Journal of Research in Environmental Health

Volume 9, Issue 4, Winter 2024

Investigating Changes in Sound Level before Emergence of Covid-19 and During the Restrictions due to its Outbreak in the City of Mashhad (Case Study: Shohada Crossroads)

Raheleh Valizadeh Ardalan
Master's student Of Department of Environmental Science, Kheradgarayn Motahar Institute of Higher Education, Mashhad, Iran.

Mitra Mohammadi
* PhD in Environmental Biotechnology, Member of Department of Environmental Science, Kheradgarayn Motahar Institute of Higher Education, Mashhad, Iran. (Corresponding author):
M.mohammadi@motahar.ac.ir

Mohammad Sadegh Bahadori
Department of Civil Engineering – Transportation, University of Lisbon, Portugal.

Received: 2023/06/20
Accepted: 2023/09/21

Doi: 10.22038/jreh.2024.23866

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Purpose: Increasing population growth and technological advancements in cities inevitably result in rising noise pollution levels. The emergence of the coronavirus disease worldwide, including Iran, has significantly altered people's daily lives. This has presented a unique opportunity to assess changes in sound levels. Therefore, this study aims to investigate sound level variations before the outbreak and during the COVID-19 restrictions at a pivotal intersection in Mashhad.

Materials and Methods: The initial segment of this study examined the sound equivalent level in April 2018 and 2019 without considering any specific circumstances at the Shohada crossroad. In the second segment, employing SPSS22 software and the Wilcoxon test, we compared the alterations in various sound level indicators before the disease prevalence (April 2018) and during the restrictions (April 2019).

Results: The results of the first part of the study revealed that the hourly equivalent sound level (Leq) in April 2018 and 2019 was 70.48 and 70.39 dB, respectively. The results of the second part indicated a significant difference between the two periods under investigation in terms of equivalent sound levels. The maximum and minimum sound equivalent levels (LMax, Lmin) reduction during the disease outbreak compared to the pre-outbreak period was 0.16 and 0.08 dB, respectively. Additionally, during the night curfew hours (21-03) in April 2019, the sound equivalent level decreased by 0.09 dB compared to 2018.

Conclusion: The findings of this study demonstrate that the equivalent sound level at the Shohada crossroad in Mashhad exceeded national standards before the disease prevalence. However, noise pollution levels have decreased due to decreased economic activities during the outbreak and the associated restrictions. Nonetheless, the equivalent sound level still surpasses the established standards, indicating that noise pollution at the mentioned intersection persists. Further research is warranted on this subject, encompassing traffic modeling, noise pollution emission inventories, establishing links between land use patterns and noise pollution, and the influence of weather conditions on sound levels.

Keywords: Noise Pollution, Social Restriction, Coronavirus, Equivalent Noise Level, Wilcoxon Test

▶ **Citation:** Valizadeh Ardalan R, Mohammadi M, Bahadori M. Investigating Changes in Sound Level before Emergence of Covid-19 and During the Restrictions due to its Outbreak in the City of Mashhad (Case Study: Shohada Crossroads). *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Winter 2024; 9(4): 442-456.

بررسی تغییرات تراز صدا در قبل از ظهور بیماری کووید ۱۹ و در زمان اجرای محدودیت‌های ناشی از شیوع آن در سطح شهر مشهد (مطالعه موردی: چهارراه شهدا)

راحله والیزاده اردلان
دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی منابع طبیعی- محیط زیست، گرایش آلودگی‌های محیط زیست، موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر، مشهد، ایران.

میترا محمدی
دکتری بیوتکنولوژی محیط زیست، هیئت علمی محیط زیست، موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول):
M.mohammadi@motahar.ac.ir

محمد صادق بهادری
دکتری سیستم‌های حمل و نقل، دانشگاه فنی لیسبون، پرتغال، لیسبون، پرتقال.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۳۰
نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: با رشد جمعیت در شهرها و افزایش رشد صنعت و تکنولوژی، آلودگی صوت همواره رو به افزایش است. بروز بیماری کرونا و ایجاد محدودیت‌های ناشی از آن در دنیا و ایران از جمله شرایطی بود که باعث ایجاد تغییرات شدیدی در زندگی روزمره مردم گردید که فرصت ارزیابی تغییرات محیط صوتی را فراهم نمود. لذا این مطالعه با هدف بررسی تغییرات تراز صدا در یکی از تقاطعات مهم شهر مشهد در قبل از شیوع بیماری و در زمان ایجاد محدودیت‌های ناشی از آن انجام شده است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در ابتدا به بررسی وضعیت تراز معادل صوت به تفکیک (فروردین ماه ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) در چهار راه شهدای مشهد بدون در نظر گرفتن هرگونه شرایط خاص پرداخته و در بخش دوم مقایسه شاخص‌های مختلف صوت در بازه‌های زمانی مختلف، بر اساس آنالیز آماری ویلکاکسون و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ در قبل از بروز بیماری (فروردین ۱۳۹۸) و در زمان ایجاد محدودیت‌های ناشی از شیوع آن (فروردین ۱۳۹۹) انجام شد.

یافته‌ها: در بخش اول مطالعه میانگین L_{eq} ساعتی در فروردین ۱۳۹۸و ۱۳۹۹ به ترتیب ۷۰/۴۸ و ۷۰/۳۹ دسی‌بل بود و نتایج بخش دوم حاکی از معنادار بودن تفاوت در میانگین تراز معادل صوت در دو بازه مطالعاتی می‌باشد.

تراز معادل حداکثر (L_{Max}) و حداقل (L_{min}) در زمان شیوع کرونا نسبت به زمان قبل از بیماری به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۰۸ دسی‌بل کاهش یافته است. در ساعات منع تردد شبانه یعنی ۲۱ الی ۰۳ شب در فروردین ۱۳۹۹ نیز میزان تراز معادل صدا به میزان ۰/۰۹ دسی‌بل نسبت به سال ۱۳۹۸ کاهش پیدا کرده است.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که تقاطع چهارراه شهدای مشهد در زمان قبل از بروز بیماری از تراز معادل صوتی بالاتر از حد استانداردهای ملی بوده است. این در حالی است که در سال شیوع بیماری به‌دلیل کاهش حجم فعالیت‌های اقتصادی در زمان اوج محدودیت‌های کرونایی، میزان آلودگی صوتی اگرچه نسبت به سال ۱۳۹۸ کاهش داشته است، اما تراز معادل صوت همچنان نسبت به استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست بالاتر بود و به عبارتی آلودگی صوت در تقاطع مذکور همچنان وجود داشته است. به نظر می‌رسد بررسی دلایل این موضوع نیاز به انجام تحقیقات بیشتر مانند مدل‌سازی ترافیکی، تعیین سیاهه انتشار آلودگی صوت، بررسی رابطه بین کاربری‌ها و آلودگی صدا و تاثیر شرایط آب و هوایی بر میزان تراز صدا دارد.

کلید واژه‌ها: آلودگی صوتی، محدودیت اجتماعی، کرونا ویروس، تراز معادل صوت، آزمون ویلکاکسون

◀ **استناد:** والیزاده اردلان ر، محمدی م، بهادری م. بررسی تغییرات تراز صدا در قبل از ظهور بیماری کووید ۱۹ و در زمان اجرای محدودیت‌های ناشی از شیوع آن در سطح شهر مشهد (مطالعه موردی: چهارراه شهدا). *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۴۰۲؛۹(۴): ۴۴۲-۴۵۶.

مقدمه

نتیجه رشد جمعیت شهری در سراسر جهان، گسترش شهرهایی است که برای تأمین شغل، مسکن و معیشت پایدار مهم هستند. با توجه به تکامل شهرها و به ویژه شهرهایی که وابستگی شدیدتری به سفرهای مبتنی بر خودرو دارند، سطوح آلودگی در آن‌ها در طول زمان افزایش یافته است. در بین همه آلاینده‌ها، سازمان بهداشت جهانی (WHO)[1] گزارش داده است که آلودگی صوتی پس از آلودگی هوا و آب، سومین نوع آلاینده‌های خطرناک است (۱). علاوه بر این، اتحادیه اروپا تخمین زده است که بیش از ۴۰ درصد از کل جمعیت اروپا در معرض تراز سر و صدای روز-عصر-شب (Lden)[2] ۵۵ دسی‌بل یا بیشتر هستند، در حالی که ۳۰ درصد از جمعیت در معرض همان میزان سر و صدا در طول شب قرار دارند (۲). اثرات بهداشتی ناشی از افزایش سر و صدای محیطی یک نگرانی در سراسر جهان است. به عنوان مثال، حساسیت به صدا می‌تواند عامل مهمی در اختلالات روانپزشکی مانند اضطراب و افسردگی باشد(۱). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که افزایش ۵ دسی‌بل صدای کنار جاده می‌تواند شانس ابتلا به فشار خون را تا ۳/۴ درصد افزایش دهد (۳ و ۴). مطالعات بیشتر نشان می‌دهد که مواجهه صوتی با ترازهای غیر مجاز صدا می‌تواند منجر به اختلال عملکرد هورمونی و افزایش فشار خون شده که به شدت بر سیستم قلبی عروقی در بدن تأثیر گذار است (۵).

