

ارزیابی الگوی معماری مسکن محله راه آهن تبریز از منظر آسایش صوتی

نازنین قلی پور صغایش^۱

حسن ابراهیمی اصل^{۲*}

hassan.ebrahimi@gmail.com

سولماز بابازاده اسکوئی^۳

حسن ستاری ساربانقلی^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: راحتی صوتی یکی از الزامات مهم در طراحی خانه‌ها است. اثرات ناشی از آلودگی صوتی یا محیط ناخوشایند خود را به ویژه بر سلامت (اختلال سلامت روانی در منازل یا منازل خانگی) نشان می‌دهد. هدف تحقیق حاضر ارزیابی الگوی معماری مسکن محله راه آهن تبریز از منظر آسایش صوتی می‌باشد.

روش بررسی: روش تحقیق حاضر توصیفی - تحلیلی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق ساکنان محله راه آهن تبریز که برابر ۳۲۹۳۶ نفر می‌باشد. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران ۳۸۰ نفر بدست آمد. برای روایی سوالات از روایی صوری استفاده و برای پایایی از آلفای کرونباخ استفاده شد. برای تحلیل داده‌ها با بکارگیری نرم افزار SPSS و تکنیک تاپسیس فازی عددی استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد از نظر رتبه بندی کوی‌ها از نظر عدم آسایش صوتی کوی اتحاد رتبه اول با وزن ۰/۸۲۲ بدست آورد و پس از آن کوی بابک با وزن ۰/۷۵۱ و استادشهریار با وزن ۰/۶۲۷ بترتیب رتبه دوم و سوم بدست آوردند. همچنین نتایج نشان داد با استفاده از پنجره‌های دوجداره و همچنین دیواره دوجداره و پنجره دوجداره میزان آلودگی صوتی در محله راه آهن تبریز را کاهش داد.

بحث و نتیجه‌گیری: در نتیجه می‌توان با طراحی مناسب و استفاده از فرم، نما و مصالح از نظر آکوستیک معماری در محله راه آهن تبریز تا حد زیادی از آلودگی صوتی کاسته و به ارتقا کیفیت آسایش صوتی ساکنان کمک کرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی معماری، آسایش صوتی، آلودگی صوتی، شهر تبریز.

-
- ۱- دانشجوی دکترای معماری، واحد بین المللی، دانشگاه آزاد اسلامی، جلفا، ایران.
 - ۲- استادیار گروه معماری، واحد بین المللی جلفا، دانشگاه آزاد اسلامی، جلفا، ایران. * (مسوول مکاتبات)
 - ۳- استادیار گروه معماری، واحد اسکو، دانشگاه آزاد اسلامی، اسکو، ایران.
 - ۴- دانشیار گروه شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

Evaluation of the architectural pattern of the houses in Tabriz's railway neighborhood from the perspective of acoustic comfort

Nazanin Gholipoor Seghaiesh¹

Hassan Ebrahim Asl^{2*}

hassan.ebrahimi@gmail.com.

Solmaz Babazadeh Oskouei³

Hassan Sattari Sarbanghooli⁴

Date of Acceptance: August 23, 2023

Date of Submission: May 9, 2023

Abstract

Background and Objective: Sound comfort is one of the important requirements in the design of houses. It shows the effects of sounds pollution or unpleasant environment, especially on health (mental health disorders in houses or domestic houses). The purpose of the present research is to evaluate the architectural pattern of the houses in Rah-Ahan district of Tabriz from the perspective of acoustic comfort.

Material and Methodology: The current research method is descriptive-analytical. The statistical population of the research is 32,936 residents of the Tabriz railway neighborhood. The sample size was 380 people using Cochran's formula. For the validity of the questions, face validity was used and Cronbach's alpha was used for reliability. For data analysis, SPSS software and numerical fuzzy TOPSIS technique were used.

Findings: The results showed that in terms of the ranking of the kois in terms of acoustic discomfort, ithad koi got the first place with a weight of 0.822, followed by Babak koi with a weight of 0.751 and Ostadshahriar with a weight of 0.627. And they got the third. Also, the results showed that by using double-glazed windows, as well as double-glazed walls and double-glazed shutters, the amount of noise pollution in Tabriz's railway neighborhood was reduced.

Discussion and Conclusion: As a result, it is possible to reduce the noise pollution to a great extent by using proper design and use of form, facade and materials in terms of architectural acoustics in Tabriz Railway neighborhood and help to improve the quality of sound comfort of the residents.

Keywords: Architectural, Sound comfort, Sound pollution, Tabriz city.

1- PhD Student in Architecture, Jolfa International Branch, Islamic Azad University, Jolfa, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Architecture, Jolfa International Branch, Islamic Azad University, Jolfa, Iran. **(Corresponding Author)*

3- Assistant Professor, Department of Architecture, Oskou Branch, Islamic Azad University, Oskou, Iran.

4- Associate Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

مقدمه

صداها همواره در محیط زندگی ما وجود دارند و جوانب مختلف زندگی ما را تحت تأثیر قرار می دهند. صداهایی که می شنویم گاهی برای ما خوش آیند بوده و از شنیدن آنها لذت می بریم. صدای بازی کودکان، پرندگان، موسیقی قدیمی و حرکت آب و ... از جمله صداهای مطلوب هستند. اما گاهی پیش می آید که در محیطی قرار می گیریم که مجبور به تحمل بعضی صداهای گوش خراش می شویم. صدای بوق ماشین ها، کارگاه های صنعتی، ترافیک و ... محیط ایجاد شده توسط صوت را منظر صوتی می گویند (۱). منظر صوتی علم شناخت صداها و کنترل کردن آنها را شرح می دهد. به طور کلی صداها دو نوع هستند، صداهای خواسته که ما از شنیدن آنها لذت می بریم و صداهای ناخواسته که باعث آزار و اذیت ما می شوند. رسالت منظر صوتی در کنترل کردن این دو است. صداهای خواسته باعث آرامش می شوند، خاطرات خوب را برای ما زنده می کنند، تجربه ی مثبتی از حضور در فضا را برای ما به وجود می آورند که باید حفظ و نگهداری شوند. اما صداهای ناخواسته، ناراحتی های ذهنی را تشدید می کنند، بیماری های روانی را به همراه دارند، تمرکز را از بین می برند و باید با آنها مقابله کرد (۲). البته شناخت و طراحی منظر صوتی از عوامل فرهنگی و تاریخی نیز تأثیر پذیر است. بعضی از صداهای خواسته ریشه در آداب و رسوم و فرهنگ یک جامعه دارند که احیا کردن آنها می تواند باعث بهبود عملکرد محیط شود (۳). متأسفانه علم منظر صوتی در طراحی معماری چندان مورد توجه قرار نمی گیرد. رنگ ها، فرم ها، تناسبات و مواد مصالحی که برای یک پروژه انتخاب می شوند، همگی حس بینایی انسان را تحت تأثیر قرار می دهند و زیبایی های بصری در چشم ناظر خود را نشان می دهند (۴). اما منظر صوتی به طور کل حس شنوایی انسان را تحریک کرده و از این طریق احساس مثبت یا منفی را در ذهن تداعی می کند. هر محیط صدای مخصوص خود را دارد که این صداها توانایی این را دارند که فضا را برای مخاطب خاطره انگیز کنند و یا از حضور دوباره ی فرد در فضا جلوگیری کنند (۵). با توجه به مطالبی که در بالا آمده ، امروزه زندگی ماشینی، باعث ایجاد مشکلات آکوستیکی در شهرها شده و به

موجب آن پیامدهای ناهنجاری به همراه داشته است. پیامدهای زیانبار آلودگی صوتی بر انسان به صورت مستقیم و در کوتاه مدت پدیدار نمی شود. بلکه صوت زوالی بلند مدت دارد و در همین مدت، تأثیر چشمگیری بر انسان و محیط پیرامون می گذارد. آثار فیزیولوژیکی و روانی صدا بر روی انسان غالباً به صورت تدریجی ظاهر می شود و در دراز مدت، مستقیماً بر دستگاه عصبی انسان اثر گذاشته و پیامدهای منفی آن بروز می کند (۶). امروزه صدا به یک پیامد جهانی تبدیل شده و نظرسنجی ها در بسیاری از کشورها نشان می دهد که صدا یکی از دلایل اصلی کاهش کیفیت زندگی مردم است. محیط مسکونی ناحیه ای است که در معرض مشکلات عمده، به خصوص آلودگی صوتی است (۷). آلودگی صوتی یکی از معضلات رو به افزایش زیست بوم های شهری است که با سلب آسایش صوتی از شهروندان، به روانی و جسمی شناخته شده است (۸). آلودگی صوتی و عدم آسایش صوتی در شهرهای بزرگ آسیب های جبران ناپذیری را بر روی سلامت ساکنان آن نواحی می گذارد. کلانشهرها همواره از نظر امکانات رفاهی و استانداردهای زندگی در مرکز توجه بوده اند، وجود این امکانات برای شهرها همواره تبعاتی را به دنبال داشته که سیاست های معماری شهر سازی و برنامه دهی شهری را تحت تأثیر قرار می دهد. در چنین شرایطی به صورت پیش فرض با افزایش جمعیت و به دنبال آن افزایش ترافیک و آلودگی ها همراه خواهد بود. همچنین عدم مدیریت و برنامه ریزی شهری و معماری مناسب به مشکلات دامن زده، به صورتی که امروزه شاهد یکی از جدی ترین مشکلات زیست محیطی در شهری مثل تبریز هستیم. آلودگی های محیطی را در چند بخش مختلف می توان دسته بندی کرد، اما تمرکز پژوهش حاضر روی آلودگی های صوتی و امواج مخرب خواهد بود. بخشی از این تحقیق به دنبال یافتن راه کارهایی برای کاهش آلودگی صوتی و همچنین استفاده از آن در صنعت ساختمان سازی می باشد. در بخش های دیگر این پژوهش سعی می شود که اثرات منفی ناشی از این امواج و تاثیر آنها بر سلامت انسان بررسی و راه حل هایی برای رفع آن داده شود. محدوده مورد نظر محله راه آهن شهر تبریز می باشد

که در مسیر مستقیم خط راه آن و جاده ترانزیتی تبریز قرار گرفته است و همیشه آلودگی صوتی تولید شده از قطارها جزء مشکلات اصلی این محله به شمار می رود. شناخت تاثیرات آنها و یافتن الگویی برای رفع آنها یکی از اقدامات مفید در جهت بهبود فضای زندگی خواهد بود. طراحی مسکن همواره جزء اصلی ترین نیازهای انسان می باشد. در صورت شناخت کافی نسبت به محیط و مشکلات آن و محله ی مورد نظر می توان اقداماتی در جهت بهبود فضای زندگی و ایجاد محیطی مناسب برای زندگی انجام داد. سعی بر این است که در این پژوهش به نتیجه ی مطلوب و معقولی دست یافته و الگویی مناسب را در برنامه ریزی، مدیریت و طراحی مسکن محله راه آهن با توجه به رضایت ساکنان از آسایش آکوستیکی ارائه داد.

