

## Research Paper

## Evaluation of Traffic Noise Pollution and Control Solutions Offering: A Case Study in Qom, Iran

Ahmad Reza Yari<sup>1</sup>, Behrooz Dezhdar<sup>2</sup>, Alireza Koohpaei<sup>3</sup>, Ali Ebrahimi<sup>4</sup>, \*Alireza Mashkouri<sup>4</sup>, Mohammad Javad Mohammadi<sup>5</sup>, Shahram Arsang-Jang<sup>6</sup>

1. Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Pollutants, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.
2. MSc, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, Research Center for Work Health, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.
4. MSc, Department of Occupational Health Engineering, Research Center for Work Health, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.
5. PhD. Candidate, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Environmental Technologies Research Center, Ahwaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahwaz, Iran.
6. MSc, Department of Epidemiology and Biostatistics, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

**Citation:** Yari AR, Dezhdar B, Koohpaei A, Ebrahimi A, Mashkouri A, Mohammadi MJ, 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; 23(4):600-607.



Received: 2 Mar. 2016

Accepted: 18 Jul. 2016

**ABSTRACT**

**Backgrounds** Noise pollution in urban areas is known as one of the main problems. In order to prevent its damaging effects, it is essential to measure it in towns. This study aimed to determine the noise pollution indicators in Qom, Iran.

**Methods & Materials** This cross-sectional study was conducted at selected 12 stations in the city based on the traffic density. This study was done in autumn and winter 2013. The sound level was measured by Sound Meter (CEL-320). Also, in each station according to ISO 1996, the equivalent sound level for 15 minutes, was measured for 7 days and 27 times per day. At the same time, passing vehicles were counted. Finally, noise pollution level (NPL) and traffic noise index (TNI) indices were calculated. Data were analyzed using SPSS V18. One-sample t test was used for comparing mean equivalent sound level with standard value. The significant level was considered at 0.05.

**Results** The results showed that the average equivalent sound level in all stations were higher than allowable limit. The maximum and minimum levels were recorded in Motahari Square station as 92.6 dB and Bazaar crossroad as 50.1 dB, respectively ( $P < 0.05$ ). The highest values of TNI and NPL indices were reported for Janbazan station. The level of noise pollution was measured at the highest value in the evening and lowest value in the morning. In addition, results showed that there were significant differences between equivalent sound level and density rate of motor vehicles ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion** According to findings, in order to control traffic noise pollution, necessary corrective measures must be considered as soon as possible.

**Keywords:**Noise pollution,  
Noise Pollution  
Level (NPL), Traffic  
Noise Index (TNI),  
Traffic, Qom**\* Corresponding Author:**

Alireza Mashkouri, MSc.

Address: Department of Occupational Health Engineering, Research Center for Work Health, Faculty of Health, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran.

Tel: +98 (25) 37835522

E-mail: amashkouri@muq.ac.ir

## ارزیابی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک و ارائه راهکارهای کنترلی: مطالعه موردی در شهر قم

احمدرضا یاری<sup>۱</sup>، بهروز دژدار<sup>۲</sup>، علیرضا کوهپایی<sup>۳</sup>، علی ابراهیمی<sup>۴</sup>، علیرضا مشکوری<sup>۵</sup>، محمدجواد محمدی<sup>۶</sup>، شهرام ارسنگ‌چنگ<sup>۶</sup>

۱- استادیار، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات آینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

۲- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

۳- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات سلامت کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

۴- کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات سلامت کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

۵- دانشجوی دکتر، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات و فناوری‌های زیست‌محیطی، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور، اهواز، ایران.

۶- کارشناس ارشد، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

## چکیده

تاریخ دریافت: ۱۲ اسفند ۱۳۹۴

تاریخ پذیرش: ۲۸ تیر ۱۳۹۵

**اهداف:** آلودگی صوتی در مناطق شهری به عنوان یکی از مشکلات اصلی شناخته شده و به منظور پیشگیری از اثرات مخرب، سنجش آن در شهرها امری ضروری است. لذا مطالعه حاضر با هدف تعیین شاخص‌های آلودگی صوتی شهر قم انجام شده است.

