Archive of SID

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. به‌منظور 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 مناطق 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 فواصل مختلف جهت پهنه‌بندی و مدلسازی آلودگی صوتی آن بزرگراه اندازه‌گیری شد. سپس مدلی جهت پیش‌بینی تراز شدت صوت در فواصل مختلف از بزرگراه ارائه 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 ارائه شده را می‌توان برای ارزیابی آلودگی سایر 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 مناطق مسکونی هست.

نتیجه‌گیری: دیگر نتایج این تحقیق حاکی از آن بوده است که درکل ایستگاه‌های سنجش صدا به‌خصوص 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 ارائه‌شده جهت کنترل آلودگی صوتی استفاده از دیواره‌های صوتی در بزرگراه‌ها و ایجاد فضای سبز بیشتر در مناطق مستعد آلودگی هست.

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

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

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

آلودگی صوتی، صدای ناخواسته‌ای است که سبب آسیب جسمی یا روانی به انسان می‌شود. به دلیل 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 اثرات 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 اثرات ناشی از آلودگی صوتی توانایی و بازدهی افراد را کاهش داده و باعث 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 عمدتاً 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 تحقیقات 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. اکثر 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 ارائه شد. شواهد نشان داد که ۹۹ درصد از مناطق 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 مناطق 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 عوامل 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 ارائه مقدار آلودگی با روش درونیابی ترسیم کردند و به این نتیجه رسید که بین میانگین تراز معادل آلودگی صوت

www.SID.ir

Archive of SID

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 اقدامات جدی صورت گیرد.

Oyati and Stephen (2017) به بررسی اثرات محیطی آلودگی صوتی شهر اوچی[1] نیجریه پرداخته‌اند. در تحقیق مذکور سطح قدرت صدا[2] (SWL)، ۲۳۰.۶۵ دسیبل و ۱۰۶.۳ دسی‌بل به دست آمد. این مقادیر خطر جدی برای سلامتی را نشان می‌دهند چون خیلی بالاتر از سطح استاندارد قابل قبول است. به طور کلی نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تأثیرات 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، اقداماتی مانند تصویب سیاست‌گذاری آلودگی صوتی و طراحی سازه‌های جذب صدا به شدت توصیه می‌شود.

بررسی آلودگی صوتی و تأثیرات 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 مذکور 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 اکثر مقالات و تحقیقات انجام شده تراز بالای صوت تأثیر بسیاری بر سلامت جامعه می‌تواند داشته باشد. از طرف دیگر، طبق تحقیقات 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. تحقیقات 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. لذا این تحقیق با هدف پهنه‌بندی، مدلسازی و ارزیابی آلودگی صوتی منطقه ۱۶ تهران با استفاده از روش‌های آماری، درونیابی به روش کریجینگ و ارائه 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 فواصل مختلف سایر بزرگراه‌های مشابه ارائه 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 ارائه شده است.

منطقه مورد مطالعه

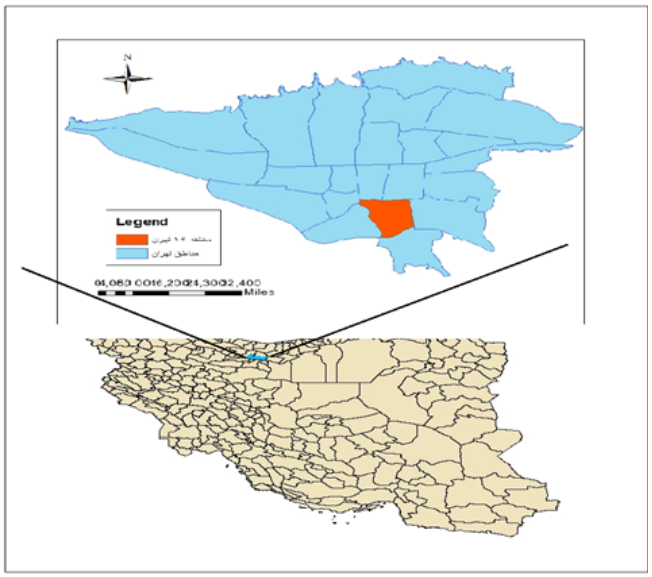
منطقه ۱۶ شهر تهران با جمعیت ۲۸۷۳۸۷ نفر (سرشماری سال ۹۰) و مساحتی حدود ۱۶۵۱ هکتار انتخاب شد که ۲/۸۷ درصد از کل شهر تهران را به خود اختصاص داده است. منطقه ۱۶ در شمار مناطق کم وسعت تهران است اما به لحاظ جمعیتی یک منطقه پرتراکم است. این منطقه از شمال به خیابان شوش، از جنوب به بزرگراه آزادگان، از شرق به خیابان 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 باعث افزایش آلودگی صوتی در این مناطق می‌شود، همین امر سبب انتخاب این منطقه شد. وضعیت کلی منطقه ۱۶ در شکل ۱ ارائه 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 فواصل مختلف اندازه‌گیری شد. در اینجا روش تحقیق در جزئیات ارائه‌شده است. شکل ۲ مراحل انجام تحقیق را بیان می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- وضعیت کلی منطقه ۱۶
Fig. 1- The study area (Region 16)

