمان منطقی و مناسب برای نصب ماشین‌آلات معرفی می‌گردد. علاوه بر این، سیستم کنترل فنی به کاهش ارتعاش، جذب و جداسازی صدا و استفاده از سیستم‌های عایق صدا نسبت داده می‌شود. در کشورهای توسعه‌یافته، برنامه‌های حفاظت از شنوایی شامل شناسایی و کنترل منابع صوتی، آموزش نیروی کار و استفاده از وسایل حفاظت شنوایی برای کاهش مشکلات آلودگی صوتی در کارخانه‌های سیمان استفاده می‌شود. اگرچه تکنیک‌های ذکر شده می‌توانند به طور بالقوه از انتشار آلاینده‌های مختلف جلوگیری کنند، مطالعات فعلی پیشنهاد می‌کنند که از طریق ارائه سیستم‌های نظارت و کنترل همزمان، از راه‌حل‌های مدل‌سازی برای دستیابی به یک رویه سازگارتر با محیط زیست در چرخه‌های تولید بخش‌های مختلف استفاده شود. در بخش زیر، مفیدترین

in sundry processing and manufacturing industries in Ilorin metropolis, Nigeria,” *Ind. Health*, vol. 4, pp. 123–133, 2008.

[16] S. A. Ali, “Industrial noise levels and annoyance in Egypt,” *Appl. Acoust.*, vol. 72, no. 4, pp. 221–225, 2011.

[17] C. Onur, Y. Sinasi, and O. Ahmet, “Hearing parameters in noise exposed industrial workers,” *Auris Nasus Larynx*, vol. 25, no. 4, pp. 369–375, 1998.

[18] C. Polyvios, “Industrial noise and its effect on human hearing,” *Appl. Acoust.*, vol. 63, no. 1, pp. 35–42, 2002.

[19] M. Fahiminia and A. Escandari, “Comparison of Sound Balance in Turning and Polishing Shops in Qom with Sound Standards in Iran,” *Journal of Health Research in Community.*, vol. 4, no. 2, pp. 33–38, Summer 2018. (In Persian)

[20] S. M. J. Golhosseini, M. H. Poorghorbani, S. Omidi, and H. Izakshiriyani, “The assessment of relationship between noise exposure at workplace and sleep quality,” *Salamat-i Kar-i Iran*, vol. 13, no. 5, pp. 60–70, 2017.

[21] M. Attarchi, M. Golabadi, Y. Labbafinejad, and S. Mohammadi, “Combined effects of exposure to occupational noise and mixed organic solvents on blood pressure in car manufacturing company workers,” *Am. J. Ind. Med.*, vol. 56, no. 2, pp. 243–251, 2013.

[22] E. Sunde, M. Bratveit, S. Pallesen, and B. Moen, “Noise and sleep on board vessels in the Royal Norwegian Navy,” *Noise Health*, vol. 18, no. 81, pp. 85–92, 2016.

[23] M. Vallet, J. Gagneux, J. M. Clairet, *et al.*, “Heart rate reactivity to aircraft noise after a long-term exposure,” in *Noise as a Public Health Problem*, G. Rossi, Ed. Milan: Centro Recherche e Studio Amplifon, 1983, pp. 965–975.

[24] S. Melamed, T. Najenson, T. Luz, *et al.*, Noise annoyance, industrial noise exposure and psychological stress symptoms among male and female workers. In: Berglund B (ed) *Noise 88: Noise as a Public Health Problem*. Vol. 2. Hearing, Communication, Sleep and Non-auditory Physiological Effects. Swedish Council for Building Research, 1988; 315–20

[25] P. V. Knipschild, “Medical effects of aircraft noise: Community cardiovascular survey,” *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, vol. 40, no. 3, pp. 185–190, 1977.

psychiatric symptoms and quality of life: noise problem in the east region of Turkey. 20th European Congress of Psychiatry, 27 (1): 1. [https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(12\)74603-5](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(12)74603-5).

3. Olayinka, O.S. 2013. Effective Noise control measures and sustainable development in Nigeria - *World journal of Environmental engineering*, 1: 5-15.