سازمان جهانی بهداشت در ۱۱ مارس ۲۰۲۰ شیوع جهانی بیماری ساری کووید ۱۹ را که باعث بیماری کروناویروس می‌شود، یک بیماری همه‌گیر اعلام کرد. در این راستا ابزار ایمن‌سازی و فاصله‌گذاری فیزیکی یکی از امیدوارکننده‌ترین اقدامات بهداشت عمومی برای کاهش سرعت انتقال این بیماری شناخته شد. بر این اساس، بسیاری از دولت‌ها با اجرای اقدامات سیاسی از جمله تعطیلی اقتصادی، بسته شدن مرزها و ایجاد محدودیت‌های اجتماعی و مسافرتی به شیوع سریع ویروس واکنش نشان دادند (۶). چنین انتشار گسترده و سریعی در دهه‌های اخیر هرگز تجربه نشده است و به دلیل محدودیت‌های شدید دولت‌های ملی در سراسر دنیا، تغییرات شدیدی در زندگی روزمره مردم رخ داده است. این تغییرات در تحرک و رفتارهای انسانی، محیط صوتی را به‌ویژه در مناطق شهری تغییر داد و فرصت ارزیابی تغییرات مربوطه را فراهم کرد(۷).

دولت ایران نیز از این قاعده مستثنی نبوده و به تبعیت از کشورهای دیگر محدودیت‌های مختلفی را برای بهبود منحنی سرایت ایجاد کرد. بر اساس دستورالعمل‌های کمیته تخصصی ستاد مقابله با کرونا تمامی ترددها و سفرها به شهرهای با وضعیت قرمز و نارنجی در نوروز ۱۳۹۹ ممنوع گردید. در این میان شهر مشهد به عنوان دومین کلان‌شهر بزرگ ایران و جمعیتی بالغ بر ۳ میلیون نفر همگام با سایر شهرهای ایران اقدامات محدودکننده‌ای را از قبیل قرنطینه، تعطیلی مدارس و دانشگاه‌ها، دورکاری در ادارات و ... را در زمان شیوع همه‌گیری به اجرا درآورد. در نوروز ۱۳۹۹ استانداری خراسان رضوی اعلام کرد که میزبان مسافران نخواهد بود و تردد کلیه خودروهای با پلاک غیر بومی به مشهد را ممنوع اعلام کرد. همچنین کلیه اقامتگاه‌ها و مراکز تفریحی و فرهنگی خراسان رضوی و حتی حرم مطهر رضوی برای ایجاد سلامت عمومی و حفظ جان انسان‌ها تعطیل و آستان مقدس رضوی خدمات رسانی به مردم را به حالت تعلیق درآورد. علاوه بر این در روزهای دوازدهم و سیزدهم فروردین محدودیت‌های داخلی شهر مشهد تشدید گردید به طوریکه در روز ۱۳ فروردین تردد خودروها از ساعت ۵ بامداد الی ۲۴ در سراسر استان از مقابل منزل برای شهروندان ممنوع شد. در ایام نوروز همچنین کلیه مشاغل غیر ضروری مانند پاساژها و مجتمع‌های تجاری و مراکز خرید، پارک‌ها و مراکز تفریحی، رستوران‌ها و تالارهای شهر تعطیل شد و فقط مشاغل ضروری مجاز به انجام فعالیت بودند.

مطالعات مختلفی در سراسر جهان در زمان شیوع بیماری و ایجاد قرنطینه این موضع را مورد بررسی قرار داده‌اند. به عنوان مثال نتایج مطالعات انجام گرفته توسط میشرا و همکاران در کانپور هند

1. World Health Organization
2. Day-evening-night level

که در سه بازه زمانی قبل از بیماری، شیوع بیماری و پس از پایان قرنطینه انجام گرفت، نشان داد که مناطق تجاری کاهش قابل توجهی از میزان صدا در زمان اجرای برنامه‌های قرنطینه داشته‌اند اما در سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه میزان صدا در زمان قرنطینه بیش از حد استانداردهای ملی هند بوده است (۸). در مطالعه دیگری که توسط جوشی و همکاران و در هیمالیا دهرادون انجام گرفت نشان داده شد که میزان صدا در زمان اجرای قرنطینه ناشی از بیماری کرونا به زیر حد معمول یعنی ۶۰ دسی‌بل بوده است (۹). مطالعه‌ای که در شهر رم ایتالیا در شبکه جاده‌ای این شهر توسط آلتا و همکاران انجام گرفت نشان داد تراز صدا در فاز اول قرنطینه به میزان ۶۴ درصد و در فاز دوم ۳۴ درصد کاهش یافته است (۱۰). مطالعه رامپلر و همکاران در یک مکان شلوغ در استکهلم، سوئد نیز حاکی از کاهش میزان تراز صدا بیش از ۴ دسی‌بل به طور روزانه بوده است (۱۱). یک مطالعه انجام گرفته در شهر مادرید توسط آسنسیو و همکاران در طی ماه‌های مارس تا ژوئن ۲۰۲۰ نیز نشان داد که قوانین قرنطینه به دلیل عدم حضور وسایل نقلیه و مردم در خیابان‌ها توانسته است میزان صدا در سطح شهر را کاهش دهد (۱۲). نتایج مطالعه مانوز و همکاران بر روی ۲۱ ایستگاه نظارت در پنج شهرک در جنوب فرانسه در زمان قرنطینه و مقایسه آن با شرایط عادی قبل از کرونا نیز نشان داد که تراز صدا در شهرک‌هایی که در اطراف جاده‌های شلوغ بودند به میزان ۲ دسی‌بل در زمان شیوع بیماری و اعمال قرنطینه کاهش یافته است(۱۳). همچنین به منظور تاثیر قرنطینه بر میزان شاخص‌های صدا و مقایسه آن با شرایط عادی در برخی مناطق رم و میلان در کشور ایتالیا، شاخص‌های صوتی مرتبط و غیرمرتبط با ترافیک از مارس تا می ۲۰۲۰ با یک رویکرد آماری بررسی قرار گرفت. این مطالعه که توسط نتایج پیجس و همکاران با استفاده از سیستم نقشه برداری خودکار نویز انجام گرفت نشان داد بیش از ۶۰ درصد جمعیت در معرض آلودگی صوت در دوران قرنطینه با کاهش سطوح صدا مواجه بوده‌اند (۱۴). باسو و همکاران نیز در بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۲ ایستگاه سنجش صوت در شهر دوبلین، ایرلند هم نشان دادند که تراز معادل صدا در زمان قرنطینه و اعمال محدودیت‌های ترافیکی به میزان قابل توجهی کاهش یافته است (۱). زامبون و همکاران نیز در مطالعه دیگری در شهر میلان ایتالیا با تجزیه و تحلیل داده‌های ۲۴ ایستگاه دائمی ثبت صدا نشان دادند که تراز صدا نسبت به سال ۲۰۱۹ و در شرایط عادی قبل از کرونا ۶ دسی‌بل کاهش داشته است (۱۵). بارتولوچی و همکاران در تجزیه و تحلیل داده‌های ایستگاه‌های هوشمند سنجش صوت در مونزای ایتالیا در طول دوره قرنطینه نیز نشان دادند که تراز صدا در دوره قرنطینه در این شهر، از ژانویه تا آوریل ۲۰۲۰ بین ۶ تا ۱۰ دسی‌بل کاهش یافته است (۱۶).

لازم به ذکر است که تا کنون هیچ گونه مطالعه‌ای به منظور بررسی کاهش و یا افزایش میزان شدت صوت در زمان ایجاد محدودیت‌های بیماری کرونا نسبت به قبل و در شرایط عادی در ایران انجام نگرفته است.

از طرفی مشهد مقدس سالانه به‌خصوص در ایام تعطیلات فروردین پذیرای مسافران بسیار زیادی از گوشه و کنار ایران و حتی جهان بوده است لذا ظهور بیماری سارس کووید ۱۹ در بهمن ۱۳۹۸ و اعمال اولین محدودیت‌های مربوط به آن در نوروز ۱۳۹۹، شهر مشهد را متحمل یک قرنطینه اجتماعی به خصوص در ایام تعطیلات نوروزی گردانید. قرنطینه و محدودیت‌های ایجاد شده در ایام مذکور باعث کاهش شدید و چشمگیر در حجم تحرک و ترافیک، ممنوعیت ورود زائر و مسافر و نیز کاهش قابل توجهی از رویدادها و فعالیت‌های اجتماعی به شهر مشهد شد. فرض بر این است که اعمال قانون برای اجرای محدودیت‌های ایجاد شده احتمالا بر کیفیت صدای محیط تاثیرگذار بوده و آلودگی صوتی را کاهش داده است. با انجام این مطالعه می‌توان تأثیر صدور توصیه‌ها و اعمال قوانین را از سوی مقامات بر کاهش فعالیت‌های انسانی و در نتیجه کاهش آلودگی‌های محیط زیستی از جمله آلودگی صوت را مورد بررسی قرار داد. آگاهی از نوع و میزان این تأثیرات می‌تواند در مدیریت، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در آینده به خصوص در طول چنین بحران‌هایی بسیار مهم و موثر باشد. لازم به ذکر است تقاطع چهار راه شهدای مشهد به‌واسطه موقعیت بسیار مهم آن و نزدیکی حرم مطهر و میدان شهدا که یکی از میادین اصلی، شلوغ و

پرتردد شهر می‌باشد و نیز قرار گیری هتل‌ها، مسافرخانه‌ها و مراکز تجاری بسیار زیاد در اطراف آن یکی از تقاطعات پرازدحام شهر بوده و یکی از درگاه‌های اصلی ورود به میدان شهدا و حرم مطهر محسوب می‌گردد.

