علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره هشت، آبان ماه ۹۹

آلودگی صوتی در محیط‌های شهری و تأثیر راهکارهای مدیریتی ترافیک بر محیط زیست شهری (مطالعه موردی: منطقه شش شهرداری تهران)

آیسان ایمان‌پور نمین [1*]

Aysan53807@gmail.com

تورج نصرآبادی [2]

حسین مهرآوران [3]

ساناز زبانی [4]

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۲۶ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۸**

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست در نواحی شهری است که کاهش آن به منظور بالا بردن سطح کیفی زندگی و کم کردن اثرات آن بر سلامت شهروندان، به‌عنوان یکی از معضلات زیست محیطی شهری بر همگان آشکار است. بزرگ‌ترین منبع آلودگی صوتی کلان‌شهری مانند تهران، ترافیک شهری و خودروها می‌باشند. منطقه شش شهر تهران آلوده‌ترین منطقه از لحاظ آلودگی صوتی است، لذا بزرگراه کردستان که با داشتن دیواره صوتی به طول ۵۱۱ متر و مساحت ۳۰۶۶ متر مربع در حاشیه‌ی غربی تنها بزرگراه دارای دیواره صوتی در این منطقه است، به‌عنوان هدف مطالعه انتخاب شد.

روش بررسی: مطالعات اجرایی و احداث دیواره صوتی این بزرگراه توسط اداره کل مهندسی و ایمنی ترافیک در سال ۱۳۹۰ و قبل از تغییر وضعیت تقاطع بزرگراه کردستان- شهید گمنام، از نوع هم‌سطح به غیرهم‌سطح انجام گرفت. لذا پس از ایجاد تغییر در تقاطع وضعیت ترافیکی بزرگراه دچار تغییراتی شده و در نتیجه وضعیت آلودگی صوتی منطقه نیز تغییر کرده است. در این مطالعه سعی شد علاوه بر بررسی کلی وضعیت آلودگی صوتی، نقشه‌های صوتی بزرگراه در وضعیت‌های مختلف، میزان تأثیرگذاری نوع تقاطع بر آلودگی صوتی مناطق مسکونی مجاور و نقش کاهنده‌ی دیواره صوتی با وجود تقاطع غیرهم‌سطح مدل‌سازی شود. جهت انجام این مطالعات نرم‌افزار مدلساز Sound plan، دستگاه صوت‌سنج و اطلاعات ترافیکی بزرگراه به‌کار رفته، موانع موجود از جمله ساختمان‌های اطراف بزرگراه، فضای سبز و غیره نیز توسط نرم‌افزار مدلساز پردازش شده و از نرم‌افزارهای Auto CAD و Arc GIS نیز در تعریف مدل استفاده شده است.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران.*(مسوول مکاتبات)

۲- دانشیار گروه محیط‌زیست، پردیس دانشکده های فنی، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.

۳- استادیار گروه فیزیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۴- کارشناس ارشد مهندسی عمران محیط زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران.

یافته ها: نقشه‌های مدلسازی شده پس از تهیه شدن در چهار دسته مورد مقایسه قرار گرفتند و دلیل افزایش و کاهش سطح صدا در هر وضعیت بیان گردید.

بحث و نتیجه گیری: پس از مقایسات انجام گرفته مشخص شد که با حذف تقاطع هم‌سطح دارای چراغ ترافیکی علاوه بر کاهش سطح صدا در ارتفاع ۱/۷ متری، ترافیک وسایل نقلیه نیز روان‌تر شده و با توزیع ترازهای صوتی در ارتفاعات مختلف، به دلیل وجود سطوح شیب-دار روزگذر و زیرگذر، در کل تمرکز آلودگی صوتی در ارتفاعات کمتر کاهش یافته است و عملکرد مثبت دیواره صوتی نیز اندکی کاهش یافته است و در پایان نیز راهکارهای مدیریتی محیط‌زیست جهت کنترل بیش‌تر آلودگی صوتی ارائه گردید.

واژه های کلیدی: آلودگی صوتی، دیواره صوتی، محیط‌زیست شهری، مدیریت محیط زیست، ترافیک شهری.

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.8, October, 2020

Noise Pollution in Urban Areas and the Effect of Traffic Management Procedures on Urban Environment

(Case Study: 6th Region of Tehran Municipal)

Aysan Imanpour Namin[1]*

Aysan53807@gmail.com

Touraj Nasrabadi[2]

Hossein Mehravaran[3]

Sanaz Zabani [4]

Admission Date:February 7, 2016 Date Received: September 17, 2014

Abstract

Background and Objective: Noise pollution is one of the most important pollutants of the environment in urban areas and it is evident for everyone that one of the environmental problems is to reduce noise pollution to increase life quality and decrease its effect on citizens' health. The city traffic and vehicles are the major sources of noise pollution in large cities especially Tehran. Region 6 of Tehran is the most polluted area in terms of noise pollution. Therefore, a noise barrier in length of 511m and an area of 3066m which is situated in the western margin of Kurdistan highway and it is the only highway with the noise barrier in this region. This highway was chosen as our case study.

Method: Feasibility studies and construction of noise barrier of the highway was implemented before changing the intersection of Kurdistan-Gomnam highway from coplanar to non-coplanar type. But the traffic and noise pollution situation changed following the changing of the intersection of the highway. In this study, we attempted to model noise pollution situation of region and the reducer role of noise barrier given the non-coplanar intersection in addition to overview of noise pollution situation of region by the traffic data of three streets leading to intersection and mean sound level at some points and examine improvement and or deterioration level of environment noise pollution.

Findings: The modeled maps were compared in four groups after being prepared and the reason for the increase and decrease of the noise level in each situation was stated.

Discussion and Conclusion: After comparing it was found that by eliminating the cross-level intersection with traffic lights in addition to lowering the noise level at 1.7 m height, the vehicle traffic was also smoother and by distributing acoustic levels at different altitudes, due to the presence of Slope levels of overpass and overpass decreased overall noise pollution concentration at lower altitudes, and positive performance of the audio wall decreased slightly, and environmental management strategies were introduced to control noise pollution further.

Keywords: Noise Pollution, Noise Barrier, Urban Environment, Environmental Management.

1- M.Sc., Environmental Planning, Management and Education, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. * (Corresponding Author)

2- Associate Professor, Department of Environment, College of Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Physics, Faculty of Basic Sciences, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

4- M.Sc., Civil-Environmental Engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.

