

ارزیابی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک شهری و تأثیر آن بر سطح اضطراب شهروندان شهر سنندج^۱

جاهده تکیه خواه^۲ - مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.
شلیبر کاتورانی - مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی مؤثر بر سلامت، پژوهشکده توسعه سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۲۵

چکیده

آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی در شهرهاست که در ابعاد مختلف، سلامتی انسان را به مخاطره می‌اندازد. هدف از انجام این تحقیق، تعیین آلودگی صوتی در شهر سنندج و ارتباط آن با سطح اضطراب افراد است. در این مطالعه، ۵۰ ایستگاه با کاربری‌های مسکونی، تجاری، مسکونی - تجاری و فضای سبز انتخاب و تراز معادل صدا به وسیله دستگاه صوت سنج اندازه‌گیری و با میزان استاندارد آلودگی صوتی مقایسه شد. در مرحله بعد داده‌های یاد شده با استفاده از روش زمین آمار IDW به دلیل خطای کمتر، توسط نرم‌افزار ArcGIS 10.4 درون‌یابی شدند. سپس برای بررسی نقش آلودگی صوتی در سطح اضطراب شهروندان از پرسشنامه هامیلتون استفاده شد. تعداد پرسشنامه‌های توزیع شده ۴۰۰ عدد بود که از بین آنها ۳۵۱ پرسشنامه قابل استناد بود. نتایج مبین این مطلب است که میانگین تراز معادل صوت در کل ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده 71/621 دسی بل مشخص گردید. در این تحقیق به طور میانگین بیشترین آلودگی صوتی متعلق به کاربری تجاری و سپس مسکونی - تجاری با تراز معادل صوت به ترتیب ۷۳٫۷۰ و ۷۱٫۳۲ دسیبل بود که در مقایسه با استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران (۶۰ دسی بل)، بالاتر از حد مجاز است. نتایج پهنه‌بندی نشان داد که قسمت‌های مرکزی شهر دارای میزان بالایی از آلودگی هستند. نتایج آماری نشان داد که بین کلیه کاربری‌ها اختلاف معنادار بین تراز معادل صدا دیده شد. نتایج حاصل از توزیع پرسشنامه نشان داد که ارتباط معناداری بین متغیرهای جمعیت‌شناسی و سطح اضطراب وجود دارد. افرادی که در معرض آلودگی صوتی قرار داشتند، از نظر افزایش سطح اضطراب بالاترین گروه آسیب‌پذیر بودند. پاسخگویان ۵۴٫۴۲ درصد میانگین سطح اضطراب شهروندان را بالا، ۲۱٫۴۶ درصد متوسط و ۲۶٫۸۲ درصد پایین گزارش نموده‌اند. نتایج نشان داد که رابطه معناداری بین این متغیرها وجود دارد؛ به طوری که هرچه آلودگی صوتی ناشی از ترافیک افزایش پیدا کند، میزان سطح اضطراب افراد بیشتر می‌شود. این مطالعه نشان داد که میانگین تراز فشار صوت بالاتر از حد مجاز است بنابراین ضرورت برنامه‌ریزی به منظور کاهش تراز آلودگی صوتی و به تبع آن کاهش سطح اضطراب شهروندان و افزایش سلامت پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: صوت، روش‌های درون‌یابی، آلودگی صوتی، سطح اضطراب، پرسشنامه هامیلتون، سنندج.

۱ این مقاله حاصل طرح پژوهشی با عنوان "ارزیابی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک شهری و تأثیر آن بر سطح اضطراب شهروندان شهر سنندج با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در سال ۱۳۹۵" است که با شماره ثبت ۱۰۷/۱۳۹۵ به وسیله معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی کردستان تأمین مالی شد.

۲ نویسنده مسئول مقاله: jahede2007@yahoo.com

۱. مقدمه

آلودگی‌های محیط زیستی در سه دهه اخیر بیش از گذشته توجه جهانیان را به خود معطوف داشته است. در این میان موضوع آلودگی صدای شهرها در اکثر ممالک به عنوان یک مشکل فراگیر و بلکه جهانی مطرح است.

آلودگی صوتی از انواع آلودگی‌های زیست محیطی است که سلامت جامعه و بقای موجودات زنده را تهدید می‌کند (Kim and Van den Berg, 2010). ترافیک شهری عامل اصلی آلودگی هوا و صوتی است. آلودگی صوتی یکی از مشکلات شهری شهروندان محسوب می‌شود که مسئله رو به رشدی است و آثار بالقوه بر سلامت مردم دارد. سر و صدای وسایل حمل و نقل عمومی در شهرها و محیط‌های مسکونی یکی از این مشکلات است (Marathe, 2012). در اکثر کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه دنیا به مسئله آلودگی صوتی توجه شده و نسبت به تدوین و اجرای قوانین کاهش یا رفع آلودگی اقدامات زیادی صورت گرفته است (Agarwal and Swami, 2011)

ترافیک وسایل نقلیه یک منبع عمومی در آلودگی هوا، تصادفات و آلودگی صوتی است. آلودگی صوتی مسئله مهمی برای کیفیت زندگی در نواحی شهری است (Monavvari, 1994). این موضوع مشکل رو به رشدی است که اثرات بالایی روی سلامتی مردم دارد (Farcaş and Sivertunb, 2010). آلودگی صوتی می‌تواند به عنوان احساس نارضایتی توسط صوت تعریف شود (de Kluijver and Stoter, 2003). صوت از مهم‌ترین منابع آلاینده در شهرهای پایتخت است. شناسایی آلودگی صوتی ترافیک به عنوان یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیستی منجر به توسعه مدل‌هایی می‌شود که قادر است ترازهای صوتی از منابع پایه را پیش بینی کند (Kim and Van den Berg, 2010)

نارضایتی از صدا به وسیله فاکتورهای مرتبط با صوت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. آلودگی‌های ناشی از ترافیک به عنوان عوامل استرس زا در نظر گرفته می‌شود. در بعضی نقشه برداری‌ها اثرات صوت به عنوان شاخص خیابان‌ها بررسی می‌شود و در نتیجه نقش صدا به عنوان یک عامل خطر برای سلامتی انسان‌ها در نظر گرفته می‌شود (Zannin et al., 2002). آلودگی صوتی شامل اثرات متفاوتی روی سلامتی روحی و جسمی بوده که به فعالیت‌های روزانه آسیب وارد می‌کند.

آلودگی صوتی در ترازهای بالای فشار صوت (بیش از ۸۵ دسی بل) باعث آسیب مستقیم بر روی اندام شنوایی شامل تغییرات موقت آستانه شنوایی و در صورت تماس طولانی ایجاد افت دائم شنوایی می‌گردد؛ اما در محدوده‌ای از ترازهای پایین‌تر (بین ۵۰ تا ۸۰ دسی بل) اثرات عمده آن تحت عناوین آزاردهندگی، مزاحمت، اختلال در آسایش و ناخواسته بودن قلمداد می‌شود. به عبارتی دیگر در قسمتی از اثرات صدا مربوط به تأثیر آن بر روی دستگاه عصبی، وضع روانی و رفتاری افراد است.

عوارض آلودگی صوتی در انسان به صورت مستقیم و فوری بروز نمی‌یابد. عوارض فیزیولوژیکی و روانی آلودگی صوتی روی انسان معمولاً به صورت تدریجی ظاهر می‌شود و در درازمدت تأثیر

مستقیمی در دستگاه عصبی انسان می‌گذارد و سبب کاهش سلامت عمومی افراد و افت شنوایی می‌شود.

