

سنجش ضریب مکانی آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز

مصطفی محمدی ده‌چشمه^{۱*}، فرشته شنبه‌پور^۲

۱. استادیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. کارشناسی‌ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز

vafashanbepoor@yahoo.com

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۵/۰۳

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۳/۲۳

چکیده

آلودگی صوتی^۱ یکی از معضلات رو به افزایش زیست‌بوم‌های شهری است که با سلب آسایش صوتی^۲ از شهروندان، عاملی زیان‌آور برای سلامتی روحی، روانی و جسمی شناخته شده است. اهواز، به عنوان کانون شهری استراتژیکی غرب ایران و شهری چندنقشی در مقیاس ملی، با توجه به روند گسترش فضایی، الگوی استقرار صنایع سنگین و کارگاه‌ها، عبور خط راه‌آهن سراسری از درون بافت شهر و دلایل متعدد دیگر، از شهرهای با تعداد بالای آلاینده‌های صوتی و میزان پایین آسایش صوتی محسوب می‌شود. نارضایتی شهروندان از آلودگی صوتی، جمعیت‌گریزی و کاهش قیمت زمین شهری در بخش‌های با تراز بالای صوتی از مهم‌ترین پیامدهای آلاینده‌های صوتی در کلان‌شهر اهواز است. بر این اساس، هدف از پژوهش حاضر، سنجش ضریب مکانی آسایش صوتی در نواحی کلان‌شهر اهواز است. پژوهش حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی است و رویکرد حاکم بر آن، تحلیل مکانی است. در آنالیز مکانی پس از شناخت تمامی کاربری‌های صداساز، پهنه‌بندی آلودگی صوتی در سطح نواحی کلان‌شهر اهواز با استفاده از برنامه‌ی جانبی تحلیل فضایی^۳، و ابزار Fuzzy Overlay و Kriging و در سه مرحله انجام گرفت. در نهایت، نقشه آسایش صوتی تهیه شد. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که ناحیه ۴-۲ (ناحیه ۴ در منطقه ۲) با ضریب مکانی ۰/۸۷۹ و ناحیه ۱-۶ (ناحیه ۱ در منطقه ۶) با ضریب ۰/۸۰۷ از کمترین آسایش صوتی برخوردارند. همچنین، نواحی ۱-۵ (ناحیه ۱ در منطقه ۵) و ۵-۴ (ناحیه ۵ در منطقه ۴) بالاترین ضریب آسایش صوتی را دارند.

کلیدواژه

آسایش صوتی، آلودگی صوتی، ضریب مکانی، کلان‌شهر اهواز.

۱. سرآغاز

آلودگی‌های محیط‌زیستی در سه دهه اخیر بیش از گذشته توجه جهانیان را به‌خود جلب کرده است، در این میان موضوع آلودگی صوتی شهرها در بیشتر کشورها مشکلی فراگیر و حتی جهانی مطرح است (Chandio et al., 2010). آلودگی صوتی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیستی در نواحی شهری و محصول توسعه و پیشرفت فناوری است. امروزه، می‌توان آلودگی صوتی را کمابیش در تمامی نقاط

مشاهده کرد که طبق نوع منابع تولید آلودگی صوتی، تراکم جمعیت، شرایط جغرافیایی و سایر، یا به‌طور دائم و پایا یا به‌شکل موقت و گذرا به چشم می‌خورد (ظروفچین‌تمیزی و همکاران، ۱۳۹۱). آلودگی صدا از مهم‌ترین عوامل آزاردهنده در محیط‌های زندگی محسوب می‌شود که علاوه بر آثار فیزیولوژیایی، باعث افزایش تنش اکسایشی، کاهش قابلیت درک گفتار، تمرکز و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود (Le Muet, 2012).

ساختمانی، عملکردهای صنعتی-کارگاهی و دلایل متعدد دیگر سبب شده است تا همواره یکی از علل نارضایتی شهروندان از زندگی در شهر اهواز، نداشتن آسایش صوتی یا تعداد زیاد آلاینده‌های صوتی در این شهر باشد. از این رو، تحقیق حاضر به دنبال پاسخگویی به سؤال‌های زیر است:

- توزیع مکانی ضریب آسایش صوتی در نواحی مختلف شهر اهواز چگونه است؟
- بیشترین و کمترین ضریب آلودگی صوتی مربوط به کدام نواحی و مناطق شهری است؟

۲. پیشینه

در رم باستان قوانینی در مورد صدای ساطع شده از چرخ‌های آهنی واگن‌هایی وجود داشت که سنگ‌های جاده را می‌کوبیدند و باعث اختلال در خواب و ناراحتی مردم می‌شدند (اکبریور و همکاران، ۱۳۹۲). بررسی آلودگی صوتی 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. بعد از انتشار نتایج این بررسی، کمیسیون کاهش صدا تشکیل شد و تا به امروز فعال است. همچنین، بررسی آلودگی صوتی در ایران و تهران نشان داده است که تا قبل از سال ۱۳۵۶ مطالعات چندانی در زمینه آلودگی صوتی در ایران انجام نگرفته و تحقیقات انجام شده در زمینه آلودگی صوتی در محیط کار، آثار سوء ناشی از آن و روش‌های کاهش و کنترل آن بوده است. اکثر پژوهش‌های موجود در زمینه ارزشیابی آثار صدا بر شاغلان در صنایع مختلف انجام شده است و در محیط‌های طبیعی کمتر به آن توجه می‌شود (محرم‌نژاد و صفری‌پور، ۱۳۸۷). فیضی و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آسایش صوتی کاربران در بوستان‌های شهری» آسایش صوتی در بوستان‌های شهری تهران را بررسی کردند و دریافته‌اند که تراز معادل صدا در تمامی نقاط بوستان‌ها بالاتر از ۶۳

رضایت ساکنان از فضا تابع شرایط محیطی همچون آسایش صوتی، اقلیمی و شرایط اجتماعی به صورت توأمان است (فیضی و همکاران، ۱۳۹۳). کاهش آلاینده‌های صوتی در فضای باز به صورتی که مطلوب غالب کاربران باشد، تعریف‌کننده آسایش صوتی است و میزان آن در فضای باز شهری از عوامل تعریف‌کننده کیفیت فضای شهری است (Oral and Yener, 2002). مطالعات سال‌های اخیر نشان می‌دهد که کاهش صوت در محیط‌های شهری الزاماً به معنای افزایش آسایش صوتی نیست و در اکثر موارد ناراحتی حاصل از صدا فقط با محتوای فرکانس یا با مقدار تراز معادل صوت مشخص نمی‌شود، بلکه کیفیت نوع صدا و ادراک کاربر نیز بر آن مؤثر است (Yang and Kang, 2005).

عوامل مؤثر در سنجش آسایش صوتی در فضای باز شهری عبارت است از جنبه‌های ادراکی کاربران، جنبه‌های اجتماعی و فرهنگی، همچنین ارزیابی جنبه‌های فیزیکی صوت (Kang et al., 2004). ارزیابی تأثیرات صوت بر انسان غالباً ذهنی و کمتر متکی بر دریافت عینی شخص از محیط است. در محیط‌های شهری، مطالعه معنایی درک افراد از صوت، شامل آسایش و ناراحتی، خوب و بد، مطلوب و منفور، طبیعی و مصنوعی، و نرم و خشن معیارهای اصلی ارزیابی صداهای پیرامونی است (Yang and Kang, 2005). کاربری اراضی از جمله مباحث مهم در برنامه‌ریزی شهری به حساب می‌آید. در مفهوم کاربری اراضی که علم تقسیم زمین و مکان برای کاربردها و مصارف مختلف زندگی است، هدف اصلی عبارت است از استفاده مناسب و در نهایت آماده‌سازی زمین در جهت مصارف مختلف شهری (پورموسوی و امینی، ۱۳۸۹).

در دو دهه گذشته روند رو به تزاید شهرنشینی در ایران و عدم توجه کافی به اصول استقرار کاربری سبب طرح معضل آلودگی صوتی در اکثر شهرهای بزرگ ایران شده است. اهواز بزرگ‌ترین شهر جنوب و جنوب‌غرب کشور است. روند گسترش فضایی، الگوی ناسازگار استقرار کاربری‌ها، وسعت شهری، تراکم بالای جمعیتی و

رسیدند که بین ارزیابی عوامل محیطی همچون دمای هوا، رطوبت و درخشندگی با بلندی صدای ذهنی همبستگی معناداری وجود دارد. همچنین، نگرش پاسخ‌دهندگان به صدای محیط‌زیست ارزیابی خود را از بلندی صدای ذهنی و آسایش صوتی تحت تأثیر قرار داد.

