محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دوره ۷۲ ، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸
صفحات ۷۳ تا ۸۳

ارزیابی و پهنه‌بندی آلودگی صوتی بزرگراه وکیل‌آباد 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 خرد گرایان مطهر
۲- استادیار موسسه آموزش عالی خردگرایان مطهر
۳- دانشجوی دکترای سیستم‌های حمل و نقل، دانشگاه لیسبون، پرتغال
۴- دانشجوی دکترای 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 وکیل‌آباد) با استفاده از تکنیک‌های آماری و نرم‌افزار GIS صورت گرفته است. به این منظور داده‌های صوتی مورد نیاز از ۲۵ ایستگاه پرترافیک منتخب در سطح منطقه مورد مطالعه در ۴ فصل بهار، تابستان، پائیز و زمستان در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶به مدت ۶ ماه و در هرماه 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 تجزیه‌وتحلیل 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 ترازهایمعادل صوتی(Leq) به ترتیب مربوط به ایستگاه ۲۰، ماه مهر و نوبت صبح و کاربری تجاری- مسکونی به میزان ۸۵/۶۳، ۷۸/۸۰،۱۰/۷۲ و ۸۱/۴۶ دسی‌بل می‌باشند. نقشه‌های پهنه‌بندی شده سایت مطالعاتی نشان می دهد که شدت آلودگی صوتی در قسمت‌های مرکزی منطقه مذکور بیشتر از سایر نقاط آن بودهکه می‌تواند تحلیل درستی از نحوه توزیع صدا در ناحیه موردنظر ارائه دهد. از آنجا که میانگین تراز صدای به‌دست‌آمده 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

* نویسنده مسئول؛ تلفن : ۳۲-۰۵۱۳۸۸۲۵۰۰۲ ایمیل :mitramohammadi@gmail.com

۱. مقدمه

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 می‌شود (Kim and Berg, ۲۰۱۰; Majidi *et al.*, ۲۰۱۶). یکی از مهمترین عوامل موثر در ایجاد مشکل مطرح شده، ترافیک شهری می‌باشد که ارزیابی و پهنه‌بندی تراز آلودگی صوتی می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای کنترلی مناسب باشد (Hassani *et al.*, ۲۰۱۵).

پژوهش‌های انجام شده درشهرهای تهران، بیرجند، مشهد، تبریز و قزوین نشان می‌دهد که آلودگی صوتی در مناطق پر ترافیک این شهرها، از حد مجاز برای مناطق مسکونی- تجاری (۶۰ دسی‌بل) 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 نقشه‌های صوتی با استفاده از تکنیک میان‌یابی توسط مدل کریجینگ انجام گرفت، نشان داد که نود درصد مردم منطقه مورد مطالعه در معرض آثار زیان‌بار 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) مطالعه‌ای انجام شد که از طریق برداشت ترازهای صوتی معادل برای برخی خیابان‌ها و درون‌یابی آنها با استفاده از روش کریجینگ، نقشه پهنه‌بندی صوتی به دست آمد.این نقشه‌ها می‌توانست به عنوان یک سری داده های پایه مهم برای پژوهش های بعدی و پایش های آینده مورد استفاده قرار گیرد (Nejad koorki, *et al.*, ۲۰۱۰). همچنین طبق پژوهش انجام گرفته توسط Fielder و همکاران سال (۲۰۱۵) درشهرکورتیبای 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 می‌توان اطمینان یافت که پهنه‌بندی و تهیه نقشه‌های صوتی توسط سیستم اطلاعات جغرافیای (GIS)، می‌تواند به‌عنوان یکی از راهکارهای مناسب در جهت ارزیابی و پهنه‌بندی آلودگی‌صوتی مخصوصا در بزرگراه‌ها و به منظور کاهش میزان آلودگی صوتی در محیط‌زیست شهری باشد (Majidi *et al.*, ۲۰۱۶). به همین منظور، این پژوهش باهدف ارزیابی و پهنه‌بندی تراز آلودگی صوتی مناطق۹ و ۱۱ شهرداری مشهد (بزرگراه وکیل‌آباد) و با استفاده از تکنیک‌های آماری و نرم‌افزار GIS انجام شدهاست.

