ارزیابی کارایی جاذب هلمهولتز طراحی شده در کاهش صدای فرکانس پایین ناشی از کانال های هوا و سیستم‌های تهویه

حسینعلی یوسفی [۱]، فرهاد فروهر مجد [۱]، سمیه بلقن آبادی [۲]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: با توجه به عوارض غیر قابل جبران سر و صدا در جامعه و محیط‌های صنعتی، کاهش آلودگی صوتی در منبع تولید صوت بهترین و مؤثرترین راه کنترلی است. فیلتر آکوستیکی (سایلنسر) ابزاری است که از انتقال امواج صوتی جلوگیری می‌کند. نوعی از این سایلنسر، جاذب هلم هولتز (تقویت‌کننده با شاخه فرعی) می‌باشد که برای فرکانس‌های پایین و زیر ۲۰۰ هرتز مانند صدای فن و کانال‌ها مناسب می‌باشد. هدف این مقاله بررسی کارایی جاذب طراحی شده در کاهش صدای‌های پایین می‌باشد.

روش‌ها: این مطالعه از نوع تجربی است. جاذب هلمهولتز طراحی شده روی کانالی مشابه کانال تهویه نصب شد. با استفاده از نرم افزار پردازش و تولید سیگنال (MATLAB) ، سیگنال‌هایی در فرکانس‌های بسیار پایین ۲۵۰ تا ۵۰۰ هرتز تولید و از طریق بلندگو در طول کانالی پخش شد. سپس با مقایسه تراز فشار صوت قبل و بعد از جاذب هلمهولتز میزان صوت کاهش یافته را در فرکانس‌های مختلف بررسی و پردازش سیگنال‌های داخل کانال و تهیه الگوریتم صدا در کانال توسط نرم‌افزار MATLAB انجام شد.

یافته‌ها: بیشترین کاهش صدا در فرکانس ۱۲۵ هرتز در بین جاذب‌های هلمهولتز، با قطر محفظه ۶۳ میلی متر و قطر دهانه جاذب ۱ سانتی متر بود. میزان کاهش صدا در فرکانس ۱۲۵ هرتز بیشترین و ۵۰۰ هرتز کمترین بود. با توجه به اندازه‌گیری‌های انجام شده در فرکانس ۱۲۵ هرتز با افزایش صدا توسط جاذب‌ها و هم‌چنین با افزایش قطر دهانه جاذب، میزان جذب صدا کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد که جاذب‌های هلمهولتز طراحی و نصب شده در کانال در فرکانس مشخصی از صدای با فرکانس‌های پایین بیشترین کاهش صوتی را خواهد داشت که این کاهش در جاذب‌های با سایز کوچکتر مشهودتر بود و هم‌چنین با افزایش قطر محفظه جاذب‌های هلمهولتز و افزایش سطح مقطع گردنه در جاذب‌ها میزان جذب صدا کاهش پیدا کرد. با توجه به این‌که استفاده بیشتر از وسایل جدید در محیط‌های عمومی نظیر سیستم‌های تهویه، کمپرسورها، رایانه، پرینتر و غیره مشکلات دیگری را در ارتباط با صدای با تراز نه چندان بلند اما آزاردهنده در فرکانس‌های کم ایجاد نموده است، در نتیجه با تعیین محدوده فرکانسی مؤثر جاذب هلمهولتز، می‌توان از آن به عنوان وسیله‌ای مؤثر و کارامد جهت کاهش یا حذف صدا استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: کاهش صدا ، جاذب هلمهولتز ، سایلنسر

ارجاع: یوسفی حسینعلی، فروهرمجد فرهاد، بلقن آبادی سمیه. **ارزیابی کارایی جاذب هلمهولتز طراحی شده در کاهش صدای فرکانس پایین ناشی از کانال های هوا و سیستم‌های تهویه.** مجله تحقیقات نظام سلامت ۱۳۹۳؛ ۱۰(۴): ۷۰۷-۶۹۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۴ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۰/۰۱**

۱. هیأت علمی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران(نویسنده مسؤول)

Email: forouhar@hlth.mui.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

مقدمه

یکی از معضلات و مسایل مهم جامعه بشری سر و صدا بوده است. سر و صدا، امواج نامنظمی می‌باشند که ناخوشایند، ناخواسته و عموماً اجتناب‌پذیر بوده و بین دامنه‌های فشار، فرکانس و طول موج آن‌ها رابطه معنی‌داری وجود ندارد و در محیط بسیار فراوان از این نوع صداها تولید و منتشر می‌گردد. آلودگی صوتی مانند سایر آلودگی‌ها بر انسان، گیاهان، جانوران و اجسام بی جان آثار منفی متعددی دارد. با تحول سیستم‌های صنعتی به سمت فن‌آوری‌های جدید صنعتی، انسان در معرض حوادث فراوانی از نظر اجتماعی، اقتصادی، روانی و جسمانی قرار می‌گیرد که یکی ازمعضلات و مسایل مهم جامعه بشری، وجود صدای بیش از حد مجاز در محیط کار و زندگی می‌باشد. اهمیت سر و صدا و آلودگی صوتی تنها از جنبه افت شنوایی و کری شغلی نمی‌باشد بلکه سر و صدا با اثر غیر مستقیم بر روی انسان، روی دستگاه هاضمه، سیستم گردش خون (۸-۱) ، قلب و دستگاه عصبی (۱۰-۹، ۲) اثرات سوء قابل ملاحظه‌ای می‌گذارد وهمچنین باعث گرفتگی عضلانی، خستگی روحی و جسمی، سرگیجه، از دست دادن تعادل بدن، امراض قلبی می‌شود که در نهایت مجموع این عوامل در انسان ایجاد خستگی و بی‌حوصلگی (۱۲-۱۱، ۲) نموده و از بازدهی فکری و جسمی می‌کاهد و راندمان کاری را کاهش می‌دهد.

