

ارزیابی آلودگی صوتی مناطق ۳ و ۴ شهر اصفهان ناشی از ترافیک

مژگان غفوری^۱؛ مژگان احمدی ندوشن^{۲*} و مینوسادات مشتاقی^۳

۱- کارشناس ارشد آلودگی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۲- استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

۳- گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت ۹۹/۰۴/۲۴-تاریخ پذیرش ۹۹/۰۷/۲۱)

چکیده:

آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست‌محیطی در کلان‌شهرهاست که در ابعاد مختلف روانی و جسمی، سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازد. شهر اصفهان همانند سایر شهرهای بزرگ به دلیل تردد وسایل نقلیه و فقدان مکانیسم موثر در محدود کردن استفاده از وسایل نقلیه‌ی شخصی با مشکل ترافیک مواجه است. هدف از این تحقیق بررسی و پهنه‌بندی انتشار آلودگی صوتی در مناطق ۳ و ۴ اصفهان بود. ۱۶ ایستگاه انتخاب و پارامترهای صوتی در سه نوبت از شبانه روز طی دو فصل زمستان و بهار به وسیله دستگاه صوت‌سنج بروئل و کجایر اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در دی ماه بیشترین آلودگی متعلق به ایستگاه بعد از پل بزرگمهر با ۱۰۰ دسی‌بل و کمترین آلودگی متعلق به ایستگاه‌های قبل از خیابان رکن الدوله بعد از چهارراه آپادانا با ۶۹ دسی‌بل بود. بیشترین آلودگی در بهمن در ایستگاه پل بزرگمهر در محدوده پارک با ۱۰۳ دسی‌بل بود. ایستگاه بعد از خیابان مبارزاندرا اسفندماه بیشترین میزان آلودگی را داشت. در فروردین بیشترین آلودگی متعلق به ایستگاه پل بزرگمهر در محدوده پارک به میزان ۱۰۶ دسی‌بل بود. آلوده‌ترین ایستگاه در اردیبهشت شماره ۱۲ (پل بزرگمهر در محدوده پارک) با ۱۰۷ دسی‌بل بود. در خردادماه بیشترین آلودگی متعلق به ایستگاه‌های شماره ۱، ۲، ۹، ۱۰ و ۱۱ بود. نتایج پهنه‌بندی انتشار آلودگی صوتی نشان داد که بیشترین محدوده انتشار آلودگی صوتی در محدوده خیابان بزرگمهر و میدان احمدآباد بوده است که با دور شدن از خیابان اصلی میزان انتشار صوت کاهش می‌یابد. ابزار پهنه‌بندی انتشار صوت به عنوان یک ابزار کارآمد و مفید می‌باشد. نتایج این مطالعه به عنوان مرجع و راهنما برای برنامه‌ریزی و وضع قوانین در آینده در مورد محدوده مجازصوت در محیط‌های شهری مفید و کاربردی هستند.

کلید واژگان: آلودگی صوتی، ترافیک، وزن دهی معکوس فاصله

۱. مقدمه

حرکت آنها، جامعه جهانی صدا را به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در کاهش کیفیت و استاندارد زندگی مردم در شهرها شناسایی کرده است. امروزه جریان رو به رشد ترافیک با افزایش جمعیت در شهرهای مدرن درهم آمیخته است و منجر به ایجاد آلودگی صوتی می شود. صدا اثر منفی روی همه سیستم های بدن انسان دارد و منجر به تغییرات بلندمدت و کوتاه مدت می شود (Lezhneva et al., 2019). قرارگیری مداوم در معرض سر و صدا، می تواند موجب اثرات زیان آور فیزیولوژیکی و رفتاری نظیر افزایش سطح استرس و کاهش زادآوری گردد (Habib et al., 2007). طی سال های اخیر، اثرات ناشی از آلودگی صوتی توانایی و بازدهی افراد را کاهش داده و سبب افزایش ناراحتی های جسمی و روانی شده است (Rahimi et al., 2020)، بنابراین به نظر می رسد با توجه به موارد بیان شده و اینکه آلودگی صوتی یکی از آلودگی های اصلی محیط زیست شهری است که امروزه یکی از عوامل نگرانی عمومی شده است، پایش و پیش بینی صدای محیط زیست برای جلوگیری و کنترل آلودگی صوتی دارای اهمیت است (Zhang et al., 2020) و منابع آلودگی صوتی نیاز به مدیریت صحیح داشته زیرا اثرات قابل توجهی بر محیط و سلامت افراد دارند (Ghojogh Nejad et al., 2019). تهیه نقشه صوت یک نمایش گرافیکی از توزیع سطح صوت در یک منطقه خاص است و یک روش موثر ارزیابی صوت در مناطق شهری است. همچنین به تصویر کشیدن توزیع صوت در مناطقی که کاربری های اراضی در آنها به صوت حساس است کمک می کند. این یکی از روش های مدرن ارزیابی سطح صوت است و به برنامه ریزی برای اصلاح اثرات آلودگی صوتی کمک می کند (Oyedepo et al.,

سروصدا به هر نوع صدای ناخواسته و نامطلوب اطلاق می شود. سروصدا به معنی پیامی است که هیچ گونه اطلاعاتی را در بر نداشته و شدت آن در طول زمان به صورت اتفاقی تغییر می کند. در علم آکوستیک، سروصدا را به عنوان انرژی صوتی قابل شنیدن تعریف می کنند که بر سلامت جسمی و روانی موجودات زنده اثر معکوس و منفی دارد (Tervo et al., 2012). توسعه شهری، صنعتی و شبکه های حمل و نقل منجر به افزایش سطح سروصدا در سرتاسر جهان گردیده است که این امر باعث ایجاد اثرات سوء بر گونه های مختلف در اکوسیستم های خشکی و دریایی می شود (Barber et al., 2011; Marathe, 2012). یکی از مشکلات زیست محیطی که با صنعتی شدن و پیشرفت در تکنولوژی های مدرن ایجاد شده است آلودگی صوتی است (Bostanci, 2018). در سال های اخیر، همواره آلودگی صوتی به عنوان یکی از نگرانی های اصلی زندگی در محیط های شهری بوده و در سراسر جهان کیفیت زندگی افراد را، تحت تاثیر قرار داده است. آلودگی صوتی منابع گوناگونی از جمله افزایش شهرنشینی، حمل و نقل و برنامه ریزی نامناسب دارد که ترافیک شهری یکی از آن ها محسوب می شود. با رشد و توسعه سریع مناطق شهری، آلودگی صوتی ناشی از ترافیک بسیار جدی شده است. از طرفی سلامت عمومی جوامع شهری با قرارگرفتن در معرض سطوح غیر مجاز صداهای محیطی در خطر است (Abbaspour et al., 2015; Ajoku & Amadi-Wali, 2019). حمل و نقل یکی از منابع اصلی آلودگی محیط زیست است که علاوه بر آلودگی هوا، منجر به ایجاد آلودگی صوتی نیز می شود. با افزایش تعداد وسایل نقلیه و سرعت

