فصلنامه علمی مهندسی ترافیک
| JOURNAL OF TRAFFIC ENGINEERING |

اولویت بندی نصب موانع صوتی با استفاده از پهنه بندی تراز صوتی و تحلیل سلسله مراتبی در بزرگراه‌ها (مطالعه موردی کلانشهر تهران)

کامران اخباری[۱]، مسعود خدادادیان[۲]، زهره فدایی[۳]، محمدرضا نقدی‌زاده[۴]

۱- کارشناس ارشد راه و ترابری، دانشگاه علم و صنعت ایران

۲- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران

۳- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران

۴- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده:

در مناطق شهری، صدای ناشی از ترافیک از منابع اصلی تولید آلودگی صوتی می‌باشد، بنابراین ارزیابی دقیق و موثر اثرات آن، برای تصمیم‌گیران شهری بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در این مقاله وضعیت تراز صوتی در طول بزرگراه‌های شهر تهران به صورت نقشه‌ی صوتی ارائه شده‌است. از مدل گریفیت و لانگدان در برآورد تراز صدای معادل معابر با توجه به خصوصیات ترافیکی آنان استفاده شده‌است. متناسب با نوع کاربری اطراف قطعات بزرگراهی، حد مجاز تراز صوتی هر قطعه استخراج و با استفاده ازآن، محدوده‌ی اطراف بزرگراه‌ها که در معرض آلودگی صوتی قرار دارند محاسبه و نقشه تراز صوتی معادل ارائه شده است. مشخص گردید به طور متوسط شعاع ۱۰۰ متری اطراف بزرگراه‌ها سطح تراز صدای غیرمجاز را تجربه می‌کنند. به منظور شناسایی و اولویت‌دهی قطعات بزرگراهی در معرض آلودگی صوتی، از اختلاف تراز صوتی قطعات بزرگراهی از حدود مجاز مربوطه، نقشه‌ی دیگری تهیه و ۱۱ قطعه‌ی بحرانی شناسایی شده‌است. این قطعات براساس چندین شاخص با استفاده از روش TOPSIS، جهت نصب دیوار صوتی الویت‌بندی و پیشنهادشده‌اند.

کلید واژه: آلودگی صوتی، نقشه‌ی صوتی، بزرگراه، دیوار صوتی

۱- مقدمه

با توجه به رشد شهرها و افزایش تمایل به سفر، روزانه حجم زیادی از وسائل‌نقلیه در معابر شهری تردد می‌نمایند که این امر به تدریج موجب آسیب‌پذیری جامعه ناشی از اثرات محیطی این آشفتگی می‌شود. آلودگی صوتی از جمله‌ی معضلات محیط‌زیستی در کلان‌شهرهاست که طبق گزارش سازمان‌های بهداشت جهانی، اختلال در استراحت،آرامش و تمرکز شهروندان را به همراه دارد[۱]. بدین ترتیب بیش از ۱۰ سال قبل، برای نخستین بار طبق توصیه‌ی اتحادیه‌ی اروپا تهیه‌ی نقشه‌ی صوتی شهر در دستورکار مدیران شهرهای این قاره قرار گرفت و امروزه کشورهای بسیاری از این ابزار در مدیریت آلودگی صوتی استفاده می‌نمایند[۲]. نقشه صوتی ترکیبی از تراز صدا و اطلاعات جغرافیایی شهر است که نمایی علمی و موثر از نحوه‌ی توزیع تراز صدا در شهر را به صورت جامع و مستقیم در دسترس برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران شهری قرار می‌دهد تا با توجه به آن برنامه‌های اجرائی و اقتصادی متناسب با وضعیت آلودگی صوتی مناطق مختلف، در شهر اتخاذ گردد.

صدای ناشی از تردد وسائل نقلیه از عوامل اصلی تولید آلودگی صوتی در شهرهاست که زندگی ساکنین مجاور این معابر را تحت شعاع قرار می‌دهد. بنابراین شناسایی مناطق معارض و انجام

تدابیر لازم در کاهش آلودگی صوتی امری اجتناب‌ناپذیر در کلانشهرها می‌باشد.

