

ارزیابی و پهنه‌بندی آلودگی صوتی بزرگراه و کیل آباد مشهد

الهه خیامی^۱؛ میترا محمدی^{۲*}؛ محمدصادق بهادری^۳؛ فاطمه حسنی^۴ و اکرم قربانی^۵

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی - محیط زیست دانشگاه خردگرایان مطهر

۲- استادیار موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر

۳- دانشجوی دکتری سیستم‌های حمل و نقل، دانشگاه لیسبون، پرتغال

۴- دانشجوی دکتری مهندسی محیط زیست آلودگی هوا، سازمان محیط زیست

۵- عضو هیأت علمی گروه محیط زیست، موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر

(تاریخ دریافت ۹۶/۱۰/۳۰ - تاریخ پذیرش ۹۷/۰۲/۱۳)

چکیده:

این مطالعه با هدف ارزیابی و پهنه‌بندی تراز آلودگی صوتی مناطق ۹ و ۱۱ شهرداری مشهد (بزرگراه و کیل آباد) با استفاده از تکنیک‌های آماری و نرم‌افزار GIS صورت گرفته است. به این منظور داده‌های صوتی مورد نیاز از ۲۵ ایستگاه ترافیک منتخب در سطح منطقه مورد مطالعه در ۴ فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ به مدت ۶ ماه و در هر ماه به مدت ۱ روز کاری و در بازه زمانی ۷:۳۰ الی ۲۰:۳۰ توسط دستگاه صداسنج مدل TES-۱۳۵۸ برداشت شده است. اطلاعات ترافیکی و شاخص‌های صوتی اندازه‌گیری شده توسط نرم‌افزارهای MSTAT-C، SPSS و Excel مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و سپس داده‌ها وارد نرم‌افزار GIS شده و لایه‌های اطلاعاتی جهت ارائه میزان آلودگی در منطقه و تعیین پراکنش آلودگی صوتی منطقه حاصل شد. مقایسه نتایج و یافته‌ها در سطح معنی‌داری ۵ درصد نشان داد که بیشترین میزان ترازهای معادل صوتی (Leq) به ترتیب مربوط به ایستگاه ۲۰، ماه مهر و نوبت صبح و کاربری تجاری-مسکونی به میزان ۸۵/۶۳، ۱۰/۷۲، ۷۸/۸۰ و ۸۱/۴۶ دسی‌بل می‌باشند. نقشه‌های پهنه‌بندی شده سایت مطالعاتی نشان می‌دهد که شدت آلودگی صوتی در قسمت‌های مرکزی منطقه مذکور بیشتر از سایر نقاط آن بوده که می‌تواند تحلیل درستی از نحوه توزیع صدا در ناحیه مورد نظر ارائه دهد. از آنجا که میانگین تراز صدای به دست آمده در بازه روز بالاتر از حدود استاندارد ایران بود، لذا می‌بایست اقدامات جدی در جهت کنترل صدا و پیشگیری از عوارض ناشی از آن انجام شود.

کلید واژگان: آلودگی صوتی، تکنیک‌های آماری، ترافیک، نرم‌افزار GIS، نقشه پهنه‌بندی

۱. مقدمه

داده های پایه مهم برای پژوهش های بعدی و پایش های آینده مورد استفاده قرار گیرد (Nejad koorki, ۲۰۱۰, *et al.*). همچنین طبق پژوهش انجام گرفته توسط Fiedler و همکاران سال (۲۰۱۵) در شهر کورتیبای برزیل نیز مشخص شد که با کاهش ۵۰ درصدی ترافیک، از میزان سر و صدا در حدود ۳ دسی بل کاسته می شود.

با توجه به نتایج مطالعات گذشته می توان اطمینان یافت که پهنه بندی و تهیه نقشه های صوتی توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، می تواند به عنوان یکی از راهکارهای مناسب در جهت ارزیابی و پهنه بندی آلودگی صوتی مخصوصا در بزرگراه ها و به منظور کاهش میزان آلودگی صوتی در محیط زیست شهری باشد (Majidi *et al.*, ۲۰۱۶). به همین منظور، این پژوهش باهدف ارزیابی و پهنه بندی ترافیک آلودگی صوتی مناطق ۹ و ۱۱ شهرداری مشهد (بزرگراه وکیل آباد) و با استفاده از تکنیک های آماری و نرم افزار GIS انجام شده است.

۲. مواد و روش

۲.۱. منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش، بزرگراه وکیل آباد به عنوان معبر اصلی عبوری از نواحی مختلف شهر مشهد به مناطق ییلاقی شرقی و شاندیز با حجم بالای تردد وسایل نقلیه و همچنین اهمیت وجود مراکز اداری، آموزشی، مسکونی و تجاری در حاشیه آن، به عنوان سایت مطالعاتی انتخاب گردید. بزرگراه وکیل آباد شامل قسمت هایی از دو منطقه نه و یازده شهرداری می باشد که به دلیل سرعت زیاد توسعه آنها نسبت به سایر مناطق مشهد، دارای حجم ترافیک و اهمیت

آلودگی صوتی یکی از مشکلات محیط زیستی است که در کنار آلودگی هوا، خاک و آب، سلامت بشر و حتی بقای سایر موجودات زنده را تهدید کرده به نحوی که معیار مهمی برای تعیین سطح کیفیت زندگی در کشورها محسوب می شود (Kim and Berg, ۲۰۱۰; Majidi *et al.*, ۲۰۱۶). یکی از مهمترین عوامل موثر در ایجاد مشکل مطرح شده، ترافیک شهری می باشد که ارزیابی و پهنه بندی ترافیک آلودگی صوتی می تواند به عنوان یکی از راهکارهای کنترلی مناسب باشد (Hassani *et al.*, ۲۰۱۵).

