بررسی وضعیت آلودگی صوتی در شهر اصفهان

نگار جعفری[۱]، بیژن بینا[۲]، سهیلا مرتضایی[۳]، افشین ابراهیمی[۴]، علی عبداله‌نژاد[۱]

چکیده

مقدمه: به منظور پیش‌گیری از اثرات آلودگی صوتی و دسترسی به استانداردهای توصیه شده، اندازه‌گیری آلودگی صوتی در شهرها امری ضروری است. از این رو این پژوهش با هدف، بررسی میزان آلودگی صوتی در شهر اصفهان انجام گرفت.

روش‌ها: در این مطالعه تعداد ۱۹ ایستگاه سنجش میزان صوت که در نقاط کلیدی و پر رفت و آمد شهر اصفهان بود، بر اساس معیارهای موجود انتخاب شد. با استفاده از دستگاه صداسنج مدل CEL-۴۴۰، پارامترهای محیطی صدا شامل $L_{۱۰}$، $L_{۵۰}$، $L_{۹۰}$، $L_{۹۵}$، $L_{۹۹}$، L_{eq} (Equivalent level) SEL (Sound exposure level)، SPL (Sound pressure level)، L_{min}، L_{max} و L_{peak} اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص‌های ترافیکی آلودگی صوتی NPL (Noise pollution level) و TNI (Traffic noise index) از فرمول مربوطه استفاده گردید. اندازه‌گیری‌ها در دو نوبت صبح و بعد از ظهر با فواصل زمانی نیم ساعت انجام شد.

یافته‌ها: حداکثر مقدار تراز معادل صدا (L_{eq}) در نوبت صبح مربوط به چهارراه پل فردوسی به مقدار ۷۸/۳ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر مربوط به میدان جمهوری به مقدار ۷۹/۶ دسی‌بل بود. میانگین و انحراف معیار مقادیر اندازه‌گیری شده L_{eq} در نوبت صبح به ترتیب ۷۴/۵ و ۲/۷۸ و در نوبت بعد از ظهر ۷۲/۶ و ۴/۴۳ بود. مقایسه میانگین مقادیر L_{eq} صبح و بعد از ظهر با عدد استاندارد اختلاف معنی‌داری ($P < ۰/۰۰۱$) را نشان داد. به عبارت دیگر مقدار L_{eq} بالاتر از عدد استاندارد بود. همچنین بین مقادیر محاسبه شده NPL و TNI نوبت صبح و نوبت بعد از ظهر رابطه مستقیمی وجود داشت (ضریب همبستگی Pearson = ۰/۸۷۷ و $P < ۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که شهر اصفهان از آلودگی صوتی بالایی برخوردار است. در اکثر موارد نیز از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران بالاتر است.

واژه‌های کلیدی: آلودگی صوتی، تراز فشار صوت، اصفهان.

نوع مقاله: *تحقیقی*

دریافت مقاله: ۹۰/۳/۱۷ *پذیرش مقاله: ۹۰/۵/۲۳*

مقدمه

امروزه آلودگی صوتی نسبت به سایر آلودگی‌ها در اولویت پایین‌تری قرار گرفته است؛ چرا که خطرات بهداشتی ناشی از آن به سرعت قابل رؤیت نمی‌باشد. در عین حال نباید از این موضوع غافل شد که در قرن اخیر، بسیاری از شهرهای بزرگ با این مسأله و عوارض ناشی از آن به عنوان یکی از معضلات زیست محیطی مواجه هستند. از این رو کنترل آن از امور مهمی است که اندیشه بسیاری از برنامه‌ریزان شهری را به خود معطوف ساخته است (۱). صوت یا صدا حاصل بخشی از فعالیت‌های زندگی روزمره انسان می‌باشد. صدا نیز همانند

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. استاد، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران. (نویسنده مسؤول)
Email: bina@hlth.mui.ac.ir
۳. کارشناسی ارشد، مهندسی بهداشت حرفه‌ای، کارشناس آزمایشگاه، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۴. استادیار، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

www.mui.ac.ir

کلیه آلاینده‌ها، کیفیت زندگی را کاهش می‌دهد و باعث مخاطرات بهداشتی قابل توجهی می‌شود (۲). WHO (World health organization) آلودگی صوتی در شهرهای بزرگ را به عنوان سومین نوع آلودگی‌های خطرناک بعد از آلودگی هوا و آب معرفی می‌کند (۳). مدت‌ها پیش مشخص شده است که مواجهه طولانی مدت با سر و صداها منجر به از دست دادن شنوایی می‌شود. اکنون شواهدی وجود دارد که اذعان می‌دارد استرس مرتبط با سر و صدا باعث مشکلات وسیع روحی- روانی و فیزیولوژیکی (از ایجاد حساسیت تا بیماری‌های قلبی) می‌شود. این در حالی است که تعداد افرادی که به وسیله سر و صدای محیط اطرافشان تحت تأثیر قرار می‌گیرند، روزانه رو به افزایش است (۴). آلودگی صوتی دارای اثرات زیان‌آوری بر مردم شهر است که عمده‌ترین این اثرات عبارت از افت شنوایی، اختلال در خواب، افزایش فشار خون، خستگی مفرط، ناراحتی‌های گوارشی، تحریک‌پذیری و افسردگی می‌باشد (۵).

آلودگی صوتی در شهرها و عواقب آن برای جامعه، محققان زیادی را بر آن داشت که در چندین کشور از جمله ایران روی این مسأله تحقیق و مطالعه کنند که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

نتایج مطالعاتی که در شهرهای مختلف کشور از جمله قزوین (۶)، تهران (۷)، کرمان (۳)، یزد (۹، ۸)، زنجان (۱۰)، ساری (۱۱)، خرم‌آباد (۱۲)، یاسوج (۱۳) و اصفهان (۱۴) با استفاده از دستگاه‌های مختلف ترازسنج صوت انجام گردید، نشان داد که در مقایسه با استانداردهای زیست محیطی، در اغلب ایستگاه‌های اندازه‌گیری این شهرها، سر و صدا بالاتر از حد استاندارد می‌باشد.

