



## مطالعه رابطه شاخص‌های مورفولوژی شهری با آلودگی صوتی منطقه سه شهر تبریز (محل‌های منظریه و امامیه)

دکتر ایرج تیموری<sup>۱</sup>، دکتر اکبر اصغری زمانی<sup>۲</sup>، هانیه اصغری منفرد<sup>۳</sup>

مقاله پژوهشی

### چکیده

هدف اصلی پژوهش حاضر، مطالعه رابطه شاخص‌های مورفولوژی شهری با آلودگی صوتی در منطقه سه شهر تبریز (محل‌های امامیه و منظریه) است. جمع‌آوری داده‌ها از محدوده مورد مطالعه، در دو نوبت صبح (۷ تا ۱۰) و شب (۱۹ تا ۲۲) در ۴۵ نقطه در سطح محدوده مورد مطالعه داده‌های صوت برداشت شد. برداشت داده‌های صوت با استفاده از اپلیکیشن Decibel X صورت گرفت. نتایج حاکی از آن است که میانگین صوت در بازه صبح، برابر با ۸۷/۰۶ دسی‌بل و انحراف معیار ۱۰/۱۶ است. همچنین، میانگین صوت در بازه شب نیز برابر با ۹۰/۰۸ دسی‌بل و انحراف معیار ۹/۲۸ است. ملاحظه می‌شود که میانگین هر دو بازه مذکور بیشتر از حد استاندارد است. براساس تحلیل میانگین صوت به تفکیک کاربری، پایانه با میانگین صوت ۹۵/۵۲ دسی‌بل و انحراف معیار ۲/۹۴ دارای بیشترین میانگین صوت در بازه روز است. در بازه شب نیز، پایانه با میانگین صوت ۹۵/۸۱ دسی‌بل و انحراف معیار ۳/۴۳ دارای بیشترین میانگین صوت است. همچنین براساس استانداردهای مطرح‌شده در بخش میانی نظری مشاهده می‌شود که همه کاربری‌ها از سطح صوت استاندارد بیشتر هستند. آزمون ویلکاکسون نیز در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار شده که نشان داد میانگین صوت در محدوده مورد مطالعه برای صبح و شب بیشتر از استاندارد ۷۵ دسی‌بل است. برای مقایسه میانگین صوت در بازه صبح و شب، از آزمون یومن-ویتنی استفاده شد. براین اساس یافته‌ها نشان داده که بین میانگین صوت صبح و شب، تفاوتی به لحاظ آماری وجود ندارد. براساس تحلیل‌های صورت‌گرفته در مقیاس ۲۵۰\*۲۵۰، بین متغیرهای مستقل پژوهش با میانگین صوت در بازه صبح و شب رابطه معنی‌داری به لحاظ آماری حاصل نشد. در مقیاس ۵۰\*۵۰ رابطه بین میانگین صوت بازه صبح با فاصله از فضای سبز، تراکم جمعیت و تراکم فضای ساخته‌شده معنی‌دار شد. همبستگی‌های مذکور به ترتیب در سطح ۰/۳۹۲، ۰/۲۲۴ و ۰/۳۲۸- است که در بازه ضعیف تا متوسط قرار دارند.

جغرافیا و توسعه، شماره ۶۷، تابستان ۱۴۰۱  
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۷  
تاریخ بازنگری داوری: ۱۴۰۰/۱۰/۰۵  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵  
صفحات: ۴۵-۶۸



واژه‌های کلیدی:  
مورفولوژی شهری، آلودگی صوتی، فضای سبز، تراکم، تبریز.

### مقدمه

انسانی، شهرها به مکان‌های زیست‌ناپذیر تبدیل شدند و تا به امروز مشکلات و مسائل بی‌شماری گریبان‌گیر انسان‌ها شده‌است (داودی و همکاران، ۱۴۰۰: ۸). ناراحتی‌های عصبی، خستگی‌های جسمی و روحی در شهرهای بزرگ ۵ تا ۱۰۰ درصد بیش از حوزه‌های روستایی گزارش شده‌است (ملک‌حسینی و ملک‌پور، ۱۳۹۵: ۵۴ به نقل از همان). امروزه در زمانی زندگی می‌کنیم که شهرها و اجتماعات انسانی رشد شتابانی را تجربه می‌کنند. این رشد طبیعتاً اثر قابل‌توجهی را بر کره زمین تحمیل می‌کند که در تنوع زیستی، جریان انرژی، چرخه‌های زیست ژئوشیمیایی و همچنین سروصدای

در هر دوره‌ای، توجه به کیفیت زندگی انسان در شهرها از دغدغه‌های فکری مدیران، برنامه‌ریزان و متخصصان شهری بوده است و از دهه ۱۹۸۰ به دلیل رشد سریع و گسترده شهرها، برنامه‌ریزی شهری توجه بیشتری به مقوله کیفیت زندگی انسان داشته‌اند (پوراحمد، ۱۳۹۹: ۸۴)؛ زیرا شهرها از جمله مهم‌ترین و بهترین آثار ساخته‌شده دست بشر هستند و در طول زمان تغییرات بسیار زیادی داشته‌اند. با گسترش شهرها، دخل و تصرف در محیط‌زیست با سرعت بیشتری صورت گرفت، تا آنجا که با توسعه فعالیت‌های

شده و سطح رفاه را کاهش می‌دهد (Prasher, 2007: 17). آلودگی صوتی در واقع نوعی عامل استرس زای بیولوژیک است که با تحریک سیستم اعضای مرکزی و تأثیر بر سیستم غده هیپوفیز و آدرنال، اختلالات هورمونی، مشکلات شنوایی، ناراحتی‌های قلبی و عروقی، سرگیجه، کم‌خوابی و بدخوابی، فشارخون و... را ایجاد می‌کند و بدین‌وسیله سلامت شهروندان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (باهک، ۱۳۸۸: ۴۵). بدین‌جهت این مقوله به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل در قوانین و سیاست‌های زیست‌محیطی مطرح شده است (Berglund et al., 1999: 21; World Health Organization, 2011: 60).

در سطح جهانی برای حد صوت در مناطق مختلف شهری استانداردهایی مطرح شده‌است؛ یکی از این استانداردها توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست مطرح شده که میزان صدای مجاز در مناطق پرترافیک، مناطق مسکونی، مناطق تجاری و اتاق‌های بیمارستانی را در ساعات روز به‌ترتیب ۷۰، ۵۵، ۶۵ و ۳۵ دسی‌بل تعیین کرده‌است (مام‌جمعه، ۱۳۸۹: ۶۵-۶۴). آلودگی صوتی تنها مربوط به کشورهای در حال توسعه نبوده و در کشورهای توسعه‌یافته نیز وجود دارد. با توجه به موارد مطرح‌شده، مشخص است که مسئله صوت در شهرها از اهمیت بالایی برخوردار است؛ زیرا سلامت انسانی را به‌صورت جدی تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این راستا اهداف پژوهش حاضر در وهله اول، پهنه‌بندی آلودگی صوتی محدوده مورد مطالعه و در وهله دوم، مطالعه رابطه آلودگی صوتی با مورفولوژی شهری است. براین اساس سه فرضیه تدوین شده که به شرح زیر است. فرضیه اول، «بین میانگین صوت بازه صبح و شب تفاوت وجود دارد»؛ فرضیه دوم، «بین فاصله از فضای سبز، تراکم جمعیت، تراکم فضای ساخته‌شده و فاصله از خیابان‌های اصلی رابطه وجود دارد» و فرضیه سوم، «میانگین صوت در محدوده مورد مطالعه برای صبح و شب بیشتر از حد استاندارد است». در این راستا،

محیط و سلامت انسانی اثرگذار است (Han & et al., 2018: 755). از این‌رو، در این روند افزایش کمی و کیفی زیرساخت‌ها و امکانات مختلف، الزامی خواهد بود؛ با این حال، مشاهده می‌شود که در این روند برخی موارد نادیده گرفته می‌شود و در نتیجه شاهد فضاهای کم‌کیفیت هستیم؛ در این بین بررسی وضعیت صوت در شهرها اهمیت فراوانی به خود گرفته است. صوت در فضاهای شهری در حالت کلی می‌تواند در دو گونه دسته‌بندی شود: اولی، صداهای طبیعی که می‌توان منشأ آن را جانوران و محیط ژئوفیزیکی (باد، رعدوبرق و...) تلقی کرد؛ دومی، صداهایی که توسط انسان و فعالیت‌های انسانی تولید می‌شود. همراه با رشد شتابان شهرها، صداهایی که منشأ انسانی دارد در فضاهای شهری غالب شده‌است (Pijanowski et al., 2011: 203). قرار گرفتن جوامع انسانی در مقابل آلودگی صوتی مسئله‌ای جهانی است، به‌طوری‌که بیشتر شهرها با این مشکل مواجه هستند. سروصدای آزاردهنده، مانعی بر سر راه فعالیت‌های انسانی و عاملی استرس‌زا است که می‌تواند بر سلامت و رفاه تأثیر بگذارد (Souza & Giunta, 2011: 421). هر تغییر فشار در هوا که گوش انسان مستقیماً آن را تشخیص دهد، صدا نامیده می‌شود؛ با این حال، آن دسته از امواج صوتی که به‌صورت ناخواسته منتشر می‌شود و می‌تواند برای شنوایی آزاردهنده باشد، سروصدا یا آلودگی صوتی خوانده می‌شود (مسافری و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱۲). به عبارتی دیگر، آلودگی صوتی امواج ناخواسته‌ای است که بر فعالیت‌های ارگانیک‌های زنده، به‌خصوص انسان تأثیر داشته و اثر روانی آن به مشخصات فیزیکی صدا مانند فرکانس و شدت آن بستگی دارد (پرور و همکاران، ۱۳۹۴: ۶۸۸). به‌طوری‌که مطرح شد، کیفیت صوتی در فضاهای شهری یکی از ویژگی‌هایی است در مدیریت و طراحی فضاهای شهری نادیده گرفته می‌شود و آلودگی صوتی را با خود به ارمغان می‌آورد. در این راستا، پراشس تأکید دارد آلودگی صوتی عاملی است که باعث افزایش استرس

مجزای همسان انجام داده‌اند. یافته‌های آنان نشان می‌دهد که مقدار تراز فشار صوت در هر دو ایستگاه راسته کوچه و گلباد بالاتر از حد استاندارد بوده و بیشترین میانگین مربوط به بازه زمانی ظهر راسته کوچه با ۷۱/۴ دسی‌بل است. کمترین مقدار نیز در بازه صبح در گلباد با ۸/۵ دسی‌بل است که بالاتر از مقدار استاندارد است.

مسافری و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود با عنوان «بررسی آلودگی صوتی در ساعات پرتردد روز در منطقه مرکزی شهر تبریز» اندازه‌گیری صوت را در پنج ایستگاه میدان شهدا، میدان شهرداری، چهارراه شریعتی، میدان صاحب‌الامر و پارک گلستان انجام داده‌اند. یافته‌های پژوهش آنان نشان می‌دهد که شاخص تراز معادل ۲ ساعته در میدان شهرداری (۸۵ دسی‌بل) و شهدا (۹۰/۲ دسی‌بل) دارای بیشترین مقدار بوده‌است. در ساعات عصر بیشترین مقدار مربوط به میدان شهرداری است. در ایستگاه صاحب‌الامر نیز بیشترین مقدار در حدود عصر ثبت شد. همچنین مشخص شده که در ساعات عصر در مناطق مرکزی تبریز، آلودگی صوتی بیشتری نسبت به ساعات ظهر وجود دارد.

