Journal of Research in Environmental Health

Volume 8, Issue 1, Spring 2022

Investigating of Noise Pollution on Shahid Kalantari Highway in Mashhad Using Statistical Analysis

Akram Ghorbani
PhD Student Majoring in Environmental Pollution, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon City, Iran ,mashhad.

Farid Gholamreza Fahimi
* Assistant Professor of Environment and Natural Resources Department, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon City, Iran.
(Corresponding Author):
Email:fgh.fahimi@gmail.com

Ahmad Tavana
Assistant Professor of Environment and Natural Resources Department, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon City, Iran

Masood Kiadaliri
Assistant Professor of Environment and Natural Resources Department, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon City, Iran

Mitra Mohammadi
Assistant Professor of Environment Department, Kheradgarayan Motahar Institute, Higher Education, Mashhad City, Iran.

Received: 2021/11/20
Accepted: 2022/01/15

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: One of transportation complications in cities is noise pollution caused by vehicles. Today, noise in urban environments is an important issue in the field of public health. Regarding the negative effects of noise pollution on human health and well-being, it is necessary to identify and understand these effects on the health of exposed people. The kind of traffic axis composition of the highway was recognized in this research, and the type of traffic information necessary was defined by locating sound station sites along the highway axis, producing sound data, and identifying variables impacting sound propagation.

Materials and Methods: The measurement of noise equivalent level from 28 selected high-traffic stations across Shahid Kalantari Highway in Mashhad in the period of 7.30 a.m. until the next 5:30 a.m. over 7 days per month (work days and rush hours), 12 months per year, and four seasons in 1397-1398 were conducted and recorded by the 1358TES-sound level meter. The measurement duration was set at 10 minutes at each site, and the measurements were repeated three times for greater accuracy. Data on traffic volume and sound indices (L_{eq}, L_{min}, L_{max}, L_z, L_{10}, L_{50}, L_{90}) were also monitored and computed on a daily basis, and statistical analysis was performed using Sigma Plot, SPSS, and Excel software.

Results: The results represent that comparing the average parameters of noise pollution in different stations of Shahid Kalantari Highway at a significant level of 5% showed that the highest measured amount of noise and sound indicators are related to the first station of Abadgaran with the amount of deci, respectively. Bell is 79.61 dB, the entrance road to Kuhsangi is about 80 dB, and the lowest station of Hafez Square is about 58 dB. The parameters L_{max}, L_{eq}, L_{10}, L_{50}, and L_{90} are visually uniform distribution of results in the fit line range. The similarity of values over the measurement times is the reason to obtain the results which are not uniformly distributed and are scattered.

Conclusion: According to the results, it is found out that the average equivalent sound level in all studied stations is higher than the recommended daily ambient sound level in Iranian open air sound standard during all seasons of year, while the standard sound level in residential areas is 55 decibels during the day and 45 decibels at night.

Keywords: Noise pollution, Traffic, Equivalent sound level, Traffic index, Fitting line

▶ **Citation:** Ghorbani A, Gholamreza Fahimi F, Tavana A, Kiadaliri M, Mohammadi M. Investigating of noise pollution on Shahid Kalantari Highway in Mashhad using statistical analysis. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Spring 2022; 8(1): 11-20.

بررسی میزان آلودگی صوتی بزرگراه شهید کلانتری مشهد با استفاده از تحلیل‌های آماری

اکرم قربانی
دانشجوی دکتری آلودگی محیط زیست، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.
فرید غلامرضا فهیمی
* استادیار، گروه محیط زیست و منابع طبیعی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران. (نویسنده مسئول):
پست الکترونیک: fgh.fahimi@gmail.com
احمد توانا
استادیار، گروه محیط زیست و منابع طبیعی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.
مسعود کیادلیری
استادیار، گروه محیط زیست و منابع طبیعی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.
میترا محمدی
استادیار، گروه محیط زیست، مؤسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: یکی از عوارض حمل‌ونقل در شهرها، آلودگی صوتی ناشی از وسایل نقلیه است. امروزه سروصدا در محیط‌های شهری، به‌عنوان یک مسئله مهم در حوزه بهداشت عمومی مطرح است. با توجه به تأثیرات منفی آلودگی صوتی بر سلامتی و رفاه انسان، شناسایی و درک روزافزون این تأثیرات بر سلامتی افراد در معرض ضرورت یافته است. مطالعه حاضر با هدف بررسی نوع ترکیب ترافیک محور بزرگراهی و شناسایی نوع اطلاعات ترافیکی مورد نیاز با شناسایی موقعیت‌ها جهت استقرار ایستگاه برداشت صدا در طول محور بزرگراهی و تهیه داده‌های صدا و شناسایی عوامل مؤثر بر انتشار صوت انجام گرفت.
مواد و روش‌ها: اندازه گیری تراز معادل صوت از ۲۸ ایستگاه پر ترافیک منتخب در سطح بزرگراه شهید کلانتری شهر مشهد در ۴ فصل بهار، تابستان، پائیز و زمستان ، سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۷به مدت ۱۲ ماه و در هر ماه به مدت ۷ روز (روز کاری و ساعات پیک ترافیک)، در بازه زمانی ۷/۳۰ صبح الی ۵:۳۰ صبح روز بعد توسط دستگاه صدا سنج مدل TES-1358 انجام شد. مدت زمان اندازه‌گیری در هر ایستگاه ۱۰دقیقه مدنظر قرارگرفت که برای اطمینان بیشتر۳ بار نیز تکرار شد . داده های حجم ترافیک و شاخص‌های صوتی (L_z, L_{min}, L_{max}, L_{eq}, L_{10}, L_{50}, L_{90}) نیز برای تراز روز اندازه گیری و محاسبه شده و سپس توسط نرم‌افزارهای SPSS ، Sigma Plot و Excel مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.
یافته‌ها: در مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در ایستگاه‌های مختلف بزرگراه شهید کلانتری در سطح معنی‌داری ۵٪، بیشترین میزان صدا و شاخص‌های صوتی اندازه‌گیری شده به‌ترتیب مربوط به ایستگاه اول آبادگران (۷۹/۶۱ دسی‌بل)، جاده ورودی به کوهسنگی (حدود ۸۰ دسی‌بل) و کمترین میزان مربوط به ایستگاه میدان حافظ (حدود ۵۸ دسی‌بل) بود. پارامترهای L_z, L_{min}, L_{10}, L_{50} از لحاظ تصویری دارای توزیع یکسان پارامترهای اندازه گیری زمانی نمی باشد و توزیع نتایج در محدوده خط برازش یکنواخت نبوده و از خط برازش فاصله دارد. علت این نتایج به یکسان بودن مقادیر در زمان های سنجش می باشد که نتایج پراکنش بصورت یکنواخت ارائه نشده و پراکندگی دارد.
نتیجه‌گیری: در تمام فصول سال، میانگین تراز معادل صدا در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی بالاتر از تراز صدای محیطی روزانه توصیه شده استاندارد صدا در هوای آزاد ایران بود، در حالی‌که استاندارد میزان تراز صوت در مناطق مسکونی طی روز ۵۵ دسی‌بل و شب ۴۵ دسی‌بل می‌باشد.