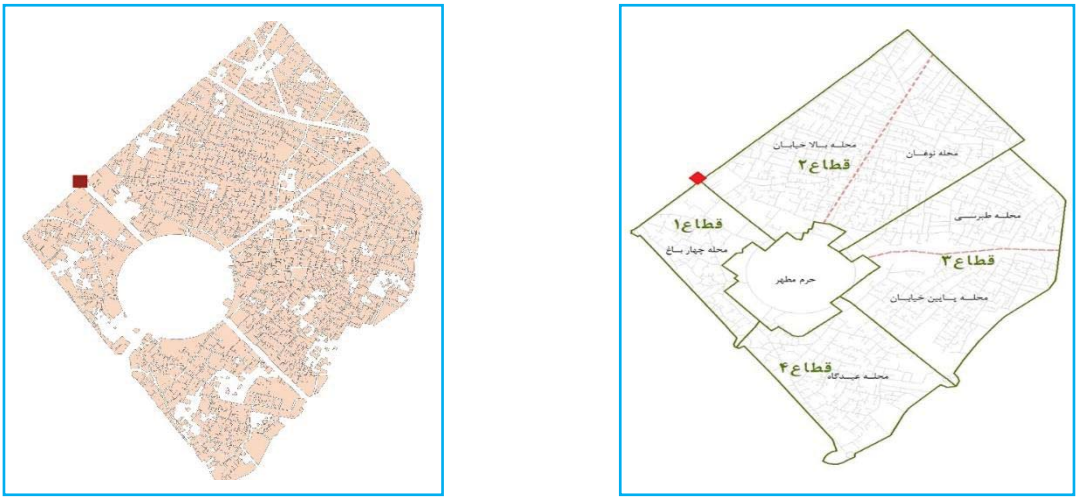
لذا این مطالعه با هدف تحلیل و بررسی تغییرات تراز صوت در تقاطع چهار راه شهدای مشهد در قبل از ظهور بیماری و در طول ایجاد محدودیت‌های ناشی از شیوع آن و با بهره‌گیری از نتایج ایستگاه ثابت سنجش آلودگی صوت در این تقاطع انجام گرفته است.

روش کار

با عنایت به هدف انجام این تحقیق که ارزیابی تراز معادل صوت و مقایسه آن در فروردین ۱۳۹۸ (زمان قبل از شیوع بیماری کرونا) تا فروردین ۱۳۹۹ (زمان شیوع بیماری و اجرای محدودیت‌ها) می‌باشد، داده‌های ایستگاه ثابت سنجش آلودگی صوت مستقر در چهار راه شهدای مشهد بررسی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

معرفی محدوده مطالعاتی

شهر مشهد با جمعیتی بالغ بر ۳۰۰۱۱۸۴ نفر دومین کلان‌شهر ایران بوده که به‌واسطه بارگاه ملکوتی امام رضا (ع) سالانه پذیرای حدود ۳۰ میلیون زائر و گردشگر از سراسر ایران و سایر کشورهای اسلامی جهان است (۱۷). چهار راه شهدای مشهد بین مناطق ۱۳ گانه شهرداری مشهد در منطقه ثامن واقع گردیده است. حریم این منطقه از شمال خیابان آیت‌الله بهجت (آزادی قدیم) و بلوار وحدت، از جنوب خیابان امام رضا و خیابان خسروی نو، از شرق خیابان شیرازی و میدان شهدا و از غرب خیابان هفده شهریور و نواب صفوی را در برمی‌گیرد. محدوده آستان قدس رضوی نیز در این منطقه قرار دارد؛ بنابراین دروازه ورود به حرم، منطقه ثامن است و زائر از هر سمتی که به حرم وارد شود، از منطقه ثامن عبور می‌کند. مساحت این منطقه ۳۵۷ هکتار و جمعیت آن حدود ۲۱۴۵۶ نفر بوده و هسته اصلی و قدیمی محسوب می‌شود. به دلیل استقرار حرم مطهر امام رضا(ع) در این منطقه واحدهای اقامتی زیادی مانند هتل، مسافرخانه، مهمانپذیر و ... در آن قرار گرفته و باعث تمرکز بخش زیادی از زائرین حرم امام هشتم شیعان در این منطقه گردیده است. از لحاظ موقعیت جغرافیایی این مکان در نزدیکی مراکزی مانند بازار رضا و گنبد طلا و حرم حضرت علی ابن موسی الرضا(ع) قرار گرفته است. تراکم جمعیتی در این منطقه ۶۱ نفر در هر هکتار می‌باشد. این تحقیق با بهره گیری از داده‌های ایستگاه ثابت سنجش صوت که در چهار راه شهدا مستقر می‌باشد انجام شد. مهمترین کاربری‌های مجاور این تقاطع شامل تجاری، مسکونی، مسکونی – تجاری و درمانی می‌باشند. در شکل (۱) موقعیت ایستگاه ثابت سنجش صوت در منطقه ثامن ارائه شده است.



شکل ۱. موقعیت ایستگاه ثابت سنجش صوت در تقاطع چهار راه شهدای مشهد

برای انجام این تحقیق ابتدا با مراجعه به مرکز پایش آلاینده‌های شهر مشهد، داده‌های مربوط به تراز صدای اندازه‌گیری شده در چهارراه شهدا برای فروردین ماه سال ۱۳۹۸ (قبل از وقوع کرونا) و فروردین ماه ۱۳۹۹ (زمان اوج محدودیت‌های ناشی از شیوع بیماری) در بازه زمانی ۲۴ ساعته (روز و شب) اخذ و جمع‌آوری گردید. پارامترهای اندازه‌گیری در ایستگاه‌های مذکور شامل تراز معادل صوت (L_{eq})[1]، حداقل تراز صوت (L_{min})[2]، حداکثر تراز صوت[3] (L_{max})، L_{50}[4]، L_{10}[5] و L_{90}[6] بوده است. همچنین شاخص صدای ترافیک (TNI)[7] و حد مجاز آلودگی صوتی (NLP)[8] از طریق معادلات ۱ و ۲ محاسبه گردید.

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + (L_{90} - 30) \qquad (۱)$$

$$NPL = L_{eq} + (L_{10} - L_{90}) \qquad (۲)$$

از آنجایی که تراز صدا به شدت با فعالیت و رفتار جمعیت در شرایط و در ساعات مختلف شبانه‌روز ارتباط دارد لذا بازه‌های زمانی مدنظر برای بررسی و مقایسه در این مطالعه با بهره‌گیری از مطالعات مختلفی مانند سعید و همکاران ، آسنسیو و همکاران و باسو و همکاران (۱،۱۲،۵) به شرح ذیل انتخاب گردید:

-روزهای کاری: دلیل انتخاب این بازه ازدحام، تردد و ترافیک ناشی از حمل و نقل و فعالیت‌های اداری، تجاری و آموزشی در روزهای عادی و مقایسه آن با روزهای اوج محدودیت‌های کرونایی می‌باشد. در فروردین ۱۳۹۹ شهر مشهد جزو شهرهای قرمز بود که فقط مشاغل گروه یک اجازه فعالیت داشتند. این مشاغل شامل گروه‌های ضروری برای تامین مایحتاج مردم بودند. همه فعالیت‌های آموزشی به صورت حضوری، سینما و تئاتر، تعطیل بود و ادارات نیز با ظرفیت حداقلی حضور کارمندان در حال فعالیت بودند.

-مجموع روزهای تعطیل: تعطیلات در نوروز در زمان‌های عادی در شهر مشهد زمان بسیار مناسبی برای سفرهای زیارتی است. به‌طوریکه تعداد حضور زائر و مسافر در این ایام بسیار بیشتر از سایر مواقع در سال می‌باشد. همچنین در این ایام اکثر مشاغل به دلیل ارائه خدمات به زائرین و مسافران باز بوده و مشغول فعالیت می‌باشند. این در حالی است که در فروردین ماه ۱۳۹۹ حرم رضوی تعطیل بوده و فقط مشاغل گروه یک در شهرهای قرمز اجازه فعالیت داشتند. همچنین پلاک‌های بومی اجازه خروج از شهر و پلاک‌های غیربومی نیز اجازه ورود به شهر را نداشتند. سفرهای هوایی و ریلی بسیار کاهش یافته و هتل‌ها و مسافرخانه‌ها و کلیه اقامتگاه‌های پذیرش مسافر نیز تعطیل بود.

-سیزدهم فروردین ماه (در فروردین ماه ۱۳۹۹ و در این روز تردد خودروها از ساعت ۵ بامداد الی ۲۴ در سراسر شهر از مقابل خانه برای شهروندان ممنوع بود). در ایام عادی نیز به دلیل روز طبیعت و روز آخر تعطیلات معمولا ازدحام و تردد داخل شهر و محدوده مطالعاتی کمتر از سایر ایام نوروز است.

ساعات مختلف شبانه‌روزشامل (۷ الی ۱۵) و عصر (۱۶ الی ۲۰) و (۲۱ الی ۳ بامداد): ساعت ۲۱ الی ۳ در فروردین ماه ۱۳۹۹ ساعات منع عبور و مرور خودروهای سبک و سنگین بوده است. در این زمان‌ها فقط تاکسی‌ها، اورژانس و خودروهای حمل مواد غذایی و سوخت، وسایل حمل و نقل عمومی و آمبولانس و آتش نشانی اجازه تردد در سطح شهر را داشتند.