پژوهش های انجام شده در شهرهای تهران، بیرجند، مشهد، تبریز و قزوین نشان می دهد که آلودگی صوتی در مناطق پر ترافیک این شهرها، از حد مجاز برای مناطق مسکونی - تجاری (۶۰ دسی بل) بیشتر است (Khodaei *et al.*, ۲۰۰۹; Sazgarnia *et al.*, ۲۰۰۵; Sayadi *et al.*, ۲۰۱۲; Nassiri *et al.*, ۲۰۰۹; Ghanbari *et al.*, ۲۰۱۱; Emamjomeh *et al.*, ۲۰۱۰). نتایج پژوهشی در کشور تایوان که در زمینه تولید نقشه های صوتی با استفاده از تکنیک میان یابی توسط مدل کریجینگ انجام گرفت، نشان داد که نود درصد مردم منطقه مورد مطالعه در معرض آثار زیان بار آلودگی صوتی هستند و راهکارهای فوری برای بهبود شرایط ضروری است (Tsai *et al.*, ۲۰۰۹). در بررسی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک در شهر یزد در سال (۲۰۱۰) مطالعه ای انجام شد که از طریق برداشت ترازهای صوتی معادل برای برخی خیابان ها و درون یابی آنها با استفاده از روش کریجینگ، نقشه پهنه بندی صوتی به دست آمد. این نقشه ها می توانست به عنوان یک سری

در این تحقیق از صوت‌سنج (TES-۱۳۵۸) Sound Analyzer ۱۳۵۸ به منظور اندازه‌گیری تراز معادل صوت، استفاده شده است. دستگاه روی شبکه توزین بسامد A، سرعت fast و طیف ۱۳۰-۳۰ dB تنظیم شد و با استفاده از دستگاه کالیبراتور (TES-۱۳۵۶) Sound Level Calibrator کالیبره گردید. طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی، صوت‌سنج بر روی پایه‌های با ارتفاع ۱ متر از سطح زمین و در فاصله ۰/۵ متری از جدول خیابان و ۳/۵ متر فاصله از دیوار مستقر و روی حسگر دستگاه از محافظ اسفنجی استفاده شد تا اثر جریانات هوا به حداقل برسد (Sayadi et al., ۲۰۱۲). این صوت‌سنج قادر به اندازه‌گیری، تحلیل و ذخیره اطلاعات بوده و در هر نوبت از اندازه‌گیری پارامترهای مختلفی از جمله تراز معادل صدا Equivalent Noise Level (Leq) و L_{max} و L_{min} بر حسب دسیبل را ثبت می‌کند. همچنین شاخص صدای ترافیک یا Traffic Noise Index (TNI)، تراز آلودگی صدا یا Noise Pollution Level (NPL) و ترازهای آماری L_{10} ، L_{50} و L_{90} که در خروجی داده‌های دستگاه وجود نداشت، توسط نرم‌افزار Excel محاسبه گردید. داده‌های حجم ترافیک نیز توسط پرسنل طرح به روش چوب خط در بازه‌های زمانی مذکور، ثبت شد. مدت زمان اندازه‌گیری برای داده‌های ترافیکی در هر ایستگاه ۱۰ دقیقه مد نظر قرار گرفت که برای اطمینان بیشتر ۳ نوبت تکرار شد.

۳.۲. آنالیز آماری

جهت انجام مطالعات آماری از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C و SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد. در این مطالعه از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف

شیرانی بالایی است. شهرداری منطقه ۹ با وسعتی بیش از ۳۲۷۵ هکتار و جمعیت بالغ بر ۳۲۹۵۶۲ نفر و منطقه ۱۱ با وسعتی بیش از ۱۸۰۰ هکتار و جمعیتی بالغ بر ۲۲۲۰۰۰ نفر را در خود جای داده‌اند (The ۱۲th Transport Statistics of Mashhad City, ۲۰۱۶; Municipality Portal of Mashhad, ۲۰۱۷, Zone ۹ and ۱۱).

