



## کنترل صدای ناشی از دستگاه دیامپلس ساب با روش محصورسازی در شرکت گرانیت بهسرام کاشان

مرضیه نورانی<sup>۱</sup>، محمدرضا منظم\*<sup>۲</sup>، بابک فضلی<sup>۳</sup>، رضیه سلطانی گردفرامرزی<sup>۴</sup>

### چکیده

مقدمه: صدا یکی از مهم‌ترین عوامل فیزیکی محیط کار است بطوری‌که سلامت جسم و روان افراد در معرض عوارض متعددی قرار دارد. از این رو حذف یا کنترل آن در محیط‌های صنعتی پر سروصدا ضروری می‌باشد. دستگاه دیامپلس ساب به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تولید صوت در خط ساب صنایع تولید گرانیت می‌باشد. از این رو این مطالعه در نظر دارد با استفاده از روش محفظه‌سازی در شرکت گرانیت بهسرام کاشان بتواند صدای این دستگاه را کنترل و کاهش دهد.

روش بررسی: با توجه به تولید صدای بالای دستگاه دیامپلس، در این مطالعه مداخله‌ای از روش محصورسازی با محفظه‌ای نیمه‌محصور استفاده شد. پس از اندازه‌گیری و آنالیز صدا، افت مورد نیاز تعیین شد. محفظه کاربردی به ابعاد  $1/8 \times 1/55 \times 1/5 \text{ m}^3$  بوده که از قسمت پشت دارای دریچه بازدید و از قسمت جلو دارای دریچه‌ای جهت دسترسی به کلیدهای کنترلی می‌باشد. محفظه پیشنهاد شده از جنس فولاد گالوانیزه و زنگ نزن به ضخامت  $0/55 \text{ mm}$  و چگالی  $6 \text{ kg/m}^2$  با پوشش پشم شیشه با ضخامت  $2$  اینچ است.

نتایج: میزان تراز صدا قبل از محفظه‌سازی  $93/63$  دسی‌بل و پس از محفظه‌سازی  $86/91$  دسی‌بل گردید. با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده قبل و بعد از نصب محفظه و محاسبات مربوطه مقدار متوسط کاهش صدا در فرکانس‌های مختلف  $5/72$  دسی‌بل بدست آمد.

نتیجه‌گیری: با توجه به میزان صدای کاهش یافته پیشنهاد می‌گردد استفاده از روش‌های کنترل مهندسی (محفظه‌سازی) در صنایع مشابه می‌تواند میزان مواجهه افراد با صدای بالاتر از حد مجاز را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: سروصدا در صنعت، کنترل سروصدا، کنترل با روش محصور سازی، کاهش سروصدا

۱- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو هیئت علمی، مربی، دانشکده پیراپزشکی ابرکوه، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

۲- دکترای مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو هیئت علمی، استاد، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، عضو هیئت علمی، مربی، مرکز تحقیقات و ارتقاء سلامت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی زاهدان، زاهدان، ایران

۴- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کادر تحقیقات مرکز طب کار یزد، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران

\* (نویسنده مسئول): تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۵۱۳۹۰، پست الکترونیکی: esmaeelm@tums.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱۴

## مقدمه

پیشرفت دانش و تکنولوژی و استفاده از تجهیزات و دستگاه‌های مدرن منجر به مواجهه کارگران با فاکتورهای مخاطره‌آمیز سلامتی در صنعت شده است (۱). طبق بیانیه (UAF=United Arab Emirates) میزان صنعتی شدن در دهه گذشته افزایش چشمگیری داشته است؛ آنچه می‌تواند به عنوان ریسک فاکتور مؤثری جهت جراحات و بیماری‌های ناشی از کار در نظر گرفته شده و اجرای ارزیابی‌های ایمنی مؤثر جهت پیشگیری از اثرات سوء بهداشتی را می‌طلبد (۲). امروزه، بهداشت به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های توسعه پایدار مورد توجه بوده و وجود فاکتورهای فیزیکی از قبیل صدا در محیط‌های کاری، سلامت و بهداشت کارگران را تحت‌الشعاع قرار داده است. آلودگی صوتی به خصوص صدای صنعتی به عنوان یکی از تهدیدات اصلی در کشورهای در حال توسعه قلمداد شده که تأثیرات محیطی و هزینه‌های ناشی از آن مسئله‌ای در خور توجه است (۳). گزارش اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۰ بیان می‌کند که در حدود ۲۸٪ کارگران با سطوح صدای تقریباً ۹۰-۸۵ dBA مواجهه دارند (۴). مطابق با نظر سازمان جهانی بهداشت (WHO=World Health Organization) نیز سرو صدا روزانه به ۴ میلیون دلار هزینه ناشی از صدمات بهداشتی ختم می‌شود. تأثیر کلی صدای صنعتی بر سلامت و بهداشت کارگران عنوانی است که سالهاست در میان دانشمندان و محققین مورد بحث می‌باشد. به طور کلی، صنایع کوچک و متوسط در کشورهای در حال توسعه در اجرای برنامه‌های حفاظت شنوایی، برنامه‌های کنترل صدا و ایمنی و بهداشت شغلی عقب مانده‌اند (۳). این صنایع دارای منابع صوتی زیادی شامل دستگاه‌ها و تجهیزات نظیر ماشین‌های برش، موتورها، کمپرسورها، ماشین‌های الکتریکی، موتورهای احتراق داخلی، دریل‌ها، خردکن‌ها، فن‌ها و منابع حمل و نقل می‌باشند. سرو صدای تولید شده به عوامل مهمی از جمله نوع منبع صوتی، فاصله منبع از کارگر یا دریافت‌کننده و ماهیت محیط کار وابسته است. در ۱۰ سال گذشته، بلندی کلی صدای محیطی