سلیمانی و بایرام‌زاده (۱۳۹۶) در مطالعه خود با عنوان «بررسی آلودگی صوتی در میدان‌ها شهری و راهکارهای کاهش آن؛ نمونه موردی میدان ایالت ارومیه» میزان آلودگی صوتی را توسط مردم استفاده‌کننده و حاضر در محیط مورد سنجش قرار داده‌اند. ترافیک عبوری با میانگین ۳/۷۷ و ۳/۶۱ به ترتیب در بازه زمانی ۷ تا ۱۰/۳۰ و ۱۶ تا ۱۹ و همچنین تاکسی‌ها با میانگین ۳/۵۳ در بازه زمانی ۱۲ تا ۱۵/۳۰ جز عوامل اصلی در این محدوده تلقی می‌شوند؛ همچنین پاسخ‌دهندگان بیشتر از این دو عامل ناراضی بودند؛ علاوه بر این میانگین میزان آلودگی صوتی در محدوده میدان ایالت با توجه به نظر مردم ۳/۳۷، ۳/۶۷ و ۳/۶ که به ترتیب در بازه زمانی ۷ تا ۱۰/۳۰، ۱۲

محل‌های امامیه و منظریه که دارای کاربری‌های متنوعی هستند، به عنوان محدوده مورد مطالعه انتخاب شده‌اند. محدوده مورد مطالعه به فاصله ۲۵۰\*۲۵۰ متر شبکه‌بندی شد و توسط نمونه‌گیری سیستماتیک فضایی ۴۵ ایستگاه برای برداشت میزان صوت انتخاب شد. در آخر داده‌ها، پهنه‌بندی شده و روابط احتمالی مورد ارزیابی قرار گرفت.

## ادبیات پژوهش

### پیشینه پژوهش

باهک (۱۳۸۸) در مطالعه خود با عنوان «آلودگی صوتی در کلان‌شهر تهران و راهکارهای مقابله با آن» بدین نتیجه رسیده‌است که مهم‌ترین عامل ایجاد آلودگی صوتی تهران، وسایل نقلیه، به‌ویژه خودروها و موتورسیکلت‌ها هستند؛ زیرا در نظام کالبدی شبکه‌های ارتباطی مرکز خدماتی و حتی تفریحی این شهر، تلفیق مناسبی از کارکردهای ارتباطی با کارکردهای اجتماعی و فرهنگی مشاهده نمی‌شود؛ بنابراین بسیاری از مناطق، محله‌ها و معابر با مشکل آلودگی صوت مواجه‌اند.

امام‌جمعه و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه خود با عنوان «آلودگی صوتی در شهر قزوین» بدین نتیجه رسیده‌اند که تراز صدای معادل در معابر مختلف مناطق شهر قزوین، بین ۶۹/۹ تا ۷۲/۸ دسی‌بل در نوسان و در مناطق میانی و جنوبی شهر، حدود دوبرابر مناطق شمالی شهر بود. بررسی صدک نودم تراز صدای محیطی نشان داد که در ۹۰ درصد کل دوره اندازه‌گیری، تراز فشار صوت در اغلب نقاط بالاتر از حد مجاز توصیه‌شده برای مناطق مسکونی و تجاری بود.

قنبری و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه خود با عنوان «بررسی آلودگی صوتی شهر تبریز در مناطق تجاری و مسکونی- تجاری پرتراфик» اندازه‌گیری تراز فشار صوت را با ۱۸۰ دفعه در طی یک ماه در سه نوبت صبح، ظهر و شب به صورت هم‌زمان توسط دو دستگاه

اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در دی، بیشترین آلودگی متعلق به ایستگاه بعد از پل بزرگمهر با ۱۰۰ دسی‌بل و کمترین آلودگی متعلق به ایستگاه‌های قبل از خیابان رکن‌الدوله و 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 مبارزان در اسفند 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 خرداد بیشترین آلودگی متعلق به ایستگاه‌های شماره ۱، ۲، ۹، ۱۰ و ۱۱ بود.

سوزا و گیونتا<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) در مطالعه خود با عنوان «خصوصیات شهر به‌عنوان شاخص‌ها صوتی زیست محیطی» به بررسی میزان صوت در یک منطقه شهری برزیل در رابطه با برخی ویژگی‌های شهری پرداخته‌اند. در این پژوهش تأثیر شاخص‌های شهری بر فضای سالم خیابان‌ها با شبکه‌های عصبی مصنوعی الگوبرداری شده‌است. نتایج آنان نشان داده است که حجم ترافیک مهم‌ترین عامل در ایجاد آلودگی صوتی است. در ادامه نیز شاخص سطح زیربنا، شکل قطعه زمین و مساحت زمین در این زمینه دارای اهمیت است.

بوزیر و زمموری<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) در مطالعه خود با عنوان «تأثیر مورفولوژی شهری بر توزیع صوت جاده» به بررسی رابطه این دو با استفاده از همبستگی پیرسون پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش، همبستگی مثبتی میان این دو نشان داده‌است. در این پژوهش شاخص‌های مورفولوژی شهری، شامل تخلخل، فشردگی و تراکم است. هان و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) در مطالعه خود با عنوان «تجزیه و تحلیل روابط بین صوت زیست‌محیطی و مورفولوژی شهری» به این نتایج دست یافته‌اند که

تا ۱۵/۳۰ و ۱۶ تا ۱۹ است. رحیمی و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه خود با عنوان «ارزیابی آلودگی صوتی منطقه ۱۶ تهران» به پهنه‌بندی و مدل‌سازی آلودگی صوتی با روش درون‌یابی کریجینگ پرداختند. در این پژوهش، ۴۶ ایستگاه در منطقه مورد مطالعه انتخاب و تراز معادل صوت در سه بازه زمانی صبح، ظهر و شب برای هر ایستگاه، درجهت تعیین تراز آلودگی صوتی اندازه‌گیری شد. همچنین یکی از انواع کاربری شبکه معابر منطقه ۱۶ یعنی بزرگراه شهید رجایی، انتخاب و تراز شدت صوت در فواصل مختلف درجهت پهنه‌بندی و مدل‌سازی آلودگی صوتی آن بزرگراه اندازه‌گیری شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که درصد خطای بین مقادیر پیش‌بینی‌شده و اندازه‌گیری شده بسیار ناچیز بوده و در نتیجه مدل ارائه‌شده را می‌توان برای ارزیابی آلودگی سایر بزرگراه‌ها مورد استفاده قرارداد. نتایج به‌دست‌آمده از مرحله اصلی این تحقیق نشان داد که حداکثر میانگین تراز معادل صوت ۸۳،۵۷۱۴ دسی‌بل مربوط به بزرگراه‌هاست. همچنین تا فاصله ۳۰ متری از بزرگراه برای کاربری مسکونی مناسب نیست. حداقل میانگین تراز صوت، ۵۸ دسی‌بل مربوط به مناطق مسکونی است. دیگر نتایج این تحقیق حاکی از آن بوده‌است که در کل ایستگاه‌های سنجش صدا به‌خصوص در شبکه معابر، میزان میانگین تراز معادل صدای اندازه‌گیری‌شده بیش از حد استاندارد روز ایران است. باتوجه به میزان بالای آلودگی صوتی منطقه، راهکارهای ارائه‌شده برای کنترل آن، استفاده از دیواره‌های صوتی در بزرگراه‌ها و ایجاد فضای سبز بیشتر در مناطق مستعد آلودگی است.

غفوری و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه خود با عنوان «ارزیابی آلودگی صوتی مناطق ۳ و ۴ شهر اصفهان ناشی از ترافیک» به بررسی و پهنه‌بندی انتشار آلودگی صوتی پرداخته‌اند. ۱۶ ایستگاه انتخاب و پارامترهای صوتی در سه نوبت از شبانه‌روز طی دو فصل زمستان و بهار به‌وسیله دستگاه صوت‌سنج بروئل و کجایر

1.Souza &amp; Giunta

2.Bouzir &amp; Zemmouri

3.Han et al.

بر تولید نقشه آلودگی صوتی، مطالعه رابطه آن با شاخص‌های فاصله از فضای سبز، تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی و تراکم شبکه ارتباطی است. همچنین تفاوت پژوهش حاضر نسبت به پژوهش‌های خارجی نیز دخیل کردن شاخص تراکم جمعیت در رابطه با تأثیر آن بر آلودگی صوتی است.

### مبانی نظری پژوهش

#### آلودگی صوتی

سطح فشار صدا، بزرگی یک منبع سروصدا را نشان می‌دهد و یکی از ویژگی‌هایی است که می‌تواند ارزیابی کند که آیا یک سروصدا خاص، آزاردهنده است یا نه. محتوای فرکانس یا پهنای باند، مدت‌زمان، وجود صداها، خالص یا گذرا، تناوب نامنظم، ساعت و روز و مکان (یا فعالیت) از جمله مؤلفه‌هایی هستند که در تعریف آلودگی صوتی از منظر مردم و ساکنان دخیل هستند. مؤلفه‌های فوق ذهنیت زیادی را درباره خصوصیات آلودگی صوتی ایجاد می‌کند و این امر طرح‌های مختلفی را برای رتبه‌بندی آلودگی صوتی توسط روان‌شناسان و پژوهشگران فراهم می‌آورد (Wang *et al.*, 2005: 442-443). تماس کوتاه‌مدت و بلندمدت با آلودگی صوتی علاوه بر کاهش شنوایی، باعث فشارخون، ناراحتی قلبی- عروقی، تحریک‌پذیری، اضطراب، برهم خوردن خواب و آرامش و تغییر الگوی رفتاری می‌شود (مجیدی و خسروی، ۱۳۹۵: ۹۲).

#### مورفولوژی شهری و کاربری اراضی

عوامل اجتماعی- اقتصادی و فیزیکی از مهم‌ترین عناصر تولید آلودگی صوتی در شهر هستند؛ به‌طور کلی، سطح آموزش، اشتغال و درآمد خانوارها و ساکنان بر کیفیت مکان‌های مسکونی و شرایط زندگی تأثیر می‌گذارد. این عوامل منجر به توزیع فضایی نامتعادل اثرات آلودگی صوتی می‌شوند. محیط ساخته‌شده نقش مهمی در کاهش سروصدا ایفا می‌کند. معمولاً برای بررسی روابط بین محیط ساخته‌شده و آلودگی صوتی،

صوت زیست‌محیطی منطقه‌ای با شدت نور در شب و دمای سطح زمین دارای همبستگی مثبت است. همچنین ترکیب چشم‌انداز نیز می‌تواند این مسئله را تحت تأثیر قرار دهد؛ به‌عنوان مثال، پوشش گیاهی شهری می‌تواند صوت زیست‌محیطی منطقه‌ای را کاهش دهد ( $r = -0.411$ ). همچنین کم‌بودن بناها باعث کاهش صوت می‌شود ( $r = 0.188$ ). به‌طوری‌که پراکنده بودن بناها در چشم‌انداز شهری باعث کاهش صوت می‌شود ( $r = 0.205$ ). همچنین آلودگی صوتی ناشی از ترافیک به شکل مثبت با جریان وسیله نقلیه با حجم بالا ( $r = 0.52$ ) و حجم متوسط و کم ( $r = 0.508$ ) دارای همبستگی است. همچنین پوشش گیاهی در امتداد یا نزدیک جاده می‌تواند صوت ترافیک را کاهش دهد ( $r = 0.342$ ). صوت ترافیک می‌تواند در نواحی‌ای که تراکم جاده زیاد است، افزایش یابد ( $r = 0.307$ ).

لاگونیگرو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۸) در مطالعه خود با عنوان «نابرابری صوت زیست‌محیطی در شهر بارسلون» به بررسی قرارگرفتن گروه‌های آسیب‌پذیر در معرض سروصدا در شهر بارسلون پرداخته‌اند. نتایج آنان نشان می‌دهد که کودکان و افراد کم‌درآمد تحت تأثیر نابرابری محیطی<sup>۲</sup> قرار نمی‌گیرند. از طرف دیگر، بین سطح صوت و بیکاران و افراد بالای ۶۵ سال، رابطه مثبتی پیدا شده است.