۳. محدودۀ 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 کیلومتر مربع مساحت و هفت منطقه شهرداری^۴ از شهرهای وسیع کشور است. موقعیت این شهر از نظر جغرافیایی در ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است و در جلگه‌ای با ارتفاع ۱۸ متر از سطح دریا قرار دارد (جوکار، ۱۳۹۰). مناطق شهری اهواز براساس سرشماری ۱۳۹۰، ۲۴ درصد از کل جمعیت استان و ۳۳/۸۳ درصد از جمعیت شهری استان را تشکیل می‌دهد (نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن، ۱۳۹۰). در جدول ۱ جمعیت شهر اهواز به تفکیک مناطق آمده است. همچنین، در شکل ۱ نیز موقعیت جغرافیایی مناطق نشان داده شده است.

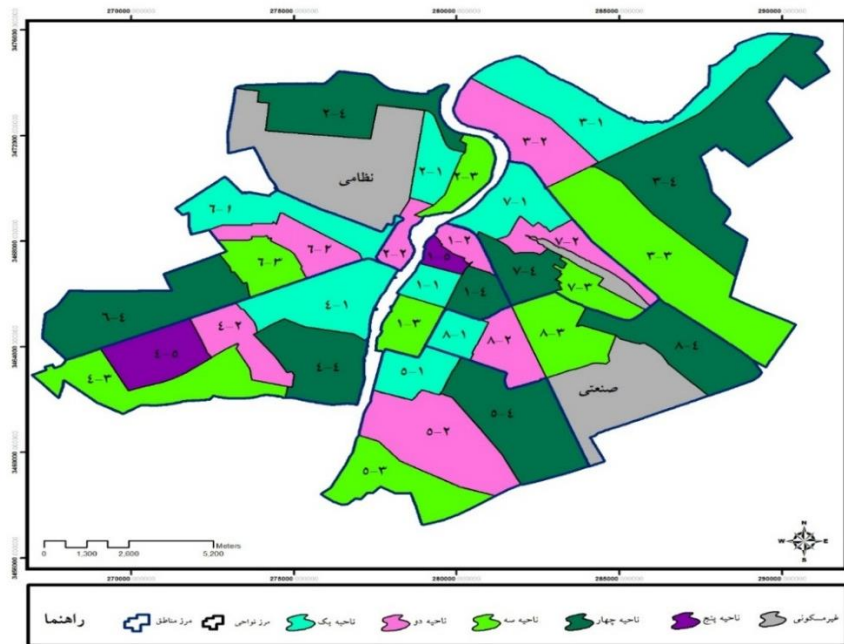
دسی‌بل است که بالاتر از حد استاندارد محیط‌زیست ایران است. تفاوت‌های میزان صوت اندازه‌گیری شده با احساس آسایش صوتی کاربران بیانگر این است که تراز معادل صدای اندازه‌گیری شده با احساس آسایش صوتی کاملاً همسو نیست و متأثر از کیفیت صوت و ادراک صداهای مستقل است.

طیبی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای به بررسی میزان آلودگی صوتی منطقه ۶ شهر اهواز و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل و کاهش آن پرداختند. در این مقاله، میانگین تراز معادل صوت به‌دست‌آمده از ۳۷ ایستگاه اندازه‌گیری در منطقه ۶ اهواز با مقادیر استاندارد صدای ایران مقایسه شد که در تمامی ایستگاه‌ها مقادیر بیش از حد استاندارد کشور بود. Yogesh و Ragiv (۲۰۱۲) به ارزیابی آلودگی صوتی در Kolhapur هند پرداختند. نتایج نشان داد که بالاترین تراز معادل فشار صوت ۷۲/۲۵ دسی‌بل در منطقه صنعتی-مسکونی، ۶۴/۴۷ دسی‌بل در منطقه تجاری-مسکونی، ۶۳/۷۱ دسی‌بل در منطقه آموزشی، ۵۳/۲۶ دسی‌بل در منطقه تفریحی و ۴۲/۸۴ دسی‌بل در منطقه سکوت بوده است. نتیجه مطالعه ارزیابی میزان صوت، وضعیت نگران‌کننده‌ای از آلودگی صوتی در Kolhapur هند را نشان داد. Jin و همکاران (۲۰۱۳)، در مقاله‌ای به ارزیابی آسایش صوتی پرداختند و به این نتیجه

جدول ۱. جمعیت شهر اهواز به تفکیک مناطق شهری (۱۳۹۰)

منطقه	جمعیت کل
۱	۱۲۵۰۲۵
۲	۹۶۶۲۲
۳	۱۷۶۴۶۸
۴	۱۹۶۹۶۵
۵	۷۲۰۳۹
۶	۱۷۲۴۴۹
۷	۱۴۷۵۷۱
۸	۱۳۲۲۵۵
شهر اهواز	۱۱۲۲۰۲۱

مأخذ: (شهرداری اهواز، ۱۳۹۱)



شکل ۱. محدوده شهری اهواز به تفکیک مناطق و نواحی شهری

۴. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و از لحاظ روش، توصیفی-تحلیلی است. رویکرد حاکم بر پژوهش تحلیل مکانی است. با توجه به رویکرد حاکم، تهیه بانک داده و تفکیک کاربری‌های پژوهش، گام نخست این نوشتار است. بر این اساس، با بررسی پیشینه پژوهش و با استناد به استانداردهای موجود و مطرح شده در سازمان حفاظت محیط‌زیست و مطالعات مرتبط، کاربری‌های موجود در کلان‌شهر اهواز تفکیک و بانک داده مرتبط با کاربری‌ها تهیه شد. در آنالیز مکانی پس از شناخت تمامی کاربری‌های صدا ساز، پهنه‌بندی آلودگی صوتی در سطح نواحی کلان‌شهر اهواز در نرم‌افزار ARC/GIS با استفاده از برنامه جانبی تحلیل فضایی، و ابزار Kriging و در سه مرحله برای کاربری‌های صدا ساز (مرحله نخست) و شبکه معابر شهری شامل محلی، شریانی درجه اول و شریانی درجه دوم (مرحله دوم) انجام گرفت. در نهایت، نقشه آسایش صوتی (مرحله سوم) از ترکیب نقشه‌های مذکور و با استفاده از تحلیل Fuzzy Overlay و عملگر SUM، برای نواحی شهری اهواز به دست آمد. مبنای تحلیل در این

بخش میزان صوت (دسی‌بل) قابل پیش‌بینی در هر کاربری و بر اساس استانداردهای موجود بوده است. در مرحله چهارم، برای تعیین ضریب مکانی آسایش صوتی در هر ناحیه از کلان‌شهر اهواز در محیط ARC/GIS با استفاده از برنامه جانبی تحلیلگر فضایی در سطح هر ناحیه، میانگین آسایش صوتی در هر ناحیه به دست آمد و به عنوان مقدار ضریب آسایش صوتی هر ناحیه در نظر گرفته شد.

۱.۴. روش Kriging در محیط نرم‌افزار GIS

این روش از روش‌های زمین‌آمار و یکی از تکنیک‌های بسیار مناسب و پیشرفته در تحلیل فضایی و توزیع منطقه‌ای داده‌های مکانی و روش برآورد بهینه است. متغیرهای استفاده شده در آن تا حدودی تصادفی است و از تابع هندسی مشخصی نیز تبعیت نمی‌کند (مهام و همکاران، ۱۳۹۳).