مسئله‌ی مورد بررسی در این مقاله، ارائه نقشه‌ی صوتی از نحوه‌ی توزیع سطح صدای ناشی از تردد وسائل‌نقلیه در بزرگراه‌های شهر تهران است، بدین ترتیب امکان شناسایی و اولویت‌بندی محل‌های مورد نیاز نصب دیوار صوتی محقق می‌گردد.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

با توجه به اینکه در این مقاله هدف ارائه‌ی نقشه‌ی صوتی ترافیک عبوری در بزرگراه‌هاست، در این بخش ابتدا به مرور برخی از کارهای انجام شده در تهیه‌ی نقشه صوتی شهرهای مختلف دنیا پرداخته و پس از آن مدل‌های برآورد و پیش‌بینی آلودگی صوتی ناشی از عبور وسائل‌نقلیه در معابر، بررسی شده‌است.

در مطالعه‌ای که در شهر توکات در ترکیه انجام شده، با اندازه‌گیری صدای ناشی از تردد وسایل نقلیه در ۶۵ نقطه از شهر، نقشه‌ی صوتی شهر تهیه شده‌است. نتایج بیانگر آن است که در حدود ۷۷ درصد نقاط اندازه‌گیری، سطح صدای معادل از تراز صوتی مجاز کشور ترکیه فراتر و از لحاظ آماری، تفاوت سطوح تراز در طول خیابان‌ها قابل توجه بوده‌است ($P<0.005$) و لذا توجه به مسئله‌ی الودگی صوتی در شهر و اولویت‌دهی انجام اقدامات کاهش‌دهنده، الزامی می‌باشد[۳].

در سال ۲۰۱۰، در پژوهشی نقشه صوتی با استفاده از ابزار GIS تهیه و پس از تحلیل آن عارضه سنجی صوتی انجام شده‌است. برای تهیه نقشه صوتی، تراز صدای معادل در ۲۵ ایستگاه مجاور معابر اندازه‌گیری شده‌است. در این پژوهش، با استفاده از تراز معادل استاندارد، نقشه‌ی میزان صوت مازاد استاندارد در نقاط مختلف شهر به منظور برآورد دقیق‌تر مناطق و جمعیت در معرض سطوح مختلف آلودگی صوتی ارائه‌شده است[۲].

در تایوان با استفاده از اطلاعات ۳۴۵ ایستگاه کنترل صدا، نقشه‌های صوتی شهر در بازه‌های مختلف شبانه روز، صبح، عصر و شب و در دو فصل تابستان و زمستان تهیه و با استفاده از آن برخی خصوصیات زیست محیطی شهر تحلیل شده است. بدین ترتیب توزیع تراز صدا در نقاط مختلف شهر در بازه‌های زمانی مختلف با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی ارائه شده‌است. در این پژوهش، بیشترین و کمترین تراز صوتی به ترتیب در صبح تابستان و در عصر زمستان مشاهده‌شده است و در مقایسه با تراز صوتی استاندارد، ۹۰ درصد مردم شهر در معرض آلودگی صوتی با حداکثر اختلاف تراز از استاندارد به میزان ۲۳ دسی بل بودند[۴].

در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹۲ انجام شد، سطح آلودگی صوتی شهر ارومیه در ۲۹ ایستگاه در فصول بهار و تابستان اندازه‌گیری و نقشه پهنه‌بندی در محیط GIS ارائه گردید. مطابق نقشه‌ی تهیه شده، مشخص شده که در روز قسمت‌های شمالی و در شب قسمت‌های جنوبی شهر دارای بیش‌ترین بار آلودگی صوتی بودند[۵].

رئیسیان در سال ۱۳۷۴، به بررسی تحلیل فرکانسی صوت چندین نوع خودرو در سرعت‌های گوناگون پرداخته و نتایج بدست‌آمده برای یافتن منابع اصلی آلودگی صوتی در این خودروها را ارائه داده است. در این پژوهش، با اندازه‌گیری وضع آلودگی صوتی در چهارنقطه از بزرگراه‌های صدر و مدرس، ارتباط دامنه‌ی فرکانسی صوت و حجم ترافیک بررسی شده‌است[۶].

