Journal of Acoustical Society of Iran, Vol. 13, No. 1, 2025

(Research Article)
Sound Identifier of Metro Stations (Case study: Metro's of Tehran and Tabriz City)

Paria Meshkabadi*[1], Abbas Ghaffari[2], Elham Nazemi[3], Narges Dehghan[1]
[1] Department of Architecture, Islamic Azad University, Najafabad Unit
[2] Faculty of Architecture and Urbanism, Tabriz Islamic Art University
[3] Department of Urban Planning, Islamic Azad University, Najafabad Unit
Revised: 2024/09/07, Accepted: 2025/05/16

Abstract:

In this paper, the sound ID for metro stations is presented to get acquainted with the sound environment and its features by expressing quantitative indices. In the sound recognition of space, it is necessary to study at least two main parameters in the sound discourse, which include the sound pressure level (SPL) and reverberation time (RT). The amount of noise and persistence of sound in the space is measured by these two physical quantities, which are important in metro stations to provide sound comfort and speech intelligibility. The case studies were selected from two cities of Tehran and Tabriz. Two levels of the stations. the ticket control hall and the waiting platform, are measured with a 2260 B&K sound analyzer. The high SPL of the estimated limits indicates the presence of sound pollution in space and also the long RT interference in speech. The SPL ID is calculated by the regression model. It has a curved shape graph that has the highest value in the middle-audible frequency range and the RT ID is obtained from the aggregation of all measured points, which shows 2-3 s. A comparison of the diagram obtained with equal loudness curves and hearing graphs shows undesirable sound conditions in metro stations.

Keywords: Sound identifier, Metro station, Sound pressure level, Reverberation time.

pp. 1-7 (In Persian)

* Corresponding Author Email: paria.meshkabadi@gmail.com

[Downloaded from joasi.ir on 2026-11-29]

مقاله پژوهشی

مجله انجمن علوم صوتی ایران

سال: ۱۴۰۴، دوره: ۱۳، شماره ۱، صفحات: ۱-۷

شناسه صدای ایستگاه‌های مترو (نمونه موردی: مترو تهران و تبریز)

پریا مشک‌آبادی*[۱]، عباس غفاری[۲]، الهام ناظمی[۳]، نرگس دهقان[۱]

[۱] گروه معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد

[۲] دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

[۳] گروه برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد

دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۷، پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۶

چکیده

در این مقاله، شناسه صدا برای ایستگاه‌های مترو به منظور آشنایی با محیط صوتی و ویژگی‌های آن با بیان شاخص‌های کمی اندازه‌گیری شده، ارائه می‌شود. در شناخت صوتی یک فضا، بررسی حداقل دو شبه‌سنج اصلی در بحث صوت ضرورت دارد که شامل تراز فشار صدا و زمان واخنش است. میزان نوفه و ماندگاری صدا در فضا با این دو کمیت فیزیکی سنجیده می‌شود که در ایستگاه‌های مترو به منظور تأمین آسایش صوتی و وضوح گفتار اهمیت دارد. نمونه‌های مورد مطالعه از دو شهر تهران و تبریز انتخاب گردیده و با دستگاه صداسنج B&K۲۲۶۰ در دو سطح سالن کنترل بلیط و سکوی انتظار اندازه‌گیری شده‌است. بالا بودن تراز فشار صدا از حدود تعیین شده نشان‌دهنده وجود آلودگی صوتی در فضا و هم‌چنین زمان واخنش طولانی تداخل در گفتار را می‌رساند. شناسه تراز فشار صدا ایستگاه‌های مترو با مدل رگرسیون محاسبه شده‌است و دارای نموداری منحنی شکل است که در محدوده بسامدهای میانی-شنیداری بالاترین مقدار را دارد و شناسه زمان واخنش نیز از تجمیع تمام نقاط اندازه‌گیری شده به‌دست آمده که بطور میانگین ۲ تا ۳ ثانیه را نشان می‌دهد. مقایسه نمودار بدست آمده با نمودارهای ایزوفون و شنوایی بیانگر شرایط نامطلوب صوتی در ایستگاه‌های مترو است.

کلیدواژه‌ها: شناسه صدا، ایستگاه مترو، تراز فشار صوت، زمان واخنش.