تحقیقات نشان داده‌اند که رشد گیاهان بر اثر سر و صدای بلند کاهش چشمگیری می‌یابد (۱۳). خونریزی گوش، سقط جنین، بی‌اشتهایی، بروز حالت پرخاشگرانه از آثار زیان بار سروصدا می‌باشد. امروزه کنترل صدا ابعاد وسیع‌تری به خود گرفته، چنان‌چه در کشورهای اروپایی بیشتر محققان دانشگاهی و متخصصین کنترل آلودگی صوتی با توجه به عوارض قطعی و غیرقابل جبران سر و صدا در جامعه و محیط‌های صنعتی به دنبال یافتن راه‌های کاهش و کنترل صدا در منبع تولید صوت می‌باشند. کشورهایی مانند انگلستان، دانمارک، سوئد با راه‌اندازی آزمایشگاه‌هایی مجهز به تجهیزات کاوش و تجزیه و تحلیل صوت و با شناخت ماهیت فیزیکی آن در منبع تولیدکننده صوت دارند چرا که با توجه به تحقیقات گسترده در این زمینه به این نتیجه رسیده‌اند که بهترین و مؤثرترین و کم هزینه‌ترین راه، کاهش صدا در منبع است. لذا باید طبق اصول و با برنامه‌ریزی با روش‌های کنترلی در منبع یا در مسیر انتقال صوت این مشکل را که ناشی از انسانی می‌باشد را تا حد ممکن کاهش دهیم.

از جمله منابع مهم سر و صدای تجهیزات که در ایجاد فرکانس‌های پایین نقش دارند شامل موتورهای احتراق داخلی (IC) ، کمپرسورها، فن‌ها، و دمنده‌ها، ترانسفورماتورهای قدرتی و گیربکس و دستگاه‌های تهویه، تأسیسات شبکه‌های کامپیوتری، اتاق‌های کنترل درصنایع مختلف، موتورهای دیزل، محیط‌های کاری اداری، ترافیک جاده‌ها و بزرگراه‌ها، مسیر انتقال لوله‌های فاضلاب، تجهیزات تولید پرتوهای یونیزان، پمپ‌ها و ماشین‌های لباس‌شویی، دیگ‌های بخار، یخچال‌ها و برج‌های خنک‌کننده و ... می‌باشند (۱۵-۱۴).

جهت جلوگیری و کنترل آلودگی موجود در صنایع، روش‌های مشخص و متنوعی وجود دارد که تنوع آن‌ها به نوع منابع، شرایط فیزیکی، محدودیت هزینه و هدف از کنترل بستگی دارد. یکی از وسایل کنترل صوت سایلنسرها می‌باشند. یک فیلتر آکوستیکی یا سایلنسر ابزاری از جاذب‌های صوتی هستند که به شکل‌های گوناگون هستند و بر اساس نوع استفاده در منبع صدا و مسیرهای عبور هوا از انتقال امواج صوتی جلوگیری می‌کنند و در راه عبور هوا یا گاز، مقاومت محسوسی را ایجاد نمی‌کنند. در جاذب نوع واکنشی به جای استفاده از مواد جاذب صوت از قواعد طراحی هندسی استفاده می‌کنند. نوعی از این سایلنسر، جاذب هلم هولتز (تقویت‌کننده با شاخه فرعی) می‌باشد که برای فرکانس‌های پایین و زیر ۲۰۰ هرتز مانند صدای فن و کانال‌ها مناسب می‌باشد بسیاری از لوازم خانگی مانند یخچال و سیستم‌های تهویه از این وسیله استفاده می‌کنند.

تشدیدکننده هلمهولتز یک مورد از وسایل قدیمی است که محدود به فرکانس منفرد (رنج فرکانسی باریک) است (۱۷-۱۶). پژوهشگران بسیاری صدای کم فرکانس (LFN یا

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

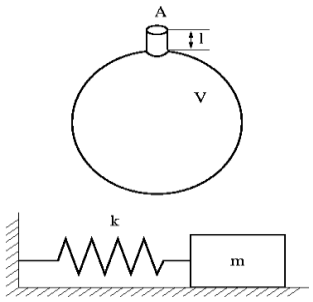
low noise frequency) را به صورت صدایی با باند پهن (Broad Band Noise یا BBN)) و در محدوده فرکانسی ۲۰ تا ۲۰۰ هرتز و برخی ۱۰ تا ۲۵۰ هرتز تعریف کرده‌اند (۱۸-۱۹).