یکی از عکس العمل‌های بدن انسان در برابر آلودگی صوتی ترشح هورمون آدرنالین است که سبب تغییر ضربان قلب و فشارخون می‌شود که از عوارض آن می‌توان بد اخلاقی، خشونت و بی تمرکزی حواس را نام برد. آسیب به گوش داخلی از طریق هدایت استخوانی صدا و مشکلات ذهن، تمرکز و دقت در کودکان از دیگر آثار سوء صدا در بدن به شمار می‌رود (Narimousa and Soltanian, 2016).

افزایش پیوسته صدای ترافیک در نواحی شهری باعث افزایش مشکلات ویژه مستقیم و غیرمستقیم مؤثر بر زندگی روزمره شده و ازدیاد بالای تعداد خودروها و سرعت بالای آنها باعث گسترش مشکلات در نواحی اطراف بزرگراه‌ها می‌شود. اندازه‌گیری سروصدا مقدمه‌ای برای تعیین اولویت‌ها در خصوص تعیین و شناخت مناطق و نواحی تحت تأثیر و قضاوت در خصوص نتیجه و شیوه‌های کنترلی است. با در دست داشتن اطلاعات و داده‌های پایه‌ای در مورد افرادی که در معرض سر و صدا هستند، می‌توان شرایط آلودگی صوتی را پیش بینی و اثر آن را ارزیابی کرد. معیاری که بر اساس آن چگونگی مدیریت و برخورد با آلودگی‌های صوتی را تعیین می‌کنند، در کشورهای مختلف، بسیار متفاوت است. متأسفانه کشور ما، از این نظر بسیار ضعیف عمل کرده و در برخی از جنبه‌ها اصولاً فاقد معیار یا داده‌های پایه‌ای سودمند است (Mansouri et al., 2006).

آلودگی صوتی اثرات بسیاری از قبیل اثر فیزیولوژیکی-روانی و اقتصادی-اجتماعی بر انسان دارد که برای جلوگیری از آن باید آلودگی صوتی را کنترل و کاهش داد که بین شیوه‌ها و طرق مختلف، کاهش به وسیله پوشش گیاهی ترجیح داده می‌شود. گیاهان از طریق جذب، انکسار و انحراف صدا باعث کنترل آن می‌گردند. آنها همچنین با تبدیل صداهای ناهنجار به صداهای دلپذیرتر از طریق حرکت برگ‌ها باعث کاهش اثرات نامناسب صداها می‌شوند. در نهایت گفتنی است که سلامت و رفاه افراد جامعه بستگی به چگونگی محیط آنها دارد و اگر محیط آنها نامناسب باشد، سلامت انسان‌ها به خطر می‌افتد.

با نگرشی به جمعیت جهان، شاهد افزایش بی سابقه جمعیت شهرنشین در جهان به خصوص در کشورهای در حال توسعه هستیم. در ایران بیش از دو دهه است که آلاینده‌های زیست محیطی آب، خاک و هوا مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ ولی در مورد آلودگی‌های صوتی هنوز جای کار زیاد است (Calixto et al., 2003). شهرسنندج نیز به عنوان یکی از شهرهایی که جاذبه‌های تاریخی، فرهنگی و اجتماعی زیادی دارد، از این قاعده مستثنی نبوده و علاوه بر آمار بالای شهرنشینی، گردشگران زیادی را به خود اختصاص داده است که این امر باعث افزایش ترافیک و تردد وسایل نقلیه در این شهر شده است که آسایش و آرامش مردم خصوصاً ساکنان نزدیک به این نواحی و کسبه این شهر را مختل و آثار روحی و روانی زیادی را بر شهرنشینان تحمیل کرده است. با توجه به مطالب بیان شده، ضرورت مطالعات در زمینه آلودگی صوتی امری کاملاً روشن

به نظر می‌رسد. بنابراین ضروری است که مطالعه جامعی با توجه به گسترش شهر سنج در تمام مکان‌ها و کاربری‌ها (مسکونی، تجاری و...) انجام گیرد.

هدف کلی: تعیین آلودگی صوتی ناشی از ترافیک شهری و تأثیر آن بر میزان اضطراب شهروندان با استفاده از GIS

- ❖ تعیین نقاط پرسروصدای شهری با استفاده از GIS.
- ❖ تعیین میانگین اضطراب شهروندان.
- ❖ تعیین پراکندگی جغرافیایی آلودگی صوتی با استفاده از مدل‌های زمین‌آماری.
- ب. اهداف تحلیلی.
- ❖ تعیین ارتباط بین ترافیک شهری و میزان آلودگی صوتی.
- ❖ تعیین ارتباط آلودگی صوتی با میزان اضطراب شهروندان.
- ❖ تعیین ارتباط متغیرهای دموگرافیک (سن، جنس، تحصیلات و درآمد) با سطح اضطراب شهروندان.

۲. چارچوب نظری

۲.۱. آلودگی صوتی

طبق نظر سازمان بهداشت جهانی (WHO)، آلودگی صوتی در محیط شهری به این صورت تعریف می‌شود: صدایی ناخواسته با مدت زمان، شدت یا کیفیتی که به انسان آسیب جسمی و روحی وارد می‌کند. این نوع آلودگی در محیط کارگاه‌ها و شهرک‌های صنعتی بیشتر به گوش می‌رسد اما هر گوشه و کناری از شهرهای امروزی به دلیل عواملی مانند ترافیک، ساخت‌وساز، انواع و اقسام صداهای مکانیکی و الکتریکی، منابع انسانی و... از این آسیب در امان نیستند؛ به طوری که این سازمان آلودگی صوتی را به دلیل کثرت منابع (ترافیک، صنعت، محل کار و همجواری) خطری جدی برای سلامت شهروندان معرفی کرده است.

سروصدا یا آلودگی صوتی را می‌توان به صورت صدای ناخواسته‌ای دانست که موجب برهم زدن آرامش در زمان استراحت و یا تمرکز افراد در حین انجام کار می‌شود. به همین دلیل صدای موسیقی نیز اگر در یک موقعیت و زمان نامناسب اجرا شود، به عنوان منبع آلودگی صوتی در نظر گرفته می‌شود. واحد اندازه‌گیری صدا بر حسب دسیبل (dB) و بر اساس تغییرات فشار هوا، مقدار آن بین صفر دسیبل (آستانه شنوایی) تا ۱۳۰ دسیبل (آستانه کری) بالا بیان می‌شود. گوش انسان بلندی صدا را در فرکانس‌های مختلف یکسان درک نمی‌کند. بر همین اساس فیلتری بر روی دستگاه‌های اندازه‌گیری صدا نصب می‌شود (فیلتر وزنی A) تا محدوده اندازه‌گیری منطبق بر آنچه می‌شنویم، باشد؛ واحد تراز صدا به صورت (A) dB نوشته می‌شود (Aydin and Kaltenbach, 2007).

۲.۲. اثرات صدا بر سلامت انسان (اثرات روحی و روانی)

یکی از بزرگترین عوامل ایجاد کننده اضطراب در افراد سروصداست. مواجهه زیاد با تراز صدای بالا در صنعت، ایجاد عصبانیت و تحریک در عکس‌العمل فرد می‌شود. اعتقاد بر اینست که سروصدا یکی از

عوامل مستقیم بیماری‌های روحی است و ممکن است سرعت یا شدت پیشرفت یک ناهنجاری روحی را بیشتر کند.

شواهدی که دال بر ارتباط سروصدا با بیماری‌های روحی باشد، بسیار کم است و بیشتر براساس اثرات کلینیکی و بالینی سنجیده می‌شود. علیرغم وجود شواهد ضعیف، این شواهد دلالت بر وجود اثرات منفی سروصدای محیط بر سلامت روحی افراد دارد (Monavvari, 1994).