۲.۲. جمع‌آوری اطلاعات

در این مطالعه ابتدا پس از گردآوری و مطالعه گسترده منابع علمی موجود در داخل و خارج از کشور، اقدام به انجام بازدیدهای میدانی و مصاحبه با مردم و مسئولان، منابع انتشار آلودگی صوت در منطقه بزرگراه وکیل آباد شهر مشهد شناسایی شد که عمدتاً در اطراف و حتی المقدور مشرف به بخش‌های حساس انتخاب شدند. سپس با استفاده از نقشه مسیر و بر اساس تقاطع‌ها و تراکم نقاط حساس، تعداد ۲۵ ایستگاه تعیین گردید. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مذکور در جدول ۲ نشان داده شده است. اندازه‌گیری تراز معادل صوت در ۴ فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ به مدت ۶ ماه و در هر ماه به مدت ۱ روز در روز کاری و ساعات پیک ترافیکی، در بازه زمانی ۷/۳۰ صبح الی ۸/۳۰ عصر اندازه‌گیری انجام شد. مدت زمان اندازه‌گیری برای تراز آلودگی صوتی در هر ایستگاه ۱۰ دقیقه مد نظر قرار گرفت که برای اطمینان بیشتر ۳ بار تکرار شد. اولین اندازه‌گیری زمانی بود که مردم برای رفتن به محل کار بین بازه ۹/۳۰-۷/۳۰ صبح از خانه خارج می‌شدند. دومین بازه بین ۱۲/۳۰ تا ۱۴/۳۰ و سومین مرحله اندازه‌گیری بین ساعات ۱۸/۳۰ الی ۲۰/۳۰ در زمان بازگشت مردم به خانه و اتمام روز کاری بود.

پایگاه داده مکانی و انجام آنالیز های مربوطه، منطقه مورد پژوهش آماده گردید. در نهایت نقشه همترازی صدا برای بازه روز (صبح، ظهر و عصر) توسط روش درون یابی (IDW) Inverse distance weighting یا روش وزن دهی معکوس تهیه گردید.

۳. نتایج

۱.۳. شاخصهای صوتی اندازه گیری شده در بزرگراه و کیل آباد شهر مشهد

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول ۱ میتوان بیان نمود که میانگین تراز معادل مواجهه صوت اندازه گیری شده در منطقه مذکور برابر با ۷۸/۶۷ دسیبل A و همچنین میانگین تراز صدا در ۹۰ درصد مدت زمانیکه نمونه برداری صورت میگرفت برابر ۷۹/۸۲ دسی بل A بود. با توجه به استانداردهای صدا در هوای آزاد ایران، می توان بیان نمود که میانگین تراز معادل صوت در تمامی ایستگاه های بررسی شده به میزان ۷۸/۶۷ دسی بل A، بیش تر از حدود مجاز بوده است.

(Kolmogorov-Smirnov) و لون (Leven) به ترتیب برای بررسی نرمال بودن داده های به دست آمده و همچنین همگنی واریانس ها (Homogeneity of Variance) در سطح معنی داری ۵ درصد ($p < 0.05$) استفاده شد. همچنین در مورد داده های نرمال و همگن از آزمون های پارامتریک تحلیل واریانس (ANOVA) و دانکن (Duncan) به ترتیب به منظور بررسی اختلاف میانگین چند جامعه آماری و مقایسه میانگین استفاده گردید. لازم به ذکر است که سطح معنی داری آزمون ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی و ترافیک برحسب ایستگاه، ماه و ساعت بود.

۲.۴. تهیه نقشه تراز صوتی بزرگراه و کیل آباد

شهر مشهد با استفاده از GIS

برای تهیه نقشه های همتراز صدا در محیط GIS، نقشه رقومی مشهد از سازمان نقشه برداری کشور با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ در فرمت Shape File تهیه و بعد از ایجاد نقشه GIS ready به منظور تشکیل یک

جدول ۱- میانگین، حداکثر و حداقل شاخص های صوتی اندازه گیری شده در منطقه مورد مطالعه

شاخص									پارامتر
NPL (dB)	TNI (dB)	L _{۹۰} (dB)	L _{۵۰} (dB)	L _{۱۰} (dB)	Leq (dB)	L _{peak} (dB)	L _{min} (dB)	L _{max} (dB)	
۸۵/۳۷	۷۷/۷۲	۷۹/۸۲	۷۷/۱۸	۷۳/۱۲	۷۸/۶۷	۷۸/۶۹	۷۱/۲۵	۸۶/۸۸	میانگین
۸۸/۷۷	۸۹/۰۹	۸۵/۴۱	۸۶/۴۲	۷۵/۸۸	۸۹/۸۳	۸۹/۰۹	۷۶/۵۱	۹۲/۱۱	حداکثر
۸۱/۵۷	۷۴/۲۶	۷۶/۰۱	۷۲/۲۶	۶۹/۱	۷۴/۰۵	۷۲/۶۴	۶۵/۹۳	۸۰/۸۲	حداقل

به خصوص در ساعات شلوغ و همچنین تردد زیاد وسایل حمل نقل عمومی و موتور سیکلت ها باشد. مقایسه مقادیر کمترین و بیشترین شاخص های اندازه گیری شده و بارترافیکی نشان میدهد که در تمام موارد افزایش بارترافیکی موجب بالا رفتن سطح شاخص های صوتی نشده است. این امر نشانگر آن است که لزوماً رابطه مستقیم بین این پارامترها وجود ندارد و در برخی موارد علی‌رغم افزایش و یا کاهش در بارترافیکی، نتایج عکسی در شاخصهای اندازه گیری شده، مشاهده گردیده است و تناسب معینی بین این پارامترها مشاهده نشد. دلیل این امر را میتوان تأثیر سایر پارامترهای مؤثر محیطی بر میزان آلودگی صوتی از جمله نوع پوشش گیاهی، سرعت و تکنولوژی ساخت متفاوت خودروها، کیفیت آسفالت، سرعت گیرها و زمان اندازه گیری دانست که در این تحقیق در نظر گرفته نشده اند.