در پژوهشی میزان آلودگی صدای ناشی از ترافیک وسائل‌نقلیه در مسیر بزرگراه شیخ فضل ا... نوری تهران اندازه‌گیری و بررسی شده و در پایان روش‌های کنترل و کاهش آن ارائه شده‌است. در این پژوهش پس از شناسایی مسیر مورد نظر، ایستگاه‌های اندازه‌گیری تعیین و انتخاب شدند و سپس توسط دستگاه صداسنج در روزهای مختلف هفته مقادیر تراز معادل فشار صوت در ایستگاه‌ها اندازه‌گیری و با مقادیر استاندارد مقایسه شدند. نتایج بیانگر بالاتر بودن سطح صدا منطقه مورد مطالعه از حد مجاز و در نتیجه اقدام برای کنترل و کاهش آلودگی صوتی ضروری بوده‌است. بدین منظور به وسیله‌ی روش هندسی با استفاده از عدد فرنل و روابط مثلثاتی و اندازه‌گیری طول و فاصله‌ی مناطق مسکونی تا حاشیه‌ی بزرگراه در طول مسیر، مقادیر ارتفاع مانع، میزان کاهش صدا به ازای نصب مانع، حداقل طول مانع تا منبع صوت و گیرنده محاسبه و به تفکیک برای مناطق مسکونی حاشیه‌ی بزرگراه در هریک از ایستگاه‌های انتخابی تعیین شدند[۷].

شالچیان در سال ۱۳۷۶، به منظور بررسی میزان آلودگی صدای ترافیک در بخشی از شهر تهران، در زمستان در دومسیر میدان راه‌آهن- میدان تجریش و میدان امام حسین- میدان آزادی، تراز معادل صدا طی ۱۳ نوبت اندازه‌گیری شده است. در مقایسه‌ی بین ارقام بدست امده و استانداردهای پیشنهادی، مشخص گردید که تراز معادل صدا در مسیرهای مورد پژوهش، بیش از حد مجاز تعیین شده می‌باشد. در این تحقیق، با توجه به

پرسشنامه‌های تکمیل شده از نظرات شهروندان، وجود ارتباط مستقیم بین تراز معادل صدا و عدم رضایت شهروندان مشخص گردید[۸].

در بررسی مطالعات مربوط به ارائه و مقایسه‌ی مدل‌های برآورد و پیش‌بینی تراز صوتی ناشی از ترافیک عبوری در معابر شهری، برخی از مدل‌های پرکاربرد و دارای کارائی نزدیک به واقعیت مشخص گردید.

ویمال در سال ۱۹۷۷، رابطه‌ی میان تراز صوتی معادل و پارامترهای جریان ترافیک را مورد بررسی قرار داده‌است(رابطه ۱) [۹].

$$L_{eq} = ۴۷.۴۵ + ۸.۵۸Log(Qw) - ۰.۱۴d \quad (۱)$$

L_{eq} : تراز صدای معادل برحسب db

Qw : حجم وسائل‌نقلیه برحسب $\frac{pcu}{hr}$

d : فاصله‌ی گیرنده‌ی صدا از مرکز خط عبور

در کشور سیدنی برای پیش‌بینی تراز صوتی معابر جدید و در دست احداث، در مطالعات عارضه‌سنجی محیط‌زیستی از مدل برگس استفاده می‌گردد(رابطه ۲) [۱۰].

$$L_{eq} = ۵۵.۵ + ۱۰.۲Log(Q) + ۰.۳P + ۱۹.۳Log(d) \quad (۲)$$

Q: حجم وسائل‌نقلیه عبوری در هر خط $\frac{veh}{hr}$

P: درصد وسائل‌نقلیه سنگین

گریفیت و لانگدان در سال ۱۹۶۸ برای پیش‌بینی تراز صدای ناشی از ترافیک مدلی بر مبنای شاخص‌های درصدی تراز صدا ارائه‌داده‌اند. (رابطه ۳) [۱۱].

$$\begin{aligned} L_{eq} &= L_{۵۰} + ۰.۰۱۸(L_{۱۰} - L_{۹۰})^۲ \\ L_{۱۰} &= ۶۱ + ۸.۴Log(Q) + ۰.۱۵P - ۱۱.۵Log(d) \\ L_{۵۰} &= ۴۴.۸ + ۱۰.۸Log(Q) + ۰.۱۲P - ۹.۶Log(d) \\ L_{۹۰} &= ۳۹.۱ + ۱۰.۵Log(Q) + ۰.۰۶P - ۹.۳Log(d) \end{aligned} \quad (۳)$$