۲. مواد و روش

۱،۲. منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش، بزرگراه وکیل‌آباد به‌عنوان معبر اصلی عبوری از نواحی مختلف شهر مشهد به مناطق ییلاقی طرقبه 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 وکیل‌آباد شامل قسمت‌هایی از دو منطقه نه و یازده شهرداری می‌باشد که به دلیل سرعت زیاد توسعه آنها نسبت به سایر مناطق مشهد، دارای حجم ترافیک و اهمیت

شریانی بالایی است. شهرداری منطقه ۹ با وسعتی بیش از ۳۲۷۵ هکتار و جمعیت بالغبر ۳۲۹۵۶۲ نفر و منطقه ۱۱ با وسعتی بیشاز ۱۸۰۰ هکتار و جمعیتی بالغ بر ۲۲۲۰۰۰ نفر را در خود جای داده‌اند (The 12th Transport Statistics of Mashhad City, ۲۰۱٦; Municipality Portal of Mashhad (Zone ۹ and۱۱, ۲۰۱۷.

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 بخش های حساس انتخاب شدند. سپس با استفاده از نقشه مسیر و بر اساس تقاطع ها و تراکم نقاط حساس، تعداد ۲۵ ایستگاه تعیین گردید. موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مذکور در جدول ۲ نشان داده شده است. اندازه گیری تراز معادل صوت در ۴ فصل بهار، تابستان، پائیز و زمستان سال های ۱۳۹۶-۱۳۹۵ به مدت ۶ ماه و درهر ماه به مدت ۱ روز در روز کاری و ساعات پیک ترافیکی، در بازه زمانی ۷/۳۰ صبح الی ۸/۳۰ عصر اندازه گیری انجام شد. مدت زمان اندازه گیری برای تراز آلودگی صوتی در هر ایستگاه ۱۰ دقیقه مد نظر قرار گرفت که برای اطمینان بیشتر ۳ بار تکرار شد. اولین اندازه گیری 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 اندازه گیری بین ساعات ۱۸/۳۰الی ۲۰/۳۰در زمان بازگشت مردم به خانه و اتمام روز کاری بود.

در این تحقیق از صوت‌سنج (Sound (TES-۱۳۵۸ ۱۳۵۸ Analyzer به منظور اندازه گیری تراز معادل صوت، استفاده شده است. دستگاه روی شبکه توزین بسامد A، سرعتfast و طیف dB ۱۳۰-۳۰ تنظیم شد و با استفاده از دستگاه کالیبراتور(-TES ۱۳۵۶)Sound Level Calibrator کالیبره گردید. طبق استاندارد سازمان بهداشت جهانی، صوت‌سنج بر روی پایهای با ارتفاع ۱ مترازسطح زمین و درفاصله ۰/۵ متری از جدول خیابان و ۳/۵ مترفاصله از دیوارمستقر و روی حسگر دستگاه از محافظ اسفنجی استفاده شد تا اثرجریانات هوا به حداقل برسد (Sayadi *et al*., ۲۰۱۲). این صوت سنج قادر به اندازه گیری،تحلیل و ذخیره اطلاعات بوده و درهرنوبت از اندازه گیری پارامترهای مختلفی از جمله ترازمعادل صدا Equivalent Noise Level(Leq)،L_{min}وL_{max} برحسب دسیبل را ثبت میکند. همچنین شاخص صدای ترافیک یا TrafficNoiseIndex(TNI)،ترازآلودگی صدا یا Noise Pollution Level(NPL) وترازهای آماریL_{10},L_{50}وL_{90} که در خروجی داده های دستگاه وجود نداشت، توسط نرم افزارExcel محاسبه گردید. دادههای حجم ترافیک نیزتوسط پرسنل طرح به روش چوب خط در بازه های زمانی مذکور، ثبت شد. مدت زمان اندازه گیری برای داده های ترافیکی در هر ایستگاه ۱۰ دقیقه مد نظرقرارگرفت که برای اطمینان بیشتر ۳ نوبت تکرار شد.

