



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

## ارزیابی سطح ترازهای صوتی و الگوی توزیع آن در مدارس مقطع ابتدایی - یک مطالعه موردی در شهر زنجان

فاطمه محبیان<sup>۱\*</sup>، آزاده توکلی<sup>۱\*</sup>، عبدالحسین پری‌زنگنه<sup>۱</sup>، یونس خسروی<sup>۱</sup>، عیسی اسکندری<sup>۲</sup>  
۱- گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران  
۲- اداره آموزش و پرورش زنجان، زنجان، ایران

### اطلاعات مقاله:

### چکیده

**زمینه و هدف:** تبدیل واحدهای ویلایی به آپارتمانی و بلندمرتبه‌سازی در بافت فرسوده باعث افزایش تراکم جمعیت و در نتیجه مدارس در این نواحی با فضای محدود و تعداد دانش‌آموزان مواجه می‌شوند که منجر به آلودگی صوتی می‌شود. هدف این مطالعه، ارزیابی سطح ترازهای صوتی در نوبت‌های صبح و بعدازظهر دو مدرسه ابتدایی شهر زنجان است.

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۰۳  
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۲/۲۲  
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۲۸  
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۳/۳۱

**روش بررسی:** اندازه‌گیری با استفاده از دستگاه ترازسنج صوتی، مدل KIMO DB100 انجام شد. تراز معادل صدا ( $L_{eq}$ ) در ۱۰ ایستگاه، در طول سال تحصیلی ۹۸-۹۷ در سه فصل پاییز، زمستان و بهار، هر بار به مدت دو هفته اندازه‌گیری شد. با کمک داده‌ها، نمودارهایی برای هر دو مدرسه ترسیم و با نرم‌افزار ArcGIS، روش IDW پهنه‌بندی شد. به‌علاوه، پرسشنامه‌هایی بین معلمان و همسایگان مدرسه توزیع و داده‌ها با نرم‌افزار SPSS تجزیه و تحلیل شد.

**واژگان کلیدی:** تراز صوتی معادل، آلودگی صوتی، مدرسه ابتدایی، سامانه اطلاعات جغرافیایی

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد همه ایستگاه‌های مورد مطالعه آلودگی صوتی دارند و زمان تعویض نوبت و زنگ‌های تفریح بالاترین تراز صوتی را دارد. نوبت‌های صبح تراز معادل بالاتری نسبت به بعدازظهر دارند (به ترتیب ۱/۸۷ و ۲/۱ dB برای پسرانه و دخترانه) و تراز معادل دبستان پسرانه ۲ dB بیشتر از دبستان دخترانه است. در طول سال تحصیلی، مدرسه سروصدایی معادل ۷۲ dB ایجاد می‌کند که ۱۷ dB بالاتر از استاندارد (۵۵ dB) است.

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:  
atavakoli@znu.ac.ir

**نتیجه‌گیری:** ساکنین تقریباً ۱۰ ساعت شبانه‌روز در معرض سروصدای بلند قرار دارند و این می‌تواند بسیار آسیب‌رسان باشد. نقشه‌های پهنه‌بندی نشان داد جنوب غربی حیاط، سایه‌انداز و مجاور منازل مسکونی، بیشترین آلودگی صوتی را دارد. این مطالعه مکان‌یابی نامناسب مدرسه و لزوم به‌کارگیری فناوری‌های کنترل آلودگی را نشان می‌دهد.

## مقدمه

پیشرفت فناوری در قرن اخیر باعث پیشرفت‌های شگرفی در زندگی و کار انسان شده است اما تولید و انتشار عوامل مخاطره‌زا به همان نسبت آسایش مردم را محدود کرده است و صدا به‌عنوان یکی از عوامل محیطی، اغلب باعث آزار ساکنین و شاغلین می‌گردد (۱). در خصوص عوامل محیطی، وجود آلوده‌کننده‌های هوا، آب، خاک، صوت و حتی مفاهیم جدیدی مانند آلودگی مغناطیسی، آلودگی بصری و مانند آن چالش‌های جدیدی برای دانشمندان و مدیران شهری ایجاد کرده است (۲). آلودگی صدا یکی از مهمترین موارد آلودگی محیط است که در محدوده شهری معضلات متعددی را سبب می‌گردد. حتی در کشورهای توسعه‌یافته صنعتی با وجود کنترل بسیاری از عوامل مخاطره‌زا در محیط زیست، عامل صدا کماکان با کنترل موفقیت‌آمیزی همراه نبوده است (۳). امروزه صدای بیش از حد مجاز در همه جا از جمله مدارس، ادارات، بیمارستان‌ها، ساختمان‌های عمومی و صنایع، ساکنین و شاغلین را آزار می‌دهد و ضرورت بررسی کمیت و کیفیت آن در اماکن و محدوده‌های شهری اهمیت بیشتری دارد. یکی از اماکن، محیط‌های آموزشی هستند که اغلب دارای سطح استاندارد بالاتری برای کنترل آلودگی صوتی و صدا هستند. انجام کارهای فکری و لزوم ایجاد یک محیط امن صوتی از جمله اهداف مطالعه ترازهای صوتی در مدارس هستند (۴). آلودگی صوتی به صورت صداهای ناخواسته که موجب برهم زدن آرامش و یا تمرکز افراد در حین انجام کار می‌شود، تعریف می‌شود (۵، ۶). اثرات زیانبار صدا بر سلامت انسان شامل کاهش شنوایی، تاثیر بر خواب، اثرات روحی و روانی، اختلال در مکالمات و اثرات بالینی و ... است (۷-۹). در مطالعه‌ای که در شهر اهواز و با هدف ارزیابی تاثیر آلودگی صوتی بر سلامت ساکنان انجام شد، مشخص گردید در ۷۹ درصد موارد، سطح آلودگی صوتی بالاتر از استانداردهای بین‌المللی و استاندارد ایران بود. سکتة قلبی، افسردگی، کاهش شنوایی، عصبانیت، کیفیت خواب، فشار

خون و سلامت روان از مهمترین پیامدهای ناشی از آلودگی صوتی در این تحقیق شناخته شد (۱۰). در پژوهشی دیگری در شهر شیراز با مطالعه تراز فشار صوت در مناطق مختلف مشخص شد بالا بودن سطح تراز و فشار صوتی تاثیر معنی‌داری بر اختلال خواب و کاهش سطح کیفیت زندگی افراد دارد (۱۱).

آموزش و پرورش زیربنای توسعه اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و فرهنگی هر جامعه است. در هر نظام آموزشی، عوامل بسیاری با یکدیگر عمل می‌کنند تا یادگیری و پیشرفت تحصیلی برای دانش‌آموزان حاصل گردد. بنابراین ضرورت دارد سطح آلودگی صوتی برای مدارس، به‌عنوان یکی از اماکن پر اهمیت، مورد بررسی قرار گیرد، زیرا شرایط آکوستیکی ضعیف، می‌تواند اختلالاتی در محاوره و تمرکز دانش‌آموزان به وجود آورد و بر یادگیری آنها تاثیر نامطلوب داشته باشد (۱۵-۱۲). عوامل ایجاد کننده آلودگی صدای مدارس به دو گروه اصلی یعنی منابع خارج مدارس، مانند: صدای خودروها، هواپیماها، مراکز تجاری، صنعتی و منابع داخل مدارس، مانند: صدای دانش‌آموزان، صدای ناشی از زنگ تفریح، زنگ ورزش و سیستم‌های تهویه تقسیم می‌شود. خصوصیات آکوستیکی سازه دیوارها، پنجره‌ها، درها، طبقات مدارس و نوع پوشش سطح داخلی آنها می‌تواند بر میزان آلودگی صدای داخل این اماکن موثر باشد (۱۶، ۱۷). امروزه افزایش جمعیت، کاهش فضاهای آموزشی در بافت قدیمی شهرها و تراکم دانش‌آموزان در مدارس درون شهری باعث شده تا سروصدای ایجاد شده در مدارس، علاوه بر ایجاد ناراحتی برای دانش‌آموزان، معلمین و کادراجرایی مدرسه، موجب مزاحمت و ناراحتی همسایگان و منازل اطراف نیز گردد (۱۸). تحقیقی توسط Lajmiri Ourak و همکاران با هدف بررسی آلودگی صوتی و خصوصیات آکوستیکی مدارس شهرستان کارون صورت گرفت. در این تحقیق اندازه‌گیری صدا و بررسی شرایط آکوستیکی در ۲۰ مدرسه انجام شد. در مکان‌هایی اندازه‌گیری صدا بالاتر از حد مجاز بود که یکی از مهمترین

