

تحلیل مکانی همجواری در کاربری‌های صداساز از منظر آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز

مصطفی محمدی ده‌چشمه^{۱*}، محمدعلی فیروزی^۲، فرشته شنبه‌پور مادوانی^۳

۱. استادیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۲. دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۳. کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۶

دریافت: ۹۶/۱۰/۱۴

چکیده

آلودگی صوتی یکی از معضلات رو به افزایش زیست‌بوم‌های شهری است که با سلب آسایش صوتی از شهروندان، به عنوان عاملی زیان‌آور برای سلامتی روحی، روانی و جسمی شناخته شده است. اهواز که به عنوان کانون شهری استراتژیک غرب ایران و شهری چندنقشی در مقیاس ملی شناخته می‌شود، به دلیل گسترش فضایی، الگوی استقرار صنایع سنگین و کارگاه‌ها، عبور خط راه‌آهن سراسری از درون بافت شهر، استقرار فرودگاه و پایانه‌های بین‌شهری و درون بافتی، وجود هسته‌های پراکنده خدماتی-تجاری و دلایل متعدد دیگر، از شهرهای با تعداد بالای آلاینده‌های صوتی و میزان پایین آسایش صوتی محسوب می‌شود. نارضایتی شهروندان از حجم بالای آسایش صوتی، جمعیت گریزی و کاهش قیمت زمین شهری در بخش‌های با تراز بالای صوتی از مهم‌ترین پیامدهای آلاینده‌های صوتی در کلان‌شهر اهواز است. این در حالی است که استانداردهای مطلوب همجواری، یکی از ابعاد مغفول در برنامه‌ریزی کالبدی شهرها جهت مدیریت آسایش صوتی است. بر این اساس پژوهش حاضر با رویکردی مکانی، به دنبال تحلیل الگوی همجواری کاربری‌های صداساز در شهر اهواز است. این پژوهش از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف، کاربردی است. در این تحقیق، پس از تعیین کاربری‌های منتخب و پیاده‌سازی اصول همجواری از بعد آلاینده‌های صوتی در محیط نرم‌افزار GIS و ترکیب آن با مدل دلفی فازی، نقشه الگوی همجواری کاربری اراضی استخراج شده است. نتایج استخراج داده‌ها از نقشه نهایی نشان داده است که؛ ناحیه دو از منطقه یک با ضریب (۰/۸۵۷) و ناحیه پنج از منطقه یک با ضریب (۰/۷۹۲) بالاترین ضریب همجواری ناسازگار و کم‌ترین میزان آسایش صوتی را داشته‌اند. همچنین کمترین میزان همجواری ناسازگار مربوط به ناحیه چهار از منطقه پنج با ضریب (۰/۰۱۵) و ناحیه چهار از منطقه دو با ضریب (۰/۰۱۶) می‌باشد.

واژگان کلیدی: همجواری، کاربری صداساز، تحلیل مکانی، آسایش صوتی، کلان‌شهر اهواز.



۱- مقدمه

آسایش صوتی، عدم وجود صداهای مزاحم و نابهنجار و آسایش افراد در محیط کار و زندگی از دیدگاه آکوستیک است و آلودگی صوتی به صداهای ناخواسته‌ای گفته می‌شود که برای انسان مزاحمت جدی به وجود آورده و سلامت او را به خطر اندازد (باقری و همکاران، ۱۳۸۵: ۴). آلودگی صوتی و عدم آسایش صوتی در شهرهای بزرگ آسیب‌های جبران‌ناپذیری را بر روی سلامت ساکنان آن نواحی می‌گذارد. از جمله می‌توان به مواردی همچون: کاهش شنوایی (کریمی، ۱۳۸۹)، اختلالات عصبی (مرتضوی، ۱۳۹۲)، برهم خوردن تعادل روحی و روانی افراد (علی‌آبادی، ۱۳۹۲)، تأثیر بر روی جنین و اثرات بالینی (ابراهیمی، ۱۳۹۰)، اثرات فیزیولوژیکی (Xie et al, ۲۰۰۹)، اختلالات قلب و عروق (Bhagwat, ۲۰۱۳)، اختلال در ارتباطات گفتاری و مکالمات (Savale, ۲۰۱۴)، اثرات شخصیتی (Goswami, ۲۰۱۱) اختلال در خواب (Lad & Patil, ۲۰۱۱) و ... اشاره کرد.

آلودگی صوتی می‌تواند در هر مکانی رخ دهد، ولی سکونتگاه‌های شهری به دلایلی نظیر تراکم جمعیتی و تمرکز عملکردی، الگوی غالب سکونتی، ترافیک، اختلاط کاربری‌ها و ... بیشتر در معرض آلودگی صوتی و فقدان آسایش صوتی می‌باشند. با این حال بررسی‌ها نشان داده‌اند که در فرآیند برنامه‌ریزی برای شهرها عوامل متعددی در پیدایش و تشدید آلودگی صوتی و کاهش آسایش صوتی نقش داشته‌اند. نظام برنامه‌ریزی کالبدی بر محور کاربری اراضی شهری از مهم‌ترین مؤلفه‌های اثرگذار در آسایش صوتی شهروندان است و آسایش صوتی در شهر با چیدمان کاربری‌های شهری رابطه مستقیم دارد. بر این اساس هرچند تعیین اصول دقیق مکان‌یابی فعالیت‌های مختلف در شهر، به دلیل ماهیت پویای مسائل شهری، اگر نه غیرممکن، بدون تردید بسیار دشوار است. از همین رو، یکی از اهداف برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری مکان‌یابی مناسب کاربری‌ها و جداسازی کاربری‌های ناسازگار از یکدیگر است (بحرینی، ۱۳۸۷: ۱۹۳). مطالعات انجام‌شده در مقیاس جهانی با رویکرد آسایش صوتی سه تیپ متفاوت از کاربری‌ها را (رضایی‌مقدم، ۱۳۹۳: ۹؛ مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۳۹۴: ۳۱) تعریف نموده‌اند:

تیپ اول: کاربری‌های ممنوع. وجود برخی کاربری‌ها مثل فرودگاه، صنایع سنگین و کارگاه‌ها، مشاغل مزاحم و ... در محدوده شهر به دلیل ایجاد آلودگی صوتی بیش‌ازحد، ممنوع است.

تیپ دوم: کاربری‌های مشروط. استقرار برخی از کاربری‌ها که منشأ تولید آلودگی صوتی می‌باشند مانند صنایع، پایانه‌های بار و مسافر، مراکز تجمع، مراکز نظامی، تعمیرگاه‌ها، صافکاری

ها، کارگاه‌های صنعتی، تولیدی، خدماتی، فرودگاه‌ها، ورزشگاه‌ها و ... با در نظر گرفتن ملاحظات مکانی مشروط می‌باشد.

تیپ سوم: کاربری‌های مجاز. برخی کاربری‌ها همچون کاربری مسکونی، آموزشی، بهداشتی، فرهنگی، مذهبی، اداری، تفریحی و ... از کاربری‌های مهم درون محدوده‌ی شهری می‌باشند که از نظر آلودگی صوتی استقرار این نوع کاربری‌ها در داخل محدوده‌ی شهر مجاز می‌باشد. عدم استقرار بهینه کاربری‌ها و در نظر نگرفتن سازگاری مجاورت کاربری‌های صداساز در نهایت منجر به آلودگی صوتی و کاهش آسایش صوتی در بیشتر شهرهای بزرگ دنیا شده است. در دو دهه گذشته روند شتابان شهرنشینی و تحمیل الگوی شهرنشینی مقدم بر شهرسازی، در بخش‌هایی از شهرهای بزرگ ایران گسترش فضایی ناخواسته و کنترل نشده قلمروهای شهری را بدون توجه به اصول مطلوب همجواری کاربری‌ها سبب شده است. کاهش آسایش صوتی در محیط کار و زندگی از نتایج ملموس این روند بوده است. اهواز که به عنوان کانون شهری استراتژیک غرب ایران و شهرچندنقشی در مقیاس ملی نیز محسوب می‌شود، با توجه به روند گسترش فضایی^۱، الگوی استقرار صنایع سنگین و کارگاه‌ها، عبور خط راه‌آهن سراسری از درون بافت شهر، استقرار فرودگاه و پایانه‌های بین شهری و درون بافتی، وجود هسته‌های پراکنده خدماتی- تجاری و دلایل متعدد دیگر، از شهرهای با تعداد بالای آلاینده‌های صوتی و میزان پایین آسایش صوتی محسوب می‌شود. از این‌رو تحقیق حاضر با هدف تحلیل ضریب همجواری در کاربری اراضی از منظر آسایش صوتی به دنبال پاسخگویی به سؤالات زیر می‌باشد:

۱. توزیع فضایی کاربری‌های صداساز شهری در اهواز چگونه است؟
۲. الگوی مکانی همجواری در کاربری اراضی شهر اهواز از منظر آسایش صوتی چگونه است؟
۳. ضریب همجواری در کاربری اراضی از منظر آسایش صوتی در مناطق و نواحی شهر اهواز چگونه است؟

۲- پیشینه پژوهش

بررسی آلودگی صدا در محیط‌زیست، در دنیا سابقه نسبتاً طولانی دارد. اولین گزارش‌ها درباره این موضوع مربوط به بررسی میزان صدا و سنجش شنوایی در نیویورک بین سال‌های ۱۹۲۴ تا ۱۹۲۸ میلادی بوده است. مطالعه آلودگی صوتی در ایران و تهران نشان داده است که تا قبل از سال ۱۳۵۶ مطالعات چندانی در زمینه آلودگی صدا در ایران انجام نگرفته است (محرمنژاد، ۱۳۸۷:



۴۵). آلودگی صوتی در شهر با کاربری‌های شهری رابطه مستقیم دارد (عبدی و بهاری، ۱۳۹۳: ۵). در صورت عدم رعایت اصول مکان‌یابی کاربری‌ها و مشاغل و همچنین عدم به کارگیری روش‌های کنترل آلودگی و مزاحمت، استقرار آن‌ها در بافت شهری مشکلات بیشماری را به همراه دارد (مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، ۱۳۹۳: ۹).

