

# ارزیابی آلودگی صدا در شهر خرم آباد به منظور ارائه راهکارهای اجرایی جهت کنترل و کاهش آن

مریم کیانی صدر<sup>۱\*</sup>، پروین نصیری<sup>۲</sup>، محمد صادق سخاوتجو<sup>۳</sup>، مجید عباسپور<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد آلودگی محیط زیست واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

۲- استاد دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران

۳- استادیار گروه مهندسی محیط زیست واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

۴- دانشیار گروه مکانیک دانشگاه صنعتی شریف تهران

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۱/۲۷

## چکیده

هدف اصلی این تحقیق بررسی آلودگی صوتی شهر خرم آباد و ارائه راهکارهای اجرایی برای کنترل و کاهش آن است. در این مطالعه ۳۸ ایستگاه به منظور بررسی و اندازه گیری میزان تراز صدا در شبانه روز در منطقه مورد مطالعه انتخاب شد و نمونه برداری ها در اواسط دو فصل بهار و تابستان ۱۳۸۶ و در هر فصل، یک هفته صورت پذیرفت. اندازه گیری ها به صورت روزانه (صبح الی ۱۰ شب) و شبانه (شب الی ۷ صبح) بودند. مشخصه های اندازه گیری شده صدا در ایستگاههای نمونه برداری  $Spl$  و  $L_{eq}, L_{max}, L_{min}$  بودند، سپس با استفاده از فرمول  $L_{dn}, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{1}, L_N, L_{NI}$  نیز محاسبه شد. میانگین تراز معادل صوت به دست آمده از ایستگاههای نمونه برداری با مقادیر استاندارد صدای ایران مقایسه شدند، که در تمامی ایستگاهها این مقادیر بیش از حدود استاندارد ایران بود. مشخصه های صدای اندازه گیری شده در دو فصل بهار و تابستان و همچنین در هر فصل به صورت جداگانه در روز و شب، همچنین ایستگاههای نمونه برداری به تفکیک سه منطقه شهرداری از لحاظ مشخصه های مذکور مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. از نتایج مهم این تحقیق، تهیه نقشه های همترازی صدا برای مشخصه های  $Spl$  و  $L_{eq}, L_{max}, L_{min}, L_{dn}$  در هر دو فصل بهار و تابستان (روزانه و شبانه جداگانه) است که مناطق بحرانی از لحاظ آلودگی صدا در نقشه های مذکور مشخص شد. علاوه بر این در این بررسی ۵۰۰ پرسشنامه بین افراد توزیع شد، نتایج آنالیز آماری پرسشنامه های صدا مشخص کرد، بین متغیر گروه مردان و بروز عصبانیت و بین متغیر گروه زنان و متغیر بروز سردرد ناشی از سرو صدای ناشی از ترافیک در هر دو فصل رابطه معنی داری وجود دارد، ولی بین گروههای مختلف سنی و از خواب پریدن، شاخص های ناراضی، یا آزردهی مانند وجود تمرکز حواس، تداخل گفت و گو، بروز عصبانیت، بروز سردرد و بروز هیجان ارتباط معنی داری در هر دو فصل مشاهده نشد. در پایان با توجه به نتایج حاصل از اندازه گیری و مقایسه آن با مقادیر استاندارد، نتایج حاصل از پرسشنامه های سلامت و با توجه به روش های مربوط به آلودگی صوتی که در سایر کشورها استفاده شده، نسبت به ارائه راهکارهای مناسب اقدام شد. از جمله این راهکارها پیشنهاد تعریض بعضی خیابان ها بود که با نظر کارشناسان و بررسی موارد اصولی صورت گرفت.

## کلیدواژه

آلودگی صوتی - خرم آباد - نقشه های همترازی صدا - راهکار - پرسشنامه های صدا

## سرآغاز

در سال های ۶۲-۱۳۶۳ در بخش هایی از شهر تهران انجام پذیرفت که طی آن میزان صدا در حدود ۸۴ dB عنوان شد (نصیری، ۱۳۸۲). در مطالعه ای با عنوان بررسی آلودگی صدا در شهر تهران ابتدا منابع تولید آلودگی صدا در شهر تهران بررسی شده و سپس مقادیر صدا در ایستگاههای تعیین شده اندازه گیری شدند. یافته های این تحقیق مشخص کرد که گونه های گیاهی با چه ترکیبی، در چه فاصله ای و در چه درصد شیبی و در چه جهت دامنه ای کشت شوند تا بهتر بتوانند به

آلودگی صدا یکی از مهم ترین موارد آلودگی محیط زیست است که در محدوده شهری باعث آزار ساکنان و شاغلان می شود و به منزله عامل مخاطره زای بهداشتی و حتی ایمنی در دنیا مورد توجه جدی قرار گرفته است (عباسپور، ۱۳۷۱). اولین مطالعه در زمینه آلودگی صدا در ایران توسط گروه مهندسان مشاور مک دونالد در سال ۱۳۵۶ در شهر تهران انجام شد که مطابق آن میزان صدا در شهر تهران ۵۵-۸۰ گزارش شد. در پی آن تحقیقی توسط مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

روز به مدت ۶ ماه در فصل بهار و تابستان در نواحی مسکونی، تجاری، اداری، صنعتی و غیره انتخاب شدند. نتایج نشان داد صدای غالب در مناطق مسکونی در زمان روز ۶۵-۷۰ دسی بل و در شب ۵۰-۶۰ دسی بل است (جلیل زاده، ۱۳۸۴). در مطالعه بررسی آلودگی صدای محیطی در شهر Curitiba در برزیل در ۱۰۰۰ ایستگاه اندازه‌گیری میانگین تراز معادل صوت ( $L_{eq}$ ) تعیین شد. (۳۵۰ ایستگاه در مناطق مسکونی، ۷۵ ایستگاه در مناطق مخلوط، ۲۳۹ ایستگاه در مناطق خدماتی، ۹۷ ایستگاه در مناطق تجاری و ۲۳۹ ایستگاه در مناطق صنعتی). ساعات نمونه‌برداری ۱۲ تا ۱ ظهر و ۶ تا ۷ بعد از ظهر بود. ۹۳/۳ درصد ایستگاهها میانگین تراز معادل صوت بیش از ۶۵ دسی بل و ۴۰/۳ درصد ایستگاهها میانگین تراز معادل صوت بیش از ۷۵ دسی بل داشتند. نتایج نشان داد بیشترین آلودگی صوتی در شهر Curitiba مربوط به مناطق صنعتی است (Sato et al., 1999). در سال ۲۰۰۴ در مسینای ایتالیا ابتدا از بین ۶ کلاس آکوستیکی (مناطق ویژه حفاظت شده، مناطق مسکونی، مناطق نیمه صنعتی، مناطق صنعتی، مناطق با تراکم حفاظتی بالا (تجاری)، مناطق ترکیبی، ۳۵ ایستگاه اندازه‌گیری آلودگی صوتی انتخاب و مشخصه‌های  $L_{90}$ ,  $L_{eq}$ ,  $L_1$ ,  $L_{10}$ ,  $L_{50}$  و حجم ترافیک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که جاده‌های اصلی مسینا در طول روز بار ترافیکی بسیار زیادی دارند و در همه ایستگاههای اندازه‌گیری متوسط صدای ناشی از ترافیک جاده در حدود ۱۰ دسی بل بیشتر از حدود استاندارد است. همچنین نتایج مشخص کرد که اختلاف واریانس به علت ساختار ژئومرفولوژیکی شهرها و ساختار حمل و نقل است و همچنین بیش از ۲۵ درصد ساکنان مناطق مسکونی از صدای ناشی از ترافیک جاده ناراضی‌اند (Piccolo, et al., 2004). در مطالعه ترازهای صدای ترافیک شهر Sylhet تراز معادل صدا ( $L_{eq}$ ) در ۳۷ ایستگاه از ساعت ۷ صبح تا ۱۱ بعد از ظهر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تراز صدای بزرگراههای نزدیک مناطق مسکونی، بیمارستان‌ها و مناطق آموزشی دارای  $L_{eq}$  بالاتر از ۶۵ db بودند. در این مطالعه پیشنهاد شد، مراکز حساس مانند مدارس و بیمارستان‌ها با فاصله ۶۰ متری از کناره جاده‌ها ساخته شوند (Alam, et al., 2006). در مطالعه‌ای دیگر تراز معادل صدا ( $L_{eq}$ ) در جاده‌های دارای ترافیک سنگین در Bucharest اندازه‌گیری شدند. مقادیر  $L_{eq}$  بین ۶۵ و ۷۵ دسی بل بودند و بیشترین فراوانی میانگین تراز معادل صدا ۷۰ دسی بل بود. حجم وسایل نقلیه موتوری نیز در ایستگاههای اندازه‌گیری تعیین شد. متوسط تراز معادل صدا ۷۰ دسی بل بود که حجم ترافیک موجود در مناطق دارای متوسط