کل ساعات اندازه گیری (۳۱ روز بر اساس داده‌های ساعتی)

روش اندازه‌گیری در این مطالعه استفاده از دستگاه ثابت سنجش صوت مستقر در محل بود. تجهیزات اندازه‌گیری نصب

1. Equivalent Noise Level
2. Minimum Sound Level
3. Maximum Sound Level
۴. ترازی که در ۵۰ درصد کل دوره اندازه‌گیری، تراز فشار صوت بالاتر از آن بوده است.
۵.ترازی که در ۱۰ درصد کل دوره اندازه‌گیری، تراز فشار صوت بالاتر از آن بوده است.
۶. ترازی که در ۹۰ درصد کل دوره اندازه‌گیری، تراز فشار صوت بالاتر از آن بوده است
7. Traffic Noise Index
دلالت بر تراز معادل صدا به ازای شرایط مستمر بار ترافیک عمومی دارد
8. Noise Pollution Level
عبارت است حد مجاز آلودگی صوتی که مقادیر بیش از آن اختلال سرو صدا و یا سرو صدای نگران‌کننده به شمار رفته و باعث افزایش فشارخون، بالا رفتن سطح استرس، وزوز گوش، اختلالات خواب و دیگر اثرات مضر شنوایی شده و ممکن است به شنوایی آسیب برساند.

شده در این ایستگاه‌ها صوت سنج مدل NOR140 با میکروفون مدل NOR1216 ساخت کمپانی NORSONIC است که قادر به اندازه‌گیری باند فرکانسی از ۰/۴ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز با دامنه حداکثر db ۱۴۰ می‌باشد (شکل ۲). دستگاه تراز سنج صوت روی شبکه توزین بسامد A، سرعت fast و طیف dB ۱۳۰ - ۳۰ تنظیم شده و روی پایه‌ای با ارتفاع ۴ متر از سطح زمین و در مرکز بازوی هر تقاطع نصب گردید. روی حسگر دستگاه نیز از محافظ اسفنجی استفاده شد تا اثر جریانات هوا را به حداقل برساند. تعداد داده‌های جمع‌آوری شده که در این مطالعه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت حداکثر ۷۱۳ داده بود که در نرم افزار اکسل ۲۰۱۳ ذخیره و با استفاده از نرم افزار اس پی اس اس ۲۲ تجزیه و تحلیل گردید. در این راستا نرمال بودن داده‌ها از طریق بررسی ضریب چولگی و کشیدگی، رسم نمودار هیستوگرام و انجام آزمون کولموگروف - اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت که به دلیل عدم توزیع نرمال داده‌ها در این پژوهش از آزمون ناپارامتریک ویلکاکسون[1] در سطح معنی داری ۵ درصد استفاده گردید.

شکل ۲. تجهیزات اندازه‌گیری از صدا در ایستگاه ثابت سنجش صوت

یافته‌ها

برای درک بهتر مطلب، این پژوهش در دو بخش انجام گرفت. در بخش اول به بررسی شاخص‌های مختلف صدا به تفکیک در فروردین ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ پرداخته شد تا آلودگی و یا عدم آلودگی صوت در هر بازه زمانی به تنهایی و فارغ از بحث شیوع بیماری بررسی گردد. پس از آن، در بخش دوم به مقایسه شاخص‌های اندازه‌گیری شده بر اساس آنالیزهای آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ پرداخته شد.

نتایج در بخش اول این مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. داده‌های جدول مذکور میزان L_{eq} ساعتی اندازه‌گیری شده در ایستگاه ثابت سنجش صوت در تقاطع چهارراه شهدای مشهد در فروردین ماه سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بر اساس آمار توصیفی نشان می‌دهد، بر این اساس میانگین L_{eq} ساعتی در فروردین ۱۳۹۸ به میزان ۷۰/۴۸ و در فروردین ۱۳۹۹ به میزان عددی ۷۰/۳۹دسی‌بل بود. حداکثر و حداقل این میزان در فروردین ۱۳۹۸ به ترتیب ۷۶/۵۰ و ۶۱/۹۰ و در فروردین ماه ۱۳۹۹ به ترتیب ۷۶/۳۴ و ۶۱/۸۲ دسی‌بل ثبت گردیده است. همچنین مقادیر (TNI) و (NPL) در فروردین ۱۳۹۸ نیز به ترتیب برابر ۶۴/۸۰ و ۷۷/۶۸ و در بازه زمانی مشابه در سال ۱۳۹۹ به ترتیب ۶۴/۵۲ و ۷۷/۰۴ بوده است.

1. Wilcoxon Signed-rank Test

جدول ۱. مقادیر L_{eq} ساعتی در فروردین ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ بر اساس آمار توصیفی

سال	شاخص(دسی‌بل)	بازه‌های مختلف زمانی					
		کل	روزهای کاری	روزهای تعطیل	۱۳ فروردین	۷-۱۵ صبح	۱۶-۲۰عصر	۲۱-۰۳ شب
فروردین ۱۳۹۸	L_{eq}	۷۰/۴۸	۷۰/۵۴	۷۰/۳۸	۶۹/۳۰	۷۱/۹۵	۷۲/۰۲	۶۷/۸۰
	L_{min}	۶۱/۹۰	۶۲/۰۱	۶۱/۹۰	۶۳/۴۰	۶۷/۰۱	۶۸/۷۰	۶۱/۹۰
	L_{max}	۷۶/۵۰	۷۶/۲۰	۷۶/۵۰	۷۱/۸۰	۷۶/۵۰	۷۶/۴۰	۷۳/۱۰
فروردین ۱۳۹۹	L_{eq}	۷۰/۳۹	۷۰/۳۱	۷۰/۳۱	۶۹/۱۲	۷۱/۸۷	۷۱/۹۴	۶۷/۷۱
	L_{min}	۶۱/۸۲	۶۱/۸۲	۶۱/۸۲	۶۳/۲۲	۶۶/۹۵	۶۸/۶۲	۶۱/۸۲
	L_{max}	۷۶/۳۴	۷۶/۱۱	۷۶/۱۱	۷۱/۶۲	۷۶/۳۴	۷۶/۲۸	۷۳/۰۷

میزان تراز معادل صوت در سیزدهم فروردین ۱۳۹۸ برابر ۶۹/۳۰ و در ۱۳۹۹ معادل ۶۹/۱۲ دسی‌بل بوده است. همچنین در میان بازه‌های زمانی اندازه‌گیری شده ساعات ۲۱ الی ۳ شب در فروردین ۱۳۹۸ تراز معادل صدا به میزان ۶۷/۸۰ و در فروردین ۱۳۹۹ به میزان ۶۷/۷۱ دسی‌بل ثبت گردیده است. بالاترین میزان صدای ثبت شده در شرایط مختلف اندازه‌گیری در فروردین ماه سال قبل از کرونا (۱۳۹۸) مربوط به ساعات ۱۶ الی ۲۰ به میزان (۷۲/۰۲ دسی‌بل) بود و این در حالی است که در سال شیوع کرونا نیز این ساعات باز هم بیشترین میزان تراز معادل صدا (۷۱/۹۴ دسی‌بل) را در بین شرایط مختلف اندازه‌گیری به خود اختصاص داده‌اند. حداکثر تراز معادل صدا در روزهای کاری فروردین ۱۳۹۸ معادل ۷۶/۲۰ دسی‌بل و در فروردین ۱۳۹۹ به میزان ۷۶/۱۱ دسی‌بل ثبت گردیده است. داده‌های ثبت شده در مجموع روزهای تعطیل نیز نشان می‌دهد که میانگین تراز معادل صوت در سال قبل از کرونا معادل ۷۰/۳۸ دسی‌بل بوده و این در حالیست که در سال بروز بیماری و در فروردین ۱۳۹۹ این میزان ۷۰/۳۱ دسی‌بل ثبت گردیده است.

نتایج بخش دوم بر اساس مقایسه میانگین شاخص تراز صدا (L_{eq} ساعتی) بر پایه آزمون ویلکاکسون و در سطح معناداری ۵ درصد نشان می‌دهد که تفاوت معناداری بین دو فروردین ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ وجود دارد. حداکثر میزان تراز معادل صوت در زمان قبل از شیوع کرونا معادل ۷۶/۵۰ دسی‌بل بوده که در سال شیوع کرونا به ۷۶/۳۴ درصد کاهش یافته است. حداقل آن نیز در فروردین ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به ترتیب ۶۱/۹۰ و ۶۱/۸۲ دسی‌بل ثبت شده است (جدول ۲).

جدول ۲. گزینه‌های آمار توصیفی در آزمون ویلکاکسون-مقایسه داده‌های کل ساعات فروردین ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

سطح معنا داری	در زمان شیوع بیماری-قبل از شیوع بیماری				
	۰/۰۰۰				
بازه زمانی	تعداد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
قبل از شیوع کرونا	۷۱۳	۷۰/۴۷۹۹	۲/۷۶۸۲۶	۶۱/۹۰	۷۶/۵۰
زمان شیوع بیماری	۷۱۳	۷۰/۳۹۵۸	۲/۷۶۸۶۴	۶۱/۸۲	۷۶/۳۴

همچنین نتایج حاکی از آن است که درصد تغییرات کاهش شاخص (L_{eq}) در فروردین ۱۳۹۹ در مقایسه با ۱۳۹۸ حدود ۰/۱۳ درصد می‌باشد. میزان شاخص (TNI) در فروردین ماه سال قبل از کرونا ۶۴/۸۰ دسی‌بل بوده و در سال شیوع کرونا ۰/۲۸ دسی‌بل کاهش یافته و ۶۴/۵۲ دسی‌بل ثبت شده است. درصد کاهش (NPL) در فروردین ۱۳۹۹ نسبت به سال بعد آن نیز برابر ۰/۸۳ درصد بوده است. در میان شاخص‌های اندازه‌گیری شده شاخص L_{50} در سال ۱۳۹۹ به میزان ۰/۱۴ نسبت به سال قبل افزایش داشته است. (جدول ۳).