جدول ۱ بخشی از سوابق مطالعاتی در موضوع پژوهش

نگارنده	عنوان	روش	نتایج
کیانی صدرو همکاران (۱۳۸۸)	ارزیابی آلودگی صدا در شهر خرم‌آباد به منظور ارائه راهکارهای اجرایی	اندازه‌گیری میزان تراز صدا در ۳۸ ایستگاه	میانگین تراز معادل صوت به دست آمده از ایستگاه‌ها با مقادیر استاندارد صدای ایران مقایسه شدند که در تمامی ایستگاه‌ها مقادیر بیش‌ازحد استاندارد ایران بود.
طیّبی و همکاران (۱۳۹۰)	بررسی میزان آلودگی صوتی منطقه ۶ شهر اهواز و ارائه راهکارهای مدیریتی	استفاده از دستگاه صداسنج، اندازه‌گیری ۳۷ ایستگاه	میانگین تراز معادل صوت به دست آمده در منطقه ۶ اهواز با مقادیر استاندارد صدای ایران مقایسه شدند که در تمامی ایستگاه‌ها مقادیر بیش‌ازحد استاندارد کشور بود.
QI MENG, JIAN KANG, HONG JIN (۲۰۱۳)	Field study on the influence spatial and environmental characteristics on the evaluation of subjective loudness and acoustic comfort in underground shopping streets"	-	بین ارزیابی عوامل محیطی همچون دمای هوا، رطوبت و درخشندگی با بلندی صدای ذهنی همبستگی معناداری وجود دارد. همچنین نگرش پاسخ‌دهندگان به صدای محیط‌زیست می‌تواند ارزیابی خود را از بلندی صدای ذهنی و آسایش صوتی تحت تأثیر قرار دهد.

بررسی سوابق و پژوهش‌های انجام گرفته در حوزه پژوهش نشان می‌دهند که بیشتر تحقیقات در این مورد عموماً بر آلاینده‌گی صوتی و اندازه‌گیری آن به وسیله صداسنج‌ها و یا ایستگاه‌های سنجش آلودگی صوتی تمرکز دارند. با این حال پژوهش حاضر سعی بر آن دارد تا آسایش صوتی ناشی از برنامه‌ریزی بهینه کاربری اراضی شهری و الگوی همجواری سازگار کاربری‌ها را در کلان‌شهر اهواز مطالعه و با بررسی استانداردهای جهانی میزان آلاینده‌گی صوتی هر کاربری و تطبیق آن با کلان‌شهر اهواز، نقشه آسایش و آلودگی صوتی در این شهر را استخراج نماید.

۳- محدوده مورد مطالعه

قلمرو پژوهش حاضر شهر اهواز (مرکز استان خوزستان) است که طبق آخرین آمار سرشماری رسمی مرکز آمار ایران، ۱/۰۸۱/۸۲۶ نفر جمعیت دارد و امروزه، هفتمین کلان‌شهر کشور به‌شمار

می‌آید. این شهر با نزدیک به ۲۲۰ کیلومترمربع مساحت و ۷ منطقه شهرداری از شهرهای وسیع کشور است.

جدول ۱ بخشی از سوابق مطالعاتی در موضوع پژوهش

منطقه	مساحت (هکتار) ^۲	جمعیت (نفر)	تراکم جمعیت (نفر در هکتار)
منطقه یک	۱۱۰۲/۶	۱۲۵۰۲۵	۱۱۳
منطقه دو	۲۹۱۳/۰۸	۹۷۴۵۸	۳۳
منطقه سه	۳۱۸۱/۳۶	۱۷۷۳۹۶	۵۶
منطقه چهار	۳۸۱۶/۴۳	۱۹۹۳۵۲	۵۲
منطقه شش	۲۹۷۵/۹۳	۱۷۳۳۹۰	۵۸
منطقه هفت	۱۷۱۸/۷۱	۱۵۰۸۵۶	۸۸
منطقه هشت	۳۰۹۸/۱۱	۱۳۳۱۱۲	۴۳
شهر اهواز	۱۸۸۰۶/۴۴	۱۰۵۶۵۸۹	۵۶

منبع: معاونت برنامه‌ریزی و توسعه شهرداری اهواز، ۱۳۹۳

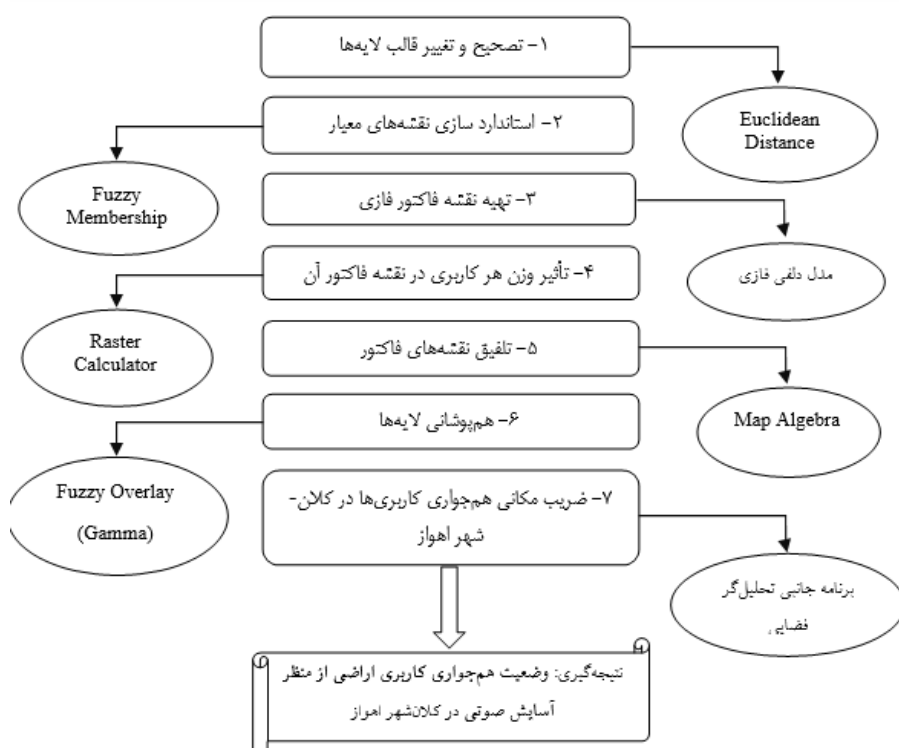
۴- روش پژوهش

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ روش، توصیفی-تحلیلی است. رویکرد حاکم بر پژوهش، تحلیل مکانی است. در پژوهش حاضر عامل فاصله کاربری مسکونی با کاربری-های ناسازگار و نسبتاً ناسازگار به عنوان متغیر اصلی تحقیق مطرح است که مبنای سنجش سازگاری و ناسازگاری استقرار کاربری‌ها از منظر همجواری و مجاورت می‌باشد. جهت سنجش وضعیت همجواری کاربری اراضی از ابزارهای فاصله اقلیدسی، توابع عضویت فازی، جبر نقشه، هم‌پوشانی فازی و ... در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. برای تعیین میانگین ضریب مکانی همجواری کاربری‌ها در هر ناحیه از برنامه جانبی تحلیل‌گر فضایی و همچنین از مدل دلفی فازی جهت وزن‌دهی به معیارها استفاده شده است. نکته مهم در بهره‌گیری از مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی دلفی فازی این است که این مدل به منظور استخراج آراء خبرگان برای فازی سازی ضریب همجواری کاربری‌های صداساز با کاربری مسکونی و تعیین فاصله کاربری مسکونی با کاربری‌های صداساز استفاده شده است.