۳.۳. مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی

در ماه های مختلف سال

در این مطالعه از آزمون های پارامتریک ANOVA و دانکن (Duncken) به منظور مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در ماههای مختلف سال در بزرگراه وکیل آباد شهر مشهد در سطح معنی داری ۵ درصد استفاده شد. نتایج این آزمون ها نشان می دهد که میان شاخص های صوتی اندازه گیری شده در ماه های مختلف سال اختلاف معنی داری وجود دارد (P<0,05). بطوریکه نتایج جدول ۳ نشان میدهد که بالاترین میزان شاخص صوتی Leq مربوط به ماه مهر به میزان ۸۰/۷۲ دسی بل بوده است و کمترین میزان مربوط به ماه فروردین به ثبت رسیده است.

۲.۳. مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی

در ایستگاه های مختلف

نتایج آزمون پارامتریک ANOVA و آزمون دانکن (Duncan) نشان داد که میان شاخصهای صوتی اندازه گیری شده در ایستگاههای مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد (P<0,05). بطوریکه نتایج جدول ۲ نشان میدهد که بالاترین میزان شاخص صوتی Leq در ایستگاه ۲۰ به میزان ۸۵/۶۳ دسی بل میباشد و کمترین میزان مربوط به ایستگاه ۱ به میزان ۷۴/۹ دسی بل به ثبت رسیده است. بطور کلی نتایج این مطالعه نشان می دهد که بیشترین میزان صدا و شاخص های صوتی اندازه گیری شده مربوط به ایستگاه های ۱۴، ۲۰، ۱۸، ۳، ۴ و ۸ می باشد.

علاوه بر این، بررسی تراز صدای روزانه و پارامترهای وابسته به آن در معابر و تقاطع های مورد بررسی در مقابل جدول استاندارد صدا در شبکه وزنی A گویای آن است که تمامی ایستگاه های مورد بررسی، از تراز صدای محیطی فراتر از حدود توصیه شده روزانه در شبکه وزنی A هستند که از این میان، ایستگاه ۲۰ دارای بیشترین میزان تراز معادل صوت (Leq) به میزان ۸۵/۶۳ دسی بل می باشد.

به نظر می رسد افزایش تراز صدا و شاخص های مربوطه در ایستگاه های ۱۴، ۲۰، ۱۸، ۳، ۴ و ۸ می تواند ناشی از موقعیت مکانی آن ها به عنوان ایستگاه های مرکزی و اصلی این بزرگراه، محل تلاقی خیابانهای منتهی این ایستگاه ها به شهرکهای اطراف، تجمع و تردد نسبتاً زیاد وسایل نقلیه موتوری در حاشیه بزرگراه، حرکت وسایل نقلیه با دنده سنگین

جدول ۲- مشخصات ایستگاه‌های پایش صوت و میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در آنها