و معلمان نسبت به آلودگی صوتی در مدارس افزایش یافته است. در نتیجه آلودگی صوتی در مدارس کاهش یافته، ولی نمی‌توان با آموزش از آلودگی صوتی مدارس پیشگیری کرد (۲۳). مطالعات مشابه در شهرهای تهران، البرز، ساری، یزد، اصفهان و در کشورهای انگلیس، آلمان، عربستان سعودی صورت گرفته، نشان‌دهنده آن است که در بیش از ۶۰ درصد موارد، وضعیت صوتی در مدارس نامناسب و دانش‌آموزان در معرض صداهای بیش از حد توصیه شده قرار دارند. علت کیفیت پایین مواد ساختمانی مورد استفاده در سازه‌ها، به ویژه آنهایی که در پنجره‌ها و دیوارهای کلاس استفاده می‌شوند، مکان‌یابی نامناسب مدارس، عدم وجود فضای سبز و درخت در حیاط مدارس و مواد نامناسب سطوح داخلی با توجه به تشدید صوتی و انعکاس آنها بیان شده است (۱۸، ۲۴). با این مقدمه، در پژوهش حاضر تلاش شده سطح تراز صوتی ناشی از عملکرد دو مدرسه ابتدایی دو نوبته (پسرانه- دخترانه) دولتی واقع در بافت قدیمی و مرکزی شهر زنجان با تراکم جمعیتی نسبتاً بالا اندازه‌گیری و با استفاده از فناوری سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه‌های پهنه‌بندی صوتی هر دو مدرسه در ساعات حضور دانش‌آموزان در مدرسه در دو نوبت صبح و بعدازظهر در سه فصل (پاییز، زمستان و بهار) در طول سال تحصیلی ۹۸-۹۷ تهیه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. با کمک این نقشه‌ها تراز صوتی معادل در نوبت صبح و بعدازظهر برای نوبت پسران و دختران در ساعات حضور دانش‌آموزان رسم و مناطقی که در محدوده بالای صدا هستند شناسایی و برای کاهش آلودگی صوتی این مناطق اقدامات لازم پیشنهاد می‌شود. ارزیابی سطح ترازهای صوتی و انجام مطالعات مقایسه‌ای در این سطح (دخترانه- پسرانه، نوبت صبح و عصر و بازه‌های زمانی) و در طولانی مدت (یک سال تحصیلی) برای نخستین بار است که در کشور ایران انجام شده است و تجزیه و تحلیل عوامل موثر می‌تواند در مکان‌یابی بهتر مدارس و نکات مورد توجه در زمان ساخت مورد استفاده قرار گیرد.

تبعات آن اختلال در تمرکز دانش‌آموزان است. بهترین راه کنترل آلودگی صوتی در مدارس مورد مطالعه اصلاح آکوستیکی سازه‌ای بیان شد (۱۹). تحقیق دیگری توسط Karimi و همکاران تحت عنوان، بررسی تاثیر بازگشایی مدارس در میزان آلودگی صوتی در منطقه ۱۴ تهران انجام شد. در فصل تابستان هنگام تعطیلی مدارس و فصل پاییز همزمان با بازگشایی مدارس اندازه‌گیری‌ها همانند فصل تابستان انجام شد. میانگین تراز معادل صوتی در فصل تابستان و پاییز به ترتیب ۷۲/۳ و ۷۲/۹ dB در شبکه وزنی A است و این تفاوت کم به این معناست که تغییر فصل و بازگشایی مدارس تاثیر چندانی بر روی میانگین تراز صوتی منطقه نشان نمی‌دهد (۲۰). پژوهش دیگری توسط Nassiri و همکاران با عنوان ارزیابی آلودگی صوتی در مدارس بخش مرکزی شهرستان کرج انجام شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد تراز معادل فشار صوت سی دقیقه‌ای ( $L_{eq30min}$ ) داخل کلاس‌ها به دلیل تراکم دانش‌آموزان، فرسودگی ساختمان مدارس، استقرار مدارس در محل‌های شلوغ و پرتراфик بالاتر از حدود استاندارد است (۲۱). مطالعه Gilvand و همکار در مورد تاثیر سروصدا در موسسات آموزشی، یادگیری و موفقیت تحصیلی دانش‌آموزان مقطع ابتدایی اهواز نشان داد آلودگی صوتی موجب ناراحتی در میان معلمان و دانش‌آموزان می‌شود و همچنین باعث عدم تمرکز، مداخله در گفتار، کاهش نمرات درس ریاضی و تاثیر منفی بر یادگیری دانش‌آموزان دارد (۲۲). مطالعه دیگری توسط Bulunuz در دو مدرسه ابتدایی (دولتی و غیردولتی) ترکیه شامل ۶۱۱ دانش‌آموز و ۴۸ معلم انجام شد. در این تحقیق ابتدا آگاهی لازم در زمینه کاهش آلودگی صوتی و میزان حساسیت، آموزش داده شد و سپس نتایج این آموزش‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که در ابتدا سطح سروصدا در دو مدرسه اندازه‌گیری شده بسیار بالاتر از حد مجاز و دانش‌آموزان و معلمان دارای دانش، درک، حساسیت و آگاهی کمی از آلودگی صوتی بودند. پس از آموزش نتایج نشان داد که آگاهی و حساسیت دانش‌آموزان

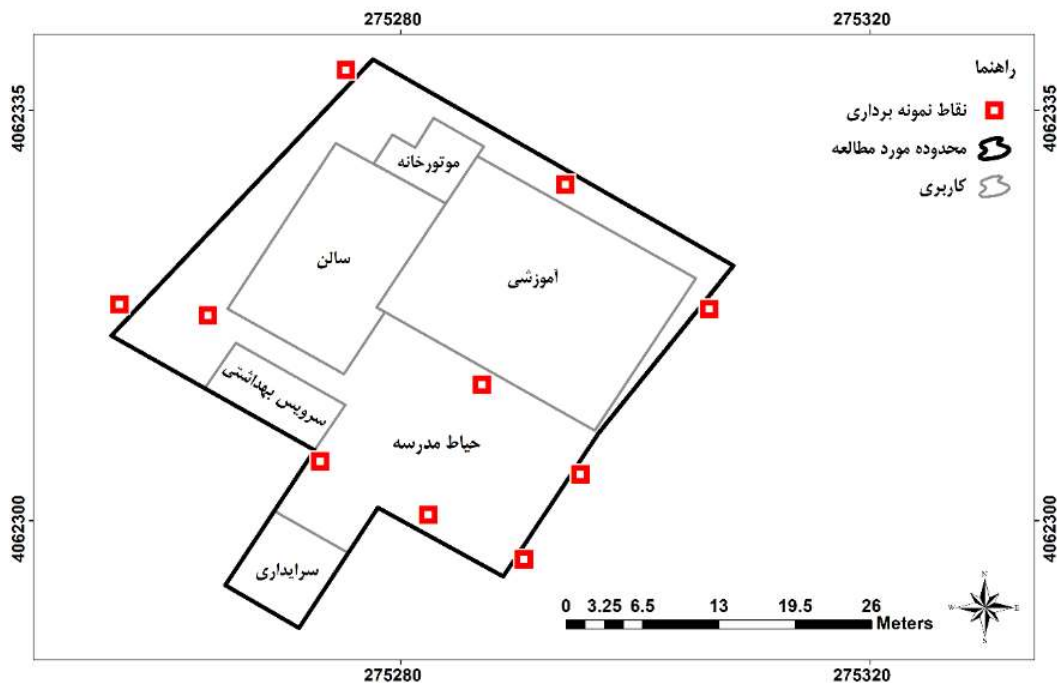
## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع مقطعی و با تکیه بر فرایند سنجش و اندازه‌گیری مستقیم ترازهای صوتی انجام شده است. مدرسه مورد مطالعه در منطقه سه شهرداری شهرستان زنجان و در بافت فرسوده شهری واقع شده است. این مدرسه در سال ۱۳۸۵ توسط سازمان نوسازی مدارس ساخته و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. مدرسه مورد مطالعه یک مدرسه ابتدایی دولتی است که در دو نوبت دخترانه و پسرانه به صورت گردشی فعالیت می‌کند. نوبت پسرانه به نام دبستان هدایت با ۳۵۵ دانش‌آموز در شش پایه و نوبت دخترانه به نام دبستان فرهنگیان شهید بیگلی با ۳۶۲ دانش‌آموز و در شش پایه از مدارس ناحیه یک آموزش و پرورش شهر زنجان است. این آموزشگاه دو طبقه و دارای ۱۲ کلاس درس و سالن اجتماعات در طبقه همکف قرار دارد، فاقد زمین ورزش و فضای سبز است. محیط اطراف مدرسه عمدتاً مسکونی و بیشتر منازل پس از بازسازی به صورت آپارتمان و فاقد فضای سبز هستند. به منظور اندازه‌گیری ترازهای صوتی در مدرسه مورد مطالعه ده ایستگاه در نقاط مختلف داخل و خارج مدرسه در نظر گرفته شد. برای تعیین موقعیت دقیق ایستگاه‌ها از دستگاه ETrex 20X GPS استفاده شد. شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری در محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به موضوع این پژوهش ایستگاه‌های اندازه‌گیری به نحوی انتخاب شدند که تمام موارد مورد مطالعه را پوشش دهند. اندازه‌گیری ترازهای صوتی در محدوده مورد مطالعه، در زنگ‌های ورود و خروج، زنگ‌های تفریح، زنگ ورزش و برنامه‌های آغازین هر دو مدرسه پسرانه و دخترانه در دو نوبت صبح و بعدازظهر در زمان‌های اوج سروصدا انجام شد. همچنین جهت بررسی و مقایسه تراز صوتی در سه فصل، اندازه‌گیری‌ها در روزهای کاری مدارس (شنبه تا چهارشنبه) به مدت دو هفته به ترتیب، فصل پاییز (۹۷/۷/۲۱ الی ۹۷/۸/۲)، فصل زمستان (۹۷/۱۱/۱۷ الی ۹۷/۱۱/۰۶)، فصل بهار (۹۸/۰۲/۰۷ الی