$L_{۵۰}$: تراز صدای ۵۰ درصد برحسب db (۵۰ درصد نقاط دارای تراز صدای بالاتر می‌باشند)

$L_{۱۰}$: تراز صدای ۱۰ درصد برحسب db (۱۰ درصد نقاط دارای تراز صدای بالاتر می‌باشند)

$L_{۹۰}$: تراز صدای ۹۰ درصد برحسب db (۹۰ درصد نقاط دارای تراز صدای بالاتر می‌باشند)

مدل CSTP از دیگر مدل‌های پرکاربرد در تخمین تراز صوتی منتج از ترافیک عبوری در راه‌ها میباشد(رابطه۴) [۱۰].

$$L_{eq} = ۰.۶۵L_{۵۰} + ۲۸.۸ \quad (۴)$$

$$L_{۵۰} = ۱۱.۹Log(Q) + ۳۱.۴ \quad (۵)$$

$$L_{۵۰} = ۱۵.۵Log(Q) - ۱۰Log(L) + ۳۶ \quad (۶)$$

L: عرض معبر برحسب متر

رابطه ۵، برای معابر با حجم جریان کمتر از ۱۰۰۰ وسیله در ساعت و رابطه۶، برای راه‌های شهری با ساختمان‌های مرتفع در لبه جاده استفاده می‌شود.

در آلمان از مدلی به نام RSL۹۰ در پیش‌بینی آلودگی صوتی معابر استفاده می‌شود. در این مدل سطح صوتی میانگین در فاصله‌ی ۲۵ متری از خط مرکزی مسیر در شرایط ایده‌ال محاسبه می‌شود که برای شرایط واقعی بایستی ضرایب اصلاحی استفاده گردد. این مدل در رابطه قابل مشاهده میباشد(رابطه۷) [۱۲].

$$L_{m,E}^{(۲۵)} = ۳۷.۳ + ۱۰Log\left[Q(۱ + ۰.۰۸۲P)\right] \quad (۷)$$

$L_{m,E}^{(۲۵)}$: تراز صوتی میانگین در شرایط ایده‌آل در فاصله‌ی ۲۵ متری

طبق بررسی مطالعات گذشته مشخص گردید که با وجود مطالعات فراوان در زمینه‌های مختلف آلودگی صوتی، وضعیت آلودگی صوتی بزرگراه‌های شهر تهران با استفاده از ابزار نقشه‌ی صوتی مورد مطالعه قرار نگرفته‌است که با توجه به اهمیت و ضرورت شناسایی محل‌های دارای تراز صدای غیرمجاز در شبکه‌ی بزرگراهی شهر تهران در این مقاله به این مهم پرداخته‌شده است.

۳- روش تحقیق

گستردگی شبکه بزرگراهی شهر تهران پیچیدگی‌ها و دشواری‌های تحقیق را در پی دارد. لذا با توجه به نتایج پژوهش‌های گذشته و مقایسه‌ی کارایی نزدیک به واقعیت مدل‌ها، در این مقاله از مدل گریفیت و لانگدان(رابطه۳) در برآورد تراز صدای منتج از تردد وسائل‌نقلیه در بزرگراه‌ها استفاده شده است. تراز صوتی معادل در معابر با استفاده از رابطه تعیین می‌شود:

طبق رابطه۳، مدل برآورد تراز صوتی معادل به پارامترهای ترافیکی چون حجم عبوری و درصد وسایل‌نقلیه سنگین وابسته می‌باشد، بنابراین در این مطالعه، برای افزایش دقت مدل، شبکه‌ی بزرگراهی شهر به قطعات کوچکتری متناسب با وضعیت نرخ تغییرات حجم و درصد وسائل‌نقلیه‌ی سنگین عبوری تقسیم‌بندی شد. بدین ترتیب ۴۳ بزرگراه شهر، به صورت ۱۴۴ قطعه‌ی بزرگراهی در نرم‌افزار GIS پیاده‌سازی شدند.