Traffic	NPL (dB)	TNI (dB)	Leq (dB)	مکان ایستگاه	پهنه کاربری	ایستگاه
۴۶۶ ^{defgh}	۸۱/۴ ^{op}	۷۲/۵ ^{kl}	۷۴/۹ ^l	فلکه پارک	تجاری- اداری	۱
۶۰۸ ^c	۸۵/۷۴ ^{ef}	۷۸/۹ ^{ef}	۷۹/۴۳ ^c	ابتدای پایانه آزادی	تجاری- اداری	۲
۵۹۹ ^c	۸۴/۱۶ ^{ijk}	۷۵/۱۹ ⁱ	۷۷/۸ ^{fg}	انتهای پایانه آزادی	تجاری- اداری	۳
۵۹۳ ^c	۸۶/۵۹ ^{cd}	۸۳/۳۱ ^b	۷۸/۸۵ ^d	جلال آل احمد	مسکونی- تجاری	۴
۴۷۳ ^{defg}	۸۲/۹۴ ^m	۷۲/۶۴ ^k	۷۶/۸۷ ^{ij}	سیدرضی	مسکونی- تجاری	۵
۴۵۸ ^{defgh}	۸۵/۰۳ ^{gh}	۷۶/۷۷ ^h	۸۰/۳ ^b	دانش آموز	مسکونی- تجاری	۶
۴۱۸ ^{fgh}	۸۳/۹۶ ^{kl}	۷۴/۸ ⁱ	۷۹/۳۹ ^c	دانشجو	مسکونی- تجاری	۷
۴۱۷ ^{fgh}	۸۳/۸۰ ^{kl}	۷۷/۵۸ ^g	۷۸/۲۸ ^c	وکیل آباد ۴۳- (۴۱ صدف)	تجاری- اداری	۸
۴۳۵ ^{efgh}	۸۳/۴۸ ^{lm}	۷۱/۰۷ ⁿ	۷۸/۰۷ ^{ef}	وکیل آباد ۵۳-۵۱	مسکونی- تجاری	۹
۴۱۴ ^{gh}	۸۶/۴۷ ^{cd}	۸۲/۳۶ ^c	۷۸/۳۹ ^c	وکیل آباد ۶۳(درمانگاه)	مسکونی- تجاری	۱۰
۴۵۲ ^{defgh}	۸۴/۴۵ ^{ij}	۷۶/۵۶ ^h	۷۷/۷۲ ^{fgh}	وکیل آباد ۷۷	مسکونی	۱۱
۴۸۲ ^{de}	۸۵/۲۲ ^{fg}	۸۲/۴۹ ^c	۷۷/۳۶ ^{gh}	پایانه غرب	تجاری- اداری	۱۲
۴۶۹ ^{defgh}	۸۱/۶۴ ^{no}	۶۸/۲۱ ^{pq}	۷۶/۵۷ ^{jk}	وکیل آباد ۷۰(برونسی)	تجاری- اداری	۱۳
۴۲۷ ^{efgh}	۸۶/۲۲ ^{de}	۸۷/۴۳ ^a	۷۶/۹ ^{ij}	وکیل آباد ۶۴-۶۲	مسکونی	۱۴
۴۱۱ ^h	۸۴/۱۸ ^{ijk}	۷۹/۳۶ ^{de}	۷۶/۳۹ ^k	وکیل آباد ۶۰(لاهوری)	تجاری- اداری	۱۵
۴۶۳ ^{defgh}	۸۴/۳۲ ^{ij}	۷۹/۷۱ ^d	۷۶/۵۶ ^{ik}	وکیل آباد ۵۴(لادن)	مسکونی- تجاری	۱۶
۴۷۶ ^{def}	۸۷/۳۵ ^b	۸۲/۱۴ ^c	۷۹/۷۳ ^c	وکیل آباد ۵۲-۵۰	مسکونی- تجاری	۱۷
۵۷۷ ^c	۸۷/۱۹ ^b	۷۸/۰۲ ^g	۸۰/۶۷ ^b	وکیل آباد ۴۲-۴۰	تجاری- اداری	۱۸
۴۷۳ ^{defg}	۸۶/۹۱ ^{bc}	۷۸/۱۱ ^{fg}	۸۰/۳۴ ^b	وکیل آباد ۳۶-۳۴	مسکونی- تجاری	۱۹
۴۶۰ ^{defgh}	۸۸ ^a	۷۳/۸۲ ^j	۸۵/۶۳ ^a	وکیل آباد ۳۰	مسکونی- تجاری	۲۰
۴۶۸ ^{defgh}	۸۰/۸۸ ^p	۷۰/۳۶ ^o	۷۵/۲۶ ^l	وکیل آباد ۲۴-۲۲	مسکونی- تجاری	۲۱
۴۹۵ ^d	۸۴/۶۴ ^{hi}	۷۱/۸۸ ^l m	۷۹/۳۱ ^c	وکیل آباد ۲۰-۱۸	مسکونی- تجاری	۲۲
۵۰۳ ^d	۸۳/۰۱ ^m	۷۱/۲۲ ^m n	۷۷/۴۵ ^{gh}	وکیل آباد ۱۴-۱۶	مسکونی- تجاری	۲۳
۷۱۲ ^b	۸۲/۰۶ ⁿ	۶۷/۶۶ ^q	۷۷/۳۲ ^{hi}	وکیل آباد ۴(فارابی)	تجاری- اداری	۲۴
۷۸۰ ^a	۸۱/۶۱ ^{no}	۶۸/۵ ^p	۷۶/۵۳ ^{jk}	بلوار باهنر	تجاری- اداری	۲۵

جدول ۳- میانگین پارامترهای آلودگی صوتی بر حسب ماه های سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در سایت مطالعاتی

TRAFFIC	NPL (dB)	TNI (dB)	Leq (dB)	شاخص ماه
۳۱۷ ^b	۸۵/۶۸ ^d	۸۰/۷۸ ^c	۷۷/۸۲ ^f	فروردین
۴۰۲ ^a	۸۷/۵۴ ^{bc}	۸۴/۹۴ ^a	۷۸/۹۹ ^c	شهریور
۳۵۳ ^{ab}	۸۹/۱۴ ^a	۸۶/۰۸ ^a	۸۰/۷۲ ^a	مهر
۳۲۹ ^{ab}	۸۶/۴۱ ^{cd}	۷۸/۰۹ ^d	۷۹/۶۹ ^c	آذر
۳۲۴ ^{ab}	۸۸/۰۷ ^{ab}	۸۲/۷۹ ^{bc}	۸۰/۳۷ ^b	دی
۳۲۷ ^{ab}	۸۷/۷۲ ^{abc}	۸۴/۴۴ ^{ab}	۷۹/۳۹ ^d	اسفند

داشته باشد، بررسی حاضر نشان می‌دهد که حتی در ساعاتی از روز که ماشینهای کمتری در خیابان تردد مینمودند و انتظار میرفت که تراز آلودگی صوتی پایین باشد، اما به دلیل ترافیک سبک، رانندگان با سرعت بیشتری رانندگی میکردند و به همین جهت تراز فشار صوت افزایش یافته است. همچنین نصب بوق‌هایی با صداهای ناهنجار روی ماشین‌ها و استفاده نامناسب از آنها میتواند تاثیر زیادی بر آلودگی صوتی شهر داشته باشد.

۴.۳. مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی

در ساعات های مختلف

نتایج آزمون پارامتریک ANOVA و آزمون دانکن (Duncan) نشان داد که میان شاخص های صوتی اندازه گیری شده در ساعات های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد ($p < 0.05$). بطوریکه نتایج جدول ۴ نشان میدهد که بیشترین میزان NPL, Leq و TNI در بازه صبح و کمترین میزان تمامی شاخص های اندازه گیری شده مربوط به بازه عصر یعنی بین ساعات ۱۸:۳۰ الی ۲۰:۳۰ بوده است.