۱. مقدمه

احساس رفاه و آسایش در ساختمان نسبت به محیط صوتی نیز تعریف می‌شود که می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر کاربران یا ساکنان ساختمان داشته باشد. صدای ضعیف در کاهش بهره‌وری محیط، از دست دادن حریم خصوصی و مسائل امنیتی، افزایش سطح استرس و بیماری‌های قلبی و عروقی نقش دارد [۱].

در مقابل آسایش صوتی، آزردگی صوتی قرار دارد که به عنوان احساس ناخواسته‌ای از اختلال و آشوب و یا ناراحتی ناشی از یک صدای خاص تعریف می‌شود. چیزی که آزاردهنده تلقی شود بستگی به ترجیحات صوتی کاربران دارد و از فردی به فرد دیگر فرق می‌کند.

هیچ شبه‌سنج اندازه‌گیری وجود ندارد که بطور دقیق شرایط را ارزیابی کند، اما می تواند به محققان کمک کند تا رفتارهای کاربران را تحت شرایط مختلف درک کنند [۲].

فضاها از لحاظ صوتی به چند دسته تقسیم می‌شوند که ایستگاه‌های مترو جزء فضاهای نیمه حساس به حساب می‌آیند زیرا فضای ادراکی نبوده بلکه عبوری هستند. اینگونه فضاها به‌دلیل ماهیت‌شان نه سکوت کامل باید در آن‌ها حکم‌فرما باشد نه میزان سر و صدا آنقدر زیاد باشد که عملکرد فضا و وضعیت جسمانی-روانی افراد را تحت تأثیر قرار داده و از مطلوبیت و رضایت‌مندی فضا بکاهد.

در چنین فضاهایی که عمومی نیز هستند بر طبق استانداردهای مربوطه (ایزو ۳۳۸۲[۱] و آی ای سی ۶۰۲۶۸-۱۶[۲]) [۳و۴] مقادیر صوتی بالاتر از دیگر فضاهاست و تجاوز بیش از حد از استانداردها، خطر

* نویسنده پاسخگو: paria.meshkabadi@gmail.com

[1] ISO 3382

[2] IEC 60268-16

[Downloaded from joasi.ir on 2026-11-29]

ناشنوایی و ناخوانایی محیط به‌خصوص در مواقع اضطراری را به وجود می‌آورد که در نتیجه سبب ناهنجاری در فضا می‌شود.

از نظر علوم صوتی ایستگاه‌های مترو جزء فضاهای بسته به شمار می‌آیند. میرایی نوفه نسبت به حجم صدا در فضا کم بوده و مصالح قابلیت جذب صدا را به اندازه کافی ندارند.

مشخصه‌های میدان صوتی در محیط بسته از این قرارند: ۱-شدت صوت در نقطه‌ی دریافت دور از منبع صوت (حتی اگر فاصله زیاد باشد) کم‌تر از فضای باز دستخوش تضعیف می‌شود. ۲- وقوع بازآوایش ناشی از رسیدن صوت‌های بازتابیده، پس از قطع منبع صوت است [۵].

ارتباط بین زمان واخنش و درصد شمردگی، تابعی از حجم اتاق است؛ یعنی، هر چه حجم اتاق بزرگ‌تر شود، زمان واخنش اندکی طولانی‌تر می‌شود [۵].

علاوه بر حجم فضا، استفاده فراوان از مصالح منعکس کننده هم‌چون سنگ و شیشه زمان واخنش را افزایش می‌دهد، تناسبات سکوها در کنار ضرایب جذب پایین، انعکاسات پی‌درپی بین کف و سقف را شدت می‌بخشند [۶]. بنابراین چندین عامل مرتبط به هم بر آسایش صوتی ساختمان تأثیر می‌گذارند که شامل هندسه فضا، متریال‌های جاذب، انتقالی و منعکس‌کننده صدا و هم‌چنین وجود منابع صوتی در داخل و خارج است [۱]. در زمینه صوت ایستگاه‌های مترو مطالعاتی که اخیراً انجام شده به اختصار شرح داده می‌شود.

یلمازر و بورا [۲] ایستگاه‌های مترو ترکیه را از منظر صوتی بررسی کرده و با ابزارهای عینی و ذهنی میزان نارضایتی از فضاهای داخلی ایستگاه‌های مترو را تعیین کرده است. وُ و همکارانش [۶] نیز به بررسی محیط صوتی ایستگاه‌های راه‌آهن چین پرداخته و مشکلات صوتی را ناشی از زمان واخنش طولانی و نوفه محیطی بالا و گفتار ضعیف اعلام کرده است.