**مراود و روش‌ها:** در این مطالعه توصیفی مقطعی که در دوازده ایستگاه پرتراffic منتخب در سطح شهر قم در فصول پاییز و زمستان سال ۱۳۹۱ انجام گرفته، تراز صدا با استفاده از دستگاه صداسنج مدل CEL-۳۲۰ و در هر کدام از ایستگاهها طبق استاندارد ISO ۱۹۹۶، تراز معادل صوت ۱۵ دقیقه‌ای، به مدت ۷ روز و در هر روز ۲۷ بار سنجیده شد. در این مدت خودروهای عبوری شمارش و در پایان شاخص‌های NPL و TNI محاسبه شد. داده‌ها با استفاده از نسخه ۱۸ نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین تراز معادل صوت با مقدر ثابت استاندارد از آزمون تی یک‌نمونه‌ای در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

**نتایج:** نتایج این مطالعه نشان داد میانگین تراز معادل صوت در کل ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده بالاتر از حد مجاز است ( $P < 0/05$ ). همچنین بیشترین و کمترین تراز به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های میدان مطهری با ۹۲/۶ دسی‌بل و چهارراه بازار با ۵۰/۱ دسی‌بل بود. بیشترین مقدر شاخص NPL و TNI مربوط به ایستگاه میدان جابربان بود. میزان آلودگی صوتی ایستگاه‌ها عصرها بیشتر و صبح‌ها کمتر بود. همچنین بین میزان تراکم وسایل نقلیه موتورسی و تراز معادل صوت ارتباط آماری معناداری وجود دارد ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به‌دست‌آمده برای کنترل آلودگی صوتی ناشی از ترافیک باید در اسرع وقت اقدامات لازم انجام شود.

## کلیدواژه‌ها:

آلودگی صوتی، تراز آلودگی صدا (NPL)، شاخص صدای ترافیک (TNI)

## مقدمه

به افزایش آلودگی صوتی شده است [۶]. با توجه به آمار سازمان بهداشت جهانی مشکلات عمده بهداشتی ناشی از آلودگی صوتی شامل بیماری‌های قلبی-عروقی، آسیب‌های ذهنی، اختلال خواب، وزوز گوش و آزردهی صوتی می‌شود که دلیل اصلی این مشکلات صدای ناشی از ترافیک است [۷]. پژوهشگران در مطالعاتی افزایش شیوع پرفشاری خون را هنگام افزایش هر ۵ دسی‌بل تراز فشار صوت روزانه ناشی از ترافیک گزارش کرده‌اند [۸]. آلودگی صوتی، شهرنشین‌ها را مجبور به زندگی در محیط‌های غیربهداشتی یا رهاکردن خانه‌هایشان می‌کند [۹].

در مطالعاتی تراز فشار صوت ناشی از ترافیک در یکی از شهرهای شرق عربستان اندازه‌گیری شد. متوسط مقادیر تراز

صدای ترافیک یکی از مهم‌ترین مشکلات بهداشت محیط است [۱]. آلودگی صوتی علاوه بر مزاحمت محیطی تهدیدی برای بهداشت عمومی به شمار می‌آید [۲]، [۳]. پیامدهای مستقیم آلودگی صوتی منجر به آسیب و افت شنوایی دائمی می‌شود. همچنین آلودگی صوتی به طور غیرمستقیم در افزایش اضطراب، آزردهی روانی، افسردگی و مشکلات ارتباطی تأثیر می‌گذارد. آلودگی صوتی می‌تواند منجر به بروز بیماری‌های قلبی-عروقی شود [۲]. بخش عمده‌ای از آلودگی صوتی به علت صدای وسایل نقلیه است [۴، ۵]. موتورسی‌ها و عوامل دیگر در کشورهای در حال توسعه منجر

\* نویسنده مسئول:

علیرضا مشکوری

نشانی: قم، دانشگاه علوم پزشکی قم، دانشکده بهداشت، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای.

تلفن: ۳۷۸۲۵۵۲۲ (۲۵) ۰۹۸

پست الکترونیکی: amashkouri@muq.ac.ir

اماکن مقدس متعدد یکی از شهرهای زیارتی و پرتردد کشور به شمار می‌رود. رشد چشمگیر اماکن مسکونی و تجاری و صنعتی در سال‌های اخیر، موجب افزایش حجم تردد وسایل نقلیه از گذرگاهها و خطوط ارتباطی این شهر و انتشار آلودگی به‌ویژه آلودگی صوتی در بخش‌های مختلف آن شده است. افزایش تردد باعث شده است ساکنان و شاغلان مجاور خیابان‌ها و میدان‌های شهر تا حد زیادی با صدا و آلودگی صوتی محیط روبه‌رو شوند که اغلب این آلودگی بیش از حد استاندارد محیطی و شفلی است.