۳,۲.آنالیزآماری

جهت انجام مطالعات آماری از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C و SPSS نسخه۲۳ استفاده شد. در این مطالعه از آزمون های کولموگروف-اسمیرنوف

(Kolmogorov-Smirnov) و لـون (Leven) بـه ترتیب برای بررسی نرمال بـودن داده‌هـای بـه دسـت آمـده و همچنـین همگنـی واریانس‌هـا (Homogeneity of Variance) در سـطح معنی‌داری ۵ درصد (p<۰/۰۵) استفاده شد. همچنین در مـورد داده‌هـای نرمـال و همگـن از آزمون‌هـای پارامتریـک تحلیـل واریـانس (ANOVA) و دانکـن (Duncan) بـه ترتیـب بـه منظـور بررسـی اخـتلاف میـانگین چنـد جامعـه آمـاری و مقایسـه میـانگین استفاده گردید. لازم به ذکر است که سطح معنی‌داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. فاکتورهـای مـورد بررسـی شـامل مقایسـه میـانگین پارامترهـای آلـودگی صـوتی و ترافیـک برحسـب ایسـتگاه، مـاه و ساعت بود.

۴،۲.تهیه نقشه تراز صوتی بزرگراه وکیل آباد شهرمشهد با استفاده از GIS

برای تهیه نقشـه هـای همتـراز صـدا در محـیطGIS، نقشه رقومی مشهد از سازمان نقشه برداری کشـور بـا مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ در فرمت Shape File تهیه و بعـد از ایجاد نقشـه GIS ready بـه منظـور تشـکیل یـک پایگاه داده مکانی و انجام آنالیز های مربوطـه، منطقـه مورد پژوهش آماده گردید.در نهایـت نقشـه همتـرازی صدا برای بازه روز (صبح، ظهـر و عصـر) توسـط روش درون یـابی(IDW) Inverse distance weighting یا روش وزن دهی معکوس تهیه گردید.

۳.نتایج

۱،۳.شاخصهای صوتی اندازه گیری شده در بزرگراه وکیل آباد شهر مشهد

با توجه به نتایج بدست آمده از جدول ۱ میتوان بیـان نمود که میانگین تـراز معـادل مواجهـه صـوت انـدازه گیری شده درمنطقه مذکور برابر با ۷۸/۶۷ دسـیبلA و همچنـین میـانگین ترازصـدا در ۹۰ درصـد مـدت زمانیکه نمونه بـرداری صـورت میگرفـت برابـر ۷۹/۸۲ دسی بلA بود. با توجه به استانداردهای صدا درهوای آزاد ایران، می توان بیان نمود که میانگین تراز معـادل صوت در تمامی ایستگاه های بررسی شـده بـه میـزان ۷۸/۶۷ دسی بلA، بیش تر از حدود مجاز بوده است.

جدول ۱- میانگین،حداکثروحداقل شاخص‌های صوتی اندازه گیری شده درمنطقه مورد مطالعه

					شاخص				
پارامتر	Lmax (dB)	Lmin (dB)	Lpeak (dB)	Leq (dB)	L۱۰ (dB)	L۵۰ (dB)	L۹۰ (dB)	TNI (dB)	NPL (dB)
میانگین	۸۶/۸۸	۷۱/۲۵	۷۸/۶۹	۷۸/۶۷	۷۳/۱۲	۷۷/۱۸	۷۹/۸۲	۷۷/۷۲	۸۵/۳۷
حداکثر	۹۲/۱۱	۷۶/۵۱	۸۹/۰۹	۸۹/۸۳	۷۵/۸۸	۸۶/۴۲	۸۵/۴۱	۸۹/۰۹	۸۸/۷۷
حداقل	۸۰/۸۲	۶۵/۹۳	۷۲/۶۴	۷۴/۰۵	۶۹/۱	۷۲/۲۶	۷۶/۰۱	۷۴/۲۶	۸۱/۵۷