شکل ۲- فلوچارت مراحل انجام تحقیق
Fig. 2- Flowchart of the procedure for conducting research

www.SID.ir

Archive of SID

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):

$$n=\frac{N\left(z_{1-\frac{a}{2}}\right)^2\times\sigma^2}{(N-1)d^2+\left(z_{1-\frac{a}{2}}\right)^2\times\sigma^2} \quad (۱)$$

که در این رابطه:

N= مساحت منطقه موردمطالعه

σ= انحراف معیار

$z_{1-\frac{a}{2}}$ = 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 ارائه 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 مذکور از نرم افزار موبایل که یک پلت فرم از این فناوری نو ظهور می‌باشد جهت اندازه گیری صدا استفاده شد. ابزار سنجش در این تحقیق نرم‌افزار SOUND LEVEL METER گوشی موبایل است که قادر به اندازه‌گیری صداهایی تا شدت۱۰۰db 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. اذعان شده است، 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 زیست‌محیطی، L_{Aeq} به‌عنوان شاخص استاندارد بین‌المللی انتخاب شد، بنابراین شاخص 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

به‌عنوان 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 ارائه نقشه، مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به نمونه‌برداری نقطه‌ای آلودگی صوتی و عدم پوشش سطحی کل منطقه برای پهنه‌بندی و مدلسازی آلودگی صوتی روش درونیابی مورد استفاده قرار گرفت. فرآیند برآورد مقادیر برای مناطقی 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 جهت پهنه‌بندی و مدلسازی آلودگی صوتی انتخاب شد. علت انتخاب این بزرگراه حجم بالای تردد و سرعت بالای خودروها و در نتیجه آلودگی صوتی

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر است. یکی از دلایل دیگر انتخاب بزرگراه شهید رجایی قرارگیری در منطقه مسکونی است.

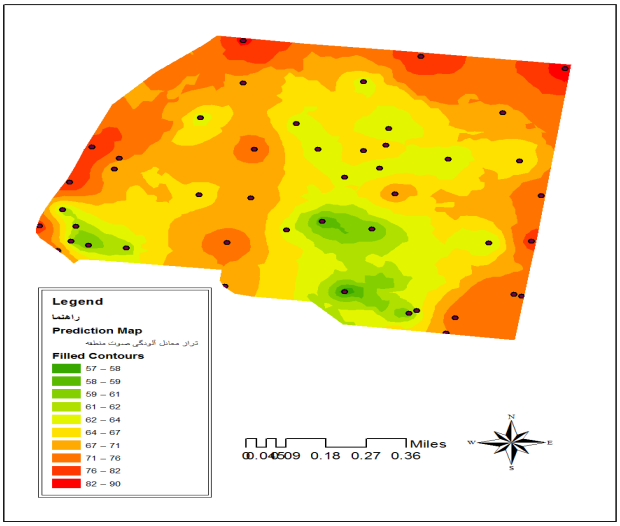
طبق نکات گفته شده در فاز اول، اندازه‌گیری تراز شدت صوت در فواصل مختلف بزرگراه انجام شد. نقاط انتخابی برای اندازه‌گیری باید دارای شرایط مناسب برای برداشت‌های میدانی باشد. برای اندازه‌گیری تراز شدت صوت بزرگراه شهید رجایی ایستگاه‌ها در فواصل افقی ۳۰ متر و فواصل عمودی ۵ متر انتخاب شد. اندازه‌گیری‌ها در هر دو سمت چپ و راست بزرگراه صورت گرفت. بعد از نرمال‌سازی داده‌ها درونیابی کریجینگ جهت 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 جهت برآورد مقادیر آلودگی صوتی در فواصل مختلف سایر بزرگراه‌ها ارائه 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 به دست 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 مذکور 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-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 مناطق 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