غفاری و قلیزاده (۹)، در تحلیل تاثیر تغییرات حجمی بر رفتار آکوستیکی در مساجد تاریخی تبریز، به این نتیجه رسیدند که افزایش حجم در ساختار یکسان بناها، موجب کاهش فشار صدا در بنا می شود و در عین حال زمان واخنش افزایش می یابد. این مقوله به فرکانس وابستگی مستقیم دارد و در فرکانس های پایین تر، افزایش حجم تاثیر کمتری در تراز فشار صدای فضا دارد. افشین مهر (۱۰) در ارزیابی کیفیت آکوستیک در گنبدخانه نظام الملک مسجد جامع اصفهان، نتایج حاصل نشان می دهد که پارامترهای آکوستیکی (که RT مهمترین آنهاست) در گنبدخانه قابل قبول نمی باشند و نیاز به بهینه سازی دارند این در حالی است که وضوح گفتار ($C50$) در این فضا مناسب و قابل قبول است، همین تضاد، گویای هماهنگی اجزای گنبدخانه مانند ارتفاع، حجم، گوشه سازی ها و مقرنس ها و تاثیر آنها در کیفیت صدا می باشد، به عبارت دیگر صدای نامناسب در این فضا به سطوح بالاتر از ارتفاع انسانی سوق داده می شود تا قابلیت فهم و وضوح گفتار گنبد خانه را تامین نماید. تاجمیر و قادری (۱۱)، بررسی اصول آکوستیک در تامین آسایش صوتی در ساختمان های مسکونی، نتایج تحقیق نشان می دهد که با یک طراحی مناسب و استفاده از مصالح مناسب و همچنین نیازهای آکوستیکی می توان تا میزان زیادی در برابر صداهای هوابرد چون ترافیک، عبور و

مرور در خیابان و ساخت و سازهای مجاور و... عایق صوتی ایجاد کرد. احمدی (۱۲)، محاسبه و تحلیل داده های آکوستیکی تالار چند منظوره، خانه موسیقی گرگان بیان می کند، در طراحی فضاهایی که اختصاصا مرتبط با موسیقی و یا سخنرانی است روال طراحی براساس زمان واخشی مشخص شکل می گیرد ولی در طراحی سالن های چند منظوره که همزمان برای موسیقی و سخنرانی مورد استفاده قرار می گیرند با توجه به اینکه زمانهای واخنش مناسب برای این دو منظور کاملا متفاوت است مهندس آکوستیک را با یک دوگانگی مواجه می کند.

دسی-الیوه و هسو (۱۳) یک گرامر شکل شبیه سازی شده برای آکوستیک معماری، این مطالعه نحوه تأثیر متقابل امواج صوتی نامرئی توسط تصمیمات طراحی بصری را نشان می دهند. در نهایت منجر به بیان خلاقانه بصری طراحی می شود که ریشه در تئوری و عملکرد آکوستیک دارد. جابلونسکا و چایکا (۱۴)، در مطالعه ابزارهای CAD و محاسبات در آکوستیک معماری و شهری، نتایج تحقیق سه روش مختلف CAD و محاسباتی استخراج شده برای مطالعه را ارائه می کنند. این دامنه مقیاس های مختلفی از ملاحظات از آکوستیک معماری گرفته تا سطح شهری را در بر می گیرد که به حوزه کمیسیون استاندارد معمار مربوط می شود. اوچولی و همکاران (۱۵)، در ارزیابی تاثیر باد بر اندازه گیری های سطح میزان صدا برای کاربرد در آکوستیک معماری: در یک مطالعه مقدماتی، نتیجه گیری شد که اکثر مکان ها در محیط نیجریه ممکن است به شرایط باد دست یابند که نیاز به تنظیم اندازه گیری میزان صدا برای کاربرد در آکوستیک معماری دارد. به منظور اعتبار بیشتر نتایج این مطالعه اولیه، توصیه شد که بررسی میدانی دقیقی که در آن تمام پارامترهای مربوطه مانند سرعت باد، جهت باد و میزان صدا به طور همزمان اندازه گیری می شوند، انجام شود.

سایابرو و همکاران (۱۶)، طراحی آکوستیک ساختمانهای باستانی اودیای پمپئی و پوزیلیپو، در این پژوهش ویژگی های معماری و آکوستیک مورد بحث قرار گرفته است. با نرم افزار تجاری (Odeon)، نرم افزار آکوستیک اتاق، Lyngby

ایسکمیک قلبی را با شواهد با کیفیت بالا نشان می‌دهد (۱۹). در این میان همه صداها ناخواسته نیستند و بسیاری از آنها به حس سرزندگی در یک منطقه شهری می‌افزایند.

مصادیق پایداری و آسایش صوتی (آکوستیکی)

مصادیق پایداری و آسایش صوتی به صورت زیر می‌باشند:

۱. استفاده از گیاهان طبیعی به عنوان موانع صوتی ۲. فرم بناها و چیدمان فضاها و عمومی و اختصاصی ۳. تکنیک‌های فیزیکی کاهش صدا (۲۰)

علی‌رغم مهم بودن مسئله آسایش صوتی در علوم مهندسی، این مفهوم به صورت 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 ساخته شده این است که از فاکتورهای مختلفی از جمله، محل ساختمان (قرارگیری ساختمان در بافت شهری)، طراحی شهر، طراحی ساختمان، فضای سبز، طراحی نمای ساختمان، نوع سیستم ساخت و ساز، انواع طراحی بالکن‌ها، انتخاب مصالح جهت ساخت و ساز و عناصر ساختمانی اثر می‌پذیرد (۲۱).

(Denmark) ویژگی‌های صوتی را در حضور یک سیستم سقف اصلی ارزیابی شد و نشان داده شد که این ساختمان‌ها برای موسیقی، آهنگ و سخنرانی مناسب هستند.

نظریه‌ها در زمینه آکوستیک قرن‌هاست که به دنبال حل مشکلات آکوستیک معماری و توسعه فنی این رشته و کاربرد آن در طراحی محیط‌های ساخته شده تمرکز یافته است. در دهه‌های گذشته، عدم تعادل صوتی ناشی از توسعه صنعتی در محیط‌های شهری منجر به طراحی مجموعه‌ای از مقررات برای کنترل صدای ماشینی و کاهش سطح صدا شد. به دنبال آن مقامات شهری و افراد دست‌اندرکار در صنعت ساخت و ساز بخصوص مسکن از نزدیک در طراحی و کاهش آلودگی صداهایی که احتمالاً در محیط ساخته شده حضور پیدا کردند (۱۷). قرار گرفتن در معرض صدا می‌تواند باعث آزار، اختلال خواب، بیماری‌های قلبی عروقی، اختلال در عملکرد شناختی در کودکان، خطرات سلامت روان مرتبط با استرس و وزوز گوش شود (۱۸). فشار خون سیستولیک و دیاستولیک را افزایش می‌دهد، باعث تغییر در ضربان قلب و ترشح هورمون‌های استرس می‌شود. گزارش اخیر سازمان جهانی بهداشت، ارتباط بین ترافیک جاده‌ای و بروز بیماری

جدول ۱- جمع‌بندی تعاریف ارائه شده درباره مفهوم آسایش آکوستیکی

Table 1. Summary of the definitions provided about the concept of acoustic comfort

منبع	تعریف مفهوم آسایش آکوستیکی
(۲۲)	توانایی در اختیار داشتن شرایط صوتی مناسب برای فعالیت خاص در محلی خاص
(۲۳)	شکل‌گیری حس رضایت در شرایط صوتی خاص خیابان
(۲۴)	آسایش صوتی، مفهومی است که می‌تواند به وسیله نبود صداهای ناخواسته تعریف شود و توانایی انجام دادن کارها بدون اذیت رساندن به دیگران در محیط موردنظر.
(۲۵)	نبود صداهای ناخواسته، شنیدن صداهای دلخواه در حد درست و کیفیت مناسب، انجام فعالیت‌های صوتی بدون شنیده شدن توسط دیگران یا اذیت کردن آنها
(۲۶)	آسایش آکوستیکی ساختمان از طریق ادراک ذهنی و روانی ساکنان بوجود می‌آید

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

۳- تجهیزات داخلی یا اختصاصی

۴- تجهیزات تجمعی (بخاری، آسانسور، تهویه مطبوع و

آسایش آکوستیکی از شاخصه‌هایی تأثیر می‌گیرد که به شرح زیر است (۲۷):

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

ترانسفورماتورها)