کاهش آلودگی صدا کمک کنند. در پایان راهکارهایی به منظور کنترل و کاهش آلودگی صدا در شهر تهران ارائه شد (مخدوم، ۱۳۶۸). در مطالعه بررسی میزان آلودگی صدای ناشی از ترافیک در شهر تهران - مسیر بزرگراه مدرس (از ابتدای بزرگراه در خیابان ولیعصر تا میدان امام خمینی)، ۱۴۳ نمونه صدا در ۱۳ نوبت نمونه‌برداری و در ۱۱ ایستگاه اندازه‌گیری شد. نمونه برداری‌ها نشان دهنده بالا بودن متوسط تراز فشار صوت در مسیر مربوط بود. متوسط تراز فشار صوت در دوره نمونه‌برداری، معادل ۷۵/۷۳ دسی بل در شبکه وزنی A بود (ایزد دوستدار، ۱۳۷۴). در مطالعه صدا بر سلامتی و زندگی اجتماعی کارگران، تأیید می‌شود که صدا در محیطهایی که سر و صدای محیط بیش از ۸۵ دسی بل باشد باعث ناراحتی و آسیب برای کارگران (۶۵-۹۸٪، خستگی (۲۲-۹۶٪)، کاهش اختلالات شنوایی (۶۰-۹۱٪) می‌شود و همچنین صدا می‌تواند آثار منفی بر انجام کار، کارایی، تولید و بهره‌وری (۷-۹۱٪) به جا بگذارد (جزنی، ۱۳۷۵). تعیین اختلاف تراز صدا در ایستگاهها مبین این موضوع است که در سطح شهر هر چه میزان صدا افزایش یابد اختلاف صدا کمتر می‌شود. بدین معنی که تردد وسایل نقلیه موتوری منظم‌تر خواهد شد (توکلی، ۱۳۷۸). در مطالعه‌ای با عنوان مکان‌یابی نصب موانع صوتی در مسیر بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری پس از شناسایی مسیر مورد نظر، ایستگاههای اندازه‌گیری تعیین و سپس در روزهای مختلف هفته، مقادیر تراز معادل فشار در ایستگاههای تعیین شده اندازه‌گیری شد. محل ایستگاهها با توجه به تراکم نقاط مسکونی حاشیه بزرگراه انتخاب شدند؛ سپس مقادیر اندازه‌گیری شده با مقادیر استاندارد مقایسه شدند. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده آن است که مقادیر از حد مجاز بالاتر بوده و کنترل و کاهش آلودگی صدا در این مسیر ضروری است. در این تحقیق مؤثرترین و متداول‌ترین روش برای کنترل و کاهش صدا در بزرگراهها و محیطهای باز ارائه شده است که همان نصب موانع صوتی در طول مسیر مورد نظر است (نصیری، ۱۳۸۰). همچنین اندازه‌گیری آلودگی صوتی و آنالیزهای صوتی در ایستگاههای ۳۸ گانه شهر رشت به نقشه همتراز صوتی اکوسیستم شهری رشت که به وسیله مناطق چهارگانه تفکیک شده ختم شد. حداکثر شدت صوتی اندازه‌گیری در سطح شهر رشت طی نمونه‌برداری‌ها، ۸۴ دسی بل بوده که در ساعات پر ترافیک شبانه روز در میدان شهرداری به وجود آمده است. در مطالعه بررسی تعیین میزان آلودگی صوتی در منطقه ۹ شهرداری تهران ۷۸ ایستگاه به فاصله ۳۰ متر از یکدیگر به منظور بررسی و اندازه‌گیری میزان تراز صدا در شبانه

شهر خرم‌آباد عبور می‌کند گذر کرده و انتشار انواع آلودگی‌ها بویژه آلودگی صوتی را موجب شود. همچنین، طی دهه اخیر شهر خرم‌آباد از نظر جمعیتی، وسعت و استقرار صنایع و کارگاهها به سرعت رشد کرده که همگی در بالا بردن ترازهای صوتی در نواحی مختلف شهر مؤثر بوده‌اند. طبق بررسی‌های به‌عمل آمده موجبات آلودگی صدا در شهر خرم‌آباد به دلیل دو پدیده اصلی طبیعی و اجتماعی است.

پدیده طبیعی به‌وجودآورنده چنین وضعیتی قرار گرفتن شهر در دره و محصور شدن آن به وسیله کوهستان است. این مسئله باعث شده قسمت شمالی شهر منظره کوهستانی و ناهموار و جنوب آن چشم اندازی تقریباً جلگه‌ای داشته باشد. و اختلاف شیب در بسیاری از نقاط شهر دیده می‌شود. این پدیده، بویژه در خیابان‌هایی که عاری از فضای سبز است و شیب تند دارند بیشتر باعث بروز آلودگی صدا می‌شود. زیرا خودروهایی که از جنوب به شمال در حرکت‌اند (سر بالایی) به سبب استفاده از دنده سنگین فشار بیشتر به موتور وارد می‌آورند که این خود سر و صدای بیشتر تولید می‌کنند.

همچنین خودروهایی که از شمال به جنوب در حرکت‌اند (سر پائینی؛ بویژه در بزرگراهها که بر سرعت خودرو افزوده می‌شود)، باز هم سر و صدای بیشتر به واسطه حرکت سریع چرخها و شتاب بیشتر نیروی وزن خودرو به وجود می‌آورند (مخدوم، ۱۳۶۸). در حالت اول آلودگی صدا ناشی از چرخهاست که به هر حال آلودگی صدای حالت اول بیش از آلودگی صدای حالت دوم است. علاوه بر آن کوهستانی بودن شهر نیز بر افزایش آلودگی صدا در شهر تأثیر می‌گذارد. پدیده اجتماعی به‌وجود آورنده آلودگی صدا در شهر خرم‌آباد به واسطه وجود منابع آلاینده، یا آلاینده‌ها در سطح شهر است. آلاینده‌های صدا در شهر خرم‌آباد عبارتند از:

وسایط نقلیه سنگین، اتومبیل سواری، موتورسیکلت، آژیر اتومبیل‌ها، عملیات حفاری و شهرسازی، سر و صدای جمعیت در کوچه و خیابان، کارگاهها و مراکز صنعتی. شایان ذکر است که مصالح ساختمانی استفاده شده در شهر خرم‌آباد بیشتر سیمان و آجر فشرده است.

همچنین در محله‌های قدیمی (به‌خصوص قسمت‌های مرکزی و جنوبی شهر) جنس مصالح ساختمانی استفاده شده کاه‌گل و چوب است و استفاده از پنجره‌های دو جداره، دیوارهای بلند، و یا دیوارهای صداگیر به منظور کاهش آلودگی صدا در آن متداول نیست. همچنین سهم سرانه فضای سبز شهر خرم‌آباد ۱۰/۲ متر مربع در مقایسه با ۷/۵ تا ۵۰ مترمربع استاندارد جهانی است (سازمان فضای سبز و پارک‌های شهرداری لرستان، ۱۳۸۷). نوسان میزان ۷/۵ تا ۵۰ متر

تراز معادل صدای ۷۰ دسی‌بل، ۹۰۰ وسیله نقلیه موتوری در ساعت مشخص شد. بیشترین متوسط تراز معادل صدا ۷۶/۶ دسی‌بل بود که حجم ترافیک موجود در این ایستگاهها ۲۰۰۰ وسیله نقلیه موتوری در ساعت تعیین شد. نقشه‌های همترازی صدا رسم شده و پیشنهادهایی برای کاهش آلودگی صوت از جمله استفاده از مانع‌های صوتی و استفاده از درختان و پوشش گیاهی و آسفالت مناسب، ارائه شده است (Patroescu et al., 2006). همچنین بررسی آلودگی صوتی در ۳۰۳ ایستگاه اندازه‌گیری در ۶ پارک شهری در Curitiba در برزیل نشان می‌دهد که پارک‌ها را می‌توان به دو منطقه آلوده آکوستیکی و غیرآلوده طبقه‌بندی کرد. پارک‌های شهری در Curitiba، پارک‌هایی بودند که به‌وسیله جاده‌هایی با ترافیک سنگین احاطه شده بودند و علاوه بر آن اطراف آنها مراکز تجاری بزرگی وجود داشت. آلوده‌ترین پارک از نظر آلودگی صوتی پارک publicwork park و Botanical Garden park بودند که به ترتیب دارای میانگین تراز معادل صوت ۶۴/۸ و ۶۷ دسی‌بل بودند (Zannin et al., 2006).