جدول ۳. مقایسه میانگین شاخص‌های مختلف صدا در کل ساعات در فروردین ۹۸ و ۹۹

شاخص	قبل از شیوع کرونا (فروردین ۱۳۹۸)	زمان اجرای محدودیت‌ها (فروردین ۹۹)	میزان کاهش	درصد تغییرات
L_{eq}	۷۰/۴۸	۷۰/۳۹	-۰/۰۹	-۰/۱۳
L_{max}	۷۶/۵۰	۷۶/۳۴	-۰/۱۶	۰/۲۱
L_{min}	۶۱/۹۰	۶۱/۸۲	-۰/۰۸	-۰/۱۳
L_{10}	۷۳/۲۰	۷۳/۰۸	-۰/۱۲	-۰/۱۶
L_{50}	۷۱/۲۰	۷۱/۳۰	+۰/۱	+۰/۱۴
L_{90}	۶۶/۰۱	۶۵/۹۲	-۰/۰۸	-۰/۱۲
NPL	۷۷/۶۸	۷۷/۰۴	-۰/۶۴	-۰/۸۳
TNI	۶۴/۸۰	۶۴/۵۲	-۰/۲۸	-۰/۴۳

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری تراز معادل صوت در شرایط مختلف اندازه‌گیری نیز نشان می‌دهد که در مجموع روزهای کاری و در زمان اجرای محدودیت‌های ناشی از بیماری کرونا (فروردین ۱۳۹۹) شاخص مذکور به میزان ۰/۳ درصد (۰/۲۳ دسی‌بل) کاهش یافته است. حداکثر این شاخص نیز در فروردین ۱۳۹۸ برابر ۷۶/۲۰ دسی‌بل بوده که در فروردین ۱۳۹۹ به ۷۶/۱۱ دسی‌بل کاهش داشته است. در مقابل در مجموع روزهای تعطیل، در زمان بروز کرونا و اجرای محدودیت‌ها شاخص تراز معادل صوت به میزان ۰/۲ درصد (۰/۱۴ دسی‌بل) دارای افزایش بوده است. در روز سیزدهم فروردین ماه نیز میزان شاخص تراز معادل صوت در زمان قبل از بیماری ۶۹/۳۰ دسی‌بل بوده که در زمان شیوع بیماری ۶۹/۱۲ دسی‌بل (۰/۱۸ دسی‌بل کاهش) ثبت گردیده است. در بازه‌های ساعتی ۷ الی ۱۵، ۱۶ الی ۲۰ و ۲۱ الی ۳ نیز کاهش شاخص L_{eq} بسیار ناچیز و حداکثر ۰/۰۹ دسی‌بل گزارش شده است (جدول ۴).

در نمودار (۱) میزان تغییر شاخص‌های مختلف صوت در شرایط مختلف در فروردین ماه ۱۳۹۹ نسبت به بازه زمانی مشابه آن در فروردین ۱۳۹۸ در تقاطع چهارراه شهدا نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده شاخص (L_{eq}) در مجموع در فروردین ماه ۱۳۹۹ نسبت به فروردین ماه ۱۳۹۸ به میزان کمتر از یک و در حدود ۰/۱ دسی‌بل کاهش داشته است. بیشترین کاهش مربوط به روزهای کاری و ۱۳ فروردین ۱۳۹۹ به میزان تقریبی ۰/۲ و در

جدول ۴. میزان تغییرات شاخص تراز معادل صوت در فروردین ۱۳۹۹ نسبت به ۱۳۹۸ در شرایط مختلف

شرایط مختلف اندازه گیری	میزان کاهش (دسی‌بل)	درصد تغییرات
کل	-۰/۰۹	-۰/۱۳
مجموع روزهای کاری	-۰/۲۳	-۰/۳۳
مجموع روزهای تعطیل	+۰/۱۴	+۰/۲۰
سیزدهم فروردین ماه	- ۰/۱۸	-۰/۲۶
۷الی ۱۵ صبح	-۰/۰۸	-۰/۱
۱۶ الی ۲۰ عصر	-۰/۰۸	-۰/۱
۲۱ الی ۰۳ شب	-۰/۰۹	-۰/۱۳

سایر شرایط مختلف اندازه‌گیری از کاهش بسیار ناچیزی به میزان حداکثر ۰/۱ دسی‌بل برخوردار بوده است. در این تقاطع تراز معادل صوت در مجموع روزهای تعطیل به میزان ۰/۱۴ دسی‌بل افزایش یافته که علیرغم معنادار بودن آنالیزهای آماری، در عمل این افزایش بسیار ناچیز تلقی می‌گردد. همچنین مقایسه روزهای کاری با مجموع روزهای تعطیل در ۱۳۹۹ نیز نشان می‌دهد که کاهش تراز صوت در روزهای کاری بیشتر از روزهای تعطیل بوده است.

نمودار ۱. میزان تغییر شاخص‌های مختلف صدا در شرایط مختلف در فروردین ماه سال ۱۳۹۹ نسبت به فروردین ماه ۱۳۹۸ (ایستگاه شهدا)

شاخص L_{90} نیز در مجموع در دوران اجرای محدودیت‌ها (فروردین ماه ۱۳۹۹) به میزان کمتر از یک دسی‌بل (۰/۰۸ دسی‌بل) کاهش یافته است. در روز ۱۳ فروردین ۱۳۹۹ نیز کاهش

میزان این شاخص برابر ۰/۱۸ دسی‌بل گزارش شد و بیشترین مقدار کاهش این شاخص مربوط به روزهای کاری در فروردین ۱۳۹۹ با مقدار عددی ۰/۲۵ دسی‌بل می‌باشد. اما مقایسه روزهای کاری با ایام تعطیلات در ۱۳۹۹ نشان می‌دهد که میزان شاخص L_{90} در مجموع روزهای تعطیل دارای افزایشی به میزان ۰/۳۷ دسی‌بل بود در حالی‌که در روزهای کاری میزان آن کاهش یافته است. این شاخص در ساعات ۲۱ الی ۳ بامداد نیز دارای کاهش کمی در حد ۰/۱۳ دسی‌بل در سال ۱۳۹۹ نسبت به سال قبل بوده است.

بررسی نتایج شاخص L_{10} نیز نشان می‌دهد که این شاخص در مجموع به میزان ۰/۱۲ دسی‌بل در فروردین ماه ۱۳۹۹ کاهش یافته است به‌طوریکه بیشترین کاهش آن مربوط به فروردین ماه ۱۳۹۹ در روزهای کاری به میزان ۰/۲۱ دسی‌بل و پس از آن روز ۱۳ فروردین ماه همان سال به میزان حدود ۰/۱۸ دسی‌بل می‌باشد. کمترین کاهش در این شاخص نیز مربوط به ساعات ۷ الی ۱۵ صبح بوده است که بسیار ناچیز و در حد ۰/۰۶ دسی‌بل می‌باشد. در این شاخص نیز مجموع روزهای تعطیل از افزایشی در حدود ۰/۲۶ دسی‌بل در سال ۱۳۹۹ نسبت به سال قبل داشته است.

بررسی داده‌های مربوط به شاخص NPL نیز نشان می‌دهد که این شاخص در فروردین ماه ۱۳۹۹ در مجموع ۰/۶۴ دسی‌بل نسبت به سال قبل کاهش یافته است. بیشترین کاهش در این شاخص در فروردین ماه ۱۳۹۹ مربوط به روزهای کاری و ۱۳ فروردین ماه ۱۳۹۹ در حدود ۰/۲ دسی‌بل بود و مقایسه ساعات شبانه‌روزدر سال ۱۳۹۹ نشان می‌دهد که تغییر چشمگیری در این ساعات نسبت سال ۱۳۹۸ صورت نگرفته به‌طوریکه کاهش میزان این شاخص در دوران کرونا حداکثر ۰/۰۹ دسی‌بل بوده است. این شاخص در روزهای تعطیل نیز از افزایش بسیار اندکی در حد ۰/۰۳ دسی‌بل در فروردین ۱۳۹۹ نسبت به سال قبل داشته است.

شاخص TNI نیز در مجموع در فروردین ماه ۱۳۹۹ نسبت به فروردین ماه ۱۳۹۸ به میزان ۰/۲۸ دسی‌بل کاهش داشت که بیشترین کاهش این شاخص در سال ۱۳۹۹ مربوط به روز ۱۳ فروردین به مقدار عددی ۰/۲ دسی‌بل می‌باشد. در میان ساعات شبانه‌روز نیز بیشترین کاهش مربوط به ساعات ۱۶ الی ۲۰ به میزان ۰/۱ دسی‌بل بود و در ساعات ۷ الی ۱۵ و ۲۱ الی ۳ از کاهش بسیار کم و حداکثر ۰/۰۳ دسی‌بل بوده است. مقایسه روزهای کاری با روزهای تعطیل نیز بیانگر این است که کاهش میزان شاخص مذکور در سال ۱۳۹۹ در این دو بازه زمانی کمتر از ۰/۰۲ دسی‌بل می‌باشد.