کلید واژه‌ها: آلودگی صوتی، تراز معادل صدا، ترافیک، خط برازش، شاخص ترافیکی

◀ **استناد:** قربانی الف، غلامرضا فهیمی ف، توانا الف، کیادلیری م، محمدی م. بررسی میزان آلودگی صوتی بزرگراه شهید کلانتری مشهد با استفاده از تحلیل‌های آماری. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. بهار ۱۴۰۱؛۸(۱): ۱۱-۲۰.

مقدمه

یکی از عوارض حمل‌ونقل در شهرها، آلودگی صوتی ناشی از وسایل نقلیه است. امروزه سروصدا در محیط‌های شهری به‌عنوان یک مسئله مهم در حوزه بهداشت عمومی مطرح است. با توجه به تأثیرات منفی آلودگی صوتی بر سلامتی و رفاه انسان، شناسایی و درک روزافزون این تأثیرات بر سلامتی افراد در معرض ضرورت یافته است.

در اکثر کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه دنیا، به مسئله آلودگی صوتی توجه شده و اقدامات زیادی نسبت به تدوین و اجرای قوانین کاهش یا رفع آلودگی صورت گرفته است (۱). در بسیاری از مطالعات انجام شده در سراسر جهان، به‌طور ویژه در کشورهای توسعه‌یافته، صدای ترافیک به‌عنوان یک صدای محیطی مزاحم مورد توجه می‌باشد و منجر به اختلال در رفاه و سلامتی جامعه شده است. در سال ۲۰۰۰ بیشتر از ۴۴٪ جمعیت اروپا (حدود ۲۱۰ میلیون نفر) به‌طور مداوم در معرض صدای ترافیک بالاتر از ۵۵ دسیبل قرار داشتند که پتانسیل بالقوه‌ای برای ایجاد صدمه به سلامتی مطرح می‌باشد (۲).

ارزیابی ارتباط میان ترافیک و سطح سروصدا در سه شهرستان ایالات متحده نشان داد که همبستگی بالایی میان تردد کل خودروها با سطح سروصدا در آتلانتا (۷۸٪)، لس‌آنجلس (۵۸٪) و شهر نیویورک (۶۲٪) وجود دارد. علاوه بر این در این مطالعه، سطح سروصدای پیش‌بینی شده توسط مدل تی ان ام (TNM) [1] با سطح سروصدای اندازه‌گیری شده در محیط واقعی با یکدیگر در ارتباط بود، هرچند مقادیر کمتری را از محیط واقعی نشان داد (۳).

مطالعه فتحی و همکاران در منطقه ۵ تهران نشان داد یکی از منابع صدای بارز و مشخص ناشی از تردد اتومبیل، تماس چرخ خودروها با سطح جاده می‌باشد. میانگین تراز معادل صدای اندازه‌گیری شده در منطقه ۵ شهر تهران، A ۷۲/۳ دسی‌بل بود (۴).

مطالعه فیلدر و زنین در شهر کورتیبای برزیل نیز نشان داد که با کاهش ۵۰ درصدی ترافیک، از میزان سروصدا در حدود ۳ دسی‌بل کاسته می‌شود (۵).

حسنی و همکاران در بررسی میزان آلودگی صدای ترافیک خیابان‌های منطقه بازار بزرگ تهران با مدل انتخابی TNM نشان دادند که هرچند مدل TNM دارای ارجحیت نسبی خصوصاً در برآورد تراز معادل صدا در مقایسه با سایر مدل‌ها است، اما وسعت استفاده از آن در اجرا، دارای محدودیت‌هایی از جمله بحث انعکاس در مدل، چندخطی بودن و یا دوطرفه بودن خیابان‌ها و نیز شیب آن‌ها است که در دقت مدل مورد مطالعه مؤثر می‌باشند (۶).

در مطالعه جعفری و همکاران تحت عنوان بررسی وضعیت آلودگی صوتی در شهر اصفهان، حداکثر مقدار Leq در نوبت صبح مربوط به چهارراه پل فردوسی به مقدار ۷۸/۳ دسی‌بل و در نوبت بعدازظهر مربوط به میدان جمهوری به مقدار ۷۹/۶ دسی‌بل بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که شهر اصفهان از آلودگی صوتی بالایی برخوردار است و در اکثر موارد نیز از استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران بالاتر است (۷).