۹۸/۰۲/۱۷) انجام شد. در تعیین زمان نمونه‌برداری‌ها از تداخل روزهای اندازه‌گیری با روزهای تعطیل، اعیاد و دیگر موارد خودداری و تا حد امکان اندازه‌گیری بیانگر وضعیت واقعی و موجود باشد. بازه زمانی اندازه‌گیری‌ها از ۴۵ min قبل از شروع کلاس‌ها (۷:۱۵ صبح) تا ۴۵ min بعد از تعطیلی آخرین کلاس مدرسه (۵:۳۰ بعد از ظهر) ادامه داشت. در طول این بازه زمانی ۱۰ ساعته، مقادیر تراز صوتی مورد اندازه‌گیری و سپس تحلیل قرار گرفت. اندازه‌گیری ترازهای صوتی با دستگاه صداسنج انجام شده است. دستگاه مورد استفاده مدل KIMO-DB100 بود. پیش از آغاز پژوهش، کالیبراسیون دستگاه انجام و صحت نتایج مورد تایید قرار گرفت. به منظور حذف اثر جریان هوا روی میکروفون در زمان اندازه‌گیری، از محافظ اسفنجی و برای جلوگیری از رخداد هر گونه خطای محتمل در هنگام ارزیابی صدا براساس استانداردهای اندازه‌گیری با دستگاه صداسنج، فاصله میکروفون صداسنج از سطوح انعکاسی (مانند دیوارها و ماشین‌ها) حداقل ۱ m و از سطح زمین ۱/۵ m در نظر گرفته شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها برای تعیین تراز فشار صوت در شبکه A و با سرعت Fast صورت گرفت. لازم به ذکر است که در هنگام استفاده از صداسنج تا ۶ dB خطا ممکن است رخ دهد که عمدتاً ناشی از قرار گرفتن اپراتور در برابر منبع صدا است (۲۵، ۲۶). پس از اندازه‌گیری، کلیه داده‌ها وارد نرم افزار Excel شد و مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین مورد محاسبه قرار گرفت. داده‌های میانگین ( $L_{eq}$ )، مبنای ترسیم نقشه‌ها قرار گرفته و برای ارائه تصویری الگوی تغییرات وارد نرم‌افزار Arc Map 10.3 شد. ترسیم نقشه‌های شاخص  $L_{eq}$  در نرم افزار مذکور به کمک ابزار تحلیل‌گر زمین آماری (Geostatistical Analyst) و براساس روش میان‌یابی وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW) انجام گرفت. در این روش مقدار یک کمیت در نقطه‌ای با مختصات معلوم از طریق مقدار همان کمیت در فاصله‌ای مشخص و مختصات معلوم تخمین زده می‌شود. وزن‌دهی در این روش از طریق

در یک دوره زمانی معین در شبکه وزنی (A) است (۲۹). در بخش دیگری از این پژوهش، با هدف ارزیابی میزان رضایت افراد از شرایط حاضر و بررسی بازخوردهای ناشی از آلودگی صوتی مدرسه، تعدادی پرسشنامه ویژه همسایگان مدرسه و تعدادی پرسشنامه ویژه کادر مدرسه (ضمائم) تهیه و توزیع شد. پرسشنامه کادر مدرسه حاوی ۲۲ سوال در مورد تاثیر آلودگی صوتی بر معلمان، کادر مدرسه و دانش آموزان است که کل کادر اجرایی هر دو مدرسه (۳۲ نفر) در این نظرسنجی شرکت نمودند. پرسشنامه همسایگان نیز حاوی ۲۲ سوال در مورد تاثیر آلودگی صوتی مدرسه بر ساکنین منازل مجاور و مابین ۱۰۰ خانوار از همسایگان مدرسه توزیع و سپس جمع آوری شد. توزیع و تکمیل پرسشنامه‌ها به صورت تک به تک، با مصاحبه حضوری انجام شد. در نهایت نتایج پرسشنامه‌ها وارد نرم‌افزار SPSS و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

معکوس فاصله از نقطه معلوم، وزن ارزش نقطه مجهول افزایش یافته و نقاطی که در فاصله بیشتر از نقطه معلوم قرار گرفته‌اند، وزن کمتری را به خود اختصاص می‌دهند. روش میان‌یابی وزن‌دهی فاصله معکوس به دلیل دارا بودن کمترین خطا نسبت به سایر روش‌های درون‌یابی در این پژوهش و نیاز به تعداد نقاط نمونه‌گیری کمتر، به عنوان روش اصلی برای تهیه نقشه‌های پهنه‌بندی صوت انتخاب شد (۲۷، ۲۸). دستگاه اندازه‌گیری تراز صوتی از شبکه‌ها و مقیاس‌های مختلفی (A, B, C, D) استفاده می‌کنند و علائم صوتی را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می‌کنند. در این میان، A شبکه وزنی قابل شنیدن برای انسان است. شاخص‌های صوتی برگرفته از شبکه A شامل  $L_{Aeq}$  (تراز صوتی معادل در یک دوره زمانی معین در شبکه وزنی  $L_{Amax}$ ، حداکثر تراز صوتی معادل در یک دوره زمانی معین در شبکه وزنی A)،  $L_{Amin}$  (حداقل تراز صوتی معادل

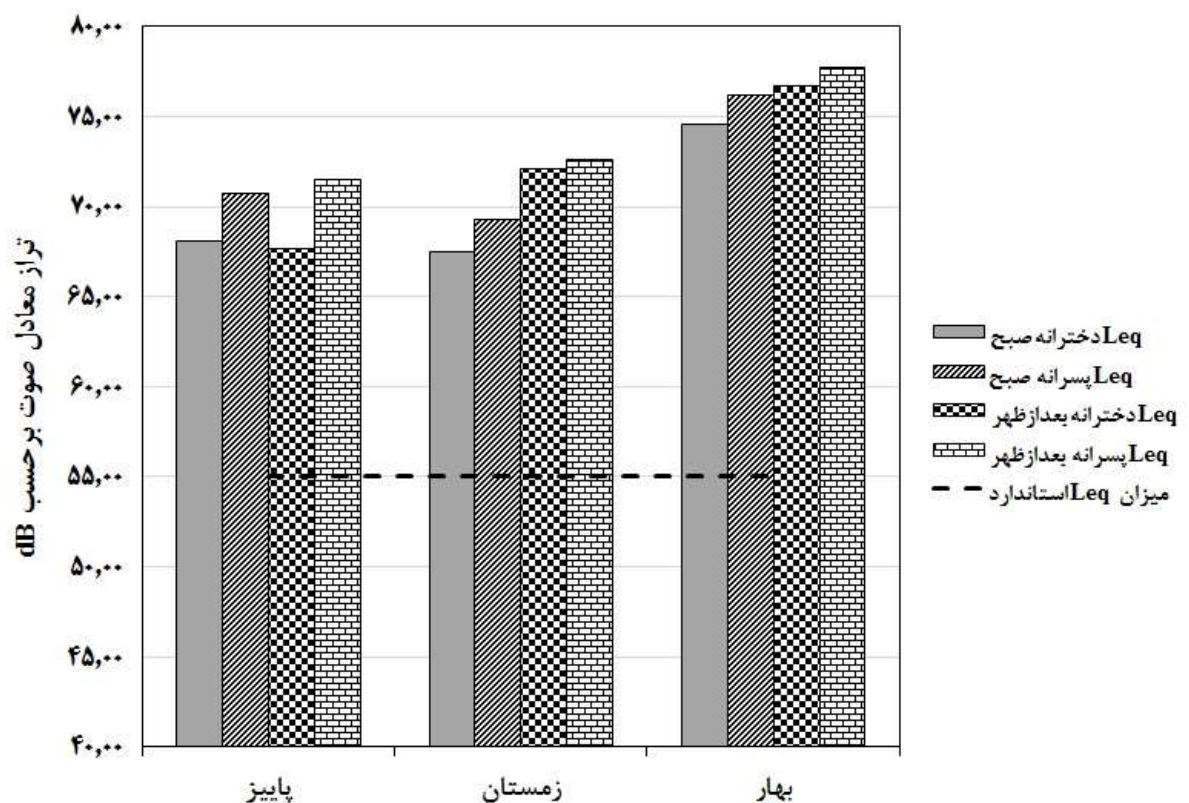


شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری تراز صدا

## یافته‌ها

پس از انجام اندازه‌گیری‌ها در سه فصل، هر کدام به مدت دو هفته و در زنگ‌های ورود و خروج، زنگ‌های تفریح، زنگ ورزش و برنامه‌های آغازین هر دو مدرسه پسرانه و دخترانه در دو نوبت صبح و بعد از ظهر، میانگین تراز معادل صوت سه فصل پاییز، زمستان و بهار در دو مدرسه پسرانه و دخترانه (نوبت صبح و بعد از ظهر) در نمودار ۱ با هم مقایسه شد. نتایج نشان می‌دهد میانگین تراز معادل صوت ( $L_{eq}$ ) در فصل بهار بیشترین مقدار (۷۶/۳ dB) را دارد که علت را می‌توان طراوت هوای بهار و دریافت بیشتر نور خورشید در نتیجه افزایش انرژی، شادی و فعالیت بدنی