در مطالعه صورت گرفته در هندوستان، مشکل آلودگی صوتی و اثرات آن بر روی مردم شهر بررسی و مشخص شد که میزان صدا به سطح هشدار رسیده است. ۸۵ درصد مردم به واسطه صدای ترافیک دچار اختلال شدند و حدود ۹۰ درصد مردم دچار عوارض سردرد، فشار خون بالا، گیجی و خستگی شدند (۱۵). در مطالعه دیگری در شهر عمان کشور اردن مشخص شد که حدود ۸۱ درصد افرادی که در اطراف خیابان‌های اصلی کار می‌کردند در معرض آزار و اذیت ناشی از صدای ترافیک هستند و فعالیت‌های روزانه آن‌ها نیز به وسیله این سر و صدا مختل شده است. همچنین سطح سواد و درامد بیشتر با آگاهی افراد از اثرات بهداشتی سر و صدای ترافیک و میزان آزار و اذیت ناشی از آن ارتباط مستقیم داشت (۱۶). طی مطالعه انجام شده در ایتالیا مشخص شد که بیش از ۲۵ درصد ساکنین از صدای ترافیک جاده‌ای رنج می‌برند (۱۷). طی یک مطالعه‌ای دیگر در کانادا مشخص شد که در حدود ۸ درصد نمونه‌ها توسط سر و صدای محیطی به شدت آسیب دیدند. آسیب‌های ناشی از سر و صدا بر روی نیمی از افراد مورد مطالعه بی‌تأثیر بود. طبق این مطالعه، صدای ترافیک مهم‌ترین منبع آزار و اذیت در کانادا شناخته شد (۱۸). در مطالعه‌ای در مالزی، اثرات آلودگی صوتی در بزرگراه‌های شهری بررسی شد. نتایج نشان داد که آلودگی صوتی می‌تواند سبب اختلال در خواب و مکالمه، ایجاد اضطراب و گاهی اوقات آسیب به شنوایی شود (۱۹).

شهر اصفهان شهری صنعتی می‌باشد که انواع فعالیت‌های صنعتی و همچنین اجتماعی و تجاری در آن متمرکز است. جمعیت بیش از یک میلیون نفری این شهر و تردد وسایل نقلیه مختلف موتوری و عدم کشش مناسب خیابان‌ها برای تعداد زیاد وسایل نقلیه، اصفهان را به شهری شلوغ و پر رفت و آمد تبدیل کرده است. به علت عدم ناحیه‌بندی صحیح به نواحی مختلف تجاری، صنعتی و مسکونی، این شهر در معرض آلودگی‌های مختلف از جمله آلودگی صوتی به خصوص ناشی از ترافیک می‌باشد. مهم‌ترین منابع آلوده‌ساز صوتی در شهر اصفهان انواع وسایل حمل و نقل است که مناطق اطراف خود را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به دلیل این که موضوع آلودگی صوتی در شهر اصفهان که از شهرهای بزرگ کشور محسوب می‌شود در مقایسه با سایر آلاینده‌ها تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته است، این تحقیق با هدف بررسی وضعیت آلودگی صوتی در سطح شهر اصفهان و مقایسه با استانداردهای موجود در این رابطه انجام گردید.

www.mui.ac.ir

روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی– تحلیلی بود که در فاصله زمانی سه ماه آخر سال ۱۳۸۹ به منظور بررسی وضعیت آلودگی صوتی در سطح شهر اصفهان به انجام رسید. علت انتخاب فصل زمستان برای انجام این طرح، حجم و حضور کمتر مسافران و توریست‌ها در شهر اصفهان نسبت به ماه‌های دیگر سال و به واقعیت نزدیک‌تر بودن نتایج است. در این تحقیق تعداد ۱۹ ایستگاه اندازه‌گیری در سطح شهر اصفهان در نقاط کلیدی و پر رفت و آمد شهر انتخاب شد. در تعیین ایستگاه‌ها از تقسیمات ترافیکی شهر اصفهان که به وسیله سازمان ترافیک و حمل و نقل شهری صورت گرفته بود و نیز از اولویت‌بندی آن استفاده شد. جهت سنجش میزان صدا با استفاده از دستگاه صداسنج مدل CEL-۴۴۰، پارامترهای محیطی صدا مانند $L_{۱۰}$، $L_{۵۰}$، $L_{۹۰}$، $L_{۹۵}$، $L_{۹۹}$، L_{eq} (Equivalent level)، SEL (Sound exposure level)، SPL (Sound pressure level)، L_{min}، L_{max} و L_{peak} اندازه‌گیری شد. همچنین برای محاسبه شاخص‌های ترافیکی آلودگی صوتی مانند NPL (Noise pollution level) و TNI (Traffic noise index) از رابطه ریاضی (۱) و (۲) استفاده شد. برای اطمینان از صحت کار و کالیبره کردن دستگاه صداسنج، از کالیبراتور آکوستیکی مدل CEL-۲۸۲ استفاده شد. این کالیبراتور صدای با شدت ۱۱۴ دسی‌بل را در فرکانس یک کیلوهرتز ایجاد می‌کرد. نمونه برداری‌ها با در نظر داشتن پارامترهایی چون استفاده از حفاظ باد و انتخاب موقعیت میکروفن انجام شد. میکروفن تغییرات جزیی فشار هوای ناشی از صدا را می‌گرفت و آن‌ها را تبدیل به پیام‌های الکتریکی می‌کرد. زمان اندازه‌گیری‌ها صبح‌ها از ساعت ۸ تا ۱۲ و بعد از ظهرها از ساعت ۱۶ تا ۲۰ با فواصل زمانی نیم ساعت بود که در هر ایستگاه در کنار جدول خیابان‌ها و در میادین شهر به فاصله ۱/۵ متر از سطح زمین انجام شد. اندازه‌گیری‌ها بر حسب دسی‌بل از روی دستگاه مذکور قرائت و در فرم مخصوص ثبت شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص‌های میانگین (L_{eq}) و مقایسه با استانداردها و همچنین از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید.

$$TNI = ۴(L_{۱۰} - L_{۹۰}) + L_{۹۰} - ۳۰ \qquad (۱)$$

$$NPL = L_{eq} + (L_{۱۰} - L_{۹۰}) \qquad (۲)$$

یافته‌ها

در جدول ۱ نتایج اندازه‌گیری پارامترهای آلودگی صوتی در ایستگاه‌های مختلف سطح شهر اصفهان ارایه شده است. در نمودار ۱ مقادیر تراز معادل صدا (L_{eq}) با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۶۰ دسی‌بل) در نوبت صبح و بعد از ظهر مقایسه شده است. در جدول ۲ استانداردهای صدا در هوای آزاد در ایران از ۷ صبح تا ۱۰ شب و از ۱۰ شب تا ۷ صبح ارایه شده است.