دوبرابر شده است که توجه جدی جهت کنترل این مشکل در حال رشد را می‌طلبد. بررسی‌های مختلفی جهت رفع مشکل صدا و آلودگی صوتی در بسیاری از کشورها در سراسر دنیا انجام شده است. بیشتر این تحقیقات بر تأثیر صدا بر سیستم شنوایی از قبیل افت شنوایی موقت و دائمی متمرکز شده‌اند. در حال حاضر به خوبی به اثبات رسیده است که مواجهه با سطوح بالای صدا می‌تواند منجر به افت شنوایی مستقیم یا اختلال شنوایی شود (۳). به طور کلی سروصدای مداوم و تکراری به صورت تدریجی و طولانی مدت بر سیستم فیزیولوژیک و روان افراد مؤثر است. سرو صدا می‌تواند روحیه و انگیزه کارگران را کاهش داده و در نتیجه تأثیر منفی بر عملکرد آنها داشته باشد. علاوه بر این، اختلال در کارایی، ارتباطات کاری و استرس از جمله تأثیرات روانشناسی مواجهه با صدا در نظر گرفته می‌شود (۱). در این راستا اقدامات کنترلی در منبع، مسیر و افراد مواجهه یافته با مخاطرات می‌تواند هدف ایده‌آلی جهت پیشگیری از جراحات و بیماری شغلی در میان کارگران باشد (۲). کاهش و کنترل سرو صدا به کمک دو روش کلی امکان‌پذیر است؛ که اولین روش استفاده از ابزار غیر فعال در جذب و انعکاس صدا بوده و بر اساس خواص مواد در فرکانس‌های بالای ۱ کیلوهرتز نظیر مواد جاذب صوت و روش محصورسازی کاربرد دارد. که در این میان نوع ماده جاذب، نوع محفظه و جنس آن در میزان افت صوتی مورد توجه می‌باشد. روش دیگر استفاده از ابزار فعال است که منجر به کاهش قابل توجه صدا در فرکانس‌های کمتر از ۱ کیلوهرتز می‌شود (۵).

تاکنون مطالعات متعددی در دنیا و ایران پیرامون کنترل صدا در محیط‌های کاری انجام شده است که از آن جمله می‌توان به مطالعه Jean-Baptiste Dupont در سال ۲۰۰۸ اشاره کرد که از لایه‌های جاذب متخلخل و روش محصورسازی در فرکانس‌های پایین کمک گرفت. در این روش جاذب باعث ایجاد ۵/۵ دسی‌بل کاهش تراز فشار صوت شد در حالی که پوشش تنها ۲٪ از سطح محفظه را تشکیل