ساووجیا و همکارش [۷] روش‌های مدلسازی صوتی و شنیداری اتاق را معرفی و مزایا و معایب هر یک را بیان کرده است.

سوگول و همکارانش [۸] نیز طراحی صوتی را با دو روش ردیابی پرتو و معادله انتشار در ایستگاه‌های مترو مورد ارزیابی تطبیقی قرار داده و هر یک از روش‌ها را نقد و بررسی نموده است.

نوویکا [۹] ایستگاه‌های مترو را از نظر صوتی ارزیابی اولیه نموده و برای هر یک از شبه‌سنج‌های معماری و صوتی شاخص‌هایی بیان کرده است. وُ و همکارانش [۱۰] آسایش صوتی در ایستگاه‌های بزرگ را بر اساس ترجیحات افراد استفاده کننده مورد ارزیابی قرار داده است.

لیو و همکارانش [۱۱] تأثیر صوت بر توجه بصری را در ایستگاه‌های مترو لندن بررسی کرده است و به این نتیجه رسیده صداهای مطبوع و آزاردهنده بیش‌تر از صداهای یکنواخت توجه بصری دارند. ایندریانی و همکارانش [۱۲] به تحلیل سطح نوفه در ایستگاه بندرخلیفه پرداخته و نوفه را در موقع حرکت قطار بیش‌تر از قطار ایستاده اندازه‌گیری کرده است.

ملنیک و همکارانش [۱۳] آسایش صوتی ایستگاه‌های مترو کیف را با توجه به ویژگی‌های طراحی بررسی کرده است و شکل سکو را در در جذب صوت و عایق‌سازی ارتعاشات به منظور آسایش صوتی مسافران و پرسنل مترو را مهم و تأثیرگذار عنوان کرده است.

شناسه صدا؛ هویت یا شناسنامه صوتی است که برای درک بهتر محیط کاربر از نظر ویژگی‌های صوتی فضای موجود کاربرد دارد که از بررسی نمونه‌های موردی و جمع‌بندی شاخص‌های صوتی به‌دست می‌آید. شناسه صدا به معرفی، شناسایی و ارزیابی اطلاعات صوتی محیط کمک نموده که برای اولین بار در این تحقیق به کار گرفته شده است.

آنچه از دستیابی به شناسه صدا در این تحقیق مد نظر است توجه به نیازهای صوتی، آلودگی‌ها و آزردگی‌های ناشی از نوفه به منظور افزایش کیفیت فضاست. بنابراین آسایش صوتی و وضوح گفتار دو مؤلفه اصلی تحقیق به شمار می‌آیند که از اهمیت بالایی برخوردار هستند و از مهم‌ترین شبه‌سنج‌های فیزیکی صوتی در بحث سنجش نوفه و ادراک صدا؛ تراز فشار صدا و زمان واخنش را

[Downloaded from joasi.ir on 2026-11-29]

می‌توان نام برد که با بررسی‌ها و اندازه‌گیری‌های انجام شده، شناسه صدا به‌دست خواهد آمد.

۲. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در پی بررسی و توصیف شرایط صوتی موجود در ایستگاه‌های مترو با ارائه شناسه صدا است که برای نیل به این هدف کاربردی توصیفی-تجربی از اطلاعات و داده‌های کتابخانه‌ای (استانداردها) و نیز سنجش‌های میدانی با دستگاه‌های صداسنج بی‌اَندکِی[1] ۲۲۶۰، آمپلی‌فایر و بلندگوی ده‌وجهی استفاده شده است.

نمونه‌های موردی از دو شهر تهران (امام خمینی، دروازه دولت، میدان ولیعصر و آزادگان) و تبریز (ساعت و خیام) بر اساس موقعیت قرارگیری و نوع ایستگاه انتخاب شده است.

ایستگاه‌های مترو از نظر عملکردی دارای چند سطح هستند که سالن کنترل بلیط و سکوی انتظار در این پژوهش بررسی شده است. در سالن کنترل بلیط یک حالت کلی در نظر گرفته شده اما در سکوی انتظار دو حالت وجود دارد که حالت اول سکوی بدون قطار بوده و حالت دوم با قطار در حال حرکت مدنظر است.

در هر دو موقعیت، منبع صوتی کروی شکل در مرکز سالن و سکو قرار داده شده است و صداسنج در فاصله ۱۰ متری است. در اندازه‌گیری زمان واخنش نیز از تقویت‌کننده[2] با دو بهره[3] صفر و ۱۰- دسی‌بل برای تقویت سیگنال استفاده شده است.