این تکنیک یکی از روش‌های کسب دانش گروهی است که بیش از نیم قرن مورد استفاده قرار گرفته است. اساس محاسبات تکنیک دلفی بر دیدگاه خبرگان استوار است. در این تکنیک برای سنجش دیدگاه از عبارات کلامی استفاده می‌شود. عبارات کلامی در انعکاس کامل مکنونات ذهنی پاسخ‌دهنده محدودیت‌هایی دارد. برای نمونه عبارت «زیاد» برای فرد A که فرد



سخت‌گیری است با عبارت «زیاد» برای فرد B متفاوت است. اگر برای کمی کردن دیدگاه هر دو فرد از یک عدد قطعی استفاده شود، نتایج دارای اریب خواهد شد؛ به عبارت دیگر، اگرچه از شایستگی‌ها و توانایی‌های ذهنی خبرگان برای اخذ تصمیم استفاده می‌شود، اما کمی کردن دیدگاه خبرگان به روش سنتی، امکان انعکاس کامل سبک تفکر انسانی را ندارد. (Tervo and others, ۲۰۰۴). بر این اساس و به منظور بهره‌گیری از آراء خبرگان، در جلسات رودرو و به شیوه طوفان مغزی، از ۳۰ نفر از مدیران و کارشناسان سازمان حفاظت محیط‌زیست استان خوزستان، شهرداری اهواز و اساتید متخصص در این حوزه به شیوه جلسات بارش افکار مصاحبه و میانگین نظرات و آراء خبرگان استخراج شد تا در ادامه و در مرحله فازی سازی، به عنوان ارزش‌های همجواری سایر کاربری‌ها با کاربری مسکونی لحاظ گردند. بدیهی است در این مرحله و مطابق با جدول چهار و شکل پنج، هر چه میزان به دست آمده، بالاتر باشد، نشان از ناسازگاری آن کاربری برای همجواری با کاربری مسکونی دارد و بالعکس.



شکل ۱ مراحل اصلی آنالیز همجواری در کاربری‌های صداساز

۵- مبانی نظری

صوت نوعی ارتعاش مکانیکی طولی است که سبب احساس شنوایی در انسان می‌شود، این ارتعاش مکانیکی شامل ارتعاش طولی یک جسم یا مجموعه‌ای از اجسام کشسان است که به‌صورت موج در محیط انتشار یافته، بر پرده‌ی گوش انسان اثر گذاشته، سبب ارتعاش آن می‌شود و در نتیجه بر عصب شنوایی تأثیر گذاشته و احساس شنوایی به انسان دست می‌دهد. صوت هنگامی تولید می‌شود که جسمی مانند یک تار مرتعش، یا یک تیغه و یا یک صفحه به ارتعاش درآید و این ارتعاش به‌طور متناوب باعث متراکم شدن و از تراکم خارج شدن ذرات هوا می‌شود که این تراکم و انبساط سبب افزایش و کاهش فشار هوا به شکل موج می‌شود (رضوی‌پور، تیموری‌فعال، ۱۳۸۹). بر این اساس آسایش آکوستیکی یا آسایش صوتی، عدم وجود صداهای مزاحم و ناهنجار و آسایش افراد در محیط کار و زندگی از دیدگاه آکوستیکی است. عدم آسایش آکوستیکی در محیط می‌تواند موجب آزار صوتی و بهم خوردن تعادل روحی و روانی افراد گردد (علی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲). آسایش صوتی شهری عموماً دارای دو منبع صنعتی و غیر صنعتی است (El-Fadel, ۲۰۰۲). منبع صنعتی شامل صدای صنایع مختلف و ماشین‌های بزرگ کار با سرعت بسیار بالا که شدت صدا در آن‌ها بالا است و منبع غیر صنعتی شامل سرو صدای ایجاد شده توسط حمل‌ونقل، ترافیک می‌باشد. آلودگی ترافیک و وسایل نقلیه و صدای شدیدی که از منابع مختلف آلودگی صوتی ناشی می‌گردد، به دو مقوله‌ی طبیعی و مصنوعی (ساخت دست انسان)، تقسیم می‌شود (محمدی ده چشمه و شنبه‌پور، ۱۳۹۶: ۳۴۹). بر این اساس آلودگی صوتی معادل واژه noise را صدای ناخواسته و تحمیلی و "صدایی در مکان و زمان نامناسب" تعریف کرده‌اند. آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست در نواحی شهری است (Agarwal & Swami, ۲۰۱۰). که محصول توسعه و پیشرفت فن‌آوری است. امروزه می‌توان آلودگی صوتی را کمابیش در تمامی نقاط مشاهده نمود که بر طبق نوع منابع تولید آلودگی صوتی، تراکم جمعیت، شرایط جغرافیایی و سایر، یا به‌طور دائم و پایا یا به شکل موقت و گذرا به چشم می‌خورد (ظروفچین‌تمیزی، ۱۳۹۳). آلودگی صوتی نقش محسوسی بر نارضایتی از فضا دارد (Singh, ۲۰۱۲). آلودگی صوتی در محیط شهری عبارت است از صدایی ناخواسته با مدت‌زمان، شدت یا کیفیتی که به انسان آسیب جسمی و روحی وارد می‌کند (Oral, et al, ۲۰۰۴). مهم‌ترین اثرات کلی آلودگی صوتی بر سلامت انسان عبارت‌اند از ۱. اثرات فیزیولوژیکی ۲. اثرات شخصیتی ۳. کاهش قدرت شنوایی (ابراهیمی و هاشمی‌پرست، ۱۳۹۰: ۲) ۴. اثرات بالینی س. اختلال در خواب (Lad R. J., Patil V. N. and Raut P. D, ۲۰۱۱: ۶) ۵. تأثیر بر روی جنین ۶. اختلال در



ارتباطات گفتاری و مکالمات (۸: ۲۰۱۴: Savale P. A, ۷). اختلالات قلب و عروق (Bhagwat ۱۴: ۲۰۱۳: and Pramod M.).

بر این اساس الگوی استقرار و همجواری کاربری‌ها به منظور دستیابی به آسایش صوتی در فضاهای شهری از اصول مغفول ولی مهم شهرسازی محسوب می‌شود. نوع استقرار کاربری‌ها به میزان حساسیت آن‌ها به آلودگی صوتی بستگی دارد و کاربری‌ها از این نظر به سه دسته مهم تقسیم می‌شوند (بهرام سلطانی، ۱۳۷۴).

- کاربری‌های حساس به آلودگی صوتی شامل مسکونی خالص، مسکونی مختلط؛ بیمارستان، آسایشگاه، خانه سالمندان؛ علمی- پژوهشی، آموزشی (ابتدایی تا عالی)، کتابخانه‌ها؛ پارک‌های شهری، پارک‌های جنگلی- تفریحی، فضاهای گذران اوقات فراغت در طبیعت؛ مناطق استراحتگاهی و بیابانی عمومی.

- کاربری‌های نیمه حساس به آلودگی صوتی؛ کاربری‌هایی را می‌توان نیمه حساس نسبت به آلودگی صوتی تلقی کرد که اصولاً در فضاهای سر بسته انجام گیرند، ولی به دلیل برخی حساسیت‌ها نیازمند آسایش صوتی مناسب نیز باشند. ادارات دولتی، دفاتر شرکت‌های تجاری، بانک‌ها، فعالیت‌های فرهنگی (سینما، تئاتر، نمایشگاه‌های هنری و مانند آن) از این جمله به شمار می‌آیند. - کاربری‌های غیر حساس به آلودگی صوتی؛ به کلیه فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که یا خود مولد آلودگی صوتی‌اند و یا به دلیل محتوا و نوع فعالیت، بار صوتی محیط در آن‌ها چندان محسوس نیست. از جمله: فرودگاه‌ها، پایانه‌ها، جایگاه‌های توزیع بنزین، انبارها، برخی واحدهای تولیدی و صنعتی، گورستان‌ها و مانند آن.

با این وجود در این پژوهش منظور از کاربری‌های صداساز در حقیقت مهم‌ترین کاربری‌های آلاینده صوتی و مولد آلودگی‌های صوتی در فضاهای شهری می‌باشد. از دیدگاه علم برنامه‌ریزی شهری، الزامات و ملاحظات مکانی و نوع استقرار کاربری‌های صداساز از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آسایش صوتی و یا آلودگی صوتی می‌باشد (رضایی مقدم، ۱۳۹۳: ۱). از نظر برنامه‌ریزی شهری کاربری‌هایی که در حوزه نفوذ یکدیگر قرار می‌گیرند باید از نظر سنخیت و همخوانی فعالیت با یکدیگر منطبق باشند و باعث مزاحمت و مانع انجام فعالیت یکدیگر نشوند (پورمحمدی، ۱۳۸۷: ۷۵). مهم‌ترین عوامل در بروز مشکلات و مزاحمت‌های کاربری‌های آلاینده و مشاغل در شهرها، به مقدار، نوع و نحوه استقرار واحدهای صنعتی (۱۲: ۲۰۰۷: Sherbinin & Martine) و خدماتی مربوط می‌شوند؛ یعنی، هر چه میزان تراکم و تمرکز واحدهای شغلی آلاینده و مزاحم و همچنین میزان ناسازگاری کاربری‌های همجوار بیشتر باشد عوارض محیط‌زیستی، کالبدی و

اجتماعی آن‌ها بیشتر خواهد بود. در نهایت مهم‌ترین تمهیدات کاربری اراضی در آسایش صوتی عبارت‌اند از (محمدی ده چشمه و شنبه پور، ۱۳۹۶: ۳۵۰):