بیشتر در دانش‌آموزان دانست. درحالی‌که میانگین تراز معادل صوت در فصل‌های پاییز و زمستان بسیار به هم نزدیک هستند (حدود ۷۰ dB) و در هر سه فصل از مقدار استاندارد (۵۵ dB) بالاتر است. تراز معادل صوت ( $L_{eq}$ ) در مدرسه پسرانه نسبت به دخترانه به‌طور میانگین ۲ dB بالاتر است و دلیل آن احتمالاً تفاوت‌های فیزیولوژیکی دختران و پسران است که باعث می‌شود پسران مهارت‌های حرکتی بالاتری در دویدن و پریدن داشته باشند و از لحاظ جسمانی نیز تهاجمی‌تر و خطرپذیرتر از دختران هستند که همین ویژگی‌ها باعث افزایش سروصدای نوبت پسرانه می‌شود.

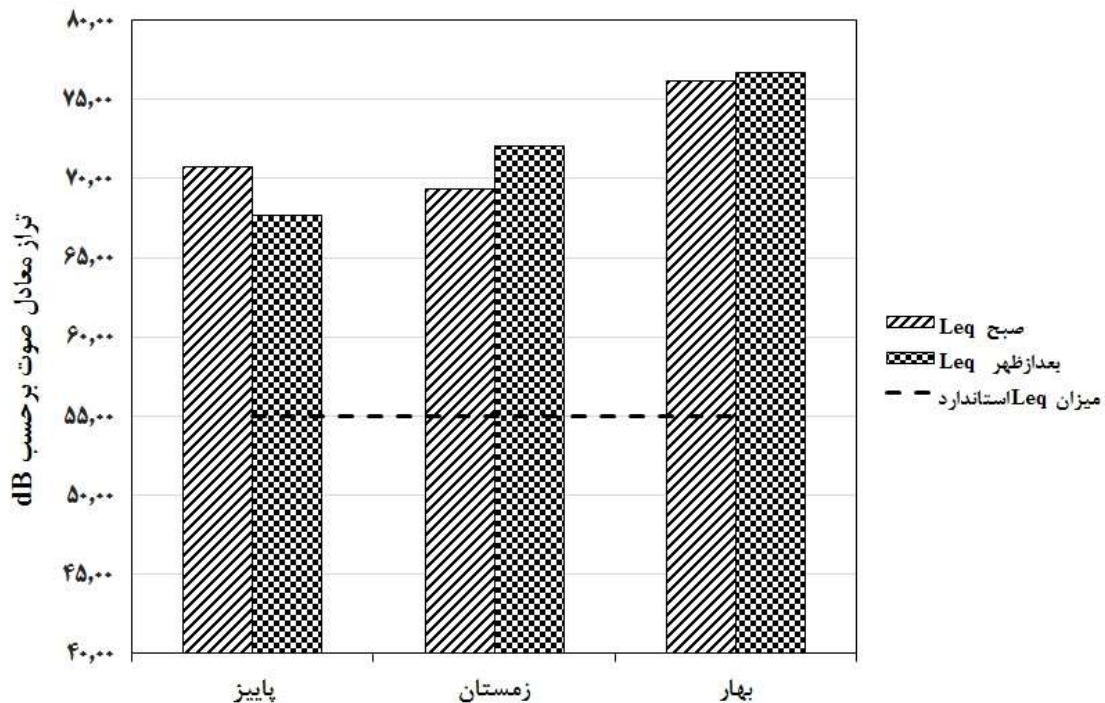


نمودار ۱- میانگین تراز معادل صوت سه فصل پاییز، زمستان و بهار، مدرسه پسرانه و دخترانه، نوبت صبح و بعد از ظهر

نتیجه کاهش میزان سروصدا نسبت به صبح محسوس است. فصل بهار به دلیل اعتدال هوا، افزایش طول روز و تابش بیشتر نور خورشید باعث افزایش نشاط، تحرک و فعالیت‌های ورزشی در دانش‌آموزان می‌گردد. بنابراین تراز معادل صوت در بهار نسبت به فصول دیگر افزایش یافته و این افزایش در نوبت صبح و بعدازظهر تقریباً یکسان و تفاوت چندانی با هم ندارند.

جهت درک و تحلیل بهتر توزیع ترازهای صوتی، داده‌های به‌دست آمده از تراز معادل صوت ( $L_{eq}$ ) در سه فصل، وارد نرم افزار GIS و نتایج به صورت نقشه ترسیم شد. در نقشه‌های مذکور مناطق با ارزش‌های پایین با رنگ‌های سرد و کم رنگ و مناطق با ارزش‌های بالا با رنگ‌های گرم و پر رنگ نمایش داده شده است.

در مقایسه تراز معادل صوت ( $L_{eq}$ ) نوبت صبح با بعدازظهر در نمودار ۲ مشاهده می‌شود که در فصل بهار تفاوت محسوسی بین ترازهای صبح و بعد از ظهر وجود ندارد (۰/۵ dB)، اما در فصل پاییز نوبت صبح ۳ dB بیشتر از بعد از ظهر است و در فصل زمستان کاملاً برعکس، یعنی تراز معادل صوت نوبت بعد از ظهر ۲/۷۵ dB بیشتر از صبح است که دلیل این تفاوت‌ها دقیقاً منطبق بر خصوصیات آب و هوایی فصول است، به طوری که در فصل زمستان سرد بودن هوای صبح نسبت به بعدازظهر، خواب‌آلودگی دانش‌آموزان و عدم برگزاری مراسم صبحگاهی باعث کاهش تراز معادل صوت در نوبت صبح می‌شود. در فصل پاییز به دلیل کوتاه بودن طول روز و تابش نور در بعدازظهر، کاهش انرژی و جنب‌وجوش دانش‌آموزان در نوبت بعدازظهر و در