پروسه دریک خط و به صورت پیوسته می‌باشد. تنها بخش آماده‌سازی در قسمت پشت قسمت ساب و بسته‌بندی قرار گرفته که آن هم با یک در ورودی- خروجی به این بخش مرتبط است. در این شرایط صدای ناشی از دستگاه‌هایی چون بالمیل‌های بخش آماده‌سازی، ساب و بسته‌بندی و پرس در کل محوطه کارگاه وجود دارد. به منظور ارزیابی و کنترل صدای دیامپلس ساب ابتدا اندازه‌گیری صدا در گرانیت با کمک دستگاه صداسنج به همراه آنالیزور مدل Cel 493 شرکت Casella انگلستان انجام شد. در حین اندازه‌گیری به علت ایجاد شرایط واقعی که در اغلب ساعات کاری وجود دارد، سایر منابع صوتی موجود در کارگاه از جمله دیامپلس ساب مشغول به کار بودند. ابتدا جهت افزایش میزان دقت، دستگاه کالیبره شد و سپس با روش ایستگاه‌بندی و تقسیم کارگاه ساب و بسته‌بندی و آماده‌سازی به ایستگاه‌های ۳×۳ میزان تراز فشار صوت در شبکه C اندازه‌گیری شد. تراز فشار صوت در واحد ساب و بسته‌بندی و آماده‌سازی به ترتیب ۸۱/۹۵ و ۹۰/۳۴ دسی‌بل بود. سپس با کمک sel 493 جهت تعیین برآورد تراز فشار صوت صدای دیامپلس، اندازه‌گیری در ۴ ایستگاه در محدوده دیامپلس ساب انجام شد؛ که تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده توسط دستگاه در ۴ ایستگاه ساب به ترتیب ۹۵/۵، ۹۶/۵، ۹۵/۶ و ۹۵/۶ قرائت شد. نتایج آنالیز صدا در جدول ۱ آورده شده است.

می‌داد(۶). Lin و همکارانش نیز در بررسی خود نشان دادند کاهنده صدای با قطر منافذ میکرونی و متشکل از لوله و اتصالات متعدد توانست انتشار صوت را کاهش دهد. استفاده از کاهنده چندمحفظه پیش‌فرض نیز توانست ۴۰ دسی‌بل کاهش در تراز فشار صوت را سبب شود که Min آن را ثبت کرد(۷). کنترل از طریق کاهش ۱۷ دسی‌بل تراز فشار صوت در صنعت پالایشگاه نفت در سال ۲۰۰۸ با مافلر دوپل آلومینیومی، اقدامی بود که گلمحمدی و همکاران آنرا به عنوان یک روش کنترلی صدا منتشر کردند(۸). نصیری نیز در مطالعه‌ای به این نتیجه رسید که محصورسازی در کمپرسور می‌تواند ۱۵ دسی‌بل کاهش تراز فشارصوت را سبب شود آنچه با کاربرد جاذبی چون پشم شیشه می‌تواند به ۲۵ دسی‌بل نیز برسد(۹). در مطالعه حاضر با توجه به اهمیت موضوع کنترل صدا در صنعت و نقش دستگاه دیامپلس ساب به عنوان منبعی مهم در تولید و انتشار صوت در صنعت مورد بررسی، کنترل صدا در منبع تولید صوت (دستگاه دیامپلس ساب) با بهره‌گیری از استانداردهای موجود مورد هدف می‌باشد.

### روش بررسی

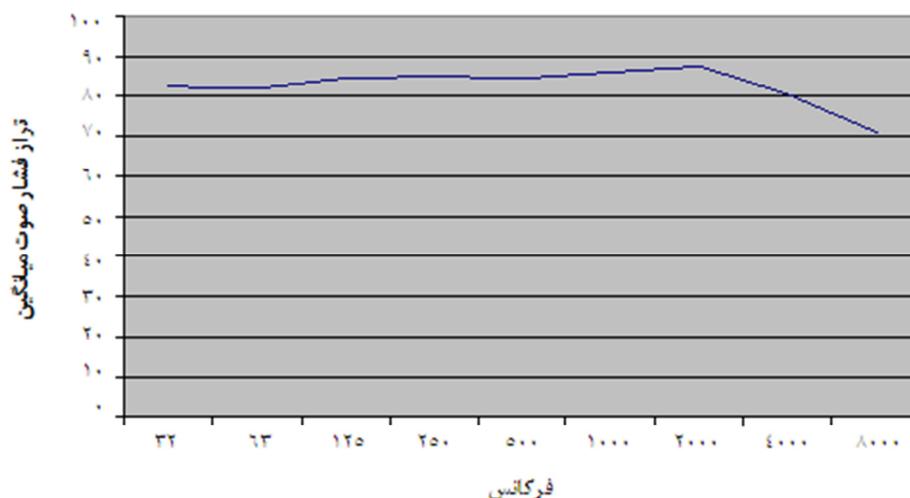
دیامپلس ساب نام دستگاهی است که فعالیت خود را به صورت ساب اولیه کاشی‌ها انجام می‌دهد. علت تولید صدا در این دستگاه، چرخش پره‌های موتور و ضمناً صدای ناشی از ساب خوردن کاشی می‌باشد. در گرانیت بهسرام، به نحوی کل