با مطالعه پژوهش‌های داخلی انجام‌شده در راستای موضوع پژوهش، مشخص است که اکثر آنان به بررسی آلودگی صوتی در نقاط خاصی از شهرها پرداخته و به تأثیر و رابطه آن با دیگر عوامل توجه نداشته‌اند. در زمینه پژوهش‌های خارجی نیز مشاهده می‌شود که اغلب آلودگی را در رابطه با دیگر عوامل مورد بررسی قرار داده‌اند. از جمله این عوامل می‌توان به شاخص‌های زیربنا، شکل قطعه زمین، مساحت زمین، پوشش گیاهی و حجم ترافیک اشاره کرد؛ بنابراین می‌توان گفت که تفاوت پژوهش حاضر نسبت به پژوهش‌های داخلی، علاوه



نتایج پژوهش‌ها در زمینه مورفولوژی شهری و آلودگی صوتی در مقوله‌های زیر خلاصه می‌شود. اول، بهینه‌سازی استفاده از کاربری‌های مهم شهری، مانند مسکونی، تجاری و صنعتی که نتایج نشان می‌دهد که سطح آلودگی صوتی در اراضی با کاربری چندگانه نسبت به اراضی تک‌کاربره بالاتر است. دوم، برخی پژوهش‌های تطبیقی در اشکال شهری معمول انجام شد. در عموم پژوهش‌های موجود، فرم شهری در قالب تراکم ساختمانی و مورفولوژی ساختمان تعریف شده است؛ به‌عنوان مثال، مناطق با تراکم بالای ساختمانی و جاده‌ای، بیشتر در معرض آلودگی صوتی قرار دارند (Lam et al., 2013: 6887) و خانه‌های مستقل، نیمه‌مستقل و دوطبقه معمولاً ساکت هستند. سوم، فضاهای سبز شهری، به‌خصوص پوشش گیاهی، در کاهش آلودگی صوتی مؤثر هستند. فضاهای سبز شهری شامل درختان، طیف متنوعی از گیاهان و کمربندهای سبز است که همگی در کاهش سروصدا مؤثر هستند.

ساختمان‌ها می‌توانند انتقال مستقیم صدا را مسدود کنند، لبه‌ها می‌تواند باعث ایجاد تأثیرات شکست در سروصدا شود و انعکاس می‌تواند وجود داشته باشد؛ با این حال، در یک منطقه شهری، ساختمان‌ها توسط خیابان‌ها احاطه شده‌اند که به‌طور کلی سطح سروصدا را تغییر می‌دهند. در محیط شهری، ویژگی‌هایی چون ساختمان‌ها، خیابان‌ها و پارک‌ها، به کاهش سطح آلودگی صدا کمک می‌کنند و مورفولوژی شهرها را می‌سازند. مورفولوژی شهری در پخش صدا تأثیر می‌گذارد. مطالعات نشان می‌دهند که در مناطق شهری بسیاری از عوامل میزان فشار صدا از منابع آلودگی صوتی را اصلاح می‌کنند. اینکه چگونه مورفولوژی شهرها، سطوح نویز را تغییر می‌دهد را می‌توان در پژوهشی که توسط آریزا ویلاوردو و همکاران انجام شد، یافت. آن‌ها تأثیر مورفولوژی شهری را در آلودگی صوتی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد که در

چندین بُعد از شاخص‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند. بُعد اول، شاخص‌های تناسب منطقه است. درصد ساختمان‌ها و عرض جاده ارتباط مثبتی با سطح آلودگی صوتی نشان می‌دهد؛ افزایش درصد فضای باز با سطح صدا ارتباط منفی دارد (Yuan et al., 2019: 2).

بُعد دوم، شاخص‌های الگوی چشم‌انداز است. الگوی چشم‌انداز، یعنی پیکربندی عناصر شهری؛ به‌عنوان مثال، اندازه قطعه میانگین (MPS) ساختمان‌ها به‌طور مثبت با سروصدا ارتباط دارد، درحالی‌که همبستگی بین شاخص شکل میانگین (MSI) و سروصدا منفی است. بُعد سوم، شاخص‌های شکل شهری است. سیلوا و همکاران، دریافتند که شدت سروصدا با افزایش شاخص فشردگی<sup>۱</sup> و ضریب پرمنفذی<sup>۲</sup> افزایش می‌یابد (Silva et al., 2014: 368)؛ علاوه‌براین، ریو و همکاران سطح سروصدا را پیش‌بینی کردند و نتایج نشان داد که شاخص فضای زمین، شاخص فضای زیربنا، حجم ترافیک و سرعت خودرو تأثیرات قابل‌توجهی بر سطح سروصدا دارد (Ryu et al., 2017: 96).

در بین چارچوب ادبی موجود، بحث‌هایی درباره اثرات برخی شاخص‌ها در رابطه بین محیط ساخته‌شده و سروصدا وجود دارد؛ برای نمونه، تانگ و وانگ پیشنهاد دادند که در مناطق تاریخی شهری، پیاده‌روهای باریک، شبکه‌های جاده‌ای پیچیده و تراکم بالاتر تقاطع‌ها منجر به کاهش حجم ترافیک و در نتیجه آلودگی صوتی کمتر می‌شود (Tang & Wang, 2007: 1755). گاسیدز به این نتیجه رسید که عرض جاده باریک و شبکه جاده متراکم با جریان وسیله نقلیه کمتر در ارتباط هستند که متعاقباً باعث کاهش آلودگی صوتی می‌شود (Guedes, 2005: 45). برعکس، سالمونز و پات استدلال می‌کنند که سطح متوسط آلودگی صدا با افزایش تراکم شبکه راه‌ها و کیلومتر خودرو در کیلومترمربع افزایش خواهد یافت (Salomons & Pont, 2012: 2).

اثرات تقویتی آن بر روی سطوح فشار صدا را نشان داد (Pande & Lyon, 1972; Donavan, 1973) به نقل از Flores et al., 2017: 340. همه این مطالعات نشان می‌دهد که ساختمان‌ها و در کل مورفولوژی شهر بر انتشار آلودگی صوتی تأثیر می‌گذارند.

### استاندارهای آلودگی صوتی

قانون کنترل سروصدا در اکتبر ۱۹۷۲ در ایالات متحده آمریکا با نام قانون PL 92574 به قانون عمومی تبدیل شد. براساس این قانون، آژانس آلودگی محیط‌زیست (EPA)<sup>۱</sup> باید معیارهایی را برای شناسایی اثرات سروصدا بر سلامت عمومی و رفاه در همه محیط‌های ممکن سروصدا ایجاد کند و کاهش سروصدا لازم برای محافظت را با حاشیه ایمنی کافی تعیین کند. سند اساسی «شناسایی سطوح»<sup>۲</sup> در مارس ۱۹۷۴ منتشر شد و بیان کرد که تقریباً همه مردم در برابر کاهش شنوایی مادام‌العمر ایمن هستند؛ زیرا میانگین در سطح روزانه ۲۴ ساعت، برابر یا کمتر از ۷۰ دسی‌بل در معرض سر و صدا قرار می‌گیرند. این هدف برابر یا کمتر از ۷۰ دسی‌بل، پایه اولیه برنامه فدرال برای جلوگیری از وقوع سطوح صدا در ارتباط با تأثیر زیان‌آور بر سلامت عمومی و رفاه عمومی طراحی شده است. باین حال، سطح سروصدا در بیش از ۵۵ دسی‌بل می‌تواند موجب ناراحتی شود (Wang et al 2005: 445). براین اساس، سازمان بهداشت جهانی (WHO) میزان صدای مجاز در مناطق پرترافیک، مناطق مسکونی و اتاق‌های بیمارستانی را در ساعات روز به ترتیب ۷۰، ۵۵ و ۳۵ دسی‌بل بیان کرده است (زمانیان و همکاران، ۱۳۹۵: ۵۹)؛ علاوه بر این، در سطح شهر متناسب با هر کاربری استاندارد سروصدا تدوین شده است. در جدول ۱، استاندارد آلودگی صدا در شهر براساس کاربری اراضی درج شده است.

مناطق شهری که توزیع فضایی منظم است، همبستگی مثبتی بین ارتفاع ساختمان، عرض خیابان و آلودگی صوتی یافت می‌شود. از طریق تجزیه و تحلیل‌های انجام شده بر روی این متغیرها، مشخص شد که این عوامل بر انتشار آلودگی صوتی تأثیر دارند. مورفولوژی شهری اثرات متفاوتی بر انتشار آلودگی صوتی دارد (Ariza-Villaverde et al., 2013: 2)

علاوه بر این، آلودگی صوتی ترافیک جاده به طور گسترده‌ای به همراه روابط متقابل آن با مورفولوژی شهری مورد مطالعه قرار گرفته است. اولیویرا و سیلوا، تحقیقی انجام دادند که در آن رابطه‌ای بین ساختمان‌های مختلف و انتشار سروصدای ترافیک جاده پیدا شد. نتایج نشان داد که سطح سروصدای ترافیک با افزایش ارتفاع ساختمان‌ها کاهش می‌یابد (Oliveira & Silva, 2010: 31). گدس و همکاران، تأثیر شکل شهری، تراکم ساختمانی، وجود فضاهای باز و موقعیت فیزیکی ساختمان‌ها در سروصدای ترافیک مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که شهرها دارای ویژگی‌هایی هستند که صدای ترافیک جاده را جذب یا پخش می‌کنند (Guedes et al., 2011: 66-67). وانگ و کانگ، سروصدای ترافیک در دو شهر با تراکم متفاوت را شبیه‌سازی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که خیابان‌های شهرهای مختلف با ویژگی‌های متنوع خود سروصدا را قبل از رسیدن به ساختمان‌ها، کاهش می‌دهند (Wang & Kang, 2011: 560)؛ علاوه بر این، انتشار آلودگی صوتی هواپیما نیز تحت تأثیر مورفولوژی شهرها قرار می‌گیرد؛ اما مدل انتشار آن با آلودگی صوتی ترافیک متفاوت است؛ زیرا منبع تولیدکننده صدا ارتفاع بالایی دارد و فاصله منبع از گیرنده زیادتر از آلودگی صوتی ترافیک است. برخی از تحقیقات تأثیر ویژگی‌های خاص مناطق شهری بر سروصدای هواپیماها را نشان می‌دهند. پانده و لیون، اثرات حفاظتی و تقویتی ساختمان‌ها و همچنین اثر آن‌ها در انعکاس صدای هواپیما را نشان دادند. دوناون، آزمایشی انجام داد که در آن تأثیر هندسه شهری بر سروصدای هواپیما و

جدول ۱: استاندارد آلودگی صدا در شهر براساس کاربری اراضی

DIN 18005		فرمان شماره ۱۲م		قانون ۱۰۶۲۵ کوریتیا		کاربری اراضی
L	L	L	L	L	L	
ساعت ۱۸-۱۰	ساعت ۲۲-۶	ساعت ۱۸-۱۰	ساعت ۲۲-۶	ساعت ۱۹-۱۰	ساعت ۲۲-۷	حساس به صدا: مدرسه، پارک، بیمارستان
		۴۰	۵۰			مسکونی غالب
۴۰	۵۰					گورستان‌ها و پارک‌ها
۵۵	۵۵			۴۵	۵۵	مسکونی و فضای سبز (پارک‌ها)
				۵۵	۶۰	کاربری ترکیبی
۵۰	۶۰	۵۰	۶۰			کاربری ترکیبی: تجاری و مسکونی
۵۵	۶۵	۵۵	۶۵	۵۵	۶۵	مرکز شهر
۵۵	۶۵	۶۰	۷۰	۶۰	۷۰	صنعتی

مأخذ: Zannin & et al., 2006: 425

صوت مشخص شد. در مرحله جمع‌آوری داده‌ها از محدوده مورد مطالعه، در دو نوبت صبح (۷ تا ۱۰) و شب (۱۹ تا ۲۲) در ۴۵ نقطه در سطح محدوده مورد مطالعه داده‌های صوت برداشت شد. در هر نوبت برداشت، به مدت ۱ دقیقه میزان صوت ثبت شده و سپس میانگین آن محاسبه شده‌است. برداشت داده‌های صوت با استفاده از اپلیکیشن Decibel X صورت گرفت. در نهایت داده‌های مربوط به صوت، با استفاده از تکنیک درون‌یابی وزنی معکوس فاصله درون‌یابی شده و نقشه آلودگی صوتی برای هر دو بازه مذکور تولید شد. در نهایت همبستگی داده‌های صوت بازه صبح و شب، با فاصله از فضای سبز، تراکم جمعیت، تراکم فضای ساخته شده و فاصله از خیابان‌های اصلی بررسی شد. در جهت بررسی تفاوت میانگین صوت بازه صبح و شب نیز از آزمون یومن ویتنی و برای بررسی همبستگی‌ها نیز از آزمون اسپیرمن استفاده شد. همچنین برای بررسی وضعیت صوت نسبت به استاندارد، از آزمون ویلکاکسون استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای ArcMap و SPSS صورت گرفت. شکل ۱، نقشه موقعیت نقاط برداشت داده را نشان می‌دهد.

