فصلنامه علوم محیطی،دوره هفدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۸

۱۹۲-۱۷۹

ارزیابی آلودگی صوتی منطقه ۱۶ تهران

فاطمه رحیمی، ابوالقاسم صادقی نیارکی* و مصطفی قدوسی

گروه سیستم اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه برداری، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۳۱

رحیمی، ف.، ا. صادقی نیارکی و م. قدوسی. ۱۳۹۸. ارزیابی آلودگی صوتی منطقه ۱۶ تهران. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷(۴): ۱۹۲-۱۷۹.

سابقه و هدف: آلودگی صوتی یکی از آلودگی‌های مهم و رو به رشد شهرهای بزرگ است. بمنظور کنترل و مدیریت اثرات آلودگی صوتی، سنجش آن امری ضروری است. لذا در این تحقیق پهنه‌بندی و مدل‌سازی آلودگی صوتی با روش درونیابی کریجینگ در یکی از منطقه‌های پرجمعیت تهران یعنی منطقه ۱۶ انجام گردید.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق در ابتدا ۸ ایستگاه برای پیش مطالعه انتخاب شد. در مرحله بعد ۴۶ ایستگاه در منطقه مورد مطالعه انتخاب و تراز معادل صوت در سه بازه‌ی زمانی صبح، ظهر و شب برای هر ایستگاه، جهت تعیین تراز آلودگی صوتی اندازه‌گیری شد. همچنین یکی از انواع کاربری شبکه معابر منطقه ۱۶ یعنی بزرگراه شهید رجایی انتخاب و تراز شدت صوت در فاصله‌های مختلف جهت پهنه‌بندی و مدل‌سازی آلودگی صوتی آن بزرگراه اندازه‌گیری شد. سپس مدلی جهت پیش‌بینی تراز شدت صوت در فاصله‌های مختلف از بزرگراه نشان داده شد. جهت بررسی درستی مدل ارائه شده، یک بزرگراه دیگر مورد بررسی قرار گرفت و آزمون تست مقایسه‌ای بین مقادیر اندازه‌گیری شده و پیش‌بینی شده انجام گرفت.

نتایج و بحث: درصد خطای بین مقادیر پیش‌بینی‌شده و اندازه‌گیری‌شده بسیار ناچیز بوده و درنتیجه مدل بیان شده را می‌توان برای ارزیابی آلودگی دیگر بزرگراه‌ها مورد استفاده قرار داد. نتایج به‌دست‌آمده از مرحله اصلی این تحقیق نشان داد که حداکثر میانگین تراز معادل صوت ۸۳/۵۷۱۴ دسی‌بل مربوط به بزرگراه‌هاست همچنین تا فاصله‌ی ۳۰ متری از بزرگراه برای کاربری مسکونی مناسب نیست. حداقل میانگین تراز صوت ۵۸ دسی‌بل مربوط به منطقه‌های مسکونی هست.

نتیجه‌گیری: دیگر نتایج این تحقیق گویای آن بوده است که درکل ایستگاه‌های سنجش صدا بویژه در شبکه معابر میزان میانگین تراز معادل صدای اندازه‌گیری شده بیش از حد استاندارد روز ایران هست. با توجه به آلودگی صوتی بالای منطقه، راهکارهای بیان شده جهت کنترل آلودگی صوتی استفاده از دیواره‌های صوتی در بزرگراه‌ها و ایجاد فضای سبز بیشتر در منطقه‌های مستعد آلودگی هست.

واژه‌های کلیدی: آلودگی صوتی، تراز معادل صوت، شدت صوت، پهنه‌بندی، مدل‌سازی.

*Corresponding Author. *Email Address*: a.sadeghi@kntu.ac.ir

مقدمه

آلودگی صوتی، صدای ناخواسته‌ای است که سبب آسیب جسمی یا روانی به انسان می‌شود. به‌دلیل اینکه آلودگی صوتی به‌تدریج برای گوش انسان عادی می‌شود، آثار زیان‌بار آن جلوه ظاهری کمتری دارد و آثار پنهانش بر روح و جسم انسان تا سال‌ها اثر می‌گذارد (Hashemi, 2007). شواهد زیادی در مورد اثرهای منفی صدا بر جسم و روح انسان موجود است به‌طوری‌که اثرات مواجه با صدای ترافیک جاده‌ای منجر به افزایش فشارخون و بروز بیماری‌های عروق کرونری قلب و اختلالات خواب می‌شوند و میان مواجهه با صدا و آزردگی صوتی در شغل ارتباط وجود دارد (Saremi and rezapour, 2013). در سال‌های اخیر اثرهای ناشی از آلودگی صوتی توانایی و بازدهی افراد را کاهش داده و سبب افزایش ناراحتی جسمی و روانی شده است؛ بنابراین کاهش و کنترل آلودگی ضروری است، برای این کار نیاز به اندازه‌گیری و ارزیابی نویز محیط است (Samadyar and Samadyar, 2006). مشکل آلودگی صوتی بطور عمده ناشی از ترافیک است که در شهرهای رو به رشد وخیم است. شکایات مردم در معرض سروصدا همواره با روند رو به رشد آلودگی صوتی افزایش یافته است (Mirtaheri *et al*., 2014).

برای کنترل و مدیریت مناطقی که در آن‌ها سروصدا بیش از حد مجاز است، نیاز به تهیه‌ی نقشه‌های صوتی است (Mehravaran, 2006). در این راستا تحقیق‌های مختلف برای ارزیابی تراز صوت، به رسم نقشه‌های آلودگی صوتی پرداخته‌اند (Cai *et al*., 2015).