در تحقیقی تحت عنوان ارزیابی و آنالیز آلودگی صوتی شهر والادولید اسپانیا منابع آلودگی صوتی، ارزیابی تداخل مکالمه و آنالیز اثرات عمده بر مردم بررسی شده است. در این مطالعه افراد ساکن در ایستگاههای مشخص شده در هر منطقه (درجه‌بندی شده) و در فواصل ۲۵۰ متری نقشه شهر بررسی شدند. در این مطالعه ۲ هدف اصلی مطرح بود: ۱- مقایسه اندازه‌گیری‌های صدا با تداخل مکالمه گزارش شده توسط مردم به‌منظور یافتن برخی آثار و ارتباط بین آنها. ۲- آنالیز این که مردم والادولید که چگونه و از چه منظری (برای مثال مسائل اقتصادی) نسبت به کاهش آلودگی صوتی تمایل دارند. نتایج این تحقیق نشان داد که ۴۰ درصد دارای مشکلات خواب بودند که ۵۹ درصد آنها، به طور مشخص از صدای ترافیک رنج می‌بردند؛ همچنین مشخص شد که مأموران راهنمایی و رانندگی از نظر عوارض اختلال در خواب، اختلال در گفت‌وگو، عصبانیت، سردرد و سرگیجه، خستگی زودرس و ضعف عضلانی بالاترین گروه آسیب پذیرند، که به علت تماس مستقیم با صدای ترافیک این عوارض در این گروه نسبت به سایر گروهها بیشتر است (Martin, et al., 2006).

شهر خرم‌آباد، مرکز استان لرستان طبق برآورد جمعیت در سال ۱۳۸۲ دارای جمعیتی معادل ۳۰۵۵۹۰ نفر بوده، دارای سه منطقه شهری و در دالون شمال جنوب کشور استقرار یافته است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان لرستان، ۱۳۸۳). این موضوع موجب شده که حجم بزرگی از وسایل نقلیه از گذرگاه و خط ارتباطی که از میان

صدا در منطقه مورد مطالعه ۱۹ نمونه (Leq A) به طور تصادفی در سطح شهر در شبانه روز اندازه گیری و طبق روابط زیر (معادله شماره ۱) (خاتمی، ۱۳۸۲) تعداد نمونه و تعداد ایستگاه به دست آمد.

$$\text{ضریب اطمینان } Z = \text{واریانس} = \text{var}^2 = \text{تعداد نمونه} = n \\ \text{انحراف معیار } D = \text{خطا } d =$$

$$n = (\text{var} \times z^2) / d^2 \quad (۱)$$

$$\text{اگر } d = (0.1 - 0.01)D \text{ and } z = ۱/۹۶ \text{ d} = ۰/۷۹$$

$$\text{so: } n = ۳۸۵/۰۳ \quad n = ۳۸۵$$

بنابراین نمونه‌ای به حجم ۳۸۵/۰۳ برای حدود اعتماد ۹۵ درصد و خطا، یا اشتباهی کمتر از ۰/۷۹ dB<sub>A</sub> تعیین شد. شایان ذکر است در صورت افزایش تعداد نمونه، خطای عملیات کمتر از آن مقدار فوق خواهد بود. با توجه به تعداد نمونه‌های اندازه‌گیری به دست آمده می‌توان، مساحت منطقه (۳۳۵۹۹ هکتار) را بر تعداد نمونه تقسیم کرد تا مربع‌های کوچکی را به دست آورد که محل تقاطع اقطار آنها نشان دهنده محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری است.

بر این اساس سطح منطقه به مربع‌های هم‌مساحتی شبکه‌بندی می‌شود و ایستگاه‌های اندازه‌گیری به صورت یکنواخت در کل سطح شهر پراکنده می‌شوند.

با توجه به مراحل فوق تعداد ۳۰ ایستگاه اندازه‌گیری در سطح شهر به دست آمد و برای حصول اطمینان بیشتر ۸ ایستگاه دیگر با ویژگی‌های مناطق شلوغ و پرترافیک نیز به موارد فوق افزوده شد.

برای برآورده کردن تعداد نمونه‌های مورد نیاز (۳۸۵ نمونه) در هر ایستگاه، حدود ۱۰ بار اندازه‌گیری باید انجام می‌گرفت اما به منظور مقایسه ترازهای صدا در شب و روز به صورت جداگانه و همچنین بررسی روند تغییرات ترازهای صدا طی روزهای هفته، طی دو فصل بهار و تابستان و در هر فصل به مدت یک هفته در روزهای مختلف اندازه‌گیری انجام شد.

بنابراین در هر هفته ۷ نمونه در روز و ۷ نمونه در شب در هر ایستگاه برداشت شد و به طور کلی تعداد نمونه‌های برداشت شده از هر ایستگاه به ۲۸ نمونه افزایش یافت و کل نمونه‌های برداشت شده از سطح شهر به ۱۰۶۴ نمونه بالغ شد که دقت عملیات را بسیار افزایش داده است. موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری مشخصه‌های صدا در سطح شهر خرم‌آباد در شکل شماره (۱) نشان داده شده است.

مربع بستگی تام به شرایط اکولوژیکی، بویژه شرایط اقلیمی شهر دارد (مخدوم، ۱۳۶۸).

شایان ذکر است که میزان فضای سبز در قسمت‌های مرکزی و جنوبی شهر بسیار کمتر از بقیه قسمت‌های شهر است. بنابراین طبق بررسی‌های انجام یافته و با توجه به نقش فضای سبز در کاهش آلودگی صدا، آلودگی صدا در بخش‌های مرکزی و جنوبی شهر بسیار شدید است.

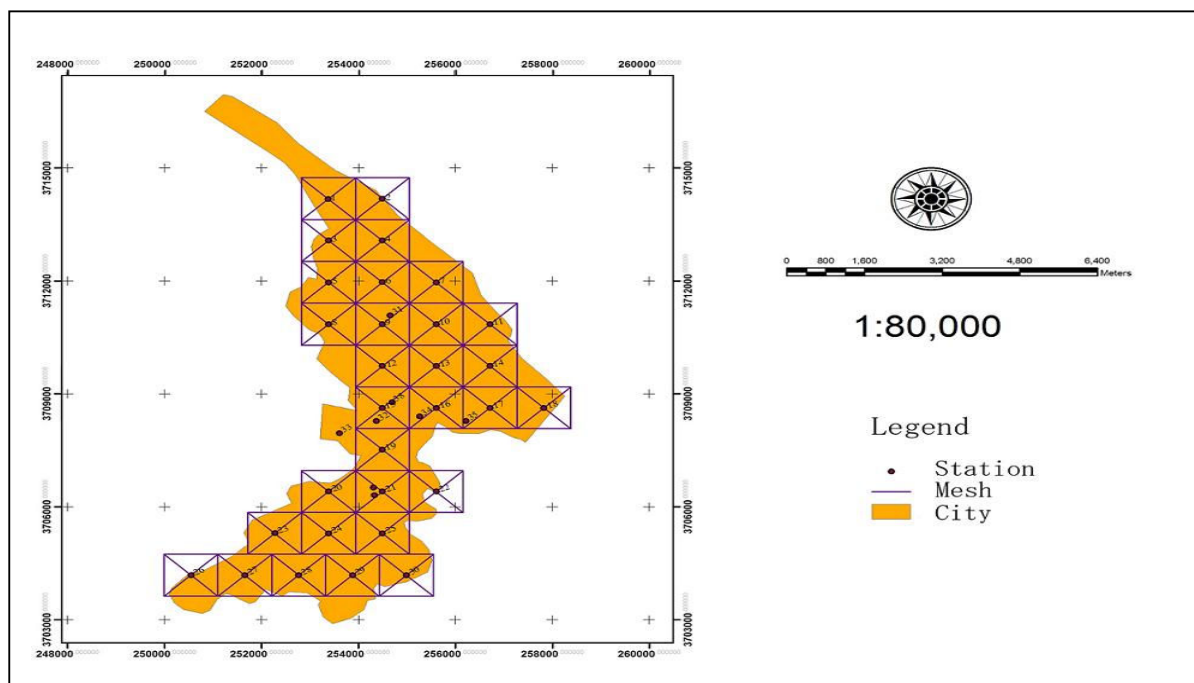
با توجه به این که آلودگی صوتی دارای عوارض خطرناکی از قبیل بیماری‌های عصبی و سکنه‌های قلبی ناشی از آن، افزایش ضریان قلب و فشار خون، تنگی نفس، کری موقت و کری دائم و غیره است (عباسپور، ۱۳۷۱) و تاکنون هیچ‌گونه مطالعه جامعی در زمینه آلودگی صوتی در شهر خرم‌آباد صورت نگرفته، ضرورت انجام تحقیق حاضر مشخص می‌شود.

در این تحقیق سعی شده با توجه به روش کار و یافته‌های حاصل از سایر تحقیقات انجام پذیرفته در زمینه آلودگی صدا و بهره‌مندی از آنها، مطالعه کامل و جامعی از آلودگی صدا ارائه شود. در سایر تحقیقات انجام شده در این زمینه معمولاً به بررسی وضعیت آلودگی صدا پرداخته شده، یا بررسی رضایت‌مندی مردم از سطوح صدا صورت پذیرفته است، در حالی که در تحقیق حاضر ارزیابی همزمان وضعیت آلودگی صدا و رضایت‌مندی مردم در شهر خرم‌آباد به منظور ارائه راهکارهای اجرایی مناسب ارائه شده است.