فرمول مورد استفاده در این روش به شرح زیر است.

$$Z(s_0) = \sum \lambda_i \times Z(s_i)$$

$Z(s_0)$ موقعیت نقاط مجهول، λ_i (فاصله و

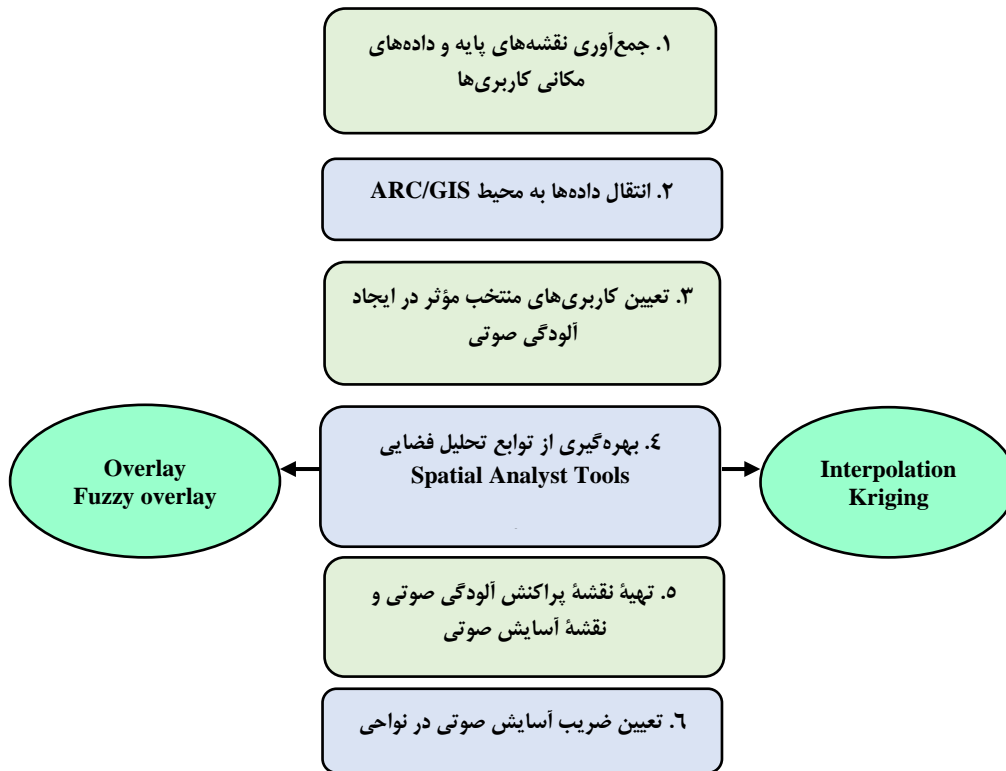
خودهمبستگی) مقدار اندازه‌گیری شده در نقطه s_i و $Z(s_i)$

مقادیر اندازه‌گیری شده در نقطه s_0 است.

۲.۴. همپوشانی با مدل فازی در محیط GIS

پس از فازی‌سازی داده‌ها با استفاده از مدل Fuzzy/Overlay لازم است عملیات ریاضی روی داده‌های فازی شده انجام پذیرد. این عملیات به وسیله عملگرهای متعددی اجرا می‌شود. در این پژوهش عملگر FUZZY ALGEBRAIC SUM به کار گرفته شده است. در این

اپراتور متمم ضرب مجموعه‌ها محاسبه می‌شود. به همین دلیل، در نقشه خروجی، برخلاف عملگر ضرب جبر فازی، ارزش پیکسل به سمت ۱ میل می‌کند. در نتیجه، تعداد پیکسل بیشتری در کلاس خیلی خوب قرار می‌گیرد (کرم و یعقوب‌نژاد اصل، ۱۳۹۲).



شکل ۲. فرایند خطی پژوهش

جدول ۳. کاربری‌های صداساز منتخب و حد آلودگی آن

شاخص	dB	شاخص	dB	شبکه معابر	dB
صنایع سنگین	۱۰۰	تعمیرگاه	۹۵	محلی	۷۵
تجاری	۶۵	آموزشی	۷۵	شریانی درجه ۱	۱۰۵
تجاری - اداری	۷۵	فرهنگی - مذهبی	۶۰	شریانی درجه ۲	۱۲۰
نظامی - انتظامی	۱۰۰	اداری	۶۰		
پایانه‌ها	۷۵	انبار	۸۰		
کارگاه‌ها	۹۵	بهداشتی - درمانی	۷۵		
تأسیسات و تجهیزات شهری	۱۱۰	مسکونی	۵۰		
ورزشی	۶۵	مسکونی - تجاری	۶۵		

منبع: (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۹۲)

۵. چارچوب نظری

صوت^۵ 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 به صورت موج در محیط انتشار می‌یابد، بر پرده گوش انسان اثر می‌گذارد، سبب ارتعاش آن می‌شود و در نتیجه بر عصب شنوایی تأثیر می‌گذارد و احساس شنوایی به انسان دست می‌دهد. صوت هنگامی تولید می‌شود که جسمی مانند تار مرتعش، یا تیغه یا صفحه به ارتعاش درآید و این ارتعاش به‌طور متناوب باعث متراکم شدن و از تراکم خارج شدن ذرات هوا می‌شود. این تراکم و انبساط سبب افزایش و کاهش فشار هوا به شکل موج می‌شود (رضوی پور و تیموری فعال، ۱۳۸۹). سروصدا صوت ناراحت‌کننده یا ناخواسته‌ای تعریف می‌شود و به دلیل آنکه موجب آزار مردم، تداخل با مکالمات و مختل کردن خواب می‌شود، ناخواسته است و خطری برای سلامتی عموم محسوب می‌شود (اسدی و صفارزاده، ۱۳۸۰). در علم آکوستیک، سروصدا را انرژی صوتی قابل شنیدن تعریف می‌کنند که بر سلامت جسمی و روانی موجودات زنده اثر معکوس و منفی دارد (Tervo et al., 2012). به عبارت دیگر، سروصدا نوعی آلودگی محیطی است که کیفیت زندگی انسان‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Sjodin et al., 2012) و عامل استرس‌زای محیطی در طول دو دهه گذشته بوده و به شدت افزایش پیدا کرده است (Shepherd et al., 2011). آسایش آکوستیکی یا آسایش صوتی، عدم وجود صداهای مزاحم و نابهنجار و آسایش افراد در محیط کار و زندگی از دیدگاه آکوستیکی است. عدم آسایش آکوستیکی در محیط موجب آزار صوتی و به هم خوردن تعادل روحی و روانی افراد می‌شود (علی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۲). در واقع، آنچه انسان مایل به شنیدن آن نیست، حتی صدای موسیقی که به‌طور ناخواسته از دستگاه شنوایی انسان دریافت می‌شود، آلودگی صوتی یا سروصدا نامیده می‌شود. آلودگی صوتی را صدای ناخواسته و تحمیلی و

صدایی در مکان و زمان نامناسب نیز تعریف کرده‌اند. از آنجا که اصطلاح آلودگی صوتی یا سروصدا نوعی ارزیابی کیفی است، کاملاً به نظام ارزش‌گذاری فرد بستگی دارد. همین عامل موجب می‌شود تا مفهوم آلودگی صوتی محتوا و ماهیتی ذهنی پیدا کند: صدای مطلوب برای فردی، ممکن است صدای نامطلوب برای فرد دیگری باشد (بهرام‌سلطانی، ۱۳۷۴). آلودگی صدا از مهم‌ترین عوامل آزاردهنده در محیط‌های زندگی و کار محسوب می‌شود که علاوه بر آثار فیزیولوژیکی، باعث افزایش تنش اکسایشی، کاهش قابلیت درک گفتار، تمرکز و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود (Le Muet, 2012). آلودگی صوتی در شهرهای بزرگ آسیب‌های جبران‌ناپذیری روی سلامت ساکنان آن نواحی دارد، از جمله کاهش شنوایی، آثار بالینی، تأثیر بر خواب، آثار روحی و روانی، اختلال در مکالمات و کاهش قدرت شنوایی (Belojevic et al., 1997). در میان عوامل ایجادکننده آلودگی صوتی در شهرهای امروزی عواملی همانند ترافیک، صنایع، ساخت‌وساز، و صدای حاصل از ترافیک به دلیل برهم‌زدن آرامش ساکنان شهرهای بزرگ توجه بسیاری را به خود جلب کرده است (El-Fadel et al., 2002)

دانشمندان صوت‌شناس معتقدند که امروزه دردی که ممکن است بر مغز و سلسله اعصاب انسان شهرنشین وارد شود، معادل ۱۲۰ دسی‌بل است. دانشمندان مقیاس‌هایی را ارائه داده‌اند که نشان‌دهنده اندازه انواع سروصداست. برخی از این مقیاس‌ها عبارت است از سروصدای معتدل خیابان ۶۰ تا ۷۰ دسی‌بل، سروصدای وسایل نقلیه در ساعات شلوغ ۸۰ تا ۸۵ دسی‌بل، حرکت اتومبیل در تونل ۹۹ دسی‌بل، صدای قطارهای زیرزمینی یا مترو ۱۰۴ دسی‌بل، صدای آژیر آمبولانس، ماشین آتش‌نشانی و پلیس ۱۰۵ تا ۱۱۵ دسی‌بل، موتورسیکلت در خیابان‌های شهر ۱۱۱ دسی‌بل، صدای دستگاه‌های جوشکاری و نظایر آن ۱۳۰ دسی‌بل، و صدای هواپیمای جت هنگام برخاستن ۱۵۰ دسی‌بل. بر اساس تحقیقات انجام‌شده، فشار روزافزون

برجسته سروصدای شهری شامل مواردی است چون ترافیک جاده‌ای، خطوط راه‌آهن، ساخت‌وساز، صنعت و سروصدای حاصل از فعالیت‌های ساختمانی (Singh & Singh Kohli, 2012).