با توجه به اینکه تاکنون مطالعه جامعی در زمینه سنجش و ارزیابی آلودگی صوتی در شهر قم انجام نشده است و با توجه به ضرورت انجام ارزیابی‌های زیست‌محیطی و بهداشت حرفه‌ای و به منظور ارائه و اعمال راهکارهای کنترلی، این مطالعه با هدف اندازه‌گیری و ارزیابی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک در شهر قم و ارائه راهکارهای کنترل آن انجام شده است.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه توصیفی مقطعی با هدف بررسی و ارزیابی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک و ارائه راهکارهایی به منظور کنترل و کاهش آن و به صورت مقطعی در دو فصل پاییز و زمستان سال ۱۳۹۱ در نقاط پرتردد و پرتراکم منتخب سطح شهر قم انجام شد. در این پژوهش پس از هماهنگی‌های بعمل آمده با حوزه معاونت راهنمایی و رانندگی شهر قم، نقاط پرتراکم و اصلی

صدای شب و روز در محدوده ۶۸/۱ تا ۹۰/۶ دسی‌بل در شبکه A گزارش شد که بسیار فراتر از استانداردهای تراز صدای محیطی این کشور بود. محققان در این مطالعه، با لایه‌بندی تراز فشار صوت محیطی را ناشی از ترافیک دانستند [۱۰]. باریگون و همکارانش در مطالعه‌ای تراز صدای معادل در معابر مختلف شهری یکی از شهرهای اسپانیا را بررسی کردند. در این مطالعه تراز صدای معادل طی ساعات کاری روزانه در ۹۰ درصد از اندازه‌گیری‌ها بیش از ۶۵ دسی‌بل در شبکه A گزارش شد، همچنین ارتباط معناداری میان تراز صدای معادل و نرخ ترافیک مشاهده شد [۱۱].

در مطالعه‌ای که صفری و همکارانش در شهر قزوین انجام دادند، تراز فشار صوت معادل در ۴۳ درصد از ایستگاه‌های اندازه‌گیری بیش از حد استاندارد مناطق صنعتی و مسکونی صنعتی گزارش شد [۱۲]. در مطالعه انجام‌شده در ایتالیا، بیش از ۲۵ درصد از ساکنان از صدای ترافیک اذیت می‌شدند [۱۳]. نتایج مطالعاتی که در شهرهای مختلف ایران از جمله تهران [۱۴]، اصفهان [۱۵]، قزوین [۱۶]، یزد [۱۷]، ساری [۱۸]، خرم‌آباد [۱۹]، یاسوج [۲۰] و بیرجند [۲۱] انجام شد، نشان داد آلودگی صوتی در مقایسه با استانداردهای زیست‌محیطی در اغلب ایستگاه‌های اندازه‌گیری بالاتر از حد استاندارد است.

شهر قم مرکز استان قم است. این شهر همسایه تهران و پل ارتباطی استان‌های شمالی و جنوبی است و به دلیل داشتن



تصویر ۱. ایستگاه‌های منتخب اندازه‌گیری آلودگی صوتی در شهر قم در سال ۱۳۹۱.

جانبی منعکس کننده قرار داده شد. برای ارزیابی و مقایسه مقادیر با حدود مجاز، طبق مقادیر حدود مجاز صدا در هوای آزاد ایران که شورای عالی حفاظت محیط زیست تصویب کرده است عمل شد. به منظور ارزیابی دقیق تر آلودگی صوتی، شاخص های ارزیابی شامل تراز آلودگی صدا<sup>۱</sup> و شاخص صدای ترافیک<sup>۲</sup> نیز محاسبه شد. پس از ثبت متغیرهای مربوطه، شاخص تراز آلودگی صدا و شاخص صدای ترافیک با استفاده از فرمول های زیر محاسبه شد.

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

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

نتایج به دست آمده بر اساس آمار توصیفی و استنباطی و با استفاده از نسخه ۱۸ نرم افزار آماری SPSS تجزیه و تحلیل شد. برای مقایسه میانگین تراز معادل صوت با مقدار ثابت استاندارد از آزمون تی یک نمونه ای در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

### یافته ها

نتایج نشان داد میانگین تراز معادل صوت در کل ایستگاه های اندازه گیری شده  $67.17 \pm 2.08$  دسی بل است که در مقایسه با میزان حد مجاز تراز معادل صدا در مناطق مسکونی تجاری بر اساس استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست ایران (۶۰ دسی بل)، بالاتر از حد مجاز است [۲۲]. حداکثر تراز فشار صوت در شبکه وزنی A مربوط به ایستگاه میدان مطهری برابر با ۹۲/۶ دسی بل و حداقل تراز فشار صوت مربوط به ایستگاه چهارراه بازار برابر ۵۰/۱ دسی بل است (تصویر شماره ۲).