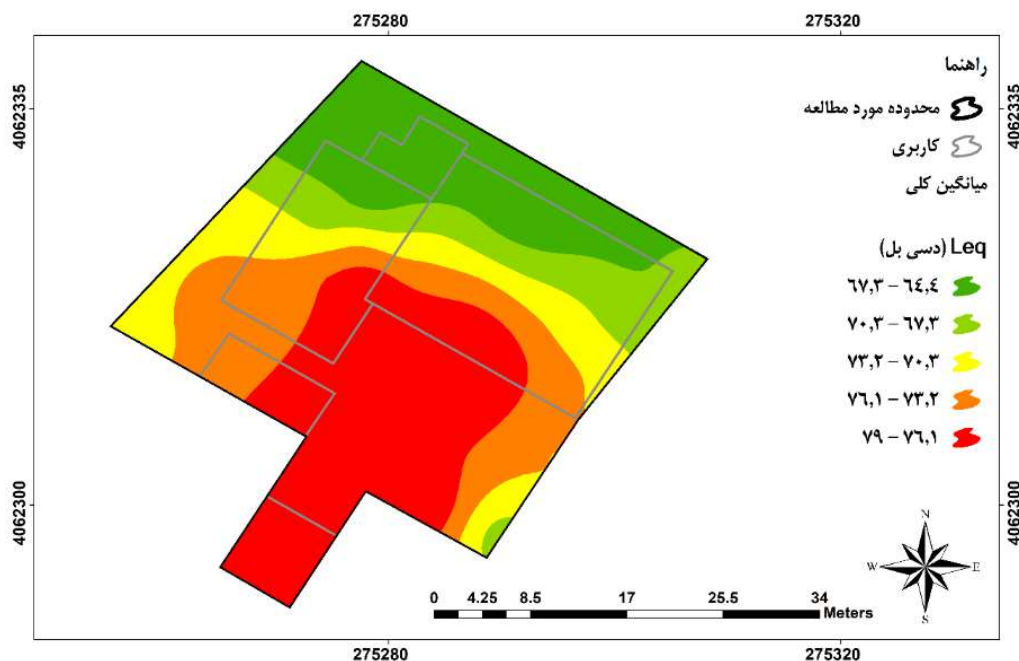


نمودار ۲- مقایسه تراز معادل صوت نوبت صبح و بعدازظهر در پاییز، زمستان و بهار

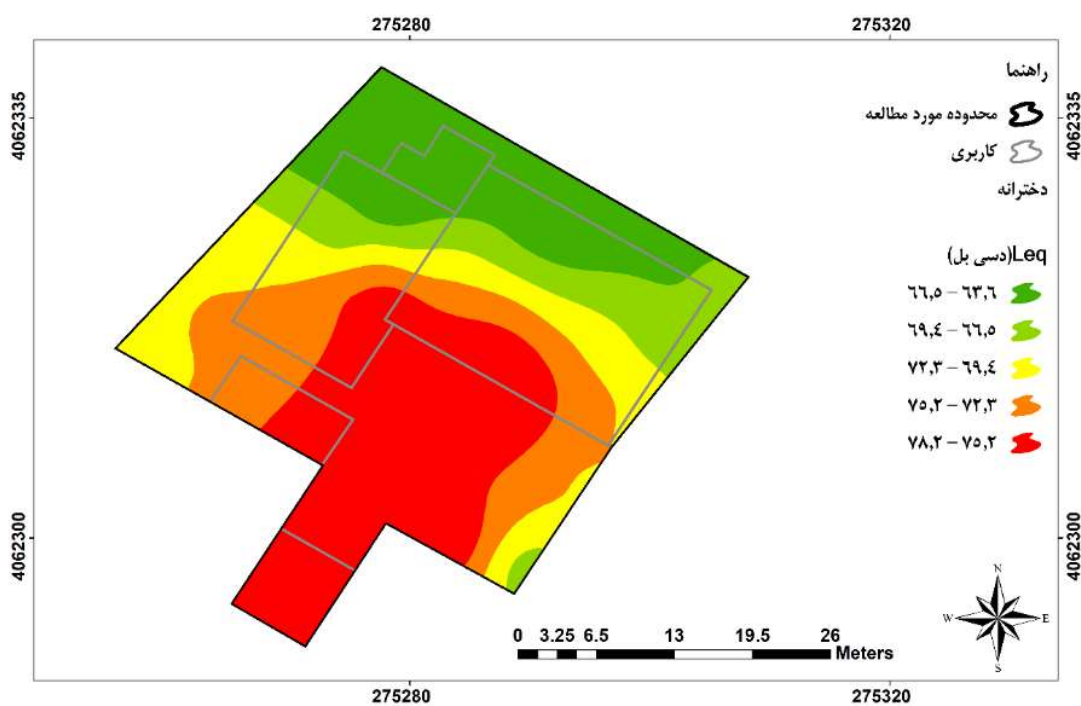
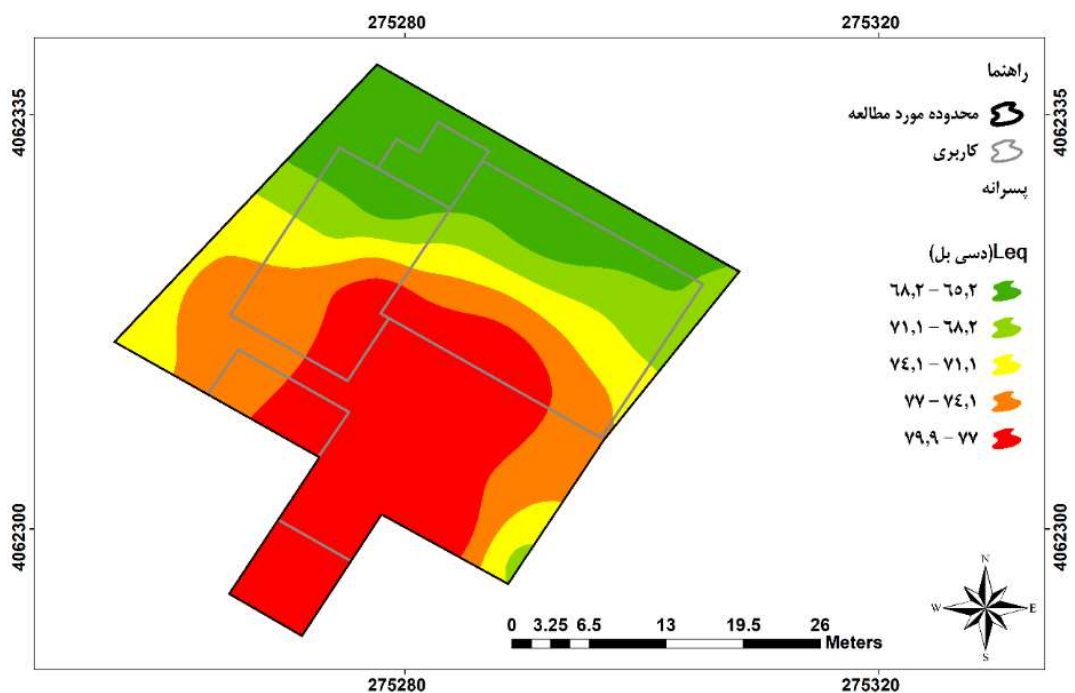
مدیریت و معلمان در محدوده‌ای قرار دارند که تراز معادل صوت بالای دارند و سرایداری مدرسه نیز به علت قرار گرفتن در قسمت جنوبی حیاط جلویی دارای بالاترین تراز معادل صوتی مدرسه مورد مطالعه است. در نتیجه در این کاربری‌ها آلودگی صوتی وجود دارد و ساکنین منازل مسکونی واقع در جنوب مدرسه در محدوده تیره رنگ قرار دارند و در معرض آلودگی صوتی بالایی هستند.

در شکل ۳ وضعیت تراز معادل صدا در نقشه‌های پهنه‌بندی شده برای محدوده مورد مطالعه در کل زمان تحقیق (سه فصل) برای دو نوبت در هر مدرسه دخترانه و پسرانه به‌طور مجزا رسم شده تا میزان آلودگی صوتی از نظر جنسیتی مورد بررسی قرار گیرد. مشاهده می‌شود که توزیع سروصدا در دو نوبت دخترانه و پسرانه در مناطق تیره و روشن تفاوتی با هم ندارند فقط منطقه میانی در نوبت پسرانه اندکی گسترده‌تر است و علت آن را می‌توان جنب‌وجوش بیشتر پسران نسبت به دختران ذکر نمود.

با بررسی وضعیت ترازهای معادل صوت و رسم نقشه پهنه‌بندی برای محدوده مورد مطالعه در کل بازه تحصیلی مورد مطالعه (شکل ۲) می‌توان بیان کرد که بیشترین میزان  $L_{eq}$  در بخش جنوبی حیاط جلویی است و بخش‌هایی از جنوب‌غربی، شمال و شرق حیاط جلویی با درجه بالایی از آلودگی صوتی مواجه است. علت این آلودگی صوتی تراکم دانش‌آموزان در حیاط و زمین بازی است. کمترین میزان  $L_{eq}$  که با رنگ روشن مشخص شده در حیاط پشتی و قسمت شمالی ساختمان واقع است که علت آن کوچک بودن ناحیه و نبود فضای کافی برای بازی دانش‌آموزان در آنجا و در نتیجه حضور کمتر دانش‌آموزان در آن مکان‌ها است. از نظر نوع کاربری با توجه به شکل ۲، همان‌طور که مشخص است قسمت شمالی محیط آموزشی که بیشتر شامل کلاس‌های درس است، در محدوده رنگ روشن قرار دارد که تراز معادل صدا پایینی دارند. قسمت جنوبی محیط آموزشی شامل کلاس‌های درس، اتاق



شکل ۲- نقشه پهنه‌بندی تراز معادل صدا ( $L_{eq}$ ) محدوده مورد مطالعه در کل بازه تحصیلی مورد مطالعه



شکل ۳- نقشه پهنه‌بندی تراز معادل صدا در محدوده مورد مطالعه در کل بازه تحصیلی مورد مطالعه مدرسه دخترانه و پسرانه

و مزاحمت برای آنها شده است، ۹) با توجه به سوالات ۱، ۲ و ۳ پرسشنامه همسایگان، درصد کمی از همسایگان که دارای فرزند در مدرسه مورد مطالعه بودند از وجود مدرسه در منطقه ابراز رضایت نمودند، ۱۰) ۸۳ درصد از همسایگان که از وجود مدرسه ابراز نارضایتی کرده‌اند، در فاصله خیلی نزدیک یا نزدیک مدرسه ساکن هستند، ۱۱) نتایج نظرسنجی نشان می‌دهد ساکنین طبقات دوم و سوم نسبت به سایر طبقات از سروصدای مدرسه بیشتر ابراز نارضایتی کردند، ۱۲) نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که از لحاظ جنسیت زنان بیشتر از مردان نسبت به وجود مدرسه در منطقه ابراز نارضایتی کردند.