- ← تعیین الگوی سازگار استقرار کاربری‌ها (به ویژه حساس) و مجاورت کاربری‌های صداساز
- ← مشخص نمودن پهنه‌های استقرار مجاز، مشروط و غیرمجاز برای استقرار کاربری‌های صداساز
- ← تعیین شاخص‌های آسایش صوتی به عنوان ضابطه در مکان‌یابی کاربری‌های حساس و نیمه حساس
- ← استفاده از طبقه‌بندی کاربری‌های حساس، نیمه‌حساس و غیر حساس در سازمان‌دهی فیزیکی محیط
- ← جانمایی کاربری‌های حساس با توجه به وضعیت بار صوتی محیط و غیره
- ← تأکید بر اجرای تمهیدات معمارانه به ویژه تهیه ضوابط برای جنبه‌های مختلف آکوستیک در معماری، مکان‌یابی اصولی و فنی فضاهای داخلی ساختمان، احداث دیوارهای صوتی برای حفاظت از کاربری‌های حساس و نیمه‌حساس و در نهایت می‌توان استفاده از تمهیدات فنی چون عایق‌بندی دیوارها و درها و استفاده از پنجره‌های دوجداره

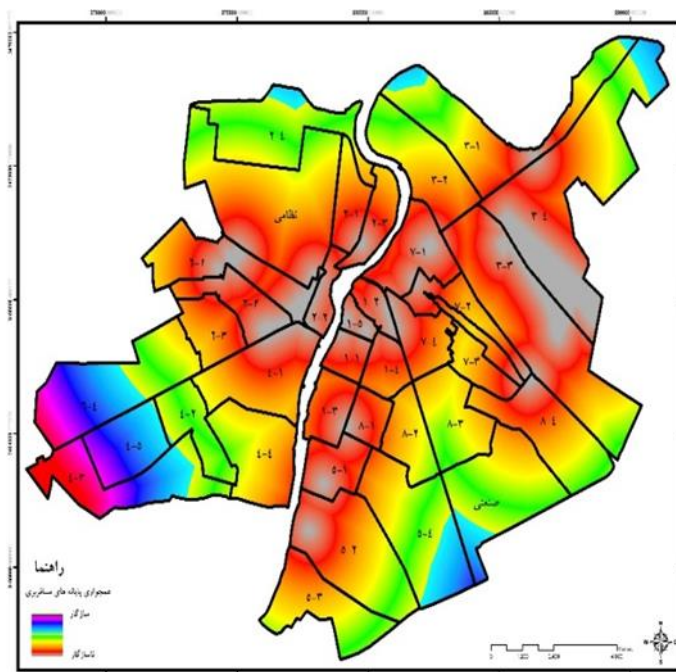
۶- یافته‌های پژوهش

مرحله اول: تصحیح و تغییر قالب لایه‌های منتخب

در این مرحله، ابتدا با توجه به فواصل مطرح‌شده (آراء خبرگان)، برای لایه‌ها با استفاده از فاصله اقلیدسی، حریم زده شد. لایه‌های منتخب کاربری‌های ناسازگار و نسبتاً ناسازگاری می‌باشد که هرچه از کاربری مسکونی فاصله بیشتری داشته باشند، آسایش صوتی بالاتر می‌باشد. در نقشه‌هایی که فواصل برای آن‌ها تعریف‌شده است، منظور از ناسازگار، همجواری نامناسب و منظور از سازگار، همجواری مناسب است. پس از تعریف حرایم، نقشه فواصل کاربری‌ها بر اساس فواصل برای تمامی کاربری‌های تعریف‌شده تهیه‌شده است. با توجه به گستردگی کار و برای نمونه یک نقشه از حریم پایانه‌ها بر اساس میزان آسایش صوتی ارائه شده است.

جدول ۳ حریم کاربری‌های صداساز شهری نسبت به کاربری مسکونی بر اساس نظر کارشناسان

فاصله (متر) ^۱	لایه‌ها
۱۵۰۰	صنعتی
۱۰۰۰	نظامی
۱۰۰۰	کارگاهی - خدماتی
۷۰۰	پایانه‌های مسافری
۶۰۰	انبار
۶۰۰	ورزشی
۵۰۰	آموزشی
۵۰۰	اداری
۵۰۰	تأسیسات شهری
۴۰۰	تجاری
۴۰۰	شبکه معابر



شکل ۲ نمونه حریم آسایش صوتی در پایانه‌های شهری

مرحله دوم: استانداردسازی فازی نقشه‌های معیار

در این مرحله نقشه‌های تولیدشده، استاندارد می‌شوند. جهت استانداردسازی و همگن کردن و همچنین افزایش انعطاف‌پذیری آن‌ها از توابع عضویت فازی در محیط نرم‌افزار GIS استفاده شده است. استانداردسازی فازی در دامنه عددی بین (۰-۱) می‌باشد. در این پژوهش (۰) بیانگر همجواری سازگار و آسایش صوتی بالا و عدد (۱) بیانگر همجواری ناسازگار و آسایش صوتی پایین است. در جدول (۴) لایه‌ها و نوع توابع به کار رفته برای استانداردسازی فازی هر معیار بیان شده است.

جدول ۴. توابع فازی استانداردسازی کاربری‌های شهری نسبت به کاربری مسکونی

لایه‌ها	نوع تابع فازی	لایه‌ها	نوع تابع فازی
صنعتی	small	آموزشی	Small
نظامی	Small	اداری	Small
کارگاهی- خدماتی	Small	تأسیسات شهری	Small
پایانه‌ها	Small	تجاری	Small
انبار	Small	شبکه معابر	Small
ورزشی	Small	مسکونی	-

مرحله سوم: به دست آوردن وزن هر کاربری با استفاده از مدل دلفی فازی و تأثیر

وزن در نقشه فاکتور آن

در این مرحله نقشه فاکتور معیارهای مؤثر در پهنه‌بندی رعایت اصول همجواری کاربری‌های شهری از منظر آسایش صوتی که در مرحله دوم استانداردسازی شده‌اند، وزن‌دهی می‌شود. وزن-دهی هر یک از معیارها بر اساس تأثیر نسبی که بر میزان سازگاری و ناسازگاری با کاربری مسکونی از منظر آسایش صوتی دارند. این وزن‌دهی بر اساس آراء خبرگان و در قالب روش دلفی فازی انجام‌شده است. در نهایت میانگین وزن محاسبه شده ملاک آنالیز بوده است.

ابتدا پیش‌بینی هر کارشناس به صورت یک عدد فازی مثلثی ارائه می‌شود:

$$A_i = (l_i, m_i, u_i)$$

سپس پیش‌بینی‌ها با استفاده از روش میانگین فازی تجمیع می‌شود:

$$A_{AVE} = \left(\frac{\sum l}{n}, \frac{\sum m}{n}, \frac{\sum u}{n} \right)$$

$$\frac{l + m + u}{3}$$

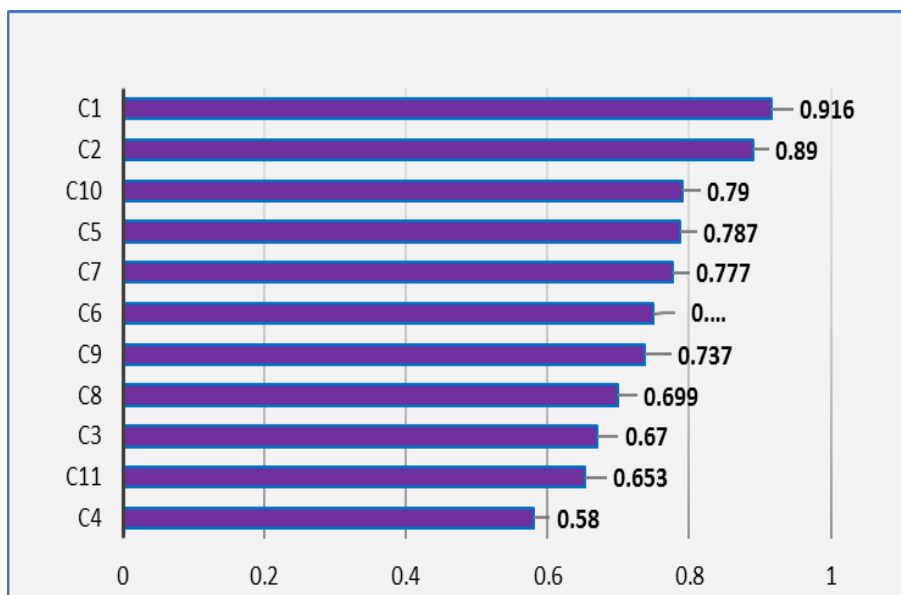


در نهایت از رابطه برای غیر فازی سازی و قطعی سازی میانگین دیدگاه ها استفاده شده و وزن نهایی به دست می آید.

بعد از تعیین وزن الگوی سازگاری در همجواری هر کاربری با کاربری مسکونی از طریق مدل دلفی فازی مبتنی بر آراء ۳۰ نفر از مدیران و کارشناسان سازمان حفاظت محیط زیست استان خوزستان، شهرداری اهواز و اساتید متخصص، تأثیر این اوزان در نقشه های فاکتور فازی که در مراحل قبل یکسان سازی شده، اعمال شده است. قبل از شروع این مرحله، باید ضریب سازگاری همجواری هر یک از کاربری های ۱۱ گانه در کاربری مسکونی شناسایی شود و فروض مکانی آن مطرح گردد. در این رابطه هر چقدر ضریب حاصل شده بالاتر باشد، نشان دهنده ناسازگاری بالاتر کاربری برای همجواری با کاربری مسکونی است و بالعکس (جدول ۵).