جدول ۱: میانگین مهم ترین شاخص‌های اندازه‌گیری در ۴ نقطه اطراف منبع صوتی

فرکانس	۳۲	۶۳	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰
LP average	۸۲/۶۳	۸۱/۸۱	۸۴/۳۴	۸۵/۲۱	۸۴/۴۱	۸۶/۰۸	۸۷/۳۱	۸۰/۴۹	۷۱/۰۶
SD انحراف معیار	۳/۴۸	۱/۷۲	۳/۹۵	۵/۹۹	۶/۴۵	۷/۷۲	۷/۵۷	۸/۱۴	۸/۸
حد بالا	۸۹/۶۱	۸۵/۲۷	۹۲/۲۴	۹۷/۱۹	۹۷/۳۱	۱۰۱/۵۴	۱۰۲/۴۵	۹۶/۷۷	۸۸/۶۷
حد پایین	۷۵/۶۵	۷۸/۳۶	۷۶/۴۴	۷۳/۲۳	۷۱/۵	۷۰/۶۲	۷۲/۱۷	۶۴/۲	۵۳/۴۴

که بیشتر از حد مجاز (۸۵ دسی‌بل) می‌باشد.

نتایج آنالیز واحد ساب و بسته‌بندی نشان داد که در فرکانس ۲۰۰۰ بیشترین میزان تراز فشار صوت وجود داشته



گراف ۵: تراز فشار صوت میانگین نسبت به فرکانس (ساب)

دریچه‌ای جهت دسترسی به کلیدهای کنترلی است در این راستا می‌توان پیشنهاد کرد حتی از محفظه‌های متحرک کمک گرفت تا در صورت نیاز و تعمیرات دستگاه، به صورت موقت کنار گذاشته شود. پس از بررسی جاذب‌های مختلف و محدودیت کاربرد آنها به علت پروسه گرانی و تماس با آب، زیاد بودن تراز فشار صوت در گستره‌ای از باند فرکانسی، افزایش تراز فشار صوت در فرکانس‌های بالا، پشم شیشه به عنوان در دسترس‌ترین نوع جاذب، داشتن چگالی بالا، ضخامت کم و عملکرد بهینه در پهنایی از باند فرکانسی به ضخامت ۲ اینچ به عنوان جاذب و پوشش سطوح داخلی محفظه انتخاب شد. محاسبات مورد نظر به طور کامل در ذیل آورده شده است.

در نهایت با توجه به بررسی متون علمی معتبر و مقالات موجود و نیز تولید صدای بالای دیامپلس کنترل صدای دیامپلس با روش محفظه نیمه محصور با توجه به تعمیرات احتمالی دستگاه پیشنهاد شد. محفظه پیشنهادی به ابعاد  $1/8 \times 1/55 \times 1/5 \text{ m}^3$ ، از جنس فولاد گالوانیزه و زنگ‌نزن به ضخامت  $0/55 \text{ mm}$  و چگالی  $6 \text{ kg/m}^3$  (هرچه دانسیته سطحی مواد بیشتر باشد، بر اساس قانون جرم، افت انتقال در آنها بیشتر است. از طرفی با افزایش ضخامت دیواره افت انتقال به صورت لگاریتمی افزایش پیدا خواهد کرد؛ لذا فولاد بیشترین چگالی سطحی را از میان مواد مورد انتخاب داراست)، که از قسمت پشت دارای دریچه بازدید و از قسمت جلو دارای



تصویر ۱: نمایی از دستگاه دیامپلس ساب

جدول ۲: مراحل انجام محاسبات جهت تعیین میزان افت انتقال صدا

فرکانس	۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰
$\alpha$ سقف	۰/۸۳	۱/۳۵	۱/۰۶	۰/۸۵	۰/۷۶	۰/۵۴
$\alpha$ دیوار	۰/۸۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۷
$\alpha$ کف	۰/۱	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۸
$LP_A$	۷۲/۷	۸۱/۶	۸۴/۲	۸۸/۶	۸۹/۷	۸۳/۵
LP مجاز مطابق با استاندارد ایران	۹۶	۹۲	۸۸	۸۶	۸۵	۸۵
NR+5dB	-۱۸/۳	-۵/۴	۱/۲	۷/۶	۹/۷	۳/۵
$\alpha$ متوسط	۰/۲	۰/۵۵	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۸۳	۰/۷۹
R	۳/۲۱	۱۵/۶۹	۶۲۹/۱۶	۴۱۵/۱۶	۶۲/۶۸	۴۸/۳
TL تثوری	-۱۲/۰۱	-۵/۱۱	-۴/۴۷	۲/۰۸	۶/۲۷	۰/۶۲
TL مورد نیاز ۱	۱۲/۹۹	۱۹/۸۹	۲۰/۵۳	۲۷/۰۸	۳۱/۲۷	۲۵/۶۴
TL کاربردی ۱	۱۱	۱۵	۱۶	۲۹	۳۱	۳۷
TL کاربردی ۲	۱۹	۲۲	۲۸	۳۱	۳۲	۲۵
TL مورد نیاز ۲	-۱۱/۹۹	-۵/۰۹	-۴/۴۵	۲/۱	۶/۲۹	۰/۶۴
TL کاربردی ۳	۲	۴/۲	۶/۴	۷	۷/۸	۵/۴