بحث

همان گونه که در جدول ۱ دیده می‌شود، حداکثر مقدار تراز معادل صدا (L_{eq}) در مدت زمان ۳۰ دقیقه اندازه‌گیری شده در شبکه وزنی A در نوبت صبح مربوط به ایستگاه چهارراه پل فردوسی به مقدار ۷۸/۳ دسی‌بل به دلیل بار ترافیکی بالای وسایل نقلیه و نزدیکی به زاینده رود می‌باشد و در نوبت بعد از ظهر مربوط به ایستگاه میدان جمهوری به مقدار ۷۹/۶ دسی‌بل است. این میدان به دلیل این که یکی از میادین مهم و خروجی شهر است و محل تلاقی خیابان‌های منتهی به شهرک‌های اطراف اصفهان می‌باشد، بار ترافیکی زیادی را ایجاد می‌کند. همچنین آخرین ایستگاه اتوبوس‌های شرکت واحد در آن مسیرها در این میدان واقع است.

علاوه بر این، حداکثر تراز مواجهه صوت (SEL) در نوبت صبح مربوط به سه راه حکیم نظامی بود؛ چرا که این سه راه به عنوان یکی از معابر خروجی شهر اصفهان جهت مسافرت به شهرهای اطراف مانند شهرکرد و غیره می‌باشد. همچنین به دلایل احداث زیرگذر، سرعت بیش از حد وسایل نقلیه و فلکه ارتش به دلیل وجود پادگان نظامی ارتش، رفت و آمد اتومبیل‌های نظامی و نیز وجود بازارچه در انتهای خیابان منتهی به این فلکه به مقدار مشابه ۱۰۷/۶ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر مربوط به میدان جمهوری به مقدار ۱۰۹/۱ دسی‌بل بود.

www.mui.ac.ir

جدول ۱: نتایج اندازه‌گیری پارامترهای آلودگی صوتی در ایستگاه‌های مختلف سطح شهر اصفهان