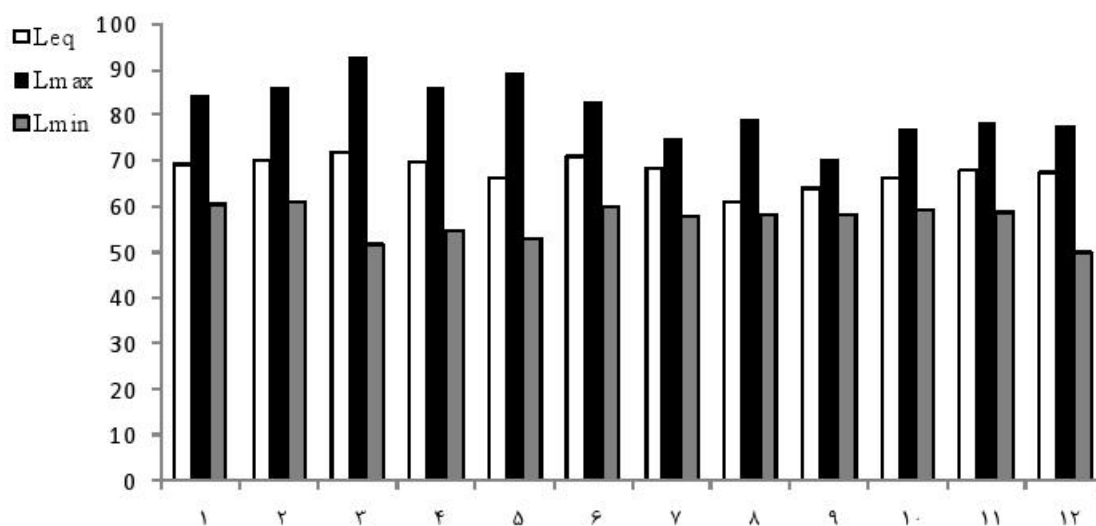
شهر مشخص و در نهایت دوازده ایستگاه در خیابان ها و میدان های اصلی و پرتراфик شهر قم انتخاب شد. ایستگاه های انتخاب شده شامل میدان ۷۲ تن، میدان امام خمینی (ره)، میدان مطهری، آذر بیمارستان نکویی، حرم مطهر، میدان جانبازان، میدان پلیس، میدان توحید، میدان ارتش، میدان شهید صدوقی، میدان جهاد و چهارراه بازار بود (تصویر شماره ۱).

به مدت شش ماه صدا در ایستگاه ها اندازه گیری شد. علت انتخاب فصل پاییز و زمستان برای انجام این مطالعه، پایین بودن حجم و حضور کمتر مسافران و گردشگران نسبت به فصول دیگر بود. در هر کدام از ایستگاه های انتخاب شده به مدت ۷ روز، هر روز ۲۷ بار و در فاصله زمانی بین ساعات ۷ تا ۹، ۱۲ تا ۱۴ و ۱۷ تا ۱۹ با توجه به زمان تردد بیشتر وسایل نقلیه و در کل ۱۸۹ بار صدا سنجیده شد. در مجموع برای کل ایستگاه ها ۲۲۶۸ بار صداسنجی صورت گرفت.

تمام اندازه گیری ها به روش استاندارد ISO ۱۹۹۶ در دوره های زمانی پانزده دقیقه ای انجام گرفت. در این مدت در هر روز ۲۷ بار و هر بار ۱۵ دقیقه تعداد وسایل نقلیه موتوری عبوری از محل ایستگاه های اندازه گیری به روش چوب خط شمارش شد. برای اندازه گیری متغیرهای مربوط به صدا شامل تراز معادل صوت ( $L_{eq}$ )، تراز حداکثر ( $L_{max}$ )، تراز حداقل ( $L_{min}$ ) و ترازهای آماری  $L_{10}$ ،  $L_{50}$  و  $L_{90}$  از دستگاه صداسنج مدل CEL-۳۲۰ کالیبره شده استفاده شد. تمام اندازه گیری ها بر حسب دسی بل در شبکه A از روی دستگاه مذکور قرائت و در فرم مخصوص ثبت شد.

برای اندازه گیری در ایستگاه مدنظر دستگاه صداسنج روی سه پایه با ارتفاع استاندارد ۱/۵ متر از سطح زمین و به منظور ممانعت از اثر انعکاس صدا از سطوح، با فاصله حدود ۳/۵ متر از دیوارهای

1. Noise Pollution Level (NPL)
2. Traffic Noise Index (TNI)



تصویر ۲: مقایسه ترازهای حداقل، حداکثر و معادل در ایستگاه های اندازه گیری صدا در شهر قم در سال ۱۳۹۱.