۲,۳.مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در ایستگاه های مختلف

نتایج آزمون پارامتریکANOVA و آزمون دانکن (Duncan) نشان دادکه میان شاخصهای صوتی اندازه گیری شده درایستگاههای مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد (P‹۰,۰۵). بطوریکه نتایج جدول۲ نشان میدهدکه بالاترین میزان شاخص صوتیLeq در ایستگاه۲۰به میزان ۸۵/۶۳ دسیبل میباشد وکمترین میزان مربوط به ایستگاه۱ 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 درمعابر و تقاطع های مورد بررسی درمقابل جدول استاندارد صدا درشبکه وزنیA گویای آن است که تمامی ایستگاه های مورد بررسی، از تراز صدای محیطی فراتر ازحدود توصیه شده روزانه در شبکه وزنیA 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 های۱۴، 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 به خصوص در ساعات شلوغ و همچنین تردد زیاد وسایل حمل نقل عمومی و موتور سیکلت ها باشد.

مقایسه مقادیرکمترین و بیشترین شاخص های اندازه گیری شده و بارترافیکی نشان میدهدکه درتمام موارد افزایش بارترافیکی موجب بالا رفتن سطح شاخص های صوتی نشده است. این امر نشانگر آن است که که لزوماً رابطه مستقیم بین این پارامترها وجود ندارد و دربرخی موارد علیرغم افزایش و یا کاهش دربارترافیکی، نتایج عکسی درشاخصهای اندازه گیری شده،مشاهده گردیده است وتناسب معینی بین این پارامترها مشاهده نشد. دلیل این امررا میتوان تأثیر سایر پارامترهای مؤثرمحیطی بر میزان آلودگی صوتی ازجمله نوع پوشش گیاهی،سرعت و تکنولوژی ساخت متفاوت خودروها، کیفیت آسفالت، سرعت گیرها و زمان اندازه گیری دانست که در این تحقیق درنظرگرفته نشده اند.

۳,۳. مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی درماه های مختلف سال

در این مطالعه از آزمون های پارامتریک ANOVA و دانکن(Dunken) به منظور مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در ماههای مختلف سال دربزرگراه 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‹۰,۰۵). بطوریکه نتایج جدول۳ نشان میدهد که بالاترین میزان شاخص صوتیLeq مربوط به ماه مهر به میزان ۸۰/۷۲ دسی بل بوده است و کمترین میزان مربوط به ماه فروردین به ثبت رسیده است.

