فصلنامه علوم محیطی، دوره هجدهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹

۲۲۶-۲۳۵

ارزیابی عملکرد مانع‌های صوتی آکوستیک موجود در بزرگراه صیاد شیرازی تهران

هادی زاهدی، یوسف رشیدی* و سید حسین هاشمی

گروه فناوری‌های محیط زیست، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۸

زاهدی، ه.، ی. رشیدی و س.ح. هاشمی.۱۳۹۹. ارزیابی عملکرد مانع‌های صوتی آکوستیک موجود در بزرگراه صیاد شیرازی تهران. فصلنامه علوم محیطی. ۱۸(۳): ۲۳۵-۲۲۶.

سابقه و هدف: امروزه آلودگی صوتی به‌عنوان یک مشکل جدی بهداشتی و محیط زیستی شناخته می‌شود. با گسترش پدیده شهرنشینی و مهاجرت و ایجاد شبکه‌های حمل و نقل جاده‌ای، ریلی و هوایی و همچنین توسعه سریع صنایع به مرور زمان مسأله آلودگی صوتی به‌عنوان یک مسأله جدی در نظر گرفته شد که مسئولان برنامه‌ریزی شهری را بر آن داشت تا اقدام به کنترل و دادن راهکار مناسب برای آن نمایند. استفاده از مانع‌های صوتی از جمله روش‌هایی می‌باشد که در کاهش و کنترل در مسیر انتشار صوت کاربرد پیدا می‌کند و در کاهش و کنترل صدای ناشی از ترافیک به‌دلیل حرکت لاستیک خودروها بر سطح جاده، عبور هوا با سرعت از روی بدنه وسیله نقلیه، ازدحام موتور وسیله‌های نقلیه و برخی ناهنجاری‌های عمدی (مانند بلند کردن صدای اسپیکرهای داخلی، دست کاری اگزوز خودرو و ...) مؤثر واقع می‌شود. هم اکنون ۲۰ بزرگراه شهر تهران آلودگی صوتی دارند که در تعدادی از این بزرگراه‌ها نصب دیوار صوتی صورت گرفته است. بزرگراه صیاد شیرازی نیز به ۳ دیوار صوتی تجهیز شده است. هدف از اجرای این پژوهش، بررسی عملکرد دیوار صوتی واقع در بزرگراه صیاد شیرازی است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق ۳ مقطعی که دیوار صوتی در بزرگراه صیاد شیرازی تهران نصب شده بود با استفاده از دستگاه صداسنج مدل B&k 2236 و بنابر استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا به لحاظ تراز صوت (در ارتفاع ۱/۵ متری از زمین) در موقعیت‌های مختلف نسبت به دیوار صوتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. اندازه‌گیری تراز صوت در فاصله ۵ متری و ۲۰ متری پشت دیوار نیز صورت گرفت و سپس دو فاکتور کاهش تراز صوت و میزان افت صدا در این مقاطع مورد ارزیابی قرار گرفت. در ضمن با اندازه‌گیری تراز معادل صوت در منازل (دارای نماکاری سنگی و واجد شیشه دوجداره) و در اتاق نشیمن طبقه‌های مختلف به مقایسه تراز معادل صوت با استاندارد صوت در منازل که توسط آژانس حفاظت محیط زیست (آمریکا) تدوین شده، پرداخته شد.

نتایج و بحث: میزان تراز معادل صوت در داخل بزرگراه بین ۷۰ الی ۸۰ دسی‌بل متغیر بوده و در فاصله نزدیک (۵ متری) از پشت دیوار کاهش درحدود ۱۵ دسی‌بلی صوت مشاهده شد، در فاصله ۲۰ متری نیز شاهد کاهش حدود ۱۲ دسی‌بلی تراز صوتی وجود دارد. هرچند

* Corresponding Author: *Email Address*. y_rashidi@sbu.ac.ir
http://doi.org.10.29252/envs.18.3.226

که در دیوار کوچه زنبق به‌دلیل کوتاه بودن طول دیوار و رعایت نکردن اصول صحیح طراحی دیوار، مانع صوتی (نبود زاویه دهی مناسب) این مقدار پایین‌تر بوده است، البته با احتساب کاهش درحدود ۱۲ دسی‌بل، میزان تراز معادل صوت همچنان تا ۵۵ دسی‌بلی که استاندارد ملی کشور برای منطقه‌های مسکونی و در خارج منزل استاندارد تعیین کرده اختلاف وجود دارد که به‌دلیل فاصله کم بزرگراه تا منازل مسکونی این امر را دور از دسترس قرار می‌دهد. در داخل منازل پشت موانع نیز اندازه‌گیری‌های انجام گرفته بیانگر نبود تحقق نسبی استانداردها می‌باشد. هرچند که به‌نظر می‌رسید با افزایش ارتفاع، اثر موانع صوتی در کاهش تراز معادل صوت کمتر گردد ولی تا طبقه سوم این مورد وجود ندارد و حتی گاهی به‌دلیل صدای بالای موتور خانه، صدا در طبقه اول بالاتر از طبقات دوم و سوم بوده است. با توجه به ارتفاع درحدود ۶ متری دیوار با افزایش ارتفاع و در طبقات چهارم و پنجم منازل پشت دیوار صوتی اثر مانع کمتر می‌شود. البته کمتر ساختمانی در مجاورت دیوار و بزرگراه مشاهده گردید که بیش از سه طبقه باشد.