علاوه بر استانداردهای بین‌المللی، بعضی کشورها متناسب با وضعیت شهرهای خود نسبت به تدوین استانداردهای آلودگی صدا اقدام کرده‌اند؛ برای مثال، استاندارد آلودگی در هند برای مناطق صنعتی در طول روز ۷۵ دسی‌بل، در طول شب ۷۰ دسی‌بل، مناطق تجاری در طول روز ۶۵ دسی‌بل، در طول شب ۵۵ دسی‌بل، مناطق مسکونی در طول روز ۵۵ دسی‌بل، در طول شب ۴۵ دسی‌بل و مناطق آرام در طول روز ۵۰ دسی‌بل، در طول شب ۴۰ دسی‌بل است (Narendra & Davar, 2004: 182).

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های کاربردی بوده و به لحاظ روش همبستگی است. روش جمع‌آوری داده نیز به صورت کتابخانه‌ای و میدانی بود. از آنجایی که داده‌های صوت در رابطه با مکان تولید آن است، روش نمونه‌گیری فضایی سیستماتیک<sup>۱</sup> به عنوان مدل انتخاب نمونه تعیین شد. در این راستا، محدوده مورد مطالعه در مقیاس ۲۵۰ \* ۲۵۰ متر شبکه‌بندی شده‌است و مرکز هر شبکه به عنوان یک ایستگاه برداشت نمونه معین شد؛ از این‌رو، ۴۵ ایستگاه در جهت برداشت داده‌های

1. Systematic spatial sampling





شکل ۱: نقشه نقاط برداشت در محدوده مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

### محدوده مورد پژوهش

محدوده مورد مطالعه پژوهش حاضر، محلات امامیه، منظریه ۱ و منظریه ۲ است. این محلات در منطقه ۳ شهرداری شهر تبریز واقع شده است. به طور کلی، محدوده مورد مطالعه پژوهش حاضر، جنوب تبریز است. در این محدوده، کاربری‌های متنوعی همچون، بزرگراه، ترمینال، کارگاهی، فضای سبز، تجاری و مسکونی که در تولید یا کاهش آلودگی صوتی نقش دارند، وجود دارد؛ بنابراین از این حیث محدوده مطلوبی برای مطالعه آلودگی صوتی است. محلات امامیه و منظریه ۱ نسبت به میانگین شهر تبریز (برابر ۳/۷ نفر) خانوارهای کم جمعیتی دارند و منظریه ۲ نیز از میانگین شهر تبریز بیشتر است.

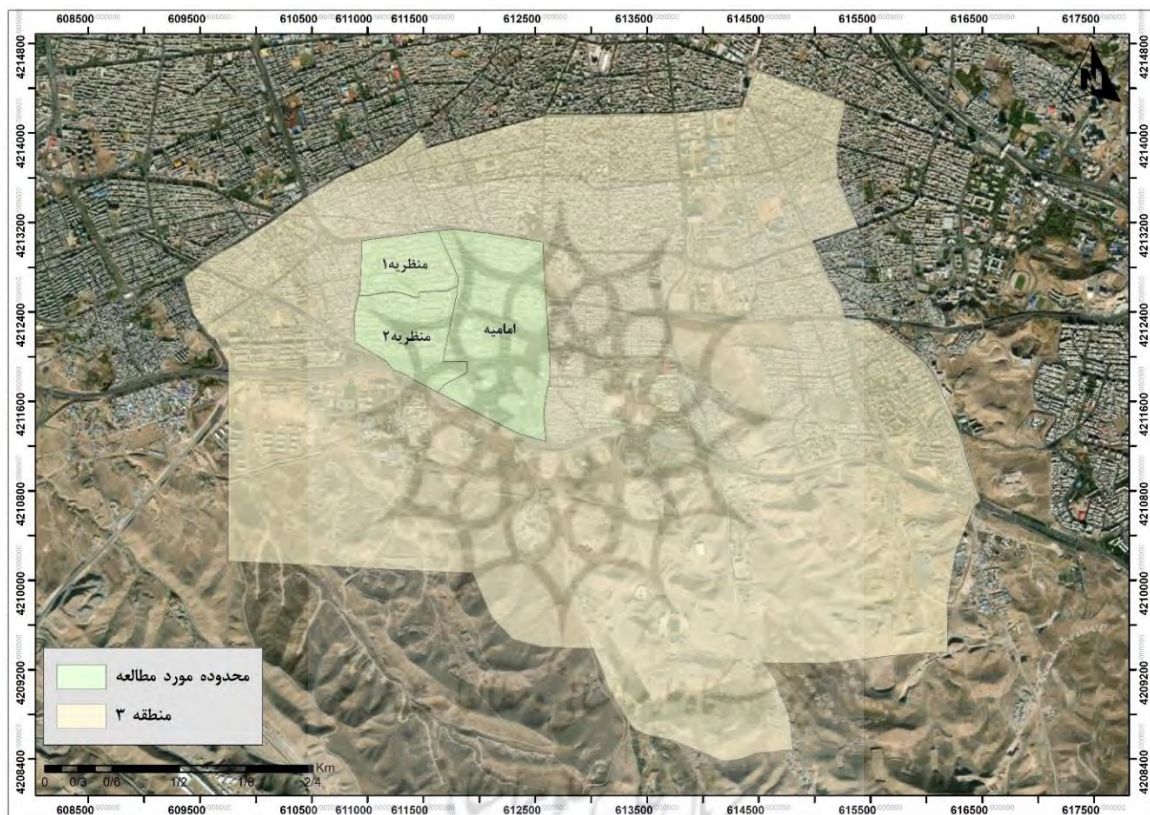
نسبت جنسی<sup>۱</sup> محلات امامیه و منظریه ۱ از میانگین نسبت جنسی شهر تبریز (برابر ۱۰۶/۵ درصد) کمتر و محله منظریه ۲ از میانگین شهر بالاتر است. میانگین باسوادی کل (مرد و زن) شهر تبریز برابر با ۸۷/۶ درصد است و درصد باسوادی هر سه این محلات از میانگین شهر بالاتر است. این امر در نسبت باسوادی زنان نیز مشاهده می‌شود؛ به طوری که میانگین باسوادی زنان شهر تبریز برابر با ۸۲/۹ درصد است؛ علاوه بر این، میانگین نسبت سالمندی (جمعیت ۶۵ ساله و بیشتر) شهر تبریز برابر با ۵/۵ درصد است که محله امامیه از میانگین شهر بالاتر و محلات منظریه ۱ و ۲ پایین تر است. همچنین، میانگین نسبت جوانی شهر تبریز (۱۴ درصد) از هر سه این محلات بیشتر است (جدول ۲).

۱.  $100 \times \frac{\text{جمعیت مرد}}{\text{جمعیت زن}}$

جدول ۲: بررسی ویژگی‌های اجتماعی محلات محدوده مورد مطالعه

محله	بعد خانوار	نسبت جنسی	باسوادی کل	باسوادی زنان	نسبت سالمندی	نسبت جوانی	نرخ فعالیت زنان
امامیه	۳/۵۱	۱۰۱/۰۶	۹۰/۴۸	۸۵/۶۷	۸/۸۰	۱۰/۲۱	۴/۵۵
منظریه ۱	۳/۵۲	۱۰۲/۴۹	۹۲/۸۷	۸۹/۶۴	۴/۸۸	۱۳/۱۷	۵/۶۳
منظریه ۲	۳/۷۹	۱۰۸/۰۷	۹۶/۷۵	۹۴/۹۴	۴/۴۵	۱۰/۴۹	۵/۸۹

مأخذ: مهندسان مشاور نقش محیط، ۱۳۹۱: ۲۸۱



شکل ۲: موقعیت محله‌های امامیه و منظریه ۱ و ۲ در منطقه ۳ تبریز

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

### یافته‌های توصیفی

همان‌طور که در جدول ۴ مشخص است، در بازه صبح، کمترین حد صوت در محدوده مورد مطالعه برابر با ۴۳/۶ دسی‌بل است. همچنین، بیشترین حد صوت در بازه صبح نیز برابر با ۱۰۵/۱ دسی‌بل است. میانگین کمترین حد صوت در این بازه نیز برابر با ۵۸/۹۸ دسی‌بل و انحراف معیار ۸/۶۴ و میانگین بیشترین حد صوت نیز برابر با ۹۷/۲۲ و انحراف معیار ۸/۳۵ است. در

بازه شب نیز کمترین حد صوت در محدوده مورد مطالعه برابر با ۴۵/۹ دسی‌بل است. همچنین، بیشترین حد صوت در این بازه برابر با ۱۲۰/۲ دسی‌بل است. میانگین کمترین حد صوت در این بازه نیز برابر با ۵۹/۶۲ دسی‌بل و انحراف معیار ۷/۳۴ و میانگین بیشترین حد صوت نیز برابر با ۹۹/۵۶ و انحراف معیار ۶/۵۲ است. براساس تحلیل‌ها مشخص شد که میانگین کمترین و بیشترین حد صوت در بازه صبح کمتر از



صوت در بازه شب نیز برابر با ۹۰/۰۸ دسی بل و انحراف معیار ۹/۲۸ است. ملاحظه می شود که میانگین هر دو بازه مذکور بیشتر از حد استاندارد است.

میانگین کمترین و بیشترین حد صوت در بازه شب است. همچنین میانگین صوت در بازه صبح برابر با ۸۷/۰۶ دسی بل و انحراف معیار ۱۰/۱۶ است. میانگین

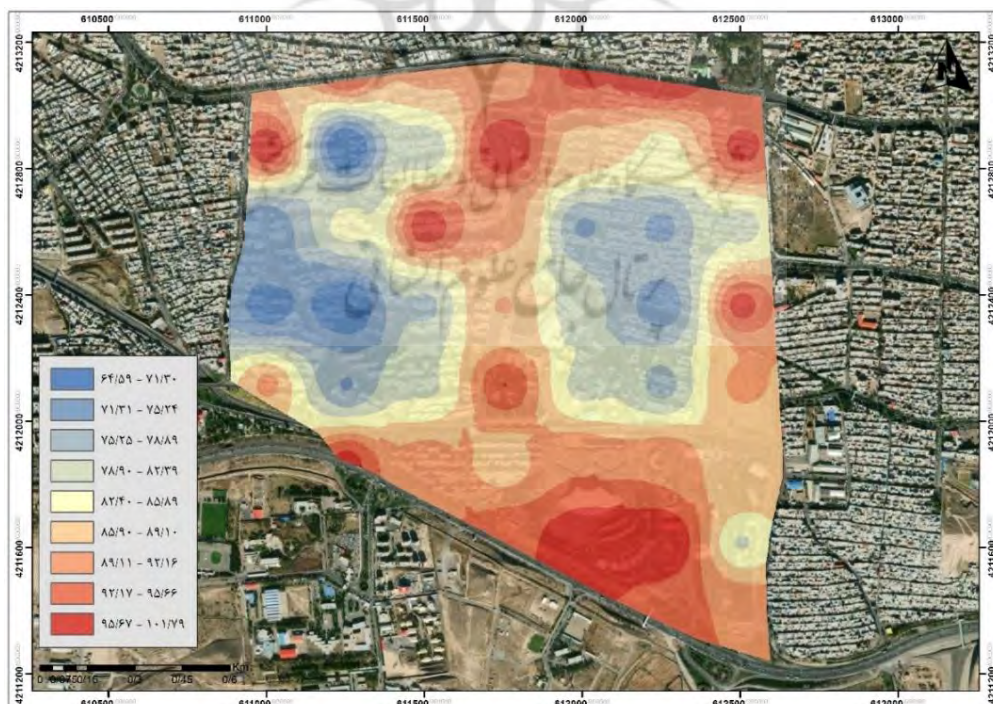
جدول ۴: آماره های توصیفی صوت به دسی بل

بازه برداشت	تعداد نقاط برداشت	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار
ساعت ۷ تا ۱۰	کمترین حد صوت	۴۳/۶	۸۷	۵۸/۹۸	۸/۶۴
	بیشترین حد صوت	۶۷/۶	۱۰۵/۱	۹۷/۲۲	۸/۳۵
ساعت ۱۹ تا ۲۲	کمترین حد صوت	۴۵/۹	۷۸/۶	۵۹/۶۲	۷/۳۴
	بیشترین حد صوت	۷۵/۶	۱۲۰/۲	۹۹/۵۶	۶/۵۲

مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۱

محدوده دارای میانگین صوت بیشتری است؛ علاوه بر این، قسمت های مسکونی نیز دارای میانگین صوت کمتری هستند.