۲.۳. استانداردهای آلودگی صوتی

در فاصله بین یک تا دو دهه اخیر، در اکثریت کشورهای جهان توجه خاصی نسبت به مسئله صدا و آلودگی ناشی از آن به وجود آمده که منجر به تدوین آیین‌نامه‌ها و اجرای قوانین خاص مبارزه با آلودگی صوتی در آن کشورها شده است. در کشور ما نیز اقداماتی در خصوص مبارزه با این آلاینده زیست محیطی آغاز شده که برای دستیابی به شرایط بهینه و به منظور بررسی و برآورد تأثیرات صدا، لازم است دو نوع استاندارد در ایران تعیین شود:

۱. Ambient or Environment Standards: این استاندارد حد آستانه مجازی را برای محیط‌های مختلف شهری تعیین می‌نماید. در صورتی که هر فردی چه به عنوان عابر و یا به عنوان ساکن در یک منطقه مسکونی و یا به عنوان شاغل در یک منطقه تجاری یا صنعتی تحت آستانه‌های مجاز زیست محیطی قرار داشته باشد، دچار عوارض سوء صدا نخواهد گردید.

۲. Emission Standards: با استفاده از این استاندارد، میزان ترازهای خروجی منابع ایجاد کننده صدا قابل مقایسه و ارزشیابی است. استانداردهای زیست محیطی لازم است به منظور آسایش و آرامش انسان تعیین گردد.

بنابراین شفاف نمودن و تعیین دقیق این استانداردها به نوع رفتار، فرهنگ، آداب و رسوم و بالاخره به ساختار فیزیکی شهرها بستگی خواهد داشت. به همین دلیل در تعیین این نوع استانداردها در کشورهای مختلف تفاوت‌هایی دیده شده است.

در جدول شماره ۱ استاندارد زیست محیطی کشورمان را که به وسیله سازمان حفاظت محیط زیست اعلام گردیده، مشاهده می‌نماییم. مطابق این استاندارد مناطق شهری کشورمان به پنج دسته تقسیم شده است.

در سطح جهانی و داخلی تاکنون مطالعات شایان توجهی در خصوص بررسی آلودگی صوتی صورت گرفته است. در ادامه خلاصه‌ای از تحقیقات صورت گرفته پیرامون موضوع مد نظر آمده است؛ اما در این تحقیقات کمتر به بررسی تأثیر آلودگی صوتی بر اضطراب افراد توجه شده است.

پیکولو و همکاران، به ارزیابی آلودگی صوتی در مناطق مختلف شهر مسینای ایتالیا پرداختند. نتایج نشان داد که در همه مناطق ارزیابی شده، تراز معادل شدت صوت از حدود استاندارد فراتر و این مقدار برای مناطقی که فعالیت‌های انسانی در آن بسیار زیاد است، بسیار بالا بود (Piccolo et al., 2005).

اویسی و همکاران، به تأثیر آلودگی صوتی ناشی از ترافیک بر سلامت عمومی شهروندان یزد پرداختند. در این تحقیق ضمن تعیین تراز

جدول شماره ۱: حدود مجاز صدا در هوای آزاد ایران

نوع منطقه	روز از ساعت ۷ تا ۲۲ dB(A)	شب از ساعت ۲۲ تا ۷ dB(A)
۱. منطقه مسکونی	۵۵	۴۵
۲. منطقه تجاری-مسکونی	۶۰	۵۰
۳. منطقه تجاری	۶۵	۵۵
۴. منطقه مسکونی-صنعتی	۷۰	۶۰
۵. منطقه صنعتی	۷۵	۶۵

برای میانگین حجم ترافیک و تراز آلودگی صوتی برای سه بازه زمانی صبح، ظهر و شب به کمک نرم افزارهای GIS ترسیم شدند، نشان دهنده تأثیر مستقیم ترافیک در میزان آلودگی صوتی بودند. میانگین تراز معادل آلودگی صوت به دست آمده از ایستگاه‌های نمونه برداری با مقادیر استاندارد صدای ایران مقایسه شد که این مقادیر برای مناطق مسکونی در تمامی ایستگاه‌ها از حد استاندارد ایران فراترند و سلامت جامعه را در معرض خطر قرار می‌دهند. بنابراین باید نسبت به ارائه راهکارهای مناسب به منظور کاهش و کنترل این آلاینده مهم اقدامات لازم صورت گیرد (Anari and Movafagh, 2014).

۳. روش

شهری که برای این تحقیق انتخاب شده، شهر سنندج است. سنندج در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲ دقیقه شرقی در منطقه کوهستانی زاگرس واقع شده است. در این تحقیق محدوده‌ای با مساحت ۴۸ هزار و ۱۴۵ هکتار مورد بررسی قرار گرفت.

مهمترین ارتفاعات در بخش مرکزی سنندج شامل دو رشته کوه با جهت شمال غربی- جنوب شرقی است که از رشته کوه‌های چهل چشمه (بعد از کوه شاهو مرتفع‌ترین کوه کردستان است) منشعب می‌شوند و سپس در جهت شمال غربی سنندج پیش رفته و رشته‌های فرعی آن تا جنوب غربی این شهر ادامه پیدا می‌کند. گردنه آریز (عارض) پست‌ترین نقطه و کوه آبیدر (آبیدرزبزرگ) به ارتفاع هزار و ۵۴۶ متر مهم‌ترین قله آن محسوب می‌شود که در پنج کیلومتری غرب سنندج واقع است.

جمعیت این شهر بر پایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۲۰۱۶ برابر با ۴۴۶ هزار و ۵۰۱ نفر است. این شهر به چهار منطقه تقسیم شده که اطراف شهر و چهار منطقه برای انجام این تحقیق در نظر گرفته شده و اطلاعات مورد نیاز در مورد آن جمع‌آوری گردیده است.

سنندج نیز همانند سایر شهرها به دلیل افزایش بی‌رویه وسایل نقلیه و نبود سازوکارهای 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 بزرگراه‌ها و کنار گذرهای شهر هجوم بیاورند. مسئله ترافیک این شهر یکی از چالش‌های این شهر است. علت عمده مشکل ترافیک این شهر ناشی از نبود زیرساخت‌های مناسب در شهر است.

شدت صوت در مناطق مختلف این شهر تأثیر آلودگی صوتی بر اقصا مختلف این شهر را هم مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مأموران رانندگی افرادی هستند که بیشترین آسیب را از سروصدای بالا متحمل می‌شوند (OVEYSIE., 2007).

پاتاک و همکاران، به بررسی آلودگی صوتی ناشی از صدای ترافیک و تأثیر آن بر مردم در شهر وارناسی پرداختند. بر طبق نتایج مطالعه، ۸۵ درصد مردم با صدای ترافیک دچار اضطراب می‌شوند و ۹۰ درصد مردم آلودگی صوتی ترافیک را عامل اصلی سردرد، فشارخون، گیجی و خستگی خود دانستند. همچنین افراد با سطح درآمد و تحصیلات بالا بیشتر تحت تأثیر صدای ترافیک قرار می‌گیرند. تأثیرات مهمی بین وضعیت همسران و سطوح آزار و اذیت ایجاد شده بر اثر آلودگی صوتی ترافیک پیدا شد. در این تحقیق مشخص شد که صدای ترافیک مانع فعالیت‌های روزانه از قبیل استراحت، مطالعه، مکاتبه و ارتباطات می‌شود (Pathak et al., 2011).

کیانی و همکاران، به بررسی آلودگی صوتی در شهر خرم‌آباد پرداختند. در تحقیق حاضر پارامترهای صدا ($leq, lmax, lmin, spl$) در ۳۸ ایستگاه در شهر خرم‌آباد به مدت یک هفته در فصل بهار اندازه‌گیری شدند. همزمان تکمیل پرسشنامه‌های صدا نیز در محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری صورت گرفت. اعداد حاصل از اندازه‌گیری‌ها با مقادیر استاندارد مقایسه شد، نتایج نشان داد تقریباً در تمامی ایستگاه‌ها متوسط مقادیر صدای اندازه‌گیری شده بیش از حد استاندارد است. با توجه به نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها و مقایسه با استاندارد، نتایج حاصل از پرسشنامه‌های سلامت و با توجه به روش‌های مربوط به آلودگی صوتی که در سایر کشورها به کار رفته، نسبت به ارائه راهکارهای مناسب اقدام شد (Kiany SadrM, 2012).