نتیجه‌گیری: عملکرد دیوارها درکاهش تراز معادل صوت به‌طور کلی مثبت بوده است. موانع صوتی بوستان وحد فاصل فروردین تا ابوذر و مانع صوتی کوچه زنبق به‌میزان کمتر قادر به کاهش قابل توجه تراز صدای ناشی از ترافیک می‌باشند، بنابر نتایج بیشترین تأثیر موانع در ناحیه سایه صوتی و در واقع پشت مانع می‌باشد و با فاصله گرفتن از مانع و قرارگیری در ناحیه نیم‌سایه و بعد از آن سهم مانع در کاهش تراز فشار صوت کمرنگ‌تر می‌شود.. با وجود عملکرد قابل توجیه دیوارهای صوتی، نتایج این پژوهش، گویای رعایت نکردن استانداردهای صدا در هوای آزاد منطقه‌های مسکونی (۵۵ دسی‌بلی) نزدیک بزرگراه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی صوتی، بزرگراه، تراز معادل صوت، دیوار صوتی.

مقدمه

امروزه آلودگی صوتی به‌عنوان یک مشکل جدی بهداشتی و محیط زیستی شناخته می‌شود. با گسترش پدیده شهرنشینی و مهاجرت و ایجاد شبکه‌های حمل و نقل جاده-ای، ریلی و هوایی و همچنین توسعه سریع صنایع به مرور زمان مسأله آلودگی صوتی به‌عنوان یک مسأله جدی در نظر گرفته شد (Murphy and King, 2014).

سازمان بهداشت جهانی، آلودگی صوتی در شهرهای بزرگ را به‌عنوان سومین نوع آلودگی خطرناک بعد از آلودگی هوا و آب معرفی می‌کند (Berglund *et al*., 2000).

براساس مطالعات Hahad *et al*. (2019) افزایش استرس ناشی از صدا سبب افزایش اختلال‌های ارتباطی و تغییر در فشار خون می‌شود که می‌تواند منجر به بیماری‌های معده و روده، افزایش فشارخون و دیگر بیماری‌های قلبی و عروقی گردد.(Babisch *et al*. (1994 اثر مواجهه با صدای ترافیک را در شهرهای مختلف بررسی کرده و افزایش بروز طیف وسیعی از بیماری‌های قلبی را گزارش نموده است.

استفاده از مانع‌های صوتی[1] از جمله روش‌هایی می‌باشد که در ارتباط با کاهش و کنترل در مسیر انتشار صوت کاربرد پیدا می‌کند (Kotzen *et al*., 2008) و در کاهش و کنترل صدای ناشی از ترافیک به‌دلیل حرکت لاستیک خودروها بر سطح جاده، عبور هوا با سرعت از روی بدنه وسیله نقلیه، ازدحام موتور وسیله‌های نقلیه و برخی ناهنجاری‌های عمدی (مانند بلند کردن صدای اسپیکرهای داخلی، دست کاری اگزوز خودرو و ...) مؤثر واقع می‌شود. هم اکنون ۲۰ بزرگراه شهر تهران آلودگی صوتی دارند که در تعدادی از این بزرگراه‌ها نصب دیوار صوتی صورت گرفته است. بزرگراه صیاد شیرازی نیز به ۳ دیوار صوتی تجهیز گردیده است.

در مطالعات Nasiri and Farahmand Ghavi (2002) به-میزان اندازه‌گیری شده آلودگی صدای ناشی از بزرگراه اشاره شده و روش‌های کنترل و کاهش آن نیز بیان شده است.