ردیف	موقعیت محل	L_{max}		L_{min}		L_{eq}		L_{peak}		SEL		SPL		L_{10}		L_{50}		L_{90}		L_{95}		L_{99}		NPL		TNI	
		صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر	صبح	عصر
۱	چهار راه وفایی	۸۴/۸	۸۲/۰	۶۱/۵	۵۸/۶	۶۹/۲	۶۷/۰	۱۰۱/۶	۹۹/۹	۹۸/۹	۹۶/۵	۵۴/۳	۵۱/۹	۷۲/۰	۶۹/۵	۶۷/۵	۶۵/۰	۶۵/۰	۶۱/۵	۶۴/۵	۶۱/۰	۶۳/۰	۶۰/۰	۷۶/۲	۷۵/۰	۶۳/۰	۶۳/۵
۲	مسجد سید	۹۲/۸	۸۵/۹	۶۰/۷	۵۹/۲	۷۱/۵	۶۷/۹	۱۰۶/۱	۱۰۷/۸	۱۰۴/۲	۹۷/۳	۵۹/۶	۵۲/۷	۷۴/۰	۷۰/۵	۶۹/۰	۶۶/۰	۶۵/۵	۶۲/۵	۶۵/۰	۶۲/۰	۶۳/۵	۶۰/۵	۸۰/۰	۷۵/۹	۶۹/۵	۶۴/۵
۳	دروازه شیراز	۸۸/۴	۹۲/۹	۶۲/۹	۵۷/۴	۶۸/۴	۶۸/۵	۱۰۳/۳	۱۰۲/۷	۹۹/۹	۹۸/۳	۵۵/۳	۵۳/۷	۷۰/۵	۷۰/۵	۶۷/۵	۶۵/۵	۶۵/۰	۶۲/۰	۶۴/۵	۶۱/۵	۶۴/۰	۶۰/۰	۷۳/۹	۷۷/۰	۵۷/۰	۶۶/۰
۴	دروازه دولت	۹۹/۲	۸۸/۲	۶۵/۶	۶۴/۴	۷۶/۰	۷۴/۴	۱۰۸/۰	۱۰۷/۶	۱۰۳/۸	۱۰۳/۹	۵۹/۲	۵۹/۳	۷۷/۰	۷۷/۰	۷۲/۵	۷۲/۵	۷۰/۰	۶۹/۵	۶۹/۵	۶۸/۵	۶۷/۵	۶۷/۰	۸۳/۰	۸۱/۹	۶۸/۰	۶۹/۵
۵	میدان انقلاب	۹۴/۷	۸۶/۸	۶۵/۵	۶۱/۳	۷۵/۴	۷۱/۱	۱۰۹/۰	۱۱۴/۷	۱۰۵/۰	۱۰۰/۸	۶۰/۴	۵۶/۲	۷۷/۰	۷۳/۵	۷۵/۵	۶۹/۰	۷۰/۵	۶۶/۵	۷۰/۰	۶۵/۵	۶۹/۵	۶۴/۵	۸۱/۹	۷۸/۱	۶۶/۵	۶۴/۵
۶	فلکه بزرگمهر	۸۹/۴	۸۴/۸	۶۵/۵	۵۸/۳	۷۲/۶	۶۵/۸	۱۰۳/۱	۱۰۱/۱	۱۰۲/۱	۹۵/۴	۵۷/۶	۵۰/۸	۷۴/۵	۶۸/۵	۷۱/۵	۶۴/۵	۶۸/۵	۶۱/۵	۶۸/۰	۶۱/۰	۶۶/۵	۶۰/۰	۷۸/۶	۷۲/۸	۶۲/۵	۵۹/۵
۷	سه راه حکیم نظامی	۹۰/۳	۹۵/۳	۶۹/۰	۶۵/۵	۷۸/۰	۷۶/۷	۱۰۷/۹	۱۰۸/۸	۱۰۷/۶	۱۰۶/۲	۶۳/۰	۶۱/۶	۸۰/۵	۷۹/۵	۷۷/۰	۷۵/۰	۷۳/۵	۷۱/۵	۷۲/۵	۷۰/۵	۷۱/۰	۶۸/۰	۸۵/۰	۸۴/۷	۷۱/۵	۷۳/۵
۸	چهاراه پلیس	۸۶/۱	۹۰/۷	۶۳/۳	۶۱/۸	۷۲/۰	۷۱/۴	۱۱۲/۳	۱۰۵/۹	۱۰۱/۶	۱۰۰/۹	۵۷/۰	۵۶/۳	۷۴/۵	۷۳/۵	۷۰/۵	۶۹/۵	۶۷/۵	۶۶/۵	۶۶/۵	۶۶/۰	۶۵/۰	۶۴/۵	۷۹/۰	۷۸/۴	۶۵/۵	۶۴/۵
۹	تقاطع چهارباغ بالا و شریعتی	۹۳/۰	۹۱/۳	۶۴/۱	۶۱/۱	۷۴/۲	۷۳/۶	۱۱۱/۰	۱۰۸/۵	۱۰۳/۷	۱۰۳/۲	۵۹/۲	۵۸/۶	۷۷/۰	۷۶/۰	۷۲/۰	۷۱/۰	۶۸/۵	۶۷/۰	۶۸/۰	۶۶/۵	۶۶/۵	۶۴/۵	۸۲/۷	۸۲/۶	۷۲/۵	۷۳/۰
۱۰	چهارراه نظر	۹۱/۸	۹۰/۴	۶۳/۹	۵۹/۹	۷۶/۰	۷۲/۵	۱۰۷/۵	۱۰۶/۱	۱۰۵/۶	۱۰۲/۱	۶۱/۰	۵۷/۵	۷۹/۰	۷۵/۵	۷۳/۵	۶۹/۰	۷۰/۰	۶۵/۰	۶۸/۵	۶۴/۰	۶۶/۵	۶۲/۵	۸۵/۰	۸۳/۰	۷۶/۰	۷۷/۰
۱۱	چهارراه آپادانا	۹۹/۴	۹۰/۷	۶۴/۴	۶۴/۲	۷۵/۶	۷۴/۱	۱۱۰/۷	۱۱۱/۸	۱۰۵/۱	۱۰۲/۶	۶۰/۵	۵۹/۱	۷۷/۵	۷۷/۰	۷۲/۵	۷۲/۰	۶۸/۵	۶۸/۰	۶۷/۵	۶۷/۰	۶۶/۰	۶۵/۵	۸۴/۶	۸۳/۱	۷۴/۵	۷۴/۰
۱۲	چهارراه شیخ صدوق	۱۰۰/۳	۹۴/۲	۶۲/۰	۶۳/۶	۷۶/۱	۷۴/۸	۱۱۴/۶	۱۱۰/۱	۱۰۵/۶	۱۰۴/۴	۶۱/۰	۵۹/۸	۷۷/۵	۷۷/۵	۷۲/۰	۷۱/۵	۶۸/۰	۶۷/۵	۶۷/۰	۶۶/۵	۶۴/۵	۶۵/۰	۸۵/۶	۸۴/۸	۷۶/۰	۷۷/۵
۱۳	فلکه احمد آباد	۹۵/۵	۸۸/۷	۶۶/۱	۶۹/۶	۷۳/۶	۷۴/۸	۱۰۷/۷	۱۰۶/۸	۱۰۳/۱	۱۰۴/۳	۵۸/۵	۵۹/۷	۷۵/۰	۷۶/۵	۷۲/۵	۷۴/۰	۷۰/۰	۷۲/۰	۶۹/۰	۷۲/۰	۶۸/۰	۷۱/۰	۷۸/۶	۷۹/۳	۶۰/۰	۶۰/۰
۱۴	فلکه طوقچی(قدس)	۹۵/۵	۱۰۲/۸	۶۷/۹	۶۸/۶	۷۶/۵	۷۹/۰	۱۱۱/۳	۱۱۶/۸	۱۰۶/۱	۱۰۸/۶	۶۱/۵	۶۴/۰	۷۸/۵	۸۰/۰	۷۵/۰	۷۵/۵	۷۲/۵	۷۳/۰	۷۱/۵	۷۲/۰	۷۰/۰	۷۱/۰	۸۲/۵	۸۶/۰	۶۶/۵	۷۱/۰
۱۵	چهارراه تختی	۸۸/۶	۱۰۰/۲	۶۶/۲	۶۸/۹	۷۴/۵	۷۸/۷	۱۱۰/۷	۱۱۷/۷	۱۰۴/۱	۱۰۸/۳	۵۹/۵	۶۳/۷	۷۷/۵	۸۰/۵	۷۲/۰	۷۵/۵	۶۹/۵	۷۲/۰	۶۹/۰	۷۱/۰	۶۷/۵	۷۰/۰	۸۲/۵	۸۷/۲	۷۱/۵	۷۶/۰
۱۶	فلکه شهدا	۹۴/۱	۱۰۴/۳	۶۲/۶	۶۴/۶	۷۶/۰	۷۵/۵	۱۰۷/۰	۱۱۲/۲	۱۰۵/۵	۱۰۵/۵	۶۰/۹	۶۰/۵	۷۹/۵	۷۶/۵	۷۳/۰	۷۱/۰	۶۹/۰	۶۷/۵	۶۸/۰	۶۷/۰	۶۵/۵	۶۶/۰	۸۶/۵	۸۴/۵	۸۱/۰	۷۳/۵
۱۷	میدان جمهوری	۹۰/۸	۹۱/۵	۶۷/۲	۶۳/۶	۷۵/۱	۷۹/۶	۱۰۶/۲	۱۰۴/۸	۱۰۴/۷	۱۰۹/۱	۶۰/۱	۶۴/۶	۷۷/۵	۸۲/۰	۷۴/۰	۷۸/۵	۷۱/۰	۷۴/۰	۷۰/۵	۷۲/۰	۶۹/۰	۶۳/۵	۸۱/۶	۸۷/۶	۶۷/۰	۷۶/۰
۱۸	چهارراه پل فردوسی	۹۰/۲	۸۴/۳	۶۵/۳	۵۷/۰	۷۸/۳	۶۵/۹	۱۰۸/۹	۱۰۹/۳	۱۰۵/۴	۹۵/۵	۶۰/۸	۵۰/۹	۷۸/۵	۶۸/۵	۷۴/۵	۶۳/۰	۷۱/۰	۶۰/۰	۷۰/۰	۵۹/۵	۶۸/۰	۵۸/۰	۸۵/۸	۷۴/۴	۷۱/۰	۶۴/۰
۱۹	فلکه ارتش	۹۷/۶	۹۰/۶	۶۳/۰	۵۸/۶	۷۸/۰	۶۸/۱	۱۱۱/۷	۱۰۲/۶	۱۰۷/۶	۹۷/۷	۶۳/۰	۵۳/۱	۸۱/۰	۷۰/۵	۷۵/۰	۶۶/۰	۷۰/۵	۶۲/۵	۶۹/۰	۶۲/۰	۶۵/۵	۶۰/۵	۸۸/۵	۷۶/۱	۸۲/۵	۶۴/۵
	میانگین	۹۲/۸	۹۱/۳	۶۴/۶	۶۲/۴	۷۴/۶	۷۲/۶	۱۰۸/۳	۱۰۸/۲	۱۰۴/۲	۱۰۲/۱	۵۹/۶	۵۷/۶	۷۶/۸	۷۴/۹	۷۲/۵	۷۰/۲	۶۹/۲	۶۶/۸	۶۸/۳	۶۶/۱	۶۶/۷	۶۴/۳	۸۲/۲	۸۰/۷	۶۹/۶	۶۹/۱
	انحراف معیار	۴/۵	۶/۰	۲/۲	۳/۹	۲/۸	۴/۴	۳/۴	۵/۰	۲/۳	۴/۴	۲/۳	۴/۴	۲/۷	۴/۲	۲/۶	۴/۴	۲/۳	۴/۴	۲/۲	۴/۲	۲/۲	۳/۹	۳/۷	۴/۶	۶/۷	۵/۹