جدول ۵. نتایج غیر فازی سازی مقادیر جمع شده خبرگان

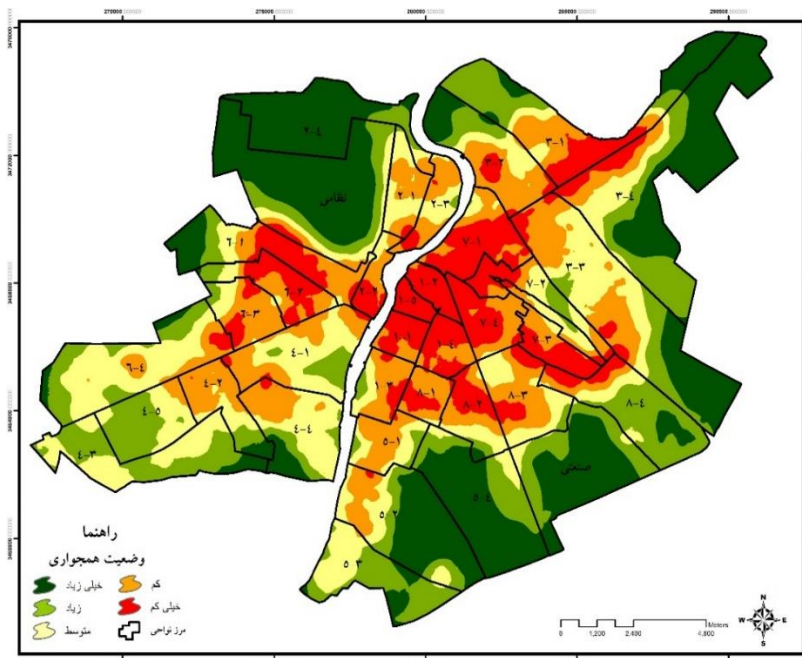
کد	کاربری	وزن
C۱	صنعتی	۰/۹۱۶
C۲	نظامی	۰/۸۹۰
C۳	آموزشی	۰/۶۷۰
C۴	اداری	۰/۵۸۰
C۵	تجاری	۰/۷۸۷
C۶	ورزشی	۰/۷۵۰
C۷	پایانه ها	۰/۷۷۷
C۸	انبار	۰/۶۹۹
C۹	تأسیسات	۰/۷۳۷
C۱۰	کارگاهی	۰/۷۹۰
C۱۱	شبکه	۰/۶۵۳



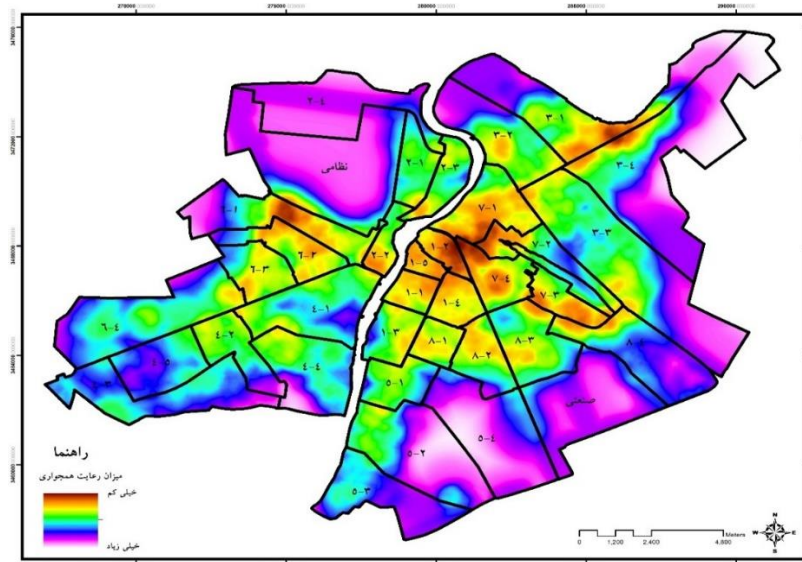
شکل ۳. وزن نهایی کاربری‌های شهری حاصل از مدل دلفی فازی

مرحله چهارم: هم‌پوشانی نقشه‌های فواصل و استخراج نقشه همجواری سازگار

در این مرحله بعد از مشخص شدن وزن لایه‌ها با استفاده از مدل دلفی فازی، لایه‌ها (نقشه‌های فاکتور موزون) را هم‌پوشانی کرده و نقشه نهایی به دست آمد. در نتیجه از گزینه Spatial Analyst و دستور Raster Calculator استفاده نموده و به ازای هر لایه، وزنی را که از طریق مدل دلفی فازی به دست آمده به آن ضرب نمود. نقشه‌های وزن‌دهی شده به روش فازی گاما (۰,۹)، جهت تعدیل حساسیت بالای عملگر ضرب جبری و دقت کم جمع جبری با هم تلفیق گشتند. نتیجه حاصل از تلفیق نقشه‌های فاکتور و هم‌پوشانی لایه‌ها، نقشه رستری خواهد بود که ارزش پیکسل‌ها در آن نمایانگر همجواری یا عدم همجواری کاربری‌های شهری با کاربری مسکونی است (شکل ۴).



شکل ۴. وضعیت همجواری کاربری اراضی اهواز به تفکیک نواحی (ترسیم: نگارندگان)



شکل ۵. نقشه حاصل از هم پوشانی کاربری های موزون از نظر وضعیت همجواری (ترسیم: نگارندگان)

تحلیل شکل شماره (۵ و ۴) نشان می‌دهد، کمترین میزان رعایت اصول همجواری در مرکز شهر و بخصوص مربوط به ناحیه (۱ و ۲) از منطقه یک و ناحیه (۱) از منطقه هفت باشد. در این نواحی کاربری‌های ناسازگار و نسبتاً ناسازگار در مجاورت با کاربری مسکونی موجب عدم همجواری و سلب آسایش صوتی از ساکنین می‌گردد. تمرکز و تراکم فعالیت‌های تجاری با تراز صوتی بالای ۷۵ دسی‌بل و انبارها با تراز صوتی بالای ۸۰ دسی‌بل و وجود شبکه معابر با تراز صوتی بالا در محدوده مرکزی از دلایل سطح آلودگی صوتی بالا در این نواحی است. به دلیل استقرار کاربری‌ها و مشاغل آلاینده و صداساز بیشترین آلودگی صوتی در مرکز شهر می‌باشد و با فاصله گرفتن از مرکز، از آلودگی صوتی کاسته می‌شود. رعایت اصول همجواری کاربری مسکونی با کاربری‌های ناسازگار و نسبتاً ناسازگار در مرکز شهر خیلی کم می‌باشد و اصل همجواری در کاربری اراضی از منظر آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز رعایت نشده است.

مرحله پنجم: ضریب مکانی همجواری کاربری‌ها در کلان‌شهر اهواز

در ادامه برای تعیین ضریب مکانی سازگاری همجواری در هر ناحیه از مناطق کلان‌شهر اهواز از برنامه جانبی تحلیل‌گر فضایی در سطح هر ناحیه استفاده شده و میانگین سازگاری در همجواری در هر ناحیه به دست آمده است (جدول ۶). تحلیل مکانی همجواری کاربری‌ها نشان می‌دهد ناحیه دو، پنج و یک در منطقه یک به ترتیب با ضرایب (۰/۸۵۷)، (۰/۷۹۲) و (۰/۶۳۹) کمترین میزان سازگاری در همجواری را دارا می‌باشند. در این نواحی کاربری‌ها و مشاغل آلاینده و صداساز در مجاورت با کاربری مسکونی قرار گرفته و این مسئله باعث شده است که ضریب سازگاری در این نواحی پایین باشد. همچنین متوسط ضریب همجواری در مناطق نشان می‌دهد که پس از منطقه یک و هفت، مناطق دو و شش نیز از منظر آسایش صوتی، سازگاری در همجواری رعایت نشده است.