خیامی و همکاران در مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در ایستگاه‌ها، فصول، ماه‌ها، ساعات و کاربری‌های مختلف بزرگراه وکیل‌آباد شهر مشهد در سطح معنی‌داری ۵٪ دریافتند که بیشترین میزان شاخص‌های صوتی اندازه‌گیری شده به‌ترتیب مربوط به ایستگاه ۲۰ (وکیل‌آباد ۳۰)، فصل پاییز، ماه مهر، نوبت صبح و کاربری تجاری- مسکونی به‌میزان ۸۵/۶۳، ۸۰/۲۳، ۸۰/۷۲، ۷۸/۱۰ و ۸۱/۴۶ دسی‌بل می‌باشد (۸).

در مطالعه سلطانیان و ناری موسی در تعیین آلودگی صوتی در مناطق مختلف شهر امیدیه، شدت تراز صوت در هر سه بازه زمانی و در هر سه منطقه بالاتر از حد استاندارد بود؛ به‌طوری‌که میانگین تراز فشار صوت در مناطق تجاری، مسکونی- تجاری و مسکونی به‌ترتیب ۷۲/۸۶، ۶۷/۳۶ و ۶۱/۷۱ دسی‌بل بود (۹).

مطالعه صیادی و موفق در شهر بیرجند نشان داد که ترافیک در میزان آلودگی صوتی اثر مستقیمی دارد. همچنین، بین تعداد و نوع خودرو و تراز آلودگی صوت ارتباط مستقیمی وجود دارد که در این میان، نقش موتورسیکلت‌ها بارزتر است (۱۰).

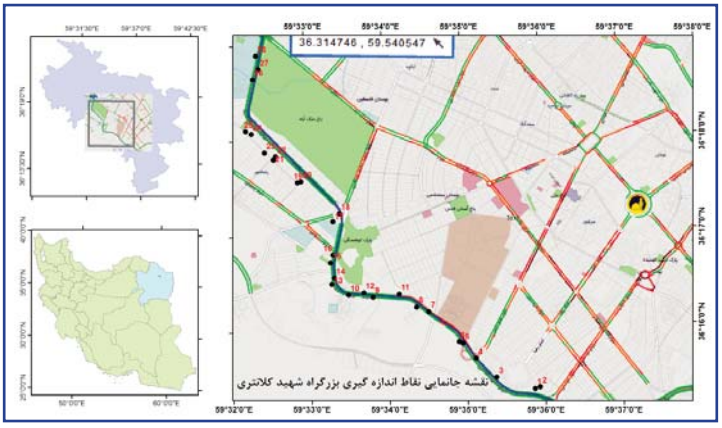
1. Traffic Noise Mode)TNM)

در مطالعه یاری و همکاران که با هدف تعیین شاخص‌های آلودگی صوتی شهر قم انجام شد، میانگین تراز معادل صوت در کل ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده بالاتر از حد مجاز بود ($p<۰/۰۵$). همچنین بیشترین و کمترین تراز به‌ترتیب مربوط به ایستگاه‌های میدان مطهری (۹۲/۶ A دسی‌بل) و چهارراه بازار (۵۰/۱ A دسی‌بل) بود (۱۱).

مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان آلودگی صوتی ناشی از ترافیک در بزرگراه شهید کلانتری و تجزیه و تحلیل آماری سنجش‌ها انجام شد.

روش کار

شهر مشهد نیز همانند سایر شهرها به‌دلیل افزایش بی‌رویه وسایل نقلیه و نبود سازوکارهای مؤثر و زیرساخت‌ها در اعمال محدودیت برای استفاده از وسایل نقلیه شخصی، با معضل ترافیک و انواع آلاینده‌های محیط زیستی روبرو شده است. شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی با ۳۲۸ کیلومتر مربع مساحت و ۳,۳۷۲,۶۶۰ نفر جمعیت، به‌عنوان دومین شهر پرجمعیت ایران پس از تهران می‌باشد (سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵). بر اساس آخرین اطلاعات سالنامه آماری حمل‌ونقل (۱۳۹۸)، تعداد سفرهای سواره ساکنین مشهد در یک شبانه‌روز حدود ۶/۶۵ میلیون سفر و تعداد سفرهای سواره ساعت اوج صبح ۸۱۶ هزار سفر (حدود ۱۲٪ سفرهای روزانه) است.



شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه و جانمایی محل ایستگاه‌های برداشت صدا (تعداد ۲۸ ایستگاه)

در این پژوهش بزرگراه کلانتری به‌عنوان یکی از مسیرهای ورودی اصلی شهر مشهد با حجم بالای تردد وسایل نقلیه و همچنین تمرکز مراکز مسکونی، تجاری، آموزشی و نظامی در حاشیه آن، به‌عنوان سایت مطالعاتی انتخاب گردید. یکی از دلایل دیگر در نظر گرفتن بزرگراه شهید کلانتری، انجام مطالعات بررسی آلایندگی صوتی در بلوار وکیل‌آباد (شریانی درجه ۱) در همجواری این بزرگراه در مطالعات اخیر بوده تا امکان مقایسه فراهم گردد.