مقدمه

آلودگی‌های محیط زیستی در سه دهه‌ی اخیر بیش از گذشته توجه جهانیان را به خود معطوف ساخته است. در این میان موضوع آلودگی صوتی شهرها در اکثر کشورها به عنوان یک مشکل فراگیر و بلکه جهانی مطرح می‌باشد (۱). در واقع آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیستی است که ارمغان رشد بی‌رویه‌ی جمعیت همراه با توسعه و تکنولوژی کلان‌شهرها می‌باشد. امروزه می‌توان آلودگی صوتی را کمابیش در تمامی نقاط شهری مشاهده نمود که براساس نوع منابع، تراکم جمعیت، شرایط جغرافیایی و غیره یا به‌طور دائم و پایا و یا به شکل موقت و گذرا به چشم می‌خورد. ساخت و استفاده از وسایل گوناگونی مانند وسایل خانگی بر حجم صدای ایجاد شده افزوده و تولید و استفاده از اتومبیل به عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های صوتی در محیط‌زیست به همراه توسعه صنایع هوایی، صدا را به عنوان عاملی مهم در آلودگی محیط‌زیست مطرح نموده‌اند. امروزه آلودگی صوتی معیاری برای تعیین کیفیت زندگی در شهرها محسوب می‌شود و رفاه اجتماعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). مهم‌ترین دلیل بی‌توجهی به مسأله آلودگی صوتی نامرئی بودن آن در شهرها است که منجر به درک سخت‌تر آثار زیان‌بار این نوع از آلودگی می‌گردد (۳). متأسفانه شاید به دلیل این‌که آلودگی صوتی در محیط‌زیست پایدار نمی‌باشد و نوعی واکنش شیمیایی نبوده و مانند آلودگی‌های آب و خاک آثار پایدار و قابل مشاهده از خود باقی نمی‌گذارد، کمتر به آن توجه شده است لذا این آلودگی نیز باید مانند سایر آلودگی ها کنترل شود. قرار گرفتن در مجاورت صداهایی با شدت بیش از حد مجاز به مدت طولانی می‌تواند اثراتی گاه جبران‌ناپذیر را به همراه داشته باشد. برای ساکنین مناطق مسکونی مجاور جاده‌ها، سر و صدای فزاینده ناشی از رفت و آمد به چالشی بزرگ در زندگی تبدیل شده است. این افزایش بیش از حد صدا در بزرگراه‌ها به خاطر افزایش تعداد ماشین‌ها و افزایش سرعت آن‌ها است. استانداردهای ملی در راستای کنترل آلودگی صوتی تدوین شده و سازمان‌های مشخصی در بسیاری از کشورها وظیفه نظارت بر رعایت آن‌ها را برعهده دارند. استاندارد آلودگی صوتی در کشور ما نیز در سال ۱۳۷۸ به تصویب هیأت وزیران رسیده و سازمان حفاظت محیط‌زیست به‌عنوان مجری و ناظر آن تعیین گردیده است (۴).

میزان صدا را می‌توان با اتخاذ یکی از سه روش زیر کاهش داد: حفاظت دریافت کننده‌ی صدا، کاهش در منبع و یا کنترل مسیر صوت. گزینه سوم تغییر در مسیر صدا است. با نصب دیوار یا مانع در اطراف بزرگراه‌ها می‌توان میزان انتقال صدای به‌وجود آمده در اثر حرکت اتومبیل‌ها را کاهش داد (۵). این راهکار نصب حصار یا دیوارهای صوتی در مجاورت بزرگراه‌ها به‌عنوان یکی از ابزارهای مؤثر در کاهش آلودگی صوتی و نوفه ترافیک برای ساختمان‌های حواشی بزرگراه‌های شهری شناخته شده‌است. عملکرد دیوارهای صوتی، عمدتاً مسدود کردن مسیر مستقیم حرکت صوت بین منبع تولید صدا (وسایل نقلیه موتوری) و دریافت کننده‌های آن در اطراف بزرگراه‌ها است (۶). مطالعات پراکنده انجام گرفته در ایران حکایت از گسترش آلودگی صدا در شهرهای بزرگ دارند و تحقیقات وسیعی که تاکنون انجام شده‌اند نشان می‌دهند که ناراحتی ناشی از سر و صدای ترافیک در مقایسه با انواع دیگر سر و صدا از نظر جسمی و روحی زیان‌بارتر می‌باشد که شدت تأثیر این نوع سر و صدا به شرایط محیط‌زیست و عوامل اقتصادی و اجتماعی بستگی دارد. از این رو برنامه‌ریزی‌های کلان توسعه در بخش محیط زیست لازمه توجه به موضوع کنترل و کاهش منابع آلاینده است و این امر نیازمند سرمایه‌گذاری‌های خاص است (۷).

یکی از بارزترین ویژگی‌های تهران در دهه‌های اخیر "رشد" است. در شهر تهران منابع متفاوتی موجب تولید صداهای آزار دهنده می‌شوند. نتایج بررسی‌های انجام گرفته نشان‌دهنده این است که در تهران خودروها منبع اصلی و عمومی آلودگی صوتی هستند و کارشناسان داخلی معتقدند این شهر رتبه‌ی اول را در ایران به خود اختصاص می دهد و احتمالاً یکی از آلوده‌ترین شهرهای دنیا در حوزه‌ی آلودگی صوتی محسوب می‌شود. درحال حاضر آلودگی صوتی در شهرهای بزرگ صنعتی ایران عمدتاً بیش از حد مجاز است و میزان آن در کلان‌شهر تهران در اکثر خیابان‌ها بین ۲۰ تا ۳۰ دسی‌بل بیش از حد مجاز و در

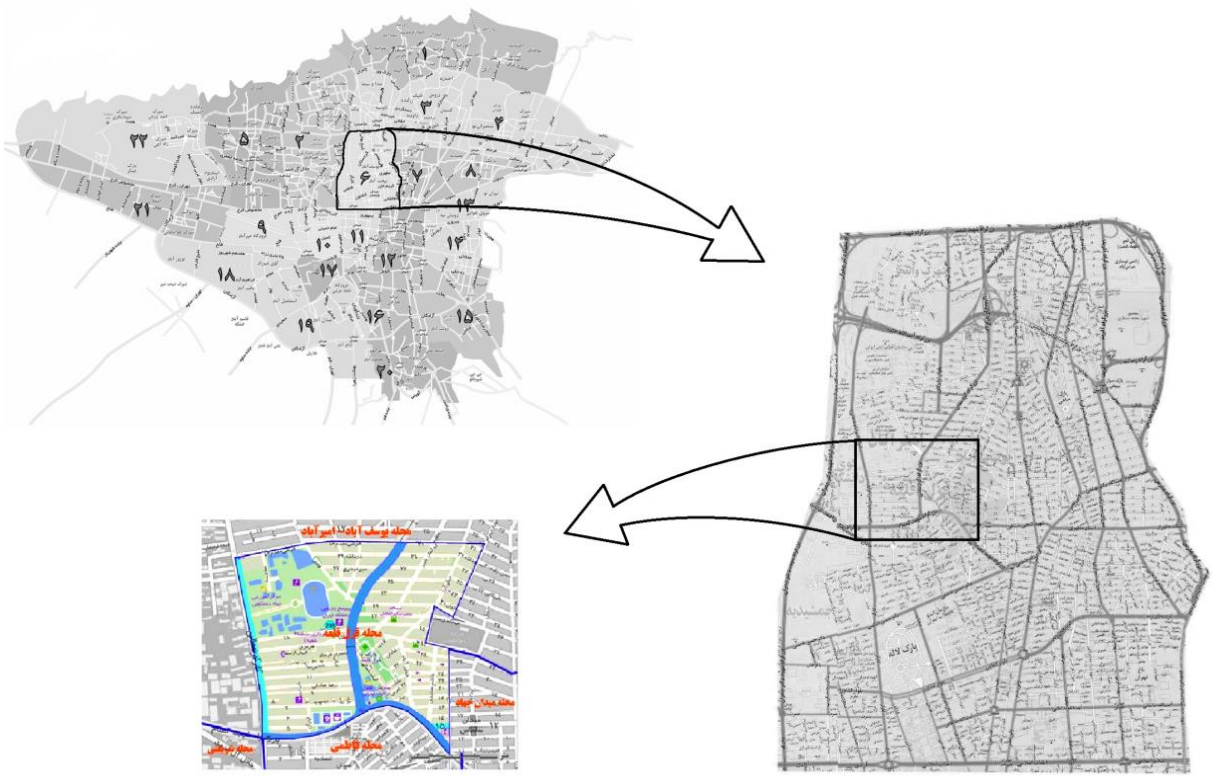
شب آزاردهنده‌تر است. مهم‌ترین منابع آلودگی صوتی در شب، فعالیت‌های ساختمان‌سازی و عبور و مرور خودروهای حمل زباله است. میزان آلودگی صوتی در روز و شب می‌بایست ۱۰ دسی‌بل اختلاف داشته باشد در حالی که این میزان در تهران چهار تا پنج دسی‌بل است. کنترل سر و صدا در کلان شهر تهران نیازمند پایش مستمر است. بر اساس آخرین اندازه‌گیری‌های حاصل از ایستگاه‌های سنجش آلودگی صوتی، منطقه ۶ رکورددار بیش‌ترین آلودگی صوتی در پایتخت است (۸).