UTM مالزی با استفاده از روش های زمین آمار کربجینگ و وزن دهی معکوس فاصله مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد روش های زمین آمار می تواند برای شناسایی سطح آلودگی صوتی در مناطق گوناگون مفید و موثر باشد (Majidi et al., 2019). در مطالعه خود از نرم افزار ArcGIS 10.2 به منظور تهیه نقشه آلودگی صوتی منطقه صنعتی استفاده کردند. بدین منظور تراز فشار صوت در ایستگاه های موردنظر اندازه گیری شد و از روش زمین آمار به منظور تهیه نقشه پراکنش آلودگی صوتی استفاده شد (Oyedepo et al., 2019). از روش وزن دهی معکوس فاصله و نرم افزار ArcGIS 10.5 به منظور تهیه نقشه پراکنش آلودگی صوتی در شهر اوتا در نیجریه استفاده کردند. نقشه پراکنش صوت یک نمایش گرافیکی از توزیع سطح صدا در یک منطقه خاص است و یک ابزار موثر ارزیابی صوت در مناطق شهری است که به برنامه ریزی در خصوص کاهش اثرات آلودگی صوتی کمک می کند. به منظور پیشگیری از اثرات آلودگی صوتی و برنامه های مرتبط با کاهش آن در مناطق با جمعیت بالا و پرترافیک و نیز یافتن راه حل مناسب در زمینه مشکلات ناشی از آلودگی صوتی، تهیه نقشه های ذکر شده می تواند اطلاعات مناسبی از میزان آلودگی صوتی و تغییر آن در زمان ها و مکان های گوناگون در اختیار قرار دهد. بنابراین تهیه این نقشه ها برای شهرهای پرجمعیت امری ضروری به نظر می رسد. هدف این مطالعه، بررسی میزان آلودگی صوتی و تهیه نقشه پراکنش صوت در مناطق ۳ و ۴ شهر اصفهان است که دلیل انتخاب این مناطق حجم تردد بالا می باشد.

۲. مواد و روش ها

(2019). به طور کلی، نقشه های صوت دو هدف اصلی دارند. اول اینکه آنها می توانند برای ارائه برنامه هایی به منظور مدیریت و کاهش سطح صوت مورد استفاده قرار گیرند. دوم اینکه نقشه صوت اطلاعاتی در مورد سطوح صوت برای برآورد اینکه چه تعداد از مردم تحت تاثیر قرار می گیرند فراهم می کند (Taghizadeh et al., 2013). جهت بررسی روند تغییرات و تهیه نقشه توزیع پارامترهای گوناگون به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی می توان از روش های زمین آمار استفاده کرد (محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۵). روش وزن دهی معکوس فاصله یکی از معمولترین روش های درونیابی است و طبق مطالعات انجام شده روش دقیقتری نسبت به سایر روش هاست (Moteallemi et al., 2017). روش وزن دهی معکوس فاصله یک ابزار خوب برای پیش بینی ارزش های نامعلوم برای یک نقطه جغرافیایی مشخص است. این روش داده های فراهم شده از منابع صوتی و فواصل بین آنها را برای پیش بینی مدنظر قرار می دهد (Oyedepo et al., 2019). طی سال های اخیر، مطالعاتی در زمینه بررسی آلودگی صوتی در ایران و سایر کشورها انجام گرفته است که برخی از آنها بدین شرح است (Khayami et al., 2019). ارزیابی و پهنه بندی تراز آلودگی صوتی مناطق ۹ و ۱۱ شهرداری مشهد را با استفاده از روش های آماری و نرم افزار GIS انجام دادند. از داده های صوتی ۲۵ ایستگاه پرترافیک در ۴ فصل استفاده شد (Abbaspour et al., 2015). آلودگی صوتی در منطقه ۱۴ تهران را که دارای خیابان ها و اتوبان های شلوغ است را مورد بررسی قرار دادند (Ghojogh Nejad et al., 2019) رابطه بین افزایش تعداد موتورسیکلت ها و آلودگی صوتی را در دانشگاه

۱-۲. منطقه مورد مطالعه

خوب در قسمت شمالی و پوشش گیاهی متوسط در قسمت جنوبی بوده و یکی از پل های اصلی شهر تلقی می شود. ایستگاه شماره سه و چهار: قبل و بعد از خیابان رکن الدوله می باشد که دارای پوشش گیاهی نسبتاً متعادل و نزدیک به بیمارستان است. ایستگاه شماره پنج و شش: قبل و بعد از خیابان بی سیم بوده و این منطقه دارای زیرگذر می باشد. ایستگاه شماره هفت و هشت: قبل و بعد از خیابان مبارزان: پوشش گیاهی متوسط دارد و همین طور این ناحیه دارای یک مدرسه می باشد. ایستگاه شماره نه و ده: قبل و بعد از میدان احمد آباد و دارای پوشش گیاهی متوسطی می باشد و یکی از میدان های پرتردد شهر تلقی می شود. ایستگاه شماره یازده و دوازده: بعد از پل بزرگمهر به سمت رودخانه و در محدوده ی پارک: دارای پوشش گیاهی خوب و متناسبی است. ایستگاه شماره سیزده و چهارده: قبل و بعد از چهار راه آپادانا و دارای ایستگاه های بی آر تی و ناحیه ی پرتردد شهر می باشد. ایستگاه شماره پانزده و شانزده: قبل و بعد از گلستان شهدا می باشد و در این ناحیه پوشش گیاهی متوسطی وجود دارد. شکل ۱ نقشه منطقه مورد مطالعه و پراکنش ایستگاه های اندازه گیری صوت را نشان می دهد.

۲-۳. روش کار

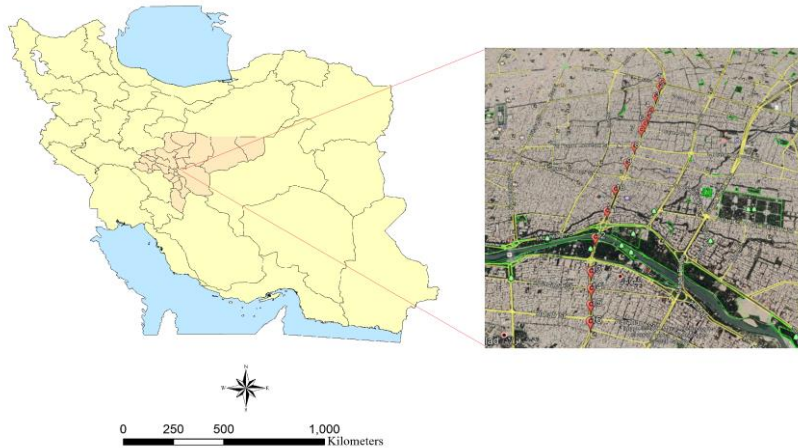
در این مطالعه که به منظور تهیه نقشه پراکنش صوت در بخشی از مناطق ۳ و ۴ شهر اصفهان صورت گرفت اندازه گیری صوت در ۱۶ ایستگاه انجام گرفت و میزان تردد نیز در این ایستگاه های ثبت گردید و در نهایت به منظور تهیه نقشه توزیع صوت از روش زمین آمار وزن دهی معکوس فاصله در نرم افزار ArcGIS 10.1 استفاده گردید. برداشت های زمینی بطور منظم (ماهانه) در فصول زمستان و بهار انجام گرفتند.

شهر اصفهان مرکز استان اصفهان و شهری در بخش مرکزی ایران است که در دامنه ی شرقی رشته کوه های زاگرس واقع شده است، این شهر بر روی آبرفت های رودخانه زاینده رود قرار گرفته و از جمله شهرهایی است که شاید تاریخ و سابقه آن به قدمت خود کشور باشد. اصفهان سومین شهر پرجمعیت کشور پس از تهران و مشهد می باشد و ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۵۷۵ متر است. شهر اصفهان بر طبق سرشماری نفوس سال ۱۳۹۵، حدود ۵۱۲۰۸۵۰ نفر جمعیت دارد (Jamshidi et al., 2017). اصفهان نیز همانند سایر کلان شهرها بدلیل افزایش بی رویه وسائل نقلیه و نبود مکانیزم های مؤثر در اعمال محدودیت برای استفاده از وسایل نقلیه شخصی از معضل ترافیک برخوردار بوده که این معضل امروزه باعث شده که افراد برای فرار از ترافیک درون شهری خودروها به بزرگراه ها و کنارگذرهای شهر هجوم بیاورند. مسئله ترافیک این شهر به جایی رسیده است که بعد از مسئله آب دومین چالش این شهر است. علت عمده مشکل ترافیک این شهر، ناشی از نبود زیرساخت های مناسب در این شهر است. (Payandenia, 2016).