ملکوتیان و همکاران، به بررسی آلودگی صوتی شهر کرمان پرداختند. در این تحقیق تعدادی ایستگاه در نقاط پر ترافیک این شهر انتخاب کردند و به بررسی پارامترهای مهم صوتی در این ایستگاه‌ها پرداختند. تراز صدا در ۹۰ درصد از مدت زمان نمونه برداری از حد استاندارد فراتر بود که این مقادیر نشان دهنده بالا بودن میزان آلودگی صوتی در این شهر است (Malakootian et al., 2012).

اناری و موفق، به ارزیابی آلودگی صوتی بیرجند با استفاده از تکنیک‌های آماری و GIS پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که بین عرض خیابان‌ها و میانگین حجم ترافیک و تراز آلودگی صوتی رابطه معناداری وجود ندارد. نقشه‌های همترازی صدا که

در این مطالعه ۵۰ ایستگاه با کاربری‌های مختلف اعم از مسکونی، مسکونی - تجاری، تجاری و فضای سبز انتخاب شد. به منظور بررسی آلودگی صوتی در این پروژه از دستگاه ترازسنج صوتی Testo 815 ساخت کشور آلمان استفاده شد. در تمامی مراحل اندازه‌گیری، دستگاه صوت سنج به دلیل ثابت ماندن روی یک سه پایه به ارتفاع ۱٫۵ متر قرار گرفت و از یک عدد اسفنج برای قرار دادن روی میکروفون دستگاه صوت سنج استفاده شد که کاربرد این اسفنج برای جلوگیری از ایجاد خطای ناشی از سروصدای ایجاد شده به وسیله ارتعاش مولکول‌های هواست. در این مطالعه کلیه اندازه‌گیری‌ها در فصل تابستان در هوای صاف و بدون باد و باران انجام شد. همچنین براساس استاندارد صوت ایزو ۱۹۹۶ دستگاه در فاصله ۳/۵ متری از ساختمان‌ها و دیوارهای بتنی که باعث انعکاس صدا می‌شوند، قرار گرفت. در این اندازه‌گیری دستگاه براساس فرکانس وزنی A تنظیم گردید چون هدف ما برآورد میزان سروصدایی بود که مردم در مناطق مختلف با آن مواجه هستند و نیز براساس زمان وزنی F تنظیم شد و در نهایت تراز صوتی 'LEQ اندازه‌گیری گردید.

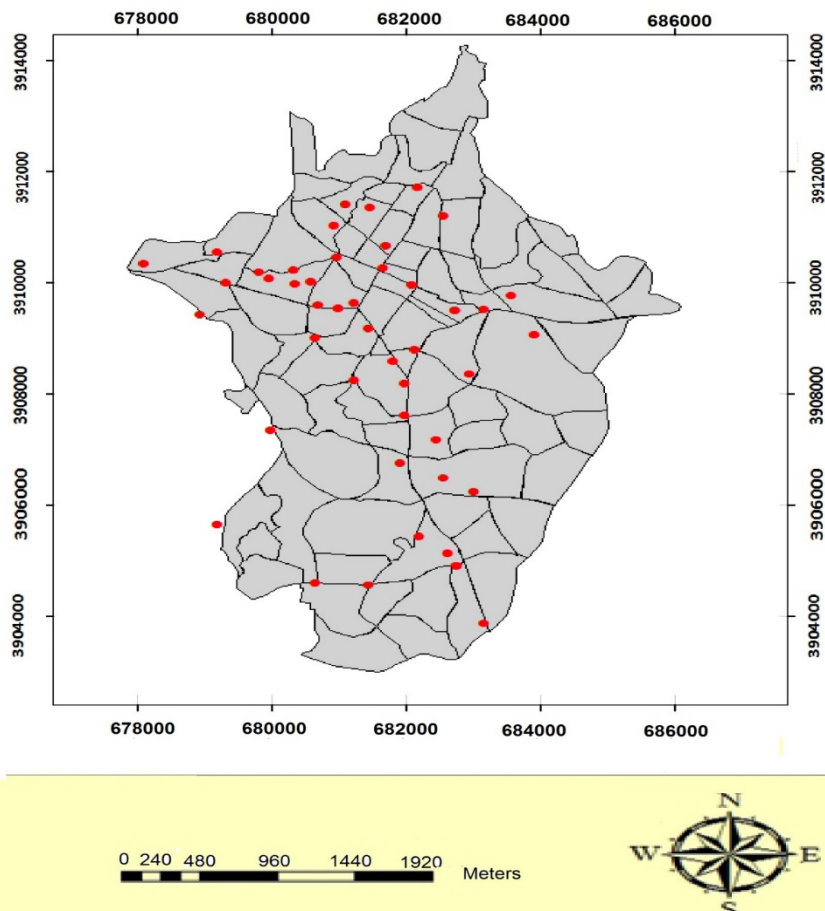
به منظور بررسی میزان آلودگی صوتی در هر یک از ۵۱ ایستگاه، اندازه‌گیری تراز صوتی در ساعت ۱۷ بعدازظهر، در فصل تابستان انجام شد (تصویر شماره ۱).

اندازه‌گیری‌ها براساس استاندارد ایران (استاندارد سازمان محیط زیست) در مدت زمان ۳۰ دقیقه انجام شد.

به منظور تهیه نقشه درون‌یابی آلودگی صوتی ابتدا مختصات نقاط مورد ارزیابی به وسیله دستگاه GPS ثبت گردید. سپس این مختصات به همراه مقادیر ترازهای معادل صوت اندازه‌گیری شده، به منظور انتخاب مناسب‌ترین روش درون‌یابی، وارد نرم‌افزار GS+ گردید. روش درون‌یابی مناسب نیاز به انتخاب بهترین تابع نیم تغییر نما برای برازش بر داده‌هاست بنابراین مدل نیم تغییر نما ی آماری و مناسب‌ترین روش درون‌یابی با استفاده از نرم‌افزار GS+ به دست آمد.

در مرحله بعد مختصات ایستگاه‌ها همراه با مقادیر ترازهای صوتی وارد نرم‌افزار Arc GIS 10.4 شد و از طریق مناسب‌ترین روش درون‌یابی، نقشه درون‌یابی صوتی تهیه گردید.

در مرحله بعد برای بررسی سطح اضطراب شهروندان ناشی از ترافیک شهری از پرسشنامه هامیلتون استفاده گردید. این پرسشنامه از شناخته‌شده‌ترین آزمون‌های اضطراب محسوب می‌شود پرسشنامه اضطراب هامیلتون به وسیله یک فرد محاسبه‌گر درجه‌بندی می‌شود. هامیلتون اطلاعات لازم برای تکمیل این پرسشنامه را از طریق مصاحبه و مشاهده به دست می‌آورد. مقیاس درجه‌بندی هامیلتون شامل ۱۴ مورد بوده و هر



تصویر شماره ۱: موقعیت ایستگاه‌های اندازه‌گیری در سطح شهر

مورد در ارتباط با علائم خاص اضطراب است. در این آزمون که به وسیله پرسشگر نمره‌گذاری می‌شود، هر مورد پنج رتبه داشته که حسب شدت علائم از صفر تا چهار نمره می‌گیرد. صفر نشان دهنده عدم وجود آن علامت و چهار نشان دهنده شدت همان علامت در بیمار است. تعداد ۴۰۰ عدد پرسشنامه توزیع گردید که کلیه پرسشنامه‌ها قابل استناد بودند. این پرسشنامه در بین افراد در مناطقی که دارای اوج ترافیک و نقاطی که دارای ترافیک کم بود، توزیع گردید.