با توجه به مسائل صوتی مطرح شده در ایستگاه‌های مترو از نظر تأمین آسایش صوتی و کیفیت گفتار، اندازه‌گیری دو شبه‌سنج مهم در ارزیابی وضع موجود اولویت دارد که شامل تراز فشار صدا و و زمان واخنش است. تراز فشار صدا به منظور سنجش میزان حداقل و حداکثر نوفه موجود کاربرد دارد.

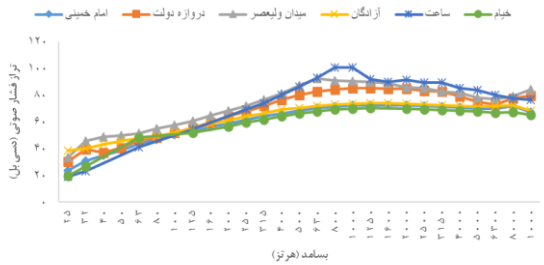
حداقل نوفه در شرایط عادی و بدون وجود قطار سنجیده می‌شود که شامل صدای سامانه تهویه، پله برقی، آسانسور، ارتباطات انسانی و غیره است. حداکثر نوفه نیز زمانی اتفاق می‌افتد که قطار وارد ایستگاه می‌شود و صدای موتور قطار، ترمز، برخورد چرخ‌ها با ریل‌ها و غیره به صداهای موجود اضافه می‌شود.

افزایش بیش از حد نوفه و بالاتر از استاندارد بین‌المللی مانع شنیدن صداها و پیام‌های صوتی در مواقع اضطراری می‌گردد و از طرفی آسایش صوتی و کیفیت محیط را تحت تأثیر قرار می‌دهد. زمان واخنش نیز مدت زمانی است که یک موج صوتی بعد از انتشار در فضا از بین می‌رود. طول زیاد و عرض کم ایستگاه که از ابعاد قطار تبعیت می‌کند سبب ایجاد بازتاب‌های بیشمار و پی‌در پی شده و زمان واخنش لزوماً افزایش خواهد یافت و این امر نیز تداخل گفتار را به وجود آورده و شنیدار را دشوار می‌سازد. نتایج اندازه‌گیری‌های میدانی در باند بسامدی اوکتاوی در زیر آورده شده است که از بررسی آن‌ها شناسه صدا ایستگاه‌های مترو به‌دست خواهد آمد.

۳. نتایج

۳-۱. تراز فشار صدا

نمودارهای زیر تراز فشار صدا را در تمام ایستگاه‌ها و در ۳ موقعیت مختلف (سالن کنترل بلیط، سالن انتظار خالی و پر) نشان می‌دهند.



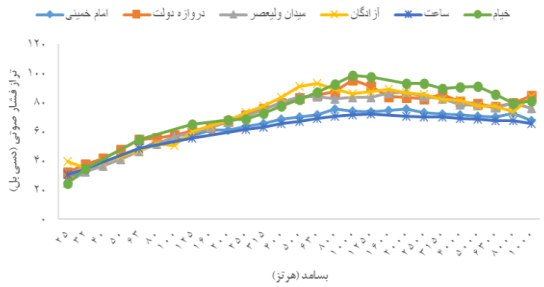
شکل ۱ تراز فشار صدا در سالن کنترل بلیط تمام ایستگاه‌ها.



شکل ۲ تراز فشار صدا در سالن انتظار بدون قطار تمام ایستگاه‌ها.

[1] B&K 2260
[2] Amplifier
[3] Gain

[Downloaded from joasi.ir on 2026-11-29]



شکل ۳ تراز فشار صدا سالن انتظار با قطار تمام ایستگاه‌ها.

حداقل و حداکثر تراز فشار صدا در تمام بسامدهای اندازه‌گیری شده با توجه به نمودارهای رسم شده به شرح زیر است:

سالن کنترل بلیط: بالاترین تراز صدا در بسامد ۸۰۰ هرتز مربوط به ایستگاه ساعت و پایین‌ترین آن ایستگاه خیام در در بسامد ۲۵ هرتز

سکوی انتظار خالی: بالاترین تراز صدا در ایستگاه ساعت در بسامد ۸۰۰ هرتز و پایین‌ترین آن ایستگاه آزادگان در بسامد ۲۵ هرتز