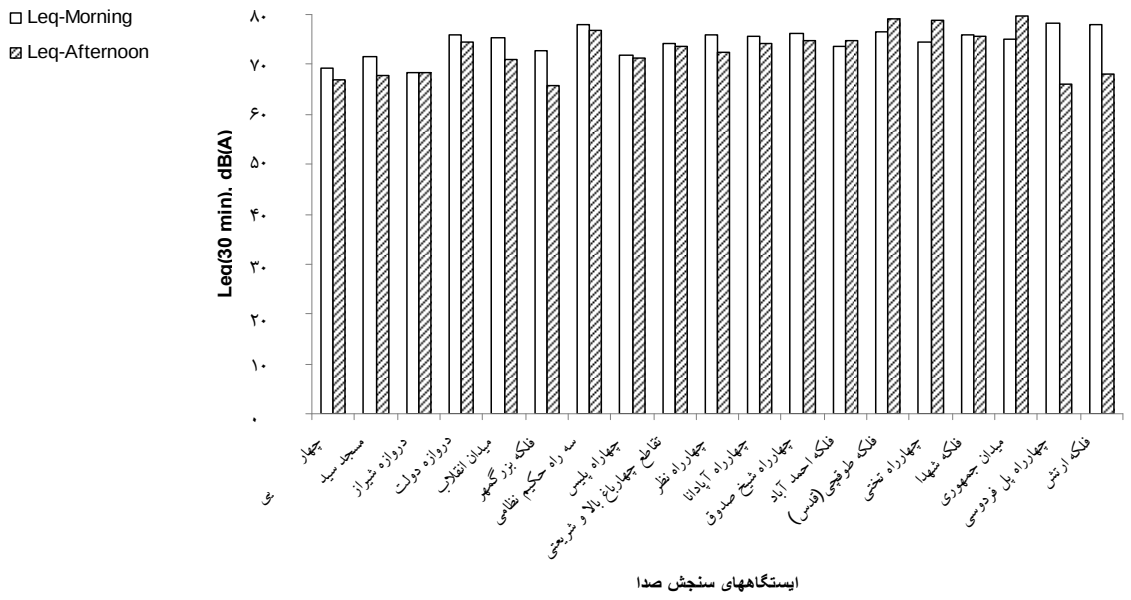
جدول ۲: استانداردهای صدا در هوای آزاد در ایران از ۷ صبح تا ۱۰ شب و از ۱۰ شب تا ۷ صبح (۲۰)

نوع منطقه	روز: ۷ صبح الی ۱۰ شب Leq (30), dB(A)	شب: ۱۰ شب الی ۷ صبح Leq (30), dB(A)
منطقه مسکونی	۵۵	۴۵
منطقه تجاری- مسکونی	۶۰	۵۰
منطقه تجاری	۶۵	۵۵
منطفه مسکونی- صنعتی	۷۰	۶۰
منطقه صنعتی	۷۵	۶۵

حداکثر تراز فشار صوت (SPL) در نوبت صبح مربوط به سه راه حکیم نظامی و فلکه ارتش به مقدار مشابه ۶۳ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر مربوط به میدان جمهوری به مقدار ۶۴/۶ دسی‌بل سنجش شد.

حداکثر میزان L_{10} در نوبت صبح مربوط به فلکه ارتش به مقدار ۸۱ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر مربوط به میدان جمهوری به مقدار ۸۲ دسی‌بل اندازه‌گیری شد. حداکثر میزان L_{50} در نوبت صبح مربوط به سه راه حکیم نظامی به مقدار ۷۷ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر مربوط به میدان جمهوری به مقدار ۷۸/۵ دسی‌بل بود. حداکثر میزان L_{90} در نوبت صبح مربوط به سه راه حکیم نظامی به مقدار ۷۳/۵ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر مربوط به میدان جمهوری به مقدار ۷۴ دسی‌بل گزارش شد.