Mehravaran (2006) برای مدل‌سازی آلودگی صوتی و نمایش نقاط بحرانی، تراز شدت صوت را در نقاط مختلف شهر اندازه‌گیری نموده و نقشه‌ی نویز محیط را ترسیم کرده‌اند. Rahimi and Fakheran (2014) برای مدل‌سازی و رسم نقشه‌ی صوت در شهر اصفهان از روش زمین‌آمار برای درونیابی داده‌ها استفاده کردند. Fathi *et al*. (2014) برای ارزیابی آلودگی صوتی منطقه‌ی ۵ تهران، اقدام به جمع‌آوری شاخص‌های نویز در سه بازه‌ی صبح، ظهر و شب در طول هفته در ایستگاه‌های نمونه‌برداری نموده و بعد از تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نقشه‌های هم‌تراز صدا را با استفاده از روش درون‌یابی تولید کردند. تاکنون مطالعات بسیاری توسط محققان داخل و خارج کشور در ارتباط با ارزیابی و مدل‌سازی آلودگی صوتی صورت گرفته است. بیشتر مطالعات نشان می‌دهند که در اغلب کشورها متوسط مقادیر تراز معادل صوت بسیار فراتر از استانداردهای صدای محیط است.

Gholamizarchi *et al*. (2014) بر منبع و فرکانس نویز در یزد تمرکز دارند. آن‌ها از دو روش برای جمع‌آوری داده استفاده کردند.۱-۵۵ ایستگاه نظارت را برای شبکه ۱۲۲ کیلومتری انتخاب کردند که فاصله‌ی ایستگاه‌ها ۲ کیلومتر بود.۲- فاصله بین دو ایستگاه نظارت ۱ کیلومتر بود. پس از جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز، نقشه نویز هر مجموعه نشان داده شد. شواهد نشان داد که ۹۹ درصد از منطقه‌های مسکونی و ۵۶ درصد از اراضی یزد در معرض آلودگی صوتی قرار دارد. نتایج ارزیابی آلودگی صوتی Soltani and Narimani (2015) در شهر امیدیه نشان داد که شدت تراز صوت در هر سه بازه زمانی (۹-۷ صبح)، (۱۴-۱۲ ظهر) و (۲۱-۱۹ شب) و در هر سه منطقه تجاری، تجاری - مسکونی و مسکونی بالاتر از حد استاندارد بوده؛ به‌طوری‌که میانگین تراز فشار صوت در این منطقه‌ها به ترتیب ۷۲/۸۶، ۶۷/۳۶، ۶۱/۷۱ دسی‌بل است. Karimi *et al*. (2012) با ارزیابی منطقه ۱۴ تهران و مقایسه میانگین تراز معادل صوت در تمام ایستگاه‌ها با استاندارد صدای ایران دریافتند در تمام ایستگاه‌ها شدت صدا بالاتر از حد استاندارد بوده است. Yari *et al*. (2016) برای مقایسه میانگین تراز معادل صوت با مقدار ثابت استاندارد شهر قم از آزمون تی یک نمونه‌ای در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده کردند. نتایج این مطالعه نشان داد میانگین تراز معادل صوت درکل ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده بالاتر از حد استاندارد هوای آزاد ایران است. همچنین یکی از عامل‌های مؤثر در افزایش آلودگی صوتی میزان تراکم وسایل نقلیه موتوری است که با تراز معادل صوت ارتباط آماری معناداری وجود دارد.

Sayadi and movaffagh (2014) در ارزیابی آلودگی صوتی شهر بیرجند تراز معادل صوت را در سه بازه‌ی زمانی صبح، ظهر و شب اندازه‌گیری کردند سپس نقشه‌ی هم‌تراز را جهت بیان مقدار آلودگی با روش درونیابی ترسیم کردند و به این نتیجه رسیدند که بین میانگین تراز معادل آلودگی صوت

به‌دست‌آمده از ایستگاه‌های نمونه‌برداری با مقادیر استاندارد صدای ایران تفاوت معنی‌داری وجود دارد و سلامت جامعه را در معرض خطر قرار می‌دهند، بنابراین برای کاهش و کنترل این آلاینده باید اقدام‌های جدی صورت گیرد.

Oyati and Stephen (2017) به بررسی اثرهای محیطی آلودگی صوتی شهر اوچی[1] نیجریه پرداخته‌اند. در تحقیق بیان شده سطح قدرت صدا[2](SWL)، ۲۳۰.۶۵ دسیبل و ۱۰۶.۳ دسی‌بل به‌دست آمد. این مقادیر خطر جدی برای سلامتی را نشان می‌دهند چون خیلی بالاتر از سطح استاندارد قابل قبول است. بطور کلی نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تأثیرهای آلودگی صوتی بر انسان و کل محیط او در سمت منفی قرار دارند و عواملی چون افزایش جمعیت، فعالیت انسانی و پشرفت فناوری در افزایش آلودگی صوتی مؤثر است. از این رو، اقدام‌هایی مانند تصویب سیاست‌گذاری آلودگی صوتی و طراحی سازه‌های جذب صدا به شدت توصیه می‌شود.

بررسی آلودگی صوتی و تأثیرهای محیطی بر سلامت انسان در شهر دهرادون [3] هند مورد بحث قرار گرفته‌است. منبع اصلی آلودگی صوتی شامل حمل‌ونقل و استفاده مکرر از بوق وسایل نقلیه است. در تحقیق بیان شده میزان آلودگی صوتی ۵۰.۷۰ - ۸۲.۵۴ دسیبل بیش از حد مجاز (۳۰ -۷۵ دسیبل) مشاهده شده است. بنابراین اجرای یک استراتژی مدیریتی مناسب برای محدود کردن آلودگی صوتی بر مکان‌های آسیب‌دیده توصیه شد (Pramendra, 2011).