$\alpha$ : ضریب جذب

$LP_A$ : تراز فشار صوت در شبکه فرکانسی A

NR: Noise Reduction میزان کاهش صدا

R: Room constant (ثابت جذب اتاق)

TL: Total Loss افت انتقال صدا

TL کاربردی ۲: میزان TL استاندارد موجود جهت تعیین جنس محفظه (TLهای موجود مربوط به پلاستیک فشرده فیبر شیشه با ۱/۴ اینچ ضخامت و ۲/۰۸ پوند بر فوت مربع چگالی است که می‌تواند به عنوان پیشنهاد دوم جهت محفظه به کار رود).

TL مورد نیاز ۲: میزان افت انتقال مورد نیاز با توجه به ۰/۰۲٪ نشت ناشی از باز بودن تنها دریچه کلیدهای کنترلی که می‌باید همواره باز باشد.

TL کاربردی ۳: میزان TL استاندارد موجود جهت تعیین جنس محفظه (TLهای موجود مربوط به پانل ساخته شده با ۲ لایه تخته فیبر شیشه و پوشیه با نایلون است که می‌تواند به عنوان ساختمان محفظه در زمان باز بودن دریچه کنترل و یا همه مواقع استفاده شود).

### نتایج

با توجه به اهمیت و برآورد میزان دقیق انتشار صوت، تراز فشار صوت در ۴ ایستگاه اطراف (فاصله حدوداً متری) دیامپلس نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت؛ که از نتایج آنالیز

$$R = \frac{S \times \alpha}{1 - \alpha}$$

$$TL = NR + 10 \log [1/4 + S/R]$$

(S = مساحت محفظه،  $\alpha$  = ضریب جذب متوسط)

TL مورد نیاز ۱: میزان افت انتقال مورد نیاز با توجه به ۲۵٪ نشت ناشی از باز بودن کلیه دریچه‌ها (کنترل، تعمیراتی پشت دستگاه و دریچه‌های کناری تعمیراتی) گفتنی است دریچه‌های تعمیراتی پشت و کناری دستگاه تنها در زمان تعمیرات باز خواهند بود.

TL کاربردی ۱: میزان TL استاندارد موجود جهت تعیین جنس محفظه (TLهای موجود مربوط به دیوار ساختمانی فلزی + ۲ اینچ ماده عایق است که می‌تواند به عنوان محفظه به کار رود).

محفظه به تفصیل در فوق آمده است. با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده قبل و بعد از نصب محفظه و محاسبات مربوطه مقدار متوسط کاهش صدا در فرکانس‌های مختلف با تفاضل تراز فشار صوت قبل و بعد از نصب محفظه، ۶/۷۲ دسی‌بل به دست آمد.

واحد ساب و بسته بندی نیز چنین بر می‌آید که در فرکانس ۲۰۰۰ بیشترین میزان تراز فشار صوت، وجود دارد. میزان تراز فشار صوت اندازه‌گیری شده در برابر دیامپلس ساب یا جمع ترازهای اندازه‌گیری شده در فرکانس‌های مختلف، قبل از محفظه‌سازی ۹۳/۶۳ دسی‌بل و پس از محفظه‌سازی ۸۶/۹۱ دسی‌بل برآورد شد. ترتیب محاسبات با توجه به شرایط

جدول ۳: آنالیز صدا در شبکه فرکانسی A و C و تراز کلی فشار صوت در ۴ ایستگاه قبل از محفظه‌سازی