با توجه به کم بودن تحقیق در زمینه آلودگی صوتی بزرگراه‌های شهری و کنترل آن از طریق موانع صوتی نسبت به گستردگی موضوع به‌ویژه در شهرهای کشورمان و از طرفی افزایش روزافزون حجم ترافیک شهری مخصوصاً در کلان‌شهر تهران اهمیت بررسی نقش تصمیمات کلان مدیران شهری در مورد وضعیت آلودگی صوتی محیط‌زیست شهروندان دو چندان می‌شود. این پژوهش به بررسی نقشه‌های صوتی محدوده اطراف بزرگراه کردستان واقع در منطقه شش شهر تهران می‌پردازد و میزان تأثیر دیواره صوتی در دو وضعیت قبل و بعد از تغییر نوع تقاطع کردستان-شهید گمنام (از نوع هم‌سطح به غیرهم‌سطح) را بررسی کرده و تأثیر نوع تقاطع را بر عملکرد دیواره صوتی مدل‌سازی و تحلیل می‌نماید.

روش بررسی

۱-منطقه مورد مطالعه

منطقه شش شهر تهران آلوده‌ترین منطقه از لحاظ آلودگی صوتی است، لذا بزرگراه کردستان که تنها بزرگراه دارای دیواره‌ی صوتی در این منطقه است، به عنوان هدف مطالعه انتخاب شد (شکل۱). در این منطقه به دلیل تراکم جمعیت، همجواری منازل مسکونی با بزرگراه‌ها در برخی نقاط، تعدد و تردد بیش از حد خودروها در قسمت‌های مسکونی، بررسی صدای ناشی از ترافیک در محیط‌زیست شهری از نظر آلودگی صوتی حائز اهمیت بوده و همین امر منجر به احداث دیواره‌ی صوتی (شکل۲) در حاشیه‌ی غربی این بزرگراه حد فاصل خیابان پانزدهم تا بزرگراه جلال آل احمد به طول ۵۱۱ متر و مساحت ۳۰۶۶ متر مربع در سال ۱۳۹۰ شد. پوشش پلی‌کربناتی دیواره‌های صوتی یکی از شناخته شده ترین و اثر بخش‌ترین مواد در کاهش شدت صوت است که استفاده از آن در پروژه‌های دیوار صوتی شهر تهران پیشنهاد گردیده است. در دیواره‌ی صوتی بزرگراه کردستان یک متر پایینی دیواره از بتن درجا و پنج متر بالایی آن از پلی کربنات شفاف به ضخامت ۱۲ میلی‌متر می‌باشد که از عملکرد انعکاس امواج صوتی برخوردار است. این ماده با ضخامت ۸ تا ۱۲ میلی‌متر و جرم واحد سطح ۱۰ تا ۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب باعث کاهش صوت به میزان ۳۰ الی ۳۳ دسی‌بل آ می‌گردد. پس از نصب دیوار تراز صدا بین ۱۰ الی ۱۵ دسی‌بل آ برای طبقات اول و دوم کاهش یافت، همچنین کاهش صدا برای طبقات پایین بیش‌تر و برای طبقات بالاتر از سوم کمتر از ۱۰ دسی‌بل آ بوده است.



شکل ۱-موقعیت منطقه مورد مطالعه (نقشه شهر تهران)

Figure 1. Location of the study area

شکل ۲- نمایی از دیواره صوتی حاشیه غربی بزرگراه کردستان (عکس از نگارنده)

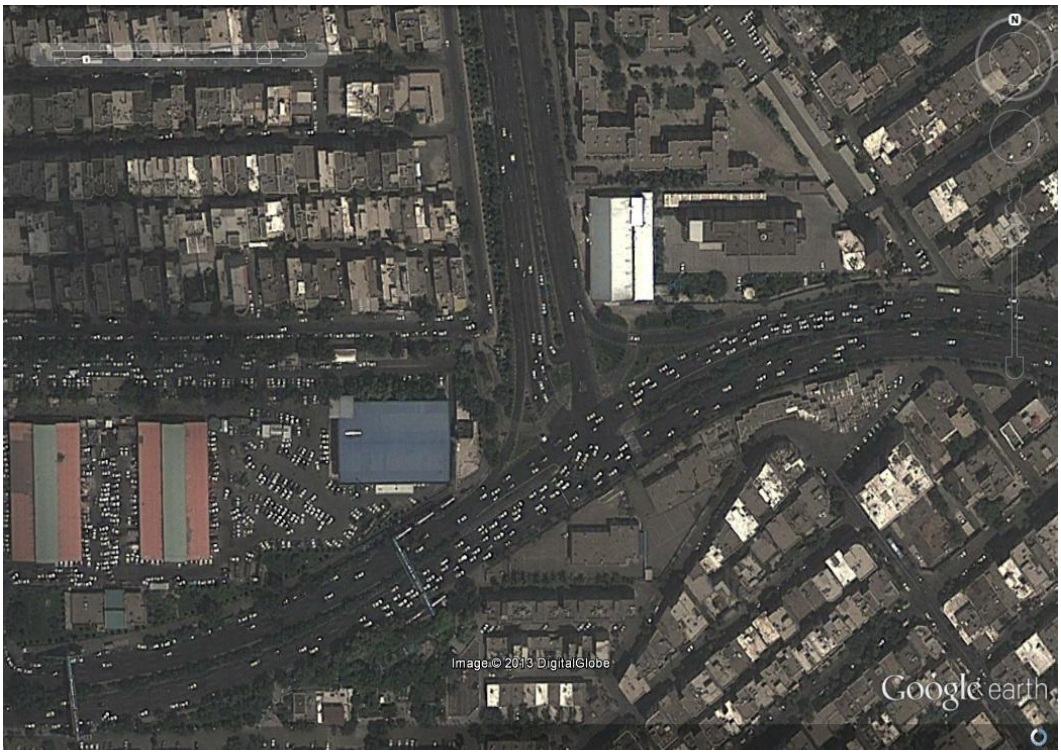
Figure 2. A view of the noise barrier of the western margin of Kurdistan highway (Photo by Author)