همچنین ترسیم ۱۸ نقشه همترازی صدا در شهر خرم‌آباد از دیگر توانایی‌های تحقیق حاضر است. اهداف اصلی که برای این تحقیق در نظر گرفته شده شامل شناسایی منابع انتشار آلودگی صوتی در شهر خرم‌آباد، تعیین مقادیر آلودگی صوتی در شهر خرم‌آباد، ترسیم نقشه آلودگی صدا با استفاده از Arc GIS، مقایسه وضعیت موجود با مقادیر استاندارد، توزیع و تکمیل پرسشنامه‌های سلامت برای تعیین میزان رضایت‌مندی مردم از سطوح صدا، ارائه روش‌های کاهش و کنترل ترازهای صدا در شهر خرم‌آباد هستند.

### روش تحقیق

در این تحقیق از دستگاه صدا سنج Bruel & Kjaer مدل 2230 ساخت کشور دانمارک، منطبق با استانداردهای بین‌المللی استفاده شد. در این تحقیق ابتدا از طریق انجام بازدیدهای میدانی و گشت‌زنی در سطح شهر، منابع انتشار آلودگی صدا در شهر خرم‌آباد شناسایی شدند. به منظور تعیین حجم نمونه و تعداد ایستگاه اندازه‌گیری



شکل شماره (۱): نقشه جانمایی ایستگاههای اندازه‌گیری مشخصه‌های صدا در سطح شهر خرم‌آباد

مختلف آلودگی صوتی ناشی از ترافیک و سایر منابع، آگاهی سنجی و واکنش ذهنی ساکنان منطقه به مزاحمت‌های گوناگون صوتی است. روش تکمیل پرسشنامه‌ها به صورت مصاحبه حضوری بود. در این مطالعه در ایستگاههای اندازه‌گیری تراز معادل صدا، تعداد ۵۰۰ پرسشنامه به‌طور تصادفی تکمیل شد. تعداد ۲۵۰ پرسشنامه در بهار ۱۳۸۶ و ۲۵۰ پرسشنامه نیز در تابستان ۱۳۸۶ توزیع و تکمیل شد. در توزیع پرسشنامه موارد زیر در نظر قرار گرفته است:

- پرسشنامه فقط بین افراد بالای ۱۸ سال توزیع شود.
- برای افراد بی‌سواد و کم سواد موارد پرسشنامه و هدف آن تا حدی که از القای نظر دور باشد، توضیح داده شود.
- یکنواختی شرایط محیطی ایستگاه به هنگام اندازه‌گیری تراز کلی فشار صوت SPL و تکمیل پرسشنامه‌ها.

کلیه سنجش‌های به عمل آمده جز در موارد پیش آزمایش در اردیبهشت ۱۳۸۶ و مرداد ۱۳۸۶ و در ساعات ۷ صبح تا ۱۰ شب و ۱۰ شب تا ۷ صبح در فواصل مختلف زمانی صورت گرفته است. شرایط جوی شامل عدم بارندگی و عدم وجود بادهای شدید در هوا بطوری‌که در میزان اندازه‌گیری شده مقدار اضافی وارد شود بر آنها حاکم بوده است. برای تجزیه و تحلیل آماری نتایج حاصل از اندازه‌گیری مشخصه‌های

یادآوری این نکته ضروری است که در این تحقیق فاصله دستگاه اندازه‌گیری صدا تا وسط خیابان، و یا منابع تولید صدا ۳ متر در نظر گرفته شد. برای محاسبه میانگین میزان تراز صدای شبانه‌روزی از معادله شماره (۲) (صفرزاده، ۱۳۸۲) در ایستگاههای اندازه‌گیری استفاده شده است:

$$L_{dn} = 10 \log \left\{ \frac{1}{24} \left[ \left( 15 \times 10^{Leq_d T / 10} \right) + 9 \times 10^{Leq_n T + 10 / 10} \right] \right\} \quad (2)$$

طی اندازه‌گیری صدای محیطی در شهر خرم‌آباد ۱۱ ایستگاه از ۳۸ ایستگاه (۵ ایستگاه با مقادیر صوتی بالا و ۶ ایستگاه با مقادیر صوتی پایین) برای تعیین مقادیر  $L_N$  ( $L_{90}, L_{50}, L_{10}, L_1$ ) انتخاب شدند. این مقادیر با استفاده از ترسیم منحنی SPL - فراوانی تجمعی برای ایستگاهها، به‌دست آمدند. همچنین اندیس ترافیکی صدا از معادله شماره (۳) (صفرزاده، ۱۳۸۲) محاسبه شده است:

$$TNI (dB_A) = L_{90} + 4(L_{10} - L_{90}) - 30 \quad (3)$$

در مرحله بعد پرسشنامه سلامت عمومی در سطح ایستگاههای اندازه‌گیری توزیع شد. هدف عمده از ارائه پرسشنامه بررسی صور

صدا در ایستگاههای تعیین شده و همچنین اطلاعات حاصل از اخذ پرسشنامه‌های تکمیل شده از نرم افزار SPSS استفاده شد. برای تولید و ترسیم نقشه‌های همترازی صدا از نرم افزار Arc GIS بهره‌گیری شده و در نهایت برای اصلاح ساختار هندسی خیابان‌ها، نرم افزار AutoCAD استفاده شده است.

### نتایج

بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌ها در فصل بهار میانگین ترازهای صوت معادل روزانه در ۱۲ ایستگاه از مجموع ۳۸ ایستگاه اندازه‌گیری بالاتر از  $70 \text{ dB}_A$  بوده است و بیشترین میانگین مربوط به ایستگاه بلوار بهارستان معادل  $75/6 \text{ dB}_A$  بوده است. بالا بودن تراز صوت معادل روزانه در بلوار بهارستان ( $10/6$  دسی‌بل انحراف از استاندارد) به این علت است که این بلوار یگانه راه ارتباطی جنوب به شمال کشور (از طرف غرب) است، تردد وسایط نقلیه از جمله خودروهای سواری، اتوبوس، مینی‌بوس و برخی وسایط نقلیه سنگین باعث ترافیک سنگین در این مسیر می‌شوند. هرچند احداث کمربندی خرم آباد موجب شده حجم وسیعی از وسایط نقلیه سنگین از این راه ارتباطی عبور و مرور کنند. ایستگاههایی که دارای تراز صوت معادل شبانه ( $L_{eq}$ ) بیش از  $70 \text{ dB}_A$  بودند عبارتند از:

۱- بلوار بهارستان ( $75/4$  دسی‌بل،  $20/4$  دسی‌بل انحراف از استاندارد).

۲- تقاطع میدان امام حسین و بلوار شریعتی ( $73/1$  دسی‌بل،  $18/1$  دسی‌بل انحراف از استاندارد).

۳- بلوار دانشجو ( $71/6$  دسی‌بل،  $16/6$  دسی‌بل انحراف از استاندارد).

۴- میدان کیو ( $71/4$  دسی‌بل،  $16/4$  دسی‌بل انحراف از استاندارد).

۵- میدان یادبود ( $71/4$  دسی‌بل،  $16/4$  دسی‌بل انحراف از استاندارد).

۶- گلستان ۳ ( $70/3$  دسی‌بل،  $20/3$  دسی‌بل انحراف از استاندارد).

تمامی ایستگاههای فوق در مسیرهای ارتباطی اصلی جنوب به شمال در شهر خرم آباد واقع شده‌اند و علت بالا بودن تراز صوتی معادل شبانه و نزدیکی به مقادیر تراز معادل صوتی روزانه در این ایستگاهها مسیر عبور وسایط نقلیه، به‌خصوص اتوبوس از شمال به جنوب و بعکس هستند. در ایستگاههای فوق مقادیر تراز معادل صوت شبانه نزدیک، و یا بیشتر از مقادیر تراز معادل صوت روزانه است ولی در مابقی ایستگاهها مقادیر تراز معادل صوت شبانه پایین‌تر از مقادیر تراز معادل صوت روزانه است. ایستگاههایی که دارای تراز صوت معادل روزانه و شبانه ( $L_{dn}$ ) بیش از  $70 \text{ dB}_A$  بودند عبارتند از:

۱- بلوار بهارستان ( $81/9$  دسی‌بل).

۲- تقاطع میدان امام حسین و بلوار شریعتی ( $79/7$  دسی‌بل).

۳- بلوار دانشجو ( $78$  دسی‌بل).

۴- میدان کیو ( $77/9$  دسی‌بل).

۵- میدان یادبود ( $77/8$  دسی‌بل).

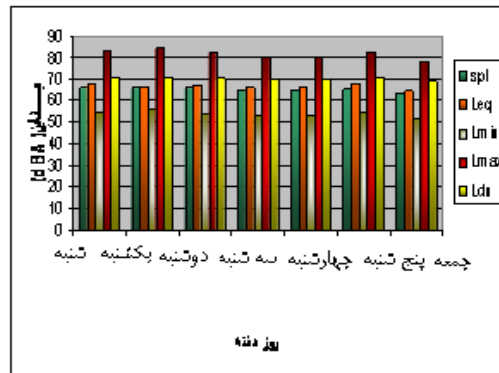
۶- گلستان ۳ (بلوار ولایت) ( $77/6$  دسی‌بل).