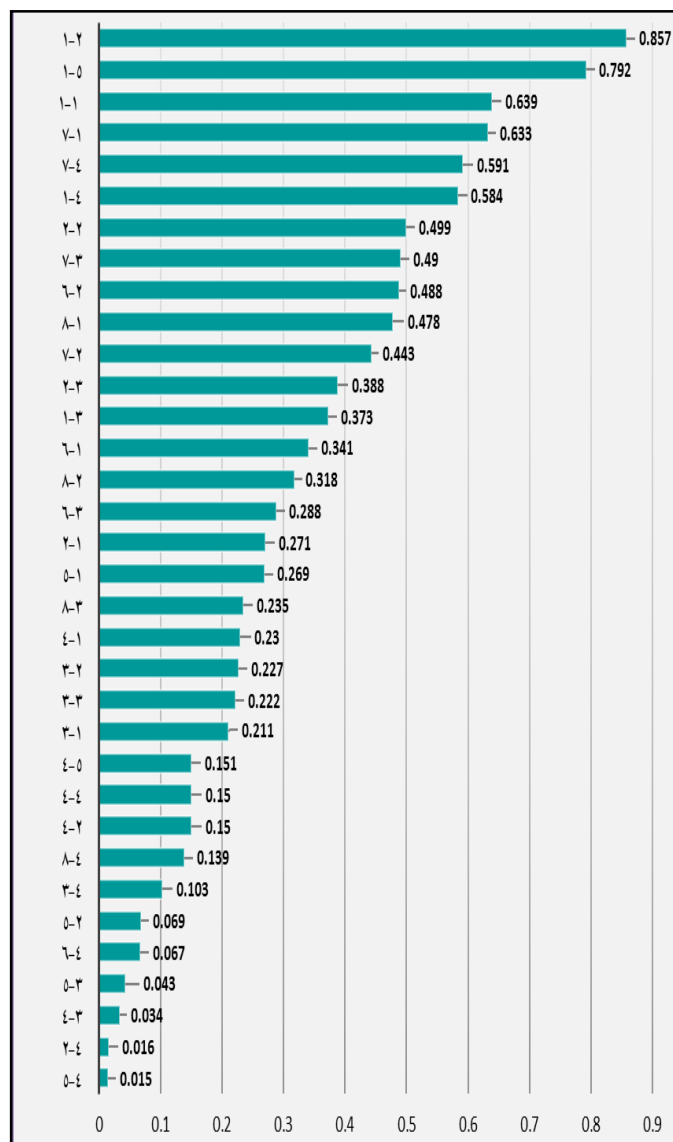


جدول ۶. ضریب ناسازگاری همجواری کاربری‌های شهری اهواز به تفکیک نواحی

منطقه نواحی	منطقه ۱	منطقه ۲	منطقه ۳	منطقه ۴	منطقه ۵	منطقه ۶	منطقه ۷	منطقه ۸
۱	۰/۶۳۹	۰/۲۷۱	۰/۲۱۱	۰/۲۳۰	۰/۲۶۹	۰/۳۴۱	۰/۶۳۳	۰/۴۷۸
۲	۰/۸۵۷	۰/۴۹۹	۰/۲۷۷	۰/۱۵۰	۰/۰۶۹	۰/۴۸۸	۰/۴۳۳	۰/۳۱۸
۳	۰/۳۷۳	۰/۳۸۸	۰/۲۲۲	۰/۰۳۴	۰/۰۴۳	۰/۲۸۸	۰/۴۹۰	۰/۲۳۵
۴	۰/۵۸۴	۰/۰۱۶	۰/۱۰۳	۰/۱۵۰	۰/۰۱۵	۰/۰۶۷	۰/۵۹۱	۰/۱۳۹
۵	۰/۷۹۲	-	-	۰/۱۵۱	-	-	-	-
صنعتی* نظامی* بایر (نظامی و تأسیسات) ***	-	۰/۰۵۹ **	-	-	-	-	***۰/۳۱۲	***۰/۰۱۵
متوسط ضریب نواحی	۰/۶۴۹	۰/۲۹۳	۰/۱۹۱	۰/۱۴۳	۰/۰۹۹	۰/۲۹۶	۰/۵۳۹	۰/۲۶۱

منبع: یافته‌های پژوهش

در نهایت یافته‌های تحلیل مکانی از ضریب سازگاری در همجواری کاربری‌های صداساز با کاربری مسکونی در کلان‌شهر اهواز به تفکیک مناطق و نواحی نشان داده است که نواحی مرکزی شهر به علت تمرکز فعالیت‌های اصلی بازار قدیم اهواز و کانون اصلی تولید سفر این شهر همچنین تمرکز کارگاه‌های تولیدی، انتشاراتی، خورده فروشی و عمده‌فروشی پوشاک و ... از یکسو و در نواحی پیرامون مرز محدوده شهر (نقشه ۴) که کانون استقرار صنایع سنگین شهر اهواز همچون صنایع فولاد خوزستان، فولاد اکسین، لوله‌سازی اهواز، شرکت نورد لوله و همچنین تمرکز شرکت‌های نفتی می‌باشند، به عنوان نواحی با ضریب پایین آسایش صوتی و ضریب بالای ناسازگاری در همجواری کاربری‌های مشاهده می‌شود. علاوه بر این نکته قابل ذکر عبور میان بافتی خط ریل راه‌آهن سراسری اهواز نیز از جمله آلاینده‌های صوتی قابل ذکر در مناطق یک، دو و هفت شهرداری اهواز می‌باشند. شکل ۶ ضریب ناسازگاری در همجواری کاربری‌ها در کلان‌شهر اهواز را نشان می‌دهد.



شکل ۶. ضریب ناسازگاری در هم‌جواری کاربری‌ها در کلان‌شهر اهواز به تفکیک نواحی



۶- نتیجه‌گیری

از دیدگاه علم برنامه‌ریزی شهری، الزامات و ملاحظات مکانی و نوع استقرار کاربری‌های شهری از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آسایش صوتی و یا ایجاد آلودگی صوتی می‌باشد. امروزه آلودگی صدا از مهم‌ترین عوامل آزاردهنده در محیط‌های مدرن زندگی - کار محسوب می‌شود و وجود آن، آسیب‌های جبران‌ناپذیری بر روی سلامت ساکنان نواحی می‌گذارد؛ بنابراین رعایت اصول همجواری سازگار کاربری‌ها ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. چرا که همجواری مناسب کاربری‌های شهری به‌ویژه همجواری کاربری‌ها نسبت به کاربری مسکونی می‌تواند تا حد بسیار زیادی از میزان آلودگی صوتی بکاهد و آسایش صوتی را برای ساکنین فراهم آورد. در پژوهش حاضر با هدف سنجش ضریب مکانی سازگاری در همجواری کاربری اراضی برای دستیابی به آسایش صوتی در نواحی کلان‌شهر اهواز، ابتدا کاربری‌های مهم ناسازگار و آلاینده در قالب کاربری‌های صداساز مشخص شده و سپس از ابزارهای فاصله اقلیدسی، توابع عضویت فازی، جبر نقشه و هم‌پوشانی فازی برای تهیه نقشه آسایش صوتی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. در ادامه برای تعیین میانگین ضریب مکانی همجواری کاربری‌ها در هر ناحیه از برنامه جانبی تحلیل‌گر فضایی و همچنین از مدل دلفی فازی جهت وزن‌دهی به معیارها استفاده شده است.

نتایج آنالیز مکانی در این پژوهش در ۴ بعد به‌صورت زیر قابل بررسی می‌باشند:

← **بعد اول**، سنجش وضعیت همجواری کاربری‌های شهری می‌باشد. در این بعد، نقشه وضعیت همجواری کاربری اراضی کلان‌شهر به تفکیک نواحی شهری تهیه شد (شکل ۶ و ۷). نتایج حاصل نشان می‌دهد، کمترین میزان رعایت اصول همجواری در مرکز شهر و بخصوص مربوط به ناحیه (۱ و ۲) از منطقه یک و ناحیه (۱) از منطقه هفت می‌باشد. در این نواحی کاربری‌های ناسازگار و نسبتاً ناسازگار در مجاورت با کاربری مسکونی موجب عدم سازگاری و سلب آسایش صوتی از ساکنین گشته است. تمرکز و تراکم فعالیت‌های تجاری با تراز صوتی بالای ۷۵ دسی‌بل و انبارها با تراز صوتی بالای ۸۰ دسی‌بل و وجود شبکه معابر با تراز صوتی بالا در محدوده مرکزی از دلایل سطح آلودگی صوتی بالا در این نواحی است. به دلیل استقرار کاربری‌ها و مشاغل آلاینده و صداساز بیشترین آلودگی صوتی در مرکز شهر می‌باشد و با فاصله گرفتن از مرکز، از آلودگی صوتی کاسته می‌شود و رعایت اصول همجواری کاربری مسکونی با کاربری‌های ناسازگار و نسبتاً ناسازگار در مرکز شهر خیلی کم می‌باشد و اصل همجواری در کاربری اراضی از منظر آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز رعایت نشده است.

← **بعد دوم**، تحلیل ضریب مکانی همجواری کاربری‌ها در کلان‌شهر اهواز می‌باشد، نتایج تحلیل مکانی همجواری کاربری‌ها نشان می‌دهد: ناحیه ۲ با ضریب (۰/۸۵۷)، ناحیه ۵ با ضریب (۰/۷۹۲) و ناحیه ۱ با ضریب (۰/۶۳۹) همگی از منطقه یک و پس از آن ناحیه ۱ از منطقه هفت با ضریب (۰/۶۳۳) بالاترین میزان ناسازگاری در همجواری را دارا می‌باشند و بالطبع کمترین ضریب آسایش صوتی در این نواحی قابل مشاهده است.