۲-۲. ایستگاه های مورد مطالعه

این مطالعه از ابتدای خیابان گلستان شهدا تا میدان احمد آباد صورت گرفته است. در این منطقه ۱۶ ایستگاه انتخاب گردید و نقاط ایستگاه ها به صورت تصادفی انتخاب شدند. شکل ۱ ایستگاه های مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد. ایستگاه های مورد نظر به شرح ذیل می باشد:

ایستگاه شماره یک و دو: پل بزرگمهر و خیابان فرهنگیان می باشد که دارای پوشش گیاهی نسبتاً



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و ایستگاه های اندازه گیری صوت

شد. مختصات جغرافیایی همه ایستگاه های اندازه گیری توسط GPS ثبت شد. به منظور اندازه گیری صدا از دستگاه صوت سنج Bruel & Kjaer مدل ۲۲۳۹ ساخت کشور دانمارک و همچنین کالیبراتور Bruel & Kjaer مدل ۴۲۳۱ جهت کالیبره کردن دستگاه صوت سنج استفاده شد. در تمامی مراحل اندازه گیری، دستگاه صوت سنج به جهت ثابت ماندن روی یک سه پایه به ارتفاع ۱/۵ متر قرار گرفت و از یک اسفنج جهت قرار گرفتن روی میکروفون دستگاه صوت سنج استفاده شد که کاربرد این اسفنج برای جلوگیری از خطای ناشی از سروصدای ایجاد شده توسط ارتعاش مولکول های هوا می باشد. بر اساس استاندارد صوت ایزو ۱۹۹۶ دستگاه در فاصله ۳/۵ متری از ساختمان ها و دیوارهای بتنی که باعث انعکاس صدا می شود، قرار گرفت. به منظور بررسی روند تغییرات زمانی آلودگی صوتی، اندازه گیری پارامترهای صوتی در طی هفت روز هفته و در فصول زمستان و بهار انجام و مقادیر بدست آمده ضمن مقایسه با استاندارد های تعیین شده توسط سازمان محیط زیست و بررسی روند تغییرات آن، تفاوت روزهای مختلف هفته از نظر تراز معادل صوتی ثبت شده و حدود معنی داری آنها با هم مورد بررسی قرار

کلیه ایستگاه ها با رعایت فاصله یک تا دو متر از مجاورت مستقیم با خیابان لحاظ گردید تا از میزان تاثیر مستقیم صدا بر دستگاه خودداری شود. جهت اندازه گیری صوت، در هر ایستگاه میزان صوت سنجیده شد و از هر ایستگاه در تمام طول زمستان و بهار در شرایط جوی ماهانه و در ۳ بازه زمانی صبح ۸ تا ۱۲ ظهر، ۱۲ تا ۱۶ غروب و ۱۶ تا ۲۰ به علت پرتراфик بودن این ساعت ها اندازه گیری صورت گرفت. انتخاب ساعت ۱۲ تا ۱۶ به علت ملاقات مراکز درمانی موجود در ایستگاه های اندازه گیری موجود در این پروژه بود که طبیعتا افزایش نرخ تردد و میزان آلودگی را بطور چشمگیری تحت تاثیر قرار می داد. اندازه گیری صوت در ۱۶ ایستگاه بطور تخصصی انجام گرفت، بمنظور کاهش هر گونه صدای کاذب و جلوگیری از لرزش های احتمالی، دستگاه روی پایه قرار داده شد. اندازه گیری Leq30 بدین ترتیب بود که به طور میانگین ۱۵ دقیقه در هر ایستگاه اقامت داشته و در حین سنجش میزان صوت توسط دوربین فیلم برداری میزان نرخ تردد در طول بازه زمانی ثبت گردید. نرخ تردد خودروها به تفکیک چهار گروه وسایل نقلیه سنگین، وسایل نقلیه عمومی، خودروهای شخصی و موتورسیکلت ها قابل تفکیک

ایستگاه پرخطر ترسیم شد که تکمیل کننده نقشه پهنه بندی صوت در منطقه بود.

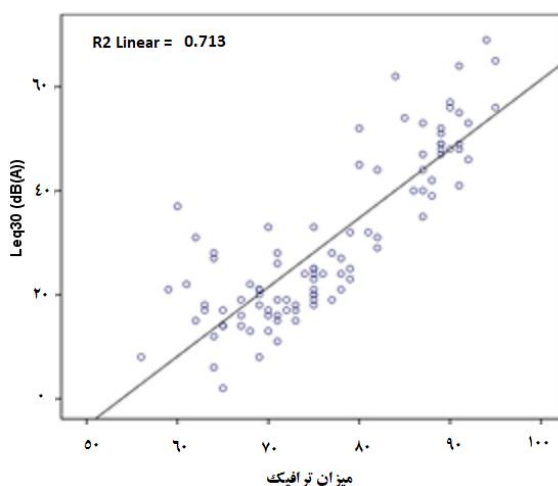
۳. نتایج

اندازه گیری های انجام شده در بخشی از منطقه ی ۳ و ۴ اصفهان در دو فصل زمستان و بهار سال ۹۶ و ۹۷ انجام گرفت که نتایج آن به شرح ذیل است. شکل ۲ نشان می دهد که هر چه میزان ترافیک در منطقه ای افزایش می یابد به نسبت آن میزان آلودگی صوتی حالت صعودی پیدا می کند و در واقع آلودگی صوتی در آن منطقه افزایش می یابد. با توجه به شکل ۳، بیشترین میانگین آلودگی در دی ماه در ایستگاه ۱۲ بعد از پل بزرگمهر با شدت ۹۲ دسی بل و کمترین میانگین در ایستگاه ۱۴ یا چهار راه آپادانا با شدت صوت ۶۹ دسی بل بود. با توجه به شکل ۴، بیشترین میزان آلودگی در بهمن ماه در زیرگذر بعد از خیابان بیسیم با شدت ۹۵ دسی بل و کمترین میزان بعد از گلستان شهدا با شدت ۶۳ دسی بل بود. با توجه به شکل ۵، بیشترین میزان آلودگی صوت در اسفندماه بعد از احمدآباد با شدت صوت ۹۱ دسی بل و کمترین میزان بعد از گلستان شهدا با شدت ۶۵ دسی بل بود.