[4] M. Velayatzadeh, “The Effect of Workplace Heat and Noise on Workers’ Job Stress. Health, Safety,” *Energy Magazine*, vol. 4, no. 22, pp. 30–31, 2018. (In Persian)

[5] A. P. Smith and D. E. Broadbent, *Non-auditory Effects of Noise at Work: A Review of the Literature*. HSE Contract Research Report No 30, London: HMSO, 1992

[6] S. A. Stansfeld and M. P. Matheson, “Noise pollution: Non-auditory effects on health,” *Br. Med. Bull.*, vol. 68, no. 1, pp. 243–257, 2003.

[7] K. D. Kryter, *The Effects of Noise on Man*, 2nd ed. Orlando, FL: Academic Press, 1985.

[8] S. Melamed, E. Kristal-Boneh, and P. Froom, “Industrial noise exposure and risk factors for cardiovascular disease: Findings from the CORDIS Study,” *Noise Health*, vol. 4, pp. 49–56, 1999.

[9] World Health Organization, *Burden of Disease from Environmental Noise*. Bonn, Germany: World Health Organization, 2011.

[10] World Health Organization, *Environmental Noise Guidelines for the European Region*. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe, 2018.

[11] A. Muzet, “Environmental noise, sleep and health,” *Sleep Med. Rev.*, vol. 11, no. 2, pp. 135–142, 2007.

[12] L. M. Dale, S. Goudreau, S. Perron, M. S. Ragetti, M. Hatzopoulou, and A. Smargiassi, “Socioeconomic status and environmental noise exposure in Montreal, Canada,” *BMC Public Health*, vol. 15, no. 1, p. 205, 2015.

[13] M. Basner, W. Babisch, A. Davis, M. Brink, C. Clark, S. Janssen, *et al.*, “Auditory and non-auditory effects of noise on health,” *Lancet*, vol. 383, no. 9925, pp. 1325–1332, 2014.

[14] S. Ozer, Y. Hasan, Y. Murat, and Y. Pervin, “Evaluation of noise pollution caused by vehicles in the city of Tokat, Turkey,” *Sci. Res. Essays*, vol. 4, pp. 1205–1212, 2009.

[15] O. S. Olayinka and S. A. Abdullahi, “An overview of industrial employees’ exposure to noise