۵- سروصدای بیرون (ترافیک، راه آهن، 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 میزان صدا از ترافیک و تجهیزات داخلی ساختمان، انجام شود (۲۸). 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 به صورت کیفیت پنهانی (در نظر گرفته نمی‌شود) می‌باشد برای ساکنین امری است غیرقابل قبول و ناراضی‌کننده است (۲۹). در این میان، ویژگی‌هایی نیز بر احراز شرایط آسایش صوتی مرتبط است که در این قسمت تحت عنوان ویژگی‌های کالبدی بررسی می‌شود. اولین مشخصه در رابطه با ویژگی‌های کالبدی هر فضایی، پیچیدگی‌های فرمی آن است (۳۰). استعداد مصالح به جهت ماهیت آن محدود است؛ اما فرم، دامنه و گستره وسیع‌تری با توجه به قابلیت‌های زیباشناختی دارد. فرم پردازی، طراح محور است؛ در حالی که دخالت در ذات مواد و به تبع آن ایجاد تغییر در رفتار مواد، به سادگی امکانپذیر نیستند. به زبان ساده تر می‌توان گفت مصالح قابلیت گسترده ندارند؛ اما فرم می‌تواند در همه وجود امکانات بی‌نهایت ایجاد نماید و در عین حال پاسخگوی نیازهای زیباشناسی نیز باشد (۳۱). دومین متغیر مهم در رابطه با مسئله آسایش آکوستیکی، بررسی تأثیرات مصالح می‌باشد. درواقع، یکی از استراتژی‌های مورد استفاده برای محدود کردن میزان صدا در فضای داخلی و کاهش انتقال آن به سایر فضاها، مورد استفاده، این است که به لحاظ صوتی شامل مقدار خاصی از مواد جاذب در یک یا چند سطح باشد و متریال یا جنس ماده، از لحاظ میزان جذبی که در فضا کاربرد دارد، مؤثر می‌باشد (۳۲). می‌توان گفت که یکی از راهکارهای اصلی برای کاهش میزان آلودگی صوتی در فضا استفاده از مصالح جذب کننده صوتی می‌باشد که مستلزم صرف هزینه بسیاری است (۳۳). سومین متغیر مهم و اثرگذار در این

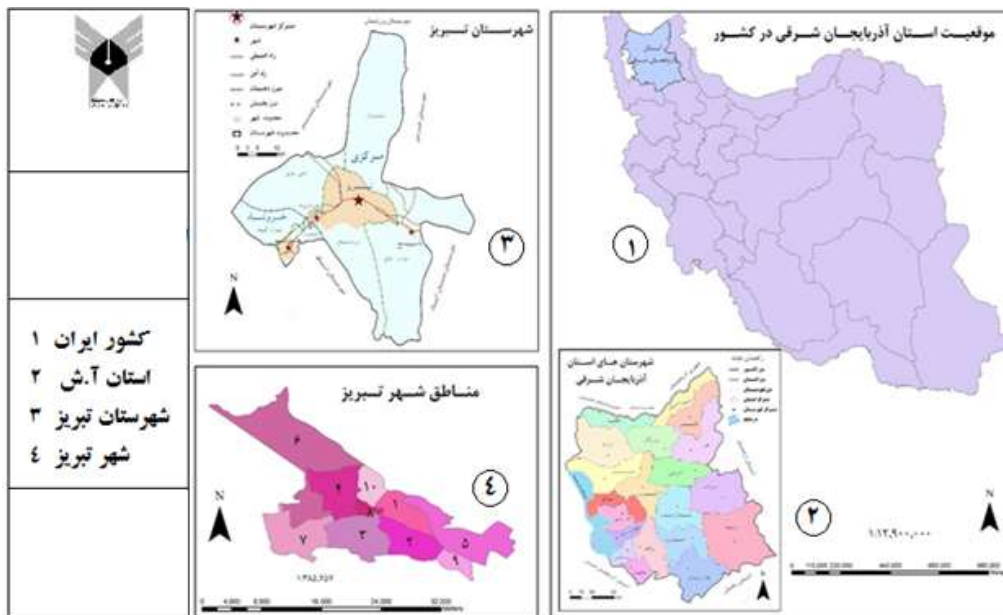
رابطه تأثیر پارامترهای فیزیکی یا همان عناصر معماری مانند: دیوار، پنجره، پوشش‌های سبز و سایر جداکننده ها می‌باشد. شایان ذکر است که تأثیر عناصر معماری و مشخصات و ویژگی‌های فیزیکی آنها تأثیر غیرقابل‌انکاری در انتقال آلودگی صوتی دارد. برای مثال ایجاد کردن فاصله هوایی با مواد متخلخل مانند پشم‌شیشه خواص عایق‌کاری 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 (۲).

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر توصیفی تحلیلی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق ساکنان محله راه آهن تبریز که برابر ۳۲۹۳۶ نفر می‌باشد. حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران ۳۸۰ نفر بدست آمد. برای روایی سوالات از روایی صوری استفاده و برای پایایی از آلفای کرونباخ استفاده شد. در این مطالعه به منظور اولویت بندی کوی های مورد مطالعه از نظر آسایش آکوستیکی به لحاظ شدت آلودگی صوتی، با توجه به نظرات پاسخگویان از روش های تصمیم گیری چندمعیاره استفاده شده است. به طور کلی روش های تصمیم گیری چندمعیاره، به دو دسته کلی تقسیم می شوند که شامل مدل های تصمیم گیری چند هدفه و تصمیم گیری چندشاخصه است. به طوری که مدل های چندهدفه به منظور طراحی به کار گرفته می شوند. در حالی که مدل های چند شاخصه به منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می شوند. از میان مدل های چندمعیاره، از آنجایی که روش های چند شاخصه قادر به در نظر گرفتن شرایط و متغیرهای کمی و کیفی مسئله به طور هم زمان می باشند، کاربرد و گسترش چشمگیری یافته اند. روش های تصمیم گیری Topsis فقط قادرند در شرایط اطمینان و با اطلاعات دقیق نتایج مطلوبی را ارائه کنند؛ اما گاهی اطلاعات دقیق در دست نیست. در این حالت، بهترین روش برای تصمیم گیری روش مقایسه ای از تصمیم گیری فازی است. نظریه فازی از زمان ارائه تاکنون، گسترش و تعمیق زیادی یافته و کاربردهای

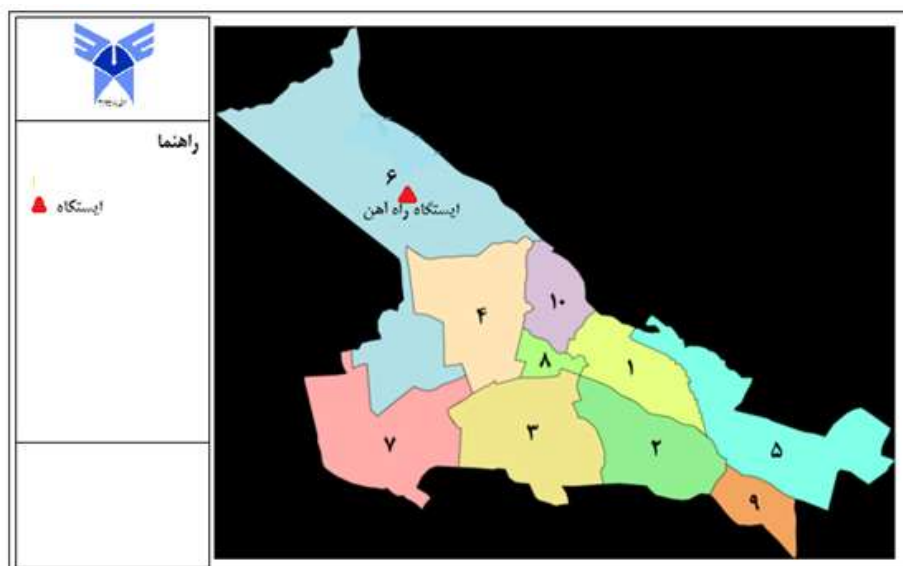
ساختمان می‌رسد بررسی و سپس میزان صدابندی جداره‌ها محاسبه می‌شود. اگر میزان صدابندی مناسب نباشد راهکارهایی برای بهبود صدابندی جداره‌ها پیشنهاد می‌شود. محاسبات مربوطه تکرار شده و میزان صدابندی به دست آمده برای هر یک از تمهیدات با هم مقایسه شده و نتایج به صورت دسته بندی شده بیان می‌شود.

گوناگونی در زمینه های مختلف پیدا کرده است. روش بر اساس اعداد فازی استفاده شده است (F-TOPSIS). در این مطالعه از روش نزدیکی به حالت ایده آل (TOPSIS) استفاده شده است. به منظور وزن دهی به شاخص ها در مدل TOPSIS روش آنترپوی شانون انتخاب شد. در ادامه ابتدا با توجه به میزان سر و صدای ناشی از ترافیک محله راه آهن، میزان آلودگی صوتی که به



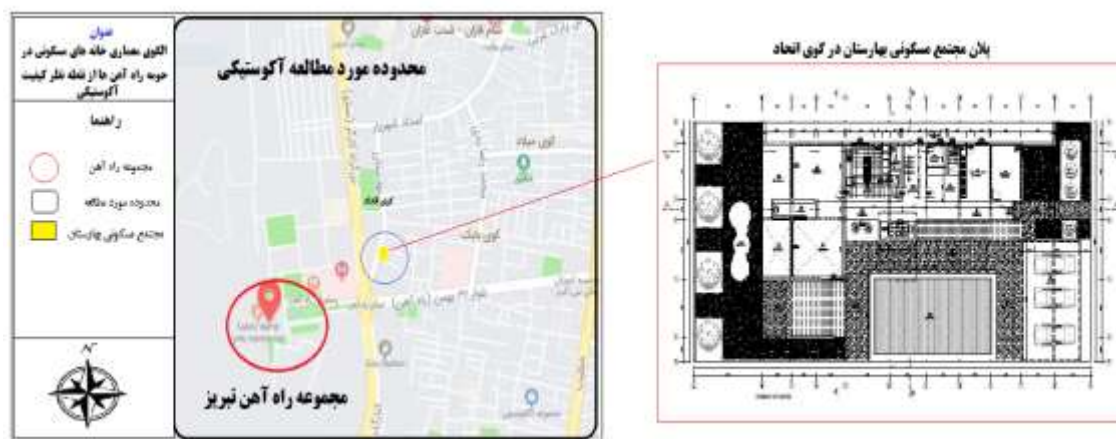
شکل ۱- موقعیت شهر تبریز

Figure 1. Location of Tabriz city



شکل ۲- موقعیت کوی های مورد بررسی در محله راه آهن تبریز

Figure 2. The location of the studied quays in Tabriz railway neighborhood



شکل ۳- موقعیت و پلان ساختمان بهارستان در کوی اتحاد و محله راه آهن

Figure 3. Location and plan of Baharestan building in Koi Ittihad and Rahahan neighborhood

اتحاد به این دلیل است که با توجه به بررسی‌های انجام گرفته در قسمتهای قبلی مشخص شد که در بین سه کوی اصلی محله راه آهن از نظر نوفه (آلودگی صدا) و کیفیت آکوستیک نسبت به کوی بابک و شهریار در سطح پایینی بوده و رتبه اول از نظر آلودگی صوتی و کیفیت پایین آکوستیک بدست آورد. با این احتسابات از کوی اتحاد آپارتمان بهارستان به عنوان نمونه انتخاب گردید، تا با بررسی میزان آکوستیک و کیفیت آن در این ساختمان الگوی معماری مسکن از نظر کیفیت آکوستیک در محله راه آهن ارائه داد و قابل تعمیم به کل محلات دارای ایستگاههای راه آهن در سراسر کشور باشد.