حداکثر میزان محاسبه شده NPL در نوبت صبح مربوط به فلکه ارتش به مقدار ۸۸/۵ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر مربوط به میدان جمهوری به مقدار ۸۷/۶ دسی‌بل سنجیده شد. حداکثر میزان محاسبه شده TNI در نوبت صبح مربوط به فلکه ارتش به مقدار ۸۲/۵ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر مربوط به چهارراه شیخ صدوق به دلیل مرکزیت این چهار راه، تردد زیاد وسایل نقلیه و همچنین به دلیل این که منتهی به میدان شلوغ و پر رفت و آمد دروازه شیراز می‌شود که به مقدار ۷۷/۵ دسی‌بل اندازه‌گیری شد.



نمودار ۱: مقایسه مقادیر تراز معادل صدا (Leq) با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران در نوبت صبح و بعد از ظهر

www.mui.ac.ir

از سوی دیگر بر اساس جدول ۱ میانگین تراز معادل صدا (L_{eq}) در مناطق مسکونی– تجاری شهر اصفهان در نوبت صبح برابر ۷۴/۶ دسی‌بل بود که در مقایسه با استاندارد، به میزان ۱۴/۶ دسی‌بل بیشتر و در نوبت عصر برابر ۷۲/۶ دسی‌بل بود که در مقایسه با استاندارد، به میزان ۱۲/۶ دسی‌بل بالاتر است. آزمون آماری t و مقایسه میانگین مقادیر صبح و بعد از ظهر با عدد استاندارد ۶۰ دسی‌بل که مربوط به حدود مجاز صدا در هوای آزاد ایران در مناطق مسکونی– تجاری طی ساعات روز (جدول ۲) می‌باشد نیز اختلاف معنی‌داری ($P < ۰/۰۰۱$) نشان داد. به عبارت دیگر مقدار L_{eq} بالاتر از عدد استاندارد است. طی مطالعه‌ای که در اصفهان انجام گرفت، متوسط تراز فشار صوت معادل که در کل دوره نمونه‌برداری به دست آمد، ۷۱ دسی‌بل تعیین گردید که بسیار بیشتر از حدود استاندارد است و با تحقیق حاضر همخوانی دارد (۱۴). در پژوهش مشابهی که در زنجان انجام گرفت، میانگین تراز معادل صدا (L_{eq}) در این شهر در طول روز برابر با ۶۲/۱۷ دسی‌بل و در طول شب برابر با ۵۸/۵۸ دسی‌بل گزارش شد (۱۰). تحقیق دیگری که در کراچی پاکستان انجام شد، نشان داد که سطح صدای ترافیک در ارتباط با بار ترافیکی جاده است. مناطق دارای بار ترافیکی بالا مثل مناطق قدیمی شهر در اکثر زمان‌ها با سطوح بالا و خیلی بالای صدا مواجه هستند. همچنین بر طبق اندازه‌گیری‌های انجام شده در این شهر میانگین صدای ترافیک به هنگام صبح، بعد از ظهر و غروب از مقدار ۶۶ دسی‌بل تجاوز کرد (۲۱). تحقیق دیگری که در شهر Girona اسپانیا انجام شد، نشان داد که در این شهر متوسط تراز آماری ۲۴ ساعته ($L_{24\ h}$) ۶۳/۳ دسی‌بل و تراز آماری شبانه (L_{night}) ۵۵/۷ دسی‌بل است (۲۲).

میانگین پارامترهای L_{min}، $L_{۰}$، $L_{۹۵}$ و $L_{۹۹}$ در نوبت صبح به ترتیب معادل ۶۴/۶، ۶۹/۲، ۶۸/۳ و ۶۶/۷ دسی‌بل و در نوبت عصر به ترتیب معادل ۶۲/۴، ۶۶/۸، ۶۶/۱ و ۶۴/۳ دسی‌بل در مناطق مسکونی– تجاری شهر اصفهان به دست آمد (جدول ۱). با استفاده از آزمون ANOVA یک طرفه، از لحاظ آماری بین مقادیر اندازه‌گیری شده صبح و بعد از ظهر در پارامترهای مذکور به ترتیب با Pهای ۰/۰۴۶، ۰/۰۴۸، ۰/۰۴۳ و ۰/۰۲۸ اختلاف معنی‌داری وجود داشت. یعنی بین میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده صبح و بعد از ظهر اختلاف وجود داشت و صدای زمینه‌ای در نوبت صبح بیشتر از نوبت بعد از ظهر بود، اما در پارامترهای دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > ۰/۰۵$).

میانگین دو شاخص ترافیکی تراز آلودگی صوتی (NPL) و شاخص صدای ترافیک (TNI) نیز در نوبت صبح به ترتیب معادل ۸۲/۲ و ۶۹/۶ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر به ترتیب معادل ۸۰/۷ و ۶۹/۱ دسی‌بل در مناطق مسکونی– تجاری شهر اصفهان به دست آمد. با استفاده از آزمون همبستگی Pearson بین مقادیر محاسبه شده NPL و TNI در دو نوبت صبح و بعد از ظهر رابطه مستقیمی وجود داشت (ضریب همبستگی Pearson = ۰/۸۷۷ و $P < ۰/۰۰۱$). همچنین بین مقادیر محاسبه شده این دو پارامتر در نوبت صبح با سطح اطمینان ۹۹ درصد رابطه مستقیمی وجود داشت (ضریب همبستگی Pearson = ۰/۹۱۳ و $P < ۰/۰۰۱$). به عبارت دیگر با افزایش رفت و آمد وسایل نقلیه، میزان شاخص‌های ترافیکی NPL و TNI افزایش می‌یابد. از سوی دیگر بین مقادیر محاسبه شده پارامترهای NPL و TNI در نوبت بعد از ظهر نیز رابطه مستقیمی وجود داشت (ضریب همبستگی Pearson = ۰/۸۸۴ و $P < ۰/۰۰۱$). آزمون‌های همبستگی غیر پارامتری نیز نتایج مشابهی با آزمون‌های آماری پارامتری نشان داد. در تحقیق مشابهی که در مشهد انجام شد، مقایسه مقادیر کمینه و بیشینه شاخص‌های اندازه‌گیری شده و بار ترافیکی نشان داد که در مواردی، افزایش بار ترافیکی موجب بالا رفتن سطح شاخص‌های صوتی نشد و در موارد دیگر نیز افزایش شاخص‌های مذکور تناسب معینی با افزایش بار ترافیکی نشان نداد. این در حالی است که کمترین ترازهای NPL و TNI در ایستگاه‌های با حداقل بار ترافیکی تعیین شد. شاید بتوان این نتیجه را ناشی از تأثیر عواملی نظیر سرعت و نوع خودروها، جنس و کیفیت آسفالت‌ها و فضای

www.mui.ac.ir

سبز متفاوت خیابان‌های مورد مطالعه دانست. این موارد در این مطالعه لحاظ نشدند و هر یک به نوبه خود بر تراز آلودگی صوتی و شاخص صدای ترافیک تأثیر گذاشتند که با تحقیق حاضر همخوانی نداشت (۲۳). با این وجود شاید در تحقیق حاضر نیز، عوامل ذکر شده بی‌تأثیر نبودند.