- [38] A. Tavakoli, "Bijani NasrAbadi N, Khosravi Y, Jabari M K. Evaluation of Equivalent Level and Distribution of Noise Pollution by Geographic Information System (GIS) in Zone 1- Region 6 of Tehran (2016-17): A Case Report," *JRUMS*, vol. 17, no. 11, pp. 1077–1092, 2019. (In Persian)
- [39] X. Zhu, J. Yang, Q. Huang, and T. Liu, "A review on pollution treatment in cement industrial areas: From prevention techniques to python-based monitoring and controlling models," *Processes (Basel)*, vol. 10, no. 12, p. 2682, 2022.
- [40] C. Chen, G. Habert, Y. Bouzidi, and A. Jullien, "Environmental impact of cement production: Detail of the different processes and cement plant variability evaluation," *J. Clean. Prod.*, vol. 18, no. 5, pp. 478–485, 2010.
41. noorpoor, A. and Ahmadi Orkomi, A. (2014) Acoustic Analysis of Machineries in the Cement Industry. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 4, 98-105.
- [42] A. Ahmadi Orkomi, B. Tavakoli, and A. Noorpoor, "Noise pollution analysis in Tehran cement plant," *Journal of Occupational Health and Epidemiology*, vol. 2, no. 1, pp. 44–53, 2013.
- [43] T. Thai, P. Kučera, and A. Bernatik, "Noise pollution and its correlations with occupational noise-induced hearing loss in cement plants in Vietnam," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 8, p. 4229, 2021.
- [44] G. Sharifi Nejad and M. Mohammadi Rouzbahani, "Evaluation of Noise Pollution in Residential Areas under the Influence of Truck Traffic in Ramshir, Khuzestan-Iran Ghasem Sharifi," *Arch Hyg Sci*, vol. 13, no. 1, pp. 30–37, 2024.
- [26] W. Babisch, J. E. J. Gallacher, P. C. Elwood, and H. Ising, "Traffic noise and cardiovascular risk. The Caerphilly Study, first phase. Outdoor noise levels and risk factors," *Arch. Environ. Health*, vol. 43, no. 6, pp. 407–414, 1988.
- [27] W. Babisch, H. Ising, J. E. Gallacher, P. M. Sweetnam, and P. C. Elwood, "Traffic noise and cardiovascular risk: The Caerphilly and Speedwell studies, third phase—10 year follow up," *Arch. Environ. Health*, vol. 54, no. 3, pp. 210–216, 1999.
- [28] W. Babisch, "Traffic noise and cardiovascular disease: Epidemiological review and synthesis," *Noise Health*, vol. 8, pp. 9–32, 2000.
- [29] M. Rosenlund, N. Berglund, G. Pershagen, L. Jarup, and G. Bluhm, "Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise," *Occup. Environ. Med.*, vol. 58, no. 12, pp. 769–773, 2001.
- [30] A. Cavatorta, M. Falzoi, A. Romanelli, *et al.*, "Adrenal response in the pathogenesis of arterial hypertension in workers exposed to high noise levels," *J. Hypertens.*, vol. 5, pp. 463–466, 1987.
- [31] G. Brandenberger, M. Follenius, G. Wittersheim, P. Salame, M. Siméoni, and B. Reinhardt, "Plasma catecholamines and pituitary adrenal hormones related to mental task demand under quiet and noise conditions," *Biol. Psychol.*, vol. 10, no. 4, pp. 239–252, 1980.
- [32] J. Rahimi, H. Ebrahimi, M. Darvishmotevalli, A. Ghahri, A. Taheriniya, and H. Mohammadi, "The effect of Karaj noise pollution on mental performance of Karaj citizens in 2022," *J Environ Health Eng*, vol. 10, no. 4, pp. 453–464, 2023. (In Persian)
- [33] H. O. Ahmed, "Noise Exposure, Awareness, Practice and Noise Annoyance Among Steel Workers in United Arab Emirates," *Open Public Health J.*, vol. 5, no. 1, pp. 28–35, 2012.
- [34] A. A. Ahmed and M. A. Awadalkarim, "Noise exposure in two textile plants in Sudan," *Eur. Sci. J.*, vol. 11, no. 5, pp. 188–195, 2015.
35. Department of Environment (DOE). Noise pollution and vibration standard. 2014. [In Persian].
- [36] E. Nada, W. M. Ebraheem, and S. Sheta, "Noise-induced hearing loss among workers in textile factory," *Egypt. J. Otolaryngol.*, vol. 30, no. 3, pp. 243–248, 2014.
- [37] B. Berglund, T. Lindvall, and D. H. Schwela, "Guidelines for community noise, World Health Organization," *Document References MNB*, vol. 1Q, p. DOC2, 1995.

Measurement and assessment of noise pollution in the Khash cement factory compared to the reference standard

Elham Shahri¹, Mohammad Velayatzadeh^{2*}

¹ Ph.D. student, Department of Environment, University of Birjand, Birjand, Iran.

² Industrial Safety Department, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Article Type: Research paper

Received: 29 October 2021

Received in revised form: 7 December 2021

Accepted: 8 December 2021

Available online: 13 December 2021

*Correspondence:

mv.5908@gmail.com

Keywords:

Sound pollution

Noise

cement factory

hearing health

ABSTRACT

Noise is one of the important environmental pollutants that exists in various communities and places of human life and causes chronic diseases in industrial environments and factories. Considering the importance of noise and sound pollution in the workplace and the adverse effects of hearing and physiological and psychological complications on employees, this study was conducted with the aim of evaluating the noise level and comparing it with standards in a cement factory in Southeast Iran in 2015-2017. Sound level measurements were carried out at 8 stations in Khash Cement Company. A total of 144 times of noise levels were measured during the day and night. The equivalent sound exposure level was measured according to ISO1996/1 standard using a Kimo sound level meter made in France and measured on network A. The range of sound levels in the cement factory was 50-75 dB. Statistical comparison of the average sound levels ($P=0.785$) in 2015, 2016 and 2017 showed no significant difference ($P>0.05$). The average measured sound levels during the day and night in 2016 ($P=0.021$) showed a significant difference ($P<0.05$), but the average sound level between day and night in 2015 ($P=0.345$) and 2017 ($P=0.956$) showed no significant difference ($P>0.05$). The noise level near the office and educational uses was in the range of 54 dB. In the vicinity of the scales and the factory entrance door, the noise level was measured in the range of 75 dB. Comparing the results of this study with the standards of the World Health Organization and the National Environment Organization of Iran shows that the measured values are far higher than the permissible threshold.