در ابتدا، در این مطالعه از طریق بازدیدهای میدانی و مصاحبه با مردم و مسئولان، ارزیابی اولیه از انتشار آلودگی صوت در محدوده بزرگراه شهید کلانتری شهر مشهد صورت گرفت. سپس با استفاده از نقشه مسیر و بر اساس وضعیت تقاطع‌ها و تراکم نقاط حساس، منابع انتشار آلودگی صوت در منطقه بزرگراه شهید کلانتری شهر مشهد شناسایی شد. در این مطالعه ۲۸ ایستگاه به‌منظور بررسی و اندازه‌گیری میزان تراز صدا در شبانه‌روز در منطقه مورد مطالعه تعیین و برداشت صدا به‌صورت میدانی انجام شد. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مذکور در شکل ۱ نشان داده شده است.

اندازه‌گیری تراز معادل صوت در ایستگاه‌های موردنظر این تحقیق در ۴ فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال‌های ۱۳۹۷-۹۸ به‌مدت ۱۲ ماه و در هر ماه به‌مدت ۷ روز (روز کاری و ساعات پیک ترافیک)، در بازه زمانی ۷/۳۰ صبح الی ۵:۳۰ صبح روز بعد انجام شد. مدت زمان اندازه‌گیری در هر ایستگاه ۱۰ دقیقه مدنظر قرار گرفت که برای اطمینان بیشتر، ۳ بار نیز تکرار شد. اولین اندازه‌گیری زمانی بود که مردم برای رفتن به محل کار از ساعت ۷/۳۰-۹/۳۰ صبح از خانه خارج می‌شدند، دومین اندازه‌گیری در ۱۲/۳۰ ظهر تا ۲/۳۰ بعدازظهر و سومین پایش در ساعت ۶/۳۰ عصر تا ۸/۳۰ شب در زمان بازگشت مردم به خانه و اتمام روز کاری خواهد بود. چهارمین پایش ساعت ۱۱/۳۰ نیمه‌شب تا ۱/۳۰ بامداد و آخرین اندازه‌گیری ساعت ۵/۳۰ - ۳/۳۰ بامداد انجام گردید.

در هر کدام از ایستگاه‌های نمونه‌برداری، متغیرهای مورد نیاز برای مدل‌سازی اندازه‌گیری و ثبت شدند که شامل اندازه‌گیری تراز معادل صوت و مشخصات ترافیک عبوری بودند.

به‌منظور انجام تحلیل و آزمون کیفی و کمی داده‌ها از نرم‌افزار SPSS ، ورژن۲۶ استفاده شد. تشخیص داده‌های پرت، بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها و بررسی وجود همبستگی میان متغیرها مواردی است که در فرآیند بررسی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا برای تشخیص داده‌های پرت از روش نمودار جعبه‌ای که تحت تأثیر داده‌های پرت قرار نمی‌گیرد، استفاده شد و با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، نرمال بودن داده‌ها بررسی و در صورت وجود داده‌های غیرنرمال، با اعمال توابع مختلفی نرمال شدند. برای تعیین وجود همبستگی میان متغیرها به‌دلیل این‌که سطوح سنجش متغیرها، نسبتی و توزیع آنها نرمال بود، از ضریب همبستگی پیرسون و برای تشخیص هم‌خطی چندگانه از مقدار ضریب تورم واریانس استفاده شد.

در تفسیر نتایج آزمون، چنانچه مقدار سطح خطای مشاهده شده از ۰/۰۵ بیشتر بود، در آن صورت توزیع مشاهده شده با توزیع نظری یکسان و تفاوتی بین این دو وجود نداشت؛ یعنی توزیع به‌دست آمده، توزیع نرمال بود، اما چنانچه مقدار معنی‌داری از ۰/۰۵ کوچک‌تر بود، آنگاه توزیع مشاهده شده با توزیع مورد انتظار متفاوت و توزیع فوق نرمال نبود.

یافته‌ها

آنالیز آماری برای متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق ارائه شد که یکی از پیش‌فرض‌های اصلی برای آزمون رگرسیون، بررسی نرمال بودن توزیع این متغیرها است. برای آزمون نرمال بودن داده‌ها، آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[1] در محیط نرم‌افزار SPSS اجرا شد. شکل توزیع مورد بررسی قرار گرفت و آماره‌های انحراف معیار، واریانس، کشیدگی، انحراف از کشیدگی، چولگی و انحراف از چولگی در جدول ۱ استخراج شد. محققان معتقدند هرگاه کجی و چولگی داده‌ها بین ۲ و ۲- باشد، توزیع متغیرها نرمال است، لذا بر اساس مقادیر به‌دست آمده در خصوص کجی یا کشیدگی و چولگی می‌توان توزیع نرمال متغیرها را بررسی کرد که از نظر مقادیر کشیدگی، همه متغیرهای مورد بررسی توزیع نرمالی نداشتند و از نظر چولگی، تمامی موارد کمتر از ۲ و بیشتر از ۲- نبودند، لذا توزیع نتایج و میانگین آنها نرمال نبود.دراین تحقیق ازروش آزمون ناپارامتریک کروسکال والیس(Kruskal-Wallis) به منظورمقایسه میانگین داده های آزمایشی مربوط به دو و بیش از دو جامعه مستقل درسطح معنی داری ۵٪ استفاده شد. قابل ذکراست که درروش آماری مذکور از میانگین رتبه ها به جای شاخص میانگین به منظور مقایسه میانگین داده های آزمایشی استفاده می شود . در برونداد آزمون کولموگروف- اسمیرنوف اگر آزمون معنی‌دار بود یعنی p کوچک‌تر از۵ صدم بود، به معنی این است که توزیع نرمال نیست .