اطلاعات مربوط به متوسط حجم اوج صبح و درصد وسائل‌نقلیه هر قطعه جمع‌آوری و با اعمال رابطه ۳، تراز صوتی معادل آن برآورد گردید. با استفاده از نرم‌افزار GIS، از ترکیب اطلاعات جغرافیایی قطعات بزرگراهی و تراز صوتی معادل هر قطعه، نحوه‌ی پهنه‌بندی تراز صدای ناشی از بزرگراه‌ها در شهر، به صورت نقشه‌ی صوتی تهیه شده است.

مطابق آیین‌نامه اجرائی نحوه‌ی جلوگیری از آلودگی صوتی، حد مجاز تراز صدا ، براساس نوع کاربری زمین اطراف قطعات بزرگراه‌ها برای هر قطعه استخراج شد. حدود مجاز آلودگی صوتی در روز و شب با توجه به کاربری‌های مختلف مطابق آیین‌نامه آورده شده‌است(جدول ۱).

با استفاده از تراز صوتی مجاز و خصوصیات ترافیکی قطعات، محدوده‌ی در معرض سطح صدای غیرمجاز اطراف قطعات با اعمال مدل پیش‌بینی تراز صوتی، محاسبه و به منظور سهولت تحلیل به صورت نقشه ارائه شده است.

در گام بعدی جهت شناسایی محل‌های دارای آلودگی صوتی، از اختلاف تراز صوتی هر قطعه از حد مجاز آن، نقشه‌ی تراز صوتی مازاد حد مجاز قطعات تهیه گردید. با استفاده از این نقشه از بین قطعات دارای آلودگی صوتی، بحرانی‌ترین قطعات(بیشترین اختلاف از حد مجاز) شناسایی و برای انجام اقدامات کاهنده‌ی سطح صدا(مانند نصب دیوار صوتی) اولویت‌بندی شدند.

در این مقاله برای اولویت‌بندی نصب دیوار صوتی در ۱۱ قطعه بحرانی مشخص شده، مطابق مطالعات گذشته و نظر کارشناسان ۴ شاخص میزان اختلاف از حد مجاز، جمعیت معارض، سرعت متوسط وسائل‌نقلیه در معبر و طرح هندسی (وجود یا فقدان پل یا زیرگذر) لحاظ شده‌است.

بنابراین مسئله‌ی اولویت‌بندی قطعات بحرانی از نوع مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره(MADM) بوده و در این مقاله از روش TOPSIS برای این منظور استفاده شده‌است. در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله‌ی یک گزینه از شرایط ایده‌آل، فاصله‌ی آن از نقطه‌ی ایده‌آل‌منفی هم درنظر گرفته میشود. بدین معنی که گزینه‌ی انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل بوده و در عین حال دارای دورترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی است[۱۴]. مطابق روش TOPSIS، امتیاز مربوط به هر گزینه محاسبه و قطعات بحرانی بزرگراهها در راستای انجام اقدامات کاهش آلودگی صوتی الویت‌بندی شدند.

۴- نتایج عددی تحقیق

در شکل۱، نقشه‌ی صوتی اوج صبح بزرگراه‌های شهر تهران آورده شده است. همانطور که مشخص است در طول بزرگراه‌ها تراز صوتی دارای بیشترین مقدار می‌باشد که این مقدار تناسب معکوس با فاصله داشته به طوری که نواحی مرکزی شهر که فاقد بزرگراه هستند، تحت تاثیر آلودگی صوتی بزرگراه‌ها نمی‌باشند. بیشترین تراز صوتی در بزرگراه‌ها، ۷۳دسی بل و کمترین تراز صوتی در بزرگراه‌ها ۵۳ دسی‌بل در اوج صبح برآورد شده‌است.