علاوه بر این، بررسی تراز صدای روزانه و پارامترهای وابسته به آن در ماه های مورد بررسی در مقابل استاندارد صدا در شبکه وزنی A گویای آن بود که تمامی ماههای مورد بررسی دارای تراز صدای محیطی فراتراز حدود توصیه شده روزانه برای مناطق مسکونی- تجاری یعنی ۶۰ دسی بل هستند.

به نظر می رسد افزایش تراز صدا و شاخص های مربوطه در مهر ماه می تواند ناشی از موقعیت مکانی بزرگراه وکیل آباد به عنوان یکی از بزرگراه های اصلی شهر مشهد و همچنین پایان مسافرتها تعطیلات تابستان و شروع به کار و بازگشایی مدارس و دانشگاه ها و در نتیجه آماده سازی موسسات آموزشی و تغییر حجم ترافیک در این ماه باشد. همانطور که ذکر شد تراز فشار صوت در اواخر فروردین ماه به میزان کمی کاهش یافته که احتمالاً می تواند ناشی از اتمام سفرهای نوروزی در این ماه باشد که خود سبب کاهش تردد وسایل نقلیه موتوری در سطح بزرگراه می باشد.

از آنجائیکه به نظر می رسد بار ترافیکی می تواند نقش موثری در افزایش میزان آلودگی صوتی منطقه

جدول ۴- میانگین پارامترهای آلودگی صوتی برحسب ساعات مختلف روز در شرایط یکسان

Traffic	NPL (dB)	TNI (dB)	Leq (dB)	شاخص
				بازه زمانی
۳۲۱ ^a	۸۴/۶۱ ^a	۷۵/۸۲ ^a	۷۸/۱ ^a	صبح (۷:۳۰-۹:۳۰)
۳۰۰ ^b	۸۴/۴۲ ^a	۷۵/۷۹ ^a	۷۷/۸۴ ^a	ظهر (۱۲:۳۰-۱۴:۳۰)
۳۲۷ ^a	۸۳/۳۵ ^b	۷۳/۱۹ ^b	۷۷/۳۴ ^b	عصر (۱۸:۳۰-۲۰:۳۰)

می رسد بار ترافیکی می تواند نقش موثری در افزایش میزان آلودگی صوتی منطقه داشته باشد، ولی پارامترهای دیگری هم برمیزان آلودگی صوتی تأثیرمیگذارند که عامل زمان مهمترین پارامتر آن می باشد.

۵.۳. میانگین تراز معادل صدا در کاربریهای سه

گانه Leq

جدول ۵، مقادیر میانگین تراز معادل صدا (Leq) در هر سه نوبت اندازه گیری را برای کاربری های سه گانه موجود در بزرگراه وکیل آباد شهر مشهد نشان می دهد. با توجه به نتایج جدول ۵ می توان بیان نمود که در تمامی کاربری های مورد مطالعه، تراز معادل صدای اندازه گیری شده بیشتر از حد استاندارد ایران می باشد و بیشترین مقدار Leq اندازه گیری شده مربوط به کاربری تجاری- مسکونی به میزان ۸۱/۴۶ دسی بل در نوبت صبح است. مناطق مسکونی همجوار با خیابان هایپرتردد، وجود ایستگاه تاکسی، محصورشدن خیابان اصلی با ساختمانهای بلند تجاری، اداری و حتی مسکونی از عوامل ثبت بالای میزان آلودگی صوتی در کاربری مسکونی می باشد. همچنین در منطقه مسکونی در دو بازه زمانی صبح و ظهر، تردد زیاد خودروها و اتوبوسهای مربوط به سرویس مدارس سبب افزایش سروصدا میشوند. در منطقه تجاری بررسی شده نیز افزایش بار ترافیکی

بررسی تراز صدای روزانه و پارامترهای وابسته به آن در ساعات های مورد بررسی در مقابل جدول استاندارد صدا در شبکه وزنی A گویای آن بود که تمامی ساعات مذکور در بازه های زمانی صبح، ظهر و عصر دارای تراز صدای محیطی فراتراز حدود توصیه شده روزانه برای مناطق مسکونی- تجاری یعنی ۶۰ دسی بل هستند و بیشترین تراز معادل صوت مربوط به نوبت صبح به میزان ۷۸/۱ دسی بل بود.

به نظر می رسد افزایش تراز صدا و شاخص های مربوطه در بازه زمانی صبح و ظهر می تواند ناشی از همزمانی این اوقات با ساعت کاری باشد و بدیهی است که به دلیل عدم توسعه دولت الکترونیک، مراجعات حضوری مردم به ادارات و سازمان ها مسبب افزایش بار ترافیکی و به تبع آن آلودگی صوتی بیشتر می گردد. دلیل دیگر، هم زمانی شروع به کار ادارات و سیستم آموزشی در یک ساعت خاص (۷:۳۰) می باشد که می توان با تغییر در ساعت شروع به کار ادارات با سیستم آموزشی و ایجاد یک بازه زمانی مانع از تجمع ترافیک در آن ساعت خاص گردید. بدیهی است که رفت و آمد مردم در همه ساعات صبح و ظهر تا ابتدای فرارسیدن عصر بیشتر از هر زمان دیگری در خیابان ها می باشد؛ اما در بازه عصر در بعضی از اوقات نیز به دلیل عبور آمبولانس و یا ماشینهای آتش نشانی و همچنین بوق های نامناسب بعضی از وسایل نقلیه تراز صوت ۱۰۲ دسی بل هم ثبت شده است. به نظر

دراثر تردد بیش از حد وسایل نقلیه عمومی و شخصی، بوق زدن‌ها، رفت و آمد مکرر اتوبوسها و موتورسیکلت‌ها درافزایش سطح آلودگی صوتی سهمیم می‌باشند.