۷- خیابان جهاد ( $76/2$  دسی‌بل).

۸- میدان عدالت ( $76$  دسی‌بل).

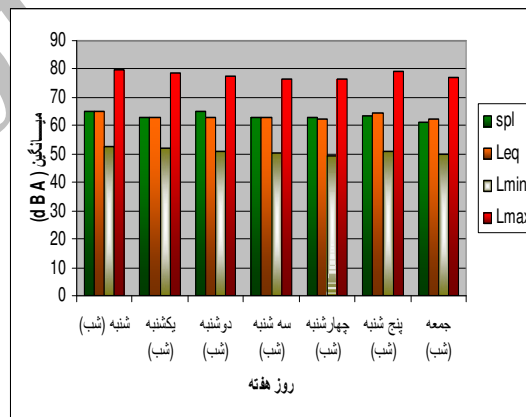
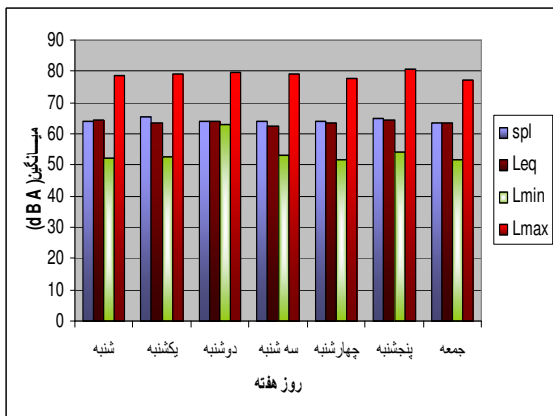
۹- خیابان علوی ( $75/5$  دسی‌بل).

هر چه اختلاف بین تراز صوت معادل روزانه و تراز صوت معادل شبانه کمتر باشد، تراز صوت معادل شبانه روزی ( $L_{dn}$ ) بیشتر می‌شود. در ایستگاههای فوق مقادیر میزان صوت معادل روزانه و شبانه بسیار نزدیک به هم است که باعث بالا بودن تراز صوت معادل شبانه روزی در این ایستگاه شده است. در تمام ایستگاههای اندازه‌گیری صدا در شهر خرم‌آباد بجز ایستگاههای واقع در انتهای گلدشت، خیابان خیرآباد و خیابان صدا و سیما که تراز معادل صوت روزانه کمتر از  $60$  دسی‌بل داشتند مابقی ایستگاهها دارای تراز معادل صوت روزانه بیش از  $60$  دسی‌بل بودند. در مورد تراز معادل صوت شبانه نیز، ایستگاههای کوی آبخار، خیابان مجید بهاروند، انتهای پشته حسین‌آباد (کوچه وحدت)، خیرآباد، خیابان صدا و سیما، انتهای گلدشت، خیابان ۷۵ متری، میدان بلال حبشی، کوچه نوبهار، انتهای جلال آل‌احمد، انتهای مجتمع مسکونی کوی فرزادگان، خیابان سلیمانی، کوچه اندیشه  $10$  (واقع در کوی اندیشه)، کوی فلسطین تراز معادل صوت شبانه کمتر از  $60$  دسی‌بل داشتند و مابقی ایستگاهها دارای تراز معادل صوت بیش از  $60$  دسی‌بل بودند. ترازهای معادل صوت روزانه و شبانه با مقادیر استاندارد ایران مقایسه شدند. در تمامی ایستگاهها مقادیر تراز معادل صوت روزانه و شبانه بیش از مقادیر استاندارد بوده است. جدول شماره (۱) تغییرات روزانه مشخصه‌های اندازه‌گیری شده صدا در دو فصل بهار و تابستان را نشان می‌دهد. به طور کلی تغییرات روزانه میانگین مشخصه‌های اندازه‌گیری شده صدا در شهر خرم‌آباد در فصل بهار و تابستان بسیار کم است و نشان‌دهنده نزدیکی مقادیر به هم است. شکل‌های شماره (۲) و (۳) تغییرات مشخصه‌های اندازه‌گیری شده صدا در فصل بهار را در شبانه روز طی یک هفته نشان می‌دهند. شکل‌های شماره (۴) و (۵) نیز تغییرات روزانه و شبانه مشخصه‌های اندازه‌گیری شده صدا در فصل تابستان را طی یک هفته نشان می‌دهند.



شکل شماره (۴): میانگین  $L_{max}$ ،  $L_{min}$ ،  $L_{eq}$ ،  $Spl$  روزانه و  $L_{dn}$  برحسب  $(dB_A)$  در ایستگاههای اندازه‌گیری شهر خرم‌آباد در فصل تابستان به تفکیک روزهای هفته

شکل شماره (۲): میانگین  $L_{max}$ ،  $L_{min}$ ،  $L_{eq}$ ،  $Spl$  روزانه و  $L_{dn}$  برحسب  $(dB_A)$  در ایستگاههای اندازه‌گیری شهر خرم‌آباد در فصل بهار به تفکیک روزهای هفته



شکل شماره (۵): میانگین  $L_{max}$ ،  $L_{min}$ ،  $L_{eq}$ ،  $Spl$  شبانه برحسب  $(dB_A)$  در ایستگاههای اندازه‌گیری شهر خرم‌آباد در فصل تابستان به تفکیک روزهای هفته

شکل شماره (۳): میانگین  $L_{max}$ ،  $L_{min}$ ،  $L_{eq}$ ،  $Spl$  شبانه برحسب  $(dB_A)$  در ایستگاههای اندازه‌گیری شهر خرم‌آباد در فصل بهار به تفکیک روزهای هفته

جدول شماره (۱) تغییرات روزانه مشخصه‌های اندازه‌گیری شده صدا در دو فصل بهار و تابستان

زمان	فصل بهار $(dB_A)$				فصل تابستان $(dB_A)$			
	حداکثر		حداقل		حداکثر		حداقل	
ترازهای آماری	روزانه	شبانه	روزانه	شبانه	روزانه	شبانه	روزانه	شبانه
SPL	شنبه	شنبه	پنجشنبه	پنجشنبه	جمعه	جمعه	جمعه	جمعه
$L_{eq}$	شنبه	شنبه	پنجشنبه	پنجشنبه	جمعه	جمعه	جمعه	سه‌شنبه
$L_{dn}$	پنج‌شنبه		جمعه		پنج‌شنبه		جمعه	

ایستگاه از ۳۸ ایستگاه (۵ ایستگاه با مقادیر صوتی بالا و ۶ ایستگاه با مقادیر صوتی پایین) برای تعیین مقادیر  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ ,  $L_1$ ,  $L_N$  انتخاب شدند و محاسبات مربوط برای آنها انجام شد که نتایج حاصل در جدول شماره (۲) ارائه شده است.

تمامی ایستگاههایی که در فصل بهار دارای بالاترین مقادیر تراز معادل صوت هستند در فصل تابستان نیز دارای بالاترین مقادیر تراز معادل صوتند، که البته میزان این مقادیر در تابستان بیشتر از بهار است. طی اندازه‌گیری صدای محیطی در شهر خرم‌آباد ۱۱

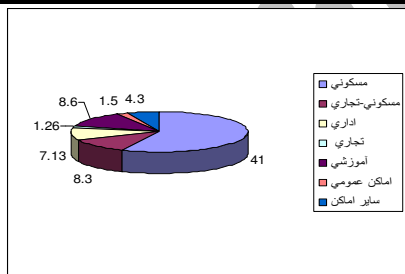
**جدول شماره (۲): حداکثر و حداقل ترازهای آماری  $L_{90}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{10}$ ,  $L_1$  طی فصل‌های بهار و تابستان در شهر خرم‌آباد**

فصل تابستان ( $dB_A$ )		فصل بهار ( $dB_A$ )		ترازهای آماری
حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	
شبانه	روزانه	شبانه	روزانه	$L_1$
۶۳/۱	۶۶	۸۵/۴	۸۵/۸	$L_{10}$
۵۰/۲	۵۲/۱	۷۷/۹	۷۸	$L_{50}$
۴۴/۸	۴۵	۷۲/۹	۷۳/۲	$L_{90}$
۴۲/۶	۴۳/۱	۶۷/۶	۶۸/۲	

در نهایت بر اساس رابطه TNI اندیس ترافیکی صدا برای ایستگاههای فوق محاسبه شد که نتایج آن در جدول شماره (۳) ارائه شده است.