میانگین پارامترهای $L_{۵۰}$ و $L_{۹۰}$ در نوبت صبح به ترتیب معادل ۷۲/۵ و۶۹/۲ دسی‌بل و در نوبت بعد از ظهر به ترتیب معادل ۷۰/۲ و ۶۶/۸ دسی‌بل به دست آمد (جدول ۱) که نشان دهنده بالا بودن صدای زمینه‌ای در شهر اصفهان می‌باشد. اگر چه این نتایج در مجموع با نتایجی که امیدواری و همکاران در مقاله خود به آن اشاره کردند، مشابه است (۲۴)، ولی دلیل متفاوت بودن مقادیر محاسبه شده در تحقیق مذکور را با نتایج این مطالعه می‌توان مربوط به تفاوت در بافت شهر، نوع ساختمان و نوع وسیله نقلیه موجود در شهر دانست. با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می‌گردد که مشکل آلودگی صوتی شهر اصفهان تا حدود زیادی می‌تواند به فاکتورهای شهرسازی و مشکلات ترافیکی آن وابسته باشد. از فاکتورهای شهرسازی می‌توان به وضعیت نامطلوب خیابان‌ها و همچنین عدم کشش مناسب خیابان‌ها برای تعداد زیاد وسایل نقلیه اشاره کرد. وضعیت نامطلوب خیابان‌ها باعث ایجاد دست‌انداز می‌شود و افتادن ماشین‌ها به خصوص وسایل نقلیه سنگین در این دست‌اندازها، صدای زیادی ایجاد می‌کند.

مطابق نمودار ۱ نیز مشخص شد که مقادیر تراز معادل صدا (L_{eq}) در هر ۲ نوبت صبح و عصر در تمامی ایستگاه‌های سنجش میزان صوت، بالاتر از استاندارد مناطق مسکونی– تجاری سازمان حفاظت محیط زیست ایران است (جدول ۲).

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که شهر اصفهان از آلودگی صوتی بالایی برخوردار است و در اکثر موارد بالاتر از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران است. بنابراین آلودگی صوتی در این شهر می‌تواند به عنوان یک مشکل جدی مطرح باشد و بررسی علل آن توصیه می‌گردد. با توجه به این که طبق نتایج به دست آمده از این تحقیق، بیشترین میزان آلودگی صوتی مربوط به میدان جمهوری، فلکه ارتش و سه راه حکیم نظامی می‌باشد، توصیه می‌شود که با همکاری سازمان اتوبوسرانی، آخرین ایستگاه اتوبوس‌های شرکت واحد در میدان جمهوری به مکان مناسب دیگری انتقال داده شود. همچنین بازارچه موجود در انتهای خیابان منتهی به فلکه ارتش به مکان مناسب دیگری انتقال داده شود و یا سه روز در هفته فعالیت کند. همچنین به منظور روان‌تر شدن ترافیک در سه راه حکیم نظامی، مسیر جدیدی برای مسافرت به شهرکرد به غیر از مسیر فعلی در نظر گرفته شود. با عنایت به مطالب ذکر شده، در کل به منظور کاهش میزان آلودگی صوتی در شهر اصفهان پیشنهاد می‌شود که بررسی صدای تولید شده توسط وسایل نقلیه موتوری در برنامه معاینه فنی آن‌ها گنجانده شود. همچنین اجباری شدن معاینه فنی موتورسیکلت‌ها، اصلاح مدیریت امور ترافیک و یک طرفه کردن برخی خیابان‌ها، جلوگیری از عبور وسایل نقلیه فرسوده در مسیرهای پر ترافیک، کنترل کیفیت وسایل نقلیه به خصوص اتوبوس‌های شرکت واحد، وضع قوانین جدید رانندگی به عنوان مثال برای استفاده نابجا از بوق در هنگام رانندگی، قرار دادن موانع صوتی، ایجاد فضای سبز و احداث خاکریز سبز در اطراف خیابان‌ها به عنوان جاذب صدا، ایجاد بزرگراه‌ها و ایجاد یک راه انحرافی در مسیر جاده کمربندی جهت جلوگیری از عبور کامیون‌ها و تریلرها به داخل شهر، متمرکز کردن مناطق تجاری خارج از محدوده مسکونی و انتقال مشاغل پر سر و صدا به حاشیه شهرها به منظور کاهش آلودگی صوتی در مناطق مختلف شهر نیز ضروری به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل یافته‌های پایان‌نامه دانشجویی به شماره ۳۸۹۳۲۶ مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد. نویسندگان مقاله بدین وسیله به معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان که

www.mui.ac.ir

تأمین کننده نیازهای مالی و اعتباری این پایان‌نامه بودند، مراتب تقدیر و سپاس‌گزاری خود را اعلام می‌نمایند.

