

تحلیل آلودگی های زیست محیطی با تاکید بر آلودگی صوتی شهر تهران

امیراسماعیل فروهید*

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی، پرند، ایران

محسن رستمی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته عمران گرایش راه و ترابری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب

* نویسنده مسئول؛ آدرس:

پست الکترونیک: amiresmaelf@yahoo.com

چکیده

تحقیقات نشان می‌دهد تماس کوتاه مدت و بلندمدت با آلودگی صوتی علاوه بر کاهش شنوایی و افزایش فشارخون، ناراحتی قلبی و عروقی، برهم خوردن خواب و آرامش و باعث تغییر الگوی رفتاری می‌شود. امروزه آلودگی صوتی یکی از معیارهای مهم برای تعیین کیفیت زندگی در شهرها محسوب می‌شود که رفاه اجتماعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بر این اساس با توجه به افزایش جمعیت و مساله رفاه اجتماعی در تهران و از طرف دیگر تاثیر به سزای وسایل نقلیه در بحث آلودگی صوتی، محدوده های تجریش، توحید، اتوبان همت و حکیم به دلیل حجم ترافیک بالا به عنوان محدوده های مطالعاتی انتخاب میزان آلودگی را محدوده اتوبان همت دارد و بعد از آن اتوبان حکیم و به ترتیب محدوده توحید و تجریش نیز در رتبه های بعدی قرار دارد همچنین بیشترین تراز آلودگی صوتی نیز در کاربری های تجاری و اداری بوده است با توجه به اینکه میزان تراز صدا برای غالب محدوده ها در مناطق مسکونی بالاتر از ۵۵ دسی بل به دست آمده است براساس آیین نامه حد مجاز صدا در هوای آزاد در ایران محدوده های مطالعاتی دارای آلودگی صوتی می باشند. در اکثر خیابان های این محدوده به علت وجود ساختمان های نوساز و چندطبقه به نظر می رسد امکان تعریض خیابان وجود نداشته باشد و در این زمینه کمتر می توان اقداماتی انجام داد.

واژه های کلیدی: آلودگی صوتی، خوشه بندی سلسله مراتبی تجمعی تهران، سیستم موقعیت جغرافیایی.

۱- مقدمه :

میگرن، عصبانیت، از دست دادن تعادل بدن، تمایل به خودکشی و قتل، بداخلاقی، خشونت و عدم تمرکز حواس، ترشح هورمون آدرنالین، ضعف قوه بینایی، بازتر شدن چشم‌ها، ضعف قوه جنسی، اختلال در نظم سوخت‌وساز بدن و سیستم گوارش، تورم و زخم معده، یبوست، سوءهاضمه، ورم روده، از خواب پریدن، کاهش واکنش مقاومت پوست، تنگی نفس به علت پاره شدن و کاهش رگ‌های خونی، انقباض رگ‌های خونی، افزایش فشارخون و افزایش فشار داخلی عروق، تولد نارس نوزادان، افت تحصیلی، کاهش بازده کار، کری موقتی و حتی دائمی (Korte et.al, ۲۰۰۱). بسیاری از شهروندان معتقدند که عمده آلودگی صوتی ترافیک مختص شهرهای بزرگ است، شهر تهران از لحاظ تعداد موتورسیکلت با توجه به جمعیت خود جزو شهرهای اول کشور است و می‌تواند جزء شهرهای پر سروصدا از نظر ترافیک قلمداد شود با توجه به کم بودن تحقیق در زمینه آلودگی صوتی نسبت به گستردگی موضوع و عواقب درازمدت آن به‌ویژه در کلان‌شهرهایی نظیر تهران و از طرفی بالا بودن تعداد جمعیت شناور و غیرمقیم شهر که غالباً برای آموشدهای خود از وسایل نقلیه که یکی از منابع آلودگی صوتی به حساب می‌آید و همچنین استفاده گسترده از موتورسیکلت در این شهر اهمیت موضوع دوچندان می‌شود. این پژوهش به بررسی میزان آلودگی صوتی و مقایسه آن در چندین نقطه از شهر تهران و در نهایت تولید نقشه‌های آلودگی صوتی در این نواحی می‌پردازد.