**جدول شماره (۳): اندیس ترافیکی صدا طی فصل‌های بهار و تابستان در شهر خرم‌آباد**

فصل تابستان ( $dB_A$ )		فصل بهار ( $dB_A$ )		زمان
شبانه	روزانه	شبانه	روزانه	TNI
۷۸/۸	۷۸/۷	۷۵	۷۶/۶	حداکثر
۴۳	۴۵/۶	۴۳	۴۷/۴	حداقل



**شکل شماره (۶): نمودار توزیع فراوانی کاربری محل افراد**

مورد پژوهش، بر حسب درصد



**شکل شماره (۷): نمودار فراوانی نسبی منابع مولد صدا از**

دیدگاه افراد پرسش‌شونده در فصل‌های بهار و تابستان ۱۳۸۶

همچنین برای رضایت‌مندی مردم از وضعیت آلودگی صدا در شهر خرم‌آباد در مجموع ۵۰۰ پرسشنامه (۲۵۰ پرسشنامه در بهار و ۲۵۰ پرسشنامه دیگر در تابستان) بین افراد توزیع شد. جنسیت افراد پرسش‌شونده در فصل بهار به ترتیب ۶۳ درصد زن و ۳۷ درصد مرد و در فصل تابستان ۵۹ درصد مرد و ۴۱ درصد زن بوده است. به‌طور کلی شکل شماره (۶) توزیع فراوانی کاربری محل افراد پرسش‌شونده را نشان می‌دهد و شکل شماره (۷) فراوانی نسبی منابع مولد صدا را از دیدگاه پرسش‌شوندگان در فصول بهار و تابستان بیان می‌کند.

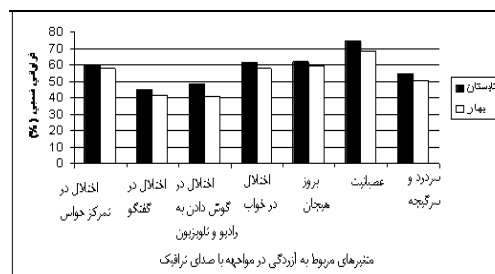
بر اساس نتایج اخذ شده فراوانی نسبی متغیرهای مربوط به آلودگی در مواجهه با صدای ترافیک از نظر افراد پرسش‌شونده در شکل شماره (۸) نشان داده شده است و در نهایت فراوانی نسبی زمان بیشترین نارضایتی از صدا و زمان بالاترین مواجهه با صدای ترافیک در بین پرسش‌شوندگان به ترتیب در شکل‌های شماره (۹) و (۱۰) ارائه شده است.



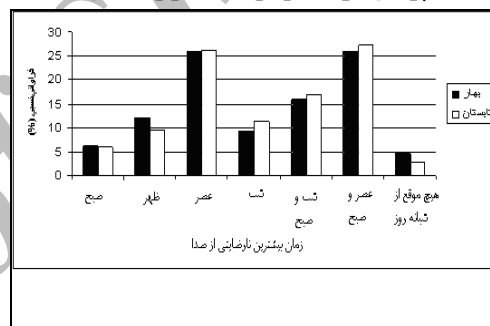
است که در شکل‌های شماره (۱۱) و (۱۲) نقشه‌های همترازی میانگین تراز معادل صوت ( $L_{eq}$ ) را برای ایام روز و در فصول بهار و تابستان ارائه شده است. همچنین شکل‌های شماره (۱۳) و (۱۴) نقشه‌های همترازی  $L_{dn}$  برای فصول بهار و تابستان را در شهر خرم‌آباد نشان می‌دهد.

### بحث و نتیجه‌گیری

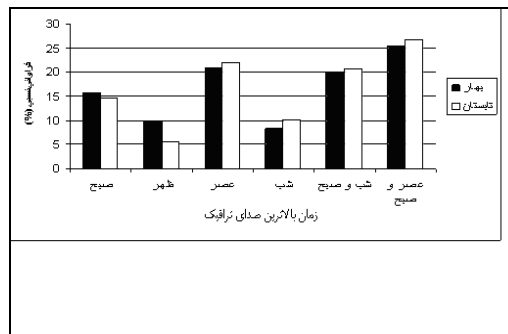
نتایج آنالیز آماری داده‌های به‌دست آمده مشخص کرد که بین میانگین تراز معادل صوت روزانه با میانگین تراز معادل صوت شبانه در فصل بهار اختلاف معنی‌دار وجود داشت ( $\text{sig} = 0/05 <$ ). بین میانگین تراز معادل صوت روزانه با میانگین تراز معادل صوت شبانه در فصل تابستان نیز اختلاف معنی‌دار وجود داشت ( $\text{sig} = 0/05 <$ ). بین میانگین تراز معادل صوت شبانه روزی در فصل بهار با میانگین تراز معادل صوت شبانه‌روزی در فصل تابستان اختلاف معنی‌دار وجود داشت ( $\text{sig} = 0/05 > 0/15$ ). بین میانگین تراز معادل صوت شبانه در فصل بهار با میانگین تراز معادل صوت شبانه در فصل تابستان اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ( $\text{sig} = 0/05 > 0/84$ ). بین میانگین تراز معادل صوت روزانه در فصل بهار با میانگین تراز معادل صوت روزانه در فصل تابستان نیز اختلاف معنی‌دار وجود نداشت ( $\text{sig} = 0/05 > 0/84$ ). بین ایستگاه‌های موجود در سه منطقه شهرداری خرم‌آباد از نظر میانگین تراز معادل صوت روزانه در فصل بهار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $\text{sig} = 0/05 > 0/226$ ). همچنین بین ایستگاه‌های موجود در سه منطقه شهرداری خرم‌آباد از نظر میانگین تراز معادل صوت روزانه در فصل تابستان نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $\text{sig} = 0/05 > 0/938$ ). بین ایستگاه‌های موجود در سه منطقه شهرداری خرم‌آباد از نظر میانگین تراز معادل صوت شبانه در فصل بهار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $\text{sig} = 0/05 > 0/226$ ). بین ایستگاه‌های موجود در سه منطقه شهرداری خرم‌آباد از نظر میانگین تراز معادل صوت شبانه در فصل تابستان نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $\text{sig} = 0/05 > 0/697$ ). در مجموع، میزان آلودگی صدا در قسمت‌های مرکزی و جنوبی شهر شدید است. نتایج حاصل از پرسشنامه نشان داد، در مجموع ۶۹/۷ درصد شهروندان وجود صدای مزاحم را در مجاورت خویش تأیید کرده‌اند که بیشترین سهم صدای مزاحم مربوط به اتومبیل‌سواری و بوق زدن است، که البته در بررسی‌های انجام شده در بعضی نقاط پرتردد نیز حجم تردد سواری و تاکسی بیش از سایر وسایط نقلیه است. نتایج مشخص کرد که وسایط نقلیه و مسائل



شکل شماره (۸): نمودار فراوانی نسبی متغیرهای مربوط به آلودگی در مواجهه با صدای ترافیک از نظر افراد پرسش شونده در دو فصل بهار و تابستان

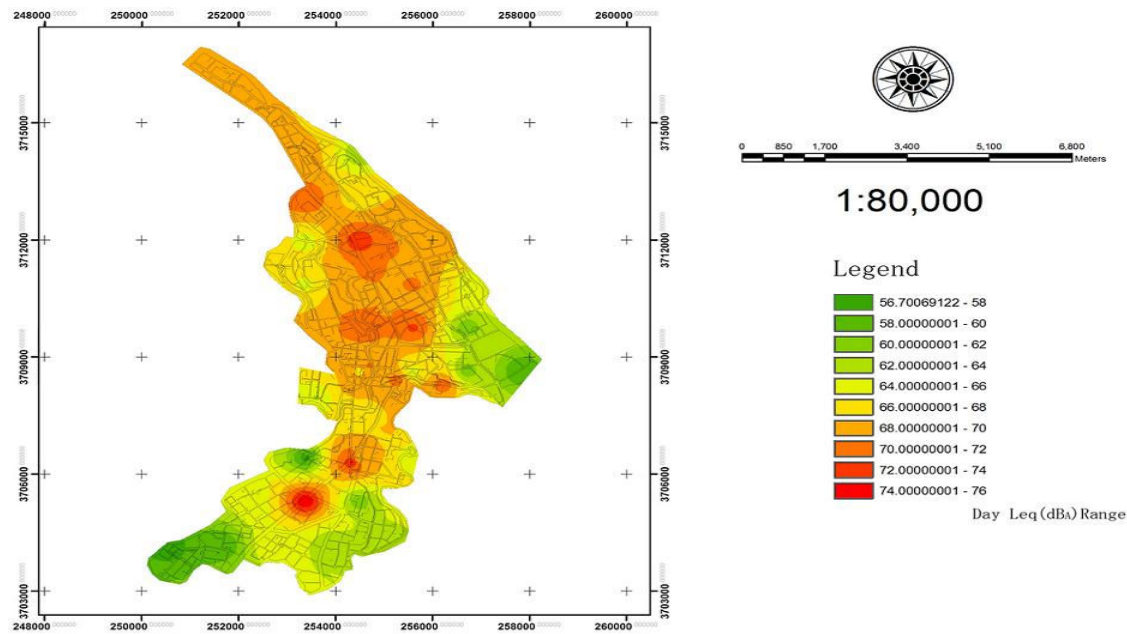


شکل شماره (۹): نمودار فراوانی نسبی "زمان بیشترین نارضایتی از صدا" از نظر افراد در مواجهه با صدای ترافیک در دو فصل بهار و تابستان