در بیشتر مقاله‌ها و تحقیق‌های انجام شده تراز بالای صوت تأثیر بسیاری بر سلامت جامعه می‌تواند داشته باشد. از طرف دیگر، بنابر تحقیق‌های انجام‌گرفته بیشتر شهروندان تهرانی از آلودگی صوتی رنج می‌برند و اینکه تاکنون هیچ مطالعه‌ای در این زمینه در منطقه ۱۶ انجام نگرفته ضرورت انجام این تحقیق را ایجاب می‌کند. تحقیق‌ها و پژوهش‌هایی که تاکنون انجام شده به بیان و بررسی کلی آلودگی صوتی یک منطقه پرداخته‌اند و در آن‌ها به تشریح جزییات و کاربری آلوده توجه نشده است. بنابراین تحقیق با هدف پهنه‌بندی، مدل‌سازی و ارزیابی آلودگی صوتی منطقه ۱۶ تهران با استفاده از روش‌های آماری، درونیابی به روش کریجینگ و بیان راهکارهای کنترلی انجام شده است. همچنین در این تحقیق اقدام به مدل‌سازی آلودگی صوتی بزرگراه شهید رجایی با توجه به اینکه یکی از انواع آلوده‌ترین کاربری‌های صوتی می‌باشد شده است، سپس مدلی ریاضی جهت پیش‌بینی آلودگی صوتی در فاصله‌های مختلف دیگر بزرگراه‌های مشابه بیان شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. این موضوع در برنامه‌ریزی شهری و در نظر گرفتن کاربری‌های مختلف در اطراف کاربری پر سروصدا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در این تحقیق ابتدا به بیان مقدمه و سپس به معرفی منطقه مورد مطالعه پرداخته شده است و در ادامه روش انجام تحقیق، یافته‌های تحقیق و بحث و نتیجه‌گیری بیان شده است.

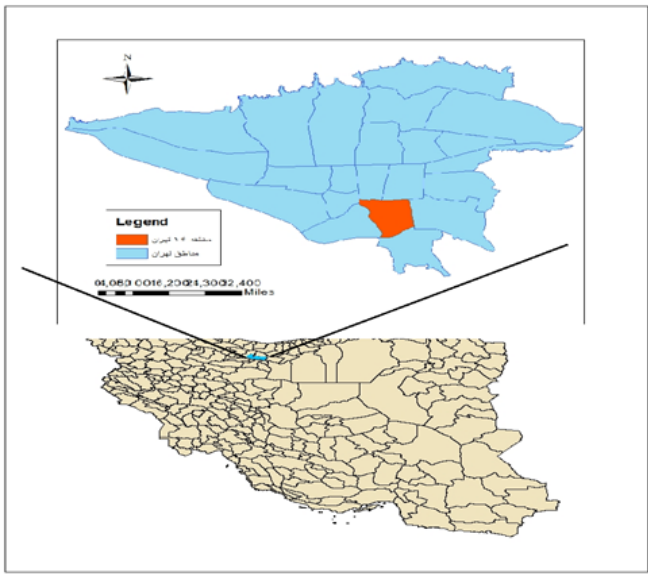
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه ۱۶ شهر تهران با جمعیت ۲۸۷۳۸۷ نفر (سرشماری سال ۹۰) و مساحتی حدود ۱۶۵۱ هکتار انتخاب شد که ۲/۸۷ درصد از کل شهر تهران را به خود اختصاص داده است. منطقه ۱۶ در شمار منطقه‌های کم وسعت تهران است اما به لحاظ جمعیتی یک منطقه پرتراکم است. این منطقه از شمال به خیابان شوش، از جنوب به بزرگراه آزادگان، از شرق به خیابان فدائیان اسلام و از غرب به خیابان بهمن‌یار محدود می‌شود. منطقه ۱۶ دارای خیابان‌ها و بزرگراه‌های پرترافیک فراوانی است که رفت‌وآمد وسائل نقلیه و ترافیک سبب افزایش آلودگی صوتی در این منطقه‌ها می‌شود، همین امر سبب انتخاب این منطقه شد. وضعیت کلی منطقه ۱۶ در شکل ۱ نشان شده است.

روش تحقیق

مطالعه حاضر یک روش تحلیلی است که هدف آن ارزیابی سطح آلودگی صوتی در منطقه ۱۶ تهران است. تحقیق در سه مرحله جداگانه انجام شده است. در مرحله اول، سطح فشار معادل صدا در منطقه ۱۶ برای محاسبه تعداد ایستگاه‌ها و پیش مطالعه اندازه‌گیری شد. در فاز دوم، سطح سروصدا در منطقه و ایستگاه‌ها تخمین زده شد. در مرحله نهایی نتایج اندازه‌گیری‌ها بررسی شد و یکی از آلوده‌ترین کاربری‌ها انتخاب و میزان سطح سروصدا در فاصله‌های مختلف اندازه‌گیری شد. در اینجا روش تحقیق در جزئیات بیان شده



شکل ۱- وضعیت کلی منطقه ۱۶

Fig. 1- The study area (Region 16)

شکل ۲- فلوچارت مرحله‌های انجام تحقیق

Fig. 2- Flowchart of the procedure for conducting research

است. شکل ۲ مرحله‌های انجام تحقیق را بیان می‌کند.

اندازه‌گیری اولیه‌ی سطح فشار معادل صدا

در این تحقیق ابتدا برای پیش مطالعه ۸ ایستگاه به‌صورت تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری‌ها در سه بازه‌ی زمانی صبح (۹-۷)، ظهر (۲-۱۲)، شب (۲۱-۱۹) جهت برآورد تعداد ایستگاه‌ها انجام گرفت. بر اساس نتایج حاصل از پیش مطالعه تعداد ایستگاه‌های اندازه‌گیری با توجه به رابطه‌ی ۱ محاسبه شد (Kazem *et al*., 1999):

$$n=\frac{N\left(z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)^2\times\sigma^2}{(N-1)d^2+\left(z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)^2\times\sigma^2} \qquad (1)$$

که در این رابطه:

N= مساحت منطقه موردمطالعه

σ= انحراف معیار

$z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = سطح معنی‌داری ۹۵٪

محل ایستگاه‌ها نیز باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که کل منطقه را پوشش دهد و شامل همه‌ی کاربری‌ها باشد، تمامی کاربری‌های موجود در منطقه شامل: کاربری مسکونی، تجاری، مسکونی-تجاری، آموزشی، تفریحی، درمانی و خیابان‌ها است. با توجه به رشد فناوری، ورود مفاهیمی چون سیستم‌های فراگستر[۴] و زمینه‌آگاه[۵] و بیان روش‌های جدید مرتبط با این فنّاوری‌ها، ضرورت بررسی و مطالعه روش‌هایی که در این سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد را به‌روشنی تبیین می‌سازد. به دلیل سادگی در استفاده، این فناوری موردتوجه قرار گرفته است. استفاده از این فناوری در حوزه آلودگی صوتی موجب افزایش سرعت و کاهش هزینه می‌گردد. بنابراین در تحقیق بیان شده از نرم افزار موبایل که یک پلت فرم از این فناوری نو ظهور می‌باشد جهت اندازه‌گیری صدا استفاده شد. ابزار سنجش در این تحقیق نرم‌افزار SOUND LEVEL METER گوشی موبایل است که قادر به اندازه‌گیری صداهایی تا شدت ۱۰۰db است. پس از کالیبره کردن دستگاه صداسنج برای اندازه‌گیری تا حد ممکن آن را از خود دور نگه‌داشته و فاصله از سطح زمین ۱,۵ متر رعایت شد.

اندازه‌گیری‌ها در طول کل هفته و در سه بازه‌ی زمانی صبح (۹-۷)، ظهر (۲-۱۲)، شب (۲۱-۱۹) انجام شد. گفته شده که، بهتر است اندازه‌گیری‌ها در روزهای آفتابی انجام و در فصل‌های بارانی از آن اجتناب شود (Subramani *et al*., 2012). بنابراین در این تحقیق نیز اندازه‌گیری‌ها در روزهای آفتابی انجام شده است. در سال ۱۹۹۶ برای اندازه‌گیری صدای محیط‌زیستی، L_{Aeq} بعنوان شاخص استاندارد بین‌المللی انتخاب شد، بنابراین سنجه اندازه‌گیری L_{Aeq} است که معرف تراز معادل صدا در یک دوره زمانی معین است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار spss16 استفاده شد. پس از محاسبه، تعداد ایستگاه‌ها ۴۶ تا برآورد گردید.

اندازه‌گیری ثانویه و مدل‌سازی آلودگی صوتی منطقه

بعنوان مرحله دوم تحقیق، ۴۶ ایستگاه نمونه‌برداری برای رسیدن به سطح اطمینان ۹۵٪ انتخاب شد. از این‌رو متغیر L_{Aeq} براساس نکات گفته شده در قسمت قبل در ۴۶ ایستگاه اندازه‌گیری شد. اطلاعات توصیفی ایستگاه‌ها مانند نام، کد، مختصات و L_{Aeq} برای بیان نقشه، مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به نمونه‌برداری نقطه‌ای آلودگی صوتی و عدم پوشش سطحی کل منطقه برای پهنه‌بندی و مدل سازی آلودگی صوتی روش درونیابی مورد استفاده قرار گرفت. فرآیند برآورد مقادیر برای منطقه هایی که برای آن‌ها اطلاعاتی وجود ندارد با استفاده از مقادیر نقاط نمونه درونیابی گفته می‌شود. برای تعمیم اطلاعات نقاط نمونه روش‌های متعددی وجود دارد که هر کدام مزایا و معایبی دارد. با استفاده از روش‌های علمی میزان دقت روش‌های درونیابی با هم مقایسه شده و بهترین روش انتخاب شد. در اینجا درونیابی کریجینگ به دلیل دقت بیشتر مورد استفاده قرار گرفت. درونیابی کریجینگ جهت تحلیل فضایی و توزیع منطقه‌ای داده‌های مکانی بسیار مناسب است. پس از نرمال‌سازی داده‌ها جهت پهنه‌بندی و ارزیابی آلودگی صوتی منطقه اقدام به تهیه‌ی نقشه‌ی آلودگی صوتی با روش درونیابی کریجینگ شد (شکل ۳).

اندازه‌گیری و مدل‌سازی بزرگراه شهید رجایی

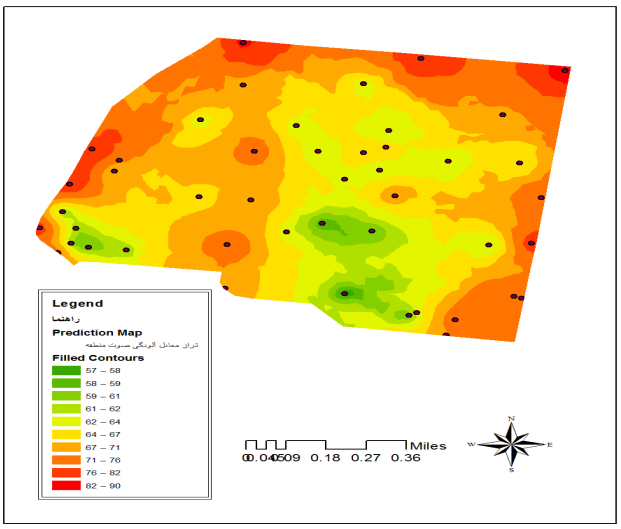
در فاز سوم تحقیق بزرگراه شهید رجایی از کاربری شبکه معابر منطقه ۱۶ برای پهنه‌بندی و مدل‌سازی آلودگی صوتی انتخاب شد. دلیل انتخاب این بزرگراه حجم بالای تردد و سرعت بالای خودروها و در نتیجه آلودگی صوتی بیشتر است. یکی از دلیل‌های دیگر انتخاب بزرگراه شهید رجایی قرارگیری در منطقه مسکونی است.