با وجود این از دیدگاه علم برنامه‌ریزی شهری، الزامات و ملاحظات مکانی و نوع استقرار کاربری‌های شهری از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آسایش صوتی یا آلودگی صوتی است. در واقع، شهر متشکل از مجموعه‌ای از انواع کاربری‌های زمین و روابط بین آن‌هاست (رضایی مقدم، ۱۳۹۳). آسایش صوتی در شهر با کاربری‌های شهری رابطه مستقیم دارد؛ به این ترتیب که وجود برخی کاربری‌ها (مثل فرودگاه و صنایع سنگین) در محدوده شهر به دلیل ایجاد آلودگی صوتی بیش از حد ممنوع است (عبدی و بهاری، ۱۳۹۳) و استقرار برخی دیگر از کاربری‌ها که منشأ تولید آلودگی صوتی دارد با در نظر گرفتن ملاحظات مکانی مشروط است (مانند صنایع، پایانه‌های بار و مسافر، مراکز تجمع، مراکز نظامی، تعمیرگاه‌ها، صافکاری‌ها، کارگاه‌های صنعتی، تولیدی، خدماتی، فرودگاه‌ها، ورزشگاه‌ها و جزآن) (رضایی مقدم، ۱۳۹۳). 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 می‌شود (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 بیلاقی عمومی.

- کاربری‌های نیمه‌حساس به آلودگی صوتی. کاربری‌هایی را می‌توان نیمه‌حساس نسبت به آلودگی صوتی تلقی کرد که در اصل، در فضاهای سر بسته انجام

صداها می‌موزد که افراد شبانه‌روز مجبور به تحمل آن‌اند باعث می‌شود که تحرک آدم سالم معمولی تا یک‌سوم و جریان آب دهان و شیره معده تا نصف تقلیل یابد و در بسیاری از موارد فرد را دچار سوء هاضمه عصبی می‌کند (دهقان، ۱۳۹۰).

امروزه، در بعد جهانی، ابعاد گوناگون حیات ماشینی خود در اشکال مختلف برهم‌زننده آسایش صوتی محسوب می‌شود. روند شتابان شهرگرایی و تغییر ماهیت عملکردهای شهری، تراکم جمعیت، تغییر الگوهای سکونت، حمل و نقل، افزایش صنایع شهری و جزآن باعث پیدایش چالش عظیم و نسبتاً نوظهوری در ارتباط با آلودگی‌های صوتی شده است. آسایش صوتی شهری عموماً دو منبع صنعتی و غیرصنعتی دارد. منبع صنعتی شامل صدای صنایع مختلف و ماشین‌های بزرگ کار با سرعت بسیار بالاست که شدت صدا در آن‌ها بالاست. منبع غیرصنعتی شامل سروصدای ایجاد شده از حمل و نقل و ترافیک است. آلودگی ترافیک و وسایل نقلیه و صدای شدیدی که از منابع مختلف آلودگی صوتی ناشی می‌شود، به دو مقوله طبیعی و مصنوعی (ساخت دست انسان) تقسیم می‌شود (بیت سعید و همکاران، ۱۳۹۰). شاهی (۱۳۸۹) معتقد است که مهم‌ترین عوامل مؤثر در ایجاد آسایش صوتی در خیابان‌ها و بزرگراه‌های درون‌شهری عبارت است از حجم ترافیک، ترکیب ترافیک، سرعت حرکت، کف‌سازی و شیب خیابان، شدت و جهت باد، فاصله ساختمان‌ها از خیابان و جزآن.

سعیدی رضوانی (۱۳۷۶) معتقد است که آلودگی صوتی در بزرگراه‌ها به مراتب بیش از سایر خیابان‌های شهری است. در مجموع می‌توان گفت که احداث شبکه‌های ارتباطی (اتومبیل‌رو) از خیابان‌های فرعی (محل‌ها) گرفته تا بزرگراه‌های درون‌شهری، منجر به کاهش آسایش صوتی می‌شود؛ یعنی، در واقع اختصاص هر چه بیشتر زمین به این نوع کاربری باعث افزایش بیشتر آلودگی صوتی می‌شود. این در حالی است که در مقیاس جهانی، اکثر منابع

۲. توزیع متمرکز کارگاه‌ها در نواحی پیرامونی مانند ۲-۴، ۴-۶، ۴-۵ باعث تراز بالای آلودگی صوتی در این نواحی شده است. البته، بخشی از این کارگاه‌ها در نواحی ۱-۵ و ۴-۷ نیز مستقر است که تأثیر مشابهی در ایجاد تراز بالای آلودگی صوتی دارد.

۳. مناطق نظامی-انتظامی، ورزشی و ترمینال‌های مسافری مستقر در بافت شهری نیز نقش قابل‌ملاحظه‌ای در میزان آلودگی صوتی دارد، به‌ویژه در نواحی پیرامونی-مرزی و ورودی و خروجی‌های شمالی-جنوبی شهر اهواز. ۴. تحلیل نقشه نشان داده است که ناحیه ۴ از منطقه ۵ بالاترین تراز آلودگی صوتی موجود در بین نواحی را داراست.

مرحله دوم: تحلیل مکانی آلودگی صوتی در شبکه معابر

در این مرحله لایه‌های اطلاعاتی موجود در شبکه معابر در قالب محلی (خیابان‌های دسترسی، تبادل، شریانی درجه یک و شریانی درجه دو استخراج شد. در ادامه، محدوده شهری اهواز بر اساس تحلیل Kriging و با در نظر گرفتن فاکتور فاصله با هر یک از این سطوح شبکه معابر آنالیز مکانی شد و نقشه آلودگی صوتی در ارتباط با شبکه معابر استخراج شد.

یافته‌های تحلیل نقشه آلودگی صوتی با در نظر گرفتن عامل فاصله با شبکه معابر در شهر اهواز نشان می‌دهد که نواحی مستقر در مناطق ۲ و ۶، به دلیل عبور راه‌های شریانی درجه یک شهری عمدتاً آلودگی صوتی زیاد و خیلی زیادی دارد. برای نمونه، در مناطق مذکور، اتوبان لشگر و چهارراه امیرکبیر که محل تلقی بلوار انقلاب و خیابان‌های امیرکبیر شمالی و امیرکبیر جنوبی از یک سو و بلوار انقلاب تا خیابان‌های منتهی به سهراب خرمشهر با حجم بالای تردد و تراز صوتی زیاد و خیلی زیاد از مهم‌ترین دلایل سطح بالای آلودگی صوتی در این نواحی است. از طرفی، نواحی ۴-۳ و ۴-۶ به دلیل استقرار در پیرامون کریدورهای ارتباطی بین شهری اهواز، تراز بالای آلودگی صوتی دارد.

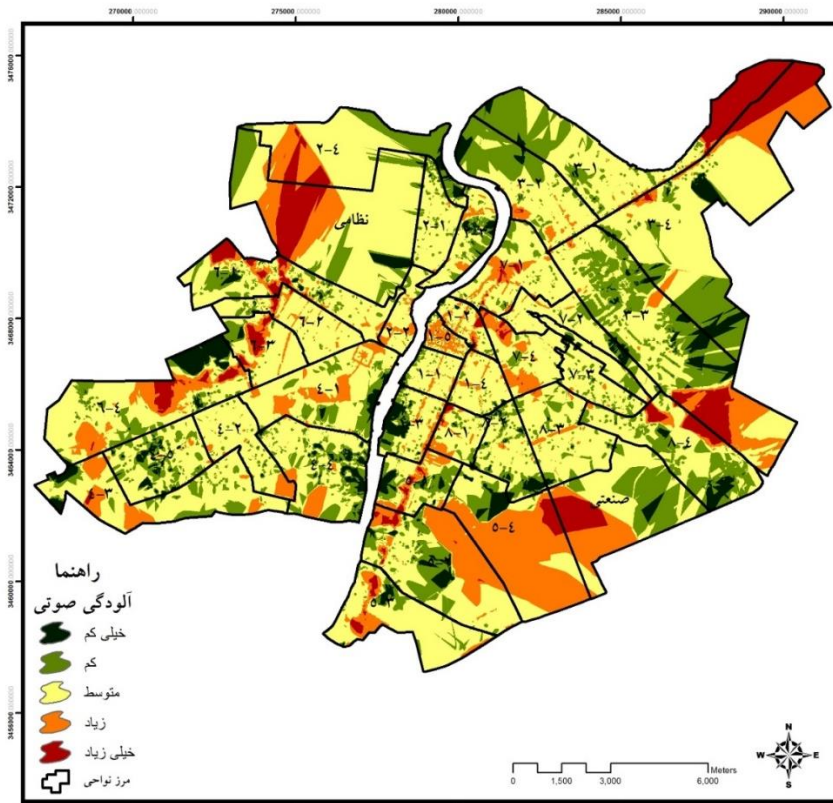
گیرد، ولی به دلیل برخی حساسیت‌ها نیازمند آسایش صوتی مناسب نیز باشد. ادارات دولتی، دفاتر شرکت‌های تجاری، بانک‌ها، فعالیت‌های فرهنگی (سینما، تئاتر، موزه، نمایشگاه‌های هنری و مانند آن) از این جمله به‌شمار می‌آید. - کاربری‌های غیرحساس به آلودگی صوتی. به تمامی فعالیت‌هایی اطلاق می‌شود که یا خود مولد آلودگی صوتی است یا به دلیل محتوا و نوع فعالیت، بار صوتی محیط در آن‌ها چندان محسوس نیست، از جمله فرودگاه‌ها، ترمینال‌ها، جایگاه‌های توزیع بنزین، انبارها، برخی واحدهای تولیدی و صنعتی و گورستان‌ها.