یافته‌ها

رتبه‌بندی کوی‌های مورد بررسی بر مبنای آسایش آکوستیکی به لحاظ آلودگی صوتی با استفاده از تکنیک Topsis و

FTopsis Fuzy

در این مطالعه کوی‌ها شامل کوی اتحاد (A1)، کوی بابک (A2)، کوی استادشهریار (A3) می‌باشد. مولفه‌های تاثیرپذیر از آکوستیک (C1)، کالبدی (C2)، اجتماعی (C3) می‌باشد. در جدول ۱۱ با احتساب شیوه‌ی وزن‌دهی آن‌روپی به نرمال‌سازی و بی‌مقیاس کردن ماتریس پرداخت. در اینجا تمام معیارها به عنوان معیار مثبت و اثرگذار در اعتباریابی نهایی در نظر گرفته شده‌اند.

محله راه آهن در استان آذربایجان شرقی، در محدوده‌ی غربی شهر تبریز و در منطقه ۶ شهرداری واقع شده است. این محله از شرق با بلوار کارگر، میدان کارگر، بلوار ملت و بلوار رسالت و از جنوب با بزرگراه تبریز - آذرشهر محدود شده است و با محله‌های رواسان، وادی رحمت، صنعتی تبریز، قراملک، شنب‌غازان، خانه سازی، دیزل آباد مجاورت دارد. این محله در محدوده‌ی طرح ترافیک و زوج و فرد نیست و از اماکن مهم این محله می‌توان به اداره راه آهن، بوستان بابک، بوستان چشم انداز، پارک راه آهن و بوستان آلما اشاره کرد. منطقه ۶ تبریز، به عنوان بزرگترین منطقه این شهر، از لحاظ تاریخی هم مورد توجه است. و دو محله کهن قراملک و شنب‌غازان را در خود جای داده. قدمت محله قراملک به زمان اتابکان آذربایجان برمی گردد و چند اثر تاریخی در آن دیده می‌شود. همچنین محله شنب‌غازان، همواره از زمان ایلخانان مورد توجه حکومت‌ها قرار داشته و نقش مهمی در تاریخ عثمانی و ایران ایفا کرده است. جمعیت. برای ارائه الگوی نهایی در این پژوهش آپارتمان بهارستان مورد بررسی قرار گرفت. آپارتمان مسکونی بهارستان در کوی اتحاد در محله راه آهن تبریز در منطقه ۶ شهرداری در ۸ طبقه ساخته شده است که طبقات تپ هم و طبقه همکف پارکینگ می‌باشد. جنس مصالح نمای ساختمان از مصالح متداول و معمول است. در شکل ۳ نقشه مربوطه ارائه شده است. دلیل انتخاب ساختمان بهارستان از کوی

جدول ۲- ماتریس بی مقیاس موزون و ایده آل های مثبت و منفی در Topsis

Table 2. Balanced scaleless matrix and positive and negative ideals in Topsis

وزن	۰/۱۲۲	۰/۰۹۲	۰/۰۸۱
	C1	C2	C3
A1	۰/۰۴۲	۰/۰۳۷	۰/۰۴۶
A2	۰/۰۲۱	۰/۰۲۸	۰/۰۳۷
A3	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۱۸
A ⁺	۰/۰۳۱	۰/۰۴۲	۰/۰۴۶
A ⁻	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۱۰

برای ایده آل مثبت، بیشترین مقدار عددی هر ستون و برای ایده آل منفی، کمترین مقدار عددی هر ستون از ماتریس بی مقیاس موزون در نظر گرفته شده است.

در این قسمت همچنین با توجه به تاثیر عوامل موثر بر آلودگی صوتی در مسکن محله راه آهن سه کوی اتحاد، بابک و استادشهریار بررسی قرار می گیرد. با توجه به جدول ۳ از گزینه

ایده آل مثبت و منفی استفاده کردیم. منظور از گزینه ی مثبت، تاثیر بیشتر مولفه ها بر روی مسکن کوی ها و گزینه ی منفی، کمتر تحت تاثیر قرار گرفتن در برابر عوامل اثرگذار است. طبیعتا منفی یا مثبت بودن این گزینه ها به معنای برتری یکی بر دیگری نیست و صرفا مشخص کننده ی دسته بندی تعریف شده است.

جدول ۳- ایده آل های مثبت و منفی حاصل از ماتریس بی مقیاس شده وزین

Table 3. Positive and negative ideals resulting from weighted unscaled matrix

رتبه	CLi	d ⁻	d ⁺	گزینه ها (اثرات)	
۱	۰/۸۰۲	۰/۱۰۱	۰/۰۳۱	A1	کوی اتحاد
۲	۰/۷۰۵	۰/۰۸۰	۰/۰۶۶	A2	کوی بابک
۳	۰/۵۸۹	۰/۰۸۲	۰/۰۷۳	A3	کوی استادشهریار

با توجه به جدول ۱۲ با در نظر گرفتن ماتریس بهینه، فاصله ی بین هر گزینه را با استفاده از روش اقلیدوسی از هریک از ایده آل ها دارند سنجیده شد. در تکنیک تاپسیس کوی اتحاد با درجه ۰/۸۰۲ از نظر پاسخگویان در زمینه آلودگی صوتی بیشتر قطار و تاثیر آن بر عدم آسایش آکوستیکی رتبه اول بدست آورد و بعد از آن به ترتیب کوی بابک، ۰/۷۰۵، کوی استادشهریار با درجه ۰/۵۸۹ رتبه های دوم، سوم را بدست آوردند. در ادامه برای رتبه

بندی دقیق از تاپسیس فازی استفاده می کنیم. برای اینکار ابتدا متغیر زبانی برای رتبه بندی بناها و رتبه بندی فضاها را بررسی می شود که در جدول ۴ آورده شده است. در نهایت با محاسبه شاخص شباهت در F-TOPSIS رتبه بندی نهایی و دقیق انجام شد که در جدول ۵ و شکل ۴ آورده شده است.

جدول ۵- متغیر زبانی برای رتبه بندی گزینه ها و معیارها

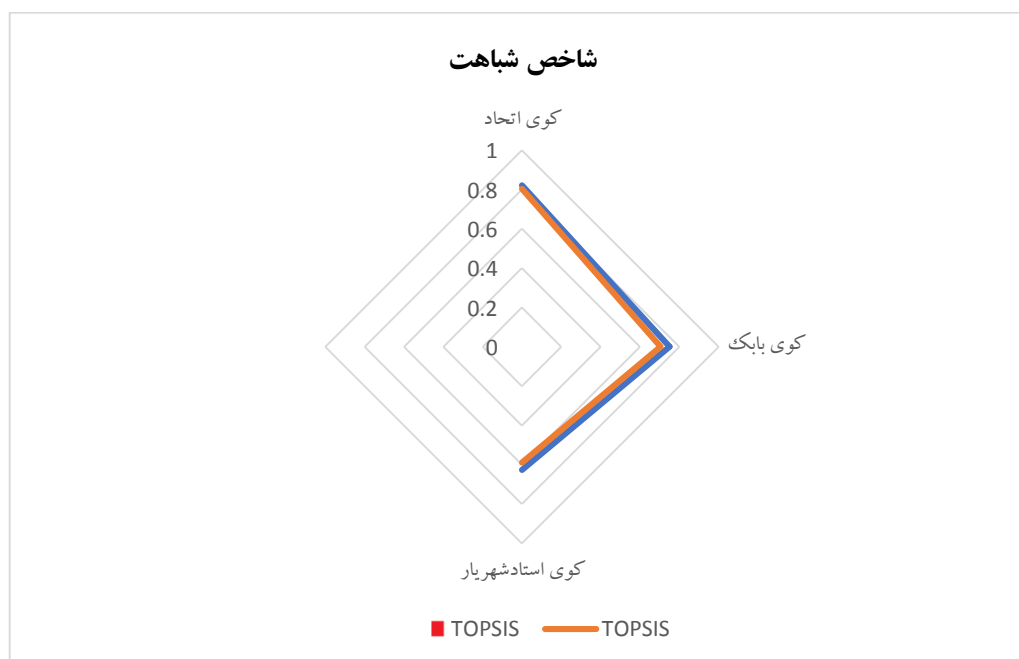
Table 5. Language variable for ranking options and criteria