اثرات مواجهه با صداهای فرکانس پایین عبارت هستند از وزوز گوش، سردرد، افزایش میزان ترشح هورمون کورتیزل، افزایش واکنش‌های استرس‌زا، اختلالات تنفسی، احساس ناراحتی و اظهار شکایت می‌باشد (۲۰-۲۳). جاذب هلمهولتز براساس شکل و طراحی ساختاری خود با به دام‌اندازی انرژی صوتی به دلیل حفره‌ای بودن باعث کاهش صدا می‌شود (۲۴، ۱۶) ، که صدای ناخواسته را با تولید صدای معکوس (anti-noise) هم دامنه با موج اولیه ولی در فاز مخالف حذف می‌کند. حذف مؤثر به تشخیص مشخصات موج صوتی و ایجاد دقیق anti-noise بستگی دارد (۲۵).

مشکل سر و صدای مربوط به آهنگ صدا در فرکانس‌های پایین مشکل اساسی و اصلی در صنایع و محیط زیست می‌باشد، پژوهش حاضر به این منظور انجام می‌شود که بیشتر صداهای ایجاد شده در محیط انسانی در گستره فرکانس باریک قرار دارند که بیشترین مشکل می‌باشد به همین دلیل استفاده از جاذب‌های هلمهولتز که برای فرکانس‌های زیر ۲۰۰ مناسب می‌باشند استفاده گردید. که با تعیین محدوده فرکانسی مؤثر جاذب هلم‌هولتز در حذف صدا، می‌توان در کاهش صدای وسایل تولیدکننده صدا در فرکانس پایین، از آن به عنوان وسیله‌ای مؤثر جهت حذف و یا کاهش صدا استفاده نمود.

روش‌ها

این مطالعه از نوع تجربی است . جاذب هلمهولتز طراحی شده روی کانالی مشابه کانال تهویه با ابعاد ۳۰ × ۳۰ سانتی‌متر و طول ۲ متر برای حذف و کاهش صدا نصب شد. رزوناتورهای هلمهولتز صدا را با مکانیسم متفاوتی کاهش می‌دهند. جاذب دارای یک فرکانس تشدید است که به وسیله سختی حفره هوا و جرم هوا در گردن حفره تعیین می‌شود. در فرکانس تشدید هوا در گردن حفره با موج ورودی تحریک و شدیداً نوسان می‌کند زیرا سختی حفره توسط اینرسی هوا هنگام اصطکاک نقش کوچکی را در دینامک نوسان بازی می‌کند. چنین تعادلی سبب حذف امپدانس آکوستیکی امواج ورودی شده و از نظر تئوری در دهانه رزوناتور فشار صفر می‌گردد. این موضوع درباره سختی و جرم توسط هرمان ون هلم هولتز در سال ۱۹۶۲ توضیح داده شده است. شکل ساده رزوناتور هلمهولتز تشکیل شده از یک گوی یا محفظه کروی و کانال باریک که دارای گردن مخروطی می‌باشد که به کناره‌ی کانال متصل می‌کنیم (۲۶).



شکل ۱. مکانیسم عملکرد رزوناتور هلمهولتز در کاهش صدا

برای ساخت جاذب هلمهولتز از لوله PVC و چوب MDF استفاده می‌کنیم. ضخامت MDF که ۱۶ میلی‌متر است بخش L جاذب هلمهولتز را تشکیل می‌دهد و سوراخ‌های مرکز جاذب (۱۰، ۲۰، ۳۰ میلیمتر) قطر دهانه جاذب هلمهولتز را تشکیل می‌دهد. که در مجموع ۹ رزوناتور هلمهولتز با ابعاد مختلف و حجم‌های مختلف در این آزمایش ساختیم. برای این‌که جاذب طراحی شده بتواند فرکانس پایین، فرکانس کمتر از ۵۰۰ ایجاد کند نیاز هست تا حجم استاتیک محفظه، سرعت صوت، سطح مقطع عبوری و طول کانال رزوناتور مشخص باشد برای تعیین این موارد از معادله ۱استفاده می‌کنیم.

برای تعیین فرکانس حد (فرکانسی که بیشترین جذب را دارد) از رابطه زیر استفاده می‌کنیم که دارای خصوصیات زیر می‌باشد (۲۷).

معادله ۱

$$f = \frac{v}{2\pi}\sqrt{\frac{A}{VL}}$$

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

در این رابطه v سرعت صوت در هوا بر حسب متر بر ثانیه یا (in/sec) و A سطح مقطعی از گردن محفظه بر حسب متر مربع یا in^2 و V حجمی از محفظه بر حسب متر مکعب یا in^3 و L ارتفاع کانال برحسب متر یا in است. در رزوناتور هلمهواتز ایده‌آل دوره رزونانس T با ریشه مربعات حجم حفره متناسب است .برای تعیین دوره رزونانس، سایلنسر طراحی شده از رابطه زیر استفاده می‌کنیم .

معادله ۲

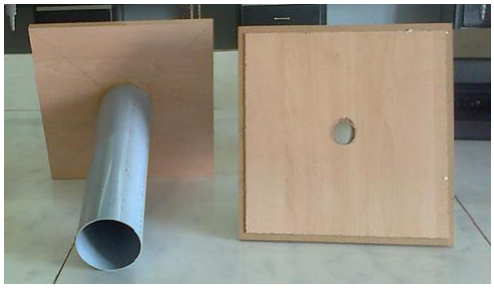
$$T = \frac{2\pi}{v}\sqrt{\frac{VL}{A}}$$

برای تعیین میزان تشدید جاذب طراحی شده با مشخصات، ارتفاع ستون هوا در بطری h و ارتفاع گردن محفظه L،از معادله زیر استفاده می‌کنیم.