جدول ۱. آنالیز آماری نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده برحسب ایستگاه سنجش

	L_{min}	L_{max}	L_{eq}	L_{zpeak}	L_{10}	L_{50}	L_{90}
حداقل	۶۸/۵۴	۸۶/۳۲	۷۴/۴۸	۱۰۳/۷۰	۶۹/۳۷	۷۵/۲۹	۷۸/۴۲
حداکثر	۷۲۸/۸۹	۹۹/۱۶	۸۵/۲۷	۱۲۱/۹۸	۸۱/۳۹	۸۶/۳۳	۸۹/۵۹
تعداد	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶	۵۶
انحراف معیار	۸۷/۳۹۴۷۲	۲/۵۷۳۱۴	۲/۲۰۵۴۲	۴/۳۹۵۰۲	۱/۹۵۲۸۹	۲/۳۳۷۲۰	۲/۲۵۹۸۰
واریانس	۷۶۳۷/۸۳۶	۶/۶۲۱	۴/۸۶۴	۱۹/۳۱۶	۳/۸۱۴	۵/۴۶۳	۵/۱۰۷
کشیدگی	۷/۴۷۱	-۰/۴۸۶	-۱/۳۶۸	-۱/۲۴۶	-۰/۲۷۹	-۱/۳۳۱	-۱/۳۱۷
انحراف از کشیدگی	۰/۳۱۹	۰/۳۱۹	۰/۳۱۹	۰/۳۱۹	۰/۳۱۹	۰/۳۱۹	۰/۳۱۹
چولگی	۵۵/۸۷	۰/۴۱۸	۲/۵۸۵	۱/۳۳۷	۲/۲۷۲	۲/۱۶۲	۲/۶۰۸
انحراف از چولگی	۰/۶۲۸	۰/۶۲۸	۰/۶۲۸	۰/۶۲۸	۰/۶۲۸	۰/۶۲۸	۰/۶۲۸

1. Kolmogrove-Smirnov

با توجه به مقدار Sig که در ستون آخر جدول ۲ مشاهده می‌شود، توزیع داده‌های متغیرها نرمال در نظر گرفته نشد. این نتیجه با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف که مقدار Sig برایش محاسبه شد نیز مطابقت داشت.

در جدول ۳ داده‌های اندازه‌گیری شده متغیرهای مورد برحسب زمان سنجش مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به آماره‌ها و مقدار احتمال برای آزمون‌نرمال بودن در جدول ۴، توزیع داده‌ها نرمال در نظر گرفته نشد. این نتیجه با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف که مقدار Sig برایش محاسبه شد نیز مطابقت داشت.

جدول ۲. آزمون نرمال‌سنجی شاخص‌های اندازه‌گیری شده برحسب ایستگاه سنجش

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	Df	Sig.
L_z	۰/۱۵۶	۵۶	۰/۰۰۲
L_{max}	۰/۱۱۴	۵۶	۰/۰۶۶
L_{min}	۰/۴۹۸	۵۶	۰/۰۰۰
L_{eq}	۰/۱۶۳	۵۶	۰/۰۰۱
L_{10}	۰/۰۹۴	۵۶	۰/۲۰۰
L_{50}	۰/۱۸۷	۵۶	۰/۰۰۰
L_{90}	۰/۱۴۱	۵۶	۰/۰۰۷

جدول۳. آنالیز آماری نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده برحسب دوره زمانی

	L_{min}	L_{max}	L_{eq}	L_{zpeak}	L_{10}	L_{50}	L_{90}
حداقل	۵۹/۴۳	۷۸/۰۹	۶۸/۶۵	۶۵/۵۶	۶۹/۳۷	۶۷/۴۶	۷۴/۳۰
حداکثر	۷۸/۸۷	۹۵/۸۹	۸۴/۲۶	۷۷/۴۰	۸۱/۳۹	۸۵/۷۶	۸۸/۷۶
تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
انحراف معیار	۷/۱۹۴۰۰	۶/۹۴۷۳۰	۵/۹۵۱۰۰	۳/۴۵۸۷۲	۱/۹۵۲۸۹	۶/۷۵۴۳۳	۴/۸۸۸۱۳
واریانس	۵۱/۷۵۴	۴۸/۲۶۵	۳۵/۷۷۲	۱۱/۹۶۳	۳/۸۱۴	۴۵/۶۲۱	۲۳/۸۹۴
کشیدگی	-۱/۴۵۸	-۱/۳۰۹	-۱/۶۶۰	-۲/۸۲۱	-۰/۲۷۹	-۱/۶۸۲	-۱/۸۲۲
انحراف از کشیدگی	۰/۶۸۷	۰/۶۸۷	۰/۶۸۷	۰/۶۸۷	۰/۳۱۹	۰/۶۸۷	۰/۶۸۷
چولگی	۰/۷۱۱	۰/۲۶۱	۱/۱۷۵	۸/۴۱۱	۲/۲۷۲	۱/۲۷۶	۲/۱۹۴
انحراف از چولگی	۱/۳۳۴	۱/۳۳۴	۱/۳۳۴	۱/۳۳۴	۰/۶۲۵	۱/۳۳۴	۱/۳۳۴

جدول ۴. آزمون نرمال‌سنجی شاخص‌های اندازه‌گیری شده در ایستگاه سنجش

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	Df	Sig.
L_z	۰/۲۷۴	۱۰	۰/۰۳۲
L_{max}	۰/۳۰۵	۱۰	۰/۰۰۹
L_{min}	۰/۲۷۳	۱۰	۰/۰۳۳
L_{eq}	۰/۳۵۱	۱۰	۰/۰۰۱
L_{10}	۰/۳۶۰	۱۰	۰/۰۰۱
L_{50}	۰/۳۶۶	۱۰	۰/۰۰۰
L_{90}	۰/۳۸۱	۱۰	۰/۰۰۰

در جدول ۵ اندازه‌گیری‌های انجام شده برای متغیرهای در فصول مختلف مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس مقادیر به‌دست آمده در خصوص کجی یا کشیدگی و چولگی از نظر مقادیر کشیدگی، همه متغیرهای مورد بررسی توزیع نرمالی نداشتند لذا توزیع نتایج و میانگین آنها نرمال نبود. آماره‌ها و مقدار احتمال برای آزمون‌های نرمال بودن مشاهده نشد. با توجه به مقدار Sig که در ستون آخر جدول ۶ مشاهده می‌شود، توزیع داده‌هاغیر نرمال در نظر گرفته شد. این نتیجه با آزمون کولموگروف- اسمیرنوف که مقدار Sig برایش محاسبه شد نیز مطابقت داشت.