در این تحقیق ارتباط بین متغیرهای جمعیت شناسی با سطح اضطراب بررسی گردید. سن جنس درآمد و تحصیلات به عنوان متغیر مستقل و اضطراب به عنوان متغیر وابسته است.

۳٫۱. تجزیه و تحلیل داده‌های آماری

کلیه محاسبات آماری در دو نرم‌افزار SPSS 17 و Microsoft ۲۰۰۷ Excel انجام شد. از آزمون کالموگروف اسمیرنوف به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. پس از اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها به دلیل غیر یکسان بودن واریانس‌ها، از آزمون T برای نمونه‌های جفت شده برای مقایسه و بررسی وجود و عدم وجود اختلاف معناداری بین میانگین‌ها استفاده شد. همچنین برای بررسی ارتباط پوشش گیاهی با مقادیر تراز صدا از آزمون مربع کای استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها حاصل از پرسشنامه از روش رگرسیون چند گانه استفاده گردید. برای به دست آوردن همبستگی دو متغیر از همبستگی اسپیرمن استفاده گردید.

۴. بحث و یافته‌ها

نتایج نشان داد میانگین تراز معادل صوت در کل ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده ۷۲٫۷۹ دسی بل است که در مقایسه با میزان حد مجاز تراز معادل صدا در مناطق مسکونی تجاری براساس استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران (۶۰ دسی بل)، بالاتر از حد مجاز است.

حداکثر تراز فشار صوت مربوط به ایستگاه میدان آزادی برابر با ۹۱٫۱ دسی بل و حداقل تراز فشار صوت مربوط به ایستگاه کوچک ره‌ش برابر ۵۵٫۳ دسی بل است.

در کل نتایج نشان داد که بیشترین میزان leq به ترتیب میدان آزادی، میدان انقلاب، خیابان انقلاب، سه راه جهاد، سیروس،

میدان غفور، چهارباغ، عباس‌آباد، میدان نبوت و میدان بسیج است و کمترین میزان leq به ترتیب تپه جنگلی کوچک ره‌ش، پارک نیشتمان، پارک ملت و بیمارستان قدس است.

۴٫۱. درون‌یابی تراز معادل صدا

برای انتخاب روش درون‌یابی مناسب نیاز به انتخاب بهترین تابع نیم‌تغییر نما برای برازش بر داده‌هاست. مدل‌های نیم‌تغییر نما آماری برای ایستگاه‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار GS+ به دست آمد. نتایج نشان داد که روش فاصله وزنی معکوس^۱ (ارزش هر نقطه را به وسیله نقاط مجاورش تعیین می‌کند) به دلیل پایین‌تر بودن مقدار RMSE مناسب‌تر است (جدول شماره ۱).

پس از انتخاب روش مناسب درون‌یابی، به منظور درون‌یابی آلودگی صوتی در سطح شهر سنندج با توجه به موقعیت مکانی داده‌های اندازه‌گیری شده، اقدام به درون‌یابی آلودگی صوتی براساس شاخص LEQ با استفاده از تکنیک IDW در محیط ARC GIS 10.4 گردید و نقشه درون‌یابی آلودگی صوتی در سطح شهر سنندج تهیه گردید (تصویر شماره ۲).

۴٫۲. میزان آلودگی صوتی در کاربری‌ها

نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تفاوت معناداری بین میانگین تراز معادل صدا و کاربری‌ها وجود دارد ($p < 0.05$). در این تحقیق میانگین تراز معادل صدا در نقاط پر ترافیک (کاربری‌های تجاری و مسکونی تجاری) بالاتر از ۷۰ دسی بل بوده که این امر ناشی از تردد وسایل نقلیه در این مناطق است (تصویر شماره ۳).

۴٫۳. تأثیر پوشش گیاهی بر آلودگی صوتی

همان‌طور که جدول شماره ۲ نشان می‌دهد، همبستگی بین تراز معادل صدا و پوشش گیاهی مثبت است ($P < 0.05$) و این امر نشان دهنده پایین بودن تراز معادل صدا در مناطقی است که دارای پوشش گیاهی مناسبی هستند.

در اکثر ایستگاه‌هایی که پوشش گیاهی مناسبی دارند، تراز معادل صدا کاهش یافته؛ این امر به خصوص در پارک‌ها و مناطقی که پوشش گیاهی‌شان از نوع درختان بلند چنار بود، مشاهده گردید. پاتک و همکاران (۲۰۱۱) نیز رابطه مثبت پوشش گیاهی در کاهش آلودگی صوتی را نشان دادند.

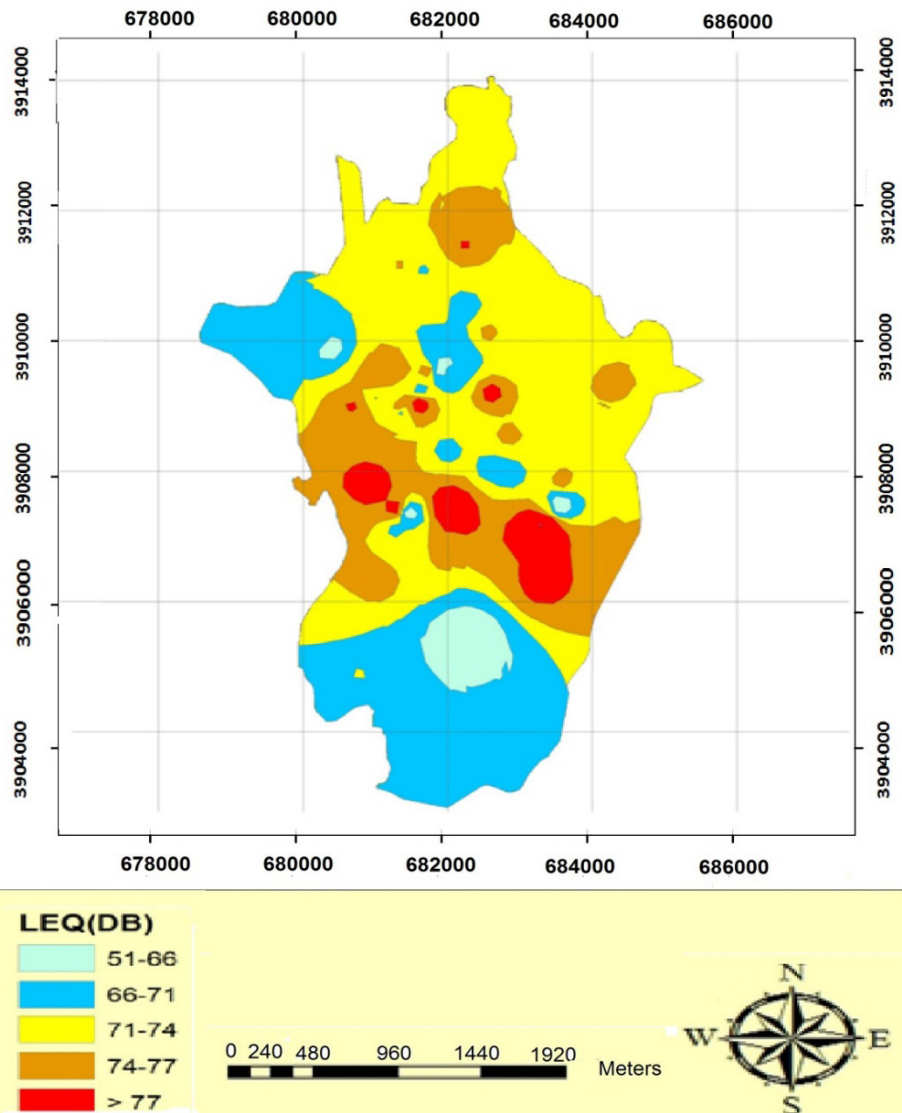
جدول شماره ۱: مشخصات مدل‌های نیم‌تغییر نما و مدل برازش داده شده