متغیر زبانی برای رتبه بندی معیارها		متغیر زبانی برای رتبه بندی گزینه ها	
عدد فازی متناظر	متغیرزبانی	عدد فازی متناظر	متغیرزبانی
(۰، ۰، ۰/۱)	خیلی کم	(۱، ۰، ۰)	خیلی کم
(۰، ۰/۱، ۰/۳)	کم	(۳، ۱، ۰)	کم
(۰/۱، ۰/۳، ۰/۵)	متوسط	(۱، ۳، ۵)	متوسط
(۰/۳، ۰/۵، ۰/۷)	زیاد	(۳، ۵، ۷)	زیاد
(۰/۵، ۰/۷، ۰/۹)	خیلی زیاد	(۹، ۵، ۷)	خیلی زیاد

جدول ۶- محاسبه شاخص شباهت

Table 6. Calculation of similarity index

رتبه نهایی	شاخص شباهت	گزینه	کوی ها
۱	۰/۸۲۲	A1	کوی اتحاد
۲	۰/۷۵۱	A2	کوی بابک
۳	۰/۶۲۷	A3	کوی استادشهریار



شکل ۴- رتبه بندی کوی ها با استفاده از روش های Topsis و FTOPSIS

Figure 4. Alleys ranking using Topsis and FTOPSIS methods

و کوی استادشهریار با درجه ۰/۶۲۷ رتبه سوم را بدست آورد. یافته های بدست آمده از دو تکنیک تاپسیس و اف تاپسیس(فازی

بنابراین مدل اف تاپسیس نشان داد که کوی اتحاد رتبه اول با درجه ۰/۸۲۲ از نظر عدم آسایش صوتی ساکنان را بدست آورد

ارزیابی آپارتمان بهارستان در کوی اتحاد در محله راه آهن تبریز از نظر کیفیت صوتی

در جدول ۷ مصالح مورد استفاده در ساختمان به همراه مقدار عددی شاخص کاهش صوتی (Rw) آن‌ها مطابق با آیین نامه مقررات ملی مبحث ۱۸ آمده است.

جدول ۷- مقدار شاخص کاهش صدا برای مصالح مورد استفاده (Rw)

Table 7. Sound reduction index value for materials used (Rw)

نوع	دیوار آجری فشاری ۵۲ سانتی با چگالی ۲۶۵	دیوار آجری فشاری ۲۱ سانتی با چگالی ۲۷۵	سقف بتنی با ساختار تیرچه بلوک فرش شده با موزائیک	پنجره معمولی با پروفیل آهنی و شیشه ۴ میلی متر	در یک لایه برای اتاق
Rw (دسی بل)	۵۱	۴۸	۸۳	۱۶	۲۵

کاهش تراز آلودگی صوتی ترافیک (آلودگی صوتی قطار)

بر اثر فاصله

باتوجه به اینکه بنای مورد نظر بسیار نزدیک بزرگراه می‌باشد. باید میزان آلودگی صوتی‌ای که به ساختمان می‌رسد، هم در نظر گرفته شود. بنابراین در اینجا به بررسی شرایط محله راه آهن پرداخته شده است و میزان آلودگی صوتی‌ای که به ساختمان می‌رسد را محاسبه می‌شود. چرا که میزان آلودگی صوتی بر نوع انتخاب جداره‌ها تأثیر می‌گذارد. جداره‌های ساختمان باید به نوعی انتخاب شوند که میزان صدای داخل تا حد مطلوب کاهش یابد. آلودگی صوتی ترافیک در این بزرگراه که حرکت وسیله نقلیه و بخصوص قطار کما بیش به صورت پیوسته در آن جریان دارد، به صورت منبع خطی است که در این شرایط امواج صوتی به شکل استوانه‌ای پخش می‌شود. از بررسی انجام شده توسط سازمان تحقیقات مسکن نتیجه‌گیری شده است که تراز آلودگی صوتی ترافیک در کنار بزرگراه راه آهن (تراز معادل صدای وزن یافته (L_{AeqT}) ۸۵/۹ دسی‌بل است. اما این میزان با فاصله گرفتن از بزرگراه کاهش می‌یابد. میزان کاهش تراز آلودگی صوتی

ترافیک بر اثر فاصله بستگی به فاصله افقی بین خط منبع تا ساختمان و ارتفاع دریافت کننده دارد و مقدار کاهش از رابطه (۱) و (۲) به دست می‌آید:

$$L = -10 \log d' d \quad (۱)$$

$$d' = (d^2 + h^2)^{1/2} \quad (۲)$$

D فاصله مرجع از خط منبع (m)

d فاصله افقی بین خط منبع و دریافت کننده (m)

d فاصله افقی بین خط منبع و دریافت کننده (m)

di حداقل فاصله بین خط منبع و دریافت کننده (m)

h ارتفاع دریافت کننده نسبت به مکان مؤثر منبع (m)

L مقدار کاهش فاصله و ارتفاع از دریافت کننده (db)

R شاخص کاهش صدای جدا کننده (db)

جدول ۸ محاسبات مربوطه را نشان می‌دهد. همانگونه که دیده می‌شود میزان کاهش ۲/۳ دسی بل است. در نتیجه آلودگی صوتی هنگام رسیدن به جداره نما ۵/۸۲ دسی بل است. اکنون میزان صدابندی جداره‌ها محاسبه می‌شود.

جدول ۸- میزان کاهش آلودگی صوتی ترافیک بر حسب فاصله

Table 8. Reduction of traffic noise pollution according to distance

L	d	H	D	d
۲/۳	۱۴۰۱	۲۰۰	۶	۳

روش محاسبه

برای محاسبه صدابندی جداره در اینجا از روش تک عددی استفاده می‌شود. در این روش، به این صورت عمل می‌شود که مساحت و شاخص کاهش صدای همه جداره‌های ساده موجود در طرح به دست می‌آید. منظور از جداره ساده، جداره‌ای است که در مقطع از یک یا چند لایه تشکیل شده باشد. مانند در، پنجره، دیوار آجری. مساحت جداره‌ها (S) که به راحتی قابل محاسبه است. مقدار شاخص کاهش صدا هم بر اساس جداول ارائه شد. در آیین نامه مقررات ملی مبحث ۱۸ به دست می‌آید.

سپس ضریب تراگسیل جداکننده‌های ساده با استفاده از فرمول (۳) محاسبه می‌شود. سپس با داشتن T و S تک تک جداره، ضریب تراگسیل جداکننده مرکب با فرمول (۴) محاسبه می‌شود.

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau} \Rightarrow \tau = 10^{-(0.1)R} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \dots + \tau_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots + S_n} \quad (4)$$

با داشتن ضریب گسیل و با استفاده از فرمول (۵) مقدار کاهش صدای جداره محاسبه می‌شود.

$$\frac{1}{\tau} \log 0.1 = R \quad (5)$$

میزان صدابندی جداره‌ها

در شکل ۳ پلان تیپ طبقات نشان داده شده است. روش تحقیق به این صورت است که با استفاده از داده‌های مربوط به میزان کاهش صدای مصالح مختلف که در آیین‌نامه مقررات ملی مبحث ۱۸ درج شده است و محاسبه مساحت جداره‌ها و میزان RW جداره‌های مرکب به کمک فرمول‌های (۱، ۲، ۳) به دست می‌آید. جداره‌های مرکب بر اساس تعریف سازمان تحقیقات و مسکن جداره‌ای است که سطح آن از چند جدا کننده ساده تشکیل شده است. مانند دیواری که شامل در و پنجره باشد.

مقادیر RW به دست آمده باید با مقادیر پیشنهاد شده در آیین‌نامه مقررات ملی برابر باشد. در مورد جداره‌های ساده نیز ارقام محاسبه شده باید با اعداد پیشنهادی مقررات ملی مقایسه می‌شود و در صورت نیاز باید با اصلاح مصالح مقدار RW بهینه‌سازی شود. در جدول ۹ میزان آلودگی صوتی زمینه‌ای که در اتاق‌های واحدهای الف و ب به گوش می‌رسد در مقایسه با ارقام پیشنهادی آیین‌نامه آمده است.

جدول ۹- مقدار کاهش آلودگی صوتی جداره‌ها

Table 9. Amount of noise pollution reduction of walls

اختلاف بین تراز مجاز و موجود	حداکثر تراز آلودگی صوتی زمینه مجاز	تراز آلودگی صوتی زمینه	
۲۸	۳۲	۶۰	اتاق خواب واحد الف
۲/۲۶	۳۵	۲/۶۱	نشیمن واحد الف
۲۰	۴۵	۶۵	آشپزخانه واحد الف
۵/۲۹	۳۰	۵/۵۹	اتاق خواب واحد ب
۵/۲۵	۳۵	۵/۶۰	نشیمن واحد ب
۶/۱۸	۴۵	۶/۶۳	آشپزخانه واحد ب

۲- استفاده از دیوار دو جداره شامل یک لایه صفحه گچی ۱ سانتیمتری، لایه وسط از پشم سنگ به ضخامت ۵ سانتی متری و جداره دوم از صفحه گچی ۱ سانتیمتری.

۳- استفاده از هر دو مورد ذکر شده به طور هم زمان. به این ترتیب محاسبات دوباره انجام می شود. در جدول ۱۰ محاسبات مربوط به سه حالت ذکر شده و در جدول ۱۱ محاسبات بعد از اصلاح جداره‌ها در سه حالت پیشنهادی نشان داده شده است. جدول ۴-۲۰ نیز میزان آلودگی صوتی زمینه موجود در فضاها با حداکثر تراز آلودگی صوتی مجاز را نشان می دهد.

محاسبات مربوط به دو واحد الف و ب که در مجاورت خط اصلی بزرگراه قرار دارند، در جدول ۴-۱۸ آمده است. با توجه به اینکه میزان آلودگی صوتی زمینه رسیده به ساختمان مذکور ۵/۸۲ دسی بل است و جداره‌ها به طور متوسط تا ۵/۲۵ دسی بل می‌توانند جلوی صدا را بگیرند.