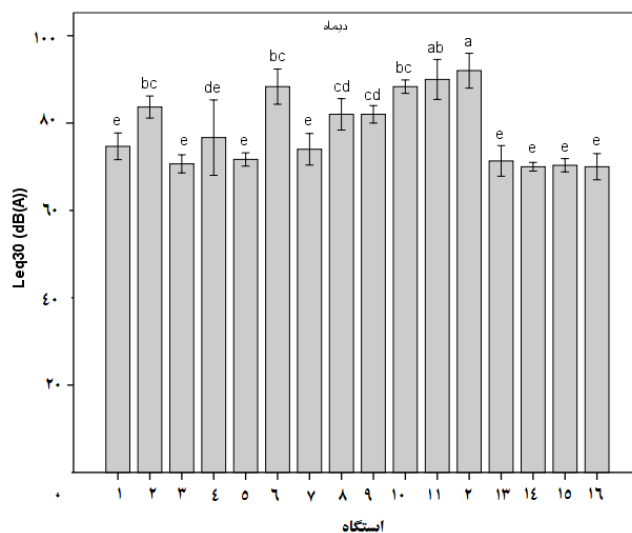
گرفت. به منظور بررسی تغییرات مکانی آلودگی صوتی در ایستگاه های مشخص شده، ترانسکتی به عرض یک متر زده شده و در فواصل ۵ تا ۱۵ متری، ۱۵ تا ۳۰ متری و بیشتر از ۳۰ متری اندازه گیری ها انجام شده است. به منظور تهیه نقشه پراکنش آلودگی صوتی ابتدا مختصات نقاط مورد ارزیابی توسط دستگاه GPS ثبت و سپس این مختصات به همراه مقادیر ترازهای صوت اندازه گیری شده وارد نرم افزار ArcGIS 10.1 شد و بدین ترتیب نقشه پراکنش صوت با استفاده از روش وزن دهی معکوس فاصله تهیه گردید.

۳-۳. تجزیه و تحلیل داده های آماری

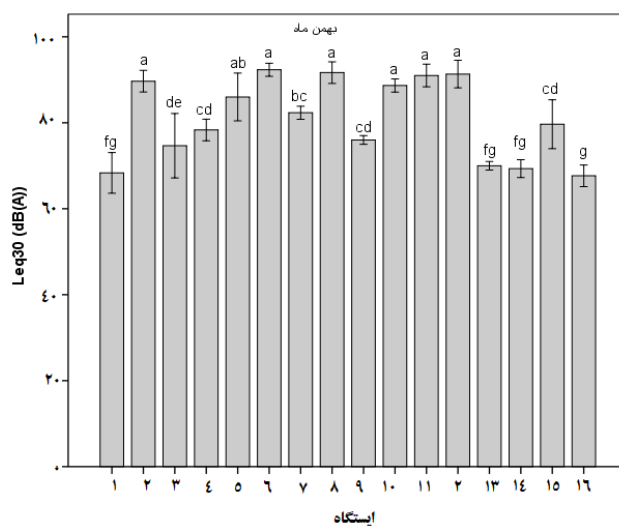
کلیه داده های جمع آوری شده توسط نرم افزارهای آماری مرتبط مانند SPSS و Sigmaplot مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. آنالیز مقایسه میانگین ها (ANOVA) و در صورت لزوم تستهای تکمیلی دانکن در این پژوهش برای بررسی تمایز بین ایستگاه های نمونه برداری بکار گرفته شد. به منظور تکمیل آنالیزها از فاصله اقلیدسی برای بررسی اهمیت هر فاکتور در نرم افزار Past درخت ضابطه مند



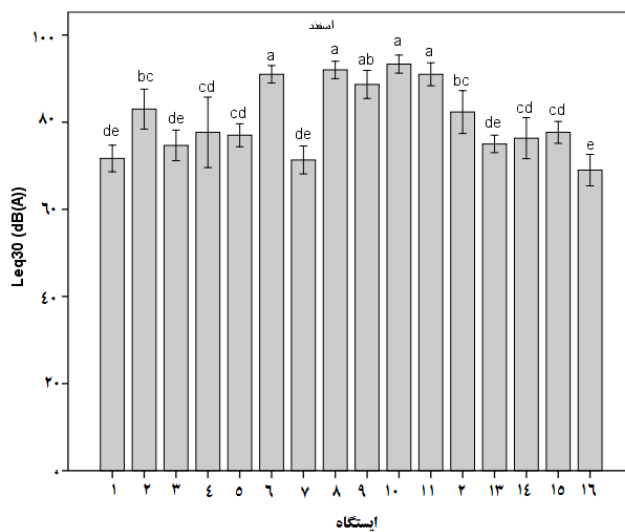
شکل ۲- ارتباط میزان ترافیک و میزان آلودگی صوتی



شکل ۳- بیشترین میزان آلودگی صوتی در دی ماه



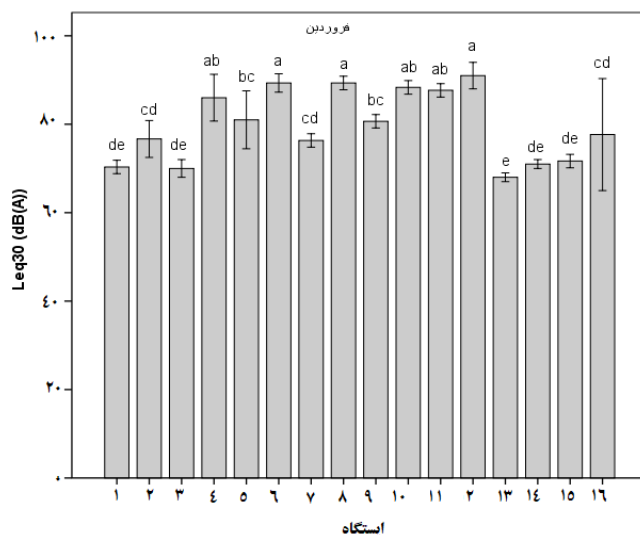
شکل ۴- بیشترین میزان آلودگی صوتی در بهمن ماه



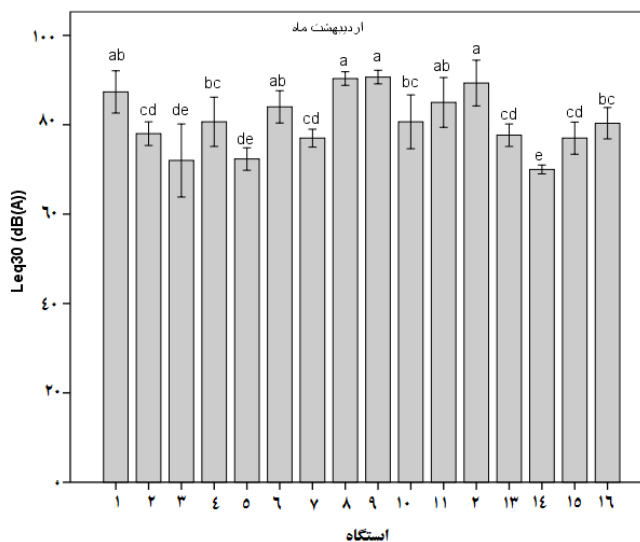
شکل ۵- بیشترین میزان آلودگی صوتی در اسفند ماه

از چهارراه آپادانا با شدت ۷۰ دسی بل بود. با توجه به شکل ۸، بیشترین میانگین آلودگی در خرداد ماه در خیابان رکن الدوله نزدیک بیمارستان با شدت ۷۱ دسی بل و کمترین میانگین بازم بعد از گلستان شهدا با شدت صوت ۵۶ دسی بل مشاهده شد.