بنابر نکات گفته شده در فاز اول، اندازه‌گیری تراز شدت صوت در فاصله‌های مختلف بزرگراه انجام شد. نقطه‌های انتخابی برای اندازه‌گیری باید دارای شرایط مناسب برای برداشت‌های میدانی باشد. برای اندازه‌گیری تراز شدت صوت بزرگراه شهید رجایی ایستگاه‌ها در فاصله‌های افقی ۳۰ متر و فاصله‌های عمودی ۵ متر انتخاب شد. اندازه‌گیری‌ها در هر دو سمت چپ و راست بزرگراه صورت گرفت. بعد از نرمال‌سازی داده‌ها درونیابی کریجینگ برای مدل‌سازی و پهنه‌بندی آلودگی صوتی بزرگراه شهید رجایی انجام و نقشه‌ی آلودگی صوتی تهیه شد (شکل ۴). همچنین با استفاده از رگرسیون خطی معادله‌ای ریاضی برای برآورد مقادیر آلودگی صوتی در فاصله‌های مختلف دیگر بزرگراه‌ها بیان شد. بعد از آن جهت بررسی میزان درستی و مناسب بودن معادله بزرگراه دیگری را انتخاب و تست مقایسه‌ای انجام شد.

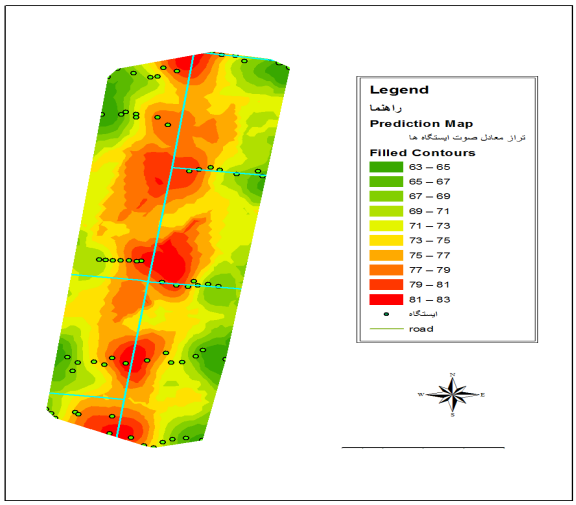
نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از پیش مطالعه میانگین و انحراف از معیار به ترتیب ۶۴/۵۸۷ و ۲۶/۳۰۵۸ به‌دست آمدند. پس از تعیین تعداد ایستگاه‌ها بر اساس معادله ۱، نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری‌ها برای پهنه‌بندی آلودگی صوتی وارد نرم‌افزار Arc_GIS شد. در نرم‌افزار بیان‌شده بر اساس درونیابی، پیش‌بینی آلودگی صوتی منطقه ۱۶ تهران انجام گرفت. شکل ۳ بیانگر موقعیت ایستگاه‌های منطقه موردمطالعه و میانگین تراز آلودگی صوتی منطقه ۱۶ تهران است. بر اساس نتایج آزمون کلموگراف ـ اسمیرنوف داده‌ها از توزیع نرمال مناسبی برخوردارند ($p>0.05$) و در مواردی که نرمال نبودند از تبدیل لگاریتمی استفاده شد. بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌ها از مجموع ۴۶ ایستگاه ۲۶ ایستگاه دارای تراز معادل صوت بالای ۶۵ دسی‌بل می‌باشند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه بیشترین تراز معادل صوت در کل اندازه‌گیری‌ها ۹۰ دسی‌بل مربوط به تقاطع بزرگراه بعثت و بزرگراه شهید رجایی و کمترین میزان ۵۷ دسی‌بل مربوط به منطقه‌های مسکونی است. با بررسی دقیق‌تر داده‌ها مشخص شد که تراز شدت صوت در سه بازه‌ی زمانی متفاوت است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دو متغیر مکان و زمان در شدت آلودگی صوتی مؤثر است.

همان‌طور که از نقشه مشخص است کانون آلودگی مختص



شکل ۳- موقعیت ایستگاه‌ها و میانگین تراز آلودگی منطقه موردمطالعه
Fig. 3- Station position and average pollution level of the study Area



شکل ۴-موقعیت ایستگاه‌ها و میانگین تراز آلودگی صوتی بزرگراه شهید رجایی
Fig. 4- Stations position and the average air pollution level of the Shahid Rajaei highway

شبکه راه‌ها (بزرگراه و راه‌های اصلی) است و با فاصله گرفتن از آن آلودگی کاسته می‌شود، بنابراین در اینجا تمرکز خود را روی شبکه راه قرار داده و در فاصله‌های مختلف از آن اندازه‌گیری را انجام داده و نقشه‌ی مدل‌سازی و پهنه‌بندی آلودگی صوتی بزرگراه شهید رجایی با روش درونیابی کریجینگ نشان داده شد. (شکل ۴).

میانگین تراز معادل صوت برای کاربری‌های مختلف و استانداردهای مربوط به صدا، سازمان حفاظت محیط‌زیست که برای دسته‌ای از کاربری‌ها مشخص کرده است (Karimi *et al.*, 2012) در جدول ۱ نشان داده شده است،

جدول ۱-میانگین تراز معادل صوت برای کاربری‌های مختلف و استاندارد حد مجاز تراز فشار صوت در هوای آزاد کشور ایران سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران ۱۳۷۸ (Karimi *et al.*, 2012)
Table 1. Average equivalent sound level for different use and Standard limit of equivalent sound level in the Iran outside airDepartment of Environment 1378 (Karimi *et al.*, 2012)

	نوع منطقه Types of region	میانگین تراز معادل صوت اندازه گیری شده (Decibel)	انحراف از استاندارد کاربری‌ها Land use Standard deviation	حدود مجاز صدا برحسب دسی‌بل Decibel
کاربری شهری Urban land use	درمانی (medical)	65.33	4.05	-
	آموزشی (educational)	67	10.19	-
	مسکونی(Residential)	58	3.57	55
	تجاری - مسکونی (Commercial-residential)	66	4.67	60
	تجاری (Commercial)	77.5	7.68	65
	مسکونی - صنعتی (Residential-industrial)	-	-	70
	صنعتی (industrial)	-	-	75
شبکه معابر passaes type	بزرگراه (Highway)	83.5714	2.23	-
	جاده اصلی (main street)	68.6428	13.46	-
	جاده فرعی (The secondary street)	58.2857	6.67	-