بحث

همانگونه که قبلا توضیح داده شد موقعیت این تقاطع در منطقه ثامن مشهد قرار دارد. این تقاطع حد فاصل میدان شهدا و بارگاه ملکوتی ثامن الحجج (ع) قرار گرفته و با هر کدام از آنها کمتر از ۵۰۰ متر فاصله دارد. میدان شهدا یکی از مراکز و میادین اصلی و بسیار پرتردد و شلوغ شهر مشهد می‌باشد همچنین درگاه ورود مجاورین و شهروندان مشهدی مقیم در بخش‌های غربی و شمال غربی و سایر بخش‌های شهر به سمت حرم مطهر رضوی از این میدان بوده به‌طوریکه از ۱۳ منطقه شهری شهرداری مشهد حدود ۸ منطقه با بافت اجتماعی متوسط تا خوب و عالی به لحاظ درآمدی و سطح سواد و فرهنگ از این منطقه برای رسیدن به مرکز شهر و حرم امام رضا تردد می‌کنند. این محدوده فارغ از هرگونه شرایط اضطراری و تقریبا در تمامی شبانه‌روز از مناطق پرتردد و پراردحام شهر مشهد محسوب می‌شود. به‌طوریکه در ایام تعطیلات و سفر درصد زیادی از مراکز تجاری دراین محدوده به خصوص از تقاطع چهار راه شهدا تا حرم به صورت شبانه روزی در حال فعالیت می‌باشند. شواهد نشان می‌دهد بیشترین آلودگی صوت در فروردین ماه هر دو سال ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ مربوط به ساعات ۱۶ الی ۲۱ عصر می‌باشد. به نظر می‌رسد افزایش صدا در این بازه زمانی به گرم‌تر شدن هوا و تغییر ساعات کشور و در نتیجه طولانی‌تر شدن زمان روز ارتباط داشته باشد. به این صورت که ترجیح مجاورین و زائرین برای تردد، تفریح و ... در زمان عصر و همزمان با خنک شدن هوا بوده و شاید این امر در افزایش تراز صدا در این زمان بی‌تاثیر نبوده است. دلیل این بالا بودن میزان صدا در ساعات ۱۶ الی ۲۰ و ۷ الی ۱۵ در سال ۱۳۹۹

نیز را می‌توان تردد بیشتر وسایل نقلیه شخصی به دلیل محدودیت کار مترو و خطوط اتوبوسرانی، تردد خودروهای حامل مواد غذایی و کمک‌های اولیه مانند اورژانس، آتش‌نشانی و ...، تردد موتور سیکلت‌ها، سرعت بیشتر وسایل نقلیه به دلیل خلوت‌تر بودن خیابان‌ها و ... دانست. بارش شدید باران در روزهای ابتدایی فروردین ۱۳۹۹ در ساعات اولیه روز نیز می‌تواند بر ثبت صدا در ایستگاه سنجش صوت در منطقه تاثیرگذار بوده باشد.

همچنین در میان بازه‌های زمانی انتخاب شده روز سیزدهم فروردین ماه و ساعات ۲۱ الی ۳ شب علیرغم بالا بودن میزان شاخص‌های صوتی از حد استانداردهای مجاز، نسبت به سایر ایام آلودگی کمتری داشته است. سیزدهم فروردین روز طبیعت بوده و بر اساس رسوم کهن ایرانی و در شرایط عادی مردم به خارج از شهر برای گذراندن اوقات فراغت به طبیعت سفر نموده و لذا حجم ترددها در شهر کمتر بوده است. همچنین با توجه به این‌که این روز، روز آخر تعطیلات نوروز می‌باشد لذا تعداد زائرین و مسافرین در سطح شهر هر ساله در این روز به دلیل برگشت به مقاصد خود بسیار کاهش می‌یابد. در زمان شیوع بیماری در ۱۳۹۹ نیز روز سیزدهم فروردین ماه روز منع تردد از درب منزل و ساعات ۲۱ الی ۳ ایام منع تردد شبانه بوده که می‌تواند یکی از دلایل کم بودن اعداد و ارقام اندازه‌گیری شده نسبت به سایر ایام باشد.

نتایج بخش اول در هر دو سال مطالعاتی در روز سیزدهم فروردین نشان می‌دهد که میانگین شاخص شدت صوت علیرغم تعطیل بودن این روز به مناسبت روز طبیعت و خروج بیشتر شهروندان بومی از شهر به منظور گشت‌وگذار در طبیعت باز هم از حد مجاز استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست (۶۰ دسی‌بل برای مناطق مسکونی- تجاری) بالاتر می‌باشد. این نتایج با مطالعه سلطانا و پاول در شهر خولنا در بنگلادش که نشان دادند میزان صدا در روزهای تعطیل بیش از حد مجاز می‌باشد همخوانی دارد (۲۱). اما صدای اندازه‌گیری شده در این تحقیق در سیزدهم فروردین بسیار کمتر از حداقل صدای اندازه‌گیری شده (۸۰/۴۳ دسی‌بل) در مطالعه محققان مذکور بوده است.

به طور کلی بررسی نتایج در بخش اول این مطالعه در فروردین ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹نشان می‌دهد که شاخص‌های صدای اندازه‌گیری شده در کلیه شرایط بالاتر از حد استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست برای مناطق مسکونی- تجاری (۶۰ دسی‌بل در روز و ۵۰ دسی‌بل در شب) می‌باشند. این نتایج با برخی مطالعات انجام گرفته در داخل و خارج کشور مطابقت دارد. به عنوان مثال در مطالعه انجام گرفته توسط ال غونامی و همکاران در یکی از شهرهای منطقه شرق عربستان نشان داده شد که صدا در شب و روز بالاتر از حد استانداردهای مجاز در این کشور بوده است (۲۲). همچنین در مطالعه‌ای که در شهرهای مختلف اسپانیا توسط موریلاس و همکاران انجام گرفت تراز معادل صدا طی ساعات کاری روزانه بیش از ۶۵ دسی‌بل گزارش گردید (۲۳). در ایران نیز در مطالعه‌ای که در شهر تبریز بر روی دو منطقه توسط قنبری و همکاران انجام گرفت نیز نشان داده شد که بیشترین مقدار اندازه‌گیری شده مربوط به بازه زمانی ظهر در ایستگاه راسته کوچه به میزان ۷۱/۴ دسی‌بل و کمترین آن در بازه زمانی صبح مربوط به ایستگاه گلباد با مقدار عددی ۶۸/۵ دسی‌بل بوده که در هر دو مورد بیش از حد استانداردهای مجاز کشور می‌باشد (۲۴). مطالعه انجام گرفته توسط محمدی و همکاران در ۶ چهارراه شلوغ شهر نیشابور که دومین شهر بزرگ استان خراسان رضوی به لحاظ جمعیت و صنعت می‌باشد نیز نشان داد که میزان تراز صدا در تمامی شش ایستگاه مورد نظر و در سه بازه زمانی صبح، عصر و شب، در مقایسه با استاندارد زیست محیطی در بیش از ۹۰ درصد ایستگاه‌ها بیشتر از حد استاندارد مناطق مسکونی - تجاری (مناطق مسکونی- تجاری ۶۰ دسی بل در روز و ۵۰ دسی بل در شب) بوده است (۲۵). نتایج مطالعات امام جمعه و همکاران در شهر قزوین نیز نشان داد که بیش از ۶۰ درصد مناطق صنعتی و مسکونی تراز معادل صوتی بیش از حد استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست داشتند (۱۸). معاشری و همکاران در بررسی تراز معادل صوت در مناطق پر تردد و پر ازدحام شهر بیرجند نیز نشان دادند که میزان این شاخص بالاتر از حد مجاز بوده و بیش از ۶۷ دسی‌بل است (۱۹). یاری و همکاران

نیز در بررسی های خود در شهر قم نشان دادند که میزان تراز معادل صوت در همه ایستگاه‌ها بیش از حد مجاز بوده است (۲۰)