### بحث

هدف از این مطالعه، ارزیابی سطح ترازهای صوتی و توزیع آلودگی صوتی در یک مدرسه ابتدایی دو نوبته (دخترانه و پسرانه) واقع در منطقه مسکونی، در ساعات اوج سر و صدا در دو نوبت صبح و بعد از ظهر در طول یک سال تحصیلی و ارزیابی سر و صدا بر ساکنین منازل اطراف و کادر مدرسه است. مطالعه‌ای مشابه که در شهر بوسا- ترکیه انجام شد سطح آلودگی صوتی در دو مدرسه ابتدایی دولتی و خصوصی را اندازه‌گیری و با نقطه نظرات دانش‌آموزان در این رابطه مورد مقایسه قرار داد. نتایج این پژوهش نشان داد زنگ‌های تفریح با بالاترین سطح آلودگی صوتی همراه است که با نتایج مقاله حاضر مطابقت دارد. همچنین سطح ترازهای صوتی در مدرسه دولتی در حدود ۸ dB بالاتر از مدرسه خصوصی بود (۳۰). ارزیابی نمودارها و نقشه‌های پهنه‌بندی در این پژوهش نشان می‌دهد که آلودگی صوتی به‌طور متوسط در محیط اطراف مدرسه از زمان شروع مدرسه در نوبت صبح تا تعطیلی نوبت عصر (۱۰ ساعت) به‌طور میانگین ۷۲ dB و در حدود ۱۲ dB بالاتر از حدود استاندارد است. در مطالعه دیگری که توسط Sayadi و همکاران در مورد سطح آلودگی صوتی در ۱۲ مدرسه شهر بیرجند در ساعات کلاسی و ساعات تفریح انجام شد نیز

با استفاده از پاسخ معلمان و همسایگان شرکت‌کننده در نظرسنجی و تجزیه و تحلیل آنها با استفاده از نرم افزار SPSS و نمودارها، می‌توان نتیجه گرفت:

۱) طبق نظر معلمان و همسایگان هر دو نوبت صبح و بعدازظهر دارای سر و صدای بالایی هستند و این نتیجه‌گیری با نتایج اندازه‌گیری‌ها مطابقت دارد، ۲) طبق نظر معلمان و همسایگان هر دو نوبت پسرانه و دخترانه دارای سر و صدای بالایی هستند و مطابق اندازه‌گیری‌ها نیز علاوه بر بالا بودن تراز معادل صوت هر دو مدرسه، نوبت پسرانه در مقایسه با دخترانه، ترازهای بالاتری را تجربه می‌کند، ۳) طبق نظر معلمان و همسایگان به‌ترتیب فصل بهار، پاییز و زمستان دارای سروصدای زیادی هستند و نتیجه اندازه‌گیری‌ها نیز بیانگر بالا بودن تراز صوتی فصل بهار و برابر بودن تراز صوتی فصل پاییز و زمستان است، ۴) طبق نظر معلمان زنگ‌های تفریح بیشترین سر و صدا را ایجاد می‌کند اما همسایگان بر این باورند که صدای بلندگو و تردد سرویس‌ها مزاحمت بیشتری دارد. طبق نتایج اندازه‌گیری‌ها زنگ‌های تفریح پر سر و صداتر است، ۵) در مورد زنگ ورزش، معلمان و همسایگان بر این نظرند که هر دو نوبت دخترانه و پسرانه سر و صدای بالایی ایجاد می‌کنند که نتایج اندازه‌گیری‌ها هم تایید کننده این مطلب هستند، ۶) بر طبق نظر معلمان میزان سر و صدای زنگ‌های ورزش همانند زنگ‌های تفریح است اما همسایگان بر این نظرند زنگ‌های ورزش سر و صدای بالاتری ایجاد می‌کنند. نتایج اندازه‌گیری‌ها هم مطابق با نظر معلمان است، ۷) معلمان بر این باورند سر و صدا گاهی اوقات باعث ایجاد سردرد و سرگیجه، کاهش عملکرد، عصبانیت و عدم تمرکز در فعالیت آنها می‌شود و هیچ استرسی در آنها ایجاد نمی‌کند، اما ۴۲ درصد همسایگان همیشه و ۳۵ درصد گاهی اوقات بر اثر سروصدای حاصل از مدرسه دچار سردرد و سرگیجه، کاهش عملکرد، عصبانیت، استرس و عدم تمرکز در کار می‌شوند، ۸) طبق نظر ۸۹ درصد از همسایگان، وجود مدرسه در منطقه باعث ناراحتی

دیوار منازل مسکونی همچون حیاط خلوت، ۹- توصیه می‌شود اتمام نوبت صبح مدرسه و شروع نوبت بعدی با فاصله زمانی باشد تا تراکم دانش‌آموزان در حین تعویض نوبت باعث افزایش بار آلودگی صدا نگردد، ۱۰- توصیه می‌شود که ورود دانش‌آموزان به کلاس‌ها، از طبقات بالا به پایین و از کلاس‌های انتهایی راهرو در هر طبقه شروع گردد و در خروج از مدرسه و زنگ تفریح نیز عکس این روش اعمال گردد (۳۶)، ۱۱- استفاده از دیوارهای حایل سبک در روی دیوار اصلی حیاط به صورت پرده برزنتی یا ورق‌های پلیمری می‌تواند به صورت دو سویه از انتشار صدا به محیط اطراف مدرسه و از محیط اطراف به حیاط مدارس موثر باشد.

### نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد ساکنین منازل مسکونی مجاور مدرسه، تقریباً ۱۰ ساعت شبانه‌روز در معرض سر و صدای بلند قرار دارند و موقعیت حیاط مدرسه و سایه‌انداز بودن می‌تواند بر شدت ترازهای صوتی و توزیع آن تاثیرگذار باشد. با این رویکرد لازم است استانداردها و قوانین مکان‌یابی مدارس اصلاح و با دقت بیشتری دنبال شود و تا حد امکان از فناوری‌های کنترل آلودگی صوتی در چنین محیط‌هایی استفاده شود.

### ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل رضایت آگاهانه، عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان "ارزیابی سطح تراز صوتی ناشی از فعالیت دانش‌آموزان مقطع ابتدایی دخترانه شهید بیگلی و پسرانه هدایت شهر زنجان" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۸ است که با حمایت دانشگاه زنجان اجرا شده است.

نتایج مشابهی با تحقیق حاضر مشاهده شد (۳۱). مکان‌یابی نامناسب در احداث مدارس، عدم استفاده از پوشش‌های سازه‌ای عایق در فرایند ساخت و ساز، عدم کاشت درخت در محیط مدارس با هدف کاهش انتشار ترازهای صوتی و ... باعث شده است فعالیت این مدرسه مزاحمت‌های فراوانی برای ساکنان و همسایگان ایجاد کند. ضمن اینکه فعالیت دانش‌آموزان در زنگ‌های ورزش در داخل مدرسه و عدم استفاده از مکان‌های سرپوشیده و مناسب برای فعالیت‌های بدنی بر شدت تولید ترازهای صوتی افزوده است. مطالعات دیگر نیز به ضعف‌های آکوستیکی و استفاده از مصالح نامناسب در ساخت مدارس اشاره کرده‌اند و آن را یکی از مهمترین دلایل موثر در بحث آلودگی مدارس معرفی کرده‌اند (۳۲-۳۴). در ادامه به ارائه راه‌های از راهکارها برای کاهش و کنترل ترازهای صوتی پرداخته شده است. اغلب موارد پیشنهادی براساس مطالعات پیشین و ارزیابی‌های قبلی حاصل شده است.

رهنمودهای پیشنهادی جهت کاهش آلودگی صوتی در مدارس شامل موارد ذیل است:

- ۱- استفاده از پرده‌های پارچه‌ای ضخیم برای افزایش سطح جذب در کلاس‌ها، ۲- صدای بلندگوی داخل راهرو تا حد امکان کاهش و بلندگوی حیاط به گونه‌ای تنظیم شود که برای ساکنین مجاور مزاحمت ایجاد نکنند. در صورت امکان استفاده از چند بلندگوی کم توان در چند نقطه حیاط یا راهرو به جای یک بلندگوی پرتوان مناسب است، ۳- ساعات ورزش با ساعات دروسی که نیاز به تمرکز دارند، همزمان نباشد، ۴- آموزش لازم در خصوص عوارض آلودگی صدا به دانش‌آموزان داده شود تا در زنگ‌های تفریح مزاحمت صوتی برای خود و دیگران ایجاد نکنند، ۵- تنوع و افزایش برنامه‌های تفریحی خارج از محیط مدرسه می‌تواند در تخلیه انرژی و توان صوتی دانش‌آموزان مفید باشد (۳۵)، ۶- انجام تمرینات ورزشی در سالن‌های مخصوص، در خارج از محیط آموزشی و نزدیک به آن، ۷- درختکاری و توسعه فضای سبز با هدف جذب صدا، ۸- ایجاد فضای حایل بین مدرسه و

## ضمائم

## پرسشنامه بررسی آلودگی صوتی مدارس ابتدایی و تاثیر آن بر کادر مدرسه و

## دانش آموزان

مشخصات تکمیل کننده:

میزان تحصیلات: ..... سن:  ۳۵-۲۵  ۴۵-۳۶  
 سابقه بیماری:  سابقه کار: .....  
 پایه تدریس: ..... تعداد دانش آموزان: ..... جنسیت: ..... تعداد فرزند: .....

