مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره یازدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۷، صفحات ۳۷۷ تا ۳۹۰

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

بکارگیری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) در ارزیابی آلودگی صوتی محیط‌های کار: مطالعه موردی کارخانه نساجی

محمدرضا جلوخانی نیارکی[۱،*]، فخرالدین حاجیلو[۱]، لیلا حسن زاده[۲]
۱- گروه سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- گروه ایمنی، سلامت و محیط زیست، دانشکده ایمنی، سلامت و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۰۶
تاریخ ویرایش: ۹۷/۰۶/۲۷
تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۷/۰۲
تاریخ انتشار: ۹۷/۰۹/۲۸

واژگان کلیدی: آلودگی صوتی، محیط‌های صنعتی، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
Mrjelokhani@ut.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی صوتی یکی از مشکلات اساسی و آسیب‌زا در جوامع امروزی است که آثار سوء فیزیولوژیکی، روانی، اقتصادی و اجتماعی را برای انسان در پی دارد. این مسئله در محیط‌های کار صنعتی از اهمیت بیشتری برخوردار است. در همین راستا، پژوهش حاضر با هدف معرفی و ارائه کاربردهای فناوری سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای مدل‌سازی و تحلیل مکانی آلودگی صوتی در محیط‌های کار صورت گرفته است.

روش بررسی: ابتدا نقشه سالن‌های کارخانه مورد نظر ترسیم و موقعیت دستگاه‌ها برداشت شد. سپس نمونه‌برداری تراز فشار صوت انجام شد و بر روی نقشه ثبت گردید. نتایج نمونه برداری شامل مکان‌ها و مقادیر نمونه‌ها برای آنالیزهای مکانی وارد نرم افزار گردیدند. در مرحله بعد کاربردهای GIS برای ارزیابی آلودگی صوتی محیط‌های کار تعریف و با استفاده از توابع تحلیلی GIS اجرا شدند.

یافته‌ها: میانگین تراز فشار صوت سالن بافندگی (۹۵dB)، سالن ریسندگی ۱ (۹۳dB) و سالن ریسندگی ۲ (۸۸dB) به‌دست آمد. کاربردهای GIS اجرا شده شامل برآورد تراز فشار صوت در محدوده‌های مختلف سالن‌ها و در فواصل مشخص از دستگاه‌ها، تعیین محدوده‌های خطر، پهنه‌بندی میزان تراز فشار صوت در سالن‌های مذکور، اولویت‌بندی تاثیر دستگاه‌های مختلف در تراز فشار صوت یک نقطه، پیش بینی تغییرات با جابجایی دستگاه‌ها و توزیع بهینه دستگاه‌ها است که نتایج آنها به‌صورت نقشه و اطلاعات آماری ارائه گردید.

نتیجه‌گیری: با توجه به کاربردهای GIS ارائه شده برای بررسی آلودگی صوتی محیط‌های کار، می‌توان نتیجه گرفت که GIS ابزار بسیار سودمندی برای ارزیابی آلودگی صوتی است و می‌تواند برنامه‌ریزی‌های مرتبط با کنترل آلودگی صوتی را بهبود بخشد.

Please cite this article as: Jelokhani-Niaraki MR, Hajiloo F, Hasanzade L. The use of geographic information systems (GIS) for assessing noise pollution in industrial workplaces: a case study of knitting industry. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(3):377-90.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

مقدمه

آلاینده‌های زیست محیطی از جمله مهمترین مشکلاتی است که بشر با آن دست به گریبان است. آلودگی صوتی یکی از آلاینده‌های مهم آسیب‌زای زیست محیطی در شهرهاست (۱، ۲). آلودگی صوتی را می‌توان صداهای غیر ارادی تعریف نمود که اثرات فیزیولوژیکی و روانی منفی بر روی انسان دارد (۳). رشد جمعیت، ازدیاد وسایل نقلیه موتوری، افزایش صنایع و به‌طور کلی زندگی جوامع بشری همراه با تکنولوژی رو به رشد، از جمله عوامل ایجاد صداهای ناهنجار هستند. اثرات آلودگی صوتی زیان بخش است و سلامت و رفاه موجودات زنده، به‌ویژه انسان‌ها را تهدید می‌نماید. توسعه صنعتی موجب بهتر شدن کیفیت زندگی انسان‌ها شده است، اما در شرایط عدم کنترل صحیح و دقیق، موجب آلودگی‌های زیست محیطی از جمله آلودگی صوتی می‌گردد (۲، ۴).

در قرن اخیر، بسیاری از شهرهای بزرگ با این مساله و عوارض ناشی از آن، به‌عنوان یکی از معضلات زیست محیطی مواجه‌اند. بغیر از شهرها، آلودگی صوتی یک مسئله مهم بهداشتی در اکثر صنایع نیز است که در صورت عدم پیشگیری‌های لازم، سبب عوارض فیزیولوژیکی، روانی، اقتصادی و اجتماعی در بین شاغلین در معرض تماس خواهد شد (۵، ۶). آلودگی صوتی از معضلات اساسی در محیط‌های کار است که طیف گسترده‌ای از افراد در محیط کار از آثار سوء ناشی از آن در مخاطره‌اند و کنترل آن فکر بسیاری از برنامه‌ریزان را به خود معطوف کرده است (۹-۷). به همین دلیل توسعه سیاست‌هایی در جهت کنترل آلودگی صوتی و روش‌هایی برای ارزیابی تاثیرات سر و صدا در محیط‌های کار، صنایع و زیر ساخت‌ها که گسترده‌ترین منابع تولید کننده سر و صدا هستند، ضروری است. در این راستا برای نظارت و ارزیابی مناسب، بررسی الگوی مکانی، کمی و بصری سازی اثرات آلودگی صوتی، باید از ابزارهای مکانی و محاسباتی مناسب بهره جست (۱۰، ۱۱).

ظهور فناوری‌های نوین امکان اندازه‌گیری و تحلیل‌های کمی و کیفی آلودگی‌های صوتی و اثرات ناشی از آن را فراهم آورده است. یکی از فناوری‌های نو ظهور، GIS (Geographic Information System) است. این فناوری با هدف انجام تجزیه و تحلیل‌های مکانی از پدیده‌ها با استفاده از داده‌های مکان-مبنا در دهه‌های اخیر، در علوم مختلف رشد و گسترش یافته است. بکارگیری این سامانه‌ها در بررسی خطرات آلودگی صوتی با توجه به امکان اندازه‌گیری‌های کمی، می‌تواند نقش موثری در شناسایی، کنترل و بهبودسازی محیط‌های کار از لحاظ آلودگی صوتی داشته باشد (۱۴-۱۲).