۲-روش تحقیق

در این مطالعه از نرم افزار Sound Plan 7.0 که نرم افزاری کاملا گرافیکی است استفاده شده است. دستگاه‌های اندازه-گیری و اطلاعات ترافیکی شامل حجم خودروها به تفکیک نوع، سرعت حرکت، شیب زمین و ضرایب مربوط به سختی و نرمی زمین بکار رفته و موانع موجود از جمله ساختمان‌های اطراف بزرگراه و خیابان‌ها به همراه ارتفاع صحیح آن‌ها در نقشه‌ای با عنوان نقشه‌ی زمینه پردازش شده‌اند. با توجه به اینکه تشخیص نوع خودروها، حجم و سرعت هر کدام از آن‌ها در ساعات مختلف شبانه روز جهت تعیین میزان آلودگی صوتی از اهمیت خاصی برخوردار است لذا از فایل‌هایی که به صورت متنی بوده و شامل سرعت خودروها و اطلاعات ترافیکی ساعتی به تفکیک نوع خودروها بودند و شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران آن‌ها را تهیه کرده بود استفاده شد و اندازه گیری صوت نیز با دستگاه آنالیزور پرتابل مدل ۲۲۳۶ شرکت B & K (Bruel & Kjaer) ساخت کشور دانمارک (شکل۵) و کالیبره شده با کالیبراتور مدل ۴۲۳۱ همین شرکت صورت گرفت. داده‌های هواشناسی که در چگونگی انتشار صدا تأثیرگذار هستند به محیط نرم‌افزار وارد شده و تمام اطلاعات مربوط به موانع موجود در سطح منطقه با استفاده از نقشه‌های GIS شهر تهران و داده‌های ترافیکی دریافت و تغییرات و پردازش‌های لازم بر روی آن‌ها انجام شده است.

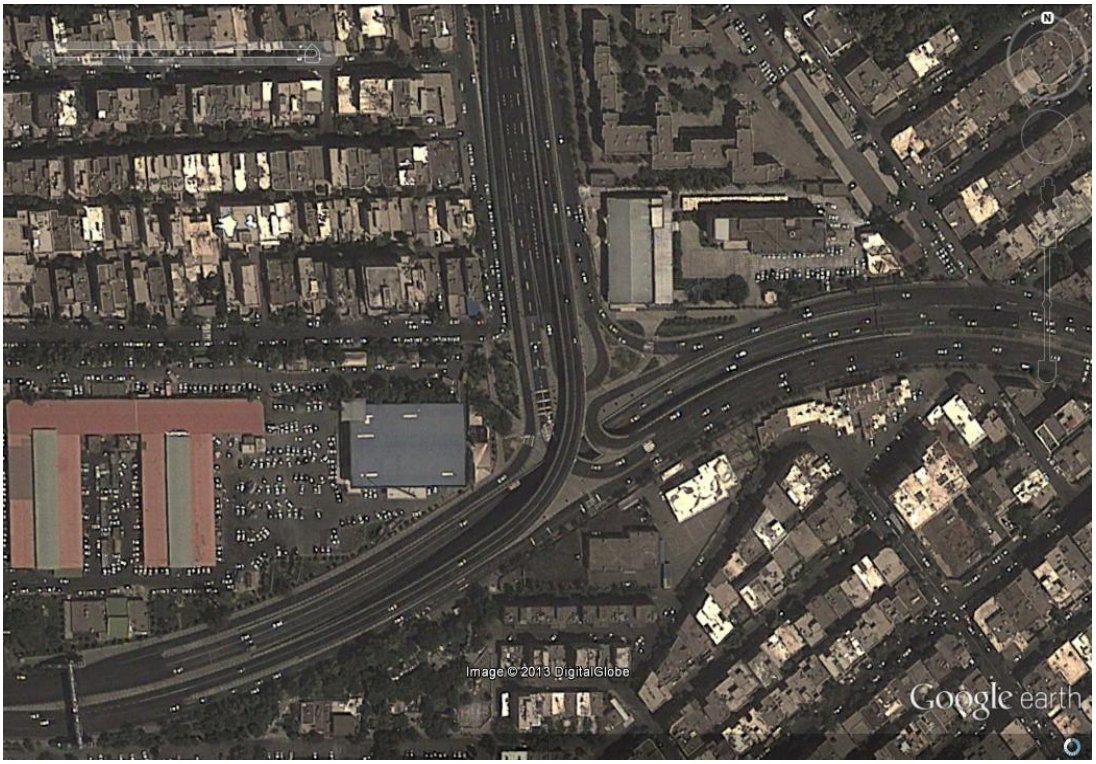
با توجه به اینکه مدلسازی اولیه مربوط به تقاطع هم‌سطح کردستان-گمنام بوده است لذا جهت اعمال تغییر مربوط به بازسازی تقاطع غیرهم‌سطح (شکل۳و۴) در این بزرگراه و بررسی تغییرات ایجاد شده این مدلسازی بار دیگر با جمع آوری داده‌های جدید ترافیکی از هشت نقطه (سه مسیر رفت و برگشت منتهی به تقاطع به‌علاوه دو مسیر زیرگذر و روگذر) در دو اندازه گیری ۱۵ دقیقه‌ای، و داده‌های جدید میانگین تراز صوتی در شش نقطه از حاشیه بزرگراه انجام شد.

در نهایت نتایج حاصل از مدلسازی که به صورت نقشه‌های رنگی با توزیع ترازهای صوتی مختلف در ارتفاع صد و هفتاد سانتی‌متری از سطح زمین بودند با هم مقایسه شده و راهکارهای مدیریتی محیط‌زیست جهت کنترل بیش‌تر آلودگی صوتی ارائه گردید.



شکل ۳- تقاطع هم‌سطح کردستان- گمنام (google earth)

Figure 3. The coplanar intersection of Kurdistan-Gomnam highway (google earth)



شکل ۴- تقاطع غیر هم‌سطح کردستان- گمنام (google earth)

Figure 4. The non-coplanar intersection of Kurdistan-Gomnam highway (google earth)