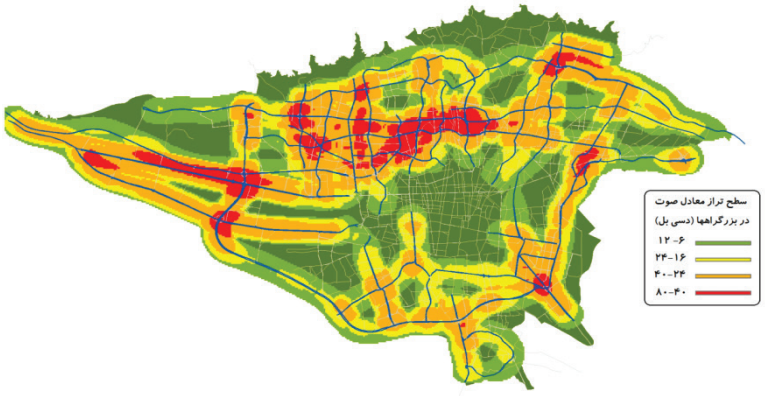
در شکل۲، محدوده‌ی دارای سطح صوتی غیرمجاز اطراف قطعات بزرگراهی آورده‌شده‌است. با توجه به نوع کاربری اطراف بزرگراه‌ها، سطح مجاز آلودگی صوتی تعیین می‌گردد، بنابراین مناطق تحت تاثیر آلودگی صوتی مشخص می‌شوند. از مقایسه‌ی دو نقشه‌ی صوتی و نقشه‌ی محدوده‌ی غیر مجاز، اهمیت نوع کاربری اطراف بزرگراه‌ها در تعیین میزان آلودگی و شعاع تاثیر آن قابل مشاهده است. به طور مثال با وجود برآورد تراز صوتی نسبتا بالا در بخش‌هایی از بزرگراه‌های شهید لشکری و شهید فهمیده و بخش‌های مرکزی بزرگراه‌های رسالت و همت در نقشه‌ی صوتی، اما بدلیل کاربری عمدتا تجاری در اطراف بزرگراه‌های شهید لشکری و شهید فهمیده ،این بزرگراه‌ها مطابق شکل دارای آلودگی صوتی و شعاع تاثیر کمتری نسبت به بزرگراه‌های رسالت و همت با

جدول۱: حد مجاز آلودگی صوتی آیین‌نامه اجرایی نحوه‌ی جلوگیری از آلودگی صوتی [۱۳]

نوع منطقه	تراز متوسط مجاز(db)	
	روز	شب
پهنه مسکونی	۵۵	۴۵
پهنه مختلط(تجاری-مسکونی)	۶۰	۵۰
پهنه تجاری-اداری	۶۵	۵۵
پهنه فعالیت(مسکونی- صنعتی)	۷۰	۶۰
پهنه صنعتی	۷۵	۶۵

کاربری‌های مسکونی هستند. همچنین مشخص گردید که ساکنین اطراف بزرگراه‌ها تا شعاع ماکزیمم ۳۲۰ متری (شعاع متوسط ۱۰۰ متری) از آلودگی صوتی ناشی از بزرگراه متاثر می‌باشد.

به منظور درک بهتر و تسهیل روند شناسایی قطعات دارای سطوح صدای غیرمجاز و میزان صدای مازاد حد مجاز در آن‌ها، نقشه‌ای از وضعیت تراز صوتی مازاد حد مجاز از قطعات بزرگراهی مورد بررسی در این مقاله، در شکل ۳ قابل مشاهده‌می‌باشد. بر اساس اطلاعات شکل ۳، قطعاتی که دارای بیشترین اختلاف از تراز مجاز (۱۵-۱۰دسی‌بل)را داشته‌اند، جهت الویت‌بندی مورد بررسی جزئی‌تر قرار گرفتند و در نهایت ۱۱ قطعه که شرایط نصب دیوار صوتی در آن‌ها فراهم بود، برای الویت‌بندی انتخاب شدند. نام قطعات و اطلاعات مربوط به شاخص‌های تصمیم‌گیری هر گزینه آورده شده‌است(جدول ۲).



شکل ۱ :نقشه‌ی صوتی از نحوه‌ی پهنه‌بندی تراز صوتی معادل ناشی از ترافیک بزرگراه‌های شهر تهران