جدول ۵. آنالیز آماری نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده فصلی

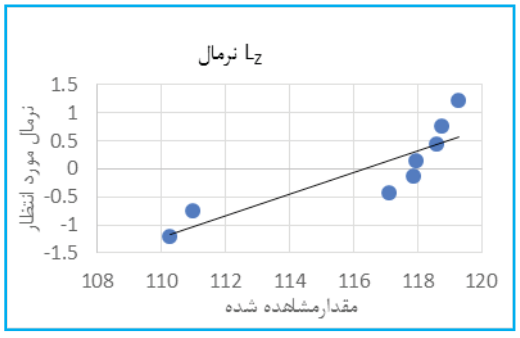
	L_{min}	L_{max}	L_{eq}	L_{zpeak}	L_{10}	L_{50}	L_{90}
حداقل	۷۱/۶۱	۹۲/۶۸	۸۰/۶۵	۱۱۰/۲۶	۷۴/۶۱	۸۱/۱۰	۸۵/۶۰
حداکثر	۷۷/۰۸	۹۴/۶۵	۸۳/۷۷	۱۱۹/۳۱	۷۷/۱۹	۸۵/۰۰	۸۸/۱۲
تعداد	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸	۲۸
انحراف معیار	۲/۱۲۷۴۳	۰/۶۳۲۵۱	۱/۲۱۵۰۱	۳/۶۱۰۵۲	۰/۸۹۴۹۱	۱/۶۳۰۴۴	۰/۸۵۳۶۳
واریانس	۴/۵۲۶	۰/۴۰۰	۱/۴۷۶	۱۳/۰۳۶	۰/۸۰۱	۲/۶۵۸	۰/۷۲۹
کشیدگی	-۱/۳۲۵	۰/۴۴۲	۰/۲۰۳	-۱/۳۱۴	۱/۴۷۸	۰/۱۶۱	۰/۹۴۳
انحراف از کشیدگی	۰/۷۵۲	۰/۷۵۲	۰/۷۵۲	۰/۷۵۲	۰/۷۵۲	۰/۷۵۲	۰/۷۵۲
چولگی	۰/۰۱۵	-۰/۰۸۲	-۱/۸۰۵	-۰/۱۰۶	۱/۵۴۵	-۲/۱۶۸	۰/۴۲۴
انحراف از چولگی	۱/۴۸۱	۱/۴۸۱	۱/۴۸۱	۱/۴۸۱	۱/۴۸۱	۱/۴۸۱	۱/۴۸۱

جدول ۶. آزمون نرمال‌سنجی شاخص‌های اندازه‌گیری شده فصلی

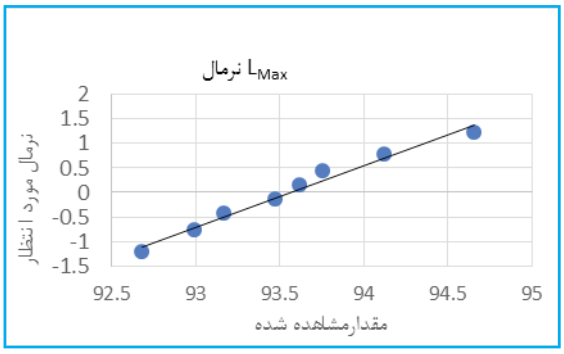
	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	Df	Sig.
L_z	۰/۳۳۴	۸	۰/۰۰۹
L_{max}	۰/۱۳۰	۸	۰/۲۰۰
L_{min}	۰/۳۶۵	۸	۰/۰۰۲
L_{eq}	۰/۱۸۷	۸	۰/۲۰۰
L_{10}	۰/۲۷۱	۸	۰/۰۸۷
L_{50}	۰/۲۴۶	۸	۰/۱۶۸
L_{90}	۰/۱۷۰	۸	۰/۲۰۰

برازش توزیع داده‌های فصلی

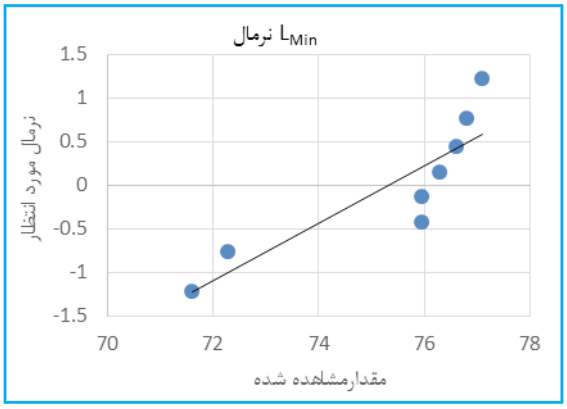
نمودارهای ۱تا۶، بررسی و تحلیل توزیع داده‌های پارامترهای مورد سنجش L_{90}، L_{50}، L_{10}، L_{eq}، L_{max}، L_{min}، L_z در ۴ فصل سال را نشان می‌دهند.