معادله ۳

$$\frac{1}{h} = \frac{4\pi^3 r^2 f^2}{Av^2} L$$

که در این معادله r شعاع رزوناتور هلمهولتز است .



شکل۲، نمونه یک رزوناتور هلمهولتز طراحی شده

رزوناتور هلمهولتز مانند شکل ۲ براساس استاندارد طراحی و در مسیر کانال قرار داده شد. بعد میکروفن برای اندازه‌گیری دامنه تغییرات فشار و نوسان در فرکانس در فاصله‌ی معین از جاذب هلمهولتز به کانال متصل شد. با استفاده از نرم‌افزار پردازش و تولید سیگنال (MATLAB) (۲۸)، سیگنال‌هایی در فرکانس‌های بسیار پایین ۲۵۰ تا ۵۰۰ هرتز تولید و از طریق بلندگو در طول کانالی پخش شد، سیگنال میکروفن روی سیستم ثبت می‌شود. قبل از نصب جاذب هلمهولتز نیز فرکانس‌های پایین را ایجاد می‌کنیم و میزان ترازهای صوتی در دستگاه ثبت می‌شود. سپس با مقایسه تراز فشار صوت قبل و بعد از جاذب هلمهولتز میزان صوت کاهش یافته را در فرکانس‌های مختلف بررسی می‌کنیم. پردازش سیگنال‌های داخل کانال و تهیه الگوریتم صدا در کانال توسط نرم افزارMATLAB انجام شد.

یافته‌ها

پس از ساخت کانال و جاذب هلمهولتز با توجه به اعداد استاندارد به دست آمده از فرمول فرکانس (۱۴)، برای گرفتن فرکانس‌های پایین (کمتر از ۵۰۰ هرتز)، ابتدا نمونه‌برداری از میکروفن را قبل از تولید صدا انجام دادیم سپس نتایج حاصل از اندازه‌گیری سیگنال در فرکانس‌های بسیار پایین در ۴ فرکانس مختلف بلندگو ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ هرتز در ۹ عدد جاذب هلمهولتز مختلف از لحاظ سایز انجام شد. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری و نمونه‌برداری سیگنال‌های صدا با فرکانس پایین توسط نرم‌افزار تولید سیگنال LABVIEW و با استفاده از تحلیل داده‌های صوتی با استفاده از نرم‌افزار مطلب (MATLAB) تهیه شد. در این روش سیگنال‌ها با فرکانس‌های ۱۲۵ – ۲۵۰– ۵۰۰ هرتز به عنوان صدای کم فرکانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

در جداول زیر داده‌های مربوط به فرکانس‌های اندازه‌گیری شده در جاذب‌های هلمهولتز که قطر حجم آن‌ها ۶۳ میلیمتر و قطر دهانه جاذب ۱۰،۲۰،۳۰ میلیمتر می‌باشد، آورده شده است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

جدول ۱. فرکانس‌های اندازه‌گیری شده در جاذب هلمهولتز طراحی شده در قطر حجم ۶/۳ سانتی‌متر و قطر دهانه جاذب ۱ سانتی‌متری

فرکانس(هرتز)	فرکانس بلندگو(هرتز)	ارتفاع مؤثر(میلی متر)	قبل نصب جاذب(دسی بل)	بعد از نصب جاذب(دسی بل)	میزان کاهش صدا
۱۲۵	۶۰	۷۵	۸۸	۷۸	۱۰
	۷۰	۷۵	۸۶	۷۹	۷
	۸۰	۷۵	۸۳	۷۷	۶
	۹۰	۷۰	۹۲	۹۱	۱
۵۰۰	۶۰	۵	۸۵	۸۲	۳
	۷۰	۵	۷۶	۷۵	۱
	۸۰	۵	۸۲	۸۲	۰
	۹۰	۵	۸۶	۸۶	۰

جدول۲.فرکانس‌های اندازه‌گیری شده در جاذب هلمهولتز طراحی شده در قطر حجم ۶/۳ سانتی‌متر و قطر دهانه جاذب۲ سانتی‌متری

فرکانس(هرتز)	فرکانس بلندگو(هرتز)	ارتفاع مؤثر(میلی متر)	قبل نصب جاذب(دسی بل)	بعد از نصب جاذب(دسی بل)	میزان کاهش صدا
۱۲۵	۶۰	۱	۹۰	۸۷	۳
	۷۰	۱/۵	۸۶	۸۲	۴
	۸۰	۱/۵	۸۰	۷۴	۶
	۹۰	۱/۵	۹۱	۸۷	۴
۵۰۰	۶۰	۲	۶۷	۶۴	۳
	۷۰	۲	۷۶	۷۶	۰
	۸۰	۲	۸۲	۸۲	۰
	۹۰	۲	۹۰	۸۸	۲