شکل ۲- محدوده‌ی دارای تراز صوتی غیرمجاز در اطراف بزرگراه‌های شهر تهران

شکل ۳- نقشه‌ی ترازصوتی مازاد حد مجاز قطعات بزرگراهی شهر تهران

جدول۲- قطعات بحرانی شناسایی شده و اطلاعات مربوط به هر قطعه

شماره گزینه‌های نهایی	اختلاف از سطح مجاز (10^{db})	سرعت متوسط (کیلومتر بر ساعت)	طرح هندسی	جمعیت معارض (نفر)
۱	۴۱۱۳۸	۶۰	۷	۸۹۸۷
۲	۲۴۴۴۵	۶۷/۵	۷	۹۹۲۸
۳	۴۹۲۹۳	۵۹/۴	۴	۴۷۴۸۲
۴	۲۵۶۴۴	۵۷/۱	۶	۳۰۰۴۲
۵	۷۱۸۸۳	۲۳/۵	۴	۳۶۰۶۰
۶	۴۰۱۹۴	۴۱/۵	۶	۴۱۲۶
۷	۲۷۳۷۸	۷۲/۸	۸	۱۶۸۵۶
۸	۵۱۷۷۰	۷۲/۶	۶	۳۶۶۶
۹	۴۰۴۴۱	۶۶/۵	۶	۱۲۱۴۴
۱۰	۳۵۰۳۲	۴۸/۲	۶	۸۱۶۳
۱۱	۳۱۴۸۳	۵۴/۸	۵	۹۰۳۶

با اعمال روش TOPSIS، ۱۱ قطعه‌ی بحرانی برای احداث دیوار صوتی به صورت جدول۳ الویت‌بندی شدند.

جدول۳-الویت‌بندی قطعات بزرگراهی برای نصب دیوار صوتی

الویت	قطعه‌ی بزرگراهی	الویت	قطعه‌ی بزرگراهی
۱	بزرگراه شهید صیاد شیرازی (میدان سپاه تا بزرگراه آیت الله حکیم)	۷	بزرگراه آیت الله حکیم (بزرگراه کردستان تا بزرگراه شهید مدرس)
۲	بزرگراه بسیج (خاوران تا آهنگ)	۸	بزرگراه شیخ فضل الله نوری (بزرگراه یادگار امام تا بزرگراه آیت الله حکیم)
۳	بزرگراه شهید باقری (بزرگراه آیت الله حکیم تا بزرگراه شهید یاسینی)	۹	بزرگراه نیایش (بزرگراه شهید چمران تا بزرگراه یادگار امام)
۴	بزرگراه جلال آل احمد (بزرگراه شیخ فضل الله نوری تا بزرگراه کردستان)	۱۰	بزرگراه مدرس (میدان هفت تیر تا بزرگراه آیت الله حکیم)
۵	بزرگراه شهید همت (بزرگراه شهید چمران تا بزرگراه آیت الله اشرفی اصفهانی)	۱۱	بزرگراه شهید صیاد شیرازی (بزرگراه آیت الله حکیم تا بزرگراه شهید همت)
۶	بزرگراه شهید همت (بزرگراه شهید ستاری تا بزرگراه شهید باکری)		

۵– نتیجه‌گیری

در این مقاله آلودگی صوتی ناشی از ترافیک عبوری در بزرگراه‌های شهر تهران، با استفاده از ابزار نقشه‌ی صوتی تهیه و ارائه شد. نتایج زیر از بررسی و تحلیل نقشه‌ها بدست آمد:

۱- بیشترین تراز صدای معادل در قطعات بزرگراهی ۷۲ دسی‌بل وکمترین تراز صدای معادل ۵۳ دسی‌بل بود.

۲- متوسط تراز صوت اوج صبح در بزرگراه‌های شهر تهران ۶۷ دسی‌بل بدست آمد.

۳- مشخص گردید که به طور متوسط شعاع ۱۰۰ متری از بزرگراه‌های شهر در معرض آلودگی صوتی بزرگراه‌ها می‌باشند. بیشترین شعاع تاثیر ۳۲۰ متر بوده که این امر موکد لزوم انجام تمهیداتی در راستای کاهش سطح آلودگی صوتی در بزرگراه‌هاست.

۴- بیشترین اختلاف از حد مجاز ۱۲ دسی‌بل مشخص گردید.

۵- کاربرد نقشه‌ی صوتی مازاد حد مجاز در شناسایی قطعات بحرانی نیازمند تدابیر کنترلی و نصب دیوار صوتی ارائه و با اعمال بر روی قطعات بزرگراهی تهران، ۱۱ قطعه بزرگراهی بحرانی مطابق جدول۲، شناسایی گردید و مطابق جدول۳، برای نصب دیوار صوتی الویت‌بندی شدند.