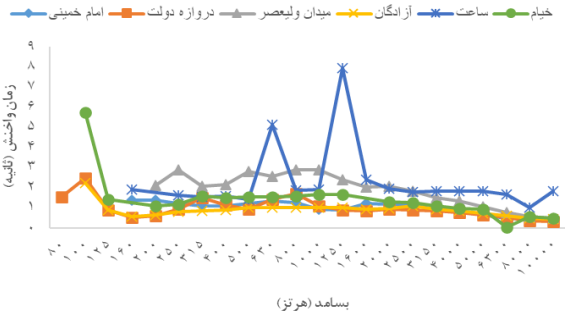
سکوی انتظار پر: بالاترین تراز صدا در ایستگاه خیام در بسامد ۱۰۰۰ هرتز و پایین‌ترین آن ایستگاه آزادگان در بسامد ۳۱٫۵ هرتز

بسامدهای بین ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز بالاترین تراز فشار صدا را دارند که در این محدوده شنیدار انسان بیش‌تر اتفاق می‌افتد و تراز فشار صدا بالای ۱۰۰ دسی‌بل سلامت شنوایی را به خطر می‌اندازد.

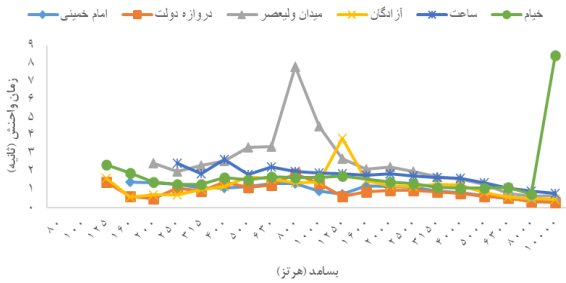
۳-۲. زمان واخنش

نمودارهای زیر زمان واخنش اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های مترو با دو بهره صوتی بالاتر از نوفه زمینه (۰ و ۱۰- دسی بل) در دو موقعیت مکانی برای تمام بسامدهای دریافتی را نشان می‌دهد.

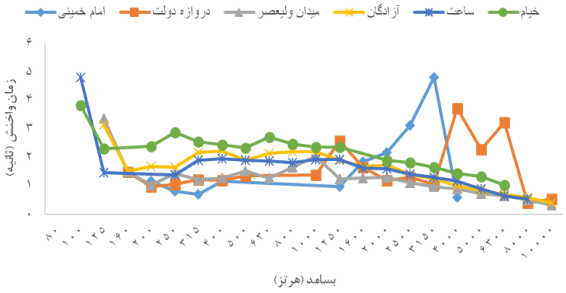
آنچه از اندازه‌گیری میدانی حاصل شد الگویی است که در قالب نمودار یا مدل رگرسیون به عنوان میانگین تراز فشار صدا ایستگاه‌های مترو اندازه‌گیری شده به‌دست آمده است. با توجه به این‌که اندازه‌گیری‌ها در دو سطح ایستگاه‌های مترو انجام شده است برای سالن کنترل بلیط یک مدل و برای سکوی انتظار نیز یک مدل برآیند دو حالت پر و خالی ترسیم شده است.



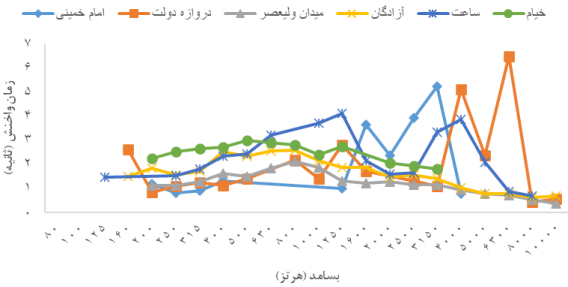
شکل ۴ زمان واخنش سالن کنترل بلیط با بهره صفر دسی‌بل.



شکل ۵ زمان واخنش سالن کنترل بلیط با بهره ۱۰- دسی‌بل.



شکل ۶ زمان واخنش سکوی انتظار با بهره صفر دسی‌بل.



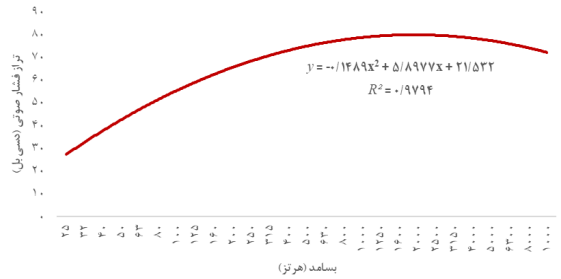
شکل ۷ زمان واخنش سکوی انتظار با بهره ۱۰- دسی‌بل.