عملکرد نصب دیوار صوتی در دانشگاه علامه طباطبایی مورد بررسی قرار گرفته، با توجه به نتایج اندازه‌گیری تراز صوت در قبل و بعد از نصب دیوار صوتی، نصب دیوار بسیار مثبت و تأثیرگذار ارزیابی می‌شود. میزان کاهش تراز معادل صوت بعد از نصب دیوار صوتی کمابیش بین ۸ تا ۱۷ دسی‌بل می‌باشد. تراز معادل صوت در طبقه اول برخلاف انتظار کمی بالاتر از تراز معادل صوت در طبقه دوم است که به‌دلیل تفاوت در صدای زمینه می‌باشد. در مورد ضلع غربی و شرقی دانشکده حقوق دانشگاه علامه طباطبایی، به این دلیل که ضلع غربی در مجاورت دیوار صوتی می‌باشد، میزان کاهش تراز معادل صوت بعد از نصب دیوار به شکل مؤثری قابل مشاهده است (dBA ۱۷). ولی در ضلع غربی که به سمت داخل و مرکز دانشگاه می‌باشد، میزان کاهش کمتر و در حدود dBA ۸ می‌باشد. در ضمن باید به این موضوع اشاره کرد که دانشگاه علامه طباطبایی هم سطح بزرگراه نمی‌باشد و درحدود ۶ متر اختلاف سطح با بزرگراه خرازی (ادامه همت) دارد که می‌تواند عامل مؤثری در کاهش بیشتر تراز معادل صوت باشد (Karimi *et al*., 2017).

اندازه‌گیری‌های میدانی همچنین برای مانع صوتی بزرگراه کردستان قبل و بعد از نصب انجام شده است. نتیجه گویای آن است که پس از نصب مانع صوتی در هر دو ارتفاع ۱/۵ و ۳ متر از سطح زمین تراز صدا به‌میزان قابل توجهی کاهش یافته است، اما مقدار این کاهش، کمتر از مقادیر پیش‌بینی شده توسط روابط تجربی می‌باشد. بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که استفاده از مانع-های صوتی در فاصله ۴متری از مانع در ارتفاع ۱/۵ متری از سطح زمین به‌طور متوسط ۱۵/۶ و در ارتفاع ۳ متری از سطح زمین به‌طور متوسط ۱۵/۸ دسی‌بل تراز صدا را کاهش داده است. میزان متوسط این کاهش در فاصله ۱۰ متری از مانع در ارتفاع‌های ۱/۵ و ۳ متری از سطح زمین به‌ترتیب ۱۴/۲ و ۱۴/۴ دسی‌بل، در فاصله ۲۵ متری از مانع در ارتفاع‌های ۱/۵و ۳ متری از سطح زمین به‌ترتیب، ۱۲/۸ و ۱۲/۴ دسی‌بل و در نهایت در فاصله ۵۰ متری از مانع در ارتفاع‌های ۱/۵ و ۳ متری از سطح زمین به‌ترتیب ۱۲/۲ و ۱۱/۹ دسی‌بل بوده است. افزون بر این، نتایج مطالعه صورت گرفته نشان داد که در ۶ ماه اول سال به‌دلیل بیشتر بودن پوشش گیاهی افت صدا بیشتر است، در واقع افت ناشی از پوشش گیاهی نیز به تأثیر مانع افزوده می‌شود.

در پژوهشی که توسط Karimi *et al.* (2017) در رابطه با عملکرد دیوارهای صوتی نصب شده در بزرگراه‌های تهران صورت گردید، دیوارها به لحاظ عملکرد به چند دسته تقسیم گردیدند و نتایج عملکرد آن‌ها متفاوت بوده و شرایط توپوگرافی و مواردی همچون ادغام دیوار اکوستیک و پوشش گیاهی و ... نیز در عملکرد موانع صوتی مؤثر شمرده شدند.

پژوهشی در کشور انگلستان در دانشگاه Bradford با عنوان بررسی کارایی مانع‌های صوتی چندگانه انجام شد، که کاهش تراز فشار صوت روی شنونده، معیار سنجش کارایی این مانع‌ها در مورد صدای ترافیک بود. این مانع‌ها از چندین صفحه موازی تشکیل شده بودند که با یک مانع صوتی منفرد به‌وسیله یک مدل‌سازی آزمایشی مقایسه می‌شوند. همچنین این مانع‌ها در یک سمت بزرگراه یا جاده یا یک پی مشترک نصب می‌شوند و هر کدام از صفحه‌های این مانع‌ها به تفکیک مورد ارزیابی قرار گرفتند (Crombie and Hothersall, 1994).

مطالعه‌ای در کشور آمریکا روی نصب دیوارهایی از پوشش گیاهی در حاشیه یکی از بزرگراه‌های این بخش صورت گرفت که برای این منظور در سه ناحیه و در فاصله‌های مختلف که جنس دیوارها متفاوت بود، اندازه‌گیری انجام شد. در نهایت نتیجه این مطالعات گویای آن بود که نصب چنین دیوارهایی می‌تواند کاهش به‌نسبت خوبی در آلودگی صدای بزرگراه‌ها داشته باشد (Huddart, 1990).

پژوهشی دیگر در دانشگاه Bradford انگلستان تحت عنوان کارایی مانع‌های صوتی منفرد انجام گرفت. در این تحقیق مدلی مطرح شده که برای مقایسه کارایی انواع مختلف سازه‌های موانع صوتی منفرد با طول‌ها و اشکال

متفاوت و پوشش سطحی متنوع به‌کار می‌رود. این مانع‌ها قادر هستند انتشار صوت در ابعاد مختلف از نقطه منبع را پاسخگو باشند (Hothersall *et al.*, 1991) .