در رابطه با کاربردهای GIS در مطالعات آلودگی صوتی تاکنون پژوهش‌های زیادی صورت گرفته است که این مطالعات عمدتا بر آلودگی صوتی ترافیک و معابر شهری تمرکز دارند. Li و همکاران (۲۰۰۲) یک مدل پیش‌بینی آلودگی صوتی در چین براساس استانداردهای محیطی، نوع وسیله نقلیه و شرایط ترافیکی با استفاده از GIS ارائه دادند (۱۳). Kluijver و همکاران (۲۰۰۳) در یک مطالعه جهت بهینه‌سازی کیفیت و کارایی مطالعات اثرات آلودگی صوتی، به ارزیابی قابلیت‌های GIS در بررسی آلودگی صوتی پرداختند (۱). Murphy و همکاران (۲۰۰۶) برای پیش‌بینی آلودگی صوتی حمل و نقل جاده‌ای برای یک منطقه در مرکز Dublin از روش پیش‌بینی هارمونویز و GIS استفاده کردند (۱۵). Yilmaz و همکار (۲۰۰۶) نقشه آلودگی صوتی شهر Şanliurfa را با استفاده از درون یابی در GIS به‌دست آوردند (۳). Tsai و همکاران (۲۰۰۹) به تهیه نقشه و ارزیابی آلودگی صوتی تایوان در ساعات مختلف روز و شب و فصول مختلف سال پرداختند (۱۶). Alesheikh و همکار (۲۰۱۰) به اندازه‌گیری سطح آلودگی صوتی ترافیک شهری، تحلیل زمانی و مکانی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک شهری در منطقه یک تهران و پیش‌بینی ناسازگاری ترافیک ایران در محیط GIS پرداختند (۱۷). Ko و همکاران (۲۰۱۱) یک روش برای ارزیابی سه بعدی آلودگی صوتی و اثرات آن، با استفاده از GIS توسعه دادند (۱۰). Reed و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از ابزار SPreAD-GIS (شامل مجموعه داده‌های معمول پوشش زمین، توپوگرافی و شرایط آب و هوایی برای محاسبه الگوهای نویز) به مدل‌سازی انتشار سر و صدای انسان در اکوسیستم‌های

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

طبیعی پرداختند (۶). Cai و همکاران (۲۰۱۵) آلودگی صوتی ناشی از ترافیک شـهر Guangzhou را با استفاده از GIS و GPS مدل‌سـازی کردند (۱۸). Khan و همکاران (۲۰۱۸) به مـرور ابزارها و تکنیک های GIS که برای ارزیابی، قرار گرفتن در معـرض آلودگی هوا و آلودگی صوتی جاده ای بکار می‌روند، پرداختنـد و گـزارش نمودند که این تکنیک‌ها پتانسـیل قابل توجهـی برای توسـعه یک ابزار اسـتاندارد بـرای ارزیابی، قرار گرفتـن در معـرض آلودگی هوا و صوت مرتبط بـا ترافیک، به منظور تسهیل مطالعات مربوط به سلامت، را دارند (۹۱).

در میـان مطالعات داخلی نیـز می‌توان به تحقیق Ranjbar و همکاران (۲۰۱۲) با هدف مدل‌سازی سه بعدی آلودگی صوتی با اسـتفاده از مدل‌های سه بعدی GIS مبنا (۲۰)، Madadi و همکاران (۲۰۱۴) به منظور مدل‌سازی انتشار آلودگی صوتی ناشی از کنار گذر غرب اصفهان در پناهگاه حیات وحش قمیشلو با اسـتفاده از مدل SPreAD-GIS (۲۱)، Anari و همکار (۲۰۱۴) بـا هدف ارزیابی آلودگی صوتی بیرجند با اسـتفاده از تکنیک‌های آمـاری و GIS (۲۲)، Majidi و همکار (۲۰۱۵) بـرای ارزیابی آلودگی صوتی شـهر زنجان با اسـتفاده از GIS (۲۳)، Hasani و همکاران (۲۰۱۷) به منظور بررسی وضعیت آلودگی صوتی کارگاه‌ها و مشـاغل صداساز با استفاده از GIS (۲۴) و Dehkhoda و همـکاران (۲۰۱۸) بـا هـدف ارزیابی تاثیـر مواجهه با آلودگی صوتی بر میزان حوادث در کارخانجات شیشه‌سازی و بلور به کمک ابزار GIS (۲۵) اشاره کرد.

همانطور که ملاحظه می‌گردد عمده مطالعات صورت گرفته در این زمینه، محدود به تهیه نقشه‌های آلودگی صوتی (ترافیکی و محیط بیرونی) با اسـتفاده از GIS است. تاکنون مطالعه‌ای در مورد استفاده از GIS برای ارزیابی آلودگی صوتی در محیط‌های داخلی (به‌عنوان مثال محیط‌های کار) صورت نگرفته است. لذا در این پژوهش به منظور استفاده هر چه بیشتر و بالا بردن کارایی GIS در بررسـی آلودگی صوتی محیط‌های کار، به قابلیت‌های منحصر به فرد GIS در این زمینه پرداخته می‌شـود. در اینجا با اسـتفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از یک کارخانه نساجی که شـامل یک سالن بافندگی و دو سالن ریسندگی است، انواع کاربردهای GIS در ارزیابی آلودگی صوتی محیط‌های کار، اجرا و اقـدام به ارزیابی، اندازه‌گیری، تجزیـه و تحلیل، پهنه‌بندی و غیره از ریسـک آلودگی صوتی بـه کمک توابع تحلیلی مختلف GIS می‌شود.

مواد و روش‌ها

شـکل ۱ مراحل تحقیق را نشـان می‌دهد. در این تحقیق ابتدا، مکان مورد مطالعه انتخاب و سـپس داده‌هـای مورد نظر جمع آوری گردید. داده‌ها شامل داده‌های مکانی و توصیفی هستند. در نهایت داده‌ها به‌عنوان ورودی تحلیل‌های مکانی به منظور ارزیابی آلودگی صوتی مکان مورد مطالعه، مورد استفاده قرار گرفتند.

- مکان مورد مطالعه

مکان مورد مطالعه این تحقیق یک کارخانه نسـاجی است. این کارخانه شـامل سه سالن ریسندگی ۱، ریسندگی ۲ و بافندگی اسـت که در دو سالن ریسـندگی محصول نخ و سالن بافندگی پارچه تولید می‌گردد. سـه سالن مذکور دارای کف بتنی، سقف فلزی و دیوار آجری هسـتند. منابـع اصلی تولیدکننده صدا در این مجموعه، فن‌های تهویه و دسـتگاه‌های ریسـندگی شامل: فیتیله‌کنی، اتوکنر، رینگ و دولاتاب هستند. وجود سر و صدای بیش از حد در این سالن‌ها می‌تواند باعث ایجاد مشکلات روحی و جسمی در بین کارکنان مجموعه شود.