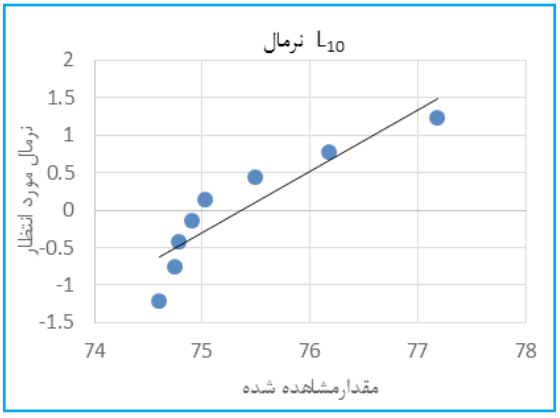
نمودار ۱. نمایش تصویری برازش داده های فصلی L_z بانمودار Q-Q



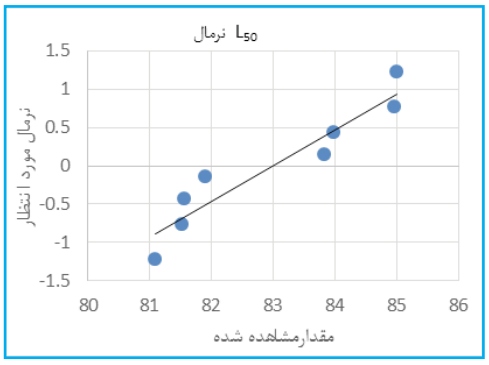
نمودار۲. نمایش تصویری برازش داده های فصلی L_{max} بانمودار Q-Q



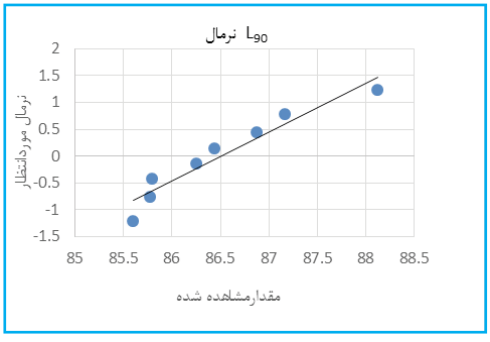
نمودار۳. نمایش تصویری برازش داده های فصلی L_{Min} بانمودار Q-Q



نمودار۴. نمایش تصویری برازش داده های فصلی L_{10} بانمودار Q-Q plot



نمودار۵. نمایش تصویری برازش داده های فصلی L_{50} بانمودار Q-Q plot



نمودار۶. نمایش تصویری برازش داده های فصلی L_{90} بانمودار Q-Q plot

در بررسی و تحلیل نمودار ۱تا۶ مشاهده گردیدکه پارامترهای L_{Max}و L_{Min} ،L_{10} ،L_{50} از لحاظ تصویری دارای توزیع یکسان پارامترهای اندازه‌گیری فصلی نبوده و توزیع یکنواخت نتایج در محدوده خط برازش مشاهده نشد.

بحث

امروزه آلودگی صوتی، مسئله مهمی برای کیفیت زندگی در نواحی شهری محسوب می‌شود. مدیریت این نوع از آلودگی از طریق کنترل و کاهش صدای محیطی و آلودگی صوتی ناشی از آن، مطالبه بخش قابل توجهی از ساکنان و مقامات شهری است؛ چراکه صدای ناشی از ترافیک به‌عنوان مهم‌ترین منبع مولد صوت در محیط‌های شهری می‌تواند آثار نامطلوبی بر ساکنین مجاور منابع صوت و بهره‌برداران بگذارد.

در مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در ایستگاه‌های مختلف بزرگراه شهید کلانتری در سطح معنی‌داری ۵٪، بیشترین میزان صدا و شاخص‌های صوتی اندازه‌گیری شده به‌ترتیب مربوط به ایستگاه اول آبادگران با میزان ۷۹/۶۱ دسی‌بل، جاده ورودی به کوهسنگی حدود ۸۰ دسی‌بل و کمترین میزان ایستگاه میدان حافظ حدود ۵۸ دسی‌بل بود.

به‌نظر می‌رسد افزایش تراز صدا و شاخص‌های مربوطه در این ایستگاه می‌تواند ناشی از موقعیت مکانی آن به‌عنوان ایستگاه‌های مرکزی و اصلی این بزرگراه، محل تلاقی خیابان‌های منتهی این ایستگاه‌ها به شهرک‌های اطراف، تجمع و تردد نسبتاً زیاد وسایل نقلیه موتوری در حاشیه بزرگراه، حرکت وسایل نقلیه با دنده سنگین به‌خصوص در ساعات شلوغ و همچنین تردد زیاد وسایل حمل‌ونقل عمومی و موتورسیکلت‌ها باشد.

همچنین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق مشخص می‌گردد که در تمام فصول سال، میانگین تراز معادل صدا در تمامی ایستگاه‌های مورد بررسی، بالاتر از تراز صدای محیطی روزانه توصیه شده استاندارد صدا در هوای آزاد ایران می‌باشد که از این میان، فصل پاییز دارای بیشترین میزان تراز معادل صوت (Leq) به میزان ۸۰ سی‌بل بود. بالا بودن میزان تراز معادل صدا و سایر شاخص‌های صوتی اندازه‌گیری شده به‌دلیل بازگشایی مدارس و دانشگاه‌ها در فصل پاییز و با توجه به تغییر حجم ترافیک و افزایش میزان تردد وسایل نقلیه از جمله خودروهای سواری، اتوبوس و مینی‌بوس در این فصل می‌باشد.