۲- آلودگی های محیط زیست و انواع آن

صدای ناهنجار عبارت است از امواج صوتی آزاردهنده و ناخواسته‌ای که در اثر تغییرات متناوب در فشار هوای محیط ایجاد می‌شود. از آنجایی که مواجهه با صدای بیش از حد مجاز، از تندرستی می‌کاهد و به‌طور کلی بر کلیه موجودات زنده اثر منفی دارد، بنابراین به‌عنوان یکی از آلودگی‌های زیست‌محیطی به شمار می‌رود (مخدوم، ۱۳۶۸). پیامدهای زیان‌بار آلودگی صوتی بیشتر بر انسان به‌صورت مستقیم و در کوتاه‌مدت پدیدار نمی‌شود، بلکه عمر صوت زوالی کوتاه‌مدت دارد و بدین ترتیب نمی‌تواند در محیط به مدت طولانی باقی بماند ولی همین دوام کوتاه‌مدت، تأثیر چشمگیری در درازمدت بر انسان و محیط پیرامون خود می‌گذارد. آثار فیزیولوژیکی و روانی صدا بر روی انسان غالباً به‌صورت تدریجی ظاهر می‌شود و در درازمدت، مستقیماً بر دستگاه عصبی انسان اثر گذاشته و پیامدهای منفی آن بروز می‌کند (کرمخانی، ۱۳۷۵). آثار روانی سروصدا رابطه مستقیمی با شدت صوت ندارد، زیرا ممکن است گاه کوچک‌ترین صدا موجب شدیدترین عکس‌العمل شده یا بلندترین صدا بر ذهن آدمی اثر نداشته باشد. آثار روانی سروصدا بر حسب شخص، موقعیت و زمان متفاوت است. ولی به‌طور کلی می‌توان گفت محیط پر سروصدا باعث اختلال در مکالمه و تفهیم مطالب، کم شدن فعالیت مغزی و ناهماهنگی کارهای فیزیکی می‌شود، از قدرت فراگیری نیز کاسته شده و بر تعداد اشتباهات افزوده می‌شود (قوام، ۱۳۷۵) عوارض صداهای ناخواسته بر روی انسان عبارت‌اند از: حساسیت عصبی، تحریک‌پذیری شدید، گرفتگی عضلانی، خستگی روحی و جسمی، استرس و اضطراب، سرگیجه، سردرد و

گریبان‌اند. آلودگی دریاها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها و جنگل‌های نیز موضوع بحث جدی می‌باشند. آلودگی عبارت است از هرگونه تغییر در ساختار منابع محیطی به طوری که استفاده از آن در آینده ناممکن گردد و زندگی سایر موجودات زنده را به مخاطره اندازد. مواد آلوده‌کننده محیط به موادی گفته می‌شود که بیش از حد استاندارد در محیط وجود داشته باشد به گونه‌ای که روی تمامی موجودات زنده تأثیرات منفی بگذارد. به‌طور کلی آلودگی به چند دسته اصلی تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از: آلودگی آب، آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی خاک، آلودگی‌های مغناطیسی و آلودگی‌های بصری.