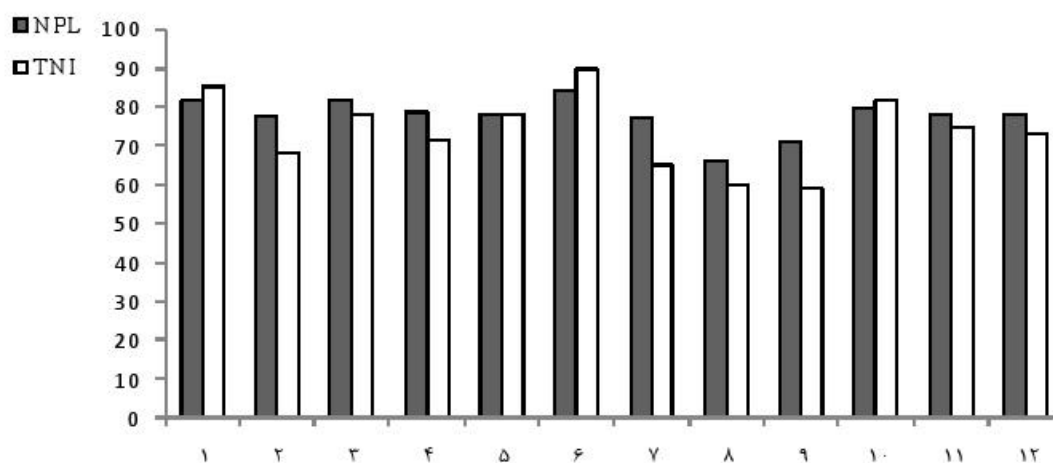
جدول ۱. مقایسه آماری میانگین تراز معادل صدا در ایستگاه‌های اندازه‌گیری صدا در دوره‌های زمانی روزانه در شهر قم در سال ۱۳۹۱.

کد ایستگاه	نام ایستگاه	میانگین تراز معادل صدا (دسیبل)					
		صبح		ظهر		عصر	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱	میدان ۷۲ تن	۶۸۸	۶/۶۲	۶۹۹	۳/۷۸	۶۹۷	۵/۶۵
۲	میدان امام خمینی (ره)	۶۸۷	۳/۲۸	۷۰۴	۵/۱۵	۷۰۷	۷/۳۳
۳	میدان مطهری	۷۲۹	۴/۳۲	۷۲/۱	۶/۱۹	۷۰/۱	۱/۳۶
۴	آثر- بیمارستان نکویی	۶۸۷	۲/۵۲	۷۰/۲	۱/۹۹	۷۰/۴	۱/۸۴
۵	حرم مطهر	۶۲۵	۱/۳۳	۶۵/۷	۵/۵۴	۶۷/۶	۳/۲۰
۶	میدان جانبازان	۶۷۷	۵/۸۰	۷۰/۲	۴/۳۲	۷۳/۹	۳/۶۵
۷	میدان پاپس	۶۶۶	۳/۶۲	۶۹/۳	۰/۱۸۷	۶۹/۴	۰/۷۶
۸	میدان توحید	۵۱۹	۳/۳۲	۶۵/۳	۵/۳۶	۶۵/۴	۳/۰۵
۹	میدان ارتش	۶۱۲	۱/۶۲	۶۲/۹	۲/۶۱	۶۶/۴	۱/۶۸
۱۰	میدان شهید صلواتی	۶۱۳	۱/۵۲	۶۶/۴	۰/۱۵۶	۷۱/۲	۲/۰۱
۱۱	میدان جهاد	۶۶	۳/۱۸	۶۷/۴	۱/۷۸	۷۰/۲	۳/۰۹
۱۲	چهارراه بازار	۶۵/۲	۳/۱۸۸	۶۸/۷	۳/۷۸	۶۸/۷	۲/۰۶

دانشگاه علوم پزشکی سبزوار

شاخص NPL به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های میدان جانبازان و میدان توحید بود. همچنین بیشترین و کمترین مقدار شاخص TNI به ترتیب مربوط به ایستگاه‌های میدان جانبازان و میدان ارتش بود (تصویر شماره ۳). نتایج آزمون تی یک‌نمونه‌ای نشان داد بین میزان تراکم وسایل نقلیه موتوری و تراز معادل صوت ارتباط آماری معناداری وجود دارد ( $P < 0.05$ ).

در مقایسه‌ای که بین اطلاعات مربوط به دوره‌های زمانی صبح و ظهر و عصر به عمل آمده میزان آلودگی صوتی ایستگاه‌ها عصرها بیشتر و صبح‌ها کمتر بود (جدول شماره ۱). با توجه به هدف طرح و استاندارد مدنظر و برای بررسی صدای ترافیک در اوقات شلوغی، اندازه‌گیری‌ها در محدوده زمانی روز انجام گرفت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده بیشترین و کمترین مقدار



دانشگاه علوم پزشکی سبزوار

تصویر ۳. مقایسه شاخص‌های LPN و INT در ایستگاه‌های اندازه‌گیری صدا در شهر قم در سال ۱۳۹۱.