در بخش دوم مطالعات و در بررسی نتایج مقایسه دو بازه زمانی قبل و حین شیوع بیماری نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معناداری میان شاخص‌های صدای اندازه‌گیری شده در سطح معناداری ۵ درصد وجود دارد . اما علی‌رغم این تفاوت به نظر می‌رسد این کاهش در عمل بسیار کم بوده است. در سال ۱۳۹۹ و در زمان شیوع بیماری نگرانی از مبتلا شدن به بیماری در قشر متوسط خوب و بالا به لحاظ سطح سواد و فرهنگ در دوران کرونا باعث شد تا استفاده از اتوبوس و مترو در این محدوده کاهش یابد و در مقابل استفاده از خودروی شخصی به صورت تک سرنشین افزایش پیدا کند. از طرفی اگرچه حرم مطهر در این ایام تعطیل بود اما مجاورین برای زیارت به اصطلاح از راه دور با خودروهای شخصی در این منطقه تردد داشته اند که ممکن است یکی از دلایل کاهش کم صدای ترافیک نسبت به شرایط عادی (فروردین ۱۳۹۸) در این منطقه باشد. به عبارتی می‌توان یکی از مهمترین دلایل کاهش بسیار ناچیز صدا را در این تقاطع هم‌جواری آن با حرم مطهر رضوی دانست. در نوروز و فروردین ۱۳۹۹ حرم مطهر تعطیل بود، ورود زائر و مسافر با خودروی شخصی و پلاک غیر بومی به شهر مشهد ممنوع و به شدت کنترل می‌گردید، مسافرت‌های هوایی و ریلی نیز در ایام کاهش داشت و کلیه هتل‌ها، مهمانپذیرها و مسافرخانه‌ها تعطیل شده و مجاز به فعالیت نبودند. با این حال و با وجود تمامی این محدودیت‌ها باز هم ورود مسافر از طریق خطوط ریلی و هوایی و به مشهد انجام گرفت و بسیاری از اهالی ساکن در این محدوده نیز، اقدام به اجاره خانه‌های خود به زائرین نمودند که می‌تواند یکی دیگر از دلایل افت اندک صدا در منطقه در شرایط کرونا باشد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در بیشتر مواقع، شاخص‌های اندازه‌گیری شده در روزهای تعطیل در فروردین ۱۳۹۹ نسبت به فروردین ۱۳۹۸ افزایش یافته است. با توجه به مقدار بسیار کم این افزایش شاید بتوان گفت یکی از دلایل این امر وجود بارش‌های شدید در روزهای اول فروردین و تاثیر آن بر ثبت صدا در ایستگاه سنجش بوده باشد. یکی دیگر از دلایل این امر را می‌توان این‌گونه عنوان کرد که ممکن است عمل کردن به توصیه‌ها و قوانین قرنطینه در طول هفته توسط مشهدی‌ها و شهروندان بیشتر حفظ شده و افزایش حجم ماشین‌گردی در روزهای تعطیل برای رفع خستگی فکری و روانی در این منطقه بیشتر بوده است. از طرفی تراکم ساختمان‌ها، بی کیفیت بودن آسفالت، کم عرض بودن خیابان‌ها در این محدوده نیز می‌تواند از دیگر دلایل کاهش کم صدا در این تقاطع باشد. ابوقدایس و الهیاری در مطالعه خود پارامترهای مختلفی که انتظار می‌رود روی آلودگی صوتی مؤثر باشند را جمع آوری کردند. این پارامترها شامل حجم ترافیک، ترکیب ترافیک، سرعت ترافیک، تأثیر استفاده از بوق، تعداد خط‌ها، عرض خط‌ها، شیب‌راه، و ترکیب روسازی راه بودند (۳۱). همچنین گاردیچسگی و همکاران در مطالعه خود نشان دادند که نوع تقاطع می‌تواند بر افزایش میزان شاخص‌های صوتی تاثیرگذار باشد به عنوان مثال نتایج این پژوهش نشان داد که تقاطعات چراغ‌دار بین ۳/۳ تا ۶/۷ دسی‌بل بیشتر از میدان‌ها آلودگی صوتی دارند (۳۲) .همچنین مطالعه‌ی اسکندری و همکاران نشان داد که زمان‌بندی زمان سبز شدن چراغ در هر رویکرد و استفاده از بوق توسط رانندگان در زمان سبز شدن چراغ برای اگاه کردن راننده جلویی از عوامل تاثیرگذار در افزایش آلودگی صوتی در تقاطع ولیعصر قزوین بوده است (۳۳)

نتایج این ایستگاه همچنین تا حدودی با نتایج ساگاکامی و همکاران که افت بسیار کم صدا را در شرایط اضطراری بیماری در ژاپن مطالعه کردند مطابق است. در مطالعه مذکور میزان افت صدا در برخی شهرهای کوچک بسیار ناچیز و کمتر از ۰/۱ دسی‌بل گزارش شد (۲۶). همچنین افزایش میزان L_{10} در مجموع کل تعطیلات در این تقاطع با نتایج مطالعه رامپلر و همکاران در استکهلم سوئد هم‌خوانی دارد . محققان مذکور دریافتند که آخر هفته‌ها کاهش صدا نسبت به طول هفته کمتر بوده به صورتی که در طول هفته کاهش بین ۱ تا ۱/۶ دسی‌بل مشاهده شد و میانگین افت آخر هفته به ندرت از یک دسی‌بل فراتر رفت (۱۱). اما در مقابل مطالعات آسنسیو و همکاران نشان داد که میانگین کاهش

به‌دست‌آمده در شهر برای بازه‌های صبح، عصر و شب در روزهای کاری بین ۴ تا ۵ دسی‌بل بوده و در آخر هفته‌ها در طول شب حتی از ۶ دسی‌بل نیز فراتر رفته است (۱۲).

به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که اگرچه میانگین تراز معادل صوت در ایستگاه چهار راه شهدا در فروردین ۱۳۹۹ (در زمان شیوع کرونا) کاهش یافته است، اما با این حال در مقایسه با میزان حد مجاز تراز معادل صوت در مناطق مسکونی- تجاری بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۶۰ دسی‌بل) بالاتر از حد مجاز بوده است. وجود برخی عوامل محیطی مانند شرایط آب و هوایی مانند بارش باران و وزش باد (روزهای اول تا سوم فروردین ۱۳۹۹)، کم عرض بودن خیابان‌ها، نامناسب بودن کیفیت آسفالت، کم بودن پوشش گیاهی و فضای سبز، تراکم زیاد ساختمان‌ها و مراکز تجاری و ... در افزایش این آلودگی صوتی مؤثر هستند. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات مختلفی از جمله آلسینا - پاگز و همکاران، رودریگرز و همکاران و سعید و همکاران؛ هم‌خوانی دارد (۲۸، ۲۹ ، ۲۷). محققان مذکور در مطالعات خود نشان داده‌اند که اگرچه میزان شاخص‌های صوتی اندازه گرفته شده در زمان کرونا کاهش داشته اما باز هم از حد مجاز استانداردهای ملی فراتر بوده است. این موضوع با نتایج مطالعه گارج و همکاران، در هند نیز مطابقت دارد. این مطالعه بیان می‌کند در هند، یک قانون منع رفت و آمد عمومی داوطلبانه ۱۴ ساعته در ۲۲ مارس ۲۰۲۰ که به عنوان منع رفت و آمد جانتا کارفیو[1] ملی نامیده می‌شود، وضع گردید. دولت هند از ساعت ۷ صبح تا ۹ بعد از ظهر روز یکشنبه ۲۲ مارس برای جلوگیری از گسترش بیماری کرونا، این قانون را اعلام کرد که در آن از مردم خواسته شد به جز کسانی که در خدمات ضروری مانند مراقبت‌های بهداشتی کار می‌کنند، از خانه‌های خود خارج نشوند. نتایج مطالعات محققان مذکور نشان داد که هیچکدام از سایت‌های مورد مطالعه چه در منطقه سکوت و چه در منطقه مسکونی با استانداردهای صدای محیط در طول دوره قرنطینه و روز جانتا کارفیو مطابقت نداشتند (۳۰).

به طور کلی این مطالعه نشان می‌دهد که به دلیل وجود برخی محدودیت‌ها در اجرای این پژوهش نمی‌توان در خصوص دلایل کاهش تراز معادل صوت در این تقاطع در زمان اجرای محدودیت‌های کووید ۱۹ اظهار نظر قطعی نمود؛ استفاده از مدل‌سازی ترافیکی برای درک دقیق حجم تردد و ترافیک با استفاده از شمارش دقیق خودروها و استفاده از داده‌های ترافیکی مانند میانگین سرعت خودروها، زمان‌بندی زمان سبز و قرمز در تقاطعات و ... می‌تواند در دقیق‌تر کردن نتایج این‌گونه مطالعات موثر باشد. متاسفانه به دلیل تعمیرات سامانه اسکات در ایستگاه مطالعاتی در بهار ۱۳۹۹ دسترسی به داده‌های ترافیکی در این پژوهش امکان پذیر نبود. از آنجایی که ترافیک و فعالیت‌های انسانی تنها عوامل تعیین‌کننده سطوح صدا نیستند و صدا به دلیل عواملی مانند آب و هوا و پدیده‌های طبیعی، نوع تقاطع، عرض خیابان، کیفیت آسفالت، پوشش گیاهی و ... بر اندازه‌گیری‌های ایستگاه‌های نظارت تأثیرگذار است، لذا تحقیقات بیشتر برای بررسی رابطه بین سطوح صدا و عوامل طبیعی و انسانی در شهرها بایستی در دستور کار قرار گیرد. همچنین تهیه سیاهه انتشار آلودگی صوت و ارزیابی مناسب و دقیق‌تر منابع صدا در تقاطعات شهری و همچنین تعداد افرادی که در معرض آن می‌باشند می‌تواند در بهبود این‌گونه مطالعات در آینده بسیار موثر باشد. بررسی این موضوع که وقتی فعالیت‌های انسانی و اقتصادی به آرامی به حالت عادی باز می‌گردند، آیا محیط صوتی به سطح قبل از همه‌گیری باز می‌گردد، یا خیر نیز می‌تواند در مطالعات بعدی مد نظر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به مطالعه تغییرات تراز صدا در قبل از ظهور بیماری کرونا و در زمان محدودیت‌های ناشی از آن در تقاطع چهار راه شهدای مشهد پرداخته شد. نتایج نشان داد که در تقاطع چهار راه شهدای مشهد در فروردین ۱۳۹۸ (سال قبل از شیوع بیماری کرونا) آلودگی صوتی وجود داشته و میزان تراز صدا بالاتر از حد مجاز استانداردهای ملی برای مناطق مسکونی و تجاری بوده است. نتایج آنالیزهای آماری در فروردین ماه سال ۱۳۹۹ نیز حاکی از کاهش تراز معادل صوت به دلیل