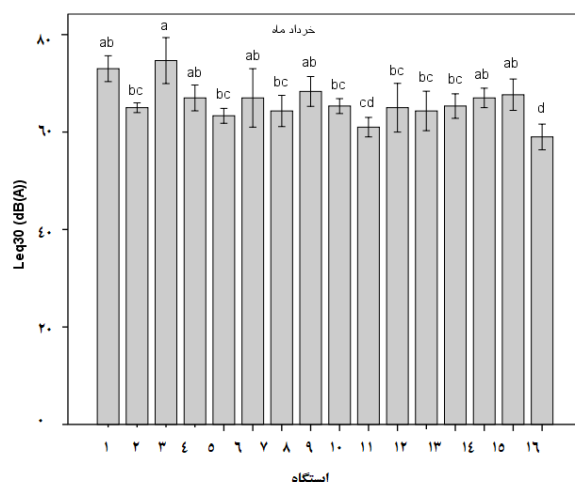
با توجه به شکل ۶، بیشترین میانگین آلودگی صوتی در فروردین ماه در محدوده باغ گلها با شدت صوت ۹۴ دسی بل و کمترین میزان آلودگی بعد از چهارراه آپادانا با شدت ۶۴ دسی بل بود. با توجه به شکل ۷، بیشترین میانگین آلودگی در اردیبهشت ماه در میدان احمد آباد با شدت ۹۵ دسی بل و کمترین میزان بعد



شکل ۶. بیشترین میزان آلودگی صوتی در فروردین ماه



شکل ۷- نمودار بیشترین میزان آلودگی صوتی در اردیبهشت ماه



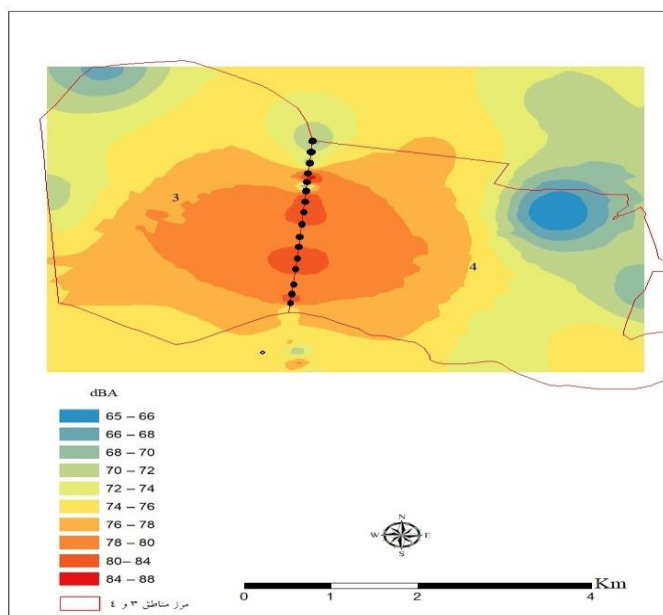
شکل ۸- بیشترین میزان آلودگی صوتی در خرداد ماه

شده است. در ایستگاه ۸ به علت پیوستن تقاطع به این خیابان و افزایش نرخ تردد میزان آلودگی همچنان سیر صعودی را خواهد داشت. در ایستگاه ۹ که یکی از میدان‌های پرتردد شهر تلقی می‌شود که میدان احمدآباد است با توجه به حجم ترافیک میزان آلودگی صوتی در ساعات مشخصی از روز دچار نوسان است به گونه‌ای که بیشترین میزان آلودگی در ماه اردیبهشت و کمترین آن در ماه خرداد است. در ایستگاه ۱۰ کاهش معنادار آلودگی در ماه‌های اردیبهشت و خرداد مشاهده شد. در ایستگاه ۱۱ با توجه به میزان ترافیک و تردد اتومبیل‌ها و همین‌طور وجود باغ گلها میزان آلودگی صوتی حالت صعودی داشت که تنها در ماه خرداد این میزان کاهش پیدا می‌کند. که ممکن است یکی از دلایل آن افزایش میزان دمای هوا و کاهش رفت و آمد به این مناطق باشد. در ایستگاه ۱۲ مانند ایستگاه قبل آلودگی صوتی حالت صعودی دارد با توجه به دارا بودن چهارراه اما این میزان از آلودگی در ماه خرداد کاهش پیدا کرده است. در ایستگاه ۱۳ آلودگی در چهارراه آپادانا تا حدودی حالت نزولی پیدا می‌کند. در ایستگاه ۱۴ نیز همچنان حالت نزولی آلودگی صوتی پایدار است و افزایش این میزان از آلودگی تنها در ماه

نمودارهای میزان آلودگی صوتی در ایستگاه‌های مختلف به تفکیک تهیه شد و نتایج به شرح ذیل است: در ایستگاه ۱ میزان آلودگی صوتی در فصل اردیبهشت به میزان قابل توجهی افزایش یافته و با توجه به اینکه یکی از پل‌های اصلی شهر تلقی می‌شود دارای نرخ تردد نسبتاً زیادی است و کاهش آلودگی صوتی در ماه بهمن مشاهده شد. در ایستگاه ۲ افزایش آلودگی صوتی در بهمن ماه و کاهش قابل توجه صوت در ماه خرداد بود. در ایستگاه ۳ به نسبت آلودگی صوتی در ماه‌های اندازه‌گیری شده در دو فصل زمستان و بهار به یک میزان است و می‌توان گفت آلودگی صوتی دارای نوسان چندانی نبوده با توجه به اینکه در این قسمت مراکز درمانی وجود دارد. در ایستگاه ۴، بعد از گذراندن مراکز درمانی و عبور از چراغ خطر بنظر می‌رسد افزایش آلودگی صوتی با حضور ایستگاه بی‌آر تی و همچنین افزایش سرعت خودروها بیشتر شده است. در ایستگاه ۵، میزان آلودگی صوتی حالت موجی شکل پیدا می‌کند که کاهش یا افزایش آلودگی صوتی می‌تواند به بودن زیرگذر در این منطقه بستگی داشته باشد. در ایستگاه ۷، به علت وجود مدرسه در زمان رفت و آمد دانش‌آموزان میزان آلودگی صوتی مشاهده

انتشار آلودگی صوتی را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است بالاترین میزان آلودگی صوتی در اطراف خیابان اصلی مشاهده می‌شود. به منظور اعتبارسنجی نقشه حاصله از محاسبه ضریب تعیین (R^2) استفاده می‌شود که در این مطالعه ۰/۹۱ برآورد گردید.

اسفند مشاهده شد. در ایستگاه ۱۵ که قبل از گلستان شهدا می‌باشد میزان آلودگی صوتی حالت نوسانی در ماه‌های اندازه گیری شده پیدا کرد. در ایستگاه ۱۶ بعد از گلستان شهدا به یکباره حالت نزولی آلودگی صوت مشاهده شد که رابطه مستقیم با کاهش میزان تردد دارد. شکل ۹ نقشه پهنه بندی



شکل ۹- نقشه پراکنش آلودگی صوتی منطقه مورد مطالعه

ضرورت مطالعه در زمینه اثرات محیطی و بهداشتی آلودگی‌های صوتی را نشان می‌دهد چرا که با توسعه محیط‌های شهری و ساخت مناطق مسکونی در مجاورت بسیاری از نواحی پرتردد شهری، بروز واکنش‌های رفتاری (میزان استرس و ایمنی بدن) در افراد مختلف بر سلامت کلی جامعه اثرگذار می‌باشد (Raap et al., 2017).