در یکی از بزرگراه‌های ایالات متحده پژوهشی با عنوان مانع‌های صوتی برای منطقه‌های مسکونی نزدیک بزرگراه‌ها انجام شد. اندازه‌گیری‌های صدا در قبل و بعد از آزمایش و نظر سنجی از ساکنان به‌عمل آمد. در طی این تحقیق منطقه‌های نزدیک بزرگراه به چهار منطقه تقسیم شدند و اندازه‌گیری‌ها در این چهار منطقه انجام شد و هزینه‌های مربوط به عایق بندی منازل در مقابل هزینه-های مانع صوتی مقایسه شدند که نتایج گویای آن بود که عایق بندی می‌تواند راه حل مناسبی باشد به شرط آنکه در سطح کوچک و برای خانه‌های تک و منفرد به‌کار رود و کاهش تراز صدا در خارج از منطقه مسکونی مد نظر نباشد. در این صورت به‌دلیل حفظ چشم انداز و زیبایی منطقه و اختلاف ارتفاع سطح منازل نصب مانع‌های صوتی امکان پذیر نیست (Hogan and George, 1988).

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۳ مقطعی که مانع صوتی در بزرگراه صیاد شیرازی تهران نصب شده بود با استفاده از دستگاه صداسنج مدل B&k۲۲۳۶ و بنابر استاندارد سازمان محیط زیست آمریکا [۲] به لحاظ تراز صوت (در ارتفاع ۱٫۵ متری از زمین) در موقعیت‌های مختلف نسبت به دیوار صوتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به اینکه در فاصله‌ای معادل چهار برابر حداکثر طول موج صدای محیط (با فرض حداقل صوت غالب ۶۳ هرتز در صدای ترافیک)، پراش ایجاد شده از لبه دیوار صوتی تأثیر قابل توجهی بر روی امواج صوتی نخواهد داشت(Karimi *et al.*, 2017)، بنابراین اندازه‌گیری تراز صوت افزون بر ۵ متری پشت دیوار، در فاصله ۲۰ متری پشت دیوار نیز صورت گرفت و سپس دو فاکتور کاهش تراز صوت و میزان افت صدا در این مقاطع مورد ارزیابی قرار گرفت. در ضمن با اندازه‌گیری تراز معادل صوت در منازل (دارای نماکاری سنگی و واجد شیشه دوجداره) و در اتاق نشیمن طبقه‌های مختلف به مقایسه تراز معادل صوت با استاندارد صوت در منازل که توسط آژانس حفاظت محیطی (آمریکا) تدوین شده، پرداخته شد. اندازه‌گیری‌ها در تاریخ ۱۳۹۵/۹/۲۸ از ساعت ۱۰ الی ۱۴ انجام پذیرفته که بنابر داده‌های ایستگاه هواشناسی مهرآباد دارای دمای ۶ درجه سلسیوس، فشار ۹۸۰/۶۰۰ hPa، سرعت باد ۴ متر بر ثانیه یا ۱۴/۴ کیلومتر بر ساعت، جهت باد شمال غربی و در صد رطوبت ۲۰٪ می‌باشد که بنابر راهنمای کاربری دستگاه محدوده فاکتورهای بیان شده قابل قبول و حداکثر تأثیر آن بر نتایج کمتر از ۰/۵ دسی‌بل می‌باشد.