- داده‌ها

در آغاز نقشه‌های سالن‌ها رسم شد و به مربع‌هایی به ضلع ۵ m تقسیم‌بندی گردید. سپس موقعیت منابع اصلی تولیدکننده صدا در این مجموعه (دسـتگاه‌ها) برداشت شـد. برای نمونه برداری ابتدا دستگاه ترازسـنج صوت کالیبره گردید و برای اندازه‌گیری تراز کلی صدا از شـبکه A اسـتفاده شـد. هدف از اندازه‌گیری صدا، تعیین تراز فشـار صوت در سطح سـالن‌ها بود که از روش اندازه‌گیری محیطی استفاده گردید. پس از انجام اندازه‌گیری تراز فشار صوت در مقیاس A در مرکز تمام مربع‌ها، نتایج در جدول کدبندی شـده مربوطه درج شد و داده‌های مکانی وارد نرم افزار گردید. نمونه برداری میزان تراز فشار صوت با استفاده از دستگاه صوت‌سنج با مشخصات مندرج در کادر زیر صورت گرفت.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

TES 1358 Sound Level Meter-Analyzer
Range: 30-140 dB
Measurement Range: L p, L max, L min, Leq, LE, Frequency Range: 25-10000 HZ
1.1-1.3 Analyzer Level Range
Time Weighting: Fast, Slow, Peak
Memory Capacity: 12280 data (SPL)
Memory Capacity: 1024 data (1.1-1.3 Octave)
RS-232 interface

- تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از تعیین مکان مورد مطالعه و جمع‌آوری داده‌های مکانی و توصیفی مورد نیاز، پایگاه داده مکانی در GIS، ایجاد شد و داده‌ها در آن ذخیره شدند. برای تجزیه و تحلیل مکانی داده‌ها، از توابع تحلیلی نرم افزار ArcGIS 10.4 استفاده گردید. همان‌طور که قبلا گفته شد قابلیت‌های GIS شامل طیف وسیعی از توابع تحلیلی از جمله پرس و جوی پایگاه داده مکانی، محاسبات هندسی، همپوشانی، کلیپ، ادغام، حریم زدن (بافر)، برآورد تراکم، درون‌یابی، تجزیه و تحلیل توزیع یا پراکنش مرتبط با فضا (روش‌های جغرافیایی- آماری)، مدل‌سازی و شبیه‌سازی و غیره است. این قابلیت‌ها امکان تجزیه و تحلیل مکانی داده‌های تراز صوت در محیط‌های صنعتی را از جنبه‌ها و ابعاد مختلف فراهم می‌کنند. در این تحقیق با استفاده از این قابلیت‌ها به انجام برخی از تجزیه و تحلیل‌های مکانی تعریف شده در سه سالن مذکور پرداخته شد. کاربردهای مورد نظر برای بحث و بررسی شامل موارد زیر است:

تعیین محدوده‌های خطر: برای تعیین محدوده‌های خطر، میزان فشار صوتی که بیشتر از آن مقدار خطر محسوب می‌شود تعیین شده و در GIS محدوده‌های مرتبط با آن از طریق یک پرس و جو مشخص می‌شوند. این تحلیل می‌تواند به شیوه‌های گوناگون صورت بگیرد. به‌عنوان نمونه، در این تحقیق محدوده‌های خطر در محدوده ۳۰ m دستگاه دولاتاب تعیین می‌شود. برای تعیین حریم ۳۰ m از یک دستگاه، از آنالیز تعیین حریم (بافر) استفاده می‌شود.

ارزیابی آلودگی صوتی در محدوده‌های مختلف: روش‌های پرس و جوی مکانی در GIS برای استخراج اطلاعات از سطوح مکانی مورد نظر به‌کار گرفته می‌شوند. محدوده مکانی، ممکن است کل یک مجتمع، یک سالن، محدوده خاصی از سالن، محدوده چند متری از یک دستگاه و غیره باشد. در این تحقیق چند نمونه پرس و جوی مکانی به منظور تعیین میزان تراز فشار در محدوده‌های مختلف و با اهداف مختلف صورت گرفت و اطلاعات آماری این محدوده‌ها در مورد تراز فشار صوت مانند بیشینه، کمینه، میانگین، انحراف معیار و غیره ارائه گردید.

ارزیابی آلودگی صوتی در محدوده‌های تفکیک شده: در بسیاری از مجتمع‌های صنعتی انواع دستگاه‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند که با توجه به نوع هر کدام، سطوح مختلفی از آلودگی صوتی را تولید می‌کنند. در این تحقیق برای ارزیابی آلودگی صوتی محدوده هر دستگاه، ابتدا محدوده دستگاه‌ها از یکدیگر تفکیک شدند، سپس به بررسی آلودگی صوتی در محدوده‌های تفکیک شده، به کمک توابع تحلیلی GIS پرداخته شد.

تعیین نزدیکترین دستگاه‌های مولد صدا برای یک نقطه خاص: برای تعیین دستگاه‌های نزدیک به یک نقطه نیاز به استفاده از تابع فاصله اقلیدسی در GIS است. این قابلیت، فاصله هر یک از دستگاه‌ها را از یک نقطه یا چندین نقطه محاسبه می‌کند. با استفاده از فواصل به‌دست آمده به‌راحتی می‌توان دستگاه‌ها را براساس نزدیکی به نقاط مورد نظر رتبه‌بندی کرد. در این تحقیق یک نقطه به دلخواه انتخاب

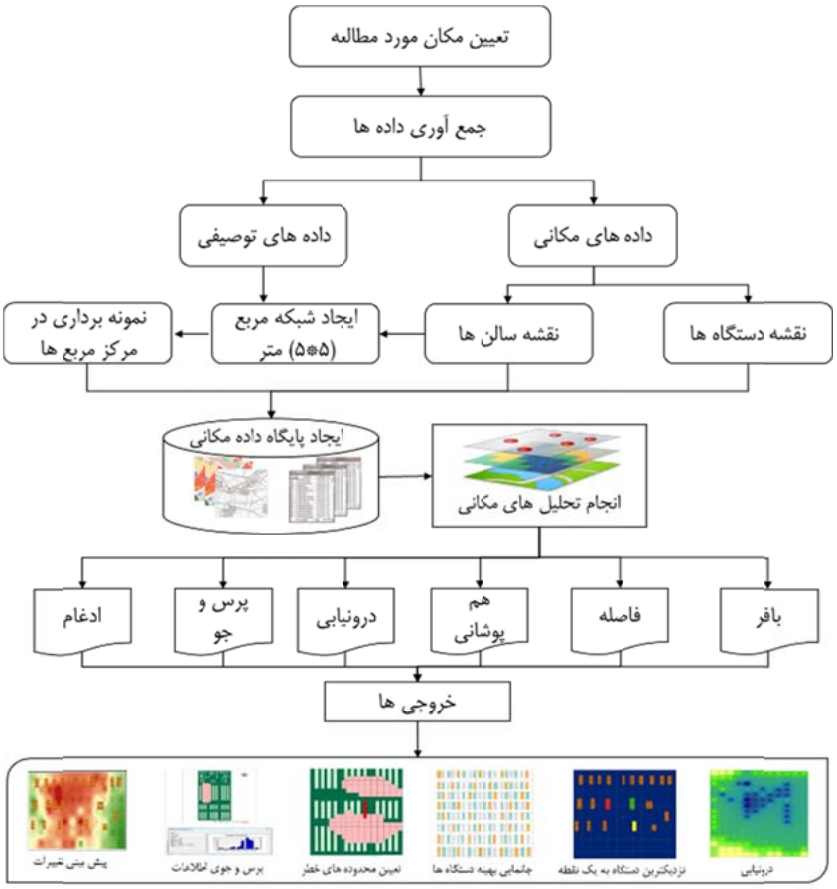
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

و سه دستگاه نزدیک به این نقطه به ترتیب رتبه‌بندی شدند.

پهنه بندی تراز فشـار صوت: یکی از کاربردی‌ترین ابزارهای GIS ابزار درون یابی برای پهنه بندی کل محدوده مورد مطالعه با استفاده از نقاط نمونه برداری شده است. درون یابی یک نوع تحلیل ریاضی-آماری اسـت که با اسـتفاده از آن می‌توان برای نقاطی که هیچگونه برداشـت اطلاعاتی انجام نشـده، مقادیری را بـرآورد نمود. ایـن روش یکی از رایج‌تریـن روش‌های تولید نقشه‌های آلودگی صوتی است.