شکل ۳ نقشه درون یابی شده صوت را برای بازه صبح نمایش می دهد. باتوجه به نقشه می توان مشاهده کرد که نواحی نزدیک به معابر اصلی دارای میانگین صوت بالاتری هستند. همچنین ترمینال موجود در این



شکل ۳: نقشه درون یابی شده صوت برای بازه صبح

مأخذ: یافته های پژوهش، ۱۴۰۱

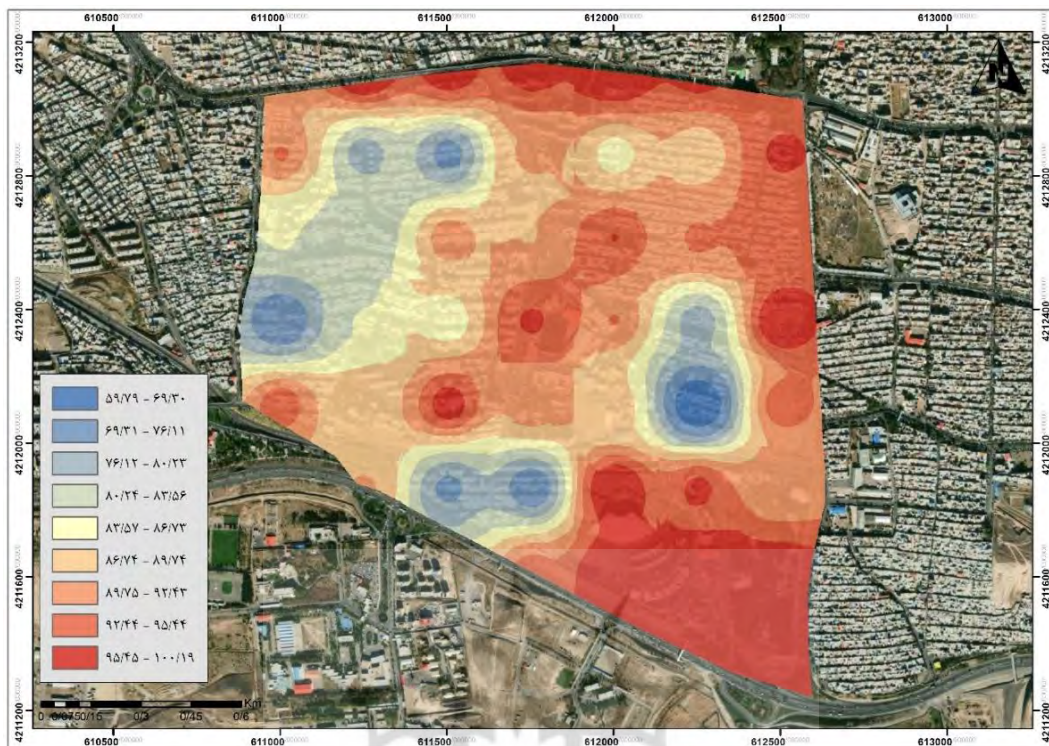
جدول ۵: میانگین صوت بازه صبح به تفکیک کاربری

کاربری	میانگین	انحراف معیار
پایانه	۹۵/۵۲	۲/۹۴
مخروبه	۹۴/۹۴	۰/۷۱
بایر	۹۲/۹۷	۴/۷۸
تجاری	۸۹/۹۴	۶/۸
پارکینگ	۸۹/۹	۶/۴۹
بهداشتی	۸۹/۱۳	۰/۰۹
ورزشی	۸۸/۳	۵/۱۸
تجهیزات شهری	۸۷/۹۴	۳/۶۲
نامشخص	۸۷/۷۳	۶/۶۳
صنایع	۸۷/۷	۷/۰۹
در حال ساخت	۸۶/۸۷	۶/۹۲
فضای سبز	۸۶/۵۶	۵/۹۵
فرهنگی	۸۶/۳۵	۲/۴۷
درمانی	۸۵/۹۹	۵/۲۱
اداری	۸۵/۶۲	۶/۸۵
حمل و نقل	۸۵/۴۴	۲/۴۸
جهانگردی	۸۵/۰۹	۴
مذهبی	۸۴/۷۴	۹/۱۳
مسکونی	۸۳/۳۲	۶/۵۶
تعمیرگاه	۸۲/۸	۳/۱
آموزشی	۸۲/۰۹	۷/۶۲
متروکه	۸۱/۲۳	۷/۴۵
آموزش عالی	۸۱/۱۸	۲/۱۳
ارتباطات	۶۸/۵۴	۱/۰۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

هستند. کمترین میانگین صوت نیز در کاربری ارتباطات با میانگین ۶۸/۵۴ و انحراف معیار ۱/۰۸ مشاهده شده است. همچنین براساس استانداردهای مطرح شده در بخش مبانی نظری، مشاهده می‌شود که همه کاربری‌ها از سطح صوت استاندارد بیشتر هستند.

همان‌طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، پایانه با میانگین صوت ۹۵/۵۲ دسی‌بل و انحراف معیار ۲/۹۴ دارای بیشترین میانگین صوت است. در ادامه، مخروبه با میانگین صوت ۹۴/۹۴ و انحراف معیار ۰/۷۱ و زمین‌های بایر با میانگین ۹۲/۹۷ و انحراف معیار ۴/۷۸ به ترتیب دارای بیشترین میانگین صوت در بازه صبح



شکل ۴: نقشه درون‌یابی شده صوت برای بازه شب  
 مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

با میانگین صوت ۹۵/۴۷ و انحراف معیار ۰/۱۶ و زمین‌های بایر با میانگین ۹۳/۸۲ و انحراف معیار ۴/۹۶ به ترتیب دارای بیشترین میانگین صوت در بازه شب هستند. کمترین میانگین صوت نیز در کاربری ارتباطات با میانگین ۸۰/۲۲ و انحراف معیار ۰/۵۳ مشاهده شده‌است. همچنین براساس استانداردهای مطرح‌شده در بخش مبانی نظری، مشاهده می‌شود که همه کاربری‌ها از سطح صوت استاندارد بیشتر هستند.

شکل ۴ نقشه درون‌یابی شده صوت را برای بازه شب نمایش می‌دهد؛ به طوری که مشاهده می‌شود پایانه دارای میانگین صوت بیشتری است و بخشی‌هایی از نواحی مسکونی نیز دارای میانگین صوت کمتر و بخش‌های زیادی از آن دارای میانگین صوت متوسط نسبت به سایر کاربری‌ها هستند. همان‌طور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، پایانه با میانگین صوت ۹۵/۸۱ دسی‌بل و انحراف معیار ۳/۴۳ دارای بیشترین میانگین صوت است. در ادامه، مخروطه



جدول ۶: میانگین صوت بازه شب به تفکیک کاربری

کاربری	میانگین	انحراف معیار
پایانه	۹۵/۸۱	۳/۴۳
مخروبه	۹۵/۴۷	۰/۱۶
بایر	۹۳/۸۲	۴/۹۶
پارکینگ	۹۳/۶۴	۳/۶۸
ورزشی	۹۳/۵۶	۳/۴۸
تجاری	۹۲/۵۷	۵/۲۹
جهانگردی	۹۲/۰۲	۲/۶۳
فضای سبز	۹۱/۴	۴/۹۱
اداری	۹۱/۲۹	۳/۷۴
تجهیزات شهری	۹۰/۴۴	۳/۱۱
بهداشتی	۹۰/۲۱	۰/۰۳
فرهنگی	۹۰/۰۳	۳/۰۶
در حال ساخت	۸۹/۹۳	۵/۲۴
صنایع	۸۹/۸۹	۴/۸۹
نامشخص	۸۹/۵۱	۵/۱۱
تعمیرگاه	۸۹/۱۹	۱/۷۵
حمل و نقل و انبارداری	۸۸/۶۱	۲/۲
مذهبی	۸۸/۲۴	۵/۹۶
آموزش عالی	۸۸/۰۲	۲/۰۹
درمانی	۸۷/۵۶	۳/۴۸
مسکونی	۸۷/۰۷	۶/۲۹
آموزشی	۸۳/۰۵	۵/۹۹
متروکه	۸۲/۶	۶/۵۹
ارتباطات	۸۰/۲۲	۰/۵۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، داده‌های صوت، هم برای بازه صبح و هم برای بازه شب (فیشنت ۲۵۰\*۲۵۰) دارای توزیع نرمال نیست؛ به این دلیل از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شد.

جدول ۷: خروجی آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای میانگین صوت (فیشنت ۲۵۰\*۲۵۰)

بازه برداشت	آماره	درجه آزادی	معنی‌داری
ساعت ۷ تا ۱۰	۰/۱۲۱	۴۵	۰/۰۳۵
ساعت ۱۹ تا ۲۲	۰/۱۵۰	۴۵	۰/۰۱۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

صبح و شب تفاوتی به لحاظ آماری وجود ندارد. میانگین رتبه‌های صوت برای شب برابر با ۴۹/۵۳ و انحراف معیار ۹/۲۹ و میانگین رتبه‌های صوت برای صبح برابر با ۴۱/۴۷ و انحراف معیار ۱۰/۱۶ است.

برای مقایسه میانگین صوت در بازه صبح و شب، از آزمون یومن-ویتنی استفاده شد. همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، این آزمون معنی‌دار ( $p=0/143$ ) نشده‌است؛ به عبارتی بین میانگین صوت