این نمودارها دارای معادلاتی هستند که بر اساس آن‌ها می‌توان به تراز فشار صدا کلی ایستگاه‌های مترو دست یافت و ضریب تعیین (R^2) درجه مطابقت داده‌ها با مدل

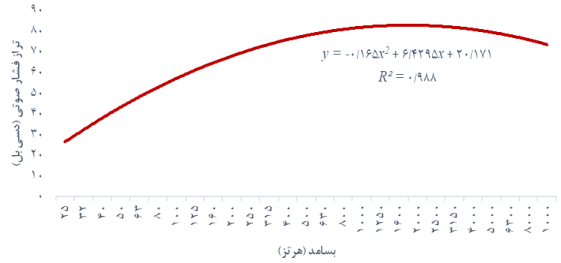
[Downloaded from joasi.ir on 2026-11-29]

رگرسیون را نشان می‌دهد چنانچه بالاتر از ۶۰ درصد باشد نشان‌دهنده تناسب خوب مدل است. تصاویر ۸ و ۹ نشان می‌دهند مدل‌های ترسیم شده ۹۷ درصد تطبیق دارند، بنابراین امتیاز ویژه‌ای به حساب می‌آیند.

برای زمان واخنش از تجمیع داده‌های اندازه‌گیری شده به صورت حداکثر، میانه و حداقل استفاده شده است همان‌طور که در شکل (۱۰) مشاهده می‌شود بازه زمان واخنش از ۰٫۵ تا ۶٫۵ ثانیه متغیر است.



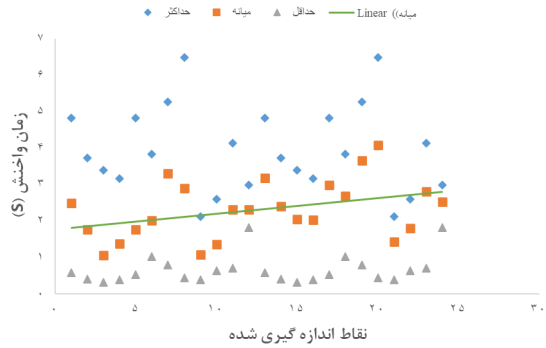
شکل ۸ شناسه تراز فشار صدا در سالن کنترل بلیط.



شکل ۹ شناسه تراز فشار صدا در سکوی انتظار.

چنانچه میانه تمام نقاط اندازه‌گیری شده با چهار حالت مختلف بررسی شود این بازه ۱ تا ۴ ثانیه است که نشان می‌دهد متوسط زمان واخنش خیلی بیش‌تر از استاندارد (۱٫۴ تا ۱٫۶ ثانیه) برای چنین فضایی است لذا گفتار و پیام‌های صوتی پخش شده در محیط با هم ادغام شده و در نتیجه نامفهوم خواهند بود.

شناسه زمان واخنش نیز از میانگین تمام داده‌ها به‌دست آمده و همانطور که نمودار خطی شکل ۱۰ نشان می‌دهد زمان واخنش ایستگاه‌های مترو بین ۲ تا ۳ ثانیه است.



شکل ۱۰ تجمیع زمان واخنش بر حسب حداکثر، میانه و حداقل نقاط اندازه‌گیری شده و شناسه زمان واخنش بصورت میانگین داده‌ها.