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

ایستگاه	پهنه کاربری	مکان ایستگاه	Leq (dB)	TNI (dB)	NPL (dB)	Traffic
۱	تجاری- اداری	فلکه پارک	۷۴/۹^{l}	۷۲/۵^{kl}	۸۱/۴^{op}	۴۶۶^{defgh}
۲	تجاری- اداری	ابتدای پایانه آزادی	۷۹/۴۳^{c}	۷۸/۹^{ef}	۸۵/۷۴^{ef}	۶۰۸^{c}
۳	تجاری- اداری	انتهای پایانه آزادی	۷۷/۸^{fg}	۷۵/۱۹^{i}	۸۴/۱۶^{ijk}	۵۹۹^{c}
۴	مسکونی- تجاری	جلال آل احمد	۷۸/۸۵^{d}	۸۳/۳۱^{b}	۸۶/۵۹^{cd}	۵۹۳^{c}
۵	مسکونی- تجاری	سیدرضی	۷۶/۸۷^{ij}	۷۲/۶۴^{k}	۸۲/۹۴^{m}	۴۷۳^{defg}
۶	مسکونی- تجاری	دانش آموز	۸۰/۳^{b}	۷۶/۷۷^{h}	۸۵/۰۳^{gh}	۴۵۸^{defgh}
۷	مسکونی- تجاری	دانشجو	۷۹/۳۹^{c}	۷۴/۸^{i}	۸۳/۹۶^{jkl}	۴۱۸^{fgh}
۸	تجاری- اداری	وکیل آباد ۴۳-۴۱(صدف)	۷۸/۲۸^{e}	۷۷/۵۸^{g}	۸۳/۸۰^{kl}	۴۱۷^{fgh}
۹	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۵۳-۵۱	۷۸/۰۷^{ef}	۷۱/۰۷^{n}	۸۳/۴۸^{lm}	۴۳۵^{efgh}
۱۰	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۶۳(درمانگاه)	۷۸/۳۹^{e}	۸۲/۳۶^{c}	۸۶/۴۷^{cd}	۴۱۴^{gh}
۱۱	مسکونی	وکیل آباد ۷۷	۷۷/۷۲^{fgh}	۷۶/۵۶^{h}	۸۴/۴۵^{ij}	۴۵۲^{defgh}
۱۲	تجاری- اداری	پایانه غرب	۷۷/۳۶^{gh}	۸۲/۴۹^{c}	۸۵/۲۲^{fg}	۴۸۳^{de}
۱۳	تجاری- اداری	وکیل آباد ۷۰(برونسی)	۷۶/۵۷^{jk}	۶۸/۲۱^{pq}	۸۱/۶۴^{no}	۴۶۹^{defgh}
۱۴	مسکونی	وکیل آباد ۶۴-۶۲	۷۶/۹^{ij}	۸۷/۴۳^{a}	۸۶/۲۲^{de}	۴۲۷^{efgh}
۱۵	تجاری- اداری	وکیل آباد ۶۰(لاهوری)	۷۶/۳۹^{k}	۷۹/۳۶^{de}	۸۴/۱۸^{ijk}	۴۱۱^{h}
۱۶	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۵۴(لادن)	۷۶/۵۶^{jk}	۷۹/۷۱^{d}	۸۴/۳۲^{ij}	۴۶۳^{defgh}
۱۷	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۵۲-۵۰	۷۹/۷۳^{c}	۸۲/۱۴^{c}	۸۷/۳۵^{b}	۴۷۶^{def}
۱۸	تجاری- اداری	وکیل آباد ۴۲-۴۰	۸۰/۶۷^{b}	۷۸/۰۲^{g}	۸۷/۱۹^{b}	۵۷۷^{c}
۱۹	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۳۶-۳۴	۸۰/۳۴^{b}	۷۸/۱۱^{fg}	۸۶/۹۱^{bc}	۴۷۳^{defg}
۲۰	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۳۰	۸۵/۶۳^{a}	۷۳/۸۲^{j}	۸۸^{a}	۴۶۰^{defgh}
۲۱	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۲۴-۲۲	۷۵/۲۶^{l}	۷۰/۳۶^{o}	۸۰/۸۸^{p}	۴۶۸^{defgh}
۲۲	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۲۰-۱۸	۷۹/۳۱^{c}	۷۱/۸۸^{lm}	۸۴/۶۴^{hi}	۴۹۵^{d}
۲۳	مسکونی- تجاری	وکیل آباد ۱۴-۱۶	۷۷/۴۵^{gh}	۷۱/۲۲^{mn}	۸۳/۰۱^{m}	۵۰۳^{d}
۲۴	تجاری- اداری	وکیل آباد ۴(فارابی)	۷۷/۳۲^{hi}	۶۷/۶۶^{q}	۸۲/۰۶^{n}	۷۱۲^{b}
۲۵	تجاری- اداری	بلوار باهنر	۷۶/۵۳^{jk}	۶۸/۵^{p}	۸۱/۶۱^{no}	۷۸۰^{a}

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

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

علاوه بر این، بررسی تراز صدای روزانه و پارامترهای وابسته به آن درماه های مورد بررسی در مقابل استاندارد صدا در شبکه وزنیA گویای آن بود که تمامی ماههای مورد بررسی دارای تراز صدای محیطی فراترازحدود 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 مسافرتهای تعطیلات تابستان و شروع به کار و بازگشایی مدارس و دانشگاه ها و در نتیجه آماده سازی موسسات آموزشی و تغییرحجم ترافیک در این ماه باشد. همانطورکه 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 درسطح بزرگراه می باشد.

از آنجائیکه به نظر می رسد بار ترافیکی می تواند نقش موثری در افزایش میزان آلودگی صوتی منطقه داشته باشد، بررسی حاضرنشان میدهدکه حتی درساعاتی از روزکه ماشینهای کمتری درخیابان تردد مینمودند و انتظارمیرفت که ترازآلودگی صوتی پایین باشد، اما به دلیل ترافیک سبک،رانندگان با سرعت بیشتری رانندگی میکردند و به همین جهت تراز فشارصوت افزایش یافته است. همچنین نصب بوق‌هایی با صداهای ناهنجار روی ماشین‌ها و استفاده نامناسب ازآنها میتواندتاثیر زیادی برآلودگی صوتی شهرداشته باشد.