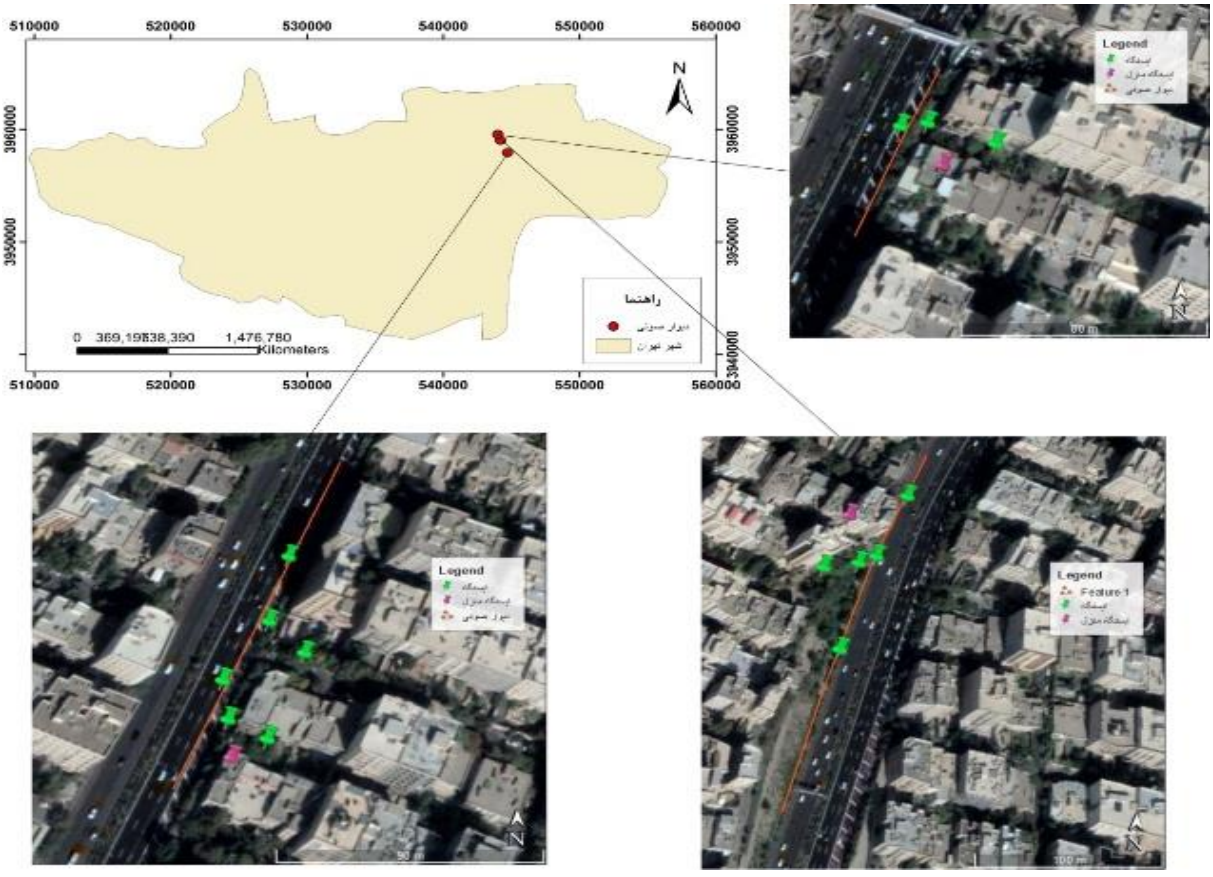
نتایج و بحث

با طراحی و نصب مانع صوتی به‌شکل صحیح می‌توان کاهش ۱۰ تا ۱۵ دسی‌بلی در آلودگی صوتی محیط ایجاد نمود و تراز معادل آلودگی صوتی را به حداکثر ۵۵ دسی‌بل در روز و حداکثر ۴۵ دسی‌بل در شب که استاندارد کشور برای منطقه‌های مسکونی می‌باشد، نزدیک نمود. البته قابل بیان است آژانس محیط زیست آمریکا میزان تراز معادل صوت برای محل سکونت (متوسط شب و روز و متوسط قسمت-های مختلف منزل) را ۴۵ دسی‌بل و منطقه‌های مسکونی (بیرون منازل) را ۵۵ دسی‌بل اعلام نموده است. میزان تراز معادل صوت در داخل بزرگراه بین ۷۰ الی ۸۰ دسی‌بل متغیر بوده و در فاصله نزدیک (۵ متری) از پشت دیوار، کاهش در حدود ۱۵ دسی‌بلی صوت مشاهده شد, در فاصله ۲۰ متری نیز شاهد کاهش در حدود ۱۲ دسی‌بلی تراز صوتی وجود دارد، هرچند که در دیوار کوچه زنبق به‌دلیل کوتاه بودن طول دیوار و رعایت نکردن اصول صحیح طراحی دیوار مانع صوتی (نبود زاویه‌دهی مناسب) این مقدار پایینتر بوده است, البته با احتساب کاهش درحدود ۱۲ دسی‌بلی میزان تراز معادل صوت همچنان تا ۵۵ دسی‌بلی که EPAبرای منطقه‌های مسکونی و در خارج منزل استاندارد تعیین کرده اختلاف وجود دارد که وجود بزرگراه در کنار منازل مسکونی این امر را دور از دسترس قرار می‌دهد. در