پیش‌بینی تغییرات تراز فشار صوت در صورت جابه‌جایی دسـتگاه‌ها: اگر میزان تغییرات آلودگی صدا در سطح سالن‌ها تابع فاصله از دسـتگاه‌ها باشـد، می‌توان تغییرات را در صورت جابه‌جایی دستگاه‌ها پیش‌بینی کرد به این صورت که با محاسبه میانگین فاصله بین نقاط و دسـتگاه‌ها بعد از جابه‌جایی و با در اختیار داشـتن داده‌های اولیه یک رگرسیون مکانی ایجاد کرد. از آنجایی‌کـه با جابه‌جایی دسـتگاه‌ها فواصل نیز تغییر می‌کند مقادیر جدید برای نقاط به‌دست می‌آید.

توزیع بهینه دستگاه‌ها: همان‌طور که اشاره شد دستگاه‌های مختلـف به یک اندازه آلودگی صوتـی تولید نمی‌کنند و میزان آلودگی صوتی هر کدام، حتی یک نوع دسـتگاه، متفاوت است. به همیـن دلیل نحوه چینش دسـتگاه‌ها می‌تواند در چگونگی توزیع تراز فشـار صوت اثرگذار باشـد. توزیع بهینه دسـتگاه‌ها می‌تواند با اهداف مختلفی انجام شود. به‌عنوان مثال، دستگاه‌ها به گونه‌ای توزیع شـوند که در سـالن مورد نظر، حداقل تفاوت در تراز فشـار صوت به‌وجود آید. برای این کار ابتدا باید میزان تولید صوت دستگاه‌ها مشخص گردد، سپس چینش دستگاه‌ها به‌صورت بهینه صورت بگیرد.



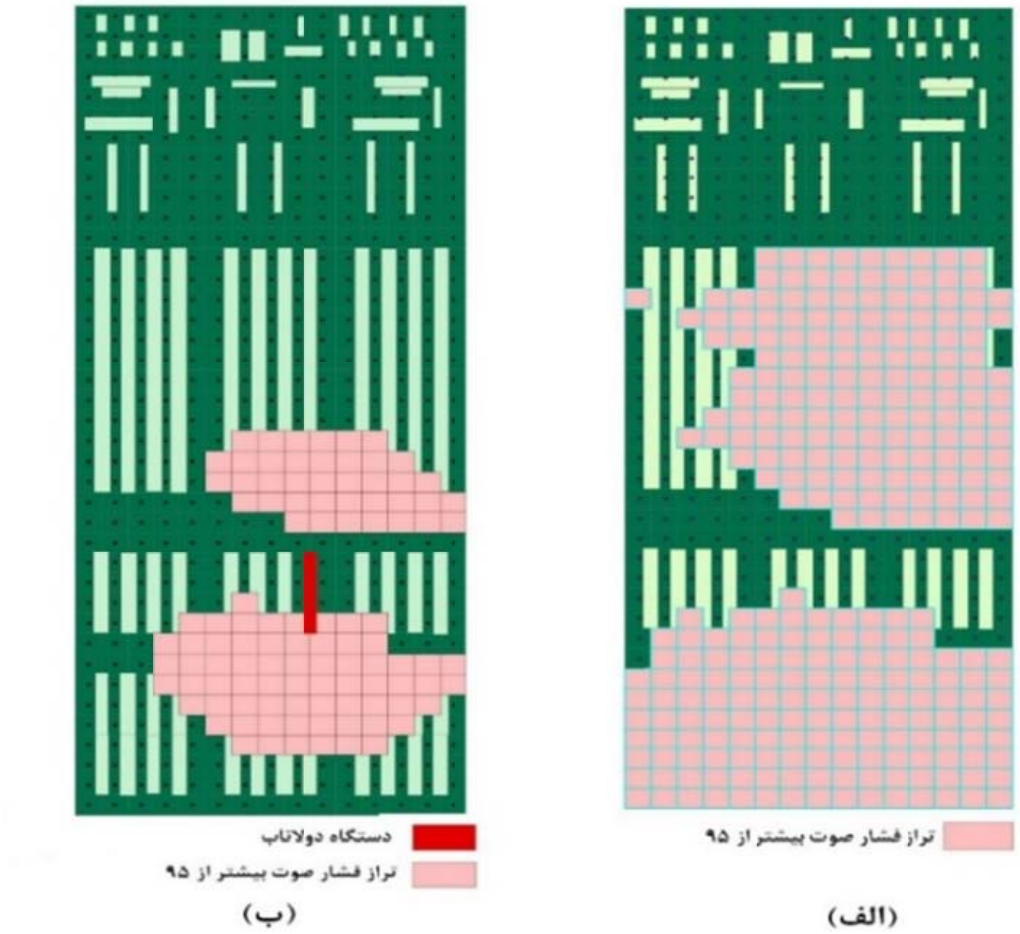
شکل ۱- روش تحقیق

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

یافته‌ها

داده‌های برداشت شده شامل ۶۰۰ نقطه در سالن ریسندگی ۱، ۳۱۲ نقطه در سالن ریسندگی ۲ و همچنین ۱۹۲ نقطه در سالن بافندگی است. مقدار بیشینه ثبت شده در سالن ریسندگی ۱، ۱۰۳ dB، سالن ریسندگی ۲، ۸۶ dB و سالن بافندگی برابر با ۹۴ dB است. اما میانگین بیشترین تراز صدا در سالن بافندگی به‌دست آمده است. میانگین تراز فشار صوت در این سالن ۹۵ dB، سالن ریسندگی ۱، ۹۳ dB و سالن ریسندگی ۲، ۸۸ dB به‌دست آمد. همچنین انحراف معیار داده‌ها در سالن ریسندگی ۱ بسیار بیشتر از دو سالن دیگر است که نشان از تغییرات زیاد در این سالن است.

برای تعیین محدوده‌های خطر در سالن ریسندگی ۱، محدوده‌های تراز بالاتر از ۹۵ dB که خطر محسوب می‌شود، از طریق یک پرس و جوی مکانی مشخص گردیدند (شکل ۲ (الف)). همچنین در شکل ۲ (ب) با در نظر گرفتن یک دستگاه دولاتاب محدوده‌های تراز فشار صوت بالاتر از ۹۵ dB که در فاصله کمتر از ۳۰ m این دستگاه قرار دارند، مشخص گردیده است. برای این کار ابتدا با استفاده از بافر (ایجاد حریم) محدوده ۳۰ m دستگاه مشخص می‌شود و سپس با یک پرس و جوی مکانی در محدوده ۳۰ m، محدوده‌های تراز صوت بیشتر از ۹۵ dB تعیین می‌گردد.



شکل ۲- الف) تراز فشار بالاتر از ۹۵ dB، ب) محدوده‌های تراز فشار بالاتر از ۹۵ dB در فاصله ۳۰ m یک دستگاه دولاتاب

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

برای ارزیابی آلودگی صوتی در محدوده‌های مختلف یک سال در نرم افزار GIS، چند نمونه پرس و جو انجام گرفت که نتایج آن در شکل ۳ مشاهده می‌شود. شکل ۳ (الف) اطلاعات آماری مرتبط با میزان تراز فشار صوت در محدوده ۲۰ m دستگاه فیتیله‌کنی، شکل ۳ (ب) اطلاعات آماری مرتبط با میزان تراز فشار صوت در محدوده ۱۰ m دستگاه رینگ (این محدوده‌ها با استفاده از ابزار بافر ایجاد می‌شود) و شکل ۳ (ج) اطلاعات تراز فشار صوت در یک محدوده خاص که توسط کاربر تعیین شده را نشان می‌دهد.

شکل ۳- الف) میزان تراز فشار در محدوده ۲۰ m دستگاه فیتیله‌کنی، ب) میزان تراز فشار در محدوده ۱۰ m دستگاه رینگ و ج) میزان تراز فشار در یک محدوده خاص

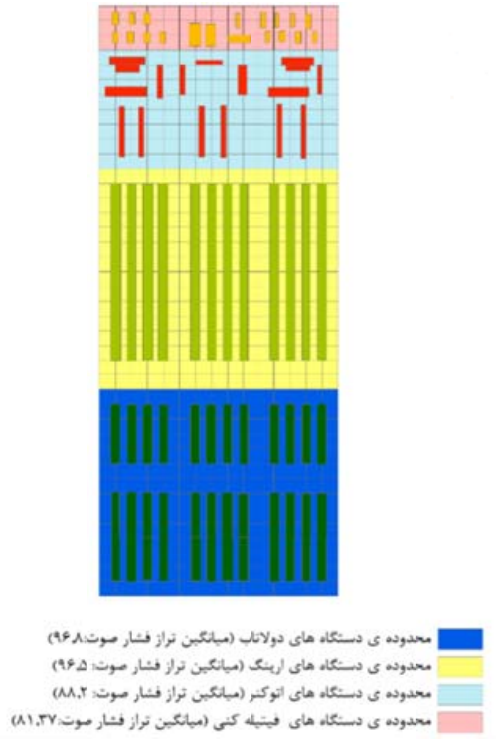
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

بـا توجه بـه اینکـه در مجتمع صنعتـی مذکور دسـتگاه‌های مختلفـی از قبیل فیتیله‌کنی، رینگ، اتوکنر و غیره وجود دارد، تراز صوت در محدوده هر یک از این دسـتگاه‌ها بررسی گردید. برای این کار ابتدا محدوده دستگاه‌ها از یکدیگر تفکیک شدند و سپس تراز فشار صوت هر کدام به‌دست آمد. در شکل ۴ میزان تراز صوت در محدوده دسـتگاه‌های مختلف تعیین شده است. محدوده دسـتگاه‌های دولاتـاب ۹۶/۸ dB، رینگ ۹۶/۱ dB، اتوکنر ۸۸/۲ dB و فیتیله‌کنی ۸۱/۳ dB، به ترتیب بیشـترین تا کمترین تراز فشار صوت را دارا هستند.

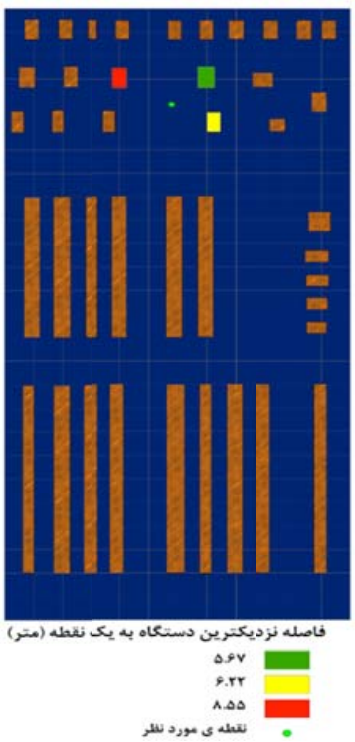
برای تعیین نزدیکترین دسـتگاه‌های مولد صدا برای یک نقطه خاص، ابتدا یک نقطه دلخواه در سالن ریسندگی ۲ مشخص شد، سپس از طریق تابع تحلیلی نزدیکترین فاصله همه دستگاه‌ها تا نقطه مورد نظر به‌دست آمده و در نهایت سه دستگاه نزدیک به این نقطه به ترتیب با فاصله ۵ m، ۶ و ۸ رتبه‌بندی شـدند که در شکل ۵ نمایش داده شده است.

در تحلیل بعدی، با استفاده از روش درون یابی میزان تراز فشار صوت بـرای نقاط نامعلـوم تعیین گردیـد. روش‌های مختلفی بـرای درون یابی در GIS وجود دارد. در اینجا از روش IDW (Inverse Distance Weighting) استفاده شده است که نتیجه حاصل برای دو سالن ریسندگی و یک سالن بافندگی در شـکل ۶ آمده است. تراز فشار صوت در سالن ریسندگی ۱ بین ۰/۲ تا ۱۰۲ dB، در سـالن ریسـندگی ۲ بین ۸۶ تا ۹۳ dB و در سالن بافندگی بین ۹۴ تا ۹۷ dB است.

برای پیش‌بینی تغییرات تراز فشار صوت با جابه‌جایی دستگاه‌ها، ابتدا برخی از دسـتگاه‌های فیتیله‌کنی در سـالن ریسندگی ۲ جابه‌جا شـدند، سپس با اسـتفاده از روش ارائه شده در بخش روش تحقیـق، تغییرات تراز فشـار صوت پیش بینی شـد که نتیجه حاصل از آن در شـکل ۷ نشان داده شده است. شکل ۷ (الف) تراز فشار صوت اولیه و شکل ۷ (ب) پیش بینی تراز فشار صوت را پس از جابه جایی دستگاه‌ها، نشان می‌دهد.

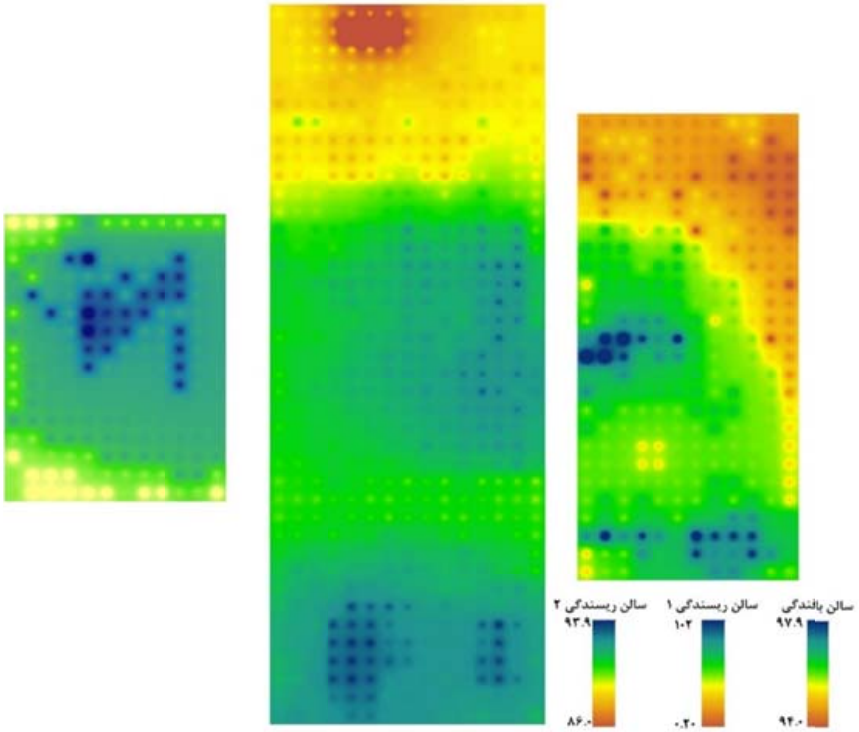


شکل ٤- میانگین تراز فشار صوت در محدوده دستگاه های مختلف

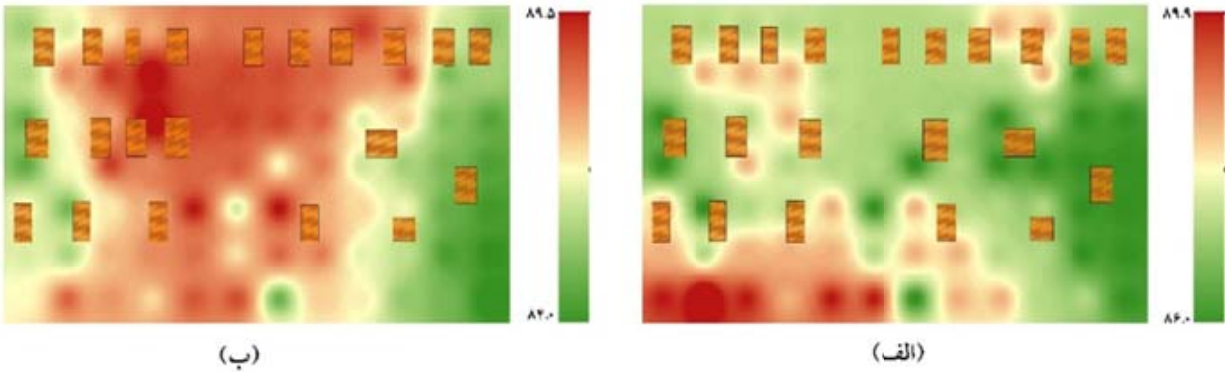


شکل ۵- فاصله نزدیکترین دستگاه ها به یک نقطه

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]



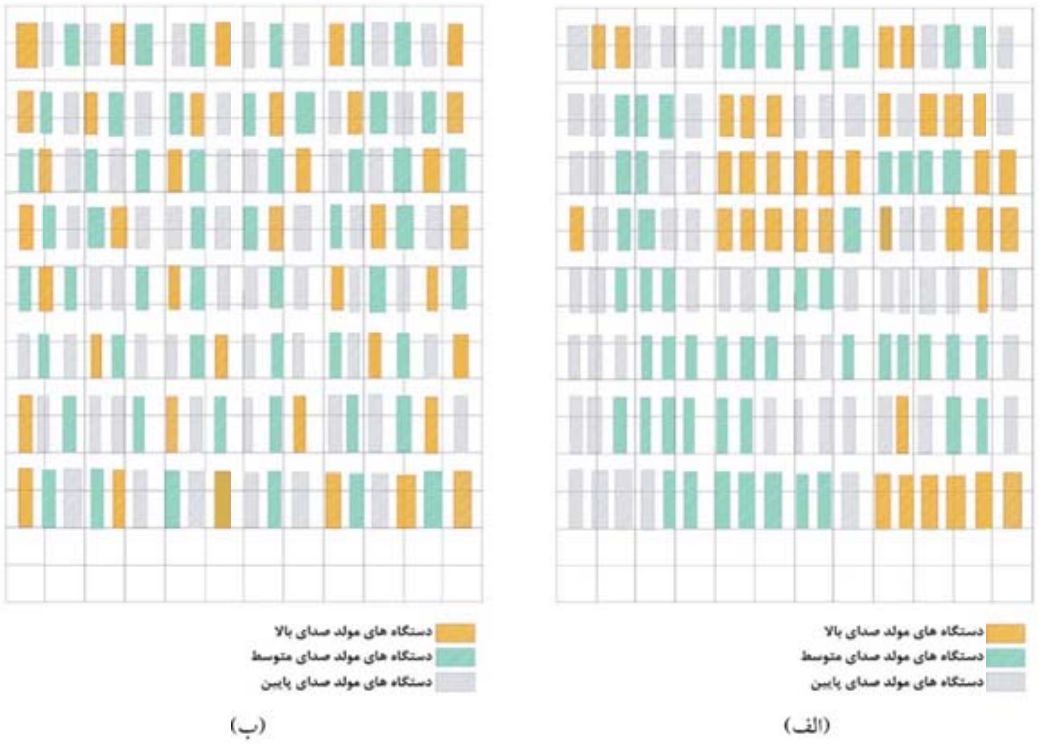
شکل ۶- درون‌یابی و پهنه بندی سه سالن مورد مطالعه با استفاده از نقاط برداشت شده



شکل ۷- الف) تراز فشار صوت اولیه، ب) تراز فشار صوت بعد از جابه‌جایی دستگاه‌ها

اما آخرین تحلیل در نظر گرفته شـــده، توزیع بهینه دســـتگاه‌ها است که برای این کار سالن بافندگی انتخاب شد. برای جانمایی بهینه دســـتگاه‌ها، به طوری‌که کمترین اختلاف تراز فشار صوت در ســـالن به‌وجود آید، به شـــیوه‌ای که در بخش روش تحقیق توضیح داده شـــد عمل می‌شود. به فرض اگر دستگاه‌ها براساس تولید صوت به‌صورت شکل ۸ (الف) طبقه بندی شوند، شکل ۸ (ب) نشان دهنده جانمایی متعادل و همگن دستگاه‌ها براساس تولید صوت در سالن بافندگی است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]



شکل ۸- الف) جانمایی اولیه دستگاه‌های بافندگی، ب) جانمایی بهینه و متعادل دستگاه‌ها براساس تولید صوت

بحث

در پژوهش حاضر، به کاربردهای GIS در ارزیابی آلودگی صوتی محیط‌های کار پرداخته شد. کاربردهای GIS در بررسی آلودگی صوتی می‌تواند موارد بسیاری را شامل شود که با توجه با داده‌های موجود در این پژوهش، به تحلیل‌های فوق بسنده می‌شود. در مجموع هفت کاربرد اجرا و مورد بررسی قرار گرفتند که به خوبی اهمیت استفاده از GIS در ارزیابی وضعیت آلودگی محیط‌های کار را نشان می‌دهند. با توجه به اثرات سوء آلودگی صوتی بر کارکنان و اهمیت سلامت محیط‌های کار لازم است از حداکثر پتانسیل‌های GIS برای ارزیابی و ارتقا محیط‌های کار از نظر آلودگی، بهره گرفته شود.

برای تعیین محدوده‌های خطر و ارزیابی آلودگی صوتی در محدوده‌های مختلف از قابلیت‌های پرس و جو و فاصله استفاده شد. تحلیل فاصله یکی از قابلیت‌های عمده تجزیه و تحلیل‌های GIS است. اطلاعات مربوط به یک پدیده که در فاصله خاصی از یک عارضه مشخص قرار دارند و یا چگونگی تغییرات پدیده با تغییر فاصله از عارضه مورد نظر بسیار مهم است. برای مثال عامل اصلی اثرگذار در میزان تراز فشار صوت یک نقطه، نزدیکترین دستگاه‌ها به آن نقطه هستند. به همین دلیل در اینجا برای اولویت‌بندی دستگاه‌های تاثیرگذار در تراز فشار صوت یک نقطه، فواصل دستگاه‌ها تا نقطه مورد نظر محاسبه گردید. نوع دستگاه‌ها عامل دیگری در تعیین تراز فشار صوت یک نقطه است. تحلیل‌های ارزیابی تراز فشار صوت در محدوده‌های تفکیک شده و همچنین نقشه‌های پهنه‌بندی شده نشان می‌دهند که محدوده دستگاه‌های دولاتاب ۹۶/۸ dB، رینگ ۹۶/۱ dB، اتوکنر ۸۸/۲ dB و فیتیله‌کنی ۸۱/۳ dB، به ترتیب بیشترین تا کمترین تراز فشار صوت را دارا هستند که نشان دهنده اختلاف تقریبا ۱۵ dB تراز فشار صوت در

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

یک سالن است. بنابراین دستگاه‌ها و نحوه چینش آنها می‌تواند تاثیر بسزایی در توزیع مکانی تراز فشار صوت یک محیط کار داشته باشد. تحلیل بعدی که در این تحقیق به آن پرداخته شد، بحث پیش‌بینی تغییرات تراز فشار صوت در صورت جابه‌جایی دستگاه‌ها بود که برای این کار یک رگرسیون مکانی تشکیل گردید. در این بخش تراز فشار صوت یک نقطه، تابع فاصله از دستگاه‌ها در نظر گرفته شد. بدیهی است که هر چقدر دستگاه‌ها به یک نقطه نزدیکتر باشند، تراز فشار صوت در آن نقطه بالا خواهد بود. برای دقیق‌تر کردن پیش‌بینی می‌توان نوع دستگاه‌ها را نیز در امر پیش بینی دخیل کرد. چرا که میزان تولید صوت دستگاه‌ها متفاوت است. جانمایی بهینه دستگاه‌ها، قابلیت دیگر GIS بود که در این تحقیق ارائه گردید. در جانمایی بهینه دستگاه‌ها عوامل متعددی می‌تواند تاثیرگذار باشد. به‌عنوان مثال چینش دستگاه‌ها به گونه‌ای باشد که در یک سالن تعادل تراز فشار صوت برقرار شود و یا چینش دستگاه‌ها به این صورت که در موقعیت کارکنان کمترین تراز فشار صوت ایجاد شود. ذکر این نکته ضروری است که در GIS می‌توان با در نظر گرفتن معیارهای متعدد و از طریق هم‌پوشانی این معیارها، به یک نتیجه جامع و دقیق برای جانمایی دستگاه‌ها رسید.

بیشتر مطالعات انجام شده در ارتباط با کاربردهای GIS در ارزیابی آلودگی صوتی، محدود به تهیه نقشه‌های آلودگی صوتی فضای بیرونی است. تاکنون مطالعات خیلی محدودی در مورد بکارگیری GIS در ارزیابی آلودگی‌های محیط کار انجام گرفته ولی در هیچکدام از GIS برای ارزیابی آلودگی صوتی در محیط‌های داخلی (به‌عنوان مثال محیط‌های کار) استفاده نشده است. در حقیقت پژوهش همسو و ناهمسو در ارتباط با بحث حاضر وجود ندارد. در رابطه با کاربرد GIS در محیط کار، تنها می‌توان به تحقیقات انجام گرفته توسط Mohammadi-Kaji و همکاران (۱۳۹۵) جهت ارزیابی مواجهه کارگران با ذرات در هوای استنشاقی و Majidi و همکاران (۱۳۹۴) برای بررسی شدت روشنایی داخلی اشاره کرد (۲۶، ۲۷). در این مطالعات تنها از روش درون‌یابی برای تولید نقشه استفاده شده و به دیگر کاربردهای GIS در محیط‌های کار پرداخته نشده است.

نتیجه‌گیری

GIS به‌عنوان یک فناوری نوین، امکان اندازه‌گیری و تحلیل‌های مکانی کمی و کیفی در بررسی آلودگی محیط‌های صنعتی از جمله آلودگی صوتی و اثرات ناشی از آن را فراهم آورده است. هدف از بکارگیری این فناوری در بررسی آلودگی صوتی محیط‌های کار، انجام تجزیه و تحلیل‌های مکانی برای تصمیم‌گیری در جهت بهبودسازی وضعیت آلودگی صوتی این محیط‌ها با استفاده از داده‌های مکان-مبنا است. استفاده از پتانسیل‌های GIS برای ارزیابی آلودگی صوتی و اثرات آن بر انسان و محیط زندگی باعث می‌شود که کیفیت و کارایی مطالعات بهینه‌سازی شده و در نهایت به تصمیمات منطقی و صحیح منجر شود.

در این تحقیق به شناسایی پتانسیل‌ها و کاربردهای فناوری مذکور در حوزه آلودگی صوتی محیط‌های صنعتی پرداخته شد. کاربردهای GIS در ارزیابی آلودگی صوتی محیط‌های کار که در این تحقیق به آنها پرداخته شد شامل برآورد تراز فشار صوت در محدوده‌های مختلف سالن‌ها و در فواصل مشخص از دستگاه‌ها، تعیین محدوده‌های خطر، پهنه‌بندی میزان تراز فشار صوت در سالن‌های مذکور، اولویت‌بندی تاثیر دستگاه‌های مختلف در تراز فشار صوت یک نقطه، پیش بینی تغییرات با جابه‌جایی دستگاه‌ها و توزیع بهینه دستگاه‌ها بود. نتایج این تحلیل‌ها بصورت نقشه و اطلاعات آماری ارائه گردید.

با توجه به قابلیت‌های GIS در بررسی آلودگی صوتی محیط‌های کار که در این تحقیق عنوان شدند، می‌توان گفت GIS ابزار بسیار سودمندی در بررسی‌های مربوط به آلودگی صوتی محیط‌های کار از جمله بررسی تغییرات مکانی، بصری سازی آلودگی، اندازه‌گیری‌های مکانی و سایر تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته هستند و می‌توانند در حل مسائل زیست محیطی بویژه آلودگی صوتی مفید باشند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی به تحلیل‌های پیچیده‌تر مکانی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

پرداخته شـده و از فناوری‌های جدید مبتنی بر GIS از جمله Web GIS، سیسـتم‌های پشـتیبان تصمیم‌گیری مکانـی (Spatial Decision Support System (SDSS)) و غیره استفاده شود.

ملاحظات اخلاقی

نویسـندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانـه، تحریف داده‌ها و داده‌سـازی را در ایـن مقاله رعایت کرده‌اند.

References

1. de Kluijver H, Stoter J. Noise mapping and GIS: optimising quality and efficiency of noise effect studies. Computers, Environment and Urban Systems. 2003;27(1):85-102.
2. Parvar A, Monazzam M, Mansouri N, Matlabi-Kashani M. Evaluation of noise pollution and traffic noise index using GIS in the main streets of Kashan. Health System Research. 2016:11(4);688-93 (in Persian).
3. Yilmaz G, Hocanli Y. Mapping of noise by using GIS in Şanliurfa. Environmental Monitoring and Assessment. 2006;121(1-3):103-108.
4. Bedi R. Evaluation of occupational environment in two textile plants in Northern India with specific reference to noise. Industrial Health. 2006;44(1):112-16.
5. Barber JR, Crooks KR, Fristrup KM. The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. Trends in Ecology & Evolution. 2010;25(3):180-89.
6. Reed SE, Boggs JL, Mann JP. A GIS tool for modeling anthropogenic noise propagation in natural ecosystems. Environmental Modelling & Software. 2012;37:1-5.
7. Karimi A, Nasiri P, Abbaspour M, Monazzam M, Taghavi L. Evaluation of noise pollution in Tehran, district 14. Journal of Human and Environment. 2012;10(4):1-12 (in Persian).
8. Lercher P. Environmental noise and health: An integrated research perspective. Environment international. 1996;22(1):117-29.
9. Nekohi N, Abadi R, Esmaeilzade M, Amiri H, Mozaffariyan S. Noise pollution in small workshops covered health centers Bojnurd. Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2013;5(4):917-24 (in Persian).
10. Ko JH, Chang SI, Lee BC. Noise impact assessment by utilizing noise map and GIS: A case study in the city of Chungju, Republic of Korea. Applied Acoustics. 2011;72(8):544-50.
11. Bozkurt TS, Demirkale SY. The field study and numerical simulation of industrial noise mapping. Journal of Building Engineering. 2017;9:60-75.
12. Lee S-W, Chang SI, Park Y-M. Utilizing noise mapping for environmental impact assessment in a downtown redevelopment area of Seoul, Korea. Applied Acoustics. 2008;69(8):704-14.
13. Li B, Tao S, Dawson RW, Cao J, Lam K. A GIS based road traffic noise prediction model. Applied Acoustics. 2002;63(6):679-91.
14. Pamanikabud P, Tansatcha M. Geographical information system for traffic noise analysis and forecasting with the appearance of barriers. Environmental Modelling and Software. 2003;18(10):959-73.
15. Murphy E, Rice H. J, Meskell C. Environmental noise prediction, noise mapping and GIS integration: the case of inner Dublin, Ireland. 8th International Transport Noise and Vibration Symposium; 4-6 June 2006; St. Petersburg.
16. Tsai K-T, Lin M-D, Chen Y-H. Noise mapping in urban environments: A Taiwan study. Applied Acoustics. 2009;70(7):964-72.
17. Alesheikh AA, Omidvari M. Application of GIS in urban traffic noise pollution. International Journal of Occupational Hygiene. 2010;2(2):79-84.
18. Cai M, Zou J, Xie J, Ma X. Road traffic noise mapping in Guangzhou using GIS and GPS. Applied Acoustics. 2015;87:94-102.
19. Khan J, Ketzel M, Kakosimos K, Sørensen M, Jensen SS. Road traffic air and noise pollution exposure assessment–A review of tools and techniques. Science of the Total Environment. 2018;634:661-76.
20. Ranjbar H, Gharagozloo A, Vafaeinezhad A, Kaljoor, D. GIS Approach for 3D Modeling of noise Pollution Using 3D City Models (Case Study: District 3

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

of Tehran). Journal of Ecology. 2012;38(64):125-40 (in Persian).
21. Madadi H, Moradi H, Fakheran S, Joukar M. Modeling of noise emitted from passing west of Isfahan in Qomishlou wildlife refuge using the SPread-GIS model. Journal of Applied Ecology. 2014;3(9):43-56 (in Persian).
22. Anari MHS, Movafagh A. Environmental noise pollution level at Birjand city using statistical and GIS techniques. Journal of Environmental Studies. 2014;40(3):693-710 (in Persian).
23. Majidi F, Khosravi Y. Assessment of noise pollution in Zanjan city using geographic information systems (GIS). Journal of Health and Environment. 2015; 9(1):91-102 (in Persian).
24. Hasani F, Naziri P, Monazzan M. Assessment of noise pollution workshops and noising jobs in District 12 of Tehran (Bazar Bozorg) using GIS. Journal of Environmental Science and Technology. 2017;4:1-11 (in Persian).
25. Dehkhoda N, Haji Seyed-Mirzahoseini SA, Nasiri P, Miri-Lavasani SM. Assessment of the impact of exposure to noise pollution on the incidence rate in glass and glass factories using the GIS tool. Journal of Environmental Science and Technology. doi: 10.22034/jest.2018.15950.2475 (in Persian).
26. Mohammadi Kaji S, Zare Sakhvidi M, Barkhordari A, Mostaghaci M, Zare Sakhvidi F, Ghorbani R, et al. Application of GIS and alignment maps of dust pollution in the workplace in order to evaluate the inhalation exposures. Occupational Medicine. 2016;8(1):34-42 (in Persian).
27. Madjidi F, Arghami S, Nadirkhanloo Z. Application of GIS to study Illuminance in Workplace. Iran Occupational Health. 2016;12(6):81-88 (in Persian).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]

Available online: http://ijhe.tums.ac.ir

Original Article

The use of geographic information systems (GIS) for assessing noise pollution in industrial workplaces: a case study of knitting industry

MR Jelokhani-Niaraki[1,*], F Hajiloo[1], L Hasanzade[2]

1- Department of Remote Sensing and Geographic Information Systems, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Department of Health, Safety and Environment, Faculty of Health, Safety and Environment, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 27 June 2018
Revised: 18 September 2018
Accepted: 24 September 2018
Published: 19 December 2018

Keywords: Noise pollution, Industrial environments, Geographic information systems

***Corresponding Author:**

mrjelokhani@ut.ac.ir

ABSTRACT

Background and Objective: Noise pollution causes many physiological, psychological, economic and social effects on human life. This issue is more important in the environment of industrial workplaces. This research aimed to adopt the functions of GIS for evaluating and spatial analysis of noises in industrial environments.

Materials and Methods: At the initial step, the spatial data for industrial halls were collected and stored as map layers into GIS database. Then, the noise pollution data sampled. The data, including the locations and values of sound pressure levels, were used for the relevant spatial analyses.

Results: The analyses included: the estimation of sound pressure levels in different areas of halls and at the given distance from machines, determination of noisy areas, development of sound noise risk map, interpolation of sound pressure level data, prioritization of the sound sources (i.e., machines) for a given point, prediction of sound pressure levels by moving machines, and optimal site selection and distribution of machines. The mean of noise pressure level was 95 dB for knitting hall, 93 dB for spinning hall 1 and 88 dB for spinning hall 2.

Conclusion: GIS plays a key role in the assessment of noise pollution in industrial workplaces. It is an appropriate tool to store, analyze, manage, and present all types of sound pressure spatial data. Specifically, the use of such system provides spatial intelligence and could help monitor, detect, control, and solve real word sound noise pollution issues.

Please cite this article as: Jelokhani-Niaraki MR, Hajiloo F, Hasanzade L. The use of geographic information systems (GIS) for assessing noise pollution in industrial workplaces: a case study of knitting industry. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(3):377-90.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-09-20]