میزان صدای درون فضاها به طور ۲۰۶۰ دسی بل می‌باشد که در مقایسه با ارقام آیین‌نامه بسیار زیاد است. پس باید با تمهیداتی میزان R_w جداره‌ها افزایش یابد. سه حالت برای بهبود میزان R_w جداره مرکب در نظر گرفته می‌شود:

۱- استفاده از پنجره دو جداره با دو لایه ۴ و ۸ میلی‌متر با فاصله ۵ سانتی متر از هم

جدول ۱۰- محاسبات مرتبط به واحدهای الف و ب

Table 10. Calculations related to units A and B

قابل قبول Rw	کل Rw	Rwin	Rwall	کل S	Swin	Swall			
۴۵	۲۱	۱۶	۵۱	۱۴	۴۸	۲/۹	دیوار A	اتاق خواب	دیوارهای خارجی واحد الف
۴۵	۲۰	۱۶	۵۱	۷/۱۲	۸/۴	۹/۷	دیوار B		
۴۵	۲۱	۱۶	۵۱	۸/۱۳	۶/۵	۲/۸	دیوار C		
۴۰	۲۰	۱۶	۵۱	۳/۱۸	۳/۸	۱۰	دیوار L	نشیمن	
۳۵	۱۹	۱۶	۵۱	۲/۹	۷/۴	۵/۴	دیوار O	آشپزخانه	
۴۵	۲۱	۱۶	۵۱	۳/۱۴	۹/۵	۴/۸	دیوار G	اتاق خواب	دیوارهای خارجی واحد ب
۴۵	۲۲	۱۶	۵۱	۵/۱۶	۵/۶	۱۰	دیوار H		
۴۵	۲۰	۱۶	۵۱	۱۰	۴/۴	۶/۵	دیوار I		
۴۵	۱۹	۱۶	۵۱	۱۷	۸	۹	دیوار M	نشیمن	
۴۰	۲۱	۱۶	۵۱	۹/۱۱	۸/۴	۱/۷	دیوار N		
۳۵	۲۱	۱۶	۵۱	۲۰	۷	۱۳	دیوار P	آشپزخانه	
۵۱	۵۰	جداکننده بین دو واحد مجاور و مستقل							

می‌یابد. اگر از هر دو حالت دیوار و پنجره دو جداره به طور همزمان استفاده شود، میزان R_w به طور متوسط ۵/۲۰ دسی بل بهبود می‌یابد. شکل ۶ نتایج محاسبه سه طریق پیشنهادی و تأثیر تغییر مصالح بر آلودگی صوتی زمینه را نشان می‌دهد. همانگونه که مشخص است، دیوار دو جداره تأثیری بر میزان آلودگی صوتی

شکل ۵ محاسبات و نمودار مربوطه نشان می‌دهد که با استفاده صرف از دیوار دو جداره میزان R_w بسیار کم افزایش می‌یابد و به حد قابل قبول نمی‌رسد. به‌طور مثال در اتاق خواب واحد الف تغییر میزان R_w دیوار تنها ۰/۲ بوده است.

اما زمانی که به جای دیوار دو جداره از پنجره دو جداره استفاده می‌شود، میزان R_w به طور متوسط تا ۱۹ دسی بل بهبود

زمینه ندارد اما با استفاده از پنجره دو جداره می‌توان به تراز آلودگی صوتی زمینه مجاز رسید.

جدول ۱۱- محاسبات بعد از اصلاح جداره‌ها در سه حالت پیشنهادی

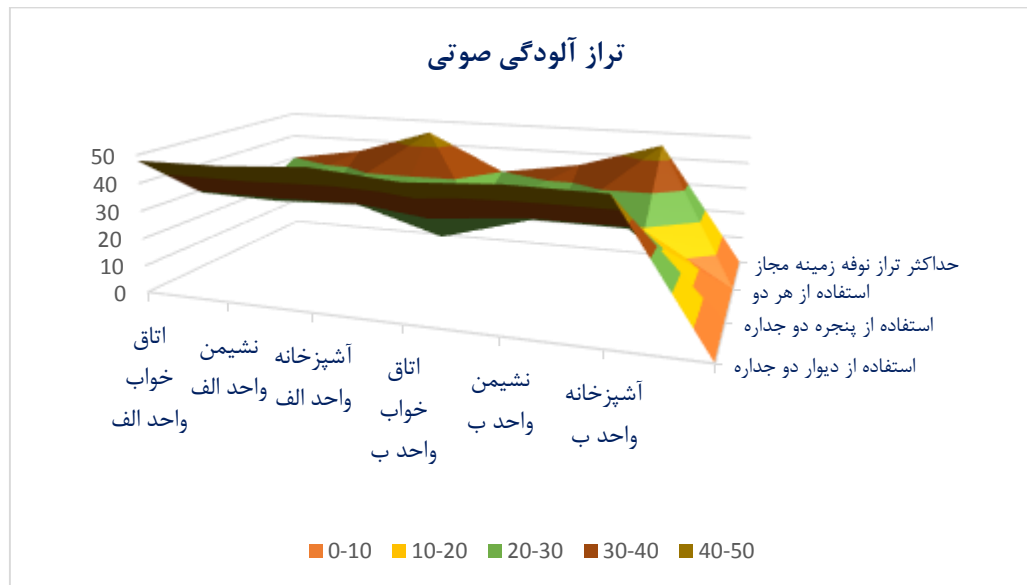
Table 11. Calculations after modifying the walls in the three proposed modes

قابل قبول R_w	استفاده از دیوار و پنجره دو جداره			فقط استفاده از دیوار دو جداره			فقط استفاده از پنجره دو جداره			شماره دیوار	نوع فضا	
	$R_{w\text{ کل}}$	R_{win}	R_{wall}	$R_{w\text{ کل}}$	R_{win}	R_{wall}	$R_{w\text{ کل}}$	R_{win}	R_{wall}			
۴۵	۵/۴۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۲/۲۱	۰/۱۶	۰/۵۲	۹/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار A	اتاق خواب	توزیع فضا واحد الف
۴۵	۱/۴۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۴/۲۰	۰/۱۶	۰/۵۲	۷/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار B		
۴۵	۳/۴۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۸/۲۰	۰/۱۶	۰/۵۲	۸/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار C		
۴۰	۶/۴۷	۰/۴۵	۰/۵۲	۵/۱۹	۰/۱۶	۰/۵۲	۴/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار L	نشیمن	
۳۵	۱/۴۷	۰/۴۵	۰/۵۲	۹/۱۸	۰/۱۶	۰/۵۲	۲/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار O	آشپزخانه	
۴۵	۴/۴۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۵۲	۸/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار G	اتاق خواب	توزیع فضا واحد ب
۴۵	۸/۴۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۷/۲۱	۰/۱۶	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار H		
۴۵	۷/۴۷	۰/۴۵	۰/۵۲	۷/۱۹	۰/۱۶	۰/۵۲	۵/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار I		
۴۰	۴/۴۷	۰/۴۵	۰/۵۲	۳/۱۹	۰/۱۶	۰/۵۲	۳/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار M	نشیمن	
۴۰	۲/۴۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۵/۲۰	۰/۱۶	۰/۵۲	۷/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار N		
۳۵	۲/۴۸	۰/۴۵	۰/۵۲	۵/۲۰	۰/۱۶	۰/۵۲	۷/۴۶	۰/۴۵	۰/۴۸	دیوار P	آشپزخانه	

جدول ۱۲- میزان آلودگی صوتی زمینه موجود در فضا با حداکثر تراز آلودگی صوتی مجاز

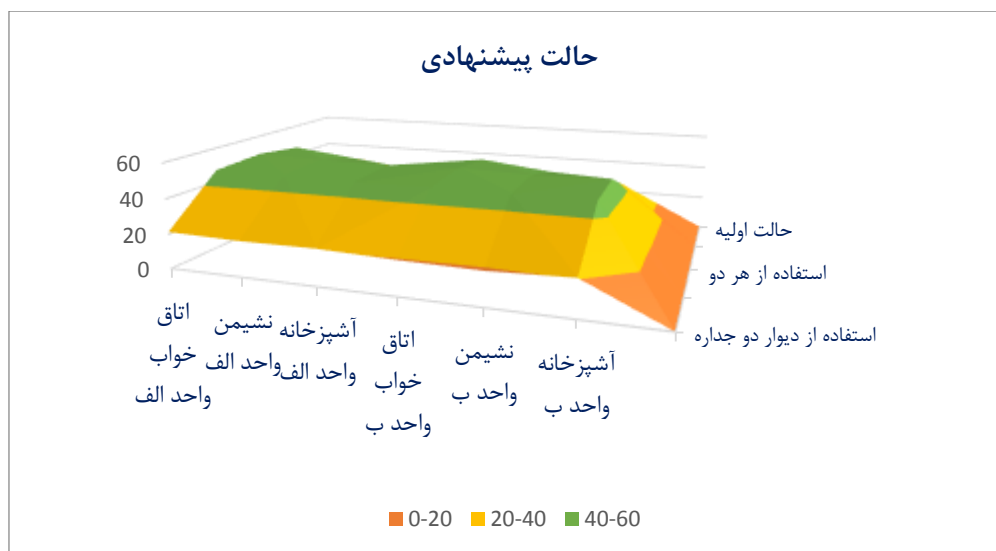
Table 12. The amount of background noise pollution in the space with the maximum level of noise pollution allowed

	تراز میزان صدا زمین			
	استفاده از دیوار دو جداره	استفاده از پنجره دو جداره	استفاده از دیوار و پنجره دو جداره	حداکثر تراز آلودگی صوتی زمینه مجاز
اتاق خواب واحد الف	۴۸	۲۹	۱۹	۳۰
نشیمن واحد الف	۲/۴۸	۲/۲۸	۲۰	۳۵
آشپزخانه واحد الف	۵۰	۵/۲۹	۵/۲۰	۴۵
اتاق خواب واحد ب	۳/۴۷	۲/۲۰	۵/۱۹	۳۰
نشیمن واحد ب	۴۹	۲/۲۹	۸/۱۹	۳۵
آشپزخانه واحد ب	۵/۴۸	۲۹	۲/۱۹	۴۵