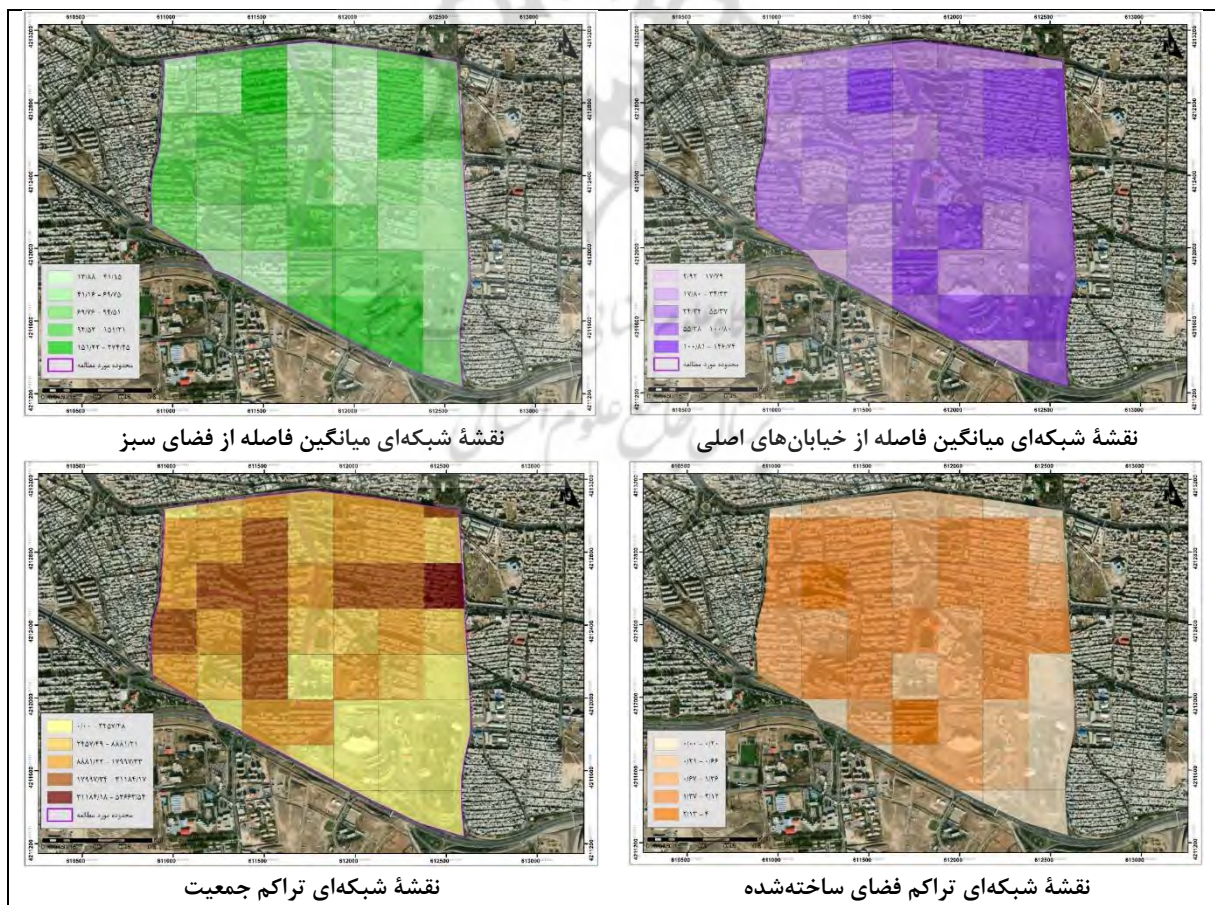
جدول ۸: خروجی آزمون یومن-ویتنی

معنی‌داری	میانگین رتبه‌های	تعداد	گروه
۰/۱۴۳	۴۱/۴۷	۴۵	ساعت ۷ تا ۱۰
	۴۹/۵۳	۴۵	ساعت ۱۹ تا ۲۲
		۹۰	مجموع

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

اصلی، تراکم فضای ساخته‌شده و تراکم جمعیت، داده‌ها در قالب فیش‌نت ۵۰\*۵۰ و ۲۵۰\*۲۵۰ تهیه شد که در ادامه مشاهده می‌شود.

در جهت بررسی همبستگی بین داده‌های صوت در بازه صبح و شب و متغیرهای مستقل پژوهش متشکل از فاصله از فضای سبز، فاصله از خیابان‌های



شکل ۵: نقشه شبکه‌ای محدوده مورد مطالعه (فیش‌نت ۲۵۰\*۲۵۰)

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

در بازه ۷ تا ۱۰ بافاصله از خیابان معنی دار شده که همبستگی ضعیف  $-0/172$  را نشان می‌دهد. این حد از همبستگی به دلیل ضعیف بودن علی‌رغم معنی‌دار شدن رابطه قابل استناد نیست.

همان‌طور که در جدول ۹ دیده می‌شود، همبستگی قابل توجهی بین میانگین صوت در بازه صبح و شب با متغیرهای مستقل پژوهش در فیشنت  $250*250$  حاصل نشده‌است. همچنین تنها همبستگی بین صوت

جدول ۹: همبستگی صوت با متغیرهای وابسته پژوهش (فیشنت  $250*250$ )

بازه برداشت	شاخص	تعداد نمونه	همبستگی	معنی‌داری
ساعت ۷ تا ۱۰	فاصله از خیابان	۴۵	$-0/172$	$0/022$
	فاصله از فضای سبز	۴۵	$-0/102$	$0/124$
	تراکم جمعیت	۴۵	$-0/120$	$-0/092$
	تراکم فضای ساخته‌شده	۴۵	$-0/044$	$0/388$
ساعت ۱۹ تا ۲۲	فاصله از خیابان	۴۵	$-0/120$	$0/215$
	فاصله از فضای سبز	۴۵	$0/006$	$0/485$
	تراکم جمعیت	۴۵	$-0/158$	$0/126$
	تراکم فضای ساخته‌شده	۴۵	$0/012$	$0/469$

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

همان‌طور که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود، داده‌های صوت، هم برای بازه صبح و هم برای بازه شب (فیشنت  $50*50$ ) دارای توزیع نرمال نیستند؛ به این دلیل از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شد.

همان‌طور که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود، داده‌های صوت، هم برای بازه صبح و هم برای بازه شب (فیشنت  $50*50$ ) دارای توزیع نرمال نیستند؛ به این دلیل از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده شد.

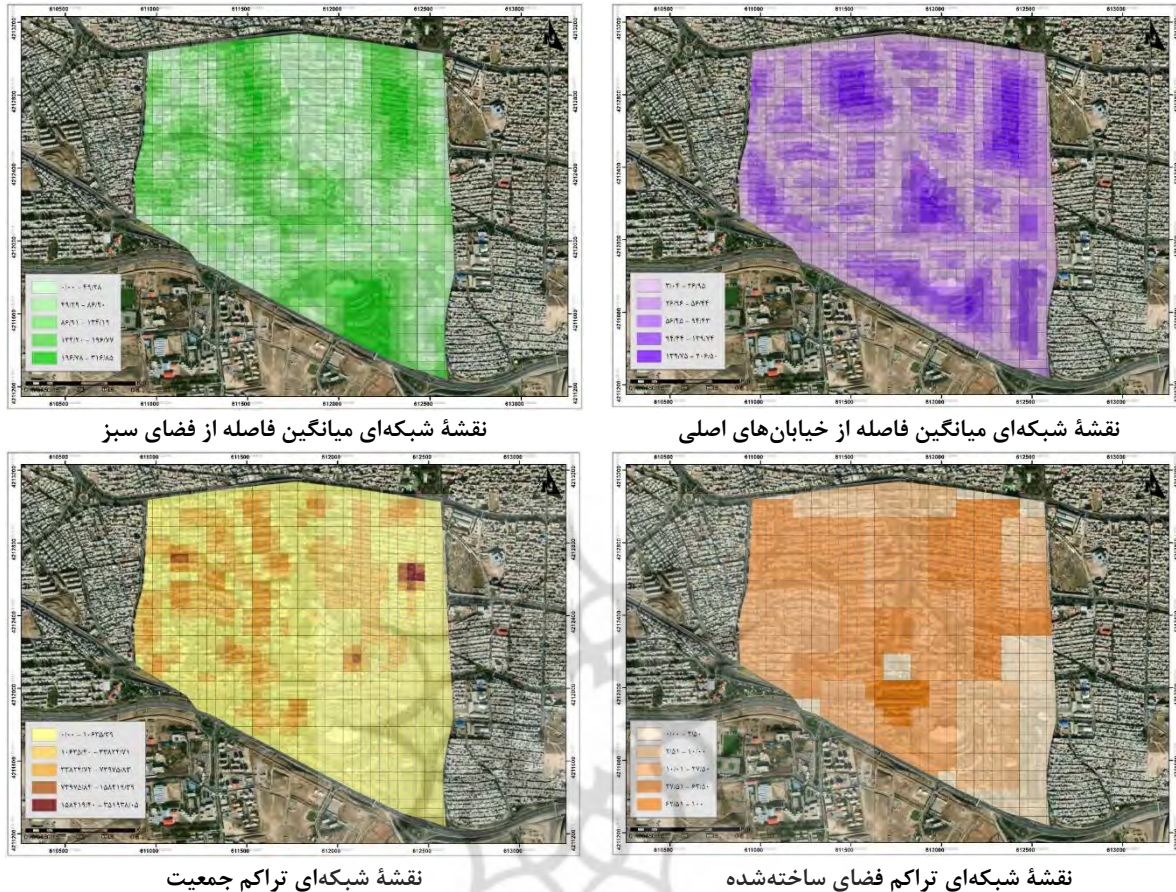
جدول ۱۰: خروجی آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای میانگین صوت (فیشنت  $50*50$ )

بازه برداشت	آماره	درجه آزادی	معنی‌داری
ساعت ۷ تا ۱۰	$0/081$	۱۰۱۳	$0/000$
ساعت ۱۹ تا ۲۲	$0/076$	۱۰۱۳	$0/000$

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱



شکل ۶ نقشه شبکه‌ای میانگین فاصله از فضای سبز (فیش نت ۵۰\*۵۰) را نمایش می‌دهد.



شکل ۶: نقشه شبکه‌ای محدوده مورد مطالعه (فیش نت ۵۰\*۵۰)

ماخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

و میانگین صوت معکوس است که در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار شده و دارای همبستگی متوسط ۰/۳۲۸- هستند. به عبارتی، با افزایش فضای ساخته شده میانگین صوت کاهش یافته است.

براساس تحلیل‌ها، در بازه شب رابطه فاصله از خیابان و میانگین صوت معنی‌دار نشده و همچنین همبستگی مشاهده نشد. رابطه فاصله از فضای سبز و میانگین صوت در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار شده که دارای همبستگی ضعیف ۰/۲۷۷- هستند. به عبارتی، با افزایش فاصله از فضای سبز، صوت نیز افزایش می‌یابد و با کاهش فاصله، میانگین صوت نیز کاهش پیدا می‌کند. رابطه بین تراکم جمعیت و میانگین

همان‌طور که در جدول ۱۱ دیده می‌شود، رابطه بین فاصله از خیابان و میانگین صوت در بازه صبح معنی‌دار نشده است. رابطه فاصله از فضای سبز و میانگین صوت در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار شده که دارای همبستگی متوسط ۰/۳۹۲- هستند. به عبارتی، با افزایش فاصله از فضای سبز، صوت نیز افزایش می‌یابد و با کاهش فاصله، میانگین صوت نیز کاهش پیدا می‌کند. رابطه بین تراکم جمعیت و میانگین صوت نیز در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار شده که دارای همبستگی ضعیف ۰/۲۲۴- هستند. به عبارتی با افزایش تراکم جمعیت ساکن، میانگین صوت کاهش یافته است. رابطه بین تراکم فضای ساخته شده

معنی‌دار شده و دارای همبستگی متوسط  $0/423-$  هستند. به عبارتی، با افزایش فضای ساخته‌شده، میانگین صوت کاهش‌یافته است و برعکس با کاهش فضای ساخته‌شده میانگین صوت افزایش یافته‌است

صوت نیز در سطح  $0/000$  معنی‌دار شده که دارای همبستگی ضعیف  $0/189-$  هستند. به عبارتی با افزایش تراکم جمعیت ساکن، میانگین صوت کاهش‌یافته است. رابطه بین تراکم فضای ساخته‌شده و میانگین صوت معکوس است که در سطح  $0/000$

جدول ۱: همبستگی صوت با متغیرهای وابسته پژوهش (فیش نت  $50*50$ )

معنی‌داری	همبستگی	تعداد نمونه	شاخص	بازه برداشت
$0/71$	$-0/012$	۱۰۱۳	فاصله از خیابان	ساعت ۷ تا ۱۰
$0/000$	$0/392$	۱۰۱۳	فاصله از فضای سبز	
$0/000$	$-0/224$	۱۰۱۳	تراکم جمعیت	
$0/000$	$-0/328$	۱۰۱۳	تراکم فضای ساخته‌شده	
$0/299$	$-0/033$	۱۰۱۳	فاصله از خیابان	ساعت ۱۹ تا ۲۲
$0/000$	$0/277$	۱۰۱۳	فاصله از فضای سبز	
$0/000$	$-0/189$	۱۰۱۳	تراکم جمعیت	
$0/000$	$-0/423$	۱۰۱۳	تراکم فضای ساخته‌شده	

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

جدول ۱۲ مشخص است، آزمون در سطح  $0/000$  معنی‌دار شده که نشان می‌دهد میانگین صوت در محدوده مورد مطالعه برای صبح و شب بیشتر از استاندارد ۷۵ دسی‌بل است.