۲-۱- آلودگی‌های صوتی

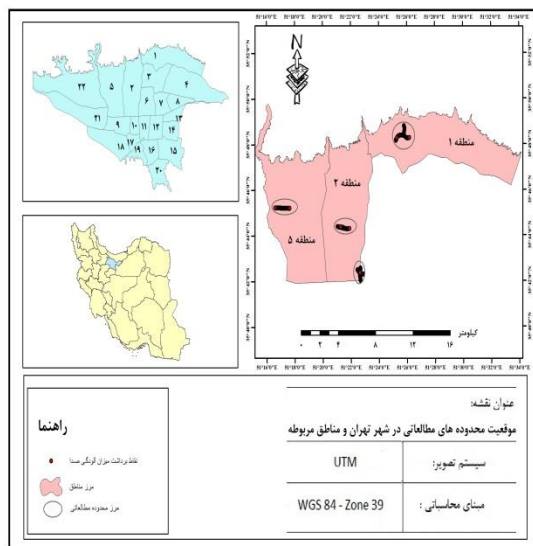
نوعی از آلودگی که تأثیرات فیزیولوژیکی و روانی بر انسان دارد آلودگی صوتی است، به همین دلیل آلودگی صوتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آلودگی صوتی به‌عنوان یک مشکل اجتماعی تلقی می‌شود اما متأسفانه این آلودگی در کشور ما اهمیت و جایگاه چندانی ندارد. مهم‌ترین علت ایجاد آلودگی صوتی افزایش بی‌رویه تعداد وسایط نقلیه است. بر اساس استانداردها، صدای موجود در هوا از جدی‌ترین مشکلات کلان‌شهرها تلقی می‌شود.

منظور از آلودگی صوتی امواج ناخواسته‌ای است که در شرایط مکانی و زمانی ویژه بر فعالیت موجودات زنده به‌ویژه انسان تأثیر گذاشته و می‌تواند عوارض متعدد جسمی و روحی و علی‌الخصوص اختلال در اعصاب شنوایی را حاصل شود. واحد اندازه‌گیری آلودگی صوتی «دسی‌بل» است و آستانه تحمل گوش انسان در حدود ۱۳۰ دسی‌بل است. انتشار صدا بسته به اینکه در محیط باز یا بسته صورت پذیرد رفتار متفاوتی

آلودگی برای افراد مختلف مفهوم و معنی متفاوتی دارد. معمولی ممکن است تحریک چشم ناشی از یک گاز یا آب آلوده را آلودگی به حساب آورند. برای کشاورزی که یک عامل به گیاهان یا حیواناتش آسیب می‌رساند آلودگی محسوب می‌شود اما هرگاه بخواهیم تعریف جامع و کلی برای آلودگی محیط‌زیست در نظر بگیریم چنین می‌توان گفت که آلودگی محیط عبارت است از «وجود یک یا چند ماده آلوده‌کننده در محیط‌زیست به مقدار و مدتی که کیفیت یا چرخه طبیعی را به طوری که مضر به حال انسان یا حیوان، گیاه و یا آثار و ابنیه باشد تغییر دهد. به بیان ساده‌تر هرگاه ماده یا موادی بیگانه با غلظتی خاص وارد عناصر محیطی شوند و تعادل طبیعی آن‌ها را بر هم بزنند صحبت از آلودگی می‌شود. آلودگی محیط‌زیست از منابع گوناگون صورت می‌گیرد. با پیشرفت تمدن بشری و توسعه فن‌آوری و ازدیاد روزافزون جمعیت، در حال حاضر دنیا با مشکلی به نام آلودگی در هوا و زمین روبرو شده است که زندگی ساکنان کره زمین را تهدید می‌کند. به طوری که در هر کشور حفاظت محیط‌زیست مورد توجه جدی دولتمردان است. امروزه وضعیت زیست‌محیطی به گونه‌ای شده است که مردم یک شهر یا حتی یک کشور از آثار آلودگی در شهر یا کشور دیگر در امان نیستند.