Model	Naggest(co)	Sill (co+c)	Proportion	RMSE	مناسب‌ترین روش میان‌یابی بر مبنای RMSE
Exponential	۰۲.۰	۱.۰	۷۹.۰	۰۵۱۹.۰	IDW با توان ۲

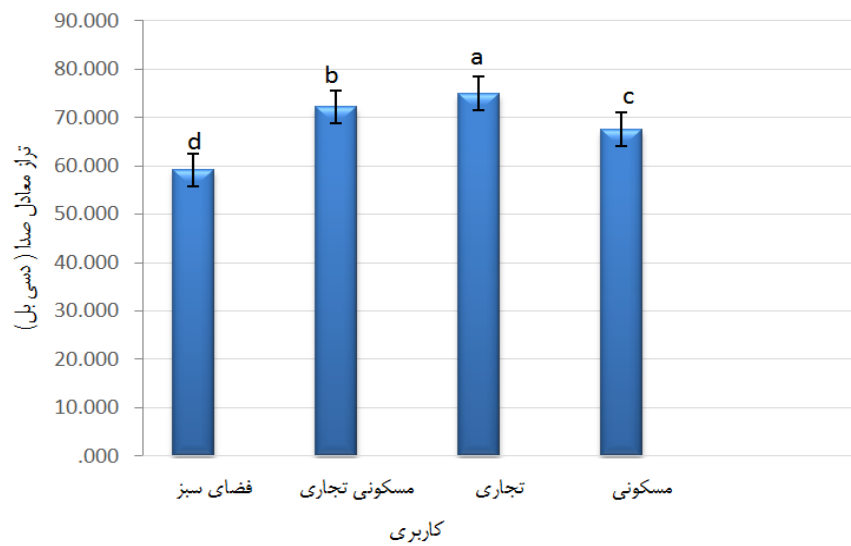
جدول شماره ۲: نتایج آنالیز همبستگی کای اسکوار بین میانگین تراز معادل صدا و وضعیت پوشش گیاهی

درجه آزادی	ارزش تست (دوسویه)
۱	۰٫۰۰۰

1 Inverse Distance Weighted (IDW)



تصویر شماره ۲: درون یابی تراز معادل صدا



تصویر شماره ۳: میزان آلودگی صوتی در کاربری ها

۴٫۴. نتایج حاصل از پرسشنامه

ابتدا به منظور اطمینان از توزیع مناسب پرسشنامه‌ها، افراد پرسش شونده بر حسب جنسیت و رده سنی در گروه‌هایی دسته‌بندی شدند. در این بررسی بیشتر افراد پرسش شونده (یعنی ۵۵ درصد افراد) را مردان تشکیل دادند. همچنین در ارتباط با رده سنی، محدوده بین ۳۰-۴۵ سال با ۴۲ درصد و پس از آن محدوده بین ۳۰-۱۵ سال بیشترین افراد پرسش شونده را به خود اختصاص دادند.

همچنین وضعیت سلامت روانی شهروندان نیز بر اساس میزان تماس با منابع ایجاد آلودگی صوتی و شدت آن، به وسیله پرسشنامه هامیلتون که متشکل از ۱۴ پرسش چهارگزینه‌ای است، مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه فرم این پرسشنامه در مجموعه‌های بالینی با هدف ردیابی کسانی که دارای نوعی اختلال روانی هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای این مزیت است که برای کل جامعه طراحی شده و می‌تواند به عنوان ابزاری انتخابی، احتمال وجود نوعی اختلال روانی را در فرد تعیین کند. همچنین این

پرسشنامه آزمونی است با ماهیت خود اجرا که به منظور بررسی اختلالات غیر روان گسسته‌ای که در وضعیت‌های مختلف جامعه یافت می‌شود، طراحی شده و برای نوجوانان و بزرگسالان در هر سنی استفاده می‌شود.

افراد پرسش شونده شامل عابریانی که در خیابان‌های اصلی و پرتردد رفت‌وآمد می‌کردند، عابریانی که در خیابان‌های فرعی و خلوت رفت‌وآمد می‌کردند، مغازه‌دارانی که در خیابان‌های خلوت کار می‌کردند و مغازه‌دارانی که در خیابان‌هایی با شدت صوت بیشتر کسب و کار می‌کردند، بودند.

۴٫۴٫۱. بررسی میانگین سطح اضطراب

شاخص میزان سطح اضطراب شهروندان از طریق سئوالات پرسشنامه ساخته شده است. نتایج به دست آمده از این شاخص در جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که ۵۸ درصد میانگین سطح اضطراب شهروندان را بالا، ۲۴ درصد متوسط و ۱۸ درصد پایین گزارش نموده‌اند.

جدول شماره ۳: توزیع درصد فراوانی گویه‌های شاخص میانگین سطح اضطراب

خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم	گویه‌ها
۸۰	۱۰۸	۱۰۶	۵۸	۴۸	خلق مضطرب (گران، منتظر است بدترین حادثه اتفاق بیفتد)
۱۲۶	۷۷	۹۷	۴۳	۵۶	تنش یا انقباض عضلانی (حساس تنش و کشش عضلانی، خستگی و...)
۱۲۱	۱۰۶	۱۰۰	۲۰	۵۳	ترس (از تاریکی، از افراد غریبه، از تنها ماندن، از حیوانات، از ترافیک)
۸۶	۱۰۵	۸۵	۵۳	۶۹	بی خوابی
۱۰۳	۱۶۷	۷۶	۲۴	۳۰	خلق افسرده
۱۳۹	۱۲۱	۸۰	۲۳	۳۷	ذهنی یا شناختی (اشکال در متمرکز کردن حواس و دقت، ضعف حافظه)
۱۱۴	۱۴۳	۱۰۱	۷	۳۵	جسمی و عضلانی (درد و کوفتگی، به هم ساییدن دندان‌ها، لرزش صدا و...)
۱۳۳	۱۲۸	۹۴	۱۱	۳۴	بدنی و حسی (وزوز گوش، ضعف و تاری دید، احساس ناگهانی گرمی و سردی)
۱۲۴	۱۳۲	۱۰۲	۱۰	۳۲	علائم قلبی عروقی (تاکی کاردی، تند شدن ضربان قلب روی سینه و...)
۱۲۴	۱۲۴	۹۸	۱۶	۳۸	علائم تنفسی (احساس فشاری یا گرفتگی در سینه، احساس خفگی، آه کشیدن)
۱۱۰	۱۲۳	۱۰۹	۱۰	۴۸	علائم گوارشی (اشکال در بلع، احساس دل درد، احساس سوزش در شکم و...)
۱۱۳	۱۴۲	۹۴	۹	۴۲	علائم دستگاه ادراری (افزایش دفعات ادرار، احساس نیاز به دفع ادرار و...)
۸۹	۱۱۸	۹۹	۳۱	۶۳	علائم سیستم عصبی (خشکی دهان، سرخ شدن یا رنگ پریدگی، تعریق و...)
۹۳	۸۰	۱۲۵	۳۷	۶۵	رفتار در حین مصاحبه (وول خوردن، جابه‌جا شدن، لرزش دست‌ها، چین خوردگی ابروها و...)
۱۱۱،۰۷۱	۱۱۹،۵۷	۹۷،۵۷	۲۵،۱۴۲	۴۶،۴۲۸	میانگین

بررسی نتایج رگرسیون چند گانه که در جدول بیان شده، نشان می‌دهد بین متغیرهای سن، جنس و درآمد با سطح اضطراب ارتباط معنادار وجود داشت. ولی بین تحصیلات با سطح اضطراب ارتباطی یافت نشد چون سطح معناداری مربوط به آنها کمتر از ۰٫۰۵ بود.