داخل منازل پشت مانع‌ها نیز اندازه گیری‌های انجام گرفته بیانگر عدم تحقق نسبی استانداردها می‌باشد، هرچند که به نظر می‌رسید با افزایش ارتفاع، اثر مانع‌های صوتی در کاهش تراز معادل صوت کمتر گردد ولی تا طبقه سوم این مورد مشاهده نشد و حتی گاهی به‌دلیل صدای بالای موتور خانه، صدا در طبقه اول بالاتر از طبقه‌های دوم و سوم بوده است. با توجه به ارتفاع درحدود ۶ متری دیوار با افزایش ارتفاع و در طبقه‌های چهارم و پنجم منازل پشت دیوار صوتی اثر مانع کمتر می‌شود (Karimi *et al.*, 2017)، البته کمتر ساختمانی در مجاورت دیوار و بزرگراه مشاهده گردید که بیش از سه طبقه باشد. درضمن می‌بایست بیان شود که ساختمان‌های مورد بررسی دارای پنجره‌های مستطیل شکل با شیشه‌های دو جداره بوده (رو به بزرگراه) و به لحاظ مصالح ساختمانی نیز با توجه به نماکاری‌های سنگی (ضریب جذب ۰/۳۳، تأثیر خود ساختمان بر افت تراز معادل صوت محسوس می-باشد که جهت تفکیک اثر دیوار صوتی و ساختمان بر افت تراز معادل صوت می‌بایست با استفاده از داربست یا وسیله مکانیکی دیگری به اندازه‌گیری تراز معادل در ارتفاعات مختلف در خارج از ساختمان پرداخته شود. ساختمان‌های قسمت مقابل نیز دارای نماکاری سنگی می‌باشند و حداکثر میزان بازتاب صوت از آن‌ها کمتر از ۳ دسی‌بل خواهد بود (Crombie and Hothersall, 1994).

عملکرد دیوارها درکاهش تراز معادل صوت به‌طور کلی مثبت بوده است، تنها در دیوار کوچه زنبق کوتاهی طولی دیوار، نقطه ضعف آن محسوب می‌شود و به‌نظر می‌رسد در صورتیکه سازمان‌های مرتبط خواستار کاهش تراز معادل صوت و برقراری استانداردها باشند می‌بایست اصلاحات لازم در طراحی دیوار صورت بگیرد.

.



شکل ۱- نقشه‌های دیوارهای صوتی بزرگراه صیاد شیرازی و نقاط اندازه‌گیری

Fig. 1- Noise barrier maps of the Sayyad Shirazi highway and measurement points

جدول ۱- نتایج حاصل از اندازه‌گیری تراز معادل صوت در مقاطع متفاوت نسبت به دیوار صوتی

Table 1. The results of measurements of noise levels in different sections of the noise barrier

ردیف No.	محل دیوار Barrier location	داخل بزرگراه Inside highway		پشت دیوار با فاصله ۵ متری After barrier (5m)		پشت دیوار با فاصله ۲۰ متری After barrier (20m)		داخل ساختمان Inside building		
1	بزرگراه شهید صیاد شیرازی، مسیر جنوب به شمال، حد بوستان ۵ تا بوستان ۷ (محدوده منطقه ۴) (۱۵۰متر) 150 m barrier, South to North Sayad highway, between Boostan 5 to Boostan 7	۷۵ متری اول دیوار First 75m of the barrier	۷۵ متری دوم دیوار Second 75m of the barrier	۷۵ متری اول دیوار First 75m of the barrier	۷۵ متری دوم دیوار Second 75m of the barrier	۷۵ متری اول دیوار First 75m of the barrier	۷۵ متری دوم دیوار Second 75m of the barrier	(طبقه همکف) ارتفاع ۱/۵متری Ground level (1.5 m)		
		76.6 dB	78 dB	65.4 dB	64.4 dB	64.2 dB	62.6 dB	(فاصله ساختمان از دیوار۱۰ متر) (10 m distance of building from the barrier) 45.7 dB		
2	بزرگراه شهید صیاد شیرازی، مسیر شمال به جنوب، حد فاصل خیابان فروردین تا خیابان ابوذر (۲۵۰ متر) 250 m barrier, North to South Sayad highway, between Farvardin to Aboozar	۸۰ متری اول دیوار First 80m of the barrier	۸۰ متری دوم دیوار Second 80m of the barrier	۸۰ متری سوم دیوار Third 80m of the barrier	۸۰ متری دوم دیوار Second 80m of the barrier		۸۰ متری دوم دیوار Second 80m of the barrier	ارتفاع ۴/۵ متری 4.5 m height	ارتفاع ۷/۵ متری 7.5 m height	ارتفاع ۱۰/۵ متری 10.5 m height
		69.4 dB	78.3 dB	78.2 dB	65.6 dB		62.3 dB	(فاصله ساختمان از دیوار ۲۵ متر) (25 m distance of building from the barrier)		
								45.4 dB	51 dB	44.7 dB
3	بزرگراه شهید صیاد شیرازی، مسیر شمال به جنوب، محدوده کوچه زنبق (۷۰متر) 70 m barrier, North to South Sayad highway, Zanbagh Alley		۳۵ متری دیوار 35m of the barrier		۳۵ متری دیوار 35m of the barrier		۳۵ متری دیوار 35m of the barrier	(طبقه همکف) ارتفاع ۱/۵ متری Ground level (1.5 m)		
			77.9 dB		69.9 dB		67.1 dB	(فاصله ساختمان از دیوار۱۰ متر) (10 m distance of building from the barrier) 58.7 dB		