## پس‌پس

حاکمی از آلودگی صوتی بالا در مناطق پرتردد و پرترافیک سطح شهر قم است. بررسی‌های بیشتر و اعمال راهکارهای کنترلی در این مناطق بسیار ضروری است. همچنین نتایج نشان داد بیشترین تراز فشار صوت مربوط به ایستگاه میدان مطهری و بیشترین میزان شاخص‌های NPL و TNI نیز مربوط به میدان چنابزان است.

به نظر می‌رسد افزایش تراز صدا و شاخص‌های مربوطه در این میدان می‌تواند ناشی از موقعیت مکانی آن‌ها به عنوان میدان مرکزی و اصلی شهر، تجمع و تردد نسبتاً زیاد وسایل نقلیه موتوری در حاشیه میدان، حرکت وسایل نقلیه با دنده سنگین به خصوص در ساعات پرتردد و تردد زیاد وسایل حمل‌ونقل عمومی و موتور سیکلت‌ها باشد. نتایج نشان داد بین میزان تراکم وسایل نقلیه موتوری و تراز معادل صوت ارتباط آماری معناداری وجود دارد که نشان می‌دهد یکی از عوامل عمده و مؤثر در افزایش آلودگی صوتی، افزایش میزان تراکم وسایل نقلیه است.

با توجه به بالا بودن میزان آلودگی صوتی در این میدان، مدیریت امور ترافیک در این محدوده الزامی است. اجرای تمهیدات لازم برای کنترل آلودگی صوتی و در صورت لزوم اجرای محدوده طرح ترافیک و ارتقای سیستم حمل‌ونقل شهری کمک بسزایی به کاهش آلودگی صوتی و تأمین سلامت ساکنان این محدوده خواهد کرد. در ایستگاه‌های دیگر نیز افزایش تردد و تراکم وسایل نقلیه و برخی عوامل محیطی مانند کم‌عرض بودن خیابان‌ها، بی‌کیفیت بودن آسفالت، کم‌بودن پوشش گیاهی، وجود موانع کاهش سرعت در مسیر حرکت و تردد وسایل نقلیه، تراکم زیاد ساختمان‌ها و سطوح بازتاب‌دهنده صوت در افزایش آلودگی صوتی مؤثر هستند. نتیجه این مطالعه حاکی از این است که میزان آلودگی صوتی ایستگاه‌های بررسی شده، عصرها در بیشترین و صبح‌ها در کمترین مقدار خود قرار داشت که در عصرها با توجه به تردد بیشتر وسایل نقلیه به خصوص بعد از اتمام ساعت کاری قابل توجه است.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و لزوم اجرای راهکارهای کنترلی، باید اقدامات مربوطه از طرف سازمان‌های مرتبط در اسرع وقت اعمال شود. از جمله این راهکارها می‌توان به نکات زیر اشاره کرد: تمهیدات خیابان‌ها، افزایش کیفیت آسفالت و سطح خیابان‌ها، استفاده از وسایل نقلیه عمومی به جای وسایل نقلیه شخصی، کاهش و برطرف نمودن موانع موجود در مسیر حرکت وسایل نقلیه، جمع‌آوری خودروهای فرسوده، احداث روگذر و زیرگذر در نقاط پرتردد و شلوغ مثل چهارراه‌ها، افزایش پوشش گیاهی در جوار خیابان‌ها، نظارت بر طراحی و چیدمان مناسب ساختمان‌های جدید مشرف به خیابان‌ها به منظور کاهش انعکاس صدا، کاهش شیب خیابان‌ها، استفاده از موانع و عایق‌های صوتی شفاف در جوار خیابان‌ها، استفاده از کاربری‌هایی با آسیب‌پذیری و حساسیت کمتر نظیر ساختمان‌های تجاری به عنوان حائل بین خیابان و

نتایج این مطالعه نشان داد میانگین تراز معادل صوت در تمامی ایستگاه‌های بررسی شده بیش از حد مجاز بوده است. نتایج مطالعات مشابه در دیگر شهرهای کشور و جهان نیز با نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه همسو است. مطالعه لویسی و همکاران در شهر یزد حاکی از آن بود که میانگین تراز معادل صدا در تمام مناطق ده‌گانه بررسی شده از حد مجاز منطقه مسکونی تجاری بیشتر است و مناطق مذکور به عنوان مناطق آلوده به صدا قلمداد شده‌اند [۱۷].