شکل ۵- مقایسه حداکثر تراز آلودگی صوتی زمینه و حالت‌های پیشنهادی

Figure 5. Comparison of the maximum background noise pollution level and the proposed modes



شکل ۶- نتایج محاسبه سه طریق پیشنهادی و تأثیر تغییر مصالح بر آلودگی صوتی زمینه

Figure 6. The calculation results of the three proposed methods and the effect of material change on the background noise pollution

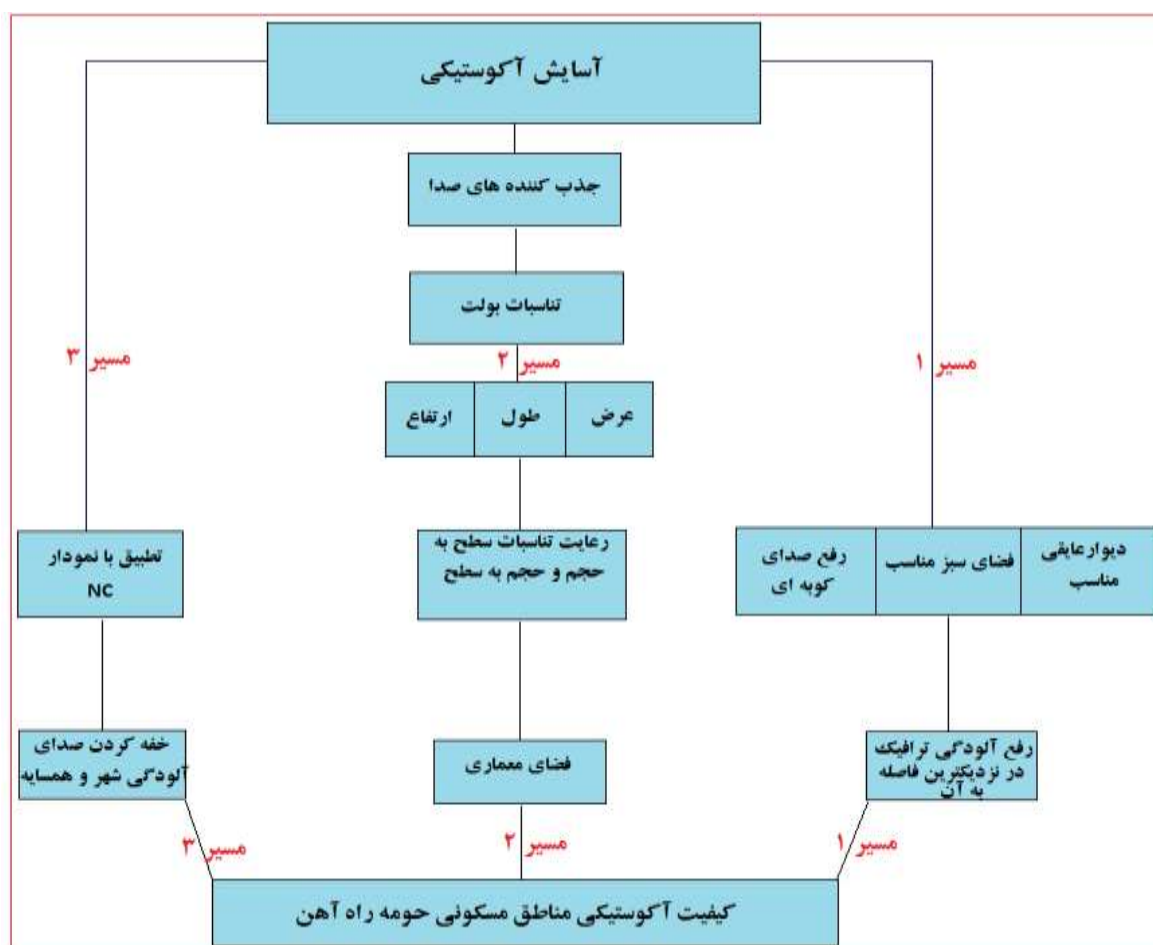
۲۰ دسی بل است که میزان کمی می‌باشد و حالت دلخواه نمی‌باشد. در حالت سوم با دوجداره کردن پنجره و دیوار به میزان خواسته شده می‌رسد. اما با توجه به هزینه‌های زیادی که این روش ایجاد می‌کند و اینکه با استفاده از پنجره دو جداره هم، می‌توان به میزان دلخواه رسید بنابراین حالت بهینه پیشنهادی، استفاده از پنجره دوجداره می‌باشد. با توجه به مباحث مطرح شده می‌توان گفت که برای فراهم نمودن یک

با توجه به آنچه گفته شد می‌توان به جمع‌بندی زیر رسید: در مقایسه سه حالت ذکر شده بهینه ترین تأثیر در تعویض پنجره ساده و استفاده از پنجره دو جداره می‌باشد. با این تعویض بدون اینکه به نوع دیوار تغییر داده شود، می‌توان میزان صدای مطلوب را در داخل ساختمان ایجاد کرد. کمترین تأثیر هم، زمانی است که نوع پنجره را ثابت گرفته و دیوار دوجداره باشد. در این حالت میزان صدابندی جداره‌های مرکب به طو متو سط

صدای خوب در محیط باید از ایجاد نویز یا آلودگی صوتی جلوگیری کرد که از طریق انتخاب سایت مناسب دور از آلودگی صوتی، دیوارهای دوجداره، مصالح جاذب از چنین محیط‌هایی و همچنین قرار دادن فضاهای واسطه‌ای چون کریدور و انبار میان محیط خارج و داخل می‌توان عایق صوتی ایجاد کرد. همچنین می‌توان در پوشش داخلی دیوارهای دوجداره از مصالح جاذب صوت، میزان جذب آلودگی صوتی زمینه را افزایش داد. استفاده از عایق‌های صوتی و جداگرهای مناسب در ساختمان‌ها نیز باعث

دا شتن حد مطلوب صدا و کاهش آلودگی صوتی می‌شود تا از ورود صداهای مزاحم بالای ۵۰ دسی بل به داخل ساختمانها جلوگیری نماید.

با توجه به نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل داده ها و مطالعات انجام شده در جهت کاهش آلودگی صوتی برای افزایش کیفیت آسایش آکوستیکی در مناطق ترافیکی و پر صدا (بخصوص مسکن نزدیک ایستگاهها و محل عبور قطارها) الگوی زیر پیشنهاد می‌شود (شکل ۷)



شکل ۷- الگوی طراحی آکوستیک در ساختمان

Figure 7. Acoustic design pattern in the building

نتیجه‌گیری

هیاهوی شهری و صدای ترافیک از جمله عواملی است که آرامش را از بین می‌برد. این صداها تأثیر منفی بر زندگی مردم دارد و استفاده از تدابیر مناسب در جهت کاهش آلودگی صدا یکی از مهم ترین نکاتی است که باید مد نظر قرار گیرد. یکی از عناصر مهم در این گونه موارد کالبد و فرم فضاها می‌باشد. کالبد از این

نظر حائز اهمیت است که می‌تواند در دوام صدا و پایداری انرژی نقش مهمی داشته باشند. آلودگی صوتی یکی از معضلات رو به افزایش زیست بوم های شهری است که با سلب آسایش صوتی از شهروندان عاملی زیان آور برای سلامتی روحی روانی و جسمی شناخته شده است. همواره ساختار معماری و کالبد و فرم بنا

از طریق انتخاب سایت مناسب دور از آلودگی صوتی، دیوارهای دوجداره، مصالح جاذب از چنین محیط‌هایی و همچنین قرار دادن فضاهای واسطه‌ای چون کریدور و انبار میان محیط خارج و داخل می‌توان عایق صوتی ایجاد کرد. همچنین می‌توان در پوشش داخلی دیوارهای دوجداره از مصالح جاذب صوت، میزان جذب آلودگی صوتی زمینه را افزایش داد. استفاده از عایق‌های صوتی و جداگرهای مناسب در ساختمان‌ها نیز باعث داشتن حد مطلوب صدا و کاهش آلودگی صوتی می‌شود تا از ورود صداهای مزاحم بالای ۵۰ دسی بل به داخل ساختمانها جلوگیری نماید. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان پیشنهادات زیر را برای تحقیقات آتی در رابطه با کیفیت آکوستیک در مسکن در نظر گرفت:

الف- بررسی نقش نماها، طراحی، اندازه و جنس نماها در کاهش میزان نوفه در مسکن

ب- بکار گیری همه ابعاد معماری مؤثر در ارزیابی کیفیت آکوستیک مسکن و آسایش ساکنان

ج- شاخصهای این پژوهش با توجه به مشخصات منطقه، تدوین شده بود که پیشنهاد می‌گردد با بررسی سایر مشخصات اثرگذار بر کیفیت آکوستیک در شرایط مشابه، مدل جامعی در این پروژه‌ها ارائه گردد.

د- پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی شکل و اندازه انواع فرم‌های مسکن هم در رابطه با کیفیت آکوستیک و آسایش و آرامش ساکنان مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج آن با سایر تحقیقات انجام شده سنجیده شود.