در جهت بررسی این امر که آیا میانگین صوت در محدوده مورد مطالعه بیشتر از استاندارد صوت است، باتوجه به نرمال نبودن توزیع داده‌های صوت از آزمون تک‌متغیره ویلکاکسون استفاده شد. همان‌طور که در

جدول ۱۲: خروجی آزمون ویلکاکسون

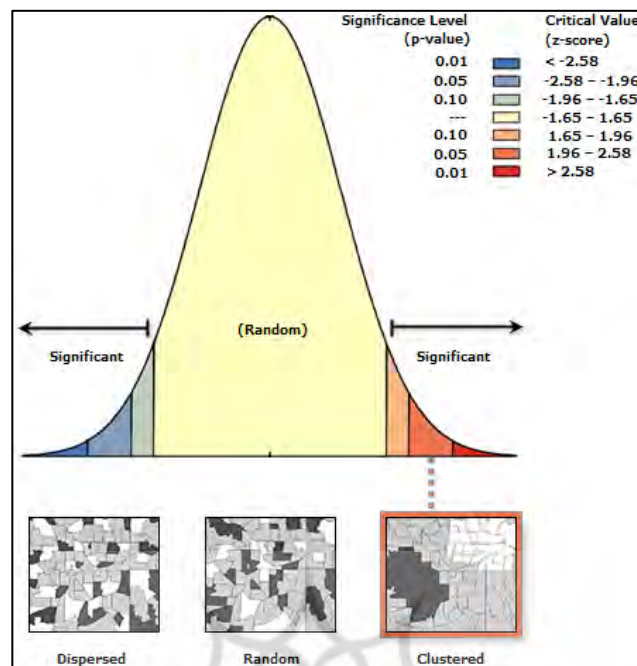
معنی‌داری	آماره استاندارد شده آزمون	خطای استاندارد	آماره آزمون	تعداد	بازه برداشت
$0/000$	۵/۱۶۵	۸۵/۶۷۷	۹۳۷/۵	۴۵	صبح
$0/000$	۵/۴۹۷	۸۸/۵۸۶	۱۰۰۴/۵	۴۵	شب

مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

تصادفی بوده باشد. شاخص موران به دست آمده برابر با  $0/113$  با  $p\text{-value}$   $0/037$  است.

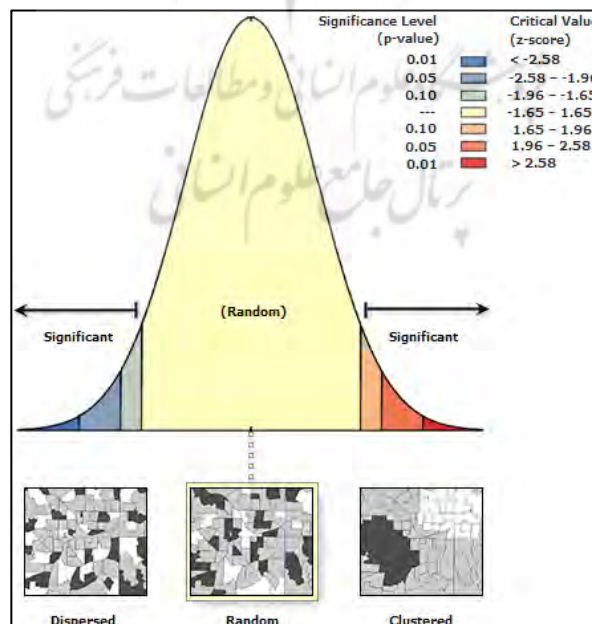
به طوری که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، باتوجه به  $z\text{-score}$   $2/085$ ، ۵ درصد احتمال دارد که الگوی خوشه‌ای موجود در داده‌های صوت بازه صبح به صورت





شکل ۷: خروجی خودهمبستگی فضایی موران برای داده‌های صوت بازه صبح  
 مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

به طوری که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، با توجه به  $Z$ - شاخص موران به دست آمده برابر با  $0.24199$  با  $p$ -  
 score  $0.737$ ، الگوی به دست آمده در داده‌های صوت value  $0.461$  است.  
 بازه شب دارای الگوی تصادفی است.



شکل ۸: خروجی خودهمبستگی فضایی موران برای داده‌های صوت بازه شب  
 مأخذ: یافته‌های پژوهش، ۱۴۰۱

## نتیجه

نیاز به افزایش کمی و کیفی زیرساخت‌ها و امکانات در فرایند رشد شهرها مسئله‌ای مهم است؛ اما مشاهده می‌شود که در این روند برخی موارد نادیده گرفته می‌شود که نتیجه این امر شکل‌گیری فضاهای کم‌کیفیت است؛ در این بین بررسی وضعیت صوت در شهرها اهمیت فراوانی دارد؛ بنابراین، هدف اصلی پژوهش حاضر، مطالعه رابطه شاخص‌های مورفولوژی شهری با آلودگی صوتی در منطقه سه شهر تبریز (محلات امامیه و منظریه) است.

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های کاربردی بوده و به لحاظ روش همبستگی است. روش جمع‌آوری داده نیز به صورت کتابخانه‌ای و میدانی است. در مرحله جمع‌آوری داده‌ها از محدوده مورد مطالعه، در دو نوبت صبح (۷ تا ۱۰) و شب (۱۹ تا ۲۲) در ۴۵ نقطه در سطح محدوده مورد مطالعه داده‌های صوت برداشت شد. برداشت داده‌های صوت با استفاده از اپلیکیشن Decibel X صورت گرفت. داده‌های مربوط به صوت، با استفاده از تکنیک درون‌یابی وزنی معکوس فاصله درون‌یابی شده و نقشه آلودگی صوتی برای هر دو بازه مذکور تولید شد. همبستگی داده‌های صوت بازه صبح و شب با فاصله از فضای سبز، تراکم جمعیت، تراکم فضای ساخته شده و فاصله از خیابان‌های اصلی بررسی شد. در جهت بررسی تفاوت میانگین صوت بازه صبح و شب نیز از آزمون یومن-ویتنی و در جهت بررسی همبستگی‌ها نیز از آزمون اسپیرمن استفاده شد. همچنین برای بررسی وضعیت صوت نسبت به استاندارد از آزمون ویلکاکسون استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای ArcMap و SPSS صورت گرفت.

براساس یافته‌های پژوهش مشخص شد که میانگین صوت در بازه صبح برابر با ۸۷/۰۶ دسی‌بل و انحراف معیار ۱۰/۱۶ بوده است. همچنین، میانگین صوت در بازه شب برابر با ۹۰/۰۸ دسی‌بل و انحراف معیار ۹/۲۸ بوده است. ملاحظه می‌شود که میانگین هر دو بازه مذکور بیشتر از حد استاندارد است.

براساس تحلیل میانگین صوت به تفکیک کاربری، پایانه با میانگین صوت ۹۵/۵۲ دسی‌بل و انحراف معیار ۲/۹۴ دارای بیشترین میانگین صوت بوده. در ادامه، مخروبه با میانگین صوت ۹۴/۹۴ و انحراف معیار ۰/۷۱ و زمین‌های بایر با میانگین ۹۲/۹۷ و انحراف معیار ۴/۷۸ به ترتیب دارای بیشترین میانگین صوت در بازه صبح بوده‌اند. کمترین میانگین صوت نیز در کاربری ارتباطات با میانگین ۶۸/۵۴ و انحراف معیار ۱/۰۸ مشاهده شده است. در بازه شب نیز، پایانه با میانگین صوت ۹۵/۸۱ دسی‌بل و انحراف معیار ۳/۴۳ دارای بیشترین میانگین صوت بوده است. در ادامه، مخروبه با میانگین صوت ۹۵/۴۷ و انحراف معیار ۰/۱۶ و زمین‌های بایر با میانگین ۹۳/۸۲ و انحراف معیار ۴/۹۶ به ترتیب دارای بیشترین میانگین صوت بوده‌اند. کمترین میانگین صوت نیز در کاربری ارتباطات با میانگین ۸۰/۲۲ و انحراف معیار ۰/۵۳ مشاهده شده است. همچنین براساس استانداردهای مطرح شده در بخش مبانی نظری، مشاهده می‌شود که همه کاربری‌ها از سطح صوت استاندارد بیشتر هستند.

برای بررسی وضعیت صوت نسبت به استاندارد از آزمون ویلکاکسون استفاده شده است. این آزمون در سطح ۰/۰۰۰ معنی‌دار شده که نشان داد میانگین صوت در محدوده مورد مطالعه برای صبح و شب بیشتر از استاندارد ۷۵ دسی‌بل است؛ بنابراین فرضیه پژوهش مبنی بر بیشتر بودن میانگین صوت از سطح استاندارد ۷۵ دسی‌بل مورد تأیید قرار می‌گیرد.

برای مقایسه میانگین صوت در بازه صبح و شب، از آزمون یومن-ویتنی استفاده شده است. بدین اساس یافته‌ها نشان داده که بین میانگین صوت صبح و شب تفاوتی به لحاظ آماری وجود نداشته. میانگین رتبه‌ای صوت برای شب برابر با ۴۹/۵۳ و انحراف معیار ۹/۲۹ و میانگین رتبه‌ای صوت برای صبح برابر با ۴۱/۴۷ و انحراف معیار ۱۰/۱۶ بوده است؛ بنابراین فرضیه پژوهش

مبنی بر وجود تفاوت بین میانگین صوت بازه صبح و شب به لحاظ آماری رد می‌شود.

براساس تحلیل‌های صورت‌گرفته در مقیاس  $250 * 250$ ، بین متغیرهای مستقل پژوهش با میانگین صوت در بازه صبح و شب رابطه معنی‌داری به لحاظ آماری حاصل نشده است. البته تنها همبستگی بین صوت در بازه صبح با متغیر فاصله از خیابان معنی‌دار شد که دارای همبستگی قابل‌استنادی نیست. در مقیاس  $50 * 50$  رابطه بین میانگین صوت بازه صبح با فاصله از فضای سبز، تراکم جمعیت و تراکم فضای ساخته شده معنی‌دار شده است. همبستگی‌های مذکور به ترتیب در سطح  $0/392$ ،  $0/224$  و  $0/328$  بوده که در بازه ضعیف تا متوسط قرار دارند. در همین مقیاس رابطه بین میانگین صوت بازه شب با فاصله از فضای سبز، تراکم جمعیت و تراکم فضای ساخته شده معنی‌دار شده است. همبستگی‌های مذکور به ترتیب در سطح  $0/277$ ،  $0/189$  و  $0/423$  است که در بازه ضعیف تا متوسط قرار دارند.

براساس بیان‌های فوق، فرضیه پژوهش در مقیاس  $250 * 250$  برای بازه صبح و شب به لحاظ آماری رد می‌شود؛ اما فرضیه پژوهش در مقیاس  $50 * 50$  برای هر دو بازه به‌غیر از فاصله از خیابان اصلی برای متغیرهای فاصله از خیابان‌های اصلی، فاصله از فضای سبز و تراکم فضای ساخته شده تأیید می‌شود.

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که علی‌رغم وجود رابطه بین مورفولوژی شهری و شدت آلودگی صوتی در محدوده مورد مطالعه، تفاوت معنی‌دار و قابل‌توجهی بین مورفولوژی و کاربری‌ها و آلودگی صوتی وجود ندارد. الگوی توزیع آلودگی صوتی از قانون‌مندی خاصی مبتنی بر مورفولوژی شهری و کاربری تبعیت نمی‌کند. اگرچه در مقیاس خرد با فاصله از فضای سبز و آلودگی صوتی رابطه‌ای شناسایی شد؛ اما شدت همبستگی ضعیف

است. همچنین، مشاهده شد که میزان صوت از حد استاندارد بیشتر است و نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا با نتایج امام‌جمعه و همکاران (۱۳۸۹)، قنبری و همکاران (۱۳۹۰) است. در این دو پژوهش نیز میزان آلودگی صوتی از حد استاندارد بالاتر بود.