ردیف	سوالات	گزینه‌ها			
۱	کلاس شما در کدام طبقه واقع شده است؟	طبقه اول	طبقه هم‌کف	طبقه دوم	
۲	موقعیت کلاس شما چگونه است؟	به سمت حیاط	به سمت کوچه		
۳	در کدام شیفت زمانی سر و صدای دانش‌آموزان بیشتر است؟	صبح	بعد از ظهر	هر دو شیفت	
۴	در کدام مواقع در شیفت صبح سر و صدای دانش‌آموزان بیشتر است؟	زمان ورود	برنامه صبحگاهی	زنگ تفریح	زمان تعطیلی
۵	در کدام مواقع در شیفت بعد از ظهر سر و صدای دانش‌آموزان بیشتر است؟	زمان ورود	برنامه صبحگاهی	زنگ تفریح	زمان تعطیلی
۶	آیا سر و صدای دانش‌آموزان در زنگ ورزش بیشتر از سایر مواقع است؟	بله	خیر	تفاوتی ندارد	
۷	زنگ‌های ورزش در کدام شیفت زمانی بیشتر باعث سر و صدا می‌شود؟	صبح	بعد از ظهر	هر دو	هیچکدام
۸	در کدام فصل سر و صدای دانش‌آموزان بیشتر است؟	پاییز	زمستان	بهار	هر سه فصل
۹	سر و صدای مدرسه باعث سردرد و سرگیجه شما می‌شود؟	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز
۱۰	سر و صدای مدرسه باعث کاهش عملکرد شما می‌گردد؟	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز
۱۱	سر و صدای مدرسه باعث ایجاد استرس در شما می‌گردد؟	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز
۱۲	سر و صدای مدرسه باعث ایجاد عصبانیت در شما می‌گردد؟	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز
۱۳	سر و صدای مدرسه باعث اختلال و عدم تمرکز در کار شما می‌گردد؟	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز
۱۴	سر و صدا در کلاس باعث کاهش وضوح صدای معلم می‌گردد؟	خیلی زیاد	زیاد	کم	بی‌تاثیر
۱۵	سر و صدا در کلاس باعث کاهش ارتباط بین معلم و دانش‌آموزان می‌گردد؟	خیلی زیاد	زیاد	کم	بی‌تاثیر
۱۶	سر و صدا در کلاس باعث اختلال در تدریس معلم می‌گردد؟	خیلی زیاد	زیاد	کم	بی‌تاثیر
۱۷	سر و صدای کلاس باعث اختلال در پرسش معلم از دانش‌آموزان می‌گردد؟	خیلی زیاد	زیاد	کم	بی‌تاثیر

بی تاثیر	کم	زیاد	خیلی زیاد	سر و صدای کلاس باعث کاهش درک دانش آموز از مباحث کلاس می شود؟	۱۸
بی تاثیر	کم	زیاد	خیلی زیاد	سر و صدا در کلاس باعث کاهش تمرکز دانش آموزان می گردد؟	۱۹
بی تاثیر	کم	زیاد	خیلی زیاد	سر و صدا در کلاس باعث کاهش یادگیری دانش آموزان می گردد؟	۲۰
بی تاثیر	کم	زیاد	خیلی زیاد	سر و صدا در کلاس باعث اختلال در ارتباط بین دانش آموزان می گردد؟	۲۱
ورزش	هنر	علوم	فارسی	ریاضی	وجود سر و صدا در محیط بیشترین تاثیر منفی را بر کدام درس دارد؟
همکار محترم لطفا نظرات و پیشنهادات خود را در پشت همین برگ مرقوم فرمایید.					

همکار محترم اگر برای بهبود یا رفع مشکلات، هریک از موارد بالا پیشنهادی دارید لطفا در جدول پشت پرسشنامه مرقوم فرمایید.

شماره	جواب شما	راهکار شما جهت رفع آن

## پرسشنامه بررسی آلودگی صوتی ناشی از مدارس ابتدایی بر روی ساکنین مناطق

### اطراف

- مشخصات تکمیل کننده:
- جنسیت: مرد  زن  سن:  کمتر از ۳۰  ۳۰-۴۵  سابقه بیماری:  دارم  میزان تحصیلات:  راهنمایی  متوسطه  دانشگاهی  ندارم
- تعداد فرزند: .....

- مشخصات ساختمان: ویلایی نوساز  آپارتمان نوساز  ویلایی قدیم ساخت  آپارتمان قدیم ساخت
- طبقه .....

ردیف	سوالات	گزینه‌ها
۱	از وجود مدرسه در همسایگی منزلتان راضی هستید؟	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> فرقی ندارد <input type="checkbox"/>
۲	از فرزندان شما در مدرسه هدایت یا شهید بیگلی تحصیل می‌کنند؟	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>
۳	سر و صدای مدرسه، باعث ناراحتی و مزاحمت برای شما می‌گردد؟	بله- زیاد <input type="checkbox"/> بله- کم <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/>
۴	کدامیک از موارد زیر بیشتر باعث ناراحتی شما می‌گردد.	سر و صدای دانش آموزان <input type="checkbox"/> صدای بلندگو <input type="checkbox"/> برگزاری مراسم <input type="checkbox"/> سر و صدای تردد و رفت و آمدهای مدرسه <input type="checkbox"/>
۵	کدام شیفت از لحاظ جنسیت بیشتر باعث سر و صدا می‌گردد.	دخترانه <input type="checkbox"/> پسرانه <input type="checkbox"/> هر دو <input type="checkbox"/>
۶	کدام شیفت زمانی صدای مدرسه باعث آزار و اذیت شما می‌گردد؟	صبح <input type="checkbox"/> بعد از ظهر <input type="checkbox"/> هر دو شیفت <input type="checkbox"/>
۷	در کدام فصل صدای مدرسه بیشتر باعث آزار و اذیت شما می‌گردد؟	پاییز <input type="checkbox"/> زمستان <input type="checkbox"/> بهار <input type="checkbox"/>
۸	در کدام مواقع در شیفت صبح سر و صدای مدرسه بیشتر است؟	زمان ورود <input type="checkbox"/> مراسم صبحگاهی <input type="checkbox"/> زنگ‌های تفریح <input type="checkbox"/> زمان تعطیلی دانش آموزان <input type="checkbox"/>
۹	در کدام مواقع در شیفت ظهر سر و صدای مدرسه بیشتر است؟	زمان ورود <input type="checkbox"/> ظهرگاهی <input type="checkbox"/> زنگ‌های تفریح <input type="checkbox"/> زمان تعطیلی دانش آموزان <input type="checkbox"/>
۱۰	آیا سر و صدای دانش آموزان در زنگ ورزش بیشتر از سایر مواقع است؟	بله <input type="checkbox"/> خیر <input type="checkbox"/> تفاوتی ندارد <input type="checkbox"/>
۱۱	زنگ‌های ورزش در کدام شیفت زمانی بیشتر باعث سر و صدا می‌شود؟	صبح <input type="checkbox"/> بعد از ظهر <input type="checkbox"/> هر دو <input type="checkbox"/> هیچکدام <input type="checkbox"/>
۱۲	زنگ‌های ورزش در کدام شیفت (دخترانه، پسرانه) بیشتر باعث سر و صدا می‌شود؟	پسرانه <input type="checkbox"/> دخترانه <input type="checkbox"/> هر دو <input type="checkbox"/> هیچکدام <input type="checkbox"/>
۱۳	فاصله منزل شما تا مدرسه حدوداً چقدر است؟	خیلی نزدیک <input type="checkbox"/> نزدیک <input type="checkbox"/> دور <input type="checkbox"/> خیلی دور <input type="checkbox"/>

۱۴	شیشه پنجره‌های ساختمان شما دو جداره است؟			بلی	خیر	نمی‌دانم
۱۵	در دیوارهای ساختمان شما از عایق صوتی استفاده شده است؟			بلی	خیر	نمی‌دانم
۱۶	در حد فاصل منزل شما و محیط مدرسه درخت وجود دارد؟			بلی		خیر
۱۷	سر و صدای مدرسه باعث سردرد و سرگیجه شما می‌گردد.	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز	
۱۸	سر و صدای مدرسه باعث اختلال در خواب شما می‌گردد.	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز	
۱۹	سر و صدای مدرسه باعث ایجاد استرس شما می‌گردد.	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز	
۲۰	سر و صدای مدرسه باعث ایجاد عصبانیت شما می‌گردد.	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز	
۲۱	سر و صدای مدرسه باعث عدم تمرکز در کار شما می‌گردد.	همیشه	گاهی اوقات	به ندرت	هرگز	
۲۲	در محل سکونت شما منبع صوتی دیگری شما را آزار می‌دهد.	بله: نام ببرید.....			خیر	