ردیف	تراز صوت در شبکه A	تراز صوت در شبکه C	پهنای فرکانسی صوت در ۱ اکتاو باند							
			۱۲۵	۲۵۰	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۴۰۰۰	۸۰۰۰	
۱	۹۳/۶	۹۵/۵	۸۳	۸۸/۸	۹۰/۲	۸۷/۴	۸۸/۶	۸۸/۵	۸۲/۵	۷۴/۴
۲	۹۲/۳	۹۶/۵	۷۹/۹	۸۳/۳	۸۷	۸۸/۷	۹۰	۹۰/۸	۸۴/۶	۷۴/۶
۳	۹۳/۷	۹۵/۶	۸۱/۲	۸۴/۶	۸۶/۲	۸۵/۵	۸۹	۹۰	۸۲/۱	۷۳/۹
۴	۹۳/۲	۹۵/۶	۸۱	۸۷	۸۶/۸	۸۶	۸۷/۵	۸۸/۴	۸۲/۷	۷۲/۱
تراز فشار صوت (SPL)	۸۵	---	۹۸	۹۶	۹۲	۸۸	۹۶	۸۵	۸۵	۸۶

## بحث

اهمیت بحث کنترل صدا در منبع صوتی و نقش کاربرد بسزای روش محصورسازی و مواد جاذب در کاهش معنی‌دار تراز فشار صوت شناخته شده است. به دلیل اینکه یکی از منابع اصلی صدا در شرکت گرانتیت بهسرام، دستگاه دیامپلس ساب می‌باشد؛ روش کنترلی در منبع به صورت محصورسازی جهت این دستگاه بررسی شد. در دنیا تاکنون مطالعات متعددی پیرامون کنترل صدا در محیط‌های کاری انجام شده است. اما به بیان چند مورد با قرابت بیشتر هدف و روش بسنده می‌شود. از آن جمله؛ مطالعه‌ای توسط Jean-Baptiste DuPont در سال ۲۰۰۷ پیرامون جاذب‌های فعال جهت کاهش انتشار صوت در فرکانس‌های پایین انجام گرفت. در این بررسی نیز مشابه با مطالعه ما، روش محصورسازی به همراه لایه‌های جاذب متخلخل به کار برده شد. محصورسازی به صورت دیواری سخت و محفظه‌ای با صفحه مانع الاستیک بود که نخست به صورت مدل آزمایشگاهی بررسی شد. در این روش، جاذب باعث ایجاد ۵/۵ dB کاهش تراز فشار صوت شد در حالی که پوشش تنها ۲٪ از سطح محفظه را تشکیل می‌داد. با توجه به هدف این مطالعه که کاهش تراز فشار صوت در فرکانس‌های پایین درست مغایر

با رنج فرکانسی مغایر با مطالعه ما مدنظر می‌باشد از دیوار صوتی و محفظه استفاده شده است. اما صفحه مانع الاستیک با وجود پوشش تنها ۲٪ از محفظه آفتی حدوداً برابر با افت محاسبه شده در مطالعه حاضر را سبب شده است (۶). در بررسی بعد، Min-Der Lin و همکاران، جهت تخمین جذب صوتی کافی، از پانل‌های چوبی حفره دار با کاربرد دو مدل از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده کردند. این روش می‌توانست جهت مکان‌های مختلف از جمله ورزشگاه‌ها، تفرجگاه‌ها و مراکز خرید و سیستم‌های هواپیمایی و ایستگاه‌ها به کار رود. نتایج حاکی از موفقیت روش در جذب صوتی به ویژه یکی از مدل‌ها به میزان تقریباً ۸۵٪ بود. اما استفاده از پانل یا محفظه‌های چوبی با توجه به پروسه کاری مطالعه حاضر و محیط اطراف دستگاه دیامپلس ساب که با آب در تماس مستقیم است مشکل‌زا به نظر می‌رسد (۷). Y.Y.Lee و همکاران در مطالعه‌ای دیگر جهت تعیین وسعت جذب صوتی باندهای پهن، استفاده از جاذب‌های پوشش داده شده با مواد قابل انعطاف حفره‌دار ریز را مورد استفاده خود قرار دادند. نتایج نشان داد که استفاده از پانل قابل انعطاف حفره ریز جذب

شد. در این مطالعه با وجود ضخامت دو برابر محفظه، ۱۷ دسی‌بل کاهش در تراز فشار صوت نتیجه شد؛ آنچه می‌تواند با تغییر ضخامت و ابعاد محفظه پیشنهادی، افزایش یابد(۸).

نصیری نیز در مطالعه ای بدین نتیجه رسید محصورسازی در کمپرسور می‌تواند ۱۵ دسی‌بل کاهش تراز فشارصوت را سبب شود آنچه با کاربرد جاذبی چون پشم شیشه می‌تواند به ۲۵ دسی‌بل نیز برسد. با این روش محصورسازی، ورقه‌های فلزی و جاذب پشم شیشه معدنی توانست به طور کلی کاهش تراز صدای ۷ تا ۲۵ از ۸۵/۵ به ۷۹/۵ دسی‌بل را به ترتیب سبب شود. در این روش محصورسازی جهت عدم انتقال صدا از داخل به خارج از محفظه مؤثرتر از ماده جاذب پوششی برآورد شد. هرچند محفظه‌سازی به عنوان فاکتور مهمی جهت کاهش صدای انتقالی و ضریب جذب مواد کاربردی محفظه‌ها جهت کاهش صدای داخلی محوطه‌ها قلمداد شد(۹).

#### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مطالعه نشان داد کنترل صدا در منبع مورد نظر به صورت وجود محفظه‌ای نیمه محصور، با پوشش داخلی الیاف پشم شیشه به ضخامت ۲ اینچ می‌تواند منجر به کاهش صدا به میزان ۵/۷۲ دسی‌بل شود. کنترل صدا در منبع به روش محصورسازی و استفاده از مواد جاذب به عنوان یکی از روش‌های مؤثر و مهم شناخته شده است که نتایج مطالعه حاضر مؤید این مطلب می‌باشد. اما آنچه مورد توجه می‌باشد کاهش ناچیز تراز فشار صوت کلی به دلیل وجود چندین دریچه در محفظه موجود جهت ضرورت دسترسی به کلیدهای کنترلی و تعمیرات احتمالی است؛ که می‌تواند به عنوان یک محدودیت مطرح شود.

#### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله فوق سپاس خود را از گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران و نیز مدیریت و پرسنل شرکت گرانت بهسرام کاشان به دلیل مساعدت و همکاری اعلام می‌دارند.

بیشتری را در رنج فرکانسی نزدیک به هم داشته، و همچنین لایه‌های جذبی ۲ لایه و ۱ لایه توافق خوبی را در حین اندازه‌گیری داشته‌اند. این جاذب‌ها نیز در فرکانس‌های پایین تحت تأثیر کمی قرار گرفته و به دلیل بازتاب طول موج صوتی کوتاه‌تر، جذب صوتی در فرکانس بالاتر به شدت کاهش می‌یابد که جهت رفع این مشکل می‌باید، جاذب را در ابعاد و زوایای مشخصی به کاربرد اما با توجه به کمبود فضا در پروسه مورد بررسی و محیط اطراف دیامپلس ساب و استفاده بهینه از کمترین فضا، این جاذب در مطالعه حاضر مقرون به صرفه نخواهد بود. ازسویی هدف ما کنترل در محدوده‌ای از باند فرکانسی و به طور غالب در فرکانس‌های بالاتر می‌باشد(۱۰). مطالعه‌ای دیگر توسط Roureb و Tarabinia در سال ۲۰۰۷ با عنوان مدل‌سازی از پارامترهای مؤثر در کنترل صوتی فعال بر دیوارهای محصور انجام گرفت. در این بررسی و روش فرضی از پارتیشن‌های شفاف به عنوان سیستم محصور و منبع نقطه‌ای ثابت استفاده شد. موانع فعال نصب شده، آنالیز کنترلی در رنج فرکانسی ۳۰۰-۲۵ HZ را مورد هدف داشت؛ آنچه مغایر با رنج فرکانسی مورد هدف ما بود. نتایج شبیه‌سازی مبنی بر آن بود که به طور میانگین، پارتیشن کنترلی، فشار صوت را کاهش می‌دهد. در این بررسی، سطح کاهش به طور مهمی با فاصله بین بلندگو و میکروفون اختطاری و با بلندگو به طور مستقیم در ارتباط بود. نتایج آزمایشگاهی، تنوع و تفاوت مدل و کارایی موانع را در کاهش انتشار و انتقال صوت تأثیرگذار اعلام کرد(۱۱).

مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۸ توسط گلمحمدی و همکاران در جهت کنترل صدای پلایشگاه نفت انجام شد. در این مطالعه پس از ارزیابی اولیه، آنالیز صدا در ۱۰ نقطه اطراف منبع اصلی تولید صدا به فواصل ۰/۵ متری اندازه‌گیری شد. در این مطالعه صدا بیشتر از حد مجاز و استاندارد ۸۵ دسی‌بل در ۴ فرکانس غالب ۶۳، ۱۲۵، ۴۰۰ و ۸۰۰۰ برآورد شد. راه حل به صورت مافلری دابل آلومینیومی با پوشش داخلی پشم شیشه پیشنهاد