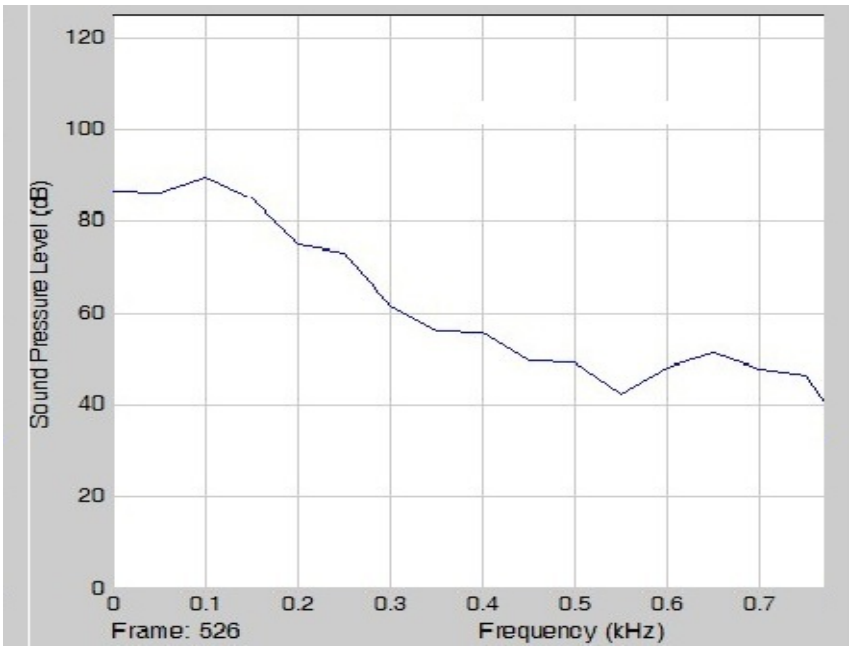
جدول۳. فرکانس‌های اندازه‌گیری شده در جاذب هلمهولتز طراحی شده در قطر حجم ۶/۳ سانتی‌متر و قطر دهانه جاذب۳ سانتی‌متری

فرکانس(هرتز)	فرکانس بلندگو (هرتز)	ارتفاع مؤثر(میلی متر)	قبل نصب جاذب (دسی‌بل)	بعد از نصب جاذب(دسی‌بل)	میزان کاهش صدا
۵۰۰	۶۰	۴/۵	۸۸	۸۶	۲
	۷۰	۴/۵	۸۳	۸۱	۲
	۸۰	۴	۸۶	۸۵	۱
	۹۰	۴	۹۰	۹۰	۰

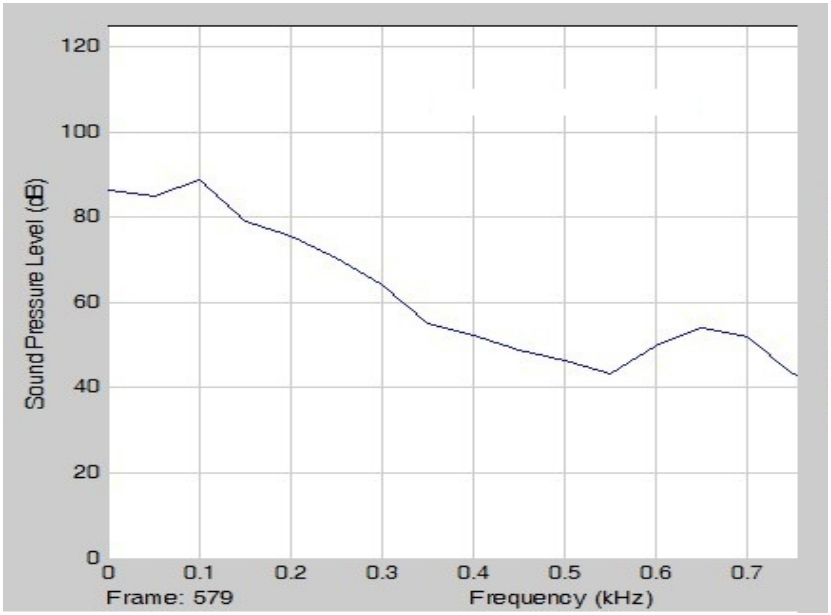
با توجه به اندازه گیری های انجام شده و جداول بالا، در بین رزوناتورهای هلمهولتز بیشترین کاهش را در فرکانس ۱۲۵ هرتز که قطر محفظه رزوناتور آن ۶۳ میلی متر و قطر دهانه جاذب ۱۰ میلی متر بود داشتیم . با افزایش فرکانس میزان جذب توسط جاذب ها کاهش می یابد. همچنین در فرکانس ۱۲۵ هرتز داده ها نشان دادند که با افزایش قطر دهانه جاذب میزان جذب صدا کاهش می یابد که در جدول اطلاعات آورده شده است.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

سیگنال اندازه‌گیری شده در فرکانس ۱۲۵ هرتز در نمودار پایین نشان داده شده است که میزان کاهش را در این فرکانس نشان می‌دهد که قبل از نصب جاذب هلمهولتز میزان صوت اندازه‌گیری شده ۸۸ هرتز می‌باشد و بعد از نصب جاذب هلمهولتز صدا کاهش یافته و به حدود ۷۸ دسی‌بل رسیده است.