۴٫۴٫۲. بررسی ارتباط میان متغیرهای جمعیت شناسی با سطح اضطراب

بر اساس یافته‌های مستخرج از پرسشنامه‌های توزیع شده در بین شهروندان، ارتباط میان متغیرهای جمعیت شناسی با سطح اضطراب شناسایی گردید. جدول شماره ۴ وجود رابطه معیارها با شاخص سطح اضطراب را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۴: رگرسیون چند گانه برای رابطه بین متغیرهای جمعیت شناسی با اضطراب

P	t	ضرائب استاندارد شده	ضرائب استاندارد نشده		مدل
			انحراف معیار	B	
۰٫۰۵۰	۱٫۹۷۱	۰٫۱۴۳	۱۰٫۴۷۷	۲۰٫۶۴۹	جنس
۰	۲٫۷۵۶	۰٫۳۴۱	۲٫۱۴۳	۸٫۰۴۹	سن
۰٫۰۲۴	-۲٫۲۸۲	-۰٫۲۱۲	۲٫۰۰۱	-۴٫۵۶۷	درآمد
۰٫۸۹۳	-۰٫۱۲۵	-۰٫۰۱۱	۱٫۷۳۳	-۰٫۲۳۴	تحصیلات

۴،۴،۳. رابطه بین سطح اضطراب شهروندان و آلودگی صوتی نتایج به دست آمده از پرسشنامه‌های توزیع شده در بین شهروندان نشان داد که فاکتور اضطراب شهروندان و آلودگی صوتی هر دو در سطح نسبتی بوده. در نتیجه از ضریب همبستگی اسپیرمن برای بررسی رابطه بین این دو متغیر استفاده شده است. ضریب همبستگی به دست آمده در جدول شماره ۵ همبستگی قوی و مستقیمی را بین دو شاخص نشان می‌دهد که در سطح ۹۹ درصد معنادار است؛ بنابراین فرضیه صفر که بیانگر عدم وجود رابطه بین این دو شاخص است، رد می‌شود.

جدول شماره ۵: رابطه بین اضطراب شهروندان و آلودگی صوتی

میزان اضطراب شهروندان		آلودگی صوتی
سطح معناداری	r اسپیرمن	
0.	.827	

۴-۴-۴- رابطه بین ترافیک شهری و میزان آلودگی صوتی

بر اساس نتایج جدول شماره ۶، همبستگی بین شاخص‌های ترافیک شهری و میزان آلودگی صوتی متوسط می‌باشد (۰،۳۶) که با توجه به مقدار معناداری (۰،۰) در سطح ۹۹٪ معنادار می‌باشد.

جدول ۶: همبستگی بین ترافیک شهری و میزان آلودگی صوتی.

میزان آلودگی صوتی		ترافیک شهری
سطح معناداری	r اسپیرمن	
0.	0.36	

۵. نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از نقشه پهنه‌بندی آلودگی صوتی نشان داد که میانگین تراز معادل صوت در کل ایستگاه‌های اندازه‌گیری شده 71/621 دسی‌بل است که در مقایسه با میزان حد مجاز تراز معادل صدا در مناطق مسکونی تجاری براساس استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران (۶۰ دسی‌بل)، بالاتر از حد مجاز است. در تحقیقی که به وسیله محرم نژاد در منطقه یک تهران انجام شد، میانگین تراز معادل صوت در مناطق مسکونی و تجاری ۷۱/۹ دسی‌بل بوده است (Moharam Nezhad, 2008) که میزان میانگین آن تا حدودی مشابه با پژوهش حاضر است. در تحقیق حاضر حداکثر تراز فشار صوت مربوط به ایستگاه میدان آزادی برابر با ۹۱،۱ دسی‌بل مشاهده شده که با نتایج مشابهی که به وسیله مسافری و همکاران در شهر تبریز انجام شد (تراز معادل صوت در مناطق مرکزی حداکثر ۹۰/۲ و به طور میانگین ۶۸/۸ دسی‌بل بوده) همخوانی دارد (Mosaferi et al., 2012). با بررسی نقشه درون‌یابی آلودگی صوتی منطقه مورد مطالعه مشخص گردید که میزان تراز معادل صدا در در خیابان‌های پر ترافیک که شامل کاربری‌های تجاری و مسکونی تجاری است، به ترتیب ۷۳،۷۰ و ۷۱،۳۲ دسی‌بل بود که بالاتر از ۷۰ دسی‌بل و بیشتر از سایر کاربری‌هاست. همان‌طور که پیکولو و همکاران نشان دادند، تراز معادل صدا در خیابان‌های پر ترافیک شهر مسینای ایتالیا در حدود ۷۵ دسی‌بل است (Piccolo et al., 2005).

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ترافیک در میزان آلودگی صوتی اثر مستقیمی دارد. نتایج نشان داد که ارتباط معناداری بین شاخص‌های ترافیک شهری و میزان آلودگی صوتی وجود دارد. بنابراین مشخص گردید ترافیک شهری نیز یکی از شاخص‌های تأثیرگذار بر میزان آلودگی صوتی شهری است. در پژوهشی در خرم‌آباد که به وسیله کیانی و همکاران انجام گرفت، مشخص شد که ارتباط معناداری بین میزان ترافیک و آلودگی صوتی وجود دارد؛ که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد (Kiany SadrM, 2012).

با توجه به این که حد مجاز آلودگی صوتی برای مناطق مسکونی ۵۵ دسی‌بل است، میزان آلودگی صوتی برای اغلب مناطق مختلف بررسی شده در شهر سنندج از جمله مسکونی و تجاری بیش از حد مجاز است و میزان تراز معادل فشار صوت بالاتر از حد استاندارد به دست آمد که با روند رو به رشد مدرنیزه شدن شهر و افزایش جمعیت و در نتیجه افزایش ترافیک شهری که از عوامل اصلی در تولید آلودگی صوتی است، در آینده‌ای نزدیک سطح شهر در تمامی ساعات شبانه روز از نظر آلودگی صوتی از حد استاندارد خارج می‌شود که سلامت جامعه را به شدت در معرض خطر قرار می‌دهد. نتایج نقاداری و همکاران نیز نشان‌دهنده بیش از حد استاندارد بودن تراز آلودگی صوتی در مناطق مختلف شهر شیراز است (Negahdari et al., 2018).

بالاتر از حد استاندارد بودن شدت تراز صوت در شهر سنندج باعث می‌شود که شاید در آینده‌ای نه چندان دور آلودگی صوتی در این شهر به عنوان یک مشکل جدی مطرح شود؛ بنابراین بررسی علل ایجاد آن باید مد نظر قرار بگیرد. بنابراین اتخاذ راهکارهای مناسب برای جلوگیری از تهدید سلامتی افراد توصیه می‌گردد. به طوری که سطح اضطراب افراد کاهش و سلامتی افزایش یابد. نتایج حاصله نشان داد که مناطق دارای فضای سبز و پارک در کاهش آلودگی صوتی نقش بسزایی دارند. به طوری که در مناطق دارای پوشش گیاهی و فضای سبز تراز معادل صدا پایین‌تر از حد مجاز استاندارد محاسبه گردید. که با مطالعات پاتاک و همکاران در ارتباط با کاهش سطح سر و صدا به وسیله درختان همخوانی دارد (Pathak et al., 2011).

نتایج حاصل از تحلیل پرسشنامه نشان داد افرادی که در معرض آلودگی صوتی قرار دارند، از نظر عوارض اختلال در خواب، اختلال در گفت‌وگو، عصبانیت، سردرد و سرگیجه، خستگی زودرس، ضعف عضلانی و در کل افزایش سطح اضطراب بالاترین گروه آسیب‌پذیرند که به علت تماس مستقیم با صدای ترافیک این عوارض در این گروه نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر است. به طور کلی با افزایش سطح تنش در افراد، سطح سلامت عمومی آنها کاهش یافته و نشانه‌های بدنی که در واقع نوعی واکنش اضطرابی محسوب می‌شود، در این افراد افزایش می‌یابد.