۴. بحث

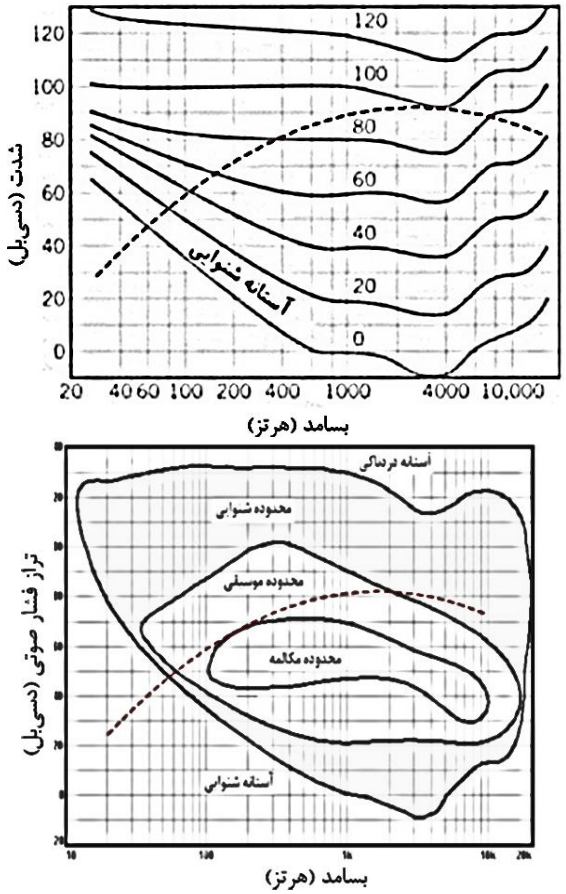
از انطباق مدل تراز فشار صدا با نمودار همترازی ایزوفون که در شکل ۱۱ آورده شده است مشاهده می‌شود که ایستگاه‌های مترو موجود در ایران که از نظر فرم، مصالح و تجهیزات بکاررفته یکسان هستند از این نمودار تبعیت نمی‌کنند و تراز بلندی آن‌ها در بسامدهای میانی مابین ۸۰ تا ۱۰۰ فون قرار دارد.

نکته قابل توجه این است که تفاوت نمودارها در بسامدهای پایین مشهودتر از بسامدهای بالاست و دلیل آن شرایط متفاوت در حین اندازه‌گیری می‌توان باشد.

اما آنچه اهمیت دارد بسامدهای میانی ۵۰۰ تا ۴۰۰۰ هرتز است که حساسیت گوش انسان در این بازه بیش‌تر است. همین‌طور از بررسی شناسه تراز فشار صدا ایستگاه مترو با برسنج شنوایی می‌توان دریافت ایستگاه‌های مترو در محدوده سخنرانی و مکالمه نبوده بلکه در محدوده موسیقی نیز قرار نگرفته‌اند، بنابراین شنیدن پیام‌های صوتی به خصوص در مواقع اضطراری تا حدود زیادی مقدور نخواهد بود.

این مقاله در مقایسه با دیگر تحقیقات تجربی که برگرفته از روش‌های اندازه‌گیری است سعی شده است نمونه‌های واقعی مشابهی مورد بررسی قرار گیرد تا از طریق جمع‌آوری و مقایسه داده‌ها بتوانند برای ایستگاه‌های مترو شناسه صدا ارائه کند و وضعیت ایستگاه‌های مترو با شرایط یکسان (متریال، نوع طراحی، ابعاد و اندازه و غیره) را به منظور بهبود شنوایی و کاهش آلودگی صوتی بیان کند.

[Downloaded from joasi.ir on 2026-11-29]



شکل ۱۱ مقایسه شناسه تراز صدا با نمودار ایزوفون (بالا) و برسنج شنوایی (پایین).

طراحی ایستگاه‌های مترو به عنوان یک فضای عمومی شهری نوپا بوده و از لحاظ صوتی آن‌چنان مورد بررسی قرار نگرفته است، بنابراین بهتر است اهمیت این امر آشکار گردیده تا در طراحی‌های معماری برای حل مشکلات صوتی راهکارهای منطقی‌تری ارائه شود.

۵. نتیجه‌گیری

این پژوهش علاوه بر اینکه وضعیت صوتی ایستگاه‌های موجود و اجرا شده را با اندازه‌گیری برداشت و بررسی نموده است، با ادغام نتایج حاصل از نمونه‌های موردی و محاسبه میانگین تراز آن‌ها به شناسه صدا ایستگاه‌های مترو دست یافته است که نشان می‌دهد ایستگاه‌های مترو موجود در ایران صرف‌نظر از نوع طراحی که طرفینی یا جزیره‌ای هستند شرایط فیزیکی و صوتی یکسانی داشته و میانگین تراز فشار صدا معادل با حداکثر تراز فشار صدا مجاز بر اساس استانداردهای بین‌المللی است و این سطح از صوت از لحاظ ادراک بلندی صدا و احساس شنوایی در مرتبه بلند و آزاردهنده قرار دارد.

ارتباطات صوتی به‌دلیل ماسکه شدن شنوایی و عدم وجود وضوح گفتار دچار اختلال شده و نه تنها از نظر کارکردی با محیط خدماتی ناسازگار است بلکه سلامت روحی و روانی افراد را تهدید کرده و در دراز مدت آسیب‌های جدی وارد می‌کند. لذا بهتر است برای بهبود شرایط صوتی اندیشه شود.