به‌طور مثال برفی که در نروژ می‌بارد مواد آلاینده‌ای به همراه دارد که منشأ آن از انگلستان و آلمان است. یا باران اسیدی در کانادا نتیجه مواد آلاینده‌ای است که منشأ آن‌ها از ایالات متحده است. در آتن گاهی مجبور می‌شوند به علت آلودگی شدید هوا کارخانجات را تعطیل و رفت‌وآمد اتومبیل‌ها را محدود کنند. شهرهای دیگر دنیا مانند مکزیکوسیتی، رم و تهران نیز با مشکل آلودگی هوا دست به

تجربیش در منطقه یک، حوالی تقاطع خیابان توحید و ستارخان و همچنین بزرگراه حکیم در منطقه دو و بزرگراه همت در منطقه پنج شهری تهران می‌باشد؛ بر این اساس در این بخش به ذکر مشخصات شهر تهران به‌عنوان محدوده مورد مطالعه و همچنین ویژگی‌های جمعیتی، کاربری اراضی، بافت شهری و خطوط دسترسی و ... به صورت جزئی‌تر برای محدوده‌های انتخابی مذکور پرداخته خواهد شد.



شکل ۱: موقعیت محدوده‌های مطالعاتی در شهر تهران و مناطق مربوطه

۳-۱- مطالعات میدانی

با استفاده از نقشه مسیر و بر اساس تراکم نقاط حساس و مسئله ترافیک شهری، تعداد چهار محدوده در سطح شهر تهران برای مطالعات مربوط به سنجش میزان آلودگی صوتی انتخاب گردید که با توجه به اهمیت آلودگی‌های صوتی ناشی از تردد خودروها، راه‌های دسترسی به‌عنوان این محدوده‌ها انتخاب

دارد. در یک محیط باز امواج صوتی بدون برخورد به مانع روند انتشار را تا مرز تباهی ادامه می‌دهند. شرایط محیطی تأثیر غیرقابل انکاری در چگونگی انتشار صدا دارد. گرچه انسان به سروصدا عادت کرده ولی در حقیقت آلودگی صوتی یک عامل خستگی بوده و ظرفیت کار انسان را چه در مشاغل فکری و چه در شغل‌های بدنی و ساده کاهش می‌دهد آلودگی صوتی روی وضع روانی و روحی شخص اثر کرده، باعث اشکال در تطابق یافتن انسان با محیط کار و حتی اجتماعی و خانوادگی می‌شود. که نتیجه آن کاهش بازده کار می‌باشد. در صورتی که مدت در معرض آلودگی صوتی قرار گرفتن افزایش پیدا کند، می‌تواند موجب کاهش قدرت شنوایی شود.

گرچه سروصدا همیشه مسئله مهمی برای بشر بوده است با این وجود مشکلات ناشی از سروصدا در گذشته قابل مقایسه با جامعه مدرن نمی‌باشد. تعداد زیادی از ماشین‌ها به‌طور منظم از شهرها و حتی در نواحی روستایی عبور و مرور می‌کنند، کامیون‌ها با بار سنگین با موتورهای دیزلی که صدای موتور و لوله‌اگزوز آن‌ها به‌خوبی کنترل نشده‌اند در شهرها و آزادراه‌ها روز و شب در حال تردد می‌باشند، صدای ناشی از هواپیماها، قطارها، صنایع و ساختمان‌سازی و فعالیت‌های اجتماعی نیز به صدای محیط اضافه شده‌اند.

۳- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شهر تهران و با توجه به جهت‌گیری موضوع تحقیق که مطالعه آلودگی صوتی می‌باشد؛ محدوده‌های انتخابی به‌طور دقیق محدوده میدان

$$Cf = Tc / (Tc - TS)$$

که در آن:

Tc : زمان کل دوره شمارش (دقیقه)

TS : زمان توقف کوتاه (دقیقه)

۴- تجزیه و تحلیل داده ها

ابزارهای تحلیلی که در این پژوهش مورد استفاده قرار می گیرند یکی از قدرتمندترین ابزارهای تجزیه و تحلیل اطلاعات است. برای تحلیل های مکانی از نرم افزار *Arc map 10.4.1* که به عنوان ابزاری قدرتمند در تجزیه و تحلیل اطلاعات می باشد که توانایی تولید نقشه های مختلف و ترکیب اطلاعات مکانی و توصیفی و بیان نتایج به صورت بصری را داراست، استفاده می شود لذا در این پژوهش به منظور ترکیب داده ها و تولید اطلاعات و نقشه های آلودگی صوتی از آن بهره گرفته می شود. در این راستا لایه های زیر تهیه گردید و سپس در محیط نرم افزار این لایه ها به داده های رستری تبدیل گردید و نقشه آلودگی صوتی تولید گردید.