شکل ۵- دستگاه ترازسنج صوت مدل ۲۲۳۶ ساخت B&K

Figure 5. Sound Level Meter, B&K Model 2236

یافته‌ها

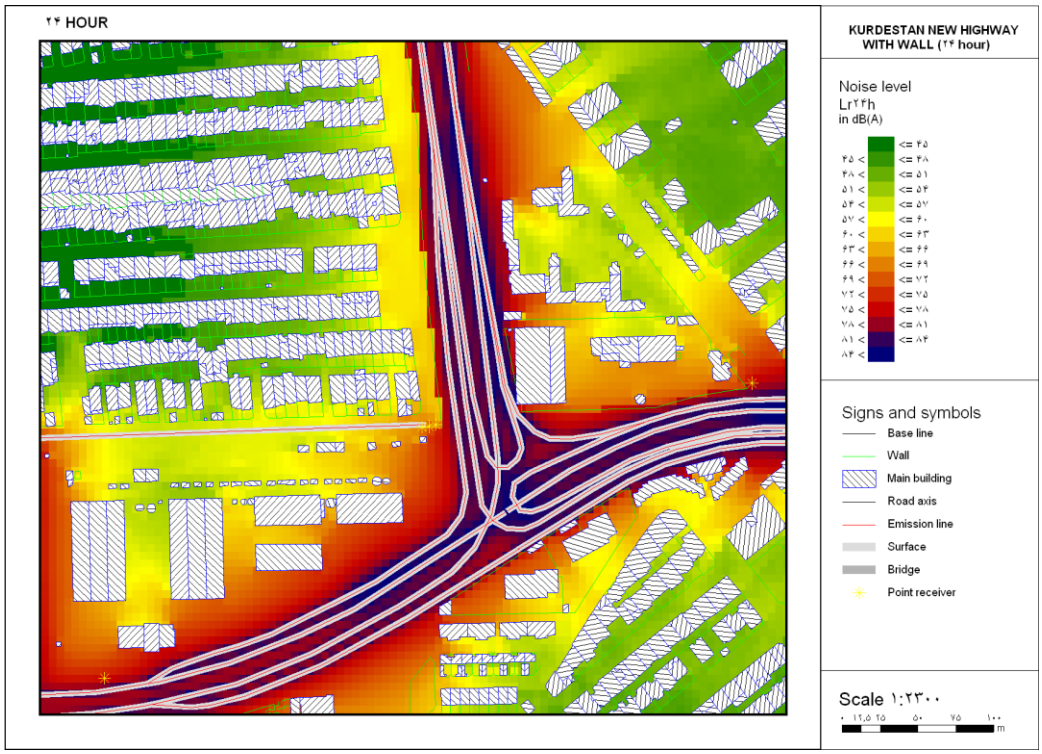
با در نظر گرفتن هدف تحقیق و با در اختیار داشتن نقشه‌های صوتی مدلسازی شده (شکل‌های ۶،۷،۸و۹) تأثیر طرح‌های مدیریت محیط‌زیستی و ترافیکی را می‌توان با مقایسه نقشه‌ها مشخص نمود. لذا مقایسات انجام شده در چهار دسته عبارتند از:

۱- مقایسه نقشه‌ی صوتی ۲۴ ساعته تقاطع غیرهم‌سطح دارای دیواره صوتی با نقشه‌ی صوتی ۲۴ ساعته تقاطع غیرهم‌سطح بدون وجود دیواره به منظور بررسی میزان تأثیر دیواره صوتی در کاهش سطح تراز صدا در تقاطع غیرهم‌سطح.

۲- مقایسه نقشه‌ی صوتی ۲۴ ساعته تقاطع هم‌سطح دارای دیواره صوتی با نقشه صوتی ۲۴ ساعته تقاطع غیرهم‌سطح دارای دیواره صوتی جهت بررسی تأثیر نوع تقاطع بر میزان صدا در شرایط وجود دیواره صوتی.

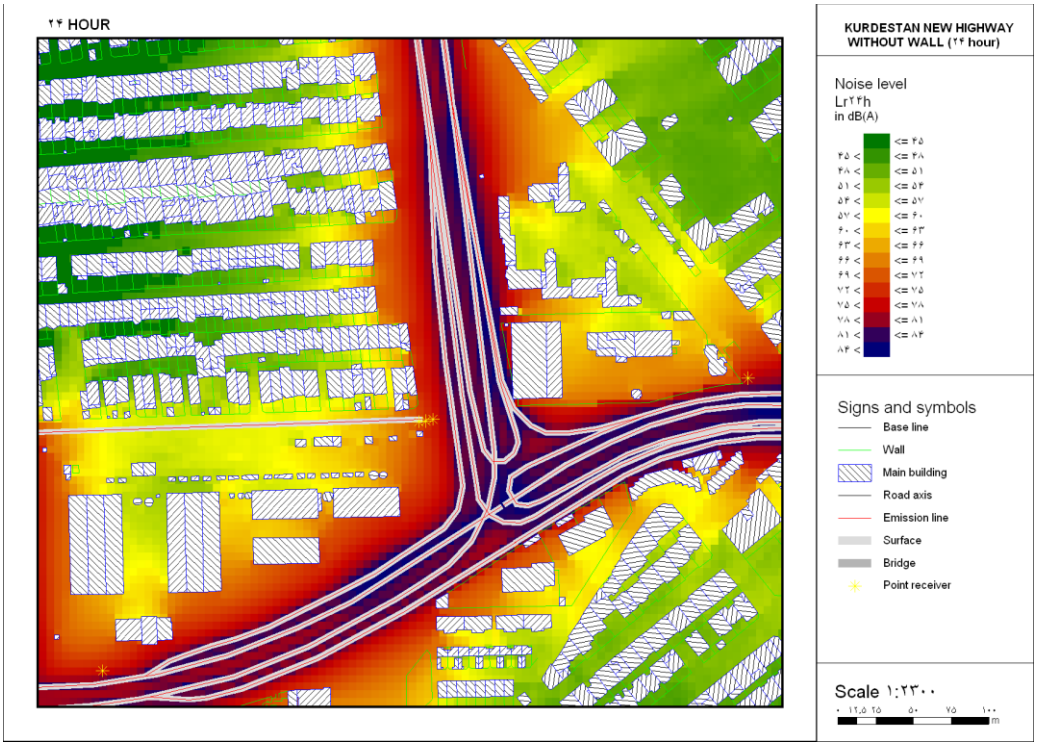
۳- مقایسه نقشه صوتی ۲۴ ساعته تقاطع غیرهم‌سطح و بدون دیواره صوتی با نقشه صوتی ۲۴ ساعته تقاطع هم‌سطح بدون وجود دیواره صوتی به منظور بررسی تأثیر نوع تقاطع بر میزان صدا در شرایط بدون دیواره صوتی.

۴- مقایسه نقشه صوتی ۲۴ ساعته تقاطع هم‌سطح دارای دیواره صوتی با نقشه صوتی ۲۴ ساعته تقاطع هم‌سطح بدون دیواره صوتی جهت بررسی تأثیر دیواره صوتی در کاهش سطح تراز صدا در شرایط تقاطع هم‌سطح.



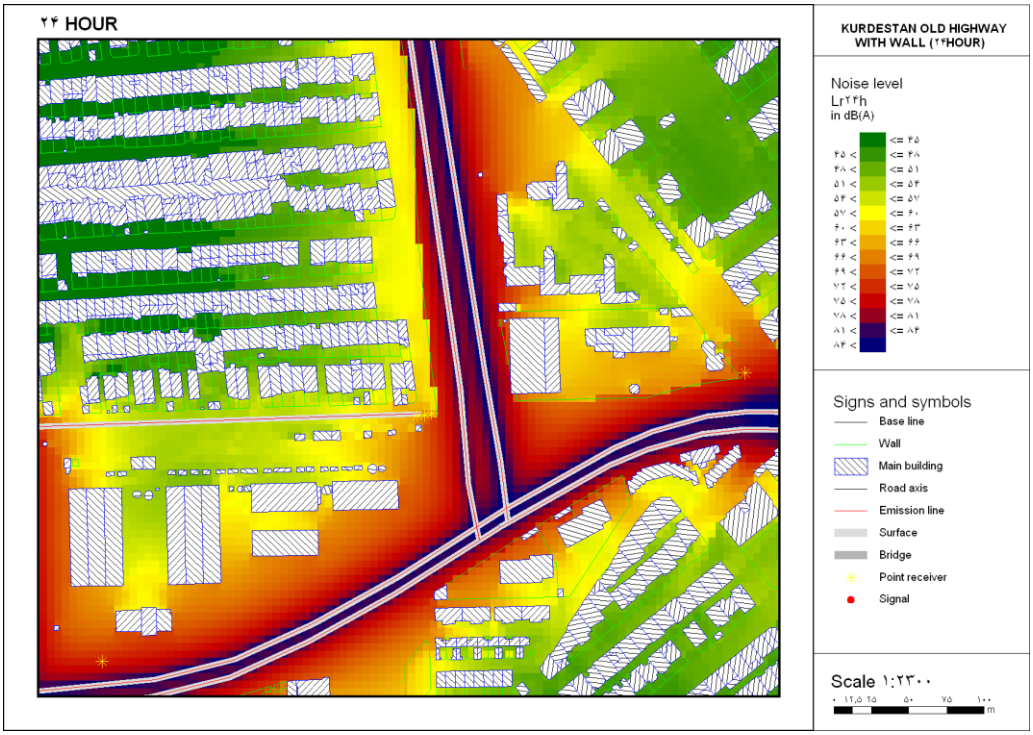
شکل ۶- نقشه صوتی تقاطع غیرهم‌سطح با دیواره صوتی در ۲۴ ساعت (شرکت کنترل کیفیت هوای تهران)