← **بعد سوم**، تحلیل موضعی از بین کاربری‌ها و مشاغل آلاینده، صنایع سنگین، پایانه مسافربری، کارگاه‌های مزاحم، تعمیرگاه‌های متعدد، کاربری نظامی-انتظامی و عبور شبکه معابر (بزرگراه و راه‌های اصلی)، مهم‌ترین مشاغل آلاینده‌ای هستند که موجب سلب آسایش ساکنین می‌گردد. از این قبیل می‌توان به مواردی چون: راه‌آهن در منطقه شش، فرودگاه اهواز در منطقه سه، وجود کارگاه‌های متعدد در منطقه شش، از جمله (کارگاه سنگ‌بری در منطقه شش و کارگاه جوشکاری در منطقه هشت و...)، ورزشگاه تختی در منطقه چهار و ورزشگاه انقلاب در منطقه هفت، بازار در منطقه یک (از جمله بازار میوه، بازار الکترونیک و...)، مرکز نظامی-انتظامی در منطقه دو، ناحیه صنعتی کارون در منطقه هفت، تعداد زیادی از صنایع سنگین از جمله (کارخانه آرد خوزستان، شرکت گلریز، شرکت میثاق نصر، کارخانه لوله‌سازی و...) در منطقه شش، عبور بزرگراه از مناطق دو و شش و همچنین مناطق هفت و هشت و پایانه مسافربری انتهای خیابان انقلاب واقع در سه‌راه خرمشهر در منطقه شش اشاره کرد.

← **بعد چهارم**، روند گسترش فضایی، الگوی ناسازگار استقرار کاربری‌ها، وسعت شهری، تراکم بالای جمعیتی و ساختمانی، عملکردهای صنعتی-کارگاهی و دلایل متعدد دیگر سبب شده است تا همواره یکی از علل نارضایتی شهروندان اهوازی از زندگی در این شهر، نداشتن آسایش صوتی و یا تعداد زیاد آلاینده‌های صوتی در این شهر باشد.

← در نهایت به منظور بالابردن ضریب آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز راهکارهایی پیشنهاد می‌شود که عبارت‌اند از:

اول: ساماندهی و انتقال واحدها و کارگاه‌های مزاحم از منطقه شش کلان‌شهر اهواز (جوشکاری، تراشکاری، صافکاری و تعمیرگاه‌ها) به خارج از شهر، **دوم:** اجرای طرح ساماندهی مشاغل مزاحم (جمع‌آوری دست‌فروشان به ویژه از نواحی مرکزی و انتقال به مکانی مناسب)، **سوم:** گسترش و توسعه فضای سبز در مناطق دو و شش کلان‌شهر اهواز با استفاده از گونه‌های گیاهی مناسب و سازگار با شرایط محیطی مناطق، **چهارم:** اصلاح ساختار مهندسی شبکه‌های



پرتدد در مناطق جهت جلوگیری از ازدحام وسایل نقلیه و افزایش کاربری و ایجاد تسهیلاتی نظیر پارکینگ‌های عمومی در مناطق و در نهایت پنجم: تمرکززدایی از مرکز شهر و منطقه یک و ایجاد هسته‌های خدماتی درجه دوم و سوم در نواحی. ششم: تعیین حریم ساخت‌وساز در مجاورت با شبکه ریلی و استفاده از دیواره‌های صوتی در بافت شهری پیرامون خط ریلی. هفتم: کنترل و مدیریت زمانی حمل‌ونقل ماشین‌های سنگین در نواحی منطبق بر مرز محدوده شهری به ویژه پیرامون صنایع سنگین پیراشهری. هشتم: جلوگیری از هرگونه ساخت‌وساز فضاهای مسکونی و غیرمسکونی حساس به آلودگی صوتی. نهم: ایجاد پارک و فضاهای سبز شهری (به ویژه در پهنه‌های با ضریب پایین آمایش صوتی) که علاوه بر تصفیه هوا، جذب گردوغبار، تولید اکسیژن، در کاهش اثر آلاینده‌های صوتی مؤثر می‌باشند.

منابع

- ابراهیمی، میلاد و هاشمی‌پرست، سید امید (۱۳۹۰) «بررسی علل و آسیب‌های آلودگی صوتی در شهرها و ارائه راهکارهای مدیریتی برای پیشگیری و رفع آن»، پنجمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست، انجمن مهندسی محیط‌زیست ایران، تهران.
- ابوالحسنی، سمیه، کریمی، محمد و طالعی، محمد (۱۳۹۲) «ارزیابی اثر همسایگی و حسن هم‌جواری کاربری‌های شهری در مقیاس ریزدانه»، اولین همایش ملی جغرافیا و شهرسازی و توسعه پایدار، تهران.
- بازیار دهکردی، گلشن و خاکپور، براتعلی (۱۳۹۳) «پیاده‌سازی ماتریس‌های همجواری در سیستم اطلاعات مکانی به منظور تعیین و تحلیل کاربری‌های شهری، شهر شهر کرد»، ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر مؤلفه‌های شهر اسلامی، مشهد مقدس.
- باقری، حمید، پرهیزکار، طیبه، پورسید، بهار، تبار، علی و مکانیک، مینا (۱۳۸۵) «راهنمای طراحی آکوستیکی فضاهای آموزشی»، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، وزارت مسکن و شهرسازی، معاونت امور فنی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، نشریه شماره ۳۴۳.
- بهرام‌سلطانی، کامبیز (۱۳۷۴) «مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی «کاربرد معیارهای آسایش صوتی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری»، انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، چاپ اول.
- حرینی، سید محسن (۱۳۷۷) «فرآیند طراحی شهری»، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.
- پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۸۷) «برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری»، انتشارات سمت، چاپ چهارم.
- رضایی‌مقدم، علی (۱۳۹۳) «بررسی تأثیر کاربری زمین بر محیط‌زیست شهری»، ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر مؤلفه‌های شهر اسلامی، مشهد مقدس.
- تقوایی، مسعود و رخشانی‌نسب، حمیدرضا (۱۳۸۹) «تحلیل و ارزیابی مکان‌گزینی فضاهای آموزشی شهر اصفهان»، مدرس علوم انسانی - برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۴، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۹.
- رضوی‌پور، مریم و تیموری، رضا (۱۳۸۹) «تحلیل ارتعاش تیر یکسر گیردار در یک محیط آکوستیک با یک منبع صوت متحرک»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مکانیک - طراحی کاربردی، دانشگاه زنجان.
- زیاری، کرامت‌الله، حسینی، سیدعلی، حسینی، سیدمحمد و مینایی، مسعود (۱۳۸۹) «تحول در مفهوم و پارادایم برنامه‌ریزی کاربری اراضی»، مدرس علوم انسانی - برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۱۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹.



- طبیعی، علی. نصیری، پروین، ورشوساز، کتایون و راسخ، عبدالرحمن (۱۳۹۰) «بررسی میزان آلودگی صوتی منطقه ۶ شهر اهواز (فصل زمستان) و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل و کاهش آن»، *اولین همایش ملی محیط زیست و آلاینده‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز*.
- ظروفچین تمیزی، پریسا، میرسنجری، میرمهرداد و ناظری، احمدرضا (۱۳۹۱) «بررسی تأثیر آلودگی صوتی ناشی از ترافیک بر روی اختلالات خواب انسان در مناطق ۶ و ۱۳ شهر تهران»، *پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر*.
- عبدی، محمدحامد و بهاری، مهدی (۱۳۹۳) «نقش رویکرد توسعه‌ی حمل و نقل محور (tod) در کاهش آلودگی‌های ناشی از ترافیک شهری»، *ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر مولفه‌های شهر اسلامی، مشهد مقدس*.
- علی‌آبادی، محسن، مهدوی، ندا، فرهادیان، مریم و شفیعی مطلق، مسعود (۱۳۹۲) «بررسی آلودگی صدا و آسایش آکوستیکی در کلاس‌های درس دانشگاه علوم پزشکی همدان»، *فصلنامه انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی/ایران، مجله ارگونومی، دوره ۱، شماره ۲*.
- کریمی، الهه، (۱۳۸۹) «آلودگی صوتی»، *ماهنامه استاندارد، شماره ۲۲۱، دی ۱۳۸۹*.
- کیانی‌صدر، مریم، نصیری، پروین، سخاوت‌جو، محمدصادق و عباسپور، مجید (۱۳۸۸) «ارزیابی آلودگی صدا در شهر خرم‌آباد به منظور ارائه راهکارهای اجرایی جهت کنترل و کاهش آن»، *فصلنامه محیط شناسی، شماره ۵۰*.
- محرم‌نژاد، ناصر و صفری‌پور، مهسا (۱۳۸۷) «تأثیر توسعه شهری بر روند آلودگی صوتی در منطقه یک تهران و ارائه راهکارهای مدیریتی برای بهبود شرایط»، *علم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۱۰، شماره ۴*.
- مرتضوی مهرآبادی، علی و متقی، طاهره (۱۳۹۲) «انواع آلودگی صوتی در محیط شهری و تمهیدات مؤثر در جهت کاهش آن‌ها»، *دومین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشگاه تهران. مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران (۱۳۹۳) «مطالعه و بررسی پراکندگی فعالیت‌ها و مشاغل ناسازگار در تهران و پیامدهای آن»*.
- مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران (۱۳۹۴) «معیارها و شاخص‌های تعیین تراکم یا عدم تراکم مشاغل و صنایع در شهر تهران».
- محمّدی ده چشمه، مصطفی و فرشته شنبه‌پور، ۱۳۹۶، *سنجش ضریب مکانی آسایش صوتی در کلان شهر اهواز، نشریه محیط شناسی، دوره ۴۳، شماره ۲*.
- معاونت برنامه‌ریزی و توسعه (۱۳۹۳) «آمارنامه شهر اهواز، شهرداری اهواز».
- مومنی، ضیال‌الدین (۱۳۹۳) «آلودگی صوتی در تهران با نگرش حقوقی»، <http://www.aftabir.com>