۴,۳.مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی درساعت های مختلف

نتایج آزمون پارامتریک ANOVA و آزمون دانکن (Duncan) نشان داد که میان شاخص های صوتی اندازه گیری شده در ساعت های مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد ($p<۰,۰۵$). بطوریکه نتایج جدول۴ نشان میدهد که بیشترین میزانL_{eq}،NPL و TNIدر 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.

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

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

بررسی تراز صدای روزانه و پارامترهای وابسته به آن درساعت های مورد بررسی درمقابل جدول استاندارد صدا درشبکه وزنیA 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 ان 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 درهمه ساعات صبح و ظهر تا ابتدای فرارسیدن عصر بیشتر از هر زمان دیگری در خیابان ها می باشد؛ اما در بازه عصر دربعضی از اوقات نیز به دلیل عبورآمبولانس و یا ماشینهای آتش نشانی و همچنین بوق های نامناسب بعضی از وسایل نقلیه تراز صوت۱۰۲ دسی بل هم ثبت شده است. به نظر 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 ترازمعادل صدا درکاربریهای سه گانهLeq

جدول ۵، مقادیر میانگین ترازمعادل 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 درتمامی کاربری های مورد مطالعه، تراز معادل صدای اندازه گیری شده بیشتراز حد استاندارد ایران می باشد و بیشترین مقدارLeq 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 وحتی مسکونی از عوامل ثبت بالای میزان آلودگی صوتی در کاربری مسکونی می باشد. همچنین درمنطقه مسکونی دردو 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

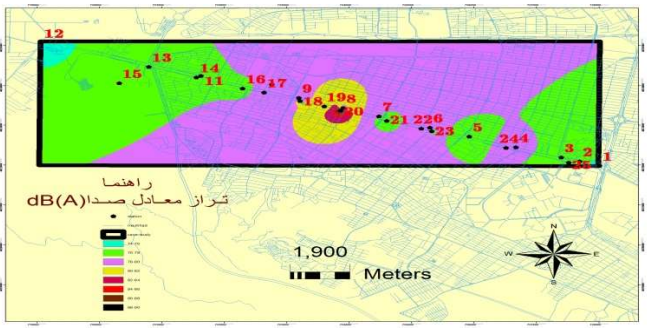
دراثرتردد بیش ازحد وسایل نقلیه عمومی و شخصی، بوق زدنها،رفت و آمد مکرر اتوبوسها و موتورسیکلت‌ها درافزایش سطح آلودگی صوتی سهیم می‌باشند.

۶،۳.تهیه نقشه ترازصوتی بزرگراه وکیل آبادشهرمشهد با استفاده ازGIS

باتوجه به نقشه ۱ که نشان دهنده پراکنش میانگین تراز معادل صدا برحسب دسی بل در شبکه وزنیA 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 میانگینLeq برابر با ۳۴/۶۷،۸۰/۸۰و۸۵/۶۳ 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 مسیرهای 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 درکاربری های سه گانه درسه 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 دسی‌بل Aدر بازه روز (صبح، ظهر و عصر)