Figure 6. Noise map of non-coplanar intersection with noise barrier in 24 hours (Tehran Air Quality Control Company)



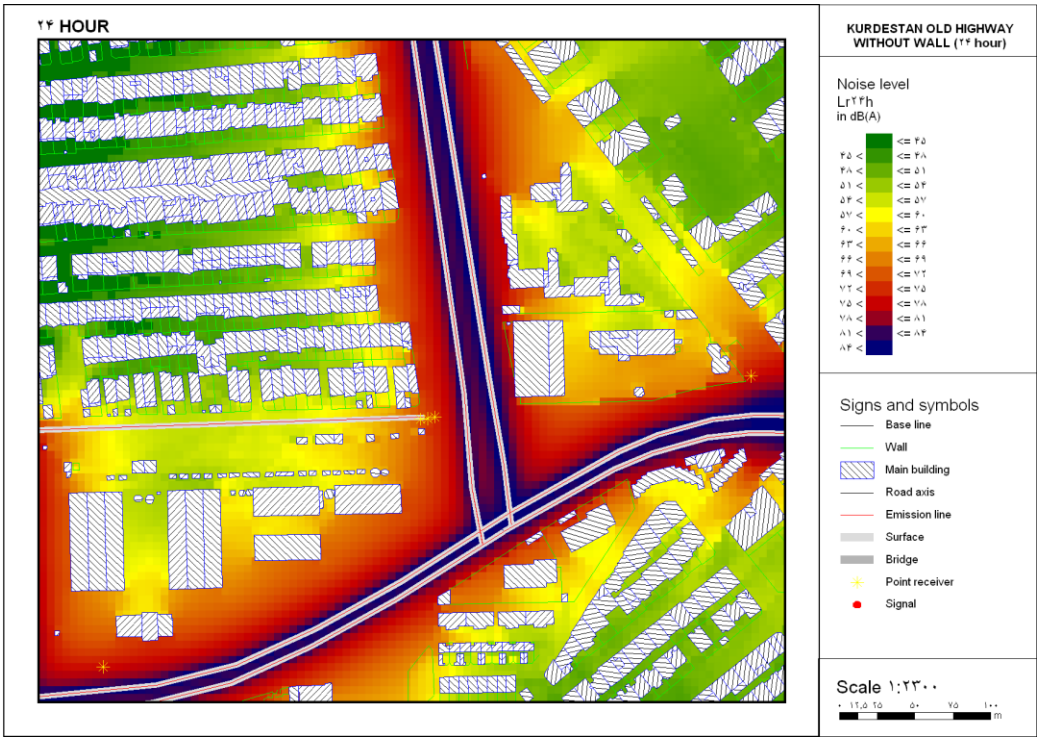
شکل ۷- نقشه صوتی تقاطع غیرهم‌سطح بدون دیواره صوتی در ۲۴ ساعت (شرکت کنترل کیفیت هوای تهران)

Figure 7. Noise map of non-coplanar intersection without noise barrier in 24 hours (Tehran Air Quality Control Company)



شکل ۸- نقشه صوتی تقاطع هم‌سطح با دیواره صوتی در ۲۴ ساعت (شرکت کنترل کیفیت هوای تهران)

Figure 8. Noise map of the coplanar intersection with noise barrier in 24 hours
(Tehran Air Quality Control Company)



شکل ۹- نقشه صوتی تقاطع هم‌سطح بدون دیواره صوتی در ۲۴ ساعت (شرکت کنترل کیفیت هوای تهران)

Figure 9. Noise map of the coplanar intersection without noise barrier in 24 hours
(Tehran Air Quality Control Company)

در نخستین مقایسه از مجموع چهار مقایسه‌ی انجام گرفته مشخص شد که در وضعیت جدید تقاطع (غیرهم‌سطح) با احداث دیواره‌ی صوتی در محل دیواره، تراز صوت با رسیدن از ۷۸ دسی‌بل به ۵۹ دسی‌بل، کاهش ۹۰ درصدی داشته و در کنار اولین ساختمان مسکونی از سمت بزرگراه تراز صوت از ۷۳ دسی‌بل به ۵۸ دسی‌بل رسیده و ۸۷ درصد نسبت به وضعیت نبود دیواره کاهش نشان داده است. در کل با وجود دیواره صوتی در وضعیت جدید تقاطع فاصله‌ی طولی بین بزرگراه کردستان تا محل رسیدن به حد مجاز صوت در شبانه‌روز (حدود ۴۸ الی ۵۱ دسی‌بل) از ۴۵-۴۸ متر به ۳۰-۳۵ متر رسیده و کاهشی ۳۰ درصدی داشته است که کاملاً قابل توجیه است.

در دومین مقایسه از مجموع چهار مقایسه‌ی انجام گرفته مشخص شد که با وجود دیواره‌ی صوتی، تغییر نوع تقاطع از هم‌سطح به غیرهم‌سطح منجر به افزایش ۱۱ درصدی تراز صوت (با تغییر یک دسی‌بلی، از ۵۸ دسی‌بل به ۵۹ دسی‌بل) در محل دیواره‌ی صوتی شده و در کنار اولین ساختمان مسکونی از سمت بزرگراه تراز صوت از ۵۵ دسی‌بل به ۵۸ دسی‌بل رسیده و ۲۹ درصد نسبت به وضعیت قدیم تقاطع افزایش نشان داده است. در کل با وجود دیواره صوتی با تغییر وضعیت تقاطع از قدیم به جدید فاصله‌ی طولی بین بزرگراه کردستان تا محل رسیدن به حد مجاز صوت در شبانه‌روز (حدود ۴۸ الی ۵۱ دسی‌بل) از ۲۵-۳۰ متر به ۳۰-۳۵ متر رسیده و افزایشی ۱۸ درصدی داشته است که دلیل این افزایش در سطح صدا افزایش ارتفاع منبع صوت از سطح زمین است که منجر به عبور بیشتر صدا از لبه‌ی دیواره صوتی و در نتیجه افزایش سطح صدا می‌گردد.