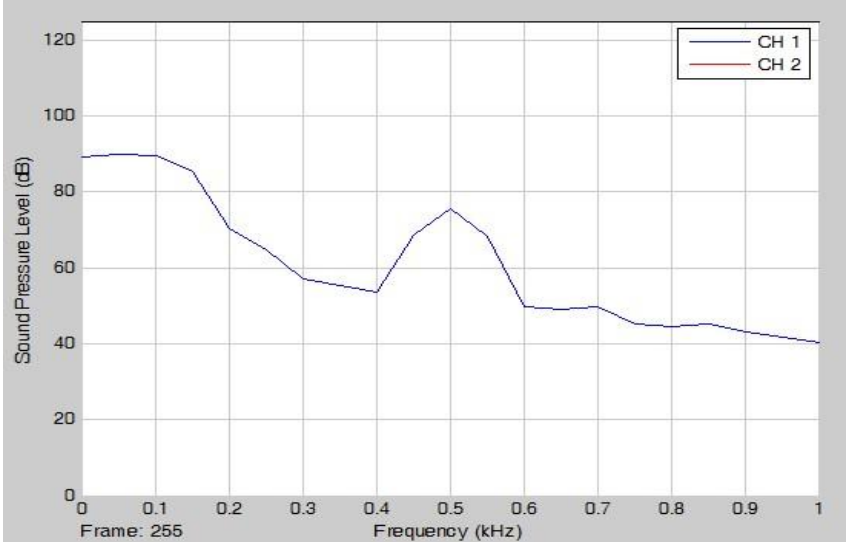


نمودار ۱. سیگنال اندازه‌گیری شده در فرکانس ۱۲۵ هرتز قبل از نصب جاذب هلمهولتز

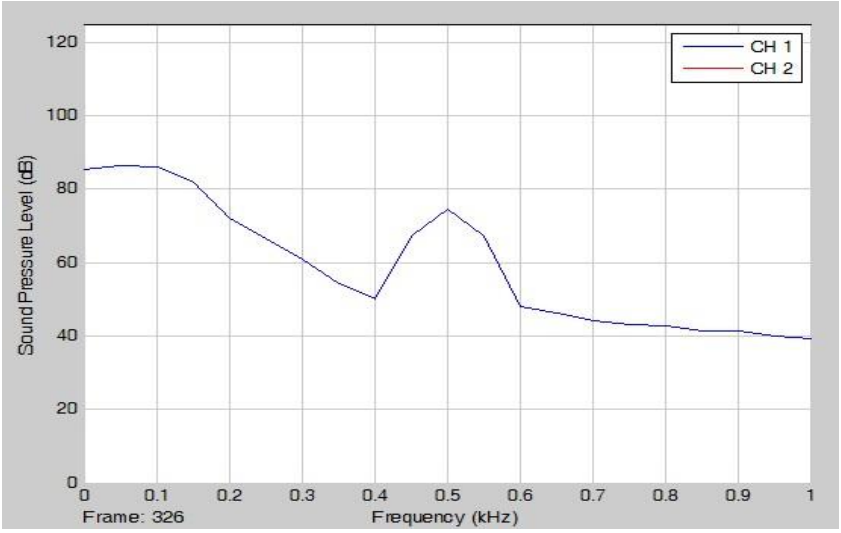


نمودار ۲.سیگنال اندازه‌گیری شده در فرکانس ۱۲۵ هرتز بعد از نصب جاذب هلمهولتز

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]



نمودار ۳. سیگنال اندازه‌گیری شده در فرکانس ۵۰۰ هرتز قبل از نصب جاذب هلمهولتز



نمودار ۴. سیگنال اندازه‌گیری شده در فرکانس ۵۰۰ هرتز بعد از نصب جاذب هلمهولتز

بحث

با توجه به این‌که کاهش صدا در فرکانس‌های پایین مشکل می‌باشد، و از طرفی تحقیقات نشان داده است که امواج صوتی با فرکانس پایین برای بهداشت و سلامت افراد در معرض مضر است، این پژوهش با هدف بررسی کارایی جاذب در کاهش میزان صدای فرکانس‌های پایین در کانال انجام شد، طی طراحی این رزوناتور که از چوب MDF و لوله PVC برای ساخت استفاده کردیم، عوامل متعددی جهت کاهش صدای ایجاد شده توسط بلندگو در نظر گرفته شد که حداکثر میرایی را داشته باشیم. یکی از عوامل مکان قرارگیری جاذب هلمهولتز بر روی کانال می‌باشد که نقطه قرارگیری جاذب مکانی باشد که حداکثر فشار (قله موج) در آن نقطه باشد، از عوامل دیگر تنظیم دقیق پیستون روی جاذب برای تعیین حجم محفظه، مکان دقیق میکروفن بر روی کانال می‌باشند. در آزمایشی مشابه Birdsong (۲۹) و Bedout (۳۰) برای ساخت جاذب هلمهولتز از لوله PVC استفاده نمودند. در

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

مطالعه‌ای دیگر از جاذب هلمهولتز جنس پلاستیک استفاده شده است.