نتیجه‌گیری

عملکرد دیوارها درکاهش تراز معادل صوت به‌طور کلی مثبت بوده است. مانع‌های صوتی بوستان وحد فاصل فروردین تا ابوذر و مانع صوتی کوچه زنبق به‌میزان کمتر قادر به کاهش قابل توجه تراز صدای ناشی از ترافیک می-باشند، بنابر نتایج بیشترین تأثیر مانع‌ها در ناحیه سایه صوتی و در واقع پشت مانع می‌باشد و با فاصله گرفتن از مانع و قرارگیری در ناحیه نیم‌سایه و بعد از آن سهم مانع در کاهش تراز فشار صوت کمرنگتر می شود.لازم به بیان است در مورد مانع کوچه زنبق می‌توان با راهکارهایی همچون عریض‌سازی، قوس‌دهی، افزایش ارتفاع، حالت دادن یا تجهیز قسمت بالایی به مواد جاذب ترکیبی و همچنین با ایجاد پوشش گیاهی در قسمت پشت دیوار عملکرد آن را بهبود بخشید.

نتایج اندازه‌گیری عملکرد دیوار صوتی کوچه زنبق که به-لحاظ طولی کوتاه است را می‌توان با پژوهش Kotzen *et al*. (2008) که عملکرد دیوارهای صوتی کوتاه به لحاظ طولی را بهینه ندانستند، هم راستا شمرد. در اندازه‌گیری داخل ساختمان‌ها استاندارد ۴۵ دسی‌بلی سازمان محیط زیست آمریکا برای اتاق نشیمن بر قرار نبوده و اندازه‌گیری تراز معادل صوت در طبقه‌های مختلف ساختمانی که پشت دیوار صوتی محدوده فروردین تا ابوذر قرار گرفته گویای تفاوت در صدای زمینه بوده و با نتایج پژوهش Karimi *et al*. (2017) تطابق دارد.

با وجود عملکرد قابل توجیه دیوارهای صوتی، نتایج این پژوهش گویای رعایت نکردن استانداردهای صدا در هوای آزاد منطقه‌های مسکونی (۵۵ دسی‌بلی) در مجاورت بزرگراه می‌باشد. نتایج اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در منازل نیز ناقض استانداردهای تراز معادل صوت مقررات ملی ساختمان کشور می‌باشد، بنابراین توصیه می‌شود در صورت امکان از تعریض بزرگراه‌ها در مجاورت منطقه‌های مسکونی و همچنین برعکس، احداث منازل و شهرک‌های مسکونی اطراف بزرگراه‌ها و خیابان‌های پرتردد به‌شدت جلوگیری به‌عمل آید.

برای دستیابی به تحلیل دقیقتر اثر دیوار صوتی می‌بایست برای اندازه‌گیری تراز معادل صوت از نویز سنجی مجهز به آنالیز فرکانس استفاده نمود، هرچند که می‌توان برای بالابردن هر چه بیشتر دقت و کیفیت عملکرد دیوار از آزمایشگاه‌های تخصصی آکوستیک پیش از نصب بهره گرفت که خطاهای محیطی را در اندازه‌گیری عملکرد دیوار به صفر می‌رساند.

با توجه به مجاورت منازل با دیوارهای صوتی برای تحقق هرچه بیشتر شرایط آسایش، می‌بایست از عامل‌هایی همچون آسفالت متخلل در بزرگراه، فضای سبز پشت دیوار صوتی و پنجره‌های دو جداره در منازل بهره جست تا شرایط استاندارد منطقه‌های مسکونی برقرار گردد. از عامل‌های تأثیرگزار در کاهش قابل قبول صوت در دیوارهای اندازه-گیری شده وجود نداشتن دیوار صوتی موازی با دیوارهای نصب شده می‌باشد که می‌تواند در کاهش عملکرد دیوارها مؤثر باشد.

سپاسگزاری

در انتها از مسئولان محترم شرکت کنترل کیفیت هوای تهران جهت در اختیار قرار دادن امکانات در راستای اجرای این تحقیق، از جمله دستگاه سنجنده صوت و وسیله حمل و نقل تشکر می‌نماییم.

پی‌نوشت‌ها

[1] Noise Barrier

[2] Environmental Protection Agency

منابع

Babisch, W., Ising, H., Kruppa, B. and Wiens, D., 1994. The incidence of myocardial infarction and its relation to road traffic noise- the Berlin case-control studies. Environment International. 20(4), 469-474.

Berglund, B., Lindvall, T. and Schwela, D.H., 2000. New Who guidelines for community noise. Noise & Vibration Worldwide. 31(4), 24-29.

Crombie, D.H. and Hothersall, D.C., 1994. The Performance of multiple noise barriers. Journal of Sound and Vibration. 176(4), 459–473.