به منظور تجزیه و تحلیل های زمانی از روش خوشه بندی سلسله مراتبی تجمعی در نرم افزار *spss 25* استفاده می شود. آنالیز خوشه بندی سلسله مراتبی تجمعی یک روش متداول برای گروه بندی اشیا در خوشه ها می باشد به طوری که اشیا درون هر خوشه بیشترین شباهت را به هم و اشیا در خوشه های مختلف بیشترین تمایز را از هم دارند. به منظور شناخت دقیق تر هر یک عوامل آلودگی صوتی و میزان وابستگی این عوامل و درجه

گردید و به منظور برداشت های میدانی برای هر محدوده یک روز کاری از ساعت ۸ صبح که مردم از خانه ها برای شروع کار خود بیرون می آیند تا ۱۶ بعد از ظهر در نظر گرفته شد و اطلاعات مربوط به میزان صوت با دستگاه صداسنج *TES ۱۳۵۳ H Sound Level Meter* و شیب زمین و کاربری برداشت گردید. مدت زمان اندازه گیری در هر نقطه نیز ۳۰ دقیقه - طبق استاندارد هوای آزاد ایران، تعریف شده از سوی سازمان حفاظت محیط زیست - در نظر گرفته شد. برای محاسبه حجم ترافیک نیز از روش دستی و شمارش مستقیم وسایل نقلیه به تفکیک نوع وسیله استفاده و برای راحتی کار از شمارشگرهای دستی استفاده گردید و تعداد خودرویی سواری، اتوبوس، کامیون، وانت و موتورسیکلت شمارش گردید و به معادل سواری تبدیل شد و از دوره شمارش ۵ یا ۱۵ دقیقه ای و برای تقاطعات از شمارش ۱۵ دقیقه ای استفاده گردید و یک تا سه دقیقه توقف در پایان هر دوره زمانی شمارش، برای ثبت اطلاعات در نظر گرفته شد. در نهایت برای محاسبه کل حجم ترافیک دوره از رابطه ذیل استفاده گردید.

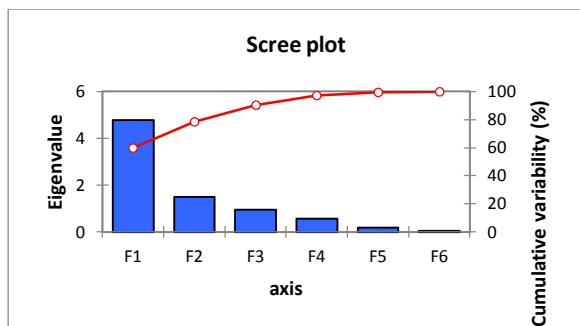
$$Va = V \times Cf$$

که در آن:

Va : حجم ترافیک برای یک دوره کامل

V : حجم ترافیک شمارش شده در طول مدت شمارش در یک دوره

Cf : ضریب تصحیح شمارش، که از رابطه ذیل به دست می آید:



شکل ۲: مقادیر ویژه مربوط به هر مؤلفه اصلی

به منظور محاسبه وابستگی دوبه دو متغیرها، می توان از روش هایی مانند کواریانس و ضرایب همبستگی استفاده کرد. اما بزرگی کواریانس وابسته به واحد اندازه گیری داده ها می باشد، لذا برای حل این مسئله و به منظور محاسبه معیاری از همبستگی دو متغیر بدون وابستگی به واحد اندازه گیری داده ها، از پارامتر آماری ضریب همبستگی استفاده می شود. در این تحقیق ضریب همبستگی پیرسن با استفاده از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ برای ۸ متغیر بررسی شد. در این منطقه بیشترین همبستگی شامل شدت آلودگی صوتی با ترافیک با ضریب همبستگی ۰/۹۳ می باشد.