پیشنهاد‌های پژوهش یکی از مؤلفه‌های اساسی هر پژوهشی محسوب می‌شود. در این راستا، پیشنهاد‌های پژوهش حاضر به شرح زیر است:

- افزایش تراکم فضای سبز در محدوده مورد مطالعه و متراکم‌سازی درختان حاشیه خیابان؛ زیرا این امر باعث کاهش فشار صوتی در محدوده‌های نزدیک معابر پرتردد خواهد شد.

- توجه به مکان‌یابی کاربری‌ها براساس عملکرد و به‌خصوص مقدار تولید صدا (همچون کارگاهی و خدمات خودرو و ساختمانی) در اولویت قرار گیرد و کاربری‌های ناسازگار با کاربری مسکونی (چه از منظر عملکرد و چه از منظر تولید صدا) به خارج از منطقه مسکونی منتقل شود.

- از آنجایی که انسان در شب نیاز به خواب و استراحت دارد، توصیه می‌شود که عملکردهای شبکه معابر در مناطق مسکونی اصلاح شود تا میزان آلودگی صوتی وسایل نقلیه در بازه شب کاهش یابد.

- از موانع صوتی متداول همچون درخت برای خیابان‌های درجه دو و تپه‌های بتنی یا چمنی برای خیابان‌های درجه یک موجود در محدوده مورد مطالعه برای کاهش کلی تراز صوتی استفاده شود.

- استفاده از مواد عایق صدا و در و پنجره‌های دوجداره در ساختمان‌های جدید و تعویض در و پنجره‌های قدیمی با در و پنجره جدید در ساختمان‌های ساخته شده مورد توجه قرار گیرد.

## منابع

امام‌جمعه، محمدمهدی؛ احمد نیک‌پی؛ علی صفری واریانی (۱۳۸۹). آلودگی صوتی در شهر قزوین، مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین. دوره ۱۵. شماره ۱. ۶۳-۷۰.

<http://journal.qums.ac.ir/article-1-1071-en.html>

باهک، بتول (۱۳۸۸). آلودگی صوتی در کلان‌شهر تهران و راه‌های مقابله با آن، نشریه علمی پژوهشی سپهر. سال هجدهم. شماره ۶۹. صفحات ۴۸-۴۵.

[http://www.sepehr.org/article\\_27420.html](http://www.sepehr.org/article_27420.html)

پراور، امین؛ محمدرضا منظم؛ نبی‌اله منصوری؛ مسعود مطلبی کاشانی (۱۳۹۴). بررسی آلودگی صوتی و شاخص صدای ترافیک با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در خیابان‌های اصلی شهر کاشان، تحقیقات نظام سلامت. سال ۱۱. شماره ۴. ۶۹۳-۶۸۸.

<http://hsr.mui.ac.ir/article-1-822-fa.html>

پوراحمد، احمد؛ یعقوب ابدالی؛ سارا اله‌قلی‌پور (۱۳۹۹). تحلیل فضایی آثار حکمروایی مطلوب بر زیست‌پذیری شهری؛ مطالعه موردی: کانون‌های جرم‌خیز مناطق ۱۱ و ۱۲ شهر تهران، فصلنامه برنامه‌ریزی فضایی. دوره ۱۰. شماره ۲ (پیاپی ۳۷). صفحات ۱۰۴-۸۳.

[https://sppl.ui.ac.ir/article\\_24314.html](https://sppl.ui.ac.ir/article_24314.html)

داودی، محمد؛ احمد خادم الحسینی؛ حمید صابری؛ امیر گندمکار؛ حجت مهکویی (۱۴۰۰). ارزیابی و تحلیل مؤلفه‌های زیست‌پذیری مناطق هشت‌گانه شهر اهواز، جغرافیا و مطالعات محیطی. دوره ۱۰. شماره ۴۷. صفحات ۲۰-۷.

[http://ges.iaun.ac.ir/article\\_679986.html](http://ges.iaun.ac.ir/article_679986.html)

رحیمی، فاطمه؛ ابوالقاسم صادقی نیارکی؛ مصطفی قدوسی (۱۳۹۸). ارزیابی آلودگی صوتی منطقه ۱۶ تهران، فصلنامه علوم محیطی. دوره ۱۷. شماره ۴. صفحات ۱۹۲-۱۷۹.

<http://dx.doi.org/10.29252/envs.17.4.179>

زمانیان، زهرا؛ پریسا آزاد؛ صلاح‌الدین پرکار؛ حمیده پیرامی؛ مصطفی عبداللهی؛ بهرام کوهنورد (۱۳۹۵). بررسی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک و اثر آن بر اختلالات خواب و کیفیت زندگی شهروندان شهر شیراز، فصلنامه علمی تخصصی طب کار. دوره ۸. شماره ۴. صفحات ۶۶-۵۸.

<http://tkj.ssu.ac.ir/article-1-629-fa.html>

سلیمانی، علیرضا؛ نیما بایرام‌زاده (۱۳۹۶). بررسی آلودگی صوتی در میدان‌های شهری و راهکارهای کاهش آن؛ نمونه موردی میدان ایالت ارومیه، نشریه شباک. دوره ۳. شماره ۲. صفحات ۱۳-۵.

<http://www.shebakmag.ir/post.aspx?id=436>

غفوری، مژگان؛ مژگان احمدی‌ندوشن؛ مینو مشتاقی (۱۳۹۹). ارزیابی آلودگی صوتی مناطق ۳ و ۴ شهر اصفهان ناشی از ترافیک، نشریه محیط‌زیست طبیعی دوره ۷۳. شماره ۴. صفحات ۷۴۳-۷۲۹.

<http://dx.doi.org/10.22059/jne.2021.305539.2033>

قنبری، محمد؛ کاظم ندافی؛ محمد مسافری؛ مسعود یونسپان؛ حسن اصلانی (۱۳۹۰). بررسی آلودگی صوتی شهر تبریز در مناطق تجاری و مسکونی - تجاری پرترافیک، سلامت و محیط‌زیست. دوره ۴. شماره ۳. صفحات ۳۸۴-۳۷۵.

<https://ijhe.tums.ac.ir/article-1-68-fa.html>

مسافری، محمد؛ یحیی رسول زاده؛ جلیل نظری؛ حسن تقی پور؛ ایمان دیانت (۱۳۹۱). بررسی آلودگی صوتی ساعات پرتردد روز در منطقه مرکزی شهر تبریز، مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز. دوره ۳۴. شماره ۴. صفحات ۱۱۹-۱۱۲.

<https://mj.tbzmed.ac.ir/fa/Article/8036>

مجیدی، فرامرز؛ یونس خسروی (۱۳۹۵). ارزیابی آلودگی صوتی بخش مرکزی شهر زنجان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فصلنامه سلامت و محیط زیست. دوره ۹. شماره ۱. صفحات ۱۰۲-۹۱.

<http://ijhe.tums.ac.ir/article-1-5507-fa.html>

## References

Ariza-Villaverde, A. B., Jiménez-Hornero, F. J., & Gutiérrez De Ravé, E. (2013). Influence of urban morphology on total noise pollution: multifractal description. *The Science of the total environment*, 472, 1-8.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.10.091>

Berglund, Birgitta, Lindvall, Thomas, Schwela, Dietrich H & World Health Organization. Occupational and Environmental Health Team. (1999). Guidelines for community noise. World Health Organization.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>

Bouzir, T. A. K., & Zemmouri, N. (2017). Effect of urban morphology on road noise distribution. In *Energy Procedia* (Vol.119, PP.376-385). Elsevier Ltd.

<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.121>

Flores, R., Gagliardi, P., Asensio, C. (2017). A Case Study of the Influence of Urban Morphology on Aircraft Noise. *Acoust Aust* 45, PP. 389-401.

<https://doi.org/10.1007/s40857-017-0102-y>

Guedes, I. C. M. (2005). Influencia da forma urbana em ambiente sonoro: um estudo no bairro Jardins em Aracaju (SE).

<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258522>

Guedes, I.C.M., Bertoli, S.R., Zannin, P.H.T. (2011). Influence of urban shapes on environmental noise: a case study in Aracaju- Brazil. *Sci. Total Environ*. Vol.412-413. PP.66-76.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.10.018>

Han, Xiaopeng & Huang, Xin & Liang, Hong & Ma, Song & Gong, Jianya. (2018). Analysis of the relationships between environmental noise and urban morphology. *Environmental Pollution*. 233. PP.755-763.

<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.10.126>

Lagonigro, Raymond & Martori, Joan Carles & Apparicio, Philippe. (2018). Environmental noise inequity in the city of Barcelona. *Transportation Research Part D Transport and Environment*. 63.

<https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.06.007>

Lam, K. C., Ma, W., Chan, P. K., Hui, W. C., Chung, K. L., Chung, Y. T., et al. (2013). Relationship between road traffic noisescape and urban form in Hong Kong. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol 185, PP.9683-9695.

<https://doi.org/10.1007/s10661-013-3282-4>

Narendra Singh & S. C. Davar (2004). Noise Pollution-Sources, Effects and Control, *Journal of Human Ecology*, 16:3, 181-187.

<https://doi.org/10.1080/09709274.2004.11905735>

Oliveira, M. I. F., & Silva, L. T. (2010). How urban noise can be influenced by the urban form. 8th WSEAS international conference on environment, ecosystems and development (EED'10), PP.31-36.

[https://www.researchgate.net/publication/265182535\\_How\\_urban\\_noise\\_can\\_be\\_influenced\\_by\\_the\\_urban\\_form](https://www.researchgate.net/publication/265182535_How_urban_noise_can_be_influenced_by_the_urban_form)

Pijanowski, B.C., Villanueva-Rivera, L.J., Dumyahn, S.L., Farina, A., Krause, B.L., Napoletano, B.M., Gage, S.H., Pieretti, N. (2011). Soundscape ecology: the science of sound in the landscape. *BioScience* 61, PP.203-216.

<https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.6>

Prasher, D. (2007). Widex noise report. Traffic noise in England 2007. University College London.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Widex-noise-report-traffic-noise-in-England-2007-Prasher/4c535de306b1326bc1a327b2488d373771f68c9e>



- Ryu, H., Park, I. K., Chun, B. S., & Chang, S. I. (2017). Spatial statistical analysis of the effects of urban form indicators on road-traffic noise exposure of a city in South Korea. *Applied Acoustics*, Vol 115, PP. 93-100.  
<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.08.025>
- Salomons, E. M., & Pont, M. B. (2012). Urban traffic noise and the relation to urban density, form, and traffic elasticity. *Landscape and Urban Planning*, Vol 108, PP.2-16.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.017>
- Silva, L. T., Oliveira, M., & Silva, J. F. (2014). Urban form indicators as proxy on the noise exposure of buildings. *Applied Acoustics*, Vol 76, PP.366-376.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2013.07.027>
- Souza, Lea & Giunta, Mariene. (2011). Urban indices as environmental noise indicators. *Computers, Environment and Urban Systems*. 35. PP.421-430.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2011.06.001>
- Tang, U. W., & Wang, Z. S. (2007). Influences of urban forms on traffic-induced noise and air pollution: Results from a modelling system. *Environmental Modelling & Software*, Vol 22, PP.1750-1764.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2007.02.003>
- Wang K. Lawrence, Hung Yung-Tse & Pereira C. Norman. (2005). *Advanced Air and Noise Pollution Control: Volume 2*. Humana Press Inc.  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-59259-779-6>
- Wang, B., Kang, J. (2011). Effects of urban morphology on the traffic noise distribution through noise mapping: a comparative study between UK and China. *Applied Acoust.* 72(8), PP. 556-568.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.01.011>
- World Health Organization. Regional Office for Europe. (2011). *Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe*. World Health Organization. Regional Office for Europe.  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/326424>
- Yuan Man, Chaohui Yin, Yi Sun, Weiqiang Chen (2019). Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China, *Journal of Sustainable Cities and Society*, Vol 50, PP.1-9.  
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101678>
- Zannin, P.H.T., Ferreira, A.M.C. & Szeremetta, B. (2006). Evaluation of Noise Pollution in Urban Parks. *Environ Monit Assess* 118. PP. 423-433.  
<https://doi.org/10.1007/s10661-006-1506-6>