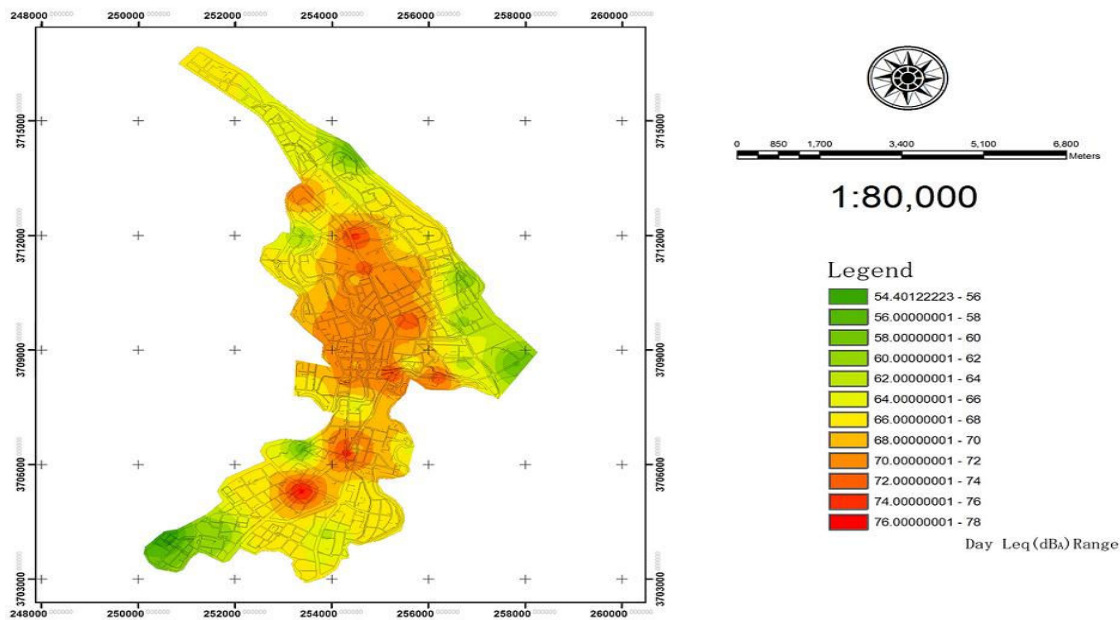


شکل شماره (۱۰): نمودار فراوانی نسبی زمان بالاترین میزان صدای ترافیک از نظر افراد در مواجهه با آن در دو فصل بهار و تابستان

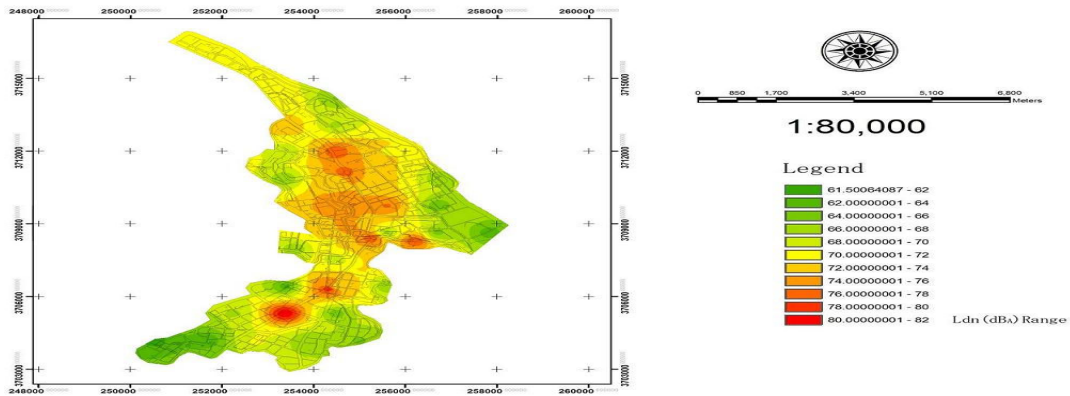
با توجه به کلیه موارد فوق، داده‌های حاصل از اندازه‌گیری به کمک نرم افزار Arc GIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در نهایت برای فصل‌های بهار و تابستان و به تفکیک برای مشخصه‌های  $Spl$ ,  $L_{eq}$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{min}$ ,  $L_{dn}$  نقشه‌های ترازهای صوتی ترسیم شده



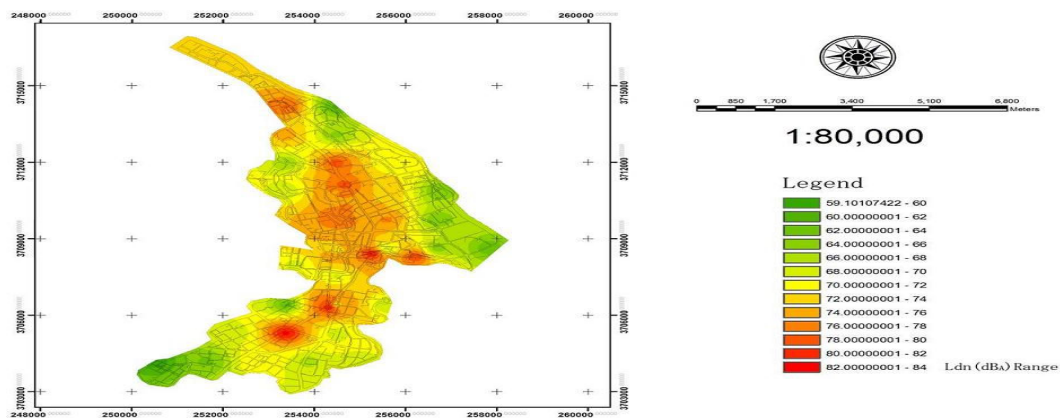
شکل شماره (۱۱): میزان تراز معادل صدای اندازه‌گیری شده بر حسب dB<sub>(A)</sub> در زمان روز (۷ صبح تا ۱۰ شب) در فصل بهار در شهر خرم‌آباد



شکل شماره (۱۲): میزان تراز معادل صدای اندازه‌گیری شده بر حسب dB<sub>(A)</sub> در زمان روز (۷ صبح تا ۱۰ شب) در فصل تابستان در شهر خرم‌آباد



شکل شماره (۱۳): میزان تراز صدای شبانه‌روزی (۲۴ ساعت) محاسبه شده بر حسب  $dB(A)$  در فصل بهار در شهر خرم‌آباد



شکل شماره (۱۴): میزان تراز صدای شبانه‌روزی (۲۴ ساعت) محاسبه شده بر حسب  $dB(A)$  در فصل تابستان در شهر خرم‌آباد

بین متغیر گروه مردان و بروز عصبانیت ( $Pvalue = ۰/۰۴۱$ ) و بین متغیر گروه زنان و متغیر بروز سردرد ناشی از سرو صدای ناشی از ترافیک ( $Pvalue = ۰/۰۴۱$ ) در فصل بهار رابطه معنی‌داری مشاهده شد. همچنین بین متغیر گروه مردان و بروز عصبانیت ( $Pvalue = ۰/۰۴۷$ ) و بین متغیر گروه زنان و متغیر بروز سردرد ناشی از سرو صدای ناشی از ترافیک ( $Pvalue = ۰/۰۴۳$ ) در فصل تابستان نیز رابطه معنی‌داری مشاهده شد.

### راهکارهای پیشنهادی کنترل و کاهش آلودگی صوتی در شهر خرم‌آباد

۱- ساماندهی نظام پیاده (عابران پیاده و پیاده‌روها) در مناطق مرکزی شهر

شامل موارد به شرح زیر است:

نتایج حاصل از آنالیز آماری پرسشنامه‌ها مشخص کرد بین پرسشنامه‌های فصل بهار با پرسشنامه‌های فصل تابستان اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. همچنین با استفاده از آزمون Chi-Square ارتباط بین گروه‌های مختلف در پرسشنامه برای هر دو فصل بررسی شد که موارد به شرح زیر است:

بین گروه‌های مختلف سنی و از خواب پریدن، شاخص‌های نارضایتی، یا آزردهی مانند وجود تمرکز حواس، تداخل گفت‌وگو، بروز عصبانیت، بروز سردرد و بروز هیجان ارتباط معنی‌داری در هر دو فصل مشاهده نشد. نتایج حاصل از بررسی پرسشنامه‌ها نشان داد در ایستگاه‌های که ترازهای صوتی بالاتر هستند میزان نارضایتی مردم از سروصدای ناشی از ترافیک بمراتب بیشتر است.

در محل‌های مورد نظر.

- بررسی و پیشنهاد ایجاد گذرگاه‌های عرضی هم‌سطح و غیر هم‌سطح پیاده (پل‌ها و زیرگذرها).

