فصلنامه پژوهشی- تخصصی شهرسازی و معماری
هویت محیط

فصلنامه پژوهشی- تخصصی شهرسازی و معماری هویت محیط
دوره۱، شماره۳، تابستان ۱۳۹۹
شاپا الکترونیکی:۹۷۸۲- ۲۷۱۶
http://www.ei-journal.ir
صص. ۶۳-۴۶

بررسی توزیع سه‌بعدی صوت کارگاه‌های صنعتی به‌منظور دست‌یابی به مکان‌یابی صحیح آن‌ها در لایه‌های ارتفاعی ساختمان‌ها با استفاده از GIS وCityengine (نمونه موردی: ناحیه۳ از منطقه ۱۲ شهر تهران)

امیر شکیبامنش،سید یوسف موسوی[۱]

دانشیار گروه شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران

a.shakibamanesh@art.ac.ir

کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران

Yoosof.moosavi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۶ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۲۷**

چکیده

مسئله صوت وآلودگی‌صوتی در مکان‌یابی کاربری‌های شهری از اهمیت بالایی برخوردار است. آلودگی‌های صوتی شهری عموماً از منابع مختلفی تولید می‌شوند که در آن میان سروصدای ناشی از اتومبیل‌ها و کارگاه‌های صنعتی در زمره مهم‌ترین عوامل ایجاد آلودگی صوتی محسوب می‌شوند. تاکنون پژوهش‌های زیادی در مقوله صوت و آلودگی صوتی صورت گرفته است، اما آنچه پژوهش حاضر را از سایر تحقیقات مشابه متمایز می‌سازد، بررسی توزیع صوت در لایه سوم فضا می‌باشد. پژوهش حاضر که در ناحیه سه از منطقه ۱۲شهر تهران انجام‌شده است، به دنبال مکان‌یابی بهینه کارگاه‌های صنعتی از منظر شهری در لایه‌های ارتفاعی ابنیه موجود می‌باشد. در این راستا در ۵ نقطه از ناحیه ، ۷۰ ایستگاه اصلی و ۳۰ ایستگاه فرعی جهت اندازه‌گیری صوت مشخص گردید. با استفاده از نرم‌افزار جی‌آی‌اس اطلاعات مکانی و توصیفی ایستگاه‌ها بررسی و سپس نقشه اطلاعات مکانی ناحیه ایجاد گردید، با بهره‌گیری از نرم‌افزار سیتی انجین الگوهای موردبررسی طیف‌بندی شده و با استناد به داده‌های ایستگاه‌ها نقشه سه‌بعدی صوت کل ناحیه تولید گردید. بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد که بهترین لایه ارتفاعی برای استقرار این کارگاه‌ها طبقه زیرین همکف می‌باشد. همچنین با جلوگیری از تمرکز کارگاه‌ها در کنار یکدیگر و جلوگیری از استقرار کارگاه‌ها در جداره اول خیابان‌های اصلی می‌توان به مقدار قابل‌توجهی از میزان تراز معادل صوت (Leq) در نقطه گیرنده کم نمود.

کلید واژه‌ها: توزیع سه‌بعدی صوت، آلودگی صوتی،کارگاه‌های صنعتی، سیتی انجین، تهران.

نحوه استناد به مقاله:

شکیبا منش،امیر،موسوی،سید یوسف.(۱۳۹۹) بررسی توزیع سه‌بعدی صوت کارگاه‌های صنعتی به‌منظور دست‌یابی به مکان‌یابی صحیح آن‌ها در لایه‌های ارتفاعی ساختمان‌ها با استفاده از GIS وCityengine (نمونه موردی: ناحیه۳ از منطقه ۱۲ شهر تهران) . فصلنامه پژوهشی- تخصصی شهرسازی و معماری هویت محیط، ۱(۳)،تابستان. ۱۳۹۹. ۶۳-۴۶.

http://www.ei-journal.ir/article_118568.html

[۱] - نویسنده مسئول مقاله: سید یوسف موسوی

Email:Yoosof.moosavi@yahoo.com

۱- مقدمه

مسئله صوت وآلودگی‌صوتی در مکان‌یابی کاربری‌های شهری از اهمیت بالایی برخوردار است ،مشکلات ناشی از سروصدا در گذشته قابل مقایسه با مشکلات جامعه مدرن نمی باشد.(میرطاهری و دیگران،۶۸:۱۳۹۶). صدا با مشخصات تغییر یافته و نامنظم است،که اگر از حد استاندارد بالاتر باشد می تواند منبع بالقوه ای برای صدمات و اختلالات جسمی و روانی باشد(نکوهی و دیگران،۹۱۷:۱۳۹۲). سروصدا به هر نوع صدای ناخواسته و نامطلوب اطلاق می شود.سروصدا به معنی پیامی است که هیچ گونه اطلاعاتی را در بر نداشته و شدت آن در طول زمان به صورت اتفاقی تغییر می کند.در علم آکوستیک، سروصدا را به عنوان انرژی صوتی قابل شنیدن تعریف می کنند که بر سلامت جسمی و روانی موجودات زنده اثر معکوس و منفی دارد (مددی و دیگران،۱۳۹۳).

منابع تولیدکننده ی آلودگی صوتی بر دو نوع صنعتی و غیرصنعتی می باشند(نکوهی و دیگران،۹۱۸:۱۳۹۲). ارزیابی و کنترل صدا در محیط های صنعتی از دیرباز مورد توجه بوده است. این امر به دلیل اثرات بهداشتی، تنوع فرآیندها و تجهیزات مختلف مولد صدا می باشد(گلمحمدی و دیگران، ۵۳:۱۳۹۴). بر این اساس، الگوی استقرار و هم جواری کاربری ها به منظور دستیابی به آسایش صوتی در فضاهای شهری از اصول مهم شهرسازی محسوب می شو،نوع استقرار کاربری ها به میزان حساسیت آن ها به آلودگی صوتی بستگی دارد(محمدی ده چشمه و شنبه پور،۳۵۰:۱۳۹۵). در همین راستا و با توجه به اینکه در محیطهای شهری و به خصوص در نواحی مسکونی صنایع کوچک و کارگاه‌های صنعتی از منابع اصلی آلودگی صوتی می باشند، بنابراین تحقیق پیرامون موضوع کنترل و ساماندهی صوت ناشی از این کارگاه‌ها به یک موضوع مهم تبدیل شده است. موضوعی که تا کنون کمتر به آن پرداخته شده است. البته پیش تر ذکر خواهد شد که در مورد آلودگی صوتی صنایع کار شده است اما این تحقیقاتی که صورت گرفته بیشتر مربوط به محیط های داخلی کارگاه‌ها می باشد و به بررسی تاثیر صوت کارگاه‌ها در کاربری های اطراف توجه کمتری شده است.

تحقیقات نشان می دهند که اکثر کشورهای دنیا در حال حاضر با آلودگی صوتی ناشی از کارگاه‌های صنعتی درگیر هستند. در حدود ۱۲۰ میلیون نفر از مردم اتحادیه اروپا در معرض صدای ترافیک جاده ای با تراز حدود ۵۵ دسی بل و بیش از ۵۰ میلیون نفر در معرض با تراز صدای حدود ۶۵ دسی بل می باشند. حقایق مشابهی در گزارش‌های منتشر شده توسط مدیریت بزرگراه های فدرال در آمریکا حدود مقادیر صدا در ایالت پیکولو بیشتر از حد نرمال اعلام گردیده است (Alesheikh & Omidvari,200;88). همچنین در آلمان پژوهشی تاثیر آلودگی صوتی در محیط شهری را در افزایش بیماری های ایسکمیک قلب را نشان داده است (Babisch et al., 1993:6). سازمان بهداشت جهانی میزان صدای مجاز در مناطق پر ترافیک، مناطق مسکونی و اتاق های بیمارستانی را در ساعات روز به ترتیب ۷۰، ۵۵ و ۳۵ دسی بل بیان کرده است(زمانیان و دیگران،۵۹:۱۳۹۵).

تهران در میان شهرهای ایران، آلودگی صوتی بیشتری را به دلیل وجود ترافیک سنگین در بزرگراهها و وجود صنایع کوچک و بزرگ در نواحی شهری دریافت می کند، البته همانطور که در بالا ذکر شد تا حدودی تحقیقات پیرامون مسله صوت صورت گرفته است اما تا کنون تحقیقی در مورد این که صوت ناشی از کارگاه های صنعتی چگونه بر کاربری های اطرافش تاثیر می گذارد صورت نگرفته است. که این مسئله، ضرورت اصلی انجام این تحقیق است. بر خلاف اعداد نوشته شده در بالا در بسیاری از مناطق تهران وضعیت بسیار بحرانی می باشد و آلودگی صوتی تبدیل به تهدیدی برای زندگی ساکنان شده است.

حال با توجه به مشخص شدن اهمیت موضوع تحقیق، باید ممتوجه شده که چرا استفاده از نقشه های سه بعدی می تواند موثر باشد. نقشه های دو بعدی نویز فقط برای کاهش یا کنترل آلودگی صوتی کافی نخواهند بود. با استفاده از نقشه های دو بعدی، دست یافتن به اطلاعاتی در مورد: محاسبهٔ دقیق تعداد افرادی که تحت تأثیر آلودگی صوتی قرار می گیرند، تعیین نقاط بحرانی با شدت بالای آلودگی و تعیین آلوده ترین مسیر ها به لحاظ ترازهای صوتی مشکل و گاه غیرممکن خواهد بود. دلیل این مسئله این است که نمایش تغییرات شدت صوت در نقشه های دو بعدی آلودگی صوتی امکان پذیر نیست. نقشه های دو بعدی آلودگی صوتی اطلاعات کافی برای محاسبه بازده ناشی از به کار گرفتن تأثیر دیوارهای صوتی و مواد عایق صوتی را در کاهش این آلودگی در اختیار نمی گذارد(Seong et al., 2011;338). به منظور یافتن راه حلی بهتر برای حل

این مسائل، داشتن نقشهٔ آلودگی صوتی که می تواند اطلاعات کاملی را ازتأثیر آلودگی صوتی در همهٔ جهات ارائه کند، ضروری به نظر می آید. این موضوع با داشتن نقشه سه بعدی آلودگی صوتی ممکن می شود، که هدف از پژوهش حاضر استفاده از یک روش کارامد تر در بحث صوت برای رسیدن به نتایج بهتر می باشد.

۲- چهارچوب نظری پژوهش

۲-۱- آلودگی صوتی در فضاهای شهری

آلودگی صوتی در فضاهای شهری بدین گونه تعریف می‌شود: صدایی ناخواسته با مدت‌زمان، شدت یا کیفیتی که به انسان آسیب جسمی و روحی وارد می‌نماید (M. Adams et al., 2006; M. D. Adams et al., 2008; Alam, Alam Rahman, Dikshit, & Khan, 2006; Arras, Massacci, & Pittaluga, 2003). حمل‌ونقل برون‌شهری، خطوط راه‌آهن و فعالیت‌های مرتبط، ساخت و ساز، صنعت در زمره مهم‌ترین منابع عمده تولیدکننده آلودگی صوتی در فضاهای شهری به حساب می‌آیند. در بحث آلودگی صوتی کارگاه‌های صنعتی پژوهش‌های فراوانی صورت گرفته است که همه به تأثیر صدا بر محیط کارگاه پرداخته می‌شود و کمتر به تأثیر صدای کارگاه بر محیط مسکونی و سایر کاربری‌های اطراف است (رنجبر و همکاران،۱۳۹۱: ۴۵). در جدول ۲ اهم مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص آلودگی صوتی به‌اختصار طبقه‌بندی گردیده است.

جدول ۲: ***تحقیقات صورت گرفته حائز اهمیت در مطالعات آلودگی صوتی***

پژوهش	پژوهشگر(ان)	اهداف	مهم‌ترین یافته‌های واجد ارزش
نقشه‌برداری سه‌بعدی صوت ترافیک با در نظر گرفتن موانع بین نمای ساختمان‌ها و معابر	Wei-Jiang Zhao et all, (مقاله/۲۰۱۷)	تهیه نقشه آلودگی صوتی و بررسی تأثیر موانع صوتی در انتشار صوت به سمت نقاط گیرنده	در این تحقیق یکی از نکات مهم انجام بررسی مقایسه‌ای انتشار صوت با قرض وجودی عدم موانع صوتی و بررسی مقایسه‌ای میزان اثر هر مرحله در شرایط مخالف هست.
تجزیه‌وتحلیل سه‌بعدی و بررسی تأثیر سروصدای ترافیک بزرگراه جدید بر ساختمان‌ها و مناطق اطراف آن	Pichai Pamanikabud, . Marupong Tansatcha (مقاله،۲۰۱۰)	تجزیه تحلیل سه‌بعدی اثر صوت ناشی از ترافیک در بخش جدیدی از یک بزرگراه اصلی –ارتباط بین بانکوک به‌سوی سووانپهوم و پاتایا از سطح تقریباً نزدیک به زمین تا ارتفاع بالای ساختمان‌ها صورت گرفته است.	در این ارتفاع ساختمان‌ها در هر شرایطی نمی‌تواند باعث کاهش صوت گردد. این موضوع ازآنجا جالب می‌نماید که در تحقیق شماره ۲ همین جدول آقای حمیدرضا رنجبر و دیگران نوشته‌اند که با ارتفاع گرفتن ساختمان‌ها از میزان اثر صوت کاسته می‌شود(البته منظور ما در نظر گرفتن یک سری محدودیت‌ها و عامل هستند که در تحقیق فوق به آن اشاره‌ای نشده است) . از نکات قابل‌ذکر دیگر این هست که در سایر تحقیقات برای معرفی منابع انتشار صوت ترافیکی به سه رده وسایل نقلیه اشاره‌کرده‌اند درحالی‌که در این تحقیق در ۸ رده از موتورسیکلت و تا خودروی سنگین اشاره می‌کند.
پیش‌بینی و تجسم سه‌بعدی شاخص‌های محیطی آلودگی صوتی و هوا	Nan sheng (پایان‌نامه (۲۰۱۰	ساخت مدل ۳ بعدی صوت به‌منظور تجزیه‌وتحلیل اثر صوت حاصل از ترافیک بخشی از بزرگراه همت، بر روی تمامی وجوه به‌منظور فراهم آوردن اطلاعات قابل‌فهم در مورد آلودگی‌های صوتی و هوا	دو نکته قابل‌توجه در این پژوهش به چشم می‌خورد:اول اینکه دو آلودگی صوتی و هوا را بررسی کرده است و اینکه درنتیجه‌گیری هم تقریباً به نتایج جالبی در هر دو مورد دست‌یافته است و دوم استفاده از نرم‌افزارهایی چون X3D ،Google Earth ، ArcScene

کنترل صدا در صنعت	E&F.N.Spon. (book/2004)	بررسی صوت کارگاه‌های صنعتی کوچک و راه‌های کنترل آلودگی صوتی آن‌ها مطالعه‌ی جامعی صورت گرفته است.	این تحقیق یافته‌های ارزشمندی را در اختیار پژوهشگرانی که قصد مطالعه درزمینه صوت و آلودگی صوتی رادارند قرار می‌دهد. بدین گونه که باکارهای بسیار متفاوتی را از نحوه کنترل صوت در مآخذ مسیر انتقال و نقطه گیرنده مورد آزمایش قرار داده و عملی نموده و نتایج آن را ذکر کرده است.
تأثیر هدایت مآخذ بر میزان نویز در سالن‌های صنعتی: شبیه‌سازی و آزمایش	Jacques Chatillon (مقاله/۲۰۰۶)	بررسی صوت کارگاه‌های کوچک صنعتی و نحوه کنترل صدای دستگاه-های تولید صدا در این کارگاه‌ها	مهم‌ترین بحثی که می‌توان در مورد این تحقیق به آن اشاره کرد پرداختن به صوت دستگاه‌های صنعتی در کارگاه‌های کوچک صنعتی و نحوه کنترل صوت این دستگاه‌ها هست.

با این وجود در بین تحقیقات و مطالعات صورت گرفته در موضوع آلودگی صوتی تاکنون کمتر به نحوه در فضاهای شهری پرداخته‌شده است.همچنین مطالعات کمتری بر روی نحوه تولید صوت کارگاه‌های صنعتی و تأثیر آن بر بافت مسکونی پیرامون آن‌ها صورت گرفته است.

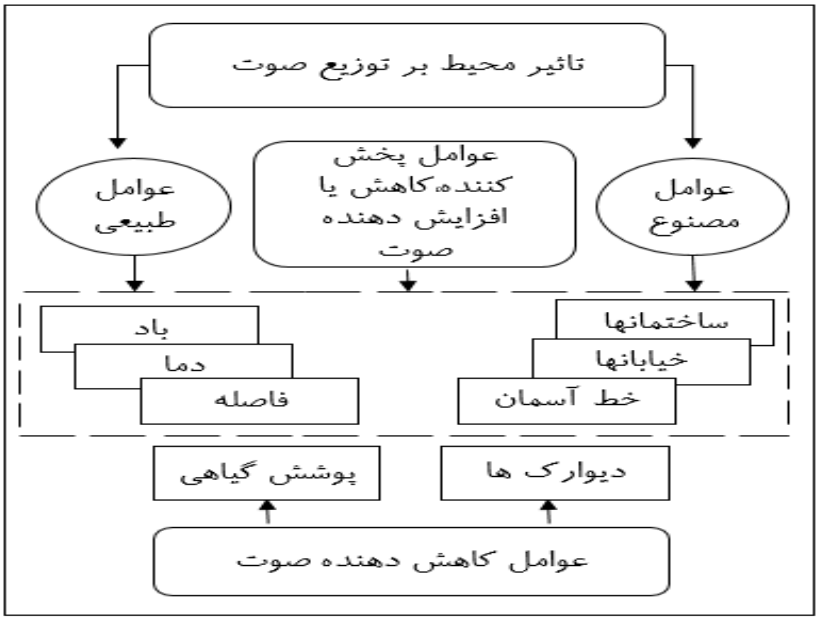
۲-۲- شاخص‌های آلودگی صوتی در محیط

همان‌گونه که مشخص است اندازه‌گیری و ارزیابی شاخص‌های تراز فشار صوت می‌باید بر اساس الگوهای زمانی قابل‌قبول و ترجیحاً استاندارد صورت گیرد.بنابراین برای تبدیل مقادیر تراز فشار صوت در طول یک دوره زمانی، باید آن را به تراز معادل تبدیل نمود.حد مجاز آلودگی صوتی در محیط آزاد و حتی محیط‌های سربسته به صورت تراز معادل برای دوره‌های معین زمانی از شبانه‌روز تعریف‌شده است. همچنین اندازه‌گیری یا محاسبه تراز معادل تراز فشار صوت برای آن دوره‌ها از اهمیت خاصی برخورداراست، به دلیل اینکه قابلیت مقایسه با حدود مجاز را خواهد داشت(گل محمدی،۱۱۵:۱۳۹۳).[۱]

۲-۳- تأثیر محیط بر توزیع صوت

مهم‌ترین موضوعی که در بحث آلودگی صوتی نیاز است به آن پرداخته شود، بحث تأثیر محیط پیرامون مآخذ ایجاد صوت و نقطه گیرنده هست. عوامل طبیعی‌دان هرکدام به شیوه‌ای بر توزیع و پخش صوت تأثیر دارند، قاعدتاً باید با در نظر گرفتن عوامل طبیعی، عوامل مصنوعی را ایجاد کرد تا از افزایش آلودگی صوتی جلوگیری عمل بیاید. در این میان ارتفاع ساختمان‌ها و خط آسمان می‌تواند عامل بسیار مهمی‌باشد، که ضروری است به آن توجه بیشتری شود.

[۱] در کشورهای مختلف دوره‌های زمانی متفاوتی برای محاسبه یا مبنای تراز معادل تصویب‌شده است. معروف‌ترین دوره‌های زمانی ساعت ۷ صبح تا ساعت ۲۲ برای تراز روز (DL) به‌عنوان دوره ۱۵ ساعته روز و از ساعت ۲۲ تا ۷ صبح روز بعد(NL) به‌عنوان تراز ۹ ساعته شب است.در برخی معیارها ساعت ۱۹ تا ۲۲ به‌عنوان تراز ابتدای شب (EL) و ساعت ۲۳ تا ۷ صبح روز بعد با عمال ضرایب مربوط به تراز معادل شب (NL) مقرر گردیده است.در ایران طبق مصوبه شورای عالی محیط‌زیست (سال ۱۳۸۷) فقط دو دوره زمانی ۷ صبح تا ۱۰ شب برای تراز روز و از ۱۰ شب تا ۷ صبح برای تراز شب تصویب گردیده است.حدود مجاز آلودگی صوتی نیز بر همین اساس معین گردیده است.



شکل ۱: تأثیر محیط بر توزیع و بخشایش صوت؛ مأخذ : (قیابکلو،۱۳۸۷:۳۰ولیاقتی،۱۳۶۹:۲۲،۲۱،۲۰ و Murphy & King,2014:46 و Botteldooren, D, et al و Kang, 2006: 210,211 و salmons & Pont, 2012: 3)

۲-۴- کاربری‌های صنعتی و صوت

۲-۴-۱- طبقه‌بندی کاربری صنعتی

الف) صنایع خرد: مانند نانوایی‌ها و خشک‌شویی‌ها که در نزدیکی نواحی مسکونی برای منتفع شدن ساکنان آن مستقر شوند.

ب) صنایع سبک: ازجمله مشاغل صداساز و صنایع کوچک در محیط‌های شهری می‌توان به کارگاه‌های صنعتی و مشاغلی که به تولید و مونتاژ قطعات کوچک صنعتی مشغول می‌باشند اشاره کرد(حسنی و دیگران،۱۳۹۶:۳). این نوع از کاربری صنعتی برای پژوهش حاضر بسیار اهمیت دارد؛ چراکه یکی از اهداف تحقیق بررسی صدای تولیدشده از این نوع صنایع هست.انواع صوت این کاربری‌ها در جدول ۲ آمده است.

ج) صنایع متوسط: مانند کارخانه‌های کتان، نفت، شکر که تولیدکننده صدا و مواد زائد نامطلوب هستند.

د) صنایع سنگین: این دسته از صنایع بخش اعظم صنایع را به خود اختصاص داده‌اند، صنایع بزرگی هستند که به سطوح ساختمانی و تجهیزات ویژه نیاز دارند،و از متخصصین بیشتری در فرایند تولید کمک می‌گیرند (قرخلو و فرجام،۱۳۸۰:۵۰).

جدول ۳: انواع صنایع سبک و کارگاه‌ها در محیط شهری

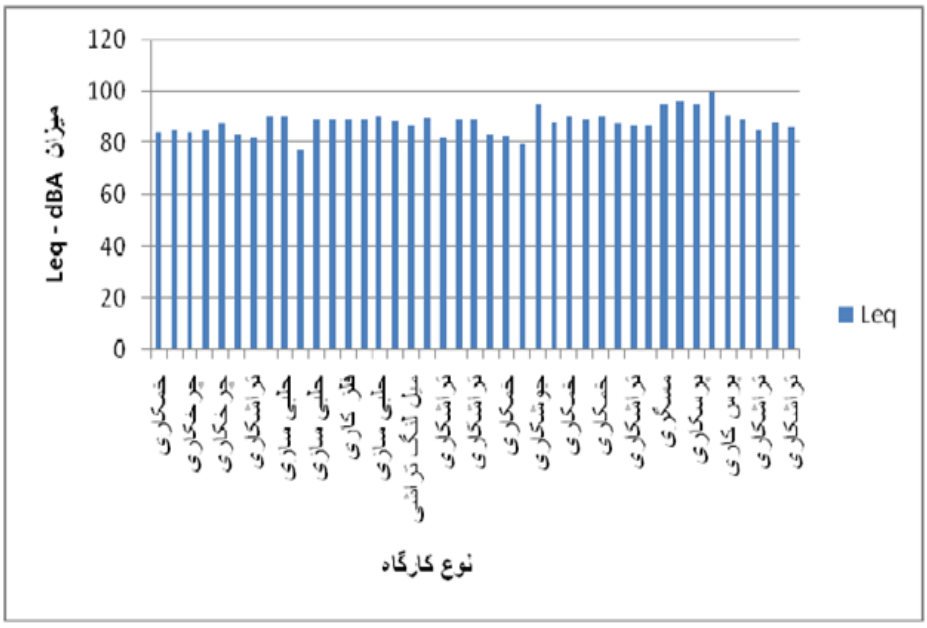
ردیف	نوع حرفه و شغل
۱	برشکاری / تراشکاری / قطعه‌سازی / کمپرسورها/ تولیدی چرخ صنعتی
۲	تولیدی کفش/ قالب‌سازی/ نازک سازی
۳	آهنگری / درب و پنجره سازی /کابینت سازی / جوشکاری / سماورسازی

۴	حلبی‌سازی / کانال‌سازی
۵	رنگرزی
۶	جوراب‌بافی/ بافندگی / پارچه کش‌بافی / لحاف‌دوزی
۷	صافکاری / تعمیرگاه / موتورسازی
۸	پلاستیک زنی/ لوازم پلاستیک و ملانین
۹	شیشه‌سازی / تراش شیشه / آیینه شمعدان
۱۰	خشکبار پزی
۱۱	مسگری

مأخذ: (لیاقتی، ۶۹:۱۳۶۹ ,Gayathri, K.et al,2012)

۲-۴-۲- صدای کارگاه‌های شهری

از بین صنایع کوچک و کارگاه‌هایی که در جدول بالا ذکر شد هرکدام به مقداری متفاوت تولید صدا دارند کـه دراین بین بعضی صدای بسیار بالایی را تولید می‌کنند که باعث آزار رساندن به محیط پیرامون خود می‌شوند.



شکل ۳: میزان تراز معادل صوت (Leq) برخی از کارگاه‌های صنعتی. مأخذ: (حسنی و دیگران،۴:۱۳۹۶)

۲-۵- بررسی تأثیر جایگذاری کاربری‌ها در لایه سوم فضا،با تأکید بر کارگاه‌های صنعتی

در اصل، انگیزه استفاده از تجسم سه‌بعدی درزمینه برنامه‌ریزی شهری و اطلاعات جغرافیایی می‌تواند به تبدیل ساده از پدیده‌های دوبعدی به سه‌بعدی به دلیل داده‌های خام باشد. به عنوان مثال: در معماری و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز سه‌بعدی داده‌های خام درنهایت منجر به نیاز به نمونه سه‌بعدی دارند،که در بسیاری از موارد

که داده‌های اولیه دوبعدی می‌باشند امکان ادامه کار وجود ندارد و تبدیل داده‌ها ناگزیر می‌شود. علاوه براین، توسعه تکنولوژی در سخت‌افزار گرافیک کامپیوتری توسط صنعت بازی‌سازی هدایت شده است، که از طریق تکنولوژی سه‌بعدی می‌تواند در زمینه ژئو اطلاعات مورداستفاده قرار گیرد. درنهایت تکنولوژی تجسم سه‌بعدی می‌تواند کاربران را با اکتشافات تعاملی و نمایندگی متحرک نزدیک به دنیای واقعی فراهم کند، که موجب تحریک‌های حساس و عمیق و بصری کاربران می‌شود تا محصول را به اطلاعات بیشتر و چشمگیر تبدیل کند (Nan sheng,et al,2013, Hall, D. A,2011).

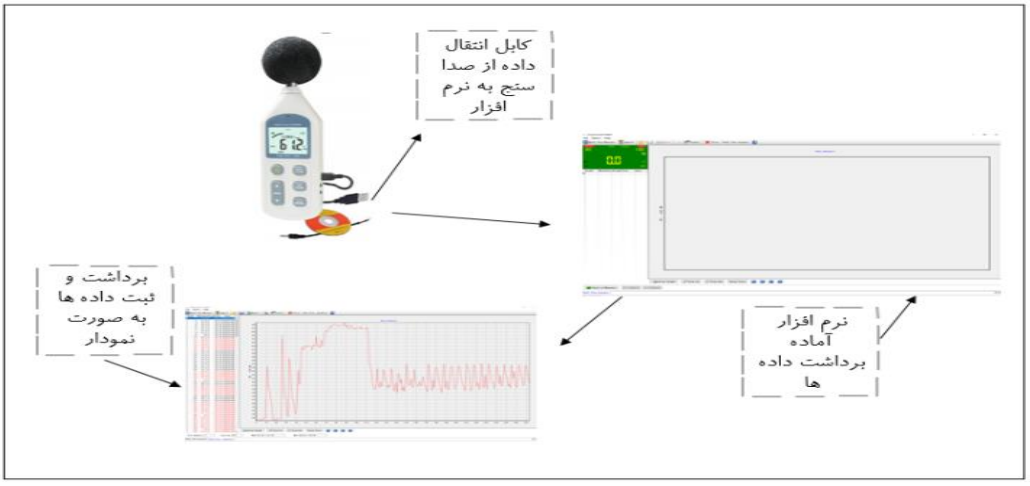
توجه نحوه جایگذاری کاربری‌های مختلف در لایه‌های مختلف ساختمان ازجمله مواردی هست که در دهه‌های اخیر توجه کمتری به آن شده است و در بسیاری موارد در بافت‌های شهری شاهد بک الگوی تقریباً یکسان از جایگذاری کاربری‌ها هستیم.با در نظر گرفتن تأثیرگذاری عوامل مختلف بر ساختمان‌ها و فعالیت‌هایی که در ساختمان‌ها هستند خود به خود به این نکته پی خواهیم برد که کاربری‌هایی که در ساختمان‌ها هستند بهتر است که به‌صورت منطقی جایگذاری شوند(Nan sheng,2011:17, Sisman, E. E., & Unver, E,2011:38).

۳- روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش با توجه به سطح پیچیدگی پژوهش نحوه گردآوری داده در هر مرحله دارای پیچیدگی های خاص خود بوده است. در این راستا مرحله برداشت داده‌ها که به‌صورت کاملاً میدانی انجام گرفت اهمیت بسیار بالایی دارد. بنابراین برای برداشت داده‌ها سعی شده تا بیشترین دقت به کار رود. تعداد و محل ایستگاه‌های اندازه‌گیری در هر کارگاه وابسته به هدف اندازه-گیری‌است.با توجه به اینکه تحقیق در نظر دارد صدا را در طبقات مختلف ساختمان‌های اطراف کارگاه‌های صنعتی اندازه‌گیری نماید. بنابراین برای به دست آوردن یک نتیجه دقیق‌تر می‌بایستی شرایط طبیعی و مصنوعی محیط یکسان باشد. به‌جز مواردی مانند فاصله و ارتفاع و ... در محدوده ناحیه ۳ منطقه ۱۲ هم در ساختمان های بلند و هم در ساختمان‌های متوسط نقاطی را برای اندازه گیری و به دست آوردن داده‌های موردنیاز در نظر گرفته‌ایم.

۳-۱- ابزار اندازه‌گیری

دستگاه صداسنج برای اندازه‌گیری تراز فشار صوت طراحی گردیده است. در پژوهش حاضر به دلیل اینکه سنجش صدا در شبکه وزنی A[i] نیاز بود(به دلیل اینکه در اینجا گوش انسان ملاک دریافت صدا هست) نوعی دستگاه صداسنج انتخاب‌شده است(شکل).که در دو شبکه وزنی A, C[ii] و در دو حالت سریع و آهسته [iii] قابلیت اندازه‌گیری دارد.



شکل ۴: ابزار اندازه‌گیری تحقیق و *جزئیات* آن

۳-۲- نرم‌افزارهای مورداستفاده جهت تحلیل داده‌های صوت

در پژوهش حاضر ابتدا داده‌های میدانی برداشت‌شده و وارد محیط جی‌آی‌اس شده‌اند، (روند اولیه تحقیق بر این بوده است که صفرتا صد تحلیل در همین نرم‌افزار انجام شود، اما به دلیل نوع داده‌ها که در یک بلوک تفاوت زیادی داشت (یعنی طیف صوتی که در جداره برداشت شده تفاوت زیادی با طیف صوت جداره کناری یا پشت‌بام در یک ساختمان یا بلوک دارد)، پس از برداشت داده‌ها و واردکردن به محیط جی‌آی‌اس مشخص شد که این نرم‌افزار برای چنین داده‌هایی طیف‌بندی مناسبی نمی‌تواند داشته باشد)، به همین دلیل از نرم‌افزار کمکی سیتی‌انجین[۲] برای طیف‌بندی صوتی استفاده شد. لازم به ذکر است که در محیط جی‌آی‌اس نیز می‌توان به چنین طیف‌بندی در بحث نقشه سه‌بعدی صوت دست‌یافت اما به دلیل اینکه یک بلوک یا یک ساختمان را به‌طورکلی در نظر می‌گیرد و طیف می‌دهد برای چنین تحقیقاتی کیفیت لازم را ندارد.

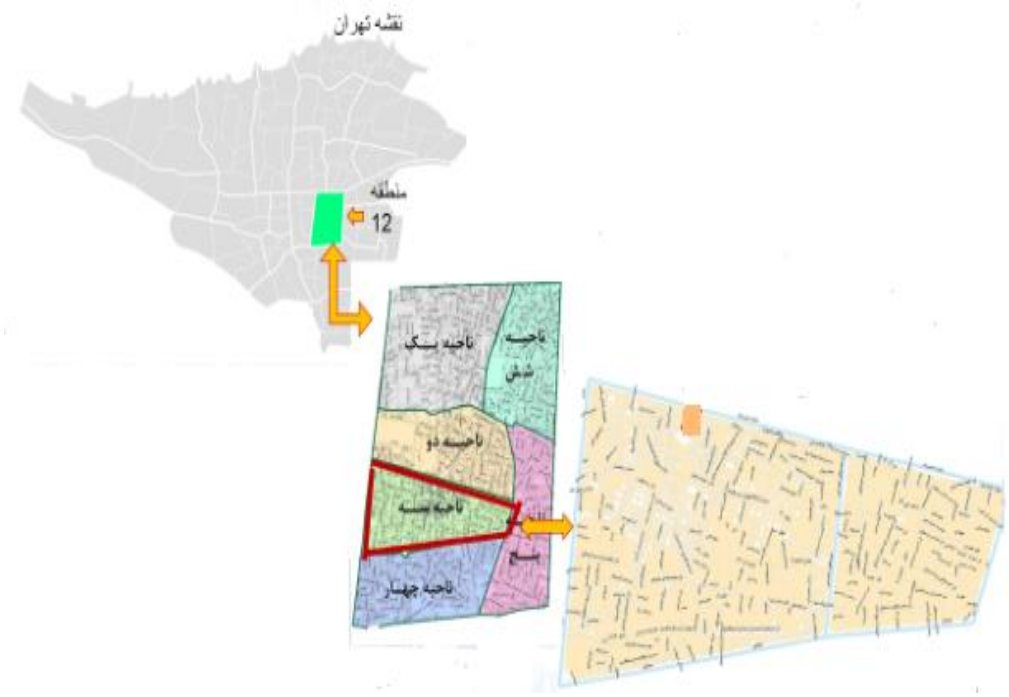
شکل ۵: فرآیند ورود داده‌های تحقیق به نرم‌افزار

۳-۳- بررسی محدوده موردمطالعه

منطقه۱۲ یکی از مناطق قدیمی شهر تهران محسوب می‌شود که در مرکز این شهر واقع‌شده است. ناحیه ۳ منطقه ۱۲، هسته اولیه شهر تهران هست که در دوره صفوی و از دو محله سنگلج و سیروس تشکیل‌شده و بازار تهران (به‌عنوان قوی‌ترین قلمرو اقتصادی و کسب‌وکار کشور و دارای فضای سیاسی، اجتماعی و مذهبی) با جمعیت شناور بیش از یک و نیم میلیون نفری در جغرافیای این ناحیه واقع‌شده است.به همین دلیل که یکی از نواحی قدیمی شهر تهران هست کارگاه‌های صنعتی بسیار زیادی در این ناحیه متمرکزشده‌اند که دلیل اصلی این تحقیق می‌باشند.

---

[۲]- نرم‌افزار سیتی انجین یک نرم‌افزار سه‌بعدی است که برای طراحی شهری استفاده می‌شود،این برنامه همچنین عمل مدل‌سازی را انجام داده و درواقع برای برنامه‌ریزی و طراحی فضاهای شهری به کار می‌رود. این نرم‌افزار امکان طراحی نماها،راه‌ها و مسیرهای شهری و بلوک‌های شهر را میسر می‌سازد.



شکل ۶: موقعیت ناحیه ۳،منطقه ۱۲درشهرتهران

۳-۴- بررسی پراکندگی کارگاه‌های صنعتی در ناحیه ۳ منطقه ۱۲ شهر تهران

برای آگاهی از وضعیت فعالیت‌های، صنایع و مشاغلی که به نحوی در فرآیند کارشان آلودگی صدا وجود داشته و آلودگی صدای محیط را در تهران افزایش می دهند، مطالعات میدانی زیادی و همچنین استفاده از اطلاعات یافته های تحقیقات گسترده‌ای انجام پذیرفت و سپس فهرست کلیه مشاغل در اختیار قرارگرفته شد و کلیه فعالیت‌هایی که در محدوده ناحیه ۳ منطقه۱۲ شهرداری تهران قراردادند شناسایی گردید.

شکل ۷: پراکندگی کارگاه‌های صنعتی در سطح محدوده موردمطالعه؛ مأخذ: (باوند، ۱۳۸۵)

۳-۵- انتخاب ایستگاه‌های اندازه‌گیری صوت

برداشت داده های میدانی در این تحقیق از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هست. در همین راستا در مبحث شناخت

تمام تلاش صورت گرفته‌شده تا شناخت دقیقی از محدوده مورد مطالعه به دست آید،تا در هنگام انتخاب ایستگاه‌های اندازه‌گیری دقت لازم به‌کاربرده شود.در این تحقیق سعی شده است تا الگوهای مختلف کارگاه‌های صنعتی را در بربگیرد. همان‌طور که در تصویر بالا به میزان صدای کارگاه‌های صنعتی اشاره شد،در اینجا نیز با استناد این جداول و همچنین با در نظر گرفتن کارگاه‌هایی که در یک دسته قرار می‌گیرند و تولید صدای تقریباً نزدیک به همی‌دارند، قرار گرفتن این کارگاه‌ها در میان بافت مسکونی و سایر عوامل دیگر، در ۵ نقطه از ناحیه موردمطالعه و ۷۰ ایستگاه اندازه‌گیری در نظر گرفته‌شده است که در ادامه به تجزیه‌وتحلیل داده‌های ایستگاه‌های اندازه‌گیری پرداخته خواهد شد. لازم به ذکر هست که در تمامی ایستگاه‌های اندازه‌گیری که در همکف قرار دارند، اندازه‌گیری در دومتری نما صورت گرفته است و همچنین در ایستگاه های که در ارتفاع قرار دارند به دلیل محدودیت دررفتن به طبقات میانی ساختمان‌ها در پشت‌بام اندازه‌گیری صورت گرفته است. با توجه به مطالعاتی که پیرامون مبحث اندازه-گیری در تحقیقات مختلف صورت گرفته است، نحوه انتخاب مدت‌زمان اندازه‌گیری وابسته به‌شدت تغییرات داده‌های ایستگاه‌های اندازه‌گیری هست. در تعیین تراز معادل صوت (Leq) دوره‌ای زمانی یک ساعت، ۲۴ ساعت یا حتی ۱۵ ساعت در طول روز نه ساعت در طول شب را می‌توان به کاربرد. در تحقیق حاضر نیز با بررسی شدت این تغییرات مدت‌زمانی در برخی ایستگاه‌ها یک ساعت و در برخی ایستگاه‌های دیگر با توجه به کم بودن تغییرات صوت بین ۸ تا ۱۰ دقیقه در نظر گرفته‌شده است که به نظر نتیجه مطلوبی به دست می‌دهد.

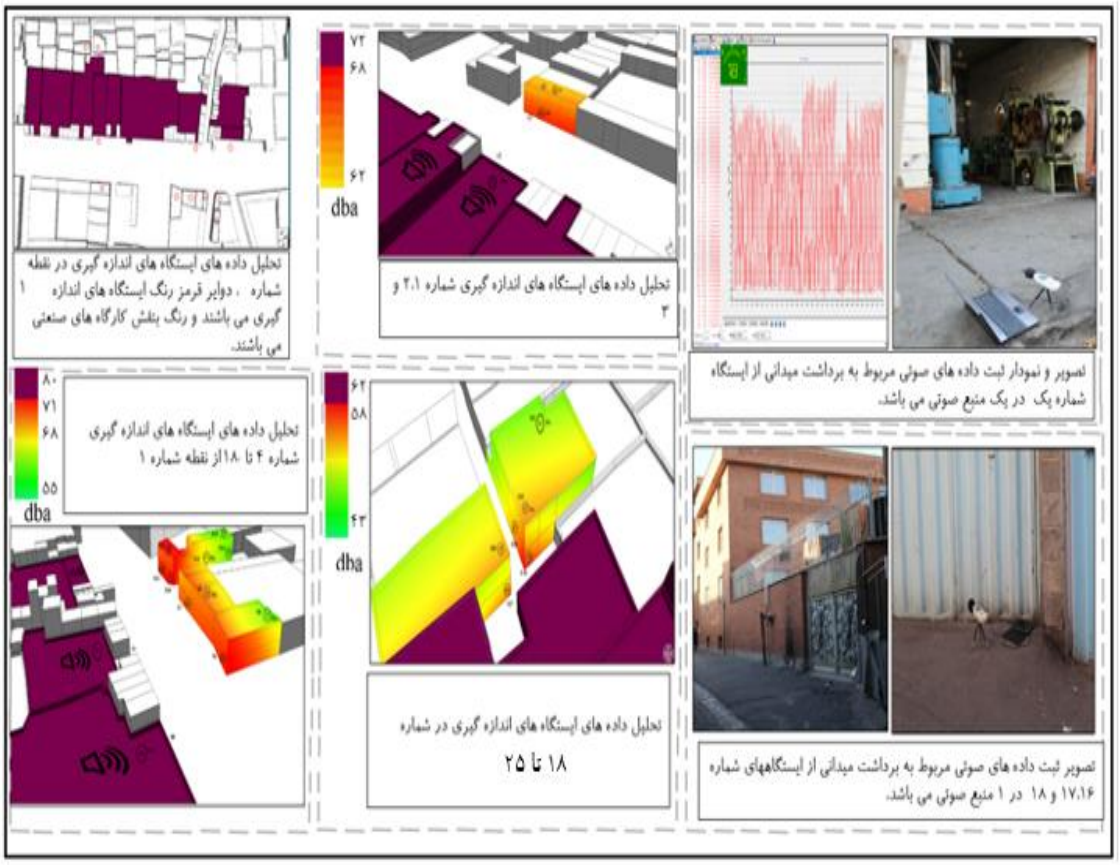
شکل ۸: موقعیت نقاط انتخاب‌شده برای ایستگاه‌های اندازه‌گیری صوت

۴- تحلیل داده‌ها ، آزمون‌ها و یافته‌های تحقیق

۴-۱- بررسی و تحلیل داده‌های ایستگاه‌های اندازه‌گیری نقطه شماره یک

همان‌طور که موقعیت این نقطه در شکل شماره ۸ به‌خوبی نشان داده‌شده است: بر خیابان ری و بالاتر از میدان قیام هست، دلیل اصلی انتخاب این نقطه از ناحیه موردمطالعه تراکم کارگاه‌های صنعتی از یک جنس (برشکاری ،تراشکاری ،فرزکاری و..) که به نظر می‌رسید زمانی که چند تا از این کارگاه‌ها هم‌زمان باهم شروع به کار کنند صدایی غیرقابل‌تحمل را ایجاد کنند. در این نقطه با توجه به اینکه تراکم کارگاه‌های در یک جداره زیاد هست و همچنین با توجه به اینکه این کارگاه‌ها در جداره یک خیابان اصلی قرار گرفته‌اند صدای ترافیک نیز به آلودگی

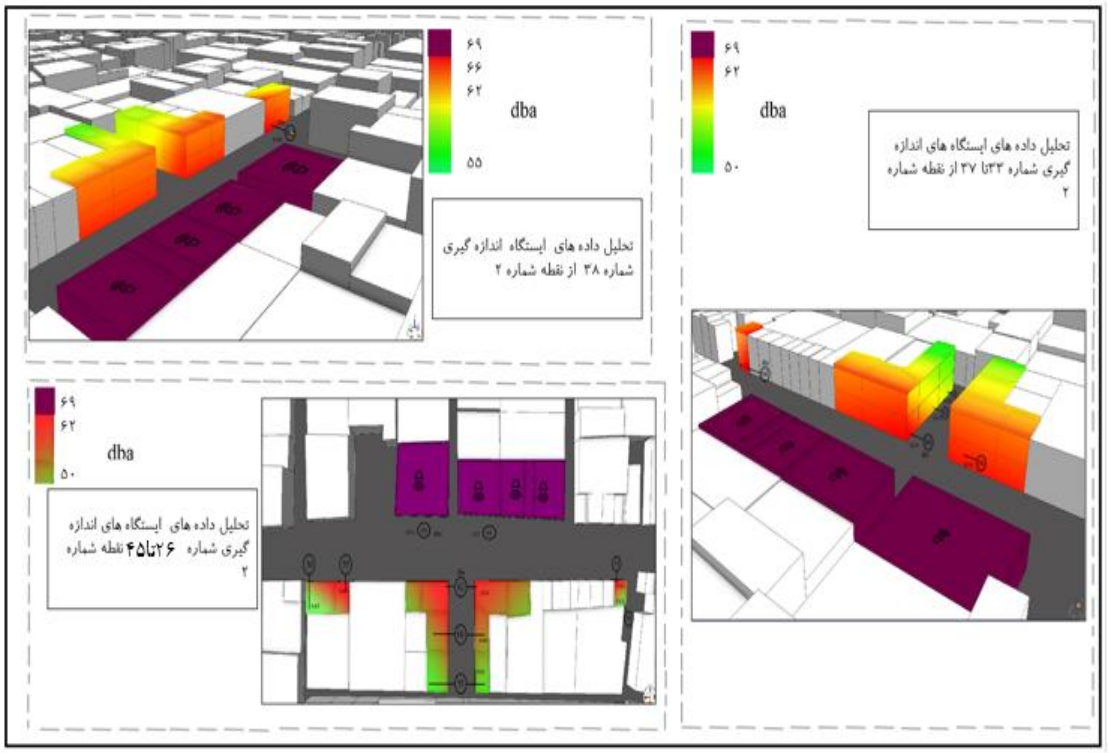
صوتی آن‌ها اضافه‌شده و وضعیت بسیار بدی را پدید آورده است. تحلیل داده‌های صوتی ایستگاه‌های این نقطه در ادامه آورده شده است.



شکل ۹: تحلیل داده‌های صوت،ایستگاه‌های یک تا ۲۵ نقطه شماره یک

۴-۱-۲- ایستگاه اندازه‌گیری شماره دو(پیرامون خیابان احمدی در محله بازار)

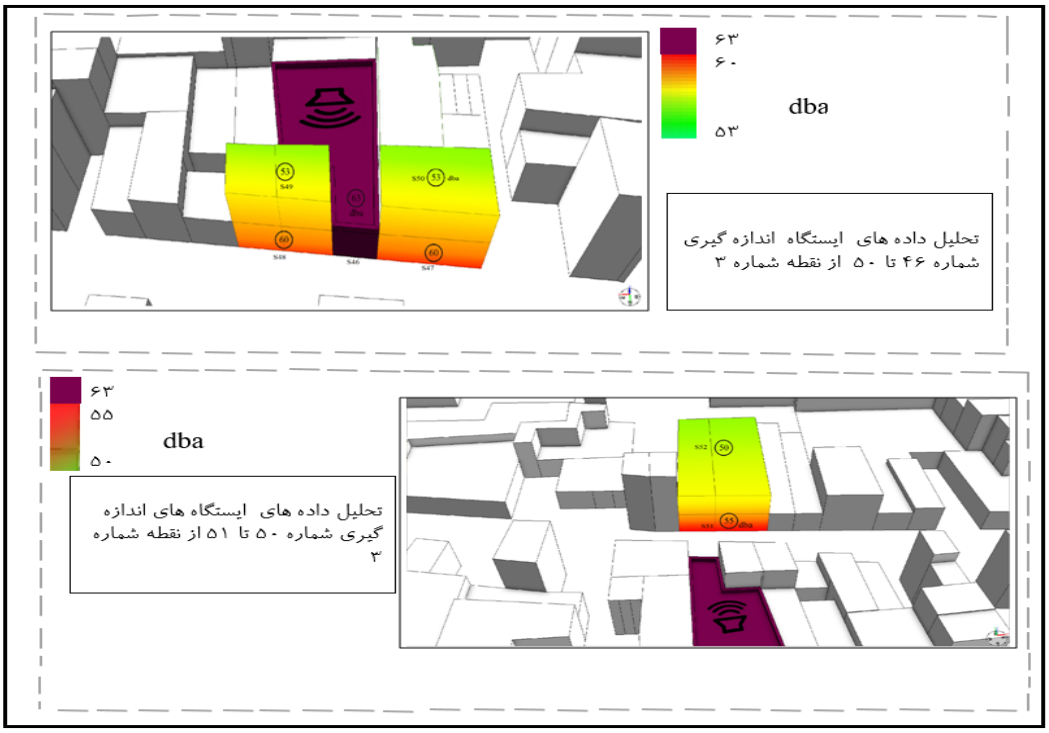
در این نقطه نیز با توجه به اهداف پژوهش ،مکانی موردنظر بوده است که تأثیر ترکیب عوامل فاصله،بافت و موانع صوتی را در کاهش صوت بررسی نماید. همان‌طور که در تصویر پلان این نقطه نیز نشان داده‌شده بافت این نقطه دارای کوچه‌ها و فضاهای خالی بسیاری هست که خود بر روی بخشایش صوت تأثیر می‌گذارد. در این نقطه ۱۸ ایستگاه اندازه‌گیری در نظر گرفته‌شده است که در ادامه به آن‌ها پرداخته خواهد شد.



شکل ۱۰: تحلیل داده‌های صوت،ایستگاه‌های ۲۶ تا ۴۵ نقطه شماره دو

۴-۱-۳- ایستگاه اندازه‌گیری شماره سه(در ابتدای خیابان موسوی به سمت خیام)

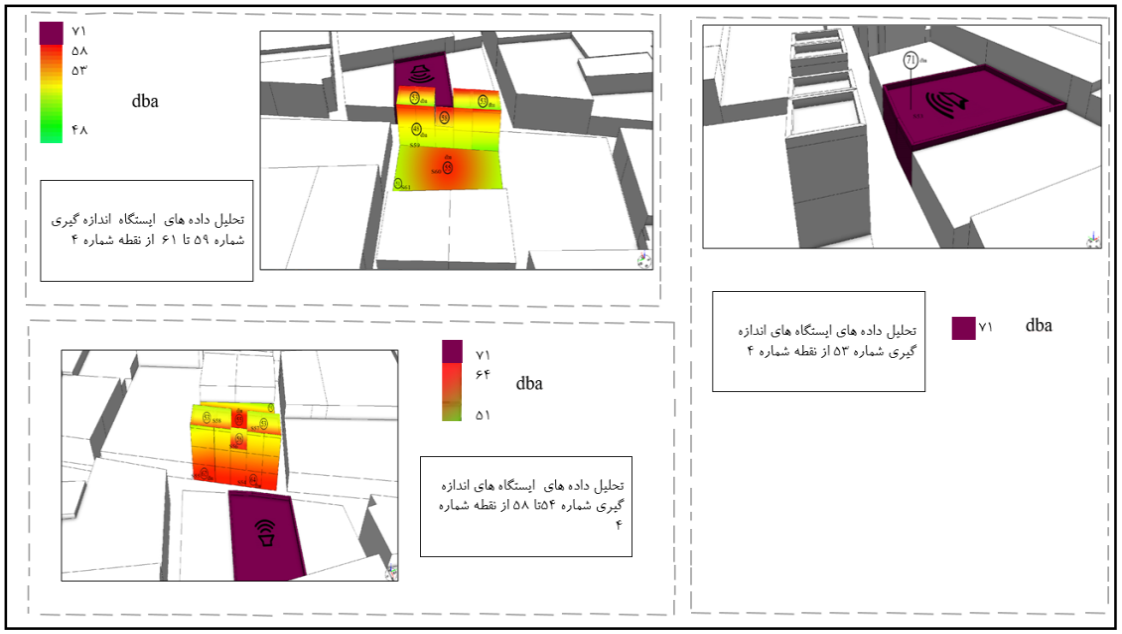
موقعیت قرارگیری این نقطه در ابتدای خیابان موسوی به سمت خیام هست. همان‌طور که یکی از مهم‌ترین اهداف پژوهش حاضر بررسی صوت در ارتفاع هست.دلیل انتخاب این نقطه نیز دقیقاً همین مورد است. چراکه در این نقطه کارگاه صنعتی در طبقه‌ی زیر همکف قرار دارد و به نظر الگوی بسیار مناسبی جهت بررسی صوت در ارتفاع البته این بار نه به‌عنوان نقطه گیرنده بلکه به‌عنوان مآخذ تولید صوت هست. همچنین الگوی بعدی در نقطه شماره ۵ نیز سعی شده است کارگاه صنعتی بررسی شود که طبقه‌ی بالای همکف قرارگرفته است. در این نقطه ۷ ایستگاه اندازه‌گیری صوت در نظر گرفته‌شده است و بیشتر تلاش شده است تا ایستگاه‌ها در نزدیک مآخذ تولید صوت قرار داشته باشند. نکته قابل‌توجه در تحلیل داده‌های این نقطه افت قابل‌توجه صوت در نقطه گیرنده هست که در شکل زیر نیز به‌خوبی نشان داده‌شده است.



شکل ۱۱: ایستگاه‌های اندازه‌گیری ۴۶ تا ۵۲ نقطه شماره سه

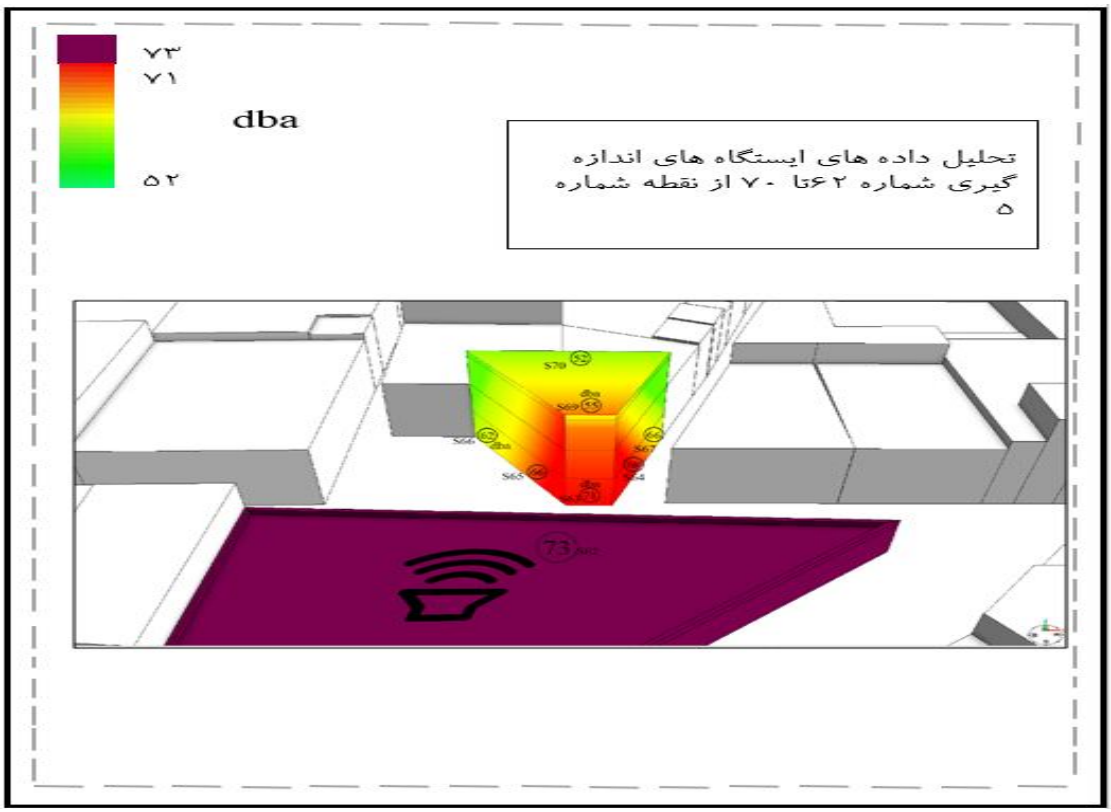
۴-۱-۴- ایستگاه اندازه‌گیری شماره ۴ (خیابان احمدی در محله بازار)

از دلایل اصلی انتخاب این نقطه وجود بافتی مناسب آزمون‌های تحقیق بوده است.به‌گونه‌ای که در این قسمت با توجه به رعایت نشدن خط آسمان،به اصلاح دالان‌هایی به وجود آمده است که باعث بخشایش نامنظم صوت تولیدشده از مآخذ صوتی می‌شود. با توجه به اهداف تحقیق همان‌طور که در پیش‌تر نیز ذکر گردید در مبحث مطالعات میدانی به دلیل اهمیت کار تلاش بسیاری شده است تا بهترین الگوها برای اندازه‌گیری صوت انتخاب شوند.



شکل ۱۲: ایستگاه‌های اندازه‌گیری ۵۳ تا ۶۱ نقطه شماره ۴

این نقطه نیز در خیابان احمدی حوالی کوچه مؤذن در محله بازار قرار دارد. دلیل انتخاب این نقطه همان‌طور که بالاتر نیز ذکر شد بررسی بیشتر نحوه تأثیرگذاری ارتفاع بر بخشایش صوت هست.به‌گونه‌ای که در نقطه شماره سه کارگاه صنعتی و مآخذ صوت در طبقه زیرین همکف قرار داشت اما در این نقطه کارگاه صنعتی که یک کارگاه پارچه‌بافی هست در طبقه‌ی بالای همکف قرارگرفته است که این مورد نیز می‌تواند الگوی مناسبی جهت بررسی مآخذ صوت در ارتفاع باشد.به نظر می‌رسد در این الگوی قرار گرفتن مآخذ صوت،فشار صوت بالاتر بوده و درنتیجه میزان صدای دریافتی در نقطه گیرنده نسبت به سایر الگوهای موردبررسی بیشتر هست.

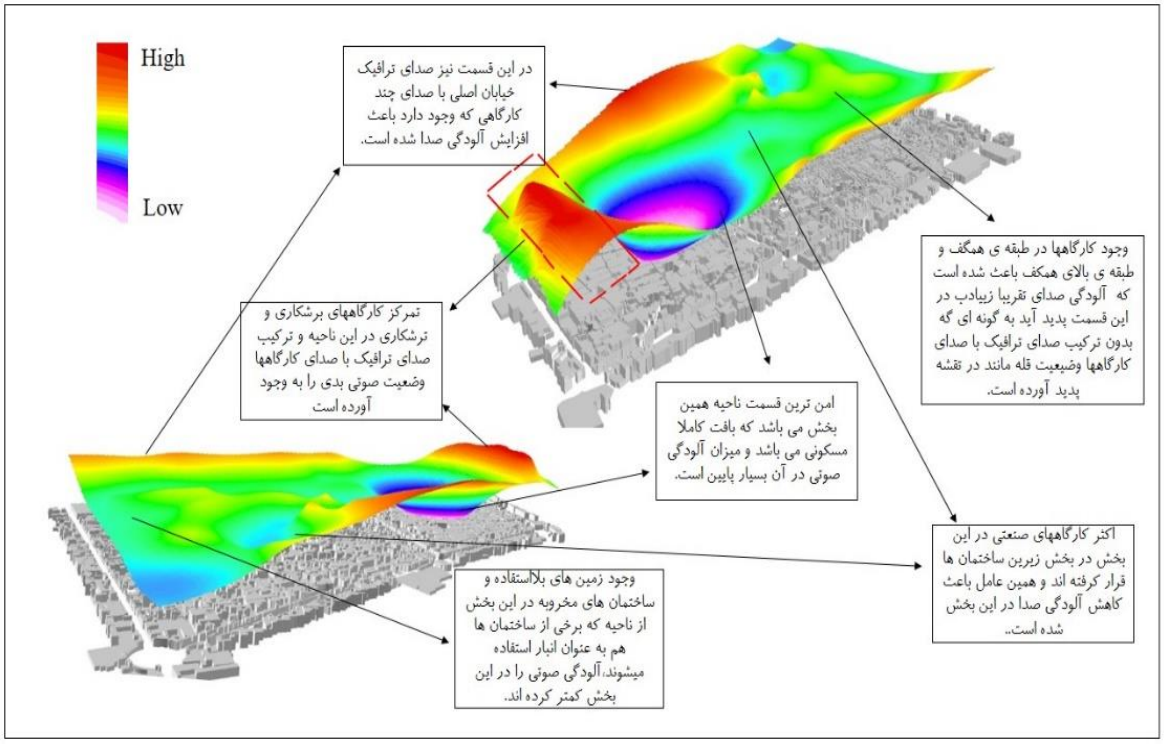


شکل ۱۳: ایستگاه‌های اندازه‌گیری شماره ۶۲ تا ۷۰ نقطه شماره پنج

۴-۲- تولید نقشه وضعیت صوت ناحیه با سیتی انجین و تحلیل آن

برای به دست آوردن نقشه صوتی کل ناحیه علاوه بر ایستگاه‌هایی که مشخص‌شده است برای اندازه‌گیری،نقاط دیگری نیز در ناحیه برای به دست آوردن میانگین صوت ناحیه در همه‌ی نقاط آن در نظر گرفته شد و پس از به دست آوردن داده‌ها به محیط جی‌آی‌اس وارد شد و نقشه‌ای با اطلاعات موردنیاز را آماده کرده و پس‌ازآن نقشه آماده‌شده را به محیط نرم‌افزار سیتی انجین وارد کرده و نقشه‌ی سه‌بعدی صوت با تحلیل صوت ناحیه تولید شد.در این نقشه همان‌طور که در ادامه در تصویر آن مشخص خواهد بود برخی از نقاط دارای درجه شدیدی از آلودگی صوتی هست و البته نقاط امن صوتی نیز در ناحیه وجود دارد که در نقشه مشخص‌شده است. با بررسی‌های دقیقی که با استفاده از داده‌های به‌دست‌آمده از ناحیه صورت گرفت مشخص‌شده است که در خیابان‌های اصلی به هیچ عنوان وجود کارگاه‌های صنعتی پیشنهاد نمی‌گردد به دلیل اینکه صوت ترافیک با صوت کارگاه‌ها ادغام می‌شود و صدای غیرقابل‌تحملی را ایجاد می‌نماید. همچنین در بخش‌هایی از ناحیه که

کارگاه‌ها در زیرزمین قرار دارند آلودگی صوتی کمتری نسبت به جاه‌هایی که کارگاه‌ها در همکف و طبقه‌ی بالای همکف قرارگرفته‌اند تولید می‌شود.



شکل ۱۴: نقشه سه‌بعدی تحلیل صوت محدوده مورد مطالعه

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به دنبال بررسی نقش بعد سوم در توزیع صوت تولیدشده از کارگاه‌های صنعتی در ناحیه ۳ منطقه ۱۲ بود. البته با توجه به ماهیت تحقیق به نظر می‌رسد چنین شرایطی در بسیاری از شهرها وجود داشته باشد بنابراین نتایج تحقیق می‌تواند برای سایر نواحی نیز مفید باشد. درهرصورت علاوه بر بررسی توزیع سه‌بعدی صوت کارگاه‌های صنعتی، بحث مکان‌یابی این کاربری‌ها در لایه سوم و نحوه بخشایش در بلوک‌های ناحیه نیز مدنظر بوده است.علاوه بر این دو مورد که بخش‌های اصلی و مهم پژوهش بوده‌اند، مباحث خردتری در همین راستا درروند تحقیق نیز بررسی‌شده‌اند. بنابراین ابتدا مهم‌ترین قدم دقت در انتخاب ایستگاه‌های اندازه‌گیری در محدوده موردبررسی و سپس دقت در نحوه برداشت داده‌ها بوده است. در همین راستا پنج نقطه در سطح ناحیه انتخاب و داده‌ها از ۷۰ ایستگاه اندازه‌گیری اصلی و ۳۰ ایستگاه اندازه‌گیری فرعی به دست آمد. لازم به ذکر است که نحوه برداشت داده‌ها به‌صورت میزان معادل صوت(Leq) بوده است و همچنین شرایط زمانی نیز در نظر گرفته‌شده است. بعد از جمع‌آوری داده‌ها،با استفاده از نرم‌افزار GIS اطلاعات ایستگاه‌ها به نقشه وارد شد و سپس با استفاده از نرم‌افزار سیتی‌انجین به تحلیل داده‌های برداشت‌شده از ایستگاه‌ها پرداخته شد.مهم‌ترین نتایج به‌دست‌آمده از تحقیق به‌صورت خلاصه بدین گونه بوده است که مهم‌تر از همه قرارگیری کارگاه‌های صنعتی در جداره خیابان‌های اصلی به دلیل اینکه صدای آن با صدای ترافیک ادغام می‌شود صدای بسیار وحشتناکی را ایجاد می‌نماید، بنابراین اولین اقدام باید حذف کارگاه‌های صنعتی از جداره خیابان‌های اصلی باشد.مطلب مهم دیگر اینکه مشخص شد که کارگاه‌هایی که در طبقات زیرین همکف قرارگرفته‌اند صدای بسیار کمتری نسبت به کارگاه‌هایی که در طبقات همکف و طبقات بالای همکف قرارگرفته‌اند به محیط پیرامون می‌فرستند،بنابراین هرچقدر بتوان کارگاه‌های صنعتی در این ناحیه را تشویق کرد که به طبقات زیر همکف نقل‌مکان کنند گام بسیار مهمی در کاهش آلودگی صوتی برداشته‌شده است.نکته بعد اینکه

کارگاه‌هایی که بر سر چهارراه‌ها و همچنین در کوچه‌های باریک قرارگرفته‌اند به محیط صوتی پیرامون خود صدمه زیادی وارد می‌نمایند و نباید در این مکان‌ها قرار گیرند. مطلب دیگر تأثیر خط آسمان در بخشایش صدای کارگاه‌ها هست به‌گونه‌ای که در مناطقی که خط آسمان رعایت نشده است و ساختمان‌های کوتاه در میان ساختمان‌های بلند در یک جداره قرارگرفته‌اند نباید کارگاه صنعتی در جداره روبروی آن قرار داشته باشد چراکه آسایش صوتی جداره پشت را کاملاً بر هم میزند، همچنین همان‌طور که قرار گرفتن کارگاه‌ها در طبقه زیر همکف صدای کمتری به محیط پیرامون ساطع می‌کند هرچقدر به ارتفاع می‌رویم میزان صدای دریافتی در نقطه گیرنده کمتر می‌شود بنابراین به نظر می‌رسد در چنین شرایطی بهتر است جداره روبروی کارگاه‌های صنعتی یک راسته ساختمان تجاری باشد و طبقات بالاتر به کاربری مسکونی اختصاص یابد. سایر نتایج خردتر در فرایند تحقیق بیان‌شده‌اند.

پی‌نوشت‌ها

[i] شبکه وزنی A ،شبکه‌ای است که به‌طور تقریبی پاسخ بسامدی گوش انسان را در بسامدهای مختلف به‌وسیله یک مدار الکتریکی در دستگاه ترازسنج صدا تقلید کرده و بر روی صدای موردانداز‌ه‌گیری اعمال می‌کند.

۲ صدای واقعی که در محیط وجود دارد با همان میزان ارزش در دستگاه صداسنج نمایش داده می‌شود.

۳ اشاره به این‌که دستگاه به **صدا** با چه سرعتی از خود واکنش نشان می‌دهد. اکثر دستگاه‌ها قسمتی را برای انتخاب حالت کند یا سریع دارند. حالت کند در بیشتر موارد برای برنامه‌های OSHA و شنیدن مکالمات به‌کاربرده می‌شود و حالت سریع برای کم کردن سروصدا به‌کاربرده می‌شود. مثلاً خیلی سریع **مأخذ سروصدای** ناشی از سوختن را شناسایی می‌کند که کارمندان آتش‌نشانی قادر به استفاده از آن هستند.

فهرست منابع

۱- پورمحمدی، محمدرضا (۱۳۹۲)." برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری"، انتشارات سمت ،۱۸۲

۲- قیابکلو، زهرا (۱۳۸۷) . "مبانی فیزیک ساختمان ۱ آکوستیک"، جهاد دانشگاهی

۳- رنجبر، حمیدرضا؛قراگزلو، علیرضا ؛ وفایی نژاد، علیرضا و کلجور، هنگ دی (۱۳۹۱)."رویکردGIS مبنا برای مدل‌سازی سه‌بعدی آلودگی صوتی با استفاده از مدل‌های سه‌بعدی شهر (مطالعه موردی : بخشی از منطق سه تهران) ."محیط‌شناسی، سال سی و هشتم، شماره ۴ ، صفحه ۱۲۵-۱۳۲

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

۵- حسنی، فاطمه ؛ رحمتی زاده،شیما ؛ نصیری،پروین و منظم،محمدرضا (۱۳۹۶). "بررسی وضعیت آلودگی صوتی کارگاه‌ها و مشاغل صداساز مستقر در ناحیه ۳ منطقه ۱۲ شهرداری تهران (بازار بزرگ) با استفاده از GIS"، فصلنامه علم و فنّاوری محیط‌زیست، دوره ۱۹، بهار ۱۳۹۶، صص ۱-۱۱.

۶- لیاقتی، غلامعلی (۱۳۶۹). "آکوستیک در معماری"، تهران انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ سوم.

۷- مددی، حسین؛ مرادی، حسین؛ فاخران، سیما ؛ جوکار، مجتبی و مکی، تکتم (۱۳۹۳). "مدل‌سازی انتشار آلودگی صوتی ناشی از کنارگذر غرب اصفهان در پناهگاه حیات‌وحش قمیشلو با استفاده از مدل SPreAD-GIS"، بوم‌شناسی کاربردی، سال سوم ، شماره نهم .

۸- محمدی ده چشمه، مصطفی و شنبه پور،فرشته(۱۳۹۵)." سنجش ضریب مکانی آسایش صوتی در کلان‌شهر اهواز"، مجله محیط‌شناسی،شماره دوم، صص ۳۴۹-۳۶۴.

۹- میر طاهری، فرشته و کسمایی، زهرا (۱۳۹۳). "بررسی وضعیت آلودگی صوتی و سنجش شبانه‌روزی در بزرگراه شهید حکیم شهر تهران"،فصل‌نامه دانش انتظامی البرز، سال دوم، شماره چهارم.
۱۰- قرخلو، مهدی و فرجام،رسول (۱۳۸۰)." ساماندهی و استقرار بهینه صنایع و کارگاه‌های مزاحم شهری (مطالعه موردی بافت مرکزی شهر کرمانشاه)"، پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ۴۰، صص ۴۷-۷۱
۱۱- گلمحمدی، رستم(۱۳۹۵)." راهنمای اندازه‌گیری و ارزیابی صدا و ارتعاش در محیط کار،همدان: انتشارات دانشجو: وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشت"، مرکز سالمت محیط و کار،
۱۲- نکوهی، نسیه و حکم‌آبادی، رجبعلی و اسماعیل‌زاده، مرتضی و امیری، هانیه (۱۳۹۲)."آلودگی صوتی در کارگاه‌های کوچک تحت پوشش مراکز بهداشت شهرستان بجنورد"، مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ویژه‌نامه کمیته تحقیقات دانشجویی، صص۹۲۴-۹۱۷

13- Adams, M., Cox, T., Moore, G., Croxford, B., Refaee, M., & Sharples, S. (2006). "Sustainable soundscapes:Noise policy and the urban experience". Urban Studies, 43(13), Pages 2385-2398.
14- Adams, M. D., Bruce, N. S., Davies, W. J., Cain, R., Jennings, P., Carlyle, A., . . . Plack, C. (2008). "Soundwalking as a methodology for understanding soundscapes".
15- Alam, J., Alam, M. J. B., Rahman, M., Dikshit, A., & Khan, S. (2006). "Study on traffic noise level of sylhet by multiple regression analysis associated with health hazards. Journal of Environmental Health". Science & Engineering, 3(2), Pages 71-78.
16- Alesheikh, A. A., & Omidvari, M. (2010)." Application of gis in urban traffic noise pollution". International Journal of Occupational Hygiene, Pages 79-84.
17- Arras, F., Massacci, G., & Pittaluga, P. (2003). "Soundscape perception in cagliari, italy". Paper presented at the Proc. of Euronoise.
18- Al-Mutairi, N., Al-Rukaibi, F., & Koushki, P. (2009). "Measurements and model calibration of urban traffic noise pollution". American Journal of Environmental Sciences, 5(5), Pages 613.
19- Babisch, W., Elwood, P., Ising, H., & Kruppa, B. (1993). "Traffic noise as a risk factor for myocardial infarction". Schriftenreihe des Vereins fur Wasser-, Boden-und Lufthygiene, 88, Pages 135-166.
20- Doygun, H., & Gurun, D. K. (2008)." Analysing and mapping spatial and temporal dynamics of urban traffic noise pollution: A case study in kahramanmaraş, turkey". Environmental Monitoring and Assessment, 142(1-3), Pages 65-72.
21- E&F.N.Spon,(2004)," Noise Control in industry, edition published in the Taylor & Francis e-Library".
22- Gayathri, K., Jaisheeba, A. A., & Sornaraj, R. (2012)." Assessment of noise pollution in thoothukudi city". Int J Pharm Tech Res, 4(3), Pages 1345-1350.
23- González, D. M., Morillas, J. B., Godinho, L., & Amado-Mendes, P. (2018)." Acoustic screening effect on building façades due to parking lines in urban environments". Effects in noise mapping. Applied Acoustics, Pages 130, 1-14
24- Hall, D. A., Irwin, A., Edmondson-Jones, M., Phillips, S., & Poxon, J. E. (2013). "An exploratory evaluation of perceptual, psychoacoustic and acoustical properties of urban soundscapes". Applied Acoustics, 74(2), Pages 248-254.
25- Chatillon,Jacques,(2006). "Influence of source directivity on noise levels in industrial halls: simulation and experiments". Applied Acoustics ,68, Pages 682–698
26- Kim, R., & Van den Berg, M. (2010). "Summary of night noise guidelines for europe". Noise and health, 12(47), Pages 61.
27- Nan,Sheng,(2010)"Prediction and 3D Visualization of Environmental Indicators: Noise and air Pollution,Division of Geodesy and Geoinformatics Royal Institute of Technology (KTH) 100 44 Stockholm".
28- Murphy, E., & King, E. (2014). "Environmental noise pollution: Noise mapping, public health, and policy: Newnes".
29- Pamanikabud, P., & Tansatcha, M. (2010)." 3d analysis and investigation of traffic noise impact from a new motorway on building and surrounding area". Applied Acoustics, 71(12), Pages 1185-1193.
30- Salomons, E. M., & Pont, M. B. (2012). "Urban traffic noise and the relation to urban density, form, and traffic elasticity". Landscape and Urban Planning, 108(1), Pages 2-16.

31- Sisman, E. E., & Unver, E. (2011). "Evaluation of traffic noise pollution in corlu, turkey". Scientific Research and Essays, 6(14), Pages 3027-3033.
32- Sjödin, F., Kjellberg, A., Knutsson, A., Landström, U., & Lindberg, L. (2012)." Noise and stress effects on preschool personnel". Noise & health, 14(59), Pages 166-178.
33- Vasilyev, A. V. (2017). "New methods and approaches to acoustic monitoring and noise mapping of urban territories and experience of it approbation in conditions of samara region of russia". Procedia Engineering, 176, Pages 669-674