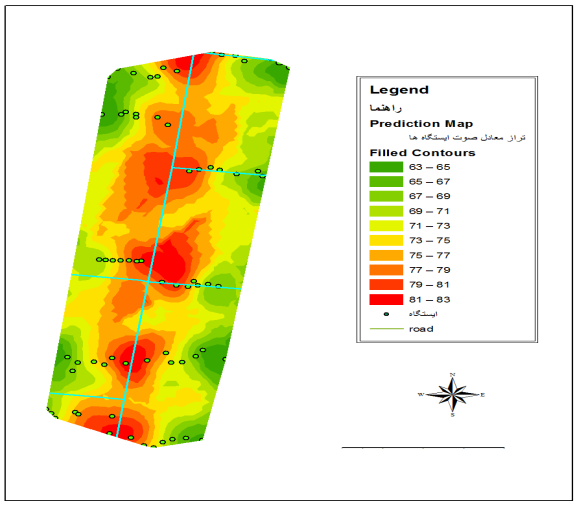
Fig. 3- Station position and average pollution level of the study Area

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

میانگین تراز معادل صوت برای کاربری‌های مختلف و استانداردهای

www.SID.ir

Archive of SID



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

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، مقایسه هر یک از این مقادیر با مقدار استاندارد آن نشان داد که تفاوت معنی‌داری در شدت آلودگی هر یک از این مناطق با مقدار استاندارد در کشور است. در تمامی مناطق میانگین تراز شدت صوت بیش‌تر از حد مجاز است. میانگین تراز معادل صوت در فواصل مختلف از بزرگراه در جدول ۲ 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)

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

www.SID.ir

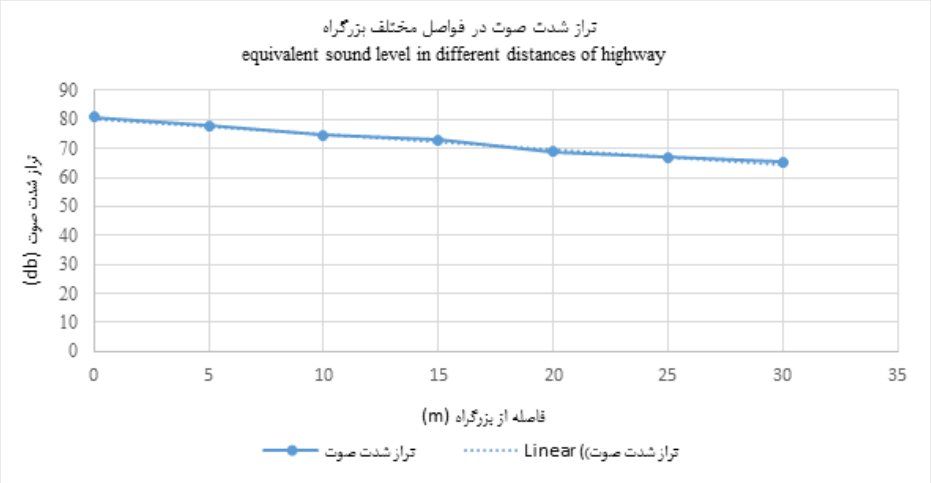
Archive of SID

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

فواصل 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

طبق نتایج حاصل از مطالعات بزرگراه و استاندارد مجاز صدا در فاصله‌ی ۱۰ متری از بزرگراه کاربری صنعتی، در فاصله‌ی ۳۰ متری کاربری تجاری می‌تواند قرار بگیرد و این فواصل 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 ارائه شد. روش‌های مستقیم اندازه‌گیری تراز شدت صوت معمولاً 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 جهت پیش‌بینی تراز صوت در فواصل مختلف از سایر بزرگراه‌ها استفاده شد (رابطه ۲).