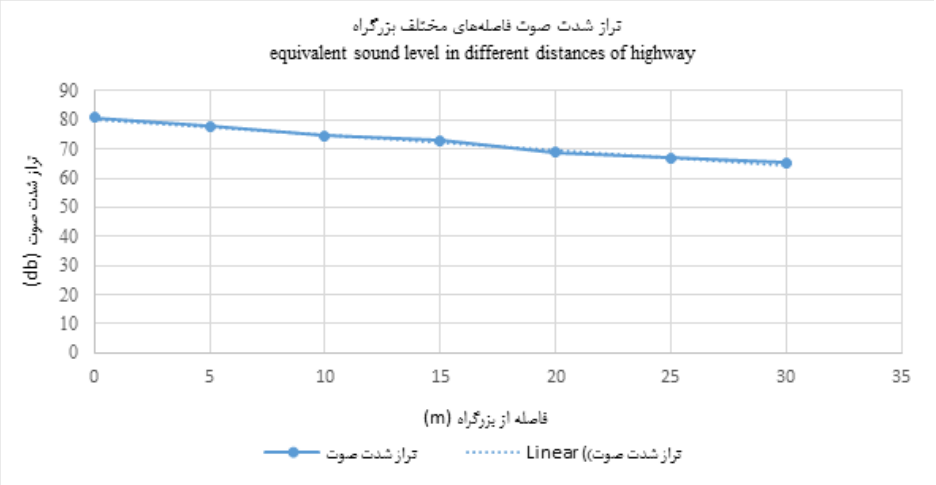
جدول ۲- میانگین تراز معادل صوت در فاصله‌های مختلف کاربری بزرگراه
Table 2. Average equivalent sound level in different distances of the highway use

فاصله‌ها Distances	میانگین تراز معادل صوت average L_{Aeq}
کنار بزرگراه	80.9
5 متری	77.77
10 متری	74.6
15 متری	72.9
20 متری	68.9
25 متری	67.1
30 متری	65.2

مقایسه هر یک از این مقادیر با مقدار استاندارد آن نشان داد که تفاوت معنی‌داری در شدت آلودگی هر یک از این منطقه‌ها با مقدار استاندارد در کشور است. در همه منطقه‌های میانگین تراز شدت صوت بیش‌تر از حد مجاز است. میانگین تراز معادل صوت در فاصله‌های مختلف از بزرگراه در جدول ۲ نشان داده شده است. بنابر نتایج حاصل از مطالعات بزرگراه و استاندارد مجاز صدا در فاصله‌ی ۱۰ متری از بزرگراه کاربری صنعتی، می‌تواند در فاصله‌ی ۳۰ متری کاربری تجاری قرار بگیرد و این فاصله‌ها برای کاربری مسکونی مناسب نیستند. همان‌طور که مشخص است با فاصله گرفتن از بزرگراه از آلودگی صوتی آن کاسته می‌شود. میانگین تراز شدت صوت در نمودار ۱ نشان داده شد. روش‌های مستقیم اندازه‌گیری تراز شدت صوت بطور معمول زمان‌بر است بنابراین در بسیاری موارد به جای اندازه‌گیری مستقیم، با استفاده از مدل‌های ریاضی میزان شدت صوت را تخمین می‌زنند. رابطه‌ی تراز شدت صوت و فاصله از بزرگراه به‌صورت خطی است. در همین راستا از داده‌های جمع‌آوری شده برای محاسبه‌ی مدلی برای پیش‌بینی تراز صوت در فاصله‌های مختلف از دیگر بزرگراه‌ها استفاده شد (رابطه ۲).

$$y=0.5x + 80.5 \quad (۲)$$

به‌منظور بررسی و اطمینان از درستی و مناسب بودن رابطه‌ی به‌دست آمده تست‌های مقایسه‌ای انجام شد. برای این کار یکی دیگر از بزرگراه‌هایی که از نظر شرایط فیزیکی و موقعیت مشابه بزرگراه شهید رجایی بود، انتخاب و اندازه‌گیری تراز شدت صوت انجام شد (نمودار ۲). میزان برازش مقادیر پیش‌بینی شده در مقابل مقادیر اندازه‌گیری شده به کمک آزمون t دو نمونه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت.



شکل ۵- نمودار تراز شدت صوت در فاصله‌های مختلف بزرگراه رجایی
Fig. 5- Equivalent sound level in different distances of the Shahid Rajaei highway

شکل ۶- میانگین تراز شدت صوت در فاصله‌های دو بزرگراه

Fig. 6- Average equivalent sound level in different distances of two highway

درصد خطای بین مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده تراز شدت صوت بسیار ناچیز بوده و همچنین میانگین اختلاف هم بسیار ناچیز به‌دست آمد. بنابراین این رابطه را می‌توان به‌طور مؤثر برای تحلیل و پیش‌بینی نویز در فاصله‌های مختلف از بزرگراه‌های مشابه مورد استفاده قرار داد.