در کل می‌توان گفت جاذب‌های صوتی برای ایستگاه‌های مترو تعریف نشده‌اند، سطوح و جداره‌ها صاف و یکنواخت هستند و بازتاب‌های متعددی ایجاد می‌کنند. لذا به منظور پیشبرد اهداف غایی و بهبود کیفیت صوتی فضا می‌توان از طریق مؤلفه‌های کالبدی درصدد افزایش موانع صوتی و یا انتقال صداها به فضاها و سطوح دیگر بود یا با افزودن جزئیات بیش‌تر و فرم‌های پخش‌گرا در کالبد بنا از میزان نوفه محیط کاسته و در نقاطی که تمرکز صداها بیش از حد است جلوگیری نمایند.

چنانچه این عوامل در کنار یکدیگر به کار گرفته شوند آسایش صوتی و وضوح گفتار تأمین شده و رضایت شنیداری مخاطبان افزایش می‌یابد.

تقدیر و تشکر

این مقاله از رساله دوره دکتری معماری مصوب و دفاع شده در دانشگاه آزاد اسلامی نجف‌آباد استخراج شده است. نویسندگان برخود لازم می‌دانند مراتب تشکر صمیمانه خود را از مسئولان پژوهشی دانشکده هنر معماری و شهرسازی و هیئت داوران رساله که ما را در انجام و ارتقای کیفی این پژوهش یاری دادند، اعلام کنند.

همین‌طور بدینوسیله از تمامی عوامل شرکت بهره‌برداری و سازمان قطار شهری تهران و تبریز که ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

مقاله ارائه‌شده فاقد هرگونه تضاد منافع است.

[Downloaded from joasi.ir on 2026-11-29]

فهرست منابع

[1] S. Sajjadian, L. Tupenaite, C. Barlow, "Four angles of using timber in tall buildings", Sustainability In Energy And Building 2020, pp. 183-193, 2021.

[2] S. Yilmaz, Z. Bora, "Understanding the indoor soundscape in public transport spaces: A case study in Akkopru metro station, Ankara", Building Acoustics, vol. 24, no. 4, pp. 325-339, 2017.

[3] ISO, 3382-1:2009, "Acoustics–Measurement of Room Acoustic Parameters, Part 1: Performance Spaces", 2009.

[4] IEC 60268-16, "International Standard: Sound System Equipment-Part 16: Objective Rating of Speech Intelligibility by Speech Transmission Index", 2011.

[5] Z. Maekawa, J. Rindel, P. Lord, "Envir-onmental and architectural acoustics", Publish in Spon Press, 2011.

[6] Y. Wu, J. Kang, W. Zheng., "Acoustic environment research of railway station in China", Energy Procedia, vol. 153, pp. 353-358, 2018

[7] L. Savioja, N. Xiang, **"**Introduction to the special issue on room acoustic modeling and auralization", Journal of Acoustic Society of America, vol. 145, no. 4, pp. 2597-2600, 2019.

[8] Z. Sü, E. Odabas, M. Caliskan, "Comparative evaluation of ray tracing and diffusion equation modeling in room acoustics design of bubway btations", Australian Acoustical Society, vol. 48, pp. 93-105, 2020.

[9] E. Nowicka, "Initial acoustic assessment of long underground snclosure for designer", Journal of Tunnelling and Underground Space Technology, vol. 105, 2020.

[10] Y. Wu, J. Kang, W. Zheng, Y. Wu, "Acoustic comfort in large railway stations", Journal of Applied Acoustics, vol. 160, 2020.

[11] C. Liu, J. Kang, H. Xie, "Effect of sound on visual attention in large railway stations: A case study of St. pancrasPancras railway station in London". Journal of Building and Environment, vol. 185, no. 1, pp. 107-177, 2020.

[12] M. Yani, A. Amiruddin, A, Arnita, "Analysis of train noise level at bandar khalipah station , deli serdang using sound level meter 130 dB", Journal of Physics: Conference Series, vol. 1811, no. 1, 2021.

[13] I. Melnyk, Y. Fridlib, A. Maksymenko, H. Kliushnichenko, "Acoustic comfort at Kyiv metro stations", Inter-Noise and Noise-Con congress and conference proceedings, Institute of Noise Control Engineering, vol. 265, no. 5, pp. 2650-2661, 2022.

[Downloaded from joasi.ir on 2026-11-29]