در سومین مقایسه از مجموع چهار مقایسه‌ی انجام گرفته مشخص شد که بدون وجود هیچ گونه دیواره‌ی صوتی، تغییر نوع تقاطع از هم‌سطح به غیرهم‌سطح منجر به کاهش ۲۱ درصدی تراز صوت (از ۸۰ دسی‌بل به ۷۸ دسی‌بل) در محل دیواره‌ی صوتی شده و در کنار اولین ساختمان مسکونی از سمت بزرگراه تراز صوت از ۷۶ دسی‌بل به ۷۳ دسی‌بل رسیده و ۲۹ درصد نسبت به وضعیت قدیم تقاطع کاهش نشان داده است. در کل بدون وجود دیواره‌ی صوتی با تغییر وضعیت تقاطع از قدیم به جدید فاصله‌ی طولی بین بزرگراه کردستان تا محل رسیدن به حد مجاز صوت در شبانه‌روز (حدود ۴۸ الی ۵۱ دسی‌بل) از ۴۵-۵۰ متر به ۴۵-۴۸ متر رسیده و کاهشی ۲ درصدی داشته است. در واقع به علت افزایش ارتفاع منبع صدا توزیع تراز صوتی در ارتفاع بالاتری صورت می‌گیرد در حالیکه نقشه‌های صوتی مدل‌سازی شده همه در ارتفاع ۱/۷ متری از سطح زمین هستند، لذا در این نقشه‌ها با کاهش تراز صوتی روبه‌رو خواهیم شد.

و در نهایت، در آخرین مقایسه از مجموع چهار مقایسه‌ی انجام گرفته مشخص شد که در وضعیت قدیم تقاطع (هم‌سطح) با احداث دیواره‌ی صوتی در محل دیواره، تراز صوت با رسیدن از ۸۰ دسی‌بل به ۵۸ دسی‌بل، کاهش ۹۱ درصدی داشته و در کنار اولین ساختمان مسکونی از سمت بزرگراه تراز صوت از ۷۶ دسی‌بل به ۵۵ دسی‌بل رسیده و ۹۰ درصد نسبت به وضعیت نبود دیواره کاهش نشان داده است. در کل با وجود دیواره‌ی صوتی در وضعیت قدیم تقاطع فاصله‌ی طولی بین بزرگراه کردستان تا محل رسیدن به حد مجاز صوت در شبانه‌روز (حدود ۴۸ الی ۵۱ دسی‌بل) از ۴۵-۵۰ متر به ۲۵-۳۰ متر رسیده و کاهشی ۴۲ درصدی داشته است.

در کل نتایج به‌دست آمده از مقایسات فوق بر اساس نتایج تحقیق جهاندار و همکاران در سال ۱۳۸۹ قابل بررسی‌اند. مطالعه‌ی جهاندار و همکاران بیان‌گر این امر است که وجود تقاطع هم‌سطح، سطح سر و صدا و آلودگی صوتی را افزایش داده و امکان استفاده از بوق در تقاطع‌های دارای چراغ ترافیکی بیش‌تر است، مخصوصاً در مناطق شلوغ و مرکزی شهر که تعداد سفرهای ورودی و خروجی به منطقه در آن‌ها زیاد است (۹). در این مطالعه نیز چهار دسته مقایسه‌ی انجام شده بیانگر این واقعیت اند که با حذف تقاطع هم‌سطح دارای چراغ ترافیکی علاوه بر کاهش سطح صدا در ارتفاع ۱/۷ متری، ترافیک وسایل نقلیه نیز روان‌تر شده و با توزیع ترازهای صوتی در ارتفاعات مختلف، به دلیل وجود سطوح شیب‌دار روزگذر و زیرگذر، در کل تمرکز آلودگی صوتی در ارتفاعات کمتر کاهش

یافته است و عملکرد مثبت دیواره صوتی نیز اندکی کاهش یافته است.

بحث و نتیجه گیری

جهت ممانعت از انتشار صدا از خیابان‌ها به نواحی اطراف معیارها و راهکارهای جامعی تعریف شده‌اند، از جمله استفاده از سدهای آکوستیکی، خاکریزهای صوتی، استفاده از پوشش گیاهی، استفاده از آسفالت‌های متخلخل، عایق‌بندی ساختمان-ها و در نهایت دیوارهای صوتی و راهکارهای مدیریتی کاهش و کنترل آلودگی صوتی. در خصوص بزرگراه کردستان نتیجه‌ی تمام مطالعات انجام گرفته در سال ۱۳۹۰ منجر به احداث دیواره‌ی صوتی شفافی شد که به تفصیل مورد بررسی قرار گرفت. با این حال نیاز به استفاده از دیگر راهکارهای کاهش آلودگی صوتی همچنان وجود دارد که نه تنها در مورد بزرگراه کردستان بلکه به طور جامع در تمام بزرگراه‌ها و خیابان‌های شهری توسط مدیران شهری قابل اجرا می‌باشند. این راهکارهای کلی مدیریت کاهش آلودگی صوتی عبارتند از: تبدیل به احسن نمودن خودروهای فرسوده، جلوگیری از تردد شبانه خودروهای سنگین در خیابان‌های فرعی شهر (در حال حاضر این خودروها در شهر تهران از ساعت ۱۲ شب تا ۶ صبح اجازه تردد دارند)، الزام تبیین استانداردهای محیطی آلودگی صوتی توسط سازندگان خودرو قبل از تولید انبوه و تحویل به مشتری، مدیریت ترافیک (شامل بهبود و اصلاح طرح هندسی معابر، تجهیز وسایل کنترل ترافیک، تأمین نور معابر و بهبود حمل و نقل عمومی)، ساماندهی مشاغل مزاحم و انتقال سریع کارخانجات صنعتی به خارج از شهر پس از تعیین محدوده‌های لازم در خارج از محدوده شهر جهت انتقال این مراکز، استفاده از ایده‌های طراحان و مهندسان ترافیک در خصوص طراحی فضای مناسب برای پارکینگ‌ها و احداث پارکینگ‌های بیش‌تر جهت جلوگیری از ترافیک و در نهایت نهادینه کردن فرهنگ عدم تولید آلودگی صوتی از طریق آموزش.