آنچه در این مطالعه حائز اهمیت است بررسی محدوده انتشار بیشترین آلودگی صوتی در خیابان بزرگمهر و میدان احمدآباد بوده است و نکته قابل تامل در این زمینه تردد خودروها در ساعات پر رفت‌وآمد روز و وجود منازل مسکونی و مراکز درمانی در نواحی اطراف این دو خیابان است که افراد بسیاری

۴. بحث و نتیجه گیری

صدا در هر محیط، حاصل منابع مختلفی چون ژئوفیزیکی، رویدادهای جوی، فعالیت‌های بیولوژیکی و انسانی است. ترکیبی از این صداها در یک محیط به‌عنوان آواهای صوتی شناخته می‌شوند. این مسئله در محیط‌های مختلف شهری و طبیعی به شکل‌های گوناگونی بروز پیدا می‌کند. اما افزایش شهرنشینی منجر به شکل‌گیری نوع دیگری از آلودگی به نام آلودگی صوتی گشته است که در موارد بسیاری این مسئله به‌همراه افزایش نور و آلودگی هوا، یک معضل جدی در محیط‌های شهری محسوب می‌شود (Putland et al., 2017). افزایش نگرانی‌ها در زمینه سلامت جسمی و روحی شهروندان در هر منطقه

(dBA) بوده است. به نظر می‌رسد وضعیت آلودگی صوتی در ایستگاه شماره ۲ (بعد از پل بزرگمهر و خیابان فرهنگیان) کمی متفاوت بوده و در بهمن ماه (فصل زمستان) به علت تردد بیشتر وسایل نقلیه میزان آلودگی صوتی افزایش یافته و این میزان در خرداد ماه (فصل بهار) رو به کاهش بوده است. در ایستگاه شماره ۳ (قبل از خیابان رکن الدوله) میزان آلودگی صوتی اندازه‌گیری شده در دو فصل زمستان و بهار یکسان بوده و با توجه به وجود بیمارستان در نزدیکی این ایستگاه، احتمال می‌رود که میزان سر و صدای ناشی از بوق خودروها در منطقه به حداقل رسیده است اما کمبود پوشش گیاهی در این ایستگاه (باتوجه به حضور بیمارستان) به عنوان یک عامل بازدارنده در روند کاهش آلودگی‌های صوتی عمل می‌کند چرا که در مطالعاتی که توسط (Nouri et al., 2018; Kondo et al., 2016) صورت گرفته است، درختان به عنوان فیلتری مناسب برای جلوگیری از نفوذ سر و صدا در نواحی همجوار با مناطق درمانی عمل می‌کنند. همچنین Kardan et al., 2015 در تحقیقات خود دریافتند که پوشش گیاهی به عنوان یک عامل طبیعی برای کاهش سروصدا است و وجود کمربندی از درختان و درختچه‌ها در میان منبع تولید صوت و دریافت کننده‌ی آن می‌تواند میزان سروصدای دریافتی توسط گیرنده را کاهش دهد (Dzhambov & Dimitrova, 2014). در ایستگاه شماره ۴ (بعد از خیابان رکن الدوله) وضعیت کمی متفاوت بوده و با توجه به نبود بیمارستان در این خیابان، میزان آلودگی صوتی به صورت ناگهانی (۲۰ دسی بل) افزایش یافته است که این میزان در فروردین ماه، باتوجه به تعطیلات نوروزی و به دلیل حضور مسافران، بیشتر می‌باشد. اما به نظر می‌رسد

در معرض سر و صدای ناشی از عبور و مرور خودروها قرار دارند. با توجه به آنکه استاندارد تراز معادل با صوت برای انسان در ۴۰-۵۰ (dBA) قرار داشته و در خیابان‌هایی که مراکز درمانی وجود دارند، این میزان نباید به بیشتر از ۶۰ دسی بل نفوذ کند (Abbaspour et al., 2015). یافته‌های این مطالعه نشان‌دهنده آن است که میزان تراز معادل صوت اندازه‌گیری شده در این پژوهش در بیشتر ایستگاه‌های مورد سنجش از حد مجاز تعریف شده ۶۰ (dBA) در روز و ۵۰ (dBA) در شب بیشتر بوده است. از طرفی میانگین تراز شدت صوت به دست آمده در فصل بهار بیشتر از فصل زمستان بوده است که طبق سایر تحقیقات از جمله عباسپور و همکاران ۲۰۱۵ گرم بودن هوا و تردد بیشتر وسایل نقلیه و حضور افراد در خیابان‌ها و معابر نسبت به فصل زمستان دلیل مستدلی بر این مساله است. از طرفی دانش (۱۳۹۰) در تحقیقی دیگر در زمینه ارزیابی آلودگی صوتی اصفهان، میزان بیشتر بودن تراز صوتی در فصل تابستان را نسبت به دو فصل بهار و زمستان گزارش کرده است. باتوجه به آنالیزهای انجام شده بین میزان تراز معادل صوت با نرخ تردد در همه ایستگاه‌ها همبستگی وجود دارد که این ایستگاه‌ها به ترتیب با اعداد ۱ تا ۱۶ شماره‌گذاری شده‌اند. نتایج این بخش نشان‌دهنده آن است که در فصل بهار در ایستگاه شماره ۱ (میدان بزرگمهر که یکی از اصلی‌ترین خیابان‌های شهر اصفهان تلقی می‌شود) به دلیل تردد بیشتر خودروها، افزایش آلودگی صوتی نسبت به بهمن‌ماه در فصل زمستان وجود دارد. مطلبی کاشانی نیز در مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۰ در شهر کاشان نتایج مشابهی به دست آورده است که میانگین تراز معادل صوت در این شهر برابر با ۷۹/۸

بافت شهرهای جدید بسیار موثر می‌باشد (Boroitu *et al.*, 2014). در ایستگاه ۷ (قبل از خیابان مبارزان) به دلیل حضور مدرسه، در زمان‌های تردد دانش آموزان، میزان آلودگی صوتی افزایش می‌یابد و در خرداد ماه (فصل بهار) با اتمام سال تحصیلی آلودگی صوتی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد، زیرا همبستگی مثبت میان کاهش نرخ تردد خودروها و کاهش آلودگی صوتی وجود دارد. از طرفی کمبود تراکم فضای سبز شهری در بیشتر قسمت‌های این خیابان سبب شده است تا میزان نوسانات آلودگی صوتی با کاهش کمتری مواجه شود زیرا طبق تحقیقات Nasiri *et al.*, 2015 پوشش گیاهی اگر دارای ارتفاع کافی، عرض و تراکم مناسب باشد، می‌تواند صدای ناشی از ترافیک خیابان‌ها را کاهش دهد. ایستگاه‌های شماره ۸ (بعد از خیابان مبارزان) و شماره ۹ (قبل از میدان احمد) دارای میزان نوسان در کاهش و یا افزایش آلودگی صوتی در برخی از ساعات روز بوده است زیرا ایستگاه شماره ۸ یکی از چهارراه‌های اصلی این مسیر را در بر گرفته است و ایستگاه شماره ۹، یکی از اصلی‌ترین میدان‌های شهر اصفهان را شامل می‌شود که در ساعاتی از روز به‌ویژه در فصول فعالیت مدارس، میزان ترافیک و تردد خودروها افزایش یافته و بر میزان آلودگی صوتی نیز افزوده می‌شود. در ایستگاه ۱۰ با گذراندن میدان بزرگ احمدآباد کاهش میزان آلودگی صوتی منطقی بنظر میرسد کاهش معنادار آلودگی در ماه‌های اردیبهشت و خرداد به جهت کاهش نرخ تردد بوده است. ایستگاه شماره ۱۰ (بعد از میدان احمدآباد) وضعیتی مشابه با دو ایستگاه قبلی داشته و در خردادماه (فصل بهار) با اتمام سال تحصیلی و به دلیل قرارگیری این ایستگاه در مسیر یکی از دانشگاه‌های