Hahad, O., Prochaska, J.H., Daiber, A. and Münzel, T., 2019. Environmental noise-induced effects on stress hormones, oxidative stress, and vascular dysfunction: key factors in the relationship between cerebrocardiovascular and psychological disorders. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2019, 1-13.

Hogan, M. and George, B.W., 1988. Acoustic insulation design for existing schools and residences near San Francisco International Airport. Transportation Research Record. 1176, 66-68.

Hothersall, D.C., Chandler-Wilde, S.N. and Hajmirzae, M.N., 1991. Efficiency of single noise barriers. Journal of Sound and Vibration. 146(2), 303-322.

Huddart, L., 1990. The Use of Vegetation for Traffic Noise Screening. In Publication of: Transport and Road Research Laboratory. Crowthorne, Berkshire, England, UK.

Kotzen, B., English, C. and Li, K.M., 2008. Environmental noise barriers – a guide to their acoustic and visual design. Noise Control Engineering Journal, 56(2), 158.

Murphy, E. and King, E.A., 2014. Environmental Noise Pollution. Environmental Noise Pollution. Elsevier, USA.

Nasiri, P. and Farahmand Ghavi, F., 2002. Placement of installation noise barriers in tehran sheykh fazlollah noori freeway. Journal of Environmental Science and Technology. 11, 73–82.

Environmental Sciences Vol.18 / No.3 / Autumn 2020

226-235

Performance of acoustic noise barriers in the Sayyad Shirazi Highway in Tehran

Hadi Zahedi, Yousef Rashidi* and Seyed Hossein Hashemi

Department of Environmental Technology, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 2017.11.11 Accepted: 2018.04.17

Zahedi, H., Rashidi, Y. and Hashemi, S.H., 2020. Performance of acoustic noise barriers in the Sayyad Shirazi Highway in Tehran. Environmental Sciences. 18(3): 226-235.

Introduction: Today, noise pollution is recognized as serious health and environmental problem. With the spread of urbanization and migration and the construction of roads, rails, and air transport networks, as well as the rapid development of the industry over time, the issue of noise pollution is considered a serious issue that prompted urban planning officials to provide a suitable solution for it. The use of sound barriers is one of the methods that is used in reducing and controlling the sound propagation path and is effective in reducing the traffic noise due to the movement of tires on the road, air passing rapidly over the vehicle, vehicle traffic, and some intentional anomalies (such as raising the volume of internal speakers, tampering with car exhaust, etc.). Currently, 20 highways in Tehran have noise pollution, and in some cases, sound barriers have been installed. The Sayyad Shirazi Highway is also equipped with three sound walls. The purpose of this study was to investigate the performance of the sound barriers located in the Sayyad Shirazi Highway.

Material and methods: In this study, a three-section noise barrier was installed in Sayyad Shirazi Highway using a B&K2236 sound level meter according to the standard of the US-EPA in terms of sound level (at a height of 1.5 meters from the ground) in different positions relative to the wall. The sound level was measured at a distance of 5 and 20 meters behind the wall and then two factors of sound level reduction and the amount of sound loss were evaluated. Also, by measuring the sound level at houses (with a stone facade and double glazing) and in the living room of different floors, the equivalent sound level was compared with the sound standard in houses compiled by the US-EPA.

Results and discussion: The equivalent sound level inside the highway varied between 70 to 80 dBs, and at a close distance (5 meters) behind the barrier, a decrease of about 15 dBs, and at a distance of 20 meters, a decrease of about 12 dBs was observed. Although in the barrier of Zanbagh Alley, due to the short length of the barrier and not properly designed barrier, the sound barrier (lack of proper installaion angle) was lower. Nevertheless of the reduction of about 12 dB, the equivalent sound level does not comply with standard limit (55 dB). It is difficult to meet the national standard due to the short distance between the highway and residential houses., Inside the houses behind barriers, measurements also indicated a relative non-fulfillment of standards. Although it seemed

* Corresponding Author: *Email Address*. y_rashidi@sbu.ac.ir
http://doi.org.10.29252/envs.18.3.226

that with increasing altitude, the effect of sound barriers in reducing the equivalent level of sound would be less, this was not observed until the third floor, and sometimes even due to the loud noise of the utility room, the noise level in the first floor, was higher than the second and third floors. Due to the 6 meters height of the wall, with increasing height and in the fourth and fifth floors of houses behind the noise barrier, the effect was less, however, buildings with more than three floors were less observed near the barrier and the highway.

Conclusion: The performance of the noise barrier was generally positive in reducing the equivalent sound level. The sound barriers of Bustan Vahed between Farvardin and Abuzar and the noise barrier of Zanbagh Alley were able to significantly reduce the noise level caused by traffic to a lesser extent. According to this study, none of the locations complied with the national standard limit (55 dB) of noise pollution.

Keywords: Equivalent sound level, Highway, Noise barrier, Noise pollution.