با توجه به این‌که کاهش آلودگی صوتی از طریق جذب بهترین حالت ممکن می‌باشد لازم است ساختمان‌های مسکونی در معرض صدا در حین ساخت با استفاده از مواد جاذب عایق‌بندی شوند. به‌کارگیری در و پنجره‌های دوجداره و استفاده از مواد جاذب در دیوارهای ساختمان‌های در حال ساخت و همچنین استفاده از درزگیرها در ساختمان‌های قدیمی به این عایق‌سازی صوتی کمک می‌کند. علاوه بر موارد گفته شده جانمایی و پراکنش کاربری‌های شهری و سازمان‌دهی مناسب پلان ساختمان‌ها توسط مهندسین شهرساز نیز ضروری می‌باشد. هنگام طراحی و ساخت مناطق مسکونی در جوار بزرگراه‌های شهری توجه به این نکته ضروری است که طرح‌ها با توجه به موقعیت زمین و توپوگرافی جغرافیایی محل ساختمان به گونه-ای ارائه شوند که از حداکثر سایه صوتی برخوردار باشند. نحوه-ی قرارگیری ساختمان‌ها باید به شکلی باشد که حداقل بازتاب و تشدید صوت را داشته و تا حد ممکن بیش‌ترین فاصله را از بزرگراه داشته باشند. داشتن فاصله افقی شش متری دیواره از ساختمان‌های مسکونی بیش‌ترین اثرگذاری دیواره صوتی را در بر دارد که با وجود خیابان فرعی و کندرو با متوسط عرض ۱۱ متر و پیاده‌رو و فضای سبز با متوسط عرض نه متر در پشت دیواره صوتی کردستان، فاصله مناسبی ایجاد شده است. ترکیب مناسب ساختمان‌ها با ارتفاع‌های متفاوت در کاهش صوت بسیار مؤثر است به نحوی که ساختمان‌هایی که در نزدیک‌ترین فاصله به بزرگراه هستند دارای ارتفاع بالاتری باشند تا به عنوان یک سد برای ساختمان‌های بعدی عمل نمایند و بهتر است با تغییر کاربری این ساختمان‌های نزدیک به بزرگراه، از ساختمان‌های تجاری و غیر مسکونی که حساسیت کمتری دارند به عنوان این سدهای ساختمانی بلافاصله پس از دیواره‌ی صوتی استفاده نمود. از آنجایی‌که استفاده از فضای سبز در محوطه سازی مناطق مسکونی کمک مؤثری در کاهش صوت خواهد داشت می‌توان علاوه بر درختچه‌ها و بوته‌های با ارتفاع و تراکم مناسب که در حال حاضر پس از دیواره صوتی وجود دارند در محوطه-های باز بین ساختمان‌ها و حیاط منازل از عایق‌های گیاهی نیز بهره برد.

علی‌رغم هزینه‌ی فراوان صرف شده در پروژه‌های احداث دیواره‌ی صوتی از جمله دیواره‌ی صوتی کردستان در صورت

نگهداری ضعیف از آن در دوران بهره‌برداری، عملکرد مطلوب آن‌ها کاهش می‌یابد. نظارت و بازدید مداوم و اقدام به نگهداری دوره‌ای از هر پروژه دیواره‌ی صوتی بسیار ضروری است به‌خصوص توجه به ملاحظات نگهداری از دیوار و معابر پشت آن، نظافت دوره‌ای دیوار و معابر پشت آن و به‌ویژه تأمین امنیت و نور مناسب در معابر پشت دیوار (با رسیدگی به فضای سبز کاشته شده در پشت دیوار) از اهمیت بسیاری برخوردار است. با توجه به این نکته که نگهداری از پروژه‌های دیواره‌ی صوتی در دوران بهره‌برداری از سوی شهرداری منطقه به نواحی واگذار می‌گردد، لذا ضعف در نگهداری معمولاً شایع بوده و باید متولی مناسبی جهت نگهداری، نظارت و بازدید مداوم و دوره‌ای تعیین گردد که دیواره‌ی صوتی بزرگراه کردستان یکی از موفق‌ترین پروژه‌های احداث دیواره‌ی صوتی در این زمینه بوده است.

دیواره‌ی صوتی کردستان باعث کاهش سطح صدا شده است اما همچنان استاندارد برآورد نشده است (بخصوص در شب). هرچند که براساس بررسی‌های صورت گرفته توسط شرکت کنترل کیفیت هوا سطح رضایت عمومی ساکنین اطراف پروژه از اجرای دیواره‌ی صوتی مطلوب ارزیابی شده است. لذا احتمالاً اصلاحاتی در الزامات پوشش و طراحی شکل دیواره لازم است که در حیطه وظایف اداره‌ی کل مهندسی و ایمنی ترافیک می‌باشد. عملکرد خوب دیواره‌ی صوتی کردستان در کاهش تراز صوتی تحت تأثیر عواملی همچون تدوین حداقل مشخصات فنی سختگیرانه توسط اداره‌ی کل مهندسی و ایمنی ترافیک، معاونت حمل و نقل و ترافیک برای پوشش پلی‌کربناتی و الزام سازنده به استفاده از پوشش استاندارد، استفاده از پیمانکار واجد صلاحیت و نظارت دقیق این اداره بر اجرای جزئیات دیواره و همچنین تغییر در طرح معماری سازه و تغییر شکل آن به صورت قوسی است. کفایت سازه‌ای مناسب دیواره در مقاومت در برابر انواع ترکیب بارهای متداول تحت تأثیر طراحی دقیق سازه، کنترل آن از سوی اداره‌ی کل مهندسی ایمنی ترافیک، استفاده از پیمانکار واجد صلاحیت و همچنین نظارت دقیق این اداره بر اجرای دقیق جزئیات است.

تاکنون انتخاب بزرگراه و قطعات جهت اجرای پروژه بیش‌تر بر اساس امکان انجام و نه نیازسنجی طرح انجام شده است. در صورت انجام پروژه‌های مشابه، انجام مطالعات جامع نیازسنجی، اولویت‌بندی و امکان‌سنجی اجتناب‌ناپذیر است و باید به‌طور وسیع در برنامه‌ی کاری معاونت حمل و نقل و ترافیک شهر تهران قرار گیرد. از جمله مهم‌ترین شاخص‌های اولویت‌بندی قطعات نیازمند به احداث دیواره صوتی عبارتند از: تراز صوتی در حاشیه‌ی بزرگراه مورد نظر (بر اساس نقشه‌ی جامع تهیه شده توسط شرکت کنترل کیفیت هوا)، فاصله‌ی بین منازل مسکونی تا برِ بزرگراه، عدم وجود ساختمان‌های بلند مرتبه در برِ بزرگراه، تعداد جمعیت ساکن در منازل مسکونی برِ بزرگراه که آلودگی صوتی را دریافت می‌کنند و عدم وجود معارض و امکان اجرایی بودن.

Reference

1. Barbosa, A., Cardoso, M., 2005. Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of Sao Paulo in Brazil. Auris Nausis Larynx, vol.32, pp.17-21.
2. Zekry, F.Ghatass, 2009. Assessment and Analysis of Traffic Noise Pollution in Alexandria City, Egypt. World Applied Sciences Journal, vol.6 (3), pp. 433-441
3. Bahram Soltani, K. 1992. The set of urbanization methods: Environment. Studies center publications. Tehran. (In Persian)
4. Mansouri, N. 2011. Environmental pollution (air, water, waste, noise). Tehran. Arad Book Publishing. (In Persian)
5. Morgan, P.A., Hothersall, D.C. and Chandler Wilde, S.N, 1998. Influence of shape and absorbing surface-a numerical study of railway noise barriers. Journal of Sound and Vibration, Vol. 217, pp. 405–417
6. Ahadi, M.R, Ebrahimi, A.R. 2010. The Application of Roadside Fencing to Increase Road Safety, Journal of

Traffic Management Studies, 4(14), 23. (In Persian)

7. Abbaspour, M, Nasiri, P, 1996. Investigating the Situation of Tehran City in Sound Pollution Rate, 1996. Proceedings of the Second Iranian Traffic Engineering Conference, 1996, pp. 475-488. (In Persian)
8. Mehravaran, H., Zabani, S., Nabi Bidhendi, Gh. R., Ghousi, R. and Keshavarzi Shirazi, H. 2011. Noise Pollution Evaluation Method for Identification of the Critical Zones in Tehran, International Journal of Environmental Research, vol 5, Issue 1, pp 233-240.
9. Jahandar, N., Hosseinpour, A., and Sahraei, M. A. 2010. Traffic Noise under Stop and Go Condition in Intersections. World Academy of Science, Engineering and Technology, vol.62, pp 465