$$y=0.5x + 80.5 \quad (۲)$$

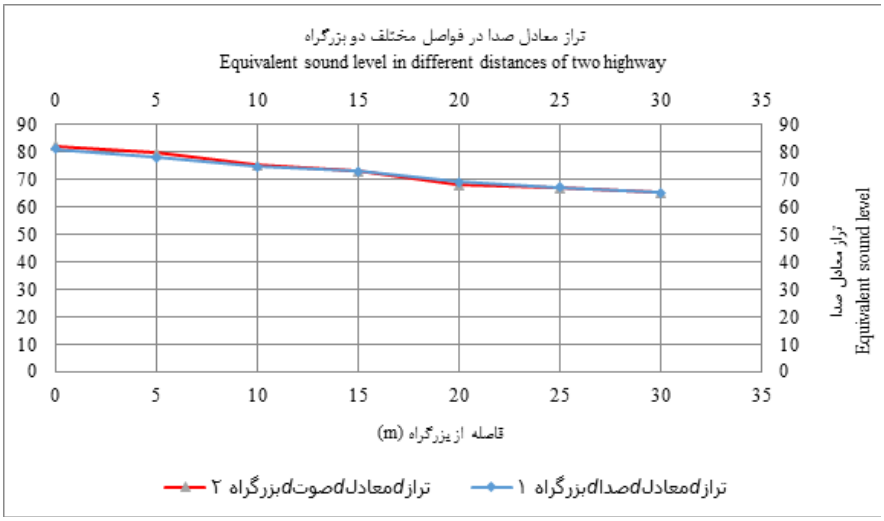


شکل ۵- نمودار تراز شدت صوت در فواصل مختلف بزرگراه رجایی
Fig. 5- equivalent sound level in different distances of the Shahid Rajaei highway

به‌منظور بررسی و اطمینان از درستی و مناسب بودن رابطه‌ی به دست 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. درصد خطای بین مقادیر پیش‌بینی شده و اندازه‌گیری شده تراز شدت صوت بسیار ناچیز بوده و همچنین میانگین اختلاف هم بسیار ناچیز به دست آمد. بنابراین این رابطه را می‌توان به‌طور مؤثر برای تحلیل و پیش‌بینی نویز در فواصل مختلف از بزرگراه‌های مشابه مورد استفاده قرار داد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶- میانگین تراز شدت صوت در فواصل دو بزرگراه

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

نتیجه‌گیری

طبق مطالعات و بررسی‌های انجام شده بیشتر شهرهای بزرگ در ایران بخصوص تهران از آلودگی صوتی رنج می‌برند و مسئولان باید راهکارهای کنترل‌کننده‌ای ارائه دهند. ارائه راهکار مستلزم مطالعه منطقه است، بنابراین منطقه ۱۶ را به دلیل حساسیت کمتر موردمطالعه قرار دادیم. هدف اصلی این مطالعه ارائه روشی جهت تخمین آلودگی صوتی برای کنترل و مدیریت آن در مناطق شهری است. نقشه‌ی نویز منطقه (شکل ۳) و نقشه‌ی نویز بزرگراه شهید رجایی (شکل ۴) نشان داد که قسمت‌های تیره‌تر مناطق 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 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 مناطق شهری حجم بالای ترافیک و تردد وسایل نقلیه‌ی عمومی به‌ویژه اتوبوس‌ها و موتورسیکلت‌ها است. بالاتر از حد مجاز بودن تراز معادل صوت منطقه ۱۶ باعث ایجاد مشکلات جدی در آینده می‌شود، بنابراین بررسی راهکارهای کنترلی در آن ضروری است. Ranjbar *et al.* (2012) طبق مطالعه‌ی آلودگی صوتی بزرگراه به این نتیجه رسیدند که ساخت مانع و دیوار صوتی سرکج به ارتفاع هفت متر به‌عنوان راهکاری مؤثر برای کاهش نویز در این نواحی ارائه شده است. همچنین Mohharam-Nejad and Safaripour (2008) در مطالعه منطقه‌ی ۱ تهران عوامل 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 اقدامات جدی‌تری صورت گیرد. می‌توان با سیاست‌گذاری و وضع قوانین و اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی در کاهش آلودگی صوتی شهرها اقدامات مؤثری انجام داد.