۵-۱- تحلیل سلسله مراتبی تجمعی

در ادامه برای بررسی میزان شباهت و وابستگی بین پارامترها و میزان شباهت نوع تاثیر در بحث آلودگی صوتی اقدام به خوشه بندی پارامترهای مورد نظر گردید که برای این کار از روش آماری آنالیز خوشه بندی سلسله مراتبی تجمعی که یک روش متداول برای گروه بندی اشیا در خوشه ها می باشد

اهمیت آن ها از تحلیل مؤلفه های اصلی در نرم افزار *SPSS 25* استفاده می شود. تحلیل مؤلفه های اصلی به عنوان یک روش غیر پارامتریک طبقه بندی به منظور تقسیم عوامل در کلاس هایی که رفتار آلودگی صوتی مشابه ای دارند و متمایز از سایر کلاس ها هستند، بهره برده می شود. در نهایت به کمک سه تحلیل فوق علاوه بر تولید نقشه های آلودگی و شناخت الگوها و عوامل مؤثر و میزان تاثیر آن ها می توان به اطلاعات بسیار ارزشمندی در زمینه آلودگی صوتی در منطقه مورد مطالعه دست یافت.

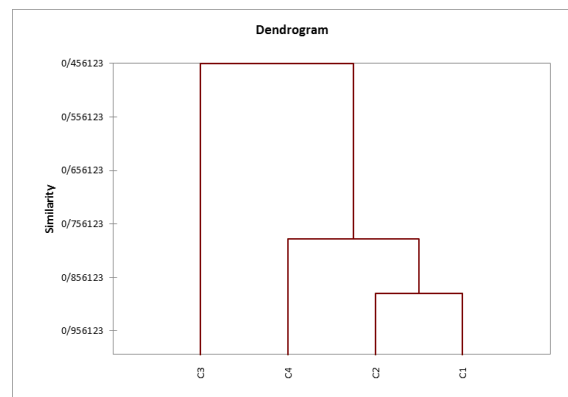
۵- بحث

در اینجا به منظور استخراج نوع رابطه بین هر یک از پارامترهای مورد استفاده با مقوله میزان آلودگی صوتی از تحلیل های آماری آنالیز مؤلفه های اصلی و خوشه بندی سلسله مراتبی استفاده شد همچنین برای درک و فهم بصری نیز از مقایسه دوبه دو نقشه های مربوط به هر یک از پارامترها با نقشه آلودگی صوتی استفاده گردید که در ادامه مورد بحث قرار می گیرد.

ابتدا برای کلیه داده های خام به وسیله نرم افزار *Excel* نسخه ۲۰۱۳ نمودار تابع تجمعی (شکل ۲) رسم شد و سپس بررسی های آماری تک متغیره به وسیله نرم افزار *SPSS* نسخه ۲۳ به منظور استخراج پارامترهای آماری شامل میان، انحراف معیار، مقادیر بیشینه و کمینه بررسی شد.

استفاده شد تحلیل مذکور به گونه‌ای است که اشیا درون هر خوشه بیشترین شباهت را به هم و اشیا در خوشه‌های مختلف بیشترین تمایز را از هم دارند. از بین تعداد ۳۲۴ مشاهدات ثبت شده که همه آن‌ها دارای اعتبار می‌باشد و اطلاعات مربوط به هر یک از نتایج آمار توصیفی از جمله میانگین، کمترین و بیشترین مقدار و انحراف معیار مربوط به مشاهدات به تفکیک هر کدام از پارامترها ذکر شده است.