۶. یافته‌های پژوهش

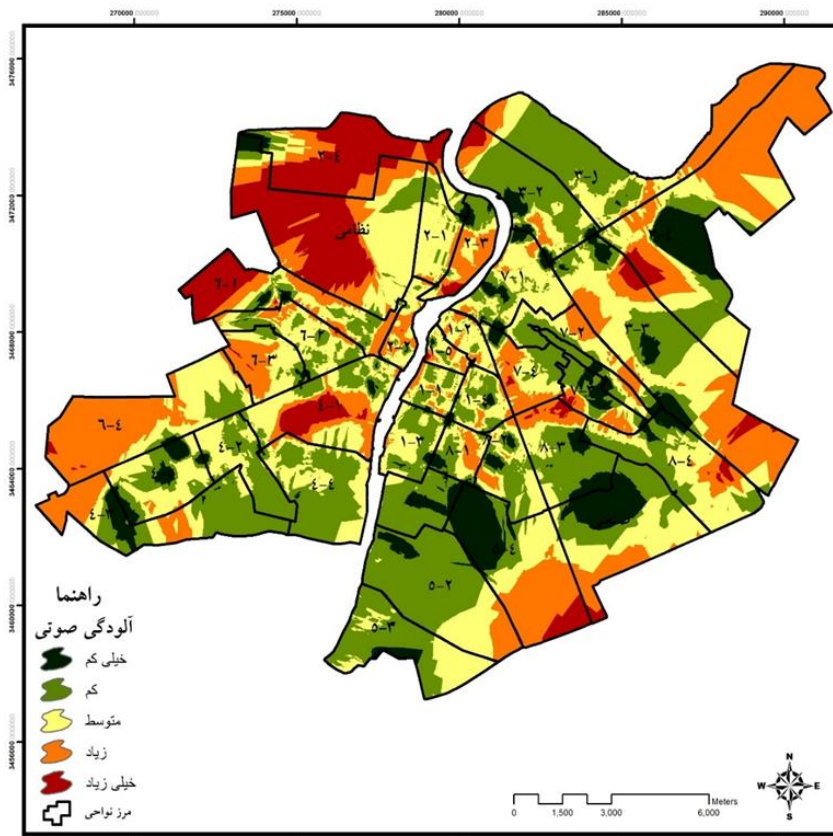
مرحله نخست: تحلیل مکانی آلودگی صوتی در کاربری‌های شهری

در این مرحله، نخست عملکردهای منتخب در قالب کاربری‌های حساس، نیمه حساس و غیرحساس دسته‌بندی می‌شود. سپس، بر مبنای حد (دسی‌بل) صوت ایجادشده در هر کاربری و با استفاده از تحلیل Kriging، پهنه‌بندی صوتی برای کاربری‌های موجود در کلان‌شهر اهواز به تفکیک هر ناحیه انجام شده است. مبنای تحلیل در این بخش میزان صوت (دسی‌بل) قابل‌پیش‌بینی در هر کاربری و بر اساس استانداردهای موجود بوده است که پس از تهیه بانک داده و تفکیک کاربری‌ها، با استفاده از تحلیل Kriging در محیط ARC/GIS تحلیل مکانی آلودگی صوتی در کاربری‌های شهری انجام شده است و نتایج به صورت گویه‌های پنج طیفی لیکرت از میزان آلودگی صوتی خیلی کم تا خیلی زیاد نشان داده شده است. یافته‌های تحلیل نقشه آلودگی صوتی با در نظر گرفتن عامل فاصله با کاربری‌های صداساز شهری (جدول ۳) را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

۱. تمرکز و تراکم فعالیت‌های تجاری با تراز صوتی بالای ۷۵ دسی‌بل و انبارها با تراز صوتی بالای ۸۰ دسی‌بل در محدوده مرکزی از دلایل سطح آلودگی صوتی بالا در این نواحی بوده است.



شکل ۳. پهنه‌بندی آلودگی صوتی در کاربری‌های صداساز به تفکیک نواحی شهری اهواز



شکل ۴. پهنه‌بندی آلودگی صوتی در شبکه معابر به تفکیک نواحی شهری اهواز

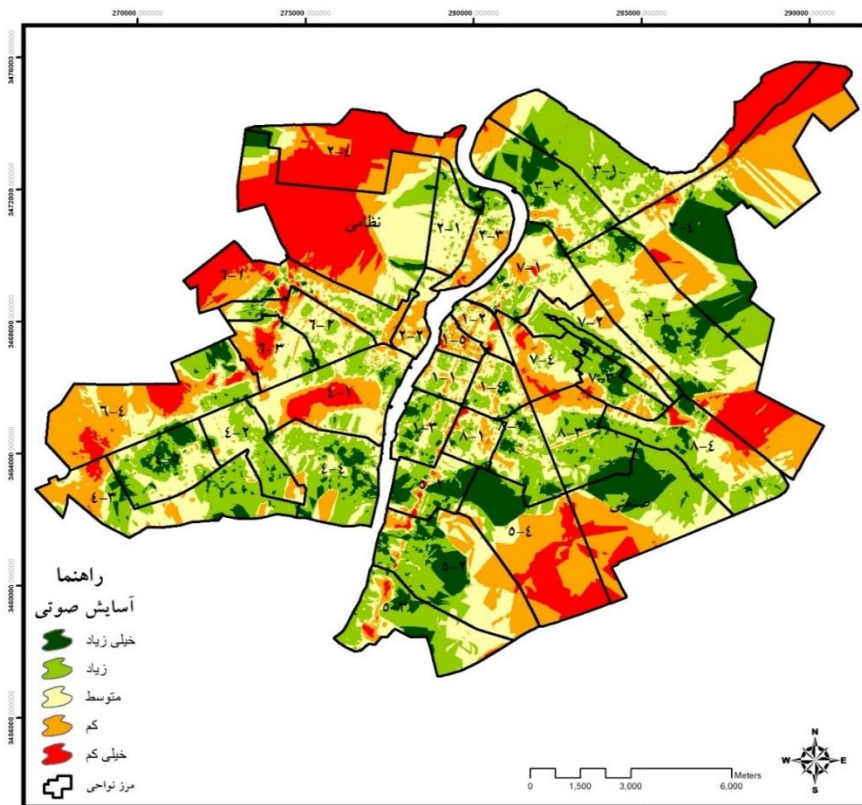
مرحله سوم: Fuzzy Overlay لایه‌ها و استخراج نقشه آسایش صوتی

در این مرحله، پهنه‌بندی حاصل از شاخص‌های منتخب و مؤثر در ایجاد آلودگی صوتی (شبکه معابر، کاربری‌های شهری) در محیط نرم‌افزار GIS از طریق Fuzzy Overlay و با استفاده از عملگر SUM هم‌پوشانی شده است. در نهایت، نقشه نهایی از ادغام خروجی حاصل از نقشه آسایش صوتی در شبکه معابر و کاربری اراضی شهری حاصل شده است. در شکل ۵ خروجی نهایی از ضریب آسایش و آلودگی صوتی به تفکیک نواحی شهری حاصل شده است.