References

1. Rasmussen, B, 2019, Sound insulation between dwellings - Comparison of national requirements in Europe and interaction with acoustic classification schemes, PROCEEDINGS of the 23rd International Congress on Acoustics 9 to 13 September 2019 in Aachen, Germany.
2. Qiyabaklou, Z., 2013, Acoustic design of multi-purpose conference hall

نقش اساسی در عملکرد آکوستیکی آن ایفا می‌کند و از این جهت تاثیر به سزایی در وضوح و بلندی صدا برای درک گفتار و شفافیت و زنده بودن صدا دارند. خانه های مسکونی محله راه آهن تبریز به عنوان یک فضای شهری از این امر مستثنی نیست و پتانسیل های شنیداری متفاوتی در آن شنیده می شود که ممکن است ادراک ناخوشایندی را از منظر صوتی برای ساکنین خانه ایجاد کند. بنابراین هدف تحقیق حاضر ارزیابی الگوی معماری مسکن محله راه آهن تبریز از منظر آسایش صوتی است که در محدوده مورد مطالعه به دلیل وجود ایستگاه راه آهن آلودگی صوتی بیشتر است. برای رتبه بندی کوی های اتحاد، استادشهریار و بابک از نظر آسایش و عدم آسایش آکوستیکی به لحاظ اینکه کدام کوی بیشترین آلودگی را در محله دارد، یافته های بدست آمده از دو تکنیک تاپسیس و اف تاپسیس (فازی عددی)، نشان دادند هرچند تفاوت های خیلی کمی بین نتایج هر دو تکنیک وجود داشت. اما در هر دو مدل بترتیب کوی اتحاد رتبه اول و بعد از آن کوی بابک و استادشهریار بترتیب رتبه های دوم، سوم به لحاظ آلودگی صوتی از نظر عدم آسایش آکوستیکی بدست آوردند. بنابراین باید به کوی اتحاد از نظر کاهش آلودگی صوتی و آسایش آکوستیکی ساکنان این کوی توجه زیادی بشود. نتایج نشان داد در مقایسه سه حالت ذکر شده رد قسمت یافته ها، بهینه ترین تأثیر در تعویض پنجره ساده و استفاده از پنجره دو جداره می باشد. با این تعویض بدون اینکه به نوع دیوار تغییر داده شود، می توان میزان صدای مطلوب را در داخل ساختمان ایجاد کرد. کمترین تأثیر هم، زمانی است که نوع پنجره را ثابت گرفته و دیوار دوجداره باشد. در این حالت میزان صدابندی جداره های مرکب به طو متوسط ۲۰ دسی بل است که میزان کمی می باشد و حالت دلخواه نمی باشد. در حالت سوم با دوجداره کردن پنجره و دیوار به میزان خواسته شده می رسد. اما با توجه به هزینه های زیادی که این روش ایجاد می کند و اینکه با استفاده از پنجره دو جداره هم، می توان به میزان دلخواه رسید بنابراین حالت بهینه پیشنهادی، استفاده از پنجره دوجداره می باشد. با توجه به مباحث مطرح شده می توان گفت که برای فراهم نمودن یک صدای خوب در محیط باید از ایجاد نویز یا آلودگی صوتی جلوگیری کرد که

- http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-20151-7_6.
8. Alves S, Scheuren J and Altreuther B. 2016, Review of recent EU funded research projects from the perspective of urban sound planning: do the results cope with the needs of Europe's noise policy? *Noise Map*, 3(1), 86-106. <https://doi.org/10.1515/noise-2016-0007>.
9. Ghaffari, A., & Gholizadeh, F. 2021. Analysis of impact of volume changes on acoustic behavior in mosques (Case study: Historic mosques of Tabriz). *Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU)*, 14(35), 95-110. [In Persian].
10. Afshinmehr V, Ghafary A, Zamani R. 2021. Acoustic quality assessment at Nezamol molk dome of Jamemosque of Isfahan. *Journal title*; 9 (2) :123-140. (In Persian)
11. Tajmir, A; Sana'i, A., Qadri, N.; 2021, Investigation of acoustic principles in providing acoustic comfort in residential buildings, *New Researches in Geographical Sciences, Architecture and Urban Planning*, 4(32), 53-66. (In Persian)
12. Ahmadi, A. 2019, Calculation and analysis of acoustic data of multi-purpose hall, case example: Gorgan Music House, *Sound and Vibration*, 9(18), 129-143. (In Persian)
13. Dessi-Olive, J., Hsu, T. 2022, A Simulation-Validated Shape Grammar for Architectural Acoustics. *Nexus Netw J* 24, 55-73. <https://doi.org/10.1007/s00004-021-00583-8>.
14. Jablonska, J.; Czajka, R, 2021, CAD Tools and Computing in Architectural and Urban Acoustics. *Buildings*, 11(6), 1-16, 235.
- inspired by sea shell shell. *Fine Arts - Architecture and Urbanism* 18(3), 17-24. (In Persian)
3. Braat-Eggen E, Keus VD, Poll M, Hornikx M, Kohlrausch A. 2019, Auditory distraction in open-plan study environments: Effects of background speech and reverberation time on a collaboration task. *Applied Acoustics*, 154 :148-160 <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.04.038>.
4. Aletta F, Oberman T and Kang J. 2018, Associations between positive health-related effects and soundscapes perceptual constructs: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health*; 15(11): 1-15. 2392. <https://doi.org/10.3390%2Fijerph15112392>.
5. Jabłonska J. 2018, Architectural acoustics in Vineyard configuration concert hall *Journal of Architectural. Eng Technol*; 7(2):1-6. art. 1000220. <http://dx.doi.org/10.4172/2168-9717.1000224>.
6. Postma, BN, Jouan S and Katz BF. 2018, Pre-Sabine room acoustic design guidelines based on human voice directivity. *J Acoust Soc Am*, 143(4): 2428-2437. <https://doi.org/10.1121/1.5032201>.
7. Jabłon'ska J, Trocka-Leszczyń'ska E. 2020, Ergonomics of sound in a hotel environment. In: Charytonowicz J, Falcão Ch, editors. *Advances in Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure. Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Human Factors in Architecture, Sustainable Urban Planning and Infrastructure*. Springer. 57-65.

- Technological and green solutions for rural house construction. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(4), 2291-2293.
21. Zalejska-Jonsson, A, 2019, Perceived Acoustic Quality and Effect on Occupants' Satisfaction in Green and Conventional Residential Buildings, *Buildings*, 9(1), 1-11, 24; <https://doi.org/10.3390/buildings9010024>.
 22. 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*, 141(5):3540-3540 <http://dx.doi.org/10.1121/1.4987481>.
 23. Łowicki, D.; Piotrowska, S. 2015, Monetary valuation of road noise. Residential property prices as an indicator of the acoustic climate quality. *Ecol. Indic.* 52, 472-479.
 24. Bard, D, Vorlaender N, G, Sondergard, E, 2019, Acoustic Comfort Investigation in Residential Timber Buildings in Sweden *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 1(24), 78-89, <https://doi.org/10.5755/j01.sace.24.1.22068>.
 25. Hongisto V., Mäkilä M., Suokas M., 2015, Satisfaction with sound insulation in residential dwellings - The effect of wall construction, *Building Environment* 86, 309-320. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.010>.
 26. Vardaxis N.-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 <https://doi.org/10.3390/buildings11060235>.
 15. Ocholi M, Ibe K. E. Iheonu E. E& Ameh E. E, 2021, Assessing Wind Impact on Noise Level Measurements for Application in Architectural Acoustics: A Preliminary Study, *Nigerian Journal of Environmental Sciences and Technology (NIJEST)*, 5(2), 413-419, <https://doi.org/10.36263/nijest.2021.02.0290>. www.nijest.com.
 16. Ciaburro, G; Iannace, G.; Lombardi, I.; Trematerra, A. 2020, Acoustic Design of Ancient Buildings: The Odea of Pompeii and Posillipo. *Buildings*, 10(12), 1-16 224. <https://doi.org/10.3390/buildings10120224>.
 17. Vorlaender, M, 2021, Diffraction problems in an architectural acoustics benchmark, *The Journal of the Acoustical Society of America* 150, 1-16. A93, <https://doi.org/10.1121/10.0007735>.
 18. Jia, M.; Srinivasan, R.; Ries, R.J.; Bharathy, G.; Weyer, N. 2019, Investigating the Impact of Actual and Modeled Occupant Behavior Information Input to Building Performance Simulation. *Buildings* 11, 1-17, 32.
 19. van Kempen E, Casas M, Pershagen G, et al. 2018. Who environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: a summary. *Int J Environ Res Public Health*; 15(2): 1-18, 379, <https://doi.org/10.3390/ijerph15020379>.
 20. Anoop, C. K., Noor, N., James, M., Paul, P. N., & Harikrishnan, R. 2018.

- title of the publication. 8 (2):145-161. (In Persian)
32. Park, S.H.; Lee, P.J.; Lee, B.K. 2020. Levels and sources of neighbor noise in heavyweight residential buildings in Korea. *Appl. Acoust.*, 120, 148-157.
 33. Abbaszadeh M, Madani R, Ghafari A. 2022. Analysis of the effect of spatial arrangement on the level of acoustic comfort in contemporary apartment housing units (Case study: Apartment housing in Tabriz). *Haft Hesar J Environ Stud*; 11 (39) :73-86. (In Persian)
 34. 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.
 35. Hao, Y.; Qi, H.; Liu, S.; Nian, V.; Zhang, Z. 2022, Study of Noise and Vibration Impacts to Buildings Due to Urban Rail Transit and Mitigation Measures. *Sustainability*, 14, 1-18. 3119. <https://doi.org/10.3390/su14053119>.
 36. He, W.; He, K.; Zou, C.; Yu, Y. 2021, Experimental noise and vibration characteristics of elevated urban rail transit considering the effect of track structures and noise barriers. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 28, 45903-45919.
 - surveys, *Building Acoustics*, 25(2), 151-170.
 27. Abbaszadeh M, Madani R, Ghaffari A. 2022. Acoustic Comfort Level in Contemporary Housing Apartments According to Urban Spaces in Tabriz City. *IUESA*; 10 (40) :119-132. (In Persian)
 28. Ghafari Jabari, S., Ghafari Jabari, S., & Saleh, E. 2015. Effects of Acoustical Design on Providing Acoustic Comfort for Residential Apartments in Tehran. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 7(13), 59-66. (In Persian)
 29. Taghipour A, Sievers T, Eggenschwiler K. 2019, Acoustic Comfort in Virtual Inner Yards with Various Building Facades. *Int J Environ Res Public Health*. 16;16(2): 249. <https://doi.org/10.3390%2Fijerph16020249>.
 30. 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.
 31. Ghafari, A., Qolizadeh, F. 2020, Explanation of the theory of preference of form over materials in the acoustic behavior of the architect's space. The