۶– مراجع

1-Leao, S., Peerson, A. and Elkadi, H., 2012, January. Effects of exposure to traffic noise on health. In Working together to achieve liveable cities: Proceedings of the 5th Liveable Cities Conference 2012 (pp. 125-144). AST Management.

2-Ko, J.H., Chang, S.I. and Lee, B.C., 2011. Noise impact assessment by utilizing noise map and GIS: A case study in the city of Chungju, Republic of Korea. Applied Acoustics, 72(8), pp.544-550.

3-Ozer, S., Yilmaz, H., Yesil, M. and Yesil, P., 2009. Evaluation of noise pollution caused by vehicles in the city of Tokat, Turkey. Scientific Research and Essay, 4(11), pp.1205-1212.

4-Tsai, K.T., Lin, M.D. and Chen, Y.H., 2009. Noise mapping in urban environments: A Taiwan study. Applied Acoustics, 70(7), pp.964-972.

۵- علیزاده اوصالو،س. پهنه‌بندی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک وسایط‌نقلیه در شهر ارومیه با کاربرد سیستم اطلاعات مکانی،۱۳۹۲، سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، تهران

۶- رئیسیان،م. ارزیابی آلودگی صوتی بزرگراه مدرس،۱۳۷۴،اولین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک،تهران.

۷- نصیری، پ.عباسپور، م.فرهمندقوی، ف.مکان‌یابی نصب موانع صوتی در مسیر بزرگراه شیخ فضل‌ا... نوری تهران،۱۳۷۷، چهارمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، تهران

۸-شالچیان،ع. تعیین میزان تراز معادل فشار صوت ناشی از ترافیک در قسمتی از شهر تهران و اثرات ذهنی احتمالی آن بر مردم،۱۳۷۶، سومین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، تهران.

9-Mishra, R.K., Parida, M. and Rangnekar, S., 2010. Evaluation and analysis of traffic noise along bus rapid transit system corridor. International Journal of Environmental Science & Technology, 7(4), pp.737-750.

10-Guarnaccia, C., Lenza, T.L., Mastorakis, N.E. and Quartieri, J., 2011. A comparison between traffic noise experimental data and predictive models results. International Journal of Mechanics, 5, pp.379-386.

11-Quartieri, J., Mastorakis, N.E., Iannone, G., Guarnaccia, C., D'Ambrosio, S., Troisi, A. and Lenza, T.L.L., 2009, December. A review of traffic noise predictive models. In Proceedings of the 5th WSEAS Int. Conf. on "Applied and Theoretical Mechanics"(MECHANICS'09), Puerto De La Cruz, Canary Islands, Spain (pp. 72-80).

12-Garg, N. and Maji, S., 2014. A critical review of principal traffic noise models: Strategies and implications. Environmental Impact Assessment Review, 46, pp.68-81.

۱۳-آیین‌نامه اجرایی نحوه‌ی جلوگیری از آلودگی صوتی،۱۳۸۷، وزارت بهداشت،درمان و آموزش پزشکی،ماده ۲ حد مجاز آلودگی صوتی

۱۴-تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره،۱۳۹۰،محمد جواد اصغرپور، انتشارات دانشگاه تهران،صفحه ۲۶۰

Prioritizing for installing acoustic barriers by noise level map and hierarchical analysis in expressways

(Case Study; Tehran expressways network)

Akhbari Kamran, Khodadadian Masoud, Fadaei Zohreh, Naghdizadeh Mohammadreza

1-M.sc. Transportation Engineering, International University of Science and Technology
1-M.sc. Transportation Engineering, International University of Science and Technology
1-M.sc. Transportation Engineering, International University of Science and Technology
1-M.sc. Transportation Engineering, International University of Science and Technology

Abstract

Traffic noises is main sources of noise pollution in urban areas, so evaluation of effects is very important for urban decision-makers. In this paper, the noise level during noise map is provided for Tehran's Expressways. Griffith and Langdan model have been used to estimate equivalent noise level of roads based on traffic characteristics. Noise level and exposed area calculated for all segments and then noise map presented. People of around expressways exposed unauthorized noise level in radius of 100 meters on average. 11 segments proposed as critical cases. After identified critical segments, prioritized expressway segments by using TOPSIS method for installing noise barrier.