شکل ۵، وضعیت آسایش صوتی در مناطق کلان‌شهر اهواز به تفکیک نواحی را نشان می‌دهد. می‌توان گفت آسایش صوتی در نواحی منطقه ۲ و منطقه ۶ کلان‌شهر اهواز نسبت به دیگر مناطق کمتر است.

۱. در منطقه ۲، کاربری‌های ناسازگار صوتی و آلاینده مؤثر در ایجاد آلودگی صوتی نظیر کاربری نظامی - انتظامی،

پایانه مسافری، وجود کارگاه‌ها و تعمیرگاه‌ها و شبکه معابر باعث سلب آسایش صوتی ساکنان شده است.
 ۲. در منطقه ۶، ترمینال قدیمی شوش، کارخانه آرد اهواز، واحدهای تراشکاری و ریخته‌گری و پایانه سهرام خرمشهر و رفت و آمدهای متعدد از عوامل اصلی ایجاد آلودگی صوتی محسوب می‌شود.
 ۳. تحلیل نقشه‌های آلودگی صوتی و ادغام آن در قالب نقشه آسایش صوتی نشان می‌دهد که تراز آسایش صوتی با فاصله گرفتن از مرکز شهر و نزدیک شدن به پیرامون به حداقل خود رسیده است. عدم رعایت اصول مجاورت در استقرار کاربری‌های صداساز در محدوده شهری مهم‌ترین دلیل برای این مهم است.
 ۴. وجود فضاهای باز، فضاهای سبز، نبود کاربری ناسازگار صوتی و تفکیک منطقی کاربری‌ها سبب شده است تا در بخش قابل توجهی از نواحی نیمه شرقی اهواز ضریب آسایش صوتی بالا باشد.



شکل ۵. آسایش صوتی مناطق کلان‌شهر اهواز به تفکیک نواحی

کرده که باعث از بین رفتن آرامش و بعضاً مختل شدن زندگی روزمره شده است. این مشکل با عنوان آلودگی صوتی مطرح است. افزایش بی‌حد و حصر ساختمان‌های مسکونی و اداری، جاده‌ها و خیابان‌ها و وجود ساخت‌وسازهای سنتی بی‌بهره از استاندارد روز موجب آلودگی صوتی شدید می‌شود. جمعیت بیشتر به معنای احساس نیاز به راه، راه‌آهن، خانه، کارخانه، کارگاه و موارد بیشتر است که ره‌آورد این نیازها فقط آلودگی صوتی بیشتر خواهد بود. افزایش بی‌رویه جمعیت طی دو دهه اخیر و وجود صنایع مهم و مختلفی در کلان‌شهر اهواز نظیر فولادسازی، نفت، لوله‌سازی، وجود کارگاه‌ها و شهرک‌های صنعتی به همراه فعالیت‌های توسعه شهری (نظیر ساخت‌وساز)، خطوط راه‌آهن، فرودگاه بین‌المللی، پایانه‌های مسافری، همچنین افزایش بار حمل‌ونقل و معضل ترافیک شهری در سطح شهر، اهواز را به کلان‌شهری در معرض انتشار انواع آلودگی‌های محیط‌زیستی از جمله آلودگی صوتی قرار داده است و موجب سلب آسایش صوتی در نواحی و مناطق مختلف شهر شده است.

۱.۶. ضریب مکانی آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز

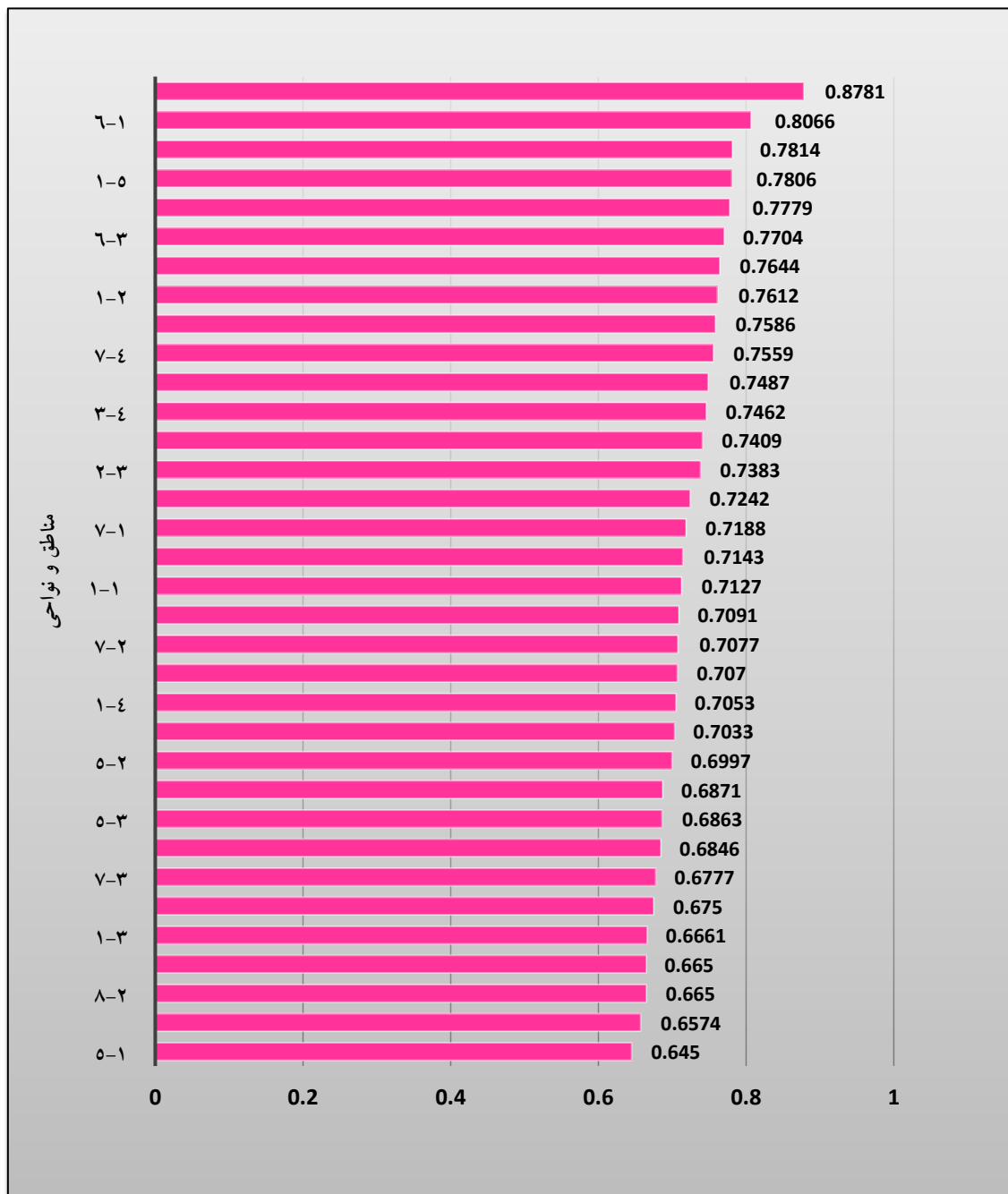
پس از تحلیل نقشه، ضریب یا تراز آسایش صوتی در نواحی شهری اهواز به منظور بررسی تطبیقی با سایر نواحی استخراج شد. نتایج تحلیل مکانی آسایش صوتی نشان می‌دهد ناحیه ۴ از منطقه ۲ با تراز صوتی ۰/۸۷۸ و پس از آن ناحیه ۱ از منطقه ۶ با تراز صوتی ۰/۸۰۶ آلوده‌ترین نواحی است و از کمترین آسایش صوتی برخوردار است. سایر موارد در جدول ۴ و شکل ۶ مشخص است. همچنین علامت * در جدول ۴ نشان می‌دهد که کاربری صنعتی با علامت (*) در منطقه هشت، کاربری نظامی با علامت (***) در منطقه دو و کاربری بایر (نظامی و تأسیسات) با علامت (***) در منطقه هفت می‌باشد.