با توجه به نتایج این مطالعه، رزوناتور هلمهولتز در فرکانس ۱۲۵ هرتز بیشترین میزان کاهش و در فرکانس ۵۰۰ هرتز کمترین میزان کاهش را داشت. هم‌چنین در بین اطلاعات به دست آمده در فرکانس ۱۲۵ هرتز بیشترین میزان کاهش صوتی را در قطر ۱۰ میلی‌متر داشتیم که با افزایش قطر میزان جذب صدا کاهش پیدا کرد و هم‌چنین با افزایش تراز صدا در این فرکانس از ۶۰ هرتز به سمت ۹۰ هرتز میزان جذب صدا کاهش یافت. در بین جاذب‌های هلمهولتز، جاذب‌هایی که قطر محفظه جاذب آن‌ها کوچک‌تر بود میزان جذب بالاتری داشتند که با افزایش این قطر میزان جذب کاهش یافت، بیشترین جذب را قطر ۶۳ میلی‌متر داشتیم و در جاذب‌های با قطر ۶۳ میلی‌متر بیشترین جذب صدا را در جاذب‌هایی داشتیم که قطر دهانه آن‌ها کوچکتر بود که با افزایش این قطر نیز میزان جذب صدا کاهش یافت. هم‌چنین در فرکانس ۵۰۰ هرتز که کمترین میزان کاهش‌های صوتی را داشتیم نیز بیشترین کاهش صدا را در جاذبی داشتیم که قطر گردنه آن ۱۰میلی‌متر بود که با افزایش این قطر میزان جذب صدا کاهش پیدا کرد و هم‌چنین با افزایش تراز صدا در فرکانس ۵۰۰ هرتز میزان جذب صدا کاهش یافت. در فرکانس‌های دیگری که اندازه‌گیری‌ها انجام شد در جاذب‌هایی با گردنه‌های کوچکتر میزان جذب صدای بیشتری نسبت به گردنه‌های بزرگتر داشتیم. طبق بررسی‌های انجام شده توسط Corning رزونانس در یک تشدیدکننده با طول گردن کوتاه با طول گردن بلند متفاوت می‌باشد (۳۱). با افزایش ترازهای صوت و افزایش حجم محفظه‌های جاذب میزان جذب صوت کاهش پیدا کرد، با تغییر در ارتفاع گردنه، جنس جاذب، شکل جاذب بدون تغییر در حجم محفظه می‌توان فرکانس رزونانس را کنترل نمود (۳۲).

آن‌چه طبق این نتایج می‌توان به آن رسید بالا بودن قدرت صدای کم فرکانس در سیستم‌های تهویه و انتقال در کانال می‌باشد، که این باعث عوارض اثبات شده و جبران‌ناپذیر بر روی افراد و جامعه می‌شود. با توجه به آن‌چه در بیان موضوع در مورد اهمیت صدای کم فرکانس آمد، تجزیه و تحلیل اطلاعات آکوستیکی کانال و سیگنال‌های منتشره در آن، سعی بر آن شد تا اهمیت بررسی صداها با فرکانس پایین گفته شود.

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که جاذب‌های هلمهولتز طراحی و نصب شده در کانال در فرکانس مشخصی از صدای با فرکانس‌های پایین بیشترین کاهش صوتی را خواهد داشت که این کاهش در جاذب‌های با سایز کوچک‌تر مشهودتر بود و هم‌چنین با افزایش قطر محفظه جاذب‌های هلمهولتز و افزایش سطح مقطع گردنه در جاذب‌ها میزان جذب صدا کاهش پیدا کرد. با توجه به این‌که استفاده بیشتر از وسایل جدید در محیط‌های عمومی نظیر سیستم‌های تهویه، کمپرسورها، رایانه، پرینتر و غیره مشکلات دیگری را در ارتباط با صدای با تراز نه چندان بلند اما آزاردهنده در فرکانس‌های کم ایجاد نموده است، در نتیجه با تعیین محدوده فرکانسی مؤثر جاذب هلمهولتز، می‌توان از آن به عنوان وسیله‌ای مؤثر و کارامد جهت کاهش یا حذف صدا استفاده نمود.

References

1. Halvani GH, Zare M, Barkhordari A. Noise induced hearing loss among textile workers of Taban factories in Yazd. Journal of Birjand University of Medical Sciences 2009; 15 (4):69-74.
2. Vallet M, Gagneux J, Clairet J, Laurens J, Letisserand D, editors. Heart rate reactivity to aircraft noise after a long term exposure. Noise as a Public Health Problem; 1983.
3. Stansfeld SA, Matheson MP. Noise pollution: non-auditory effects on health. British Medical Bulletin 2003; 68(1):243-57.
4. Muzet A. Environmental noise, sleep and health. Sleep Medicine Reviews 2007; 11 (2):135-42.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