نتیجه مطالعه امام جمعه و همکاران در شهر قزوین نیز نشان داد تراز فشار صوت در اغلب نقاط بررسی شده بالاتر از حد مجاز توصیه‌شده برای مناطق مسکونی تجاری است [۱۶]. طبق مطالعه مسافری و همکاران، مواجهه با تراز فشار صوت بالا می‌تواند روی اصناف و کسبه و افرادی که حضور طولانی در منطقه دارند از جمله پلیس‌های راهنمایی و رانندگی تأثیرات منفی داشته باشد. همچنین آلودگی صوتی منجر به افزایش خستگی روانی، کاهش آستانه تحمل، کاهش تمرکز در عابران و مأموران راهنمایی و رانندگی و فعالان تجاری و رانندگان می‌شود [۲۳].

نتیجه مطالعه امیدواری و همکاران در شهر کرمانشاه حاکی از آن بود که مواجهه کسبه و پلیس‌های راهنمایی و رانندگی مستقر در خیابان‌ها با صدا، بالاتر از حد استاندارد است که با نتیجه این مطالعه همخوانی دارد [۲۴]. نتیجه مطالعه معاشری و همکاران نیز نشان داد میانگین تراز صدا در بافت قدیم شهر بیرجند در مقایسه با میزان استاندارد تراز صدا در مناطق مسکونی تجاری بالاتر از حد مجاز است. در این مطالعه بار ترافیکی به عنوان منبع انتشار صدا نقش عمده‌ای در افزایش آلودگی صوتی در سطح شهر داشت [۲۱].

نتیجه مطالعه جامارا و همکاران نیز نشان داد در بیشتر ایستگاه‌های اندازه‌گیری، تراز فشار صوت بیش از حد مجاز است [۲۵]. نتیجه مطالعه میرزایی و همکاران در شهر زاهدان حاکی از آن بود که میانگین تراز فشار صوت در خیابان‌های مرکزی شهر در طول روز بیش از حد استاندارد است [۲۶]. نتیجه مطالعه سپسمن و همکاران نیز نشان داد تراز صدای محیطی ناشی از ترافیک جاده‌ای در شهر گورلو ترکیه بیش از حد استاندارد این کشور است. همچنین افزایش تعداد وسایل نقلیه، عامل عمده افزایش تراز فشار صوت ناشی از صدای ترافیک در شهر گورلو بوده است که با یافته‌های این مطالعه نسبتاً مطابقت دارد [۲۷]. نتیجه مطالعه مانگالکار نشان داد تراز صدا در تمام نقاط بررسی شده به علت افزایش تعداد وسایل نقلیه و تسهیلات حمل‌ونقل افزایش یافته است [۹].

نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات مشابه در ایران و جهان [۲۰، ۱۴-۲۶] همخوانی دارد. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه

## References

- [1] Bluhm G, Nordling E, Berglund N. Road traffic noise and annoyance-An increasing environmental health problem. *Noise and Health*. 2004; 6(24):43. PMID: 15703140
- [2] Sisman EE, Unver E. Evaluation of traffic noise pollution in Corlu, Turkey. *Scientific Research and Essays*. 2011; 6(14):3027-033. doi: 10.5897/sre11.1272
- [3] World Health Organization. Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Geneva: World Health Organization; 2011.
- [4] Skanberg A, Öhrstrom E. Adverse health effects in relation to urban residential soundscapes. *Journal of Sound and Vibration*. 2002; 250(1):151-55. doi: 10.1006/jsvi.2001.3894
- [5] Behzad M, Hodaei M, Alimohammadi I. Experimental and numerical investigation of the effect of a speed bump on car noise emission level. *Applied Acoustics*. 2007; 68(11):1346-56. doi: 10.1016/j.apacoust.2006.07.003
- [6] Road Accidents in India. Transport Research Wing, 2010. New Delhi: Ministry of Road Transport and Highways, Government of India; 2010.
- [7] World Health Organization. Environmental health, inequalities in Europe. Geneva: World Health Organization; 2012.
- [8] van Kempen E, Babisch W. The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis. *Journal of Hypertension*. 2012; 30(6):1075-086. doi: 10.1097/hjh.0b013e328352ac54
- [9] Mangalekar S, Jadhav A, Raut P. Study of noise pollution in Kolhapur city, Maharashtra, India. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*. 2012; 2(1):65-69.
- [10] Al-Ghonamy A. 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; 3(1):47-55. doi: 10.3923/jest.2010.47.55
- [11] Morillas JB, Escobar VG, Sierra JM, Gómez RVI, Carmona JT. An environmental noise study in the city of Cáceres, Spain. *Applied Acoustics*. 2002; 63(10):1061-070. doi: 10.1016/s0003-682x(02)00030-0
- [12] Safari Variani A, Nikpay A, Ghalenoie M, Emanjomeh M. [Comparison of equivalent noise pollution and traffic noise index in different cities of Qazvin province, 2010 (Persian)]. *The Journal of Qazvin University of Medical Sciences*. 2013; 16(4):69-74.
- [13] Piccolo A, Plutino D, Cannistraro G. Evaluation and analysis of the environmental noise of Messina, Italy. *Applied Acoustics*. 2011; 66(4):447-65. doi: 10.1016/j.apacoust.2004.07.005
- [14] Samaii Z, Kasmai Z, Miataheri F. [Comparison of noise pollution in Tehran large fields (Persian)]. Paper presented at: The 4<sup>th</sup> Conference & Exhibition on Environmental Engineering, 2010 Nov 17-18; Tehran, Iran.
- [15] Mortezaie S, Bina B, Berjis N. [Evaluation of noise pollution in Isfahan urban areas (Persian)]. *Journal of Health System Research*. 2005; 1(2):47-53.
- [16] Emanjomeh 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.