در ادامه بر اساس مقادیر مربوط به مشاهدات و بر اساس نمود (*nod*) ایجاد شده در نرم افزار *spss* تعداد ۴ کلاس تفکیک گردید که نمودار دندروگرام آن در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۳: نمودار دندروگرام مربوط به پارامترها

در ادامه تحلیل‌های آماری برای استخراج معادله خطی بین پارامترها از نمودارهای رگرسیون مربوط به دویه‌دوی پارامترها در نرم افزار *spss* استفاده شد که پارامتر تراز صوتی به عنوان متغیر وابسته (*y*) با سایر پارامترها (*x*) ارزیابی گردید که معادله مربوط به هر کدام در نمودار مربوطه گنجانده شده است که با

تعیین مقادیر مربوط به متغیرهای مستقل که با حرف *x* نشان داده شده است و جایگذاری آن در معادله مربوطه می‌توان به راحتی میزان تراز صوتی را محاسبه نمود که این امکان برای هر هفت پارامتر مستقل به کار برده شده در این تحقیق امکان پذیر گردیده است با توجه به آرایش مشاهدات پیرامون خط برآزش، هرچقدر مشاهدات در راستای خط مذکور قرار گیرند نشان دهنده همبستگی خطی بالایی می‌باشد که مربوط به همبستگی بین تراز صوتی به عنوان متغیر وابسته با پارامتر ترافیک می‌باشد و در اغلب اشکال دیگر چنین آرایشی مشاهده نمی‌شود که نشان دهنده تاثیر پذیری بالای میزان تراز صوتی از پارامتر ترافیک در مقایسه با سایر پارامترها است.

در نهایت به منظور کنترل مقادیر اندازه گیری‌ها با مقادیر پیش‌بینی شده در روند مذکور، از روش رگرسیون غیرخطی استفاده گردید که با توجه به برآزش انجام شده از تمام مشاهدات که تعداد ۳۲۴ مشاهده معتبر را شامل می‌شود، میزان انحراف از تساوی مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی شده کمتر از مثبت ۰,۵ و منفی ۰,۵ می‌باشد که نشان دهنده عدم وجود مشاهدات پرت و خطای بیش از حد اندازه گیری می‌باشد و داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند.

نمودار مربوط به مقادیر مشاهده شده و مقادیر پیش‌بینی شده در حقیقت نشان دهنده کمیت تراز صوتی به عنوان متغیر مجهول است که با استفاده از مقادیر معلوم پارامترهای دیگر به دست آمده است که در صورتی که این میزان بین منفی و مثبت ۰,۵ باشد این پیش‌بینی قابل قبول خواهد بود که در تحقیق حاضر این میزان در محدوده مجاز قرار می‌گیرد و نشان دهنده روایی کار می‌باشد.

۶- نتیجه گیری

حجم بالای آلودگی‌های صوتی و زیست‌محیطی را داشته باشند.

با توجه به اینکه میزان تراز صوتی بالاتر از ۷۰ دسی‌بل برای انسان آزاردهنده می‌شود بنابراین می‌توان عنوان نمود که محدوده‌های مطالعاتی دارای میزانی از آلودگی صوتی می‌باشند که این عامل برای محدوده همت بیشترین حد از آلودگی صوتی را داشته است و محدوده اتوبان حکیم و توحید و تجریش در مراتب پایین‌تر دارای آلودگی صوتی بوده‌اند که ضرورت توجه به بحث آلودگی‌های صوتی را نشان می‌دهد.

۷- منابع و مراجع

- ۱- احمدزاده، ز. ۱۳۷۵. آلودگی صدا، انتشارات جمعیت زنان مبارزه با آلودگی محیط‌زیست.
- ۲- قوام، م. ع. ۱۳۷۵. حمایت کیفی از محیط زیست، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست
- ۳- کرمخانی، ح. ۱۳۷۵. آلودگی صوتی و ارتعاشات، مجله محیط. زیست، شماره ۴.
- ۴- مخدوم، م. ۱۳۶۸. بررسی آلودگی صدا در تهران، مجله محیط‌شناسی ویژه نامه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران ۶۸-۵۷، شماره.