1. Janta Curfew

شیوع کرونا و در پی آن اعمال محدودیت‌های ترافیکی بود اما باز هم از سطح استانداردهای موجود بالاتر بوده و به عبارتی آلودگی صوت در تقاطع چهار راه شهدا همچنان به قوت خود باقیست. این تجربه نشان می‌دهد که دستیابی به کاهش قابل توجه تراز صدا در شهرها بسیار پیچیده بوده و شاید نتوان در مواقع قرنطینه اظهارات کلی در مورد واقعیت صوتی ایستگاه‌های مطالعاتی ارائه نمود و نیاز به اطلاعات بیشتری برای نتیجه‌گیری بهتر و دقیق‌تر وجود دارد. در نهایت این تجزیه و تحلیل می‌تواند مبنای کار برای مطالعات آینده و بررسی‌های دقیق‌تر باشد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هر گونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می کنند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان " تعیین تغییرات تراز صدا در قبل و در زمان محدودیت‌های کووید ۱۹ در سطح شهر مشهد" رشته علوم و مهندسی محیط زیست گرایش آلودگی های محیط زیست موسسه خردگرایان مطهر مشهد می باشد. بدین وسیله از تمامی افرادی که ما را در انجام این مطالعه یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1- Basu B. Murphy E. Molter A. & et al. Investigating changes in noise pollution due to the COVID-19 lockdown: The case of Dublin, Ireland. Sustainable Cities and Society 2021 Feb 1; 65:102597. https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102597

2- Jarosińska D. Héroux MÈ. Wilkhu P. & et al. Development of the WHO environmental noise guidelines for the European region: an introduction. International journal of environmental research and public health 2018 Apr;15(4):813. https://doi.org/10.3390/ijerph15040813 PMid:29677170 PMCid:PMC5923855

3- Kim K. Shin J. Oh M. Jung JK. Economic value of traffic noise reduction depending on residents' annoyance level. Environmental Science and Pollution Research 2019 Mar 8; 26:7243-55. https://doi.org/10.1007/s11356-019-04186-2 PMid:30656585

4- Oh M. Shin K. Kim K. Shin J. Influence of noise exposure on cardiocerebrovascular disease in Korea. Science of the Total Environment 2019 Feb 15;651:1867-76. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.081 PMid:30317174

5- Said MA. El-Gohary OA. Effect of noise stress on cardiovascular system in adult male albino rat: implication of stress hormones, endothelial dysfunction and oxidative stress. General physiology and biophysics 2016 May 13;35(3):371-7. https://doi.org/10.4149/gpb_2016003 PMid:27174896

6- Hornberg J. Haselhoff T. Lawrence BT. & et al. Impact of the COVID-19 lockdown measures on noise levels in urban areas A pre/during comparison of long term sound pressure measurements in the Ruhr Area, Germany. International Journal of Environmental Research and Public Health 2021 Apr 27;18(9):4653. https://doi.org/10.3390/ijerph18094653 PMid:33925635 PMCid:PMC8125542

7- Asdrubali F. Brambilla G. Noise Mapping Special Issue: The noise climate at the time of SARS-CoV-2 Virus/ COVID-19 Disease. Noise Mapping 2021;8(1): 204-206. https://doi.org/10.1515/noise-2021-0015 https://doi.org/10.1515/noise-2021-0015

8- Mishra A. Das S. Singh D. Maurya AK. Effect of COVID-19 lockdown on noise pollution levels in an Indian city: a case study of Kanpur. Environmental Science and Pollution Research 2021 Sep;28:46007-19. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13872-z PMid:33884552 PMCid:PMC8060123

9- Joshi,KK. Pokhriyal EA. Impact of Coronavirus on Noise Pollution in the Himalayan City of Dehradun: A Case Study. Rrjob 2021; 9(3).

10- Aletta F. Brinchi S. Carrese S. & et al. Analysing urban traffic volumes and mapping noise emissions in Rome (Italy) in the context of containment measures for the COVID-19 disease. Noise Mapping 2020 Aug 3;7(1):114-22. https://doi.org/10.1515/noise-2020-0010

11- Rumpler R. Venkataraman S. Göransson P. Noise measurements as a proxy to evaluating the response to recommendations in times of crisis: An update analysis of the transition to the second wave of the CoViD-19 pandemic in Central Stockholm, Sweden. The Journal of the Acoustical Society of America 2021 Mar 1;149(3):1838-42. https://doi.org/10.1121/10.0003778

PMid:33765773 PMCid:PMC8023269
12- Asensio C. Pavón I. De Arcas G. Changes in noise levels in the city of Madrid during COVID-19 lockdown in 2020. The Journal of the Acoustical Society of America 2020 Sep 1;148(3):1748-55. https://doi.org/10.1121/10.0002008 PMid:33003833 PMCid:PMC7857494
13- Munoz P. Vincent B. Domergue C. & et al. Lockdown during COVID-19 pandemic: Impact on road traffic noise and on the perception of sound environment in France. Noise Mapping. 2020 Dec 17;7(1):287-302. https://doi.org/10.1515/noise-2020-0024
14- Pagès RM. Alías F. Bellucci P. & et al. Noise at the time of COVID 19: The impact in some areas in Rome and Milan, Italy. Noise Mapping 2020 Nov 28;7(1):248-64. https://doi.org/10.1515/noise-2020-0021
15- Zambon G. Confalonieri C. Angelini F. Benocci R. Effects of COVID-19 outbreak on the sound environment of the city of Milan, Italy. Noise Mapping 2021 Mar 23;8(1):116-28. https://doi.org/10.1515/noise-2021-0009
16- Bartalucci C. Borchi F. Carfagni M. Noise monitoring in Monza (Italy) during COVID-19 pandemic by means of the smart network of sensors developed in the LIFE MONZA project. Noise Mapping 2020 Oct 17;7(1):199-211. https://doi.org/10.1515/noise-2020-0017
17- General Directorate of Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism of Khorasan Razavi Province, Statistical calendar;2022
18- Emamjomeh MM. Nikpay A. Safari Variani A. Study of noise pollution in Qazvin, 2010 (Persian). The Journal of Qazvin University of Medical Sciences 2011; 15(1):63-70.
19- Moasheri N. Monazzam Esmaeelpoore MR. Abolhasannejad V. & et al. Assessment of noise pollution indices in Birjand old districts in 2010. (Persian). Journal of Birjand University of medical sciences 2012 Dec 15;19(4):439-47.
20- Yari AR. Dezhdar B. Koohpaei A. & et al. Evaluation of traffic noise pollution and control solutions offering: a case study in Qom, Iran. (Persian). Journal of Sabzevar University of Medical Sciences 2016 Nov 21;23(4):600-7.
21- Sultana A. Paul AK. Nessa MU. The status of noise pollution in the major traffic intersections of Khulna Metropolitan City in Bangladesh and its possible effect on noise-exposed people. European Journal of Environment and Earth Sciences 2020 Sep 14;1(5). https://doi.org/10.24018/ejgeo.2020.1.5.58
22- Al Ghonamy AI. Analysis and evaluation of road traffic noise in Al-Dammam: A business city of the eastern province of KSA. Journal of Environmental Science and Technology 2010 Jan 1;3(1):47-55. https://doi.org/10.3923/jest.2010.47.55
23- Morillas JB. Escobar V. Sierra JM. & et al. An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain. Applied acoustics 2002 Oct 1;63(10):1061-70. https://doi.org/10.1016/S0003-682X(02)00030-0
24- Ghanbari M. Nadafi K. Mosaferi M. & et al. Noise Pollution Evaluation in Residential and Residential Commercial Areas in Tabriz-Iran. (Persian). Iranian journal of health & environment 2011 Oct 1;4(3).
25- Mohammadi AA. Alidadi H. Delkhosh MB. & et al. Noise Pollution Measurement in Crowded Areas of Neyshabur during primary Three monthes of 2015. Journal of Research in Environmental Health. 2017 Feb 19;2(4):276-84.
26- Sakagami K. A note on the acoustic environment in a usually quiet residential area after the 'state of emergency'declaration due to COVID-19 pandemic in Japan was lifted: Supplementary survey results in post-emergency situations. Noise Mapping 2020 Oct 1;7(1):192-8. https://doi.org/10.1515/noise-2020-0016
27- AlsinaPagès R M. Bergadà P. Martínez Suquía C. Changes in the soundscape of Girona during the COVID lockdown. Acoustical Society of America 2021; 149(5), 3416-3423. https://doi.org/10.1121/10.0004986 PMid:34241134 PMCid:PMC8176783
28- Rodríguez R. Machimbarrena M. Tarrero A I. Environmental noise evolution during COVID-19 state of emergency: evidence of Peru's need for action plans. Acoustics MDPI 2022; 479-491. https://doi.org/10.3390/acoustics4020030
29- Said MA. El-Gohary OA. Effect of noise stress on cardiovascular system in adult male albino rat: implication of stress hormones, endothelial dysfunction and oxidative stress. General physiology and biophysics 2016; 35(3), 371-377. https://doi.org/10.4149/gpb_2016003 PMid:27174896
30- Garg N. Gandhi V. Gupta N K. Impact of COVID-19 lockdown on ambient noise levels in seven metropolitan cities of India. Applied Acoustics 2022; 188: 108582. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108582 PMid:36530553 PMCid:PMC9746987
31- Abo-Qudais S. Alhiary A. Statistical models for traffic noise at signalized intersections. Building and Environment 2007; 42(8), 2939-2948. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.05.040
32- Gardziejczyk W. Motylewicz M. Noise level in the vicinity of signalized roundabouts. Transportation Research 2016;Part D, 46, 128-144 https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.03.016
33- Eskandari R. Rassafi A A. Behnood H R. Modelling noise in an urban intersection (A case study). MCEJ 2020; 20 (3) :69-78