- Abdi, Mohammad Hamed and Bahari, Mehdi (۲۰۱۴) "The role of transport-driven development approach (tod) in reducing pollution caused by urban traffic", ۳th National Conference on Urban Planning and Management with emphasis on the components of Islamic city, Holy Mashhad. (In Pershian).
- Abolhasani, Somayeh, Karimi, Mohammad and Talei, Mohammad (۲۰۱۳), Assessment of the Neighborhood Effect and Good Neighborhood of Urban Applications in Small Scale, First National Conference on Geography and Urban Development and Sustainable Development, Tehran. (In Pershian).
- Agarwal, S. & Swami, B.L. (۲۰۱۰). Status of ambient noise levels in Jaipur City, Environ. Conser. J., ۱۱ (۱, ۲), ۱۰۵-۱۰۸.
- Ali Abadi, Mohsen, Mahdavi, Neda, Farhadian, Maryam and Shafiei Motlagh, Masoud (۲۰۱۳) "Study of sound pollution and acoustic comfort in classrooms of Hamedan University of Medical Sciences", Journal of Ergonomics and Human Factor Engineering, Quarterly Journal of Ergonomics, Vol ۱, No. ۲. (In Pershian).
- Bagheri, Hamid, Pahizkar, Tayyebbeh, Pourseyyed, Bahar, Tabar, Ali and Mekanik, Mina (۲۰۰۶), Guide acoustic design of educational facilities, Organization for Management and Planning, Ministry of Housing and Urban Development, Deputy Director of Technical Affairs, Building and Housing Research Center, No. ۳۴۳. (In Pershian).
- Bahram Soltani, Kambiz (۱۹۹۵), Set of topics and methods of urbanization, application of sound comfort criteria in urban planning and design, Center for Studies and Researches on Urbanism and Architecture of Iran Publishing, First Edition. (In Pershian).
- Bahreini, Seyyed Mohsen (۱۹۹۸), "Urban Design Process", Iran University of Science and Technology, Tehran. (In Pershian).
- Bhagwat, P.H. & Pramod, M. (۲۰۱۳). Study of noise pollution during Ganesh Utsav in Yavatmal City, Int. J. Pharma. Chem. Sci., ۲ (۱), ۴۹۶-۴۹۸.
- Ebrahimi, Milad and Hashemi Parast, Seyyed Omid (۲۰۱۱), Evaluating the causes and effects of noise pollution in cities and providing management solutions for preventing and removing them, Fifth National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering, Iranian Environmental Engineering Society, Tehran. (In Pershian).
- El-Fadel, M. (۲۰۰۲). Parametric Sensitivity Analysis of Noise Impact of Multi highways in Urban Areas. Environmental Impact Assessment. Vol. ۲۲, pp. ۱۴۵-۱۶۲. (doi:۱۰.۱۰۱۶/S۰۱۹۵-۹۲۵۵(۰۱)۰۰۱۰۱-۹).
- Kiani Sadr, Maryam, Nasiri, Parvin, Omid, Mohammad Sadegh and Abbaspour, Majid (۲۰۰۹) "Assessment of noise pollution in Khorramabad city in order to provide executive solutions for control and reduction", Journal of Environmental Studies, No. ۵۰. (In Pershian).
- Lad R. J.; Patil, V. N. & Raut, P. D. (۲۰۱۱). Study of noise pollution during Deepawali festival in Kolhapur City of Maharashtra, India, Ind. Streams Res. J., ۱ (۷), ۸۲.



- Mohammadi DehCheshmeh, Mostafa and Fereshteh shanbehpour, (۲۰۱۷), Measurement of the Coefficient of Sound Quality in Ahwaz Metropolis, Journal of Ecology. Vol. ۴۳, No. ۲. (In Pershian).
- Moharam Nejad, Naser and Safari Pour, Mahsa (۲۰۰۸) "The Effect of Urban Development on the Sound Pollution in Tehran Region and Providing Management Solutions for Improving Condition", Science and Technology of the Environment, Vol. ۱۰, No. ۴. (In Pershian).
- Momeni, Ziaeddin (۲۰۱۴), "Voice Pollution in Tehran with a Legal Attitude. <http://www.aftabir.com>. (In Pershian).
- Mortazavi Mehrabadi, Ali and Mottaghi, Tahereh (۲۰۱۳), "Types of noise pollution in the urban environment and effective measures to reduce them", Second Conference on Environmental Planning and Management, Tehran, Tehran University. (In Pershian).
- Oral, G. and Yener, A. (۲۰۰۲). Building envelope design with the Parkes, Alison, Kearns, Ade, Atkinson, Rowland. What Makes People Dissatisfied with their Neighbourhoods? Urban Studies, ۳۹: ۲۴۱۳-۲۳۸.
- Planning and Development Deputy (۲۰۱۴), "Statistics of Ahwaz City, Ahvaz Municipality. (In Pershian).
- Pourmohammadi, Mohammad Reza (۲۰۰۸) "Urban Land Use Planning", Samt Publishing, Fourth Edition. (In Pershian).
- Razavi Pour, Maryam and Teymouri, Reza (۲۰۱۰) "Analysis of the vibration of an inclined beam in an acoustic environment with a moving sound source", Master's thesis in Mechanical Engineering-Applied Design, University of Zanjan. (In Pershian).
- Rezaei Moghadam, Ali (۲۰۱۴) "Investigating the Effect of Land Use on Urban Environment", Sixth National Conference on Urban Planning and Management with Emphasis on Components of Islamic City, Holy Mashhad. (In Pershian).
- Savale P. A. (۲۰۱۴). Effect Of Noise Pollution On Human Being: Its Prevetion And Control, Journal of Environmental Research And Development, Vol. ۸ No. ۴.
- Sherbinin, A. & Martine, G. (۲۰۰۷). Urban Population, Development and Environment Dynamics, CICRED, Paris.
- Singh. A, Singh Kohli. J, (۲۰۱۲), Effect of Pollution on Common Man in India: A Legal Perspective, Advances in Life Science and Technology, Vol ۴, ۲۰۱۲. ISSN ۲۲۲۴-۷۱۸۱ (Paper) ISSN ۲۲۲۵-۰۶۲X.
- Tabibi, Ali. Nasiri, Parvin, Varshosaz, Katayoun and Rasekh, Abdorrahman (۲۰۱۱) "Survey of noise pollution in district ۶ of Ahwaz city (winter season) and providing management solutions for its control and reduction", The first national conference on environment and pollutants, Islamic Azad University Ahvaz branch. (In Pershian).
- Taghvai, Masoud and Rakhshani Nasab, Hamid Reza (۲۰۱۰) "Analysis and evaluation of educational places in Isfahan city", Moderator of Humanities, Planning and Approval of Space, Vol ۱۴, No ۳, Autumn ۲۰۱۰. (In Pershian).
- Tehran Study and Planning Center (۲۰۱۴), "Study of the Distribution of Inconsistent Activities and Jobs in Tehran and its Consequences." (In Pershian).

- Tehran University of Studies and Planning (۲۰۱۳), "Criteria and Indicators for Determining the Disturbance of Non-Disturbing Occupations and Industries in Tehran. (In Persian).
- Tervo, O, Christoffersen, M, Simon, L, Miller, A. & Jensen, F. (۲۰۱۲). High source levels and small active space of high-pitched song in bowhead whales (*balaena mysticetus*). PLOS ONE Journal ۱۲: ۵۲-۷۲. (<https://doi.org/10.1371>).
- Xie, H, Kang, J & Mills, GH. (۲۰۰۹). The impact of noise on patients sleep and the effectiveness of noise reduction strategies in intensive care units, Crit.Care, ۱۳ (۲), ۲۰۸. (doi: [10.1186/cc7154](https://doi.org/10.1186/cc7154)). - Bazyar Dehkordi, Golshan and Khakpour, Baratali (۲۰۱۴), Implementation of Neighborhood Matrices in Spatial Information System to Determine and Analyze Urban Applications, Shahrekord City, Sixth National Conference on Urban Planning and Management with emphasis on the components of Islamic city, Holy Mashhad. (In Persian).
- Ziyari, Karmatollah, Hosseini, Seyyed Ali, Hosseini, Seyyed Mohammad and Minaei, Masoud (۲۰۱۰), "Transformation in the Concept and Land Use Planning Paradigm", Teacher of Humanities, Planning and Approval of Space, Vol ۱۴, No ۲. (In Persian).
- Zroofchyn Tamizi, Parisa, Mirsanjeri, Mirmehrdad and Nazeri, Ahmad Reza (۲۰۱۲), "The Effect of Traffic-Sonic Pollution on Sleep Disorders in Tehran's ۱۳th and ۱۴th Districts", Master's thesis, Environmental Faculty, Faculty of Natural Resources and Environment Malayer University. (In Persian).