4-Bilaşco, Ş., Govor, C., Roşca, S., Vescan, I., Filip, S., & Fodorean, I. (2017). GIS model for identifying urban areas vulnerable to noise pollution: case study. *Frontiers of Earth Science*, 11(2), 214-228.

بر اساس نتایج به دست آمده از این مطالعه بیشترین میزان تراز آلودگی صوتی در کل اندازه گیری‌ها که شامل ۳۲۴ نقطه برداشت است، ۱۶/۸۲ دسی‌بل مربوط به محدوده اتوبان همت و شاخص ترافیک ۱۷۹ و عرض جاده ۵۵ متر می‌باشد و کمترین میزان تراز صوتی نیز با 55/15 دسی‌بل مربوط به محدوده تجریش می‌باشد همچنین متوسط میزان تراز آلودگی صوتی نیز 72/23 دسی‌بل است.

نتایج تحلیل‌های آماری مربوط به "تحلیل مؤلفه‌های اصلی" و "تحلیل سلسله مراتبی تجمعی" نیز نشان می‌دهد که بیشترین تاثیر بر میزان تراز آلودگی صوتی مربوط به میزان ترافیک با ضریب همبستگی پیرسن ۰,۹۳ و بعد از آن پارامتر عرض جاده‌ها با ضریب همبستگی ۰,۷۴ و بعد از آن به ترتیب کاربری‌های تجاری، مسکونی، اداری، شیب و فضای سبز می‌باشد.

همچنین با توجه به نقشه‌های آلودگی صوتی بیشترین سطح آلودگی را که شامل بالاترین کلاس آلودگی (سطوح قرمز رنگ) را دارا است، محدوده اتوبان همت دارد و بعد از آن اتوبان حکیم و به ترتیب محدوده توحید و تجریش نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارد که به نظر می‌رسد ماهیت اتوبان بودن محدوده همت و حکیم تاثیر زیادی در میزان آلودگی صوتی داشته است.

همچنین بیشترین تراز آلودگی صوتی نیز در کاربری‌های تجاری و اداری بوده است مراکز تجاری و بازارهای فروش به دلیل حجم بالای آلوده‌شد و تجمع جمعیتی بالا به خصوص در ساعات معینی از روز که سبب می‌شود میزان ترافیک بالا رفته و به مراتب نسبت به کاربری‌های فضای سبز و یا مسکونی،

areas is higher than 55 dB, according to the rules of the Free Sound Zone in Iran, the study areas. In most of the streets of this area, due to the presence of new and multi-storey buildings, there seems to be no possibility of street expansion, and there are fewer things to do but, as far as possible, it is recommended that the streets be as multi-layered as possible and for the lack of reflection of sound And preventing the escalation of noise pollution from building high buildings around the main streets to prevent the construction of new buildings.

Keywords: Noise Pollution, Agglomerative Hierarchical Clustering, Principal Component Analysis. Tehran, GIS

Sound pollution is a type of environmental pollution that threatens the health of the community and living organisms. Research shows that short-term and long-term contact with noise pollution, in addition to hearing loss and increased blood pressure, cardiovascular ailment, disruption of sleep and relaxation, and behavioral changes. Accordingly, due to the increase in population and the issue of social welfare in Tehran, and on the other hand, the impact on the use of vehicles in the issue of noise pollution, the limits of Tajrish, Tohid, Hemat and Hakim highways were selected as study areas due to high traffic volume. In the field method, noise pollution level was measured using a sound instrument and the noise pollution maps were prepared using geostatistical methods in GIS software. Also, the highest rate of pollution is on the highway, after which the wise roads and the Tohid and Tajrish ranges are in the next ranks, and the highest level of noise pollution has been in commercial and administrative use. Given that the level of sound balance for dominant areas in residential