آیا پیشنهادی برای بهبود و رفع مشکل دارید؟

## References

- Nassiri P, Monazam M, Dehaghi BF, Abadi LIG, Zakerian S, Azam K. The effect of noise on human performance: a clinical trial. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2013;4(2):212-87-95.
- Golmohammadi R, Ghorbani F, Mahjoub H, Daneshmehr Z. Study of noise pollution and acoustic condition of the Tehran schools. *Journal of Environmental Science and Technology*. 2010;12(1):29-38. (in Persian)
- Abbaspour M, Karimi E, Nassiri P, Monazzam MR, Taghavi L. Hierarchal assessment of noise pollution in urban areas– A case study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2015;34:95-103.
- Nelson PB. Sound in the classroom: Why children need quiet. *ASHRAE Journal*. 2003;45(2):22-25.
- Christie DJ, Glickman CD. The effects of classroom noise on children: Evidence for sex differences. *Psychology in the Schools*. 1980;17(3):405-408.
- González AE. What does “noise pollution” mean? *Journal of Environmental Protection*. 2014;5(04):340-50.
- Dalton BH, Behm DG. Effects of noise and music on human and task performance: A systematic review. *Occupational Ergonomics*. 2007;7(3):143-52.
- Geravandi S, Takdastan A, Zallaghi E, Niri MV, Mohammadi MJ, Saki H, et al. Noise pollution and health effects. *Jundishapur Journal of Health Sciences*. 2015;7(1):e25357.
- Stansfeld S, Clark C. Health effects of noise exposure in children. *Current Environmental Health Reports*. 2015;2(2):171-78.
- Yari AR, Geravandi S, Goudarzi G, Idani E, Vosoughie M, Mohamadrezai Esfarjani N, et al. Assessment of noise pollution and its effect on residents health in Ahvaz, Iran in 2011. *Archives of Hygiene Sciences*. 2016;5(1):56-60.
- Zamanian Z, Azad P, Porkar S, Pirami H, Abdollahi M, Kouhnavard B. Study of noise pollution caused by traffic and its effect on sleep disturbances and quality of life for the citizens city of Shiraz. *Occupational Medicine Quarterly Journal*. 2017;8(4):58-66 (in Persian).
- Buchari E, Matondang N. The impact of noise level on students' learning performance at state elementary school in Medan. *AIP Conference Proceedings* 1855; 9–11 May 2018; Bydgoszcz, Poland.
- Hodgson M, Nosal EM. Effect of noise and occupancy on optimal reverberation times for speech intelligibility in classrooms. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2002;111(2):931-39.
- Goswami B, Hassan Y, Sarma AJ. The effects of noise on students at school: A review. *International Journal of latest Engineering and Management Research*. 2018;3(1):43-45.
- Jamaludin AA, Ismail N. Noise pollution awareness in secondary school: evaluation of noise pollution awareness. *International Journal of Applied Health Sciences*. 2019;3(1):580.
- Koszarny Z, Jankowska D. Determination of acoustic climate inside high schools in comparison with elementary schools. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*. 1996;47(4):423-29.
- Montiel I, Mayoral AM, Navarro Pedreño J, Maiques S. Acoustic comfort in learning spaces: Moving towards sustainable development goals. *Sustainability*. 2019;11(13):3573.
- MacKenzie DJ. Noise levels and sources in UK schools. *International symposium on Noise Control and Acoustics for Educational Buildings*; 2000; Istanbul.
- Lajmiri Ourak Z, Fakheri Rauof F, Marraie A, Lajmiri Ourak S. Survey of noise pollution and acoustic characteristics of Karun schools. *Second National Conference on Sustainable Defense in the Agriculture, Natural Resources and Environment Sustainable Development Approach*; 10 November 201; Tehran (in Persian).
- Karimi A, Monazam M, Abbaspour M. The effect of school opening on noise pollution. *First Conference on Environment, Energy and Clean Industry*; 1 December 2013; Tehran (in Persian).
- Nassiri P, Mehravaran H, Ghousi R. Measurement and modeling of noise level (Leq) and determination of critical points of noise pollution (Case study of a car factory). *Journal of Environmental Science and Technology*. 2008;9(4):47-56 (in Persian).

22. Gilavand A, Jamshidnezhad A. The effect of noise in educational institutions on learning and academic achievement of elementary students in Ahvaz, South-West of Iran. *International Journal of Pediatrics*. 2016;4(3):1453-63.
23. Bulunuz N. Noise pollution in Turkish elementary schools: Evaluation of noise pollution awareness and sensitivity training. *International Journal of Environmental and Science Education*. 2014;9(2):215-34.
24. Dockrell JE, Shield BM. Acoustical barriers in classrooms: The impact of noise on performance in the classroom. *British Educational Research Journal*. 2006;32(3):509-25.
25. Majidi F, Khosravi Y. Noise pollution evaluation of city center of Zanzjan by Geographic Information System (GIS). *Iranian Journal of Health and Environment*. 2016;9(1):91-102 (in Persian).
26. Arghir M, Macoveanu SC. A new method for the assessment of noise pollution in urban agglomerations. *Proceedings in Applied Mathematics & Mechanics*. 2013;13(1):327-28.
27. Kennedy H. *Data in Three Dimensions: a Guide to ArcGIS 3D Analyst*. Massachusetts, United States: Cengage Learning; 2004.
28. Raju NJ. *Geostatistical and Geospatial Approaches for the Characterization of Natural Resources in the Environment: Challenges, Processes and Strategies*. New York: Springer; 2015.
29. Tavakoli A, Bijani NasrAbadi N, Khosravi Y, Jabari MK. Evaluation of equivalent level and distribution of noise pollution by Geographic Information System (GIS) in zone 1- region 6 of Tehran (2016-17): A case report. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2019;17(11):1077-92 (in Persian).
30. Bulunuz N, Bulunuz M, Orbak AY, Mulu N, Tavşanlı ÖF. An evaluation of primary school students' views about noise levels in school. *International Electronic Journal of Elementary Education*. 2017;9(4):725-40.
31. Sayadi M, Movafagh A, Kargar R, Movafagh K. Evaluation of noise pollution in the schools of Birjand city and its administrative solutions, in 2011. *Journal of Occupational Health and Epidemiology*. 2012;1(3):132-38.
32. Sala E, Rantala L. Acoustics and activity noise in school classrooms in Finland. *Applied Acoustics*. 2016;114:252-59.
33. Shield B, Connolly D, Dockrell J, Cox T, Mydlarz C, Conetta R, et al. The impact of classroom noise on reading comprehension of secondary school pupils. *Proceedings of the Institute of Acoustics*. 2018;40:236-44.
34. Abrantes V, Rangel B, Amorim Faria J. *The Prefabrication of Building Facades. Building Research: Design, Construction and Technologies*. Switzerland: Springer; 2017.
35. Celik E, Karabiber Z. A pilot study on the ratio of schools and students affected from noise. *International symposium on Noise Control and Acoustics for Educational Buildings*; 2000; Istanbul.
36. Shield BM, Dockrell JE. The effects of noise on children at school: A review. *Building Acoustics*. 2003;10(2):97-116.



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



## Assessment of noise levels and identification of distribution pattern in elementary schools: a case study in Zanjan city

Fatemeh Mohebbian<sup>1,2</sup>, Azadeh Tavakoli<sup>1\*</sup>, Abdolhossein Parizanganeh<sup>1</sup>, Younes Khosravi<sup>1</sup>, Isa Eskandari<sup>2</sup>

1- Department of Environmental Sciences, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran

2- Department of Education and Training, Zanjan, Iran

### ARTICLE INFORMATION:

**Received:** 22 February 2020

**Revised:** 11 May 2020

**Accepted:** 17 May 2020

**Published:** 20 June 2020

**Keywords:** Equivalent noise level, Noise pollution, Elementary School, Geographic Information System

**\*Corresponding Author:**

atavakoli@znu.ac.ir

### ABSTRACT

**Background and Objective:** Conversion of houses into residential towers in worn-out urban textures increases population. Schools of the vicinity would face with multiplicity and limited space for students, leading to noise pollution. The purpose of this study was to evaluate the noise levels during morning and afternoon shifts among two primary schools in Zanjan.

**Materials and Methods:** Measurements had been done using sound level meter, KIMO DB100. The equivalent noise level ( $L_{eq}$ ) measured during school year (2018-2019) in 10 stations. The measurements were done in three seasons (autumn, winter and spring) and in each season for two weeks. The data of the two schools were used for drawing charts and zoning by ArcGIS using IDW method. In addition, questionnaires were distributed among the teachers and school' neighbors. The data were analyzed by SPSS software.

**Results:** The results showed that all the stations were tackled with noise pollution. The highest levels were related to school's shift change and break times. The morning shift schools experienced higher levels of noise in comparison to the afternoon ones (1.87 and 2.1 dB, respectively for boys and girls).  $L_{eq}$  values for boys' school was 2 dB higher than that of the girls'. The noise level in the schools were 72 dB, which is 17 dB higher than the standard level 55 dB.

**Conclusion:** The residents living close to the schools were exposed to noise pollution for almost 10 hours a day. This could be regarded as harmful. The zoning maps showed that southwest side of the yard, adjacent to the neighboring residential buildings, had the highest levels of noise. This study demonstrated the site selection for the schools were not properly done. Having a control strategy is needed.