مصاحبه‌شوندگان مشخص کردند که بین آلودگی صوتی در منطقه با میزان و سطح اضطراب شهروندان رابطه معناداری وجود دارد. محیط اطراف به نحوی بر سطح اضطراب افراد تأثیرگذار است. نتایج نشان داد که همبستگی قوی و مستقیمی بین دو شاخص

- airport. *Clinical Research in Cardiology*, **96**(6): 347-358.
- **Calixto, A., Diniz, F.B. and Zannin, P.H.** 2003. The statistical modeling of road traffic noise in an urban setting. *Cities*, **20**(1): 23-29.
 - **de Kluijver, H. and Stoter, J.** 2003. Noise mapping and GIS: optimising quality and efficiency of noise effect studies. *Computers, Environment and Urban Systems*, **27**(1): 85-102.
 - **Farcaş, F. and Sivertunb, Å.** 2010. Road traffic noise: GIS tools for noise mapping and a case study for Skåne region. Sweden: Citeseer.
 - **Hsu, T., Ryherd, E., Waye, K.P. and Ackerman, J.** 2012. Noise pollution in hospitals: impact on patients. *JCOM*, **19**(7): 301-309.
 - **Kiany SadrM, N.P., Abbasspoor M, Sekhavatjoo MS.** 2012. Noise pollution survey in Khorramabad. In *International Conference on Applied Life Sciences* [in Persian].
 - **Kim, R. and Van den Berg, M.** 2010. Summary of night noise guidelines for Europe. *Noise and health*, **12**(47): 61.
 - **Malakootian, M., Ahmadian, M., Yaghmaeian, K., Dowlatshahi, S. and Ravandi, M.G.** 2012. Level Changes of Traffic Noise in Kerman City, Southeast Iran. *Iranian journal of public health*, **41**(1): 107.
 - **Mansouri, N., Pourmahabadian, M. and Ghasemkhani, M.** 2006. Road traffic noise in downtown area of Tehran. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, **3**(4): 267-272.
 - **Marathe, P.** 2012. Traffic noise pollution. *IJED*, **9**(1): 63-68.
 - **Monavvari, M.** 1994. *Guidelines for Assessing of Effects of Highways' Environmental Ecosystems*. Tehran: The Organization of Conservation of Environment Press. 1999. 23. Dabiri M. *Environmental Pollution*. Tehran: Tehran University Press [in Persian].
 - **Mosaferi, M., Rasulzadeh, Y., Nazari, J., Taghipour, H. and Diyanat, I.** 2012. Study of Noise Pollution in Downtown Area of Tabriz during Heavy Traffic Times. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences & Health Services*, **34**(4).
 - **Narimousa, Z. and Soltanian, S.** 2016. The Impact of Noise Pollution Caused by Traffic on

سطح اضطراب شهروندان و آلودگی صوتی وجود دارد؛ به طوری که در سطح ۹۹ درصد معنادار است. همان طور که نتایج مطالعات نشان داد، محل هایی که با آلودگی صوتی بالایی مواجه باشند و صدای محیط در دامنه فرکانسی ۲۵۰-۴ هرتز باشد، تداخل صدا با محاوره، در افراد در معرض صدا بسیار بالا بوده و افراد را با مشکلاتی از جمله افزایش اضطراب روبه رو می کند (Hsu et al., 2012).

پاسخگویان ۵۲.۴۲ درصد میانگین سطح اضطراب شهروندان را بالا، ۲۱.۴۶ درصد متوسط و ۲۶.۸۲ درصد پایین گزارش نموده اند. نتایج نشان داد که رابطه معناداری بین این متغیرها وجود دارد؛ به طوری که هر چه آلودگی صوتی ناشی از ترافیک و ... افزایش پیدا کند، میزان سطح اضطراب افراد بیشتر می شود.

برای کاهش آلودگی صوتی در این شهر اقداماتی مانند ایجاد فضای سبز در اطراف خیابان ها به عنوان جاذب صدا، متمرکز نمودن مناطق تجاری در خارج از محدوده مسکونی، جلوگیری از عملیات شهرسازی و ساختمان سازی در برخی ساعات شبانه روز، آموزش عمومی از طریق دوره های آموزشی و نصب تابلو، رشد فرهنگی در مدیریت ترافیک، کاهش وسایل نقلیه موتوری به ویژه موتور سیکلت ها و استفاده بیشتر از وسایل نقلیه غیر موتوری مثل دوچرخه، منع رفت و آمد کامیون و تریلی در سطح شهر با بهبود مهندسی ترافیک پیشنهاد می گردد.

بنابراین از روش های مقابله با آلودگی صوتی در شهرها می توان به مکانیابی مناسب کاربری های شهری در طرح های جامع و تفصیلی، تولید وسایل نقلیه استاندارد و کم صدا، اعمال محدودیت در تردد خودروها و موتورسیکلت ها، ایجاد محدودیت سرعت، اصلاح فرهنگ ترافیکی و گسترش حمل و نقل همگانی اشاره کرد. همچنین ساخت دیواره های صوتی در اطراف راه ها و استفاده از مصالح جاذب صدا در واحدهای مسکونی و تجاری یا فضای سبز در حاشیه منازل مسکونی یا راه ها کمک زیادی در کاهش آلودگی شهر خواهد کرد. ایستگاه های سنجش آلودگی صوتی به تعداد مناسب و تهیه نقشه های پهنه بندی صوتی برای مناطق و کاربری های مختلف کل شهر، لازمه هرگونه برنامه ریزی در سطح شهر است.

References:

- **Agarwal, S. and Swami, B.L.** 2011. Road traffic noise, annoyance and community health survey-A case study for an Indian city. *Noise and health*, **13**(53): 272.
- **Anari, M.H.S. and Movafagh, A.** 2014. Environmental noise pollution level at Birjand city using statistical and GIS techniques. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL STUDIES*, **40**(3): 693-710.
- **Aydin, Y. and Kaltenbach, M.** 2007. Noise perception, heart rate and blood pressure in relation to aircraft noise in the vicinity of the Frankfurt

Public Health of Omidiyeh Citizens in 2015. Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences, **15**(3): 247-256.

- **Negahdari, H., Javadpour, S., Moattar, F. and Negahdari, H.** 2018. Risk assessment of noise pollution by analyzing the level of sound loudness resulting from central traffic in Shiraz. Environmental Health Engineering and Management Journal.
- **OVEYSI E., E.S.A., GHASEMPOURI M., AZAD FALAH P.** 2007. INVESTIGATION ON THE EFFECTS OF FLEET NOISE POLLUTION ON GENERAL AND PSYCHOLOGICAL HEALTH OF CITIZENS IN YAZD CITY. JOURNAL OF ENVIRONMENTAL STUDIES, **33**(43): 41-50.
- **Pathak, V., Tripathi, B. and Mishra, V.** 2011. Evaluation of anticipated performance index of some tree species for green belt development to mitigate traffic generated noise. Urban forestry & urban greening, **10**(1): 61-66.
- **Piccolo, A., Plutino, D. and Cannistraro, G.** 2005. Evaluation and analysis of the environmental noise of Messina, Italy. Applied Acoustics, **66**(4): 447-465.
- **Zannin, P.H.T., Diniz, F.B. and Barbosa, W.A.** 2002. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. Applied Acoustics, **63**(4): 351-358.

۱۲۷

شماره سی و دو

پاییز ۱۳۹۸

فصلنامه
علمی-پژوهشی



ارتباطی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک شهری و
تأثیر آن بر سطح اضطراب شهروندان شهر سنندج