۷. بحث و نتیجه‌گیری

هیاهو و سروصدا جزء لاینفک زندگی مدرن و شبه‌مدرن امروزی است. گذشتگان ما در محیط‌های آرام‌تری زندگی می‌کردند و در معرض صداهای ملایم‌تری قرار داشتند. فشرده‌تر شدن فضاهای شهری و افزایش جمعیت و گسترش روز فزون صنعت، محیط‌زیست انسانی را با مسئله‌ای مواجه

جدول ۴. ضریب آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز به تفکیک مناطق و نواحی

مناطق								نواحی
منطقه ۸	منطقه ۷	منطقه ۶	منطقه ۵	منطقه ۴	منطقه ۳	منطقه ۲	منطقه ۱	
۰/۷۲۴۲	۰/۷۱۸۸	۰/۸۰۶۶	۰/۶۴۵۰	۰/۷۵۸۶	۰/۷۴۸۷	۰/۷۰۳۳	۰/۷۱۲۷	۱
۰/۶۶۵۰	۰/۷۰۷۷	۰/۷۱۴۳	۰/۶۹۹۷	۰/۶۸۷۱	۰/۶۷۵۰	۰/۷۶۴۴	۰/۷۶۱۲	۲
۰/۶۸۴۶	۰/۶۷۷۷	۰/۷۷۰۴	۰/۶۸۶۳	۰/۷۰۷۰	۰/۷۴۰۹	۰/۷۳۸۳	۰/۶۶۶۱	۳
۰/۷۰۹۱	۰/۷۵۵۹	۰/۷۷۷۹	۰/۷۸۱۴	۰/۶۶۵۰	۰/۷۴۶۲	۰/۸۷۸۱	۰/۷۰۵۳	۴
-	-	-	-	۰/۶۵۷۴	-	-	۰/۷۸۰۶	۵
۰/۷۲۰۱	***۰/۶۷۷۷	-	-	-	-	**۰/۸۲۷۶	-	صنعتی * نظامی ** بایر(نظامی و تأسیسات)
۰/۷۰۰۶	۰/۷۰۷۵۶	۰/۷۶۷۳	۰/۷۰۳۱	۰/۶۹۵۰۲	۰/۷۲۷۷	۰/۷۸۲۳۴	۰/۷۲۵۱۸	متوسط ضریب نواحی



شکل ۶. نمودار ضریب آسایش صوتی در مناطق کلان‌شهر اهواز به تفکیک مناطق و نواحی

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

تجزیه و تحلیل شد. نتایج آنالیز مکانی در این پژوهش در سه بعد قابل بررسی است.

▪ بعد نخست، تحلیل نتایج در سطح نواحی شهری است. در این بعد، نقشه سنجهش آسایش صوتی به تفکیک نواحی تهیه شد (شکل ۵). نتایج حاصل از

در پژوهش حاضر با هدف سنجهش ضریب مکانی آسایش صوتی در نواحی کلان‌شهر اهواز، مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر در ایجاد آلودگی صوتی (شبکه معابر و کاربری اراضی) در کلان‌شهر اهواز انتخاب شد. سپس، با استفاده از تحلیل مکانی Kriging و Fuzzy Overlay

نتایج در سطح مناطق نشان می‌دهد که از بین مناطق شهری اهواز، منطقه ۲ و منطقه ۶ و تا حدودی منطقه ۵ و ۸ نسبت به دیگر مناطق از آلودگی صوتی بیشتری برخوردار است. در منطقه ۲ (۰/۷۸۲) و منطقه ۶ (۰/۷۶۷) نسبت به دیگر مناطق شهری، متوسط ضریب آلودگی صوتی بیشتر است و این مناطق از آسایش صوتی کمتری برخوردارند (جدول ۵). از دلایل عمده بالابودن تراز آلودگی صوتی در این مناطق می‌توان به وجود کاربری‌ها و مشاغل آلاینده اشاره کرد.



شکل ۷. وجود مشاغل آلاینده همجوار با کاربری مسکونی

خوزستان، شرکت گلریز، شرکت میثاق نصر و کارخانه لوله‌سازی در منطقه ۶، عبور بزرگراه از مناطق ۶ و ۶، همچنین مناطق ۷ و ۸ و پایانه مسافری انتهای خیابان انقلاب واقع در سهراب خرمشهر در منطقه ۶ اشاره کرد. در رابطه با سنجش ضریب آسایش صوتی، تحقیقات زیادی صورت نگرفته است و در این رابطه می‌توان اشاره کرد که فیضی و همکاران (۱۳۹۳)، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آسایش صوتی کاربران در بوستان‌های شهری» آسایش صوتی در بوستان‌های شهری تهران را بررسی کردند. یافته‌های تحقیق نشان داد، تراز معادل صدا در تمامی نقاط بوستان‌ها بالاتر از ۶۳ دسی‌بل و بالاتر از حد استاندارد محیط‌زیست ایران است. همچنین، کیانی‌صدر و همکاران (۱۳۸۸)، در مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی آلودگی

تحلیل مکانی، همچنین جدول ۴ حاکی از آن است که از بین نواحی شهری، در ناحیه ۵ منطقه ۱، ناحیه ۲ و ۴ منطقه ۲ و وجود ناحیه نظامی - انتظامی در این منطقه با ضریب ۰/۸۲۷، ناحیه ۱ منطقه ۳، ناحیه ۱ و ۴ منطقه ۴، ناحیه ۴ منطقه ۵، ناحیه ۱ منطقه ۶، ناحیه ۴ منطقه ۷، ناحیه ۱ و ناحیه صنعتی منطقه ۸ با ضریب ۰/۷۲۰، ضریب آلودگی صوتی نسبت به دیگر نواحی بسیار بالا و آسایش صوتی در این نواحی کم است.

بعد دوم، تحلیل مکانی در سطح منطقه‌ای کلان‌شهر اهواز است. نتایج حاصل از توزیع مکانی و تحلیل



بعد سوم، تحلیل موضعی. از بین شاخص‌های منتخب مؤثر در ایجاد آلودگی صوتی، صنایع سنگین، پایانه مسافری، کارگاه‌های مزاحم، تعمیرگاه‌های متعدد، کاربری نظامی - انتظامی و عبور شبکه معابر (بزرگراه و راه‌های اصلی) مهم‌ترین مشاغل آلاینده‌ای است که موجب سلب آسایش ساکنان می‌شود. از این قبیل می‌توان به مواردی چون راه‌آهن در منطقه ۶، فرودگاه اهواز در منطقه ۳، کارگاه‌های متعدد در منطقه ۶، از جمله کارگاه سنگ‌بری در منطقه ۶، و کارگاه جوشکاری در منطقه ۸، ورزشگاه تختی در منطقه ۴ و ورزشگاه انقلاب در منطقه ۷، بازار در منطقه ۱ (از جمله بازار میوه و بازار الکترونیکی)، مرکز نظامی - انتظامی در منطقه ۲، ناحیه صنعتی کارون در منطقه ۷، تعداد زیادی از صنایع سنگین از جمله کارخانه آرد

- ✓ گسترش و توسعه فضای سبز در مناطق ۲ و ۶ کلان‌شهر اهواز با استفاده از گونه‌های گیاهی مناسب و سازگار با شرایط محیطی مناطق
- ✓ اصلاح ساختار مهندسی شبکه‌های پرتردد در مناطق برای جلوگیری از ازدحام وسایل نقلیه و افزایش کاربری و ایجاد تسهیلاتی نظیر پارکینگ‌های عمومی در مناطق
- ✓ تمرکززدایی از مرکز شهر و ایجاد هسته‌های خدماتی درجه دوم و سوم در نواحی.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری در دانشگاه شهید چمران اهواز است با عنوان «تحلیل مکانی هم‌جواری در کاربری اراضی به منظور استخراج نقشه آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز». بدین وسیله مراتب سپاس خود را از اساتید راهنما و مشاور اعلام می‌دارد.

یادداشت‌ها

1. noise pollution
2. acoustic comfort
3. spatial analyst

۴. در سال ۱۳۹۲، منطقه ۵ شهرداری اهواز به شهر

کوت عبدالله واگذار شد. در این مطالعه این منطقه نیز بخشی از قلمرو مطالعه بررسی شده است.

5. sound
6. spatial coefficient

صدا در شهر خرم‌آباد به منظور ارائه راهکارهای اجرایی جهت کنترل و کاهش آن» به بررسی آلودگی صوتی در شهر خرم‌آباد پرداختند. بر اساس نتایج اندازه‌گیری‌ها و بررسی‌های صورت گرفته، میانگین ترازهای صوت معادل روزانه در دوازده ایستگاه از مجموع ۳۸ ایستگاه اندازه‌گیری بالاتر از ۷۰ دسی‌بل بوده است. میانگین تراز معادل صوت به دست آمده از ایستگاه‌های نمونه‌برداری با مقادیر استاندارد صدای ایران مقایسه شد. نتایج نشان داد که در تمامی ایستگاه‌ها این مقادیر بیش از حدود استاندارد ایران بود. در پژوهش حاضر، ضریب آسایش صوتی به تفکیک نواحی در کلان‌شهر اهواز بررسی شد. نتایج حاکی از آن است که نواحی منطقه ۲ و منطقه ۶ آسایش صوتی کمتری دارد و علت این مهم، وجود آلاینده‌های مزاحم موجود در این مناطق است که موجب سلب آسایش صوتی می‌شود.