همچنین بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، تمامی ساعات مذکور در بازه‌های زمانی صبح، ظهر، عصر و شب دارای تراز صدای محیطی فراتر از حدود توصیه شده روزانه برای مناطق مسکونی – تجاری یعنی ۶۰ دسی‌بل بودند و بیشترین تراز معادل صوت مربوط به نوبت صبح به میزان ۸۲ دسی‌بل بود که با توجه به تردد بیشتر وسایل نقلیه و شروع به کار ادارات و مراکز آموزشی در ساعات ابتدایی روز، مورد توجه است.

در انتهای تحقیق مشخص گردید که میزان آلودگی صوتی در بزرگراه کلانتری بیشتر از حد مجاز است. بیشترین مقادیر برداشت شده تراز معادل صدا (Leq) توسط دستگاه صوت‌سنج در محیط واقعی در دوره‌های زمانی ۴ فصل متعلق به ایستگاه بلوار پیروزی، پمپ بنزین کوهسنگی و ورودی کوهسنگی بود که با حداکثر مقدار بین ۸۰ تا ۸۷ دسی‌بل بود. در سایر مقادیر سنجش کمتر از ۸۰ دسی‌بل بود و ملاحظه می‌گردد مقادیر اندازه‌گیری بالای حدود مجاز تراز صوتی در مناطق مسکونی و تجاری می‌باشد که در روز، مقادیر استاندارد ۵۵ دسی‌بل و در شب ۴۵ دسی‌بل است، در حالی که مقادیر اندازه‌گیری شده بالای ۶۰ دسی‌بل و تا حدود ۸۵ دسی‌بل نیز می‌باشد.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه بیانگر این واقعیت است که میانگین تراز روز به‌دست‌آمده در بزرگراه شهید کلانتری شهر مشهد بالاتر از حد استاندارد ایران است و لذا می‌بایست اقدامات جدی در جهت کنترل صدا و پیشگیری از عوارض ناشی از آن در منطقه انجام شود. بنابراین از روشهـای مقابله با آلودگی صوتی در شهرها میتوان بـه جانمایی و پراکنش مناسب کاربریهای شهری و رعایت نحوه دسترسی آنها، تولید وسایـل نقلیه استاندارد و کم صدا، اعمال محدودیت در تردد خودروهـا و موتورسیکلتها، ایجاد محدودیت سرعت، اصلاح فرهنـگ ترافیکـی و گسـترش حمل ونقل همگانی اشاره کرد . همچنین ساخت دیوارههای صوتی در اطراف راهها و استفاده از مصالح جاذب صدا در واحدهای مسکونی و تجاری یا فضای سبز در حاشیهٔ منـازل مسکونی یا راههـا کمک شایانی درکاهش آلودگی شهر خواهد کرد . ایستگاههای سنجش آلودگی صوتی به تعداد مناسب و وجود نقشه پایه وضعیت صدای ترافیک در بزرگراه میتواند برای سایر پژوهش‌های مربوط به آثار صدا بر محدوده مطالعاتی مثمر ثمر واقع شود.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر

نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از سرکارخانم فاطمه حسنی، کارمند سازمان حفاظت محیط زیست تهران که در مدل‌سازی و آنالیز آماری صمیمانه همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Agarwal, S. and Swami, B.L. 2011. Road traffic noise, annoyance and community health survey-Acase study for an Indian city. Noise and health,13(53): 272.
2. Aydin Y, Kaltenbach M. Noise Perception,Heart Rate And Blood Pressure In Relation To Aircraft Noise In The Vicinity Of The Frankfurt Airport. Clinic Res Cardiol 2007; 96 (6): 347-58.
3.Eunice Y. Lee a,n, Michael Jerrett a, Zev Ross b, Patricia F. Coogan c, Edmund Y.W. Seto Assessment of traffic-related noise in three cities in the United States Environmental Research 132 (2014) 182–189
4. Fathi, S., Nassiri, P., Esmaeil Pour M.., Moradi, R. and Razaghei, F. Study of noise pollution in the district 5 of tehran municipally. J Environ Sci Technol, 2015; 17(2), 1-7. (Persian)
5. Fielder, P.E, Zannin, P.H., ۲۰۱۵. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs-Noise maps and measurements Environ Impact Assessm Rev,.9-1: 51
6. Hassani, F., Nasseri, P., hassani, Z., ۲۰۱۵.Evaluation of Traffic Noise pollution inGrand Bazaar of Tehranwith TNM Model. The ۱٤th International Conference of traffic and TransportationEngineering (in Persian).
7. Jafari , N., Bina, B., Mortezaie, S., Ebrahimi, A. and Abdolah Nejad, A. Survey of noise pollution levels in congested areas of Isfahan, Iran. Health System Research; 2012, 7(5): 587-595. (Persian)
8. Khayami, E., Mohammadi, M., Bahadori, M. Hasani, F. and Ghorbani, A. Evaluation and Zonation of Noise Pollution in Vakil-Abad Highway, Mashhad. J NATUR ENVIRON; 2019, 72(1): 73-83.
9. Soltanian, S. and Narimousa, Z. Evaluation of Noise pollution in Omidiyeh city, 2015. J Health Res Commun. 2016; 1(4):12-20. (Persian)
10. Sayadi Anari, M. H. and Movafagh, A. Environmental noise pollution level at birjand city using statistical and GIS techniques. J Environ Stu; 2014, 40(3): 693-710. (Persian)
11.Yari, A. R, Dezhdar B., Koohpaei A. Ebrahimi, A., Mashkiiri, A. R., Mohammadi, M. J. and Arsang-Jang, S.Evaluation of traffic noise pollution and control solutions offering: a case study in Qom, iran. J Sabz Univ Med Sci; 2016 23(4): 600-607. (Persian)