نتیجه‌گیری

بنابر مطالعات و بررسی‌های انجام شده بیشتر شهرهای بزرگ در ایران بویژه تهران از آلودگی صوتی رنج می‌برند و مسئولان باید راهکارهای کنترل‌کننده‌ای را مطرح کند. بیان راهکار مستلزم مطالعه منطقه است، بنابراین منطقه ۱۶ را به دلیل حساسیت کمتر مورد مطالعه قرار دادیم. هدف اصلی این مطالعه بیان روشی برای تخمین آلودگی صوتی برای کنترل و مدیریت آن در منطقه‌های شهری است. نقشه‌ی نویز منطقه (شکل ۳) و نقشه‌ی نویز بزرگراه شهید رجایی (شکل ۴) نشان داد که قسمت‌های تیره‌تر منطقه‌ها با سطوح بالای سروصدا است. در شکل ۳ بیشترین آلودگی در سمت غرب، شرق و شمال منطقه است و مرکز منطقه به دلیل اینکه عمده کاربری آن مسکونی است، از آلودگی کمتری برخوردار هست. میانگین تراز معادل صدا برای کاربری‌های مختلف در مقایسه با استاندارد صدا در هوای آزاد ایران بالاتر است. بیشترین آلودگی صوتی ۸۳/۵۷۱۴ دسی‌بل مربوط به بزرگراه‌ها، بیشترین آلودگی کاربری شهری ۷۷/۵ دسی‌بل مربوط به کاربری تجاری و کمترین آلودگی ۵۸ دسی‌بل مربوط به منطقه مسکونی است. دلیل افزایش آلودگی صوتی در منطقه‌های شهری حجم بالای ترافیک و تردد وسایل نقلیه‌ی عمومی بویژه اتوبوس‌ها و موتورسیکلت‌ها است. بالاتر از حد مجاز بودن تراز معادل صوت منطقه ۱۶ سبب ایجاد مشکل‌های جدی در آینده می‌شود، بنابراین بررسی راهکارهای کنترلی در آن ضروری است. Ranjbar *et al.* (2012) بنابر مطالعه‌ی آلودگی صوتی بزرگراه به این نتیجه رسیدند که ساخت مانع و دیوار صوتی سرکج به ارتفاع هفت متر بعنوان راهکاری مؤثر برای کاهش نویز در این نواحی بیان شده است. همچنین Mohharam-Nejad and Safaripour (2008) در مطالعه منطقه‌ی ۱ تهران عامل‌های مؤثر بر آلودگی صوتی را افزایش جمعیت، رفت‌وآمد خودروها، افزایش تراکم مسکونی و توسعه‌ی فضای سبز دانست. فضای سبز اثر کاهنده بر آلودگی صوتی منطقه دارد که توسعه فضای سبز می‌تواند نقش کلیدی را ایفا نماید ازآنجایی‌که تأثیر آن سه عامل دیگر در افزایش آلودگی صوتی بسیار بالاست این عامل توانسته است تنها بخشی از آلودگی را کاهش دهد و برای کاهش بیشتر آن باید اقدام‌های جدی‌تری صورت گیرد. می‌توان با سیاست‌گذاری و وضع قوانین و اجرای سیاست‌های محیط زیستی در کاهش آلودگی صوتی شهرها اقدام‌های مؤثری انجام داد.

با توجه به مطالعه‌ی انجام شده و نتایج به‌دست آمده

مسئولان مربوطه باید اقدام‌ها و کنترل‌های لازم را در کمترین زمان انجام دهند. به همین منظور راهکارهایی نظیر افزایش وسایل نقلیه عمومی، افزایش عرض خیابان‌ها، افزایش فضای سبز و پوشش گیاهی در کنار خیابان‌های پرتردد، استفاده و نصب دیواره‌های صوتی و آگاهی مردم از خطرهای احتمالی و روش‌های کنترلی پیشنهاد می‌گردد.

در بخش دوم این مطالعه میزان آلودگی صوتی در فاصله‌های مختلف بزرگراه شهید رجایی مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس مدلی برای پیش‌بینی تراز شدت صوت در فاصله‌های مختلف بزرگراه ارائه شد. رابطه تراز شدت صوت برای فاصله‌های مختلف یک بزرگراه دیگر با موقعیت جغرافیایی یکسان پیش‌بینی شد، سپس مقادیر پیش‌بینی شده با مقدار اندازه‌گیری شده مورد مقایسه قرار گرفت. مقدار خطای مدل پیش‌بینی شده با مدل اندازه‌گیری شده بسیار ناچیز بوده و تفاوت میانگین مقادیر دو نمونه صفر شد، بنابراین از این مدل می‌توان برای پیش‌بینی آلودگی صوت در فاصله‌های مختلف از دیگر بزرگراه‌های مشابه استفاده کرد (رابطه ۲). مدل‌های پیش‌بینی در طراحی راه‌ها و ساخت‌وسازها مورد نیاز است. نتایج دیگر گویای از آن بود که مقادیر تراز صوت تا فاصله‌ی ۳۰ متری مناسب برای کاربری مسکونی نیست. برای کاهش میزان تراز صوت شبکه‌ی راه‌ها اقدام‌هایی پیشنهاد شد که شامل محدودیت تردد وسایل نقلیه‌ی سنگین، نصب موانع صوتی و کاهش سرعت مجاز وسایل نقلیه است.

با توجه به پیشرفت فناوری و گسترش مفاهیم فراگستر و اهمیت آلودگی صوتی می‌بایست سامانه‌ای ایجاد گردد که آلودگی صوتی منطقه‌های شهری را به‌صورت پویا نشان دهد تا افراد بیمار و سالخورده کمتر در معرض آلودگی قرار گیرند و مسئولین اقدام‌های جدی برای کنترل نویز انجام دهند. همچنین در این مقاله به جزییات دقت روش‌های درونیابی و مدل‌سازی دیگر کاربری‌ها پرداخته نشده است و این موضوع می‌تواند در کارهای آینده مورد توجه قرار بگیرد.

پی‌نوشت‌ها

[1] Auchi
[2] Sound power level
[3] Dehradun
[4] Ubiquitous system
[5] Context awareness

منابع

hazard. Available online at: https://vista.ir/m/a/03tfv/

Karimi, A., Nasiri, P., Abbaspour, M., Monazam, M. and Taghavi, L., 2012. Study noise pollution situation in region 14 of Tehran. Human and Environmental Quarterly. 10(4), 1-12. (In Persian with English abstract).

Kazem, M., Nahapetyan, V. and Maleafzali, H., 1999. Statistical Methods and Health Indices. Salman Publication, Tehran. (In Persian with English abstract).