علاوه بر عواملی چون افزایش تردد وسایل نقلیه، قدیمی بودن بافت برخی از خیابان‌ها و نوع آسفالت به کار رفته، در میزان انتشار آلودگی صوتی موثر باشد. چرا که در مطالعه صورت گرفته توسط Liu *et al.*, 2016 اثبات شد که استفاده از آسفالت‌های دولایه به منظور کاهش سروصدای ناشی از عبور و مرور خودروها و ترافیک‌های شهری و جاده‌ای اثرگذار بوده و نتایج حاصل از تست‌های صوتی انجام شده نشان‌دهنده تایید کاهش سروصدا در استفاده از آسفالت‌های متخلخل با لایه دوگانه می‌باشد (Liu *et al.*, 2016). بنابراین در این راستا برنامه‌ریزی‌های شهری و عوامل مختلفی چون تراکم جمعیت در یک منطقه، مورفولوژی شهری، کاربری زمین، فضاهای سبز شهری، طراحی مناسب و انتخاب دقیق خیابان‌های کلیدی شهرها در کاهش تولید سروصداهای ناشی از تردد خودروها و شرایط ترافیکی نقش موثری دارند که این مسئله در مطالعه Morillas *et al.*, 2018 نیز به اثبات رسیده است. در ایستگاه شماره ۵ (قبل از خیابان بیسیم) به دلیل وجود زیرگذر، نرخ تردد خودروها متغییر بوده و میزان آلودگی صوتی در ماه‌های اندازه‌گیری شده در دو فصل زمستان و بهار به صورت نوسانی تغییر می‌کند. اما در ایستگاه شماره ۶ با اتمام زیرگذر ذکر شده، به یکباره افزایش قابل توجه آلودگی صوتی در ماه‌های اندازه‌گیری شده مشاهده می‌گردد.

به نظر می‌رسد در خرداد ماه (فصل بهار) با اتمام فصل مدارس و تردد کمتر خودروها، آلودگی صوتی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد که در صورت سازماندهی ترافیک‌های شهری و احداث مسیرهای مترو و زیرگذر و یا خطوط قطارهای سبک شهری از میزان آلودگی صوتی کاسته می‌شود که در زمینه مدیریت و طراحی

در این مسیر و وجود بزرگراه، در ماه‌های اندازه‌گیری شده دارای نوسان بوده است. نقشه حاصل از پهنه‌بندی انتشار آلودگی صوتی نشان می‌دهد که بیشترین محدوده انتشار آلودگی صوتی در محدوده خیابان بزرگمهر و میدان احمدآباد بوده است که با دور شدن از خیابان اصلی میزان انتشار صوت کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد استفاده از آسفالت‌های متخلخل در خیابان‌های منتهی به مراکز درمانی و بیمارستان‌ها می‌تواند در کاهش سطح تماس تأثیر خودروها با سطح آسفالت موثر بوده و با ایجاد سطح تماس هموارتر منجر به کاهش آلودگی‌های صوتی در اطراف این مکان‌ها گردد زیرا استفاده از آسفالت‌های با دانه‌بندی باز می‌تواند صوت را تا میزان ۱۰ دسی‌بل کاهش دهد (Abbaspour *et al.*, 2015). از طرفی استفاده از سرعت‌گیرها در مناطق نزدیک بیمارستان و علائم هشداردهنده مانند عدم استفاده از بوق و تابلوهای تعیین محدوده سرعت، می‌توانند از جمله کم‌هزینه‌ترین راه‌ها در بحث مدیریت شهری باشند. لذا با اجرای قوانینی مانند طرح زوج و فرد تردد خودروها و همچنین یک طرفه نمودن بخشی از خیابان‌های اطراف مراکز درمانی و بیمارستان‌ها (به‌طور موقت تا پایان احداث مترو) می‌توان در کاهش میزان آلودگی صوتی این خیابان موثر واقع شد. نقشه خروجی پراکنش صوت و استفاده از قابلیت‌های بالای سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌خوبی می‌تواند انتشار صوت در مناطق گوناگون را نشان دهد.

(Keyel *et al.*, 2017) نیز در مطالعه خود به‌منظور پهنه‌بندی انتشار آلودگی صوتی با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.5 به این نتیجه دست یافتند که ابزار پهنه‌بندی انتشار صوت به‌عنوان یک ابزار کارآمد

شهر اصفهان و کاهش تردد دانشجویان در این فصل میزان آلودگی صوتی نیز کاهش یافته است. بنابراین در نظر گرفتن موقعیت مدارس و دانشگاه‌ها، حضور موسسات دولتی و مراکز خرید و تفریحی، در حوالی خیابان‌های اصلی از جمله عوامل بسیار مهم در مدیریت شهری محسوب می‌شوند که با رعایت استانداردهای مربوط به طراحی شهری می‌تواند از میزان آلودگی صوتی در مسیرهای اصلی تا حد زیادی کاسته شود (Montes-González *et al.*, 2018). در ایستگاه شماره ۱۱ (بعد از میدان بزرگمهر به سمت چهارراه آبشار) به‌علت وجود یک باغ تفریحی عمومی در بیشتر ماه‌های سال، میزان آلودگی صوتی زیاد بوده است و با آغاز فصل گرما و کاهش بازدید از این مکان، آلودگی صوتی نیز کاهش یافته است. ایستگاه شماره ۱۲ (بعد از چهارراه آبشار) به‌علت وجود ایستگاه اتوبوس‌های درون شهری در ابتدای مسیر، آلودگی صوتی سیر صعودی داشته و در خردادماه از این میزان کمی کاسته می‌شود. به‌نظر می‌رسد در ایستگاه‌های شماره ۱۳ (چهارراه آپادانا)، ۱۴ (بعد از چهارراه آپادانا) و ۱۶ (بعد از گلستان شهدا) میزان آلودگی صوتی سیر نزولی داشته است و وجود خیابان‌های فرعی و غیراصلی و همچنین امکان تغییر مسیر از طریق این خیابان‌ها، از میزان تردد در مسیرهای اصلی کاسته است. تنها در اسفند ماه در ایستگاه شماره ۱۴ یک سیر صعودی افزایش آلودگی صوتی وجود داشته است که می‌تواند به‌علت حضور فروشگاه‌های قطعات یدکی خودرو در انتهای این مسیر و افزایش مراجعه شهروندان به‌دلیل سفرهای بین شهری برای تعطیلات ابتدایی در فصل بهار دانست. همچنین میزان آلودگی صوتی در ایستگاه شماره ۱۵ (قبل از گلستان شهدا) به‌علت تردد کمتر

بهار اثر بسیار زیادی در کاهش شدت صوت در این فصل دارد و یکی از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار در زمینه کاهش شدت صوت می‌باشد. باتوجه به تراکم ساختمان‌های مسکونی در نزدیکی خیابان‌های مورد مطالعه، به نظر می‌رسد استفاده از پنجره‌های دوجداره و یا عایق‌های آکوستیکی در اندازه‌های استاندارد در جداره‌های داخلی دیوارها، می‌تواند در جذب صدا و کاهش نفوذ آن و سلامت روحی افراد ساکن در آن مناطق، نقش موثری داشته باشد. در بخش مدیریت و طراحی کلان شهرها، رعایت فاصله میان ساختمان‌های مسکونی و درمانی بایکدیگر، می‌تواند موجب کاهش تردد در مسیرهای اصلی گشته و از ایجاد ترافیک و آلودگی‌های صوتی ناشی از تردد بیش از حد خودروها در نزدیکی مراکز درمانی جلوگیری به عمل آورد.