- بازسازی و ترمیم سطح پیاده‌روهای نامناسب موجود.

- کنترل پیاده‌روها از سد معبر مغازه‌ها و دستفروشان.

- طراحی و اجرای گذرگاه‌های مناسب عابر پیاده، سالخوردگان و معلولین در عرض خیابان‌ها و تقاطع‌ها.

- ایجاد هماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی در مورد حفاری و تعیین روش مناسب صدور مجوز.

۲- ساماندهی شبکه ارتباطی، معابر، خیابان‌ها، تقاطع‌ها و میدان‌ها در راستای این راهکار باید اقداماتی به شرح زیر انجام شود:

- اجرای طرح جامع و تفصیلی شهرسازی در ارتباط با ساختار کلی کاربری اراضی و الگوی توسعه شهر.

- بررسی و اولویت‌بندی طرح‌های اجرایی موجود و در دست اقدام در زمینه اصلاح هندسی معابر، تقاطع‌ها و میدان‌ها.

- بررسی وضعیت جهت‌های حرکت معابر و ارائه پیشنهادها اصلاحی برای روان‌سازی و ایمنی تردد.

- ارائه طرح اصلاحی تقاطع‌ها و معابر شامل طراحی هندسی، علایم و تجهیزات کنترل ترافیک.

- بهسازی وضع موجود روسازی و آسفالت معابر و انجام اقدامات لازم برای مرمت خرابی‌ها و استفاده از آسفالت‌های مناسب برای کاهش آلودگی صوتی.

در این بررسی قابلیت تعریض بعضی از خیابان‌هایی که مشکلات هندسی بسیار داشتند، بررسی شد. با نظر کارشناسان و بررسی موارد اصولی میزان تعریض برای این خیابانها پیشنهاد شد، سپس وضعیت موجود این خیابان‌ها و وضعیت آنها پس از تعریض و اصلاح ساختار هندسی در محیط AutoCAD طراحی شد که در شکل شماره (۱۵) مسیرهای تعریضی پیشنهادی مشخص شده‌اند.

۳- آموزش و ارتقای سطح فرهنگ ترافیک

۴- مجهز کردن سیستم حمل و نقل و ترافیک شهر به تجهیزات جانبی و کنترل ترافیک

۵- بهبود وضعیت مدیریت سیستم حمل و نقل و ترافیک شهر

محیطی و کاهش بار آلودگی‌ها خواهد شد، محیط زیست موجب سلامتی جسمی و روانی شهروندان و جامعه شهری می‌شود. در این راستا اقدامات اجرایی به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

- جلوگیری از تردد وسایل نقلیه فرسوده در سطح شهر.

- انجام معاینات فنی سالانه وسایل نقلیه موجود در سطح شهر اعم از وسایل نقلیه همگانی و شخصی.

- جلوگیری از تردد وسایل نقلیه سنگین در طول روز و در معابر اصلی شهر.

- اجرای طرح محدودیت ترافیک کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت.

- اجرای خطوط ویژه اتوبوس در خیابان امام خمینی.

- احداث پارک سوار برای اجرای طرح محدودیت ترافیک.

- انجام مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک برای جامع نگری مسائل و مشکلات ترافیکی.

۶- ساماندهی حمل و نقل همگانی (اتوبوس واحد)

۷- ساماندهی تاکسی‌ها و مسافرکش‌های سطح شهر

۸- طراحی و نصب مانع صوتی در بلوار شریعتی، بلوار دانشجو، بلوار بهارستان، خیابان انقلاب

۹- مطالعات مکان‌یابی صحیح موانع صوتی در شهر خرم‌آباد، استقرار موانع صوتی در حاشیه بزرگراهها به خصوص در بلوار شریعتی، بلوار دانشجو، بلوار بهارستان، خیابان انقلاب و در نقاط پر تراکم از نظر جمعیت و ساختمان‌ها با در نظر گرفتن ارتفاع و طول مناسب و توجه به زیبا شناختی و کارایی آنها

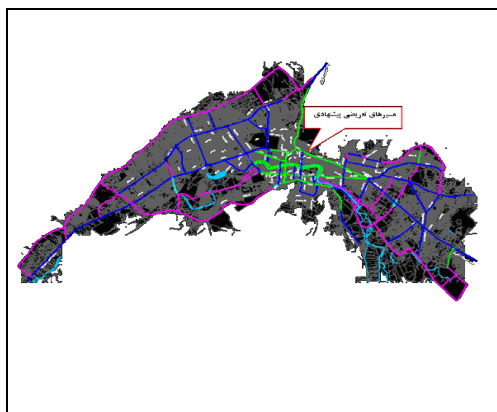
۱۰- ضد صدا کردن سطوح خارجی ساختمان‌ها و دو چاره کردن شیشه‌ها و استفاده از جاذب‌ها در ساختمان‌ها و نیز رعایت فواصل لازم از حاشیه بزرگراه در هنگام احداث ساختمان‌ها و ممنوعیت ساخت واحدهای مسکونی در حریم بزرگراهها

۱۱- افزایش سطح فضای سبز شهری، بویتزه درختان، و انجام تحقیقات جامع در زمینه ترکیب، نوع و طراحی فضای سبز مناسب برای کاهش آلودگی صدا در شهر خرم آباد

شکل شماره (۱۵): مسیرهای تعریضی پیشنهادی به منظور  
اصلاح ساختار هندسی

یادداشت

1- Traffic Noise Index



۹۵

ارزیابی آلودگی صدا در شهر خرم‌آباد به منظور ارائه راهکارهای اجرایی....

#### منابع مورد استفاده

- دوستدار، ا. ۱۳۷۴. بررسی میزان آلودگی صدای ناشی از ترافیک در شهر تهران - مسیر بزرگراه مدرس (از ابتدای بزرگراه در خیابان ولیعصر تا میدان امام خمینی)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲۵۸ صفحه.
- توکلی، ب. ۱۳۷۸. طرح مطالعاتی بررسی آلودگی صوتی شهر رشت، دانشگاه گیلان، ۲۲۰ صفحه.
- جزنی، ر. ۱۳۷۵. مطالعه سلامتی و زندگی اجتماعی کارگران، خلاصه مقالات اولین همایش صدا سلامتی و توسعه، صفحه ۵۱ تا ۵۹.
- جلیل‌زاده، ر. ۱۳۸۴. بررسی تعیین میزان آلودگی صوتی در منطقه ۹ شهرداری تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۵۰ صفحه.
- خاتمی، ح. ۱۳۸۲. آزمون‌های آماری در محیط زیست، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۶۴ صفحه.
- عباسپور، م. ۱۳۷۱. مهندسی محیط زیست (۳)، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، ۱۱۰۷ صفحه.
- سازمان فضای سبز و پارک‌های شهرداری استان لرستان. ۱۳۸۷. گزارش آمار فضای سبز استان.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان لرستان. ۱۳۸۳. آمارنامه استان لرستان سال ۱۳۸۴، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، ۶۳۴ صفحه.
- صفارزاده پاریزی، م. ۱۳۸۲. آلودگی صوتی در سیستم‌های حمل و نقل، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست، ۳۶۵ صفحه.
- مخدوم، م. ۱۳۶۸. بررسی آلودگی صدا در شهر تهران، نشریه علمی پژوهشی محیط‌شناسی، دوره ۱۶، شماره ۱، صفحه ۵۷ تا ۶۸.
- نصیری، پ.، فرهمند قوی، ف. ۱۳۸۰. مکان‌یابی نصب موانع صوتی در مسیر شیخ فضل‌الله نوری تهران، نشریه علمی پژوهشی علوم و تکنولوژی محیط زیست، شماره ۱۱، صفحه ۷۳ تا ۸۲.

Alam, J.B. and et al. 2006. Study on traffic noise level of Sylhet by Multiple regression Analysis associated with health hazards, Iran, Environ, Health, sci.Eng, vol. 3, No. 2, pp. 71-78

Martin, T., J., González and M., Machimbarrena. 2006. Exposure-effect relationships between road traffic noise annoyance and www.elsevier/science/.com.noise cost valuations in Valladolid, Spain

Patroescu, M. and et al. 2006. Noise pollution generated by road traffic in Bucharest. University of Bucharest, center for Environmental Research, Bucharest, Romania.

Piccolo, D.P., G., Cannistraro. 2004. Evaluation and analysis of the environmental noise of Messina, Italy, Department of Physics, University of Messina, Contrada Papardo, Salita Sperone, 31, P.O. Box 55, 98166 S. Agata (Messina), www.elsevier/science.com

Sato, T. and et al. 1999. Road Traffic Noise Annoyance in Relation to Average Noise Level, Number of Events and Maximum Noise Level, Journal of Sound and Vibration, 223(5), pp 775-784

Zannin, P.H.T. and et al. 2006. Evaluation of noise pollution in urban parks. Journal: Environmental Monitoring and Assessment. pp 423-433