۳.۶. تهیه نقشه تراز صوتی بزرگراه وکیل

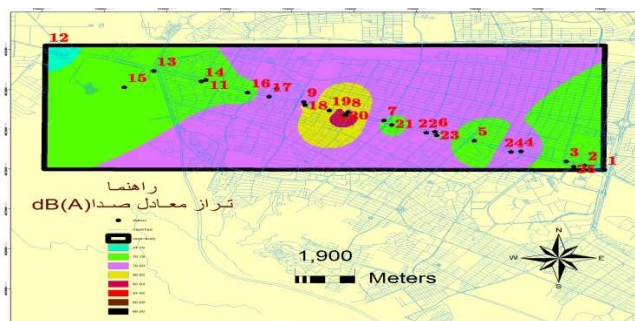
آبادشهر مشهد با استفاده از GIS

باتوجه به نقشه ۱ که نشان دهنده پراکنش میانگین تراز معادل صدا برحسب دسی بل در شبکه وزنی A در بازه روز (صبح، ظهر و عصر) در بزرگراه وکیل آباد شهر مشهد می باشد، می توان بیان نمود که شدت آلودگی صوتی درقسمتهای مرکزی منطقه مذکور که شامل ایستگاه های ۱۸ (وکیل آباد ۴۲-۴۰، بلوارصیاد شیرازی)، ۱۹ (وکیل آباد ۳۶-۳۴) و ۲۰ (وکیل آباد ۳۰، بلوار حافظ) می باشد، به ترتیب با میانگین Leq برابر با ۳۴/۶۷، ۸۰/۸۰ و ۸۵/۶۳ سیبل، بیشتر از سایر نقاط آن است. از مهم ترین منابع ایجادکننده صدا

درمناطق مورد مطالعه می توان به فعالیتهای انسانی ازجمله عبور و مرور موتورسیکلت و خودروها اعم ازسنگین و نیمه سنگین و سواری و در نتیجه افزایش بار ترافیکی آن، صدای بلند افراد در هنگام خرید و فروش و فعالیتهای مربوط به ساخت و سازو ... اشاره کرد. علاوه بر این، دلیل ترافیک بالا در مناطق مذکور را میتوان به چندین برابرشدن تراکم خودروهای عبوری از یک مسیر مشخص درساعتهای خاص دانست که این خود سه دلیل عمده دارد. اولین دلیل آن، عدم رعایت حقوق متقابل دررانندگی توسط شهروندان و عدم توجه به قوانین رانندگی مانند تغییر مسیره‌های ناگهانی به منظور خارج شدن از یک خروجی، به عنوان دومین دلیل این امر است. نیز دلیل سوم، عدم رعایت حرکت بین خطوط می‌باشد که باعث تشدید ترافیک میشود.

جدول ۵- میانگین تراز معادل (Leq) صدا در کاربری های سه گانه در سه نوبت اندازه گیریها برحسب دسی بل

کاربری ها	صبح (dB)	ظهر (dB)	عصر (dB)
مسکونی	۷۷/۵۱	۷۷/۴	۷۷/۰۷
تجاری- اداری	۷۷/۱۸	۷۸/۸۲	۷۶/۷۶
تجاری- مسکونی	۸۱/۴۶	۷۸/۱۲	۷۷/۹۴



نقشه ۱- نقشه هم‌تراز میانگین سطوح معادل صدا برحسب دسی بل A در بازه روز (صبح، ظهر و عصر)

۴. بحث و نتیجه گیری

های تراز صوتی بزرگراه وکیل آبادشهر مشهد نشان میدهد که پهنه بندی و تهیه نقشه های آلودگی صوتی توسط نرم افزار GIS، میتواند تحلیل درستی از صدای محیطی و همچنین پیش بینی مناسبی از نحوه توزیع صدا در ناحیه مورد نظر ارائه دهد و نقاط حساس به آلودگی صوتی را شناسایی نماید. لذا این نقشه ها میتوانند به عنوان یکی از راهکارهای مناسب در جهت پیش بینی وضعیت هایی برای اصلاح و کنترل هوشمند بارترافیکی شهر و متعاقباً کاهش بار آلودگی صوتی در محیط زیست شهری بکار روند؛ زیرا این نقشه ها به عنوان یکی از روشهای متداول ترسیمی، به خوبی میتوانند عادات جابجایی مردم در زمانها و مکانهای مختلف شهر را به تصویر بکشند.

۵. تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند که از سازمان ترافیک شهرداری مشهد جهت در اختیار قرار دادن دستگاه صداسنج و دستگاه کالیبراتور، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشند.

مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در ایستگاهها، ماهها، ساعات و کاربریهای مختلف بزرگراه وکیل آبادشهر مشهد در سطح معنی داری ۵ درصد نشان داد که بیشترین میزان ترازهای صوتی اندازه گیری شده به ترتیب مربوط به ایستگاه ۲۰ (وکیل آباد ۳۰)، ماه مهر، نوبت صبح و کاربری تجاری- مسکونی به میزان ۸۵/۶۳، ۸۰/۷۲، ۷۸/۱۰ و ۸۱/۴۶ دسی بل میباشد. نقشه های همتراز صدا در بازه روز در بزرگراه وکیل آباد شهر مشهد نیز نشان داد که شدت آلودگی صوتی در قسمتهای مرکزی منطقه مذکور (وکیل آباد ۴۲-۴۰، وکیل آباد ۳۶-۳۴ و وکیل آباد ۳۰) به ترتیب با میانگین Leq برابر با ۸۰/۶۷، ۸۰/۳۴ و ۸۵/۶۳ دسی بل، بیشتر از سایر نقاط است. بطور کلی نتایج حاصل از بررسی میزان صدا در اغلب ساعات روز در ایستگاههای انتخابی بزرگراه وکیل آباد شهر مشهد نشان دهنده بالاتر بودن میزان صوت منطقه مذکور از حد مجاز بوده که نیازمند توجه ویژه مسئولین امر میباشد. علاوه بر این، بررسی نقشه

Yazd. ۳rd Conference of Environmental Engineering; Tehran, Iran, May ۱۱-۱۲ (in Persian).

Hassani, F., Nasser, P., hassani, Z., ۲۰۱۵. Evaluation of Traffic Noise pollution in Grand Bazaar of Tehran with TNM Model. The ۱۴th International Conference of traffic and Transportation Engineering (in Persian).

Sazgarnia, A., Bahraynie, M., Moradie, H., ۲۰۰۵. Noise pollution and traffic noise index in summer in several main streets of Mashhad Iranian J Med Physics, ۸ (۲): ۳۰-۲۱ (in Persian).

Sayadi, M. H., Movafagh, A., Kargar, R., ۲۰۱۲a. Evaluation of Noise pollution in the schools of Birjand city and its administrative solutions, in

References:

Majidi, F., Khosravi, Y., ۲۰۱۶. Noise pollution evaluation of city center of Zanjan by Geographic Information System (GIS). Iranian Journal of Health and Environment, ۹(۱): ۹۱-۱۰۲.

Kim, R., Berg, M.V.D., ۲۰۱۰. Summary of night noise guidelines for Europe, Noise and Health, ۱۲, ۴۷, ۶۱.

Khodaei, M., Nasiri, P., Monazam Esmail Pour, M., Mirjalili, N., ۲۰۰۹. Evaluation of noise pollution and traffic noise index (TNI) in the main streets of

Journal of Occupational Health & Epidemiology, Autumn; ۱ (۳).

Sayadi, A.R., Shabani, Z., Sayadi, M.H. ۲۰۱۲b. Environmental noise study in the city of Anar in Iran. Ecology, Environment and Conservation, ۱۸(۲), ۳۱-۳۴.

Clark, C., Crombie, R., Head, J., van Kamp, I., van Kempen, E., Stansfeld, S. A. ۲۰۱۲. Does traffic-related air pollution explain associations of aircraft and road traffic noise exposure on children's health and cognition? A secondary analysis of the United Kingdom.

Nassiri, P., Monazam Esmacelpour, M., Rahimi Foroushani, A., Ebrahimi, H., Salimi, Y., ۲۰۰۹. Occupational noise exposure evaluation in drivers of bus transportation of Tehran City. Iranian Journal of Health and Environment, ۲(۲):۱۲۴-۱۳۱ (in Persian).

Tsai, K.T., Lin, M.D. and Chen, Y.H., ۲۰۰۹. Noise mapping in urban environments: A Taiwan study. Applied Acoustics, ۷۰: ۹۶۴-۹۷۲.

Nejadkoorki, F., Yousefi, E., Naseri, F., ۲۰۱۰. Analyzing street traffic noise pollution in the city of Yazd. Iran. J. Environ. Health Sci. Eng, (۱), ۵۳.

Weber, N., Haase, D., Franck, U., ۲۰۱۴. Traffic-induced noise levels in residential urban structures using landscape metrics as indicators. Ecolog Indicat; ۴۵:۶۱۱-۶۲۱.

Fielder, P.E, Zannin, P.H., ۲۰۱۵. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs-Noise maps and measurements Environ Impact Assessm Rev, ۵۱:۱-۹.

Ghanbari, M., Nadafi, K., Mosaferi, M., Yunesian, M., Aslani, H., ۲۰۱۱. Noise pollution evaluation in residential and residential-commercial areas in Tabriz-Iran. Iranian Journal of Health & Environment, ۴(۳) (in Persian).

Emamjomeh, M.M., Nikpay, A., Safari Variani, A., ۲۰۱۰. Study of noise pollution in Qazvin, ۲۰۱۰ of Medical Sciences The Journal of Qazvin University, ۱۵(۱):۶۳-۷۰ (in Persian).

Available from <https://zone۹.mashhad.ir>. Accessed ۲۵th November ۲۰۱۷.

Available from <https://zone۱۱.mashhad.ir>. Accessed ۲۵th November ۲۰۱۷. The ۱۲th Transport Statistics of Mashhad City., ۲۰۱۶.