۴. بحث و نتیجه گیری

مقایسه میانگین پارامترهای آلودگی صوتی در ایستگاهها، ماه‌ها، ساعات وکاربریهای مختلف بزرگراه وکیل آبادشهر مشهد در سطح معنی داری ۵ درصدنشان دادکه بیشترین میزان ترازهای صوتی اندازه‌گیری شده به ترتیب مربوط به ایستگاه ۲۰ (وکیل آباد ۳۰)، ماه مهر، نوبت صبح وکاربری تجاری- مسکونی به میزان ۸۵/۶۳، ۸۰/۷۲، ۷۸/۱۰ و ۸۱/۴۶ دسی‌بل میباشد. نقشه های همتراز صدا دربازه روز در بزرگراه وکیل آباد شهر مشهد نیز نشان دادکه شدت آلودگی صوتی درقسمتهای مرکزی منطقه مذکور (وکیل آباد ۴۲-۴۰،وکیل آباد ۳۶-۳۴ و وکیل آباد ۳۰) به ترتیب با میانگین Leq برابربا ۸۰/۶۷، ۸۰/۳۴ و ۸۵/۶۳ دسیبل، بیشترازسایرنقاط است. بطورکلی نتایج حاصل از بررسی میزان صدا دراغلب ساعات روزدرایستگاههای انتخابی بزرگراه وکیل آباد شهرمشهد نشان‌دهنده بالاتربودن میزان صوت منطقه مذکورازحد مجازبوده که نیازمندتوجه ویژه مسئولین امر میباشد. علاوه براین، بررسی نقشه های تراز صوتی بزرگراه وکیل آبادشهر مشهد نشان میدهدکه پهنه بندی و تهیه نقشه های آلودگی صوتی توسط نرم افزارGIS، میتواند تحلیل درستی از صدای محیطی و همچنین پیش بینی مناسبی از نحوه توزیع صدا درناحیه مورد نظرارائه دهد و نقاط حساس به آلودگی صوتی را شناسایی نماید. لذا این نقشه ها میتوانند به عنوان یکی ازراهکارهای مناسب در جهت پیش بینی وضعیت هایی برای اصلاح وکنترل هوشمند بارترافیکی شهرو متعاقباً،کاهش بارآلودگی صوتی درمحیط زیست شهری بکارروند؛ زیرا این نقشه هابه عنوان یکی از روشهای متداول ترسیمی، به خوبی میتوانند عادات جابجایی مردم در زمانها و مکانهای مختلف شهررا به تصویر بکشند.

۵. تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند کـه از سـازمان ترافیک شـهرداری مشـهد جهـت دراختیـار قـراردادن دستگاه صداسـنج و دسـتگاه کالیبراتور،کمـال تشـکرو قدردانی را داشته باشند.

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, ٤٧, ٦١.

Khodaei, M, Nasiri, P., Monazam Esmaeil Pour, M., Mirjalili,N.,۲۰۰۹. Evaluation of noise pollution and traffic noise index (TNI) in the main streets of Yazd. ۳rd Conference of Environmental Engineering;Tehran, Iran,May ۱۱-۱۲ (in Persian).

Hassani, F., Nasseri, P., hassani, Z., ۲۰۱۵. Evaluation of Traffic Noise pollution inGrand Bazaar of Tehranwith TNM Model. The ۱٤th International Conference of traffic and TransportationEngineering (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

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), ۳۱-۳٤.

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 cognitionA secondary analysis of the United Kingdom.

Nassiri, P., Monazam Esmaeelpour, 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):۱۲٤-۳۱ (in Persian).

Tsai, K.T., Lin, M.D. and Chen, Y.H., ۲۰۰۹. Noise mapping in urban environments: A Taiwan study. Applied Acoustics, ۷۰: ۹٦٤-۹۷۲.

Nejadkoorki, F., Yousefi, E., Naseri, F., ۲۰۱۰. Analyzing street traffic noise pollution in the city of Yazd. Iran. J. Environ. Health Sci. Eng۷, (۱), ٥۳.

Weber, N., Haase, D., Franck, U., ۲۰۱٤. Traffic-induced noise levels in residential urban structures using landscape metrics as indicators. Ecolog Indicat; ٤٥:٦۱۱–٦۲۱.

Fielder, P.E, Zannin, P.H., ۲۰۱٥. Evaluation of noise pollution in urban traffic hubs-Noise maps and measurements Environ Impact Assessm Rev, ٥۱:۱-۹.

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, ٤(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, ۱٥(۱):٦۳-۷۰ (inPersian).

Available from https://zone۹.mashhad.ir. Accessed ۲٥th November ۲۰۱۷.

Available from https://zone۱۱.mashhad.ir. Accessed ۲٥th November ۲۰۱۷. The ۱۲th Transport Statistics of Mashhad City., ۲۰۱٦.