5. Yousefi Rizi HA, Dehghan H. Effects of occupational noise exposure on changes in blood pressure of workers. ARYA Atheroscler 2013:S183-S6.
6. Sliwinska-Kowalska M, Davis A. Noise-induced hearing loss. Noise and Health. 2012; 14 (61):274.
7. Le Prell CG. Noise-induced Hearing Loss: Springer; 2012.
8. Van Kamp I, Davies H. Noise and health in vulnerable groups: A review. Noise and Health. 2013; 15 (64):153.
9. Yousefi Rizi H, Hassanzadeh A. Noise exposure as a risk factor of cardiovascular diseases in workers. Journal of Education and Health Promotion. 2013; 2(1):14.
10. Davies H, Kamp I. Noise and cardiovascular disease: A review of the literature 2008-2011. Noise and Health. 2012; 14(61): 287.
11. Horne J, Pankhurst F, Reyner L, Hume K. A field study of sleep disturbance: Effects of aircraft noise and other factors on 5,742 nights of actimetrically monitored sleep in a large subject sample. Sleep. Sleep 1994; 17(2):146-59.
12. Forouharmajd F, Nassiri P. Noise reduction of a fan and air duct by using a plenum chamber based on ASHRAE guidelines. Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control. 2011; 30(3):221-8.
13. Woodlief C, Royster L, Huang B. Effect of random noise on plant growth. The Journal of the Acoustical Society of America 1969;46:481.
14. Singh S, Howard CQ, Hansen CH. Tuning a semi-active Helmholtz resonator. Procceding of Active 2006; 2006 Sep Aug20-25; Adelaide, Australia.
15. Berglund B, Hassmen P, Job RS. Sources and effects of low-frequency noise. The Journal of the Acoustical Society of America 1996;99:2985.
16. Beranek LL, Ver IL. Noise and vibration control engineering-principles and applications. Noise and vibration control engineering-Principles and applications. New York; John Wiley & Sons, Inc; 1992; P 1, 814.
17. Ballou G. Handbook for sound engineers. Waltham, Massachusetts: Focal Press; 2013.
18. Association BWE. Low frequency noise and wind turbines. Technical Annex 2005;10.
19. Pawlaczyk-Łuszczyńska M, Dudarewicz A, Waszkowska M. Assessment of low frequency noise annoyance in steering premises according to subjective annoyance rating by workers. A pilot study]. Medycyna pracy 2001;52(6):465.
20. Leventhall H. Low frequency noise and annoyance. Noise and Health. 2004; 6(23):59.
21. Hansen CH. Effects of low-frequency noise and vibration on people: Multi-Science Publishing; 2007.
22. Waye KP, Bengtsson J, Kjellberg A, Benton S. Low frequency noise" pollution" interferes with performance. Noise and Health. 2001;4(13):33.
23. Smith MG, Croy I, Ögren M, Waye KP. On the influence of freight trains on humans: a laboratory investigation of the impact of nocturnal low frequency vibration and noise on sleep and heart rate. PloS one. 2013;8(2):e55829.
24. Yousefi Rizi HA, Shirani M. Occupational noise annoyance and noise control options in metal industry. The XV International Conference on Environmental Ergonomics,, New Zealand. 2013.
25. Everest FA, Pohlmann KC, Books T. The master handbook of acoustics: McGraw-Hill New York; 2001.
26. Crocker MJ. Handbook of noise and vibration control. Hoboken: Wiley; 2007.
27. Balachandran A, Watanabe F, Lim J. Helmholtz Resonance in a Water Bottle. International School Bangkok Journal of Physics 2011;5(1): 1-4.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

28. Forouharmajd F, Nassiri P, Ahmadvand M. Active noise cancellation of low frequency noise propagating in a duct. International Journal of Environmental Health Engineering. 2012; 1(1):24.
29. Birdsong C, Radcliffe CJ. An electronically tunable resonator for noise control. Mechanical Engineering 2001:28.
30. De Bedout JM. Adaptive-passive noise control with self-tuning Helmholtz resonators: Citeseer; 1996.
31. Corning E. Resonance and Neck Length for a Spherical Resonator. International School Bangkok Journal of Physics 2011; 5 (2).
32. Selamet A, Lee I. Helmholtz resonator with extended neck. The Journal of the Acoustical Society of America 2003; 113: 1975.

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]

Noise reduction efficiency of Helmholtz resonator in simulated channel of HVAC system

Hossein Ali Yousefi Rizi [1], Farhad Forouharmajd [1], Somayeh Bolghan Abadi [2]

Original Article

Abstract

Background: Given the fact of irrecoverable consequences of noise in industrial societies and the environment, acoustic filter (Silencer) is an instrument which obstacles the transmission of sound waves. A sort of this silencer is Helmholtz Resonator (branch amplifier) which comes to sound appropriate for low and below 200 Hz frequencies in fan and channel noise. The purpose of this article is investigating the efficiency of designing resonator in decreasing low noises.

Methods: This is an experimental study. The designed Helmholtz resonator was installed in a channel analogous to ventilation channel. Through using MATLAB software, there were produced signals at very low frequencies of 250-500 Hz and transmitted through a channel by means of a speaker. Afterwards, Comparing the sound pressure level before and after (existence of) Helmholtz resonator, the rate of decreased sound in various frequencies was considered and then the MATLAB software was used to process intra-channel signals and to prepare sound Algorithm in the channel.

Findings: The most decrease of sound in the frequency of 125 Hz among Helmholtz resonators befalls when there is chamber diameter of 63 millimeters and resonator's 1cm-caliber. The decrease of sound was at its pinnacle at the frequency of 125 Hz and at its nadir at the frequency of 500 Hz. Given the fact of already conducted measurements at the frequency of 125 Hz, forthwith the increase of sound through resonators and also increase in diameter of resonator's mouth, the rate of sound resonance will be decreased.

Conclusion: This research showed that the designed and installed-in-channel Helmholtz resonators at a certain frequency of low-frequency sound demonstrated the soundest decrease. This very decrease was more obvious in smaller resonators. Additionally, the increase in the Helmholtz resonators' chamber volume and their neck's pass area are negatively associated with the rate of sound resonance.

As a result, determining the effective frequency range of the Helmholtz resonator, this very kind of resonator could be applied as an effective and efficient instrument of removing or decreasing noise.

Key Words: Noise Reduction, Silencer, Helmholtz Resonator

Citation: Yousefi Rizi H A, Forouharmajd F, Bolghan Abadi S. **Noise reduction efficiency of Helmholtz resonator in simulated channel of HVAC system.** J Health Syst Res 2014; 10(4): 697-707

Received date: 05.11.2013 **Accept date: 22.12.2013**

1. Assistant Professor, Occupational Health Engineering Department, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: forouhar@hlth.mui.ac.ir
2. Student of Master of Science, Occupational Health Engineering Department, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

[Downloaded from hsr.mui.ac.ir on 2024-04-30]