با توجه به مطالعه‌ی انجام‌شده و نتایج به‌دست‌آمده مسئولان مربوطه باید اقدامات و کنترل‌های لازم را در اسرع وقت 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 خطرات احتمالی و روش‌های کنترلی پیشنهاد می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

در بخش دوم این مطالعه میزان آلودگی صوتی در فواصل مختلف بزرگراه شهید رجایی مورد ارزیابی قرار گرفت و سپس مدلی برای پیش‌بینی تراز شدت صوت در فواصل مختلف بزرگراه ارائه شد. رابطه تراز شدت صوت برای فواصل 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 فواصل مختلف از سایر بزرگراه‌های مشابه استفاده کرد (رابطه ۲). مدل‌های پیش‌بینی در طراحی راه‌ها و ساخت‌وسازها مورد نیاز است. نتایج دیگر حاکی از آن بود که مقادیر تراز صوت تا فاصله‌ی ۳۰ متری مناسب برای کاربری مسکونی نیست. برای کاهش میزان تراز صوت شبکه‌ی راه‌ها اقداماتی 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 مناطق شهری را به‌صورت پویا نشان دهد تا افراد بیمار و سالخورده کمتر در معرض آلودگی قرار گیرند و مسئولین اقدامات جدی جهت کنترل نویز انجام دهند. همچنین در این مقاله به بیان جزییات دقت روش‌های درونیابی و مدل‌سازی سایر کاربری‌ها بحث نشده است و این موضوع می‌تواند در کارهای آینده مورد توجه قرار بگیرد.

سپاسگزاری

با سپاس از همه‌ی دوستان و عزیزانی که در تهیه و تنظیم این اثر همکاری داشته‌اند.

پی‌نوشت‌ها

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

منابع

Cai, M., Zou, J., Xie, J. and Ma,X., 2015. Road traffic noise mapping in Guangzhou using GIS and GPS. Applied Acoustics. Volume 87, January 2015, Pages 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. (In Persian).

Gholami-zarchi, M., Khosravanian, L. and Shahmoradi, B., 2014. Noise pollution and its spatial distribution in urban environments (case study: Yazd, Iran). J Adv Environ Health Res 2014. 135-41.

Hashemi, H., 2007. Noise pollution invisible hazard. Jame Jam news paper. (In Persian).

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. Number 23. (In Persian).

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

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 Transport Engineering and Traffic in Iran. (In Persian).

Mirtaheri, F., Samaei, Zh. and Kasmaei, Zh., 2014. monitor the status of noise pollution and assesment

www.SID.ir

Archive of SID

day and nighte on the shahid Hakim highway in tehran. Danesh-e-Entezami Quarterly. (In Persian).

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. 10th period. (In Persian).

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

Pramendra, D., 2011. Environmental Noise Pollution Monitoring and Impacts On Human Health in Dehradun City, Uttarakhand, India. Civil and Environmental Research. Pages 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. (In Persian).

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. 38th year. (In Persian).

Samadyar, H. and Samadyar, H., 2006. factors affecting the control of noise pollution caused by transportation in urban pathways. Second conference of air pollution and its effects on health. (In Persian).

Saremi, m. and Rezapour, T., 2013. Non - auditory effects caused by environmental noise pollution. Journal of Kerman University of Medical Sciences. Pages 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. Second course. Pages 693-710. (In Persian).

Soltani, s. and Narimousa, Z., 2015. Evaluation of Noise Pollution in Omidiyeh City, 2015. Journal of Health Research in Community, 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. 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. J ournal of Sabzevar U niversity of Medical Sciences. (In Persian with English abstract).

www.SID.ir

Archive of SID

Environmental Sciences Vol.17/ No.4 /winter 2019

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 & 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 under study, the proposed solutions to control noise pollution are to use sound walls on highways and to create

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

www.SID.ir

Archive of SID

more green spaces in areas prone to pollution.

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

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir