فصلنامه علمی اقتصاد و مدیریت شهری، ۱۰(۴(پیاپی ۴۰))، ۱۳۵-۱۱۹
www.iueam.ir
نمایه در ISC، EconLit، Econbiz، EBZ، GateWay-Bayern، SID، Google Scholar، Noormags، Magiran، Ensani، RICeST، Civilica
شاپا: ۲۳۴۵-۲۸۷۰

وضعیت آسایش آکوستیکی در آپارتمان‌های مسکن معاصر بر حسب فضاهای شهری در شهر تبریز

محمدجواد عباس‌زاده دانشجوی دکتری معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران
رامین مدنی* دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اصفهان، اصفهان، ایران
عباس غفاری دانشیار گروه معماری، داانشکده ممار‌ی و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

نوع مقاله: پژوهشی
دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۵ **پذیرش:** ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

چکیده: هدف از نگارش تحقیق حاضر، بررسی و تحلیل وضعیت آسایش آکوستیکی در آپارتمان‌های مسکن معاصر برحسب فضاهای شهری در شهر تبریز می‌باشد. پژوهش حاضر از نوع تحقیقات کاربردی بوده که به روش کمی صورت گرفته و رویکرد حاکم بر تحقیق از نوع تحقیقات توصیفی – تحلیلی است. این پژوهش به صورت پیمایش میدانی در دو سطح ابزار پرسشنامه (سنجش وضعیت ادراکی) و همچنین برداشت‌های میدانی (سنجش وضعیت آکوستیکی) انجام شده است. پرسشنامه محقق‌ساخته، به‌عنوان ابزار گردآوری اطلاعات در بخش اول، استفاده شد که روایی آن با نظرسنجی از اساتید حوزه معماری و آکوستیک و پایایی آن با استفاده از آلفای کرونباخ (۰/۹۲) موردبررسی و تأیید قرار گرفت. تمامی آزمایشات مربوط به برداشت میدانی سروصدای هوابرد (برداشت صدای زمینه و سطح فشار صدا) با استفاده از دستگاه ۲۲۶۰ ساخت شرکت بی‌اند کِی (B & K) دانمارک می‌باشد. ابتدا، صدای پس‌زمینه در دو حالت پنجره باز و بسته در داخل واحدهای مسکونی موردنظر، اندازه‌گیری گردید. در مرحله بعدی، نمودارهای تراز فشار صوتی SPL، با استفاده از تولید میزان تراز مشخص و استاندارد صدا در واحد دسی‌بل در فضاهای مختلف پلان، ترسیم و مورد ارزیابی قرار گرفت. در مرحله نهایی، استاندارد صوتی تحت عنوان معیارهای نوفه (NC) و اختلاف آن با ترازهای صوتی وضع موجود، موردبررسی واقع گردید. نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که تأثیر ترافیک در میان متغیرهای دیگر در حوزه آسایش آکوستیکی، روی سطح نارضایتی ناشی از نوفه برخاسته در مناطق شهری در شهر تبریز، نه‌تنها غیرقابل‌انکار بوده بلکه تا جایی مهم است که حتی با اندازه‌گیری‌های به‌عمل‌آمده از سطح فشار صوتی SPL تغییری در الگوهای به وجود آمده در سطح نوفه ایجاد نشده است.

واژگان کلیدی: آسایش آکوستیکی، مسکن آپارتمانی، نوفه، فضای شهری، شهر تبریز

* نویسنده مسئول: r.madani@aui.ac.ir

۱- مقدمه

علیرغم دانش ثبت‌شده در حوزه آکوستیک، آسایش صوتی هنوز ناشناخته می‌باشد. اگرچه، علاقه به این موضوع در حال رشد بین جوامع دانشگاهی می‌باشد و همه‌روزه بر تعداد ساختمان‌های آنالیزشده افزوده می‌شود، ولی هنوز راه زیادی برای پیمودن در این حوزه وجود دارد (Al horr et al., 2016; Fuerst & McAllister, 2011;). در این‌که این حوزه دانش، به‌عنوان یک عامل مهم شناخته‌شده است، شکی نیست؛ ولی تحقیقات نشان می‌دهد که آسایش صوتی تا به امروز به‌عنوان اولویت در طراحی ساختمان‌ها در نظر گرفته نشده است (Andersen et al., 2009).

منابع مختلف صوتی در داخل و خارج ساختمان‌های مسکونی وجود دارد که آسایش صوتی را دچار خدشه می‌کند. از میان این منابع می‌توان به سروصدای ترافیک خارجی، سروصدای ناشی از واحدهای همسایگی در مسکن یا منابع داخلی ازجمله صدای افراد، تلویزیون، صحبت یا قدم زدن افراد در مسکن اشاره داشت. اینکه شاخص آزردگی در کدام یک از این منابع سه‌گانه، بیشتر است محل بحث میان صاحب‌نظران این حوزه است. به عبارت دیگر، می‌توان گفت که ساکنین در واحدهای مسکونی آپارتمانی، از انواع مختلف نوفه‌های موجود در واحدهای همسایگی، نوفه ترافیک بیرون، نوفه برخاسته از لوازم‌خانگی داخلی، شکایت دارند. نگرانی اصلی در این مورد این است که چگونه احساس ساکنین از نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های صوتی با توصیف مشخصات عایق صدا در ساختمان‌ها تطبیق پیدا می‌کند. به همین دلیل است که احساس صدا یا احساس اذیت شدن در برابر نوفه هنوز موضوعی محبوب بین محققین است. بااین‌حال، نتایج تحقیقات در دسترس معمولاً از مطالعات کوچک بیرون می‌آید و هنوز هم کافی نیستند، بنابراین این موضوع، تقاضا برای تحقیقات بیشتر را نشان می‌دهد. درنتیجه ایده ارتباط و مقایسه داده‌های ادراک صدا با داده‌های صوتی فنی ضروری است (Vardaxis et al., 2018).

این موضوع که پاسخ‌های ذهنی به مقوله سروصدا (نوفه) به‌عنوان اذیت در نظر گرفته شود، بستگی تامی به نوع صدا دارد؛ کاملاً شناخته‌شده است. بر اساس تحقیقات به‌عمل‌آمده مشخص‌شده است که صداهای هوابرد و کوبه‌ای منبعث از کف بیشترین تأثیر منفی را در روز و شب در ساختمان دارند. صداهای ترافیک بیرون بخش کمتری از آزار و اذیت را به خود اختصاص داده‌اند. این مسئله که اصولاً باید دستورالعملی برای عملکرد عایق صوتی در خانه وجود داشته باشد بسیار اهمیت دارد. برای اینکه میزان تأثیر صدای مشخصی روی فردی که در حال شنیدن صدای محیط داخلی است (فرد ساکن در سکونتگاه خود) ارزیابی شود، باید میزان و نحوه احساس شنیدن آن صدای خاص نیز موردبررسی قرار گیرد (Jeon et al., 2010).

با توجه به مطالب بیان شده هدف از تحقیق حاضر، در وهله نخست، بررسی اولیه و ارائه گزارش در مورد جایگاه و وضعیت آسایش آکوستیکی در میان آپارتمان‌های مسکن معاصر بر اساس فضاهای شهری و موقعیت آن‌ها در شهر تبریز می‌باشد. این امر با استناد به مطالعات کتابخانه‌ای به‌روز و همچنین با برداشت میدانی و بر اساس استانداردهای موجود بین‌المللی با دستگاه‌های معتبر، انجام شده است. درنهایت، هدف اصلی این مطالعه، دستیابی به شناسنامه صوتی در سطح شهر تبریز و با توجه به پراکندگی شرقی- غربی این شهر می‌باشد که با توجه به دسته‌بندی‌های انجام‌یافته صوتی، مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرد.

۲- پیشینه تحقیق

مطالعات زیادی در مورد آسایش آکوستیکی در حوزه مسکن انجام شده است. راهکارهای بهینه‌سازی نیز تنوع فراوانی دارد که با توجه به منبع صدا متفاوت است. در این بخش، مطالعات انجام‌یافته در حوزه مفهوم

آسایش صوتی در ارتباط با شاخص‌های آزردگی مختلف و بررسی منابع نوفه، در واحدهای همسایگی مسکن آپارتمانی ارائه می‌گردد. شایان‌ذکر است مطالعات داخلی در این حوزه انجام نشده است و صرفاً مطالعات خارجی در این تحقیق ذکرشده است.

آلونسو[1] و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی نشان دادند که سطح و انواع سر و صداهای مزاحم در مجتمع‌های مسکونی افزایش یافته است که این امر باعث افزایش استرس و سرخوردگی ساکنان شده است. نوفه همسایه، یکی از مهم‌ترین معضلات ساختمان‌های موجود و جدیدالاحداث می‌باشد.

در پژوهشی که توسط اندارگی[2] و همکارانش در سال ۲۰۱۹ انجام شده، به اهمیت دیوارهای مشترک پرداخته شده است. نتایج این مطالعه نشان داد وجود دیوارهای مشترک در ساختمان‌های مسکونی چندواحدی می‌تواند تأثیر بسزایی در راحتی صوتی و حریم خصوصی داشته باشد؛ زیرا سر و صدا به راحتی از طریق عناصر ساختاری مشترک قابل‌انتقال است.

کیم[3] و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای توانستند با با طراحی الگوریتمی جدید، برای اوقاتی از روز و شب، با استفاده از داده‌ها و اطلاعات سازمان ترافیک شهری این مسئله را حل کنند و به پیش‌بینی درستی از وضعیت انتشار نوفه بیرون (ترافیک) دست یابند. از یافته‌های این مقاله می‌توان به مواردی از قبیل: ارتقای روش پیش‌بینی نوفه ترافیک از سطوح باز نمای ساختمان، پیش‌بینی اثرات واگرایی هندسی از منبع صوتی و میزان صوت انتقال‌یافته به داخل، مدل‌سازی انتشار صدا در اتاق‌ها و همچنین بهبود عملکرد سیستم ارزیابی تهویه طبیعی و بهینه کردن شرایط آسایش داخلی اشاره داشت.

نتایج مطالعه فرانتزکا[4] و همکاران (۲۰۱۲) نشان داده است که سطح نوفه و نداشتن فضای مناسب برای صحبت کردن، دو عامل اصلی ایجاد اختلال در رضایت‌مندی می‌باشد.

جئون[5] و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی با عنوان «ارائه یک مدل مقدارسنجی از میزان نارضایتی کلی از نوفه داخلی در ساختمان‌های مسکونی»، به دنبال ارائه مدل جدیدی بوده‌اند که می‌توانند در این امر راهگشا باشد. نتایج نشان دادند که درجه کلی نارضایتی برای نوفه محیط‌های داخلی همواره از ۵۰ درصد بیشتر است؛ یعنی هیچ تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مختلف مورد ارزیابی، به لحاظ جمعیت‌شناسی وجود ندارد.

در منابع مختلفی ارتباط بین نارضایتی ساکنین و عدم‌توجه به عوامل آسایش فیزیکی در فضای داخلی ـ البته یکی از منابع مربوط به فضاهای کاری می‌باشد ـ بررسی شده است (Frontczak et al., 2012; Vardaxis et al., 2017) و همگی این مطالعات، اذعان دارند که غفلت از جنبه‌های طراحی مناسب برای آسایش صوتی، باعث ایجاد نارضایتی بین ساکنین می‌شود.

در مورد ارزیابی میزان اذیت (ناراحتی) یا نارضایتی ساکنین از منابع متعدد نوفه، توسط محققین زیادی بررسی شده است (Botteldooren & Verkeyn, 2002; Izumi, 1988; Ronnebaum, Schulte - Fortkamp, & Weber, 1996; Vos, 1992) و هرکدام از جنبه‌های مختلفی به بررسی این مفهوم و تأثیراتی که روی ساکنین می‌گذارد پرداخته‌اند. علیرغم تحقیقات زیاد، هنوز هم به‌صورت کامل مشخص نیست کدام یک از مدل‌های سنجش بیشترین دقت را در ارزیابی همه پاسخ‌ها نسبت به نوفه‌های متعدد دارد و اینکه کدام یک مناسب‌ترین مدل برای نوفه‌های مسکونی داخل فضا می‌باشد. دشواری پژوهش برای فراهم کردن مدل جامع و همین‌طور ایجاد بستر لازم برای پیش‌بینی‌های دقیق برای همه انواع پاسخ‌های ساکنین به نوفه به دلیل وجود تأثیر تداخلات هرکدام از نوفه‌ها با یکدیگر و همین‌طور وجود جنبه‌های مختلفی از

1- Alonso
2- Andargie
3- Kim
4- Frontczak
5- Jeon

حساسیت صوتی به مقوله نوفه توسط هر فرد (متمایز از فرد دیگر) می‌باشد (et al., 2010, p. 915)

۳- مبانی نظری

سروصدا درواقع، به‌عنوان صدای ناخواسته تعریف می‌شود. سروصدای اضافی، یک مزاحم در محیط زندگی و کار شناخته می‌شود، این نوفه پیرامونی باید کنترل شود و تا حد قابل قبولی کاهش یابد؛ زیرا سطح زیاد صدا، جدا از اینکه مزاحم و آزاردهنده است، اثرات مضر بی‌شماری نیز ایجاد می‌کند. بنابراین باید سروصدا به حداقل برسد یا کاملاً حذف شود (Low et al., 2008). علیرغم مهم بودن مسئله آسایش آکوستیکی در علوم مهندسی، این مفهوم به‌صورت کاملاً مبهم بوده و تعریف درستی از آن ارائه نشده است. اولین تلاش‌ها جهت شناسایی مفهوم درست از آسایش آکوستیکی به سال‌های ۱۹۷۸ بازمی‌گردد. چالش‌های مطالعه کیفیت آکوستیک در محیط مصنوع (محیط ساخته‌شده) این است که از فاکتورهای مختلفی ازجمله، محل ساختمان (قرارگیری ساختمان در بافت شهری)، طراحی شهر، طراحی ساختمان، گیاه‌کاری، طراحی نمای ساختمان، نوع سیستم ساخت‌وساز، انواع طراحی بالکن‌ها، انتخاب مصالح جهت ساخت‌وساز و عناصر ساختمانی اثر می‌پذیرد (Zalejska - Jonsson, 2019).

جدول ۱- جمع‌بندی تعاریف ارائه شده درباره مفهوم آسایش آکوستیکی

تعریف مفهوم آسایش آکوستیکی	منبع
توانایی در اختیار داشتن شرایط صوتی مناسب برای فعالیت خاص در محلی خاص	(Vardaxis et al., 2017)
شکل‌گیری حس رضایت در شرایط صوتی خاص	(Navai & Veitch, 2003)
آسایش صوتی، مفهومی است که می‌تواند به‌وسیله نبود صداهای ناخواسته تعریف شود و توانایی انجام دادن کارها بدون اذیت رساندن به دیگران در محیط موردنظر.	(Rindel, 2002)
نبود صداهای ناخواسته، شنیدن صداهای دلخواه در حد درست و کیفیت مناسب، انجام فعالیت‌های صوتی بدون شنیده شدن توسط دیگران یا اذیت کردن آن‌ها	(Rasmussen, 2007)
قناعت (رضایت) از شرایط آکوستیکی موجود	¬(Wang et al., 2015)

آسایش آکوستیکی از شاخصه‌هایی تأثیر می‌گیرد که به شرح زیر است:

۱- منابع انسانی (صدای انسان، صدای قدم‌ها، حرکات معمول انسان، رادیو و تلویزیون)

۲- تجهیزات منفرد[1] (سیستم‌های گرمایش ساختمان و ماشین ظرف‌شویی و ...)

۳- تجهیزات داخلی یا اختصاصی[2]

۴- تجهیزات تجمعی[3] (بخاری، آسانسور، تهویه مطبوع و ترانسفورماتورها)

۵- سروصدای بیرون (ترافیک، راه‌آهن، هواپیما، سروصدای کارخانه‌های صنعتی).

برای رسیدن به مفهومی از آسایش صوتی در ساختمان، الزامات مشخص اجرایی باید در مورد عایق‌کاری صداهای هوابرد، عایق‌کاری صداهای کوبه‌ای و همچنین سطح نوفه از ترافیک و تجهیزات داخلی ساختمان، انجام شود (Rindel, 2002).

آسایش صوتی در واحدهای مسکونی در شرایطی حاصل می‌شود که باید هر سه شرط با هم رعایت شود: نبود صداهای ناخواسته، شنیدن صداهای دلخواه در حد درست و کیفیت مناسب، انجام فعالیت‌های صوتی بدون شنیده شدن توسط دیگران یا اذیت کردن آن‌ها. این که کیفیت صوتی در مسکن به‌صورت کیفیت پنهانی (در نظر گرفته نمی‌شود) می‌باشد برای ساکنین امری است غیرقابل‌قبول و ناراضی‌کننده است (Rasmussen, 2007). در این میان، ویژگی‌هایی نیز بر احراز شرایط

[1]- Individual Equipment
[2]- Domestic Equipment
[3]- Collective Equipment

آسایش صوتی مترتب است که در این قسمت تحت عنوان ویژگی‌های کالبدی بررسی می‌شود.

اولین مشخصه در رابطه با ویژگی‌های کالبدی هر فضایی، پیچیدگی‌های فرمی آن است. استعداد مصالح به جهت ماهیت آن محدود است؛ اما فرم، دامنه و گستره وسیع‌تری با توجه به قابلیت‌های زیباشناختی دارد. فرم‌پردازی، طراح محور است؛ در حالی که دخالت در ذات مواد و به‌تبع آن ایجاد تغییر در رفتار مواد، به‌سادگی امکان‌پذیر نیستند. به زبان ساده‌تر می‌توان گفت مصالح قابلیت گسترده ندارند؛ اما فرم می‌تواند در همه وجود امکانات بی‌نهایت ایجاد نماید و درعین‌حال پاسخگوی نیازهای زیباشناسی نیز باشد (غفاری و قلیزاده، ۱۳۹۸). دومین متغیر مهم در رابطه با مسئله آسایش آکوستیکی، بررسی تأثیرات مصالح می‌باشد. درواقع، یکی از استراتژی‌های مورداستفاده برای محدود کردن نویز در فضای داخلی و کاهش انتقال آن به سایر فضاهای مورداستفاده، این است که به لحاظ صوتی شامل مقدار خاصی از مواد جاذب در یک یا چند سطح باشد و متریال یا جنس ماده، ازلحاظ میزان جذبی که در فضا کاربرد دارد، مؤثر می‌باشد (Caballol & Raposo, 2016). می‌توان گفت که یکی از راهکارهای اصلی برای کاهش میزان نوفه در فضا استفاده از مصالح جذب‌کننده صوتی می‌باشد که مستلزم صرف هزینه بسیاری است (سخندان و همکاران، ۱۳۹۶). سومین متغیر مهم و اثرگذار در این رابطه تأثیر پارامترهای فیزیکی یا همان عناصر معماری مانند: دیوار، پنجره، پوشش‌های سبز و سایر جداکننده‌ها می‌باشد که به‌عنوان یک پارامتر مهم، در تحقیق حاضر، از مخاطبان موردسنجش واقع‌شده است. شایان ذکر است که تأثیر عناصر معماری و مشخصات و ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها تأثیر غیرقابل‌انکاری در انتقال نوفه دارد. برای مثال ایجاد کردن فاصله هوایی با مواد متخلخل مانند پشم‌شیشه خواص عایق‌کاری دیواره را بهبود می‌دهد. در بخش عناصر معماری، یکی از شاخص‌های مهم، شاخص کاهش صدا می‌باشد. این شاخص، با فرکانس و جرم سطحی رابطه مستقیمی دارد و در این مورد جنس سطح موردنظر نیز بی‌تأثیر نیست. به عبارت بهتر، جنس جداکننده هرچقدر سخت باشد، انتقال کمتری اتفاق می‌افتد (قیابکلو، ۱۳۸۷).

در مورد ضریب اثر پوشش‌های سبز تحقیقاتی انجام شده است (Davis et al., 2017; Thomazelli et al., 2016; Wong et al., 2010) که در این پژوهش نیز به آنها نیز توجه شده است. تناسبات فضایی (حجم) یکی از مهم‌ترین پارامترهای سنجش آکوستیکی در یک فضا می‌باشد که در تحلیل‌های مربوط به ضریب واخنش نیز بسیار حائز اهمیت است. درنهایت ارتفاع به‌عنوان یکی از مهم‌ترین متغیرها، در میزان رسش صدایی کاربرد دارد و می‌تواند به‌عنوان راهبردهای حل مسئله، مورداستفاده طراحان چه در فضاهای خارجی و چه در فضاهای داخلی قرار گیرد که البته در حوزه مسکن آپارتمانی محدودیت‌های شدیدی در به‌کارگیری این متغیر در حل مسائل صوتی در فضای داخلی وجود دارد.

۴ - روش تحقیق

پژوهش حاضر، به لحاظ هدف، از نوع کاربردی و به لحاظ ماهیت، از نوع تحقیقات توصیفی ـ تحلیلی می‌باشد. ابزار و روش مورداستفاده در این پژوهش، به دو صورت تحقیقات کتابخانه‌ای و میدانی بوده است. در بخش کتابخانه‌ای از طریق بررسی منابع داخلی و خارجی اقدام به شناسایی متغیرهای پژوهش و همچنین انتخاب ابزار مناسب برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها گردید. بخش مطالعات میدانی در دو سطح صورت گرفته است. در سطح اول از طریق ابزار پرسشنامه اقدام به بررسی جامعه آماری (افراد ساکن در واحدهای آپارتمانی مسکونی شهر تبریز) گردید و در سطح دوم از طریق ابزارهای مناسب سنجش صوت اقدام به اندازه‌گیری وضعیت صوتی واحدهای موردمطالعه گردید. پرسشنامه محقق ساخته، به‌عنوان ابزار گردآوری اطلاعات در بخش اول، استفاده شد. پرسشنامه موردنظر، با تعداد ۱۴

سؤال که هر یک از آن‌ها به یکی از متغیرهای بخش‌های سه‌گانه موردنظر (ویژگی‌های آکوستیکی، کالبدی و اجتماعی) پرداخته است، تنظیم شد که روایی آن با نظرسنجی از اساتید حوزه معماری و آکوستیک و پایایی آن با استفاده از آلفای کرونباخ (۰/۹۲) موردبررسی و تأیید قرار گرفت.

در زمینه برداشت آکوستیکی، استانداردهای مختلفی وجود دارد که یکی از آن‌ها کتابچه‌های ایزو (سازمان بین‌المللی استاندارد) می‌باشد. این سازمان، فدراسیون جهانی استانداردهای بین‌المللی است و این کار از طریق کمیته‌های فنی ISO، توسط اعضای علاقه‌مند در حوزه مشخص فنی انجام می‌گیرد. استاندارد موردنظر، به شماره ۱ - ۱۶۲۸۳، نسخه اولیه استاندارد مربوط به برداشت میدانی از صداهای هوابرد می‌باشد که در سال ۲۰۱۴ توسط انجمن فنی آکوستیک در سازمان بین‌المللی استانداردسازی تدوین‌شده است. تمامی اندازه‌گیری‌ها بر مبنای اندازه‌گیری فشار صدا در نظر گرفته‌شده است. تمامی فرکانس‌های موردنظر در استاندارد حاضر، محدوده شنوایی انسان را تشکیل می‌دهند که در این استاندارد مدنظر قرارگرفته شده‌اند. در مرحله اول، با غیرفعال بودن منابع صوتی، ابتدا، نویز پس‌زمینه در اتاق دریافت، اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً در اندازه‌گیری‌ها پیشنهاد می‌شود که صدای پس‌زمینه در هر یک از فضاها در هر دو حالت پنجره باز و بسته موردسنجش قرار گیرد. در مرحله دوم، صدای حاصل از بلندگوها که در نقاط مختلف جانمایی می‌شود، پخش‌شده و در اتاق دریافت، اندازه‌گیری می‌شود. لازم به ذکر است تمامی آزمایشات مربوط به برداشت میدانی سروصدای هوابرد (برداشت صدای زمینه و همچنین برداشت‌های صوتی مربوط به صدای طنین) با استفاده از دستگاه ۲۲۶۰ ساخت شرکت بی‌اند کی دانمارک می‌باشد.

جامعه آماری تحقیق حاضر از میان افراد ساکن در ۱۱ نمونه موردی (آپارتمان‌های مسکونی در مناطق مختلف شهری در شهر تبریز) انتخاب‌شده است که درواقع همه افراد ساکن را (تعداد ۲۷۰ نفر) را پوشش می‌دهد. با توجه به اینکه کل جامعه آماری موردمطالعه قابل‌بررسی بود، لذا در این پژوهش از طریق کل شماری در بین تمامی افراد ساکن، پرسشنامه توزیع گردید. متغیرهای مورداستفاده در این پژوهش شامل ۱۴ متغیر مرتبط با ابعاد معماری ـ کالبدی، ویژگی‌های مربوط به منابع صوتی نوفه (ویژگی‌های آکوستیکی) و ویژگی‌های جمعیتی ـ اجتماعی می‌باشد. آزمون‌های تحلیلی این قسمت، آزمون همبستگی پیرسون، آزمون رگرسیون خطی و درنهایت جهت مقایسه میان وضعیت نمونه‌های موردی آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه (ANOVA) می‌باشد. متغیرهای تحقیق حاضر را می‌توان در چند بخش، مورد ارزیابی قرار داد که به شرح زیر می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲- ابعاد، متغیرها و منابع مربوط به هر یک از پارامترهای اثر گذار در آسایش صوتی

ابعاد	متغیرها	منبع
ویژگی‌های آکوستیکی	نوفه مزاحم خارجی (صدای ترافیک)، منابع نوفه داخلی شامل سه دسته فضاهای مشاع (تأسیسات، سر و صداهای مربوط به آسانسور، دستگاه پله و ...) فضاهای واحدهای همسایگی (صدای ناشی از همسایه) و همین طور فضاهای داخل واحد مسکونی	(Ayr, Cirillo, Fato, & Martellotta, 2003; Botteldooren, Dekoninck, & Gillis, 2011; Coverings, 2005; Guarnaccia, 2013; Lee, Hong, & Jeon, 2015; Ottoz, Rizzi, & Nastasi, 2018; Peters, 2013)
ویژگی‌های کالبدی	فرم، مصالح، عناصر معماری (از جمله دیوار جداکننده، پوشش‌های سبز)، تناسبات فضایی و ارتفاع	(Hurrell, Horoshenkov, & Pelegrinis, 2018; Sadouki, 2018; Samani et al., 2015; Schiavoni, D'Alessandro, Bianchi, & Asdrubali, 2016) (Dien & Woloszyn, 2005) (Anoop, Noor, James, Paul, & Harikrishnan, 2018; Davis et al., 2017; Pérez et al., 2016; Thomazelli et al., 2016)
ویژگی‌های اجتماعی	سن، جنسیت، تحصیلات، تعداد خانوار ساکن و میزان حضور در خانه	(Guski, 1999; Öhrström, 2004; Schultz, 1978; Whittle et al., 2015)

۵- یافته‌های تحقیق

در پژوهش حاضر تعداد ۲۷۰ پرسشنامه تکمیل و جمع‌آوری شد. از این تعداد ۶۴/۸ درصد زن و ۳۵/۲ درصد مرد بودند. اکثر شرکت‌کنندگان (۸۴/۹ درصد) در دهه ۲۰، ۳۰ یا ۴۰ زندگی خود بوده و ۸۳ درصد تحصیلات دانشگاهی یا بالاتر داشتند. علاوه بر این، بیش از نیمی از شرکت‌کنندگان متأهل (۶۶ درصد) و اکثر آنها صاحب‌خانه (۷۱/۷ درصد) بودند. اکثر ساکنان (۸۸/۶ درصد) بین ۱ تا ۱۰ سال در این خانه‌ها زندگی کردند و حدود نیمی (۴۷/۱ درصد) از افراد بین ۲ تا ۵ ساعت کار (ذهنی یا فیزیکی) در خانه داشتند. حدود نیمی از افراد مورد بررسی (۴۷ درصد) در خانه‌هایی با مساحت ۱۱۰ تا ۱۵۰ متر مربع زندگی می‌کنند. نیمی از خانوارها بین ۳ تا ۴ نفر و تعداد زوج یا افراد مجرد حدود ۳۷ درصد است.

الف) سنجش وضعیت ادراکی

نتایج یافته‌های پژوهش با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که به‌جز متغیرهای سن، جنسیت، تحصیلات و مدت حضور در خانه، بقیه متغیرها با متغیر آسایش صوتی دارای همبستگی معناداری است که در جدول ۳ مشخص‌شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون همبستگی پیرسون

متغیرها	پارامترهای تحقیق	آسایش صوتی	متغیرها	آسایش صوتی	پارامترهای تحقیق
چیدمان فضایی	N	۲۷۰	نوفه ناشی از فضاهای داخلی	N	۳۰۰
	Sig	۰/۰۰۰		Sig	۰/۰۰۰
	p	۰/۳۵۶		p	-۰/۴۲۵
مصالح	N	۲۷۰	نوفه ناشی از فضاهای مشاع	N	۲۷۰
	Sig	۰/۰۰۰		Sig	۰/۰۰۰
	p	**۰/۵۱۲**		p	-۰/۵۰۴
ارتفاع	N	۲۷۰	تعدا خانوار ساکن	N	۲۷۰
	Sig	۰/۰۰۰		Sig	۰/۰۰۰
	p	۰/۳۹۷		p	-۰/۲۱۴
تناسبات فضایی	N	۲۷۰	سن	N	۲۷۰
	Sig	۰/۰۰۲		Sig	۰/۰۰۴
	p	۰/۱۱۳		p	-۰/۱۰۸
فرم	N	۲۷۰	جنسیت	N	۲۷۰
	Sig	۰/۰۰۰		Sig	۰/۰۹۸
	p	۰/۱۸۹		P	۰/۰۰۸
نوفه ترافیک	N	۲۷۰	تحصیلات	N	۲۷۰
	Sig	۰/۰۰۰		Sig	۰/۰۲۱
	p	**-۰/۷۹۷**		p	۰/۰۹۵
نوفه ناشی از همسایگان	N	۲۷۰	مدت زمان حضور در خانه	N	۲۷۰
	Sig	۰/۰۰۰		Sig	۰/۰۳۲
	P	**-۰/۶۹۹**		p	-۰/۰۸۲

در ادامه به منظور تحلیل و بررسی میزان اثرگذاری انواع عوامل مؤثر بر نوفه و میزان آسایش صوتی از آزمون رگرسیون خطی استفاده گردید. نتایج نشان داد که به جز متغیرهای سن، جنسیت، تحصیلات و مدت زمان حضور در خانه، بقیه متغیرها دارای رابطه معناداری با میزان آسایش صوتی هستند. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین میزان ارتباط بین متغیرهای مصالح، ارتفاع، ترافیک، نوفه ناشی از همسایگان و همین طور نوفه ناشی از فضاهای مشاع بوده است. همچنین نتایج یافته‌ها حاکی از این است که مجموع ۱۴ متغیر موردبررسی توانایی تبیین ۸۷/۱ درصد تغییرات واریانس مربوط به آسایش صوتی را دارند. همچنین ستون Beta

بیانگر این است که به جز متغیرهای بررسی شده در این پژوهش عوامل دیگری نیز در میزان آسایش صوتی دخیل هستند که در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج آزمون رگرسیون در خصوص رابطه بین عوامل مؤثر بر صوت و آسایش صوتی

متغیرها	R	R^2	R^2 تعدیل‌شده	مقدار F	Beta	مقدار t	مقدار p
چیدمان فضایی	۰/۴۱۴	۰/۳۸۹	۰/۳۶۴	۷/۶۳	۰/۱۳۵	۰/۲۵۸	۰/۰۰۰
مصالح	۰/۵۳۹	**۰/۴۹۹**	۰/۴۷۱	۶/۹	۰/۳۶۱	۳/۸۸	۰/۰۰۰
ارتفاع	۰/۵۰۰	۰/۴۸۹	۰/۴۶۱	۶/۹	۰/۴۱۱	۵/۸۹	۰/۰۰۰
تناسبات فضایی	۰/۱۳۵	۰/۱۲۰	۰/۱۱۹	۵/۵۴	۰/۰۴۵	۱/۷۵	۰/۰۰۰
فرم	۰/۲۱۰	۰/۱۸۰	۰/۱۷۱	۵/۸۸	۰/۱۰۱	۲/۶۹	۰/۰۰۰
نوفه ترافیک	۰/۸۴۱	**۰/۷۸۹**	۰/۷۷۰	۵/۸۴	۰/۱۳۲	۲/۵۲	۰/۰۰۰
نوفه ناشی از همسایگان	-۰/۷۱۵	**-۰/۶۷۸**	-۰/۶۳۱	۴/۹۸	۰/۴۷۴	۴/۶۸	۰/۰۰۰
نوفه ناشی از فضاهای داخلی	-۰/۴۸۷	-۰/۴۴۲	-۰/۳۹۹	۴/۱۲	۰/۰۳۰	۱/۶۳	۰/۰۰۰
نوفه ناشی از فضاهای مشاع	-۰/۵۸۸	**-۰/۵۳۲**	-۰/۴۹۸	۳/۸۵	۰/۰۵۷	۱/۸۷	۰/۰۰۰
تعدا خانوار ساکن	-۰/۲۸۳	-۰/۱۵۵	-۰/۱۳۹	۳/۵۵	۰/۰۵۲	۱/۹۷	۰/۰۰۱
سن	۰/۱۰۱	۰/۰۹۸	۰/۰۸۰	۲/۶۳۱	۰/۰۴۱	۱/۷۶	۰/۰۰۷
جنسیت	۰/۱۰۳	۰/۰۹۸	۰/۰۸۲	۲/۶۹۳	۰/۵۹۸	۵/۶۷	۰/۰۰۷
تحصیلات	۰/۰۸۹	۰/۰۷۰	۰/۰۵۸	۲/۰۰	۰/۰۱۵	۱/۵۲	۰/۰۰۷
مدت زمان حضور در خانه	-۰/۰۵۵	۰/۰۴۱	۰/۰۳۴	۱/۶۳	۰/۴۹۶	۴/۲۱	۰/۰۰۹

با استفاده از آزمون آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه، اقدام به بررسی تفاوت معناداری بین گروه‌های مورد مطالعه (مناطق سه‌گانه شهری) گردید. یافته‌های پژوهش نشان‌دهنده وجود تفاوت معناداری هم به صورت درون‌گروهی و هم به صورت بین‌گروهی است. به عبارتی بر اساس نتایج این آزمون، مقادیر آسایش صوتی (میانگین + انحراف معیار)+ متغیرهای مربوط به ویژگی‌های کالبدی (معماری) + متغیرهای آکوستیکی (منبع صوت)+ متغیرهای جمعیتی دارای تفاوت معناداری بوده است (جدول ۵).

[f(36, 300)= 4928.000,1036.000,792.000,911.000].

جدول ۵- نتایج آزمون ANOVA در خصوص اختلاف بین مناطق از نظر متغیرهای مؤثر بر آسایش صوتی

پارامترهای تحقیق		Sig.	F	میانگین مربعات	df	مجموع مربعات
غرب	درون‌گروهی	۰/۰۰۰	۱۰۳۶/۰۰۰	۲/۰۰۰	۳۶	۸۳/۰۰۰
	بین گروهی			۰/۰۰۲	۳۰۰	۰/۰۰۰
	جمع				۶	۸۴/۰۴۷
مرکز	درون‌گروهی	۰/۰۰۰	۷۹۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	۳۶	۹۵/۰۴۲
	بین گروهی			۰/۰۰۳	۳۰	۱
	جمع				۶	۹۶/۰۰۰
شرق	درون‌گروهی	۰/۰۰۰	۹۱۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۳۶	۴۸/۰۰۰
	بین گروهی			۰/۰۰۱	۳۰۰	۰/۰۰۰
	جمع				۶	۴۹/۰۰۰

)

ب) سنجش وضعیت آکوستیکی

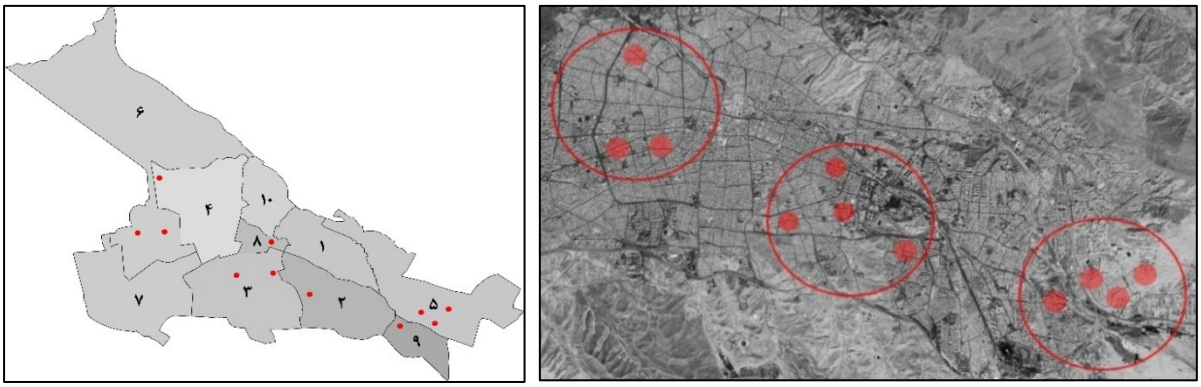
در این میان، با توجه به استانداردهای برداشت صوتی، دسته‌بندی خاصی مدنظر می‌باشد. مسئله اول، ارتفاع طبقه موردنظر می‌باشد که با توجه به استانداردهای مقررات ملّی ساختمان ایران، طبقه‌هایی در تراز ارتفاعی بیش از ۲۳ متر، به‌عنوان بلندمرتبه محسوب می‌شود و

کمتر از آن طبعاً در دسته‌کوتاه مرتبه. مسئله دیگر، حجم فضاهای داخلی می‌باشد که بنا به یکسان بودن ارتفاع اکثر فضاهای مسکونی، می‌تواند منطبق با مساحت ساختمان باشد که بر اساس مشاهدات میدانی می‌توان به دو گونه متراژ بیشتر از ۱۵۰ مترمربع یا کمتر از آن تقسیم‌بندی نمود. پارامتر بعدی، بستگی به قرارگیری موقعیت ساختمان در شهر دارد. این دسته‌بندی را می‌توان به لحاظ جغرافیایی در شهر تبریز با توجه به کشیدگی شرقی- غربی انجام داد که نهایتاً، سه نوع موقعیت شرقی، غربی و مرکزی در نظر گرفته شد. با توجه به برداشت‌های صورت گرفته می‌توان ادعا داشت که از غرب به شرق، ارزش اقتصادی ساختمان (ارزش زمین و مرغوبیت مصالح و کیفیت عایق‌کاری ساختمان) بیشتر می‌شود که البته این فرضیه باید در روند تحقیق موردبررسی دقیق واقع شود، درنهایت با توجه به آنچه گفته شد، موارد مطالعاتی در جدول ۶، نشان داده‌شده است:

جدول ۶- اطلاعات کلی موارد مطالعاتی

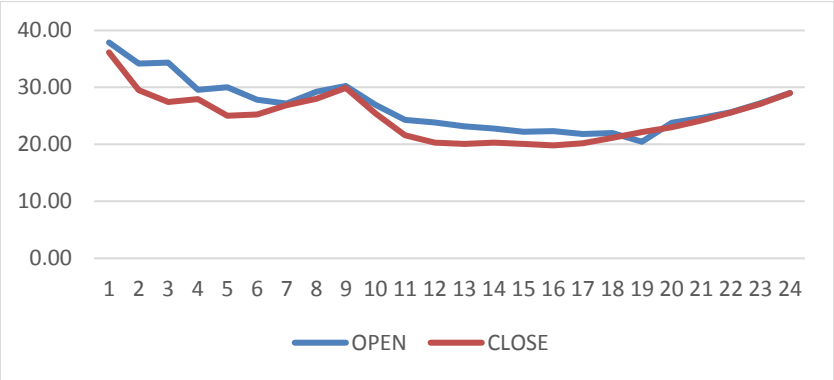
موارد مطالعاتی	منطقه قرارگیری	تفکیک ارتفاعی		تفکیک مساحت		تفکیک موقعیت	
		بلند مرتبه	کوتاه مرتبه	بیشتر از ۱۵۰ متر مربع	کمتر از ۱۵۰ مترمربع	کنار خیابان اصلی	معابر فرعی
نمونه شماره ۱	شرق	■		■		■	
نمونه شماره ۲	شرق	■			■	■	
نمونه شماره ۳	شرق	■			■		■
نمونه شماره ۴	شرق		■	■		■	
نمونه شماره ۵	غرب		■		■	■	
نمونه شماره ۶	غرب	■			■		■
نمونه شماره ۷	غرب	■		■		■	
نمونه شماره ۸	بافت مرکزی		■		■		■
نمونه شماره ۹	بافت مرکزی		■	■		■	
نمونه شماره ۱۰	بافت مرکزی		■	■		■	
نمونه شماره ۱۱	بافت مرکزی	■			■	■	

با توجه به جدول ۶، مشخص می‌شود که چهار نمونه موردی در منطقه شرق تبریز، سه نمونه در غرب و چهار نمونه موردی دیگر در قسمت مرکزی شهر، مورد بررسی و برداشت میدانی واقع شده است. در ادامه نقشه پراکندگی نمونه‌های تحقیق حاضر در شهر تبریز در نقشه ۱ دیده می‌شود.



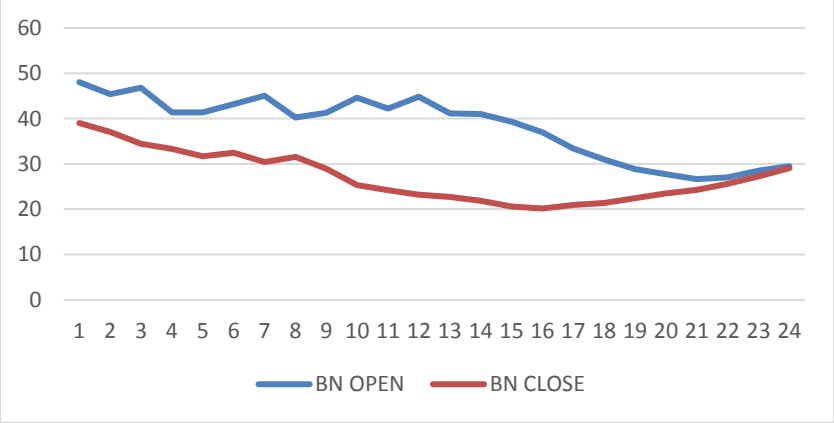
نقشه ۱- موقعیت نمونه‌های موردی در نقشه هوایی و نقشه شهرداری تبریز و دسته بندی‌های مربوط به آنها (نگارندگان، ۱۴۰۰)

ابتدا، صدای پس زمینه در دو حالت پنجره باز و بسته در داخل واحدهای مسکونی موردنظر، اندازه‌گیری گردید (نمودار ۱):



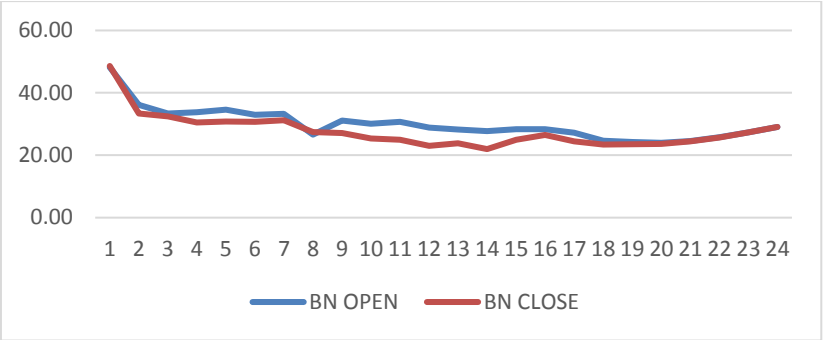
نمودار ۱- نمودار میانگین صدای پس زمینه در دو حالت پنجره باز و بسته در منطقه شرق تبریز

با توجه به نمودار ۱، در این منطقه به علت تراز شدت صدایی پایین‌تر در مناطق شهری نسبت به بافت مرکزی وغرب تبریز (به علت نزدیکی به فرودگاه بین‌المللی شهید مدنی تبریز)، نمودار تراز صوتی، کیفیت بهتری دارد. همان طور که در این نمودار دیده می‌شود، شروع تراز شدت صدا به عدد ۴۰ دسی بل نرسیده که نشان از استاندارد بودن تراز شدت صدایی دارد.



نمودار ۲- نمودار میانگین صدای پس زمینه در دو حالت پنجره باز و بسته در منطقه مرکزی تبریز

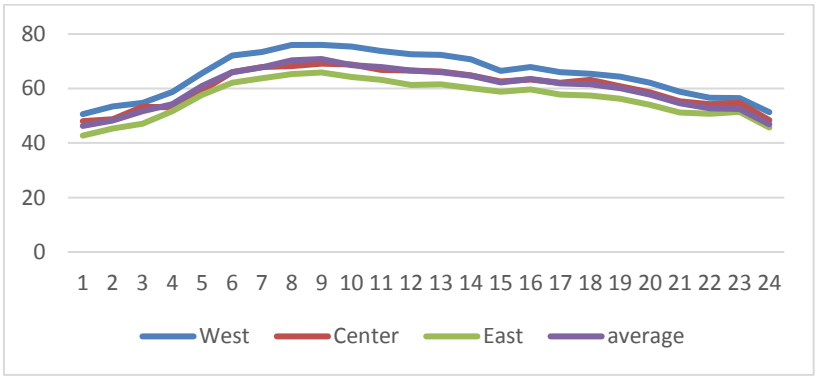
همان طور که در نمودار ۲ دیده می‌شود، میانگین تراز شدت صدای پس زمینه در منطقه مرکزی تبریز نسبتاً بالاست (حدود ۵۰ دسی بل). ولی نکته‌ای که در این نمودار حائز اهمیت است این است که اختلاف تراز شدت صدا در دو حالت پنجره باز و بسته زیاد است که نشان از مرغوبیت ساختمان‌های احداث شده در این قسمت از شهر می‌باشد؛ زیرا بافت مرکزی نسبتاً محله‌های اصیل شهری محسوب می‌گردد و ساکنان آنها نیز به دلیل حضور فعال در بازار تاریخی تبریز، از وضعیت اقتصادی نسبتاً خوبی برخوردار هستند که این امر در ساخت و سازهای قسمت میانی شهر (بافت مرکزی) دیده می‌شود. البته شرق تبریز نیز به دلیل اینکه ارزش منطقه‌ای بالایی دارد. به عبارت دیگر، قیمت مسکن و زمین در این مناطق بالاتر از میانگین کلی شهر است و ساخت و سازها و توجه به عایق‌های ساختمانی بیشتر است. در مرحله بعد، نتایج سنجش آکوستیکی در منطقه غرب تبریز در نمودار ۳ آورده شده است.



نمودار ۳- نمودار میانگین صدای پس زمینه در دو حالت پنجره باز و بسته در منطقه غرب تبریز

با توجه به نمودار ۳، تراز شدت صدایی بالایی در این منطقه حاکم است که این امر به دلیل نزدیکی به فرودگاه شهر و همچنین ترافیک سنگین خیابان‌های منتهی به این قسمت از شهر می‌باشد. داشتن بافت فشرده و متراکم شهری یکی از ویژگی‌های حاکم بر منطقه غربی تبریز است. همچنین مرغوبیت ساخت و سازها به دلیل پایین بودن ارزش زمین در این منطقه نیز مشهود می‌باشد. در واقع، پنجره‌های مساکن آپارتمانی به صورت دو جداره نبوده و در حالت بسته، نسبت به حالت باز، تأثیر زیادی در ایزوله کردن صدای بیرون و ترافیک ندارد.

در مرحله بعدی، با استفاده از نمودارهای تراز فشار صوتی SPL، با استفاده از ایجاد دسی بل استاندارد در فضای مختلف پلان، ارزیابی‌های صوتی در داخل واحد مسکن آپارتمانی مورد ارزیابی قرار گرفت. لازم به ذکر است که برای حصول نتایج تحقیق، ابتدا میانگین ۱۱ نمونه موردی مطالعه، استخراج گردید. سپس به صورت تطبیقی، نمودار SPL برای سه منطقه شهری مورد نظر و همچنین میانگین نمودارها ترسیم گردید. با توجه به نمودار ۴، نمودار مربوط به منطقه غرب تبریز بیشتر از میانگین ۱۱ نمونه موردی، نمودار بافت مرکزی تقریباً مطابق با آن و نمودار منطقه شرق تبریز، کمتر از آن است. این نمودار تحلیلی نشان می‌دهد که هر چه از قسمت‌های غربی شهر (با تراکم بالا و نزدیک به فرودگاه تبریز) به سمت شرق تبریز حرکت می‌کنیم وضعیت آکوستیکی مساکن آپارتمانی ارتقای نسبی می‌یابد. البته باید توجه داشت، نمودار ۴ به صورت کلی، کیفیت آکوستیکی داخل واحدهای آپارتمانی را نشان می‌دهد که متغیرهایی از جمله: فرم، مصالح، ترافیک شهری، کیفیت عناصر معماری داخلی (دیوار، پنجره و پوشش‌های سبز) و در نهایت کیفیت چیدمان‌های داخلی در آن تأثیر دارند.



نمودار ۴- بررسی تطبیقی نمودارهای تراز فشار صوتی در میان نمونه‌های موردی بافت مرکزی شهر، غرب و شرق تبریز با میانگین کلی نمونه‌های موردی

در مرحله بعد، استاندارد صوتی تحت عنوان ضابطه نوفه (NC) مورد بررسی واقع شد. در جدول ۷، همان طور که مشاهده می‌شود، ضابطه نوفه به تفکیک فضاهای مختلف مشخص شده است که برای ساختمان‌های آپارتمانی بین ۲۵ تا ۳۵ دسی بل می‌باشد. البته باید توجه داشت این عدد به صورت میانگین برای تمامی فضاها می‌باشد. البته ماکزیمم تراز شدت صدا در روز و شب متفاوت است که بر اساس استاندارد مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان، این عدد برای روز ۴۵ دسی بل و برای شب ۳۵ دسی بل می‌باشد.

جدول ۷- مقادیر پیشنهاد شده استاندارد بین‌المللی برای ضوابط نوفه بر اساس فضاهای مختلف عملکردی

نوع عملکرد	سطح نویز پیشنهادی (مجاز)	تراز صدای وزن یافته (دسی بل)
خانه‌های اپارتمانی	۲۵-۳۵	۳۵-۴۵
فضاهای تجمیع‌شده مسکونی	۲۵-۳۰	۳۵-۴۰
مساجد و ...	۳۰-۳۵	۴۰-۴۵
دادگاه‌ها	۳۰-۴۰	۴۰-۵۰
کارخانه‌ها	۴۰-۶۵	۵۰-۷۵
خانه‌های ویلایی در شهر یا حومه شهر	۲۰-۳۰	۳۰-۳۸
خانه‌های ویلایی شخصی	۲۵-۳۰	۳۴-۴۲

(منبع: استاندارد ISO)

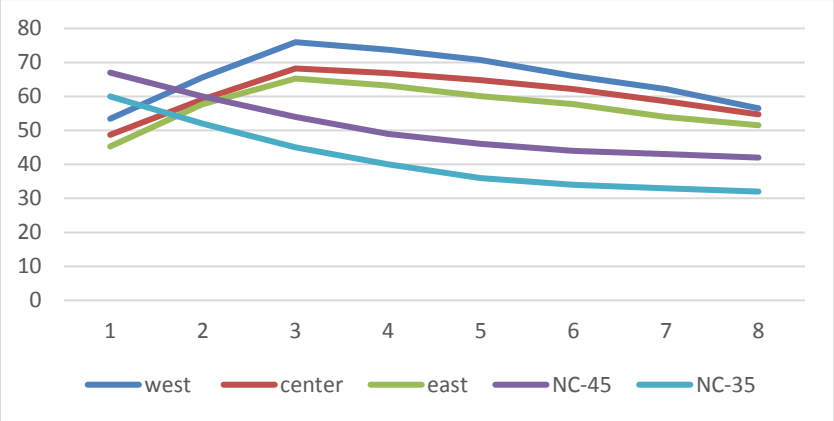
در ایران، مطابق با استاندارد مبحث هجدهم مقررات ملی مسکن، برای مناطق شهری استاندارد نوفه مجاز بررسی و تبیین شده است. در واقع، برای مناطق شهری با توجه به نوفه تولیدی می‌توان دسته‌بندی‌هایی قائل شد. در جدول ۷، کاربری‌های مجاز نیز قید شده است که می‌توان در نهایت اطلاعات حداکثر تراز معادل صدا بر حسب دسی بل را در جدول زیر مشاهده نمود.

جدول ۸- منطقه‌بندی شهری از نظر نوفه محیطی

نوع منطقه شهری از نظر نوفه	حداکثر تراز معادل صدا		کاربری‌های مجاز
	از ۷ صبح تا ۱۰ شب	از ۱۰ شب تا ۷ صبح	
نوفه پایین	۵۵	۴۵	مسکونی، مراکز جهانگردی و پذیرایی، مراکز بهداشتی درمانی، مراکز فرهنگی، ورزشی، مراکز تجاری در حد محله
نوفه متوسط	۶۵	۵۵	آموزشی، اداری، باشگاه‌های ورزشی سرپوشیده مختلط مسکونی ـ تجاری ـ اداری، مجتمع‌های تجاری، بازار، نمایشگاه
نوفه بالا	۷۵	۶۵	ترمینال‌ها، انبارها، پارکینگ‌ها، استادیوم‌های ورزشی روباز، میادین میوه و تره بار، صنعتی، نظامی، فرودگاه‌ها

(منبع: مبحث هجدهم مقررات ملی ساختمان، ۱۳۹۶)

نکته قابل ذکر در جدول ۸ این است که چنانچه کاربری‌های مجاز قید شده در مناطق شهری با نوفه پایین و متوسط، در منطقه شهری با نوفه بالا ساخته شوند، باید تمهیدات خاصی در مورد صدابندی پوسته خارجی آنها در نظر گرفته شود. البته شایان ذکر است موضوع تحقیق حاضر، صرفاً کاربری‌های مسکونی می‌باشد که البته در مرحله حاضر، هر یک از مناطق شهری با استاندارد موجود مقایسه می‌شود که در نمودار ۵ قابل بررسی است:



نمودار ۵- مقایسه تطبیقی فرکانس‌های استانداردشده در مناطق سه‌گانه شهری بر اساس نوفه ضابطه (NC)

همان‌طور که در نمودار (۵) دیده می‌شود، هر سه گزینه به لحاظ آسایش آکوستیکی کاملاً دچار ضعف هستند. به عبارت بهتر با استانداردهای اعلام‌شده در حوزه بین‌المللی و همین‌طور مبحث ۱۸ مقررات ملی مسکن و شهرسازی، مغایرت جدی دارد. درواقع هنگامی‌که در داخل واحدهای مسکونی موردنظر، سروصدای همسایه یا منابع دیگر ازجمله تلویزیون، صحبت افراد، تلفن، موزیک و ... ایجاد می‌شود، مشکلات حادی درزمینه‌ی آسایش آکوستیکی ایجاد می‌شود.

نکته اصلی و حائز اهمیت این است که در نمودار ۵، تأثیر نوفه شهری و ترکیب آن با اندازه‌گیری مربوط به SPL، تغییری در ترتیب قرارگیری نمودارها ایجاد ننموده است و این مسئله ناشی از این واقعیت است که تأثیر ترافیک در میان متغیرهای تحقیق حاضر بیشتر از کیفیت ساختمان‌سازی، فرم یا مصالح و ... می‌باشد که این مسئله نیز به‌درستی در سنجش مربوط به پرسشنامه‌های تحقیق حاضر توسط متخصصین امر، بیان‌شده بود و با آن‌ها مطابقت دارد. درواقع، اگر تغییری در ترتیب نمودارهای سه‌گانه مناطق شهری ایجاد می‌شد، می‌توان ادعا نمود که سایر متغیرهای تحقیق ازجمله ویژگی‌های کالبدی مانند فرم یا مصالح یا عناصر معماری داخلی واحد موردنظر ازجمله چیدمان فضایی، تأثیرات بیشتری در این امر داشت. درحالی‌که در حال حاضر، مشخص می‌شود که تأثیر ترافیک شهری به‌مراتب بیشتر بوده است.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

منابع مختلف صوتی در داخل و خارج ساختمان‌های مسکونی وجود دارد که آسایش صوتی را دچار خدشه می‌کند. از میان این منابع می‌توان به سروصدای ترافیک خارجی، سروصدای ناشی از واحدهای همسایگی در مسکن یا منابع داخلی ازجمله صدای افراد، تلویزیون، صحبت یا قدم زدن افراد در مسکن اشاره داشت. اینکه شاخص آزردگی در کدام یک از این منابع سه‌گانه، بیشتر است محل بحث میان صاحب‌نظران این حوزه است. به عبارت بهتر، می‌توان گفت که ساکنین در واحدهای مسکونی آپارتمانی، از انواع مختلف نوفه‌های موجود در واحدهای همسایگی، نوفه ترافیک بیرون، نوفه برخاسته از لوازم‌خانگی داخلی، شکایت دارند. تحقیق حاضر که مبتنی بر روش‌های میدانی انجام‌گرفته است، نتایج آزمون‌های همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی نشان داد که به‌جز متغیرهای سن، جنسیت، تحصیلات و مدت‌زمان حضور در خانه بقیه متغیرها دارای رابطه معناداری با میزان آسایش صوتی هستند که در این میان، از میان ویژگی‌های آکوستیکی، به ترتیب نوفه‌های ناشی از ترافیک، نوفه ناشی از صدای همسایگان و

همین‌طور فضاهای مشاع، بیشترین تأثیر منفی را در آسایش آکوستیکی افراد دارند. همچنین نتایج آزمون رگرسیون خطی نشان دادند که در میان عوامل کالبدی اثرگذار بر آسایش آکوستیکی، راهکارهای مرتبط با مصالح از بقیه عوامل، مهم‌تر بوده و می‌تواند تأثیر بیشتری داشته باشد که با نتایج تحقیقات مشابه (Berardi & Iannace, 2015; Yu & Kang, 2009) همراستاست. همچنین نتایج نشان دادند که تراز شدت صدایی زیادی در منطقه غرب تبریز نسبت به مناطق مرکزی و همچنین شرق آن، حاکم است که یکی از دلایل این امر نزدیکی به فرودگاه شهر و همچنین ترافیک سنگین خیابان‌های منتهی به این قسمت از شهر می‌باشد و دلیل دیگر، ساخت‌وساز نامرغوب و بافت فرسوده این منطقه از شهر می‌باشد. با سنجش وضعیت صوتی داخل واحدهای صوتی با بلندگو و اندازه‌گیری نمودارهای SPL (تراز فشار صدایی) مشخص شد که هر سه گزینه (مناطق شهری غرب، شرق و مرکزی تبریز) به لحاظ آسایش آکوستیکی دچار ضعف عمده هستند و وضعیت موجود با استانداردهای اعلام‌شده در حوزه بین‌المللی و همین‌طور مبحث ۱۸ مقررات ملی مسکن و شهرسازی، مغایرت جدی دارد. به‌عبارت‌دیگر، هنگامی‌که در داخل واحدهای مسکونی موردنظر، سروصدای همسایه یا منابع دیگر ازجمله تلویزیون، صحبت افراد، تلفن، موزیک و ... ایجاد می‌شود، مشکلات حادی در زمینه آسایش آکوستیکی ایجاد می‌شود که البته این امر به علت عدم‌رعایت چیدمان‌های فضایی نیز می‌باشد ولی نکته‌ای که در این زمینه وجود دارد این است که بعد از اندازه‌گیری‌های مرتبط با تراز فشار صوتی در داخل واحدهای مسکونی، ترتیب نمودارهای صدای پس‌زمینه که در حالت اول اندازه‌گیری شده بود، تغییری نکرد و این مورد نشان از اهمیت سروصدای بیرون واحد مسکونی، شامل فضاهای مشاع، همسایگان و همچنین نوفه ترافیک می‌باشد. درنهایت نسبت به بهینه‌سازی صوتی واحدهای مسکونی پیشنهاد می‌شود مقوله عایق‌کاری صوتی در جداره‌های خارجی ازجمله دیوارها، پنجره‌ها و غیره در وهله اول به لحاظ مقررات ساختمانی، اجباری شده و مورد بازبینی جدی قرار گیرد. همچنین برای طراحی نمای ساختمان باید از فرم‌های متخلخل در ابعاد و مقیاس‌های مختلف که بتواند در نقش کاواک ظاهرشده و بخشی از فرکانس‌های تولیدی شهر را محبوس و جذب نماید، استفاده کرد. برای این امر می‌توان به تناسبات بالکن یا تورفتگی‌ها یا پیش‌آمدگی‌های فرمی ساختمان (مطابقت با نهاز و نخیر در معماری سنتی) تمرکز کرد که می‌تواند موضوع تحقیقات آتی در این حوزه باشد. نوع مصالح (توجه به ضریب جذب مصالح) نیز می‌تواند در این امر راهگشا باشد و تأثیر زیادی بر جذب صدای مزاحم بیرونی دارد که از این میان می‌توان به آجرهای سنتی یا سنگ تراورتن اشاره نمود که می‌تواند با توجه به اقلیم، روی بدنه خارجی بنا، مورداستفاده قرار گیرد. ازآنجایی‌که اندازه‌گیری‌های انجام‌شده توسط نگارندگان، در طول روز انجام‌شده است، به نظر می‌رسد همچنان تأثیر صدای ترافیک به لحاظ میزان شاخص آزردگی، بیشتر از بقیه موارد است و البته این احتمال نیز وجود دارد که در شب‌هنگام، نمودارهای اندازه‌گیری شده تغییر یابد که نیاز به تحقیقات آتی و برداشت‌های میدانی داخل واحد در خلال این ساعات از شبانه‌روز را دارد.

سپاسگزاری:

از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه هنر اصفهان به خاطر همکاری در اجرای پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌شود.

۷- منابع

غفاری، عباس؛ قلیزاده، فرزانه. (۱۳۹۹). تبیین نظریه ارجحیت فرم بر جنس مصالح در رفتار آکوستیکی فضای معمار. *نشریه پژوهش‌های معماری اسلامی*، ۸(۲)، ۱۶۱-۱۴۵.

قیابلکو، زهرا. (۱۳۹۱). *مبانی فیزیک ساختمان ۱ آکوستیک*. چاپ پنجم، تهران: جهاددانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.

Fuzzy models for accumulation of reported community noise annoyance from combined sources. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *112*(4), 1496–1508.

Caballol, D., & Raposo, A. P. (2016). Acoustic absorption increase prediction by placing absorbent material in pieces. *Applied Acoustics*, *113*, 185–192.

Commins, D. E. (1978). Classes of acoustical comfort in housing. *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*, Vol. 1978, pp. 631–636.

Coverings, F. (2005). *Measurement of Walking Noise on Floor Coverings*. *22*(1), 1–28.

Davis, M. J. M., Tenpierik, M. J., Ramírez, F. R., & Pérez, M. E. (2017). More than just a Green Facade: The sound absorption properties of a vertical garden with and without plants. *Building and Environment*, *116*, 64–72.

Dien, H. H. El, & Woloszyn, P. (2005). *The acoustical influence of balcony depth and parapet form : experiments and simulations*. *66*, 533–551.

Fields, J. M. (1993). Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 93, pp. 2753–2763.

Frontczak, M., Andersen, R. V., & Wargocki, P. (2012). Questionnaire survey on factors influencing comfort with indoor environmental quality in Danish housing. *Building and Environment*, *50*, 56–64.

Fuerst, F., & McAllister, P. (2011). Green noise or green value? Measuring the effects of environmental certification on office values. *Real Estate Economics*, *39*(1), 45–69.

Garg, N., Sharma, O., & Maji, S. (2012). Design Considerations for Enhancing Sound Insulation Characteristics of Window Glazing for Traffic Noise Abatement. *Building Acoustics*, *19*(2), 89–98.

Al horr, Y., Arif, M., Katafygiotou, M., Mazroei, A., Kaushik, A., Elsarrag, E., … Elsarrag, E. (2016). Impact of indoor environmental quality on occupant well-being and comfort: A review of the literature. *International Journal of Sustainable Built Environment*, *5*(1), 1–11.

Andersen, R. V., Toftum, J., Andersen, K. K., & Olesen, B. W. (2009). Survey of occupant behaviour and control of indoor environment in Danish dwellings. *Energy and Buildings*, *41*(1), 11–16.

Anoop, C. K., Noor, N., James, M., Paul, P. N., & Harikrishnan, R. (2018). Technological and green solutions for rural house construction. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, *5*(4), 2291–2293.

Ayr, U., Cirillo, E., Fato, I., & Martellotta, F. (2003). A new approach to assessing the performance of noise indices in buildings. *Applied Acoustics*, *64*(2), 129–145.

Alonso, A., Patricio, J., Suarez, R., & Escandon, R. (2020). Acoustical retrofit of existing residential buildings: Requirements and recommendations for sound insulation between dwellings in Europe and other countries worldwide. *Building and Environment*, *174*, 106771.

Andargie, M. S., Touchie, M., & O'Brien, W. (2019). A review of factors affecting occupant comfort in multi-unit residential buildings. *Building and Environment*, *160*, 106182.

Berardi, U., & Iannace, G. (2015). Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications. *Building and Environment*, *94*(August), 840–852.

Botteldooren, D., Dekoninck, L., & Gillis, D. (2011). The influence of traffic noise on appreciation of the living quality of a neighborhood. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *8*(3), 777–798.

Botteldooren, D., & Verkeyn, A. (2002).

Journal of Social Issues, *36*(3), 101–117.

Navai, M., & Veitch, J. A. (2003). *Acoustic satisfaction in open-plan offices: review and recommendations*. Citeseer.

Öhrström, E. (2004). Longitudinal surveys on effects of changes in road traffic noise—annoyance, activity disturbances, and psycho-social well-being. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *115*(2), 719–729.

Ottoz, E., Rizzi, L., & Nastasi, F. (2018). Recreational noise: Impact and costs for annoyed residents in Milan and Turin. *Applied Acoustics*, *133*, 173–181.

Pérez, G., Coma, J., Barreneche, C., De Gracia, A., Urrestarazu, M., Burés, S., & Cabeza, L. F. (2016). Acoustic insulation capacity of Vertical Greenery Systems for buildings. *Applied Acoustics*, *110*, 218–226.

Peters, R. J. (2013). *Acoustics and noise control*. Routledge.

Rasmussen, B. (2007). Chapter 114 Sound Insulation of Residential Housing — Building Codes and Classification Schemes in Europe. *Evaluation*.

Rindel, J. (2002). Acoustical comfort as a design criterion for dwellings in the future. *16th Biennial Conference of the New Zealand Acoustical Society;"Sound in the Built Environment*, (November), 1–9.

Ronnebaum, T., Schulte-Fortkamp, B., & Weber, R. (1996). Synergetic effects of noise from different sources: a literature study. *International Congress on Noise Control Engineering*, 2241–2246.

Sadouki, M. (2018). Experimental characterization of rigid porous material via the first ultrasonic reflected waves at oblique incidence. *Applied Acoustics*, *133*(August 2017), 64–72.

Samani, P., Mendes, A., Leal, V., Miranda Guedes, J., Correia, N., & Guedes, J. (2015). A sustainability assessment of advanced materials for novel housing solutions. *Building and Environment*, *92*, 182–191.

Guarnaccia, C. (2013). Advanced tools for traffic noise modelling and prediction. *WSEAS Transactions on Systems*, *12*(2), 121–130.

Guski, R. (1999). Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance. *Noise and Health*, *1*(3), 45.

Hurrell, A. I., Horoshenkov, K. V., & Pelegrinis, M. T. (2018). The accuracy of some models for the airflow resistivity of nonwoven materials. *Applied Acoustics*, *130*(October 2017), 230–237.

Izumi, K. (1988). Annoyance due to mixed source noises—A laboratory study and field surve on the annoyance of road traffic and railroad noise. *Journal of Sound and Vibration*, *127*(3), 485–489.

Jakobsen, J. (2001). Danish guidelines on environmental low frequency noise, infrasound and vibration. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, *20*(3), 141–148.

Jeon, J. Y., Ryu, J. K., & Lee, P. J. (2010). A quantification model of overall dissatisfaction with indoor noise environment in residential buildings. *Applied Acoustics*, *71*(10), 914–921.

Kim, M. K., Barber, C., & Srebric, J. (2017). Traffic noise level predictions for buildings with windows opened for natural ventilation in urban environments. *Science and Technology for the Built Environment*, *23*(5), 726–735.

Lee, S. C., Hong, J. Y., & Jeon, J. Y. (2015). Effects of acoustic characteristics of combined construction noise on annoyance. *Building and Environment*, *92*, 657–667.

Low, S. P., Liu, J. Y., & Oh, K. H. (2008). Influence of total building performance, spatial and acoustic concepts on buildability scores of facilities. *Facilities*, *26*(1–2), 85–104.

Miller, F. D., Tsemberis, S., Malia, G. P., & Grega, D. (1980). Neighborhood Satisfaction Among Urban Dwellers.

Schiavoni, S., D'Alessandro, F., Bianchi, F., & Asdrubali, F. (2016). Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 62.

Thomazelli, R., Caetano, F. D. N., & Bertoli, S. R. (2016). *Acoustic properties of green walls: Absorption and insulation*. *015017*, 015017.

Vardaxis, N.-G., Bard, D., & Persson Waye, K. (2017). On the definition of acoustic comfort in residential buildings. In *The Journal of the Acoustical Society of America* (Vol. 141).

Vardaxis, N.-G. G., Bard, D., & Persson Waye, K. (2018). Review of acoustic comfort evaluation in dwellings—part I: Associations of acoustic field data to subjective responses from building surveys. *Building Acoustics*, *25*(2), 151–170.

Vos, J. (1992). Annoyance caused by simultaneous impulse, road-traffic, and aircraft sounds: A quantitative model. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *91*(6), 3330–3345.

Wang, C., Si, Y., Abdul-Rahman, H., & Wood, L. C. (2015). Noise annoyance and loudness: Acoustic performance of residential buildings in tropics. *Building Services Engineering Research and Technology*, *36*(6), 680–700.

Whittle, N., Peris, E., Condie, J., Woodcock, J., Brown, P., Moorhouse, A. T., … Steele, A. (2015). Development of a social survey for the study of vibration annoyance in residential environments: Good practice guidance. *Applied Acoustics*, *87*, 83–93. 15

Wong, N. H. N. C., Tan, A. Y. K., Tan, P. Y., Chiang, K., & Wong, N. H. N. C. (2010). Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, *45*(2), 411–420.

Yu, C. J., & Kang, J. (2009). Environmental impact of acoustic materials in residential buildings. *Building and Environment*, *44*(10), 2166–2175.

Zalejska-Jonsson, A. (2019). *Occupants ' Satisfaction in Green and*.