**References:**

- 1- Rostami R, Zamanian Z, Hasanzadeh J. *Investigation of the effect of noise exposure in the workplace on the general health of steel industry workers*. Int J Occupa Hygiene 2013;5(2):53-5.
- 2- Ahmed HO. *Noise Exposure, Awareness, Practice and Noise Annoyance Among Steel Workers in United Arab Emirates*. Open Public Health J 2012;5:28-35.
- 3- Al-Dosky BH, Chowdhury AH, Mohammad N, Haque MRU, Manikandarajan T, Eswar A, et al. *Noise level and annoyance of Industrial factories in Duhok city*.IOSR J Environ Sci Toxicol Food Tech 2014; 8(5): 8-1.
- 4- Mostaghaci M, Mirmohammadi SJ, Mehrparvar AH, Bahaloo M, Mollasadeghi A, Davari MH. *Effect of Workplace Noise on Hearing Ability in Tile and Ceramic Industry Workers in Iran: A 2-Year Follow-Up Study*. Sci World J 2013; 7: 2013.
- 5- Koffeman A, Kerkers A. *Cost Optimal Reduction of Noise in Large Industrial Areas- a Method to Select Measures*. noise – con 2000.Newport bench, California; December 03- 05,2000-2001.
- 6- Dupont J-B, Galland M-A. *Active absorption to reduce the noise transmitted out of an enclosure*. Applied Acoustic 2009;70(1):142-52.
- 7- Lin M, Tsai K. *Estimating the sound absorption coefficients of perforated wooden panels by using artificial neural networks*. Applied Acoustics 2009; 70(1): 31-40
- 8- Monazzam M, Golmohammadi R, Nourollahi M, Momen Bellah Fard S. *Assessment and Control Design for Steam Vent Noise in an OilRefinery*. J Res Health Sci 2011; 11(1): 14-9.
- 9- ForouharmajdF, Nassiri P, Monazzam M. *Noise pollution of air compressor and its noise reductionprocedures by using an enclosure*. Int J Environ Health Engineer 2015; 1(2): 20.
- 10- Lee Y, Lee E. *Widening the sound absorption bandwidths of flexible micro-perforated curved absorbers using structural and acoustic resonances*. IntJ Mechanical Sci 2007; 49(8): 925-34
- 11- Tarabini M, Roure A. *Modeling of influencing parameters in active noise control on an enclosure wall*. J Sound Vibra 2008; 311(3-5): 1325-39.

## ***Noise control of saab dyamples using enclosure method in Behsaram Granite Company in Kashan***

***Marzieh Noorani(MSc)<sup>1</sup>, Mohammad Reza Monazzam(PhD)<sup>2</sup>, Babak Fazli(MSc)<sup>3</sup>, Razieh SoltaniGerdFaramarzi(MSc)<sup>4</sup>***

<sup>1</sup> MSc in Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health, School of Paramedicine, Abarkooh, Yazd, Iran

<sup>2</sup> Professor in Occupational Health Engineering, Department of Occupational Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>3</sup> MSc in Occupational Health Engineering, Health Promotion and Research Center, Zahedan University of medical Sciences, Zahedan, Iran

<sup>4</sup> MSc in Occupational Health Engineering, industrial diseases research center, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

**Received:** 04 Nov 2011

**Accepted:** 23 Oct 2016

### ***Abstract***

**Introduction:** Noise is one of the most important physical agents in the workplace which causes numerous effects on physical and mental health. Hence its elimination or control is necessary in noisy industrial workplaces. Saab dyamples device is one of the most important sources of noise in the sub line in granite industry. Thus, this study intended to reduce noise using enclosure method in Behsaram granite company.

**Methods:** Due to the high level of noise produced by dyamples, in this study, the enclosure technique was used to encapsulate the noise area. After measurement and analysis, the required noise reduction was determined. A chamber with dimensions of 1.5×1.55×1.8 m<sup>3</sup> with an opening in front for observation and another opening in the back for access to control keys. The chamber was manufactured from galvanized stainless steel with 0.55 thickness and 6 kg/m<sup>2</sup> density with a glass wool cover with 2 inches thickness.

**Results:** The noise level before and after enclosure was 93.63 dB and 86.91 dB, respectively. According to the measured values before and after the installation of the chamber.

**Conclusion:** Considering noise reduction, it is recommended that engineering controls (enclosure) in similar industries could reduce exposure of the workers to high level of noise.

**Keywords:** Noise in industry, Noise control, Enclosure method, Noise reduction

***This paper should be cited as:***

Noorani M, Monazzam MR, Fazli B, Soltani GerdFaramarzi R. *Noise control of saab dyamples using enclosure method in Behsaram Granite Company in Kashan*. Occupational Medicine Quarterly Journal 2016; 8(3): 67-75.

\* **Corresponding Author:** Tel: +98 21 88951390, Email: [esmaeelm@tums.ac.ir](mailto:esmaeelm@tums.ac.ir)