۸. پیشنهادها

راهکارهای پیشنهادی به منظور بالابردن ضریب آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز به شرح زیر است.

- ✓ ساماندهی و انتقال واحدها و کارگاه‌های مزاحم از منطقه ۶ کلان‌شهر اهواز (جوشکاری، تراشکاری، صافکاری و تعمیرگاه‌ها) به خارج از شهر
- ✓ اجرای طرح ساماندهی مشاغل مزاحم (جمع‌آوری دست‌فروشان، به ویژه از نواحی مرکزی و انتقال به مکانی مناسب)

منابع

- اکبری‌پور، م.، دولاح، ع. و اکبری‌پور، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی جایگاه آلودگی صوتی در حقوق ایران. دومین همایش ملی مدیریت آلودگی هوا و صدا، دانشگاه صنعتی شریف، تهران.
- اسدی، م. و صفارزاده، م. ۱۳۸۰. تطبیق کاربری زمین و سطوح آلودگی صوتی اطراف فرودگاه مهرآباد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس.
- بهرام‌سطنی، ک. ۱۳۷۴. مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی «کاربرد معیارهای آسایش صوتی در برنامه‌ریزی و طراحی شهری». انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.

- بیت سعید، ن.، منظم اسماعیل‌پور، ر.، سخاوت‌جو، م. و معطر، ف. ۱۳۹۰. بررسی میزان آلودگی صوتی در بیمارستان نفت اهواز و مقایسه آن با استاندارد محیط زیست. پنجمین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، انجمن مهندسی محیط‌زیست ایران، تهران.
- پورموسوی، م. و امینی، ج. ۱۳۸۹. تخصیص بهینه کاربری اراضی شهری با استفاده از GIS (نمونه موردی: سرآسیاب ملارد). مجله کاربرد GIS. RS در برنامه‌ریزی فصلنامه، سال اول، شماره ۱، پاییز ۱۳۸۹.
- جوکار، س. ۱۳۹۰. بررسی الگوهای مراکز خرید و مجتمع‌های تجاری در شهر اهواز. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- دهقان، ا. ۱۳۹۰. آلودگی صوتی دوری کنید با ۸۰ دسیبل «کر» می‌شوید. مجله سلامت زنجان.
- رضایی مقدم، ع. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر کاربری زمین بر محیط‌زیست شهری. ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر مؤلفه‌های شهر اسلامی، مشهد مقدس.
- رضوی‌پور، م. و تیموری‌فعال، ر. ۱۳۸۹. تحلیل ارتعاش تیر یکسر گیردار در یک محیط آکوستیک با یک منبع صوت متحرک. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته مکانیک- طراحی کاربردی، دانشگاه زنجان.
- سعیدی رضوانی، ن. ۱۳۷۶. سلسله مقالات برنامه‌ریزی شهری، نگاهی به روش‌های کاهش آلودگی صوتی در بزرگراه‌ها. مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهری، تهران.
- شاهی، ج. ۱۳۸۹. مهندسی ترافیک، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، چاپ یازدهم.
- طیبه، ع. نصیری، پ. و ورشوساز، ک. و راسخ، ع. ۱۳۹۰. بررسی میزان آلودگی صوتی منطقه ۶ شهر اهواز (فصل زمستان) و ارائه راهکارهای مدیریتی جهت کنترل و کاهش آن. اولین همایش ملی محیط‌زیست و آلاینده‌ها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.
- ظروفچین تمیزی، پ.، میرسنجری، م. و ناظری، ا. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر آلودگی صوتی ناشی از ترافیک بر روی اختلالات خواب انسان در مناطق ۶ و ۱۳ شهر تهران. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر.
- عبدی، م. و بهاری، م. ۱۳۹۳. نقش رویکرد توسعه حمل‌ونقل محور (tod) در کاهش آلودگی‌های ناشی از ترافیک شهری. ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر مؤلفه‌های شهر اسلامی، مشهد مقدس.
- علی‌آبادی، م.، مهدوی، ن.، فرهادیان، م. و شفیع مطلق، م. ۱۳۹۲. بررسی آلودگی صدا و آسایش آکوستیکی در کلاس‌های درس دانشگاه علوم پزشکی همدان. فصلنامه انجمن ارگونومی و مهندسی عوامل انسانی ایران، مجله ارگونومی، ۱۱(۲).
- فیضی، م. منعم، ع. و قاضی‌زاده، ن. ۱۳۹۳. ارزیابی آسایش صوتی کاربران در بوستان‌های شهری. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۶(شماره ویژه).
- کرم، ا. و یعقوب‌نژاد اصل، ن. ۱۳۹۲. کاربرد منطق فازی در ارزیابی تناسب زمین برای توسعه کالبدی شهر «مطالعه موردی: کلان‌شهر کرج». فصلنامه جغرافیا، ۱۱(۳۶).
- کیانی‌صدر، م. نصیری، پ. سخاوت‌جو، م. و عباس‌پور، م. ۱۳۸۸. ارزیابی آلودگی صدا در شهر خرم‌آباد به منظور ارائه راهکارهای اجرایی جهت کنترل و کاهش آن، فصلنامه محیط‌شناسی، شماره ۵۰.
- محرم‌نژاد، ن. و صفری‌پور، م. ۱۳۸۷. تأثیر توسعه شهری بر روند آلودگی صوتی در منطقه یک تهران و ارائه راهکارهای مدیریتی برای بهبود شرایط. علم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۰(۴).

مهام، ا.، ولی‌زاده، خ. و قهرمانی، خ. ۱۳۹۳. ارزیابی روش‌های مختلف زمین‌آمار جهت بررسی تغییرات منطقه‌ای بارش در شمال‌غرب کشور و پیشنهاد بهترین مدل با استفاده از GIS. نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی در آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، اسفند.

نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن. ۱۳۹۰. مرکز آمار ایران.

Belojevic, G., Jakovlevic, B. and Aleksic, O. 1997. Subjective reactions for traffic noise with regard to some personality traits. *Environmental International*, 23: 221-224.

Chandio, I.A., Brohi, K.M. and Memon, M.A. 2010. Traffic noise pollution and the effects. *Chemistry & Environmental Engineering*, 5: 117-121.

El-Fadel, M. 2002. Parametric sensitivity analysis of noise impact of multihighways in urban areas. *Environmental Impact Assessment*. 22: 145-162.

Jin, H., Meng, Q. and Kang, J. 2013. Field study on the influence spatial and environmental characteristics on the evaluation of subjective loudness and acoustic comfort in underground shopping streets. *Applied Acoustic*: 1001-1009.

Kang, J., Yang, W. and Zhang. 2004. Mei sound environment and acoustic comfort in urban spaces In: Nikolopoulou M, editor. *Designing Open Spaces in The Urban Environment: A Bioclimatic Approach*. Greece: Centre for Renewable Energy Sources, p. 32-6.

Le Muet, Y. 2012. Acoustic of open spaces-overview of standardization work. *Acoustics 2012 Nantes*.

Objective to ensure thermal, visual and acoustic comfort conditions. *Building and Environment*. 2004; 39(3.7-281).

Oral, G. and Yener, A. 2002. Building envelope design with the Parkes, Alison, Kearns, Ade, Atkinson, Rowland. *What Makes People Dissatisfied with their Neighbourhoods?* *Urban Studies*, 39: 2413-38.

Ragiv, B. and Yogesh, B. 2012. Assessment of noise pollution indices in the city of Kolhapur India. *the International Conference on Emerging Economies- Propects and Challenges (ICEE-2012)*: 448-457.

Singh, A. and Singh Kohli, J. 2012. Effect of pollution on common man in India: A legal perspective. *Advances in Life Science and Technology*, Vol 4.

Sjodin, F., Kjellberg, A. and Knutsson, A. 2012. Noise and stress effects on preschool personnel. *Noise Health*. 14(59): 166-178.

Shepherd, D., McBride, D. and Welch, D. 2011. Evaluating the impact of wind turbine noise on health-related quality of life. *Noise Health*, Sep-Oct;13(54): 333-9.

Tervo, O., Christoffersen, M., Simon, L., Miller, A. and Jensen, F. 2012. High source levels and small active space of high-pitched song in bowhead whales (*balaena mysticetus*). *PLOS ONE Journal*, 12: 52-72.

Yang, W. and Kang, J. 2005. Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. *Applied Acoustics*, 2005, 66: 211-29.