اماکن مسکونی، طراحی مناسب محوطه مشرف به خیابان‌ها و استفاده از پارک‌هایی با فضای سبز در جوار خیابان‌ها و چهارراه‌ها و میادین، آموزش و اطلاع‌رسانی عمومی به شهروندان به خصوص رانندگان خودروها در زمینه کنترل و کاهش آلودگی صوتی و عایق‌بندی ساختمان‌ها در برابر صوت.

## پیشنهادها

نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از بالاتر بودن میزان آلودگی صوتی از حد مجاز در مناطق پرتردد شهر قم است. با توجه به کمبود اطلاعات و بررسی‌های مربوطه در این زمینه، انجام تحقیقات مشابه در مناطق مختلف شهر و حومه قم به همراه محاسبه دقیق شاخص‌های مربوطه در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند به شناسایی هرچه بیشتر منابع انتشار آلودگی صوتی کمک کند.

## تشکر و قدردانی

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای بهروز دژدار در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی قم گرفته شده است. نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند از مساعدت‌های بی‌دریغ معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی قم و تمام عزیزانی که در این پژوهش همکاری کردند، تشکر و قدردانی کنند.

- [17] Nezhadkourki F, Yousefi E, Naseri F. [Analysing street traffic noise pollution in the city of Yazd (Persian)]. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2010; 7(1):53-62.
- [18] Ali Zadeh A, Mohammadian M, Etemadi Nezhad S, Yazdani J. [Investigation of noise pollution in Sari city within one year, 2007-2008 (Persian)]. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2009; 19(4):45-52.
- [19] Kiani Sadr M, Nasiri P, Sakhavatjoo MS, Abbaspoor M. [Determine levels of statistical noise and traffic noise index (TNI) in Khorramabad city (Persian)]. Paper presented at: The 3<sup>rd</sup> Conference of Environmental Engineering, 2009 Oct 7-8, Tehran, Iran.
- [20] Mari Oryad H, Raygan Shirazi A, Alimohammadi I. [Evaluation of noise pollution in crowded areas in Yasuj in 2006 (Persian)]. Armaghane-Danesh. 2008; 12(4):109-16.
- [21] Moasheri N, Monazzam Esmaelpoore M, Abolhasannejad V, Abbaszadeh M, Movahedi E. [Assessment of noise pollution indices in Birjand old districts in 2010 (Persian)]. Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2013; 19(4):439-47.
- [22] Ghanbari M, Nadafi K, Mosaferi M, Yunesian M, Aslari H. [Noise pollution evaluation in residential and residential-commercial areas in Tabriz-Iran (Persian)]. Iranian Journal of Health & Environment. 2011; 4(3):375-84.
- [23] Mosaferi M, Rasolzadeh Y, Nazari J, Taghipour H, Diyanat I. [Study of noise pollution in downtown area of Tabriz during heavy traffic times (Persian)]. Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences. 2012; 34(4):112-19.
- [24] Omidvaari M, Ghahvei N, Ekhtiaari M. [Noise pollution due to traffic in Kermanshah (Persian)]. Journal of Kermanshah University of Medical Sciences. 2002; 6(3):45-50.
- [25] Jamrah A, Al-Omari A, Sharabi R. Evaluation of traffic noise pollution in Amman, Jordan. Environmental Monitoring and Assessment. 2006; 120(1-3):499-525. doi: 10.1007/s10661-005-9077-5
- [26] Mirzaei R, Ansari-Mogaddam A, Mohammadi M, Rakhshani F, Salmanpor M. Noise pollution in Zahedan and residents' knowledge about noise pollution. Health Scope. 2012; 1(1):3-6. doi: 10.5812/jhs.4544