References

1. Tavakoli A. Noise Pollution [Online]. 2008; Available from: URL: http://geographyisfeducom/list-maghaleh/h4/h4htm/
2. Sadeghi M, Kheiri S, Jafari Dastnaie A, Shahrani M. Assessment of Changes in sound levels ten-year in Shahrekord city. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences 2006; 8(4): 81-7.
3. Mohammadi GH. An Investigation of Community Response to Urban Traffic Noise. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering 2009; 6(2): 673-80.
4. Barbosa AM, Real R, Olivero J, Vargas JM. Otter (Lutra lutra) distribution modeling at two resolution scales suited to conservation planning in the Iberian Peninsula. Biological Conservation 2003; 114(3): 377-87.
5. Matlabi Kashani M, Hanani M, Akbari H, Almasi H. Assessment of environmental sound pollution in Kashan city in 2000-2001. Faize 2002; 6(1): 30-6.
6. Emamjomeh MM, Nikpay A, Safari Variani A. Study of noise pollution in Qazvin (2010). The Journal of Qazvin University of Medical Sciences 2011; 15(1): 63-70.
7. Samaii Z, Kasmaii Z, Mirtaheri F. Comparison of noise pollution in Tehran large fields.Proceedings of the 4th Conference & Exhibition on Environmental Engineering 2010 Nov 17-18; Tehran, Iran; 2010. p. 1-8. [In Persian].
8. Khodaie M. Study of noise pollution and traffic noise index (TNI) in the main streets of Yazd city. Proceedings of the 3rd Conference of Environmental Engineering; 2009 May 20-21; Tehran, Iran; 2009. p. 1-12. [In Persian].
9. Nezhadkourki F, Yousefi E, Naseri F. Analysing street traffic noise pollution the city of Yazd. Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering 2010; 7(1): 53-62.
10. Nadafi K, Younesian M, Mesdaghnia AR, Mahvi AH, Asghari E. Noise pollution in Zanjan city in 2007. Journal of Zanjan University of Medical Sciences And Health Services 2008; 16(62): 85-95.
11. Ali Zadeh A, Mohammadian M, Etemadi Nezhad S, Yazdani J. Investigation of noise pollution in Sari city within one year (2007-2008). Journal of Mazandaran University of Medical Sciences 2009; 19(69): 45-52.
12. Kiani Sadr M, Nasiri P, Sakhavatjoo MS, Abbaspoor M. Determine levels of statistical noise and traffic noise index (TNI) in Khorramabad city. Proceedings of the 3rd Conference of Environmental Engineering; 2009 May 20-21; Tehran, Iran; 2009. [In Persian].
13. Mari Oryad H, Raigan Shirazi AR, Ali Mohammadi I. Evaluation of noise pollution in crowded areas in Yasuj in 2006. Armaghan Danesh 2007; 12(4): 109-16.
14. Mortezaie S, Bina B, Berjis N. Evaluation of noise pollution in Isfahan urban areas. Journal of Health System Research 2005; 1(2): 47-53.
15. Pathak V, Tripathi BD, Mishra VK. Evaluation of traffic noise pollution and attitudes of exposed individuals in working place 2007. Atmospheric Environment 2008; 42(16): 3892-8.
16. Abo-Qudais S, Abu-Qdais H. Perceptions and attitudes of individuals exposed to traffic noise in working places. Building and Environment 2005; 40(6): 778-87.
17. Piccolo A, Plutino D, Cannistraro G. Evaluation and analysis of the environmental noise of Messina, Italy. Applied Acoustics 2011; 66(4): 447-65.
18. Michaud DS, Keith SE, McMurchy D. Noise annoyance in Canada. Noise & Health 2005; 7(27): 39-47.
19. Yusoff S, Ishak A. Evaluation of urban highway Environmental noise pollution. Sains Malaysiana 2005; 34(2): 81-7.
20. Kiani Sadr M, Nasiri P, Sakhavatjoo MS, Abbas pour M. Evaluation of environmental sound pollution in Khoram Abad city. Proceedings of the 10th National Congress on environmental Health; 2007 Nov 8-10; Hamadan, Iran; 2007. p. 847-55. [In Persian].
21. Mehdi MR, Kim M, Seong JC, Arsalan MH. Spatio-temporal patterns of road traffic noise pollution in Karachi, Pakistan. Environ Int 2011; 37(1): 97-104.
22. Foraster M, Deltell A, Basagana X, Medina-Ramon M, Aguilera I, Bouso L, et al. Local determinants of road traffic noise levels versus determinants of air pollution levels in a Mediterranean city. Environ Res 2011; 111(1): 177-83.
23. Sazegarnia A, Bahreini Toosi MH, Moradi H. Sound Pollution and traffic sound indicators in many main street in Mashhad city for summery rush over. Iran Med Physic 2005; 8(2): 21-30.
24. Omidvaari M, Ghahvei N, Ekhtiaari M. Noise pollution due to traffic in Kermanshah. Behbood 2002; 6(3): 45-50.

www.mui.ac.ir

Survey of Noise Pollution Levels in Congested Areas of Isfahan, Iran

Negar Jafari[1], Bijan Bina[2], Soheila Mortezaie[3], Afshin Ebrahimi[4], Ali Abdolahnejad[1]

Abstract

Background: To prevent the adverse health effects of noise pollution and to achieve the recommended standards, assessment of noise levels in the cities is essential. The aim of this study was to evaluate noise pollution levels (NPLs) in Isfahan, Iran and compare them with recommended standard values.

Methods: A total number of 19 measurement points were selected from most congested areas throughout the city. Environmental noise parameters such as L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{95}, L_{99}, L_{eq}, SEL, SPL, L_{min}, L_{max}, and L_{peak} were measured using a CEL-440 sound level meter. NPL and traffic noise index (TNI) were calculated by mathematical formulas. All measurements were carried out twice a day (morning and afternoon with 30 minutes intervals. Finally, the average results were reported.

Findings: The maximum L_{eq} was at Ferdowsi Crossroads in the morning (78.3 dB) and at Jomhoori Square in the afternoon (79.6 dB). The mean measured L_{eq} level was 74.5 ± 2.78 dB in the morning and 72.6 ± 4.43 dB in the afternoon. Significant differences with the standard values were seen between average equivalent sound levels both in the morning and afternoon ($P < 0.001$). In other words, the obtained L_{eq} levels were higher than standard. Furthermore, there was a correlation between the calculated NPL and TNI in the morning and afternoon (Pearson's correlation coefficient = 0.877, $P < 0.001$).

Conclusion: It can be concluded that Isfahan is an environmentally noise polluted city. In most cases, the noise levels exceed the recommended levels by Iranian Environmental Protection Organization.

Key words: Noise Pollution, Sound Pressure Level, Isfahan.

1- MSc Student of Environmental Health Engineering, Students Research Committee, Environmental Research Center, School of Public Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2- Professor, Environmental Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: bina@hlth.mui.ac.ir
3- MSc in Occupational Health Engineering, Expert Laboratory, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
4. Assistant Professor, Environmental Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

www.mui.ac.ir