References

- Abbaspour, M., Karimi, E., Nassiri, P., Monazzam, M. R., Taghavi, L., 2015. Hierarchical assessment of noise pollution in urban areas – A case Study. *Transportation Research Part D* 34, 95–103.
- Ajoku, B. C., Amadi-Wali, O., 2019. Analysis of Noise Pollution Levels across Land Use Types in Port- Harcourt Metropolis, Rivers State, Nigeria. *IOSR Journal of humanities and social science* 24, 22-31.
- Barber, J. R., Burdett, C. L., Reed, S. E., Crooks, K. R., Theobald, D. M., Fristrup, K. M., 2011. Anthropogenic noise exposure in protected natural areas: estimating the scale of ecological consequences. *Landscape Ecology* 26, 1281-1295.
- Boroiu, A. A., Boroiu, A., & Neagu, E. 2018. Identifying ways to reduce urban noise pollution by road noise prediction. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (444 (7), p. 072020). IOP Publishing.

و مفید می‌تواند در راستای برطرف کردن نیازهای اکولوژیست‌ها و مدیران منابع طبیعی موثر واقع گردد. Ghojogh Nejad *et al.* (2019) در مطالعه‌ی خود رابطه بین افزایش تعداد موتورسیکلت‌ها و آلودگی صوتی را در دانشگاه UTM مالزی با استفاده از روش‌های زمین آمار کریجینگ و وزن دهی معکوس فاصله مورد مطالعه قرار دادند. روش وزن دهی معکوس فاصله، نتیجه بهتر و نزدیک به واقعیت تری از سطح آلودگی صوتی نسبت به روش کریجینگ نشان داد.

۵. نتیجه گیری

باتوجه به اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در دو فصل زمستان و بهار، میزان آلودگی صوتی در ایستگاه‌های با تراکم فضای سبز بیشتر و سازه‌های شهری جدیدتر کمتر بوده است. همچنین از مقایسه نتایج این دو فصل می‌توان دریافت که رشد فضای سبز در فصل

Bostanci, B., 2018. Accuracy assessment of noise mapping on the main street. *Arabian Journal of Geosciences* 11, 1-12.

Dzhambov, A. M., Dimitrova, D. D., 2014. Urban green spaces' effectiveness as a psychological buffer for the negative health impact of noise pollution: a systematic review. *Noise and Health* 16(70), 157-163.

Ghojogh Nejad, P., Ahmad, A., Safitri Zen, I., 2019. Assessment of the interpolation techniques on traffic noise pollution mapping for the campus environment sustainability. *International Journal of Sustainable Built Environment* 6, 147–159.

Habib, L. E., Bayne, M., Boutin, S. 2007. Chronic industrial noise affects pairing success and age structure of ovenbirds *Seiurus aurocapilla*. *Journal of Applied Ecology*, 44, 176-184.

Jamshidi, S., Mohammadzadeh, M., Ghofrani, M. 2017. Site selection and analysis the sources of air pollutants in Isfahan metropolitan area using spatial information system, 7th international conference on sustainable development and urban construction, Tehran.

- Kardan, O., Gozdyra, P., Misic, B., Moola, F., Palmer, L. J., Paus, T., Berman, M. G., 2015. Neighborhood greenspace and health in a large urban center. *Scientific reports* 5, 110-116.
- Keyel, A. C., Reed, S. E., McKenna, M. F., Wittemyer, G., 2017. Modeling anthropogenic noise propagation using the Sound Mapping Tools ArcGIS toolbox. *Environmental Modelling & Software* 97, 56-60.
- Khayami, E., Mohammadi, M., Bahadori, M.S., Hasani, F., Ghorbani, A. 2019. Evaluation and Zonation of Noise Pollution in Vakil-Abad Highway, Mashhad, Iranian Journal of Natural Resources 72 (1), 73-83.
- Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T., Branas, C. C., 2018. Urban green space and its impact on human health. *International journal of environmental research and public health* 15, 445-452.
- Lezhneva, E., Vakulenko, K., Galkin, A., 2019. Assessment of traffic noise pollution due to urban residential road transport. *Romanian Journal of Transport Infrastructure* 8, 34-52.
- Liu, M., Huang, X., Xue, G., 2016. Effects of double layer porous asphalt pavement of urban streets on noise reduction. *International Journal of Sustainable Built Environment* 5, 183-196.
- Majidi, F., Khosravi, Y., Abedi, K., 2019. Determination of the Equivalent Continuous Sound Level (Leq) in Industrial Indoor Space Using GIS-based Noise Mapping. *Journal of Human, Environment, and Health Promotion* 5, 50-55.
- Marathe, P.D., 2012. Traffic noise pollution. *IJED* 9, 63-68.
- Montes-González, D., Vílchez-Gómez, R., Barrigón-Morillas, J. M., Atanasio-Moraga, P., Rey-Gozaló, G., & Trujillo-Carmona, J., 2018. Noise and Air Pollution Related to Health in Urban Environments. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings* 2, 1311-1319.
- Morillas, J. M. B., Gozaló, G. R., González, D. M., Moraga, P. A., Vílchez-Gómez, R., 2018. Noise pollution and urban planning. *Current Pollution Reports* 4, 208-219.
- Moteallemi A., Bina, B., Minaei, M., Mortezaie, S., 2017. The Evaluation of Noise Pollution at Samen District in Mashhad, Khorasan Razavi Province, Iran using Geographic Information System. *Int J Occup Hyg* 9(4), 179-185.
- Nasiri, M., Fallah, A., Nasiri, B., 2012. The effects of tree species on reduction of the rate of noise pollution at the edge of Caspian forest roads. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)* 14, 1021-1026.
- Nouri, A., Shahmoradi, B., Darvishi, E., Gholami, M., Hajimirzaie, S., Nasri, O., Ghaderi, R., 2016. Evaluation of noise pollution in Parks of Sanandaj City and zoning with Geographic Information System. *Journal of Advances in Environmental Health Research* 4, 206-212.
- Oyedepo, S.O., Adeyemi, G.A., Olawole, O.C., Ohijeagbon, O.I. Fagbemi, O.K., Solomon, R. Ongbali, S.O. Babalola, O.P., Dirisu, J.O. Efemwenkikie, U.K., Adekeye, T. Nwaokocha, C.N., 2019. A GIS – based method for assessment and mapping of noise pollution in Ota metropolis, Nigeria, *MethodsX* 6, 447-457.
- Payandena, M., 2016. “Modeling the role of green space in reducing noise pollution using artificial neural network and nephropathy (Case study of Isfahan)”, M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch.
- Putland, R. L., Constantine, R., Radford, C. A., 2017. Exploring spatial and temporal trends in the soundscape of an ecologically significant embayment. *Scientific reports* 7, 1-12.
- Raap, T., Pinxten, R., Casasole, G., Dehnhard, N., Eens, M., 2017. Ambient anthropogenic noise but not light is associated with the ecophysiology of free-living songbird nestlings. *Scientific reports* 7(1), 1-8.
- Rahimi, F., Sadeghi-Niaraki, A., Ghodosi, M., 2020. Assessment of noise pollution in region 16 of Tehran. *Environmental Sciences* 17, 179-192.
- Taghizadeh, R., Zare, M., Zare, S., 2013. Mapping of noise pollution by different interpolation methods in recovery section of Ghandi telecommunication Cables Company. *JOHE*. 2 (1 and 2), 1-11.
- Tervo, O. M., Christoffersen, M. F., Simon, M., Miller, L. A., Jensen, F. H., 2012. High source levels and small active space of high-pitched song in bowhead whales (*balaena mysticetus*). *PLOS ONE Journal* 12, 52-72.
- Zhang, X., Zhao, M., Dong, R. 2020. Time-series prediction of environmental noise for urban IoT based on long short-term memory recurrent neural network. *Applied Sciences* 10, 1-18.