Mehravaran, H., 2006. studying the equivalent level of sound in different urban areas is determination of critical points in terms of sound pollution with measurement and modeling. 7th Conference of

Cai, M., Zou, J., Xie, J. and Ma, X., 2015. Road traffic noise mapping in Guangzhou using GIS and GPS. Applied Acoustics. 87, 94–102.

Fathi, S., Nasiri, P., Monazam Esmaeilpour, M., Moradi, R. and Razaghi, F., 2015. Study noise pollution in region 5 of tehran. Science and environmental technology. 17(2), 1-7. (In Persian with English abstract).

Gholami-zarchi, M., Khosravanian, L. and Shahmoradi, B., 2014. Noise pollution and its spatial distribution in urban environments (case study: Yazd, Iran). Journal of Advances in Environmental Health Research. 2(3), 135-141.

Hashemi, H., 2007. Noise pollution invisible

Transport Engineering and Traffic in Iran, 26th February, Tehran. pp. 1-13. (In Persian).

Mirtaheri, F., Samaei, Zh. and Kasmaei, Zh., 2014. monitor the status of noise pollution and assesment day and nighte on the shahid Hakim highway in tehran. Danesh-e-Entezami Quarterly. 2(5), 67-80. (In Persian with English abstract).

Moharam Nejad, N. and Safaripour, M., 2008. Impact of urban development on the process of noise pollution in region 1 of Tehran and provide management solutions to improve conditions. Science and Environmental Technology. 10(4), 43-57. (In Persian with English abstract).

Oyati, E.N. and Stephen, A.O., 2017. Assessment of Environmental Effects of Noise Pollution in Auchi, Nigeria. Applied Science Reports. 18(3), 100-104.

Pramendra, D., 2011. Environmental Noise Pollution Monitoring and Impacts On Human Health in Dehradun City, Uttarakhand, India. Civil and Environmental Research. 1(1), 32-40.

Rahimi, M. and Fakheran, S., 2013. Zonation of the audio pollution of Isfahan, using geostatistics method. National Conference on Environment and Green Industry, 17th December, Isfahan, Iran.

Ranjbar, H., Gharagozlu, A., Vafaei Nejad, A. and Deklujver, H., 2012. The Gis approach for 3D modeling of noise pollution using the city 's 3 D models (case study: part of 3 Tehran region). Journal of Environmental Studies. 38(4), 125-140. (In Persian with English abstract).

Samadyar, H. and Samadyar, H., 2006. Factors affecting the control of noise pollution caused by transportation in urban pathways. In Proceedings 2nd Conference of Air Pollution and Its Effects on Health, 6th September, Tehran, Iran. pp. 1-6.

Saremi, M. and Rezapour, T., 2013. Non - auditory effects caused by environmental noise pollution. Journal of Kerman University of Medical Sciences. 20(3), 312-325. (In Persian with English abstract).

Sayadi Anari, M. and Movafagh, A., 2014. Assesment Birjand sound pollution using Statistics techniques GIS. Journal of Environmental Studies. 40(3), 693-710. (In Persian with English abstract).

Soltani, S. and Narimousa, Z., 2015. Evaluation of Noise Pollution in Omidiyeh City. Journal of Health Research in Community. 1(4), 12-20. (In Persian with English abstract).

Subramani, T., Kavitha, M. and Sivaraj, K., 2012. Modelling of traffic noise pollution. International Journal of Engineering Research and Applications. 2(3), 2248-9622.

Yari, A., Dezhdar, B., Koohpaei, A., Ebrahimi, A., Mashkoori, A., Mohammadi, M. and Arsang, S., 2016. Evaluation of traffic noise pollution and control solutions offering: A case study in Qom, Iran. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 23(4), 600-607. (In Persian with English abstract).

Environmental Sciences Vol.17/ No.4 /winter 2020

179-192

Assessment of noise pollution in region 16 of Tehran

Fatema Rahimi, Abolghasem Sadeghi-Niaraki* and Mostafa Ghodosi

Department of Geospatial Information Systems, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

Received: 2019.01.01 Accepted: 2019.09.22

Rahimi, F., Sadeghi-Niaraki, A. and Ghodosi, M., 2020. Assessment of noise pollution in region 16 of Tehran. Environmental Sciences. 17(4): 179-192.

Introduction: Noise pollution is one of the most important and growing pollutions in large cities. Measuring sound pollution is an essential step to control and manage its effects. Therefore, in this research, zoning and modeling of noise pollution was carried out in one of the densely populated areas of Tehran, region 16. In this study, at first eight stations were selected to study area.

Material and methods: At the next stage, 46 stations were selected in the studied area and the equivalent level of sound was measured for each station in three periods: in the morning, at noon and at night; and results were used to determine the level of sound pollution. In addition, one of pathways of transit network of area 16, i.e. Shahid Rajaei Highway was selected and noise intensity was measured at different intervals for zoning and modeling of noise pollution of that highway. Then, a model was proposed to predict the level of noise intensity at different distances from the highway. To verify the accuracy of the proposed model, another highway was investigated and a comparison test was performed between measured and predicted values.

Results and discussionl: The percentage error between predicted and measured values is very negligible and thus the proposed model can be used to evaluate the pollution of other highways. The results obtained from the main stage of this study revealed that the maximum average equivalent level of sound in highway is 83.5714 Db and highway side until 30 m is not suitable for residential use. The minimum average sound level allowed for residential areas is 58 db.

Conclusion: Other results of this study indicate that in all sound measurement stations in transit network, the mean measured equivalent level of sound is more than accepted standard in Iran. Due to high noise pollution in the area

*Corresponding Author. *Email Address*: a.sadeghi@kntu.ac.ir

under study, the proposed solutions to control noise pollution are to use sound walls on highways and to create more green spaces in areas prone to pollution.

Keywords: Noise pollution, Equivalent sound level, Noise intensity, Zoning, Modeling.